2019年5月26日(日)

[E] 口頭発表 | セッション記号 U (ユニオン)：ユニオン

13:45 ~ 15:15 | 101 1F

[U-01] JpGU-AGU-EGU Great Debate: Impact of research assessment and going forward

コンビーナ:堀 和明(名古屋大学環境学研究科地理学講座)、Denis-Didier Rousseau(CNRS - ENS)、Jonathan L Bamber(member)、座長:村山 泰啓(情報通信研究機構)

13:45 ~ 15:15

[U01-01] Panel discussion about research assessment

*堀 和明[1] (1.名古屋大学環境学研究科地理学講座)

[E] 口頭発表 | セッション記号 U (ユニオン)：ユニオン

15:30 ~ 17:00 | 101 1F

[U-02] 地球惑星科学分野のダイバーシティ推進状況：国際的な視点から

コンビーナ:小口 千明(埼玉大学大学院理工学研究科)、堀 利栄(愛媛大学大学院理工学研究科 地球進化学)、高橋 幸弘(北海道大学・大学院理学院・宇宙理学専攻)、Claudia Jesus-Rydin(European Research Council)、座長:堀 利栄、小口 千明

15:30 ~ 15:45

[U02-01] Managing Diversity and Inclusiveness

*Jessica Federman[1] (1.California State University, Dominguez Hills)

15:45 ~ 16:00

[U02-02] Adina Paytan 12:36 PM (0 minutes ago)
to me **Where Have All the Women Gone?**

★Invited Papers

*Adina Paytan[1] (1.University of California Santa Cruz)

16:00 ~ 16:15

[U02-03] Gender balance and diversity in the ocean and geosciences: IODP, research cruise, and laboratories

*阿部 なつ江[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構海洋掘削科学研究開発センター)

16:15 ~ 16:30

[U02-04] 出産・育児における課題

*高橋 幸弘[1] (1.北海道大学・大学院理学院・宇宙理学専攻)

16:30 ~ 16:45

[U02-05] Challenges in teaching interactive lectures with high student diversity using student response systems

★Invited Papers

*Thomas Parkner[1]、Verena Pietzner[2] (1.University of Tsukuba、2.University of Oldenburg)

16:45 ~ 17:00

[U02-06] **The AGU Ethics and Equity Center: New Resources for Advancing Workplace Excellence**

Brooks Hanson[1]、Christine McEntee[1]、Robin Elizabeth Bell[1]、*Billy M Williams[1] (1.American Geophysical Union)

[J] 口頭発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

13:45 ~ 15:15 | 国際会議室 2F

[O-01] ブラタモリの探究-「つたわる科学」のつくりかた

コンビーナ:萬年 一剛(神奈川県温泉地学研究所)、尾方 隆幸(琉球大学島嶼防災研究センター)、座長:尾方 隆幸

13:45 ~ 14:00

[O01-01] ブラタモリに学ぶ―本セッションの趣旨説明

★招待講演

*萬年 一剛[1] (1.神奈川県温泉地学研究所)

14:00 ~ 14:15

[O01-02] **「ブラタモリ」の歴史と現状**

★招待講演

*林 幹雄[1] (1.日本放送協会)

14:15 ~ 14:30

[O01-03] 地球科学者がブラタモリを案内して考えたこと

★招待講演

*小山 真人[1] (1.静岡大学)

14:30 ~ 14:45

[O01-04] ブラタモリが可視化する歴史

★招待講演

*松田 法子[1] (1.京都府立大学)

14:45 ~ 15:15

[O01-05] 総合討論１

*尾方 隆幸[1] (1.琉球大学島嶼防災研究センター)

[J] 口頭発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

15:30 ~ 17:00 | 国際会議室 2F

[O-01] ブラタモリの探究-「つたわる科学」のつくりかた

コンビーナ:萬年 一剛(神奈川県温泉地学研究所)、尾方 隆幸(琉球大学島嶼防災研究センター)、座長:萬年 一剛(神奈川県温泉地学研究所)

15:30 ~ 15:45

[O01-06] NHK総合テレビのエンターテインメント・教養番組「ブラタモリ」における実験の役割

★招待講演

*林 信太郎[1] (1.秋田大学大学院教育学研究科)

15:45 ~ 16:00

[O01-07] 中高生を対象とした「地域」を総合的に捉えるフィールドワークの試み

★招待講演

*上村 剛史[1]、横井 成行[2] (1.大阪府立大手前高等学校　定時制、2.海城中学高等学校)

16:00 ~ 16:15

[O01-08] ブラタモリ番組制作に学ぶ博物館のアウトリーチ活動の在り方

★招待講演

*井上 素子[1] (1.埼玉県立自然の博物館)

16:15 ~ 16:30

[O01-09] ブラタモリにみる地球科学のアウトリーチ手法

★招待講演

*尾方 隆幸[1] (1.琉球大学島嶼防災研究センター)

16:30 ~ 17:00

[O01-10] 総合討論２

*萬年 一剛[1] (1.神奈川県温泉地学研究所)

[J] 口頭発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

10:15 ~ 11:25 | 国際会議室 2F

[O-02] 地球・惑星科学トップセミナー

コンビーナ:原 辰彦(建築研究所国際地震工学センター)、道林 克禎(名古屋大学大学院環境学研究科地球環境科学専攻地質・地球生物学講座岩石鉱物学研究室)、成瀬 元(京都大学大学院理学研究科)、関根 康人(東京工業大学地球生命研究所)、座長:山田 耕

10:15 ~ 10:50

[O02-01] 小惑星探査ミッション「はやぶさ２」の挑戦と現在までの結果

★招待講演

*吉川 真[1] (1.宇宙航空研究開発機構)

10:50 ~ 11:25

[O02-02] 超高圧実験で見る地球中心核（コア）

★招待講演

*廣瀬 敬[1,2] (1.東京工業大学大学　地球生命研究所、2.東京大学　理学系研究科地球惑星科学専攻)

[J] 口頭発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

11:30 ~ 12:15 | 国際会議室 2F

[O-03] 高校生によるポスター発表

コンビーナ:原 辰彦(建築研究所国際地震工学センター)、道林 克禎(名古屋大学大学院環境学研究科地球環境科学専攻地質・地球生物学講座岩石鉱物学研究室)、久利 美和(東北大学災害科学国際研究所)、山田 耕(早稲田大学政治経済学術院)、座長:山田 耕、道林 克禎、成瀬 元(Kyoto University)、紺屋 恵子、久利 美和(東北大学災害科学国際研究所)

11:30 ~ 12:15

[O03-01] Poster presentations by senior high school students

[J] ポスター発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

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

[O-03] 高校生によるポスター発表

コンビーナ:原 辰彦(建築研究所国際地震工学センター)、道林 克禎(名古屋大学大学院環境学研究科地球環境科学専攻 地質・地球生物学講座岩石鉱物学研究室)、久利 美和(東北大学災害科学国際研究所)、山田 耕(早稲田大学政治経済学術院)

[O03-P01] 「弘前藩庁日記」からみた江戸時代の青森の飢饉の要因

*坂元 真舟[1]、*鎌田 瑞葉[1]、*野口 愛天[1] (1.池田学園池田高等学校)

[O03-P02] 北アルプス周辺での雲の観測と地表風の解析により明らかになった山岳域での夕立への海風や谷風の重要性

*上条 藍悠[1] (1.長野県松本深志高等学校　地学会)

[O03-P03] 新舞子浜における海岸侵食の影響

*吉田 悠人[1]、*小野田 樹[1]、*齋藤 彩香[1]、*鈴木 一生[1]、*小宮 悠斗[1]、*佐々木 駿公[1]、*馬場 大輔[1] (1.福島県立磐城高等学校)

[O03-P04] 墓石地震学による考察

*梶 結翔[1]、小林 虹介[1]、石田 要[1]、鈴木 康浩[1]、上原 響一朗[1] (1.長野県屋代高等学校)

[O03-P05] Ｙｏｓｅｍｉｔｅ Ｖａｌｌｅｙの河川中の金属イオン濃度の分析と日本の河川との比較

*石田 要[1]、原田 能亜[1]、近藤 理彦[1] (1.長野県屋代高等学校)

[O03-P06] 1600万年前にあった津山海はなぜ消滅したのか～津山市皿川に見られる玄武岩岩脈の古地磁気測定による考察～

*間所 颯[1]、*江見 裕太[1]、*俣野 翔太[1]、*鷲田 尚行[1] (1.岡山県立津山高等学校)

[O03-P07] 堀を組み合わせた防潮堤の検討

*青木 寿篤[1] (1.横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校)

[O03-P08] 南海トラフ沈み込み帯遷移領域における地震モーメント解放率の時間変化と2011年東北地方太平洋沖地震の関係

*河野 葉子[1] (1.横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校)

[O03-P09] 自作ピンホール式プラネタリウム投影機の自動化

*菅野 雅彌[1]、*小森 朝陽[1]、*中村 温士[1]、牧山 雅乃[1]、*浅尾 宗洋[1]、*掛上 凌[1]、清水 晶加[1]、川本 朋佳[1] (1.横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校)

[O03-P10] 地球照のスペクトルを用いたブルーシフトの捕捉-宇宙から眺める地球の大地

*伊藤 乃愛[1]、*吉野 礼珠[1] (1.横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校)

[O03-P11] 雷雲発生の観測

*増田 歩音[1] (1.横浜サイエンスフロンティア高等学校)

[O03-P12] 過去からつながる横浜の空

*赤井 里佳子[1] (1.横浜サイエンスフロンティア高等学校)

[O03-P13] 家具用免震装置の開発

*野間 鉄心[1]、*林 春太朗[1] (1.栄東高等学校)

[O03-P14] 校庭の土の活用方法

*朝日向 帆々子[1]、老沼 穂香[1] (1.東京都立多摩科学技術高等学校)

[O03-P15] 雲と大気と夜間の明るさの関係

*岡野 颯[1] (1.東京都立多摩科学技術高等学校)

[O03-P16] 土壌を用いた海水の淡水化

*佐藤 勇志[1]、飯塚 凌大[1]、中野 斗憂矢[1] (1.東京都立多摩科学技術高等学校)

[O03-P17] 火山灰土、使えない土からバイバイ！～火山灰土中のアルミニウム除去による農業的有効利用の検討～

*三木 悠登[1] (1.東京都立多摩科学技術高等学校)

[O03-P18] 電磁波雑音による地震予知

*安田 創[1]、桐淵 泳亮[1]、林 寛盛[1]、山田 鈴太[1]、*田中 阿育[1] (1.東京都立多摩科学技術高等学校)

[O03-P19] 岩盤構造の違いによる震動モデルの構築

*菅原 一喜[1]、*佐藤 秀人[1]、八巻 修也[1]、小野 雅斗[1]、須藤 駿[1] (1.宮城県利府高等学校)

[O03-P20] 照度計を用いた湧水中のFe濃度計測法の開発及び検証

*川原田 希[1]、*大場 友輔[1]、佐々木 悠杜[1]、*佐久間 千夏[1]、*佐藤 怜[1]、*白岳 航佑[1]、*菅原 利玖[1]、*村山 正樹[1] (1.宮城県古川黎明中学校・高等学校)

[O03-P21] 流星電波観測におけるHROとVORの比較検証

*矢島 晶輝[1]、*阿部 こころ[1]、*佐藤 安純[1]、*遠藤 空[1]、*菅原 心海[1] (1.宮城県古川黎明中学校・高等学校)

[O03-P22] 回折格子を用いた流星の分光観測

*伊藤 颯矢[1]、*菅原 篤弥[1]、*操 知希[1]、*三野 正太郎[1] (1.宮城県古川黎明中学校・高等学校)

[O03-P23] 50年後の熊本は･･･。～珪藻・花粉分析からの海水準変動予測～

*山下 鮎人[1]、*古田 詩乃[1] (1.熊本県立天草高等学校)

[O03-P24] ため池における管理負担を低減した低水位管理方法の提案

*福嶋 陸斗[1]、前田 菜緒[1]、米山 玲緒[1]、髙橋 侑希[1]、田畑 陽彩[1]、林 晃太郎[1] (1.兵庫県立加古川東高等学校)

[O03-P25] 天体撮影初心者から上級者まで使える市販品より安い自作赤道儀

*池田 隼[1]、*岩崎 慎平[1] (1.海城高等学校)

[O03-P26] 波の周期と砂の粒径の違いによるウェーブリップルのでき方

*遠田 剛志[1]、*三井 隆太郎[1] (1.海城高等学校)

[O03-P27] 柱状節理の断面の形状と溶岩の粘性との関係

*高倉 幹太[1] (1.海城中学高等学校)

[O03-P28] ネオジム磁石を用いた地磁気水平分力の測定

*宮本 悠史[1]、石黒 駿斗[1]、髙田 駿[1]、中山 賢人[1] (1.札幌日本大学高等学校)

[O03-P29] 太陽高度と太陽光RGB値の関係

*高田 駿[1]、竹村 康太郎[1]、小泉 泰央[1]、石黒 駿斗[1] (1.札幌日本大学高等学校)

[O03-P30] 下諏訪温泉における毒沢鉱泉の泉質についての研究

*柳澤 良亮[1]、*桃井 義和[1]、*釜田 陽光[1]、*上條 琢巳[1] (1.長野県諏訪清陵高等学校)

[O03-P31] 星空を見上げて天気を予測できるのか

*髙森 碧[1] (1.長野県諏訪清陵高等学校)

[O03-P32] 茨城県美浦村馬掛の下総層群から産出したクモヒトデの骨片化石と介形虫化石

*横堀 朝香[1]、*三田 鈴[1] (1.群馬県立太田女子高等学校)

[O03-P33] 室戸ユネスコ世界ジオパークのシロウリガイ化石を文化財に

*石谷 愁果[1]、大野 美空[1]、福岡 絵理[1] (1.高知県立室戸高等学校)

[O03-P34] 室戸ユネスコ世界ジオパークにおける室戸高校生徒の地域研究事例「室戸の神祭について」

*福岡 絵理[1]、橋本 七海[1]、竹村 優衣[1]、新井 颯人[1]、濱田 大生[1] (1.高知県立室戸高等学校)

[O03-P35] 古砂丘の砂の研究 砂像の砂は、なぜ固まるのか（Epilogue)

*田中 克樹[1]、*大﨑 蓮[1]、*杉浦 立暉[1]、有田 怜[1]、岡山 彰吾[1]、砂場 悠太[1]、橋川 蒼生[1]、廣岡 賢[1] (1.鳥取県立鳥取東高等学校)

[O03-P36] どろだんごと苔玉の作成による森林教育

*宮地 佑奈[1]、辻 有夏[1]、小林 柚稀[1]、高見 紗英[1]、森川 達貴[1]、山﨑 稜太[1]、楳田 優人[1]、松木 梨南[1]、久保 菜帆子[1]、佐山 葉[1] (1.京都府立嵯峨野高等学校)

[O03-P37] 校有林の土壌圏における粘土鉱物の役割

*久保 菜帆子[1]、佐山 葉[1]、宮地 佑奈[1]、辻 有夏[1]、高見 紗英[1]、小林 柚稀[1]、楳田 優人[1]、森川 達貴[1]、山﨑 稜太[1]、松木 梨南[1] (1.京都府立嵯峨野高等学校)

[O03-P38] 校有林におけるブランド商品の開発に向けて ～高品質なヒノキの選定と適切な乾燥方法の検討～

*小林 柚稀[1]、高見 紗英[1]、松木 梨南[1]、山﨑 稜太[1]、楳田 優人[1]、森川 達貴[1]、久保 菜帆子[1]、佐山 葉[1]、辻 有夏[1]、宮地 佑奈[1] (1.京都府立嵯峨野高等学校)

[O03-P39] 森林研究に伴うヒューマンインパクトの把握とその回復

*佐山 葉[1]、宮地 佑奈[1]、辻 有夏[1]、高見 紗英[1]、小林 柚稀[1]、楳田 優人[1]、森川 達貴[1]、山﨑 稜太[1]、松木 梨南[1]、久保 菜帆子[1] (1.京都府立嵯峨野高等学校)

[O03-P40] 昨今の土砂災害を考える　～土壌圏における水の動態～

*松木 梨南[1]、久保 菜帆子[1]、佐山 葉[1]、辻 有夏[1]、宮地 佑奈[1]、小林 柚稀[1]、高見 紗英[1]、森川 達貴[1]、山﨑 稜太[1]、楳田 優人[1] (1.京都府立嵯峨野高等学校)

[O03-P41] 地理院地図と測量データの比較　～嵯峨野高校校有林を例として～

楳田 優人[1]、森川 達貴[1]、山﨑 稜太[1]、松木 梨南[1]、久保 菜帆子[1]、佐山 葉[1]、宮地 佑奈[1]、*辻 有夏[1]、高見 紗英[1]、小林 柚稀[1] (1.京都府立嵯峨野高等学校)

[O03-P42] 嵯峨野高等学校校有林における研究活動の総括と今後の方向性

*藤本 健史[1]、木下 あこ[1]、松木 梨南[1]、佐山 葉[1] (1.京都府立嵯峨野高等学校)

[O03-P43] 凍てつく大地に挑む　～カナダ・ケベック州におけるメープル林下の土壌生成～

佐山 葉[1]、松木 梨南[1]、小林 柚稀[1]、*高見 紗英[1]、久保 菜帆子[1] (1.京都府立嵯峨野高等学校)

[O03-P44] 本影月食中の月の色

*藤野 航大[1]、*齊藤 孝太朗[1]、*鯨岡 慶樹[1]、*土井 颯[1]、*安田 伊吹[1] (1.埼玉県立浦和高等学校)

[O03-P45] 火山灰を含む地層の花粉分析に基づく植生変遷及び噴火年代の研究

*鈴木 大凱[1]、*落合 陽紀[1]、*上野 敬太[1]、*渡邉 充司[1] (1.静岡県立韮山高等学校)

[O03-P46] ドローンによる高精度３Ｄモデルを用いた柱状節理形態の統計的分析とその成因に関する研究

*太田 昌仁[1]、*榎本 晃大[1]、*久保田 真帆[1]、*西島 美奈子[1]、*渡邉 充司[1] (1.静岡県立韮山高等学校)

[O03-P47] 古狩野湾の復元

*小島 蒼太[1]、*久保田 真央[1]、*米山 夏生[1]、*山本 貴之[1]、*渡邉 充司[1] (1.静岡県立韮山高等学校)

[O03-P48] **深層海流から世界環境へ**

*小久保 太凱[1]、*塚田 惟人[1]、*中田 宙希[1]、*中田 光軌[1]、*藤田 光[1] (1.逗子開成高等学校)

[O03-P49] 暑くて寒い鳩山の謎

*山本 鷹平[1]、*吉村 友輔[1]、*町田 敦秀[1]、*篠田 将太郎[1] (1.埼玉県立熊谷高等学校)

[O03-P50] クレーターを数えてみえてきた土星衛星ディオネの歴史 新考察

*石橋 志悠[1]、*河野 恭大[1]、*竹田 好汰[1] (1.大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎)

[O03-P51] 大阪の天気に合う観天望気とは

*島田 遼人[1]、*朝日 奈桜[1]、*山本 晶貴[1] (1.大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎)

[O03-P52] 火山下を通る地震波への影響

*林田 天[1]、*米田 光希[1]、*山本 美薫[1] (1.大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎)

[O03-P53] クレーターに伴うレイの構造の解明

*鈴木 万結子[1]、*岡田 美鈴[1]、金澤 涼夏[1]、*奥出 凪津子[1]、*澤井 美緒[1]、*南 芽依花[1] (1.大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎)

[O03-P54] 塩害土壌を改良する

瀬﨑 花音[1]、上野 珠季[1]、*北西 愛[1] (1.大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎)

[O03-P55] 月光発電量の予測と実測　ー「日進月歩くん」の開発ー

*石本 貴昭[1]、*鈴木 涼太[1]、*佐藤 弘一[1]、*米村 優輝[1]、*山元 源[1]、*雨宮 達也[1]、*雨宮 進也[1] (1.中央大学附属中学校・高等学校)

[O03-P56] ハマサンゴ骨格とキクメイシ骨格のろ過能力の検証　～化石サンゴ骨格のろ過材としての資源利用を目指して～

*石坂 悠希[1] (1.中央大学附属高等学校)

[O03-P57] 部分日食の食分と日射量、照度の関係

*山本 智士[1] (1.本郷高等学校)

[O03-P58] 月の公転はケプラーの第二法則でどこまで説明できるか

*内田 佳那[1]、*古畑 羽瑠樹[1]、*服部 斗碧[1]、浅野 修平[1]、臼井 万美子[1] (1.岐阜県立岐山高等学校)

[O03-P59] 岐阜県関市津保川にみられる露頭の形成年代と形成環境

*山田 佑哉[1]、*大野 啓介[1] (1.岐阜県立岐山高等学校)

[O03-P60] 2017年12月11日茨城県沖で発生した巨大ジェットの発光の時間変化と過去の同現象との比較

*山下 直也[1]、*平野 慎[1]、*松山 隼[1]、*大窪 佑弥[1] (1.静岡県立磐田南高等学校)

[O03-P61] **静岡市清水区の海長寺のボーリングコアに基づく後期完新世の環境変化の復元**

*伊奈 朋弥[1]、*鈴木 大介[1]、*蔦原 敬登[1] (1.静岡県立磐田南高等学校)

[O03-P62] ドローンを用いた遠州灘鮫島海岸の三次元モデルの生成と海岸線の検出

*髙木 瑛登[1] (1.静岡県立磐田南高等学校)

[O03-P63] 茨城県会瀬海岸で見られた3年間の海浜地形変動とその要因について

*高土 海都[1]、*島野 航輔[1]、*酒地 晴登[1]、*徳田 芙優[1]、*永山 俊輔[1]、*根本 浩希[1]、*村上 翔渉[1]、*三森 優希[1]、*和田 寧志[1]、小川 健巳[1]、吉田 衣里[1] (1.茨城県立日立第一高等学校)

[O03-P64] 平尾台 広谷湿原 土壌硬度と水の起源を探る＋ラムサール条約

廣田 毬子[1]、*伊東 勇人[1]、*安部 夏生[1] (1.東筑紫学園高等学校)

[O03-P65] **琵琶湖の外来種植物プランクトン『ミクラステリアス・ハーディ』の生態学的特性：水温依存性についての予察的研究**

*川井 彩音[1]、熊谷 道夫[2] (1.滋賀県立石山高等学校、2.認定ＮＰＯ法人びわ湖トラスト)

[O03-P66] 変わる地球環境～止まる？琵琶湖の全循環～

*宗 陽向[1]、熊谷 道夫[2] (1.滋賀県立膳所高等学校、2.認定ＮＰＯ法人びわ湖トラスト)

[O03-P67] 北へ移動した環流の謎を解き明かせ！

*辻 雅基[1]、熊谷 道夫[2] (1.滋賀県立膳所高等学校、2.認定ＮＰＯ法人びわ湖トラスト)

[O03-P68] ISSの色変化から探る大気の性質

黒岩 寛明[1]、*石村 大樹[1]、*黒鏑 七海[1]、*滝澤 しずく[1]、*山本 友佳[1] (1.長野県飯山高等学校)

[O03-P69] 重力を変数として毛細管現象を再検討する　第2報

*橋本 晃志[1]、*小野 晴香[1]、*仲井間 陸[1]、*松田 孟男[1]、*澤崎 祥江[1]、*山下 飛子[1]、*若林 健流[1] (1.大阪府立大手前高等学校　定時制の課程)

[O03-P70] 兜山の地質

*仲澤 愛美[1]、*奥山 雅大[1]、飯島 大[1]、森屋 遥大[1]、渡辺 彩人[1] (1.山梨県立日川高等学校)

[O03-P71] 三陸ジオパーク北部エリアの検討とジオの魅力を高め変動帯をわかりやすく伝える「ジオ紙しばい」の提案

*安原 景星[1]、*加藤 花奈[1]、*権代 瑞歩[1]、*大久保 亜利沙[1]、*川崎 遼人[1]、*川端 真衣[1]、*吉田 聖矢[1]、*木村 ひとみ[1] (1.マリエント「ちきゅう」たんけんクラブ・シニア)

[O03-P72] 福井地震断層の探究Ⅶ

*永田 修康[1]、*吉澤 卓馬[1]、梅田 慎太郎[1]、大東 怜司[1]、田嶋 真寛[1]、久保田 琉仁[1] (1.福井県立藤島高等学校)

[O03-P73] 伊豆大島野増層における火山砕屑物の堆積環境と噴火口の位置の推定

*會田 幸樹[1] (1.武蔵高等学校中学校)

[O03-P74] なぜ附属高校大グラウンドの水はけは悪いのか

*伊東 了宇[1]、*青島 秀多[1]、*水谷 友哉[1]、*石井 大智[1]、齋藤 洋輔[1] (1.東京学芸大学附属高等学校)

[O03-P75] ふたご群流星の分光観測～ビデオカメラと回折格子による観測～

高村 裕三朗[1]、*林 萌百桜[1]、山岸 萌夏[1]、延時 慶祐[1]、武馬 由奈[1]、安福 芙由乃[1] (1.愛知県立一宮高校)

[O03-P76] 火星の極冠におけるダストストームの観測について

高村 裕三朗[1]、*早川 莉乃[1]、大橋 壮真[1]、栗木 優菜[1] (1.愛知県立一宮高校)

[O03-P77] (51)ネマウサの形状～恒星食・測光観測から～

*廣沢 大河[1]、岡田 卓[1]、鈴木 智貴[1]、柴山 智浩[1] (1.愛知県立一宮高校)

[O03-P78] スプライトを発生させた雷放電の特徴

小島 和樹[1]、井内 七海[1]、*中筋 美沙[1]、*中濵 庸充[1] (1.香川県立三本松高等学校)

[O03-P79] スプライトとエルブスの謎に迫る

*西原 歩夢[1]、*川村 翔吾[1]、*岡 英寿[1]、入木 大地[1]、中尾 俊介[1] (1.高知県立高知小津高等学校)

[O03-P80] 日本海における海流・海水温とダイオウイカの移動の関係
-深海生物の生息分布予想に向けて-

*小池 悠佳[1] (1.広尾学園高等学校)

[J] 口頭発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

13:45 ~ 15:15 | 106 1F

[O-04] 社会とＪｐＧＵとの相互交流によって創る新しい地球惑星科学教育

コンビーナ:藤原 靖(神奈川県立向の岡工業高等学校 定時制・総合学科)、秋本 弘章(獨協大学経済学部)、座長:藤原 靖(神奈川県立向の岡工業高等学校 定時制・総合学科)、秋本 弘章(獨協大学)

13:45 ~ 14:15

[O04-01] 次期学習指導要領で世界標準の地学・地理教育を日本から発信するために

★招待講演

*滝川 洋二[1] (1.NPO法人理科カリキュラムを考える会 NPO法人ガリレオ工房)

14:15 ~ 14:30

[O04-02] 地球内部マントル研究者が望む地学・地理教育

★招待講演

*阿部 なつ江[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構海洋掘削科学研究開発センター)

14:30 ~ 14:45

[O04-03] 高校必修科目「地理総合」の実施を踏まえた地理と地学の連携強化と人材育成

★招待講演

*小口 高[1] (1.東京大学空間情報科学研究センター)

14:45 ~ 15:00

[O04-04] 赤色立体地図による地形の可視化と地学教育

★招待講演

*千葉 達朗[1] (1.アジア航測株式会社)

[J] 口頭発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

15:30 ~ 17:00 | 106 1F

[O-04] 社会とＪｐＧＵとの相互交流によって創る新しい地球惑星科学教育

コンビーナ:藤原 靖(神奈川県立向の岡工業高等学校 定時制・総合学科)、秋本 弘章(獨協大学経済学部)、座長:藤原 靖(神奈川県立向の岡工業高等学校 定時制・総合学科)、秋本 弘章(獨協大学)

15:30 ~ 15:45

[O04-05] 新学習指導要領「地学基礎」で付加された「資料に基づいて」探究する力を養う「津波」の学習実践

★招待講演

*小玉 秀史[1] (1.千葉県立松戸国際高等学校)

15:45 ~ 16:00

[O04-06] 「地理総合」で付けさせたい力と授業構想

★招待講演

*小河 泰貴[1] (1.岡山県立津山高等学校)

16:00 ~ 16:15

[O04-07] 現役学生が考える現在の地球惑星科学教育

★招待講演

*大塚 英人[1] (1.国立大学法人信州大学理学部理学科地球学コース)

16:15 ~ 16:30

[O04-08] 地理への誘い―日常生活における知的好奇心と地理―

★招待講演

*宮尾 拓也[1] (1.筑波大学大学院教育研究科)

16:30 ~ 16:45

[O04-09] 理科と世間を新しい地理・地学で結ぼう

★招待講演

*保坂 直紀[1] (1.サイエンスライター)

[J] 口頭発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

10:45 ~ 12:15 | 101 1F

[O-05] 日本人がやりがちなおかしな英語

コンビーナ:吉川 知里(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、宋 苑瑞(早稲田大学)、大垣内 るみ(海洋研究開発機構)、座長:吉川 知里(海洋研究開発機構)、宋 苑瑞、大垣内 るみ (海洋研究開発機構)

10:45 ~ 11:05

[O05-01] Giving a successful presentation in English: Mission Possible!

★Invited Papers

*Joel Laurier[1] (1.University of Tsukuba)

11:05 ~ 11:25

[O05-02] How to deliver good presentations in a foreign language

★Invited Papers

*S. Lan Smith[1] (1.Marine Ecosystem Dynamics Research Group, Research Centre for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)

[J] ポスター発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

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

[O-06] 激甚化する風水害にどう対応するか

コンビーナ:松本 淳(首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理環境科学専攻)、高橋 幸弘(北海道大学・大学院理学院・宇宙理学専攻)、和田 章(東京工業大学)

[O06-P01] 平成30年7月豪雨災害で広域に発生した土砂災害箇所の衛星画像による自動抽出解析

*下村 博之[1]、望月 貫一郎[1]、板野 友和[1]、野田 敦夫[1]、本多 泰章[1]、宮崎 真由美[1]、小俣 雅志[1]、渋谷 典幸[1] (1.株式会社パスコ)

[O06-P02] 西日本豪雨災害における避難行動および復興感の影響要因の検討

*大友 章司[1]、木村 玲欧[2] (1.甲南女子大学、2.兵庫県立大学)

[J] ポスター発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

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

[O-06] 激甚化する風水害にどう対応するか

コンビーナ:松本 淳(首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理環境科学専攻)、高橋 幸弘(北海道大学・大学院理学院・宇宙理学専攻)、和田 章(東京工業大学)

[O06-P01] 平成30年7月豪雨災害で広域に発生した土砂災害箇所の衛星画像による自動抽出解析

*下村 博之[1]、望月 貫一郎[1]、板野 友和[1]、野田 敦夫[1]、本多 泰章[1]、宮崎 真由美[1]、小俣 雅志[1]、渋谷 典幸[1] (1.株式会社パスコ)

[O06-P02] 西日本豪雨災害における避難行動および復興感の影響要因の検討

*大友 章司[1]、木村 玲欧[2] (1.甲南女子大学、2.兵庫県立大学)

[J] 口頭発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

13:45 ~ 15:15 | 103 1F

[O-06] 激甚化する風水害にどう対応するか

コンビーナ:松本 淳(首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理環境科学専攻)、高橋 幸弘(北海道大学・大学院理学院・宇宙理学専攻)、和田 章(東京工業大学)、座長:松本 淳(首都大学東京)

13:45 ~ 14:00

[O06-01] 平成30年7月豪雨と猛暑：異常気象の連鎖と地球温暖化の影響

★招待講演

*中村 尚[1] (1.東京大学先端科学技術研究センター)

14:00 ~ 14:15

[O06-02] **台風等の気象災害が海洋生態系に与える影響**

★招待講演

*梅澤 有[1,2] (1.東京農工大学、2.日本海洋学会 海洋環境問題研究会)

14:15 ~ 14:30

[O06-03] 水害に関連する地形条件の把握とハザードマップ

★招待講演

*熊木 洋太[1] (1.専修大学文学部)

14:30 ~ 14:45

[O06-04] 2018年7月豪雨を事例とした無料衛星リモートセンシングデータの役割

★招待講演

*作野 裕司[1] (1.広島大学大学院工学研究科)

14:45 ~ 15:00

[O06-05] 2018年西日本豪雨におけるクライシスマッピング活動の現状

★招待講演

*古橋 大地[1] (1.青山学院大学)

15:00 ~ 15:15

[O06-06] 避難情報の時間・空間解像度と避難行動に関する考察

★招待講演

*畑山 満則[1] (1.京都大学防災研究所)

[J] 口頭発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

15:30 ~ 17:00 | 103 1F

[O-06] 激甚化する風水害にどう対応するか

コンビーナ:松本 淳(首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理環境科学専攻)、高橋 幸弘(北海道大学・大学院理学院・宇宙理学専攻)、和田 章(東京工業大学)、座長:和田 章(東京工業大学)、高橋 幸弘(北海道大学)

15:30 ~ 15:45

[O06-07] 大規模広域豪雨災害と多層的な対策

★招待講演

*小池 俊雄[1] (1.国立研究開発法人 土木研究所 水災害・リスクマネジメント国際センター)

15:45 ~ 16:00

[O06-08] 洪水から命と生活を守る建築の技術と知恵

★招待講演

*田村 和夫[1] (1.建築都市耐震研究所)

16:00 ~ 16:15

[O06-09] 災害廃棄物管理の現状と課題－近年の災害からの教訓－

★招待講演

*森口 祐一[1]、大迫 政浩[2] (1.東京大学大学院工学系研究科、2.国立環境研究所資源循環・廃棄物研究センター)

16:15 ~ 16:30

[O06-10] 児童生徒と地域住民のための避難計画

★招待講演

*佐藤 健[1]、矢崎 良明[2] (1.東北大学、2.学校安全教育研究所)

16:30 ~ 16:45

[O06-11] 激甚化する水害における健康危機と看護

★招待講演

*神原 咲子[1]、山本 あい子[2] (1.高知県立大学、2.四天王寺大学)

16:45 ~ 17:00

[O06-12] 総合討論

*松本 淳[1,2]、高橋 幸弘[3]、和田 章[4] (1.首都大学東京、2.JAMSTEC、3.北海道大学、4.東京工業大学)

[J] 口頭発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

9:00 ~ 10:30 | コンベンションホールB 2F

[O-07] キッチン地球科学：手を動かす実験で頭脳を刺激しよう！

コンビーナ:熊谷 一郎(明星大学理工学部)、久利 美和(東北大学災害科学国際研究所)、栗田 敬、市原 美恵(東京大学地震研究所)、座長:熊谷 一郎(明星大学理工学部)、久利 美和(東北大学災害科学国際研究所)、市原 美恵(東京大学地震研究所)、栗田 敬

9:00 ~ 9:15

[O07-01] ゼロカロリー甘味料を使った火成岩の結晶成長を理解する実験

*古川 邦之[1]、渡部 里々花[1]、伊藤 季紗[1]、小谷 沙織[1] (1.愛知大学経営学部)

9:15 ~ 9:30

[O07-02] Making volcanic edifice with edible lava

*金丸 龍夫[1]、藤縄 明彦[2] (1.日本大学文理学部地球科学科、2.茨城大学理学部理学科地球環境科学コース)

9:30 ~ 9:45

[O07-03] 柱状節理の幾何パターン解析と澱粉ペーストによるアナログ実験

*秋葉 祐里[1]、高島 愛果[1]、島 弘幸[2] (1.山梨大学 医工農学総合教育部 生命環境学専攻、2.山梨大学 大学院総合研究部 生命環境学域)

9:45 ~ 10:00

[O07-04] Viscoelastic characterization of a solid projectile impact onto a dense potato starch suspension

江川 嘉寿也[2]、*桂木 洋光[1] (1.名古屋大学大学院環境学研究科、2.名古屋大学理学部地球惑星科学科)

10:00 ~ 10:15

[O07-05] 混合粉体がつくる砂山のパターン形成ー縞パターンと分離パターンの選択メカニズムー

★招待講演

*下川 倫子[1]、坂口 英継[2] (1.福岡工業大学、2.九州大学)

10:15 ~ 10:30

[O07-06] 電子工作キットGC10のガイガー＝ミュラー計数管で放射線量を測る

*はしもと じょーじ[1]、小汐 由介[1] (1.岡山大学大学院自然科学研究科)

[J] ポスター発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

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

[O-07] キッチン地球科学：手を動かす実験で頭脳を刺激しよう！

コンビーナ:熊谷 一郎(明星大学理工学部)、久利 美和(東北大学災害科学国際研究所)、栗田 敬、市原 美恵(東京大学地震研究所)

[O07-P01] **学際教育でのキッチン地球科学の活用**

*久利 美和[1] (1.東北大学災害科学国際研究所)

[O07-P02] 水あめ噴火実験を通して噴火様式を決める条件について考える

*市原 美恵[1]、山河 和也[1]、岩橋 くるみ[1]、西條 祥[1]、菅野 洋[1] (1.東京大学地震研究所)

[O07-P03] 爆発するかりんとう

*栗田 敬[1]、熊谷 一郎[3]、市原 美恵[1]、小川 歩実[2]、熊谷 美智世[2]、永田 裕作[2]、香西 みどり[2] (1.東京大学、2.お茶の水女子大学、3.明星大学)

[J] ポスター発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

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

[O-07] キッチン地球科学：手を動かす実験で頭脳を刺激しよう！

コンビーナ:熊谷 一郎(明星大学理工学部)、久利 美和(東北大学災害科学国際研究所)、栗田 敬、市原 美恵(東京大学地震研究所)

[O07-P01] **学際教育でのキッチン地球科学の活用**

*久利 美和[1] (1.東北大学災害科学国際研究所)

[O07-P02] 水あめ噴火実験を通して噴火様式を決める条件について考える

*市原 美恵[1]、山河 和也[1]、岩橋 くるみ[1]、西條 祥[1]、菅野 洋[1] (1.東京大学地震研究所)

[O07-P03] 爆発するかりんとう

*栗田 敬[1]、熊谷 一郎[3]、市原 美恵[1]、小川 歩実[2]、熊谷 美智世[2]、永田 裕作[2]、香西 みどり[2] (1.東京大学、2.お茶の水女子大学、3.明星大学)

[J] 口頭発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

10:45 ~ 12:15 | コンベンションホールB 2F

[O-08] ジオパークで地球活動をイメージする ージオ多様性の大切さを知ろうー

コンビーナ:松原 典孝(兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科)、市橋 弥生(佐渡ジオパーク推進協議会)、小原 北士(Mine秋吉台ジオパーク推進協議会)、大野 希一(島原半島ジオパーク協議会事務局)、座長:市橋 弥生、小原 北士、今井 ひろこ、郡山 鈴夏(山陰海岸ジオパーク推進協議会)、松原 典孝(兵庫県立大学大学院)

10:45 ~ 11:15

[O08-01] 景色を何倍も面白く見せるガイドの役割

★招待講演

*福島 大輔[1] (1.NPO法人桜島ミュージアム)

11:15 ~ 11:45

[O08-02] "ジオ"の理解に難しい説明はいらない。～地質現象はモデル実験で伝えよう～

★招待講演

*横山 光[1] (1.北翔大学)

11:45 ~ 12:15

[O08-03] 外国人スタッフから見た日本のジオパークの魅力と課題

★招待講演

*ヴォウォシェン ヤゴダ[1] (1.隠岐ユネスコ世界ジオパーク推進協議会)

[J] 口頭発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

13:45 ~ 15:15 | コンベンションホールB 2F

[O-08] ジオパークで地球活動をイメージする ージオ多様性の大切さを知ろうー

コンビーナ:松原 典孝(兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科)、市橋 弥生(佐渡ジオパーク推進協議会)、小原 北士(Mine秋吉台ジオパーク推進協議会)、大野 希一(島原半島ジオパーク協議会事務局)、座長:市橋 弥生、小原 北士、今井 ひろこ、松原 典孝(兵庫県立大学大学院)、郡山 鈴夏(山陰海岸ジオパーク推進協議会)

13:45 ~ 14:15

[O08-04] ジオツアーで「楽しく地球を伝える」ために必要なことは？

★招待講演

*西谷 香奈[1] (1.グローバルネイチャークラブ)

14:15 ~ 14:45

[O08-05] 地域住民に地球活動を伝える際に大切なこと
〜地球科学系ポスドクから学芸員（補）へ転職して４年間の気づき〜

★招待講演

*金山 恭子[1] (1.鳥取県生活環境部山陰海岸ジオパーク海と大地の自然館)

14:45 ~ 15:15

[O08-06] **「ブラタモリ」案内人が大切にする地球活動の伝え方**

★招待講演

*蓮岡 真[1]、鈴木 雄介[2]、今井 ひろこ[3] (1.磐梯山ジオパーク協議会、2.伊豆半島ジオパーク推進協議会、3.コムサポートオフィス)

[J] ポスター発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

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

[O-08] ジオパークで地球活動をイメージする ージオ多様性の大切さを知ろうー

コンビーナ:松原 典孝(兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科)、市橋 弥生(佐渡ジオパーク推進協議会)、小原 北士(Mine秋吉台ジオパーク推進協議会)、大野 希一(島原半島ジオパーク協議会事務局)

[O08-P01] 三笠ジオパークの体験型ジオツアーの実施における参加者の推移及び変遷に関する分析について

*下村 圭[1,2]、上口 壮太[1,2] (1.三笠ジオパーク推進協議会、2.三笠市経済建設部商工観光課　地域開発・ジオパーク推進係)

[O08-P02] SDGsを通じた洞爺湖有珠山ジオパークの再評価と利用促進のための戦略

*加賀谷 にれ[1] (1.洞爺湖有珠山ジオパーク推進協議会)

[O08-P03] アポイ岳ジオパークのジオ多様性を伝える方法の検討 -エリア外ジオツアーの取り組みを通して-

*加藤 聡美[1] (1.様似町役場)

[O08-P04] ジオサイト清掃活動から地球環境問題へ

*石川 智[1]、小池 拓矢[1] (1.下北ジオパーク推進協議会)

[O08-P05] 質問の出るジオサイト・出ないジオサイト：男鹿半島・大潟ジオパークの例

*川村 教一[1] (1.秋田大学教育文化学部)

[O08-P06] ゆざわジオパークに生息する生物にとり噴気孔や豪雪は好ましい環境か？
ヤマタヌキラン (*Carex angustisquam*a) やユキツバキ (*Camellia rusticana*) を対象としてガイド案内を考える.

*髙柳 春希[1] (1.湯沢市ジオパーク推進協議会)

[O08-P07] **ジオサイトの評価とその活用―三陸ジオパークを例として**

*長田 翔[1]、高木 秀雄[2] (1.早稲田大学教育学部理学科地球科学専修、2.早稲田大学教育・総合科学学術院)

[O08-P08] **国立青少年自然の家とジオパークがつくる自然体験プログラムー「子ども環境探検隊」を例にー**

*原田 拓也[1]、小林 美月[1]、山田 健一[2]、安達 章美[2] (1.栗駒山麓ジオパーク推進協議会、2.国立花山青少年自然の家)

[O08-P09] 磐梯山ジオパークにおけるジオサイトの再検討

*竹谷 陽二郎[1]、佐藤 公[2]、蓮岡 真[1] (1.磐梯山ジオパーク協議会、2.磐梯山噴火記念館)

[O08-P10] イエローカードを受けて～佐渡ジオパークの取り組みと今後～

*市橋 弥生[1] (1.佐渡ジオパーク推進協議会)

[O08-P11] 佐渡ジオパークにおけるジオサイトの設定手法と活用について

*貞包 健良[1]、市橋 弥生[1]、相田 満久[1] (1.佐渡ジオパーク推進協議会)

[O08-P12] 統計データから振り返る糸魚川ユネスコ世界ジオパークの10年

*小河原 孝彦[1]、竹之内 耕[1]、茨木 洋介[1]、小林 猛生[2] (1.フォッサマグナミュージアム、2.糸魚川市ジオパーク推進室)

[O08-P13] ジオサイトにおける地形表現の活用 ～茨城県北ジオパーク構想での事例～

*石川 剛[1]、鈴木 敬子[1]、小荒井 衛[2]、今泉 利架[3]、武田 直樹[4] (1.株式会社 東京地図研究社、2.茨城大学理学部、3.朝日航洋 株式会社、4.茨城大学ジオパーク推進室)

[O08-P14] ジオパーク秩父の34ジオサイトの評価とその活用

*高木 秀雄[1]、廣瀬 智美[2] (1.早稲田大学教育・総合科学学術院、2.早稲田大学教育学部)

[O08-P16] さらなる飛躍を目指す箱根ジオパーク

村山 一郎[1]、片野 忍[1]、*奥津 悠介[1] (1.箱根ジオパーク推進協議会)

[O08-P17] 住民科学による離島航路就航予報とその評価：伊豆大島を例に

中村 一弘[2]、橋本 樹里[1]、*臼井 里佳[1]、寺本 雄一郎[1]、西谷 香奈[3] (1.伊豆大島ジオパーク推進委員会、2.元東京都立大島高等学校教諭、3.グローバルネイチャークラブ)

[O08-P18] 南アルプスジオパーク　教育・普及活動のためのプログラムの開発

*小澤 恵理[1]、北原 孝浩[1]、唐澤 愛里[1] (1.南アルプス（中央構造線エリア）ジオパーク協議会)

[O08-P19] 立山黒部ジオパークの現状と課題　―条件付き再認定を受けて―

*山岡 勇太[1]、竹内 章[1]、飯田 肇[2]、今井 喜義[1]、金子 一夫[1]、志村 幸光[1]、稲村 修[3]、王生 透[4]、今堀 喜一[1]、小谷 智志[1] (1.一般社団法人立山黒部ジオパーク協会、2.富山県立山カルデラ砂防博物館、3.魚津水族館、4.黒部市教育委員会生涯学習課)

[O08-P20] 白山手取川ジオパークにおける道の駅設置ジオパークパンフレット持ち出し数の増減調査

*中野 加織里[1]、日比野 剛[1]、大西 龍一[1] (1.白山手取川ジオパーク推進協議会)

[O08-P21] ジオパークを活用した地球科学の普及活動「石の標本づくり in 白山手取川ジオパーク」

*鬼頭 雄也[1]、平井 佐利[1]、玉村 清文[1]、日比野 剛[2]、中野 加織里[2]、森下 知晃[3]、平松 良浩[3]、浜田 麻希[3] (1.（一社）石川県地質調査業協会、2.白山手取川ジオパーク推進協議会、3.金沢大学)

[O08-P22] 恐竜渓谷ふくい勝山ジオパークで受け入れた香港からの教育旅行：課題と展望

*町 澄秋[1] (1.恐竜渓谷ふくい勝山ジオパーク推進協議会)

[O08-P23] 熊野古道大辺路刈り開き隊の活動概要

*神保 圭志[1] (1.南紀熊野ジオパーク ・ガイドの会)

[O08-P24] ジオ多様性が生み出す、自然遊びの多様性

前田 敦司[2]、環境省 近畿地方環境事務所、*郡山 鈴夏[1]、松原 典孝[3] (1.山陰海岸ジオパーク推進協議会、2.SGAR、3.兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科)

[O08-P25] 住民による地域の科学的重要性の理解～山陰海岸ジオパークの例～

*松原 典孝[1] (1.兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科)

[O08-P26] いくつかのジオパークにおける大名の墓に使用されている石材
－山陰海岸、島根半島・宍道湖中海、萩ジオパーク－

*先山 徹[1] (1.兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科)

[O08-P27] 大地を魅せるサイエンスデザイン

*笹岡 美穂[1]、Mine秋吉台 ジオパーク[2] (1.高知大学／株式会社SASAMI-GEO-SCIENCE、2.Mine秋吉台ジオパーク)

[O08-P28] Mine秋吉台ジオパークの「地球に寄り添い、人と支え合う」活動

*小原 北士[1]、村谷 智子[1]、Tristan Gray[1]、柚洞 一央[2]、脇田 浩二[3] (1.Mine秋吉台ジオパーク推進協議会、2.公立鳥取環境大学、3.山口大学)

[O08-P29] 四国西予ジオパーク須崎海岸の見どころ―黒瀬川構造帯4億年前の地層―

*中村 千怜[1]、辻 智大[2]、 四国西予ジオパーク推進協議会[3] (1.（株）ナイバ、2.（株）四国総合研究所、3.西予市)

[O08-P30] 平成29年再認定審査および平成30年7月豪雨を受けての四国西予ジオパークにおける取り組み

*榊山 匠[1]、土居 文人[1]、宇都宮 弘志郎[1]、高橋 司[1] (1.四国西予ジオパーク推進協議会)

[O08-P31] ”四国のまんなか”で地球と人々の歴史文化のつながりを楽しむ方法

*殿谷 梓[1,2]、中尾 佳那[1,2]、石井 和美[2]、阿佐 拓馬[3]、佐川 颯一朗[3]、西成 賢志[3]、山本 伊織[3]、平尾 尚史[3]、中川 敬司[3] (1.三好市役所地方創生推進課、2.みよしジオガイドの会、3.徳島県立池田高校)

[O08-P32] ジオパークにおける研究と学校教育との橋渡し：室戸ユネスコジオパークの研究助成による事例

*植木 岳雪[1] (1.千葉科学大学危機管理学部)

[O08-P33] 地域住民、行政関係者等と地域を巻き込んで作成した島原半島ユネスコ世界ジオパークの新基本理念

*森本 拓[1]、大野 希一[1] (1.島原半島ジオパーク協議会事務局)

[O08-P34] サイトに設置されている解説看板の評価－島原半島ユネスコ世界ジオパークのサイト「土石流被災家屋保存公園」の例―

太田 千愛[1]、森北 詩音[1]、鬼塚 空夢[1]、森田 達也[1]、大嶋 健心[1]、栗田 悠衣[1]、河添 未夕[1]、東内 敏紀[2]、大窄 紘章[2]、*大野 希一[3] (1.長崎県立口加高等学校グローカルコース、2.長崎県立口加高等学校、3.島原半島ジオパーク協議会事務局)

[O08-P35] ジオパークを活用したESD-SDGs推進モデル開発事業（ジオパークの教育コンテンツ調査を含む）

朝日 克彦[1]、市橋 弥生[1]、小河原 孝彦[1]、片野 忍[1]、栗原 憲一[1]、*郡山 鈴夏[1]、小林 猛生[1]、下村 圭[1]、鈴木 雄介[1]、竹之内 耕[1]、日比野 剛[1]、藤島 純[1]、古澤 加奈[1]、堀内 悠[1]、水野 恵美子[1]、三山 耕[1]、山岡 勇太[1]、山口 珠美[1]、山崎 由貴子[1]、山本 隆太[1]、横山 光[1] (1.日本ジオパークネットワーク)

[J] ポスター発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

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

[O-08] ジオパークで地球活動をイメージする ージオ多様性の大切さを知ろうー

コンビーナ:松原 典孝(兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科)、市橋 弥生(佐渡ジオパーク推進協議会)、小原 北士(Mine秋吉台ジオパーク推進協議会)、大野 希一(島原半島ジオパーク協議会事務局)

[O08-P01] 三笠ジオパークの体験型ジオツアーの実施における参加者の推移及び変遷に関する分析について

*下村 圭[1,2]、上口 壮太[1,2] (1.三笠ジオパーク推進協議会、2.三笠市経済建設部商工観光課　地域開発・ジオパーク推進係)

[O08-P02] SDGsを通じた洞爺湖有珠山ジオパークの再評価と利用促進のための戦略

*加賀谷 にれ[1] (1.洞爺湖有珠山ジオパーク推進協議会)

[O08-P03] アポイ岳ジオパークのジオ多様性を伝える方法の検討 -エリア外ジオツアーの取り組みを通して-

*加藤 聡美[1] (1.様似町役場)

[O08-P04] ジオサイト清掃活動から地球環境問題へ

*石川 智[1]、小池 拓矢[1] (1.下北ジオパーク推進協議会)

[O08-P05] 質問の出るジオサイト・出ないジオサイト：男鹿半島・大潟ジオパークの例

*川村 教一[1] (1.秋田大学教育文化学部)

[O08-P06] ゆざわジオパークに生息する生物にとり噴気孔や豪雪は好ましい環境か？
ヤマタヌキラン (*Carex angustisquam*a) やユキツバキ (*Camellia rusticana*) を対象としてガイド案内を考える.

*髙柳 春希[1] (1.湯沢市ジオパーク推進協議会)

[O08-P07] **ジオサイトの評価とその活用―三陸ジオパークを例として**

*長田 翔[1]、高木 秀雄[2] (1.早稲田大学教育学部理学科地球科学専修、2.早稲田大学教育・総合科学学術院)

[O08-P08] **国立青少年自然の家とジオパークがつくる自然体験プログラムー「子ども環境探検隊」を例にー**

*原田 拓也[1]、小林 美月[1]、山田 健一[2]、安達 章美[2] (1.栗駒山麓ジオパーク推進協議会、2.国立花山青少年自然の家)

[O08-P09] 磐梯山ジオパークにおけるジオサイトの再検討

*竹谷 陽二郎[1]、佐藤 公[2]、蓮岡 真[1] (1.磐梯山ジオパーク協議会、2.磐梯山噴火記念館)

[O08-P10] イエローカードを受けて～佐渡ジオパークの取り組みと今後～

*市橋 弥生[1] (1.佐渡ジオパーク推進協議会)

[O08-P11] 佐渡ジオパークにおけるジオサイトの設定手法と活用について

*貞包 健良[1]、市橋 弥生[1]、相田 満久[1] (1.佐渡ジオパーク推進協議会)

[O08-P12] 統計データから振り返る糸魚川ユネスコ世界ジオパークの10年

*小河原 孝彦[1]、竹之内 耕[1]、茨木 洋介[1]、小林 猛生[2] (1.フォッサマグナミュージアム、2.糸魚川市ジオパーク推進室)

[O08-P13] ジオサイトにおける地形表現の活用 ～茨城県北ジオパーク構想での事例～

*石川 剛[1]、鈴木 敬子[1]、小荒井 衛[2]、今泉 利架[3]、武田 直樹[4] (1.株式会社 東京地図研究社、2.茨城大学理学部、3.朝日航洋 株式会社、4.茨城大学ジオパーク推進室)

[O08-P14] ジオパーク秩父の34ジオサイトの評価とその活用

*高木 秀雄[1]、廣瀬 智美[2] (1.早稲田大学教育・総合科学学術院、2.早稲田大学教育学部)

[O08-P16] さらなる飛躍を目指す箱根ジオパーク

村山 一郎[1]、片野 忍[1]、*奥津 悠介[1] (1.箱根ジオパーク推進協議会)

[O08-P17] 住民科学による離島航路就航予報とその評価：伊豆大島を例に

中村 一弘[2]、橋本 樹里[1]、*臼井 里佳[1]、寺本 雄一郎[1]、西谷 香奈[3] (1.伊豆大島ジオパーク推進委員会、2.元東京都立大島高等学校教諭、3.グローバルネイチャークラブ)

[O08-P18] 南アルプスジオパーク　教育・普及活動のためのプログラムの開発

*小澤 恵理[1]、北原 孝浩[1]、唐澤 愛里[1] (1.南アルプス（中央構造線エリア）ジオパーク協議会)

[O08-P19] 立山黒部ジオパークの現状と課題　―条件付き再認定を受けて―

*山岡 勇太[1]、竹内 章[1]、飯田 肇[2]、今井 喜義[1]、金子 一夫[1]、志村 幸光[1]、稲村 修[3]、王生 透[4]、今堀 喜一[1]、小谷 智志[1] (1.一般社団法人立山黒部ジオパーク協会、2.富山県立山カルデラ砂防博物館、3.魚津水族館、4.黒部市教育委員会生涯学習課)

[O08-P20] 白山手取川ジオパークにおける道の駅設置ジオパークパンフレット持ち出し数の増減調査

*中野 加織里[1]、日比野 剛[1]、大西 龍一[1] (1.白山手取川ジオパーク推進協議会)

[O08-P21] ジオパークを活用した地球科学の普及活動「石の標本づくり in 白山手取川ジオパーク」

*鬼頭 雄也[1]、平井 佐利[1]、玉村 清文[1]、日比野 剛[2]、中野 加織里[2]、森下 知晃[3]、平松 良浩[3]、浜田 麻希[3] (1.（一社）石川県地質調査業協会、2.白山手取川ジオパーク推進協議会、3.金沢大学)

[O08-P22] 恐竜渓谷ふくい勝山ジオパークで受け入れた香港からの教育旅行：課題と展望

*町 澄秋[1] (1.恐竜渓谷ふくい勝山ジオパーク推進協議会)

[O08-P23] 熊野古道大辺路刈り開き隊の活動概要

*神保 圭志[1] (1.南紀熊野ジオパーク ・ガイドの会)

[O08-P24] ジオ多様性が生み出す、自然遊びの多様性

前田 敦司[2]、環境省 近畿地方環境事務所、*郡山 鈴夏[1]、松原 典孝[3] (1.山陰海岸ジオパーク推進協議会、2.SGAR、3.兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科)

[O08-P25] 住民による地域の科学的重要性の理解～山陰海岸ジオパークの例～

*松原 典孝[1] (1.兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科)

[O08-P26] いくつかのジオパークにおける大名の墓に使用されている石材
－山陰海岸、島根半島・宍道湖中海、萩ジオパーク－

*先山 徹[1] (1.兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科)

[O08-P27] 大地を魅せるサイエンスデザイン

*笹岡 美穂[1]、Mine秋吉台 ジオパーク[2] (1.高知大学／株式会社SASAMI-GEO-SCIENCE、2.Mine秋吉台ジオパーク)

[O08-P28] Mine秋吉台ジオパークの「地球に寄り添い、人と支え合う」活動

*小原 北士[1]、村谷 智子[1]、Tristan Gray[1]、柚洞 一央[2]、脇田 浩二[3] (1.Mine秋吉台ジオパーク推進協議会、2.公立鳥取環境大学、3.山口大学)

[O08-P29] 四国西予ジオパーク須崎海岸の見どころ―黒瀬川構造帯4億年前の地層―

*中村 千怜[1]、辻 智大[2]、 四国西予ジオパーク推進協議会[3] (1.（株）ナイバ、2.（株）四国総合研究所、3.西予市)

[O08-P30] 平成29年再認定審査および平成30年7月豪雨を受けての四国西予ジオパークにおける取り組み

*榊山 匠[1]、土居 文人[1]、宇都宮 弘志郎[1]、高橋 司[1] (1.四国西予ジオパーク推進協議会)

[O08-P31] ”四国のまんなか”で地球と人々の歴史文化のつながりを楽しむ方法

*殿谷 梓[1,2]、中尾 佳那[1,2]、石井 和美[2]、阿佐 拓馬[3]、佐川 颯一朗[3]、西成 賢志[3]、山本 伊織[3]、平尾 尚史[3]、中川 敬司[3] (1.三好市役所地方創生推進課、2.みよしジオガイドの会、3.徳島県立池田高校)

[O08-P32] ジオパークにおける研究と学校教育との橋渡し：室戸ユネスコジオパークの研究助成による事例

*植木 岳雪[1] (1.千葉科学大学危機管理学部)

[O08-P33] 地域住民、行政関係者等と地域を巻き込んで作成した島原半島ユネスコ世界ジオパークの新基本理念

*森本 拓[1]、大野 希一[1] (1.島原半島ジオパーク協議会事務局)

[O08-P34] サイトに設置されている解説看板の評価－島原半島ユネスコ世界ジオパークのサイト「土石流被災家屋保存公園」の例―

太田 千愛[1]、森北 詩音[1]、鬼塚 空夢[1]、森田 達也[1]、大嶋 健心[1]、栗田 悠衣[1]、河添 未夕[1]、東内 敏紀[2]、大窄 紘章[2]、*大野 希一[3] (1.長崎県立口加高等学校グローカルコース、2.長崎県立口加高等学校、3.島原半島ジオパーク協議会事務局)

[O08-P35] ジオパークを活用したESD-SDGs推進モデル開発事業（ジオパークの教育コンテンツ調査を含む）

朝日 克彦[1]、市橋 弥生[1]、小河原 孝彦[1]、片野 忍[1]、栗原 憲一[1]、*郡山 鈴夏[1]、小林 猛生[1]、下村 圭[1]、鈴木 雄介[1]、竹之内 耕[1]、日比野 剛[1]、藤島 純[1]、古澤 加奈[1]、堀内 悠[1]、水野 恵美子[1]、三山 耕[1]、山岡 勇太[1]、山口 珠美[1]、山崎 由貴子[1]、山本 隆太[1]、横山 光[1] (1.日本ジオパークネットワーク)

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

9:00 ~ 10:30 | A02 東京ベイ幕張ホール

[P-PS04] 火星と火星圏の科学

コンビーナ:宮本 英昭(東京大学)、臼井 寛裕(東京工業大学地球生命研究所)、松岡 彩子(宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所　太陽系科学研究系)、Sushil K Atreya(University of Michigan Ann Arbor)、座長:Sushil Atreya

9:00 ~ 9:15

[PPS04-01] Recent results from the MAVEN mission

*Dave A Brain[1,4]、Bruce Jakosky[1]、Janet Luhmann[2]、Gina DiBraccio[3] (1.University of Colorado、2.University of California Berkeley、3.NASA Goddard Space Flight Center、4.University of Tokyo)

9:15 ~ 9:30

[PPS04-02] From Clouds to Aurora to Atmospheric Escape: Highlights from MAVEN's Imaging UltraViolet Spectrograph

★Invited Papers

*Nicholas McCord Schneider[1]、MAVEN/IUVS Science Team (1.LASP, University of Colorado Boulder)

9:30 ~ 9:45

[PPS04-03] Variation in Martian Crustal Magnetic Field Cusp Topology

*Tristan David Weber[1]、David Brain[1]、Shaosui Xu[2]、David Mitchell[2]、Jasper Halekas[3] (1.University of Colorado, Boulder、2.Space Sciences Laboratory, UC Berkeley、3.University of Iowa, Iowa City)

9:45 ~ 10:00

[PPS04-04] The Induced Global Looping Magnetic Field on Mars

*Lihui Chai[1]、Weixing Wan[1]、Yong Wei[1]、Tielong Zhang[2]、Willi Exner[3]、Markus Fraenz[4]、Eduard Dubinin[4]、Moritz Feyerabend[3]、Uwe Motschmann[3]、Yingjuan Ma[5]、J. S. Halekas[6] (1.Institute of Geology and Geophysics Chinese Academy of Sciences、2.Space Research Institute, Austrian Academy of Sciences, Graz, Austria、3.Institute for Theoretical Physics, TU Braunschweig, Braunschweig, Germany、4.Max Planck Institute for Solar System Research, Goettingen, Germany、5.Institute of Geophysics and Planetary Physics, University of California, Los Angeles, Los Angeles, CA, USA、6.Department of Physics and Astronomy, University of Iowa, Iowa City, IA, USA)

10:00 ~ 10:15

[PPS04-05] First Observation of Magnetic Pulsations on Martian Surface

*Peter J Chi[1]、Christopher T Russell[1]、Steve Joy[1]、Don Banfield[2]、Catherine L Johnson[3,4]、Yingjuan Ma[1]、Anna Mittelholz[3]、Yanan Yu[1] (1.University of California Los Angeles、2.Cornell University、3.University of British Columbia、4.Planetary Science Institute)

10:15 ~ 10:30

[PPS04-06] MRO/CRISM 火星リム観測による多重散乱を考慮したエアロゾル・ガス高度プロファイルのリトリーバル

*笠羽 康正[1]、豊岡 雅士[2]、青木 翔平[3]、Mahieux Arnaud[3,4]、中川 広務[2]、岩渕 弘信[2] (1.東北大学 惑星プラズマ・大気研究センター、2.東北大学 理学研究科 地球物理学専攻、3.Planetary Aeronomy, Belgian Institute for Space Aeronomy, Belgium 、4.University of Texas at Austin, USA)

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

10:45 ~ 12:15 | A02 東京ベイ幕張ホール

[P-PS04] 火星と火星圏の科学

コンビーナ:宮本 英昭(東京大学)、臼井 寛裕(東京工業大学地球生命研究所)、松岡 彩子(宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所　太陽系科学研究系)、Sushil K Atreya(University of Michigan Ann Arbor)、座長:宮本 英昭、臼井 寛裕

10:45 ~ 11:00

[PPS04-07] **MODELING MORE COMPLEX EARLY MARTIAN ATMOSPHERES AND DETERMINING THE RESULTING PRECIPITATION AND EROSION RATES**

*Ramses M Ramirez[1,2] (1.Earth-life Science Institute、2.Tokyo Institute of Technology)

11:00 ~ 11:15

[PPS04-08] GCM simulations of the present and past water environment on Mars

*黒田 剛史[1,2]、鎌田 有紘[1]、鳥海 克成[1]、笠羽 康正[1]、寺田 直樹[1]、中川 広務[1] (1.東北大学　大学院理学研究科、2.情報通信研究機構)

11:15 ~ 11:30

[PPS04-09] Cold-based glaciation at Pavonis Mons, Mars: Evidence for moraine deposition during glacial advance

★Invited Papers

*Reid Parsons[1,2]、Tomohiro Kanzaki[3]、Ryodo Hemmi[1]、Hideaki Miyamoto[3] (1.University Museum, University of Tokyo、2.Earth and Geographic Science Dept., Fitchburg State University、3.Dept. of Systems Innovation, University of Tokyo)

11:30 ~ 11:45

[PPS04-10] Possible Earth-like tectonic scenario on Mars; a mineralogical and geochemical perspective

*Trishit Ruj[1]、Gene W Schimdt[2]、Goro Komatsu[2]、Kenji Kawai[1] (1.Department of Earth and Planetary Science, School of Science, UTokyo, Japan、2.International Research School of Planetary Sciences, Università d'Annunzio, Italy)

11:45 ~ 12:00

[PPS04-11] Hydration state of the Martian lithosphere constrained from gravity and topography

*James Daniel Paul Moore[1]、Jon Wade[2]、Anthony B Watts[2]、Richard M Palin[3]、Lars M Hansen[2]、Brendan Dyck[4]、Jun Muto[6]、Andrew J Smye[5]、Adam D Switzer[1] (1.Earth Observatory of Singapore、2.University of Oxford、3.Colorado School of Mines、4.Simon Fraser University、5.Penn State、6.Tohoku University)

12:00 ~ 12:15

[PPS04-12] SUBGLACIAL ANTARCTIC LAKE VOSTOK VS. SUBGLACIAL SOUTH POLE MARTIAN LAKE AND HYPERSALINE CANADIAN ARCTIC LAKES – PROSPECTS FOR LIFE

*Sergey Bulat[1] (1.NRC KI - Petersburg Nuclear Physics Institute, Saint-Petersburg-Gatchina, Russia)

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

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

[P-PS04] 火星と火星圏の科学

コンビーナ:宮本 英昭(東京大学)、臼井 寛裕(東京工業大学地球生命研究所)、松岡 彩子(宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所　太陽系科学研究系)、Sushil K Atreya(University of Michigan Ann Arbor)

[PPS04-P01] ハレアカラT60望遠鏡可視分光器による火星電離圏のO_2^+発光の観測

*鈴木 駿久[1]、鍵谷 将人[1]、坂野井 健[1] (1.東北大学理学研究科，惑星プラズマ・大気研究センター)

[PPS04-P02] Search of shallow subsurface reflectors around RSLs in Martian Chryse and Acidalia planitiae by the MRO/SHARAD public data

*大浦 愛菜[1]、笠羽 康正[1]、熊本 篤志[1]、野口 里奈[2]、臼井 寛裕[2]、石山 謙[2]、植村 千尋[3] (1.東北大学、2.宇宙科学研究所、3.総合研究大学院大学)

[PPS04-P03] Detecting surface changes on Mars using principle component analysis of repeat imagery

*Reid Parsons[1]、Hideaki Miyamoto[1] (1.University of Tokyo)

[PPS04-P04] Evaluation of the detectability of hydrated salts on recurring slope lineae on Mars.

*今村 翔子[1,2]、関根 康人[2]、黒川 宏之[2] (1.東京大学、2.東京工業大学 地球生命研究所)

[PPS04-P05] 火星パヴォニス山に記録された氷床の周期的成長

*神崎 友裕[1]、Reid Parsons[1,2]、逸見 良道[1]、宮本 英昭[1] (1.東京大学、2.フィッチバーグ州立大学)

[PPS04-P06] Development of Life Detection Microscope (LDM) for *in situ* imaging of living cells on Mars surface

*吉村 義隆[1]、山岸 明彦[2]、佐藤 毅彦[3]、宮川 厚夫[2]、今井 栄一[4]、佐々木 聰[5]、小林 憲正[6]、癸生川 陽子[6]、岡田 朋華[6]、塩谷 圭吾[3]、薮田 ひかる[7]、長沼 毅[7]、三田 肇[8]、藤田 和央[3]、臼井 寛裕[3] (1.玉川大学農学部、2.東京薬科大学、3.宇宙航空研究開発機構、4.長岡技術科学大学、5.東京工科大学、6.横浜国立大学、7.広島大学、8.福岡工業大学)

[PPS04-P07] Development of a Mars Web-GIS for viewing multiple kinds of spectral data from orbiters

*松原 侑哉[1]、福地 裕範[1]、小川 佳子[1]、林 洋平[2] (1.公立大学法人会津大学、2.国立天文台)

[PPS04-P08] **Visualization and Analysis of the Surface of Mars with NASA's Mars Trek Portal**

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

[PPS04-P09] 紫外線Ａ・Ｃよる鉄カンラン石からの鉄溶出量の増加

*小森 信男[1] (1.東京学芸大学大学院連合学校教育学研究科)

[PPS04-P10] Small-scale ridges newly identified on the equatorial region of the Phobos nearside

*逸見 良道[1]、菊地 紘[1]、宮本 英昭[1] (1.東京大学)

[PPS04-P11] 火星探査機搭載を目指した超小型ミュオグラフィー装置の開発

*上吉原 弘明[1]、二宮 哲郎[1]、吉原 有里[1]、島添 健次[1]、高橋 浩之[1]、田中 宏幸[1]、宮本 英昭[1] (1.東京大学)

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

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

[P-PS04] 火星と火星圏の科学

コンビーナ:宮本 英昭(東京大学)、臼井 寛裕(東京工業大学地球生命研究所)、松岡 彩子(宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所　太陽系科学研究系)、Sushil K Atreya(University of Michigan Ann Arbor)

[PPS04-P01] ハレアカラT60望遠鏡可視分光器による火星電離圏のO_2^+発光の観測

*鈴木 駿久[1]、鍵谷 将人[1]、坂野井 健[1] (1.東北大学理学研究科，惑星プラズマ・大気研究センター)

[PPS04-P02] Search of shallow subsurface reflectors around RSLs in Martian Chryse and Acidalia planitiae by the MRO/SHARAD public data

*大浦 愛菜[1]、笠羽 康正[1]、熊本 篤志[1]、野口 里奈[2]、臼井 寛裕[2]、石山 謙[2]、植村 千尋[3] (1.東北大学、2.宇宙科学研究所、3.総合研究大学院大学)

[PPS04-P03] Detecting surface changes on Mars using principle component analysis of repeat imagery

*Reid Parsons[1]、Hideaki Miyamoto[1] (1.University of Tokyo)

[PPS04-P04] Evaluation of the detectability of hydrated salts on recurring slope lineae on Mars.

*今村 翔子[1,2]、関根 康人[2]、黒川 宏之[2] (1.東京大学、2.東京工業大学 地球生命研究所)

[PPS04-P05] 火星パヴォニス山に記録された氷床の周期的成長

*神崎 友裕[1]、Reid Parsons[1,2]、逸見 良道[1]、宮本 英昭[1] (1.東京大学、2.フィッチバーグ州立大学)

[PPS04-P06] Development of Life Detection Microscope (LDM) for *in situ* imaging of living cells on Mars surface

*吉村 義隆[1]、山岸 明彦[2]、佐藤 毅彦[3]、宮川 厚夫[2]、今井 栄一[4]、佐々木 聰[5]、小林 憲正[6]、癸生川 陽子[6]、岡田 朋華[6]、塩谷 圭吾[3]、薮田 ひかる[7]、長沼 毅[7]、三田 肇[8]、藤田 和央[3]、臼井 寛裕[3] (1.玉川大学農学部、2.東京薬科大学、3.宇宙航空研究開発機構、4.長岡技術科学大学、5.東京工科大学、6.横浜国立大学、7.広島大学、8.福岡工業大学)

[PPS04-P07] Development of a Mars Web-GIS for viewing multiple kinds of spectral data from orbiters

*松原 侑哉[1]、福地 裕範[1]、小川 佳子[1]、林 洋平[2] (1.公立大学法人会津大学、2.国立天文台)

[PPS04-P08] **Visualization and Analysis of the Surface of Mars with NASA's Mars Trek Portal**

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

[PPS04-P09] 紫外線Ａ・Ｃよる鉄カンラン石からの鉄溶出量の増加

*小森 信男[1] (1.東京学芸大学大学院連合学校教育学研究科)

[PPS04-P10] Small-scale ridges newly identified on the equatorial region of the Phobos nearside

*逸見 良道[1]、菊地 紘[1]、宮本 英昭[1] (1.東京大学)

[PPS04-P11] 火星探査機搭載を目指した超小型ミュオグラフィー装置の開発

*上吉原 弘明[1]、二宮 哲郎[1]、吉原 有里[1]、島添 健次[1]、高橋 浩之[1]、田中 宏幸[1]、宮本 英昭[1] (1.東京大学)

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

15:30 ~ 17:00 | A02 東京ベイ幕張ホール

[P-PS07] 太陽系物質進化

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

15:30 ~ 15:45

[PPS07-01] Investigation of sugars in meteorites

★Invited Papers

*古川 善博[1]、力石 嘉人[2]、大河内 直彦[3]、小川 奈々子[3]、中村 智樹[1] (1.東北大学大学院理学研究科、2.北海道大学低温科学研究所、3.海洋研究開発機構)

15:45 ~ 16:00

[PPS07-02] 南極氷中に含まれる可溶性有機物の検出のための氷昇華手法の確立

*石川 裕偉[1]、山本 康太[1]、奈良岡 浩[2]、矢田 達[3]、岡田 達明[1,3] (1.東京大学大学院理学系研究科、2.九州大学大学院理学研究院、3.宇宙航空研究開発機構)

16:00 ~ 16:15

[PPS07-03] Magnesium-containing organic compounds in the Tagish Lake and Murchison meteorites.

*橋口 未奈子[1]、奈良岡 浩[2,1] (1.九州大学惑星微量有機化合物研究センター、2.九州大学大学院理学研究院)

16:15 ~ 16:30

[PPS07-04] 隕石母天体での熱プロセスにおける鉱物と有機物の相互作用

*平川 尚毅[1]、癸生川 陽子[1]、小林 憲正[1] (1.横浜国立大学)

16:30 ~ 16:45

[PPS07-05] Organic matter in carbonaceous chondrite lithologies of Almahata Sitta meteorite, a polymict ureilite

*癸生川 陽子[1]、Zolensky Michael [2]、Goodrich Cyrena Anne[3]、伊藤 元雄[4]、小川 奈々子[5]、高野 淑識[5]、大河内 直彦[5]、菅 大暉[9]、Marcus Matthew[6]、Kilcoyne David[6]、大東 琢治[7]、Rahman Zia[2]、Shaddad Muawia[8]、小林 憲正[1] (1.横浜国立大学、2.NASA Johnson Space Center、3.Lunar and Planetary Institute、4.海洋研究開発機構　高知コア研究所、5.海洋研究開発機構　、6.Lawrence Berkeley National Laboratory、7.分子科学研究所、8.University of Khartoum、9.東京大学)

16:45 ~ 17:00

[PPS07-06] 小惑星での含水鉱物の熱進化: Ryugu, Bennuの熱史の理解に向けて

*石丸 夏奈[1]、橘 省吾[2] (1.東京大学、2.東京大学大学院理学系研究科宇宙惑星科学機構)

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

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

[P-EM14] Recent Advances in Ionosphere Observation and Modeling for Monitoring and Forecast

コンビーナ:Yang-Yi Sun(China University of Geosciences)、LIN CHIYEN(Center for Astronautical Physics and Engineering, National Central University, TAIWAN)、MINYANG CHOU(National Cheng Kung University)

[PEM14-P01] **The Daytime and Nighttime Mapped Whistler Plasmapause Observed by DEMETER**

*ChaoYen Chen[1,2]、Tiger J. Y. Liu[1,2,3] (1.Institute of Space Science, National Central University, Taiwan、2.Center for Astronautical Physics and Engineering, National Central University, Taiwan 、3.Center for Space and Remote Sensing Research, National Central University, Taiwan)

[PEM14-P02] Global Plasma Density Irregularity Distributions Observed by Advanced Ionospheric Probe Onboard FORMOSAT-5 Satellite

*Chi-Kuang Chao[1]、Yi-Wun Chen[1] (1.Graduate Institute of Space Science, National Central University)

[PEM14-P03] The First Result on Ionospheric Space Weather of FORMOSAT-5/AIP Ion Density

*FU-YUAN CHANG[1]、JANN-YENQ Liu[1]、Chi-Kuang Chao[1] (1.National Central University)

[PEM14-P04] **The global total electron content reconstruction in the local time frame**

*Tsung-Che Tsai[1,2]、Hau-Kun Jhuang[3]、Lou-Chuang Lee[3,4,5]、Yi-Ying Ho[4] (1.National Center for High-Performance Computing, National Applied Research Laboratories, Hsinchu, Taiwan、2.Department of Civil Engineering, National Chiao Tung University, Hsinchu, Taiwan.、3.Department of Geoscience, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.、4.Institute of Earth Science, Academia Sinica, Nankang, Taipei, Taiwan.、5.Institute of Space Science, National Central University, Jhongli, Taiwan.)

[PEM14-P05] Research on impacts of power line harmonic radiation on ionospheric parameters

*Qiang Guo[1]、Jing Wu[1]、Ling Yang[1] (1.Beihang University)

[PEM14-P06] **Analysis of cosmic rays dynamics and ionospheric parameters during increased solar activity and magnetic storms**

*Oksana Mandrikova[1]、Yurii Polozov[1]、Bogdana Mandrikova[1,2] (1.Institute of Cosmophysical Research and Radio Wave Propagation, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences、2.Saint Petersburg Electrotechnical University "LETI")

[PEM14-P07] King Tidal Effects on the ionosphere during the period of 2000 to 2017

*TsungYu Wu[1]、JANN-YENQ Liu[1] (1.Institute of Space Science, NCU, Taiwan)

[PEM14-P08] SuperDARN near range echoes and higher resolution measurement - recent improvement and future

*行松 彰[1,2] (1.国立極地研究所、2.総合研究大学院大学)

[PEM14-P09] **The ionospheric wave peak structures in the low latitude region and their seasonal, and solar activity dependence based on Global Ionosphere Maps**

*Hau-Kun Jhuang[1]、Tsung-Che Tsai[2,3]、Lou-Chuang Lee[1,4,5]、Yi-Ying Ho[4] (1.Department of Geosciences, National Taiwan University, Taipei, Taiwan、2.National Center for High-performance Computing, National Applied Research Laboratories, Hsinchu, Taiwan、3.Department of Civil Engineering, National Chiao Tung University, Hsinchu, Taiwan、4.Institute of Earth Science, Academia Sinica, Nankang, Taipei, Taiwan、5.Institute of Space Science, National Central University, Jhongli, Taiwan)

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

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

[P-EM14] Recent Advances in Ionosphere Observation and Modeling for Monitoring and Forecast

コンビーナ:Yang-Yi Sun(China University of Geosciences)、LIN CHIYEN(Center for Astronautical Physics and Engineering, National Central University, TAIWAN)、MINYANG CHOU(National Cheng Kung University)

[PEM14-P01] **The Daytime and Nighttime Mapped Whistler Plasmapause Observed by DEMETER**

*ChaoYen Chen[1,2]、Tiger J. Y. Liu[1,2,3] (1.Institute of Space Science, National Central University, Taiwan、2.Center for Astronautical Physics and Engineering, National Central University, Taiwan 、3.Center for Space and Remote Sensing Research, National Central University, Taiwan)

[PEM14-P02] Global Plasma Density Irregularity Distributions Observed by Advanced Ionospheric Probe Onboard FORMOSAT-5 Satellite

*Chi-Kuang Chao[1]、Yi-Wun Chen[1] (1.Graduate Institute of Space Science, National Central University)

[PEM14-P03] The First Result on Ionospheric Space Weather of FORMOSAT-5/AIP Ion Density

*FU-YUAN CHANG[1]、JANN-YENQ Liu[1]、Chi-Kuang Chao[1] (1.National Central University)

[PEM14-P04] **The global total electron content reconstruction in the local time frame**

*Tsung-Che Tsai[1,2]、Hau-Kun Jhuang[3]、Lou-Chuang Lee[3,4,5]、Yi-Ying Ho[4] (1.National Center for High-Performance Computing, National Applied Research Laboratories, Hsinchu, Taiwan、2.Department of Civil Engineering, National Chiao Tung University, Hsinchu, Taiwan.、3.Department of Geoscience, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.、4.Institute of Earth Science, Academia Sinica, Nankang, Taipei, Taiwan.、5.Institute of Space Science, National Central University, Jhongli, Taiwan.)

[PEM14-P05] Research on impacts of power line harmonic radiation on ionospheric parameters

*Qiang Guo[1]、Jing Wu[1]、Ling Yang[1] (1.Beihang University)

[PEM14-P06] **Analysis of cosmic rays dynamics and ionospheric parameters during increased solar activity and magnetic storms**

*Oksana Mandrikova[1]、Yurii Polozov[1]、Bogdana Mandrikova[1,2] (1.Institute of Cosmophysical Research and Radio Wave Propagation, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences、2.Saint Petersburg Electrotechnical University "LETI")

[PEM14-P07] King Tidal Effects on the ionosphere during the period of 2000 to 2017

*TsungYu Wu[1]、JANN-YENQ Liu[1] (1.Institute of Space Science, NCU, Taiwan)

[PEM14-P08] SuperDARN near range echoes and higher resolution measurement - recent improvement and future

*行松 彰[1,2] (1.国立極地研究所、2.総合研究大学院大学)

[PEM14-P09] **The ionospheric wave peak structures in the low latitude region and their seasonal, and solar activity dependence based on Global Ionosphere Maps**

*Hau-Kun Jhuang[1]、Tsung-Che Tsai[2,3]、Lou-Chuang Lee[1,4,5]、Yi-Ying Ho[4] (1.Department of Geosciences, National Taiwan University, Taipei, Taiwan、2.National Center for High-performance Computing, National Applied Research Laboratories, Hsinchu, Taiwan、3.Department of Civil Engineering, National Chiao Tung University, Hsinchu, Taiwan、4.Institute of Earth Science, Academia Sinica, Nankang, Taipei, Taiwan、5.Institute of Space Science, National Central University, Jhongli, Taiwan)

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

13:45 ~ 15:15 | 201B 2F

[P-EM14] Recent Advances in Ionosphere Observation and Modeling for Monitoring and Forecast

コンビーナ:Yang-Yi Sun(China University of Geosciences)、LIN CHIYEN(Center for Astronautical Physics and Engineering, National Central University, TAIWAN)、MINYANG CHOU(National Cheng Kung University)、座長:Yang-Yi Sun

13:45 ~ 14:00

[PEM14-01] New In-situ Ion Composition and Velocity Observations in the Topside Ionosphere from the Swarm-E Ion Mass Spectrometer

★Invited Papers

*Andrew W Yau[1] (1.University of Calgary)

14:00 ~ 14:15

[PEM14-02] **Spatial-time features and dynamics of ionospheric disturbances during magnetic storms in 2015-2018**

★Invited Papers

*Oksana Mandrikova[1]、Nadezhda Fetisova[1]、Yurii Polozov[1,2] (1.Institute of Cosmophysical Research and Radio Wave Propagation, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences、2.Kamchatka State Technical University)

14:15 ~ 14:30

[PEM14-03] Estimating 2D neutral wind patterns using line-of-sight data from multiple Scanning Doppler Imagers

*Heikki Vanhamaki[1]、Shin-ichiro Oyama[1,2]、Mark Conde[3]、Anita Aikio[1]、Lei Cai[4]、Ilkka Virtanen[1] (1.University of Oulu, Finland、2.Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, Japan、3.Geophysical Institute, University of Alaska Fairbanks, US、4.KTH Royal Institute of Technology, Sweden)

14:30 ~ 14:45

[PEM14-04] **Comparison of empirical models for the location of the ionospheric middle-latitude trough in the nighttime**

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

14:45 ~ 15:00

[PEM14-05] Research on nonlinear cross-modulation of power line emission and other very low frequency radiations in the ionosphere

*Ling Yang[1]、Jing Wu[1]、Qiang Guo[1] (1.Beihang University)

15:00 ~ 15:15

[PEM14-06] Ionospheric variation induced by 21 August 2017 total solar eclipse detected by Global Ionospheric Specification

*CHIYEN LIN[1,2]、JANN-YENQ Liu[1,2,3]、Charles Lin[4] (1.Center for Astronautical Physics and Engineering, National Central University, Taiwan、2.Graduate Institute of Space Science, National Central University, Taiwan、3.Center for Space and Remote Sensing Research, National Central University, Taiwan、4.Department of Earth Science, National Cheng Kung University, Taiwan)

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

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

[P-EM14] Recent Advances in Ionosphere Observation and Modeling for Monitoring and Forecast

コンビーナ:Yang-Yi Sun(China University of Geosciences)、LIN CHIYEN(Center for Astronautical Physics and Engineering, National Central University, TAIWAN)、MINYANG CHOU(National Cheng Kung University)、座長:CHI-YEN LIN

15:30 ~ 15:45

[PEM14-07] Spatial gradients in the ionospheric delays (TECs) and scintillations associated with plasma bubbles

★Invited Papers

*斎藤 享[1]、吉原 貴之[1] (1.国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所電子航法研究所)

15:45 ~ 16:00

[PEM14-08] Temporal and spatial variation of GPS TEC and phase scintillation during substorms and auroral breakups

*Paul Prikryl[1,2]、James M. Weygand[3]、Reza Ghoddousi-Fard[4]、P. Thayyil Jayachandran[1]、David R. Themens[1]、Anthony M. McCaffrey[1]、Bharat S. R. Kunduri[5]、Emma Spanswick[6]、Yongliang Zhang[7]、Akira Sessai Yukimatu[8] (1.Physics Dept. of University of New Brunswick, Canada、2.Geomagnetic Laboratory Natural Resources Canada、3.Earth Planetary and Space Sciences, University of California, USA、4.Canadian Geodetic Survey Natural Resources Canada 、5.Bradley Dept. of Electrical and Computer Engineering, Virginia Tech, USA、6.Dept. of Physics and Astronomy of University of Calgary, Canada、7.Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory, USA、8.National Institute of Polar Research, Japan)

16:00 ~ 16:15

[PEM14-09] IGS ROTI Maps extension toward Southern Hemisphere and low latitudes

*Iurii Cherniak[1,2]、Irina Zakharenkova[2]、Andrzej Krankowski[2] (1.COSMIC Program Office, University Corporation for Atmospheric Research、2.University of Warmia and Mazury in Olsztyn)

16:15 ~ 16:30

[PEM14-10] GBASにおける電離圏脅威となりうる電離圏勾配を含むプラズマバブルの継続時間について

*中村 真帆[1]、斎藤 享[1]、吉原 貴之[1] (1.国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 電子航法研究所)

16:30 ~ 16:45

[PEM14-11] Ionospheric Space Weather Data Product of FORMOSAT-7/COSMIC-2

★Invited Papers

*Charles Lin[1]、P. K. Rajesh[1]、CHIYEN LIN[2,3]、Chia-Hung Chen[1]、Jia-Ting Lin[1] (1.Department of Earth Sciences, National Cheng Kung University、2.Center for Astronautical Physics and Engineering, National Central University, Taoyuan 32001, Taiwan、3.Graduate Institute of Space Science, National Central University, Taoyuan 32001, Taiwan)

16:45 ~ 17:00

[PEM14-12] **Vertical structure of ionosphere perturbed by large earthquake and tsunami**

*Yang-Yi Sun[1]、XiangXiang Yan[1]、Tao Yu[1]、JANN-YENQ Liu[2] (1.China University of Geosciences (Wuhan)、2.National Central University)

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

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

[P-EM19] 太陽物理学の最前線

コンビーナ:今田 晋亮(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、横山 央明(東京大学大学院理学系研究科)、清水 敏文(宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所)、勝川 行雄(自然科学研究機構国立天文台)

[PEM19-P01] サイクル24最大の太陽フレア発生過程

★招待講演

*伴場 由美[1,2]、井上 諭[1]、今田 晋亮[1]、草野 完也[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所)

[PEM19-P02] 太陽フレアにおけるH-alpha偏光の発生可能性についての観測的検証

*川手 朋子[1]、花岡 庸一郎[2] (1.宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所、2.国立天文台)

[PEM19-P03] Statistical study of solar flares simultaneously observed with RHESSI and Nobeyama Radioheliograph

*増田 智[1]、Sam Krucker[2,3]、Stephen White[4] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.University of Applied Sciences Northwestern Switzerland、3.University of California, Berkeley、4.Air Force Research Laboratory)

[PEM19-P04] マイクロ波スペクトルの折れ曲り周波数と白色光放射温度の統計解析による白色光フレア発生条件の探索

*鶴田 康介[1]、渡邉 恭子[1]、増田 智[2]、Säm Krucker[3] (1.防衛大学校、2.名古屋大学宇宙地球環境研究所、3.University of Applied Sciences Northwestern Switzerland, UC Berkeley)

[PEM19-P05] Stellar flare of a close binary system monitored by the Hisaki satellite during the NICER-Hisaki Observing Campaign 2018-2019

*木村 智樹[1]、岩切 渉[2]、山崎 敦[3]、村上 豪[3]、土屋 史紀[4]、吉岡 和夫[5]、鳥海 森[6]、北 元[3]、桑原 正輝[3] (1.東北大学学際科学フロンティア研究所、2.中央大学理工学部、3.JAXA宇宙科学研究所、4.東北大学惑星プラズマ大気研究センター、5.東京大学新領域創成科学研究科、6.国立天文台)

[PEM19-P06] 3Uキューブサットによる太陽中性子・ガンマ線観測

*山岡 和貴[1]、田島 宏康[1]、宮田 喜久子[2]、稲守 孝哉[2]、佐々井 義矩[1]、中澤 知洋[3]、増田 智[1]、松下 幸司[4]、伊藤 和也[4]、高橋 弘充[5]、渡邉 恭子[6] (1.名古屋大学 宇宙地球環境研究所、2.名古屋大学 工学部、3.名古屋大学 理学部、4.名古屋大学全学技術センター、5.広島大学 理学部、6.防衛大学校)

[PEM19-P07] Magnetic Flux Cancelation as the Buildup and Trigger Mechanism for CME-Producing Eruptions in two Small Active Regions

*Alphonse Sterling[1]、Ronald L Moore[1,2]、Navdeep K Panesar[1] (1.NASA/MSFC、2.CSPAR, University of Alabama Huntsville)

[PEM19-P08] 太陽対流層表層部における乱流パンピングの推定

*飯島 陽久[1]、堀田 英之[2]、今田 晋亮[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.千葉大学大学院理学系研究科)

[PEM19-P09] 表面磁束輸送モデルを用いた太陽黒点が次期太陽周期に与える影響の評価

*渡邉 優作[1]、今田 晋亮[1]、飯島 陽久[1]、三好 由純[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所)

[PEM19-P10] ダルトン極小期(1800年代)における黒点スケッチの画像解析

*采女 昇真[1]、今田 晋亮[1]、早川 尚志[2]、三好 由純[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所総合解析研究部、2.大阪大学大学院文学研究科)

[PEM19-P11] Observations of Photospheric Magnetic Structure below a Solar Dark Filament

*横山 央明[1]、勝川 行雄[2]、下条 圭美[2] (1.東京大学大学院理学系研究科、2.国立天文台)

[PEM19-P12] 高感度 EUV/UV 分光望遠鏡衛星 (Solar-C EUVST):サイエンスターゲット及び観測要求性能

*今田 晋亮[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所)

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

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

[P-EM19] 太陽物理学の最前線

コンビーナ:今田 晋亮(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、横山 央明(東京大学大学院理学系研究科)、清水 敏文(宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所)、勝川 行雄(自然科学研究機構国立天文台)

[PEM19-P01] サイクル24最大の太陽フレア発生過程

★招待講演

*伴場 由美[1,2]、井上 諭[1]、今田 晋亮[1]、草野 完也[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所)

[PEM19-P02] 太陽フレアにおけるH-alpha偏光の発生可能性についての観測的検証

*川手 朋子[1]、花岡 庸一郎[2] (1.宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所、2.国立天文台)

[PEM19-P03] Statistical study of solar flares simultaneously observed with RHESSI and Nobeyama Radioheliograph

*増田 智[1]、Sam Krucker[2,3]、Stephen White[4] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.University of Applied Sciences Northwestern Switzerland、3.University of California, Berkeley、4.Air Force Research Laboratory)

[PEM19-P04] マイクロ波スペクトルの折れ曲り周波数と白色光放射温度の統計解析による白色光フレア発生条件の探索

*鶴田 康介[1]、渡邉 恭子[1]、増田 智[2]、Säm Krucker[3] (1.防衛大学校、2.名古屋大学宇宙地球環境研究所、3.University of Applied Sciences Northwestern Switzerland, UC Berkeley)

[PEM19-P05] Stellar flare of a close binary system monitored by the Hisaki satellite during the NICER-Hisaki Observing Campaign 2018-2019

*木村 智樹[1]、岩切 渉[2]、山崎 敦[3]、村上 豪[3]、土屋 史紀[4]、吉岡 和夫[5]、鳥海 森[6]、北 元[3]、桑原 正輝[3] (1.東北大学学際科学フロンティア研究所、2.中央大学理工学部、3.JAXA宇宙科学研究所、4.東北大学惑星プラズマ大気研究センター、5.東京大学新領域創成科学研究科、6.国立天文台)

[PEM19-P06] 3Uキューブサットによる太陽中性子・ガンマ線観測

*山岡 和貴[1]、田島 宏康[1]、宮田 喜久子[2]、稲守 孝哉[2]、佐々井 義矩[1]、中澤 知洋[3]、増田 智[1]、松下 幸司[4]、伊藤 和也[4]、高橋 弘充[5]、渡邉 恭子[6] (1.名古屋大学 宇宙地球環境研究所、2.名古屋大学 工学部、3.名古屋大学 理学部、4.名古屋大学全学技術センター、5.広島大学 理学部、6.防衛大学校)

[PEM19-P07] Magnetic Flux Cancelation as the Buildup and Trigger Mechanism for CME-Producing Eruptions in two Small Active Regions

*Alphonse Sterling[1]、Ronald L Moore[1,2]、Navdeep K Panesar[1] (1.NASA/MSFC、2.CSPAR, University of Alabama Huntsville)

[PEM19-P08] 太陽対流層表層部における乱流パンピングの推定

*飯島 陽久[1]、堀田 英之[2]、今田 晋亮[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.千葉大学大学院理学系研究科)

[PEM19-P09] 表面磁束輸送モデルを用いた太陽黒点が次期太陽周期に与える影響の評価

*渡邉 優作[1]、今田 晋亮[1]、飯島 陽久[1]、三好 由純[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所)

[PEM19-P10] ダルトン極小期(1800年代)における黒点スケッチの画像解析

*采女 昇真[1]、今田 晋亮[1]、早川 尚志[2]、三好 由純[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所総合解析研究部、2.大阪大学大学院文学研究科)

[PEM19-P11] Observations of Photospheric Magnetic Structure below a Solar Dark Filament

*横山 央明[1]、勝川 行雄[2]、下条 圭美[2] (1.東京大学大学院理学系研究科、2.国立天文台)

[PEM19-P12] 高感度 EUV/UV 分光望遠鏡衛星 (Solar-C EUVST):サイエンスターゲット及び観測要求性能

*今田 晋亮[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所)

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

15:30 ~ 17:00 | A03 東京ベイ幕張ホール

[P-EM19] 太陽物理学の最前線

コンビーナ:今田 晋亮(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、横山 央明(東京大学大学院理学系研究科)、清水 敏文(宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所)、勝川 行雄(自然科学研究機構国立天文台)、座長:今田 晋亮

15:30 ~ 15:45

[PEM19-01] 太陽-ジオスペース結合過程の理解に向けて：第25太陽活動周期の課題

★招待講演

*三好 由純[1]、今田 晋亮[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所)

15:45 ~ 16:00

[PEM19-02] 太陽風乱流の未解決問題

★招待講演

*庄田 宗人[1] (1.東京大学大学院理学系研究科)

16:00 ~ 16:15

[PEM19-03] 公募型小型Solar-C_EUVSTミッション

*清水 敏文[1] (1.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所)

16:15 ~ 16:30

[PEM19-04] Advanced Observations of the Solar Atmosphere by a Balloon-Borne Telescope SUNRISE-3

*勝川 行雄[1]、Quintero Noda Carlos[2]、久保 雅仁[1]、原 弘久[1]、清水 敏文[2] (1.国立天文台、2.JAXA宇宙科学研究所)

16:30 ~ 16:45

[PEM19-05] Radiation magnetohydrodynamic modeling of solar coronal dynamics

*飯島 陽久[1] (1.名古屋大学 宇宙地球環境研究所)

16:45 ~ 17:00

[PEM19-06] Detection and energy derivation of nano-flares based on deep learning

*河合 敏輝[1]、今田 晋亮[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所)

[J] 口頭発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-AE 天文学・太陽系外天体

9:00 ~ 10:30 | 105 1F

[P-AE20] 系外惑星

コンビーナ:生駒 大洋(東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻)、成田 憲保(東京大学)、座長:成田 憲保(東京大学)、生駒 大洋(東京大学)

9:00 ~ 9:15

[PAE20-01] Gravitational Microlensing Surveys for Exoplanets

★Invited Papers

*鈴木 大介[1] (1.宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所)

9:15 ~ 9:30

[PAE20-02] Doppler planet searches targeting stars in solar neighborhood

★Invited Papers

*佐藤 文衛[1] (1.東京工業大学)

9:30 ~ 9:45

[PAE20-03] TESS惑星候補の地上フォローアップ観測に向けたMuSCAT3の開発

*成田 憲保[1,2,3]、福井 暁彦[2]、生駒 大洋[2]、田村 元秀[1,2]、日下部 展彦[1]、森 万由子[2]、山室 智康[4] (1.アストロバイオロジーセンター、2.東京大学、3.科学技術振興機構、4.オプトクラフト)

9:45 ~ 10:00

[PAE20-04] Effect of metallicity and eddy diffusion on transmission spectra of hazy exoplanet atmospheres

*川島 由依[1]、生駒 大洋[2] (1.SRON Netherlands Institute for Space Research、2.東京大学)

10:00 ~ 10:15

[PAE20-05] Mineral clouds of fluffy aggregates: how they form in exoplanetary atmospheres and influence transmission spectra

*大野 和正[1]、奥住 聡[1]、田崎 亮[2] (1.東京工業大学 理学院 科地球惑星科学系、2.東北大学天文学教室)

10:15 ~ 10:30

[PAE20-06] 巨大衝突によって形成される惑星系の軌道構造

★招待講演

*小久保 英一郎[1] (1.自然科学研究機構国立天文台理論研究部)

[J] 口頭発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-AE 天文学・太陽系外天体

10:45 ~ 12:15 | 105 1F

[P-AE20] 系外惑星

コンビーナ:生駒 大洋(東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻)、成田 憲保(東京大学)、座長:生駒 大洋(東京大学)、成田 憲保(東京大学)

10:45 ~ 11:00

[PAE20-07] スーパーアースのマントル対流シミュレーション

★招待講演

*宮腰 剛広[1]、亀山 真典[2]、小河 正基[3] (1.海洋研究開発機構、2.愛媛大学、3.東京大学)

11:00 ~ 11:15

[PAE20-08] Atmospheric escape from M-dwarf exoplanets and implications for habitability

*Chuanfei Dong[1] (1.Princeton University)

11:15 ~ 11:30

[PAE20-09] 中心星近傍岩石スーパーアースの放射スペクトル推定：大気散逸によるアルカリ金属の枯渇

*伊藤 祐一[1,2]、生駒 大洋[2] (1.北海道大学 大学院 理学研究院 地球惑星科学部門 宇宙惑星科学分野、2.東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻)

11:30 ~ 11:45

[PAE20-10] Hot Rocky Super-Earthsにおける金属気体を含む大気化学モデルの構築

*Danielache Sebastian[1,2]、高橋 遊大[1]、Miguel Yamila[3]、Simoncini Eugenio[4]、Grassi Tommaso[5] (1.上智大学 理工学部 物質生命理工学科、2.東京工業大学　地球生命研究所、3.Leiden Observatory, Leiden University、4.Simoncini Telai Gambassi Terme、5.University Observatory Munich, Ludwig-Maximilians-University)

11:45 ~ 12:00

[PAE20-11] 潮汐固定された地球型水惑星の気候

*小玉 貴則[1] (1.ボルドー大学)

12:00 ~ 12:15

[PAE20-12] 地球類似惑星の発見に向けたWSO-UV/UVSPEX計画の現状

*亀田 真吾[1]、長田 直也[1]、小玉 貴則[2]、村上 豪[3]、塩谷 圭吾[3]、生駒 大洋[4]、成田 憲保[5]、寺田 直樹[6]、藤原 均[7] (1.立教大学理学部、2.ボルドー大学、3.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所、4.東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻、5.国立天文台、6.東北大学大学院理学研究科、7.成蹊大学理工学部)

[J] ポスター発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-AE 天文学・太陽系外天体

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

[P-AE20] 系外惑星

コンビーナ:生駒 大洋(東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻)、成田 憲保(東京大学)

[PAE20-P01] 巨大惑星形成モデルによる系外惑星の質量・軌道半径分布の解釈

*村瀬 清華[1]、田中 秀和[1] (1.東北大学)

[PAE20-P02] 短周期巨大ガス惑星の内部重元素量に惑星移動時の共鳴捕獲が与える影響

*柴田 翔[1]、生駒 大洋[1] (1.東京大学大学院理学系研究科)

[PAE20-P03] 巨大ガス惑星からの水素輝線放射の理論モデル： LkCa15b と PDS70b の観測との比較

*青山 雄彦[1]、生駒 大洋[1]、Gabriel-Dominique Marleau[2]、Christoph Mordasini[3] (1.東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻、2.テュービンゲン大学、3.ベルン大学)

[PAE20-P04] 系外惑星探査のためのライマンα線望遠鏡LAICA2の検討

*村岡 徹[1]、村上 豪[2]、亀田 真吾[1] (1.立教大学、2.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所)

[PAE20-P05] 強い圧縮性をもつマントルの熱対流シミュレーション: スーパー地球のマントル対流に対する物性変化と内部発熱の影響

*亀山 真典[1,2] (1.国立大学法人愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、2.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[PAE20-P06] 恒星フレアによる太陽系外惑星ハビタビリティー評価

*山敷 庸亮[1]、前原 裕之[2]、アイラペディアン ウラジミール[5]、野津 湧太[3]、佐藤 達彦[4]、野津 翔太[3]、黒木 龍介[1]、村嶋 慶哉[8]、佐藤 啓明[7]、行方 宏介[3]、佐々木 貴教[3]、スコット トーマス[9]、坂東 日菜[3]、梨元 昴[8]、高木 風香[6]、リング カサンドラ[1]、野上 大作[3]、柴田 一成[10] (1.京都大学大学院総合生存学館、2.国立天文台、3.京都大学理学研究科宇宙物理学教室、4.日本原子力研究開発機構、5.NASAゴダード宇宙飛行センター、6.京都大学農学部、7.京都大学工学部、8.京都大学理学部、9.ブリストル大学、10.京都大学天文台)

[PAE20-P07] Studies of atmospheric structure in new very-hot Jupiter with high-resolution transmission spectroscopy

*川内 紀代恵[1]、佐藤 文衛[1]、成田 憲保[2]、平野 照幸[1]、川島 由依[3] (1.東京工業大学、2.東京大学、3.SRON - Netherlands Institute for Space Research)

[PAE20-P08] Doppler Tomographic Analysis for the Planetary Orbital Precession of WASP-33b

*渡辺 紀治[1]、成田 憲保[2]、Johnson Marshall[3] (1.総合研究大学院大学、2.東京大学、3.オハイオ州立大学)

[PAE20-P09] IRSF/SIRIUSによるTESS惑星候補のフォローアップ観測

*森 万由子[1]、成田 憲保[1,2]、de Leon Jerome[1]、西海 拓[3]、福井 暁彦[1]、田村 元秀[1,2]、日下部 展彦[2]、森鼻 久美子[4] (1.東京大学、2.アストロバイオロジーセンター、3.京都産業大学、4.名古屋大学)

[PAE20-P10] トランジット惑星観測用多色カメラMuSCAT1,2の2018年度の運用と成果

*福井 暁彦[1]、成田 憲保[2]、日下部 展彦[2]、田村 元秀[2,1]、川内 紀代恵[1]、John Livingston[1]、Jerome de Leon[1]、渡辺 紀治[3]、寺田 由佳[1]、森 万由子[1]、西海 拓[4] (1.東京大学、2.アストロバイオロジーセンター、3.総合研究大学院大学、4.京都産業大学)

[J] ポスター発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-AE 天文学・太陽系外天体

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

[P-AE20] 系外惑星

コンビーナ:生駒 大洋(東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻)、成田 憲保(東京大学)

[PAE20-P01] 巨大惑星形成モデルによる系外惑星の質量・軌道半径分布の解釈

*村瀬 清華[1]、田中 秀和[1] (1.東北大学)

[PAE20-P02] 短周期巨大ガス惑星の内部重元素量に惑星移動時の共鳴捕獲が与える影響

*柴田 翔[1]、生駒 大洋[1] (1.東京大学大学院理学系研究科)

[PAE20-P03] 巨大ガス惑星からの水素輝線放射の理論モデル： LkCa15b と PDS70b の観測との比較

*青山 雄彦[1]、生駒 大洋[1]、Gabriel-Dominique Marleau[2]、Christoph Mordasini[3] (1.東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻、2.テュービンゲン大学、3.ベルン大学)

[PAE20-P04] 系外惑星探査のためのライマンα線望遠鏡LAICA2の検討

*村岡 徹[1]、村上 豪[2]、亀田 真吾[1] (1.立教大学、2.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所)

[PAE20-P05] 強い圧縮性をもつマントルの熱対流シミュレーション: スーパー地球のマントル対流に対する物性変化と内部発熱の影響

*亀山 真典[1,2] (1.国立大学法人愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、2.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[PAE20-P06] 恒星フレアによる太陽系外惑星ハビタビリティー評価

*山敷 庸亮[1]、前原 裕之[2]、アイラペディアン ウラジミール[5]、野津 湧太[3]、佐藤 達彦[4]、野津 翔太[3]、黒木 龍介[1]、村嶋 慶哉[8]、佐藤 啓明[7]、行方 宏介[3]、佐々木 貴教[3]、スコット トーマス[9]、坂東 日菜[3]、梨元 昴[8]、高木 風香[6]、リング カサンドラ[1]、野上 大作[3]、柴田 一成[10] (1.京都大学大学院総合生存学館、2.国立天文台、3.京都大学理学研究科宇宙物理学教室、4.日本原子力研究開発機構、5.NASAゴダード宇宙飛行センター、6.京都大学農学部、7.京都大学工学部、8.京都大学理学部、9.ブリストル大学、10.京都大学天文台)

[PAE20-P07] Studies of atmospheric structure in new very-hot Jupiter with high-resolution transmission spectroscopy

*川内 紀代恵[1]、佐藤 文衛[1]、成田 憲保[2]、平野 照幸[1]、川島 由依[3] (1.東京工業大学、2.東京大学、3.SRON - Netherlands Institute for Space Research)

[PAE20-P08] Doppler Tomographic Analysis for the Planetary Orbital Precession of WASP-33b

*渡辺 紀治[1]、成田 憲保[2]、Johnson Marshall[3] (1.総合研究大学院大学、2.東京大学、3.オハイオ州立大学)

[PAE20-P09] IRSF/SIRIUSによるTESS惑星候補のフォローアップ観測

*森 万由子[1]、成田 憲保[1,2]、de Leon Jerome[1]、西海 拓[3]、福井 暁彦[1]、田村 元秀[1,2]、日下部 展彦[2]、森鼻 久美子[4] (1.東京大学、2.アストロバイオロジーセンター、3.京都産業大学、4.名古屋大学)

[PAE20-P10] トランジット惑星観測用多色カメラMuSCAT1,2の2018年度の運用と成果

*福井 暁彦[1]、成田 憲保[2]、日下部 展彦[2]、田村 元秀[2,1]、川内 紀代恵[1]、John Livingston[1]、Jerome de Leon[1]、渡辺 紀治[3]、寺田 由佳[1]、森 万由子[1]、西海 拓[4] (1.東京大学、2.アストロバイオロジーセンター、3.総合研究大学院大学、4.京都産業大学)

[E] 口頭発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-CG 宇宙惑星科学複合領域・一般

9:00 ~ 10:30 | A01 東京ベイ幕張ホール

[P-CG21] 宇宙・惑星探査の将来計画と関連する機器開発の展望

コンビーナ:尾崎 光紀(金沢大学理工研究域電子情報学系)、笠原 慧(東京大学)、亀田 真吾(立教大学理学部)、吉岡 和夫(東京大学大学院新領域創成科学研究科)、座長:吉岡 和夫(東京大学)、尾崎 光紀(金沢大学)

9:00 ~ 9:20

[PCG21-01] Current status and instrument development plan for future lunar exploration missions

★Invited Papers

*Makiko Ohtake[1] (1.Japan Aerospace Exploration Agency)

9:20 ~ 9:35

[PCG21-02] 月・惑星探査用TOF質量分析器の開発

*福山 代智[1]、斎藤 義文[2]、浅村 和史[2]、横田 勝一郎[3] (1.東京大学大学院、2.宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所、3.大阪大学)

9:35 ~ 9:50

[PCG21-03] In-situ太陽系探査を目指したOrbitrap質量分析器の開発

*川島 桜也[1]、笠原 慧[1]、斎藤 義文[4]、横田 勝一郎[2]、平原 聖文[3]、杉田 精司[1] (1.東京大学、2.大阪大学、3.名古屋大学、4.宇宙科学研究所)

9:50 ~ 10:05

[PCG21-04] A high-voltage pulsed power supply for on-site mass spectrometry in future solar system explorations

*横田 勝一郎[1]、河井 洋輔[1]、青木 順[1]、斎藤 義文[2]、大竹 真紀子[2]、岡田 達明[2] (1.大阪大学・理学研究科、2.宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所)

10:05 ~ 10:20

[PCG21-05] 深宇宙探査技術実証機DESTINY$^+$に搭載するダストアナライザDDAの開発と期待されるサイエンス

*平井 隆之[1]、小林 正規[1]、荒井 朋子[1]、木村 宏[1]、スラマ ラルフ[2]、クルーガー ハラルド[3] (1.千葉工業大学惑星探査研究センター、2.シュトゥットガルト大学、3.マックスプランク太陽系研究所)

[E] 口頭発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-CG 宇宙惑星科学複合領域・一般

10:45 ~ 12:15 | A01 東京ベイ幕張ホール

[P-CG21] 宇宙・惑星探査の将来計画と関連する機器開発の展望

コンビーナ:尾崎 光紀(金沢大学理工研究域電子情報学系)、笠原 慧(東京大学)、亀田 真吾(立教大学理学部)、吉岡 和夫(東京大学大学院新領域創成科学研究科)、座長:笠原 慧、尾崎 光紀(金沢大学)

10:45 ~ 11:05

[PCG21-06] Satellite mission: PhoENiX (Physics of Energetic and Non-thermal plasmas in the X (= magnetic reconnection) region)

★Invited Papers

*成影 典之[1]、岡 光夫[2]、深沢 泰司[3]、松崎 恵一[4]、渡辺 伸[4]、坂尾 太郎[4]、石川 真之介[5]、萩野 浩一[6]、三石 郁之[5]、水野 恒史[3]、篠原 育[4]、下条 圭美[1]、高棹 真介[5]、田辺 博士[7]、上野 宗孝[8]、高橋 忠幸[9]、高島 健[4]、太田 方之[4] (1.国立天文台、2.カリフォルニア大学バークレー校、3.広島大学、4.宇宙航空研究開発機構、5.名古屋大学、6.東京理科大学、7.東京大学、8.神戸大学、9.カブリ数物連携宇宙研究機構)

11:05 ~ 11:20

[PCG21-07] Development of ion drift velocity analyzer for sounding rocket and low-altitude satellite

*阿部 琢美[1]、渡部 重十[2]、齊藤 昭則[3] (1.宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所 太陽系科学研究系、2.北海道情報大学、3.京都大学大学院理学研究科)

11:20 ~ 11:35

[PCG21-08] SS-520-3 Sounding Rocket Experiment Targeting the Ion Outflow in the Polar Cusp / Aurora

*斎藤 義文[1]、小川 泰信[2]、小嶋 浩嗣[3] (1.宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所・太陽系科学研究系、2.大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構 国立極地研究所、3.京都大学・生存圏研究所)

11:35 ~ 11:50

[PCG21-09] Development of the chip implemented as high-speed current detection circuits for particle sensors

*菊川 素如[2]、頭師 孝拓[2]、小嶋 浩嗣[2]、斎藤 義文[1] (1.宇宙航空研究開発機構、2.京都大学)

11:50 ~ 12:10

[PCG21-10] GEO-X (GEOspace X-ray imager) : Imaging the dayside solar wind-terrestrial magnetosphere interaction

★招待講演

*Ezoe Yuichiro[1]、Miyoshi Yoshizumi[2]、Kasahara Satoshi[3]、Funase Ryu[3]、Nagata Harunori[4]、Nakajima Hiroshi[5]、Ishikawa Kumi[6]、Yamazaki Atsushi[6]、Hasegawa Hiroshi[6]、Hiraga Junko[7]、Fujimoto Masaki[6]、Mitsuda Kazuhisa[6]、Ueno Munetaka[8]、Koizumi Hiroyuki[3]、Kawakatsu Yasuhiro[6]、Iwata Takahiro[6]、Sahara Hironori[1] (1.Tokyo Metropolitan University、2.Nagoya University、3.University of Tokyo、4.Hokkaido University、5.Kanto Gakuin University、6.ISAS/JAXA、7.Kansei Gakuin University、8.Kobe University)

[E] 口頭発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-CG 宇宙惑星科学複合領域・一般

13:45 ~ 15:15 | A01 東京ベイ幕張ホール

[P-CG21] 宇宙・惑星探査の将来計画と関連する機器開発の展望

コンビーナ:尾崎 光紀(金沢大学理工研究域電子情報学系)、笠原 慧(東京大学)、亀田 真吾(立教大学理学部)、吉岡 和夫(東京大学大学院新領域創成科学研究科)、座長:亀田 真吾、尾崎 光紀(金沢大学)

13:45 ~ 14:05

[PCG21-11] **Debye: a multi-spacecraft mission to solve the electron energization problem in the solar wind**

★Invited Papers

*Fouad Sahraoui[2]、Robert T Wicks[1]、Daniel Verscharen[1]、The Debye The Debye Team (1.Mullard Space Science Laboratory, Department of Space and Climate Physics, University College London, UK、2.LPP CNRS Ecole Polytechnique)

14:05 ~ 14:25

[PCG21-12] Comet Interceptor mission to a dynamically new comet

★Invited Papers

*新中 善晴[1]、亀田 真吾[2]、笠原 慧[3]、河北 秀世[1]、小林 正規[4]、船瀬 龍[3]、吉川 一朗[3]、ジェライント ジョーンズ[5]、スノッドグラス コリン[6] (1.京都産業大学、2.立教大学、3.東京大学、4.千葉工業大学、5.UCL、6.The Open University)

14:25 ~ 14:45

[PCG21-13] The concept of AI3 and impactors

★Invited Papers

*Koji Wada[1]、Jakob Deller[2]、Jessica Agarwal[2]、Hans Martin Braun[3]、Kieran Carroll[4]、Hannah Goldberg[5]、Martin Jutzi[6]、Özgür Karatekin[7]、Tomáš Kohout[8]、Sampsa Pursiainen[9]、Birgit Ritter[7]、Olaf Roders[2]、Francisco da Silva Pais Cabral[10]、Fredrik Sjoberg[11]、Mika Takala[9]、Esa Vilenius[2]、Patrick Bambach[2]、Ryo Ishimaru[1]、Yutaka WADA[1]、Masahiko Arakawa[12]、Takanao Saiki[13] (1.Planetary Exploration Research Center, Chiba Institute of Technology、2.Max Planck Institute, Göttingen、3.RST Radar System Technik、4.Gedex Systems Inc、5.GOMSpace、6.University of Bern、7.Royal Observatory of Belgium、8.University of Helsinki、9.Tampere University of Technology、10.GMV、11.OHB、12.Kobe University、13.JAXA)

14:45 ~ 15:00

[PCG21-14] Observational Techniques for Energy Transport Verification in Space Plasmas and Waves Developed in the FACTORS Mission

*平原 聖文[1]、小嶋 浩嗣[2]、北村 成寿[3]、浅村 和史[4]、斎藤 義文[4] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.京都大学生存圏研究所、3.東京大学大学院理学系研究科、4.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所)

15:00 ~ 15:15

[PCG21-15] Current status of Life Detection Microscope (LDM) for Mars surface exploration

*吉村 義隆[1]、山岸 明彦[2]、佐藤 毅彦[3]、宮川 厚夫[2]、今井 栄一[4]、佐々木 聰[5]、小林 憲正[6]、癸生川 陽子[6]、岡田 朋華[6]、塩谷 圭吾[3]、薮田 ひかる[7]、長沼 毅[7]、三田 肇[8]、藤田 和央[3]、臼井 寛裕[3] (1.玉川大学、2.東京薬科大学、3.宇宙航空研究開発機構、4.長岡技術科学大学、5.東京工科大学、6.横浜国立大学、7.広島大学、8.福岡工業大学)

[E] ポスター発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-CG 宇宙惑星科学複合領域・一般

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

[P-CG21] 宇宙・惑星探査の将来計画と関連する機器開発の展望

コンビーナ:尾崎 光紀(金沢大学理工研究域電子情報学系)、笠原 慧(東京大学)、亀田 真吾(立教大学理学部)、吉岡 和夫(東京大学大学院新領域創成科学研究科)

[PCG21-P01] 編隊飛行による地球電磁気圏・熱圏探査衛星計画「FACTORS」搭載可視・紫外イメージャーによる微細オーロラと大気光観測

*坂野井 健[1]、平原 聖文[2]、津田 卓雄[3]、浅村 和史[4]、三好 由純[2]、渡邉 智彦[5]、西山 尚典[6]、大山 伸一郎[2,7]、斎藤 義文[4]、細川 敬祐[3]、小嶋 浩嗣[8]、北村 成寿[9]、小川 泰信[5]、山内 正敏[10]、松岡 彩子[4]、八木 直志[1]、吹澤 瑞貴[1]、石澤 元気[11] (1.東北大学大学院理学研究科惑星プラズマ・大気研究センター、2.名古屋大学宇宙地球環境研究所、3.電気通信大学情報理工学研究科、4.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所、5.名古屋大学大学院理学研究科、6. 国立極地研究所、7. フィンランドオウル大学、8.京都大学生存圏研究所、9.東京大学大学院理学研究科、10.スウェーデン宇宙物理学研究所、11.東北大学大学院理学研究科)

[PCG21-P02] 機械学習を用いたフラッシュオーロラの時空間解析

*源田 斗輝[1]、井上 拓海[1]、尾崎 光紀[1]、八木谷 聡[1]、今村 幸祐[1]、塩川 和夫[2]、三好 由純[2]、大山 伸一郎[2]、片岡 龍峰[3]、海老原 祐輔[4]、細川 敬祐[5] (1.金沢大学、2.名古屋大学、3.極地研究所、4.京都大学、5.電気通信大学)

[PCG21-P03] 信号処理によるPc1地磁気脈動地上観測のパルス性雑音除去

*駒瀬 文弥[1]、井上 智寛[1]、尾崎 光紀[1]、八木谷 聡[1]、塩川 和夫[2]、能勢 正仁[2]、長妻 努[3] (1.金沢大学、2.名古屋大学、3.情報通信研究機構)

[PCG21-P04] Application of magneto-impedance sensor to geomagnetic field measurements

*能勢 正仁[1]、野村 麗子[2]、浅村 和史[3]、青山 均[4]、河野 剛健[4]、松岡 彩子[3]、北村 健太郎[5]、小山 幸伸[6]、松本 晴久[7]、平原 聖文[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.国立天文台、3.宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所、4.愛知製鋼株式会社、5.徳山工業高等専門学校、6.大分工業高等専門学校、7.宇宙航空研究開発機構 研究開発部門)

[PCG21-P05] Observation of the Ionospheric Currents by the CubeSat at the Low and Middle Latitude

*北村 健太郎[1]、今井 一雅[2]、高田 拓[2]、篠原 学[3]、若林 誠[4]、高専 スペース連携 (1.徳山工業高等専門学校、2.高知工業高等専門学校、3.鹿児島工業高等専門学校、4.新居浜工業高等専門学校)

[PCG21-P06] Basic study on miniaturization of electric field instrument for plasma wave observations by ASIC technology

*徳永 祐也[1]、尾崎 光紀[1]、石坂 圭吾[2]、小嶋 浩嗣[3]、八木谷 聡[1]、頭師 孝拓[3] (1.金沢大学、2.富山県立大学、3.京都大学)

[PCG21-P07] 超小型探査機に搭載する極端紫外撮像装置に用いる電気回路部の放射線耐性の評価

*勝瀬 陸[1]、吉岡 和夫[1]、桑原 正輝[2]、疋田 伶奈[1]、荒尾 昇吾[1]、吉川 一朗[1] (1.東京大学、2.宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所)

[PCG21-P08] A method to quantitatively evaluate Non-evaporable-getter pump for use in space science mission

*西村 晟八[1]、吉川 一朗[1]、吉岡 和夫[1]、荒尾 昇吾[1]、張 天旭[1] (1.東京大学)

[PCG21-P09] ３次元電位分布計算による「みお」搭載MIAのトップハット分析器特性の非対称性の解釈

*三宅 亙[1]、斎藤 義文[2]、横田 勝一郎[3] (1.東海大学工学部、2.宇宙科学研究所、3.大阪大学)

[PCG21-P10] 小型衛星用衝撃試験機の建造及びMCPの機械耐性評価

*福場 惇哉[1] (1.東京大学大学院)

[PCG21-P11] Innovative design of double-shell type energy analyzer for simultaneous electron and ion measurements in space

*武井 智美[1]、平原 聖文[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所)

[PCG21-P12] Microsatellite Development and Education of Space Science and Technology at Kanazawa University

*井町 智彦[1]、八木谷 聡[1]、米徳 大輔[1]、笠原 禎也[1]、澤野 達哉[1]、有元 誠[1]、後藤 由貴[1]、尾崎 光紀[1]、藤本 龍一[1] (1.金沢大学)

[PCG21-P13] Attitude Control System for Kanazawa-SAT3 Microsatellite

中嶋 拓也[1]、安田 有希[1]、瀬川 浩史[1]、*井町 智彦[1]、八木谷 聡[1]、笠原 禎也[1]、米徳 大輔[1]、澤野 達哉[1]、有元 誠[1] (1.金沢大学)

[PCG21-P14] Communications System and Antennas for Kanazawa-SAT3 Microsatellite

源 輝也[1]、稲 航洋[1]、河越 幸平[1]、*井町 智彦[1]、八木谷 聡[1]、後藤 由貴[1]、米徳 大輔[1]、笠原 禎也[1]、澤野 達哉[1]、有元 誠[1] (1.金沢大学)

[PCG21-P15] 6Uクラス超小型深宇宙探査機EQUULEUSに搭載する多層断熱材一体型ダスト計測器CLOTHの開発

*平井 隆之[1]、矢野 創[2]、實川 律子[3]、石岡 英悟[3]、中野 晴貴[3]、新井 和吉[3]、長谷川 直[2] (1.千葉工業大学・惑星探査研究センター、2.宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所、3.法政大学・理工学部)

[PCG21-P16] DESTINY^{+}搭載小惑星追尾機構の開発：概念設計およびBBMを用いた性能試験

*洪 鵬[1]、石橋 高[1]、佐藤 峻介[2]、竹村 和俊[3]、藤原 航太郎[4]、町井 佳菜子[5]、豊田 裕之[2]、西山 和孝[2]、大槻 真嗣[2]、奥平 修[1]、高島 健[2] (1.千葉工業大学惑星探査研究センター、2.宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所、3.早稲田大学 基幹理工学研究科 機械科学専攻、4.北海道大学 工学院 機械宇宙工学専攻、5.電気通信大学 情報理工学部 知能機械工学科)

[PCG21-P17] 火星衛星探査計画における望遠カメラ(TENGOO)性能評価装置の開発

*加藤 博基[1]、亀田 真吾[1]、塩谷 圭吾[2]、長田 直也[1] (1.立教大学、2.宇宙航空研究開発機構)

[PCG21-P18] ソーラー電力セイルOKEANOSのクルージングフェーズにおける観測計画

*岩田 隆浩[1]、松浦 周二[2]、津村 耕司[3]、矢野 創[1]、平井 隆之[4]、松岡 彩子[1]、米徳 大輔[5]、三原 建弘[6]、岡田 達明[1]、森 治[1]、中条 俊大[1] (1.宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所、2.関西学院大学、3.東北大学、4.千葉工業大学、5.金沢大学、6.理化学研究所)

[E] ポスター発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-CG 宇宙惑星科学複合領域・一般

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

[P-CG21] 宇宙・惑星探査の将来計画と関連する機器開発の展望

コンビーナ:尾崎 光紀(金沢大学理工研究域電子情報学系)、笠原 慧(東京大学)、亀田 真吾(立教大学理学部)、吉岡 和夫(東京大学大学院新領域創成科学研究科)

[PCG21-P01] 編隊飛行による地球電磁気圏・熱圏探査衛星計画「FACTORS」搭載可視・紫外イメージャーによる微細オーロラと大気光観測

*坂野井 健[1]、平原 聖文[2]、津田 卓雄[3]、浅村 和史[4]、三好 由純[2]、渡邉 智彦[5]、西山 尚典[6]、大山 伸一郎[2,7]、斎藤 義文[4]、細川 敬祐[3]、小嶋 浩嗣[8]、北村 成寿[9]、小川 泰信[5]、山内 正敏[10]、松岡 彩子[4]、八木 直志[1]、吹澤 瑞貴[1]、石澤 元気[11] (1.東北大学大学院理学研究科惑星プラズマ・大気研究センター、2.名古屋大学宇宙地球環境研究所、3.電気通信大学情報理工学研究科、4.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所、5.名古屋大学大学院理学研究科、6. 国立極地研究所、7. フィンランドオウル大学、8.京都大学生存圏研究所、9.東京大学大学院理学研究科、10.スウェーデン宇宙物理学研究所、11.東北大学大学院理学研究科)

[PCG21-P02] 機械学習を用いたフラッシュオーロラの時空間解析

*源田 斗輝[1]、井上 拓海[1]、尾崎 光紀[1]、八木谷 聡[1]、今村 幸祐[1]、塩川 和夫[2]、三好 由純[2]、大山 伸一郎[2]、片岡 龍峰[3]、海老原 祐輔[4]、細川 敬祐[5] (1.金沢大学、2.名古屋大学、3.極地研究所、4.京都大学、5.電気通信大学)

[PCG21-P03] 信号処理によるPc1地磁気脈動地上観測のパルス性雑音除去

*駒瀬 文弥[1]、井上 智寛[1]、尾崎 光紀[1]、八木谷 聡[1]、塩川 和夫[2]、能勢 正仁[2]、長妻 努[3] (1.金沢大学、2.名古屋大学、3.情報通信研究機構)

[PCG21-P04] Application of magneto-impedance sensor to geomagnetic field measurements

*能勢 正仁[1]、野村 麗子[2]、浅村 和史[3]、青山 均[4]、河野 剛健[4]、松岡 彩子[3]、北村 健太郎[5]、小山 幸伸[6]、松本 晴久[7]、平原 聖文[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.国立天文台、3.宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所、4.愛知製鋼株式会社、5.徳山工業高等専門学校、6.大分工業高等専門学校、7.宇宙航空研究開発機構 研究開発部門)

[PCG21-P05] Observation of the Ionospheric Currents by the CubeSat at the Low and Middle Latitude

*北村 健太郎[1]、今井 一雅[2]、高田 拓[2]、篠原 学[3]、若林 誠[4]、高専 スペース連携 (1.徳山工業高等専門学校、2.高知工業高等専門学校、3.鹿児島工業高等専門学校、4.新居浜工業高等専門学校)

[PCG21-P06] Basic study on miniaturization of electric field instrument for plasma wave observations by ASIC technology

*徳永 祐也[1]、尾崎 光紀[1]、石坂 圭吾[2]、小嶋 浩嗣[3]、八木谷 聡[1]、頭師 孝拓[3] (1.金沢大学、2.富山県立大学、3.京都大学)

[PCG21-P07] 超小型探査機に搭載する極端紫外撮像装置に用いる電気回路部の放射線耐性の評価

*勝瀬 陸[1]、吉岡 和夫[1]、桑原 正輝[2]、疋田 伶奈[1]、荒尾 昇吾[1]、吉川 一朗[1] (1.東京大学、2.宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所)

[PCG21-P08] A method to quantitatively evaluate Non-evaporable-getter pump for use in space science mission

*西村 晟八[1]、吉川 一朗[1]、吉岡 和夫[1]、荒尾 昇吾[1]、張 天旭[1] (1.東京大学)

[PCG21-P09] ３次元電位分布計算による「みお」搭載MIAのトップハット分析器特性の非対称性の解釈

*三宅 亙[1]、斎藤 義文[2]、横田 勝一郎[3] (1.東海大学工学部、2.宇宙科学研究所、3.大阪大学)

[PCG21-P10] 小型衛星用衝撃試験機の建造及びMCPの機械耐性評価

*福場 惇哉[1] (1.東京大学大学院)

[PCG21-P11] Innovative design of double-shell type energy analyzer for simultaneous electron and ion measurements in space

*武井 智美[1]、平原 聖文[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所)

[PCG21-P12] Microsatellite Development and Education of Space Science and Technology at Kanazawa University

*井町 智彦[1]、八木谷 聡[1]、米徳 大輔[1]、笠原 禎也[1]、澤野 達哉[1]、有元 誠[1]、後藤 由貴[1]、尾崎 光紀[1]、藤本 龍一[1] (1.金沢大学)

[PCG21-P13] Attitude Control System for Kanazawa-SAT3 Microsatellite

中嶋 拓也[1]、安田 有希[1]、瀬川 浩史[1]、*井町 智彦[1]、八木谷 聡[1]、笠原 禎也[1]、米徳 大輔[1]、澤野 達哉[1]、有元 誠[1] (1.金沢大学)

[PCG21-P14] Communications System and Antennas for Kanazawa-SAT3 Microsatellite

源 輝也[1]、稲 航洋[1]、河越 幸平[1]、*井町 智彦[1]、八木谷 聡[1]、後藤 由貴[1]、米徳 大輔[1]、笠原 禎也[1]、澤野 達哉[1]、有元 誠[1] (1.金沢大学)

[PCG21-P15] 6Uクラス超小型深宇宙探査機EQUULEUSに搭載する多層断熱材一体型ダスト計測器CLOTHの開発

*平井 隆之[1]、矢野 創[2]、實川 律子[3]、石岡 英悟[3]、中野 晴貴[3]、新井 和吉[3]、長谷川 直[2] (1.千葉工業大学・惑星探査研究センター、2.宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所、3.法政大学・理工学部)

[PCG21-P16] DESTINY^{+}搭載小惑星追尾機構の開発：概念設計およびBBMを用いた性能試験

*洪 鵬[1]、石橋 高[1]、佐藤 峻介[2]、竹村 和俊[3]、藤原 航太郎[4]、町井 佳菜子[5]、豊田 裕之[2]、西山 和孝[2]、大槻 真嗣[2]、奥平 修[1]、高島 健[2] (1.千葉工業大学惑星探査研究センター、2.宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所、3.早稲田大学 基幹理工学研究科 機械科学専攻、4.北海道大学 工学院 機械宇宙工学専攻、5.電気通信大学 情報理工学部 知能機械工学科)

[PCG21-P17] 火星衛星探査計画における望遠カメラ(TENGOO)性能評価装置の開発

*加藤 博基[1]、亀田 真吾[1]、塩谷 圭吾[2]、長田 直也[1] (1.立教大学、2.宇宙航空研究開発機構)

[PCG21-P18] ソーラー電力セイルOKEANOSのクルージングフェーズにおける観測計画

*岩田 隆浩[1]、松浦 周二[2]、津村 耕司[3]、矢野 創[1]、平井 隆之[4]、松岡 彩子[1]、米徳 大輔[5]、三原 建弘[6]、岡田 達明[1]、森 治[1]、中条 俊大[1] (1.宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所、2.関西学院大学、3.東北大学、4.千葉工業大学、5.金沢大学、6.理化学研究所)

[J] 口頭発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-CG 宇宙惑星科学複合領域・一般

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

[P-CG23] 宇宙における物質の形成と進化

コンビーナ:三浦 均(名古屋市立大学大学院システム自然科学研究科)、野村 英子(東京工業大学理学院地球惑星科学系)、大坪 貴文(宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所)、瀧川 晶(京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻)、座長:田崎 亮、高橋 葵

9:00 ~ 9:15

[PCG23-01] 宇宙塵の起源：銀河スケールからの考察

★招待講演

*井上 昭雄[1,2] (1.大阪産業大学、2.早稲田大学)

9:15 ~ 9:30

[PCG23-02] SPICA and future infrared observations of cosmic matters

★Invited Papers

*山村 一誠[1] (1.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所)

9:30 ~ 9:45

[PCG23-03] Engineering first light of a new mid-infrared instrument MIMIZUKU

*上塚 貴史[1]、宮田 隆志[1]、酒向 重行[1]、大澤 亮[1]、内山 允史[1]、森 智宏[1]、吉田 泰[1] (1.東京大学大学院理学系研究科附属天文学教育研究センター)

9:45 ~ 10:00

[PCG23-04] 急冷窒素含有炭素質物質の性質と宇宙曝露実験

*遠藤 いずみ[1]、左近 樹[1]、尾中 敬[1]、癸生川 陽子[2]、小林 憲正[2]、三田 肇[4]、矢野 創[3] (1.東京大学、2.横浜国立大学、3.宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所、4.福岡工業大学)

10:00 ~ 10:15

[PCG23-05] Shape dependence of dust absorption opacity in the Rayleigh domain

*田崎 亮[1]、田中 秀和[1] (1.東北大学理学研究科)

10:15 ~ 10:30

[PCG23-06] 星・惑星形成領域におけるダスト表面上での水素分子のオルソ・パラ変換

*古家 健次[1]、Sameera W. M. C.[2]、羽馬 哲也[2]、渡部 直樹[2]、相川 祐理[3] (1.筑波大学　計算科学研究センター、2.北海道大学　低温科学研究所、3.東京大学)

[J] 口頭発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-CG 宇宙惑星科学複合領域・一般

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

[P-CG23] 宇宙における物質の形成と進化

コンビーナ:三浦 均(名古屋市立大学大学院システム自然科学研究科)、野村 英子(東京工業大学理学院地球惑星科学系)、大坪 貴文(宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所)、瀧川 晶(京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻)、座長:古家 健次、日比谷 由紀

10:45 ~ 11:00

[PCG23-07] 非晶質ケイ酸塩と水蒸気との酸素同位体交換速度論から制約される始原的ケイ酸塩ダストの原始惑星系円盤での熱的プロセス

★招待講演

*山本 大貴[1]、橘 省吾[2]、川崎 教行[1]、黒田 みなみ[1]、坂本 直哉[3]、圦本 尚義[1,4] (1.北海道大学 大学院理学院 自然史科学専攻 地球惑星システム科学講座、2.東京大学 大学院理学系研究科 宇宙惑星科学機構、3.北海道大学 創成研究機構、4.宇宙航空研究開発機構)

11:00 ~ 11:15

[PCG23-08] Birth-place of comet 17P/Holmes from its mass fractions of minerals

★Invited Papers

*新中 善晴[1]、大坪 貴文[2]、河北 秀世[1]、山口 充[1]、本田 充彦[3]、渡部 潤一[4] (1.京都産業大学、2.宇宙航空研究開発機構/宇宙科学研究所、3.久留米大学、4.国立天文台)

11:15 ~ 11:30

[PCG23-09] 「あかり」中間赤外線分光観測による異なる母天体起源の惑星間塵の性質比較

*高橋 葵[1]、大坪 貴文[2]、松原 英雄[2]、臼井 文彦[3]、左近 樹[4]、茅原 弘毅[5] (1.総合研究大学院大学、2.JAXA宇宙科学研究所、3.神戸大学、4.東京大学、5.大阪産業大学)

11:30 ~ 11:45

[PCG23-10] アモルファスMg_2SiO_4微粒子を覆った氷の光化学反応によるフォルステライト結晶の生成

*香内 晃[1]、木村 勇気[1]、大場 康弘[1]、羽馬 哲也[1]、渡部 直樹[1]、橘 省吾[2]、土山 明[3]、延寿 里美[3]、大坪 貴文[4] (1.北海道大学低温科学研究所、2.東京大学理学系研究科、3.京都大学理学研究科、4.宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所)

11:45 ~ 12:00

[PCG23-11] 誘導熱プラズマ装置を用いたFe-Mg-Si-O-S系での凝縮実験：GEMS形成環境の解明に向けて

*延寿 里美[1]、河野 颯[1]、小牧 久[2]、土山 明[1] (1.京都大学理学研究科地球惑星科学専攻、2.日本電子株式会社)

12:00 ~ 12:15

[PCG23-12] 外側太陽系におけるニオブ-92の初生存在度

*日比谷 由紀[1,2]、飯塚 毅[2]、榎本 葉月[2] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.東京大学大学院理学系研究科)

[J] ポスター発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-CG 宇宙惑星科学複合領域・一般

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

[P-CG23] 宇宙における物質の形成と進化

コンビーナ:三浦 均(名古屋市立大学大学院システム自然科学研究科)、野村 英子(東京工業大学理学院地球惑星科学系)、大坪 貴文(宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所)、瀧川 晶(京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻)

[PCG23-P01] 純炭素グラフェン分子による惑星状星雲の赤外スペクトル解析

*太田 憲雄[1] (1.筑波大学・数理物質科学研究科)

[PCG23-P02] Theory of Self-induced Desorption of Molecules from Cold Dust Surface

山本 哲生[1]、*三浦 均[2]、Osama Shalabiea[3] (1.北海道大学、2.名古屋市立大学大学院システム自然科学研究科、3.カイロ大学)

[PCG23-P03] GEMS粒子の合成を目指したMg-Fe-Si-S-Al-Ca-Ni-O系での凝縮実験

*井村 悠登[1]、延寿 里美[1]、河野 颯[1]、土山 明[1] (1.京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻)

[PCG23-P04] 星間分子候補チオフェノキシラジカルの新しい吸収バンドの実験室検出

佐藤 遥香[1]、根岸 茉由[1]、*荒木 光典[1]、小山 貴裕[1]、築山 光一[1] (1.東京理科大学理学部第一部化学科)

[PCG23-P05] フォルステライトガラス−アモルファス氷界面の構造とダイナミクス

*久保 文音[1]、西澤 隼哉[1]、深澤 倫子[1] (1.明治大学大学院理工学研究科応用化学専攻)

[PCG23-P06] 紫外波長域スペクトルを用いた天体表面の有機物同定における宇宙風化の影響

*荒尾 昇吾[1]、吉川 一朗[2]、吉岡 和夫[2]、左近 樹[1]、疋田 伶奈[1]、遠藤 いずみ[1]、勝瀬 陸[2] (1.東京大学大学院理学系研究科、2.東京大学大学院新領域創成科学研究科)

[PCG23-P07] 銀河中心Sagiturius B2(N)エンベロープにおけるCH_3CNの検出

*荒木 光典[1]、高野 秀路[2]、小山 貴裕[1]、久世 信彦[3]、亀谷 和久[4]、築山 光一[1] (1.東京理科大学、2.日本大学、3.上智大学、4.国立天文台)

[J] ポスター発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-CG 宇宙惑星科学複合領域・一般

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

[P-CG23] 宇宙における物質の形成と進化

コンビーナ:三浦 均(名古屋市立大学大学院システム自然科学研究科)、野村 英子(東京工業大学理学院地球惑星科学系)、大坪 貴文(宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所)、瀧川 晶(京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻)

[PCG23-P01] 純炭素グラフェン分子による惑星状星雲の赤外スペクトル解析

*太田 憲雄[1] (1.筑波大学・数理物質科学研究科)

[PCG23-P02] Theory of Self-induced Desorption of Molecules from Cold Dust Surface

山本 哲生[1]、*三浦 均[2]、Osama Shalabiea[3] (1.北海道大学、2.名古屋市立大学大学院システム自然科学研究科、3.カイロ大学)

[PCG23-P03] GEMS粒子の合成を目指したMg-Fe-Si-S-Al-Ca-Ni-O系での凝縮実験

*井村 悠登[1]、延寿 里美[1]、河野 颯[1]、土山 明[1] (1.京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻)

[PCG23-P04] 星間分子候補チオフェノキシラジカルの新しい吸収バンドの実験室検出

佐藤 遥香[1]、根岸 茉由[1]、*荒木 光典[1]、小山 貴裕[1]、築山 光一[1] (1.東京理科大学理学部第一部化学科)

[PCG23-P05] フォルステライトガラス−アモルファス氷界面の構造とダイナミクス

*久保 文音[1]、西澤 隼哉[1]、深澤 倫子[1] (1.明治大学大学院理工学研究科応用化学専攻)

[PCG23-P06] 紫外波長域スペクトルを用いた天体表面の有機物同定における宇宙風化の影響

*荒尾 昇吾[1]、吉川 一朗[2]、吉岡 和夫[2]、左近 樹[1]、疋田 伶奈[1]、遠藤 いずみ[1]、勝瀬 陸[2] (1.東京大学大学院理学系研究科、2.東京大学大学院新領域創成科学研究科)

[PCG23-P07] 銀河中心Sagiturius B2(N)エンベロープにおけるCH_3CNの検出

*荒木 光典[1]、高野 秀路[2]、小山 貴裕[1]、久世 信彦[3]、亀谷 和久[4]、築山 光一[1] (1.東京理科大学、2.日本大学、3.上智大学、4.国立天文台)

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

10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_3

[A-AS06] ミクロスケール気象の稠密観測・数値モデリングの新展開

コンビーナ:伊藤 純至(東京大学大気海洋研究所)、荒木 健太郎(気象研究所)、古本 淳一(京都大学生存圏研究所)、東 邦昭(京都大学生存圏研究所・メトロウェザー株式会社)

[AAS06-P01] **Assimilation of Wind Profiling Radar Data in GRAPES-MESO Model System**

*Dan Wang[1]、Zhen Ruan[2] (1.Numerical Weather Prediction Center, China Meteorological Administration、2.Chinese Academy of Meteorological Sciences)

[AAS06-P02] Exploring aerosol-cloud interaction using satellite retrievals

*Xiaoyan Ma[1]、hailing Jia[1]、Johannes Quaas[2] (1.Nanjing University of Information Science and Technology、2.Universität Leipzig)

[AAS06-P03] Analysis of an EF4 supercell thunderstorm mesoscale structure

*HaiGuang Zhou[1] (1.Chinese Academy of Meteorological Sciences)

[AAS06-P04] A Case Study of Seeding Condition Potential Forecast Using Cloud Resolving Model

*Yueqin SHI[1] (1.Chinese Academy of Meteorological Sciences)

[AAS06-P05] ミクロスケール気象観測のためのドローン艦隊の経路計画と通信

*矢口 勇一[1]、中野 修三[3]、佐々木 陽[6]、板羽 昌之[4]、五百部 達也[5]、山岸 和彦[2] (1.会津大学、2.株式会社eロボティクス福島、3.株式会社東日本計算センター、4.株式会社日本環境調査研究所、5.五百部商事有限会社、6.有限会社ジークルー)

[AAS06-P06] 低コスト吹雪観測装置の複数台連携による風速測定

*小林 ゆい[1,2]、渡辺 恭也[1,3]、成瀬 延康[1,4]、高橋 幸弘[1,5] (1.北海道大学グローバルサイエンスキャンパス、2.東北大学理学部、3.北海道大学工学部、4.滋賀医科大学医学部、5.北海道大学大学院理学研究院)

[AAS06-P07] 冬季晴天弱風夜間の東京における気温および風の周期的変動の地域性

*中島 虹[1,2]、高橋 日出男[2]、常松 展充[1] (1.公益社団法人東京都環境科学研究所、2.首都大学東京)

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

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

[A-AS06] ミクロスケール気象の稠密観測・数値モデリングの新展開

コンビーナ:伊藤 純至(東京大学大気海洋研究所)、荒木 健太郎(気象研究所)、古本 淳一(京都大学生存圏研究所)、東 邦昭(京都大学生存圏研究所・メトロウェザー株式会社)

[AAS06-P01] **Assimilation of Wind Profiling Radar Data in GRAPES-MESO Model System**

*Dan Wang[1]、Zhen Ruan[2] (1.Numerical Weather Prediction Center, China Meteorological Administration、2.Chinese Academy of Meteorological Sciences)

[AAS06-P02] Exploring aerosol-cloud interaction using satellite retrievals

*Xiaoyan Ma[1]、hailing Jia[1]、Johannes Quaas[2] (1.Nanjing University of Information Science and Technology、2.Universität Leipzig)

[AAS06-P03] Analysis of an EF4 supercell thunderstorm mesoscale structure

*HaiGuang Zhou[1] (1.Chinese Academy of Meteorological Sciences)

[AAS06-P04] A Case Study of Seeding Condition Potential Forecast Using Cloud Resolving Model

*Yueqin SHI[1] (1.Chinese Academy of Meteorological Sciences)

[AAS06-P05] ミクロスケール気象観測のためのドローン艦隊の経路計画と通信

*矢口 勇一[1]、中野 修三[3]、佐々木 陽[6]、板羽 昌之[4]、五百部 達也[5]、山岸 和彦[2] (1.会津大学、2.株式会社eロボティクス福島、3.株式会社東日本計算センター、4.株式会社日本環境調査研究所、5.五百部商事有限会社、6.有限会社ジークルー)

[AAS06-P06] 低コスト吹雪観測装置の複数台連携による風速測定

*小林 ゆい[1,2]、渡辺 恭也[1,3]、成瀬 延康[1,4]、高橋 幸弘[1,5] (1.北海道大学グローバルサイエンスキャンパス、2.東北大学理学部、3.北海道大学工学部、4.滋賀医科大学医学部、5.北海道大学大学院理学研究院)

[AAS06-P07] 冬季晴天弱風夜間の東京における気温および風の周期的変動の地域性

*中島 虹[1,2]、高橋 日出男[2]、常松 展充[1] (1.公益社団法人東京都環境科学研究所、2.首都大学東京)

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

13:45 ~ 15:15 | 301A 3F

[A-AS06] ミクロスケール気象の稠密観測・数値モデリングの新展開

コンビーナ:伊藤 純至(東京大学大気海洋研究所)、荒木 健太郎(気象研究所)、古本 淳一(京都大学生存圏研究所)、東 邦昭(京都大学生存圏研究所・メトロウェザー株式会社)、座長:伊藤 純至(東京大学)、荒木 健太郎(気象研究所)

13:45 ~ 14:00

[AAS06-01] 地上付近の直接詳細観測ための多点型地上観測システム

★招待講演

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

14:00 ~ 14:15

[AAS06-02] ドローン艦隊によるメソスケール定点気象観測アーキテクチャ

*矢口 勇一[1]、板羽 昌之[4]、中野 修三[3]、山岸 和彦[2]、五百部 達也[5] (1.会津大学、2.株式会社eロボティクス福島、3.株式会社東日本計算センター、4.株式会社日本環境調査研究所、5.五百部商事有限会社)

14:15 ~ 14:30

[AAS06-03] 地表光ファイバーケーブルとDASテクノロジーを使った稠密気象イベント観測の可能性

*木村 恒久[1] (1.シュルンベルジェ)

14:30 ~ 14:45

[AAS06-04] Case study of environmental conditions and cloud microphysical properties of winter convective clouds developed in the Kanto plain

*荒木 健太郎[1]、佐藤 晋介[2]、田尻 拓也[1] (1.気象研究所、2.情報通信研究機構)

14:45 ~ 15:00

[AAS06-05] 都市キャノピースキームSPUCを用いた数値シミュレーションによる首都圏の大気境界層構造の解析

*清野 直子[1] (1.気象研究所)

15:00 ~ 15:15

[AAS06-06] 瞬時的な風速に適用可能な接地境界層モデルの深層学習による構築

*伊藤 純至[1,2]、毛利 英明[2] (1.東京大学大気海洋研究所、2.気象研究所)

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

9:00 ~ 10:30 | 303 3F

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

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

9:10 ~ 9:30

[AOS09-01] **Model Spectra for Turbulence Below and Above the Ozmidov Wavenumber**

★Invited Papers

*Eric L Kunze[1] (1.NorthWest Research Associates Redmond)

9:30 ~ 9:45

[AOS09-02] **A new parameterization of turbulent mixing caused by tidal flow over abyssal rough bathymetry**

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

9:45 ~ 10:00

[AOS09-03] CTD取り付け型微細構造観測手法の開発と北太平洋海盆規模乱流分布

*安田 一郎[1]、後藤 恭敬[2]、長澤 真樹[1]、李 根淙[1]、中野 俊也[2]、纐纈 慎也[3] (1.東京大学大気海洋研究所、2.気象庁、3.海洋研究開発機構)

10:00 ~ 10:15

[AOS09-04] The deep Pacific meridional overturning circulation simulated by a low-resolution ocean model

★Invited Papers

*川崎 高雄[1]、羽角 博康[1] (1.東京大学 大気海洋研究所)

10:15 ~ 10:30

[AOS09-05] The Role of Mixing and Geothermal Heating in Altering AABW and NADW Pathways

★Invited Papers

*Qianjiang Xing[1]、Stephanie Downes[1]、Kate Snow[2] (1.IMAS, Univ of Tasmania, AU、2.School of GeoSciences, Univ of Edinburgh, UK)

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

10:45 ~ 12:15 | 303 3F

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

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

10:45 ~ 11:00

[AOS09-06] **Longterm changes in heat content, salinity and stratification over the Pacific Arctic and Subarctic continental shelves**

★Invited Papers

*Seth L Danielson[1] (1.University of Alaska Fairbanks)

11:00 ~ 11:15

[AOS09-07] **Important roles of marginal seas and intermediate water for micro- and macro-nutrients circulation in the North Pacific**

*西岡 純[1]、小畑 元[2]、小川 浩史[2]、安田 一郎[2] (1.北海道大学低温科学研究所、2.東京大学大気海洋研究所)

11:15 ~ 11:30

[AOS09-08] 北太平洋中層に存在する溶存鉄の化学形に関する考察

*山下 洋平[1]、西岡 純[2]、小畑 元[3]、小川 浩史[3] (1.北海道大学 大学院地球環境科学研究院、2.北海道大学 低温科学研究所、3.東京大学 大気海洋研究所)

11:30 ~ 11:45

[AOS09-09] Change in lower trophic level ecosystem and its complex mechanism in the North Pacific

★Invited Papers

原田 尚美[1]、藤木 徹一[1]、*相田 真希[1]、本多 牧生[1]、喜多村 稔[1]、塩崎 拓平[1]、三野 義尚[3]、桑田 晃[2]、田所 和明[2]、関 宰[4]、近本 めぐみ[5] (1.国立研究開発法人 海洋研究開発機構 地球環境観測研究開発センター、2.国立研究開発法人 水産研究・教育機構　東北区水産研究所、3.名古屋大学 宇宙地球環境研究所 、4.北海道大学 低温科学研究所、5.ハワイ大学)

11:45 ~ 12:00

[AOS09-10] Numerical simulation of iron cycle in the North Pacific

*三角 和弘[1]、西岡 純[2]、小畑 元[3]、津旨 大輔[1]、坪野 考樹[1]、Matthew Long[4]、Keith Lindsay[4]、J. Keith Moore[5] (1.電力中央研究所 環境科学研究所、2.北海道大学 低温科学研究所、3.東京大学 大気海洋研究所、4.米国大気研究センター、5.カリフォルニア大学アーバイン校)

12:00 ~ 12:15

[AOS09-11] Influence of tide on the growth and migration of walleye pollock (*Gadus chalcogrammus*) in the Oyashio region

*伊藤 進一[1]、王 子健[1]、西川 はつみ[3]、三寺 史夫[3]、石野 光弘[2] (1.東京大学大気海洋研究所、2.水産研究・教育機構、3.北海道大学)

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

13:45 ~ 15:15 | 303 3F

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

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

13:45 ~ 14:00

[AOS09-12] What can horizontal stirring tell us about vertical mixing?

★Invited Papers

*Sylvia T Cole[1] (1.Woods Hole Oceanographic Institution)

14:00 ~ 14:15

[AOS09-13] Acoustic remote sensing of ocean mixing

★Invited Papers

*Tetjana Ross[1]、Andone Lavery[2]、Doris Leong[3]、Rolf Lueck[4] (1.Institute Of Ocean Sciences, Fisheries and Oceans Canada、2.Woods Hole Oceanographic Institution、3.British Columbia Ministry of Forests, Lands, Natural Resource Operations and Rural Development、4.Rockland Scientific International)

14:15 ~ 14:30

[AOS09-14] Assessment of the effectiveness of the global ocean state estimation using tide-induced mixing parameterizations

*長船 哲史[1]、増田 周平[1]、杉浦 望実[1]、土居 知将[1]、邉見 忠[1] (1.国立研究開発法人 海洋研究開発機構)

14:30 ~ 14:45

[AOS09-15] **Energetics of Eddy-Mean Flow Interactions in Western Boundary Currents: The Kuroshio and the Gulf Stream**

★Invited Papers

*Enrique N Curchitser[1]、Dujuan Kang[1]、Xiaomei Yan[2] (1.Rutgers University New Brunswick、2.Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences)

14:45 ~ 15:00

[AOS09-16] Mixing Processes in the Kuroshio region and their influence on the low-trophic ecosystem

★Invited Papers

*郭 新宇[1]、松野 健[2]、千手 智晴[2]、市川 香[2]、遠藤 貴洋[2]、堤 英輔[2]、仁科 文子[3]、中村 啓彦[3]、張 勁[4]、長谷川 大介[5]、吉江 直樹[1]、小針 統[3] (1.愛媛大学沿岸環境科学研究センター、2.九州大学応用力学研究所、3.鹿児島大学水産学部、4.富山大学理工学研究部、5.東北区水産研究所)

15:00 ~ 15:15

[AOS09-17] 日向灘沖の陸棚斜面近傍を流れる黒潮において、水平30km、鉛直200m規模で観測された著しく強い乱流混合

*長井 健容[1]、Duran Silvana[2]、Otero Diego[2]、森 泰貴[1]、吉江 直樹[3]、大城 一輝[3]、長谷川 大介[4]、仁科 文子[5]、小針 統[5] (1.東京海洋大学 海洋環境科学部門、2.国立アグラリアラモリーナ大学水産学部、3.愛媛大学沿岸環境科学研究センター、4.東北区水産研究所・国立研究開発法人水産研究・教育機構、5.鹿児島大学　水産学部)

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

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

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

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

[AOS09-P01] 高速水温計データの補正について

*木村 詩乃[1]、後藤 恭敬[2]、李 根淙[1]、安田 一郎[1] (1.東京大学、2.気象庁)

[AOS09-P02] 乱流計搭載深海フロートを用いた乱流混合の観測

*翟 燦[1]、安田 一郎[1]、菊地 将彰[1]、後藤 恭敬[1]、李 根淙[1]、田中 雄大[2]、山木 謙[3]、今村 豊[4] (1.東京大学大気海洋研究所、2.国立研究開発法人　水産研究・教育機構、3.鶴見精機、4.青森県産業技術センター水産総合研究所)

[AOS09-P03] Evaluation of the underwater glider flight model using the electromagnetic current sensor

*田中 雄大[1]、長谷川 大介[1]、奥西 武[1]、安田 一郎[2] (1.国立研究開発法人　水産研究・教育機構　東北区水産研究所、2.東京大学大気海洋研究所)

[AOS09-P04] Mixing processes observed by a slocum glider at the Oyashio-TWC front

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

[AOS09-P05] 月の18.6年周期振動がエルニーニョ南方振動ENSOに与える影響

*安田 一郎[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

[AOS09-P06] 潮汐18.6年周期振動が太平洋十年規模振動(PDO)に及ぼす影響

*濵本 真沙希[1]、安田 一郎[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

[AOS09-P07] A comparison of ocean deoxygenation between CMIP5 models and an observational dataset

*阿部 佑美[1]、見延 庄士郎[1,5]、Takamitsu Ito[2]、Curtis Deutsch[3]、Matthew Long[4] (1.北海道大学　理学院、2.ジョージア工科大学、3.ワシントン大学、4.アメリカ大気研究センター、5.北海道大学　理学部)

[AOS09-P08] Pacific Ocean State Estimation and Clarification of Mechanism of Ocean Circulation by Data Synthesis of Global Observations

*増田 周平[1] (1.国立研究開発法人　海洋研究開発機構)

[AOS09-P09] Impact of Tidal Vertical Mixing to Barotropic Water Exchange between the Sea of Okhotsk and Pacific through Diffusive Adjustment with Turbulent Closure Scheme

*Hung Wei Chou[1]、Humio Mitsudera[1]、Hatsumi Nishikawa[1]、Kaihe Yamazaki[2] (1.Hokkaido University, Institute of Low Temperature Science、2.Hokkaido University, Graduate School of Environmental Science)

[AOS09-P10] Distributions of organic Fe-binding ligands in the eastern and western subarctic North Pacific

*近藤 能子[1,2]、砂原 雄大[2]、西岡 純[3]、小畑 元[4]、武田 重信[1,2] (1.長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科、2.長崎大学水産学部、3.北海道大学低温科学研究所、4.東京大学大気海洋研究所)

[AOS09-P11] Chemical and physical speciation of copper in the subarctic North Pacific

*黄 国宏[1]、小畑 元[1]、金 泰辰[2]、近藤 能子[3]、西岡 純[4] (1.東京大学大気海洋研究所、2.韓国ソウル国立大学、3.長崎大学、4.北海道大学低温科学研究科)

[AOS09-P12] Latitudinal and temporal variations in phytoplankton size structure within mesoscale eddies from space

*和賀 久朋[1]、平譯 享[1]、上野 洋路[1] (1.北海道大学)

[AOS09-P13] 黒潮栄養塩ストリームの構造とインパクト

*小松 幸生[1,2]、廣江 豊[3] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科、2.東京大学大気海洋研究所、3.水産研究・教育機構西海区水産研究所)

[AOS09-P14] Enhanced nutrient supply and biogeochemical impacts induced by internal waves in the oligotrophic northern South China Sea

*Chin-chang Hung[1]、Dewang Li[2]、Wen-Chen Chou[3]、Yung-Yen Shih[1,4]、Guan-Yu Chen[1] (1.Department of Oceanography, National Sun Yat Sen University, Kaohsiung, Taiwan、2.Second Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Hangzhou, PRC、3.Institute of Marine Environmental Chemistry and Ecology, National Taiwan Ocean University, Taiwan、4.Department of Applied Science, R.O.C Naval Academy, Kaohsiung, Taiwan)

[AOS09-P15] Mixing over the eastern ridge in the Luzon Strait caused by high-mode internal waves

*酒井 秋絵[1]、千手 智晴[2]、堤 英輔[2]、松野 健[2]、遠藤 貴洋[2]、安田 一郎[3]、柳本 大吾[3] (1.九州大学大学院総合理工学府大気海洋環境システム学専攻、2.応用力学研究所、3.東京大学大気海洋研究所)

[AOS09-P16] **From the Luzon Strait to the Tsushima Strait: Water masses and nutrient transports approached using ^{137}Cs**

*Siteng Zhu[1]、JING ZHANG[1]、Shota Kambayashi[2]、Takeshi Matsuno[3]、Eisuke Tsutsumi[3]、Shigenobu Takeda[4]、Seiya Nagao[5]、Hiroshi Inoue[5]、Hiroshi Ogawa[6]、Ichiro Yasuda[6] (1.University of Toyama、2.Fukushima university、3.Kyushu university、4.Nagasaki university、5.Kanazawa university、6.The University of Tokyo)

[AOS09-P17] 西部北太平洋亜熱帯観測点KEOにおける時系列観測で明らかとなった貧栄養海域の生物地球化学への低気圧性渦と台風の影響

*本多 牧生[1]、笹井 義一[1]、Siswanto Eko[1]、吉田 聡[2]、相木 秀則[3]、クローニン メグハン[4] (1.海洋研究開発機構、2.京都大学防災研究所、3.名古屋大学、4.米国海洋大気庁太平洋海洋環境研究所)

[AOS09-P18] 本州南方海域のプランクトン群集に対する伊豆海嶺域の島陰効果

*日高 清隆[1]、田所 和明[1]、宮本 洋臣[1]、市川 忠史[1] (1.水産研究・教育機構)

[AOS09-P19] Influence of enhanced deep circulation due to geothermal heat on biogeochemical cycle in the Pacific Ocean

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

[AOS09-P20] 安定・不安定成層した表層海洋中での圧力－歪み相関のパラメタリゼーション

*牛島 悠介[1]、吉川 裕[1] (1.京都大学大学院理学研究科)

[AOS09-P21] 台風に対する海洋の応答の非対称性についての数値実験

*大倉 大樹[1]、吉川 裕[1] (1.京都大学大学院理学研究科)

[AOS09-P22] Influence of the distortion of the internal wave field on estimates of turbulent mixing using fine-scale parameterizations

*高橋 杏[1]、日比谷 紀之[1]、Alberto Naveira Garabato[2] (1.東京大学大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻、2.National Oceanography Centre, University of Southampton)

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

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

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

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

[AOS09-P01] 高速水温計データの補正について

*木村 詩乃[1]、後藤 恭敬[2]、李 根淙[1]、安田 一郎[1] (1.東京大学、2.気象庁)

[AOS09-P02] 乱流計搭載深海フロートを用いた乱流混合の観測

*翟 燦[1]、安田 一郎[1]、菊地 将彰[1]、後藤 恭敬[1]、李 根淙[1]、田中 雄大[2]、山木 謙[3]、今村 豊[4] (1.東京大学大気海洋研究所、2.国立研究開発法人　水産研究・教育機構、3.鶴見精機、4.青森県産業技術センター水産総合研究所)

[AOS09-P03] Evaluation of the underwater glider flight model using the electromagnetic current sensor

*田中 雄大[1]、長谷川 大介[1]、奥西 武[1]、安田 一郎[2] (1.国立研究開発法人　水産研究・教育機構　東北区水産研究所、2.東京大学大気海洋研究所)

[AOS09-P04] Mixing processes observed by a slocum glider at the Oyashio-TWC front

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

[AOS09-P05] 月の18.6年周期振動がエルニーニョ南方振動ENSOに与える影響

*安田 一郎[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

[AOS09-P06] 潮汐18.6年周期振動が太平洋十年規模振動(PDO)に及ぼす影響

*濵本 真沙希[1]、安田 一郎[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

[AOS09-P07] A comparison of ocean deoxygenation between CMIP5 models and an observational dataset

*阿部 佑美[1]、見延 庄士郎[1,5]、Takamitsu Ito[2]、Curtis Deutsch[3]、Matthew Long[4] (1.北海道大学　理学院、2.ジョージア工科大学、3.ワシントン大学、4.アメリカ大気研究センター、5.北海道大学　理学部)

[AOS09-P08] Pacific Ocean State Estimation and Clarification of Mechanism of Ocean Circulation by Data Synthesis of Global Observations

*増田 周平[1] (1.国立研究開発法人　海洋研究開発機構)

[AOS09-P09] Impact of Tidal Vertical Mixing to Barotropic Water Exchange between the Sea of Okhotsk and Pacific through Diffusive Adjustment with Turbulent Closure Scheme

*Hung Wei Chou[1]、Humio Mitsudera[1]、Hatsumi Nishikawa[1]、Kaihe Yamazaki[2] (1.Hokkaido University, Institute of Low Temperature Science、2.Hokkaido University, Graduate School of Environmental Science)

[AOS09-P10] Distributions of organic Fe-binding ligands in the eastern and western subarctic North Pacific

*近藤 能子[1,2]、砂原 雄大[2]、西岡 純[3]、小畑 元[4]、武田 重信[1,2] (1.長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科、2.長崎大学水産学部、3.北海道大学低温科学研究所、4.東京大学大気海洋研究所)

[AOS09-P11] Chemical and physical speciation of copper in the subarctic North Pacific

*黄 国宏[1]、小畑 元[1]、金 泰辰[2]、近藤 能子[3]、西岡 純[4] (1.東京大学大気海洋研究所、2.韓国ソウル国立大学、3.長崎大学、4.北海道大学低温科学研究科)

[AOS09-P12] Latitudinal and temporal variations in phytoplankton size structure within mesoscale eddies from space

*和賀 久朋[1]、平譯 享[1]、上野 洋路[1] (1.北海道大学)

[AOS09-P13] 黒潮栄養塩ストリームの構造とインパクト

*小松 幸生[1,2]、廣江 豊[3] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科、2.東京大学大気海洋研究所、3.水産研究・教育機構西海区水産研究所)

[AOS09-P14] Enhanced nutrient supply and biogeochemical impacts induced by internal waves in the oligotrophic northern South China Sea

*Chin-chang Hung[1]、Dewang Li[2]、Wen-Chen Chou[3]、Yung-Yen Shih[1,4]、Guan-Yu Chen[1] (1.Department of Oceanography, National Sun Yat Sen University, Kaohsiung, Taiwan、2.Second Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Hangzhou, PRC、3.Institute of Marine Environmental Chemistry and Ecology, National Taiwan Ocean University, Taiwan、4.Department of Applied Science, R.O.C Naval Academy, Kaohsiung, Taiwan)

[AOS09-P15] Mixing over the eastern ridge in the Luzon Strait caused by high-mode internal waves

*酒井 秋絵[1]、千手 智晴[2]、堤 英輔[2]、松野 健[2]、遠藤 貴洋[2]、安田 一郎[3]、柳本 大吾[3] (1.九州大学大学院総合理工学府大気海洋環境システム学専攻、2.応用力学研究所、3.東京大学大気海洋研究所)

[AOS09-P16] **From the Luzon Strait to the Tsushima Strait: Water masses and nutrient transports approached using ^{137}Cs**

*Siteng Zhu[1]、JING ZHANG[1]、Shota Kambayashi[2]、Takeshi Matsuno[3]、Eisuke Tsutsumi[3]、Shigenobu Takeda[4]、Seiya Nagao[5]、Hiroshi Inoue[5]、Hiroshi Ogawa[6]、Ichiro Yasuda[6] (1.University of Toyama、2.Fukushima university、3.Kyushu university、4.Nagasaki university、5.Kanazawa university、6.The University of Tokyo)

[AOS09-P17] 西部北太平洋亜熱帯観測点KEOにおける時系列観測で明らかとなった貧栄養海域の生物地球化学への低気圧性渦と台風の影響

*本多 牧生[1]、笹井 義一[1]、Siswanto Eko[1]、吉田 聡[2]、相木 秀則[3]、クローニン メグハン[4] (1.海洋研究開発機構、2.京都大学防災研究所、3.名古屋大学、4.米国海洋大気庁太平洋海洋環境研究所)

[AOS09-P18] 本州南方海域のプランクトン群集に対する伊豆海嶺域の島陰効果

*日高 清隆[1]、田所 和明[1]、宮本 洋臣[1]、市川 忠史[1] (1.水産研究・教育機構)

[AOS09-P19] Influence of enhanced deep circulation due to geothermal heat on biogeochemical cycle in the Pacific Ocean

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

[AOS09-P20] 安定・不安定成層した表層海洋中での圧力－歪み相関のパラメタリゼーション

*牛島 悠介[1]、吉川 裕[1] (1.京都大学大学院理学研究科)

[AOS09-P21] 台風に対する海洋の応答の非対称性についての数値実験

*大倉 大樹[1]、吉川 裕[1] (1.京都大学大学院理学研究科)

[AOS09-P22] Influence of the distortion of the internal wave field on estimates of turbulent mixing using fine-scale parameterizations

*高橋 杏[1]、日比谷 紀之[1]、Alberto Naveira Garabato[2] (1.東京大学大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻、2.National Oceanography Centre, University of Southampton)

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

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

[A-OS21] インド洋域の物理・生物地球化学・生態系と相互連関

コンビーナ:升本 順夫(東京大学大学院理学系研究科)、齊藤 宏明(東京大学大気海洋研究所)、植木 巌(国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[AOS21-P01] **Freshening of Indonesian Upper Water and Salinification of Indonesian Intermediate Water in the Indian Ocean during the last decade**

*ISKANDAR MOCHAMAD RIZA[1]、Toshio Suga[1] (1.Graduate School of Sciences, Tohoku University)

[AOS21-P02] 白鳳丸 KH-18-6 航海で観測された2018年のニンガルーニーニャに伴う海洋物理構造の特徴

*升本 順夫[1]、植木 巌[2]、安藤 健太郎[2]、堀井 孝憲[2]、名倉 元樹[2]、松岸 修平[1]、木戸 晶一郎[1]、松田 拓朗[1] (1.東京大学大学院理学系研究科、2.海洋研究開発機構)

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

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

[A-OS21] インド洋域の物理・生物地球化学・生態系と相互連関

コンビーナ:升本 順夫(東京大学大学院理学系研究科)、齊藤 宏明(東京大学大気海洋研究所)、植木 巌(国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[AOS21-P01] **Freshening of Indonesian Upper Water and Salinification of Indonesian Intermediate Water in the Indian Ocean during the last decade**

*ISKANDAR MOCHAMAD RIZA[1]、Toshio Suga[1] (1.Graduate School of Sciences, Tohoku University)

[AOS21-P02] 白鳳丸 KH-18-6 航海で観測された2018年のニンガルーニーニャに伴う海洋物理構造の特徴

*升本 順夫[1]、植木 巌[2]、安藤 健太郎[2]、堀井 孝憲[2]、名倉 元樹[2]、松岸 修平[1]、木戸 晶一郎[1]、松田 拓朗[1] (1.東京大学大学院理学系研究科、2.海洋研究開発機構)

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

15:30 ~ 17:00 | 303 3F

[A-OS21] インド洋域の物理・生物地球化学・生態系と相互連関

コンビーナ:升本 順夫(東京大学大学院理学系研究科)、齊藤 宏明(東京大学大気海洋研究所)、植木 巌(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、座長:升本 順夫

15:30 ~ 15:45

[AOS21-01] Coastal upwelling events and barrier layer observed along the southwestern coast of Sumatra

*堀井 孝憲[1]、植木 巌[1]、安藤 健太郎[1] (1.海洋研究開発機構　地球環境観測研究開発センター)

15:45 ~ 16:00

[AOS21-02] Mechanisms of the sea surface temperature cooling in the Somalia-Oman upwelling region during the summer monsoon

*久住 空広[1]、木戸 晶一郎[1]、東塚 知己[1]、升本 順夫[1] (1.東京大学)

16:00 ~ 16:15

[AOS21-03] インド洋南東部の中規模渦の生成機構

*松田 拓朗[1]、升本 順夫[1] (1.東京大学大学院理学系研究科)

16:15 ~ 16:30

[AOS21-04] 東部インド洋における物理・生物地球化学・生態系の統合的研究に関する白鳳丸観測航海(KH-18-6)の概要

*升本 順夫[1]、齊藤 宏明[2] (1.東京大学大学院理学系研究科、2.東京大学大気海洋研究所)

16:30 ~ 16:45

[AOS21-05] 東部インド洋における蛍光性溶存有機物の分布と光分解性

*武田 重信[1] (1.長崎大学)

16:45 ~ 17:00

[AOS21-06] Observed subsurface Chlorophyll maximum in the tropical eastern Indian Ocean during KH18-6 Leg3 cruise

*植木 巌[1]、笹岡 晃征[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

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

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

[A-CG43] 気候変動への適応とその社会実装

コンビーナ:石川 洋一(海洋研究開発機構)、渡辺 真吾(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、大楽 浩司(防災科学技術研究所)、座長:大楽 浩司(防災科学技術研究所)、石川 洋一(海洋研究開発機構)

9:00 ~ 9:15

[ACG43-01] **チャオプラヤ川上流域において温暖化と植林が流出と蒸発散に及ぼす影響**

*高田 久美子[1]、花崎 直太[1] (1.国立環境研究所)

9:15 ~ 9:30

[ACG43-02] 高解像RCM実験の情報を用いたハイブリッドダウンスケーリングと降雨流出氾濫モデルによる河川水位・氾濫リスク評価

*若月 泰孝[1,2]、阿部 紫織[4]、中村 要介[3,4] (1.国立大学法人茨城大学、2.海洋研究開発機構、3.土木研究所、4.三井共同建設コンサルタント)

9:30 ~ 9:45

[ACG43-03] 企業の適応策検討支援を目的とした世界水リスク評価ツールの開発：近似ベイズ計算による全球水資源モデルのパラメータ同定

*花崎 直太[1] (1.国立環境研究所)

9:45 ~ 10:00

[ACG43-04] 日本周辺のSI-CAT海洋プロダクトの検証

*山中 吾郎[1]、中野 英之[1]、坂本 圭[1]、豊田 隆寛[1]、浦川 昇吾[1]、辻野 博之[1]、西川 史朗[2]、若松 剛[2,3,4]、石川 洋一[2] (1.気象庁気象研究所、2.海洋研究開発機構、3.ナンセン環境リモートセンシングセンター、4.ビヤークネス気候研究センター)

10:00 ~ 10:15

[ACG43-05] Downscaling and Reanalysis of Coastal Current System on the Ibaraki Coast with Included Freshwater Impact

*Josko Troselj[1]、Yuki Imai[2]、Junichi Ninomiya[3]、Nobuhito Mori[1] (1.Coastal Engineering Laboratory, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University、2.Graduate School of Engineering, Kyoto University、3.Kanazawa University)

10:15 ~ 10:30

[ACG43-06] 近未来の温暖化環境下における黒潮域のマイワシ資源量予測

*西川 悠[1]、西川 史朗[1]、若松 剛[2,3]、石川 洋一[1] (1.国立研究開発法人　海洋研究開発機構、2.Nansen Environmental and Remote Sensing Center、3.Bjerknes Center for Climate Research)

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

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

[A-CG43] 気候変動への適応とその社会実装

コンビーナ:石川 洋一(海洋研究開発機構)、渡辺 真吾(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、大楽 浩司(防災科学技術研究所)

[ACG43-P01] Impact of urbanization on the surface air temperature across Bulgaria

*Lidia Lazarova Vitanova[1]、Hiroyuki Kusaka[2] (1.Graduate School of Life and Environmental Sciences, the University of Tsukuba、2.Center for Computational Sciences, the University of Tsukuba)

[ACG43-P02] 地球温暖化に伴う北太平洋の乱気流発生頻度の変化ー大規模アンサンブル気候予測データベースd2PDF解析

*渡辺 真吾[1]、藤田 実季子[1]、川添 祥[1]、杉本 志織[1]、岡田 靖子[1]、水田 亮[2]、石井 正好[2] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.気象庁気象研究所)

[ACG43-P03] 気候変動に伴う全国の砂浜消失将来予測とそ不確実性評価

*有働 恵子[1]、武田 百合子[1] (1.東北大学災害科学国際研究所)

[ACG43-P04] 相対湿度および風速の将来予測データを利用した我が国の将来の森林火災発生頻度の推定

*横尾 善之[1]、岩崎 連[1] (1.福島大学)

[ACG43-P05] 沿岸保全と海象予測情報の活用

*武若 聡[1] (1.筑波大学大学院システム情報工学研究科)

[ACG43-P06] **Present and Future Potential Distribution of Hill Glory Bower (*Clerodendrum infortunatum* Linn.) using Maximum Entropy Modeling in Doon Valley, Uttarakhand, India.**

*Saurabh Purohit[1,3]、Neelam Rawat[2] (1.Indian Institute of Remote Sensing, Dehradun, India、2.Uttarakhand Space Application Centre, Dehradun, India、3.Forest Research Institute Deemed University, Dehradun, India)

[ACG43-P07] CMIP5大気データを用いた日本近海の高解像度海洋将来予測データセットの構築

*西川 史朗[1]、若松 剛[2]、石川 洋一[1]、石崎 廣[1] (1.海洋研究開発機構、2.Nansen Environmental and Remote Sensing Center/Bjerknes Center for Climate Research)

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

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

[A-CG43] 気候変動への適応とその社会実装

コンビーナ:石川 洋一(海洋研究開発機構)、渡辺 真吾(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、大楽 浩司(防災科学技術研究所)

[ACG43-P01] Impact of urbanization on the surface air temperature across Bulgaria

*Lidia Lazarova Vitanova[1]、Hiroyuki Kusaka[2] (1.Graduate School of Life and Environmental Sciences, the University of Tsukuba、2.Center for Computational Sciences, the University of Tsukuba)

[ACG43-P02] 地球温暖化に伴う北太平洋の乱気流発生頻度の変化ー大規模アンサンブル気候予測データベースd2PDF解析

*渡辺 真吾[1]、藤田 実季子[1]、川添 祥[1]、杉本 志織[1]、岡田 靖子[1]、水田 亮[2]、石井 正好[2] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.気象庁気象研究所)

[ACG43-P03] 気候変動に伴う全国の砂浜消失将来予測とそ不確実性評価

*有働 恵子[1]、武田 百合子[1] (1.東北大学災害科学国際研究所)

[ACG43-P04] 相対湿度および風速の将来予測データを利用した我が国の将来の森林火災発生頻度の推定

*横尾 善之[1]、岩崎 連[1] (1.福島大学)

[ACG43-P05] 沿岸保全と海象予測情報の活用

*武若 聡[1] (1.筑波大学大学院システム情報工学研究科)

[ACG43-P06] **Present and Future Potential Distribution of Hill Glory Bower (*Clerodendrum infortunatum* Linn.) using Maximum Entropy Modeling in Doon Valley, Uttarakhand, India.**

*Saurabh Purohit[1,3]、Neelam Rawat[2] (1.Indian Institute of Remote Sensing, Dehradun, India、2.Uttarakhand Space Application Centre, Dehradun, India、3.Forest Research Institute Deemed University, Dehradun, India)

[ACG43-P07] CMIP5大気データを用いた日本近海の高解像度海洋将来予測データセットの構築

*西川 史朗[1]、若松 剛[2]、石川 洋一[1]、石崎 廣[1] (1.海洋研究開発機構、2.Nansen Environmental and Remote Sensing Center/Bjerknes Center for Climate Research)

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

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

[A-CG43] 気候変動への適応とその社会実装

コンビーナ:石川 洋一(海洋研究開発機構)、渡辺 真吾(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、大楽 浩司(防災科学技術研究所)、座長:石川 洋一(海洋研究開発機構)、大楽 浩司(防災科学技術研究所)

15:30 ~ 15:45

[ACG43-07] Recent progress of Japan’s regional downscaling project (SI-CAT) and CORDEX Asia Empirical-Statistical Downscaling (ESD)

*大楽 浩司[1] (1.防災科学技術研究所)

15:45 ~ 16:00

[ACG43-08] 北海道における気候変動に伴う洪水リスクの変化

*星野 剛[1]、山田 朋人[1]、Dzung Nguyen-Le[1]、稲津 將[1]、佐藤 友徳[1]、川瀬 宏明[2] (1.北海道大学、2.気象研究所)

16:00 ~ 16:15

[ACG43-09] Intensification of sub-daily and daily rainfall extremes from densely distributed records for Japan

*渡辺 恵[1]、吉川 沙耶花[1]、鼎 信次郎[1] (1.東京工業大学環境・社会理工学院)

16:15 ~ 16:30

[ACG43-10] 大規模アンサンブル気候データの効率的な解析に向けたコンテンツベース検索システム

*中川 友進[1]、川原 慎太郎[1]、荒木 文明[1]、松岡 大祐[1]、石川 洋一[1]、藤田 実季子[1]、杉本 志織[1]、岡田 靖子[1]、川添 祥[1]、渡辺 真吾[1]、石井 正好[2]、水田 亮[2]、村田 昭彦[2]、川瀬 宏明[2] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.気象庁気象研究所)

16:30 ~ 16:45

[ACG43-11] アンサンブル気候予測データベースd4PDFを活用した四国での気候変動影響評価

*吉村 耕平[1]、那須 清吾[1]、Sanchez Patricia[2] (1.高知工科大学、2.フィリピン大学ロス バニョス校)

16:45 ~ 17:00

[ACG43-12] 気候変動に対する土砂災害適応策に向けた警戒区域のリスク定量化

*川越 清樹[1]、齋藤 洋介[1]、鈴木 皓達[1] (1.福島大学)

[E] 口頭発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-GG 地理学

9:00 ~ 10:30 | 106 1F

[H-GG01] Human-Natural system interactions and solutions for environmental management

コンビーナ:Yuei-An Liou(National Central University)、座長:Yuei-An Liou(Center for Space and Remote Sensing Research (CSRSR))、Kim-Anh Nguyen(National Central University)

9:00 ~ 9:15

[HGG01-01] Monitoring of Subsidence Area of Jakarta City using PS-InSAR

*Josaphat Tetuko Sri Sumantyo[1] (1.Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University)

9:15 ~ 9:30

[HGG01-02] **Understanding and classifying spatial patterns of global eco-environmental vulnerability**

*Kim-Anh Nguyen[1]、Yuei-An Liou[1] (1.National Central University, Taiwan)

9:30 ~ 9:45

[HGG01-03] Human-water interface in hydrological modeling: Current status and future directions

*Yoshihide Wada[1] (1.International Institute for Applied Systems Analysis)

9:45 ~ 10:00

[HGG01-04] **Urban greenspace spatial patterns and eco-function by using Sentinel 2 imagery**

*Yuei-An Liou[1]、Kim-Anh Nguyen[1] (1.National Central University)

10:00 ~ 10:15

[HGG01-05] Assessing performance of L-band SAR backscatter for above ground forest biomass estimation over complex topography

*Waqar Mirza Muhammad[1]、Ji Yaqi[1]、Josaphat Tetuko Sri Sumantyo[1]、Hasil Khan[1] (1.Chiba University)

10:15 ~ 10:30

[HGG01-06] **Feasibility Analysis of Engineering Monitoring Using the VLP-16 LiDAR Puck: A Case Study in Henglingshan Tunnel**

*Zhen-Yu Wu[1]、Shen Yu Hsiao[1]、Yan-Jyun Lin[1]、Ren-Jhih Yang[1] (1.National Chung Hsing University)

[E] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-GG 地理学

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

[H-GG01] Human-Natural system interactions and solutions for environmental management

コンビーナ:Yuei-An Liou(National Central University)

[HGG01-P01] **Feasibility assessment of constructing high-resolution 3D panoramic images using the VLP-16 LiDAR Puck**

*Yan-Jyun Lin[1]、Shen Yu Hsiao[1]、REN-JHIH YANG[1]、Zhen-Yu Wu[1] (1.National Chung Hsing University)

[HGG01-P02] **The environmental impact of mountaineering in the Mt. Manaslu region**

*下嶋 聖[1] (1.東京農業大学)

[HGG01-P03] Understanding human system vulnerability to typhoon for Improved Adaptive Capacity

*Kim-Anh Nguyen[1]、Yuei-An Liou[1] (1.Center for Space and Remote Sensing Research, National Central University)

[HGG01-P04] Environmental Impact Evaluation of Solar Park Project in Western Desert, Minia, Egypt.

*Ramadan Gamal Abdelrehim[1]、Josaphat Tetuko Sri Sumantyo[1] (1.Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University)

[HGG01-P05] Peatland Assessment Based on DInSAR approach by using ALOS-2 PALSAR-2 Data in Kalimantan, Indonesia

*Joko Widodo[1]、Josaphat Tetuko Sri Sumantyo[1]、Daniele Perissin[2]、Katsunoshin Nishi[1]、Pakhrur Rozi[1] (1.JMRSL - Josaphat Microwave Remote Sensing Laboratory Center for Environmental Remote Sensing Graduate School of Advanced Integration Science Chiba University、2.Sarproz, Razer Limited, Hongkong)

[HGG01-P06] Development of Nanosatellite for Ionospheric Measurement for Earthquake Prediction

*Peberlin Parulian Sitompul[1]、Josaphat Tetuko Sri Sumantyo[2] (1.Chiba University, and Indonesia National Institute of Aeronautic and Space、2.Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University)

[E] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-GG 地理学

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

[H-GG01] Human-Natural system interactions and solutions for environmental management

コンビーナ:Yuei-An Liou(National Central University)

[HGG01-P01] **Feasibility assessment of constructing high-resolution 3D panoramic images using the VLP-16 LiDAR Puck**

*Yan-Jyun Lin[1]、Shen Yu Hsiao[1]、REN-JHIH YANG[1]、Zhen-Yu Wu[1] (1.National Chung Hsing University)

[HGG01-P02] **The environmental impact of mountaineering in the Mt. Manaslu region**

*下嶋 聖[1] (1.東京農業大学)

[HGG01-P03] Understanding human system vulnerability to typhoon for Improved Adaptive Capacity

*Kim-Anh Nguyen[1]、Yuei-An Liou[1] (1.Center for Space and Remote Sensing Research, National Central University)

[HGG01-P04] Environmental Impact Evaluation of Solar Park Project in Western Desert, Minia, Egypt.

*Ramadan Gamal Abdelrehim[1]、Josaphat Tetuko Sri Sumantyo[1] (1.Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University)

[HGG01-P05] Peatland Assessment Based on DInSAR approach by using ALOS-2 PALSAR-2 Data in Kalimantan, Indonesia

*Joko Widodo[1]、Josaphat Tetuko Sri Sumantyo[1]、Daniele Perissin[2]、Katsunoshin Nishi[1]、Pakhrur Rozi[1] (1.JMRSL - Josaphat Microwave Remote Sensing Laboratory Center for Environmental Remote Sensing Graduate School of Advanced Integration Science Chiba University、2.Sarproz, Razer Limited, Hongkong)

[HGG01-P06] Development of Nanosatellite for Ionospheric Measurement for Earthquake Prediction

*Peberlin Parulian Sitompul[1]、Josaphat Tetuko Sri Sumantyo[2] (1.Chiba University, and Indonesia National Institute of Aeronautic and Space、2.Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University)

[J] 口頭発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-GG 地理学

15:30 ~ 17:00 | 102 1F

[H-GG02] 自然資源・環境の利用・変化・管理：社会科学と地球科学の接点

コンビーナ:大月 義徳(東北大学大学院理学研究科地学専攻環境地理学講座)、上田 元(一橋大学・大学院社会学研究科)、古市 剛久(北海道大学理学研究院)、佐々木 達(宮城教育大学)、座長:大月 義徳、上田 元

15:30 ~ 15:45

[HGG02-01] 火山ガラスのWDS分析に基づく土器の生産地同定
〜中米・エルサルバドル、チャルチュアパ周辺地域のウスルタン式土器の分析事例〜

*北村 繁[1]、村野 正景[2] (1.弘前学院大学社会福祉学部、2.京都文化博物館)

15:45 ~ 16:00

[HGG02-02] Preliminary magnetic biomonitoring study of the spatial distribution of roadside pollution using *Cryptomeria japonica* tree bark

*澤田 渚[1]、川崎 一雄[1] (1.富山大学)

16:00 ~ 16:15

[HGG02-03] Preliminary environmental magnetic results from heavy metal contamination around the Erdenet Cu-Mo deposit, Mongolia.

*川崎 一雄[1]、砺波 竜樹[2]、ツェツェゲー ソロンゴ[3]、ガンフレル バーサンスレン[3]、福士 圭介[4] (1.富山大学大学院理工学研究部（都市デザイン学）、2.富山大学理学部地球科学科、3.金沢大学、4.金沢大学環日本海域環境研究センター)

16:15 ~ 16:30

[HGG02-04] 自然資源・環境としての土砂と土砂移動

*古市 剛久[1]、若狭 幸[2]、水垣 滋[3]、布川 雅典[3] (1.北海道大学大学院農学研究院、2.秋田大学大学院国際資源学研究科、3.土木研究所寒地土木研究所)

16:30 ~ 16:45

[HGG02-05] 牡蠣養殖業より発生する竹廃材の地域資源化の試み

*西城 潔[1] (1.宮城教育大学)

16:45 ~ 17:00

[HGG02-06] 宮城県大崎市における世界農業遺産の認定とその地域的影響

*佐々木 達[1] (1.宮城教育大学)

[J] Eveningポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-GG 地理学

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

[H-GG02] 自然資源・環境の利用・変化・管理：社会科学と地球科学の接点

コンビーナ:大月 義徳(東北大学大学院理学研究科地学専攻環境地理学講座)、上田 元(一橋大学・大学院社会学研究科)、古市 剛久(北海道大学理学研究院)、佐々木 達(宮城教育大学)

[HGG02-P01] Preliminary magnetic biomonitoring results of the spatial distribution of atmospheric particulate matter in Muroran, Japan

*柴田 広紀[1]、川崎 一雄[1] (1.富山大学)

[HGG02-P02] 昆虫食文化の社会的基盤とその変容ー長野県伊那市を事例にー

*小林 直樹[1] (1.国立大学法人　金沢大学)

[HGG02-P03] Cost sharing and free water policy in semi-arid rural Kenya

*上田 元[1] (1.一橋大学・大学院社会学研究科)

[HGG02-P04] 自然理解の背景となる物語の重要性：フィリピン・ヴィサヤ地域を例として

*伊藤 孝[1] (1.茨城大学教育学部)

[HGG02-P05] 西ケニア、ヴィクトリア湖岸井戸分布地域における水文地形環境条件

*大月 義徳[1] (1.東北大学大学院理学研究科地学専攻環境地理学講座)

[J] 口頭発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-QR 第四紀学

10:45 ~ 12:15 | 102 1F

[H-QR05] 第四紀：ヒトと環境系の時系列ダイナミクス

コンビーナ:小荒井 衛(茨城大学理学部理学科地球環境科学コース)、池原 研(産業技術総合研究所地質情報研究部門)、兵頭 政幸(神戸大学　内海域環境教育研究センター)、座長:池原 研(産総研)、青木 かおり

10:45 ~ 11:00

[HQR05-01] 地震による海底の擾乱とイベント堆積物の形成：海底堆積物を用いた地震履歴の解明に適した場所はどこか？

★招待講演

*池原 研[1] (1.産業技術総合研究所地質情報研究部門)

11:00 ~ 11:15

[HQR05-02] 珪藻遺骸群集を指標とした巨大津波襲来時における気仙沼湾における急激な環境変動とその後の環境復旧過程の復元

*鹿島 薫[1]、塩見 良三、福本 侑[3]、原口 強[2] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2.大阪市立大学大学院理学研究科、3.立命館大学)

11:15 ~ 11:30

[HQR05-03] **Niger Delta dynamic phase in the Gulf of Guinea during the last 20 ka: Panacea for the sustainable development of the region**

*Onema Christopher Adojoh[1]、Marret-Davies Fabienne[2]、Tetsuji Muto[3] (1.Missouri Univetrsity of Science and Technology, Rolla, USA, Dept of Geoscience, Geological and Petroleum Engineering, 1400 North Bishop, Post Code 65401、2.School of Environmental Sciences, University of Liverpool, L69 7ZT, UK、3.Nagasaki University, Japan, Dept of Environmental Science and Fisheries, 1-14 Bunkyomachi, Nagasaki, 8528521)

11:30 ~ 11:45

[HQR05-04] 関東平野東縁にMIS 5a-c海成段丘は存在するか？

★招待講演

*田村 亨[1,2]、岡崎 浩子[3]、中里 裕臣[4]、納谷 友規[1]、中島 礼[1] (1.産業技術総合研究所地質調査総合センター、2.東京大学新領域創成科学研究科、3.千葉県立中央博物館、4.農研機構)

11:45 ~ 12:00

[HQR05-05] 房総沖掘削コアC9010Eに介在するテフラ層序－速報として－

*青木 かおり[1]、小林 淳[1]、村田 昌則[1]、鈴木 毅彦[1] (1.首都大学東京火山災害研究センター)

12:00 ~ 12:15

[HQR05-06] 久慈川上流部棚倉付近における第四紀後期の河成段丘と河川争奪について

*加藤 佑一[1]、鈴木 毅彦[1] (1.首都大学東京大学院都市環境科学研究科)

[J] 口頭発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-QR 第四紀学

13:45 ~ 15:15 | 102 1F

[H-QR05] 第四紀：ヒトと環境系の時系列ダイナミクス

コンビーナ:小荒井 衛(茨城大学理学部理学科地球環境科学コース)、池原 研(産業技術総合研究所地質情報研究部門)、兵頭 政幸(神戸大学　内海域環境教育研究センター)、座長:小荒井 衛(茨城大学)、納谷 友規(産業技術総合研究所)

13:45 ~ 14:00

[HQR05-07] 宗像市沖ノ島の地形の特徴

*黒木 貴一[1] (1.福岡教育大学教育学部)

14:00 ~ 14:15

[HQR05-08] 東京台地部・低地部の地形・地質の再検討:大量ボーリング解析と精密地形解析に基づく

★招待講演

*遠藤 邦彦[1]、杉中 佑輔[2]、堀 伸三郎[2]、須貝 俊彦[3]、鈴木 毅彦[4]、石綿 しげ子、上杉 陽、近藤 玲介[5]、千葉 達朗[6]、中山 俊雄[7]、大里 重人[8]、野口 真利江[9]、佐藤 明夫[3]、竹村 貴人[10] (1.日本大学、2.計算力学研究センター、3.東京大学大学院新領域創成科学研究科、4.首都大学東京都市環境学部、5.皇學館大学教育開発センター、6.アジア航測、7.東京都土木技術支援・人材育センター、8.土質リサーチ、9.パレオ・ラボ、10.日本大学文理学部)

14:15 ~ 14:30

[HQR05-09] 武蔵野台地西縁部で観察される青梅層の堆積学的特徴

*宇津川 喬子[1]、白井 正明[2]、加藤 寛佳[2]、加藤 早百合[3] (1.立正大学地理学科、2.首都大学東京地理学教室、3.羽村市)

14:30 ~ 14:45

[HQR05-10] 東京層の層序の再検討：北区中央公園コアの再解析

*納谷 友規[1]、坂田 健太郎[1]、中澤 努[1]、鈴木 毅彦[2]、中山 俊雄[3] (1.産業技術総合研究所地質調査総合センター、2.首都大学東京都市環境学部、3.東京都土木技術支援・人材育成センター)

14:45 ~ 15:00

[HQR05-11] “ローム台地”のS波速度構造と地盤震動特性：宇都宮市東部地域を例に

★招待講演

*中澤 努[1]、長 郁夫[1]、坂田 健太郎[1] (1.産業技術総合研究所地質調査総合センター)

15:00 ~ 15:15

[HQR05-12] 1948 年福井地震の液状化分布と微地形分類との関係−液状化ハザードマップの改善に向けて−

*谷 はるか[1]、宍倉 正展[2] (1.法政大学、2.産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-QR 第四紀学

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

[H-QR05] 第四紀：ヒトと環境系の時系列ダイナミクス

コンビーナ:小荒井 衛(茨城大学理学部理学科地球環境科学コース)、池原 研(産業技術総合研究所地質情報研究部門)、兵頭 政幸(神戸大学　内海域環境教育研究センター)

[HQR05-P01] ルソン海峡および琉球列島における完新世のローカル海洋リザーバー年代変動

*平林 頌子[1,2,3]、横山 祐典[2,3]、鈴木 淳[4]、Tezer Esat[5]、宮入 陽介[2]、阿瀬 貴博[2]、Fernando Siringan[6]、前田 保夫[7]、菅 浩伸[1] (1.九州大学大学院比較社会文化研究院、2.東京大学大気海洋研究所、3.東京大学大学院理学系研究科、4.産業技術総合研究所、5.オーストラリア国立大学、6.フィリピン大学、7.兵庫大学)

[HQR05-P02] Holocene sea-level and paleoenvironmental reconstruction using radiocarbon local marine reservoir age and geophysical modeling in Tongatapu, Kingdom of Tonga

*福與 直人[1,2]、Anthony Purcell[3]、Geoffrey Clark[4]、 Phillip Parton[4]、横山 祐典[1,2]、宮入 陽介[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻、3.オーストラリア国立大学　地球科学研究所、4.オーストラリア国立大学　アジア太平洋学部)

[HQR05-P03] The environmental change from lagoon sediment along Nakai Trough in Japan during the past 2000 years.

*Cho Ara[1]、Kaoru Kashima[1]、Jonathan D Woodruff[3]、Koji Seto[2]、Kazuyoshi Yamada[4]、Kota Katsuki[2]、Takumi Sato[2]、Caroline Ladlow[3] (1.Kyushu University、2.Shimane University、3.University of Massachusetts、4.Museum of Natural and Environmental History)

[HQR05-P04] 青森県むつ市関根浜における海岸堆積物中の漂流軽石の発見と起源

*平峰 玲緒奈[1]、青木 かおり[2]、石村 大輔[1,2]、小林 淳[2] (1.首都大学東京大学院 都市環境科学研究科 地理環境学域、2.首都大学東京火山災害研究センター)

[HQR05-P05] **郡山盆地の3本のオールコアの層序対比と浅部地下地質構造解析**

*石原 武志[1]、鈴木 毅彦[2] (1.国立研究開発法人　産業技術総合研究所、2.首都大学東京)

[HQR05-P06] DEM-GIS解析からみた、氷期の開析地形による制約下での鬼怒川の完新世堆積作用と地形変化

*木森 大我[1]、須貝 俊彦[2] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻、2.東京大学)

[HQR05-P07] 関東平野中央部、茨城県境町と埼玉県久喜市 で掘削されたコアのXRF・テフラ・粒度分析に 基づく堆積層序（速報）

*宮本 樹[1]、須貝 俊彦[2]、遠藤 邦彦[3]、佐々木 夏来[2]、野口 真利江[4]、三橋 さゆり[5] (1.東京大学理学部地球惑星環境学科、2.東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻、3.日本大学、4.株式会社　パレオ・ラボ、5.国土交通省関東地方整備局利根川上流河川事務所)

[HQR05-P08] 地質層序システムを活用した武蔵野台地東部の武蔵野礫層の空間分布

*杉中 佑輔[1]、遠藤 邦彦[2]、石綿 しげ子、須貝 俊彦[3]、千葉 達朗[4]、舟津 太郎[3]、中山 俊雄[5]、堀 伸三郎[1] (1.株式会社計算力学研究センター、2.日本大学、3.東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻、4.アジア航測株式会社、5.東京都)

[HQR05-P09] 相模川（桂川）上流域における富士相模川泥流堆積物の堆積学的特徴

*白井 正明[1]、武原 未佳[2]、宇津川 喬子[3] (1.首都大学東京、2.八王子市役所、3.立正大学)

[HQR05-P10] 新潟県信濃川・魚野川合流域周辺における段丘区分および地形発達過程について

*小関 敏史[1]、小荒井 衛[1] (1.茨城大学理学部理学科地球環境科学コース)

[HQR05-P11] 福井県敦賀湾内における砂浜海岸堆積物の供給源の推定：粒度分析と砕屑粒子組成を中心として

*松本 誠子[1]、河尻 清和[2]、久保 純子[1] (1.早稲田大学教育学部、2.相模原市立博物館)

[HQR05-P12] 濃尾平野内陸域のコア堆積物にみられる沖積層の特徴

*羽佐田 紘大[1] (1.法政大学文学部)

[HQR05-P13] 鈴鹿市南部におけるMIS5e海成層の分布形態と推定される累積変位量

*佐藤 善輝[1] (1.産業技術総合研究所 地質情報研究部門 平野地質研究グループ)

[HQR05-P14] 志摩半島志島低地で発見された天城カワゴ平（Kg）テフラと津波履歴復元における意義

吉田 沙樹[1]、*宍倉 正展[2]、前杢 英明[1]、藤野 滋弘[3] (1.法政大学、2.産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門、3.筑波大学)

[HQR05-P15] バイオマーカー分析による完新統の大阪平野の環境変遷の評価

*石野 有妃子[1]、中村 英人[1]、三田村 宗樹[1] (1.大阪市立大学)

[HQR05-P16] 宮崎平野における鬼界アカホヤテフラ降下前後の環境変化

★招待講演

桑畑 光博[2,7]、足立 達朗[2]、田尻 義了[2]、*七山 太[1,8]、杉山 真二[6]、中西 利典[3]、大串 健一[5]、山口 龍彦[4] (1.産業技術総合研究所　地質調査総合センター、2.九州大学、3.京都大学、4.高知大学、5.神戸大学、6.（株）古環境研究センター、7.都城市教育委員会、8.熊本大学　くまもと水循環・減災研究教育センター)

[HQR05-P17] 広域テフラ対比に基づく日本列島の前期更新世～鮮新世火山噴火史－その２：南九州の火砕流堆積物の編年

*田村 糸子[1]、水野　清秀[2] (1.首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理学教室、2.産業技術総合研究所地質情報研究部門)

[HQR05-P18] 火山ガラスの微量元素組成に基づくKs5と類似するテフラの識別

*中里 裕臣[1]、七山 太[2]、伊藤 久敏[3]、上澤 真平[3]、古澤 明[4]、水野 清秀[2] (1.農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究部門、2.産業技術総合研究所、3.電力中央研究所、4.株式会社古澤地質)

[HQR05-P19] **Climate, vegetation and fire history of the last ~100 ka from archaeological sites of Belan valley, north-central India**

*Deepak Kumar Jha[1]、Rahul Samrat[1]、Prasanta Sanyal[1] (1.Department of Earth Scienes, Indian Institute of Science Education and Research Kolkata, Mohanpur -741246, India)

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-QR 第四紀学

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_16

[H-QR05] 第四紀：ヒトと環境系の時系列ダイナミクス

コンビーナ:小荒井 衛(茨城大学理学部理学科地球環境科学コース)、池原 研(産業技術総合研究所地質情報研究部門)、兵頭 政幸(神戸大学　内海域環境教育研究センター)

[HQR05-P01] ルソン海峡および琉球列島における完新世のローカル海洋リザーバー年代変動

*平林 頌子[1,2,3]、横山 祐典[2,3]、鈴木 淳[4]、Tezer Esat[5]、宮入 陽介[2]、阿瀬 貴博[2]、Fernando Siringan[6]、前田 保夫[7]、菅 浩伸[1] (1.九州大学大学院比較社会文化研究院、2.東京大学大気海洋研究所、3.東京大学大学院理学系研究科、4.産業技術総合研究所、5.オーストラリア国立大学、6.フィリピン大学、7.兵庫大学)

[HQR05-P02] Holocene sea-level and paleoenvironmental reconstruction using radiocarbon local marine reservoir age and geophysical modeling in Tongatapu, Kingdom of Tonga

*福與 直人[1,2]、Anthony Purcell[3]、Geoffrey Clark[4]、 Phillip Parton[4]、横山 祐典[1,2]、宮入 陽介[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻、3.オーストラリア国立大学　地球科学研究所、4.オーストラリア国立大学　アジア太平洋学部)

[HQR05-P03] The environmental change from lagoon sediment along Nakai Trough in Japan during the past 2000 years.

*Cho Ara[1]、Kaoru Kashima[1]、Jonathan D Woodruff[3]、Koji Seto[2]、Kazuyoshi Yamada[4]、Kota Katsuki[2]、Takumi Sato[2]、Caroline Ladlow[3] (1.Kyushu University、2.Shimane University、3.University of Massachusetts、4.Museum of Natural and Environmental History)

[HQR05-P04] 青森県むつ市関根浜における海岸堆積物中の漂流軽石の発見と起源

*平峰 玲緒奈[1]、青木 かおり[2]、石村 大輔[1,2]、小林 淳[2] (1.首都大学東京大学院 都市環境科学研究科 地理環境学域、2.首都大学東京火山災害研究センター)

[HQR05-P05] **郡山盆地の3本のオールコアの層序対比と浅部地下地質構造解析**

*石原 武志[1]、鈴木 毅彦[2] (1.国立研究開発法人　産業技術総合研究所、2.首都大学東京)

[HQR05-P06] DEM-GIS解析からみた、氷期の開析地形による制約下での鬼怒川の完新世堆積作用と地形変化

*木森 大我[1]、須貝 俊彦[2] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻、2.東京大学)

[HQR05-P07] 関東平野中央部、茨城県境町と埼玉県久喜市 で掘削されたコアのXRF・テフラ・粒度分析に 基づく堆積層序（速報）

*宮本 樹[1]、須貝 俊彦[2]、遠藤 邦彦[3]、佐々木 夏来[2]、野口 真利江[4]、三橋 さゆり[5] (1.東京大学理学部地球惑星環境学科、2.東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻、3.日本大学、4.株式会社　パレオ・ラボ、5.国土交通省関東地方整備局利根川上流河川事務所)

[HQR05-P08] 地質層序システムを活用した武蔵野台地東部の武蔵野礫層の空間分布

*杉中 佑輔[1]、遠藤 邦彦[2]、石綿 しげ子、須貝 俊彦[3]、千葉 達朗[4]、舟津 太郎[3]、中山 俊雄[5]、堀 伸三郎[1] (1.株式会社計算力学研究センター、2.日本大学、3.東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻、4.アジア航測株式会社、5.東京都)

[HQR05-P09] 相模川（桂川）上流域における富士相模川泥流堆積物の堆積学的特徴

*白井 正明[1]、武原 未佳[2]、宇津川 喬子[3] (1.首都大学東京、2.八王子市役所、3.立正大学)

[HQR05-P10] 新潟県信濃川・魚野川合流域周辺における段丘区分および地形発達過程について

*小関 敏史[1]、小荒井 衛[1] (1.茨城大学理学部理学科地球環境科学コース)

[HQR05-P11] 福井県敦賀湾内における砂浜海岸堆積物の供給源の推定：粒度分析と砕屑粒子組成を中心として

*松本 誠子[1]、河尻 清和[2]、久保 純子[1] (1.早稲田大学教育学部、2.相模原市立博物館)

[HQR05-P12] 濃尾平野内陸域のコア堆積物にみられる沖積層の特徴

*羽佐田 紘大[1] (1.法政大学文学部)

[HQR05-P13] 鈴鹿市南部におけるMIS5e海成層の分布形態と推定される累積変位量

*佐藤 善輝[1] (1.産業技術総合研究所 地質情報研究部門 平野地質研究グループ)

[HQR05-P14] 志摩半島志島低地で発見された天城カワゴ平（Kg）テフラと津波履歴復元における意義

吉田 沙樹[1]、*宍倉 正展[2]、前杢 英明[1]、藤野 滋弘[3] (1.法政大学、2.産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門、3.筑波大学)

[HQR05-P15] バイオマーカー分析による完新統の大阪平野の環境変遷の評価

*石野 有妃子[1]、中村 英人[1]、三田村 宗樹[1] (1.大阪市立大学)

[HQR05-P16] 宮崎平野における鬼界アカホヤテフラ降下前後の環境変化

★招待講演

来畑 光博[2,7]、足立 達朗[2]、田尻 義了[2]、*七山 太[1,8]、杉山 真二[6]、中西 利典[3]、大串 健一[5]、山口 龍彦[4] (1.産業技術総合研究所　地質調査総合センター、2.九州大学、3.京都大学、4.高知大学、5.神戸大学、6.（株）古環境研究センター、7.都城市教育委員会、8.熊本大学　くまもと水循環・減災研究教育センター)

[HQR05-P17] 広域テフラ対比に基づく日本列島の前期更新世～鮮新世火山噴火史－その２：南九州の火砕流堆積物の編年

*田村 糸子[1]、水野　清秀[2] (1.首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理学教室、2.産業技術総合研究所地質情報研究部門)

[HQR05-P18] 火山ガラスの微量元素組成に基づくKs5と類似するテフラの識別

*中里 裕臣[1]、七山 太[2]、伊藤 久敏[3]、上澤 真平[3]、古澤 明[4]、水野 清秀[2] (1.農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究部門、2.産業技術総合研究所、3.電力中央研究所、4.株式会社古澤地質)

[HQR05-P19] **Climate, vegetation and fire history of the last ~100 ka from archaeological sites of Belan valley, north-central India**

*Deepak Kumar Jha[1]、Rahul Samrat[1]、Prasanta Sanyal[1] (1.Department of Earth Scienes, Indian Institute of Science Education and Research Kolkata, Mohanpur -741246, India)

[E] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-SC 社会地球科学・社会都市システム

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_10

[H-SC06] Role of Geosciences for sustainable use of marine and coastal ecosystems in urbanized world.

コンビーナ:Kalpana Chaudhari(Institute For Sustainable Development and Research)

[HSC06-P01] Research on Diffusion Method of Factor in Urban Land Classification

★Invited Papers

*Jun Zhou[1] (1.Tianjin Normal University)

[HSC06-P02] Assessment of facilities for green tourism in Japan: Fifty-six indices in eight regions using online data

*Zhang Hanqiu[1]、Xiang Qiongying[1]、Shi Jiaying[1]、Zhang Junchi[1]、Mao Yingming[1]、Min Kyung-hun[1]、Chen Ge、Oka Tokiya[1]、 Xie Zijiao[1]、Kashima Minami[1]、Natawiguna I Made、Furuya Katsunori [1] (1.千葉大学大学院園芸学研究科)

[HSC06-P03] Study on Green Tourism Experience —— Cases of Popular Strawberry Farms in Chiba Prefecture

*WU YILIN[1]、Gao Mengying[1]、Sato Kazuhei[1]、Lu Tingyu[1]、Zhang Fumeng[1]、Xing Siqi[1]、Brandt Karolina[1]、Uemura Mai、Furuya Katsunori[1] (1.千葉大学大学院園芸学研究科)

[HSC06-P04] **Ritual plant utilization in landscapes planning. Case study: Riverside in Denpasar City.**

*I Made Pradnyan Natawiguna[1]、Katsunori Furuya[1] (1.Graduate School of Horticulture, Chiba University)

[E] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-SC 社会地球科学・社会都市システム

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

[H-SC06] Role of Geosciences for sustainable use of marine and coastal ecosystems in urbanized world.

コンビーナ:Kalpana Chaudhari(Institute For Sustainable Development and Research)

[HSC06-P01] Research on Diffusion Method of Factor in Urban Land Classification

★Invited Papers

*Jun Zhou[1] (1.Tianjin Normal University)

[HSC06-P02] Assessment of facilities for green tourism in Japan: Fifty-six indices in eight regions using online data

*Zhang Hanqiu[1]、Xiang Qiongying[1]、Shi Jiaying[1]、Zhang Junchi[1]、Mao Yingming[1]、Min Kyung-hun[1]、Chen Ge、Oka Tokiya[1]、 Xie Zijiao[1]、Kashima Minami[1]、Natawiguna I Made、Furuya Katsunori [1] (1.千葉大学大学院園芸学研究科)

[HSC06-P03] Study on Green Tourism Experience —— Cases of Popular Strawberry Farms in Chiba Prefecture

*WU YILIN[1]、Gao Mengying[1]、Sato Kazuhei[1]、Lu Tingyu[1]、Zhang Fumeng[1]、Xing Siqi[1]、Brandt Karolina[1]、Uemura Mai、Furuya Katsunori[1] (1.千葉大学大学院園芸学研究科)

[HSC06-P04] **Ritual plant utilization in landscapes planning. Case study: Riverside in Denpasar City.**

*I Made Pradnyan Natawiguna[1]、Katsunori Furuya[1] (1.Graduate School of Horticulture, Chiba University)

[E] 口頭発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-TT 計測技術・研究手法

10:45 ~ 12:15 | 106 1F

[H-TT20] Environmental Remote Sensing

コンビーナ:Wei Yang(Chiba University)、近藤 昭彦(千葉大学環境リモートセンシング研究センター)、座長:楊 偉(千葉大学)

10:45 ~ 11:00

[HTT20-01] Evaluation of Climate Change Impacts on Wetland Vegetation in the Dunhuang Yangguan National Nature Reserve in Northwest China Using Landsat Derived NDVI

*Feifei Pan[1] (1.University of North Texas)

11:00 ~ 11:15

[HTT20-02] Characterizing the structure of the boundary layer under heavy pollution over urban area, Beijing, China

*LINLIN WANG[1] (1. Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences)

11:15 ~ 11:30

[HTT20-03] **THE STUDY OF RIVER CHANGE DETECTION INTEGRATING OBJECT-BASED CLASSIFICATION AND EDGE EXTRACTION**

*Yu-Chan Lee[1]、Fang-Shii Ning[1]、Hao-Che Ho[2] (1.Department of Land Economics, National Chengchi University、2.Department of Civil Engineering, National Taiwan University)

11:30 ~ 11:45

[HTT20-04] **Monitoring winter wheat spring phenology in the North China Plain using MODIS**

*Xifang Wu[1]、Wei Yang[2]、Chunyang Wang[3]、Yuki Sofue[4]、Yanjun Shen[5]、Akihiko Kondoh[2] (1.Graduate School of Science and Engineering , Chiba University、2.Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University、3.School of Surveying and Land Information Engineering, Henan Polytechnic University、4.Graduate School of Science, Chiba University、5.Key Laboratory of Agricultural Water Resources, Center for Agricultural Resources Research, Institute of Genetics and Developmental Biology, Chinese Academy of Sciences)

11:45 ~ 12:00

[HTT20-05] Assessment of numerous Data Assimilation Approaches in Regional Retrieval of Ground NO_2 Spatial Distribution via Remote Sensing products

*Hugo Wai Leung MAK[1,2]、Jimmy Chi-Hung FUNG[1,2] (1.Department of Mathematics, Hong Kong University of Science and Technology、2.Division of Environment and Sustainability, Hong Kong University of Science and Technology)

12:00 ~ 12:15

[HTT20-06] Spectro-polarimetric BRF measurement of leaves and model of individual leaf

*Begzsuren Tumendemberel[1]、Yukihiro Takahashi[1]、Tetsuro Ishida[1]、Junichi Kurihara[1]、Nobuyasu Naruse[2] (1.Hokkaido University、2.Shiga University of Medical Science)

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

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

[H-TT20] Environmental Remote Sensing

コンビーナ:Wei Yang(Chiba University)、近藤 昭彦(千葉大学環境リモートセンシング研究センター)

[HTT20-P01] **Classification of Winter Wheat using high spatial resolution data in North China Plain**

*Chunyang Wang[1,2]、Wei Yang[2]、Xifang Wu[3]、Zhichao Chen[1]、Junjun Lu[1]、Zongze Zhao[1]、Hebing Zhang[1] (1.School of Surveying and Land Information Engineering, Henan Polytechnic University、2.Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University、3.Graduate School of Science and Engineering, Chiba University)

[HTT20-P02] Normalized Difference Greenness Index (NDGI): A new vegetation index for improved estimation of vegetation phenology

*楊 偉[1]、小林 秀樹[2]、近藤 昭彦[1] (1.千葉大学、2.海洋研究開発機構)

[HTT20-P03] ***Characteristics of manual and automatically tree species classification in mixed forest (Yamagata University Research Forest)***

*Sarah Kentsch[1,2]、Larry Maximo Lopez Caceres[1]、Yago Diez[1]、Motohisa Fukuda[1] (1.Yamagata University、2.United Graduate School of Agricultural Sciences)

[HTT20-P04] Land subsidence detection by SBAS-InSAR technology and its factor analysis in the inland area of Chiba Prefecture

*はりぷ あいふまる[1]、Bhattarai Richa[1]、LIU Wen[1]、Kondoh Akihiko[1,2] (1.Graduate School of Science and Engineering、2.Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University)

[HTT20-P05] Development of a novel data fusion model to generate high spatiotemporal resolution NDVI time series

*楊 偉[1]、陳 晋[2] (1.千葉大学、2.北京師範大学)

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

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

[H-TT20] Environmental Remote Sensing

コンビーナ:Wei Yang(Chiba University)、近藤 昭彦(千葉大学環境リモートセンシング研究センター)

[HTT20-P01] **Classification of Winter Wheat using high spatial resolution data in North China Plain**

*Chunyang Wang[1,2]、Wei Yang[2]、Xifang Wu[3]、Zhichao Chen[1]、Junjun Lu[1]、Zongze Zhao[1]、Hebing Zhang[1] (1.School of Surveying and Land Information Engineering, Henan Polytechnic University、2.Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University、3.Graduate School of Science and Engineering, Chiba University)

[HTT20-P02] Normalized Difference Greenness Index (NDGI): A new vegetation index for improved estimation of vegetation phenology

*楊 偉[1]、小林 秀樹[2]、近藤 昭彦[1] (1.千葉大学、2.海洋研究開発機構)

[HTT20-P03] ***Characteristics of manual and automatically tree species classification in mixed forest (Yamagata University Research Forest)***

*Sarah Kentsch[1,2]、Larry Maximo Lopez Caceres[1]、Yago Diez[1]、Motohisa Fukuda[1] (1.Yamagata University、2.United Graduate School of Agricultural Sciences)

[HTT20-P04] Land subsidence detection by SBAS-InSAR technology and its factor analysis in the inland area of Chiba Prefecture

*はりぷ あいふまる[1]、Bhattarai Richa[1]、LIU Wen[1]、Kondoh Akihiko[1,2] (1.Graduate School of Science and Engineering、2.Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University)

[HTT20-P05] Development of a novel data fusion model to generate high spatiotemporal resolution NDVI time series

*楊 偉[1]、陳 晋[2] (1.千葉大学、2.北京師範大学)

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

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_12

[H-TT24] 環境リモートセンシング

コンビーナ:島崎 彦人(独立行政法人国立高等専門学校機構 木更津工業高等専門学校)、近藤 昭彦(千葉大学環境リモートセンシング研究センター)、長谷川 均(国士舘大学)、石内 鉄平(宮城大学)

[HTT24-P01] ALOS/PALSARとLANDSAT8/OLIを用いた土地被覆分類の比較と実用化

*木村 圭司[1] (1.奈良大学文学部地理学科)

[HTT24-P02] 先進光学衛星(ALOS-3)による浅海域底質識別の可能性

*水上 陽誠[1] (1.国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構)

[HTT24-P03] GPS観測データに基づく遊牧と定住化による草原植生への影響評価

*額尓 徳尼[1]、王 勤学[1]、岡寺 智大[1]、Ochirbat Batkhishig[2] (1.国立研究開発法人　国立環境研究所、2.モンゴル科学院地理研究所)

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

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

[H-TT24] 環境リモートセンシング

コンビーナ:島崎 彦人(独立行政法人国立高等専門学校機構 木更津工業高等専門学校)、近藤 昭彦(千葉大学環境リモートセンシング研究センター)、長谷川 均(国士舘大学)、石内 鉄平(宮城大学)

[HTT24-P01] ALOS/PALSARとLANDSAT8/OLIを用いた土地被覆分類の比較と実用化

*木村 圭司[1] (1.奈良大学文学部地理学科)

[HTT24-P02] 先進光学衛星(ALOS-3)による浅海域底質識別の可能性

*水上 陽誠[1] (1.国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構)

[HTT24-P03] GPS観測データに基づく遊牧と定住化による草原植生への影響評価

*額尓 徳尼[1]、王 勤学[1]、岡寺 智大[1]、Ochirbat Batkhishig[2] (1.国立研究開発法人　国立環境研究所、2.モンゴル科学院地理研究所)

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

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

[H-CG29] 海岸低湿地における地形・生物・人為プロセス

コンビーナ:藤本 潔(南山大学)

[HCG29-P01] マングローブ泥炭堆積域における海面上昇の影響実態の把握－*Rhizophora*属の立木密度と地盤高変動の関係－

*藤本 潔[1]、小野 賢二[2]、渡辺 信[3]、谷口 真吾[3]、古川 恵太[4]、平田 泰雅[2]、羽佐田 紘大[5]、Saimon Lihpai[6] (1.南山大学、2.森林総合研究所、3.琉球大学、4.横浜国立大学　大学院教育強化推進センター、5.法政大学、6.ミクロネシア連邦ポンペイ州政府)

[HCG29-P02] マングローブ林における表層侵食・堆積測定の試み

*古川 恵太[1] (1.横浜国立大学　大学院教育強化推進センター)

[HCG29-P03] フィリピンパナイ島ヒルギダマシ属林における細根生産力の評価

*小野 賢二[1]、諏訪 錬平[2]、レネ ローロン[3]、アリエル ブランコ[3]、ギア アルバノ[3]、グリーン クルツ[3]、ヤスミン プリマヴェーラーチロール[4]、ローナルド マリオ[4]、灘岡 和夫[5] (1.国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所、2.国立研究開発法人 国際農林水産業研究センター、3.フィリピン大学、4.アクラン州立大学、5.東京工業大学)

[HCG29-P04] 東日本大震災後発生した湿地の生態系に復興事業が与えた影響 -宮城県塩竈市野々島の事例-

*山口 凜[1] (1.京都大学文学部)

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

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

[H-CG29] 海岸低湿地における地形・生物・人為プロセス

コンビーナ:藤本 潔(南山大学)

[HCG29-P01] マングローブ泥炭堆積域における海面上昇の影響実態の把握－*Rhizophora*属の立木密度と地盤高変動の関係－

*藤本 潔[1]、小野 賢二[2]、渡辺 信[3]、谷口 真吾[3]、古川 恵太[4]、平田 泰雅[2]、羽佐田 紘大[5]、Saimon Lihpai[6] (1.南山大学、2.森林総合研究所、3.琉球大学、4.横浜国立大学　大学院教育強化推進センター、5.法政大学、6.ミクロネシア連邦ポンペイ州政府)

[HCG29-P02] マングローブ林における表層侵食・堆積測定の試み

*古川 恵太[1] (1.横浜国立大学　大学院教育強化推進センター)

[HCG29-P03] フィリピンパナイ島ヒルギダマシ属林における細根生産力の評価

*小野 賢二[1]、諏訪 錬平[2]、レネ ローロン[3]、アリエル ブランコ[3]、ギア アルバノ[3]、グリーン クルツ[3]、ヤスミン プリマヴェーラーチロール[4]、ローナルド マリオ[4]、灘岡 和夫[5] (1.国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所、2.国立研究開発法人 国際農林水産業研究センター、3.フィリピン大学、4.アクラン州立大学、5.東京工業大学)

[HCG29-P04] 東日本大震災後発生した湿地の生態系に復興事業が与えた影響 -宮城県塩竈市野々島の事例-

*山口 凜[1] (1.京都大学文学部)

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

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

[H-CG30] 内陸地震と原子力発電所の安全性

コンビーナ:末次 大輔(海洋研究開発機構　地球深部ダイナミクス研究分野)、金嶋 聰(九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)、鷺谷 威(名古屋大学減災連携研究センター)、寿楽 浩太(東京電機大学工学部人間科学系列)

[HCG30-P01] Lessons from recent inland earthquakes in the Japan Islands

*鷺谷 威[1] (1.名古屋大学減災連携研究センター)

[HCG30-P02] A review of inland earthquakes unlinked to active faults

*末次 大輔[1] (1.海洋研究開発機構　地球深部ダイナミクス研究分野)

[HCG30-P03] Summary of 2018 JPGU session about the high-level radioactive waste disposal program

*金嶋 聰[1] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

[HCG30-P04] Calculation Automates the Decision?: Socio-Technical Perspectives of Simulation Technology for Nuclear Risk Evaluation

*寿楽 浩太[1] (1.東京電機大学工学部人間科学系列)

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

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_21

[H-CG30] 内陸地震と原子力発電所の安全性

コンビーナ:末次 大輔(海洋研究開発機構　地球深部ダイナミクス研究分野)、金嶋 聰(九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)、鷺谷 威(名古屋大学減災連携研究センター)、寿楽 浩太(東京電機大学工学部人間科学系列)

[HCG30-P01] Lessons from recent inland earthquakes in the Japan Islands

*鷺谷 威[1] (1.名古屋大学減災連携研究センター)

[HCG30-P02] A review of inland earthquakes unlinked to active faults

*末次 大輔[1] (1.海洋研究開発機構　地球深部ダイナミクス研究分野)

[HCG30-P03] Summary of 2018 JPGU session about the high-level radioactive waste disposal program

*金嶋 聰[1] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

[HCG30-P04] Calculation Automates the Decision?: Socio-Technical Perspectives of Simulation Technology for Nuclear Risk Evaluation

*寿楽 浩太[1] (1.東京電機大学工学部人間科学系列)

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

15:30 ~ 17:00 | 104 1F

[H-CG30] 内陸地震と原子力発電所の安全性

コンビーナ:末次 大輔(海洋研究開発機構　地球深部ダイナミクス研究分野)、金嶋 聰(九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)、鷺谷 威(名古屋大学減災連携研究センター)、寿楽 浩太(東京電機大学工学部人間科学系列)、座長:末次 大輔、寿楽 浩太

15:30 ~ 15:45

[HCG30-01] 日本列島下の地震発生層の厚さと内陸地震

*中島 淳一[1] (1.東京工業大学理学院地球惑星科学系)

15:45 ~ 16:00

[HCG30-02] 原発の安全規制における活断層評価の課題

*鈴木 康弘[1] (1.名古屋大学)

16:00 ~ 16:15

[HCG30-03] 断層が長いほど地震動は大きいのか？ - 地表断層と潜在断層による地震動-

*香川 敬生[1] (1.鳥取大学大学院工学研究科)

16:15 ~ 16:30

[HCG30-04] 内陸地殻内地震に対する原子力発電所の安全性と「理学・工学問題」

*石橋 克彦[1] (1.神戸大学名誉教授)

16:30 ~ 16:45

[HCG30-05] 原子力発電所の地震安全確保の要件

*糸井 達哉[1] (1.国立大学法人　東京大学)

16:45 ~ 17:00

[HCG30-06] 大飯原子力発電所の強震動

*島崎 邦彦[1] (1.東京大学)

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

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

[H-CG32] 堆積・侵食・地形発達プロセスから読み取る地球表層環境変動

コンビーナ:清家 弘治(産業技術総合研究所・地質調査総合センター)、山口 直文(茨城大学　広域水圏環境科学教育研究センター)、成瀬 元(京都大学大学院理学研究科)、高柳 栄子(東北大学大学院理学研究科地学専攻)

[HCG32-P01] 新潟県上越地域における海浜礫の形状変化から考える礫の磨耗過程

*松風 潤[1]、白井 正明[1]、宇津川 喬子[2] (1.首都大学東京、2.立正大学)

[HCG32-P02] 千葉県小糸川上流の蛇行州の増水による変化

*岡崎 浩子[1] (1.千葉県立中央博物館生態学・環境研究科)

[HCG32-P03] 沖永良部島，徳之島，奄美大島周辺の底質分布と堆積環境

*天野 敦子[1] (1.産業技術総合研究所)

[HCG32-P04] Effect of organic matter input on bioturbation in submarine channel-levee deposits: an example of the Izaki Olistolith in the Oligocene Nichinan Group

*菊地 一輝[1]、成瀬 元[1] (1.京都大学大学院 理学研究科 地球惑星科学専攻)

[HCG32-P05] Effect of Freeze-Thaw Cycles on Bank Erosion Rate of Bedrock

*Jagriti Mishra[1]、Takuya Inoue[1] (1.Civil Engineering Research Institute for Cold Region, Sapporo - Hokkaido, Japan)

[HCG32-P06] Implications for paleoenvironment and tectonic setting of Khujirt area, Northern Mongolia

*Bat-Orshikh Erdenetsogt[1]、Ariunbold Erdene[2] (1.National University of Mongolia、2.ErdGeo LLC)

[HCG32-P07] Petrographic characteristics of Middle Permian sandstones in Southern Mongolia and their geological implications

*Enkhbayar Bolormaa[1]、Dashpuntsag Nansalmaa[1]、Bat-Orshikh Erdenetsogt[1]、Baigalmaa Norov[1]、Bat Bold[1]、Luvsanchultem Jargal[1]、Avirmed Tulga[1] (1.National Unniversity of Mongolia)

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

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

[H-CG32] 堆積・侵食・地形発達プロセスから読み取る地球表層環境変動

コンビーナ:清家 弘治(産業技術総合研究所・地質調査総合センター)、山口 直文(茨城大学　広域水圏環境科学教育研究センター)、成瀬 元(京都大学大学院理学研究科)、高柳 栄子(東北大学大学院理学研究科地学専攻)

[HCG32-P01] 新潟県上越地域における海浜礫の形状変化から考える礫の磨耗過程

*松風 潤[1]、白井 正明[1]、宇津川 喬子[2] (1.首都大学東京、2.立正大学)

[HCG32-P02] 千葉県小糸川上流の蛇行州の増水による変化

*岡崎 浩子[1] (1.千葉県立中央博物館生態学・環境研究科)

[HCG32-P03] 沖永良部島，徳之島，奄美大島周辺の底質分布と堆積環境

*天野 敦子[1] (1.産業技術総合研究所)

[HCG32-P04] Effect of organic matter input on bioturbation in submarine channel-levee deposits: an example of the Izaki Olistolith in the Oligocene Nichinan Group

*菊地 一輝[1]、成瀬 元[1] (1.京都大学大学院 理学研究科 地球惑星科学専攻)

[HCG32-P05] Effect of Freeze-Thaw Cycles on Bank Erosion Rate of Bedrock

*Jagriti Mishra[1]、Takuya Inoue[1] (1.Civil Engineering Research Institute for Cold Region, Sapporo - Hokkaido, Japan)

[HCG32-P06] Implications for paleoenvironment and tectonic setting of Khujirt area, Northern Mongolia

*Bat-Orshikh Erdenetsogt[1]、Ariunbold Erdene[2] (1.National University of Mongolia、2.ErdGeo LLC)

[HCG32-P07] Petrographic characteristics of Middle Permian sandstones in Southern Mongolia and their geological implications

*Enkhbayar Bolormaa[1]、Dashpuntsag Nansalmaa[1]、Bat-Orshikh Erdenetsogt[1]、Baigalmaa Norov[1]、Bat Bold[1]、Luvsanchultem Jargal[1]、Avirmed Tulga[1] (1.National Unniversity of Mongolia)

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

13:45 ~ 15:15 | 105 1F

[H-CG32] 堆積・侵食・地形発達プロセスから読み取る地球表層環境変動

コンビーナ:清家 弘治(産業技術総合研究所・地質調査総合センター)、山口 直文(茨城大学　広域水圏環境科学教育研究センター)、成瀬 元(京都大学大学院理学研究科)、高柳 栄子(東北大学大学院理学研究科地学専攻)、座長:清家 弘治

13:50 ~ 14:20

[HCG32-01] Long-term beach observation and future shoreline prediction

★Invited Papers

*伴野 雅之[1] (1.国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所)

14:20 ~ 14:35

[HCG32-02] 大阪湾の海底に見られるサンドウェーブの移動

*小島 響[1]、松野 哲男[2,3]、佐野 守[2]、島 伸和[3,2]、遠藤 徳孝[4]、大串 健一[1]、谷 篤史[1] (1.神戸大学　大学院人間発達環境学研究科、2.神戸大学　海洋底探査センター、3.神戸大学　大学院理学研究科、4.金沢大学　理工研究域地球社会基盤学系)

14:35 ~ 14:50

[HCG32-03] 火星のガリー・ローブ状地形の逆解析：２次元フェルミ流体モデルからの検討

納村 恭平[1]、*成瀬 元[1] (1.京都大学大学院理学研究科)

14:50 ~ 15:05

[HCG32-04] 石英粒子の形状と表面構造を利用した後背地推定のための検討

*板宮 裕実[1]、杉田 律子[1]、須貝 俊彦[2] (1.科学警察研究所、2.東京大学大学院)

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

15:30 ~ 17:00 | 105 1F

[H-CG32] 堆積・侵食・地形発達プロセスから読み取る地球表層環境変動

コンビーナ:清家 弘治(産業技術総合研究所・地質調査総合センター)、山口 直文(茨城大学　広域水圏環境科学教育研究センター)、成瀬 元(京都大学大学院理学研究科)、高柳 栄子(東北大学大学院理学研究科地学専攻)、座長:高柳 栄子(東北大学)、清家 弘治

15:30 ~ 15:45

[HCG32-05] ベンガルファン堆積物における砕屑性重鉱物とNd-Sr同位体の特徴

*吉田 孝紀[1]、Cruz Jarrett[2]、M.C. Manoj [3]、葉田野 希[5]、France-Lanord Christian[4]、栗谷 豪[6] (1.信州大学理学部理学科地球学コース、2.フロリダ州立大学、3.Birbal Sahni Institute of Palaeosciences、4.CNRS- Universite de Lorraine、5.信州大学総合工学系研究科、6.北海道大学大学院理学研究院)

15:45 ~ 16:00

[HCG32-06] 北海道夕張地域中新統川端層のBoumaシークエンスを示す混濁流堆積層の有機物分析による植物片濃集機構の解明

*朝日 啓泰[1]、風呂田 郷史[2]、沢田 健[3] (1.北海道大学理学院自然史科学専攻、2.海洋研究開発機構、3.北海道大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

16:00 ~ 16:15

[HCG32-07] タービダイトに記録された前弧海盆の沈降変遷: 鮮新-更新統掛川層群

*曾根 明樹[1] (1.島根大学大学院　自然科学研究科　環境システム科学専攻　地球科学コース)

16:15 ~ 16:30

[HCG32-08] Most benthos floats up in liquefied sandy substrates: quantitative evaluation by measuring living-organism density

*清家 弘治[1]、佐々 真志[2]、白井 厚太朗[3]、窪田 薫[4] (1.産業技術総合研究所・地質調査総合センター、2.Port and Airport Institute、3.東京大学大気海洋研究所、4.海洋研究開発機構　高知コア研究所)

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

13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_6

[H-CG33] 圏外環境における閉鎖生態系と生物システム

コンビーナ:富田ー横谷 香織(筑波大学生命環境系)、篠原 正典(帝京科学大学)、木村 駿太(筑波大学大学院生命環境科学研究科)

[HCG33-P01] 宇宙環境長期居住を目指した地産地消の作物生産に必要な要素

*富田ー横谷 香織[1] (1.筑波大学生命環境系)

[HCG33-P02] 食用藍藻スピルリナが生産する細胞外高分子物質EPSの機能評価

*渡辺 智[1]、岩崎 拓海[1]、坂巻 裕[1]、兼崎 友[2]、大森 正之[3] (1.東京農大・バイオ、2.静岡大学・グリーン研、3.東京大学)

[HCG33-P03] The uniqueness of the dry heat tolerance of akinetes of terrestrial cyanobacterium *Nostoc* sp. HK-01

*木村 駿太[1,2,3]、富田ー横谷 香織[3] (1.東京大学大学院 農学生命科学研究科、2.日本学術振興会、3.筑波大学 生命環境系)

[HCG33-P04] 遺伝子から予想される陸棲藍藻*Nostoc*sp. HK-01の閉鎖生態系での利用の可能性

*加藤 浩[1]、木村 駿太[2,3]、富田ー横谷 香織[2] (1.三重大学、2.筑波大学、3.東京大学)

[HCG33-P05] 陸棲藍藻 *Nostoc* sp. HK-01の乾燥過程で特異的に見出される高分子物質（群）

*安部 智子[1]、髙澤 優佳[1]、本多 隆将[1]、市川 光雅[1]、吉田 菜都美[1]、木村 駿太[2,4]、加藤 浩[3]、富田ー横谷 香織[2] (1.東京電機大学理工学部、2.筑波大学生命環境系、3.三重大学地域イノベーション推進機構、4.東京大学農学生命科学研究科)

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

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_23

[H-CG33] 圏外環境における閉鎖生態系と生物システム

コンビーナ:富田ー横谷 香織(筑波大学生命環境系)、篠原 正典(帝京科学大学)、木村 駿太(筑波大学大学院生命環境科学研究科)

[HCG33-P01] 宇宙環境長期居住を目指した地産地消の作物生産に必要な要素

*富田ー横谷 香織[1] (1.筑波大学生命環境系)

[HCG33-P02] 食用藍藻スピルリナが生産する細胞外高分子物質EPSの機能評価

*渡辺 智[1]、岩崎 拓海[1]、坂巻 裕[1]、兼崎 友[2]、大森 正之[3] (1.東京農大・バイオ、2.静岡大学・グリーン研、3.東京大学)

[HCG33-P03] The uniqueness of the dry heat tolerance of akinetes of terrestrial cyanobacterium *Nostoc* sp. HK-01

*木村 駿太[1,2,3]、富田ー横谷 香織[3] (1.東京大学大学院 農学生命科学研究科、2.日本学術振興会、3.筑波大学 生命環境系)

[HCG33-P04] 遺伝子から予想される陸棲藍藻*Nostoc*sp. HK-01の閉鎖生態系での利用の可能性

*加藤 浩[1]、木村 駿太[2,3]、富田ー横谷 香織[2] (1.三重大学、2.筑波大学、3.東京大学)

[HCG33-P05] 陸棲藍藻 *Nostoc* sp. HK-01の乾燥過程で特異的に見出される高分子物質（群）

*安部 智子[1]、髙澤 優佳[1]、本多 隆将[1]、市川 光雅[1]、吉田 菜都美[1]、木村 駿太[2,4]、加藤 浩[3]、富田ー横谷 香織[2] (1.東京電機大学理工学部、2.筑波大学生命環境系、3.三重大学地域イノベーション推進機構、4.東京大学農学生命科学研究科)

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

15:30 ~ 17:00 | 202 2F

[H-CG33] 圏外環境における閉鎖生態系と生物システム

コンビーナ:富田ー横谷 香織(筑波大学生命環境系)、篠原 正典(帝京科学大学)、木村 駿太(筑波大学大学院生命環境科学研究科)、座長:木村 駿太

15:32 ~ 15:47

[HCG33-01] 閉鎖生態系における生物システム

*富田ー横谷 香織[1] (1.筑波大学生命環境系)

15:47 ~ 16:07

[HCG33-02] 宇宙における水産養殖の概念と研究 ―これまで、そしてこれから―

★招待講演

*遠藤 雅人[1] (1.東京海洋大学)

16:07 ~ 16:27

[HCG33-03] 酸化ストレスから身体を守る生体内ガス状シグナル伝達物質

★招待講演

*吉田 滋樹[1] (1.国立大学法人　筑波大学)

16:27 ~ 16:42

[HCG33-04] 宇宙居住における健康維持ための栄養摂取と食材選択に関する検討

*木村 靖子[1]、木村 駿太[2,3]、加藤 浩[4]、富田ー横谷 香織[2] (1.十文字学園女子大学、2.筑波大学、3.東京大学、4.三重大学)

16:42 ~ 16:57

[HCG33-05] 合理的楽観主義は”閉鎖生態系”地球でどこまで通用するのか　～人類が持続可能な生存を続けるために必要なこと～

*篠原 正典[1] (1.帝京科学大学)

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-SS 地震学

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

[S-SS04] New methods for seismicity characterization

コンビーナ:Francesco Grigoli(ETH-Zurich, Swiss Seismological Service)、加藤 愛太郎(東京大学地震研究所)、青木 陽介(東京大学地震研究所)、Claudio Satriano(Institut de Physique du Globe de Paris)、座長:Francesco Grigoli(ETH-Zurich; Swiss Seismological Service)

10:45 ~ 11:00

[SSS04-01] MyShake: A global smartphone seismic network to characterize urban earthquakes

*Richard M Allen[1]、Qingkai Kong[1]、Sarina Patel[1]、Robert Martin-Short[1] (1.University of California Berkeley)

11:00 ~ 11:15

[SSS04-02] Full waveform-based automatic monitoring of microseismic activity using high sampling rate records: application to Garpenberg mine (Sweden)

★Invited Papers

*Natalia Poiata[1,2]、Kadek Hendrawan Palgunadi[3]、Jannes Kinscher[4]、Pascal Bernard[1]、Francesca De Santis[4]、Emmanuelle Klein[4] (1.Institut de Physique du Globe de Paris, France、2.National Institute for Earth Physics, Romania、3.King Abdullah University of Science and Technology, Thuwal, Saudi Arabia、4.Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques Ineris, Nancy, France)

11:15 ~ 11:30

[SSS04-03] A deep convolutional neural network for localizing and detecting earthquake swarm activity based on full waveforms: Chances, challenges and questions

★Invited Papers

*Marius Kriegerowski[1,2]、Gesa Maria Petersen[1,2]、Hannes Vasyura Bathke[2]、Matthias Ohrnberger[2] (1.German Research Centre for Geosciences Potsdam, Germany、2.Inst. of Geosciences, University of Potsdam, Germany)

11:30 ~ 11:45

[SSS04-04] **Fast Location Parameters Determination of Seismic Events from Few Seconds of P Wave Recorded at a Single Seismological Station Using Support Vector Machine Regression**

*Luis Hernan Ochoa Gutierrez[1]、Carlos Alberto Vargas Jimenez[1]、Luis Fernando Niño Vasquez[1] (1.Universidad Nacional de Colombia)

11:45 ~ 12:00

[SSS04-05] しきい値なし波形相関による前震検出

*平野 史朗[1]、川方 裕則[1]、土井 一生[2] (1.立命館大学理工学部物理科学科、2.京都大学防災研究所)

12:00 ~ 12:15

[SSS04-06] Automated seismic event detection and localization: An application to long-period seismicity at Aso Volcano influenced by large earthquake

*Andri Hendriyana[1,3]、Takeshi Tsuji[1,2] (1.International Institute for Carbon-Neutral Energy Research、2.Kyushu University、3.Bandung Institute of Technology)

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

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

[S-SS04] New methods for seismicity characterization

コンビーナ:Francesco Grigoli(ETH-Zurich, Swiss Seismological Service)、加藤 愛太郎(東京大学地震研究所)、青木 陽介(東京大学地震研究所)、Claudio Satriano(Institut de Physique du Globe de Paris)

[SSS04-P01] Constraint of focal mechanisms of induced seismicity by using misfit angles based on known *in-situ* stress

*椋平 祐輔[1]、直井 誠[2]、Michael Fehler[3]、森谷 祐一[5]、伊藤 高敏[1]、浅沼 宏[4]、Markus Häring[6] (1.東北大学　流体科学研究所、2.京都大学　防災研究所、3.マサチューセッツ工科大学　地球資源研究所、4.産業技術総合研究所　福島再生可能エネルギー研究所、5.東北大学　工学部、6.Häring GeoProject)

[SSS04-P02] Kinematic slip imaging of the Mw 3.3 earthquake in the St. Gallen 2013 geothermal reservoir, Switzerland, using an isochrone back projection approach

*Claudio Satriano[1]、Eszter Király-Proag[2]、Pascal Bernard[1]、Stefan Wiemer[2] (1.Institut de Physique du Globe de Paris, France、2.ETH Swiss Federal Institute of Technology Zurich, Switzerland)

[SSS04-P03] Monitoring induced seismicity with a single seismic station by combining coda wave interferometry with distance geometry solvers

*Francesco Grigoli[1]、Simone Cesca[2]、Alessandro Vuan[3]、Filippo Broggini[1]、John Clinton[1]、Stefan Wiemer[1] (1.ETH-Zurich, Switzerland、2.GFZ-Potsdam, Germany、3.OGS-Trieste, Italy)

[SSS04-P04] Automatic Earthquake Locating by Stacking Characteristic Functions in a Source Scanning Method

★Invited Papers

*Hilary Chang[1]、Alison Malcolm[1]、Frédérick Massin[2]、Francesco Grigoli[2] (1.Memorial University of Newfoundland, Earth Sciences, Canada、2. ETH Zurich, Department of Earth Sciences, Zürich, Switzerland)

[SSS04-P05] Earthquake nowcasting: further development and application to Japan

*楠城 一嘉[1]、ランドル ジョン[2]、櫻田 哲生[3] (1.静岡県立大学、2.カルフォルニア大学デービス校、3.櫻田商会)

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

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

[S-SS04] New methods for seismicity characterization

コンビーナ:Francesco Grigoli(ETH-Zurich, Swiss Seismological Service)、加藤 愛太郎(東京大学地震研究所)、青木 陽介(東京大学地震研究所)、Claudio Satriano(Institut de Physique du Globe de Paris)

[SSS04-P01] Constraint of focal mechanisms of induced seismicity by using misfit angles based on known *in-situ* stress

*椋平 祐輔[1]、直井 誠[2]、Michael Fehler[3]、森谷 祐一[5]、伊藤 高敏[1]、浅沼 宏[4]、Markus Häring[6] (1.東北大学　流体科学研究所、2.京都大学　防災研究所、3.マサチューセッツ工科大学　地球資源研究所、4.産業技術総合研究所　福島再生可能エネルギー研究所、5.東北大学　工学部、6.Häring GeoProject)

[SSS04-P02] Kinematic slip imaging of the Mw 3.3 earthquake in the St. Gallen 2013 geothermal reservoir, Switzerland, using an isochrone back projection approach

*Claudio Satriano[1]、Eszter Király-Proag[2]、Pascal Bernard[1]、Stefan Wiemer[2] (1.Institut de Physique du Globe de Paris, France、2.ETH Swiss Federal Institute of Technology Zurich, Switzerland)

[SSS04-P03] Monitoring induced seismicity with a single seismic station by combining coda wave interferometry with distance geometry solvers

*Francesco Grigoli[1]、Simone Cesca[2]、Alessandro Vuan[3]、Filippo Broggini[1]、John Clinton[1]、Stefan Wiemer[1] (1.ETH-Zurich, Switzerland、2.GFZ-Potsdam, Germany、3.OGS-Trieste, Italy)

[SSS04-P04] Automatic Earthquake Locating by Stacking Characteristic Functions in a Source Scanning Method

★Invited Papers

*Hilary Chang[1]、Alison Malcolm[1]、Frédérick Massin[2]、Francesco Grigoli[2] (1.Memorial University of Newfoundland, Earth Sciences, Canada、2. ETH Zurich, Department of Earth Sciences, Zürich, Switzerland)

[SSS04-P05] Earthquake nowcasting: further development and application to Japan

*楠城 一嘉[1]、ランドル ジョン[2]、櫻田 哲生[3] (1.静岡県立大学、2.カルフォルニア大学デービス校、3.櫻田商会)

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

10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_6

[S-SS05] Induced and triggered seismicity: case-studies, monitoring and modeling techniques

コンビーナ:Luca Urpi(Swiss Seismological Service - ETH Zurich)、Enescu Bogdan(京都大学 大学院 理学研究科 地球惑星科学専攻 地球物理学教室)、青木 陽介(東京大学地震研究所)、Francesco Grigoli(ETH-Zurich, Swiss Seismological Service)

[SSS05-P01] 遠地地震により励起されたharmonicな地震波

*村上 理[1] (1.地震予知総合研究振興会　東濃地震科学研究所)

[SSS05-P02] **Dynamic triggering of microseismicity around Yunnan following the 2004 Sumatra and 2012 Indian Ocean Earthquakes**

*Lu Li[1]、Baoshan Wang[1,4]、Zhigang Peng[2]、Danning Li[3] (1.Institute of Geophysics, CEA、2.Georgia Tech、3.Yunnan Earthquake Agency、4.USTC)

[SSS05-P03] Megathrust-inducing azimuthal seismic anisotropy in local and regional crusts

*Tae-Kyung Hong[1]、Junhyung Lee[1]、Ilgoo Kim[1]、Seongjun Park[1] (1.Department of Earth System Sciences, Yonsei University)

[SSS05-P04] **A Novel Method to Estimate Fracture Permeability: Combining microseismic observational data and reservoir engineering model**

*Meihua Yang[1,2]、Yusuke Mukuhira[2]、Takatoshi Ito[2] (1.State Key Laboratory of Oil and Gas Geology and Exploitation, Chendu University of Technology (China) 、2.Institute of Fluid Science, Tohoku University (Japan))

[SSS05-P05] Doublet Earthquake Triggering for the April 2014 Events in the Solomon Islands

*Calvin Luiramo Qwana[1]、Masatoshi Miyazawa[2]、James Mori[2] (1.Graduate School of Science, Kyoto University、2.DPRI, Kyoto Univ.)

[SSS05-P06] Thermal pressurization in a deep geological repository as a possible mechanism for fault reactivation

*Luca Urpi[1]、Antonio Pio Rinaldi[1]、Jonny Rutqvist[2]、Stefan Wiemer[1] (1.Swiss Seismological Service, ETH Zurich, Switzerland、2.Energy Geosceinces Division, LBNL, USA)

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

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

[S-SS05] Induced and triggered seismicity: case-studies, monitoring and modeling techniques

コンビーナ:Luca Urpi(Swiss Seismological Service - ETH Zurich)、Enescu Bogdan(京都大学 大学院 理学研究科 地球惑星科学専攻 地球物理学教室)、青木 陽介(東京大学地震研究所)、Francesco Grigoli(ETH-Zurich, Swiss Seismological Service)

[SSS05-P01] 遠地地震により励起されたharmonicな地震波

*村上 理[1] (1.地震予知総合研究振興会　東濃地震科学研究所)

[SSS05-P02] **Dynamic triggering of microseismicity around Yunnan following the 2004 Sumatra and 2012 Indian Ocean Earthquakes**

*Lu Li[1]、Baoshan Wang[1,4]、Zhigang Peng[2]、Danning Li[3] (1.Institute of Geophysics, CEA、2.Georgia Tech、3.Yunnan Earthquake Agency、4.USTC)

[SSS05-P03] Megathrust-inducing azimuthal seismic anisotropy in local and regional crusts

*Tae-Kyung Hong[1]、Junhyung Lee[1]、Ilgoo Kim[1]、Seongjun Park[1] (1.Department of Earth System Sciences, Yonsei University)

[SSS05-P04] **A Novel Method to Estimate Fracture Permeability: Combining microseismic observational data and reservoir engineering model**

*Meihua Yang[1,2]、Yusuke Mukuhira[2]、Takatoshi Ito[2] (1.State Key Laboratory of Oil and Gas Geology and Exploitation, Chendu University of Technology (China) 、2.Institute of Fluid Science, Tohoku University (Japan))

[SSS05-P05] Doublet Earthquake Triggering for the April 2014 Events in the Solomon Islands

*Calvin Luiramo Qwana[1]、Masatoshi Miyazawa[2]、James Mori[2] (1.Graduate School of Science, Kyoto University、2.DPRI, Kyoto Univ.)

[SSS05-P06] Thermal pressurization in a deep geological repository as a possible mechanism for fault reactivation

*Luca Urpi[1]、Antonio Pio Rinaldi[1]、Jonny Rutqvist[2]、Stefan Wiemer[1] (1.Swiss Seismological Service, ETH Zurich, Switzerland、2.Energy Geosceinces Division, LBNL, USA)

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-SS 地震学

13:45 ~ 15:15 | A04 東京ベイ幕張ホール

[S-SS05] Induced and triggered seismicity: case-studies, monitoring and modeling techniques

コンビーナ:Luca Urpi(Swiss Seismological Service - ETH Zurich)、Enescu Bogdan(京都大学 大学院 理学研究科 地球惑星科学専攻 地球物理学教室)、青木 陽介(東京大学地震研究所)、Francesco Grigoli(ETH-Zurich, Swiss Seismological Service)、座長:Luca Urpi(ETH-Zurich; Swiss Seismological Service)、Bogdan Enescu(京都大学 大学院理学研究科)、Francesco Grigoli(ETH-Zurich; Swiss Seismological Service)、青木 陽介

13:45 ~ 14:00

[SSS05-01] **Causality between induced seismicity b-value reduction and stress state of existing fractures**

★Invited Papers

*椋平 祐輔[1]、Michael Fehler[2]、伊藤 高敏[1]、浅沼 宏[3]、Markus Häring[4] (1.東北大学　流体科学研究所、2.マサチューセッツ工科大学　地球資源研究所、3.産業技術総合研究所　福島再生可能エネルギー研究所、4.Häring GeoProject)

14:00 ~ 14:15

[SSS05-02] Micromechanical model connecting earthquake statistics and observed spatiotemporal changes in source parameters of fluid induced seismicity

*佐藤 大祐[1]、吉田 圭佑[2] (1. 京都大学防災研究所、2.東北大学理学研究科附属地震噴火予知研究観測センター)

14:15 ~ 14:30

[SSS05-03] Seismicity induced by Multi-cycle operation of Hutubi underground gas storage, Xinjiang, China

*Baoshan Wang[1,2]、Bo Zhang[2]、Zhanbo Ji[2]、Jinxin Hou[2]、Lu Li[2] (1.University of Science and Technology of China、2.Institute of Geophysics, China Earthquake Administration)

14:30 ~ 14:45

[SSS05-04] Investigating the origin of the Mw 5.4 Pohang, Korea, earthquake of November 15, 2017: the investigations and conclusions of the Overseas Research Advisory Committee (ORAC)

*嶋本 利彦[1]、Ellsworth William[2]、Ge Shermin[3]、Giardini Domenico[4]、Townend John[5] (1. Institute of Geology, China Earthquake Administration、2.Stanford University、3.University of Colorado Boulder、4.ETH, Zurich、5.Victoria University of Wellington)

14:45 ~ 15:00

[SSS05-05] **Seismic Anisotropy Measured before and after the 2016 Kumamoto and Kaikoura earthquakes**

*Savage Martha[1]、Graham Kenny[1]、Aoki Yosuke[2]、Arnold Richard[1]、Okada Tomomi[3]、Iio Yoshihisa[4]、Matsumoto Satoshi[5] (1.Victoria University of Wellington、2.Earthquake Reserach Institute, University of Tokyo、3.Tohoku University, Sendai 980-8578, Japan、4.Kyoto University, Uji 611-0011, Japan、5.Kyushu University, 2-5643-29 Shin'yama, Shimabara, Nagasaki, 855-0843, Japan)

15:00 ~ 15:15

[SSS05-06] Long-term behavior of induced seismicity in the Val d'Agri basin (Southern Apennines, Italy).

★Invited Papers

*Luisa Valoroso[1]、Luigi Improta[1]、Samer Bagh[1]、Davide Piccinini[1]、Pasquale De Gori[1] (1.Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia)

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

9:00 ~ 10:30 | コンベンションホールA 2F

[S-SS13] 強震動・地震災害

コンビーナ:栗山 雅之(一般財団法人　電力中央研究所　地球工学研究所　地震工学領域)、染井 一寛(一般財団法人地域地盤環境研究所)、座長:林 能成(関西大学社会安全学部)、具 典淑(株式会社大崎総合研究所)

9:00 ~ 9:15

[SSS13-01] 三次元弾塑性解析を用いたRiedelせん断の形成に及ぼすjogの逸脱量の影響に関する検討

*豊田 智大[1]、野田 利弘[2]、山田 正太郎[1]、浅岡 顕[3] (1.名古屋大学大学院　工学研究科、2.名古屋大学　減災連携研究センター、3.地震予知総合研究振興会)

9:15 ~ 9:30

[SSS13-02] 地震学者を対象とした南海トラフ地震の事前予測の可能性に関するアンケート調査

*林 能成[1] (1.関西大学社会安全学部)

9:30 ~ 9:45

[SSS13-03] プレート三重会合点付近の地震により東京湾岸で観測される長周期地震動

*植竹 富一[1] (1.東京電力ホールディングス株式会社　経営技術戦略研究所　技術開発部)

9:45 ~ 10:00

[SSS13-04] **Time-frequency and engineering characteristics on offshore ground motion**

*CHEN Su[1]、FU Lei[1]、LI Xiaojun[1] (1.Institute of Geophysics, China Earthquake Administration)

10:00 ~ 10:15

[SSS13-05] **Long-period Ground Motion from Hypothetical Megathrust Earthquakes along the Nankai Through using the Ambient Seismic Field**

*Loic Viens[1]、Tomotaka Iwata[1] (1.Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University)

10:15 ~ 10:30

[SSS13-06] 断層破壊が地表まで達するプレート境界地震の断層モデルの設定方法による南海トラフ巨大地震の断層モデルおよび強震動評価

*具 典淑[1]、藤原 広行[2]、森川 信之[2] (1.株式会社　大崎総合研究所、2.国立研究開発法人　防災科学技術研究所)

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

10:45 ~ 12:15 | コンベンションホールA 2F

[S-SS13] 強震動・地震災害

コンビーナ:栗山 雅之(一般財団法人　電力中央研究所　地球工学研究所　地震工学領域)、染井 一寛(一般財団法人地域地盤環境研究所)、座長:倉橋 奨(愛知工業大学大学院工学研究科)、是永 将宏(公益財団法人鉄道総合技術研究所)

10:45 ~ 11:00

[SSS13-07] One cause of the strong ground motion characteristics in Mukawa town during the 2018 Hokkaido eastern Iburi earthquake

*高井 伸雄[1]、重藤 迪子[2]、前田 宜浩[3]、一柳 昌義[1]、高橋 浩晃[1] (1.北海道大学、2.九州大学、3.防災科学技術研究所)

11:00 ~ 11:15

[SSS13-08] 2018年北海道胆振東部地震（Mw6.6）の強震動生成域震源モデルの構築

*倉橋 奨[1]、入倉 孝次郎[1] (1.愛知工業大学)

11:15 ~ 11:30

[SSS13-09] 布田川断層帯・日奈久断層帯を震源断層とした強震動予測（１）－対象地域での新たな深部地盤構造モデルの作成－

*浅野 公之[1]、岩田 知孝[1]、吉見 雅行[2]、三宅 弘恵[3]、関口 春子[1]、松島 信一[1]、川瀬 博[1]、長嶋 史明[1]、山中 浩明[4]、地元 孝輔[4]、山田 伸之[5]、神野 達夫[6]、重藤 迪子[6]、先名 重樹[7]、前田 宜浩[7]、若井 淳[7]、岩城 麻子[7]、神 薫[9]、竿本 英貴[2]、津野 靖士[8]、是永 将宏[8]、杉山 長志、鈴木 晴彦[9]、松山 尚典[9]、眞鍋 俊平[9]、谷田貝 淳[9]、岡本 茂[10]、末廣 匡基[10] (1.京都大学防災研究所、2.国立研究開発法人産業技術総合研究所、3.東京大学大学院情報学環／地震研究所、4.東京工業大学環境・社会理工学院、5.高知大学、6.九州大学大学院人間環境学研究院、7.国立研究開発法人防災科学技術研究所、8.公益財団法人鉄道総合技術研究所、9.応用地質株式会社、10.株式会社阪神コンサルタンツ)

11:30 ~ 11:45

[SSS13-10] 布田川断層帯・日奈久断層帯を震源断層とした強震動予測（２）－強震動予測－

*岩田 知孝[1]、浅野 公之[1]、吉見 雅行[2]、三宅 弘恵[3]、関口 春子[1]、松島 信一[1]、川瀬 博[1]、長嶋 史明[1]、山中 浩明[4]、地元 孝輔[4]、山田 伸之[5]、神野 達夫[6]、重藤 迪子[6]、先名 重樹[7]、前田 宜浩[7]、岩城 麻子[7]、神 薫[7]、竿本 英貴[2]、津野 靖士[8]、是永 将宏[8]、眞鍋 俊平[9]、鈴木 晴彦[9]、松山 尚典[9]、谷田貝 淳[9] (1.京都大学防災研究所、2.国立研究開発法人産業技術総合研究所、3.東京大学大学院情報学環／地震研究所、4.東京工業大学環境・社会理工学院、5.高知大学、6.九州大学大学院人間環境学研究院、7.国立研究開発法人防災科学技術研究所、8.公益財団法人鉄道総合技術研究所、9.応用地質株式会社)

11:45 ~ 12:00

[SSS13-11] 2016年熊本地震被災地益城町安永地区における地盤建物被害調査

*稲崎 富士[1]、小河原 敬徳[1]、木佐貫 寛[2] (1.土木研究所 つくば中央研究所 地質・地盤研究グループ、2.土木研究所 つくば中央研究所 (現所属：応用地質（株）))

12:00 ~ 12:15

[SSS13-12] 地中地震計データを用いた熊本平野の地震動特性に対する浅部地盤構造の影響評価

*是永 将宏[1]、津野 靖士[1]、山中 浩明[2]、地元 孝輔[2] (1.公益財団法人鉄道総合技術研究所、2.東京工業大学環境・社会理工学院)

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

13:45 ~ 15:15 | コンベンションホールA 2F

[S-SS13] 強震動・地震災害

コンビーナ:栗山 雅之(一般財団法人　電力中央研究所　地球工学研究所　地震工学領域)、染井 一寛(一般財団法人地域地盤環境研究所)、座長:笠松 健太郎(鹿島建設株式会社)、引間 和人(東京電力ホールディングス株式会社)

13:45 ~ 14:00

[SSS13-13] 中小地震が励起した大振幅地震動の発生要因
～2013年栃木県北部の地震（Mj6.3）のKiK-net栗山西の検討～

*笠松 健太郎[1]、加藤 研一[2]、渡辺 哲史[2]、塩田 哲生[3] (1.鹿島建設、2.小堀鐸二研究所、3.四国電力)

14:00 ~ 14:15

[SSS13-14] 震度インバージョン解析に基づく1923年関東地震の震源モデルの構築と首都圏の強震動評価

*鈴木 文乃[1]、加藤 研一[1]、神田 克久[1]、池田 孝[1] (1.小堀鐸二研究所)

14:15 ~ 14:30

[SSS13-15] フリングステップを含む強震動を計算するための簡便な震源モデル－2016年熊本地震本震の場合

*野津 厚[1]、長坂 陽介[1]、呉 双蘭[1] (1.港湾空港技術研究所)

14:30 ~ 14:45

[SSS13-16] Fling-steps displacements by the discrete wavenumber method

*SHUANGLAN WU[1]、Atsushi Nozu[1]、Yosuke Nagasaka[1] (1.PORT AND AIRPORT RESEARCH INSTITUTE)

14:45 ~ 15:00

[SSS13-17] 地表地震断層近傍の長周期地震動評価のための特性化震源モデルの拡張

*入倉 孝次郎[1]、倉橋 奨[1]、松元 康広[2] (1.愛知工業大学、2.構造計画研究所（株）)

15:00 ~ 15:15

[SSS13-18] 2014年長野県北部の地震(M_J6.7)で生じた地震被害の要因に関する考察　～強震動シミュレーションによる検討～

*引間 和人[1]、中村 亮一[2]、植竹 富一[1] (1.東京電力ホールディングス株式会社、2.東京大学地震研究所)

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

15:30 ~ 17:00 | コンベンションホールA 2F

[S-SS13] 強震動・地震災害

コンビーナ:栗山 雅之(一般財団法人　電力中央研究所　地球工学研究所　地震工学領域)、染井 一寛(一般財団法人地域地盤環境研究所)、座長:長坂 陽介(港湾空港技術研究所)、山田 真澄(京都大学防災研究所)

15:30 ~ 15:45

[SSS13-19] 2018年6月18日大阪府北部の地震の強震動シミュレーション

*長坂 陽介[1]、野津 厚[1] (1.港湾空港技術研究所)

15:45 ~ 16:00

[SSS13-20] **Strong Motion of the 2018 Mw 6.4 Hualien, Taiwan Earthquake and Its Impact on Seismic Design Code in Taiwan**

*Chun-Hsiang Kuo[1]、Jyun-Yan Huang[1]、Che-Min Lin[1]、Kuo-Liang Wen[2] (1.NCREE National Center for Research on Earthquake Engineering of Taiwan、2.NCU National Central University)

16:00 ~ 16:15

[SSS13-21] Simulation of Rupture Directivity Effect for the February 6, 2018 Hualien, Taiwan Earthquake

*Cheng-Feng Wu[1]、Huey-Chu Huang[1] (1.Department of Earth and Environmental Sciences, National Chung Cheng University)

16:15 ~ 16:30

[SSS13-22] 2018年台湾花蓮地震の地震動と花蓮市の地盤構造推定

*山田 真澄[1]、長 郁夫[2]、郭 俊翔[3]、林 哲民[3]、宮腰 研[4]、郭 雨佳[4]、林田 拓己[5]、松元 康広[6]、Mori James[1]、顔 銀桐[7]、郭 耕杖[8] (1.京都大学防災研究所、2.産業技術総合研究所、3.国家地震工程研究中心、4.地域地盤環境研究所、5.建築研究所、6.構造計画研究所、7.中興公司、8.国立高雄科技大学)

16:30 ~ 16:45

[SSS13-23] **Effect of Near Surface Geology on the Recorded Ground Motion of the Nepal Earthquake in Kumaon Himalaya**

*SOHAN LAL[1]、Anand Joshi[1]、M.L. Sharma[1] (1.Indian Institute of Technology Roorkee)

16:45 ~ 17:00

[SSS13-24] ヒマラヤ衝突帯における広帯域震源モデル構築

*三宅 弘恵[1]、Babita Sharma[2]、纐纈 一起[1]、Soma Nath Sapkota[3] (1.東京大学地震研究所、2.National Centre for Seismology, Ministry of Earth Sciences, India、3.Department of Mine and Geology, Nepal)

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

9:00 ~ 10:30 | A03 東京ベイ幕張ホール

[S-SS16] 地殻変動

コンビーナ:大園 真子(北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター)、落 唯史(国立研究開発法人産業技術総合研究所　地質調査総合センター　活断層・火山研究部門)、加納 将行(東北大学理学研究科)、座長:田中 愛幸(東京大学理学系研究科)、加納 将行(東北大学 大学院理学研究科 地球物理学専攻)

9:00 ~ 9:15

[SSS16-01] GEONET新解析ストラテジの開発

*撹上 泰亮[1]、阿部 聡[1]、大橋 和幸[1]、濱崎 英夫[1]、田中 和之[1]、川元 聡[1]、畑中 雄樹[1] (1.国土交通省国土地理院)

9:15 ~ 9:30

[SSS16-02] 西南日本前弧ウエッジの変形と1707年宝永地震の関係

*岡村 行信[1]、宍倉 正展[1] (1.国立研究開発法人産業技術総合研究所活断層・火山研究部門)

9:30 ~ 9:45

[SSS16-03] 1970年代の傾斜記録に基づく紀伊半島でのスロースリップイベントの可能性

*加納 将行[1]、加納 靖之[2] (1.東北大学理学研究科、2.東京大学地震研究所)

9:45 ~ 10:00

[SSS16-04] The effect of the steady plate subduction in the case of southwest Japan

*岩瀬 裕斗[1]、伊藤 武男[1] (1.名古屋大学大学院環境学研究科)

10:00 ~ 10:15

[SSS16-05] 沈み込むプレート境界面における力学的カップリングモデルの構築

*木村 洋[1]、伊藤 武男[1]、田所 敬一[1]、篠島 僚平[2] (1.名古屋大学大学院環境学研究科、2.京都大学防災研究所附属 地震予知研究センター)

10:15 ~ 10:30

[SSS16-06] 光格子時計を利用した上下変動のモニタリング―相対論的測地学の応用

*田中 愛幸[1]、今西 祐一[2]、田村 良明[3] (1.東京大学理学系研究科、2.東京大学地震研究所、3.国立天文台水沢VLBI観測所)

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

10:45 ~ 12:15 | A03 東京ベイ幕張ホール

[S-SS16] 地殻変動

コンビーナ:大園 真子(北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター)、落 唯史(国立研究開発法人産業技術総合研究所　地質調査総合センター　活断層・火山研究部門)、加納 将行(東北大学理学研究科)、座長:姫松 裕志(北海道大学大学院理学院)、向井 厚志(福山市立大学都市経営学部)

10:45 ~ 11:00

[SSS16-07] SARで捉えた2016年熊本地震の前後の地表変動

*橋本 学[1] (1.京都大学防災研究所)

11:00 ~ 11:15

[SSS16-08] ALOS-2/PALSAR-2データによる2016年熊本地震に伴う地震時・地震後地殻変動の比較

*姫松 裕志[1]、古屋 正人[1] (1.北海道大学大学院理学院)

11:15 ~ 11:30

[SSS16-09] GNSS観測に基づく2016年熊本地震 (M7.3) の余効変動時系列解析

*不破 智志[1]、大園 真子[1] (1.北海道大学)

11:30 ~ 11:45

[SSS16-10] 上部地殻でのマグマ流入出に対する粘弾性地殻の応答：1914年桜島噴火前後の姶良カルデラの隆起について

*山崎 雅[1]、Freysteinn Sigmundsson[2]、井口 正人[3] (1.産業技術総合研究所地質調査総合センター、2.アイスランド大学ノルディック火山センター、3.京都大学防災研究所)

11:45 ~ 12:00

[SSS16-11] 万福寺断層の断層破砕帯における地下水流動の年周変化を制御する要因

*向井 厚志[1]、大塚 成昭[2]、福田 洋一[3] (1.福山市立大学都市経営学部、2.神戸学院大学人文学部、3.京都大学大学院理学研究科)

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

13:45 ~ 15:15 | A03 東京ベイ幕張ホール

[S-SS16] 地殻変動

コンビーナ:大園 真子(北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター)、落 唯史(国立研究開発法人産業技術総合研究所　地質調査総合センター　活断層・火山研究部門)、加納 将行(東北大学理学研究科)、座長:田部井 隆雄(高知大学理工学部地球環境防災学科)、伊藤 武男

13:45 ~ 14:00

[SSS16-12] 褶曲の発達に伴う台湾南西部の急速な上下変動

*竹井 義貴[1]、高田 陽一郎[2] (1.北海道大学大学院理学院自然史科学専攻、2.北海道大学大学院理学研究院)

14:00 ~ 14:15

[SSS16-13] ヒマラヤ前縁帯の地震ポテンシャル評価に向けたネパール国内のGNSS観測システムの構築

*田部井 隆雄[1]、大園 真子[2]、纐纈 一起[3]、三宅 弘恵[3]、Rajendra Bhandari[4]、Janak B. Chand[4]、Bishow R. Silwal[4]、Soma N. Sapkota[4] (1.高知大学理工学部地球環境防災学科、2.北海道大学理学研究院地震火山研究観測センター、3.東京大学地震研究所、4.ネパール鉱山地質局)

14:15 ~ 14:30

[SSS16-14] The kinematic model along the Sumatran fault using a new dense GNSS observation (AGNeSS+) in Banda Aceh

*伊藤 武男[1]、田部井 隆雄[2]、木股 文昭[3]、大久保 慎人[2]、山品 匡史[2]、Cecep Pratama[4]、Didik Sugiyanto[5]、Mukusin Umar[5]、Nazli Ismail[5]、Irwandi Nurdin[5] (1.名古屋大学、2.高知大学、3.東濃地震科学研究所、4.ガジャマダ大学、5.シアクラ大学)

14:30 ~ 14:45

[SSS16-15] Mechanical modeling of interseismic deformation in the Central Andes: implications for back-arc shortening

*Shaoyang Li[1,2]、Fuqiang Shi[3]、Marcos Moreno[4]、Jun'ichi Fukuda[1] (1.Earthquake Research Institute, University of Tokyo, Tokyo, Japan、2.Department of Earth and Environmental Sciences, The University of Iowa, Iowa City, IA, USA、3.Shaanxi Earthquake Agency, Xi'an, China、4.Departamento de Geofísica, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Concepción, Concepción, Chile)

14:45 ~ 15:00

[SSS16-16] Inferring regional stress field based on SAR analysis and dynamic simulation of the 2018 Palu earthquake

*横田 貴史[1]、安藤 亮輔[1]、青木 陽介[2] (1.東京大学大学院理学系研究科、2.東京大学地震研究所)

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

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_14

[S-SS16] 地殻変動

コンビーナ:大園 真子(北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター)、落 唯史(国立研究開発法人産業技術総合研究所　地質調査総合センター　活断層・火山研究部門)、加納 将行(東北大学理学研究科)

[SSS16-P01] Earthquake Potential in Central Costa Rica based on Geodetic Observations

*Luis Alejandro Carvajal Soto[1]、Takeo Ito[1]、Hiroshi Kimura[1]、Marino Protti Quesada[2] (1.Nagoya University, Earthquake and Volcano Research Center、2.Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica, Universidad Nacional)

[SSS16-P02] Crustal deformation along the Liupanshan fault zone derived from GPS

*Weitao Chen[1,2]、Weijun Gan[2]、Genru Xiao[3]、Shiming Liang[2] (1.Development Research Center, China Earthquake Administration、2.Institute of Geology, China Earthquake Administration、3.East China University of Technology)

[SSS16-P03] 北海道北部における衝突帯位置と収束速度の推定

*伊藤 ちひろ[1]、高橋 浩晃[2]、大園 真子[2] (1.北海道大学大学院理学院、2.北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター)

[SSS16-P04] Vertical deformation and repeating earthquakes in southeastern Hokkaido in the last 100 years

*小林 広明[1,2]、纐纈 一起[1]、三宅 弘恵[1] (1.東京大学地震研究所、2.現・株式会社小堀鐸二研究所)

[SSS16-P05] 陸域GNSSデータによる釧路・根室沖の簡易的なプレート間固着の推定

*青田 裕樹[1]、大園 真子[2]、富田 史章[3]、高橋 浩晃[2] (1.北海道大学理学部地球惑星科学科、2.北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター、3.北海道大学大学院理学研究院)

[SSS16-P06] Estimation of the early afterslip location of the 2011 Tohoku-Oki earthquake using onshore GNSS and offshore pressure data

*Putra Maulida[1]、Yusaku Ohta[1]、Ryota Hino[1] (1.Graduate School of Science, Tohoku University)

[SSS16-P07] 2011年東北地方太平洋沖地震の余効変動に基づく不均質レオロジー構造

*伊藤 嘉秋[1,2]、三浦 哲[2]、武藤 潤[2]、太田 雄策[2]、飯沼 卓史[3]、James Moore[4] (1.三菱スペース・ソフトウエア株式会社、2.東北大学大学院理学研究科、3.海洋研究開発機構、4.南洋理工大学)

[SSS16-P08] 地震後余効変動における線形および非線形粘弾性効果の検討

*星野 宏行[1]、宮崎 真一[2,1]、平原 和朗[2] (1.京都大学大学院理学研究科、2.香川大学四国危機管理教育・研究・地域連携推進機構)

[SSS16-P09] GNSSデータに基づくΔCFSが最大となる断層面の推定

*深谷 俊太朗[1]、大園 真子[2] (1.北海道大学理学部地球惑星科学科、2.北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター)

[SSS16-P10] Coseismic deformation of the 2018 Lombok earthquake, Indonesia, revealed through InSAR measurements

*ERLAN SUMANJAYA[1]、MASATO FURUYA[1] (1.Hokkaido University)

[SSS16-P11] 干渉SAR時系列解析により明らかにする最近の吾妻山の地殻変動

*宗包 浩志[1]、小林 知勝[1] (1.国土地理院)

[SSS16-P12] 水準測量データから推定する2017年御嶽山東山麓でのM5.6地震の断層モデル

*村瀬 雅之[1]、北爪 直果[1]、山中 佳子[2]、松島 健[3]、木股 文昭[7]、森 済[1]、長谷 崇雅[1]、李 楊[1]、大渕 一樹[1]、國友 孝洋[2]、前田 裕太[2]、堀川 信一郎[2]、奥田 隆[2]、松廣 健二郎[2]、田ノ上 和志[2]、内田 和也[3]、手操 佳子[3]、宮町 凜太郎[3]、森田 花織[3]、吉川 慎[4]、井上 寛之[4]、影山 勇雄[5]、細川 周一[5]、簗田 高広[5]、田中 里奈[1]、道家 涼介[6] (1.日本大学文理学部地球科学科、2.名古屋大学大学院環境科学研究科、3.九州大学大学院理学研究院、4.京都大学大学院理学研究科、5.気象庁、6.神奈川県温泉地学研究所、7.東濃地震科学研究所)

[SSS16-P13] 南海トラフ沿いのゆっくりすべりに伴う地殻変動の検知能力

*宮岡 一樹[1]、甲斐 玲子[1]、木村 武志[2]、露木 貴裕[3] (1.気象庁、2.防災科学技術研究所、3.気象研究所)

[SSS16-P14] 東海地域のひずみ観測網によるゆっくり滑りの検知能力に関する研究

*楠城 一嘉[1] (1.静岡県立大学)

[SSS16-P15] 状態空間モデルを用いたひずみ観測データのトレンド成分推定手法の検討

*露木 貴裕[1] (1.気象庁気象研究所)

[SSS16-P16] 観測点の上流部からの流入を考慮したひずみ計データの降水補正の試み（２）

木村 一洋[1]、*小林 昭夫[2] (1.気象庁、2.気象庁気象研究所)

[SSS16-P17] 2017年から2018年にかけての志摩半島長期的スロースリップ

*小林 昭夫[1]、露木 貴裕[1] (1.気象庁気象研究所)

[SSS16-P18] 長期的SSE発生域における非断層すべり成分の存在可能性および、その巨大地震発生準備過程との関係性

*光井 能麻[1]、伊藤 武男[2] (1.公益財団法人 地震予知総合研究振興会 東濃地震科学研究所、2.名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター)

[SSS16-P19] **2016年熊本地震で停止していた南海トラフ沿いの長期的ＳＳＥの再活動**

*小沢 慎三郎[1]、矢来 博司[1] (1.国土交通省国土地理院)

[SSS16-P20] Crustal deformation in the San-in Shear Zone as observed by a dense GNSS network

*Angela Meneses-Gutierrez[1]、Takuya NISHIMURA[1] (1.Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University)

[SSS16-P21] 地表変形のフーリエ級数表現：異なるスケールの地殻変動

*野田 朱美[1]、齊藤 竜彦[1] (1.国立研究開発法人防災科学技術研究所)

[SSS16-P22] 九州南部のせん断帯におけるGNSS観測（第3報）

*渡部 豪[1]、雜賀 敦[2]、浅森 浩一[1]、小川 大輝[1]、島田 顕臣[1]、梅田 浩司[3] (1.日本原子力研究開発機構 東濃地科学センター、2.日本原子力研究開発機構 幌延深地層研究センター、3.弘前大学大学院 理工学研究科)

[SSS16-P23] Post-seismic deformation of 2016 Kumamoto Earthquake by continuous GNSS network (3)

*中尾 茂[1]、松島 健[2]、田部井 隆雄[3]、大久保 慎人[3]、山品 匡史[4]、大倉 敬宏[5]、西村 卓也[7,6]、澁谷 拓郎[6]、寺石 眞弘[6]、伊藤 武男[7]、鷺谷 威[8]、松廣 健二郎[7]、加藤 照之[9]、福田 淳一[9]、渡邉 篤志[9]、三浦 哲[10]、太田 雄策[10]、出町 知嗣[10]、高橋 浩晃[11]、大園 真子[11]、山口 照寛[11]、岡田 和見[11] (1.鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻、2.九州大学大学院理学研究院地震火山観測研究センター、3.高知大学自然科学系理学部門、4.高知大学理学部附属高知地震観測所、5.京都大学大学院理学研究科火山研究センター、6.京都大学防災研究所、7.名古屋大学大学院環境学研究科地震火山研究センター、8.名古屋大学減災連携研究センター、9.東京大学地震研究所、10.東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター、11.北海道大学大学院理学研究院地震火山研究観測センター)

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

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_26

[S-SS16] 地殻変動

コンビーナ:大園 真子(北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター)、落 唯史(国立研究開発法人産業技術総合研究所　地質調査総合センター　活断層・火山研究部門)、加納 将行(東北大学理学研究科)

[SSS16-P01] Earthquake Potential in Central Costa Rica based on Geodetic Observations

*Luis Alejandro Carvajal Soto[1]、Takeo Ito[1]、Hiroshi Kimura[1]、Marino Protti Quesada[2] (1.Nagoya University, Earthquake and Volcano Research Center、2.Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica, Universidad Nacional)

[SSS16-P02] Crustal deformation along the Liupanshan fault zone derived from GPS

*Weitao Chen[1,2]、Weijun Gan[2]、Genru Xiao[3]、Shiming Liang[2] (1.Development Research Center, China Earthquake Administration、2.Institute of Geology, China Earthquake Administration、3.East China University of Technology)

[SSS16-P03] 北海道北部における衝突帯位置と収束速度の推定

*伊藤 ちひろ[1]、高橋 浩晃[2]、大園 真子[2] (1.北海道大学大学院理学院、2.北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター)

[SSS16-P04] Vertical deformation and repeating earthquakes in southeastern Hokkaido in the last 100 years

*小林 広明[1,2]、纐纈 一起[1]、三宅 弘恵[1] (1.東京大学地震研究所、2.現・株式会社小堀鐸二研究所)

[SSS16-P05] 陸域GNSSデータによる釧路・根室沖の簡易的なプレート間固着の推定

*青田 裕樹[1]、大園 真子[2]、富田 史章[3]、高橋 浩晃[2] (1.北海道大学理学部地球惑星科学科、2.北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター、3.北海道大学大学院理学研究院)

[SSS16-P06] Estimation of the early afterslip location of the 2011 Tohoku-Oki earthquake using onshore GNSS and offshore pressure data

*Putra Maulida[1]、Yusaku Ohta[1]、Ryota Hino[1] (1.Graduate School of Science, Tohoku University)

[SSS16-P07] 2011年東北地方太平洋沖地震の余効変動に基づく不均質レオロジー構造

*伊藤 嘉秋[1,2]、三浦 哲[2]、武藤 潤[2]、太田 雄策[2]、飯沼 卓史[3]、James Moore[4] (1.三菱スペース・ソフトウエア株式会社、2.東北大学大学院理学研究科、3.海洋研究開発機構、4.南洋理工大学)

[SSS16-P08] 地震後余効変動における線形および非線形粘弾性効果の検討

*星野 宏行[1]、宮崎 真一[2,1]、平原 和朗[2] (1.京都大学大学院理学研究科、2.香川大学四国危機管理教育・研究・地域連携推進機構)

[SSS16-P09] GNSSデータに基づくΔCFSが最大となる断層面の推定

*深谷 俊太朗[1]、大園 真子[2] (1.北海道大学理学部地球惑星科学科、2.北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター)

[SSS16-P10] Coseismic deformation of the 2018 Lombok earthquake, Indonesia, revealed through InSAR measurements

*ERLAN SUMANJAYA[1]、MASATO FURUYA[1] (1.Hokkaido University)

[SSS16-P11] 干渉SAR時系列解析により明らかにする最近の吾妻山の地殻変動

*宗包 浩志[1]、小林 知勝[1] (1.国土地理院)

[SSS16-P12] 水準測量データから推定する2017年御嶽山東山麓でのM5.6地震の断層モデル

*村瀬 雅之[1]、北爪 直果[1]、山中 佳子[2]、松島 健[3]、木股 文昭[7]、森 済[1]、長谷 崇雅[1]、李 楊[1]、大渕 一樹[1]、國友 孝洋[2]、前田 裕太[2]、堀川 信一郎[2]、奥田 隆[2]、松廣 健二郎[2]、田ノ上 和志[2]、内田 和也[3]、手操 佳子[3]、宮町 凜太郎[3]、森田 花織[3]、吉川 慎[4]、井上 寛之[4]、影山 勇雄[5]、細川 周一[5]、簗田 高広[5]、田中 里奈[1]、道家 涼介[6] (1.日本大学文理学部地球科学科、2.名古屋大学大学院環境科学研究科、3.九州大学大学院理学研究院、4.京都大学大学院理学研究科、5.気象庁、6.神奈川県温泉地学研究所、7.東濃地震科学研究所)

[SSS16-P13] 南海トラフ沿いのゆっくりすべりに伴う地殻変動の検知能力

*宮岡 一樹[1]、甲斐 玲子[1]、木村 武志[2]、露木 貴裕[3] (1.気象庁、2.防災科学技術研究所、3.気象研究所)

[SSS16-P14] 東海地域のひずみ観測網によるゆっくり滑りの検知能力に関する研究

*楠城 一嘉[1] (1.静岡県立大学)

[SSS16-P15] 状態空間モデルを用いたひずみ観測データのトレンド成分推定手法の検討

*露木 貴裕[1] (1.気象庁気象研究所)

[SSS16-P16] 観測点の上流部からの流入を考慮したひずみ計データの降水補正の試み（２）

木村 一洋[1]、*小林 昭夫[2] (1.気象庁、2.気象庁気象研究所)

[SSS16-P17] 2017年から2018年にかけての志摩半島長期的スロースリップ

*小林 昭夫[1]、露木 貴裕[1] (1.気象庁気象研究所)

[SSS16-P18] 長期的SSE発生域における非断層すべり成分の存在可能性および、その巨大地震発生準備過程との関係性

*光井 能麻[1]、伊藤 武男[2] (1.公益財団法人 地震予知総合研究振興会 東濃地震科学研究所、2.名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター)

[SSS16-P19] **2016年熊本地震で停止していた南海トラフ沿いの長期的ＳＳＥの再活動**

*小沢 慎三郎[1]、矢来 博司[1] (1.国土交通省国土地理院)

[SSS16-P20] Crustal deformation in the San-in Shear Zone as observed by a dense GNSS network

*Angela Meneses-Gutierrez[1]、Takuya NISHIMURA[1] (1.Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University)

[SSS16-P21] 地表変形のフーリエ級数表現：異なるスケールの地殻変動

*野田 朱美[1]、齊藤 竜彦[1] (1.国立研究開発法人防災科学技術研究所)

[SSS16-P22] 九州南部のせん断帯におけるGNSS観測（第3報）

*渡部 豪[1]、雜賀 敦[2]、浅森 浩一[1]、小川 大輝[1]、島田 顕臣[1]、梅田 浩司[3] (1.日本原子力研究開発機構 東濃地科学センター、2.日本原子力研究開発機構 幌延深地層研究センター、3.弘前大学大学院 理工学研究科)

[SSS16-P23] Post-seismic deformation of 2016 Kumamoto Earthquake by continuous GNSS network (3)

*中尾 茂[1]、松島 健[2]、田部井 隆雄[3]、大久保 慎人[3]、山品 匡史[4]、大倉 敬宏[5]、西村 卓也[7,6]、澁谷 拓郎[6]、寺石 眞弘[6]、伊藤 武男[7]、鷺谷 威[8]、松廣 健二郎[7]、加藤 照之[9]、福田 淳一[9]、渡邉 篤志[9]、三浦 哲[10]、太田 雄策[10]、出町 知嗣[10]、高橋 浩晃[11]、大園 真子[11]、山口 照寛[11]、岡田 和見[11] (1.鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻、2.九州大学大学院理学研究院地震火山観測研究センター、3.高知大学自然科学系理学部門、4.高知大学理学部附属高知地震観測所、5.京都大学大学院理学研究科火山研究センター、6.京都大学防災研究所、7.名古屋大学大学院環境学研究科地震火山研究センター、8.名古屋大学減災連携研究センター、9.東京大学地震研究所、10.東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター、11.北海道大学大学院理学研究院地震火山研究観測センター)

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-EM 固体地球電磁気学

9:00 ~ 10:30 | A08 東京ベイ幕張ホール

[S-EM18] 地磁気・古地磁気・岩石磁気

コンビーナ:清水 久芳(東京大学地震研究所)、佐藤 雅彦(東京大学地球惑星科学専攻学専攻)、座長:佐藤 雅彦(東京大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻)、馬場 章(山梨県富士山科学研究所)

9:00 ~ 9:15

[SEM18-01] 古地磁気学的手法を用いた富士火山，宝永山の形成過程の解明

*馬場 章[1]、渋谷 秀敏[2]、藤井 敏嗣[1]、千葉 達朗[3] (1.山梨県富士山科学研究所、2.熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門地球環境科学分野、3.アジア航測株式会社)

9:15 ~ 9:30

[SEM18-02] 富士山溶岩を用いた5〜9世紀の古地磁気強度の復元

小松 弘路[2]、*畠山 唯達[1,4]、馬場 章[3] (1.岡山理科大学情報処理センター、2.岡山理科大学生物地球学部、3.山梨県富士山科学研究所、4.岡山理科大学大学院生物地球科学研究科)

9:30 ~ 9:45

[SEM18-03] 東アジアにおける西暦200 年から1100 年の3 次元考古地磁気永年変化曲線の復元

*北原 優[1]、西山 大樹[2]、大野 正夫[1]、山本 裕二[3]、畠山 唯達[4] (1.九州大学 大学院 比較社会文化研究院、2.高知大学 理学部、3.高知大学 海洋コア総合研究センター、4.岡山理科大学 情報処理センター)

9:45 ~ 10:00

[SEM18-04] 千葉複合セクションから得られた松山ーブルン境界およびその周辺の高解像度古地磁気変動記録

*岡田 誠[1]、羽田 裕貴[2]、菅沼 悠介[3,4] (1.茨城大学理学部理学科、2.茨城大学大学院理工学研究科、3.国立極地研究所、4.総合研究大学院大学)

10:00 ~ 10:15

[SEM18-05] 黒部川花崗岩を取り巻くブルンー松山接触変成帯

*福間 浩司[1]、伊藤 久敏[2]、竹原 真美[3]、山田 隆二[4]、久保 貴志[5] (1.同志社大学理工学部環境システム学科、2.電力中央研究所、3.国立極地研究所、4.防災科学技術研究所、5.まいぶんKAN)

10:15 ~ 10:30

[SEM18-06] 東赤道太平洋 IODP Site U1335 堆積物の古地磁気学的研究 ー 過去800万年間の相対古地磁気強度と伏角異常

*山本 裕二[1]、山崎 俊嗣[2] (1.高知大学 海洋コア総合研究センター、2.東京大学大気海洋研究所)

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-EM 固体地球電磁気学

10:45 ~ 12:15 | A08 東京ベイ幕張ホール

[S-EM18] 地磁気・古地磁気・岩石磁気

コンビーナ:清水 久芳(東京大学地震研究所)、佐藤 雅彦(東京大学地球惑星科学専攻学専攻)、座長:北原 優(九州大学大学院比較社会文化研究院)、清水 久芳(東京大学地震研究所)

10:45 ~ 11:00

[SEM18-07] 超伝導岩石磁力計のセンサー感度曲線の推定と校正

*小田 啓邦[1]、Chuang Xuan[2] (1.産業技術総合研究所地質情報研究部門、2.サザンプトン大学)

11:00 ~ 11:15

[SEM18-08] ポケットサイズの磁気回路を用いた反磁性粒子および常磁性粒子の磁気分離と物質同定

*植田 千秋[1] (1.大阪大学大学院理学研究科 宇宙地球科学専攻)

11:15 ~ 11:30

[SEM18-09] Experimental evaluation of remanence carriers in coercivity-blocking temperature diagram

*佐藤 雅彦[1]、寺田 卓馬[2]、望月 伸竜[3]、伊藤 理子[2]、綱川 秀夫[2] (1.東京大学、2.東京工業大学、3.熊本大学)

11:30 ~ 11:45

[SEM18-10] **磁鉄鉱離溶相と斜長石結晶に関する鉱物学的研究**

*田村 裕二郎[1]、中田 亮一[2]、佐藤 雅彦[3]、山本 伸次[4] (1.横浜国立大学環境情報学府自然環境専攻、2.海洋研究開発機構高知コア研究所、3.東京大学地球惑星科学専攻、4.横浜国立大学大学院環境情報研究院)

11:45 ~ 12:00

[SEM18-11] レス中白雲母が含有する大量の磁鉄鉱・赤鉄鉱ナノ粒子

*兵頭 政幸[1]、佐野 拓郎[2]、松本 恵[3]、瀬戸 雄介[2]、鈴木 康太[2]、楊 天水[4] (1.神戸大学内海域環境教育研究センター、2.神戸大学大学院理学研究科、3.東北大学大学院理学研究科、4.中国地質大学)

12:00 ~ 12:15

[SEM18-12] 磁性細菌*Magnetospirillum magnetotacticum* MS-1の密度分離と磁気測定

*政岡 浩平[1]、諸野 祐樹[2]、富岡 尚敬[2]、浦本 豪一郎[1]、山本 裕二[1] (1.高知大学、2.海洋研究開発機構高知コア研究所)

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-EM 固体地球電磁気学

13:45 ~ 15:15 | A08 東京ベイ幕張ホール

[S-EM18] 地磁気・古地磁気・岩石磁気

コンビーナ:清水 久芳(東京大学地震研究所)、佐藤 雅彦(東京大学地球惑星科学専攻学専攻)、座長:佐藤 雅彦(東京大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻)、清水 久芳(東京大学地震研究所)

13:45 ~ 14:05

[SEM18-13] 固有磁場が地球型惑星からの大気散逸に与える影響

★招待講演

*関 華奈子[1]、堺 正太朗[1]、乾 彰悟[1]、坂田 遼弥[1]、寺田 直樹[2]、品川 裕之[3]、David Brain[4] (1.東京大学大学院理学系研究科、2.東北大学大学院理学研究科、3.情報通信研究機構、4.コロラド大学ボルダー校 LASP)

14:05 ~ 14:20

[SEM18-14] Numerical modeling of a lunar dynamo and its long-term evolution

*兵藤 史[1]、高橋 太[2]、金嶋 聰[2]、清水 久芳[3]、綱川 秀夫[4] (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3.東京大学地震研究所、4.東京工業大学理学院地球惑星科学系)

14:20 ~ 14:40

[SEM18-15] Investigation of sub-grid scale (SGS) model in dynamo simulations with small Ekman and magnetic Prandtl numbers

★Invited Papers

*松井 宏晃[1] (1.Dept. of Earth and Planetary Sciences, University of California, Davis)

14:45 ~ 15:00

[SEM18-16] 有限領域内の運動学的ダイナモの成長率

*櫻庭 中[1] (1.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)

15:00 ~ 15:15

[SEM18-17] Detection of jerk-like magnetic field variation in a numerical dynamo model using wavelet analysis

*高橋 太[1]、眞鍋 佳幹[2] (1.九州大学大学院理学研究院、2.九州大学理学府地球惑星科学専攻)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-EM 固体地球電磁気学

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

[S-EM18] 地磁気・古地磁気・岩石磁気

コンビーナ:清水 久芳(東京大学地震研究所)、佐藤 雅彦(東京大学地球惑星科学専攻学専攻)

[SEM18-P01] 伊能忠敬山島方位記に基づく19世紀初頭の日本の地磁気偏角の解析　第13回報告

*辻本 元博[1]、面谷 明俊[2] (1.日本地図学会、2.山陰システムコンサルタント)

[SEM18-P02] Forecasting geomagnetic secular variation based on magnetic diffusion at the core-mantle boundary

*松島 政貴[1]、清水 久芳[2]、高橋 太[3]、南 拓人[2]、中野 慎也[4]、藤 浩明[5] (1.東京工業大学理学院地球惑星科学系、2.東京大学地震研究所、3.九州大学大学院理学研究院、4.統計数理研究所、5.京都大学大学院理学研究科附属地磁気世界資料解析センター)

[SEM18-P03] Candidate models of IGRF13-SV from Japanese team

*清水 久芳[1]、南 拓人[1]、中野 慎也[2]、高橋 太[3]、松島 政貴[4]、藤 浩明[5] (1.東京大学地震研究所、2.統計数理研究所、3.九州大学理学部地球惑星科学科、4.東京工業大学理学院地球惑星科学系、5.京都大学大学院理学研究科附属地磁気世界資料解析センター)

[SEM18-P04] **Preliminary report on the paleointensity variation during 38-50 Ma deduced from the marine sediments recovered from the northwest Atlantic**

*山本 裕二[1]、深見 洋仁[1,2]、谷口 若菜[1]、Lippert Peter[3] (1.高知大学 海洋コア総合研究センター、2.三洋テクノマリン株式会社、3.ユタ大学)

[SEM18-P05] 房総半島南端に分布する海成鮮新ー更新統千倉層群布良層におけるGauss-Matuyama地磁気逆転記録

*岡田 誠[1]、平岡 陽佑[2]、長谷川 大輔[2] (1.茨城大学理学部理学科、2.茨城大学大学院理工学研究科)

[SEM18-P06] 秋田県田沢湖の湖底堆積物に記録された完新世古地磁気永年変化

*安田 涼[1]、林田 明[1]、山田 和芳[2]、松岡 裕美[3]、岡村 眞[3]、石山 大三[4] (1.同志社大学、2.ふじのくに地球環境史ミュージアム、3.高知大学、4.秋田大学)

[SEM18-P07] 水月湖年縞堆積物に記録された最終氷期の地磁気エクスカーション

*田辺 祥汰[1]、三木 雅子[1]、兵頭 政幸[2]、中川 毅[3]、北場 育子[3]、山田 圭太郎[3]、北川 淳子[4]、Suigetsu 2014 Project Members[5] (1.神戸大学、2.神戸大学 内海域環境教育研究センター、3.立命館大学、4.福井県里山里海湖研究所、5.www.suigetsu.org)

[SEM18-P08] エチオピア・アファール凹地、プレート拡大境界軸域での地球電磁気学的探査

*石川 尚人[1]、吉村 令慧[2]、Tesfaye Kidane[11]、東野 伸一郎[3]、加々島 慎一[4]、望月 伸竜[6]、Ameha Muluneh[5]、北川 桐香[4]、角屋 守[7]、小原 徳昭[10]、乙藤 洋一郎[9]、船木 實、小木曽 哲[1]、藤井 昌和[8] (1.京都大学大学院人間・環境学研究科、2.京都大学防災研究所、3.九州大学工学研究院、4.山形大学、5.アジスアベバ大学、6.熊本大学、7.エクストリーム コンポジット ジャパン、8.国立極地研究所、9.地球年代学ネットワーク、10.ロボティスタ、11.University of KwaZulu Natal)

[SEM18-P09] 房総半島上総層群国本層の堆積岩における還元化学消磁の効果検証

*北村 天宏[1]、岡田 誠[1]、羽田 裕貴[1]、穴井 千里[2]、渋谷 秀敏[2] (1.茨城大学、2.熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門地球環境科学分野)

[SEM18-P10] Hole surface survey monitoring test using by rock magnetic analysis

*川村 紀子[1]、石川 尚人[2] (1.海上保安大学校　基礎教育講座、2.京都大学大学院人間・環境学研究科)

[SEM18-P11] 設楽火成複合岩体西縁の中新世岩脈群の岩石磁気

*山本 康平[1]、星 博幸[2] (1.愛知教育大学大学院教育学研究科、2.愛知教育大学)

[SEM18-P12] Eliminating spurious magnetic phases of sedimentary rocks using reductive chemical treatments – A thermomagnetic experiment study on the Upper Cretaceous Yezo Group-

*穴井 千里[1]、渋谷 秀敏[1]、望月 伸竜[1] (1.熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門地球環境科学分野)

[SEM18-P13] 沖縄トラフ海底熱水鉱床試料の岩石磁気測定

*加藤 千恵[1]、大野 正夫[1]、畠山 唯達[2]、石橋 純一郎[3]、戸塚 修平[4]、島田 和彦[3] (1.九州大学大学院比較社会文化研究院環境変動部門、2.岡山理科大学情報処理センター、3.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、4.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻)

[SEM18-P14] 幌満かんらん岩体の新鮮なダナイトの岩石磁気学的研究

*望月 伸竜[1]、石丸 聡子[1]、荒井 章司[2] (1.熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門、2.金沢大学理工研究域自然システム学系)

[SEM18-P15] 超伝導量子干渉素子（SQUID）顕微鏡の感度および実用性の改良

*久保田 勇祐[1]、Kirschvink Joseph[2,1]、Isaac Hilburn[2]、Jennifer Buz[3]、小林 厚子[1,2]、加藤 千恵[4] (1.東京工業大学、2.California Institute of Technology、3.Northern Arizona University、4.九州大学)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-EM 固体地球電磁気学

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_27

[S-EM18] 地磁気・古地磁気・岩石磁気

コンビーナ:清水 久芳(東京大学地震研究所)、佐藤 雅彦(東京大学地球惑星科学専攻学専攻)

[SEM18-P01] 伊能忠敬山島方位記に基づく19世紀初頭の日本の地磁気偏角の解析　第13回報告

*辻本 元博[1]、面谷 明俊[2] (1.日本地図学会、2.山陰システムコンサルタント)

[SEM18-P02] Forecasting geomagnetic secular variation based on magnetic diffusion at the core-mantle boundary

*松島 政貴[1]、清水 久芳[2]、高橋 太[3]、南 拓人[2]、中野 慎也[4]、藤 浩明[5] (1.東京工業大学理学院地球惑星科学系、2.東京大学地震研究所、3.九州大学大学院理学研究院、4.統計数理研究所、5.京都大学大学院理学研究科附属地磁気世界資料解析センター)

[SEM18-P03] Candidate models of IGRF13-SV from Japanese team

*清水 久芳[1]、南 拓人[1]、中野 慎也[2]、高橋 太[3]、松島 政貴[4]、藤 浩明[5] (1.東京大学地震研究所、2.統計数理研究所、3.九州大学理学部地球惑星科学科、4.東京工業大学理学院地球惑星科学系、5.京都大学大学院理学研究科附属地磁気世界資料解析センター)

[SEM18-P04] **Preliminary report on the paleointensity variation during 38-50 Ma deduced from the marine sediments recovered from the northwest Atlantic**

*山本 裕二[1]、深見 洋仁[1,2]、谷口 若菜[1]、Lippert Peter[3] (1.高知大学 海洋コア総合研究センター、2.三洋テクノマリン株式会社、3.ユタ大学)

[SEM18-P05] 房総半島南端に分布する海成鮮新ー更新統千倉層群布良層におけるGauss-Matuyama地磁気逆転記録

*岡田 誠[1]、平岡 陽佑[2]、長谷川 大輔[2] (1.茨城大学理学部理学科、2.茨城大学大学院理工学研究科)

[SEM18-P06] 秋田県田沢湖の湖底堆積物に記録された完新世古地磁気永年変化

*安田 涼[1]、林田 明[1]、山田 和芳[2]、松岡 裕美[3]、岡村 眞[3]、石山 大三[4] (1.同志社大学、2.ふじのくに地球環境史ミュージアム、3.高知大学、4.秋田大学)

[SEM18-P07] 水月湖年縞堆積物に記録された最終氷期の地磁気エクスカーション

*田辺 祥汰[1]、三木 雅子[1]、兵頭 政幸[2]、中川 毅[3]、北場 育子[3]、山田 圭太郎[3]、北川 淳子[4]、Suigetsu 2014 Project Members[5] (1.神戸大学、2.神戸大学 内海域環境教育研究センター、3.立命館大学、4.福井県里山里海湖研究所、5.www.suigetsu.org)

[SEM18-P08] エチオピア・アファール凹地、プレート拡大境界軸域での地球電磁気学的探査

*石川 尚人[1]、吉村 令慧[2]、Tesfaye Kidane[11]、東野 伸一郎[3]、加々島 慎一[4]、望月 伸竜[6]、Ameha Muluneh[5]、北川 桐香[4]、角屋 守[7]、小原 徳昭[10]、乙藤 洋一郎[9]、船木 實、小木曽 哲[1]、藤井 昌和[8] (1.京都大学大学院人間・環境学研究科、2.京都大学防災研究所、3.九州大学工学研究院、4.山形大学、5.アジスアベバ大学、6.熊本大学、7.エクストリーム コンポジット ジャパン、8.国立極地研究所、9.地球年代学ネットワーク、10.ロボティスタ、11.University of KwaZulu Natal)

[SEM18-P09] 房総半島上総層群国本層の堆積岩における還元化学消磁の効果検証

*北村 天宏[1]、岡田 誠[1]、羽田 裕貴[1]、穴井 千里[2]、渋谷 秀敏[2] (1.茨城大学、2.熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門地球環境科学分野)

[SEM18-P10] Hole surface survey monitoring test using by rock magnetic analysis

*川村 紀子[1]、石川 尚人[2] (1.海上保安大学校　基礎教育講座、2.京都大学大学院人間・環境学研究科)

[SEM18-P11] 設楽火成複合岩体西縁の中新世岩脈群の岩石磁気

*山本 康平[1]、星 博幸[2] (1.愛知教育大学大学院教育学研究科、2.愛知教育大学)

[SEM18-P12] Eliminating spurious magnetic phases of sedimentary rocks using reductive chemical treatments – A thermomagnetic experiment study on the Upper Cretaceous Yezo Group-

*穴井 千里[1]、渋谷 秀敏[1]、望月 伸竜[1] (1.熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門地球環境科学分野)

[SEM18-P13] 沖縄トラフ海底熱水鉱床試料の岩石磁気測定

*加藤 千恵[1]、大野 正夫[1]、畠山 唯達[2]、石橋 純一郎[3]、戸塚 修平[4]、島田 和彦[3] (1.九州大学大学院比較社会文化研究院環境変動部門、2.岡山理科大学情報処理センター、3.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、4.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻)

[SEM18-P14] 幌満かんらん岩体の新鮮なダナイトの岩石磁気学的研究

*望月 伸竜[1]、石丸 聡子[1]、荒井 章司[2] (1.熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門、2.金沢大学理工研究域自然システム学系)

[SEM18-P15] 超伝導量子干渉素子（SQUID）顕微鏡の感度および実用性の改良

*久保田 勇祐[1]、Kirschvink Joseph[2,1]、Isaac Hilburn[2]、Jennifer Buz[3]、小林 厚子[1,2]、加藤 千恵[4] (1.東京工業大学、2.California Institute of Technology、3.Northern Arizona University、4.九州大学)

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-IT 地球内部科学・地球惑星テクトニクス

10:45 ~ 12:15 | A09 東京ベイ幕張ホール

[S-IT20] 地球型惑星内部での液体の特性とその役割

コンビーナ:坂巻 竜也(東北大学大学院理学研究科)、中島 陽一(熊本大学大学院先導機構)、座長:坂巻 竜也(東北大学)、中島 陽一(熊本大学)

10:45 ~ 11:15

[SIT20-01] Ultrahigh pressure structure change in SiO_2 glass with coordination number >6

★Invited Papers

*河野 義生[1]、Yu Shu[2]、Curtis Kenney-Benson[2]、Yanbin Wang[3]、Guoyin Shen[2] (1.愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、2.Argonne National Laboratory、3.The University of Chicago)

11:15 ~ 11:30

[SIT20-02] **Scaling pseudotachylytes from the lab to the field**

*Thomas P. Ferrand[1]、Alexandre Schubnel[2]、Nadège Hilairet[3]、Loïc Labrousse[4]、Stefan Nielsen[5] (1.Earthquake Research Institute、2.Ecole Normale Supérieure, Paris, France、3.Unité Matériaux et Transformations, Université de Lille, France、4.Sorbonne Université, Institut des Sciences de la Terre Paris, France、5.Department of Earth Sciences, Durham University, United Kingdom)

11:30 ~ 12:00

[SIT20-03] *Ab initio* molecular dynamics study of atomic diffusion in covalent liquid under high pressure

★Invited Papers

*大村 訓史[1]、土屋 卓久[2] (1.広島工業大学、2.愛媛大学)

12:00 ~ 12:15

[SIT20-04] **Pressure-induced structural change in magnesium silicate melts**

*飯高 敏晃[1]、Nguyen Van Hong[2] (1.国立研究開発法人理化学研究所、2.Hanoi University of Science and Technology)

[E] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-IT 地球内部科学・地球惑星テクトニクス

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

[S-IT20] 地球型惑星内部での液体の特性とその役割

コンビーナ:坂巻 竜也(東北大学大学院理学研究科)、中島 陽一(熊本大学大学院先導機構)

[SIT20-P01] Melting relations in the Fe-P system at high pressures

*中島 陽一[1,2]、小畑 晴幹[2]、木下 大輔[2]、舘野 繁彦[3]、廣瀬 敬[3,4]、平尾 直久[5]、河口 沙織[5]、大石 泰生[5] (1.熊本大学大学院先導機構、2.熊本大学物理科学講座、3.東京工業大学地球生命研究所、4.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、5.高輝度光科学研究センター)

[SIT20-P02] Elastic property and structure of pyrope glass at high pressure

*久野 直毅[1]、坂巻 竜也[1]、大橋 智典[1]、舟越 賢一[2]、肥後 祐司[3]、柴崎 裕樹[4]、鈴木 昭夫[1] (1.東北大学大学院理学研究科地学専攻、2.総合科学研究機構　中性子科学センター、3.（財）高輝度光科学研究センター、4.国立研究開発法人　物質・材料研究機構　若手国際研究センター)

[SIT20-P03] The effect of water and redox state on melting at the top of the lower mantle

*中嶋 彩乃[1]、坂巻 竜也[1]、鈴木 昭夫[1] (1.東北大学)

[SIT20-P04] Sound velocity measurements on liquid Fe-P alloy up to 80 GPa

*木下 大輔[1]、中島 陽一[1,2]、桑山 靖弘[2,3]、廣瀬 敬[3]、石川 大介[2,4]、Baron Alfred[2] (1.熊本大学、2.理研 MDL、3.東京大学、4.JASRI)

[SIT20-P05] High-pressure structural investigations for hydrous sodium silicate melts

*大橋 智典[1]、坂巻 竜也[1]、舟越 賢一[2]、村主 樹[1]、市東 力[1]、柴崎 裕樹[3]、鈴木 昭夫[1] (1.東北大学大学院理学系研究科、2.総合科学研究機構　中性子科学センター、3.国立研究開発法人　物質・材料研究機構)

[SIT20-P06] Inelastic X-ray scattering measurements of liquid Fe-N alloy under high pressure

*岩本 朝希[1]、中島 陽一[1,2]、木下 大輔[1]、桑山 靖弘[2,3]、廣瀬 敬[3]、石川 大介[2,4]、Alfred Baron[2] (1.熊本大学、2.理研 MDL、3.東京大学、4.JASRI)

[SIT20-P07] Formation of highly pure anorthite crust on the low-volatile astral bodies by low-viscous magma ocean

*坂巻 竜也[1]、河野 義生[2] (1.東北大学大学院　理学研究科、2.愛媛大学　地球深部ダイナミクス研究センター)

[E] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-IT 地球内部科学・地球惑星テクトニクス

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

[S-IT20] 地球型惑星内部での液体の特性とその役割

コンビーナ:坂巻 竜也(東北大学大学院理学研究科)、中島 陽一(熊本大学大学院先導機構)

[SIT20-P01] Melting relations in the Fe-P system at high pressures

*中島 陽一[1,2]、小畑 晴幹[2]、木下 大輔[2]、舘野 繁彦[3]、廣瀬 敬[3,4]、平尾 直久[5]、河口 沙織[5]、大石 泰生[5] (1.熊本大学大学院先導機構、2.熊本大学物理科学講座、3.東京工業大学地球生命研究所、4.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、5.高輝度光科学研究センター)

[SIT20-P02] Elastic property and structure of pyrope glass at high pressure

*久野 直毅[1]、坂巻 竜也[1]、大橋 智典[1]、舟越 賢一[2]、肥後 祐司[3]、柴崎 裕樹[4]、鈴木 昭夫[1] (1.東北大学大学院理学研究科地学専攻、2.総合科学研究機構　中性子科学センター、3.（財）高輝度光科学研究センター、4.国立研究開発法人　物質・材料研究機構　若手国際研究センター)

[SIT20-P03] The effect of water and redox state on melting at the top of the lower mantle

*中嶋 彩乃[1]、坂巻 竜也[1]、鈴木 昭夫[1] (1.東北大学)

[SIT20-P04] Sound velocity measurements on liquid Fe-P alloy up to 80 GPa

*木下 大輔[1]、中島 陽一[1,2]、桑山 靖弘[2,3]、廣瀬 敬[3]、石川 大介[2,4]、Baron Alfred[2] (1.熊本大学、2.理研 MDL、3.東京大学、4.JASRI)

[SIT20-P05] High-pressure structural investigations for hydrous sodium silicate melts

*大橋 智典[1]、坂巻 竜也[1]、舟越 賢一[2]、村主 樹[1]、市東 力[1]、柴崎 裕樹[3]、鈴木 昭夫[1] (1.東北大学大学院理学系研究科、2.総合科学研究機構　中性子科学センター、3.国立研究開発法人　物質・材料研究機構)

[SIT20-P06] Inelastic X-ray scattering measurements of liquid Fe-N alloy under high pressure

*岩本 朝希[1]、中島 陽一[1,2]、木下 大輔[1]、桑山 靖弘[2,3]、廣瀬 敬[3]、石川 大介[2,4]、Alfred Baron[2] (1.熊本大学、2.理研 MDL、3.東京大学、4.JASRI)

[SIT20-P07] Formation of highly pure anorthite crust on the low-volatile astral bodies by low-viscous magma ocean

*坂巻 竜也[1]、河野 義生[2] (1.東北大学大学院　理学研究科、2.愛媛大学　地球深部ダイナミクス研究センター)

[E] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-IT 地球内部科学・地球惑星テクトニクス

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

[S-IT23] Structure and Dynamics of Earth and Planetary Mantles

コンビーナ:中川 貴司(香港大学地球科学専攻)、芳野 極(岡山大学惑星物質研究所)、趙 大鵬(東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター)

[SIT23-P01] Interaction between volcanisms inland and the spreading center: example of Galápagos archipelago

*Walid Ben Mansour[1]、Guust Nolet[2]、Mario Ruiz[3]、Juan Carlos Afonso[1] (1.Department of Earth and Planetary Sciences, Macquarie University, Sydney (Australia)、2.Geoazur, Université Cote d'Azur, Sophia Antipolis (France)、3.Instituto Geofisco, Escuela Politecnica Nacional, Quito (Ecuador))

[SIT23-P02] **Effect of iron content on thermal conductivity of olivine with implications for cooling history of rocky planets**

*Youyue Zhang[1]、Takashi Yoshino[1]、Akira Yoneda[1]、Masahiro Osako[2] (1.Institute for Planetary Materials, Okayama University、2.Division of Physical Sciences, National Museum of Nature and Science)

[SIT23-P03] **The distribution of Cenozoic conglomerates and its sedimentological constraint on the uplift of the South Tianshan, NW China**

*SUN HAITAO[1] (1.China University of Petroluem-Beijing)

[SIT23-P04] **Electrical conductivity of diaspore, δ-AlOOH and ε-FeOOH**

*Ran Wang[1] (1.Institute for Planetary Materials, Okayama University)

[SIT23-P05] Multi-mode surface wave tomography for azimuthal anisotropy in the Australasian upper mantle

*西村 祐香[1]、吉澤 和範[2] (1.北海道大学大学院理学院、2.北海道大学大学院理学研究院)

[SIT23-P06] Mapping multi-mode surface wave phase speeds in North America using mode-branch waveforms decomposed by linear Radon transform

*松澤 仁志[1]、吉澤 和範[2] (1.北海道大学大学院理学院、2.北海道大学大学院理学研究院)

[SIT23-P07] Radial anisotropy in the upper mantle using multi-mode surface waves incorporating the η_K parameter: Application to the Pacific and Australian regions

奥山 秀弥[1]、*吉澤 和範[1,2]、川勝 均[3]、一瀬 建日[3] (1.北海道大学大学院理学院、2.北海道大学大学院理学研究院、3.東京大学地震研究所)

[SIT23-P08] Pure to impure and dry to wet olivine rheology based on high temperature dependency of diffusion creep

*谷部 功将[1]、平賀 岳彦[1] (1.東京大学大学院理学系研究科)

[SIT23-P09] Finite frequency S wave tomography model beneath the Ontong Java Plateau using data recorded by broadband ocean bottom seismographs

*堀内 美咲[3]、杉岡 裕子[3]、大林 政行[1]、末次 大輔[1]、塩原 肇[2]、伊藤 亜妃[1]、石原 靖[1]、田中 聡[1]、一瀬 建日[2]、利根川 貴志[1]、吉光 淳子[1]、小林 拓史[3] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.東京大学地震研究所、3.神戸大学)

[SIT23-P10] Shear wave structure of the upper mantle beneath the Ontong Java Plateau

*一瀬 建日[1]、末次 大輔[2]、塩原 肇[1]、杉岡 裕子[3]、伊藤 亜妃[2]、石原 靖[2]、田中 聡[2]、大林 政行[2]、利根川 貴志[2]、吉光 淳子[2]、小林 拓史[3]、吉澤 和範[4] (1.東京大学地震研究所、2.海洋研究開発機構、3.神戸大学、4.北海道大学大学院理学研究院)

[SIT23-P11] Effect of impurity on post-post-perovskite transition of $MgSiO_3$ by first principles

*梅本 幸一郎[1] (1.東京工業大学地球生命研究所)

[SIT23-P12] 幌満かんらん岩から回収されたTiに富む特異的なコランダムの報告

*大澤 拓未[1]、山本 伸次[1] (1.横浜国立大学 理工学部　建築都市環境系学科　地球生態学EP)

[SIT23-P13] Deformation experiments on akimotoite

*Longli Guan[1]、Daisuke Yamazaki[1]、Noriyoshi Tsujino[1] (1.Institute for Planetary Materials, Okayama University, Misasa, Japan)

[SIT23-P14] Fate of water in subducted hydrous sediments deduced from stability fields of FeOOH and AlOOH up to 20 GPa

*芳野 極[1]、Edward Baker[2]、Kyle Duffey[3] (1.岡山大学惑星物質研究所、2.オックスフォード大学、3.プリンストン大学)

[E] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-IT 地球内部科学・地球惑星テクトニクス

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

[S-IT23] Structure and Dynamics of Earth and Planetary Mantles

コンビーナ:中川 貴司(香港大学地球科学専攻)、芳野 極(岡山大学惑星物質研究所)、趙 大鵬(東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター)

[SIT23-P01] Interaction between volcanisms inland and the spreading center: example of Galápagos archipelago

*Walid Ben Mansour[1]、Guust Nolet[2]、Mario Ruiz[3]、Juan Carlos Afonso[1] (1.Department of Earth and Planetary Sciences, Macquarie University, Sydney (Australia)、2.Geoazur, Université Cote d'Azur, Sophia Antipolis (France)、3.Instituto Geofisco, Escuela Politecnica Nacional, Quito (Ecuador))

[SIT23-P02] **Effect of iron content on thermal conductivity of olivine with implications for cooling history of rocky planets**

*Youyue Zhang[1]、Takashi Yoshino[1]、Akira Yoneda[1]、Masahiro Osako[2] (1.Institute for Planetary Materials, Okayama University、2.Division of Physical Sciences, National Museum of Nature and Science)

[SIT23-P03] **The distribution of Cenozoic conglomerates and its sedimentological constraint on the uplift of the South Tianshan, NW China**

*SUN HAITAO[1] (1.China University of Petroluem-Beijing)

[SIT23-P04] **Electrical conductivity of diaspore, δ-AlOOH and ε-FeOOH**

*Ran Wang[1] (1.Institute for Planetary Materials, Okayama University)

[SIT23-P05] Multi-mode surface wave tomography for azimuthal anisotropy in the Australasian upper mantle

*西村 祐香[1]、吉澤 和範[2] (1.北海道大学大学院理学院、2.北海道大学大学院理学研究院)

[SIT23-P06] Mapping multi-mode surface wave phase speeds in North America using mode-branch waveforms decomposed by linear Radon transform

*松澤 仁志[1]、吉澤 和範[2] (1.北海道大学大学院理学院、2.北海道大学大学院理学研究院)

[SIT23-P07] Radial anisotropy in the upper mantle using multi-mode surface waves incorporating the η_K parameter: Application to the Pacific and Australian regions

奥山 秀弥[1]、*吉澤 和範[1,2]、川勝 均[3]、一瀬 建日[3] (1.北海道大学大学院理学院、2.北海道大学大学院理学研究院、3.東京大学地震研究所)

[SIT23-P08] Pure to impure and dry to wet olivine rheology based on high temperature dependency of diffusion creep

*谷部 功将[1]、平賀 岳彦[1] (1.東京大学大学院理学系研究科)

[SIT23-P09] Finite frequency S wave tomography model beneath the Ontong Java Plateau using data recorded by broadband ocean bottom seismographs

*堀内 美咲[3]、杉岡 裕子[3]、大林 政行[1]、末次 大輔[1]、塩原 肇[2]、伊藤 亜妃[1]、石原 靖[1]、田中 聡[1]、一瀬 建日[2]、利根川 貴志[1]、吉光 淳子[1]、小林 拓史[3] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.東京大学地震研究所、3.神戸大学)

[SIT23-P10] Shear wave structure of the upper mantle beneath the Ontong Java Plateau

*一瀬 建日[1]、末次 大輔[2]、塩原 肇[1]、杉岡 裕子[3]、伊藤 亜妃[2]、石原 靖[2]、田中 聡[2]、大林 政行[2]、利根川 貴志[2]、吉光 淳子[2]、小林 拓史[3]、吉澤 和範[4] (1.東京大学地震研究所、2.海洋研究開発機構、3.神戸大学、4.北海道大学大学院理学研究院)

[SIT23-P11] Effect of impurity on post-post-perovskite transition of $MgSiO_3$ by first principles

*梅本 幸一郎[1] (1.東京工業大学地球生命研究所)

[SIT23-P12] 幌満かんらん岩から回収されたTiに富む特異的なコランダムの報告

*大澤 拓未[1]、山本 伸次[1] (1.横浜国立大学 理工学部　建築都市環境系学科　地球生態学EP)

[SIT23-P13] Deformation experiments on akimotoite

*Longli Guan[1]、Daisuke Yamazaki[1]、Noriyoshi Tsujino[1] (1.Institute for Planetary Materials, Okayama University, Misasa, Japan)

[SIT23-P14] Fate of water in subducted hydrous sediments deduced from stability fields of FeOOH and AlOOH up to 20 GPa

*芳野 極[1]、Edward Baker[2]、Kyle Duffey[3] (1.岡山大学惑星物質研究所、2.オックスフォード大学、3.プリンストン大学)

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-IT 地球内部科学・地球惑星テクトニクス

13:45 ~ 15:15 | A09 東京ベイ幕張ホール

[S-IT23] Structure and Dynamics of Earth and Planetary Mantles

コンビーナ:中川 貴司(香港大学地球科学専攻)、芳野 極(岡山大学惑星物質研究所)、趙 大鵬(東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター)、座長:芳野 極(岡山大学)

13:45 ~ 14:00

[SIT23-01] In search of recycled continental crust in the Mantle Transition Zone using geoneutrino measurements

*William F McDonough[1]、Bedrich Roskovec[2]、Ondrej Sramek[3] (1.Tohoku University, Sendai, Japan、2.Universidad Catolica de Chile, Santiago, Chile、3.Charles University, Praha 8, Czech Republic)

14:00 ~ 14:15

[SIT23-02] Tectonic plates in 3D-numerical models of mantle convection with stress-history-dependent viscosity

*宮腰 剛広[1]、亀山 真典[2]、小河 正基[3] (1.海洋研究開発機構、2.愛媛大学、3.東京大学)

14:15 ~ 14:30

[SIT23-03] Denoising S-Net Data to Image the Japan Trench: Comparisons to Alaska and Cascadia

*Claire Diane Doody[1,2]、Qingkai Kong[1,2]、William Scott[3]、William Bythewood Hawley[1,2]、Robert Martin-Short[1,2]、Richard M Allen[1,2] (1.UC Berkeley、2.Berkeley Seismo. Lab、3.Imperial Coll. London)

14:30 ~ 14:45

[SIT23-04] **Experimental confirmation of a spineloid transitional olivine polymorph using ultrafine-grained aggregates of Mg_2GeO_4**

*Thomas P. Ferrand[1]、Takehiko Hiraga[1] (1.Earthquake Research Institute)

14:45 ~ 15:00

[SIT23-05] Effects of fine-scale laminated heterogeneity on seismic anisotropy from long-period surface waves: Evaluation with two-dimensional waveform modelling

*徐 雲遨[1]、吉澤 和範[1,2]、古村 孝志[3] (1.北海道大学　大学院理学院　自然史科学専攻、2.北海道大学　理学研究院、3.東京大学　地震研究所)

15:00 ~ 15:15

[SIT23-06] **Redox kinetics of olivine revealed by diffusion profile of oxygen fugacity and its implication to the redox evolution of the uppermost mantle**

*Chengcheng Zhao[1]、Takashi Yoshino[1] (1.Institute for Study of the Earth's Interior, Okayama University)

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-IT 地球内部科学・地球惑星テクトニクス

15:30 ~ 17:00 | A09 東京ベイ幕張ホール

[S-IT23] Structure and Dynamics of Earth and Planetary Mantles

コンビーナ:中川 貴司(香港大学地球科学専攻)、芳野 極(岡山大学惑星物質研究所)、趙 大鵬(東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター)、座長:趙 大鵬(東北大学)

15:30 ~ 15:45

[SIT23-07] Reactive Melt Channelization in the Earth's Mantle

*Matej Pec[1]、Benjamin Holtzman[3]、Mark Zimmerman[2]、David Kohlstedt[2] (1.Massachusetts Institute of Technology、2.University of Minnesota、3.Lamont-Doherty Earth Oservatory, Columbia University)

15:45 ~ 16:00

[SIT23-08] 東北アジアのプレート内部火山の深部構造と起源

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

16:00 ~ 16:15

[SIT23-09] 3D passive-source reverse-time migration imaging of mantle discontinuities

*Yang Shen[1]、Jiahang Li[1]、Hitoshi Kawakatsu[2] (1.Graduate School of Oceanography, University of Rhode Island, USA、2.Earthquake Research Institute, University of Tokyo)

16:15 ~ 16:30

[SIT23-10] Configuration of slab beneath Ogasawara Islands and P-wave time differences between high and low frequencies

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

16:30 ~ 16:45

[SIT23-11] Cool lower mantle transition zone inferred from seismic anisotropy of deformed ringwoodite

*川添 貴章[1,2]、Florian Heidelbach[2]、宮島 延吉[2]、石井 貴之[2] (1.広島大学、2.バイロイト大学)

16:45 ~ 17:00

[SIT23-12] Crystal chemistry and compressibility of $Fe_{0.5}Mg_{0.5}Al_{0.5}Si_{0.5}O_3$ and $FeMg_{0.5}Si_{0.5}O_3$ silicate perovskites at pressures up to 95 GPa.

*Iuliia Koemets[1]、Zhaodong Liu[2]、Egor Gennadievich Koemets[1]、Catherine McCammon[1]、Artem Chanychev[1]、Tomoo Katsura[1]、Michael Hanfland[3]、Aleksandr Chumakov[3] (1.Bayerisches Geoinstitut, Universitat Bayreuth, Bayreuth, Germany、2.Jilin University, Changchun, China 、3.European Synchrotron Radiation Facility (ESRF), Grenoble Cedex, France.)

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-IT 地球内部科学・地球惑星テクトニクス

9:00 ~ 10:30 | A09 東京ベイ幕張ホール

[S-IT24] Attenuation from crust to core: in situ experiments, observaions and implications

コンビーナ:小西 健介(台湾中央研究院地球科学研究所)、片山 郁夫(広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻)、芳野 極(岡山大学惑星物質研究所)、Alexandre Schubnel(CNRS)、座長:Kensuke Konishi(Institute of Earth Sciences)

9:00 ~ 9:15

[SIT24-01] Anomalous Vp/Vs Ratios at Seismic Frequencies Might Evidence Highly Damaged Rocks in Subduction Zones

*Alexandre Schubnel[1]、Lucas Pimienta[2]、Marie Violay[2]、Jérome Fortin[1]、Hélène Lyon-Caean[1] (1.Laboratoire de Géologie, ENS PARIS、2.EPFL, Switzerland)

9:15 ~ 9:30

[SIT24-02] Imaging crustal seismic attenuation, central Taupo Volcanic Zone, New Zealand

*Stephen C Bannister[1]、Sandra Bourguignon[1]、Ted Bertrand[1]、Cameron Asher[1] (1.GNS Science)

9:30 ~ 9:45

[SIT24-03] 海洋アセノスフェア地震学的構造に対する新たな制約

★招待講演

*竹内 希[1]、川勝 均[1]、塩原 肇[1]、一瀬 建日[1]、杉岡 裕子[2]、伊藤 亜妃[3]、歌田 久司[1] (1.東京大学地震研究所、2.神戸大学、3.海洋研究開発機構)

9:45 ~ 10:00

[SIT24-04] Frequency effects on elastic properties of saturated porous rocks: Experimental investigations

★Invited Papers

*Jerome Fortin[1] (1.Laboratoire de Géologie, Ecole Normale Superieure - Paris)

10:00 ~ 10:15

[SIT24-05] Rock anelasticity due to grain boundary premelting

★Invited Papers

*武井 康子[1]、山内 初希[1]、角田 明博[1] (1.東京大学地震研究所)

10:15 ~ 10:30

[SIT24-06] Experimental study of the effects of partial melting on anelasticity: toward quantitative interpretations of seismic high attenuation

*山内 初希[1]、武井 康子[1] (1.東京大学地震研究所)

[E] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-IT 地球内部科学・地球惑星テクトニクス

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

[S-IT24] Attenuation from crust to core: in situ experiments, observaions and implications

コンビーナ:小西 健介(台湾中央研究院地球科学研究所)、片山 郁夫(広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻)、芳野 極(岡山大学惑星物質研究所)、Alexandre Schubnel(CNRS)

[SIT24-P01] 水に飽和した花崗岩の三軸試験中での地震波減衰の測定

*片山 郁夫[1]、山田 恵也[1]、財間 寛太[1] (1.広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻)

[SIT24-P02] Waveform inversion for the radial elastic and anelastic structure of the lowermost mantle beneath Central America and the Caribbean

*Anselme F. E. Borgeaud[1,2]、Frederic Deschamps[1]、Kensuke Konishi[1]、Kenji Kawai[2]、Robert J. Geller[2] (1.Institute of Earth Sciences, Academia Sinica、2.Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, University of Tokyo)

[SIT24-P03] 3-D elastic and anelastic structure of the lowermost mantle beneath the western Pacific from finite-frequency tomography

*小西 健介[1]、冨士 延章[2]、Deschamps Frederic[1] (1.台湾中央研究院地球科学研究所、2.パリ地球物理研究所)

[SIT24-P04] **Inferring the lowermost mantle thermo-chemical structure beneath the Western Pacific with seismic attenuation and shear-wave speed anomalies**

*Frederic Deschamps[1]、Kensuke Konishi[1]、Nobuaki Fuji[2]、Laura J Cobden[3] (1.Academia Sinica、2.Institut de Physique du Globe de Paris、3.Utrecht University)

[SIT24-P05] Intrinsic attenuation factor Q of partially molten Fe–S–O system

*Chao Liu[1]、Takashi Yoshino[1] (1.Institute for Planetary Materials, Okayama University)

[SIT24-P06] サーマルクラックの入った花崗岩における間隙水圧の弾性波減衰への影響

*山田 恵也[1]、澤山 和貴[2]、片山 郁夫[1] (1.広島大学、2.九州大学)

[E] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-IT 地球内部科学・地球惑星テクトニクス

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

[S-IT24] Attenuation from crust to core: in situ experiments, observaions and implications

コンビーナ:小西 健介(台湾中央研究院地球科学研究所)、片山 郁夫(広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻)、芳野 極(岡山大学惑星物質研究所)、Alexandre Schubnel(CNRS)

[SIT24-P01] 水に飽和した花崗岩の三軸試験中での地震波減衰の測定

*片山 郁夫[1]、山田 恵也[1]、財間 寛太[1] (1.広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻)

[SIT24-P02] Waveform inversion for the radial elastic and anelastic structure of the lowermost mantle beneath Central America and the Caribbean

*Anselme F. E. Borgeaud[1,2]、Frederic Deschamps[1]、Kensuke Konishi[1]、Kenji Kawai[2]、Robert J. Geller[2] (1.Institute of Earth Sciences, Academia Sinica、2.Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, University of Tokyo)

[SIT24-P03] 3-D elastic and anelastic structure of the lowermost mantle beneath the western Pacific from finite-frequency tomography

*小西 健介[1]、冨士 延章[2]、Deschamps Frederic[1] (1.台湾中央研究院地球科学研究所、2.パリ地球物理研究所)

[SIT24-P04] **Inferring the lowermost mantle thermo-chemical structure beneath the Western Pacific with seismic attenuation and shear-wave speed anomalies**

*Frederic Deschamps[1]、Kensuke Konishi[1]、Nobuaki Fuji[2]、Laura J Cobden[3] (1.Academia Sinica、2.Institut de Physique du Globe de Paris、3.Utrecht University)

[SIT24-P05] Intrinsic attenuation factor Q of partially molten Fe–S–O system

*Chao Liu[1]、Takashi Yoshino[1] (1.Institute for Planetary Materials, Okayama University)

[SIT24-P06] サーマルクラックの入った花崗岩における間隙水圧の弾性波減衰への影響

*山田 恵也[1]、澤山 和貴[2]、片山 郁夫[1] (1.広島大学、2.九州大学)

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

9:00 ~ 10:30 | A07 東京ベイ幕張ホール

[S-VC36] 火山・火成活動と長期予測

コンビーナ:及川 輝樹(国立研究開発法人産業技術総合研究所)、長谷川 健(茨城大学理学部地球環境科学コース)、三浦 大助(大阪府立大学 大学院理学系研究科 物理科学専攻)、下司 信夫(産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)、座長:三浦 大助、下司 信夫(産総研　活断層・火山研究部門)

9:00 ~ 9:15

[SVC36-01] ジルコンのU-Pb年代測定から推定される人類史上最大の噴火が起きたトバカルデラの噴火史

*伊藤 久敏[1] (1.一般財団法人電力中央研究所)

9:15 ~ 9:30

[SVC36-02] "箱根東京軽石噴火"の噴火準備過程

*辻原 諒[1,2]、小木曽 哲[1]、佐野 貴司[3]、石橋 秀巳[4] (1.京都大学大学院人間・環境学研究科、2.アジア航測株式会社、3.国立科学博物館、4.静岡大学理学部地球科学科)

9:30 ~ 9:45

[SVC36-03] 阿蘇中央火口丘群起源のテフラに含まれる鉱物のメルト包有物から推定したマグマ供給系の変遷

*永石 良太[1]、長谷中 利昭[2]、鳥井 真之[2]、安田 敦[3]、外西 奈津美[3] (1.熊本大学大学院自然科学研究科、2.くまもと水循環・減災研究教育センター、3.東京大学地震研究所)

9:45 ~ 10:00

[SVC36-04] 洞爺カルデラ噴火をもたらしたマグマシステム

*東宮 昭彦[1]、後藤 芳彦[2]、檀原 徹[3]、デ・シルヴァ シャナカ[4] (1.産業技術総合研究所地質調査総合センター、2.室蘭工業大学、3.(株) 京都フィッション・トラック、4.オレゴン州立大学)

10:00 ~ 10:15

[SVC36-05] Voluminous silicic magma formation for the 30 ka Aira catastrophic caldera-forming eruption: contributions of crust-derived mafic and felsic magmas

*西原 歩[1]、巽 好幸[2,1]、鈴木 桂子[2,1]、金子 克哉[1,2]、木村 純一[3]、常 青[3]、日向 宏伸[4]、宮崎 隆[3]、Bogdan Stefanov Vaglarov[3] (1.神戸大学大学院 理学研究科惑星学専攻、2.神戸大学 海洋底探査センター、3.海洋研究開発機構 地球内部物質循環研究分野、4.神戸市立垂水中学校)

10:15 ~ 10:30

[SVC36-06] 南阿蘇村立野に分布する先阿蘇溶岩の層序と化学組成

*十川 翔太[1]、長谷中 利昭[2]、鳥井 真之[2]、森 康[3] (1.熊本大学　自然科学教育部、2.熊本大学 くまもと水循環・減災研究教育センター、3.北九州市立自然史・歴史博物館)

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

10:45 ~ 12:15 | A07 東京ベイ幕張ホール

[S-VC36] 火山・火成活動と長期予測

コンビーナ:及川 輝樹(国立研究開発法人産業技術総合研究所)、長谷川 健(茨城大学理学部地球環境科学コース)、三浦 大助(大阪府立大学 大学院理学系研究科 物理科学専攻)、下司 信夫(産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)、座長:下司 信夫(産総研　活断層・火山研究部門)、三浦 大助

10:45 ~ 11:00

[SVC36-07] 空中重力偏差法探査からみたカルデラ構造

*二ノ宮 淳[1]、石川 弘真[1]、野上 俊介[1]、中里 佳央[1] (1.住鉱資源開発株式会社)

11:00 ~ 11:15

[SVC36-08] カルデラ形成噴火最初期の細粒流れ堆積物

*富島 千晴[1]、三浦 大助[1]、上澤 真平[2]、宮坂 瑞穂[3] (1.大阪府立大学 大学院理学系研究科 物理科学専攻、2.電力中央研究所　地球工学研究所　地圏科学領域、3.北海道大学大学院理学研究院)

11:15 ~ 11:30

[SVC36-09] 口永良部島で2018年12月から2019年1月に発生した火砕流の特徴

*古川 竜太[1]、及川 輝樹[1]、下司 信夫[1] (1.産業技術総合研究所地質調査総合センター)

11:30 ~ 11:45

[SVC36-10] 富士山の成因とフィリピン海プレートの形状

*原田 靖[1]、高橋 美優[1] (1.東海大学 海洋学部 海洋地球科学科)

11:45 ~ 12:00

[SVC36-11] 非地震性ベーリングスラブの沈み込みによるカムチャッカ最北端における島弧火成活動

*西澤 達治[1]、中村 仁美[2,3,4,5]、Tatiana Churikova[6,7]、Boris Gordeychik[6,8]、Maria Pevzner[9]、石塚 治[2,10]、岩森 光[3,4,11] (1.東京工業大学理学院火山流体研究センター、2.産業技術総合研究所地質調査総合センター活断層・火山研究部門、3.海洋研究開発機構地球内部物質循環研究分野、4.東京工業大学理学院地球惑星科学系、5.千葉工業大学次世代海洋資源研究センター、6.ゲッティンゲン大学地球科学センター、7.ロシア科学アカデミー極東支部火山地震研究所、8.ロシア科学アカデミー実験鉱物研究所、9.ロシア科学アカデミー地質学研究所、10.海洋研究開発機構海洋掘削科学研究開発センター、11.東京大学地震研究所)

12:00 ~ 12:15

[SVC36-12] 東北日本弧地殻深部におけるマグマの酸化還元状態: 一の目潟マール産沈積岩捕獲岩からの制約

*津島 直哉[1]、中村 美千彦[1]、柳田 泰宏、吉田 武義[1] (1.東北大学大学院理学研究科地学専攻地球惑星物質科学講座)

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

13:45 ~ 15:15 | A07 東京ベイ幕張ホール

[S-VC36] 火山・火成活動と長期予測

コンビーナ:及川 輝樹(国立研究開発法人産業技術総合研究所)、長谷川 健(茨城大学理学部地球環境科学コース)、三浦 大助(大阪府立大学 大学院理学系研究科 物理科学専攻)、下司 信夫(産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)、座長:古川 竜太、及川 輝樹

13:45 ~ 14:00

[SVC36-13] キュリー温度以下における流紋岩溶岩の変形：神津島砂糠山溶岩

*神尾 匠真[1]、古川 邦之[2]、金丸 龍夫[3]、宇野 康司[1] (1.岡山大学、2.愛知大学、3.日本大学)

14:00 ~ 14:15

[SVC36-14] Evolution of magmatic chemistry for the Asama-Maekake volcano since 10ka revealed by whole-rock chemical analysis of pumice obtained by the trenching of air-fall tephra deposits

*高橋 正樹[1]、安井 真也[1]、金丸 龍夫[1] (1.日本大学文理学部地球科学科)

14:15 ~ 14:30

[SVC36-15] 恵山火山南麓の後期更新世―完新世テフラ堆積物：トレンチ調査結果報告

*三浦 大助[1]、古川 竜太[2]、荒井 健一[3] (1.大阪府立大学 大学院理学系研究科、2.産総研　活断層・火山研究部門、3.アジア航測)

14:30 ~ 14:45

[SVC36-16] 北海道東部，雌阿寒岳，1.4万年前の中マチネシリ噴火の噴火推移とマグマ供給系の変遷

*石毛 康介[1,2]、中川 光弘[1] (1.北海道大学大学院理学院、2.三菱マテリアル（株）)

14:45 ~ 15:00

[SVC36-17] 諏訪之瀬島火山におけるマグマ供給系と噴火・休止様式の変遷

*嶋野 岳人[1]、安田 敦[2] (1.常葉大学大学院環境防災研究科、2.東京大学地震研究所)

15:00 ~ 15:15

[SVC36-18] 三宅島火山における過去約2700年間のマグマ組成の変化

*下司 信夫[1]、及川 輝樹[1] (1.産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)

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

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

[S-VC36] 火山・火成活動と長期予測

コンビーナ:及川 輝樹(国立研究開発法人産業技術総合研究所)、長谷川 健(茨城大学理学部地球環境科学コース)、三浦 大助(大阪府立大学 大学院理学系研究科 物理科学専攻)、下司 信夫(産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)

[SVC36-P01] トレンチ調査による雌阿寒岳の噴火史の再検討

*佐藤 鋭一[1]、和田 恵治[2]、南 裕介[3]、石塚 吉浩[3]、中川 光弘[4]、足立 佳子[4] (1.神戸大学大学教育推進機構、2.北海道教育大学旭川校、3.産業技術総合研究所 地質調査総合センター、4.北海道大学大学院理学研究院地球惑星システム科学分野)

[SVC36-P02] 掘削調査からみた雌阿寒岳ポンマチネシリにおける過去1000年間の火山活動史

*南 裕介[1]、中川 光弘[2]、佐藤 鋭一[3]、和田 恵治[4]、石塚 吉浩[1]、足立 佳子[2] (1.産業技術総合研究所　地質調査総合センター、2.北海道大学大学院理学研究院地球惑星システム科学分野、3.神戸大学大学教育推進機構、4.北海道教育大学旭川校)

[SVC36-P03] **摩周火山，過去14000年間におけるマグマ供給系の変遷**

*和田 恵治[1]、佐藤 鋭一[2]、佐野 恭平[3]、岡田 侑也[1] (1.北海道教育大学旭川校地学教室、2.神戸大学大学教育推進機構 、3.白滝ジオパーク)

[SVC36-P04] 北海道東部，摩周火山における7.6kaカルデラ形成噴火の推移

*柴田 翔平[1]、長谷川 健[1] (1.茨城大学理学部理学科地球環境科学コース)

[SVC36-P05] 北海道東部, 摩周火山の1000年前のMa-b噴火の火山地質学的研究：特に噴火様式の変化について.

*上野 健太[1]、中川 光弘[1] (1.北海道大学大学院理学院自然史科学専攻地球惑星科学システム科学講座)

[SVC36-P06] 北海道南西部，濁川火山のカルデラ形成期噴出物の岩石学的特徴

*金田 泰明[1]、長谷川 健[1] (1.茨城大学大学院)

[SVC36-P07] 姶良カルデラ形成における前駆プリニー式噴火の軽石の組織分析

*緒方 美季[1]、寅丸 敦志[2] (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

[SVC36-P08] 珪長質マグマ溜まりの長期熱収支モデルから推定する長期苦鉄質マグマ供給率

*上澤 真平[1] (1.電力中央研究所　地球工学研究所　地圏科学領域)

[SVC36-P09] 顕微ラマン分光・顕微赤外分光法に基づく高粘性マグマの開放系脱ガス・酸化組織形成過程

*佐野 恭平[1]、佐藤 鋭一[2]、和田 恵治[3]、壷井 基裕[4]、中岡 礼奈[5] (1.白滝ジオパーク、2.神戸大学大学教育推進機構、3.北海道教育大学旭川校、4.関西学院大学理工学部、5.神戸大学海洋底探査センター)

[SVC36-P10] 御嶽山2014年噴火による投出岩塊の分布

*及川 輝樹[1]、吉本 充宏[2]、竹下 欣宏[3]、前野 深[4]、小森 次郎[5]、中田 節也[9]、嶋野 岳人[10]、佐々木 寿[6]、岸本 博志[6]、千葉 達朗[6]、石峯 康浩[7]、常松 佳恵[8]、石塚 吉浩[1] (1.国立研究開発法人産業技術総合研究所、2.山梨県富士山科学研究所、3.信州大学教育学部、4.東京大学地震研究所、5.帝京平成大学、6.アジア航測株式会社、7.鹿児島大地震火山地域防災センター、8.山形大学理学部、9.研究開発法人　防災科学技術研究所、10.常葉大学大学院環境防災研究科)

[SVC36-P11] 2014年噴火以降の御嶽山における火山性地殻変動

*小池 遥之[1]、Ito Takeo[2]、松廣 健二郎[2]、堀川 信一郎[2]、奥田 隆[2]、國友 孝洋[2]、田ノ上 和志[2]、岩瀬 裕斗[1]、熊谷 光起[1] (1.Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University、2.Earthquake and Volcano Research Center, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University)

[SVC36-P12] 南西北海道，第四紀狩場火山群の地質学・岩石学的研究：山体形成史とマグマ変遷の解明

*田次 将太[1]、中川 光弘[2] (1.北海道大学大学院　理学院、2.北海道大学大学院　理学研究院)

[SVC36-P13] 岩手県西部, 小高倉火山の噴出物層序の検討とマグマ組成の変化要因の解明

*後藤 義瑛[1]、藤縄 明彦[2] (1.茨城大学大学院理工学研究科、2.茨城大学理学部)

[SVC36-P14] 蔵王火山，五色岳火砕岩類上部における噴火準備過程

*佐藤 初洋[1]、伴 雅雄[1] (1.山形大学大学院理工学研究科)

[SVC36-P15] 那須火山群，二岐火山の地質と岩石

*渡部 将太[1]、長谷川 健[1] (1.茨城大学)

[SVC36-P16] 榛名カルデラ形成噴火のマグマ―白川火砕流堆積物からの示唆―

*木谷 悟郎[1]、鈴木 由希[2]、大石 雅之[3] (1.早稲田大学, 教育学部, 地球科学専修、2.早稲田大学, 教育・総合科学学術院, 地球科学専修、3.気象庁, 仙台管区気象台)

[SVC36-P17] 榛名カルデラ形成噴火のマグマ―里見火砕流堆積物からの示唆―

*岡野 百花[1]、鈴木 由希[2] (1.早稲田大学，教育学部，地球科学専修、2.早稲田大学，教育・総合科学学術院, 地球科学専修)

[SVC36-P18] 白山火山，南竜ヶ馬場の岩石学

*宮下 太一郎[1]、海野 進[1]、茨木 柚季[2] (1.金沢大学、2.株式会社中研コンサルタント)

[SVC36-P19] Tephrochronological relations of Middle-Pleistocene tephra derived from Myoko Volcanic Group and the pumice and scoria fall deposits found in Kosha Volcano, Central Japan

*高杉 直彰[1]、齋藤 武士[1]、牧野 州明[1]、鈴木 毅彦[2] (1.信州大学　総合医理工学研究科　総合理工学専攻、2.首都大学東京　都市環境科学研究科　地理環境科学域)

[SVC36-P20] Geologic and petrologic study of the Kamo monogenetic volcanic field,Southern Kyushu,Japan

*Linus Anye Nche[1]、Takeshi - Hasegawa[1]、Tetsuo - Kobayashi[2]、Károly - Németh[3]、Festus Tongwa Aka[4] (1. Ibaraki Univ.、2.Kagoshima Univ.、3. Massey Univ.、4.IRGM)

[SVC36-P21] **富士山・万野溶岩流内の溶岩チューブ洞窟から得られる知見**

*本多 力[1] (1.火山洞窟学会)

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

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

[S-VC36] 火山・火成活動と長期予測

コンビーナ:及川 輝樹(国立研究開発法人産業技術総合研究所)、長谷川 健(茨城大学理学部地球環境科学コース)、三浦 大助(大阪府立大学 大学院理学系研究科 物理科学専攻)、下司 信夫(産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)

[SVC36-P01] トレンチ調査による雌阿寒岳の噴火史の再検討

*佐藤 鋭一[1]、和田 恵治[2]、南 裕介[3]、石塚 吉浩[3]、中川 光弘[4]、足立 佳子[4] (1.神戸大学大学教育推進機構、2.北海道教育大学旭川校、3.産業技術総合研究所 地質調査総合センター、4.北海道大学大学院理学研究院地球惑星システム科学分野)

[SVC36-P02] 掘削調査からみた雌阿寒岳ポンマチネシリにおける過去1000年間の火山活動史

*南 裕介[1]、中川 光弘[2]、佐藤 鋭一[3]、和田 恵治[4]、石塚 吉浩[1]、足立 佳子[2] (1.産業技術総合研究所　地質調査総合センター、2.北海道大学大学院理学研究院地球惑星システム科学分野、3.神戸大学大学教育推進機構、4.北海道教育大学旭川校)

[SVC36-P03] **摩周火山，過去14000年間におけるマグマ供給系の変遷**

*和田 恵治[1]、佐藤 鋭一[2]、佐野 恭平[3]、岡田 侑也[1] (1.北海道教育大学旭川校地学教室、2.神戸大学大学教育推進機構 、3.白滝ジオパーク)

[SVC36-P04] 北海道東部，摩周火山における7.6kaカルデラ形成噴火の推移

*柴田 翔平[1]、長谷川 健[1] (1.茨城大学理学部理学科地球環境科学コース)

[SVC36-P05] 北海道東部, 摩周火山の1000年前のMa-b噴火の火山地質学的研究：特に噴火様式の変化について.

*上野 健太[1]、中川 光弘[1] (1.北海道大学大学院理学院自然史科学専攻地球惑星科学システム科学講座)

[SVC36-P06] 北海道南西部，濁川火山のカルデラ形成期噴出物の岩石学的特徴

*金田 泰明[1]、長谷川 健[1] (1.茨城大学大学院)

[SVC36-P07] 姶良カルデラ形成における前駆プリニー式噴火の軽石の組織分析

*緒方 美季[1]、寅丸 敦志[2] (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

[SVC36-P08] 珪長質マグマ溜まりの長期熱収支モデルから推定する長期苦鉄質マグマ供給率

*上澤 真平[1] (1.電力中央研究所　地球工学研究所　地圏科学領域)

[SVC36-P09] 顕微ラマン分光・顕微赤外分光法に基づく高粘性マグマの開放系脱ガス・酸化組織形成過程

*佐野 恭平[1]、佐藤 鋭一[2]、和田 恵治[3]、壷井 基裕[4]、中岡 礼奈[5] (1.白滝ジオパーク、2.神戸大学大学教育推進機構、3.北海道教育大学旭川校、4.関西学院大学理工学部、5.神戸大学海洋底探査センター)

[SVC36-P10] 御嶽山2014年噴火による投出岩塊の分布

*及川 輝樹[1]、吉本 充宏[2]、竹下 欣宏[3]、前野 深[4]、小森 次郎[5]、中田 節也[9]、嶋野 岳人[10]、佐々木 寿[6]、岸本 博志[6]、千葉 達朗[6]、石峯 康浩[7]、常松 佳恵[8]、石塚 吉浩[1] (1.国立研究開発法人産業技術総合研究所、2.山梨県富士山科学研究所、3.信州大学教育学部、4.東京大学地震研究所、5.帝京平成大学、6.アジア航測株式会社、7.鹿児島大地震火山地域防災センター、8.山形大学理学部、9.研究開発法人　防災科学技術研究所、10.常葉大学大学院環境防災研究科)

[SVC36-P11] 2014年噴火以降の御嶽山における火山性地殻変動

*小池 遥之[1]、Ito Takeo[2]、松廣 健二郎[2]、堀川 信一郎[2]、奥田 隆[2]、國友 孝洋[2]、田ノ上 和志[2]、岩瀬 裕斗[1]、熊谷 光起[1] (1.Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University、2.Earthquake and Volcano Research Center, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University)

[SVC36-P12] 南西北海道，第四紀狩場火山群の地質学・岩石学的研究：山体形成史とマグマ変遷の解明

*田次 将太[1]、中川 光弘[2] (1.北海道大学大学院　理学院、2.北海道大学大学院　理学研究院)

[SVC36-P13] 岩手県西部, 小高倉火山の噴出物層序の検討とマグマ組成の変化要因の解明

*後藤 義瑛[1]、藤縄 明彦[2] (1.茨城大学大学院理工学研究科、2.茨城大学理学部)

[SVC36-P14] 蔵王火山，五色岳火砕岩類上部における噴火準備過程

*佐藤 初洋[1]、伴 雅雄[1] (1.山形大学大学院理工学研究科)

[SVC36-P15] 那須火山群，二岐火山の地質と岩石

*渡部 将太[1]、長谷川 健[1] (1.茨城大学)

[SVC36-P16] 榛名カルデラ形成噴火のマグマ―白川火砕流堆積物からの示唆―

*木谷 悟郎[1]、鈴木 由希[2]、大石 雅之[3] (1.早稲田大学, 教育学部, 地球科学専修、2.早稲田大学, 教育・総合科学学術院, 地球科学専修、3.気象庁, 仙台管区気象台)

[SVC36-P17] 榛名カルデラ形成噴火のマグマ―里見火砕流堆積物からの示唆―

*岡野 百花[1]、鈴木 由希[2] (1.早稲田大学，教育学部，地球科学専修、2.早稲田大学，教育・総合科学学術院, 地球科学専修)

[SVC36-P18] 白山火山，南竜ヶ馬場の岩石学

*宮下 太一郎[1]、海野 進[1]、茨木 柚季[2] (1.金沢大学、2.株式会社中研コンサルタント)

[SVC36-P19] Tephrochronological relations of Middle-Pleistocene tephra derived from Myoko Volcanic Group and the pumice and scoria fall deposits found in Kosha Volcano, Central Japan

*高杉 直彰[1]、齋藤 武士[1]、牧野 州明[1]、鈴木 毅彦[2] (1.信州大学　総合医理工学研究科　総合理工学専攻、2.首都大学東京　都市環境科学研究科　地理環境科学域)

[SVC36-P20] Geologic and petrologic study of the Kamo monogenetic volcanic field,Southern Kyushu,Japan

*Linus Anye Nche[1]、Takeshi - Hasegawa[1]、Tetsuo - Kobayashi[2]、Károly - Németh[3]、Festus Tongwa Aka[4] (1. Ibaraki Univ.、2.Kagoshima Univ.、3. Massey Univ.、4.IRGM)

[SVC36-P21] **富士山・万野溶岩流内の溶岩チューブ洞窟から得られる知見**

*本多 力[1] (1.火山洞窟学会)

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-TT 計測技術・研究手法

9:00 ~ 10:30 | A04 東京ベイ幕張ホール

[S-TT42] Recent Advances in Exploration Geophysics 2019

コンビーナ:三ケ田 均(京都大学大学院工学研究科)、飯尾 能久(京都大学防災研究所)、島 伸和(神戸大学大学院理学研究科惑星学専攻)、武川 順一(京都大学大学院工学研究科)、座長:渡邊 勇介(京都大学大学院工学研究科)、武川 順一(京都大学大学院工学研究科)

9:00 ~ 9:15

[STT42-01] Numerical modeling of the effect of borehole stress concentration on sonic logging measurements in shale formations

*Shimin - Zhou[1]、Xinding - Fang[1] (1.Southern University of Science and Technology)

9:15 ~ 9:30

[STT42-02] Fundamental study on hydraulic fracturing simulation with DEM under high pressure and temperature condition

*大谷 颯[1]、三ケ田 均[1]、武川 順一[1] (1.京都大学大学院工学研究科)

9:30 ~ 9:45

[STT42-03] A fundamental study of proppant behavior in hydraulic fractures using particle based numerical simulations

★Invited Papers

*武川 順一[1]、三ケ田 均[1] (1.京都大学大学院工学研究科)

9:45 ~ 10:00

[STT42-04] Monitoring of mass density variation inside active volcanoes with cosmic-ray muography

*Laszlo Olah[1]、Hiroyuki K. M. Tanaka[1]、Gergo Hamar[2]、Dezso Varga[2] (1.Earthquake Research Institute, The University of Tokyo、2.Wigner Research Centre for Physics of the Hungarian Academy of Sciences)

10:00 ~ 10:15

[STT42-05] New development and operation of the EM-ACROSS: an investigation at Mount Kusatsu-Shirane

★Invited Papers

*Kuo Hsuan Tseng[1]、Yasuo Ogawa[1]、Takahiro Kunitomo[3]、Masato Fukai[1]、Hiroshi Ichihara[2] (1.Earth and Planetary science, Tokyo Institute of Technology、2.Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University、3.Nagoya University)

10:15 ~ 10:30

[STT42-06] A feasibility study to identify supercritical geothermal reservoirs on southern Kyushu Island using DTS and DAS systems

★Invited Papers

*笠原 順三[1,5]、羽佐田 葉子[2,1]、久詰 陽康[1]、藤瀬 吉博[4,1]、三ケ田 均[3] (1.エンジニアリング協会、2.大和探査技術(株）、3.京都大学、4.WELMA(株）、5.静岡大学)

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-TT 計測技術・研究手法

10:45 ~ 12:15 | A04 東京ベイ幕張ホール

[S-TT42] Recent Advances in Exploration Geophysics 2019

コンビーナ:三ケ田 均(京都大学大学院工学研究科)、飯尾 能久(京都大学防災研究所)、島 伸和(神戸大学大学院理学研究科惑星学専攻)、武川 順一(京都大学大学院工学研究科)、座長:武川 順一(京都大学大学院工学研究科)、渡邊 勇介(京都大学大学院工学研究科)

10:45 ~ 11:00

[STT42-07] The observation of active source and ambient noise signals with telecommunication fiber-optic cable in urban area

*Baoshan Wang[1]、Xiangfang Zeng[2]、Xiaobin Li[3]、Weiwei Xu[4]、Shanhui Xu[4]、Zhenghong Song[1] (1.School of Earth and Space Sciences, University of Science and Technology of China、2.State Key Laboratory of Geodesy and Earth's Dynamics, Institute of Geodesy and Geophysics, Chinese Academy of Sciences、3.Earthquake Agency of Yunnan Province、4.Institute of Geophysics, China Earthquake Administration)

11:00 ~ 11:15

[STT42-08] Comparison of RTM results of time-lapse imaging in foam-assisted EOR

*田村 怜[1]、三ケ田 均[1]、武川 順一[1] (1.京都大学)

11:15 ~ 11:30

[STT42-09] The estimation of physical properties of buried targets using the Cole-Cole equation in fictitious wave domain method

*木村 巧志[1]、三ケ田 均[1]、武川 順一[1] (1.京都大学)

11:30 ~ 11:45

[STT42-10] Numerical investigation of permeability anisotropy in porous media using a particle method

*益邑 遼[1]、三ケ田 均[1]、武川 順一[1] (1.京都大学)

11:45 ~ 12:00

[STT42-11] **Numerical Description of Flow Channel in Pipe Conduits Considering Solid-fluid Phase Shift with Lattice Boltzmann Method**

*岩田 優生[1]、三ケ田 均[1]、武川 順一[1] (1.京都大学大学院工学研究科)

12:00 ~ 12:15

[STT42-12] Evaluation of anisotropic parameters using virtual cross-dipole data with full waveform approach

*渡邊 勇介[1]、三ケ田 均[1]、武川 順一[1] (1.京都大学)

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

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_19

[S-TT42] Recent Advances in Exploration Geophysics 2019

コンビーナ:三ケ田 均(京都大学大学院工学研究科)、飯尾 能久(京都大学防災研究所)、島 伸和(神戸大学大学院理学研究科惑星学専攻)、武川 順一(京都大学大学院工学研究科)

[STT42-P01] DISCRIMINATION OF HYDRATE BEARING MARINE SEDIMENTS BY USING FREQUENCY BASED ATTENUATION

*Nisar Ahmed[1]、Mubasher Ahmad[1]、Perveiz Khalid[1] (1.Institute of Geology, University of the Punjab, Lahore 54590, Pakistan)

[STT42-P02] Evaluation of methane hydrate based on attenuation parameter in seismic exploration

*川部 瑞貴[1]、三ケ田 均[1]、武川 順一[1] (1.京都大学)

[STT42-P03] Estimating the earthquake source mechanism using full waveform inversion

*Jang Iktae[1]、三ケ田 均[1]、武川 順一[1] (1.京都大学)

[STT42-P04] A quantitative analysis of the passive seismic emission tomography using the lattice Boltzmann method

*酒見 祐一[1]、三ケ田 均[1]、武川 順一[1] (1.京都大学 工学部)

[STT42-P05] 超臨界地熱環境下における人工貯留層の造成による地熱資源開発の実現可能性

*植田 樹[1]、三ケ田 均[1]、武川 順一[1] (1.京都大学)

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

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

[S-TT42] Recent Advances in Exploration Geophysics 2019

コンビーナ:三ケ田 均(京都大学大学院工学研究科)、飯尾 能久(京都大学防災研究所)、島 伸和(神戸大学大学院理学研究科惑星学専攻)、武川 順一(京都大学大学院工学研究科)

[STT42-P01] DISCRIMINATION OF HYDRATE BEARING MARINE SEDIMENTS BY USING FREQUENCY BASED ATTENUATION

*Nisar Ahmed[1]、Mubasher Ahmad[1]、Perveiz Khalid[1] (1.Institute of Geology, University of the Punjab, Lahore 54590, Pakistan)

[STT42-P02] Evaluation of methane hydrate based on attenuation parameter in seismic exploration

*川部 瑞貴[1]、三ケ田 均[1]、武川 順一[1] (1.京都大学)

[STT42-P03] Estimating the earthquake source mechanism using full waveform inversion

*Jang Iktae[1]、三ケ田 均[1]、武川 順一[1] (1.京都大学)

[STT42-P04] A quantitative analysis of the passive seismic emission tomography using the lattice Boltzmann method

*酒見 祐一[1]、三ケ田 均[1]、武川 順一[1] (1.京都大学 工学部)

[STT42-P05] 超臨界地熱環境下における人工貯留層の造成による地熱資源開発の実現可能性

*植田 樹[1]、三ケ田 均[1]、武川 順一[1] (1.京都大学)

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

15:30 ~ 17:00 | A07 東京ベイ幕張ホール

[S-TT44] 空中からの地球計測とモニタリング

コンビーナ:楠本 成寿(富山大学大学院理工学研究部(都市デザイン学))、小山 崇夫(東京大学地震研究所)、光畑 裕司(独立行政法人　産業技術総合研究所)、大熊 茂雄(産業技術総合研究所地質情報研究部門)、座長:楠本 成寿、小山 崇夫(東京大学 地震研究所 火山センター)、大熊 茂雄(産業技術総合研究所)、光畑 裕司(国立研究開発法人　産業技術総合研究所)

15:30 ~ 15:45

[STT44-01] マルチコプター型ドローンに搭載した磁力計による磁気探査の金属鉱床探査への適用例

★招待講演

*志賀 信彦[1]、原田 陽夫[1]、和田 一成[1] (1.三井金属資源開発株式会社)

15:45 ~ 16:00

[STT44-02] 航空写真画像の深層学習を用いた地震による建物被害判別手法の汎化にむけた開発

★招待講演

*内藤 昌平[1]、友澤 弘充[2]、森 悠史[2]、門馬 直一[3]、中村 洋光[1]、藤原 広行[1] (1.防災科学技術研究所、2.みずほ情報総研株式会社、3.株式会社パスコ)

16:00 ~ 16:15

[STT44-03] 紀伊山系の岩盤クリープ斜面での空中電磁探査により得られた地盤の比抵抗分布について

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

16:15 ~ 16:30

[STT44-04] Study of UAV photogrammetry toward efficiently grasping volcanic landform

*岩佐 優一[1]、松島 健[2] (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2.九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター)

16:30 ~ 16:45

[STT44-05] 火山ガス観測における無人機の利用

*橋本 武志[1]、寺田 暁彦[2]、森 俊哉[3]、田中 良[1] (1.北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター、2.東京工業大学火山流体研究センター、3.東京大学理学系研究科附属地殻化学実験施設)

16:45 ~ 17:00

[STT44-06] Repeated Drone Magnetic Survey over Usu Volcano, Hokkaido Japan

*大熊 茂雄[1]、牧野 雅彦[2]、中塚 正[1]、宮川 歩夢[1]、柳田 誠[3]、奥村 稔[4] (1.産業技術総合研究所地質情報研究部門、2.産業技術総合研究所地質調査総合センター、3.（株）阪神コンサルタンツ、4.大日本コンサルタント（株）)

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

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

[S-TT44] 空中からの地球計測とモニタリング

コンビーナ:楠本 成寿(富山大学大学院理工学研究部(都市デザイン学))、小山 崇夫(東京大学地震研究所)、光畑 裕司(独立行政法人　産業技術総合研究所)、大熊 茂雄(産業技術総合研究所地質情報研究部門)

[STT44-P01] 火山表面現象観測のためのマルチスペクトルデータからハイパースペクトルデータを推定する光リモートセンシング技術の開発

*實渕 哲也[1] (1.防災科学技術研究所)

[STT44-P02] 空中磁気測量で検出された2018年新燃岳噴火前後の全磁力変化

*小山 崇夫[1]、金子 隆之[1]、大湊 隆雄[1]、渡邉 篤志[1]、前野 深[1] (1.東京大学地震研究所)

[STT44-P03] 浅層地盤・土壌調査を目的としたドローン利用比抵抗マッピング

*光畑 裕司[1]、横田 俊之[1] (1.国立研究開発法人　産業技術総合研究所)

[STT44-P04] ドローンを用いた空中電磁探査法の改良試験と現場適用性について

*結城 洋一[1]、城森 明[2]、城森 敦善[2]、近藤 隆資[2] (1.応用地質株式会社、2.有限会社ネオサイエンス)

[STT44-P05] 空中からのLP計測における無人ヘリコプター操作技術の工夫点

*早川 智也[1]、笠井 美青[2]、今井 純郎[3]、谷 昭彦[4]、三上 孝敏[4] (1.日本工営株式会社、2.北海道大学流域砂防学研究室、3.ヤマハ発動機株式会社、4.北海道開発局帯広開発建設部)

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

10:45 ~ 12:15 | 304 3F

[S-TT47] ハイパフォーマンスコンピューティングが拓く固体地球科学の未来

コンビーナ:堀 高峰(独立行政法人海洋研究開発機構・地震津波海域観測研究開発センター)、八木 勇治(国立大学法人筑波大学大学院 生命環境系)、汐見 勝彦(国立研究開発法人防災科学技術研究所)、座長:堀 高峰

10:45 ~ 11:00

[STT47-01] Expectations to more realistic Green's function with modeling errorfor the real-time estimation of the coseismic fault model

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

11:00 ~ 11:15

[STT47-02] Development of high-performance low order unstructured implicit finite-element solvers for solid earth science problems

★Invited Papers

*藤田 航平[1]、市村 強[1]、山口 拓真[1] (1.東京大学 地震研究所)

11:15 ~ 11:30

[STT47-03] 弾性波計算のための最適スペクトル要素法

*長谷川 慶[1]、冨士 延章[2]、小西 健介[3] (1.東京大学地震研究所、2.パリ地球物理研究所、3.台湾中央研究院地球科学研究所)

11:30 ~ 11:45

[STT47-04] Multi scale tsunami simulation from earthquake initiation to tsunami run-up into the coastal area and high performance particle simulator

*浅井 光輝[1]、古市 幹人[2]、西浦 泰介[2] (1.九州大学、2.海洋研究開発機構)

11:45 ~ 12:00

[STT47-05] Digital-Ensemble Concept for Making Resilient Society against Natural Hazard

*大石 哲[1] (1.理化学研究所計算科学研究センター)

12:00 ~ 12:15

[STT47-06] Expected Role of High Performance Computing to Promote Earthquake Research

★Invited Papers

*平田 直[1] (1.東京大学地震研究所)

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

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_20

[S-TT47] ハイパフォーマンスコンピューティングが拓く固体地球科学の未来

コンビーナ:堀 高峰(独立行政法人海洋研究開発機構・地震津波海域観測研究開発センター)、八木 勇治(国立大学法人筑波大学大学院 生命環境系)、汐見 勝彦(国立研究開発法人防災科学技術研究所)

[STT47-P01] Prototype of Green’s function library for geodetic slip inversion based on an integrated velocity structure model of Japan

*縣 亮一郎[1]、市村 強[2,3,4]、藤田 航平[2,3]、山口 拓真[2]、飯沼 卓史[1]、堀 高峰[1] (1.海洋研究開発機構、2.東京大学 地震研究所、3.理化学研究所 計算科学研究センター、4.理化学研究所 革新知能統合研究センター)

[STT47-P02] The Smoothed Particle Hydrodynamics on modern architectures

*細野 七月[1,2]、古市 幹人[1] (1.海洋研究開発機構、2.理化学研究所 計算科学研究センター)

[STT47-P03] Development of Monitoring and Forecasting Methods for Crustal Activity Utilizing Large-Scale High-Fidelity Finite Element Simulations with 3D Heterogeneous Medium

*堀 高峰[1]、市村 強[2]、藤田 航平[2]、山口 拓真[2]、縣 亮一郎[1]、飯沼 卓史[1] (1.独立行政法人海洋研究開発機構・地震津波海域観測研究開発センター、2.東京大学・地震研究所)

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

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_34

[S-TT47] ハイパフォーマンスコンピューティングが拓く固体地球科学の未来

コンビーナ:堀 高峰(独立行政法人海洋研究開発機構・地震津波海域観測研究開発センター)、八木 勇治(国立大学法人筑波大学大学院 生命環境系)、汐見 勝彦(国立研究開発法人防災科学技術研究所)

[STT47-P01] Prototype of Green’s function library for geodetic slip inversion based on an integrated velocity structure model of Japan

*縣 亮一郎[1]、市村 強[2,3,4]、藤田 航平[2,3]、山口 拓真[2]、飯沼 卓史[1]、堀 高峰[1] (1.海洋研究開発機構、2.東京大学 地震研究所、3.理化学研究所 計算科学研究センター、4.理化学研究所 革新知能統合研究センター)

[STT47-P02] The Smoothed Particle Hydrodynamics on modern architectures

*細野 七月[1,2]、古市 幹人[1] (1.海洋研究開発機構、2.理化学研究所 計算科学研究センター)

[STT47-P03] Development of Monitoring and Forecasting Methods for Crustal Activity Utilizing Large-Scale High-Fidelity Finite Element Simulations with 3D Heterogeneous Medium

*堀 高峰[1]、市村 強[2]、藤田 航平[2]、山口 拓真[2]、縣 亮一郎[1]、飯沼 卓史[1] (1.独立行政法人海洋研究開発機構・地震津波海域観測研究開発センター、2.東京大学・地震研究所)

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

9:00 ~ 10:30 | A05 東京ベイ幕張ホール

[S-CG56] 海洋底地球科学

コンビーナ:沖野 郷子(東京大学大気海洋研究所)、座長:戸塚 修平、三澤 文慶

9:00 ~ 9:15

[SCG56-01] The restoration of precipitation record of iron hydroxide about seven years in Nagahama Bay, Satsuma Iwo-jima, Kagoshima.

*酒本 直弥[1]、清川 昌一[2] (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

9:15 ~ 9:30

[SCG56-02] 沖縄トラフごんどうサイトの海底下から得られた熱水性堆積物の鉱物学的・地球化学的特徴

*戸塚 修平[1]、石橋 純一郎[2]、島田 和彦[2]、池端 慶[3]、町山 栄章[4]、飯島 耕一[4]、山本 浩文[4]、熊谷 英憲[4]、池原 研[5]、山崎 徹[5]、高谷 雄太郎[6]、長瀬 敏郎[7]、Tindell Thomas[8]、米津 幸太郎[8]、多田 祐輝[8] (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3.筑波大学生命環境系、4.海洋研究開発機構海底資源研究開発センター、5.産業技術総合研究所、6.早稲田大学創造理工学部環境資源工学科、7.東北大学総合学術博物館、8.九州大学工学府地球資源システム工学専攻)

9:30 ~ 9:45

[SCG56-03] 中部沖縄トラフ熱水域の海底下に産する硫酸塩鉱物のストロンチウム同位体組成

堤 映日[1]、塚本 成[1]、島田 和彦[1]、*石橋 純一郎[1]、新城 竜一[2] (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2.琉球大学理学部)

9:45 ~ 10:00

[SCG56-04] 沖縄トラフ伊是名海穴における海底熱水系の数値モデリング

*冨田 昇平[1]、小池 克明[1]、後藤 忠徳[1]、鈴木 勝彦[2]、笠谷 貴史[2] (1.京都大学大学院工学研究科、2.海洋研究開発機構)

10:00 ~ 10:15

[SCG56-05] Electrical conductivity and spectral IP characteristics in the rock samples obtained in seafloor hydrothermal area and interpretation of them

*大田 優介[1]、後藤 忠徳[1]、小池 克明[1]、林 為人[1]、柏谷 公希[1]、多田井 修[3]、笠谷 貴史[2]、金松 敏也[2]、熊谷 英憲[2]、町山 栄章[2] (1.京都大学、2.海洋研究開発機構、3.マリン・ワーク・ジャパン)

10:15 ~ 10:30

[SCG56-06] 反射法地震探査による石垣島北方海域の地質構造

*三澤 文慶[1]、古山 精史朗[2,1]、佐藤 雅彦[3,1]、張 日新[1]、井上 卓彦[1]、荒井 晃作[1] (1.産業技術総合研究所地質情報研究部門、2.東京海洋大学、3.東京大学大学院理学系研究科)

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

10:45 ~ 12:15 | A05 東京ベイ幕張ホール

[S-CG56] 海洋底地球科学

コンビーナ:沖野 郷子(東京大学大気海洋研究所)、座長:浅見 慶志朗、田中 えりか

10:45 ~ 11:00

[SCG56-07] The first report of the evidence for hydrothermal activity in old oceanic plate

*浅見 慶志朗[1]、町田 嗣樹[2]、平野 直人[3]、小木曽 哲[4]、加藤 泰浩[1,2] (1.東京大学大学院工学系研究科 システム創成学専攻、2.千葉工業大学 次世代海洋資源研究センター、3.東北大学 東北アジア研究センター、4.京都大学大学院 人間・環境学研究科)

11:00 ~ 11:15

[SCG56-08] X線CTによる遠洋性粘土中の堆積構造および生物源アパタイト分布の観察

*臼井 洋一[1]、飯島 耕一[1]、町山 栄章[1]、市山 祐司[2,1]、田中 えりか[3]、藤永 公一郎[4,3]、安川 和孝[3,4] (1.海洋研究開発機構、2.千葉大学、3.東京大学、4.千葉工業大学)

11:15 ~ 11:30

[SCG56-09] 南鳥島EEZの拓洋第5海山東方海域におけるレアアース泥の地球化学的特徴と分布状況

*藤永 公一郎[1,2]、安川 和孝[3,1]、野崎 達生[4,2,1,5]、町田 嗣樹[1,2]、高谷 雄太郎[6,2,1]、大田 隼一郎[1,2]、矢野 萌生[3]、下村 遼[3]、田中 えりか[3]、見邨 和英[3]、堀之内 航一[3]、松本 賢治[3]、臼井 洋一[4]、山本 浩文[4]、中村 謙太郎[3]、加藤 泰浩[2,3,1]、KM17-14C航海 乗船者一同 (1.千葉工業大学 次世代海洋資源研究センター、2.東京大学 大学院工学系研究科 エネルギー・資源フロンティアセンター、3.東京大学 大学院工学系研究科 システム創成学専攻、4.海洋研究開発機構、5.神戸大学 大学院理学研究科 惑星学専攻、6.早稲田大学 創造理工学部 環境資源工学科)

11:30 ~ 11:45

[SCG56-10] Extended lateral correlation of deep-sea sediments around the Minamitorishima EEZ based on downhole variation of bulk chemical composition

*田中 えりか[1]、中村 謙太郎[1]、安川 和孝[1,2]、藤永 公一郎[2]、飯島 耕一[3]、町田 嗣樹[2]、加藤 泰浩[1,2] (1.東京大学・工学系研究科、2.千葉工業大学・次世代海洋資源研究センター、3.海洋研究開発機構)

11:45 ~ 12:00

[SCG56-11] オントンジャワ海台周辺海盆のテクトニクス

*中西 正男[1]、清水 祥伽[2]、末次 大輔[3]、佐野 貴司[4] (1.千葉大学大学院理学研究院 地球科学研究部門、2.千葉大大学院融合理工学府　地球生命圏科学専攻、3.国立研究開発法人　海洋研究開発機構　地球深部ダイナミクス研究分野、4.国立科学博物館　地学研究部)

12:00 ~ 12:15

[SCG56-12] The Cretaceous Normal Superchron: records from the Pacific, Indian and Atlantic oceanic crust

*島 伸和[1,2]、Jerome Dyment[3]、佐藤 太一[4,5]、Yves Gallet[6]、沖野 郷子[7]、Roi Granot[8]、野木 義史[9]、望月 伸竜[10]、山崎 俊嗣[7] (1.神戸大学大学院理学研究科惑星学専攻、2.神戸大学海洋底探査センター 、3.Institut de Physique du Globe de Paris、4.産業技術総合研究所地質情報研究部門、5.The Institute for Geoscience Research (TIGeR), Curtin University 、6.French Centre National de la Recherche Scientifique、7.東京大学大気海洋研究所、8.Department of Geological and Environmental Sciences, Ben-Gurion University、9.国立極地研究所、10.熊本大学大学院先導機構)

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

13:45 ~ 15:15 | A05 東京ベイ幕張ホール

[S-CG56] 海洋底地球科学

コンビーナ:沖野 郷子(東京大学大気海洋研究所)、座長:本荘 千枝、石川 直史

13:45 ~ 14:00

[SCG56-13] Offshore Postseismic Deformation of the 2011 Tohoku Earthquake Revisited: Application of an Improved GPS-Acoustic Positioning Method Considering Sloping Sound Speed Structure

*本荘 千枝[1]、木戸 元之[2]、富田 史章[3]、内田 直希[1] (1.東北大学理学研究科地震・噴火予知研究観測センター、2.東北大学災害科学国際研究所、3.北海道大学大学院理学院)

14:00 ~ 14:15

[SCG56-14] S-netを用いた海域総合解析

*内田 直希[1]、東 龍介[1]、石上 朗[1]、岡田 知己[1]、高木 涼太[1]、豊国 源知[1]、海野 徳仁[1]、太田 雄策[1]、佐藤 真樹子[1]、鈴木 秀市[1]、高橋 秀暢[1]、立岩 和也[1]、趙 大鵬[1]、中山 貴史[1]、長谷川 昭[1]、日野 亮太[1]、平原 聡[1]、松澤 暢[1]、吉田 圭佑[1] (1.東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター)

14:15 ~ 14:30

[SCG56-15] GNSS-A観測から検出した浅部スロースリップ

*石川 直史[1]、横田 裕輔[2] (1.海上保安庁海洋情報部、2.東京大学生産技術研究所)

14:30 ~ 14:45

[SCG56-16] Assessing strike-slip motion at the Shionomisaki Canyon along the Nankai oblique subduction zone using acoustic ranging system

*木戸 元之[1]、荒木 英一郎[2]、辻 健[3]、山本 龍典[4]、川田 佳史[1] (1.東北大学 災害科学国際研究所、2.海洋研究開発機構、3.九州大学工学研究院、4.東北大学大学院理学研究科)

14:45 ~ 15:00

[SCG56-17] Development of seafloor realtime observation network for crustal deformation in the Nankai Trough: tiltmeter installation

*荒木 英一郎[1]、横引 貴史[1]、木村 俊則[1]、西田 周平[1]、町田 祐弥[1]、小平 秀一[1] (1.海洋研究開発機構)

15:00 ~ 15:15

[SCG56-18] Calibration of the DONET pressure sensor network in the Nankai trough seismogenic zone using a mobile pressure gauge

*町田 祐弥[1]、西田 周平[1]、木村 俊則[1]、荒木 英一郎[1] (1.海洋研究開発機構)

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

15:30 ~ 17:00 | A05 東京ベイ幕張ホール

[S-CG56] 海洋底地球科学

コンビーナ:沖野 郷子(東京大学大気海洋研究所)、座長:今野 美冴、野 徹雄

15:30 ~ 15:45

[SCG56-19] Analysis of GNSS/Acoustic geodetic data including the period of the transponder replacement

*Ikuta Ryoya[1]、Koto Mizuno[1]、Horng-Yue Chen[3]、Masataka Ando[2]、Takeru Komi[1] (1.Faculty of Science, Shizuoka University、2.Center for Integrated Research and Education of Natural Hazards, Shizuoka University、3.Institute of Earth Science, Academia Sinica)

15:45 ~ 16:00

[SCG56-20] IPR（Indirect Path Ranging）：中継機を利用した長基線音響測距を可能にする手法

*山本 龍典[1]、日野 亮太[1]、木戸 元之[2] (1.東北大学大学院理学研究科、2.東北大学災害科学国際研究所)

16:00 ~ 16:15

[SCG56-21] 精密な鉛直変位の測位に向けた拡張カルマンフィルタによるキネマティックGNSS音響測位手法の開発

*富田 史章[1]、木戸 元之[2]、本荘 千枝[3]、松井 凌[3] (1.北海道大学大学院理学研究院、2.東北大学災害科学国際研究所、3.東北大学大学院理学研究科)

16:15 ~ 16:30

[SCG56-22] DOPを指標とした係留ブイGNSS-A測位精度評価の実データに基づく定量化

*今野 美冴[1]、木戸 元之[2,3]、本荘 千枝[3]、太田 雄策[3]、日野 亮太[3] (1.東北大学大学院理学研究科、2.東北大学災害科学国際研究所、3.東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知観測研究センター)

16:30 ~ 16:45

[SCG56-23] 海中音速構造の不均質性を考慮したGNSS/音響方式による海底地殻変動解析

*衣笠 菜月[1]、田所 敬一[1]、寺田 幸博[2]、加藤 照之[3] (1.名古屋大学大学院環境学研究科、2.高知工業高等専門学校、3.神奈川県温泉地学研究所)

16:45 ~ 17:00

[SCG56-24] 石狩海盆でのOBNを用いた海底下構造イメージング

*野 徹雄[1]、佐藤 壮[1]、小平 秀一[1]、清水 賢[2]、横田 哲也[2]、Karl Hosgood[3]、Masako Robb[3]、鶴 哲郎[4] (1.海洋研究開発機構 、2.日本海洋事業、3.Emerson E&P Software、4.東京海洋大)

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

9:00 ~ 10:30 | 304 3F

[S-CG62] 固体地球科学における機械学習の可能性

コンビーナ:内出 崇彦(産業技術総合研究所 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門)、小田 啓邦(産業技術総合研究所地質情報研究部門)、座長:内出 崇彦(国立研究開発法人 産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)、小田 啓邦

9:00 ~ 9:20

[SCG62-01] The Promise of Machine Learning in Solid Earth Geoscience: Examples from Seismology

★Invited Papers

*Gregory C Beroza[1]、Mostafa Mousavi[1]、Weiqiang Zhu[1]、Karianne J Bergen[2]、Paul A Johnson[3]、Maarten V De Hoop[4] (1.Stanford University、2.Harvard University、3.Los Alamos National Laboratory、4.Rice University)

9:20 ~ 9:35

[SCG62-02] **Automatic Approach to Low-Frequency Earthquakes Detection in Southwest Japan Based on Deep Learning Technique**

*余 君宇[1]、八木 勇治[1]、松澤 孝紀[2]、奥脇 亮[1] (1. 国立大学法人　筑波大学大学院 生命環境科学研究科、2.国立研究開発法人　防災科学技術研究所)

9:35 ~ 9:50

[SCG62-03] AIによるアップサンプリングを活用した広帯域地震動波形合成の試み（2）

*前田 宜浩[1]、岩城 麻子[1]、藤原 広行[1]、松崎 和敏[2]、友澤 弘充[2]、森 悠史[2]、土屋 美恵[2]、宮田 尚史[2] (1.防災科学技術研究所、2.みずほ情報総研株式会社)

9:50 ~ 10:05

[SCG62-04] 再帰型ニューラルネットワークによる2011年東北沖地震後の余効変動予測の試み

*山佳 典史[1]、三井 雄太[2] (1.静岡大学総合科学技術研究科、2.静岡大学理学部地球科学科)

10:05 ~ 10:25

[SCG62-05] 深層学習による桜島噴火予測

★招待講演

*村田 剛志[1] (1.東京工業大学)

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

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

[S-CG62] 固体地球科学における機械学習の可能性

コンビーナ:内出 崇彦(産業技術総合研究所 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門)、小田 啓邦(産業技術総合研究所地質情報研究部門)

[SCG62-P01] Earthquake Magnitude Prediction with Seismic Nucleation Phase based on Machine Learning

*呉 康銘[1]、三宅 弘恵[2] (1.東京大学大学院学際情報学府、2.東京大学大学院情報学環)

[SCG62-P02] 教師なし学習による連続地震波形記録に対する自動信号分類：人工ノイズおよび低周波微動への応用

*小寺 祐貴[1]、酒井 慎一[2]、西宮 隆仁[1] (1.気象庁気象研究所、2.東京大学地震研究所)

[SCG62-P03] Detection of Gas Bubble signals recorded at the OBS Stations by Machine-Learning

*emmy TY CHANG[1] (1.Institute of Oceanography, National Taiwan University)

[SCG62-P04] 深層ニューラルネットワークによる地震波形の自動検測

*内出 崇彦[1] (1.産業技術総合研究所 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門)

[SCG62-P05] **Seismic event detection in time-frequency domain with CNN and phase picking with HED**

*Liping Fan[1] (1.Institute of Geophysics, China Earthquake Administration)

[SCG62-P06] 埋込み機械学習による長周期波形からの広帯域地震動合成

*岡崎 智久[1]、八谷 大岳[1]、上田 修功[1]、岩城 麻子[2]、前田 宜浩[2]、藤原 広行[2] (1.理化学研究所革新知能統合研究センター、2.防災科学技術研究所)

[SCG62-P07] LSTM and CNN Applications to Forecast Earthquake Magnitude Probability Distribution

*劉 齊[1]、三宅 弘恵[2]、鶴岡 弘[3] (1.東京大学大学院学際情報学府、2.東京大学大学院情報学環、3.東京大学地震研究所)

[SCG62-P08] FORCsensei: 機械学習を用いたFirst Order Reversal Curve (FORC)データ処理の最適化

David Heslop[1,2]、Andrew Roberts[1,2]、*小田 啓邦[2]、Xiang Zhao[1,2]、Richard Harrison[3]、Adrian Muxworthy[4]、Pengxiang Hu[1,2]、佐藤 哲郎[2] (1.オーストラリア国立大学、2.産業技術総合研究所地質情報研究部門、3.ケンブリッジ大学、4.インペリアルカレッジロンドン)

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

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_35

[S-CG62] 固体地球科学における機械学習の可能性

コンビーナ:内出 崇彦(産業技術総合研究所 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門)、小田 啓邦(産業技術総合研究所地質情報研究部門)

[SCG62-P01] Earthquake Magnitude Prediction with Seismic Nucleation Phase based on Machine Learning

*呉 康銘[1]、三宅 弘恵[2] (1.東京大学大学院学際情報学府、2.東京大学大学院情報学環)

[SCG62-P02] 教師なし学習による連続地震波形記録に対する自動信号分類：人工ノイズおよび低周波微動への応用

*小寺 祐貴[1]、酒井 慎一[2]、西宮 隆仁[1] (1.気象庁気象研究所、2.東京大学地震研究所)

[SCG62-P03] Detection of Gas Bubble signals recorded at the OBS Stations by Machine-Learning

*emmy TY CHANG[1] (1.Institute of Oceanography, National Taiwan University)

[SCG62-P04] 深層ニューラルネットワークによる地震波形の自動検測

*内出 崇彦[1] (1.産業技術総合研究所 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門)

[SCG62-P05] **Seismic event detection in time-frequency domain with CNN and phase picking with HED**

*Liping Fan[1] (1.Institute of Geophysics, China Earthquake Administration)

[SCG62-P06] 埋込み機械学習による長周期波形からの広帯域地震動合成

*岡崎 智久[1]、八谷 大岳[1]、上田 修功[1]、岩城 麻子[2]、前田 宜浩[2]、藤原 広行[2] (1.理化学研究所革新知能統合研究センター、2.防災科学技術研究所)

[SCG62-P07] LSTM and CNN Applications to Forecast Earthquake Magnitude Probability Distribution

*劉 齊[1]、三宅 弘恵[2]、鶴岡 弘[3] (1.東京大学大学院学際情報学府、2.東京大学大学院情報学環、3.東京大学地震研究所)

[SCG62-P08] FORCsensei: 機械学習を用いたFirst Order Reversal Curve (FORC)データ処理の最適化

David Heslop[1,2]、Andrew Roberts[1,2]、*小田 啓邦[2]、Xiang Zhao[1,2]、Richard Harrison[3]、Adrian Muxworthy[4]、Pengxiang Hu[1,2]、佐藤 哲郎[2] (1.オーストラリア国立大学、2.産業技術総合研究所地質情報研究部門、3.ケンブリッジ大学、4.インペリアルカレッジロンドン)

[E] 口頭発表 | セッション記号 B (地球生命科学)：B-PT 古生物学・古生態学

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

[B-PT04] Biomineralization and the Geochemistry of Proxies

コンビーナ:豊福 高志(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、北里 洋(国立大学法人東京海洋大学)、Bijma Jelle(アルフレッドウェゲナー極域海洋研究所)、廣瀬 孝太郎(早稲田大学　大学院創造理工学研究科　地球・環境資源理工学専攻)、座長:廣瀬 孝太郎(早稲田大学　大学院創造理工学研究科　地球・環境資源理工学専攻)、豊福 高志

9:00 ~ 9:15

[BPT04-01] Long term size changes of the Middle Miocene planktonic foraminifera in the eastern equatorial Pacific

★Invited Papers

*鈴木 拓馬[1]、林 広樹[1] (1.島根大学)

9:15 ~ 9:30

[BPT04-02] Mathematical models for the geochemical composition of foraminiferal calcium carbonate

*Jelle Bijma[1]、Dieter Wolf-Gladrow[1] (1.Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung)

9:30 ~ 9:45

[BPT04-03] Response of structurally substituted sulfur in foraminifera shells to glacial-interglacial changes: a 1.0-million-year record from the Ontong-Java Plateau

*吉村 寿紘[1]、為則 雄祐[2]、黒田 潤一郎[3]、黒柳 あずみ[4]、大河内 直彦[1] (1.海洋研究開発機構　生物地球化学研究分野、2.高輝度光科学研究センター、3.東京大学　大気海洋研究所、4.東北大学　総合学術博物館)

9:45 ~ 10:00

[BPT04-04] Transcript assembly and quantification identify candidate genes for foraminiferal calcification

*氏家 由利香[1]、石谷 佳之[2]、石井 俊一[3]、長井 裕季子[3]、高木 善弘[3]、生田 哲朗[3]、豊福 高志[3] (1.高知大学・海洋コア総合研究センター、2.筑波大学・計算科学研究センター、3.海洋研究開発機構)

10:00 ~ 10:15

[BPT04-05] Characterization of cogwheel structures in foraminifera

★Invited Papers

*Inge van Dijk[1]、Markus Raitzsch[2]、Gernot Nehrke[1]、Jelle Bijma[1] (1.Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, Am Handelshafen 12, Bremerhaven 27570, Germany、2.MARUM - Zentrum für Marine Umweltwissenschaften, Universität Bremen, Leobener Str., 28359 Bremen, Germany)

10:15 ~ 10:30

[BPT04-06] 海底景観から底生有孔虫を特徴づける

*北里 洋[1] (1.国立大学法人東京海洋大学)

[E] 口頭発表 | セッション記号 B (地球生命科学)：B-PT 古生物学・古生態学

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

[B-PT04] Biomineralization and the Geochemistry of Proxies

コンビーナ:豊福 高志(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、北里 洋(国立大学法人東京海洋大学)、Bijma Jelle(アルフレッドウェゲナー極域海洋研究所)、廣瀬 孝太郎(早稲田大学　大学院創造理工学研究科　地球・環境資源理工学専攻)、座長:Jelle Bijma(AWI)、北里 洋

10:45 ~ 11:00

[BPT04-07] Skeleton microstructures of aposymbiotic scleractinian coral cultured in seawater with various Mg/Ca ratios

*甕 聡子[1]、富岡 尚敬[1]、川野 潤[2]、波利井 佐紀[3]、永井 隆哉[2]、渡邊 剛[2]、兒玉 優[4]、伊藤 元雄[1] (1.海洋研究開発機構 高知コア研究所、2.北海道大学、3.琉球大学、4.マリン・ワーク・ジャパン)

11:00 ~ 11:15

[BPT04-08] Skeletal formation of scleractinian corals in response to Mg/Ca fluctuation

*樋口 富彦[1]、湯山 育子[2] (1.東京大学大気海洋研究所、2.筑波大学)

11:15 ~ 11:30

[BPT04-09] **Inter-specific variations in trace element concentrations of modern brachiopod shells collected from Otsuchi Bay, Japan**

*西尾 拓哉[1]、高柳 栄子[1]、浅海 竜司[1]、新城 竜一[2]、山本 鋼志[3]、井龍 康文[1] (1.東北大学大学院理学研究科地学専攻、2.琉球大学大学院理工学研究科物質地球科学科地学系、3.名古屋大学大学院環境学研究科地球環境科学専攻)

11:30 ~ 11:45

[BPT04-10] Trace element concentrations of sub-tropical modern brachiopod *Basiliola lucida* collected off Okinawa-jima, Japan

*高柳 栄子[1]、栃木 智子[1]、浅海 竜司[1]、新城 竜一[2]、板木 拓也[3]、井龍 康文[1] (1.東北大学、2.琉球大学、3.産業技術総合研究所)

11:45 ~ 12:05

[BPT04-11] Structural difference between phaeodarians and radiolarians (unicellular zooplankton)

★Invited Papers

*仲村 康秀[1]、堀 利栄[2]、辻 彰洋[1]、大藤 弘明[2]、鈴木 紀毅[3]、木元 克典[4] (1.国立科学博物館、2.愛媛大学、3.東北大学、4.海洋研究開発機構)

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

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_22

[B-PT04] Biomineralization and the Geochemistry of Proxies

コンビーナ:豊福 高志(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、北里 洋(国立大学法人東京海洋大学)、Bijma Jelle(アルフレッドウェゲナー極域海洋研究所)、廣瀬 孝太郎(早稲田大学　大学院創造理工学研究科　地球・環境資源理工学専攻)

[BPT04-P01] Living (stained) benthic foraminifera in the West-Gironde mud patch (Bay of Biscay, France): An ongoing survey for the European Community.

*Christophe Fontanier[1,2]、Bruno Deflandre[1]、Sylvain Rigaud[3]、Sabine Schmidt[1]、Bastien Lamarque[1]、Pascal Lebleu[1]、Dominique Poirier[1]、Antoine Grémare[1] (1. Bordeaux University, EPOC Laboratory, UMR CNRS 5805 OASU, F-33615 Pessac, FRANCE、2.FORAM Research Group, F-49140 Villevêque, FRANCE、3.Nîmes University, GIS Laboratory, EA 7352 CHROME, F-30035 Nïmes, FRANCE)

[BPT04-P02] Biomonitoring in the Cassidaigne Canyon (NW Mediterranean): the resilience and recovery of deep-sea benthic foraminifera at a bauxite industrial waste site

*Pauline Duros[1]、Christophe Fontanier[1,2,3]、Briony Mamo[4,5]、Deborah Mille[6]、Olivier Herlory[6] (1.FORAM Research Group, F-49140 Villevêque, FRANCE、2.Bordeaux University, EPOC Laboratory, UMR CNRS 5805 OASU, F-33615 Pessac, FRANCE、3.Angers University, 4 boulevard Lavoisier, F-49000 Angers, FRANCE.、4.School of Biological Sciences, University of Hong Kong, Pokfulam Road Sai Wan, Hong Kong SAR, CHINA. 、5.Department of Biology, Macquarie University, North Ryde, NSW, 2109, AUSTRALIA.、6.CREOCEAN, Agence PACA Corse, 230 Avenue de Rome, Valparc-Bât B, F-83500 La Seyne sur Mer, FRANCE.)

[BPT04-P03] 瀬戸内海表層堆積物中の珪藻遺骸群集組成とバイオマーカー組成の比較

*廣瀬 孝太郎[1]、中村 英人[2]、安藤 卓人[4]、浅岡 聡[3]、沢田 健[5] (1.早稲田大学　大学院創造理工学研究科　地球・環境資源理工学専攻、2.大阪市立大学大学院　理学研究科、3.神戸大学 内海域環境教育研究センター、4.北海道大学　極域研究センター、5.北海道大学　大学院理学研究院　地球惑星科学部門)

[BPT04-P04] Combined impacts of ocean acidification and desalination: culture experiments on the coastal species *Ammonia* sp. and *Elphidium crispum*

*Laurie Marie Charrieau[1]、Helena L. Filipsson[2]、Yukiko Nagai[1]、Sachiko Kawada[1]、Karl Ljung[2]、Emma Kritzberg[3]、Takashi Toyofuku[1,4] (1.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology、2.Department of Geology, Lund University, Sweden、3.Department of Biology, Lund University, Sweden、4.Tokyo University of Marine Science and Technology (TUMSAT), Japan)

[BPT04-P05] Effects on larger benthic foraminiferal shell density under global warming

★Invited Papers

*木下 峻一[1]、黒柳 あずみ[2]、西 弘嗣[2]、佐々木 理[2]、藤田 和彦[3]、鈴木 淳[4]、川幡 穂高[5] (1.東北大学大学院理学研究科、2.東北大学学術資源研究公開センター 東北大学総合学術博物館、3.琉球大学理学部物質地球科学科、4.独立行政法人産業技術総合研究所地質情報研究部門、5.東京大学　大気海洋研究所)

[BPT04-P06] Estimation of the calcification rate of foraminifera -exceptionally fast extending of the shell-

*長井 裕季子[1,2]、植松 勝之[3]、豊福 高志[2,4] (1.独立行政法人　国立科学博物館、2.国立研究開発法人　海洋研究開発機構、3.マリンワークジャパン、4.東京海洋大学)

[BPT04-P07] Estimation of foraminiferal calcification process from live imaging and FIB-SEM approach

*豊福 高志[1,2]、長井 裕季子[1,3] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.東京海洋大学、3.国立科学博物館)

[BPT04-P08] Toward a better understanding of planktic foraminiferal proxies: Are they photosymbiotic or not?

*高木 悠花[1]、木元 克典[2]、藤木 徹一[2]、守屋 和佳[3]、齊藤 宏明[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.海洋研究開発機構、3.早稲田大学教育学部)

[BPT04-P09] 硬骨海綿の骨格化学組成の古海洋プロキシとしての有用性

*浅海 竜司[1]、成瀬 貫[2]、水山 克[3]、植村 立[3]、新城 竜一[3]、伊勢 優史[4]、藤田 喜久[5]、坂巻 隆史[6] (1.東北大学大学院理学研究科、2.琉球大学熱帯生物圏研究センター、3.琉球大学理学部、4.マレーシア科学大学、5.沖縄県立芸術大学、6.東北大学大学院工学研究科)

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

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_36

[B-PT04] Biomineralization and the Geochemistry of Proxies

コンビーナ:豊福 高志(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、北里 洋(国立大学法人東京海洋大学)、Bijma Jelle(アルフレッドウェゲナー極域海洋研究所)、廣瀬 孝太郎(早稲田大学　大学院創造理工学研究科　地球・環境資源理工学専攻)

[BPT04-P01] Living (stained) benthic foraminifera in the West-Gironde mud patch (Bay of Biscay, France): An ongoing survey for the European Community.

*Christophe Fontanier[1,2]、Bruno Deflandre[1]、Sylvain Rigaud[3]、Sabine Schmidt[1]、Bastien Lamarque[1]、Pascal Lebleu[1]、Dominique Poirier[1]、Antoine Grémare[1] (1. Bordeaux University, EPOC Laboratory, UMR CNRS 5805 OASU, F-33615 Pessac, FRANCE、2.FORAM Research Group, F-49140 Villevêque, FRANCE、3.Nîmes University, GIS Laboratory, EA 7352 CHROME, F-30035 Nïmes, FRANCE)

[BPT04-P02] Biomonitoring in the Cassidaigne Canyon (NW Mediterranean): the resilience and recovery of deep-sea benthic foraminifera at a bauxite industrial waste site

*Pauline Duros[1]、Christophe Fontanier[1,2,3]、Briony Mamo[4,5]、Deborah Mille[6]、Olivier Herlory[6] (1.FORAM Research Group, F-49140 Villevêque, FRANCE、2.Bordeaux University, EPOC Laboratory, UMR CNRS 5805 OASU, F-33615 Pessac, FRANCE、3.Angers University, 4 boulevard Lavoisier, F-49000 Angers, FRANCE.、4.School of Biological Sciences, University of Hong Kong, Pokfulam Road Sai Wan, Hong Kong SAR, CHINA. 、5.Department of Biology, Macquarie University, North Ryde, NSW, 2109, AUSTRALIA.、6.CREOCEAN, Agence PACA Corse, 230 Avenue de Rome, Valparc-Bât B, F-83500 La Seyne sur Mer, FRANCE.)

[BPT04-P03] 瀬戸内海表層堆積物中の珪藻遺骸群集組成とバイオマーカー組成の比較

*廣瀬 孝太郎[1]、中村 英人[2]、安藤 卓人[4]、浅岡 聡[3]、沢田 健[5] (1.早稲田大学　大学院創造理工学研究科　地球・環境資源理工学専攻、2.大阪市立大学大学院　理学研究科、3.神戸大学 内海域環境教育研究センター、4.北海道大学　極域研究センター、5.北海道大学　大学院理学研究院　地球惑星科学部門)

[BPT04-P04] Combined impacts of ocean acidification and desalination: culture experiments on the coastal species *Ammonia* sp. and *Elphidium crispum*

*Laurie Marie Charrieau[1]、Helena L. Filipsson[2]、Yukiko Nagai[1]、Sachiko Kawada[1]、Karl Ljung[2]、Emma Kritzberg[3]、Takashi Toyofuku[1,4] (1.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology、2.Department of Geology, Lund University, Sweden、3.Department of Biology, Lund University, Sweden、4.Tokyo University of Marine Science and Technology (TUMSAT), Japan)

[BPT04-P05] Effects on larger benthic foraminiferal shell density under global warming

★Invited Papers

*木下 峻一[1]、黒柳 あずみ[2]、西 弘嗣[2]、佐々木 理[2]、藤田 和彦[3]、鈴木 淳[4]、川幡 穂高[5] (1.東北大学大学院理学研究科、2.東北大学学術資源研究公開センター 東北大学総合学術博物館、3.琉球大学理学部物質地球科学科、4.独立行政法人産業技術総合研究所地質情報研究部門、5.東京大学　大気海洋研究所)

[BPT04-P06] Estimation of the calcification rate of foraminifera -exceptionally fast extending of the shell-

*長井 裕季子[1,2]、植松 勝之[3]、豊福 高志[2,4] (1.独立行政法人　国立科学博物館、2.国立研究開発法人　海洋研究開発機構、3.マリンワークジャパン、4.東京海洋大学)

[BPT04-P07] Estimation of foraminiferal calcification process from live imaging and FIB-SEM approach

*豊福 高志[1,2]、長井 裕季子[1,3] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.東京海洋大学、3.国立科学博物館)

[BPT04-P08] Toward a better understanding of planktic foraminiferal proxies: Are they photosymbiotic or not?

*高木 悠花[1]、木元 克典[2]、藤木 徹一[2]、守屋 和佳[3]、齊藤 宏明[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.海洋研究開発機構、3.早稲田大学教育学部)

[BPT04-P09] 硬骨海綿の骨格化学組成の古海洋プロキシとしての有用性

*浅海 竜司[1]、成瀬 貫[2]、水山 克[3]、植村 立[3]、新城 竜一[3]、伊勢 優史[4]、藤田 喜久[5]、坂巻 隆史[6] (1.東北大学大学院理学研究科、2.琉球大学熱帯生物圏研究センター、3.琉球大学理学部、4.マレーシア科学大学、5.沖縄県立芸術大学、6.東北大学大学院工学研究科)

[J] 口頭発表 | セッション記号 G (教育・アウトリーチ)：教育・アウトリーチ

10:45 ~ 12:15 | 104 1F

[G-01] 災害を乗り越えるための「総合的防災教育」

コンビーナ:中井 仁(小淵沢総合研究施設)、小森 次郎(帝京平成大学)、林 信太郎(秋田大学大学院教育学研究科)、座長:小森 次郎(帝京平成大学)

10:45 ~ 11:00

[G01-01] 高等学校地理総合！：防災教育の強い追い風

*林 信太郎[1] (1.秋田大学大学院教育学研究科)

11:00 ~ 11:15

[G01-02] 原発に近い九州大学の全学教員による熊本地震以降の学生の身を守り方を教える総合防災の取組み

*杉本 めぐみ[1,2]、Peppoloni Silvia[2] (1.九州大学、2.国際地球科学倫理協会)

11:15 ~ 11:30

[G01-03] ダムの限界と洪水の関係が想定される事例と防災教育の意義

*小森 次郎[1]、増原 悠理[1] (1.帝京平成大学)

11:30 ~ 11:45

[G01-04] 四川大地震の被災地における災害伝承と防災教育

★招待講演

*富 思斉[1]、城下 英行[1] (1.関西大学)

11:45 ~ 12:00

[G01-05] 南海トラフ地震に備えるための地震リスクと不確実性：防災教育の在り方を問う

*橋本 学[1]、清水 美香[2] (1.京都大学防災研究所、2.京都大学学際融合教育研究推進センター)

12:00 ~ 12:15

[G01-06] 地域防災と戸別の避難カード作りの取り組み

★招待講演

*鈴木 茂之[1] (1.岡山大学)

[J] ポスター発表 | セッション記号 G (教育・アウトリーチ)：教育・アウトリーチ

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_23

[G-01] 災害を乗り越えるための「総合的防災教育」

コンビーナ:中井 仁(小淵沢総合研究施設)、小森 次郎(帝京平成大学)、林 信太郎(秋田大学大学院教育学研究科)

[G01-P01] 防災教育への国土地理院のプロダクトの活用

*岡谷 隆基[1] (1.国土交通省国土地理院)

[G01-P02] 1898年八ヶ岳南麓で発生した土石流災害の災害像再構築とアウトリーチ

*中井 仁[1] (1.小淵沢総合研究施設)

[G01-P03] **中学生を対象とした自然災害の認識調査の予察的報告**

*川村 教一[1]、高橋 杏一[1] (1.秋田大学教育文化学部)

[G01-P04] 地震発生時のキャンパス内被害想定を教材にした防災教育

*山縣 毅[1] (1.駒澤大学総合教育研究部自然科学部門)

[G01-P05] 幼稚園での継続的な防災保育の実践報告

*山田 伸之[1]、丁子 かおる[2] (1.高知大学、2.和歌山大学)

[G01-P06] 防災学習と地学データを用いたデジタル教材の活用

*加藤 忠義[1] (1.横浜市立もえぎ野中学校)

[G01-P07] 災害の三角形－統合的・継続的な防災教育を理科の授業に実装するための概念装置の提案－

*野村 祐子[1] (1.消防大学校消防研究センター)

[G01-P08] 地理的特性に焦点をあてた防災教育への提言(「100年続く防災を考える」)

*川上 賢太[1]、松多 信尚[1] (1.国立大学法人岡山大学大学院)

[J] ポスター発表 | セッション記号 G (教育・アウトリーチ)：教育・アウトリーチ

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_37

[G-01] 災害を乗り越えるための「総合的防災教育」

コンビーナ:中井 仁(小淵沢総合研究施設)、小森 次郎(帝京平成大学)、林 信太郎(秋田大学大学院教育学研究科)

[G01-P01] 防災教育への国土地理院のプロダクトの活用

*岡谷 隆基[1] (1.国土交通省国土地理院)

[G01-P02] 1898年八ヶ岳南麓で発生した土石流災害の災害像再構築とアウトリーチ

*中井 仁[1] (1.小淵沢総合研究施設)

[G01-P03] **中学生を対象とした自然災害の認識調査の予察的報告**

*川村 教一[1]、高橋 杏一[1] (1.秋田大学教育文化学部)

[G01-P04] 地震発生時のキャンパス内被害想定を教材にした防災教育

*山縣 毅[1] (1.駒澤大学総合教育研究部自然科学部門)

[G01-P05] 幼稚園での継続的な防災保育の実践報告

*山田 伸之[1]、丁子 かおる[2] (1.高知大学、2.和歌山大学)

[G01-P06] 防災学習と地学データを用いたデジタル教材の活用

*加藤 忠義[1] (1.横浜市立もえぎ野中学校)

[G01-P07] 災害の三角形－統合的・継続的な防災教育を理科の授業に実装するための概念装置の提案－

*野村 祐子[1] (1.消防大学校消防研究センター)

[G01-P08] 地理的特性に焦点をあてた防災教育への提言(「100年続く防災を考える」)

*川上 賢太[1]、松多 信尚[1] (1.国立大学法人岡山大学大学院)

[J] 口頭発表 | セッション記号 G (教育・アウトリーチ)：教育・アウトリーチ

9:00 ~ 10:30 | 103 1F

[G-02] 地球惑星科学のアウトリーチ

コンビーナ:植木 岳雪(千葉科学大学危機管理学部)、小森 次郎(帝京平成大学)、長谷川 直子(お茶の水女子大学)、大木 聖子(慶應義塾大学 環境情報学部)、座長:大木 聖子

9:00 ~ 9:15

[G02-01] 一般書にみる地理学のアウトリーチ

*長谷川 直子[1]、中川 優希[1] (1.お茶の水女子大学)

9:15 ~ 9:30

[G02-02] **博物館展示による地理的・考古学的思考の普及：3Dモデルを用いた実践例**

*早川 裕弋[1,2]、安芸 早穂子[2] (1.北海道大学地球環境科学研究院、2.東京大学空間情報科学研究センター)

9:30 ~ 9:45

[G02-03] 伊豆半島ジオパークにおけるガイドスキルアップ講座の紹介とその効果

*津田 和英[1]、小野 比呂志[1]、山崎 宏[1]、松尾 章史[1]、小野 英樹[2] (1.NPO法人ホールアース研究所、2.伊豆半島ジオパーク推進協議会)

9:45 ~ 10:00

[G02-04] 宇宙地球科学の特性を考慮した対論型サイエンスカフェの試行

*玉澤 春史[1,2]、一方井 裕子[3] (1.京都大学防災研究所、2.京都市立芸術大学美術学部、3.東京大学カブリ数物連携宇宙機構)

10:00 ~ 10:15

[G02-05] 地震流言から考えるリテラシー

*織原 義明[1]、鴨川 仁[2]、長尾 年恭[1] (1.東海大学海洋研究所、2.東京学芸大学物理学科)

10:15 ~ 10:30

[G02-06] **ゴーストフォレストが語る広域地殻変動と巨大津波痕跡群-アウトリーチ活動と防災教育の重要性-**

★招待講演

*重野 聖之[1]、七山 太[2,6]、渡辺 和明[2]、石井 正之[3]、石渡 一人[4]、猪熊 樹人[5]、深津 恵太[7] (1.明治コンサルタント株式会社、2.国立研究開発法人産業技術総合研究所地質情報研究部門 、3.石井技術士事務所、4.別海町郷土資料館、5.根室市歴史と自然の資料館、6.熊本大学くまもと水循環・減災研究教育センター 、7.野付半島ネイチャーセンター)

[J] 口頭発表 | セッション記号 G (教育・アウトリーチ)：教育・アウトリーチ

10:45 ~ 12:15 | 103 1F

[G-02] 地球惑星科学のアウトリーチ

コンビーナ:植木 岳雪(千葉科学大学危機管理学部)、小森 次郎(帝京平成大学)、長谷川 直子(お茶の水女子大学)、大木 聖子(慶應義塾大学 環境情報学部)、座長:長谷川 直子

10:45 ~ 11:00

[G02-07] 生徒主導の地震震動モデルの実験構築と構造物クラック調査からの防災意識づくりへ

*中村 亮[1] (1.宮城県利府高等学校)

11:00 ~ 11:15

[G02-08] 中学生による「防災小説」が他者に与える影響―高知県土佐清水市での取り組みの考察ー

*所 里紗子[1]、薄井 慧[1]、川崎 彩奈[2]、永松 冬青[3]、大木 聖子[2] (1.慶應義塾大学総合政策学部、2.慶應義塾大学環境情報学部、3.慶應義塾大学SFC研究所)

11:15 ~ 11:30

[G02-09] **写真を用いた防災教育によるリスク認知の向上**

*日向 惠里名[1]、佐々木 瞳[1]、大木 聖子[1] (1.慶應義塾大学)

11:30 ~ 11:45

[G02-10] 標本を使った幼児向け地学教育

*森田 直樹[1,2]、安井 万奈[2,3]、萩谷 宏[2,4] (1.明星大学、2.NPO法人Science and Art、3.早稲田大学理工学術院総合研究所理工学研究所 、4.東京都市大学知識工学部自然科学科 Tokyo City University)

11:45 ~ 12:00

[G02-11] 防災教員研修へのナラティヴ・アプローチの導入 ―埼玉県公立学校での実践を通して―

*パリーク 亜美[1]、大木 聖子[1]、山口 航平[1]、鳥羽 美礼[1] (1.慶應義塾大学 SFC防災社会デザイン研究室)

12:00 ~ 12:15

[G02-12] メキシコでの地震・津波防災教育の実践 ー教育カリキュラムの日墨比較を通したカルチュラル・チューニングー

*岩堀 卓弥[1]、中野 元太[1]、矢守 克也[1] (1.京都大学 防災研究所)

[J] ポスター発表 | セッション記号 G (教育・アウトリーチ)：教育・アウトリーチ

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_24

[G-02] 地球惑星科学のアウトリーチ

コンビーナ:植木 岳雪(千葉科学大学危機管理学部)、小森 次郎(帝京平成大学)、長谷川 直子(お茶の水女子大学)、大木 聖子(慶應義塾大学 環境情報学部)

[G02-P01] 砂つぶの地球　ー火山・地震の変動帯を砂から読む

*萩谷 宏[1] (1.東京都市大学知識工学部自然科学科)

[G02-P02] 生涯学習の「種」としての地形・地質

*植木 岳雪[1] (1.千葉科学大学危機管理学部)

[G02-P03] 卓上３Dプリンターによる立体地形模型をつかった地球惑星科学のアウトリーチ

*小森 次郎[1] (1.帝京平成大学)

[G02-P04] 地域の高精細地表情報を活用した環境教育の実践

*小倉 拓郎[1,2]、早川 裕弋[3,4]、田村 裕彦[4]、小口 千明[5]、守田 正志[6]、清水 きさら[5]、緒方 啓介[7]、山内 啓之[4] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科、2.北海道大学大学院環境科学院、3.北海道大学地球環境科学研究院、4.東京大学空間情報科学研究センター、5.埼玉大学大学院理工学研究科、6.横浜国立大学大学院イノベーション研究院、7.鶴見大学文学部)

[G02-P05] 背面投影型デジタル地球儀Dagik Earthのための半球面マルチタッチパネルの開発

*小山 幸伸[1]、廣田 直樹[1] (1.大分工業高等専門学校)

[G02-P06] Dagik EarthとJoy-Conを用いた地球観測衛星データ表示・操作システムの試作

*小菅生 文音[1]、山貫 緋称[1]、Zhiyan Liu[1]、市井 和仁[1] (1.千葉大学環境リモートセンシング研究センター)

[G02-P07] 地学オリンピックの現状と今後の課題 (2019)

*瀧上 豊[1] (1.関東学園大学)

[G02-P08] 第 19 回地震火山こどもサマースクール in 伊豆大島

*藤間 藍[1]、日色 知也[2]、地震火山子供サマースクール 運営委員会[3] (1.慶應義塾大学、2.信州大学大学院、3.日本地震学会・日本火山学会・ 日本地質学会)

[J] ポスター発表 | セッション記号 G (教育・アウトリーチ)：教育・アウトリーチ

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_38

[G-02] 地球惑星科学のアウトリーチ

コンビーナ:植木 岳雪(千葉科学大学危機管理学部)、小森 次郎(帝京平成大学)、長谷川 直子(お茶の水女子大学)、大木 聖子(慶應義塾大学 環境情報学部)

[G02-P01] 砂つぶの地球　ー火山・地震の変動帯を砂から読む

*萩谷 宏[1] (1.東京都市大学知識工学部自然科学科)

[G02-P02] 生涯学習の「種」としての地形・地質

*植木 岳雪[1] (1.千葉科学大学危機管理学部)

[G02-P03] 卓上３Dプリンターによる立体地形模型をつかった地球惑星科学のアウトリーチ

*小森 次郎[1] (1.帝京平成大学)

[G02-P04] 地域の高精細地表情報を活用した環境教育の実践

*小倉 拓郎[1,2]、早川 裕弋[3,4]、田村 裕彦[4]、小口 千明[5]、守田 正志[6]、清水 きさら[5]、緒方 啓介[7]、山内 啓之[4] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科、2.北海道大学大学院環境科学院、3.北海道大学地球環境科学研究院、4.東京大学空間情報科学研究センター、5.埼玉大学大学院理工学研究科、6.横浜国立大学大学院イノベーション研究院、7.鶴見大学文学部)

[G02-P05] 背面投影型デジタル地球儀Dagik Earthのための半球面マルチタッチパネルの開発

*小山 幸伸[1]、廣田 直樹[1] (1.大分工業高等専門学校)

[G02-P06] Dagik EarthとJoy-Conを用いた地球観測衛星データ表示・操作システムの試作

*小菅生 文音[1]、山貫 緋称[1]、Zhiyan Liu[1]、市井 和仁[1] (1.千葉大学環境リモートセンシング研究センター)

[G02-P07] 地学オリンピックの現状と今後の課題 (2019)

*瀧上 豊[1] (1.関東学園大学)

[G02-P08] 第 19 回地震火山こどもサマースクール in 伊豆大島

*藤間 藍[1]、日色 知也[2]、地震火山子供サマースクール 運営委員会[3] (1.慶應義塾大学、2.信州大学大学院、3.日本地震学会・日本火山学会・ 日本地質学会)

[J] 口頭発表 | セッション記号 G (教育・アウトリーチ)：教育・アウトリーチ

9:00 ~ 10:30 | 104 1F

[G-03] 小・中・高等学校，大学の地球惑星科学教育

コンビーナ:畠山 正恒(聖光学院中学高等学校)、座長:丹羽 淑博

9:00 ~ 9:15

[G03-01] 隠岐の島図書館における「理科読」「レッツ理科読！光がとどけた物語」隠岐の島図書館での科学読み物と演示実験

*阿部 國廣[1] (1.島根半島・宍道湖中海（国引き）ジオパーク推進協議会)

9:15 ~ 9:30

[G03-02] ICT機器の活用の違いによる小学生の日食の理解について

*今井 弘二[1]、村山 泰啓[1]、山西 孝宜[2] (1.情報通信研究機構、2.三菱みなとみらい技術館)

9:30 ~ 9:45

[G03-03] 地形から災害リスクを学ぼう

*栗栖 悠貴[1] (1.国土交通省国土地理院)

9:45 ~ 10:00

[G03-04] 理科室で行う蛇紋岩の加熱脱水実験

*大森 聡一[1]、勝又 行信[2] (1.放送大学教養学部自然と環境コース、2.放送大学自然環境科学プログラム)

10:00 ~ 10:20

[G03-05] デジタル立体地球儀を通じた学校、科学館、研究者の連携による地球惑星科学教育

*齊藤 昭則[1]、津川 卓也[2] (1.京都大学大学院理学研究科地球物理学教室、2.情報通信研究機構)

[J] ポスター発表 | セッション記号 G (教育・アウトリーチ)：教育・アウトリーチ

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

[G-03] 小・中・高等学校，大学の地球惑星科学教育

コンビーナ:畠山 正恒(聖光学院中学高等学校)

[G03-P01] 中等教育における海洋塩分濃度調査とその考察活動

*中村 亮[1] (1.宮城県利府高等学校)

[G03-P02] 海の出前授業と立方体地球の連携

*森岡 優志[1]、上野 洋路[2]、藤井 直紀[3]、仙田 明大[4]、小埜 恒夫[5]、安中 さやか[1] (1.海洋研究開発機構、2.北海道大学、3.佐賀大学、4.日本科学協会、5.水産研究・教育機構)

[G03-P03] 作図と三角関数で地球中心核を伝わる地震波を理解する

*加藤 護[1] (1.京都大学大学院人間・環境学研究科)

[G03-P04] 超簡易型地震観測装置の開発と超高速設置例

*酒井 慎一[1]、松本 聡[2]、飯尾 能久[3]、加藤 愛太郎[1] (1.東京大学地震研究所、2.九州大学大学院理学研究院付属地震火山観測研究センター、3.京都大学防災研究所)

[G03-P05] 「校庭で穴掘り隊」と「教室でコア見せ隊」：理科地学領域の学校内での体験授業

*植木 岳雪[1] (1.千葉科学大学危機管理学部)

[G03-P06] 研究データの初等中等および高等教育への適用

*梅村 宜生[1]、田中 良昌[2,3]、阿部 修司[4]、齊藤 泰雄[3]、中野 慎也[5]、新堀 淳樹[1]、南山 泰之[3] (1.名古屋大学 宇宙地球環境研究所、2.情報・システム研究機構 極域環境データサイエンスセンター、3.国立極地研究所、4.九州大学 国際宇宙天気科学・教育センター、5.統計数理研究所)

[G03-P07] 日本で先駆けとなった高等学校の探究活動における科学倫理教育

*川勝 和哉[1] (1.兵庫県立西脇高等学校)

[J] ポスター発表 | セッション記号 G (教育・アウトリーチ)：教育・アウトリーチ

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_39

[G-03] 小・中・高等学校，大学の地球惑星科学教育

コンビーナ:畠山 正恒(聖光学院中学高等学校)

[G03-P01] 中等教育における海洋塩分濃度調査とその考察活動

*中村 亮[1] (1.宮城県利府高等学校)

[G03-P02] 海の出前授業と立方体地球の連携

*森岡 優志[1]、上野 洋路[2]、藤井 直紀[3]、仙田 明大[4]、小埜 恒夫[5]、安中 さやか[1] (1.海洋研究開発機構、2.北海道大学、3.佐賀大学、4.日本科学協会、5.水産研究・教育機構)

[G03-P03] 作図と三角関数で地球中心核を伝わる地震波を理解する

*加藤 護[1] (1.京都大学大学院人間・環境学研究科)

[G03-P04] 超簡易型地震観測装置の開発と超高速設置例

*酒井 慎一[1]、松本 聡[2]、飯尾 能久[3]、加藤 愛太郎[1] (1.東京大学地震研究所、2.九州大学大学院理学研究院付属地震火山観測研究センター、3.京都大学防災研究所)

[G03-P05] 「校庭で穴掘り隊」と「教室でコア見せ隊」：理科地学領域の学校内での体験授業

*植木 岳雪[1] (1.千葉科学大学危機管理学部)

[G03-P06] 研究データの初等中等および高等教育への適用

*梅村 宜生[1]、田中 良昌[2,3]、阿部 修司[4]、齊藤 泰雄[3]、中野 慎也[5]、新堀 淳樹[1]、南山 泰之[3] (1.名古屋大学 宇宙地球環境研究所、2.情報・システム研究機構 極域環境データサイエンスセンター、3.国立極地研究所、4.九州大学 国際宇宙天気科学・教育センター、5.統計数理研究所)

[G03-P07] 日本で先駆けとなった高等学校の探究活動における科学倫理教育

*川勝 和哉[1] (1.兵庫県立西脇高等学校)

[J] 口頭発表 | セッション記号 G (教育・アウトリーチ)：教育・アウトリーチ

13:45 ~ 15:15 | 104 1F

[G-03] 小・中・高等学校，大学の地球惑星科学教育

コンビーナ:畠山 正恒(聖光学院中学高等学校)、座長:畠山 正恒(聖光学院)

13:45 ~ 14:00

[G03-06] **Improving Awareness of Marine Conservation and Sustainability among Taiwanese Middle School Students by Teaching Slow Fish Movement**

*Ya-Yin Liao[1]、Liang-Ting Tsai[2]、Ting-Kuang Yeh[3]、Cheng-Chieh Chang[1] (1.National Taiwan Ocean University Institute of Education 、2.Taiwan Marine Education Center、3.National Taiwan Normal University)

14:00 ~ 14:15

[G03-07] 最近の地震に関するスライド教材の試作 (2) －2019年1月3日熊本地方の地震(M5.1)の例と前試作からの改良－

*小林 励司[1] (1.鹿児島大学大学院理工学研究科)

14:15 ~ 14:30

[G03-08] 偏光顕微鏡観察の学習のためのWebアプリケーションの開発

*森里 文哉[1] (1.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)

14:30 ~ 14:45

[G03-09] 地形コレクションしませんか　　地理院地図３Ｄの使い方と楽しみ方

*小白井 亮一[1] (1.国土交通省国土地理院)

14:45 ~ 15:00

[G03-10] Bringing field- and laboratory work into the classroom by using online modules in the edX platform

*Alejandra Quintanilla-Terminel[1]、Matej Pec[1]、Oliver Jagoutz[1] (1.Massachusetts Institute of Technology)

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

10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_9

[M-IS01] Environmental, socio-economic and climatic changes in Northern Eurasia

コンビーナ:Groisman Pavel(NC State University Research Scholar at NOAA National Centers for Environmental Information, Asheville, North Carolina, USA)、Shamil Maksyutov(National Institute for Environmental Studies)、Evgeny P Gordov(Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS)、Dmitry A Streletskiy(George Washington University)

[MIS01-P01] **Effects of clear-cutting on carbon dioxide fluxes in a boreal forest ecosystem - results of numerical experiments with a three-dimensional turbulent exchange model**

Yulia Mukhartova[3]、Maria Dyachenko[3]、Polina Mangura[3]、Alexander Krupenko[3]、*Alexander Olchev[1,2] (1.Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University、2.A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences、3.Faculty of Physics, Lomonosov Moscow State University)

[MIS01-P02] Retrieving the forest species composition from remote sensing data using a three-dimensional radiative transfer model

*Alexander Olchev[1,2]、Natalia Levashova[3]、Dmitry Lukyanenko[3] (1.Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University 、2.Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Science、3.Faculty of Physics, Lomonosov Moscow State University)

[MIS01-P03] **Satellite-derived Burned Area for Siberia (1979 – 2000)**

*Soja Amber[1]、Stocks Brian[2]、Potter Stefano[3]、Rogers Brendan[3]、Cahoon Donald[4]、Jurko Natasha[5]、Conard Susan[6]、deGroot William 'Bill'[5]、Tchebakova Nadezhda[7] (1.National Iinstitute of Aerospace / NASA Langley Research Center、2.B.J. Stocks Wildfire Investigations Ltd.、3.Woods Hole Research Center 、4.Terra Systems Research、5.Canadian Forest Service/Service canadien des forêts、6.George Mason University,Fairfax, VA、7.Sukachev Institute of Forestry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences)

[MIS01-P04] Analysis and prediction of hazardous hydrometeorological phenomena in the coastal areas of the Arctic

*Irina Repina[1,2] (1.A.M.Obukhov Institute of Atmospheric Physics RAS、2.Lomonosov Moscow State University)

[MIS01-P05] **Recent baric and climatic conditions over East Europe with a focus on Belarus**

*Irina Danilovich[1]、Vladimir Loginov[1]、Pavel Groisman[2] (1. Institute for Nature Management National Academy of Science, Minsk, Belarus、2. NC State University at NOAA National Centers for Environmental Information, Asheville, USA)

[MIS01-P06] **Assessment of climatic and environmental conditions along the track of projected Kyzyl-Kuragino railway line (the Western Sayan Mountains)**

★Invited Papers

*Aleksandra Alekseevna Mikheeva[1]、Margarita Syromyatina[1]、Yurii Kurochkin[1] (1.Institute of Earth Sciences, Saint Petersburg State University, Russia)

[MIS01-P07] **Assessment of interlinkages among industrialization, climate change, and forest fire activity: Thematic study of the Republic of Sakha (Yakutia), Russia**

*Kiunnei Kirillina[1]、Wanglin Yan[1] (1.Graduate School of Media and Governance, Keio University SFC)

[MIS01-P08] 北日本の冬季日降水量の定量評価

*増田 南波[1]、谷田貝 亜紀代[1]、仲江川 敏之[2]、上口 賢治[3] (1.弘前大学大学院理工学研究科、2.気象庁気象研究所、3.気象庁)

[MIS01-P09] Seasonal variation of wetland carbon dioxide and methane fluxes measured by automatic chambers at the Bakchar bog, West Siberia

*Shamil Maksyutov[1]、Alexandre Fofonov[2]、Denis Davydov[2]、Oleg Krasnov[2]、Tadanobu Nakayama[1]、Mikhail Glagolev[3] (1.National Institute for Environmental Studies、2.V.E. Zuev Institute of Atmospheric Optics、3.M.V. Lomonosov Moscow State University)

[MIS01-P10] Climatic distances between origin and labor locations for migrants in a changing climate in Siberia by the end of the 21st century

*Elena I. Parfenova[1]、Nadezhda M. Tchebakova[1] (1.V.N.Sukachev Institute of Forest SB RAS, FRC SB RAS)

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

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_40

[M-IS01] Environmental, socio-economic and climatic changes in Northern Eurasia

コンビーナ:Groisman Pavel(NC State University Research Scholar at NOAA National Centers for Environmental Information, Asheville, North Carolina, USA)、Shamil Maksyutov(National Institute for Environmental Studies)、Evgeny P Gordov(Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS)、Dmitry A Streletskiy(George Washington University)

[MIS01-P01] Effects of clear-cutting on carbon dioxide fluxes in a boreal forest ecosystem - results of numerical experiments with a three-dimensional turbulent exchange model

Yulia Mukhartova[3]、Maria Dyachenko[3]、Polina Mangura[3]、Alexander Krupenko[3]、*Alexander Olchev[1,2] (1.Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University、2.A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences、3.Faculty of Physics, Lomonosov Moscow State University)

[MIS01-P02] Retrieving the forest species composition from remote sensing data using a three-dimensional radiative transfer model

*Alexander Olchev[1,2]、Natalia Levashova[3]、Dmitry Lukyanenko[3] (1.Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University 、2.Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Science、3.Faculty of Physics, Lomonosov Moscow State University)

[MIS01-P03] Satellite-derived Burned Area for Siberia (1979 – 2000)

*Soja Amber[1]、Stocks Brian[2]、Potter Stefano[3]、Rogers Brendan[3]、Cahoon Donald[4]、Jurko Natasha[5]、Conard Susan[6]、deGroot William 'Bill'[5]、Tchebakova Nadezhda[7] (1.National Iinstitute of Aerospace / NASA Langley Research Center、2.B.J. Stocks Wildfire Investigations Ltd.、3.Woods Hole Research Center 、4.Terra Systems Research、5.Canadian Forest Service/Service canadien des forêts、6.George Mason University,Fairfax, VA、7.Sukachev Institute of Forestry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences)

[MIS01-P04] Analysis and prediction of hazardous hydrometeorological phenomena in the coastal areas of the Arctic

*Irina Repina[1,2] (1.A.M.Obukhov Institute of Atmospheric Physics RAS、2.Lomonosov Moscow State University)

[MIS01-P05] Recent baric and climatic conditions over East Europe with a focus on Belarus

*Irina Danilovich[1]、Vladimir Loginov[1]、Pavel Groisman[2] (1. Institute for Nature Management National Academy of Science, Minsk, Belarus、2. NC State University at NOAA National Centers for Environmental Information, Asheville, USA)

[MIS01-P06] Assessment of climatic and environmental conditions along the track of projected Kyzyl-Kuragino railway line (the Western Sayan Mountains)

★Invited Papers

*Aleksandra Alekseevna Mikheeva[1]、Margarita Syromyatina[1]、Yurii Kurochkin[1] (1.Institute of Earth Sciences, Saint Petersburg State University, Russia)

[MIS01-P07] Assessment of interlinkages among industrialization, climate change, and forest fire activity: Thematic study of the Republic of Sakha (Yakutia), Russia

*Kiunnei Kirillina[1]、Wanglin Yan[1] (1.Graduate School of Media and Governance, Keio University SFC)

[MIS01-P08] 北日本の冬季日降水量の定量評価

*増田 南波[1]、谷田貝 亜紀代[1]、仲江川 敏之[2]、上口 賢治[3] (1.弘前大学大学院理工学研究科、2.気象庁気象研究所、3.気象庁)

[MIS01-P09] Seasonal variation of wetland carbon dioxide and methane fluxes measured by automatic chambers at the Bakchar bog, West Siberia

*Shamil Maksyutov[1]、Alexandre Fofonov[2]、Denis Davydov[2]、Oleg Krasnov[2]、Tadanobu Nakayama[1]、Mikhail Glagolev[3] (1.National Institute for Environmental Studies、2.V.E. Zuev Institute of Atmospheric Optics、3.M.V. Lomonosov Moscow State University)

[MIS01-P10] Climatic distances between origin and labor locations for migrants in a changing climate in Siberia by the end of the 21st century

*Elena I. Parfenova[1]、Nadezhda M. Tchebakova[1] (1.V.N.Sukachev Institute of Forest SB RAS, FRC SB RAS)

[E] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

13:45 ~ 15:15 | 304 3F

[M-IS01] Environmental, socio-economic and climatic changes in Northern Eurasia

コンビーナ:Groisman Pavel(NC State University Research Scholar at NOAA National Centers for Environmental Information, Asheville, North Carolina, USA)、Shamil Maksyutov(National Institute for Environmental Studies)、Evgeny P Gordov(Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS)、Dmitry A Streletskiy(George Washington University)、座長:Shamil Maksyutov(National Institute for Environmental Studies, Japan)、Pavel Groisman(NC State University, USA)、Yoshihiro Iijima(Mie University, Japan)

13:45 ~ 14:00

[MIS01-01] **Progress and Opportunities in Measurement and Modeling of Arctic Carbon Cycling under a Changing Climate**

★Invited Papers

*Qianlai Zhuang[1]、Narasinha Shurpali[2]、Torsten Sachs[3] (1.Purdue University、2.University of Eastern Finland、3.Helmholtz Centre Potsdam GFZ German Research Centre for Geosciences)

14:00 ~ 14:15

[MIS01-02] Potential climate change effects on biosystems in Siberia by the 2100s predicted from CMIP5

*Nadezhda Tchebakova[1]、Elena Parfenova[1]、Amber J Soja[2] (1.Sukachev Institute of Forests, Federal Research Center KSC, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences、2.National Institute of Aerospace, NASA Langley Research Center,)

14:15 ~ 14:30

[MIS01-03] Climate Change and Permafrost Degradation in Northern Eurasia: Geographic Impact Assesment

*Dmitry A Streletskiy[1] (1.George Washington University)

14:30 ~ 14:45

[MIS01-04] **Effects of deforestation of boreal forests on atmospheric fluxes and weather conditions at the local and regional scales**

*Alexander Olchev[1,2]、Vadim Mamkin[2]、Inna Rozinkina[3]、Yulia Mukhartova[4]、Mikhail Nikitin[3]、Ekaterina Tatarinovich[3]、Julia Kurbatova[2] (1.Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography 、2.A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences、3.Hydrometeorological Research Center of Russian Federation、4.Lomonosov Moscow State University, Faculty of Physics)

14:45 ~ 15:00

[MIS01-05] **Changes in mountain glacier systems and the distribution of main climatic parameters on the territory of Russia (XX -XXI century)**

*Tatiana Khromova[1]、Gennady Nosenko[1]、Valeria Popova[1]、Anton Muraviev[1]、Stanislav Nikitin[1] (1.Institute of Geography Russian Academy of Sciences)

15:00 ~ 15:15

[MIS01-06] Projection of changes in water balance components across irrigated lands of Central Asia using a high-resolution modeling system

*Anastasiia Pikaleva[1]、Ekaterina Nadyozhina[1]、Alexandra Sternzat[1]、Boris Egorov[1]、Sergey Efimov[1]、Igor Shkolnik[1] (1.Voeikov Main Geophysical Observatory)

[E] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

15:30 ~ 17:00 | 304 3F

[M-IS01] Environmental, socio-economic and climatic changes in Northern Eurasia

コンビーナ:Groisman Pavel(NC State University Research Scholar at NOAA National Centers for Environmental Information, Asheville, North Carolina, USA)、Shamil Maksyutov(National Institute for Environmental Studies)、Evgeny P Gordov(Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS)、Dmitry A Streletskiy(George Washington University)、座長:Dmitry Streletskiy(George Washington University)、Pavel Groisman(NC State University, USA)、Tetsuya Hiyama(Nagoya University, Japan)

15:30 ~ 15:45

[MIS01-07] **Rises and Falls of the Socioeconomic-Ecological Systems along the Silk Road**

★Invited Papers

*Jiquan Chen[1]、Zutao Ouyang[1]、Changliang Shao[2]、Ranjeet John[1]、Geoffrey M Henebry[1]、Pavel Groisman[3] (1.Center for Global Changes and Earth Observation, Department of Geography, Environment, and Spatial Sciences, Michigan State University、2.Institute of Agricultural Resources and Regional Planning, Chinese Academy of Agricultural Sciences、3.NC State University Research Scholar, NOAA National Centers for Environment Information)

15:45 ~ 16:00

[MIS01-08] **Interdisciplinary study of the mountain geosystems in the Altay-Sayan region**

*Margarita Syromyatina[1]、Yurii Kurochkin[1]、Mariia Andreeva[1]、Kirill Chistyakov[1] (1.Institute of Earth Sciences, Saint Petersburg State University, Russia)

16:00 ~ 16:15

[MIS01-09] Where in High Mountain Pastures does Snow Seasonality Link Most Closely with Subsequent Land Surface Phenology?

*Geoffrey M Henebry[1]、Monika A Tomaszewska[2] (1.Michigan State University、2.South Dakota State University)

16:15 ~ 16:30

[MIS01-10] Evaluation of orographic precipitation over Central Asia and its simulated change under a warming environment

*谷田貝 亜紀代[1]、千田 彩乃[1]、増田 南波[1]、Kumar Vinay[2] (1.弘前大学大学院理工学研究科、2.Texas A&M University)

16:30 ~ 16:45

[MIS01-11] The impact factor of surface spectral albedo in an arid area

*Jiaxi Yang[1]、Zhenchao Li[2]、Xiaoqing Gao[2]、Panmao Zhai[3] (1.University of Chinese Academy of Sciences、2.Key Laboratory of Land Surface Process and Climate Change in Cold and Arid Regions, Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, CAS, Lanzhou, China、3.Chinese Academy of Meteorological Sciences)

16:45 ~ 17:00

[MIS01-12] **Northern Eurasia Future Initiative (NEFI) Focus on Human-Associated Extreme Events**

*Pavel Groisman[1,2,3]、Alexander Shiklomanov[4]、Irina Yesserkepova[5]、Sergey Gulev[2]、Ildan Kaipov[6] (1. NC State University Research Scholar at NOAA National Centers for Environmental Information, Asheville, North Carolina, USA、2. Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia 、3. Hydrology Science and Services Corporation, Asheville, North Carolina, USA、4. University of New Hampshire, Durham, New Hampshire, USA 、5.Joint Stock Company "Zhasyl Damu", Almaty, Kazakhstan、6. National Center for Space Research and Technologies, Almaty, Kazakhstan)

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

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

[M-IS24] 海底～海面を貫通する海域観測データの統合解析

コンビーナ:有吉 慶介(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、木戸 元之(東北大学 災害科学国際研究所)、稲津 大祐(東京海洋大学)、高橋 成実(防災科学技術研究所)、座長:有吉 慶介、木戸 元之

9:00 ~ 9:15

[MIS24-01] ちきゅう・新青丸・勢水丸と連携した潮岬での陸域気象観測

*吉田 聡[1]、有吉 慶介[2]、小松 幸生[3]、立花 義裕[4]、藤田 実季子[2]、野津 雅人[5]、西川 はつみ[10]、川合 義美[2]、木下 直樹[6]、Lyndon Olaguera[5]、久保 美晴[8]、長谷 健太郎[7]、松山 祐矢[6]、増田 南波[9]、入江 健太[11]、吉田 哲治[10]、渡部 友祐[7]、松田 康佑[12]、青木 俊輔[7]、渡辺 真吾[2]、栗栖 朗[13]、山崎 聖太[7]、平田 英隆[14]、秋山 静佳[7]、重田 祥範[15]、宮田 昌[15]、松原 甲斐[15]、多田 楽空[15]、渡来 靖[16]、中村 祐輔[16] (1.京都大学防災研究所、2.海洋研究開発機構、3.東京大学大学院新領域創成科学研究科、4.三重大学大学院生物資源学研究科、5.首都大学東京、6.九州大学、7.京都大学、8.琉球大学、9.弘前大学、10.北海道大学、11.東京学芸大学、12.東京海洋大学、13.岡山大学、14.名古屋大学、15.公立鳥取環境大学、16.立正大学)

9:15 ~ 9:30

[MIS24-02] GNSS-A海底地殻変動観測による海中音速構造の推定

*石川 直史[1]、横田 裕輔[2]、渡邉 俊一[1] (1.海上保安庁海洋情報部、2.東京大学生産技術研究所)

9:30 ~ 9:45

[MIS24-03] 環太平洋地震帯における海底圧力観測データと実海洋変動予測モデルの比較

*土橋 陽一朗[1]、稲津 大祐[2] (1.東京海洋大学大学院　海洋科学技術研究科、2.東京海洋大学　海洋資源エネルギー学部門)

9:45 ~ 10:00

[MIS24-04] Experimental challenges for interpretation of in-situ observation of bottom pressure recorders (BPRs) at the seafloor

★Invited Papers

*Hiroyuki Matsumoto[1]、Toshinori Kimura[1]、Shuhei Nishida[1]、Yuya Machida[1]、Eiichiro Araki[1] (1.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC))

10:00 ~ 10:15

[MIS24-05] 津波・地殻変動観測ブイシステムを用いた海底圧力連続観測

*高橋 成実[1]、今井 健太郎[2]、木戸 元之[3]、太田 雄策[3]、福田 達也[2]、石原 靖久[2]、越智 寛[2]、鈴木 健介[2]、日野 亮太[3] (1.防災科学技術研究所、2.海洋研究開発機構、3.東北大学)

10:15 ~ 10:30

[MIS24-06] 海底から海洋を見上げ地球内部を覗き込む

★招待講演

*深尾 良夫[1] (1.地震津波海域観測研究開発センター/海洋研究開発機構)

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

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_25

[M-IS24] 海底～海面を貫通する海域観測データの統合解析

コンビーナ:有吉 慶介(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、木戸 元之(東北大学 災害科学国際研究所)、稲津 大祐(東京海洋大学)、高橋 成実(防災科学技術研究所)

[MIS24-P01] **「ちきゅう」&DONETを活用した海底～大気の同時貫通観測**

*有吉 慶介[1]、飯沼 卓史[1]、西田 周平[1]、町田 祐弥[1]、宮澤 泰正[1]、美山 透[1]、内田 裕[1]、永野 憲[1]、脇田 昌英[1]、藤田 実季子[1]、桑谷 立[1]、藤原 周[1]、木元 克典[1]、中野 善之[1]、川合 義美[1]、市川 香[2]、長谷川 拓也[5]、吉田 聡[3]、藤 亜希子[4] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.九州大学、3.京都大学、4.東京大学、5.東北大学)

[MIS24-P02] 紀伊半島沖黒潮域の海底水圧の時空間変動

*小松 幸生[1,2]、吉田 聡[3]、有吉 慶介[4] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科、2.東京大学大気海洋研究所、3.京都大学防災研究所、4.海洋研究開発機構)

[MIS24-P03] 内部重力波の影響を考慮したGPS-A観測について

*木戸 元之[1]、松井 凌[2]、丹羽 淑博[3]、本荘 千枝[2] (1.東北大学 災害科学国際研究所、2.東北大学大学院 理学研究科、3.東京大学 海洋アライアンス)

[MIS24-P04] 小型軽量なマイクロ波放射計を用いた潮岬における可降水量の観測

*箕輪 昌裕[1]、奥村 成皓[1]、井上 修平[1]、髙島 祐弥[1]、吉田 聡[2]、大石 哲[3]、大西 利和[4]、小川 英夫[4] (1.古野電気株式会社、2.京都大学、3.神戸大学、4.大阪府立大学)

[MIS24-P05] セイルドローンによる日本南岸黒潮大蛇行流路の横断観測

★招待講演

*永野 憲[1]、安藤 健太郎[1] (1.海洋研究開発機構)

[MIS24-P06] 北海道南東岸沖における親潮の後退に関係した海底圧力変動

*長谷川 拓也[1]、永野 憲[2]、松本 浩幸[2]、有吉 慶介[2]、脇田 昌英[2] (1.東北大学、2.海洋研究開発機構)

[MIS24-P07] ヒクランギ沈み込み帯における非潮汐成分の係数補正を用いた海底圧力計の地殻変動検出

*井上 智裕[1]、村本 智也[2]、稲津 大祐[3]、伊藤 喜宏[4]、日野 亮太[5]、太田 和晃[4]、鈴木 秀市[5] (1.京都大学、2.産業技術総合研究所、3.東京海洋大学、4.京都大学防災研究所、5.東北大学)

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

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_41

[M-IS24] 海底～海面を貫通する海域観測データの統合解析

コンビーナ:有吉 慶介(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、木戸 元之(東北大学 災害科学国際研究所)、稲津 大祐(東京海洋大学)、高橋 成実(防災科学技術研究所)

[MIS24-P01] 「ちきゅう」&DONETを活用した海底～大気の同時貫通観測

*有吉 慶介[1]、飯沼 卓史[1]、西田 周平[1]、町田 祐弥[1]、宮澤 泰正[1]、美山 透[1]、内田 裕[1]、永野 憲[1]、脇田 昌英[1]、藤田 実季子[1]、桑谷 立[1]、藤原 周[1]、木元 克典[1]、中野 善之[1]、川合 義美[1]、市川 香[2]、長谷川 拓也[5]、吉田 聡[3]、藤 亜希子[4] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.九州大学、3.京都大学、4.東京大学、5.東北大学)

[MIS24-P02] 紀伊半島沖黒潮域の海底水圧の時空間変動

*小松 幸生[1,2]、吉田 聡[3]、有吉 慶介[4] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科、2.東京大学大気海洋研究所、3.京都大学防災研究所、4.海洋研究開発機構)

[MIS24-P03] 内部重力波の影響を考慮したGPS-A観測について

*木戸 元之[1]、松井 凌[2]、丹羽 淑博[3]、本荘 千枝[2] (1.東北大学 災害科学国際研究所、2.東北大学大学院 理学研究科、3.東京大学 海洋アライアンス)

[MIS24-P04] 小型軽量なマイクロ波放射計を用いた潮岬における可降水量の観測

*箕輪 昌裕[1]、奥村 成皓[1]、井上 修平[1]、髙島 祐弥[1]、吉田 聡[2]、大石 哲[3]、大西 利和[4]、小川 英夫[4] (1.古野電気株式会社、2.京都大学、3.神戸大学、4.大阪府立大学)

[MIS24-P05] セイルドローンによる日本南岸黒潮大蛇行流路の横断観測

★招待講演

*永野 憲[1]、安藤 健太郎[1] (1.海洋研究開発機構)

[MIS24-P06] 北海道南東岸沖における親潮の後退に関係した海底圧力変動

*長谷川 拓也[1]、永野 憲[2]、松本 浩幸[2]、有吉 慶介[2]、脇田 昌英[2] (1.東北大学、2.海洋研究開発機構)

[MIS24-P07] ヒクランギ沈み込み帯における非潮汐成分の係数補正を用いた海底圧力計の地殻変動検出

*井上 智裕[1]、村本 智也[2]、稲津 大祐[3]、伊藤 喜宏[4]、日野 亮太[5]、太田 和晃[4]、鈴木 秀市[5] (1.京都大学、2.産業技術総合研究所、3.東京海洋大学、4.京都大学防災研究所、5.東北大学)

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

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

[M-IS25] 近年の気象災害：要因とその大気水圏・人間圏への影響

コンビーナ:西井 和晃(三重大学大学院生物資源学研究科)、座長:西井 和晃(三重大学)

10:45 ~ 11:00

[MIS25-01] 2018年12月8−9日ベトナム中部での豪雨とベトナム水文気象局でのQPE/QPF

★招待講演

*斉藤 和雄[1,2,3]、Le Duc[4,3]、Du Duc Tien[5]、Mai Khanh Hung[5] (1.気象業務支援センター、2.東京大学大気海洋研究所、3.気象研究所、4.海洋研究開発機構、5.ベトナム水文気象局水文気象予測センター)

11:00 ~ 11:15

[MIS25-02] 台風21号による琵琶湖高解像度流動シミュレーション：琵琶湖南湖における大規模水草消失

★招待講演

*中田 聡史[1]、芳賀 裕樹[2]、岩木 真帆[1]、波多野 圭亮[3]、馬渕 浩司[1]、高村 典子[1] (1.国立環境研究所、2.滋賀県立琵琶湖博物館、3.水資源機構)

11:15 ~ 11:30

[MIS25-03] 結合モデルで予測された半年以上継続する2018年北半球中緯度高温偏差

*小林 ちあき[1]、石川 一郎[1] (1.気象研究所)

11:30 ~ 11:45

[MIS25-04] 2018年7月豪雨の総観場予測可能性

*吉田 聡[1] (1.京都大学防災研究所)

11:45 ~ 12:00

[MIS25-05] 平成30年7月豪雨における水蒸気輸送および海面蒸発偏差の解析

*関澤 偲温[1]、宮坂 貴文[1,2]、中村 尚[1]、Akihiko Shinpo[3]、Kazuto Takemura[3]、前田 修平[3] (1.東京大学先端科学技術研究センター、2.気象研究所、3.気象庁)

12:00 ~ 12:15

[MIS25-06] 平成30年７月豪雨期間中の大気循環の主要変動モード

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

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

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_26

[M-IS25] 近年の気象災害：要因とその大気水圏・人間圏への影響

コンビーナ:西井 和晃(三重大学大学院生物資源学研究科)

[MIS25-P01] 2018年の台風活動に対する環境場の影響について

★招待講演

*飯塚 聡[1] (1.防災科学技術研究所)

[MIS25-P02] Impact of the Japan/East Sea on the heavy rain event of July 2018 in Japan

*ATSUYOSHI MANDA[1]、Satoshi Iizuka[3]、Tkafumi Miyasaka[2,4,5]、Hisashi Nakamura[2] (1.Mie University、2.The University of Tokyo、3.National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience、4.Japan Meteorological Agency, Meteorological Research Institute、5.Japan Meteorological Business Support Center)

[MIS25-P03] 2018年7月豪雨時の週間アンサンブル予報データによる簡易感度解析

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

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

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_42

[M-IS25] 近年の気象災害：要因とその大気水圏・人間圏への影響

コンビーナ:西井 和晃(三重大学大学院生物資源学研究科)

[MIS25-P01] 2018年の台風活動に対する環境場の影響について

★招待講演

*飯塚 聡[1] (1.防災科学技術研究所)

[MIS25-P02] Impact of the Japan/East Sea on the heavy rain event of July 2018 in Japan

*ATSUYOSHI MANDA[1]、Satoshi Iizuka[3]、Tkafumi Miyasaka[2,4,5]、Hisashi Nakamura[2] (1.Mie University、2.The University of Tokyo、3.National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience、4.Japan Meteorological Agency, Meteorological Research Institute、5.Japan Meteorological Business Support Center)

[MIS25-P03] 2018年7月豪雨時の週間アンサンブル予報データによる簡易感度解析

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

[E] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-GI 地球科学一般・情報地球科学

9:00 ~ 10:30 | 302 3F

[M-GI31] Open Science in Action: Research Data Sharing, Infrastructure, Transparency, and International Cooperation

コンビーナ:村山 泰啓(国立研究開発法人情報通信研究機構 戦略的プログラムオフィス)、近藤 康久(総合地球環境学研究所)、Shelley Stall(American Geophysical Union)、Cecconi Baptiste(LESIA, Observatoire de Paris, CNRS, PSL Research University)、座長:村山 泰啓(情報通信研究機構)

9:00 ~ 9:15

[MGI31-01] WDS: International Coordination for Sustainable FAIR Data, for Science and Society

*村山 泰啓[1] (1.国立研究開発法人情報通信研究機構 戦略的プログラムオフィス)

9:15 ~ 9:30

[MGI31-02] Japan Data Repository Network (JDARN)：データリポジトリの信頼性向上を中心としたコミュニティ活動

*北本 朝展[1,2,4]、絹谷 弘子[3] (1.国立情報学研究所、2.ROIS-DS人文学オープンデータ共同利用センター、3.東京大学地球観測データ統融合連携研究機構、4.総合研究大学院大学)

9:30 ~ 9:45

[MGI31-03] Data Sharing and Open Science: Practice, Expectation, Transparency, and Credit

*Shelley Stall[1] (1.American Geophysical Union)

9:45 ~ 10:00

[MGI31-04] Ethical issues in open science

*近藤 康久[1] (1.総合地球環境学研究所)

10:00 ~ 10:15

[MGI31-05] 統合イノベーション政策と学術情報流通の現状のギャップから見通すオープンサイエンスの展望

*林 和弘[1] (1.文部科学省科学技術・学術政策研究所)

10:15 ~ 10:30

[MGI31-06] Future evolution of open archives for preprints, posters, and presentations as a key component of open science in the Earth and space sciences

*Brooks Hanson[1] (1.American Geophysical Union)

[E] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-GI 地球科学一般・情報地球科学

10:45 ~ 12:15 | 302 3F

[M-GI31] Open Science in Action: Research Data Sharing, Infrastructure, Transparency, and International Cooperation

コンビーナ:村山 泰啓(国立研究開発法人情報通信研究機構 戦略的プログラムオフィス)、近藤 康久(総合地球環境学研究所)、Shelley Stall(American Geophysical Union)、Cecconi Baptiste(LESIA, Observatoire de Paris, CNRS, PSL Research University)、座長:Shelley Stall(American Geophysics Union)

10:45 ~ 11:00

[MGI31-07] Cloud Computing Needs for Earth Observation Data Analysis: EGI and the European Open Science Cloud

★Invited Papers

Björn Backeberg[1]、Yin Chen[1]、*Tiziana Ferrari[1]、Pedro Gonçalves[4]、Paolo Mazzetti[3]、Anabela Oliveira[2]、Diego Scardaci[1]、Gergely Sipos[1] (1.EGI Foundation、2.LNEC、3.CNR、4.Terradue)

11:00 ~ 11:15

[MGI31-08] Open third generation geostationary satellites accelerate environmental studies: Case studies of CEReS, Chiba University, Japan

*樋口 篤志[1,3]、豊嶋 紘一[1]、広瀬 民志[1]、竹中 栄晶[2,1] (1.千葉大学環境リモートセンシング研究センター、2.JAXA EORC、3.NICT)

11:15 ~ 11:30

[MGI31-09] Scientific data chain for better data publication and preservation

*堀之内 武[1] (1.北海道大学地球環境科学研究院)

11:30 ~ 11:45

[MGI31-10] 測地観測データ提供の現状と問題

*大坪 俊通[1]、横田 裕輔[2]、石川 直史[3]、関戸 衛[4]、宮崎 隆幸[5]、栗原 忍[5] (1.一橋大学、2.東京大学生産技術研究所、3.海上保安庁海洋情報部、4.情報通信研究機構、5.国土地理院)

11:45 ~ 12:00

[MGI31-11] Recent activity of data publication and data citation in the international community of geomagnetism

*能勢 正仁[1]、村山 泰啓[2] (1.名古屋大学 宇宙地球環境研究所、2.情報通信研究機構 戦略的プログラムオフィス)

12:00 ~ 12:15

[MGI31-12] IGSN: International Collaboration Makes Samples and Sample Data FAIR

*Kerstin Lehnert[1]、Jens Klump[2]、Lesley Wyborn[3]、Sarah Ramdeen[4] (1.Columbia University、2.CSIRO Kensington, Australia、3.Australian National University, Canberra, Australia、4.Ronin Institute, USA)

[E] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-GI 地球科学一般・情報地球科学

13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_7

[M-GI31] Open Science in Action: Research Data Sharing, Infrastructure, Transparency, and International Cooperation

コンビーナ:村山 泰啓(国立研究開発法人情報通信研究機構 戦略的プログラムオフィス)、近藤 康久(総合地球環境学研究所)、Shelley Stall(American Geophysical Union)、Cecconi Baptiste(LESIA, Observatoire de Paris, CNRS, PSL Research University)

[MGI31-P01] Open Science, Community Science, and AGU's Thriving Earth Exchange.

*Shelley Stall[1]、Raj Pandya[1] (1.American Geophysical Union)

[MGI31-P02] 研究データ利活用協議会（RDUF)の活動紹介：研究データに関わるオープンサイエンス、データ問題の議論のために

武田 英明[2]、*村山 泰啓[1]、研究データ利活用協議会 事務局[3] (1.国立研究開発法人情報通信研究機構 戦略的プログラムオフィス、2.国立情報学研究所、3.科学技術振興機構)

[MGI31-P03] Query string-controlled web service for sharable and reproducible data visualization of earth, planetary and space sciences

*今井 弘二[1]、村山 泰啓[1] (1.情報通信研究機構)

[MGI31-P04] Development of ground pipeline system for high-level scientific data products of the Hisaki satellite mission and its application to planetary space weather

*木村 智樹[1]、山崎 敦[2]、吉岡 和夫[3]、村上 豪[2]、土屋 史紀[4]、北 元[2]、垰 千尋[5]、吉川 一朗[3]、熊本 篤志[6]、山内 千里[7] (1.東北大学学際科学フロンティア研究所、2.JAXA宇宙科学研究所、3.東京大学新領域創成科学研究科、4.東北大学惑星プラズマ大気研究センター、5.情報通信研究機構、6.東北大学宇宙地球電磁気学講座、7.みさと天文台)

[MGI31-P05] Recent activities of the IUGONET for accelerating the integrated solar terrestrial science

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

[MGI31-P06] Attempt for Research Data Sharing and Citation in context of Open Science - Sharing Atmospheric MF Radar Observation Database as a Case Study

*磯田 総子[1]、村山 泰啓[1]、今井 弘二[1] (1.国立研究開発法人　情報通信研究機構)

[MGI31-P07] A case example of sharing meteor radio observational data by small laboratory

*小山 幸伸[1]、宮成 祐輔[1] (1.大分工業高等専門学校)

[MGI31-P08] 地球科学における市民参加型オープンサイエンスの推進：流星の超低周波帯における電波放射と異常聴音の観測・データ解析プロジェクト

*渡辺 堯[1] (1.ISC World Data System International Programme Office)

[MGI31-P09] Current status of minting DOIs for research data in JAMSTEC

*福田 和代[1]、川上 創[1]、佐々木 朋樹[1]、堀川 博紀[1]、齋藤 秀亮[1]、齊藤 千鶴[1]、園田 朗[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[MGI31-P10] Application of Web and GIS Technology to Develop Military's Differential Action Information Platform

*Chien Hao Chang[1]、Ch Yu Liu[1]、Chun Ta Wei[1] (1.Department of Computer Science and Information Engineering,CCIT)

[E] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-GI 地球科学一般・情報地球科学

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_43

[M-GI31] Open Science in Action: Research Data Sharing, Infrastructure, Transparency, and International Cooperation

コンビーナ:村山 泰啓(国立研究開発法人情報通信研究機構 戦略的プログラムオフィス)、近藤 康久(総合地球環境学研究所)、Shelley Stall(American Geophysical Union)、Cecconi Baptiste(LESIA, Observatoire de Paris, CNRS, PSL Research University)

[MGI31-P01] Open Science, Community Science, and AGU's Thriving Earth Exchange.

*Shelley Stall[1]、Raj Pandya[1] (1.American Geophysical Union)

[MGI31-P02] 研究データ利活用協議会（RDUF)の活動紹介：研究データに関わるオープンサイエンス、データ問題の議論のために

武田 英明[2]、*村山 泰啓[1]、研究データ利活用協議会 事務局[3] (1.国立研究開発法人情報通信研究機構 戦略的プログラムオフィス、2.国立情報学研究所、3.科学技術振興機構)

[MGI31-P03] Query string-controlled web service for sharable and reproducible data visualization of earth, planetary and space sciences

*今井 弘二[1]、村山 泰啓[1] (1.情報通信研究機構)

[MGI31-P04] Development of ground pipeline system for high-level scientific data products of the Hisaki satellite mission and its application to planetary space weather

*木村 智樹[1]、山崎 敦[2]、吉岡 和夫[3]、村上 豪[2]、土屋 史紀[4]、北 元[2]、垰 千尋[5]、吉川 一朗[3]、熊本 篤志[6]、山内 千里[7] (1.東北大学学際科学フロンティア研究所、2.JAXA宇宙科学研究所、3.東京大学新領域創成科学研究科、4.東北大学惑星プラズマ大気研究センター、5.情報通信研究機構、6.東北大学宇宙地球電磁気学講座、7.みさと天文台)

[MGI31-P05] Recent activities of the IUGONET for accelerating the integrated solar terrestrial science

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

[MGI31-P06] Attempt for Research Data Sharing and Citation in context of Open Science - Sharing Atmospheric MF Radar Observation Database as a Case Study

*磯田 総子[1]、村山 泰啓[1]、今井 弘二[1] (1.国立研究開発法人　情報通信研究機構)

[MGI31-P07] A case example of sharing meteor radio observational data by small laboratory

*小山 幸伸[1]、宮成 祐輔[1] (1.大分工業高等専門学校)

[MGI31-P08] 地球科学における市民参加型オープンサイエンスの推進：流星の超低周波帯における電波放射と異常聴音の観測・データ解析プロジェクト

*渡辺 堯[1] (1.ISC World Data System International Programme Office)

[MGI31-P09] Current status of minting DOIs for research data in JAMSTEC

*福田 和代[1]、川上 創[1]、佐々木 朋樹[1]、堀川 博紀[1]、齋藤 秀亮[1]、齊藤 千鶴[1]、園田 朗[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[MGI31-P10] Application of Web and GIS Technology to Develop Military's Differential Action Information Platform

*Chien Hao Chang[1]、Ch Yu Liu[1]、Chun Ta Wei[1] (1.Department of Computer Science and Information Engineering,CCIT)

[E] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-GI 地球科学一般・情報地球科学

15:30 ~ 17:00 | A04 東京ベイ幕張ホール

[M-GI31] Open Science in Action: Research Data Sharing, Infrastructure, Transparency, and International Cooperation

コンビーナ:村山 泰啓(国立研究開発法人情報通信研究機構 戦略的プログラムオフィス)、近藤 康久(総合地球環境学研究所)、Shelley Stall(American Geophysical Union)、Cecconi Baptiste(LESIA, Observatoire de Paris, CNRS, PSL Research University)、座長:Baptiste Cecconi(LESIA - Observatoire de Paris)

15:30 ~ 15:45

[MGI31-13] Adoption of IGSN in the International Ocean Discovery Program (IODP)

*Sean Toczko[1] (1.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)

15:45 ~ 16:00

[MGI31-14] Oceanogrpahic Data and Information Exchange for Open Science

*鈴木 亨[1] (1.海洋情報研究センター)

16:00 ~ 16:15

[MGI31-15] The International Heliophysics Data Environment Alliance (IHDEA) initiative

★Invited Papers

*Arnaud Masson[1]、Aaron Roberts[2]、Shing Fung[2]、Bob McGuire[2]、Jack Ireland[2]、Jeremy Faden[12]、Jim Lewis[9]、Baptiste Cecconi[7]、Vincent Genot[8]、J.C. Malapert[4]、Keiichi Matsuzaki[3]、Todd King[5]、Daniel Mueller[6]、Jon Vandegriff[10]、Miyoshi Yoshizumi[11] (1.ESAC Science Data Center, European Space Agency, Madrid, Spain、2.NASA/GSFC, USA、3.JAXA, ISAS, Tokyo、4.CNES, Toulouse、5.UCLA, USA、6.ESTEC, European Space Agency, Noordwijk, The Netherlands、7.LESIA, Observatoire de Paris, France、8.IRAP, CNRS, Toulouse、9.Berkeley University, USA、10.John Hopkins, APL, USA、11.ISEE, Nagoya University, Nagoya 464-8601, Japan、12.Cottage Systems, University of Iowa, USA)

16:15 ~ 16:30

[MGI31-16] **VESPA: Progress on the Planetary Science Virtual Observatory**

*Stephane Erard[1] (1.Observatoire de Paris / LESIA)

16:30 ~ 16:45

[MGI31-17] Publishing planetary science data following FAIR principles

*pierre le sidaner[1]、Baptiste Cecconi[2]、Stephane Erard[2]、Cyril Chauvin[1]、Albert Shih[1]、Stephane Aicardi[1]、Philippe Hamy[1]、Alan Loh[2] (1.DIO - Observatoire de Paris, Universite PSL, CNRS UMS2201、2.LESIA, Observatoire de Paris, Universite PSL, CNRS, Sorbonne Université, Univ. Paris Diderot, Sorbonne Paris Cite)

16:45 ~ 17:00

[MGI31-18] Community-developed open tools for supporting the ESA JUICE space mission preparation

*Baptiste Cecconi[1]、Alan Loh[1]、Stephane Aicardi[2]、Corentin Louis[3] (1.LESIA, Observatoire de Paris, CNRS, PSL Research University, Meudon, France、2.DIO, Observatoire de Paris, CNRS, PSL Research University, Paris, France、3.IRAP, CNRS-Université Paul Sabatier, Toulouse, France)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-GI 地球科学一般・情報地球科学

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_27

[M-GI32] 地球科学とアート・デザイン

コンビーナ:久保 貴志(まいぶんKAN)、白石 智子(地球惑星工芸専攻)

[MGI32-P01] **地形学における写真撮影**

*早川 裕弋[1] (1.北海道大学地球環境科学研究院)

[MGI32-P02] 美術館と美術作家、博物館がともに作る地球科学の表現

*久保 貴志[1]、尺戸 智佳子[2] (1.まいぶんKAN、2.黒部市美術館)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-GI 地球科学一般・情報地球科学

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_44

[M-GI32] 地球科学とアート・デザイン

コンビーナ:久保 貴志(まいぶんKAN)、白石 智子(地球惑星工芸専攻)

[MGI32-P01] **地形学における写真撮影**

*早川 裕弋[1] (1.北海道大学地球環境科学研究院)

[MGI32-P02] 美術館と美術作家、博物館がともに作る地球科学の表現

*久保 貴志[1]、尺戸 智佳子[2] (1.まいぶんKAN、2.黒部市美術館)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-GI 地球科学一般・情報地球科学

10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_10

[M-GI37] 情報地球惑星科学と大量データ処理

コンビーナ:村田 健史(情報通信研究機構)、本田 理恵(高知大学自然科学系理工学部門)、野々垣 進(国立研究開発法人産業技術総合研究所　地質情報研究部門　情報地質研究グループ)、堀之内 武(北海道大学地球環境科学研究院)

[MGI37-P01] 気象庁防災情報XMLを機械可読化するための予報区ポリゴンデータの公開

*豊田 英司[1] (1.気象庁総務部企画課)

[MGI37-P02] 金星探査機あかつきのデータ検索閲覧システムの開発

*杉山 耕一朗[1]、村社 光誠[1]、大森 一輝[1,3]、青木 拓海[1,4]、村上 真也[2] (1.松江工業高等専門学校、2.JAXA 宇宙科学研究所、3.NTTデータMHIシステムズ、4.マツダE&T)

[MGI37-P03] 地球深部探査船「ちきゅう」を取り巻く大量データと科学支援活動について

*木戸 ゆかり[1]、杉原 孝充[1]、真田 佳典[1]、村山 達矢[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[MGI37-P04] 北極海のみらい観測航海MR18-05における予報・観測データの配信と可視化サービス

*照井 健志[1]、杉村 剛[1]、Liyanarachchi Waruna Arampath De Silva[2]、末吉 惣一郎[3]、猪上 淳[1] (1.国立極地研究所、2.東京大学、3.日本海洋事業株式会社)

[MGI37-P05] マルチスペクトル光学センサ画像の観測波長帯と空間の高分解能化による鉱物マッピング精度の向上

*小池 克明[1]、Hoang Nguyen[1]、野田 周帆[2]、淺野 友紀瑛[2]、川上 裕[2]、増田 一夫[2] (1.京都大学大学院工学研究科 都市社会工学専攻地殻環境工学分野、2.(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構)

[MGI37-P06] Analysis of vessel status information of past research cruises and prediction of downtime for future cruise

*山岸 保子[1]、谷津 健[2]、柏瀬 憲彦[2]、牧 哲司[2]、山室 悠太[2,3]、阪口 秀[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構 数理科学・先端技術研究分野、2.国立研究開発法人海洋研究開発機構 海洋工学センター、3.日本海洋事業株式会社)

[MGI37-P07] 気象衛星「ひまわり」を活用した海況状況監視システムの実証実験

*嘉賀 雄一[1]、渡部 重十[1] (1.北海道情報大学)

[MGI37-P08] 小天体への着陸地点選択のための平坦領域探索手法

藤井 祐貴[1]、*本田 理恵[1]、諸田 智克[4]、横田 康弘[2]、巽 瑛理[3]、坂谷 尚哉[2]、山田 学[9]、亀田 真吾[5]、神山 徹[10]、鈴木 秀彦[6]、本田 親寿[7]、早川 雅彦[2]、吉岡 和夫[3]、長 勇一郎[3]、山本 幸生[2]、平田 成[7]、平田 直之[8]、澤田 弘崇[2]、杉田 精司[3] (1.高知大学、2.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所 、3.東京大学、4.名古屋大学、5.立教大学、6.明治大学、7.会津大学、8.神戸大学、9.千葉工業大学、10.産業技術総合研究所)

[MGI37-P09] 宇宙データを活用するためのハッカソンイベント「SpaceHack 2019」の活動報告

*湯村 翼[1]、菊地 聡[1]、長妻 努[1]、村田 健史[1] (1.国立研究開発法人情報通信研究機構)

[MGI37-P10] Experimental Evaluation of High-Speed File Transfer over JHPCN

*Praphan Pavarangkoon[1]、Ken T. Murata[1]、Kazunori Yamamoto[1]、Takamichi Mizuhara[2]、Yuya Kagebayashi[2]、Ayahiro Takaki[2]、Kazuya Muranaga[3]、Keiichiro Fukazawa[4] (1.National Institute of Information and Communications Technology, Tokyo, Japan、2.CLEALINK TECHNOLOGY Co., Ltd., Kyoto, Japan、3.Systems Engineering Consultants Co., Ltd., Tokyo, Japan、4.Academic Center for Computing and Media Studies, Kyoto University, Kyoto, Japan)

[MGI37-P11] Raspberry Piによる映像IoTの独自プログラミング開発手法（２）

*水原 隆道[1]、村田 健史[2]、Pavarangkoon Praphan[2]、Phon-Amnuaisuk Somnuk[3]、山本 和憲[2]、村永 和哉[4]、青木 俊樹[1] (1.株式会社クレアリンクテクノロジー、2.国立研究開発法人情報通信研究機構、3.ブルネイ工科大学、4.株式会社セック)

[MGI37-P12] 映像IoTによる火山・雲・海洋などの地球環境リアルタイムモニタリング

*山本 和憲[1]、村田 健史[1]、水原 隆道[2]、Pavarangkoon Praphan[1]、村永 和哉[3]、青木 俊樹[2] (1.情報通信研究機構、2.株式会社クレアリンクテクノロジー、3.株式会社セック)

[MGI37-P13] ひまわりリアルタイムWebの国際展開(フィリピンミラーサイト)

村永 和哉[1]、Pavarangkoon Praphan[2]、山本 和憲[2]、*村田 健史[2]、樋口 篤志[3] (1.株式会社セック、2.情報通信研究機構、3.千葉大学)

[MGI37-P14] Visualization of Himawari-8 observation data using high resolution animation: The case studies of CEReS, Chiba University, Japan

*豊嶋 紘一[1]、樋口 篤志[1] (1.千葉大学　環境リモートセンシング研究センター)

[MGI37-P15] 大量の学習データに利用に向けたノード間MPI並列TensorFlowの性能評価

*深沢 圭一郎[1] (1.京都大学学術情報メディアセンター)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-GI 地球科学一般・情報地球科学

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_45

[M-GI37] 情報地球惑星科学と大量データ処理

コンビーナ:村田 健史(情報通信研究機構)、本田 理恵(高知大学自然科学系理工学部門)、野々垣 進(国立研究開発法人産業技術総合研究所　地質情報研究部門　情報地質研究グループ)、堀之内 武(北海道大学地球環境科学研究院)

[MGI37-P01] 気象庁防災情報XMLを機械可読化するための予報区ポリゴンデータの公開

*豊田 英司[1] (1.気象庁総務部企画課)

[MGI37-P02] 金星探査機あかつきのデータ検索閲覧システムの開発

*杉山 耕一朗[1]、村社 光誠[1]、大森 一輝[1,3]、青木 拓海[1,4]、村上 真也[2] (1.松江工業高等専門学校、2.JAXA 宇宙科学研究所、3.NTTデータMHIシステムズ、4.マツダE&T)

[MGI37-P03] 地球深部探査船「ちきゅう」を取り巻く大量データと科学支援活動について

*木戸 ゆかり[1]、杉原 孝充[1]、真田 佳典[1]、村山 達矢[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[MGI37-P04] 北極海のみらい観測航海MR18-05における予報・観測データの配信と可視化サービス

*照井 健志[1]、杉村 剛[1]、Liyanarachchi Waruna Arampath De Silva[2]、末吉 惣一郎[3]、猪上 淳[1] (1.国立極地研究所、2.東京大学、3.日本海洋事業株式会社)

[MGI37-P05] マルチスペクトル光学センサ画像の観測波長帯と空間の高分解能化による鉱物マッピング精度の向上

*小池 克明[1]、Hoang Nguyen[1]、野田 周帆[2]、淺野 友紀瑛[2]、川上 裕[2]、増田 一夫[2] (1.京都大学大学院工学研究科 都市社会工学専攻地殻環境工学分野、2.(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構)

[MGI37-P06] Analysis of vessel status information of past research cruises and prediction of downtime for future cruise

*山岸 保子[1]、谷津 健[2]、柏瀬 憲彦[2]、牧 哲司[2]、山室 悠太[2,3]、阪口 秀[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構 数理科学・先端技術研究分野、2.国立研究開発法人海洋研究開発機構 海洋工学センター、3.日本海洋事業株式会社)

[MGI37-P07] 気象衛星「ひまわり」を活用した海況状況監視システムの実証実験

*嘉賀 雄一[1]、渡部 重十[1] (1.北海道情報大学)

[MGI37-P08] 小天体への着陸地点選択のための平坦領域探索手法

藤井 祐貴[1]、*本田 理恵[1]、諸田 智克[4]、横田 康弘[2]、巽 瑛理[3]、坂谷 尚哉[2]、山田 学[9]、亀田 真吾[5]、神山 徹[10]、鈴木 秀彦[6]、本田 親寿[7]、早川 雅彦[2]、吉岡 和夫[3]、長 勇一郎[3]、山本 幸生[2]、平田 成[7]、平田 直之[8]、澤田 弘崇[2]、杉田 精司[3] (1.高知大学、2.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所 、3.東京大学、4.名古屋大学、5.立教大学、6.明治大学、7.会津大学、8.神戸大学、9.千葉工業大学、10.産業技術総合研究所)

[MGI37-P09] 宇宙データを活用するためのハッカソンイベント「SpaceHack 2019」の活動報告

*湯村 翼[1]、菊地 聡[1]、長妻 努[1]、村田 健史[1] (1.国立研究開発法人情報通信研究機構)

[MGI37-P10] Experimental Evaluation of High-Speed File Transfer over JHPCN

*Praphan Pavarangkoon[1]、Ken T. Murata[1]、Kazunori Yamamoto[1]、Takamichi Mizuhara[2]、Yuya Kagebayashi[2]、Ayahiro Takaki[2]、Kazuya Muranaga[3]、Keiichiro Fukazawa[4] (1.National Institute of Information and Communications Technology, Tokyo, Japan、2.CLEALINK TECHNOLOGY Co., Ltd., Kyoto, Japan、3.Systems Engineering Consultants Co., Ltd., Tokyo, Japan、4.Academic Center for Computing and Media Studies, Kyoto University, Kyoto, Japan)

[MGI37-P11] Raspberry Piによる映像IoTの独自プログラミング開発手法（２）

*水原 隆道[1]、村田 健史[2]、Pavarangkoon Praphan[2]、Phon-Amnuaisuk Somnuk[3]、山本 和憲[2]、村永 和哉[4]、青木 俊樹[1] (1.株式会社クレアリンクテクノロジー、2.国立研究開発法人情報通信研究機構、3.ブルネイ工科大学、4.株式会社セック)

[MGI37-P12] 映像IoTによる火山・雲・海洋などの地球環境リアルタイムモニタリング

*山本 和憲[1]、村田 健史[1]、水原 隆道[2]、Pavarangkoon Praphan[1]、村永 和哉[3]、青木 俊樹[2] (1.情報通信研究機構、2.株式会社クレアリンクテクノロジー、3.株式会社セック)

[MGI37-P13] ひまわりリアルタイムWebの国際展開(フィリピンミラーサイト)

村永 和哉[1]、Pavarangkoon Praphan[2]、山本 和憲[2]、*村田 健史[2]、樋口 篤志[3] (1.株式会社セック、2.情報通信研究機構、3.千葉大学)

[MGI37-P14] Visualization of Himawari-8 observation data using high resolution animation: The case studies of CEReS, Chiba University, Japan

*豊嶋 紘一[1]、樋口 篤志[1] (1.千葉大学　環境リモートセンシング研究センター)

[MGI37-P15] 大量の学習データに利用に向けたノード間MPI並列TensorFlowの性能評価

*深沢 圭一郎[1] (1.京都大学学術情報メディアセンター)

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-GI 地球科学一般・情報地球科学

13:45 ~ 15:15 | 301B 3F

[M-GI37] 情報地球惑星科学と大量データ処理

コンビーナ:村田 健史(情報通信研究機構)、本田 理恵(高知大学自然科学系理工学部門)、野々垣 進(国立研究開発法人産業技術総合研究所　地質情報研究部門　情報地質研究グループ)、堀之内 武(北海道大学地球環境科学研究院)、座長:野々垣 進、村田 健史(情報通信研究機構)

13:45 ~ 14:00

[MGI37-01] 気象衛星「ひまわり」を用いた地球環境の探査

*安藤 隆太[1]、渡部 重十[1]、村田 健史[2] (1.北海道情報大学、2.情報通信研究機構)

14:00 ~ 14:15

[MGI37-02] Xバンド小型レーダーによる高知レーダーネットワーク

*佐々 浩司[1]、高木 敏明[2]、村田 健史[3] (1.高知大学教育研究部自然科学系理工学部門、2.古野電気株式会社、3.情報通信研究機構)

14:15 ~ 14:30

[MGI37-03] フェーズドアレイ気象レーダーの観測ビッグデータを用いた深層学習による降雨エコーの分類

*佐藤 晋介[1]、花土 弘[1]、川村 誠治[1]、紺野 友彦[1]、岩爪 道昭[1]、大塚 成徳[2]、三好 建正[2] (1.情報通信研究機構、2.理化学研究所計算科学研究センター)

14:30 ~ 14:45

[MGI37-04] 千曲市循環バスを利用した低電力広域通信LoRa環境計測と通信エリアマップ

*水谷 耕平[1]、村田 健史[1]、室山 嘉昭[1]、山本 和憲[1]、村永 和哉[2]、水原 隆道[3]、Praphan Pavarangkoon[1] (1.国立研究開発法人情報通信研究機構、2.㈱セック、3.㈱クレアリンクテクノロジー)

14:45 ~ 15:00

[MGI37-05] 安価で小型な気球観測装置の開発と地球高層大気観測への利用の試み

*高田 拓[1]、笹岡 由唯[1]、上田 真也[1]、村田 健史[2]、鈴木 秀彦[3] (1.高知工業高等専門学校、2.国立研究開発法人情報通信研究機構、3.明治大学)

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-GI 地球科学一般・情報地球科学

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

[M-GI37] 情報地球惑星科学と大量データ処理

コンビーナ:村田 健史(情報通信研究機構)、本田 理恵(高知大学自然科学系理工学部門)、野々垣 進(国立研究開発法人産業技術総合研究所　地質情報研究部門　情報地質研究グループ)、堀之内 武(北海道大学地球環境科学研究院)、座長:本田 理恵、村田 健史(情報通信研究機構)

15:30 ~ 15:45

[MGI37-06] 協調ワークスペースドライバChOWDERによるタイルドディスプレイ構築と地球惑星科学分野での応用事例

*川鍋 友宏[1]、小野 謙二[2]、樋口 篤志[3]、豊嶋 紘一[3]、山本 和憲[4]、村永 和哉[5]、村田 健史[4] (1.国立研究開発法人理化学研究所、2.国立大学法人九州大学、3.国立大学法人千葉大学、4.国立研究開発法人情報通信研究機構、5.株式会社セック)

15:45 ~ 16:00

[MGI37-07] Data archive and integrated data analysis tools developed by ERG Science Center

*堀 智昭[1]、三好 由純[1]、小路 真史[1]、寺本 万里子[1]、Chang Tzu-Fang[1]、栗田 怜[1]、松田 昇也[2]、津川 靖基[1]、瀬川 朋紀[1]、梅村 宜生[1]、西谷 望[1]、近藤 誉子[1]、與那覇 公泰[1]、宮下 幸長[3]、桂華 邦裕[4]、関 華奈子[4]、田中 良昌[5]、篠原 育[2] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所、3.韓国天文研究院、4.東京大学大学院理学系研究科、5.極地研究所)

16:00 ~ 16:15

[MGI37-08] KOSEN-1 CubeSat mission for Jupiter's radio science

*今井 一雅[1]、平社 信人[2]、高田 拓[1]、北村 健太郎[3]、今井 雅文[4]、KOSEN-1 Team[5]、Higgins Charles[6]、Thieman James[7]、NASA Radio JOVE Team[8] (1.高知工業高等専門学校・ソーシャルデザイン工学科、2.群馬工業高等専門学校・機械工学科、3.徳山工業高等専門学校・機械電気工学科、4.University of Iowa、5.KOSEN-1 Team、6.Middle Tennessee State University、7.University of Maryland Baltimore County、8.NASA Radio JOVE Team)

16:15 ~ 16:30

[MGI37-09] オーロラ画像データ取得とデータ処理の諸問題

*片岡 龍峰[1]、村田 健史[2]、三好 由純[3]、内田 ヘルベルト陽仁[1]、福田 陽子[4]、山下 淳[5]、田中 正行[6] (1.国立極地研究所、2.情報通信研究機構、3.名古屋大学、4.国立環境研究所、5.東京大学、6.東京工業大学)

16:30 ~ 16:45

[MGI37-10] Innovative progress in ground observation of snow crystals and weather conditions by citizen science

★Invited Papers

*荒木 健太郎[1] (1.気象研究所)

16:45 ~ 17:00

[MGI37-11] 地すべり分野における斜面の危険度評価の取り組み

*林 一成[1]、若井 明彦[2]、佐藤 剛[3]、木村 誇[4]、村田 健史[5]、渡邉 暁乃[2] (1.奥山ボーリング株式会社、2.群馬大学、3.帝京平成大学、4.防災科学技術研究所、5.情報通信研究機構)

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-AG 応用地球科学

13:45 ~ 15:15 | 302 3F

[M-AG41] 福島原発事故により放出された放射性核種の環境動態

コンビーナ:高橋 嘉夫(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、北 和之(茨城大学理学部)、恩田 裕一(筑波大学アイソトープ環境動態研究センター)、津旨 大輔(一般財団法人　電力中央研究所)、座長:高橋 嘉夫(東京大学)、恩田 裕一(筑波大学アイソトープ環境動態研究センター)

13:45 ~ 14:00

[MAG41-01] 放射性Cs微粒子の基礎物性解明

*五十嵐 康人[1]、北 和之[2]、佐藤 志彦[3]、奥田 知明[4]、阿部 善也[5]、末木 啓介[6]、篠原 厚[7]、二宮 和彦[7]、大槻 勤[1]、高宮 幸一[1] (1.京都大学複合原子力科学研究所、2.茨城大学大学院理工学研究科、3.原子力機構国際廃炉研究センター、4.慶應義塾大学理工学部、5.東京理科大学理学部第一部、6.筑波大学アイソトープ環境動態研究センター、7.大阪大学大学院理学研究科)

14:00 ~ 14:15

[MAG41-02] 福島原発事故により発生した放射性微粒子の環境動態：加熱および溶解特性について

★招待講演

*奥村 大河[1]、山口 紀子[2]、土肥 輝美[3]、藤原 健壮[3]、飯島 和毅[3]、小暮 敏博[1] (1.東京大学、2.農業・食品産業技術総合研究機構、3.日本原子力研究開発機構)

14:15 ~ 14:30

[MAG41-03] 福島第一原発事故直後の大気中放射性ヨウ素の動態

*鶴田 治雄[1]、森口 祐一[2]、中島 映至[3] (1.リモート・センシング技術センター、2.東京大学、3.宇宙航空研究開発機構)

14:30 ~ 14:45

[MAG41-04] 福島県陸域におけるネプツニウム-237とプルトニウム同位体分布

*福田 美保[1]、Zheng Jian[1]、山崎 慎之介[1]、青野 辰雄[1] (1.量子技術研究開発機構　放射線医学総合研究所)

14:45 ~ 15:00

[MAG41-05] 山岳湖沼の群馬県榛名湖をフィールドとした放射性セシウムの大気から淡水環境への沈着に関する研究

*長尾 誠也[1]、宮坂 將平[2]、渡辺 峻[3]、鈴木 究真[3]、落合 伸也[1] (1.金沢大学環日本海域環境研究センター、2.金沢大学大学院自然科学研究科、3.群馬県水産試験場)

15:00 ~ 15:15

[MAG41-06] Spatial variability of radiocesium deposition through the tree canopy via branchflow and stemflow

*Zul Hilmi Saidin[1]、Yuichi Onda[2]、Hiroaki Kato[2]、Momo Kurihara[2]、Kazuki Nanko[3]、Delphis F. Levia[4] (1.Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, Tsukuba, Ibaraki, Japan、2.Center for Research in Isotopes and Environmental Dynamics, University of Tsukuba, Tsukuba, Ibaraki, Japan、3.Department of Disaster Prevention, Meteorology and Hydrology, Forestry and Forest Products Research Institute, Tsukuba, Ibaraki, Japan、4.Departments of Geography, University of Delaware, Newark, Delaware, USA)

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-AG 応用地球科学

15:30 ~ 17:00 | 302 3F

[M-AG41] 福島原発事故により放出された放射性核種の環境動態

コンビーナ:高橋 嘉夫(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、北 和之(茨城大学理学部)、恩田 裕一(筑波大学アイソトープ環境動態研究センター)、津旨 大輔(一般財団法人　電力中央研究所)、座長:北 和之(茨城大学)、津旨 大輔(一般財団法人　電力中央研究所)

15:30 ~ 15:45

[MAG41-07] 福島第一原子力発電所事故後の森林土壌中放射性セシウム深度分布の経年変化

★招待講演

*高橋 純子[1]、日原 大智[1]、佐々木 拓哉[1]、恩田 裕一[1] (1.筑波大学アイソトープ環境動態研究センター)

15:45 ~ 16:00

[MAG41-08] 新田川流域における除染による河川の放射性物質濃度・フラックスの変化とモデル化

*恩田 裕一[1]、山中 邑樹[1]、脇山 義史[2]、谷口 圭輔[3]、久保 貴旺[1] (1.筑波大学アイソトープ環境動態研究センター、2.福島大学環境放射能研究所、3.福島県環境創造センター)

16:00 ~ 16:15

[MAG41-09] 新田川河口海域における台風Wilpaによる出水イベントに伴う懸濁態放射性セシウムの沿岸輸送について

*徳永 夏樹[1]、内山 雄介[1]、津旨 大輔[2]、山田 正俊[5]、立田 穣[2]、伊藤 友加里　[3]、石丸 隆[3]、渡邉 豊[7]、池原 研[4]、福田 美保[6] (1.神戸大学、2.電力中央研究所、3.東京海洋大学、4.国立研究開発法人産業技術総合研究所、5.弘前大学、6.放射線医学総合研究所、7.北海道大学)

16:15 ~ 16:30

[MAG41-10] 福島県沖陸棚海域の海底近傍における高濁度層を構成する粒子の粒径分布ならびに放射性セシウム濃度

*帰山 秀樹[1]、古市 尚基[2]、杉松 宏一[3]、重信 祐弥[1]、三木 志津帆[1]、森田 貴己[1]、安倍 大介[1]、市川 忠史[1] (1.水産研究・教育機構　中央水産研究所、2.水産研究・教育機構　水産工学研究所、3.水産研究・教育機構　西海区水産研究所)

16:30 ~ 16:45

[MAG41-11] 2017年夏季の北太平洋亜寒帯域における福島第一原子力発電所事故由来放射性セシウムの分布

★招待講演

*熊本 雄一郎[1]、青山 道夫[2]、浜島 靖典[3]、村田 昌彦[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.福島大学、3.金沢大学)

16:45 ~ 17:00

[MAG41-12] Temporal and spatial variations of radiocaesium in the East China Sea and Sea of Japan until 2018

*青山 道夫[1]、猪股 弥生[2]、浜島 靖典[2] (1.福島大学環境放射能研究所、2.金沢大学環日本海域環境研究センター)

[J] Eveningポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-AG 応用地球科学

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_46

[M-AG41] 福島原発事故により放出された放射性核種の環境動態

コンビーナ:高橋 嘉夫(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、北 和之(茨城大学理学部)、恩田 裕一(筑波大学アイソトープ環境動態研究センター)、津旨 大輔(一般財団法人　電力中央研究所)

[MAG41-P01] 放射光X線を用いた福島第一原子力発電所1号機由来の不溶性セシウム粒子中のウラン-ジルコニウム粒子の発見

*三浦 輝[1]、栗原 雄一[2]、山本 政儀[3]、坂口 綾[4]、田中 万也[2]、桧垣 正吾[5]、高橋 嘉夫[5] (1.電力中央研究所、2.原子力研究開発機構、3.金沢大学、4.筑波大学、5.東京大学)

[MAG41-P02] バイオエアロゾルによる放射性セシウム大気再飛散とそのフラックス推定の試み

★招待講演

*北 和之[1]、林 奈穂[1]、南 光太郎[1]、木村 茉央[1]、五十嵐 康人[1,7]、足立 光司[2]、牧 輝弥[3]、反町 篤行[4]、石塚 正秀[5]、古川 純[6]、二宮 和彦[8]、篠原 厚[8]、Masson Olivier[9] (1.茨城大学理工学研究科、2.気象研究所、3.金沢大学、4.福島県立医科大学、5.香川大学、6.筑波大学、7.京都大学、8.大阪大学、9.IRSN)

[MAG41-P03] 樹冠遮断プロセスが林内雨中の放射性セシウム及び溶存物質濃度に与える影響

*篠塚 友輝[1]、加藤 弘亮[2]、赤岩 哲[1]、恩田 裕一[2] (1.筑波大学生命環境学群地球学類、2.筑波大学アイソトープ環境動態研究センター)

[MAG41-P04] 土壌中のRCs移動におけるRCs濃度と溶存有機物の影響

*辰野 宇大 [1]、濱本 昌一郎[1]、二瓶 直登[1]、西村 拓[1] (1.東京大学　大学院農学生命科学研究科　生物・環境工学専攻)

[MAG41-P05] 落葉広葉樹の有機物の分解度合の違いにおける溶存態放射性セシウムの挙動

*佐々木 祥人[1]、新里 忠史[1]、三田地 勝昭[2]、伊藤 聡美[1]、渡辺 貴善[1] (1.国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、2.エイ・ティ・エス株式会社)

[MAG41-P06] 森林源頭部における粗大有機物が渓流水の溶存態放射性セシウム濃度に及ぼす影響

*赤岩 哲[1]、加藤 弘亮[2]、篠塚 友輝[1]、恩田 裕一[2] (1.筑波大学生命環境学群地球学類、2.筑波大学アイソトープ環境動態研究センター)

[MAG41-P07] **福島第一原発事故から8年間の森林環境における放射性セシウムの移行状況**

*加藤 弘亮[1]、恩田 裕一[1]、Saidin Zul[1]、栗原 モモ[1]、篠塚 友輝[2]、赤岩 哲[2] (1.筑波大学アイソトープ環境動態研究センター、2.筑波大学生命環境学群地球学類)

[MAG41-P08] 森林流域における放射性セシウム濃度の季節変化とその要因

★招待講演

*神林 翔太[1]、青野 辰雄[1]、浜島 大輝[1]、高橋 博路[1]、山村 充[2]、山田 裕[1] (1.量子科学技術研究開発機構　放射線医学総合研究所、2.国土防災技術株式会社)

[MAG41-P09] Research of discharge radioactive Cs-bearing microparticles from a small forested catchment

*羽田野 聡[1]、濱本 昌一郎[1]、二瓶 直登[1]、奥村 大河[1]、小暮 敏博[1]、西村 拓[1] (1.東京大学)

[MAG41-P10] Estimating impacts of direct release and riverine discharge on oceanic ^{137}Cs derived from the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident by an regional ocean model

★Invited Papers

*津旨 大輔[1]、坪野 考樹[1]、三角 和弘[1]、立田 穣[1]、恩田 裕一[2]、青山 道夫[3] (1.一般財団法人　電力中央研究所、2.筑波大学・アイソトープ環境動態研究センター、3.福島大学・環境放射能研究所)

[MAG41-P11] FNPP1 accident derived radiocaesium and tritium in Fukushima coast through the end of 2018

*青山 道夫[1]、浜島 靖典[2]、猪股 弥生[2]、熊本 雄一郎[3]、坪野 考樹[4]、津旨 大輔[4] (1.福島大学環境放射能研究所、2.金沢大学環日センター、3.国立研究開発法人海洋研究開発機構、4.電力中央研究所環境科学研究所)

[MAG41-P12] 日本海沿岸における東電福島第一原発事故由来の放射性Csについて

*高田 兵衛[1]、井上 睦夫[2]、工藤 なつみ[1]、城谷 勇陛[1] (1.公益財団法人海洋生物環境研究所、2.金沢大学)

[MAG41-P13] Numerical simulation of Cs-137 activity in the North Pacific using two atmospheric deposition fluxes estimated by atmospheric chemical transport models

*坪野 考樹[1]、三角 和弘[1]、津旨 大輔[1]、青山 道夫[2]、廣瀬 勝己[3] (1.一般財団法人　電力中央研究所、2.福島大学　環境放射能研究所、3.上智大学)

[MAG41-P14] Seasonal deposition of radiocesium in wooden houses from summer to winter seven years after the Fukushima nuclear accident

*高倉 凌[1]、小豆川 勝見[1]、堀 まゆみ[1]、松尾 基之[1] (1.東京大学　大学院　総合文化研究科)

[E] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-SD 宇宙開発・地球観測

13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_8

[M-SD42] A new era of international space collaboration using microsatellites

コンビーナ:栗原 純一(北海道大学 大学院理学研究院)、Joel Joseph Jr Marciano(Advanced Science and Technology Institute, Department of Science and Technology, Philippines)、Huy Xuan Le(Vietnam National Space Center)

[MSD42-P01] A high spatial resolution multispectral remote sensing by the RISESAT microsatellite

*栗原 純一[1]、桒原 聡文[2]、藤田 伸哉[2]、坂本 祐二[2]、高橋 幸弘[1] (1.北海道大学 大学院理学研究院、2.東北大学 大学院工学研究科)

[MSD42-P02] Initial check out and experiment plan of Very Small Optical Transmitter (VSOTA) on board a micro satellite RISESAT for Space-Ground Optical Communication

*國森 裕生[1]、竹中 秀樹[1]、桒原 聡文[2]、坂本 祐二[2]、藤田 伸哉[2]、冨尾 蓮花[2]、サカル モロコット[2]、栗原 純一[3] (1.情報通信研究機構、2.東北大学、3.北海道大学)

[MSD42-P03] 東北大地上局および運用システムの10年間の実績

*坂本 祐二[1]、桒原 聡文[1]、藤田 伸哉[1] (1.東北大学)

[MSD42-P04] Development of Thermal Infrared Sensor Camera on board LAPAN-A4 for Thunderstorm Cloud Observation

*Purwadi Purwadi[1,2]、高橋 幸弘[1]、栗原 純一[1]、M. Arif Saifudin[3] (1.Department of Cosmosciences, Hokkaido University, Sapporo 0600810, Japan、2.Agency for Assessment and Application of Technology (BPPT), Jakarta 10340, Indonesia、3.Indonesian National Institute of Aeronautics and Space (LAPAN), Jawa Barat, 16310, Indonesia)

[E] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-SD 宇宙開発・地球観測

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_47

[M-SD42] A new era of international space collaboration using microsatellites

コンビーナ:栗原 純一(北海道大学 大学院理学研究院)、Joel Joseph Jr Marciano(Advanced Science and Technology Institute, Department of Science and Technology, Philippines)、Huy Xuan Le(Vietnam National Space Center)

[MSD42-P01] A high spatial resolution multispectral remote sensing by the RISESAT microsatellite

*栗原 純一[1]、桒原 聡文[2]、藤田 伸哉[2]、坂本 祐二[2]、高橋 幸弘[1] (1.北海道大学 大学院理学研究院、2.東北大学 大学院工学研究科)

[MSD42-P02] Initial check out and experiment plan of Very Small Optical Transmitter (VSOTA) on board a micro satellite RISESAT for Space-Ground Optical Communication

*國森 裕生[1]、竹中 秀樹[1]、桒原 聡文[2]、坂本 祐二[2]、藤田 伸哉[2]、冨尾 蓮花[2]、サカル モロコット[2]、栗原 純一[3] (1.情報通信研究機構、2.東北大学、3.北海道大学)

[MSD42-P03] 東北大地上局および運用システムの10年間の実績

*坂本 祐二[1]、桒原 聡文[1]、藤田 伸哉[1] (1.東北大学)

[MSD42-P04] Development of Thermal Infrared Sensor Camera on board LAPAN-A4 for Thunderstorm Cloud Observation

*Purwadi Purwadi[1,2]、高橋 幸弘[1]、栗原 純一[1]、M. Arif Saifudin[3] (1.Department of Cosmosciences, Hokkaido University, Sapporo 0600810, Japan、2.Agency for Assessment and Application of Technology (BPPT), Jakarta 10340, Indonesia、3.Indonesian National Institute of Aeronautics and Space (LAPAN), Jawa Barat, 16310, Indonesia)

[E] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-SD 宇宙開発・地球観測

15:30 ~ 17:00 | A01 東京ベイ幕張ホール

[M-SD42] A new era of international space collaboration using microsatellites

コンビーナ:栗原 純一(北海道大学 大学院理学研究院)、Joel Joseph Jr Marciano(Advanced Science and Technology Institute, Department of Science and Technology, Philippines)、Huy Xuan Le(Vietnam National Space Center)、座長:栗原 純一(Hokkaido University)、石田 哲朗(北海道大学)

15:30 ~ 15:45

[MSD42-01] Present status of Asian Micro-satellite Consortium

*高橋 幸弘[1] (1.北海道大学・大学院理学院・宇宙理学専攻)

15:45 ~ 16:00

[MSD42-02] **Updates on the Development of the Image Acquisition and Scheduler Portal for the Asian Microsatellite Consortium (AMC) from the Philippines' STAMINA4Space Program**

*Mark Edwin Tupas[1]、Alvin Retamar[2]、Gay Jane Perez[1]、Joel Joseph Jr Marciano[2]、Romer Kristi Aranas[1]、Benjamin Joseph Jiao[1] (1.University of the Philippines - Diliman、2.Department of Science and Technology - Advanced Science and Technology Institute)

16:00 ~ 16:15

[MSD42-03] **Overview of MicroDragon, a microsatellite for ocean color observation**

*Le Huy[1]、Nguyen Thao[1]、Kurihara Junichi[2] (1.Vietnam National Space Center、2.Graduate School of Science, Hokkaido University)

16:15 ~ 16:30

[MSD42-04] Updates on Philippines microsatellites DIWATA-1 and DIWATA-2

*石田 哲朗[1]、Felix Mark[2]、Castro Ellison[2]、Namuco Shielo[2]、Felicio Francisco[2]、Merida Harry[2]、Vergel Kaye[2]、Perez Gay[2]、Marciano Joel[3,4]、高橋 幸弘[1] (1.Faculty of Science, Hokkaido University、2.Institute of Environmental Science and Meteorology, University of the Philippines Diliman、3.Advanced Science and Technology Institute, Department of Science and Technology、4.Electrical and Electronics Engineering Institute, University of the Philippines Diliman)

16:30 ~ 16:45

[MSD42-05] MICROSATELLITE TECHNOLOGY DEVELOPMENT STATUS IN MONGOLIA BASED ON ITS NEEDS

*Erdenebaatar Dashdondog[1]、Begzsuren Tumendemberel[2]、Turtogtokh Tumenjargal[3]、Ulam-Orgikh Duger[4] (1.Senior Lecturer of the National University of Mongolia、2.Hokkaido University、3.Researcher National University of Mongolia、4.Professor National University of Mongolia)

16:45 ~ 17:00

[MSD42-06] Potential Agricultural Applications of Microsatellites for Malaysian Agriculture

*Abdul Rashid Bin Mohamed Shariff [1]、Ahmad Shaqeer Mohamed Thaheer[2] (1.Universiti Putra Malaysia 、2.Hokkaido University)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-TT 計測技術・研究手法

10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_11

[M-TT48] 地球化学の最前線

コンビーナ:角野 浩史(東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻相関基礎科学系)、横山 哲也(東京工業大学理学院地球惑星科学系)、小畑 元(東京大学大気海洋研究所海洋化学部門海洋無機化学分野)

[MTT48-P01] マルチターン飛行時間型質量分析計を用いた希ガス同位体比分析の試み

*角野 浩史[1]、秋山 良秀[1] (1.東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻)

[MTT48-P02] Determination of picomolar of zirconium, hafnium, niobium and tantalum in seawater using chelating resin and subsequent ICP-MS determination

*小畑 元[1]、Lutfi Firdaus[2]、真塩 麻彩実[3]、金 泰辰[4]、Jason McAlister[5]、蒲生 俊敬[1] (1.東京大学大気海洋研究所海洋化学部門海洋無機化学分野、2.ブンクル大学、3.金沢大学理工学部、4.ソウル国立大学、5.ブリティッシュコロンビア大学)

[MTT48-P03] トリチウムーヘリウム地下水年代測定法の開発

*野俣 直樹[1]、角野 浩史[1] (1. 東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻相関基礎科学系)

[MTT48-P04] 地球表層物質の宇宙線生成核種(10Be, 26Al)の分析方法の改良と地球科学研究

*横山 祐典[1,2,3]、山根 雅子[7]、中村 淳路[4]、宮入 陽介[1]、堀内 一穂[5]、阿瀬 貴博[1]、松崎 浩之[6]、白濱 吉起[4]、安藤 有加[1] (1.東京大学　大気海洋研究所 高解像度環境解析研究センター、2.東京大学　大学院理学系研究科　地球惑星科学専攻、3.海洋研究開発機構　生物地球化学研究分野、4.産業技術総合研究所　地質調査総合センター、5.弘前大学　理工学部、6.東京大学　総合研究博物館、7.名古屋大学　宇宙地球環境研究所 年代測定研究部)

[MTT48-P05] ダブルスパイク-TIMS法を用いた海水の高精度Ba安定同位体分析法開発

*若木 重行[1]、手塚 勇輝[2]、宮崎 隆[3]、堀川 恵司[2] (1.海洋研究開発機構 高知コア研究所、2.富山大学、3.海洋研究開発機構 地球内部物質循環研究分野)

[MTT48-P06] 泥炭ウイグルマッチングを用いた高精度^{14}C年代決定

*宮入 陽介[1]、近藤 玲介[2]、横田 彰宏[3]、重野 聖之[3]、冨士田 裕子[4]、横山 祐典[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.皇學館大学 教育開発センター、3.明治コンサルタント株式会社、4.北海道大学　北方生物圏フィールド科学センター　植物園)

[MTT48-P07] Preliminary analysis of nucleosynthetic Sr isotope anomalies in amoeboid olivine aggregates from the Allende meteorite

*増田 雄樹[1]、横山 哲也[1]、明星 邦弘[1]、岡林 識起[1] (1.東京工業大学)

[MTT48-P08] 小型の永久磁石を用いた有機物の反磁性磁化率測定および磁気分離と物質同定

*久好 圭治[1]、福山 紘基[2]、植田 千秋[2]、寺田 健太郎[2] (1.大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻, 大阪府立大手前高等学校、2.大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻)

[MTT48-P09] Geochemistory and chronology of five howardites, Y-7308, Y-003125, Y-000428, NWA 1929, and NWA 6920

*岡田 基[1]、羽場 麻希子[1]、長尾 敬介[2]、横山 哲也[1] (1.東京工業大学理学院地球惑星科学系、2.韓国極地研究所)

[MTT48-P10] Non-destructive elemental analysis of a carbonaceous chondrite with direct current Muon beam at MuSIC

*室田 雄太[1]、寺田 健太郎[1] (1.大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻)

[MTT48-P11] **Nucleosynthetic Sr and Nd isotopic anomalies of bulk differentiated meteorites**

*深井 稜汰[1]、杉本 圭[1]、横山 哲也[1] (1.東京工業大学　地球惑星科学系)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-TT 計測技術・研究手法

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_48

[M-TT48] 地球化学の最前線

コンビーナ:角野 浩史(東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻相関基礎科学系)、横山 哲也(東京工業大学理学院地球惑星科学系)、小畑 元(東京大学大気海洋研究所海洋化学部門海洋無機化学分野)

[MTT48-P01] マルチターン飛行時間型質量分析計を用いた希ガス同位体比分析の試み

*角野 浩史[1]、秋山 良秀[1] (1.東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻)

[MTT48-P02] Determination of picomolar of zirconium, hafnium, niobium and tantalum in seawater using chelating resin and subsequent ICP-MS determination

*小畑 元[1]、Lutfi Firdaus[2]、真塩 麻彩実[3]、金 泰辰[4]、Jason McAlister[5]、蒲生 俊敬[1] (1.東京大学大気海洋研究所海洋化学部門海洋無機化学分野、2.ブンクル大学、3.金沢大学理工学部、4.ソウル国立大学、5.ブリティッシュコロンビア大学)

[MTT48-P03] トリチウムーヘリウム地下水年代測定法の開発

*野俣 直樹[1]、角野 浩史[1] (1. 東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻相関基礎科学系)

[MTT48-P04] 地球表層物質の宇宙線生成核種(10Be, 26Al)の分析方法の改良と地球科学研究

*横山 祐典[1,2,3]、山根 雅子[7]、中村 淳路[4]、宮入 陽介[1]、堀内 一穂[5]、阿瀬 貴博[1]、松崎 浩之[6]、白濱 吉起[4]、安藤 有加[1] (1.東京大学　大気海洋研究所 高解像度環境解析研究センター、2.東京大学　大学院理学系研究科　地球惑星科学専攻、3.海洋研究開発機構　生物地球化学研究分野、4.産業技術総合研究所　地質調査総合センター、5.弘前大学　理工学部、6.東京大学　総合研究博物館、7.名古屋大学　宇宙地球環境研究所 年代測定研究部)

[MTT48-P05] ダブルスパイク-TIMS法を用いた海水の高精度Ba安定同位体分析法開発

*若木 重行[1]、手塚 勇輝[2]、宮崎 隆[3]、堀川 恵司[2] (1.海洋研究開発機構 高知コア研究所、2.富山大学、3.海洋研究開発機構 地球内部物質循環研究分野)

[MTT48-P06] 泥炭ウイグルマッチングを用いた高精度^{14}C年代決定

*宮入 陽介[1]、近藤 玲介[2]、横田 彰宏[3]、重野 聖之[3]、冨士田 裕子[4]、横山 祐典[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.皇學館大学 教育開発センター、3.明治コンサルタント株式会社、4.北海道大学　北方生物圏フィールド科学センター　植物園)

[MTT48-P07] Preliminary analysis of nucleosynthetic Sr isotope anomalies in amoeboid olivine aggregates from the Allende meteorite

*増田 雄樹[1]、横山 哲也[1]、明星 邦弘[1]、岡林 識起[1] (1.東京工業大学)

[MTT48-P08] 小型の永久磁石を用いた有機物の反磁性磁化率測定および磁気分離と物質同定

*久好 圭治[1]、福山 紘基[2]、植田 千秋[2]、寺田 健太郎[2] (1.大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻, 大阪府立大手前高等学校、2.大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻)

[MTT48-P09] Geochemistory and chronology of five howardites, Y-7308, Y-003125, Y-000428, NWA 1929, and NWA 6920

*岡田 基[1]、羽場 麻希子[1]、長尾 敬介[2]、横山 哲也[1] (1.東京工業大学理学院地球惑星科学系、2.韓国極地研究所)

[MTT48-P10] Non-destructive elemental analysis of a carbonaceous chondrite with direct current Muon beam at MuSIC

*室田 雄太[1]、寺田 健太郎[1] (1.大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻)

[MTT48-P11] Nucleosynthetic Sr and Nd isotopic anomalies of bulk differentiated meteorites

*深井 稜汰[1]、杉本 圭[1]、横山 哲也[1] (1.東京工業大学　地球惑星科学系)

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-TT 計測技術・研究手法

13:45 ~ 15:15 | 201A 2F

[M-TT48] 地球化学の最前線

コンビーナ:角野 浩史(東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻相関基礎科学系)、横山 哲也(東京工業大学理学院地球惑星科学系)、小畑 元(東京大学大気海洋研究所海洋化学部門海洋無機化学分野)、座長:角野 浩史、小畑 元(東京大学大気海洋研究所)、横山 哲也(東京工業大学)

13:45 ~ 14:00

[MTT48-01] データ科学の手法による地球化学データ解析

★招待講演

*上木 賢太[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

14:00 ~ 14:15

[MTT48-02] SIMSによる玄武岩質ガラスの水素、硫黄同位体比分析法とその応用

*清水 健二[1]、牛久保 孝行[1]、村居 呂一[2]、松浦 史宏[2]、上野 雄一郎[2] (1.海洋研究開発機構　高知コア研究所、2.東京工業大学)

14:15 ~ 14:30

[MTT48-03] 高速多点レーザーアブレーション-ICP-MS法による金属中の親鉄性元素分析

*槇納 好岐[1]、黒木 康生[2]、平田 岳史[1] (1.東京大学大学院　理学系研究科　地殻化学実験施設、2.Thermo Fisher Scientific)

14:30 ~ 14:45

[MTT48-04] Iron isotopic compositions of Luna 16, 20, 24 soils

★Invited Papers

*岡林 識起[1]、横山 哲也[1]、平田 岳史[2]、寺門 和夫[3]、Erick Galimov[4] (1.東京工業大学理学院、2.東京大学大学院理学系研究科、3.日本宇宙フォーラム、4.ロシア科学アカデミー地球化学研究所)

14:45 ~ 15:00

[MTT48-05] 非晶質炭酸カルシウムの結晶化による局所U–Pb年代測定のための標準カルサイトの合成

*宮嶋 佑典[1]、斉藤 綾花[1]、鍵 裕之[1]、横山 立憲[2]、平田 岳史[1] (1.東京大学大学院理学系研究科地殻化学実験施設、2.日本原子力研究開発機構東濃地科学センター)

15:00 ~ 15:15

[MTT48-06] Magnetic mapping of a speleothem from the southern Pacific with a scanning SQUID microscopy and its magnetic mineralogy

*福與 直人[1,2]、小田 啓邦[3]、横山 祐典[1,2]、Geoffrey Clark[4]、山本 裕二[5] (1.東京大学大気海洋研究所、2.東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻、3.産業技術総合研究所地質情報研究部門、4.オーストラリア国立大学アジア太平洋学部、5.高知大学 海洋コア総合研究センター)

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-TT 計測技術・研究手法

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

[M-TT48] 地球化学の最前線

コンビーナ:角野 浩史(東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻相関基礎科学系)、横山 哲也(東京工業大学理学院地球惑星科学系)、小畑 元(東京大学大気海洋研究所海洋化学部門海洋無機化学分野)、座長:角野 浩史、小畑 元(東京大学大気海洋研究所)、横山 哲也(東京工業大学)

15:30 ~ 15:45

[MTT48-07] Uptake and accumulation of methylmercury by marine phytoplankton

★Invited Papers

*多田 雄哉[1]、丸本 幸治[1] (1.国立水俣病総合研究センター)

15:45 ~ 16:00

[MTT48-08] 順相HPLC/ESI-MSによる古細菌コア脂質・極性脂質の一斉分析法

*宝来 俊育[1]、奈良岡 浩[1,2] (1.九州大学、2.惑星微量有機化合物研究センター)

16:00 ~ 16:15

[MTT48-09] Assessment of Northeastern Japan Tree-Ring Oxygen Isotopes for Reconstructing Early Summer Hydroclimate and Spring Arctic Oscillation

*坂下 渉[1,2,3]、横山 祐典[3]、宮原 ひろ子[2]、阿瀬 貴博[3]、オブラクタ スティーブン[4]、大山 幹成[5]、米延 仁志[6] (1.国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所、2.武蔵野美術大学、3.東京大学大気海洋研究所、4.秋田大学、5.東北大学、6.鳴門教育大学)

16:15 ~ 16:30

[MTT48-10] **Development of the rotational diamond anvil cell for high-pressure deformation experiments and its measurement systems**

★Invited Papers

*東 真太郎[1,2]、野村 龍一[3,4]、上杉 健太朗[5]、西原 遊[4]、土居 峻太[4]、有本 岳史[4]、入舩 徹男[4] (1.東京工業大学、2.九州大学、3.京都大学、4.愛媛大学、5.公益財団法人高輝度光科学研究センター)

16:30 ~ 16:45

[MTT48-11] 水圏での金属イオンのスペシエーション：HSAB理論における中程度にハードな配位子の更なる分類

*長澤 真[1]、田中 雅人[1]、宮地 亜沙美[2]、高橋 嘉夫[1] (1.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、2.広島大学)

16:45 ~ 17:00

[MTT48-12] ニッケルラテライト鉱床におけるスカンジウムと他の希土類元素の化学種と分配挙動の違い

Haibo Qin[1]、実松 健造[2]、Arcilla Carlo[3]、*高橋 嘉夫[1] (1.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、2.産業技術総合研究所地質調査総合センター、3.フィリピン大学)

[E] 口頭発表 | セッション記号 U (ユニオン)：ユニオン

2019年5月26日(日) 13:45 ~ 15:15 | 101 1F

[U-01] JpGU-AGU-EGU Great Debate: Impact of research assessment and going forward

コンビーナ:堀 和明(名古屋大学環境学研究科地理学講座)、Denis-Didier Rousseau(CNRS - ENS)、Jonathan L Bamber(member)、座長:村山 泰啓(情報通信研究機構)

Research assessment mainly based on indices that can be easily quantified such as the number of papers and citations, impact factor, research grant, is spreading among researchers and institutions. However, as typified by DORA (The Declaration on Research Assessment), there has been a movement to review and improve this situation. In this great debate, we discuss the impact of research assessment on researchers, research institutes, research funding agencies, publishers, and even society, based on the current problems of research assessment.

13:45 ~ 15:15

[U01-01] Panel discussion about research assessment

*堀 和明[1] (1.名古屋大学環境学研究科地理学講座)

Panel discussion about research assessment

*堀 和明[1]
*Kazuaki Hori[1]

1. 名古屋大学環境学研究科地理学講座
1. Department of Geography, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

Research assessment mainly based on indices that can be easily quantified such as the number of papers and citations, impact factor, research grant, is spreading among researchers and institutions.

However, as typified by DORA (The Declaration on Research Assessment), there has been a movement to review and improve this situation.

In this JpGU-AGU-EGU great debate, we discuss the impact of research assessment on researchers, research institutes, research funding agencies, publishers, and even society, based on the current problems of research assessment.

We will invite experts on the issues. Please join discussions and exhange opinions concerning research assessment.

キーワード：研究評価、科学研究、オープンサイエンス
Keywords: research assessment, scientific research, open science

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 U (ユニオン)：ユニオン

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | 101 1F

[U-02] 地球惑星科学分野のダイバーシティ推進状況：国際的な視点から

コンビーナ:小口 千明(埼玉大学大学院理工学研究科)、堀 利栄(愛媛大学大学院理工学研究科 地球進化学)、高橋 幸弘(北海道大学・大学院理学院・宇宙理学専攻)、Claudia Jesus-Rydin(European Research Council)、座長:堀 利栄、小口 千明

日本の地球惑星科学分野におけるダイバーシティ推進の動向を考えるために、ロールモデル（国際、男女など、様々な方々）からの新鮮な気づき、研究機関および大学の優れた取り組みなどの有益な情報の共有を目的として、本セッションを提案します。日本人研究者・学生のみならず、日本で働いている外国人研究者や研究留学生、来日予定の外国人研究者からの発表を歓迎します。発表内容に基づき、本課題について国際的・学際的な観点から比較し、より良い方策を議論したいと思います。なお、本セッションは、EGU2019のユニオンシンポジウムUS4とも協力し、EGU/AGUコミュニティーとの現状情報の共有・交流も図ります。

15:30 ~ 15:45

[U02-01] Managing Diversity and Inclusiveness

*Jessica Federman[1] (1.California State University, Dominguez Hills)

15:45 ~ 16:00

[U02-02] Adina Paytan 12:36 PM (0 minutes ago)
to me **Where Have All the Women Gone?**

★Invited Papers

*Adina Paytan[1] (1.University of California Santa Cruz)

16:00 ~ 16:15

[U02-03] Gender balance and diversity in the ocean and geosciences: IODP, research cruise, and laboratories

*阿部 なつ江[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構海洋掘削科学研究開発センター)

16:15 ~ 16:30

[U02-04] 出産・育児における課題

*高橋 幸弘[1] (1.北海道大学・大学院理学院・宇宙理学専攻)

16:30 ~ 16:45

[U02-05] Challenges in teaching interactive lectures with high student diversity using student response systems

★Invited Papers

*Thomas Parkner[1]、Verena Pietzner[2] (1.University of Tsukuba、2.University of Oldenburg)

16:45 ~ 17:00

[U02-06] **The AGU Ethics and Equity Center: New Resources for Advancing Workplace Excellence**

Brooks Hanson[1]、Christine McEntee[1]、Robin Elizabeth Bell[1]、*Billy M Williams[1] (1.American Geophysical Union)

Managing Diversity and Inclusiveness

*Jessica Federman[1]

1. California State University, Dominguez Hills

There is considerable interest in understanding the ways in which diversity can improve work processes and organizational outcomes (Gonzalez & DeNisi, 2009; Homan, Hollenbeck, Humphrey, van Knippenberg, Ilgen, & Van Kleef, 2008) as well as identifying how to attract, retain, and integrate diverse populations in various fields of science (Thomas & Ely, 1996). A promising area of research that's resolved to meet this objective is focused on creating work environments where diverse individuals feel included (Bilimoria, Joy, & Liang, 2008; Roberson, 2006), otherwise known as inclusiveness. The current paper discusses several studies and bodies of work that provide a collection of tools to retain and promote the notion of inclusiveness for underrepresented minorities in geoscience fields and in general, promote diversity in the workplace. The paper focuses on theory and empirical work on inclusiveness, diversity and discrimination in employment and highlights contextual and conceptual tools that address the needs of various fields (including cultural and geographically different environments) and the evolvement and progress of this literature moving forward.

Keywords: Mentoring , Diversity, Inclusiveness

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Adina Paytan <apaytan@ucsc.edu> 12:36 PM (0 minutes ago) to me **Where Have All the Women Gone?**

*Adina Paytan[1]

1. University of California Santa Cruz

The representation of women in STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) matters. Diversity in the workforce contributes to creativity, productivity, innovation, and success. The STEM fields in general and Earth Sciences in particular have long been plagued by the under-representation of women. Men tend to dominate in the field, and the numbers of women simply aren’t growing the way one would hope. Although women iin most countries earn just over 40% of the bachelor’s degrees in the field, they accounted on avarage for just 20% of faculty in 2015, with considerablle differences between countries. The troubling disparity has been attributed to a number of factors; including deeply embedded culture based psychological barriers and failures by elementary and high schools to spark girls’ interests in math and science. In colleges, the reasons for high attrition rates of women from STEM majors often cite insufficient support, and a lack of female role models. At the department, college, or institutional level emerging research suggest that a “chilly climate” environment where gender stereotypes, bias and inequality prevail. Lack of mentoring and supportive policies (particularly for work–life balance) also contribute to the “leaky pipeline” a metaphor for the greater likelihood for women to leave STEM fields at every point, from recruitment to attrition after graduation; because of a significant amount of barriers. Institutional changes in policy and structure including increasing awareness and training to reducing bias, along with strategies like implementing mentoring programs and fostering social accountability, are some of the possible solutions. While some progress has been made and we are on the right track there is still a distance to the mark line and mountains to climb along the way.

Keywords: Women in Science, Leaky pipeline, Role Models

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Gender balance and diversity in the ocean and geosciences: IODP, research cruise, and laboratories

*阿部 なつ江[1]
*Natsue Abe[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構海洋掘削科学研究開発センター
1. R&D Center for Ocean Drilling Science Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Approximately 600 people from all over the world participated in the workshop in order to prepare scientific targets for the next decade of the Integrated Ocean Drilling Program (IODP) [1] held in Bremen in 2009 [2], of which about 30% were women. Meanwhile, among the 100 participants from Japan, there were only 6 women (6% !!). Why is there a big gap between Japan and other countries? Did this gap shrink over the past 10 years?

My research field is mainly in ocean science now. Female researchers were 17 –33 % of the science parties among my 8 times participations on drilling expeditions. However, even in the United States, people have been straggling to increase female researchers in this field [3]. Our outreach activities always include some contents targeting to female students [4]. Women for one ocean [4] has established among Japanese scientists, and start working and supporting for female workers in the ocean science.

I will talk about the international projects especially in the ocean sciences that I experienced through my career and diversity situation in overseas' research laboratory. Then I would like to have a discussion on why gender balance and diversity are difficult to progress in Japan.

References

[1] IODP: http://www.iodp.org/

[2] IODP INVEST workshop: https://www.marum.de/en/Research/INVEST.html

[3] Women in Oceanography: A Decade later. (E.S. Kappel, Ed). Oceanography, vol. 27, 2015. https://doi.org/10.5670/oceanog.2014.106

[4] https://joidesresolution.org/women-in-geoscience-and-technics-heather/

[5] Women in One Ocean: https://oceanwomenjp.wixsite.com/website

キーワード：ジェンダーバランス、多様性、IODP
Keywords: gender balance, diversity, IODP

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

出産・育児における課題
Problem in paternity leave

*高橋 幸弘[1]
*Yukihiro Takahashi[1]

1. 北海道大学・大学院理学院・宇宙理学専攻
1. Department of Cosmosciences, Graduate School of Science, Hokkaido University

私は1999年及び2004年に、育児休業を取得した。結婚当初より別居だったため、育児休業期間のそれぞれ半年及び3ヶ月の間、自分の当時の職場である宮城県を離れ、妻の住む山梨県で過ごした。男性の育児休業の取得率は、現在でも約5%、当時は1%未満、それもほとんどが短期であって、3ヶ月以上の取得率は2回目の育児休業当時（2004年）で何と75 ppmである。内閣府のHPには育児休業を取らなかった理由のアンケートが載っているが、そこに明示的に表現されない背景として、出産・育児を男女が共同で行うことが当たりあるという世界の流れから大きく取り残されていることが一つの要因であると思われる。男女共同参画まで広げると、ジェンダーギャップ指数が世界110位と恐ろしく低いが、そのこと自体、生活の中で実感している日本人、特に男性は少ないのではないか。先日ある大学で留学生が妊娠したが、休学は許されず奨学金も支払われない場合もあると伺った。日本社会やコミュニティが、何を当然と思うかが変わらないと、様々な問題の解決への道は遠く、国際社会からも遊離していくであろう。本講演では、国際的な視点と個人の経験から、JpGUの起こすべきアクションについて議論したい。

キーワード：育児休業、ジェンダーギャップ
Keywords: childcare leave, gender gap

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Challenges in teaching interactive lectures with high student diversity using student response systems

*Thomas Parkner[1], Verena Pietzner[2]

1. University of Tsukuba, 2. University of Oldenburg

Interactive teaching is becoming increasing popular in higher education, as students who engage in the learning process learn more. Student response systems - also called clickers –are an engagement tool, which promotes such interactivity as students increase their engagement in lectures. In a globalizing world, student diversity has become greater in many institutions, while publications on clickers focus on courses with similar student background. In this study, the effect of clickers on the learning climate in lectures with high student diversity is analyzed to differentiate the clicker effect.

A questionnaire was developed containing 29 questions on learning climate categorized in the seven dimensions comprehensibility, opportunity to participate, subject relevance, class participation, willingness to participate, own performance, and satisfaction. In the first session of each lecture, students were asked to describe their ideal geoscience lectures. In the following session set, effects of clickers on learning climate was compared to lectures without clicker usage. Typically three of such sets were evaluated by the students per lecture followed by the final evaluation of the whole lecture. Statistical analyses were performed using the Mann–Whitney U test and Kruskal–Wallis H test.

For each clicker session, the question difficulty was staggered from recall questions, over conceptual understanding questions, over application questions, to critical thinking questions. The clicker sessions were performed at the end of the sessions with question numbers ranging between 7 and 12 questions.

In total 174 students participated in 12 undergraduate geoscience lectures at the University of Tsukuba. In terms of student type, students were classified into degree students in the Integrated Life & Environmental Sciences program in English (with majors in geoscience, biology and agro-biological resource science) from 34 countries with 64.9%, into geoscience in the Japanese program with 14.4%, and into exchange students with 20.7%. 59.4% of the students were female and 40.6% male.

In general, sessions with clicker usage were rated better in all dimensions. Using clicker, students ($n = 806$) feel more satisfied ($U = 71746.5$, $Z = -2.876$, $p = 0.004$), and they ($n = 805$) sense a higher relevance of the topics ($U = 73455.5$, $Z = -2.269$, $p = 0.023$). In addition, they ($n = 786$) think they have more possibilities to actively take part in the lecture ($U = 69468.0$, $Z = -2.446$, $p = 0.014$), and they ($n = 785$) also use this possibility significantly higher than in lectures without clicker ($U = 69432.5$, $Z = -2.403$, $p = 0.016$).

Gender-specific differences for the initial lecture and the usage of clickers became evident. For ideal lectures, student views differed tendentially in three dimensions. For female students ($n=82$), topic relevance is significantly more important ($U = 1717.000$, $Z = -1.903$, $p = 0.057$) than for male students ($n=52$). In addition, the participation of the whole class ($U = 1733.500$, $Z = -1.838$, $p = 0.066$) as well as the own participation ($U = 1763.500$, $Z = -1.697$, $p = 0.090$) is more important for female students. Gender differences were also shown for the usage of clickers. In sessions with clickers, female students ($n=239$) rate the dimensions of comprehension ($U = 14649.500$, $Z = -2.752$, $p = 0.006$) and course participation ($U = 15432.500$, $Z = -2.022$, $p = 0.043$) significantly higher than males ($n =147$). In sessions

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

without clicker, no gender-specific differences were found.

Comparing degree students enrolled in the English and Japanese program significant differences were identified. Regarding comprehension (U = 5426.500, Z = -2.415, p = 0.016) and own participation (U = 5761.000, Z = -1.799, p = 0.072), the students in the English program (n =235) rated the lectures with clicker better than the students in the Japanese program (n =58). In contrast, the students in the Japanese program rated the possibility to participate (U = 5403.000, Z = -2.157, p = 0.031) as well as the course participation (U = 5352.500, Z = -2.251, p = 0.024) significantly higher. Exchange students were less satisfied when clickers were used, possibly due to the difficulty to answer questions correctly.

These results on the learning climate in lectures with high student diversity indicate the clickers are not a guarantor for positive effects on learning climate. Aligning question difficulty with student level is a challenging task for lectures with high student diversity.

Keywords: student diversity, student response systems

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The AGU Ethics and Equity Center: New Resources for Advancing Workplace Excellence

Brooks Hanson[1], Christine McEntee[1], Robin Elizabeth Bell[1], *Billy M Williams[1]

1. American Geophysical Union

Issues associated with ethics, equity and diversity in the Earth and space sciences, including the issue of harassment and its impact on women scientists, are now well known and documented. Building on its earlier work of establishing an updated AGU Ethics Policy which defines harassment as scientific misconduct, the American Geophysical Union (AGU) has taken additional significant steps over the past 12 months to further advance ethics and equity practices, including steps to help prevent harassment. This presentation will highlight the unique role that professional societies can take to help change the culture in science, technology engineering and math (STEM) fields, and the AGU actions and results to-date, including the introduction of a new Ethics and Equity Resource Center, and the establishment of a formal coalition of more than fifty scientific societies in the U.S. to help address harassment and associated issues in science. Progress to date and remaining challenges to advance ethics and equity-related practices, and to track the impact of these changes, will be discussed.

Keywords: Ethics, Diversity, Harassment, Inclusion, Work climate, Equity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

2019年5月26日(日) 13:45 ~ 15:15 | 国際会議室 2F

[O-01] ブラタモリの探究-「つたわる科学」のつくりかた

コンビーナ:萬年 一剛(神奈川県温泉地学研究所)、尾方 隆幸(琉球大学島嶼防災研究センター)、座長:尾方 隆幸

ＮＨＫの人気番組「ブラタモリ」は、地元の学識者がホスト、タレントのタモリと、視聴者目線のアナウンサーがゲストとなり、地理や地質、歴史や生物などを紹介しながら訪問地の成り立ちを解き明かしていくスタイルが好評を博し、一般視聴者からもまた専門家からも高い評価を得ている。本セッションでは、この番組がどのようにして作られているのかを、番組制作者と出演者の視点から明らかにする。
一方、番組を一般視聴者に受け入れられるようにするため、複雑な地球科学的事象を単純に説明しなくてはならない局面が存在し、番組制作者と研究者である出演者との間には、しばしば緊張関係も発生する。地球科学をわかりやすく説明すると言うことはどのような営みなのか。本セッションでは、講演や討論を通じてこの問いに挑戦したい。

13:45 ~ 14:00

[O01-01] ブラタモリに学ぶ―本セッションの趣旨説明

★招待講演

*萬年 一剛[1] (1.神奈川県温泉地学研究所)

14:00 ~ 14:15

[O01-02] 「ブラタモリ」の歴史と現状

★招待講演

*林 幹雄[1] (1.日本放送協会)

14:15 ~ 14:30

[O01-03] 地球科学者がブラタモリを案内して考えたこと

★招待講演

*小山 真人[1] (1.静岡大学)

14:30 ~ 14:45

[O01-04] ブラタモリが可視化する歴史

★招待講演

*松田 法子[1] (1.京都府立大学)

14:45 ~ 15:15

[O01-05] 総合討論１

*尾方 隆幸[1] (1.琉球大学島嶼防災研究センター)

ブラタモリに学ぶ―本セッションの趣旨説明
Lessons from Buratamori –An introduction to the session

*萬年 一剛[1]
*Kazutaka Mannen[1]

1. 神奈川県温泉地学研究所
1. Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture

現在、NHK総合で土曜日の午後7:30から8:15に放映されている「ブラタモリ」は、タモリと女性アナウンサーが地元の専門家とともに歩き、地域の歴史や成り立ちを解き明かしていく番組である。2008年から東京とその周辺を巡る深夜放送として始まり、2011年に日本地理学会賞を受賞したほか、現在の放映時間になった2015年以降は、国土地理院の「『測量の日』功労者」、日本地質学会表彰、地盤工学貢献賞（地盤工学会）を矢継ぎ早に受賞するなど、地球科学の専門家から高い評価を受けている。

本セッションは、地球科学の専門家も満足できるエンターテイメント番組がどのようにして作られているのか、制作者の意図や工夫、出演者の経験、番組視聴者の分析など、多角的な視点から解き明かし、地球科学のアウトリーチ活動へのヒントを探ろうと企画された。以下では、参考までに私が出演した回の日程と感想を述べる。

私は同番組の「箱根」（2017年4月22日本放映、以下括弧内本放映日）、「箱根関所」（同年5月13日）、「箱根の温泉」（2018年10月6日）の３回に箱根の地質の専門家として出演した。2017年放映分についていうと、協力依頼の電話が初めてあったのは2016年12月末であった。その後、翌年１月中は各所での材料集めに費やされたが、２月中頃にはおおまかなストーリーが決まり、案内人としての出演依頼がされた。３月初めには具体的なセリフが入った「構成」が示されて現地の下見が行われ、中旬に収録が行われた。収録後は、ナレーションのセリフや解説のアニメーションについて適切かどうかの問い合わせが放映の２週間前まであった。

ブラタモリの制作で印象的だったのは、取材期間で様々な材料が検討・取材された上で、放送内容が専門家の意見も踏まえて決まっていく番組製作過程である。また、出演者が楽しみながら地域を回れるよう配慮しているスタッフの努力には感銘を受けた。

昨今、研究者が納税者である市民に向き合い、自分の研究を説明するアウトリーチの機会が増えている。そのような研究者にとって、ブラタモリの製作過程からは、伝えられそうな内容をたくさん集める「取材力」、素材を精選し地域の本質を捉える「洞察力」、伝えるべき内容を載せるストーリーを作る「構成力」、ナレーションやアニメーションを用いた「表現力」、収録現場を明るく楽しくする「現場力」など、必要な「力」とそのあり方を学ぶことができる。

一方、番組でとりあげられる専門的な内容は大幅な簡略化が行われており、専門家としてはどの辺まで許容できるか、呻吟するところとなる。講演では、私の直面した若干の具体例を紹介し、検討を加えたい。

キーワード：ブラタモリ、テレビ番組、アウトリーチ
Keywords: Buratamori, TV program, outreach

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

「ブラタモリ」の歴史と現状
The history of Buratamori

*林 幹雄[1]
*Mikio Hayashi[1]

1. 日本放送協会
1. Japan Broadcasting Corporation

▼番組開発の経緯
「ブラタモリ」は2008年12月に深夜のパイロット番組として始まりました。当時ＮＨＫには番組開発という部署があり、そこに所属していた私を含む4人で立ち上げました。内容は「原宿・表参道」。多くの人が当たり前に目にする都市の風景を紐解いていく内容は深夜番組にもかかわらず多くの反響を呼びました。

▼レギュラー開始
その後2009年10月から翌年3月まで、夜１０時の43分番組として全15回のレギュラー放送が始まります。タモリさんのＮＨＫレギュラー番組出演は「ウォッチング」以来、実に20年ぶりでした。以後毎年10月から3月までのレギュラー番組として3年続きます。かつての町の姿をこうだったに違いないと再現した「妄想ＣＧ」のほか、タモリさん自身が撮影した「ブラタモ写真館」も話題になりました。番組開発当時の資料をまじえてお話します。

▼最初のブラタモリの作り方
見え方はほとんど今と変わっていませんが専門家の多くは工学部系の都市設計・開発や街づくりの研究者でした。何より今と違うのはディレクターの街歩きの回数です。「言葉の謎解き」はありませんでしたが「不思議な風景」をタモリさんが発見し、その理由を探って行くという作りでした。視聴者が良く知っている東京を舞台に、あまり知られていない不思議な風景や話題を探すのは大変で、文字通り靴の底が磨り減るほど歩き回りました。

▼現状
2015年４月からのレギュラー放送は今に至る毎週土曜１９：３０からの番組で、多くの方にご覧頂いています。「ブラタモリ」は、あくまで街歩き番組ですが、随分「地質」に偏った番組になりました。今のレギュラーが始まって5年。回によって「地質」だけでなく「歴史」「地理」「風俗」「文化」を総動員して、これからも街や土地の成り立ちを解き明かす魅力的な番組であり続けたいと思っています。

キーワード：タモリ、ブラタモリ
Keywords: TAMORI, Buratamori

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地球科学者がブラタモリを案内して考えたこと
My experience as a geoscientific guide for the NHK-TV program Buratamori

*小山 真人[1]
*Masato Koyama[1]

1. 静岡大学
1. Shizuoka Univ.

演者は、「ブラタモリ」３回（2015年秋に放映された#19富士山、#20富士山の美、#21富士山頂）、ならびに「ブラタモリ×家族に乾杯」2018年初夢スペシャル（富士山・三保松原）に案内人として出演する機会を得た。ブラタモリの案内人は、単なる出演者ではなく、監修に相当する莫大な作業も裏でこなしている。地球科学専門家の立場から、演者が見聞・経験・考察したことをまとめる。

番組の作られ方

まず、本番ロケの２ヶ月ほど前から何度も現地下見や打ち合わせを行い、話題を厳選しながら台本を作成した後、台本通りに歩くリハーサルをスタッフだけで実施した。本番ロケの大筋は台本に沿うが、台本を知らないタモリ氏のアドリブや脱線は番組を盛り上げる重要な要素であるため、それらも洩れなく収録した。その後、放映まで一ヶ月ほどの編集作業の中で、内容の厳選とナレーション・解説CGの監修作業に携わった。

ブラタモリの各回はそれぞれ１名のディレクターが担当するが、その背後にはNHKと下請け制作会社の両方から参加した十数人のディレクターグループがいる。興味深いことに、彼らはフラットな人間関係をもち、製作途中の作品を台本段階から相互に批判し合っている。その過程で台本は何度も書き換えられ、より良い番組に仕上げられていく。そうして出来上がった綿密な台本と、タモリ氏の磨かれたユーモアと話術があいまって、多くの視聴者が楽しみながら納得できる番組に仕上がる。だからこそ土曜のゴールデンタイムに視聴率10%台を維持するのであろう。

旅の「お題」

ブラタモリは、冒頭に旅の「お題」という謎かけがなされた後、その土地を知りつくした案内人たちが現れ、少しずつ解答へと誘ってゆく。「お題」は単純な問いかけだが、ひと筋縄では解けない。地形の微妙な高低差から土地の成り立ちを読みとり、目の前の風景や事物をつくり出した自然・社会・人の関わりを考えながら、最終解答に至る。

演者に与えられた「お題」のひとつは「富士山はなぜ美しい？」であった。これには正直困惑した。そもそも美は主観的なものであり、客観性を重んじる自然科学とは本来無縁である。しかし、折角の機会なので、均整のとれた巨大な孤立峰ゆえに富士山は「美しい」のだろうと考えた。そして、その「美」を成り立たせた要因を火山学的に考察し、次に述べる７つの「奇跡」として整理した。

１．伊豆半島と本州の衝突現場の真上にできたマグマ噴出率の高い火山であること。
２．山頂火口から大量の溶岩を流したこと。
３．山頂火口の位置が安定していたこと。
４．マグマの粘り気が適度に小さいために、溶岩流が遠くまで達して裾を引いたこと。
５．富士山の土台の標高が元々高かったたこと。
６．頻繁に噴火し、浸食による形状変化をすみやかに修復してきたこと。
７．私たち人類が絶妙の時期（山体崩壊の後に、再び美しい山体が修復されたタイミング）に文明を築いたこと。

さすがに上記７つすべてを扱うと番組の時間内に収まらないので、このうち１～３を除いた残りの４つを台本に取り入れることになった。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

単純化圧力

台本・ナレーション・CG制作のすべての段階で、それらを監修する専門家には、中身を単純にわかりやすくする方向への強い要望がつねに加わる。学術的には複雑かつ未解明のことが多数あるが、そうした圧力に負けてしまうとトンデモな内容を普及する結果になる。ディレクターからの要望を聞きつつも、解明されていること・いないことを区別し、ここまでは言えるという範囲の中でそれらを単純化するというぎりぎりの選択を迫られる。その作業は高度で時間を要するものであり、専門家の解説能力・アウトリーチ能力が最大限試される。演者は苦労の末に乗り切ったつもりだが、他の放映回では疑問符がつく（おそらく専門家側が圧力に負けたとみられる）ものも散見される。

素朴な疑問への対応

ディレクターから思いもよらぬ質問が出ることもあった。筆者がとくに驚いたのが、「なぜ力の方位を向き合う対の矢印で示すのか、矢印ひとつで良いのでは？」であった。これに対しては、作用と反作用の結果として力が生じることは中学校理科で習うこと、片矢印では運動の意味になることを根気よく説明して理解して頂いた。

実験の考案

ブラタモリでは、地形や地層ができる仕組みを直観的に示す実験が必須とされる。演者に課せられた実験は、宝永火口に見られる岩脈方位と地殻応力方位の関係、ならびに三保半島の砂嘴形成であった。

前者に関しては、殻付きの栗の実を万力で割ったところ、殻にできた亀裂は圧縮方位と一致した。殻の内部にある柔らかな実に加わる圧力がマグマ内圧の高まりに相当するため、実際の岩脈方位を再現できたと考えられる。

後者に関しては、試行錯誤の後、水を溜めたトレーに入れた砂を小型ポンプの水流で移動させ、砂嘴と似た形状を作ることに成功した。

キーワード：ブラタモリ、案内人、地球科学者、テレビ番組、アウトリーチ
Keywords: Buratamori, guide, geoscientist, TV program, outreach

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ブラタモリが可視化する歴史
A Visualized History by Buratamori

*松田 法子[1]
*Noriko Matsuda[1]

1. 京都府立大学
1. Kyoto Prefectural University

講演者は都市史・建築史を専門とする。まちの成り立ちやその展開の歴史を、地理的、建築的、社会的、文化的に検討し、わたしたちの居住地や、他の様々な土地が、いったいどのような背景や経緯によって現在に至っているのかを探っている。またそこから、土地と人とが取り結んできた本質的な関係とその意義を考えようとしている。

さて、「ブラタモリ」では、番組の冒頭近くで、その土地に対するある「お題」（設問）が示される。それは一見平易な内容で、出演者や視聴者は、その設問に納得したり、そんなことはもうわかっているよ、と思ったり、あるいはまた少々戸惑ったりしながら、番組の道のりを楽しく想像する。

しかし問いに的確に答えていくことは、専門家をもってしても実はかなり難しい。それは既に、多岐にわたる学術分野の知見を制作チームが吸収したうえで、かつ誰もがその土地のイメージとして理解できるようなフレーズとする、という絶妙なバランスによって練られたテーマだからだ。

その後に続くまち（土地）歩きは、そのお題を軸に組み立てられていく。複数分野の専門家がリレー式にバトンをつなぎながら土地の解読に付き添うスタイルは、土地を見る視点の複数性と幅広さを担保する。そして、歩きながら答えを見つけていくこのやり方は、都市や山岳、巨大土木構築物などスケールの大きな対象や長い時間の流れを、手元や足元といった身体的で小さなスケールから体感的に理解していくという、フィールドサーヴェイの醍醐味も具現化している。

そうした一方で、TVプログラムであるという媒体の特性上、問いの答え探しの道のりやそのストーリー立ては、視覚的に認識しやすい資史料や場所がつながれやすいという側面ももっている。歴史分野で言えば、絵図や古文書、古写真、現場の遺構などは大いに力を発揮するが、目で見てわかりにくい事物や、土地の歴史を語る上では重要であるものの、前提として込み入った解説が必要な事項は通過されがちになるだろう。以上について、講演者の知る範囲に限り若干の話題提供を行う予定である。

キーワード：ブラタモリ、アウトリーチ、都市史、テレビ番組、案内者
Keywords: Buratamori, outreach, urban history, TV program, guide

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

総合討論 1
General discussion 1

*尾方 隆幸[1]
*Takayuki Ogata[1]

1. 琉球大学島嶼防災研究センター
1. Disaster Prevention Research Center for Island Regions, University of the Ryukyus

ブラタモリに関するフロアからの質問を受け付けて議論する。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | 国際会議室 2F

[O-01] ブラタモリの探究-「つたわる科学」のつくりかた

コンビーナ:萬年 一剛(神奈川県温泉地学研究所)、尾方 隆幸(琉球大学島嶼防災研究センター)、座長:萬年 一剛(神奈川県温泉地学研究所)

ＮＨＫの人気番組「ブラタモリ」は、地元の学識者がホスト、タレントのタモリと、視聴者目線のアナウンサーがゲストとなり、地理や地質、歴史や生物などを紹介しながら訪問地の成り立ちを解き明かしていくスタイルが好評を博し、一般視聴者からもまた専門家からも高い評価を得ている。本セッションでは、この番組がどのようにして作られているのかを、番組制作者と出演者の視点から明らかにする。
一方、番組を一般視聴者に受け入れられるようにするため、複雑な地球科学的事象を単純に説明しなくてはならない局面が存在し、番組制作者と研究者である出演者との間には、しばしば緊張関係も発生する。地球科学をわかりやすく説明すると言うことはどのような営みなのか。本セッションでは、講演や討論を通じてこの問いに挑戦したい。

15:30 ~ 15:45

[O01-06] NHK総合テレビのエンターテインメント・教養番組「ブラタモリ」における実験の役割

★招待講演

*林 信太郎[1] (1.秋田大学大学院教育学研究科)

15:45 ~ 16:00

[O01-07] 中高生を対象とした「地域」を総合的に捉えるフィールドワークの試み

★招待講演

*上村 剛史[1]、横井 成行[2] (1.大阪府立大手前高等学校　定時制、2.海城中学高等学校)

16:00 ~ 16:15

[O01-08] ブラタモリ番組制作に学ぶ博物館のアウトリーチ活動の在り方

★招待講演

*井上 素子[1] (1.埼玉県立自然の博物館)

16:15 ~ 16:30

[O01-09] ブラタモリにみる地球科学のアウトリーチ手法

★招待講演

*尾方 隆幸[1] (1.琉球大学島嶼防災研究センター)

16:30 ~ 17:00

[O01-10] 総合討論２

*萬年 一剛[1] (1.神奈川県温泉地学研究所)

NHK総合テレビのエンターテインメント・教養番組「ブラタモリ」における実験の役割

The role of experiment in NHK's entertainment / educational program "Buratamori"

*林 信太郎[1]
*Shintaro Hayashi[1]

1. 秋田大学大学院教育学研究科
1. Akita University Graduate School of Education

ブラタモリとはどういう番組か？

「ブラタモリ」は　NHK総合テレビで2008年から放送されているエンターテインメント・教養番組で，その視聴率は時として15%を超える。タレントのタモリ（以下タモリさん）がNHKの若手アナウンサーとともに各地を“ブラブラ”歩きながら謎解きをし，様々な発見をする。また，「案内人」という解説者の問いかけにより番組が進行する。謎解きの「お題」には，しばしば地質学や地理学に関連したものが登場し，地球科学のアウトリーチに大きな効果を発揮している。講演者は「#81 十和田湖・奥入瀬～十和田湖は なぜ“神秘の湖”に？～」メインの案内人として登場した。

「ブラタモリ」：私の印象と案内人の責任

私の印象：番組中で見せるタモリさんの地球科学に関する広い知識は本物と強く感じた。また，タモリさんの発見能力，対象をじっくりと思考する真摯な態度は，たいへん印象に残った。また，案内人の私にコンタクトを取る以前に，担当ディレクター（地球科学の非専門家）は，文献から得られる情報はほとんど調べつくしていた。

案内人の責任：案内人には番組の科学的妥当性を担保するという社会的責任がある。「ブラタモリ」は地球科学者の視聴率も高く，常に誤りがチェックされている。実際，「ブラタモリ」と同時進行で，ツイッターで批判的意見をつぶやく地球科学関係者は多いし，自分でもたいへんそれを楽しんでいる。しかし，自分が案内人の場合はそのプレッシャーがことごとく自分にかかってくるのである。

番組の正確性の担保のため，案内人は調査に多大な時間をかける。講演者の場合，十和田湖や奥入瀬に関連した書籍や論文を100編以上参照した。また，案内人はこの他にロケハンやリハーサルの作業にも付き合い，番組の正確性を担保する。現場の確認（ロケハン）のために合計4日間，現地での（タモリさん抜きでの）リハーサルや最終確認のために3日を要した。

実験とブラタモリ

ブラタモリの番組内ではしばしば実験が解説の手段として用いられる。「#81 十和田湖・奥入瀬～十和田湖は なぜ“神秘の湖”に？～」では，カルデラ湖のでき方をココアとコンデンスミルクを用いて説明した。ココアの山の中にコンデンスミルクで見立てたマグマを置き，それを下から抜き取ることでカルデラ陥没を起こすという実験である。この実験は小中学生を対象に何度も試行したことがある。これまでの授業経験から，言葉での説明や図解でカルデラのでき方を理解させることが難しいことはわかっていた。そのため，番組にこの実験は必須だった。視聴者やタモリさんに，カルデラのでき方について納得させるだけではなく，ココアでできたカルデラの形状の観察も番組のその後の部分に繋がった。

ブラタモリで実験が採用されるための必要条件？

じつは提案はしてみたが，番組に採用されなかった実験も多い。その1例として「パリパリ溶岩実験」がある。先端を溶融したガラス棒を水につけ水冷破砕させるという実験である。ブラタモリの他の回の番組で2度提案したが，どちらも不採用だった。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

「パリパリ溶岩実験」不採用の理由として考えられることは，「パリパリ溶岩実験」は1）ビジュアル的に地味である，2）ガラスと水という素材はあまり印象的ではない，の2点が挙げられる。もちろん，単に番組の編集作業の過程で提示する時間がないため削られただけという可能性もある。

ブラタモリとアウトリーチ

地球科学分野におけるアウトリーチ活動は， 1）研究資金の獲得；2：後継者の育成；3：一般社会に認知してもらうことの3点で重要である（鎌田，2004）。そのために地球科学で得られた成果を科学者の側からわかりやすく発信していく必要がある。

ブラタモリのアウトリーチ効果は2つある。第1にブラタモリは多くの国民が視聴し，科学者の努力では到達し得ない多くの国民へのアウトリーチが可能である。第2に科学者に対する教育効果が大きいことがあげられる。ディレクターは番組をわかりやすくするために徹底的に努力し，科学者の側はそこに啓発される。また，担当ディレクターとのやり取りの中で，わかりやすさと正確さを両立させる方法を体験的に学ぶことができる。

ブラタモリの案内人になることは，多大なエネルギーと時間を使うことである。しかしながら，その大きなアウトリーチ効果を考えると（声がかかった）研究者は積極的に応じるべきであろう。

キーワード：ブラタモリ、実験、アウトリーチ
Keywords: "Buratamori", experiment, outreach

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

中高生を対象とした「地域」を総合的に捉えるフィールドワークの試み
An attempt of field work for middle and high school students to comprehend an “area” in an integrated manner

*上村 剛史[1]、横井 成行[2]
*Takeshi Uemura[1], Shigeyuki Yokoi[2]

1. 大阪府立大手前高等学校　定時制、2. 海城中学高等学校
1. Osaka Prefectural Otemae Senior High School part-time course, 2. Kaijo Junior and Senior High School

学校教育においては，日常生活や社会の様々な事物を，教科・科目に細分化し学習している．中学や高等学校では，教科ごとに専門の教員が授業を行うが，教室での生徒は受身であることが多い．それに対して，身の回りにある事物は，色々な教科・科目の内容が混在しており，それを取り巻く様々な社会的な問題は，複雑かつ解決困難であることが多い．そのような問題に向き合うためには，対象となる事物を多角的に捉え，異分野の人たちと協力し，粘り強く取り組む力が必要である．

そこで，演者らは前任校で同僚教員と協力して，中学３年から高校２年の希望者15名程度を対象にした「総合フィールド演習」という講座を2017年に立ち上げ，２年間にわたり実施した．この講座では，学習対象を「地域」と設定し，多様な参加者が「地域」を実際に歩いて観察することで，総合的に「地域」を捉えることを目的とした．担当教員は，地学，日本史，国語と異なる教科・科目の教員で構成され，できるだけ生徒と同じ目線に立って議論しながら，共に学ぶ態度を大切にした．また，あらかじめ学校内で参加者での話し合いの機会を何度も設け，そこでの提案や希望に基づいて訪問先を設定した．実際のフィールドワークは，学校近隣の品川から始まり，神事でつながる府中へと発展して計３回行った．また，夏休みを利用して大阪で2泊3日のフィールドワークも行った．

例えば，大阪でのフィールドワークでは，上町台地という地形とその周辺の文化財を中心に巡りながら，1400年以上の長い歴史を持つ四天王寺を訪れた．まず四天王寺の参道から西側に見える大きな下り坂を前に，地学教員が上町台地を形成した断層運動と坂道の関係を説明する．次に，日本史教員が境内の歴史的建造物を案内しながら，安政地震津波碑の存在を紹介する．この碑は，1854年に起こった安政南海地震と安政東海地震による犠牲者の供養と災害の記憶を後世に伝えるため，町人によって四天王寺の境内に建てられたものである．実際の碑の前に行くと，生徒は日本史と国語教員と議論しながら，碑文の解読を始める．さらに，安政の地震津波については，日本史と地学の教員が先導して話が弾む．四天王寺の見学が終わると，上町台地の下り坂周辺の寺社仏閣をもう少し歩いてみようと，再び歩き始めるというような形でフィールドワークが進んでいく．

このようにして，日本史で四天王寺の成り立ちを，地学で上町台地のような地形の形成を，国語では古典や漢文をというように，普段は切り分けてきた教科・科目の枠がなくなり，目の前にある事物を取り囲んでいる歴史や地形などの要素が混在していることが実感できた．また，大きな方向性は教員側で誘導しても，途中で生徒の反応を見ながら臨機応変に変更し，生徒や教員という立場を相互に変えながら，主体的で深い学びを行うことができた．

キーワード：フィールドワーク、学校教育、地域
Keywords: field work, school education, area

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ブラタモリ番組制作に学ぶ博物館のアウトリーチ活動の在り方
Desirable way of outreach activities in the Museum,learn by participating in the making process of "Buratamori".

*井上 素子[1]
*Inoue Motoko[1]

1. 埼玉県立自然の博物館
1. Saitama Museum of Natural History

自然系博物館は自然科学の普及をその使命のひとつとしているが，展示や普及活動においては，観光のついでに立ち寄った家族連れからセミプロまで，多くの人々を同時に満足させることが求められる．地質学や地形学を専門とする学芸員は，地球科学的な概念に対する知識と理解（以下「地球科学リテラシー」）が多様な人々を対象に，どうすれば地球科学のおもしろさを伝えることができるのか，常に試行錯誤している．

日々の活動において，地球科学は他分野に比べて直接的にとらえにくい．例えば花や昆虫は直接観察しその生態を知るだけでも十分楽しめるが，岩石や露頭を目の前におもしろさを読み取ることは非常に難しい．おもしろさを感じられるようになるためには，相応な地球科学リテラシーが必要となるからである．必要とされる知識は，例えば時間軸や地史的な概念などであるが，学校教育において地球科学を体系的に学ぶ機会はほとんどない．平安時代と江戸時代のどちらが昔かを知らない人はいないが，ジュラ紀や新第三紀といわれても，ほとんどの人は「大昔」と思うだけである．また，日常生活において市民が露頭を目にする機会はほとんどなくなり，かつてたくさんいた「化石少年」や「鉱物少年」は「絶滅危惧種」となり，地質分野に対して苦手意識をもつ教員が多いという．地球科学はますます市民の日常生活から遠い存在となっている．

地球科学を振興するためには，ベース層の拡大，つまり多くの市民に地球科学を身近に感じてもらい，そのおもしろさを知ってもらうことが重要である．このことは学芸員の使命であるととらえ，これまで活動してきたが，同時にその難しさも実感している．

この課題をみごとにクリアしているのがブラタモリである．講演者は「＃79　秩父」「＃80　長瀞」に案内人として出演したが，ブラタモリの番組制作に携わる中で，地球科学のおもしろさを伝える上で重要となる下記の視点を再認識した．

１）普段まったく地質や地形に興味のない市民の思考に即した展開をする．
専門家ほど，市民が何をわからないのかがわからなくなる．インタープリター（テレビ番組においてはディレクター）の存在が必要不可欠である．

２）地域に関する様々な分野の情報（自然科学・歴史・文化）を集約し，関連付け，市民生活に直結させる．
自然科学は細分化されており，地域に関する様々な情報を集約・提供できる機関は少ない．地域の博物館の存在意義でもある．

３）論理よりもストーリーを重視する．
科学的事象を順序だてて理論的に説明をしがちであるが，おもしろさを伝えるためには，ストーリーが身近で興味の湧く内容であることの方が重要である．

４）わかりやすくするために，正確性を犠牲にする勇気をもつ．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

「正確性の犠牲」には次のような種類がある．科学的な裏付けの責任を負うこととなる案内人としては，どこまでを許容するのか難しい選択を迫られる．

①研究の裏付けがあるが、段階を踏んで説明すると複雑なので「省略」する．

②諸説あり定説がないが、思い切ってひとつの説で説明する。

③仮説をたてることは可能だが，研究対象とされていないので裏付ができない．

②や③はできれば避けたいが，ディレクターや市民が抱く素朴な疑問のほとんどは③であり，③なくしておもしろいストーリー展開は難しい．

５）科学的知識を説明するのではなく，知的に楽しむ姿を見せる．

結局のところ，視聴者はタモリ氏が知的に楽しむ姿に同調しておもしろさを感じている．放映終了後好評をくださる視聴者も，案外と論理展開は覚えていないことが多かった．地球科学を楽しむ姿を見せることこそが最大のアウトリーチである．

キーワード：地球科学リテラシー、地域、インタープリター
Keywords: Geoscientific literacy, Region, Interpreter

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ブラタモリにみる地球科学のアウトリーチ手法
Methodology of Geoscientific Outreach of “Buratamori”

*尾方 隆幸[1]
*Takayuki Ogata[1]

1. 琉球大学島嶼防災研究センター
1. Disaster Prevention Research Center for Island Regions, University of the Ryukyus

ブラタモリは，地理学的事象や地質学的事象をわかりやすく学ぶ機会を一般市民に提供し，地球科学の裾野を広げることによって，アウトリーチや生涯学習に高く貢献している。番組で扱われるストーリーは地理学や地質学のトピックスを多く含んでおり，それらが文学・農学・工学など，地球科学以外のトピックスともシームレスに連結している。地球科学のストーリー（ジオストーリー）をシームレスに構築する試みはジオパークでも盛んになされており，地球科学のアウトリーチにおいては重要な手法である。ジオストーリーを構築するにあたっては，数多くの科学的なデータに基づき，多彩なトピックスを精選する必要がある。ブラタモリで扱われる地球科学のトピックスに接するのは，一般市民だけではなく，地球科学の研究者や教育者も同様である。われわれ地球科学者は，自らの専門分野が番組でどのように扱われるかをチェックしており，同時に自らの専門分野が隣接分野とどのように繋がっているかを知る機会を得ている。ブラタモリのストーリーにみられる総合性とシームレス性は地球科学の教育・アウトリーチや科学コミュニケーションに対してあらゆる示唆を与えているが，それらは科学性を担保する案内人，科学的内容をわかりやすく伝える高い技術を持つ番組制作者，そして主役であるタモリ氏の高い教養に支えられている。

キーワード：ブラタモリ、アウトリーチ、ジオストーリー、生涯学習、地球科学、科学コミュニケーション
Keywords: Buratamori, outreach, geostory, lifelong education, geoscience, science communication

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

総合討論 2
General discussion 2

*萬年 一剛[1]
*Kazutaka Mannen[1]

1. 神奈川県温泉地学研究所
1. Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture

地球科学のアウトリーチとはどのような営みなのか議論をする。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

2019年5月26日(日) 10:15 ~ 11:25 | 国際会議室 2F

[O-02] 地球・惑星科学トップセミナー

コンビーナ:原 辰彦(建築研究所国際地震工学センター)、道林 克禎(名古屋大学大学院環境学研究科地球環境科学専攻地質・地球生物学講座岩石鉱物学研究室)、成瀬 元(京都大学大学院理学研究科)、関根 康人(東京工業大学地球生命研究所)、座長:山田 耕

地球惑星科学分野における最新の成果を招待講演者に紹介していただくアウトリーチセッションです。２００５年から開催している一般公開プログラムです。日本地球惑星科学連合の広報普及委員がコンビーナーです。

10:15 ~ 10:50

[O02-01] 小惑星探査ミッション「はやぶさ２」の挑戦と現在までの結果

★招待講演

*吉川 真[1] (1.宇宙航空研究開発機構)

10:50 ~ 11:25

[O02-02] 超高圧実験で見る地球中心核（コア）

★招待講演

*廣瀬 敬[1,2] (1.東京工業大学大学　地球生命研究所、2.東京大学　理学系研究科地球惑星科学専攻)

小惑星探査ミッション「はやぶさ２」の挑戦と現在までの結果
The challenges of Asteroid Exploration Mission Hayabusa2 and its results up to now

*吉川 真[1]
*Makoto Yoshikawa[1]

1. 宇宙航空研究開発機構
1. Japan Aerospace Exploration Agency

世界初の小惑星サンプルリターンミッションである「はやぶさ」の後継ミッションとして、2014年12月に「はやぶさ２」が打ち上げられた。「はやぶさ」は技術実証が主目的のミッションであったが、「はやぶさ２」はサイエンスが主目的のミッションである。特に、太陽系が誕生した頃に存在していた水や有機物を調べることが重要な科学目的となっている。ただし、技術的トラブルが多かった「はやぶさ」の経験を踏まえて、より確実な探査技術を確立することもミッションの重要な目的となっている。

「はやぶさ２」は約3年半の飛行の後、2018年6月に目的の小惑星リュウグウに到着した。まずは、搭載されているリモートセンシング機器を用いてリュウグウの詳しい観測をし、その後、小型のローバやランダをリュウグウ表面に降ろすことにも成功した。しかし、2018年10月に予定していた表面物質採取のためのタッチダウンは2019年2月に延期された。タッチダウンの後には、小惑星表面に人工的なクレーターを作る実験も行う予定である。そして、2019年末にはリュウグウを出発し、2020年末に地球に帰還する予定である。

一方、探査している小惑星リュウグウの方は、コマ型をしていたり、表面は多数の岩塊で覆われていたりして、予想していたものとかなり異なった天体であった。これは、科学的には非常に興味深いものである。

本講演では、「はやぶさ」を踏まえて「はやぶさ２」がどのような挑戦をしてきたのか、そして現在までの探査でどのような結果を得ているかについて紹介する。

キーワード：小惑星、探査、太陽系
Keywords: Asteroid, Exploration, Solar system

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

超高圧実験で見る地球中心核（コア）
Earth's core revealed by ultrahigh-pressure experiments

*廣瀬 敬[1,2]
*Kei Hirose[1,2]

1. 東京工業大学大学　地球生命研究所、2. 東京大学　理学系研究科地球惑星科学専攻
1. Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology, 2. Department of Earth and Planetary Science, The University of Tokyo

地球の内部は高圧と高温の世界である。地球中心は364万気圧と5000ケルビン程度もの超高圧・超高温下にあるとされる。このような極限環境も、ダイヤモンド・アンビル・セル（DAC）と呼ばれる装置を使えば、実験室で実現することが可能である。つまり、地球内部にあるすべての物質は合成可能である。

DACでは、単結晶のダイヤモンドを使って試料を加圧したのち、多くの場合、近赤外線レーザーを照射することによって、試料を高圧と高温状態にする。衝撃圧縮法を用いたダイナミックな実験と異なり、これは静的な圧縮実験である。例えば地球中心核（コア）とマントルの境界に相当する136万気圧・4000ケルビンの場合、超高圧・高温の発生領域は直径10ミクロン・厚み5ミクロン程度にすぎない。合成される高圧鉱物の粒径は通常100ナノ以下である。しかしながら、近年の放射光X線や電子顕微鏡の利用技術の進展により、微細試料の観察や分析は問題にはならなくなりつつある。

このような超高圧実験によって、地球コアの現在の姿のみならず、その形成から進化に関する理解が急速に進みつつある。金属コアの形成、つまりシリケイトからの分離は、地球がマグマオーシャンに覆われていた時代のこととされる。つまり、コアはもっとも古い地質記録と言えよう。その記録を調べることで、マグマオーシャンの状態・コア形成のメカニズム・地球全体の水や揮発性成分の量・それらが地球へ運ばれて来たタイミングなどをひも解くことができる。

また、現在の地球の深部（下部マントルやコア）には、その成因が解明されていない「異常」がいくつも観測される。現在も働いているメカニズム、例えばプレートの沈み込みでは、異常が必ずしもうまく説明できない場合が多い。代わりに、これらの異常はジャイアントインパクト・マグマオーシャン・コア分離など、地球初期の一連の大イベントに関連して形成されたのかもしれない。最近の私たちの実験結果によれば、液体コア（外核）は、冷却に伴って固体SiO_2やシリケイトメルトを析出し、その化学組成を大きく変化させてきたらしい。同時に、これらコアの化学進化の副産物は、コア最上部やマントルにさまざまな「異常」をもたらした可能性がある。プルームマグマ中に観測される同位体比異常もコアに由来しているのかもしれない。

当日は、超高圧実験のイロハから、地球深部の研究の最先端まで、わかりやすく紹介します。

キーワード：コア、高圧、地球深部
Keywords: core, high-pressure, deep Earth

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

2019年5月26日(日) 11:30 ~ 12:15 | 国際会議室 2F

[O-03] 高校生によるポスター発表

コンビーナ:原 辰彦(建築研究所国際地震工学センター)、道林 克禎(名古屋大学大学院環境学研究科地球環境科学専攻地質・地球生物学講座岩石鉱物学研究室)、久利 美和(東北大学災害科学国際研究所)、山田 耕(早稲田大学政治経済学術院)、座長:山田 耕、道林 克禎、成瀬 元(Kyoto University)、紺屋 恵子、久利 美和(東北大学災害科学国際研究所)

高校生が気象、地震、地球環境、地質、太陽系などの地球惑星科学分野で行った学習・研究活動をポスター形式で発表します。 地球惑星科学分野の第一線の研究者と同じ会場で発表し、研究者と議論できる機会を提供します。2006年から開催しているパブリックセッションです。

11:30 ~ 12:15

[O03-01] Poster presentations by senior high school students

[J] 口頭発表 | セッション記号 O (パブリック) | パブリック

[O-03] 高校生によるポスター発表

コンビーナ:原 辰彦(建築研究所国際地震工学センター)、道林 克禎(名古屋大学大学院環境学研究科地球環境科学専攻地質・地球生物学講座岩石鉱物学研究室)、久利 美和(東北大学災害科学国際研究所)、山田 耕(早稲田大学政治経済学術院)、座長:山田 耕、道林 克禎、成瀬 元(Kyoto University)、紺屋 恵子、久利 美和(東北大学災害科学国際研究所)

2019年5月26日(日) 11:30 〜 12:15 国際会議室 (2F)

高校生が気象、地震、地球環境、地質、太陽系などの地球惑星科学分野で行った学習・研究活動をポスター形式で発表します。 地球惑星科学分野の第一線の研究者と同じ会場で発表し、研究者と議論できる機会を提供します。2006年から開催しているパブリックセッションです。

11:30 〜 12:15

[O03-01]Poster presentations by senior high school students

©日本地球惑星科学連合

[J] ポスター発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

2019年5月26日(日) 13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_1

[O-03] 高校生によるポスター発表

コンビーナ:原 辰彦(建築研究所国際地震工学センター)、道林 克禎(名古屋大学大学院環境学研究科地球環境科学専攻地質・地球生物学講座岩石鉱物学研究室)、久利 美和(東北大学災害科学国際研究所)、山田 耕(早稲田大学政治経済学術院)

高校生が気象、地震、地球環境、地質、太陽系などの地球惑星科学分野で行った学習・研究活動をポスター形式で発表します。 地球惑星科学分野の第一線の研究者と同じ会場で発表し、研究者と議論できる機会を提供します。2006年から開催しているパブリックセッションです。

[O03-P01] 「弘前藩庁日記」からみた江戸時代の青森の飢饉の要因

*坂元 真舟[1]、*鎌田 瑞葉[1]、*野口 愛天[1] (1.池田学園池田高等学校)

[O03-P02] 北アルプス周辺での雲の観測と地表風の解析により明らかになった山岳域での夕立への海風や谷風の重要性

*上条 藍悠[1] (1.長野県松本深志高等学校　地学会)

[O03-P03] 新舞子浜における海岸侵食の影響

*吉田 悠人[1]、*小野田 樹[1]、*齋藤 彩香[1]、*鈴木 一生[1]、*小宮 悠斗[1]、*佐々木 駿公[1]、*馬場 大輔[1] (1.福島県立磐城高等学校)

[O03-P04] 墓石地震学による考察

*梶 結翔[1]、小林 虹介[1]、石田 要[1]、鈴木 康浩[1]、上原 響一朗[1] (1.長野県屋代高等学校)

[O03-P05] Ｙｏｓｅｍｉｔｅ Ｖａｌｌｅｙの河川中の金属イオン濃度の分析と日本の河川との比較

*石田 要[1]、原田 能亜[1]、近藤 理彦[1] (1.長野県屋代高等学校)

[O03-P06] 1600万年前にあった津山海はなぜ消滅したのか～津山市皿川に見られる玄武岩岩脈の古地磁気測定による考察～

*間所 颯[1]、*江見 裕太[1]、*俣野 翔太[1]、*鷲田 尚行[1] (1.岡山県立津山高等学校)

[O03-P07] 堀を組み合わせた防潮堤の検討

*青木 寿篤[1] (1.横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校)

[O03-P08] 南海トラフ沈み込み帯遷移領域における地震モーメント解放率の時間変化と2011年東北地方太平洋沖地震の関係

*河野 葉子[1] (1.横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校)

[O03-P09] 自作ピンホール式プラネタリウム投影機の自動化

*菅野 雅彌[1]、*小森 朝陽[1]、*中村 温士[1]、牧山 雅乃[1]、*浅尾 宗洋[1]、*掛上 凌[1]、清水 晶加[1]、川本 朋佳[1] (1.横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校)

[O03-P10] 地球照のスペクトルを用いたブルーシフトの捕捉-宇宙から眺める地球の大地

*伊藤 乃愛[1]、*吉野 礼珠[1] (1.横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校)

[O03-P11] 雷雲発生の観測

*増田 歩音[1] (1.横浜サイエンスフロンティア高等学校)

[O03-P12] 過去からつながる横浜の空

*赤井 里佳子[1] (1.横浜サイエンスフロンティア高等学校)

[O03-P13] 家具用免震装置の開発

*野間 鉄心[1]、*林 春太朗[1] (1.栄東高等学校)

[O03-P14] 校庭の土の活用方法

*朝日向 帆々子[1]、老沼 穂香[1] (1.東京都立多摩科学技術高等学校)

[O03-P15] 雲と大気と夜間の明るさの関係

*岡野 颯[1] (1.東京都立多摩科学技術高等学校)

[O03-P16] 土壌を用いた海水の淡水化

*佐藤 勇志[1]、飯塚 凌大[1]、中野 斗憂矢[1] (1.東京都立多摩科学技術高等学校)

[O03-P17] 火山灰土、使えない土からバイバイ！～火山灰土中のアルミニウム除去による農業的有効利用の検討～

*三木 悠登[1] (1.東京都立多摩科学技術高等学校)

[O03-P18] 電磁波雑音による地震予知

*安田 創[1]、桐淵 泳亮[1]、林 寛盛[1]、山田 鈴太[1]、*田中 阿育[1] (1.東京都立多摩科学技術高等学校)

[O03-P19] 岩盤構造の違いによる震動モデルの構築

*菅原 一喜[1]、*佐藤 秀人[1]、八巻 修也[1]、小野 雅斗[1]、須藤 駿[1] (1.宮城県利府高等学校)

[O03-P20] 照度計を用いた湧水中のFe濃度計測法の開発及び検証

*川原田 希[1]、*大場 友輔[1]、佐々木 悠杜[1]、*佐久間 千夏[1]、*佐藤 怜[1]、*白岳 航佑[1]、*菅原 利玖[1]、*村山 正樹[1] (1.宮城県古川黎明中学校・高等学校)

[O03-P21] 流星電波観測におけるHROとVORの比較検証

*矢島 晶輝[1]、*阿部 こころ[1]、*佐藤 安純[1]、*遠藤 空[1]、*菅原 心海[1] (1.宮城県古川黎明中学校・高等学校)

[O03-P22] 回折格子を用いた流星の分光観測

*伊藤 颯矢[1]、*菅原 篤弥[1]、*操 知希[1]、*三野 正太郎[1] (1.宮城県古川黎明中学校・高等学校)

[O03-P23] 50年後の熊本は･･･。～珪藻・花粉分析からの海水準変動予測～

*山下 鮎人[1]、*古田 詩乃[1] (1.熊本県立天草高等学校)

[O03-P24] ため池における管理負担を低減した低水位管理方法の提案

*福嶋 陸斗[1]、前田 菜緒[1]、米山 玲緒[1]、髙橋 侑希[1]、田畑 陽彩[1]、林 晃太郎[1] (1.兵庫県立加古川東高等学校)

[O03-P25] 天体撮影初心者から上級者まで使える市販品より安い自作赤道儀

*池田 隼[1]、*岩崎 慎平[1] (1.海城高等学校)

[O03-P26] 波の周期と砂の粒径の違いによるウェーブリップルのでき方

*遠田 剛志[1]、*三井 隆太郎[1] (1.海城高等学校)

[O03-P27] 柱状節理の断面の形状と溶岩の粘性との関係

*高倉 幹太[1] (1.海城中学高等学校)

[O03-P28] ネオジム磁石を用いた地磁気水平分力の測定

*宮本 悠史[1]、石黒 駿斗[1]、髙田 駿[1]、中山 賢人[1] (1.札幌日本大学高等学校)

[O03-P29] 太陽高度と太陽光RGB値の関係

*高田 駿[1]、竹村 康太郎[1]、小泉 泰央[1]、石黒 駿斗[1] (1.札幌日本大学高等学校)

[O03-P30] 下諏訪温泉における毒沢鉱泉の泉質についての研究

*柳澤 良亮[1]、*桃井 義和[1]、*釜田 陽光[1]、*上條 琢巳[1] (1.長野県諏訪清陵高等学校)

[O03-P31] 星空を見上げて天気を予測できるのか

*髙森 碧[1] (1.長野県諏訪清陵高等学校)

[O03-P32] 茨城県美浦村馬掛の下総層群から産出したクモヒトデの骨片化石と介形虫化石

*横堀 朝香[1]、*三田 鈴[1] (1.群馬県立太田女子高等学校)

[O03-P33] 室戸ユネスコ世界ジオパークのシロウリガイ化石を文化財に

*石谷 愁果[1]、大野 美空[1]、福岡 絵理[1] (1.高知県立室戸高等学校)

[O03-P34] 室戸ユネスコ世界ジオパークにおける室戸高校生徒の地域研究事例「室戸の神祭について」

*福岡 絵理[1]、橋本 七海[1]、竹村 優衣[1]、新井 颯人[1]、濱田 大生[1] (1.高知県立室戸高等学校)

[O03-P35] 古砂丘の砂の研究 砂像の砂は、なぜ固まるのか（Epilogue)

*田中 克樹[1]、*大﨑 蓮[1]、*杉浦 立暉[1]、有田 怜[1]、岡山 彰吾[1]、砂場 悠太[1]、橋川 蒼生[1]、廣岡 賢[1] (1.鳥取県立鳥取東高等学校)

[O03-P36] どろだんごと苔玉の作成による森林教育

*宮地 佑奈[1]、辻 有夏[1]、小林 柚稀[1]、高見 紗英[1]、森川 達貴[1]、山﨑 稜太[1]、楳田 優人[1]、松木 梨南[1]、久保 菜帆子[1]、佐山 葉[1] (1.京都府立嵯峨野高等学校)

[O03-P37] 校有林の土壌圏における粘土鉱物の役割

*久保 菜帆子[1]、佐山 葉[1]、宮地 佑奈[1]、辻 有夏[1]、高見 紗英[1]、小林 柚稀[1]、楳田 優人[1]、森川 達貴[1]、山﨑 稜太[1]、松木 梨南[1] (1.京都府立嵯峨野高等学校)

[O03-P38] 校有林におけるブランド商品の開発に向けて ～高品質なヒノキの選定と適切な乾燥方法の検討～

*小林 柚稀[1]、高見 紗英[1]、松木 梨南[1]、山﨑 稜太[1]、楳田 優人[1]、森川 達貴[1]、久保 菜帆子[1]、佐山 葉[1]、辻 有夏[1]、宮地 佑奈[1] (1.京都府立嵯峨野高等学校)

[O03-P39] 森林研究に伴うヒューマンインパクトの把握とその回復

*佐山 葉[1]、宮地 佑奈[1]、辻 有夏[1]、高見 紗英[1]、小林 柚稀[1]、楳田 優人[1]、森川 達貴[1]、山﨑 稜太[1]、松木 梨南[1]、久保 菜帆子[1] (1.京都府立嵯峨野高等学校)

[O03-P40] 昨今の土砂災害を考える　～土壌圏における水の動態～

*松木 梨南[1]、久保 菜帆子[1]、佐山 葉[1]、辻 有夏[1]、宮地 佑奈[1]、小林 柚稀[1]、高見 紗英[1]、森川 達貴[1]、山﨑 稜太[1]、楳田 優人[1] (1.京都府立嵯峨野高等学校)

[O03-P41] 地理院地図と測量データの比較　～嵯峨野高校校有林を例として～

楳田 優人[1]、森川 達貴[1]、山﨑 稜太[1]、松木 梨南[1]、久保 菜帆子[1]、佐山 葉[1]、宮地 佑奈[1]、*辻 有夏[1]、高見 紗英[1]、小林 柚稀[1] (1.京都府立嵯峨野高等学校)

[O03-P42] 嵯峨野高等学校校有林における研究活動の総括と今後の方向性

*藤本 健史[1]、木下 あこ[1]、松木 梨南[1]、佐山 葉[1] (1.京都府立嵯峨野高等学校)

[O03-P43] 凍てつく大地に挑む　～カナダ・ケベック州におけるメープル林下の土壌生成～

佐山 葉[1]、松木 梨南[1]、小林 柚稀[1]、*高見 紗英[1]、久保 菜帆子[1] (1.京都府立嵯峨野高等学校)

[O03-P44] 本影月食中の月の色

*藤野 航大[1]、*齊藤 孝太朗[1]、*鯨岡 慶樹[1]、*土井 颯[1]、*安田 伊吹[1] (1.埼玉県立浦和高等学校)

[O03-P45] 火山灰を含む地層の花粉分析に基づく植生変遷及び噴火年代の研究

*鈴木 大凱[1]、*落合 陽紀[1]、*上野 敬太[1]、*渡邉 充司[1] (1.静岡県立韮山高等学校)

[O03-P46] ドローンによる高精度３Dモデルを用いた柱状節理形態の統計的分析とその成因に関する研究

*太田 昌仁[1]、*榎本 晃大[1]、*久保田 真帆[1]、*西島 美奈子[1]、*渡邉 充司[1] (1.静岡県立韮山高等学校)

[O03-P47] 古狩野湾の復元

*小島 蒼太[1]、*久保田 真央[1]、*米山 夏生[1]、*山本 貴之[1]、*渡邉 充司[1] (1.静岡県立韮山高等学校)

[O03-P48] **深層海流から世界環境へ**

*小久保 太凱[1]、*塚田 惟人[1]、*中田 宙希[1]、*中田 光軌[1]、*藤田 光[1] (1.逗子開成高等学校)

[O03-P49] 暑くて寒い鳩山の謎

*山本 鷹平[1]、*吉村 友輔[1]、*町田 敦秀[1]、*篠田 将太郎[1] (1.埼玉県立熊谷高等学校)

[O03-P50] クレーターを数えてみえてきた土星衛星ディオネの歴史 新考察

*石橋 志悠[1]、*河野 恭大[1]、*竹田 好汰[1] (1.大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎)

[O03-P51] 大阪の天気に合う観天望気とは

*島田 遼人[1]、*朝日 奈桜[1]、*山本 晶貴[1] (1.大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎)

[O03-P52] 火山下を通る地震波への影響

*林田 天[1]、*米田 光希[1]、*山本 美薫[1] (1.大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎)

[O03-P53] クレーターに伴うレイの構造の解明

*鈴木 万結子[1]、*岡田 美鈴[1]、金澤 涼夏[1]、*奥出 凪津子[1]、*澤井 美緒[1]、*南 芽依花[1] (1.大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎)

[O03-P54] 塩害土壌を改良する

瀬﨑 花音[1]、上野 珠季[1]、*北西 愛[1] (1.大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎)

[O03-P55] 月光発電量の予測と実測　ー「日進月歩くん」の開発ー

*石本 貴昭[1]、*鈴木 涼太[1]、*佐藤 弘一[1]、*米村 優輝[1]、*山元 源[1]、*雨宮 達也[1]、*雨宮 進也[1] (1.中央大学附属中学校・高等学校)

[O03-P56] ハマサンゴ骨格とキクメイシ骨格のろ過能力の検証　～化石サンゴ骨格のろ過材としての資源利用を目指して～

*石坂 悠希[1] (1.中央大学附属高等学校)

[O03-P57] 部分日食の食分と日射量、照度の関係

*山本 智士[1] (1.本郷高等学校)

[O03-P58] 月の公転はケプラーの第二法則でどこまで説明できるか

*内田 佳那[1]、*古畑 羽瑠樹[1]、*服部 斗碧[1]、浅野 修平[1]、臼井 万美子[1] (1.岐阜県立岐山高等学校)

[O03-P59] 岐阜県関市津保川にみられる露頭の形成年代と形成環境

*山田 佑哉[1]、*大野 啓介[1] (1.岐阜県立岐山高等学校)

[O03-P60] 2017年12月11日茨城県沖で発生した巨大ジェットの発光の時間変化と過去の同現象との比較

*山下 直也[1]、*平野 慎[1]、*松山 隼[1]、*大窪 佑弥[1] (1.静岡県立磐田南高等学校)

[O03-P61] **静岡市清水区の海長寺のボーリングコアに基づく後期完新世の環境変化の復元**

*伊奈 朋弥[1]、*鈴木 大介[1]、*蔦原 敬登[1] (1.静岡県立磐田南高等学校)

[O03-P62] ドローンを用いた遠州灘鮫島海岸の三次元モデルの生成と海岸線の検出

*髙木 瑛登[1] (1.静岡県立磐田南高等学校)

[O03-P63] 茨城県会瀬海岸で見られた3年間の海浜地形変動とその要因について

*高土 海都[1]、*島野 航輔[1]、*酒地 晴登[1]、*徳田 芙優[1]、*永山 俊輔[1]、*根本 浩希[1]、*村上 翔渉[1]、*三森 優希[1]、*和田 寧志[1]、小川 健巳[1]、吉田 衣里[1] (1.茨城県立日立第一高等学校)

[O03-P64] 平尾台 広谷湿原 土壌硬度と水の起源を探る＋ラムサール条約

廣田 毬子[1]、*伊東 勇人[1]、*安部 夏生[1] (1.東筑紫学園高等学校)

[O03-P65] **琵琶湖の外来種植物プランクトン『ミクラステリアス・ハーディ』の生態学的特性：水温依存性についての予察的研究**

*川井 彩音[1]、熊谷 道夫[2] (1.滋賀県立石山高等学校、2.認定ＮＰＯ法人びわ湖トラスト)

[O03-P66] 変わる地球環境～止まる？琵琶湖の全循環～

*宗 陽向[1]、熊谷 道夫[2] (1.滋賀県立膳所高等学校、2.認定ＮＰＯ法人びわ湖トラスト)

[O03-P67] 北へ移動した環流の謎を解き明かせ！

*辻 雅基[1]、熊谷 道夫[2] (1.滋賀県立膳所高等学校、2.認定ＮＰＯ法人びわ湖トラスト)

[O03-P68] ISSの色変化から探る大気の性質

黒岩 寛明[1]、*石村 大樹[1]、*黒鏑 七海[1]、*滝澤 しずく[1]、*山本 友佳[1] (1.長野県飯山高等学校)

[O03-P69] 重力を変数として毛細管現象を再検討する　第2報

*橋本 晃志[1]、*小野 晴香[1]、*仲井間 陸[1]、*松田 孟男[1]、*澤崎 祥江[1]、*山下 飛子[1]、*若林 健流[1] (1.大阪府立大手前高等学校　定時制の課程)

[O03-P70] 兜山の地質

*仲澤 愛美[1]、*奥山 雅大[1]、飯島 大[1]、森屋 遥大[1]、渡辺 彩人[1] (1.山梨県立日川高等学校)

[O03-P71] 三陸ジオパーク北部エリアの検討とジオの魅力を高め変動帯をわかりやすく伝える「ジオ紙しばい」の提案

*安原 景星[1]、*加藤 花奈[1]、*権代 瑞歩[1]、*大久保 亜利沙[1]、*川崎 遼人[1]、*川端 真衣[1]、*吉田 聖矢[1]、*木村 ひとみ[1] (1.マリエント「ちきゅう」たんけんクラブ・シニア)

[O03-P72] 福井地震断層の探究Ⅶ

*永田 修康[1]、*吉澤 卓馬[1]、梅田 慎太郎[1]、大東 怜司[1]、田嶋 真寛[1]、久保田 琉仁[1] (1.福井県立藤島高等学校)

[O03-P73] 伊豆大島野増層における火山砕屑物の堆積環境と噴火口の位置の推定

*會田 幸樹[1] (1.武蔵高等学校中学校)

[O03-P74] なぜ附属高校大グラウンドの水はけは悪いのか

*伊東 了宇[1]、*青島 秀多[1]、*水谷 友哉[1]、*石井 大智[1]、齋藤 洋輔[1] (1.東京学芸大学附属高等学校)

[O03-P75] ふたご群流星の分光観測～ビデオカメラと回折格子による観測～

高村 裕三朗[1]、*林 萌百桜[1]、山岸 萌夏[1]、延時 慶祐[1]、武馬 由奈[1]、安福 芙由乃[1] (1.愛知県立一宮高校)

[O03-P76] 火星の極冠におけるダストストームの観測について

高村 裕三朗[1]、*早川 莉乃[1]、大橋 壮真[1]、栗木 優菜[1] (1.愛知県立一宮高校)

[O03-P77] (51)ネマウサの形状～恒星食・測光観測から～

*廣沢 大河[1]、岡田 卓[1]、鈴木 智貴[1]、柴山 智浩[1] (1.愛知県立一宮高校)

[O03-P78] スプライトを発生させた雷放電の特徴

小島 和樹[1]、井内 七海[1]、*中筋 美沙[1]、*中濵 庸充[1] (1.香川県立三本松高等学校)

[O03-P79] スプライトとエルブスの謎に迫る

*西原 歩夢[1]、*川村 翔吾[1]、*岡 英寿[1]、入木 大地[1]、中尾 俊介[1] (1.高知県立高知小津高等学校)

[O03-P80] 日本海における海流・海水温とダイオウイカの移動の関係
-深海生物の生息分布予想に向けて-

*小池 悠佳[1] (1.広尾学園高等学校)

「弘前藩庁日記」からみた江戸時代の青森の飢饉の要因
Factors of the famine of Aomori in the Edo era viewed from the Hirosaki domain diarty

*坂元 真舟[1]、*鎌田 瑞葉[1]、*野口 愛天[1]
*Masyu Sakamoto[1], *Mizuha Kamata[1], *Aten Noguchi[1]

1. 池田学園池田高等学校
1. Ikedagakuen Ikeda Senior High School

「弘前藩庁日記」からみた江戸時代の飢饉の要因

研究の動機

古文書の日付に添えられた天気に着目をして、一昨々年から江戸時代に記された４つの古文書を使って気象の分析をしてきました。

今年は「弘前藩庁日記」を分析しました。「弘前藩庁日記」は、今の青森県にあった弘前藩が書き残した毎日の日記で、1661年から1868年までの日本で最古の公的な記録です。

研究の目的

過年度に調べた古文書のデータと合わせて、データベースを作ります。

江戸時代の飢饉を起こした原因を探ります。

研究の方法

天気は現代の気象庁の判断に近づけて、雪>雨>曇>晴れと分類しました。ただし、24時間のうち、9割以上曇っていれば「曇り」、9割(21.6時間)未満であれば「晴れ」と、雲量を時間に換算して判断しました。

天気以外の気象情報「雷」、「風」、「冷・涼」などの言葉も数えました。取得したデータは164年間で、58,781日でした。

データ①

1701年から1864年までの晴れと雨の出現率をみると、宝暦の飢饉の期間の晴れの出現率が急激に下がります。東北地方に冷害が発生した飢饉だと言われます。

天保の飢饉の原因は大雨、洪水と、それに伴う冷夏だったと言われます。グラフのように雨の出現率が高く、日照時間が低下し飢饉につながったと考えられます。

雪の出現率は1768年が最低で9.3%、最高は1706年の29.9%です。1706年には浅間山が噴火しています。

他の古文書との比較はデータ①-2のとおりでした。

データ②

1701年から1864年までの年間の雷の記録を調べました。

1787年は天明の飢饉の年でデータ④からみても「やませ」の影響が見られることから、日本海低気圧とオホーツク海高気圧の影響が強かった年だと考えられます。

データ③

雷の季節ごとの割合を見ると、晴れの出現率が高い30年間の夏に「熱雷」が発生しています。

天保の飢饉の30年は冬の雷の比率が高いので、シベリア寒気が優勢で冷たい空気が流れ込み雷が発生したと考えられます。

データ④

天明の飢饉のあった1776年から1789年の間に東よりの風、つまり、「やませ」と考えられる風の日数が多いです。「やませ」とは主に東北地方の太平洋側で春から6月～8月の夏に吹く冷たく湿った東よりの風のことです。

データ⑤

弘前藩庁日記の６月から８月の夏の間の「冷たい」「涼しい」という記録を調べました。「冷」または「涼」と記されているのは1701年から1864年までの夏に459日ありました。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

1782年から1785年の間と1833年から1839年まで続いた天保の飢饉の期間に「冷たい」「涼しい」と書かれた日数が多いです。「寒い」という言葉は記録にありませんでした。

天保の飢饉の原因は大雨、洪水と、それに伴う冷夏だったと言われ、グラフのように夏季の「冷たい」という記録が多く、冷夏を裏づけます。

考察

(1)享保の飢饉は西日本におけるウンカの発生と長雨であったと言われますが、青森ではこの影響が見られず、晴れの出現率は高いです。

しかし、データ①から、宝暦の飢饉の期間だけは晴れの出現率が低下し、飢饉が発生したと考えられます。

(2)データ②・④より、天明の飢饉の背景にはオホーツク海気団の影響で「やませ」が吹き、雷の発生数からみて寒冷前線が頻繁に通過した年でした。

(3)データ①・③より、天保の飢饉の期間を含む30年が、雨の出現率が一番高く気温の低い時期だったと考えられます。特に冬はシベリア気団の影響を受けました。

まとめ

(1)享保の飢饉は西日本を中心とする飢饉だと言われ、３０年間の晴れの出現率が高いことから、青森の気象の変動は少なかったと考えられます。

(2)晴れの出現率が高い中で、宝暦の飢饉の５年間は日照時間の低下に加え、雷が多発していることから、上空に寒気が流入して、不安定な大気の日が多くなり飢饉につながりました。

(3)天明の飢饉を含む期間はオホーツク海高気圧が発達して　「やませ」が発生し、夏季の気温が上がらなかったことが飢饉の原因だったと考えられます。

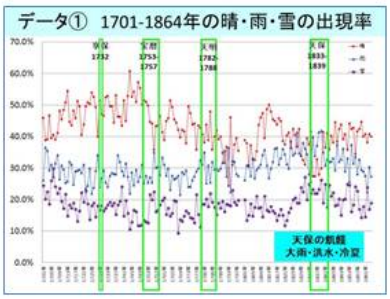
(4)天保の飢饉を含む期間３０年の雨の出現率が晴れの出現率を超えている。日照時間の低下で、気温も下がったことが飢饉を招きました。

今後の課題

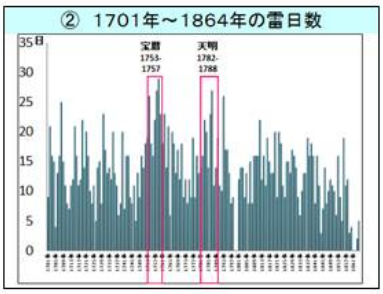
江戸時代の古文書、「盛岡藩家老席日記雑書」(岩手県)をデータ化して、東北地方の気象変動を調べ、今回の分析を裏づけます。

キーワード：弘前藩庁日記、飢饉、やませ
Keywords: The Hirosaki domain diarty, famine, yamase

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



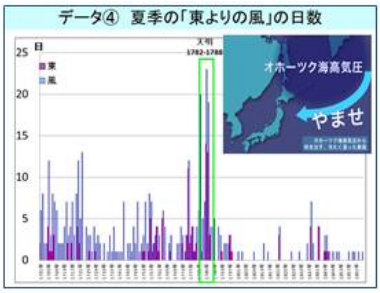


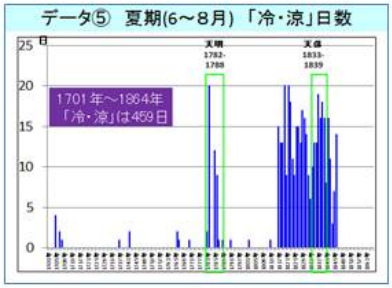


データ③　雷の季節ごとの割合と回数

	春	夏	秋	冬	合計	
1701～1726	17.5%	38.7%	34.1%	9.7%	349	
1727～1756	14.5%	42.4%	34.2%	8.9%	415	晴れ 熱雷
1757～1786	11.7%	41.4%	37.6%	9.3%	497	
1787～1816	21.6%	41.4%	40.2%	6.9%	403	オホーツク海気団
1817～1846	14.6%	36.5%	41.1%	15.4%	397	シベリア寒気
1847～1867	18.9%	37.1%	35.0%	9.1%	143	

宝暦 飢饉　天明 飢饉　天保 飢饉





©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北アルプス周辺での雲の観測と地表風の解析により明らかになった山岳域での夕立への海風や谷風の重要性

Visual monitoring and surface wind analyzing clarified the importance of sea and valley wind in causing sudden shower in mountain basin

*上条 藍悠[1]
*Aihisa Kamijo[1]

1. 長野県松本深志高等学校　地学会
1. Geoscience Club, Matsumoto Fukashi Senior High School

松本盆地は中部山岳地帯内の盆地で，その西側には北アルプスがある．私は中学生の時，東西方向に延びる積乱雲の列が盆地南部で発生し，夕立をもたらしながら北上していく現象を体験した．その後も，この盆地では夏季，このような現象が時折起こった．また，晴れた日には山脈の尾根線上に対流雲がよく発達している様子も確認できた．高校生になってこの様子をタイムラプスカメラを撮影してみたところ，これらのことには松本盆地周辺の山地により起こされていると思われる熱的循環が関わっているのではないかと思われたため，松本盆地での夕立と地上風の関係を，タイムラプスカメラによる55日間の雲の観測，8年分のAMeDAS風データにクラスタリングを行うことで得た北アルプス周辺風パターンを用いた北アルプス周辺の地表風の解析，実際に山小屋に滞在することによる尾根線上での大気の安定度の日変化の調査，及び個々の事例についてのAMeDASやレーダーデータの解析によって調べた．

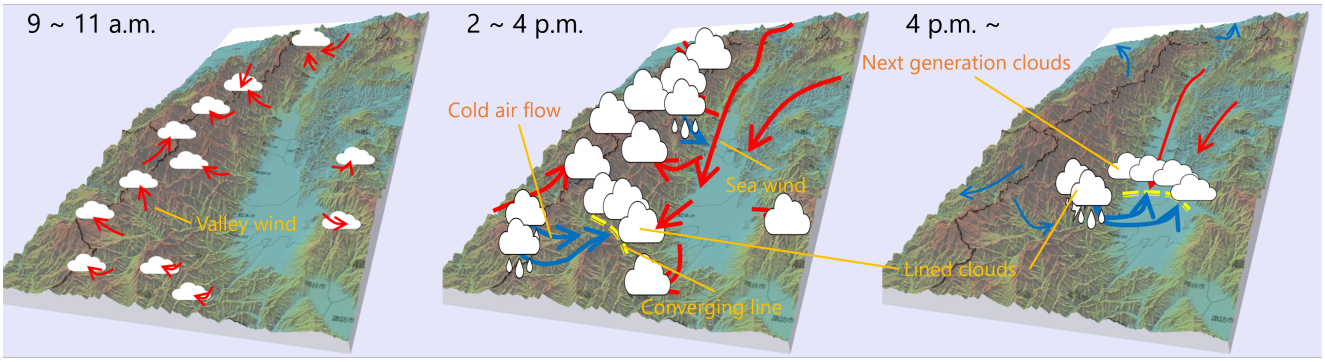
この研究で，日の出後，時間が経過するとともに北アルプス周辺では谷風及び海風が発達し，山脈では斜面滑昇流とそれに伴う積雲が発達することが分かった．また，それらの風には，水蒸気を尾根へと運び，尾根での大気の安定度を大きく下げる効果があることが分かった．さらに，尾根線上で発達した積乱雲が尾根での降水と共にもたらす冷気流が，盆地南西部につながる大きな谷を通して集まり，その時間まで吹いていた谷風と収束を起こすことで，その谷と盆地の境界付近で積乱雲の列が発生する場合がある．その雲列も同様に冷気流を吹き出すことにより，谷風の吹いてくる北東で収束を起こし新たな雲列を発生させることで降水域は盆地南西部へ移動し，盆地に出たのちは，海風が吹いてくる方向である北に，降水セルの世代交代を行いながら移動していくことも分かった．

この，積乱雲の列が移動していく現象は松本盆地特有のものではなく，周囲を山に囲まれた盆地において海風が入ってくる条件さえ整えば発生すると考えられる．実際に，ASOSやGOESによるデータでも，雨季のアメリカ合衆国アリゾナ州フェニックス周辺においてこの現象があることを確認できた．

このことから，山岳盆地の夕立の発生において，山脈とそれに伴う谷風，海風は主要な役割を果たしていることが分かった．

キーワード：夕立、山岳、海風
Keywords: sudden shower, mountains, sea wind

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



A) Development of valley wind and Formation of clouds on the mountain ridges

B) Blowing of sea wind into Matsumoto basin and Beginning of sudden shower on the ridge

C) Cold air flow by lined shower clouds and sea wind cause new lined clouds.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

新舞子浜における海岸侵食の影響
The effect of coastal erosion on Shinmaikohama Beach

*吉田 悠人[1]、*小野田 樹[1]、*齋藤 彩香[1]、*鈴木 一生[1]、*小宮 悠斗[1]、*佐々木 駿公[1]、*馬場 大輔[1]
*Yuuto Yoshida[1], *Izuki Onoda[1], *Ayaka Saitou[1], *Issei Suzuki[1], *Haruto Komiya[1], *Toshiki Sasaki[1], *Daisuke Baba[1]

1. 福島県立磐城高等学校
1. Fukushima Prefectural Iwaki High school

福島県にある新舞子浜海岸では海岸が侵食されていることが小林昭男氏の論文により、報告されている。そこで、私達は砂浜の一定の地点間の標高差を観測することによって新舞子浜海岸の現状の把握をし、解決策の発見をするためにこの研究を行った。昨年10月より、コンクリート造りの構造物を固定点として海に向かって東方向・北東方向に水準測量を行った結果、消波ブロックのある東側よりも消波ブロックのない北東方向の侵食が大きいことが分かった。また、大潮の後に観測した場合も侵食の影響が大きいことが分かった。

キーワード：海岸侵食
Keywords: Coastal erosion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

墓石地震学による考察
Consideration by Grave seismology

*梶 結翔[1]、小林 虹介[1]、石田 要[1]、鈴木 康浩[1]、上原 響一朗[1]
*Yuito Kaji[1], Kosuke Kobayashi[1], Kaname Ishida[1], Yasuhiro Suzuki[1], Kyoichiro Uehara[1]

1. 長野県屋代高等学校
1. Yashiro High School

墓石地震学とは地震の揺れによって倒壊した墓石の倒壊率・方向のデータから各種の考察を組み立てる学問である。私たちはそれを用いることで、大地震が起きた地点の地質に迫れるのではないか、と考え調査を開始した。具体的には二つの大震災、大阪北部地震と北海道胆振東部地震である。そして、私たちはフィールドワークを通して幾つかの考察に至った。現在の災害に対する扱い方の問題点、地域ごとの被災状況の差と地質の関係性、そして過去の事例・善光寺地震から見る故郷の地の特性。過去から何を学び、現在がどのようで、未来にどうしていくべきか。それらを考察したものが私たちの研究『墓石地震学による考察』である。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Ｙｏｓｅｍｉｔｅ Ｖａｌｌｅｙの河川中の金属イオン濃度の分析と日本の河川との比較

Analysis of metal ion concentration in the rivers of Yosemite Valley and comparison with Japanese rivers

*石田 要[1]、原田 能亜[1]、近藤 理彦[1]
*Kaname Ishida[1], Noa Harada[1], Michihiko Kondo[1]

1. 長野県屋代高等学校
1. Yashiro High School

ＳＳＨ事業として本校では２０１１年から実施している米国海外研修でカリフォルニア州にあるＹｏｓｅｍｉｔｅ国立公園を例年研修場所の一つとしており、Ｙｏｓｅｍｉｔｅ国立公園を流れるＭｅｒｃｅｄ川を中心とする河川数カ所で水を採取し、水中の金属イオン濃度の分析を行っている。今年度も水を採取して信州大学工学部環境機械工学科にご協力いただきＩＣＰ発行分光分析法によって数種類の金属イオン濃度を計測した。私たちは昨年の研究を引き継ぎ河川長と金属イオン濃度の相関を調べ、またさらにＹｏｓｅｍｉｔｅ国立公園の水と日本の河川の水に含まれている金属イオンの比較を行った。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

1600万年前にあった津山海はなぜ消滅したのか～津山市皿川に見られる玄武岩岩脈の古地磁気測定による考察～

Magnetic measurement of basalt dikes in the Sara river of Tsuyama

*間所 颯[1]、*江見 裕太[1]、*俣野 翔太[1]、*鷲田 尚行[1]
*Hayate Madokoro[1], *Yuta Emi[1], *Syota Matano[1], *Naoyuki Washida[1]

1. 岡山県立津山高等学校
1. Okayama prefectural Tsuyama High School

先行研究より，日本海が形成される約1600万年前～700万年前の津山は現在より暖かく亜熱帯のような環境の多島海であったことが示唆されているが，津山の海が消滅した要因や年代については詳細に解明されていない。そこで，私たちは津山市皿川に見られる南北走向の玄武岩岩脈の古地磁気を自作の無定位磁力計を用いて測定した。その結果，古地磁気が現在の磁北とほぼ一致したことから，南北圧縮により日本海の拡大が弱まり，脊梁山脈の隆起によって津山海が消滅したと考えた。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

堀を組み合わせた防潮堤の検討
The Study of Seawalls Combined with Moats

*青木 寿篤[1]
*Toshiatsu Aoki[1]

1. 横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校
1. Yokohama Science Frontier High School

2011年に起きた東日本大震災の津波の影響によって、約30万戸の建物が被害を受け、約1万6000人の死者を出した。今日、このような津波の被害を食い止めるために通常よりも大きい“巨大防潮堤”の建設が進んでいる。人々の命を守る上ではこの防潮堤はとても重要な役割を果たすが、とても高い防潮堤を建設することによって、景観が阻害され、観光業を財源としている自治体にとっては大きなダメージを負ってしまう。この2つの問題を解決するために、私の研究は「高さを変えずに従来の防潮堤での強化」するため、「堀」を防潮堤に組み合わせることを考えた。堀というアイデアは、宮城県の被災地を訪れた際、被災された方から「元々の波は高かったけれども、目の前に川があったおかげで波の威力が弱まった」という話を聞き、そこで私は、「川のようなものを防潮堤の後ろに取り付ければ、波の威力を軽減できるかもしれない」と考えた。

水槽（約1.2m）と発泡スチロールでモデルを作り模擬的に波を発生させ、波の高さと到達距離を測定し、堀の奥行きを対照区として実験を行った。波の高さを定量化し、再現性を高めるために、波の起こすための水量を一定化させ、実験を行った。

はじめに、どの程度の奥行が効果的であるのかを調査するために、奥行を3段階（0，5，10，15cm）にわけそれぞれ5回ずつ波の高さと到達の有無（波が水槽の端に届いた回数）を計測した。結果、どの程度の奥行が効果的であるかは不明であったが、堀がない場合よりも堀がある場合のほうが波の到達距離を軽減できることが分かった。

次に、データ数の増加を図り堀の奥行を5cmに絞って48回実験を行った。今度は、到達距離を数値化しより細かくデータを採取した。その結果を用いて散布図（横軸が波の高さ、縦軸が到達距離）を作成し、近似直線を描いた（ｙ=1.9592x-33.27 相関係数は0.73）。この数式を、実物大に拡張し、防潮堤の高さ5m、堀の奥行2mに固定して計算した。すると、堀がないとき6mの波に対して10m以上到達してしまう（最初の実験の堀無のデータを用いた）に対し、堀があると10mの波が押し寄せたとしても、5.3mの到達距離で済むという結果が得られた。

しかしながらこの実験にはいくつかの問題点があり、1つ目は津波本来の波長は数㎞から数百㎞に対し、研究装置が2mに満たないためこの結果が津波に対して有効であるかは疑問が残る。さらに、この実験には変数がとても多い（堤防の傾斜、高さ、堀の奥行、深さ、波の高さなど）ので条件を変えた時の変化は予想が難しい

今後の展望として、この実験をパソコン内で再現し、より多くの条件のもとでシミュレーションを行うことを考えている。

キーワード：地震、津波、防潮堤
Keywords: Earthquake, Tsunami, Seawall

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南海トラフ沈み込み帯遷移領域における地震モーメント解放率の時間変化と2011年東北地方太平洋沖地震の関係
Relationship between the seismic moment release rate in the Nankai subduction zone and the 2011 Tohoku earthquake

*河野 葉子[1]
*Yoko Kono[1]

1. 横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校
1. Yokohama Science Frontier High School

2011年東北地方太平洋沖地震（M9.0）は日本列島全体に大きな地殻変動を与え、各地の地震活動に大きな影響を与えている。本研究では、巨大地震の発生が想定される南海トラフのプレート境界遷移領域でのすべりに対して東北地方太平洋沖地震が及ぼす影響について調査した。

紀伊北部・中部・南部、四国東部・中部・西部の６地域において、東北地方太平洋沖地震前後におけるプレート境界遷移領域での地震モーメント解放率の変化を解析した。本研究に使用したデータは、2002年4月から2013年7月まで[Daiku et al.2018]および2013年8月から2017年2月まで[中本他，2018]の期間のうち長期的スロースリップイベント未発生時の深部低周波微動の大きさのデータである。深部低周波微動の大きさから地震モーメントへの換算には、[Daiku et al.2018]で報告されている換算率を用いる。東北地震太平洋沖地震前後の期間を対象として、ノンパラメトリックブートストラップ法を用いて、地震モーメント解放率の平均値や95%信頼区域を推定した。なお、東海地方は長期的スロースリップによる影響を受けている期間が長いため除外した。

東北地方太平洋沖地震前後におけるプレート境界遷移領域での地震モーメント解放率の平均値は、紀伊北部と四国西部では変化が無かった。四国東部・中部では地震後に平均値が大きく、紀伊南部では地震後に小さくなるものの有意な差ではなかった。紀伊中部では地震後に有意に平均値が小さくなった。さらに東北地方太平洋沖地震前の期間について調べたところ、紀伊中部・南部では平均値の有意な減少が認められた。

上記の結果より、東北地方太平洋沖地震前後における南海トラフのプレート境界遷移領域での地震モーメント解放率は紀伊中部を除いて有意な変化が無いことが分かる。紀伊中部においては東北地方太平洋沖地震前の期間でも東北地方太平洋沖地震前後と同様の変化が認められることから、東北地方太平洋沖地震前後の変化は東北地方太平洋沖地震とは関連していない可能性が高い。したがって、東北地方太平洋沖地震は地震モーメント解放率の変化を与えるような影響は及ぼさなかったと結論できる。これは、東北地方太平洋沖地震による応力変化が南海トラフにおいては地震発生に影響を及ぼすほど大きくないことを示した[Toda et al. 2013]の結果と整合的である。紀伊中部および東北地方太平洋沖地震前に紀伊南部に見られた地震モーメント解放率の有意な減少は、遷移領域での摩擦状態の変化を反映している可能性がある。

キーワード：地震、深部低周波微動
Keywords: Earthquake, Deep low-frequency tremors

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

自作ピンホール式プラネタリウム投影機の自動化
Automation of the self-made pinhole type planetarium projector

*菅野 雅彌[1]、*小森 朝陽[1]、*中村 温士[1]、牧山 雅乃[1]、*浅尾 宗洋[1]、*掛上 凌[1]、清水 晶加[1]、川本 朋佳[1]

*Masami Kanno[1], *Asahi Komori[1], *Haruhito Nakamura[1], Kano Makiyama[1], *Munehiro Asao[1], *Ryo Kakegami[1], Akika Shimizu[1], Tomoka Kawamoto[1]

1. 横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校
1. Yokohama Science Frontier High School

本校天文部の星作班では、文化祭や地域向けの天文教室でプラネタリウムの投影を行っており、多くの好評を得ている。しかし、投影機を手動で回すため、季節や時間帯を変化させて多様な投影を行うことが困難であるという問題がある。そこで、投影の多様化を目的として、市販で入手可能な材料を用いて投影機を自動で回転させることを目指した。

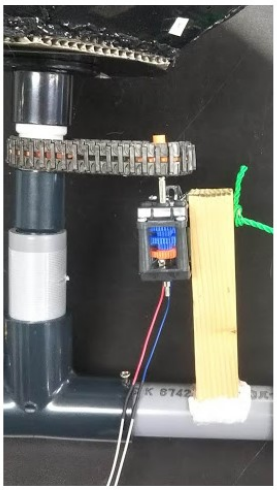
まず、投影機を自動で回転させるにあたって、どれくらいの速度で一回転させるかをきめた。指標として、天文部星作班員が不快に思わない速度で、手動で投影機を一回転させた。その結果を平均して、28.7sを目標時間とした。次に投影機を自動化するための機構を議論した。キャタピラが動く様子から着想を得て、モータを動力としたギヤボックスとベルトを用いて投影機を回転させることにした。目標時間で投影機を回転させるために、ギヤボックスのギヤ比を変え、それぞれのギヤ比における時間を計測した。ギヤ比を変えることで、回転数、回転トルクが変わるため、ギヤボックスの動力が変化し、投影機の回転速度が変わると考えたからである。その結果、今回使用したギヤボックスでは、回転数が一番小さくなるギヤ比1300.9:1で8.5sとなった。この時間は他のギヤ比で計測した時間の中で最も長かった。しかし、目標時間とした28.7sには及ばなかった。そこで、ギヤ比1300.9:1でかける電圧を3Vから1.5Vにすることで、回転時間が8.5sから倍の約17sになると考えた。結果、投影機は回転せず、目標時間に及ばなかった。

これはモータの適正電圧が３Vであったため、1.5Vではうまく動作しなかったのではないかと考えられる。

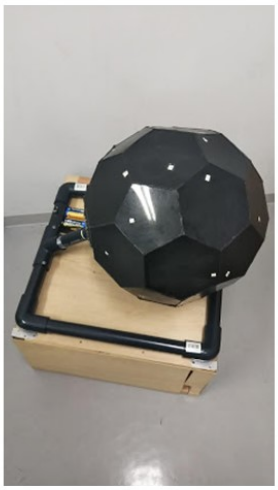
今後の展望として、ベルトの弛みの改善、モータの駆動音の対策、回転速度を減少させる方法の議論が挙げられる。

キーワード：プラネタリウム
Keywords: Planetarium

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.







©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地球照のスペクトルを用いたブルーシフトの捕捉-宇宙から眺める地球の大地

Capturing Blue-shift of Red Edge using the Spectrum of Earthshine -The Earth seen from the space-

*伊藤 乃愛[1]、*吉野 礼珠[1]
*Noa Itou[1], *Ayami Yoshino[1]

1. 横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校
1. Yokohama Science Frontier High School

本研究は、地球照のスペクトルを通してブルーシフトを観測することにより、地球の鉱化帯などの地化学的異常を地上から察知することを目的としている。

地球照とは、太陽光が地球で反射し、その光が月の暗い部分を照らす現象のことである。また、植物の反射スペクトルにおける赤色波長の反射率の急激な増加のことをレッドエッジといい、植物がストレスを感じることによりレッドエッジが青色波長側にシフトすることをブルーシフトという。ストレスとは、具体的には水ストレスや地化学ストレスのことである。本研究は、水ストレスと地化学ストレスの中でも金属ストレスに着目した。水ストレスとは、植物が干ばつ状態に置かれることで感じるストレスである。金属ストレスとは、植物が重金属塩の濃集域で育つことにより感じるストレスである。

大陸部分で反射した地球照のスペクトルには、植物の反射光が含まれる。そのため、地球照のスペクトルを用いてレッドエッジの検出が可能となる。本研究では、ブルーシフトも地球照を通して観測できると考えた。

本校屋上に設置されている口径30cmの望遠鏡に冷却CCDカメラと分光器をとりつけ、30秒露光した地球照のスペクトル(30秒を5枚) 取得した。観測は、2018年11月14日、2019年1月10、11日の3日間行った。その後、取得した画像を「すばる画像処理ソフトMakali‘i」で加算平均し、「Excel」を用いてグラフ化した。

結果は、レッドエッジと見られる反射率の増加を捉えることができたが、ブルーシフトについては不明瞭であった。

今回観測を行った3日間とも、地球照に反射する地球の地域はほとんど変わらなかったため、明らかなシフトが起こらないという結果は妥当であると考える。

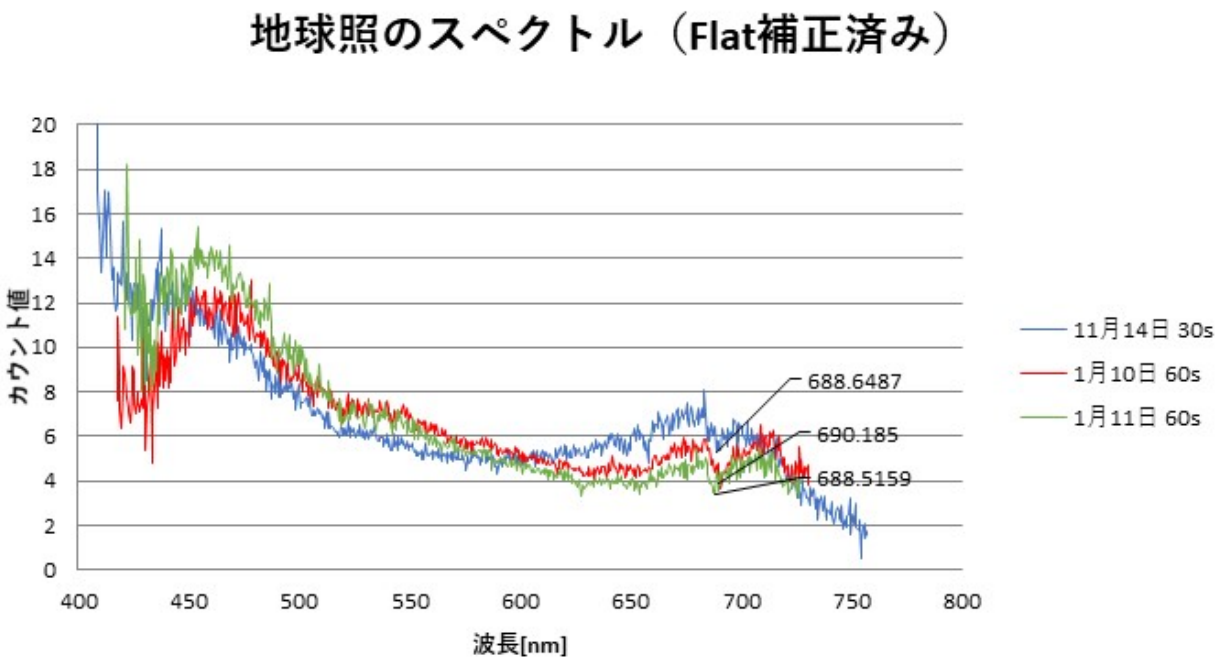
かいわれ大根を用いて、実際の植物におけるブルーシフトの観測を行った。水で育てた植物、重金属塩の溶液（硫酸銅、硫酸鉄）で育てた植物、水ストレスを与えて育てた植物を用意し、それぞれの反射スペクトルを取得した。

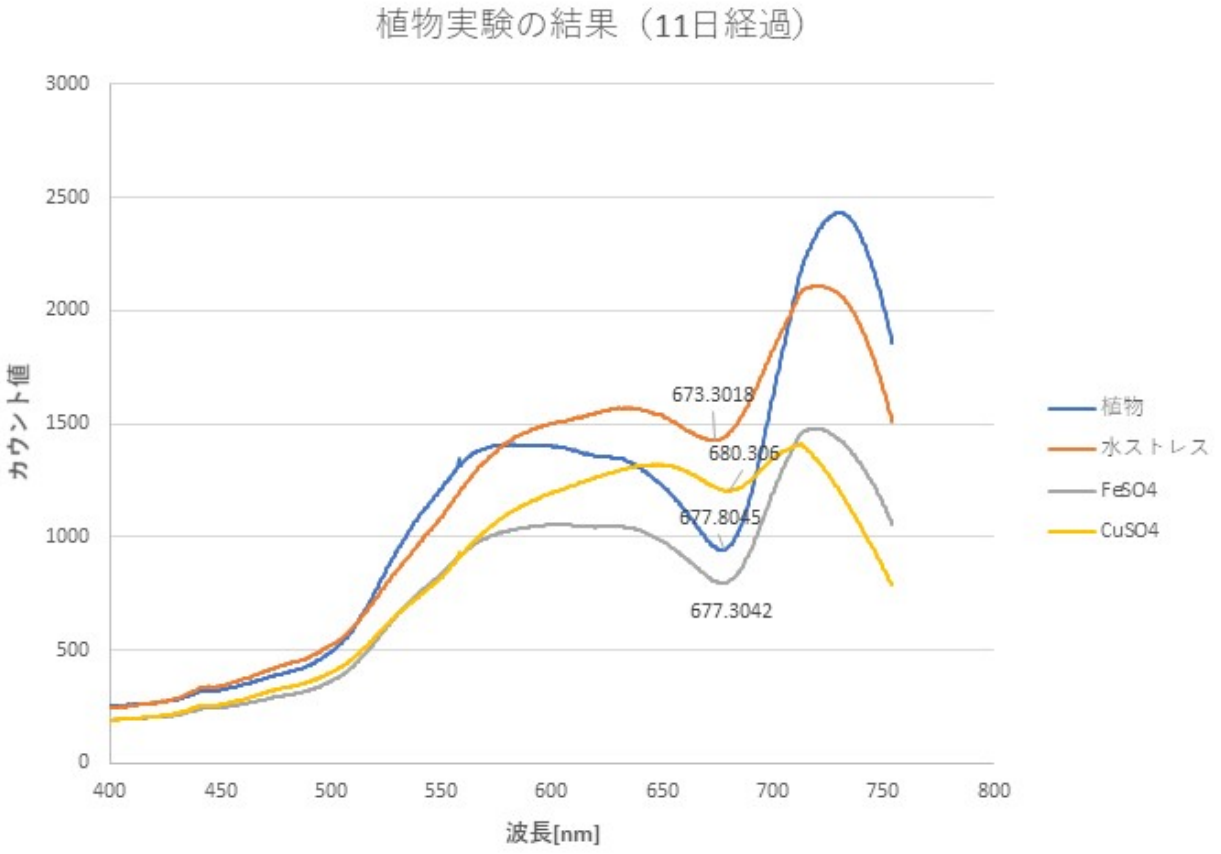
結果は、水ストレスを与えて育てた植物において、ブルーシフトが見られた。しかし、重金属塩で育てた植物においては、有意な差は見られなかった。

より正確なレッドエッジおよびブルーシフトの観測のために、海洋を反射する地球照の観測、月のスペクトルで除算を行うといった操作が必要となる。

キーワード：地球照、スペクトル、レッドエッジ、ブルーシフト
Keywords: Earthshine, Spectrum, Red Edge, Blue-shift

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.





©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

雷雲発生の観測
Observation of Thundercloud

*増田 歩音[1]
*Ayune Masuda[1]

1. 横浜サイエンスフロンティア高等学校
1. Yokohama Science Frontier High School

現在、雷雲を観測する方法は専門の機器を利用して観測されていて、その観測データはインターネットやラジオなどから情報を得ることができる。しかし、それらは利用者がいるところの詳しい情報は知りにくい。そこで、利用者の位置にあった詳しいデータを身近なものを使って得ることができたら、より多くの人が利用でき、落雷事故を未然に防ぐことができるのではないかと考えた。

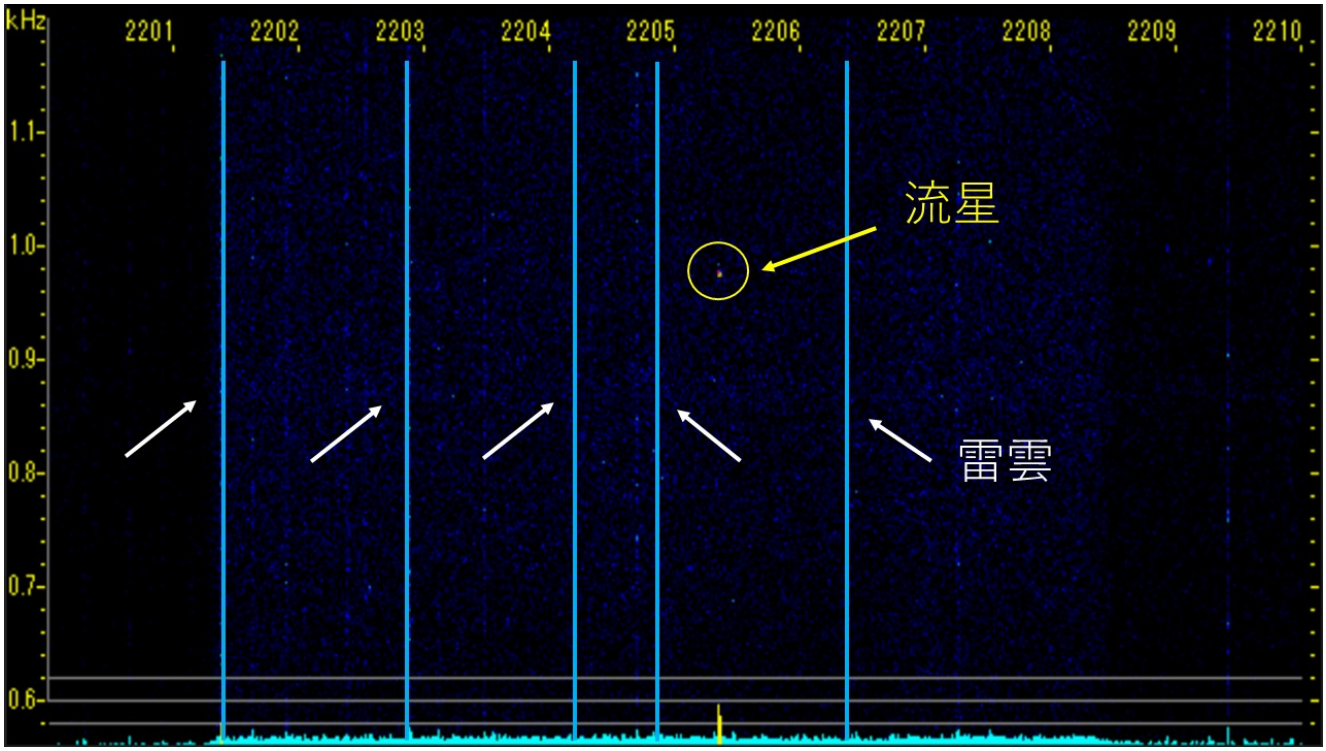
雷雲は、電波を跳ね返すという特性がある。その跳ね返した電波を観測することで雷雲の有無を確認することができると考え、本研究は電波を使用して観測を行った。電波は、多くの人が利用できるアマチュア無線の電波とAMラジオを使用した。電波を受信するだけだと音声しか得ることができず観測することが困難であるため、その音声データを画像化するソフト”HROFFT”を使用した。このソフト上の画像は横軸が時間、縦軸が周波数で送られてきた音声データを点や線であらわしている。例えば、流星の場合は点、飛行機の場合は曲線としてあらわれる。雷の場合は縦に長い一本の線であらわれる。このように画像上の点や線は観測した対象物によって大きく変わるため、雷雲の発生も確認することができる。

アマチュア無線の電波では、本校屋上（横浜市）では雷雲が発生しなかったため観測できなかった。新潟県妙高市での観測は成功し、画像でも確認できた。AMラジオでは、本校屋上で観測を行ったがノイズが多すぎて雷雲を確認することができなかった。

これらの結果から、観測できなかった要因の一つであるノイズは都市部のほうが多く出ることが分かった。このノイズを除去しない限り雷雲の観測は困難であると考えた。そこでノイズを除去する方法として、内的要因のノイズに関しては、受信機に流れている余分な電流を外部に逃がすことで電気信号によるノイズを除去しようと考えている。外的要因のノイズに関しては、受信感度を調整することでノイズをできる限り減らせるのではないかと考えている。そして最終的には周囲の環境に左右されずに雷雲を確認できるようにしようと考えている。

キーワード：雷雲、電波
Keywords: Thundercloud, Electric waves

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

過去からつながる横浜の空
A Historical Review of the Sky in Yokohama 1965 to 2014

*赤井 里佳子[1]
*Rikako akai[1]

1. 横浜サイエンスフロンティア高等学校
1. Yokohama Science Frontier High School

現在、世界各地でたくさんの環境問題対策が講じられているが、それが本当にその土地に合った対策なのかはわからない。例えば、森林減少を食い止めるために木を切るのをやめるという対策を取ったとしても、実際は木を切らないことが木々の腐敗を進めてしまっていることもある。このような対策の逆効果を受けないためには、環境という大きな対象に対しても、小さく区切って考えることが、より効率の良い環境問題対策を各地でするために必要なことなのではないかと思い、この研究を始めた。

研究の対象は、横浜サイエンスフロンティア高校のある横浜である。よって、横浜地方気象台のデータを用いて研究した。

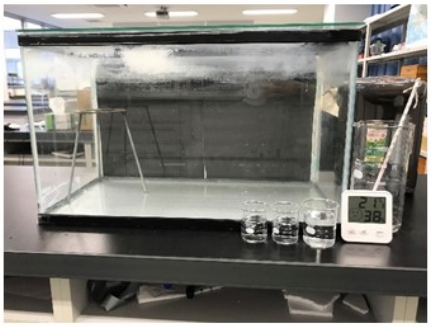
まず、横浜の1965年から2014年までの50年間の気候変動を調べた。横浜地方気象台の気象データや、緑被率のデータ、また気候変動や気象に関する文献を組み合わせて、調査を行った結果、分かったのは以下の4つのことである。1つ目は気温上昇とそれに伴う相対湿度の減少、2つ目は雲量・降水量・雷日数の増加である。これによって積乱雲が増えたと考えられる。3つ目は緑被率の減少（横浜地方気象台のある横浜市中区の緑被率のデータを用いた）、4つ目は霧日数の減少だ。もともと年間20日程あった霧日数が近年約2日となっている。この原因は気温上昇によって地面の温度が上昇したことだと考える。これら4つを総合して考えると、横浜ではヒートアイランド現象が起こっていると考えられる。ヒートアイランド現象は、緑が少なく、地面がコンクリートで覆われた大都市で、周囲よりも気温が高くなる現象のことである。

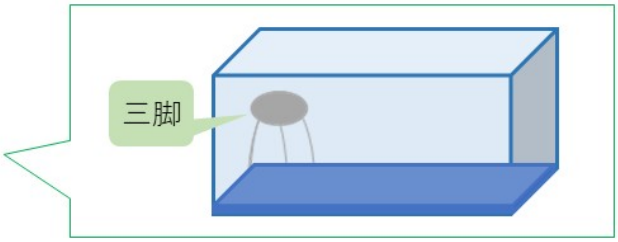
次に、ヒートアイランド現象対策のために、空気を冷やすクールスポットを置くことを考えた。そして、どのように設置すればより効率よく温度を下げられるかを考えるため、実験を行った。その方法は水槽に1.5ℓのお湯を入れ3分間の温度上昇を測るというもので、対照区は3つ設けた。1つ目は水槽にお湯のみを入れた。2つ目は水槽に水道水を入れた50㎖のビーカーを1つずつ両端に置いてからお湯を入れた。3つ目が50㎖のビーカーを2つ並べて中央に置いた。このビーカーは、クールスポットを表現している。この実験の結果、最も温度上昇が小さかったのは2つ目の実験区で、3分間の温度上昇は平均4.9℃だった。次に小さかったのは1つ目の実験区で5.4℃、そして最も温度上昇が大きかったのは3つ目の実験区で5.6℃だった。しかし、ここで疑問に思ったことは、ビーカー内の温度上昇が2つ目の実験区の方が3つ目よりも小さかったことだ。この点については今後考察を深めていきたい。
今後は、今回の実験の疑問点の解消のほかに、クールスポットの明確なイメージを作るための実験を進めたり、実際の地図を使ってどこにクールスポットを置けばいいかを考えたりしていきたい。

キーワード：気候変動、ヒートアイランド現象、対照実験、環境問題対策
Keywords: Climate Change, The Heat Island Phenomenon , Control Experiment, Environmental Measure

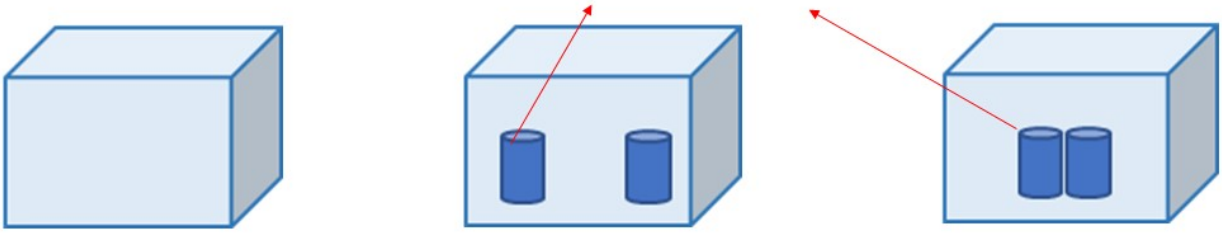
©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

実験のイメージ





クールスポットのモデル



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

家具用免震装置の開発
Seismic isolation system for furniture

*野間 鉄心[1]、*林 春太朗[1]
*Tesshin Noma[1], *Syuntaro Hayashi[1]

1. 栄東高等学校
1. Sakae-Higashi High school

近年、地震対策として、免震装置が注目を集め多用されている。免震装置は高層ビルのような背の高い建物に対して特にその効果を発揮する。それならば、建物と同じように、背の高い家具にも良い効果を発揮するのではないかと考え、この研究を始めることとなった。

寺屋・他(2015)によると、表1で示される２つの本棚には、床材がじゅうたんの場合は0.6Hzと1.0Hzで転倒、フローリングの場合は0.6Hzで加速度が大きくなるという傾向があった。つまり、0.6Hzから1.0Hzが背の高い家具が転倒しやすい周波数であることがわかる。

本研究では、積層ゴム構造という柔らかい素材と硬い素材とを層状に重ねたものを使用した。家具に伝わる揺れのうち、家具が転倒しやすい周波数の揺れを抑えることができれば、家具の転倒を防止できるのではないかと考えた。背の高い家具が転倒しやすい周波数の揺れを抑えることができる、免震装置の素材を見つけることを本研究の目的とする。

表１に示される２種類の免震装置は、今回実験で使ったものである。この免震装置を4つ並べて設置し、その上に背の高い家具の模型を設置した(図1)。

図1の３台のスマートフォンで、アプリ「加速度ロガー」(Naoki Kisara)を用いて加速度を計測した。図1の矢印の方向に実験装置を動かし、記録したデータをそれぞれフーリエ変換し、免震装置を使用していない方に対する、使用している方の揺れの大きさの倍率を示すグラフを作った（図２）。

図2において、ある周波数の倍率が１以上の時は+1、１より小さい時は-1を代入することで、免震装置によって揺れが大きくなったのか、もしくは小さくなったのかをその倍率に限らず、同じ価値として扱った。図3はこの方法でそれぞれ30回ずつ計測し、周波数ごとに代入した値の総和を求めそれをグラフにしたものである。本研究では、これをSS法(Sign Sum)と呼ぶ。

発泡P.Pとアルミの場合、1.0Hzまでのところで相対的に揺れの大きさが小さくなっている。本棚が転倒しやすい周波数はこの中に位置するので、この組み合わせ場合1800mmほどの高さがあるものに対して効果があると言える。

今後は素材の硬度などの観点からより良いものを探していきたい。

引用文献：寺屋充彦・田鍋憲一・尾嵜純,2015,長周期地震動等に伴う室内安全に関する検証（その１）,消防技術安全所報,52

キーワード：地震、免震装置、家具
Keywords: earthquake, seismic isolation system, furniture

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

表 1.家具と免震装置の詳細
Table.1 Details of furniture and seismic isolation system.

	寸法(mm) (幅×奥行き×高さ)	質量(kg)	備考	出典
本棚 1	900×300×1800	32.0	棚板耐荷量 20kg 地板は転倒防止の為 80mm 前方に突出	寺屋・他 (2015)
本棚 2	450×290×1800	18.5	棚板耐荷絵量 10kg	寺屋・他 (2015)
免震装置 1	50×50×25	0.1	2.0mm のゴム＋0.5mm のアルミ	本研究
免震装置 2	50×50×25	0.04	2.0mm の発泡 P.P＋0.5mm のアルミ	本研究

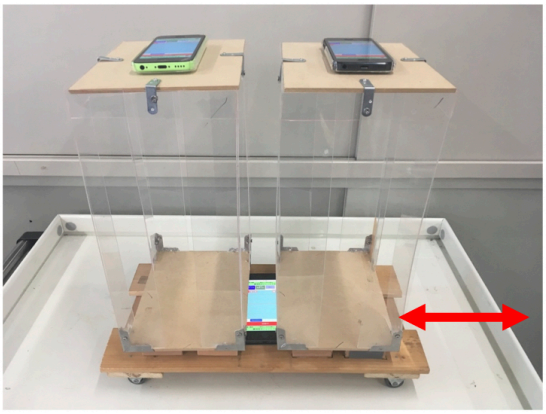


図 1 .家具の模型として作った実験装置
Fig.1 Experimental equipment which was made as models of furniture.

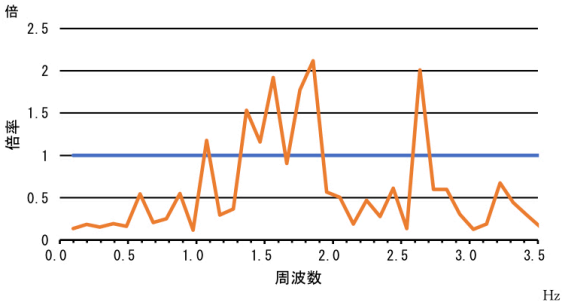


図 2 .免震装置を使用していない方に対する、
使用している方の加速度の倍率のグラフ(例)
Fig.2 Example of graphs of the magnification of the magnitude of the quake.

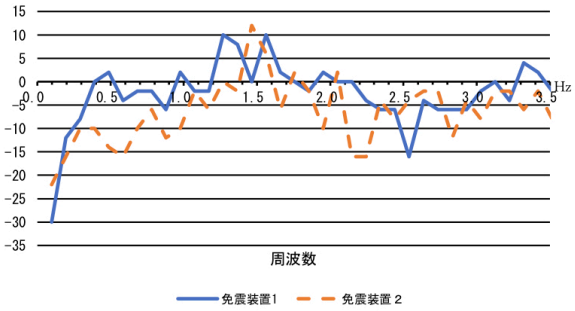


図 3 .SS 法で集計した結果
Fig.3 Graph of counting by SS method.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

校庭の土の活用方法
How to use soil of school

*朝日向 帆々子[1]、老沼 穂香[1]
*Hohoko Asahina[1], Honoka Oinuma[1]

1. 東京都立多摩科学技術高等学校
1. Tokyo Metropolitan Tama High School of Science and Technology

近年、少子化に伴い公立学校の廃校化が進んでいる。平成14年度 から平成27年度にかけて廃校になった公立学校の数は6,811校にものぼる。普段活用されていない施設は約1700校を超える。平均面積10,000㎡を超える広い運動場の土の活用方法を提案することを目的とし研究をはじめた。

研究の前に校庭がどのようにつくられているか本校、多摩科学技術高校の工事資料を確認させていただき断面図を作成した。真砂土塗装という一般的な方法で作られていて、山砂、真砂土、石灰スクリーニングスが使われていた。また砂埃が立つのを防ぐためにに苦汁（塩化カルシウム）がまかれていた。

校庭の土とほかの土の違いを調べるために培養土と畑の土と校庭の土を乾燥させ機器分析を行った。
蛍光X線分析装置
培養土、畑の土からはケイ素、鉄、アルミニウムがバランスよく含まれいた。しかし校庭の土からカルシウムが平均で50%も検出された。これは苦汁や校庭に引く石灰が原因だと考えられる。
電子顕微鏡
電子顕微鏡を用いて植物を育てるのに重要なP、N、Kについて調べた。培養土、畑の土には多く含まれていたが校庭の土にはほとんど見ることができなかった。

校庭の土と培養土の植物の生育実験をおこなった。
小松菜
7月19日にプランターに小松菜の種をまき、8月17日に収穫した。収穫した小松菜（培養土・７株　校庭・１６株）の各器官の長さを測定し、それぞれの平均をグラフにまとめ、比較した。培養土のほうが発芽と成長が早く、校庭の土でも芽は出たが大きくならなかった。全長の平均で21cmの大きに違いができた。

ソルゴー
校庭の端にソルゴーを植えて、収穫した7株の全長の平均をとった。ソルゴーを植ええることで土壌中の有機物が増加し、通気・排水が改善される。根を深く張るため、硬盤を破砕し、畑の透水性、通気性をよくする。槌に残った養分を多く吸収するため、土をクリーニングする働きがある。

本来1m育つ品種だが平均で16cmしか育たなかった。また生育前に校庭を耕したが水遣りをするたびに土が固まってしまった。

強熱減量試験をおこなった。

試料を2mmのふるいにかけて粒をそろえ、るつぼの質量(g)をはかる。試料（校庭の土、畑の土、培養

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

土）をるつぼに入れ、全質量(g)をはかる。るつぼを電気マッフル炉に入れ、徐々に加熱する。強熱停止後、るつぼをデシケータに写しほぼ室温になるまで冷ました後全質量（g）をはかる。恒量になるまで以上を繰り返す。強熱減量の数式で値を出した。

培養土は実験後灰に近い状態になり質量が大きく減った。また強熱減量の値も大きく変わり培養土は50%以上だが、畑の土と校庭の土には20%弱と差が大きく出なかった。

結果①より校庭の土から検出された多くのCaは強風時等の砂埃を抑えるために塩化カルシウムや苦汁等の散布が原因だと考えられる。 Caが多く含まれているため、土壌が強アルカリになり、マンガン、鉄、亜鉛、ホウ素などの吸収が阻害され欠乏症になることが心配される。また結果①、②より植物に必要な
P、N、K、H、O、C、Ca、Mg、Sが校庭の土には少ないことがわかる。 さらに結果③より水やりの後、校庭の土が固まってしまうことから、校庭の土には団粒構造があまりなく保水力が弱いのではないかと考えた。そのため結果④で育てたソルゴー（緑肥）は１ヵ月で1m弱育つ品種なのだが、30cm以上伸びていない。砕石自体にもCaが多く含まれていたので土による影響があるのではないかと考えられる。培養土が大きく燃焼したことから、発揮製物質が多く含まれていたことがわかる。

【参考文献】
土壌分析法 - 農林水産省 廃校施設の実態とその活用状況の把握-文部科学省 土壌環境調査・分析法入門-村田智吉– 2018/8/31
（KS自然科学書ピ-ス）

４．校庭の芝生化を実現する仕組みづくり～米国現地調査から探る～宮地史章子

５．本校グランド工事報告書

キーワード：土、廃校
Keywords: Soil, Abolished School

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

雲と大気と夜間の明るさの関係
Measurement of Cloud Cover at Night by Brightness

*岡野 颯[1]
*Soyoka Okano[1]

1. 東京都立多摩科学技術高等学校
1. Tokyo Metropolitan Tama High School of Science and Technology

背景

天気は私たちの生活に欠かすことができない情報である。現在、天気は雲量を基に決められているが、雲量は目視で測定されているため正確ではない。また、航空業界では夜間のフライトでの安全性を高めるために雲の厚さを知ることが重要である。しかし、夜間の雲の厚さを赤外線で測定しているため、正確性にかけると考えられている。

最近はPM2.5や黄砂、花粉などのエアロゾルによる人への影響も大きく夜間の街の光を利用して大気の状態を詳しく知ることができるのではないかと考えた。

目的

天気予報の信頼性をあげるために、雲量の測定を夜間の街の光を用いて行った。また、夜間の街の光による雲の厚さの測定は夜間のフライトの安全性の向上につながると考え、実験を行った。

実験方法

実験1,夜間の雲量の測定

本校（東京都立多摩科学技術高等学校：小金井市本町）屋上にSQM（Sky Quality Mater：夜間の空の明るさを測定する観測機器、星の等級にのっとって数値が設定されているため、数値が高いと暗く、低いと明るい）を設置した。SQMを用いて夜間の雲が反射した街の光を測定した。集めた数値のうち、快晴の日または曇りの日でかつ新月である日のデータを集めてグラフを作成した。

実験2,雲の厚さの測定

2つの大きさの違う箱A（300mm*300mm*300mm）,B(300mm*300mm*600mm)を用意した。それぞれの箱の中に液体窒素で発生させた水蒸気を入れ雲の再現をした。そして夜間の街を再現するために暗室で行い、下に光源を設置した。液体窒素が反射した光の大きさをSQMで測定した。

実験3,花粉による明るさの変化

実験2で使用した箱を用いて実験を行った。花粉がある大気の状態を再現するために、ブタクサの花粉を箱の中に入れ、②と同様の条件にして花粉が反射した光を測定した。

実験4,花粉の光の透過度

花粉の色素が光を吸収しているのか調べた。実験3で使用したブタクサの花粉1ｇをとりリン酸緩衝液の中で

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

潰した。2.3Mショ糖上に重層し遠心分離機に20分（1000× g ）かけた。遠心によって得られた上清を分光光度計にかけて光（250～550nm）の透過度を測定した。

実験結果

結果1

快晴の日は曇りの日に比べ、全体を通して高い値が得られた。このことから、雲のない日の夜間は暗いということが今回の観測でわかった。

結果2

どちらの箱も空き箱に比べてSQMの数値が小さかった。箱Bの数値は箱Aに比べてSQMの数値が低かった。このことから、箱Bの方が多く光を反射するということがわかった。

結果3

花粉の入っていた箱は空き箱に比べて、SQMの数値が高いこということが見られた。このことから、花粉の入っている箱のほうが暗いということがわかった。

結果4

花粉の色素は青色付近の色（350～500nm）を吸収することがわかった。実験3で花粉が光を吸収したのは、白色の光を用いたからだと考えられる。また、夜間の街の光は春や夏に夜間の街の光をSQMを用いて測定すると、光の大きさの変化にばらつきがあると考えられる。

考察

考察1

SQMで測定した結果より、夜間の明るさが17前後のとき快晴、13から15前後のとき曇りという傾向が見ら、このことより、SQMの値が大きいとき、雲がない快晴だと考えられる。また、SQMの値が小さいとき、曇りということがわかった。

考察2

箱Bの方が小さく、水蒸気の密度が大きくなったため、多く反射したと考えられる。ま

考察3

花粉の入った箱のほうがSQMの数値が大きかったことから花粉は光を吸収すると考えられる。

考察4

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

可視光の一部と紫外線の一部を吸収することが考えられる。

今後の展望

・雲の有無ではなく、具体的な雲量の測定。

・春や夏の湿度を考慮して、グラフを整える。

キーワード：雲量、大気、気象、SQM、花粉
Keywords: cloud covreage, atmosphere, weather, Sky Qyality Mater, pollen

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

土壌を用いた海水の淡水化
Application of ion-exchange reaction in soil for desalination system

*佐藤 勇志[1]、飯塚 凌大[1]、中野 斗憂矢[1]
*Yushi Sato[1], Ryota Iizuka[1], Toya Nakano[1]

1. 東京都立多摩科学技術高等学校
1. Tokyo Metropolitan Tama High School of Science and Technology

１．背景・目的

現在水不足は世界各地で問題となっている。特に、人口増加の激しい発展途上国では深刻な問題であり、食糧を生産するための農業用水を確保できない国も多く存在する。現在その対策方法として海水の淡水化が行われているが、巨大なプラントの建設や維持費が大きいことが問題になっており、発展途上国での利用が難しいのが現状である。そこで、海水の淡水化を発展途上国で行うためにイオン交換能をもつ土壌を用いて海水の淡水化の低コスト化を考えた。今回の研究では土壌として、泥炭土と火山灰土である鹿沼土と赤玉土を用いて実験を行った。泥炭土中には陽イオン吸着能をもつ腐植が多く含まれており、火山灰中には陰イオン吸着能を持つアロフェンが多く含まれていることで知られている。

そこで、今回の研究では海水の淡水化をより低コスト化するために陽イオン吸着能を持つ泥炭土と陰イオン吸着能を持つ火山灰土を利用し、海水中からナトリウムイオン、塩化物イオンを除去するためのフィルターを作製することを目的とした。

２．実験１

■方法

今回の実験で使用する試料として泥炭土（北海道江別市石狩川流域から採取）、火山灰土（鹿沼土・赤玉土）を乾燥機で乾燥させ、ミルサーを用いて粉末化した後、ふるいを用いて粒の大きさをそろえたものを試料とした。その後、泥炭土7g、鹿沼土7g、赤玉土10gをそれぞれ単体の場合と、泥炭土＋鹿沼土、泥炭土＋赤玉土の条件に分けてフィルターを作成し、そこに擬似海水として海水と同程度の塩分濃度である
NaClaq（3%）を25ml通水し、通水後の溶液のナトリウムイオン濃度を、ナトリウムイオン濃度計（HORIBA・LAQUAtwin-Na-11）、塩化物イオン濃度をイオンクロマトグラフ（島津製作所　prominence）を用いて測定した。

■結果

それぞれのフィルターに通水をした結果、泥炭土単体で作成したフィルターは通水を行うことができなかった。それに対し、鹿沼土、赤玉土単体で作成したフィルターは通水を行うことができ、ナトリウムイオンと塩化物イオンどちらも吸着することができた。また、混合して作成したフィルターは単体時よりも多くのナトリウムイオンを吸着することができた。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

■考察

泥炭土単体で通水を行うことが出来なかったのは、泥炭土が一度乾燥したことによって撥水性をもったことが原因だと考えられる。また、火山灰土が単体でも陽イオンを吸着したのは、火山灰土中に含まれるアロフェンの表面に存在するフェノール水酸基の変異荷電によるものであると考えられる。泥炭土と各種火山灰土を混合し通水したときに、ナトリウムイオンの除去率がどちらも上昇していたことから、泥炭土を混合することによって相乗の効果が得られると考えられる。

３．実験２

実験１の結果より、除去率が良かった泥炭土と各種火山灰土の混合フィルターに関して、実験１の通水後の溶液をもう一度新品のフィルターに通水し、通水後の溶液を同様に測定した。

■結果

二回目の通水を行った結果、泥炭土＋鹿沼土、泥炭土＋赤玉土どちらのフィルターにおいてもナトリウムイオンと塩化物イオンを除去することができた。また、どちらのフィルターにおいても一回目の通水時より二回目の通水時のほうが塩化物イオンの除去率が高かった。

■考察

通水２回目を行っても、ほぼ同様な割合で濃度が減少したことから、通水３回目を行っても同様に濃度が減少するのではないかと考えられる。また、一回目の通水時より二回目の通水時のほうが塩化物イオンの除去率が高かったことから、一回目の通水時に溶液中に水素イオンが溶け出し、それによって火山灰土に含まれるアロフェンの変位荷電の反応が起こりやすくなったと考えられる。

４．結論

擬似海水中のナトリウムイオン、塩化物イオンを泥炭土と火山灰土を用いて除去でき、また、二回目の通水を行っても濃度がさらに減少したことから、淡水化フィルターとしての有用性を見出すことができた。

５．参考文献

１、編集: 石渡良志,米林甲陽,宮島徹　監修,”日本腐植物質学会　2008年　環境中の腐植物質-その特徴と研究法“　三共出版

２、浅岡 聡,青野 求,　2005年“赤玉土および各種無機金属系吸着剤混合赤玉土による海水の脱塩”,名城大学農学部生物環境科学科環境分析化学研究室

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：水不足、淡水化、土壌のイオン交換能
Keywords: watershortage, desalination of seawater, ion-exchange ability of soil

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

火山灰土、使えない土からバイバイ！～火山灰土中のアルミニウム除去による農業的有効利用の検討～

Investigation into agricultural utilization by the aluminum removal of the trass

*三木 悠登[1]
*Yuto Miki[1]

1. 東京都立多摩科学技術高等学校
1. Tokyo Metropolitan Tama High School of Science and Technology

1.背景

火山灰土は世界の地表の1%にも満たない非常に稀な土壌であり、特殊な土壌として認識されている。しかし日本では火山灰土は国土の25%を占めており豊富に存在する。火山灰土は軽く、保水性があり一見扱いやすい土であるが一概にそうとは言えない。火山灰土は鉄とアルミニウムが主成分であり、養分が少ない、酸性に傾きやすい、微生物が少ないという特徴がある。アルミニウムは酸性で溶解し肥料のリンと結合する。リン酸アルミニウムは栄養にならない上に、アルミニウムは植物の根等に損傷を与える。これらの問題を改善するために本研究では火山灰からアルミニウムをとりだすことに注目した。上記でも述べた通り火山灰は扱いやすい上に多量に存在する土である反面、世界的な絶対数が少ないことから研究される機会も少なく、肥料の過剰施用などの一時的な対策により回復の兆しが見えない火山灰土も増えている。これらの問題を解決すれば食料自給率の改善や経済基盤の安定などの日本に利益を与えると考えた。

２．研究目的

(1)火山灰による植物生育

火山灰だけで植物を育て,植物の栄養欠乏症状を調べることで植物的視点による栄養の欠乏を調べる。

(2)土壌の基礎調査

火山灰（桜島・三宅島）と火山灰土（鹿沼土）の組成の調査として,pH測定,定性と定量を行う。

(3)アルミニウムの溶出実験

土壌中のAlのpHに対する溶解度関係の調査としてAlの定性と定量を行った。

3．研究方法

(1)火山灰による植物生育

火山灰（桜島・三宅島）、火山灰土にそれぞれ小松菜と二十日大根を植えた。人工気象気を用いて、温度は

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

25℃設定にし、純水 20mlを与えた。

(2) Ⅰ.土壌のpH測定

火山灰（三宅島・桜島）、火山灰土 20gと純水 50ml

を振とうビンに入れ、振とうを30分間行った。

Ⅱ.土壌中元素の定性と定量

火山灰（三宅島・桜島）、火山灰土 20gと純水 50mlを浸透ビンにいれ、振とうを30分間行った。その後、蛍光X線分析装置(EDX)によって定性定量を行った。

(3)アルミニウム溶出実験

Alを溶出させる溶媒として、pH5.8,pH4.3,1mol/Lの塩酸 100mlと火山灰（三宅島・桜島）、火山灰土それぞれ50gを250rpmで振とうを24時間行った。それらをパックテストと蛍光X線分析装置(EDX)により定性と定量を行った。

4. 研究結果

(1)火山灰による植物生育

二週間以内に全て枯れ、症状として葉が小さい、葉が黄色い、赤色に染まる、茎が弱いなどの症状が出た。

(2) Ⅰ.pHの測定

全体としてpHが下げられたことが確認できた。

火山灰・桜島では4.8、火山灰・三宅島では4.0、火山灰土では6.63である。

Ⅱ. 土壌の定性、定量の結果

Si,Fe,Al,Ca,K,Sなどの定性ができた。特に、Si、Fe、Alが多く定量された。

(3)アルミニウム溶出実験

①パックテストによる定性・定量

5.8 塩酸　＋　火山灰土　0.1ppm

4.3 塩酸　＋ 火山灰土　0.2ppm

1mol/L 塩酸　＋　火山灰土　1ppm以上

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

②EDXによる定性・定量

5.8 塩酸　＋　火山灰土　1%

4.3 塩酸　＋ 火山灰土　5%

1mol/L 塩酸　＋　火山灰土　94%

４．考察

(1)結果で挙げた症状はすべて、P,N,Kから来る欠乏症状であり、三大要素が全て足りていないと考えられる。

(2) 火山灰土はアロフェンに構成されておりCECが高く、肥料がないので塩基飽和度が低かった為pHが低いと考えられる。また、火山灰は斑状組織でSi,Fe,Al,Sなどが存在する為、構成元素が定性できたと考察できる。また、火山灰土はアロフェン（SiO2・Al2O3・nH2O）で構成されるため構成元素が多く定量できたと考えられる。

(3)金属個体のAlと同様にアロフェン中のAlにおいてもpHが低いと溶けだしやすいという相関関係が確認できたと考えられる。また、作成した溶液においてpHが全て5.5付近に集中したことから火山灰土の緩衝性の強さが伺えた。

5.参考文献

・R.L.Parfitt,1984, Estimation of allophane and halloysite in three sequences of volcanic soils

・農林水産省,土壌分析法

・土壌中における重金属の動態

・土壌ー河川ー湖沼系におけるアルミニウムの動態と化学

キーワード：土壌改良、火山灰、アロフェン
Keywords: Soil improvement, Volcanic ash, Allophane

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

電磁波雑音による地震予知
Earthquake prediction by radio wave noise

*安田 創[1]、桐淵 泳亮[1]、林 寛盛[1]、山田 鈴太[1]、*田中 阿育[1]
*Sou - Yasuda[1], Ryosuke - Kiribuchi[1], Hiromori – Hayashi[1], Rinta - Yamada[1], *Aiku - Tanaka[1]

1. 東京都立多摩科学技術高等学校
1. Tokyo Metropolitan Tama High School of Science and Technology

この研究は、電磁気現象を観測、記録することで地震予知を試みるものである。また、地震の前兆に伴う地殻の圧力変化が起こす電磁気現象の発生源について、仮説を立てながら解明を進めている。

東京都立多摩科学技術高等学校の無線工作部では、電磁気現象の観測用アンテナを立川断層方向に向けているものと無指向性のもので前兆信号を観測している。結果として、記録された信号波形が100Hz程度で、送電経路に関係があると推測して、コロナ放電を発生させた際の波形に類似していることが分かった。

観測地点が大きく揺れる場合、電磁波雑音のベースレベルが低下する傾向がある。近年発生が増加している地震直前の観測装置基準レベル（零レベル）の変動と地震前兆との関連を東日本大震災の観測データと比較し、被害地震の前兆に成り得るかを研究している。基準レベルの変動とは、無信号時の電位で数ｍV～数十ｍV程度の値が、負または正に数時間～数十時間変化することが起こる事を示している。

キーワード：地震前兆、電磁波雑音
Keywords: Earthquake prediction, electromagnetic noise

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

岩盤構造の違いによる震動モデルの構築
Construct quaking models by the geological structure varieties

*菅原 一喜[1]、*佐藤 秀人[1]、八巻 修也[1]、小野 雅斗[1]、須藤 駿[1]
*Kazuki Sugawara[1], *Hideto Sato[1], Shuya Yamaki[1], Masato Ono[1], Shun Suto[1]

1. 宮城県利府高等学校
1. Miyagi Rifu high school

宮城県利府町の地盤構造の特徴としてとして利府ー長町断層の存在が挙げられる。この断層特有の崖の真上にある利府高校の地盤のボーリングコア試料を用いて調べた結果から、砂礫層と火山性降下物の層の互層であることを見いだした。

そこでこういった互層を震動させたときにどう地盤に変化が現れるのかを土や火山灰を菓子(クッキーやチョコチップ)に見立てて断層の上の地盤モデルを再現し，そこから火山灰の層の量によってどのような影響があるのか､その震動の結果について考察を行った。

一定数の震動を電気回路を作って与えた結果､火山灰層が複数ある方が崩れは大きいが地盤の沈下は安定していることを見いだした。

キーワード：長町利府断層、震動実験、キッチン地震学
Keywords: Nagamachi-Rifu Fault, Quaking model, Kitchen Seismology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

照度計を用いた湧水中のFe濃度計測法の開発及び検証
Fe concentration measurement method in spring water

*川原田 希[1]、*大場 友輔[1]、佐々木 悠杜[1]、*佐久間 千夏[1]、*佐藤 怜[1]、*白岳 航佑[1]、*菅原 利玖[1]、*村山 正樹[1]
*Nozomi Kawaharata[1], *Yusuke Oba [1], Yuto Sasaki [1], *Tika Sakuma [1], *Rei Sato[1], *Siratake Kosuke [1], *Riku Sugawara [1], *Masaki Murayama [1]

1. 宮城県古川黎明中学校・高等学校
1. Furukawa Reimi Junior and Senior High School

本研究はクエン酸を用いて，湧水に含まれる鉄濃度を計測する方法を開発・検証するものである。湧水とは，宮城県黒川郡大衡村駒場地区及び宮城県大崎市三本木に存在した三本木・戸口亜炭鉱が閉山した後に流れ出た「赤水」という水のことである。赤水には鉄が多く含まれており水中の溶解性鉄・鉄イオンが酸化することで赤色に変化することから「赤水」と呼ばれている。赤水は，作物の育成障害や河川の水質悪化等の影響を及ぼしてきた。しかし昭和52年に旧石炭鉱害事業団によって（臨時石炭鉱害復旧法）に基づき建設された「万葉まちづくりセンター 上北沢排水処理場」での石灰中和によって現在まで処理がなされ，河川に放流されている。赤水に含まれている鉄とクエン酸が反応することによって一時的に黄色に変化することを知り，この方法を応用することで鉄濃度を計測することが可能だと考え本研究に至った。赤水にクエン酸を混ぜ黄色に変化させる。その後市販の黄色い液体とクエン酸を混ぜ，光を当てて照度を計測する。赤水と黄色い液体の割合を変えることで照度に差が出る。そのデータをグラフに起こすことで規則性が出る可能性がある。その違いを利用して鉄の濃度計測をする研究である。

キーワード：水質、鉄
Keywords: Water quality, Iron

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

流星電波観測におけるHROとVORの比較検証
Cause of amateur radio failure in meteor radio observation and its substitution

*矢島 晶輝[1]、*阿部 こころ[1]、*佐藤 安純[1]、*遠藤 空[1]、*菅原 心海[1]
*Shoki Yashima[1], *Kokoro Abe[1], *Azumi Sato[1], *Sora Endo[1], *Kokomi Sugawara[1]

1. 宮城県古川黎明中学校・高等学校
1. Furukawa Reimei Junior and Senior High School

私たちは超短波全方向式無線標VORと，アマチュア無線HROの電波を使った流星の電波観測をしている。ところが，私たちが従来使っているHROでは大規模な流星群訪れても検知数の大幅な上昇が見られなかった。そこで，そのようなことが起きる原因を突き止めようと思い，この研究をした。

仮説としては，地形等の自然的要因と，HROの電波とVORの電波では出力が違うのではないかと考えた。

私たちが使用しているVORの電波は旭川空港のものである。HROの電波は福井県鯖江市福井工業高等学校から出ている。

結果は，出力については詳しく調べられなかった。また，自然的要因についても根拠のある具体的なデータが得られなかった。そのため今後の課題としては、距離や方角を揃えられる小松空港VORとHROの対照実験を行っていきたい。

キーワード：流星、電波観測
Keywords: meteor, Radio wave observation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

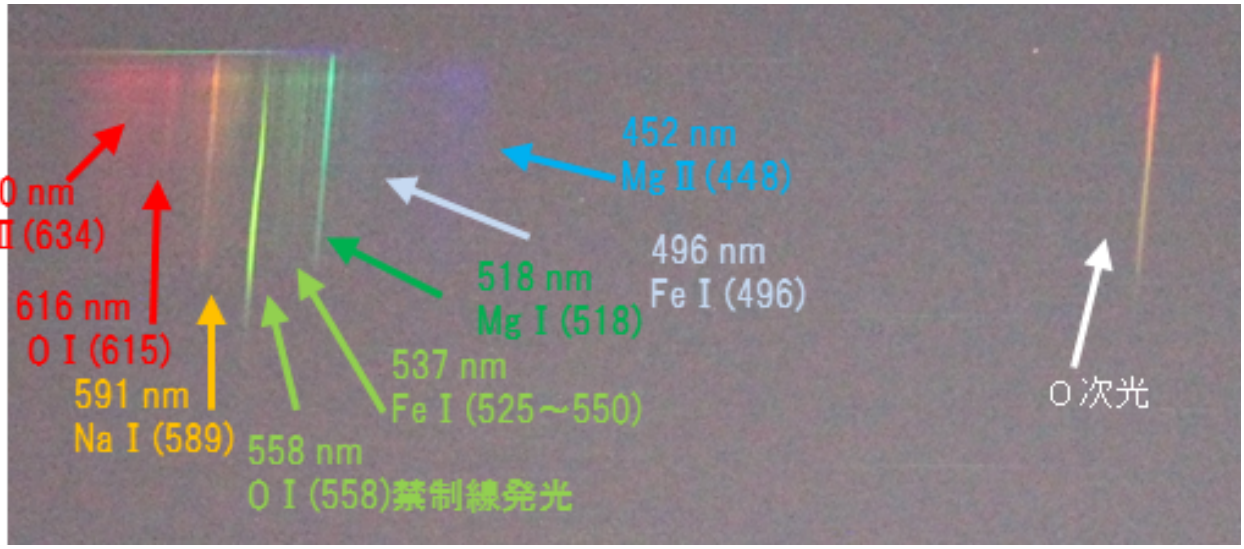
回折格子を用いた流星の分光観測
Spectroscopic observation of meteor using diffraction grating

*伊藤 颯矢[1]、*菅原 篤弥[1]、*操 知希[1]、*三野 正太郎[1]
*Soya Ito[1], *Atsuya Sugawara[1], *Tomoki Misao[1], *Shotaro Mino[1]

1. 宮城県古川黎明中学校・高等学校
1. Miyagi Furukawa Reimei Junior and Senior High School

わたしたちは流星の色が流れ始めと流れ終わりで変化している画像を見て、流星の発光に興味を持った。そこで、分光観測を行うことで、流星発光に起因する元素を特定できると考え、研究を行った。研究では、はじめに格子数が300本/mmのブレーズド回折格子をデジタル一眼レフカメラに装着し、その装置を用いて流星のスペクトル写真を撮影した。次に、暗室でスペクトル管を流星を撮影する状況に近づけて分光観測をし、回折格子のスケールを調べる校正作業を行った。その後、画像解析ソフトウェアを使い、写真上で流星本体からその流星の光の由来となる元素に対応する輝線スペクトルまでの距離（ピクセル数）を測定した。最後に、はじめに撮影したスペクトル写真と校正作業で得た画像を比較して流星発光の由来となる元素を特定した。今回の観測では、ペルセウス座流星群とオリオン座流星群を、宮城県内の4地点からリモートシャッターと接続して1.3秒露出で撮影した。観測方法は上の通りである。結果として、2018年6月から2019年4月までの期間で、6つの流星群で約12万1500枚撮影を行い、ペルセウス座流星群で10個、オリオン座流星群で6個の合計16個の分光画像を得られた。その内、ペルセウス群では9枚、オリオン群では5枚で酸素禁制線発光が見られた。酸素禁制線発光は流れる速度が速い流星に見られることが多く、ペルセウス座流星群とオリオン座流星群は他の流星群に比べて対地速度が速いことが知られている。このことをこの研究により示せた。

キーワード：流星、回折格子
Keywords: Meteor, Diffraction grating



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

50年後の熊本は･･･。～珪藻・花粉分析からの海水準変動予測～
Predicting the sea level change in the Ariake bay through analysis of diatoms and pollens

*山下 鮎人[1]、*古田 詩乃[1]
*Ayuto Yamashita[1], *Shino Furuta[1]

1. 熊本県立天草高等学校
1. Kumamoto prefectural Amakusa High School

＜研究の背景＞
私たちの住む天草は近年、地球温暖化による海水温の上昇により、サンゴの白化や南からの生物の流入など海の変化が発生している。また、地球温暖化による海面上昇が近い将来には問題になることも、ツバルなどの他の国々の状況を学ぶ中で知った。そこで、過去の有明海周辺の海水準変動の結果から将来の海水準変動を予測し、温暖化による海面上昇から天草を守るために研究を行った。

＜研究の目的＞
本研究の目的は2つある。1つ目は、天草における過去の海水準変動の解明。もう1つは、50年後の天草を含む有明海周辺の海水準変動の未来予測である。

＜コア概要＞
上天草市松島町合津、阿村でのハンドボーリング試料を10㎝間隔でサンプリングし、合津をKZ、阿村をKMとした。年代は、文献調査および放射性炭素年代測定によりそれぞれ図1のようになった。

＜研究方法＞
本研究は珪藻分析、花粉分析の2つを行った。珪藻分析は1試料200個体鑑定し、ダイアグラムなどの作成を行った。花粉分析はマツを除く木本類200個体を鑑定し、ダイアグラムの作成およびモダンアナログ法による古気温と降水量の算出を行った。加えて、珪藻分析、花粉分析の結果による考察だけでなく、郷土史などの歴史的資料を使った考古学的な考察も行った。この3つの手法を併用することにより、珪藻分析では水域、花粉分析では陸域の古環境の変化が分かり、環境変化による人間生活への影響が解明できる。

＜結果＞
珪藻分析では以下のような結果が得られた。全体的に、海水性種で内湾指標種の*Paralia sulcate*と淡水性種である*Cyclotella litoralis*の２種が多く産出した。さらに、*Tryblionella granulate*が鑑定した全試料で産出した。
花粉分析では以下のような結果が得られた。シイ類（*Castanopsis sieboldii*）、カシ類（*Lithocarpus glaber, Quercus salicina Blume,　Quercus sp,　Quercus phillyreoides*）が約80～90%と高い割合を占めた。さらに、モダンアナログ法により産出した気温は16.0～17.4℃の中で変動し、KM-11～10にかけて1℃上昇。降水量は約1800～2200㎜の値の中で推移していた。

＜考察＞
花粉分析の結果から天草では照葉樹林帯が形成されていたと考えられる。さらに、珪藻分析、花粉分析、郷土史、年代これらを複合的に考察すると、図4で示した結果となった。
①約7700～6500年前に海水性種の割合が非常に高かったことから縄文海進があった
②約500年前に海水性種の割合が低く、気温が0.7℃低下していたことから小氷期があった
③天草では大雨、洪水、干ばつなどが多発した時期があった（本研究ではこれをKM-10問題と名づけて、郷

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

土史などの調査を行い、考察を行った）

＜天草の海水準変動＞

珪藻分析で産出した、*Tryblionella granulate*は現地性の干潟指標種であり、佐藤（2014）よりこの珪藻が産出した地点は堆積当時の海水面を示すと言われている。この珪藻を使って過去の海水準変動を推測した。

＜未来予測＞

*Tryblionella granulate*が産出した地点が堆積当時の海水面を示すことと年代を考慮に入れると過去の海水準上昇速度を求めることができる。500年前から93年前までの海水準上昇速度は平均すると、0.18cm/年と分かった。KM-7から試料最上部にかけて海水面が2.5cm上昇していたことから、この間は14年間となる。KM-7から試料最上部にかけて気温は0.15℃上昇していたことから、このときの気温は平均して0.011℃/年と分かった。よって、この時の海水面の上昇と気温の上昇の関係は16.7cm/℃と分かった。

IPCC(2018年)の報告で、2030年までに気温が0.5℃上昇した場合、気温は平均0.042℃/年の速度で上昇し、50年後に気温は2.1℃上昇することになる。これに本研究の結果である16.7cm/℃を考慮すると、海水面は34.7cm上昇すると考えられる。また、2052年までに気温が0.5℃上昇した場合、気温は平均0.015℃/年の速度で上昇し、50年後に気温は0.73℃上昇することになる。よって、このとき海水面は12.2cm上昇すると考えられる。

＜結論＞

以上のことから、本研究の結論として以下の3つが挙げられる。1つ目は、約7700年前からの有明海の変遷を明らかにしたこと。2つ目は、天草における小氷期に気温は約0.7℃低下したこと。3つ目は、50年後の海水面は現在よりも最大で34cm高くなること。この3点である。

＜今後の展望＞

今後は、海水面の上昇による砂浜の消失面積の算出を行っていきたい。また、天草は中緯度地域に属しているため、世界的に見ると平均的な海水準変動が起こっていると考えられる。これを応用して高緯度地域の50年後の海水面の上昇についても検討を行っていきたいと考えている。

キーワード：海水準変動、珪藻分析、花粉分析
Keywords: Sea level change, Diatom analysis, Pollen analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

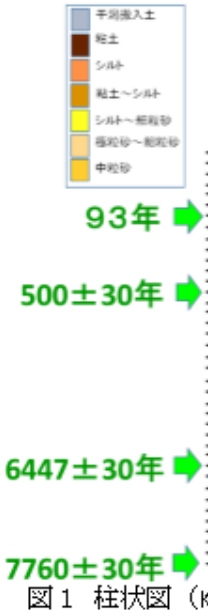


図１ 柱状図（KM）

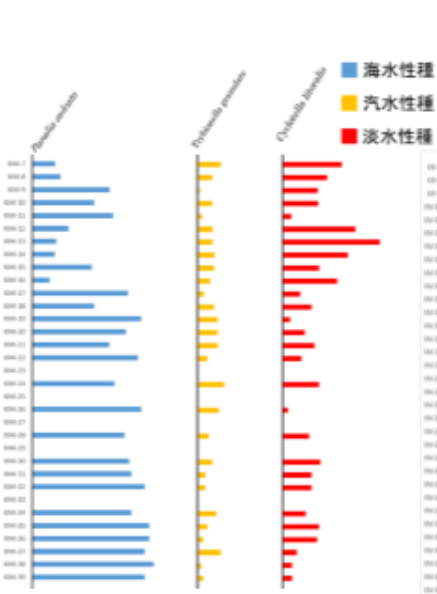


図２ 珪藻ダイアグラム（KM）



図３ 花粉ダイアグラム（KM）

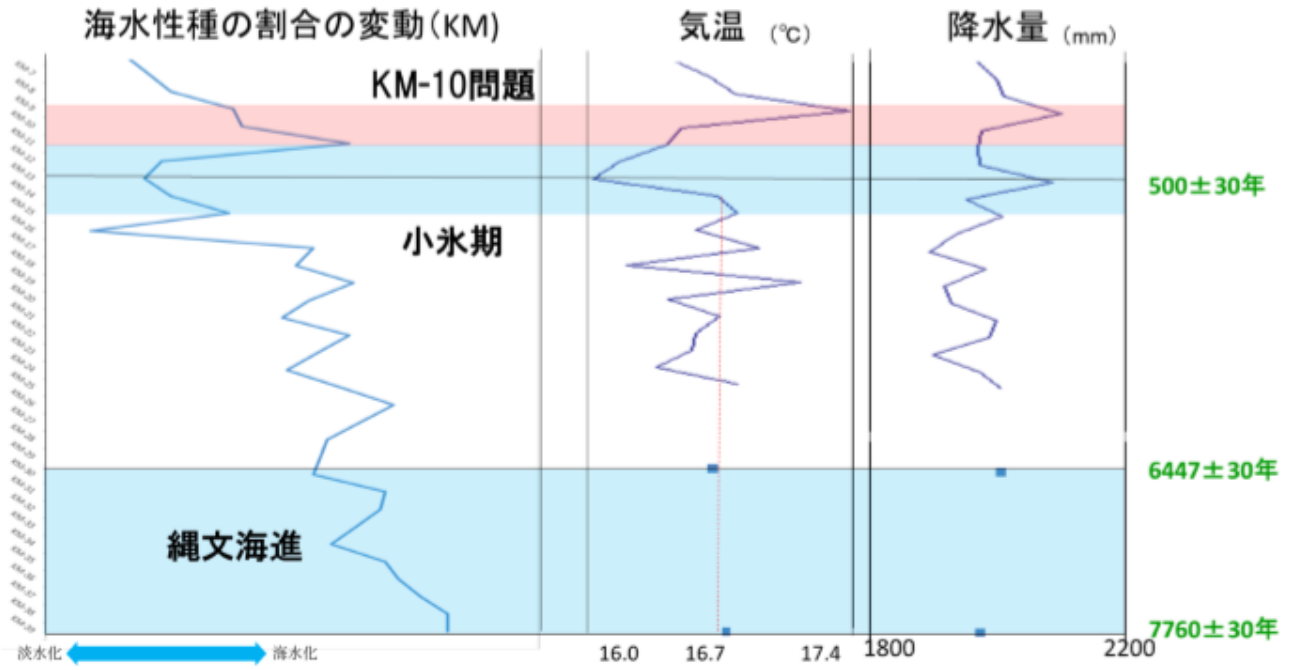
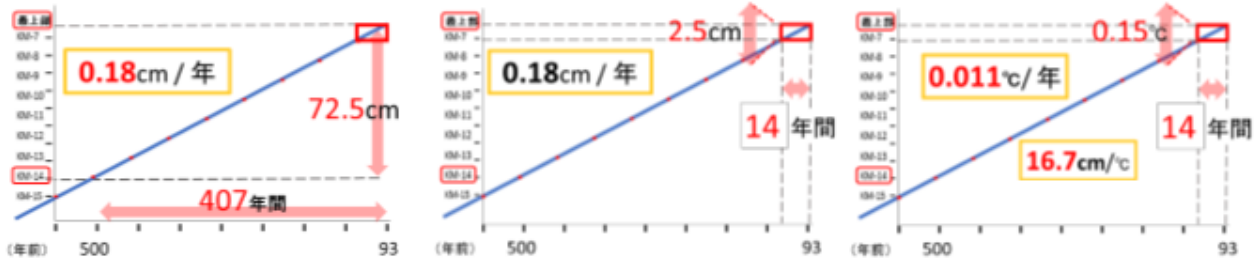


図４ 過去の環境変遷



	未来予測(50年後)	
	最大	最小
気温上昇速(℃/year)	0.042	0.015
気温(℃)	+2.1	+0.73
海水面(cm)	+34.7	+12.2

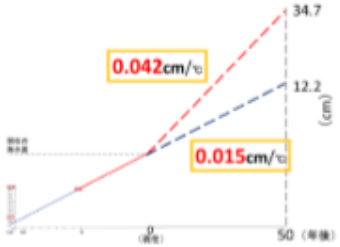


図５ 未来予測

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ため池における管理負担を低減した低水位管理方法の提案
Altering unused irrigation ponds to mitigate flooding, maintain habitats, and reduce maintenance burden

*福嶋 陸斗[1]、前田 菜緒[1]、米山 玲緒[1]、髙橋 侑希[1]、田畑 陽彩[1]、林 晃太郎[1]
*Rikuto Fukushima[1], Nao Maeda[1], Reo Yoneyama[1], Yuki Takahashi[1], Hiiro Tabata[1], Koutaro Hayashi[1]

1. 兵庫県立加古川東高等学校
1. Hyogo Prefectural Kakogawa Higashi High School

動機・目的

近年、農業の衰退や都市化などにともない，ため池の需要やため池管理者が減少している。こうしたことから，ため池の放置が進んでいる。また老朽化に伴い，ため池の廃止も進んでいる。しかしため池には，近年増加している異常気象の被害を低減するとして注目されている洪水調節機能や生物の生息地としての役割がある。そこで，これらの機能を保持した，新たなため池利用法として，「低水位管理」を提案し，その有効性を実証する。

研究対象の決定

本研究では，研究対象として，加古川市近郊にある農業使用外ため池である源太池を選んだ(図１）。この源太池は，ため池の本体である堤体，堤体の一部を切り下げて余分な水を池から安全に流す施設である洪水吐，池から取水する施設である斜樋，斜樋を囲っている土砂吐ゲートから成っている（図２）。斜樋は現在手動で開閉することでため池の水を取水できる。また，源太池には上流から一定の流入がみられる。

検証１

源太池のレベル測量をおこない縦断面図を作製し，これに基づいて，低水位管理をおこなった際の，洪水調節容量の現状との差を検証した。洪水調節容量とは，雨水を貯留できる容量のことであり，水面から洪水吐までの高さに，満水位面積をかけて求められる。検証の結果，現状は満水位状態であるため，洪水調節容量は0[m^3]であるが（図３），低水位管理として水位を0.5[m]下げると仮定すると，洪水調節容量は1500[m^3]に増加した(図４）。

検証２

低水位管理による洪水調節容量の増加がどれほど洪水防止に貢献するのかを検証した。雨が降った際の放流量の推移を加藤(2002)の式を用いて求め，現状の管理と低水位管理とで比較した。解析対象として，フィールドワークをおこなった日の付近で最大降水強度40mm/hを観測した2018年7月29日の降雨を用いた。検証の結果、低水位管理後の最大放流量は，現状の最大放流量と比較して約20%低下することがわかった（図５）。洪水調節容量が増加して最大放流量が減少したことから，ため池の低水位管理は有効であるといえる。

検証3

具体的な低水位管理方法として，ため池の底にある取水施設である斜樋と，それを囲う土砂吐ゲートの利用を提案する。しかし，現在の源太池の土砂吐ゲートは水面近くまで達しており，現状のまま低水位管理をおこなおうとしても土砂吐ゲートまでしか水位が下がらないため，低水位管理が不可能である。そこで，土砂吐ゲートの高さを低水位管理をおこなう際の水面の高さに切り下げることで，常に斜樋を開けたままでも，容易な低水位管理が可能になる（図６）という仮説を立て，平常時と降雨時に分けて検証をおこなった。

まず，平常時のため池への流入量と斜樋からの放流量を求めた。流入量は現地調査の結果から5.2×10^{-3}〔m^3/s〕と算出した。次に放流量は模型実験の結果から、1.2×10^{-2}〔m^3/s〕と算出されたことから、平常時は流入

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

量より放流量のほうが多いため低水位管理が可能になると考えられる。同様に降雨時の流入量は、2年確率の降雨4.3×10^{-2}〔m^3/s〕を加えると，放流量が流入量よりも小さくなり，水はため池に貯留されるため，検証２で求めたように最大放流量が減少することから洪水調節機能をもつと考えられる。以上より斜樋と土砂吐ゲートを用いた管理方法は防災的観点で有効であることがわかった。斜樋は手動であるが，今回の提案では，斜樋は常に開けたままでよく，管理負担を大きく減らすことができる。

検証4

手柄山温室植物園と協議し、低水位管理をおこなった際の生態系への影響を考察した。

低水位管理による懸念の１つ目として，悪臭やボウフラの発生が挙げられるが，水位を低く保つことで水中の酸素濃度が増加し，悪臭の原因である嫌気性微生物の活動が抑制されるため，ため池を低水位管理しても悪臭は発生しないことがわかった。また，ボウフラの発生原因は水が滞留することであるが，我々の提案する管理方法では斜樋からの放流により水は循環するため，ボウフラも大量発生しない。

また，懸念の２つ目として，現在の生態系に悪影響が及ぶ可能性が考えられる。しかし現地調査の結果，現在源太池にはジュズダマやオギなどの植物やアオモンイトトンボなどの水生昆虫が生息していることがわかった。これらは本来浅瀬を好むため，低水位管理は現在の生態系への悪影響は少ないといえる。もし，ため池を埋め立てると，客土に付着した外来種の侵入によりため池の生態系が破壊されてしまう。しかし，我々の提案する低水位管理方法ではそれは起こり得ない。

結論

この低水位管理方法は防災的観点や生態系の保護の観点から有効であり，かつ今までよりも負担なく管理できることを示した。

キーワード：ため池、低水位管理、洪水調節、生態系保全
Keywords: irrigation pond, low water level control, flood prevention, ecosystem preservation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



図１　源太池の位置

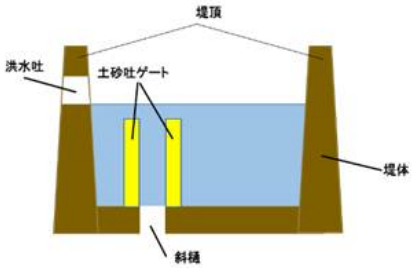


図２　ため池の構造

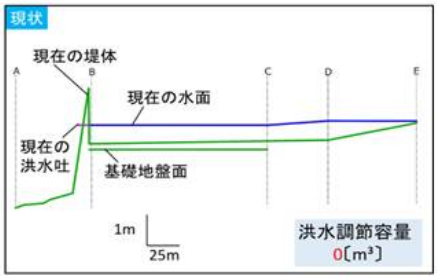


図３　源太池の現状の断面図

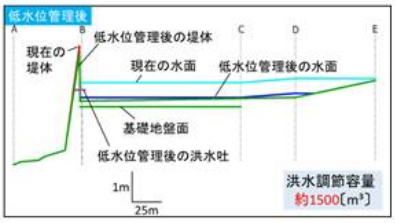


図４　源太池の低水位管理後の断面図

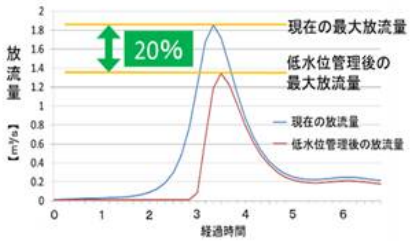


図５　低水位管理前後の
最大放流量の比較

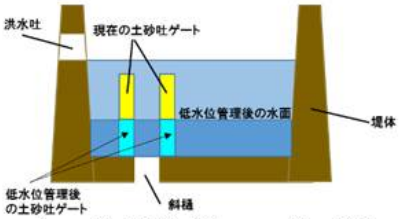


図６　低水位管理後のため池の構造

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

天体撮影初心者から上級者まで使える市販品より安い自作赤道儀
Development of the equatorial telescope for from the beginners to the advanced astrophotographer at low cost

*池田 隼[1]、*岩崎 慎平[1]
*Jun Ikeda[1], *Shimpei Iwasaki[1]

1. 海城高等学校
1. Kaijo Senior High School

天球の日周運動、年周運動に合わせカメラや望遠鏡を回転させる、天体観測には不可欠な赤道儀というものを自作した。回転速度を詳細に設定できるステッピングモーターに回転力が120倍になるよう歯車をつけ、重い観測機材を安定的に且つ正確に回転させることに成功した。今後は、骨組みの改良、スマホによる直感的操作、北極星への軸合わせの補助機構などによって、誰にでも簡単に作れ、使えるようにして組み立て手続き書を書きまとめる。また機能を取捨選択できるのが自作機の強みであるので、本機で様々な機能を試し、オプションとして手続き書にまとめる。

キーワード：赤道儀、天体撮影、望遠鏡
Keywords: Equatorial telescope, Astrophotography, Telescope

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

波の周期と砂の粒径の違いによるウェーブリップルのでき方
How ripples formation dependence on the size of sand grains and the amplitude of vibration cycle

*遠田 剛志[1]、*三井 隆太郎[1]
*Tsuyoshi Enta[1], *Ryutaro Mitsui[1]

1. 海城高等学校
1. Kaijo Senior High School

ウェーブリップルができる条件について、水と砂を入れたペットボトルを用いて実験した。レゴブロックのマインドストームを使い、ペットボトルを4パターンの周期（速度を揃えて振り幅を
2cm、3cm、4cm、5cmで実験）砂の粒径も5パターン（90㎛以下、125～250㎛、250～500㎛、未ふるい、90㎛以下+250～500㎛）に分けた。それぞれのパターンでできたウェーブリップルの山の部分の数を計測し、結果を考察した。

キーワード：リップルマーク、ウェーブリップル、堆積学
Keywords: Ripple mark, Wave ripples , Sedimentology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

柱状節理の断面の形状と溶岩の粘性との関係
Organizing the relation ship of the viscosity of lava flow and the shape of columnar joijnt

*高倉 幹太[1]
*Kanta Takakura[1]

1. 海城中学高等学校
1. Kaijo junior and senior high school

柱状節理とは、火山が噴火し流れ出た溶岩流が大気によって冷却されるときに体積収縮を起こすことで形成される地形です。

柱状節理の断面は基本的に6角形をとるということが知られていますが実際の柱状節理は6角形以外にも5、7角形などをとることが多くあります。私達海城中学地学部ではいびつな形を取る原因は溶岩流の粘性と関わりがあるのではないかという仮説を立て実験から仮説を証明しようと試みました。また、溶岩流の性質と断面の形の関係を見出すこともできるのではないかと考えました。

以上のことを調べるために、一度片栗粉を水に溶かしてから水分を蒸発させることで片栗粉の体積を収縮させ、柱状節理が形成されるプロセスと同じプロセスで作られた「柱状節理」を再現し実験を行うことで研究を行いました。また、溶岩の粘性の違いを再現するために水と片栗粉の重量比を変化させて実験を行いました。

キーワード：柱状節理、火山、地形
Keywords: Columnar joint, Volcano, Terrain

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ネオジム磁石を用いた地磁気水平分力の測定
Measurement of the geomagnetic horizontal component with a neodymium magnet

*宮本 悠史[1]、石黒 駿斗[1]、髙田 駿[1]、中山 賢人[1]
*Yushi Miyamoto[1], Hayato Ishiguro[1], Shun Takada[1], Kento Nakayama[1]

1. 札幌日本大学高等学校
1. Sapporo Nihon University Senior High School

本研究において、我々は外部電源を必要としない新たな地磁気の測定法を確立することを目的とした。ネオジム磁石を糸で吊るして自由振動させたとき、その周期は地磁気の水平分力、磁石の慣性モーメントおよび磁石の磁気モーメントで決まる。我々はネオジム磁石の磁気モーメントを異なる２つの方法から決定し、スマートフォンを用いて世界各地のネオジム磁石の単振動周期を測定した。その結果、地磁気の水平分力は周期の２乗に反比例し、我々が構築した単振動の理論式から予測される結果と一致した。磁気モーメントが既知の磁石を用いることで、外部電源なしで水平分力を測定できることがわかった。この方法は、宇宙において磁場を測定することにも応用できる。

キーワード：地磁気、ネオジム磁石、磁気モーメント
Keywords: earth’s magnetic field, neodymium magnet, magnetic moment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

太陽高度と太陽光RGB値の関係
Relationship between sun elevation and RGB values of sunlight color

*高田 駿[1]、竹村 康太郎[1]、小泉 泰央[1]、石黒 駿斗[1]
*Shun Takada[1], Kotaro Takemura[1], Taio Koizumi[1], Hayato Ishiguro[1]

1. 札幌日本大学高等学校
1. Sapporo Nihon University Senior High School

太陽光の色はRGB値を用いて数値化でき、太陽高度とともに変化することがわかっている。本研究では、太陽高度とRGB値の関係について詳しく調べことを目的とした。直径4mmの穴を開けた自作光量調節板を通して太陽を撮影し、adobe photoshopを用いてRGB値を解析した。太陽高度が９度よりも小さくなるとR値の割合が増加し、B値の割合が減少することがわかった。太陽高度と太陽光が通過する大気の厚さとの関係を表す理論式を導出し考察した。観測結果及び理論式から、地球大気の厚さを100kmと仮定すると、太陽高度が9度のとき、太陽光が通過する大気の厚さは約*500*kmになる。これは、地球大気の厚さが約*20*kmまで薄くなると、世界中で夕焼けが観測されなくなることを意味する。

キーワード：太陽光の色、RGB値、太陽高度
Keywords: sunlight color, RGB value, sun elevation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

下諏訪温泉における毒沢鉱泉の泉質についての研究
Reserch about Dokuzawa mineral spring on Shimouswa hot spring

*柳澤 良亮[1]、*桃井 義和[1]、*釜田 陽光[1]、*上條 琢巳[1]
*Ryosuke Yanagisawa[1], *Yoshito Momoi[1], *Yoko Kamata[1], *Takumi Kamijyo[1]

1. 長野県諏訪清陵高等学校
1. Naganoken Suwa Seiryo Senior High School

研究動機・目的

私たちの地元にある下諏訪温泉を入浴以外の目的で利用することができないかと調べていたところ，他の温泉に比べ，下諏訪温泉の毒沢鉱泉の泉質が特異的であった。この要因について，私たちは，毒沢鉱泉と他の下諏訪温泉では，水の起源が異なるという仮説を立てた。

本研究では，毒沢鉱泉と他の下諏訪温泉が同じ地区にあるのにも関わらず泉質が異なる要因を明らかにすることを目的とした。

2．水質・地質概要

下諏訪温泉・毒沢鉱泉は，長野県下諏訪町に位置している温泉・鉱泉である。毒沢鉱泉だけ強酸性（pH2.6）であり，鉄(Ⅱ)イオンも多い(117.5ppm)，下諏訪温泉は同じ地区にある弱アルカリ性温泉（pH8.10～8.36）であり，鉄(Ⅱ)イオンは検出されていない。

研究地域の基礎岩盤は，花崗閃緑岩であり，糸魚川・静岡構造線，中央構造線が交わる地域で，三波川変成体，安山岩質岩，石英閃緑岩，堆積岩が分布している。150万年前に大規模な火山活動があり，現在は静かである。

3．方法

・毒沢鉱泉，下諏訪温泉付近の各地点で，水質調査で採取した試料水をパックテスト・鉄(Ⅱ)・鉄(Ⅲ)・硫酸(共立理化学研究所) pH計 (堀場製作所)を使用し調べた。

・毒沢鉱泉付近の地質が毒沢鉱泉の特異性に関係しているか探るため，地質調査を行った。

・水の起源を探るため，酸素・水素安定同位体比測定を行った。

4．結果

水質調査から毒沢鉱泉以外で毒沢の成分と似ている地域が，毒沢鉱泉から北東300ｍ離れている一の沢でも確認することができた。この地域は，pHが低い，熱水変質をした岩石，岩石に付着した硫黄，また，赤褐色の鉄の固形物が共通して見られ，一部の地域では，硫化水素の臭いもした。この様な地域は，毒沢鉱泉から北東に帯状に分布していることも分かった。また，下諏訪温泉側の水質・地質を調べたところpHの値は7.42～7.91値を示し，熱水変質をした岩石，硫黄を確認することができなかった。

両温泉の酸素・水素安定同位体比測定し，高温火山ガスを含んでいる箱根温泉と世界天水線と比較したところ，両温泉は，天水であり，火山ガスを含んでいることが分かった。

4．結論

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

以上のことから，地上では確認できなかったが，断層が地下にあることが地質図から分かった。毒沢鉱泉は，断層を通ってきた火山ガスが，地下の高温・高圧下で，天水起源の地下水に混合することで，硫酸を生成したと推察できる。この硫酸によってpHが低くなり，鉄が溶けていると考えられる。

5．今後の課題

下諏訪温泉は，毒沢鉱泉と同様に火山ガスを含んでいるのに弱アルカリ性を示す要因をかつての造山運動により閉じ込められた化石海水，付加体に含まれる石灰岩のカルシウムイオンなどのアルカリ金属・アルカリ土類金属が関係していると仮説を立て，調査中である。

キーワード：温泉、成分分析、火山ガス
Keywords: Hot spring, Component analysis, Volcanic gas



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

星空を見上げて天気を予測できるのか
Can you predict the weaather when you see the starry sky

*髙森 碧[1]
*Aoi Takamori[1]

1. 長野県諏訪清陵高等学校
1. Naganoken Suwa Seiryo Senior High School

序論
天体観測において主に水蒸気が大きな影響を与えている。そのことを逆手に取り、星の見え方（明るさ）により上空の水蒸気量の推定をして、最終的には天気を予測することができると考えた。

GPS衛生にて水蒸気量が気象庁の天気予報の精密向上に役立っている。(宇宙側から水蒸気量を計測している)本研究は、地上から星を観測することによって、地上側から水蒸気量を推定できるか検証する。

観測の試行
最初の実験方法として、一つの星座（2018.12～2019.3はオリオン座）を決めて、肉眼の観測で星の明るさを判断し、風速温湿度計を用いて測定し、そのデータから統計を出すという方向性で研究を始めた。

しかし、風速温湿度計の不具合や星の明るさを肉眼で判断するには、その日によって目の見え方に誤差が生じてしまうのではないかと考えた。

結果、以下二つの改善をした。
肉眼ではなくカメラアプリで明るさを調節し撮影することによって、客観的に見え方を比較できるようにする。 新しい器具が届くまで、気温、湿度、風力を気象庁のホームページから調べる。
4．観測を行った結果

観測では、持参する風速温湿度計との比較確認をするため気象観測が近隣で行われている点と松本平での広がりや標高差を考慮して、以下の地点にて観測を行った。

地点1：松本市深志の松本特別地域気象観測所近隣公園（613ｍ）→気象庁観測地点

地点2：松本空港の近隣駐車場（658ｍ）→気象庁観測地点

地点3：塩尻市柿沢サンサンワイナリー近隣駐車場（873ｍ）→国土交通省長野国道事務所柿沢観測所

地点4：松本市内田体育館（727ｍ）→近隣観測所はない

※気象観測のデータがなくても水蒸気量の推定ができるかの対比ができるように内田体育館で観測を行っている

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地点１で明るさを落としていくごとにオリオン座の「サイフ」という星が写真では確認できなくなることが多かった（2／4）

地点3で雲が厚くて観測できない日があった。（3／4）

地点４で次の日が快晴の時はサイフまで星が確認できたのだが、次の日の雲量が晴れ～雨の場合は、曇っていて確認できないことがあった。

※(/)で表されているものは右が研究した日数、左がその結果が出た日数

６，まとめ

今回の観測結果から、水蒸気が星の観測を妨げることが確認できた。

それが標高差によって生じているのか、環境または季節によるものなのかを観測を続けて、気象観測データとの比較を行っていき、星の見え方の違いの原因を探っていきたい。

また、星の見え方が歴然と現れている部分があるので、他の地点との差など標高差以外にも見つけて、原因を探っていきたい。

キーワード：天気、星、水蒸気
Keywords: weather, star, water vapor



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

茨城県美浦村馬掛の下総層群から産出したクモヒトデの骨片化石と介形虫化石

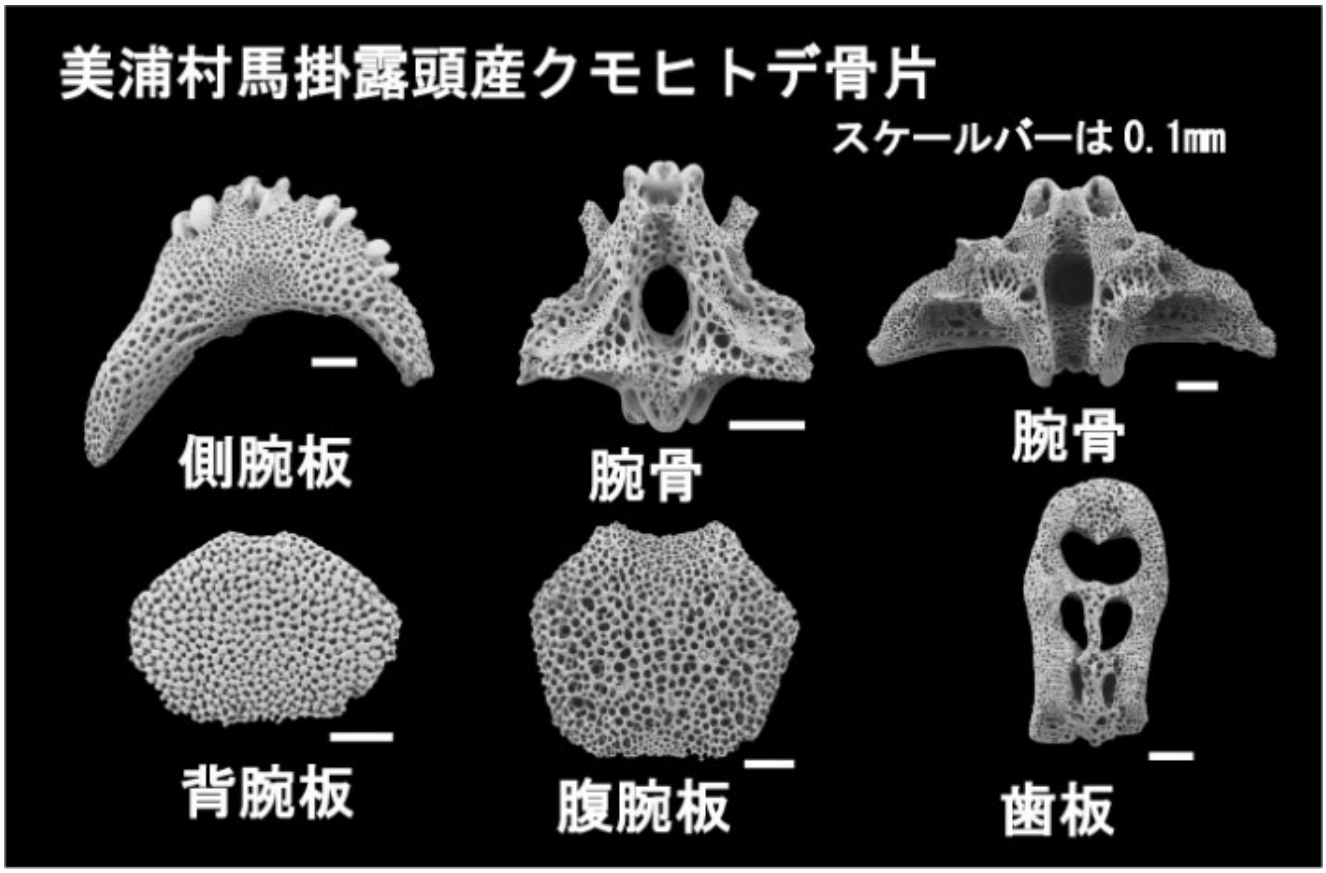
Fossil ophiuroid ossicles and ostracods from the Shimousa Group distributed around Magaki, Mihomura, Ibaraki Prefecture

*横堀 朝香[1]、*三田 鈴[1]
*Asaka Yokobori[1], *Rin Mita[1]

1. 群馬県立太田女子高等学校
1. Gunma Prefectural Ota Girls' High School

茨城県美浦村馬掛の下総層群の露頭から，4試料を分析した．産出した介形虫化石から，古環境は内湾の湾奥から湾中央部の環境であると推定された．また，処理の過程で，クモヒトデの骨片化石を拾い出すことができた．これらの骨片はクモヒトデの腕を作る骨片の一部で，腕骨と側腕板であることがわかった．この骨片はスナクモヒトデ科に同定できた．属種の同定は今後の課題である．クモヒトデ骨片化石の電子顕微鏡写真を図に示した．

キーワード：介形虫、クモヒトデ骨片化石、微化石、馬掛、下総層群
Keywords: stracode, fossil ophiuroid ossicles, microfossils, Magaki, Shimousa Group



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

室戸ユネスコ世界ジオパークのシロウリガイ化石を文化財に
Conservation activities for bivalve fossils by Muroto High School Students

*石谷 愁果[1]、大野 美空[1]、福岡 絵理[1]
*Shuka Ishitani[1], Miku Ōno[1], Fukuoka Eri[1]

1. 高知県立室戸高等学校
1. Muroto High School

室戸ユネスコ世界ジオパーク（高知県室戸市）の海岸でみられるシロウリガイ化石は、約1500万年前の深海底生物（二枚貝）の化石であり、室戸半島の大地が深海から隆起したことを示す証拠である。室戸の海岸の多くは国定公園に指定されているが、シロウリガイ化石そのものを保全する方策は今のところない。そこで、発表者ら（室戸高校生徒）は、シロウリガイ化石群を文化財として指定してもらうよう、室戸市役所に申請した。本発表では、シロウリガイ化石群の保全の意義と、文化財指定をめざす高校生の取り組みについて報告する。

キーワード：シロウリガイ化石、文化財、室戸ユネスコ世界ジオパーク
Keywords: fossil, natural monument, Muroto UNESCO Global Geopark

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

室戸ユネスコ世界ジオパークにおける室戸高校生徒の地域研究事例「室戸の神祭について」
Changes in Shinto Festivals in Muroto UNESCO Global Geopark

*福岡 絵理[1]、橋本 七海[1]、竹村 優衣[1]、新井 颯人[1]、濱田 大生[1]
*Eri Fukuoka[1], Nanami Hashimoto[1], Yui Takemura[1], Hayato Nii[1], Taisei Hamada[1]

1. 高知県立室戸高等学校
1. Muroto High School

高知県室戸市のような地方都市にとって、人口減少の影響は大きい。一方で、室戸市はユネスコ世界ジオパークにも認定されており、私たち地元高校生が地域の自然や歴史について調査する機会も与えられている。そこで、室戸の伝統行事である「神祭」（秋祭）について調べることで、少子高齢化の時代に高校生にできることはないかを考えてみたい。

神祭は人々の暮らしの中で自然と築き上げてきたものであり、豊作や豊漁、感謝などを神様に伝える伝統行事である。面積248平方キロメートルの室戸市には集落が多数あり、それぞれに神祭や伝統行事が残されている。その中でも、市街地中心にある浮津地域に伝わる八王子宮の神祭を中心に調査を行った。

浮津八王子宮の神祭は毎年10月（2018年は10月6～7日）に開催される。浮津は、かつて捕鯨で栄えた街であり、古式捕鯨で用いられた「鯨舟」や「ひき舟」にみたてた「花台」（花で飾られた山車）の巡行や、古式捕鯨時代より伝わる「鯨舟唄」が歌唱される。この神祭は、浮津地域に属する６つの町の代表者と八王子宮の宮司を中心に予算などを決定したうえで、準備が進められる。神祭は２日間にわたって行われ、老若男女様々な地域住民が参加する。

神祭の内容は世相を反映して変容してきたが、その原因は必ずしも少子高齢化だけではない。最大の変化は約60年前におきた。神祭の開催日が平日から休日に変更され、また、花台の巡行ルートも変更された。開催日の変化は、神祭の参加者にサラリーマンが増えたからであり、巡行ルートの変更は国道55号線が整備され交通量が増加したことに対応したものである。また、近年の少子高齢化の時代に参加人数を確保するため、それまで男性のみで行われていた行事に女性や子供が参加するようになった。それでも、若者の参加が少ないのが現時点での問題となっている。

神祭は今もなお続く伝統行事だが、時代の流れに合わせて変容してきた。このまま少子高齢化、人口減少がすすめば、継承が困難になるかもしれない。私たち若い世代は大人たちに協力し、「神祭」に積極的に参加し、伝統を引き継ぎ、さらに外部に向けて参加を呼びかけて行きたい。

キーワード：神祭、少子高齢化、室戸ユネスコ世界ジオパーク
Keywords: Shinto Festival, decreasing birthrate, Muroto UNESCO Global Geopark

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

古砂丘の砂の研究 砂像の砂は、なぜ固まるのか（Epilogue)
The Study of Old Tottori sand dunes. Why the sand become hard ? Epilogue

*田中 克樹[1]、*大﨑 蓮[1]、*杉浦 立暉[1]、有田 怜[1]、岡山 彰吾[1]、砂場 悠太[1]、橋川 蒼生[1]、廣岡 賢[1]
*katsuki takana[1], *ren osaki[1], *ritsuki sugiura[1], satosi arita[1], syogo okayama[1], yuta sunaba[1], aoi hashikawa[1], ken hirooka[1]

1. 鳥取県立鳥取東高等学校
1. Tottori Prefectural Tottorihigashi High School

鳥取県といえば「鳥取砂丘」が有名である。今年，鳥取砂丘は山陰海岸ジオパークにあり，「世界ジオパーク」に再認定された。その砂丘を活かした「砂の美術館」がある。人々を魅了する「砂像」は，砂と水のみで固まっていることがわかった。また，その砂像を形成している砂は，私たちがよく目にする砂丘の砂ではなく，『古砂丘層』という地層帯の砂であることを知った。過去の先輩方の研究では，「粒度」の個体，「砂による強度変化」，「個々の砂粒の表面や火山灰性の物質が含まれていること」などに着目されて研究がなされたが，私たちは，砂粒同士がどのように結着しているのかに焦点化し，これを今回の研究の目的とした。岩石薄片の作成と観察実験及び電子顕微鏡による実験によって，古砂丘砂は砂粒同士の間に粘土鉱物が入り込むことによって砂同士が結着することで，強度が増して固まっていることを確認した。

キーワード：地質、岩石、紛体工学
Keywords: geology, lithology, micromeritics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

古砂丘の砂の研究 ～なぜ砂は固まるのか（Epilogue）～

鳥取県立鳥取東高等学校　理数科3年　有田　怜　砂場悠太　廣岡　賢　橋川蒼生　　指導者　宮脇　進
岡山彰吾　大崎　蓮　杉浦立暉　田中克樹

はじめに

鳥取県といえば「鳥取砂丘」が有名である。今年，鳥取砂丘は山陰海岸ジオパークにあり，「世界ジオパーク」に再認定された。昨年は，人気アプリ「ポケモンGO」・NHK放送のプラタモリで注目を浴びた。その砂丘を活かした「砂の美術館」がある。人々を魅了する「砂像」は，砂と水のみで固まっていることがわかった。また，その砂像を形成している砂は，私たちがよく目にする砂丘の砂ではなく，『古砂丘層』という地層帯の砂であることを知った。先輩は，砂が固まるための三要素は，「砂の密度」+「火山灰の影響」+「水の作用」であるとの仮説をもとに結着のモデリングを考えた。そのモデリングをベースに，砂は実際にどのように固まっているのかという謎を解明するのが本研究の目的である。

先輩の研究

粒度分析

新砂丘砂　：比較的粒度がそろっている
砂の美術館の砂　：様々な粒度がある

同じ質量に対しての体積：新砂丘 ＞ 古砂丘

砂の美術館の砂の密度は，新砂丘砂に比べて大きい

砂の表面解析

新砂丘砂　古砂丘(砂像用)

古砂丘の表面に微粒子が存在している

顕微鏡の電子顕微鏡での観察 ※ＳＥＭ（走査型電子顕微鏡）

動的光散乱法によって粒子の表面の電荷を測定

火山灰質の粒子の表面の電荷は＋の電荷を帯びている

古砂丘の粒子の表面の電荷は－の電荷を帯びている

一軸圧縮試験よる強度分析

古砂丘砂（美術館）	881N(2429hPa)
古砂丘砂（地層）	534N (1497hPa)
古砂丘砂（未固結・平均）	500N (1379hPa)
火山灰層	214N (590hPa)
古砂丘砂（未固結・ゆるい）	147N (405hPa)
鳥取砂丘（再堆）	強度なし

XRDによる測定

付着物　カオリナイト

砂の美術館の砂の表面には粘土鉱物が存在している　粘土鉱物は結着に関わっている！

先輩方の仮説　固まるための三要素

「砂の密度」+「火山灰の影響」+「水の作用」

古砂丘砂の結着の様子（仮説モデル）

先輩は，個体の砂粒を上記のように観察して仮説を立てた。
（課題）本当は砂粒同士は，どのように結着しているか？

今年の研究・実験

岩石薄片の作成

【作成方法】
①砂と水を混ぜ，圧力をかけ，直径３cmパイプに砂を入れ1 cmの厚さの砂柱を作成する。
②乾燥後，新ベトロポキシ154で固める。
③岩石のようにーつにまとまり固くした砂柱を岩石カッターでスライスする。
④それをプレパラートに貼り付けた後，鉄板やガラス板上で研磨剤を使って，薄く研磨することでプレパラート（岩石薄片）を作成した。

光学顕微鏡での観察

落射、透過、偏光の三種類の方法で観察した

	落射	透過光	偏光板	スケッチ
新砂丘砂				
古砂丘砂				

観察結果

＜新砂丘砂＞
○粒の大きさが比較的そろっている
○隙間が多い
○古砂丘砂より小さく全体的にまばらに間隙が点在していた

＜古砂丘（美術館の砂）＞
○粒の大きさがバラバラ
○角張っている
○粒同士や、表面に黄色い物質があった
○空隙が見られた
○角閃石などの火山灰層に含まれる鉱物が多くみられる

電子顕微鏡での観察

光学顕微鏡の実験では平面での構造でしか観察できなかったため，電子顕微鏡を用いて立体的に結着の状況を観察しようと考えた。

観察結果
古砂丘砂の表面付着物が全体を覆うように何かがついている。また，全体的に砂粒同士が結着をしている様子がよくわかる。

新砂丘砂（550倍）　古砂丘砂（600倍）

付着物によって結着している！

考察「古砂丘砂が固まる理由」

「砂の密度と形状（円磨度）」

新砂丘砂　古砂丘砂

角張った様々な大きさの粒が組み合わさり砂粒同士の隙間を埋め，密度を上げる！

「粘土鉱物による影響」

（古砂丘砂）　（火山灰層）

斜長石・角閃石など　火山ガラス

風化

粘土鉱物

○美術館の砂は，砂粒全体を粘土鉱物が覆うように付着し，砂粒同士の結着も起こしていた。
○美術館の砂は，火山灰層が混ざっている可能性が高い。

粘土鉱物が砂粒同士の結着を強める働きをしている！！

「砂の密度」+「粘土鉱物」+「水の作用」によって，古砂丘は結着してることがわかった。

課題　①なぜ，美術館の砂だけに空隙がみられたのか？また，空隙があるにも関わらず，強度を保っているられるのか？
②風化するほど，砂粒が割られ，円磨度が高くなるのに，なぜ美術館の砂のほうが，砂粒が角ばっているのか？

今後の展望

鳥取市では，古砂丘砂の枯渇が問題となっており，砂像美術館の存続にも関わっている。私たちの研究によって古砂丘の結着の秘密がわかり，砂像を長期作成できるような一助となりたい。

【助言・実験協力】
○鳥取県環境交流部・生活環境部　山陰海岸ジオパーク海と大地の自然館　学芸員補(理学博士)　金山 恭子さん
○鳥取大学 農学部 生命環境農学科 地域学部 地域環境学科　講師(理学博士)　菅森 義晃 先生
○鳥取県産業技術センター電子・有機素材研究所　電子システム科　特任研究員(工学博士)　吉田 大一郎さん
○鳥取県立鳥取東高等学校　OB　坂本　直柔　さん（　東北大学大学院　卒業（多元物質科学研究所））

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

どろだんごと苔玉の作成による森林教育
Forest education by the making of a clay ball and a moss ball

*宮地 佑奈[1]、辻 有夏[1]、小林 柚稀[1]、高見 紗英[1]、森川 達貴[1]、山﨑 稜太[1]、楳田 優人[1]、松木 梨南[1]、久保 菜帆子[1]、佐山 葉[1]
*Yuna Miyachi[1], Arika Tsuji[1], Yuzuki Kobayashi[1], Sae Takami[1], Tatsuki Morikawa[1], Ryota Yamasaki[1], Yuto Umeda[1], Matsuki Rina[1], Nahoko Kubo[1], Yo Sayama[1]

1. 京都府立嵯峨野高等学校
1. Kyoto Prefectural Sagano High Scool

近年，森林での直接的な体験を通じて，循環型資源を育む地域の自然環境である森林について知り，森林と関わる技能や態度，感性，社会性，問題解決力などを養い，これからの社会の形成者として，持続的な社会の文化を担う人材教育を目指した森林教育(井上，2014)が行われてきた。本研究では、森林教育を行うにあたり、どろだんご作りと苔玉作りについて検討した。どろだんごについては、より簡単に光らせる方法の検討、苔玉については長期生育が可能な条件について明らかにすることを目的とした。どろだんごが光る理由の一つは粒子の配向性で説明され、磨くことによりその傾向が強まる。本研究において様々な材料を用いて検討したが、粒子の形状や粒子のサイズが小さい時には光らせることができなかった。今後、さらなる検討が必要であろう。苔玉に関しては、一般的に室内において苔を育てることは難しいといわれる。そこで、本研究では苔を長期間楽しむために苔の栄養源の検討が必要だと考えた。苔の健康度については、RGB値を用いて純水と雨水を与えたときの色の変化を比較した。様々な大きさ群落の3種類の苔を用いた結果、純水を与えた苔のほうが短期間で色が変化するということがわかった。このことから、雨水に含まれている成分が苔を長持ちさせていると推測でき、一定量の栄養源の供給が必要であることがわかった。

キーワード：コケ、森林、粘土
Keywords: Moss, Forestry, Clay

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

校有林の土壌圏における粘土鉱物の役割
The Roles of Clay Minerals in the Pedosphere of the Woods for Field Practice Owned by Sagano High School

*久保 菜帆子[1]、佐山 葉[1]、宮地 佑奈[1]、辻 有夏[1]、高見 紗英[1]、小林 柚稀[1]、楳田 優人[1]、森川 達貴[1]、山﨑 稜太[1]、松木 梨南[1]
*Nahoko Kubo[1], Yo Sayama[1], Yuna Miyachi[1], Arika Tsuji[1], Sae Takami[1], Yuzuki Kobayashi[1], Yuto Umeda[1], Tarsuki Morikawa[1], Ryota Yamasaki[1], Rina Matsuki[1]

1. 京都府立嵯峨野高等学校
1. Kyoto Prefectural Sagano High School

森林生態系の中心に土壌があり、土壌の構成物のひとつである粘土鉱物の特徴として、非常に大きな比表面積や荷電をもつこと、植物のための栄養の供給源であること、構造水や間隙水などの保水能が高いことがあげられる。また、粘土鉱物には多くの種類があり、それぞれの特性は大きく異なる。大久保(2015)は、校有林内の土壌断面にみられた赤色の特徴層位について、lepidocrociteが含まれることを報告している。そこで本研究では、先行研究と異なる地点において土壌断面中の粘土鉱物について、XRD法により明らかにし、土壌生成の観点およびその役割について明らかにすることを目的とした。XRD分析の結果、Vermiculite (Vt), Mica、Kaolinite, Gibbsite, Quartz , Hydroxyl interlayered vermiculite (HIV)が確認された。断面調査の結果、赤色土層は確認されたが、樹種、地形等の違いからlepidocrociteはみられなかった。現在、Okubo(2015)と松木(2019)の断面記載のデータ等との比較検討を行っている。

キーワード：粘土鉱物、土壌、森林
Keywords: Clay Minerals, Soil, Forestry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

校有林におけるブランド商品の開発に向けて ～高品質なヒノキの選定と適切な乾燥方法の検討～

For the development of brand-name products in WFS. ~ Selection of high quality Chamaecyparis and investigation of suitable drying method ~

*小林 柚稀[1]、高見 紗英[1]、松木 梨南[1]、山﨑 稜太[1]、楳田 優人[1]、森川 達貴[1]、久保 菜帆子[1]、佐山 葉[1]、辻 有夏[1]、宮地 佑奈[1]
*Yuzuki Kobayashi[1], Sae Takami[1], Rina Matsuki[1], Ryota Yamazaki[1], Yuto Umeda[1], Tatsuki Morikawa[1], Nahoko Kubo[1], Yo Sayama[1], Arika Tsuji[1], Yuna Miyachi[1]

1. 京都府立嵯峨野高等学校
1. Kyoto Prefectural Sagano High School

京都府立嵯峨野高等学校の所有する校有林の樹木は、約65年前に植林されてから、長年放置されてきた。そこで、間伐材を用いて商品開発をすることを考えた。木材を利用するとき樹心が中心にあるほうが、乾燥過程ではゆがみや割れが少なくなり、きれいな柾目が取れる。本研究では、樹心の推定と乾燥方法について研究した。樹木を伐らずに樹心をの推定するために、成長錘（インクリメントボア）を用いて様々な胸高直径の樹木のコアサンプルを得たが、樹心を正確に貫通させることは難しかった。樹心と断面の中心を考えると、樹木の断面の外形は自然作用や人的作用を受けて、樹心の位置と断面の中心の不一致が生じる。そのため、樹心を貫通させることは極めて困難である。現在は年輪の概形を簡略化し、樹心の位置を数学的に算出する方法を検討している。一方、良い乾燥とは、長持ちし割れないことである。本研究では、自然乾燥と樹液の浸出後に自然乾燥させる乾燥方法の有効性について評価した。検討項目は、乾燥にかかる時間、乾燥後のひび割れやゆがみの様子である。校有林から持ち帰ってきたヒノキ（*Chamaecyparis obtuse*）を、重量・体積を測定し、４つの方法で乾燥を行った。現在、比較検討を行っている。

キーワード：森林、ヒノキ
Keywords: Forestry, Chamaecyparis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

森林研究に伴うヒューマンインパクトの把握とその回復
Grasping the human impact following a forest research and its recovery

*佐山 葉[1]、宮地 佑奈[1]、辻 有夏[1]、高見 紗英[1]、小林 柚稀[1]、楳田 優人[1]、森川 達貴[1]、山﨑 稜太[1]、松木 梨南[1]、久保 菜帆子[1]
*Yo Sayama[1], Yuna Miyachi[1], Arika Tsuji[1], Sae Takami[1], Yuzuki Kobayashi[1], Yuto Umeda[1], Tatsuki Morikawa[1], Ryota Yamasaki[1], Rina Matsuki[1], Nahoko Kubo[1]

1. 京都府立嵯峨野高等学校
1. Kyoto Prefectural Sagano High School

京都府立嵯峨野高等学校の校有林では、5年前から現地調査に基づき、森林環境に関わる研究活動が行われている。そのため道の裸地化と土壌侵食が進んでいる。本研究では、校有林内に設置が簡便で、継続使用可能な登山道を整備し、調査活動の環境に対する影響の変化を評価することを目的とした。そこで、天然素材である礫を用いて、校有林内で３つの区画を設定し、実験を行った。 区画に直径3cmから4cmの黒砕石を敷き、普段校有林で調査を行っている高校生がその上を往復した。その後、区画内に残った礫の割合を求めた。区画①の傾斜は4˚、区画②の傾斜は27˚、区画③の傾斜は16˚である。その結果、残った礫の割合は、区画①で93%、区画②で43%、区画③で75%となった。また、実験後、区画②では礫が地面に半ば埋め込まれ、登山道として利用可能であることが示唆された。このことから、傾斜が大きい地点では、礫を地面に半ば埋まるまで均す必要性が示唆された。しかし、礫を運搬するのは非常に重労働で、広範囲に礫道を設置するのは非現実的であると考えられた。今後は、間伐材を併用した敷石について検討する。さらに、ロープを張って人を誘導した。登山経験の多い教員二名から、有効であると確認を得ている。

キーワード：森林、土壌侵食、ヒューマンインパクト
Keywords: Forestry, Soil Erosion, Human Impact

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

昨今の土砂災害を考える　～土壌圏における水の動態～
Considering the recent landslide disasters in Japan -Movement of water in pedosphere-

*松木 梨南[1]、久保 菜帆子[1]、佐山 葉[1]、辻 有夏[1]、宮地 佑奈[1]、小林 柚稀[1]、高見 紗英[1]、森川 達貴[1]、山﨑 稜太[1]、楳田 優人[1]
*Rina Matsuki[1], Nahoko Kubo[1], Yo Sayama[1], Arika Tsuji[1], Yuna Miyachi[1], Yuzuki Kobayashi[1], Sae Takami[1], Tatuki Morikawa[1], Ryota Yamasaki[1], Yuto Umeda[1]

1. 京都府立嵯峨野高等学校
1. Kyoto Prefectural Sagano High School

森林がもつダム機能の大切さについて叫ばれて久しく、日本各地での土砂災害の報告が続いている。本校の研究において、シカ（*Cervidae*）の食害による下層植生の衰退が報告されており、植物による蒸発散の減少および土壌の流亡の可能性から、土壌圏の保水性が失われることが危惧されている。これは、直接的に降雨が岩石圏に達することを意味し、土砂災害に繋がると考えられる。本研究では、土壌断面調査、土壌三相分布、土壌透水性を評価し、土壌の動態特に保水能について評価した。土壌断面調査の結果、日本に見られる一般的な土壌が確認され、深さ60 cmまでが土壌圏と考えられた。また、植物のための適度な保水能を土壌がもっていることがわかった。一方で、透水性は比較的良好であり、一定量を超えた降雨により土壌圏以下の岩石圏に水が供給される可能性が示唆された。

キーワード：森林、土砂災害、土壌
Keywords: Forestry, Landslide Disasters, Soil

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地理院地図と測量データの比較　～嵯峨野高校校有林を例として～
Comparison of GSI map data with the surveying data by targeting Woods for Field Practice Owned by Sagano High School

楳田 優人[1]、森川 達貴[1]、山﨑 稜太[1]、松木 梨南[1]、久保 菜帆子[1]、佐山 葉[1]、宮地 佑奈[1]、*辻 有夏[1]、高見 紗英[1]、小林 柚稀[1]
Yuto Umeda[1], Tatsuki Morikawa[1], Ryota Yamasaki[1], Rina Matsuki[1], Nahoko Kubo[1], Yo Sayama[1], Yuna Miyachi[1], *Arika Tsuji[1], Sae Takami[1], Yuzuki Kobayashi[1]

1. 京都府立嵯峨野高等学校
1. Kyoto Prefectural Sagano High School

　これまで嵯峨野高校校有林において50を越える調査研究活動を行ってきた。しかしながら各種現地データの整理は進んでいない。そこで本研究では、地理院地図の標高データより現地測量データの方がより正確であると想定し、現地測量をしつつ地理院地図の確からしさを明らかにすることを主目的とした。そして、平面測量を行い、緯度経度および標高を決定することを試みた。その結果、地理情報システムで処理することが可能になった。また3Dプリンターを用いて処理し、地理院地図より現地測量モデルの方が正確であることを確認した。3Dプリンターで立体モデルを作成する際は、適切な作成の仕方、どの樹脂がより良いモデルになるかなどを検討したり、近隣の小学校からの依頼により地理院地図のデータを元により広範囲をモデル化した。今後、校有林における様々な研究活動に利活用されることが見込まれる。また、大型の3Dプリンターモデルを作製し土砂災害などの実験をすることも可能であろう。

キーワード：地理院地図、森林、3Dプリンター
Keywords: GSI, Forestry, 3D Printer

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

嵯峨野高等学校校有林における研究活動の総括と今後の方向性
Summary of our activities and the future direction in the Woods for Field Practice Owned by Sagano High School

*藤本 健史[1]、木下 あこ[1]、松木 梨南[1]、佐山 葉[1]
*Takeshi Fujimoto[1], Ako Kinoshita[1], Rina Matsuki[1], Yo Sayama[1]

1. 京都府立嵯峨野高等学校
1. Kyoto Prefectural Sagano High School

本発表は5年間における約80人以上の生徒による嵯峨野高等学校校有林における研究活動の成果を取りまとめ、今後の方向性を提示することを目的とする。校有林は市街地と山地の境界に位置する里山地域と位置付けられる。一部約70年前にスギ・ヒノキの植林が行われた後は、適切な山林管理は行われていない。林内1.9 haの半分程度の平面測量を終えており、地理情報システムによる処理を行った。傾斜は20 –40度あるものの、適潤性褐色森林土に分類される土壌の明確な流出は見られない。一方で、シカ(*Cervus nippon*)による食害が顕著であり、下層植生の衰退による土壌侵食などの発生などが危惧される。しかしながら、土壌pHが低く、pHの発芽抑制が強く、シードバンクには期待できない。また、ドローンによる空撮映像から林冠は極めて密であり、間伐が喫緊の課題であることが分かった。昨今の森林にまつわる土砂災害の観点から、土壌断面調査および土壌透水性の調査を行った結果、ある一定レベルまでの降雨を土壌は保持できることが判明した。しかしながら、土壌透水性は比較的良いことから、激しい豪雨などの場合には土壌圏を通過し、岩石圏に到着することから、土砂災害の可能性が高まると考える。今後、校有林における水文学ならびに森林情報解析学の観点からのアプローチを試みる。

キーワード：森林、土壌
Keywords: Forestry, Soil

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

凍てつく大地に挑む　～カナダ・ケベック州におけるメープル林下の土壌生成～

Our challenge, the frozen earth : soil formation under the maple forests in Quebec

佐山 葉[1]、松木 梨南[1]、小林 柚稀[1]、*高見 紗英[1]、久保 菜帆子[1]
Yo Sayama[1], Rina Matsuki[1], Yuzuki Kobayashi[1], *Sae Takami[1], Nahoko Kubo[1]

1. 京都府立嵯峨野高等学校
1. Kyoto Prefectural Sagano High School

本研究では、カナダ・ケベック州の代表的な森林植生のひとつであるメープル人工林における土壌生成について明らかにすることを目的とした。調査地点は二地点、調査項目は土壌断面調査、土壌貫入強度、地温、土壌pH，土壌EC、土壌呼吸、樹冠観察とした。調査当日(3月下旬)は30 –40 cmの積雪があり、土壌のLFH層及びA層の上部において凍結状態が確認された。しかしながら、A層下部以深は乾燥状態にあり、凍結は確認されなかった。土壌は検土杖・長谷川式土壌貫入計ともに一般的な日本の森林土壌と比較してやわらかいことがわかった。現在、一般的なカナダの森林土壌との比較を試みている。

キーワード：カナダ、土壌、森林
Keywords: Canada, Soil, Forestry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

本影月食中の月の色
Color of the moon at the umbra lunar eclipse

*藤野 航大[1]、*齊藤 孝太朗[1]、*鯨岡 慶樹[1]、*土井 颯[1]、*安田 伊吹[1]
*Koudai Fujino[1], *Kotaro Saito[1], *Yoshiki Kujiraoka[1], *Hyate Doi[1], *Ibuki Yasuda[1]

1. 埼玉県立浦和高等学校
1. Saitama Prefectural Urawa High School

本影月食中の月は真っ暗にならず、赤銅色に見えることはよく知られている。また、本影の縁付近が写真で青く写ることから、「ターコイズフリンジ」と呼ばれている。しかし、これは画像処理による強調の可能性がある。そこで分光観測を行い，本影の縁は白色に近くターコイズ色ではないことが分かった。

キーワード：本影月食、ターコイズフリンジ
Keywords: Umbra lunar eclipse, Turquoise fringe

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

火山灰を含む地層の花粉分析に基づく植生変遷及び噴火年代の研究
Study on vegetation change and validity of eruption age based on pollen analysis of the strata containing volcanic ash

*鈴木 大凱[1]、*落合 陽紀[1]、*上野 敬太[1]、*渡邉 充司[1]
*Taiga Suzuki[1], *Haruki Otiai[1], *Keita Ueno[1], *Athushi Watanabe[1]

1. 静岡県立韮山高等学校
1. Nirayama HighSchool

Ⅰ　研究概要

伊豆半島の古環境復元に繋がる研究は多いが、我々は地層中に多く含まれる火山灰に注目した。

伊豆半島の地層は、ローム層などの層とさまざま火山灰層で構成されている。火山灰層は年代既知であるため、隣接するローム層の年代を把握することができる。ローム層には当時生息していた植物の花粉が存在しており、種別の花粉存在割合は当時の植生を反映しているといえる。したがって、花粉調査によって当時の植生を推定することができる。年代と植生のデータを組み合わせることにより、当時の植生変遷や気候変動の推測や、地層に火山灰を積もらせた火山の噴火年代の妥当性の検討をすることが可能である。

Ⅱ 研究方法

１つの地層から深度別に非火山灰層をサンプリングし、近隣の火山灰層から年代を推定。花粉抽出法を用いて各サンプルから花粉を抽出。抽出した花粉の種を同定して種別にカウントして割合を計算し、当時の植生のデータとする。そのデータを基に、当時の植生変遷や気候変動、噴火年代の妥当性についての考察をする。

Ⅲ　調査地点１　鉢窪山での調査

鉢窪山は浄蓮の滝付近に位置する火山で、山頂のすり鉢状の火口、その中に存在する湿地、表面の泥炭層の存在から、他の山の火山灰や飛んできた花粉が堆積しやすい点でサンプリングにおいて都合が良いと考えたため、鉢窪山の山頂から地層サンプルを採取した。

サンプルを花粉抽出法（参考：大分県立日田高等学校科学部の研究）で処理し観察したが花粉は少ししか観察されなかった。その後の採集で地層から人工物が発見されたため、人の手による地層撹乱の可能性が浮上し、研究の正確性を考え鉢窪山での調査を断念した。

Ⅳ 調査地点２　伊豆の国市大仁田原野の崖での調査と分析方法の改良

次の調査先として、伊豆の国市大仁の田原野にある崖を選んだ。時代範囲が広いので明確な植生変遷の期待が高いこと、火山灰層以外の層は日本で一般的なローム層であり花粉数の期待は鉢窪山山頂よりは低いがここからの花粉抽出に成功すれば調査可能な範囲が広がる事が利点である。ローム層を10 cm 毎に計18 区画をサンプリングした。不純物を取り除き、より多くの花 粉を観察するため、独自に改良した花粉抽出法を用いた。主な改良点は、遠心分離での回転速度と回転時間を増やしたことと、危険なフェノールの使用をやめて作業の安全性を向上させたことである。鉢窪山の時に比べ非常に見やすく花粉量も十分であるプレパラートの作成に成功した。この抽出法で鉢窪山泥炭層を処理したところ大量の花粉が観察されたので改良の正当性が示された。同定には日本産花粉図鑑に加え、花粉分類名検索
（http://pollen-5.sakura.ne.jp/bunruimeikensaku.html）の情報も用いた。

Ⅴ　結果

主に観察された花粉はスダジイ、ネコヤナギ、イチョウであった。

スダジイは新潟福島以南に分布している。12.5万年前の噴火以降消滅したが、10.3万年前の噴火以降に復活した。ネコヤナギは北海道～九州に分布している。全区画で生息が確認された。

イチョウは年平均気温0～20 ℃の範囲に生息している。最初は生息していなかったが、12.4万年前から現れて割合を増やした。

Ⅵ　考察

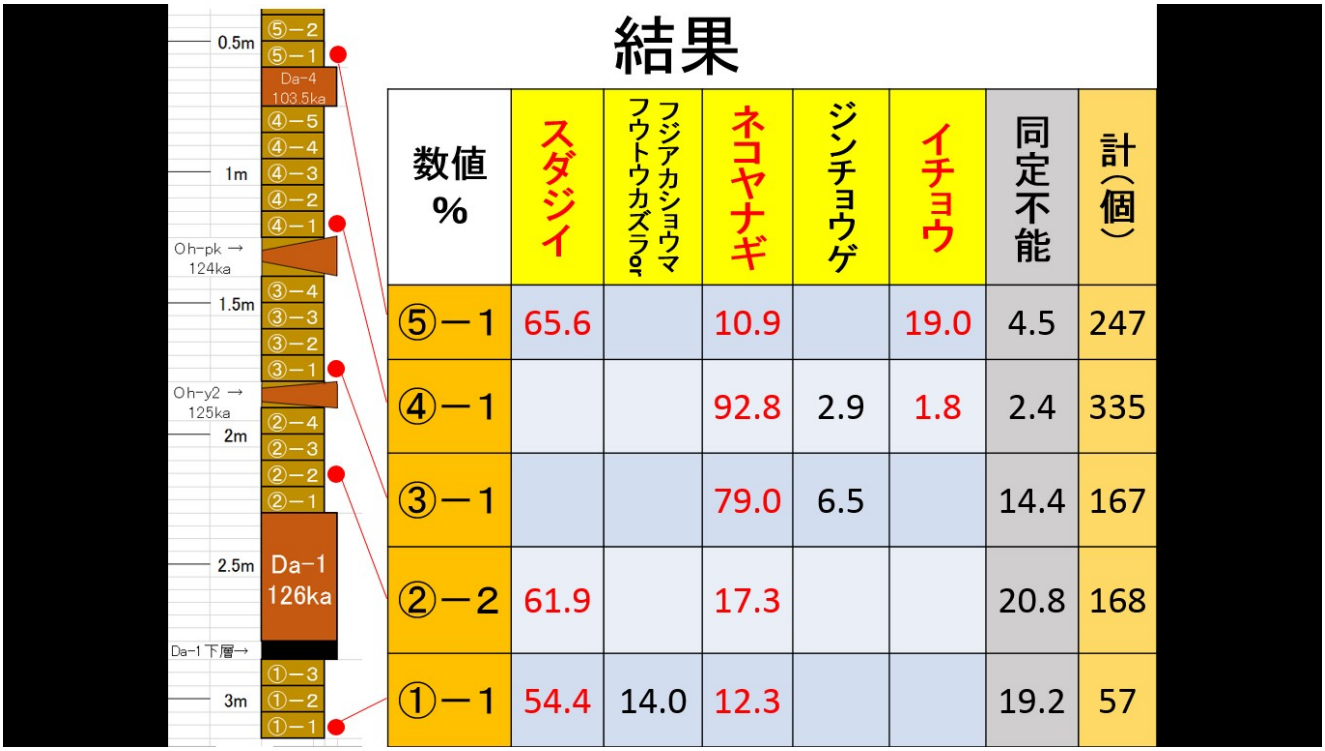
割合変動から、「12.5万年前の噴火以降、現在の東北北部～北海道南部並に気温が下がり、10.3万年前の噴

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

火あたりで気温が上がった。」と考察できた。南極の氷床解析から導き出された気温変動データと比較したところ、この考察は一致していた。

詳しく気温変動を見ていくため、全区画の分析を行っている。その際、同定における判断の個人差を小さくするため判断基準の一致を徹底した。

キーワード：火山灰、花粉
Keywords: Volcanic Ash, Pollen



数値 %	スダジイ	フジアカショウマ フウトウカズラ等	ネコヤナギ	ジンチョウゲ	イチョウ	同定不能	計（個）
⑤−1	65.6		10.9		19.0	4.5	247
④−1			92.8	2.9	1.8	2.4	335
③−1			79.0	6.5		14.4	167
②−2	61.9		17.3			20.8	168
①−1	54.4	14.0	12.3			19.2	57

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ドローンによる高精度３Dモデルを用いた柱状節理形態の統計的分析とその成因に関する研究

Statistical analysis of the columnar joints shape and study of its formation factor using high resolution 3D model by multicopter photos

*太田 昌仁[1]、*榎本 晃大[1]、*久保田 真帆[1]、*西島 美奈子[1]、*渡邉 充司[1]
*Akihito Oota[1], *Kouta Enomoto[1], *Maho Kubota[1], *Minako Nishijima[1], *Atsushi Watanabe[1]

1. 静岡県立韮山高等学校
1. Nirayama HighSchool

伊豆半島は火山活動により形成されたため、柱状節理が多く存在する。伊豆の国市に位置する、城山、白鳥山の柱状節理を観察したところ、六角形が主に存在している一方で、六角形以外も比較的多く存在していた。貴重な地質遺産でもある柱状節理を統計的に解析することで、その形状が安定して六角形にならない原因をはじめ、成因、形成状況を解明することを目的に本研究を行った。まず、自然界の柱状節理のデータを収集するために、下田市の爪木崎柱状節理に対して、緯度・経度・高度情報を持った空中写真を、ドローンを用いて413枚撮影した。空中写真から、3Dデータを作成し、次にその平面図であるオルソ画像を作成した。次に、複数人でGISを用いてオルソ画像の判読を行い、4957個の柱状節理の多角形データを手作業で作成した。多角形の角数の頻度分布を調べたところ、六角形が最も多かった。次いで、五角形、七角形の順に多かった。多角形の面積に着目すると、画数の多いものほど面積が大きい傾向が見られた。実際の爪木崎柱状節理と、そのデータから導いた重心を用いて作成したボロノイ図形(隣点の垂直二等分線をつなぎ合わせて作成する、点の最近隣領域を示す図形)を比較したところ、ほぼ一致したことから、ボロノイ図形の作成による柱状節理の再現が可能だと確かめられた。爪木崎柱状節理の解析から、自然界に存在する柱状節理の角数にはばらつきがあることが分かった。そこで、柱状節理の角数は冷却速度と関係があると考え、冷却速度以外の条件を揃えた柱状節理を作成する実験を行うことにした。

粉体と流体の混合物が乾燥し、収縮するとき、核が形成され、柱状節理が形成される。(遠藤徳考ほか,地形現象のモデリング)そこで、粉体に片栗粉、流体に水を使用し、その混合物をシャーレに入れ、乾燥機で乾燥させ、柱状節理を作成した。自然界の柱状節理における冷却速度は、片栗粉柱状節理における水の蒸発速度、つまり実験の温度と片栗粉の質量に関係すると考え、温度60℃,70℃,80℃に対しそれぞれ片栗粉の質量50g,70g,90gと変え、九つの条件で実験を行った。作成した片栗粉柱状節理を真上から撮影し、中央の3cm四方を資料とし、複数人でその形状を手作業でデータ化した。また、温度60℃、片栗粉の質量90gの条件では柱状節理が二層構造になってしまった。この際、片栗粉柱状節理の断面形状は細かい凹凸が多く、角数特定の信憑性がなかったので、データから導いた重心を用いて作成したボノロイ図形の角数をその柱状節理の角数とした。各条件における度数分布を比較したところ、全ての条件下で六角形の度数割合が高く、度数分布もほぼ一致したことから、角数と冷却速度の関係性は無いと考えた。そこで、角数のばらつきは冷却の不均質さに関係すると考え、完全に均質に冷却された場合と不均質に冷却された場合の二種類を比較することにした。

完全に均質に冷却された場合、収縮中心は等間隔に配列し、全ての柱状節理が正六角形となる。一方、不均質な冷却をシミュレーションするため、点同士を20cm以上離したランダムな点群を配置し、それを重心としたボノロイ図形を作成した。角数分布を比較したところ、ランダム点による柱状節理よりも爪木崎の方が六角形の度数の割合が多く、グラフの尖り度合いを数値化した尖度(数値が大きいほど尖っている)が爪木崎の方が大きいことから、爪木崎柱状節理の度数分布はランダム点による柱状節理の度数分布に比べ、六角形に集中していることがわかった。以上のことから、不均質な冷却が角数のばらつきの原因であると考え、柱状節理の角数と冷却の均質さには関係があると考えた。

本研究において、柱状節理の角数は冷却速度と関係はなく、柱状節理の角数と冷却の均質さに関係があると結論付けた。よって、均質に冷却されるほど六角形の柱状節理の度数割合が大きくなり、不均質に冷却される

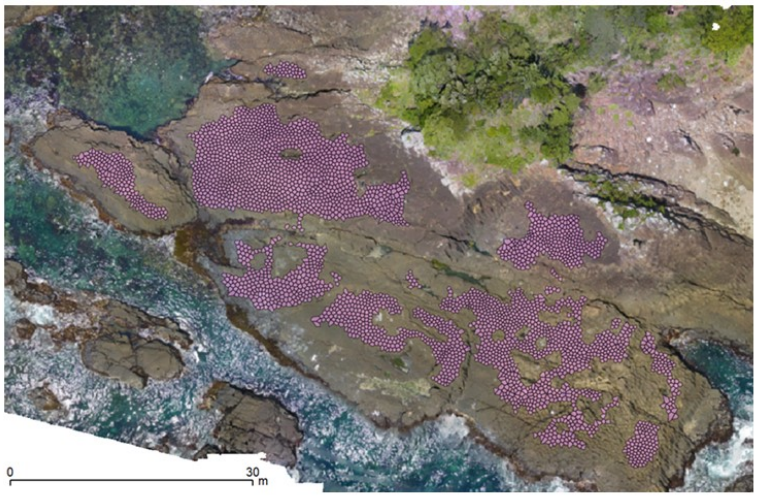
©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

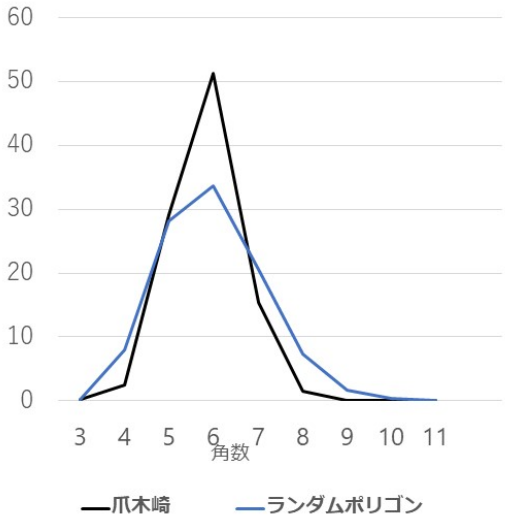
ほど六角形以外の柱状節理の度数割合が大きくなると考えられる。

謝辞

本研究を進めるにあたり、伊豆半島ジオパーク推進協議会事務局専任研究員、鈴木雄介様に多大なご協力を賜りましたことを深く御礼申し上げます。

キーワード：柱状節理
Keywords: columnar joints





©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

古狩野湾の復元
Restoration of the Paleo-Kano Bay

*小島 蒼太[1]、*久保田 真央[1]、*米山 夏生[1]、*山本 貴之[1]、*渡邉 充司[1]
*Souta Kojima[1], *Mao Kubota[1], *Natsuki Yoneyama[1], *Takayuki Yamamoto[1], *Athushi Watanabe[1]

1. 静岡県立韮山高等学校
1. Nirayama HighSchool

Ⅰ　研究背景

伊豆半島北部にある田方平野には、縄文海進により「古狩野湾」と呼ばれる海が広がっていた。その海岸線を復元する研究は行われてきたが、我々はその精度を向上させるべく研究を行っている。海岸線を復元する際には地形やボーリング調査の結果から行うことが通例であるが、我々は遺跡の分布やウバメガシの分布からの復元を試みた。

先行研究ではボーリング調査の結果から、土壌の硫黄濃度を測定する方法、ケイソウの種類を調べる方法、土壌の電気伝導度を調べる方法、の三つから陸成層と海成層を判別し海岸線の特定を試みている。1923年に発生した関東大震災において被害の集中した関東平野の低地は田方平野と同様に縄文時代は海であり、軟弱地盤地帯であった。そのため、当時の海岸線を復元することで地下数十メートル下にある軟弱な地盤の存在を予測でき、減災に役立つことが期待できる。

Ⅱ　研究内容

遺跡による復元

QGISを使用して、縄文時代から弥生時代までの遺跡の分布を調べ、地図にまとめた。

時代が進むにつれて山間部から平野部に遺跡が移動している。重要なことはこれまで海とされていた平野部に縄文時代の遺跡がなく、海が引き始めた年代から平野部へと遺跡が移行していることである。これにより、縄文時代の田方平野は非居住地域であったことが推測される。

2　ウバメガシによる復元

分布調査

ウバメガシは平地での生存競争に弱く、海岸線の岩場を好んで生息する植物である。しかし、田方平野には内陸部であるのにも関わらずウバメガシのコロニーが存在する場所がある。そこで、内陸部に存在するウバメガシを、縄文海進とともに内陸に進出し、その後の海退により取り残されたものだと仮定し、調査を行った。

田方平野全域と伊豆半島西海岸でフィールドワークを行い、ウバメガシのサンプルを新たに沿岸部で12ヶ所、内陸部で27ヶ所採取した。ほとんど全ての内陸部のウバメガシが沿岸部に似た崖や岩地などの植物の生息しにくい環境で生息していることが確認できた。

DNA調査

ウバメガシが海退により取り残されたものであると仮定すると、現在の沿岸部のコロニーとは6000年間にわたり隔絶されてきているため両者のDNAに何らかの違いが生じている可能性がある。その変化を見つけるために我々は内陸部と沿岸部のウバメガシのDNAを比較し、内陸部のウバメガシが縄文海進により取り残されたものであると証明することを試みた。

冷凍されたサンプルを粉末状にしDNeasy Plant Kitsを用いてDNAの抽出を行い、PCR法によって増幅を試みた。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Matk、*trnH-psbA*、*atpB-rbcL*を使用した。増幅後に電気泳動を行い各サンプルのDNAの比較を行った。すべてのサンプルにおいてバンドを出すことはできなかったが内陸部の守山と沿岸部の牛臥山の泳動結果にわずかながら差があるように見える。しかし、抽出したサンプルのDNA濃度が非常に小さく他のサンプルでの比較や再現が行えなかった。そこでDNA抽出キットを変え実験を行った。６箇所のサンプル（枯野公園、水晶山、白山堂、黄金崎、南蔵、長浜城）に対し、Lysis Solution SLSを使用しDNA抽出を行った。そのサンプルに対しDNAの確認実験を行った。

結果としてすべてのサンプルにおいてDNAの存在を示すバンドが見られた。

DNAの抽出には成功したが、すべてを増幅するまでには至らなかった。原因としてはDNAの濃度や不純物の混濁が考えられる。一部のDNAでは差異が見られた。塩基配列の解析やPCRの条件を検討するなど、さらなる遺伝子の解析が今後の課題である。

3ボーリング調査

先行研究と国土地盤情報検索サイトから精査すると、正確な南限は神島以南の水晶山付近である断定できる。

Ⅲ　結論

今回、多くのウバメガシのコロニーを発見することができたため、より細かく海岸線を推定できるようになった。先行研究では白山堂付近が南端であると推測したが、白山堂以南にウバメガシが多く生息していたため古狩野湾の南端は水晶山付近、もしくは水晶山以南であると今回の研究では推測した。また先行研究と今回の研究結果から海岸線は図のようになると考えられる。

Ⅳ　今後の展望

分布調査では南限と推定した水晶山付近の調査をさらに行うことでより詳しく海岸線を推定できると思われる。新たなサンプルではDNAの存在を確認することができ、比較ができる可能性が高いので、すべての配列でPCR条件の検討を行い遺伝子の解析をさらに進める必要がある。また、田方平野における堆積物の厚さや隆起や沈降を調べ当時の地形を再現していくとともに、先行研究で行われているボーリング調査の結果と比較し、我々がとった手法が海岸線を知るための指標として用いることができるかを検討していきたい。

Ⅵ　参考文献

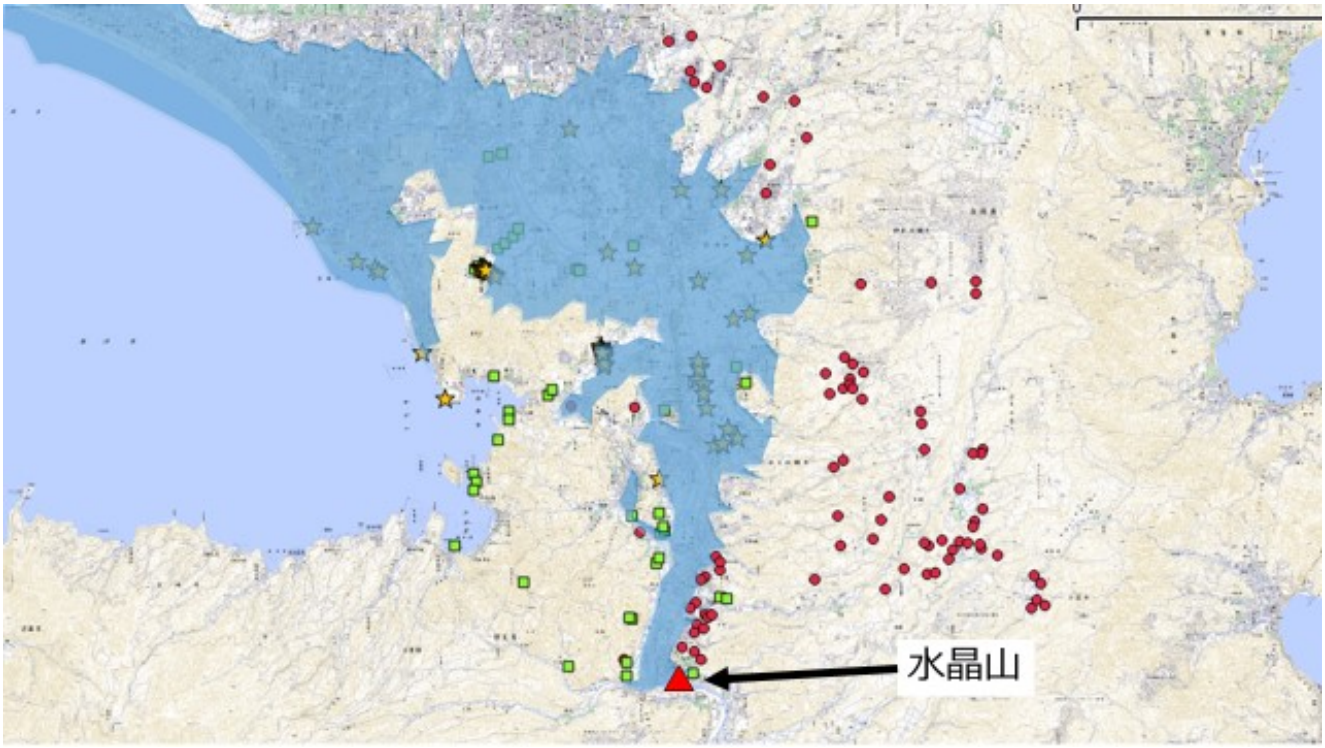
Genetic variation and structure of Ubame oak, Quercus phillyraeoides, In Japan revealed by chloroplast DNA and nuclear microsatellite markers

Ⅶ　謝辞

多大な協力を賜りました伊豆半島ジオパーク推進協議会事務局専任研究員　鈴木雄介様　、
国立遺伝学研究所　黒川顕様　豊田敦様　に深く御礼申し上げます。

キーワード：ウバメガシ、縄文時代
Keywords: Ubame Oak, Jomon period

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

深層海流から世界環境へ
From deep water circulation to the World's environment

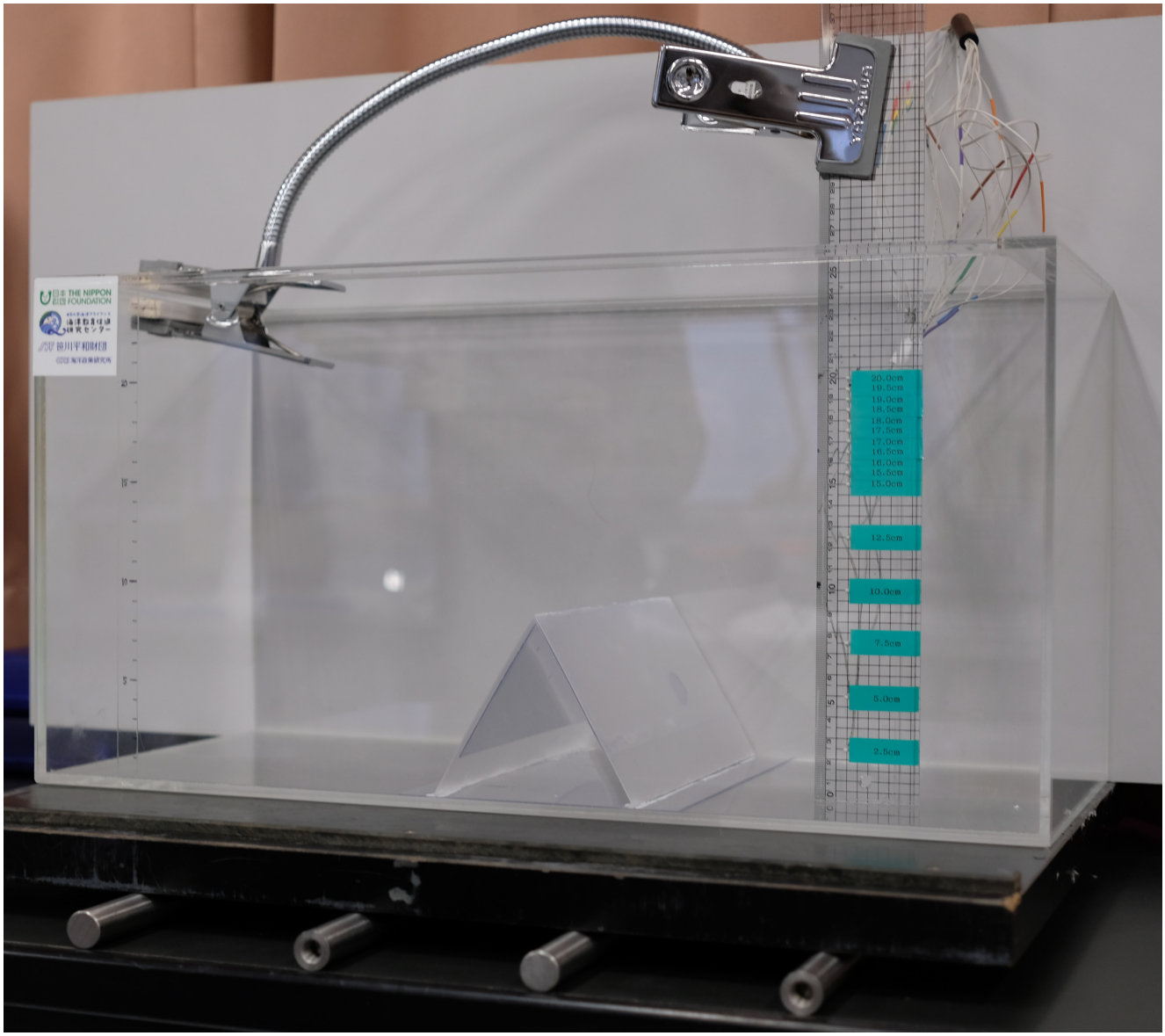
*小久保 太凱[1]、*塚田 惟人[1]、*中田 宙希[1]、*中田 光軌[1]、*藤田 光[1]
*Taiga Kokubo[1], *Yuito Tsukada[1], *Hiroki Nakada[1], *Mitsuki Nakada[1], *Hikaru Fujita[1]

1. 逗子開成高等学校
1. Zushi-Kaisei Senior High School

東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻の日比谷紀之教授より、海の深層循環に存在する深層熱塩循環が表層から深層へ熱を輸送することで、私たちにとって住みやすい環境を形作っており、その深層循環に月が生み出す潮汐流が影響を及ぼしているという報告がある。その潮汐流が海山に当たることによって水中で乱流が発生し、表層の熱が深層に伝えられ、深層水が浮力を得て湧昇するという仕組みである。私たちは、この仮説が正しいか確かめるため潮汐流によって海中で発生する乱流に着目し、海山や海をプラスチック板や水槽などを利用してモデル化して、温度変化を解析したり、流れを可視化したりなどの実験をして海山を駆動することにより上下層間での温度差が小さくなることを確かめたり、水槽中にインクを放って乱流が発生しているのを目視で確認したりして、鉛直上向きの熱輸送をする乱流の存在を確かめることにした。

キーワード：海
Keywords: sea

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

暑くて寒い鳩山の謎
Mystery of hot and cold Hatoyama

*山本 鷹平[1]、*吉村 友輔[1]、*町田 敦秀[1]、*篠田 将太郎[1]
*Yohei Yamamoto[1], *Yusuke Yoshimura[1], *Atsuhide Machida[1], *Syotarou Shinoda[1]

1. 埼玉県立熊谷高等学校
1. Saitama prefectural Kumagaya High School

埼玉県内陸部に位置する鳩山町は、内陸性の気候であり、夏暑くて冬寒い特徴がある。近年、特に冬季に盆地でかつ標高の高い秩父を下回る最低気温が観測されることが多い。熊谷高校地学部では、この謎についてアメダスデータ、地形模型、異なる土地利用の状態を再現した気温測定実験によって解明することを試みた。

キーワード：気温、土地利用、放射冷却
Keywords: air temperature, land use, radiative cooling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

クレーターを数えてみえてきた土星衛星ディオネの歴史 新考察
A New Story for Saturn Satellite Dione's History seen in Crater Counting

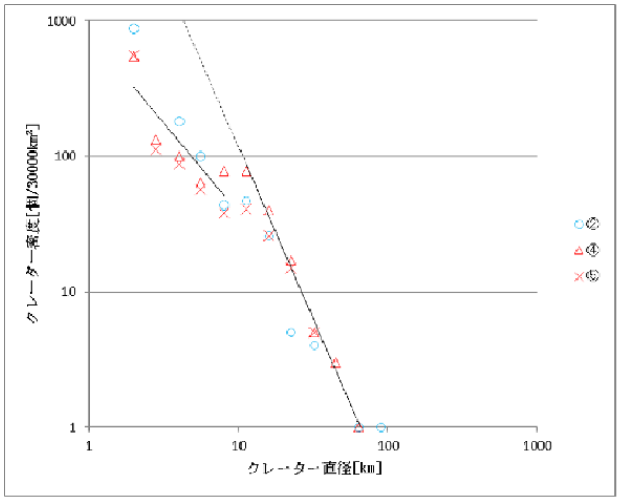
*石橋 志悠[1]、*河野 恭大[1]、*竹田 好汰[1]
*Shu Ishibashi[1], *Kyota Kono[1], *Kota Takeda[1]

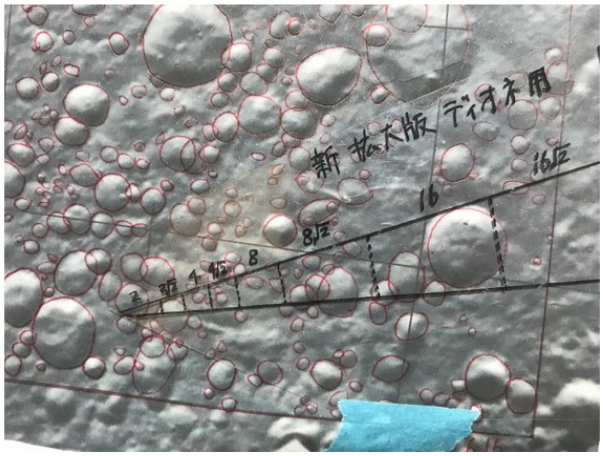
1. 大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎
1. Tennoji Senior High School Attached to Osaka Kyoiku University

土星の衛星ディオネの自転・公転周期は同期しており，ディオネにおいて「クレーターの多い場所」⇔「隕石の当たりやすい場所」と言える．隕石は一般に，衛星の公転の伴う進行方向の面に最も当たりやすいことが知られているが，ディオネの全体画像からは進行方向とは逆の面にクレーター分布が集中しているように見える．NASAはディオネの進行方向とその逆方向の面が入れ替わった可能性を示唆しているが，詳細な分析等は行われていない．本研究では経度・緯度別，直径別にクレーターカウントを行うことで，ディオネにおける新しい考察を行うことを試みた．併せてテチス(土星の衛星)のカウントを行い，比較を検討した．

なおディオネは氷衛星であるため，熱によってクレーターが消える可能性がある．氷衛星の熱源にも着目し，研究を進めた．

キーワード：クレーターカウント、氷衛星
Keywords: crater counting, icy satellite





©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

大阪の天気に合う観天望気とは
Which Weather Proverbs are Suitable for The Weather Forecast in Osaka

*島田 遼人[1]、*朝日 奈桜[1]、*山本 晶貴[1]
*Haruto Shimada[1], *Nao Asahi[1], *Aki Yamamoto[1]

1. 大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎
1. High School Attached to Osaka Kyoiku University (Tennoji Campus)

１.研究背景・目的

自然現象や生物の行動の様子から天気を予想する言葉や地域特有の気候を伝えるものを観天望気や天気俚諺という(以後、観天望気)。現在の日本の天気予報は主にスーパーコンピュータを用いて予測されているが、天気予報のシステムが導入される前は、観天望気を用いて天気を予想していた。古代から経験則として「夕焼けの翌日は晴れる。」などが使われており、的中率は約70%だと推定されている(オペレーションズ・リサーチ学会)。

観天望気は昔に作られた言葉なので気候変動が起こっている現代の天気には通じないものもある可能性がある。また観天望気には全国共通のものと地域別のものがある。そこで、大阪市における観天望気の的中率を、空の様子の観察や気象データから算出しようと考えた。本研究では大阪市で適用できる観天望気を選出することを目的とした。

２.方法

初めに研究の対象とする観天望気をリストアップした。そして、本校で4方位の空の様子を1日3回(授業時間の関係から8:30,12:30,15:10)撮影し、その様子を観測した。また、それに対応する9:00,12:00,15:00の3回の大阪のアメダスのデータ(天気、降水量、温度、風向、風速、湿度、気圧)を記録した。翌日以降も空の様子の観察とアメダスのデータを記録した。(2018年4月～2019年1月)

観天望気の条件と予想される天気が一致した場合を観天望気の「的中」として的中回数を調べた。また、観天望気の的中率を算出した。そして、観天望気の的中率が高いものを大阪市で適用できる観天望気に選出した。

３.結果

①「夕焼けは晴れ」

本研究では「夕焼け」の条件を「15時のアメダスで観測された天気が晴れの場合」とした。そのうち、翌日天気を観測する3回のうち1回でも「晴れ」または「快晴」が観測されれば的中として、的中率を算出した。15時に「晴れ」・「快晴」が観測されたのは113回、そのうち翌日「晴れ」は75回観測され、的中率は66.4%となり、観天望気の期待値に近い結果になった。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

②「四方に雲なきは3日の雨」
「四方に雲なき」の条件は、「空の様子の観察で4方位ともに雲が見られなかった場合」として、そこから3日以内に雨が
降った場合に的中とした。「四方に雲なき」は14回、そのうち3日以内に雨が降ったのは6回で、的中率は42.9%だった。
また、「四方に雲なき」は「快晴」だと解釈することができるため、条件を「アメダスで快晴が観測された場合」にして
的中率を算出した。すると、快晴が130回観測され、そのうち、快晴が観測された後3日以内に雨が46回観測され、的中率
は35.4%となった。

③「夏の南風は晴れ」
「南風」の条件は16方位での「南東」～「南西」の風が観測され、その後１日以内に晴れた場合に的中とした。この時の
「晴れ」とは、「晴れ」または「快晴」が観測された場合を示す。全体において、「南風」が214回観測され、その後１日
以内に「晴れ」たのは149回で的中率は69.6%だった。

これらの観天望気の月別の的中率や考察についてはポスターセッションで詳しく発表する。

４.考察
結果から、「夕焼けは晴れ」・「夏の南風は晴れ」のような的中率が推定的中率に近い、またはそれ以上の観天望気は大
阪では適用できると考えた。

５.今後の課題
現在の大阪における的中率の高い他の観天望気を見つけることや、観天望気を今の天気に合ったものに作り替えること
で、天気予報とともに天気の予測に用いる。そのために、多くの観天望気の的中率を調べることや、大阪の天気の傾向をア
メダスのデータや空の様子から見つけることが必要だと考える。
本研究では、8:30,12:30,15:10の空の写真および9:00,12:00,15:00のアメダスのデータを使用した。「夕焼け」、
「朝」などそれぞれの観天望気で判断の基準とされている時間帯に観測し、より精度の高い的中率を調べる必要がある。

キーワード：気象
Keywords: Meteorology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

火山下を通る地震波への影響
An Effect on Seismic Waves Beneath Active Volcanoes

*林田 天[1]、*米田 光希[1]、*山本 美薫[1]
*Ten Hayashida[1], *Mitsuki Komeda[1], *Miku Yamamoto[1]

1. 大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎
1. Tennoji Senior High School Attached to Osaka Kyoiku University

研究背景・目的

日本は世界有数の火山大国である。火山の下にはマグマだまりが形成されているが、その位置を正確に知ることは難しい。そこで、本研究では、地震波形を使ってマグマの位置を推測するため、２段階に分けて検証を行う。まず、火山下を通った地震波がどんな影響を受けるのか明らかにしたのち、その結果を使ってマグマだまりの位置を推測する。今回は熊本県を中心とする九州地方に対象を絞った。2016年に熊本県で大規模な地震が起こったため、余震を含めた多くの地震データを手に入れることができる。また、九州地方の地震波は比較的震の浅いものが多いため、後に記す地震データの選定条件に一致しやすい。

２．原理・仮説

地震波には初期微動を引き起こすP波と主要動を引き起こすS波の２種類が存在する。P波は個体・液体・気体のすべての物質内を伝播していくが、てS波は固体中のみしか伝播することができない。そのことを考えると、液体であるマグマだまりを通過した地震波は、波形の位相が不明瞭になると考えられる。「波形の位相が不明瞭」というのは、P波とS波の境目がはっきりしないような形になっているもののことをさす。また、断層と垂直方向に進む地震波は波形の位相が明瞭になることが明らかにされている（本多，1954）。つまり、断層と垂直方向に進む地震波で火山を通るものの位相が不明瞭ならば、その地震波はマグマから何等かの影響を受けていると考えられる。しかし断層とおよそ45度方向に進む地震波ではマグマに関係なく不明瞭になることも知られている（本多，1954）ため、今回は区別が明瞭に出るはずの断層から垂直な方向に進む地震波に着目する。

この仮説が正しければ、波形が不明瞭になっている地震波から、マグマだまりの位置や深さを推測することができる。

２．研究内容

検証１：火山下を通った地震波がどんな影響を受けるのか明らかにする。

・方法

①気象庁HP内の「震度データベース検索」を使い、以下の条件を設定して研究に使用できる地震を探す。この時、九州地方の火山の分布を調べておく。

・Ｍ３以上であること　・震源深さが30ｋｍ以下であること

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

・九州地方の陸地で発生した地震であること

・震源地から観測点に地震波が到達するまでに、火山下を通過すること

マグニチュードの制限は、規模が小さく波形の位相がもともと不明瞭になりやすい地震を選ばないようにするために設定した。震源深さについては、深さおよそ30ｋｍの位置にはモホロビチッチ不連続面があり、その面を境に波の性質が変わってしまうと考えて検証データから省いた。

②①で集めた地震について、気象庁HPからそれぞれの断層の動いた向きを調べ、断層の動きが比較的はっきりしているものだけを選ぶ。

③「防災科学技術研究所Hi-net高感度地震観測網」から、,で選定された地震のイベント波形数値データをダウンロードする。

④③で集められたデータを、WIN2という波形解析専用ソフトウェアを使って解析する。このソフトウェアを使うと、各観測点の波形・震源地情報・震源地と各観測点のマップを手に入れることができる。

⑤各地震について、位相が不明瞭になっている地震波を選びだし、その観測点をマップにプロットする(図７)。

⑥断層の方向と比較し、波形が不明瞭になることと火山の存在が関係するかについて考える。

・研究結果・考察

いくつかの地震で、断層に垂直な波線において、火山を通過する場合に位相が不明瞭になるという感触が得られた。本来ならば位相が明瞭になるはずの断層方向から垂直な波線で、逆のことが起きているということであるから、火山の下のマグマだまりによる影響があった可能性が高い。つまり、仮説通り、マグマを通る地震波は、位相が不明瞭になるということがいえる。この検証結果を使って次の検証を進めていく。

検証２：マグマだまりの位置を推測する

・方法

① 地図ソフトGMTを使用して、北九州地方の白地図を作る。

② 波形が不明瞭になった各観測点・震央の位置を、①の白地図にプロットして線で結ぶ。

・結果・考察

完成した地図を見るだけではマグマだまりの位置を明確にすることはできなかったが，波線が阿蘇山の付近で密度が高くなることは確認できた。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

５．今後の課題

検証１

データ数が少ないため、さらにデータ数を増やし結果をより強固なものにする。

また、発表の際結果を目に見えてわかる形にするための工夫が必要になる。

検証２

検証１と同様、データ数が少ないためさらにデータを増やす。

また、今の検証方法だとマグマの位置を検証することが困難なので、地震データの集め方やデータ処理の仕方を考え直す必要がある。

キーワード：地震、火山
Keywords: Eaerthquake, Volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

クレーターに伴うレイの構造の解明
The Research Analyzes Structure of Ray with Crater

*鈴木 万結子[1]、*岡田 美鈴[1]、金澤 涼夏[1]、*奥出 凪津子[1]、*澤井 美緒[1]、*南 芽依花[1]
*Mayuko Suzuki[1], *Mirei Okada[1], Suzuka Kanazawa[1], *Natsuko Okude[1], *Mio Sawai[1], *Meika Minami[1]

1. 大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎
1. Tennoji Senior High School Attached to Osaka Kyoiku University

研究背景・目的

研究レイ(Ray/光条)は月面等に見られる、クレーターから放射線状に広がる筋のことである。私たちは、クレーター形成の通説である隕石衝突説に基づいた再現実験が身近なもので実施できることから、クレーターの周囲にできるレイも再現することが出来ると考えた。本研究ではその手法を用いて、レイを構成する物質が隕石または地面のどちらに由来するのかを明らかにすることを目的に、多様な月面環境を想定した再現実験によって調査した。

方法

本実験ではスケール効果を考慮し、「隕石」には片栗粉、ベビーパウダーを使用した。その他いくつかの粉も試したが、実験の成功率や再現されるクレーターの形等から、これらの粉末が適していると判断した。衝突時の運動エネルギーを測定しやすくするため、高さを固定して隕石モデル(片栗粉の球体、鉄球)を自由落下させた。粉の球体は２つの計量スプーンを用いて作った。実験は三つのパターンを想定して行った。

1.何もない床に粉を落とす場合

1.計量スプーン２つを用いて落下隕石を想定した片栗粉の球体を作った。
2.高さ25､50､75､100㎝でそれぞれ5回ずつ黒シートに落とした。
3.粉の広がりをレイとして、落下点から８方向に番号をつけ、番号ごとに着地点からの飛距離を測定し記録した。また、８つの平均値をレイの半径とした。全体の写真を撮った。

2.粉を敷いた床に粉を落とす場合

1.食用色素を使って青い片栗粉と赤い片栗粉を作った。
2.半球型の計量スプーンで落下隕石を想定した赤い片栗粉の球体を作った。
3.月面を想定した青い片栗粉を直径が球体の4倍になるよう白いシートに敷いた。
4.2を3に落として、粉の広がりを写真で記録した。

3.粉を敷いた床に鉄球を落とす場合

1.月面を想定して一定の厚さ敷き詰めたベビーパウダーの上に、穴の開いた板を置いた。
2.穴に落下隕石を想定した鉄球を落とした。
3.穴から飛散したベビーパウダーの広がりを記録した。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

結果

実験1において衝突時の運動エネルギーとレイの直径のグラフに正の相関が見られた。この結果は先行研究と一致する。実験1・2どちらにおいてもレイに類似した模様を再現することができた。実験Ⅲの結果・考察についてはポスターセッションで詳しく発表する。

考察

再現した例の形より、レイを構成するイジェクタは隕石と地面の両方に由来する。しかし、レイ全体の内、地面由来の方が割合は高い。よってレイ形成には地面の物質が大きく関係していると考えられる。

今後の課題

本研究の実験は空気抵抗があったり地球の重力があったりと、月面とは違う環境下であった。このことから、再現実験の妥当性を検討する。

実験Ⅰ・Ⅱにおいて粉を落とす際の手動による作業を機械化できなかった。そのため、条件にばらつきがでてしまった。

実験Ⅱの実験結果が視覚的な判断であるため数値化など正確な情報処理方法を考えたい。

キーワード：月、レイ、隕石衝突説
Keywords: Moon, Ray, Meteorite collision

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

塩害土壌を改良する
The Way of Improving Salt-Damaged Soil

瀬﨑 花音[1]、上野 珠季[1]、*北西 愛[1]
Sezaki Kanon[1], Tamaki Ueno[1], *Ai Kitanishi[1]

1. 大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎
1. Tennoji Senior High School Attached to Osaka Kyoiku University

大地震などによって海水がかかり塩類集積が進んだ土壌は、作物が育ちにくくなる塩害土壌となる。しかしこの塩害土壌に薬品のカルシウム化合物を添加することで、土壌を改良できることを昨年度の研究によって明らかにした。 そこで本研究では、薬品ではなく人体に害のない天然由来のカルシウムでも、同様に塩害土壌を改良することができるのか、明らかにすることを目的として研究を進めた。廃棄物として問題になっている貝殻の主成分が炭酸カルシウムであることに注目し、もしこれらの天然カルシウムを塩害土壌の改良に役立てることができれば環境問題の解決にも繋がるのではないかと期待し、本研究を行った。

塩害とその改良方法の原理は次の通りである。土壌粒子は負の電化を帯びている（図１a）。その土壌に、津波などによって海水が侵入すると、正の電荷を帯びたナトリウムイオンは土壌粒子にひきつけられる（図１b）。その土壌を塩害土壌と呼ぶ。しかしその塩害土壌にカルシウム化合物をまくと、電離したカルシウムイオンが土壌中に発生する（図１ｃ）。そのカルシウムイオンと、土壌粒子に付着していたナトリウムイオンが置換し、土壌粒子から離れたナトリウムイオンが流れることで土壌が改良される（図１ｄ）。

今回はカルシウム化合物と同様に天然カルシウムでも塩害土壌を改良できるかを調べ、改良できた場合、天然カルシウムの種類による、土壌改良の効率の違いを明らかにした。

方法は昨年と同様、塩化ナトリウム水溶液を含ませた土壌に、くだいた牡蠣殻、卵殻、アサリ殻、薬品の炭酸カルシウムをまいてカイワレダイコンを育て、その発芽率と落ちてきた水に含まれるナトリウムイオン量の変化を土壌改良の指標として実験を行った。これらの指標にどのような変化が起きるのかを明らかにした。

結果として、発芽率を見ると土に対して０．１%、流出したナトリウムイオン量を見ると土に対して０．０５%の割合で天然カルシウムを添加したときに最も土壌が改良されていることがわかった。また添加量を上げていくと次第に改良の度合いが下がっていった。

これらのことから天然カルシウムでも塩害土壌を改良できたといえる。天然カルシウムの改良の度合いは薬品のカルシウム化合物より低いわけではないということもわかった。また天然カルシウムを土に対して０．０５%から０．１%ほどの低い割合でまくと塩害土壌に最も効果があると考えられる。

キーワード：塩害、土壌、カルシウム
Keywords: Salt damage, Soil, Calcium

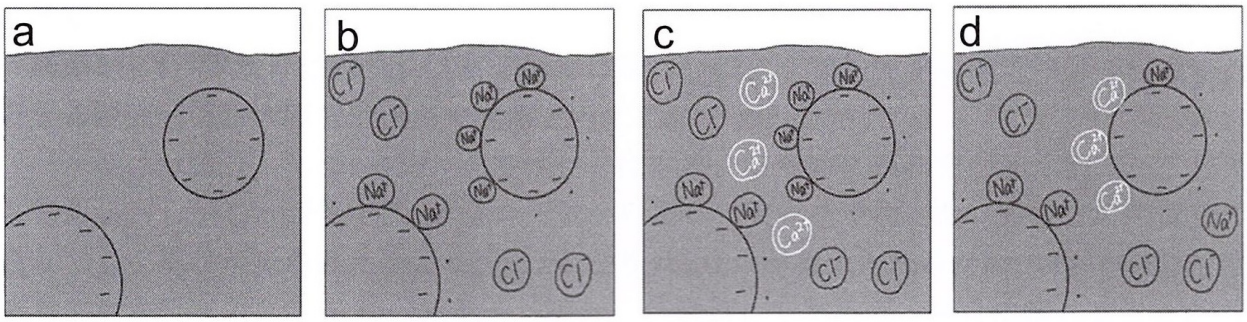


図１　塩害と土壌改良の原理

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

月光発電量の予測と実測　ー「日進月歩くん」の開発ー
Prediction and survey of moonlight power generation amounts –Development of new electricity generation system “Mr. Nisshin Geppo”

*石本 貴昭[1]、*鈴木 涼太[1]、*佐藤 弘一[1]、*米村 優輝[1]、*山元 源[1]、*雨宮 達也[1]、*雨宮 進也[1]
*Takaaki Ishimoto[1], *Ryota Suzuki[1], *Koichi Sato[1], *Yuki Yonemura[1], *Hajime Yamamoto[1], *Tatsuya Amamiya[1], *Shinya Amamiya[1]

1. 中央大学附属中学校・高等学校
1. Chuo University Junior and Senior High School

私たちは、天体望遠鏡用赤道儀に太陽光パネルを搭載した装置「日進月歩くん」を開発した。「日進月歩くん」は太陽と月を自動追尾しながら発電することができる。これまでの研究では、ＬＥＤ電球を用いて模擬月光発電を行うことで月光による発電量の予測式を作成した。しかし、この予測式を用いて算出した予測発電量と実測発電量の誤差が６４．５％であったため、予測式の精度に問題があったのではないかと考えた。そこで本研究では、月光による発電量の予測式を改良し、新たな予測式を作成した。

本研究では、２つの実験を行った：

実験１）模擬発電実験：実験１では、セロファンを用いてＬＥＤ電球の光の色を変え、セロファンの色ごとに発電量を測定した。この実験結果から、光の波長による太陽光パネルへの影響を考察した。月光の波長と光のエネルギーの関係（「月光のスペクトル」とする）をもとに、得られた発電量を月光による発電量に補正した。さらに、室内における明るさ（等級）をＳｋｙ　Ｑｕａｌｉｔｙ　Ｍｅｔｅｒ（ＳＱＭ）を用いて測定し、前述の発電量と組み合わせることで、従来の予測式を改良した。

実験２）実測実験：「日進月歩くん」を用いて実際に月光発電を行い、月光による発電量を実測した。同時に、ＳＱＭを用いて夜空の等級を測定し、得た等級と作成した予測式から予測発電量を算出した。
以上の実験結果から、予測発電量と実測発電量の誤差を算出し、新たな予測式の精度について更なる改善点や改善方法を考察した。本研究結果の詳細はポスターセッションにて発表する。

キーワード：月、発電、追尾
Keywords: Moon, Electricity Generation, Tracking

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ハマサンゴ骨格とキクメイシ骨格のろ過能力の検証　～化石サンゴ骨格のろ過材としての資源利用を目指して～

Filtering capability of fossil coral skeletons *Porites* sp. and *Favia* sp.

*石坂 悠希[1]
*Yuki Ishisaka[1]

1. 中央大学附属高等学校
1. Chuo University Senior High School

本研究は、化石サンゴの資源活用としてサンゴ骨格のろ過能力に着目したものである。鹿児島県喜界島で採取した化石ハマサンゴと化石キクメイシを試料として3つの実験（通水実験・赤チョークを用いたろ過実験・墨汁を用いたろ過実験）を行なった。通水実験では、ハマサンゴ骨格のみ水を通すことが明らかとなった。ろ過実験では、ハマサンゴ骨格はろ過能力を持ち、キクメイシ骨格はろ過能力を持っていないことがわかった。ハマサンゴ骨格のろ過材としての能力は、チョーク粉末はろ過することができたが、墨汁（細かい粒子）はろ過できなかった。本研究によって、化石サンゴ骨格の一部はろ過材として資源利用できる可能性が示された。

キーワード：化石サンゴ骨格、ろ過能力、喜界島、資源活用
Keywords: fossil coral skeleton, filtering capability, Kikai Island, resource utilization

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

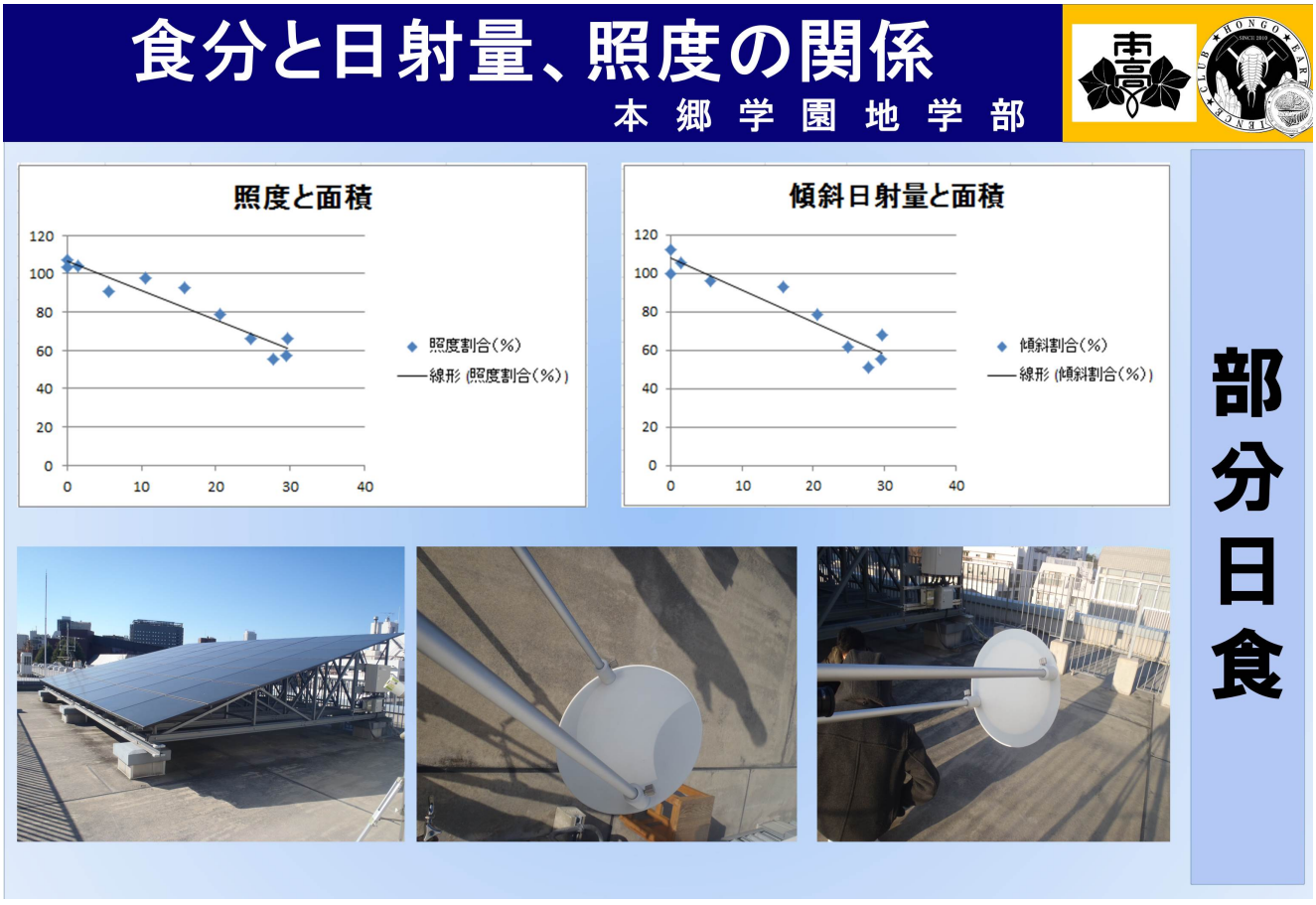
部分日食の食分と日射量、照度の関係
Relationship between the eclipse of partial eclipse and solar radiation and illumination intensity

*山本 智士[1]
*Satoshi Yamamoto[1]

1. 本郷高等学校
1. Hongo senior high school

2019年1月6日（日）、8時40分頃から11時半頃にかけて約三年ぶりに日本全国で部分日食が見られた。そこで1月6日、1月7日に、学校の屋上にて8時から12時まで10分ごとに日射量と照度を計測して比較した。なお、日射量は太陽光パネルを利用して計測し、照度は照度計を用いて手動で計測した。また、1月6日の10時20分以降は雲がかかってしまったため、正確な値を計測することができなかった。1月7日の日射量と照度に対する1月6日の日射量と照度の割合を求め、それらをグラフ化した。その結果、日射量、照度共に9時頃から徐々に減少し9時50分に最小値を記録した。計測結果から、太陽の欠けた面積の割合と日射量、照度の変化には何らかの関係があるのではないかと考えた。そこで、日食計算ソフトを用いて計測時間ごとの太陽と月の視直径及び食分を計算し、そのデータをもとに再現実験を行って考察した。

キーワード：部分日食、日射量、照度
Keywords: Partial solar eclipses, Solar radiation , Illuminance



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

月の公転はケプラーの第二法則でどこまで説明できるか
How much can the revolution of the moon be explained by the second law of Kepler?

*内田 佳那[1]、*古畑 羽瑠樹[1]、*服部 斗碧[1]、浅野 修平[1]、臼井 万美子[1]
*Kana Uchida[1], *Haruki Kobata[1], *Toa Hattori[1], Shuhei Asano[1], Mamiko Usui[1]

1. 岐阜県立岐山高等学校
1. GIZAN SENIOR HIGH SCHOOL

私たちは、平成28年度から月の満ち欠けについて研究を行っている。
月齢によって変化する月の光っている部分（＝月の明部面積）の割合を求めたものを輝面率とし、輝面率の変化を説明する計算式を等速円運動モデルで求めた。求めた値（計算値）と実際の月の画像から求めた輝面率と比較した結果、地球-月間の距離変化などによって、その値が一定でないことが確かめられた。これらはケプラーの第二法則の影響を受けているものだと考えられる。この仮説を検証するため、今回はモデルによる計算値と実際の月の公転（天文年鑑）の値をグラフを作成して比較した。

キーワード：月の満ち欠け、月の公転軌道、ケプラーの法則
Keywords: Waxing and waning of the Moon, Orbit of the Moon, Kepler's laws

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

岐阜県関市津保川にみられる露頭の形成年代と形成環境
The formation age and environment of the Tubo River outcrop,Seki in Gifu prefecture, Central Japan.

*山田 佑哉[1]、*大野 啓介[1]
*Yuya Yamada[1], *Keisuke Ohno[1]

1. 岐阜県立岐山高等学校
1. GIZAN SENIOR HIGH SCHOOL

2018年までの研究で我々は、岐阜県関市下倉知を流れる津保川の露頭は約6～9万年前に御岳山で噴出した軽石が、古木曽川によって運ばれた河川堆積物であると考えている。

今回、この露頭の軽石と長野県伊那市の露頭で採取した軽石を重鉱物組成と紫蘇輝石の特徴から比較した結果、本露頭には御岳第一、御岳伊那、御岳三岳に分類される軽石が含まれることが分かった。周辺地域の先行研究と、本露頭の堆積状況から総合すると、木曽川が現在の流路に変わったのは、約6万年前から5.5万年前であると考えられる。

キーワード：後期更新世、御岳火山、河川堆積物
Keywords: Late Pleistocene, Ontake volcano, Stream deposits

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2017年12月11日茨城県沖で発生した巨大ジェットの発光の時間変化と過去の同現象との比較

The change with time of the gigantic jet off the coast of Ibaraki on December 11, 2017 and comparison with the past jets

*山下 直也[1]、*平野 慎[1]、*松山 隼[1]、*大窪 佑弥[1]
*Naoya Yamashita[1], *Shin Hirano[1], *Hayato Matsuyama[1], *Yuya Okubo[1]

1. 静岡県立磐田南高等学校
1. Shizuoka Prefectural Iwata Minami High School

1.動機・目的

2017年12月11日22時47分13秒に本校から北東方向に設置したカメラにより高高度発光現象の一種である巨大ジェットを観測した．巨大ジェットは非常に発生頻度の低い現象であるため，この巨大ジェットの形態や成因を，発光の時間変化や気象条件，過去の巨大ジェットと比較させて解明することにした．

2.巨大ジェットとは

巨大ジェットは雷雲上空から中間圏にかけて発生する高高度発光現象の一種で，下端は高度約20km，上端は70～90㎞の逆円錐型の発光現象である．巨大ジェットはスプライトやエルブスなどの他の高高度発光現象と比較すると，非常に発生頻度の低い現象であるため不明な点が多い．

3.方法

高感度CCDカメラ（WAT-100N）で撮影された巨大ジェットの画像を，動体検知ソフトによりパソコンに自動記録をする．次に，高高度発光現象の共同観測ネットワークを介して，他観測点にて同時観測された同一巨大ジェットの観測記録から，三角測量の原理を用いて巨大ジェットの発生地点や高度を特定する．

4．結果

4-1　発生地点，高度

著者らが観測した巨大ジェットは，青山学院大学相模原校舎の段毛毛氏との同時観測であったので２観測点の仰角と方位角から巨大ジェットの発生地点を特定した．この結果，巨大ジェットは茨城県沖（北緯35.57°，東経139.40°）で発生し，その上端高度は66.3kmであることが分かった．さらに発光の強度や特徴から，この巨大ジェットを図１のとおり以下の5つに分けた．

A　高度 5～19km　下部で細い柱状に強く発光する部分

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

B　高度10～45km Aの上部で放射上に発光する部分

C　高度30～40km　BとDの間に見られる発光のない部分

D　高度36～53km　Eの下に見られる強く光る発光部分

E　高度44～69km　放射状に広がる非常に強く発光部分

次に動画のコマ送りにより発光に時間変化を分析した結果，図２のとおり巨大ジェットは単純に地上から上空に向かって発光するのではなく，まず上部のD,Eが発光し，一旦発光が弱まったあと，再び下部のAからEにかけて強く発光することがわかった．その後，最下部Aの積乱雲内の雲内放電と考えられる発光が継続する．また，巨大ジェットの上昇速度は240km/sであることも分かった．

4-2　気象条件との比較

気象条件の比較では，天気図より同日9時～15時で寒冷前線が通過したこと，衛星写真や雨雲レーダーより18時から22時の間に太平洋上空で雨雲が急速に発達したことが分かった．しかし，巨大ジェット発生地点に最も近い水戸の記録をみても降水が全く無かった．また，図３のとおり，スプライトは20時から翌日１時の間に関東沖で11件発生していたが，巨大ジェット発生時間帯の22時30分から23時では発生はなく，落雷も２件のみだった．さらに，対地雷の分布をみると，図４のとおり巨大ジェット発生前までは対地雷は周辺で多発しているが，巨大ジェット発生時間帯には対地雷はなく，巨大ジェット発生後は巨大ジェット発生地点で対地雷が発生していることが分かった．

5. 考察

今回発生した巨大ジェットと過去に磐田南高校が観測した３回の巨大ジェットとを比較した結果が，表１である．全ての巨大ジェットの共通点は，いずれも発生時期が11月下旬から12月中旬にかけての気圧配置が西高東低型の冬型で発生前に寒冷前線が通過していること，対地雷がなく発生前後に雨量がほぼないことである．以上から，海上に当たる強い日射と寒冷前線の通過により，積乱雲は成長したが，積乱雲内では落雷や降水による電荷の解消が起こらなかったために，積乱雲内に莫大な電荷が蓄積された．これが引き金となって，積乱雲内から電離圏にかけて次々と電荷が誘導され，これらの間で連鎖的に放電が繰り返されて，巨大ジェットが発生したと考えられる．

2010年11月と12月の巨大ジェットとの共通点は，発生地点がいずれも海上で発光時間が6/60秒～8/60秒，形状が一体状であることから，今回のジェットはこの２つのジェットとほぼ同じタイプと考えられる．ただし，上端高度か66.3kmと低く，発生地点が日本海側ではなく，太平洋側であることがこの２つのジェットと異なる．

6. 結論

2017年12月11日22時47分13秒に茨城県沖の北緯35.57°，東経139.40°の海上付近から最高度66.3kmで発生した巨大ジェットを観測した．この巨大ジェットの発生前には寒冷前線が通過していたが，発生地点の付近

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

や発生時刻の前後には，落雷が少なくスプライトなどの高高度発光現象も無かったことから，対流圏における大量の電荷の蓄積と雲内放電が原因と考えられる．

キーワード：巨大ジェット 、対流圏
Keywords: gigantic jet, troposphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

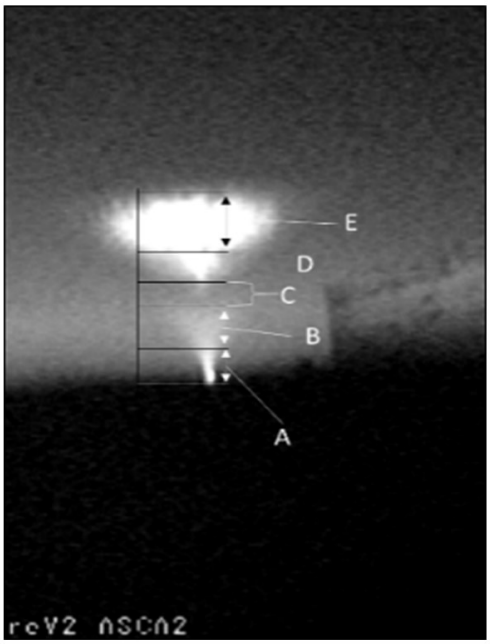


図1 ジェットの高度別の特徴
(青山学院大学段毛毛氏撮影)

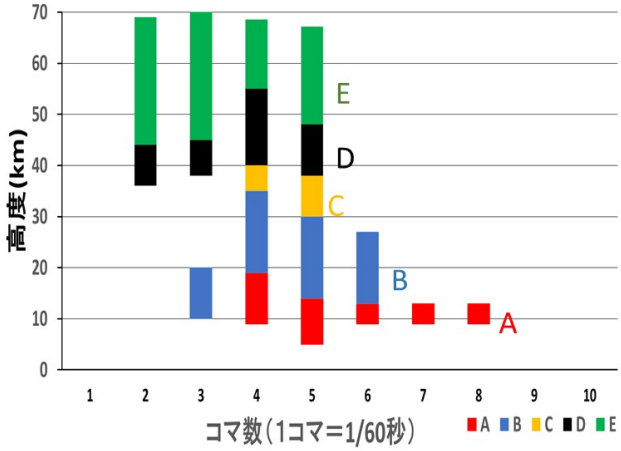


図2 ジェットの高度別の時間変化

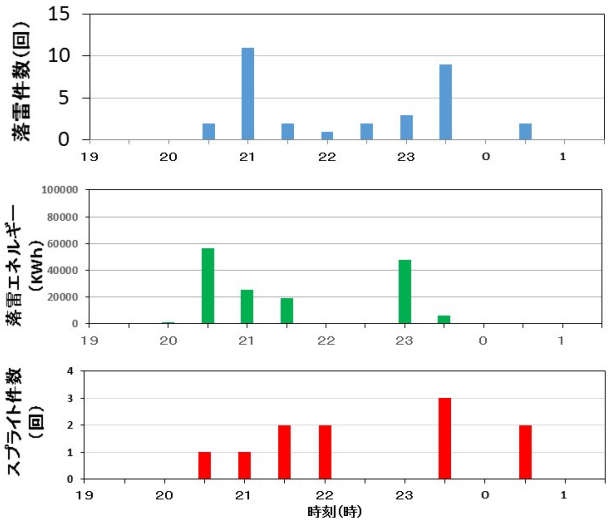


図3 落雷の発生回数とエネルギー，スプライトの発生回数の時間変化

表1 今回と過去三回の巨大ジェットの比較

	2008年の巨大ジェット	2010年11月の巨大ジェット	2010年12月の巨大ジェット	今回の巨大ジェット
発生地点	陸上（石川県）	海上（鳥取県沖）	海上（能登半島沖）	海上（茨城県沖）
上端高度	99.3km	120km	108.1km	66.3km
発光時間	約42/60秒	約8/60秒	約6/60秒	約7/60秒
形状	接木状	一体状	一体状	一体状
発生時期	11月下旬	11月下旬	12月上旬	12月中旬
前後の雨量	ほぼなし	ほぼなし	ほぼなし	ほぼなし
雲内放電	あり	不明	あり	あり
対地雷	なし	なし	不明	なし

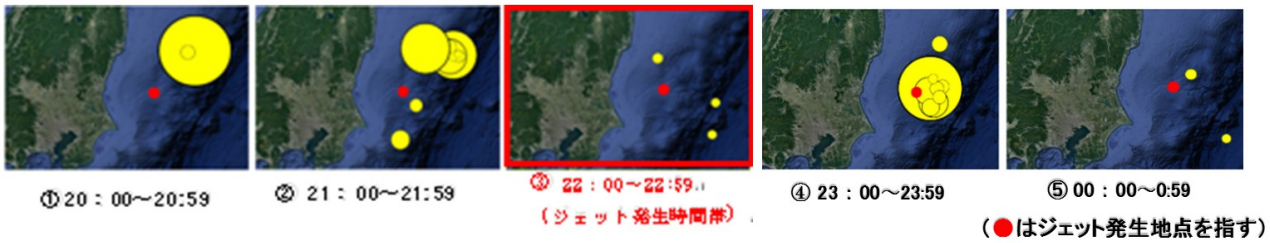


図4 落雷発生地点（半径＝√エネルギー値，Google Earth(https://www.google.co.jp/intl/ja/earth/)を使用）

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

静岡市清水区の海長寺のボーリングコアに基づく後期完新世の環境変化の復元

Reconstruction of Late Holocene environmental changes based on analysis ofcore sediments from Kaicho Temple

*伊奈 朋弥[1]、*鈴木 大介[1]、*蔦原 敬登[1]
*Tomoya Ina[1], *Daisuke Suzuki[1], *Keito Tsutahara[1]

1. 静岡県立磐田南高等学校
1. Shizuoka Prefectural Iwata Minami High School

1.動機・目的

駿河トラフの西岸(静岡市～御前崎市)は,フィリピン海プレートの沈み込みにより,6～8mm/年の速度で沈降しているが,西暦1854年の安政東海地震では約1mの隆起が起きた (石橋,1984;Katamura&Kobayasi,2014).1970年代に,安政東海地震から120年間も経過しているので,近い将来,東海地震が発生するとされた.その後の研究では1707年の宝永地震や1498年の明応地震で駿河トラフ西岸が隆起した証拠は得られず,安政東海地震のような駿河トラフ西岸を隆起させる地震（以後,安政型地震）の発生間隔は依然として不明である.そこで,本研究では,静岡県静岡市清水区の海長寺(図１)の地層記録から後期完新世の環境変化を復元し,安政東海地震の履歴を検討した.

2.方法

海長寺において，海岸線に対して垂直及び平行な測線の地層分布調査を行い，2本の14mボーリングコアを掘削した.コア試料は半裁し,堆積物と含有化石の記載,軟Ｘ線写真の撮影,柱状図の作成を行った.7試料の植物片の14C年代測定をBata Analytic社に依頼した.また採取したコア試料を1cmごとの裁断，保存した.裁断したコアは粒度組成,CNS比の測定に用いた.粒度組成はφスケール5～-1のふるいを用いて,粒径ごとの質量を計量，粒径から沈降速度を求めた.試料を10mg計量しC.N.S元素分析をふじのくに地球環境史ミュージアムにて行った.

3.結果

3-1.　地中レーダーによる測定

地中レーダーで平行に調査した測線間では地層の傾斜が見られなかった.一方，垂直に行なった測線では陸側から海側にかけて深度1～2mで傾斜が見られた.

3-2.　ボーリングコアの記載

図２は地点1.2の柱状図である．両地点ともに,堆積構造,粒径,色に基づいて3つの層に分けられた．下位より,貝化石を含む灰色の砂礫層,貝化石を含む灰色の粘土層,陸生の砂礫層が見られた.粘土層と砂礫層の境界は明瞭であった.

3-3.　14C年代測定

地点1の深度4.21ｍの粘土層から産した葉の試料，地点2の深度2.10mの木片密集層から産した葉の試料について14C年代を測定すると，それぞれ西暦398～539年，西暦258年～428年を示した.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

3-4. 貝化石の同定

地点1では粘土層から潮間帯に生息する巻貝である*Umbonium moniliferum*(イボキサゴ)を産した．その他にも地点2の砂層で多くの貝化石が産出し,*Umbonium moniliferum*(イボキサゴ)や*Batillaria multiformis*(ウミニナ)などの潮間帯に生息する巻き貝が見られた．

3-5. 粒度分析

地点1，2の砂礫層と粘土層の明瞭な境界において，その直上の砂層，直下の粘土堆積物，そこから5㎝離れた堆積物の計8試料について行った．沈降速度を比べると，粘土層と砂層の間には明らかな差が見られるため，境界を境に堆積環境が大きく変化している．

3-6. CNS元素分析

地点1，2のそれぞれにおいて，粘土層と砂礫層の明瞭な境界の直下の粘土層の堆積物及び，その5cm下と10cm下の粘土層の堆積物において，各2試料ずつ，計12試料の分析を行った．その結果，C.N.S元素分析から推定できる堆積環境は汽水域から内湾である．

4.考察

地点1,2の粘土層について,①地点1では潮間帯に生息する巻貝であるイボキサゴが産出したこと，②C.N.S元素分析のCN比，CS比の結果より汽水から内湾環境で堆積したと解釈されることから，堆積環境は内湾の干潟であると考えられる．また，潮間帯に生息する巻貝を産する粘土層と木片密集層の葉の14C年代は,それぞれ西暦398年～539年と西暦258～428年を示す.したがって,陸化した時代は,西暦398年から西暦428年の間の可能性が高い.この時代に汎世界的海水準の低下は起きていないので,陸化は堆積作用か地震性隆起のどちらかである.地震性隆起の場合には,安政型地震が発生したことになり,南海トラフの歴史地震の中で最古の西暦684年の白鳳地震よりも280年古い.

5.結論

地点1の深度4.20m(標高0.25m)，地点2の深度3.60m(標高0.20m)に粘土層と砂層の明瞭な境界があり，その下位の粘土層の堆積環境は内湾の干潟であると考えられる．

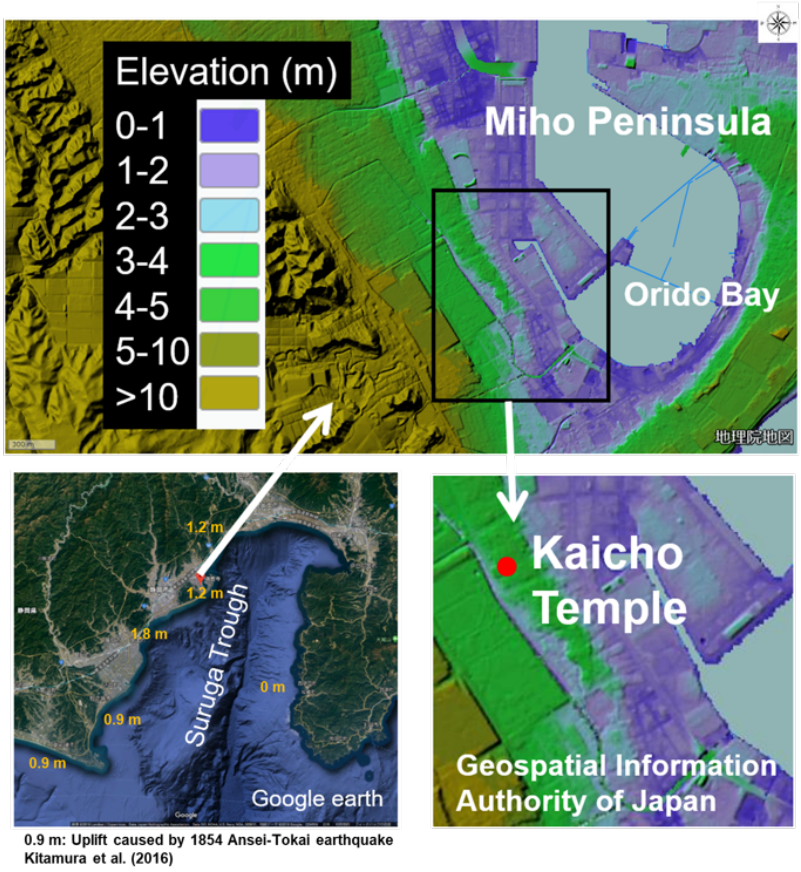
放射性炭素年代測定より調査地点の浜堤は西暦398年から西暦428年の間に堆積した可能性が高い．調査地点の浜堤が陸化した原因は，地震性隆起である．

6.参考文献

石橋克彦(1984);第四紀研究,23,105-110 ;Kitamura&Kobayasi (2014)The Holocene, 24 814-827 ;松原彰子(1989) 地理学評論, 62,A-2, 160-183;Kitamura (2018) Marine Geology 405 114-119;Sampei et al (1997) Geochemicalournal;藤原治 他 (2008) 活断層・古地震研究報告，No.8，p．163-185．;寒川旭 (1995) 日本文化財科学会誌，29-43;静岡県埋蔵文化財調査研究所 (1988) 原川遺跡Ⅰ;静岡県埋蔵文化財調査研究所 (1992) 坂尻遺跡

キーワード：地震性隆起、駿河南海トラフ、後期完新世、清水平野、層相解析
Keywords: coseismic uplift, Nankai and Suruga troughs, late Holocene, Shimizu Plain, facies analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



0.9 m: Uplift caused by 1854 Ansei-Tokai earthquake
Kitamura et al. (2016)

fig. 1 Study area

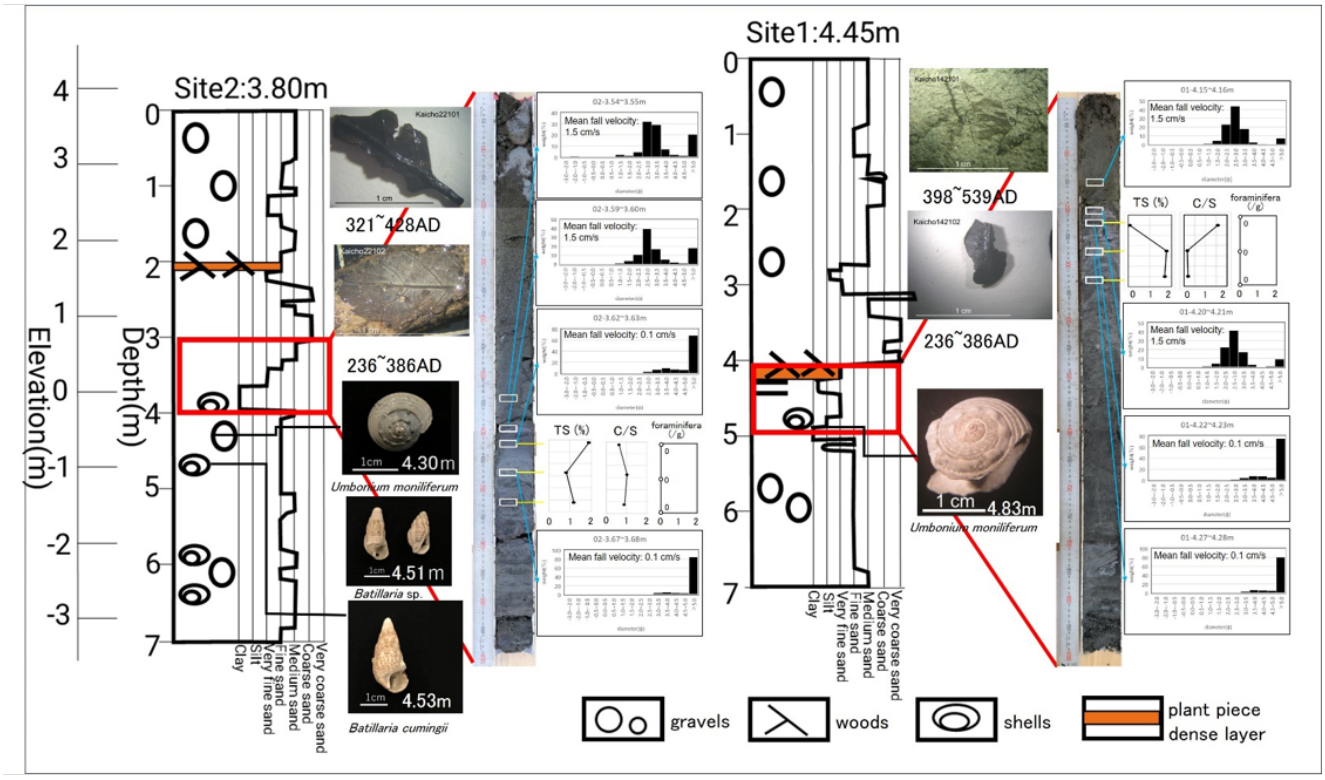


fig. 2 Columnar sections

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ドローンを用いた遠州灘鮫島海岸の三次元モデルの生成と海岸線の検出
generation of 3D model on the coast of Samejima,the sea of Enshu and detection of coastline by drones

*髙木 瑛登[1]
*Eito Takagi[1]

1. 静岡県立磐田南高等学校
1. Shizuoka Prefectural Iwata Minami High School

１．背景・目的

磐田南高校地学部では，海岸浸食が進行している遠州灘鮫島海岸（図１参照）を調査するために，オートレベルとハンドレベルによる水準測量を行ってきた．しかし，人の手による水準測量では多くの時間と労力が必要となる．そこで，ドローン（図２参照）を用いて測量を効率的に行うことはできないかと考え，これに取り組むことにした．

２．方法

（１）海岸微地形の三次元再構成

昨年は，ドローンによる海岸微地形の三次元再構成を行った．方法はまず，ドローンを用いて鮫島海岸を撮影する．次に撮影した動画から画像を抽出する．さらに三次元点群再構成処理ソフトを用いて取得した画像から三次元点群を生成する．最後に，海岸の再構成点群を作成する．なお，再構成点群のスケールは実際の海岸と異なるため，撮影の際に用いた実物のブルーシートの大きさを基準として，点群内に映るブルーシートに拡大・収縮の処理を施す．これにより，点群全体を実際と同じスケールに合わせることができる．また，再構成点群により作成した海岸微地形の精度を検証するために，にオートレベルとハンドレベルによる水準測量の結果と比較した．

（２）三次元点群からの汀線の検出

本年は，三次元点群からの汀線の検出を行った（図５参照）．まず，海岸の点群をｙ方向に細長い短冊状に切り分ける．次に，各短冊に対して，プログラムによる処理で一定の間隔でｚ方向に切り分ける．さらに，切られたものに対して，それぞれの範囲で分散を求める．最後に，閾値を決定し，分散の値が閾値を超えた場所を記録する．その後，描画を行う．これにより，汀線の検出と砂浜と海面の識別を行う．

３．結果

図３はドローンの撮影画像を用いて鮫島海岸の海岸微地形の三次元再構成行い，これを可視化した図である．これにより海岸微地形の三次元再構成に成功した．この結果を測量機器による水準測量の標高の値と比較したものが図４である．なお，この比較では測量機器を用いて取得した標高を基準とした．二つの方法による値を比較すると，海浜の砂丘と前浜付近では若干の誤差が見られるものの，後浜付近ではほぼ一致していた．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

次に，取得した三次元点群を用いて汀線の検出を行った．閾値を人為的に決定しているため，閾値を自在に変更することにより，実際の海岸により近い位置や形状の汀線を検出することができた．

４．結論

ドローンを用いた遠州灘鮫島海岸の画像をもとに海岸微地形の三次元再構成に成功した．さらに取得した三次元点群をもとに汀線の位置や形状の検出ができた．

５．今後の展望

水準測量と点群から取得した結果を比較すると，標高に誤差が生じている部分が確認された．これらは，ドローンに搭載予定のレーザスキャナを使用することにより，再構成の精度の向上が期待される．また，今回行った汀線の検出では，人為的な操作が多かった．そこで，この研究目的である「測量の効率化」のためには，これらを自動化する方法が必要である．

キーワード：ドローン、遠州灘鮫島海岸、三次元点群
Keywords: drone, the coast of Samejima, 3-D point clouds

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



図1　鮫島海岸の位置



図2　撮影に用いたドローン
（DJI　PHANTOM3 STANDARD）

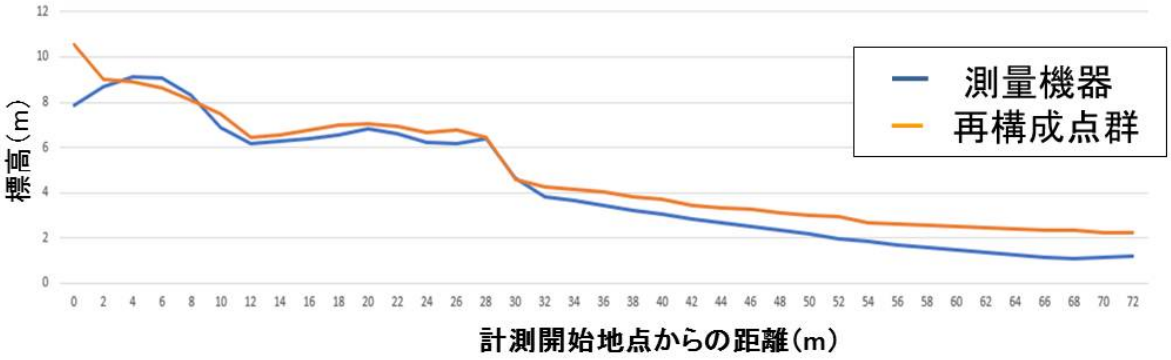


図4　測量結果の比較

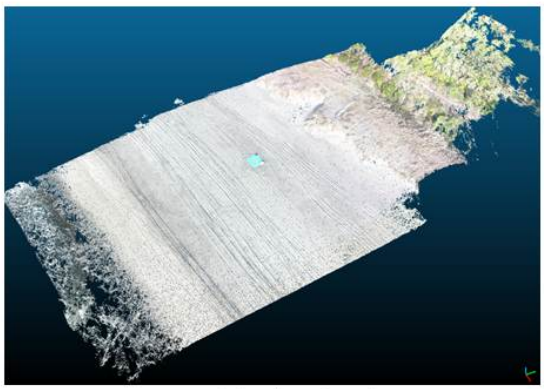


図3　鮫島海岸の
三次元点群画像

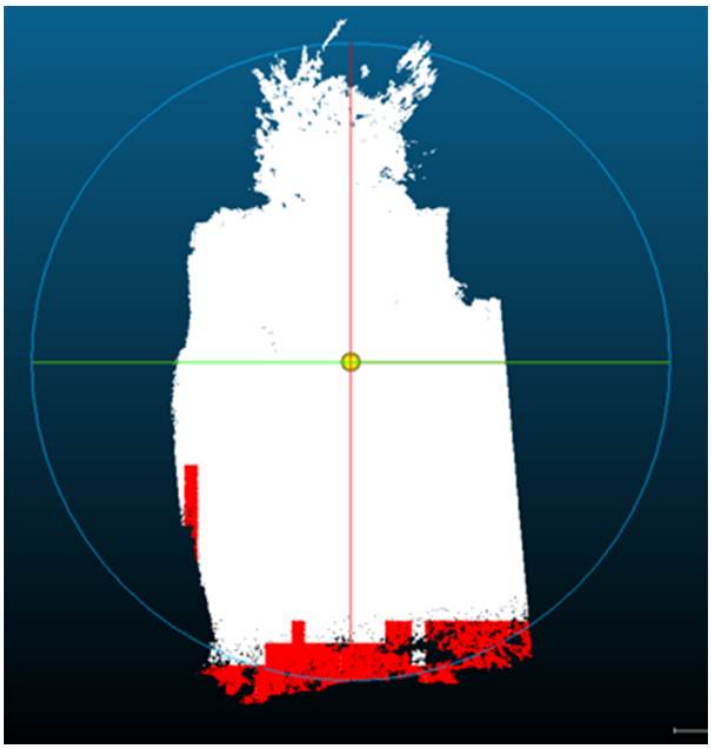


図5　海岸線が検出された海岸
海（赤色）　　陸（白色）

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

茨城県会瀬海岸で見られた3年間の海浜地形変動とその要因について
Factors of beach change on the Ose coast in Ibaraki prefecture

*高土 海都[1]、*島野 航輔[1]、*酒地 晴登[1]、*徳田 芙優[1]、*永山 俊輔[1]、*根本 浩希[1]、*村上 翔渉[1]、*三森 優希[1]、*和田 寧志[1]、小川 健巳[1]、吉田 衣里[1]
*Kaito Kotsuti[1], *Kosuke Shimano[1], *Haruto Sakachi[1], *Fuyu Tokuda[1], *Syunsuke Nagayama[1], *Hiroki Nemoto[1], *Towa Murakami[1], *Yuki Mimori[1], *Yasushi Wada[1], Takemi Ogawa[1], Eri Yoshida[1]

1. 茨城県立日立第一高等学校
1. Ibaraki Prefectural Hitachi First Senior High School

【はじめに】
近年，茨城県北部の沿岸地域で海岸侵食の報告がなされている（宇多ほか，2008）。私たちは本校に近い日立市会瀬海岸における現状に興味をもち，調査対象地として選んだ。まず，国土地理院ホームページ「地図・空中写真閲覧サービス」を利用し，1986年から2012年の海岸線の変化を調べた。その結果，海岸線が大幅に後退している様子が見られた。そこで，本格的に現地における測量調査を継続して実施してきた。
【目的】
会瀬海岸における地形変動の状況把握と，その地形変動の要因について考察することを目的とする。
【会瀬海岸の概要】
会瀬海岸は，茨城県JR日立駅の南約1㎞に位置し，背後に海蝕崖，北に海蝕台，南を会瀬漁港で囲まれた幅100ｍ弱の太平洋に面した砂浜海岸である。海岸線は北東一南西方向に伸び、南東方向に開いている。海岸の砂は，主に中～粗粒砂である。
【調査方法】
調査法は海岸50ｍ×30ｍ四方内を5.0ｍごとに測量し，等高線図，海浜地形断面図，平均標高を作成・算出した。測量調査は2015年7月～2019年2月までの間，約50～70日ごとに実施した。
【結果】
調査した3年間，平均標高の値は239.3～156.3㎝の間を変動していた。また，その変動量は特に，後浜よりも前浜部分で大きかった。なお，変動が大きい時期は，前浜の傾斜角度も大きくなった。その要因は，海側部分の侵食によるものであった。

【考察】
後浜部分が変動せず，変動の場が前浜部分に集中していた結果より，変動を引き起こす主な要因として，「海岸流」との考察を試みた。
〇海岸付近の海岸流
会瀬海岸沖約5㎞に位置する海洋ブイのデータ（国立研究開発法人水産研究・教育機構/東北区水産研究所）を利用し，過去4年間の海岸流の流向割合を調べた。結果，南東（10%），南（16%），南西（21%）の3つが優勢であり，この3つの海岸流をまとめて「南向き系海岸流」とした。この「南向き系海岸流」の割合は，平均標高の増減量と反比例の関係であった。沿岸流と平均標高の間には弱い負の相関関係がみられた。

〇南向き系海岸流とエルニーニョ現象

海岸流の変動が季節変動ではないことから,エルニーニョ現象との関連を調べた。エルニーニョ監視海域における平年値との水温差と南向き系海岸流の割合には弱い相関関係がみられた。よって,会瀬海岸の地形変動はエルニーニョ現象の発生と何らかの関係がある可能性がある。

キーワード：地形変動、海岸流、エルニーニョ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: beach change , coastal flow, El Nino

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

平尾台 広谷湿原 土壌硬度と水の起源を探る＋ラムサール条約
Hiraodai and Hirotani Wetland Research of soil hardness and water sources + Ramsar Convention

廣田 毬子[1]、*伊東 勇人[1]、*安部 夏生[1]
Mariko Hirota[1], *Yujin Ito[1], *Natsuki Abe[1]

1. 東筑紫学園高等学校
1. Higashichikushi Gakuen High school

1,はじめに
私たち理科部は1993年、カルスト台地､平尾台(写真1)を研究するため設立され、2001 年より、カルスト台地にあるはずのない広谷湿原について、成因・増減・再生の観点から研究を行っている。

昨年度は以下の３点に注目して研究を行った。

・土壌硬度による湿原境界の数値化

・安定同位体による水の流動分析

・ラムサール条約登録活動・・・平尾台＋広谷湿原の保全活動

2,成因
地表に水はないはずのカルスト台地になぜ湿原が存在するのか。そして、その湿原がなぜ維持されているのか。広谷湿原は、カルストならではの「広谷の穴」に本流の水を奪われたことによる『三日月湖的存在』であると考察し、流量観測、遷急点後退跡の測量からこれを証明した。2016年の３月、これらの成因から国の重要湿地に登録された。

3,増減
湿原の境界は植生から検討されることが多いが、面積測量とドローンを使った生物学的植生調査を比較することで、地学的測量でも湿原を表現できることを証明した。1994年から2010年までの測量の結果、湿原が半分以上も減少した。原因は1998年の県の保全工事と考えた。現在は再生活動が効果を上げ、2017年の面積測量の結果、2010年と比較して湿原は105%復活した。(図1)

4,再生活動
人間がずらした湿原の時間軸を元に戻すのは人間の責務と考え、「里山的手法」を元に、湿原下流側の石積み、上流側の堰板のメンテナンスを行っている。石積みは地下水面を上昇させ、堰板は北の沼地を広谷湿原の地下水の涵養源にする効果がある。

さらに、2011年からは福岡県保健環境研究所のご指導の下、「かきおこし」を行っている。かきおこしは、草原性植物を刈り取り、土壌をひっくり返し、地中に眠っている湿性植物の種子を復活させる試みで、人為的撹乱とも言える。その結果、湿原の植物種が大きく増加し、生物の多様性復活に大きく貢献した。さらに堰板で地下水管理を行うことで、かきおこし区の地下水位が上がり、湿原の復活が見られた。広谷湿原の不透

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

水層が残っていたためと考えている。

5,土壌硬度による湿原境界の数値化

土壌硬度によって湿原と草原の境界を数値化しようと、2017年の測量から山中式土壌硬度計を用いて、湿原境界の調査を行った。草原と湿原の境界は７mm（約80kPa）程であると考えたが、より普遍的なものにするため、大分県のラムサール条約登録地タデ原・坊ガツル湿原でも２回調査を行い、植生による土壌硬度のグラフを作成した。さらに、釧路湿原のデータもグラフに追加している(図２)。計測の結果、草原と湿原の土壌硬度の境界値は８～９mm(８mm＝約90kPa)となり、広谷湿原での境界値の妥当性が証明できた。測量という地学的アプローチによる湿原研究が大きく前進したと考えている。

6,安定同位体による水の流動分析

広谷湿原にある水の起源を調べるため、安定同位体を用いて水の分析を行った。北九州大学の原口先生のご厚意により広谷湿原周辺５ポイントの水の同位体比を分析していただいた。その結果から雨水に対して世界共通の線である天水線と広谷湿原の相対比のグラフを作成した(図３)。最小二乗法による近似線を引くと、天水線とほぼ傾きの等しい直線が得られたため、広谷湿原の地下水は雨水由来のものだと分かった。さらに近似線の切片から、７ヶ月前の雨ではないかと考察した。しかし、このような考察で良いのか不安であったため、東北大学で20年以上安定同位体を研究されている山田先生にご教示をいただいた。動的分別が関係して複雑な上、この分析の幅では詳しい考察はできない、とご指摘を受けた。やはり、分析機器を扱えない高校生が安定同位体を研究することは困難であると痛感した。

7,ラムサール条約登録活動

応用生態学の観点から平尾台と広谷湿原のラムサール条約登録活動を行っている。ラムサール条約は生物多様性に関連した、幅広い国際条約で、世界的には2,260ヶ所の登録地のうち122ヶ所がカルスト関連で、日本では山口県の秋吉台が登録されている。

ラムサール条約登録には地元の賛同が一番重要な条件である。理科部は2011年から県主催の広谷湿原自然観察会に計18回参加し、地元の方々に湿原について説明をする他、市主催のイベントや各企業でプレゼンをし、協賛や後援をいただいている。2017年８月には北九州市議会で陳情を行うことができた。高校生の陳情は初とのことで、マスコミ各社に取り上げられ、地元の方々に登録活動を広く知っていただくことができた。この陳情をきっかけに北九州市と福岡県もラムサール条約登録に向けて正式に動き出した。2021年の登録を目指して、今後も様々なアピール活動をしていきたい。誰にも相手にされなかった、高校生の国際条約への挑戦が実を結びそうである。そして広谷湿原も、その保全に大きく前進しそうである。

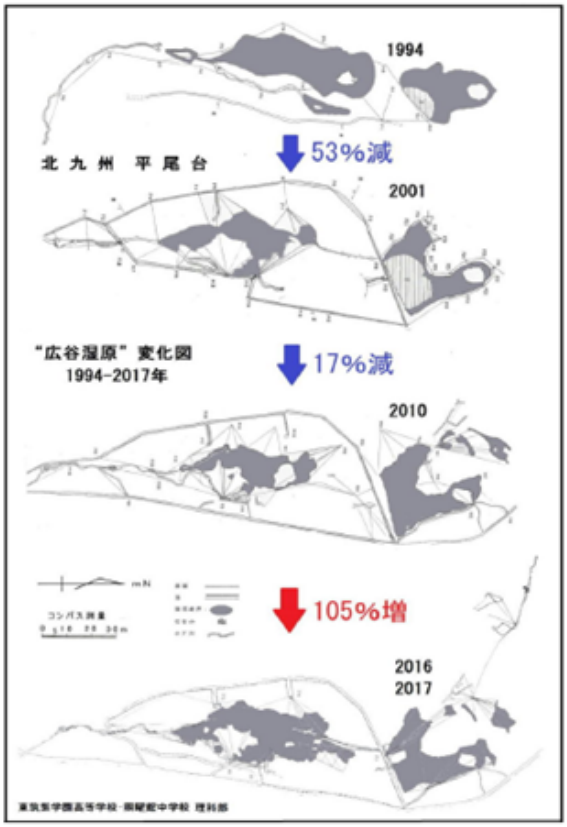
キーワード：平尾台カルスト、広谷湿原、土壌硬度、安定同位体、生物多様性、ラムサール条約
Keywords: Hiraodai karst, Hirotani Wetland, Soil hardness, Stable isotope, Biodiversity, Ramsar Convention

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

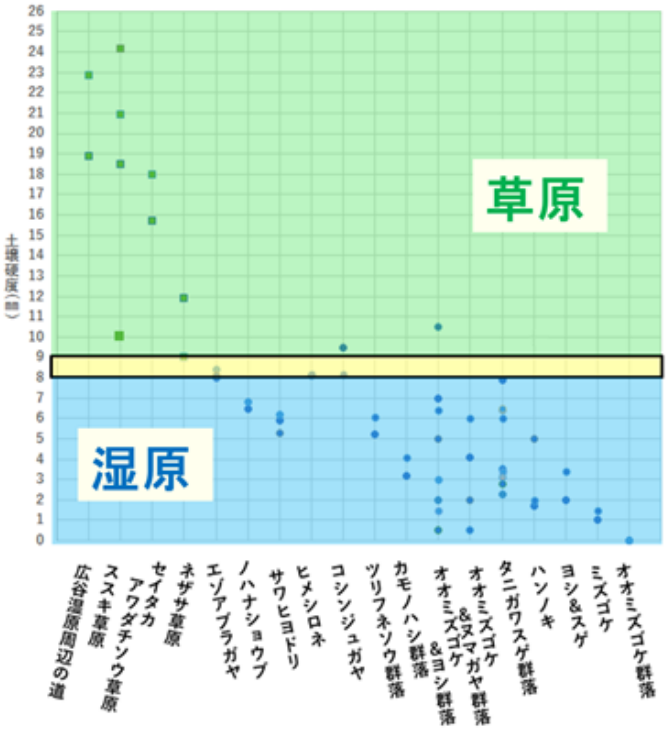
▼写真1　カルスト台地 平尾台



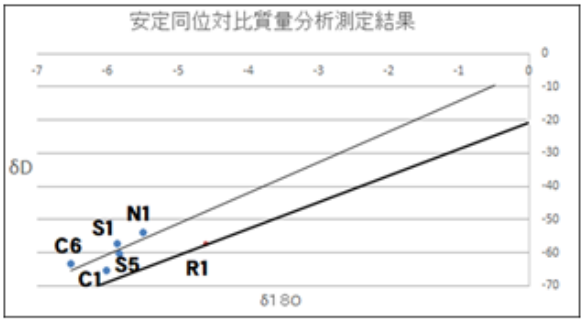
▼図1　湿原の増減図（1994～2017）



▼図2　植生による土壌硬度のグラフ



▼図3　天水線と広谷湿原の相対比グラフ



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

琵琶湖の外来種植物プランクトン『ミクラステリアス・ハーディ』の生態学的特性：水温依存性についての予察的研究

Ecological study on *Micrasterias hardyi* recently invaded to Lake Biwa: its dependency on water temperature

*川井 彩音[1]、熊谷 道夫[2]
*Ayane Kawai[1], Michio Kumagai[2]

1. 滋賀県立石山高等学校、2. 認定ＮＰＯ法人びわ湖トラスト
1. Shiga Prefectural Ishiyama High School, 2. Authorised NPO Biwako Trust

１． はじめに

ミクラステリアス・ハーディは近年琵琶湖で発見された外来種のプランクトンであり2016年に琵琶湖で大発生し、2017年には小康状態となったが、2018年には再び大増殖した。

ミクラステリアス・ハーディは緑藻類ホシミドロ目ツヅミモ科ミクラステリアス属に位置付けられる。２つの半細胞で構成され、中央部に深い切れ込みがあり、この半細胞の側裂部は６本に見えるが大きく分けると３組の椀状突起からなっている。琵琶湖でもよく見られるミクラステリアス・マハブレッシュワレンシスと比較するとやや椀状突起が細くて、長いのが特徴である（一瀬諭　2016）。

これまでにミクラステリアス・ハーディの形状（大きさの計測）・鉛直分布（クロロフィルa濃度）・沈降速度について調べてきた。ミクラステリアス・ハーディが急激に増えたのは、近年の水温上昇と関連があるかもしれないと考えたので、本研究ではミクラステリアス・ハーディの水温依存性について培養実験を行った。

２． 方法

キャピラリーを用いて試験管にミクラステリアス・ハーディを10個体ずつ入れ、その試験管を水温の違う水槽に入れ、1日おきに5回、全体で10日間の計測を行った。試験管の水には琵琶湖の水を100㎛でろ過したものを使用した。さらに、水槽ろ過装置を用いて水槽内に穏やかな水の動きを発生させ試験管を常時小さく揺らし続けた。

◎準備したもの

水槽3つ、試験管15本、試験管立て3つ、温度計、ミクラステリアス・ハーディ150個体、水温コントローラー2台、水槽ろ過装置3つ、キャピラリー琵琶湖の水1.5L（100mL×15本）、顕微鏡（実体顕微鏡・光学顕微鏡）

３． 結果

・2日目…室温：10個体　25℃：14個体　30℃：10個体
・4日目…室温：14個体　25℃：27個体　30℃：18個体
・6日目…室温：43個体　25℃：28個体　30℃：22個体
・8日目…室温：28個体　25℃：12個体　30℃：22個体
・10日目…室温：12個体　25℃：21個体　30℃：108個体

2日目から4日目にかけて25℃が14個体、27個体と順調に増え続けていたが、6日目に室温（18℃）が14個体から43個体と急激に増加した。30℃では8日目までは他の水温に比べて大きくは増殖しなかったが、10日目に大きく増殖した（8日目との個体差86個体）。また、クンショウモの仲間がとても多く増殖していた（20ml中に1047個体）。室温（18℃）では最初、増加傾向にあったものの6日目を境に減少した。100mlのサンプル1本を計測するのに3時間程度かかり、3本を計測しきるのにかなり時間がかかってしまった。

４． 考察

ミクラステリアス・ハーディには水温によって増加の傾向が大きく異なる特性が見られることが分

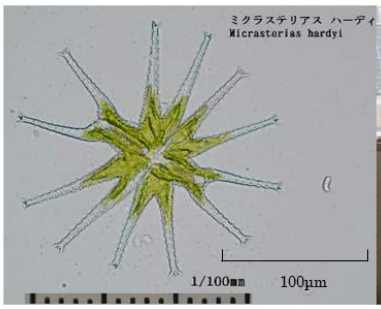
©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

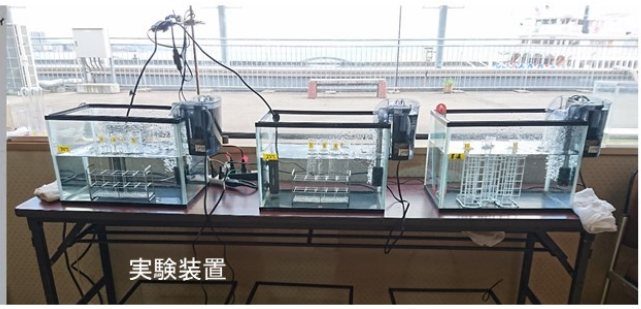
かった。ただ、試験管によって栄養の量が少しずつ違い、増殖スピードがずれた可能性があり、個々の試験管の個体数が変化したのかもしれない。30℃の試験管の8日目から10日目に大きく増殖したことから、増え続ける可能性がるため、10日目以降も調べてみたいと思った。30℃の試験管に多くクンショウモが増殖したことから、クンショウモの適性水温に近いのではないかと推測できた。

５． 今後の展望

培養実験で個体数が減少するとは予想出来なかったので今後、深く突き詰めたいと思う。さらに、30℃の試験管でクンショウモが大きく増殖した原因を調査してみたい。また、今年は琵琶湖の呼吸ともいわれる全循環が各地点で十分に行われていないので、鉛直分布調査や観察を続け、ミクラステリアス・ハーディだけでなく琵琶湖のプランクトンやそれを取り巻く環境に及ぼす影響について調査していきたい。さらに、観察していく中で稀に見る奇形のミクラステリアス・ハーディの割合も調査してみたいと、とても興味をもった。沈降実験についても新たな実験方法を模索中であり、実験と同時にミクラステリアス・ハーディの体積なども調査できたらよいと思う。

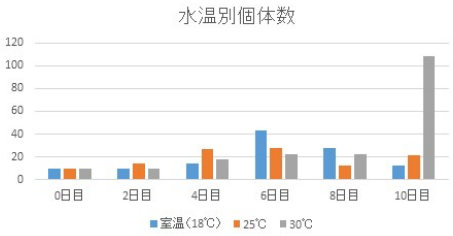
キーワード：ミクラステリアス　ハーディ、琵琶湖、水温
Keywords: Micrasterias hardyi, Lake Biwa, water temperature





水温別個体数変化（個体）

水温	0日目	2日目	4日目	6日目	8日目	10日目
室温(18℃)	10	10	14	43	28	12
25℃	10	14	27	28	12	21
30℃	10	10	18	22	22	108



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

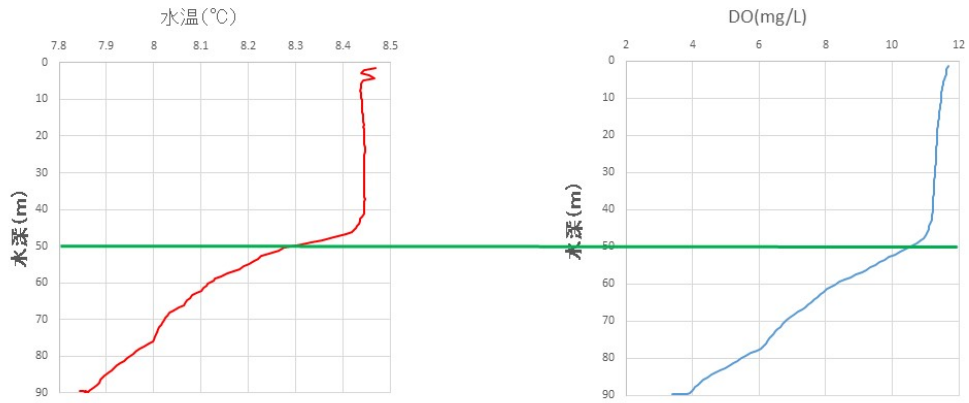
変わる地球環境～止まる？琵琶湖の全循環～
Changing environments on the earth –first termination of overturning in Lake Biwa

*宗 陽向[1]、熊谷 道夫[2]
*Hinata So[1], Michio Kumagai[2]

1. 滋賀県立膳所高等学校、2. 認定ＮＰＯ法人びわ湖トラスト
1. Shiga Prefectural Zeze High School, 2. Authorized NPO Biwako Trust

今年の暖冬によって、これまで毎年起こっていた琵琶湖の全循環が初めて止まった。このような深刻な状況は、過去100年間には報告されていない。もし全循環が止まると、琵琶湖湖底の生物や水質にどのような影響があるのだろうか。さらに、今年だけでなく、来年や再来年の琵琶湖の環境はどのようになっていくのだろうか。琵琶湖の過去のデータと今年のデータを比較解析し、近い未来に起こるかもしれない琵琶湖の環境変化について考察を行った。

キーワード：全循環、琵琶湖、環境
Keywords: overturning, Lake Biwa, environment



琵琶湖北湖第一湖盆での水温と溶存酸素濃度（2019年3月24日）
水深50m以深が混合していない！

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北へ移動した環流の謎を解き明かせ！
Let’s solve the mystery of gyre drift toward north !

*辻 雅基[1]、熊谷 道夫[2]
*Masaki Tsuji[1], Michio Kumagai[2]

1. 滋賀県立膳所高等学校、2. 認定ＮＰＯ法人びわ湖トラスト
1. Shiga Prefectural Zeze High School, 2. Authorized NPO Biwako Trust

この地球には海があり、海には海流という流れが存在する。では、湖には海流のような流れが存在するのかという疑問を感じたため、日本で最大の湖である琵琶湖で調査を行った。調査は2個の漂流ブイにGPSトラッカーを取り付け、それらを漂流させることで行った。また、同時期に水質計を用いて水温やクロロフィルa、溶存酸素濃度なども測定したので、環流との関連についても考察を行った。

琵琶湖には渦巻き流れが存在しており、一般的に環流と呼ばれている。環流とは圧力勾配と地球の自転によって発生する地衡流のことである。この環流については1925年に神戸気象台の須田氏らによって初めて確認されたのち、今日まで数多くの研究者によって調査が行われてきた。さらに、季節によって環流の向きが変化することも明らかにされた。

調査に用いた漂流ブイは大きく分けて３つから構成されている。上から浮き、抵抗板、重りである。抵抗板（60㎝×120㎝の塩ビ板を交差させた）は水面から6mの深さになるように設置し、常に漂流ブイの真下にくるように約20㎏の重りを取り付けた。漂流ブイの位置を記録するために取り付けたGPSトラッカーとバッテリーは浮きの上部に取り付けた。なお、GPSトラッカーの位置情報を知るために「EZFinder」というサイトを利用した。

漂流ブイは2018年8月12日から16日までの4日間漂流させ、環流を観測した。漂流開始位置は過去データをもとに、北緯35.32度、東経136.16度付近、安曇川河口より約7.7㎞の地点とした。また、2つの漂流ブイが接触するのを避けるために約100m間隔をあけて投入した。

2つの漂流ブイは投入地点をほぼ中心とする円状に約2周流れ、その後、大きな円を描きながら北上した。2つの漂流ブイが北上したのは8月15日であった。琵琶湖では8月15日未明から平均風速４～５ｍの東風が吹き続けていた。そのため私たちは漂流ブイが北上したのは、約24時間継続した東風によってエクマン吹送流が発生したためであると仮説を立てた。

エクマン吹送流とは風の応力によって起こされる流れのことで風向に対して表層流が北半球では右へ右への流れのことである。この流れによる正味の輸送をエクマン輸送といい、これは風向に対して直角右方向である。つまり、調査当時、東風が約24時間吹き続けていたため表層流は90度右の北へ動き、このことにより、環流は北へ移動したと考えた。

GPSトラッカーのデータより、北へ移動したのは8月15日の7時頃から同日22時30分頃であると考えられ、その間に約3.3㎞北上した。このことより、平均移動速度は0.06m/sであると考えられる。一方、エクマン吹送流は

$V=\tau_x/\rho f\ (N/m^2)$

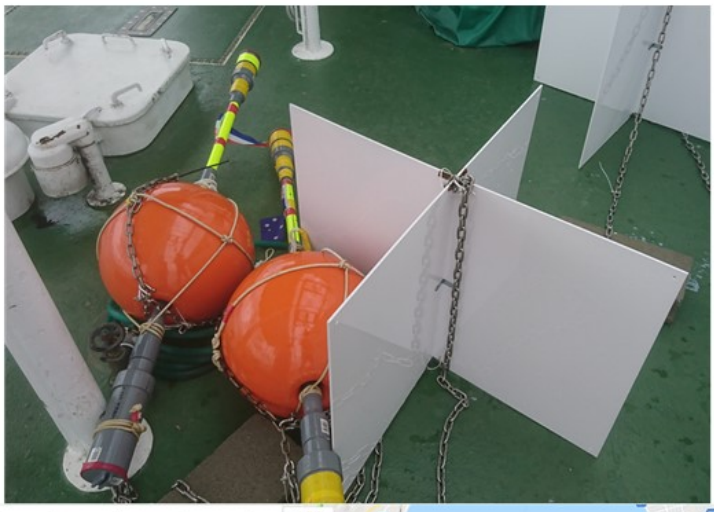
と表すことができ、ρは水の密度（1000kg/m^3）、ｆ＝2Ωsinφである。φは北緯35.35度であるので、ｆ＝ 2sin(35.35×3.1415/180)/24/3600＝0.84×10^{-4}　となる。これで北向きのエクマン輸送が求めら

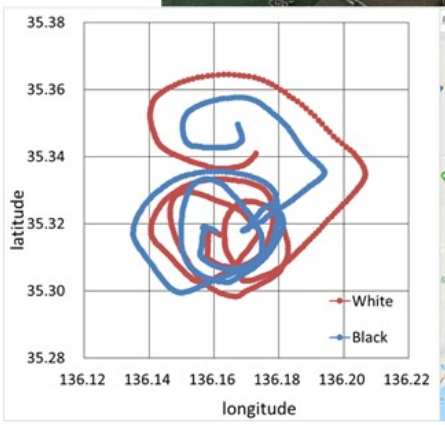
©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

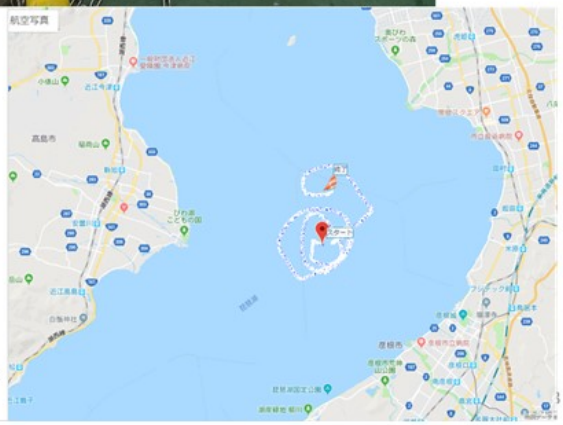
れる。なお、今回の事象とエクマン輸送との因果関係については現在検証中である。

　また、8月16日に行った水質調査により、水温の分布から環流の水中での運動を考察した。環流の中心付近から外縁に向かうにつれて水温躍層が深くなっていった。この水温躍層の変化により圧力勾配が生じ、地球の自転によるコリオリ力との釣り合いで環流が形成されていることがわかった。

キーワード：琵琶湖、環流、エクマン輸送
Keywords: Lake Biwa, gyre, Ekman transport







©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

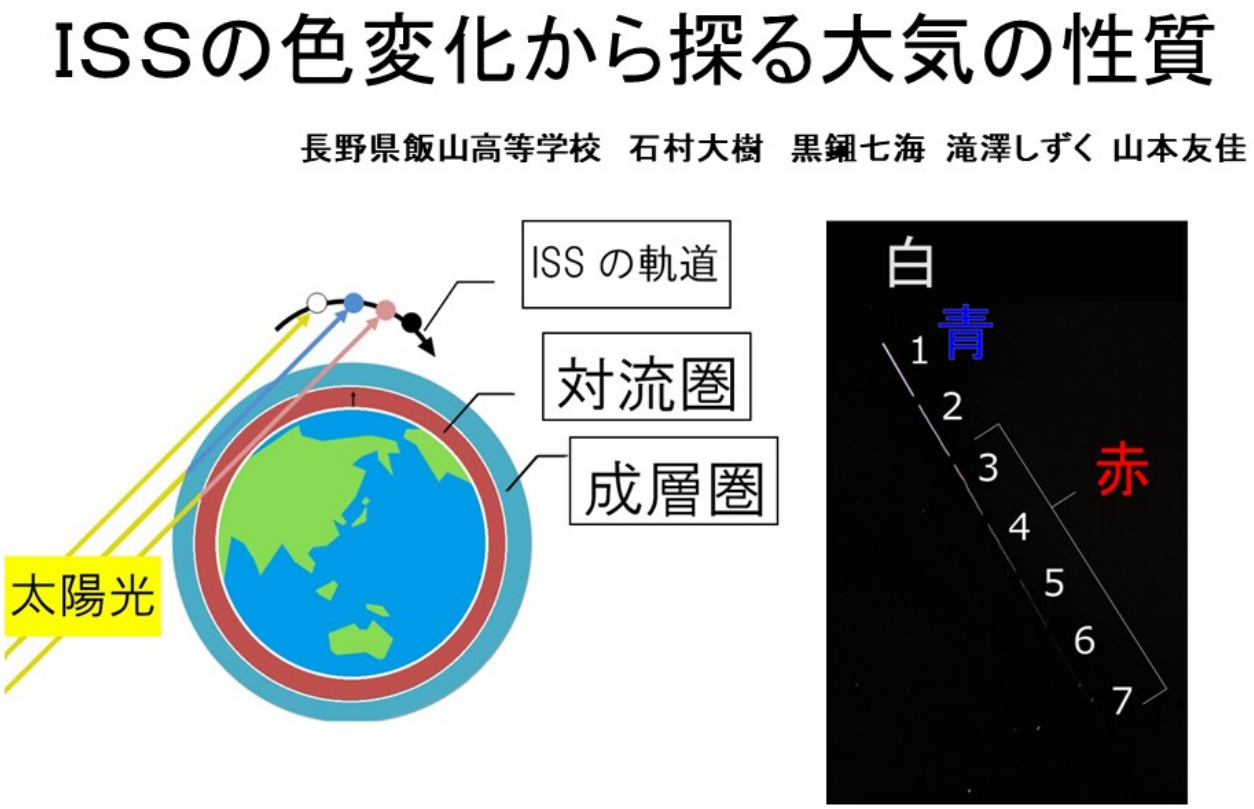
ISSの色変化から探る大気の性質
Exploring Atmospheric Properties from Color Change Observation of the International Space Station

黒岩 寛明[1]、*石村 大樹[1]、*黒鏑 七海[1]、*滝澤 しずく[1]、*山本 友佳[1]
Kuroiwa Hiroaki[1], *Ishimura Daiki[1], *Kurohabaki Nanami[1], *Takizawa Shizuku[1], *Yamamoto Yuka[1]

1. 長野県飯山高等学校
1. Iiyama Senior High School

ISS（国際宇宙ステーション）は出現および没入時に白・青・赤と色が変化する。NASAサイエンスニュースでは太陽光がオゾン層を通過すると青色が強くなると発表しており、本研究ではオゾン量が多いほどISSに映る青色が濃くなるという仮説を設定して研究を行った。まず、デジタルカメラを用いてISSの光跡を撮影し、そのR(赤)G(緑)B(青)値を測定し、特にB値に注目した。気象庁発表の日本付近におけるオゾン全量分布図とISS位置からオゾン層通過光を推定した。それらのデータから、オゾン量とISSの色変化の関係性について研究を行った。

キーワード：国際宇宙ステーション　ISS、オゾン層
Keywords: International Space Station, ozone layer



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

重力を変数として毛細管現象を再検討する　第2報
Re-examination of capillary phenomena with gravity as a variable : Second report

*橋本 晃志[1]、*小野 晴香[1]、*仲井間 陸[1]、*松田 孟男[1]、*澤崎 祥江[1]、*山下 飛子[1]、*若林 健流[1]
*Koushi Hashimoto[1], *Haruka Ono[1], *Riku Nakaima[1], *Takeo Matsuda[1], *Yoshie Sawazaki[1], *Takako Yamashita[1], *Takeru Wakabayashi[1]

1. 大阪府立大手前高等学校　定時制の課程
1. Otemae Senior High School of Osaka prefecture : the evening course

液体には表面積を小さくしようとする力である表面張力が働く．細い管の中にある液体は表面張力により液面が上昇する毛細管現象がよく知られている．理論によると，この液面の高さは，管の半径および重力に反比例している．管径を変化させた実験はこれまでに行われており，理論式に従うことが確認されている．われわれは，管径のかわりに，重力を変化させて同様の結果が得られるのかを確認するために実験を行った．液体試料に水を用いた場合，液面の高さは理論式に従わず，ある一定の重力値で上昇が停止した．ところが，試料にエタノールを用いたところ，理論式に従って液面の高さは上昇した．この実験結果を踏まえ，理論式，実験方法を考察する．

キーワード：毛細管現象、重力、重力可変装置
Keywords: Capillary phenomenon, gravity, Gravity variable apparatus

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

兜山の地質
The Study of Kabutoyama

*仲澤 愛美[1]、*奥山 雅大[1]、飯島 大[1]、森屋 遥大[1]、渡辺 彩人[1]
*Manami Nakazawa[1], *Masahiro Okuyama[1], Dai Iijima[1], Haruta Moriya[1], Ayato Watanabe[1]

1. 山梨県立日川高等学校
1. Yamanashi prefectural Hikawa Highschool

甲府盆地北部の兜山は、名前の通り兜の形をした丸い形状の山である。
過去にその北部に分布する水ヶ森火山について研究し、その活動時期を考察した。本研究は、水ヶ森火山との境界を探し、その特徴の違いについて明らかにすることを目的としている。
現在、野外での調査によって、泥岩と安山岩が分布していることが分かっており、地質図を作成している。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

三陸ジオパーク北部エリアの検討とジオの魅力を高め変動帯をわかりやすく伝える「ジオ紙しばい」の提案
Proposal of GEO-KAMISHIBAI that enhances the appeal of SANRIKU Geopark and conveys it in an easy-to-understand.

*安原 景星[1]、*加藤 花奈[1]、*権代 瑞歩[1]、*大久保 亜利沙[1]、*川崎 遼人[1]、*川端 真衣[1]、*吉田 聖矢[1]、*木村 ひとみ[1]
*Keisei Yasuhara[1], *Kana Kato[1], *Mizuho Gondai[1], *Arisa Okubo[1], *Haruto Kawasaki[1], *Mai Kawabata[1], *Seiya Yoshida[1], *Hitomi Kimura[1]

1. マリエント「ちきゅう」たんけんクラブ・シニア
1. Mariento Chikyu Tanken Club Senior

三陸ジオパークは、青森県から宮城県にかけての太平洋岸に設置されている。マリエント「ちきゅう」たんけんクラブ･シニアの属する八戸市水産科学館マリエントはその北端部にある。筆者らは、平成31年３月に郷土を学習する活動として三陸ジオパークについて学習した。八戸市水産科学館マリエントの近隣には７カ所のジオサイト（図１）がある。三陸ジオパーク認定ガイドから講義を受け、蕪島、是川縄文館、階上海成段丘、種差海岸の４つのジオサイトとその周辺を見学した。学習のふり返りとディスカッションの場で、興味深いがなじみが薄い、不明な言葉が多く仕組みが難しいという意見が出た。そこで、難しい用語を自分たちがわかりやすい説明に書き換える作業をした。分担して用語や現象、そのしくみを調べて一用語につき一枚の用語解説カードを作成して、互いに教えあった。その過程で、さらに疑問と興味が深まった。

当クラブの目標には、見聞きした事に疑問をもち、学び調べたことを発信するという目標がある。用語解説カードで学んだことを仲間に教えるだけでなく、多くの人に知ってもらうために「ジオ紙しばい」を作ることにした。図や解説は、三陸ジオパークの各種パンフレットを基本とした。伝えたい事に焦点を絞った図（図２）やグラフで理解しやすくなる。さまざまなレベルに合わせるため、 高校生用と小学生用の二段階の解説を考えた。裏の解説（図３）を読み上げながら説明するので、演者の負担が減る。持ち運びしやすく、小人数の対象となるので、聴衆の反応に応じた対応ができる。作成の過程でさらに理解が深まるなどの利点がある。さらに、実演しながら意見を交換して、工夫していくことにした。

八戸市水産科学館において、シニア会員とジュニア会員およびその保護者を対象に「ジオ紙しばい」を実演する機会を得て、アンケート調査を実施した。集計結果（グラフ１）から、おおよそ目標は達成できたと考えられた。自由記述では、興味がもてた、もっと知りたいなどの感想があった。「ジオ紙しばい」作りに参加したいという希望もあった。しかし、ジオパーク自体になじみがない、まだ用語が難しくわかりにくい、とても長い時間の話でイメージが湧かない、などさらに工夫を求める意見もあった。

アンケート結果と実演の反省で出た意見をもとにして改善の方向性を検討した。さらにやさしい説明を考える、図を単純にする、複数にわけるなどの意見が出た。また、ジュニア会員も参加してもらって部数を増やす、ジオサイトでのガイド、英語や中国語への対応という発展も考えられる。

簡単な用語を調べることからはじめて、「ジオ紙しばい」を作り実演した。それにより、「ジオ紙しばい」の有効性と改善点、発展させる方向性がわかった。

この活動を通じて、私たちは今も動いている大地に暮らしていることが理解できた。また、縄文の昔から人は、いろいろな大地の変化に何度も適応し、むしろ変化を革新の機会にしてきたことを知った。そして、大地の変化をむやみにおそれず、よく知って、それにそなえる知恵をジオパークから学んでいきたい。そして、こ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

の考えを「ジオ紙しばい」を使って多くの人に伝えていきたい。

謝辞
この研究にあたり、国立研究開発法人海洋研究開発機構（JAMSTEC）、八戸市、八戸市教育委員会、八戸市埋蔵文化財センター是川縄文館、国立研究開発法人海洋研究開発機構研究成果活用促進八戸市議会議員連盟、会員の所属する各高等学校はじめ多くの方々からご指導とご協力をいただいた。記してここに謝意を表する。

キーワード：ジオパーク、三陸ジオパーク北部エリア、地域活動、科学クラブ
Keywords: Geosites, Sanriku、Geopark, Regional activity, Club activities



Figuer 1　Geo-sites in the Sanriku Geopark northern area.



図１　三陸北部エリアのジオサイト



図２　ジオ紙しばい　表の一例



Figure 2　Picture of GEO-KAMISHIBAI

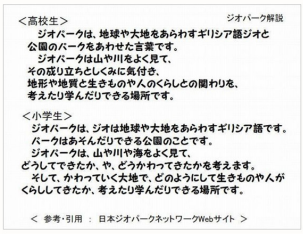
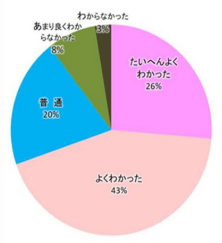


Figure 3 Description of GEO-KAMISHIBAI



グラフ１　アンケート集計結果

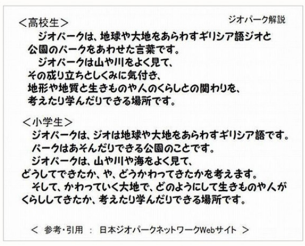


図３　ジオ紙しばい　裏の一例

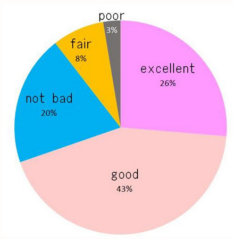


Chart 1　Questionnaire results

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

福井地震断層の探究Ⅶ
Research of the Fukui Earthquake Fault (Ⅶ)

*永田 修康[1]、*吉澤 卓馬[1]、梅田 慎太郎[1]、大東 怜司[1]、田嶋 真寛[1]、久保田 琉仁[1]
*Nobuyasu Nagata[1], *Takuma Yoshizawa[1], Shintaro Umeda[1], Reiji Ohigashi[1], Mahiro Tajima[1], Ryuto Kubota[1]

1. 福井県立藤島高等学校
1. Fujishima High School

福井地震発生から71年が経ち、数々の苦難を乗り越えて、惨状から復興し、今の福井がある。この先、かつての悲劇を繰り返さないためには ーー。

1948年、マグニチュード7.1を記録した福井地震は、福井県に甚大な被害をもたらした。日本初の近代都市直下型地震であった。死者は3769人にも及び、震度7導入のきっかけにもなった。

福井地震を引き起こした福井平野東縁断層帯をはじめとして、福井県付近には活断層も多く存在している。そのような福井平野の地下構造はまだまだ未知の点も多く、それを地震波の解析を通じて明らかにすることが、この研究の目的である。最終的には、福井県での防災にもつなげていきたいと考えている。また、この研究は、本校で6年間続いてきたものを引き継いだ研究であり、私たちの代で7年目となった。現在は、福井平野東縁断層帯付近の観測点6か所で地震波を観測している。

私たちの研究では、主に下記の3点について調べた。

（１）震源決定。研究の基礎となる地震データの蓄積のために、Win-systemを用いて集められた地震波のデータから、震源を決定した。今年度新しく決定した震源の数は47個で、7年間の累計では319個となっている。

（２）S波の最初の振動方向を用いた各観測点下の地下構造の推定。地震波形のデータから作成したホドグラフで、S波の最初の振動方向を特定した。それを用いて、観測点下のクラック等の存在を推定した。今年度は、昨年度までとは異なる傾向も見られたため、それについての考察も行った。

（３）後続波の走時解析による福井平野東縁断層破砕帯の構造の考察。私たちの観測網では、福井平野東縁断層帯内に位置する2つの観測点において、S波到達後に顕著な後続波の発生が確認されている。先輩の研究では、これは断層帯の延長線上で発生した地震の地震波が、断層に臨界角を超えて到達し、全反射することで発生すると考え、さらに、スペクトル解析によってS波と後続波の起源が同じであると結論づけている。このことを基に、私たちは断層帯の南北で発生した地震のS波と後続波の到達時刻の差を読み取り（走時解析）、それを基にして福井平野東縁断層破砕帯の構造について考察した。

キーワード：福井平野東縁断層帯、S波偏向異方性、後続波（コーダ波）、走時解析
Keywords: Fault zone at eastern margin of Fukui plain, S wave splitting, Coda wave, Travel-time analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



福井地震断層の探求Ⅶ

福井県立藤島高等学校

福井地震による被害統計（GHQ調査報告より）	
死者	5,268
負傷者	10,194
全壊家屋数	35,437
半壊家屋数	5,881
焼失家屋数	3,931





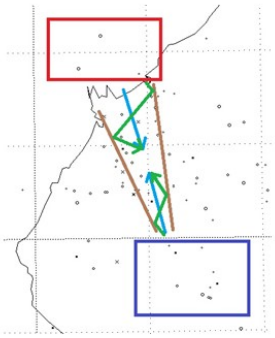


図　福井平野付近

北側の地震の範囲

南側の地震の範囲

S波

後続波

破砕帯の端（イメージ）

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

伊豆大島野増層における火山砕屑物の堆積環境と噴火口の位置の推定
Estimation of sedimentary environment of volcaniclastic deposit and location of craters in the Nomashi formation, Izu Oshima

*會田 幸樹[1]
*Kouki Aida[1]

1. 武蔵高等学校中学校
1. Musashi High School and Junior High School

伊豆大島は，東京の南南西約100㎞，伊豆半島の東方海上に浮かぶ活火山である．これまで何度も噴火しており，最近の記録は文書に，昔のものは大島の山体に地層として刻まれている．伊豆大島の噴火史は，主に地層の観察によって明らかにされてきており，Nakamura（1960，1961，1964）では，それぞれの噴火に対応するテフラに名前が付けられ区別された．小山・早川（1996）では，伊豆大島のカルデラ形成以降の噴出物全般に関して，詳細な調査・まとめがなされた．大島全体を調査し，いつどの範囲に火山灰やスコリアを堆積させたのかが等層厚線や柱状図にまとめられている．各地層の野外での色調や層厚，スコリアの粒径などのデータも示された．さらに，山頂の三原山火口の位置も等層厚線の楕円の焦点となるように推定されており，その位置は噴火ごとに変化する可能性が指摘されている．

このように，伊豆大島の噴火に関して，堆積物の分布やおよその火口の位置はまとめられてきたものの，噴火イベントごとに，どんな気象条件（風向）だったのか，どんな場所から噴火が起こったのか具体的にわかっていないことも多い．風向や噴火口からの方角・距離は，各地点の露頭で観察されるテフラの層厚やスコリア粒径に反映される．そのため，テフラの情報を異なる地点で比べれば，風向や噴火口の位置を推定することができると考えた．

そこで今回は，伊豆大島南麓を東西に横断する間伏林道という切通に露出する地層を調査した．間伏林道の露頭では，カルデラ形成以降に堆積した新期大島層群が観察でき，特にその中位にある野増層（N層）を複数の地点で観察した．そのデータをもとに柱状図を作成し，対比した．

対比の結果，同一層準と考えられるものでも東西方向で特徴が連続的に変化するものが見られた．今回の観察では，連続的に層厚のみが変化するものと，連続的にスコリア粒径のみが変化するものと，それらの特徴が併存するものが認められた．また，近くの地点に比べて特異的にスコリア粒径が大きくなり淘汰が悪くなる地点があった．

これらの結果をもとに，連続的な層厚の変化から噴火当時のおよその風向が，連続的なスコリア粒径の変化から噴火口がどの方角にあったのかがそれぞれ推測できた．また，周辺と比べて特異的な堆積をしている地点の様子から，そのスコリアの堆積は噴火前の地形を反映している可能性があることがわかった．

キーワード：伊豆大島火山、新期大島層群、テフラの層厚、スコリア粒径、噴火時の風向、噴火口の位置
Keywords: Izu Oshima volcano , Younger Oshima group, tephra thickness, scoria coarseness, wind direction of eruption, location of volcanic crater

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

なぜ附属高校大グラウンドの水はけは悪いのか
Why Is the Baseball Ground in Our School Badly Drained ?

*伊東 了宇[1]、*青島 秀多[1]、*水谷 友哉[1]、*石井 大智[1]、齋藤 洋輔[1]
*Ryou Ito[1], *Shuta Aoshima[1], *Tomoya Mizutani[1], *Daichi Ishii[1], Yosuke Saito[1]

1. 東京学芸大学附属高等学校
1. Tokyo Gakugei University Senior High School

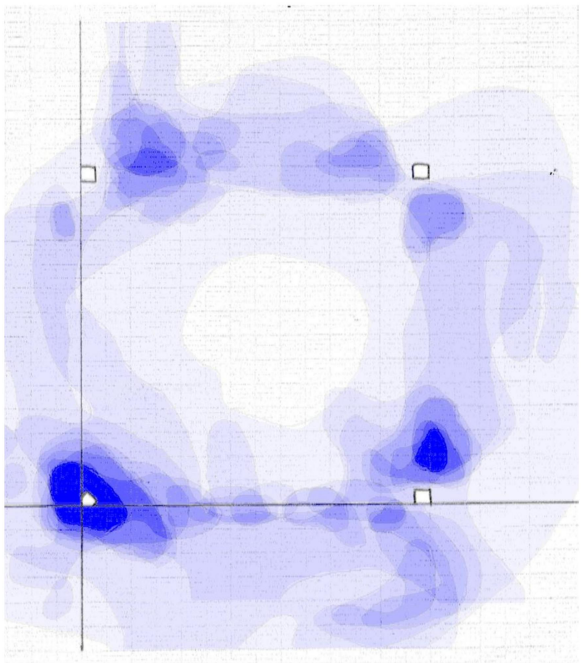
東京学芸大学附属高校硬式野球部は、活動場所である大グラウンドの水はけの悪さに長らく悩まされてきた。本研究では、大グラウンドの水はけを改善するための効果的な方法を考察することを最終的な目標とした上で、何故大グラウンドの水はけは悪いのかを明らかにすることを目指した。校内での先行研究では、①降雨後大グラウンドの観察、②大グラウンドの土の粒径を本校サッカーグラウンドと比較した実験、③大グラウンドの土の粒径を本校サッカーグラウンドと比較した実験の三つを行い、大グラウンドの水はけが悪い原因は、土質ではなく表面排水にあることを示唆した。

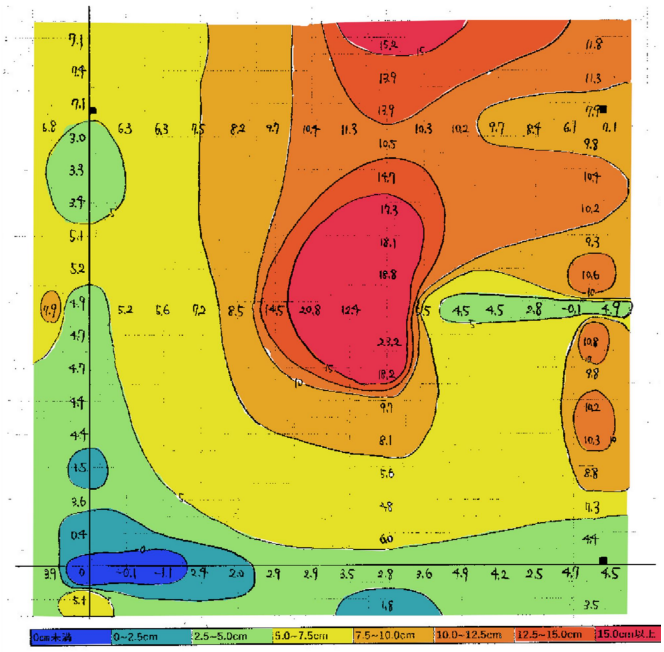
本研究における調査では、まず大グラウンドにできる水たまりの挙動を観察し、さらに大グラウンド地表面の凹凸と地下土への浸透雨水量について測量を行った。（水たまりの分布図、地表面の凹凸を表す段彩図を図表に示す。）結果より、大グラウンドにおける水たまりのできやすい地点は、周囲の地点に対する相対標高差が低くなる箇所であることが確かになった。大グラウンドの水はけが悪い理由について地表面を移動する雨水に着目して考えると、地表面の傾斜を原因として雨水の流路が形成され、形成された流路が大グラウンドの外へ連続せず大グラウンド内で淀むため、水たまりができやすいと言えることが分かった。結果より、水はけ改善のためのアプローチとしては、大グラウンドに既存の雨水の流路を大グラウンド外と連続させることで、大グラウンドの外へ排出する雨水の量を増やす、流路改修という方法が効果的であると結論付けた。

一方、本研究の調査では、地表面を移動する水量と地下土への浸透水量との間の定量的関係は検証することができなかった。今後、大グラウンドが受けた雨水全体の移動、すなわち大グラウンドにおける水はけのメカニズムの全体を理解するためには、降雨に対する大グラウンドに浸透する水量を定式化することが必要であると考えられる。

キーワード：水はけ、表面排水
Keywords: the movement of water , surface drainage

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.





©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ふたご群流星の分光観測～ビデオカメラと回折格子による観測～
Spectroscopic observations of Geminids with video cameras and diffraction grating

高村 裕三朗[1]、*林 萌百桜[1]、山岸 萌夏[1]、延時 慶祐[1]、武馬 由奈[1]、安福 芙由乃[1]
Yuzaburo Takamura[1], *Momoo Hayashi[1], Moeka Yamagishi[1], Keisuke Nobutoki[1], Yuna Buma[1], Fuyuno Anpuku[1]

1. 愛知県立一宮高校
1. Ichinomiya High School

(1)研究概要

2018年12月から2019年1月にかけて、本校の屋上で流星とスプライトの分光観測を実施した。観測にはビデオカメラWatec100Nと回折格子を使用した。スプライトの輝線は撮影することができなかったため、流星の輝線の同定のみを行った。

昨年の研究に引き続き、ふたご座流星群(12/15)のデータを取得し、水銀ランプとナトリウムランプの輝線を基に作成した式を用いて、その流星の輝線を三段階の高度ごとに同定した。そして、その結果から特定した分子・原子を比較した。

(2)研究内容

①画像の補正

流星の動画を静止画に変換する。ダークノイズや雲などを消すために、発光の前後約10枚ずつの平均画像を作成し、発光画像から、その画像を引く。

②輝度の計測

ⅰ　回折格子の取り付けが斜めだったため、スペクトルの傾きの角度θを求める。一番明るかった輝線と流星（0次光）重心位置をマカリの測光機能で求め、$\tan\theta$を得た。1枚の画像の輝度をグラフ機能で数値化し、エクセルで輝線の傾きを補正した。また今回はビデオカメラの特性上（インターレース）、y軸方向に１ピクセルおきに計測した。

ⅱ　ⅰの結果として$\tan\theta=6/29$という結果が出たので、x軸2ピクセルごとに輝度の数値をエクセル上でy軸負の方向に１ピクセルずらすと輝線がデータ上ではほぼ縦に並ぶことが分かった。

ⅲ　流星の3つの高度に分けてⅰと同様に輝度をエクセル上に表し、ⅱで求めた処理をそれぞれに施した。その後、0次光のx座標と輝線のx座標、0次光からの輝線の距離を計測した。

③式の作成

水銀ランプとナトリウムランプの輝線をもとに波長を求める式を作成する。

④輝線の同定

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

輝線の同定をし、流星の高度による変化を調べる。

(4)今後の展望

流星の分光観測・同定を続けていき、今回の解析済み流星の結果と比較研究していく。

スプライトの輝線を撮影するために今年から、本校の屋上の他に、観測場所を増やしたので、今回観測できなかったスプライトについても、観測でき次第研究を進めていきたいと考えている。

＜使用ソフト＞

すばる画像処理ソフト『マカリ』、ステライメージ、Microsoft Excel 2010

キーワード：流星、分光
Keywords: meteors, spectrum



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

火星の極冠におけるダストストームの観測について
Observation of the dust storm over the polar cap of Mars

高村 裕三朗[1]、*早川 莉乃[1]、大橋 壮真[1]、栗木 優菜[1]
Yuzaburo Takamura[1], *Rino Hayakawa[1], Soma Ohashi[1], Yuna Kuriki[1]

1. 愛知県立一宮高校
1. Ichinomiya High School

2018年7月31日に起こった火星の大接近に伴い、その前後にかけて火星の観測を行った。大接近と同時期に、火星において大規模なダストストームが発生していたことから、得られたデータ上のダストストームの影響を調べた。

観測にはCMOSカメラ(ZWO製ASI224MC)と20cmシュミットカセグレン望遠鏡を用いた。

調査方法

①Sharpcapを用い火星を動画形式で撮影した。

②Registax6を用いスタック処理を行い、一つの画像データとした。

③すばる処理ソフト マカリのグラフツールを用い、画像から極冠の最大付近を含んだ火星直径の輝度をグラフ化し出力した。

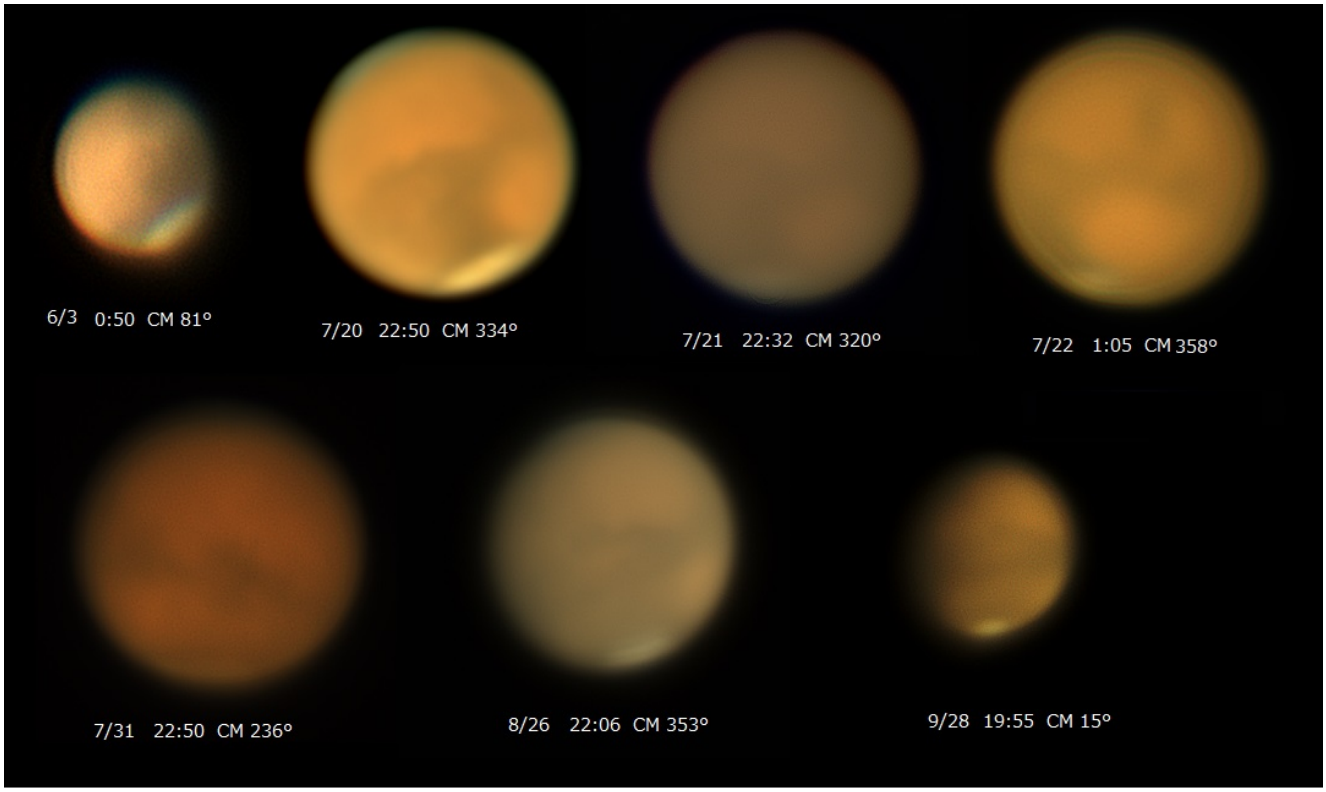
④グラフ上の数値をもとに極冠の最大輝度と端部分の輝度の比を求めた。

結果

観測日ごとの数値の変化を分析した結果、ダストストームの大きく発達した期間では極冠の最大輝度と端部分の輝度の数値が近くなることがわかった。特にダストストームが大きく極冠にかかっていた観測日では、極冠の輝度を判別することが出来なかった。

キーワード：火星極冠、CMOSカメラ、ダストストーム
Keywords: the polar cap of Mars, CMOS camera, the dust storm

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

(51)ネマウサの形状～恒星食・測光観測から～
Analyzing the shape of (51)Nemausa

*廣沢 大河[1]、岡田 卓[1]、鈴木 智貴[1]、柴山 智浩[1]
*Taiga Hirozawa[1], Suguru Okada[1], Tomoki Suzuki[1], Tomohiro Shibayama[1]

1. 愛知県立一宮高校
1. Ichinomiya High School

１．要旨

我々は、２０１８年４月１日に小惑星ネマウサ(５１　ｎｅｍａｕｓａ)によるＴＹＣ０８３０－００９３３－１(１０．１等星)の恒星食の観測に成功した。掩蔽観測者ネットワークJOINの方々から提供を受け、他の地域で得たデータも含め集約し、小惑星の断面図を推定した。後日、ネマウサの測光観測によってデータを収集し、ライトカーブを作成することで、ネマウサの自転周期を求めた。これら２つの結果から、計算を用いて形状を2パターン推定した。さらに、ネマウサの自転を再現した暗室実験を行うことで、ライトカーブを作成し、実際の観測から得たライトカーブと比較した。

2．方法

(1)観測
A・恒星食観測

場所：愛知県一宮市ほか6か所　日時:2018年4月1日

機材: CelestronC-8(口径20㎝F10)、WAT-120N　8フレーム蓄積、IOTA-VTI(GPS時計)
B・測光観測

場所:一宮高校屋上　日時:2018年4月9日、13日、18日、28日

機材:SBIG製ST-7XME、R,V,Bフィルター、CelestronC-8

(2)解析
A・恒星食観測

方法：Ｌｉｍｏｖｉｅにより現象時刻を解析

→一宮高校での減光開始は午前１時５１分００．３０秒、減光終了は1時５１分２０．８７秒

B・測光観測

ソフト：すばる画像処理ソフト「マカリ」、エクセル

方法：1)撮影画像の一次処理(ダーク・フラット処理)
2)比較星とチェック星の選定と決定

3)ライトカーブの作成・変光周期の決定

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

３．結果

A・恒星食観測

各地域で得たデータを基に掩蔽計算を行い、ネマウサの断面図を求めた。

B・測光観測

すべてのデータをV等級に換算してライトカーブを作成したところ、図１のようになった。

４．考察

測光観測で得たライトカーブ（図１）における1～3の光の量の比と基準線Aからの角度を求めることで、1～3の方向から見たネマウサの形状を推定した。このとき、２つの球が重なった形状を仮定して、図２のように定義をし、計算した。ライトカーブの後半の半周期分は天候の関係でデータをうまく得ることができなかったので、その部分にあたる形状は球形とした。

５．暗室実験

これらの結果からネマウサの模型を作成し、暗室でネマウサの自転を再現して撮影した。また、画像を測光してライトカーブを作成し、観測結果から作成したライトカーブと一致するかどうかを確かめた。その結果、図３の形状は、正しい形状の解のひとつであると考えた。

６．参考文献

・理科年表２０１６年版　・星食ハンドブック２０１６

キーワード：小惑星、測光観測
Keywords: asteroid, photometric observation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

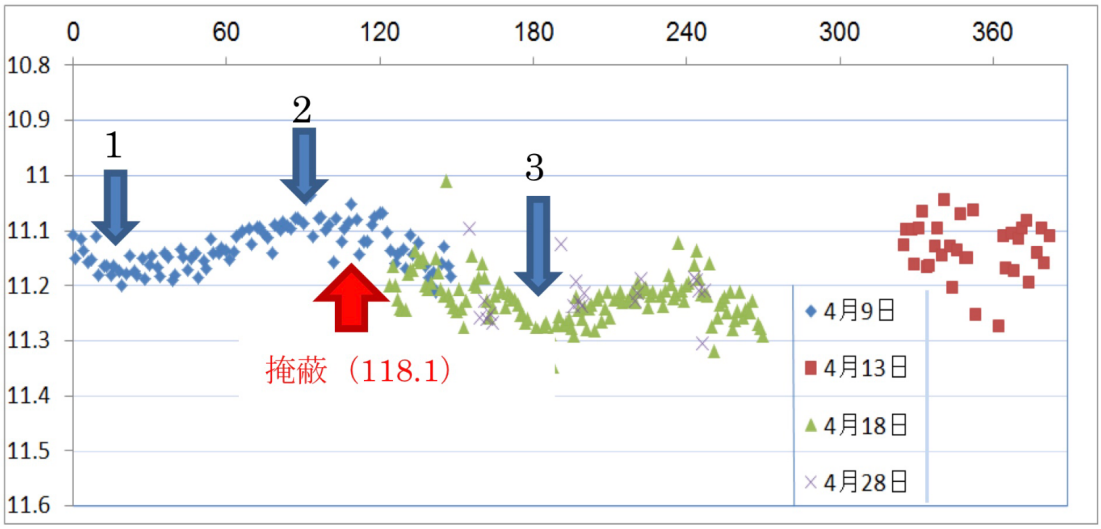
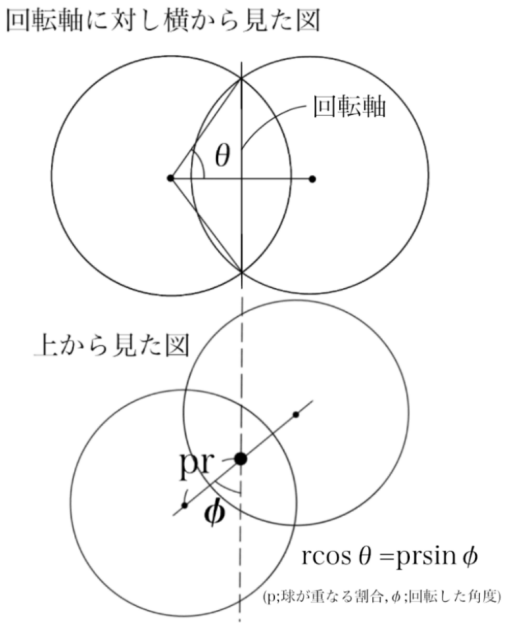
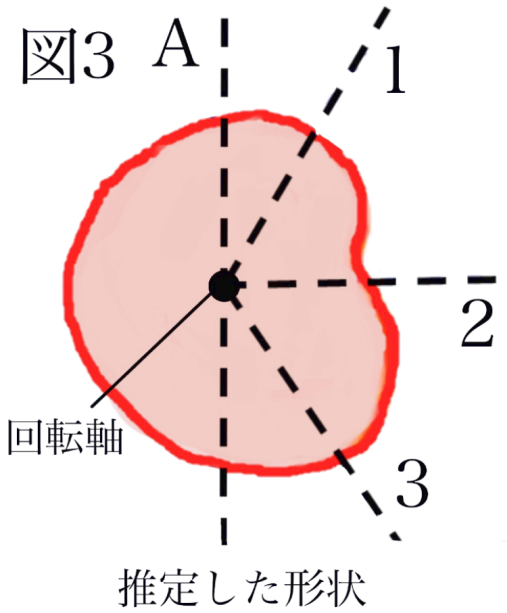


図1:観測したライトカーブ（縦軸：等級、横軸：分）

図2





©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

スプライトを発生させた雷放電の特徴
Characteristics of lightning discharge that generated sprites

小島 和樹[1]、井内 七海[1]、*中筋 美沙[1]、*中濵 庸充[1]
Kazuki KOJIMA[1], Nanami INOUCHI[1], *Misa NAKASUJI[1], *Yasumichi NAKAHAMA[1]

1. 香川県立三本松高等学校
1. Kagawa Prefectural Sambommatsu High School

私たちは、2007年から北陸地方で発生するスプライトの観測を行っている。2018年からは福井市の高校の協力を得て、雷鳴をICレコーダーを用いて観測した。この音から放電経路を推測した。その他、雲の様子、落雷情報などから、スプライト発生のメカニズムを考えた。

キーワード：スプライト、雷鳴
Keywords: sprite, thunder

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

スプライトとエルブスの謎に迫る
Get closer to the mustery of Sprites and Elves.

*西原 歩夢[1]、*川村 翔吾[1]、*岡 英寿[1]、入木 大地[1]、中尾 俊介[1]
*Ayumu Nishihara[1], *Shogo Kawamura[1], *Hidetoshi Oka[1], Daichi Iriki[1], Shunsuke Nakao[1]

1. 高知県立高知小津高等学校
1. Prefectural Kochi Ozu High School

私たちは、スプライトやエルブスといった高高度発光現象について研究を行っている。高高度発光現象とは高度約５０～１００ｋｍの中間圏において雷に伴って起こる発光現象であり、スプライトやエルブスなどがある。エルブスは高度約１００ｋｍ付近で発生するドーナツ状の発光現象である。スプライトより発生頻度が高いといわれているが、高高度発光現象の中でも発光継続時間が１ミリ秒以下と極めて短い為、私たちが実際に観測できているデータ数はスプライトに比べて少ない。また発光時間が短いゆえに、カメラのコマ数が合わず、明るさのピークが写っていないことも多い為、多くのエルブス画像は不鮮明である。私たちは、全国３２の高校と共同研究を行っている。これは世界最大の高高度発光現象観測チームとなっており、多くのデータを保有している。今回は本校で撮影されたデータと、共同観測校で撮影されたデータを用いて分析、考察を行った。

今回私たちはスプライトやエルブスの謎について研究を行った。スプライトは、落雷によって行き場を失った電子による発光現象なので、落雷の真上に発生するのが自然であるが、落雷地点と約50km程度ずれるという不自然な点があり、その理由が分かってない。そこで、私たちはエルブスとスプライトが同時に発生し、かつ、複数校で同時に観測された、撮影頻度が非常に低いイベントについて、スプライト、エルブス、落雷地点の位置を特定し、その位置関係について考察を行った。

また、エルブスを引き起こす電磁パルスは、電流の強弱の時間変化によって発生し、電流に対して直角に最も強く、上空の電子を動かすことで発光する事が分かっている。しかし、落雷地点とエルブスの中心が離れていることも多く、その理由が分かっていない。そこで、エルブスを発生する雷は雲内を数km水平に伸び、その後直下に落雷すると仮定し、水平に伸びた電流から発せられる電磁波の強度分布からエルブスの形状・発生場所を推測できないかと考え、簡易モデルを用いて実験を行った。

キーワード：高高度発光現象、雷
Keywords: TLEs, Lightning

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日本海における海流・海水温とダイオウイカの移動の関係 -深海生物の生息分布予想に向けて-

Prediction of the giant-squid movement around Japan using the dataset of ocean current and temperature.

*小池 悠佳[1]
*Yuka Koike[1]

1. 広尾学園高等学校
1. Hiroo Gakuen Senior High School

ダイオウイカとは世界最大級の無脊椎動物で、深度650m～900mに主に生息していると考えられている。日本では主に小笠原諸島周辺、日本海近海での生息が確認されている。しかし発見されている個体数が極端に少ないことから詳細な行動や生息分布についての研究は進んでおらず、ダイオウイカに対する移動経路・生息分布の予測は発見場所から大まかな移動経路を予測しているものの、定量的な解析がほぼ行われていない。

そこで本研究では地形データをもとにダイオウイカの移動経路・生態分布を特定することで今日までに行われている研究よりもさらに定量的にそれらを予測することを目的とする。最終目的は現在研究の進んでいない生物の、生物種によらない行動予測・生息分布特定を行える体系的な手法の確立である。

本研究では以下の二方向から研究を進める。

第一に海流と海水温のデータと発見場所を照らし合わせ、経路や分布について複数面から解析を行う。今回はGoogle Earth Engine (以下GEE)を用いて衛星から得られた海流と海水温のデータを地図上にマッピングし発見場所のデータと照らし合わせる。ダイオウイカの発見場所のデータについては2014年1月から2015年3月にかけて日本海側でダイオウイカが頻繁に発見された際の座標データを用いる[1]。発見場所のデータは一度Google my mapを用いて可視化を行う。これまでの研究では各データの採取場所の深度のばらつきを考慮し、海流・海水温について全て表層のデータを使用し大域的な予測を行った。海流データはHSV色空間に置き換え、色相で海流の方向、明度で海流の速度を表記した。結果、海流については全個体57体が海流の速度がほぼない、もしくは遅い領域で発見された。海水温に関しては全個体57体中48体が比較的海水温の低い領域で発見された。これよりダイオウイカは極端に食料の少ない深海でエネルギー消費を抑えるために海流の遅い領域に存在し、また深層に比べて比較的生物量の多い表層まで浮上していたところを捕獲されたと考えた。しかしGEEの操作が不十分だったため定量的な予測が行えなかった。そこで今回は地点毎の海流の速度と海水温を取得する方法を用いて各地点でのデータを収集する。得られた結果と先行研究で行われた大域的な予測を比較し、新たに定量的な予測を立てる。

第二に流体力学を用いて,海流と海水温をもとに、ダイオウイカの移動経路・生息分布を定量的に予測する。現時点では海流の流れを計算して可視化することを目標としている。そのために流体の微視的な振る舞いを記述するボルツマン方程式と、巨視的に記述するナビエ・ストークス方程式とがどのように対応しているかについて調査を進めている。

ナビエ・ストークス方程式とは流体の基礎方程式である。ナビエ・ストークス方程式は解の存在が示されていないため数値シミュレーションを行って得られた数値解の正当性が確認できないが、今回のスケールにおいては離散化することで得られる差分方程式を用いれば十分だと考える。最終的にはこれらを用いて発見場所からダイオウイカが今後どのように移動するかを定量的に予測する。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

この研究を応用することで、ダイオウイカのみならず未だ生態がわかっていない生物の移動経路・生息分布のモデルの確立が可能になり、漁業や研究への利用に期待ができる。

引用：
[1]Extraordinary numbers of giant squid, Architeuthis dux, encountered in Japanese coastal waters of the Sea of Japan from January 2014 to March 2015

キーワード：気象、海洋
Keywords: Meteorology, Oceanography

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

2019年5月26日(日) 13:45 ~ 15:15 | 106 1F

[O-04] 社会とＪｐＧＵとの相互交流によって創る新しい地球惑星科学教育

コンビーナ:藤原 靖(神奈川県立向の岡工業高等学校 定時制・総合学科)、秋本 弘章(獨協大学経済学部)、座長:藤原 靖(神奈川県立向の岡工業高等学校 定時制・総合学科)、秋本 弘章(獨協大学)

2017年に小中学校、翌年に高校の次期学習指導要領が告示された。子ども達が「何ができるようになるか（資質・能力の育成）」という目標達成のため、「何を学ぶか（教科・科目の目標及び内容）」「どのように学ぶか（学習過程の改善）」という観点が注目されている。
また、求められる資質・能力とは何かを社会と共有し、「社会に開かれた教育課程」が各学校で編成されるべきと論じている。
さらに、初等中等教育での成果が大学教育に引き継がれ、学力の３要素（資質・能力の３つの柱）が確実に育成されるよう、大学教育の中身と大学入学者選抜のあり方を検討する高大接続改革も重要視されている。
これらを受けて地球惑星科学教育においても、「何のために学ぶのか」という目的を明確にしつつ、社会が求める資質・能力とは何かを敏感にキャッチし、特に学習過程で、適切な観察・実験を通じた探究活動を提案してゆく必要がある。
本セッションでは、教員、研究者、学生、一般市民等、様々な立場の方々が一堂に会し、お互いの置かれた状況を踏まえた上で、新しい地球惑星科学教育に対する期待や解決するべき課題について議論を深めることを目的とする。

13:45 ~ 14:15

[O04-01] 次期学習指導要領で世界標準の地学・地理教育を日本から発信するために

★招待講演

*滝川 洋二[1] (1.NPO法人理科カリキュラムを考える会 NPO法人ガリレオ工房)

14:15 ~ 14:30

[O04-02] 地球内部マントル研究者が望む地学・地理教育

★招待講演

*阿部 なつ江[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構海洋掘削科学研究開発センター)

14:30 ~ 14:45

[O04-03] 高校必修科目「地理総合」の実施を踏まえた地理と地学の連携強化と人材育成

★招待講演

*小口 高[1] (1.東京大学空間情報科学研究センター)

14:45 ~ 15:00

[O04-04] 赤色立体地図による地形の可視化と地学教育

★招待講演

*千葉 達朗[1] (1.アジア航測株式会社)

15:00 ~ 15:15

Discussion

次期学習指導要領で世界標準の地学・地理教育を日本から発信するために
In the next Course of Study, let's send information on world standard "geography / geography" from Japan to the world

*滝川 洋二[1]
*YOJI TAKIKAWA[1]

1. NPO法人理科カリキュラムを考える会 NPO法人ガリレオ工房
1. NPO Association of Science Curriculum Initiative NPO Galileo Science Workshop

以前、理科の研究会で高校の地学の先生が、危険なところを予測して撮った自分の地域の地震前後の写真を授業に使っていると紹介していました。どこが危ないかは予測できるのだと知りました。別の地学の先生は、私の高校に来ないかと誘った校長に挨拶に行き、「こんな低地の危険な学校には勤めたくない」と断ったとのこと。現状では変わった先生と思われるかもしれませんが、こういった知識が市民常識になっていれば、地震大国の日本の危機管理は全く違っていたのではと思います。地学教育ー自然地理学，地質学，鉱物学，地球物理学、海洋学、気象学などーの学びが地震、防災、環境の理解の不可欠なことだと、このことからもわかります。

ところが、地学の先生は、現状で日本全体から見れば絶滅危惧種。このままでは、地学教育の最前線から撤退を余儀なくされるかもしれない状況だと聞きます。

一方で、新学習指導要領では、学び方では主体的・対話的で深い学び（アクティブ・ラーニング）を重視し、知識だけでなく、生徒の探究を大切にすることがかかげられています。この方向性は、OECDのPISAテスト、イギリスのナショナルカリキュラム、アメリカの科学教育スタンダードNGSSなどにも共通しています。簡単に言えば、子どもが生涯学び続ける意欲と方法とその基礎になる生きた知識を、ともに身につけることが大切なことだと考えられています。そのため、とりわけ高校と大学が知識注入型の教育から、学びの方向性を変えるために大学入試のあり方も文科省は変えようとしています。

少子高齢化とITが急激に社会を変えつつある時代に、次の時代にふさわしい子どもを育てる教育内容や方法をかなり急いで明らかにしなければならない節目に差し掛かっているのだろうと感じます。それは地学・地理教育では、改めて何をどう教えるのか、意義を考え直し、日本から地学・地理教育を世界に再発信する機会にしなければならない時期でもあり、意味ある方向に取り組んでいただければと思います。

キーワード：新学習指導要領、アクティブ・ラーニング、探究活動、高大接続改革、STEM教育、少子高齢化とIT時代
Keywords: New Course of Study, Active learning, Inquiry activities, Reform of entrance exam from high school to university, STEM education, The era of "low birthrate and aging" and "IT"

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地球内部マントル研究者が望む地学・地理教育
What a mantle scientist hopes geoscience education

*阿部 なつ江[1]
*Natsue Abe[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構海洋掘削科学研究開発センター
1. R&D Center for Ocean Drilling Science Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

地球のマントルについてどのようなイメージを持っているかと尋ねると、大抵の一般の方々は、「ドロドロしたマグマ」と回答する。これは、テレビなどで繰り返し放送されるプレート境界地震の説明アニメーションや、「地底探検（ジュール・ヴェルヌ）」や「日本沈没（小松左京）」に代表される小説や数多くの映画（センター・オブ・ジ・アースなど）の影響が強いのであろう。一般的に地下深くには「熱い物質」があるという意識から、地殻の下の“マントル”はドロドロと溶けていて、そのドロドロが何かの拍子で地表まで達すると、赤く熱せられたマグマとして噴火するのだと思われているようだ。そのようなイメージを持っているからか、2011年3月11日の東日本大震災後に数多く発生した余震を経験した関東の方達の中には、「このまま日本列島の地面がバキバキと割れて、ドロドロのマグマ（＝誤った認識の“マントル“）の中へ沈んでしまうのではないか？という恐怖感に真剣に駆られている方が複数居たことに、私はその時大きな衝撃を受けた。地球惑星科学の研究を行っている我々は、日本列島が目に見える時間スケールで割れてマントルの中へ完全に沈んでしまい、今すぐ消滅するようなことはない、ということを知っている。この基礎知識を持っているというだけで、誤った恐怖感を持つことはないし、また地震などの自然災害にどう対処したら良いかも、おそらく一般の方々よりは心得ているのではないだろうか。また我々地球科学者は、自然に災害に対して、一般の方々の規範となる行動や準備を心がけている必要があると、私は考えている。本公演では、筆写がこれまでに行ってきた講義や一般への講演・普及活動でのこのような反応などを参考事例としてお話ししたい。

マントル物質の岩石学的研究を行う者として、中学理科や高校の「地学」（「地学基礎」）においては、「自然災害を正しく恐れてそれに備える」ことができる最低限の知識と、またその感覚（イメージ）が持てる教育内容を期待する。それは、現在「地学基礎」を履修する主に文系の生徒のみならず、「地学」関連以外の学科を志望する理系の生徒も含めて、少なくとも日本列島に住む者として身につけておくべき最低限の知識（地学リテラシー）を、できれば高校時代までに必修科目として身につけておいて欲しいという願いがある。現在高校「地学基礎」の範囲で網羅している内容は、必要十分であるが、地学（さらに地理）に限らず、自ら考え行動するための知識としての「科学リテラシー」を身につける教育を切に望んでいる。これは、2016年の日本学術会議提言「これからの高校理科教育のあり方」*1において「理科基礎（仮称）」を必修科目として新設すべきであるという提言を行っている完全に沿うものである。また、防災・減災のみならず、ブラタモリで証明済みの娯楽としての、そしてその先にある歴史を紐解くツールとしての地学・地理学の奥深さを、味わって欲しいと願っている。

キーワード：地学・地理教育、マントル
Keywords: geoscience education, mantle

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

高校必修科目「地理総合」の実施を踏まえた地理と地学の連携強化と人材育成

New high-school compulsory subject “General Geography” and related cooperation of geographers and earth scientists for human resource development

*小口 高[1]
*Takashi Oguchi[1]

1. 東京大学空間情報科学研究センター
1. Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo

2022年度から高校の地歴科で「地理総合」が必修となる。地理総合は現行の地理Aを基礎とするが、地理情報システム（GIS）によるデジタル情報の処理、自然災害、地球環境問題といった理系的な要素が重視されている。したがって、地理総合は高校生が地理学のみならず地学の素養を高めることにもつながる。高校の理科では、2012年度に「地学基礎」が新科目となった結果、以前よりも地学を学ぶ高校生が増えた。しかし履修率は三割弱であるため、多くの高校生にとっては地理総合が地球惑星科学に関連する内容に触れる主要な機会となる。したがって、地理総合が高校生の関心を惹きつけ、その内容が大学への進学や将来の職業の選択の際に考慮されれば、地理学のみならず地学を含む地球惑星科学の発展につながる。このような状況を作り出すためには、日本地球惑星科学連合や日本学術会議のような、地理学と地学の研究者が共に参加している組織における活動が効果的である。これらの組織の構成員の多くは大学や研究所の研究者であるため、高校の地歴科や理科の教員との連携体制を作ることも重要である。2018年度には、日本学術会議の地球惑星科学人材育成分科会の下に地学・地理学初等中等教育検討小委員会が設置され、主に高校における地学・地理教育の充実に向けた検討を行っている。この小委員会には大学と高校の教員とともに、文科省と国土地理院の職員も参加しており、検討課題の中には上記した地理総合の実施を踏まえた地学・地理教育の活性化も含まれている。このような活動を日本地球惑星科学連合の場でも行いつつ、地理学と地学の関係者が連携して将来の両学問を支える人材の育成に取り組むことが重要である。

キーワード：地理総合、地学、高校教育、日本学術会議
Keywords: General Geography, Geosciences, High-school education, Science Council of Japan

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

赤色立体地図による地形の可視化と地学教育
Visualization of terrain by Red Relief Image Map(RRIM) and geoscience education

*千葉 達朗[1]
*Tatsuro Chiba[1]

1. アジア航測株式会社
1. Asia Air Survey Co., Ltd.

1.はじめに

地学教育において地形の3次元的な理解は基礎的で重要なことであるが、等高線の読図が大きな課題となってきた。等高線は地形の表現法として、地形面と平面の交線の平面位置を示したもので、高度を等間隔で変化させることで、ある種の縞模様として可視化される。原理的に、水平面と垂直面は可視化することはできないが、作成者の個人の技量によることなく、客観的に地形の表現が可能である。断面図やメッシュデータも変換作成することが可能で、すばらしい発明である。国土地理院の2万5千分の1地形図などを読みこなすにはこのスキルが欠かせない。

2.数値地形データと既往地形表現の限界

地形のデジタル化は1980年代以降徐々に高度化してきた。国土数値情報250mにはじまり、50m、10m、5mと精度は年を追うごとによくなってきた。一方で、このデータを可視化するための技術は、データ密度の低い頃のままで、変化はなく、せっかくの詳細なデータが表現しきれないという問題も生じてきた。陰影図や斜度図、高度段彩図などでは、すべてのデータを読み取ることは困難であった。陰影図は方向依存性が圧という短所があり、光源方向により凹凸が反転したり、段差と溝の区別がつかないなどの問題があった。方向依存性のない斜度には、尾根谷の区別がつかないという短所があった。

3.赤色立体地図の原理と先進性

千葉は、2002年の富士山の青木ヶ原樹海の地形調査をきっかけとして、赤色立体地図を発明した。これは航空レーザ計測による1mメッシュの詳細なデータを、しかも凹凸が複雑に分布する溶岩表面の複雑な地形を、余すことなくしかも大地形も捉えられる状態で可視化するというものであった。急斜面ほどより赤く、尾根ほど明るく、谷ほど暗くという表現は、特別な訓練や教育を受けない、一般の人でも、直ちに理解できるという特徴をもっていた。また、この図を従来の等高線図と重ねたり、高度段彩と重ねることも可能で、地形の理解が大幅に進むきっかけとなった。ブラタモリなどのメディアで利用されることも多く、最近では地質図NAVIや地理院地図でも背景の一つとして選択可能となっている。

4.JPGUと赤色立体地図

アジア航測では、赤色立体地図のよさを発信するための場として、JPGUの展示が非常によい機会であると捉え、毎年ブース展示を行ってきた。ここではじめて、赤色立体地図を目にすることが、地形や地質に興味を持つきっかけともなったという高校生もいる。また、ここでの展示が海底地形に適用できるというアイディアをもとに、JAMSTECとの一連の仕事にもつながり、その海底地形図がさらなる地学教育効果をもたらしている。

また、毎年繰り返している、赤色立体地図の地形模型上でシャンプー溶岩を流すというアナログモデル実験は、ハザードマップの理解にとって非常に効果的であった。今後もJPGUの活動を通じて地学教育のためにできることを模索してゆきたい。

キーワード：赤色立体地図、ハザードマップ、地学教育
Keywords: RRIM, hazardmap, education of earth science

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | 106 1F

[O-04] 社会とＪｐＧＵとの相互交流によって創る新しい地球惑星科学教育

コンビーナ:藤原 靖(神奈川県立向の岡工業高等学校 定時制・総合学科)、秋本 弘章(獨協大学経済学部)、座長:藤原 靖(神奈川県立向の岡工業高等学校 定時制・総合学科)、秋本 弘章(獨協大学)

2017年に小中学校、翌年に高校の次期学習指導要領が告示された。子ども達が「何ができるようになるか（資質・能力の育成）」という目標達成のため、「何を学ぶか（教科・科目の目標及び内容）」「どのように学ぶか（学習過程の改善）」という観点が注目されている。
また、求められる資質・能力とは何かを社会と共有し、「社会に開かれた教育課程」が各学校で編成されるべきと論じている。
さらに、初等中等教育での成果が大学教育に引き継がれ、学力の３要素（資質・能力の３つの柱）が確実に育成されるよう、大学教育の中身と大学入学者選抜のあり方を検討する高大接続改革も重要視されている。
これらを受けて地球惑星科学教育においても、「何のために学ぶのか」という目的を明確にしつつ、社会が求める資質・能力とは何かを敏感にキャッチし、特に学習過程で、適切な観察・実験を通じた探究活動を提案してゆく必要がある。
本セッションでは、教員、研究者、学生、一般市民等、様々な立場の方々が一堂に会し、お互いの置かれた状況を踏まえた上で、新しい地球惑星科学教育に対する期待や解決するべき課題について議論を深めることを目的とする。

15:30 ~ 15:45

[O04-05] 新学習指導要領「地学基礎」で付加された「資料に基づいて」探究する力を養う「津波」の学習実践

★招待講演

*小玉 秀史[1] (1.千葉県立松戸国際高等学校)

15:45 ~ 16:00

[O04-06] 「地理総合」で付けさせたい力と授業構想

★招待講演

*小河 泰貴[1] (1.岡山県立津山高等学校)

16:00 ~ 16:15

[O04-07] 現役学生が考える現在の地球惑星科学教育

★招待講演

*大塚 英人[1] (1.国立大学法人信州大学理学部理学科地球学コース)

16:15 ~ 16:30

[O04-08] 地理への誘い―日常生活における知的好奇心と地理―

★招待講演

*宮尾 拓也[1] (1.筑波大学大学院教育研究科)

16:30 ~ 16:45

[O04-09] 理科と世間を新しい地理・地学で結ぼう

★招待講演

*保坂 直紀[1] (1.サイエンスライター)

16:45 ~ 17:00

Discussion

新学習指導要領「地学基礎」で付加された「資料に基づいて」探究する力を養う「津波」の学習実践

A lesson plan using Tsunami to cultivate the ability to think critically about a subject based on the data given in New government curriculum guidelines for "Basic Earth Science"

*小玉 秀史[1]
*Kodama Hidefumi[1]

1. 千葉県立松戸国際高等学校
1. Chiba Prefectural Matudokokusai High School

新学習指導要領「地学基礎」においては、現行の「観察、実験などを行い」に加えて、「資料に基づいて…見いだす…理解する」の文言が付加され、それらに基づいて科学的に探究する力を養うことが示された。
本講演では、最初に新学習指導要領「地学基礎」の現行との比較を行い、新たに付加された「資料に基づいて」科学的に探究する力を養う実践例として、「津波」の学習を紹介する。

キーワード：新学習指導要領、津波
Keywords: New government curriculum guidelines, Tsunami

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

「地理総合」で付けさせたい力と授業構想
The planning of “Integrated Geography” and its aimed competency

*小河 泰貴[1]
*Yasutaka Kogawa[1]

1. 岡山県立津山高等学校
1. Okayama Prefectural Tsuyama High School

次期学習指導要領が2018年3月に告示され、「持続可能な社会づくり」に求められる地理の新科目として、必履修科目の「地理総合」が設けられた。1992年の「地理教育国際憲章」において、地理学研究の五大概念は「位置と分布」「場所」「人間と自然環境との相互依存関係「空間的相互依存作用」「地域」とされた。これらの概念は、地理カリキュラムを構成するうえでの一つの指針となっている。また、国際地理オリンピックの開催を通して、世界と日本の高校生に、地理教育で養う思考やスキルなどの国際的な基準が示されている。

「地理総合」の実施に向けて、私たち地理教員は何をどのように意識して授業構想をしていくのか。その視点として、国際地理オリンピック世界大会の出題内容や、日本の高校生の地理的な見方・考え方の現状などを踏まえ、「地理総合」で付けさせたい力と授業構想について報告をする。

キーワード：地理総合、ESD、国際地理オリンピック
Keywords: integrated geography, Education for Sustainable Development, International Geography Olympiad

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

現役学生が考える現在の地球惑星科学教育
Earth and planetary science education considered by the current student

*大塚 英人[1]
*Hideto Otsuka[1]

1. 国立大学法人信州大学理学部理学科地球学コース
1. Geology Course, Department of Science, Faculty of Science, Shinshu University, National University Corporation

小中学校の地学・地理教育は、実物に触れながら学ぶ機会をもっと設けるべきだと考える。学習指導要領も、学校における実践的で深い学び、いわゆる"アクティブラーニング"を求めているが、現実ではコマ数なども考えると、なかなか容易ではない。とりわけ、小学生のうちは比較的実物に触れる授業は多いが、中高では十分な時間が取れず教科書的な説明に留まることも多い。私は、実物を用いた教育、生徒の学習目的の理解、深い学びに応えられる教員の見識が必要だと考える。

まず、地球惑星科学は、理科だけでなく様々な知見も総合的に用いて考える分野である。このことは、生徒が興味を持つということに関しては大きな強みだといえる。生徒は、実物を見てそこから考え、議論することは得意であるが、概念的な分野に至ると難しく感じ、興味を失うことも少なくない。また、どうしても地学・地理は暗記科目という側面を避けては通れない。記号や年代など、基本的に備えなければいけない知識量が多い。これらの知識を得た上で学ぶことで面白さを感じ、興味を持つことができるだろう。少ない授業数を工夫しなければ全てをこなすことは簡単ではないだろう。さらには、地学以外の授業の知識も応用することがあるため、そこに穴があってもつまずいてしまう。私は、元々地学に興味があったことで、地球惑星科学を専攻するに至った。しかし、多くの生徒に興味を持ってもらうには、実物を用い理解するのに容易な環境を用意することが必要不可欠だろう。

また、生徒が興味を持つには、学習目的を理解することが必要だ。とりわけ学ぶ意味の理解や知識の習得において、校外に出ることが必要だと考える。その土地や地形の成り立ちを学ぶことは地学・地理の基本であるが、校外は教材の宝庫である。急傾斜地崩壊危険区域の看板などがあれば、地学・地理の学習が防災につながることも理解できるだろう。生徒も、教室の授業よりも屋外の授業に好意的だ。より興味も感じ、自ら深い学びを実践する生徒もいるだろう。生活の上で必要な学問であることを理解することで、より積極的に学ぶだろう。

そして、自ら深い学びを実践する生徒に対し教員が補助してあげられる能力を持つことも重要である。小さな疑問でも答えられることや、生徒が理解するための道しるべを用意してあげることが教員に必要なスキルである。少し興味を持った生徒でも、教員が対応できなければ失してしまうかもしれない。生徒が興味を持ち、それを伸ばすためには相応の教員の能力が求められる。

これらのことから、これからの地球惑星科学教育は、より分かりやすく実践的にすべきであると考える。何より重要なのは、教員の個々の能力の向上である。地学・地理の全分野の専門家になるのは難しいだろうが、少しでも幅広い知識を深めていくことが重要だろう。最先端の研究や常識を教えることも生徒の興味を引くきっかけには良い。真新しい知見は、科学の最も面白いところの一つだと考えるからだ。今後、教科書にとどまらない実践的で発展的な地球惑星科学教育が普及することに期待したい。

キーワード：地球惑星科学教育
Keywords: earth and planetary science education

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地理への誘い―日常生活における知的好奇心と地理―
Invitation to Geography ―Relationship Between Geography and Intellectual Curiosity in Daily Life―

*宮尾 拓也[1]
*Takuya Miyao[1]

1. 筑波大学大学院教育研究科
1. Master Program in Education, University of Tsukuba

本発表では、今まで地理教育を受け、大学で地理学を学び、現在は大学院で地理教育を深めているという立場から、今まで地理を学習してきた自身を振り返りつつ、そこから得られた資質・能力や、さまざまな“視点”について言及していきたい。具体的な内容については、以下の通りである。

・なぜ「地理」に取り憑かれたのか

自身は今まで「地理」という科目、学問と向き合ってきたわけであるが、そもそも地理に興味をもったきっかけとは何なのか。自身を省察し、地理に携わることとなったきっかけについて言及したい。

・「地理」を学習することで身につく視点と日常生活の関係、地理教育への応用

地理という学問は、日常生活と密接な関係にある。それは、地理学が実証を扱う学問であり、特に中学校・高等学校で扱う地理教育の内容は、その対象が私たちの生活する上で目にする情報や経験に当てはまるものが多いからである。では、地理を学習することによって身につけられる資質・能力とは何なのであろうか。代表的なものに「地理的な見方・考え方」が挙げられる。それでは、実際にこの地理的な見方・考え方が身に付くと、日常生活においてどのような視点が身につくのだろうか。自身の経験や、同じ道を進んできた大学院生の考えをもとに、一例を取り上げながら言及する。

また、新設科目である地理総合の柱となる地理情報システムや国際理解、防災などの観点は、ミクロスケールでたどっていくと私たちの生活圏にも関わりのある内容であることは間違いない。生徒が地理の学習に主体的に取り組むひとつのきっかけとして、生徒の有している知識や経験を活かし、そこから興味・関心をかき立てるようなコンテンツを授業の導入などに取り入れていくことも必要なのではないだろうか。地学においても、小地形などの教材は学校の周り、あるいは生徒の生活圏に広がっているだろう。授業の内容が、意外と生徒自身の生活に関わっているということを理解させることは、生徒が主体的に学ぶ機会を提供するために必要な視点ではないだろうか。

・大学、大学院での地理の学びに関して

大学および大学院での学びに関してここでは二点言及したい。一つは大学教育についてである。「地理は地名物産の暗記科目である」と揶揄されてきたものの、それをもっとも強く感じたのは、大学の教職科目で受講した地理学の講義である。教師になるために受講している学生に向けた講義で、なぜそのような内容なのか疑問に感じたというのが素直な感想である。教職科目においては、地理のもつ特性を活かした授業内容や方法について、教員と学生が意見交換できるような機会をもつことが望ましい。また、地理学における諸講義も、単に知識を講義形式で教授するものが多く感じられた。自身が大学生のときに所属していた地理学専攻の学生は、地理未習者が多くおり、そのような学生にとってみれば、それらは知識としてとどまるにすぎないものである。大学生になれば、それらの知識は自学でまかなえるものであり、大切なのはそれらの知識や概念が、どのように変化または深化して現在の研究と結びついているのかであると考える。

もう一つは大学・大学院双方の学びについて言えることであるが、地理・歴史・公民が協働した学びの機会が少ないように思える。これら社会系科目は、それぞれ独立した科目ではなく、相互的に作用している部分が多い。したがって、例えばある大テーマを設定し、それぞれの科目・分野の先生・生徒が一堂に会して、それ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ぞれの立場で意見交換したり、議論をしたりできる機会がもう少しあると、新たな視点が生まれたり、各科目間で協働できる要素を発見できたりすることが期待できる。

キーワード：地理教育、地理的な見方・考え方、知的好奇心
Keywords: Geography Education , Geographic View and Way of Thinking, Intellectual Curiosity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

理科と世間を新しい地理・地学で結ぼう
Let's build a bridge between "Rika" and society with new geography and geology education in class

*保坂 直紀[1]
*Naoki Hosaka[1]

1. サイエンスライター
1. science writer

現代社会にとって科学が必須の構成要素であるわりには、科学がからむ社会的な合意形成は「思考停止」状態になりがちだ。学校で触れる理科の延長線上に科学が見えず、式を使って答えは出せても、「科学」の皮膚感覚が得られずに大人になってしまうことが、その一因ではないか。地球温暖化をはじめとするグローバルな社会問題を前にして、世間のアンテナ感度を高めるには、地理・地学の学習は好適なはずだ。地理は社会科で地学は理科という区分けも、もういらない。旧来の学問体系から逃れがたい物理、化学などに先行して、地理・地学こそが、世間と学校の教室を結びつける案内人になってほしい。

キーワード：科学、社会、グローバル
Keywords: science, society, global

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

2019年5月26日(日) 10:45 ~ 12:15 | 101 1F

[O-05] 日本人がやりがちなおかしな英語

コンビーナ:吉川 知里(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、宋 苑瑞(早稲田大学)、大垣内 るみ(海洋研究開発機構)、座長:吉川 知里(海洋研究開発機構)、宋 苑瑞、大垣内 るみ (海洋研究開発機構)

国際化が進む中、英語は多様化する国際社会を生きぬく全ての人達にとって欠かせないものとなっています。本セッションでは、日本語も堪能な外国人研究者と外国人言語学者を講師としてお招きし、地球惑星科学分野において日本人がやりがちな英語の間違いを教えてもらい、改善策を学びます。セッション後半では、日本人研究者の例をもとに、日本人の英語を修正してもらう、体験型講座を予定しています。研究者のみならず、一般の方々や中高生のみなさまも、学校の授業とは一味違う英語の学びを体験してみてください。そして、ぜひこの機会に自信を持って英語を使うヒントを見つけてください。

10:45 ~ 11:05

[O05-01] Giving a successful presentation in English: Mission Possible!

★Invited Papers

*Joel Laurier[1] (1.University of Tsukuba)

11:05 ~ 11:25

[O05-02] How to deliver good presentations in a foreign language

★Invited Papers

*S. Lan Smith[1] (1.Marine Ecosystem Dynamics Research Group, Research Centre for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)

11:25 ~ 12:15

Discussion

Giving a successful presentation in English: Mission Possible!

*Joel Laurier[1]

1. University of Tsukuba

As with all skills, delivering a successful presentation requires painstaking effort. For people presenting in their second (or third) language, the task is even more daunting because it requires detailed attention to each spoken word. This presentation aims to help presenters of all levels, from the beginner to the seasoned expert, deliver easy to understand and effective public speeches. We will first look at common mistakes made in delivering oral presentations, then look at proposed ways to prepare and deliver quality speeches. A special emphasis will be placed on effective techniques to use in English presentations given by non-native presenters. Attendees will learn how to use body language, effective visuals, and story telling to deliver quality presentations.

Keywords: presentation skills, English speech



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

How to deliver good presentations in a foreign language

*S. Lan Smith[1]

1. Marine Ecosystem Dynamics Research Group, Research Centre for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Presenting in a foreign language, for example at international scientific meetings such as JpGU, can be an intimidating challenge. This challenge includes not only communicating one’ s own ideas clearly, but also understanding and responding to critical questions, typically within only a few minutes. We researchers can all benefit from continually developing the skills to present in an engaging way that makes a good impression on the audience. To this end, I will share my thoughts based on my experiences as a native English speaker who has worked as a researcher in Japan for 20 years. I have presented results in Japanese at many seminars, conferences, hearings at funding agencies, and job interviews. Of course, no native Japanese would ever mistake me for a native speaker, as will be obvious to all attendees! But still, I have found ways to communicate effectively and have even become nearly as comfortable presenting in Japanese as in my native English. My techniques include: 1) use simple wording, clear statements, and slides that are not too complicated, 2) practice each presentation at least three times, cut out the unnecessary, and get comfortable with the flow, and 3) engage actively with questioners and ask them to clarify their questions if necessary. Accept the challenge, build up your presentation skills, and expand the possibilities for your own career!

Keywords: English, communication, career development, international, skills

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

2019年5月26日(日) 10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_1

[O-06] 激甚化する風水害にどう対応するか

コンビーナ:松本 淳(首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理環境科学専攻)、高橋 幸弘(北海道大学・大学院理学院・宇宙理学専攻)、和田 章(東京工業大学)

2018年は7月の西日本豪雨，9月の台風21号など，風水害の激甚化を実感する年となりました。地球温暖化の進行が懸念されるなか，風水害の激甚化は今後も進行するのか？またそれに対して，私たちの社会はどのように対応していったら良いのか？本セッションでは，このような疑問に答えるべく，大雨をもたらす原因となる気象，大雨で崩れる地面の地形・地質，豪雨で洪水を起こす河川，河川を流れた土砂や水が海洋にもたらす影響，それらを把握するリモートセンシングや地図・GIS等による現況把握，避難の問題点などについて，日本地球惑星科学連合（連合）の環境災害対応委員会に参加する学協会の専門家による講演をしていただきます。さらに2016年に設立され，連合も加盟している防災学術連携体に参加している学協会から，ダムによる洪水調節，建物・社会インフラの被害，公衆衛生・災害看護，災害復興，街づくりなどに関する講演をしていただき，今後の災害のさらなる激甚化に私たちはどう対応したら良いのかを探ります。また関連するポスター発表により，連合・防災学術連携体による多彩な防災への取組みに関する研究成果を紹介します。

[O06-P01] 平成30年7月豪雨災害で広域に発生した土砂災害箇所の衛星画像による自動抽出解析

*下村 博之[1]、望月 貫一郎[1]、板野 友和[1]、野田 敦夫[1]、本多 泰章[1]、宮崎 真由美[1]、小俣 雅志[1]、渋谷 典幸[1] (1.株式会社パスコ)

[O06-P02] 西日本豪雨災害における避難行動および復興感の影響要因の検討

*大友 章司[1]、木村 玲欧[2] (1.甲南女子大学、2.兵庫県立大学)

平成30年7月豪雨災害で広域に発生した土砂災害箇所の衛星画像による自動抽出解析

Automatic extraction analysis of widespread sediment disasters from satellite images in the Heavy Rain Event of July 2018, Japan

*下村 博之[1]、望月 貫一郎[1]、板野 友和[1]、野田 敦夫[1]、本多 泰章[1]、宮崎 真由美[1]、小俣 雅志[1]、渋谷 典幸[1]
*Hiroyuki Shimomura[1], Kanichiro Mochizuki[1], Tomokazu Itano[1], Atsuo Noda[1], Yasuaki Honda[1], Mayumi Miyazaki[1], Masashi Omata[1], Noriyuki Shibuya[1]

1. 株式会社パスコ
1. PASCO CORPORATION

1.はじめに

前線および台風7号の影響により発生した平成30年7月豪雨は，西日本を中心に全国的に広い範囲で記録的な大雨をもたらした。この豪雨により，全国各地で河川の氾濫，浸水害，土砂災害等が発生し，死者，行方不明者が多数となる甚大な災害となった。広域における同時多発災害は，規模が大きいほど被害全容が捉えられなくなり，初期対応が遅れる可能性がある。我々は，早期に広範にわたる土砂災害箇所を把握すべく，広域撮影が可能な光学衛星画像を用いて自動抽出解析を試みたので、ここに報告する。

2.従来技術による対応と問題

大規模災害時には，被害状況把握のために上空からの空中写真撮影が有効であり，これまで多くの災害対応で実施されてきた。今回の災害においても土砂災害状況等を把握すべく，各種機関が災害撮影を実施した。国土地理院は7月9~19日に，広島県南部地区や愛媛県宇和島・大洲地区，山口県岩国地区などで空中（垂直）写真を撮影し，写真判読により崩壊地等分布図を作成している[1)]。株式会社パスコは，7月9~16日に光学衛星SPOT7により，広島県や岡山県，愛媛県等を撮影した。取得された画像を確認し，著しい被害集中が懸念される広島県呉市・坂町，愛媛県宇和島市域を対象に，土砂移動痕跡を判読して分布図を公表した[2)]。これらは撮影範囲あるいは判読対象範囲が限定され，また熟練した判読技術者による長い判読時間を要していることが，広域災害の早期対応においての問題として浮かび上がっている。

3.広域に発生した土砂災害箇所に対する自動抽出解析

SPOT光学衛星は，地上分解能1.5mと空中写真（分解能20cm）と比較して解像度は低いものの，一度の撮影幅60kmと広域撮影が可能であること，また多機運用でほぼ毎日撮影が可能であることを特長とする。今回撮影した岡山県，広島県，愛媛県の範囲11,400km^{2}について，被害状況の迅速な把握を目的に，土砂災害箇所の自動抽出解析を試みた。解析手法は，リモートセンシングの画像解析でよく用いる最尤法による教師付クラス分類である。取得画像内にある複数の崩壊地を教師として画像全体をクラス分類し，土砂災害箇所の候補を抽出した。これらには平地部にある運動場等の裸地も包含されることが見られたため，国土数値情報の森林域データを重ねて市街地を除外し、土砂災害箇所としての絞り込みを行った。解析結果は，一見して災害全体像が理解できるように，1km標準メッシュごとに土砂災害箇所の面積占有率（密度）を求め，密度の高低により色分けした分布図として作成した。これらの解析処理時間は１日程度であり，人海戦術で判読するのに比べて短時間での報告が可能となった。一方，抽出された土砂災害箇所を個別にみると，比較的広い面積を持つ崩壊源頭部は概ね抽出されているが，土石流の流送区間などの狭い範囲に連なる部分などは，未抽出となった場所がみられた。また，既存崩壊地や伐採跡地なども同時に誤抽出されることが確認されており，密度分布図として被害全体像把握には活用できるものの，個別の災害情報としては解決すべき課題があることも分かった。

4.おわりに

西日本豪雨は，被災範囲が非常に広範囲となり，従来から実施している空中写真撮影のみでは全体をカバーできない状況に見舞われたが，広域撮影に適した光学衛星の撮影画像を用いることで，土砂災害の全体概要が把握できる可能性を示した。一方で，1.5m分解能の光学衛星では空中写真ほど鮮明な画像は得られず，土

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

砂災害の詳細判読にどこまで利用できるのか，衛星画像情報での判別可否要件等の整理分析を今後実施予定である。また，今回用いた自動抽出解析手法では，誤抽出や未抽出箇所が多く発生しており，抽出精度の向上が望まれる。機械学習による画像解析技術が進歩している折であり，AIによる自動判読技術開発にも取り組んでいく。

参考文献
1) 国土地理院：ホームページhttp://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H30.taihuu7gou.html
2) 株式会社パスコ：ホームページhttps://www.pasco.co.jp/disaster_info/20180709/

キーワード：平成30年7月豪雨、土砂災害、衛星画像、自動抽出解析
Keywords: Heavy Rain Event of July 2018, sediment disasters, satellite images, automatic extraction analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

西日本豪雨災害における避難行動および復興感の影響要因の検討
Examination of the factors influencing the people's evacuation behaviors and cognition of reconstruction in the western Japan heavy rain disaster in July 2018

*大友 章司[1]、木村 玲欧[2]
*Shoji Ohtomo[1], Reo Kimura[2]

1. 甲南女子大学、2. 兵庫県立大学
1. Konan Women's University, 2. University of Hyogo

2018年の6月28日から7月8日の集中豪雨により、甚大な人的・物的被害をもたらした西日本豪雨災害(平成30年7月豪雨)が生じた。このような甚大な自然災害において、当時の避難行動やその後の復興プロセスを検討することは、被災地支援や今後の自然災害への防災として重要である。これまでにも、災害に対する知識が自然災害当時の避難行動やその後の災害に対する認識に影響を及ぼすことが示唆されている(e.g. Kimura et al., 2017)。そこで、本研究では、西日本豪雨災害の被災地域の人々の災害への知識といった特徴が、避難行動やその後のリスク認知や復興感に及ぼす影響について検討を加える。

2019年1月下旬から2月上旬にかけて、西日本豪雨災害で大きな被害を受けた広島県の13地区と岡山県の6地区の住民を対象に、合計1000名にweb調査を行った。調査フレームを図1aに示す。調査項目は、災害に関わる個人属性、被害状況、災害リスクの認識、復興カレンダーなどで構成されている。とくに、本研究では、豪雨災害に対する予期、避難行動、リスク認知、復興感の関連について分析を加えた。その主な結果は次の4つに集約できる。1つは、水害に対する予期と避難行動との関連(図1b)についてベイズ推定により分析したところ、水害に対する予期のレベルより、当時の避難行動に違いがあることが確認された(b=.13, 95%CI=.01～.25)。具体的には、水害による被害が生じないと思っていた人ほど、避難しない傾向がみられた。2つは、ハザードマップに対する知識と避難行動の関連(図1c)をベイズ推定により分析したところ、ハザードマップの知識レベルにより、当時の避難行動に違いがあることが確認された(b=.30, 95%CI=.19～.42)。具体的には、ハザードマップへの認識が少ない人ほど、避難しない傾向が示唆された。3つは、西日本豪雨災害の被害のレベルによるその後のリスク認知の違いについて比較を行った(図1d)。ベイズ推定の結果、水害の重篤性の認知において、被害を受けなかった人と床上浸水の被害を受けた人の間で差がみられた(b=-.62, 95%CI=-.92～-.32)。具体的には、被害を受けなかった人よりも、床上浸水の被害を受けた人の方が、豪雨が起きれば大きな被害が生じるだろうと認識をしていた。最後に、西日本豪雨災害の被害のレベルと復興感の違いについても比較を行った(図1e)。ベイズ推定の結果、復興感の認識において、被害を受けなかった人と床上浸水の被害を受けた人の間で差がみられた(b=2.70, 95%CI=1.53～4.38)。具体的には、被害を受けなかった人よりも、床上被害を受けた人の方が復興したと感じる傾向が低かった。

以上のように、西日本豪雨災害以前からの災害に対する認識の違いが、当時の避難行動を左右していたことが示唆された。災害に対する十分な知識がないと、避難行動には結びつかないといえる。また、被害の経験により、その後のリスク認知や復興感に違いが生じていることが示唆された。災害を経験したことより、災害に対する問題意識に変化が生じたといえる。したがって、豪雨災害への一般の人々の対応能力を高めるためには、災害時の経験の反映に加え、ハザードマップなど災害に対する事前の知識の普及が重要であるといえる。

キーワード：平成30年7月豪雨、復興感、避難行動
Keywords: Western Japan heavy rain disaster in July 2018, cognition of reconstruction, evacuation behaviors

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

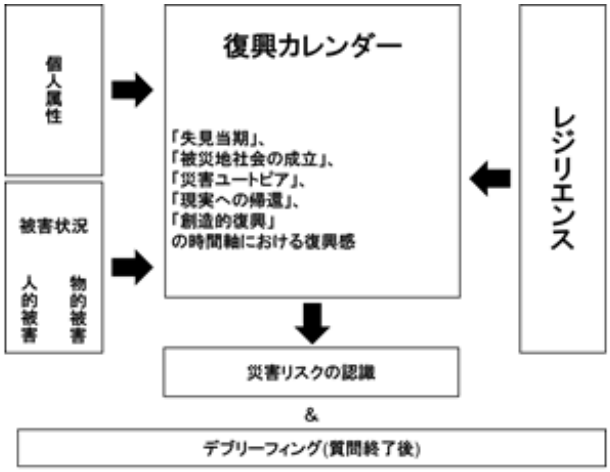


Figure 1a The framework of the web survey in the study

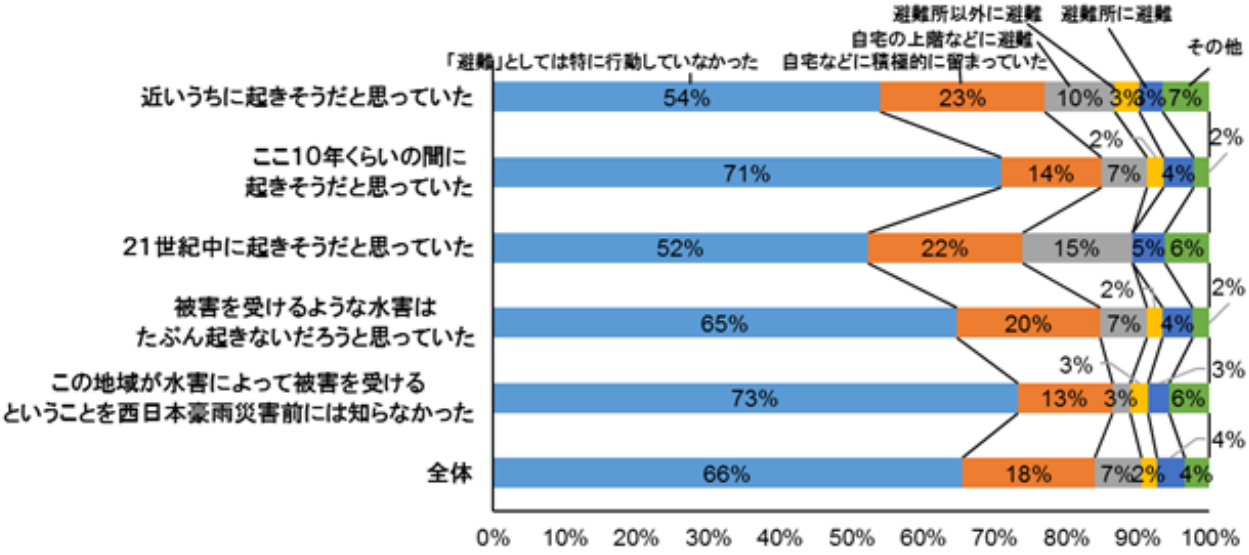


Figure 1b The cross table of prediction for flood damage by evacuation behavior

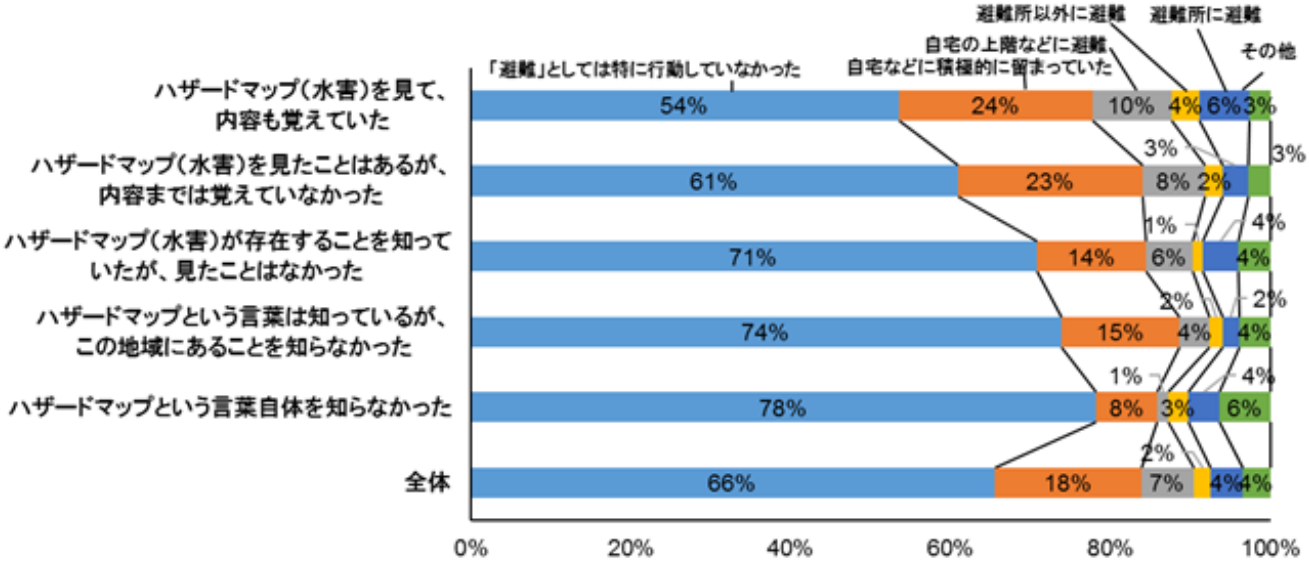
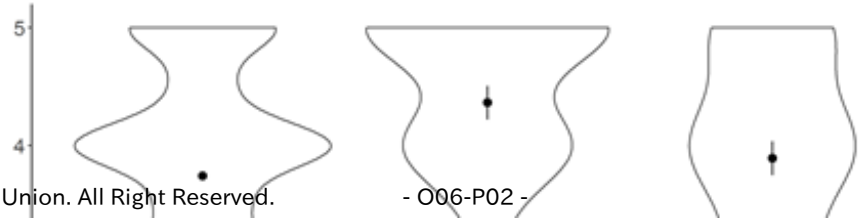


Figure 1c The cross table knowledge of hazard-map by evacuation behavior



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_1

[O-06] 激甚化する風水害にどう対応するか

コンビーナ:松本 淳(首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理環境科学専攻)、高橋 幸弘(北海道大学・大学院理学院・宇宙理学専攻)、和田 章(東京工業大学)

2018年は7月の西日本豪雨，9月の台風21号など，風水害の激甚化を実感する年となりました。地球温暖化の進行が懸念されるなか，風水害の激甚化は今後も進行するのか？またそれに対して，私たちの社会はどのように対応していったら良いのか？本セッションでは，このような疑問に答えるべく，大雨をもたらす原因となる気象，大雨で崩れる地面の地形・地質，豪雨で洪水を起こす河川，河川を流れた土砂や水が海洋にもたらす影響，それらを把握するリモートセンシングや地図・GIS等による現況把握，避難の問題点などについて，日本地球惑星科学連合（連合）の環境災害対応委員会に参加する学協会の専門家による講演をしていただきます。さらに2016年に設立され，連合も加盟している防災学術連携体に参加している学協会から，ダムによる洪水調節，建物・社会インフラの被害，公衆衛生・災害看護，災害復興，街づくりなどに関する講演をしていただき，今後の災害のさらなる激甚化に私たちはどう対応したら良いのかを探ります。また関連するポスター発表により，連合・防災学術連携体による多彩な防災への取組みに関する研究成果を紹介します。

[O06-P01] 平成30年7月豪雨災害で広域に発生した土砂災害箇所の衛星画像による自動抽出解析

*下村 博之[1]、望月 貫一郎[1]、板野 友和[1]、野田 敦夫[1]、本多 泰章[1]、宮崎 真由美[1]、小俣 雅志[1]、渋谷 典幸[1] (1.株式会社パスコ)

[O06-P02] 西日本豪雨災害における避難行動および復興感の影響要因の検討

*大友 章司[1]、木村 玲欧[2] (1.甲南女子大学、2.兵庫県立大学)

平成30年7月豪雨災害で広域に発生した土砂災害箇所の衛星画像による自動抽出解析

Automatic extraction analysis of widespread sediment disasters from satellite images in the Heavy Rain Event of July 2018, Japan

*下村 博之[1]、望月 貫一郎[1]、板野 友和[1]、野田 敦夫[1]、本多 泰章[1]、宮崎 真由美[1]、小俣 雅志[1]、渋谷 典幸[1]
*Hiroyuki Shimomura[1], Kanichiro Mochizuki[1], Tomokazu Itano[1], Atsuo Noda[1], Yasuaki Honda[1], Mayumi Miyazaki[1], Masashi Omata[1], Noriyuki Shibuya[1]

1. 株式会社パスコ
1. PASCO CORPORATION

1.はじめに

前線および台風7号の影響により発生した平成30年7月豪雨は，西日本を中心に全国的に広い範囲で記録的な大雨をもたらした。この豪雨により，全国各地で河川の氾濫，浸水害，土砂災害等が発生し，死者，行方不明者が多数となる甚大な災害となった。広域における同時多発災害は，規模が大きいほど被害全容が捉えられなくなり，初期対応が遅れる可能性がある。我々は，早期に広範にわたる土砂災害箇所を把握すべく，広域撮影が可能な光学衛星画像を用いて自動抽出解析を試みたので、ここに報告する。

2.従来技術による対応と問題

大規模災害時には，被害状況把握のために上空からの空中写真撮影が有効であり，これまで多くの災害対応で実施されてきた。今回の災害においても土砂災害状況等を把握すべく，各種機関が災害撮影を実施した。国土地理院は7月9~19日に，広島県南部地区や愛媛県宇和島・大洲地区，山口県岩国地区などで空中（垂直）写真を撮影し，写真判読により崩壊地等分布図を作成している[1)]。株式会社パスコは，7月9~16日に光学衛星SPOT7により，広島県や岡山県，愛媛県等を撮影した。取得された画像を確認し，著しい被害集中が懸念される広島県呉市・坂町，愛媛県宇和島市域を対象に，土砂移動痕跡を判読して分布図を公表した[2)]。これらは撮影範囲あるいは判読対象範囲が限定され，また熟練した判読技術者による長い判読時間を要していることが，広域災害の早期対応においての問題として浮かび上がっている。

3.広域に発生した土砂災害箇所に対する自動抽出解析

SPOT光学衛星は，地上分解能1.5mと空中写真（分解能20cm）と比較して解像度は低いものの，一度の撮影幅60kmと広域撮影が可能であること，また多機運用でほぼ毎日撮影が可能であることを特長とする。今回撮影した岡山県，広島県，愛媛県の範囲11,400km^{2}について，被害状況の迅速な把握を目的に，土砂災害箇所の自動抽出解析を試みた。解析手法は，リモートセンシングの画像解析でよく用いる最尤法による教師付クラス分類である。取得画像内にある複数の崩壊地を教師として画像全体をクラス分類し，土砂災害箇所の候補を抽出した。これらには平地部にある運動場等の裸地も包含されることが見られたため，国土数値情報の森林域データを重ねて市街地を除外し、土砂災害箇所としての絞り込みを行った。解析結果は，一見して災害全体像が理解できるように，1km標準メッシュごとに土砂災害箇所の面積占有率（密度）を求め，密度の高低により色分けした分布図として作成した。これらの解析処理時間は１日程度であり，人海戦術で判読するのに比べて短時間での報告が可能となった。一方，抽出された土砂災害箇所を個別にみると，比較的広い面積を持つ崩壊源頭部は概ね抽出されているが，土石流の流送区間などの狭い範囲に連なる部分などは，未抽出となった場所がみられた。また，既存崩壊地や伐採跡地なども同時に誤抽出されることが確認されており，密度分布図として被害全体像把握には活用できるものの，個別の災害情報としては解決すべき課題があることも分かった。

4.おわりに

西日本豪雨は，被災範囲が非常に広範囲となり，従来から実施している空中写真撮影のみでは全体をカバーできない状況に見舞われたが，広域撮影に適した光学衛星の撮影画像を用いることで，土砂災害の全体概要が把握できる可能性を示した。一方で，1.5m分解能の光学衛星では空中写真ほど鮮明な画像は得られず，土

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

砂災害の詳細判読にどこまで利用できるのか，衛星画像情報での判別可否要件等の整理分析を今後実施予定である。また，今回用いた自動抽出解析手法では，誤抽出や未抽出箇所が多く発生しており，抽出精度の向上が望まれる。機械学習による画像解析技術が進歩している折であり，AIによる自動判読技術開発にも取り組んでいく。

参考文献
1) 国土地理院：ホームページhttp://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H30.taihuu7gou.html
2) 株式会社パスコ：ホームページhttps://www.pasco.co.jp/disaster_info/20180709/

キーワード：平成30年7月豪雨、土砂災害、衛星画像、自動抽出解析
Keywords: Heavy Rain Event of July 2018, sediment disasters, satellite images, automatic extraction analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

西日本豪雨災害における避難行動および復興感の影響要因の検討
Examination of the factors influencing the people's evacuation behaviors and cognition of reconstruction in the western Japan heavy rain disaster in July 2018

*大友 章司[1]、木村 玲欧[2]
*Shoji Ohtomo[1], Reo Kimura[2]

1. 甲南女子大学、2. 兵庫県立大学
1. Konan Women's University, 2. University of Hyogo

2018年の6月28日から7月8日の集中豪雨により、甚大な人的・物的被害をもたらした西日本豪雨災害(平成30年7月豪雨)が生じた。このような甚大な自然災害において、当時の避難行動やその後の復興プロセスを検討することは、被災地支援や今後の自然災害への防災として重要である。これまでにも、災害に対する知識が自然災害当時の避難行動やその後の災害に対する認識に影響を及ぼすことが示唆されている(e.g. Kimura et al., 2017)。そこで、本研究では、西日本豪雨災害の被災地域の人々の災害への知識といった特徴が、避難行動やその後のリスク認知や復興感に及ぼす影響について検討を加える。

2019年1月下旬から2月上旬にかけて、西日本豪雨災害で大きな被害を受けた広島県の13地区と岡山県の6地区の住民を対象に、合計1000名にweb調査を行った。調査フレームを図1aに示す。調査項目は、災害に関わる個人属性、被害状況、災害リスクの認識、復興カレンダーなどで構成されている。とくに、本研究では、豪雨災害に対する予期、避難行動、リスク認知、復興感の関連について分析を加えた。その主な結果は次の4つに集約できる。1つは、水害に対する予期と避難行動との関連(図1b)についてベイズ推定により分析したところ、水害に対する予期のレベルより、当時の避難行動に違いがあることが確認された(b=.13, 95%CI=.01～.25)。具体的には、水害による被害が生じないと思っていた人ほど、避難しない傾向がみられた。2つは、ハザードマップに対する知識と避難行動の関連(図1c)をベイズ推定により分析したところ、ハザードマップの知識レベルにより、当時の避難行動に違いがあることが確認された(b=.30, 95%CI=.19～.42)。具体的には、ハザードマップへの認識が少ない人ほど、避難しない傾向が示唆された。3つは、西日本豪雨災害の被害のレベルによるその後のリスク認知の違いについて比較を行った(図1d)。ベイズ推定の結果、水害の重篤性の認知において、被害を受けなかった人と床上浸水の被害を受けた人の間で差がみられた(b=-.62, 95%CI=-.92～-.32)。具体的には、被害を受けなかった人よりも、床上浸水の被害を受けた人の方が、豪雨が起きれば大きな被害が生じるだろうと認識をしていた。最後に、西日本豪雨災害の被害のレベルと復興感の違いについても比較を行った(図1e)。ベイズ推定の結果、復興感の認識において、被害を受けなかった人と床上浸水の被害を受けた人の間で差がみられた(b=2.70, 95%CI=1.53～4.38)。具体的には、被害を受けなかった人よりも、床上被害を受けた人の方が復興したと感じる傾向が低かった。

以上のように、西日本豪雨災害以前からの災害に対する認識の違いが、当時の避難行動を左右していたことが示唆された。災害に対する十分な知識がないと、避難行動には結びつかないといえる。また、被害の経験により、その後のリスク認知や復興感に違いが生じていることが示唆された。災害を経験したことより、災害に対する問題意識に変化が生じたといえる。したがって、豪雨災害への一般の人々の対応能力を高めるためには、災害時の経験の反映に加え、ハザードマップなど災害に対する事前の知識の普及が重要であるといえる。

キーワード：平成30年7月豪雨、復興感、避難行動
Keywords: Western Japan heavy rain disaster in July 2018, cognition of reconstruction, evacuation behaviors

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

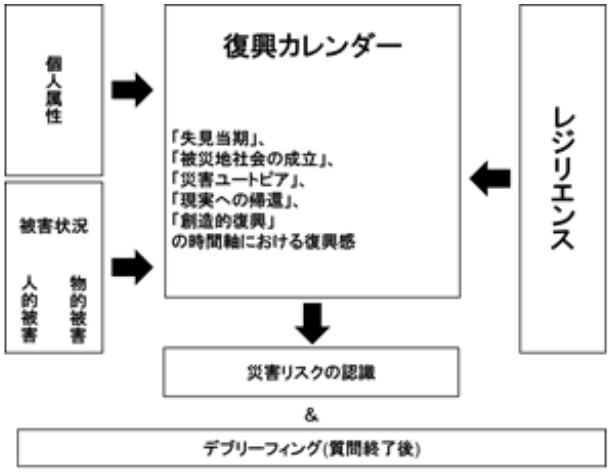


Figure 1a The framework of the web survey in the study

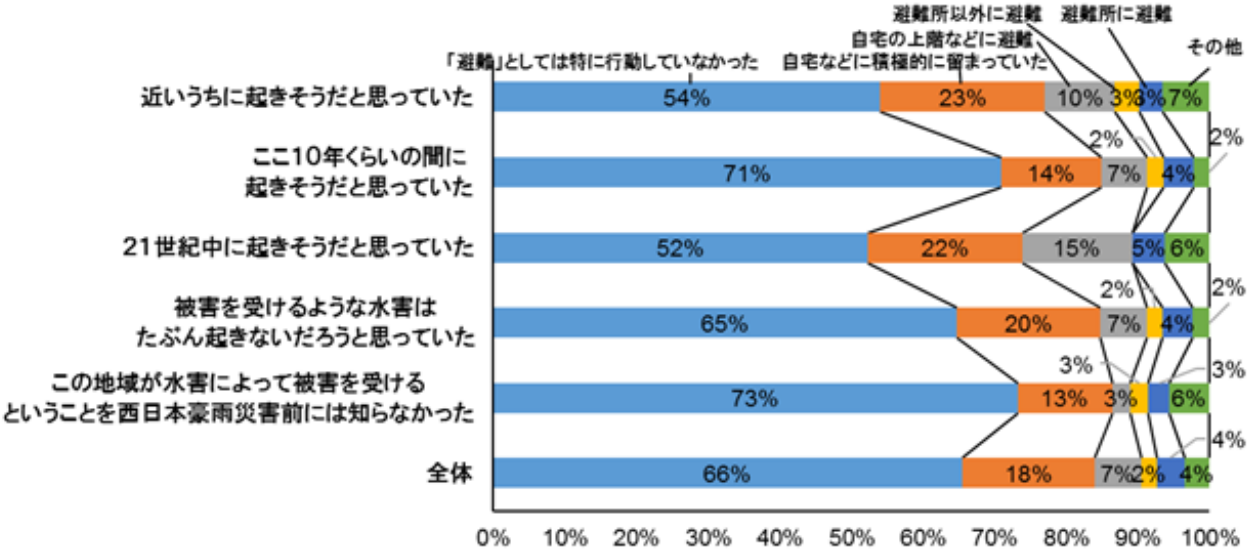


Figure 1b The cross table of prediction for flood damage by evacuation behavior

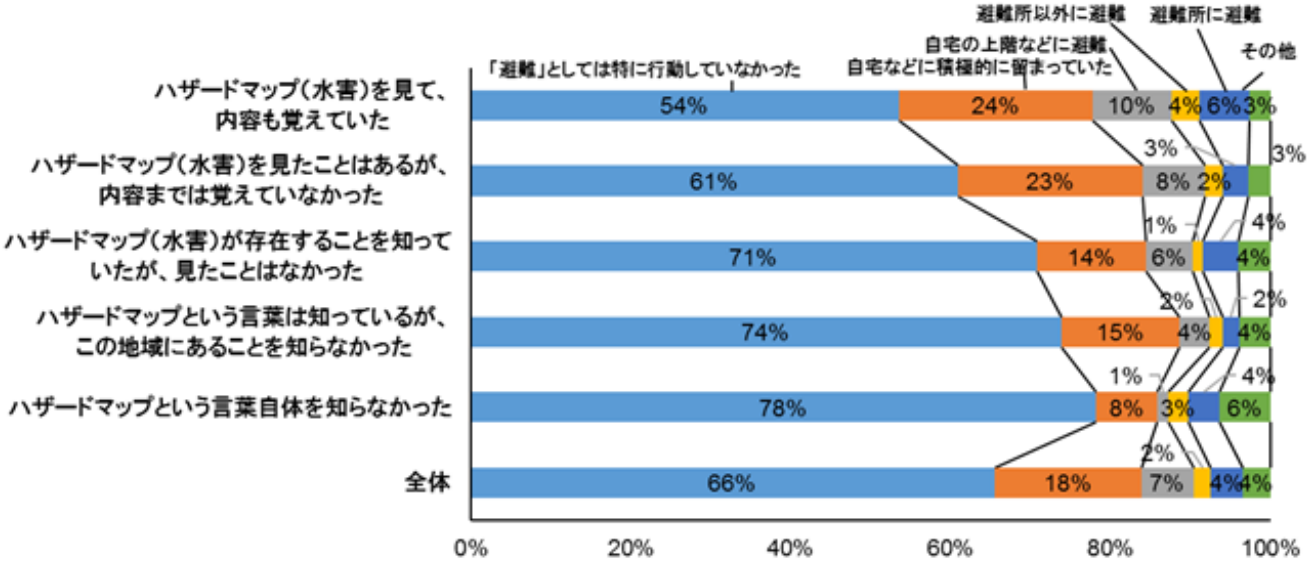
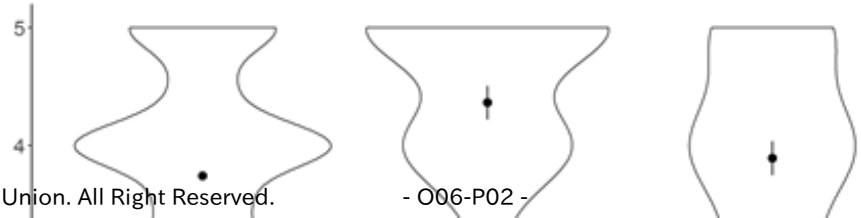


Figure 1c The cross table knowledge of hazard-map by evacuation behavior



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

2019年5月26日(日) 13:45 ~ 15:15 | 103 1F

[O-06] 激甚化する風水害にどう対応するか

コンビーナ:松本 淳(首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理環境科学専攻)、高橋 幸弘(北海道大学・大学院理学院・宇宙理学専攻)、和田 章(東京工業大学)、座長:松本 淳(首都大学東京)

2018年は7月の西日本豪雨，9月の台風21号など，風水害の激甚化を実感する年となりました。地球温暖化の進行が懸念されるなか，風水害の激甚化は今後も進行するのか？またそれに対して，私たちの社会はどのように対応していったら良いのか？本セッションでは，このような疑問に答えるべく，大雨をもたらす原因となる気象，大雨で崩れる地面の地形・地質，豪雨で洪水を起こす河川，河川を流れた土砂や水が海洋にもたらす影響，それらを把握するリモートセンシングや地図・GIS等による現況把握，避難の問題点などについて，日本地球惑星科学連合（連合）の環境災害対応委員会に参加する学協会の専門家による講演をしていただきます。さらに2016年に設立され，連合も加盟している防災学術連携体に参加している学協会から，ダムによる洪水調節，建物・社会インフラの被害，公衆衛生・災害看護，災害復興，街づくりなどに関する講演をしていただき，今後の災害のさらなる激甚化に私たちはどう対応したら良いのかを探ります。また関連するポスター発表により，連合・防災学術連携体による多彩な防災への取組みに関する研究成果を紹介します。

13:45 ~ 14:00

[O06-01] 平成30年7月豪雨と猛暑：異常気象の連鎖と地球温暖化の影響

★招待講演

*中村 尚[1] (1.東京大学先端科学技術研究センター)

14:00 ~ 14:15

[O06-02] **台風等の気象災害が海洋生態系に与える影響**

★招待講演

*梅澤 有[1,2] (1.東京農工大学、2.日本海洋学会 海洋環境問題研究会)

14:15 ~ 14:30

[O06-03] 水害に関連する地形条件の把握とハザードマップ

★招待講演

*熊木 洋太[1] (1.専修大学文学部)

14:30 ~ 14:45

[O06-04] 2018年7月豪雨を事例とした無料衛星リモートセンシングデータの役割

★招待講演

*作野 裕司[1] (1.広島大学大学院工学研究科)

14:45 ~ 15:00

[O06-05] 2018年西日本豪雨におけるクライシスマッピング活動の現状

★招待講演

*古橋 大地[1] (1.青山学院大学)

15:00 ~ 15:15

[O06-06] 避難情報の時間・空間解像度と避難行動に関する考察

★招待講演

*畑山 満則[1] (1.京都大学防災研究所)

平成30年7月豪雨と猛暑：異常気象の連鎖と地球温暖化の影響
Extreme rainfall and heat wave over Japan in 2018 summer: A series of extreme events and underlying global warming

*中村 尚[1]
*Hisashi Nakamura[1]

1. 東京大学先端科学技術研究センター
1. Research Center for Advanced Science and Technology, University of Tokyo

2018年夏，我が国では豪雨，猛暑，台風と多くの気象災害が発生した。取り分け，7月上旬に起きた「平成30年7月豪雨」は，西日本を中心に広域で記録的な雨量となり，河川の氾濫や土砂崩れなどにより，犠牲者220名超の甚大な被害をもたらした。特に，7月5日から7日にかけては，普段比較的雨量の少ない瀬戸内地方を中心に48～72時間降水量の記録を更新した地点が続出し，災害の甚大化につながった。この広域での持続的な豪雨は，過去最大級の多量の水蒸気を含む熱帯からの気流が西日本上空に流入し続けたために起きた。この要因は，東シナ海南部の低圧部の影響もあって，アジアモンスーンに伴う湿った西風が東方に流れ，平年より強い太平洋高気圧に伴う貿易風と合流して強い南寄りの気流を形成し，西日本に停滞した梅雨前線に流れ込み続けたことである。低圧部の積雲対流により水蒸気が対流圏中層にまで拡がったことや，強い南風が黒潮からの蒸発を促したことも雨量を増やす一因となった。

7月上旬の西日本豪雨の要因は，一連の「異常気象の連鎖」の中で捉えられるべきものである。6月下旬に欧州方面から伝播してきた強い波動（シルクロード・パターン）により上空の亜熱帯ジェット気流（熱帯気団と中緯度気団の境界を吹く）が異常に北上し，太平洋高気圧を異常発達させた。この影響で関東甲信地方の史上最早の梅雨明けと，梅雨前線の異常な北上による北海道での記録的豪雨がもたらされた。その後，太平洋高気圧の弱化につれ梅雨前線が南下する一方，日本の北方で亜寒帯ジェット気流（極域気団と中緯度気団の境界を吹く）も強く蛇行し，地表のオホーツク高気圧を異常発達させ，その北東気流が梅雨前線に伴う気温傾度を著しく強化した。その直後にシルクロード・パターン第二波に伴う亜熱帯ジェット気流の蛇行強化により太平洋高気圧が再強化されて梅雨前線の停滞と水蒸気流入の持続をもたらした一方，朝鮮半島上空で気圧の谷が深まって梅雨前線近傍の上昇流が強化されて西日本で積乱雲が発達した。

そしてシルクロード・パターン第三波により，7月10日頃には梅雨前線が西日本からも北上し，北陸以西で梅雨が明けた。豪雨期とは異なり，亜熱帯ジェット気流は朝鮮半島付近で最も北に蛇行したため，西日本での上昇気流が止み，持続的猛暑をもたらした。その後，第四波による高気圧と下降気流の強化の下で，熊谷で最高気温記録が更新され，月末の第五波に伴っても各地で記録的な暑さとなった。加えて，梅雨明け後は熱帯北西太平洋での活発な積雲対流活動の影響で太平洋高気圧が持続的に強化されていた。この「太平洋・日本（PJ）パターン」としての高気圧強化は，台風の発生が記録的に多かった8月も持続した。

2018年夏には北半球中高緯度の各地で異常気象が発生した。特に多かったのは異常高温である。もしシルクロード・パターンのような波動によるジェット気流の南北への蛇行のみが原因であれば，異常低温と異常高温が東西に交互に並んで発生するはずである。しかしながら実際に異常高温のみが目立っていたのは，北半球中緯度域で3月以来続く記録的な高温傾向である。これには，北太平洋・大西洋に拡がる暖水偏差の影響でジェット気流の北上傾向が続いたことも影響したと考えられる。

さらに，背景にある地球温暖化の寄与も決して無視できない。実際，我が国の夏季平均気温は過去30余年で約1℃上昇した．これに伴い，2003年以降顕著な冷夏は発生しておらず，近年では高温記録が頻繁に更新されるようになった。温暖化傾向とともに，下層の水蒸気量も過去30年で約10%増加し，大雨の強度もほぼ同じ割

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

合で増大傾向にある。また，日本近海は全海洋平均よりも速いペースで温暖化が進んでおり，夏に熱帯からの暖湿気流が日本に流入するまでにその対流不安定性が維持されるようになったことも豪雨強度の増大の背景にある。同時に，台風も余り減衰せずに日本に接近する傾向にある。今後も温暖化の進行とともに，2018年夏のように，豪雨・猛暑・強い台風と，災害をもたらす異常気象が連鎖しやすくなる傾向が強まることが懸念される。

キーワード：平成30年7月豪雨、猛暑、異常気象、ジェット気流の蛇行、地球温暖化
Keywords: heavy rainfall event over western Japan in July 2018, heat wave over Japan, extreme climate events, jetstream meanders, global warming

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

台風等の気象災害が海洋生態系に与える影響
Influence of meteorological disasters on marine ecosystem

*梅澤 有[1,2]
*Yu Umezawa[1,2]

1. 東京農工大学、2. 日本海洋学会 海洋環境問題研究会
1. Tokyo University of Agriculture and Technology, 2. Study Group on Marine Environmental Problems, the Oceanographic Society of Japan

日本海洋学会の海洋環境問題研究会は、1973年の設立以降、海洋環境問題に関するナイトセッションや、シンポジウムの開催、また、科学的知見に基づいた提言のとりまとめを行ってきた。

近年、地球温暖化に伴い、集中豪雨の増加等の気象現象の変化が沿岸海域を中心として、海洋生態系に大きな影響を与えてきている。しかしながら、本研究会において、気象災害を海洋環境問題の１つのリスクと捉えた取り組みは、これまで、なされてこなかったのが現状である。本発表では、台風等の気象現象が海洋生態系に与える影響について、既存の研究例をとりまとめて報告し、今後の連携研究に活かされることを期待する。

キーワード：沿岸海域、縁辺海、気候変動
Keywords: coastal areas, marginal seas, climate change

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

水害に関連する地形条件の把握とハザードマップ
Understanding of geomorphic condition indicating the flooding disaster and hazard mapping

*熊木 洋太[1]
*Yohta KUMAKI[1]

1. 専修大学文学部
1. Senshu University

人々が自然災害の危険性の高い場所はどこかを知っていることが大切である。地形条件の中には，水害・土砂災害と密接な関係のあるものがあり，災害の危険性を把握することに役立つ。例えば，くり返し土石流が流下したところは，土石流物質が堆積して形成される特有の地形（沖積錐，土石流扇状地などと呼ばれる）が形成され，この地形の場所は，将来再び土石流が流下する可能性が高いと判断することができる。また，下流に狭窄部があったり，より大きな川の堆積地形や海岸の堆積地形によって閉塞状態となったりしている河川沿いは，水害の被害が大きくなりやすい。落堀（おっぽり），クレバススプレーといった過去の破堤を示す地形が認められることもある。水害は多少なりとも地形を変化させるが，この変化の積み重ねで現在の地形が形成されてきたことから，上記のような地形を手がかりに，その地域でどのような地形形成作用が働いて現在の地形が形成されてきたかを知ることは，その場所でどのような水害が発生してきたか，今後水害が発生する場であるのかどうか，ということを知ることにほかならない。地形の状態を知るには，地形図，数値標高データ（DEM)，空中写真などを使うのが効果的で，安価に，しかも面的にすき間なく調査できる点で効果的である。

このようなことから，地形条件は，ハザードマップ作成の基礎的な情報となっている。水害のハザードマップでは，これに加え，高度なシミュレーションを行っている場合も多い。しかし，シミュレーションは，どういう想定をするかで結果は変わり得る。また，どこが危険でどこが安全かを明確に示そうとすると，大胆な割り切り（単純化）が必要となる。そういうことを踏まえると，住民はハザードマップに示された危険度判定の結果だけでなく，地形条件をはじめとしてその地域の災害特性を理解し，いざというときに主体的に判断できることが望ましい。日本では，大きな平野ではいくつかの種類の地形分類図が作成されており，活用できる。

キーワード：災害リスク、土石流、地形変化、地形学図
Keywords: disaster risk, debris flow, landform change, geomorphological map

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2018年7月豪雨を事例とした無料衛星リモートセンシングデータの役割
A role of free satellite remote sensing data as a case study of heavy rain disaster in July 2018

*作野 裕司[1]
*Yuji Sakuno[1]

1. 広島大学大学院工学研究科
1. Graduate School of Engineering, Hiroshima University

2018年7月に西日本を中心とした豪雨災害が発生した．災害直後から，様々なタイプの空中写真や衛星リモートセンシング（RS）画像が撮影された．本発表では，この中でも特に広島県周辺の陸域および沿岸海域において，無料で入手できる光学・合成開口レーダ（SAR）データを解析した地表面解析結果とその役割について紹介される．このうち，10～30mの解像度を持つLANDSAT-8とSentinel-2のような衛星光学センサは，災害前後の画像の差分を利用することにより，広域の土砂崩れや河川の土砂堆積の様子を非常にわかりやすく住民に伝えることができた．一方，このような光学センサは，雲の影響を受けるため，迅速な被害推定には向かなった，そこで，雲の影響をうけない，Sentinel-1のようなSARセンサを使って，光学センサと同様な方法で差分画像が作成された．この作業によって，特に浸水域の抽出が迅速に行われた．今後は，これらの作業をマニュアル化し，衛星データさえダウンロードされれば，誰でも同様の解析が迅速にできるソフトを作る予定である．そして，このようなマニュアルとソフトを使ったデータ処理講習を定期的に地元の行政機関や建設系のコンサルタントに実施することにより，災害時におけるRSデータの早期活用を目指したい．

キーワード：衛星、洪水、合成開口レーダ
Keywords: satellite, flood, SAR

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

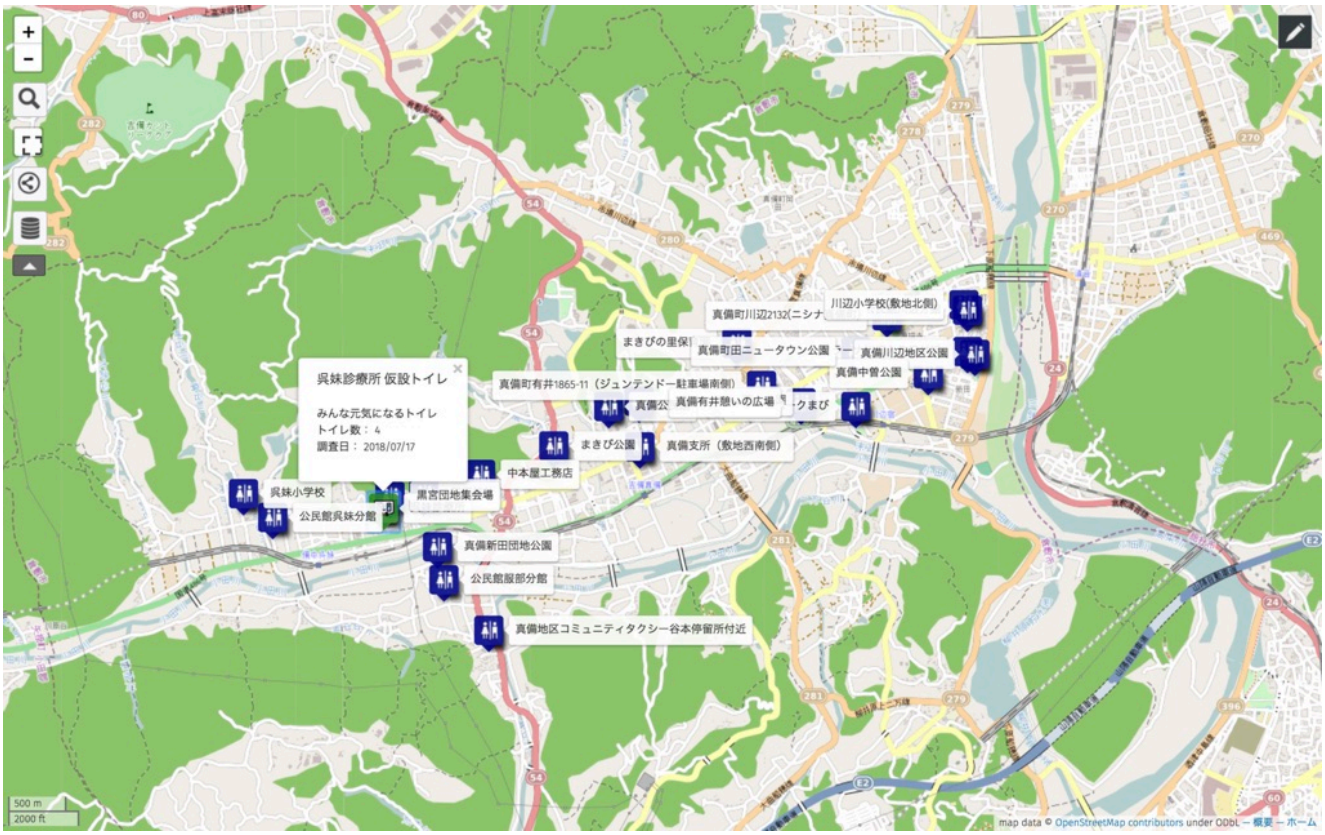
2018年西日本豪雨におけるクライシスマッピング活動の現状
State of the Crisis Mapping for heavy rain in west of Japan, 2018.

*古橋 大地[1]
*Taichi Furuhashi[1]

1. 青山学院大学
1. Aoyama Gakuin University

2018年7月上旬に西日本を中心に発災した平成30年7月豪雨災害では、岡山県倉敷市の真備町をはじめ、多くの地域で洪水、浸水、土砂災害による被害が発生し、その全容の把握には一定の時間が必要とされた。災害時における迅速な被災地の地図作りを市民参加型のボランタリーな地理情報(VGI)として実施するクライシスマッピング活動に学生らと取り組み、現地ボランティアと連携し、混乱状態にある道路状況を加味した支援車両向けルートマップや、避難所・仮設トイレ設置場所等を地図上に展開し逐一更新した。未来の大災害に備え、クライシスマッピングの一般化に向けた現状の課題と今後の方向性について報告を行う。

キーワード：GIS、VGI、map
Keywords: GIS, VGI, map



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

避難情報の時間・空間解像度と避難行動に関する考察
A Study on Spatial and Temporal Resolution of Evacunation Infomation for Effective Evacuation Behavior

*畑山 満則[1]
*Michinori Hatayama[1]

1. 京都大学防災研究所
1. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

１．はじめに

平成29年九州北部豪雨、平成30年7月豪雨など近年、気候変動の影響で、過去に経験したことのない豪雨や台風が日本を襲い、各地に大きな爪痕を残している。これら過去に経験したことのない自然現象においては、まず命を守る行動、つまり適切な避難が求められる。避難のきっかけとなる避難情報は、重要であるが場合によっては、行政の指示待ち体質を作ることになるため、いつどのように発表し、どのように活用するのかについて様々な議論がなされてきた。平成25年台風26号に伴う豪雨により発生した伊豆大島土砂災害では、避難勧告が発令されなかったことが、平成26年8月豪雨災害に伴う広島土砂災害では、避難情報の遅れが問題視された。これらの課題を受けて、平成29年には「避難勧告等に関するガイドライン」が改正されたが、これらの情報が避難行動につなげられているかについては未だ議論の余地を残している。本稿ではこれらの課題について考察する。

２．避難情報と期待される行動

「避難勧告等に関するガイドライン」では、避難準備・高齢者避難開始、避難勧告、避難指示（緊急）といった避難情報の発令について、受け取る立場にたち、地域の実情に応じた基準を作成することを推奨している。避難行動には、災害の危険性が高まったときにいる場所に応じて、指定緊急避難所に移動する立ち退き避難だけでなく、「近隣の安全な場所」への立ち退き避難、建物内でより安全な部屋に移動する屋内安全確保が期待されている。

３．時間解像度に関する考察

豪雨による洪水や土砂災害においては、降雨量の時間予測を連動して避難情報を発表することとなる。近年では、災害の発生が深夜と予測されることも多いが、深夜に災害情報を発表しても、避難行動につなげられない場合が多い。これを考慮して、避難行動がとれる時間帯から避難することが進められているが、危機感がない中での避難情報では避難行動につながらない場合が多い。

４．空間解像度に関する考察

避難情報は、一般的に各戸に対してではなく、一定の領域に対して発表される。この空間解像度は、統一な基準があるわけではなく、各自治体によりまちまちである。領域が大きいと、領域内でリスクの高いところと低いところが混在しているところが多く、避難行動をとる必要がないと判断してしまう住民も多い。しかし、災害対応に十分な人員を割けない自治体では、領域をさらに絞り込むことは難しく、各戸に対して避難すべきか否かを判断することは難しい。

５．おわりに

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

避難情報は、その時間解像度や空間解像度も併せて知っておかないと避難行動の判断にはなりえない。これらの情報を正しく受け取り適切な行動を起こすためには、住民側の意識啓発が伴う必要がある。これを実現するためには、行政だけでなく、地域や家庭での取り決めを作り対応することが求められる。

キーワード：災害情報、避難行動
Keywords: disaster information, evacuation behavior

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | 103 1F

[O-06] 激甚化する風水害にどう対応するか

コンビーナ:松本 淳(首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理環境科学専攻)、高橋 幸弘(北海道大学・大学院理学院・宇宙理学専攻)、和田 章(東京工業大学)、座長:和田 章(東京工業大学)、高橋 幸弘(北海道大学)

2018年は7月の西日本豪雨，9月の台風21号など，風水害の激甚化を実感する年となりました。地球温暖化の進行が懸念されるなか，風水害の激甚化は今後も進行するのか？またそれに対して，私たちの社会はどのように対応していったら良いのか？本セッションでは，このような疑問に答えるべく，大雨をもたらす原因となる気象，大雨で崩れる地面の地形・地質，豪雨で洪水を起こす河川，河川を流れた土砂や水が海洋にもたらす影響，それらを把握するリモートセンシングや地図・GIS等による現況把握，避難の問題点などについて，日本地球惑星科学連合（連合）の環境災害対応委員会に参加する学協会の専門家による講演をしていただきます。さらに2016年に設立され，連合も加盟している防災学術連携体に参加している学協会から，ダムによる洪水調節，建物・社会インフラの被害，公衆衛生・災害看護，災害復興，街づくりなどに関する講演をしていただき，今後の災害のさらなる激甚化に私たちはどう対応したら良いのかを探ります。また関連するポスター発表により，連合・防災学術連携体による多彩な防災への取組みに関する研究成果を紹介します。

15:30 ~ 15:45

[O06-07] 大規模広域豪雨災害と多層的な対策

★招待講演

*小池 俊雄[1] (1.国立研究開発法人 土木研究所 水災害・リスクマネジメント国際センター)

15:45 ~ 16:00

[O06-08] 洪水から命と生活を守る建築の技術と知恵

★招待講演

*田村 和夫[1] (1.建築都市耐震研究所)

16:00 ~ 16:15

[O06-09] 災害廃棄物管理の現状と課題－近年の災害からの教訓－

★招待講演

*森口 祐一[1]、大迫 政浩[2] (1.東京大学大学院工学系研究科、2.国立環境研究所資源循環・廃棄物研究センター)

16:15 ~ 16:30

[O06-10] 児童生徒と地域住民のための避難計画

★招待講演

*佐藤 健[1]、矢崎 良明[2] (1.東北大学、2.学校安全教育研究所)

16:30 ~ 16:45

[O06-11] 激甚化する水害における健康危機と看護

★招待講演

*神原 咲子[1]、山本 あい子[2] (1.高知県立大学、2.四天王寺大学)

16:45 ~ 17:00

[O06-12] 総合討論

*松本 淳[1,2]、高橋 幸弘[3]、和田 章[4] (1.首都大学東京、2.JAMSTEC、3.北海道大学、4.東京工業大学)

大規模広域豪雨災害と多層的な対策
Multi-layered Countermeasures against Widespread Devastating Flood Disasters

*小池 俊雄[1]
*Koike Toshio[1]

1. 国立研究開発法人 土木研究所 水災害・リスクマネジメント国際センター
1. International Centre for Water Hazard and Risk Management

1958年以降で最大の水蒸気収束が2018年7月初旬に西日本中心に記録された。その結果、24~72時間の長時間豪雨の記録が各所で更新され、破堤・溢水による浸水、土石流、都市部での内水氾濫等の災害が発生した。また、本川と支川の合流部におけるバックウォーター現象や、土砂と洪水が同時に氾濫する土砂・洪水氾濫等の複合的な要因による水災害が発生した。さらに、８ダムにおいて洪水調節容量を使い切り、異常洪水時防災操作に移行せざるを得ない事態となった。このとき、放流情報等が避難に活用されていない地域があったことも新たな課題と認識された。これらの結果、死者行方不明が232名にも及ぶ大災害となり、経済活動等においても甚大な被害が生じた。なお、一つの災害で200名を超える犠牲者が出たのは1972年以来のことであった。

これらの特徴や課題を整理して、対策における基本的な考え方に基づいて速やかに実施すべき事項を取りまとめて、2018年12月13日、社会資本整備審議会から国土交通大臣に答申された。答申では、一人ひとりが主体的に避難できる地域社会を目指して、マスメディアや通信の民間事業者等の協力を得て、災害、リスク、避難の情報の内容や発信方法を充実させて、自助、共助を支援するための仕組みづくりに取り組むこととされている。また複合災害や施設能力を超える災害外力に対する社会資本整備の在り方や、復旧・復興を迅速化する取組や災害リスクへの配慮の推進する方策についても提言している。このように多層的な取り組みを一体感を持って進めていくことが肝要である。

キーワード：浸水、土石流、バックウォーター現象、異常洪水時防災操作
Keywords: flood, debris flows, backwater, emergency water-discharge operations to avert reservoir overflows

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

洪水から命と生活を守る建築の技術と知恵
Technologies and wisdom in housings and buildings for protecting our lives from river floods

*田村 和夫[1]
*Kazuo Tamura[1]

1. 建築都市耐震研究所
1. Seismic Design Laboratory

狭い国土で急峻な地理的・地形的条件を抱える我が国には、河川の氾濫による浸水・冠水などの被害を受ける危険性の高い地域が全国に多く存在する。治水対策としてのダムや河川堤防整備によりこれらの被害は抑制されてきたが、一方で地域の水害に対する意識の低下につながり、災害リスクを高めてきたという側面もある。洪水に備えて、家のつくり方や暮らし方を工夫してきた我が国の歴史が忘れられてきている。海抜ゼロメートル地帯や、河川の水面より低位に地盤面が存在し、堤防が決壊した場合には甚大な被害を生じる地域も多い。このような状況下、近年気象現象が激化しており、長時間に及ぶ豪雨などにより、河川の決壊や氾濫が全国的に頻発している。

河川堤防の補強整備や遊水地などの整備により居住地の浸水被害を防止しようとする活動が進められてきているが、堤防による防護は、流域全体にわたり線上に切れ目なく確実に行う必要があり、今後さらに激化する気象現象に対し、このような対策だけでは限界がある。流域に建つ建築物側での対応策も活用し、流域全体を総合的にとらえて、個々の様々なタイプの激しい降雨現象に対して、それぞれの地域での安全性を確保する方法をとるべきである。地域住民としても、自らの命や生活を守るために、水害に対する最後の砦である建物や地域の安全確保に力を入れるべきである。

本講演では、主として河川氾濫に対する安全性確保に焦点を絞り、建築分野における災害対策に関する現状と、適用可能な技術について、事例を交えて解説する。

浸水時の対応として、情報伝達や建物内外の避難経路確保の問題、設備機器の配置の工夫による建物機能の維持などがあるが、建築物や敷地での対応策としては、浸水深さ以上の高さに居住域を確保する方法が一般的である。例えば、従来、盛り土により敷地をかさ上げすることはよく行われている。これは浸水対策としては有効であるが、盛り土の高さが高い場合には豪雨で流されない頑強な地盤構造にする必要がある。また、地震時には盛り土地盤により地震動が増幅される可能性があり、このことへの配慮が必要である。

また建築構造体としては、例えば木造建物の場合、背の高い頑丈な鉄筋コンクリート製基礎の上に建物を固定する方法がある。鉄筋コンクリート造や鉄骨造の場合にも同様の考え方で、浸水を前提にした建築計画を採用することができる。また、1階部分を構造体の柱のみにしたピロティ建築を採用すると、河川堤防の近傍などでの氾濫流に対する抵抗力も減じることができ有効である。またさらに、ピロティ構造と免震を組み合わせて、1階柱の上に免震装置を設置してその上に建物を載せる構造方式は、耐震と水防を兼ね備えた構造として有効である。なお、このような構造は河川の氾濫に対してだけでなく、集中豪雨による市街地の内水氾濫に対しても有効である。
既存の市街地の建物全体を一気に変えることは難しいが、上記の対策を施した建物を、地域の避難や災害時対応のための拠点として整備するなどの対応はとれる。また、既存建物の更新時に、以上のような意識の下、災害対策を講じることで、次第に洪水に対する抵抗力の高い市街地をめざす姿勢が必要である。河川流域の治水を考える上でも、守るべき対象である建築物側でのこのような対応も考慮して、総合的な施策を進めていくことが望まれる。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：洪水、建築構造、災害対策、ピロティ、免震
Keywords: flood, building structure, countermeasure, piloti, base isolation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

災害廃棄物管理の現状と課題ー近年の災害からの教訓ー
State and Challenges of Disaster Waste Management - Lessons from Recent Disasters –

*森口 祐一[1]、大迫 政浩[2]
*Yuichi Moriguchi[1], Masahiro Osako[2]

1. 東京大学大学院工学系研究科、2. 国立環境研究所資源循環・廃棄物研究センター
1. Graduate School of Engineering, The University of Tokyo, 2. Center for Material Cycles and Wasre Management Research, National Institute for Environmental Studies

巨大な津波により甚大な被害を受けた沿岸部を中心に、大量の災害廃棄物が発生した東日本大震災から8年が経過し、この間、南海トラフ地震や直下地震などを想定におきながら、廃棄物処理法、災害対策基本法の一部が改正された。巨大災害の発生時においても、災害廃棄物の適正な処理と再生利用、円滑かつ迅速な処理が確保されるよう、国、地方自治体、民間事業者などの関係主体の役割と連携強化が示され、とくに、処理の方針や体制について、平時から事前の備えを強化すべきことが強調された。行政、民間事業者、専門家からなる災害廃棄物処理支援ネットワーク（D.Waste-Net）の組織化や災害廃棄物の分別・処理のマニュアル化は、その後発生した災害時にも一定の貢献を果たしたが、事前の備え、発災時初期の情報伝達、仮置き場の確保などにおいて、なお課題を残している。東日本大震災以前に水害廃棄物の処理計画が策定されていながら、震災後の改訂時には地震、津波を主に想定していた事例もあり、近年の大災害から得た教訓を、風水害をはじめとする地震・津波以外の災害への備えにも適切に活用することが必要である。

キーワード：災害廃棄物、仮置き場、分別・処理、処理支援ネットワーク
Keywords: Disaster waste, Tentative storage site, Separation and treatment, D.Waste-Net

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

児童生徒と地域住民のための避難計画
Evacuation Planning for School Children and Community Residents

*佐藤 健[1]、矢崎 良明[2]
*Takeshi Sato[1], Yoshiaki Yazaki[2]

1. 東北大学、2. 学校安全教育研究所
1. Tohoku University, 2. Institute of Safety Education for School Children

地震の場合に対して、台風や大雨の場合は避難開始までに一定のリードタイムが存在することから、ローカルな地域特性をふまえたタイムラインの作成や避難計画を事前に策定しておくことは、児童生徒や地域住民の命をまもるために極めて有効である。一方で、学校教員や地域住民が個々のローカルな地域特性をふまえることは、特に自然条件の理解において困難を伴うことから、学校防災や地域防災の現場において残された課題は少なくない。また、学校防災と地域防災との連携や融合の取り組みも重要性を増している。そこで、防災研究成果の社会実装に向けた「学術」の社会的貢献について、著者らによる実践事例を交えて述べる。

キーワード：自然災害、避難、教育
Keywords: Natural Disaster, Evacuation, Education

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

激甚化する水害における健康危機と看護
Health Emergency and Nursing on Flood Disaster

*神原 咲子[1]、山本 あい子[2]
*Sakiko Kanbara[1], Aiko Yamamoto[2]

1. 高知県立大学、2. 四天王寺大学
1. University of Kochi, 2. Shitennoji University

昨今、激甚水害は、今や日本どこで起こっても不思議ではなく全ての地域社会で備える必要がある。日本の保健医療対応は災害＝地震を想定し、直前の激甚災害の教訓に基づいた救急救護を中心とした画一的なマニュアルや対応の傾向があるが、水害の特徴は、瞬時に起きるものではなく、夏場に多発し、高温多湿、豪雨、台風などが断続的に伴う。発災時に避難する余地があり、生死が分かれる生存者に重症患者が多くない。建物の倒壊はないものの、被災家屋、家電がほぼ使えなり、避難移住も含め生活環境が悪化する。生活衛生の悪化、感染症、熱中症のリスクが高まり、農作物被害、アクセス途絶に加えて食糧不足する。更には食中毒予防のための限られた食材・調理法による栄養の偏りも見られる。また長期に渡る生活の変化は生活習慣病、精神疾患も引き起こす。これらの健康被害は、包括的な環境改善と全人的なケアによってリスク削減が可能であり、学際的で汎化性を見据えた議論が望まれる。

キーワード：洪水、健康危機、看護
Keywords: Flood, Health Emergency, Nursing

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

総合討論
General discussion

*松本 淳[1,2]、高橋 幸弘[3]、和田 章[4]
*Jun Matsumoto[1,2], Yukihiro Takahashi[3], Akira Wada[4]

1. 首都大学東京、2. JAMSTEC、3. 北海道大学、4. 東京工業大学
1. Tokyo Metropolitan University, 2. JAMSTEC, 3. Hokkaido University, 4. Tokyo Institute of Technology

本セッションでは，総合討論を行います。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

2019年5月26日(日) 9:00 ~ 10:30 | コンベンションホールB 2F

[O-07] キッチン地球科学：手を動かす実験で頭脳を刺激しよう！

コンビーナ:熊谷 一郎(明星大学理工学部)、久利 美和(東北大学災害科学国際研究所)、栗田 敬、市原 美恵(東京大学地震研究所)、座長:熊谷 一郎(明星大学理工学部)、久利 美和(東北大学災害科学国際研究所)、市原 美恵(東京大学地震研究所)、栗田 敬

キッチン地球科学は、身の周りにある物や道具を用いたアナログ実験によって、地球惑星科学現象を理解することを目的としています。アナログ実験は、現象を支配する物理を明らかにするという重要な役割を持っていると同時に、自然の持つ不確定要素にも満ちており、ときに予期しない現象が観察されます。それらは、我々に驚きの発見や考える機会を与え、そして新たな問題を提起します。こうした経験は、地球惑星科学の若手研究者のみならず、科学的な思考が必要とされる現代人にとっても重要です。本セッションでは、「手を動かすことの利点」に着目し、「不確定要素の詰まった」、「結果のわからない」、「失敗を糧とする」実験をすることの重要性について考えたいと思います。初等・中等教育での地球惑星科学への導入として、高等教育での教養教育あるいは分野融合型の問題解決型課題として、さらにはアウトリーチ活動や地域社会の中での生涯教育の試みとしてなど、幅広い実験事例を募集します。「手を動かして頭脳を刺激する」キッチン地球科学への多くの皆様の積極的なご参加を歓迎いたします。

9:00 ~ 9:15

[O07-01] ゼロカロリー甘味料を使った火成岩の結晶成長を理解する実験

*古川 邦之[1]、渡部 里々花[1]、伊藤 季紗[1]、小谷 沙織[1] (1.愛知大学経営学部)

9:15 ~ 9:30

[O07-02] Making volcanic edifice with edible lava

*金丸 龍夫[1]、藤縄 明彦[2] (1.日本大学文理学部地球科学科、2.茨城大学理学部理学科地球環境科学コース)

9:30 ~ 9:45

[O07-03] 柱状節理の幾何パターン解析と澱粉ペーストによるアナログ実験

*秋葉 祐里[1]、高島 愛果[1]、島 弘幸[2] (1.山梨大学 医工農学総合教育部 生命環境学専攻、2.山梨大学 大学院総合研究部 生命環境学域)

9:45 ~ 10:00

[O07-04] Viscoelastic characterization of a solid projectile impact onto a dense potato starch suspension

江川 嘉寿也[2]、*桂木 洋光[1] (1.名古屋大学大学院環境学研究科、2.名古屋大学理学部地球惑星科学科)

10:00 ~ 10:15

[O07-05] 混合粉体がつくる砂山のパターン形成ー縞パターンと分離パターンの選択メカニズムー

★招待講演

*下川 倫子[1]、坂口 英継[2] (1.福岡工業大学、2.九州大学)

10:15 ~ 10:30

[O07-06] 電子工作キットGC10のガイガー＝ミュラー計数管で放射線量を測る

*はしもと じょーじ[1]、小汐 由介[1] (1.岡山大学大学院自然科学研究科)

ゼロカロリー甘味料を使った火成岩の結晶成長を理解する実験
Analogue experiments for understanding a crystal morphology variation of igneous rocks using a no-calorie sweetener

*古川 邦之[1]、渡部 里々花[1]、伊藤 季紗[1]、小谷 沙織[1]
*Kuniyuki Furukawa[1], Ririka Watanabe[1], Risa Ito[1], Saori Kotani[1]

1. 愛知大学経営学部
1. Faculty of Business Administration, Aichi University

マグマは冷却に伴い結晶化が進行する。形成される結晶の数やサイズ、形態は主に過冷却度に支配されている。天然の火成岩は様々な冷却履歴を経て形成されるので、結晶の産状は多様である。深成岩と火山岩の結晶組織の違いについては高等学校までに学習するが、実際の野外調査や顕微鏡観察では、さらに複雑な組織に出会うことになる。そのため、大学で地質学や岩石学を学ぶ学生は、より詳細な結晶形成過程を理解する必要がある。そこで私たちは、マグマ中における結晶化プロセスを直感的に理解できる簡単な実験を提案する。

実験には、甘味料であるエリスリトール($C_4H_{10}O_4$)を使用する。エリスリトールはカロリーゼロなので、ダイエット目的でよく使用される。エリスリトールの融点は121℃であるため、カセットコンロや家庭用ホットプレートなどで簡単に溶かすことができる。また液状のエリスリトールは比較的粘性が低いため、小さな過冷却度(高温)でも結晶が形成される。これは粘性の高い砂糖とは異なる点である。ガラス容器内で溶かしたエリスリトールを、様々な速度で冷却することで、多様な結晶の産状を作ることができる。容器やエリスリトールの量は任意で良いが、私たちは直径90mmのガラスシャーレに25gのエリスリトールを溶融させた。多様な冷却速度については、徐冷用ガラスマットやタオル、氷などを用いることで作り出した。その結果、過冷却度の上昇と共に、形成される結晶形態は自形、樹枝状、球晶と変化し、また結晶サイズは小さくなる傾向があった。球晶については大きな冷却速度が必要で、ガラスシャーレだと急冷により破損することが多い。そのため、スライドガラス上において、エリスリトールのメルトをカバーガラスで封入して冷却する方法の方が、表面積が大きくなり冷却速度が上がるので、容易に作ることができる。これらの結晶組織の特徴は、火成岩で観察されるものと類似している。特に、過冷却度が大きくなりやすい珪長質火山岩とはよく類似している。

また、赤外線放射温度計を用いて冷却中のメルト温度を測定することもできる。例えば、冷却速度の簡単な定量化もでき、今回の場合は冷却速度が概ね12℃/minを境に自形と樹枝状が変化し、40℃/minで樹枝状と球晶の変化が観察された。さらに、結晶化が進行すると潜熱の放出によりメルト温度が上昇に転じることも測定できる。結晶化に伴う昇温は、溶岩やマグマ溜まりのレオロジーにも重要であると考えられている。さらに顕微鏡により、リアルタイムで結晶成長を観察することもできる。

以上の実験を、地質学および岩石学などの実習教育に取り入れることで、結晶成長の直感的な理解が可能になると考えられる。結晶成長を理解した上で、野外や顕微鏡下での観察にのぞめば、それらの産状から冷却過程に関する制約を与えることでき、地質現象の正確な解釈に繋がると考えられる。

キーワード：エリスリトール、結晶化、火成岩
Keywords: Erythritol, Crystallization, Igneous rock

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Making volcanic edifice with edible lava

*金丸 龍夫[1]、藤縄 明彦[2]
*Tatsuo Kanamaru[1], Akihiko Fujinawa[2]

1. 日本大学文理学部地球科学科、2. 茨城大学理学部理学科地球環境科学コース
1. Department of Earth and Environmental Sciences, College of Humanities & Sciences, Nihon University, 2. Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Ibaraki University

Volcano is a window through which inside of the living earth can be seen, and also gives us a lot of grace and pleasure. On the other hand, volcanic disasters always hit human societies sitting on volcanic countries. In order to feel familiar with the volcano and get along well with the volcanoes, it is very important to know how the volcanoes have been formed. For this purpose, it is best to observe directly a volcanic eruption or perform a geological survey. However, it is difficult for non-experts to do the field survey. Therefore, efforts to make volcanoes understandable easily even by non-experts have to be made. In fact, the effort such as flow experiment of lava flow using miniature model, analog experiment of eruption using food, etc. have been conducted actively in recent years (e.g. Hayashi, 2006). In this presentation, we will introduce a lava flow experiment using pseudo-magma material prepared by mixing chocolate, gelatin, milk and heating it in a microwave oven. In addition, making pseudo-scoria formed by foaming of the same substance will be exhibited. In the lava flow experiment, it is possible to produce characteristic forms on the real lava flow surface, such as lava inflation, lava levee, ropy lava, etc. Pseudo-scoria produced by the experiment is optimum for observation of bubbling of lava.

キーワード：チョコレート溶岩、ゼラチン、食べられる火山
Keywords: chocolate lava, gelatin, edible volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

柱状節理の幾何パターン解析と澱粉ペーストによるアナログ実験
Columnar joint: Geometric pattern analysis and analogue experiment using starch pastes

*秋葉 祐里[1]、高島 愛果[1]、島 弘幸[2]
*Yuri Akiba[1], Aika Takashima[1], Hiroyuki Shima[2]

1. 山梨大学 医工農学総合教育部 生命環境学専攻、2. 山梨大学 大学院総合研究部 生命環境学域
1. Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Yamanashi, 2. Department of Environmental Sciences, University of Yamanashi

柱状節理とは、岩体を規則的に貫く角柱状の亀裂であり、マグマの冷却収縮と破断によって形成されたものである。その例としては、北アイルランドのGiant's Causewayやイギリス・スタファ島のFingal Cave、アメリカのDevil's Towerが世界的に有名であるほか、日本国内でも兵庫県の玄武洞で見ることができる。

柱状節理の特徴に関しては、地球物理分野での長年の研究によって様々な成果が報告されてきた。ただし、その形成メカニズムについては、理論予測を立証するだけの明確な結果が得られているとは言い難い。その主な原因は、柱状節理の再現実験が困難である点にあった。しかし近年になって、柱状節理と類似した規則的な亀裂構造を、身近な材料を使って極めて容易に実現できることが発見された。その材料とは、澱粉の粉と水を混ぜて出来る澱粉ペーストである。

澱粉ペーストを用いた柱状節理のアナログ実験は、以下の方法で行うことができる。まず澱粉粉と少量の水をよく混合して、ペースト状にする。次にこのペーストを容器に流し込み、ペーストの表面に白熱灯の光を照射して、そのまま長時間放置する。すると、表面部分からの水分蒸発に伴い、ペースト表面が乾燥してひび割れを起こす。さらに時間が経過すると、この表層のひび割れはペースト内部に向かって徐々に進展し、結果的にペースト全体を規則的に貫く角柱構造が形成される。さらに完全乾燥後のペースト表面には、柱状節理と同様、網目状の多角形模様が発生するのである。

柱状節理と澱粉ペースト。この2つの系は、化学組成・長さスケール・亀裂発生要因の全てが明らかに異なっている。それにも関わらず、なぜ類似した角柱状の亀裂が形成されるのだろうか？その詳細な理解は未だ確立していない。そこで本研究では、柱状節理と乾燥澱粉ペーストの両者について、媒質表面を覆う多角形パターンの統計的性質を調査し、その物理的起源の推定を試みた。具体的に測定・解析した幾何学量は、網目パターンを構成する多角形のセル面積(=亀裂で囲まれた領域の面積)・頂点数・辺の長さ・亀裂の接合角度の４つである。柱状節理と澱粉ペーストのどちらに対しても、網目パターンが露出した媒質表面を撮影し、その画像データを地理座標システムArcGISにより解析することで、上記の幾何学量の統計分布を算出した。

柱状節理の撮影は、以下に示す4つの調査地で行った: (1)沖縄県久米島町の「畳石」、(2)山口県萩市の「畳ヶ淵」、(3)静岡県下田市の「俵磯」、(4)島根県出雲市日御碕。これら4つの地点で見られる柱状節理は、いずれも露頭表面がほぼ平らである。よって、ドローンを用いて露頭全体を撮影した際に、得られる画像の歪みが抑えられるため、多角形パターンの解析に適した調査地と考えた。さらに、岩石の組成が地点ごとに異なる一 畳石・俵磯は安山岩質、畳ヶ淵は玄武岩質、日御碕は流紋岩質の柱状節理であることが知られている。すなわち、岩石中に含まれる二酸化ケイ素の含有率が異なるため、固化する前の段階におけるマグマの粘性と熱拡散係数が、地点ごとに異なったと推察される。この相違が、網目パターンの統計的性質に与える影響の有無に注目して、画像解析と考察を行った。

澱粉ペーストの乾燥亀裂実験においては、構成粒子のサイズ分布幅と形状(真球度)の違いが、亀裂パターン

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

の幾何形状に与える効果を精査した。用いた澱粉は、コーンスターチと片栗粉の2種類である。これら２つは粒子形状とサイズ分布が有意に異なるため、上記の目的に見合うモデル物質といえる。さらに、乾燥させるペースト試料の厚さを４段階に変化させることで、ペースト膜厚と亀裂パターンとの相関有無を調べた。

まず柱状節理のセル面積については、調査地によって平均値が１桁以上異なることがわかった。粘性の高い流紋岩で構成される日御碕では平均値がおよそ0.007 m^2(直径0.1 m程度)だったのに対し、粘性の低い玄武岩で構成される畳ヶ淵ではおよそ0.7 m^2(直径0.9 m程度)であった。いっぽう、澱粉ペーストで観察される亀裂パターンのセル面積は、片栗粉ペーストの場合のみ、膜厚の増加に従ってセル面積が増大した。この後者の実験結果は、粒子間隙を伝う水の拡散過程、および表面からの水分蒸発に伴う水分濃度の空間不均一性から説明することができる。水分の拡散と濃度分布は、ペーストを構成する粒子のサイズと形状が直接影響する物理量である。このことから、乾燥亀裂パターンの幾何形状は、構成粒子のサイズと形状に強く依存することが明らかとなった。次に、多角形の頂点数については、柱状節理で五角形・六角形が同じ程度に頻出する一方で、澱粉ペーストでは五角形のみが頻出した。この結果は、冷却・乾燥速度の相違によって解釈できる。さらに、セル面積の分布曲線に対してフィッティング解析をした結果、どちらの系もガンマ分布(指数分布を一般化した確率分布)にのることが明らかになった。このことは、マグマの冷却収縮とペーストの乾燥収縮の両者に共通する、統一的なパターン形成機構の存在を示唆するものである。結果の詳細およびその解釈は、当日の講演に譲る。

キーワード：火成岩、岩石の亀裂、乾燥ペースト、乾燥亀裂、多角形パターン
Keywords: igneous rock, rock fracture, drying paste, desiccation crack, polygonal pattern

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Viscoelastic characterization of a solid projectile impact onto a dense potato starch suspension

江川 嘉寿也[2]、*桂木 洋光[1]
Kazuya Egawa[2], *Hiroaki Katsuragi[1]

1. 名古屋大学大学院環境学研究科、2. 名古屋大学理学部地球惑星科学科
1. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Nagoya University

Dense suspension of non-Browning particles (e.g. mixture of water and potato starch) shows complex rheological properties such as discontinuous shear thickening (DST) [1]. Usually, DST is defined by the sudden jump of viscosity at a certain shear strain rate. The viscosity jump is observed in steady-state rheometry. However, in a very recent study, elasticity of DST fluid has also been measured by a steady penetration of a rod into a DST fluid [2]. In addition to the steady penetration, various impact experiments onto DST suspensions have also been performed to reveal the fundamental physical process of DST. The solid-like and/or peculiar behaviors have been found in the impacted DST fluid as well (e.g. dynamic jamming [3], dynamic fracturing [4], and negative pressure pulse [5]). Moreover, peculiar surface deformation and/or stable hole structure of the vibrated DST fluid has also been found under the influence of vibration [6]. Nevertheless, the origin of DST has not yet been understood well. Much more detail analyses of the transient rheological properties of DST fluid is necessary. The impact response is a useful way to approach the transient dynamics, Therefore, in this study, we perform a simple solid-projectile impact onto a DST fluid target (dense potato starch suspension), in order to observe the penetration and rebound dynamics. From the experimental results, the rebound timescale and restitution coefficient are measured. To characterize the transient viscoelasticity, we assume a simple linear viscoelastic model. Using the model, the effects of impact inertia, boundary conditions, and mechanical vibration on the rheological properties of the impacted DST fluid are systematically studied. Besides, to investigate the effect of vibration to the rheological properties of DST fluid, mechanical vibration is also used. Namely, the transient viscoelasticity of the vibrated DST fluid is experimentally measured. These results will be presented.

References:
[1] E. Brown & H. M. Jaeger, Rep. Prog. Phys. 77 046602 (2014)
[2] R. Maharjan et al., Phys. Rev. E 97, 052602 (2018)
[3] S. R. Waitukaitis & H. M. Jaeger, Nature 487, 205 (2012)
[4] M. Roche et al., Phys. Rev. Lett. 110 148304 (2013)
[5] S. Nagahiro & H. Nakanishi, Phys. Rev. E 94 062614(2016)
[6] Florian S. Merkt et al., Phys. Rev. Lett. 92 184501(2004)

キーワード：衝突、不連続シアシックニング流体
Keywords: impact, discontinuous shear thickening

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

混合粉体がつくる砂山のパターン形成ー縞パターンと分離パターンの選択メカニズムー

Pattern formation within a sandpile formed by a mixture of grains: The selection of stratification and segregation patterns

*下川 倫子[1]、坂口 英継[2]
*Michiko Shimokawa[1], Hidestugu Sakaguchi[2]

1. 福岡工業大学、2. 九州大学
1. Fukuoka Institute of Technology, 2. Kyushu University

二種類の混合粉体を狭い隙間に流し込むと、砂山の麓に向かって雪崩がおこる。このとき、雪崩内部の振動によりブラジルナッツ効果現象が引き起こされ、各々の粉体が上下に分離した二層構造をもつ雪崩が出現する。この挙動は、偏析パターンもしくは縞構造パターンの砂山の自発的形成を促す。これらの砂山パターンの選択において、二種類の粉体Ａ，Ｂの安息角と粒径サイズの大小関係が重要となる。粉体Ａの粒径が粉体Ｂよりも"大きく"、かつ安息角がＢよりも"小さい"場合は偏析パターンが形成される。一方、粉体Ａの粒径と安息角が粉体Ｂよりも"大きい"場合は縞構造パターンが形成される。

私たちは三種類の粉体で同様の実験を行い、三成分砂山のパターン形成を調べた。二種類と同様、雪崩内部での各々の粉体の分離が三成分の砂山のパターン形成を引き起こしており、①縞構造パターン、②偏析パターン、③砂山上部は縞構造パターンで砂山下部は偏析パターン、④砂山上部は偏析パターンで下部は縞構造パターンといった4種類の砂山のパターンが観察された。混合した3種類の粉体の相対関係において、粒径が大、中、小の粉体の安息角を θ_{11}、θ_{22}、θ_{33}とした時、θ_{11}/θ_{33}とθ_{22}/θ_{33}のパラメータを用い、三成分砂山実験で観察される4種類のパターンを整理した。さらに、三成分粉体の粒径と安息角の大小関係による効果を表現した現象論的数理モデルであるroll-or-stay ruleを発展させ、実験結果が示した同様の相図を示すことができた。以上のことから、三成分混合粉体の安息角の比が砂山のパターン形成において重要であることが分かった。

キーワード：パターン形成、砂山、雪崩
Keywords: pattern formation, sand pile, avalanche

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

電子工作キットGC10のガイガー＝ミュラー計数管で放射線量を測る
Measuring radiation by DIY Geiger Counter Kit GC10

*はしもと じょーじ[1]、小汐 由介[1]
*George HASHIMOTO[1], Yusuke KOSHIO[1]

1. 岡山大学大学院自然科学研究科
1. Department of Earth Sciences, Okayama University

電子工作キットGC10を使って放射線量を測定した結果について発表し，非専門家による放射線量測定について議論する．

使用した電子工作キットは株式会社ネットIO開発が販売しているGC10である．2019年2月においては，アマゾンで購入することができる．工作キットを購入した場合には，はんだ付けの作業が必要となるが，難易度は高くない．完成品も販売されているので，はんだ付けしたくない人は，完成品を購入してもよい．

GC10は旧ソ連製の軍用GM管使用しており，ベータ線とガンマ線を検出するとされている．装置の検出効率を較正する試験をおこないたいと考えているが，利用可能な放射線源として適当なものを入手することができていないため，較正はできていない．較正をどのようにおこなうかは，今後の課題である．

GC10は飛行機の機内に持ち込むことができるので，これまでに何回か飛行中の機内で放射線量を測定した．GPSを用いて記録した緯度・経度・高度の情報と組み合わせることで，放射線量が高度によって大きく変化することを簡単に確認することができた．また，緯度によって放射線量が変化する傾向も見ることができる．間をあけて測定した結果を比較することで，時間変化が見える可能性もある．

キーワード：電子工作キット、放射線量
Keywords: electronic kit, radiation level

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_1

[O-07] キッチン地球科学：手を動かす実験で頭脳を刺激しよう！

コンビーナ:熊谷 一郎(明星大学理工学部)、久利 美和(東北大学災害科学国際研究所)、栗田 敬、市原 美恵(東京大学地震研究所)

キッチン地球科学は、身の周りにある物や道具を用いたアナログ実験によって、地球惑星科学現象を理解することを目的としています。アナログ実験は、現象を支配する物理を明らかにするという重要な役割を持っていると同時に、自然の持つ不確定要素にも満ちており、ときに予期しない現象が観察されます。それらは、我々に驚きの発見や考える機会を与え、そして新たな問題を提起します。こうした経験は、地球惑星科学の若手研究者のみならず、科学的な思考が必要とされる現代人にとっても重要です。本セッションでは、「手を動かすことの利点」に着目し、「不確定要素の詰まった」、「結果のわからない」、「失敗を糧とする」実験をすることの重要性について考えたいと思います。初等・中等教育での地球惑星科学への導入として、高等教育での教養教育あるいは分野融合型の問題解決型課題として、さらにはアウトリーチ活動や地域社会の中での生涯教育の試みとしてなど、幅広い実験事例を募集します。「手を動かして頭脳を刺激する」キッチン地球科学への多くの皆様の積極的なご参加を歓迎いたします。

[O07-P01] 学際教育でのキッチン地球科学の活用

*久利 美和[1] (1.東北大学災害科学国際研究所)

[O07-P02] 水あめ噴火実験を通して噴火様式を決める条件について考える

*市原 美恵[1]、山河 和也[1]、岩橋 くるみ[1]、西條 祥[1]、菅野 洋[1] (1.東京大学地震研究所)

[O07-P03] 爆発するかりんとう

*栗田 敬[1]、熊谷 一郎[3]、市原 美恵[1]、小川 歩実[2]、熊谷 美智世[2]、永田 裕作[2]、香西 みどり[2] (1.東京大学、2.お茶の水女子大学、3.明星大学)

学際教育でのキッチン地球科学の活用

Application of kitchen earth science for multidisciplinary and interdisciplinary education

*久利 美和[1]
*Miwa Kuri[1]

1. 東北大学災害科学国際研究所
1. International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University

課題解決型の研究・教育が求められる中、大学では分野融合や学際研究を目的としたセンターやその人材育成を目的とした教育プログラムの導入が行われている。参加型のプロジェクトベースの手法が導入も積極的に行われている。

これまでのJpGU「キッチン地球科学」セッションでは、特定の現象への関心喚起や理解の助けを目的とした教材開発に焦点があったが、本論では、チームプロジェクト型の教育への応用について、いくつかの事例の類型化を行った。

主専攻外の教育プログラムのため時間的制約が大きいにもかかわらず、地域の中での実践を重要視しており、結果的に地域からの期待が大きい。
キッチン地球科学型：簡易アナログ実験を用いて災害メカニズムの理解をすすめるとともに、歴史資料から災害の頻度や規模、液状化現象や河川氾濫など特定の現象を多面的に扱うことも、同一地域で起こりえる複数の現象を扱うことも可能であり、歴史、メカニズム、対策、対応など、複数の分野から多面的に検討した一連の教育カリキュラムを作る課程で、分野間での考え方の特徴を相互に理解できる点で優れていた。

リビングサイエンス：カードゲームや通信端末を活用した教材開発が行われた。年齢や関心に応じたフレキシブルな応用に優れているとともに、可搬性に優れた教材であり、地域での実践の機会も多く、地域の声を聴くきっかけとして優れているとともに、教育効果の検証作業を行いやすい点でも優れていた。ただし、キッチン地球科学が本来得意としていた、アナログ実験的思考の要素は乏しかった。

ガレージ地球科学型：キッチン地球科学よりは材料費が高価であるが、市販製品を活用しつつ、目的に応じてカスタマイズし、チーム内での専門に応じた役割分担と効率的分業計画作成を学ぶ機会として優れていた。

キーワード：キッチン地球科学、分野融合教育、学際教育
Keywords: kitchen earth science, multidisciplinary education, interdisciplinary education

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

水あめ噴火実験を通して噴火様式を決める条件について考える
Considering controlling factors of eruption styles through syrup eruption experiments

*市原 美恵[1]、山河 和也[1]、岩橋 くるみ[1]、西條 祥[1]、菅野 洋[1]
*Mie Ichihara[1], Kazuya Yamakawa[1], Kurumi Iwahashi[1], Akira Nishijo[1], Yo Kanno[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo

酢と重曹の反応による発泡を利用した噴火の模擬実験は，簡単な実験ながら，様々な噴火様式を発生させることができる（竹内, 2006）．我々は，この実験を発展させ，噴火前後のマグマ溜りの圧力変化や噴出に伴う空振に相当する信号をモニターしながら実験を進める試みを重ねてきた．また，「マグマの混合から噴火へ」というシナリオを再現するため，酢（クエン酸）と重曹（炭酸水素ナトリウム）をそれぞれ混入した２つの水あめ水溶液をボトル内で混合し，噴火を導く，という方式を採用した．この実験は，研究のアウトリーチ活動だけでなく，火山研究の種となる興味深い現象の発見にも役立っている(Kanno and Ichihara, 2018)．今回新たに加えた改良により，より実現象に近い形で噴火の多様性を実現することが可能になった．

模擬火山は，マグマだまりに相当するペットボトルと，火道に相当する透明耐圧チューブからなる．ボトルのキャップに，特製のコネクタを取り付け，火道チューブを接続する．チューブ先端はゴム栓で閉じ，発泡によってボトル内の圧力が高まると自然に開栓して噴出が始まる．

これまでの方法は，２つの点で実現象との乖離があるという指摘がされてきた．第一に，「マグマを注いでペットボトルの蓋を閉じる」という実験手順が，いかにも人為的であった．第二に，ボトル内部にもチューブを伸ばした構造が不自然な印象を与えるが，これがなければ，ボトル上部のガスだけが噴出し，噴火を継続させることができなかった．火山噴火のメカニズムという点では，それぞれに対応する現象は考えられる．しかし，専門知識，言い換えれば，先入観を持たずに噴火実験を見た場合，実際の火山現象を模擬するプロセスと実験の便宜上の手続きの間の切り分けが難しく，まして，便宜上の手続きの背後にある実現象を想像することは不可能である．従って，できる限り，人工的な部分を排して，マグマ混合から噴火までの一連の現象を模擬する実験が望ましい．

以上の必要性から，マグマの注入口と火道への流出口の２系統を，ペットボトルキャップの限られたスペースに配置するコネクタを考案した．これにより，マグマ溜りの底部から新しいマグマが供給され，上部から火道に出て行く場合など，任意に設定することができる．そして，多様な噴火様式を，より制御して，自然に近い（と思われる）形で再現することが可能となった．本システムを，「次世代火山研究者人材育成コンソーシアム」の一環として開催される実験火山学セミナーにおいて使用する予定である．本発表では，その結果や効果についても報告する．

キーワード：火山、アナログ実験、噴火ダイナミクス
Keywords: Volcano, Analog experiment, Eruption dynamics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

爆発するかりんとう
Cooking karinto, analogical link to magmatic vesiculation and explosion

*栗田 敬[1]、熊谷 一郎[3]、市原 美恵[1]、小川 歩実[2]、熊谷 美智世[2]、永田 裕作[2]、香西 みどり[2]
*Kei Kurita[1], Ichiro Kumagai[3], Mie Ichihara[1], Ayumi Ogawa[2], Michiyo Kumagai[2], yusaku nagata[2], Midori Kasai[2]

1. 東京大学、2. お茶の水女子大学、3. 明星大学
1. The University of Tokyo, 2. Ochanomizu University, 3. Meisei University

Karinto is one of the typical traditional sweets, which is classified as a puffed confectionery. When we examine the cross section of karinto we can recognize amazing resemblance to the texture of vesiculated pyroclastic materials. This gives us an idea that the formation mechanism of karinto seems collateral to that of pumice and scoria in volcanic process and it would help deep understanding of magmatic vesiculation process. This is the starting point of our research on karinto.
Here we report experimental investigation on the formation of karinto,cooking process. Particularly we focus on the sound generation during the cooking to characterize vesiculation process. The basic material of the starting dough is flour,baking soda,sugar and water. Baking soda and water determine volatility of the sample. Heating induces vaporization of water and thermal decomposition of baking soda, which result in volume-expansion and create a peculiar vesiculated texture. To see the control of this we tested following 4 sets of the composition;
Sample A:flour 50g,baking soda 2g,sugar 10g,water 25g
Sample B:flour 50g,baking soda 0g,sugar 0g,water 25g
Sample C:flour 50g,baking soda 2g,sugar 0g,water 25g
Sample E:flour 50g,baking soda 0g,sugar 0g,water 30g
Sample A is based on the standard recipe of karinto. Sample C and E seem interesting to see the effect of volatile components.

In the cooking experiment we put the dough of 50mm in length x 10mm in width x 6mm in thickness into hot oil at 180-170C. Soon after start of deep frying familiar cooking sound becomes audible. We recorded this and took movie by high speed camera to inspect size and location of bubbles which emanate from the dough. Common to all the composition the sound changes systematically; in the first several minutes continuous sound with flat spectrum to 25KHz emanates while after this high frequency component gradually decreases and prominent peaks in the spectrum appear in several hundreds Hz, which sound as "chant d'Oiseau". Associated with this transition size of bubbles which appear on the surface of dough changes from broad distribution to homogeneous. Also the vesiculation points become localized. All these observations are consistently interpreted that after 4-5minutes steady paths of the gas emission from the inside have been set up. The talented experienced patissier could discriminate the difference of the sound to inspect maturity.
Only in the case of Sample E destructive explosions were observed at about 2 minutes from the start. During heating two competing processes are working inside the dough:solidification which proceeds from the outside and gas formation. Both are driven by higher temperature. When the solidification advances ahead hard shell is formed to impede escape of gas, which results in accumulation of high vapour pressure inside. This is the cause of the explosion. The standard recipe smartly avoids this route by arranging combination of the ingredients but in our experiments we seek the condition for explosion.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

In the presentation we report progressive evolution of the spectrum of cooking sound with textural evolution in relation with magmatic process.

キーワード：マグマ発泡、膨化菓子、爆発
Keywords: magmatic vesiculation, puffed confectionery, explosion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_2

[O-07] キッチン地球科学：手を動かす実験で頭脳を刺激しよう！

コンビーナ:熊谷 一郎(明星大学理工学部)、久利 美和(東北大学災害科学国際研究所)、栗田 敬、市原 美恵(東京大学地震研究所)

キッチン地球科学は、身の周りにある物や道具を用いたアナログ実験によって、地球惑星科学現象を理解することを目的としています。アナログ実験は、現象を支配する物理を明らかにするという重要な役割を持っていると同時に、自然の持つ不確定要素にも満ちており、ときに予期しない現象が観察されます。それらは、我々に驚きの発見や考える機会を与え、そして新たな問題を提起します。こうした経験は、地球惑星科学の若手研究者のみならず、科学的な思考が必要とされる現代人にとっても重要です。本セッションでは、「手を動かすことの利点」に着目し、「不確定要素の詰まった」、「結果のわからない」、「失敗を糧とする」実験をすることの重要性について考えたいと思います。初等・中等教育での地球惑星科学への導入として、高等教育での教養教育あるいは分野融合型の問題解決型課題として、さらにはアウトリーチ活動や地域社会の中での生涯教育の試みとしてなど、幅広い実験事例を募集します。「手を動かして頭脳を刺激する」キッチン地球科学への多くの皆様の積極的なご参加を歓迎いたします。

[O07-P01] 学際教育でのキッチン地球科学の活用

*久利 美和[1] (1.東北大学災害科学国際研究所)

[O07-P02] 水あめ噴火実験を通して噴火様式を決める条件について考える

*市原 美恵[1]、山河 和也[1]、岩橋 くるみ[1]、西條 祥[1]、菅野 洋[1] (1.東京大学地震研究所)

[O07-P03] 爆発するかりんとう

*栗田 敬[1]、熊谷 一郎[3]、市原 美恵[1]、小川 歩実[2]、熊谷 美智世[2]、永田 裕作[2]、香西 みどり[2] (1.東京大学、2.お茶の水女子大学、3.明星大学)

学際教育でのキッチン地球科学の活用

Application of kitchen earth science for multidisciplinary and interdisciplinary education

*久利 美和[1]
*Miwa Kuri[1]

1. 東北大学災害科学国際研究所
1. International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University

課題解決型の研究・教育が求められる中、大学では分野融合や学際研究を目的としたセンターやその人材育成を目的とした教育プログラムの導入が行われている。参加型のプロジェクトベースの手法が導入も積極的に行われている。

これまでのJpGU「キッチン地球科学」セッションでは、特定の現象への関心喚起や理解の助けを目的とした教材開発に焦点があったが、本論では、チームプロジェクト型の教育への応用について、いくつかの事例の類型化を行った。

主専攻外の教育プログラムのため時間的制約が大きいにもかかわらず、地域の中での実践を重要視しており、結果的に地域からの期待が大きい。
キッチン地球科学型：簡易アナログ実験を用いて災害メカニズムの理解をすすめるとともに、歴史資料から災害の頻度や規模、液状化現象や河川氾濫など特定の現象を多面的に扱うことも、同一地域で起こりえる複数の現象を扱うことも可能であり、歴史、メカニズム、対策、対応など、複数の分野から多面的に検討した一連の教育カリキュラムを作る課程で、分野間での考え方の特徴を相互に理解できる点で優れていた。

リビングサイエンス：カードゲームや通信端末を活用した教材開発が行われた。年齢や関心に応じたフレキシブルな応用に優れているとともに、可搬性に優れた教材であり、地域での実践の機会も多く、地域の声を聴くきっかけとして優れているとともに、教育効果の検証作業を行いやすい点でも優れていた。ただし、キッチン地球科学が本来得意としていた、アナログ実験的思考の要素は乏しかった。

ガレージ地球科学型：キッチン地球科学よりは材料費が高価であるが、市販製品を活用しつつ、目的に応じてカスタマイズし、チーム内での専門に応じた役割分担と効率的分業計画作成を学ぶ機会として優れていた。

キーワード：キッチン地球科学、分野融合教育、学際教育
Keywords: kitchen earth science, multidisciplinary education, interdisciplinary education

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

水あめ噴火実験を通して噴火様式を決める条件について考える
Considering controlling factors of eruption styles through syrup eruption experiments

*市原 美恵[1]、山河 和也[1]、岩橋 くるみ[1]、西條 祥[1]、菅野 洋[1]
*Mie Ichihara[1], Kazuya Yamakawa[1], Kurumi Iwahashi[1], Akira Nishijo[1], Yo Kanno[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo

酢と重曹の反応による発泡を利用した噴火の模擬実験は，簡単な実験ながら，様々な噴火様式を発生させることができる（竹内, 2006）．我々は，この実験を発展させ，噴火前後のマグマ溜りの圧力変化や噴出に伴う空振に相当する信号をモニターしながら実験を進める試みを重ねてきた．また，「マグマの混合から噴火へ」というシナリオを再現するため，酢（クエン酸）と重曹（炭酸水素ナトリウム）をそれぞれ混入した２つの水あめ水溶液をボトル内で混合し，噴火を導く，という方式を採用した．この実験は，研究のアウトリーチ活動だけでなく，火山研究の種となる興味深い現象の発見にも役立っている(Kanno and Ichihara, 2018)．今回新たに加えた改良により，より実現象に近い形で噴火の多様性を実現することが可能になった．

模擬火山は，マグマだまりに相当するペットボトルと，火道に相当する透明耐圧チューブからなる．ボトルのキャップに，特製のコネクタを取り付け，火道チューブを接続する．チューブ先端はゴム栓で閉じ，発泡によってボトル内の圧力が高まると自然に開栓して噴出が始まる．

これまでの方法は，２つの点で実現象との乖離があるという指摘がされてきた．第一に，「マグマを注いでペットボトルの蓋を閉じる」という実験手順が，いかにも人為的であった．第二に，ボトル内部にもチューブを伸ばした構造が不自然な印象を与えるが，これがなければ，ボトル上部のガスだけが噴出し，噴火を継続させることができなかった．火山噴火のメカニズムという点では，それぞれに対応する現象は考えられる．しかし，専門知識，言い換えれば，先入観を持たずに噴火実験を見た場合，実際の火山現象を模擬するプロセスと実験の便宜上の手続きの間の切り分けが難しく，まして，便宜上の手続きの背後にある実現象を想像することは不可能である．従って，できる限り，人工的な部分を排して，マグマ混合から噴火までの一連の現象を模擬する実験が望ましい．

以上の必要性から，マグマの注入口と火道への流出口の２系統を，ペットボトルキャップの限られたスペースに配置するコネクタを考案した．これにより，マグマ溜りの底部から新しいマグマが供給され，上部から火道に出て行く場合など，任意に設定することができる．そして，多様な噴火様式を，より制御して，自然に近い（と思われる）形で再現することが可能となった．本システムを，「次世代火山研究者人材育成コンソーシアム」の一環として開催される実験火山学セミナーにおいて使用する予定である．本発表では，その結果や効果についても報告する．

キーワード：火山、アナログ実験、噴火ダイナミクス
Keywords: Volcano, Analog experiment, Eruption dynamics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

爆発するかりんとう
Cooking karinto, analogical link to magmatic vesiculation and explosion

*栗田 敬[1]、熊谷 一郎[3]、市原 美恵[1]、小川 歩実[2]、熊谷 美智世[2]、永田 裕作[2]、香西 みどり[2]
*Kei Kurita[1], Ichiro Kumagai[3], Mie Ichihara[1], Ayumi Ogawa[2], Michiyo Kumagai[2], yusaku nagata[2], Midori Kasai[2]

1. 東京大学、2. お茶の水女子大学、3. 明星大学
1. The University of Tokyo, 2. Ochanomizu University, 3. Meisei University

Karinto is one of the typical traditional sweets, which is classified as a puffed confectionery. When we examine the cross section of karinto we can recognize amazing resemblance to the texture of vesiculated pyroclastic materials. This gives us an idea that the formation mechanism of karinto seems collateral to that of pumice and scoria in volcanic process and it would help deep understanding of magmatic vesiculation process. This is the starting point of our research on karinto.
Here we report experimental investigation on the formation of karinto,cooking process. Particularly we focus on the sound generation during the cooking to characterize vesiculation process. The basic material of the starting dough is flour,baking soda,sugar and water. Baking soda and water determine volatility of the sample. Heating induces vaporization of water and thermal decomposition of baking soda, which result in volume-expansion and create a peculiar vesiculated texture. To see the control of this we tested following 4 sets of the composition;
Sample A:flour 50g,baking soda 2g,sugar 10g,water 25g
Sample B:flour 50g,baking soda 0g,sugar 0g,water 25g
Sample C:flour 50g,baking soda 2g,sugar 0g,water 25g
Sample E:flour 50g,baking soda 0g,sugar 0g,water 30g
Sample A is based on the standard recipe of karinto. Sample C and E seem interesting to see the effect of volatile components.

In the cooking experiment we put the dough of 50mm in length x 10mm in width x 6mm in thickness into hot oil at 180-170C. Soon after start of deep frying familiar cooking sound becomes audible. We recorded this and took movie by high speed camera to inspect size and location of bubbles which emanate from the dough. Common to all the composition the sound changes systematically; in the first several minutes continuous sound with flat spectrum to 25KHz emanates while after this high frequency component gradually decreases and prominent peaks in the spectrum appear in several hundreds Hz, which sound as "chant d'Oiseau". Associated with this transition size of bubbles which appear on the surface of dough changes from broad distribution to homogeneous. Also the vesiculation points become localized. All these observations are consistently interpreted that after 4-5minutes steady paths of the gas emission from the inside have been set up. The talented experienced patissier could discriminate the difference of the sound to inspect maturity.
Only in the case of Sample E destructive explosions were observed at about 2 minutes from the start. During heating two competing processes are working inside the dough:solidification which proceeds from the outside and gas formation. Both are driven by higher temperature. When the solidification advances ahead hard shell is formed to impede escape of gas, which results in accumulation of high vapour pressure inside. This is the cause of the explosion. The standard recipe smartly avoids this route by arranging combination of the ingredients but in our experiments we seek the condition for explosion.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

In the presentation we report progressive evolution of the spectrum of cooking sound with textural evolution in relation with magmatic process.

キーワード：マグマ発泡、膨化菓子、爆発
Keywords: magmatic vesiculation, puffed confectionery, explosion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

2019年5月26日(日) 10:45 ~ 12:15 | コンベンションホールB 2F

[O-08] ジオパークで地球活動をイメージする ージオ多様性の大切さを知ろうー

コンビーナ:松原 典孝(兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科)、市橋 弥生(佐渡ジオパーク推進協議会)、小原 北士(Mine秋吉台ジオパーク推進協議会)、大野 希一(島原半島ジオパーク協議会事務局)、座長:市橋 弥生、小原 北士、今井 ひろこ、郡山 鈴夏(山陰海岸ジオパーク推進協議会)、松原 典孝(兵庫県立大学大学院)

ユネスコ世界ジオパークは，地球のジオ多様性を守ることの重要性と意義を広く世界へ発信している．地球活動を理解するためには，各地に分布するジオヘリテージ（地形・地質などの地球遺産）から，それぞれが記録する地球の多様な活動を読み取り，どのようなことが過去に起きたのかをイメージする必要があるが，専門的知識を有しない一般人や地域住民にとってそれは簡単ではない．各ジオパークでは，専門家やガイドなどの地域の方々が地球の活動に関わる現象や人と地球の関わりを解明し，ガイドツアーやアクティビティなどを通じて，一般の人にその楽しさや大切さを伝えている．本セッションでは，各ジオパークの活動例を通じて地球のジオ多様性がいかに素晴らしく，それを守ることにどういう意義があるのかを広く発信するとともに, どうすれば地球現象を一般住民にイメージさせることができるのかを議論する.

10:45 ~ 11:15

[O08-01] 景色を何倍も面白く見せるガイドの役割

★招待講演

*福島 大輔[1] (1.NPO法人桜島ミュージアム)

11:15 ~ 11:45

[O08-02] "ジオ"の理解に難しい説明はいらない。～地質現象はモデル実験で伝えよう～

★招待講演

*横山 光[1] (1.北翔大学)

11:45 ~ 12:15

[O08-03] 外国人スタッフから見た日本のジオパークの魅力と課題

★招待講演

*ヴォウォシェン ヤゴダ[1] (1.隠岐ユネスコ世界ジオパーク推進協議会)

景色を何倍も面白く見せるガイドの役割
Significance of the guide to introduce the landscape interestingly

*福島 大輔[1]
*Daisuke Fukushima[1]

1. NPO法人桜島ミュージアム
1. Sakurajima Museum

ジオパークの目的の一つは、大地と人と自然のつながりを伝えることである。地球科学を学んだことのある人の多くは、地形や地質から大地の成り立ちを想像することができ、そこから人や自然とのつながりを想像することができる。しかし、多くの一般の人々は地球科学の知識を持っていないため、目の前の風景から大地の物語や、大地と人と自然のつながりを読み解くことは難しい。

一方、自分の趣味や仕事のことについて深い知識を持ち、様々なことを想像し、楽しむことができる人は多い。例えば、歴史が好きな人が、かつて有名な戦いが繰り広げられていた場所に立ったなら、数百年前の出来事を想像して楽しむことができるだろう。しかし、一般の人にとっては何の変哲もない場所であったり、当たり前の風景だったりする。その風景を楽しめるかどうかは、知識と想像力に比例する。知識が多ければ、想像できる幅も広がり、様々な景色を楽しむことができるだろう。

知識がなくても風景を何倍も面白く見せてくれるのがガイドの役割だ。想像力を引き出すために必要な知識を提供し、想像するのに適した場所へ連れて行き、道具や写真、イラストなどを使いながら、ガイドとお客様が同じようなイメージを想像できるようにする。すると、目の前の景色がガラリと変わって見え、その裏側に隠されたストーリーを知ることができる。ガイドは、大地と人と自然のつながりを伝えることができる最も良い手法である。したがって、ジオパークにおけるガイドの役割は極めて重要と言えるだろう。

キーワード：ジオパーク、ガイド、啓発普及
Keywords: geopark, guide, dissemination

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

"ジオ"の理解に難しい説明はいらない。～地質現象はモデル実験で伝えよう～

Understanding of "geology" without difficult explanation. - Let's conduct experiment to tell about geology more easily. -

*横山 光[1]
*Hikaru Yokoyama[1]

1. 北翔大学
1. Hokusho University

ジオパークでは、その地域の地球科学的な魅力を積極的に発信していく必要がある。しかし日本では、多くの市民が地質学についての教育を充分に受けていない。そこで、市民に対してわかりやすく地質現象を伝えることが課題である。

モデル実験は、言葉で表現することが難しい現象を、わかりやすく伝える1つの手段である。これまで、地震火山子供サマースクールや、親子火山実験教室、ジオ･フェスティバルなどで、実験を通して理解を深めるような活動が行われてきた。キッチン火山実験は代表的なモデル実験の例である。簡単に地質現象をモデル化して伝えることのできる実験は、ジオパークにおける普及・教育活動になくてはならないコミュニケーション手段である。

本発表では、複雑な地質現象をモデル化して伝える実験をいくつか例示する。実験を通じた普及活動の効果をや、実験をジオパークでどのように活用していくべきか提案する。

キーワード：サイエンスコミュニケーション、アウトリーチ、教育
Keywords: Science communication, Outreach, Education

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

外国人スタッフから見た日本のジオパークの魅力と課題
The appealing points and challenges of Japanese geoparks, as seen from a foreigner’s point of view.

*ヴォウォシェン ヤゴダ[1]
*Jagoda Woloszyn[1]

1. 隠岐ユネスコ世界ジオパーク推進協議会
1. Oki Islands UNESCO Global Geopark Promotion Committee

隠岐ユネスコ世界ジオパーク推進協議会の国際交流員の仕事を始めてからもうすぐ3年間になりますが、実際は日本に来る前に「ジオパーク」そのものが知りませんでした。そのような初心者から見た日本のジオパークの外国人にとって魅力的な所について話します。

日本におけるジオパーク推進協議会はジオパーク地域の地質だけではなく、自然、歴史や文化などといったあらゆる分野に関する情報収集ができます。そのことから、人材育成と質が高い観光商品の開発の拠点として十分に機能できると思われます。

一方で、ジオパーク推進協議会で働くなかで気づいた課題とヨーロッパのジオパークとの相違点についても探りたいと思います。ヨーロッパと日本におけるジオパークの始まり、ジオパーク推進協議会の在り方や事業の推進方法の違いを示し、各ネットワークがお互いの経験から何を学ぶことができるのかについても触れます。

キーワード：ジオパーク、ネットワーク、推進方法の違い
Keywords: geopark, networks, differences in management style

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

2019年5月26日(日) 13:45 ~ 15:15 | コンベンションホールB 2F

[O-08] ジオパークで地球活動をイメージする ージオ多様性の大切さを知ろうー

コンビーナ:松原 典孝(兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科)、市橋 弥生(佐渡ジオパーク推進協議会)、小原 北士(Mine秋吉台ジオパーク推進協議会)、大野 希一(島原半島ジオパーク協議会事務局)、座長:市橋 弥生、小原 北士、今井 ひろこ、松原 典孝(兵庫県立大学大学院)、郡山 鈴夏(山陰海岸ジオパーク推進協議会)

ユネスコ世界ジオパークは，地球のジオ多様性を守ることの重要性と意義を広く世界へ発信している．地球活動を理解するためには，各地に分布するジオヘリテージ（地形・地質などの地球遺産）から，それぞれが記録する地球の多様な活動を読み取り，どのようなことが過去に起きたのかをイメージする必要があるが，専門的知識を有しない一般人や地域住民にとってそれは簡単ではない．各ジオパークでは，専門家やガイドなどの地域の方々が地球の活動に関わる現象や人と地球の関わりを解明し，ガイドツアーやアクティビティなどを通じて，一般の人にその楽しさや大切さを伝えている．本セッションでは，各ジオパークの活動例を通じて地球のジオ多様性がいかに素晴らしく，それを守ることにどういう意義があるのかを広く発信するとともに, どうすれば地球現象を一般住民にイメージさせることができるのかを議論する.

13:45 ~ 14:15

[O08-04] ジオツアーで「楽しく地球を伝える」ために必要なことは？

★招待講演

*西谷 香奈[1] (1.グローバルネイチャークラブ)

14:15 ~ 14:45

[O08-05] 地域住民に地球活動を伝える際に大切なこと
～地球科学系ポスドクから学芸員（補）へ転職して４年間の気づき～

★招待講演

*金山 恭子[1] (1.鳥取県生活環境部山陰海岸ジオパーク海と大地の自然館)

14:45 ~ 15:15

[O08-06] **「ブラタモリ」案内人が大切にする地球活動の伝え方**

★招待講演

*蓮岡 真[1]、鈴木 雄介[2]、今井 ひろこ[3] (1.磐梯山ジオパーク協議会、2.伊豆半島ジオパーク推進協議会、3.コムサポートオフィス)

ジオツアーで「楽しく地球を伝える」ために必要なことは？
What do we need to do fun geotours that interests the earth?

*西谷 香奈[1]
*kana nishitani[1]

1. グローバルネイチャークラブ
1. Global nature club

専門知識のない一般のお客様に、地球を身近に感じ、興味を持ってもらうためには、ガイドとしての“伝える力”を磨く必要があると考えている。

私自身の年１００日を超える日々のガイド実践を、インタープリテーションに必要と言われる４つの要素、①テーマがある（Theme）②構成がある＝整理されていてわかりやすい（Organized）③受け手と関連性がある（Relative）④楽しい（Enjoyable）に当てはめて整理し、ジオガイドにとって大切なこととは何かを考察する。

キーワード：ジオパーク、ガイド
Keywords: Geopark, guide

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地域住民に地球活動を伝える際に大切なこと ～地球科学系ポスドクから学芸員（補）へ転職して４年間の気づき～

The Important Things in Communicating Earth's Activity to Local Residents: the Awareness during Four Years after Changing a Job from a Geoscience Postdoc to a Curator

*金山 恭子[1]
*Kyoko Kanayama[1]

1. 鳥取県生活環境部山陰海岸ジオパーク海と大地の自然館
1. San'in Kaigan Geopark Museum of the Earth and Sea, Tottori Prefectural Government

私は4年前、大学の研究員から鳥取県の学芸員の職へ転職しました。転職後、私のコミュニケーションの対象は地球科学大好きな研究者や大学院生から、地球科学に出会ったことがない地元の人や行政職員に変わりました。彼らに地球科学の面白さを知ってもらうにはどうしたらいいのでしょうか？

私は、地球科学の面白さは、「地球（大地）が活動している」ことを感じる・想像できるようになることだと考えています。しかし、一般の人の多くは、その面白さに触れる機会がほとんどないため、地球科学に興味を持てないでいると感じます。一人でも多くの人に「地球が活動していること」を分かりやすく伝えることが学芸員としての使命だと考えています。

学芸員としての4年間の経験から徐々に見えてきたのは、地球活動を伝える際に、地元の人の見てきた風景や生活の記憶と大地の成り立ちを結びつけて語ること、歴史や生物等と大地の関係性を語ることが、聞き手の地球活動への興味につながるかもしれない、ということです。今回の講演では、このことを含め、私が学芸員の仕事を通して得られたいくつかの気付きをお話したいと思います。

キーワード：地球科学、ジオパーク、インタープリテーション
Keywords: Earth sciences, geopark, interpretation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

「ブラタモリ」案内人が大切にする地球活動の伝え方

"Blatamori" How to communicate the earth activities valued by guide guides

*蓮岡 真[1]、鈴木 雄介[2]、今井 ひろこ[3]
*Makoto Hasuoka[1], Yusuke Suzuki[2], Hiroko Imai[3]

1. 磐梯山ジオパーク協議会、2. 伊豆半島ジオパーク推進協議会、3. コムサポートオフィス
1. Bandai-san Geopark Council, 2. Izu Peninsula Geopark Promotion Council, 3. COM SUPPORT OFFICE

「ジオパークで地球活動をイメージする ージオ多様性の大切さを知るー」ということは、専門的知識を有しない一般人や地域住民にとってそれは簡単ではない。各ジオパークでは、専門家やジオガイドなどの地域の方々が地球の活動に関わる現象や人と地球の関わりを解明し、ガイドツアーやアクティビティなどを通じて、一般の人にその楽しさや大切さを伝えている。

このジオパーク地域が実践している活動に近いことをお茶の間に紹介しているのが、ＮＨＫ「ブラタモリ」である。この番組は、街歩きの達人のタモリさんが、ブラブラ歩きながら知られざる街の歴史や人々の暮らしに迫るというコンセプトの番組である。でも、ただの街歩きではない。タモリさんに言わせると、「地学・地質というマイナーな分野と歴史を合わせて街をブラつく。出てくるのは私と、ほとんど誰も知らない新人女子アナウンサー、テレビにはほとんど出たことがない「土地のオヤジ」….」という。

ジオパーク活動のさらなる普及には、マイナーと言われる地学や地質がその土地の歴史や文化、人々の暮らしと密接につながることへの視点が視聴者に広く理解され受け入れられている。まさにジオパークの楽しみ方を上手く取り込んでいるのである。さらに「ある土地のナゾに導かれ、ナゾを解明しようと、訪れた街に残された様々な痕跡に触れながらその謎を紐解いていく」番組展開。またナゾ解きがあることで、単なるブラブラするだけの番組ではなく、目的が明確になって番組が引き締まっていく。一方で、タモリさんにも女子アナにも台本がない。当然、「ナゾ解き」のお題も初めて見る。そこへマニアックな案内人が登場して、物知りのタモリさんでも知らないような情報や一般人代表とも言える女子アナに対して双方にあった質問や会話で少しずつ解説していく。知識や経験の違う二人ではあるが、発見や驚きの中でそれぞれが知識を積み重ねやがて出演者と案内人の共感が生まれる。

これらのことについて、実際にブラタモリ案内人を勤めた二人のジオパーク関係者が地球科学が好きな方や一般の方にいかにさらなる興味関心を抱かせ楽しんでいただくか、そのための工夫や仕掛け、事前準備など実体験や番組制作の裏話などを交え紹介する。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_2

[O-08] ジオパークで地球活動をイメージする ージオ多様性の大切さを知ろうー

コンビーナ:松原 典孝(兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科)、市橋 弥生(佐渡ジオパーク推進協議会)、小原 北士(Mine秋吉台ジオパーク推進協議会)、大野 希一(島原半島ジオパーク協議会事務局)

ユネスコ世界ジオパークは，地球のジオ多様性を守ることの重要性と意義を広く世界へ発信している．地球活動を理解するためには，各地に分布するジオヘリテージ（地形・地質などの地球遺産）から，それぞれが記録する地球の多様な活動を読み取り，どのようなことが過去に起きたのかをイメージする必要があるが，専門的知識を有しない一般人や地域住民にとってそれは簡単ではない．各ジオパークでは，専門家やガイドなどの地域の方々が地球の活動に関わる現象や人と地球の関わりを解明し，ガイドツアーやアクティビティなどを通じて，一般の人にその楽しさや大切さを伝えている．本セッションでは，各ジオパークの活動例を通じて地球のジオ多様性がいかに素晴らしく，それを守ることにどういう意義があるのかを広く発信するとともに, どうすれば地球現象を一般住民にイメージさせることができるのかを議論する.

[O08-P01] 三笠ジオパークの体験型ジオツアーの実施における参加者の推移及び変遷に関する分析について

*下村 圭[1,2]、上口 壮太[1,2] (1.三笠ジオパーク推進協議会、2.三笠市経済建設部商工観光課　地域開発・ジオパーク推進係)

[O08-P02] SDGsを通じた洞爺湖有珠山ジオパークの再評価と利用促進のための戦略

*加賀谷 にれ[1] (1.洞爺湖有珠山ジオパーク推進協議会)

[O08-P03] アポイ岳ジオパークのジオ多様性を伝える方法の検討 -エリア外ジオツアーの取り組みを通して-

*加藤 聡美[1] (1.様似町役場)

[O08-P04] ジオサイト清掃活動から地球環境問題へ

*石川 智[1]、小池 拓矢[1] (1.下北ジオパーク推進協議会)

[O08-P05] 質問の出るジオサイト・出ないジオサイト：男鹿半島・大潟ジオパークの例

*川村 教一[1] (1.秋田大学教育文化学部)

[O08-P06] ゆざわジオパークに生息する生物にとり噴気孔や豪雪は好ましい環境か？
ヤマタヌキラン (*Carex angustisquam*a) やユキツバキ (*Camellia rusticana*) を対象としてガイド案内を考える.

*髙柳 春希[1] (1.湯沢市ジオパーク推進協議会)

[O08-P07] **ジオサイトの評価とその活用―三陸ジオパークを例として**

*長田 翔[1]、高木 秀雄[2] (1.早稲田大学教育学部理学科地球科学専修、2.早稲田大学教育・総合科学学術院)

[O08-P08] **国立青少年自然の家とジオパークがつくる自然体験プログラムー「子ども環境探検隊」を例にー**

*原田 拓也[1]、小林 美月[1]、山田 健一[2]、安達 章美[2] (1.栗駒山麓ジオパーク推進協議会、2.国立花山青少年自然の家)

[O08-P09] 磐梯山ジオパークにおけるジオサイトの再検討

*竹谷 陽二郎[1]、佐藤 公[2]、蓮岡 真[1] (1.磐梯山ジオパーク協議会、2.磐梯山噴火記念館)

[O08-P10] イエローカードを受けて～佐渡ジオパークの取り組みと今後～

*市橋 弥生[1] (1.佐渡ジオパーク推進協議会)

[O08-P11] 佐渡ジオパークにおけるジオサイトの設定手法と活用について

*貞包 健良[1]、市橋 弥生[1]、相田 満久[1] (1.佐渡ジオパーク推進協議会)

[O08-P12] 統計データから振り返る糸魚川ユネスコ世界ジオパークの10年

*小河原 孝彦[1]、竹之内 耕[1]、茨木 洋介[1]、小林 猛生[2] (1.フォッサマグナミュージアム、2.糸魚川市ジオパーク推進室)

[O08-P13] ジオサイトにおける地形表現の活用 〜茨城県北ジオパーク構想での事例〜

*石川 剛[1]、鈴木 敬子[1]、小荒井 衛[2]、今泉 利架[3]、武田 直樹[4] (1.株式会社 東京地図研究社、2.茨城大学理学部、3.朝日航洋 株式会社、4.茨城大学ジオパーク推進室)

[O08-P14] ジオパーク秩父の34ジオサイトの評価とその活用

*高木 秀雄[1]、廣瀬 智美[2] (1.早稲田大学教育・総合科学学術院、2.早稲田大学教育学部)

[O08-P16] さらなる飛躍を目指す箱根ジオパーク

村山 一郎[1]、片野 忍[1]、*奥津 悠介[1] (1.箱根ジオパーク推進協議会)

[O08-P17] 住民科学による離島航路就航予報とその評価：伊豆大島を例に

中村 一弘[2]、橋本 樹里[1]、*臼井 里佳[1]、寺本 雄一郎[1]、西谷 香奈[3] (1.伊豆大島ジオパーク推進委員会、2.元東京都立大島高等学校教諭、3.グローバルネイチャークラブ)

[O08-P18] 南アルプスジオパーク　教育・普及活動のためのプログラムの開発

*小澤 恵理[1]、北原 孝浩[1]、唐澤 愛里[1] (1.南アルプス（中央構造線エリア）ジオパーク協議会)

[O08-P19] 立山黒部ジオパークの現状と課題　―条件付き再認定を受けて―

*山岡 勇太[1]、竹内 章[1]、飯田 肇[2]、今井 喜義[1]、金子 一夫[1]、志村 幸光[1]、稲村 修[3]、王生 透[4]、今堀 喜一[1]、小谷 智志[1] (1.一般社団法人立山黒部ジオパーク協会、2.富山県立山カルデラ砂防博物館、3.魚津水族館、4.黒部市教育委員会生涯学習課)

[O08-P20] 白山手取川ジオパークにおける道の駅設置ジオパークパンフレット持ち出し数の増減調査

*中野 加織里[1]、日比野 剛[1]、大西 龍一[1] (1.白山手取川ジオパーク推進協議会)

[O08-P21] ジオパークを活用した地球科学の普及活動「石の標本づくり in 白山手取川ジオパーク」

*鬼頭 雄也[1]、平井 佐利[1]、玉村 清文[1]、日比野 剛[2]、中野 加織里[2]、森下 知晃[3]、平松 良浩[3]、浜田 麻希[3] (1.（一社）石川県地質調査業協会、2.白山手取川ジオパーク推進協議会、3.金沢大学)

[O08-P22] 恐竜渓谷ふくい勝山ジオパークで受け入れた香港からの教育旅行：課題と展望

*町 澄秋[1] (1.恐竜渓谷ふくい勝山ジオパーク推進協議会)

[O08-P23] 熊野古道大辺路刈り開き隊の活動概要

*神保 圭志[1] (1.南紀熊野ジオパーク ・ガイドの会)

[O08-P24] ジオ多様性が生み出す、自然遊びの多様性

前田 敦司[2]、環境省 近畿地方環境事務所、*郡山 鈴夏[1]、松原 典孝[3] (1.山陰海岸ジオパーク推進協議会、2.SGAR、3.兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科)

[O08-P25] 住民による地域の科学的重要性の理解〜山陰海岸ジオパークの例〜

*松原 典孝[1] (1.兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科)

[O08-P26] いくつかのジオパークにおける大名の墓に使用されている石材
－山陰海岸、島根半島・宍道湖中海、萩ジオパーク－

*先山 徹[1] (1.兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科)

[O08-P27] 大地を魅せるサイエンスデザイン

*笹岡 美穂[1]、Mine秋吉台 ジオパーク[2] (1.高知大学／株式会社SASAMI-GEO-SCIENCE、2.Mine秋吉台ジオパーク)

[O08-P28] Mine秋吉台ジオパークの「地球に寄り添い、人と支え合う」活動

*小原 北士[1]、村谷 智子[1]、Tristan Gray[1]、柚洞 一央[2]、脇田 浩二[3] (1.Mine秋吉台ジオパーク推進協議会、2.公立鳥取環境大学、3.山口大学)

[O08-P29] 四国西予ジオパーク須崎海岸の見どころ―黒瀬川構造帯4億年前の地層―

*中村 千怜[1]、辻 智大[2]、 四国西予ジオパーク推進協議会[3] (1.（株）ナイバ、2.（株）四国総合研究所、3.西予市)

[O08-P30] 平成29年再認定審査および平成30年7月豪雨を受けての四国西予ジオパークにおける取り組み

*榊山 匠[1]、土居 文人[1]、宇都宮 弘志郎[1]、高橋 司[1] (1.四国西予ジオパーク推進協議会)

[O08-P31] ”四国のまんなか”で地球と人々の歴史文化のつながりを楽しむ方法

*殿谷 梓[1,2]、中尾 佳那[1,2]、石井 和美[2]、阿佐 拓馬[3]、佐川 颯一朗[3]、西成 賢志[3]、山本 伊織[3]、平尾 尚史[3]、中川 敬司[3] (1.三好市役所地方創生推進課、2.みよしジオガイドの会、3.徳島県立池田高校)

[O08-P32] ジオパークにおける研究と学校教育との橋渡し：室戸ユネスコジオパークの研究助成による事例

*植木 岳雪[1] (1.千葉科学大学危機管理学部)

[O08-P33] 地域住民、行政関係者等と地域を巻き込んで作成した島原半島ユネスコ世界ジオパークの新基本理念

*森本 拓[1]、大野 希一[1] (1.島原半島ジオパーク協議会事務局)

[O08-P34] サイトに設置されている解説看板の評価－島原半島ユネスコ世界ジオパークのサイト「土石流被災家屋保存公園」の例―

太田 千愛[1]、森北 詩音[1]、鬼塚 空夢[1]、森田 達也[1]、大嶋 健心[1]、栗田 悠衣[1]、河添 未夕[1]、東内 敏紀[2]、大窄 紘章[2]、*大野 希一[3] (1.長崎県立口加高等学校グローカルコース、2.長崎県立口加高等学校、3.島原半島ジオパーク協議会事務局)

[O08-P35] ジオパークを活用したESD-SDGs推進モデル開発事業（ジオパークの教育コンテンツ調査を含む）

朝日 克彦[1]、市橋 弥生[1]、小河原 孝彦[1]、片野 忍[1]、栗原 憲一[1]、*郡山 鈴夏[1]、小林 猛生[1]、下村 圭[1]、鈴木 雄介[1]、竹之内 耕[1]、日比野 剛[1]、藤島 純[1]、古澤 加奈[1]、堀内 悠[1]、水野 恵美子[1]、三山 耕[1]、山岡 勇太[1]、山口 珠美[1]、山崎 由貴子[1]、山本 隆太[1]、横山 光[1] (1.日本ジオパークネットワーク)

三笠ジオパークの体験型ジオツアーの実施における参加者の推移及び変遷に関する分析について

An analysis of the implementation of Mikasa Geopark`s experienced-based GeoTour and its impacts on recruitment and changes in the participant population.

*下村 圭[1,2]、上口 壮太[1,2]
*kei SHIMOMURA[1,2], souta KAMIGUCHI[1,2]

1. 三笠ジオパーク推進協議会、2. 三笠市経済建設部商工観光課　地域開発・ジオパーク推進係
1. Mikasa Geopark Promotion council, 2. Regional Development and Geopark Promotion Division, Mikasa City Office

三笠ジオパークは2013年に日本のジオパーク・ネットワーク（JGN）に加盟し、北海道のほぼ中心部に位置している。
三笠ジオパークでは、JGN加盟以後、体験型を中心とした様々なジオツアーを実施してきた。
近年では小学生以下の参加者が全体の割合として最も多くなり、ジオパークにおける「ジオ・エコ・ヒト」の取り組みについて多様な世代へのアプローチに成功している。
そこで本発表では、ジオツアーにおいて得られた情報やアンケート結果に基づき、参加年代の変化及びリピート率などからみた年次的変遷から、ジオパークのニーズや地域の歴史や風土を活用したジオツアーの有用性について分析を行い、今後の地域振興とジオパーク活動における考察を行う。

キーワード：ジオツアー、地域振興、三笠ジオパーク、ジオヘリテージ
Keywords: GeoTour, Regional Development , MikasaGeopark, GeoHeritage

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

SDGsを通じた洞爺湖有珠山ジオパークの再評価と利用促進のための戦略
Strategy for revaluation and promotion of Toya-Usu UNESCO Global Geopark through SDGs

*加賀谷 にれ[1]
*Nire Kagaya[1]

1. 洞爺湖有珠山ジオパーク推進協議会
1. Toya-Usu UNESCO Global Geopark Council

洞爺湖有珠山ジオパークは、北海道南西部の胆振地域にあり、伊達市、豊浦町、壮瞥町、洞爺湖町の全域がそのエリアに含まれています。当地域では、SDGs（エス・ディー・ジーズ、Sustainable Development Goals：持続可能な開発目標）と関係する以下の目標に対応するプログラムを実施しています。「目標4：質の高い教育をみんなに」には、ESD（持続可能な開発のための教育）の推進が、また「目標11：住み続けられるまちづくりを」には、自然災害における被災者の削減や、総合的な地域減災の実施等の内容が含まれています。火山マイスターは、散策路を歩きながら噴火口や災害遺構を観察する現地学習のガイドに加えて、噴火災害や避難生活などを伝える座学の講師も行っています。また、専用の野外学習テキスト、ハザードマップ（火山防災マップ）、火山の噴火を理解する実験装置などを利用して、火山活動や災害を、分かりやすく伝える活動に心がけています。

この他に、対象を限定して次の取り組みを実施しています。「目標10：人や国の不平等をなくそう」には、年齢、性別、障がい、民族間における不平等の解消が含まれますが、当地域では特にアイヌ民族の文化を紹介する活動に取り組んでいます。「目標15：陸の豊かさも守ろう」には、生物多様性、生態系の保全及び持続可能な利用を進める内容が含まれますが、当地域では有珠山の生態系を学ぶ学習の実施や、多機関と連携した保全、環境教育に取り組んでいます。また、「目標17：パートナーシップで目標を達成しよう」には、国際連携や多様な関係者との連携により、問題解決を図る項目が含まれますが、当地域ではジオパークの国際活動や、地域内の分野、業種を越えた連携体制作りに取り組んでいます。これらの取り組みについては、より多くの人が利用できるよう、今後さらに内容の充実をはかります。

ジオパークは、地球の活動に係わるさまざまな魅力を楽しむ場所であると同時に、持続可能な社会のあり方を、自然災害などの具体的な事例を通して考えることができる場所です。洞爺湖有珠山ジオパークは、噴火を繰り返す火山との共生をめざし、減災教育の実践が続けられてきた地域です。ユネスコ世界ジオパークとして、今後も地域内における教育の充実はもちろん、国内、海外に向けた情報発信と、受け入れ態勢の整備を進めます。この発表では、そのための具体的な戦略を紹介します。

キーワード：ジオパーク、減災教育、SDGs、ESD
Keywords: Geopark, Disaster Risk Reduction Education, SDGs, ESD

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

アポイ岳ジオパークのジオ多様性を伝える方法の検討 -エリア外ジオツアーの取り組みを通して-

Examination of the way to convey geo diversity of Mt. Apoi Geopark - Through efforts of geo tour outside the geopark area -

*加藤 聡美[1]
*KATO SATOMI[1]

1. 様似町役場
1. samani town office

アポイ岳ジオパークは、北海道日高山脈南端に位置する様似町全域をエリアとするユネスコ世界ジオパークである。ジオパークの名前になっているアポイ岳は町東部にそびえる標高810mの山であり、日高山脈の山である。日高山脈は北海道の中央部に南北140kmにわたりそびえる山脈であり、北米プレートとユーラシアプレートが衝突しめくれ上がって形成されたと考えられている。

アポイ岳ジオパークは、プレートテクトニクスや地球活動を理解する上で大事なフィールドである。しかしエリア内だけでは十分に理解をもらうことは厳しいという課題があった。アポイ岳ジオパークの地球活動のコアとなる話は、日高山脈のなりたち及び北海道のなりたちにあり、日高山脈周辺でのジオ多様性を活用したフィールドワークを取り入れることがこの問題解決に有効なのではないかと考えた。また、アポイ岳ジオパークに至るまでの移動中の楽しみ方を整理することで、より楽しめると思われるのだが楽しみ方が整理されていない課題があった。これを整理することでツーリズムにも活用することができ、この地域ならではの生活観を取り上げやすくなる。これらとジオとのかかわりを知ることで、ジオ多様性の大切さの理解につながるのではないかと考えた。このようなねらいをもってエリア外のツアーについて模索した。

本発表では、エリア外の日高山脈周辺のフィールドワーク・ジオ以外も含めた楽しみ方・地域の生活や生態系等の要素を組み合わせることで、どうやってジオ多様性の大切さを伝えるか、どうやって地球活動を理解してもらうかという課題を解決する一手法を提示する。

キーワード：プレートテクトニクス、ジオパーク、アポイ岳、ジオツーリズム、ジオ多様性、日高山脈
Keywords: plate tectonics, geopark, Mt. Apoi, geotourism, geodiversity, Hidaka mountain

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ジオサイト清掃活動から地球環境問題へ
Geosite Cleanup Activities Leading to Solutions for Global Environmental Problems

*石川 智[1]、小池 拓矢[1]
*Satoshi Ishikawa[1], Takuya Koike[1]

1. 下北ジオパーク推進協議会
1. Shimokita geopark promotion council

津軽海峡（日本海）と太平洋、内湾である陸奥湾に囲まれた下北地域は、海によって形作られるとともに海の恵みを受け取ってきた。日本海と他の海をつなぐ数少ない海峡の一つである津軽海峡には、対馬列島から流れてきた津軽暖流と、北海道から分岐した沿岸親潮が噴火湾周辺を経て入り込む。さらに東北地方の太平洋沿岸までやってくる黒潮の影響も見られる。これらの海流が津軽海峡で交錯することで豊かな漁場が形成され、年始の風物詩となった大間のマグロを始めとする様々な魚介が漁獲されている。

一方で海流は海を漂流する様々なものを海岸へ打ち上げる。下北地域の西海岸に位置する仏ヶ浦は、和語のホトケとアイヌ語のウダ（浜・浦）が合わさった地名が元であるが、“仏様が打ち上がる場所”という側面もある。津軽海峡に面した東通村の石持漁港周辺には、南洋に生息しているはずのアオイガイが対馬暖流に乗ってきて漂着するのが冬の風物詩となっている。2018年2月には陸奥湾東側の沿岸に大量のイワシが打ち上がるというできごともあった。同時に海洋を漂うゴミも大量に打ち上げられていることが各地で問題となっている。

打ち上がるゴミの問題に対し、各地の漁業者や地域住民によって海岸美化や海岸植生の保全を目的に清掃活動が行われている。下北ジオパーク推進協議会としても下北各地の海岸清掃に賛同し、広報活動やタイアップ企画の開催で協力している。特に一昨年度からは、ゴミの起源となる情報をまとめたり、漂着物で創作したアート作品やシーグラスの展示を行ったりした。参加者の中には漂着ゴミの問題から海洋ゴミ・マイクロプラスチックに着目した方もいた。その方を中心に清掃参加者の中で問題意識の共有が進み、マイクロプラスチックに関する世界の取組状況について国立研究開発法人海洋研究開発機構むつ研究所の上席研究員に講演を依頼するまでに機運が醸成された。

“海と生きる「まさかり」の大地”というテーマの下、推進している下北ジオパークにおいても海洋環境問題にも取り組むことが望ましい。ジオサイト・海岸の清掃活動から視野を広げたこの取り組みはまさに“Think Globally, Act Locally”であり、SDGsの「海の豊かさを守ろう」にも通じる。「ジオ」といえば大地（地圏）のことを想起しがちであるが、海洋（水圏）についても取り組むことは、豊かな恵みを享受している下北ジオパークにおいては必要である。

キーワード：下北ジオパーク、清掃活動、地球環境問題
Keywords: Shimokita geopark, cleanup activity, global environmental problem

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

質問の出るジオサイト・出ないジオサイト：男鹿半島・大潟ジオパークの例

Inspiring geosites and not-inspiring geosites: Case study of the Oga Peninsula-Ogata Geopark

*川村 教一[1]
*Norihito Kawamura[1]

1. 秋田大学教育文化学部
1. Faculty of Education and Human Studies, Akita University

１．はじめに

演者は、男鹿半島・大潟ジオパークのガイド養成講座の現地研修会を参与観察した際、参加者から講師に向けて質問が多く出されるジオサイトとそうでないサイトがあるように感じた。また、ジオサイトで講師による解説が行われている際、参加者の多くが非言語／非音声メッセージ（表情、視線）により、解説内容について関心を持っていないと思われる場面があることに気づいた。後者について客観的なデータとして得ることができていないが、前者については5th International UNESCO Conference on Geoparksにて、どのような質問が参加者からなされたかについて一部発表した（Kawamura、2012）。現在、この会議のAbstractはウェブサイトに掲載されていないので、内容を再整理して示すとともに、ジオパークを訪問する見学者に対する解説の在り方を議論する基礎資料としたい。

２．調査の実施

2011年に実施された男鹿半島・大潟ジオパーク推進協議会主催のガイド養成講座に同行し、現地研修での講義の様子を、許可を得てビデオで記録した。音声記録から、参加者（ガイド希望者）により質問された内容をジオサイトごとに抽出した。

３．調査結果

参加者はすべて成人であった。参加者から比較的質問が多く出された対象物（所在するジオサイト）は以下の通りである。

化石を含む地層の露頭（西黒沢、安田、鵜ノ崎）、火口（寒風山）、二ノ目潟のマール（八望台）、グリーンタフの露頭（椿）。

一方、質問が比較的少ない対象物（ジオサイト）は以下の通りである。

生痕化石（潮瀬崎）、花崗岩の露頭（入道崎）、溶結凝灰岩の露頭（入道崎）、凝灰岩（椿）、テフラの露頭（安田）、石灰華の露頭（男鹿温泉）、岩脈の露頭（入道崎の鬼の俵ころがし、戸賀の男鹿水族館横の露頭、潮瀬崎）、断層地形（男鹿温泉）、海岸段丘（入道崎）、海食洞（加茂青砂のカンカネ洞）、湧水（瀧ノ頭）。

４．質問内容の分析

現地での滞在時間や参加者数がジオサイトごとに異なるため、質問数の多寡を議論することはできない。そこで質問内容に焦点を当てて質的分析を行う。

質問が多かったジオサイトで出された内容を見ると、観察対象物の名称を尋ねるものが多い。例えば、化石の名称を聞く、などといったものである。これは参加者が対象物を化石と認識し、化石に属する知識をさらに得ようとする質問行動である。

一方、質問が少ないジオサイトの例には、溶結凝灰岩の露頭がある。凝灰岩は中学校理科の学習内容であるので、解説によりおおむね理解してもらえると期待できる。しかし、火砕流堆積物である溶結凝灰岩の解説には、カルデラ、大規模噴火、溶結作用といった高校理科の地学の内容が含まれる。このため、地球科学的な概

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

念の理解がなされてから、ようやく溶結凝灰岩の理解に至ると思われる。このように、岩石の理解に複数の科学概念が必要とされる場合、概念理解に専念するだけで現地での研修が終わってしまい、対象物そのものについての知識を深めようとする質問には至らなかった可能性がある。

５．より良いジオサイト解説のための視点

化石露頭などのジオサイトでの解説の場面では、対象物（化石）の認知が見学者にとって容易であるので、ガイドは知識伝達でその目的を果たせる可能性がある。一方、概念理解が必要な対象物での解説には、知識伝達だけではなく、身近な事物・現象からの類推をもとにした解説が必要になる。その際、理解のために見学者が獲得すべき概念が多すぎると誤った概念を持たせてしまいかねないので、見学者が持つ知識内容・理解状況を見極めて解説方針をその場で立てる必要があるだろう。

キーワード：地球科学認識、ジオパークガイド
Keywords: geocognition, geopark guide

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ゆざわジオパークに生息する生物にとり噴気孔や豪雪は好ましい環境か？ヤマタヌキラン (*Carex angustisquama*) やユキツバキ (*Camellia rusticana*) を対象としてガイド案内を考える．

Are habitats such as fumaroles or areas with heavy snowfall suitable for organisms living in Yuzawa Geopark? Considering the efficacy of the Geopark Guides with a focus on Yamatanukiran and snow camellia.

*髙柳 春希[1]
*Haruki Takayanagi[1]

1. 湯沢市ジオパーク推進協議会
1. Yuzawa Geopark Promotion Council

要約

ゆざわジオパークの川原毛地獄の噴気孔付近にはヤマタヌキラン (*Carex angustisquama*) が生息し，特有の豪雪帯にはユキツバキ (*Camellia rusticana*) が生息する．これに対し「二種にとりそこが好ましい環境だからそこに生息する」という説明がよくなされるが，過去のいくつかの報告と照らし合わせながら考えてみると，二種の分布がその環境にのみ制限される理由についてうまく説明できておらず問題がある．本発表では，二種の分布が制限される理由を，ヤマタヌキランとタヌキラン (*Carex podogyna*)，ユキツバキとヤブツバキ (*Camellia japonica*) といった同属近縁種間で引き起こされる繁殖干渉によるものと位置付け，その内容を説くとともに，学術的な信憑性を重んずるジオパークのガイド案内の難しさについても考えていく．

概要

豊富な地熱や雪を有するゆざわジオパークでは，ジオ多様性の高さから，多様な生物が生息している．例えば，地熱および雪・天水等の影響で生じる川原毛地獄の噴気孔は，噴気ガスに含まれる硫化水素ガスにより，多くの動植物の生息を妨げる一方，希少種ヤマタヌキラン (*C. angustisquama*) を優占的に生息させる．また，ゆざわジオパークの豪雪は，雪圧による枝折れの少ないユキツバキ (*C. rusticana*) を生息させる．噴気孔付近など酸性の高い土壌でしかみられないヤマタヌキラン (辻村1982)，日本海側の雪が降る地域でしかみられないユキツバキ (酒井1977) は，いわば，その地域の特色を語る上で重要な存在と言える．

一方で，劣悪と考えられる環境に二種が生息する理由を，「その環境が，二種にとっては好ましい環境だから」あるいは，「二種の生育がその環境に対してのみ適しているから」と説明する様子が散見されるが，果たしてこういった説明は正しいのだろうか．誤りや説明の不足する部分はないだろうか．確かに，二種がその地域のみに生息する様子を見ると，あたかもその地域が二種の生育に適した地域のように見える．しかし，ヤマタヌキランを畑の土で育てたところよく育つという報告 (湯沢市立須川中学校2011) や，ユキツバキが太平洋側の植物園で育成されている事例 (例えば，小石川植物園2019) を鑑みると，少なくとも人工的におかれた環境下においては，二種にとって，噴気孔や豪雪の存在は必ずしも必要ないように考えられる．湯沢市立須川中学校 (2011) が行った川原毛地獄におけるヤマタヌキランの生育調査によると，噴気孔から遠く，かつ土壌pHが中性に近くなるほどヤマタヌキランの生育が旺盛になると示唆されている．すなわち，噴気孔に由来する土壌の酸性化はヤマタヌキランの生育に対して良い影響ではなく悪影響を及ぼすと言える．このことから，噴気孔はヤマタヌキランに悪影響を及ぼすと言えるし，雪崩を引き起こすような豪雪もユキツバキにとってけっして好適なものとは言い難いだろう．以上の観点を踏まえ，二種はこれら悪影響を上回るような周囲からの悪影響を被っているためにそこでの生息を余儀なくされているのだと判断した．二種の分布はある要因によって不適な環境に追いやられているのだ．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

二種の分布が劣悪な環境に制限される理由を，ユキツバキと太平洋側の陸地に生息するヤブツバキ (*C. japonica*，酒井1977)，ないしは，ヤマタヌキランと広域分布種タヌキラン (*C. podogyna*，藤原1997) との強い負の種間相互作用，特に繁殖干渉 (高倉・西田2018) により説明できると考えた．本発表では，繁殖干渉の概念を説くとともに，学術的な信憑性を重んずるジオパークのガイド案内の難しさについても考えていく．

引用文献
藤原陸夫 (1997) 秋田県植物分布図．秋田県環境と文化のむら協会.
小石川植物園 (2019) 花ごよみ：ツバキ園．URL: https://www.bg.s.u-tokyo.ac.jp/koishikawa/koyomi/camellia.html (2019年2月1日アクセス)
酒井 昭 (1977) 植物の積雪に対する適応. 低温科學. 生物篇34: 47-76.
高倉耕一・西田隆義 (2018) 繁殖干渉：理論と実態．名古屋大学出版会.
辻村東國 (1982) 硫気孔原植物ヤマタヌキランの生態学的研究: I. コロニー形成. 日本生態学会誌 32(2): 213-218.
湯沢市立須川中学校 川原毛地獄自然観察クラブ (2011) ジオサイト川原毛地獄の植生について．平成23年度斎藤憲三奨励賞金賞 (秋田県最優秀賞) 受賞報告書.

キーワード：繁殖干渉、生物地理、種間相互作用
Keywords: reproductive interference, biogeography, interspecific interactions

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ジオサイトの評価とその活用ー三陸ジオパークを例として
The evaluation of geosites in Sanriku Geopark

*長田 翔[1]、高木 秀雄[2]
*Sho Nagata[1], Hideo Takagi[2]

1. 早稲田大学教育学部理学科地球科学専修、2. 早稲田大学教育・総合科学学術院
1. Waseda University, 2. Department of Earth Science, Faculty of Education and Integrated Arts and Sciences, Waseda University

目的：国内最大の面積をもつ三陸ジオパークは，北部，中部，南部ブロックに区分されており，幅広いジオの多様性を有するとともに，津波被災遺構を活用した防災教育も重要視されている．協議会で選定されている合計48ジオサイト（旧定義）の中から特に地質・地形および津波に関連した36ジオサイトを選び，新たな定義のもとで細区分された中から合計65ジオサイトを選択した．それらについて，ジオサイトの評価法(Suzuki and Takagi，2017) を用いて，6つの主項目（教育的価値，科学的価値，観光価値，安全性とアクセス，保護・保全とサイトの持続可能性，情報の整備状況）からなる評価を実施した．その結果をもとに三陸ジオパークおよび各ジオサイトの現状を分析するとともに，今後の改善の方策の構築のための基礎資料とする．

背景：2011年3月の東北地方太平洋沖地震で甚大な津波災害を受けた三陸ジオパーク候補地は，2013年にジオパーク活動を復興に役立てることが期待されて日本ジオパークに認定された．その後2017年の再認定審査で条件付き再認定となったことから，2019年に予定されている再認定審査に向け整備が進められている．

結果：上記6主項目について各々3つずつの副項目の合計18項目を4段階評価で採点し，3副項目の平均値を主項目の点数として，正六角形のレーダーチャートに示した．また，6主項目を色分けして合算した棒グラフで，ジオサイトごとの評価を示した．24点満点の中で，特に優れているジオサイトを20点以上とした場合，北から7 大野海成段丘, 9-1 鏡岩, 11-1 琥珀, 13 野田玉川鉱山跡, 14 黒崎, 15-1 普代水門，18-1 北山崎, 18-2 鵜の巣断崖, 19-1 明戸海岸防潮堤, 22-2 龍泉洞, 23-1 浄土ヶ浜, 23-3 日出島, 25-2 たろう観光ホテル，32-1蓬莱島, 33釜石鉱山, 44-1高田松原の一本松，があげられる．一方15点未満の早急に対応が必要なジオサイトとしては，2-4 白岩, 4-2 寺下の滝，20 P-T境界層, 21-2 原地山層と宮古層群の不整合, 37-2 大森林道沿いの古生界露頭, 38-2 門之浜の防潮堤, 43-1 氷上花崗岩と壺の沢変成岩, 43-2 長部礫岩と気仙川花崗岩，などがあげられる．

結論： 今回の調査で，次の課題が浮かび上がった．

1．個人でジオサイトを訪れようとしても，詳細な位置や道筋に関する情報がない場合が少なくない．

2．個々のジオサイトの場所および名称を，新しいジオサイトの定義に則り，ある程度狭い範囲に設定すべきである．例えば，37–2 大森林道沿いの古生界露頭，43–1 氷上花崗岩などの名称では，どこに行ったら良いジオサイトが見られるのか，見当もつかない．

これらを踏まえて，位置情報を明確に示したジオパークの統一規格のパンフレットやガイドマップを整備して，三陸ジオパークとしての連携と一体感を醸成することが重要と考える．

文献：Suzuki, D. A. and Takagi, H., 2017, Geoheritage, 10, 123-135.

キーワード：ジオサイト、評価、ジオパーク、三陸ジオパーク
Keywords: geosite, evaluation, geopark, Sanriku Geopark

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

国立青少年自然の家とジオパークがつくる自然体験プログラムー「子ども環境探検隊」を例にー

The nature experience program created by Geopark and National Youth Outdoor Learning Center

*原田 拓也[1]、小林 美月[1]、山田 健一[2]、安達 章美[2]
*Takuya Harada[1], Mizuki Kobayashi[1], Ken-ichi Yamada[2], Akiyoshi Adachi[2]

1. 栗駒山麓ジオパーク推進協議会、2. 国立花山青少年自然の家
1. Mt. Kurikoma Area Geopark Promotion Committee, 2. National Hanayama Youth Outdoor Learning Center

はじめに

国立花山青少年自然の家では，身近な自然に触れ，感じ，学ぶことのできるさまざまな自然体験プログラムを実施している。その中で，自然の中での体験を通じ，自然の仕組みへの理解を深めるとともに，その保護や活用について考える環境教育の推進を目指した「子ども環境探検隊」が行われている。特に，平成29年度からは，栗駒山麓ジオパークと三陸ジオパークを舞台とした「三陸ジオ編」と「栗駒山麓ジオ編」を実施し，より広い範囲の自然を楽しみ，考えていくような内容を展開した。本報告では，平成29年度以降に開催した4回の活動内容とその成果について紹介する。

「三陸ジオ編」について

「三陸ジオ編」では，各ジオパークのサイト見学やさまざまな実験・体験活動を通じて，海と山それぞれにおける自然の特徴や違いを感じ取ってもらうとともに，自然とくらしの関係性について考えていくことを目指した。

「栗駒山麓ジオ編」について

「栗駒山麓ジオ編」では，登山や現場見学，実験・体験プログラムを通じて，栗駒山麓ジオパークに広がる多様な景観，文化を見聞きしながら，自然とくらしの結びつきを実感し，それを守ることの重要性について考えていくことを目指した。

成果と展望

自然体験活動にジオパークが関与することで，自然を楽しむ・感じるだけでなく，くらしとのつながりの理解や新しい視点を取り入れることができた。アンケートでも，普段経験できない体験を通して，地域の自然に興味を持てたという声が大半であった。また，今回のプログラムに参加した子どもたちが，親を連れて再度ジオパークに訪れたということも報告されている。国立青少年自然の家とジオパークが協力することで，より多くの子どもたちが自然に触れ，興味・関心を持つことができる。そして，新しい発見や自然とくらしとの結びつきの理解につながるのではないかと考える。

キーワード：ジオパーク、環境学習
Keywords: geopark, environmental education

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

磐梯山ジオパークにおけるジオサイトの再検討
A review of geosites in the Bandaisan Geopark

*竹谷 陽二郎[1]、佐藤 公[2]、蓮岡 真[1]
*Yojiro Taketani[1], Hiroshi Sato[2], Makoto Hasuoka[1]

1. 磐梯山ジオパーク協議会、2. 磐梯山噴火記念館
1. Bandaisan Geopark Council, 2. Mt. Bandai Museum

磐梯山ジオパークは日本ジオパークに認定されて7年を経過した．現在，エリア内の既存のジオサイトが当ジオパークにとって妥当かどうかの見直し，および新たなジオサイトの掘り起こしの作業を，ガイドの人たちと共に進めている．そして，その結果に基づいた公開ジオサイトの追加と削除，重要なジオサイトの持続可能な保全，および新たなテーマによるジオツアーを計画している．

磐梯山ジオパークのジオサイトは，当ジオパークのメインテーマである「磐梯火山の誕生と変遷，特に山体崩壊と岩なだれがもたらした大規模な地形及び自然環境の変化について理解を深めるとともに，磐梯山が人々の生活や歴史そして独自の文化の形成に与えた影響について学ぶこと」に基づき，そのテーマに沿ったものを中心にこれまで選定してきた．

当ジオパークの北西部にある北塩原村大塩地域は，新第三紀中新世のグリーンタフを主とする地層で構成されており，その時代の地史を知る上での重要な露頭がある．しかし，それらは磐梯火山の形成や噴火活動とは直接関係がないため，これまでジオサイトやジオツアーの対象外であった．

しかしながら，第四紀火山の基盤を成す新第三系の地層の地史を学ぶことにより，日本海誕生から大地の隆起を経て第四紀火山の形成に到る，一連のプレート運動を理解する重要な機会を得ることができる．さらに，大塩地域には多くの利用客が訪れる大塩温泉がある．その温泉水から精製される塩は，江戸時代には会津藩に納める重要な地域資源であり，現在でも「山塩」として販売されている．「山塩」はグリーンタフ時代における海水を起源とするものであり，大地の遺産が地域の歴史や産業に果たした役割を，ジオツアーを通して展開できる．以上の理由により，当ジオパークにとって，大塩地域におけるジオサイトの新設が魅力的で意義あるものと考えられる．

大塩地域で新たに選定したジオサイトを巡るツアーを，2019年の「地質の日ジオツアー」として試行し，その効果，意義を検証したい．そしてその成果を，訪問者に対するストーリーをもったジオツアーの提供へと繋げていきたいと考える．

キーワード：磐梯山ジオパーク、ジオサイト、大塩温泉
Keywords: Bandaisan Geopark, geosite, Oshio hot spring

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

イエローカードを受けて～佐渡ジオパークの取り組みと今後～
Receiving a Yellow Card: Efforts and Future Actions of Sado Island Geopark

*市橋 弥生[1]
*Yayoi ICHIHASHI[1]

1. 佐渡ジオパーク推進協議会
1. Sado Islanad Geopark Promotion Office

2017年、佐渡ジオパークはJGCによる再審査を受け、条件付き再認定（イエローカード）となった。
イエローカードを受けた佐渡ジオパークにおける取り組みの変化と今後について述べる。

キーワード：ジオパーク、条件付再認定、佐渡
Keywords: geopark, yellow card, sado island

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

佐渡ジオパークにおけるジオサイトの設定手法と活用について
Method for resetting geosites and their use in Sado Island Geopark

*貞包 健良[1]、市橋 弥生[1]、相田 満久[1]
*Takeyoshi SADAKANE[1], Yayoi ICHIHASHI[1], Mituhisa AIDA[1]

1. 佐渡ジオパーク推進協議会
1. Sado Island Geopark Promotion Office

近年，日本のジオパークにおいては「サイト」の分類や意味について整理が行われており，JGC（日本ジオパーク委員会）からも一定の方針が出された．佐渡ジオパークではこれまで「ジオポイント」という用語で見どころの管理をしていた．この点は2017年の再認定審査結果報告においても「237のジオポイントをユネスコ世界ジオパークが提唱する地質，自然（もしくは生態），文化サイトを再設定すること」と指摘を受けた．

このため佐渡ジオパークにおいては旧来のジオポイントをどのようにジオサイトに再設定するか，基準や手順をまとめた「ジオサイト設定総合計画」を作成した．これに基づき237の旧ジオポイントからジオサイトの再設定に取り組んでいる．

「ジオサイト設定総合計画」では旧ジオポイントからジオサイトを再設定するために大きく分けて2つの基準を設けた．

1つ目は地質以外にも，自然（生態）,文化の価値も持つ場所を含んでいた「ジオポイント」から地球科学的価値を持つ「ジオサイト」を選抜するための基準である．

2つ目は選抜したジオサイトを実際に活用するのに適しているかという基準である．活用については「研究者向け」「学習向け」「一般（ツーリズム）向け」という目的別で評価した．

選抜したジオサイトの中で，3つの目的基準全てを満たしたものを優先的にホームページやパンフレットでの紹介，観光での利用などを行っていく計画となっている．

本発表においては佐渡ジオパークにおけるジオサイトを中心としたサイト設定の手法，これまでに決定したジオサイトと設定後の活用や課題について述べる．

キーワード：佐渡島、ジオパーク、ジオツーリズム、ジオサイト、地質遺産
Keywords: Sado Island, geopark, geotourism, geosite, geological heritage

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

統計データから振り返る糸魚川ユネスコ世界ジオパークの10年
Look back on the 10 years at the statistical data of the Itoigawa UNESCO Global Geopark

*小河原 孝彦[1]、竹之内 耕[1]、茨木 洋介[1]、小林 猛生[2]
*Takahiko Ogawara[1], Ko Takenouchi[1], Yousuke Ibaraki[1], Takeo Kobayashi[2]

1. フォッサマグナミュージアム、2. 糸魚川市ジオパーク推進室
1. Fossa Magna Museum, 2. Itoigawa Geopark Promotion Office

糸魚川は，2008年12月に日本ジオパークに認定，2009年８月に世界ジオパークに認定され，現在は糸魚川ユネスコ世界ジオパーク（以下，糸魚川ジオパーク）として活動している．本稿では，糸魚川ジオパークが歩んだ10年の軌跡について，糸魚川市の主要な観光地やジオパーク活動に関する統計データから考察する．

糸魚川市は，1987年に「フォッサマグナと地域開発構想」を制定し，自然景観を活かした，海水浴やスキーなどによる観光客誘致がなされてきた．糸魚川市への入込客数は，1997～2001年度は年間300万人程度であったが，2002年度から減少傾向が顕著になり，中越地震（2004年）や中越沖地震（2007年）をへて，2007年度の185万人まで一貫して減少傾向にあった(図１)．その後，日本ジオパーク認定(2008年)，世界ジオパーク認定(2009年)によって減少傾向に歯止めがかかり，北陸新幹線開業(2015年)により2015年度は249万人の入込客数を達成した．近年は，糸魚川市駅北大火(2016年)の影響や新幹線効果の縮小もあり，2017年度で214万人と再び減少傾向にある．

フォッサマグナミュージアムは1994年にオープンし2015年にリニューアルした，糸魚川ジオパークの中核施設である．オープン初年度(1994年度)の95,705人の年間入館者数は，2007年度には40,683人と半減している(図２)．これは，災害の影響に加え，博物館の常設展示物が更新されてこなかったことが影響していると考えられる．2008年に糸魚川が日本ジオパークに認定されると，フォッサマグナミュージアムのコンセプトであるヒスイや大地の成立ちにもう一度注目が集まるようになった．そのため，ジオパーク認定後は，入館者数が60,000人前後で推移するようになり，北陸新幹線開業と同時に実施した展示ニリューアルの結果，2015年度は101,725人の来館者があり，開館した1994年度の入館者数を超える結果となった．

高浪の池は，ヒスイ産地である小滝川ヒスイ峡ジオサイトをめぐる観光コーズ上にあり，糸魚川の代表的ジオサイトである．2007年度に19,360人の入込客数であったが，世界ジオパーク認定後の2009年度以降は，民間の観光バスツアーの増加により2012年度には28,940人の入込客数を記録している．しかし，観光バスツアーが減少した2014年は17,720人と大幅な減少を記録した．北陸新幹線開業も，二次交通のない高浪の池では増加の要因とはならず，2017年度の14,610人まで一貫して減少傾向にある．

糸魚川ジオパークでは，2010年に既存のガイド団体を母体に，ジオパーク観光ガイドの会と発足した．発足当初(2010年度)のガイド件数は年間97件，1,770人の利用であった．2011年度～2014年度のガイド利用者数は年間1,000人前後で推移していたが，北陸新幹線開業を受けて利用者は上昇傾向にあり，糸魚川市駅北大火を受けて，被災した町並みをまち歩きする依頼が増加したことから，2017年度は年間147件，3,645人と過去最高を記録している．

糸魚川ジオパーク検定は，2009年から実施しているご当地検定である．初年はジオパーク世界認定の年であり，464人の受験者を数えた(図３)．糸魚川ジオパークと香港ジオパークは姉妹ジオパークであり，相互に派遣事業を行っているが，2011年から糸魚川ジオパーク検定の初級に合格していることが，派遣事業に参加するための条件となった．そのため，初年に20名だった小中学生の受験者は，2011年に86名と大幅に増加し

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ている．検定受検者は，ジオパーク世界再認定(2013年)の年などに増加している(308名)が近年減少傾向にあり，新たな政策が期待される．

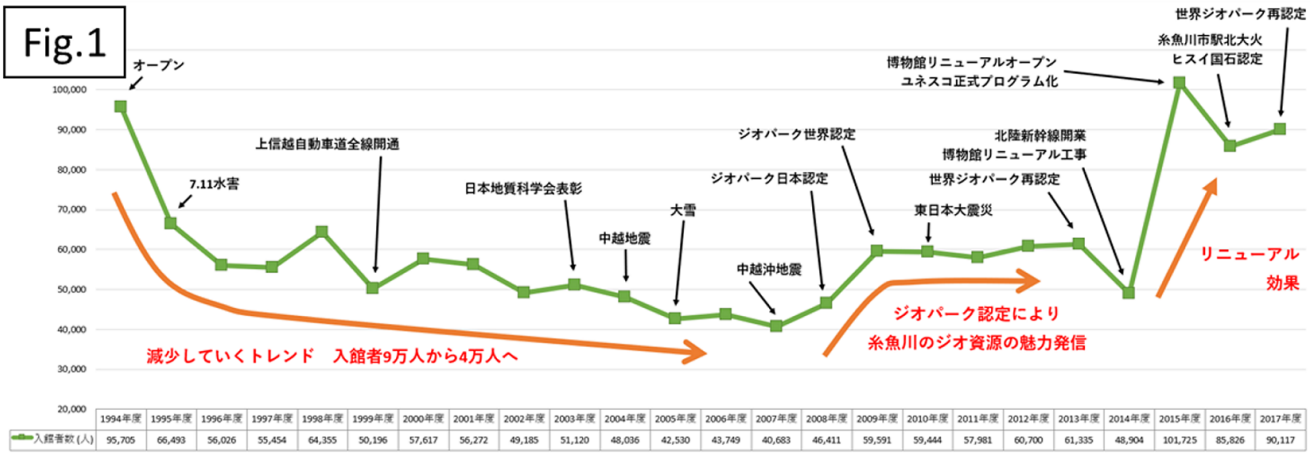
近年，インバウンドによる外国人観光客の増加が続いており，糸魚川市も例外ではない．2013年度に年間154人であった外国人宿泊客数(図４)は，ジオパークのユネスコ正式プログラム化(2015年)や，糸魚川シーフードシャトルバスの実施(2015年～)により2017年度は2,662人と，近隣市町村(白馬村)増加率を上回り拡大している．

糸魚川市全体の観光客数は，北陸新幹線開業で近年最高を記録したが，再び減少傾向にある(図１)．ハード面での整備は，一時的な入込客数の増加に繋がるが，持続的に地域を発展させるためには，ソフト面でのアプローチが必要である．例えば，2018年度のフォッサマグナミュージアムの入館者数は特別展「宝石の国展」の効果により，2017年度の90,117人を越える見込みである．特別展の誘導効果により，高浪の池の入込客数も17,230人と増加に転じており，地域全体を活性化させる取組みが持続可能な社会を作るといえる．

キーワード：糸魚川ユネスコ世界ジオパーク、フォッサマグナミュージアム、小滝川ヒスイ峡、持続可能な開発
Keywords: Itoigawa UNESCO Global Geopark, Fossa Magna Museum, Kotakigawa Jade Gorge, Sustainable Development

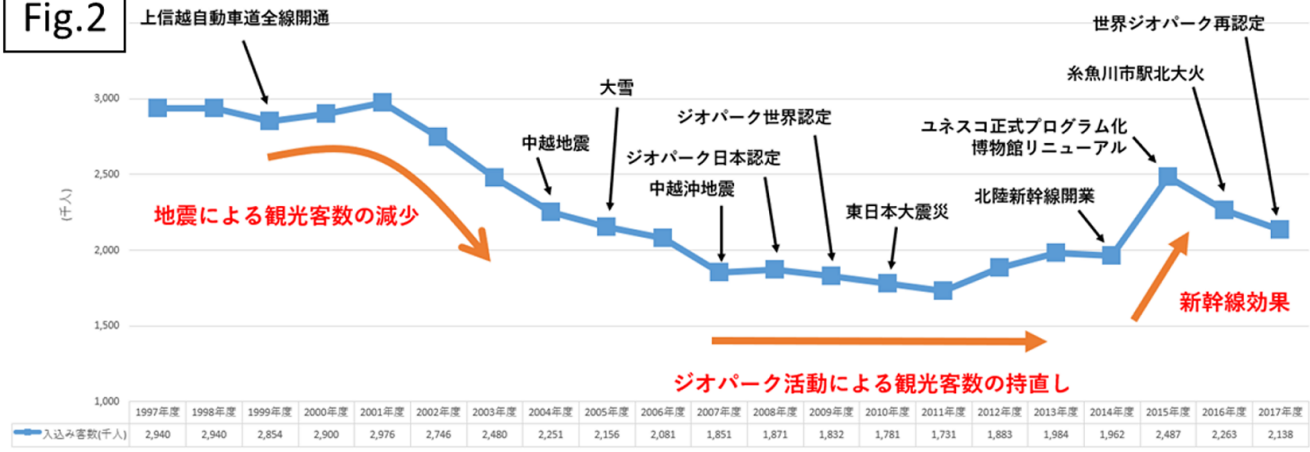
©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Fig.1



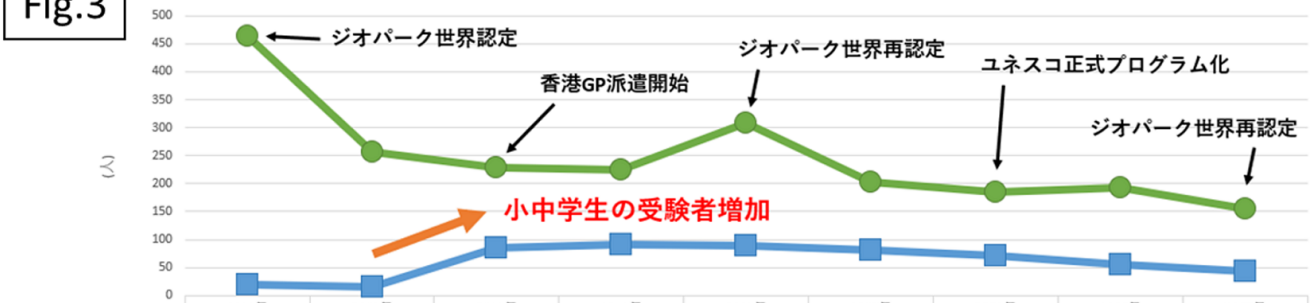
	1994年度	1995年度	1996年度	1997年度	1998年度	1999年度	2000年度	2001年度	2002年度	2003年度	2004年度	2005年度	2006年度	2007年度	2008年度	2009年度	2010年度	2011年度	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度
入館者数(人)	95,705	66,493	56,026	55,454	64,355	50,196	57,617	56,272	49,185	51,120	48,036	42,530	43,749	40,683	46,411	59,591	59,444	57,981	60,700	61,335	48,904	101,725	85,826	90,117

Fig.2



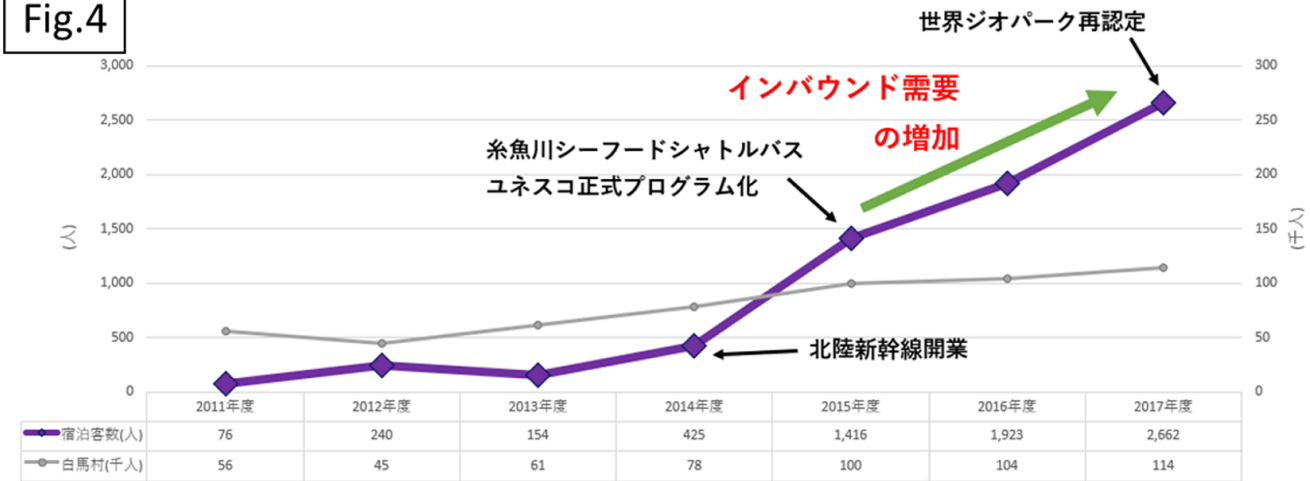
	1997年度	1998年度	1999年度	2000年度	2001年度	2002年度	2003年度	2004年度	2005年度	2006年度	2007年度	2008年度	2009年度	2010年度	2011年度	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度
入込み客数(千人)	2,940	2,940	2,854	2,900	2,976	2,746	2,480	2,251	2,156	2,081	1,851	1,871	1,832	1,781	1,731	1,883	1,984	1,962	2,487	2,263	2,138

Fig.3



	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年
合計受験者数(人)	464	257	229	225	308	202	184	193	155
小中学生受験者数(人)	20	16	86	92	90	81	72	55	43

Fig.4



	2011年度	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度
宿泊客数(人)	76	240	154	425	1,416	1,923	2,662
白馬村(千人)	56	45	61	78	100	104	114

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ジオサイトにおける地形表現の活用 ～茨城県北ジオパーク構想での事例～

Application of terrain representation in Geosite - Case study in North Ibaraki Geopark Project -

*石川 剛[1]、鈴木 敬子[1]、小荒井 衛[2]、今泉 利架[3]、武田 直樹[4]
*Go Ishikawa[1], Keiko SUZUKI[1], Mamoru Koarai[2], Rika Imaizumi[3], Naoki Takeda[4]

1. 株式会社 東京地図研究社、2. 茨城大学理学部、3. 朝日航洋 株式会社、4. 茨城大学ジオパーク推進室
1. Tokyo Map Research Inc., 2. College of Science, Ibaraki University, 3. Aero Asahi Corp., 4. Association for Promotion of North Ibaraki Geopark Project

ジオパークでは，見どころとなる「ジオサイト」における地質学および地形学的な価値を適確に表現し，広く周知できるかが重要になってくる．各地のジオパークではそれぞれで工夫を凝らしたチラシ等を用意しているが，地形表現に特化したマップを採用している例は少ない．

日本ジオパーク再認定に向けて活動中の「茨城県北ジオパーク（構想）」でもジオサイトのパンフレットを製作していたが，イラスト風の地図を用いており，親しみやすさはあるものの現地での場景と対比にはやや難があった．今回，デザインをリニューアルした冊子を新たに企画するにあたり，マップに5mDEM（基盤地図情報）をベースにした**新・多重光源陰影段彩図（凸凹地図Prm.）**を採用することとした．これによりリアリティのある表現となり，海成・河成段丘や断層などの地形的特徴も読み取りやすくなった．また陰影に地質図を重畳させることで，これにより地質構造の読み取りも可能となった．

※本研究は，茨城大学地質情報活用プロジェクトによる協力と，科学研究費補助金（課題番号：16K01213）の補助を受けている

キーワード：多重光源陰影段彩図、茨城県北ジオパーク構想、地形表現
Keywords: Relief Map created with Multiple Light Source, North Ibaraki Geopark Project, terrain representation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ジオパーク秩父の34ジオサイトの評価とその活用
Evaluation and utilization of 34 geosites in Geopark Chichibu

*高木 秀雄[1]、廣瀬 智美[2]
*Hideo Takagi[1], Satomi Hirose[2]

1. 早稲田大学教育・総合科学学術院、2. 早稲田大学教育学部
1. Department of Earth Science, Faculty of Education and Integrated Arts and Sciences, Waseda University, 2. School of Education, Waseda University

地質の多様性に恵まれたジオパーク秩父のジオサイトを幅広い層の人々が楽しく安全に楽しむための方策を探るべく，ジオパーク秩父の推進協議会が新しく設定した34ジオサイト（34は札所の数, 井上・富田，2018）を含む計39サイトを調査し，Suzuki and Takagi (2017) により開発されたジオサイトの評価法を用いて，6つの主項目（教育的価値，科学的価値，観光価値，安全性とアクセス，保護・保全とサイトの持続可能性，情報の整備状況）からなる評価を実施した．その結果を2018年11月12日にジオパーク秩父推進協議会メンバーの前で発表，一部修正を加えた．今回の結果をもとに検討事項を洗い出すことで，今後のジオパーク秩父のマネジメントに役立てていただくことが目的である．

2019年に予定されている再認定審査に向け，ジオサイトの定義の変化に対応すべく，従来の34ジオサイトを見直し，(1) ジオサイトは基本的にポイントととらえる，(2) ただし，非常に近接した場所にあり，一連のストーリー性をもつ複数のポイントについては，一つのジオサイトとしてまとめる，(3) ジオポイントという名称は用いない，（井上・富田，2018）という考え方をもとに新ジオサイトが提案された．また，ジオサイトをより地質・地形に特化したサイトとする新たな定義のもと，眺望サイト，生態サイト，文化・歴史サイトなどは別に定められている．上記6主項目について各々３つずつの副項目の合計18項目を4段階評価で採点し，副項目の平均値を主項目の点数として，正六角形のレーダーチャートに示した．また，6主項目を色分けして合算した棒グラフで，ジオサイトごとの評価を示した．

その結果，24点満点の中で，特に優れているジオサイトを20点以上とした場合，7.橋立堂の石灰岩体と橋立鍾乳洞，17.岩畳と秩父赤壁，18.虎岩，19.紅簾石片岩とポットホール，26.取方の大露頭，28.ようばけ，のほか，眺望サイトに移動した「美の山・絶景ポイント」が挙げられる．一方，15点未満の早急に対応が必要なジオサイトとしては10．安谷川マンガン採掘坑（新ジオサイト）が挙げられる．今回の39サイトの採点結果のうち，各主項目が平均3点以上（合計18点以上）の22か所は当面問題ないが，18点未満の17か所は今後改善されることにより，より良いジオツアーが展開できるであろう．発表では，新ジオサイトに対する改定案を提示するとともに，特に新しく追加されたジオサイトの課題について言及する．

文献： 井上素子・富田貴夫，2018，埼玉県立自然の博物館研究報告， No.12，41-48.
Suzuki, D. and Takagi, H., 2017, Geoheritage, 10, 123-135.

キーワード：ジオパーク秩父、ジオサイト 評価、ジオツーリズム
Keywords: Geopark Chichibu, evaluation of geosites, geotourism

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

さらなる飛躍を目指す箱根ジオパーク
Aiming for Further Development in Hakone Geopark

村山 一郎[1]、片野 忍[1]、*奥津 悠介[1]
Ichiro Murayama[1], Shinobu Katano[1], *Yusuke Okutsu[1]

1. 箱根ジオパーク推進協議会
1. Hakone Geopark Promotion Council

箱根ジオパークは、神奈川県西部の箱根町・小田原市・真鶴町・湯河原町・南足柄市の2市3町で活動を展開している。当初は、1市3町で活動しており、2011年に日本ジオパークに認定された。その後、隣接する南足柄市での箱根ジオパーク参画への機運が高まったことにより、2015年5月に南足柄市をはじめ南足柄ジオガイドの会などの関係団体が推進協議会へ入会した。これに伴い、プレートの衝突や若い深成岩体（矢倉岳）など大地の動きをよりダイナミックに捉え、古代の東西日本を結ぶ足柄道や金太郎伝説、また豊かな水資源を活用した産業など新たなジオストーリーが加わった。

そして、エリア拡大及び再認定を合わせた新規認定審査を行い、2016年9月に南足柄市を編入し、魅力を増した新たな箱根ジオパークが誕生した。行政や観光事業者、地域団体など95の協議会会員で連携して、ジオツアーの開催や教育活動、環境整備事業などに取り組んできた。

認定後もジオツアーの魅力向上やサイン・広報物の作成など地域の様々な団体が連携しながらジオパークの活動を推進しており、さらなるジオパーク活動の発展を目指している。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

住民科学による離島航路就航予報とその評価：伊豆大島を例に
Citizen Science Forecast and Evaluate Ship and Airplane Operation Success to a Remote Oceanic Island: a case study for Izu-oshima

中村 一弘[2]、橋本 樹里[1]、*臼井 里佳[1]、寺本 雄一郎[1]、西谷 香奈[3]
Kazuhiro Nakamura[2], Juri Hashimoto[1], *Rika Usui[1], Yuichiro Teramoto[1], Kana Nishitani[3]

1. 伊豆大島ジオパーク推進委員会、2. 元東京都立大島高等学校教諭、3. グローバルネイチャークラブ
1. Izu Oshima Geopark Promotion Committee, 2. Former Tokyo Metropolitan Oshima High School Teacher, 3. Corp. Global Sport Club

離島に住む人々にとって、毎日の天気の変化は生活に大きく関わる。荒天時には島外との交通機関である船や飛行機が欠航することもあり、外出予定もままならない。貨物船の欠航が続けば店先から生鮮食品が消え、新聞も配達されない。また、伊豆大島には旅客船の出帆港が二つあり、その日どちらの港を利用するかは天候・海況等によって当日の朝に決まる。当日の出帆港によって、港への送迎、路線バスの時刻表、港周辺店舗の営業／休業などに影響が現れる。

したがって、天気予報とそれに基づく航路就航予想は、離島に暮らす人々にとって極めて身近で重要な情報である。加えて、観光やビジネス目的で島を訪れる人々にとっても、旅行計画を立てる際に重要な情報源となるであろう。しかしながら、船舶や飛行機を運行する会社は、所々の理由から長期的な就航予報を公にしてはいない。

このような背景から、在島の気象予報士が、資格取得を契機に地域に役立つ気象情報の活用と自然を観察し情報提供することを目標に、伊豆大島と東京を結ぶ船と飛行機の航路就航予想を提供するサイト「伊豆大島気象と交通」を2004年に開設した。さらに、就航状況を記録し、就航予想の成績を評価し、その結果を併せて公開している。本発表では、伊豆大島ジオパークの活動と連携し、2004年から2018年までの就航予想とその的中率の評価を整理しながら、気象等条件と島および港の地理的条件による就航予想と出帆港予想について考察する。さらに、ジオツアーの推進と実施に適した季節について考察した結果を報告する。

サイトアドレス：http://www13.plala.or.jp/oosimakisyou/index.html

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南アルプスジオパーク　教育・普及活動のためのプログラムの開発
Minami-Alps Geopark Development of programs for education and spread activities

*小澤 恵理[1]、北原 孝浩[1]、唐澤 愛里[1]
*Eri Ozawa[1], Takahiro Kitahara[1], Airi Karasawa[1]

1. 南アルプス（中央構造線エリア）ジオパーク協議会
1. Minami-Alps MTL area Geopark Council

ジオパークをより深く知って楽しむには、実際に現地を見てガイド等の話を聞くことが有効だが、ジオパークを知らない人がいきなりジオツアー等に参加することはハードルが高いと考える。
そこで、南アルプスジオパークではジオパークを知ってもらうきっかけとして、楽しみながら気軽に参加できるプログラムを開発し、公民館での講座やイベント等で活用を行っている。また、小学生を対象にした教育ツアーの事前学習や雨の日用のプログラムとしての活用も検討している。
本発表では、新たに開発したプログラムと活用の様子を中心に紹介する。

キーワード：ジオパーク、教育
Keywords: Geopark, Education

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

立山黒部ジオパークの現状と課題　ー条件付き再認定を受けてー
Present situation and issues of the Tateyama Kurobe Geopark after Yellow card

*山岡 勇太[1]、竹内 章[1]、飯田 肇[2]、今井 喜義[1]、金子 一夫[1]、志村 幸光[1]、稲村 修[3]、王生 透[4]、今堀 喜一[1]、小谷 智志[1]
*Yuta Yamaoka[1], Akira Takeuchi[1], Hajime Iida[2], Kiyoshi Imai[1], Kazuo Kaneko[1], Yukimitsu Shimura[1], Osamu Inamura[3], Tohru Ikurumi[4], Kiichi Imahori[1], Satoshi Kotani[1]

1. 一般社団法人立山黒部ジオパーク協会、2. 富山県立山カルデラ砂防博物館、3. 魚津水族館、4. 黒部市教育委員会生涯学習課
1. Tateyama Kurobe Geopark Society, 2. Tateyama Caldera Sabo Museum, 3. Uozu Aquarium, 4. Lifelong Learning Division, The Board of Education, Kurobe City

立山黒部ジオパークは，富山県東部の9市町村と富山湾の一部から構成される日本ジオパークであり，標高3000 m級の立山連峰から水深1000 mの富山湾まで，高低差4000 mにも及ぶ空間的広がりをもつ．本ジオパークは，主に地域の研究者が呼びかけ，運営組織は立ち上げ時から地域の経済界が中心となり，行政がバックアップする形で進められた．こうした背景により，国内では唯一，民間組織（一般社団法人立山黒部ジオパーク協会）によって運営されているジオパークである．これまで本ジオパークは，自治体や大学，博物館等と連携しながら活動を展開してきた．現在では，地元の企業や民間団体が，ジオパークを取り入れた活動を行い始め，地域内でのジオパークが果たす役割は徐々に拡大しつつある．しかしながら，2018年の日本ジオパーク再認定審査の結果は，2年間の条件付き再認定となった．指摘された主な事項は（1）ジオパーク活動に対する関係者間の認識のばらつき，（2）保全に関する計画や取り組みが不明瞭な点，（3）主要な観光ルートでの可視化やジオパーク看板の数，（4）提供している解説内容の難しさである．これらの指摘に対して，日本ジオパーク委員会の助言を得ながら，課題解決に向け計画的に取り組んでいきたいと考える．今回は，立山黒部ジオパークのこれまでの取り組みと今後の課題について，再認定審査の結果を踏まえながら報告する．

キーワード：立山黒部ジオパーク、ジオパーク、保全、ツーリズム、教育
Keywords: Tateyama Kurobe Geopark, Geopark, Conservation, Tourism, Education

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

白山手取川ジオパークにおける道の駅設置ジオパークパンフレット持ち出し数の増減調査

1 year survey conducted by Hakusan Tedorigawa Geopark regarding number of pamphlets taken from Roadside station Shirayamasan

*中野 加織里[1]、日比野 剛[1]、大西 龍一[1]
*Nakano Kaori[1], Tsuyoshi Hibino[1], Ryoichi Onishi[1]

1. 白山手取川ジオパーク推進協議会
1. Hakusan Tedorigawa Geopark Promotion Council

ジオパークの取り組みにおいてツーリズムは重要な活動の一つである。ツーリズムの基本は、まずその場所に多くの人が訪れることだと考えられる。また、人を呼び込むことのできるツールの一つとして、パンフレットが存在する。近年は電子端末による情報収集が主だっているが、紙媒体による周知の効果も未だに大きいと考えられる。

白山手取川ジオパーク推進協議会では、どのような大きさやデザインのものが最も持って行ってもらえるかを把握するため、２０１８年１月から、道の駅しらやまさんで設置している日本国内のジオパーク認定地域パンフレットの減少数を集計し始めた。今後新規のパンフレットを作成するにあたり、これらの情報が整理できれば、より多くの人が手に取りたくなるパンフレットを作成し、魅力発信を有効にすることができるはずである。

道の駅しらやまさんは国道１５７号線沿いの、平野部と白山麓地域をつなぐ地点に位置する。道の駅は石川県から白山麓を通過し、福井県や岐阜県へ抜けるルートの玄関口であり、電車やバスといった公共交通機関が接続されていない。また、近年の道の駅によくあるような飲食店やお土産販売なども行われていない。そのため利用者の大多数が、車や自転車といった車両移動の後、小休憩目的で立ち寄っていると考えられる。しかし、パンフレットを手にする人の年齢、性別、職業および社会的身分などの属性や、持ち帰る動機などの情報は得られていない。

集計の結果、毎月の減少数とデザインやラックの配置場所との関連性をはっきりとは認められなかったが、道の駅しらやまさんにおけるパンフレットの持ち帰りに影響が強いのは季節であるという傾向がみえた。一般的に仕事が休みとなりやすいGWや夏季休暇、比較的多くの人が出かけると考えられる紅葉シーズンの減少数が多くなっている。本発表では、開始から１年以上経過した現時点の集計で見えてきたことを報告する。

キーワード：パンフレット、ツーリズム、白山手取川ジオパーク、道の駅、普及・啓発
Keywords: pamphlet, tourism, Hakusan Tedorigawa Geopark, roadside station, public awareness

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ジオパークを活用した地球科学の普及活動「石の標本づくり in 白山手取川ジオパーク」

Promotion of the earth science utilizing the Geopark “Making the stone specimen in Hakusan Tedorigawa Japanese Geopark”

*鬼頭 雄也[1]、平井 佐利[1]、玉村 清文[1]、日比野 剛[2]、中野 加織里[2]、森下 知晃[3]、平松 良浩[3]、浜田 麻希[3]

*Yuya Kitoh[1], Satoshi Hirai[1], Kiyofumi Tamamura[1], Tsuyoshi Hibino[2], Kaori Nakano[2], Tomoaki Morishita[3], Yoshihiro Hiramatsu[3], Maki Hamada[3]

1.（一社）石川県地質調査業協会、2. 白山手取川ジオパーク推進協議会、3. 金沢大学

1. Ishikawa Geological Survey Association, 2. Hakusan Tedorigawa Geopark Promotion Council, 3. Kanazawa University

近年，少子高齢化や理科離れなどにより，自然科学分野の担い手減少が進展している．一方，異常気象やそれに伴い発生する自然災害は近年多発する傾向にあり，自然科学分野へ進む研究者や技術者の育成だけでなく，国民ひとりひとりの自然環境に対する理解度の向上が，今後必要性を増すといえる．

（一社）石川県地質調査業協会，白山手取川ジオパーク推進協議会，金沢大学は2017年度より，小学生とその保護者を対象としたイベント「石の標本作りin白山手取川ジオパーク」を開催している．このイベントはジオパークというフィールドを活用し，次世代を担う子供達に対して，身近な自然に触れることから地球環境への理解を促し，自然科学への興味につなげてもらえるような活動を目指している．また，近年敬遠されがちである現地で直接自然を観察し考える活動を通して，子供達のフィールド活動への関心を高めたいと思っている．

2018年度は10月20日の土曜日に，抽選で選ばれた小学校4年生以上の児童とその保護者35組が参加して開催された．子供達は石の種類やその成り立ち，見分け方などを教わった後，学生や留学生などとともにハンマー，ルーペ，薬液なども体験しながら，石の標本づくりを行った．イベント終了後に参加児童が記入したアンケートの集計結果より，子供達の石や自然に対する好奇心の強さを知ることができたほか，石の判別の難しさと楽しさを味わってもらえたことなど，子供達の率直な意見を知ることができた。また，活動内容や説明の理解度・難易度などを検証し，今後の活動に反映させたいと考えている．私達はこのイベントを継続的に開催していくのは勿論のこと，子供達の好奇心をくすぐるような新たな試みも行っていきたいと考えている．

キーワード：担い手、ジオパーク、教育、自然災害、フィールド、アンケート
Keywords: New leaders, Geopark, Education, Natural disaster, Field study, Questionnaire

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

恐竜渓谷ふくい勝山ジオパークで受け入れた香港からの教育旅行：課題と展望

School Trip from Hong Kong to Dinosaur Valley Fukui Katsuyama Geopark : Challenges and Prospects

*町 澄秋[1]
*Sumiaki Machi[1]

1. 恐竜渓谷ふくい勝山ジオパーク推進協議会
1. Dinosaur Valley Fukui Katsuyama Geopark Promotion Council

Dinosaur Valley Fukui Katsuyama Geopark is located at mountainous region, Fukui Prefecture, Japan. As you can understand from the name of geopark, the region is famous for dinosaur fossils excavation. 5 named dinosaurs have been discovered from Tetori group (early Cretaceous) so far (Azuma & Currie, 2000; Kobayashi & Azuma, 2003; Azuma & Shibata, 2010; Shibata & Azuma, 2015; Azuma et al., 2016). And there are various beautiful landscapes, formed by old volcanic activities and river flows (Kuzuryu rive and its branches).
Fukui Prefectural Dinosaur Museum is very famous in Japan and probably there are many visitors for school trip every year. However, most of them visit there and leave Katsuyama. This has been an old problem of Katsuyama city since the museum was established. We accepted school trip from Hong Kong Chinese Women's Club Fung Yiu King Middle School. We report challenges and prospects about accepting the students trip and guiding them.

キーワード：恐竜渓谷ふくい勝山ジオパーク、教育旅行、香港ユネスコ世界ジオパーク
Keywords: Dinosauar Valley Fukui Katsuyama Geopark, school trip, Hong Kong UNESCO Global Geopark

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

熊野古道大辺路刈り開き隊の活動概要
Outline of the activities of the Kumano Kodo Ohechi Rangers

*神保 圭志[1]
*Keishi Jimbo[1]

1. 南紀熊野ジオパーク ・ガイドの会
1. Nanki Kumano Geopark Guide Club

熊野古道大辺路刈り開き隊の活動概要

これまでの活動

熊野信仰の中心地である熊野三山への参詣道（熊野古道）のうち、海岸回りで平地が少ない大辺路は近代になって古道の道筋に重なるかたちで鉄道や自動車道の敷設がすすみ、使われなくなった古道は、その道筋も不明になることが多かった。こうした中、失われた古道の探索活動を行なっていた有志が熊野古道大辺路刈り開き隊を2004年に結成。古老からの聞き取りや明治初期の古地図に残されたルートの探索などから海岸段丘を上下する古道を発見することができた。海岸段丘には住宅が建てられ、イモや麦をつくっていた耕作地は放棄され、古道は倒木や土砂に埋もれ、シダが茂って存在すら忘れられていた。こうして大辺路刈り開き隊の地道な活動によって、田辺市から那智勝浦町に至る約120kmに至る大辺路の道筋がほぼ明らかになり、古道、町道、県道、国道を繋いで歩くことができるようになった。こうした活動が実を結び、世界遺産「紀伊山地の霊場と参詣道」への大辺路の登録区間は当初登録の10kmに新たに4kmが2017年に追加された。大辺路の調査活動が一段落した2014年ごろから、かつて大辺路と並ぶ主要街道であった上富田町から串本町古座に至る古座街道80kmを調査し、ルートすべてを歩けるように整備した。大辺路と古座街道沿道には南紀熊野ジオパークの主要ジオサイトが点在し、また吉野熊野国立公園や県立自然公園エリアでもあり、大辺路刈り開き隊隊員の多くがジオパークガイド養成講座を終了、自然公園指導員にも登録するなどして、ガイドや自然保護活動を行なっている。また、大辺路沿線の熊野灘の古式捕鯨遺産が「日本遺産-鯨とともに生きる」に認定されたことから、隊員の多くが日本遺産のガイド講習も受講し、このガイド活動も合わせて行っている。

地域への効果、反響

中世以来、上皇の熊野詣ルートであった中辺路などと比べ、知名度、通行量で劣る大辺路であったが、隊員の手によるイラストマップの作成、道標設置、観光協会や旅行会社と協力したガイドウォーク実施、地域の高校の世界遺産学習の一環として生徒との道普請活動実施などを積極的に行い、普及啓発活動につとめている。とくに古座街道は古道としての目新しさが注目を集め、従来の古道歩きを経験した層にアピールして、旅行会社の主催ウォークで、３年間にのべ1500人以上の集客があった。

反省点、改善点

近年インバウンドの外国人客で賑わう中辺路などと比べ、大辺路への外国人の出足はあまり多くない。原因のひとつとして、英文など外国語のマップや道標などの情報発信力に劣る点があげられる。大辺路は海浜風景に優れ、ジオパーク、世界遺産、自然公園、日本遺産などの資源に恵まれており、こうした資産の有効活用を図っていく必要がある。

今後の課題

大辺路や古座街道の古道は、古道のほとんどが植林地内をたどる中辺路とは異なり、暖地性のシイ、カシ類

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

主体の紀伊半島ならではの照葉樹林に覆われた古道ウォークを楽しむことができる。自然豊かな天然林は人工林より自然災害に強いと思われがちだが、昭和30年代に始まった化石燃料へのエネルギー革命によって天然林に人が入ることがなくなり、林内は荒廃がすすみ、台風通過後の天然林沿いの古道は倒木に覆われることになる。さらにイノシシの給餌行動により古道はいたるところ掘削され、荒れてしまい、いくら整備しても、その都度掘り返され、いたちごっこが続く。山林の荒廃は豪雨に弱く、急な出水で谷に架けた丸木橋もしばしば流され、復旧や架け替えが必要になる。また、石畳を敷き詰めた古道は、山腹からの出水によって敷石が流出したり、土砂や木の枝などが流入し荒廃する。石畳道には古来から「あらいごし」という排水路が設けられているが、埋もれて用をなさない場合が多い。古道が現役だった時代は住民総出の道普請が当たり前であったが、車道が整備されるに伴い、それも行われなくなってしまった。大辺路刈り開き隊は世界遺産登録に伴い、古道の定期的にパトロールを行なっており、必要な道普請や道標整備を行なっているが、今後、古道の魅力を伝え、より快適な古道ウォークを提供していくために、一層の保全活動と隊員確保につとめていく必要があると感じている。

キーワード：ジオパーク、熊野古道、保全
Keywords: Geopark, Kumanokodo, maintenance

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ジオ多様性が生み出す、自然遊びの多様性
Diversity of Nature Activities Related Geodiversity

前田 敦司[2]、環境省 近畿地方環境事務所、*郡山 鈴夏[1]、松原 典孝[3]
maeda atsushi[2], Ministry of the Environment Kinki Regional Environment Office, *Suzuka Koriyama[1], Noritaka Matsubara[3]

1. 山陰海岸ジオパーク推進協議会、2. SGAR、3. 兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科
1. Sanin Kaigan Geopark Promotion Council, 2. SGAR, 3. Graduate School of Regional Resource Management, University of Hyogo

山陰海岸ジオパークは山陰海岸国立公園のエリアを中心とした京都府北西部から兵庫県北部、鳥取県北東部に位置する広大な面積を持つユネスコ世界ジオパークである。メインテーマは「日本海形成に伴う多様な地形・地質・風土と人々の暮らし」。

現在、山陰海岸国立公園および山陰海岸ジオパークエリア内には多様なアウトドアアクティビティを行う事業者が存在している。シーカヤック、シュノーケル、ダイビングなど海の活動、山間サイクリング、ツリーイングなど山の活動、スキー、スノーシューなど雪を使った活動、砂丘地を使ったサンドボードや岩場を使ったラバートレッキングなど様々なアクティビティが３府県内20を超える事業者によって営業されている。

それぞれのアクティビティにはそれぞれ適した地形要因が存在し、多様なアクティビティが存在する背景には多様な地形地質の存在が必要不可欠である。本発表では山陰海岸ジオパークで行われている多様なアクティビティとそれらを生み出した山陰海岸の多様な地形地質についてつながりを持って説明する。

また、エリア内のアクティビティ事業者は「山陰海岸ジオパークアクティビティ連絡会（SGAR）」を立ち上げ、合同で関西圏でのプロモーションや共通パンフレットの作成などを行っている。環境省・ジオパーク協議会・アクティビティ事業者の連携によって生まれた新たな活動についても合わせて報告をおこなう。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

住民による地域の科学的重要性の理解～山陰海岸ジオパークの例～
Understanding of regional scientific importance by local Residents –In case of San’ in Kaigan UNESCO Global Geopark

*松原 典孝[1]
*Noritaka Matsubara[1]

1. 兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科
1. Graduate School of Regional Resource Management, University of Hyogo

ジオパークでは，地球活動を理解し，多様な地球活動によって生じた地域の多様性を守り，地球との相互作用によって成長している地域そのものを持続することが求められる．多様な地域を持続させるためには，地域そのものの重要な構成要素である住民がそれぞれの地域で積極的に活動することが重要である．しかし，地球活動はその活動の時間スケールが長いこともあり認識することは難しく，地域の特性も多くの場合生活の一部として溶け込んでいるためにその特性や重要性に住民が気づくことは少ない．そのため，住民のジオパークへの積極参加は簡単ではない．

山陰海岸ユネスコ世界ジオパークでは，住民の積極参加と地域の地球科学的特性や重要性の理解を促進させるために，住民と対話しながらジオパーク活動を推進している．本講演では，住民とのコミュニケーションを重視したジオパーク活動とその成果について論ずる．

キーワード：ジオパーク、ジオ・コミュニケーション、地球現象
Keywords: geopark, geo-communication, earth's phenomenon

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

いくつかのジオパークにおける大名の墓に使用されている石材 ー山陰海岸、島根半島・宍道湖中海、萩ジオパークー Stones forming tombs of feudal lords during Edo period in some geoparks located along the coast of the Sea of Japan

*先山 徹[1]
*Tohru Sakiyama[1]

1. 兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科
1. Graduate School of Regional Resource Management, University of Hyogo

歴史的な石造物の中で製作年の明らかな石材について、その産地を同定することは過去の流通経路や経済圏などの変遷を知る手掛かりとなる。その中で大名の墓所には多数の墓石が存在し、それぞれに年号が入れられているため、年代ごとの使用石材の変遷が分かる。また、その大名家ごとに似たコンセプトで造られ、それによって石材の種類にもある程度まとまりが見られる傾向がある。中国地方の日本海沿岸にあたる山陰海岸ジオパーク、島根半島・宍道湖中海ジオパーク、萩ジオパークは、それぞれに大名の墓所を有し、当時の流通などを考えるときに重要な位置づけとなる。そこで、これらについてその産地推定のための調査を行った。

なお、石造物の石材を同定するためには非破壊での検討が必要となるため、帯磁率の測定と岩相の記載によって産地の推定を行った。

山陰海岸ジオパークでは、鳥取藩主池田家の墓所があり、初代光仲（1693年没）から11代慶栄（1850年没）までの藩主が祀られている。これらの墓は亀の形をした台の上に板状の碑が建てられている。これらの多くはカリ長石が白色の中粒黒雲母花崗岩からなる。帯磁率は0.1×10^{-3}SI以下の低帯磁率を有する。鳥取県教育委員会によると、これらの多くは鳥取市南部の用瀬地域の花崗岩石材とされている。用瀬花崗岩は山陰帯には希なチタン鉄鉱系花崗岩であり（Ishihara, 1984；先山, 1986・2005）、岩相もよく似ている。このことから多くの石材は用瀬花崗岩起源と考えられるが、一部亀の部分は帯磁率が２～３$\times10^{-3}$SI程度の花崗岩が存在する。これらはカリ長石が桃色を呈し、六甲花崗岩と類似する。これらの時代的変遷は不明瞭であった。

島根半島・宍道湖中海ジオパークでは、松江市の月照寺に松江藩主の初代松平直政（1666年没）から９代斉貴（1863年没）までの墓が存在する。これらのうち初代から４代透（1705年没）の墓石は全て0.1×10^{-3}SI程度の低帯磁率を有する粗粒黒雲母花崗岩である。これらと同様の岩石は松江周辺の山陽帯では見出されず、むしろ山陽帯の花崗岩に類似する。カリ長石が白色を呈する点も含めて考えると小豆島や北木島などの瀬戸内島嶼部の可能性が高い。それに対して５代目の宣維（1731年没）以降9代目斉貴までは全て同様の見かけの角閃石黒雲母花崗閃緑岩で苦鉄質包有岩を多く含む。帯磁率は17～21$\times10^{-3}$SI程度で山陰帯の花崗閃緑岩に相当する。山地を特定するには至らなかったが、4代目と5代目の境界である18世紀初頭に石材産地が山陽帯から地元である山陰帯に変化したと考えられる。

萩ジオパーク東部の須佐では、益田氏の20代元祥（1640年没）から33代親施（1864年）までの墓が存在する。益田氏は萩へ移動する前は益田市を拠点としていたため、これ以前の墓は益田市にある。益田市にある益田氏の墓は11代兼見（1392年没）から19代藤兼（1597年没）までのものがあり、これまでの調査でそれらの大部分は六甲山の花崗岩であることが知られている（市村編，2013）。その後に続く須佐の墓は、年代によって石材がばらつき、21・22・27・28代は主体が六甲花崗岩であるのに対し、20・29・30・31・32・33代は帯磁率が低い黒雲母花崗岩である。萩市の場合、萩城近くの指月山に採石場の跡が残されており、これらは帯磁率が低い山陽帯の花崗岩である。萩城の石垣を構成する岩石の大部分がこの産地からのものであり、毛利家墓所の岩石の大部分も指月山の花崗岩である。これらのことから、当初は六甲山の花崗岩の利用が多かったが、次第に地元の岩石の利用へ移り変わっていったことを示している。

山陰海岸、島根半島・宍道湖中海、萩の各ジオパークを見る限り、全体的な傾向として瀬戸内地域の花崗岩の利用から地元の花崗岩の利用へと移り変わる傾向が見られた。それは山陰地域における加工技術の進歩に依

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

存するものなのかもしれない。

キーワード：花崗岩、ジオパーク、石造物、帯磁率
Keywords: granite, geopark, stone material, magnetic susceptibility

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

大地を魅せるサイエンスデザイン
Science Design to make the earth attractive

*笹岡 美穂[1]、Mine秋吉台 ジオパーク[2]
*Miho Sasaoka[1], Mine-Akiyoshidai Geopark[2]

1. 高知大学／株式会社SASAMI-GEO-SCIENCE、2. Mine秋吉台ジオパーク
1. Kochi University / SASAMI-GEO-SCIENCE, Inc., 2. Mine-Akiyoshidai Karst Plateau Geopark

ジオパークは地球科学という科学の枠組みを超えて，大地と人々の暮らしとその地域の生業を関連づけ，過去から未来を示していく活動が期待されていると私は考えています．そのためには，多様な人々に対して多様な入り口を設けることが必要になってきます．

この発表では，サイエンスデザインの視点から，これまで私が一般に対して行ってきた全く新しい取り組みを紹介しながら，ジオパークのこれからの活動について一緒に考える機会を持ちたいと考えています．

キーワード：サイエンスデザイン、多様な視点
Keywords: science design, diverse perspectives

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Mine秋吉台ジオパークの「地球に寄り添い、人と支え合う」活動
‘Be one with the earth; help each other’ : the Geopark activities of Mine-Akiyoshidai Karst Plateau Geopark

*小原 北士[1]、村谷 智子[1]、Tristan Gray[1]、柚洞 一央[2]、脇田 浩二[3]
*Hokuto Obara[1], Tomoko Muratani[1], Tristan Gray[1], Kazuhiro Yuhora[2], Koji Wakita[3]

1. Mine秋吉台ジオパーク推進協議会、2. 公立鳥取環境大学、3. 山口大学
1. Mine-Akiyoshidai Karst Plateau Geopark Promotion Council, 2. Tottori University of Environmental Studies, 3. Yamaguchi University

Mine秋吉台ジオパークでは、ジオパーク活動は全て「地球に寄り添い、人と支え合う」というコンセプトのもとで行われる。これは、大自然が作り出した地球科学遺産を保全し、活用することで、人々の心の中に平和が生じるという、持続可能な開発目標（SDGs）の実現に向けた取組である。本発表では、このコンセプトが具体的に何を意味しているかを説明する。また、ユネスコ世界ジオパーク認定を目指しているMine秋吉台ジオパークが既に実施した活動とその効果、そしてこれからの活動を紹介する。

キーワード：Mine秋吉台ジオパーク、日本ジオパーク、ジオパーク活動、持続可能な開発目標
Keywords: Mine-Akiyoshidai Karst Plateau Geopark, Japanese Geoparks, geopark activity, Sustainable Development Goals

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

四国西予ジオパーク須崎海岸の見どころー黒瀬川構造帯4億年前の地層ー
Highlights of Suzaki Coast, Shikoku Seiyo Geopark - Kurosegawa Tectonic Zone, geologic strata of 400 million years ago -

*中村 千怜[1]、辻 智大[2]、- 四国西予ジオパーク推進協議会[3]
*Chisato Nakamura[1], Tomohiro Tsuji[2], Shikoku Seiyo Geopark Promotion Council -[3]

1.（株）ナイバ、2.（株）四国総合研究所、3. 西予市
1. NAIBA Co. Ltd., 2. Shikoku Research Institute INC., 3. Seiyo City

黒瀬川構造帯は主に大陸地殻を構成する岩石（花崗岩・変成岩）や大陸周辺の浅い海で堆積した地層（凝灰岩・石灰岩など）からなる．赤道近くにあった超大陸パンゲアが分裂した破片がプレートにのって大陸に衝突したものと考えられている．愛媛県の南西，西予市三瓶町にある須崎海岸は四国西予ジオパークのジオサイトである．ここでは，黒瀬川構造帯に属する4億年前の酸性凝灰岩の地層を，国内で唯一，遊歩道沿いに300mにも渡って観察でき，縦じまの地層によるダイナミックな景観を体感することができる．加えて，凝灰角礫岩や貫入岩が凝灰岩中に見られ，様々なイベントがあったことを示唆する．本発表では，これらの地層の見どころを紹介し，どのように地層が形成されたかを解説する．

【酸性凝灰岩】凝灰岩層は火山灰が固まってできた岩石であり，泥質部と砂質部の互層をなしている．級化や荷重痕といった混濁流堆積物（タービダイト）に見られる構造が見られる．槇坂・加藤（1983）で凝灰岩は北東側ほど上位層であると推定され、今回薄片においても級下を確認し，追認することができた．細粒な凝灰岩中に粗粒な火山灰由来の長石などの粒子が観察された．これらのことから，火山活動が活発な大陸もしくは成熟した島弧の近海で凝灰岩は形成されたと推定される．凝灰岩が300mも堆積したということは，長期にわたる火成活動が安定してあったことを意味する．また，保存状態の良い放散虫化石が認められる層準もあるため，放散虫化石の年代から火成活動の時期の特定が期待される．

【凝灰角礫岩】浅海に生息するサンゴの化石を含む凝灰角礫岩が不整合で凝灰岩を覆う．凝灰角礫岩層は淘汰が悪く，塊状無層理で，基底部に上方粗粒化が見られる．このことから，凝灰角礫岩層は山体崩壊あるいは海底地すべりで形成された崩壊堆積物であり，それらがより深海底に流れ込んだものであると推定される．

【貫入岩】遊歩道の西部にて，いくつかの貫入岩が見られた．貫入岩は凝灰岩層の層状構造を切り，塊状で板状節理が発達している．また，細粒で均質な組織を示す．貫入岩の存在は，酸性凝灰岩堆積場において火成活動があったことを意味するため，今後の詳細な検討が望まれる．

このように，須崎海岸では大陸ないし島弧周辺の海域で凝灰岩が堆積した様子を見ることができる大変珍しい場所である．須崎海岸は日本列島の生い立ちを解明するために学術的に重要な地質であるとともに，一般の方にも魅力を感じていただけるジオサイトでもある．発表では，その他にも須崎海岸で見られる様々な地球科学的な見どころを紹介する．

【引用文献】槇坂・加藤（1983）愛媛県三瓶町より中期古生代サンゴ化石の発見．地質学雑誌，89，723-726.

キーワード：四国西予ジオパーク、黒瀬川構造帯、酸性凝灰岩、貫入岩、崩壊堆積物、放散虫化石
Keywords: Shikoku Seiyo Geopark, Kurosegawa tectonic zone, acidic tuff, intrusive rock, debris flow deposit, radiolarian fossil

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

平成29年再認定審査および平成30年7月豪雨を受けての四国西予ジオパークにおける取り組み
The Efforts of the Shikoku Seiyo Geopark after the revalidation from JGN council and the 2018 Japan Floods.

*榊山 匠[1]、土居 文人[1]、宇都宮 弘志郎[1]、高橋 司[1]
*Takumi Sakakiyama[1], Fumito Doi[1], Koshiro Utsunomiya[1], Tsukasa Takahashi[1]

1. 四国西予ジオパーク推進協議会
1. Shikoku Seiyo Geopark Promotion Council

四国西予ジオパークでは、一昨年前に日本ジオパーク委員会による再認定審査を受け、平成29年12月22日に再認定された。再認定後も積極的なジオパーク活動を行っていたが、平成30年7月豪雨に見舞われ、西予市でも多数の斜面崩壊や家屋の浸水被害が生じ、6名の死者を出した。四国西予ジオパーク内においても23ヶ所あるジオサイトのうち5カ所が被害を受け、2ヶ所は現在でも一般の観光客の立ち入りを制限する状態が続いている。

このような事態を受けて、四国西予ジオパーク推進協議会ではより多くの人たちに、自分たちが住む土地の成り立ちへの一層の関心を向けるべく、「せいよ自然と暮らしのカレッジ」と題した講座を開催した。そこでは、郷土史や地形の成り立ちに詳しい講師とともにフィールドワークを行ったり、ガイドの養成やジオパークの活用方法について学ぶ講座を実施してきた。とりわけフィールドワークにおいて、参加者は普段から慣れ親しんだ地域の景色を見ながら土地の成り立ちの解説を受けることで、これまでと異なる「気付き」を得ることができた。また学校教育との連携においては、被災したジオサイトの学校見学を受け入れ、一年を通じたジオパーク学習を実施した学校で題材の一つとして取り扱った。

また指摘事項に対する取り組みとして、平成30年度の活動において一般観光客にも興味を持ってもらえるようなストーリーを模索している。協議会内の各部会やジオガイドネットワークの定例会においてキーワードを共有するとともに、カレッジにおける参加者とも検討を重ねている。さらに四国西予ジオパークガイドブックの作成や、市内の事業所と連携したジオパーク応援店の設置、新たな特産品のジオブランド化など、産業や商業との連携も実を結びつつある。一方で、行政としての災害対応とジオパーク推進室としての業務遂行の両立が困難であるという課題にも直面した。今後はこうした課題をJGNで共有していくこととともに、新たに製作した防災教材を活用して、自分たちが住んでいる地域の成り立ちに関心を向ける活動を充実させていく予定である。

キーワード：ジオパーク、西予市、再認定、平成30年7月豪雨
Keywords: Geopark, Seiyo City, revalidation, 2018 Japan floods

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

”四国のまんなか”で地球と人々の歴史文化のつながりを楽しむ方法
Method of enjoying relationships with the earth and culture in "the central Shikoku island".

*殿谷 梓[1,2]、中尾 佳那[1,2]、石井 和美[2]、阿佐 拓馬[3]、佐川 颯一朗[3]、西成 賢志[3]、山本 伊織[3]、平尾 尚史[3]、中川 敬司[3]
*Azusa Tonotani[1,2], Kana Nakao[1,2], Kazuyoshi Ishii[2], Takuma Asa[3], Soichiro Sagawa[3], Kenshi Nishinari[3], Iori Yamamoto[3], Hisashi Hirao[3], Keiji Nakagawa[3]

1. 三好市役所地方創生推進課、2. みよしジオガイドの会、3. 徳島県立池田高校
1. Miyoshi city office, 2. Geoguides of Miyoshi city, 3. Tokushima prefectural Ikeda high school

四国のまんなかと称される徳島県三好市は,ソラと呼ばれる四国山地・讃岐山脈からなる山間部のエリアと,マチと呼ばれる平野部のエリアから構成されている.ソラでは地すべりによって形成された緩やかな山の斜面に集落が点在しており,その地形の上で暮らすための数多くの工夫を農業・建築・風習の中で見つけることができる.一方でマチでは,吉野川によって築かれた河成段丘や中央構造線の活動によって形成された大地の上に人が住み,そこでは吉野川を活用した水運業や刻みたばこ産業が栄えた.

このように大地の活動と人々の文化の関係性を深く見ることのできる三好市は,現在日本ジオパーク認定を目指す活動を推進している.

三好市を訪れた人々や地域住民に,地球と人々の歴史文化のつながりを楽しんでもらうための取り組みの一つとして,ジオツアーを行っている.今回の発表では,１）研究者が行うジオツアー,２）専門員が行うジオツアー,３）ジオガイドが行うジオツアー,４）高校生が行うジオツアーの４つを紹介する.

キーワード：ジオツアー、中央構造線
Keywords: Geotour, Median Techtonic Line

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ジオパークにおける研究と学校教育との橋渡し：室戸ユネスコジオパークの研究助成による事例

Bridge of scientific research to school education in a geopark, using a research fund of Muroto UNESCO Geopark

*植木 岳雪[1]
*Takeyuki Ueki[1]

1. 千葉科学大学危機管理学部
1. Faculty of Risk and Crisis Management, Chiba Institute of Science

ジオパークにおける活動は，保護・保全，教育，ジオツーリズムの3要素からなり，それらの順番に重なる．ジオパークにおける調査・研究は，保護・保全の活動に関係し，既存のジオサイトの価値づけや，価値のあるジオサイトの発掘のためにあると思われる．一方，調査・研究と教育を関係させ，学校教育や生涯学習の一環として地域の住民に成果を還元することも考えられる．そのような例として，成果報告会のような成人を対象とした講演会やセミナーが行われているが，学校と連携した活動はないようである．室戸ユネスコジオパークの研究助成によって，河成段丘の記載と編年を目的として，段丘上の小・中学校の敷地でボーリング掘削調査を行った．その際に，小・中学生はボーリング掘削の作業の様子を見学し，学校周辺を歩きながら地形地質を観察した．また，室内でボーリングコアを半割りして，コアを観察し，環境の変化を推定した．本発表では，このような研究と学校教育との橋渡しの実践を紹介する．

キーワード：橋渡し、研究、学校教育、研究助成、ボーリング掘削
Keywords: bridge, scientific research, school education, research fund, drilling survey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地域住民、行政関係者等と地域を巻き込んで作成した島原半島ユネスコ世界ジオパークの新基本理念

New basic philosophy of Unzen Volcanic Area UNESCO Global Geopark made in union with local residents and government officers.

*森本 拓[1]、大野 希一[1]
*Taku MORIMOTO[1], Marekazu OHNO[1]

1. 島原半島ジオパーク協議会事務局
1. Unzen Volcanic Area Geopark Promotion Office

1.島原半島ジオパークの基本理念の改定に関わる背景

ジオパークの基本理念は、地域の未来に対する将来像を住民、行政、研究者等の多様なステークホルダー内で共有し、その将来像に対する認識をステークホルダー間で統一する上で必要不可欠なものである。またジオパークは地域の持続可能な発展を通じて地域資源を保護・保全することとした活動であるゆえ、その基本理念は地域住民にとってわかりやすく、賛同できるようなものであるべきである。

当時の島原半島ジオパーク推進連絡協議会は、2010年にジオパーク関係者の主導のもとで基本理念を策定した。しかし、ジオパークプログラムが2015年にユネスコの正式事業となって以降、ジオパークプログラムがユネスコの理念の実現に貢献する必要性が出てきた。そのため既存の基本理念は、現況のユネスコ世界ジオパークの理念とズレが生じてきた。

そこで、島原半島ジオパーク協議会は、2018年11月に地域住民や行政関係者等を通じて、ユネスコ世界ジオパークの理念の達成に貢献する島原半島ユネスコ世界ジオパークの新基本理念を策定した。今回は、どのようにこの新基本理念を作成し、それをどのように公表してきたかというプロセスを発表する。

2.新基本理念を考えるための方法とワークショップの流れ

新基本理念の作成には、普段からジオパークの業務に携わる事務局員に加え、様々な立場の人の意見を取り入れるため、環境省、長崎県、島原半島3市（島原市、雲仙市、南島原市）の行政関係者で議論されるプロジェクトチームを立ち上げ、既存の基本理念の問題点や地域の未来について議論を行った。なおこの議論には、ジオパーク認定当初の専門員は参加せず、チームメンバーによる主体的な新しい発想のもとで議論が進められた。全4回実施されたプロジェクト会議では「今後の島原半島をどうするか」をテーマに、KJ法を用いて各々の意見を洗い出し、そこで出された類似した意見をグループ化した。その上で新基本理念に含めるべき言葉を取捨選択し、基本理念の素案をつくっていた。

第1回プロジェクト会議では、「地域の未来像」をテーマに意見の洗い出しを行った。第2回プロジェクト会議では、これまで出た意見の深掘りを行い、それをもとに意見を9つにグループ化した。第3回プロジェクト会議では、今後のジオパークの基本・行動計画を照らし合わせるために、さらに4つのグループに意見を集約した。第4回プロジェクト会議では、これまでの意見から新基本理念に使用する言葉「笑顔」、「誇り」、「幸せ」を抽出、それらをより持続可能に実現するための言葉として「もっと」や「ずっと」というキーワードを加え、新基本理念『島原半島の「笑顔」「誇り」「幸せ」をもっと、そして、ずっと』の素案を作成した。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

3.地域住民に発信した新基本理念

島原半島の未来を考えるために、昨年11月に開催した日本ジオパーク認定10周年記念シンポジウムでは、約230人の高校生を含む幅広い年代の人が、これまでのジオパーク活動の振り返りと島原半島の未来について対話を行った。シンポジウムの参加者から出てきた言葉は、プロジェクトチームで考えた「笑顔」「誇り」「幸せ」等と共通する意見が多くあり、素案として作成した新基本理念は、結果として地域住民の意見を反映させるものになった。新基本理念の素案をシンポジウムの大会宣言とすることで、正式に島原半島ユネスコ世界ジオパークの新基本理念として決定した。

4.新基本理念を実現するための今後の展望

島原半島ジオパーク協議会の新基本理念『島原半島の「笑顔」「誇り」「幸せ」をもっと、そして、ずっと』は、地域の持続可能な発展を念頭においた地域住民が願う地域の未来に対する想いをかたちにした言葉である。地域住民、行政関係者等と一緒になって作成した新基本理念を、今後どのように実現していき、そして様々な人をどのようにジオパーク活動に巻き込むことができるかが課題である。

今後はそれを実現するための基本計画・行動計画を策定し、持続可能な地域作りを通じて地域資源の保護・保全を行なうジオパーク活動の担い手を増やしていきたい。

キーワード：ユネスコ、新基本理念、持続可能な発展、KJ法、プロジェクトチーム、地域住民
Keywords: UNESCO, New basic idea, Sustainable development, Affinity diagram, Project team, Local resident

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

サイトに設置されている解説看板の評価ー島原半島ユネスコ世界ジオパークのサイト「土石流被災家屋保存公園」の例ー

Evaluation of explanation panels settling at geopark’s sites –case study of the explanation panel at a memorial park of houses destroyed by debris flows in Unzen Volcanic Area UNESCO Global Geopark, Japan

太田 千愛[1]、森北 詩音[1]、鬼塚 空夢[1]、森田 達也[1]、大嶋 健心[1]、栗田 悠衣[1]、河添 未夕[1]、東内 敏紀[2]、大窄 紘章[2]、*大野 希一[3]
Sean OTA[1], Shion MORIKITA[1], Kuumu ONIDUKA[1], Tatsuya MORITA[1], Kenshin OSHIMA[1], Yui KURITA[1], Miyu KAWAZOE[1], Toshiki HIGASHIUCHI[2], Hiroaki OSAKO[2], *Marekazu OHNO[3]

1. 長崎県立口加高等学校グローカルコース、2. 長崎県立口加高等学校、3. 島原半島ジオパーク協議会事務局
1. Glocal Course, Nagasaki Prefecture Koka High School, 2. Nagasaki Prefecture Koka High School, 3. Unzen Volcanic Area Geopark Promotion Office

はじめに

地形や地質学に関する専門知識を持たない一般の人や土地勘のない観光客に、ジオパークのサイトの価値を正しく伝え、観光客にジオパークそのものを楽しんでもらうためには、正しくてわかりやすい解説看板（以下、看板）をサイトに設置することが必要不可欠となる。言い換えれば、ジオパークのサイトに設置されている看板は、サイトの価値を地域住民や観光客に伝えるための情報発信ツールである。しかしながら、サイトに設置した看板は、その作成に大変な労力と費用を要するにも関わらず、そこに記述された事柄が、看板閲覧者にどの程度正しく、かつ分かりやすく伝わっているのかを客観的に分析した事例はまだない。そこで我々は、島原半島ユネスコ世界ジオパークの主なサイトのひとつである「土石流被災家屋保存公園」に設置されている看板を例に、既存看板を閲覧した方を対象にヒアリング調査を行った。そしてその結果を踏まえて、デザインや内容を修正した看板を再設置し、閲覧者の看板に対する印象の変化を通じて、サイトにおける解説看板の評価を行った。

手法

今回調査地点としたサイト「土石流被災家屋保存公園」は、1990年から1995年にかけて雲仙火山で発生した平成噴火のうち、1992年8月に発生した土石流によって被災した家屋群を被災当時の姿で保存した公園で、噴火災害の伝承に加え、火山噴火で発生した土石流堆積物の特徴が観察できるという価値を持つ。またこの公園は、道の駅「みずなし本陣ふかえ」の中に位置しているため、観光客数も多く、看板閲覧者に対するヒアリングをしやすい、という利点もある。解析対象とした看板は、2011年3月に島原半島ジオパーク推進連絡協議会（当時の名称）が設置したもので、島原半島世界ジオパークの看板としては比較的初期に建てられたものである。

この既存看板を対象に、2018年8月10日および9月16日に、ビデオカメラを用いて、どのくらいの来訪者がどのくらいの時間看板を見ているのかを調査した。また看板閲覧者に直接ヒアリングを行い、性別、年代、発地に加え、看板の印象（文字数・文字サイズ・写真・説明文の内容）を6段階で評価していただいた。そしてこの評価結果をもとに作成した修正看板を、同年10月14日に設置し、修正看板の閲覧者に対して同様の調査を行った。そしてそれらの結果の比較を通じて、看板全体の質がどのように変化したかとその要因を分析した。

結果

既存看板を閲覧した人の数は、調査人数250名中52名（約21％）、閲覧平均時間は約22秒で、最も長く閲

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

覧した人は63秒であった。これに対し、修正看板は、調査人数204名中34名（約17%）が閲覧した。閲覧平均時間は約17秒、最も長く閲覧した人は62秒で、既存看板のそれより全体的に短くなった。

看板閲覧者の看板に対する印象を、6を最高に6段階で評価して頂いたところ、既存看板については全体印象が4.7、説明文は4.6、写真については4.6となった。これに対し、修正看板は、全体印象は4.6、説明文は4.8、写真については4.7となり、修正看板の方が既存看板に比べて説明文や写真の見やすさに対する評価が若干高くなった一方で、全体の印象は若干下がる、という結果になった。

文字数・文字サイズについては、3.5を文字数および文字サイズの最適値とし、文字数やサイズが多すぎたり大きすぎたりした場合を6、少なすぎたり小さすぎたりした場合を1として、閲覧者に評価していただいた。その結果、既存看板については、文字数の評価は4.1、文字サイズは3.7であったが、修正看板は文字数の評価が4.0、文字サイズは4.0となり、文字数は評価が若干上がった一方で、文字サイズに関する評価は下がる、という結果になった。

考察

既存看板に対する閲覧者の意見は、「文字数が多い」「どこから読み始めればよいかわからない」というものが多かった。そこで修正看板は敢えて文字数を減らし、写真を大きくするデザインとした。その結果、修正看板は既存看板に比べて「わかりやすくなった」という意見の閲覧者が増加した。説明文の評価が向上したにも関わらず、修正看板の閲覧時間が既存看板に比べて短くなったのは、文字数の減少に伴い、閲覧者が短時間で看板を見終えたためと考えられる。一方で、看板の文字数を減らしすぎると、サイトの持つ意義や価値を看板閲覧者に十分に伝えきれなくなる可能性が出てくる。看板の全体印象の低下は、そのデザインに加え、文字数を減らしたことにより、看板そのものが提供する情報が減少した事に起因した可能性がある。

今後の展望

ジオパークのサイトは、伝えるべき何らかの学術的価値を必ず有している。その価値を正しく、分かりやすく伝えることができる看板が、優れた看板であると言える。しかし今回は、サイトが有する価値やこのサイトを訪問する来訪者の背景やニーズを詳しく検討することなく、その内容及びデザインの変更を行っており、改善の余地がある。今後は、土石流被災家屋保存公園を訪れる訪問者のニーズと、このサイトが伝えるべき学術的価値を把握したうえで、看板のデザインや内容をさらに改良し、よりよい看板の作成に向けた調査を継続していく予定である。

キーワード：島原半島ユネスコ世界ジオパーク、ジオパーク、土石流被災家屋保存公園、解説看板、評価
Keywords: Unzen Volcanic Area UNESCO Global Geopark, Geopark, A memorial park of houses destroyed by debris flows, Explanation panels, Evaluation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ジオパークを活用したESD-SDGs推進モデル開発事業（ジオパークの教育コンテンツ調査を含む）

ESD-SDGs Promotion Model Development utilizing Geoparks including the basic research on the contents of educational programs in Geoparks in Japan

朝日 克彦[1]、市橋 弥生[1]、小河原 孝彦[1]、片野 忍[1]、栗原 憲一[1]、*郡山 鈴夏[1]、小林 猛生[1]、下村 圭[1]、鈴木 雄介[1]、竹之内 耕[1]、日比野 剛[1]、藤島 純[1]、古澤 加奈[1]、堀内 悠[1]、水野 恵美子[1]、三山 耕[1]、山岡 勇太[1]、山口 珠美[1]、山崎 由貴子[1]、山本 隆太[1]、横山 光[1]
Katsuhiko Asahi[1], Yayoi Ichihasi[1], Takahiko Ogawara[1], Shinobu Katano[1], Ken'ichi Kurihara[1], *Suzuka Koriyama[1], Takeo Kobayashi[1], kei Shimomura[1], Yusuke Suzuki[1], Ko Takenouchi[1], Tsuyoshi Hibino[1], Jun Fujishima[1], Kana Furusawa[1], Yu Horiuchi[1], Emiko Mizuno[1], Ko Miyama[1], Yuta Yamaoka[1], Tamami Yamaguchi[1], Yukiko Yamasaki[1], Ryuta Yamamoto[1], Hikaru Yokoyama[1]

1. 日本ジオパークネットワーク
1. Japanese Geoparks Network

日本ジオパークネットワーク（JGN）では、平成30年度日本ユネスコ国内委員会ユネスコ活動費補助金を活用し、ジオパークを活用したESD_SDGs実践モデルの開発・普及による持続可能な社会づくりの担い手育成を目的とした事業を開始した。日本国内の全ジオパークを対象に、ジオパークを活用した教育コンテンツ調査を実施し、ジオパーク教育コンテンツ活用のための基盤を固めた。また、調査結果を教育旅行の推進に活用すべく教育旅行ニーズ調査を実施した。

さらに、次の５つのジオパークESD実践モデル開発に着手した。

①ユネスコスクールジオパーク活用ESDモデル
②小中学校ジオパークESD実践モデル
③高校ジオパークESD実践モデル
④ミュージアムジオパークESDモデル
⑤ジオパークESD海外発信モデル

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_3

[O-08] ジオパークで地球活動をイメージする ージオ多様性の大切さを知ろうー

コンビーナ:松原 典孝(兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科)、市橋 弥生(佐渡ジオパーク推進協議会)、小原 北士(Mine秋吉台ジオパーク推進協議会)、大野 希一(島原半島ジオパーク協議会事務局)

ユネスコ世界ジオパークは，地球のジオ多様性を守ることの重要性と意義を広く世界へ発信している．地球活動を理解するためには，各地に分布するジオヘリテージ（地形・地質などの地球遺産）から，それぞれが記録する地球の多様な活動を読み取り，どのようなことが過去に起きたのかをイメージする必要があるが，専門的知識を有しない一般人や地域住民にとってそれは簡単ではない．各ジオパークでは，専門家やガイドなどの地域の方々が地球の活動に関わる現象や人と地球の関わりを解明し，ガイドツアーやアクティビティなどを通じて，一般の人にその楽しさや大切さを伝えている．本セッションでは，各ジオパークの活動例を通じて地球のジオ多様性がいかに素晴らしく，それを守ることにどういう意義があるのかを広く発信するとともに, どうすれば地球現象を一般住民にイメージさせることができるのかを議論する.

[O08-P01] 三笠ジオパークの体験型ジオツアーの実施における参加者の推移及び変遷に関する分析について

*下村 圭[1,2]、上口 壮太[1,2] (1.三笠ジオパーク推進協議会、2.三笠市経済建設部商工観光課　地域開発・ジオパーク推進係)

[O08-P02] SDGsを通じた洞爺湖有珠山ジオパークの再評価と利用促進のための戦略

*加賀谷 にれ[1] (1.洞爺湖有珠山ジオパーク推進協議会)

[O08-P03] アポイ岳ジオパークのジオ多様性を伝える方法の検討 -エリア外ジオツアーの取り組みを通して-

*加藤 聡美[1] (1.様似町役場)

[O08-P04] ジオサイト清掃活動から地球環境問題へ

*石川 智[1]、小池 拓矢[1] (1.下北ジオパーク推進協議会)

[O08-P05] 質問の出るジオサイト・出ないジオサイト：男鹿半島・大潟ジオパークの例

*川村 教一[1] (1.秋田大学教育文化学部)

[O08-P06] ゆざわジオパークに生息する生物にとり噴気孔や豪雪は好ましい環境か？
ヤマタヌキラン (*Carex angustisquam*a) やユキツバキ (*Camellia rusticana*) を対象としてガイド案内を考える.

*髙柳 春希[1] (1.湯沢市ジオパーク推進協議会)

[O08-P07] **ジオサイトの評価とその活用―三陸ジオパークを例として**

*長田 翔[1]、高木 秀雄[2] (1.早稲田大学教育学部理学科地球科学専修、2.早稲田大学教育・総合科学学術院)

[O08-P08] **国立青少年自然の家とジオパークがつくる自然体験プログラムー「子ども環境探検隊」を例にー**

*原田 拓也[1]、小林 美月[1]、山田 健一[2]、安達 章美[2] (1.栗駒山麓ジオパーク推進協議会、2.国立花山青少年自然の家)

[O08-P09] 磐梯山ジオパークにおけるジオサイトの再検討

*竹谷 陽二郎[1]、佐藤 公[2]、蓮岡 真[1] (1.磐梯山ジオパーク協議会、2.磐梯山噴火記念館)

[O08-P10] イエローカードを受けて～佐渡ジオパークの取り組みと今後～

*市橋 弥生[1] (1.佐渡ジオパーク推進協議会)

[O08-P11] 佐渡ジオパークにおけるジオサイトの設定手法と活用について

*貞包 健良[1]、市橋 弥生[1]、相田 満久[1] (1.佐渡ジオパーク推進協議会)

[O08-P12] 統計データから振り返る糸魚川ユネスコ世界ジオパークの10年

*小河原 孝彦[1]、竹之内 耕[1]、茨木 洋介[1]、小林 猛生[2] (1.フォッサマグナミュージアム、2.糸魚川市ジオパーク推進室)

[O08-P13] ジオサイトにおける地形表現の活用 〜茨城県北ジオパーク構想での事例〜

*石川 剛[1]、鈴木 敬子[1]、小荒井 衛[2]、今泉 利架[3]、武田 直樹[4] (1.株式会社 東京地図研究社、2.茨城大学理学部、3.朝日航洋 株式会社、4.茨城大学ジオパーク推進室)

[O08-P14] ジオパーク秩父の34ジオサイトの評価とその活用

*高木 秀雄[1]、廣瀬 智美[2] (1.早稲田大学教育・総合科学学術院、2.早稲田大学教育学部)

[O08-P16] さらなる飛躍を目指す箱根ジオパーク

村山 一郎[1]、片野 忍[1]、*奥津 悠介[1] (1.箱根ジオパーク推進協議会)

[O08-P17] 住民科学による離島航路就航予報とその評価：伊豆大島を例に

中村 一弘[2]、橋本 樹里[1]、*臼井 里佳[1]、寺本 雄一郎[1]、西谷 香奈[3] (1.伊豆大島ジオパーク推進委員会、2.元東京都立大島高等学校教諭、3.グローバルネイチャークラブ)

[O08-P18] 南アルプスジオパーク　教育・普及活動のためのプログラムの開発

*小澤 恵理[1]、北原 孝浩[1]、唐澤 愛里[1] (1.南アルプス（中央構造線エリア）ジオパーク協議会)

[O08-P19] 立山黒部ジオパークの現状と課題　―条件付き再認定を受けて―

*山岡 勇太[1]、竹内 章[1]、飯田 肇[2]、今井 喜義[1]、金子 一夫[1]、志村 幸光[1]、稲村 修[3]、王生 透[4]、今堀 喜一[1]、小谷 智志[1] (1.一般社団法人立山黒部ジオパーク協会、2.富山県立山カルデラ砂防博物館、3.魚津水族館、4.黒部市教育委員会生涯学習課)

[O08-P20] 白山手取川ジオパークにおける道の駅設置ジオパークパンフレット持ち出し数の増減調査

*中野 加織里[1]、日比野 剛[1]、大西 龍一[1] (1.白山手取川ジオパーク推進協議会)

[O08-P21] ジオパークを活用した地球科学の普及活動「石の標本づくり in 白山手取川ジオパーク」

*鬼頭 雄也[1]、平井 佐利[1]、玉村 清文[1]、日比野 剛[2]、中野 加織里[2]、森下 知晃[3]、平松 良浩[3]、浜田 麻希[3] (1.（一社）石川県地質調査業協会、2.白山手取川ジオパーク推進協議会、3.金沢大学)

[O08-P22] 恐竜渓谷ふくい勝山ジオパークで受け入れた香港からの教育旅行：課題と展望

*町 澄秋[1] (1.恐竜渓谷ふくい勝山ジオパーク推進協議会)

[O08-P23] 熊野古道大辺路刈り開き隊の活動概要

*神保 圭志[1] (1.南紀熊野ジオパーク ・ガイドの会)

[O08-P24] ジオ多様性が生み出す、自然遊びの多様性

前田 敦司[2]、環境省 近畿地方環境事務所、*郡山 鈴夏[1]、松原 典孝[3] (1.山陰海岸ジオパーク推進協議会、2.SGAR、3.兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科)

[O08-P25] 住民による地域の科学的重要性の理解〜山陰海岸ジオパークの例〜

*松原 典孝[1] (1.兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科)

[O08-P26] いくつかのジオパークにおける大名の墓に使用されている石材
－山陰海岸、島根半島・宍道湖中海、萩ジオパーク－

*先山 徹[1] (1.兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科)

[O08-P27] 大地を魅せるサイエンスデザイン

*笹岡 美穂[1]、Mine秋吉台 ジオパーク[2] (1.高知大学／株式会社SASAMI-GEO-SCIENCE、2.Mine秋吉台ジオパーク)

[O08-P28] Mine秋吉台ジオパークの「地球に寄り添い、人と支え合う」活動

*小原 北士[1]、村谷 智子[1]、Tristan Gray[1]、柚洞 一央[2]、脇田 浩二[3] (1.Mine秋吉台ジオパーク推進協議会、2.公立鳥取環境大学、3.山口大学)

[O08-P29] 四国西予ジオパーク須崎海岸の見どころ―黒瀬川構造帯4億年前の地層―

*中村 千怜[1]、辻 智大[2]、 四国西予ジオパーク推進協議会[3] (1.（株）ナイバ、2.（株）四国総合研究所、3.西予市)

[O08-P30] 平成29年再認定審査および平成30年7月豪雨を受けての四国西予ジオパークにおける取り組み

*榊山 匠[1]、土居 文人[1]、宇都宮 弘志郎[1]、高橋 司[1] (1.四国西予ジオパーク推進協議会)

[O08-P31] ”四国のまんなか”で地球と人々の歴史文化のつながりを楽しむ方法

*殿谷 梓[1,2]、中尾 佳那[1,2]、石井 和美[2]、阿佐 拓馬[3]、佐川 颯一朗[3]、西成 賢志[3]、山本 伊織[3]、平尾 尚史[3]、中川 敬司[3] (1.三好市役所地方創生推進課、2.みよしジオガイドの会、3.徳島県立池田高校)

[O08-P32] ジオパークにおける研究と学校教育との橋渡し：室戸ユネスコジオパークの研究助成による事例

*植木 岳雪[1] (1.千葉科学大学危機管理学部)

[O08-P33] 地域住民、行政関係者等と地域を巻き込んで作成した島原半島ユネスコ世界ジオパークの新基本理念

*森本 拓[1]、大野 希一[1] (1.島原半島ジオパーク協議会事務局)

[O08-P34] サイトに設置されている解説看板の評価－島原半島ユネスコ世界ジオパークのサイト「土石流被災家屋保存公園」の例―

太田 千愛[1]、森北 詩音[1]、鬼塚 空夢[1]、森田 達也[1]、大嶋 健心[1]、栗田 悠衣[1]、河添 未夕[1]、東内 敏紀[2]、大窄 紘章[2]、*大野 希一[3] (1.長崎県立口加高等学校グローカルコース、2.長崎県立口加高等学校、3.島原半島ジオパーク協議会事務局)

[O08-P35] ジオパークを活用したESD-SDGs推進モデル開発事業（ジオパークの教育コンテンツ調査を含む）

朝日 克彦[1]、市橋 弥生[1]、小河原 孝彦[1]、片野 忍[1]、栗原 憲一[1]、*郡山 鈴夏[1]、小林 猛生[1]、下村 圭[1]、鈴木 雄介[1]、竹之内 耕[1]、日比野 剛[1]、藤島 純[1]、古澤 加奈[1]、堀内 悠[1]、水野 恵美子[1]、三山 耕[1]、山岡 勇太[1]、山口 珠美[1]、山崎 由貴子[1]、山本 隆太[1]、横山 光[1] (1.日本ジオパークネットワーク)

三笠ジオパークの体験型ジオツアーの実施における参加者の推移及び変遷に関する分析について

An analysis of the implementation of Mikasa Geopark`s experienced-based GeoTour and its impacts on recruitment and changes in the participant population.

*下村 圭[1,2]、上口 壮太[1,2]
*kei SHIMOMURA[1,2], souta KAMIGUCHI[1,2]

1. 三笠ジオパーク推進協議会、2. 三笠市経済建設部商工観光課　地域開発・ジオパーク推進係
1. Mikasa Geopark Promotion council, 2. Regional Development and Geopark Promotion Division, Mikasa City Office

三笠ジオパークは2013年に日本のジオパーク・ネットワーク（JGN）に加盟し、北海道のほぼ中心部に位置している。
三笠ジオパークでは、JGN加盟以後、体験型を中心とした様々なジオツアーを実施してきた。
近年では小学生以下の参加者が全体の割合として最も多くなり、ジオパークにおける「ジオ・エコ・ヒト」の取り組みについて多様な世代へのアプローチに成功している。
そこで本発表では、ジオツアーにおいて得られた情報やアンケート結果に基づき、参加年代の変化及びリピート率などからみた年次的変遷から、ジオパークのニーズや地域の歴史や風土を活用したジオツアーの有用性について分析を行い、今後の地域振興とジオパーク活動における考察を行う。

キーワード：ジオツアー、地域振興、三笠ジオパーク、ジオヘリテージ
Keywords: GeoTour, Regional Development , MikasaGeopark, GeoHeritage

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

SDGsを通じた洞爺湖有珠山ジオパークの再評価と利用促進のための戦略
Strategy for revaluation and promotion of Toya-Usu UNESCO Global Geopark through SDGs

*加賀谷 にれ[1]
*Nire Kagaya[1]

1. 洞爺湖有珠山ジオパーク推進協議会
1. Toya-Usu UNESCO Global Geopark Council

洞爺湖有珠山ジオパークは、北海道南西部の胆振地域にあり、伊達市、豊浦町、壮瞥町、洞爺湖町の全域がそのエリアに含まれています。当地域では、SDGs（エス・ディー・ジーズ、Sustainable Development Goals：持続可能な開発目標）と関係する以下の目標に対応するプログラムを実施しています。「目標4：質の高い教育をみんなに」には、ESD（持続可能な開発のための教育）の推進が、また「目標11：住み続けられるまちづくりを」には、自然災害における被災者の削減や、総合的な地域減災の実施等の内容が含まれています。火山マイスターは、散策路を歩きながら噴火口や災害遺構を観察する現地学習のガイドに加えて、噴火災害や避難生活などを伝える座学の講師も行っています。また、専用の野外学習テキスト、ハザードマップ（火山防災マップ）、火山の噴火を理解する実験装置などを利用して、火山活動や災害を、分かりやすく伝える活動に心がけています。

この他に、対象を限定して次の取り組みを実施しています。「目標10：人や国の不平等をなくそう」には、年齢、性別、障がい、民族間における不平等の解消が含まれますが、当地域では特にアイヌ民族の文化を紹介する活動に取り組んでいます。「目標15：陸の豊かさも守ろう」には、生物多様性、生態系の保全及び持続可能な利用を進める内容が含まれますが、当地域では有珠山の生態系を学ぶ学習の実施や、多機関と連携した保全、環境教育に取り組んでいます。また、「目標17：パートナーシップで目標を達成しよう」には、国際連携や多様な関係者との連携により、問題解決を図る項目が含まれますが、当地域ではジオパークの国際活動や、地域内の分野、業種を越えた連携体制作りに取り組んでいます。これらの取り組みについては、より多くの人が利用できるよう、今後さらに内容の充実をはかります。

ジオパークは、地球の活動に係わるさまざまな魅力を楽しむ場所であると同時に、持続可能な社会のあり方を、自然災害などの具体的な事例を通して考えることができる場所です。洞爺湖有珠山ジオパークは、噴火を繰り返す火山との共生をめざし、減災教育の実践が続けられてきた地域です。ユネスコ世界ジオパークとして、今後も地域内における教育の充実はもちろん、国内、海外に向けた情報発信と、受け入れ態勢の整備を進めます。この発表では、そのための具体的な戦略を紹介します。

キーワード：ジオパーク、減災教育、SDGs、ESD
Keywords: Geopark, Disaster Risk Reduction Education, SDGs, ESD

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

アポイ岳ジオパークのジオ多様性を伝える方法の検討 -エリア外ジオツアーの取り組みを通して-

Examination of the way to convey geo diversity of Mt. Apoi Geopark - Through efforts of geo tour outside the geopark area -

*加藤 聡美[1]
*KATO SATOMI[1]

1. 様似町役場
1. samani town office

アポイ岳ジオパークは、北海道日高山脈南端に位置する様似町全域をエリアとするユネスコ世界ジオパークである。ジオパークの名前になっているアポイ岳は町東部にそびえる標高810mの山であり、日高山脈の山である。日高山脈は北海道の中央部に南北140kmにわたりそびえる山脈であり、北米プレートとユーラシアプレートが衝突しめくれ上がって形成されたと考えられている。

アポイ岳ジオパークは、プレートテクトニクスや地球活動を理解する上で大事なフィールドである。しかしエリア内だけでは十分に理解をもらうことは厳しいという課題があった。アポイ岳ジオパークの地球活動のコアとなる話は、日高山脈のなりたち及び北海道のなりたちにあり、日高山脈周辺でのジオ多様性を活用したフィールドワークを取り入れることがこの問題解決に有効なのではないかと考えた。また、アポイ岳ジオパークに至るまでの移動中の楽しみ方を整理することで、より楽しめると思われるのだが楽しみ方が整理されていない課題があった。これを整理することでツーリズムにも活用することができ、この地域ならではの生活観を取り上げやすくなる。これらとジオとのかかわりを知ることで、ジオ多様性の大切さの理解につながるのではないかと考えた。このようなねらいをもってエリア外のツアーについて模索した。

本発表では、エリア外の日高山脈周辺のフィールドワーク・ジオ以外も含めた楽しみ方・地域の生活や生態系等の要素を組み合わせることで、どうやってジオ多様性の大切さを伝えるか、どうやって地球活動を理解してもらうかという課題を解決する一手法を提示する。

キーワード：プレートテクトニクス、ジオパーク、アポイ岳、ジオツーリズム、ジオ多様性、日高山脈
Keywords: plate tectonics, geopark, Mt. Apoi, geotourism, geodiversity, Hidaka mountain

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ジオサイト清掃活動から地球環境問題へ
Geosite Cleanup Activities Leading to Solutions for Global Environmental Problems

*石川 智[1]、小池 拓矢[1]
*Satoshi Ishikawa[1], Takuya Koike[1]

1. 下北ジオパーク推進協議会
1. Shimokita geopark promotion council

津軽海峡（日本海）と太平洋、内湾である陸奥湾に囲まれた下北地域は、海によって形作られるとともに海の恵みを受け取ってきた。日本海と他の海をつなぐ数少ない海峡の一つである津軽海峡には、対馬列島から流れてきた津軽暖流と、北海道から分岐した沿岸親潮が噴火湾周辺を経て入り込む。さらに東北地方の太平洋沿岸までやってくる黒潮の影響も見られる。これらの海流が津軽海峡で交錯することで豊かな漁場が形成され、年始の風物詩となった大間のマグロを始めとする様々な魚介が漁獲されている。

一方で海流は海を漂流する様々なものを海岸へ打ち上げる。下北地域の西海岸に位置する仏ヶ浦は、和語のホトケとアイヌ語のウダ（浜・浦）が合わさった地名が元であるが、“仏様が打ち上がる場所”という側面もある。津軽海峡に面した東通村の石持漁港周辺には、南洋に生息しているはずのアオイガイが対馬暖流に乗ってきて漂着するのが冬の風物詩となっている。2018年2月には陸奥湾東側の沿岸に大量のイワシが打ち上がるというできごともあった。同時に海洋を漂うゴミも大量に打ち上げられていることが各地で問題となっている。

打ち上がるゴミの問題に対し、各地の漁業者や地域住民によって海岸美化や海岸植生の保全を目的に清掃活動が行われている。下北ジオパーク推進協議会としても下北各地の海岸清掃に賛同し、広報活動やタイアップ企画の開催で協力している。特に一昨年度からは、ゴミの起源となる情報をまとめたり、漂着物で創作したアート作品やシーグラスの展示を行ったりした。参加者の中には漂着ゴミの問題から海洋ゴミ・マイクロプラスチックに着目した方もいた。その方を中心に清掃参加者の中で問題意識の共有が進み、マイクロプラスチックに関する世界の取組状況について国立研究開発法人海洋研究開発機構むつ研究所の上席研究員に講演を依頼するまでに機運が醸成された。

“海と生きる「まさかり」の大地”というテーマの下、推進している下北ジオパークにおいても海洋環境問題にも取り組むことが望ましい。ジオサイト・海岸の清掃活動から視野を広げたこの取り組みはまさに“Think Globally, Act Locally”であり、SDGsの「海の豊かさを守ろう」にも通じる。「ジオ」といえば大地（地圏）のことを想起しがちであるが、海洋（水圏）についても取り組むことは、豊かな恵みを享受している下北ジオパークにおいては必要である。

キーワード：下北ジオパーク、清掃活動、地球環境問題
Keywords: Shimokita geopark, cleanup activity, global environmental problem

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

質問の出るジオサイト・出ないジオサイト：男鹿半島・大潟ジオパークの例

Inspiring geosites and not-inspiring geosites: Case study of the Oga Peninsula-Ogata Geopark

*川村 教一[1]
*Norihito Kawamura[1]

1. 秋田大学教育文化学部
1. Faculty of Education and Human Studies, Akita University

１．はじめに

演者は、男鹿半島・大潟ジオパークのガイド養成講座の現地研修会を参与観察した際、参加者から講師に向けて質問が多く出されるジオサイトとそうでないサイトがあるように感じた。また、ジオサイトで講師による解説が行われている際、参加者の多くが非言語／非音声メッセージ（表情、視線）により、解説内容について関心を持っていないと思われる場面があることに気づいた。後者について客観的なデータとして得ることができていないが、前者については5th International UNESCO Conference on Geoparksにて、どのような質問が参加者からなされたかについて一部発表した（Kawamura、2012）。現在、この会議のAbstractはウェブサイトに掲載されていないので、内容を再整理して示すとともに、ジオパークを訪問する見学者に対する解説の在り方を議論する基礎資料としたい。

２．調査の実施

2011年に実施された男鹿半島・大潟ジオパーク推進協議会主催のガイド養成講座に同行し、現地研修での講義の様子を、許可を得てビデオで記録した。音声記録から、参加者（ガイド希望者）により質問された内容をジオサイトごとに抽出した。

３．調査結果

参加者はすべて成人であった。参加者から比較的質問が多く出された対象物（所在するジオサイト）は以下の通りである。

化石を含む地層の露頭（西黒沢、安田、鵜ノ崎）、火口（寒風山）、二ノ目潟のマール（八望台）、グリーンタフの露頭（椿）。

一方、質問が比較的少ない対象物（ジオサイト）は以下の通りである。

生痕化石（潮瀬崎）、花崗岩の露頭（入道崎）、溶結凝灰岩の露頭（入道崎）、凝灰岩（椿）、テフラの露頭（安田）、石灰華の露頭（男鹿温泉）、岩脈の露頭（入道崎の鬼の俵ころがし、戸賀の男鹿水族館横の露頭、潮瀬崎）、断層地形（男鹿温泉）、海岸段丘（入道崎）、海食洞（加茂青砂のカンカネ洞）、湧水（瀧ノ頭）。

４．質問内容の分析

現地での滞在時間や参加者数がジオサイトごとに異なるため、質問数の多寡を議論することはできない。そこで質問内容に焦点を当てて質的分析を行う。

質問が多かったジオサイトで出された内容を見ると、観察対象物の名称を尋ねるものが多い。例えば、化石の名称を聞く、などといったものである。これは参加者が対象物を化石と認識し、化石に属する知識をさらに得ようとする質問行動である。

一方、質問が少ないジオサイトの例には、溶結凝灰岩の露頭がある。凝灰岩は中学校理科の学習内容であるので、解説によりおおむね理解してもらえると期待できる。しかし、火砕流堆積物である溶結凝灰岩の解説には、カルデラ、大規模噴火、溶結作用といった高校理科の地学の内容が含まれる。このため、地球科学的な概

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

念の理解がなされてから、ようやく溶結凝灰岩の理解に至ると思われる。このように、岩石の理解に複数の科学概念が必要とされる場合、概念理解に専念するだけで現地での研修が終わってしまい、対象物そのものについての知識を深めようとする質問には至らなかった可能性がある。

５．より良いジオサイト解説のための視点

化石露頭などのジオサイトでの解説の場面では、対象物（化石）の認知が見学者にとって容易であるので、ガイドは知識伝達でその目的を果たせる可能性がある。一方、概念理解が必要な対象物での解説には、知識伝達だけではなく、身近な事物・現象からの類推をもとにした解説が必要になる。その際、理解のために見学者が獲得すべき概念が多すぎると誤った概念を持たせてしまいかねないので、見学者が持つ知識内容・理解状況を見極めて解説方針をその場で立てる必要があるだろう。

キーワード：地球科学認識、ジオパークガイド
Keywords: geocognition, geopark guide

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ゆざわジオパークに生息する生物にとり噴気孔や豪雪は好ましい環境か？ヤマタヌキラン (*Carex angustisquama*) やユキツバキ (*Camellia rusticana*) を対象としてガイド案内を考える．

Are habitats such as fumaroles or areas with heavy snowfall suitable for organisms living in Yuzawa Geopark? Considering the efficacy of the Geopark Guides with a focus on Yamatanukiran and snow camellia.

*髙柳 春希[1]
*Haruki Takayanagi[1]

1. 湯沢市ジオパーク推進協議会
1. Yuzawa Geopark Promotion Council

要約

ゆざわジオパークの川原毛地獄の噴気孔付近にはヤマタヌキラン (*Carex angustisquama*) が生息し，特有の豪雪帯にはユキツバキ (*Camellia rusticana*) が生息する．これに対し「二種にとりそこが好ましい環境だからそこに生息する」という説明がよくなされるが，過去のいくつかの報告と照らし合わせながら考えてみると，二種の分布がその環境にのみ制限される理由についてうまく説明できておらず問題がある．本発表では，二種の分布が制限される理由を，ヤマタヌキランとタヌキラン (*Carex podogyna*)，ユキツバキとヤブツバキ (*Camellia japonica*) といった同属近縁種間で引き起こされる繁殖干渉によるものと位置付け，その内容を説くとともに，学術的な信憑性を重んずるジオパークのガイド案内の難しさについても考えていく．

概要

豊富な地熱や雪を有するゆざわジオパークでは，ジオ多様性の高さから，多様な生物が生息している．例えば，地熱および雪・天水等の影響で生じる川原毛地獄の噴気孔は，噴気ガスに含まれる硫化水素ガスにより，多くの動植物の生息を妨げる一方，希少種ヤマタヌキラン (*C. angustisquama*) を優占的に生息させる．また，ゆざわジオパークの豪雪は，雪圧による枝折れの少ないユキツバキ (*C. rusticana*) を生息させる．噴気孔付近など酸性の高い土壌でしかみられないヤマタヌキラン (辻村1982)，日本海側の雪が降る地域でしかみられないユキツバキ (酒井1977) は，いわば，その地域の特色を語る上で重要な存在と言える．

一方で，劣悪と考えられる環境に二種が生息する理由を，「その環境が，二種にとっては好ましい環境だから」あるいは，「二種の生育がその環境に対してのみ適しているから」と説明する様子が散見されるが，果たしてこういった説明は正しいのだろうか．誤りや説明の不足する部分はないだろうか．確かに，二種がその地域のみに生息する様子を見ると，あたかもその地域が二種の生育に適した地域のように見える．しかし，ヤマタヌキランを畑の土で育てたところよく育つという報告 (湯沢市立須川中学校2011) や，ユキツバキが太平洋側の植物園で育成されている事例 (例えば，小石川植物園2019) を鑑みると，少なくとも人工的におかれた環境下においては，二種にとって，噴気孔や豪雪の存在は必ずしも必要ないように考えられる．湯沢市立須川中学校 (2011) が行った川原毛地獄におけるヤマタヌキランの生育調査によると，噴気孔から遠く，かつ土壌pHが中性に近くなるほどヤマタヌキランの生育が旺盛になると示唆されている．すなわち，噴気孔に由来する土壌の酸性化はヤマタヌキランの生育に対して良い影響ではなく悪影響を及ぼすと言える．このことから，噴気孔はヤマタヌキランに悪影響を及ぼすと言えるし，雪崩を引き起こすような豪雪もユキツバキにとってけっして好適なものとは言い難いだろう．以上の観点を踏まえ，二種はこれら悪影響を上回るような周囲からの悪影響を被っているためにそこでの生息を余儀なくされているのだと判断した．二種の分布はある要因によって不適な環境に追いやられているのだ．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

二種の分布が劣悪な環境に制限される理由を，ユキツバキと太平洋側の陸地に生息するヤブツバキ (*C. japonica*，酒井1977)，ないしは，ヤマタヌキランと広域分布種タヌキラン (*C. podogyna*，藤原1997) との強い負の種間相互作用，特に繁殖干渉 (高倉・西田2018) により説明できると考えた．本発表では，繁殖干渉の概念を説くとともに，学術的な信憑性を重んずるジオパークのガイド案内の難しさについても考えていく．

引用文献
藤原陸夫 (1997) 秋田県植物分布図．秋田県環境と文化のむら協会.
小石川植物園 (2019) 花ごよみ：ツバキ園．URL: https://www.bg.s.u-tokyo.ac.jp/koishikawa/koyomi/camellia.html (2019年2月1日アクセス)
酒井 昭 (1977) 植物の積雪に対する適応. 低温科學. 生物篇34: 47-76.
高倉耕一・西田隆義 (2018) 繁殖干渉：理論と実態．名古屋大学出版会.
辻村東國 (1982) 硫気孔原植物ヤマタヌキランの生態学的研究: I. コロニー形成. 日本生態学会誌 32(2): 213-218.
湯沢市立須川中学校 川原毛地獄自然観察クラブ (2011) ジオサイト川原毛地獄の植生について．平成23年度斎藤憲三奨励賞金賞 (秋田県最優秀賞) 受賞報告書.

キーワード：繁殖干渉、生物地理、種間相互作用
Keywords: reproductive interference, biogeography, interspecific interactions

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ジオサイトの評価とその活用ー三陸ジオパークを例として
The evaluation of geosites in Sanriku Geopark

*長田 翔[1]、高木 秀雄[2]
*Sho Nagata[1], Hideo Takagi[2]

1. 早稲田大学教育学部理学科地球科学専修、2. 早稲田大学教育・総合科学学術院
1. Waseda University, 2. Department of Earth Science, Faculty of Education and Integrated Arts and Sciences, Waseda University

目的：国内最大の面積をもつ三陸ジオパークは，北部，中部，南部ブロックに区分されており，幅広いジオの多様性を有するとともに，津波被災遺構を活用した防災教育も重要視されている．協議会で選定されている合計48ジオサイト（旧定義）の中から特に地質・地形および津波に関連した36ジオサイトを選び，新たな定義のもとで細区分された中から合計65ジオサイトを選択した．それらについて，ジオサイトの評価法(Suzuki and Takagi，2017) を用いて，6つの主項目（教育的価値，科学的価値，観光価値，安全性とアクセス，保護・保全とサイトの持続可能性，情報の整備状況）からなる評価を実施した．その結果をもとに三陸ジオパークおよび各ジオサイトの現状を分析するとともに，今後の改善の方策の構築のための基礎資料とする．

背景：2011年3月の東北地方太平洋沖地震で甚大な津波災害を受けた三陸ジオパーク候補地は，2013年にジオパーク活動を復興に役立てることが期待されて日本ジオパークに認定された．その後2017年の再認定審査で条件付き再認定となったことから，2019年に予定されている再認定審査に向け整備が進められている．

結果：上記6主項目について各々3つずつの副項目の合計18項目を4段階評価で採点し，3副項目の平均値を主項目の点数として，正六角形のレーダーチャートに示した．また，6主項目を色分けして合算した棒グラフで，ジオサイトごとの評価を示した．24点満点の中で，特に優れているジオサイトを20点以上とした場合，北から7 大野海成段丘, 9-1 鏡岩, 11-1 琥珀, 13 野田玉川鉱山跡, 14 黒崎, 15-1 普代水門，18-1 北山崎, 18-2 鵜の巣断崖, 19-1 明戸海岸防潮堤, 22-2 龍泉洞, 23-1 浄土ヶ浜, 23-3 日出島, 25-2 たろう観光ホテル，32-1蓬莱島, 33釜石鉱山, 44-1高田松原の一本松，があげられる．一方15点未満の早急に対応が必要なジオサイトとしては，2-4 白岩, 4-2 寺下の滝，20 P-T境界層, 21-2 原地山層と宮古層群の不整合, 37-2 大森林道沿いの古生界露頭, 38-2 門之浜の防潮堤, 43-1 氷上花崗岩と壺の沢変成岩, 43-2 長部礫岩と気仙川花崗岩，などがあげられる．

結論： 今回の調査で，次の課題が浮かび上がった．

1．個人でジオサイトを訪れようとしても，詳細な位置や道筋に関する情報がない場合が少なくない．

2．個々のジオサイトの場所および名称を，新しいジオサイトの定義に則り，ある程度狭い範囲に設定すべきである．例えば，37–2 大森林道沿いの古生界露頭，43–1 氷上花崗岩などの名称では，どこに行ったら良いジオサイトが見られるのか，見当もつかない．

これらを踏まえて，位置情報を明確に示したジオパークの統一規格のパンフレットやガイドマップを整備して，三陸ジオパークとしての連携と一体感を醸成することが重要と考える．

文献：Suzuki, D. A. and Takagi, H., 2017, Geoheritage, 10, 123-135.

キーワード：ジオサイト、評価、ジオパーク、三陸ジオパーク
Keywords: geosite, evaluation, geopark, Sanriku Geopark

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

国立青少年自然の家とジオパークがつくる自然体験プログラムー「子ども環境探検隊」を例にー

The nature experience program created by Geopark and National Youth Outdoor Learning Center

*原田 拓也[1]、小林 美月[1]、山田 健一[2]、安達 章美[2]
*Takuya Harada[1], Mizuki Kobayashi[1], Ken-ichi Yamada[2], Akiyoshi Adachi[2]

1. 栗駒山麓ジオパーク推進協議会、2. 国立花山青少年自然の家
1. Mt. Kurikoma Area Geopark Promotion Committee, 2. National Hanayama Youth Outdoor Learning Center

はじめに

国立花山青少年自然の家では，身近な自然に触れ，感じ，学ぶことのできるさまざまな自然体験プログラムを実施している。その中で，自然の中での体験を通じ，自然の仕組みへの理解を深めるとともに，その保護や活用について考える環境教育の推進を目指した「子ども環境探検隊」が行われている。特に，平成29年度からは，栗駒山麓ジオパークと三陸ジオパークを舞台とした「三陸ジオ編」と「栗駒山麓ジオ編」を実施し，より広い範囲の自然を楽しみ，考えていくような内容を展開した。本報告では，平成29年度以降に開催した4回の活動内容とその成果について紹介する。

「三陸ジオ編」について

「三陸ジオ編」では，各ジオパークのサイト見学やさまざまな実験・体験活動を通じて，海と山それぞれにおける自然の特徴や違いを感じ取ってもらうとともに，自然とくらしの関係性について考えていくことを目指した。

「栗駒山麓ジオ編」について

「栗駒山麓ジオ編」では，登山や現場見学，実験・体験プログラムを通じて，栗駒山麓ジオパークに広がる多様な景観，文化を見聞きしながら，自然とくらしの結びつきを実感し，それを守ることの重要性について考えていくことを目指した。

成果と展望

自然体験活動にジオパークが関与することで，自然を楽しむ・感じるだけでなく，くらしとのつながりの理解や新しい視点を取り入れることができた。アンケートでも，普段経験できない体験を通して，地域の自然に興味を持てたという声が大半であった。また，今回のプログラムに参加した子どもたちが，親を連れて再度ジオパークに訪れたということも報告されている。国立青少年自然の家とジオパークが協力することで，より多くの子どもたちが自然に触れ，興味・関心を持つことができる。そして，新しい発見や自然とくらしとの結びつきの理解につながるのではないかと考える。

キーワード：ジオパーク、環境学習
Keywords: geopark, environmental education

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

磐梯山ジオパークにおけるジオサイトの再検討
A review of geosites in the Bandaisan Geopark

*竹谷 陽二郎[1]、佐藤 公[2]、蓮岡 真[1]
*Yojiro Taketani[1], Hiroshi Sato[2], Makoto Hasuoka[1]

1. 磐梯山ジオパーク協議会、2. 磐梯山噴火記念館
1. Bandaisan Geopark Council, 2. Mt. Bandai Museum

磐梯山ジオパークは日本ジオパークに認定されて7年を経過した．現在，エリア内の既存のジオサイトが当ジオパークにとって妥当かどうかの見直し，および新たなジオサイトの掘り起こしの作業を，ガイドの人たちと共に進めている．そして，その結果に基づいた公開ジオサイトの追加と削除，重要なジオサイトの持続可能な保全，および新たなテーマによるジオツアーを計画している．

磐梯山ジオパークのジオサイトは，当ジオパークのメインテーマである「磐梯火山の誕生と変遷，特に山体崩壊と岩なだれがもたらした大規模な地形及び自然環境の変化について理解を深めるとともに，磐梯山が人々の生活や歴史そして独自の文化の形成に与えた影響について学ぶこと」に基づき，そのテーマに沿ったものを中心にこれまで選定してきた．

当ジオパークの北西部にある北塩原村大塩地域は，新第三紀中新世のグリーンタフを主とする地層で構成されており，その時代の地史を知る上での重要な露頭がある．しかし，それらは磐梯火山の形成や噴火活動とは直接関係がないため，これまでジオサイトやジオツアーの対象外であった．

しかしながら，第四紀火山の基盤を成す新第三系の地層の地史を学ぶことにより，日本海誕生から大地の隆起を経て第四紀火山の形成に到る，一連のプレート運動を理解する重要な機会を得ることができる．さらに，大塩地域には多くの利用客が訪れる大塩温泉がある．その温泉水から精製される塩は，江戸時代には会津藩に納める重要な地域資源であり，現在でも「山塩」として販売されている．「山塩」はグリーンタフ時代における海水を起源とするものであり，大地の遺産が地域の歴史や産業に果たした役割を，ジオツアーを通して展開できる．以上の理由により，当ジオパークにとって，大塩地域におけるジオサイトの新設が魅力的で意義あるものと考えられる．

大塩地域で新たに選定したジオサイトを巡るツアーを，2019年の「地質の日ジオツアー」として試行し，その効果，意義を検証したい．そしてその成果を，訪問者に対するストーリーをもったジオツアーの提供へと繋げていきたいと考える．

キーワード：磐梯山ジオパーク、ジオサイト、大塩温泉
Keywords: Bandaisan Geopark, geosite, Oshio hot spring

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

イエローカードを受けて～佐渡ジオパークの取り組みと今後～
Receiving a Yellow Card: Efforts and Future Actions of Sado Island Geopark

*市橋 弥生[1]
*Yayoi ICHIHASHI[1]

1. 佐渡ジオパーク推進協議会
1. Sado Islanad Geopark Promotion Office

2017年、佐渡ジオパークはJGCによる再審査を受け、条件付き再認定（イエローカード）となった。
イエローカードを受けた佐渡ジオパークにおける取り組みの変化と今後について述べる。

キーワード：ジオパーク、条件付再認定、佐渡
Keywords: geopark, yellow card, sado island

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

佐渡ジオパークにおけるジオサイトの設定手法と活用について
Method for resetting geosites and their use in Sado Island Geopark

*貞包 健良[1]、市橋 弥生[1]、相田 満久[1]
*Takeyoshi SADAKANE[1], Yayoi ICHIHASHI[1], Mituhisa AIDA[1]

1. 佐渡ジオパーク推進協議会
1. Sado Island Geopark Promotion Office

近年，日本のジオパークにおいては「サイト」の分類や意味について整理が行われており，JGC（日本ジオパーク委員会）からも一定の方針が出された．佐渡ジオパークではこれまで「ジオポイント」という用語で見どころの管理をしていた．この点は2017年の再認定審査結果報告においても「237のジオポイントをユネスコ世界ジオパークが提唱する地質，自然（もしくは生態），文化サイトを再設定すること」と指摘を受けた．

このため佐渡ジオパークにおいては旧来のジオポイントをどのようにジオサイトに再設定するか，基準や手順をまとめた「ジオサイト設定総合計画」を作成した．これに基づき237の旧ジオポイントからジオサイトの再設定に取り組んでいる．

「ジオサイト設定総合計画」では旧ジオポイントからジオサイトを再設定するために大きく分けて2つの基準を設けた．

1つ目は地質以外にも，自然（生態）,文化の価値も持つ場所を含んでいた「ジオポイント」から地球科学的価値を持つ「ジオサイト」を選抜するための基準である．

2つ目は選抜したジオサイトを実際に活用するのに適しているかという基準である．活用については「研究者向け」「学習向け」「一般（ツーリズム）向け」という目的別で評価した．

選抜したジオサイトの中で，3つの目的基準全てを満たしたものを優先的にホームページやパンフレットでの紹介，観光での利用などを行っていく計画となっている．

本発表においては佐渡ジオパークにおけるジオサイトを中心としたサイト設定の手法，これまでに決定したジオサイトと設定後の活用や課題について述べる．

キーワード：佐渡島、ジオパーク、ジオツーリズム、ジオサイト、地質遺産
Keywords: Sado Island, geopark, geotourism, geosite, geological heritage

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

統計データから振り返る糸魚川ユネスコ世界ジオパークの10年
Look back on the 10 years at the statistical data of the Itoigawa UNESCO Global Geopark

*小河原 孝彦[1]、竹之内 耕[1]、茨木 洋介[1]、小林 猛生[2]
*Takahiko Ogawara[1], Ko Takenouchi[1], Yousuke Ibaraki[1], Takeo Kobayashi[2]

1. フォッサマグナミュージアム、2. 糸魚川市ジオパーク推進室
1. Fossa Magna Museum, 2. Itoigawa Geopark Promotion Office

糸魚川は，2008年12月に日本ジオパークに認定，2009年８月に世界ジオパークに認定され，現在は糸魚川ユネスコ世界ジオパーク（以下，糸魚川ジオパーク）として活動している．本稿では，糸魚川ジオパークが歩んだ10年の軌跡について，糸魚川市の主要な観光地やジオパーク活動に関する統計データから考察する．

糸魚川市は，1987年に「フォッサマグナと地域開発構想」を制定し，自然景観を活かした，海水浴やスキーなどによる観光客誘致がなされてきた．糸魚川市への入込客数は，1997～2001年度は年間300万人程度であったが，2002年度から減少傾向が顕著になり，中越地震（2004年）や中越沖地震（2007年）をへて，2007年度の185万人まで一貫して減少傾向にあった(図１)．その後，日本ジオパーク認定(2008年)，世界ジオパーク認定(2009年)によって減少傾向に歯止めがかかり，北陸新幹線開業(2015年)により2015年度は249万人の入込客数を達成した．近年は，糸魚川市駅北大火(2016年)の影響や新幹線効果の縮小もあり，2017年度で214万人と再び減少傾向にある．

フォッサマグナミュージアムは1994年にオープンし2015年にリニューアルした，糸魚川ジオパークの中核施設である．オープン初年度(1994年度)の95,705人の年間入館者数は，2007年度には40,683人と半減している(図２)．これは，災害の影響に加え，博物館の常設展示物が更新されてこなかったことが影響していると考えられる．2008年に糸魚川が日本ジオパークに認定されると，フォッサマグナミュージアムのコンセプトであるヒスイや大地の成立ちにもう一度注目が集まるようになった．そのため，ジオパーク認定後は，入館者数が60,000人前後で推移するようになり，北陸新幹線開業と同時に実施した展示ニリューアルの結果，2015年度は101,725人の来館者があり，開館した1994年度の入館者数を超える結果となった．

高浪の池は，ヒスイ産地である小滝川ヒスイ峡ジオサイトをめぐる観光コーズ上にあり，糸魚川の代表的ジオサイトである．2007年度に19,360人の入込客数であったが，世界ジオパーク認定後の2009年度以降は，民間の観光バスツアーの増加により2012年度には28,940人の入込客数を記録している．しかし，観光バスツアーが減少した2014年は17,720人と大幅な減少を記録した．北陸新幹線開業も，二次交通のない高浪の池では増加の要因とはならず，2017年度の14,610人まで一貫して減少傾向にある．

糸魚川ジオパークでは，2010年に既存のガイド団体を母体に，ジオパーク観光ガイドの会と発足した．発足当初(2010年度)のガイド件数は年間97件，1,770人の利用であった．2011年度～2014年度のガイド利用者数は年間1,000人前後で推移していたが，北陸新幹線開業を受けて利用者は上昇傾向にあり，糸魚川市駅北大火を受けて，被災した町並みをまち歩きする依頼が増加したことから，2017年度は年間147件，3,645人と過去最高を記録している．

糸魚川ジオパーク検定は，2009年から実施しているご当地検定である．初年はジオパーク世界認定の年であり，464人の受験者を数えた(図３)．糸魚川ジオパークと香港ジオパークは姉妹ジオパークであり，相互に派遣事業を行っているが，2011年から糸魚川ジオパーク検定の初級に合格していることが，派遣事業に参加するための条件となった．そのため，初年に20名だった小中学生の受験者は，2011年に86名と大幅に増加し

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ている．検定受検者は，ジオパーク世界再認定(2013年)の年などに増加している(308名)が近年減少傾向にあり，新たな政策が期待される．

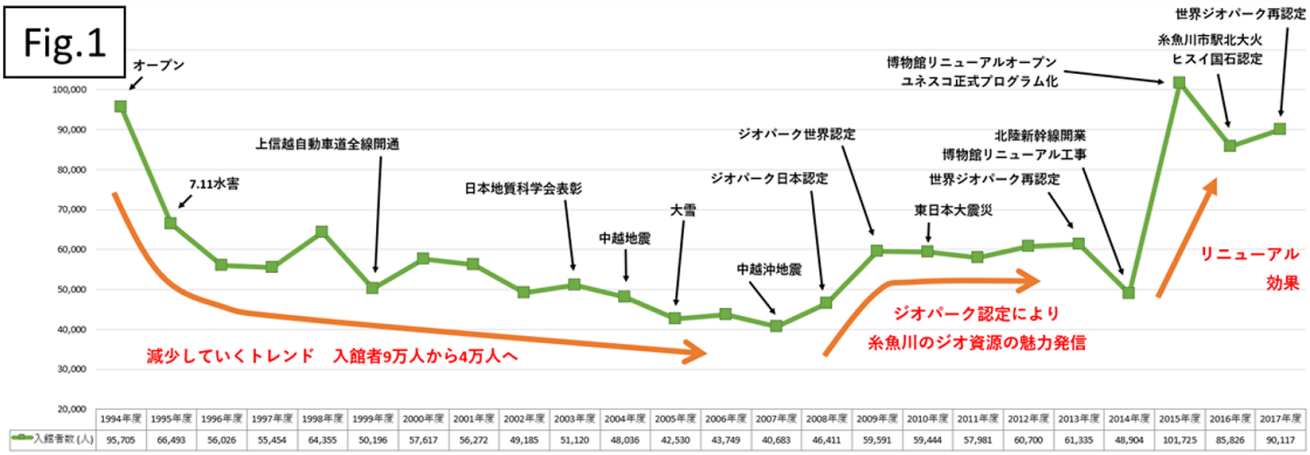
近年，インバウンドによる外国人観光客の増加が続いており，糸魚川市も例外ではない．2013年度に年間154人であった外国人宿泊客数(図４)は，ジオパークのユネスコ正式プログラム化(2015年)や，糸魚川シーフードシャトルバスの実施(2015年～)により2017年度は2,662人と，近隣市町村(白馬村)増加率を上回り拡大している．

糸魚川市全体の観光客数は，北陸新幹線開業で近年最高を記録したが，再び減少傾向にある(図１)．ハード面での整備は，一時的な入込客数の増加に繋がるが，持続的に地域を発展させるためには，ソフト面でのアプローチが必要である．例えば，2018年度のフォッサマグナミュージアムの入館者数は特別展「宝石の国展」の効果により，2017年度の90,117人を越える見込みである．特別展の誘導効果により，高浪の池の入込客数も17,230人と増加に転じており，地域全体を活性化させる取組みが持続可能な社会を作るといえる．

キーワード：糸魚川ユネスコ世界ジオパーク、フォッサマグナミュージアム、小滝川ヒスイ峡、持続可能な開発
Keywords: Itoigawa UNESCO Global Geopark, Fossa Magna Museum, Kotakigawa Jade Gorge, Sustainable Development

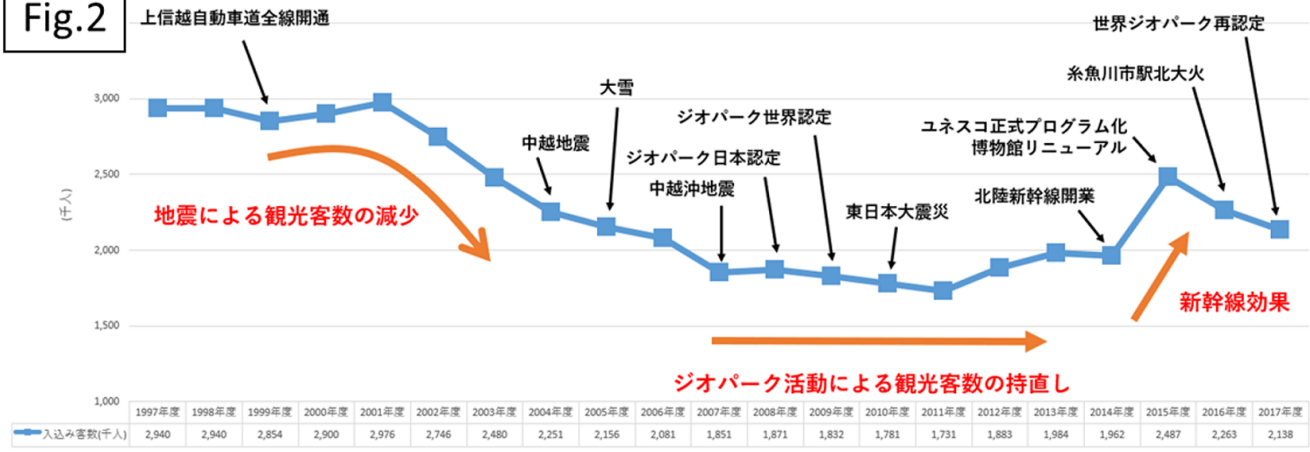
©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Fig.1



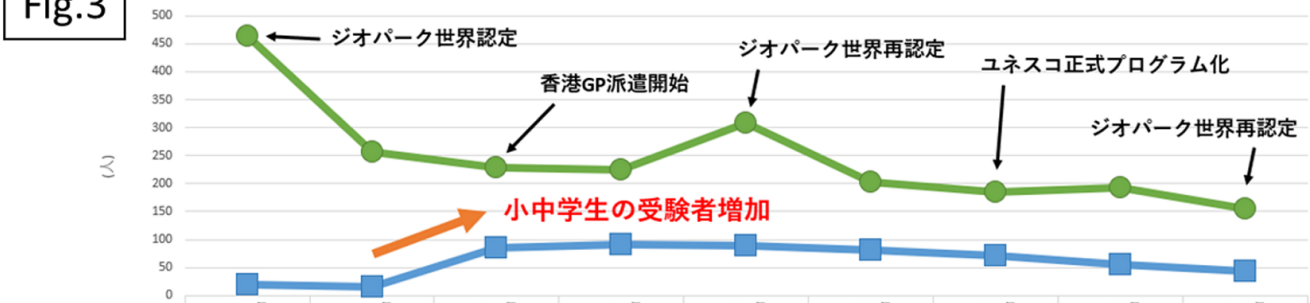
	1994年度	1995年度	1996年度	1997年度	1998年度	1999年度	2000年度	2001年度	2002年度	2003年度	2004年度	2005年度	2006年度	2007年度	2008年度	2009年度	2010年度	2011年度	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度
入館者数(人)	95,705	66,493	56,026	55,454	64,355	50,196	57,617	56,272	49,185	51,120	48,036	42,530	43,749	40,683	46,411	59,591	59,444	57,981	60,700	61,335	48,904	101,725	85,826	90,117

Fig.2



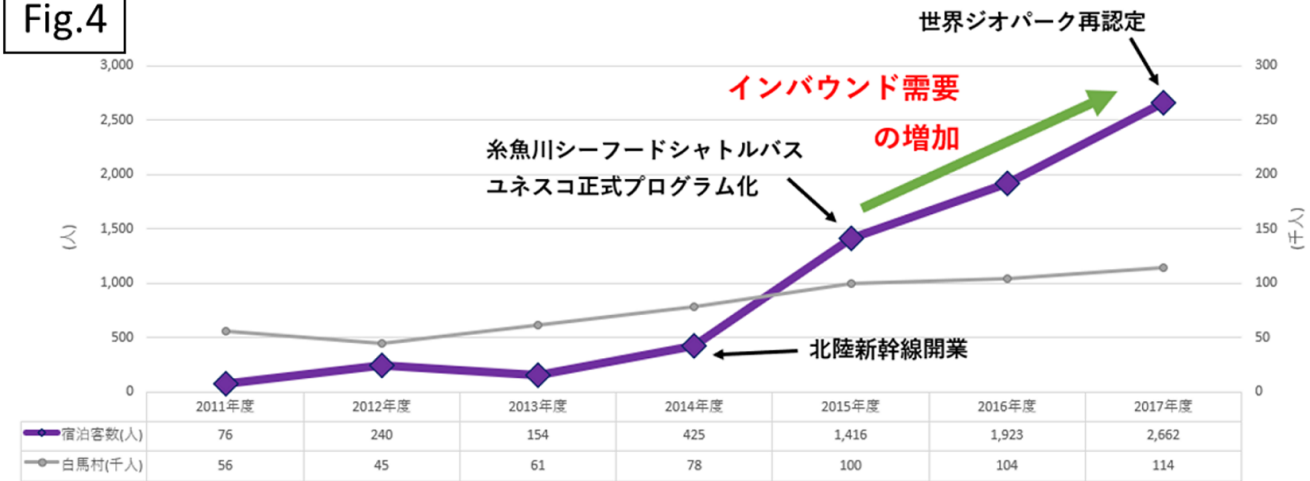
	1997年度	1998年度	1999年度	2000年度	2001年度	2002年度	2003年度	2004年度	2005年度	2006年度	2007年度	2008年度	2009年度	2010年度	2011年度	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度
入込み客数(千人)	2,940	2,940	2,854	2,900	2,976	2,746	2,480	2,251	2,156	2,081	1,851	1,871	1,832	1,781	1,731	1,883	1,984	1,962	2,487	2,263	2,138

Fig.3



	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年
合計受験者数(人)	464	257	229	225	308	202	184	193	155
小中学生受験者数(人)	20	16	86	92	90	81	72	55	43

Fig.4



	2011年度	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度
宿泊客数(人)	76	240	154	425	1,416	1,923	2,662
白馬村(千人)	56	45	61	78	100	104	114

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ジオサイトにおける地形表現の活用 ～茨城県北ジオパーク構想での事例～

Application of terrain representation in Geosite - Case study in North Ibaraki Geopark Project -

*石川 剛[1]、鈴木 敬子[1]、小荒井 衛[2]、今泉 利架[3]、武田 直樹[4]
*Go Ishikawa[1], Keiko SUZUKI[1], Mamoru Koarai[2], Rika Imaizumi[3], Naoki Takeda[4]

1. 株式会社 東京地図研究社、2. 茨城大学理学部、3. 朝日航洋 株式会社、4. 茨城大学ジオパーク推進室
1. Tokyo Map Research Inc., 2. College of Science, Ibaraki University, 3. Aero Asahi Corp., 4. Association for Promotion of North Ibaraki Geopark Project

ジオパークでは，見どころとなる「ジオサイト」における地質学および地形学的な価値を適確に表現し，広く周知できるかが重要になってくる．各地のジオパークではそれぞれで工夫を凝らしたチラシ等を用意しているが，地形表現に特化したマップを採用している例は少ない．

日本ジオパーク再認定に向けて活動中の「茨城県北ジオパーク（構想）」でもジオサイトのパンフレットを製作していたが，イラスト風の地図を用いており，親しみやすさはあるものの現地での場景と対比にはやや難があった．今回，デザインをリニューアルした冊子を新たに企画するにあたり，マップに5mDEM（基盤地図情報）をベースにした**新・多重光源陰影段彩図（凸凹地図Prm.）**を採用することとした．これによりリアリティのある表現となり，海成・河成段丘や断層などの地形的特徴も読み取りやすくなった．また陰影に地質図を重畳させることで，これにより地質構造の読み取りも可能となった．

※本研究は，茨城大学地質情報活用プロジェクトによる協力と，科学研究費補助金（課題番号：16K01213）の補助を受けている

キーワード：多重光源陰影段彩図、茨城県北ジオパーク構想、地形表現
Keywords: Relief Map created with Multiple Light Source, North Ibaraki Geopark Project, terrain representation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ジオパーク秩父の34ジオサイトの評価とその活用
Evaluation and utilization of 34 geosites in Geopark Chichibu

*高木 秀雄[1]、廣瀬 智美[2]
*Hideo Takagi[1], Satomi Hirose[2]

1. 早稲田大学教育・総合科学学術院、2. 早稲田大学教育学部
1. Department of Earth Science, Faculty of Education and Integrated Arts and Sciences, Waseda University, 2. School of Education, Waseda University

地質の多様性に恵まれたジオパーク秩父のジオサイトを幅広い層の人々が楽しく安全に楽しむための方策を探るべく，ジオパーク秩父の推進協議会が新しく設定した34ジオサイト（34は札所の数, 井上・富田，2018）を含む計39サイトを調査し，Suzuki and Takagi (2017) により開発されたジオサイトの評価法を用いて，6つの主項目（教育的価値，科学的価値，観光価値，安全性とアクセス，保護・保全とサイトの持続可能性，情報の整備状況）からなる評価を実施した．その結果を2018年11月12日にジオパーク秩父推進協議会メンバーの前で発表，一部修正を加えた．今回の結果をもとに検討事項を洗い出すことで，今後のジオパーク秩父のマネジメントに役立てていただくことが目的である．

2019年に予定されている再認定審査に向け，ジオサイトの定義の変化に対応すべく，従来の34ジオサイトを見直し，(1) ジオサイトは基本的にポイントととらえる，(2) ただし，非常に近接した場所にあり，一連のストーリー性をもつ複数のポイントについては，一つのジオサイトとしてまとめる，(3) ジオポイントという名称は用いない，（井上・富田，2018）という考え方をもとに新ジオサイトが提案された．また，ジオサイトをより地質・地形に特化したサイトとする新たな定義のもと，眺望サイト，生態サイト，文化・歴史サイトなどは別に定められている．上記6主項目について各々３つずつの副項目の合計18項目を4段階評価で採点し，副項目の平均値を主項目の点数として，正六角形のレーダーチャートに示した．また，6主項目を色分けして合算した棒グラフで，ジオサイトごとの評価を示した．

その結果，24点満点の中で，特に優れているジオサイトを20点以上とした場合，7.橋立堂の石灰岩体と橋立鍾乳洞，17.岩畳と秩父赤壁，18.虎岩，19.紅簾石片岩とポットホール，26.取方の大露頭，28.ようばけ，のほか，眺望サイトに移動した「美の山・絶景ポイント」が挙げられる．一方，15点未満の早急に対応が必要なジオサイトとしては10．安谷川マンガン採掘坑（新ジオサイト）が挙げられる．今回の39サイトの採点結果のうち，各主項目が平均3点以上（合計18点以上）の22か所は当面問題ないが，18点未満の17か所は今後改善されることにより，より良いジオツアーが展開できるであろう．発表では，新ジオサイトに対する改定案を提示するとともに，特に新しく追加されたジオサイトの課題について言及する．

文献： 井上素子・富田貴夫，2018，埼玉県立自然の博物館研究報告， No.12，41-48.
Suzuki, D. and Takagi, H., 2017, Geoheritage, 10, 123-135.

キーワード：ジオパーク秩父、ジオサイト 評価、ジオツーリズム
Keywords: Geopark Chichibu, evaluation of geosites, geotourism

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

さらなる飛躍を目指す箱根ジオパーク
Aiming for Further Development in Hakone Geopark

村山 一郎[1]、片野 忍[1]、*奥津 悠介[1]
Ichiro Murayama[1], Shinobu Katano[1], *Yusuke Okutsu[1]

1. 箱根ジオパーク推進協議会
1. Hakone Geopark Promotion Council

箱根ジオパークは、神奈川県西部の箱根町・小田原市・真鶴町・湯河原町・南足柄市の2市3町で活動を展開している。当初は、1市3町で活動しており、2011年に日本ジオパークに認定された。その後、隣接する南足柄市での箱根ジオパーク参画への機運が高まったことにより、2015年5月に南足柄市をはじめ南足柄ジオガイドの会などの関係団体が推進協議会へ入会した。これに伴い、プレートの衝突や若い深成岩体（矢倉岳）など大地の動きをよりダイナミックに捉え、古代の東西日本を結ぶ足柄道や金太郎伝説、また豊かな水資源を活用した産業など新たなジオストーリーが加わった。

そして、エリア拡大及び再認定を合わせた新規認定審査を行い、2016年9月に南足柄市を編入し、魅力を増した新たな箱根ジオパークが誕生した。行政や観光事業者、地域団体など95の協議会会員で連携して、ジオツアーの開催や教育活動、環境整備事業などに取り組んできた。

認定後もジオツアーの魅力向上やサイン・広報物の作成など地域の様々な団体が連携しながらジオパークの活動を推進しており、さらなるジオパーク活動の発展を目指している。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

住民科学による離島航路就航予報とその評価：伊豆大島を例に
Citizen Science Forecast and Evaluate Ship and Airplane Operation Success to a Remote Oceanic Island: a case study for Izu-oshima

中村 一弘[2]、橋本 樹里[1]、*臼井 里佳[1]、寺本 雄一郎[1]、西谷 香奈[3]
Kazuhiro Nakamura[2], Juri Hashimoto[1], *Rika Usui[1], Yuichiro Teramoto[1], Kana Nishitani[3]

1. 伊豆大島ジオパーク推進委員会、2. 元東京都立大島高等学校教諭、3. グローバルネイチャークラブ
1. Izu Oshima Geopark Promotion Committee, 2. Former Tokyo Metropolitan Oshima High School Teacher, 3. Corp. Global Sport Club

離島に住む人々にとって、毎日の天気の変化は生活に大きく関わる。荒天時には島外との交通機関である船や飛行機が欠航することもあり、外出予定もままならない。貨物船の欠航が続けば店先から生鮮食品が消え、新聞も配達されない。また、伊豆大島には旅客船の出帆港が二つあり、その日どちらの港を利用するかは天候・海況等によって当日の朝に決まる。当日の出帆港によって、港への送迎、路線バスの時刻表、港周辺店舗の営業／休業などに影響が現れる。

したがって、天気予報とそれに基づく航路就航予想は、離島に暮らす人々にとって極めて身近で重要な情報である。加えて、観光やビジネス目的で島を訪れる人々にとっても、旅行計画を立てる際に重要な情報源となるであろう。しかしながら、船舶や飛行機を運行する会社は、所々の理由から長期的な就航予報を公にしてはいない。

このような背景から、在島の気象予報士が、資格取得を契機に地域に役立つ気象情報の活用と自然を観察し情報提供することを目標に、伊豆大島と東京を結ぶ船と飛行機の航路就航予想を提供するサイト「伊豆大島気象と交通」を2004年に開設した。さらに、就航状況を記録し、就航予想の成績を評価し、その結果を併せて公開している。本発表では、伊豆大島ジオパークの活動と連携し、2004年から2018年までの就航予想とその的中率の評価を整理しながら、気象等条件と島および港の地理的条件による就航予想と出帆港予想について考察する。さらに、ジオツアーの推進と実施に適した季節について考察した結果を報告する。

サイトアドレス：http://www13.plala.or.jp/oosimakisyou/index.html

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南アルプスジオパーク　教育・普及活動のためのプログラムの開発
Minami-Alps Geopark Development of programs for education and spread activities

*小澤 恵理[1]、北原 孝浩[1]、唐澤 愛里[1]
*Eri Ozawa[1], Takahiro Kitahara[1], Airi Karasawa[1]

1. 南アルプス（中央構造線エリア）ジオパーク協議会
1. Minami-Alps MTL area Geopark Council

ジオパークをより深く知って楽しむには、実際に現地を見てガイド等の話を聞くことが有効だが、ジオパークを知らない人がいきなりジオツアー等に参加することはハードルが高いと考える。
そこで、南アルプスジオパークではジオパークを知ってもらうきっかけとして、楽しみながら気軽に参加できるプログラムを開発し、公民館での講座やイベント等で活用を行っている。また、小学生を対象にした教育ツアーの事前学習や雨の日用のプログラムとしての活用も検討している。
本発表では、新たに開発したプログラムと活用の様子を中心に紹介する。

キーワード：ジオパーク、教育
Keywords: Geopark, Education

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

立山黒部ジオパークの現状と課題　ー条件付き再認定を受けてー
Present situation and issues of the Tateyama Kurobe Geopark after Yellow card

*山岡 勇太[1]、竹内 章[1]、飯田 肇[2]、今井 喜義[1]、金子 一夫[1]、志村 幸光[1]、稲村 修[3]、王生 透[4]、今堀 喜一[1]、小谷 智志[1]
*Yuta Yamaoka[1], Akira Takeuchi[1], Hajime Iida[2], Kiyoshi Imai[1], Kazuo Kaneko[1], Yukimitsu Shimura[1], Osamu Inamura[3], Tohru Ikurumi[4], Kiichi Imahori[1], Satoshi Kotani[1]

1. 一般社団法人立山黒部ジオパーク協会、2. 富山県立山カルデラ砂防博物館、3. 魚津水族館、4. 黒部市教育委員会生涯学習課
1. Tateyama Kurobe Geopark Society, 2. Tateyama Caldera Sabo Museum, 3. Uozu Aquarium, 4. Lifelong Learning Division, The Board of Education, Kurobe City

立山黒部ジオパークは，富山県東部の9市町村と富山湾の一部から構成される日本ジオパークであり，標高3000 m級の立山連峰から水深1000 mの富山湾まで，高低差4000 mにも及ぶ空間的広がりをもつ．本ジオパークは，主に地域の研究者が呼びかけ，運営組織は立ち上げ時から地域の経済界が中心となり，行政がバックアップする形で進められた．こうした背景により，国内では唯一，民間組織（一般社団法人立山黒部ジオパーク協会）によって運営されているジオパークである．これまで本ジオパークは，自治体や大学，博物館等と連携しながら活動を展開してきた．現在では，地元の企業や民間団体が，ジオパークを取り入れた活動を行い始め，地域内でのジオパークが果たす役割は徐々に拡大しつつある．しかしながら，2018年の日本ジオパーク再認定審査の結果は，2年間の条件付き再認定となった．指摘された主な事項は（1）ジオパーク活動に対する関係者間の認識のばらつき，（2）保全に関する計画や取り組みが不明瞭な点，（3）主要な観光ルートでの可視化やジオパーク看板の数，（4）提供している解説内容の難しさである．これらの指摘に対して，日本ジオパーク委員会の助言を得ながら，課題解決に向け計画的に取り組んでいきたいと考える．今回は，立山黒部ジオパークのこれまでの取り組みと今後の課題について，再認定審査の結果を踏まえながら報告する．

キーワード：立山黒部ジオパーク、ジオパーク、保全、ツーリズム、教育
Keywords: Tateyama Kurobe Geopark, Geopark, Conservation, Tourism, Education

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

白山手取川ジオパークにおける道の駅設置ジオパークパンフレット持ち出し数の増減調査

1 year survey conducted by Hakusan Tedorigawa Geopark regarding number of pamphlets taken from Roadside station Shirayamasan

*中野 加織里[1]、日比野 剛[1]、大西 龍一[1]
*Nakano Kaori[1], Tsuyoshi Hibino[1], Ryoichi Onishi[1]

1. 白山手取川ジオパーク推進協議会
1. Hakusan Tedorigawa Geopark Promotion Council

ジオパークの取り組みにおいてツーリズムは重要な活動の一つである。ツーリズムの基本は、まずその場所に多くの人が訪れることだと考えられる。また、人を呼び込むことのできるツールの一つとして、パンフレットが存在する。近年は電子端末による情報収集が主だっているが、紙媒体による周知の効果も未だに大きいと考えられる。

白山手取川ジオパーク推進協議会では、どのような大きさやデザインのものが最も持って行ってもらえるかを把握するため、２０１８年１月から、道の駅しらやまさんで設置している日本国内のジオパーク認定地域パンフレットの減少数を集計し始めた。今後新規のパンフレットを作成するにあたり、これらの情報が整理できれば、より多くの人が手に取りたくなるパンフレットを作成し、魅力発信を有効にすることができるはずである。

道の駅しらやまさんは国道１５７号線沿いの、平野部と白山麓地域をつなぐ地点に位置する。道の駅は石川県から白山麓を通過し、福井県や岐阜県へ抜けるルートの玄関口であり、電車やバスといった公共交通機関が接続されていない。また、近年の道の駅によくあるような飲食店やお土産販売なども行われていない。そのため利用者の大多数が、車や自転車といった車両移動の後、小休憩目的で立ち寄っていると考えられる。しかし、パンフレットを手にする人の年齢、性別、職業および社会的身分などの属性や、持ち帰る動機などの情報は得られていない。

集計の結果、毎月の減少数とデザインやラックの配置場所との関連性をはっきりとは認められなかったが、道の駅しらやまさんにおけるパンフレットの持ち帰りに影響が強いのは季節であるという傾向がみえた。一般的に仕事が休みとなりやすいGWや夏季休暇、比較的多くの人が出かけると考えられる紅葉シーズンの減少数が多くなっている。本発表では、開始から１年以上経過した現時点の集計で見えてきたことを報告する。

キーワード：パンフレット、ツーリズム、白山手取川ジオパーク、道の駅、普及・啓発
Keywords: pamphlet, tourism, Hakusan Tedorigawa Geopark, roadside station, public awareness

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ジオパークを活用した地球科学の普及活動「石の標本づくり in 白山手取川ジオパーク」

Promotion of the earth science utilizing the Geopark “Making the stone specimen in Hakusan Tedorigawa Japanese Geopark”

*鬼頭 雄也[1]、平井 佐利[1]、玉村 清文[1]、日比野 剛[2]、中野 加織里[2]、森下 知晃[3]、平松 良浩[3]、浜田 麻希[3]

*Yuya Kitoh[1], Satoshi Hirai[1], Kiyofumi Tamamura[1], Tsuyoshi Hibino[2], Kaori Nakano[2], Tomoaki Morishita[3], Yoshihiro Hiramatsu[3], Maki Hamada[3]

1.（一社）石川県地質調査業協会、2. 白山手取川ジオパーク推進協議会、3. 金沢大学

1. Ishikawa Geological Survey Association, 2. Hakusan Tedorigawa Geopark Promotion Council, 3. Kanazawa University

近年，少子高齢化や理科離れなどにより，自然科学分野の担い手減少が進展している．一方，異常気象やそれに伴い発生する自然災害は近年多発する傾向にあり，自然科学分野へ進む研究者や技術者の育成だけでなく，国民ひとりひとりの自然環境に対する理解度の向上が，今後必要性を増すといえる．

（一社）石川県地質調査業協会，白山手取川ジオパーク推進協議会，金沢大学は2017年度より，小学生とその保護者を対象としたイベント「石の標本作りin白山手取川ジオパーク」を開催している．このイベントはジオパークというフィールドを活用し，次世代を担う子供達に対して，身近な自然に触れることから地球環境への理解を促し，自然科学への興味につなげてもらえるような活動を目指している．また，近年敬遠されがちである現地で直接自然を観察し考える活動を通して，子供達のフィールド活動への関心を高めたいと思っている．

2018年度は10月20日の土曜日に，抽選で選ばれた小学校4年生以上の児童とその保護者35組が参加して開催された．子供達は石の種類やその成り立ち，見分け方などを教わった後，学生や留学生などとともにハンマー，ルーペ，薬液なども体験しながら，石の標本づくりを行った．イベント終了後に参加児童が記入したアンケートの集計結果より，子供達の石や自然に対する好奇心の強さを知ることができたほか，石の判別の難しさと楽しさを味わってもらえたことなど，子供達の率直な意見を知ることができた。また，活動内容や説明の理解度・難易度などを検証し，今後の活動に反映させたいと考えている．私達はこのイベントを継続的に開催していくのは勿論のこと，子供達の好奇心をくすぐるような新たな試みも行っていきたいと考えている．

キーワード：担い手、ジオパーク、教育、自然災害、フィールド、アンケート
Keywords: New leaders, Geopark, Education, Natural disaster, Field study, Questionnaire

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

恐竜渓谷ふくい勝山ジオパークで受け入れた香港からの教育旅行：課題と展望

School Trip from Hong Kong to Dinosaur Valley Fukui Katsuyama Geopark : Challenges and Prospects

*町 澄秋[1]
*Sumiaki Machi[1]

1. 恐竜渓谷ふくい勝山ジオパーク推進協議会
1. Dinosaur Valley Fukui Katsuyama Geopark Promotion Council

Dinosaur Valley Fukui Katsuyama Geopark is located at mountainous region, Fukui Prefecture, Japan. As you can understand from the name of geopark, the region is famous for dinosaur fossils excavation. 5 named dinosaurs have been discovered from Tetori group (early Cretaceous) so far (Azuma & Currie, 2000; Kobayashi & Azuma, 2003; Azuma & Shibata, 2010; Shibata & Azuma, 2015; Azuma et al., 2016). And there are various beautiful landscapes, formed by old volcanic activities and river flows (Kuzuryu rive and its branches).
Fukui Prefectural Dinosaur Museum is very famous in Japan and probably there are many visitors for school trip every year. However, most of them visit there and leave Katsuyama. This has been an old problem of Katsuyama city since the museum was established. We accepted school trip from Hong Kong Chinese Women's Club Fung Yiu King Middle School. We report challenges and prospects about accepting the students trip and guiding them.

キーワード：恐竜渓谷ふくい勝山ジオパーク、教育旅行、香港ユネスコ世界ジオパーク
Keywords: Dinosauar Valley Fukui Katsuyama Geopark, school trip, Hong Kong UNESCO Global Geopark

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

熊野古道大辺路刈り開き隊の活動概要
Outline of the activities of the Kumano Kodo Ohechi Rangers

*神保 圭志[1]
*Keishi Jimbo[1]

1. 南紀熊野ジオパーク ・ガイドの会
1. Nanki Kumano Geopark Guide Club

熊野古道大辺路刈り開き隊の活動概要

これまでの活動

熊野信仰の中心地である熊野三山への参詣道（熊野古道）のうち、海岸回りで平地が少ない大辺路は近代になって古道の道筋に重なるかたちで鉄道や自動車道の敷設がすすみ、使われなくなった古道は、その道筋も不明になることが多かった。こうした中、失われた古道の探索活動を行なっていた有志が熊野古道大辺路刈り開き隊を2004年に結成。古老からの聞き取りや明治初期の古地図に残されたルートの探索などから海岸段丘を上下する古道を発見することができた。海岸段丘には住宅が建てられ、イモや麦をつくっていた耕作地は放棄され、古道は倒木や土砂に埋もれ、シダが茂って存在すら忘れられていた。こうして大辺路刈り開き隊の地道な活動によって、田辺市から那智勝浦町に至る約120kmに至る大辺路の道筋がほぼ明らかになり、古道、町道、県道、国道を繋いで歩くことができるようになった。こうした活動が実を結び、世界遺産「紀伊山地の霊場と参詣道」への大辺路の登録区間は当初登録の10kmに新たに4kmが2017年に追加された。大辺路の調査活動が一段落した2014年ごろから、かつて大辺路と並ぶ主要街道であった上富田町から串本町古座に至る古座街道80kmを調査し、ルートすべてを歩けるように整備した。大辺路と古座街道沿道には南紀熊野ジオパークの主要ジオサイトが点在し、また吉野熊野国立公園や県立自然公園エリアでもあり、大辺路刈り開き隊隊員の多くがジオパークガイド養成講座を終了、自然公園指導員にも登録するなどして、ガイドや自然保護活動を行なっている。また、大辺路沿線の熊野灘の古式捕鯨遺産が「日本遺産-鯨とともに生きる」に認定されたことから、隊員の多くが日本遺産のガイド講習も受講し、このガイド活動も合わせて行っている。

地域への効果、反響

中世以来、上皇の熊野詣ルートであった中辺路などと比べ、知名度、通行量で劣る大辺路であったが、隊員の手によるイラストマップの作成、道標設置、観光協会や旅行会社と協力したガイドウォーク実施、地域の高校の世界遺産学習の一環として生徒との道普請活動実施などを積極的に行い、普及啓発活動につとめている。とくに古座街道は古道としての目新しさが注目を集め、従来の古道歩きを経験した層にアピールして、旅行会社の主催ウォークで、３年間にのべ1500人以上の集客があった。

反省点、改善点

近年インバウンドの外国人客で賑わう中辺路などと比べ、大辺路への外国人の出足はあまり多くない。原因のひとつとして、英文など外国語のマップや道標などの情報発信力に劣る点があげられる。大辺路は海浜風景に優れ、ジオパーク、世界遺産、自然公園、日本遺産などの資源に恵まれており、こうした資産の有効活用を図っていく必要がある。

今後の課題

大辺路や古座街道の古道は、古道のほとんどが植林地内をたどる中辺路とは異なり、暖地性のシイ、カシ類

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

主体の紀伊半島ならではの照葉樹林に覆われた古道ウォークを楽しむことができる。自然豊かな天然林は人工林より自然災害に強いと思われがちだが、昭和30年代に始まった化石燃料へのエネルギー革命によって天然林に人が入ることがなくなり、林内は荒廃がすすみ、台風通過後の天然林沿いの古道は倒木に覆われることになる。さらにイノシシの給餌行動により古道はいたるところ掘削され、荒れてしまい、いくら整備しても、その都度掘り返され、いたちごっこが続く。山林の荒廃は豪雨に弱く、急な出水で谷に架けた丸木橋もしばしば流され、復旧や架け替えが必要になる。また、石畳を敷き詰めた古道は、山腹からの出水によって敷石が流出したり、土砂や木の枝などが流入し荒廃する。石畳道には古来から「あらいごし」という排水路が設けられているが、埋もれて用をなさない場合が多い。古道が現役だった時代は住民総出の道普請が当たり前であったが、車道が整備されるに伴い、それも行われなくなってしまった。大辺路刈り開き隊は世界遺産登録に伴い、古道の定期的にパトロールを行なっており、必要な道普請や道標整備を行なっているが、今後、古道の魅力を伝え、より快適な古道ウォークを提供していくために、一層の保全活動と隊員確保につとめていく必要があると感じている。

キーワード：ジオパーク、熊野古道、保全
Keywords: Geopark, Kumanokodo, maintenance

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ジオ多様性が生み出す、自然遊びの多様性
Diversity of Nature Activities Related Geodiversity

前田 敦司[2]、環境省 近畿地方環境事務所、*郡山 鈴夏[1]、松原 典孝[3]
maeda atsushi[2], Ministry of the Environment Kinki Regional Environment Office, *Suzuka Koriyama[1], Noritaka Matsubara[3]

1. 山陰海岸ジオパーク推進協議会、2. SGAR、3. 兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科
1. Sanin Kaigan Geopark Promotion Council, 2. SGAR, 3. Graduate School of Regional Resource Management, University of Hyogo

山陰海岸ジオパークは山陰海岸国立公園のエリアを中心とした京都府北西部から兵庫県北部、鳥取県北東部に位置する広大な面積を持つユネスコ世界ジオパークである。メインテーマは「日本海形成に伴う多様な地形・地質・風土と人々の暮らし」。

現在、山陰海岸国立公園および山陰海岸ジオパークエリア内には多様なアウトドアアクティビティを行う事業者が存在している。シーカヤック、シュノーケル、ダイビングなど海の活動、山間サイクリング、ツリーイングなど山の活動、スキー、スノーシューなど雪を使った活動、砂丘地を使ったサンドボードや岩場を使ったラバートレッキングなど様々なアクティビティが３府県内20を超える事業者によって営業されている。

それぞれのアクティビティにはそれぞれ適した地形要因が存在し、多様なアクティビティが存在する背景には多様な地形地質の存在が必要不可欠である。本発表では山陰海岸ジオパークで行われている多様なアクティビティとそれらを生み出した山陰海岸の多様な地形地質についてつながりを持って説明する。

また、エリア内のアクティビティ事業者は「山陰海岸ジオパークアクティビティ連絡会（SGAR）」を立ち上げ、合同で関西圏でのプロモーションや共通パンフレットの作成などを行っている。環境省・ジオパーク協議会・アクティビティ事業者の連携によって生まれた新たな活動についても合わせて報告をおこなう。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

住民による地域の科学的重要性の理解～山陰海岸ジオパークの例～
Understanding of regional scientific importance by local Residents –In case of San’ in Kaigan UNESCO Global Geopark

*松原 典孝[1]
*Noritaka Matsubara[1]

1. 兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科
1. Graduate School of Regional Resource Management, University of Hyogo

ジオパークでは，地球活動を理解し，多様な地球活動によって生じた地域の多様性を守り，地球との相互作用によって成長している地域そのものを持続することが求められる．多様な地域を持続させるためには，地域そのものの重要な構成要素である住民がそれぞれの地域で積極的に活動することが重要である．しかし，地球活動はその活動の時間スケールが長いこともあり認識することは難しく，地域の特性も多くの場合生活の一部として溶け込んでいるためにその特性や重要性に住民が気づくことは少ない．そのため，住民のジオパークへの積極参加は簡単ではない．

山陰海岸ユネスコ世界ジオパークでは，住民の積極参加と地域の地球科学的特性や重要性の理解を促進させるために，住民と対話しながらジオパーク活動を推進している．本講演では，住民とのコミュニケーションを重視したジオパーク活動とその成果について論ずる．

キーワード：ジオパーク、ジオ・コミュニケーション、地球現象
Keywords: geopark, geo-communication, earth's phenomenon

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

いくつかのジオパークにおける大名の墓に使用されている石材 ー山陰海岸、島根半島・宍道湖中海、萩ジオパークー Stones forming tombs of feudal lords during Edo period in some geoparks located along the coast of the Sea of Japan

*先山 徹[1]
*Tohru Sakiyama[1]

1. 兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科
1. Graduate School of Regional Resource Management, University of Hyogo

歴史的な石造物の中で製作年の明らかな石材について、その産地を同定することは過去の流通経路や経済圏などの変遷を知る手掛かりとなる。その中で大名の墓所には多数の墓石が存在し、それぞれに年号が入れられているため、年代ごとの使用石材の変遷が分かる。また、その大名家ごとに似たコンセプトで造られ、それによって石材の種類にもある程度まとまりが見られる傾向がある。中国地方の日本海沿岸にあたる山陰海岸ジオパーク、島根半島・宍道湖中海ジオパーク、萩ジオパークは、それぞれに大名の墓所を有し、当時の流通などを考えるときに重要な位置づけとなる。そこで、これらについてその産地推定のための調査を行った。

なお、石造物の石材を同定するためには非破壊での検討が必要となるため、帯磁率の測定と岩相の記載によって産地の推定を行った。

山陰海岸ジオパークでは、鳥取藩主池田家の墓所があり、初代光仲（1693年没）から11代慶栄（1850年没）までの藩主が祀られている。これらの墓は亀の形をした台の上に板状の碑が建てられている。これらの多くはカリ長石が白色の中粒黒雲母花崗岩からなる。帯磁率は0.1×10^{-3}SI以下の低帯磁率を有する。鳥取県教育委員会によると、これらの多くは鳥取市南部の用瀬地域の花崗岩石材とされている。用瀬花崗岩は山陰帯には希なチタン鉄鉱系花崗岩であり（Ishihara, 1984；先山, 1986・2005）、岩相もよく似ている。このことから多くの石材は用瀬花崗岩起源と考えられるが、一部亀の部分は帯磁率が２～３$\times10^{-3}$SI程度の花崗岩が存在する。これらはカリ長石が桃色を呈し、六甲花崗岩と類似する。これらの時代的変遷は不明瞭であった。

島根半島・宍道湖中海ジオパークでは、松江市の月照寺に松江藩主の初代松平直政（1666年没）から９代斉貴（1863年没）までの墓が存在する。これらのうち初代から４代透（1705年没）の墓石は全て0.1×10^{-3}SI程度の低帯磁率を有する粗粒黒雲母花崗岩である。これらと同様の岩石は松江周辺の山陽帯では見出されず、むしろ山陽帯の花崗岩に類似する。カリ長石が白色を呈する点も含めて考えると小豆島や北木島などの瀬戸内島嶼部の可能性が高い。それに対して５代目の宣維（1731年没）以降9代目斉貴までは全て同様の見かけの角閃石黒雲母花崗閃緑岩で苦鉄質包有岩を多く含む。帯磁率は17～21$\times10^{-3}$SI程度で山陰帯の花崗閃緑岩に相当する。山地を特定するには至らなかったが、4代目と5代目の境界である18世紀初頭に石材産地が山陽帯から地元である山陰帯に変化したと考えられる。

萩ジオパーク東部の須佐では、益田氏の20代元祥（1640年没）から33代親施（1864年）までの墓が存在する。益田氏は萩へ移動する前は益田市を拠点としていたため、これ以前の墓は益田市にある。益田市にある益田氏の墓は11代兼見（1392年没）から19代藤兼（1597年没）までのものがあり、これまでの調査でそれらの大部分は六甲山の花崗岩であることが知られている（市村編，2013）。その後に続く須佐の墓は、年代によって石材がばらつき、21・22・27・28代は主体が六甲花崗岩であるのに対し、20・29・30・31・32・33代は帯磁率が低い黒雲母花崗岩である。萩市の場合、萩城近くの指月山に採石場の跡が残されており、これらは帯磁率が低い山陽帯の花崗岩である。萩城の石垣を構成する岩石の大部分がこの産地からのものであり、毛利家墓所の岩石の大部分も指月山の花崗岩である。これらのことから、当初は六甲山の花崗岩の利用が多かったが、次第に地元の岩石の利用へ移り変わっていったことを示している。

山陰海岸、島根半島・宍道湖中海、萩の各ジオパークを見る限り、全体的な傾向として瀬戸内地域の花崗岩の利用から地元の花崗岩の利用へと移り変わる傾向が見られた。それは山陰地域における加工技術の進歩に依

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

存するものなのかもしれない。

キーワード：花崗岩、ジオパーク、石造物、帯磁率
Keywords: granite, geopark, stone material, magnetic susceptibility

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

大地を魅せるサイエンスデザイン
Science Design to make the earth attractive

*笹岡 美穂[1]、Mine秋吉台 ジオパーク[2]
*Miho Sasaoka[1], Mine-Akiyoshidai Geopark[2]

1. 高知大学／株式会社SASAMI-GEO-SCIENCE、2. Mine秋吉台ジオパーク
1. Kochi University / SASAMI-GEO-SCIENCE, Inc., 2. Mine-Akiyoshidai Karst Plateau Geopark

ジオパークは地球科学という科学の枠組みを超えて，大地と人々の暮らしとその地域の生業を関連づけ，過去から未来を示していく活動が期待されていると私は考えています．そのためには，多様な人々に対して多様な入り口を設けることが必要になってきます．

この発表では，サイエンスデザインの視点から，これまで私が一般に対して行ってきた全く新しい取り組みを紹介しながら，ジオパークのこれからの活動について一緒に考える機会を持ちたいと考えています．

キーワード：サイエンスデザイン、多様な視点
Keywords: science design, diverse perspectives

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Mine秋吉台ジオパークの「地球に寄り添い、人と支え合う」活動
‘Be one with the earth; help each other’ : the Geopark activities of Mine-Akiyoshidai Karst Plateau Geopark

*小原 北士[1]、村谷 智子[1]、Tristan Gray[1]、柚洞 一央[2]、脇田 浩二[3]
*Hokuto Obara[1], Tomoko Muratani[1], Tristan Gray[1], Kazuhiro Yuhora[2], Koji Wakita[3]

1. Mine秋吉台ジオパーク推進協議会、2. 公立鳥取環境大学、3. 山口大学
1. Mine-Akiyoshidai Karst Plateau Geopark Promotion Council, 2. Tottori University of Environmental Studies, 3. Yamaguchi University

Mine秋吉台ジオパークでは、ジオパーク活動は全て「地球に寄り添い、人と支え合う」というコンセプトのもとで行われる。これは、大自然が作り出した地球科学遺産を保全し、活用することで、人々の心の中に平和が生じるという、持続可能な開発目標（SDGs）の実現に向けた取組である。本発表では、このコンセプトが具体的に何を意味しているかを説明する。また、ユネスコ世界ジオパーク認定を目指しているMine秋吉台ジオパークが既に実施した活動とその効果、そしてこれからの活動を紹介する。

キーワード：Mine秋吉台ジオパーク、日本ジオパーク、ジオパーク活動、持続可能な開発目標
Keywords: Mine-Akiyoshidai Karst Plateau Geopark, Japanese Geoparks, geopark activity, Sustainable Development Goals

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

四国西予ジオパーク須崎海岸の見どころー黒瀬川構造帯4億年前の地層ー
Highlights of Suzaki Coast, Shikoku Seiyo Geopark - Kurosegawa Tectonic Zone, geologic strata of 400 million years ago -

*中村 千怜[1]、辻 智大[2]、- 四国西予ジオパーク推進協議会[3]
*Chisato Nakamura[1], Tomohiro Tsuji[2], Shikoku Seiyo Geopark Promotion Council -[3]

1.（株）ナイバ、2.（株）四国総合研究所、3. 西予市
1. NAIBA Co. Ltd., 2. Shikoku Research Institute INC., 3. Seiyo City

黒瀬川構造帯は主に大陸地殻を構成する岩石（花崗岩・変成岩）や大陸周辺の浅い海で堆積した地層（凝灰岩・石灰岩など）からなる．赤道近くにあった超大陸パンゲアが分裂した破片がプレートにのって大陸に衝突したものと考えられている．愛媛県の南西，西予市三瓶町にある須崎海岸は四国西予ジオパークのジオサイトである．ここでは，黒瀬川構造帯に属する4億年前の酸性凝灰岩の地層を，国内で唯一，遊歩道沿いに300mにも渡って観察でき，縦じまの地層によるダイナミックな景観を体感することができる．加えて，凝灰角礫岩や貫入岩が凝灰岩中に見られ，様々なイベントがあったことを示唆する．本発表では，これらの地層の見どころを紹介し，どのように地層が形成されたかを解説する．

【酸性凝灰岩】凝灰岩層は火山灰が固まってできた岩石であり，泥質部と砂質部の互層をなしている．級化や荷重痕といった混濁流堆積物（タービダイト）に見られる構造が見られる．槇坂・加藤（1983）で凝灰岩は北東側ほど上位層であると推定され、今回薄片においても級下を確認し，追認することができた．細粒な凝灰岩中に粗粒な火山灰由来の長石などの粒子が観察された．これらのことから，火山活動が活発な大陸もしくは成熟した島弧の近海で凝灰岩は形成されたと推定される．凝灰岩が300mも堆積したということは，長期にわたる火成活動が安定してあったことを意味する．また，保存状態の良い放散虫化石が認められる層準もあるため，放散虫化石の年代から火成活動の時期の特定が期待される．

【凝灰角礫岩】浅海に生息するサンゴの化石を含む凝灰角礫岩が不整合で凝灰岩を覆う．凝灰角礫岩層は淘汰が悪く，塊状無層理で，基底部に上方粗粒化が見られる．このことから，凝灰角礫岩層は山体崩壊あるいは海底地すべりで形成された崩壊堆積物であり，それらがより深海底に流れ込んだものであると推定される．

【貫入岩】遊歩道の西部にて，いくつかの貫入岩が見られた．貫入岩は凝灰岩層の層状構造を切り，塊状で板状節理が発達している．また，細粒で均質な組織を示す．貫入岩の存在は，酸性凝灰岩堆積場において火成活動があったことを意味するため，今後の詳細な検討が望まれる．

このように，須崎海岸では大陸ないし島弧周辺の海域で凝灰岩が堆積した様子を見ることができる大変珍しい場所である．須崎海岸は日本列島の生い立ちを解明するために学術的に重要な地質であるとともに，一般の方にも魅力を感じていただけるジオサイトでもある．発表では，その他にも須崎海岸で見られる様々な地球科学的な見どころを紹介する．

【引用文献】槇坂・加藤（1983）愛媛県三瓶町より中期古生代サンゴ化石の発見．地質学雑誌，89，723-726.

キーワード：四国西予ジオパーク、黒瀬川構造帯、酸性凝灰岩、貫入岩、崩壊堆積物、放散虫化石
Keywords: Shikoku Seiyo Geopark, Kurosegawa tectonic zone, acidic tuff, intrusive rock, debris flow deposit, radiolarian fossil

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

平成29年再認定審査および平成30年7月豪雨を受けての四国西予ジオパークにおける取り組み
The Efforts of the Shikoku Seiyo Geopark after the revalidation from JGN council and the 2018 Japan Floods.

*榊山 匠[1]、土居 文人[1]、宇都宮 弘志郎[1]、高橋 司[1]
*Takumi Sakakiyama[1], Fumito Doi[1], Koshiro Utsunomiya[1], Tsukasa Takahashi[1]

1. 四国西予ジオパーク推進協議会
1. Shikoku Seiyo Geopark Promotion Council

四国西予ジオパークでは、一昨年前に日本ジオパーク委員会による再認定審査を受け、平成29年12月22日に再認定された。再認定後も積極的なジオパーク活動を行っていたが、平成30年7月豪雨に見舞われ、西予市でも多数の斜面崩壊や家屋の浸水被害が生じ、6名の死者を出した。四国西予ジオパーク内においても23ヶ所あるジオサイトのうち5カ所が被害を受け、2ヶ所は現在でも一般の観光客の立ち入りを制限する状態が続いている。

このような事態を受けて、四国西予ジオパーク推進協議会ではより多くの人たちに、自分たちが住む土地の成り立ちへの一層の関心を向けるべく、「せいよ自然と暮らしのカレッジ」と題した講座を開催した。そこでは、郷土史や地形の成り立ちに詳しい講師とともにフィールドワークを行ったり、ガイドの養成やジオパークの活用方法について学ぶ講座を実施してきた。とりわけフィールドワークにおいて、参加者は普段から慣れ親しんだ地域の景色を見ながら土地の成り立ちの解説を受けることで、これまでと異なる「気付き」を得ることができた。また学校教育との連携においては、被災したジオサイトの学校見学を受け入れ、一年を通じたジオパーク学習を実施した学校で題材の一つとして取り扱った。

また指摘事項に対する取り組みとして、平成30年度の活動において一般観光客にも興味を持ってもらえるようなストーリーを模索している。協議会内の各部会やジオガイドネットワークの定例会においてキーワードを共有するとともに、カレッジにおける参加者とも検討を重ねている。さらに四国西予ジオパークガイドブックの作成や、市内の事業所と連携したジオパーク応援店の設置、新たな特産品のジオブランド化など、産業や商業との連携も実を結びつつある。一方で、行政としての災害対応とジオパーク推進室としての業務遂行の両立が困難であるという課題にも直面した。今後はこうした課題をJGNで共有していくこととともに、新たに製作した防災教材を活用して、自分たちが住んでいる地域の成り立ちに関心を向ける活動を充実させていく予定である。

キーワード：ジオパーク、西予市、再認定、平成30年7月豪雨
Keywords: Geopark, Seiyo City, revalidation, 2018 Japan floods

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

”四国のまんなか”で地球と人々の歴史文化のつながりを楽しむ方法
Method of enjoying relationships with the earth and culture in "the central Shikoku island".

*殿谷 梓[1,2]、中尾 佳那[1,2]、石井 和美[2]、阿佐 拓馬[3]、佐川 颯一朗[3]、西成 賢志[3]、山本 伊織[3]、平尾 尚史[3]、中川 敬司[3]
*Azusa Tonotani[1,2], Kana Nakao[1,2], Kazuyoshi Ishii[2], Takuma Asa[3], Soichiro Sagawa[3], Kenshi Nishinari[3], Iori Yamamoto[3], Hisashi Hirao[3], Keiji Nakagawa[3]

1. 三好市役所地方創生推進課、2. みよしジオガイドの会、3. 徳島県立池田高校
1. Miyoshi city office, 2. Geoguides of Miyoshi city, 3. Tokushima prefectural Ikeda high school

四国のまんなかと称される徳島県三好市は,ソラと呼ばれる四国山地・讃岐山脈からなる山間部のエリアと,マチと呼ばれる平野部のエリアから構成されている.ソラでは地すべりによって形成された緩やかな山の斜面に集落が点在しており,その地形の上で暮らすための数多くの工夫を農業・建築・風習の中で見つけることができる.一方でマチでは,吉野川によって築かれた河成段丘や中央構造線の活動によって形成された大地の上に人が住み,そこでは吉野川を活用した水運業や刻みたばこ産業が栄えた.

このように大地の活動と人々の文化の関係性を深く見ることのできる三好市は,現在日本ジオパーク認定を目指す活動を推進している.

三好市を訪れた人々や地域住民に,地球と人々の歴史文化のつながりを楽しんでもらうための取り組みの一つとして,ジオツアーを行っている.今回の発表では,１）研究者が行うジオツアー,２）専門員が行うジオツアー,３）ジオガイドが行うジオツアー,４）高校生が行うジオツアーの４つを紹介する.

キーワード：ジオツアー、中央構造線
Keywords: Geotour, Median Techtonic Line

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ジオパークにおける研究と学校教育との橋渡し：室戸ユネスコジオパークの研究助成による事例

Bridge of scientific research to school education in a geopark, using a research fund of Muroto UNESCO Geopark

*植木 岳雪[1]
*Takeyuki Ueki[1]

1. 千葉科学大学危機管理学部
1. Faculty of Risk and Crisis Management, Chiba Institute of Science

ジオパークにおける活動は，保護・保全，教育，ジオツーリズムの3要素からなり，それらの順番に重なる．ジオパークにおける調査・研究は，保護・保全の活動に関係し，既存のジオサイトの価値づけや，価値のあるジオサイトの発掘のためにあると思われる．一方，調査・研究と教育を関係させ，学校教育や生涯学習の一環として地域の住民に成果を還元することも考えられる．そのような例として，成果報告会のような成人を対象とした講演会やセミナーが行われているが，学校と連携した活動はないようである．室戸ユネスコジオパークの研究助成によって，河成段丘の記載と編年を目的として，段丘上の小・中学校の敷地でボーリング掘削調査を行った．その際に，小・中学生はボーリング掘削の作業の様子を見学し，学校周辺を歩きながら地形地質を観察した．また，室内でボーリングコアを半割りして，コアを観察し，環境の変化を推定した．本発表では，このような研究と学校教育との橋渡しの実践を紹介する．

キーワード：橋渡し、研究、学校教育、研究助成、ボーリング掘削
Keywords: bridge, scientific research, school education, research fund, drilling survey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地域住民、行政関係者等と地域を巻き込んで作成した島原半島ユネスコ世界ジオパークの新基本理念

New basic philosophy of Unzen Volcanic Area UNESCO Global Geopark made in union with local residents and government officers.

*森本 拓[1]、大野 希一[1]
*Taku MORIMOTO[1], Marekazu OHNO[1]

1. 島原半島ジオパーク協議会事務局
1. Unzen Volcanic Area Geopark Promotion Office

1.島原半島ジオパークの基本理念の改定に関わる背景

ジオパークの基本理念は、地域の未来に対する将来像を住民、行政、研究者等の多様なステークホルダー内で共有し、その将来像に対する認識をステークホルダー間で統一する上で必要不可欠なものである。またジオパークは地域の持続可能な発展を通じて地域資源を保護・保全することとした活動であるゆえ、その基本理念は地域住民にとってわかりやすく、賛同できるようなものであるべきである。

当時の島原半島ジオパーク推進連絡協議会は、2010年にジオパーク関係者の主導のもとで基本理念を策定した。しかし、ジオパークプログラムが2015年にユネスコの正式事業となって以降、ジオパークプログラムがユネスコの理念の実現に貢献する必要性が出てきた。そのため既存の基本理念は、現況のユネスコ世界ジオパークの理念とズレが生じてきた。

そこで、島原半島ジオパーク協議会は、2018年11月に地域住民や行政関係者等を通じて、ユネスコ世界ジオパークの理念の達成に貢献する島原半島ユネスコ世界ジオパークの新基本理念を策定した。今回は、どのようにこの新基本理念を作成し、それをどのように公表してきたかというプロセスを発表する。

2.新基本理念を考えるための方法とワークショップの流れ

新基本理念の作成には、普段からジオパークの業務に携わる事務局員に加え、様々な立場の人の意見を取り入れるため、環境省、長崎県、島原半島3市（島原市、雲仙市、南島原市）の行政関係者で議論されるプロジェクトチームを立ち上げ、既存の基本理念の問題点や地域の未来について議論を行った。なおこの議論には、ジオパーク認定当初の専門員は参加せず、チームメンバーによる主体的な新しい発想のもとで議論が進められた。全4回実施されたプロジェクト会議では「今後の島原半島をどうするか」をテーマに、KJ法を用いて各々の意見を洗い出し、そこで出された類似した意見をグループ化した。その上で新基本理念に含めるべき言葉を取捨選択し、基本理念の素案をつくっていた。

第1回プロジェクト会議では、「地域の未来像」をテーマに意見の洗い出しを行った。第2回プロジェクト会議では、これまで出た意見の深掘りを行い、それをもとに意見を9つにグループ化した。第3回プロジェクト会議では、今後のジオパークの基本・行動計画を照らし合わせるために、さらに4つのグループに意見を集約した。第4回プロジェクト会議では、これまでの意見から新基本理念に使用する言葉「笑顔」、「誇り」、「幸せ」を抽出、それらをより持続可能に実現するための言葉として「もっと」や「ずっと」というキーワードを加え、新基本理念『島原半島の「笑顔」「誇り」「幸せ」をもっと、そして、ずっと』の素案を作成した。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

3.地域住民に発信した新基本理念

島原半島の未来を考えるために、昨年11月に開催した日本ジオパーク認定10周年記念シンポジウムでは、約230人の高校生を含む幅広い年代の人が、これまでのジオパーク活動の振り返りと島原半島の未来について対話を行った。シンポジウムの参加者から出てきた言葉は、プロジェクトチームで考えた「笑顔」「誇り」「幸せ」等と共通する意見が多くあり、素案として作成した新基本理念は、結果として地域住民の意見を反映させるものになった。新基本理念の素案をシンポジウムの大会宣言とすることで、正式に島原半島ユネスコ世界ジオパークの新基本理念として決定した。

4.新基本理念を実現するための今後の展望

島原半島ジオパーク協議会の新基本理念『島原半島の「笑顔」「誇り」「幸せ」をもっと、そして、ずっと』は、地域の持続可能な発展を念頭においた地域住民が願う地域の未来に対する想いをかたちにした言葉である。地域住民、行政関係者等と一緒になって作成した新基本理念を、今後どのように実現していき、そして様々な人をどのようにジオパーク活動に巻き込むことができるかが課題である。

今後はそれを実現するための基本計画・行動計画を策定し、持続可能な地域作りを通じて地域資源の保護・保全を行なうジオパーク活動の担い手を増やしていきたい。

キーワード：ユネスコ、新基本理念、持続可能な発展、KJ法、プロジェクトチーム、地域住民
Keywords: UNESCO, New basic idea, Sustainable development, Affinity diagram, Project team, Local resident

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

サイトに設置されている解説看板の評価ー島原半島ユネスコ世界ジオパークのサイト「土石流被災家屋保存公園」の例ー

Evaluation of explanation panels settling at geopark’s sites –case study of the explanation panel at a memorial park of houses destroyed by debris flows in Unzen Volcanic Area UNESCO Global Geopark, Japan

太田 千愛[1]、森北 詩音[1]、鬼塚 空夢[1]、森田 達也[1]、大嶋 健心[1]、栗田 悠衣[1]、河添 未夕[1]、東内 敏紀[2]、大窄 紘章[2]、*大野 希一[3]
Sean OTA[1], Shion MORIKITA[1], Kuumu ONIDUKA[1], Tatsuya MORITA[1], Kenshin OSHIMA[1], Yui KURITA[1], Miyu KAWAZOE[1], Toshiki HIGASHIUCHI[2], Hiroaki OSAKO[2], *Marekazu OHNO[3]

1. 長崎県立口加高等学校グローカルコース、2. 長崎県立口加高等学校、3. 島原半島ジオパーク協議会事務局
1. Glocal Course, Nagasaki Prefecture Koka High School, 2. Nagasaki Prefecture Koka High School, 3. Unzen Volcanic Area Geopark Promotion Office

はじめに

地形や地質学に関する専門知識を持たない一般の人や土地勘のない観光客に、ジオパークのサイトの価値を正しく伝え、観光客にジオパークそのものを楽しんでもらうためには、正しくてわかりやすい解説看板（以下、看板）をサイトに設置することが必要不可欠となる。言い換えれば、ジオパークのサイトに設置されている看板は、サイトの価値を地域住民や観光客に伝えるための情報発信ツールである。しかしながら、サイトに設置した看板は、その作成に大変な労力と費用を要するにも関わらず、そこに記述された事柄が、看板閲覧者にどの程度正しく、かつ分かりやすく伝わっているのかを客観的に分析した事例はまだない。そこで我々は、島原半島ユネスコ世界ジオパークの主なサイトのひとつである「土石流被災家屋保存公園」に設置されている看板を例に、既存看板を閲覧した方を対象にヒアリング調査を行った。そしてその結果を踏まえて、デザインや内容を修正した看板を再設置し、閲覧者の看板に対する印象の変化を通じて、サイトにおける解説看板の評価を行った。

手法

今回調査地点としたサイト「土石流被災家屋保存公園」は、1990年から1995年にかけて雲仙火山で発生した平成噴火のうち、1992年8月に発生した土石流によって被災した家屋群を被災当時の姿で保存した公園で、噴火災害の伝承に加え、火山噴火で発生した土石流堆積物の特徴が観察できるという価値を持つ。またこの公園は、道の駅「みずなし本陣ふかえ」の中に位置しているため、観光客数も多く、看板閲覧者に対するヒアリングをしやすい、という利点もある。解析対象とした看板は、2011年3月に島原半島ジオパーク推進連絡協議会（当時の名称）が設置したもので、島原半島世界ジオパークの看板としては比較的初期に建てられたものである。

この既存看板を対象に、2018年8月10日および9月16日に、ビデオカメラを用いて、どのくらいの来訪者がどのくらいの時間看板を見ているのかを調査した。また看板閲覧者に直接ヒアリングを行い、性別、年代、発地に加え、看板の印象（文字数・文字サイズ・写真・説明文の内容）を6段階で評価していただいた。そしてこの評価結果をもとに作成した修正看板を、同年10月14日に設置し、修正看板の閲覧者に対して同様の調査を行った。そしてそれらの結果の比較を通じて、看板全体の質がどのように変化したかとその要因を分析した。

結果

既存看板を閲覧した人の数は、調査人数250名中52名（約21％）、閲覧平均時間は約22秒で、最も長く閲

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

覧した人は63秒であった。これに対し、修正看板は、調査人数204名中34名（約17%）が閲覧した。閲覧平均時間は約17秒、最も長く閲覧した人は62秒で、既存看板のそれより全体的に短くなった。

看板閲覧者の看板に対する印象を、6を最高に6段階で評価して頂いたところ、既存看板については全体印象が4.7、説明文は4.6、写真については4.6となった。これに対し、修正看板は、全体印象は4.6、説明文は4.8、写真については4.7となり、修正看板の方が既存看板に比べて説明文や写真の見やすさに対する評価が若干高くなった一方で、全体の印象は若干下がる、という結果になった。

文字数・文字サイズについては、3.5を文字数および文字サイズの最適値とし、文字数やサイズが多すぎたり大きすぎたりした場合を6、少なすぎたり小さすぎたりした場合を1として、閲覧者に評価していただいた。その結果、既存看板については、文字数の評価は4.1、文字サイズは3.7であったが、修正看板は文字数の評価が4.0、文字サイズは4.0となり、文字数は評価が若干上がった一方で、文字サイズに関する評価は下がる、という結果になった。

考察

既存看板に対する閲覧者の意見は、「文字数が多い」「どこから読み始めればよいかわからない」というものが多かった。そこで修正看板は敢えて文字数を減らし、写真を大きくするデザインとした。その結果、修正看板は既存看板に比べて「わかりやすくなった」という意見の閲覧者が増加した。説明文の評価が向上したにも関わらず、修正看板の閲覧時間が既存看板に比べて短くなったのは、文字数の減少に伴い、閲覧者が短時間で看板を見終えたためと考えられる。一方で、看板の文字数を減らしすぎると、サイトの持つ意義や価値を看板閲覧者に十分に伝えきれなくなる可能性が出てくる。看板の全体印象の低下は、そのデザインに加え、文字数を減らしたことにより、看板そのものが提供する情報が減少した事に起因した可能性がある。

今後の展望

ジオパークのサイトは、伝えるべき何らかの学術的価値を必ず有している。その価値を正しく、分かりやすく伝えることができる看板が、優れた看板であると言える。しかし今回は、サイトが有する価値やこのサイトを訪問する来訪者の背景やニーズを詳しく検討することなく、その内容及びデザインの変更を行っており、改善の余地がある。今後は、土石流被災家屋保存公園を訪れる訪問者のニーズと、このサイトが伝えるべき学術的価値を把握したうえで、看板のデザインや内容をさらに改良し、よりよい看板の作成に向けた調査を継続していく予定である。

キーワード：島原半島ユネスコ世界ジオパーク、ジオパーク、土石流被災家屋保存公園、解説看板、評価
Keywords: Unzen Volcanic Area UNESCO Global Geopark, Geopark, A memorial park of houses destroyed by debris flows, Explanation panels, Evaluation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ジオパークを活用したESD-SDGs推進モデル開発事業（ジオパークの教育コンテンツ調査を含む）

ESD-SDGs Promotion Model Development utilizing Geoparks including the basic research on the contents of educational programs in Geoparks in Japan

朝日 克彦[1]、市橋 弥生[1]、小河原 孝彦[1]、片野 忍[1]、栗原 憲一[1]、*郡山 鈴夏[1]、小林 猛生[1]、下村 圭[1]、鈴木 雄介[1]、竹之内 耕[1]、日比野 剛[1]、藤島 純[1]、古澤 加奈[1]、堀内 悠[1]、水野 恵美子[1]、三山 耕[1]、山岡 勇太[1]、山口 珠美[1]、山崎 由貴子[1]、山本 隆太[1]、横山 光[1]
Katsuhiko Asahi[1], Yayoi Ichihasi[1], Takahiko Ogawara[1], Shinobu Katano[1], Ken'ichi Kurihara[1], *Suzuka Koriyama[1], Takeo Kobayashi[1], kei Shimomura[1], Yusuke Suzuki[1], Ko Takenouchi[1], Tsuyoshi Hibino[1], Jun Fujishima[1], Kana Furusawa[1], Yu Horiuchi[1], Emiko Mizuno[1], Ko Miyama[1], Yuta Yamaoka[1], Tamami Yamaguchi[1], Yukiko Yamasaki[1], Ryuta Yamamoto[1], Hikaru Yokoyama[1]

1. 日本ジオパークネットワーク
1. Japanese Geoparks Network

日本ジオパークネットワーク（JGN）では、平成30年度日本ユネスコ国内委員会ユネスコ活動費補助金を活用し、ジオパークを活用したESD_SDGs実践モデルの開発・普及による持続可能な社会づくりの担い手育成を目的とした事業を開始した。日本国内の全ジオパークを対象に、ジオパークを活用した教育コンテンツ調査を実施し、ジオパーク教育コンテンツ活用のための基盤を固めた。また、調査結果を教育旅行の推進に活用すべく教育旅行ニーズ調査を実施した。

さらに、次の５つのジオパークESD実践モデル開発に着手した。

①ユネスコスクールジオパーク活用ESDモデル
②小中学校ジオパークESD実践モデル
③高校ジオパークESD実践モデル
④ミュージアムジオパークESDモデル
⑤ジオパークESD海外発信モデル

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

🏛2019年5月26日(日) 9:00 ~ 10:30 | 🏛A02 東京ベイ幕張ホール

[P-PS04] 火星と火星圏の科学

コンビーナ:宮本 英昭(東京大学)、臼井 寛裕(東京工業大学地球生命研究所)、松岡 彩子(宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所　太陽系科学研究系)、Sushil K Atreya(University of Michigan Ann Arbor)、座長:Sushil Atreya

In view of unprecedented advances in our understanding of Mars, primarily due to new and ongoing observations of the planet with a number of spacecraft missions of the US, Europe and Asia, we propose a session on Mars. Mars is an object of intense scrutiny. Currently, eight spacecraft are operating at Mars, with six in orbit (Odyssey, MRO, MAVEN, Mars Express, Mangalyaan and TGO) and two on the surface (MSL-Curiosity and MER-Opportunity), the largest number ever at any given time. In addition, InSight is on track to land on Mars in November 2018, and several spacecraft are in various stages of implementation with launches scheduled for 2020 (Mars 2020, ExoMars 2020, Emirates Mars Mission Hope, Chinese Mars Mission and the Japanese Mars Terahertz Microsatellite), 2022 (ISRO's Mangalyaan 2), and 2024 (JAXA's MMX mission to explore Phobos, Deimos, and Mars). All this is a clear demonstration of public's strong fascination with and commitment to Mars exploration and the resulting scientific bonanza. Synergistic investigations with ongoing and already completed missions along with modeling studies and earth-based observations are gradually revealing the nature of Earth's most closely resembling planet that took on a different evolutionary track than our home planet. Morphology and variable phenomena seen on the surface (RSLs, e.g.) and in the atmosphere (methane) indicate that Mars is possibly currently active. Available data are providing a better understanding of Mars' present geologic and atmospheric state, climate evolution, and habitability. Thus, the scope of this session will be the recent results from a broad spectrum of Mars studies encompassing the interior, surface, atmosphere, plasma environment, and the Mars system including its two satellites. Abstracts on modelling, instrumentation and future mission plans are also encouraged.

9:00 ~ 9:15

[PPS04-01] Recent results from the MAVEN mission

*Dave A Brain[1,4]、Bruce Jakosky[1]、Janet Luhmann[2]、Gina DiBraccio[3] (1.University of Colorado、2.University of California Berkeley、3.NASA Goddard Space Flight Center、4.University of Tokyo)

9:15 ~ 9:30

[PPS04-02] From Clouds to Aurora to Atmospheric Escape: Highlights from MAVEN’s Imaging UltraViolet Spectrograph

★Invited Papers

*Nicholas McCord Schneider[1]、MAVEN/IUVS Science Team (1.LASP, University of Colorado Boulder)

9:30 ~ 9:45

[PPS04-03] Variation in Martian Crustal Magnetic Field Cusp Topology

*Tristan David Weber[1]、David Brain[1]、Shaosui Xu[2]、David Mitchell[2]、Jasper Halekas[3] (1.University of Colorado, Boulder、2.Space Sciences Laboratory, UC Berkeley、3.University of Iowa, Iowa City)

9:45 ~ 10:00

[PPS04-04] The Induced Global Looping Magnetic Field on Mars

*Lihui Chai[1]、Weixing Wan[1]、Yong Wei[1]、Tielong Zhang[2]、Willi Exner[3]、Markus Fraenz[4]、Eduard Dubinin[4]、Moritz Feyerabend[3]、Uwe Motschmann[3]、Yingjuan Ma[5]、J. S. Halekas[6] (1.Institute of Geology and Geophysics Chinese Academy of Sciences、2.Space Research Institute, Austrian Academy of Sciences, Graz, Austria、3.Institute for Theoretical Physics, TU Braunschweig, Braunschweig, Germany、4.Max Planck Institute for Solar System Research, Goettingen, Germany、5.Institute of Geophysics and Planetary Physics, University of California, Los Angeles, Los Angeles, CA, USA、6.Department of Physics and Astronomy, University of Iowa, Iowa City, IA, USA)

10:00 ~ 10:15

[PPS04-05] First Observation of Magnetic Pulsations on Martian Surface

*Peter J Chi[1]、Christopher T Russell[1]、Steve Joy[1]、Don Banfield[2]、Catherine L Johnson[3,4]、Yingjuan Ma[1]、Anna Mittelholz[3]、Yanan Yu[1] (1.University of California Los Angeles、2.Cornell University、3.University of British Columbia、4.Planetary Science Institute)

10:15 ~ 10:30

[PPS04-06] MRO/CRISM 火星リム観測による多重散乱を考慮したエアロゾル・ガス高度プロファイルのリトリーバル

*笠羽 康正[1]、豊岡 雅士[2]、青木 翔平[3]、Mahieux Arnaud[3,4]、中川 広務[2]、岩渕 弘信[2] (1.東北大学 惑星プラズマ・大気研究センター、2.東北大学 理学研究科 地球物理学専攻、3.Planetary Aeronomy, Belgian Institute for Space Aeronomy, Belgium 、4.University of Texas at Austin, USA)

Recent results from the MAVEN mission

*Dave A Brain[1,4], Bruce Jakosky[1], Janet Luhmann[2], Gina DiBraccio[3]

1. University of Colorado, 2. University of California Berkeley, 3. NASA Goddard Space Flight Center, 4. University of Tokyo

The Mars Atmosphere and Volatile EvolutioN (MAVEN) mission has been making science observations from Mars orbit since November, 2014, with the science goal of assessing the role that loss of atmospheric gas to space has played in changing the Martian climate through time. To achieve this objective, MAVEN measures the energetic inputs to the Martian upper atmosphere from the Sun (“drivers”), the properties of the regions of the upper atmosphere from which escaping particles are drawn (“reservoirs”), and the different escape processes as they occur today (“escape”). These data, and the models used to help understand them, allow us to constrain the influence of escape on the evolution of the Martian atmosphere over time. In this presentation we will summarize the main findings of MAVEN over more than 4 years of science observations, with an emphasis on recent results released over the past year. We will then present the status and future science plans for the mission as the spacecraft’s orbit is changed to prepare for increased relay activities in the coming months and years.

Keywords: Mars, Climate, Atmospheric Escape

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

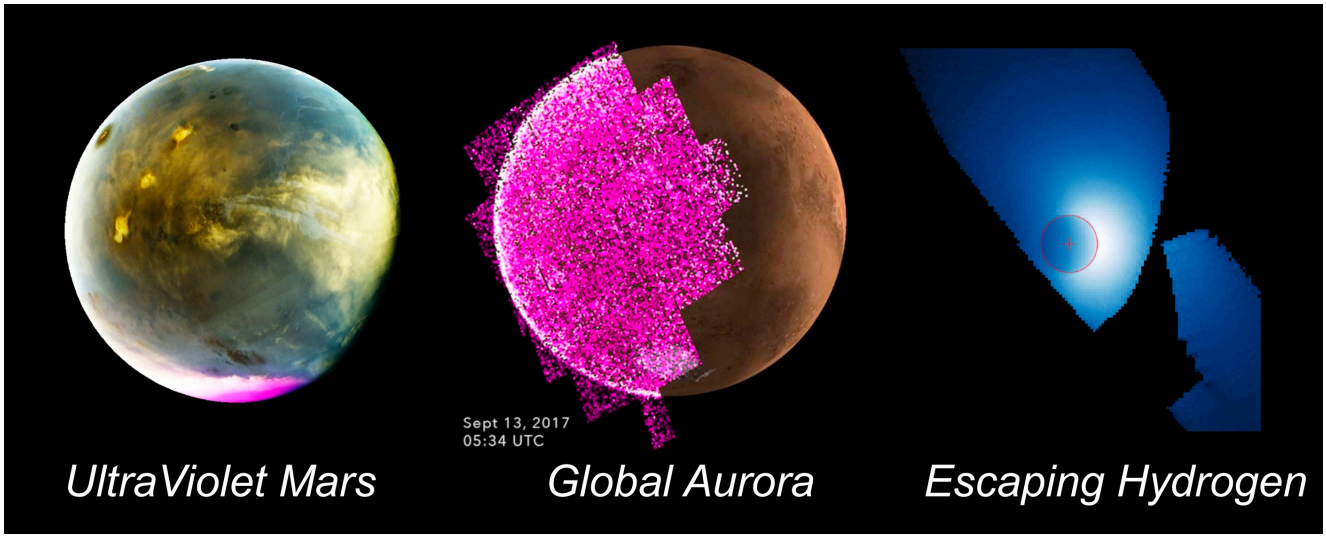
From Clouds to Aurora to Atmospheric Escape: Highlights from MAVEN’ s Imaging UltraViolet Spectrograph

*Nicholas McCord Schneider[1], MAVEN/IUVS Science Team

1. LASP, University of Colorado Boulder

The Mars Atmosphere and Volatile EvolutioN (MAVEN) mission’ s Imaging Ultraviolet Spectrograph (IUVS) observes Mars in the far and mid ultraviolet (110-340 nm), investigating lower and upper atmospheric structure and indirectly probing neutral atmospheric escape. The instrument is among the most powerful spectrographs sent to another planet, with several key capabilities: separate Far-UV & Mid-UV channels for stray light control; a high-resolution echelle mode to resolve deuterium and hydrogen emission; internal instrument pointing and scanning capabilities to allow complete mapping and nearly continuous operation; and optimization for airglow studies. After four Earth years in orbit (two Mars years), IUVS has assembled a large quantity of data and provided insights on present-day processes at Mars including dayglow, nightglow, aurora, meteor showers, clouds, and solar-planetary interactions. In this presentation, we will highlight key results obtained by IUVS, including: (1) dust storm and cloud activity from a synoptic perspective; (2) a surprisingly high level of auroral activity of three types; (3) long-term tracking of seasonally-modulated escape of hydrogen. We will present an overview of these results and a discussion of their implications for understanding Mars atmospheric dynamics and evolution.

Keywords: mars, atmosphere, ultraviolet, aurora, escape, clouds



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Variation in Martian Crustal Magnetic Field Cusp Topology

*Tristan David Weber[1], David Brain[1], Shaosui Xu[2], David Mitchell[2], Jasper Halekas[3]

1. University of Colorado, Boulder, 2. Space Sciences Laboratory, UC Berkeley, 3. University of Iowa, Iowa City

The Martian magnetic field environment is complex. Crustal magnetic fields interact with the incoming interplanetary magnetic field (IMF) to produce a dynamic topological system that in turn constrains the motion of charged particles. The inflow of energetic electrons and the outflow of ionospheric particles are both channeled through regions of vertically oriented field referred to as magnetic "cusps". These cusp regions are consequently host to a range of energetic processes including field-aligned currents and aurora, and may be the source of substantial quantities of ion escape at Mars.
Here we present an analysis of variability in crustal cusps, using electron pitch-angle distributions and energy distributions measured by MAVEN to study how cusp topology varies with upstream solar wind conditions. We find that increased solar wind pressure causes an increase in the spread of open cusp regions on both the dayside and nightside of the planet, and that changes in IMF direction control which cusps preferentially open to the solar wind. Finally, we then pair these results with direct measurements of particle flux to begin an analysis of energy deposition and ion outflow in cusp regions.

Keywords: Martian Magnetosphere, Magnetic Topology, Martian Ionosphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The Induced Global Looping Magnetic Field on Mars

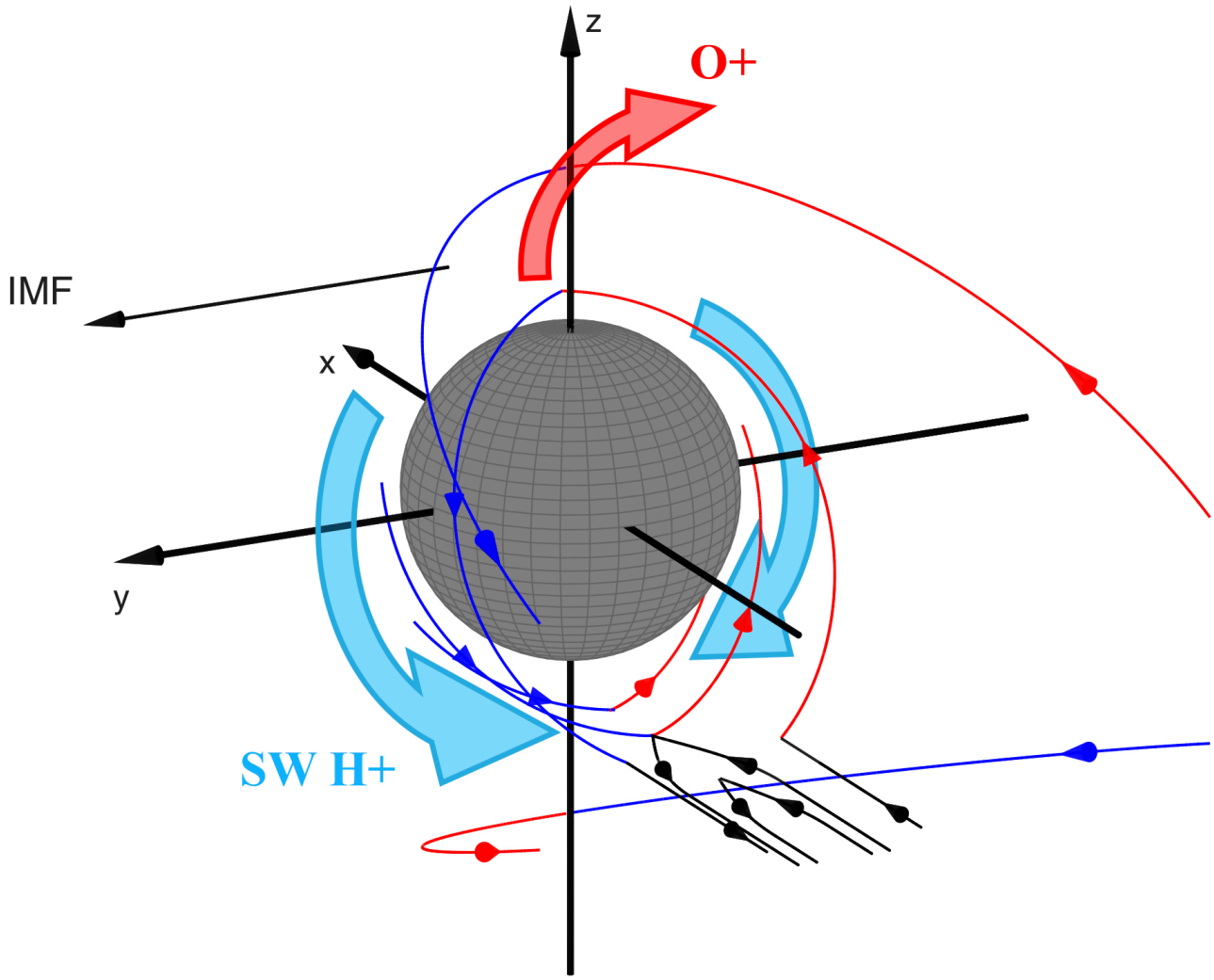
*Lihui Chai[1], Weixing Wan[1], Yong Wei[1], Tielong Zhang[2], Willi Exner[3], Markus Fraenz[4], Eduard Dubinin[4], Moritz Feyerabend[3], Uwe Motschmann[3], Yingjuan Ma[5], J. S. Halekas[6]

1. Institute of Geology and Geophysics Chinese Academy of Sciences, 2. Space Research Institute, Austrian Academy of Sciences, Graz, Austria, 3. Institute for Theoretical Physics, TU Braunschweig, Braunschweig, Germany, 4. Max Planck Institute for Solar System Research, Goettingen, Germany, 5. Institute of Geophysics and Planetary Physics, University of California, Los Angeles, Los Angeles, CA, USA, 6. Department of Physics and Astronomy, University of Iowa, Iowa City, IA, USA

Magnetic fields inconsistent with draped IMFs and crustal fields have been observed on Mars. Considering the discovery of a global looping magnetic field around the Venusian magnetotail and the similarities in the solar wind interactions between Mars and Venus, we use MAVEN observations to investigate the global looping field on Mars and its formation mechanism. It is found that a global looping field also exists on Mars; therefore, this type of global looping field is a common feature of unmagnetized planetary bodies with ionospheres and it should also exist on Titan and near-Sun comets. The comparison of the looping fields on Mars and Venus shows that the looping field is stronger on Mars. Solar wind azimuthal flows around the magnetotail towards the -E magnetotail polar region (X_MSE<0,Y_MSE=0,Z_MSE}<-1R_M) are observed. We illustrate that the looping field can be formed by bending the draped field lines with these azimuthal flows, and that these azimuthal flows are associated with heavy ion plumes along the +E direction that are expected to be stronger on Mars than Venus. The current system associated with the looping field and its possible connection with the nightside ionosphere formations and ion escapes on Mars and Venus are discussed.

Keywords: Mars, Venus, induced magnetosphere, looping magnetic field

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

First Observation of Magnetic Pulsations on Martian Surface

*Peter J Chi[1], Christopher T Russell[1], Steve Joy[1], Don Banfield[2], Catherine L Johnson[3,4], Yingjuan Ma[1], Anna Mittelholz[3], Yanan Yu[1]

1. University of California Los Angeles, 2. Cornell University, 3. University of British Columbia, 4. Planetary Science Institute

Landed in the western Elysium Planitia on Mars on November 26, 2018, InSight is the first Mars surface mission that carries a magnetometer. One of the research topics that can be investigated by using the InSight FluxGate (IFG) magnetometer observations is ultra-low-frequency (ULF) magnetic pulsations. Past and ongoing Mars orbiter missions have observed several types of magnetic pulsations near the planet, but whether any of them can reach the Martian surface is an open question. We study the initial IFG data to examine whether and what types of magnetic pulsations are present on the Martian surface. We have found continuous pulsations (Pc) with frequencies at ~10 mHz occurring mostly near midnight. Pc at lower frequencies (of the order of 1 mHz) has also been found in the local morning. The data from the Temperature and Wind for InSight Subsystem (TWINS) confirm that these ULF oscillations in the IFG data are not caused by the wind-driven motion of the lander. Data from the Mars-orbiting MAVEN spacecraft show that the ~10-mHz magnetic pulsations observed by InSight are different from the upstream waves in the foreshock region but may be induced by the oscillations in the tail plasma sheet. The observed continuous pulsations on the Martian surface near midnight are distinct from what are typically observed on the Earth's surface at the same local hours. The different field and plasma environment at Mars raises interesting questions regarding how the magnetic pulsations in the induced magnetosphere propagate to the surface.

Keywords: Mars, NASA InSight mission, surface magnetic field, induced magnetosphere, solar wind interaction with Mars

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

MRO/CRISM 火星リム観測による多重散乱を考慮したエアロソ゛ル・カ゛ス高度フ゜ロファイルのリトリーハ゛ル

Retrieval of vertical aerosol and gas profiles considering multiple scattering from Martian limb observations by MRO/CRISM

*笠羽 康正[1]、豊岡 雅士[2]、青木 翔平[3]、Mahieux Arnaud[3,4]、中川 広務[2]、岩渕 弘信[2]
*Yasumasa Kasaba[1], Masashi Toyooka[2], Shohei Aoki[3], Arnaud Mahieux[3,4], Hiromu Nakagawa[2], Hironobu Iwabuchi[2]

1. 東北大学 惑星プラズマ・大気研究センター、2. 東北大学 理学研究科 地球物理学専攻、3. Planetary Aeronomy, Belgian Institute for Space Aeronomy, Belgium 、4. University of Texas at Austin, USA
1. Planetary Plasma and Atmospheric Research Center (PPARC), Tohoku University, 2. Dep. Geophysics, Tohoku University, 3. Planetary Aeronomy, Belgian Institute for Space Aeronomy, Belgium , 4. University of Texas at Austin, USA

Mars must somehow have lost most of its atmosphere and water. The evolution of the Mars environment is thought to have proceeded by atmospheric escape to space. In the last decades, there have been a renewed interest from lower to upper atmosphere to understanding the Martian climate. Vertical profiles of atmospheric gases and aerosols are thus the primary information for key processes in energy and mass transport into the upper atmosphere from below. Thanks to the aggressive explorations by MRO and MEx missions, there have been a lot of dataset of limb-viewing observations that can add new restrict the history of the Martian environment. However, these limb datasets haven’t started on the retrieval due to their computational costs in the process of radiative transfer calculations.

JACOSPAR is a fast RT code that considers multiple scattering that simulates the radiance and Jacobians in the fully spherical geometry, which has been developed for the terrestrial atmosphere. We have newly developed the retrieval code by applying JACOSPAR for Martian limb observation. For the first step to apply JACOSPAR to Martian limb observation, we modified two points for RT simulations to be optimized. First, we implemented a uniform distribution of line of sight within the field of view (FOV) in order to reduce the resultant variance of the calculated radiance along line of sight in the FOV. Second, we also optimized the threshold of Russian roulette method for the efficient calculation in the Monte Carlo simulation.

The evaluation results of Jacobians calculated by JACOSPAR showed the agreements accurate within 2% and 10% for absorption and scattering, respectively, in almost cases. In order to evaluate our retrieval code and its proper implementations, we have applied our retrieval code for the MRO/CRISM limb observations. We conducted spectral fitting to retrieve vertical profiles of number density of CO#CO,H#O,dust,andwatericefor the observed spectra by CRISM in the altitude range from 0 to 20 km. Here we newly attempted to retrieve the mean radius, and its variance of aerosols for the two cases of difference a priori conditions for the variance of aerosols’ radius of 0.5 and 1.2. We, however, still found the discrepancy of spectral slope and intensity between retrieved spectra and measured spectra. It is also noted that the repetitive variations of fitting profiles do not converge during the iterations. The possible explanation for the discrepancy of the spectral slope and intensity might be due to the treatments of aerosol properties. One of the solutions is to apply modified-gamma distribution for size distribution function, instead of log-normal distribution function applied for this study.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

More precise and accurate treatment of size distribution function is required as a next step. The repetitive variations of fitting profiles might be caused by the sensitivity of the retrieval. The detailed evaluation of the retrieval sensitivity should also be required for the future work.

キーワード：火星、リトリーバル、大気、垂直構造
Keywords: Mars, Retrieval , atmosphere, vertical profile

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 10:45 ~ 12:15 | A02 東京ベイ幕張ホール

[P-PS04] 火星と火星圏の科学

コンビーナ:宮本 英昭(東京大学)、臼井 寛裕(東京工業大学地球生命研究所)、松岡 彩子(宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所　太陽系科学研究系)、Sushil K Atreya(University of Michigan Ann Arbor)、座長:宮本 英昭、臼井 寛裕

In view of unprecedented advances in our understanding of Mars, primarily due to new and ongoing observations of the planet with a number of spacecraft missions of the US, Europe and Asia, we propose a session on Mars. Mars is an object of intense scrutiny. Currently, eight spacecraft are operating at Mars, with six in orbit (Odyssey, MRO, MAVEN, Mars Express, Mangalyaan and TGO) and two on the surface (MSL-Curiosity and MER-Opportunity), the largest number ever at any given time. In addition, InSight is on track to land on Mars in November 2018, and several spacecraft are in various stages of implementation with launches scheduled for 2020 (Mars 2020, ExoMars 2020, Emirates Mars Mission Hope, Chinese Mars Mission and the Japanese Mars Terahertz Microsatellite), 2022 (ISRO's Mangalyaan 2), and 2024 (JAXA's MMX mission to explore Phobos, Deimos, and Mars). All this is a clear demonstration of public's strong fascination with and commitment to Mars exploration and the resulting scientific bonanza. Synergistic investigations with ongoing and already completed missions along with modeling studies and earth-based observations are gradually revealing the nature of Earth's most closely resembling planet that took on a different evolutionary track than our home planet. Morphology and variable phenomena seen on the surface (RSLs, e.g.) and in the atmosphere (methane) indicate that Mars is possibly currently active. Available data are providing a better understanding of Mars' present geologic and atmospheric state, climate evolution, and habitability. Thus, the scope of this session will be the recent results from a broad spectrum of Mars studies encompassing the interior, surface, atmosphere, plasma environment, and the Mars system including its two satellites. Abstracts on modelling, instrumentation and future mission plans are also encouraged.

10:45 ~ 11:00

[PPS04-07] MODELING MORE COMPLEX EARLY MARTIAN ATMOSPHERES AND DETERMINING THE RESULTING PRECIPITATION AND EROSION RATES

*Ramses M Ramirez[1,2] (1.Earth-life Science Institute、2.Tokyo Institute of Technology)

11:00 ~ 11:15

[PPS04-08] GCM simulations of the present and past water environment on Mars

*黒田 剛史[1,2]、鎌田 有紘[1]、鳥海 克成[1]、笠羽 康正[1]、寺田 直樹[1]、中川 広務[1] (1.東北大学　大学院理学研究科、2.情報通信研究機構)

11:15 ~ 11:30

[PPS04-09] Cold-based glaciation at Pavonis Mons, Mars: Evidence for moraine deposition during glacial advance

★Invited Papers

*Reid Parsons[1,2]、Tomohiro Kanzaki[3]、Ryodo Hemmi[1]、Hideaki Miyamoto[3] (1.University Museum, University of Tokyo、2.Earth and Geographic Science Dept., Fitchburg State University、3.Dept. of Systems Innovation, University of Tokyo)

11:30 ~ 11:45

[PPS04-10] Possible Earth-like tectonic scenario on Mars; a mineralogical and geochemical perspective

*Trishit Ruj[1]、Gene W Schimdt[2]、Goro Komatsu[2]、Kenji Kawai[1] (1.Department of Earth and Planetary Science, School of Science, UTokyo, Japan、2.International Research School of Planetary Sciences, Università d'Annunzio, Italy)

11:45 ~ 12:00

[PPS04-11] Hydration state of the Martian lithosphere constrained from gravity and topography

*James Daniel Paul Moore[1]、Jon Wade[2]、Anthony B Watts[2]、Richard M Palin[3]、Lars M Hansen[2]、Brendan Dyck[4]、Jun Muto[6]、Andrew J Smye[5]、Adam D Switzer[1] (1.Earth Observatory of Singapore、2.University of Oxford、3.Colorado School of Mines、4.Simon Fraser University、5.Penn State、6.Tohoku University)

12:00 ~ 12:15

[PPS04-12] SUBGLACIAL ANTARCTIC LAKE VOSTOK VS. SUBGLACIAL SOUTH POLE MARTIAN LAKE AND HYPERSALINE CANADIAN ARCTIC LAKES – PROSPECTS FOR LIFE

*Sergey Bulat[1] (1.NRC KI - Petersburg Nuclear Physics Institute, Saint-Petersburg-Gatchina, Russia)

MODELING MORE COMPLEX EARLY MARTIAN ATMOSPHERES AND DETERMINING THE RESULTING PRECIPITATION AND EROSION RATES

*Ramses M Ramirez[1,2]

1. Earth-life Science Institute, 2. Tokyo Institute of Technology

The early Mars climate problem remains one of the most interesting ones in planetary science. In particular, the high degree of fluvial surface erosion, as exemplified by modified craters and large winding ancient valley networks, suggests that early Mars may have exhibited a more Earth-like climate in the past. However, climate models have always struggled to simulate the warmer and wetter conditions that were apparently required to explain these observations, given that early Mars (~3.8 Ga) received less than 1/3 the solar insolation that reaches our planet today. One possibility is that warm climate conditions on early Mars were maintained by a multi-bar CO_2-rich atmosphere (with H_2O vapor), mirroring conditions that may have been true during the early days of Earth and Venus. However, climate models have repeatedly shown that a dense CO_2 atmosphere alone is insufficient to generate warm conditions.

This inability of climate models to warm planets using the conventional greenhouse gases (i.e. CO_2 and H_2O) had prompted us and other groups to consider additional warming from secondary absorbers, such as H_2 and CH_4. Both CO_2-H_2 and CO_2-CH_4 atmospheres have been shown to generate above-freezing mean surface temperatures, which are high enough to explain the existence of geological features that were most likely carved by running water.

However, these previous calculations were performed by single-column radiative convective climate models that can only compute mean-averaged planetwide properties and are unable to spatially resolve atmospheric and surface parameters. Such models are also unable to evaluate the effects of oceans on climate, or compute precipitation and the resulting erosion rates to compare with those inferred from observations. On the other end, 3-D models, although quite complex, are very expensive computationally and are unable to explore parameter space as fully and completely as can simpler models. For best results, 3-D models also require a level of knowledge about the planet that, although available for present Earth, is simply unavailable for early Mars, which necessarily results in making many assumptions that cannot be tested or verified as with any other model.

Here, I present my advanced 2-D non-grey energy balance model, which provides a nice compromise between complexity and speed for this problem. It contains 36 latitude bands, clouds, topography, the ice-albedo feedback, and accurate radiative transfer directly computed from detailed single-column climate modeling calculations. Ocean sizes can be varied and planetary parameters, including eccentricity and obliquity can be computed. A typical simulation takes less than a minute. I present some preliminary results (Figure 1).

We will present simulation results for CO_2-H_2 and CO_2-CH_4 atmospheres of various H_2 (0 -20%) and CH_4 (0- 10%) concentrations, pressures (0 –3 bar), while varying ocean size given various literature estimates. From these simulations, we will compute atmospheric and surface temperatures as a function of latitude, yielding precipitation rates, and the resultant erosion rates as a function of latitude. These latitudinal erosion rates will be compared against those inferred for observations. Should such erosion rates be too

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

high, we can conclude that the resultant climates are too wet/warm. Likewise, should they be too low, the climates are not wet enough. Thus, for the first time we will be able to constrain realistic atmospheric compositions using a relatively complex model that may satisfy the available atmospheric and geologic constraints, providing a glimpse into what the ancient atmosphere could have actually been like. We will also discuss the implications of our results and give hypotheses that can be tested by upcoming and future missions searching for ancient geology and even life.

Keywords: early Mars, life, climate, atmospheres, erosion

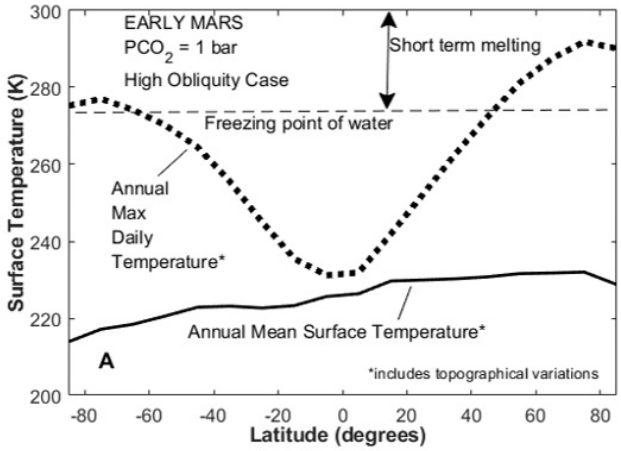


Figure 1: Computed surface temperatures per latitude band, which agrees well with the similar 1-bar case from the 3-D model of Wordsworth et al. 2015 Fig.1.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

GCM simulations of the present and past water environment on Mars

*黒田 剛史[1,2]、鎌田 有紘[1]、鳥海 克成[1]、笠羽 康正[1]、寺田 直樹[1]、中川 広務[1]
*Takeshi Kuroda[1,2], Arihiro Kamada[1], Katsushige Toriumi[1], Yasumasa Kasaba[1], Naoki Terada[1], Hiromu Nakagawa[1]

1. 東北大学　大学院理学研究科、2. 情報通信研究機構
1. Faculty of Science, Tohoku University, 2. National Institute of Information and Communications Technology

Though the current Mars is a dry planet, the ancient Mars is thought to have been a water-rich planet like the present Earth. There are many topographic evidences of past liquid water flow, which should be hints for the past climate on Mars. Most of the liquid water is thought to have escaped into space, but even on the present Mars, some water environments have been found as the permanent north polar cap, underground ice, and possibly salty liquid water.

On the present Mars, water vapor exists in the atmosphere with the mixing ratio of up to hundreds of ppmv from surface up to ~100 km altitude, and water ice clouds also exist in low-latitudes around aphelion (northern summer) with the infrared opacity of up to ~0.2 and winter polar regions. The north polar ice sheet is thought to be the main source of atmospheric water, as well as possibly the underground water. Also the detection and mapping of HDO/H2O ratio in the atmospheric water could be hints for the history and movement of water. Our Mars global climate model (MGCM), DRAMATIC, has simulated such water environment consistently with the available observations, and the detailed investigations are ongoing with high-resolution (horizontal resolution of ~67 km) simulations.

Moreover, we have simulated the paleoclimate on Mars using a MGCM for paleoclimate (PMGCM), with a dense CO2 atmosphere with the surface pressure of up to a few bars. Radiative effects of water vapor may contribute the warming, and the existence of liquid ocean and lakes contributes the supply of water in the atmosphere. Our PMGCM simulation with ocean/lakes estimated the distributions of fluvial and sediment discharges from the precipitation and snow accumulations, and showed the agreements with the observed valley networks with several exceptions.

キーワード：火星、水循環、水環境、古気候、全球気候モデル
Keywords: Mars, water cycle, water environment, paleoclimate, global climate model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Cold-based glaciation at Pavonis Mons, Mars: Evidence for moraine deposition during glacial advance

*Reid Parsons[1,2], Tomohiro Kanzaki[3], Ryodo Hemmi[1], Hideaki Miyamoto[3]

1. University Museum, University of Tokyo, 2. Earth and Geographic Science Dept., Fitchburg State University, 3. Dept. of Systems Innovation, University of Tokyo

The three large volcanoes in the Tharsis region of Mars: Arsia, Pavonis, and Ascraeus Montes all have fan-shaped deposits (FSDs) on their northern or western flanks consisting of a combination of parallel ridges, knobby/hummocky terrain, and a smooth, viscous flow-like unit. The FSDs are hypothesized to have formed in the Amazonian during a period of high spin-axis obliquity which redistributed polar ice to the equatorial Tharsis region resulting in thick (>2 km), flowing ice deposits.

The ridged units in the FSDs are hypothesized to be deposited during glacial recession based on their similarity to terrestrial analogs in the Dry Valleys of Antarctica [1] and Iceland [2,3]. Crater age dates [4] suggest glacial recession took place slowly over hundreds of millions of years, but that recession episodically halted for a period of about a million years [4] in order to deposit an individual ridge. However, the 120 kyr periodicity in obliquity [5-7] is the most likely climate signal to influence the redistribution of ice and glacial dynamics. Therefore, there is an inconsistency between the million-year timescale attributed to ridge formation and the climate variation timescale. To investigate the process of ridge formation, we conducted numerical simulations of ice accumulation and flow using temperature and mass balance assumptions associated with Amazonian global circulation models [8] and laboratory experiments of ice sublimation under martian conditions [9].

We find that ice flow ceases during glacial retreat due to the reduction in ice thickness associated with the slow sublimation (0.5 mm/yr) of buried ice. Laboratory experiments of sublimation of buried ice supports this model assumption [9] as does the presence of remnant ice deposits within the Pavonis FSD. Because ice flow has ceased during glacial retreat, there is no mechanism to advect surface debris to form a ridge.

The model results, when combined with topography observations of a long sequence of ridges located interior of the Pavonis FSD, show that the ridged units were more likely deposited during one or more periods of glacial advance (instead of retreat) when surface temperature variations caused by 120 kyr periodicity obliquity oscillations propagated through the ice deposit resulting in a fluctuating ice flow rate. A model-derived ice flow rate of 3 cm/yr during glacial advance can deposit an average interior ridge in less than 100 kyrs if the supraglacial debris layer is two or more meters thick.

The pattern in ridge spacing observed at Pavonis Mons is more consistent with ridge deposition occurring during glacial advance. These ridges were overrun by the advancing ice, but remained preserved due to the cold temperatures at the glacier bed. Evidence supporting the preservation of ridges underneath an ice sheet comes from intersecting ridge sequences at Arsia and Pavonis [10], as well as the superposition of remnant ice (the smooth unit) on top of ridges.

Our hypothesis links the dominant, 120 kyr periodicity in obliquity to the time interval between adjacent ridges. By measuring the spacing between these ridges and dividing by the obliquity periodicity, we constrain the velocity of glacial margin to be between 0.2 and 4 cm/Earth yr - in close agreement with the

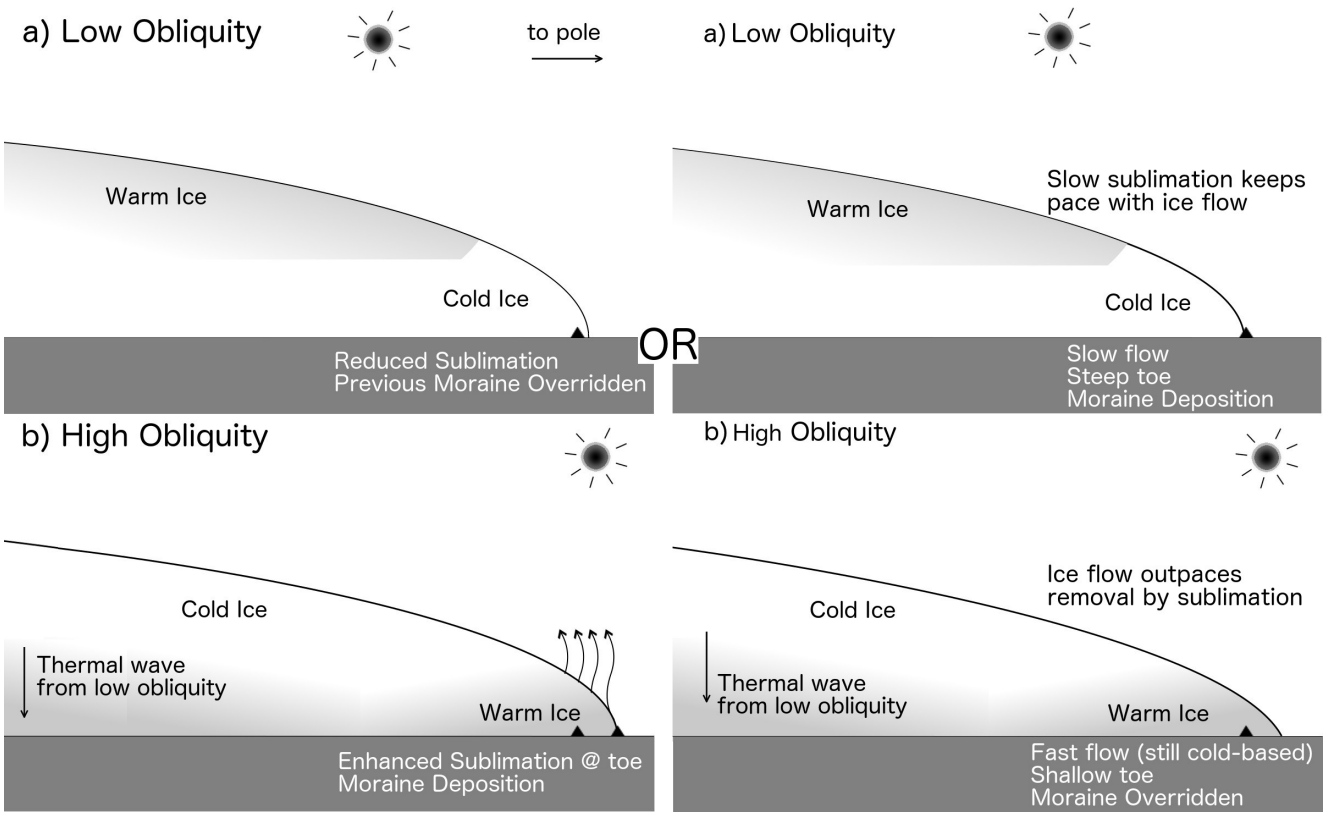
©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

numerical simulation. Furthermore, a comparison with a simulation conducted under terrestrial gravity confirms the prediction of steeper ice margins on Mars during glacial advance which may contribute to ridge deposition via mass wasting, although invoking mass wasting is not required by our hypothesis so long as the supraglacial debris layer is >2 m thick. This re-interpretation of the FSD ridged unit suggests that the timescale of FSD formation (and perhaps the duration of the Amazonian high obliquity period) was shorter than previously reported.

References:

[1] Head, J. W., & D. R. Marchant (2003), *Geology*, *31*(7).
[2] Lucchitta, B. (1981), *Icarus*, *45*, 264–303.
[3] Williams, R. (1978), in *Geol. Soc. Am.*, vol. 10, p. 517.
[4] Kadish, S. et al. (2014), *PSS*, *91*, 52–59.
[5] Ward, W. (1992), *Mars*, pp. 298–320, Univ. of Ariz. Press, Tuscon.
[6] Laskar, J. et al. (2004), *Icarus*, *170*, 343–364.
[7] Schorghofer, N. (2008), *GRL*, *35*, L18201.
[8] Forget, F. et al. (2006), *Science*, *311*, 368–371.
[9] Chevrier, V., et al. (2008), *Icarus*, *196*(2), 459 –476.
[10] Shean, D. E., et al. (2005), *JGR*, *110*(E05001).

Keywords: Mars, Glaciation, Climate



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Possible Earth-like tectonic scenario on Mars; a mineralogical and geochemical perspective

*Trishit Ruj[1], Gene W Schimdt[2], Goro Komatsu[2], Kenji Kawai[1]

1. Department of Earth and Planetary Science, School of Science, UTokyo, Japan, 2. International Research School of Planetary Sciences, Università d'Annunzio, Italy

The southern highlands of Mars preserve a series of Noachian aged (Eoarchean equivalent to Earth) grabens with multiple orientations and morphologies (Ruj et al., 2018). We have found traces of a 3000 km long succession of grabens (with individual grabens ranging from 30 to 1200 km) in the Noachis Terra and Terra Sabaea region around the western boundary of the massive Hellas basin. However, the origin of these grabens is neither confirmed to be a result of Earth-like plate tectonics or related to giant impacts such as Hellas, Argyre and Isidis. Here, after preparing the geological map, we present our preliminary observation (using remotely sensed datasets) on the mineralogy of the rocks and the geochemistry of the crust associated with the grabens. The hyperspectral analysis of several CRISM (Compact Reconnaissance Imaging Spectrometer, onboard the Mars Reconnaissance Orbiter) observations indicates the presence of olivine, pyroxene (clino), plagioclase, phyllosilicates and hydrated sulfates. GRS (Gamma Ray Spectrometer onboard on Mars Odyssey) observation of the area shows a higher abundance of Potassium (K) and Thorium (Th) than their average global distribution. Plagioclase, olivine and pyroxene are the main constituents of basalts and the GRS derived geochemistry confirms the existence of this alkali basalt type with a higher abundance of Potassium (K). Meanwhile, Thorium (Th) content is higher than the surroundings, indicating the presence of granitic composition rocks which are typically found within continental rift zones on Earth associated with bimodal volcanism.

Keywords: Mars, Tectonics, Martian mineralogy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Hydration state of the Martian lithosphere constrained from gravity and topography

*James Daniel Paul Moore[1], Jon Wade[2], Anthony B Watts[2], Richard M Palin[3], Lars M Hansen[2], Brendan Dyck[4], Jun Muto[6], Andrew J Smye[5], Adam D Switzer[1]

1. Earth Observatory of Singapore, 2. University of Oxford, 3. Colorado School of Mines, 4. Simon Fraser University, 5. Penn State, 6. Tohoku University

Widespread aqueous alteration of the Martian crust suggests that metamorphic hydration reactions may have played a critical role in the sequestration of water early during the planet’s history. The presence of hydrous phases in the Martian crust reduce its bending strength, and we show that observations of the Martian gravity anomaly may be used to constrain the fate of Martian surface water.

Using the gravity anomalies associated with notable topographic features, such Olympus Mons, as well as the global gravity and topography, we construct yield strength envelopes for hydrous and anhydrous end-member crustal sections, and derive the predicted elastic thicknesses, Te, a proxy for the long-term lithospheric strength of Mars. We also use spherical harmonic coefficients that describe the Martian gravity anomaly and topography fields to quantify the role of isostasy in contributing to crustal and upper mantle structure. Power spectra of these fields reveal that the gravity effect of topography and its flexural compensation contributes significantly to the observed free-air gravity anomaly spectra for spherical harmonic degree $8 < n < 50$, corresponding to wavelength $300 < \lambda < 3000$ km. The best-fit global average is for an elastic plate (flexure) model with T_e of ~126 km. All isostatic models under-predict the spectra at $2 < n < 5$, and we interpret the low-order Martian gravity field, at least in part, to be the result of processes that formed the Northern Basin. By comparing the observed Martian T_e to that predicted for our metamorphic mineral assemblages, we iterate on the water content until convergence. In short, we show the bending strength of Mars places constraints on the amount of hydration of the Martian crust, which in turn we use to calculate the planetary water budget. Notably, the stiffer flexural response of Olympus Mons is consistent with its younger age and eruption predominantly into a dry environment.

Keywords: Mars, Flexure, Gravity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

SUBGLACIAL ANTARCTIC LAKE VOSTOK VS. SUBGLACIAL SOUTH POLE MARTIAN LAKE AND HYPERSALINE CANADIAN ARCTIC LAKES –PROSPECTS FOR LIFE

*Sergey Bulat[1]

1. NRC KI - Petersburg Nuclear Physics Institute, Saint-Petersburg-Gatchina, Russia

The objective was to search for microbial life in the subglacial freshwater Antarctic Lake Vostok by analyzing the uppermost water layer entered the borehole following successful lake unsealing at the depth 3769m from the surface. The samples included the drillbit frozen and re-cored borehole-frozen water ice. The study aimed to explore the Earth’ s subglacial Antarctic lake and use the results to prospect the life potential in recently discovered subglacial very likely hypersaline South Pole ice cap Martian lake (liquid water reservoir) [1] as well as similar subglacial hypersaline lakes (reservoirs) in Canadian Arctic [2].

The Lake Vostok is a giant (270 x 70 km, 15800 km2 area), deep (up to 1.3km) freshwater liquid body buried in a graben beneath 4-km thick East Antarctic Ice Sheet with the temperature near ice melting point (around -2.5°C) under 400 bar pressure. It is extremely oligotrophic and poor in major chemical ions contents (comparable with surface snow), under the high dissolved oxygen tension (in the range of 320 –1300 mg/L), with no light and sealed from the surface biota about 15 Ma ago [3].

The water frozen samples studied showed very dilute cell concentrations - from 167 to 38 cells per ml. The 16S rRNA gene sequencing came up with total of 53 bacterial phylotypes. Of them, only three phylotypes passed all contamination criteria. Two phylotypes were reported before [4] - hitherto-unknown and phylogenetically unclassified phylotype w123-10 likely belonging to *Parcubacteria* Candidatus *Adlerbacteria* and 3429v3-4 showing below-genus level (93.5%) similarity with *Herminiimonas glaciei* of *Oxalobacteraceae* (*Beta-Proteobacteria*) –water-inhabited ultramicrobacterium isolated from a deep Greenland ice core. The new third finding (the phylotype 3698v46-27) proved to be conspecific with several species of *Marinilactobacillus* of *Carnobacteriaceae* (*Firmicutes*). All three bacterial phylotypes may represent ingenious microbial communities in the subglacial Lake Vostok.

Two newly discovered (RES) subglacial hypersaline lakes (5 and 8.3km2 areas) in the Canadian Arctic are settled in bedrock throughs beneath 560 and 740m ice cap with modeled temperature below -10.5°C [2] and isolated by a glacier for at least 120 Ky ago. The biology is not yet studied (lakes are not unsealed), but the life potential is rather high (while dissimilar to the Lake Vostok). Their estimated salinity (140-160 psu) is in a range of that observed for brine-rich water body beneath Taylor Glacier (–7.8˚C, 125 psu) and the ice-covered Lake Vida (–13˚C, 200 psu) in Antarctica, both inhabited by active unique microbial communities.

The just discovered (RES) 20km-wide subglacial lake beneath the South Pole ice cap on Mars [1] should be ultra-hypersaline because it is buried beneath a 1.5km water ice cap with modeled temperature -68° C. It is well below known low-temperature limits supporting terrestrial microbial cell propagation and metabolism as well (-18°C and -33°C, respectively [5]). Such conditions may indicate zero-level life potential for this lake from the Earth-bound point of view, but its exploration may give us surprises.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

In general, all three subglacial lakes (complexes) –two Earth-bound and one Martian, may host unique life forms never met before but their exploration (unsealing) is challenging as it happened with the Lake Vostok.

The reported study was partly funded by RFBR according to the research project №18-55-16004.

References:

[1] Orosei et al 2018 Science 361_490-3

[2] Rutishauser et al 2018 Sci Adv 4_eaar4353

[3] Bulat et Petit 2015 Encyclopedia of Astrobiology, Vol 1, pp.1-6 (Ch. 1765-2)

[4] Bulat 2016 Phil Trans Royal Soc A Math Phys Eng Sci 374 (2059)_20140292

[5] Rummel et al 2014 Astrobiology 14_887-968

Keywords: Antarctica, Subglacial Lake Vostok, Subglacial Mars South Pole ice cap lake, Subglacial hypersaline Canadian lakes, Bacterial 16S rRNA genes, Astrobiology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

SUBGLACIAL ANTARCTIC LAKE VOSTOK VS. SUBGLACIAL SOUTH POLE MARTIAN LAKE AND HYPERSALINE CANADIAN ARCTIC LAKES – PROSPECTS FOR LIFE

Sergey Bulat[1]
[1]*NRC 'Kurchatov Institute' - Petersburg Nuclear Physics Institute, St. Petersburg-Gatchina, Russia*. E-mail: bulat@omrb.pnpi.spb.ru

Keywords:
Antarctica, subglacial Lake Vostok, Mars, subglacial South Pole ice cap lake, subglacial hypersaline Canadian lakes, Lake Vostok unsealing, frozen water, life, extremophiles, bacteria, 16S rRNA genes, astrobiology

Introduction:
The objective was to search for microbial life in the subglacial freshwater Antarctic Lake Vostok by analyzing the uppermost water layer entered the borehole following successful lake unsealing at the depth 3769m from the surface. The samples included the drillbit frozen and re-cored borehole-frozen water ice. The study aimed to explore the Earth's subglacial Antarctic lake and use the results to prospect the life potential in recently discovered subglacial very likely hypersaline South Pole ice cap Martian lake (liquid water reservoir) [1] as well as similar subglacial hypersaline lakes (reservoirs) in Canadian Arctic [2].
The Lake Vostok is a giant (270 x 70 km, 15800 km2 area), deep (up to 1.3km) freshwater liquid body buried in a graben beneath 4-km thick East Antarctic Ice Sheet with the temperature near ice melting point (around -2.5°C) under 400 bar pressure. It is extremely oligotrophic and poor in major chemical ions contents (comparable with surface snow), under the high dissolved oxygen tension (in the range of 320 – 1300 mg/L), with no light and sealed from the surface biota about 15 Ma ago [3].
The water frozen samples studied showed very dilute cell concentrations - from 167 to 38 cells per ml. The 16S rRNA gene sequencing came up with total 53 bacterial phylotypes. Of them, only three phylotypes passed all contamination criteria. Two phylotypes were reported before [4] - hitherto-unknown and phylogenetically unclassified phylotype w123-10 likely belonging to *Parcubacteria* Candidatus *Adlerbacteria* and 3429v3-4 showing below-genus level (93.5%) similarity with *Herminiimonas glaciei* of *Oxalobacteraceae* (*Beta-Proteobacteria*) – water-inhabited ultramicrobacterium isolated from a deep Greenland ice core. The new third finding (the phylotype 3698v46-27) proved to be conspecific with several species of *Marinilactobacillus* of *Carnobacteriaceae* (*Firmicutes*). All three bacterial phylotypes may represent ingenious microbial communities in the subglacial Lake Vostok.
Two newly discovered (RES) subglacial hypersaline lakes (5 and 8.3km2 areas) in the Canadian Arctic are settled in bedrock throughs beneath 560 and 740m ice cap with modeled temperature below -10.5°C [2] and isolated by a glacier for at least 120 Ky ago. The biology is not yet studied (lakes are not unsealed), but the life potential is rather high (while dissimilar to the Lake Vostok). Their estimated salinity (140-160 psu) is in a range of that observed for brine-rich water body beneath Taylor Glacier (−7.8°C, 125 psu) and the ice-covered Lake Vida (−13°C, 200 psu) in Antarctica, both inhabited by active unique microbial communities.
The just discovered (RES) 20km-wide subglacial lake beneath the South Pole ice cap on Mars [1] should be ultra-hypersaline because it is buried beneath 1.5km water ice cap with modeled temperature -68°C. It is well below known low-temperature limits supporting terrestrial microbial cell propagation and metabolism as well (-18°C and -33°C, respectively [5]). Such conditions may indicate zero-level life potential for this lake from the Earth-bound point of view, but its exploration may give us surprises.
In general, all three subglacial lakes (complexes) – two Earth-bound and one Martian, may host unique life forms never met before but their exploration (unsealing) is challenging as it happened with the Lake Vostok.
The reported study was partly funded by RFBR research project №18-55-16004.

References:
[1] Orosei et al 2018 Science 361_490-3
[2] Rutishauser et al 2018 Sci Adv 4_eaar4353
[3] Bulat et Petit 2015 Encyclopedia of Astrobiology, Vol 1, pp.1-6 (Ch. 1765-2)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_3

[P-PS04] 火星と火星圏の科学

コンビーナ:宮本 英昭(東京大学)、臼井 寛裕(東京工業大学地球生命研究所)、松岡 彩子(宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所　太陽系科学研究系)、Sushil K Atreya(University of Michigan Ann Arbor)

In view of unprecedented advances in our understanding of Mars, primarily due to new and ongoing observations of the planet with a number of spacecraft missions of the US, Europe and Asia, we propose a session on Mars. Mars is an object of intense scrutiny. Currently, eight spacecraft are operating at Mars, with six in orbit (Odyssey, MRO, MAVEN, Mars Express, Mangalyaan and TGO) and two on the surface (MSL-Curiosity and MER-Opportunity), the largest number ever at any given time. In addition, InSight is on track to land on Mars in November 2018, and several spacecraft are in various stages of implementation with launches scheduled for 2020 (Mars 2020, ExoMars 2020, Emirates Mars Mission Hope, Chinese Mars Mission and the Japanese Mars Terahertz Microsatellite), 2022 (ISRO's Mangalyaan 2), and 2024 (JAXA's MMX mission to explore Phobos, Deimos, and Mars). All this is a clear demonstration of public's strong fascination with and commitment to Mars exploration and the resulting scientific bonanza. Synergistic investigations with ongoing and already completed missions along with modeling studies and earth-based observations are gradually revealing the nature of Earth's most closely resembling planet that took on a different evolutionary track than our home planet. Morphology and variable phenomena seen on the surface (RSLs, e.g.) and in the atmosphere (methane) indicate that Mars is possibly currently active. Available data are providing a better understanding of Mars' present geologic and atmospheric state, climate evolution, and habitability. Thus, the scope of this session will be the recent results from a broad spectrum of Mars studies encompassing the interior, surface, atmosphere, plasma environment, and the Mars system including its two satellites. Abstracts on modelling, instrumentation and future mission plans are also encouraged.

[PPS04-P01] ハレアカラT60望遠鏡可視分光器による火星電離圏のO_2^+発光の観測

*鈴木 駿久[1]、鍵谷 将人[1]、坂野井 健[1] (1.東北大学理学研究科，惑星プラズマ・大気研究センター)

[PPS04-P02] Search of shallow subsurface reflectors around RSLs in Martian Chryse and Acidalia planitiae by the MRO/SHARAD public data

*大浦 愛菜[1]、笠羽 康正[1]、熊本 篤志[1]、野口 里奈[2]、臼井 寛裕[2]、石山 謙[2]、植村 千尋[3] (1.東北大学、2.宇宙科学研究所、3.総合研究大学院大学)

[PPS04-P03] Detecting surface changes on Mars using principle component analysis of repeat imagery

*Reid Parsons[1]、Hideaki Miyamoto[1] (1.University of Tokyo)

[PPS04-P04] Evaluation of the detectability of hydrated salts on recurring slope lineae on Mars.

*今村 翔子[1,2]、関根 康人[2]、黒川 宏之[2] (1.東京大学、2.東京工業大学 地球生命研究所)

[PPS04-P05] 火星パヴォニス山に記録された氷床の周期的成長

*神崎 友裕[1]、Reid Parsons[1,2]、逸見 良道[1]、宮本 英昭[1] (1.東京大学、2.フィッチバーグ州立大学)

[PPS04-P06] Development of Life Detection Microscope (LDM) for *in situ* imaging of living cells on Mars surface

*吉村 義隆[1]、山岸 明彦[2]、佐藤 毅彦[3]、宮川 厚夫[2]、今井 栄一[4]、佐々木 聰[5]、小林 憲正[6]、癸生川 陽子[6]、岡田 朋華[6]、塩谷 圭吾[3]、薮田 ひかる[7]、長沼 毅[7]、三田 肇[8]、藤田 和央[3]、臼井 寛裕[3] (1.玉川大学農学部、2.東京薬科大学、3.宇宙航空研究開発機構、4.長岡技術科学大学、5.東京工科大学、6.横浜国立大学、7.広島大学、8.福岡工業大学)

[PPS04-P07] Development of a Mars Web-GIS for viewing multiple kinds of spectral data from orbiters

*松原 侑哉[1]、福地 裕範[1]、小川 佳子[1]、林 洋平[2] (1.公立大学法人会津大学、2.国立天文台)

[PPS04-P08] **Visualization and Analysis of the Surface of Mars with NASA's Mars Trek Portal**

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

[PPS04-P09] 紫外線Ａ・Ｃよる鉄カンラン石からの鉄溶出量の増加

*小森 信男[1] (1.東京学芸大学大学院連合学校教育学研究科)

[PPS04-P10] Small-scale ridges newly identified on the equatorial region of the Phobos nearside

*逸見 良道[1]、菊地 紘[1]、宮本 英昭[1] (1.東京大学)

[PPS04-P11] 火星探査機搭載を目指した超小型ミュオグラフィー装置の開発

*上吉原 弘明[1]、二宮 哲郎[1]、吉原 有里[1]、島添 健次[1]、高橋 浩之[1]、田中 宏幸[1]、宮本 英昭[1] (1.東京大学)

ハレアカラT60望遠鏡可視分光器による火星電離圏のO_2^+発光の観測
Observation of the O_2^+ first negative band (1,0) emissions in the Mars ionosphere with a visible spectrograph on Haleakala T60

*鈴木 駿久[1]、鍵谷 将人[1]、坂野井 健[1]
*Toshihisa Suzuki[1], Masato Kagitani[1], Takeshi Sakanoi[1]

1. 東北大学理学研究科，惑星プラズマ・大気研究センター
1. PPARC, Graduate School of Science, Tohoku University

本研究では，火星の大気散逸機構を探るために火星電離圏のO_2^+の発光の検出を目的として，初めて地上望遠鏡による分光観測を行った．分光観測後に整合的な解析を行い，その結果O_2^+ first negative bands (1NG) (1, 0)の発光を検出することができた．また，それよりO_2^+の発光強度と柱密度を導出した．

現在の火星の大気は地球と比べて希薄である．これは宇宙空間への大気の散逸が関与しており，長年の変化により大気が失われていったためであると考えられている．また，現在の火星はダイナモ運動による両極性磁場を持たず一部に弱い磁場が残っているのみであるため，火星上層大気の宇宙空間への散逸は太陽風の影響を強く受けると考えられる．近年，MAVEN探査機などの様々な観測により火星電離圏のイオン組成や密度が調べられている．火星電離圏ではO_2^+が主なイオンであり，太陽直下点では高度130 kmで密度が最大となる[M. Benna et al., 2015]．このO_2^+が解離性再結合をする結果，脱出速度以上のエネルギーを持った中性酸素が生成され，火星の重力を振り切って宇宙空間に散逸していく．この過程は火星大気散逸の中でも重要な要素である．しかし，人工衛星で中性酸素を直接観測することは困難であるため，観測可能であるプラズマの温度や密度よりモデル計算が行われている．そのため，O_2^+をはじめとするイオンや電子の密度の空間分布や高度分布を知ることは宇宙空間への散逸量を知るために重要である．しかし，数百~数千kmでのイオンの散逸過程を調べるためには人工衛星でのその場観測のみでは不十分であり，撮像による全体像の把握を行うことは重要である．地上からの望遠鏡を用いた分光リモートセンシングにより，O_2^+の発光や温度の空間分布や時間変動を捉えることができれば，太陽風や地殻地場の変動が酸素原子やイオンの散逸過程へ与える影響を知ることが期待できる．

観測は2018年の9月10日から19日の間に，マウイ島ハレアカラ山頂の東北大学60cm望遠鏡(T60)に可視分光器を組み合わせて実施した． O_2^+の発光の中でもO_2^+ 1NG (1, 0)に着目し，550 –570 nmの範囲を波長分解能10,000で分光観測した．分光器のスリット(幅2”×長さ90”)は火星の昼半球のリム付近に火星の自転軸と平行に設置した．1フレームの積分時間は2分とし，1日あたり約60フレームを取得した．観測期間中の総積分時間は450分であった．火星の太陽反射スペクトルを参照するためのスペクトル（火星ディスクのスペクトル）もリム観測の前後で取得した．観測したフレームは，個々に1次解析処理（ダーク減算，フラットフィールド補正，波長・空間歪みの補正）を施した後，全フレームについて積算することでS/Nを向上させた．その後，同様の処理を施した太陽反射スペクトルをリム観測データから差し引き，O_2^+1NG (1, 0)のスペクトルを導出した．次に，観測から導出したO_2^+1NG (1, 0)スペクトルを，モデルスペクトル[K. Henriksen and L. Veseth, 1987]と比較した．この際，スペクトルの短周期波長変動について着目するために，観測から導出したO_2^+1NG (1, 0)スペクトルとモデルスペクトルの両方に波長分解能と整合的なハイパスフィルターを施した．その2つのスペクトルの相関係数を計算した結果，波長ずれ（lag）が0の位置で相関係数は最大となり，その値は0.40であった．ここで，相関をとる波長範囲はモデルスペクトルで発光量が大きく，かつ太陽フラウンホーファーの吸収線による影響が小さい部分を選択した．これらの結果から、本研究で火星リム観測による電離圏のO_2^+の発光を初めて検出したと考えられる。さらに，モデルスペクトルと観測での発光スペクトルで最小二乗法を用いて観測されたスペクトルを最も良く再現する明るさを決定した．その結果，見積もられたO_2^+1NG (1, 0)の発光強度は691 +/- 171 $\times 10^3$ Rayleighsとなった。発光機構として太陽共鳴散乱を仮定すると， O_2^+柱密度は4.4 +/- 1.1$\times 10^{13}$ /cm^{2}となった．これはMaven探査機により観測されたO_2^+の高度分布[M. Benna et al., 2015] をもとに全球一様球対称分布を仮定した場合に期待されるO_2^+柱密度よりも約5-10倍

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

大きな値となった．本発表では，O_2^+の発光観測スペクトルとモデルスペクトルを比較し，それより発光量と密度を導出した．また，その結果についての考察を述べる．

キーワード：火星、電離圏、地上望遠鏡
Keywords: Mars, ionosphere, ground-based telescope

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Search of shallow subsurface reflectors around RSLs in Martian Chryse and Acidalia planitiae by the MRO/SHARAD public data

*大浦 愛菜[1]、笠羽 康正[1]、熊本 篤志[1]、野口 里奈[2]、臼井 寛裕[2]、石山 謙[2]、植村 千尋[3]
*Aina Oura[1], Yasumasa Kasaba[1], Atsushi Kumamoto[1], Rina Noguchi[2], Tomohiro Usui[2], Ken Ishiyama[2], Chihiro Uemura[3]

1. 東北大学、2. 宇宙科学研究所、3. 総合研究大学院大学
1. Tohoku University, 2. Institute of Space and Astronautical Science, 3. SOKENDAI

One of recent discoveries on Mars is the recurring slope lineae (RSL), which are certain features on the surface invoking current icy processes. RSLs are distributed on Mars and these narrow features incrementally lengthen down steep slopes, fade in colder seasons, and recur annually. Candidate and confirmed RSL sites are distributed in four regions, (1) southern mid-latitudes (SML), (2) Valles Marineris (VM), (3) equatorial highlands, and (4) northern Chryse Planitia and southwestern Acidalia Planitia (CAP). The RSLs in (2) VM and (4) CAP are more densely located than other two areas.
This study tries to identify the subsurface structures of the northern mid-latitude RSL in (4) Chryse and Acidalia Planitiae by the public data of Mars shallow radar sounder (SHARAD) onboad the Mars Reconnaissance Orbiter opened on the PDS Geosciences Node. That is because CAP RSLs are densely distributed compared to other regions. CAP RSLs are found on the steep slopes of craters. Their source zones are at or below the elevation of the surrounding plains. We used the Java Mission-planning and Analysis for Remote Sensing (JMARS, https://jmars.asu.edu/) in order to investigate the geological information of the RSL sites and the MRO locations at the SHARAD observed data. We then picked up the location correspond to the RSL sites and generated radargrams from SHARAD data. The observation frequency of SHARAD is 15-25 MHz with the bandwidth of 10 MHz, and the subsurface close to the surface can potentially be resolved with the depth resolution of 15 m in vacuum. Using MOLA data, we generated the virtual radargrams with the surface clutter emulated by the Kirchhoff approximation. Then, we compared both observed radargrams with emulated ones to identify whether there are subsurface reflectors or not.
We surveyed about 12 orbits close to the confirmed RSLs. We could find the hypothetical detection of the subsurface reflector in ‘orbit.00688101’ (Jan 14 2008, N10.0-44.7˚, E313.6-318.3˚) and ‘orbit.00673602’ (Jan 03 2008, N10.1-44.7˚, E312.7-317.4˚). In this abstract, we concentrated the characteristics of the former candidate. In this sample, the closest RSL located at N34.1˚, E317.0˚ and nadir line from the orbit was 13.8 km. Another RSL close to this orbit located N34.8˚, E318.6˚ and nadir line from the orbit was 85.2 km. Apparent elevation of closest RSL was about -3,763 ±10 m. The deepest elevation of the crater was about -4,744 ±10 m and the highest elevation of it was about -3,640 ±10 m. The radargram of this orbit showed that the elevation of surface echo was in the range from -3720 to -3780 m and that of subsurface echo ranged from -3750 to -3800 m. This means that the closest RSL height was almost the same as the depth of subsurface reflector. The subsurface echo located 25 m below the surface, and it had a little bit weak echo strength compared to surface one. If this subsurface echo shows the underground reflection, the subsurface layer will be 180 km wide along the orbit. Although this depth is marginal for the depth resolution of SHARAD, we could not identify such an echo in the emulated radargram.
In the presentation, we will summarize the results of this region including other orbits.

キーワード：火星、RSL、SHARAD

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Mars, RSL, SHARAD

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Detecting surface changes on Mars using principle component analysis of repeat imagery

*Reid Parsons[1], Hideaki Miyamoto[1]

1. University of Tokyo

Change detection is an analytical tool of Remote Sensing in which repeat observations of a particular location can be overlain, subtracted, or ratioed to detect differences between images. High-resolution, repeat imagery on Mars has led to several discoveries of ongoing geologic processes operating at the sub-kilometer scale such as recurring slope lineae (RSL) [1-3], new, small impacts [4], aeolian dune migration [5], sublimation of polar ice [6], and gully formation [7]. Generally, the detection of these changes is done manually by overlaying, and “flipping” between the two images. As planetary remote sensing data sets continue to grow, so does the need for a more efficient means of change detection.

Principle component analysis (PCA) offers an advantageous means for detecting change because it considers the values of all pixels in all the repeat images to extract the most statistically significant variations. These variations are then isolated from one another as a hierarchical set of “principle components” of the image dataset. The user can quickly identify patterns or features of interest which are present in one or more of these components. To illustrate this method, nine HiRISE images [8] collected from Palikir crater on Mars between November 2007 and June 2011 documenting RSL formation will be used.

PCA changes the values of the pixels in each image by plotting the pixel data on a set of axes which capture the maximum variance in the dataset. In our example image set, each pixel in the image stack can be treated as a 9-dimensional vector since there is a value for that pixel in each of the nine images. However, each pixel can be plotted on a new set of axes that capture the most important, or PCs of the image stack.

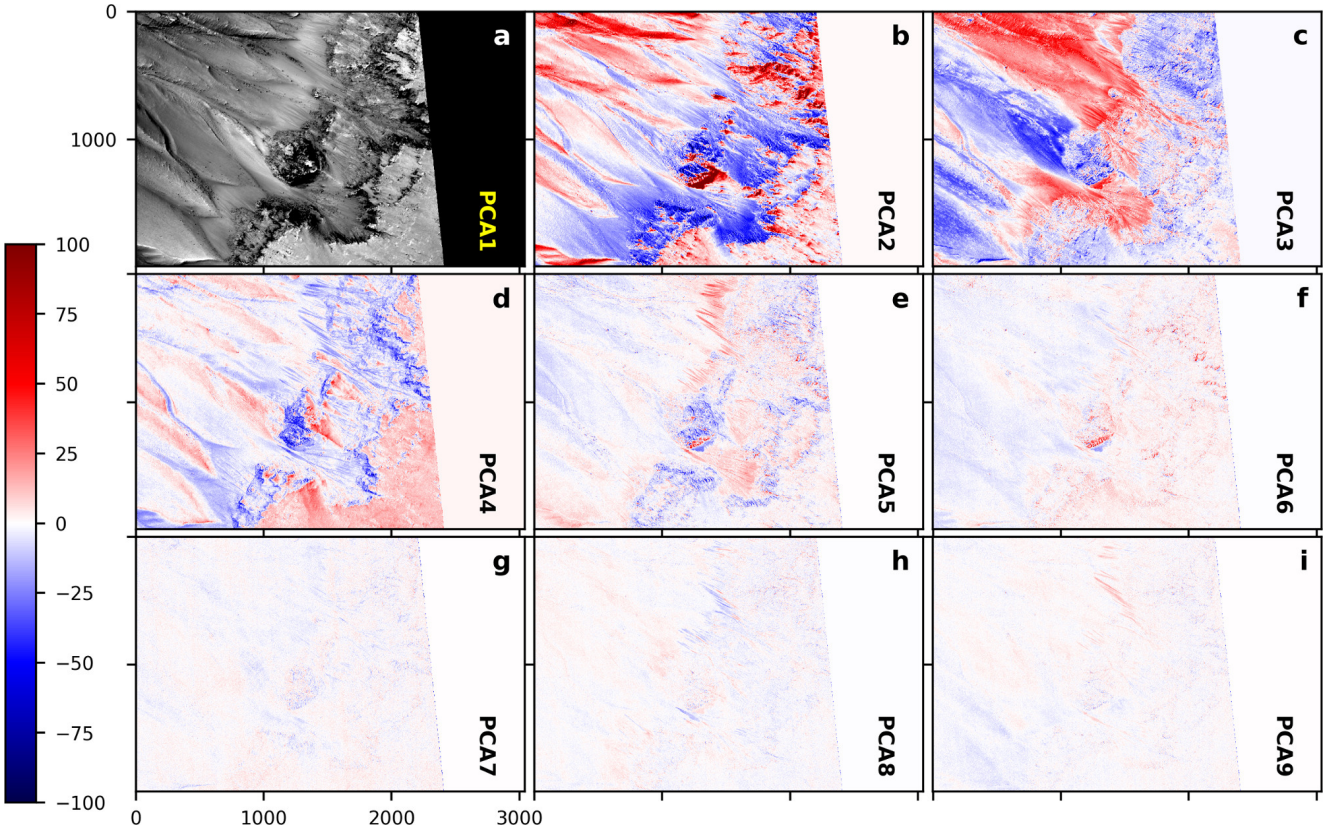
The figure shows the result of the PC transform (performed using ENVI® software) on the stacked time-series. Because most of the variation in the images is captured in the first PC (PCA1), it uses a grayscale color bar spanning 0-255 pixel values. Generally, variations covering a large spatial extent or variations causing a big shift in pixel values will be captured in the lower PCA components. Higher components, on the other hand, will depict smaller amplitude variations occurring in fewer images (or over smaller spatial extents). Thus, components 2 and 3 (panels b and c, respectively) are dominated by variations caused by differences in lighting (sun direction and elevation angle) and possibly dust or frost deposition/erosion. RSL features are identifiable in PCA4 (panel d) as elongated blue “fingers” and become more dominant and appear red in PCA5 (panel e). Subsequent components capture smaller variations caused either by changes in lighting, RSL shape (in PCA 8 and 9), or camera noise.

After identifying the PCs which contain the feature of interest, the feature can be traced back to the original images via an inverting from PC coordinates to image coordinates. Although this step is not completely reliable, it is successful in determining which images contain the most prominent RSL. Eventual combination of this method with machine-learning algorithms may permit a more automated means of detecting interesting surface changes on Mars and other planetary bodies. Note this work was previously published in [9].

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

References:
[1] McEwen A. S., et al. (2011) Science 333 740–743
[2] Sullivan R., et al. (2001) JGR 106 23607–23633
[3] Ojha L., et al. (2014) Icarus 231 365 –376
[4] Daubar I., et al. (2013) Icarus 225 506 –516
[5] Bourke M., et al. (2008) Geomorph. 94 247–255
[6] Thomas P., et al. (2005) Icarus 174 535 –559
[7] Diniega S., et al. (2009) AGU Fall Meeting Abstracts
[8] HiRISE Operations Center Gullies in palikir crater
https://www.uahirise.org/dtm/dtm.php?ID=PSP_005943_1380 accessed: 2017-07-03
[9] Parsons, R.A. & Miyamoto, H. (2018) J. of Physics: Conf. Series 1036 (012004).

Keywords: Mars, Change, Detection



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Evaluation of the detectability of hydrated salts on recurring slope lineae on Mars.

*今村 翔子[1,2]、関根 康人[2]、黒川 宏之[2]
*Shoko Imamura[1,2], Yasuhito Sekine[2], Hiroyuki Kurokawa[2]

1. 東京大学、2. 東京工業大学 地球生命研究所
1. University of Tokyo, 2. Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology

On present-day Mars, pure liquid water is thermodynamically unstable; whereas, high-salinity brine can exist on the surface, at least temporally, due to freezing point depression [1]. Deliquescence and melting of subsurface ice are proposed as being the major processes of formation of liquid brine on Mars [2, 3]. Although liquid brine is suggested to form upon Mars' daily and seasonal changes [2, 3], generation of brine flow has not been confirmed on current Mars. Our previous study suggests that cycles of formation and evaporation of liquid brine can generate characteristic morphological features of downward-elongated flows on steep slopes [4]. This happens because precipitated salts within soil dramatically decrease the porosity and permeability, leading generation of surface flows [4]. Our study also suggests that precipitation of salts reaches up to ~30% in volume within the soil, implying that any detection of such salt may be evidence for the occurrence of brine flow on current Mars [4]. Proposed morphological features formed by current brine activity include recurring slope lineae (RSL) [5, 6]. Although hydrated salts are suggested to exist on RSL at a few locations [6], identification of salt compositions is still challenging. Additionally, there are no reports on detection of hydrated salts at most of the RSL sites across Mars.

In the present study, we investigate the conditions of identification of hydrated salt compositions on RSL using Compact Reconnaissance Imaging Spectrometer for Mars (CRISM) onboarded on Mars Reconnaissance Orbiter (MRO). We calculate synthesized spectra of mixtures of basaltic soil and various hydrated salts (such as $MgCl_2 \cdot 2H_2O$) with the different mixing ratios using a linear combination method and an addition of random noise with a Gaussian distribution. We evaluate the threshold mixing ratios of salt for the identification of the salt compositions based on the analyses of the synthesized spectra. Our results show that if the mixing ratio of hydrated salt exceeds 20% in volume, O-H bands attributed from hydrated salts can be detected with CRISM. We discuss the observational conditions, such as the observational altitude from the surface, for the identification of salt compositions on RSL in future missions.

[1] McEwen et al. (2011) Science, 333, 740. [2] Martin-Torres et al. (2015) Nature Geoscience 8, 357. [3] Chevrier & Rivera-Valentin (2012) Geophysical Research Letters, 39, 21. [4] Imamura et al. (2018) Planetary People, 27, 163. [5] Hecht et al. (2009) Science, 325, 5936. [6] Ojha et al., (2015) 8, 829.

キーワード：火星、CRISM、塩
Keywords: Mars, CRISM, salt

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

火星パヴォニス山に記録された氷床の周期的成長
Frequency of ice sheet growth recorded on Mons Pavonis, Mars

*神崎 友裕[1]、Reid Parsons[1,2]、逸見 良道[1]、宮本 英昭[1]
*Tomohiro Kanzaki[1], Reid Parsons[1,2], Ryodo Hemmi[1], Hideaki Miyamoto[1]

1. 東京大学、2. フィッチバーグ州立大学
1. University of Tokyo, 2. Fitchburg State University

現在の火星において、多量の水氷は極域においてしか観測されていないが、かつて氷体が存在したことを示唆する地形として中緯度帯ではLDA、LVF、CCFが挙げられている（Levy et al., 2014）。また、低緯度帯ではタルシス地域の3つの楯状火山の北西麓に発達する扇状堆積物がそれに相当すると考えられている（例えば、Fastook et al., 2008）。

タルシス三山の扇状堆積物は、山体から西または北西方向に100～500 km程度の範囲の平地に広がる特徴的な地形で、山側から平滑な丘陵であるSmooth Facies、数100 m程度の小丘が密集するKnobby Facies、何本もの線状の隆起地形（以下、モレーン状地形）が平行に発達するRidged Faciesに分類される。特にアルシア山（Kadish et al., 2014）、パヴォニス山（Shean et al., 2005）では扇端に多数のモレーン状地形が見られるが、これらはかつて山麓に発達していた氷床の広がりを示すモレーンであると解釈されてきた。このように、数十kmにわたって氷床の消長を記録すると見られる地形はアルシアおよびパヴォニス山に特徴的である。

これらの氷河性と推定される地形は、かつて火星の地軸傾斜角が十分に大きかった時代に形成されたと考えられている。火星においては、地軸傾斜角は地球のそれと比べて大きく変動しており、過去2千万年のあいだには最大で45˚に達していたと考えられている（Laskar et al., 2004）が、このとき高緯度域での日射量が増大し、極冠が昇華して大気中の水蒸気量が現在よりも多かったことが想定される。モデル計算によると、現在の地軸傾斜角（25.2˚）における火星の表層環境では水の氷は緯度40˚以上でのみ安定して存在できるが、地軸傾斜角が32.3˚を超えると大気中の水蒸気量が十分に多くなり、全球にわたって水の氷が存在できるようになる（Mellon & Jakosky, 1995）。そこで、地軸傾斜角が大きかった時代に中・低緯度域で水氷が堆積したとして「氷期」の存在が提唱されている（Head et al., 2003）。

タルシス三山の山麓における氷床の消長が軌道傾斜角の変動に伴う気候変動を示すものであったとすれば、これらモレーン状地形のそれぞれが1つの古気候サイクルに対応することになる。しかし、その間隔や規模の変動、そして軌道要素の変動との対応関係についてはこれまで検討されてこなかった。そこで本研究では、モレーン状地形の分布を氷床の広がりと関連付けるための基礎検討として、パヴォニス山において扇状堆積物周縁部のDEMデータをCTX画像より作成し、それを用いてそれぞれのモレーン状地形の間隔、断面積を測定したほか、地形断面図を周期解析した。

結果として、モレーン状地形の間隔は数百mから4.5 kmと大きく変動しており、モレーン状地形の分布の疎密が明らかになった。また、モレーンの断面積も1.4×10^4 m^2以下の範囲で大きく変動している。モレーンの分布の疎密および断面積の変動は、氷床の消長を引き起こしたイベントの発生頻度または氷床の拡大・縮小速度の変化を記録していると考えられる。タルシス地域で想定される、氷床の消長に関わる周期的なイベントとしては軌道要素の変化によるグローバルな気候変動と火山活動の盛衰が可能性として挙げられるが、特にグローバルな気候変動によることを示すには、隣接するアルシア山や軌道計算から推定される日射量変動との対比が必要である。そこで、本研究ではパヴォニス山のモレーン状地形の発生頻度を周期解析し、その結果について発表する。

キーワード：火星、火星の気候、タルシス地方、ミランコビッチサイクル
Keywords: Mars, Martian climate, Tharsis region, Milankovich cycle

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Development of Life Detection Microscope (LDM) for *in situ* imaging of living cells on Mars surface

*吉村 義隆[1]、山岸 明彦[2]、佐藤 毅彦[3]、宮川 厚夫[2]、今井 栄一[4]、佐々木 聰[5]、小林 憲正[6]、癸生川 陽子[6]、岡田 朋華[6]、塩谷 圭吾[3]、薮田 ひかる[7]、長沼 毅[7]、三田 肇[8]、藤田 和央[3]、臼井 寛裕[3]
*Yoshitaka Yoshimura[1], Akihiko Yamagishi[2], Takehiko Satoh[3], Atsuo Miyakawa[2], Eiichi Imai[4], Satoshi Sasaki[5], Kensei Kobayashi[6], Yoko Kebukawa[6], Tomoka Okada[6], Keigo Enya[3], Hikaru Yabuta[7], Takeshi Naganuma[7], Hajime Mita[8], Kazuhisa Fujita[3], Tomohiro Usui[3]

1. 玉川大学農学部、2. 東京薬科大学、3. 宇宙航空研究開発機構、4. 長岡技術科学大学、5. 東京工科大学、6. 横浜国立大学、7. 広島大学、8. 福岡工業大学
1. College of Agriculture, Tamagawa University, 2. Tokyo University of Pharmacy and Life Science, 3. Japan Aerospace Exploration Agency, 4. Nagaoka University of Technology, 5. Tokyo University of Technology, 6. Yokohama National University, 7. Hiroshima University, 8. Fukuoka Institute of Technology

Past trial of direct detection of life on Mars by 1970's Viking mission ended up with a negative conclusion [1]. Whereas, numbers of new finding provided by Mars exploration missions in the last decade indicate that there are good reasons to perform another life detection program. The sensitivity of the gas chromatograph mass spectrometer onboard the Viking mission was not very high, and was not able to detect the microbes 10^6 cells in 1 gram clay [2,3]. Resent observations on Mars have found the evidences of past water activities. MSL Curiosity has found the temporal increase of methane concentration in Martian atmosphere [4]. The presence of reduced sulfur compound such as pyrite in Martian soil was also detected by MSL [5]. Methane and reduced sulfur compound can be the energy source to support the growth of chemoautotrophic microbes [6]. Possible presence of liquid water at Recurring Slope Lineae has been supported by the detection of hydrated salts [7]. The presence of organic compounds of Martian origin has been reported [8]. These evidences tend to support the possible presence of living microbes near the surface of Mars.

Physical and chemical limits for terrestrial life have been major foci in astrobiology [9], and are summarized in ref. [6]. Combining the environmental factors, anywhere in the Martian environment where we can find the three components, water molecules, reducing compounds and oxidative compounds could be an environment where life can be sustained for long periods of time, if other factors such as temperature, pressure, UV and other radiations permit [6]. Among these factors, most of the factors including ionic radiation, can be endured by terrestrial extremophiles. Only UV can kill the most UV-resistant microbes within minutes. However, UV can be shielded by a few centimeters soil layer. These evaluations lead to the conclusion that the Martian soil under a few cm can be the place to support the growth of microbes, if the water activity is higher than 0.6.

For exploring extant life on Mars, we have proposed to search cells from a depth of about 5 - 10 cm below the surface by the Life Detection Microscope (LDM) [6, 10]. LDM has the potential to detect single cells in the resolution of 1 micrometer and could detect less than 10^4 cells in 1 gram clay, which is much higher sensitivity than the instrument onboard Viking. We have developed the solution and combination of fluorescence pigments to detect organic compounds, and to differentiate organic compounds surrounded by membrane, which we think to be the most fundamental features that a cell should possess to constitute life. Our investigation goals are the followings. 1) Identify cell-like structure in which organic compounds are enveloped by membrane, which may represent Martian life. 2) Search for any type of organic compounds in Mars surface samples. The compounds include cells, other biological materials,

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

and abiotic polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH). 3) High-resolution characterization of regolith and dust particles. The current status of development of LDM will be presented.

References

[1] Margulis, L. et al. *J. Mol. Evol.* 14, 223-232 (1979)

[2] Glavin, et al, *Earth Planet. Sci. Let.*, 185, 1-5 (2001)

[3] Navarro-González, et al., *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 103 (2006)

[4] Webster, C. R., et al., *Science*, 360 (2018).

[5] Ming, D., et al., *Science*, 343 (2014)

[6] Yamagishi, A. et al. *Biol. Sci. Space*, 24 (2010)

[7] Ojha, L. et al. *Nature Geosci.*, 8 (2015)

[8] Freissient, C. et al. *J. Geophys. Res. Planets* (2015)

[9] Marion, G.M. et al. *Astrobiol.* 3 (2003)

[10] Yamagishi, A., et al., *Trans. JSASS, Aerospace Tech. Japan*, 16 (2018)

キーワード：蛍光顕微鏡、地球外生命
Keywords: fluorescent microscope, extraterrestrial life

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Development of a Mars Web-GIS for viewing multiple kinds of spectral data from orbiters

*松原 侑哉[1]、福地 裕範[1]、小川 佳子[1]、林 洋平[2]
*Yuya Matsubara[1], Hironori Fukuchi[1], Yoshiko Ogawa[1], Yohei Hayashi[2]

1. 公立大学法人会津大学、2. 国立天文台
1. The University of Aizu, 2. National Astronomical Observatory of Japan

The VIS-NIR reflectance spectra observed during latest Mars orbiter missions are of high quality and cover the whole globe. Such data sets are very informative for understanding the materials and their distribution on the surface. Each mineral has unique absorption bands in the spectra. We can identify which minerals are present by comparing the absorption bands of the observed spectra with the known absorption bands in the spectra measured in laboratories. In the case of Mars, we can estimate the type and distribution of hydrous minerals which leads to important clues to understand the water environment.

However, the VIS-NIR spectral data observed on Mars are not well utilized among the community. There are huge volume of accumulated data due to an increasing number of missions and various kinds of instruments with higher accuracy. It is not easy to process huge data and understand the relevance of them visually and intuitively.

We develop a new Mars web-GIS application, "Red Ace", to view and download the Mars observation data, especially the VIS-NIR spectra (image cube data format), easily and intuitively. The Red Ace handles multiple kinds of observation data: the Compact Reconnaissance Imaging Spectrometers for Mars (CRISM) data, the Thermal Emission Imaging System (THEMIS) data and DEM (Digital Elevation Model) data at the same time. Additionally, we use the DEM data from the Mars Orbiter Laser Altimeter (MOLA) to display 3D map of Mars with the Red Ace.

The Red Ace is developed based on CesiumJS that is an open source JavaScript library for 2D/3D maps. The user can choose the dimension of the map. In the Red Ace, the spectral observation points are displayed on the surface image layers. When the user clicks any point on the footprint of the layer, the color of the selected footprint changes and the thumbnail image appears. When the user selects any pixel on the thumbnail image, the Red Ace provides reflectance spectral data and ancillary data as graphs and tables. In response to user operation, multiple kinds of spectral data are displayed on the same window. The Red Ace also provides band- ratio images of THEMIS. The user can download band-ratio images, spectral data and ancillary data as files of PNG, CSV, JSON, XLSX and PVL formats. The user can move the windows displaying thumbnail image and graph freely. In addition, the Red Ace provides the function to control the Mars base map changing the exaggeration of height of the Mars globe. The user can change the order of layers and transparency of layers arbitrarily. The user can also jump to the region of interest directly by setting the coordinates and the zoom level. The user can handle these functions smoothly.

In the case of THEMIS, published data from the mission data archive are not reflectance data but radiance data. Therefore, the Red Ace derives reflectance data from radiance data and ancillary data, in order to compare them with CRISM spectra observed in the same spot.
In this study, considering the portability and extension of the application, the Docker was used for the development environment. Docker is an open source software platform that allow the user to develop applications quickly using containers. JSON format is adopted for data handling to make it easier to add

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

new observation data from new observation equipments in the future. In the JSON format, it is unnecessary to associate item order and item meaning. Hence, it has high reusability and freedom. In the Red Ace, by standardizing the structure of JSON format data in advance, it is possible to store and handle diverse data by using the same data structure.

キーワード：火星、分光データ、Web-GIS
Keywords: Mars, Spectral data, Web-GIS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Visualization and Analysis of the Surface of Mars with NASA's Mars Trek Portal

*Brian Hamilton Day[1], Emily Law[2]

1. NASA Solar System Exploration Research Virtual Institute, NASA Ames Research Center, 2. NASA Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology

Originally released in June, 2015 as a public outreach tool, Mars Trek is currently being enhanced to support site selection and analysis for upcoming human and robotic missions to Mars. Many new data products are being added, with emphasis on providing detailed information for proposed exploration zones. Data products can be loaded and even combined from many different instruments aboard many different Mars-orbiting spacecraft including Viking, Mars Global Surveyor, Mars Odyssey, Mars Reconnaissance Orbiter, and Mars Express. Users can download data products from Mars Trek and access metadata for each product. Web services and APIs allow other clients to access data from Mars Trek's servers. A standardized interface across the Trek portals provides for advanced 3D visualization and navigation. Standard keyboard gaming controls allow the user to maneuver a first-person visualization of "flying" across the surface of the Mars. User-specified bounding boxes can be used to generate STL and/or OBJ files to create physical models of surface features with 3D printers. A new VR capability allows users to generate their own virtual reality flyovers for any user-defined paths along the Mars' surface.

Mars Trek's power as a tool for education and outreach is exemplified by its being designated as key supporting infrastructure for NASA Science Mission Directorate's STEM Activation Initiative, and its serving of data to a growing community of digital planetariums.

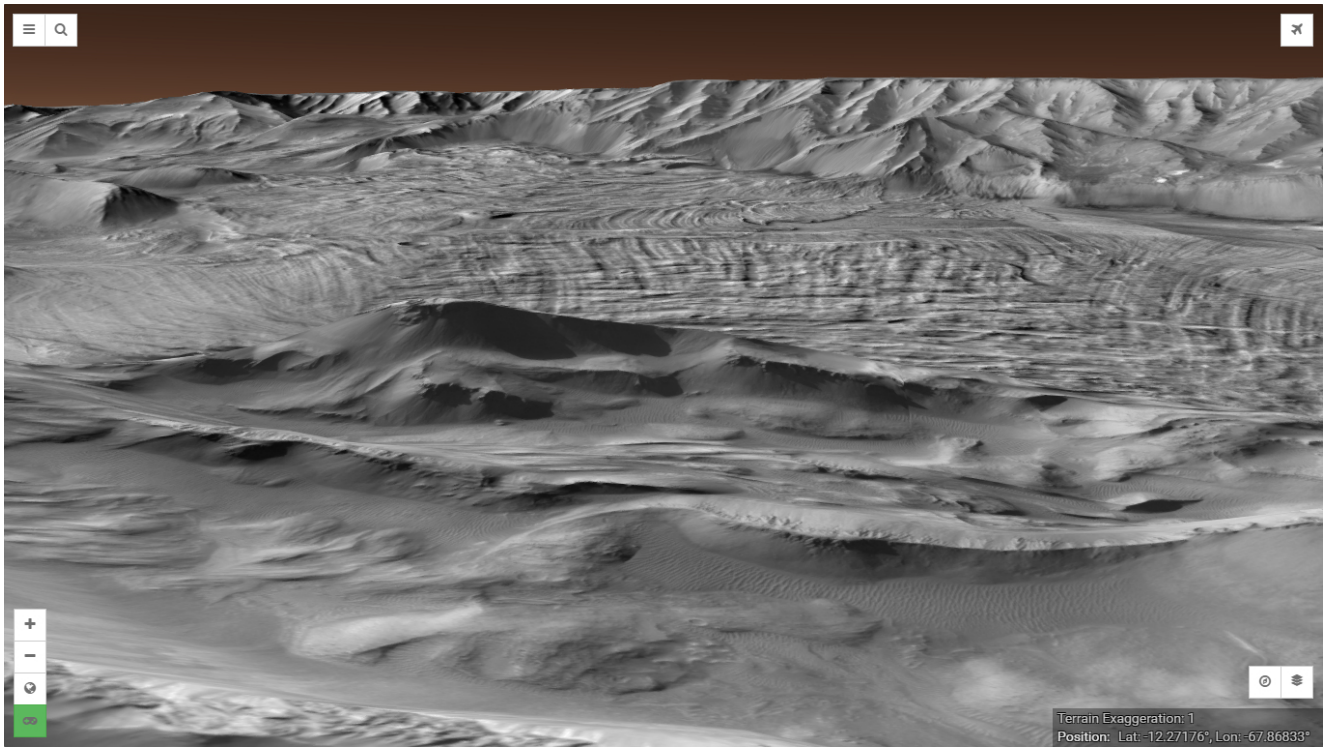
As private industry and space agencies of a growing number of nations plan new missions to Mars, detailed maps and models of Mars' surface and climate will be essential for mission planning. Mars Trek's generalized suite of tools are being designed to meet the needs of this new generation of missions. The portal will also provide an outstanding means of dissemination of data from these missions. Layering and blending many different data products and putting individual products in the context of many others will facilitate mining of information going far beyond what individual products can provide separately. In addition to mission planning and planetary science, Mars Trek will continue supporting the essential task of engaging the public in this great adventure. Mars Trek is developed at NASA's Jet Propulsion Laboratory (JPL) and managed as a project of NASA's Solar System Exploration Research Virtual Institute (SSERVI) at NASA Ames Research Center.

At the request of the Planetary Science Division of NASA's Science Mission Directorate, we are extending the technologies of our existing Trek platforms to create a new portal for Mars' largest moon, Phobos. In this effort, we are working with the International Phobos/Deimos Landing Site Working Group and with JAXA, with JAXA's MMX mission as a primary driver.
Mars Trek is one of the portals in the NASA Solar System Treks Project (SSTP), available at https://trek.nasa.gov. NASA's Solar System Trek online portals provide web-based suites of interactive data visualization and analysis tools to enable mission planners, planetary scientists, students, and the general public to access mapped data products from past and current missions for a growing number of planetary bodies including the Moon, Mars, Vesta, etc. These portals are being used for site selection and analysis by NASA and a number of its international partners, supporting upcoming missions. In addition to demonstrating the capabilities of Mars Trek in this presentation and providing a preview of Phobos Trek,

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

we will solicit input from the community for ideas for future enhancements to the portals.

Keywords: Mars



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

紫外線Ａ・Ｃよる鉄カンラン石からの鉄溶出量の増加
Increase in Dissolved Iron Concentration from Fayalite by UltravioletA・C Irradiation

*小森 信男[1]
*Nobuo Komori[1]

1. 東京学芸大学大学院連合学校教育学研究科
1. The United Graduate School of Education Tokyo Gakugei University

私は「酸素の乏しい火星の表面には酸化鉄が多いのはなぜか」という謎を調査するために、中学校での生徒実験を指導している。Ａ．S. Yen (1999)は,活性酸素種が火星の状況下で鉱物上で生じることを実験で示した。さらに、彼は空気中で鉄の薄膜に紫外線Cを照射放射 して、紫外線照射が 酸化物の生成率を上昇させることを示した。私の実験は、水中の鉄カンラン石に紫外線Cを照射すると鉄イオンの溶脱が促進されることを示したものであり、過去の火星と地球の活性酸素種以外の原因で、酸化鉄が紫外線によって発生する可能性があることを示している。

実験１

私は生徒に塩酸中に入れた鉄カンラン石に紫外線ＡとＣを照射させた。この研究では福島県川俣町産の鉄カンラン石を使用した。この鉄カンラン石は整形されておらず約1gであり、ｐＨ２の塩酸を充填した試験管に入れた。８０時間～１００時間程紫外線を照射後、デジタルパックテストで水溶液中の鉄イオン濃度を確認した。この紫外線Ａを用いた実験は７回行い、紫外線Ｃを用いた実験は３回行った。

紫外線Ａを用いた実験の結果、紫外線を照射しない場合よりも７回中６回照射した場合の方が鉄溶出量が多くなった。紫外線Ｃでの実験結果は３回中３回同じ結果となった。ブラックライトにより発生する紫外線Ａの波長のピークは３６５ｎｍである。殺菌灯により発生する紫外線Ｃの波長のピークは２４５ｎｍである。

実験2

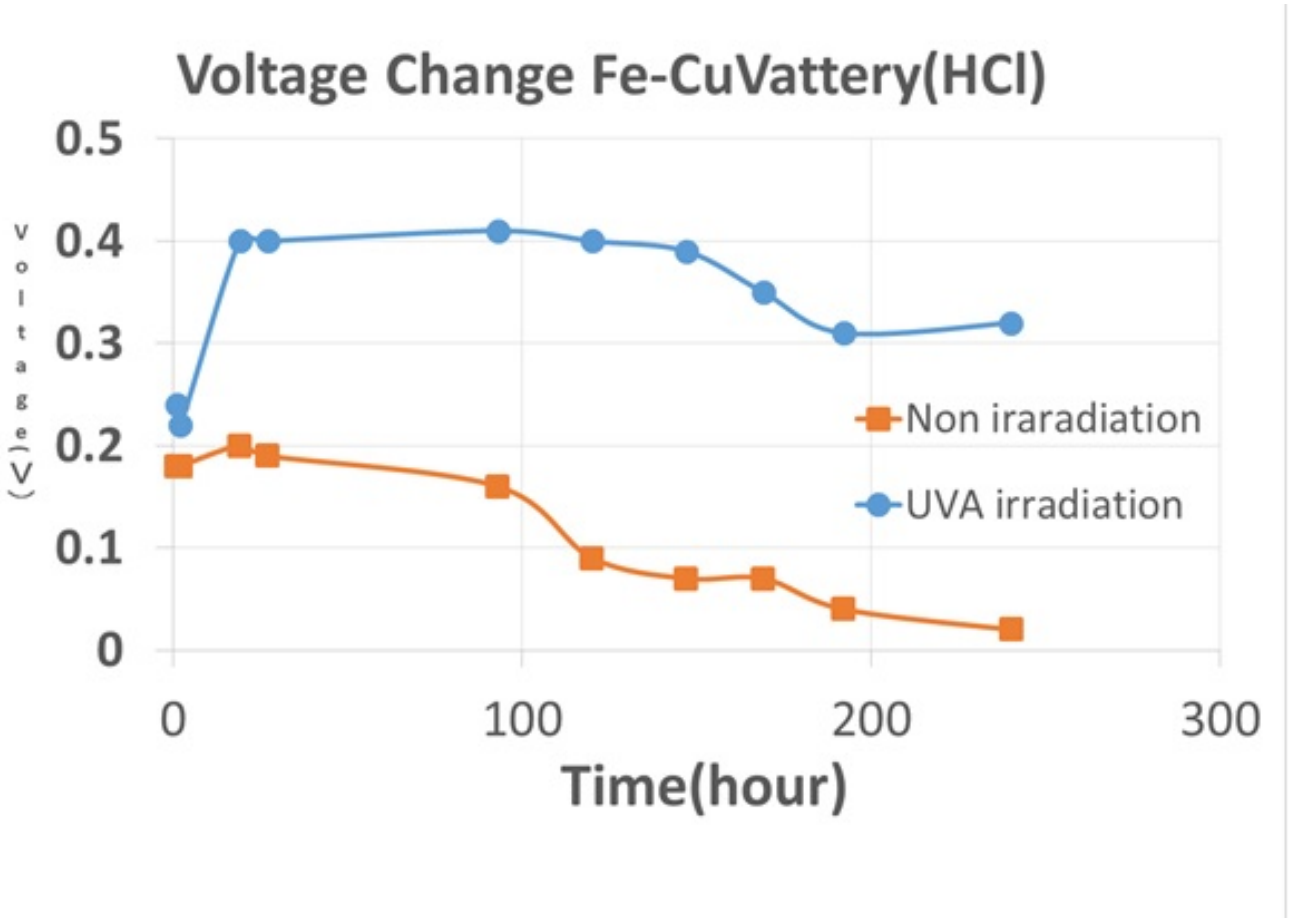
鉄陰極銅陽極を塩酸に入れた電池に紫外線Aを照射させた。そして生徒は電池の発生電圧を測定し、紫外線照射と非照射の電圧を比較した。この紫外線を照射した電池では、電圧は常に0.2V以上であり150時間後に低下することはなかった。もう一方の紫外線を照射されていない電池の電圧は少しずつ低くなり、１５０時間後に電圧は０Ｖに近くなった。この実験は４回行った。すべての場合において、紫外線を照射した電池の電圧は照射していない電池よりも高かった。紫外線のエネルギーにより鉄原子から電子が解離し、鉄イオンが発生するように思われる。

考察

私の実験結果から、紫外線は鉄カンラン石と鉄からの鉄イオンの溶解を促進すると推定する。火星表面にはかつて水が存在していたと考えらており，そこに紫外線が照射されると岩石中の鉄の溶解が促進され，それが酸化鉄の起源の一つとなった可能性がある．

キーワード：紫外線、鉄カンラン石、塩酸、鉄イオン、溶出量増加
Keywords: ultraviolet rays, fayalite , hydrochloric acid, iron, elution increase

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Small-scale ridges newly identified on the equatorial region of the Phobos nearside

*逸見 良道[1]、菊地 紘[1]、宮本 英昭[1]
*Ryodo Hemmi[1], Hiroshi Kikuchi[1], Hideaki Miyamoto[1]

1. 東京大学
1. The University of Tokyo

Although the craters and grooves on Phobos are indicative of widespread and abundant surface modification during Phobos' geologic history [Basilevsky et al., 2014], little definitive evidence exists for geologically recent regolith migration other than down-slope mass-wasting [Shi et al., 2016]. Here we report newly found small-scale sinuous ridges identified in Mars Reconnaissance Orbiter's High Resolution Imaging Science Experiment (HiRISE [McEwen et al., 2007]) images of the nearside of Phobos. These ridges are spatially focused within the equatorial region (-5° to 20° N). Some of them superpose on craters and grooves, which is consistent with a geologically recent activity. They are ~200 m to ~1 km in length, several 10's m in width, and most of them are roughly parallel to each other and are generally oriented in NE-SW direction. To extract detailed topographic profiles, we constructed a high-resolution (~5-6 m/pixel; almost same as the original image) digital elevation model (DEM) by using shape-from-shading [Alexandrov and Beyer, 2018] in the selected regions of a HiRISE image and a stereo-derived HiRISE DEM (20 m/pixel) [Hemmi and Miyamoto, 2019]. Our preliminary analysis shows these ridges are less than several meters high. Their morphology and topography are unlikely to be formed by impact cratering, extensional stress fields, or mass wasting processes. In this presentation, we provide initial results of geological mapping of the small-scale ridges and discuss their possible origins.

References

Alexandrov, O., and R. A. Beyer (2018), Multiview Shape-From-Shading for Planetary Images, *Earth and Space Science*, 5(10).
Basilevsky, A. T., C. A. Lorenz, T. V. Shingareva, J. W. Head, K. R. Ramsley, and A. E. Zubarev (2014), The surface geology and geomorphology of Phobos, *Planetary and Space Science*, 102, 95-118.
Hemmi, R., and H. Miyamoto (2019), HiRISE digital elevation model of Phobos: Implications for morphological analysis of grooves, *Proceedings of the 50th Lunar and Planetary Science Conference*, Abstract No. 1759.
McEwen, A. S., et al. (2007), Mars Reconnaissance Orbiter's High Resolution Imaging Science Experiment (HiRISE), Journal of Geophysical Research: Planets, 112(E5), E05S02.
Shi, X., J. Oberst, and K. Willner (2016), Mass wasting on Phobos triggered by an evolving tidal environment, *Geophysical Research Letters*, 43(24), 12,371-312,379.

キーワード：フォボス、HiRISE、数値標高モデル
Keywords: Phobos, HiRISE, Digital Elevation Model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

火星探査機搭載を目指した超小型ミュオグラフィー装置の開発
Development of a compact Muography instrument for future Mars exploration missions

*上吉原 弘明[1]、二宮 哲郎[1]、吉原 有里[1]、島添 健次[1]、高橋 浩之[1]、田中 宏幸[1]、宮本 英昭[1]
*Hiroaki Kamiyoshihara[1], Tetsuro Ninomiya[1], Yuri Yoshihara[1], Kenji Shimazoe[1], Hiroyuki Takahashi[1], Hiroyuki Tanaka[1], Hideaki Miyamoto[1]

1. 東京大学
1. University of Tokyo

Muography is a technique that uses cosmic ray muons for visualizing the interior of large-scale structures in much the same way as standard X-ray radiography is used to image the interior of smaller objects. Muography has been successfully applied to explore the internal structure of geological targets on earth. Because exploring the inner structure of the shallow subsurface of celestial bodies is important to understand their origin and evolution, we are planning to operate muography instrument in the extraterrestrial environment, especially on the surface of Mars. Applying muography to planetary explorations has some advantages over conventional internal exploration methods: (1) it is able to observe the absolute linear density of objects; (2) the passive nature of the measurements provides low power consumption; (3) the instrument size is arbitral [1]. However, in order to mount muography instrument on a spacecraft, it is essential to downsize the instrument and investigate the radiation environment on the surface of the celestial body. In this study, we designed and developed a compact muography instrument based on the knowledge of compact gamma ray detectors for nuclear medicine imaging. At the same time, we theoretically estimated the muon production on Mars and evaluated the validity of using muography instrument on Mars.

The detection device of developing muography instrument consists of 64-channel silicon photomultipliers (SiPM), plastic scintillators, dynamic Time-Over-Threshold (dTOT) boards [2], data-acquisition (DAQ) board, and high-voltage power supply units. Incident muons react with the scintillator to emit weak light, and the light is amplified by SiPM attached to the both ends of the scintillator and read out with dTOT boards. The depth of interaction (DOI) in the scintillator is analyzed by measuring the pulse-height ratio of dual-sided readout. The size of the detector is 26.2 mm×26.2 mm×31.4 mm.

We first evaluated DOI resolution of this detector using a point beta-decay source of ^{90}Sr. The result indicates that the DOI resolution (FWHM) is 7.2 mm for the emitted beta rays with a spread of 2.2 mm. Then, we performed a Geant4 [3] simulation to examine the muon angular distribution that would be detected on the ground by this instrument. The result suggests that the structure of the detector makes the observation bias (Fig. 1). There are two solutions that can be considered to solve this problem: (1) developing one more detector and analyzing the coincident signals from dual-sided readout; (2) improving DOI resolution by performing accurate calibration.

We also performed a theoretical estimation to evaluate the muon production on Mars. Although the chemical composition and the density of Martian atmosphere are different from Earth's, the known muon flux in the upper earth atmosphere can be used for estimating the muon rates on Mars [4]. The result shows that the horizontal muon flux is greater than that on Earth (Fig. 2), which means that muography is more suitable for exploration of geological targets on Mars than on Earth.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

In this presentation, we report the development status of the detection device and the concrete result of numerical calculation of radiation environment on Mars.

References
[1] Kedar et al., Muon radiography for exploration of Mars geology, Geosci 2, 2013. p.157-164.
[2] Shimazoe et al., Dynamic time over threshold method, IEEE trans. nucl. sci 59, no. 6, 2012. p.3213-3217.
[3] Agostinelli et al., Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, A 506, 2003. p.250-303.
[4] Berringer et al., Cosmic Rays At Earth, Elsevier, ISBN 0-444-50710-8, 2001.

キーワード：ミュオグラフィー、ミューオン、内部構造探査、火星探査
Keywords: Muography, Muon, Internal exploration, Mars exploration

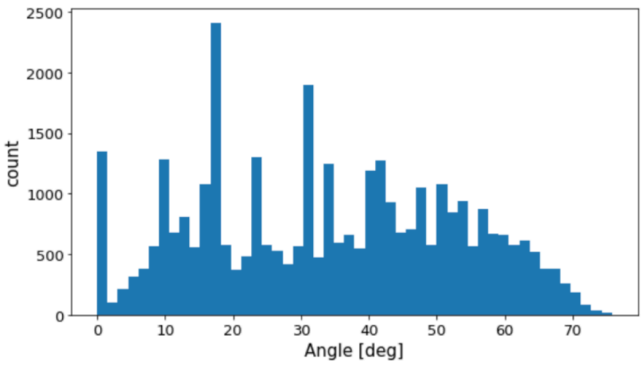


Fig. 1 The simulation result of muon zenith angular distribution that would be detected by developing instrument. The structure of detector makes the observation bias at 0°, 17° and 31°.

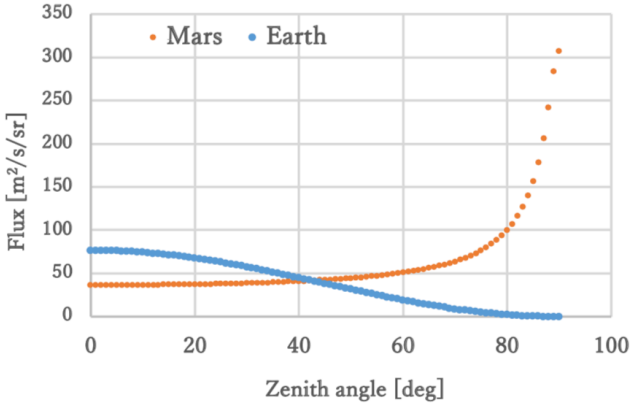


Fig. 2 Zenith angle dependence of muon flux on Mars and Earth. Horizontal muon flux on Mars is greater than that on Earth.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_4

[P-PS04] 火星と火星圏の科学

コンビーナ:宮本 英昭(東京大学)、臼井 寛裕(東京工業大学地球生命研究所)、松岡 彩子(宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所　太陽系科学研究系)、Sushil K Atreya(University of Michigan Ann Arbor)

In view of unprecedented advances in our understanding of Mars, primarily due to new and ongoing observations of the planet with a number of spacecraft missions of the US, Europe and Asia, we propose a session on Mars. Mars is an object of intense scrutiny. Currently, eight spacecraft are operating at Mars, with six in orbit (Odyssey, MRO, MAVEN, Mars Express, Mangalyaan and TGO) and two on the surface (MSL-Curiosity and MER-Opportunity), the largest number ever at any given time. In addition, InSight is on track to land on Mars in November 2018, and several spacecraft are in various stages of implementation with launches scheduled for 2020 (Mars 2020, ExoMars 2020, Emirates Mars Mission Hope, Chinese Mars Mission and the Japanese Mars Terahertz Microsatellite), 2022 (ISRO's Mangalyaan 2), and 2024 (JAXA's MMX mission to explore Phobos, Deimos, and Mars). All this is a clear demonstration of public's strong fascination with and commitment to Mars exploration and the resulting scientific bonanza. Synergistic investigations with ongoing and already completed missions along with modeling studies and earth-based observations are gradually revealing the nature of Earth's most closely resembling planet that took on a different evolutionary track than our home planet. Morphology and variable phenomena seen on the surface (RSLs, e.g.) and in the atmosphere (methane) indicate that Mars is possibly currently active. Available data are providing a better understanding of Mars' present geologic and atmospheric state, climate evolution, and habitability. Thus, the scope of this session will be the recent results from a broad spectrum of Mars studies encompassing the interior, surface, atmosphere, plasma environment, and the Mars system including its two satellites. Abstracts on modelling, instrumentation and future mission plans are also encouraged.

[PPS04-P01] ハレアカラT60望遠鏡可視分光器による火星電離圏のO_2^+発光の観測

*鈴木 駿久[1]、鍵谷 将人[1]、坂野井 健[1] (1.東北大学理学研究科，惑星プラズマ・大気研究センター)

[PPS04-P02] Search of shallow subsurface reflectors around RSLs in Martian Chryse and Acidalia planitiae by the MRO/SHARAD public data

*大浦 愛菜[1]、笠羽 康正[1]、熊本 篤志[1]、野口 里奈[2]、臼井 寛裕[2]、石山 謙[2]、植村 千尋[3] (1.東北大学、2.宇宙科学研究所、3.総合研究大学院大学)

[PPS04-P03] Detecting surface changes on Mars using principle component analysis of repeat imagery

*Reid Parsons[1]、Hideaki Miyamoto[1] (1.University of Tokyo)

[PPS04-P04] Evaluation of the detectability of hydrated salts on recurring slope lineae on Mars.

*今村 翔子[1,2]、関根 康人[2]、黒川 宏之[2] (1.東京大学、2.東京工業大学 地球生命研究所)

[PPS04-P05] 火星パヴォニス山に記録された氷床の周期的成長

*神崎 友裕[1]、Reid Parsons[1,2]、逸見 良道[1]、宮本 英昭[1] (1.東京大学、2.フィッチバーグ州立大学)

[PPS04-P06] Development of Life Detection Microscope (LDM) for *in situ* imaging of living cells on Mars surface

*吉村 義隆[1]、山岸 明彦[2]、佐藤 毅彦[3]、宮川 厚夫[2]、今井 栄一[4]、佐々木 聰[5]、小林 憲正[6]、癸生川 陽子[6]、岡田 朋華[6]、塩谷 圭吾[3]、薮田 ひかる[7]、長沼 毅[7]、三田 肇[8]、藤田 和央[3]、臼井 寛裕[3] (1.玉川大学農学部、2.東京薬科大学、3.宇宙航空研究開発機構、4.長岡技術科学大学、5.東京工科大学、6.横浜国立大学、7.広島大学、8.福岡工業大学)

[PPS04-P07] Development of a Mars Web-GIS for viewing multiple kinds of spectral data from orbiters

*松原 侑哉[1]、福地 裕範[1]、小川 佳子[1]、林 洋平[2] (1.公立大学法人会津大学、2.国立天文台)

[PPS04-P08] **Visualization and Analysis of the Surface of Mars with NASA's Mars Trek Portal**

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

[PPS04-P09] 紫外線Ａ・Ｃよる鉄カンラン石からの鉄溶出量の増加

*小森 信男[1] (1.東京学芸大学大学院連合学校教育学研究科)

[PPS04-P10] Small-scale ridges newly identified on the equatorial region of the Phobos nearside

*逸見 良道[1]、菊地 紘[1]、宮本 英昭[1] (1.東京大学)

[PPS04-P11] 火星探査機搭載を目指した超小型ミュオグラフィー装置の開発

*上吉原 弘明[1]、二宮 哲郎[1]、吉原 有里[1]、島添 健次[1]、高橋 浩之[1]、田中 宏幸[1]、宮本 英昭[1] (1.東京大学)

ハレアカラT60望遠鏡可視分光器による火星電離圏のO_2^+発光の観測
Observation of the O_2^+ first negative band (1,0) emissions in the Mars ionosphere with a visible spectrograph on Haleakala T60

*鈴木 駿久[1]、鍵谷 将人[1]、坂野井 健[1]
*Toshihisa Suzuki[1], Masato Kagitani[1], Takeshi Sakanoi[1]

1. 東北大学理学研究科，惑星プラズマ・大気研究センター
1. PPARC, Graduate School of Science, Tohoku University

本研究では，火星の大気散逸機構を探るために火星電離圏のO_2^+の発光の検出を目的として，初めて地上望遠鏡による分光観測を行った．分光観測後に整合的な解析を行い，その結果O_2^+ first negative bands (1NG) (1, 0)の発光を検出することができた．また，それよりO_2^+の発光強度と柱密度を導出した．

現在の火星の大気は地球と比べて希薄である．これは宇宙空間への大気の散逸が関与しており，長年の変化により大気が失われていったためであると考えられている．また，現在の火星はダイナモ運動による両極性磁場を持たず一部に弱い磁場が残っているのみであるため，火星上層大気の宇宙空間への散逸は太陽風の影響を強く受けると考えられる．近年，MAVEN探査機などの様々な観測により火星電離圏のイオン組成や密度が調べられている．火星電離圏ではO_2^+が主なイオンであり，太陽直下点では高度130 kmで密度が最大となる[M. Benna et al., 2015]．このO_2^+が解離性再結合をする結果，脱出速度以上のエネルギーを持った中性酸素が生成され，火星の重力を振り切って宇宙空間に散逸していく．この過程は火星大気散逸の中でも重要な要素である．しかし，人工衛星で中性酸素を直接観測することは困難であるため，観測可能であるプラズマの温度や密度よりモデル計算が行われている．そのため，O_2^+をはじめとするイオンや電子の密度の空間分布や高度分布を知ることは宇宙空間への散逸量を知るために重要である．しかし，数百~数千kmでのイオンの散逸過程を調べるためには人工衛星でのその場観測のみでは不十分であり，撮像による全体像の把握を行うことは重要である．地上からの望遠鏡を用いた分光リモートセンシングにより，O_2^+の発光や温度の空間分布や時間変動を捉えることができれば，太陽風や地殻地場の変動が酸素原子やイオンの散逸過程へ与える影響を知ることが期待できる．

観測は2018年の9月10日から19日の間に，マウイ島ハレアカラ山頂の東北大学60cm望遠鏡(T60)に可視分光器を組み合わせて実施した． O_2^+の発光の中でもO_2^+ 1NG (1, 0)に着目し，550 –570 nmの範囲を波長分解能10,000で分光観測した．分光器のスリット(幅2”×長さ90”)は火星の昼半球のリム付近に火星の自転軸と平行に設置した．1フレームの積分時間は2分とし，1日あたり約60フレームを取得した．観測期間中の総積分時間は450分であった．火星の太陽反射スペクトルを参照するためのスペクトル（火星ディスクのスペクトル）もリム観測の前後で取得した．観測したフレームは，個々に1次解析処理（ダーク減算，フラットフィールド補正，波長・空間歪みの補正）を施した後，全フレームについて積算することでS/Nを向上させた．その後，同様の処理を施した太陽反射スペクトルをリム観測データから差し引き，O_2^+1NG (1, 0)のスペクトルを導出した．次に，観測から導出したO_2^+1NG (1, 0)スペクトルを，モデルスペクトル[K. Henriksen and L. Veseth, 1987]と比較した．この際，スペクトルの短周期波長変動について着目するために，観測から導出したO_2^+1NG (1, 0)スペクトルとモデルスペクトルの両方に波長分解能と整合的なハイパスフィルターを施した．その2つのスペクトルの相関係数を計算した結果，波長ずれ（lag）が0の位置で相関係数は最大となり，その値は0.40であった．ここで，相関をとる波長範囲はモデルスペクトルで発光量が大きく，かつ太陽フラウンホーファーの吸収線による影響が小さい部分を選択した．これらの結果から、本研究で火星リム観測による電離圏のO_2^+の発光を初めて検出したと考えられる。さらに，モデルスペクトルと観測での発光スペクトルで最小二乗法を用いて観測されたスペクトルを最も良く再現する明るさを決定した．その結果，見積もられたO_2^+1NG (1, 0)の発光強度は691 +/- 171 $\times 10^3$ Rayleighsとなった。発光機構として太陽共鳴散乱を仮定すると， O_2^+柱密度は4.4 +/- 1.1$\times 10^{13}$ /cm^{2}となった．これはMaven探査機により観測されたO_2^+の高度分布[M. Benna et al., 2015] をもとに全球一様球対称分布を仮定した場合に期待されるO_2^+柱密度よりも約5-10倍

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

大きな値となった．本発表では，O_2^+の発光観測スペクトルとモデルスペクトルを比較し，それより発光量と密度を導出した．また，その結果についての考察を述べる．

キーワード：火星、電離圏、地上望遠鏡
Keywords: Mars, ionosphere, ground-based telescope

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Search of shallow subsurface reflectors around RSLs in Martian Chryse and Acidalia planitiae by the MRO/SHARAD public data

*大浦 愛菜[1]、笠羽 康正[1]、熊本 篤志[1]、野口 里奈[2]、臼井 寛裕[2]、石山 謙[2]、植村 千尋[3]
*Aina Oura[1], Yasumasa Kasaba[1], Atsushi Kumamoto[1], Rina Noguchi[2], Tomohiro Usui[2], Ken Ishiyama[2], Chihiro Uemura[3]

1. 東北大学、2. 宇宙科学研究所、3. 総合研究大学院大学
1. Tohoku University, 2. Institute of Space and Astronautical Science, 3. SOKENDAI

One of recent discoveries on Mars is the recurring slope lineae (RSL), which are certain features on the surface invoking current icy processes. RSLs are distributed on Mars and these narrow features incrementally lengthen down steep slopes, fade in colder seasons, and recur annually. Candidate and confirmed RSL sites are distributed in four regions, (1) southern mid-latitudes (SML), (2) Valles Marineris (VM), (3) equatorial highlands, and (4) northern Chryse Planitia and southwestern Acidalia Planitia (CAP). The RSLs in (2) VM and (4) CAP are more densely located than other two areas.
This study tries to identify the subsurface structures of the northern mid-latitude RSL in (4) Chryse and Acidalia Planitiae by the public data of Mars shallow radar sounder (SHARAD) onboad the Mars Reconnaissance Orbiter opened on the PDS Geosciences Node. That is because CAP RSLs are densely distributed compared to other regions. CAP RSLs are found on the steep slopes of craters. Their source zones are at or below the elevation of the surrounding plains. We used the Java Mission-planning and Analysis for Remote Sensing (JMARS, https://jmars.asu.edu/) in order to investigate the geological information of the RSL sites and the MRO locations at the SHARAD observed data. We then picked up the location correspond to the RSL sites and generated radargrams from SHARAD data. The observation frequency of SHARAD is 15-25 MHz with the bandwidth of 10 MHz, and the subsurface close to the surface can potentially be resolved with the depth resolution of 15 m in vacuum. Using MOLA data, we generated the virtual radargrams with the surface clutter emulated by the Kirchhoff approximation. Then, we compared both observed radargrams with emulated ones to identify whether there are subsurface reflectors or not.
We surveyed about 12 orbits close to the confirmed RSLs. We could find the hypothetical detection of the subsurface reflector in ‘orbit.00688101’ (Jan 14 2008, N10.0-44.7˚, E313.6-318.3˚) and ‘orbit.00673602’ (Jan 03 2008, N10.1-44.7˚, E312.7-317.4˚). In this abstract, we concentrated the characteristics of the former candidate. In this sample, the closest RSL located at N34.1˚, E317.0˚ and nadir line from the orbit was 13.8 km. Another RSL close to this orbit located N34.8˚, E318.6˚ and nadir line from the orbit was 85.2 km. Apparent elevation of closest RSL was about -3,763 ±10 m. The deepest elevation of the crater was about -4,744 ±10 m and the highest elevation of it was about -3,640 ±10 m. The radargram of this orbit showed that the elevation of surface echo was in the range from -3720 to -3780 m and that of subsurface echo ranged from -3750 to -3800 m. This means that the closest RSL height was almost the same as the depth of subsurface reflector. The subsurface echo located 25 m below the surface, and it had a little bit weak echo strength compared to surface one. If this subsurface echo shows the underground reflection, the subsurface layer will be 180 km wide along the orbit. Although this depth is marginal for the depth resolution of SHARAD, we could not identify such an echo in the emulated radargram.
In the presentation, we will summarize the results of this region including other orbits.

キーワード：火星、RSL、SHARAD

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Mars, RSL, SHARAD

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Detecting surface changes on Mars using principle component analysis of repeat imagery

*Reid Parsons[1], Hideaki Miyamoto[1]

1. University of Tokyo

Change detection is an analytical tool of Remote Sensing in which repeat observations of a particular location can be overlain, subtracted, or ratioed to detect differences between images. High-resolution, repeat imagery on Mars has led to several discoveries of ongoing geologic processes operating at the sub-kilometer scale such as recurring slope lineae (RSL) [1-3], new, small impacts [4], aeolian dune migration [5], sublimation of polar ice [6], and gully formation [7]. Generally, the detection of these changes is done manually by overlaying, and “flipping” between the two images. As planetary remote sensing data sets continue to grow, so does the need for a more efficient means of change detection.

Principle component analysis (PCA) offers an advantageous means for detecting change because it considers the values of all pixels in all the repeat images to extract the most statistically significant variations. These variations are then isolated from one another as a hierarchical set of “principle components” of the image dataset. The user can quickly identify patterns or features of interest which are present in one or more of these components. To illustrate this method, nine HiRISE images [8] collected from Palikir crater on Mars between November 2007 and June 2011 documenting RSL formation will be used.

PCA changes the values of the pixels in each image by plotting the pixel data on a set of axes which capture the maximum variance in the dataset. In our example image set, each pixel in the image stack can be treated as a 9-dimensional vector since there is a value for that pixel in each of the nine images. However, each pixel can be plotted on a new set of axes that capture the most important, or PCs of the image stack.

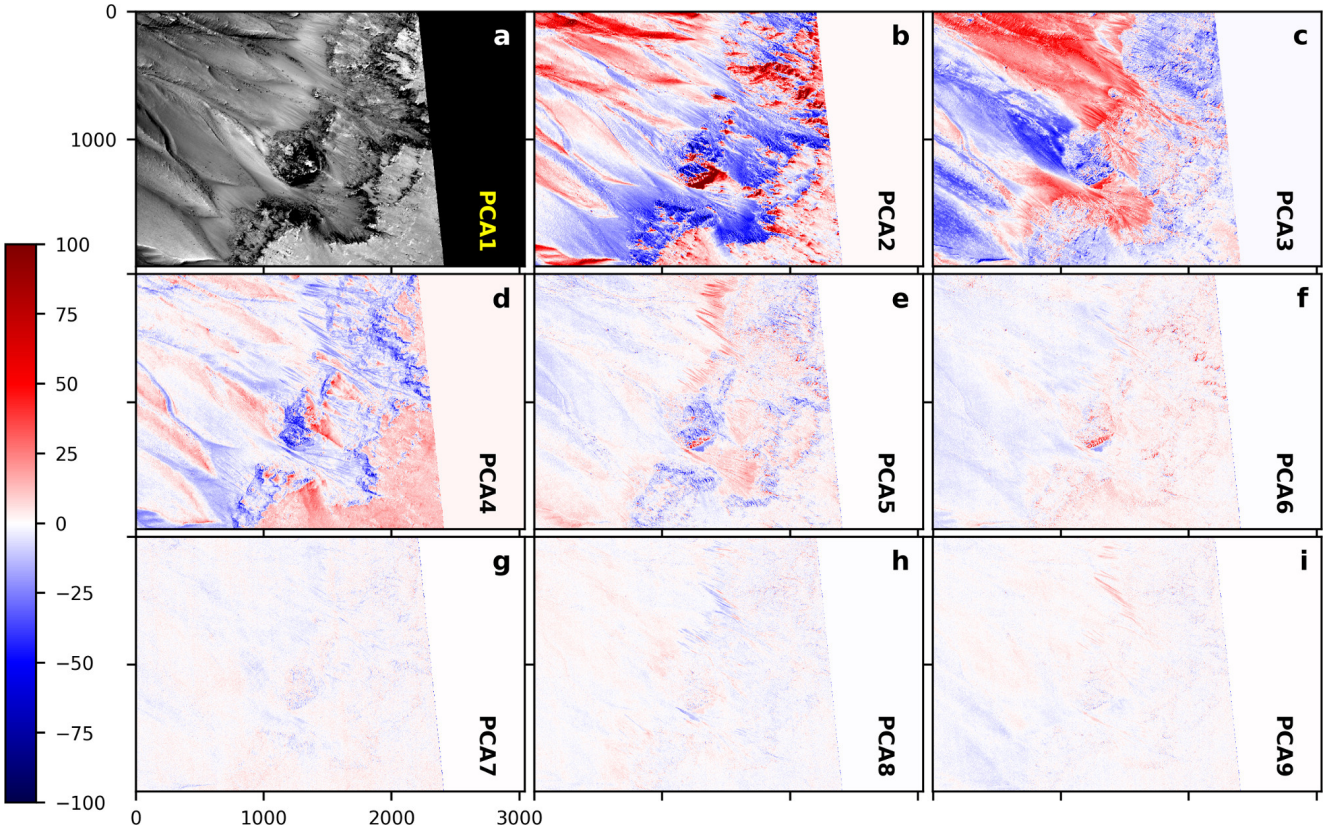
The figure shows the result of the PC transform (performed using ENVI® software) on the stacked time-series. Because most of the variation in the images is captured in the first PC (PCA1), it uses a grayscale color bar spanning 0-255 pixel values. Generally, variations covering a large spatial extent or variations causing a big shift in pixel values will be captured in the lower PCA components. Higher components, on the other hand, will depict smaller amplitude variations occurring in fewer images (or over smaller spatial extents). Thus, components 2 and 3 (panels b and c, respectively) are dominated by variations caused by differences in lighting (sun direction and elevation angle) and possibly dust or frost deposition/erosion. RSL features are identifiable in PCA4 (panel d) as elongated blue “fingers” and become more dominant and appear red in PCA5 (panel e). Subsequent components capture smaller variations caused either by changes in lighting, RSL shape (in PCA 8 and 9), or camera noise.

After identifying the PCs which contain the feature of interest, the feature can be traced back to the original images via an inverting from PC coordinates to image coordinates. Although this step is not completely reliable, it is successful in determining which images contain the most prominent RSL. Eventual combination of this method with machine-learning algorithms may permit a more automated means of detecting interesting surface changes on Mars and other planetary bodies. Note this work was previously published in [9].

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

References:
[1] McEwen A. S., et al. (2011) Science 333 740–743
[2] Sullivan R., et al. (2001) JGR 106 23607–23633
[3] Ojha L., et al. (2014) Icarus 231 365 –376
[4] Daubar I., et al. (2013) Icarus 225 506 –516
[5] Bourke M., et al. (2008) Geomorph. 94 247–255
[6] Thomas P., et al. (2005) Icarus 174 535 –559
[7] Diniega S., et al. (2009) AGU Fall Meeting Abstracts
[8] HiRISE Operations Center Gullies in palikir crater
https://www.uahirise.org/dtm/dtm.php?ID=PSP_005943_1380 accessed: 2017-07-03
[9] Parsons, R.A. & Miyamoto, H. (2018) J. of Physics: Conf. Series 1036 (012004).

Keywords: Mars, Change, Detection



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Evaluation of the detectability of hydrated salts on recurring slope lineae on Mars.

*今村 翔子[1,2]、関根 康人[2]、黒川 宏之[2]
*Shoko Imamura[1,2], Yasuhito Sekine[2], Hiroyuki Kurokawa[2]

1. 東京大学、2. 東京工業大学 地球生命研究所
1. University of Tokyo, 2. Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology

On present-day Mars, pure liquid water is thermodynamically unstable; whereas, high-salinity brine can exist on the surface, at least temporally, due to freezing point depression [1]. Deliquescence and melting of subsurface ice are proposed as being the major processes of formation of liquid brine on Mars [2, 3]. Although liquid brine is suggested to form upon Mars' daily and seasonal changes [2, 3], generation of brine flow has not been confirmed on current Mars. Our previous study suggests that cycles of formation and evaporation of liquid brine can generate characteristic morphological features of downward-elongated flows on steep slopes [4]. This happens because precipitated salts within soil dramatically decrease the porosity and permeability, leading generation of surface flows [4]. Our study also suggests that precipitation of salts reaches up to ~30% in volume within the soil, implying that any detection of such salt may be evidence for the occurrence of brine flow on current Mars [4]. Proposed morphological features formed by current brine activity include recurring slope lineae (RSL) [5, 6]. Although hydrated salts are suggested to exist on RSL at a few locations [6], identification of salt compositions is still challenging. Additionally, there are no reports on detection of hydrated salts at most of the RSL sites across Mars.

In the present study, we investigate the conditions of identification of hydrated salt compositions on RSL using Compact Reconnaissance Imaging Spectrometer for Mars (CRISM) onboarded on Mars Reconnaissance Orbiter (MRO). We calculate synthesized spectra of mixtures of basaltic soil and various hydrated salts (such as $MgCl_2 \cdot 2H_2O$) with the different mixing ratios using a linear combination method and an addition of random noise with a Gaussian distribution. We evaluate the threshold mixing ratios of salt for the identification of the salt compositions based on the analyses of the synthesized spectra. Our results show that if the mixing ratio of hydrated salt exceeds 20% in volume, O-H bands attributed from hydrated salts can be detected with CRISM. We discuss the observational conditions, such as the observational altitude from the surface, for the identification of salt compositions on RSL in future missions.

[1] McEwen et al. (2011) Science, 333, 740. [2] Martin-Torres et al. (2015) Nature Geoscience 8, 357. [3] Chevrier & Rivera-Valentin (2012) Geophysical Research Letters, 39, 21. [4] Imamura et al. (2018) Planetary People, 27, 163. [5] Hecht et al. (2009) Science, 325, 5936. [6] Ojha et al., (2015) 8, 829.

キーワード：火星、CRISM、塩
Keywords: Mars, CRISM, salt

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

火星パヴォニス山に記録された氷床の周期的成長
Frequency of ice sheet growth recorded on Mons Pavonis, Mars

*神崎 友裕[1]、Reid Parsons[1,2]、逸見 良道[1]、宮本 英昭[1]
*Tomohiro Kanzaki[1], Reid Parsons[1,2], Ryodo Hemmi[1], Hideaki Miyamoto[1]

1. 東京大学、2. フィッチバーグ州立大学
1. University of Tokyo, 2. Fitchburg State University

現在の火星において、多量の水氷は極域においてしか観測されていないが、かつて氷体が存在したことを示唆する地形として中緯度帯ではLDA、LVF、CCFが挙げられている（Levy et al., 2014）。また、低緯度帯ではタルシス地域の3つの楯状火山の北西麓に発達する扇状堆積物がそれに相当すると考えられている（例えば、Fastook et al., 2008）。

タルシス三山の扇状堆積物は、山体から西または北西方向に100～500 km程度の範囲の平地に広がる特徴的な地形で、山側から平滑な丘陵であるSmooth Facies、数100 m程度の小丘が密集するKnobby Facies、何本もの線状の隆起地形（以下、モレーン状地形）が平行に発達するRidged Faciesに分類される。特にアルシア山（Kadish et al., 2014）、パヴォニス山（Shean et al., 2005）では扇端に多数のモレーン状地形が見られるが、これらはかつて山麓に発達していた氷床の広がりを示すモレーンであると解釈されてきた。このように、数十kmにわたって氷床の消長を記録すると見られる地形はアルシアおよびパヴォニス山に特徴的である。

これらの氷河性と推定される地形は、かつて火星の地軸傾斜角が十分に大きかった時代に形成されたと考えられている。火星においては、地軸傾斜角は地球のそれと比べて大きく変動しており、過去2千万年のあいだには最大で45˚に達していたと考えられている（Laskar et al., 2004）が、このとき高緯度域での日射量が増大し、極冠が昇華して大気中の水蒸気量が現在よりも多かったことが想定される。モデル計算によると、現在の地軸傾斜角（25.2˚）における火星の表層環境では水の氷は緯度40˚以上でのみ安定して存在できるが、地軸傾斜角が32.3˚を超えると大気中の水蒸気量が十分に多くなり、全球にわたって水の氷が存在できるようになる（Mellon & Jakosky, 1995）。そこで、地軸傾斜角が大きかった時代に中・低緯度域で水氷が堆積したとして「氷期」の存在が提唱されている（Head et al., 2003）。

タルシス三山の山麓における氷床の消長が軌道傾斜角の変動に伴う気候変動を示すものであったとすれば、これらモレーン状地形のそれぞれが1つの古気候サイクルに対応することになる。しかし、その間隔や規模の変動、そして軌道要素の変動との対応関係についてはこれまで検討されてこなかった。そこで本研究では、モレーン状地形の分布を氷床の広がりと関連付けるための基礎検討として、パヴォニス山において扇状堆積物周縁部のDEMデータをCTX画像より作成し、それを用いてそれぞれのモレーン状地形の間隔、断面積を測定したほか、地形断面図を周期解析した。

結果として、モレーン状地形の間隔は数百mから4.5 kmと大きく変動しており、モレーン状地形の分布の疎密が明らかになった。また、モレーンの断面積も1.4×10^4 m^2以下の範囲で大きく変動している。モレーンの分布の疎密および断面積の変動は、氷床の消長を引き起こしたイベントの発生頻度または氷床の拡大・縮小速度の変化を記録していると考えられる。タルシス地域で想定される、氷床の消長に関わる周期的なイベントとしては軌道要素の変化によるグローバルな気候変動と火山活動の盛衰が可能性として挙げられるが、特にグローバルな気候変動によることを示すには、隣接するアルシア山や軌道計算から推定される日射量変動との対比が必要である。そこで、本研究ではパヴォニス山のモレーン状地形の発生頻度を周期解析し、その結果について発表する。

キーワード：火星、火星の気候、タルシス地方、ミランコビッチサイクル
Keywords: Mars, Martian climate, Tharsis region, Milankovich cycle

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Development of Life Detection Microscope (LDM) for *in situ* imaging of living cells on Mars surface

*吉村 義隆[1]、山岸 明彦[2]、佐藤 毅彦[3]、宮川 厚夫[2]、今井 栄一[4]、佐々木 聰[5]、小林 憲正[6]、癸生川 陽子[6]、岡田 朋華[6]、塩谷 圭吾[3]、薮田 ひかる[7]、長沼 毅[7]、三田 肇[8]、藤田 和央[3]、臼井 寛裕[3]
*Yoshitaka Yoshimura[1], Akihiko Yamagishi[2], Takehiko Satoh[3], Atsuo Miyakawa[2], Eiichi Imai[4], Satoshi Sasaki[5], Kensei Kobayashi[6], Yoko Kebukawa[6], Tomoka Okada[6], Keigo Enya[3], Hikaru Yabuta[7], Takeshi Naganuma[7], Hajime Mita[8], Kazuhisa Fujita[3], Tomohiro Usui[3]

1. 玉川大学農学部、2. 東京薬科大学、3. 宇宙航空研究開発機構、4. 長岡技術科学大学、5. 東京工科大学、6. 横浜国立大学、7. 広島大学、8. 福岡工業大学
1. College of Agriculture, Tamagawa University, 2. Tokyo University of Pharmacy and Life Science, 3. Japan Aerospace Exploration Agency, 4. Nagaoka University of Technology, 5. Tokyo University of Technology, 6. Yokohama National University, 7. Hiroshima University, 8. Fukuoka Institute of Technology

Past trial of direct detection of life on Mars by 1970's Viking mission ended up with a negative conclusion [1]. Whereas, numbers of new finding provided by Mars exploration missions in the last decade indicate that there are good reasons to perform another life detection program. The sensitivity of the gas chromatograph mass spectrometer onboard the Viking mission was not very high, and was not able to detect the microbes 10^6 cells in 1 gram clay [2,3]. Resent observations on Mars have found the evidences of past water activities. MSL Curiosity has found the temporal increase of methane concentration in Martian atmosphere [4]. The presence of reduced sulfur compound such as pyrite in Martian soil was also detected by MSL [5]. Methane and reduced sulfur compound can be the energy source to support the growth of chemoautotrophic microbes [6]. Possible presence of liquid water at Recurring Slope Lineae has been supported by the detection of hydrated salts [7]. The presence of organic compounds of Martian origin has been reported [8]. These evidences tend to support the possible presence of living microbes near the surface of Mars.

Physical and chemical limits for terrestrial life have been major foci in astrobiology [9], and are summarized in ref. [6]. Combining the environmental factors, anywhere in the Martian environment where we can find the three components, water molecules, reducing compounds and oxidative compounds could be an environment where life can be sustained for long periods of time, if other factors such as temperature, pressure, UV and other radiations permit [6]. Among these factors, most of the factors including ionic radiation, can be endured by terrestrial extremophiles. Only UV can kill the most UV-resistant microbes within minutes. However, UV can be shielded by a few centimeters soil layer. These evaluations lead to the conclusion that the Martian soil under a few cm can be the place to support the growth of microbes, if the water activity is higher than 0.6.

For exploring extant life on Mars, we have proposed to search cells from a depth of about 5 - 10 cm below the surface by the Life Detection Microscope (LDM) [6, 10]. LDM has the potential to detect single cells in the resolution of 1 micrometer and could detect less than 10^4 cells in 1 gram clay, which is much higher sensitivity than the instrument onboard Viking. We have developed the solution and combination of fluorescence pigments to detect organic compounds, and to differentiate organic compounds surrounded by membrane, which we think to be the most fundamental features that a cell should possess to constitute life. Our investigation goals are the followings. 1) Identify cell-like structure in which organic compounds are enveloped by membrane, which may represent Martian life. 2) Search for any type of organic compounds in Mars surface samples. The compounds include cells, other biological materials,

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

and abiotic polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH). 3) High-resolution characterization of regolith and dust particles. The current status of development of LDM will be presented.

References

[1] Margulis, L. et al. *J. Mol. Evol.* 14, 223-232 (1979)

[2] Glavin, et al, *Earth Planet. Sci. Let.*, 185, 1-5 (2001)

[3] Navarro-González, et al., *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 103 (2006)

[4] Webster, C. R., et al., *Science*, 360 (2018).

[5] Ming, D., et al., *Science*, 343 (2014)

[6] Yamagishi, A. et al. *Biol. Sci. Space*, 24 (2010)

[7] Ojha, L. et al. *Nature Geosci.*, 8 (2015)

[8] Freissient, C. et al. *J. Geophys. Res. Planets* (2015)

[9] Marion, G.M. et al. *Astrobiol.* 3 (2003)

[10] Yamagishi, A., et al., *Trans. JSASS, Aerospace Tech. Japan*, 16 (2018)

キーワード：蛍光顕微鏡、地球外生命
Keywords: fluorescent microscope, extraterrestrial life

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Development of a Mars Web-GIS for viewing multiple kinds of spectral data from orbiters

*松原 侑哉[1]、福地 裕範[1]、小川 佳子[1]、林 洋平[2]
*Yuya Matsubara[1], Hironori Fukuchi[1], Yoshiko Ogawa[1], Yohei Hayashi[2]

1. 公立大学法人会津大学、2. 国立天文台
1. The University of Aizu, 2. National Astronomical Observatory of Japan

The VIS-NIR reflectance spectra observed during latest Mars orbiter missions are of high quality and cover the whole globe. Such data sets are very informative for understanding the materials and their distribution on the surface. Each mineral has unique absorption bands in the spectra. We can identify which minerals are present by comparing the absorption bands of the observed spectra with the known absorption bands in the spectra measured in laboratories. In the case of Mars, we can estimate the type and distribution of hydrous minerals which leads to important clues to understand the water environment.

However, the VIS-NIR spectral data observed on Mars are not well utilized among the community. There are huge volume of accumulated data due to an increasing number of missions and various kinds of instruments with higher accuracy. It is not easy to process huge data and understand the relevance of them visually and intuitively.

We develop a new Mars web-GIS application, "Red Ace", to view and download the Mars observation data, especially the VIS-NIR spectra (image cube data format), easily and intuitively. The Red Ace handles multiple kinds of observation data: the Compact Reconnaissance Imaging Spectrometers for Mars (CRISM) data, the Thermal Emission Imaging System (THEMIS) data and DEM (Digital Elevation Model) data at the same time. Additionally, we use the DEM data from the Mars Orbiter Laser Altimeter (MOLA) to display 3D map of Mars with the Red Ace.

The Red Ace is developed based on CesiumJS that is an open source JavaScript library for 2D/3D maps. The user can choose the dimension of the map. In the Red Ace, the spectral observation points are displayed on the surface image layers. When the user clicks any point on the footprint of the layer, the color of the selected footprint changes and the thumbnail image appears. When the user selects any pixel on the thumbnail image, the Red Ace provides reflectance spectral data and ancillary data as graphs and tables. In response to user operation, multiple kinds of spectral data are displayed on the same window. The Red Ace also provides band- ratio images of THEMIS. The user can download band-ratio images, spectral data and ancillary data as files of PNG, CSV, JSON, XLSX and PVL formats. The user can move the windows displaying thumbnail image and graph freely. In addition, the Red Ace provides the function to control the Mars base map changing the exaggeration of height of the Mars globe. The user can change the order of layers and transparency of layers arbitrarily. The user can also jump to the region of interest directly by setting the coordinates and the zoom level. The user can handle these functions smoothly.

In the case of THEMIS, published data from the mission data archive are not reflectance data but radiance data. Therefore, the Red Ace derives reflectance data from radiance data and ancillary data, in order to compare them with CRISM spectra observed in the same spot.
In this study, considering the portability and extension of the application, the Docker was used for the development environment. Docker is an open source software platform that allow the user to develop applications quickly using containers. JSON format is adopted for data handling to make it easier to add

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

new observation data from new observation equipments in the future. In the JSON format, it is unnecessary to associate item order and item meaning. Hence, it has high reusability and freedom. In the Red Ace, by standardizing the structure of JSON format data in advance, it is possible to store and handle diverse data by using the same data structure.

キーワード：火星、分光データ、Web-GIS
Keywords: Mars, Spectral data, Web-GIS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Visualization and Analysis of the Surface of Mars with NASA's Mars Trek Portal

*Brian Hamilton Day[1], Emily Law[2]

1. NASA Solar System Exploration Research Virtual Institute, NASA Ames Research Center, 2. NASA Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology

Originally released in June, 2015 as a public outreach tool, Mars Trek is currently being enhanced to support site selection and analysis for upcoming human and robotic missions to Mars. Many new data products are being added, with emphasis on providing detailed information for proposed exploration zones. Data products can be loaded and even combined from many different instruments aboard many different Mars-orbiting spacecraft including Viking, Mars Global Surveyor, Mars Odyssey, Mars Reconnaissance Orbiter, and Mars Express. Users can download data products from Mars Trek and access metadata for each product. Web services and APIs allow other clients to access data from Mars Trek's servers. A standardized interface across the Trek portals provides for advanced 3D visualization and navigation. Standard keyboard gaming controls allow the user to maneuver a first-person visualization of "flying" across the surface of the Mars. User-specified bounding boxes can be used to generate STL and/or OBJ files to create physical models of surface features with 3D printers. A new VR capability allows users to generate their own virtual reality flyovers for any user-defined paths along the Mars' surface.

Mars Trek's power as a tool for education and outreach is exemplified by its being designated as key supporting infrastructure for NASA Science Mission Directorate's STEM Activation Initiative, and its serving of data to a growing community of digital planetariums.

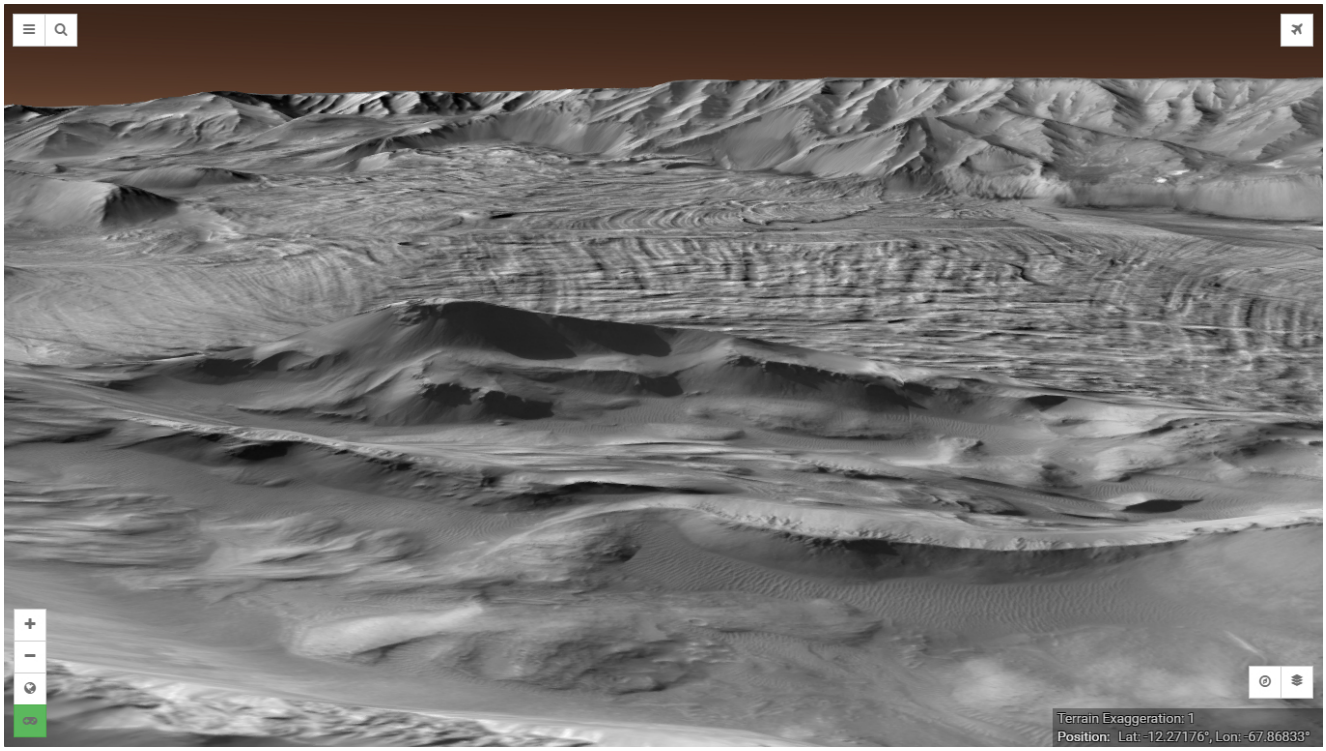
As private industry and space agencies of a growing number of nations plan new missions to Mars, detailed maps and models of Mars' surface and climate will be essential for mission planning. Mars Trek's generalized suite of tools are being designed to meet the needs of this new generation of missions. The portal will also provide an outstanding means of dissemination of data from these missions. Layering and blending many different data products and putting individual products in the context of many others will facilitate mining of information going far beyond what individual products can provide separately. In addition to mission planning and planetary science, Mars Trek will continue supporting the essential task of engaging the public in this great adventure. Mars Trek is developed at NASA's Jet Propulsion Laboratory (JPL) and managed as a project of NASA's Solar System Exploration Research Virtual Institute (SSERVI) at NASA Ames Research Center.

At the request of the Planetary Science Division of NASA's Science Mission Directorate, we are extending the technologies of our existing Trek platforms to create a new portal for Mars' largest moon, Phobos. In this effort, we are working with the International Phobos/Deimos Landing Site Working Group and with JAXA, with JAXA's MMX mission as a primary driver.
Mars Trek is one of the portals in the NASA Solar System Treks Project (SSTP), available at https://trek.nasa.gov. NASA's Solar System Trek online portals provide web-based suites of interactive data visualization and analysis tools to enable mission planners, planetary scientists, students, and the general public to access mapped data products from past and current missions for a growing number of planetary bodies including the Moon, Mars, Vesta, etc. These portals are being used for site selection and analysis by NASA and a number of its international partners, supporting upcoming missions. In addition to demonstrating the capabilities of Mars Trek in this presentation and providing a preview of Phobos Trek,

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

we will solicit input from the community for ideas for future enhancements to the portals.

Keywords: Mars



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

紫外線Ａ・Ｃよる鉄カンラン石からの鉄溶出量の増加
Increase in Dissolved Iron Concentration from Fayalite by UltravioletA・C Irradiation

*小森 信男[1]
*Nobuo Komori[1]

1. 東京学芸大学大学院連合学校教育学研究科
1. The United Graduate School of Education Tokyo Gakugei University

私は「酸素の乏しい火星の表面には酸化鉄が多いのはなぜか」という謎を調査するために、中学校での生徒実験を指導している。Ａ．S. Yen (1999)は,活性酸素種が火星の状況下で鉱物上で生じることを実験で示した。さらに、彼は空気中で鉄の薄膜に紫外線Cを照射放射 して、紫外線照射が 酸化物の生成率を上昇させることを示した。私の実験は、水中の鉄カンラン石に紫外線Cを照射すると鉄イオンの溶脱が促進されることを示したものであり、過去の火星と地球の活性酸素種以外の原因で、酸化鉄が紫外線によって発生する可能性があることを示している。

実験１

私は生徒に塩酸中に入れた鉄カンラン石に紫外線ＡとＣを照射させた。この研究では福島県川俣町産の鉄カンラン石を使用した。この鉄カンラン石は整形されておらず約1gであり、ｐＨ２の塩酸を充填した試験管に入れた。８０時間～１００時間程紫外線を照射後、デジタルパックテストで水溶液中の鉄イオン濃度を確認した。この紫外線Ａを用いた実験は７回行い、紫外線Ｃを用いた実験は３回行った。

紫外線Ａを用いた実験の結果、紫外線を照射しない場合よりも７回中６回照射した場合の方が鉄溶出量が多くなった。紫外線Ｃでの実験結果は３回中３回同じ結果となった。ブラックライトにより発生する紫外線Ａの波長のピークは３６５ｎｍである。殺菌灯により発生する紫外線Ｃの波長のピークは２４５ｎｍである。

実験2

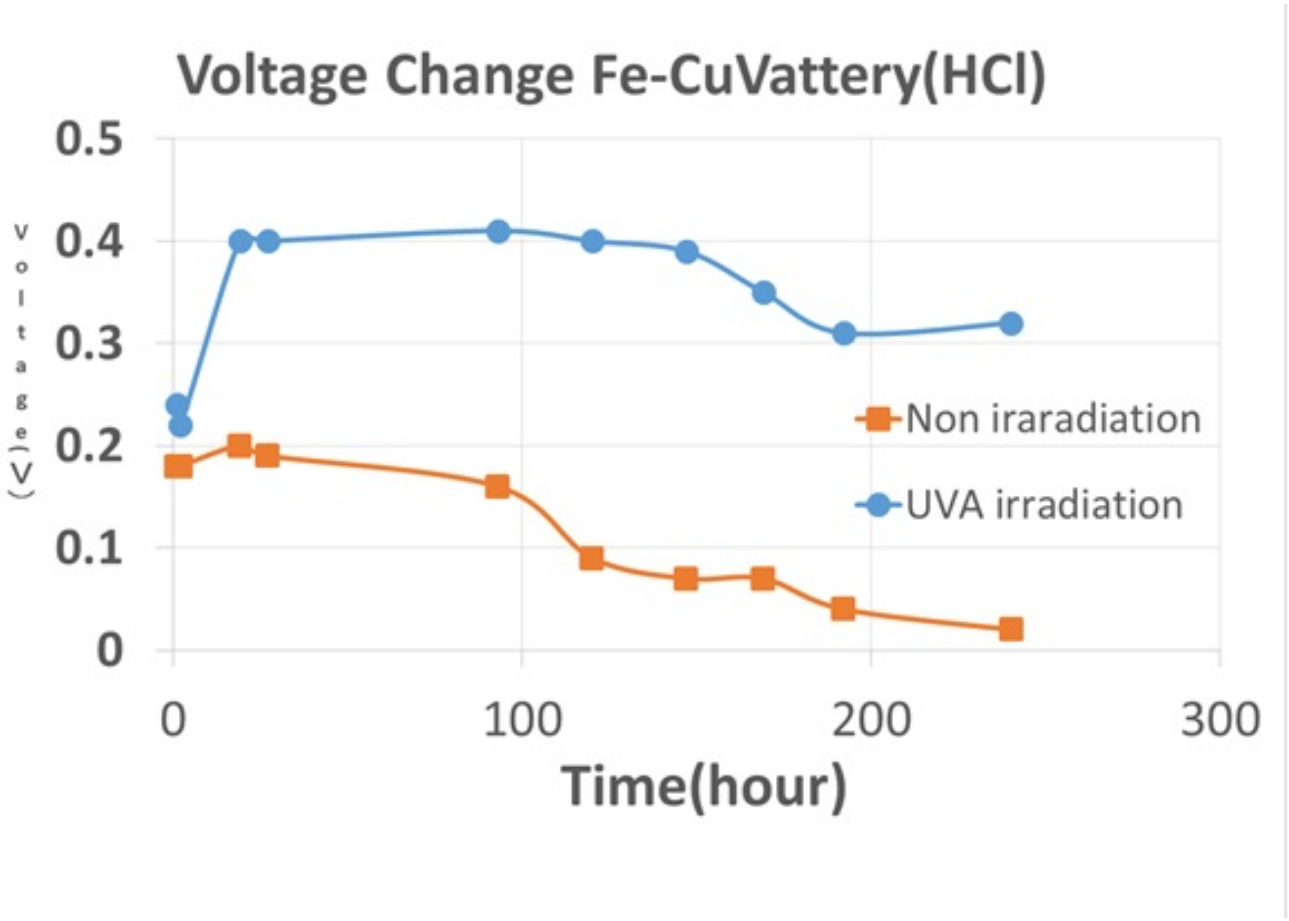
鉄陰極銅陽極を塩酸に入れた電池に紫外線Aを照射させた。そして生徒は電池の発生電圧を測定し、紫外線照射と非照射の電圧を比較した。この紫外線を照射した電池では、電圧は常に0.2V以上であり150時間後に低下することはなかった。もう一方の紫外線を照射されていない電池の電圧は少しずつ低くなり、１５０時間後に電圧は０Ｖに近くなった。この実験は４回行った。すべての場合において、紫外線を照射した電池の電圧は照射していない電池よりも高かった。紫外線のエネルギーにより鉄原子から電子が解離し、鉄イオンが発生するように思われる。

考察

私の実験結果から、紫外線は鉄カンラン石と鉄からの鉄イオンの溶解を促進すると推定する。火星表面にはかつて水が存在していたと考えらており，そこに紫外線が照射されると岩石中の鉄の溶解が促進され，それが酸化鉄の起源の一つとなった可能性がある．

キーワード：紫外線、鉄カンラン石、塩酸、鉄イオン、溶出量増加
Keywords: ultraviolet rays, fayalite , hydrochloric acid, iron, elution increase

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Small-scale ridges newly identified on the equatorial region of the Phobos nearside

*逸見 良道[1]、菊地 紘[1]、宮本 英昭[1]
*Ryodo Hemmi[1], Hiroshi Kikuchi[1], Hideaki Miyamoto[1]

1. 東京大学
1. The University of Tokyo

Although the craters and grooves on Phobos are indicative of widespread and abundant surface modification during Phobos' geologic history [Basilevsky et al., 2014], little definitive evidence exists for geologically recent regolith migration other than down-slope mass-wasting [Shi et al., 2016]. Here we report newly found small-scale sinuous ridges identified in Mars Reconnaissance Orbiter's High Resolution Imaging Science Experiment (HiRISE [McEwen et al., 2007]) images of the nearside of Phobos. These ridges are spatially focused within the equatorial region (-5° to 20° N). Some of them superpose on craters and grooves, which is consistent with a geologically recent activity. They are ~200 m to ~1 km in length, several 10's m in width, and most of them are roughly parallel to each other and are generally oriented in NE-SW direction. To extract detailed topographic profiles, we constructed a high-resolution (~5-6 m/pixel; almost same as the original image) digital elevation model (DEM) by using shape-from-shading [Alexandrov and Beyer, 2018] in the selected regions of a HiRISE image and a stereo-derived HiRISE DEM (20 m/pixel) [Hemmi and Miyamoto, 2019]. Our preliminary analysis shows these ridges are less than several meters high. Their morphology and topography are unlikely to be formed by impact cratering, extensional stress fields, or mass wasting processes. In this presentation, we provide initial results of geological mapping of the small-scale ridges and discuss their possible origins.

References

Alexandrov, O., and R. A. Beyer (2018), Multiview Shape-From-Shading for Planetary Images, *Earth and Space Science*, 5(10).
Basilevsky, A. T., C. A. Lorenz, T. V. Shingareva, J. W. Head, K. R. Ramsley, and A. E. Zubarev (2014), The surface geology and geomorphology of Phobos, *Planetary and Space Science*, 102, 95-118.
Hemmi, R., and H. Miyamoto (2019), HiRISE digital elevation model of Phobos: Implications for morphological analysis of grooves, *Proceedings of the 50th Lunar and Planetary Science Conference*, Abstract No. 1759.
McEwen, A. S., et al. (2007), Mars Reconnaissance Orbiter's High Resolution Imaging Science Experiment (HiRISE), Journal of Geophysical Research: Planets, 112(E5), E05S02.
Shi, X., J. Oberst, and K. Willner (2016), Mass wasting on Phobos triggered by an evolving tidal environment, *Geophysical Research Letters*, 43(24), 12,371-312,379.

キーワード：フォボス、HiRISE、数値標高モデル
Keywords: Phobos, HiRISE, Digital Elevation Model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

火星探査機搭載を目指した超小型ミュオグラフィー装置の開発
Development of a compact Muography instrument for future Mars exploration missions

*上吉原 弘明[1]、二宮 哲郎[1]、吉原 有里[1]、島添 健次[1]、高橋 浩之[1]、田中 宏幸[1]、宮本 英昭[1]
*Hiroaki Kamiyoshihara[1], Tetsuro Ninomiya[1], Yuri Yoshihara[1], Kenji Shimazoe[1], Hiroyuki Takahashi[1], Hiroyuki Tanaka[1], Hideaki Miyamoto[1]

1. 東京大学
1. University of Tokyo

Muography is a technique that uses cosmic ray muons for visualizing the interior of large-scale structures in much the same way as standard X-ray radiography is used to image the interior of smaller objects. Muography has been successfully applied to explore the internal structure of geological targets on earth. Because exploring the inner structure of the shallow subsurface of celestial bodies is important to understand their origin and evolution, we are planning to operate muography instrument in the extraterrestrial environment, especially on the surface of Mars. Applying muography to planetary explorations has some advantages over conventional internal exploration methods: (1) it is able to observe the absolute linear density of objects; (2) the passive nature of the measurements provides low power consumption; (3) the instrument size is arbitral [1]. However, in order to mount muography instrument on a spacecraft, it is essential to downsize the instrument and investigate the radiation environment on the surface of the celestial body. In this study, we designed and developed a compact muography instrument based on the knowledge of compact gamma ray detectors for nuclear medicine imaging. At the same time, we theoretically estimated the muon production on Mars and evaluated the validity of using muography instrument on Mars.

The detection device of developing muography instrument consists of 64-channel silicon photomultipliers (SiPM), plastic scintillators, dynamic Time-Over-Threshold (dTOT) boards [2], data-acquisition (DAQ) board, and high-voltage power supply units. Incident muons react with the scintillator to emit weak light, and the light is amplified by SiPM attached to the both ends of the scintillator and read out with dTOT boards. The depth of interaction (DOI) in the scintillator is analyzed by measuring the pulse-height ratio of dual-sided readout. The size of the detector is 26.2 mm×26.2 mm×31.4 mm.

We first evaluated DOI resolution of this detector using a point beta-decay source of ^{90}Sr. The result indicates that the DOI resolution (FWHM) is 7.2 mm for the emitted beta rays with a spread of 2.2 mm. Then, we performed a Geant4 [3] simulation to examine the muon angular distribution that would be detected on the ground by this instrument. The result suggests that the structure of the detector makes the observation bias (Fig. 1). There are two solutions that can be considered to solve this problem: (1) developing one more detector and analyzing the coincident signals from dual-sided readout; (2) improving DOI resolution by performing accurate calibration.

We also performed a theoretical estimation to evaluate the muon production on Mars. Although the chemical composition and the density of Martian atmosphere are different from Earth's, the known muon flux in the upper earth atmosphere can be used for estimating the muon rates on Mars [4]. The result shows that the horizontal muon flux is greater than that on Earth (Fig. 2), which means that muography is more suitable for exploration of geological targets on Mars than on Earth.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

In this presentation, we report the development status of the detection device and the concrete result of numerical calculation of radiation environment on Mars.

References
[1] Kedar et al., Muon radiography for exploration of Mars geology, Geosci 2, 2013. p.157-164.
[2] Shimazoe et al., Dynamic time over threshold method, IEEE trans. nucl. sci 59, no. 6, 2012. p.3213-3217.
[3] Agostinelli et al., Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, A 506, 2003. p.250-303.
[4] Berringer et al., Cosmic Rays At Earth, Elsevier, ISBN 0-444-50710-8, 2001.

キーワード：ミュオグラフィー、ミューオン、内部構造探査、火星探査
Keywords: Muography, Muon, Internal exploration, Mars exploration

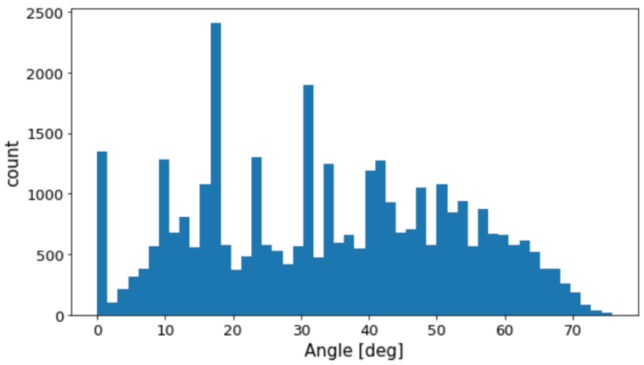


Fig. 1 The simulation result of muon zenith angular distribution that would be detected by developing instrument. The structure of detector makes the observation bias at 0°, 17° and 31°.

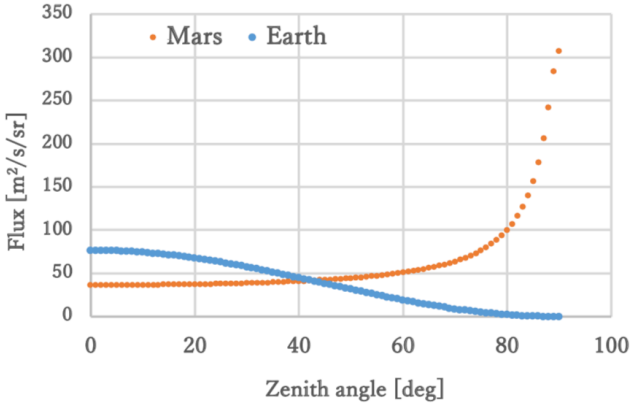


Fig. 2 Zenith angle dependence of muon flux on Mars and Earth. Horizontal muon flux on Mars is greater than that on Earth.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | A02 東京ベイ幕張ホール

[P-PS07] 太陽系物質進化

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

原始太陽系星雲における物質形成から原始惑星への集積、天体内部や表面での諸過程を隕石や他の惑星物質に対する研究と実験的研究の両面から議論する。初期太陽系の情報を保存する始原的物質（コンドライト隕石や惑星間塵、サンプルリターン試料）に関しては、それらの鉱物・有機物・水・希ガス・微量元素分析を通して明らかになった知見を総合理解することを目指す。分析手法開発研究（化学、理論、物性）や学生の萌芽的研究を歓迎し、将来の太陽系、惑星系形成研究の新たな開拓につなげたい。さらに分化隕石やコンドライト母天体における水質変成・熱変成作用、火成活動、コア・マントル・地殻形成、並びに天体衝突といった現象に加えて、母天体の内部構造や構成物質などについても議論する。実験的手法による惑星物質の組成、相平衡や構造に関する知見なども取り上げ、隕石とあわせて天体における諸過程を議論する。

15:30 ~ 15:45

[PPS07-01] Investigation of sugars in meteorites

★Invited Papers

*古川 善博[1]、力石 嘉人[2]、大河内 直彦[3]、小川 奈々子[3]、中村 智樹[1] (1.東北大学大学院理学研究科、2.北海道大学低温科学研究所、3.海洋研究開発機構)

15:45 ~ 16:00

[PPS07-02] 南極氷中に含まれる可溶性有機物の検出のための氷昇華手法の確立

*石川 裕偉[1]、山本 康太[1]、奈良岡 浩[2]、矢田 達[3]、岡田 達明[1,3] (1.東京大学大学院理学系研究科、2.九州大学大学院理学研究院、3.宇宙航空研究開発機構)

16:00 ~ 16:15

[PPS07-03] Magnesium-containing organic compounds in the Tagish Lake and Murchison meteorites.

*橋口 未奈子[1]、奈良岡 浩[2,1] (1.九州大学惑星微量有機化合物研究センター、2.九州大学大学院理学研究院)

16:15 ~ 16:30

[PPS07-04] 隕石母天体での熱プロセスにおける鉱物と有機物の相互作用

*平川 尚毅[1]、癸生川 陽子[1]、小林 憲正[1] (1.横浜国立大学)

16:30 ~ 16:45

[PPS07-05] Organic matter in carbonaceous chondrite lithologies of Almahata Sitta meteorite, a polymict ureilite

*癸生川 陽子[1]、Zolensky Michael [2]、Goodrich Cyrena Anne[3]、伊藤 元雄[4]、小川 奈々子[5]、高野 淑識[5]、大河内 直彦[5]、菅 大暉[9]、Marcus Matthew[6]、Kilcoyne David[6]、大東 琢治[7]、Rahman Zia[2]、Shaddad Muawia[8]、小林 憲正[1] (1.横浜国立大学、2.NASA Johnson Space Center、3.Lunar and Planetary Institute、4.海洋研究開発機構　高知コア研究所、5.海洋研究開発機構　、6.Lawrence Berkeley National Laboratory、7.分子科学研究所、8.University of Khartoum、9.東京大学)

16:45 ~ 17:00

[PPS07-06] 小惑星での含水鉱物の熱進化: Ryugu, Bennuの熱史の理解に向けて

*石丸 夏奈[1]、橘 省吾[2] (1.東京大学、2.東京大学大学院理学系研究科宇宙惑星科学機構)

Investigation of sugars in meteorites

*古川 善博[1]、力石 嘉人[2]、大河内 直彦[3]、小川 奈々子[3]、中村 智樹[1]
*Yoshihiro Furukawa[1], Yoshito Chikaraishi[2], Naohiko Ohkouchi[3], Nanako O. Ogawa[3], Tomoki Nakamura[1]

1. 東北大学大学院理学研究科、2. 北海道大学低温科学研究所、3. 海洋研究開発機構
1. Graduate School of Science, Tohoku University, 2. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, 3. JAMSTEC

Sugars are essential components of DNA and RNA and also are essential substrates of glycolysis. Ribose is especially an important sugar as the sole component in RNA that supports both genotype and phenotype of primordial life. Investigations of sugars in meteorites have been conducted since more than 50 years ago. However, no extraterrestrial sugar that composes life has been found from any astronomical samples including meteorites, although several sugar-related compounds have been detected from meteorites. This would be preliminary because of the low concentration, difficulty in extraction, and the absence of suitable derivatization for gas chromatographic separation. Therefore, we developed a protocol to extract and analyze sugars in meteorites. We have also investigated the compound-specific carbon isotope ratios (δ^{13}C values) of sugars. All meteorites have some possibilities of biological contamination, since they have been collected on the terrestrial environment filled with biota. Thus, the evaluation of the source of sugars in meteorites (i.e., biological or extraterrestrial) is significantly important. Biological sugars are all have negative δ^{13}C values (against VPDB). Conversely, soluble organic compounds in meteorites like amino acids, nucleobases, amines, and sugar-related compounds all have positive carbon δ^{13}C values. Thus, the isotope ratios are an essential indicator for the evaluation of the origin of sugars in meteorites. In this presentation, we show the results of identification and carbon isotope ratio analysis of sugars for two CR2 chondrites. We also report the mineral composition, and chemical state of C in insoluble organic matter in these meteorites.

キーワード：リボース、糖、隕石
Keywords: ribose, sugar, meteorites

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南極氷中に含まれる可溶性有機物の検出のための氷昇華手法の確立
Establishment of ice sublimation method for detection of soluble organic matter contained in Antarctic micrometeorites in Antarctic glacier ice

*石川 裕偉[1]、山本 康太[1]、奈良岡 浩[2]、矢田 達[3]、岡田 達明[1,3]
*Yui Ishikawa[1], Yamamoto Kota[1], Hiroshi Naraoka[2], Toru Yada[3], Tatsuaki Okada[1,3]

1. 東京大学大学院理学系研究科、2. 九州大学大学院理学研究院、3. 宇宙航空研究開発機構
1. Graduate School of Science, The University of Tokyo, 2. Graduate School of Science, Kyushu University, 3. Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency

現在の地球は生命の宿る惑星であるが、太陽に近く比較的高温な内惑星領域は揮発性成分に欠乏していることから、水や有機物などの揮発性成分を外部から供給するメカニズムが必要である。近年の外惑星や彗星などの探査によって、内惑星領域と比べてより低温な外惑星領域においては、水や有機物などの揮発成分が豊富に存在することが判明している。このことから、エッジワースカイパーベルト天体などの外惑星領域に存在する小天体の理解において、有機物の存在は無視することができないことがわかる。その領域の試料を地球上で手に入れる手段として、南極微隕石と呼ばれるものがある[1]。惑星間空間には惑星間塵と呼ばれる小惑星や彗星などの太陽系小天体から放出された塵が漂っており、その塵が地球に落下してきたものを微隕石と呼び、特に南極に落下してきたものを前述のように呼ぶ。その大きさは2 mm以下の塵と定義されており、その降下量は年間で過去の研究において数万トンと見積もられ、隕石の年間降下量の約10倍以上となっている[2]。塵中には可溶性有機物ならびにケロジェン質の不溶性有機物が存在しているため、内惑星領域への水や有機物などの揮発性成分の供給に貢献したのは、隕石よりも微隕石の寄与が大きいのではないかと考えられている[3]。

宇宙塵の有機化学的特徴を理解するために、我々は南極で採集された微隕石中の可溶性有機物の検出を目指している。前述のように、不溶性有機物はケロジェン質のため構造決定が困難であるが、可溶性有機物は分子量が小さく構造決定が可能なため、太陽系外縁部の低温環境中での物質進化(化学反応)をより具体的に解明する鍵となりうる。先行研究においては氷を融解した水を濾過してサンプルを回収しており、SOMについて始原的微隕石起源であると断定できる分子種は特定できなかった[4、5]。本研究ではサンプル回収の際に可溶性有機物の流出を防ぐため、南極から回収された氷床起源氷をそのまま昇華させた。氷昇華用装置は-70.0℃まで到達可能な恒温槽内に数Paまで到達可能な真空チェンバーを設置したものである。氷が減圧前に溶解してしまうのを防ぐため、恒温槽の温度設定を-10.0℃にし、真空チェンバー全体、南極氷支持用冶具及び昇華残留物回収用シャーレを事前に冷却、その後氷をセットし減圧を行った。昇華の効率を上げるために、80 Pa程度にまで減圧してから恒温槽の温度を40.0℃に設定した。

上記の機器を用いて試験的に330 g 相当の南極氷を昇華させ、得られた残留物を実体顕微鏡で観察した。昇華残留物の大部分を占めていたのは白色の結晶であった。その一部をSEM-EDSによって観察した結果、それらはNaおよびCl、Ca、C、Oなどの元素から成っている事が分かった。元素組成から判断して海洋性もしくは大陸性エアロゾルと考えられる[6]。また、今回の試験で得られた昇華残留物中にMg、Feを含むケイ酸塩鉱物からなる粒子が見つかった。この組成は南極微隕石とよく一致している[7]。今後μ-FTIRやμ-Raman、DESI-Orbitrap MASなどの手法を経て微隕石であるという確証を得るとともに、主に不溶性有機物の重合度や可溶性有機物の同定など、多面的にサンプルの分析を行っていく予定である。

参考文献

[1] Noguchi T. et al. (2015) Earth Planet. Sci. Lett. 410, 1-11.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[2] Yada T., et al. (2004) Earth Planets, Space 56, 67-79.

[3] Chyba C. and Sagan C. (1992) Nature 355, 125-132.

[4] Yamamoto K. (2018) Master Thesis, depart. Chemist., Grad. Sch. Sci., Univ. Tokyo.

[5] Duprat, J. et al. (2007) Adv. Space Res. 39, 605–611.

[6] Bigler M., R. et al. (2006) J. Geophys. Res. 111, D08205.

[7] M. J. Genge., et al. (2008) Meteoritics Planet. Sci. 43, 497-515.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Magnesium-containing organic compounds in the Tagish Lake and Murchison meteorites.

*橋口 未奈子[1]、奈良岡 浩[2,1]
*Minako Hashiguchi[1], Hiroshi Naraoka[2,1]

1. 九州大学惑星微量有機化合物研究センター、2. 九州大学大学院理学研究院
1. Research Center for Planetary Trace Organic Compounds, Kyushu University, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University

Introduction: Recent compound analyses using high-resolution mass spectrometry (HRMS) from the solvent extracts of the Murchison meteorite (CM2) reported various CHO, CHNO, CHOS and CHNOS compounds [Schmitt-Kopplin *et al.*, 2010] and ~600 alkylated homologues of CHN compounds [Naraoka *et al.*, 2017]. CHOMg compounds were also identified from methanol extracts of various meteorites by using HRMS [Ruf *et al.*, 2017]. To understand chemical evolution of the meteoritic organic matter, investigation of their relationship with surrounding minerals by *in-situ* analysis is necessary. Our previous studies revealed spatial distribution of alkylated homologues of CHN compounds in the Murray and Murchison meteorites using desorption electrospray ionization (DESI) with HRMS [Naraoka and Hashiguchi, 2018; Hashiguchi and Naraoka, 2019], but clear relationship with specific minerals was not found. In this study, we carried out DESI-HRMS imaging on the Tagish Lake meteorite to reveal the relationship between SOM and minerals.

Experimental: Fragments of the Tagish Lake (Ung-C2) meteorite and the Murchison meteorite with a flat surface of each meteorite were embedded in indium or alloy with low melting point (60 ºC). The DESI-HRMS imaging was performed using a 2D DESI ion source equipped with Orbitrap MS. A spray solvent was methanol 100% with the flow rate of 2–3 μL/min, and electrospray voltage was set at 3 kV. The positive ions (m/z 60–500) were collected with mass resolution of 140,000 ($m/\Delta m$ at m/z 200) on the surface of Tagish Lake (2.5×2.5 mm^2) and Murchison (4.5×4.5 mm^2). Antigorite grains was also analyzed to understand adsorption effects of organic compounds on clay minerals during storage in a clean room (Class 1000). After the imaging, FE-SEM-EDS analysis was carried out on the samples without coating and polishing.

Results and Discussion: Any CHN compounds were not detected from the Tagish Lake by DESI-HRMS imaging, whereas several alkylated homologues of CHN compounds were identified from Murchison similar to the previous study [Hashiguchi and Naraoka et al., 2019]. The distinctly different organic characteristics between the two meteorites was contrast to previous bulk analysis showing its quite low abundance of CHN compounds in Tagish Lake relative to Murchison [e.g. Pizzarello *et al.*, 2006]. Instead of the CHN compounds, abundant Mg-containing organic compounds were identified from Tagish Lake with mass precision of <1.5 ppm. Isotopomers of $^{24\text{-}26}$Mg for compounds were identified using the exact mass and Mg isotope simulation. Several families of $C_nH_mO_xMg^+$ (n=0-10) different from the compounds identified by Ruf *et al.* (2017), and $C_nH_mN_yO_xMg^+$ (n=1-7) were assigned using Kendrick mass defect plots. The Mg-organic compounds were also detected from Murchison, however, the abundance was more than an order of magnitude lower than that in Tagish Lake. By DESI-HRMS analysis on antigorite grains, some Mg-organic compounds (e.g. $C_nH_{2n+2}NO_2Mg^+$ families) showed high ion intensity after storage for 1 month, indicating their adsorption effects on the clay minerals. In contrast, other Mg-organic compounds were not found by the adsorption effect, suggesting that these compounds were indigenous in the meteorites.

The CHOMg and CHNOMg compounds showed a similar spatial distribution with various intensity among the different families in both meteorites. In the Tagish Lake meteorite, they were likely to be concentrated

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

in the matrix with less framboidal magnetite and relatively saponite/serpentine-rich region. This indicates that the Mg-organic compounds might have been formed by ion exchange between organic species and the clay minerals during aqueous alteration. Moreover, the Mg-organic compounds and CHN compounds were also distributed in matrix of Murchison, however, their spatial distributions were different, suggesting different origins between these compounds.

キーワード：始原的隕石、Mg含有有機化合物、分子イメージング
Keywords: Primitive meteorites, Magnesium containing organic compounds, Molecular imaging

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

隕石母天体での熱プロセスにおける鉱物と有機物の相互作用
Interactions between minerals and organic materials on thermal processes in meteorite parent bodies

*平川 尚毅[1]、癸生川 陽子[1]、小林 憲正[1]
*Naoki Hirakawa[1], Yoko Kebukawa[1], Kensei Kobayashi[1]

1. 横浜国立大学
1. Yokohama National University

背景と目的

炭素質コンドライトや他のいくらかの隕石は数wt%以下の微量な有機物を含んでいる。Pearson et al., 2002はこのような有機物が粘土鉱物と共存していることを示し、隕石母天体での有機物の水質変質に対して、粘土鉱物が及ぼす影響を議論した。しかしこれまで、こういった隕石母天体における鉱物と有機物の相互作用に関する議論は、鉱物と水や有機物と水の関係に比べて、あまりされてこなかった。本研究では、隕石母天体における熱による作用を模擬するために超臨界オートクレーブを用い、星間有機物アナログ物質(以降、MCと表記) (Kouchi et al., 2002) を特定の鉱物とともに加熱することで、1) 熱による有機物の変成が、共存する鉱物によってどのように影響を受けるか、2) これらの鉱物が有機物によって影響を受けるか、について調査した。

方法

MCはKouchi et al. (2002)に基づき、試薬を混合して作製した。実験の出発物質にはMCのみ (5 g)、MC (0.25 g)+ オリビン (0.25 g)、MC (0.25 g)+ モンモリロナイト (0.25 g)を用意した。サンプルをパイレックス製ガラス管に入れて、超臨界オートクレーブ装置に封入し、H2+N2 ガス(99:1, v/v)でパージを行った後、200 ˚C、300 ˚C、400 ˚C、1気圧で5時間の加熱を行った。自然放冷後のサンプルを回収し、FT-IR、GC/MS、XRD、SEM-EDSを用いた分析を行った。

結果と議論

MCの変成: 各温度における生成物の赤外分光分析によるCarbonyl C=Oの波数位置、強度変化と、GC/MSによって検出された、長鎖脂肪族を含む化合物の変化はよい一致を示した。出発物質に含まれる長鎖脂肪族を含む化合物はカルボン酸のみであるが、200 ˚Cではエステル化合物がメインとなり、300 ˚Cではエステル、アミド、ニトリル、400 ˚Cではアルカンとニトリルがメインとなった。また、400 ˚Cまでに単環の芳香族が増加した。カルボン酸は、同じく出発物質に含まれるアルコールやアミンと脱水縮合し、200 ˚C、300 ˚Cにおいてエステル、アミドを形成し、400 ˚Cまでに熱クラッキングによるアルカンの生成とアミドのさらなる脱水によるニトリルの生成を遂げたと考えられる。また、400 ˚Cまでの高温下では出発物質中の架橋構造をもつ芳香族の熱クラッキングの進行で単環の芳香族種が増加したのだろう。

有機物の熱変成に対する鉱物の作用: Carbonyl C=Oの波数位置変化はMC + オリビンよりもMC + モンモリロナイトで顕著になり、300 ˚C、400 ˚Cでの加熱によって、C=O種が大きく減少した。オリビン、モンモリロナイトのacidityや比表面積の違いから、モンモリロナイトによる有機物の熱分解作用の促進が説明されるかもしれない。Alexander et al. (2007) では、熱を受けたCMコンドライトと普通コンドライト中の不溶性有機物 (IOM)で、O/CとH/Cの元素比がおよそ正の比例関係になっている。しかし、熱を受けたCMコンドライトの有機物のO/C比は、普通コンドライトの有機物のO/C比に比べて、あまり熱を受けていない隕石であっても、より小さな値を示している。熱を受けたCMコンドライトでは、熱を受ける前に存在した粘土鉱物が、共存する有機物の熱分解反応を促進したことで、低温下のO/C比の減少が生じた可能性がある。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

鉱物の変成: 200 ˚Cまたは300 ˚Cにおける有機物との加熱によって、オリビンが部分的に含水化し、サーペンティン組成となっている可能性が見られた。加熱時の有機物の脱水に伴ってオリビンのサーペンティン化が進行している可能性がある。この結果は、隕石母天体中で水の存在がなくとも有機物によって、含水鉱物が形成されるうることを示している。現在、生成物のTEM分析によって、オリビンのサーペンティン化の確認を行っている。

キーワード：有機物の熱分解、隕石母天体、ケイ酸塩鉱物
Keywords: pyrolysis of organic matter, meteorite parent body, phyllosilicate

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Organic matter in carbonaceous chondrite lithologies of Almahata Sitta meteorite, a polymict ureilite

*癸生川 陽子[1]、Zolensky Michael [2]、Goodrich Cyrena Anne[3]、伊藤 元雄[4]、小川 奈々子[5]、高野 淑識[5]、大河内 直彦[5]、菅 大暉[9]、Marcus Matthew[6]、Kilcoyne David[6]、大東 琢治[7]、Rahman Zia[2]、Shaddad Muawia[8]、小林 憲正[1]
*Yoko Kebukawa[1], Michael Zolensky[2], Cyrena Anne Goodrich[3], Motoo Ito[4], Nanako O. Ogawa[5], Yoshinori Takano[5], Naohiko Ohkouchi[5], Hiroki Suga[9], Matthew Marcus[6], David Kilcoyne[6], Takuji Ohigashi[7], Zia Rahman[2], Muawia H. Shaddad[8], Kensei Kobayashi[1]

1. 横浜国立大学、2. NASA Johnson Space Center、3. Lunar and Planetary Institute、4. 海洋研究開発機構　高知コア研究所、5. 海洋研究開発機構　、6. Lawrence Berkeley National Laboratory、7. 分子科学研究所、8. University of Khartoum、9. 東京大学
1. Yokohama National University, 2. NASA Johnson Space Center, 3. Lunar and Planetary Institute, 4. Kochi Institute for Core Sample Research JAMSTEC, 5. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 6. Lawrence Berkeley National Laboratory, 7. Institute for Molecular Science, 8. University of Khartoum, 9. The University of Tokyo

The Almahata Sitta (AhS) meteorite is a brecciated, polymict ureilite that has originated from the near-earth asteroid 2008 TC3 which is classified as an F-type asteroid (a group in C complex) in spectroscopic taxonomy [1]. Carbonaceous chondritic lithologies AhS 671 and 91/91A have been characterized and contain phyllosilicates, bruennerite, dolomite, magnetite, fayalite, ilmenite, phosphates, pyrrhotite, and pentlandite [2]. These lithologies are breccias and enclose fragments of ureilitic olivine and pyroxene [2]. We investigated organic matter (OM) in AhS 671 and 91A with various methods including C and N elemental and isotopic analysis and FTIR for bulk samples (~100 μg), and microscopic analysis of their FIB sections using STXM/C-XANES and NanoSIMS.

AhS 671

The IR absorption spectrum of AhS 671 show phyllosilicates and carbonates consistent with mineralogical observations [2], and similar to the IR spectra of CI chondrites [3]. AhS 671 contains 3.9 ±0.22 wt.% of C and 0.19 ±0.02 wt.% of N with δ^{13}C = -3.8 ±0.7 ‰and δ^{15}N = 50.5 ±2.6 ‰. Its δ^{15}N and N/C ratio (0.042 ±0.002, atomic) is close to the values of insoluble organic matter (IOM) in the Tagish Lake meteorite [4]. Note that the N/C ratio of OM in AhS 671 would be higher than the value of the bulk sample since the bulk value includes carbonates.

C-XANES spectra of the organic-rich regions in the AhS 671 FIB section show large peaks at 285 eV assigned to aromatic carbon with no other specific features. Although, organic matter in AS 671 is highly aromatic, there is no 1s-σ^* exciton peak at 291.7 eV of graphene structures that is characteristic of thermally-metamorphosed meteorites [5]. Such characteristics are similar to the C-rich aggregate in the Zag clast [6]. The difference of their organic matter is related to morphology; Zag organics form large (over 10 μm) aggregates while those in AhS 671 are smaller and mixed with the matrix at the submicron scale. δ^{13}C and δ^{15}N obtained with NanoSIMS in C-rich areas are homogeneous with averages of 3 ±3 ‰ and 234 ±32 ‰, respectively. The δ^{15}N is higher than the bulk value and is close to the value of IOM of CR chondrites [7]. The δD value in C-rich areas is 988 ±59 ‰. It is similar to the value of IOM of CI and CM chondrites [7], but less than the value of CRs [7]. The N isotopes of organic matter in AhS 671 shows an isotopically heavier than ureilitic fragments of AhS (-53 to -94 ‰[8]) and rather close to the values of primitive carbonaceous chondrites. However, OM is dominated in aromatic structure without any sign of

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

graphitization.

AhS 91A

Not like AhS 671, the IR absorption spectrum of AhS 91A show no sighs if phyllosilicates and carbonates. The C and N contents vary up to 4.8 wt.% and 0.056 wt.%, respectively, with the average $\delta^{13}C$ of -17 ±8 ‰. It is consistent with the heterogeneous nature of AhS 91A. We could not obtain C-XANES due to low C contents in the FIB section of AhS 91A. We are going to analyze an additional FIB section since AhS 91A is highly heterogeneous.

Considering the molecular structure and the nitrogen isotope composition, the organic matter in AhS 671 is similar origin to the C-rich aggregate in the Zag clast [6], and thus perhaps related to D/P asteroids.

References: [1] Jenniskens P. et al. (2009) *Nature*, 458, 485-488. [2] Goodrich C. A. et al. (2018) *49th LPSC,* Abstract #1321. [3] Osawa T. et al. (2005) *Meteoritics & Planet. Sci.*, 40, 71-86. [4] Herd C. D. K. et al. (2011) *Science*, 332, 1304-1307. [5] Cody G. D. et al. (2008) *Meteoritics & Planet. Sci.,* 43, 353-365. [6] Kebukawa Y. et al. (2018) *Scientific Reports*, in press. [7] Alexander C. M. O' D. et al. (2007) *Geochim. Cosmochim. Acta*, 71, 4380-4403. [8] Downes et al. (2015) *Meteoritics & Planet. Sci.,* 50, 255-272.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

小惑星での含水鉱物の熱進化: Ryugu, Bennuの熱史の理解に向けて
Thermal Evolution of Hydrous Minerals on Small Bodies: To Understand Thermal Histories of Ryugu and Bennu

*石丸 夏奈[1]、橘 省吾[2]
*Kana Ishimaru[1], Shogo Tachibana[2]

1. 東京大学、2. 東京大学大学院理学系研究科宇宙惑星科学機構
1. University of Tokyo, 2. UTokyo Organization for Planetary and Space Science, University of Tokyo

小惑星サンプルリターンミッション「はやぶさ2」(JAXA)とOSIRIS-REx (NASA) は小惑星Ryugu, Bennuをそれぞれ現在探査している。はやぶさ２に搭載されている近赤外スペクトル測定器(NIRS3)によってRyuguに含水鉱物の弱い吸収が測定された。それに対し、OSIRIS-RExに搭載されている可視光・近赤外スペクトル測定器(OVIRS)はBennuの表面に含水鉱物による明瞭な吸収を確認した。これらから、RyuguとBennuは異なる熱史を経験し、含水鉱物の脱水はRyuguでより効率的に起こったことがわかる。したがって含水鉱物の熱変成過程を理解することはとても重要であるが、地質学的時間スケールでの熱進化の議論に必要な速度論データはまだ十分ではない。そこでRyuguとBennuでの熱変成を理解するため、真空中でserpentineの加熱実験を行った。

出発物質のserpentine(lizardite, 大分)をめのうすり鉢で-1μmまで粉砕し、加熱温度500-800˚Cで2-88時間、真空度10^{-4}-10^{-5}Paで加熱した。サンプル分析はXRD(X線回折)とFTIR(フーリエ変換赤外分光法)で行った。加熱脱水によるサンプルの質量変化は電子天秤で秤量した。

500˚Cで加熱されたサンプルは脱水したが、加熱後も結晶serpentineが主な結晶相であった。600˚Cで加熱すると分解し非晶質になった。650˚Cで加熱したサンプルはXRDパターンに非晶質serpentineから再結晶したolivineによる小さいピークと、残った非晶質によるハローパターンが見られた。700˚C加熱サンプルも同様にXRDでolivineの小さなピークが見えたが、非晶質によるハローパターンは見られなかった。800˚C加熱サンプルは再結晶olivineのピークに加えてenstatiteの最強ピークも見られた。FTIRスペクトルも以上の結果と一致している。

脱水serpentineからolivine再結晶の速度論データを得るために、650, 700˚Cで加熱したサンプルのFTIRスペクトルをさらに分析した。結晶olivineによる10.4μmと11.4μmの吸収度の比を[1]の結果を用いてolivine再結晶度に転換した。650˚Cと700˚Cのデータを Johnson-Mehl-Avrami-Kolmogorovの式を用いてフィッティングし(Avrami exponent 1.5)、再結晶速度定数k[$h^{-1.5}$]は0.032 (650˚C), 0.34 (700˚C)と得られた。また再結晶の活性化エネルギーは356 kJ mol^{-1}と推定される。

結果をもとに，Serpentine脱水 [2] と再結晶のTTT (Time-Temperature-Transformation) ダイアグラムが得られた。初期太陽系においてRyuguとBennuの母天体中での熱源を^{26}Al(半減期約72万年)の放射壊変と仮定すると、加熱時間1000万年以下と考えられる。このダイアグラムから、含水鉱物を保持しているBennuは母天

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

体中で350K以下に保たれている必要があり、含水鉱物が少ないRyuguは母天体中で450K以上の加熱を経験した必要がある。Fujiya et al. (2012) [3]によると、太陽系形成後350万年に集積した直径60km以下の小惑星中では、中心から3kmの範囲で最高温度400-450Kで200-300万年間加熱されたと推定されている。この場合小惑星の大部分は350K以下に保たれ、Bennuの条件を満たす。Ryuguのように脱水を経験するには母天体の直径が60kmより大きいか、熱源である^{26}Alがより多く残っている太陽系形成後350万年以内に集積したと考えられる。

References: [1] Yamamoto D. and Tachibana S. (2018) ACS Earth Space Chem. 2, 778–786. [2] Yamamoto D. (2016) Master thesis. [3] Fujiya W. et al. (2012) Nat. Commun. 3, 627(6 pp).

キーワード：熱変成、小惑星
Keywords: thermal metamorphism, asteroid

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_2

[P-EM14] Recent Advances in Ionosphere Observation and Modeling for Monitoring and Forecast

コンビーナ:Yang-Yi Sun(China University of Geosciences)、LIN CHIYEN(Center for Astronautical Physics and Engineering, National Central University, TAIWAN)、MINYANG CHOU(National Cheng Kung University)

Over the past few decades, rapid developments in space technology have advanced the research of ionospheric space weather by increasing a great number of ground- and space-based observations. In the ground segment, the dense ground-based GNSS networks, radars, and airglow instruments have greatly extended the observational coverages. In the space segment, the extraordinary satellite missions with payloads onboard the satellites providing radio occultation soundings of vertical electron density structure and in-situ observations of airglow, temperature, neutral winds, and electron density contribute to the understanding of middle and upper atmospheric dynamics. With the large amount and diversity of datasets, theoretical and empirical models can be validated and implemented for inclusion of new thermosphere and ionosphere phenomena. Furthermore, remarkable breakthrough of data assimilation techniques advances the ionosphere monitoring and forecast. The recent innovations in observations and models reinterpret the studies of ionospheric space weather. The purpose of this session is to solicit studies providing observations, theoretical and empirical modeling and data assimilation on the multiple scales of ionospheric phenomena, from global morphology to small-scale irregularities and traveling ionospheric disturbances. Studies on magnetically quiescent and disturbed conditions will be both addressed.

[PEM14-P01] The Daytime and Nighttime Mapped Whistler Plasmapause Observed by DEMETER

*ChaoYen Chen[1,2]、Tiger J. Y. Liu[1,2,3] (1.Institute of Space Science, National Central University, Taiwan、2.Center for Astronautical Physics and Engineering, National Central University, Taiwan 、3.Center for Space and Remote Sensing Research, National Central University, Taiwan)

[PEM14-P02] Global Plasma Density Irregularity Distributions Observed by Advanced Ionospheric Probe Onboard FORMOSAT-5 Satellite

*Chi-Kuang Chao[1]、Yi-Wun Chen[1] (1.Graduate Institute of Space Science, National Central University)

[PEM14-P03] The First Result on Ionospheric Space Weather of FORMOSAT-5/AIP Ion Density

*FU-YUAN CHANG[1]、JANN-YENQ Liu[1]、Chi-Kuang Chao[1] (1.National Central University)

[PEM14-P04] The global total electron content reconstruction in the local time frame

*Tsung-Che Tsai[1,2]、Hau-Kun Jhuang[3]、Lou-Chuang Lee[3,4,5]、Yi-Ying Ho[4] (1.National Center for High-Performance Computing, National Applied Research Laboratories, Hsinchu, Taiwan、2.Department of Civil Engineering, National Chiao Tung University, Hsinchu, Taiwan.、3.Department of Geoscience, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.、4.Institute of Earth Science, Academia Sinica, Nankang, Taipei, Taiwan.、5.Institute of Space Science, National Central University, Jhongli, Taiwan.)

[PEM14-P05] Research on impacts of power line harmonic radiation on ionospheric parameters

*Qiang Guo[1]、Jing Wu[1]、Ling Yang[1] (1.Beihang University)

[PEM14-P06] Analysis of cosmic rays dynamics and ionospheric parameters during increased solar activity and magnetic storms

*Oksana Mandrikova[1]、Yurii Polozov[1]、Bogdana Mandrikova[1,2] (1.Institute of Cosmophysical Research and Radio Wave Propagation, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences、2.Saint Petersburg Electrotechnical University "LETI")

[PEM14-P07] King Tidal Effects on the ionosphere during the period of 2000 to 2017

*TsungYu Wu[1]、JANN-YENQ Liu[1] (1.Institute of Space Science, NCU, Taiwan)

[PEM14-P08] SuperDARN near range echoes and higher resolution measurement - recent improvement and future

*行松 彰[1,2] (1.国立極地研究所、2.総合研究大学院大学)

[PEM14-P09] **The ionospheric wave peak structures in the low latitude region and their seasonal, and solar activity dependence based on Global Ionosphere Maps**

*Hau-Kun Jhuang[1]、Tsung-Che Tsai[2,3]、Lou-Chuang Lee[1,4,5]、Yi-Ying Ho[4] (1.Department of Geosciences, National Taiwan University, Taipei, Taiwan、2.National Center for High-performance Computing, National Applied Research Laboratories, Hsinchu, Taiwan、3.Department of Civil Engineering, National Chiao Tung University, Hsinchu, Taiwan、4.Institute of Earth Science, Academia Sinica, Nankang, Taipei, Taiwan、5.Institute of Space Science, National Central University, Jhongli, Taiwan)

The Daytime and Nighttime Mapped Whistler Plasmapause Observed by DEMETER

*ChaoYen Chen[1,2], Tiger J. Y. Liu[1,2,3]

1. Institute of Space Science, National Central University, Taiwan, 2. Center for Astronautical Physics and Engineering, National Central University, Taiwan , 3. Center for Space and Remote Sensing Research, National Central University, Taiwan

This paper investigates the plasmapause positions in the ionosphere by measurement of the whistler count probed by DEMETER (Detection of Electro-Magnetic Emissions Transmitted from Earthquake Regions) satellite in the daytime at 1030 LT (local time) and the nighttime at 2230 LT during 2005-2010. The whistler finds the plasmapause position which can be clearly allocated in both daytime and nighttime. We examine the nighttime/daytime plasmapause in various longitudes, solar activities, seasons, and geomagnetic actives. Results show that the daytime plasmapause appears in the equatorward side of the nighttime one. Both the daytime and nighttime plasmapause are sensitive to solar activity, which move equatorward form the low to high solar activity in the study period. The seasonal variation of the plasmapause are rather random and insignificant. During magnetic disturbed condition, the plasmapause tend to move equatorward.

Keywords: Plasmapause position, Whistler, DEMETER satellite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Global Plasma Density Irregularity Distributions Observed by Advanced Ionospheric Probe Onboard FORMOSAT-5 Satellite

*Chi-Kuang Chao[1], Yi-Wun Chen[1]

1. Graduate Institute of Space Science, National Central University

A FORMOSAT-5 satellite has been launched on25 August 2017 CST into a 98.28° inclination sun-synchronous circular orbit at 720 km altitude along the 1030/2230 local time sectors. The orbital coverage provides a great opportunity to survey terrestrial ionosphere from equatorial to polar region every two days. Advanced Ionospheric Probe (AIP) is a piggyback science payload developed by National Central University for the FORMOSAT-5 satellite to measure ionospheric plasma concentrations, velocities, and temperatures. It is also capable of measuring ionospheric plasma density irregularities at a sample rate up to 8,192 Hz over a wide range of spatial scales. In this presentation/poster, distributions and structures of pre-midnight low-latitude ionospheric plasma density irregularities will be shown from AIP science data collected since winter 2017. Especially, seasonal variations of the distributions will be compared with ROCSAT-1/Ionospheric Plasma and Electrodynamics Instrument dataset (1999-2004) to understand their trends. Meanwhile, high resolution data measured at a BURST rate (8,192 Hz) in some longitudinal sectors with high plasma density irregularity occurrence rates will also be investigated by spectral analysis to understand their characteristics.

Keywords: AIP, FORMOSAT-5, Irregularities

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The First Result on Ionospheric Space Weather of FORMOSAT-5/AIP Ion Density

*FU-YUAN CHANG[1], JANN-YENQ Liu[1], Chi-Kuang Chao[1]

1. National Central University

The science payload of Advantage Ionosphere Probe (AIP) onboard FORMOSAT-5 (F5) launched on 24 August 2017 has being operated in a Sun synchronous orbit at 720km altitude with an inclination angle of 98.28 degrees and the revisit period every 2-day. The global distribution of F5/AIP ion density (Ni) in nighttime of 2200LT during November 2017-October 2018 is examined and reported. F5/AIP ion densities show that equatorial plasma depletions frequently appear over South America, Africa, and Asia sectors; four-peaked EIA (non-migrating tide) structures prominently occur in September-March; and plasma depletion bays (PDBs) at low-latitudes in April-August. It is found that prominent locations of the plasma depletions slightly differ from those of equatorial irregularities, while non-migrating tide and PDBs result from different physical mechanisms.

Keywords: topside ionosphere, equatorial plasma depletion bay, plasma drift

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The global total electron content reconstruction in the local time frame

*Tsung-Che Tsai[1,2], Hau-Kun Jhuang[3], Lou-Chuang Lee[3,4,5], Yi-Ying Ho[4]

1. National Center for High-Performance Computing, National Applied Research Laboratories, Hsinchu, Taiwan, 2. Department of Civil Engineering, National Chiao Tung University, Hsinchu, Taiwan., 3. Department of Geoscience, National Taiwan University, Taipei, Taiwan., 4. Institute of Earth Science, Academia Sinica, Nankang, Taipei, Taiwan., 5. Institute of Space Science, National Central University, Jhongli, Taiwan.

The total electron content (TEC) data from Global Ionosphere Maps provide a global TEC map in the region between latitude 87.5˚S to 87.5˚N, and longitude 180˚W to 180˚E. The TEC data in geographic coordinates are first transformed into geomagnetic coordinates through Altitude-Adjusted Corrected Geomagnetic Model (AACGM). We then use 2-dimensional (longitude, 180˚W~180˚E and time, 10 days) Fourier transform (FT) of TEC variations along different geomagnetic latitude to obtain all wave modes for the period from November 18, to October 15, 2014. By the summation of all non-migrating tides, migrating tides, and zonal mean, the TEC global map in the local time frame is reconstructed. Again, the AACGM is applied to transform from geomagnetic coordinates back to geographic coordinates. The local time evolution in geographic coordinates of TEC is then produced. The features of TEC peaks in the local time frame are presented.

Keywords: geomagnetic coordinates, Global Ionospheric Maps, Fourier transform, Ionospheric tides

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Research on impacts of power line harmonic radiation on ionospheric parameters

*Qiang Guo[1], Jing Wu[1], Ling Yang[1]

1. Beihang University

Introduction: Power line harmonic radiation (PLHR) refers to a kind of electromagnetic wave phenomena at harmonic frequencies of 50 or 60 Hz, which are the working frequencies of terrestrial power systems. Since the 1970s, PLHR events have been detected with several magnetically conjugate pairs of receivers and different satellites [1, 2, 3]. With the increase of global power consumption, PLHR has become more serious. Already, many scientific satellites have observed such anthropogenic electromagnetic waves in the ionosphere, and some possible typical impacts of those waves on the ionosphere have been reported [4]. However, reaching a final conclusion as to the impacts has been proven to be a difficult task. To further understand PLHR and its impacts, we utilize the data of three scientific payloads of DEMETER satellite collected with the Langmuir probe (ISL), thermal plasma analyzer (IAP), and energetic particle detector (IDP) to study the variation of ionospheric parameters due to the occurrence of PLHR.

Analytical Methods: DEMETER is a French seismo-electromagnetic microsatellite that was in operation from June 29, 2004 to December 9, 2010. The ISL onboard measured the electron density (N_e), electron temperature (T_e), and ion density (N_i). The IAP measured the density of H^+ (N_{H+}), He^+ (N_{He+}), O^+ (N_{O+}), and ion temperature (T_i). The IDP measured the electron fluxes in the range from 70 keV to 2.5 MeV. The variations of ionospheric parameters are affected by many factors, including latitude, longitude, altitude, daytime or nighttime, season, and solar activity. To minimize these impacts, we proposed an approach that compares the data from the PLHR-orbit and quiet-period orbit ($AE \leqq 50$ nT, AE is an index to evaluate the level of geomagnetic activity).

Among the 133 PLHR events detected by Wu et al. [5] when DEMETER flew over China, one quiet-period orbit, covering most of China's latitudes, was found for each year (2004-2010) according to AE index. In each PLHR-orbit, three-segment dataset were obtained: 30s before, at, and 30s after the occurrence region of PLHR event. By subtracting data of quiet-period orbit with corresponding latitudes from each-segment data of PLHR-orbit, we statistically analyzed the variation trend of ionospheric parameter in each PLHR-orbit due to PLHR.

Results & Discussion: With ISL and IAP data, it was found that both N_e and T_e were at a low level, N_{H+} was at a high level, and N_{O+} was at a low level when PLHR occurred. These results were generally helpful for understanding the formation behaviors of PLHR and were consistent with the theoretical results. From the analysis of IDP data, obvious variations of pitch angles before and after PLHR were occasionally observed to occur, and the variation did not exceed 10°. Its corresponding equatorial pitch-angle may not have fallen into a loss-cone, so the variation tendency of the electron flux did not have a definite connection with the pitch angle. The statistical results indicate that when PLHR occurs, the electron flux in the high-band (>1 MeV) tends to decrease and the decremental magnitude is very large, while the electron flux in the middle-band tends to increase and the incremental magnitude is relatively large.

Reference: [1] R. A. Helliwell, et al. (1975) *J. Geophys. Res-Space Phys.*, 80, 4249-4258. [2] J. P. Matthews, et al. (1981) *Planet. Space Sci.*, 29, 97-106. [3] M. Parrot, et al. (2014) *J. Geophys. Res-Space Phys.*, 119, 5744-5754. [4] M. Parrot, et al. (1996) *Surv. Geophys.*, 17, 67-100. [5] J. Wu, et al. (2017) *J. Geophys.*

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Res-Space Phys., 122, 3448-3458.

Keywords: power line harmonic radiation, ionospheric parameters, DEMETER

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Analysis of cosmic rays dynamics and ionospheric parameters during increased solar activity and magnetic storms

*Oksana Mandrikova[1], Yurii Polozov[1], Bogdana Mandrikova[1,2]

1. Institute of Cosmophysical Research and Radio Wave Propagation, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, 2. Saint Petersburg Electrotechnical University "LETI"

Based on the ground station data, the paper makes complex analysis of cosmic ray dynamics and of ionospheric parameters during strong and moderate magnetic storms in 2015-2018. During the investigation, new methods of modeling and data analysis were applied. A neural network model for neutron monitor data classification was presented. This model makes it possible to evaluate galactic cosmic ray flux state and to detect periods of sporadic effect occurrences in automatic mode. By the use of this model, sporadic effects preceding and accompanying strong and moderate magnetic storms were detected. The model showed its efficiency when applied for data on-line analysis and for detection of sporadic effects including those of small amplitude. Ionospheric data were analyzed on the bases of multi-component modeling method and ionospheric parameter analysis [1, 2]. It allowed us to detect ionospheric disturbances of different intensity and to estimate their characteristics. The results of the work confirmed the possibility of ionospheric electron concentration increase effect preceding magnetic storm commencements [3]. Comparison with cosmic ray data showed the correlation of the effects in the ionospehre with anomalous changes in cosmic ray dynamics that was first mentioned in the paper [3].

1. Mandrikova O.V., Fetisova N.V., Polozov Y.A., Solovev I.S., Kupriyanov M.S. Method for modeling of the components of ionospheric parameter time variations and detection of anomalies in the ionosphere coupling of the high and mid latitude ionosphere and its relation to geospace dynamics // Earth, Planets and Space. 2015. Vol. 67. No 1. pp. 131-146. DOI: 10.1186/s40623-015-0301-4
2. O. Mandrikova, Yu. Polozov, V. Geppener Method of ionospheric data analysis based on a combination of wavelet transform and neural networks // «Procedia Engineering», Elsevier, Amsterdam, Netherlands, V.201, Pp. 756–766, DOI. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.09.622.
3. Mandrikova O., Polozov Yu., Fetisova N., Zalyaev T. Analysis of the dynamics of ionospheric parameters during periods of increased solar activity and magnetic storms // Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics. –2018. –Vol. 181. –Pp. 116-126. Doi: https://doi.org/10.1016/j.jastp.2018.10.019.

Keywords: cosmic rays, ionospheric parameters, data analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

King Tidal Effects on the ionosphere during the period of 2000 to 2017

*TsungYu Wu[1], JANN-YENQ Liu[1]

1. Institute of Space Science, NCU, Taiwan

This study examines the spring tide signature of the 14.7-day period in concurrent/co-located measurements of the ionosphere total electron content (TEC) and sea level in an 18-year period of 2000-2017. A discrete Fourier transform is applied to find amplitude and phase of the spring tide in the TEC and sea level. Results show that the spring tide amplitude in the sea level is clear and steady, while that in the ionospheric TEC is rather fluctuated and proportional to the ambient TEC value. The relative amplitude of TEC in the 18-year is a function of the solar local time and become prominent in the daytime of 08:00-19:00. and however that in the nighttime 00:00-06:00 LT becomes prominent in 2002, 2005, 2009, and 2015, when the perihelion and perigee simultaneously occur. On the other hand, the phase of the spring tide signature in the sea level and TEC yield a 3-year period, which is close to the time interval of the above prominent spring tide signature in the nighttime. More detailed discussions and results will be presented.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

SuperDARN near range echoes and higher resolution measurement - recent improvement and future

*行松 彰[1,2]
*Akira Sessai Yukimatu[1,2]

1. 国立極地研究所、2. 総合研究大学院大学
1. National Institute of Polar Research, 2. SOKENDAI

SuperDARN (Super Dual Auroral Radar Network) is an international high-frequency radar network originally intended to cover a wide range of polar ionosphere in both hemispheres by its fields-of-view and to monitor global ionospheric plasma convection in high temporal resolution of about 1-2 minitues in quasi real time mainly for space weather research. It can observe not only basic and important ionospheric plasma Doppler velocity and electric field, a variety of geomagnetic waves, ionospheric disturbances and irregularities, but also properties of neutral atmosphere, e.g., traveling ionospheric disturbances (TIDs), mesoepheric echoes like PMSEs and neutral wind around mesopause region. As it is originally designed to measure global large-scale ionospheric plasma parameters, the spatial resolution has been rather coarse, and it was originally difficult to obtain height information of echoes, high temporal resolution less than 1 second, and high spatial resolution of less than 15km in radial direction. Echo height information is very important especially to distinguish those among D, E and F regions as the properties of plasma among them are considerably different and also to obtain precise altitude of meteor echoes around mesopause due to existence of thin layers of neutral wind shear. Recent development in calibrating radar interferometry in SuperDARN community is an important step to improve much the reliability of height information especially in near range echoes and also of region identification for further echoes as well. Combining raw I/Q time series analysis method (Yukimatu and Tsutsumi, GRL, 2002) to be applied to extract underdense meteor echoes precisely, frequency domain interferometry (FDI) and/or over-sampling technique (Tsutsumi et al., 2009) with the appropriate interferometer calibration will improve the reliability and height resolution of the neutral wind measurement possibly leading to global neutral wind observing network around mesopause region with SuperDARN which will contribute to many studies on mesosphere-lower-thermosphere (MLT) or mesoephere-thermosphere-ionosphere (MTI) region dynamics and vertical coupling between ionosphere and neutral upper atmosphere. Another issue possibly critical for some specific studies, e.g., on short period electro-magnetic waves is possibility to achieve higher temporal resolution within a second as well as higher spatial resolution in range direction. (Higher spatial resolution in azimuth direction has been already tried and achieved by some radars using general imaging or spatial domain interferometry (SDI) technique.) There have been some trial against these possibilities with some success depending on the cases of the applied phenomena and the conditions of echoes, but have still been thought to be difficult to be overcome. This presentation will describe the evolution of SuperDARN near range echo measurement after last JpGU meeting, and will also discuss about the reliability of high temporal resolution measurement and the possible method to obtain reliable high temporal resolution data to extend the ability of SuperDARN.

キーワード：SuperDARN、近距離エコー、電磁波、高時間分解能
Keywords: SuperDARN, near range echoes, electromagnetic waves, high temporal resolution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The ionospheric wave peak structures in the low latitude region and their seasonal, and solar activity dependence based on Global Ionosphere Maps

*Hau-Kun Jhuang[1], Tsung-Che Tsai[2,3], Lou-Chuang Lee[1,4,5], Yi-Ying Ho[4]

1. Department of Geosciences, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, 2. National Center for High-performance Computing, National Applied Research Laboratories, Hsinchu, Taiwan, 3. Department of Civil Engineering, National Chiao Tung University, Hsinchu, Taiwan, 4. Institute of Earth Science, Academia Sinica, Nankang, Taipei, Taiwan, 5. Institute of Space Science, National Central University, Jhongli, Taiwan

The total electron content (TEC) data from Global Ionosphere Maps (GIM) are used to obtain the wave modes in both UT (universal time) and LT (local time) frames through the Fourier transform. The summation of contributing wave modes at a given local time provides the longitudinal variation of the wave peak structure. The phases of wave modes lead to a constructive or destructive interference of contributing wave modes, which gives different wave peak structure at different local time. The dependence of the wave peak structures on latitudinal, seasonal, and solar activity is studied.

Keywords: Global Ionosphere Maps, Ionospheric tides, Atmosphere Ionosphere coupling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_5

[P-EM14] Recent Advances in Ionosphere Observation and Modeling for Monitoring and Forecast

コンビーナ:Yang-Yi Sun(China University of Geosciences)、LIN CHIYEN(Center for Astronautical Physics and Engineering, National Central University, TAIWAN)、MINYANG CHOU(National Cheng Kung University)

Over the past few decades, rapid developments in space technology have advanced the research of ionospheric space weather by increasing a great number of ground- and space-based observations. In the ground segment, the dense ground-based GNSS networks, radars, and airglow instruments have greatly extended the observational coverages. In the space segment, the extraordinary satellite missions with payloads onboard the satellites providing radio occultation soundings of vertical electron density structure and in-situ observations of airglow, temperature, neutral winds, and electron density contribute to the understanding of middle and upper atmospheric dynamics. With the large amount and diversity of datasets, theoretical and empirical models can be validated and implemented for inclusion of new thermosphere and ionosphere phenomena. Furthermore, remarkable breakthrough of data assimilation techniques advances the ionosphere monitoring and forecast. The recent innovations in observations and models reinterpret the studies of ionospheric space weather. The purpose of this session is to solicit studies providing observations, theoretical and empirical modeling and data assimilation on the multiple scales of ionospheric phenomena, from global morphology to small-scale irregularities and traveling ionospheric disturbances. Studies on magnetically quiescent and disturbed conditions will be both addressed.

[PEM14-P01] The Daytime and Nighttime Mapped Whistler Plasmapause Observed by DEMETER

*ChaoYen Chen[1,2]、Tiger J. Y. Liu[1,2,3] (1.Institute of Space Science, National Central University, Taiwan、2.Center for Astronautical Physics and Engineering, National Central University, Taiwan 、3.Center for Space and Remote Sensing Research, National Central University, Taiwan)

[PEM14-P02] Global Plasma Density Irregularity Distributions Observed by Advanced Ionospheric Probe Onboard FORMOSAT-5 Satellite

*Chi-Kuang Chao[1]、Yi-Wun Chen[1] (1.Graduate Institute of Space Science, National Central University)

[PEM14-P03] The First Result on Ionospheric Space Weather of FORMOSAT-5/AIP Ion Density

*FU-YUAN CHANG[1]、JANN-YENQ Liu[1]、Chi-Kuang Chao[1] (1.National Central University)

[PEM14-P04] The global total electron content reconstruction in the local time frame

*Tsung-Che Tsai[1,2]、Hau-Kun Jhuang[3]、Lou-Chuang Lee[3,4,5]、Yi-Ying Ho[4] (1.National Center for High-Performance Computing, National Applied Research Laboratories, Hsinchu, Taiwan、2.Department of Civil Engineering, National Chiao Tung University, Hsinchu, Taiwan.、3.Department of Geoscience, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.、4.Institute of Earth Science, Academia Sinica, Nankang, Taipei, Taiwan.、5.Institute of Space Science, National Central University, Jhongli, Taiwan.)

[PEM14-P05] Research on impacts of power line harmonic radiation on ionospheric parameters

*Qiang Guo[1]、Jing Wu[1]、Ling Yang[1] (1.Beihang University)

[PEM14-P06] Analysis of cosmic rays dynamics and ionospheric parameters during increased solar activity and magnetic storms

*Oksana Mandrikova[1]、Yurii Polozov[1]、Bogdana Mandrikova[1,2] (1.Institute of Cosmophysical Research and Radio Wave Propagation, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences、2.Saint Petersburg Electrotechnical University "LETI")

[PEM14-P07] King Tidal Effects on the ionosphere during the period of 2000 to 2017

*TsungYu Wu[1]、JANN-YENQ Liu[1] (1.Institute of Space Science, NCU, Taiwan)

[PEM14-P08] SuperDARN near range echoes and higher resolution measurement - recent improvement and future

*行松 彰[1,2] (1.国立極地研究所、2.総合研究大学院大学)

[PEM14-P09] **The ionospheric wave peak structures in the low latitude region and their seasonal, and solar activity dependence based on Global Ionosphere Maps**

*Hau-Kun Jhuang[1]、Tsung-Che Tsai[2,3]、Lou-Chuang Lee[1,4,5]、Yi-Ying Ho[4] (1.Department of Geosciences, National Taiwan University, Taipei, Taiwan、2.National Center for High-performance Computing, National Applied Research Laboratories, Hsinchu, Taiwan、3.Department of Civil Engineering, National Chiao Tung University, Hsinchu, Taiwan、4.Institute of Earth Science, Academia Sinica, Nankang, Taipei, Taiwan、5.Institute of Space Science, National Central University, Jhongli, Taiwan)

The Daytime and Nighttime Mapped Whistler Plasmapause Observed by DEMETER

*ChaoYen Chen[1,2], Tiger J. Y. Liu[1,2,3]

1. Institute of Space Science, National Central University, Taiwan, 2. Center for Astronautical Physics and Engineering, National Central University, Taiwan , 3. Center for Space and Remote Sensing Research, National Central University, Taiwan

This paper investigates the plasmapause positions in the ionosphere by measurement of the whistler count probed by DEMETER (Detection of Electro-Magnetic Emissions Transmitted from Earthquake Regions) satellite in the daytime at 1030 LT (local time) and the nighttime at 2230 LT during 2005-2010. The whistler finds the plasmapause position which can be clearly allocated in both daytime and nighttime. We examine the nighttime/daytime plasmapause in various longitudes, solar activities, seasons, and geomagnetic actives. Results show that the daytime plasmapause appears in the equatorward side of the nighttime one. Both the daytime and nighttime plasmapause are sensitive to solar activity, which move equatorward form the low to high solar activity in the study period. The seasonal variation of the plasmapause are rather random and insignificant. During magnetic disturbed condition, the plasmapause tend to move equatorward.

Keywords: Plasmapause position, Whistler, DEMETER satellite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Global Plasma Density Irregularity Distributions Observed by Advanced Ionospheric Probe Onboard FORMOSAT-5 Satellite

*Chi-Kuang Chao[1], Yi-Wun Chen[1]

1. Graduate Institute of Space Science, National Central University

A FORMOSAT-5 satellite has been launched on25 August 2017 CST into a 98.28° inclination sun-synchronous circular orbit at 720 km altitude along the 1030/2230 local time sectors. The orbital coverage provides a great opportunity to survey terrestrial ionosphere from equatorial to polar region every two days. Advanced Ionospheric Probe (AIP) is a piggyback science payload developed by National Central University for the FORMOSAT-5 satellite to measure ionospheric plasma concentrations, velocities, and temperatures. It is also capable of measuring ionospheric plasma density irregularities at a sample rate up to 8,192 Hz over a wide range of spatial scales. In this presentation/poster, distributions and structures of pre-midnight low-latitude ionospheric plasma density irregularities will be shown from AIP science data collected since winter 2017. Especially, seasonal variations of the distributions will be compared with ROCSAT-1/Ionospheric Plasma and Electrodynamics Instrument dataset (1999-2004) to understand their trends. Meanwhile, high resolution data measured at a BURST rate (8,192 Hz) in some longitudinal sectors with high plasma density irregularity occurrence rates will also be investigated by spectral analysis to understand their characteristics.

Keywords: AIP, FORMOSAT-5, Irregularities

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The First Result on Ionospheric Space Weather of FORMOSAT-5/AIP Ion Density

*FU-YUAN CHANG[1], JANN-YENQ Liu[1], Chi-Kuang Chao[1]

1. National Central University

The science payload of Advantage Ionosphere Probe (AIP) onboard FORMOSAT-5 (F5) launched on 24 August 2017 has being operated in a Sun synchronous orbit at 720km altitude with an inclination angle of 98.28 degrees and the revisit period every 2-day. The global distribution of F5/AIP ion density (Ni) in nighttime of 2200LT during November 2017-October 2018 is examined and reported. F5/AIP ion densities show that equatorial plasma depletions frequently appear over South America, Africa, and Asia sectors; four-peaked EIA (non-migrating tide) structures prominently occur in September-March; and plasma depletion bays (PDBs) at low-latitudes in April-August. It is found that prominent locations of the plasma depletions slightly differ from those of equatorial irregularities, while non-migrating tide and PDBs result from different physical mechanisms.

Keywords: topside ionosphere, equatorial plasma depletion bay, plasma drift

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The global total electron content reconstruction in the local time frame

*Tsung-Che Tsai[1,2], Hau-Kun Jhuang[3], Lou-Chuang Lee[3,4,5], Yi-Ying Ho[4]

1. National Center for High-Performance Computing, National Applied Research Laboratories, Hsinchu, Taiwan, 2. Department of Civil Engineering, National Chiao Tung University, Hsinchu, Taiwan., 3. Department of Geoscience, National Taiwan University, Taipei, Taiwan., 4. Institute of Earth Science, Academia Sinica, Nankang, Taipei, Taiwan., 5. Institute of Space Science, National Central University, Jhongli, Taiwan.

The total electron content (TEC) data from Global Ionosphere Maps provide a global TEC map in the region between latitude 87.5˚S to 87.5˚N, and longitude 180˚W to 180˚E. The TEC data in geographic coordinates are first transformed into geomagnetic coordinates through Altitude-Adjusted Corrected Geomagnetic Model (AACGM). We then use 2-dimensional (longitude, 180˚W~180˚E and time, 10 days) Fourier transform (FT) of TEC variations along different geomagnetic latitude to obtain all wave modes for the period from November 18, to October 15, 2014. By the summation of all non-migrating tides, migrating tides, and zonal mean, the TEC global map in the local time frame is reconstructed. Again, the AACGM is applied to transform from geomagnetic coordinates back to geographic coordinates. The local time evolution in geographic coordinates of TEC is then produced. The features of TEC peaks in the local time frame are presented.

Keywords: geomagnetic coordinates, Global Ionospheric Maps, Fourier transform, Ionospheric tides

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Research on impacts of power line harmonic radiation on ionospheric parameters

*Qiang Guo[1], Jing Wu[1], Ling Yang[1]

1. Beihang University

Introduction: Power line harmonic radiation (PLHR) refers to a kind of electromagnetic wave phenomena at harmonic frequencies of 50 or 60 Hz, which are the working frequencies of terrestrial power systems. Since the 1970s, PLHR events have been detected with several magnetically conjugate pairs of receivers and different satellites [1, 2, 3]. With the increase of global power consumption, PLHR has become more serious. Already, many scientific satellites have observed such anthropogenic electromagnetic waves in the ionosphere, and some possible typical impacts of those waves on the ionosphere have been reported [4]. However, reaching a final conclusion as to the impacts has been proven to be a difficult task. To further understand PLHR and its impacts, we utilize the data of three scientific payloads of DEMETER satellite collected with the Langmuir probe (ISL), thermal plasma analyzer (IAP), and energetic particle detector (IDP) to study the variation of ionospheric parameters due to the occurrence of PLHR.

Analytical Methods: DEMETER is a French seismo-electromagnetic microsatellite that was in operation from June 29, 2004 to December 9, 2010. The ISL onboard measured the electron density (N_e), electron temperature (T_e), and ion density (N_i). The IAP measured the density of H^+ (N_{H+}), He^+ (N_{He+}), O^+ (N_{O+}), and ion temperature (T_i). The IDP measured the electron fluxes in the range from 70 keV to 2.5 MeV. The variations of ionospheric parameters are affected by many factors, including latitude, longitude, altitude, daytime or nighttime, season, and solar activity. To minimize these impacts, we proposed an approach that compares the data from the PLHR-orbit and quiet-period orbit ($AE \leqq 50$ nT, AE is an index to evaluate the level of geomagnetic activity).

Among the 133 PLHR events detected by Wu et al. [5] when DEMETER flew over China, one quiet-period orbit, covering most of China's latitudes, was found for each year (2004-2010) according to AE index. In each PLHR-orbit, three-segment dataset were obtained: 30s before, at, and 30s after the occurrence region of PLHR event. By subtracting data of quiet-period orbit with corresponding latitudes from each-segment data of PLHR-orbit, we statistically analyzed the variation trend of ionospheric parameter in each PLHR-orbit due to PLHR.

Results & Discussion: With ISL and IAP data, it was found that both N_e and T_e were at a low level, N_{H+} was at a high level, and N_{O+} was at a low level when PLHR occurred. These results were generally helpful for understanding the formation behaviors of PLHR and were consistent with the theoretical results. From the analysis of IDP data, obvious variations of pitch angles before and after PLHR were occasionally observed to occur, and the variation did not exceed 10°. Its corresponding equatorial pitch-angle may not have fallen into a loss-cone, so the variation tendency of the electron flux did not have a definite connection with the pitch angle. The statistical results indicate that when PLHR occurs, the electron flux in the high-band (>1 MeV) tends to decrease and the decremental magnitude is very large, while the electron flux in the middle-band tends to increase and the incremental magnitude is relatively large.

Reference: [1] R. A. Helliwell, et al. (1975) *J. Geophys. Res-Space Phys.*, 80, 4249-4258. [2] J. P. Matthews, et al. (1981) *Planet. Space Sci.*, 29, 97-106. [3] M. Parrot, et al. (2014) *J. Geophys. Res-Space Phys.*, 119, 5744-5754. [4] M. Parrot, et al. (1996) *Surv. Geophys.*, 17, 67-100. [5] J. Wu, et al. (2017) *J. Geophys.*

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Res-Space Phys., 122, 3448-3458.

Keywords: power line harmonic radiation, ionospheric parameters, DEMETER

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Analysis of cosmic rays dynamics and ionospheric parameters during increased solar activity and magnetic storms

*Oksana Mandrikova[1], Yurii Polozov[1], Bogdana Mandrikova[1,2]

1. Institute of Cosmophysical Research and Radio Wave Propagation, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, 2. Saint Petersburg Electrotechnical University "LETI"

Based on the ground station data, the paper makes complex analysis of cosmic ray dynamics and of ionospheric parameters during strong and moderate magnetic storms in 2015-2018. During the investigation, new methods of modeling and data analysis were applied. A neural network model for neutron monitor data classification was presented. This model makes it possible to evaluate galactic cosmic ray flux state and to detect periods of sporadic effect occurrences in automatic mode. By the use of this model, sporadic effects preceding and accompanying strong and moderate magnetic storms were detected. The model showed its efficiency when applied for data on-line analysis and for detection of sporadic effects including those of small amplitude. Ionospheric data were analyzed on the bases of multi-component modeling method and ionospheric parameter analysis [1, 2]. It allowed us to detect ionospheric disturbances of different intensity and to estimate their characteristics. The results of the work confirmed the possibility of ionospheric electron concentration increase effect preceding magnetic storm commencements [3]. Comparison with cosmic ray data showed the correlation of the effects in the ionospehre with anomalous changes in cosmic ray dynamics that was first mentioned in the paper [3].

1. Mandrikova O.V., Fetisova N.V., Polozov Y.A., Solovev I.S., Kupriyanov M.S. Method for modeling of the components of ionospheric parameter time variations and detection of anomalies in the ionosphere coupling of the high and mid latitude ionosphere and its relation to geospace dynamics // Earth, Planets and Space. 2015. Vol. 67. No 1. pp. 131-146. DOI: 10.1186/s40623-015-0301-4
2. O. Mandrikova, Yu. Polozov, V. Geppener Method of ionospheric data analysis based on a combination of wavelet transform and neural networks // «Procedia Engineering», Elsevier, Amsterdam, Netherlands, V.201, Pp. 756–766, DOI. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.09.622.
3. Mandrikova O., Polozov Yu., Fetisova N., Zalyaev T. Analysis of the dynamics of ionospheric parameters during periods of increased solar activity and magnetic storms // Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics. –2018. –Vol. 181. –Pp. 116-126. Doi: https://doi.org/10.1016/j.jastp.2018.10.019.

Keywords: cosmic rays, ionospheric parameters, data analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

King Tidal Effects on the ionosphere during the period of 2000 to 2017

*TsungYu Wu[1], JANN-YENQ Liu[1]

1. Institute of Space Science, NCU, Taiwan

This study examines the spring tide signature of the 14.7-day period in concurrent/co-located measurements of the ionosphere total electron content (TEC) and sea level in an 18-year period of 2000-2017. A discrete Fourier transform is applied to find amplitude and phase of the spring tide in the TEC and sea level. Results show that the spring tide amplitude in the sea level is clear and steady, while that in the ionospheric TEC is rather fluctuated and proportional to the ambient TEC value. The relative amplitude of TEC in the 18-year is a function of the solar local time and become prominent in the daytime of 08:00-19:00. and however that in the nighttime 00:00-06:00 LT becomes prominent in 2002, 2005, 2009, and 2015, when the perihelion and perigee simultaneously occur. On the other hand, the phase of the spring tide signature in the sea level and TEC yield a 3-year period, which is close to the time interval of the above prominent spring tide signature in the nighttime. More detailed discussions and results will be presented.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

SuperDARN near range echoes and higher resolution measurement - recent improvement and future

*行松 彰[1,2]
*Akira Sessai Yukimatu[1,2]

1. 国立極地研究所、2. 総合研究大学院大学
1. National Institute of Polar Research, 2. SOKENDAI

SuperDARN (Super Dual Auroral Radar Network) is an international high-frequency radar network originally intended to cover a wide range of polar ionosphere in both hemispheres by its fields-of-view and to monitor global ionospheric plasma convection in high temporal resolution of about 1-2 minitues in quasi real time mainly for space weather research. It can observe not only basic and important ionospheric plasma Doppler velocity and electric field, a variety of geomagnetic waves, ionospheric disturbances and irregularities, but also properties of neutral atmosphere, e.g., traveling ionospheric disturbances (TIDs), mesoepheric echoes like PMSEs and neutral wind around mesopause region. As it is originally designed to measure global large-scale ionospheric plasma parameters, the spatial resolution has been rather coarse, and it was originally difficult to obtain height information of echoes, high temporal resolution less than 1 second, and high spatial resolution of less than 15km in radial direction. Echo height information is very important especially to distinguish those among D, E and F regions as the properties of plasma among them are considerably different and also to obtain precise altitude of meteor echoes around mesopause due to existence of thin layers of neutral wind shear. Recent development in calibrating radar interferometry in SuperDARN community is an important step to improve much the reliability of height information especially in near range echoes and also of region identification for further echoes as well. Combining raw I/Q time series analysis method (Yukimatu and Tsutsumi, GRL, 2002) to be applied to extract underdense meteor echoes precisely, frequency domain interferometry (FDI) and/or over-sampling technique (Tsutsumi et al., 2009) with the appropriate interferometer calibration will improve the reliability and height resolution of the neutral wind measurement possibly leading to global neutral wind observing network around mesopause region with SuperDARN which will contribute to many studies on mesosphere-lower-thermosphere (MLT) or mesoephere-thermosphere-ionosphere (MTI) region dynamics and vertical coupling between ionosphere and neutral upper atmosphere. Another issue possibly critical for some specific studies, e.g., on short period electro-magnetic waves is possibility to achieve higher temporal resolution within a second as well as higher spatial resolution in range direction. (Higher spatial resolution in azimuth direction has been already tried and achieved by some radars using general imaging or spatial domain interferometry (SDI) technique.) There have been some trial against these possibilities with some success depending on the cases of the applied phenomena and the conditions of echoes, but have still been thought to be difficult to be overcome. This presentation will describe the evolution of SuperDARN near range echo measurement after last JpGU meeting, and will also discuss about the reliability of high temporal resolution measurement and the possible method to obtain reliable high temporal resolution data to extend the ability of SuperDARN.

キーワード：SuperDARN、近距離エコー、電磁波、高時間分解能
Keywords: SuperDARN, near range echoes, electromagnetic waves, high temporal resolution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The ionospheric wave peak structures in the low latitude region and their seasonal, and solar activity dependence based on Global Ionosphere Maps

*Hau-Kun Jhuang[1], Tsung-Che Tsai[2,3], Lou-Chuang Lee[1,4,5], Yi-Ying Ho[4]

1. Department of Geosciences, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, 2. National Center for High-performance Computing, National Applied Research Laboratories, Hsinchu, Taiwan, 3. Department of Civil Engineering, National Chiao Tung University, Hsinchu, Taiwan, 4. Institute of Earth Science, Academia Sinica, Nankang, Taipei, Taiwan, 5. Institute of Space Science, National Central University, Jhongli, Taiwan

The total electron content (TEC) data from Global Ionosphere Maps (GIM) are used to obtain the wave modes in both UT (universal time) and LT (local time) frames through the Fourier transform. The summation of contributing wave modes at a given local time provides the longitudinal variation of the wave peak structure. The phases of wave modes lead to a constructive or destructive interference of contributing wave modes, which gives different wave peak structure at different local time. The dependence of the wave peak structures on latitudinal, seasonal, and solar activity is studied.

Keywords: Global Ionosphere Maps, Ionospheric tides, Atmosphere Ionosphere coupling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 13:45 ~ 15:15 | 201B 2F

[P-EM14] Recent Advances in Ionosphere Observation and Modeling for Monitoring and Forecast

コンビーナ:Yang-Yi Sun(China University of Geosciences)、LIN CHIYEN(Center for Astronautical Physics and Engineering, National Central University, TAIWAN)、MINYANG CHOU(National Cheng Kung University)、座長:Yang-Yi Sun

Over the past few decades, rapid developments in space technology have advanced the research of ionospheric space weather by increasing a great number of ground- and space-based observations. In the ground segment, the dense ground-based GNSS networks, radars, and airglow instruments have greatly extended the observational coverages. In the space segment, the extraordinary satellite missions with payloads onboard the satellites providing radio occultation soundings of vertical electron density structure and in-situ observations of airglow, temperature, neutral winds, and electron density contribute to the understanding of middle and upper atmospheric dynamics. With the large amount and diversity of datasets, theoretical and empirical models can be validated and implemented for inclusion of new thermosphere and ionosphere phenomena. Furthermore, remarkable breakthrough of data assimilation techniques advances the ionosphere monitoring and forecast. The recent innovations in observations and models reinterpret the studies of ionospheric space weather. The purpose of this session is to solicit studies providing observations, theoretical and empirical modeling and data assimilation on the multiple scales of ionospheric phenomena, from global morphology to small-scale irregularities and traveling ionospheric disturbances. Studies on magnetically quiescent and disturbed conditions will be both addressed.

13:45 ~ 14:00

[PEM14-01] New In-situ Ion Composition and Velocity Observations in the Topside Ionosphere from the Swarm-E Ion Mass Spectrometer

★Invited Papers

*Andrew W Yau[1] (1.University of Calgary)

14:00 ~ 14:15

[PEM14-02] **Spatial-time features and dynamics of ionospheric disturbances during magnetic storms in 2015-2018**

★Invited Papers

*Oksana Mandrikova[1]、Nadezhda Fetisova[1]、Yurii Polozov[1,2] (1.Institute of Cosmophysical Research and Radio Wave Propagation, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences、2.Kamchatka State Technical University)

14:15 ~ 14:30

[PEM14-03] Estimating 2D neutral wind patterns using line-of-sight data from multiple Scanning Doppler Imagers

*Heikki Vanhamaki[1]、Shin-ichiro Oyama[1,2]、Mark Conde[3]、Anita Aikio[1]、Lei Cai[4]、Ilkka Virtanen[1] (1.University of Oulu, Finland、2.Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, Japan、3.Geophysical Institute, University of Alaska Fairbanks, US、4.KTH Royal Institute of Technology, Sweden)

14:30 ~ 14:45

[PEM14-04] **Comparison of empirical models for the location of the ionospheric middle-latitude trough in the nighttime**

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

14:45 ~ 15:00

[PEM14-05] Research on nonlinear cross-modulation of power line emission and other very low frequency radiations in the ionosphere

*Ling Yang[1]、Jing Wu[1]、Qiang Guo[1] (1.Beihang University)

15:00 ~ 15:15

[PEM14-06] Ionospheric variation induced by 21 August 2017 total solar eclipse detected by Global Ionospheric Specification

*CHIYEN LIN[1,2]、JANN-YENQ Liu[1,2,3]、Charles Lin[4] (1.Center for Astronautical Physics and Engineering, National Central University, Taiwan、2.Graduate Institute of Space Science, National Central University, Taiwan、3.Center for Space and Remote Sensing Research, National Central University, Taiwan、4.Department of Earth Science, National Cheng Kung University, Taiwan)

New In-situ Ion Composition and Velocity Observations in the Topside Ionosphere from the Swarm-E Ion Mass Spectrometer

*Andrew W Yau[1]

1. University of Calgary

The imaging and rapid-scanning ion mass spectrometer (IRM) onboard the polar-orbiting Swarm-E (e-POP) satellite is a new type of ion mass spectrometer that combines the techniques of hemispherical electrostatic deflection and ion time-of-flight analysis, with the unique capability of measuring simultaneously both the ion composition distribution and the detailed ion velocity distributions of individual ion species. We present several new observation results of the low, mid, and high-latitude topside ionosphere (300-1500 km altitude), from both detailed and statistical analyses of IRM data acquired in the first five years of the Swarm-E mission (since the launch in September 2013). These include the enhancement of minor ion composition at high latitudes, including N+ and molecular ions; localized regions of heavy ion up-flows and down-flows in the F-region auroral ionosphere; and bi-directional light ion flows at mid-latitudes; among others. We discuss the implications of these observation results in the context of both magnetosphere-ionosphere and ionosphere-thermosphere coupling.

Keywords: ionosphere, ion composition, ion mass spectrometer

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Spatial-time features and dynamics of ionospheric disturbances during magnetic storms in 2015-2018

*Oksana Mandrikova[1], Nadezhda Fetisova[1], Yurii Polozov[1,2]

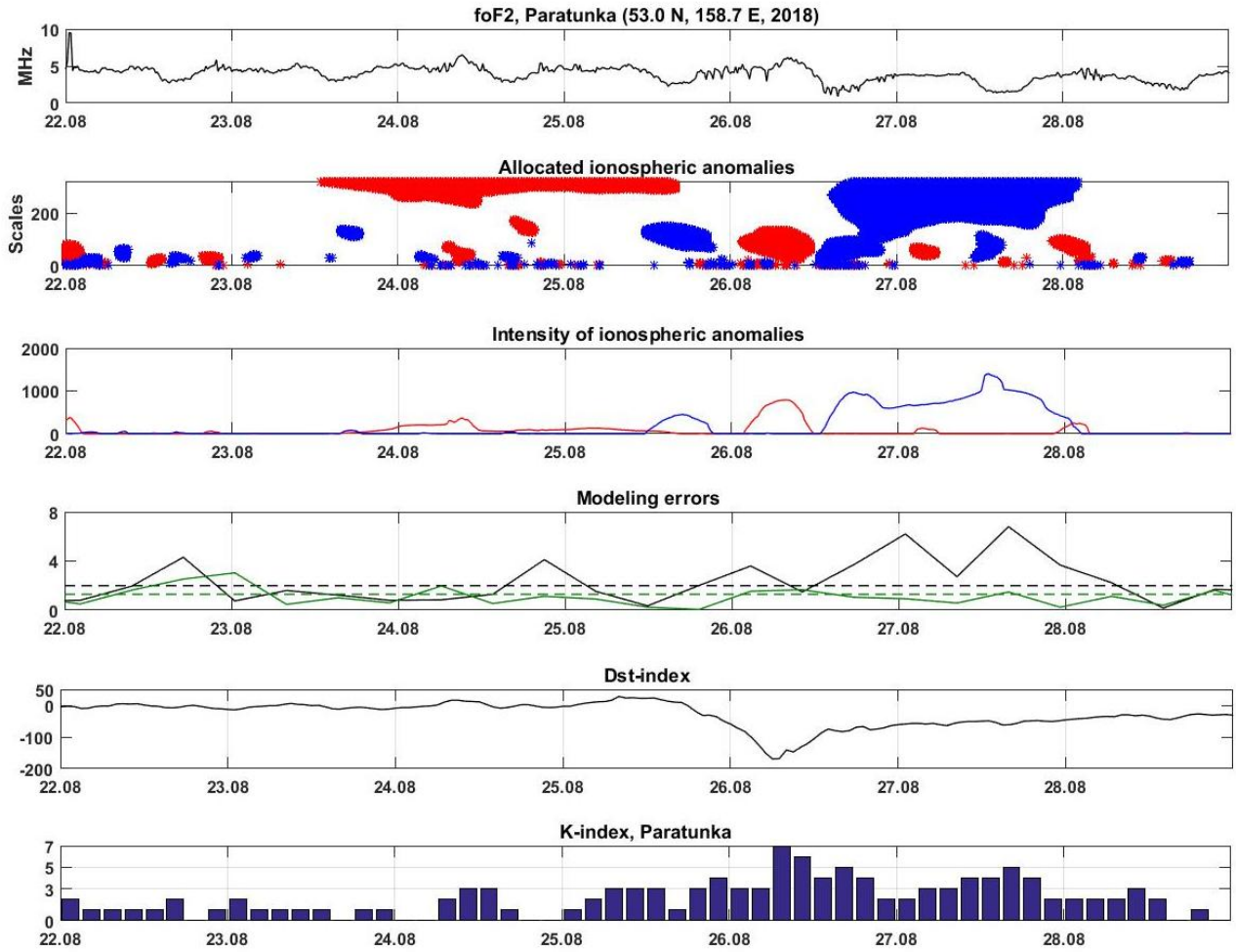
1. Institute of Cosmophysical Research and Radio Wave Propagation, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, 2. Kamchatka State Technical University

Ionospheric disturbances are formed as a result of ionosphere reaction to the increase in solar and geomagnetic activity (solar flares, coronal emissions, geomagnetic storms and substorms).They can have different intensity and duration and lead to the occurrences of positive and negative ionospheric storms. The ionospheric storm dynamics has complex spatial-time characteristics, depending on geographic location (polar and auroral zones, mid-latitude and equatorial regions), geomagnetic storm force, local time, and other factors. Ionospheric storms have negative impact on modern technical systems; therefore, their timely detection and prediction are an important task. In spite of the intensive development of technical tools and data analysis methods, the question of effective solution of this problem remains open [ex. 1].
In the paper, we modeled and analyzed the ionospheric parameter time course according to the ground station network (the resource http://wdc.nict.go.jp was used). Spatial-time features and dynamics of ionospheric disturbances were studied during magnetic storms which occured in 2015-2018. In the paper, a method proposed by the authors was used to model and to analyze ionospheric data. The method is based on wavelet transform [1]. The method allowed us to study the ionospheric parameter dynamics in detail, to detect ionospheric disturbances and to estimate their characteristics (Fig.1). The method was implemented numerically and adapted for real-time (as data are recorded). Comparison with the traditional approaches [2, 3] (median methods, IRI model) showed high efficiency of the proposed method and the possibility to apply it for on-line analysis of ionospheric data and to detect of ionospheric disturbances.

1. Mandrikova O.V., Fetisova N.V., Polozov Y.A., Solovev I.S., Kupriyanov M.S. Method for modeling of the components of ionospheric parameter time variations and detection of anomalies in the ionosphere coupling of the high and mid latitude ionosphere and its relation to geospace dynamics // Earth, Planets and Space. 2015. Vol. 67. No 1. pp. 131-146. DOI: 10.1186/s40623-015-0301-4
2. Mikhailov A., et al. A method for foF2 monitoring over Spain using the El Arenosillo digisonde current observations // Annals of Geophysics. 1999. Vol. 42 (4). doi:10.4401/ag-3748.
3. Bilitza D. International Reference Ionosphere 2007: Improvement sand new parameters / D. Bilitza, B.W. Reinisch // Advances in space research. 2008. Vol. 42. P. 599-609.

Keywords: Ionosphere, data analysis, ionospheric disturbances

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Estimating 2D neutral wind patterns using line-of-sight data from multiple Scanning Doppler Imagers

*Heikki Vanhamaki[1], Shin-ichiro Oyama[1,2], Mark Conde[3], Anita Aikio[1], Lei Cai[4], Ilkka Virtanen[1]

1. University of Oulu, Finland, 2. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, Japan, 3. Geophysical Institute, University of Alaska Fairbanks, US, 4. KTH Royal Institute of Technology, Sweden

We present a new analysis technique for estimating 2D neutral wind pattern using data from a single Scanning Doppler Imager (SDI) or a combination of SDIs, incoherent scatter radars (ISR) and Fabry-Perot interferometers (FPI) within overlapping field-of-views. Neutral wind plays an important role in ionospheric electrodynamics and Ionosphere-Thermosphere coupling, by for example affecting the Joule heating rates and plasma transport. However, reliable and extensive measurements of the neutral wind are rather difficult to obtain.

Pointwise measurements can be obtained with ISRs or FPIs, but these measurements can not provide 2D latitude-longitude maps of the neutral wind pattern needed in mesospheric studies. A Scanning Doppler Imager can measure the line-of-sight (LOS) component of the neutral wind in dozens of directions simultaneously. However, further modeling is needed to convert the LOS velocities into 2D velocity maps. Unfortunately these maps are far from unique, as perpendicular velocities (e.g. rotation around the measurement site) are not visible in the LOS data. This can be mitigated by combining data from several nearby SDIs, or a combination of SDIs, FPIs and ISRs.

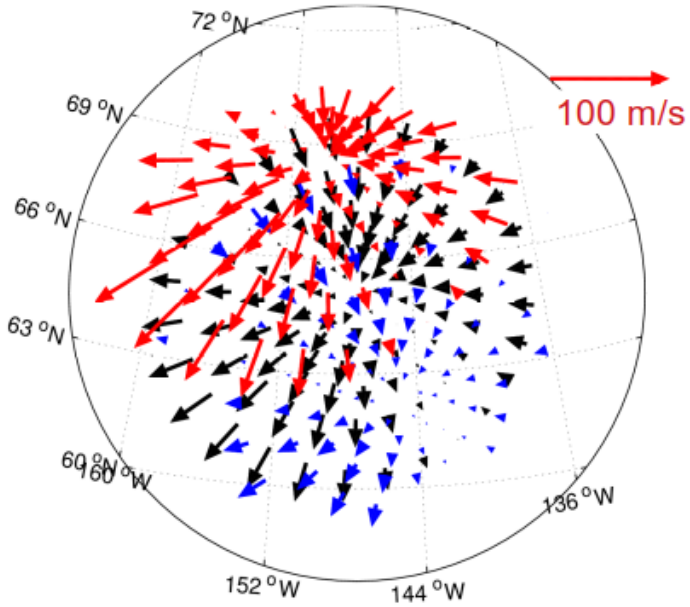
Our analysis technique is based on fitting the LOS data with special vector basis functions called Spherical Elementary Current Systems (SECS). In this approach the wind is naturally divided into curl-free and divergence-free components, and there is no need to provide any explicit boundary conditions on the wind pattern.

We present several synthetic test scenarios as well as first results using data from SDIs located in Alaska. Using the synthetic test scenarious we further estimate optimal locations for 2 or 3 SDIs that could be located around the future EISCAT_3D radar system in northern Scandinavia.

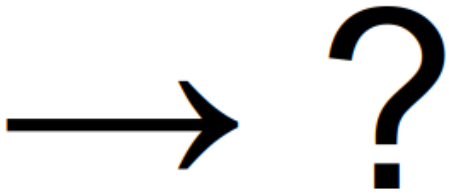
Keywords: Ionosphere, Thermosphere, Neutral wind

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Line-of-sight velocity
from 3 SDIs



Neutral wind pattern



?

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Comparison of empirical models for the location of the ionospheric middle-latitude trough in the nighttime

*Sarah Park[1], Khan-Hyuk Kim[1]

1. School of Space Research, Kyung Hee University

The middle-latitude ionization trough is a region of depleted plasma density in the ionosphere located at the equatorward edge of the auroral oval in the nighttime. Numerous studies have shown that trough locations shift equatorward under disturbed geomagnetic conditions. Many empirical models were developed to predict the trough location as a function of magnetic latitude (MLAT) and geomagnetic activity. Using the DMSP F15 data obtained in the nighttime sector of MLT = 1700-0130 hrs from February 2000 to January 2005, we identified 7735 middle-latitude troughs and statistically examined the trough location under different geomagnetic conditions. Unlike previous studies, we found that the middle-latitude trough minimum in the plasma density are distributed in a broad range of magnetic latitudes from ~40˚N to ~72˚N around 1700-2200 MLT in the Northern Hemisphere and from ~28˚S to ~76˚S around 2000-0130 MLT in the Southern Hemisphere depending on geomagnetic conditions. Trough locations at low latitudes and high latitudes, which appear under extremely disturbed (Kp > 6) and quiet (Kp < 1) geomagnetic conditions, respectively, are not well expected from previous empirical models. In this study, we develop an empirical model, in which trough locations can be expected under extreme geomagnetic conditions, and compare it with previous models.

Keywords: Ionospheric middle-latitude trough, Empirical model of the trough location

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Research on nonlinear cross-modulation of power line emission and other very low frequency radiations in the ionosphere

*Ling Yang[1], Jing Wu[1], Qiang Guo[1]

1. Beihang University

By analyzing the observation data on electric field intensity from DEMETER satellite, we found that there exists a special type of line radiation events in the ionosphere above China. Their time-frequency power spectrums have several parallel lines with the center frequency 19.8 kHz, interval 50 Hz/100 Hz, and bandwidth 10 Hz. This phenomenon mostly occurs above central and eastern regions of China, which are the magnetic conjugate point of NWC transmitter in Australia (21.81˚S, 114.16˚E) [1]. The 19.8 kHz-spectral line is considered from the transmitter, which generates signal with center frequency 19.8 kHz and frequency band 200 Hz.

We applied bicoherence spectral analysis [2] to the spectrum of these events and found that they are likely to be generated by the wave radiated from NWC transmitter nonlinearly cross-modulated by 50 Hz-power line emission (PLE) from Chinese power grid. We further used the theory of interaction of plane radio waves for the theoretical analysis on such nonlinear cross-modulation. This phenomenon indicates that radiation from ground power grid can not only directly propagate into the ionosphere, but also interact with other waves in the ionosphere and further change their original state.

Reference: [1] J. Macnae. (2015) *Geophysics*, 80, E343-E353. [2] D. B. Graham, et al. (2014) *Geophys. Res. Lett.*, 41, 1367-1374.

Keywords: power line emission, nonlinear cross-modulation, ionosphere, bicoherence spectral analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Ionospheric variation induced by 21 August 2017 total solar eclipse detected by Global Ionospheric Specification

*CHIYEN LIN[1,2], JANN-YENQ Liu[1,2,3], Charles Lin[4]

1. Center for Astronautical Physics and Engineering, National Central University, Taiwan, 2. Graduate Institute of Space Science, National Central University, Taiwan, 3. Center for Space and Remote Sensing Research, National Central University, Taiwan, 4. Department of Earth Science, National Cheng Kung University, Taiwan

On 21 August 2017, a total solar eclipse passed through the continental United States (CONUS) from the west to the east coast. Total Electron Content (TEC) measurements from thousands ground-based GNSS (Global Navigation Satellite System) receiving stations over CONUS observe the ionospheric horizontal variation induced by the moon shadow. Meanwhile, Global Ionospheric Specification (GIS) is an ionospheric data assimilation product based on Gauss-Markov Kalman filter, to assimilate slant TEC observed from ground-based GPS receivers and space-based RO instrumentations into background model International Reference Ionosphere (IRI-2016) to provide the continuity ionospheric three-dimensional (3D) electron density distribution. In this study, GIS assimilates about 1000 ground-based GNSS receiving stations data over the CONUS to reconstruct 3D electron density distribution during the obscuration period. Comparison of integrated TEC, N_mF_2, and h_mF_2 for the eclipse day and the day before the eclipse day, the assimilation analysis results demonstrate that not only electron density is depleted and also the peak height is uplifted during the solar eclipse. These results also indicate that the GIS electron density can study ionospheric 3D structural variation.

Keywords: Data Assimilation, Ionosphere, Solar Eclipse

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | 201B 2F

[P-EM14] Recent Advances in Ionosphere Observation and Modeling for Monitoring and Forecast

コンビーナ:Yang-Yi Sun(China University of Geosciences)、LIN CHIYEN(Center for Astronautical Physics and Engineering, National Central University, TAIWAN)、MINYANG CHOU(National Cheng Kung University)、座長:CHI-YEN LIN

Over the past few decades, rapid developments in space technology have advanced the research of ionospheric space weather by increasing a great number of ground- and space-based observations. In the ground segment, the dense ground-based GNSS networks, radars, and airglow instruments have greatly extended the observational coverages. In the space segment, the extraordinary satellite missions with payloads onboard the satellites providing radio occultation soundings of vertical electron density structure and in-situ observations of airglow, temperature, neutral winds, and electron density contribute to the understanding of middle and upper atmospheric dynamics. With the large amount and diversity of datasets, theoretical and empirical models can be validated and implemented for inclusion of new thermosphere and ionosphere phenomena. Furthermore, remarkable breakthrough of data assimilation techniques advances the ionosphere monitoring and forecast. The recent innovations in observations and models reinterpret the studies of ionospheric space weather. The purpose of this session is to solicit studies providing observations, theoretical and empirical modeling and data assimilation on the multiple scales of ionospheric phenomena, from global morphology to small-scale irregularities and traveling ionospheric disturbances. Studies on magnetically quiescent and disturbed conditions will be both addressed.

15:30 ~ 15:45

[PEM14-07] Spatial gradients in the ionospheric delays (TECs) and scintillations associated with plasma bubbles

★Invited Papers

*斎藤 享[1]、吉原 貴之[1] (1.国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所電子航法研究所)

15:45 ~ 16:00

[PEM14-08] Temporal and spatial variation of GPS TEC and phase scintillation during substorms and auroral breakups

*Paul Prikryl[1,2]、James M. Weygand[3]、Reza Ghoddousi-Fard[4]、P. Thayyil Jayachandran[1]、David R. Themens[1]、Anthony M. McCaffrey[1]、Bharat S. R. Kunduri[5]、Emma Spanswick[6]、Yongliang Zhang[7]、Akira Sessai Yukimatu[8] (1.Physics Dept. of University of New Brunswick, Canada、2.Geomagnetic Laboratory Natural Resources Canada、3.Earth Planetary and Space Sciences, University of California, USA、4.Canadian Geodetic Survey Natural Resources Canada 、5.Bradley Dept. of Electrical and Computer Engineering, Virginia Tech, USA、6.Dept. of Physics and Astronomy of University of Calgary, Canada、7.Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory, USA、8.National Institute of Polar Research, Japan)

16:00 ~ 16:15

[PEM14-09] IGS ROTI Maps extension toward Southern Hemisphere and low latitudes

*Iurii Cherniak[1,2]、Irina Zakharenkova[2]、Andrzej Krankowski[2] (1.COSMIC Program Office, University Corporation for Atmospheric Research、2.University of Warmia and Mazury in Olsztyn)

16:15 ~ 16:30

[PEM14-10] GBASにおける電離圏脅威となりうる電離圏勾配を含むプラズマバブルの継続時間について

*中村 真帆[1]、斎藤 享[1]、吉原 貴之[1] (1.国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 電子航法研究所)

16:30 ~ 16:45

[PEM14-11] Ionospheric Space Weather Data Product of FORMOSAT-7/COSMIC-2
★Invited Papers

*Charles Lin[1]、P. K. Rajesh[1]、CHIYEN LIN[2,3]、Chia-Hung Chen[1]、Jia-Ting Lin[1] (1.Department of Earth Sciences, National Cheng Kung University、2.Center for Astronautical Physics and Engineering, National Central University, Taoyuan 32001, Taiwan、3.Graduate Institute of Space Science, National Central University, Taoyuan 32001, Taiwan)

16:45 ~ 17:00

[PEM14-12] **Vertical structure of ionosphere perturbed by large earthquake and tsunami**

*Yang-Yi Sun[1]、XiangXiang Yan[1]、Tao Yu[1]、JANN-YENQ Liu[2] (1.China University of Geosciences (Wuhan)、2.National Central University)

Spatial gradients in the ionospheric delays (TECs) and scintillations associated with plasma bubbles

*斎藤 享[1]、吉原 貴之[1]
*Susumu Saito[1], Takayuki Yoshihara[1]

1. 国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所電子航法研究所
1. Electronic Navigation Research Institute, National Institute of Maritime, Port, and Aviation Technology

Spatial gradients in the ionospheric delays (equivalently ionospheric total electron contents: TECs) are the threat to the differential GNSS systems such as the ground-based GNSS augmentation system (GBAS), because they decorrelates the ionosphere induced errors between the reference and user stations. Another important issues is the scintillations associated with small-scale (a few hundred meters for GPS L1 signals at 1.57542 GHz) plasma irregularities. While the spatial gradient in the ionospheric delay may result in differential correction errors, the scintillation may result in increased noise of pseudo-range measurements, and in the worst case, cycle-slips and signal lock-off. Although both are associated plasma bubbles, they may not always occur simultaneously, partly because they are associated withplasma irregularities with different scale sizes.

In this study, correlation between the ionospheric spatial variation measured by a set of GNSS stations locate at the New Ishigaki Airport (24.3N, 124.2E) and the amplitude scintillation index (S4) observed near the airport are analyzed. The GNSS stations at the airport are separated by 0.1 - 2.3 km. The ionospheric delay differences are estimated based on the carrier-phase double differences with sophisticated methods originally developed for integrity monitors for GBAS. S4 index is estimated by a dedicated GNSS scintillation receiver. It was shown that the ionospheric delay gradients are not always enhanced when scintillation index is enhanced, though they are positively correlated. Further analysis of their correlations with different scale sizes by different combinations of GNSS receivers for ionospheric delay gradient estimation will be conducted, and the results will also be reported at the meeting.

キーワード：プラズマバブル、電離圏全電子数空間勾配、シンチレーション
Keywords: plasma bubble, spatial gradients in TEC, scintillations

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Temporal and spatial variation of GPS TEC and phase scintillation during substorms and auroral breakups

*Paul Prikryl[1,2], James M. Weygand[3], Reza Ghoddousi-Fard[4], P. Thayyil Jayachandran[1], David R. Themens[1], Anthony M. McCaffrey[1], Bharat S. R. Kunduri[5], Emma Spanswick[6], Yongliang Zhang[7], Akira Sessai Yukimatu[8]

1. Physics Dept. of University of New Brunswick, Canada, 2. Geomagnetic Laboratory Natural Resources Canada, 3. Earth Planetary and Space Sciences, University of California, USA, 4. Canadian Geodetic Survey Natural Resources Canada , 5. Bradley Dept. of Electrical and Computer Engineering, Virginia Tech, USA, 6. Dept. of Physics and Astronomy of University of Calgary, Canada, 7. Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory, USA, 8. National Institute of Polar Research, Japan

Ionospheric structure caused by precipitation of energetic particles can adversely affect the GPS signals resulting in phase scintillation and cycle slips (loss of lock). GPS phase scintillation has been found correlated with auroral emission intensity, particularly with rapid changes in auroral forms and their brightness [1,2,3]. Total electron content (TEC) enhancements that were observed during substorm expansion phase within the night side downward (R1) current appear to be associated with enhanced precipitating particle fluxes [4]. Such TEC enhancements cause phase scintillation, which is most intense just after substorm onsets and auroral breakups. Phase scintillation index is computed for sampling rate of 50 Hz by specialized GPS scintillation receivers from the Canadian High Arctic Ionospheric Network (CHAIN). A proxy scintillation index is obtained from dual frequency measurements of geodetic-quality GPS receivers sampling at 1 Hz, which include globally distributed receivers of RT-IGS network that are monitored by the Canadian Geodetic Survey in near-real-time. Temporal and spatial changes of TEC and phase scintillation are investigated in the context of equivalent ionospheric currents derived from ground magnetometer network using the spherical elementary current method [5,6]. The relation of phase scintillation with auroral emission observed by THEMIS all-sky imagers and the far-ultraviolet scanning imager SSUSI onboard the DMSP satellites is also examined. In general, GPS phase scintillation is mapped to regions of strong westward electrojet (upward R2 currents or the interface with downward R1 currents) and to the poleward edge of the eastward electrojet (upward R1 currents). Following substorm onsets and auroral breakups, strong phase scintillation associated with TEC enhancements are mapped mainly to the upward R2 current or the equatorward edge of the downward R1 current at or near the Harang discontinuity region [7].

[1] Kinrade J., et al., J. Geophys. Res., 118, 2490–2502, 2013. https://doi.org/10.1002/jgra.50214
[2] Semeter J., et al., Geophys. Res. Lett., 44, 9539–9546, 2013. https://doi.org/10.1002/2017GL073570
[3] Mushini S., et al., Space Wea., 16, 838–848, 2018. https://doi.org/10.1029/2018SW001919
[4] Weygand J.M., et al., Abstract SA41B-3484, presented at 2018 AGU Fall Meeting
[5] Amm O., and A. Viljanen, Earth Planets Space, 51, 431–440, 1999. doi:10.1186/BF03352247
[6] Weygand J.M., et al., J. Geophys. Res., 116, A03305, 2011. doi:10.1029/2010JA016177
[7] Weygand J.M., et al., J. Geophys. Res.. 113, A04213, 2008. doi:10.1029/2007JA012537

Keywords: Polar and auroral ionosphere (Ionospheric irregularities, Ionospheric currents, Energetic particles), Auroral substorms, GPS total electron content and phase scintillation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

IGS ROTI Maps extension toward Southern Hemisphere and low latitudes

*Iurii Cherniak[1,2], Irina Zakharenkova[2], Andrzej Krankowski[2]

1. COSMIC Program Office, University Corporation for Atmospheric Research, 2. University of Warmia and Mazury in Olsztyn

The International GNSS Service (IGS) has accepted for official release a new ionospheric product to characterize ionospheric irregularity and intensity as derived from multi-site ground-based GPS observations. This product routinely generated by multi-step processing of carrier phase delays in dual-frequency GPS signals and transferred to the IGS CDDIS database. These ROTI maps allow regular monitoring of ionospheric irregularities over the Northern Hemisphere where there is the highest concentration of the GNSS users. This product represents changes of the GPS-based index ROTI (Rate of TEC Index) and has a polar projection within a range of 50˚-90˚N in geomagnetic latitude and 00-24 magnetic local time and based on measurements with 30 s sampling rate from about 700 GPS representative stations located at high and middle latitudes of the Northern Hemisphere.As the highest concentration of the GNSS users is within the American, European and Asian sectors, initially it focused on the Northern Hemisphere auroral, and midlatitude regions. But plasma irregularities that occurred at high, middle, and low latitudes have different physical mechanisms of their origin and development. For investigation of the ionospheric irregularities climatology, study of the ionospheric responses for Space Weather events, processes derived from below, this actual ROTI Map product is required to be extended to low latitudes and the Southern hemisphere polar and midlatitudes.

Recently, a number of the ground-based receivers within the global and regional networks grew significantly. It offers an excellent opportunity to extend the current IGS ROTI maps product toward global coverage. We present initial results of improved ROTI maps product performance to characterize ionospheric irregularities exited by different types of geophysical processes and space weather events. The new ROTI maps product can be a valuable tool for retrospective analysis of plasma irregularities impact on the GNSS positioning in the “worst case” examination domain.

The research is supported by the National Science Centre, Poland, through grants 2017/25/B/ST10/00479 and 2017/27/B/ST10/02190.

Keywords: GPS, ionosphere, ionospheric irregularities, ROTI, IGS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

GBASにおける電離圏脅威となりうる電離圏勾配を含むプラズマバブルの継続時間について

Durations of ionospheric gradients and plasma bubbles as ionospheric threats to GBAS

*中村 真帆[1]、斎藤 享[1]、吉原 貴之[1]
*MAHO NAKAMURA[1], Susumu Saito[1], Takayuki Yoshihara[1]

1. 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 電子航法研究所
1. Electronic Navigation Research Institute

Ground-Based Augmentation System (GBAS) of global navigation satellite systems (GNSS) is now being widely deployed in the world. Ionospheric disturbances are one of the threats to GBAS operation because it is based on the differential GNSS (DGNSS) technique with L1 single frequency signals.In 2017, The International Civil Aviation Organization (ICAO) Asia-Pacific (APAC) region has defined the ionospheric threat model that can be used in the low magnetic latitude part of the region [1]. The threat model is being optimized for the transition region from low to mid-latitude regions over Japan by collecting more data using Japanese dense GNSS network (the GNSS Earth Observation NETwork: GEONET) [2,3,4].

Steep ionospheric delay gradients of which widths are several tens kilometers or less are one of the ionospheric threats in GBAS, because steep ionospheric gradients with small spatial scales may not be detected neither by GBAS ground stations nor by an airborne receiver when the gradient stands between the GBAS ground station and airplanes. From the viewpoint of GBAS operations, it is important to know how long such gradient events would last to predict the duration of GBAS operation outage. Therefore, clarifying durations of steep but small ionospheric gradients is important for GBAS operations. Though the duration of the ionospheric delay depletions associated with plasma bubbles have been studied extensively, the duration of the steep gradients have not been studied well.

In this paper, we extracted the steep ionospheric gradients caused by plasma bubbles from the ionospheric delay differences between some pairs of stations using the single-frequency-carrier-phase based and code-aided (SF-CBCA) technique [5] and GEONET data. Once the plasma bubbles candidates and the satellites which is affected by the ionospheric disturbances are selected, ionospheric delay variations of each receiver derived by dual-frequency measurements for estimation of the durations for each ionospheric gradient. The analyses of durations of steep ionospheric gradients which could be the threat for GBAS operations will be reported.

[1] S. Saito, S. Sunda, J. lee, S. Pullen, S. Supriadi, T. Yoshihara, M. Terkildsen, Frederic Lecat, “Ionospheric delay gradient model for GBAS in the Asia-Pacific region”, ICAO APANPIRG Ionospheric Studies Task Force, GPS solute, DOI 10.1007/s10291-017-0662-1, 2017.
[2] S. Saito, T. Yoshihara, S. Fujita, “Absolute gradient monitoring for GAST-D with a single-frequency carrier-phased based and code-aided technique”, 25th International Technical Meeting of the Satellite Division of The Institute of Navigation, Nashville TN, September 17-21, 2012.
[3] S. Saito and T. Yoshihara, “Evaluation of extreme ionospheric total electron content gradient associated with plasma bubbles for GNSS Ground-Based Augmentation System”, Radio Sci., 52, doi:10.1002/2017RS006291.
[4] M. Nakamura, S. Saito, T. Yoshihara, “Study of the spatial scale of plasma bubbles for ionospheric

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

threat model for GBAS”, ION ITM 2018, 763-770, Reston, VA, January 2018.
[5] S. Fujita, T. Yoshihara and S. Saito, “Determination of ionosphere gradient in short baselines by using single frequency measurements”, Journal of Aeronautics, Astronautics and Aviation, Series A, Vol.42, No. 4 pp.269-276(2010).

キーワード：電離圏、電離圏脅威モデル、プラズマバブル、電離圏勾配、衛星測位、地上型衛星航法補強システム
Keywords: ionosphere, ionospheric threat model, plasma bubble, ionospheric gradient, GNSS, GBAS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Ionospheric Space Weather Data Product of FORMOSAT-7/COSMIC-2

*Charles Lin[1], P. K. Rajesh[1], CHIYEN LIN[2,3], Chia-Hung Chen[1], Jia-Ting Lin[1]

1. Department of Earth Sciences, National Cheng Kung University, 2. Center for Astronautical Physics and Engineering, National Central University, Taoyuan 32001, Taiwan, 3. Graduate Institute of Space Science, National Central University, Taoyuan 32001, Taiwan

FORMOSAT-7/COSMIC-2 (F7/C2) will provide unprecedented number of ionosphere observations in the mid- and low-latitude regions where the ionosphere is highly variable due to its interactions with planetary waves, solar oscillations, and lunar tides overlapping on top of the original ionospheric climatological electron density morphologies. To study the strong day-to-day variability of the ionosphere there, we have developed a global ionospheric data assimilation model using radio occultation observations together with auxiliary observations from ground-based GNSS stations. The assimilation system is capable of producing day-to-day and hour-to-hour ionospheric electron density maps three dimensionally for the study. With the advance given by the newly developed data assimilation model, we re-examine the wave-4 variations on daily basis, as well as the migrating tidal variations during the stratospheric sudden warming events. Additionally, electron density profiles from the aided Abel inversion of radio occultation observations will also be provided which is expected to give more reliable electron density profile around 200-300 km altitude compared with traditional Abel inversion. The abovementioned ionosphere products from the F7/C2 observations will be available six months after launch.

Keywords: FORMOSAT-7/COSMIC-2, Space Weather

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Vertical structure of ionosphere perturbed by large earthquake and tsunami

*Yang-Yi Sun[1], XiangXiang Yan[1], Tao Yu[1], JANN-YENQ Liu[2]

1. China University of Geosciences (Wuhan), 2. National Central University

The FORMOSAT-3/COSMIC (F3/C) radio occultation (RO) technique vertically scans the atmosphere from 0 to 800 km altitude. Here we first show the ionospheric electron density structures which were perturbed by the wavefront of the M_W7.8 Nepal earthquake that occurred on 25 April 2015. Next, we show the acoustic resonance due to the 2008 Mw8.0 Wenchuan earthquake and 2011 Mw9.0 Tohoku earthquake and tsunami. The mean wavelet spectra derived from dozens of atmospheric and ionospheric RO sounding profiles within six hours after the earthquake illustrate that the atmospheric oscillations with the vertical wavelength ranging from 0.5 to 60 km appear at the altitudes from the lower atmosphere to the ionosphere. The vertical wavelength estimated from the atmospheric gravity wave dispersion relation is compared with the observed vertical wavelength. The small-scale gravity waves may not be easy to reach the upper ionosphere. These RO-observed long-lasting atmospheric and ionospheric oscillations may consist of the earthquake/tsunami wavefront and its residual oscillatory tail or acoustic resonance. The results suggest that the RO technique is a powerful tool which is suitable for probing earthquake/tsunami-induced oscillations in the atmosphere, and allow a more comprehensive understanding of the excitation, propagation, and dissipation of earthquake/tsunami-induced gravity waves in the entire atmosphere.

Keywords: coseismic traveling ionospheric disturbance, wavefront, resonance, radio occultation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

🏛2019年5月26日(日) 13:45 ~ 15:15 | 🏛ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_2

[P-EM19] 太陽物理学の最前線

コンビーナ:今田 晋亮(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、横山 央明(東京大学大学院理学系研究科)、清水 敏文(宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所)、勝川 行雄(自然科学研究機構国立天文台)

「ひのとり」、「ようこう」、「ひので」と３機の太陽観測衛星ミッションが実施され、太陽大気中の微細構造やダイナミクスが明らかにされ、コロナ加熱や太陽フレアにおける太陽の磁気活動現象の本質的な理解には太陽外層大気を十分に空間分解(0.4")し、現象を十分に時間分解し（アルベン波伝搬時間以下）、さらに光球からコロナまでシームレスに観測する事が重要であることがわかった。これを受けて日本の太陽コミュニティは次世代太陽観測衛星Solar-C_EUVSTを２０２０年代中盤に打ち上げ予定である。一方、先日打ち上げられたParker Solar Probe (PSP)をはじめ、地上望遠鏡DKIST、SUNRISE気球実験など様々な太陽観測計画が２０２０年代中盤までに開始される。またPhoENiX等その先の計画も策定されている。そこで、各人の研究とともに太陽物理学における未解決問題を、現在の観測・理論より明確にし、今後どのような準備が必要かを議論する。なお、リモートセンシングによる太陽観測のみでなく、惑星間空間における直接その場観測もターゲットであり、SGEPSSなど太陽惑星圏分野からの講演も歓迎する。

[PEM19-P01] サイクル24最大の太陽フレア発生過程

★招待講演

*伴場 由美[1,2]、井上 諭[1]、今田 晋亮[1]、草野 完也[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所)

[PEM19-P02] 太陽フレアにおけるH-alpha偏光の発生可能性についての観測的検証

*川手 朋子[1]、花岡 庸一郎[2] (1.宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所、2.国立天文台)

[PEM19-P03] Statistical study of solar flares simultaneously observed with RHESSI and Nobeyama Radioheliograph

*増田 智[1]、Sam Krucker[2,3]、Stephen White[4] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.University of Applied Sciences Northwestern Switzerland、3.University of California, Berkeley、4.Air Force Research Laboratory)

[PEM19-P04] マイクロ波スペクトルの折れ曲り周波数と白色光放射温度の統計解析による白色光フレア発生条件の探索

*鶴田 康介[1]、渡邉 恭子[1]、増田 智[2]、Säm Krucker[3] (1.防衛大学校、2.名古屋大学宇宙地球環境研究所、3.University of Applied Sciences Northwestern Switzerland, UC Berkeley)

[PEM19-P05] Stellar flare of a close binary system monitored by the Hisaki satellite during the NICER-Hisaki Observing Campaign 2018-2019

*木村 智樹[1]、岩切 渉[2]、山崎 敦[3]、村上 豪[3]、土屋 史紀[4]、吉岡 和夫[5]、鳥海 森[6]、北 元[3]、桑原 正輝[3] (1.東北大学学際科学フロンティア研究所、2.中央大学理工学部、3.JAXA宇宙科学研究所、4.東北大学惑星プラズマ大気研究センター、5.東京大学新領域創成科学研究科、6.国立天文台)

[PEM19-P06] 3Uキューブサットによる太陽中性子・ガンマ線観測

*山岡 和貴[1]、田島 宏康[1]、宮田 喜久子[2]、稲守 孝哉[2]、佐々井 義矩[1]、中澤 知洋[3]、増田 智[1]、松下 幸司[4]、伊藤 和也[4]、高橋 弘充[5]、渡邉 恭子[6] (1.名古屋大学 宇宙地球環境研究所、2.名古屋大学 工学部、3.名古屋大学 理学部、4.名古屋大学 全学技術センター、5.広島大学 理学部、6.防衛大学校)

[PEM19-P07] Magnetic Flux Cancelation as the Buildup and Trigger Mechanism for CME-Producing Eruptions in two Small Active Regions

*Alphonse Sterling[1]、Ronald L Moore[1,2]、Navdeep K Panesar[1] (1.NASA/MSFC、2.CSPAR, University of Alabama Huntsville)

[PEM19-P08] 太陽対流層表層部における乱流パンピングの推定

*飯島 陽久[1]、堀田 英之[2]、今田 晋亮[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.千葉大学大学院理学系研究科)

[PEM19-P09] 表面磁束輸送モデルを用いた太陽黒点が次期太陽周期に与える影響の評価

*渡邉 優作[1]、今田 晋亮[1]、飯島 陽久[1]、三好 由純[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所)

[PEM19-P10] ダルトン極小期(1800年代)における黒点スケッチの画像解析

*采女 昇真[1]、今田 晋亮[1]、早川 尚志[2]、三好 由純[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所総合解析研究部、2.大阪大学大学院文学研究科)

[PEM19-P11] Observations of Photospheric Magnetic Structure below a Solar Dark Filament

*横山 央明[1]、勝川 行雄[2]、下条 圭美[2] (1.東京大学大学院理学系研究科、2.国立天文台)

[PEM19-P12] 高感度 EUV/UV 分光望遠鏡衛星 (Solar-C EUVST):サイエンスターゲット及び観測要求性能

*今田 晋亮[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所)

サイクル24最大の太陽フレア発生過程
Onset Mechanism of the Largest Solar Flare in Solar Cycle 24

*伴場 由美[1,2]、井上 諭[1]、今田 晋亮[1]、草野 完也[1]
*Yumi Bamba[1,2], Satoshi Inoue[1], Shinsuke Imada[1], Kanya Kusano[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、2. 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所
1. Institute for Space-Earth Environmental Research/Nagoya University, 2. Institute if Space and Astronautical Science/Japan Aerospace Exploration Agency

2017年9月に太陽表面に現れた太陽活動域（AR）NOAA12673は、その急速な成長に伴い、4つのXクラスフレアを含む多くのフレアを生じた。特に、9月6日のX9.3フレアは、今太陽活動サイクル24最大のフレアで、磁気嵐・電離圏擾乱による電波通信途絶やGPS測位誤差を引き起こしたことから、宇宙天気的にも注目されたイベントであった。そこで我々は、このX9.3フレア、およびその直前 (約3時間前) に発生したX2.2フレアの2つのXクラスフレアの発生に至る物理過程を理解することを目的として、ひので衛星およびSolar Dynamics Observatory (SDO) 衛星のデータ解析を行った。また、観測データより得られた結果を、観測されたベクトル磁場データから外挿された非線形フォースフリー磁場 (nonlinear force-free field : NLFFF) と比較し、X2.2フレアからX9.3フレアへと至る磁気フラックスロープの噴出過程を考察した。

観測データ解析より、AR東側に浮上し、同西側の正極領域に急速に貫入する負極の磁場構造が、2つの連続するXクラスフレアを引き起こすうえで重要な構造であることを見出した。これらの正極・負極間の磁気中性線上には、シアした磁気アーケードが存在しており、シアした磁気アーケード同士が負極の貫入運動により押し付けられ、磁気リコネクションしたことで、連続するXクラスフレアが発生した可能性がある。ひので衛星は、最初のX2.2フレア発生の約2時間前に、負極の貫入運動に伴うコロナ中での下降流 (100 km/s 程度) を観測しており、これは前述のアーケード磁場同士のリコネクションに伴うプラズマの運動を捉えたものと考えられる。また、外挿されたNLFFFが、磁気中性線に沿った小さなフラックスロープを持つと共に、その磁場を初期条件とした電磁流体力学（MHD）シミュレーションではこれらのフラックスロープが噴出することが見出された。それゆえ、前述の負極の貫入運動がフラックスロープを駆動し、X2.2フレアの発生の原因となったことが可能性の一つとして考えられる。また、シミュレーションでは、X2.2フレアに伴う噴出によるフラックスロープ間の磁気リコネクションによって、より大きく、より捻れたフラックスロープが形成された。この新たに形成されたフラックスロープの噴出により、X9.3フレアが発生したと考えられる。負極の貫入運動は、X2.2フレア発生前からX9.3フレア発生後まで連続的に観測されており、シミュレーション結果と併せて、連続する2つのXクラスフレアのいずれの発生に対しても重要な役割を担ったと解釈できる。

キーワード：太陽フレア、ひので衛星、SDO衛星、フレアトリガ、太陽磁場、太陽黒点
Keywords: Solar Flare, Hinode, Solar Dynamics Observatory, Flare Trigger, Solar Magnetic Field, Sunspot

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

太陽フレアにおけるH-alpha偏光の発生可能性についての観測的検証
Infrequent Occurrence of Significant Linear Polarization in H-alpha Solar Flares

*川手 朋子[1]、花岡 庸一郎[2]
*Tomoko Kawate[1], Yoichiro Hanaoka[2]

1. 宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所、2. 国立天文台
1. Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency, 2. National Astronomical Observatory of Japan

本研究は太陽フレア中で発生しうるH-alpha直線偏光の起源と発生頻度を調査することを目的とする。

我々は国立天文台三鷹太陽フレア望遠鏡の撮像偏光装置で得られた71個のH-alphaフレア(うち64個はGOESフレア)について、H-alpha増光箇所における直線偏光を調査した。その結果、一つのイベントにおいてのみ有意な偏光シグナルが確認された。太陽フレアにおけるH-alpha線での直線偏光の統計研究はBianda et al. (2005)によって行われているが、彼らの結果では30イベントの中で有意な偏光シグナルは見つからなかった。本研究において1/71のイベントで直線偏光が確認されたという結果は、H-alphaフレア増光箇所で直線偏光が発生する現象は非常に稀であることを示しており、Bianda et al. (2005)の結果と一致する。

我々は有意な直線偏光シグナルが確認された1イベントを、同時観測された極端紫外線・X線・光球磁場データとともに詳細解析し、次の結果を得た。(1)直線偏光度の最大は1.16±0.06%であり、偏光方向の平均は太陽の北から反時計回りを正として-142.5±6.0度であった。(2)有意な直線偏光が確認された増光箇所は硬X線の増光箇所とは一致せず、偏光度の時間変化は軟X線・硬X線とも相関しなかった。(3)フレア領域の中でH-alpha線で最も明るいカーネル中には現れず、やや暗いカーネル中に現れていた。(4)直線偏光が確認されたカーネルは大規模コロナループの足元と接続しており、偏光方向は足元におけるループの向きと一致した。(5)軟X線ピーク直後から活動領域全体でコロナディミングが発生していた。

これらの観測的特徴はH-alpha直線偏光の起源を直接示しているものではないが、コロナ質量放出に伴う現象が偏光の発生において重要な役割を担っていることを示唆している。

キーワード：太陽フレア、原子偏光、可視光
Keywords: Solar flare, Atomic Polarization, visible light

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Statistical study of solar flares simultaneously observed with RHESSI and Nobeyama Radioheliograph

*増田 智[1]、Sam Krucker[2,3]、Stephen White[4]
*Satoshi Masuda[1], Sam Krucker[2,3], Stephen White[4]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、2. University of Applied Sciences Northwestern Switzerland、3. University of California, Berkeley、4. Air Force Research Laboratory
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. University of Applied Sciences Northwestern Switzerland, 3. University of California, Berkeley, 4. Air Force Research Laboratory

Solar flares give us a unique opportunity to make spatially resolved observations to study magnetic energy release and particle acceleration in space plasmas. The most direct diagnostics of electron acceleration are provided through radio and hard X-ray observations where we observe synchrotron emissions in the GHz range and non-thermal bremsstrahlung emissions above typically 10 keV. The two leading solar dedicated observatories in these two wavelength ranges are the Nobeyama Radioheliograph (NoRH) and the Reuven Ramaty High Energy Solar Spectroscopic Imager (RHESSI).
We present a statistical study of 35 jointly observed big (>GOES M7) flares. Initial results reveal a linear correlation between the hard X-ray flux above 50 keV and the microwave fluxes at 17 and 34 GHz. This result indicates that the population of accelerated electrons emit both of hard X-rays and microwaves. The correlation is too good even if this is true. Because the mechanism of these two emissions (hard X-rays and microwaves) are much different. Hard X-rays are emitted by Bremsstrahlung and its intensity simply depends on the flux of the accelerated electrons precipitating into the chromosphere in the case that the thick-target model is valid. However, microwaves emitted by gyro-synchrotron are a little complex. The microwave source is observed at different location for flare by flare, i.e. near the looptop, at the footpoint region, and in between them. Footpoint region has much stronger magnetic field than the looptop region. Gyro-synchrotron emission is very sensitive to magnetic field strength. Though the microwave intensity may strongly depend on the source location, however, microwave intensity without any selection by source location shows a very good correlation with hard X-rays. Another puzzle is the energy spectrum of accelerated electrons. Roughly speaking, 50 keV hard X-rays are manly emitted by below 100 keV electrons. On the other hand, 17GHz and 34GHz microwaves are typically emitted by ~1 MeV electrons (it depends on the magnetic field strength of the emitting region). Typically accelerated electrons show a power-law spectrum with the power-law index 3 –6. The power-law index is different in flare by flare. When the number of 100 keV electrons is fixed, the number of 1 MeV electrons changes in 3 order of magnitudes with the change of the power-law index from 3 to 6. The microwave intensity is proportional to the number of ~1 MeV electrons. So roughly thinking, the ratio between hard X-rays and microwave intensity easily change with the change of the power-law index. Without considering the spectral information, we choose the events. However, still there is a very good correlation. This is also a hard puzzle.
In order to understand this too good correlation between hard X-ray and microwave intensity, we need further analyses such as source location of hard X-ray and microwaves, hard X-ray spectrum, photospheric magnetic field at the footpoint region, location of the flare on the solar disc, and so on.

キーワード：太陽フレア、粒子加速、電波、硬X線
Keywords: solar flare, particle acceleration, radio, hard X-ray

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

マイクロ波スペクトルの折れ曲り周波数と白色光放射温度の統計解析による白色光フレア発生条件の探索

Microwave turn-over frequencies and emission temperatures for white-light solar flares

*鶴田 康介[1]、渡邉 恭子[1]、増田 智[2]、Säm Krucker[3]
*Kosuke Tsuruda[1], Kyoko Watanabe[1], Satoshi Masuda[2], Säm Krucker[3]

1. 防衛大学校、2. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、3. University of Applied Sciences Northwestern Switzerland, UC Berkeley
1. National Defense Academy , 2. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 3. University of Applied Sciences Northwestern Switzerland, UC Berkeley

特に大規模フレアに伴って可視連続光の増光が発生する「白色光フレア」の起源は、これまでの観測・研究により、フレアで加速された非熱的電子であると考えられている。高エネルギーの電子が発生していることや、フレアのエミッションメジャーと温度の関係（Watanabe et al., 2017）などから、白色光フレアでは加速域の磁場が強いと考えられる。フレアループトップの上部にあると考えられている加速域の磁場は測定されていないが、マイクロ波スペクトルの折れ曲がり周波数を用いることによって、その磁場強度を推定することができる（Dulk 1985）。先行研究（北川潤2015年、修士論文）では、野辺山強度偏波計（NoRP）のスペクトルより、白色光フレア（WLF）の折れ曲がり周波数が、非白色光フレア（NWL）のそれと比べて値が大きいことから、白色光フレアにおける強磁場の存在が示唆されていた。

そこで我々は、2010年1月から2017年12月の間に発生したM3クラス以上のフレアにおいて、NoRPで観測されたマイクロ波スペクトルの折れ曲がり周波数の統計解析を実施した。上記期間に白色光データ（*Hinode*/可視光磁場望遠鏡（SOT）, *SDO*/HMI)とNoRP のデータが同時に得られていたイベント（51例）の中から、野辺山電波ヘリオグラフ(NoRH)のイメージによりマイクロ波放射がループトップに存在していたイベント（29例、うちWLF：17例、NWL：12例）のみを取り出し、白色光の有無による折れ曲り周波数の違いが見られないかについて調べた。その結果、折れ曲がり周波数はWLFで4例、NWL で3例のみ17GHzよりも高くなっており、WLFとNWLで折れ曲がり周波数の違いは見られなかった。折れ曲り周波数は磁場強度だけでなくフレアの電子密度にも比例するため（Dulk 1985）、折れ曲がり周波数を用いて加速域の磁場強度を考察するには、電子密度の影響も考慮しなければならないと考えられる。

一方、先行研究（Watanabe et al., 2017）のなかでWLFとNWLで明確な違いが見られたのはフレアの立ち上がり時間（∝フレアの激しさ：Impulsivity）であり、WLFはNWLと比べて立ち上がり時間が短い（WLFはインパルシブフレアに伴っている）ことが報告されている。しかし、立ち上がり時間が短いにもかかわらず、白色光放射の増光が見られないイベントも見られた。そこで、この立ち上がり時間（Impulsivity）の違いが白色光放射自体に与えている影響を調べるため、*Hinode*/SOTの３色（赤・緑・青）データを用いて、上記期間中に白色光の増光が確認された約40例について白色光放射の温度を導出した。今回は、Impulsivityと放射温度の関係について議論する。

キーワード：太陽フレア、電波
Keywords: flares, radio radiation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Stellar flare of a close binary system monitored by the Hisaki satellite during the NICER-Hisaki Observing Campaign 2018-2019

*木村 智樹[1]、岩切 渉[2]、山崎 敦[3]、村上 豪[3]、土屋 史紀[4]、吉岡 和夫[5]、鳥海 森[6]、北 元[3]、桑原 正輝[3]
*Tomoki Kimura[1], Wataru Iwakiri[2], Atsushi Yamazaki[3], Go Murakami[3], Fuminori Tsuchiya[4], Kazuo Yoshioka[5], Shin Toriumi[6], Hajime Kita[3], Masaki Kuwabara[3]

1. 東北大学学際科学フロンティア研究所、2. 中央大学理工学部、3. JAXA宇宙科学研究所、4. 東北大学惑星プラズマ大気研究センター、5. 東京大学新領域創成科学研究科、6. 国立天文台
1. Frontier Research Institute for Interdisciplinary Sciences, Tohoku University, 2. Faculty of Science and Engineering, Chuo University, 3. Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency, 4. Planetary Plasma and Atmospheric Research Center, Tohoku University, 5. Department of Complexity Science and Engineering, University of Tokyo, 6. National Astronomical Observatory of Japan

Dynamics of stellar flare is still not well understood compared to that of the sun because of lack of continuous monitoring of distant stars in multiple wavelengths. Here we present a flare event at a close binary system, UX Arietis, monitored with the planetary extreme ultraviolet (EUV) space telescope Hisaki during the coordinated observing campaign with the NICER X-ray Telescope from late 2018 to early 2019. Time variability in the EUV spectrum of the binary was successfully monitored from the begging to the end of flare. Emission power at the EUV wavelengths peaked at ~6x10^24 W, which is comparable with that measured in the previous X-ray observations by e.g., the Advanced Satellite for Cosmology and Astrophysics (ASCA) (Gudel et al., 1999). The EUV spectrum showed emission lines of carbon, nitrogen, oxygen, and silicon ions. Electron temperature and density, emission measure, and ion balance were reduced from the emission lines by EUV spectral diagnostics. Dynamics of the stellar flare will be discussed based on comparison of the reduced plasma parameters with the X-ray spectrum measured with NICER.

キーワード：恒星フレア、ひさき
Keywords: stellar flare, Hisaki

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

3Uキューブサットによる太陽中性子・ガンマ線観測
Solar Neutron and Gamma-ray Observations with a 3U CubeSat

*山岡 和貴[1]、田島 宏康[1]、宮田 喜久子[2]、稲守 孝哉[2]、佐々井 義矩[1]、中澤 知洋[3]、増田 智[1]、松下 幸司[4]、伊藤 和也[4]、高橋 弘充[5]、渡邉 恭子[6]
*Kazutaka Yamaoka[1], Hiroyasu Tajima[1], Kikuko Miyata[2], Takaya Inamori[2], Yoshinori Sasai[1], Kazuhiro Nakazawa[3], Satoshi Masuda[1], Koji Matsushita[4], Kazuya Itoh[4], Hiromitsu Takahashi[5], Kyoko Watanabe[6]

1. 名古屋大学 宇宙地球環境研究所、2. 名古屋大学 工学部、3. 名古屋大学 理学部、4. 名古屋大学 全学技術センター、5. 広島大学 理学部、6. 防衛大学校
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. School of Engineering, Nagoya University, 3. School of Science, Nagoya University, 4. Technical Center, Nagoya University, 5. School of Science, Hiroshima University, 6. National Defence Academy of Japan

太陽中性子の観測は太陽表面での粒子加速機構を理解する上で重要であるが、これまでの高地での地上観測では10m2の大きな面積の検出器にもかかわらず、地球大気での減衰のため、1980年の発見(Chuppら1982)以来約10例の検出にとどまっている。一方で宇宙空間では100cm2という小さな面積でも国際宇宙ステーション上の実験SEDA-APが2009年以来約30例の太陽中性子イベントを検出することに成功した(Muraki et al. 2014)。残念なことにSEDA-APの運用は昨年3月で終了している状況である。太陽中性子専用の検出器が今宇宙空間にない状況を打開するため、我々は3U(サイズ 30x10x10cm)の太陽中性子・ガンマ線検出器を開発してきた。2016年2月には50kg級のChubuSat-2衛星に太陽中性子観測装置を搭載して打ち上げ、さらに2021年を目指して小型の3Uキューブサットへと応用しているところである。検出器は、多層のプラスチックシンチレータとGAGG(Ce)無機シンチレータアレイからなり、両方のシンチレータは光センサであるシリコンフォトマルで読み出される。600以上のセンサからの信号は集積回路(ASIC)で読み出される。本講演では、科学目的、検出器の詳細と要素試作モデル(BBM)の現状について述べる。

キーワード：太陽、中性子、ガンマ線、検出器、超小型衛星
Keywords: sun, Neutron, gamma-ray, detector, micro-satellite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Magnetic Flux Cancelation as the Buildup and Trigger Mechanism for CME-Producing Eruptions in two Small Active Regions

*Alphonse Sterling[1], Ronald L Moore[1,2], Navdeep K Panesar[1]

1. NASA/MSFC, 2. CSPAR, University of Alabama Huntsville

We follow two small, magnetically isolated CME-producing solar active regions (ARs) from the time of their emergence until several days later, when their core regions erupt to produce the CMEs. In both cases, magnetograms show: (a) following an initial period where the poles of the emerging regions separate from each other, the poles then reverse direction and start to retract inward; (b) during the retraction period, flux cancelation occurs along the main neutral line of the regions, (c) this cancelation builds the sheared core field/flux rope that eventually erupts to make the CME. In the two cases, respectively 30% and 50% of the maximum flux of the region cancels prior to the eruption. Recent studies indicate that solar coronal jets frequently result from small-scale filaments eruptions (Sterling et al. 2015), with those “minifilament” eruptions also being built up and triggered by cancelation of magnetic flux (Panesar et al. 2016). Together, the small-AR eruptions here and the coronal jet results suggest that isolated bipolar regions tend to erupt when some threshold fraction, perhaps in the range of 50%, of the region’s maximum flux has canceled. Our observed erupting filaments/flux ropes form at sites of flux cancelation, in agreement with previous observations. Thus, the recent finding that minifilaments that erupt to form jets also form via flux cancelation is further evidence that minifilaments are small-scale versions of the long-studied full-sized filaments. (Details are in Sterling et al. 2018, ApJ, 864, 68.) This work was supported by the NASA HGI Program, and the NASA/MSFC NPP program.

Keywords: Sun: Filaments, prominences, Sun: Magnetic fields, Sun: Flares, Sun: CMEs

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

太陽対流層表層部における乱流パンピングの推定
Estimation of turbulent pumping in the solar near-surface convection zone

*飯島 陽久[1]、堀田 英之[2]、今田 晋亮[1]
*Haruhisa Iijima[1], Hideyuki Hotta[2], Shinsuke Imada[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、2. 千葉大学大学院理学系研究科
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. Graduate School of Science, Chiba University

本研究では、太陽ダイナモ過程の平均場モデルにおける乱流輸送係数を3次元輻射磁気対流計算により定量化した。太陽の大スケール磁場の時間発展をモデル化するため、多くの平均場ダイナモモデルが提案されてきた。このモデルにおける最大の不確定性の一つが、乱流拡散やアルファ効果、乱流パンピングに代表される磁場の乱流輸送係数である。これらの未知量を評価するため、数値的・観測的研究が行われてきたが、太陽表面付近における鉛直方向の輸送係数の評価はほぼなされてこなかった。これは太陽表面が対流層内部からの磁束の輸送を許容するか、というダイナモモデルの上部境界を特徴づけるパラメータである。そこで本研究では、現実的な太陽表面の対流運動を再現できる3次元輻射磁気流体シミュレーションを利用し、太陽対流層の最上部における鉛直乱流輸送係数を評価した。講演では、乱流係数の波長依存性や、太陽ダイナモモデルの適当な上部境界について報告する。

キーワード：太陽、乱流、ダイナモ
Keywords: Sun, Turbulence, Dynamo

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

表面磁束輸送モデルを用いた太陽黒点が次期太陽周期に与える影響の評価
Evaluation of the influence of the next solar cycle by sunspots using surface flux transport model

*渡邉 優作[1]、今田 晋亮[1]、飯島 陽久[1]、三好 由純[1]
*Yusaku Watanabe[1], Shinsuke Imada[1], Haruhisa Iijima[1], Yoshizumi Miyoshi[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所
1. Institute for Space–Earth Environmental Research, Nagoya University

次の太陽周期を予測することやそのスキームを見出すことは、長期にわたる宇宙天気研究の要である。最近の研究で、太陽極小期における極磁場と次の太陽活動との関係には相関があることが提言されている。 Iijima et al. (2017)は、表面磁束輸送モデル(SFT)を用いて太陽黒点の極輸送を計算し、極小期における極磁場を予測し、次の太陽周期は現在よりも弱いと結論づけている。その結果を評価するために、SFT による特定の活動領域の太陽磁場の時間発展を計算し、その結果と Helioseismic and Magnetic Imager(HMI)で得られた観測値との間の相違について議論した。観測データの特有の例の一つは、2017 年 9 月 6 日に X9.3 太陽フレアを発生させた活動領域 AR12673 があり、南極の負磁場を弱める役割を果たしている。一方で、それと同時期に現れた AR12674 は、北極の正磁場を強めるため、これらの活動領域出現の前後で予測結果が異なるという結果が得られた。なお、これ以降の活動領域に関しては、極小期に至るまでに極域への輸送が間に合わないために影響は少ないと考えられる。我々は 2010 年から 2018 年末までの実際の磁場分布を連続的に用いてモデルに極輸送の再現性を確認した上で予測したところ、再現性は 80 %であり、次期太陽周期の活動度は現在よりも 5~10 %程度強くなることがわかった。

キーワード：太陽、宇宙天気、磁場
Keywords: Sun, Space weather, Magnetic fields

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ダルトン極小期(1800年代)における黒点スケッチの画像解析
The image analysis of sunspot sketches in Dalton minimum(the early 1800s)

*采女 昇真[1]、今田 晋亮[1]、早川 尚志[2]、三好 由純[1]
*SHOMA UNEME[1], Shinsuke Imada[1], Hisashi Hayakawa[2], Yoshizumi Miyoshi[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所総合解析研究部、2. 大阪大学大学院文学研究科
1. Nagoya University Institute for Space Earth for Enviornmental research, 2. Osaka University School of Letters

太陽活動は１１年で活動が周期的に変動することが知られており、宇宙地球環境変動の起源である太陽活動を予測することは宇宙天気研究において重要である。これまでの研究によって、太陽極小期における極磁場の値が次期太陽活動度と良い相関を示すことが知られている。この相関は現在の太陽を精密に観測する事によって示されたものである。一方で、過去の太陽でも同じように相関があったかどうかは明らかになってはいない。そこで、本研究の目的は、過去の太陽においても同じように太陽極小期における極磁場の値が次期太陽活動度と良い相関があるかどうか検証するため、過去の黒点スケッチ画像を解析した。特に、1800年代前半の黒点数が少なかったダルトン極小期に注目して、解析を行った。1800年代前半の黒点スケッチより、黒点の緯度経度と黒点面積を抽出した。これらの解析結果を確認するため、黒点の緯度経度の分布が現在の太陽とどのように違うかを議論する。さらに、面積についても考察し、黒点の面責分布が現在の黒点面積とどのように違うかなどを議論する。追跡した黒点の速度を測ることにより得られたデータの妥当性について議論する。今後の計画として、これらの得られた黒点情報をもとに、表面磁束輸送モデル計算を行い、ダルトン極小期の太陽極小期における極磁場の値を推定する。

キーワード：太陽、ダルトン極小期、スケッチ、SFT
Keywords: sun, Dalton minimum, sketch, SFT

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Observations of Photospheric Magnetic Structure below a Solar Dark Filament

*横山 央明[1]、勝川 行雄[2]、下条 圭美[2]
*Takaaki Yokoyama[1], Yukio Katsukawa[2], Masumi Shimojo[2]

1. 東京大学大学院理学系研究科、2. 国立天文台
1. School of Science, The University of Tokyo, 2. National Astronomical Observatory of Japan

The structure of the photospheric vector magnetic field below a dark filament on the Sun is studied using the observations of the Spectro-Polarimeter attached to the Solar Optical Telescope onboard Hinode. Special attention is paid to discriminate the two suggested models, a flux rope or a bent arcade. "Inverse-polarity" orientation is possible below the filament in a flux rope, whereas "normal-polarity" can appear in both models. We study a filament in active region NOAA 10930, which appeared on the solar disk during 2006 December. To know whether it is in the normal orientation or in the inverse one under 180-degree ambiguity of the transverse field, the center-to-limb variation is used for the solution under an assumption that the filament does not drastically change its magnetic structure during the passage. When the filament is near the east limb, we found that the line-of-site magnetic component below is positive, while it is negative near the west limb. This change of sign indicates that the horizontal photospheric field perpendicular to the polarity inversion line beneath the filament has an "inverse-polarity", that is indicating a flux-rope structure of the filament supporting field.

キーワード：太陽、フィラメント、光球
Keywords: Sun, filament, photosphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

高感度 EUV/UV 分光望遠鏡衛星 (Solar-C EUVST):サイエンスターゲット及び観測要求性能
Science Target of Solar-C_EUVST Mission

*今田 晋亮[1]
*Shinsuke Imada[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University

Solar-C EUVST は高空間分解能(0.4 秒角)、高時間分解能(1 秒程度)、広い温度範囲 (104 - 107K) で観測する極端紫外・紫外域の分光撮像観測装置である。Solar-C EUVST の科学目的として、I) 彩層・コロナと太陽風の形成に必要なエネルギー・質量輸送機構および散逸機構の究明、II)II. 太陽面爆発現象の物理過程の解明、の 2 つがあげられる。太陽外層大気は、温度の異なる光球と彩層、彩層とコロナの間は磁力線でつながり、物質であ るプラズマとエネルギーがこれらの間でやり取りされる一つのシステムである。このシステムの中で発生する太 陽の磁気活動を本質的に理解するには、それを構成する基本構造を理解することはもちろん、基本構造間でやり とりされるプラズマのエネルギー・質量の流れを定量的に観測してその物理過程を把握することが重要である。 その理解に必要とされる物理量は、構造を把握する輝度分布のほかに、速度場、温度、密度などとその変動量で あり、太陽大気を網羅して行うシステマティックな観測を通して、宇宙プラズマの理解につながる太陽物理の重 要課題に Solar-C EUVST は挑む。また本講演では、科学課題の解明に必要な装置要求が、これまでの太陽観測・ 理論研究からどのように導き出されたかについて議論する。

キーワード：太陽、コロナ、分光観測
Keywords: Sun, corona, spectroscopy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_6

[P-EM19] 太陽物理学の最前線

コンビーナ:今田 晋亮(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、横山 央明(東京大学大学院理学系研究科)、清水 敏文(宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所)、勝川 行雄(自然科学研究機構国立天文台)

「ひのとり」、「ようこう」、「ひので」と３機の太陽観測衛星ミッションが実施され、太陽大気中の微細構造やダイナミクスが明らかにされ、コロナ加熱や太陽フレアにおける太陽の磁気活動現象の本質的な理解には太陽外層大気を十分に空間分解(0.4")し、現象を十分に時間分解し（アルベン波伝搬時間以下）、さらに光球からコロナまでシームレスに観測する事が重要であることがわかった。これを受けて日本の太陽コミュニティは次世代太陽観測衛星Solar-C_EUVSTを２０２０年代中盤に打ち上げ予定である。一方、先日打ち上げられたParker Solar Probe (PSP)をはじめ、地上望遠鏡DKIST、SUNRISE気球実験など様々な太陽観測計画が２０２０年代中盤までに開始される。またPhoENiX等その先の計画も策定されている。そこで、各人の研究とともに太陽物理学における未解決問題を、現在の観測・理論より明確にし、今後どのような準備が必要かを議論する。なお、リモートセンシングによる太陽観測のみでなく、惑星間空間における直接その場観測もターゲットであり、SGEPSSなど太陽惑星圏分野からの講演も歓迎する。

[PEM19-P01] サイクル24最大の太陽フレア発生過程

★招待講演

*伴場 由美[1,2]、井上 諭[1]、今田 晋亮[1]、草野 完也[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所)

[PEM19-P02] 太陽フレアにおけるH-alpha偏光の発生可能性についての観測的検証

*川手 朋子[1]、花岡 庸一郎[2] (1.宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所、2.国立天文台)

[PEM19-P03] Statistical study of solar flares simultaneously observed with RHESSI and Nobeyama Radioheliograph

*増田 智[1]、Sam Krucker[2,3]、Stephen White[4] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.University of Applied Sciences Northwestern Switzerland、3.University of California, Berkeley、4.Air Force Research Laboratory)

[PEM19-P04] マイクロ波スペクトルの折れ曲り周波数と白色光放射温度の統計解析による白色光フレア発生条件の探索

*鶴田 康介[1]、渡邉 恭子[1]、増田 智[2]、Säm Krucker[3] (1.防衛大学校、2.名古屋大学宇宙地球環境研究所、3.University of Applied Sciences Northwestern Switzerland, UC Berkeley)

[PEM19-P05] Stellar flare of a close binary system monitored by the Hisaki satellite during the NICER-Hisaki Observing Campaign 2018-2019

*木村 智樹[1]、岩切 渉[2]、山崎 敦[3]、村上 豪[3]、土屋 史紀[4]、吉岡 和夫[5]、鳥海 森[6]、北 元[3]、桑原 正輝[3] (1.東北大学学際科学フロンティア研究所、2.中央大学理工学部、3.JAXA宇宙科学研究所、4.東北大学惑星プラズマ大気研究センター、5.東京大学新領域創成科学研究科、6.国立天文台)

[PEM19-P06] 3Uキューブサットによる太陽中性子・ガンマ線観測

*山岡 和貴[1]、田島 宏康[1]、宮田 喜久子[2]、稲守 孝哉[2]、佐々井 義矩[1]、中澤 知洋[3]、増田 智[1]、松下 幸司[4]、伊藤 和也[4]、高橋 弘充[5]、渡邉 恭子[6] (1.名古屋大学 宇宙地球環境研究所、2.名古屋大学 工学部、3.名古屋大学 理学部、4.名古屋大学 全学技術センター、5.広島大学 理学部、6.防衛大学校)

[PEM19-P07] Magnetic Flux Cancelation as the Buildup and Trigger Mechanism for CME-Producing Eruptions in two Small Active Regions

*Alphonse Sterling[1]、Ronald L Moore[1,2]、Navdeep K Panesar[1] (1.NASA/MSFC、2.CSPAR, University of Alabama Huntsville)

[PEM19-P08] 太陽対流層表層部における乱流パンピングの推定

*飯島 陽久[1]、堀田 英之[2]、今田 晋亮[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.千葉大学大学院理学系研究科)

[PEM19-P09] 表面磁束輸送モデルを用いた太陽黒点が次期太陽周期に与える影響の評価

*渡邉 優作[1]、今田 晋亮[1]、飯島 陽久[1]、三好 由純[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所)

[PEM19-P10] ダルトン極小期(1800年代)における黒点スケッチの画像解析

*采女 昇真[1]、今田 晋亮[1]、早川 尚志[2]、三好 由純[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所総合解析研究部、2.大阪大学大学院文学研究科)

[PEM19-P11] Observations of Photospheric Magnetic Structure below a Solar Dark Filament

*横山 央明[1]、勝川 行雄[2]、下条 圭美[2] (1.東京大学大学院理学系研究科、2.国立天文台)

[PEM19-P12] 高感度 EUV/UV 分光望遠鏡衛星 (Solar-C EUVST):サイエンスターゲット及び観測要求性能

*今田 晋亮[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所)

サイクル24最大の太陽フレア発生過程
Onset Mechanism of the Largest Solar Flare in Solar Cycle 24

*伴場 由美[1,2]、井上 諭[1]、今田 晋亮[1]、草野 完也[1]
*Yumi Bamba[1,2], Satoshi Inoue[1], Shinsuke Imada[1], Kanya Kusano[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、2. 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所
1. Institute for Space-Earth Environmental Research/Nagoya University, 2. Institute if Space and Astronautical Science/Japan Aerospace Exploration Agency

2017年9月に太陽表面に現れた太陽活動域（AR）NOAA12673は、その急速な成長に伴い、4つのXクラスフレアを含む多くのフレアを生じた。特に、9月6日のX9.3フレアは、今太陽活動サイクル24最大のフレアで、磁気嵐・電離圏擾乱による電波通信途絶やGPS測位誤差を引き起こしたことから、宇宙天気的にも注目されたイベントであった。そこで我々は、このX9.3フレア、およびその直前 (約3時間前) に発生したX2.2フレアの2つのXクラスフレアの発生に至る物理過程を理解することを目的として、ひので衛星およびSolar Dynamics Observatory (SDO) 衛星のデータ解析を行った。また、観測データより得られた結果を、観測されたベクトル磁場データから外挿された非線形フォースフリー磁場 (nonlinear force-free field : NLFFF) と比較し、X2.2フレアからX9.3フレアへと至る磁気フラックスロープの噴出過程を考察した。

観測データ解析より、AR東側に浮上し、同西側の正極領域に急速に貫入する負極の磁場構造が、2つの連続するXクラスフレアを引き起こすうえで重要な構造であることを見出した。これらの正極・負極間の磁気中性線上には、シアした磁気アーケードが存在しており、シアした磁気アーケード同士が負極の貫入運動により押し付けられ、磁気リコネクションしたことで、連続するXクラスフレアが発生した可能性がある。ひので衛星は、最初のX2.2フレア発生の約2時間前に、負極の貫入運動に伴うコロナ中での下降流 (100 km/s 程度) を観測しており、これは前述のアーケード磁場同士のリコネクションに伴うプラズマの運動を捉えたものと考えられる。また、外挿されたNLFFFが、磁気中性線に沿った小さなフラックスロープを持つと共に、その磁場を初期条件とした電磁流体力学（MHD）シミュレーションではこれらのフラックスロープが噴出することが見出された。それゆえ、前述の負極の貫入運動がフラックスロープを駆動し、X2.2フレアの発生の原因となったことが可能性の一つとして考えられる。また、シミュレーションでは、X2.2フレアに伴う噴出によるフラックスロープ間の磁気リコネクションによって、より大きく、より捻れたフラックスロープが形成された。この新たに形成されたフラックスロープの噴出により、X9.3フレアが発生したと考えられる。負極の貫入運動は、X2.2フレア発生前からX9.3フレア発生後まで連続的に観測されており、シミュレーション結果と併せて、連続する2つのXクラスフレアのいずれの発生に対しても重要な役割を担ったと解釈できる。

キーワード：太陽フレア、ひので衛星、SDO衛星、フレアトリガ、太陽磁場、太陽黒点
Keywords: Solar Flare, Hinode, Solar Dynamics Observatory, Flare Trigger, Solar Magnetic Field, Sunspot

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

太陽フレアにおけるH-alpha偏光の発生可能性についての観測的検証
Infrequent Occurrence of Significant Linear Polarization in H-alpha Solar Flares

*川手 朋子[1]、花岡 庸一郎[2]
*Tomoko Kawate[1], Yoichiro Hanaoka[2]

1. 宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所、2. 国立天文台
1. Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency, 2. National Astronomical Observatory of Japan

本研究は太陽フレア中で発生しうるH-alpha直線偏光の起源と発生頻度を調査することを目的とする。

我々は国立天文台三鷹太陽フレア望遠鏡の撮像偏光装置で得られた71個のH-alphaフレア(うち64個はGOESフレア)について、H-alpha増光箇所における直線偏光を調査した。その結果、一つのイベントにおいてのみ有意な偏光シグナルが確認された。太陽フレアにおけるH-alpha線での直線偏光の統計研究はBianda et al. (2005)によって行われているが、彼らの結果では30イベントの中で有意な偏光シグナルは見つからなかった。本研究において1/71のイベントで直線偏光が確認されたという結果は、H-alphaフレア増光箇所で直線偏光が発生する現象は非常に稀であることを示しており、Bianda et al. (2005)の結果と一致する。

我々は有意な直線偏光シグナルが確認された1イベントを、同時観測された極端紫外線・X線・光球磁場データとともに詳細解析し、次の結果を得た。(1)直線偏光度の最大は1.16±0.06%であり、偏光方向の平均は太陽の北から反時計回りを正として-142.5±6.0度であった。(2)有意な直線偏光が確認された増光箇所は硬X線の増光箇所とは一致せず、偏光度の時間変化は軟X線・硬X線とも相関しなかった。(3)フレア領域の中でH-alpha線で最も明るいカーネル中には現れず、やや暗いカーネル中に現れていた。(4)直線偏光が確認されたカーネルは大規模コロナループの足元と接続しており、偏光方向は足元におけるループの向きと一致した。(5)軟X線ピーク直後から活動領域全体でコロナディミングが発生していた。

これらの観測的特徴はH-alpha直線偏光の起源を直接示しているものではないが、コロナ質量放出に伴う現象が偏光の発生において重要な役割を担っていることを示唆している。

キーワード：太陽フレア、原子偏光、可視光
Keywords: Solar flare, Atomic Polarization, visible light

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Statistical study of solar flares simultaneously observed with RHESSI and Nobeyama Radioheliograph

*増田 智[1]、Sam Krucker[2,3]、Stephen White[4]
*Satoshi Masuda[1], Sam Krucker[2,3], Stephen White[4]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、2. University of Applied Sciences Northwestern Switzerland、3. University of California, Berkeley、4. Air Force Research Laboratory
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. University of Applied Sciences Northwestern Switzerland, 3. University of California, Berkeley, 4. Air Force Research Laboratory

Solar flares give us a unique opportunity to make spatially resolved observations to study magnetic energy release and particle acceleration in space plasmas. The most direct diagnostics of electron acceleration are provided through radio and hard X-ray observations where we observe synchrotron emissions in the GHz range and non-thermal bremsstrahlung emissions above typically 10 keV. The two leading solar dedicated observatories in these two wavelength ranges are the Nobeyama Radioheliograph (NoRH) and the Reuven Ramaty High Energy Solar Spectroscopic Imager (RHESSI).
We present a statistical study of 35 jointly observed big (>GOES M7) flares. Initial results reveal a linear correlation between the hard X-ray flux above 50 keV and the microwave fluxes at 17 and 34 GHz. This result indicates that the population of accelerated electrons emit both of hard X-rays and microwaves. The correlation is too good even if this is true. Because the mechanism of these two emissions (hard X-rays and microwaves) are much different. Hard X-rays are emitted by Bremsstrahlung and its intensity simply depends on the flux of the accelerated electrons precipitating into the chromosphere in the case that the thick-target model is valid. However, microwaves emitted by gyro-synchrotron are a little complex. The microwave source is observed at different location for flare by flare, i.e. near the looptop, at the footpoint region, and in between them. Footpoint region has much stronger magnetic field than the looptop region. Gyro-synchrotron emission is very sensitive to magnetic field strength. Though the microwave intensity may strongly depend on the source location, however, microwave intensity without any selection by source location shows a very good correlation with hard X-rays. Another puzzle is the energy spectrum of accelerated electrons. Roughly speaking, 50 keV hard X-rays are manly emitted by below 100 keV electrons. On the other hand, 17GHz and 34GHz microwaves are typically emitted by ~1 MeV electrons (it depends on the magnetic field strength of the emitting region). Typically accelerated electrons show a power-law spectrum with the power-law index 3 –6. The power-law index is different in flare by flare. When the number of 100 keV electrons is fixed, the number of 1 MeV electrons changes in 3 order of magnitudes with the change of the power-law index from 3 to 6. The microwave intensity is proportional to the number of ~1 MeV electrons. So roughly thinking, the ratio between hard X-rays and microwave intensity easily change with the change of the power-law index. Without considering the spectral information, we choose the events. However, still there is a very good correlation. This is also a hard puzzle.
In order to understand this too good correlation between hard X-ray and microwave intensity, we need further analyses such as source location of hard X-ray and microwaves, hard X-ray spectrum, photospheric magnetic field at the footpoint region, location of the flare on the solar disc, and so on.

キーワード：太陽フレア、粒子加速、電波、硬X線
Keywords: solar flare, particle acceleration, radio, hard X-ray

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

マイクロ波スペクトルの折れ曲り周波数と白色光放射温度の統計解析による白色光フレア発生条件の探索

Microwave turn-over frequencies and emission temperatures for white-light solar flares

*鶴田 康介[1]、渡邉 恭子[1]、増田 智[2]、Säm Krucker[3]
*Kosuke Tsuruda[1], Kyoko Watanabe[1], Satoshi Masuda[2], Säm Krucker[3]

1. 防衛大学校、2. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、3. University of Applied Sciences Northwestern Switzerland, UC Berkeley
1. National Defense Academy , 2. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 3. University of Applied Sciences Northwestern Switzerland, UC Berkeley

特に大規模フレアに伴って可視連続光の増光が発生する「白色光フレア」の起源は、これまでの観測・研究により、フレアで加速された非熱的電子であると考えられている。高エネルギーの電子が発生していることや、フレアのエミッションメジャーと温度の関係（Watanabe et al., 2017）などから、白色光フレアでは加速域の磁場が強いと考えられる。フレアループトップの上部にあると考えられている加速域の磁場は測定されていないが、マイクロ波スペクトルの折れ曲がり周波数を用いることによって、その磁場強度を推定することができる（Dulk 1985）。先行研究（北川潤2015年、修士論文）では、野辺山強度偏波計（NoRP）のスペクトルより、白色光フレア（WLF）の折れ曲がり周波数が、非白色光フレア（NWL）のそれと比べて値が大きいことから、白色光フレアにおける強磁場の存在が示唆されていた。

そこで我々は、2010年1月から2017年12月の間に発生したM3クラス以上のフレアにおいて、NoRPで観測されたマイクロ波スペクトルの折れ曲がり周波数の統計解析を実施した。上記期間に白色光データ（*Hinode*/可視光磁場望遠鏡（SOT）, *SDO*/HMI)とNoRP のデータが同時に得られていたイベント（51例）の中から、野辺山電波ヘリオグラフ(NoRH)のイメージによりマイクロ波放射がループトップに存在していたイベント（29例、うちWLF：17例、NWL：12例）のみを取り出し、白色光の有無による折れ曲り周波数の違いが見られないかについて調べた。その結果、折れ曲がり周波数はWLFで4例、NWL で3例のみ17GHzよりも高くなっており、WLFとNWLで折れ曲がり周波数の違いは見られなかった。折れ曲り周波数は磁場強度だけでなくフレアの電子密度にも比例するため（Dulk 1985）、折れ曲がり周波数を用いて加速域の磁場強度を考察するには、電子密度の影響も考慮しなければならないと考えられる。

一方、先行研究（Watanabe et al., 2017）のなかでWLFとNWLで明確な違いが見られたのはフレアの立ち上がり時間（∝フレアの激しさ：Impulsivity）であり、WLFはNWLと比べて立ち上がり時間が短い（WLFはインパルシブフレアに伴っている）ことが報告されている。しかし、立ち上がり時間が短いにもかかわらず、白色光放射の増光が見られないイベントも見られた。そこで、この立ち上がり時間（Impulsivity）の違いが白色光放射自体に与えている影響を調べるため、*Hinode*/SOTの３色（赤・緑・青）データを用いて、上記期間中に白色光の増光が確認された約40例について白色光放射の温度を導出した。今回は、Impulsivityと放射温度の関係について議論する。

キーワード：太陽フレア、電波
Keywords: flares, radio radiation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Stellar flare of a close binary system monitored by the Hisaki satellite during the NICER-Hisaki Observing Campaign 2018-2019

*木村 智樹[1]、岩切 渉[2]、山崎 敦[3]、村上 豪[3]、土屋 史紀[4]、吉岡 和夫[5]、鳥海 森[6]、北 元[3]、桑原 正輝[3]
*Tomoki Kimura[1], Wataru Iwakiri[2], Atsushi Yamazaki[3], Go Murakami[3], Fuminori Tsuchiya[4], Kazuo Yoshioka[5], Shin Toriumi[6], Hajime Kita[3], Masaki Kuwabara[3]

1. 東北大学学際科学フロンティア研究所、2. 中央大学理工学部、3. JAXA宇宙科学研究所、4. 東北大学惑星プラズマ大気研究センター、5. 東京大学新領域創成科学研究科、6. 国立天文台
1. Frontier Research Institute for Interdisciplinary Sciences, Tohoku University, 2. Faculty of Science and Engineering, Chuo University, 3. Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency, 4. Planetary Plasma and Atmospheric Research Center, Tohoku University, 5. Department of Complexity Science and Engineering, University of Tokyo, 6. National Astronomical Observatory of Japan

Dynamics of stellar flare is still not well understood compared to that of the sun because of lack of continuous monitoring of distant stars in multiple wavelengths. Here we present a flare event at a close binary system, UX Arietis, monitored with the planetary extreme ultraviolet (EUV) space telescope Hisaki during the coordinated observing campaign with the NICER X-ray Telescope from late 2018 to early 2019. Time variability in the EUV spectrum of the binary was successfully monitored from the begging to the end of flare. Emission power at the EUV wavelengths peaked at ~6x10^24 W, which is comparable with that measured in the previous X-ray observations by e.g., the Advanced Satellite for Cosmology and Astrophysics (ASCA) (Gudel et al., 1999). The EUV spectrum showed emission lines of carbon, nitrogen, oxygen, and silicon ions. Electron temperature and density, emission measure, and ion balance were reduced from the emission lines by EUV spectral diagnostics. Dynamics of the stellar flare will be discussed based on comparison of the reduced plasma parameters with the X-ray spectrum measured with NICER.

キーワード：恒星フレア、ひさき
Keywords: stellar flare, Hisaki

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

3Uキューブサットによる太陽中性子・ガンマ線観測
Solar Neutron and Gamma-ray Observations with a 3U CubeSat

*山岡 和貴[1]、田島 宏康[1]、宮田 喜久子[2]、稲守 孝哉[2]、佐々井 義矩[1]、中澤 知洋[3]、増田 智[1]、松下 幸司[4]、伊藤 和也[4]、高橋 弘充[5]、渡邉 恭子[6]
*Kazutaka Yamaoka[1], Hiroyasu Tajima[1], Kikuko Miyata[2], Takaya Inamori[2], Yoshinori Sasai[1], Kazuhiro Nakazawa[3], Satoshi Masuda[1], Koji Matsushita[4], Kazuya Itoh[4], Hiromitsu Takahashi[5], Kyoko Watanabe[6]

1. 名古屋大学 宇宙地球環境研究所、2. 名古屋大学 工学部、3. 名古屋大学 理学部、4. 名古屋大学 全学技術センター、5. 広島大学 理学部、6. 防衛大学校
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. School of Engineering, Nagoya University, 3. School of Science, Nagoya University, 4. Technical Center, Nagoya University, 5. School of Science, Hiroshima University, 6. National Defence Academy of Japan

太陽中性子の観測は太陽表面での粒子加速機構を理解する上で重要であるが、これまでの高地での地上観測では10m2の大きな面積の検出器にもかかわらず、地球大気での減衰のため、1980年の発見(Chuppら1982)以来約10例の検出にとどまっている。一方で宇宙空間では100cm2という小さな面積でも国際宇宙ステーション上の実験SEDA-APが2009年以来約30例の太陽中性子イベントを検出することに成功した(Muraki et al. 2014)。残念なことにSEDA-APの運用は昨年3月で終了している状況である。太陽中性子専用の検出器が今宇宙空間にない状況を打開するため、我々は3U(サイズ 30x10x10cm)の太陽中性子・ガンマ線検出器を開発してきた。2016年2月には50kg級のChubuSat-2衛星に太陽中性子観測装置を搭載して打ち上げ、さらに2021年を目指して小型の3Uキューブサットへと応用しているところである。検出器は、多層のプラスチックシンチレータとGAGG(Ce)無機シンチレータアレイからなり、両方のシンチレータは光センサであるシリコンフォトマルで読み出される。600以上のセンサからの信号は集積回路(ASIC)で読み出される。本講演では、科学目的、検出器の詳細と要素試作モデル(BBM)の現状について述べる。

キーワード：太陽、中性子、ガンマ線、検出器、超小型衛星
Keywords: sun, Neutron, gamma-ray, detector, micro-satellite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Magnetic Flux Cancelation as the Buildup and Trigger Mechanism for CME-Producing Eruptions in two Small Active Regions

*Alphonse Sterling[1], Ronald L Moore[1,2], Navdeep K Panesar[1]

1. NASA/MSFC, 2. CSPAR, University of Alabama Huntsville

We follow two small, magnetically isolated CME-producing solar active regions (ARs) from the time of their emergence until several days later, when their core regions erupt to produce the CMEs. In both cases, magnetograms show: (a) following an initial period where the poles of the emerging regions separate from each other, the poles then reverse direction and start to retract inward; (b) during the retraction period, flux cancelation occurs along the main neutral line of the regions, (c) this cancelation builds the sheared core field/flux rope that eventually erupts to make the CME. In the two cases, respectively 30% and 50% of the maximum flux of the region cancels prior to the eruption. Recent studies indicate that solar coronal jets frequently result from small-scale filaments eruptions (Sterling et al. 2015), with those “minifilament” eruptions also being built up and triggered by cancelation of magnetic flux (Panesar et al. 2016). Together, the small-AR eruptions here and the coronal jet results suggest that isolated bipolar regions tend to erupt when some threshold fraction, perhaps in the range of 50%, of the region’s maximum flux has canceled. Our observed erupting filaments/flux ropes form at sites of flux cancelation, in agreement with previous observations. Thus, the recent finding that minifilaments that erupt to form jets also form via flux cancelation is further evidence that minifilaments are small-scale versions of the long-studied full-sized filaments. (Details are in Sterling et al. 2018, ApJ, 864, 68.) This work was supported by the NASA HGI Program, and the NASA/MSFC NPP program.

Keywords: Sun: Filaments, prominences, Sun: Magnetic fields, Sun: Flares, Sun: CMEs

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

太陽対流層表層部における乱流パンピングの推定
Estimation of turbulent pumping in the solar near-surface convection zone

*飯島 陽久[1]、堀田 英之[2]、今田 晋亮[1]
*Haruhisa Iijima[1], Hideyuki Hotta[2], Shinsuke Imada[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、2. 千葉大学大学院理学系研究科
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. Graduate School of Science, Chiba University

本研究では、太陽ダイナモ過程の平均場モデルにおける乱流輸送係数を3次元輻射磁気対流計算により定量化した。太陽の大スケール磁場の時間発展をモデル化するため、多くの平均場ダイナモモデルが提案されてきた。このモデルにおける最大の不確定性の一つが、乱流拡散やアルファ効果、乱流パンピングに代表される磁場の乱流輸送係数である。これらの未知量を評価するため、数値的・観測的研究が行われてきたが、太陽表面付近における鉛直方向の輸送係数の評価はほぼなされてこなかった。これは太陽表面が対流層内部からの磁束の輸送を許容するか、というダイナモモデルの上部境界を特徴づけるパラメータである。そこで本研究では、現実的な太陽表面の対流運動を再現できる3次元輻射磁気流体シミュレーションを利用し、太陽対流層の最上部における鉛直乱流輸送係数を評価した。講演では、乱流係数の波長依存性や、太陽ダイナモモデルの適当な上部境界について報告する。

キーワード：太陽、乱流、ダイナモ
Keywords: Sun, Turbulence, Dynamo

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

表面磁束輸送モデルを用いた太陽黒点が次期太陽周期に与える影響の評価
Evaluation of the influence of the next solar cycle by sunspots using surface flux transport model

*渡邉 優作[1]、今田 晋亮[1]、飯島 陽久[1]、三好 由純[1]
*Yusaku Watanabe[1], Shinsuke Imada[1], Haruhisa Iijima[1], Yoshizumi Miyoshi[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所
1. Institute for Space–Earth Environmental Research, Nagoya University

次の太陽周期を予測することやそのスキームを見出すことは、長期にわたる宇宙天気研究の要である。最近の研究で、太陽極小期における極磁場と次の太陽活動との関係には相関があることが提言されている。 Iijima et al. (2017)は、表面磁束輸送モデル(SFT)を用いて太陽黒点の極輸送を計算し、極小期における極磁場を予測し、次の太陽周期は現在よりも弱いと結論づけている。その結果を評価するために、SFT による特定の活動領域の太陽磁場の時間発展を計算し、その結果と Helioseismic and Magnetic Imager(HMI)で得られた観測値との間の相違について議論した。観測データの特有の例の一つは、2017 年 9 月 6 日に X9.3 太陽フレアを発生させた活動領域 AR12673 があり、南極の負磁場を弱める役割を果たしている。一方で、それと同時期に現れた AR12674 は、北極の正磁場を強めるため、これらの活動領域出現の前後で予測結果が異なるという結果が得られた。なお、これ以降の活動領域に関しては、極小期に至るまでに極域への輸送が間に合わないために影響は少ないと考えられる。我々は 2010 年から 2018 年末までの実際の磁場分布を連続的に用いてモデルに極輸送の再現性を確認した上で予測したところ、再現性は 80 %であり、次期太陽周期の活動度は現在よりも 5~10 %程度強くなることがわかった。

キーワード：太陽、宇宙天気、磁場
Keywords: Sun, Space weather, Magnetic fields

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ダルトン極小期(1800年代)における黒点スケッチの画像解析
The image analysis of sunspot sketches in Dalton minimum(the early 1800s)

*采女 昇真[1]、今田 晋亮[1]、早川 尚志[2]、三好 由純[1]
*SHOMA UNEME[1], Shinsuke Imada[1], Hisashi Hayakawa[2], Yoshizumi Miyoshi[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所総合解析研究部、2. 大阪大学大学院文学研究科
1. Nagoya University Institute for Space Earth for Enviornmental research, 2. Osaka University School of Letters

太陽活動は１１年で活動が周期的に変動することが知られており、宇宙地球環境変動の起源である太陽活動を予測することは宇宙天気研究において重要である。これまでの研究によって、太陽極小期における極磁場の値が次期太陽活動度と良い相関を示すことが知られている。この相関は現在の太陽を精密に観測する事によって示されたものである。一方で、過去の太陽でも同じように相関があったかどうかは明らかになってはいない。そこで、本研究の目的は、過去の太陽においても同じように太陽極小期における極磁場の値が次期太陽活動度と良い相関があるかどうか検証するため、過去の黒点スケッチ画像を解析した。特に、1800年代前半の黒点数が少なかったダルトン極小期に注目して、解析を行った。1800年代前半の黒点スケッチより、黒点の緯度経度と黒点面積を抽出した。これらの解析結果を確認するため、黒点の緯度経度の分布が現在の太陽とどのように違うかを議論する。さらに、面積についても考察し、黒点の面責分布が現在の黒点面積とどのように違うかなどを議論する。追跡した黒点の速度を測ることにより得られたデータの妥当性について議論する。今後の計画として、これらの得られた黒点情報をもとに、表面磁束輸送モデル計算を行い、ダルトン極小期の太陽極小期における極磁場の値を推定する。

キーワード：太陽、ダルトン極小期、スケッチ、SFT
Keywords: sun, Dalton minimum, sketch, SFT

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Observations of Photospheric Magnetic Structure below a Solar Dark Filament

*横山 央明[1]、勝川 行雄[2]、下条 圭美[2]
*Takaaki Yokoyama[1], Yukio Katsukawa[2], Masumi Shimojo[2]

1. 東京大学大学院理学系研究科、2. 国立天文台
1. School of Science, The University of Tokyo, 2. National Astronomical Observatory of Japan

The structure of the photospheric vector magnetic field below a dark filament on the Sun is studied using the observations of the Spectro-Polarimeter attached to the Solar Optical Telescope onboard Hinode. Special attention is paid to discriminate the two suggested models, a flux rope or a bent arcade. "Inverse-polarity" orientation is possible below the filament in a flux rope, whereas "normal-polarity" can appear in both models. We study a filament in active region NOAA 10930, which appeared on the solar disk during 2006 December. To know whether it is in the normal orientation or in the inverse one under 180-degree ambiguity of the transverse field, the center-to-limb variation is used for the solution under an assumption that the filament does not drastically change its magnetic structure during the passage. When the filament is near the east limb, we found that the line-of-site magnetic component below is positive, while it is negative near the west limb. This change of sign indicates that the horizontal photospheric field perpendicular to the polarity inversion line beneath the filament has an "inverse-polarity", that is indicating a flux-rope structure of the filament supporting field.

キーワード：太陽、フィラメント、光球
Keywords: Sun, filament, photosphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

高感度 EUV/UV 分光望遠鏡衛星 (Solar-C EUVST):サイエンスターゲット及び観測要求性能
Science Target of Solar-C_EUVST Mission

*今田 晋亮[1]
*Shinsuke Imada[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University

Solar-C EUVST は高空間分解能(0.4 秒角)、高時間分解能(1 秒程度)、広い温度範囲 (104 - 107K) で観測する極端紫外・紫外域の分光撮像観測装置である。Solar-C EUVST の科学目的として、I) 彩層・コロナと太陽風の形成に必要なエネルギー・質量輸送機構および散逸機構の究明、II)II. 太陽面爆発現象の物理過程の解明、の 2 つがあげられる。太陽外層大気は、温度の異なる光球と彩層、彩層とコロナの間は磁力線でつながり、物質であ るプラズマとエネルギーがこれらの間でやり取りされる一つのシステムである。このシステムの中で発生する太 陽の磁気活動を本質的に理解するには、それを構成する基本構造を理解することはもちろん、基本構造間でやり とりされるプラズマのエネルギー・質量の流れを定量的に観測してその物理過程を把握することが重要である。 その理解に必要とされる物理量は、構造を把握する輝度分布のほかに、速度場、温度、密度などとその変動量で あり、太陽大気を網羅して行うシステマティックな観測を通して、宇宙プラズマの理解につながる太陽物理の重 要課題に Solar-C EUVST は挑む。また本講演では、科学課題の解明に必要な装置要求が、これまでの太陽観測・ 理論研究からどのように導き出されたかについて議論する。

キーワード：太陽、コロナ、分光観測
Keywords: Sun, corona, spectroscopy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | A03 東京ベイ幕張ホール

[P-EM19] 太陽物理学の最前線

コンビーナ:今田 晋亮(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、横山 央明(東京大学大学院理学系研究科)、清水 敏文(宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所)、勝川 行雄(自然科学研究機構国立天文台)、座長:今田 晋亮

「ひのとり」、「ようこう」、「ひので」と３機の太陽観測衛星ミッションが実施され、太陽大気中の微細構造やダイナミクスが明らかにされ、コロナ加熱や太陽フレアにおける太陽の磁気活動現象の本質的な理解には太陽外層大気を十分に空間分解(0.4")し、現象を十分に時間分解し（アルベン波伝搬時間以下）、さらに光球からコロナまでシームレスに観測する事が重要であることがわかった。これを受けて日本の太陽コミュニティは次世代太陽観測衛星Solar-C_EUVSTを２０２０年代中盤に打ち上げ予定である。一方、先日打ち上げられたParker Solar Probe (PSP)をはじめ、地上望遠鏡DKIST、SUNRISE気球実験など様々な太陽観測計画が２０２０年代中盤までに開始される。またPhoENiX等その先の計画も策定されている。そこで、各人の研究とともに太陽物理学における未解決問題を、現在の観測・理論より明確にし、今後どのような準備が必要かを議論する。なお、リモートセンシングによる太陽観測のみでなく、惑星間空間における直接その場観測もターゲットであり、SGEPSSなど太陽惑星圏分野からの講演も歓迎する。

15:30 ~ 15:45

[PEM19-01] 太陽-ジオスペース結合過程の理解に向けて：第25太陽活動周期の課題

★招待講演

*三好 由純[1]、今田 晋亮[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所)

15:45 ~ 16:00

[PEM19-02] 太陽風乱流の未解決問題

★招待講演

*庄田 宗人[1] (1.東京大学大学院理学系研究科)

16:00 ~ 16:15

[PEM19-03] 公募型小型Solar-C_EUVSTミッション

*清水 敏文[1] (1.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所)

16:15 ~ 16:30

[PEM19-04] Advanced Observations of the Solar Atmosphere by a Balloon-Borne Telescope SUNRISE-3

*勝川 行雄[1]、Quintero Noda Carlos[2]、久保 雅仁[1]、原 弘久[1]、清水 敏文[2] (1.国立天文台、2.JAXA宇宙科学研究所)

16:30 ~ 16:45

[PEM19-05] Radiation magnetohydrodynamic modeling of solar coronal dynamics

*飯島 陽久[1] (1.名古屋大学 宇宙地球環境研究所)

16:45 ~ 17:00

[PEM19-06] Detection and energy derivation of nano-flares based on deep learning

*河合 敏輝[1]、今田 晋亮[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所)

太陽-ジオスペース結合過程の理解に向けて：第25太陽活動周期の課題
The Sun-Geospace connection: toward the 25th solar cycle

*三好 由純[1]、今田 晋亮[1]
*Yoshizumi Miyoshi[1], Shinsuke Imada[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University

One of the major goals of solar-terrestrial physics is to understand how the transfer of Sun and solar wind energy into the Geospace and vice versa. In the last decade, there have been several flagship missions in Geospace; NASA/THEMIS, Van Allen Probes, and MMS, and JAXA/Arase, making important contributions to our understandings of how the Geospace responds on variations of Sun and solar wind. Solar atmosphere is also observed and monitored by modern satellite, such as Hinode, and Solar Dynamics Observatory. The present solar cycle (cycle 24) is one of the weakest cycles in these 100 years. Existing missions successfully observe several abnormal phenomena during weak solar cycle, such as extremely low-density solar wind, strong asymmetry for solar polar magnetic field, or relatively weak geomagnetic activities. For example, large flux enhancements of the outer belt associated with huge magnetic storms have not observed in cycle 24. Further, a lot of cycle prediction studies suggest that next solar cycle (cycle 25) is also as weak as cycle 24. There are also several preexisting and under-preparing missions which will be flagship missions during solar cycle 25. In this presentation, we briefly review highlights from these missions and discuss what subjects are important for the next decade, i.e, the 25th solar cycle to understand coupling process between Sun and Earth.

キーワード：太陽-ジオスペース結合、第25活動周期
Keywords: Sun-Geospace Coupling, Cycle 25

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

太陽風乱流の未解決問題
Unsolved problems of the solar wind turbulence

*庄田 宗人[1]
*Munehito Shoda[1]

1. 東京大学大学院理学系研究科
1. Graduate School of Science, University of Tokyo

太陽風は磁気流体スケールから運動論スケールまでにわたる擾乱で特徴付けられ、故にプラズマ乱流の理想的な実験室である。これまで多くの探査機観測や数値シミュレーションによる研究が行われてきたが、依然として太陽風乱流には未解決問題が残されている。これらは太陽物理学におけるコロナ加熱や太陽風加速といった問題にも直結した課題である。本講演では太陽風乱流に関する未解決問題をレビューし、それらに対する最新の結果についてまとめる。Parker Solar Probe に対する理論的予言（や実際の観測結果）についても議論する。

キーワード：磁気流体乱流、磁気流体波動、太陽風加速
Keywords: MHD turbulence, MHD waves, solar wind acceleration

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

公募型小型Solar-C_EUVSTミッション
The Solar-C_EUVST Epsilon mission

*清水 敏文[1]
*Toshifumi Shimizu[1]

1. 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所
1. Institute of Space and Astronautical Science, JAXA

Solar-C_EUVST衛星計画は、公募型小型衛星のミッション候補の一つとして2018年7月に選定された次期太陽観測衛星である。宇宙に如何に高温プラズマが作られ、太陽が如何にして地球や惑星に影響を及ぼしているのかという命題を探求するため、Solar-C_EUVST衛星計画は、太陽表面から太陽コロナのエネルギーと質量の輸送を理解し、宇宙プラズマ中で普遍的に起きている基礎物理過程を検証する。観測装置として極紫外線撮像分光望遠鏡(EUVST, EUV High-Throughput Spectroscopic Telescope)を搭載し、太陽大気の光球/彩層から太陽コロナに到る温度領域を隙間なく観測する。太陽大気全体に亘り、プラズマのダイナミックな現象に追随するため、EUVSTは以前に飛翔のものに較べておよそ１桁以上の性能（空間・時間分解能、波長範囲）向上させ、EUV域にある様々な輝線のスペクトルを高分散分光計測して、視線速度や温度・密度などの物理診断を行う。ミッションは、I)彩層・コロナと太陽風の形成に必要なエネルギー・質量輸送機構および散逸機構の究明、およびII)太陽面爆発現象の物理過程の解明を目指す。これら２つの科学課題を通じて、Solar-C_EUVSTミッションの使命は、どのようにして活動的な太陽が作り出されるか、という太陽物理学で最も基本的な問いに答えを出す。2025年前半にイプシロンロケットにより太陽同期極軌道に投入される構想である。本講演は、Solar-C_EUVSTミッションの概要についてお話しする。

キーワード：太陽外層大気、EUV分光、衛星計画
Keywords: Solar outer atmosphere, EUV Spectroscopy, New mission plan

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Advanced Observations of the Solar Atmosphere by a Balloon-Borne Telescope SUNRISE-3

*勝川 行雄[1]、Quintero Noda Carlos[2]、久保 雅仁[1]、原 弘久[1]、清水 敏文[2]
*Yukio Katsukawa[1], Carlos Quintero Noda[2], Masahito Kubo[1], Hirohisa Hara[1], Toshifumi Shimizu[2]

1. 国立天文台、2. JAXA宇宙科学研究所
1. National Astronomical Observatory of Japan, 2. ISAS/JAXA

The solar chromosphere interfacing the solar surface (i.e. photosphere) and the corona is not a simple intermediate atmospheric layer transmitting magnetic energy, but a region where strong non-linearity drives dynamic phenomena, such as turbulence, shocks, and jets. Because the dynamics are likely to be responsible for injection of non-thermal energies into the corona and the solar winds, the chromosphere is one of the most important targets in the solar and stellar physics. It is necessary to quantitatively observe 3D magnetic and velocity fields to cover the dynamics in the chromosphere together with energy generation in the photosphere. We plan to acquire high-quality 3D magnetic and velocity fields for the first time by the SUNRISE-3 balloon-borne solar telescope planned for 2021. We are building a high precision spectro-polarimeter called SCIP (SUNRISE Chromospheric Infrared spectro-Polarimeter) to be installed in SUNRISE-3 for precise spectro-polarimetric observation of near-IR spectral lines sensitive to magnetic fields in the photosphere and the chromosphere. To interpret the SUNRISE-3 data, we are developing numerical modeling of the dynamic phenomenon in the solar atmosphere as well as tools to interpret radiative transfer through the atmosphere. The goal is to understand the conversion process of magnetic energies in the astrophysical plasma based on spatially resolved observations of the Sun.

キーワード：太陽、彩層、コロナ、磁場、気球観測
Keywords: Sun, Chromosphere, Corona, Magnetic field, Balloon observation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Radiation magnetohydrodynamic modeling of solar coronal dynamics

*飯島 陽久[1]
*Haruhisa Iijima[1]

1. 名古屋大学 宇宙地球環境研究所
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University

We present highly dynamic simulations of solar corona that exhibit intermittent heating and brightening based on the radiation magnetohydrodynamic model. The recent development of observational instruments allows us to access a large amount of remote-sensing image of the solar atmosphere. Because of the high nonlinearity of the solar atmosphere, the interpretation of the observational data is becoming more difficult. One approach to overcome this difficulty of the observational interpretation is to compare the observational data with synthesized realistic numerical simulations more directly. Realistic model of the solar corona should take into accout various physical processes like the radiative transfer, non-ideal equation of states, and thermal conduction. Our radiation magnetohydrodynamic model RAMENS is one of such solvers that can model the realistic solar dynamics from the upper convection zone to the corona. Recently, we further develop this code by including the semi-relativistic correction of the Alfven wave and thermal conduction to avoid severe time stepping near the active region. This new code allows us to simulate the highly dynamic solar corona within a moderate numerical cost. In the presentation, we will report our implementation of the semi-relativistic correction and present new energetic coronal simulations.

キーワード：太陽、コロナ、シミュレーション
Keywords: Sun, Corona, Simulation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Detection and energy derivation of nano-flares based on deep learning

*河合 敏輝[1]、今田 晋亮[1]
*Toshiki Kawai[1], Shinsuke Imada[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University

Coronal heating is one of the long-standing problems in solar physics. So far, two primary mechanisms have been proposed to explain how the corona is heated, namely small-scale magnetic reconnection and wave dissipation. To estimate the contribution of small-scale magnetic reconnection, so called nano-flares, to heat the corona is crucial to solve the coronal heating problem. The purpose of this study is to develop a method which can accurately detect nano-flares and estimate their energies. Firstly, we carry out one-dimensional hydrodynamic simulations of coronal loops heated by nano-flares which have wide range of energy ($10^{23} < E < 10^{27}$ erg). Secondly, we calculate the temporal variation of EUV and soft X-ray spectra of coronal loops from the simulation results by using CHIANTI atomic database. We perform these procedures more than 1,000 times with randomized flare energy and occurrence time to produce various datasets. Finally, we train a Deep Neural Network (DNN) by using these datasets to estimate the energy distribution and occurrence times of flares from soft X-ray observation. Moreover, we apply trained DNN to actual soft X-ray observations. As a result, we obtain reasonable occurrence times and energies of flares comparing another method which regards flare energy as change amount of thermal energy of the loop.

キーワード：深層学習、ナノフレア
Keywords: deep learning, nano-flare

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-AE 天文学・太陽系外天体

2019年5月26日(日) 9:00 ~ 10:30 | 105 1F

[P-AE20] 系外惑星

コンビーナ:生駒 大洋(東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻)、成田 憲保(東京大学)、座長:成田 憲保(東京大学)、生駒 大洋(東京大学)

1995年にホットジュピターの発見で幕を開けた系外惑星科学は，ケプラー計画による多数のスーパーアースの発見によって大きな転換期を迎えている．さらに最近では，Proxima Centauri やTRAPPIST-1など太陽近傍星まわりに地球と同程度のサイズで同程度の中心星光照射を受ける（いわゆるハビタブルゾーンにある）惑星も発見されはじめた．それによって，太陽系外の地球型惑星の大気や表層環境に関する実証的な研究が始まりつつある．さらに，従来は発見が困難だった晩期型星・早期型星まわりの惑星発見数も増加しつつあり，主星のタイプに応じた惑星の存在頻度や軌道分布も明らかになりつつある．これにより包括的な汎惑星系形成論の土台となる観測的な知見も集まりつつあると言える．その結果，これまで主に天文学の対象とされてきた系外惑星も，いよいよ地球惑星科学が中心的貢献をすべき研究対象となったと言えるだろう．本セッションでは，そうした転換期にある系外惑星科学の最先端の研究成果を共有することを目的とする．

9:00 ~ 9:15

[PAE20-01] Gravitational Microlensing Surveys for Exoplanets

★Invited Papers

*鈴木 大介[1] (1.宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所)

9:15 ~ 9:30

[PAE20-02] Doppler planet searches targeting stars in solar neighborhood

★Invited Papers

*佐藤 文衛[1] (1.東京工業大学)

9:30 ~ 9:45

[PAE20-03] TESS惑星候補の地上フォローアップ観測に向けたMuSCAT3の開発

*成田 憲保[1,2,3]、福井 暁彦[2]、生駒 大洋[2]、田村 元秀[1,2]、日下部 展彦[1]、森 万由子[2]、山室 智康[4] (1.アストロバイオロジーセンター、2.東京大学、3.科学技術振興機構、4.オプトクラフト)

9:45 ~ 10:00

[PAE20-04] Effect of metallicity and eddy diffusion on transmission spectra of hazy exoplanet atmospheres

*川島 由依[1]、生駒 大洋[2] (1.SRON Netherlands Institute for Space Research、2.東京大学)

10:00 ~ 10:15

[PAE20-05] Mineral clouds of fluffy aggregates: how they form in exoplanetary atmospheres and influence transmission spectra

*大野 和正[1]、奥住 聡[1]、田崎 亮[2] (1.東京工業大学 理学院 科地球惑星科学系、2.東北大学天文学教室)

10:15 ~ 10:30

[PAE20-06] 巨大衝突によって形成される惑星系の軌道構造

★招待講演

*小久保 英一郎[1] (1.自然科学研究機構国立天文台理論研究部)

Gravitational Microlensing Surveys for Exoplanets

*鈴木 大介[1]
*Daisuke Suzuki[1]

1. 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所
1. Institute of Space and Astronautical Science / Japan Aerospace Exploration Agency

Gravitational microlensing can detect cold planets beyond the snow line. It is sensitive to the planets down to the Earth mass. Thus, it is only microlensing among the current exoplanet detection methods that can probe the outer planets orbiting other stars. In this talk, we present the recent microlensing statistical study which finds a disagreement between the observed planet mass-ratio function and the prediction from the population synthesis models based on the core accretion model. The models predict 7 - 10 times fewer planets at mass-ratios of $10^{-4} < q < 10^{-3}$ than found by the microlensing observations. This implies that the formation of gas giants may involve more complicated processes than assumed by the standard core accretion theory. Or, it implies that the planet formation process may vary significantly as a function of host star mass, because the population synthesis models have been calibrated for planets around solar-type stars while microlensing observations are biased toward lower-mass stars.

We also present recent planet discoveries with mass constraint and/or measurement by using the space-based observations or 10m class telescopes. Finally, we introduce future, infrared microlensing surveys, such as the PRIME (PRime-focus Infrared Microlensing Experiment) project and NASA’s WFIRST (Wide Field Infrared Survey Telescope) microlensing survey.

キーワード：系外惑星、重力マイクロレンズ
Keywords: Exoplanets, Gravitational Microlensing

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Doppler planet searches targeting stars in solar neighborhood

*佐藤 文衛[1]
*Bunei Sato[1]

1. 東京工業大学
1. Tokyo Institute of Technology

A precise Doppler measurement is one of the powerful techniques to detect planets orbiting stars. The technique is applicable to the detection of planets with a wide range of orbital parameters, such as semimajor axis and eccentricity, mass, and host stars. The planets detected by the Doppler surveys can thus help us to gain a general understanding of planet formation and evolution. Furthermore, given the high detection efficiency of planets of the Doppler technique compared to transit ones, it is highly useful to search for planets around stars in solar neighborhood.

We have been conducting Doppler planets searches for planets around nearby giant stars, that is evolved intermediate-mass stars, for about 20 years with 188cm telescope and High Dispersion Echelle Spectrograph (HIDES) of Okayama observatory. We have also started intensive Doppler monitoring of nearby bright solar-type stars at Okayama aiming to explore low-mass planets in their habitable zones. Thanks to refurbishment of the HIDES last year, we can now achieve a Doppler precision better than 1 m/s. In this February, a new planet search program targeting nearby low-mass M-type dwarfs was launched with use of the new InfraRed Doppler instrument (IRD) of Subaru 8.2m telescope. The program aims at detecting earth-mass planets in their habitable zones as well as uncovering population of planets around them. Here we report the latest results from these planet-search programs and discuss future prospects.

キーワード：ドップラー法、太陽近傍星、ハビタブルゾーン、地球質量惑星
Keywords: Doppler technique, nearby stars, habitable zone, earth-mass planets

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

TESS惑星候補の地上フォローアップ観測に向けたMuSCAT3の開発
Development of MuSCAT3 for ground-based follow-up observations of TESS candidate exoplanets

*成田 憲保[1,2,3]、福井 暁彦[2]、生駒 大洋[2]、田村 元秀[1,2]、日下部 展彦[1]、森 万由子[2]、山室 智康[4]
*Norio Narita[1,2,3], Akihiko Fukui[2], Masahiro Ikoma[2], Motohide Tamura[1,2], Nobuhiko Kusakabe[1], Mayuko Mori[2], Tomoyasu Yamamuro[4]

1. アストロバイオロジーセンター、2. 東京大学、3. 科学技術振興機構、4. オプトクラフト
1. Astrobiology Center, 2. University of Tokyo, 3. JST, 4. OptCraft

2018年4月18日に打ち上げられたNASAのトランジット惑星探索衛星TESSは2019年夏から黄道面に対する北天の観測を開始する。それに伴い2019年秋以降は多数のトランジット惑星の候補が北天で発見される見込みとなっている。

我々は岡山188cm望遠鏡とテネリフェ1.52m望遠鏡に搭載されたMuSCAT1/2に続いて、アメリカ・アリゾナ州のホプキンス山にあるフレッド・ローレンス・ウィップル天文台に設置された1.2m望遠鏡用の4色同時撮像カメラMuSCAT3を開発している。MuSCAT3は、既存のMuSCAT1/2と連携することによって北半球における多色撮像観測の24時間体制を確立し、2019年時点で世界で唯一となる多色トランジット観測ネットワークを実現する。これにより、TESSで発見された面白い惑星候補の発見確認観測を世界の中でいち早く行うことが可能となり、すばる望遠鏡などの観測へとつなげていくことを目指している。

本講演では、MuSCAT3の設置望遠鏡や装置の仕様などの詳細と、今後の開発スケジュールおよびTESSやMuSCAT1/2との連携の展望について紹介する。

キーワード：系外惑星、トランジット、観測装置、TESS
Keywords: exoplanets, transit, instrument, TESS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Effect of metallicity and eddy diffusion on transmission spectra of hazy exoplanet atmospheres

*川島 由依[1]、生駒 大洋[2]
*Yui Kawashima[1], Masahiro Ikoma[2]

1. SRON Netherlands Institute for Space Research、2. 東京大学
1. SRON Netherlands Institute for Space Research, 2. The University of Tokyo

Recently, properties of exoplanet atmospheres have been constrained via multi-wavelength transit observation, which measures an apparent decrease in stellar brightness during planetary transit in front of its host star (called transit depth). Sets of transit depths so far measured at different wavelengths (called transmission spectra) for some exoplanets are featureless or flat, inferring the existence of haze particles in the atmospheres. Previous studies that addressed theoretical modeling of transmission spectra of hydrogen-dominated atmospheres with haze used some assumed distribution and size of haze particles. In Kawashima & Ikoma (2018), we developed new photochemical and microphysical models of the creation, growth, and settling of haze particles for deriving their size and number-density distributions in close-in warm (< 1000 K) exoplanet atmospheres.

In this study, we explore the dependence of the production rate of haze and the resultant transmission spectra on metallicity and eddy diffusion coefficient. We find that the photodissociation rates of the hydrocarbons, which are related to the haze monomer production rate, are basically smaller for higher metallicity in spite of their increased abundances. This is because of the enhanced photon-shielding effect by the major photon absorbers, H_2O, CO, CO_2, and O_2, existing at higher altitudes than the hydrocarbons. Thus, the transmission spectrum for higher metallicity atmosphere is less affected by haze. We also find that the efficient eddy diffusion yields a steep Rayleigh-scattering slope in the optical and more prominent molecular-absorption features, which is the dependence opposite of condensation clouds.

キーワード：大気、透過スペクトル、ヘイズ、金属量、渦拡散
Keywords: Atmospheres, Transmission spectra, Haze, Metallicity, Eddy diffusion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Mineral clouds of fluffy aggregates: how they form in exoplanetary atmospheres and influence transmission spectra

*大野 和正[1]、奥住 聡[1]、田崎 亮[2]
*Kazumasa Ohno[1], Satoshi Okuzumi[1], Ryo Tazaki[2]

1. 東京工業大学 理学院 科地球惑星科学系、2. 東北大学天文学教室
1. Department of Earth and Planetary Science, Tokyo Institute of Technology, 2. Astronomical Institute, Tohoku University

Observations of transmission spectra have suggested ubiquity of high-altitude clouds in exoplanetary atmospheres. Recent theoretical studies have examined the formation of high-altitude clouds; however, they usually need to assume vigorous vertical mixing to explain the observations, which is orders of magnitude stronger than that suggested from general circulation models. The discrepancy might be caused by an assumption of the compact spheres for cloud particles adopted in previous studies. Because the hot environment of exoplanets leads to the formation of mineral condensates, they potentially grow into fluffy aggregates with very low sedimentation velocity that can be easily transported to high altitude. In this study, we investigate the influences of the particle porosity on vertical profiles of the clouds using a microphysical model taking into account the vertical transport, particle growth, and porosity evolution of cloud particles. We will demonstrate that the particle density can be lower than the material density by 2–3 orders of magnitude. As a result, the vertical extent of the clouds is potentially much larger than that expected in previous studies. We also calculate synthetic transmission spectra with fluffy-aggregate clouds. The fluffy-aggregate clouds largely obscure molecular signatures in the spectra and produce a characteristic spectral slope in visible to near-infrared wavelength. Finally, we compare the synthetic spectra with the transmission spectrum of GJ1214b, a super-Earth suggested to have clouds at ~0.01mbar in pressure, and find that the observed spectra can be explained by the mineral cloud of fluffy aggregates if atmospheric metallicity is higher than 100 times solar abundance. The predicted high atmospheric metallicity might encapsulate information about the formation process of GJ1214b.

キーワード：系外惑星、雲、大気透過光分光観測
Keywords: Exoplanet, Cloud, Transmission spectrum

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

巨大衝突によって形成される惑星系の軌道構造
Orbital Architecture of Planetary Systems Formed by Giant Impacts

*小久保 英一郎[1]
*Eiichiro Kokubo[1]

1. 自然科学研究機構国立天文台理論研究部
1. Division of Theoretical Astronomy, National Astronomical Observatory of Japan

惑星系形成の標準シナリオでは、地球型惑星形成の最終段階は原始惑星どうしの衝突(巨大衝突)と考えられている。この段階では、系が力学的に安定になるまで、原始惑星は重力散乱で軌道を乱し合い、衝突合体して成長する。この過程で惑星系の最終的な軌道構造がどのように決まるかを多体シミュレーションによって調べた。惑星系の軌道構造(軌道間隔、軌道離心率、軌道傾斜角)は原始惑星の物理半径/ヒル半径で決まり、この比が大きいほどコンパクトで力学的に冷たい惑星系が形成されることがわかった。この結果と系外惑星系の軌道構造を比較する。

キーワード：地球型惑星、巨大衝突
Keywords: terrestrial planets, giant impacts

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-AE 天文学・太陽系外天体

2019年5月26日(日) 10:45 ~ 12:15 | 105 1F

[P-AE20] 系外惑星

コンビーナ:生駒 大洋(東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻)、成田 憲保(東京大学)、座長:生駒 大洋(東京大学)、成田 憲保(東京大学)

1995年にホットジュピターの発見で幕を開けた系外惑星科学は，ケプラー計画による多数のスーパーアースの発見によって大きな転換期を迎えている．さらに最近では，Proxima Centauri やTRAPPIST-1など太陽近傍星まわりに地球と同程度のサイズで同程度の中心星光照射を受ける（いわゆるハビタブルゾーンにある）惑星も発見されはじめた．それによって，太陽系外の地球型惑星の大気や表層環境に関する実証的な研究が始まりつつある．さらに，従来は発見が困難だった晩期型星・早期型星まわりの惑星発見数も増加しつつあり，主星のタイプに応じた惑星の存在頻度や軌道分布も明らかになりつつある．これにより包括的な汎惑星系形成論の土台となる観測的な知見も集まりつつあると言える．その結果，これまで主に天文学の対象とされてきた系外惑星も，いよいよ地球惑星科学が中心的貢献をすべき研究対象となったと言えるだろう．本セッションでは，そうした転換期にある系外惑星科学の最先端の研究成果を共有することを目的とする．

10:45 ~ 11:00

[PAE20-07] スーパーアースのマントル対流シミュレーション

★招待講演

*宮腰 剛広[1]、亀山 真典[2]、小河 正基[3] (1.海洋研究開発機構、2.愛媛大学、3.東京大学)

11:00 ~ 11:15

[PAE20-08] Atmospheric escape from M-dwarf exoplanets and implications for habitability

*Chuanfei Dong[1] (1.Princeton University)

11:15 ~ 11:30

[PAE20-09] 中心星近傍岩石スーパーアースの放射スペクトル推定：大気散逸によるアルカリ金属の枯渇

*伊藤 祐一[1,2]、生駒 大洋[2] (1.北海道大学 大学院 理学研究院 地球惑星科学部門 宇宙惑星科学分野、2.東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻)

11:30 ~ 11:45

[PAE20-10] Hot Rocky Super-Earthsにおける金属気体を含む大気化学モデルの構築

*Danielache Sebastian[1,2]、高橋 遊大[1]、Miguel Yamila[3]、Simoncini Eugenio[4]、Grassi Tommaso[5] (1.上智大学 理工学部 物質生命理工学科、2.東京工業大学　地球生命研究所、3.Leiden Observatory, Leiden University、4.Simoncini Telai Gambassi Terme、5.University Observatory Munich, Ludwig-Maximilians-University)

11:45 ~ 12:00

[PAE20-11] 潮汐固定された地球型水惑星の気候

*小玉 貴則[1] (1.ボルドー大学)

12:00 ~ 12:15

[PAE20-12] 地球類似惑星の発見に向けたWSO-UV/UVSPEX計画の現状

*亀田 真吾[1]、長田 直也[1]、小玉 貴則[2]、村上 豪[3]、塩谷 圭吾[3]、生駒 大洋[4]、成田 憲保[5]、寺田 直樹[6]、藤原 均[7] (1.立教大学理学部、2.ボルドー大学、3.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所、4.東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻、5.国立天文台、6.東北大学大学院理学研究科、7.成蹊大学理工学部)

スーパーアースのマントル対流シミュレーション
Thermal convection in the mantle of super-Earths

*宮腰 剛広[1]、亀山 真典[2]、小河 正基[3]
*Takehiro Miyagoshi[1], Masanori Kameyama[2], Masaki Ogawa[3]

1. 海洋研究開発機構、2. 愛媛大学、3. 東京大学
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Ehime University, 3. University of Tokyo

マントル対流は惑星表面のテクトニックな活動や内部の熱進化を支配している。それはプレート運動、物質循環、核の対流などの現象の駆動源ともなる。スーパーアース内部のマントルダイナミクスがどのようなものであり、また地球とどう異なるかは、それ自身興味深い惑星科学における問題であるが、加えてその理解は、スーパーアースの熱進化や表層環境を考察する上でも不可欠な要素の一つである。

地球とスーパーアースのマントルを比較した時、特に大きな違いの一つが、スーパーアース内部では強い断熱圧縮効果が働くという事である。地球のマントル内ではこの効果は比較的小さい為、地球のマントル対流を調べる際にはこの効果はしばしば無視される。しかしながらこの効果は惑星サイズに比例して大きくなる。その為、スーパーアースのマントル対流を調べる際にはこの効果を適切に考慮する事が必要である。本講演では、惑星サイズの増加に伴い増大する断熱圧縮効果を適切に考慮した数値シミュレーション結果（Miyagoshi et al., 2014; 2015; 2017; 2018）を紹介する。我々のモデルではまた、惑星サイズに比例して大幅に増加する（地球よりも遥かに大きな）レイリー数、温度依存粘性、圧力（深さ）依存熱膨張率を考慮している。

我々の計算結果からは、惑星サイズが増大するにつれで、コアーマントル境界から上昇するホットプルームの活動性が著しく弱められる事が分かった。対照的に、表層から沈降するコールドプルームは惑星サイズが増大しても活動性を失わない。また対流の熱輸送効率は、断熱圧縮効果を無視した場合（ブシネスク近似、地球のモデルで通常用いられる）に比べ、大きく減少する事が分かった。また10倍地球質量の惑星において、対流のレジームダイアグラムを見出し、固いリソスフェアが形成されるレジームとされないレジームの境界を同定した。

このような断熱圧縮の効果は、惑星質量が地球質量の4倍を超えた付近から顕著に見られるようになる。また、惑星質量が大きくなるにつれて、プレートは厚くなる一方、対流の流れの速さは殆ど変化しない。この結果は、断熱圧縮を無視した場合の予測と著しく異なる。この結果はスーパーアースのプレート運動の起こりやすさを考える上で大きなヒントを与えると考えられる。

我々はまた大きな（地球の10倍質量の）スーパーアースの熱進化過程を調べた。その結果、巨大スーパーアースでは、初期温度分布の影響が非常に長く続く（場合によっては数十億年以上）事が分かった。我々のモデルでは初期温度分布の一例として、マントルの浅い部分が（いくつかの惑星形成モデルで示唆されているように）、断熱温度勾配分布よりも熱い状態から出発すると仮定した。その結果、最終的な全層対流状態に至る前に、数十億年以上にわたって、初期温度分布に由来する過渡の二層対流の状態が続く事が分かった。その間、下層では活発な対流が生じるが、上層では表層からのコールドプルームが少しずつ下降してくるだけとなり、上層と下層が混合しない状態が長期間続く。

我々の結果からは、惑星サイズか増大するにつれて、プレート運動やホットスポット火山などのテクトニックな活動は生じづらくなる事が示唆される。また対流の熱輸送効率が弱くなるため、核の対流や惑星磁場もそれほど強くなれないと予想される。加えて、特に巨大なスーパーアースの内部活動や表層環境を考える場合、非常に長く続く初期温度分布の影響を考慮に入れる事が重要であると考えられる。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：スーパー地球、マントル対流、断熱圧縮
Keywords: super-Earths, mantle convection, adiabatic compression

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Atmospheric escape from M-dwarf exoplanets and implications for habitability

*Chuanfei Dong[1]

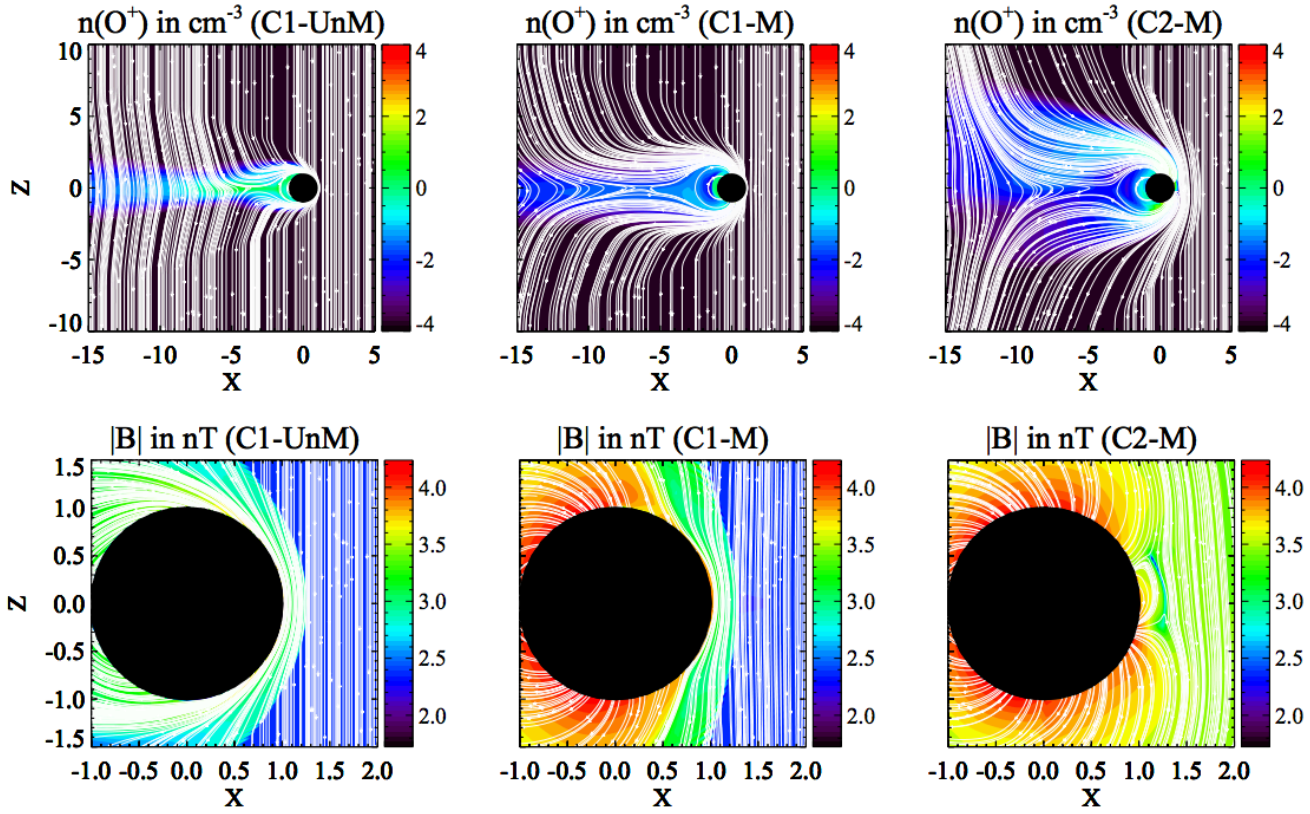
1. Princeton University

In the last two decades, the field of exoplanets has witnessed a tremendous creative surge. Research in exoplanets now encompasses a wide range of fields ranging from astrophysics to heliophysics and climate science. One of the primary objectives of studying exoplanets is to determine the criteria for habitability, and whether certain exoplanets meet these requirements. The classical definition of the Habitable Zone (HZ) is the region around a star where liquid water can exist on the planetary surface given sufficient atmospheric pressure. However, this definition largely ignores the impact of the stellar wind and stellar magnetic activity on the erosion of an exoplanet's atmosphere. Amongst the many factors that determine habitability, understanding the mechanisms of atmospheric loss is of paramount importance.

We will discuss the impact of exoplanetary space weather on the long-term climate evolution and habitability, which offers fresh insights concerning the habitability of exoplanets, especially those orbiting M-dwarfs, such as Proxima b and the TRAPPIST-1 planets. I will focus on a wide range of atmospheric compositions, ranging from exo-Venus candidates to ocean worlds; the latter being a unique class of planets with water-rich surfaces and atmospheres that do not currently exist in our Solar system. For each of these cases, we will demonstrate the importance of the exoplanetary space weather on atmospheric ion loss and habitability.

Keywords: atmospheric escape, planetary habitability, M-dwarf exoplanets, stellar wind and magnetic activity, Proxima b, the TRAPPIST-1 planets

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

中心星近傍岩石スーパーアースの放射スペクトル推定：大気散逸によるアルカリ金属の枯渇

Theoretical emission spectra of hot rocky super-Earths: Lack of alkali metals due to atmospheric escape

*伊藤 祐一[1,2]、生駒 大洋[2]
*Yuichi Ito[1,2], Masahiro Ikoma[2]

1. 北海道大学 大学院 理学研究院 地球惑星科学部門 宇宙惑星科学分野、2. 東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻
1. Department of Cosmosciences, Graduate school of Science, Hokkaido University, 2. Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, The University of Tokyo

現在、2地球半径以下の惑星半径を持つ系外惑星は1000個以上発見されている。それらの約半数は、岩石の融点温度を超えた放射平衡温度を持つほど中心星近傍(0.1AU以下)に存在している。それらがCoRoT-7 bに代表されるような岩石惑星であるなら、中心星近傍の岩石惑星はマグマ由来の岩石蒸気（NaやO, Si, Mg, SiOなど）で構成されたミネラル大気と呼ばれる大気を持つと考えられている(Schaefer & Fegley 2009)。さらに、岩石中でNaやKは高い揮発性を持つ一方で低い存在量であるために、大気散逸のような大気の損失過程は、ミネラル大気そしてマグマからNaとKの選択的な枯渇を引き起こすと考えられる。また、紫外線が照射されたミネラル大気を想定した１次元流体モデル(Ito & Ikoma, in prep)から、主星が若い頃に起こる大気の流体力学的散逸によって、NaやKが全て失われてしまう可能性が示唆されている。従って、ミネラル大気の観測的検出はその惑星が岩石惑星である確定的証拠を与える。さらには、その大気成分の特定、特にNaやKの有無は、マグマ組成を制約するだけでなく、惑星の内部や進化を知る手がかりとなりうる。

本研究では、スーパーアースサイズの中心星近傍岩石惑星の持つミネラル大気の温度構造及び放射スペクトルについて、マグマ中のNaやKの枯渇がどのような影響を与えるかを調べる。その際、マグマと大気間の化学平衡である気体組成、鉛直温度構造、二次食スペクトルを計算する静水圧平衡・放射平衡・化学平衡を仮定した大気モデル（Ito et al. 2015）を用いた。本発表では、CoRoT-7 bやKepler-10bのような高い放射平衡温度を持つ場合の結果を示す。NaとKを含まない場合の大気構造は、NaとKを含む場合（Ito et al., 2015）と同様に温度逆転層を持った。ただし、NaとKがない場合の方が、より高温であった。これは、NaやKがないために、特に可視光の波長での放射率が弱くなったためである。この高温化に伴い、平衡温度が3000Kの場合には、NaやK由来の可視光の放射がなくなるだけでなく、SiOによる放射特徴がNaとKを含む場合と比べ上昇した。最後に、このNaとKの有無に伴う二次食スペクトルの違いは、将来計画されている宇宙望遠鏡で検出可能であることを示す。

キーワード：系外惑星、大気、地球型惑星
Keywords: Exoplanet, Atmosphere, Terrestrial planet

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Hot Rocky Super-Earthsにおける金属気体を含む大気化学モデルの構築
Hot Rocky Super-Earths atmospheres, a revision of gas phase metal chemistry and the relevance of reverse chemistry

*Danielache Sebastian[1,2]、高橋 遊大[1]、Miguel Yamila[3]、Simoncini Eugenio[4]、Grassi Tommaso[5]
*Sebastian Danielache[1,2], Takahashi Yuta[1], Miguel Yamila[3], Simoncini Eugenio[4], Grassi Tommaso[5]

1. 上智大学 理工学部 物質生命理工学科、2. 東京工業大学　地球生命研究所、3. Leiden Observatory, Leiden University、4. Simoncini Telai Gambassi Terme、5. University Observatory Munich, Ludwig-Maximilians-University
1. Department of Materials & Life Sciences, Faculty of Science & Technology, Sophia University, 2. Tokyo Institute of Technology, Earth-Life Institute , 3. Leiden Observatory, Leiden University, 4. Simoncini Telai Gambassi Terme, 5. University Observatory Munich, Ludwig-Maximilians-University

2018年10月に運用を終了し、引退したKepler宇宙望遠鏡は、その任務中に2600個以上の太陽系外惑星を発見した。このように近年、系外惑星の探査およびハビタブルゾーンや発見された惑星における環境の解明などの研究が注目されている。その中でも、Hot Rocky Super-Earths（以下、HRSEs）と呼ばれる区分の系外惑星に関する環境は未解明の分野の一つである。明確な定義は無いものの、Super-Earthsは質量が地球の10倍以下、半径は地球の2倍以下の地球型岩石惑星を指す。特にHRSEsは、我々の太陽から水星までの距離（0.387 AU）よりもはるかに主星に近い軌道を公転し、表面温度が地表岩石の融点を超え、岩石成分が蒸発することで鉱物由来の金属化学種を含む大気を有していると考えられている。本研究は、HRSE s の高温低圧環境を仮定し、金属気体を含む大気化学モデルを構築することが目的である。

現代の技術では、太陽系外惑星はその存在を確認するだけでも大きな功績であり、個々の惑星の詳細な環境の解明には至っていない。そこで、本研究で境界条件を設定するにあたり、BSE(Bulk Silicate Earth)を高温状態にしたと仮定して得られる温度ー圧力プロファイルおよび化学種の初期の混合比を用いて、地表温度が2500 K、重力加速度が25 m s^{-2}であり、Na、O、Fe、SiOなどを大気主成分とする系外惑星を考えた。HRSEsの環境は非常に高温であるため、揮発性物質は散逸していると考えられ、本研究では反応は主に酸素と金属の反応を考慮した。高度400 kmまでを仮定した鉛直一次元モデルを用いてシミュレーションを行った。

本モデルによって得られたNa系列とFe系列の化学種の高度分布を以下に示す。金属化学種は、結合する酸素数が増えるにしたがって数密度が小さくなり、存在量が少ないことがわかる。

キーワード：Hot Rocky Super-Earths、大気化学
Keywords: Hot Rocky Super-Earths, Atmospheric Chemistry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

潮汐固定された地球型水惑星の気候
A Climate of tidally locked terrestrial exoplanets

*小玉 貴則[1]
*Takanori Kodama[1]

1. ボルドー大学
1. University of Bordeaux

多くのハビタブル惑星に関する研究は、ハビタブルゾーンの境界を決めることに焦点が当てられている。近年の系外惑星観測により、低温度星周りの地球質量からスーパーアース質量の惑星たちのハビタビリティが議論されている。それらは、中心星に近いため、中心星の潮汐力により、惑星の自転が潮汐固定されている。

近年、３次元大気大循環モデルを用いた気候推定が始まってきており、１次元気候モデルを用いて見積もられたハビタブルゾーンとは大きく異なることがわかってきた。最も大きな違いは、雲分布である。低温度星回りの水を保持した地球型惑星は、太陽直下点付近で高高度に雲を形成するため、高アルベドをもたらす。その結果、１次元気候モデルでの見積もられたハビタブルゾーンの外側でも、温暖な気候を維持することが示された。しかしながら、惑星の公転周期が十分に短い場合、大気循環パターンがsuper-rotationに変化するため、そのような雲は形成されない.

TRAPPIST-1 dとProxima Centauri bを例として、大気循環とハビタビリティを検討した。また、気候と惑星の水分布には強い関係があるため、惑星の水分布を変えた場合、雲形成にどのような影響があるか検討した。

キーワード：系外ハビタブル惑星
Keywords: Habitable exoplanets

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地球類似惑星の発見に向けたWSO-UV/UVSPEX計画の現状
Current status of WSO-UV/UVSPEX for discovery of Earth-like planets

*亀田 真吾[1]、長田 直也[1]、小玉 貴則[2]、村上 豪[3]、塩谷 圭吾[3]、生駒 大洋[4]、成田 憲保[5]、寺田 直樹[6]、藤原 均[7]
*Shingo Kameda[1], Osada Naoya[1], Takanori Kodama[2], Go Murakami[3], Keigo Enya[3], Masahiro Ikoma[4], Norio Narita[5], Naoki Terada[6], Hitoshi Fujiwara[7]

1. 立教大学理学部、2. ボルドー大学、3. 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所、4. 東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻、5. 国立天文台、6. 東北大学大学院理学研究科、7. 成蹊大学理工学部
1. School of Science, Rikkyo University, 2. University of Bordeaux, 3. Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency, 4. Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, The University of Tokyo, 5. National Astronomical Observatory of Japan, 6. Graduate School of Science, Tohoku University, 7. Faculty of Science and Technology, Seikei University

The World Space Observatory for Ultraviolet (WSO-UV) is an orbital optical telescope with a 1.7-m diameter primary mirror currently under development. The WSO-UV is aimed to operate in the 115- to 310-nm UV spectral range. Its two major science instruments are UV spectrographs and UV imaging field cameras with filter wheels. The WSO-UV project is currently in the implementation phase, with a tentative launch date in 2023. As designed, the telescope field of view in the focal plane is not fully occupied by instruments. Recently, two additional instruments devoted to exoplanets have been proposed for WSO-UV, which are the focus of this paper. UVSPEX, a UV-spectrograph for exoplanets, aims to determine atomic hydrogen and oxygen abundance in the exospheres of terrestrial exoplanets. The spectral range is 115 to 130 nm, which enables simultaneous measurement of hydrogen and oxygen emission intensities during an exoplanet transit. A study of exosphere transit photometric curves can help differentiate among different types of rocky planets. The exospheric temper- ature of an Earth-like planet is much higher than that of a Venus-like planet because of the low mixing ratio of the dominant coolant (CO2) in the upper atmosphere of the former, which causes a large difference in transit depth at the oxygen emission line. Thus, whether the terrestrial exoplanet is Earth-like, Venus-like, or other can be determined.

キーワード：系外惑星、地球型惑星、高層大気
Keywords: exoplanet, terrestrial planet, upper atmosphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-AE 天文学・太陽系外天体

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_4

[P-AE20] 系外惑星

コンビーナ:生駒 大洋(東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻)、成田 憲保(東京大学)

1995年にホットジュピターの発見で幕を開けた系外惑星科学は，ケプラー計画による多数のスーパーアースの発見によって大きな転換期を迎えている．さらに最近では，Proxima Centauri やTRAPPIST-1など太陽近傍星まわりに地球と同程度のサイズで同程度の中心星光照射を受ける（いわゆるハビタブルゾーンにある）惑星も発見されはじめた．それによって，太陽系外の地球型惑星の大気や表層環境に関する実証的な研究が始まりつつある．さらに，従来は発見が困難だった晩期型星・早期型星まわりの惑星発見数も増加しつつあり，主星のタイプに応じた惑星の存在頻度や軌道分布も明らかになりつつある．これにより包括的な汎惑星系形成論の土台となる観測的な知見も集まりつつあると言える．その結果，これまで主に天文学の対象とされてきた系外惑星も，いよいよ地球惑星科学が中心的貢献をすべき研究対象となったと言えるだろう．本セッションでは，そうした転換期にある系外惑星科学の最先端の研究成果を共有することを目的とする．

[PAE20-P01] 巨大惑星形成モデルによる系外惑星の質量・軌道半径分布の解釈

*村瀬 清華[1]、田中 秀和[1] (1.東北大学)

[PAE20-P02] 短周期巨大ガス惑星の内部重元素量に惑星移動時の共鳴捕獲が与える影響

*柴田 翔[1]、生駒 大洋[1] (1.東京大学大学院理学系研究科)

[PAE20-P03] 巨大ガス惑星からの水素輝線放射の理論モデル： LkCa15b と PDS70b の観測との比較

*青山 雄彦[1]、生駒 大洋[1]、Gabriel-Dominique Marleau[2]、Christoph Mordasini[3] (1.東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻、2.テュービンゲン大学、3.ベルン大学)

[PAE20-P04] 系外惑星探査のためのライマンα線望遠鏡LAICA2の検討

*村岡 徹[1]、村上 豪[2]、亀田 真吾[1] (1.立教大学、2.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所)

[PAE20-P05] 強い圧縮性をもつマントルの熱対流シミュレーション: スーパー地球のマントル対流に対する物性変化と内部発熱の影響

*亀山 真典[1,2] (1.国立大学法人愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、2.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[PAE20-P06] 恒星フレアによる太陽系外惑星ハビタビリティー評価

*山敷 庸亮[1]、前原 裕之[2]、アイラペディアン ウラジミール[5]、野津 湧太[3]、佐藤 達彦[4]、野津 翔太[3]、黒木 龍介[1]、村嶋 慶哉[8]、佐藤 啓明[7]、行方 宏介[3]、佐々木 貴教[3]、スコット トーマス[9]、坂東 日菜[3]、梨元 昴[8]、高木 風香[6]、リング カサンドラ[1]、野上 大作[3]、柴田 一成[10] (1.京都大学大学院総合生存学館、2.国立天文台、3.京都大学理学研究科宇宙物理学教室、4.日本原子力研究開発機構、5.NASAゴダード宇宙飛行センター、6.京都大学農学部、7.京都大学工学部、8.京都大学理学部、9.ブリストル大学、10.京都大学天文台)

[PAE20-P07] Studies of atmospheric structure in new very-hot Jupiter with high-resolution transmission spectroscopy

*川内 紀代恵[1]、佐藤 文衛[1]、成田 憲保[2]、平野 照幸[1]、川島 由依[3] (1.東京工業大学、2.東京大学、3.SRON - Netherlands Institute for Space Research)

[PAE20-P08] Doppler Tomographic Analysis for the Planetary Orbital Precession of WASP-33b

*渡辺 紀治[1]、成田 憲保[2]、Johnson Marshall[3] (1.総合研究大学院大学、2.東京大学、3.オハイオ州立大学)

[PAE20-P09] IRSF/SIRIUSによるTESS惑星候補のフォローアップ観測

*森 万由子[1]、成田 憲保[1,2]、de Leon Jerome[1]、西海 拓[3]、福井 暁彦[1]、田村 元秀[1,2]、日下部 展彦[2]、森鼻 久美子[4] (1.東京大学、2.アストロバイオロジーセンター、3.京都産業大学、4.名古屋大学)

[PAE20-P10] トランジット惑星観測用多色カメラMuSCAT1,2の2018年度の運用と成果

*福井 暁彦[1]、成田 憲保[2]、日下部 展彦[2]、田村 元秀[2,1]、川内 紀代恵[1]、John Livingston[1]、Jerome de Leon[1]、渡辺 紀治[3]、寺田 由佳[1]、森 万由子[1]、西海 拓[4] (1.東京大学、2.アストロバイオロジーセンター、3.総合研究大学院大学、4.京都産業大学)

巨大惑星形成モデルによる系外惑星の質量・軌道半径分布の解釈
An interpretation of exoplanet masses and orbital radii with a theoretical model of gas giant formation

*村瀬 清華[1]、田中 秀和[1]
*Kiyoka Murase[1], Hidekazu Tanaka[1]

1. 東北大学
1. TOHOKU UNIVERSITY

約4千個の系外惑星が発見され、それらの質量や軌道の分布などの統計的性質が明らかになっている。しかし、惑星質量や軌道半径の分布が原始惑星系円盤においてどのようにしてつくられたかについては未だ説明されていない。本研究では、固体核の円盤ガス捕獲により巨大惑星が形成されたとするコアアクリーションモデルを採用する。これを観測された系外惑星に対し適用することで、系外惑星の質量・軌道半径の分布は説明可能かどうか、また可能な場合にはどのような原始惑星系円盤において可能となるのかを明らかにする。

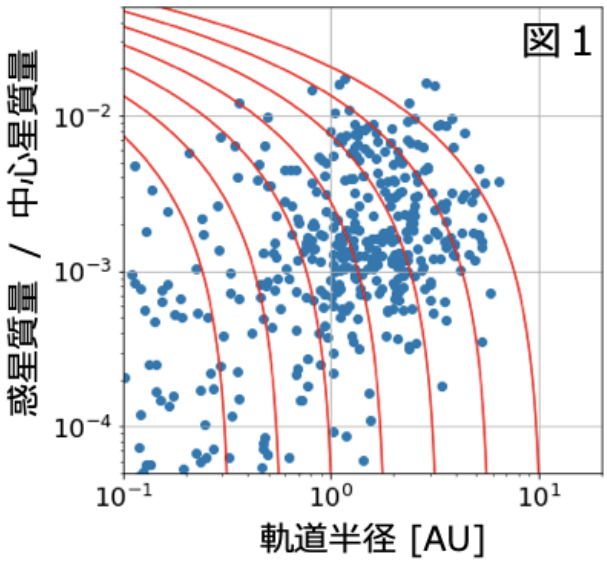
本研究で採用する巨大惑星形成の理論モデルは以下のようなものである。円盤ガス捕獲による巨大惑星成長率についてはTanigawa & Tanaka (2016)のモデルを用いる。惑星軌道落下についてはKanagawa et al.(2018)の最新モデルを用いる。これらの理論モデルは複数の数値流体計算の結果をよく再現しており信頼性は高い。一方、本研究では簡単のため複数惑星の間の相互作用は無視した。惑星の成長率や移動速度は惑星近傍の円盤ガス面密度に比例するので、原始惑星系円盤全体の時間進化モデルも必要である。本研究では単純な粘性降着円盤の自己相似解を採用した。さらに、惑星のガス捕獲による円盤面密度低下を考慮して自己相似解を修正した。円盤の散逸機構として光蒸発による円盤ガス消失も考慮した。このガス消失率はパラメータとした。

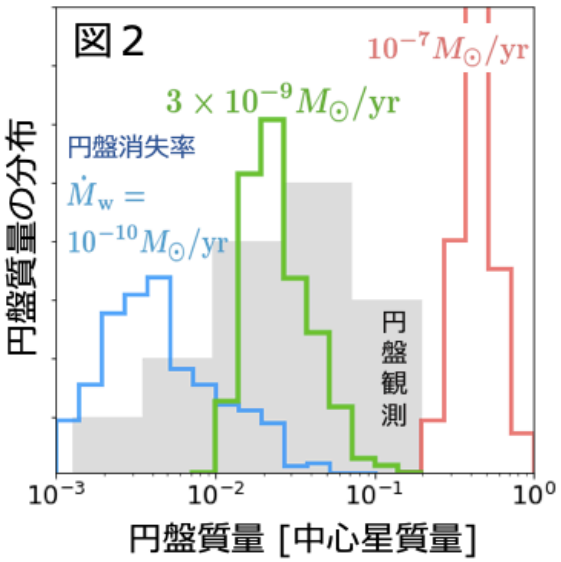
このような巨大惑星形成モデルから軌道半径-質量平面における惑星進化曲線を得た(図１）。この進化曲線は解析的な式で書くことができる。惑星質量と軌道半径の変化率はどちらも円盤面密度に比例することから、この進化曲線は原始惑星系円盤モデルの詳細には依存しない。図には各系外惑星のデータもプロットした。系外巨大惑星は2木星質量程度（中心星質量の1/500程度）のものが多いが、この質量の惑星を形成する際に軌道落下はほとんど起こらないことが進化曲線からわかる。中心星質量の1/50という最大の系外惑星においても軌道半径が1/10になる程度の軌道落下で済むことがわかった。また、系外巨大惑星の軌道半径は約2AUのものが多いが、これは円盤のスノーライン(～3AU)で固体コアがつくられやすいことで説明できる。

惑星の成長が進化曲線のどこで停止するかについては、主に円盤初期質量と、円盤消失を左右する光蒸発による円盤消失率の２つの量で決まる。よって、光蒸発による円盤消失率を与えれば、各系外惑星の質量に対してそれを生み出す円盤初期質量がそれぞれ決まる。このようにして、系外惑星の質量分布から本研究の理論モデルによって円盤初期質量分布を得た(図２）。図には比較のためにへびつかい座分子雲で得られた原始惑星系円盤の質量分布(Andrews et al. 2010)も示した。理論モデルから得られた円盤質量分布と観測から得られた分布とでピークを合わせるためには、光蒸発による円盤消失率は 3×10^{-9}太陽質量/年程度が適当であることがわかった。

キーワード：系外惑星、巨大惑星、原始惑星系円盤
Keywords: Exoplanet, giant planet, protoplanetary disk

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.





©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

短周期巨大ガス惑星の内部重元素量に惑星移動時の共鳴捕獲が与える影響
Impact of resonance trapping of planetesimals during planetary migration on metallicities of close-in gas giants

*柴田 翔[1]、生駒 大洋[1]
*Sho Shibata[1], Masahiro Ikoma[1]

1. 東京大学大学院理学系研究科
1. Graduate School of Science, The University of Tokyo

近年急速に進む系外惑星観測により、巨大ガス惑星の物理的特徴が次第に明らかになってきた。ガス惑星の内部構造モデルとこれらの観測量を組み合わせた一部の研究によると、巨大ガス惑星は一般に、水素とヘリウム以外の元素、いわゆる重元素を中心星よりも多く含んでいることがわかった（***巨大ガス惑星の重元素過剰***）。巨大ガス惑星の重元素過剰は、形成期における微惑星の捕獲によってもたらされたと考えられているが、この仮説には依然として問題がある。

巨大ガス惑星が質量成長する段階で獲得する微惑星量を見積もった研究によれば、この過程で獲得される重元素の量はたかだか十数地球質量程度であり、先の研究で示された系外ガス惑星の重元素過剰を説明するにはオーダーで足りない。本研究はこの問題を解決するために、巨大ガス惑星の質量成長過程とは別の、惑星移動過程における微惑星獲得を検証する。特にこれまで注目されてこなかった、微惑星の巨大ガス惑星の平均運動共鳴への捕獲（resonance trapping）に焦点をあて、微惑星の軌道計算を数値的に行うことで、この現象が巨大ガス惑星の微惑星獲得に与える影響を定量的に議論する。

キーワード：惑星形成、重元素、惑星移動、共鳴捕獲
Keywords: Planet Formation, Heavy Elements, Planet Migration, Resonance Trapping

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

巨大ガス惑星からの水素輝線放射の理論モデル： LkCa15b と PDS70b の観測との比較

Theoretical modeling of hydrogen line emission from accreting gas giants: comparison with observations of LkCa15b and PDS70b

*青山 雄彦[1]、生駒 大洋[1]、Gabriel-Dominique Marleau[2]、Christoph Mordasini[3]
*Yuhiko Aoyama[1], Masahiro Ikoma[1], Gabriel-Dominique Marleau[2], Christoph Mordasini[3]

1. 東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻、2. テュービンゲン大学、3. ベルン大学
1. Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, The University of Tokyo, 2. Institute for Astronomy and Astrophysics, Eberhard Karls University of Tubingen, 3. Physics Institute, University of Bern

近年幾つかの質量集積期の巨大ガス惑星が、直接撮像法によって観測されている。そのほとんどは近赤外で観測されているが、LkCa15b と PDS70b の二つは可視光の水素の Hα 輝線でも観測されている。集積期の巨大ガス惑星の光球面温度は数千 K だと考えられており、これは近赤外の直接撮像の結果と整合的である。一方で可視光の観測光度は、この光球面からの放射と比べて桁で明るく、数万 K の高温ガスの存在を示唆している。このような高温ガスは、衝撃波加熱によって生まれると考えられる。先行研究の数値流体計算によると、巨大ガス惑星へ集積するガスは、その過程で様々な衝撃波を通過する。衝撃波加熱を受けたガスは瞬間的には数万 K の高温に到達できる。しかしこの高温ガスは、水素輝線放射によって即座に数千 K 以下にまで冷却すると考えられる。したがって、放射される Hα の光度を推定するには、冷却するガスの流体構造、輝線放射過程、放射輸送を同時に扱う必要がある。本研究ではこのようなモデルを開発し、衝撃波から放射されるHαの強度を、衝撃波の強度とガス密度の関数として推定した。また、巨大ガス惑星へ集積するガスがどのような流れであれば、観測されたHαの光度を再現できるか、検討した。

キーワード：LkCa15b、PDS70b、衝撃波加熱、水素輝線、Hα
Keywords: LkCa15b, PDS70b, Shock heating, Hydrogen line, Hα

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

系外惑星探査のためのライマンα線望遠鏡LAICA2の検討
Design of a Lyman alpha telescope LAICA2 for exoplanetary exploration

*村岡 徹[1]、村上 豪[2]、亀田 真吾[1]
*Toru Muraoka[1], Go Murakami[2], Shingo Kameda[1]

1. 立教大学、2. 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所
1. Rikkyo University, 2. Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency

現在、地球に似た系外惑星探査のターゲットとして、太陽より温度が低く・質量も小さい恒星の周りを回る惑星が注目されている。このような条件下にある小質量惑星は、主星が大きすぎないためにトランジット観測によって検出できる可能性がある。

さらに、極端紫外線(EUV)放射が強い恒星の周りを回っており、かつ酸素濃度の高い惑星では、酸素原子が非常に高高度まで広がることが示されている[Kulikov et al., 2007, Tian et al., 2008b]。

このことから、地球のような環境の系外惑星を検出する手段として、酸素輝線での波長でトランジットによる観測を行うことが有効であると考えられている。

しかし、酸素原子の広がりを見積もるのに必要な情報であるEUV量を直接観測することはできない。そこで、恒星の測定可能なライマンα線量からEUVスペクトルを推定できること[Linsky et al., 2014]を利用することとした。

超小型深宇宙探査機PROCYONには、ライマンα線望遠鏡LAICA(Lyman Alpha Imaging CAmera)が搭載されている。本研究では、このLAICAの設計を基にして遠方の恒星からのライマンα線量を測定できる望遠鏡LAICA2の設計を行った。

LAICAは地球近傍の広範囲を観測対象としていたのに対し、LAICA2は数画素以内に収まるほどの遠方の恒星を観測対象とする。このため、主鏡と副鏡の両方を球面形状としていたLAICAとは異なり、LAICA2では主鏡を楕円面形状とすることで、集光性能を維持しながら焦点距離を1.5倍に伸ばすように光学設計を行った。

さらに、光学設計の段階で意図していない光（迷光）を、その光路を遮るようにバッフルを設計することで削減した。その上で内部反射や光学系内での散乱による迷光を評価し、最終的にLAICA2の観測において迷光の影響は無視できることを確認した。

本発表では、上記の研究成果を報告する。

キーワード：系外惑星、光学設計
Keywords: exoplanet, optical design

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

強い圧縮性をもつマントルの熱対流シミュレーション: スーパー地球のマントル対流に対する物性変化と内部発熱の影響

Numerical experiments on thermal convection of highly compressible fluids: Influences for mantle convection of super-Earths

*亀山 真典[1,2]
*Masanori Kameyama[1,2]

1. 国立大学法人愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、2. 国立研究開発法人海洋研究開発機構
1. Geodynamics Research Center, Ehime University, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

巨大な地球型惑星「スーパー地球」が近年に次々と発見されてきたことを受け、スーパー地球のマントルダイナミクスの研究が現実味のあるターゲットとなってきた。その際に考慮すべき重要な点の1つは、スーパー地球のマントルの「厚さ」である。厚いマントルの中では熱輸送の効率が低下するため、マントル内部が十分に排熱されないことも考えられる。加えて、スーパー地球のマントル内部では圧力が高くなったことを受けて物性値が大きく変化するだけでなく、断熱圧縮の効果が流れの様式に強く影響していると予想される。本研究では強い圧縮性に加え、粘性率・熱伝導率の空間変化や内部発熱を持つ流体の熱対流シミュレーションを行い、スーパー地球のマントル対流の様相を考察した。

本研究では地球の10倍の質量を持つスーパー地球のマントルを想定し、深さ6000km、縦横比1:4の2次元箱型領域内での圧縮性流体の熱対流を考える。ここでは非弾性流体近似を用いることにより、流体の上昇/下降に伴う断熱的温度変化の効果を取り入れている。さらにマントル物質の粘性率は温度とともに指数関数的に減少し、熱伝導率は深さとともに指数関数的に増加すると仮定した。これらの物性量の依存性や内部発熱の強さを系統的に変化させて熱対流シミュレーションを行い、内部の対流様式や熱構造の変化を観察した。

その結果、粘性率の温度依存性と熱伝導率の深さ依存性の双方とも十分に大きい場合には、上面沿いに発達する「冷たくて固いふた (stagnant lid)」に加えて、底面直上には「深部成層圏 (deep stratosphere)」とも呼ぶべき特異な層が形成されることが分かった。この層の内部は (i) 安定な温度成層と (ii) 鉛直方向の流れが非常に弱い、という点で特徴づけられ、気象学の「成層圏」の性質によく似ている。この特異な層が発達する理由は、上面で「冷たくて固いふた」が厚く発達したことに加え、深部での熱伝導率が高くなっていることである。この両者によってマントル内部の温度が全体的に上昇し、断熱温度変化が鉛直方向の流れを抑制する効果が強まった結果、安定な温度成層をもつ「深部成層圏」が形成されたと理解することができる。さらに内部熱源による発熱率が高くなるほど、「深部成層圏」の形成が促進されることも分かった。

本研究の結果より、粘性率の温度依存性と熱伝導率の深さ依存性の双方とも十分に大きいマントルをもつスーパー地球では、表面に「冷たくて固いふた」が、加えてマントル最下部には「深部成層圏」が形成されることが期待される。よって表面にプレート運動のない「スーパー地球」の中には、そのマントルの深部に「深部成層圏」を持っているものが含まれているのかもしれない。

キーワード：スーパー地球、マントル対流、断熱圧縮
Keywords: Super-Earths, mantle convection, adiabatic (de)compression

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

恒星フレアによる太陽系外惑星ハビタビリティー評価
Impact of Stellar Superflares on Planetary Habitability

*山敷 庸亮[1]、前原 裕之[2]、アイラペディアン ウラジミール[5]、野津 湧太[3]、佐藤 達彦[4]、野津 翔太[3]、黒木 龍介[1]、村嶋 慶哉[8]、佐藤 啓明[7]、行方 宏介[3]、佐々木 貴教[3]、スコット トーマス[9]、坂東 日菜[3]、梨元 昴[8]、高木 風香[6]、リング カサンドラ[1]、野上 大作[3]、柴田 一成[10]
*Yosuke Alexandre Yamashiki[1], Hiroyuki Maehara[2], Vladimir Airapetian[5], Yuta Notsu[3], Tatsuhiko Sato[4], Shota Notsu[3], Ryusuke Kuroki[1], keiya murashima[8], Hiroaki Sato[7], Kosuke Namekata[3], Takanori Sasaki[3], Thomas Scott[9], Hina Bando[3], Subaru Nashimoto[8], Fuka Takagi[6], Cassandra Ling[1], Daisaku Nogami[3], Kazunari Shibata[10]

1. 京都大学大学院総合生存学館、2. 国立天文台、3. 京都大学理学研究科宇宙物理学教室、4. 日本原子力研究開発機構、5. NASAゴダード宇宙飛行センター、6. 京都大学農学部、7. 京都大学工学部、8. 京都大学理学部、9. ブリストル大学、10. 京都大学天文台
1. Earth & Planetary Water Resources Assessment Laboratory Graduate School of Advanced Integrated Studies in Human Survivability Kyoto University, 2. National Astronomical Observatory of Japan, 3. Department of Astronomy, Kyoto University, 4. Japan Atomic Energy Agency, 5. NASA / GSFC, 6. Faculty of Agriculture, Kyoto University, 7. Faculty of Engineering, Kyoto University, 8. Faculty of Science, Kyoto University, 9. Interface Analysis Centre, University of Bristol, 10. Astronomical Observatory, Kyoto University

Environmental factors of crucial importance for exoplanetary habitability include the presence of bodies of liquid surface water, a dense atmosphere, planetary global magnetic field, and internal planetary dynamics . In addition, high-energy radiation due to exoplanetary space weather introduced by magnetic activity of a planet-hosting star can also play a crucial role in the definition of habitability.

Here, we present the first quantitative impact evaluation system of stellar activity on the habitability factors with an emphasis on Stellar Proton Events for several documented exoplanets examining the impact of CO2, H2, N2+O2 –rich atmospheres by introducing starspots of their hoststars, estimated using their rotational periods and lightcurves.

Simulations suggest that the estimated ground level dose for each planet, assuming a terrestrial-level atmospheric thickness, does not exceed the critical dose for complex (multi- cellular) life to persist, even for the planetary surface of Proxima Centauri b, Ross-128b and TRAPPIST-1 e. However when we consider the possible maximum flare for those host stars, at the terrestrial lowest atmospheric depth, the estimated dose reaches fatal levels on TRAPPIST-1 e and Ross-128 b. Continuous XUV radiation higher than that experienced by the Earth induces rapid atmospheric escape for those planetary systems , meaning the atmospheric depth might be substantially less than the Earth. In a scenario where the modelled planetary systems have 1/10 the atmospheric thickness of Earth, the radiation dose at Proxima Centauri b and TRAPPIST-1 e reaches near fatal levels just from relatively minor annually occurring flares from their hoststars.

キーワード：恒星フレア
Keywords: Stellar flare

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Studies of atmospheric structure in new very-hot Jupiter with high-resolution transmission spectroscopy

*川内 紀代恵[1]、佐藤 文衛[1]、成田 憲保[2]、平野 照幸[1]、川島 由依[3]
*Kiyoe Kawauchi[1], Bun'ei Sato[1], Norio Narita[2], Teruyuki Hirano[1], Yui Kawashima[3]

1. 東京工業大学、2. 東京大学、3. SRON - Netherlands Institute for Space Research
1. Tokyo Institute of Technology, 2. Tokyo University, 3. SRON - Netherlands Institute for Space Research

In the last decade, the understanding of exoplanetary atmospheres has advanced considerably through spectroscopic observations during planetary transit events, known as transmission spectroscopy.

Transmission spectroscopy done by Charbonneau et al. (2002) using Hubble Space Telescope first detected Na in the atmosphere of the hot Jupiter HD209458b. Currently, alkali metals have been detected in some hot Jupiter atmospheres. (e.g. Sing et al. 2012) Alkali metal lines are one of the most important key opacity sources because the Na I and K I resonance doublets are thought to be the cause of the generally low albedos, as the alkali metal's wide line wings absorb almost all of the incoming stellar irradiation.

Especially, high-resolution transmission spectroscopy of Na absorption lines can investigate temperature of a thermosphere where temperature is increased by stellar X-ray and EUV irradiation and the atmospheric escape is caused because the depth of Na absorption lines is deep and comparable to that of Hα absorption line which is formed in upper atmosphere (Huang et al. 2017).

We performed high-resolution transmission spectroscopy for WASP-76 with Subaru HDS. For WASP-76b, we detected strong Na D absorption lines and measured an average absorption depth of 0.427 ±0.018% for a 3.0 Åpassband. We derived the temperatures of the upper atmosphere as about 3700 K (Na D1) and 4000 K (Na D2) on the assumption of an atomic layer where an atomic hydrogen is dominated. As the equilibrium temperature is about 2160K, these results suggest the existence of a thermosphere.

キーワード：惑星大気
Keywords: Exoplanet atmosphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Doppler Tomographic Analysis for the Planetary Orbital Precession of WASP-33b

*渡辺 紀治[1]、成田 憲保[2]、Johnson Marshall[3]
*Noriharu Watanabe[1], Norio Narita[2], Marshall C. Johnson[3]

1. 総合研究大学院大学、2. 東京大学、3. オハイオ州立大学
1. The Graduate University for Advanced Studies, 2. The University of Tokyo, 3. The Ohio State University

The apparent angle between the stellar spin axis and the planetary orbital axis, which is called orbital obliquity (λ), is one of the important parameters for understanding the orbital evolution. If a planet has followed an orbital evolution like those in our solar planets evolve, its orbit will be aligned with the stellar spin. This orbit is called a prograde orbit ($|\lambda| < 90$ deg) and many exoplanets orbit with the direction. However, it is clear that there are few exoplanets with retrograde orbits ($|\lambda| > 90$ deg), which is the opposite case of our solar system. Doppler tomography (DT) is one of the methods to measure λ. In this method, when a planet covers part of the stellar surface during a planetary transit, a planetary shadow appears in the stellar line profile which is broadened by its rapid stellar spin. Then, λ can be derived by the track of the shadow. The distance between the center of the stellar surface, which is called the impact parameter (b), can be measured by DT. Moreover, The planetary shadow appears more easily when the central star spins faster, which makes the measurement of these parameters more easily.

The previous study [1] found that the values of λ and b of the hot Jupiter WASP-33b, which has a 1.2-day period retrograde circular orbit around a rapidly rotating and pulsating A-type star, changed slightly from 2008 and 2014. They detected its orbital precession due to its slightly flattened central star. However, only two observational epochs, from 2008 and 2014, were used in the previous study [1]. We aim to confirm and more precisely measure the precession using not only the dataset of 2008 and 2014 but also a previously unpublished dataset from 2011.

In our research, we used observational data of WASP-33 which was obtained using the High Dispersion Spectrograph (HDS) on the 8.2m Subaru telescope on 19th October 2011 (UT), as well as data sets of the previous study [1] which has already been analyzed up to their line profiles. First, we obtained the average line profile of each exposure from a large number of absorption lines by Least-Squares-Deconvolution (LSD). Subtracting the average stellar line profile of all exposures from the one from each exposure, we got the planetary shadow showing a retrograde orbit and a component from stellar pulsations. In order to make the measurement of the planetary parameters more easily, we extracted only the planetary shadow by Fourier filtering used in the previous study [1].

In order to make the measurement of the planetary parameters, we adopted an MCMC analysis for the three filtered data with our planetary shadow model with Fourier filtering. Considering b and λ of WASP-33b is changeable, our results show that b changed linearly, but the change of λ was not so that λ in 2011 was not intermediate between ones in 2008 and 2014. In the case that λ is fixed but b is changeable, we found that the change of b was comparable to one of the former case. In either case, our results indicated that the orbital precession seems to be different than one from the previous study [1].

[1] Johnson et al. 2015

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

IRSF/SIRIUSによるTESS惑星候補のフォローアップ観測
TESS Follow-up Observation with IRSF/SIRIUS

*森 万由子[1]、成田 憲保[1,2]、de Leon Jerome[1]、西海 拓[3]、福井 暁彦[1]、田村 元秀[1,2]、日下部 展彦[2]、森鼻 久美子[4]
*Mayuko Mori[1], Norio Narita[1,2], Jerome Pitogo de Leon[1], Taku Nishiumi[3], Akihiko Fukui[1], Motohide Tamura[1,2], Nobuhiko Kusakabe[2], Kumiko Morihana[4]

1. 東京大学、2. アストロバイオロジーセンター、3. 京都産業大学、4. 名古屋大学
1. The University of Tokyo, 2. Astrobiology Center, NINS, 3. Kyoto Sangyo University, 4. Nagoya University

トランジット系外惑星探索衛星(**TESS**) のフォローアッププログラム(**TFOP**) の一環として、南アフリカ共和国にある**1.4m望遠鏡IRSF**を使った惑星候補トランジットの赤外多色測光観測を行った。

TESSは惑星候補を数千個みつけると推測されているが、その中には、**食連星等による偽検出**が多数紛れ込む[1]。これらを見分けるために地上望遠鏡によるフォローアップ 観測が重要である。IRSFと、搭載された近赤外撮像カメラSIRIUSは、フォローアップ観測に適した装置である。

IRSF/SIRIUS を用いると、**TESS に比べて高い空間分解能**(0.453arcsec/pix) により、TESS の測光アパーチャー内に複数の星がある場合にそれぞれのライトカーブを描き、明るさの変化を起こしているターゲットを絞れる他、赤外領域の**J、H、Ks バンドで同時測光**することにより、トランジットの深さの波長依存性から、食連星による偽検出を排除することに役立つ。しかし、本来IRSF/SIRIUS はトランジット用の装置ではないため、得られた観測データから、トランジット解析用のデータや図に変換するための測光解析パイプラインを作成する必要があった。

我々の作成したパイプラインでは、視野内の検出可能なすべての星に関して測光を実行し、バンドごとのライトカーブを短い手順で作ることができる。それぞれの星とターゲットとの視距離・等級差も出力し、これは食連星の排除の計算に役立つ。また、トランジットによる星の明るさの変化と、その他の装置的な要因による変化の相関を判定し、簡単な一次モデルでフィットできるようになっている。このパイプラインにより効率的に解析を行えるようになり、観測後数日のうちに、求められるデータや図をTFOP チームに送ることができるようになった。

観測は2018年10月から11月 にかけて行い、TESS の最初の観測領域であるセクター1, 2 で発見された35個の惑星候補に対し、延べ45 回のトランジットを観測した。その結果、TOI 125, TOI 142, TOI 157, TOI 174, TOI 178, TOI 179, TOI 193, TOI 212 の計8個の惑星候補についてその観測結果をTFOPチームに報告し、食連星の排除と惑星の発見確認に貢献した。

この中でも**TOI 125**について、IRSF/SIRIUSでの観測が食連星の排除に大きな貢献を果たした。TFOPチームにより、K型星であるTOI 125のまわりには2つのsub-Neptuneサイズの惑星(2.76R_\oplus, 2.79R_\oplus)の存在が確認され、さらに3つ惑星候補が存在していることも分かった。この系は、惑星cとbの公転周期の比がわずかに2:1よりも小さいことが分かっており、力学的に興味深い系である。

ポスターでは、IRSF/SIRIUSでのTESSフォローアップ観測について、作成したパイプラインの詳細と、それにより得られた観測成果について紹介する。

[1] Sullivan et al.(2015), ApJ, 809, 77

キーワード：TESS、トランジット、測光、近赤外線、観測
Keywords: TESS, Transit, Photometry, Infrared, Observation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

トランジット惑星観測用多色カメラMuSCAT1,2の2018年度の運用と成果

Status of the Multi-band Cameras for Transiting Exoplanets MuSCAT1,2 and New Results in 2018

*福井 暁彦[1]、成田 憲保[2]、日下部 展彦[2]、田村 元秀[2,1]、川内 紀代恵[1]、John Livingston[1]、Jerome de Leon[1]、渡辺 紀治[3]、寺田 由佳[1]、森 万由子[1]、西海 拓[4]
*Akihiko Fukui[1], Norio Narita[2], Nobuhiko Kusakabe[2], Motohide Tamura[2,1], Kiyoe Kawauchi[1], John Livingston[1], Jerome de Leon[1], Noriharu Watanabe[3], Yuka Terada[1], Mayuko Mori[1], Taku Nishiumi[4]

1. 東京大学、2. アストロバイオロジーセンター、3. 総合研究大学院大学、4. 京都産業大学
1. The University of Tokyo, 2. Astrobiology Center, 3. SOKENDAI, 4. Kyoto Sangyo University

MuSCATおよびMuSCAT2はトランジット系外惑星の観測を目的として開発した可視多バンド同時撮像装置である。MuSCATは国立天文台の岡山188cm望遠鏡向けに2014年に開発した装置で、可視3バンド（g, r, z_sバンド）で同時撮像が可能である。MuSCAT2はスペイン・カナリア諸島テイデ観測所のTCS1.52m望遠鏡向けに2017年に開発した装置で、可視4バンド（g, r, i, z_sバンド）での同時撮像が可能である。目指すサイエンスの一つは、2018年4月に打ち上げられた全天トランジット惑星探索衛星TESSで発見される惑星候補の発見確認およびその特徴付けである。

MuSCATは2018年度において、岡山188cm望遠鏡の運用体制が国立天文台による共同利用からユーザー主体の運用に替わる過渡期にあったことや、装置トラブルが重なったことなどの理由により、観測が出来ない期間が続いたが、2019年1月より、一月あたり1週間程度の観測を実施している。
MuSCAT2は2018年度において、カナリア天体物理学研究所（IAC）の共同研究者と協力し、250夜を越える夜数の観測を行った。また、観測の安定化およびリモート観測システムの改良を行い、観測者の負担を減らすとともに日本からでもスムーズに観測出来る体制を整えた。

TESSは打ち上げから最初の1年間は南天を探索しており、MuSCAT1,2で観測可能な惑星候補はまだ多くない。そのため、2018年度は主にKepler衛星による黄道面探索や地上のトランジット探索で発見された惑星候補の観測、および低密度惑星の大気観測などを実施した。

本講演では、2018年度のMuSCATおよびMuSCAT2の運用状況および、新たに得られた観測成果について紹介する。

キーワード：トランジット系外惑星、TESS、系外惑星大気
Keywords: transiting exoplanets, TESS, atmosphere of exoplanets

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-AE 天文学・太陽系外天体

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_7

[P-AE20] 系外惑星

コンビーナ:生駒 大洋(東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻)、成田 憲保(東京大学)

1995年にホットジュピターの発見で幕を開けた系外惑星科学は，ケプラー計画による多数のスーパーアースの発見によって大きな転換期を迎えている．さらに最近では，Proxima Centauri やTRAPPIST-1など太陽近傍星まわりに地球と同程度のサイズで同程度の中心星光照射を受ける（いわゆるハビタブルゾーンにある）惑星も発見されはじめた．それによって，太陽系外の地球型惑星の大気や表層環境に関する実証的な研究が始まりつつある．さらに，従来は発見が困難だった晩期型星・早期型星まわりの惑星発見数も増加しつつあり，主星のタイプに応じた惑星の存在頻度や軌道分布も明らかになりつつある．これにより包括的な汎惑星系形成論の土台となる観測的な知見も集まりつつあると言える．その結果，これまで主に天文学の対象とされてきた系外惑星も，いよいよ地球惑星科学が中心的貢献をすべき研究対象となったと言えるだろう．本セッションでは，そうした転換期にある系外惑星科学の最先端の研究成果を共有することを目的とする．

[PAE20-P01] 巨大惑星形成モデルによる系外惑星の質量・軌道半径分布の解釈

*村瀬 清華[1]、田中 秀和[1] (1.東北大学)

[PAE20-P02] 短周期巨大ガス惑星の内部重元素量に惑星移動時の共鳴捕獲が与える影響

*柴田 翔[1]、生駒 大洋[1] (1.東京大学大学院理学系研究科)

[PAE20-P03] 巨大ガス惑星からの水素輝線放射の理論モデル： LkCa15b と PDS70b の観測との比較

*青山 雄彦[1]、生駒 大洋[1]、Gabriel-Dominique Marleau[2]、Christoph Mordasini[3] (1.東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻、2.テュービンゲン大学、3.ベルン大学)

[PAE20-P04] 系外惑星探査のためのライマンα線望遠鏡LAICA2の検討

*村岡 徹[1]、村上 豪[2]、亀田 真吾[1] (1.立教大学、2.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所)

[PAE20-P05] 強い圧縮性をもつマントルの熱対流シミュレーション: スーパー地球のマントル対流に対する物性変化と内部発熱の影響

*亀山 真典[1,2] (1.国立大学法人愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、2.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[PAE20-P06] 恒星フレアによる太陽系外惑星ハビタビリティー評価

*山敷 庸亮[1]、前原 裕之[2]、アイラペディアン ウラジミール[5]、野津 湧太[3]、佐藤 達彦[4]、野津 翔太[3]、黒木 龍介[1]、村嶋 慶哉[8]、佐藤 啓明[7]、行方 宏介[3]、佐々木 貴教[3]、スコット トーマス[9]、坂東 日菜[3]、梨元 昴[8]、高木 風香[6]、リング カサンドラ[1]、野上 大作[3]、柴田 一成[10] (1.京都大学大学院総合生存学館、2.国立天文台、3.京都大学理学研究科宇宙物理学教室、4.日本原子力研究開発機構、5.NASAゴダード宇宙飛行センター、6.京都大学農学部、7.京都大学工学部、8.京都大学理学部、9.ブリストル大学、10.京都大学天文台)

[PAE20-P07] Studies of atmospheric structure in new very-hot Jupiter with high-resolution transmission spectroscopy

*川内 紀代恵[1]、佐藤 文衛[1]、成田 憲保[2]、平野 照幸[1]、川島 由依[3] (1.東京工業大学、2.東京大学、3.SRON - Netherlands Institute for Space Research)

[PAE20-P08] Doppler Tomographic Analysis for the Planetary Orbital Precession of WASP-33b

*渡辺 紀治[1]、成田 憲保[2]、Johnson Marshall[3] (1.総合研究大学院大学、2.東京大学、3.オハイオ州立大学)

[PAE20-P09] IRSF/SIRIUSによるTESS惑星候補のフォローアップ観測

*森 万由子[1]、成田 憲保[1,2]、de Leon Jerome[1]、西海 拓[3]、福井 暁彦[1]、田村 元秀[1,2]、日下部 展彦[2]、森鼻 久美子[4] (1.東京大学、2.アストロバイオロジーセンター、3.京都産業大学、4.名古屋大学)

[PAE20-P10] トランジット惑星観測用多色カメラMuSCAT1,2の2018年度の運用と成果

*福井 暁彦[1]、成田 憲保[2]、日下部 展彦[2]、田村 元秀[2,1]、川内 紀代恵[1]、John Livingston[1]、Jerome de Leon[1]、渡辺 紀治[3]、寺田 由佳[1]、森 万由子[1]、西海 拓[4] (1.東京大学、2.アストロバイオロジーセンター、3.総合研究大学院大学、4.京都産業大学)

巨大惑星形成モデルによる系外惑星の質量・軌道半径分布の解釈
An interpretation of exoplanet masses and orbital radii with a theoretical model of gas giant formation

*村瀬 清華[1]、田中 秀和[1]
*Kiyoka Murase[1], Hidekazu Tanaka[1]

1. 東北大学
1. TOHOKU UNIVERSITY

約4千個の系外惑星が発見され、それらの質量や軌道の分布などの統計的性質が明らかになっている。しかし、惑星質量や軌道半径の分布が原始惑星系円盤においてどのようにしてつくられたかについては未だ説明されていない。本研究では、固体核の円盤ガス捕獲により巨大惑星が形成されたとするコアアクリーションモデルを採用する。これを観測された系外惑星に対し適用することで、系外惑星の質量・軌道半径の分布は説明可能かどうか、また可能な場合にはどのような原始惑星系円盤において可能となるのかを明らかにする。

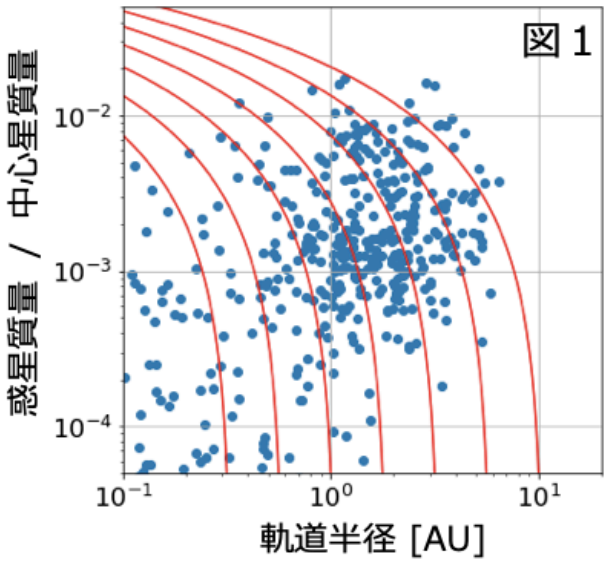
本研究で採用する巨大惑星形成の理論モデルは以下のようなものである。円盤ガス捕獲による巨大惑星成長率についてはTanigawa & Tanaka (2016)のモデルを用いる。惑星軌道落下についてはKanagawa et al.(2018)の最新モデルを用いる。これらの理論モデルは複数の数値流体計算の結果をよく再現しており信頼性は高い。一方、本研究では簡単のため複数惑星の間の相互作用は無視した。惑星の成長率や移動速度は惑星近傍の円盤ガス面密度に比例するので、原始惑星系円盤全体の時間進化モデルも必要である。本研究では単純な粘性降着円盤の自己相似解を採用した。さらに、惑星のガス捕獲による円盤面密度低下を考慮して自己相似解を修正した。円盤の散逸機構として光蒸発による円盤ガス消失も考慮した。このガス消失率はパラメータとした。

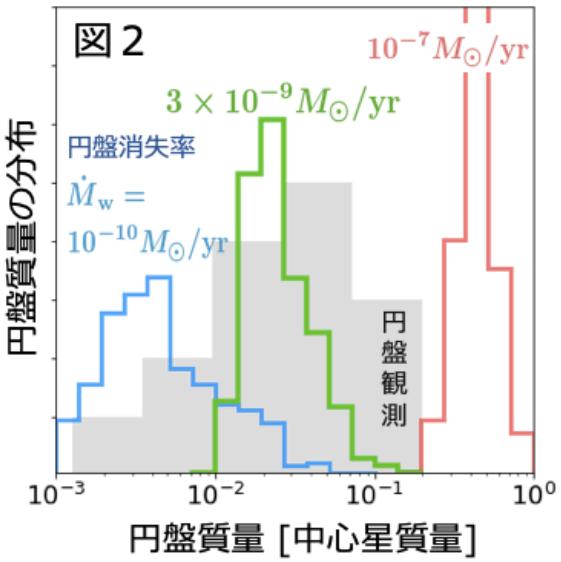
このような巨大惑星形成モデルから軌道半径-質量平面における惑星進化曲線を得た(図１）。この進化曲線は解析的な式で書くことができる。惑星質量と軌道半径の変化率はどちらも円盤面密度に比例することから、この進化曲線は原始惑星系円盤モデルの詳細には依存しない。図には各系外惑星のデータもプロットした。系外巨大惑星は2木星質量程度（中心星質量の1/500程度）のものが多いが、この質量の惑星を形成する際に軌道落下はほとんど起こらないことが進化曲線からわかる。中心星質量の1/50という最大の系外惑星においても軌道半径が1/10になる程度の軌道落下で済むことがわかった。また、系外巨大惑星の軌道半径は約2AUのものが多いが、これは円盤のスノーライン(～3AU)で固体コアがつくられやすいことで説明できる。

惑星の成長が進化曲線のどこで停止するかについては、主に円盤初期質量と、円盤消失を左右する光蒸発による円盤消失率の２つの量で決まる。よって、光蒸発による円盤消失率を与えれば、各系外惑星の質量に対してそれを生み出す円盤初期質量がそれぞれ決まる。このようにして、系外惑星の質量分布から本研究の理論モデルによって円盤初期質量分布を得た(図２）。図には比較のためにへびつかい座分子雲で得られた原始惑星系円盤の質量分布(Andrews et al. 2010)も示した。理論モデルから得られた円盤質量分布と観測から得られた分布とでピークを合わせるためには、光蒸発による円盤消失率は 3×10^{-9}太陽質量/年程度が適当であることがわかった。

キーワード：系外惑星、巨大惑星、原始惑星系円盤
Keywords: Exoplanet, giant planet, protoplanetary disk

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.





©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

短周期巨大ガス惑星の内部重元素量に惑星移動時の共鳴捕獲が与える影響
Impact of resonance trapping of planetesimals during planetary migration on metallicities of close-in gas giants

*柴田 翔[1]、生駒 大洋[1]
*Sho Shibata[1], Masahiro Ikoma[1]

1. 東京大学大学院理学系研究科
1. Graduate School of Science, The University of Tokyo

近年急速に進む系外惑星観測により、巨大ガス惑星の物理的特徴が次第に明らかになってきた。ガス惑星の内部構造モデルとこれらの観測量を組み合わせた一部の研究によると、巨大ガス惑星は一般に、水素とヘリウム以外の元素、いわゆる重元素を中心星よりも多く含んでいることがわかった（***巨大ガス惑星の重元素過剰***）。巨大ガス惑星の重元素過剰は、形成期における微惑星の捕獲によってもたらされたと考えられているが、この仮説には依然として問題がある。

巨大ガス惑星が質量成長する段階で獲得する微惑星量を見積もった研究によれば、この過程で獲得される重元素の量はたかだか十数地球質量程度であり、先の研究で示された系外ガス惑星の重元素過剰を説明するにはオーダーで足りない。本研究はこの問題を解決するために、巨大ガス惑星の質量成長過程とは別の、惑星移動過程における微惑星獲得を検証する。特にこれまで注目されてこなかった、微惑星の巨大ガス惑星の平均運動共鳴への捕獲（resonance trapping）に焦点をあて、微惑星の軌道計算を数値的に行うことで、この現象が巨大ガス惑星の微惑星獲得に与える影響を定量的に議論する。

キーワード：惑星形成、重元素、惑星移動、共鳴捕獲
Keywords: Planet Formation, Heavy Elements, Planet Migration, Resonance Trapping

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

巨大ガス惑星からの水素輝線放射の理論モデル： LkCa15b と PDS70b の観測との比較

Theoretical modeling of hydrogen line emission from accreting gas giants: comparison with observations of LkCa15b and PDS70b

*青山 雄彦[1]、生駒 大洋[1]、Gabriel-Dominique Marleau[2]、Christoph Mordasini[3]
*Yuhiko Aoyama[1], Masahiro Ikoma[1], Gabriel-Dominique Marleau[2], Christoph Mordasini[3]

1. 東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻、2. テュービンゲン大学、3. ベルン大学
1. Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, The University of Tokyo, 2. Institute for Astronomy and Astrophysics, Eberhard Karls University of Tubingen, 3. Physics Institute, University of Bern

近年幾つかの質量集積期の巨大ガス惑星が、直接撮像法によって観測されている。そのほとんどは近赤外で観測されているが、LkCa15b と PDS70b の二つは可視光の水素の Hα 輝線でも観測されている。集積期の巨大ガス惑星の光球面温度は数千 K だと考えられており、これは近赤外の直接撮像の結果と整合的である。一方で可視光の観測光度は、この光球面からの放射と比べて桁で明るく、数万 K の高温ガスの存在を示唆している。このような高温ガスは、衝撃波加熱によって生まれると考えられる。先行研究の数値流体計算によると、巨大ガス惑星へ集積するガスは、その過程で様々な衝撃波を通過する。衝撃波加熱を受けたガスは瞬間的には数万 K の高温に到達できる。しかしこの高温ガスは、水素輝線放射によって即座に数千 K 以下にまで冷却すると考えられる。したがって、放射される Hα の光度を推定するには、冷却するガスの流体構造、輝線放射過程、放射輸送を同時に扱う必要がある。本研究ではこのようなモデルを開発し、衝撃波から放射されるHαの強度を、衝撃波の強度とガス密度の関数として推定した。また、巨大ガス惑星へ集積するガスがどのような流れであれば、観測されたHαの光度を再現できるか、検討した。

キーワード：LkCa15b、PDS70b、衝撃波加熱、水素輝線、Hα
Keywords: LkCa15b, PDS70b, Shock heating, Hydrogen line, Hα

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

系外惑星探査のためのライマンα線望遠鏡LAICA2の検討
Design of a Lyman alpha telescope LAICA2 for exoplanetary exploration

*村岡 徹[1]、村上 豪[2]、亀田 真吾[1]
*Toru Muraoka[1], Go Murakami[2], Shingo Kameda[1]

1. 立教大学、2. 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所
1. Rikkyo University, 2. Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency

現在、地球に似た系外惑星探査のターゲットとして、太陽より温度が低く・質量も小さい恒星の周りを回る惑星が注目されている。このような条件下にある小質量惑星は、主星が大きすぎないためにトランジット観測によって検出できる可能性がある。

さらに、極端紫外線(EUV)放射が強い恒星の周りを回っており、かつ酸素濃度の高い惑星では、酸素原子が非常に高高度まで広がることが示されている[Kulikov et al., 2007, Tian et al., 2008b]。

このことから、地球のような環境の系外惑星を検出する手段として、酸素輝線での波長でトランジットによる観測を行うことが有効であると考えられている。

しかし、酸素原子の広がりを見積もるのに必要な情報であるEUV量を直接観測することはできない。そこで、恒星の測定可能なライマンα線量からEUVスペクトルを推定できること[Linsky et al., 2014]を利用することとした。

超小型深宇宙探査機PROCYONには、ライマンα線望遠鏡LAICA(Lyman Alpha Imaging CAmera)が搭載されている。本研究では、このLAICAの設計を基にして遠方の恒星からのライマンα線量を測定できる望遠鏡LAICA2の設計を行った。

LAICAは地球近傍の広範囲を観測対象としていたのに対し、LAICA2は数画素以内に収まるほどの遠方の恒星を観測対象とする。このため、主鏡と副鏡の両方を球面形状としていたLAICAとは異なり、LAICA2では主鏡を楕円面形状とすることで、集光性能を維持しながら焦点距離を1.5倍に伸ばすように光学設計を行った。

さらに、光学設計の段階で意図していない光（迷光）を、その光路を遮るようにバッフルを設計することで削減した。その上で内部反射や光学系内での散乱による迷光を評価し、最終的にLAICA2の観測において迷光の影響は無視できることを確認した。

本発表では、上記の研究成果を報告する。

キーワード：系外惑星、光学設計
Keywords: exoplanet, optical design

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

強い圧縮性をもつマントルの熱対流シミュレーション: スーパー地球のマントル対流に対する物性変化と内部発熱の影響

Numerical experiments on thermal convection of highly compressible fluids: Influences for mantle convection of super-Earths

*亀山 真典[1,2]
*Masanori Kameyama[1,2]

1. 国立大学法人愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、2. 国立研究開発法人海洋研究開発機構
1. Geodynamics Research Center, Ehime University, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

巨大な地球型惑星「スーパー地球」が近年に次々と発見されてきたことを受け、スーパー地球のマントルダイナミクスの研究が現実味のあるターゲットとなってきた。その際に考慮すべき重要な点の1つは、スーパー地球のマントルの「厚さ」である。厚いマントルの中では熱輸送の効率が低下するため、マントル内部が十分に排熱されないことも考えられる。加えて、スーパー地球のマントル内部では圧力が高くなったことを受けて物性値が大きく変化するだけでなく、断熱圧縮の効果が流れの様式に強く影響していると予想される。本研究では強い圧縮性に加え、粘性率・熱伝導率の空間変化や内部発熱を持つ流体の熱対流シミュレーションを行い、スーパー地球のマントル対流の様相を考察した。

本研究では地球の10倍の質量を持つスーパー地球のマントルを想定し、深さ6000km、縦横比1:4の2次元箱型領域内での圧縮性流体の熱対流を考える。ここでは非弾性流体近似を用いることにより、流体の上昇/下降に伴う断熱的温度変化の効果を取り入れている。さらにマントル物質の粘性率は温度とともに指数関数的に減少し、熱伝導率は深さとともに指数関数的に増加すると仮定した。これらの物性量の依存性や内部発熱の強さを系統的に変化させて熱対流シミュレーションを行い、内部の対流様式や熱構造の変化を観察した。

その結果、粘性率の温度依存性と熱伝導率の深さ依存性の双方とも十分に大きい場合には、上面沿いに発達する「冷たくて固いふた (stagnant lid)」に加えて、底面直上には「深部成層圏 (deep stratosphere)」とも呼ぶべき特異な層が形成されることが分かった。この層の内部は (i) 安定な温度成層と (ii) 鉛直方向の流れが非常に弱い、という点で特徴づけられ、気象学の「成層圏」の性質によく似ている。この特異な層が発達する理由は、上面で「冷たくて固いふた」が厚く発達したことに加え、深部での熱伝導率が高くなっていることである。この両者によってマントル内部の温度が全体的に上昇し、断熱温度変化が鉛直方向の流れを抑制する効果が強まった結果、安定な温度成層をもつ「深部成層圏」が形成されたと理解することができる。さらに内部熱源による発熱率が高くなるほど、「深部成層圏」の形成が促進されることも分かった。

本研究の結果より、粘性率の温度依存性と熱伝導率の深さ依存性の双方とも十分に大きいマントルをもつスーパー地球では、表面に「冷たくて固いふた」が、加えてマントル最下部には「深部成層圏」が形成されることが期待される。よって表面にプレート運動のない「スーパー地球」の中には、そのマントルの深部に「深部成層圏」を持っているものが含まれているのかもしれない。

キーワード：スーパー地球、マントル対流、断熱圧縮
Keywords: Super-Earths, mantle convection, adiabatic (de)compression

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

恒星フレアによる太陽系外惑星ハビタビリティー評価
Impact of Stellar Superflares on Planetary Habitability

*山敷 庸亮[1]、前原 裕之[2]、アイラペディアン ウラジミール[5]、野津 湧太[3]、佐藤 達彦[4]、野津 翔太[3]、黒木 龍介[1]、村嶋 慶哉[8]、佐藤 啓明[7]、行方 宏介[3]、佐々木 貴教[3]、スコット トーマス[9]、坂東 日菜[3]、梨元 昴[8]、高木 風香[6]、リング カサンドラ[1]、野上 大作[3]、柴田 一成[10]
*Yosuke Alexandre Yamashiki[1], Hiroyuki Maehara[2], Vladimir Airapetian[5], Yuta Notsu[3], Tatsuhiko Sato[4], Shota Notsu[3], Ryusuke Kuroki[1], keiya murashima[8], Hiroaki Sato[7], Kosuke Namekata[3], Takanori Sasaki[3], Thomas Scott[9], Hina Bando[3], Subaru Nashimoto[8], Fuka Takagi[6], Cassandra Ling[1], Daisaku Nogami[3], Kazunari Shibata[10]

1. 京都大学大学院総合生存学館、2. 国立天文台、3. 京都大学理学研究科宇宙物理学教室、4. 日本原子力研究開発機構、5. NASAゴダード宇宙飛行センター、6. 京都大学農学部、7. 京都大学工学部、8. 京都大学理学部、9. ブリストル大学、10. 京都大学天文台
1. Earth & Planetary Water Resources Assessment Laboratory Graduate School of Advanced Integrated Studies in Human Survivability Kyoto University, 2. National Astronomical Observatory of Japan, 3. Department of Astronomy, Kyoto University, 4. Japan Atomic Energy Agency, 5. NASA / GSFC, 6. Faculty of Agriculture, Kyoto University, 7. Faculty of Engineering, Kyoto University, 8. Faculty of Science, Kyoto University, 9. Interface Analysis Centre, University of Bristol, 10. Astronomical Observatory, Kyoto University

Environmental factors of crucial importance for exoplanetary habitability include the presence of bodies of liquid surface water, a dense atmosphere, planetary global magnetic field, and internal planetary dynamics . In addition, high-energy radiation due to exoplanetary space weather introduced by magnetic activity of a planet-hosting star can also play a crucial role in the definition of habitability.

Here, we present the first quantitative impact evaluation system of stellar activity on the habitability factors with an emphasis on Stellar Proton Events for several documented exoplanets examining the impact of CO2, H2, N2+O2 –rich atmospheres by introducing starspots of their hoststars, estimated using their rotational periods and lightcurves.

Simulations suggest that the estimated ground level dose for each planet, assuming a terrestrial-level atmospheric thickness, does not exceed the critical dose for complex (multi- cellular) life to persist, even for the planetary surface of Proxima Centauri b, Ross-128b and TRAPPIST-1 e. However when we consider the possible maximum flare for those host stars, at the terrestrial lowest atmospheric depth, the estimated dose reaches fatal levels on TRAPPIST-1 e and Ross-128 b. Continuous XUV radiation higher than that experienced by the Earth induces rapid atmospheric escape for those planetary systems , meaning the atmospheric depth might be substantially less than the Earth. In a scenario where the modelled planetary systems have 1/10 the atmospheric thickness of Earth, the radiation dose at Proxima Centauri b and TRAPPIST-1 e reaches near fatal levels just from relatively minor annually occurring flares from their hoststars.

キーワード：恒星フレア
Keywords: Stellar flare

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Studies of atmospheric structure in new very-hot Jupiter with high-resolution transmission spectroscopy

*川内 紀代恵[1]、佐藤 文衛[1]、成田 憲保[2]、平野 照幸[1]、川島 由依[3]
*Kiyoe Kawauchi[1], Bun'ei Sato[1], Norio Narita[2], Teruyuki Hirano[1], Yui Kawashima[3]

1. 東京工業大学、2. 東京大学、3. SRON - Netherlands Institute for Space Research
1. Tokyo Institute of Technology, 2. Tokyo University, 3. SRON - Netherlands Institute for Space Research

In the last decade, the understanding of exoplanetary atmospheres has advanced considerably through spectroscopic observations during planetary transit events, known as transmission spectroscopy.

Transmission spectroscopy done by Charbonneau et al. (2002) using Hubble Space Telescope first detected Na in the atmosphere of the hot Jupiter HD209458b. Currently, alkali metals have been detected in some hot Jupiter atmospheres. (e.g. Sing et al. 2012) Alkali metal lines are one of the most important key opacity sources because the Na I and K I resonance doublets are thought to be the cause of the generally low albedos, as the alkali metal's wide line wings absorb almost all of the incoming stellar irradiation.

Especially, high-resolution transmission spectroscopy of Na absorption lines can investigate temperature of a thermosphere where temperature is increased by stellar X-ray and EUV irradiation and the atmospheric escape is caused because the depth of Na absorption lines is deep and comparable to that of Hα absorption line which is formed in upper atmosphere (Huang et al. 2017).

We performed high-resolution transmission spectroscopy for WASP-76 with Subaru HDS. For WASP-76b, we detected strong Na D absorption lines and measured an average absorption depth of 0.427 ±0.018% for a 3.0 Åpassband. We derived the temperatures of the upper atmosphere as about 3700 K (Na D1) and 4000 K (Na D2) on the assumption of an atomic layer where an atomic hydrogen is dominated. As the equilibrium temperature is about 2160K, these results suggest the existence of a thermosphere.

キーワード：惑星大気
Keywords: Exoplanet atmosphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Doppler Tomographic Analysis for the Planetary Orbital Precession of WASP-33b

*渡辺 紀治[1]、成田 憲保[2]、Johnson Marshall[3]
*Noriharu Watanabe[1], Norio Narita[2], Marshall C. Johnson[3]

1. 総合研究大学院大学、2. 東京大学、3. オハイオ州立大学
1. The Graduate University for Advanced Studies, 2. The University of Tokyo, 3. The Ohio State University

The apparent angle between the stellar spin axis and the planetary orbital axis, which is called orbital obliquity (λ), is one of the important parameters for understanding the orbital evolution. If a planet has followed an orbital evolution like those in our solar planets evolve, its orbit will be aligned with the stellar spin. This orbit is called a prograde orbit ($|\lambda| < 90$ deg) and many exoplanets orbit with the direction. However, it is clear that there are few exoplanets with retrograde orbits ($|\lambda| > 90$ deg), which is the opposite case of our solar system. Doppler tomography (DT) is one of the methods to measure λ. In this method, when a planet covers part of the stellar surface during a planetary transit, a planetary shadow appears in the stellar line profile which is broadened by its rapid stellar spin. Then, λ can be derived by the track of the shadow. The distance between the center of the stellar surface, which is called the impact parameter (b), can be measured by DT. Moreover, The planetary shadow appears more easily when the central star spins faster, which makes the measurement of these parameters more easily.

The previous study [1] found that the values of λ and b of the hot Jupiter WASP-33b, which has a 1.2-day period retrograde circular orbit around a rapidly rotating and pulsating A-type star, changed slightly from 2008 and 2014. They detected its orbital precession due to its slightly flattened central star. However, only two observational epochs, from 2008 and 2014, were used in the previous study [1]. We aim to confirm and more precisely measure the precession using not only the dataset of 2008 and 2014 but also a previously unpublished dataset from 2011.

In our research, we used observational data of WASP-33 which was obtained using the High Dispersion Spectrograph (HDS) on the 8.2m Subaru telescope on 19th October 2011 (UT), as well as data sets of the previous study [1] which has already been analyzed up to their line profiles. First, we obtained the average line profile of each exposure from a large number of absorption lines by Least-Squares-Deconvolution (LSD). Subtracting the average stellar line profile of all exposures from the one from each exposure, we got the planetary shadow showing a retrograde orbit and a component from stellar pulsations. In order to make the measurement of the planetary parameters more easily, we extracted only the planetary shadow by Fourier filtering used in the previous study [1].

In order to make the measurement of the planetary parameters, we adopted an MCMC analysis for the three filtered data with our planetary shadow model with Fourier filtering. Considering b and λ of WASP-33b is changeable, our results show that b changed linearly, but the change of λ was not so that λ in 2011 was not intermediate between ones in 2008 and 2014. In the case that λ is fixed but b is changeable, we found that the change of b was comparable to one of the former case. In either case, our results indicated that the orbital precession seems to be different than one from the previous study [1].

[1] Johnson et al. 2015

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

IRSF/SIRIUSによるTESS惑星候補のフォローアップ観測
TESS Follow-up Observation with IRSF/SIRIUS

*森 万由子[1]、成田 憲保[1,2]、de Leon Jerome[1]、西海 拓[3]、福井 暁彦[1]、田村 元秀[1,2]、日下部 展彦[2]、森鼻 久美子[4]
*Mayuko Mori[1], Norio Narita[1,2], Jerome Pitogo de Leon[1], Taku Nishiumi[3], Akihiko Fukui[1], Motohide Tamura[1,2], Nobuhiko Kusakabe[2], Kumiko Morihana[4]

1. 東京大学、2. アストロバイオロジーセンター、3. 京都産業大学、4. 名古屋大学
1. The University of Tokyo, 2. Astrobiology Center, NINS, 3. Kyoto Sangyo University, 4. Nagoya University

トランジット系外惑星探索衛星(**TESS**) のフォローアッププログラム(**TFOP**) の一環として、南アフリカ共和国にある**1.4m望遠鏡IRSF**を使った惑星候補トランジットの赤外多色測光観測を行った。

TESSは惑星候補を数千個みつけると推測されているが、その中には、**食連星等による偽検出**が多数紛れ込む[1]。これらを見分けるために地上望遠鏡によるフォローアップ 観測が重要である。IRSFと、搭載された近赤外撮像カメラSIRIUSは、フォローアップ観測に適した装置である。

IRSF/SIRIUS を用いると、**TESS に比べて高い空間分解能**(0.453arcsec/pix) により、TESS の測光アパーチャー内に複数の星がある場合にそれぞれのライトカーブを描き、明るさの変化を起こしているターゲットを絞れる他、赤外領域の**J、H、Ks バンドで同時測光**することにより、トランジットの深さの波長依存性から、食連星による偽検出を排除することに役立つ。しかし、本来IRSF/SIRIUS はトランジット用の装置ではないため、得られた観測データから、トランジット解析用のデータや図に変換するための測光解析パイプラインを作成する必要があった。

我々の作成したパイプラインでは、視野内の検出可能なすべての星に関して測光を実行し、バンドごとのライトカーブを短い手順で作ることができる。それぞれの星とターゲットとの視距離・等級差も出力し、これは食連星の排除の計算に役立つ。また、トランジットによる星の明るさの変化と、その他の装置的な要因による変化の相関を判定し、簡単な一次モデルでフィットできるようになっている。このパイプラインにより効率的に解析を行えるようになり、観測後数日のうちに、求められるデータや図をTFOP チームに送ることができるようになった。

観測は2018年10月から11月 にかけて行い、TESS の最初の観測領域であるセクター1, 2 で発見された35個の惑星候補に対し、延べ45 回のトランジットを観測した。その結果、TOI 125, TOI 142, TOI 157, TOI 174, TOI 178, TOI 179, TOI 193, TOI 212 の計8個の惑星候補についてその観測結果をTFOPチームに報告し、食連星の排除と惑星の発見確認に貢献した。

この中でも**TOI 125**について、IRSF/SIRIUSでの観測が食連星の排除に大きな貢献を果たした。TFOPチームにより、K型星であるTOI 125のまわりには2つのsub-Neptuneサイズの惑星(2.76R_\oplus, 2.79R_\oplus)の存在が確認され、さらに3つ惑星候補が存在していることも分かった。この系は、惑星cとbの公転周期の比がわずかに2:1よりも小さいことが分かっており、力学的に興味深い系である。

ポスターでは、IRSF/SIRIUSでのTESSフォローアップ観測について、作成したパイプラインの詳細と、それにより得られた観測成果について紹介する。

[1] Sullivan et al.(2015), ApJ, 809, 77

キーワード：TESS、トランジット、測光、近赤外線、観測
Keywords: TESS, Transit, Photometry, Infrared, Observation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

トランジット惑星観測用多色カメラMuSCAT1,2の2018年度の運用と成果

Status of the Multi-band Cameras for Transiting Exoplanets MuSCAT1,2 and New Results in 2018

*福井 暁彦[1]、成田 憲保[2]、日下部 展彦[2]、田村 元秀[2,1]、川内 紀代恵[1]、John Livingston[1]、Jerome de Leon[1]、渡辺 紀治[3]、寺田 由佳[1]、森 万由子[1]、西海 拓[4]
*Akihiko Fukui[1], Norio Narita[2], Nobuhiko Kusakabe[2], Motohide Tamura[2,1], Kiyoe Kawauchi[1], John Livingston[1], Jerome de Leon[1], Noriharu Watanabe[3], Yuka Terada[1], Mayuko Mori[1], Taku Nishiumi[4]

1. 東京大学、2. アストロバイオロジーセンター、3. 総合研究大学院大学、4. 京都産業大学
1. The University of Tokyo, 2. Astrobiology Center, 3. SOKENDAI, 4. Kyoto Sangyo University

MuSCATおよびMuSCAT2はトランジット系外惑星の観測を目的として開発した可視多バンド同時撮像装置である。MuSCATは国立天文台の岡山188cm望遠鏡向けに2014年に開発した装置で、可視3バンド（g, r, z_sバンド）で同時撮像が可能である。MuSCAT2はスペイン・カナリア諸島テイデ観測所のTCS1.52m望遠鏡向けに2017年に開発した装置で、可視4バンド（g, r, i, z_sバンド）での同時撮像が可能である。目指すサイエンスの一つは、2018年4月に打ち上げられた全天トランジット惑星探索衛星TESSで発見される惑星候補の発見確認およびその特徴付けである。

MuSCATは2018年度において、岡山188cm望遠鏡の運用体制が国立天文台による共同利用からユーザー主体の運用に替わる過渡期にあったことや、装置トラブルが重なったことなどの理由により、観測が出来ない期間が続いたが、2019年1月より、一月あたり1週間程度の観測を実施している。
MuSCAT2は2018年度において、カナリア天体物理学研究所（IAC）の共同研究者と協力し、250夜を越える夜数の観測を行った。また、観測の安定化およびリモート観測システムの改良を行い、観測者の負担を減らすとともに日本からでもスムーズに観測出来る体制を整えた。

TESSは打ち上げから最初の1年間は南天を探索しており、MuSCAT1,2で観測可能な惑星候補はまだ多くない。そのため、2018年度は主にKepler衛星による黄道面探索や地上のトランジット探索で発見された惑星候補の観測、および低密度惑星の大気観測などを実施した。

本講演では、2018年度のMuSCATおよびMuSCAT2の運用状況および、新たに得られた観測成果について紹介する。

キーワード：トランジット系外惑星、TESS、系外惑星大気
Keywords: transiting exoplanets, TESS, atmosphere of exoplanets

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-CG 宇宙惑星科学複合領域・一般

2019年5月26日(日) 9:00 ~ 10:30 | A01 東京ベイ幕張ホール

[P-CG21] 宇宙・惑星探査の将来計画と関連する機器開発の展望

コンビーナ:尾崎 光紀(金沢大学理工研究域電子情報学系)、笠原 慧(東京大学)、亀田 真吾(立教大学理学部)、吉岡 和夫(東京大学大学院新領域創成科学研究科)、座長:吉岡 和夫(東京大学)、尾崎 光紀(金沢大学)

宇宙機による地球観測や宇宙空間探査がより容易になりつつある昨今、宇宙機関のみならず大学・民間での人工衛星・ロケットの製作や国際協同も活発になっている。理学的研究においては、宇宙への展開自体は本来の目的ではなく、より良い科学に向けた一手段である一方、技術革新と教育向上においては魅力的な動機である。宇宙計画の成功には、目的に応じた個々の搭載機器の研究開発が必須となり、将来に向けた基盤技術の開拓が計画全体の原動力ともなり得る。計画全体の推進には、搭載機器の提案・選定・製作の段階での綿密な検討も不可欠であり、必然的に、何らかの宇宙計画では、その大小を問わず、あらゆる過程・側面での多面的な調整と多角的な展開が求められる。このセッションでは、搭載機器の開発から計画全体の総括までに及ぶこれらの包括的な研究活動に焦点を絞り、科学的意義に加え、各々の戦略・手法における独自性・革新性、及び関連機器の先端的研究開発の状況と最新の成果に関する講演を集約し、実りある宇宙科学・探査計画・天文観測を実現できる未来により早く達するため、関連する研究者・開発者に活発な意見交換・情報共有・協同創出の機会を提供する。

9:00 ~ 9:20

[PCG21-01] Current status and instrument development plan for future lunar exploration missions

★Invited Papers

*Makiko Ohtake[1] (1.Japan Aerospace Exploration Agency)

9:20 ~ 9:35

[PCG21-02] 月・惑星探査用TOF質量分析器の開発

*福山 代智[1]、斎藤 義文[2]、浅村 和史[2]、横田 勝一郎[3] (1.東京大学大学院、2.宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所、3.大阪大学)

9:35 ~ 9:50

[PCG21-03] In-situ太陽系探査を目指したOrbitrap質量分析器の開発

*川島 桜也[1]、笠原 慧[1]、斎藤 義文[4]、横田 勝一郎[2]、平原 聖文[3]、杉田 精司[1] (1.東京大学、2.大阪大学、3.名古屋大学、4.宇宙科学研究所)

9:50 ~ 10:05

[PCG21-04] A high-voltage pulsed power supply for on-site mass spectrometry in future solar system explorations

*横田 勝一郎[1]、河井 洋輔[1]、青木 順[1]、斎藤 義文[2]、大竹 真紀子[2]、岡田 達明[2] (1.大阪大学・理学研究科、2.宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所)

10:05 ~ 10:20

[PCG21-05] 深宇宙探査技術実証機DESTINY$^+$に搭載するダストアナライザDDAの開発と期待されるサイエンス

*平井 隆之[1]、小林 正規[1]、荒井 朋子[1]、木村 宏[1]、スラマ ラルフ[2]、クルーガー ハラルド[3] (1.千葉工業大学惑星探査研究センター、2.シュトゥットガルト大学、3.マックスプランク太陽系研究所)

10:20 ~ 10:30

Discussion

Current status and instrument development plan for future lunar exploration missions

*Makiko Ohtake[1]

1. Japan Aerospace Exploration Agency

Currently JAXA is planning a series of lunar exploration missions as a part of the international space exploration program. The goal of this program is to accomplish a Mars human exploration mission(s) after developing the required technology by doing. lunar exploration missions. In the initial stage of the program, JAXA is studying the following two lunar exploration missions.

1) Lunar polar exploration to evaluate the possibility of utilizing lunar polar water ice as a fuel resource for future lunar exploration. This mission will use pinpoint landing technology, which will be developed and demonstrated by the Smart Lander for Investigating the Moon (SLIM), for landing in a very limited and difficult area suitable for polar-ice investigation.

2) A lunar sample return mission (Human Enhanced Robotic Architecture for Lunar Exploration and Science; HERACLES), which will employ a lunar Gateway (Lunar Orbital Platform-Gateway) and will demonstrate the capability to return from the lunar surface that is required for a human landing mission on the Moon. This mission will bring back 15 kg of lunar samples and is capable of exploring tens of kilometers of the lunar surface by rover.

These missions are still before the pre-project phase, and the instruments that will be carried on these missions haven’t been selected. Recently, teams for conducting preliminary study of candidate instruments for the lunar polar exploration mission were selected based on proposals. And JAXA is planning to announce a request for information for the HERACLES instruments. Also, study teams for these missions in JAXA identified several key technologies to realize the missions and started to develop them (e.g., a rover system, a surface-drilling system, and night-survival technology). For efficient and optimal development of these technologies, the requirements and engineering limitations are being discussed among scientists and engineers, and iterative development is fundamental. This presentation will discuss the current status of the lunar polar exploration mission and the HERACLES mission including identified key technologies. A development plan for these technologies will also be discussed to accelerate discussion and interaction among people from different fields.

Keywords: Moon, Lunar polar exploration, HERACLES, international space exploration program

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

月・惑星探査用TOF質量分析器の開発
Development of a Neutral Particle TOF-MS for Future Solar System Explorations

*福山 代智[1]、斎藤 義文[2]、浅村 和史[2]、横田 勝一郎[3]
*Daichi Fukuyama[1], Yoshifumi Saito[2], Kazushi Asamura[2], Shoichiro Yokota[3]

1. 東京大学大学院、2. 宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所、3. 大阪大学
1. The university of Tokyo, 2. ISAS/JAXA, 3. Osaka University

惑星探査の対象となるような重力天体からのサンプルリターンは困難であるため、太陽系探査において、その場観測は重要である。中でも天体表面物質のその場での質量分析は、惑星表面岩石中の揮発成分や同位体組成に関する情報を取得することができるため、惑星大気の変遷や月・惑星の進化を理解するうえで欠かせない観測である。NASAの火星探査ローバー「Curiosity」やESAの彗星探査機「Rosetta」には天体表面物質のその場元素分析を行うための質量分析器が搭載されている。また、近年の月探査機による観測により、月極域永久影におけるH_2Oの存在を示唆するリモートセンシングの観測結果が報告されているが、H_2O とOHの判別が困難などといった問題を抱えているため、存在を断定することはできていない。水の存在を着陸機によるその場観測で実証するための質量分析器の必要性が高まっている。

制約が多い惑星探査機に搭載する質量分析器には小型・軽量であることが求められるが、小型軽量と高質量分解能を両立した、惑星探査用質量分析器はいまだ開発されていない。そこで我々は、月・惑星探査を想定した、小型かつ高質量分解能の中性粒子計測用TOF-MS(Time-Of-Flight Mass Spectrometer:飛行時間計測型質量分析器)の開発を進めている。本機器は、ローバーに搭載し、前段に試料の採取を行う機構部分と、採取した試料を加熱・気化する部分、さらに取り込んだガスをイオン化するイオン化部があることを前提に設計した。

TOF-MSはイオンを電場で加速し、一定の距離を飛行させその飛行時間から質量を求めるが、高質量分解能を実現するためには、イオンの飛行経路を長くとる必要がある。機器を大型化させることなく飛行距離を稼ぐため、イオンを電場によって反射させるリフレクトロン型TOF-MSを採用した。一方で、イオンの軌道はイオンの飛行距離が長くなるにつれて分散するため、反射回数を増やすと検出効率が低下する。そこで、本機器は高質量分解能の複数回反射モードと、反射回数を抑え感度を重視した１回反射モードを搭載し、観測対象ごとにこれらの測定モードを切り替えられるようにした。シミュレーションにより、3回反射モードでは質量分解能360、1回反射モードでは180を達成した。現在は装置寸法と印加電圧の最適化を慎重に行った上で、装置の総合的な性能を最適化した試験モデルの製作を進めている。
本発表ではTOF-MSの最適化の過程と試作モデルの設計、シミュレーション結果について報告する

キーワード：太陽系探査、質量分析器
Keywords: Solar System Exploration, Mass Spectromete

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

In-situ太陽系探査を目指したOrbitrap質量分析器の開発
Development of Orbitrap Mass Spectrometer for in-situ measurements in solar system explorations

*川島 桜也[1]、笠原 慧[1]、斎藤 義文[4]、横田 勝一郎[2]、平原 聖文[3]、杉田 精司[1]
*Oya Kawashima[1], Satoshi Kasahara[1], Yoshifumi Saito[4], Shoichiro Yokota[2], Masafumi Hirahara[3], Seiji Sugita[1]

1. 東京大学、2. 大阪大学、3. 名古屋大学、4. 宇宙科学研究所
1. The university of tokyo, 2. Osaka University, 3. Nagoya University, 4. ISAS / JAXA

今までの質量分析器を用いた探査により，太陽系天体の形成・成長の歴史や，その周囲を取り巻く環境で起こる物理現象についての理解が進んできた．今後はさらなる高分解能な装置を用いることによって，詳細かつ重要な情報を入手できるようになることが期待されている．そこで現在私たちは高分解能質量分析器の開発に着手しており，今回は特に設計したモデルについての紹介を行う予定である．モデルの質量分離部にはイオントラップフーリエ変換型質量分析器の一種であるOrbitrapを用いており，イオンを往復運動させるトラップ部の前には電子ビームによる空間電荷効果を用いたイオン蓄積部を用意している．数値計算によれば，このモデルをもとに作られた装置は質量分解能（m/dm）~10,000を十分達成可能であることが予想されている．このような高分解能質量分析器は応用範囲が広く，特に太陽系天体のin-situ探査において元素組成や同位体組成を決定する上で非常に有用となる．例えば火星の大気散逸を議論する上で重要である窒素N_2（28.0062 u）と一酸化炭素CO（27.9949 u）とを識別することが可能となる．

キーワード：質量分析器、高分解能、オービトラップ
Keywords: Mass Spectrometer, High Mass Resolution, Orbitrap

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A high-voltage pulsed power supply for on-site mass spectrometry in future solar system explorations

*横田 勝一郎[1]、河井 洋輔[1]、青木 順[1]、斎藤 義文[2]、大竹 真紀子[2]、岡田 達明[2]
*Shoichiro Yokota[1], Yosuke Kawai[1], Jun Aoki[1], Yoshifumi Saito[2], Makiko Ohtake[2], Tatsuaki Okada[2]

1. 大阪大学・理学研究科、2. 宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所
1. Graduate School of Science, Osaka University, 2. ISAS/JAXA

Isotope-ratio mass spectrometric analyses have been frequently utilized in laboratories for not only the earth planetary science but also other scientific and industrial fields. In the planetary science, such mass analyses of meteorites and returned samples provide detailed information regarding the origin and evolution. Recently on-site measurements by lander and rover missions including high-resolution mass spectrometry have opened the door to a new era of the planetary science. We argue that the on-site mass analysis is capable of directly determining the age of bodies and asteroids and the presence of water. For Japanese future lander and rover missions, we are now developing high-resolution mass spectrometers. Although high-performance mass spectrometers occupy the much room of laboratories, it is possible to develop the mass spectrometers for space applications because the key components including ion optics and electronics are in principle fabricated within the acceptable ranges in terms of the size, weight, and power consumption. In addition, we have already developed several spaceborne mass analyzers for the space plasma observation and have succeeded in mass analyses in space. After conducting the concept design of the mass spectrometers for landers and rovers, we conclude that the feasibilities are enough for the ion optics and almost all the components of the electronics. However, we have estimated relatively low feasibility for the high-voltage pulsed power supply which mostly determine the performance of the time-of-flight mass spectrometers. The laboratory high-voltage pulsed power supplies contain a 'black box' module as the key component that consumes much power. Therefore, we have started reconstructing a high-voltage pulsed power supply for spaceborne time-of-flight mass spectrometers. We have developed evaluation boards of the high-voltage pulsed power supply for reflectron-type multi-turn-type mass spectrometers, which is planned to be utilized in future Japanese landing missions. In this presentation, we will report the instrumentation and test results.

キーワード：パルス高圧電源、質量分析、同位体
Keywords: High-voltage pulsed power supply, Mass spectrometry, Isotope

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

深宇宙探査技術実証機DESTINY$^+$に搭載するダストアナライザDDAの開発と期待されるサイエンス

Development of DESTINY$^+$ Dust Analyzer and its expected science return

*平井 隆之[1]、小林 正規[1]、荒井 朋子[1]、木村 宏[1]、スラマ ラルフ[2]、クルーガー ハラルド[3]
*Takayuki Hirai[1], Masanori Kobayashi[1], Tomoko Arai[1], Hiroshi Kimura[1], Ralf Srama[2], Harald Krueger[3]

1. 千葉工業大学惑星探査研究センター、2. シュトゥットガルト大学、3. マックスプランク太陽系研究所
1. Chiba Institute of Technology, Planetary Exploration Research Center, 2. University of Stuttgart, 3. Max Planck Institute for Solar System Research

2023年打ち上げ予定の宇宙航空研究開発機構/宇宙科学研究所(JAXA/ISAS)が主導する深宇宙探査技術実証機Demonstration and Experiment of Space Technology for INterplanetary voYage, Phaethon fLyby and dUst Science (DESTINY$^+$)では、電気推進による宇宙航行技術の発展や、小天体探査を対象とした先進的フライバイ探査技術の獲得といった工学的ミッションに加え、活動小惑星3200 Phaehonの高速フライバイ撮像観測と惑星間空間およびPhaethonフライバイ時のダスト観測という2つの理学ミッションを掲げている。本講演では、ダスト観測に用いるダストアナライザーDESTINY$^+$ Dust Analyzer (DDA)の測定原理や探査機搭載機器としての特徴、DESTINY$^+$ミッションで目指すサイエンスを紹介する。

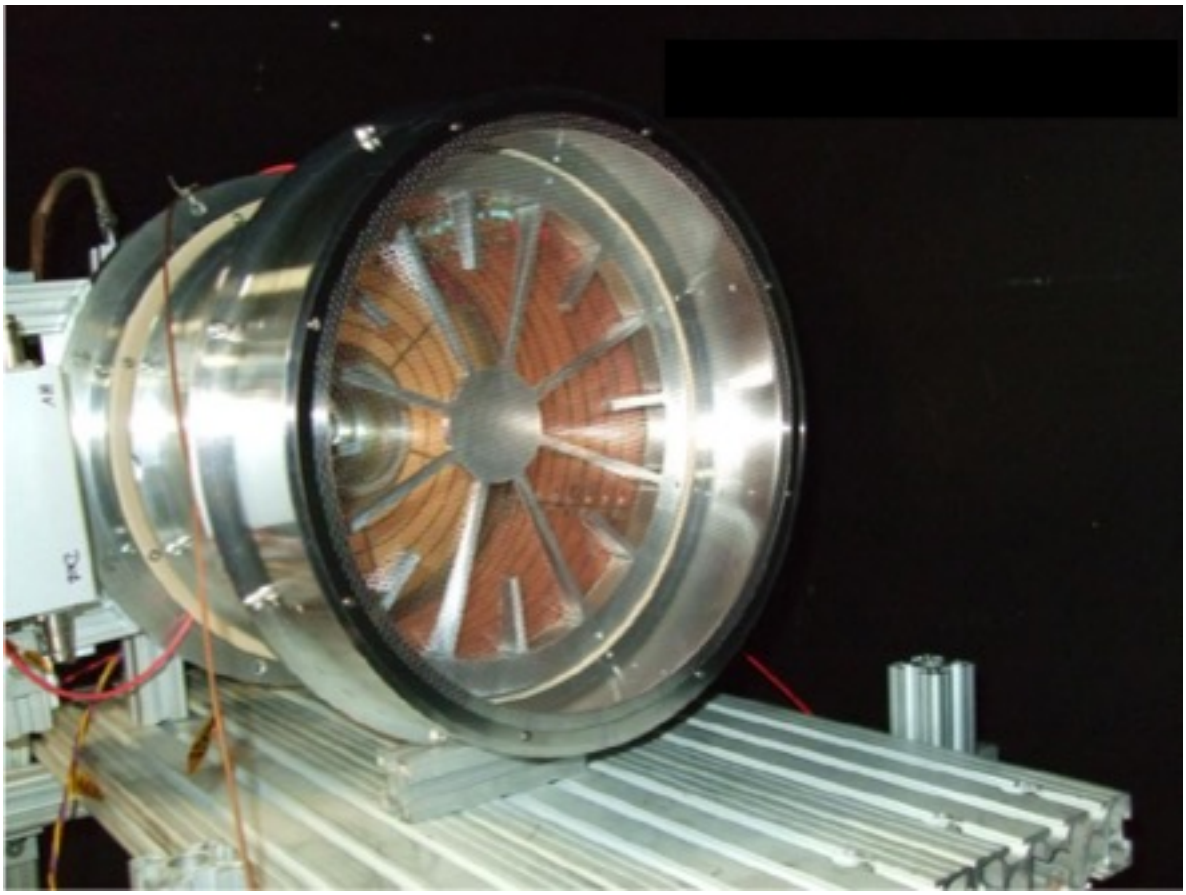
DDAは、米国航空宇宙局NASAの土星探査機Cassiniに搭載されたダストアナライザCosmic Dust Analyzer (CDA)を技術ヘリテージとして持つ、飛行時間型質量分析機能 (TOF-MS)を備えたダスト検出器である。DDAの開発主体はドイツ・シュトゥットガルト大学のグループであり、千葉工業大学惑星探査研究センターは、DDAの開発においては探査機とのインターフェース調整、探査計画の検討、ダストサイエンスのリードなどを担当している。

惑星間ダストや星間ダストが秒速1 km以上の超高速でDDAセンサ内部のターゲット面に衝突すると陰陽イオンと電子からなるプラズマが生成される。センサ内部に形成した電場によりこれらの荷電粒子を分離し、TOF-MSによって検出ダストの組成を推定する。従来、ダストアナライザーは陰陽どちらかのイオンのみを検出する方式だったが、DDAでは電場極性を逆にしたセンサを2台搭載し、軌道など同一観測条件下で陰陽イオンを同時に測定し、より幅広い元素分析の実現を目標としている。また、ダスト分布モデルから予想される最もフラックスが期待される方向にセンサを向けられるよう、二軸ジンバルを実装予定である。

DESTINY$^+$が金星軌道と地球軌道の間を約2年クルージング飛行する間、DDAは小惑星や彗星を起源とする惑星間ダストと星間ダストの観測を行う。そしてPhaethonとフライバイする際は、惑星間ダストが衝突することでPhaethonから放出される放出粒子の検出・組成分析も試みる。

キーワード：惑星間塵、星間塵、小惑星3200フェートン、衝突電離、飛行時間型質量分析計、ダスト分析器
Keywords: Interplanetary dust, Interstellar dust, 3200 Phaethon, Impact ionization, TOF-MS, Dust analyzer

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-CG 宇宙惑星科学複合領域・一般

2019年5月26日(日) 10:45 ~ 12:15 | A01 東京ベイ幕張ホール

[P-CG21] 宇宙・惑星探査の将来計画と関連する機器開発の展望

コンビーナ:尾崎 光紀(金沢大学理工研究域電子情報学系)、笠原 慧(東京大学)、亀田 真吾(立教大学理学部)、吉岡 和夫(東京大学大学院新領域創成科学研究科)、座長:笠原 慧、尾崎 光紀(金沢大学)

宇宙機による地球観測や宇宙空間探査がより容易になりつつある昨今、宇宙機関のみならず大学・民間での人工衛星・ロケットの製作や国際協同も活発になっている。理学的研究においては、宇宙への展開自体は本来の目的ではなく、より良い科学に向けた一手段である一方、技術革新と教育向上においては魅力的な動機である。宇宙計画の成功には、目的に応じた個々の搭載機器の研究開発が必須となり、将来に向けた基盤技術の開拓が計画全体の原動力ともなり得る。計画全体の推進には、搭載機器の提案・選定・製作の段階での綿密な検討も不可欠であり、必然的に、何らかの宇宙計画では、その大小を問わず、あらゆる過程・側面での多面的な調整と多角的な展開が求められる。このセッションでは、搭載機器の開発から計画全体の総括までに及ぶこれらの包括的な研究活動に焦点を絞り、科学的意義に加え、各々の戦略・手法における独自性・革新性、及び関連機器の先端的研究開発の状況と最新の成果に関する講演を集約し、実りある宇宙科学・探査計画・天文観測を実現できる未来により早く達するため、関連する研究者・開発者に活発な意見交換・情報共有・協同創出の機会を提供する。

10:45 ~ 11:05

[PCG21-06] Satellite mission: PhoENiX (Physics of Energetic and Non-thermal plasmas in the X (= magnetic reconnection) region)

★Invited Papers

*成影 典之[1]、岡 光夫[2]、深沢 泰司[3]、松崎 恵一[4]、渡辺 伸[4]、坂尾 太郎[4]、石川 真之介[5]、萩野 浩一[6]、三石 郁之[5]、水野 恒史[3]、篠原 育[4]、下条 圭美[1]、高棹 真介[5]、田辺 博士[7]、上野 宗孝[8]、高橋 忠幸[9]、高島 健[4]、太田 方之[4] (1.国立天文台、2.カリフォルニア大学バークレー校、3.広島大学、4.宇宙航空研究開発機構、5.名古屋大学、6.東京理科大学、7.東京大学、8.神戸大学、9.カブリ数物連携宇宙研究機構)

11:05 ~ 11:20

[PCG21-07] Development of ion drift velocity analyzer for sounding rocket and low-altitude satellite

*阿部 琢美[1]、渡部 重十[2]、齊藤 昭則[3] (1.宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所 太陽系科学研究系、2.北海道情報大学、3.京都大学大学院理学研究科)

11:20 ~ 11:35

[PCG21-08] SS-520-3 Sounding Rocket Experiment Targeting the Ion Outflow in the Polar Cusp / Aurora

*斎藤 義文[1]、小川 泰信[2]、小嶋 浩嗣[3] (1.宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所・太陽系科学研究系、2.大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構 国立極地研究所、3.京都大学・生存圏研究所)

11:35 ~ 11:50

[PCG21-09] Development of the chip implemented as high-speed current detection circuits for particle sensors

*菊川 素如[2]、頭師 孝拓[2]、小嶋 浩嗣[2]、斎藤 義文[1] (1.宇宙航空研究開発機構、2.京都大学)

11:50 ~ 12:10

[PCG21-10] GEO-X (GEOspace X-ray imager) : Imaging the dayside solar wind-terrestrial magnetosphere interaction

★招待講演

*Ezoe Yuichiro[1]、Miyoshi Yoshizumi[2]、Kasahara Satoshi[3]、Funase Ryu[3]、Nagata Harunori[4]、Nakajima Hiroshi[5]、Ishikawa Kumi[6]、Yamazaki Atsushi[6]、Hasegawa Hiroshi[6]、Hiraga Junko[7]、Fujimoto Masaki[6]、Mitsuda Kazuhisa[6]、Ueno Munetaka[8]、Koizumi Hiroyuki[3]、Kawakatsu Yasuhiro[6]、Iwata Takahiro[6]、Sahara Hironori[1] (1.Tokyo Metropolitan University、2.Nagoya University、3.University of

Tokyo、4.Hokkaido University、5.Kanto Gakuin University、6.ISAS/JAXA、7.Kansei Gakuin University、8.Kobe University)

12:10 ~ 12:15
Discussion

Satellite mission: PhoENiX (Physics of Energetic and Non-thermal plasmas in the X (= magnetic reconnection) region)

*成影 典之[1]、岡 光夫[2]、深沢 泰司[3]、松崎 恵一[4]、渡辺 伸[4]、坂尾 太郎[4]、石川 真之介[5]、萩野 浩一[6]、三石 郁之[5]、水野 恒史[3]、篠原 育[4]、下条 圭美[1]、高棹 真介[5]、田辺 博士[7]、上野 宗孝[8]、高橋 忠幸[9]、高島 健[4]、太田 方之[4]
*Noriyuki Narukage[1], Mitsuo Oka[2], Yasushi Fukazawa[3], Keiichi Matsuzaki[4], Shin Watanabe[4], Taro Sakao[4], Sin-nosuke Ishikawa[5], Kouichi Hagino[6], Ikuyuki Mitsuishi[5], Tsunefumi Mizuno[3], Iku Shinohara[4], Masumi Shimojo[1], Shinsuke Takasao[5], Hiroshi Tanabe[7], Munetaka UENO[8], Tadayuki Takahashi[9], Takeshi Takashima[4], Masayuki Ohta[4]

1. 国立天文台、2. カリフォルニア大学バークレー校、3. 広島大学、4. 宇宙航空研究開発機構、5. 名古屋大学、6. 東京理科大学、7. 東京大学、8. 神戸大学、9. カブリ数物連携宇宙研究機構
1. National Astronomical Observatory of Japan, 2. Space Sciences Laboratory, The University of California, Berkeley, 3. Hiroshima University, 4. Japan Aerospace Exploration Agency, 5. Nagoya University, 6. Tokyo University of Science, 7. The University of Tokyo, 8. Kobe University, 9. Kavli Institute for the Physics and Mathematics of the Universe

We are planning a new solar satellite mission, "*PhoENiX*", for understanding of particle acceleration during magnetic reconnection, which are ubiquitous features exhibited by a wide range of plasmas in the universe. The main observation targets of this mission are solar flares, which are generated by magnetic reconnection and accelerate plasma particles. The sun is a unique target in the sense that it can be investigated in great detail with good spatial, temporal and energy resolutions.
The scientific objectives of this mission are (1) to identify particle acceleration sites, (2) to investigate temporal evolution of particle acceleration, and (3) to characterize properties of accelerated particles, during solar flares. In order to achieve these science objectives, the *PhoENiX* satellite is planned to be equipped with three instruments of (1) Photon-counting type focusing-imaging spectrometer in soft X-rays (up to ~10 keV) to observe the contexts of particle accelerations (e.g., shocks, plasmoids, flows, etc.), (2) Photon-counting type focusing-imaging spectrometer in hard X-rays (up to ~30 keV) to identify the accelerated particles, and (3) Spectropolarimeter in soft gamma-rays (spectroscopy is available in the energy range of from > 20 keV to < 600 keV; spectropolarimetry is available from > 60 keV to < 600 keV) to detect the anisotropy of accelerated particles. We plan to realize *PhoENiX* satellite mission around next solar maximum (around 2025).
The basic developments of key technologies for these instruments have been completed. The soft X-ray imaging spectroscopy is planned to be realized with the combination of high-precision glass-polished X-ray mirrors and high-speed CMOS cameras. The hard X-ray imaging spectroscopy consists of high-precision electroforming X-ray mirrors and CdTe cameras. The soft gamma-ray spectropolarimeter is a redesigned instrument of *Hitomi* / Soft Gamma-ray Detector (SGD) that has Compton cameras with active shields. Some of these technologies required for the X-ray imaging spectroscopy have been demonstrated by *FOXSI* sounding rocket series launched in 2012, 2014 and 2018. The *FOXSI* successfully obtained the focusing imaging spectroscopic data of the solar corona in X-rays (from ~0.5 keV to ~15 keV).
In this presentation, we explain the details of science goal and objectives, and instruments of *PhoENiX* mission.

キーワード：PhoENiX、粒子加速、磁気再結合、太陽フレア、X線、撮像分光観測
Keywords: PhoENiX, Particle Acceleration, Magnetic Reconnection, Solar Flare, X-rays, Imaging Spectroscopy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Development of ion drift velocity analyzer for sounding rocket and low-altitude satellite

*阿部 琢美[1]、渡部 重十[2]、齊藤 昭則[3]
*Takumi Abe[1], Shigeto Watanabe[2], Akinori Saito[3]

1. 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所 太陽系科学研究系、2. 北海道情報大学、3. 京都大学大学院理学研究科
1. Department of Solar System Sciences, Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency, 2. Hokkaido Information University, 3. Graduate School of Science, Kyoto University

The lower ionosphere is known as a unique region where charged particles and neutral particles co-exist. The charged particles tend to move in a direction different from neutral particles, because of a difference in those behaviors against the electromagnetic force. For example, the dynamo current and polarization electric field existing in this region are attributed to a difference in a collision frequency between ion and electron with neutral particles. Characteristic phenomena such as traveling ionospheric disturbance and equatorial spread F are generated due to the diversity of the particles in this region. The momentum transfer between the charged and neutral particles plays an important role in generating these phenomena. Sounding rocket is the most suitable platform which enables us to make in-situ measurement of the particles in this region because low-altitude satellite cannot be in orbit for a long time period because of the atmospheric drag. Thus, it is desirable to make a direct measurement of charged and neutral particles by using instrument on the sounding rocket to further understand such unresolved phenomena.

Chemical release experiment, such as Lithium Ejection System (LES) or Trimethyl Aluminum (TMA) instruments, have been adapted for sounding rocket experiment to get information on neutral wind in the lower ionosphere. In contrast, no instruments to measure a drift of the ionospheric ions is now available in Japan. Only a few studies on the neutral-ion coupling based on the simultaneous measurements on the rocket are available in the literature. Therefore, our understanding of interaction between charged and neutral particles in the weakly ionized plasma has not made much progress because of a lack of observational data. Unfortunately, it is very difficult to reproduce a coupling between charged and neutral particles on the ground, and direct measurements by sounding rocket or low altitude satellite is only the way to provide quantitative information.

Under such a background, we have started developing an ion drift velocity analyzer which enables us to estimate the ion drift velocity and density in the lower ionosphere. It is well known that Ion Drift Meter (IDM) or Retarding Potential Analyzer (RPA) had been installed on low-altitude satellite, such as Dynamic Explorer-2 and Atmospheric Explorer series. Our instrument will be required to have both of these functions. It will also be possible to make simultaneous measurement of the ion drift and neutral wind in the sounding rocket experiment if the present instrument is successfully developed and installed on the sounding rocket together with chemical release experiment. Then, we will be able to conduct quantitative discussion on the coupling between charged and neutral particles.

As the first step of the instrument development, a numerical simulation to design the internal structure was started. The instrument consists of RPA section in the front and multiple sector anodes in the end. Accuracy to estimate incident direction, speed, and temperature of thermal ions is evaluated from the simulation result. The prototype model is to be manufactured after we obtain a confident prospect that the instrument provides the ion density and velocity in a good accuracy. Then, we will put the prototype

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

instrument in the vacuum chamber and evaluate its performance by generating ion drift. The latest status of our instrument development will be explained in the presentation.

キーワード：電離圏、イオンドリフト、イオン一中性粒子結合、観測ロケット
Keywords: ionosphere, ion drift, ion-neutral coupling, sounding rocket

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

SS-520-3 Sounding Rocket Experiment Targeting the Ion Outflow in the Polar Cusp / Aurora

*斎藤 義文[1]、小川 泰信[2]、小嶋 浩嗣[3]
*Yoshifumi Saito[1], Yasunobu Ogawa[2], Hirotsugu Kojima[3]

1. 宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所・太陽系科学研究系、2. 大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構 国立極地研究所、3. 京都大学・生存圏研究所
1. Department of Solar System Science, Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency, 2. National Institute of Polar Research, 3. Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University

In order to achieve collective understanding of the microphysics and its role (scale coupling) in the global scale to mesoscale phenomena in the polar ionosphere, Japan-Norway sounding rocket experiment program is now in progress. Although Japanese sounding rocket SS-520-3 was planned to be launched from Ny-Ålesund, Svalbard in Spitsbergenin December 2017, the launch was postponed due to mal-function of the timer equipment that was found during the final stage of the integration test. Since the timer equipment problem has already been completely fixed, SS-520-3 Payload Instrument team desires the earliest possible launch of the sounding rocket.

The main objective of this sounding rocket is to understand the particle acceleration processes that cause the ion outflow by making in-situ observation of the wave-particle interactionin the cusp region. SS-520-3 sounding rocket experiment aims to resolve the wave-particle interaction by making in-situ measurements in the polar cusp with newly developed instruments for the satellite mission. Since these wave-particle interactions are predicted to be effective above 800km altitude, a two-stage sounding rocket SS-520 whose apex can be higher than 750km is necessary. The rocket range where SS-520 can be launched targeting the cusp region is only Ny-Ålesund in Svalbard. Since simultaneous ground based optical observation of the cusp aurora is necessary to decide the launch timing, the best launch period is determined from the conditions of both the sunlight and the moonlight. From the sunlight condition, the best launch period is in the winter polar night that is around the winter solstice. On the other hand, two weeks before/after the new moon is the best launch period from the condition of the moonlight. Launch window for each day is 0700UT-1130UT (0800LT-1230LT: 1000MLT-1430MLT) when the cusp is possibly on the same magnetic field line as the trajectory of SS-520-3. SS-520-3 sounding rocket experiment is a part of the comprehensive observation campaign including ground-based radar and optical observations. SS-520-3 sounding rocket experiment is also one of the projects participating in “A Grand Challenge Initiative (GCI) Cusp program” that is a large-scale international collaboration for targeting advancement in the common understanding of cusp region space physics.

Although SS-520-3 Payload Instrument team desires the earliest possible launch of the sounding rocket, the severe budgetary situation at ISAS in 2018 prevented the launch of SS-520-3 in winter 2018-2019. Approaching the solar minimum in this solar cycle, that will be in 2020, the opportunities that satisfy the launch condition will decrease since the latitude of cusp tends to be higher comparing the apex latitude of SS-520-3. In order to overcome this situation, SS-520-3 Payload Instrument team is considering to add possible ion outflow over morning side polar cap aurora or nightside auroral arc as alternative targets of SS-520-3 sounding rocket experiment.

キーワード：観測ロケット、イオンアウトフロー、カスプ、オーロラ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Sounding Rocket, Ion Outflow, Cusp, Aurora

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Development of the chip implemented as high-speed current detection circuits for particle sensors

*菊川 素如[2]、頭師 孝拓[2]、小嶋 浩嗣[2]、斎藤 義文[1]
*Motoyuki Kikukawa[2], Takahiro Zushi[2], Hirotsugu Kojima[2], Yoshifumi Saito[1]

1. 宇宙航空研究開発機構、2. 京都大学
1. JAXA, 2. Kyoto University

Plasma filling the space is very rarefied. Ions and electrons in space plasma do not exchange their kinetic energies through their collisions but through plasma waves. This is so-called “wave-particle interaction,” and it is indispensable for understanding space electromagnetic environments. The WPIA (Wave-Particle Interaction Analyzer) is a new sophisticated method that allows us to understand wave-particle interactions quantitatively. The WPIA was initially installed in the Arase satellite. The WPIA processes instantaneous wave vectors observed by a plasma wave receiver and velocity vectors of each particle observed by a plasma instrument. The high relative time precision for detecting vectors of plasma waves and particles is essential in the WPIA. This requires a synchronous performance of plasma wave receivers and particle instruments. We introduce a system that feeds particle detection pulses of particle detectors into plasma wave receivers to achieve the synchronization. This system can use the sampling clocks for waveforms to keep the high relative time precision between instant values of plasma waves and particle detections. The present study focuses on the part of the circuits dedicated to particle detections and feeds of corresponding pulses into plasma wave receivers. We use the ASIC (Application Specific Integrated Circuit) for integrating the above circuits as one small chip. The chip we developed consists of two stages. The first stage is the current-voltage conversion circuit. Outputs of particle detectors are a series of weak electron current pulses with their pulse widths less than a few tens of nanoseconds. The first stage picks up each current pulse and converts into voltage signals with enough amplitudes to drive the second stage. We designed high-speed circuits dedicated to the first stage. The second stage contains comparator and peak-hold circuits. The comparator ensures picking up real signals by setting a threshold level and the peak-hold circuit has a role to keep the level to connect to the next stage. In this study, we set the count rate of 106/s as the target value and we designed the circuits so that it is within 1 μs from the arrival of a particle to the convergence of the detection signal. Conventional circuits are made of discrete electronic parts. That requires large resources in their sizes and weights. However, the chip we developed is small and light-weight. In this study, we integrate detection circuits using ASIC technology and we aim to accommodate at least 16 channels of circuits within 5 mm square chip.

In this presentation, we show the details of the chip designed for the particle detection circuits. We also examine the verification test results in the operation of those circuits. Furthermore, we describe the development plan for future WPIA system integration.

キーワード：ASIC、WPIA
Keywords: ASIC, WPIA

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

GEO-X (GEOspace X-ray imager) : Imaging the dayside solar wind-terrestrial magnetosphere interaction

GEO-X (GEOspace X-ray imager) : Imaging the dayside solar wind-terrestrial magnetosphere interaction

*Ezoe Yuichiro[1]、Miyoshi Yoshizumi[2]、Kasahara Satoshi[3]、Funase Ryu[3]、Nagata Harunori[4]、Nakajima Hiroshi[5]、Ishikawa Kumi[6]、Yamazaki Atsushi[6]、Hasegawa Hiroshi[6]、Hiraga Junko[7]、Fujimoto Masaki[6]、Mitsuda Kazuhisa[6]、Ueno Munetaka[8]、Koizumi Hiroyuki[3]、Kawakatsu Yasuhiro[6]、Iwata Takahiro[6]、Sahara Hironori[1]
*Yuichiro Ezoe[1], Yoshizumi Miyoshi[2], Satoshi Kasahara[3], Ryu Funase[3], Harunori Nagata[4], Hiroshi Nakajima[5], Kumi Ishikawa[6], Atsushi Yamazaki[6], Hiroshi Hasegawa[6], Junko Hiraga[7], Masaki Fujimoto[6], Kazuhisa Mitsuda[6], Munetaka Ueno[8], Hiroyuki Koizumi[3], Yasuhiro Kawakatsu[6], Takahiro Iwata[6], Hironori Sahara[1]

1. Tokyo Metropolitan University、2. Nagoya University、3. University of Tokyo、4. Hokkaido University、5. Kanto Gakuin University、6. ISAS/JAXA、7. Kansei Gakuin University、8. Kobe University
1. Tokyo Metropolitan University, 2. Nagoya University, 3. University of Tokyo, 4. Hokkaido University, 5. Kanto Gakuin University, 6. ISAS/JAXA, 7. Kansei Gakuin University, 8. Kobe University

Understanding complex nature of the solar wind interaction with solar system objects such as the Earth’s magnetosphere, the Martian exosphere, and the Jovian magnetosphere is crucial in planetary physics, heliophysics and astrophysics including exoplanet physics. Remote sensing imaging observations provide global variation of these environments as a function of solar winds as demonstrated about aurora ovals, the terrestrial plasmasphere, and the terrestrial ring current. Such observations are complimentary to in-situ electromagnetic and particle observations. Recently soft X-ray emission (0.1-2.0 keV) generated via charge exchange process of high charge state solar wind ions (O6+, N5+, …) with geocorona is discovered. Numerical simulations predict that this emission must allow us to image dayside solar wind-terrestrial magnetospheric interaction such as the magnetosheaths, the cusps and the shock. GEO-X is a Japanese small satellite mission carrying a novel wide-field of view X-ray telescope and a high speed X-ray detector to demonstrate the X-ray imaging of the Earth’s magnetosphere. GEO-X aims observations of the dayside boundaries of the Earth’s magnetosphere in the vicinity of the Moon around the next solar maximum.

キーワード：X-ray、Earth's magnetosphere
Keywords: X-ray, Earth's magnetosphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-CG 宇宙惑星科学複合領域・一般

2019年5月26日(日) 13:45 ~ 15:15 | A01 東京ベイ幕張ホール

[P-CG21] 宇宙・惑星探査の将来計画と関連する機器開発の展望

コンビーナ:尾崎 光紀(金沢大学理工研究域電子情報学系)、笠原 慧(東京大学)、亀田 真吾(立教大学理学部)、吉岡 和夫(東京大学大学院新領域創成科学研究科)、座長:亀田 真吾、尾崎 光紀(金沢大学)

宇宙機による地球観測や宇宙空間探査がより容易になりつつある昨今、宇宙機関のみならず大学・民間での人工衛星・ロケットの製作や国際協同も活発になっている。理学的研究においては、宇宙への展開自体は本来の目的ではなく、より良い科学に向けた一手段である一方、技術革新と教育向上においては魅力的な動機である。宇宙計画の成功には、目的に応じた個々の搭載機器の研究開発が必須となり、将来に向けた基盤技術の開拓が計画全体の原動力ともなり得る。計画全体の推進には、搭載機器の提案・選定・製作の段階での綿密な検討も不可欠であり、必然的に、何らかの宇宙計画では、その大小を問わず、あらゆる過程・側面での多面的な調整と多角的な展開が求められる。このセッションでは、搭載機器の開発から計画全体の総括までに及ぶこれらの包括的な研究活動に焦点を絞り、科学的意義に加え、各々の戦略・手法における独自性・革新性、及び関連機器の先端的研究開発の状況と最新の成果に関する講演を集約し、実りある宇宙科学・探査計画・天文観測を実現できる未来により早く達するため、関連する研究者・開発者に活発な意見交換・情報共有・協同創出の機会を提供する。

13:45 ~ 14:05

[PCG21-11] **Debye: a multi-spacecraft mission to solve the electron energization problem in the solar wind**

★Invited Papers

*Fouad Sahraoui[2]、Robert T Wicks[1]、Daniel Verscharen[1]、The Debye The Debye Team (1.Mullard Space Science Laboratory, Department of Space and Climate Physics, University College London, UK、2.LPP CNRS Ecole Polytechnique)

14:05 ~ 14:25

[PCG21-12] Comet Interceptor mission to a dynamically new comet

★Invited Papers

*新中 善晴[1]、亀田 真吾[2]、笠原 慧[3]、河北 秀世[1]、小林 正規[4]、船瀬 龍[3]、吉川 一朗[3]、ジェライント ジョーンズ[5]、スノッドグラス コリン[6] (1.京都産業大学、2.立教大学、3.東京大学、4.千葉工業大学、5.UCL、6.The Open University)

14:25 ~ 14:45

[PCG21-13] The concept of AI3 and impactors

★Invited Papers

*Koji Wada[1]、Jakob Deller[2]、Jessica Agarwal[2]、Hans Martin Braun[3]、Kieran Carroll[4]、Hannah Goldberg[5]、Martin Jutzi[6]、Özgür Karatekin[7]、Tomáš Kohout[8]、Sampsa Pursiainen[9]、Birgit Ritter[7]、Olaf Roders[2]、Francisco da Silva Pais Cabral[10]、Fredrik Sjoberg[11]、Mika Takala[9]、Esa Vilenius[2]、Patrick Bambach[2]、Ryo Ishimaru[1]、Yutaka WADA[1]、Masahiko Arakawa[12]、Takanao Saiki[13] (1.Planetary Exploration Research Center, Chiba Institute of Technology、2.Max Planck Institute, Göttingen、3.RST Radar System Technik、4.Gedex Systems Inc、5.GOMSpace、6.University of Bern、7.Royal Observatory of Belgium、8.University of Helsinki、9.Tampere University of Technology、10.GMV、11.OHB、12.Kobe University、13.JAXA)

14:45 ~ 15:00

[PCG21-14] Observational Techniques for Energy Transport Verification in Space Plasmas and Waves Developed in the FACTORS Mission

*平原 聖文[1]、小嶋 浩嗣[2]、北村 成寿[3]、浅村 和史[4]、斎藤 義文[4] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.京都大学生存圏研究所、3.東京大学大学院理学系研究科、4.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所)

15:00 ~ 15:15

[PCG21-15] Current status of Life Detection Microscope (LDM) for Mars surface exploration

*吉村 義隆[1]、山岸 明彦[2]、佐藤 毅彦[3]、宮川 厚夫[2]、今井 栄一[4]、佐々木 聰[5]、小林 憲正[6]、癸生川 陽子[6]、岡田 朋華[6]、塩谷 圭吾[3]、薮田 ひかる[7]、長沼 毅[7]、三田 肇[8]、藤田 和央[3]、臼井 寛裕[3] (1.玉川大学、2.東京薬科大学、3.宇宙航空研究開発機構、4.長岡技術科学大学、5.東京工科大学、6.横浜国立大学、7.広島大学、8.福岡工業大学)

Debye: a multi-spacecraft mission to solve the electron energization problem in the solar wind

*Fouad Sahraoui[2], Robert T Wicks[1], Daniel Verscharen[1], The Debye The Debye Team

1. Mullard Space Science Laboratory, Department of Space and Climate Physics, University College London, UK, 2. LPP CNRS Ecole Polytechnique

Sub-ion (kinetic) scale turbulence has been the main focus of research in space plasmas in the last decade because of the crucial role that those scales play in energy dissipation and thus particle energization (heating or acceleration). These research topics are relevant to many (more distant) astrophysical plasmas that are not accessible to in-situ measurements (e.g., solar corona, ISM or accretion flows). In the solar wind, orbiting spacecraft such as Cluster, Themis and more recently MMS have allowed us to make a significant progress in understanding the problem of turbulence and energy dissipation at sub-ion and electron scales in space plasmas. Yet, key questions cannot be addressed by those missions or by the upcoming ones (e.g., Parker Solar Probe and Solar Orbiter) because of their instrumental limitations. We will discuss some of these scientific questions and instrumental limitations, then present a new multi-spacecraft mission concept, Debye, designed to solve the problem of turbulence and energy dissipation at electron scales in the solar wind. This mission is currently being considered for selection within the ESA/F1-class call released in 2018 with a strong participation from the Japanese space physics community.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Comet Interceptor mission to a dynamically new comet

*新中 善晴[1]、亀田 真吾[2]、笠原 慧[3]、河北 秀世[1]、小林 正規[4]、船瀬 龍[3]、吉川 一朗[3]、ジェライント ジョーンズ[5]、スノッドグラス コリン[6]
*Shinnaka Yoshiharu[1], Shingo Kameda[2], Satoshi Kasahara[3], Hideyo Kawakita[1], Masanori Kobayashi[4], Ryu Funase[3], Ichiro Yoshikawa[3], Jones H Geraint[5], Colin Snodgrass[6]

1. 京都産業大学、2. 立教大学、3. 東京大学、4. 千葉工業大学、5. UCL、6. The Open University
1. Kyoto Sangyo University, 2. Rikkyo University, 3. The University of Tokyo, 4. Chiba Institute of Technology, 5. UCL, 6. The Open University

'Comet Interceptor' is a proposed mission to the recent European Space Agency (ESA) call for F-class ('fast') missions. This is one of six mission concepts invited to submit detailed proposals. A decision is expected until late July 2019. The purpus of our misson is to characterise a dynamically-new comet or interstellar object like 'Oumuamua, which are visiting the inner Solar System for the first time, including its surface composition, shape, and structure, the composition of its gas coma for the first time. Our mission will launch to the Sun-Earth L2 point, where it will be stayed in a stable L2 halo orbit for a period of up to 2-3 years, until a suitable opportunity for a flyby mission to a dynamically new comet presents itself. Suitable targets will be comets that will have a perihelion distance closer than ~1.2 au and an ecliptic plane crossing time and location reachable with ~1.5 km/s delta-v from L2. Once a target is found, which expected to be within a few years based on predictions for comet discovery rates with the Large Synoptic Survey Telescope (LSST), the spacecraft will depart on an intercept trajectory. Before the flyby, the main spacecraft will resease at least two sub-spacecraft, parallel paths through the coma and past the nucleus to be sampled. This mission will give us a 3D snapshot of the cometary nucleus at the time of the flyby, testing spatial coma inhomogeneity, interaction with the solar wind on many scales, and monitoring of Lyα coma. This mission will be a unique measurement that was not possible with previous missions, in addition to the fact that we will target a dynamicall new comet, which will allow interesting comparisons to be made with the results from Rosetta target comet 67P/Churyumov-Gerasimenko. It is expected that the proposed mission includes contributions from Japan as well as ESA member countries.

キーワード：Comet Interceptor Mission、力学的に新しい彗星
Keywords: Comet Interceptor Mission, dynamically new comet

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The concept of AI3 and impactors

*Koji Wada[1], Jakob Deller[2], Jessica Agarwal[2], Hans Martin Braun[3], Kieran Carroll[4], Hannah Goldberg[5], Martin Jutzi[6], Özgür Karatekin[7], Tomáš Kohout[8], Sampsa Pursiainen[9], Birgit Ritter[7], Olaf Roders[2], Francisco da Silva Pais Cabral[10], Fredrik Sjoberg[11], Mika Takala[9], Esa Vilenius[2], Patrick Bambach[2], Ryo Ishimaru[1], Yutaka WADA[1], Masahiko Arakawa[12], Takanao Saiki[13]

1. Planetary Exploration Research Center, Chiba Institute of Technology, 2. Max Planck Institute, Göttingen, 3. RST Radar System Technik, 4. Gedex Systems Inc, 5. GOMSpace, 6. University of Bern, 7. Royal Observatory of Belgium, 8. University of Helsinki, 9. Tampere University of Technology, 10. GMV, 11. OHB, 12. Kobe University, 13. JAXA

"Asteroid In-situ Interior Investigation - 3way" (AI3) defines a mission to investigate the interior of a rubble pile asteroid with three different complementary measurements: radar tomography, determination of the gravity field, and seismic sounding. AI3 has been proposed to ESA F-Class call and passed the first selection.

A mothership serving as communication relay will carry 4 CubeSats in the orbit of asteroid Apophis, observing the PHA during its extremely close approach to earth in 2029, getting as close as 0.1 Lunar distances, which is within the geostationary orbit.

Depending on the elongated shape of Apophis the earth fly by will trigger dynamic events on the asteroid and allow for extremely high data rates during the observation.

Two identical DISCUS satellites will be deployed to leverage the multi-point approach enabled by CubeSat technology, taking radar measurements to reconstruct the interior using computed tomography as well as determining the gravity field and analyzing surface composition using a hyperspectral imager. After completing the characterization phase, one of the DISCUS satellites will descent to the surface and measure the local surface gravity at several points on the asteroid. In the final phase, two impacting CubeSats will generate seismic waves, to be detected by the DISCUS satellite on the surface. The impact will be observed in high spatial and temporal resolution to add important data for impact studies in a before unexplored energy regime.

The concept has recently been invited to submit a detailed proposal to the Phase-2 of the ESA F-Class call.

Keywords: Apophis, ESA F-Class, Rubble Pile Asteroids, CubeSats, PHAs, Impactor

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Observational Techniques for Energy Transport Verification in Space Plasmas and Waves Developed in the FACTORS Mission

*平原 聖文[1]、小嶋 浩嗣[2]、北村 成寿[3]、浅村 和史[4]、斎藤 義文[4]
*Masafumi Hirahara[1], Hirotsugu Kojima[2], Naritoshi Kitamura[3], Kazushi Asamura[4], Yoshifumi Saito[4]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、2. 京都大学生存圏研究所、3. 東京大学大学院理学系研究科、4. 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所
1. Institute of Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. Research Institute of Sustainable Humanosphere, Kyoto University, 3. Graduate School of Science, The University of Tokyo, 4. Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency

The Japanese space physics community is now conducting the FACTORS mission, which is the first space exploration mission using a formation flight configuration based on multiple satellites orbiting in the terrestrial polar magnetosphere-ionosphere-thermosphere coupling regions. It is well understood that the in-situ observations integrating the particle, field, wave measurements could bring us with unique opportunities for elucidating the dynamics of the space plasmas and the terrestrial/planetary upper atmospheres. Also in the FACTORS mission as the next community-leading mission after the ERG(Arase) satellite mission, we are planning to realize more advanced integrated measurement system than the ERG(Arase) as well as the unified research framework based on the satellite/ground-based observations and the data analysis/modeling/simulation approaches. One of the science objectives in FACTORS is the demonstrative and quantitative verification on the energy transport mechanisms emerging in the ionospheric ion accelerations in the perpendicular direction to local magnetic fields, which have been frequently observed as transversely accelerated ions(TAIs) by previous/ongoing satellites and sounding rockets at altitudes of several hundreds to a few tens of thousands of km in the terrestrial auroral regions. This type of ion accelerations is quite important not only in our understanding the elemental physical mechanisms in the space plasmas but also in the estimate of the amount of the outflowing/escaping terrestrial plasmas. Although it is definitely evident that the plasma waves excited/propagating in the ionosphere are the exclusive energy source for TAIs according to the statistical analyses of the observational results, it should be noted with a surprise that we have not reached any consensus which mode of plasma waves is dominantly or more effective in the ion accelerations. It should also be noticed that the plasma wave modes responsible for TAIs could change, dependent on the event regions, the ambient ionospheric conditions, and the energy ranges of the accelerated ions, which means the there are some observational difficulties especially in the case of single satellite mission because the observational information obtained by in-situ measurements with a single satellite are too much limited to separate time variations from spatial distributions. In the FACTORS mission, it is required to overcome these observational problems by applying the controllable flight formation and attitude configurations of multiple satellites with an adequate accuracy and additionally developing the innovative observational techniques in the ion and wave measurements. In order to identify the plasma wave modes responsible for TAIs, we utilize several types of advanced formation flight configurations of the multiple satellites for longer plasma waves. As the observational technique for shorter waves, an interferometry method using single electric field probes on each satellite would be applicable. In the ion measurements, it would be essential to develop and install two types of ion energy-mass spectrometers covering from the supra thermal to the low-energy ranges independently with wide and controllable field-of-views and adequate energy/angular resolutions to capture the core ion components by compensating the convective plasma drift motion in the auroral regions or trace the conical pitch-angle distributions of the accelerated and

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

upwelling ions. It could also be a breakthrough to carry a gyrophase-resolving ion energy-mass spectrometer with the similar specification to the low-energy ion spectrometer. This presentation introduces the observational methodology and techniques with which we could demonstratively and quantitatively address the ionospheric ions accelerations from the viewpoint of wave-particle interaction mechanisms occurring universally in space.

キーワード：波動粒子相互作用、超高層大気プラズマ、宇宙プラズマ波動、統合探査衛星観測、編隊飛行、先端的超小型衛星
Keywords: wave-particle interaction, upper atmospheric plasma, space plasma wave, integrated satellite observation, formation flight, advanced compact satellite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Current status of Life Detection Microscope (LDM) for Mars surface exploration

*吉村 義隆[1]、山岸 明彦[2]、佐藤 毅彦[3]、宮川 厚夫[2]、今井 栄一[4]、佐々木 聰[5]、小林 憲正[6]、癸生川 陽子[6]、岡田 朋華[6]、塩谷 圭吾[3]、薮田 ひかる[7]、長沼 毅[7]、三田 肇[8]、藤田 和央[3]、臼井 寛裕[3]
*Yoshitaka Yoshimura[1], Akihiko Yamagishi[2], Takehiko Satoh[3], Atsuo Miyakawa[2], Eiichi Imai[4], Satoshi Sasaki[5], Kensei Kobayashi[6], Yoko Kebukawa[6], Tomoka Okada[6], Keigo Enya[3], Hikaru Yabuta[7], Takeshi Naganuma[7], Hajime Mita[8], Kazuhisa Fujita[3], Tomohiro Usui[3]

1. 玉川大学、2. 東京薬科大学、3. 宇宙航空研究開発機構、4. 長岡技術科学大学、5. 東京工科大学、6. 横浜国立大学、7. 広島大学、8. 福岡工業大学
1. College of Agriculture, Tamagawa University, 2. Tokyo University of Pharmacy and Life Science, 3. Japan Aerospace Exploration Agency, 4. Nagaoka University of Technology, 5. Tokyo University of Technology, 6. Yokohama National University, 7. Hiroshima University, 8. Fukuoka Institute of Technology

Today’s Mars is a cold and dry planet, but ancient Mars would have had a large amount of liquid water on the surface. Several billion years ago, Mars could have been similar to the early Earth from which life arose, and life may have also originated on Mars during this period. Although the Viking mission in 1976, which explored life on Mars, did not find evidence for life [1], many findings associated with the possibility of life have been discovered since the Viking mission: past and present aqueous environments, organic compounds, methane, reduced compounds for microorganism energy sources, and so on [2] [3]. These findings suggest that microorganisms might exist on Mars surface.

For searching extant microorganisms, a microscopic instrument would be a powerful tool, which directly images life forms and identify their shapes, sizes, and other morphological structures, but it has not been used in space missions yet. For *in situ* detection of microbial cells, we have proposed the Life Detection Microscope (LDM) which visualizes organic compounds by staining the samples with fluorescent pigments [4]. The LDM scans a volume of 1 mm^3 and detects organic compounds including cells and other biological materials in high sensitivity ($<10^4$ cells per gram clay). The fluorescent pigments have been selected to identify the fundamental features of cells by differentiating among organic compounds surrounded by membranes or enzyme activity. The LDM is also equipped with a high resolution imaging system (1 μm/pixel) which visualizes detailed life forms as well as regolith and dust particles [5]. Our investigation goals are the followings. 1) Identify cell-like structure in which organic compounds are enveloped by membrane, which may represent Martian life. 2) Search for organic compounds in Mars surface samples. The compounds include cells, other biological materials, and abiotic polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH). 3) High-resolution characterization of regolith and dust particles. Here we will report the current status of the development of LDM.

References

[1] Margulis, L. et al. *J. Mol. Evol.* 14 (1979)

[2] Eigenbrode, J.L. et al. *Science*, 360 (2018)

[3] Webster, C.R. et al. *Science.* 360 (2018)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[4] Yamagishi, A. et al. *Biol. Sci. Space*, 24 (2010)

[5] Yamagishi, A. et al. *Trans. JSASS Aerospace Tech. Japan*, 16 (2018)

キーワード：火星、蛍光顕微鏡
Keywords: Mars, fluorescent microscope

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-CG 宇宙惑星科学複合領域・一般

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_5

[P-CG21] 宇宙・惑星探査の将来計画と関連する機器開発の展望

コンビーナ:尾崎 光紀(金沢大学理工研究域電子情報学系)、笠原 慧(東京大学)、亀田 真吾(立教大学理学部)、吉岡 和夫(東京大学大学院新領域創成科学研究科)

宇宙機による地球観測や宇宙空間探査がより容易になりつつある昨今、宇宙機関のみならず大学・民間での人工衛星・ロケットの製作や国際協同も活発になっている。理学的研究においては、宇宙への展開自体は本来の目的ではなく、より良い科学に向けた一手段である一方、技術革新と教育向上においては魅力的な動機である。宇宙計画の成功には、目的に応じた個々の搭載機器の研究開発が必須となり、将来に向けた基盤技術の開拓が計画全体の原動力ともなり得る。計画全体の推進には、搭載機器の提案・選定・製作の段階での綿密な検討も不可欠であり、必然的に、何らかの宇宙計画では、その大小を問わず、あらゆる過程・側面での多面的な調整と多角的な展開が求められる。このセッションでは、搭載機器の開発から計画全体の総括までに及ぶこれらの包括的な研究活動に焦点を絞り、科学的意義に加え、各々の戦略・手法における独自性・革新性、及び関連機器の先端的研究開発の状況と最新の成果に関する講演を集約し、実りある宇宙科学・探査計画・天文観測を実現できる未来により早く達するため、関連する研究者・開発者に活発な意見交換・情報共有・協同創出の機会を提供する。

[PCG21-P01] 編隊飛行による地球電磁気圏・熱圏探査衛星計画「FACTORS」搭載可視・紫外イメージャーによる微細オーロラと大気光観測

*坂野井 健[1]、平原 聖文[2]、津田 卓雄[3]、浅村 和史[4]、三好 由純[2]、渡邉 智彦[5]、西山 尚典[6]、大山 伸一郎[2,7]、斎藤 義文[4]、細川 敬祐[3]、小嶋 浩嗣[8]、北村 成寿[9]、小川 泰信[5]、山内 正敏[10]、松岡 彩子[4]、八木 直志[1]、吹澤 瑞貴[1]、石澤 元気[11] (1.東北大学大学院理学研究科惑星プラズマ・大気研究センター、2.名古屋大学宇宙地球環境研究所、3.電気通信大学情報理工学研究科、4.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所、5.名古屋大学大学院理学研究科、6. 国立極地研究所、7.フィンランドオウル大学、8.京都大学生存圏研究所、9.東京大学大学院理学研究科、10.スウェーデン宇宙物理学研究所、11.東北大学大学院理学研究科)

[PCG21-P02] 機械学習を用いたフラッシュオーロラの時空間解析

*源田 斗輝[1]、井上 拓海[1]、尾崎 光紀[1]、八木谷 聡[1]、今村 幸祐[1]、塩川 和夫[2]、三好 由純[2]、大山 伸一郎[2]、片岡 龍峰[3]、海老原 祐輔[4]、細川 敬祐[5] (1.金沢大学、2.名古屋大学、3.極地研究所、4.京都大学、5.電気通信大学)

[PCG21-P03] 信号処理によるPc1地磁気脈動地上観測のパルス性雑音除去

*駒瀬 文弥[1]、井上 智寛[1]、尾崎 光紀[1]、八木谷 聡[1]、塩川 和夫[2]、能勢 正仁[2]、長妻 努[3] (1.金沢大学、2.名古屋大学、3.情報通信研究機構)

[PCG21-P04] Application of magneto-impedance sensor to geomagnetic field measurements

*能勢 正仁[1]、野村 麗子[2]、浅村 和史[3]、青山 均[4]、河野 剛健[4]、松岡 彩子[3]、北村 健太郎[5]、小山 幸伸[6]、松本 晴久[7]、平原 聖文[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.国立天文台、3.宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所、4.愛知製鋼株式会社、5.徳山工業高等専門学校、6.大分工業高等専門学校、7.宇宙航空研究開発機構 研究開発部門)

[PCG21-P05] Observation of the Ionospheric Currents by the CubeSat at the Low and Middle Latitude

*北村 健太郎[1]、今井 一雅[2]、高田 拓[2]、篠原 学[3]、若林 誠[4]、高専 スペース連携 (1.徳山工業高等専門学校、2.高知工業高等専門学校、3.鹿児島工業高等専門学校、4.新居浜工業高等専門学校)

[PCG21-P06] Basic study on miniaturization of electric field instrument for plasma wave observations by ASIC technology

*徳永 祐也[1]、尾崎 光紀[1]、石坂 圭吾[2]、小嶋 浩嗣[3]、八木谷 聡[1]、頭師 孝拓[3] (1.金沢大学、2.富山県立大学、3.京都大学)

[PCG21-P07] 超小型探査機に搭載する極端紫外撮像装置に用いる電気回路部の放射線耐性の評価

*勝瀬 陸[1]、吉岡 和夫[1]、桑原 正輝[2]、疋田 伶奈[1]、荒尾 昇吾[1]、吉川 一朗[1] (1.東京大学、2.宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所)

[PCG21-P08] A method to quantitatively evaluate Non-evaporable-getter pump for use in space science mission

*西村 晟八[1]、吉川 一朗[1]、吉岡 和夫[1]、荒尾 昇吾[1]、張 天旭[1] (1.東京大学)

[PCG21-P09] ３次元電位分布計算による「みお」搭載MIAのトップハット分析器特性の非対称性の解釈

*三宅 亙[1]、斎藤 義文[2]、横田 勝一郎[3] (1.東海大学工学部、2.宇宙科学研究所、3.大阪大学)

[PCG21-P10] 小型衛星用衝撃試験機の建造及びMCPの機械耐性評価

*福場 惇哉[1] (1.東京大学大学院)

[PCG21-P11] Innovative design of double-shell type energy analyzer for simultaneous electron and ion measurements in space

*武井 智美[1]、平原 聖文[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所)

[PCG21-P12] Microsatellite Development and Education of Space Science and Technology at Kanazawa University

*井町 智彦[1]、八木谷 聡[1]、米徳 大輔[1]、笠原 禎也[1]、澤野 達哉[1]、有元 誠[1]、後藤 由貴[1]、尾崎 光紀[1]、藤本 龍一[1] (1.金沢大学)

[PCG21-P13] Attitude Control System for Kanazawa-SAT3 Microsatellite

中嶋 拓也[1]、安田 有希[1]、瀬川 浩史[1]、*井町 智彦[1]、八木谷 聡[1]、笠原 禎也[1]、米徳 大輔[1]、澤野 達哉[1]、有元 誠[1] (1.金沢大学)

[PCG21-P14] Communications System and Antennas for Kanazawa-SAT3 Microsatellite

源 輝也[1]、稲 航洋[1]、河越 幸平[1]、*井町 智彦[1]、八木谷 聡[1]、後藤 由貴[1]、米徳 大輔[1]、笠原 禎也[1]、澤野 達哉[1]、有元 誠[1] (1.金沢大学)

[PCG21-P15] 6Uクラス超小型深宇宙探査機EQUULEUSに搭載する多層断熱材一体型ダスト計測器CLOTHの開発

*平井 隆之[1]、矢野 創[2]、實川 律子[3]、石岡 英悟[3]、中野 晴貴[3]、新井 和吉[3]、長谷川 直[2] (1.千葉工業大学・惑星探査研究センター、2.宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所、3.法政大学・理工学部)

[PCG21-P16] DESTINY$^+$搭載小惑星追尾機構の開発：概念設計およびBBMを用いた性能試験

*洪 鵬[1]、石橋 高[1]、佐藤 峻介[2]、竹村 和俊[3]、藤原 航太郎[4]、町井 佳菜子[5]、豊田 裕之[2]、西山 和孝[2]、大槻 真嗣[2]、奥平 修[1]、高島 健[2] (1.千葉工業大学惑星探査研究センター、2.宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所、3.早稲田大学 基幹理工学研究科 機械科学専攻、4.北海道大学 工学院 機械宇宙工学専攻、5.電気通信大学 情報理工学部 知能機械工学科)

[PCG21-P17] 火星衛星探査計画における望遠カメラ(TENGOO)性能評価装置の開発

*加藤 博基[1]、亀田 真吾[1]、塩谷 圭吾[2]、長田 直也[1] (1.立教大学、2.宇宙航空研究開発機構)

[PCG21-P18] ソーラー電力セイルOKEANOSのクルージングフェーズにおける観測計画

*岩田 隆浩[1]、松浦 周二[2]、津村 耕司[3]、矢野 創[1]、平井 隆之[4]、松岡 彩子[1]、米徳 大輔[5]、三原 建弘[6]、岡田 達明[1]、森 治[1]、中条 俊大[1] (1.宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所、2.関西学院大学、3.東北大学、4.千葉工業大学、5.金沢大学、6.理化学研究所)

編隊飛行による地球電磁気圏・熱圏探査衛星計画「FACTORS」搭載可視・紫外イメージャーによる微細オーロラと大気光観測

Visible and ultraviolet imagers for auroral and airglow observations by FACTORS - a future satellite mission for understanding the coupling and transportation processes in the upper atmosphere

*坂野井 健[1]、平原 聖文[2]、津田 卓雄[3]、浅村 和史[4]、三好 由純[2]、渡邉 智彦[5]、西山 尚典[6]、大山 伸一郎[2,7]、斎藤 義文[4]、細川 敬祐[3]、小嶋 浩嗣[8]、北村 成寿[9]、小川 泰信[5]、山内 正敏[10]、松岡 彩子[4]、八木 直志[1]、吹澤 瑞貴[1]、石澤 元気[11]

*Takeshi Sakanoi[1], Masafumi Hirahara[2], Takuo T. Tsuda[3], Kazushi Asamura[4], Yoshizumi Miyoshi[2], Tomo-Hiko Watanabe[5], Takanori Nishiyama[6], Shin-ichiro Oyama[2,7], Yoshifumi Saito[4], Keisuke Hosokawa[3], Hirotsugu Kojima[8], Naritoshi Kitamura[9], Yasunobu Ogawa[5], Masatoshi Yamauchi[10], Ayako Matsuoka[4], Naoshi Yagi[1], Fukizawa Fukizawa[1], Genki Ishizawa[11]

1. 東北大学大学院理学研究科惑星プラズマ・大気研究センター、2. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、3. 電気通信大学情報理工学研究科、4. 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所、5. 名古屋大学大学院理学研究科、6. 国立極地研究所、7. フィンランドオウル大学、8. 京都大学生存圏研究所、9. 東京大学大学院理学研究科、10. スウェーデン宇宙物理学研究所、11. 東北大学大学院理学研究科

1. Planetary Plasma and Atmospheric Research Center, Graduate School of Science, Tohoku University, 2. ISEE, Nagoya University, 3. Graduate School of Informatics and Engineering, School of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications, 4. ISAS/JAXA, 5. Graduate School of Science, Nagoya University, 6. National Institute for Polar Research, 7. University of Oulu, Finland, 8. RISH, Kyoto University, 9. Graduate School of Science, the University of Tokyo, Tokyo, 10. IRF Kiruna, Sweden, 11. Graduate School of Science, Tohoku University

We report science subject, design, development plan and identification of issues to be solved on the visible and ultraviolet imagers for a future satellite mission called FACTORS that aims to understand the coupling processes in the terrestrial magnetosphere/ionosphere/thermosphere and the acceleration and transportation of the space plasma and neutral atmospheric particles. FACTORS stands for Frontiers of Formation, Acceleration, Coupling, and Transport Mechanisms Observed by Outer Space Research System that is proposed as a multi-satellite formation flight mission. This will be a community exploration mission in Japanese apace research after the success of the ERG mission. The working group was approved by ISAS, JAXA this year, and we have started the discussion on detailed science targets, instrumental design, feasibility and so on. We mainly concern on visible and ultraviolet remote imaging of aurora and airglow for this mission. A visible imager (VISAI) on FACTORS will measure small-scale auroral structures at a wavelength of auroral prompt emission line, such as N2 1st PG, with high-time (~0.1s) and high-spatial (~1km) resolutions using a science CMOS or EMCCD. The FOV of 8 x 8 deg covers an area of 400 x 400 km viewed from 3000 km altitude. The high-spatial and high-time resolution imaging data is essential to understand small-scale variations of Alfven aurora, pulsating aurora, etc. Combined with particle and electric/magnetic field data by FACTORS, we will reveal the time and spatial variations of acceleration/scattering process in the complicated magnetosphere-ionosphere coupling system. A far-ultraviolet imager (FUVI) adopts a wide (~40 x 40 deg.) FOV objective mirror system which covers ~2500 x 2500 km area viewed from 3000 km altitude. We plan to adopt a filter wheal in FUV imager to change the wavelength between O 135.6 nm and the N2 LBH band at 140-160 nm. Wide-field multi-wavelength FUV images enable us to examine large-scale auroral dynamics like westward-travelling surge during substorm, omega-bands, and provide us to understand the global thermospheric activity from O/N2 airglow ratio. This year we plan to carry out specific studies for CMOS/EMCCD detectors

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

suited for this mission, and perform radiation tests of detectors.
Related to the future FACTORS mission, we are now carrying out the developments of aural cameras for two sounding rocket projects, G-CHASER (Rocksat-XN) and LAMP. The G-CHASER (Rocksat-XN) rocket was successfully launched from Andøya, Norway on January 13, 2019. We installed an auroral camera (AIC) on this rocket to measure N2 1st PG emission with wide-angle FOV lens(96x75 deg), RG-665 filter, and CCD (WAT-910HX). In addition, we are developing two CMOS cameras AIC2 on the LAMP rocket that is scheduled to be launched at Poker Flat Research Range in winter of 2019. AIC2 will be installed on a despun platform to derotate rocket spin. One CMOS camera AIC2-S1 measures N2 1st PG emission with a narrow FOV lens (F-number=0.95, f=17mm, FOV=27x27deg.), and another CMOS camera AIC-S2 measures OI 844.6nm emission with a wide-angle lens (F-number=1.6, f=3.5mm, FOV=120x120deg.). Both cameras adopt the ZWO ASI 180 MM CMOS detector. AIC2-S1 will take fine structure of PsA in the region more than 100 x 100 km area around the magnetic footprint with a few kilo-meter resolution, while AIC2-S2 will obtain an altitude distribution of pulsating aurora in the F-region as well as distribution of PsA in wide-range. The precise imaging and altitude distribution of PsA are obtained with AIC2 at two wavelengths with 10Hz sampling. The imaging data combined with precipitating electron data in the wide energy range enable us to investigate the relativistic electron precipitation called microbursts that is probably caused by chorus waves in the magnetosphere.

キーワード：磁気圏、オーロラ、イメージャー、紫外、可視、電離圏
Keywords: magnetosphere, aurora, imager, ultra violet, visible, ionosphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

機械学習を用いたフラッシュオーロラの時空間解析
Spatio-temporal analysis of flash aurora using Convolutional Neural Network

*源田 斗輝[1]、井上 拓海[1]、尾崎 光紀[1]、八木谷 聡[1]、今村 幸祐[1]、塩川 和夫[2]、三好 由純[2]、大山 伸一郎[2]、片岡 龍峰[3]、海老原 祐輔[4]、細川 敬祐[5]
*Toki Genda[1], Takumi Inoue[1], Mitsunori Ozaki[1], Satoshi Yagitani[1], Imamura Kousuke[1], Kazuo Shiokawa[2], Yoshizumi Miyoshi[2], Shin-ichiro Oyama[2], Ryuho Kataoka[3], Yusuke Ebihara[4], Keisuke Hosokawa[5]

1. 金沢大学、2. 名古屋大学、3. 極地研究所、4. 京都大学、5. 電気通信大学
1. Kanazawa Univ., 2. Nagoya Univ., 3. NIPR, 4. Kyoto Univ., 5. UEC

オーロラは宇宙空間に存在する高エネルギー荷電粒子の一部が磁力線に沿って移動し、地球上層大気と衝突することで発光する現象である。つまり、オーロラの地上観測により、間接的に磁気圏に存在している電子の様相を知ることができる。私たちはオーロラの中でも、一秒以下で突発的に発光するフラッシュオーロラに注目している。フラッシュオーロラは、その発光時間の短さから目視による大量のイベント検出が難しく、詳細な解析は行われていない。よって、本研究では、EMCCDカメラで観測されたフラッシュオーロラを機械学習によって自動検出し、時空間変動の統計解析を行った。観測データはガコナ (アメリカ・アラスカ州) に設置されたEMCCDカメラ(サンプリング100 Hz、解像度 256 * 256 ピクセル)を用いた。

本研究で用いた機械学習の手法は、画像認識に特に優れている畳み込みニューラルネットワーク (CNN) である。学習データは、EMCCD画像の南北断面を切り出して時系列に並べたKeogram 画像（解像度2400 * 720 ピクセル、時間幅1 分間）を正方形のブロック（解像度30 * 30 ピクセル、時間幅0.75 秒間）に分割し、目視で分類したものを学習データとして使用した。分類は、脈動オーロラ、フラッシュオーロラ、雑音、オーロラ・雑音共になしの4 種類とした。今回作成した学習ネットワークを使用して、テストデータを分類したところ、その精度は91.2%であった。

作成した学習器によって集めたフラッシュオーロラのイベント (約100イベント) について、代表的な二値化手法である大津の二値化を用いて領域抽出を行なった。フラッシュオーロラの発光継続時間、発光地点、空間サイズ、空間分布について統計解析を行なった。まず、発光継続時間はEMCCDカメラ視野内の磁気緯度、磁気経度に依存しておらず、平均0.21±0.08秒だった。また、観測されたフラッシュオーロラを磁気赤道に投影すると、全イベントのうちの約70 %が地球側に向けて平均0.027 Re大きく拡大していることが確認できた。この結果は、波動の伝搬角や磁気圏におけるロスコーンの空間分布の不均一性が関係していると考えられる。

本発表では私たちが開発したフラッシュオーロラの自動検出法とその時空間解析結果について詳細に報告する予定である。

キーワード：畳み込みニューラルネットワーク、脈動オーロラ、フラッシュオーロラ
Keywords: Convolutional Neural Network, pulsating aurora, flash aurora

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

信号処理によるPc1地磁気脈動地上観測のパルス性雑音除去
Study on the pulse noise removal technique for Pc1 geomagnetic pulsations on the ground by signal processing

*駒瀬 文弥[1]、井上 智寛[1]、尾崎 光紀[1]、八木谷 聡[1]、塩川 和夫[2]、能勢 正仁[2]、長妻 努[3]
*Fumiya Komase[1], Tomohiro Inoue[1], Mitsunori Ozaki[1], Satoshi Yagitani[1], Kazuo Shiokawa[2], Masahito Nose[2], Tsutomu Nagatsuma[3]

1. 金沢大学、2. 名古屋大学、3. 情報通信研究機構
1. Kanazawa Univ., 2. Nagoya Univ., 3. NICT

磁気圏で発生するプラズマ波動の一種であるElectromagnetic ion cyclotron（EMIC）波動は磁力線に沿って伝搬し、地上においてPc1脈動（0.2～5 Hz）と呼ばれる地磁気の変動として観測される。我々はPc1脈動をカナダのカプスケーシングで地上観測している。地上観測は誘導磁力計を用いて行っており、地磁気の変動を高い時間分解能（64 Hz）で高感度に観測することができる。しかし、強い風などにより観測機器が振動すると、観測波形にパルス性の雑音が含まれてしまう。

本研究では、信号処理技術によって観測波形に含まれるパルス性雑音を除去し、Pc1脈動を抽出する方法について検討を行った。パルス性雑音の特徴として、Pc1脈動よりも広い周波数帯（0.1～10 Hz）にまたがり、Pc1脈動に対して存続時間が短いという点が挙げられる。パルス性雑音除去は、パルス性雑音候補区間の検出、Neural Network（NN）によるパルス性雑音候補区間の分類、およびパルス性雑音区間の波形補間の手順で行う。まず、観測波形の 1 点微分波形の振幅に閾値を設定し、閾値を超えた周辺をパルス性雑音候補区間とした。しかし、この手法ではパルス性雑音以外に高周波に高いエネルギーを持つ区間も検出する。そのため、NNを用いてパルス性雑音候補区間をパルス性雑音区間とそれ以外の区間に分類する。分類のための学習データには、パルス性雑音を強調するためにHPF（High pass filter）を適用した波形を用いた。最後にパルス性雑音区間の波形補間を行う。波形の補間にはエネルギーと位相が必要である。パルス性雑音区間のエネルギーはパルス性雑音区間周辺のエネルギー平均を用いた。位相については、ランダムな位相、観測波形の位相スペクトルを用いた観測位相、非線形最小二乗法による推定位相の３つの位相について検討した。各位相について、チャープ信号に観測波形から抽出したパルス性雑音を印可した波形をテスト信号とするパルス性雑音除去シミュレーションを行い、パルス性雑音除去前後のSNRで評価を行った。その結果、推定位相による向上SNRが22 dBと最も高くなったが、推定にかかる計算時間が膨大であるため用途に応じて使用する位相を変更することが重要であると分かった。以上のパルス性雑音除去手法を用いて実際の観測波形のパルス性雑音除去を行った結果、パルス性雑音を除去し、Pc1脈動を抽出することができた。

本発表では信号処理によるPc1脈動のパルス性雑音除去について詳細に報告する予定である。従来では、観測機器の振動を極力抑える観測環境を吟味、構築する必要があったが、そのコストを削減し、Pc1脈動のより詳細な解析に役立つと考えている。

キーワード：Pc1地磁気脈動、雑音除去、信号処理
Keywords: Pc1 geomagnetic pulsation, Noise removal, Signal processing

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Application of magneto-impedance sensor to geomagnetic field measurements

*能勢 正仁[1]、野村 麗子[2]、浅村 和史[3]、青山 均[4]、河野 剛健[4]、松岡 彩子[3]、北村 健太郎[5]、小山 幸伸[6]、松本 晴久[7]、平原 聖文[1]
*Masahito Nose[1], Reiko Nomura[2], Kazushi Asamura[3], Hitoshi Aoyama[4], Takeshi Kawano[4], Ayako Matsuoka[3], Kentarou Kitamura[5], Yukinobu Koyama[6], Haruhisa Matsumoto[7], Masafumi Hirahara[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、2. 国立天文台、3. 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所、4. 愛知製鋼株式会社、5. 徳山工業高等専門学校、6. 大分工業高等専門学校、7. 宇宙航空研究開発機構 研究開発部門
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. National Astronomical Observatory of Japan, 3. Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency, 4. Aichi Steel Corporation, 5. National Institute of Technology, Tokuyama College, 6. National Institute of Technology, Oita College, 7. Research and Development Directorate, Japan Aerospace Exploration Agency

Magneto-impedance (MI) effect was discovered about 25 years ago and a micro-size magnetic sensor that utilizes this effect becomes commercially available. We made some modifications to the commercially available MI sensors as they can cover the range of the geomagnetic field. For the period of March 30 to April 27, 2018, we conducted experimental observations of geomagnetic field variations with the MI sensors at Mineyama observation site, which is located about 100 km north-west of Kyoto. Data obtained with the MI sensors were compared with those from the fluxgate magnetometer that has been working at the site. Results showed that the MI sensor recorded geomagnetic variations with amplitudes of ~1 nT that were also detected with the fluxgate magnetometer. This suggests that MI sensors are useful for researches in geomagnetism or space physics, although they are much less expensive than fluxgate magnetometers.

We consider developing two different kinds of systems to measure the geomagnetic field using the MI sensor: a system for ground-based observation and a system for a sounding rocket. In presentation, we will display observation data from the MI sensors and the fluxgate magnetometers at Mineyama and other observatories. Future plans of the system onboard sounding rocket will be also presented and discussed.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Observation of the Ionospheric Currents by the CubeSat at the Low and Middle Latitude

*北村 健太郎[1]、今井 一雅[2]、高田 拓[2]、篠原 学[3]、若林 誠[4]、高専 スペース連携
*Kentarou Kitamura[1], Kazumasa Imai[2], Taku Takada[2], Manabu Shinohara[3], Makoto Wakabayashi[4], KOSEN Space Collaboration Group

1. 徳山工業高等専門学校、2. 高知工業高等専門学校、3. 鹿児島工業高等専門学校、4. 新居浜工業高等専門学校
1. National Institute of Technology, Tokuyama Collge, 2. National Institute of Technology, Kochi Collge, 3. National Institute of Technology, Kagoshima Collge, 4. National Institute of Technology, Niihama Collge

The ionospheric currents flowing in the dayside ionosphere have been considered as a significant subsequence of Mesosphere-Ionosphere-Magnetosphere coupling. These currents were well detected in the Solar quiet conditions and named Sq currents. In particular, it is well known that the flow pattern of Sq currents shows the north-south hemispheric asymmetry due to the different ionospheric conductivities in the winter and summer hemispheres. This indicates that the asymmetry of the potential must be kept by the energy balance between each hemisphere through the field line.
An InterHemispheric Field Aligned Current (IHFAC) was theoretically predicted by Maeda [1974] and Fukushima [1979, 1991] to interpret the north-south asymmetry in the potential pattern. Several ground magnetic observations and satellite observations suggested an existence of the IHFAC in the noon sector and both the morning and evening terminators. However, the detailed morphology of the IHFAC have not been well understood yet, despite that the direct detection of the IHFAC at Low Earth Orbit (LEO) was reported in the observation by several satellites.
In order to investigate the Sq current system including the IHFAC, the in-situ observation by a CubeSat (2U size satellite emitted from ISS) is proposed in collaboration with 10 national colleges which belong to National Institute of Technology (KOSEN). The fluxgate magnetometer is onboard the CubeSat to observe small perturbations of the magnetic field. After the ejection from the ISS, the CubeSat will gradually glide down to the upper atmosphere due to the strong atmospheric drag and finally burn up in it. The duration of possible observation is estimated for more than 50 days.
The CubeSat can be characterized by the short duration of development (less than 3 years) and low cost (less than 100,000USD). We are considering an actual utilization of this extremely low-cost CubeSat to more realistic science mission. This concept enables us to conduct the multi-satellite in-situ observation in fairly low budget compared to conventional satellite missions.

キーワード：電離層電流、半球間沿磁力線電流、キューブサット
Keywords: Ionospheric Current, Interhemispheric Field Aligned Current, CubeSat

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Basic study on miniaturization of electric field instrument for plasma wave observations by ASIC technology

*徳永 祐也[1]、尾崎 光紀[1]、石坂 圭吾[2]、小嶋 浩嗣[3]、八木谷 聡[1]、頭師 孝拓[3]
*Yuya Tokunaga[1], Mitsunori Ozaki[1], Keigo Ishisaka[2], Hirotsugu Kojima[3], Satoshi Yagitani[1], Takahiro Zushi[3]

1. 金沢大学、2. 富山県立大学、3. 京都大学
1. Kanazawa University, 2. Toyama Prefectural University, 3. Kyoto University

We have been measuring electric fields of the plasma waves (a few Hz to several hundred Hz) to understand the magnetospheric dynamics. The spatial resolutions of electric field measurements are not enough because we cannot launch a lot of satellites due to the large size and mass of satellites. Demands of micro satellites like a 1U (10 cubic centimeters) cube satellites are increasing. We need to miniaturize measurement instruments for probing the plasma waves.

This study deals with an electric field instrument in plasma wave observations. We use the electric field instrument for capturing the electric fields detected by wire probe antennas. In this study, the purpose is to miniaturize the electric field instrument with a high radiation tolerance (300 krad) using Application Specific Integrated Circuit (ASIC) technology.

We designed a based amplifier for a new electric field instrument. In the new based amplifier, the equivalent input noise is 50 nV/sqrt(Hz) at 1 kHz, which is 3.9 dB-larger than that of conventional based amplifier (OP-41). The noise performance of new based amplifier is acceptable for capturing the plasma waves. To confirm the radiation tolerance of new based amplifier, we did the radiation tests up to 300 krad using the gamma ray. From the radiation test results, the gain was no change before and after the radiation tests. The output noise was degraded with 5.05 dB at 100 Hz by total ionizing dose effects. However, the based amplifier was not breakdown by the gamma ray. The electric field instrument consisted of new based amplifier could operate with a high radiation tolerance.

We conducted the transient analysis for the new electric field instrument by a circuit simulator (Tanner EDA). In the simulation, rectangular waves of 1 Vpp with 10 Hz input to the new electric field instrument via a sheath impedance (10 MOhms and 100 pF). From the simulation results, the output waveforms of new electric field instrument showed similar output waveforms in comparison with the conventional electric field instrument. The power consumption of new electric field instrument can decrease with approximately 67% than that of the conventional electric field instrument. From the simulation results, we confirmed the basic operations as the electric field instrument for detecting the plasma waves. In the future work, we will need to improve the temperature operating range because the new electric field instrument cannot operate at minus 60 Celsius degrees from the temperature simulation results.

In this presentation, we will present the basic study on electric field instrument for plasma wave observation by ASIC technology in detail.

キーワード：特定用途向け集積回路、電場計測器、プラズマ波動観測
Keywords: ASIC, Electric field instrument, Plasma wave observation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

超小型探査機に搭載する極端紫外撮像装置に用いる電気回路部の放射線耐性の評価

Evaluation of radiation tolerance of electronics parts used for the ultra-small mission

*勝瀬 陸[1]、吉岡 和夫[1]、桑原 正輝[2]、疋田 伶奈[1]、荒尾 昇吾[1]、吉川 一朗[1]
*Riku Katsuse[1], Kazuo Yoshioka[1], Masaki Kuwabara[2], Reina Hikida[1], Shogo Arao[1], Ichiro Yoshikawa[1]

1. 東京大学、2. 宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所
1. The university of Tokyo , 2. Institute of Space and Astronautical Science

飛翔体搭載機器に用いられる電子機器は、宇宙空間の放射線に曝されることでノイズの増加、ビット反転、消費電流の増加、などの悪影響を受ける恐れがある。

近年、大学の研究室規模で超小型探査機の開発が実現している。超小型の枠組みでは、民生部品を用いることで開発にかかる費用と時間を大幅に低減することで、短期間でのミッションの実現を可能にしている。しかし、一般の民生部品は放射線耐性を考慮した設計がなされていないため、飛翔体搭載に用いる際には実際の利用環境を再現した試験を通して確認する必要がある。この時、照射するべき総吸収線量は、放射線と物体の物理的な相互作用を考慮したエネルギー収支に関するモンテカルロシミュレーションから求められる。

我々は、2020年に打ち上げ予定の超小型衛星EQUULEUSに搭載される極端紫外撮像機「PHOENIX」を開発している。「PHOENIX」は、地球のプラズマ圏を構成するヘリウム一価イオンが太陽共鳴散乱によって発する極端紫外領域の輝線(波長30.4nm)を月近傍から準定常的に観測することで、プラズマ圏の動的描像と大局的な理解を目指す。この装置に搭載される信号増幅回路部に用いられる半導体素子の放射線耐性を、セシウム137を用いたガンマ線照射装試験を通して評価した。

本発表では、累積放射線量による半導体素子の利得率特性の変化と電気ノイズレベルの変化について評価した結果を述べ、今後の飛翔体ミッションへの応用可能性について議論する。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A method to quantitatively evaluate Non-evaporable-getter pump for use in space science mission

*西村 晟八[1]、吉川 一朗[1]、吉岡 和夫[1]、荒尾 昇吾[1]、張 天旭[1]
*Seiya Nishimura[1], Ichiro Yoshikawa[1], Kazuo Yoshioka[1], Shogo Arao[1], Zhang Tianxu[1]

1. 東京大学
1. The university of tokyo

Observation instruments are known to deteriorate under atmospheric condition. Deterioration are mainly caused by reaction with water vapor and oxygen. To prevent this, observation instruments must be maintained under vacuum. The problem is that the conventional vacuum pump are too heavy to carry to the launching site. The need of continuous power supply makes the transport more difficult. Also the vacuum pump must be removed before the launch. These problems are not only making it difficult to maintain observation instruments under vacuum but also causing extra costs. Non-evaporable-getter (NEG) pumps are able to solve these problems. NEG pumps are light weight, compact, oil free, vibration free, and able to operate without energy supply after activation. Considering the utilization of NEG pump for space science missions, we need to quantitatively evaluate the NEG pump to optimize its size, shape, material, and mounting position for each mission. In this study, a method to measure pumping speed of NEG pump for carbon monoxide (as substitute to water vapor and oxygen) was established by using the orifice method. By using this method, it will be able to develop a NEG pump which best applies the case for each mission.

キーワード：非蒸発型ゲッターポンプ、真空ポンプ
Keywords: Non-evaporable-getter pump, vacuum pump

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

３次元電位分布計算による「みお」搭載MIAのトップハット分析器特性の非対称性の解釈

Interpretation on slight asymmetry of analyzer characteristics of MIA onboard the Mio by means of a model calculation of 3-D potential distribution

*三宅 亙[1]、斎藤 義文[2]、横田 勝一郎[3]
*Wataru Miyake[1], Yoshifumi Saito[2], Shoichiro Yokota[3]

1. 東海大学工学部、2. 宇宙科学研究所、3. 大阪大学
1. Tokai University, 2. ISAS, 3. Osaka University

MIA (Mercury Ion Analyzer) on board Mio employs a top-hat electrostatic analyzer, which has axisymmetric toroidal electrodes and is designed to have no dependence in its characteristics on azimuthal direction of incident ions. However, our ground calibration experiments have revealed that it has a slight dependence. We have tried to explain the dependence by means of three dimensional model calculations. We assumes that all parts of electrode are manufactured precisely. Our results shows that a slight relative rotation (or tilt) of electrodes can lead to a slight dependence on incident azimuthal direction similar to that obtained from the ground experiments.

キーワード：みお、トップハット静電分析器、水星イオン分析器
Keywords: Mio, tophat electrostatic analyzer , MIA

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

小型衛星用衝撃試験機の建造及びMCPの機械耐性評価
Construction of impact testing machine for small satellites and evaluation of mechanical resistance of MCPs by the impact test

*福場 惇哉[1]
*Junya Fukuba[1]

1. 東京大学大学院
1. Graduate school of Tokyo

近年小型衛星の開発が盛んに行われている。開発段階における環境試験は、小型衛星の信頼性向上に重要な役割を担っている。環境試験では振動や衝撃、熱真空などに対する耐性を確認する必要がある。その中でも衝撃に関する試験は最も実施が困難な試験の一つであり、未だ確実な手法が確立されていない。こうした背景から私たちは小型衛星用の衝撃試験機を建造した。衝撃試験機に求められる性能は大きく二つある。一つは、想定するミッションの衝撃レベルに限りなく近い衝撃を印加することのできるコントロール性である。これは試験対象への過度な衝撃印加を回避するために重要である。二つ目は、狙った衝撃レベルを高い精度で複数回印加することのできる再現性である。再現性が低いと、印加したい衝撃レベルとは異なった意図しない衝撃を印加してしまう可能性があり、試験精度の低下に繋がる。今回建造した衝撃試験機は、印加する衝撃を容易に調整することが可能であり、且つ再現性の高いものを目指し設計した。更にこの衝撃試験機を用いて、光学観測機器に広く用いられるMCP (micro-channel plate)をサンプルとした衝撃試験を実施し、その機械耐性を調べた。ここで用いた衝撃レベルは、2020年にNASAのロケットで打ち上げられるEQUULEUSミッションを想定した衝撃レベルである。今回の発表では、衝撃試験機の詳細及びサンプルを用いた衝撃試験の結果について紹介する。

キーワード：衝撃試験
Keywords: impact test

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Innovative design of double-shell type energy analyzer for simultaneous electron and ion measurements in space

*武井 智美[1]、平原 聖文[1]
*Tomomi Takei[1], Masafumi Hirahara[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所
1. Institute for space-earth environmental research, Nagoya university

It is well known that the terrestrial and planetary magnetospheres and the interplanetary space are filled with charged particles such as electrons and ions, which are so-called the space plasma, and in-situ observations of the space plasmas have been conducted by using satellites carrying particle instruments, such as the top-hat type electrostatic energy analyzer. Essentially, obtaining three-dimensional velocity distributions of the space plasmas or energy-pitch angle distributions help us understand the dynamics of the space plasmas. Because the top-hat type analyzer is cylindrically symmetric and has a 2π-radian planar field of view, it can independently measure the wide angular and energy distributions of incident particles. Also, three-dimensional velocity or energy-pitch angle distributions can be obtained by utilizing the satellite spin motion.
The top-hat type electrostatic energy analyzers can measure the ions when a negative potential is applied to the inner electrode and the electrons by a positive potential with the outer electrode grounded. Therefore, in the prevailing design of the top-hat type analyzer, the sensor heads separate for the ion and electron observations, respectively. Because of the recent miniaturization of the satellites, the weight and space of the instruments mounted on the small and micro satellites are getting severely restricted. However, if two sensors for electron and ion observations are combined into one sensor head, it is possible to save both weight and space on the small and micro satellites. Therefore, we have been developing double-shell type energy analyzer which can simultaneously measure the ions and the electrons with one sensor head.
We designed the shapes of the collimator and the double-layered dome-shaped electrodes so that the electrons and the ions with appropriate energies pass through the inner gap and the outer gap by applying a negative potential to the central electrode with the inner and outer electrodes grounded, respectively. We made the numerical simulations using SIMION which is a charged particle simulator program and investigated the performance and characteristics as the electrostatic analyzer. Consequently, we confirmed that the electrons and the ions can be analyzed with one sensor head by only applying negative high voltage to the electrodes. So far, we consider the detection unit using Time-Of-Flight velocity spectrometer for the discrimination of the ion species as the part where the ions are detected, and an assembly of micro channel plates is expected for the electron detection. The design of TOF-type mass analysis unit as ion mass analysis unit is one of subjects for future work.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Microsatellite Development and Education of Space Science and Technology at Kanazawa University

*井町 智彦[1]、八木谷 聡[1]、米徳 大輔[1]、笠原 禎也[1]、澤野 達哉[1]、有元 誠[1]、後藤 由貴[1]、尾崎 光紀[1]、藤本 龍一[1]
*Tomohiko Imachi[1], Satoshi Yagitani[1], Daisuke Yonetoku[1], Yoshiya Kasahara[1], Tatsuya Sawano[1], Makoto Arimoto[1], Yoshitaka Goto[1], Mitsunori Ozaki[1], Ryuichi Fujimoto[1]

1. 金沢大学
1. Kanazawa University

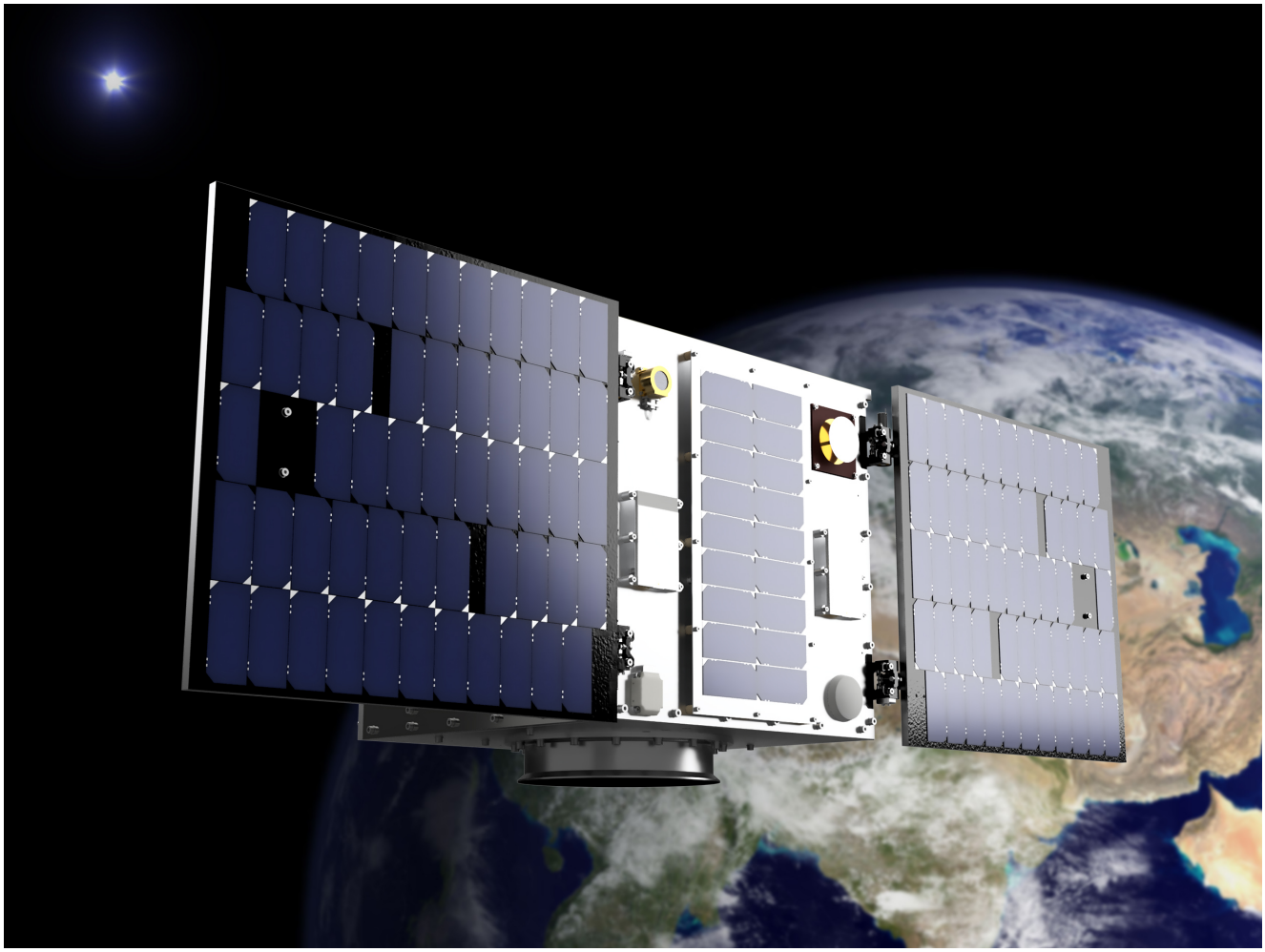
At Kanazawa University, researchers from engineering and science are cooperating to promote the "Kanazawa University Satellite Project (Kanazawa-SAT3: Study and Training in Space Science and Technology for Kanazawa Cube-Satellites)". In this project, a microsatellite is being developed by staff and students of Kanazawa University. It is a scientific satellite which will contribute to the elucidation of the mechanism of gravitational wave generation by identifying the source of gravitational wave by detecting the arrival direction of gamma rays and X rays radiated at the same time when a gravitational waves are generated by collision of astronomical objects The satellite will be inserted into a solar synchronous orbit at about 660 km altitude. It is a microsatellite with a total weight of 50 kg or less, and its size is cubic with a side of 50 cm, and it is designed to be a piggyback on an HII-A rocket.

Also related to this project, a space science and engineering course has been newly established in the Graduate School of Natural Sciences in April 2018. This course is based on the 'satellite development by students', and students are actually involved in the design, fabrication, ground tests, and operation of scientific satellites, aiming to train personnel who are familiar with space science and space engineering, with satellite-development skills.

Ground tests with the thermal and structural model of Kanazawa-SAT3 have been completed , and the unit tests for almost all components are being conducted. Currently, we are completing the design of the flight model. In the presentation, we will report the details of Kanazawa-SAT3 and its development status.

キーワード：超小型衛星、重力波、Kanazawa SAT3
Keywords: Microsatellite, Gravitational wave, Kanazawa SAT3

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Attitude Control System for Kanazawa-SAT3 Microsatellite

中嶋 拓也[1]、安田 有希[1]、瀬川 浩史[1]、*井町 智彦[1]、八木谷 聡[1]、笠原 禎也[1]、米徳 大輔[1]、澤野 達哉[1]、有元 誠[1]
Takuya Nakajima[1], Yuuki Yasuda[1], Hirofumi Segawa[1], *Tomohiko Imachi[1], Satoshi Yagitani[1], Yoshiya Kasahara[1], Daisuke Yonetoku[1], Tatsuya Sawano[1], Makoto rimoto[1]

1. 金沢大学
1. Kanazawa University

Kanazawa University has been developing a microsatellite. This satellite is equipped with a device to observe celestial bodies emitting gravitational waves with X rays, and aims to elucidate the mechanism of black hole formation by estimating the time of arrival and direction of arrival of gravitational waves.
In this research, the attitude control system is being developed using GAS (Geomagnetic Aspect Sensor) and MTQ (Magnetic Torque). We have constructed the environment for the unit test of RW (Reaction Wheel) also used for attitude control of the satellite.

MTQ is a device that controls the attitude of the satellite by generating a magnetic torque against the geomagnetic field by applying a voltage (an electric current) to a magnetic coil. GAS is a device for detecting the direction of the geomagnetic vector. OBC (On Board Computer) which controls all devices mounted on the satellite receives the geomagnetic field data detected by GAS, and transmits commands to control MTQ. GAS and MTQ cannot be connected to OBC directly, because OBC has just a digital interface, but the output of GAS and the input to MTQ are analog voltages. Therefore, we have developed a control device for on-board equipment using a microcontroller. For the GAS, the voltages are A/D-converted by the microcontroller and transmitted to the OBC. For the MTQ, OBC transmits control commands to the microcontroller, which generates a PWM (Pulse Width Modulation) signal according to the received command that determines the effective voltage to be given to the MTQ. For the system development and operation tests, a PC is used instead of OBC and we carried out experiments of control equipment. For the GAS, we have confirmed the linearity between the analog magnetic field and the corresponding digital values transmitted to the PC. For the MTQ, we have confirmed that the voltage to be given to MTQ were precisely controlled by the duty ratio of the PWM signal output from the microcontroller.

RW is a device to generate a control torque around the rotation axis by accelerating a rotor by a motor and is controlled by transmitting a command from the OBC via an RS-422 serial communication line. The unit test has been carried out by using a PC as a substitute of OBC, but the cable had a influence on the rotation operation of RW. Therefore, we have constructed a system for wirelessly connecting the RW with the PC via a wireless RS-422 communication. Specifically, commands from the PC are wirelessly transmitted to an Arduino microprocessor by a low-power radio module XBee, and the RW is controlled via an RS-422 transceiver. With this system, we demonstrated the basic functions for command and data between the PC and the Arduino via the wireless RS-422 transceiver.

We plan to construct a system that applies appropriate PWM signals to MTQ according to the value detected by GAS. We will also evaluate RW performance by the unit test using the wireless RS-422 communication system.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：超小型衛星、姿勢制御システムACS、Kanazawa SAT3
Keywords: Microsatellite, ACS, Kanazawa SAT3

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Communications System and Antennas for Kanazawa-SAT3 Microsatellite

源 輝也[1]、稲 航洋[1]、河越 幸平[1]、*井町 智彦[1]、八木谷 聡[1]、後藤 由貴[1]、米徳 大輔[1]、笠原 禎也[1]、澤野 達哉[1]、有元 誠[1]
Teruya Minamoto[1], Koyo Ina[1], Kohei Kawagoshi[1], *Tomohiko Imachi[1], Satoshi Yagitani[1], Yoshitaka Goto[1], Daisuke Yonetoku[1], Yoshiya Kasahara[1], Tatsuya Sawano[1], Makoto Arimoto[1]

1. 金沢大学
1. Kanazawa University

Kanazawa University is developing the first Kanazawa University's microsatellite, named as Kanazawa-SAT3. Kanazawa-SAT3 is planned to be launched within FY2019, and its observation mission is to identify the source of gravitational waves by detecting the occurrence time and arrival direction of the X-rays and gamma rays observed simultaneously with gravity waves from distant astronomical objects.

In this research, we are developing a communications system for Kanazwa-SAT3. Kanazawa-SAT3 has three different communication systems using S band, UHF band and Iridium, and the link design of each of them has generally been completed. We summarize each communication system in detail as the following.

The S-band communication system, will use 2-GHz frequency band. Kanazawa-SAT3 is equipped with two types of antennas: S-band patch antennas and S-beacon antennas. S-band system is a main communication system between the satellite and a ground station, and plays a role of high speed data communication and beacon transmission. On the satellite side, two S-band patch antennas designed for both transmission and reception are mounted on the front and rear panels of the satellite. Two S-beacon antennas for transmission are also mounted on the front and rear panels of the satellite. On the ground side, we will send and receive by the signals using a 2.4-m parabolic dish installed at Kanazawa University.

The UHF communication system will use 400-MHz frequency bands. This system transmits commands from the ground to the satellite and telemetry information from the satellite to the ground. On the satellite side, four inverted-F type antennas we developed are mounted (two for receiving and two for transmitting) on the front and rear panels of the satellite. On the ground side, we will send and receive data by using a Yagi antenna with 14 crossed elements installed at Kanazawa University. We have also constructed an automatic satellite tracking system using the Yagi antenna.

A communication system using the Iridium satellite network uses a frequency band around 1.6 GHz. In this system, communications are performed via Iridium satellite, so that the communication can be established even when our ground station is not visible from the satellite. The data is exchanged between the satellite and the ground by using e-mail. This system can transmit and receive data in almost real time so emergency command and data transmission will be available. On the satellite side, two antennas for both transmission and reception are mounted on the front and rear panels of the satellite. A system has been constructed that exchanges data between a laptop computer simulating an onboard computer (OBC) mounted on a satellite and an iridium satellite.

From now on, for the communication systems using the S band and the UHF band, it is necessary to develop the communication software. For In addition, we need to improve the automatic satellite tracking

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

system of Kanazawa-SAT3. For the communication system using Iridium satellite, it is necessary to implement a system on the OBC and conduct a communication experiment.

キーワード：超小型衛星、通信システム、Kanazawa SAT3
Keywords: Microsatellite, Communications System, Kanazawa SAT3

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

6Uクラス超小型深宇宙探査機EQUULEUSに搭載する多層断熱材一体型ダスト計測器CLOTHの開発
Development of micrometeoroid impact sensor within a multi-layered insulation (CLOTH) onboard 6U deep-space explorer EQUULEUS

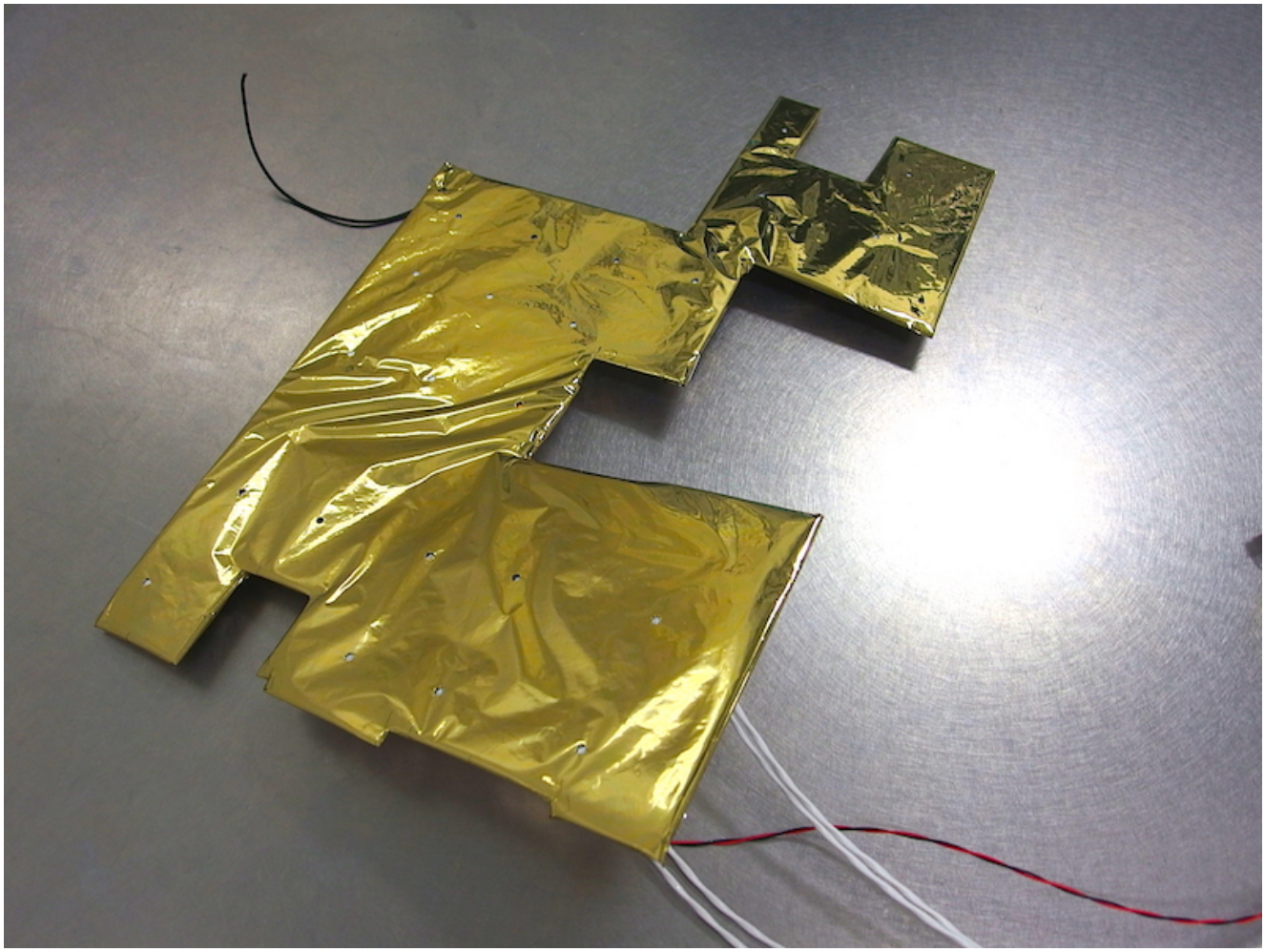
*平井 隆之[1]、矢野 創[2]、實川 律子[3]、石岡 英悟[3]、中野 晴貴[3]、新井 和吉[3]、長谷川 直[2]
*Takayuki Hirai[1], Hajime Yano[2], Ritsuko Jitsukawa[3], Eigo Ishioka[3], Haruki Nakano[3], Kazuyoshi Arai[3], Sunao Hasegawa[2]

1. 千葉工業大学・惑星探査研究センター、2. 宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所、3. 法政大学・理工学部
1. Planetary Exploration Research Center, Chiba Institute of Technology, 2. Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency, 3. Faculty of Science and Engineering, Hosei University

近年、超小型衛星の利用範囲は地球周回から深宇宙へ広がりを見せている。東京大学とJAXAが開発を主導する超小型新宇宙探査機EQUilibriUm Lunar-Earth point 6U Spacecraft (EQUULEUS)は、米国航空宇宙局（NASA）の新規ロケットSpace Launch System (SLS) の副ペイロードとして打ち上げられる13基の超小型衛星の一つで、地球ー月ラグランジュ点（L2）への航行を通じた太陽ー地球ー月圏での軌道操作技術の実証と、3つの理学ミッションを行う予定である。ジオコロナ観測と月衝突閃光観測に加え、我々はCis-Lunar Object detector within THermal Insulation (CLOTH) を用い、惑星間ダスト観測を行う。CLOTHは、EQUULEUSの表面の一部を覆う多層断熱材 (Multi-Layer Insulation, MLI) と一体化した圧電性フィルムセンサで、MLIの最外層を貫通してくるダストの運動量を推定する。CLOTHの宇宙実証が成功することで、リソースの限られた超小型衛星による深宇宙探査の可能性がより拡大すると期待される。本講演では、衛星そのものに科学観測機能を付与するというCLOTHのコンセプトと、超高速微粒子衝突実験から得られたCLOTHのダスト検出性能について紹介する。

キーワード：圧電性フィルム、ポリフッ化ビニリデン、多層断熱材、超小型衛星、微隕石、超高速衝突
Keywords: Piezoelectric film, PVDF, Thermal insulation, CubeSat, Micrometeoroid, Hypervelocity impact

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

DESTINY+搭載小惑星追尾機構の開発：概念設計およびBBMを用いた性能試験

Breadboard model of asteroid tracking system for DESTINY+ mission

*洪 鵬[1]、石橋 高[1]、佐藤 峻介[2]、竹村 和俊[3]、藤原 航太郎[4]、町井 佳菜子[5]、豊田 裕之[2]、西山 和孝[2]、大槻 真嗣[2]、奥平 修[1]、高島 健[2]
*Peng Hong[1], Ko Ishibashi[1], Shunsuke Sato[2], Kazutoshi Takemura[3], Kotaro Fujiwara[4], Kanako Machii[5], Hiroyuki Toyota[2], Kazutaka Nishiyama[2], Masatsugu Otsuki[2], Osamu Okudaira[1], Takeshi Takashima[2]

1. 千葉工業大学惑星探査研究センター、2. 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所、3. 早稲田大学 基幹理工学研究科 機械科学専攻、4. 北海道大学 工学院 機械宇宙工学専攻、5. 電気通信大学 情報理工学部 知能機械工学科
1. Planetary Exploration Research Center, Chiba Institute of Technology, 2. Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency, 3. Department of Applied Mechanics, Graduate School of Fundamental Science and Engineering, Waseda University, 4. Division of Mechanical and Space Engineering, Graduate School of Engineering, Hokkaido University, 5. Department of Mechanical Engineering and Intelligent Systems, Faculty of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications

深宇宙探査技術実証機DESTINY+（Demonstration and Experiment of Space Technology for Interplanetary voYage, Phaethon fLyby and dUst Science）はイプシロンロケットによる公募型小型ミッションとして提案され、2023年の打ち上げを目指して現在フェーズA検討が進められている。このミッションではふたご座流星群の母天体と考えられている小惑星（3200）ファエトンを近接フライバイし、地表面の高解像度撮像を行う予定である。探査機には2種類のカメラ、可視光の単色バンドで高解像度撮像を行う望遠カメラTCAP（Telescopic Camera for Phaethon）、と低空間解像度で可視から近赤外のマルチバンド撮像を行うカメラMCAP（Multiband Camera for Phaethon）の搭載が予定されている。探査機で小惑星まで500 kmの位置に最接近し、最接近時およそ40秒前から9秒後までの間にTCAPによって最高空間解像度3.5 m/pxで1秒間隔の撮像を行うことを計画している。カメラの撮像方向は通常は探査機本体の姿勢制御で決められるが、DESTINY+では小惑星ファエトンの特異な軌道のため、相対速度30 –40 km/sという非常に速いフライバイを行う必要があり、探査機本体の姿勢制御だけではTCAPの撮像画像がぶれてしまう。そのため、高速フライバイ中に自律的に小惑星を視野内に収め続け、かつぶれのない高解像度画像を取得するような小惑星追尾機構がTCAPに要求される。そこで私たちはTCAPの追尾機構の概念検討、および追尾機構を適切に駆動するための制御アルゴリズムを検討した。さらに概念検討で得られたデザインを実証するため、追尾機構において中心的な機能を果たす駆動鏡のBBMを試作した。BBMは鏡、ステッピングモータ、減速機およびそれらを制御するFPGA基板から構成される。本発表では小惑星追尾機構の概念検討の結果と、駆動鏡BBMの試作状況および初期性能試験の結果を報告する。

キーワード：DESTINY+、カメラ、フライバイ、追尾機構
Keywords: DESTINY+, camera, flyby, tracking system

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

火星衛星探査計画における望遠カメラ(TENGOO)性能評価装置の開発
Development of telescopic camera (TENGOO) performance evaluation device in MMX

*加藤 博基[1]、亀田 真吾[1]、塩谷 圭吾[2]、長田 直也[1]
*Hiroki Kato[1], Shingo Kameda[1], Keigo Enya[2], Osada Naoya[1]

1. 立教大学、2. 宇宙航空研究開発機構
1. Rikkyo University, 2. Japan Aerospace Exploration Agency

火星にはフォボスとダイモスの二つの衛星が存在する。その起源については捕獲した原始小惑星である説と、火星の巨大衝突事象による破片が集積し形成された説の２つが存在する。この火星衛星の起源を明らかにするために、JAXAはフォボスからサンプルリターンを行う火星衛星探査計画(Martian Moon eXploration)を2024年に検討している。

この計画に搭載される望遠カメラ(Telescopic Nadir imager for Geomorphology, TENGOO)はフォボスの地形を撮像し、平坦な着陸地点や宇宙風化の影響が少ない地点を発見するという目的を持っている。この目的を果たすため、高度20kmでの観測において空間分解能が24cmとなるように、角度解像度が5.8urad/pix、MTF>0.3(ナイキスト周波数)と光学設計が行われた。この光学設計の段階で得られた性能が製造された際にも確保されているか評価する必要がある。従って本研究ではTENGOOの性能評価を行うために、平行光が入射したときの点像関数の広がりを十分な精度で求める。そのため平行光の角度広がりが11.6urad以下の平行光源を作成した。

またこの装置で得られるPSFの半値幅は、TENGOOでは約2x2画素となる。そのためサンプリング間隔が半値幅に対して広くなり、ガウスフィッティングによるPSF推定の誤差が大きくなる。そこで斜線状の光源によってLSFを測定し、複数のPSFを得ることでサンプリング間隔の補完を行った。
本発表では、これらの研究開発の成果を報告する。

キーワード：火星、MMX、camera
Keywords: Mars, MMX, camera

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ソーラー電力セイルOKEANOSのクルージングフェーズにおける観測計画
Observation Plans in the Cruising-Phase of the Solar Power Sail: OKEANOS

*岩田 隆浩[1]、松浦 周二[2]、津村 耕司[3]、矢野 創[1]、平井 隆之[4]、松岡 彩子[1]、米徳 大輔[5]、三原 建弘[6]、岡田 達明[1]、森 治[1]、中条 俊大[1]
*Takahiro Iwata[1], Shuji Matsuura[2], KOHJI TSUMURA[3], Hajime Yano[1], Takayuki Hirai[4], Ayako Matsuoka[1], Daisuke Yonetoku[5], Tatehiro Mihara[6], Tatsuaki Okada[1], Osamu Mori[1], Toshihiro Chujo[1]

1. 宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所、2. 関西学院大学、3. 東北大学、4. 千葉工業大学、5. 金沢大学、6. 理化学研究所
1. Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency, 2. Kwansei Gakuin University, 3. Tohoku University, 4. Chiba Institute of Technology, 5. Kanazawa University, 6. RIKEN

ソーラー電力セイル探査機OKEANOS (Oversize Kite-craft for Exploration and AstroNautics in the Outer Solar system)は、ソーラー電力セイルによる外惑星領域探査を実証することを目的としており、その主要なサイエンスターゲットは木星トロヤ群小惑星の表面および内部の科学探査である。一方で、打上げから木星スイングバイまでのクルージングフェーズは、その空間的・時間的拡がりから、太陽系内の物質・エネルギーの同径方向の分布に関する観測の好機を与える。我々はこのフェーズにおいて、赤外線観測装置EXZIT、ダスト観測装置ALADDIN -2、磁力計MGF、ガンマ線バースト観測装置GAP-2を用いた太陽系ディスク方向の探査を計画している。

可視光・近赤外線で観測される黄道光は、惑星間ダストにより散乱された太陽光であると考えられている。黄道光の2次元分布は、惑星間ダストの3次元構造を反映しているが、小惑星起源と彗星起源の比率が日心距離に応じてどう変化するかは、解明されていない。我々は、EXZITを用いた可視光・近赤外線による黄道光の太陽系動径方向の観測と、ALADDIN-2による惑星間ダストのその場観測を行う。これらを比較することによって、太陽系の固体微粒子の分布や移動の実態を明らかにする。 OKEANOSから得られる観測結果はまた、太陽系のダスト・黄道光が外惑星領域からどのように観測されるかという情報を示し、太陽系外の恒星系観測における指標となることが期待される。

太陽風の温度分布は太陽距離に依存すると考えられるが、その実測値は断熱モデルから予測される値よりも高いことが知られている。このため、プラズマ乱流や磁気再結合などの加熱機構の存在が予測されている。我々はMGF-2によるソーラー電力セイルのスケールでの同時磁場観測を行うことにより、電子スケールでのプラズマ乱流を検出することを検討している。このような観測を、地球軌道から木星軌道にかけて行うことにより、太陽風の加熱機構の解明を目指す。クルージングフェーズの長期間の観測はまた、突発的な太陽風に伴った磁気現象の検出が期待される。また、これらの太陽風ショックに伴うガンマ線の検出可能性も探る。
これらの観測を、はやぶさ、はやぶさ２などの既ミッション、およびOKEANOSのトロヤ群小惑星到着後の探査からの知見と組み合わせることにより、太陽系の内惑星～外惑星領域の物質の分布と移動に関する理解が深められ、生命前駆物質の起源を含め、太陽系の各天体の形成から地球上の生命誕生に至るプロセスが明らかになることが期待される。

キーワード：OKEANOS、黄道光、ダスト、プラズマ、ガンマ線
Keywords: OKEANOS, zodiacal light, dust, plasma, gamma-ray

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-CG 宇宙惑星科学複合領域・一般

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_8

[P-CG21] 宇宙・惑星探査の将来計画と関連する機器開発の展望

コンビーナ:尾崎 光紀(金沢大学理工研究域電子情報学系)、笠原 慧(東京大学)、亀田 真吾(立教大学理学部)、吉岡 和夫(東京大学大学院新領域創成科学研究科)

宇宙機による地球観測や宇宙空間探査がより容易になりつつある昨今、宇宙機関のみならず大学・民間での人工衛星・ロケットの製作や国際協同も活発になっている。理学的研究においては、宇宙への展開自体は本来の目的ではなく、より良い科学に向けた一手段である一方、技術革新と教育向上においては魅力的な動機である。宇宙計画の成功には、目的に応じた個々の搭載機器の研究開発が必須となり、将来に向けた基盤技術の開拓が計画全体の原動力ともなり得る。計画全体の推進には、搭載機器の提案・選定・製作の段階での綿密な検討も不可欠であり、必然的に、何らかの宇宙計画では、その大小を問わず、あらゆる過程・側面での多面的な調整と多角的な展開が求められる。このセッションでは、搭載機器の開発から計画全体の総括までに及ぶこれらの包括的な研究活動に焦点を絞り、科学的意義に加え、各々の戦略・手法における独自性・革新性、及び関連機器の先端的研究開発の状況と最新の成果に関する講演を集約し、実りある宇宙科学・探査計画・天文観測を実現できる未来により早く達するため、関連する研究者・開発者に活発な意見交換・情報共有・協同創出の機会を提供する。

[PCG21-P01] 編隊飛行による地球電磁気圏・熱圏探査衛星計画「FACTORS」搭載可視・紫外イメージャーによる微細オーロラと大気光観測

*坂野井 健[1]、平原 聖文[2]、津田 卓雄[3]、浅村 和史[4]、三好 由純[2]、渡邉 智彦[5]、西山 尚典[6]、大山 伸一郎[2,7]、斎藤 義文[4]、細川 敬祐[3]、小嶋 浩嗣[8]、北村 成寿[9]、小川 泰信[5]、山内 正敏[10]、松岡 彩子[4]、八木 直志[1]、吹澤 瑞貴[1]、石澤 元気[11] (1.東北大学大学院理学研究科惑星プラズマ・大気研究センター、2.名古屋大学宇宙地球環境研究所、3.電気通信大学情報理工学研究科、4.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所、5.名古屋大学大学院理学研究科、6. 国立極地研究所、7.フィンランドオウル大学、8.京都大学生存圏研究所、9.東京大学大学院理学研究科、10.スウェーデン宇宙物理学研究所、11.東北大学大学院理学研究科)

[PCG21-P02] 機械学習を用いたフラッシュオーロラの時空間解析

*源田 斗輝[1]、井上 拓海[1]、尾崎 光紀[1]、八木谷 聡[1]、今村 幸祐[1]、塩川 和夫[2]、三好 由純[2]、大山 伸一郎[2]、片岡 龍峰[3]、海老原 祐輔[4]、細川 敬祐[5] (1.金沢大学、2.名古屋大学、3.極地研究所、4.京都大学、5.電気通信大学)

[PCG21-P03] 信号処理によるPc1地磁気脈動地上観測のパルス性雑音除去

*駒瀬 文弥[1]、井上 智寛[1]、尾崎 光紀[1]、八木谷 聡[1]、塩川 和夫[2]、能勢 正仁[2]、長妻 努[3] (1.金沢大学、2.名古屋大学、3.情報通信研究機構)

[PCG21-P04] Application of magneto-impedance sensor to geomagnetic field measurements

*能勢 正仁[1]、野村 麗子[2]、浅村 和史[3]、青山 均[4]、河野 剛健[4]、松岡 彩子[3]、北村 健太郎[5]、小山 幸伸[6]、松本 晴久[7]、平原 聖文[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.国立天文台、3.宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所、4.愛知製鋼株式会社、5.徳山工業高等専門学校、6.大分工業高等専門学校、7.宇宙航空研究開発機構 研究開発部門)

[PCG21-P05] Observation of the Ionospheric Currents by the CubeSat at the Low and Middle Latitude

*北村 健太郎[1]、今井 一雅[2]、高田 拓[2]、篠原 学[3]、若林 誠[4]、高専 スペース連携 (1.徳山工業高等専門学校、2.高知工業高等専門学校、3.鹿児島工業高等専門学校、4.新居浜工業高等専門学校)

[PCG21-P06] Basic study on miniaturization of electric field instrument for plasma wave observations by ASIC technology

*徳永 祐也[1]、尾崎 光紀[1]、石坂 圭吾[2]、小嶋 浩嗣[3]、八木谷 聡[1]、頭師 孝拓[3] (1.金沢大学、2.富山県立大学、3.京都大学)

[PCG21-P07] 超小型探査機に搭載する極端紫外撮像装置に用いる電気回路部の放射線耐性の評価

*勝瀬 陸[1]、吉岡 和夫[1]、桑原 正輝[2]、疋田 伶奈[1]、荒尾 昇吾[1]、吉川 一朗[1] (1.東京大学、2.宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所)

[PCG21-P08] A method to quantitatively evaluate Non-evaporable-getter pump for use in space science mission

*西村 晟八[1]、吉川 一朗[1]、吉岡 和夫[1]、荒尾 昇吾[1]、張 天旭[1] (1.東京大学)

[PCG21-P09] ３次元電位分布計算による「みお」搭載MIAのトップハット分析器特性の非対称性の解釈

*三宅 亙[1]、斎藤 義文[2]、横田 勝一郎[3] (1.東海大学工学部、2.宇宙科学研究所、3.大阪大学)

[PCG21-P10] 小型衛星用衝撃試験機の建造及びMCPの機械耐性評価

*福場 惇哉[1] (1.東京大学大学院)

[PCG21-P11] Innovative design of double-shell type energy analyzer for simultaneous electron and ion measurements in space

*武井 智美[1]、平原 聖文[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所)

[PCG21-P12] Microsatellite Development and Education of Space Science and Technology at Kanazawa University

*井町 智彦[1]、八木谷 聡[1]、米徳 大輔[1]、笠原 禎也[1]、澤野 達哉[1]、有元 誠[1]、後藤 由貴[1]、尾崎 光紀[1]、藤本 龍一[1] (1.金沢大学)

[PCG21-P13] Attitude Control System for Kanazawa-SAT3 Microsatellite

中嶋 拓也[1]、安田 有希[1]、瀬川 浩史[1]、*井町 智彦[1]、八木谷 聡[1]、笠原 禎也[1]、米徳 大輔[1]、澤野 達哉[1]、有元 誠[1] (1.金沢大学)

[PCG21-P14] Communications System and Antennas for Kanazawa-SAT3 Microsatellite

源 輝也[1]、稲 航洋[1]、河越 幸平[1]、*井町 智彦[1]、八木谷 聡[1]、後藤 由貴[1]、米徳 大輔[1]、笠原 禎也[1]、澤野 達哉[1]、有元 誠[1] (1.金沢大学)

[PCG21-P15] 6Uクラス超小型深宇宙探査機EQUULEUSに搭載する多層断熱材一体型ダスト計測器CLOTHの開発

*平井 隆之[1]、矢野 創[2]、實川 律子[3]、石岡 英悟[3]、中野 晴貴[3]、新井 和吉[3]、長谷川 直[2] (1.千葉工業大学・惑星探査研究センター、2.宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所、3.法政大学・理工学部)

[PCG21-P16] DESTINY$^+$搭載小惑星追尾機構の開発：概念設計およびBBMを用いた性能試験

*洪 鵬[1]、石橋 高[1]、佐藤 峻介[2]、竹村 和俊[3]、藤原 航太郎[4]、町井 佳菜子[5]、豊田 裕之[2]、西山 和孝[2]、大槻 真嗣[2]、奥平 修[1]、高島 健[2] (1.千葉工業大学惑星探査研究センター、2.宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所、3.早稲田大学 基幹理工学研究科 機械科学専攻、4.北海道大学 工学院 機械宇宙工学専攻、5.電気通信大学 情報理工学部 知能機械工学科)

[PCG21-P17] 火星衛星探査計画における望遠カメラ(TENGOO)性能評価装置の開発

*加藤 博基[1]、亀田 真吾[1]、塩谷 圭吾[2]、長田 直也[1] (1.立教大学、2.宇宙航空研究開発機構)

[PCG21-P18] ソーラー電力セイルOKEANOSのクルージングフェーズにおける観測計画

*岩田 隆浩[1]、松浦 周二[2]、津村 耕司[3]、矢野 創[1]、平井 隆之[4]、松岡 彩子[1]、米徳 大輔[5]、三原 建弘[6]、岡田 達明[1]、森 治[1]、中条 俊大[1] (1.宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所、2.関西学院大学、3.東北大学、4.千葉工業大学、5.金沢大学、6.理化学研究所)

編隊飛行による地球電磁気圏・熱圏探査衛星計画「FACTORS」搭載可視・紫外イメージャーによる微細オーロラと大気光観測

Visible and ultraviolet imagers for auroral and airglow observations by FACTORS - a future satellite mission for understanding the coupling and transportation processes in the upper atmosphere

*坂野井 健[1]、平原 聖文[2]、津田 卓雄[3]、浅村 和史[4]、三好 由純[2]、渡邉 智彦[5]、西山 尚典[6]、大山 伸一郎[2,7]、斎藤 義文[4]、細川 敬祐[3]、小嶋 浩嗣[8]、北村 成寿[9]、小川 泰信[5]、山内 正敏[10]、松岡 彩子[4]、八木 直志[1]、吹澤 瑞貴[1]、石澤 元気[11]

*Takeshi Sakanoi[1], Masafumi Hirahara[2], Takuo T. Tsuda[3], Kazushi Asamura[4], Yoshizumi Miyoshi[2], Tomo-Hiko Watanabe[5], Takanori Nishiyama[6], Shin-ichiro Oyama[2,7], Yoshifumi Saito[4], Keisuke Hosokawa[3], Hirotsugu Kojima[8], Naritoshi Kitamura[9], Yasunobu Ogawa[5], Masatoshi Yamauchi[10], Ayako Matsuoka[4], Naoshi Yagi[1], Fukizawa Fukizawa[1], Genki Ishizawa[11]

1. 東北大学大学院理学研究科惑星プラズマ・大気研究センター、2. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、3. 電気通信大学情報理工学研究科、4. 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所、5. 名古屋大学大学院理学研究科、6. 国立極地研究所、7. フィンランドオウル大学、8. 京都大学生存圏研究所、9. 東京大学大学院理学研究科、10. スウェーデン宇宙物理学研究所、11. 東北大学大学院理学研究科

1. Planetary Plasma and Atmospheric Research Center, Graduate School of Science, Tohoku University, 2. ISEE, Nagoya University, 3. Graduate School of Informatics and Engineering, School of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications, 4. ISAS/JAXA, 5. Graduate School of Science, Nagoya University, 6. National Institute for Polar Research, 7. University of Oulu, Finland, 8. RISH, Kyoto University, 9. Graduate School of Science, the University of Tokyo, Tokyo, 10. IRF Kiruna, Sweden, 11. Graduate School of Science, Tohoku University

We report science subject, design, development plan and identification of issues to be solved on the visible and ultraviolet imagers for a future satellite mission called FACTORS that aims to understand the coupling processes in the terrestrial magnetosphere/ionosphere/thermosphere and the acceleration and transportation of the space plasma and neutral atmospheric particles. FACTORS stands for Frontiers of Formation, Acceleration, Coupling, and Transport Mechanisms Observed by Outer Space Research System that is proposed as a multi-satellite formation flight mission. This will be a community exploration mission in Japanese apace research after the success of the ERG mission. The working group was approved by ISAS, JAXA this year, and we have started the discussion on detailed science targets, instrumental design, feasibility and so on. We mainly concern on visible and ultraviolet remote imaging of aurora and airglow for this mission. A visible imager (VISAI) on FACTORS will measure small-scale auroral structures at a wavelength of auroral prompt emission line, such as N2 1st PG, with high-time (~0.1s) and high-spatial (~1km) resolutions using a science CMOS or EMCCD. The FOV of 8 x 8 deg covers an area of 400 x 400 km viewed from 3000 km altitude. The high-spatial and high-time resolution imaging data is essential to understand small-scale variations of Alfven aurora, pulsating aurora, etc. Combined with particle and electric/magnetic field data by FACTORS, we will reveal the time and spatial variations of acceleration/scattering process in the complicated magnetosphere-ionosphere coupling system. A far-ultraviolet imager (FUVI) adopts a wide (~40 x 40 deg.) FOV objective mirror system which covers ~2500 x 2500 km area viewed from 3000 km altitude. We plan to adopt a filter wheal in FUV imager to change the wavelength between O 135.6 nm and the N2 LBH band at 140-160 nm. Wide-field multi-wavelength FUV images enable us to examine large-scale auroral dynamics like westward-travelling surge during substorm, omega-bands, and provide us to understand the global thermospheric activity from O/N2 airglow ratio. This year we plan to carry out specific studies for CMOS/EMCCD detectors

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

suited for this mission, and perform radiation tests of detectors.
Related to the future FACTORS mission, we are now carrying out the developments of aural cameras for two sounding rocket projects, G-CHASER (Rocksat-XN) and LAMP. The G-CHASER (Rocksat-XN) rocket was successfully launched from Andøya, Norway on January 13, 2019. We installed an auroral camera (AIC) on this rocket to measure N2 1st PG emission with wide-angle FOV lens(96x75 deg), RG-665 filter, and CCD (WAT-910HX). In addition, we are developing two CMOS cameras AIC2 on the LAMP rocket that is scheduled to be launched at Poker Flat Research Range in winter of 2019. AIC2 will be installed on a despun platform to derotate rocket spin. One CMOS camera AIC2-S1 measures N2 1st PG emission with a narrow FOV lens (F-number=0.95, f=17mm, FOV=27x27deg.), and another CMOS camera AIC-S2 measures OI 844.6nm emission with a wide-angle lens (F-number=1.6, f=3.5mm, FOV=120x120deg.). Both cameras adopt the ZWO ASI 180 MM CMOS detector. AIC2-S1 will take fine structure of PsA in the region more than 100 x 100 km area around the magnetic footprint with a few kilo-meter resolution, while AIC2-S2 will obtain an altitude distribution of pulsating aurora in the F-region as well as distribution of PsA in wide-range. The precise imaging and altitude distribution of PsA are obtained with AIC2 at two wavelengths with 10Hz sampling. The imaging data combined with precipitating electron data in the wide energy range enable us to investigate the relativistic electron precipitation called microbursts that is probably caused by chorus waves in the magnetosphere.

キーワード：磁気圏、オーロラ、イメージャー、紫外、可視、電離圏
Keywords: magnetosphere, aurora, imager, ultra violet, visible, ionosphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

機械学習を用いたフラッシュオーロラの時空間解析
Spatio-temporal analysis of flash aurora using Convolutional Neural Network

*源田 斗輝[1]、井上 拓海[1]、尾崎 光紀[1]、八木谷 聡[1]、今村 幸祐[1]、塩川 和夫[2]、三好 由純[2]、大山 伸一郎[2]、片岡 龍峰[3]、海老原 祐輔[4]、細川 敬祐[5]
*Toki Genda[1], Takumi Inoue[1], Mitsunori Ozaki[1], Satoshi Yagitani[1], Imamura Kousuke[1], Kazuo Shiokawa[2], Yoshizumi Miyoshi[2], Shin-ichiro Oyama[2], Ryuho Kataoka[3], Yusuke Ebihara[4], Keisuke Hosokawa[5]

1. 金沢大学、2. 名古屋大学、3. 極地研究所、4. 京都大学、5. 電気通信大学
1. Kanazawa Univ., 2. Nagoya Univ., 3. NIPR, 4. Kyoto Univ., 5. UEC

オーロラは宇宙空間に存在する高エネルギー荷電粒子の一部が磁力線に沿って移動し、地球上層大気と衝突することで発光する現象である。つまり、オーロラの地上観測により、間接的に磁気圏に存在している電子の様相を知ることができる。私たちはオーロラの中でも、一秒以下で突発的に発光するフラッシュオーロラに注目している。フラッシュオーロラは、その発光時間の短さから目視による大量のイベント検出が難しく、詳細な解析は行われていない。よって、本研究では、EMCCDカメラで観測されたフラッシュオーロラを機械学習によって自動検出し、時空間変動の統計解析を行った。観測データはガコナ (アメリカ・アラスカ州) に設置されたEMCCDカメラ(サンプリング100 Hz、解像度 256 * 256 ピクセル)を用いた。

本研究で用いた機械学習の手法は、画像認識に特に優れている畳み込みニューラルネットワーク (CNN) である。学習データは、EMCCD画像の南北断面を切り出して時系列に並べたKeogram 画像（解像度2400 * 720 ピクセル、時間幅1 分間）を正方形のブロック（解像度30 * 30 ピクセル、時間幅0.75 秒間）に分割し、目視で分類したものを学習データとして使用した。分類は、脈動オーロラ、フラッシュオーロラ、雑音、オーロラ・雑音共になしの4 種類とした。今回作成した学習ネットワークを使用して、テストデータを分類したところ、その精度は91.2%であった。

作成した学習器によって集めたフラッシュオーロラのイベント (約100イベント) について、代表的な二値化手法である大津の二値化を用いて領域抽出を行なった。フラッシュオーロラの発光継続時間、発光地点、空間サイズ、空間分布について統計解析を行なった。まず、発光継続時間はEMCCDカメラ視野内の磁気緯度、磁気経度に依存しておらず、平均0.21±0.08秒だった。また、観測されたフラッシュオーロラを磁気赤道に投影すると、全イベントのうちの約70 %が地球側に向けて平均0.027 Re大きく拡大していることが確認できた。この結果は、波動の伝搬角や磁気圏におけるロスコーンの空間分布の不均一性が関係していると考えられる。

本発表では私たちが開発したフラッシュオーロラの自動検出法とその時空間解析結果について詳細に報告する予定である。

キーワード：畳み込みニューラルネットワーク、脈動オーロラ、フラッシュオーロラ
Keywords: Convolutional Neural Network, pulsating aurora, flash aurora

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

信号処理によるPc1地磁気脈動地上観測のパルス性雑音除去
Study on the pulse noise removal technique for Pc1 geomagnetic pulsations on the ground by signal processing

*駒瀬 文弥[1]、井上 智寛[1]、尾崎 光紀[1]、八木谷 聡[1]、塩川 和夫[2]、能勢 正仁[2]、長妻 努[3]
*Fumiya Komase[1], Tomohiro Inoue[1], Mitsunori Ozaki[1], Satoshi Yagitani[1], Kazuo Shiokawa[2], Masahito Nose[2], Tsutomu Nagatsuma[3]

1. 金沢大学、2. 名古屋大学、3. 情報通信研究機構
1. Kanazawa Univ., 2. Nagoya Univ., 3. NICT

磁気圏で発生するプラズマ波動の一種であるElectromagnetic ion cyclotron（EMIC）波動は磁力線に沿って伝搬し、地上においてPc1脈動（0.2～5 Hz）と呼ばれる地磁気の変動として観測される。我々はPc1脈動をカナダのカプスケーシングで地上観測している。地上観測は誘導磁力計を用いて行っており、地磁気の変動を高い時間分解能（64 Hz）で高感度に観測することができる。しかし、強い風などにより観測機器が振動すると、観測波形にパルス性の雑音が含まれてしまう。

本研究では、信号処理技術によって観測波形に含まれるパルス性雑音を除去し、Pc1脈動を抽出する方法について検討を行った。パルス性雑音の特徴として、Pc1脈動よりも広い周波数帯（0.1～10 Hz）にまたがり、Pc1脈動に対して存続時間が短いという点が挙げられる。パルス性雑音除去は、パルス性雑音候補区間の検出、Neural Network（NN）によるパルス性雑音候補区間の分類、およびパルス性雑音区間の波形補間の手順で行う。まず、観測波形の 1 点微分波形の振幅に閾値を設定し、閾値を超えた周辺をパルス性雑音候補区間とした。しかし、この手法ではパルス性雑音以外に高周波に高いエネルギーを持つ区間も検出する。そのため、NNを用いてパルス性雑音候補区間をパルス性雑音区間とそれ以外の区間に分類する。分類のための学習データには、パルス性雑音を強調するためにHPF（High pass filter）を適用した波形を用いた。最後にパルス性雑音区間の波形補間を行う。波形の補間にはエネルギーと位相が必要である。パルス性雑音区間のエネルギーはパルス性雑音区間周辺のエネルギー平均を用いた。位相については、ランダムな位相、観測波形の位相スペクトルを用いた観測位相、非線形最小二乗法による推定位相の３つの位相について検討した。各位相について、チャープ信号に観測波形から抽出したパルス性雑音を印可した波形をテスト信号とするパルス性雑音除去シミュレーションを行い、パルス性雑音除去前後のSNRで評価を行った。その結果、推定位相による向上SNRが22 dBと最も高くなったが、推定にかかる計算時間が膨大であるため用途に応じて使用する位相を変更することが重要であると分かった。以上のパルス性雑音除去手法を用いて実際の観測波形のパルス性雑音除去を行った結果、パルス性雑音を除去し、Pc1脈動を抽出することができた。

本発表では信号処理によるPc1脈動のパルス性雑音除去について詳細に報告する予定である。従来では、観測機器の振動を極力抑える観測環境を吟味、構築する必要があったが、そのコストを削減し、Pc1脈動のより詳細な解析に役立つと考えている。

キーワード：Pc1地磁気脈動、雑音除去、信号処理
Keywords: Pc1 geomagnetic pulsation, Noise removal, Signal processing

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Application of magneto-impedance sensor to geomagnetic field measurements

*能勢 正仁[1]、野村 麗子[2]、浅村 和史[3]、青山 均[4]、河野 剛健[4]、松岡 彩子[3]、北村 健太郎[5]、小山 幸伸[6]、松本 晴久[7]、平原 聖文[1]
*Masahito Nose[1], Reiko Nomura[2], Kazushi Asamura[3], Hitoshi Aoyama[4], Takeshi Kawano[4], Ayako Matsuoka[3], Kentarou Kitamura[5], Yukinobu Koyama[6], Haruhisa Matsumoto[7], Masafumi Hirahara[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、2. 国立天文台、3. 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所、4. 愛知製鋼株式会社、5. 徳山工業高等専門学校、6. 大分工業高等専門学校、7. 宇宙航空研究開発機構 研究開発部門
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. National Astronomical Observatory of Japan, 3. Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency, 4. Aichi Steel Corporation, 5. National Institute of Technology, Tokuyama College, 6. National Institute of Technology, Oita College, 7. Research and Development Directorate, Japan Aerospace Exploration Agency

Magneto-impedance (MI) effect was discovered about 25 years ago and a micro-size magnetic sensor that utilizes this effect becomes commercially available. We made some modifications to the commercially available MI sensors as they can cover the range of the geomagnetic field. For the period of March 30 to April 27, 2018, we conducted experimental observations of geomagnetic field variations with the MI sensors at Mineyama observation site, which is located about 100 km north-west of Kyoto. Data obtained with the MI sensors were compared with those from the fluxgate magnetometer that has been working at the site. Results showed that the MI sensor recorded geomagnetic variations with amplitudes of ~1 nT that were also detected with the fluxgate magnetometer. This suggests that MI sensors are useful for researches in geomagnetism or space physics, although they are much less expensive than fluxgate magnetometers.

We consider developing two different kinds of systems to measure the geomagnetic field using the MI sensor: a system for ground-based observation and a system for a sounding rocket. In presentation, we will display observation data from the MI sensors and the fluxgate magnetometers at Mineyama and other observatories. Future plans of the system onboard sounding rocket will be also presented and discussed.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Observation of the Ionospheric Currents by the CubeSat at the Low and Middle Latitude

*北村 健太郎[1]、今井 一雅[2]、高田 拓[2]、篠原 学[3]、若林 誠[4]、高専 スペース連携
*Kentarou Kitamura[1], Kazumasa Imai[2], Taku Takada[2], Manabu Shinohara[3], Makoto Wakabayashi[4], KOSEN Space Collaboration Group

1. 徳山工業高等専門学校、2. 高知工業高等専門学校、3. 鹿児島工業高等専門学校、4. 新居浜工業高等専門学校
1. National Institute of Technology, Tokuyama Collge, 2. National Institute of Technology, Kochi Collge, 3. National Institute of Technology, Kagoshima Collge, 4. National Institute of Technology, Niihama Collge

The ionospheric currents flowing in the dayside ionosphere have been considered as a significant subsequence of Mesosphere-Ionosphere-Magnetosphere coupling. These currents were well detected in the Solar quiet conditions and named Sq currents. In particular, it is well known that the flow pattern of Sq currents shows the north-south hemispheric asymmetry due to the different ionospheric conductivities in the winter and summer hemispheres. This indicates that the asymmetry of the potential must be kept by the energy balance between each hemisphere through the field line.
An InterHemispheric Field Aligned Current (IHFAC) was theoretically predicted by Maeda [1974] and Fukushima [1979, 1991] to interpret the north-south asymmetry in the potential pattern. Several ground magnetic observations and satellite observations suggested an existence of the IHFAC in the noon sector and both the morning and evening terminators. However, the detailed morphology of the IHFAC have not been well understood yet, despite that the direct detection of the IHFAC at Low Earth Orbit (LEO) was reported in the observation by several satellites.
In order to investigate the Sq current system including the IHFAC, the in-situ observation by a CubeSat (2U size satellite emitted from ISS) is proposed in collaboration with 10 national colleges which belong to National Institute of Technology (KOSEN). The fluxgate magnetometer is onboard the CubeSat to observe small perturbations of the magnetic field. After the ejection from the ISS, the CubeSat will gradually glide down to the upper atmosphere due to the strong atmospheric drag and finally burn up in it. The duration of possible observation is estimated for more than 50 days.
The CubeSat can be characterized by the short duration of development (less than 3 years) and low cost (less than 100,000USD). We are considering an actual utilization of this extremely low-cost CubeSat to more realistic science mission. This concept enables us to conduct the multi-satellite in-situ observation in fairly low budget compared to conventional satellite missions.

キーワード：電離層電流、半球間沿磁力線電流、キューブサット
Keywords: Ionospheric Current, Interhemispheric Field Aligned Current, CubeSat

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Basic study on miniaturization of electric field instrument for plasma wave observations by ASIC technology

*徳永 祐也[1]、尾崎 光紀[1]、石坂 圭吾[2]、小嶋 浩嗣[3]、八木谷 聡[1]、頭師 孝拓[3]
*Yuya Tokunaga[1], Mitsunori Ozaki[1], Keigo Ishisaka[2], Hirotsugu Kojima[3], Satoshi Yagitani[1], Takahiro Zushi[3]

1. 金沢大学、2. 富山県立大学、3. 京都大学
1. Kanazawa University, 2. Toyama Prefectural University, 3. Kyoto University

We have been measuring electric fields of the plasma waves (a few Hz to several hundred Hz) to understand the magnetospheric dynamics. The spatial resolutions of electric field measurements are not enough because we cannot launch a lot of satellites due to the large size and mass of satellites. Demands of micro satellites like a 1U (10 cubic centimeters) cube satellites are increasing. We need to miniaturize measurement instruments for probing the plasma waves.

This study deals with an electric field instrument in plasma wave observations. We use the electric field instrument for capturing the electric fields detected by wire probe antennas. In this study, the purpose is to miniaturize the electric field instrument with a high radiation tolerance (300 krad) using Application Specific Integrated Circuit (ASIC) technology.

We designed a based amplifier for a new electric field instrument. In the new based amplifier, the equivalent input noise is 50 nV/sqrt(Hz) at 1 kHz, which is 3.9 dB-larger than that of conventional based amplifier (OP-41). The noise performance of new based amplifier is acceptable for capturing the plasma waves. To confirm the radiation tolerance of new based amplifier, we did the radiation tests up to 300 krad using the gamma ray. From the radiation test results, the gain was no change before and after the radiation tests. The output noise was degraded with 5.05 dB at 100 Hz by total ionizing dose effects. However, the based amplifier was not breakdown by the gamma ray. The electric field instrument consisted of new based amplifier could operate with a high radiation tolerance.

We conducted the transient analysis for the new electric field instrument by a circuit simulator (Tanner EDA). In the simulation, rectangular waves of 1 Vpp with 10 Hz input to the new electric field instrument via a sheath impedance (10 MOhms and 100 pF). From the simulation results, the output waveforms of new electric field instrument showed similar output waveforms in comparison with the conventional electric field instrument. The power consumption of new electric field instrument can decrease with approximately 67% than that of the conventional electric field instrument. From the simulation results, we confirmed the basic operations as the electric field instrument for detecting the plasma waves. In the future work, we will need to improve the temperature operating range because the new electric field instrument cannot operate at minus 60 Celsius degrees from the temperature simulation results.

In this presentation, we will present the basic study on electric field instrument for plasma wave observation by ASIC technology in detail.

キーワード：特定用途向け集積回路、電場計測器、プラズマ波動観測
Keywords: ASIC, Electric field instrument, Plasma wave observation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

超小型探査機に搭載する極端紫外撮像装置に用いる電気回路部の放射線耐性の評価

Evaluation of radiation tolerance of electronics parts used for the ultra-small mission

*勝瀬 陸[1]、吉岡 和夫[1]、桑原 正輝[2]、疋田 伶奈[1]、荒尾 昇吾[1]、吉川 一朗[1]
*Riku Katsuse[1], Kazuo Yoshioka[1], Masaki Kuwabara[2], Reina Hikida[1], Shogo Arao[1], Ichiro Yoshikawa[1]

1. 東京大学、2. 宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所
1. The university of Tokyo , 2. Institute of Space and Astronautical Science

飛翔体搭載機器に用いられる電子機器は、宇宙空間の放射線に曝されることでノイズの増加、ビット反転、消費電流の増加、などの悪影響を受ける恐れがある。

近年、大学の研究室規模で超小型探査機の開発が実現している。超小型の枠組みでは、民生部品を用いることで開発にかかる費用と時間を大幅に低減することで、短期間でのミッションの実現を可能にしている。しかし、一般の民生部品は放射線耐性を考慮した設計がなされていないため、飛翔体搭載に用いる際には実際の利用環境を再現した試験を通して確認する必要がある。この時、照射するべき総吸収線量は、放射線と物体の物理的な相互作用を考慮したエネルギー収支に関するモンテカルロシミュレーションから求められる。

我々は、2020年に打ち上げ予定の超小型衛星EQUULEUSに搭載される極端紫外撮像機「PHOENIX」を開発している。「PHOENIX」は、地球のプラズマ圏を構成するヘリウム一価イオンが太陽共鳴散乱によって発する極端紫外領域の輝線(波長30.4nm)を月近傍から準定常的に観測することで、プラズマ圏の動的描像と大局的な理解を目指す。この装置に搭載される信号増幅回路部に用いられる半導体素子の放射線耐性を、セシウム137を用いたガンマ線照射装試験を通して評価した。

本発表では、累積放射線量による半導体素子の利得率特性の変化と電気ノイズレベルの変化について評価した結果を述べ、今後の飛翔体ミッションへの応用可能性について議論する。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A method to quantitatively evaluate Non-evaporable-getter pump for use in space science mission

*西村 晟八[1]、吉川 一朗[1]、吉岡 和夫[1]、荒尾 昇吾[1]、張 天旭[1]
*Seiya Nishimura[1], Ichiro Yoshikawa[1], Kazuo Yoshioka[1], Shogo Arao[1], Zhang Tianxu[1]

1. 東京大学
1. The university of tokyo

Observation instruments are known to deteriorate under atmospheric condition. Deterioration are mainly caused by reaction with water vapor and oxygen. To prevent this, observation instruments must be maintained under vacuum. The problem is that the conventional vacuum pump are too heavy to carry to the launching site. The need of continuous power supply makes the transport more difficult. Also the vacuum pump must be removed before the launch. These problems are not only making it difficult to maintain observation instruments under vacuum but also causing extra costs. Non-evaporable-getter (NEG) pumps are able to solve these problems. NEG pumps are light weight, compact, oil free, vibration free, and able to operate without energy supply after activation. Considering the utilization of NEG pump for space science missions, we need to quantitatively evaluate the NEG pump to optimize its size, shape, material, and mounting position for each mission. In this study, a method to measure pumping speed of NEG pump for carbon monoxide (as substitute to water vapor and oxygen) was established by using the orifice method. By using this method, it will be able to develop a NEG pump which best applies the case for each mission.

キーワード：非蒸発型ゲッターポンプ、真空ポンプ
Keywords: Non-evaporable-getter pump, vacuum pump

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

３次元電位分布計算による「みお」搭載MIAのトップハット分析器特性の非対称性の解釈

Interpretation on slight asymmetry of analyzer characteristics of MIA onboard the Mio by means of a model calculation of 3-D potential distribution

*三宅 亙[1]、斎藤 義文[2]、横田 勝一郎[3]
*Wataru Miyake[1], Yoshifumi Saito[2], Shoichiro Yokota[3]

1. 東海大学工学部、2. 宇宙科学研究所、3. 大阪大学
1. Tokai University, 2. ISAS, 3. Osaka University

MIA (Mercury Ion Analyzer) on board Mio employs a top-hat electrostatic analyzer, which has axisymmetric toroidal electrodes and is designed to have no dependence in its characteristics on azimuthal direction of incident ions. However, our ground calibration experiments have revealed that it has a slight dependence. We have tried to explain the dependence by means of three dimensional model calculations. We assumes that all parts of electrode are manufactured precisely. Our results shows that a slight relative rotation (or tilt) of electrodes can lead to a slight dependence on incident azimuthal direction similar to that obtained from the ground experiments.

キーワード：みお、トップハット静電分析器、水星イオン分析器
Keywords: Mio, tophat electrostatic analyzer , MIA

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

小型衛星用衝撃試験機の建造及びMCPの機械耐性評価
Construction of impact testing machine for small satellites and evaluation of mechanical resistance of MCPs by the impact test

*福場 惇哉[1]
*Junya Fukuba[1]

1. 東京大学大学院
1. Graduate school of Tokyo

近年小型衛星の開発が盛んに行われている。開発段階における環境試験は、小型衛星の信頼性向上に重要な役割を担っている。環境試験では振動や衝撃、熱真空などに対する耐性を確認する必要がある。その中でも衝撃に関する試験は最も実施が困難な試験の一つであり、未だ確実な手法が確立されていない。こうした背景から私たちは小型衛星用の衝撃試験機を建造した。衝撃試験機に求められる性能は大きく二つある。一つは、想定するミッションの衝撃レベルに限りなく近い衝撃を印加することのできるコントロール性である。これは試験対象への過度な衝撃印加を回避するために重要である。二つ目は、狙った衝撃レベルを高い精度で複数回印加することのできる再現性である。再現性が低いと、印加したい衝撃レベルとは異なった意図しない衝撃を印加してしまう可能性があり、試験精度の低下に繋がる。今回建造した衝撃試験機は、印加する衝撃を容易に調整することが可能であり、且つ再現性の高いものを目指し設計した。更にこの衝撃試験機を用いて、光学観測機器に広く用いられるMCP (micro-channel plate)をサンプルとした衝撃試験を実施し、その機械耐性を調べた。ここで用いた衝撃レベルは、2020年にNASAのロケットで打ち上げられるEQUULEUSミッションを想定した衝撃レベルである。今回の発表では、衝撃試験機の詳細及びサンプルを用いた衝撃試験の結果について紹介する。

キーワード：衝撃試験
Keywords: impact test

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Innovative design of double-shell type energy analyzer for simultaneous electron and ion measurements in space

*武井 智美[1]、平原 聖文[1]
*Tomomi Takei[1], Masafumi Hirahara[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所
1. Institute for space-earth environmental research, Nagoya university

It is well known that the terrestrial and planetary magnetospheres and the interplanetary space are filled with charged particles such as electrons and ions, which are so-called the space plasma, and in-situ observations of the space plasmas have been conducted by using satellites carrying particle instruments, such as the top-hat type electrostatic energy analyzer. Essentially, obtaining three-dimensional velocity distributions of the space plasmas or energy-pitch angle distributions help us understand the dynamics of the space plasmas. Because the top-hat type analyzer is cylindrically symmetric and has a 2π-radian planar field of view, it can independently measure the wide angular and energy distributions of incident particles. Also, three-dimensional velocity or energy-pitch angle distributions can be obtained by utilizing the satellite spin motion.
The top-hat type electrostatic energy analyzers can measure the ions when a negative potential is applied to the inner electrode and the electrons by a positive potential with the outer electrode grounded. Therefore, in the prevailing design of the top-hat type analyzer, the sensor heads separate for the ion and electron observations, respectively. Because of the recent miniaturization of the satellites, the weight and space of the instruments mounted on the small and micro satellites are getting severely restricted. However, if two sensors for electron and ion observations are combined into one sensor head, it is possible to save both weight and space on the small and micro satellites. Therefore, we have been developing double-shell type energy analyzer which can simultaneously measure the ions and the electrons with one sensor head.
We designed the shapes of the collimator and the double-layered dome-shaped electrodes so that the electrons and the ions with appropriate energies pass through the inner gap and the outer gap by applying a negative potential to the central electrode with the inner and outer electrodes grounded, respectively. We made the numerical simulations using SIMION which is a charged particle simulator program and investigated the performance and characteristics as the electrostatic analyzer. Consequently, we confirmed that the electrons and the ions can be analyzed with one sensor head by only applying negative high voltage to the electrodes. So far, we consider the detection unit using Time-Of-Flight velocity spectrometer for the discrimination of the ion species as the part where the ions are detected, and an assembly of micro channel plates is expected for the electron detection. The design of TOF-type mass analysis unit as ion mass analysis unit is one of subjects for future work.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Microsatellite Development and Education of Space Science and Technology at Kanazawa University

*井町 智彦[1]、八木谷 聡[1]、米徳 大輔[1]、笠原 禎也[1]、澤野 達哉[1]、有元 誠[1]、後藤 由貴[1]、尾崎 光紀[1]、藤本 龍一[1]
*Tomohiko Imachi[1], Satoshi Yagitani[1], Daisuke Yonetoku[1], Yoshiya Kasahara[1], Tatsuya Sawano[1], Makoto Arimoto[1], Yoshitaka Goto[1], Mitsunori Ozaki[1], Ryuichi Fujimoto[1]

1. 金沢大学
1. Kanazawa University

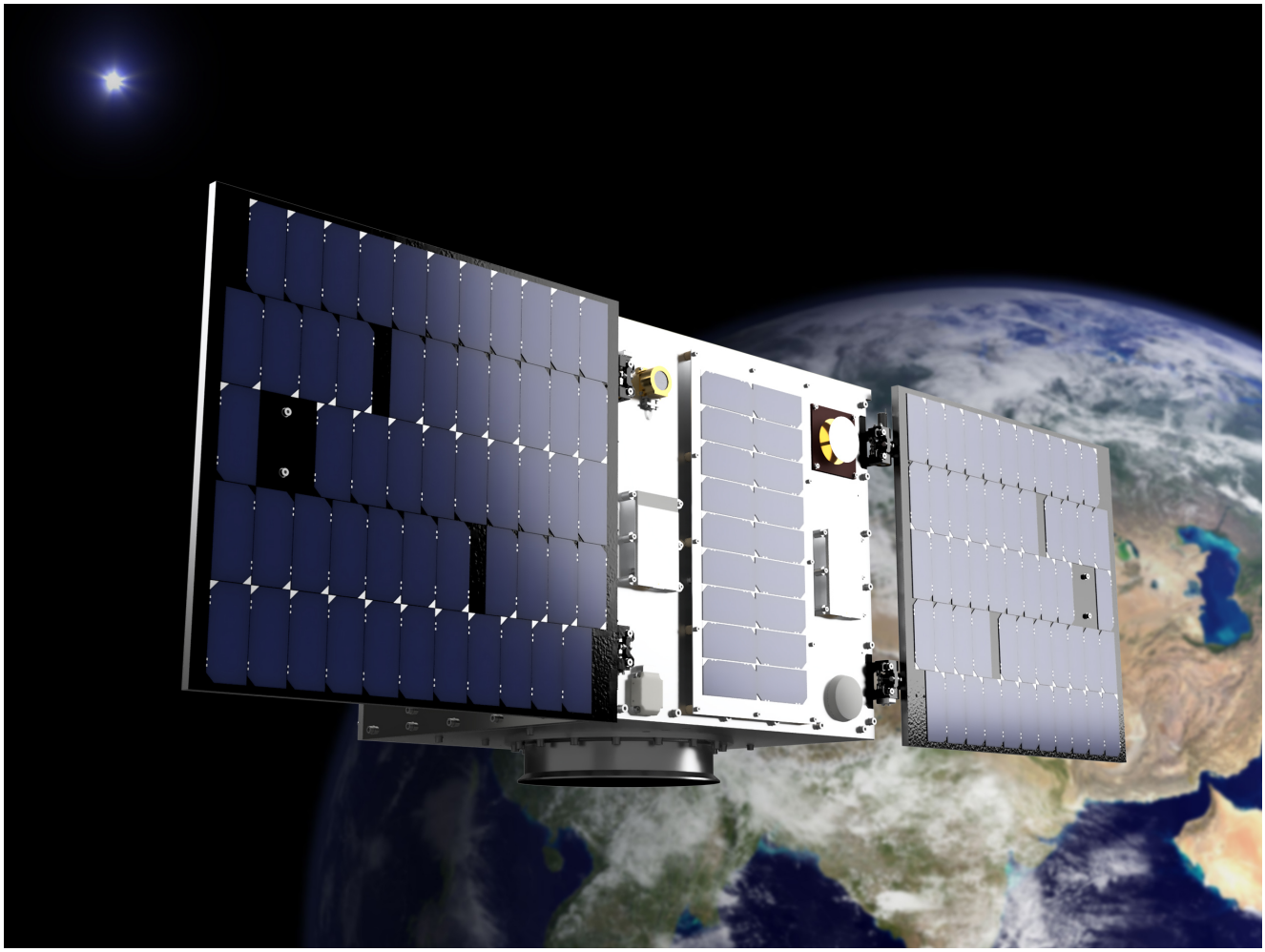
At Kanazawa University, researchers from engineering and science are cooperating to promote the "Kanazawa University Satellite Project (Kanazawa-SAT3: Study and Training in Space Science and Technology for Kanazawa Cube-Satellites)". In this project, a microsatellite is being developed by staff and students of Kanazawa University. It is a scientific satellite which will contribute to the elucidation of the mechanism of gravitational wave generation by identifying the source of gravitational wave by detecting the arrival direction of gamma rays and X rays radiated at the same time when a gravitational waves are generated by collision of astronomical objects The satellite will be inserted into a solar synchronous orbit at about 660 km altitude. It is a microsatellite with a total weight of 50 kg or less, and its size is cubic with a side of 50 cm, and it is designed to be a piggyback on an HII-A rocket.

Also related to this project, a space science and engineering course has been newly established in the Graduate School of Natural Sciences in April 2018. This course is based on the 'satellite development by students', and students are actually involved in the design, fabrication, ground tests, and operation of scientific satellites, aiming to train personnel who are familiar with space science and space engineering, with satellite-development skills.

Ground tests with the thermal and structural model of Kanazawa-SAT3 have been completed , and the unit tests for almost all components are being conducted. Currently, we are completing the design of the flight model. In the presentation, we will report the details of Kanazawa-SAT3 and its development status.

キーワード：超小型衛星、重力波、Kanazawa SAT3
Keywords: Microsatellite, Gravitational wave, Kanazawa SAT3

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Attitude Control System for Kanazawa-SAT3 Microsatellite

中嶋 拓也[1]、安田 有希[1]、瀬川 浩史[1]、*井町 智彦[1]、八木谷 聡[1]、笠原 禎也[1]、米徳 大輔[1]、澤野 達哉[1]、有元 誠[1]
Takuya Nakajima[1], Yuuki Yasuda[1], Hirofumi Segawa[1], *Tomohiko Imachi[1], Satoshi Yagitani[1], Yoshiya Kasahara[1], Daisuke Yonetoku[1], Tatsuya Sawano[1], Makoto rimoto[1]

1. 金沢大学
1. Kanazawa University

Kanazawa University has been developing a microsatellite. This satellite is equipped with a device to observe celestial bodies emitting gravitational waves with X rays, and aims to elucidate the mechanism of black hole formation by estimating the time of arrival and direction of arrival of gravitational waves.
In this research, the attitude control system is being developed using GAS (Geomagnetic Aspect Sensor) and MTQ (Magnetic Torque). We have constructed the environment for the unit test of RW (Reaction Wheel) also used for attitude control of the satellite.

MTQ is a device that controls the attitude of the satellite by generating a magnetic torque against the geomagnetic field by applying a voltage (an electric current) to a magnetic coil. GAS is a device for detecting the direction of the geomagnetic vector. OBC (On Board Computer) which controls all devices mounted on the satellite receives the geomagnetic field data detected by GAS, and transmits commands to control MTQ. GAS and MTQ cannot be connected to OBC directly, because OBC has just a digital interface, but the output of GAS and the input to MTQ are analog voltages. Therefore, we have developed a control device for on-board equipment using a microcontroller. For the GAS, the voltages are A/D-converted by the microcontroller and transmitted to the OBC. For the MTQ, OBC transmits control commands to the microcontroller, which generates a PWM (Pulse Width Modulation) signal according to the received command that determines the effective voltage to be given to the MTQ. For the system development and operation tests, a PC is used instead of OBC and we carried out experiments of control equipment. For the GAS, we have confirmed the linearity between the analog magnetic field and the corresponding digital values transmitted to the PC. For the MTQ, we have confirmed that the voltage to be given to MTQ were precisely controlled by the duty ratio of the PWM signal output from the microcontroller.

RW is a device to generate a control torque around the rotation axis by accelerating a rotor by a motor and is controlled by transmitting a command from the OBC via an RS-422 serial communication line. The unit test has been carried out by using a PC as a substitute of OBC, but the cable had a influence on the rotation operation of RW. Therefore, we have constructed a system for wirelessly connecting the RW with the PC via a wireless RS-422 communication. Specifically, commands from the PC are wirelessly transmitted to an Arduino microprocessor by a low-power radio module XBee, and the RW is controlled via an RS-422 transceiver. With this system, we demonstrated the basic functions for command and data between the PC and the Arduino via the wireless RS-422 transceiver.

We plan to construct a system that applies appropriate PWM signals to MTQ according to the value detected by GAS. We will also evaluate RW performance by the unit test using the wireless RS-422 communication system.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：超小型衛星、姿勢制御システムACS、Kanazawa SAT3
Keywords: Microsatellite, ACS, Kanazawa SAT3

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Communications System and Antennas for Kanazawa-SAT3 Microsatellite

源 輝也[1]、稲 航洋[1]、河越 幸平[1]、*井町 智彦[1]、八木谷 聡[1]、後藤 由貴[1]、米徳 大輔[1]、笠原 禎也[1]、澤野 達哉[1]、有元 誠[1]
Teruya Minamoto[1], Koyo Ina[1], Kohei Kawagoshi[1], *Tomohiko Imachi[1], Satoshi Yagitani[1], Yoshitaka Goto[1], Daisuke Yonetoku[1], Yoshiya Kasahara[1], Tatsuya Sawano[1], Makoto Arimoto[1]

1. 金沢大学
1. Kanazawa University

Kanazawa University is developing the first Kanazawa University's microsatellite, named as Kanazawa-SAT3. Kanazawa-SAT3 is planned to be launched within FY2019, and its observation mission is to identify the source of gravitational waves by detecting the occurrence time and arrival direction of the X-rays and gamma rays observed simultaneously with gravity waves from distant astronomical objects.

In this research, we are developing a communications system for Kanazwa-SAT3. Kanazawa-SAT3 has three different communication systems using S band, UHF band and Iridium, and the link design of each of them has generally been completed. We summarize each communication system in detail as the following.

The S-band communication system, will use 2-GHz frequency band. Kanazawa-SAT3 is equipped with two types of antennas: S-band patch antennas and S-beacon antennas. S-band system is a main communication system between the satellite and a ground station, and plays a role of high speed data communication and beacon transmission. On the satellite side, two S-band patch antennas designed for both transmission and reception are mounted on the front and rear panels of the satellite. Two S-beacon antennas for transmission are also mounted on the front and rear panels of the satellite. On the ground side, we will send and receive by the signals using a 2.4-m parabolic dish installed at Kanazawa University.

The UHF communication system will use 400-MHz frequency bands. This system transmits commands from the ground to the satellite and telemetry information from the satellite to the ground. On the satellite side, four inverted-F type antennas we developed are mounted (two for receiving and two for transmitting) on the front and rear panels of the satellite. On the ground side, we will send and receive data by using a Yagi antenna with 14 crossed elements installed at Kanazawa University. We have also constructed an automatic satellite tracking system using the Yagi antenna.

A communication system using the Iridium satellite network uses a frequency band around 1.6 GHz. In this system, communications are performed via Iridium satellite, so that the communication can be established even when our ground station is not visible from the satellite. The data is exchanged between the satellite and the ground by using e-mail. This system can transmit and receive data in almost real time so emergency command and data transmission will be available. On the satellite side, two antennas for both transmission and reception are mounted on the front and rear panels of the satellite. A system has been constructed that exchanges data between a laptop computer simulating an onboard computer (OBC) mounted on a satellite and an iridium satellite.

From now on, for the communication systems using the S band and the UHF band, it is necessary to develop the communication software. For In addition, we need to improve the automatic satellite tracking

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

system of Kanazawa-SAT3. For the communication system using Iridium satellite, it is necessary to implement a system on the OBC and conduct a communication experiment.

キーワード：超小型衛星、通信システム、Kanazawa SAT3
Keywords: Microsatellite, Communications System, Kanazawa SAT3

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

6Uクラス超小型深宇宙探査機EQUULEUSに搭載する多層断熱材一体型ダスト計測器CLOTHの開発
Development of micrometeoroid impact sensor within a multi-layered insulation (CLOTH) onboard 6U deep-space explorer EQUULEUS

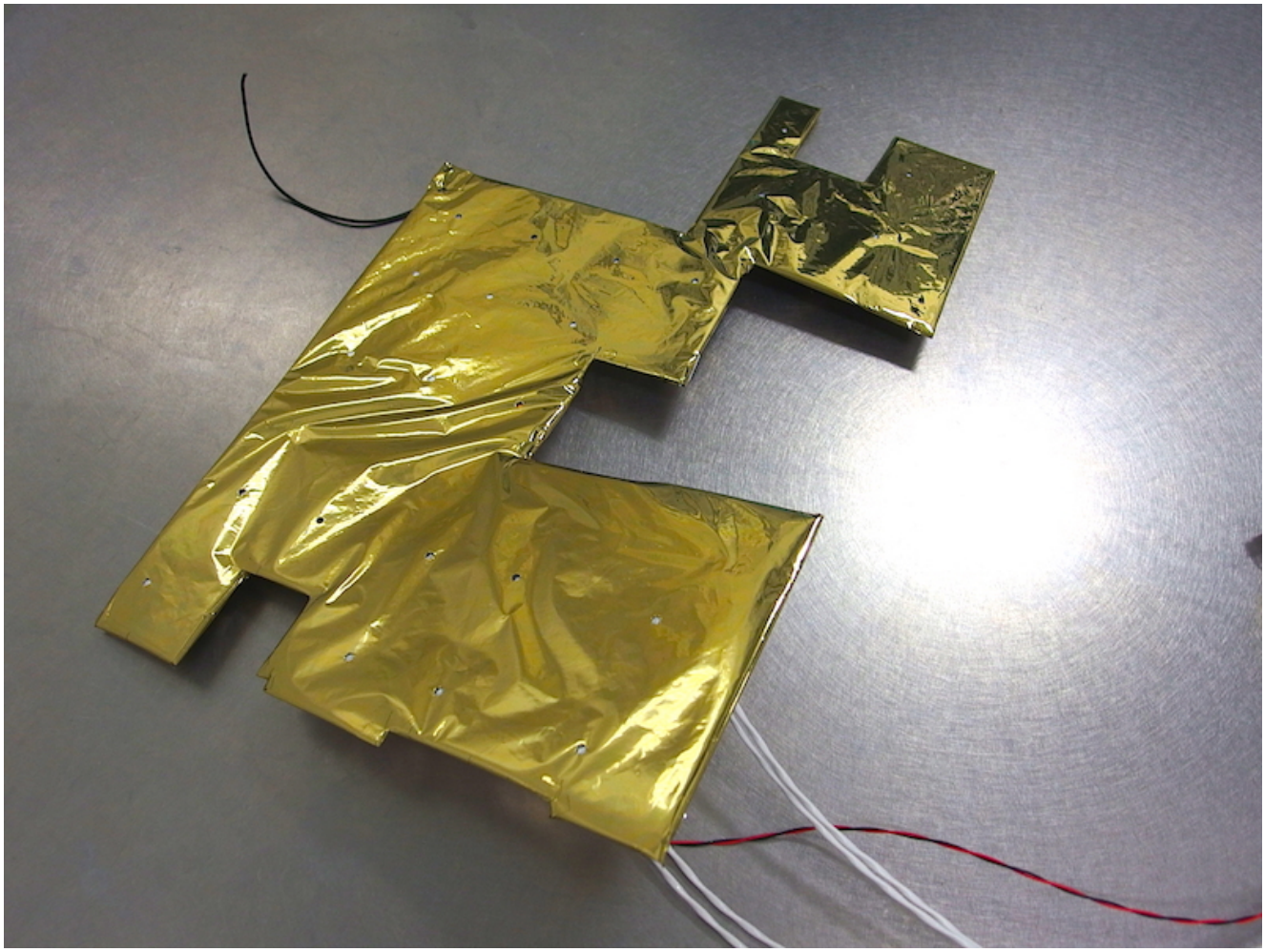
*平井 隆之[1]、矢野 創[2]、實川 律子[3]、石岡 英悟[3]、中野 晴貴[3]、新井 和吉[3]、長谷川 直[2]
*Takayuki Hirai[1], Hajime Yano[2], Ritsuko Jitsukawa[3], Eigo Ishioka[3], Haruki Nakano[3], Kazuyoshi Arai[3], Sunao Hasegawa[2]

1. 千葉工業大学・惑星探査研究センター、2. 宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所、3. 法政大学・理工学部
1. Planetary Exploration Research Center, Chiba Institute of Technology, 2. Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency, 3. Faculty of Science and Engineering, Hosei University

近年、超小型衛星の利用範囲は地球周回から深宇宙へ広がりを見せている。東京大学とJAXAが開発を主導する超小型新宇宙探査機EQUilibriUm Lunar-Earth point 6U Spacecraft (EQUULEUS)は、米国航空宇宙局（NASA）の新規ロケットSpace Launch System (SLS) の副ペイロードとして打ち上げられる13基の超小型衛星の一つで、地球ー月ラグランジュ点（L2）への航行を通じた太陽ー地球ー月圏での軌道操作技術の実証と、3つの理学ミッションを行う予定である。ジオコロナ観測と月衝突閃光観測に加え、我々はCis-Lunar Object detector within THermal Insulation (CLOTH) を用い、惑星間ダスト観測を行う。CLOTHは、EQUULEUSの表面の一部を覆う多層断熱材 (Multi-Layer Insulation, MLI) と一体化した圧電性フィルムセンサで、MLIの最外層を貫通してくるダストの運動量を推定する。CLOTHの宇宙実証が成功することで、リソースの限られた超小型衛星による深宇宙探査の可能性がより拡大すると期待される。本講演では、衛星そのものに科学観測機能を付与するというCLOTHのコンセプトと、超高速微粒子衝突実験から得られたCLOTHのダスト検出性能について紹介する。

キーワード：圧電性フィルム、ポリフッ化ビニリデン、多層断熱材、超小型衛星、微隕石、超高速衝突
Keywords: Piezoelectric film, PVDF, Thermal insulation, CubeSat, Micrometeoroid, Hypervelocity impact

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

DESTINY+搭載小惑星追尾機構の開発：概念設計およびBBMを用いた性能試験

Breadboard model of asteroid tracking system for DESTINY+ mission

*洪 鵬[1]、石橋 高[1]、佐藤 峻介[2]、竹村 和俊[3]、藤原 航太郎[4]、町井 佳菜子[5]、豊田 裕之[2]、西山 和孝[2]、大槻 真嗣[2]、奥平 修[1]、高島 健[2]
*Peng Hong[1], Ko Ishibashi[1], Shunsuke Sato[2], Kazutoshi Takemura[3], Kotaro Fujiwara[4], Kanako Machii[5], Hiroyuki Toyota[2], Kazutaka Nishiyama[2], Masatsugu Otsuki[2], Osamu Okudaira[1], Takeshi Takashima[2]

1. 千葉工業大学惑星探査研究センター、2. 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所、3. 早稲田大学 基幹理工学研究科 機械科学専攻、4. 北海道大学 工学院 機械宇宙工学専攻、5. 電気通信大学 情報理工学部 知能機械工学科
1. Planetary Exploration Research Center, Chiba Institute of Technology, 2. Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency, 3. Department of Applied Mechanics, Graduate School of Fundamental Science and Engineering, Waseda University, 4. Division of Mechanical and Space Engineering, Graduate School of Engineering, Hokkaido University, 5. Department of Mechanical Engineering and Intelligent Systems, Faculty of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications

深宇宙探査技術実証機DESTINY+（Demonstration and Experiment of Space Technology for Interplanetary voYage, Phaethon fLyby and dUst Science）はイプシロンロケットによる公募型小型ミッションとして提案され、2023年の打ち上げを目指して現在フェーズA検討が進められている。このミッションではふたご座流星群の母天体と考えられている小惑星（3200）ファエトンを近接フライバイし、地表面の高解像度撮像を行う予定である。探査機には2種類のカメラ、可視光の単色バンドで高解像度撮像を行う望遠カメラTCAP（Telescopic Camera for Phaethon）、と低空間解像度で可視から近赤外のマルチバンド撮像を行うカメラMCAP（Multiband Camera for Phaethon）の搭載が予定されている。探査機で小惑星まで500 kmの位置に最接近し、最接近時およそ40秒前から9秒後までの間にTCAPによって最高空間解像度3.5 m/pxで1秒間隔の撮像を行うことを計画している。カメラの撮像方向は通常は探査機本体の姿勢制御で決められるが、DESTINY+では小惑星ファエトンの特異な軌道のため、相対速度30 –40 km/sという非常に速いフライバイを行う必要があり、探査機本体の姿勢制御だけではTCAPの撮像画像がぶれてしまう。そのため、高速フライバイ中に自律的に小惑星を視野内に収め続け、かつぶれのない高解像度画像を取得するような小惑星追尾機構がTCAPに要求される。そこで私たちはTCAPの追尾機構の概念検討、および追尾機構を適切に駆動するための制御アルゴリズムを検討した。さらに概念検討で得られたデザインを実証するため、追尾機構において中心的な機能を果たす駆動鏡のBBMを試作した。BBMは鏡、ステッピングモータ、減速機およびそれらを制御するFPGA基板から構成される。本発表では小惑星追尾機構の概念検討の結果と、駆動鏡BBMの試作状況および初期性能試験の結果を報告する。

キーワード：DESTINY+、カメラ、フライバイ、追尾機構
Keywords: DESTINY+, camera, flyby, tracking system

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

火星衛星探査計画における望遠カメラ(TENGOO)性能評価装置の開発
Development of telescopic camera (TENGOO) performance evaluation device in MMX

*加藤 博基[1]、亀田 真吾[1]、塩谷 圭吾[2]、長田 直也[1]
*Hiroki Kato[1], Shingo Kameda[1], Keigo Enya[2], Osada Naoya[1]

1. 立教大学、2. 宇宙航空研究開発機構
1. Rikkyo University, 2. Japan Aerospace Exploration Agency

火星にはフォボスとダイモスの二つの衛星が存在する。その起源については捕獲した原始小惑星である説と、火星の巨大衝突事象による破片が集積し形成された説の２つが存在する。この火星衛星の起源を明らかにするために、JAXAはフォボスからサンプルリターンを行う火星衛星探査計画(Martian Moon eXploration)を2024年に検討している。

この計画に搭載される望遠カメラ(Telescopic Nadir imager for Geomorphology, TENGOO)はフォボスの地形を撮像し、平坦な着陸地点や宇宙風化の影響が少ない地点を発見するという目的を持っている。この目的を果たすため、高度20kmでの観測において空間分解能が24cmとなるように、角度解像度が5.8urad/pix、MTF>0.3(ナイキスト周波数)と光学設計が行われた。この光学設計の段階で得られた性能が製造された際にも確保されているか評価する必要がある。従って本研究ではTENGOOの性能評価を行うために、平行光が入射したときの点像関数の広がりを十分な精度で求める。そのため平行光の角度広がりが11.6urad以下の平行光源を作成した。

またこの装置で得られるPSFの半値幅は、TENGOOでは約2x2画素となる。そのためサンプリング間隔が半値幅に対して広くなり、ガウスフィッティングによるPSF推定の誤差が大きくなる。そこで斜線状の光源によってLSFを測定し、複数のPSFを得ることでサンプリング間隔の補完を行った。
本発表では、これらの研究開発の成果を報告する。

キーワード：火星、MMX、camera
Keywords: Mars, MMX, camera

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ソーラー電力セイルOKEANOSのクルージングフェーズにおける観測計画
Observation Plans in the Cruising-Phase of the Solar Power Sail: OKEANOS

*岩田 隆浩[1]、松浦 周二[2]、津村 耕司[3]、矢野 創[1]、平井 隆之[4]、松岡 彩子[1]、米徳 大輔[5]、三原 建弘[6]、岡田 達明[1]、森 治[1]、中条 俊大[1]
*Takahiro Iwata[1], Shuji Matsuura[2], KOHJI TSUMURA[3], Hajime Yano[1], Takayuki Hirai[4], Ayako Matsuoka[1], Daisuke Yonetoku[5], Tatehiro Mihara[6], Tatsuaki Okada[1], Osamu Mori[1], Toshihiro Chujo[1]

1. 宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所、2. 関西学院大学、3. 東北大学、4. 千葉工業大学、5. 金沢大学、6. 理化学研究所
1. Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency, 2. Kwansei Gakuin University, 3. Tohoku University, 4. Chiba Institute of Technology, 5. Kanazawa University, 6. RIKEN

ソーラー電力セイル探査機OKEANOS (Oversize Kite-craft for Exploration and AstroNautics in the Outer Solar system)は、ソーラー電力セイルによる外惑星領域探査を実証することを目的としており、その主要なサイエンスターゲットは木星トロヤ群小惑星の表面および内部の科学探査である。一方で、打上げから木星スイングバイまでのクルージングフェーズは、その空間的・時間的拡がりから、太陽系内の物質・エネルギーの同径方向の分布に関する観測の好機を与える。我々はこのフェーズにおいて、赤外線観測装置EXZIT、ダスト観測装置ALADDIN -2、磁力計MGF、ガンマ線バースト観測装置GAP-2を用いた太陽系ディスク方向の探査を計画している。

可視光・近赤外線で観測される黄道光は、惑星間ダストにより散乱された太陽光であると考えられている。黄道光の2次元分布は、惑星間ダストの3次元構造を反映しているが、小惑星起源と彗星起源の比率が日心距離に応じてどう変化するかは、解明されていない。我々は、EXZITを用いた可視光・近赤外線による黄道光の太陽系動径方向の観測と、ALADDIN-2による惑星間ダストのその場観測を行う。これらを比較することによって、太陽系の固体微粒子の分布や移動の実態を明らかにする。 OKEANOSから得られる観測結果はまた、太陽系のダスト・黄道光が外惑星領域からどのように観測されるかという情報を示し、太陽系外の恒星系観測における指標となることが期待される。

太陽風の温度分布は太陽距離に依存すると考えられるが、その実測値は断熱モデルから予測される値よりも高いことが知られている。このため、プラズマ乱流や磁気再結合などの加熱機構の存在が予測されている。我々はMGF-2によるソーラー電力セイルのスケールでの同時磁場観測を行うことにより、電子スケールでのプラズマ乱流を検出することを検討している。このような観測を、地球軌道から木星軌道にかけて行うことにより、太陽風の加熱機構の解明を目指す。クルージングフェーズの長期間の観測はまた、突発的な太陽風に伴った磁気現象の検出が期待される。また、これらの太陽風ショックに伴うガンマ線の検出可能性も探る。
これらの観測を、はやぶさ、はやぶさ２などの既ミッション、およびOKEANOSのトロヤ群小惑星到着後の探査からの知見と組み合わせることにより、太陽系の内惑星～外惑星領域の物質の分布と移動に関する理解が深められ、生命前駆物質の起源を含め、太陽系の各天体の形成から地球上の生命誕生に至るプロセスが明らかになることが期待される。

キーワード：OKEANOS、黄道光、ダスト、プラズマ、ガンマ線
Keywords: OKEANOS, zodiacal light, dust, plasma, gamma-ray

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-CG 宇宙惑星科学複合領域・一般

2019年5月26日(日) 9:00 ~ 10:30 | 201B 2F

[P-CG23] 宇宙における物質の形成と進化

コンビーナ:三浦 均(名古屋市立大学大学院システム自然科学研究科)、野村 英子(東京工業大学理学院地球惑星科学系)、大坪 貴文(宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所)、瀧川 晶(京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻)、座長:田崎 亮、高橋 葵

近年の天文観測・室内実験・惑星探査・理論的研究の進展は、銀河系・原始惑星系円盤・晩期型巨星周囲に存在する物質(ダスト・ガス)を、物質科学的観点から理解することを可能としている。特に、近年大きな成果を挙げているALMAや、SPICA・JWST・TMTなどの次世代大型望遠鏡により、天文観測により太陽系内外のフロンティアが拓かれると期待されている。銀河や星・惑星系の進化においてダストやガスが果たす役割を理解するためには、これまで以上に天文学的・宇宙物理学的研究と物質科学的研究をリンクさせることが重要である。本セッションでは、宇宙の物質進化や形成を理解するために、天文観測と物質科学からどのようなアプローチが可能なのかを双方向から議論する。
太陽系物質の起源や進化に関する発表は「太陽系における惑星物質の形成と進化」セッションへの投稿を推奨します。太陽系物質の研究にもとづいて宇宙での物質形成全般を議論する発表は、ぜひ本セッションにご投稿ください。

9:00 ~ 9:15

[PCG23-01] 宇宙塵の起源：銀河スケールからの考察

★招待講演

*井上 昭雄[1,2] (1.大阪産業大学、2.早稲田大学)

9:15 ~ 9:30

[PCG23-02] SPICA and future infrared observations of cosmic matters

★Invited Papers

*山村 一誠[1] (1.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所)

9:30 ~ 9:45

[PCG23-03] Engineering first light of a new mid-infrared instrument MIMIZUKU

*上塚 貴史[1]、宮田 隆志[1]、酒向 重行[1]、大澤 亮[1]、内山 允史[1]、森 智宏[1]、吉田 泰[1] (1.東京大学大学院理学系研究科附属天文学教育研究センター)

9:45 ~ 10:00

[PCG23-04] 急冷窒素含有炭素質物質の性質と宇宙曝露実験

*遠藤 いずみ[1]、左近 樹[1]、尾中 敬[1]、癸生川 陽子[2]、小林 憲正[2]、三田 肇[4]、矢野 創[3] (1.東京大学、2.横浜国立大学、3.宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所、4.福岡工業大学)

10:00 ~ 10:15

[PCG23-05] Shape dependence of dust absorption opacity in the Rayleigh domain

*田崎 亮[1]、田中 秀和[1] (1.東北大学理学研究科)

10:15 ~ 10:30

[PCG23-06] 星・惑星形成領域におけるダスト表面上での水素分子のオルソ・パラ変換

*古家 健次[1]、Sameera W. M. C.[2]、羽馬 哲也[2]、渡部 直樹[2]、相川 祐理[3] (1.筑波大学　計算科学研究センター、2.北海道大学　低温科学研究所、3.東京大学)

宇宙塵の起源：銀河スケールからの考察
Origin of cosmic dust: Galaxy-scale perspective

*井上 昭雄[1,2]
*Akio Inoue[1,2]

1. 大阪産業大学、2. 早稲田大学
1. Osaka Sangyo University, 2. Waseda University

銀河は、宇宙の構成要素とも言える天体である。銀河系をはじめとする現在（すなわち近傍宇宙）の銀河では、銀河スケールで積分した宇宙塵と恒星の質量比はおよそ0.1%である。一方、ビッグバンから数億年の時代では、アルマ望遠鏡による観測で宇宙塵が検出されている銀河もあれば、宇宙塵が検出されない銀河もある。銀河スケールで積分した宇宙塵と恒星の質量比には、桁違いの多様性が見られる。このような初期宇宙での宇宙塵量の多様性の原因について考察し、銀河スケールで見たときの宇宙塵の起源について議論する。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

SPICA and future infrared observations of cosmic matters

*山村 一誠[1]
*Issei Yamamura[1]

1. 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所
1. Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency

SPICA (Space Infrared Telescope for Cosmology and Astrophysics) is an ESA-JAXA joint mission for infrared astrophysics. The main goal of the mission is to make significant contribution to answer the essential questions; how the universe has evolved to the current state of being rich in metals and cosmic dust, and how our solar system involving life has formed and developed.
SPICA is equipped with a 2.5 m telescope operated at cryogenic temperature (8 K). Three scientific instruments on board are SPICA Mid-infrared Instrument (SMI), SPICA Far-infrared Instrument (SAFARI) and Magnetic field explorer with Bolometric Polarimeter (B-BOP). SMI covers 18-36 μm with spectral resolutions R~100 or 2000, and 12-18 μm with R~28000 and it is also capable of imaging at 34 μm. SAFARI observes 34-230 μm in four wavelength bands at spectral resolution of R~300 or 2000-11000. B-BOP carries out imaging polarimetry at 100, 200, and 350 μm.
Thanks to the cryogenic telescope and the cutting-edge sensor technique, SPICA will realize sensitivity two orders of magnitude better than that in the previous missions such as Herschel. Significant fraction of the observing time will be open to the committee as proposal-based observations. Various celestial objects can be targets for observation with SPICA. For instance, high-quality spectroscopic data of trans-Neptunian objects and planet-forming circumstellar disks may clarify detailed formation process of our solar system. Observation of circumstellar dust of mass-losing stars at various environments will inform us how the cosmic dust are provided into our universe.
SPICA was selected as one of three candidates for ESA Cosmic Vision M5 mission from 25 proposals in May 2018, and it is currently under conceptual design. JAXA is a major partner, and will provide cryogenic payload module (PLM) and SMI. SAFARI and B-BOP are provided by the European consortia. The final selection of M5 will be in mid 2021, and the launch is expected to be late 2020's.

キーワード：赤外線、スペース観測、ダスト
Keywords: Infrared, Space Mission, Dust

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Engineering first light of a new mid-infrared instrument MIMIZUKU

*上塚 貴史[1]、宮田 隆志[1]、酒向 重行[1]、大澤 亮[1]、内山 允史[1]、森 智宏[1]、吉田 泰[1]
*Takafumi Kamizuka[1], Takashi Miyata[1], Shigeyuki Sako[1], Ryou Ohsawa[1], Masahito S. Uchiyama[1], Tomohiro Mori[1], Yutaka Yoshida[1]

1. 東京大学大学院理学系研究科附属天文学教育研究センター
1. Institute of Astronomy, School of Science, the University of Tokyo

The University of Tokyo is currently constructing an observatory, the University of Tokyo Atacama Observatory (TAO), in the Atacama Desert in Chile. The site is located at the summit of Cerro Chajnantor, whose altitude is 5640 m. The high altitude and the dry climate decrease the water vapor in the atmosphere (Precipitable Water Vapor <0.5 mm) and improve the atmospheric transmittance in the infrared region. Therefore, the site is one of the most ideal places for infrared observations on the ground. By placing a large-aperture telescope (6.5 m in diameter) at the site, we make the TAO a cutting-edge facility for infrared observational astronomy. The Mid-Infrared Multi-field Imager for gaZing at the UnKnown Universe (MIMIZUKU) is the first-generation mid-infrared instrument for the TAO. The main features of MIMIZUKU are: 1) wide wavelength coverage from 2 to 38 microns, 2) high-spatial resolution, and 3) accurate calibration of the atmospheric absorption. The wide wavelength coverage is achieved by installing three optical channels, NIR, MIR-S, and MIR-L, covering 2.0-5.3, 6.8-26, and 24-38 microns, respectively. Each channel can perform imaging and low-resolution spectroscopic observations. The high spatial resolution is achieved by the large-aperture telescope, which determines diffraction-limited spatial resolution. The calibration accuracy of the atmospheric absorption is improved by installing a special optical device called Field Stacker. The Field Stacker has three movable mirrors and is placed on the telescope focal plane. The mirrors pick off the light from two sky regions and combines them into one field. Then, we can observe two different sky regions simultaneously. By using this function, we can perform simultaneous observations of scientific target and reference object. Simultaneous observations allow us to compensate the time variation of the atmospheric absorption and improve accuracy of its calibration. If this function successfully works, we can realize stable and accurate observations even in wavelength regions with low atmospheric transmittance, like ozone absorption region around 9.6 microns and long-wavelength mid-infrared regions in >20 microns.

Ahead of the completion of the TAO, planned around late-2020, engineering observations of MIMIZUKU were carried out at the Subaru telescope in July and December, 2018. In these observations, the functions of the MIR-S channel and the Field Stacker device were tested. As for the imaging functions, the spatial resolutions in the N- and Q-bands were confirmed to be 0.32 and 0.59 arcsec, respectively. It means that MIMIZUKU can achieve diffraction-limited images in the mid-infrared regions. As for the spectroscopic functions, spectral resolutions for the N- and Q-band modes were measured to be 180 and 100, respectively. These are consistent with the designed values. In addition, the effectiveness of the Field Stacker on the calibration of the atmospheric absorption were also confirmed. It was found that we can reduce the photometric uncertainty to a few percent even under the condition where the photometric count varies with >10 % (p-v) due to the atmospheric variation. As for the spectroscopy, Q-band spectroscopic observations, which have been difficult in ground-based observations, were realized. We found that the atmospheric absorption can be calibrated with the Field Stacker and that we can get spectra in 17-24.5 microns with fluctuations less than 5%.

These capabilities enable us to perform wide-wavelength spectroscopic monitoring observations. Such

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

observations are useful to investigate time variation of temperature and amount of dust produced by dust-forming events around evolved stars like red giants and supernovae. In this presentation, we will report the results of the engineering observations and future prospects of the observational studies on dust formation process using MIMIZUKU.

キーワード：地上中間赤外線観測、モニタリング観測、ダスト形成、東京大学アタカマ天文台、MIMIZUKU
Keywords: Ground mid-infrared observations, Monitoring observations, Dust formation, The University of Tokyo Atacama Observatory (TAO), MIMIZUKU

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

急冷窒素含有炭素質物質の性質と宇宙曝露実験
Properties and space exposure of Quenched Nitrogen-included Carbonaceous Composite (QNCC)

*遠藤 いずみ[1]、左近 樹[1]、尾中 敬[1]、癸生川 陽子[2]、小林 憲正[2]、三田 肇[4]、矢野 創[3]
*Izumi Endo[1], Itsuki Sakon[1], Takashi Onaka[1], Yoko Kebukawa[2], Kensei Kobayashi[2], MITA Hajime[4], Hajime Yano[3]

1. 東京大学、2. 横浜国立大学、3. 宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所、4. 福岡工業大学
1. University of Tokyo, 2. Yokohama National University, 3. ISAS/JAXA, 4. Fukuoka Institute of Technology

有機物は現在の宇宙にありふれているが、その起源や、それらがどのように太陽系の生命の誕生に寄与したかについては未だ詳細はわかっていない。様々な天体物理環境で観測される未同定赤外バンドは、その担い手が有機物に関連すると考えられているため、宇宙における有機物の起源を考える上で重要な研究対象である。我々は、赤外特性が古典新星周囲の未同定赤外バンドを極めてよく再現する急冷窒素含有炭素質物質(Quenched Nitrogen-included Carbonaceous Composite; QNCC)の合成に初めて成功した。物性解析の結果、QNCCはN/C=3-5%の窒素を含んでいることがわかった。また、我々はQNCCがアミン(C-N)の構造を有し、それが古典新星で観測される未同定赤外バンドに特徴的な8μm付近のbroad な構造に寄与していることを見出した。QNCCの赤外吸収スペクトル中に見られたbroad な8μmの構造は、炭素質コンドライト中の不溶性有機物(IOM) の赤外特性にも見られることがわかっている。また、QNCCのN/C 比はIOMのN/C比(2-5%)とほぼ一致する。これらのことから、QNCCは太陽系初期の有機物の起源を探る上で重要な物質であると考えられる。これらの結果を踏まえて、我々は現在、国際宇宙ステーション(ISS)「きぼう」日本実験棟汎用宇宙曝露実験用ハンドレール取り付け機構ExHAMを利用した、QNCCの宇宙環境曝露実験に着手した。本宇宙曝露実験により、晩期型星を起源とする有機物(QNCC)が太陽近傍における宇宙環境曝露によって獲得する物性を明らかにし、太陽系初期の有機物(IOM)との比較を行うことにより、晩期型星を起源とする有機物星間空間を漂ったのち太陽系初期の有機物に寄与する可能性を検証する。本講演では、これまで室内合成実験および物性分析の結果、新星周囲の未同定赤外バンドの担い手の最も有力な候補と考える急冷窒素含有炭素質物質(QNCC)の性質とその宇宙曝露実験計画の最新の進捗状況を述べる。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Shape dependence of dust absorption opacity in the Rayleigh domain

*田崎 亮[1]、田中 秀和[1]
*Ryo Tazaki[1], Hidekazu Tanaka[1]

1. 東北大学理学研究科
1. Astronomical Institute, Tohoku University

In various astrophysical environments, dust absorption opacity must be assumed to estimate dust mass by observations. Cosmic dust particles often have radii smaller than FIR or more longer wavelengths, and hence, they are typically in the Rayleigh domain at these observing wavelengths. It is known that absorption opacity in the Rayleigh domain sensitively depends on the shape of dust particles. In this study, we study how dust coagulation alters absorption opacity in the Rayleigh domain by using the T-Matrix Method. We find that higher-order terms of harmonic expansion of the electromagnetic field must be taken into account to reproduce strong field appearing around contact points between monomer particles. As a result, we show that coagulation can enhance dust absorption opacity by a factor of about 2 for silicate and about 5 for carbonaceous particles. We discuss appropriate approximate methods to mimic the shape effect of dust absorption opacity.

キーワード：非球形ダスト粒子、吸収不透明度、T-Matrix Method
Keywords: Non-spherical dust particles, Absorption opacity, T-Matrix Method

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

星・惑星形成領域におけるダスト表面上での水素分子のオルソ・パラ変換
Modeling of the H_2 ortho-para spin conversion on grain surfaces in star- and planet-forming regions

*古家 健次[1]、Sameera W. M. C.[2]、羽馬 哲也[2]、渡部 直樹[2]、相川 祐理[3]
*Kenji Furuya[1], W. M. C. Sameera[2], Tetsuya Hama[2], Naoki Watanabe[2], Yuri Aikawa[3]

1. 筑波大学　計算科学研究センター、2. 北海道大学　低温科学研究所、3. 東京大学
1. Center for Computer Sciences, University of Tsukuba, 2. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University,, 3. The University of Tokyo

Hydrogen is the most abundant element in the universe. In star- and planet-forming regions, hydrogen is primary present in H_2, which has two nuclear spin configurations, ortho and para. As the internal energy difference between ortho-H_2 and para-H_2 (170 K) is much higher than the typical temperature of star-forming regions (around 10 K), the H_2 ortho-to-para ratio (OPR) can affect the chemical evolution, including deuterium fractionation, significantly.

H_2 molecules form on grain surfaces with the statistical OPR of three. The ortho-para spin conversion proceeds through proton exchange reactions with H^+ and/or with H_3^+ in the gas phase. Laboratory experiments have found that the H_2 spin conversion can also occur on bare grains and on amorphous water ice in laboratory timescales (around a few hours). Given this very short timescale, it has been thought that the spin conversion on surfaces affects the H_2 OPR evolution in star- and planet-forming regions. However, its efficiency in the astronomical conditions remains unclear; almost all H_2 is present in the gas phase rather than on grain surfaces, and thus the spin conversion timescale of overall H_2 (i.e., gas + solid) via the spin conversion on surfaces depends on how efficiently gaseous and solid H_2 interact.

We investigate the efficiency of the H_2 spin conversion on grain surfaces under physical conditions that are relevant to star- and planet forming regions. We utilize the rate equation model that considers adsorption of gaseous H_2 on grain surfaces which have a variety of binding sites with different potential energy depth, thermal hopping and desorption of adsorbed H_2, and the spin conversion. We find that the conversion efficiency depends on H_2 gas density and surface temperature. As a general trend, increased H_2 gas density reduces the conversion efficiency, while the temperature dependence is not monotonic; there is a critical temperature at which the efficiency is maximum. We will discuss whether the spin conversion on surfaces can dominates over that in the gas-phase in star- and planet-forming regions.

キーワード：水素分子、オルソ/パラ比、星・惑星形成領域
Keywords: H2 molecule, Ortho-to-para ratio, Star- and planet-forming regions

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-CG 宇宙惑星科学複合領域・一般

2019年5月26日(日) 10:45 ~ 12:15 | 201B 2F

[P-CG23] 宇宙における物質の形成と進化

コンビーナ:三浦 均(名古屋市立大学大学院システム自然科学研究科)、野村 英子(東京工業大学理学院地球惑星科学系)、大坪 貴文(宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所)、瀧川 晶(京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻)、座長:古家 健次、日比谷 由紀

近年の天文観測・室内実験・惑星探査・理論的研究の進展は、銀河系・原始惑星系円盤・晩期型巨星周囲に存在する物質(ダスト・ガス)を、物質科学的観点から理解することを可能としている。特に、近年大きな成果を挙げているALMAや、SPICA・JWST・TMTなどの次世代大型望遠鏡により、天文観測により太陽系内外のフロンティアが拓かれると期待されている。銀河や星・惑星系の進化においてダストやガスが果たす役割を理解するためには、これまで以上に天文学的・宇宙物理学的研究と物質科学的研究をリンクさせることが重要である。本セッションでは、宇宙の物質進化や形成を理解するために、天文観測と物質科学からどのようなアプローチが可能なのかを双方向から議論する。
太陽系物質の起源や進化に関する発表は「太陽系における惑星物質の形成と進化」セッションへの投稿を推奨します。太陽系物質の研究にもとづいて宇宙での物質形成全般を議論する発表は、ぜひ本セッションにご投稿ください。

10:45 ~ 11:00

[PCG23-07] 非晶質ケイ酸塩と水蒸気との酸素同位体交換速度論から制約される始原的ケイ酸塩ダストの原始惑星系円盤での熱的プロセス

★招待講演

*山本 大貴[1]、橘 省吾[2]、川崎 教行[1]、黒田 みなみ[1]、坂本 直哉[3]、圦本 尚義[1,4] (1.北海道大学 大学院理学院 自然史科学専攻 地球惑星システム科学講座、2.東京大学 大学院理学系研究科 宇宙惑星科学機構、3.北海道大学 創成研究機構、4.宇宙航空研究開発機構)

11:00 ~ 11:15

[PCG23-08] Birth-place of comet 17P/Holmes from its mass fractions of minerals

★Invited Papers

*新中 善晴[1]、大坪 貴文[2]、河北 秀世[1]、山口 充[1]、本田 充彦[3]、渡部 潤一[4] (1.京都産業大学、2.宇宙航空研究開発機構/宇宙科学研究所、3.久留米大学、4.国立天文台)

11:15 ~ 11:30

[PCG23-09] 「あかり」中間赤外線分光観測による異なる母天体起源の惑星間塵の性質比較

*高橋 葵[1]、大坪 貴文[2]、松原 英雄[2]、臼井 文彦[3]、左近 樹[4]、茅原 弘毅[5] (1.総合研究大学院大学、2.JAXA宇宙科学研究所、3.神戸大学、4.東京大学、5.大阪産業大学)

11:30 ~ 11:45

[PCG23-10] アモルファスMg_2SiO_4微粒子を覆った氷の光化学反応によるフォルステライト結晶の生成

*香内 晃[1]、木村 勇気[1]、大場 康弘[1]、羽馬 哲也[1]、渡部 直樹[1]、橘 省吾[2]、土山 明[3]、延寿 里美[3]、大坪 貴文[4] (1.北海道大学低温科学研究所、2.東京大学理学系研究科、3.京都大学理学研究科、4.宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所)

11:45 ~ 12:00

[PCG23-11] 誘導熱プラズマ装置を用いたFe-Mg-Si-O-S系での凝縮実験：GEMS形成環境の解明に向けて

*延寿 里美[1]、河野 颯[1]、小牧 久[2]、土山 明[1] (1.京都大学理学研究科地球惑星科学専攻、2.日本電子株式会社)

12:00 ~ 12:15

[PCG23-12] 外側太陽系におけるニオブ-92の初生存在度

*日比谷 由紀[1,2]、飯塚 毅[2]、榎本 葉月[2] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.東京大学大学院理学系研究科)

非晶質ケイ酸塩と水蒸気との酸素同位体交換速度論から制約される始原的ケイ酸塩ダストの原始惑星系円盤での熱的プロセス

Thermal processes of primary silicate dust in protoplanetary disk: Constraints from oxygen isotope exchange kinetics between amorphous silicate and water vapor

*山本 大貴[1]、橘 省吾[2]、川崎 教行[1]、黒田 みなみ[1]、坂本 直哉[3]、臼本 尚義[1,4]
*Daiki Yamamoto[1], Shogo Tachibana[2], Noriyuki Kawasaki[1], Minami Kuroda[1], Naoya Sakamoto[3], Hisayoshi Yurimoto[1,4]

1. 北海道大学 大学院理学院 自然史科学専攻 地球惑星システム科学講座、2. 東京大学 大学院理学系研究科 宇宙惑星科学機構、3. 北海道大学 創成研究機構、4. 宇宙航空研究開発機構
1. Department of Natural History Sciences ,Hokkaido University, 2. UTokyo Organization for Planetary Space Science, The University of Tokyo , 3. Creative Research Institution, Hokkaido University , 4. Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency

Mass-independent oxygen isotope variations of extraterrestrial materials is considered to be a result of oxygen isotope exchange between ^{16}O-rich primitive materials and ^{16}O-poor gaseous reservoirs (Yurimoto & Kuramoto, 2004; Lyons & Young, 2005). Because the isotope exchange rate is controlled by the physicochemical condition of protoplanetary disks, oxygen isotopic compositions of extraterrestrial materials could be a good tracer for the disk conditions. However, little has been known about the kinetics of isotope exchange reaction for oxygen in the disks. We focused on oxygen isotope evolution of amorphous silicate dust, which is recognized as primitive material in protoplanetary disks, and investigated oxygen isotope exchange kinetics between amorphous silicates and water vapor.

A series of oxygen isotope exchange experiments between submicron-sized grains of amorphous silicate with forsterite and enstatite stoichiometry and ^{18}O-enriched water vapor (97% ^{18}O) were carried out at 803–1123 K and water vapor pressure (P_{H2O}) of 0.01–1 Pa using a gold-mirror vacuum furnace equipped with a gas flow system (Yamamoto & Tachibana, 2018). The run products were analyzed with FT-IR (JASCO FT-IR 4200), XRD (Rigaku SmartLab), and FE-SEM (JEOL JSM-7000F). The bulk oxygen isotope composition was determined as an average of multiple measurements for a pelletized sample by SIMS (Cameca ims-6f and -1280HR).

An infrared absorption peak of amorphous silicate at ~10 micron shifted to longer wavelengths with time by annealing with $H_2{}^{18}O$ vapor of 0.3 Pa at 803–883 K for amorphous forsterite and at 923–1003 K for amorphous enstatite, whereas such a shift was not observed for samples annealed in the presence of isotopically normal water vapor of 0.3 Pa. The relative peak shifts of the 10 micron feature of amorphous forsterite and enstatite correlate with their oxygen isotopic compositions, suggesting that the peak shift was caused by the isotope exchange of oxygen between amorphous silicates and $H_2{}^{18}O$ vapor. Temporal change of the degree of isotope exchange under these conditions was governed by diffusive isotope exchange with the isotope exchange rate of D ($m^2\,s^{-1}$) = (1.5 ±1.0) $\times10^{-19}$exp[−161.5 ±14.1 (kJ mol^{-1}) R^{-1} (1/T−1/1200)] for amorphous forsterite and D ($m^2\,s^{-1}$) = (5.0 ±0.2) $\times10^{-21}$exp[−161.3 ±1.7 (kJ mol^{-1}) R^{-1} (1/T−1/1200)] for amorphous enstatite. At P_{H2O}= 0.01 Pa, the isotope exchange reaction for amorphous forsterite is controlled by a supply of water vapor at 853 and 883 K, and the supply-controlled isotope exchange rate was evaluated. Crystallization of amorphous forsterite dominated over oxygen isotope exchange at a higher temperature of 1073 K because crystallization precedes the oxygen isotope

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

exchange reaction. The oxygen isotope exchange timescales for amorphous forsterite and enstatite dust under protoplanetary disk conditions suggest that the primary oxygen isotope signatures of amorphous silicate dust would be erased by thermal annealing at temperatures above 500–650 K within the lifetime of protoplanetary disks.
Cometary silicate dust collected by the Stardust mission has ^{16}O-poor isotopic compositions close to the terrestrial value (McKeegan et al., 2006; Nakamura et al., 2008). If primitive silicate dust in the protosolar disk has the same ^{16}O-rich composition as the Sun, this observation implies that comets accreted silicate dust that was thermally processed at temperature above ~500–650 K in the inner Solar System and transported to the comet formation region (e.g., Nuth, 1999; Ciesla, 2007). This could also explain that presolar silicate grains are not a major component in cometary silicates (Floss et al., 2013). The effective radial transport of inner disk materials to the outer part of protoplanetary disks may provide some constrains on the dynamics of protoplanetary disks prior to planet formation.

キーワード：非晶質ケイ酸塩、ダスト、酸素、同位体交換、原始惑星系円盤
Keywords: amorphous silicate, dust, oxygen, isotope exchange, protoplanetary disk

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Birth-place of comet 17P/Holmes from its mass fractions of minerals

*新中 善晴[1]、大坪 貴文[2]、河北 秀世[1]、山口 充[1]、本田 充彦[3]、渡部 潤一[4]
*Shinnaka Yoshiharu[1], Takafumi Ootsubo[2], Hideyo Kawakita[1], Mitsuru Yamaguchi[1], Mitsuhiko Honda[3], Jun-ichi Watanabe[4]

1. 京都産業大学、2. 宇宙航空研究開発機構/宇宙科学研究所、3. 久留米大学、4. 国立天文台
1. Kyoto Sangyo University, 2. JAXA/ISAS, 3. Kurume University, 4. NAOJ

Comets are considered as the most pristine icy small objects in the solar system. They are likely to have kept the information about the solar system formation. Physical properties of cometary dust grains and composition of cometary volatiles are precious clues to physico-chemical conditions of the solar nebula. Comet 17P/Holmes is a Jupiter-family comet with an orbital period of ~7 yrs. Comet Holmes exhibited a great outburst starting on UT 2007 October 23 when the comet was 2.5 au from the Sun and five months after the perihelion passage. Because the observed relative abundance ratios of volatiles with respect to water in comet Holmes are enriched compared with other comets (Dello Russo et al. 2016, Icarus, 278, 301), it is thought that the nucleus of comet Holmes formed at a further distance from the Sun in the solar nebula (SN).

Silicate grains in the interstellar space are considered almost in amorphous form (only a few percent of mass or less is considered as crystalline for silicate; Kemper et al. 2004, ApJ, 609, 826). However, abundant crystalline silicate grains have often been found in cometary grains (up to ~80% by mass with large variety among comets; Hanner et al. 1994, ApJ, 425, 274; Wooden et al. 1999, ApJ, 517, 1034; Ootsubo et al. 2007, P&SS, 55, 1044, and references therein). It is thought that these crystalline silicates in comets formed by annealing of interstellar amorphous silicate grains or by direct condensation of gaseous materials in a hot region of the SN, and incorporated into cometary nuclei after they were transported to the cold comet-forming region (several to 30 au from the Sun). In this scenario, it is expected that mass fraction of the crystalline silicates in cometary dust grains tends to be smaller at further distances from the Sun.

We discuss the possibility that comet Holmes formed in a colder region in the SN rather than other comets based on the mass fraction of crystalline silicates in silicate grains. We derived mineral abundances in comet Holmes by applying the thermal emission model for cometary dust grains (Ootsubo et al. 2007, P&SS, 55, 1044; Shinnaka et al. 2018. AJ, 156, 242) to the mid-infrared spectra of comet Holmes taken with the COMICS on the Subaru Telescope from UT 2007 October 25 to 28. The derived mass fraction ratios of crystalline silicate of comet Holmes (~30%) is the almost smallest among comets studied in previous articles, supporting the hypothesis that comet Holmes formed at a further distance from the Sun in the SN compared with other comets. At such a cold region, hyper volatile ices like CO and amorphous water ices (possible energy sources for explosive sublimation) would be abundant.
This work was supported by JSPS grants (15J10864 and 17K05381).

キーワード：彗星、鉱物組成比、中間赤外線
Keywords: Comet, Mineral abundance, Mid-infrared

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

「あかり」中間赤外線分光観測による異なる母天体起源の惑星間塵の性質比較

Comparison of grain properties in interplanetary dust from different types of parent bodies by mid-infrared spectroscopic observations with AKARI

*高橋 葵[1]、大坪 貴文[2]、松原 英雄[2]、臼井 文彦[3]、左近 樹[4]、茅原 弘毅[5]
*Aoi Takahashi[1], Takafumi Ootsubo[2], Hideo Matsuhara[2], Fumihiko Usui[3], Itsuki Sakon[4], Hiroki Chihara[5]

1. 総合研究大学院大学、2. JAXA宇宙科学研究所、3. 神戸大学、4. 東京大学、5. 大阪産業大学
1. The Graduate University for Advanced Studies, 2. Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency, 3. Kobe University, 4. University of Tokyo, 5. Osaka Sangyo University

Interplanetary dust (IPD) diffusely distributes in interplanetary space and is thought to be recently supplied from the inside of primordial planetesimals like asteroids or comets. The IPD’ s grain properties, such as compositions and crystal morphologies, depend on the types of parent bodies and can give us the information on the environment in the proto-solar system. The properties can be investigated in terms of silicate features around 10 μm seen in the zodiacal emission spectra. Since the IPD originating from different types of the parent bodies have different spatial distributions, it is important to survey the silicate features at various sky directions. For example, the asteroidal IPD locally distributes at low specific ecliptic latitudes and observed as band structures near the ecliptic plane. On the other hand, because of the variety of comets' inclinations, the cometary IPD distributes more globally than the asteroidal IPD does. The IPD from theJupiter Family Comets (JFCs) can form the dust cloud with a broad distribution in ecliptic latitudesaround the ecliptic plane, while the IPD from the Oort Cloud Comets (OCCs) is expected to distribute isotropically.

We obtained the high signal-to-noise zodiacal emission spectra at 74 different directions of the sky by using the mid-infrared slit-spectroscopic data obtained with the Infrared Camera on board the Japanese AKARI satellite. They exhibit the excess emission feature at the 9-12 μm range and even some sharp peaks. In order to identify the constituents, we compared the shape of spectral featureswith absorption coefficients of 4 types ofcandidate materials: amorphous with olivine composition, amorphous with pyroxene composition, forsterite (Mg2SiO4, one of olivine crystals), and ortho-enstatite (MgSiO3, one of pyroxene crystals).

The IPD was found to typicallyinclude small silicate crystals, especially enstatite grains with extreme crystal morphologies. We also found that the shape of spectral features slightly changesdependingon the sky directions.As the result of the investigation into peak wavelengths and the excess strength of each peak, the IPD at the higher ecliptic latitudes seems to have lower olivine/(olivine+pyroxene) ratio.At the sky directions toward the asteroidal dust band structures, the feature shapes show a difference which cannot be explained only by the difference in theolivine/(olivine+pyroxene) ratioand may indicate contamination of the hydrated minerals.

We will present the results of the grain properties of the IPD originating from some types of the parent bodies, and give the implications for the environment in the proto-solar system.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

アモルファスMg_2SiO_4微粒子を覆った氷の光化学反応によるフォルステライト結晶の生成

Formation of forsterite crystal induced by ultraviolet irradiation of water ice ice on amorphous Mg_2SiO_4 particles

*香内 晃[1]、木村 勇気[1]、大場 康弘[1]、羽馬 哲也[1]、渡部 直樹[1]、橘 省吾[2]、土山 明[3]、延寿 里美[3]、大坪 貴文[4]
*Akira Kouchi[1], Yuki Kimura[1], Yasuhiro Oba[1], Tetsuya Hama[1], Naoki Watanabe[1], Shogo Tachibana[2], Akira Tsuchiyama[3], Satomi Enju[3], Takafumi Ootsubo[4]

1. 北海道大学低温科学研究所、2. 東京大学理学系研究科、3. 京都大学理学研究科、4. 宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所
1. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, 2. UTokyo Organization for Planetary and Space Science, University of Tokyo, 3. Graduate School of Science, Kyoto University, 4. Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency

赤外線観測により，彗星の珪酸塩には結晶とアモルファス（非晶質）の双方が見つかっている．珪酸塩結晶の生成機構としては，次の可能性が考えられている：加熱によるアモルファス珪酸塩の結晶化，太陽系星雲での直接凝縮物の混合，有機物中のラジカル–ラジカル再結合時に発生する熱によるアモルファス珪酸塩の結晶化．本研究では，氷に覆われたアモルファス珪酸塩に紫外線が照射されて起こるラジカル–ラジカル再結合時に発生する熱による結晶化を実験的に調べた．

誘導熱プラズマ法を用いたガスからの凝縮により作製した３種類のアモルファス微粒子，Mg_2SiO_4，$MgSiO_3$，GEM組成のアモルファス珪酸塩，を用いた．これらアモルファス珪酸塩微粒子をアモルファスSi薄膜の上にのせ，それを超高真空透過型電子顕微鏡中で10Kまたは82Kに冷却した．その上にアモルファス氷薄膜を蒸着した．重水素ランプからの紫外線を照射し，構造変化を電子回折法で調べた．

氷で覆われたアモルファスMg_2SiO_4に82Kで紫外線を照射した時にのみ結晶化（forsteriteの生成）が観察され，10Kでは何の変化も起こらなかった．さらに，アモルファス$MgSiO_3$およびGEM様組成のアモルファス珪酸塩では，10Kでも82Kでも何の変化も観察されなかった．

これらの結果は以下のようにして解釈できる．水分子は紫外線照射により分解される，

$H_2O + UV \rightarrow OH + H.$ (1)

逆反応のラジカル–ラジカル再結合も起こる，

$OH + H \rightarrow H_2O + 4.8\ eV.$ (2)

反応(2)は10Kでは非常に遅いが，82Kでは即座に起こる．反応(2)の4.8eVは，アモルファスMg_2SiO_4の結晶化エネルギー(3-4eV)より大きく，アモルファス$MgSiO_3$の結晶化熱(9 eV)およびGEM様組成のアモルファス珪酸塩より小さい．

以上の結果をもとに，彗星で観測されるforsterite結晶の一部は彗星コマ中で氷に覆われたアモルファスMg_2SiO_4に太陽紫外線が照射されて生成されると考えることができる．発表では赤外線観測との比較も述べる．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：アモルファス珪酸塩、光化学反応、結晶化、フォルステライト
Keywords: Amorphous silicate, Photochemical reaction, Crystallzation, Forsterite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

誘導熱プラズマ装置を用いたFe-Mg-Si-O-S系での凝縮実験：GEMS形成環境の解明に向けて

Condensation experiments in the sytem Fe-Mg-Si-O-S using induction thermal plasma: implication to GEMS forming condition

*延寿 里美[1]、河野 颯[1]、小牧 久[2]、土山 明[1]
*Satomi Enju[1], Hayate Kawano[1], Hisashi Komaki[2], Akira Tsuchiyama[1]

1. 京都大学理学研究科地球惑星科学専攻、2. 日本電子株式会社
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University, 2. JEOL Ltd.

彗星塵にはGEMS（glass with embedded metal and sulfides）と呼ばれる、Fe-Ni金属と硫化鉄の微小粒子（約10-50 nm）を包有する直径100 -500 nm程度の非晶質珪酸塩粒子が特徴的に含まれている[1, 2]。GEMSは太陽系で最も始原的な物質の一つと考えられ、その起源を理解することは太陽系物質の起源を理解する上で重要である。星雲ガスにおける非平衡凝縮モデル[1]に基づいて、これまでGEMS模擬粒子の凝縮実験[2, 3]が行われているが、主要元素の一つである硫黄を含む系での系統的な実験は行われていない。本研究では、硫黄を含むFe-Mg-Si-O-S系において、酸化還元条件を系統的に変化させた凝縮実験によるGEMSの再現と、その形成環境の理解を目指している。

凝縮実験には誘導熱プラズマ(induction thermal plasma: ITP) 装置を用いた。この装置では、～10^4 Kの熱プラズマにより出発物質を蒸発させ、そのガスの急冷により微粒子を合成することができる。粉体試薬（SiO_2, Si, MgO, Fe, FeS_2）をGEMS平均組成Mg : Fe : Si : S = 0.7 : 0.6 : 1 : 0.3 (mol比)[1]となるように混合物したものを出発物質とし、ArとHeをプラズマガスとして用いて、圧力70 kPaで実験を行った。酸化還元雰囲気は、出発物質のSiO_2/Si比および粉末供給量 (fd)によって変化する。本研究では、酸化還元雰囲気を変えた計10回の実験を行なった。得られた生成物は粉末X線回折装置 (XRD)、走査型電子顕微鏡 (SEM-EDS)、透過型電子顕微鏡 (TEM/STEM-EDS)を用いて評価した。

回収されたサンプルは主としての凝縮物であるナノ粒子と、粗粒(~10 μm)な蒸発残渣によって構成されており、XRDでも蒸発残渣由来とみられるピークが確認された。TEM観察により、凝縮物は10-100 nm程度の大きさの非晶質珪酸塩粒子からなり、その内側または表面にFeを含む数10 nmの大きさの微粒子を含むことが、全ての実験生成物において確認できた。各実験での凝縮物を構成する粒子は以下に示す5つのタイプに分類できた。

A：Feを多く含む非晶質珪酸塩粒子の内部にFe-metal微粒子を含む

B：Feを多く含む非晶質珪酸塩粒子の表面にFeS微粒子が存在

C：Feを多く含み、二相分離した非晶質珪酸塩粒子の表面にFeS微粒子が存在

D：Feに乏しい二相分離した非晶質珪酸塩粒子の表面にFeSで覆われたFe-metal微粒子が存在

E：Feに乏しい二相分離した非晶質珪酸塩の表面にFe_3Si (gupeiite)微粒子がMgS (niningerite)またはFeS微粒子と共に存在

酸化的条件での実験では凝縮物は主にタイプA, B, Cの粒子で構成されており、中間的条件ではタイプA, Dで構成されていた。一方、還元的条件においてはタイプEの粒子のみで構成されていた。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

均質核形成凝縮理論[4]を考慮し、本実験で合成された凝縮物の形成過程の推察を行った。基本のプロセスとして、どの実験においても最初に珪酸塩メルトが凝縮し、その後に他のFeを含む粒子が凝縮、最後に硫化物が形成されたと考えられる。酸化的な条件では、Feの少なくとも一部はFeOとして珪酸塩メルトに取り込まれ(タイプA, B, C)、ガス中のFeが少なくなったために、金属鉄は凝縮しなかったか、あるいは凝縮した少量の金属鉄が硫化されFeSが生成されたと考えられる(タイプB, C)。ガス中でのFe量が多い場合には、比較的高温で金属鉄が珪酸塩メルト表面に不均質核形成し、表面エネルギーのために硫化を受ける前にメルト内部に移動したと考えられる (タイプA)。一方、還元的な条件では、Feは非晶質珪酸塩メルト中にほとんど含まれない(タイプD, E)。タイプDでは、ガラス表面に不均質核形成し、その後一部が硫化を受けたものと思われる。タイプEは最も還元的な条件で、金属鉄の代わりにFe_3SiやMgS, FeSが凝縮して生成されたものと考えられる。

本研究の実験では、GEMSの特徴の一部を持った粒子は生成されたが、全く同じ特徴 (比較的Feに乏しい非晶質珪酸塩内部に多数の金属鉄を含み、外側にFeSが位置する)を持つ粒子の生成は確認できなかった。本研究で提案した凝縮物の形成モデルを考慮するとGEMSは、タイプC-D程度の酸化還元状態にて形成されたと考えられる。その際、タイプAのように高温で金属鉄が珪酸塩メルト表面に不均質核形成してメルト内部に移動した後、ガラス転移点以下の環境にて非晶質珪酸塩表面における金属鉄の生成が続き、やがて表面で硫化を受けたと考えられる。

[1] Keller and Messenger (2011) GCA, 75, 5336-5365. [2] Matsuno (2015) Ph.D. thesis. [3] Kim et al. (2017) ISPC, 23, P2-33-7, abstract. [4] Yamamoto and Hasegawa (1977) Progress of Theoretical physics vol. 58, No. 3.

キーワード：GEMS、凝縮、誘導熱プラズマ装置
Keywords: GEMS, condensation, Induction thermal plasma

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

外側太陽系におけるニオブ-92の初生存在度
The initial abundance of ^{92}Nb in the outer solar system.

*日比谷 由紀[1,2]、飯塚 毅[2]、榎本 葉月[2]
*Yuki Hibiya[1,2], Tsuyoshi Iizuka[2], Hatsuki Enomoto[2]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. 東京大学大学院理学系研究科
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. The University of Tokyo

Introduction: The *p*-process radionuclide niobium-92 (^{92}Nb) decays to zirconium-92 (^{92}Zr) by electron capture with a half-life of 37 million years (Ma). The system is a promising chronometer for addressing the early solar system evolution and planetary differentiation [1, 2]. Thus, the initial abundance of ^{92}Nb and its distribution in the early solar system provide valuable constraints on the time-scale of our solar system evolution, and on the origin of *p*-process nuclides. The initial ^{92}Nb abundance at the solar system formation was previously determined to be $(^{92}Nb/^{93}Nb)_0 = (1.7 \pm 0.6) \times 10^{-5}$, applying the internal isochron approach to the NWA 4590 angrite (U–Pb age: 4557.93 ±0.36 Ma) [2]. This value is consistent with those obtained from eucrites, ordinary chondrites, and mesosiderites [1, 3], indicating that ^{92}Nb was homogeneously distributed among their source regions. Yet, all samples previously studied for ^{92}Nb are thought to have originated from the inner solar system. Here we report internal Nb–Zr isochron dating of Northwest Africa (NWA) 6704.
NWA 6704 is a primitive achondrite having a fresh igneous texture [4] with a U–Pb age of 4562.76 ±0.30 Ma [6]. This meteorite underwent melting above liquidus temperature and subsequent rapid cooling (> 10^{-1} °C/yr; [4]), making the effect of differing closure temperatures between the U–Pb and Nb–Zr systems insignificant. Furthermore, this meteorite has Δ^{17}O, ε^{50}Ti, ε^{54}Cr and ε^{84}Sr values similar to those of carbonaceous chondrites [4-6], indicating that it samples the same reservoirs in the solar nebula as the carbonaceous chondrite parent bodies (i.e., the outer solar system). Thus, NWA 6704 enables us to evaluate the distribution of ^{92}Nb between the inner and outer solar system for the first time.

Results & Discussion: We prepared mineral and whole rock fractions from five fragments of NWA 6704. All Nb–Zr isotopic data were obtained by the ICP mass spectrometry. The isochron defines an initial ^{92}Nb/^{93}Nb of (2.8 ±0.3) $\times 10^{-5}$ at the time of NWA 6704 formation. By combining this value with the U–Pb age of NWA 6704, an initial ^{92}Nb/^{93}Nb of (3.0 ±0.3) $\times 10^{-5}$ at the time of solar system formation is derived. The obtained value is distinctly higher than the initial value in the inner solar system of (1.7 ±0.6) $\times 10^{-5}$ [2]. This indicates that ^{92}Nb was heterogeneously distributed in the protoplanetary disk before the formation of NWA 6704, and was relatively enriched in the outer solar system. The difference between these two initial values causes the apparent Nb–Zr age difference of ~30 Ma, demonstrating that the current canonical value of $(^{92}Nb/^{93}Nb)_0 = (1.7 \pm 0.6) \times 10^{-5}$ should not be used for the Nb–Zr dating of planetary materials from the outer solar system. The newly obtained initial ^{92}Nb/^{93}Nb value is clearly higher than the expected value in the model of ^{92}Nb synthesis by Type Ia supernova (SNIa) [7]. Thus, our results require another production site to be invoked for selectively producing ^{92}Nb. At the moment, only the ν-process in Type II supernova (SNII) [8] satisfies such requirement. If so, our finding suggests that the time-interval from the last SNII explosion to the formation of our solar system needs be <100 My and that nuclides synthesized by the last SNII were preferentially implanted or preserved in the outer solar system. Such enrichment of the last SNII components in the outer solar system may account for the isotopic dichotomy between carbonaceous and non-carbonaceous meteorites [e.g., 9].

References: [1] Schönbächler et al. (2002), [2] Iizuka et al. (2016), [3] Haba et al. (2017), [4] Hibiya et al.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

(2019) *GCA.*, [5] Amelin et al. (2019), [6] Hibiya et al. (2019) *GGR.*, [7] Lugaro M. et al. (2016), [8] Hayakawa et al. (2013), [9] Warren (2011).

キーワード：ニオブ-92、短寿命放射性核種、p-過程、ニュートリノ反応、Type II 超新星、同位体二分性
Keywords: niobium-92, short-lived radionuclide, p-process, ν-process, Type II supernova, isotopic dichotomy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-CG 宇宙惑星科学複合領域・一般

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_6

[P-CG23] 宇宙における物質の形成と進化

コンビーナ:三浦 均(名古屋市立大学大学院システム自然科学研究科)、野村 英子(東京工業大学理学院地球惑星科学系)、大坪 貴文(宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所)、瀧川 晶(京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻)

近年の天文観測・室内実験・惑星探査・理論的研究の進展は、銀河系・原始惑星系円盤・晩期型巨星周囲に存在する物質(ダスト・ガス)を、物質科学的観点から理解することを可能としている。特に、近年大きな成果を挙げているALMAや、SPICA・JWST・TMTなどの次世代大型望遠鏡により、天文観測により太陽系内外のフロンティアが拓かれると期待されている。銀河や星・惑星系の進化においてダストやガスが果たす役割を理解するためには、これまで以上に天文学的・宇宙物理学的研究と物質科学的研究をリンクさせることが重要である。本セッションでは、宇宙の物質進化や形成を理解するために、天文観測と物質科学からどのようなアプローチが可能なのかを双方向から議論する。
太陽系物質の起源や進化に関する発表は「太陽系における惑星物質の形成と進化」セッションへの投稿を推奨します。太陽系物質の研究にもとづいて宇宙での物質形成全般を議論する発表は、ぜひ本セッションにご投稿ください。

[PCG23-P01] 純炭素グラフェン分子による惑星状星雲の赤外スペクトル解析

*太田 憲雄[1] (1.筑波大学・数理物質科学研究科)

[PCG23-P02] Theory of Self-induced Desorption of Molecules from Cold Dust Surface

山本 哲生[1]、*三浦 均[2]、Osama Shalabiea[3] (1.北海道大学、2.名古屋市立大学大学院システム自然科学研究科、3.カイロ大学)

[PCG23-P03] GEMS粒子の合成を目指したMg-Fe-Si-S-Al-Ca-Ni-O系での凝縮実験

*井村 悠登[1]、延寿 里美[1]、河野 颯[1]、土山 明[1] (1.京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻)

[PCG23-P04] 星間分子候補チオフェノキシラジカルの新しい吸収バンドの実験室検出

佐藤 遥香[1]、根岸 茉由[1]、*荒木 光典[1]、小山 貴裕[1]、築山 光一[1] (1.東京理科大学理学部第一部化学科)

[PCG23-P05] フォルステライトガラス−アモルファス氷界面の構造とダイナミクス

*久保 文音[1]、西澤 隼哉[1]、深澤 倫子[1] (1.明治大学大学院理工学研究科応用化学専攻)

[PCG23-P06] 紫外波長域スペクトルを用いた天体表面の有機物同定における宇宙風化の影響

*荒尾 昇吾[1]、吉川 一朗[2]、吉岡 和夫[2]、左近 樹[1]、疋田 伶奈[1]、遠藤 いずみ[1]、勝瀬 陸[2] (1.東京大学大学院理学系研究科、2.東京大学大学院新領域創成科学研究科)

[PCG23-P07] 銀河中心Sagiturius B2(N)エンベロープにおけるCH_3CNの検出

*荒木 光典[1]、高野 秀路[2]、小山 貴裕[1]、久世 信彦[3]、亀谷 和久[4]、築山 光一[1] (1.東京理科大学、2.日本大学、3.上智大学、4.国立天文台)

純炭素グラフェン分子による惑星状星雲の赤外スペクトル解析
Infrared spectrum of planetary-nebula analyzed by pure-carbon graphene molecule

*太田 憲雄[1]
*Norio Ota[1]

1. 筑波大学・数理物質科学研究科
1. University of Tsukuba,Graduate school of pure and applied sciences

恒星終末期の惑星状星雲は星間ダスト源の有力候補である。特にTc1やLin49などの炭素星では特徴的な赤外スペクトル（ＩＲ）が見られる[１]。これらは球状の炭素フラーレン分子（Ｃ６０やＣ７０など）によると理解されてきた[２]。しかしスペクトルにはフラーレンでは解釈しきれない多数のバンドがある。多くのフラーレン合成実験（地上）では、平板状の炭素分子であるグラフェンが付随することが多い。そこでグラフェンも炭素星大気中にあるのではないかと考え、その可能性を第一原理計算で探った。

グラフェンの一例として６員環７個からなる（Ｃ２４）分子を端緒に、量子化学計算を行った。用いたソフトはGaussian09で、最適構造と分子振動計算から赤外スペクトルを求めた。この際天体物理条件を課した。すなわち①恒星風（高速プロトンが主）によるグラフェン内部の空孔形成、②中心星からの紫外線照射による光イオン化（陽イオン）である。

計算の結果、観測スペクトルを最も良く再現できたのは、炭素５員環1個と６員環６個からなるグラフェン分子（Ｃ２３）であった。イオン状態としては中性および１価と２価の３状態の合算である。波長5～25ミクロンの範囲での観測バンドは16個である。フラーレンではこのうち8個が合致する。一方、グラフェン（Ｃ２３）では16個の全バンドで合致した。グラフェンが優位な理由としては、①炭素蒸気からの合成実験では収率が圧倒的に高いこと、②対称性がフラーレンより低く赤外活性バンドが多いことなどが挙げられる。以上から、炭素星ではグラフェンが重要なダスト成分になっていると考えられる[３]。

参考文献
[1] Otsuka M. , et al., Monthly notices of the royal astronomical society, vol.462 issue 1, p-12 (2016)

[2] Cami J. , et al., Science, vol.329, p-1180 (2010)
[3] Norio Ota, arXiv 1811.05043 (2018)

キーワード：惑星状星雲、グラフェン、赤外スペクトル
Keywords: planetary nebula, graphene, infrared spectrum

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Theory of Self-induced Desorption of Molecules from Cold Dust Surface

山本 哲生[1]、*三浦 均[2]、Osama Shalabiea[3]
Tetsuo Yamamoto[1], *Hitoshi Miura[2], Osama M. Shalabiea[3]

1. 北海道大学、2. 名古屋市立大学大学院システム自然科学研究科、3. カイロ大学
1. Hokkaido University, 2. Graduate School of Natural Sciences, Department of Information and Basic Science, Nagoya City University, 3. Cairo University

The observations of interstellar molecular clouds show the presence of various species of molecules in the gas phase. Recent observations have revealed the existence of complex organic molecules and terrestrial-type organic species such as methyl formate and dimethyl ether in cold dense cores and pre-stellar cores. On the other hand, it has been pointed out that the molecules in the gas must have benn lost from the gas phase by accretion onto dust surfaces in the time shorter than the life time of dense cold clouds. This is called a freeze-out paradox. The accretion timescale is ~$10^9/n$(H) yrs, where n(H) is number density of hydrogen. This indicates that there must be some desorption mechanism to maintain the observed gas-phase abundances. Several mechanisms have been proposed so far such as temperature elevation by grain-grain collisions (d'Hedecourt et al., 1982; Schutte & Greenberg, 1991; Shalabiea & Greenberg, 1994), heating by cosmic ray, X ray and UV photons (Leger et al., 1985, Ivrev et al. 2015), and so on.

We propose a new mechanism that is necessarily associated with exothermic reactions of molecules on grain surfaces even in cold environments like cold dense cores of molecular clouds. This mechanism consists of three steps that occur on the grain surface: (1) formation of new molecules by an exothermal grain-surface reaction, (2) heating of the dust surface due to release of the heat of formation, and (3) desorption of the newly formed molecules into the gas phase.

We formulate the desorption probability of molecules newly formed by exothermic reaction by calculating the temperature distribution on the grain surface as a function of the distance from the reaction site and time. Our formula of desorption probability P is a function of heat of formation Q, desorption energy E_d of a molecule from a substrate, and molecular weight μ of a desorbing molecule. We compare P with the experiments for reactions of various Q, E_d, and μ for three substrates of oxidized HOPG, nonporous amorphous water ice, and amorphous silicate. Here, we used the compilation of the experimental data by Minissale et al. (2016). We also show a method developed for the comparison of our theory with the experiments. Discussion is given on the comparison of our theory with other two theories of desorption (Garrod et al., 2007; Minissale et al., 2016).

キーワード：宇宙化学、分子雲、ダスト表面反応、脱離
Keywords: Astrochemistry, Molecular cloud, Grain-surface reaction, Desorption

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

GEMS粒子の合成を目指したMg-Fe-Si-S-Al-Ca-Ni-O系での凝縮実験
Synthesis of GEMS analogue particles by condensation experiments in the system Mg-Fe-Si-S-Al-Ca-Ni-O

*井村 悠登[1]、延寿 里美[1]、河野 颯[1]、土山 明[1]
*Yuto Imura[1], Satomi Enju[1], Hayate Kawano[1], Akira Tsuchiyama[1]

1. 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻
1. Division of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University

GEMS (Glass with Embedded Metal and Sulfide) は彗星由来の惑星間塵であるCP-IDPsの主成分である (Keller and Messenger, 2011)。GEMSは太陽系で最も始原的な物質の一つであると考えられており、その形成環境や形成過程の解明が、太陽系の起源を理解するうえで重要である。GEMSの起源については、星間塵が宇宙線の照射を受けて非晶質化したとする説 (Bradley and Dai, 2004)や、星周 (晩期型星星周あるいは原始惑星系円盤) でのガスの凝縮により生成されたという説 (Keller and Messenger, 2011)などがあるが、いまだ論争中である。先行研究では、星周ガスにおける凝縮過程を模擬した凝縮実験において、GEMS粒子に類似した微粒子が生成されている (Matsuno, 2015; Kim et al., 2017, 河野, 2019)。とくに、河野(2019)は主要元素からなる化学組成 (Mg-Fe-Si-S-O系)において、酸化還元雰囲気による生成物の系統的な変化を明らかにした。本研究では、これらの主要元素に次いで存在度の大きな元素 (Al,Ca,Ni)を含めたより天然に近い化学組成 (Mg-Fe-Si-S-Al-Ca-Ni-O系)において、酸化還元雰囲気を変化させて凝縮実験を行い、GEMSの形成についての理解を深めることを目指した。

凝縮実験には誘導熱プラズマ (ITP)装置を用いた。出発試料として、GEMSの平均組成比 (Keller and Messenger,2011)になるように試薬を混合した。その際、SiO_2とSiの比の異なる粉体試料を3種類用意し、これらを出発物質として酸化還元雰囲気を変化させた実験を行った。分析には粉末X線回折装置 (XRD), 走査型電子顕微鏡 (SEM), フーリエ変換赤外分光光度計 (FT-IR), 透過型電子顕微鏡 (TEM)を用いた。

XRDにより、非晶質珪酸塩によるハローパターンに加えて、酸化還元雰囲気の変化に従った鉱物のピークが実験生成物に認められた。FT-IRでも、非晶質珪酸塩による吸収が認められた。SEM観察によって、生成物は微細粒子 (数10~100 nm)の集合体である凝縮物と粗粒 (>~1μm)な蒸発残渣の大きく2種類に分けられることが分かった。そこで、TEM/STEM-EDSによる凝縮物の詳細観察に基づく考察を主に行った。

凝集物はすべての実験条件で、河野(2019)の実験と同様に、数10~100nm程度のサイズを持つ球状の非晶質珪酸塩粒子の集合体と、そこに含まれる<~10nmサイズのFeやNiを含むナノ粒子からなる。その組織は、大まかには天然のGEMSに類似するが、実験条件により非晶質珪酸塩の化学組成やナノ粒子包有物の鉱物相が異なる。酸化的条件では、Feが非晶質珪酸塩中に比較的多く含まれ、少量の(Fe,Ni)合金やNiに富むFe,Niの硫化物がナノ包有物として生成された。還元的条件になると、非晶質珪酸塩中にFeはほとんど含まれず、少量のNiを含むFe_3SiやFeSが包有物として出現した。一方、Al,Caは単独の鉱物相を形成することはなく、非晶質珪酸塩中にほぼ均一に含まれていた。

天然のGEMSはFeの少ない非晶質珪酸塩と(Fe,Ni)やFe(Ni)の硫化物のナノ包有物からなり、今回の実験ではこれと同じ生成物は得られなかった。天然のGEMSは、今回行った酸化的条件と中間的条件の間の環境で形成されたことが予想される。

キーワード：GEMS、凝縮実験、Mg-Fe-Si-S-Al-Ca-Ni-O系

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: GEMS, condensation experiment, system Mg-Fe-Si-S-Al-Ca-Ni-O

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

星間分子候補チオフェノキシラジカルの新しい吸収バンドの実験室検出
Laboratory Detection of New Absorption Bands of Interstellar-Molecule Candidate Thiophenoxy Radical

佐藤 遥香[1]、根岸 茉由[1]、*荒木 光典[1]、小山 貴裕[1]、築山 光一[1]
Haruka Sato[1], Mayu Negishi[1], *Mitsunori Araki[1], Takahiro Oyama[1], Koichi Tsukiyama[1]

1. 東京理科大学理学部第一部化学科
1. Department of Chemistry, Faculty of Science Division I, Tokyo University of Science

星間空間の希薄な分子雲の中にある分子による可視光領域の吸収線は、Diffuse Interstellar Bands（DIBs）と呼ばれている。これまでに600本程度報告されているが、その起源となる分子はフラーレンカチオンを除いてまだ明らかになっていない。最近、分子雲においてベンゾニトリル（C_6H_5CN）が発見された[1]。そこで我々はベンゼン誘導体であるチオフェノキシラジカル（C_6H_5S）に注目した。先行研究での$^2A_2$–X^2B_1電子遷移の蛍光励起スペクトル測定では、振動の影響を含まない純電子遷移であるオリジンバンドが最も強い吸収を示した[2,3]。しかし、近年我々が類似の分子であるフェノキシラジカル（C_6H_5O）の吸収スペクトルを測定した際には、オリジンバンドより強い振動バンドが確認された[4]。よって、チオフェノキシラジカルでも同様に強い振動バンドが現れると考えた。そこで本研究ではCavity Ring Down分光法でチオフェノキシラジカルの振動バンドの調査を473 –519 nmの範囲において行った。その結果、これまで高分解能測定で検出されたことのない振動バンド群$6a_0^n + 6b_0^1$（n = 0, 1, 2, 3）が出現した。最も強いバンドは4850 Åに現れる$6a_0^2 + 6b_0^1$バンドであった。よってこのバンドが星間空間のチオフェノキシラジカルの探査における有力な候補となる。

[1] McGuire *et al. Science*, **359**, 202 (2018). [2] Shibuya *et al.*, *J. Chem. Phys.* **121**, 237 (1988). [3] Araki *et al.*, *Astronomical J.* **148**, 87 (2014). [4] Araki *et al.*, *Astronomical J.* **150**, 113 (2015).

キーワード：星間分子、ぼやけた星間線、DIBs、キャビティーリングダウン、チオフェノキシラジカル
Keywords: Interstellar molecule, Diffuse Interstellar Bands, DIBs, Cavity Ring Down, thiophenoxy radical

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

フォルステライトガラス–アモルファス氷界面の構造とダイナミクス
Structure and dynamics of interface between forsterite glass and amorphous ice

*久保 文音[1]、西澤 隼哉[1]、深澤 倫子[1]
*Ayane Kubo[1], Junya Nishizawa[1], Tomoko Ikeda-Fukazawa[1]

1. 明治大学大学院理工学研究科応用化学専攻
1. Department of Applied Chemistry, Meiji University, Japan

Forsterite (Mg_2SiO_4) glass exists as dust grains in interstellar molecular clouds [1]. In interstellar molecular clouds, elements such as hydrogen, oxygen, carbon, and nitrogen deposit on the dust grains, and form various molecules (e.g., H_2O, CO, CO_2, NH_3, CH_4, H_2CO, CH_3OH, and so on) [2]. These molecules undergo chemical evolutions to organic molecules through various processes on the surface of dust grains [2]. The structure of forsterite glass is one of the important factors governing the chemical evolutions in interstellar molecular clouds. However, there are few studies for effects of coexisting molecules on the structure and properties of forsterite glass. To investigate the structure and dynamics of interface between forsterite glass and amorphous ice, molecular dynamics (MD) calculations were performed.

The MD calculations were performed using an atom-atom potential model with MXDORTO program [3]. The potential parameters were empirically determined by constraining the structure to reproduce the experimental results of density, thermal expansion coefficient, and bulk modulus [4, 5]. A fundamental orthorhombic cell consisting of 1176 Mg_2SiO_4 with two-dimensional periodic boundary conditions was used. The glass structure was prepared by quenching the liquid phase from 3000 to 10 K with 2 K/fs in rate. Then, an amorphous ice layer with 9–1580 H_2O, which was prepared by quenching a liquid phase from 290 to 10 K, was adsorbed on the glass surface. The MD code was run using NTP ensemble with constant area for the surface directions. The pressure was maintained at 0.1 MPa.

The result shows that the atomic displacement parameter (ADP) of each atomic species in forsterite (i.e., Mg, Si, and O) in the interface decreases as the number of H_2O molecules increases. For the forsterite glass without water adsorption, the ADP values of the surface layer are higher than those of internal part due to existence of dangling bonds in the surface layer [6]. To investigate the mechanisms of ADP decrease observed in the interface with amorphous ice, the structure of interface between forsterite glass and amorphous ice was analyzed. The result shows that MgO_xH_y units exist in the interface due to formation of covalent bonds between Mg and O in H_2O. The amplitude of thermal vibration of Mg decreases as the coordination number increases. The present results have important implications for the role of forsterite glass in chemical evolutions in the universe.

References:
[1] J. P. Bradley, L. P. Keller, T. P. Snow, M. S. Hanner, G. J. Flynn, J. C. Geno, S. J. Clemett, D. E. Brownlee, J. E. Bowey, *Science*, **285**, 1716 (1999).
[2] N. Watanabe, A. Kouchi, *Prog. Surf. Sci.*, **83**, 439 (2008).
[3] K. Kawamura, MXDORTO, *Japan Chemistry Program Exchange*, #029 (1996).
[4] T. Ikeda-Fukazawa, *J. Soc. Inorg. Mater. Jpn.*, **23**, 130 (2016).
[5] Y. Kumagai, T. Ikeda-Fukazawa, *Chem. Phys. Lett.*, **678**, 153 (2017).
[6] J. Nishizawa, T. Ikeda-Fukazawa, *Chem. Phys. Lett.*, **714**, 197 (2019).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：フォルステライト、アモルファス氷、界面、分子動力学
Keywords: Forsterite, Amorphous ice, Interface, Molecular dynamics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

紫外波長域スペクトルを用いた天体表面の有機物同定における宇宙風化の影響

Effect of Space Weathering on Identification of Organic Matter on Celestial Body Surface Using Ultraviolet Wavelength Region Spectrum

*荒尾 昇吾[1]、吉川 一朗[2]、吉岡 和夫[2]、左近 樹[1]、疋田 伶奈[1]、遠藤 いずみ[1]、勝瀬 陸[2]
*Shogo Arao[1], Ichiro Yoshikawa[2], Kazuo Yoshioka[2], Itsuki Sakon[1], Reina Hikida[1], Izumi Endo[1], Riku Katsuse[2]

1. 東京大学大学院理学系研究科、2. 東京大学大学院新領域創成科学研究科
1. Graduate School of Science, The University of Tokyo, 2. Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo

天体表面の組成同定に反射スペクトルの解析は常套手段と考えられているが、紫外光領域でのスペクトルの解析がなされた例は少ない。星間塵の吸収スペクトルや火星の衛星フォボスの紫外線反射スペクトルの解析から、多環芳香族炭化水素(PAH)の存在が示唆されている報告もあるが、追試は不十分である。地球上に存在する種々のPAHを含む混合物と星間塵やフォボスのスペクトルを比較すると、それぞれ波長210nmと217.5nm付近に輪郭の似た吸収帯が存在する。この吸収帯の類似性が星間塵やフォボス表面に PAH が存在するという仮説の根拠とされる。一方で、吸収帯のピーク波長が異なる点を問題視し、この類似性を根拠に吸収帯を PAH 由来だとする考えに否定的な意見も多くあり、現在まで決定的な結論は出ていない。この問題に対し、説明を与えうる現象の一つとして、宇宙風化に伴う吸収スペクトル変化がある。PAHのもつ波長210nm付近の吸収帯は芳香族性π電子の遷移に起因しており、芳香環が分子内に多数結合し、芳香族性π電子の軌道領域が大きい分子に対して顕著に表れる。PAH分子の芳香環に結合する水素原子が宇宙風化作用によって脱離した場合、芳香族性π電子の軌道領域が拡大し波長210nm 付近のピークはフォボスのピークに近づくことが理論的に示唆されている。本研究では、宇宙風化作用が PAH の光学特性に与える影響を評価するため、国際宇宙ステーションきぼう実験棟簡易曝露実験装置ExHAM利用研究テーマ「 炭素質固体微粒子の宇宙風化と有機物進化の実証研究」においてExHAMに搭載され、約1年間軌道上の宇宙環境に曝露された数種のPAH試料と非曝露の比較用試料の反射特性を100-300nmの波長域において比較した。その結果として宇宙風化後の試料は波長210-300nmの範囲では反射が抑えられることが解った。今回の発表では、この結果の評価と考察を主点に置き議論を行う。

キーワード：星間塵、フォボス、多環芳香族炭化水素、宇宙風化
Keywords: interstellar dust, Phobos, polycyclic aromatic hydrocarbon, Space Weathering

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

銀河中心Sagiturius B2(N)エンベロープにおけるCH_3CNの検出
Detection of CH_3CN in Envelope around Sagittarius B2(N)

*荒木 光典[1]、高野 秀路[2]、小山 貴裕[1]、久世 信彦[3]、亀谷 和久[4]、築山 光一[1]
*Mitsunori Araki[1], Shuro Takano[2], Takahiro Oyama[1], Nobuhiko Kuze[3], Kazuhisa Kamegai[4], Koichi Tsukiyama[1]

1. 東京理科大学、2. 日本大学、3. 上智大学、4. 国立天文台
1. Tokyo University of Science, 2. Nihon University, 3. Sophia University, 4. National Astronomical Observatory of Japan

これまで星間分子雲の進化は原子ガスから星形成領域の分子ガスへと濃度が増加する方向に考えられてきた。近年それに加えて、星形成領域からのガス流出や星形成後の恒星風により、濃度が減少する方向に分子雲が進化する逆進化も提唱されている[1]。逆進化の存在を検証するためには、希薄な分子雲での化学組成の探査が必要である。希薄な分子雲では、我々がこれまで定式化してきた特殊な回転分布Hot Axis Effect [2]により、CH_3CNの回転量子数$J = K$のレベルからの吸収線が強く観測できる可能性がある。昨年、我々は野辺山45m電波望遠鏡を用い、銀河中心Sagittarius B2(M)コアのエンベロープでCH_3CNの73 GHzに位置する$J = 4–3$回転遷移の観測を行い、それを検出した[3]。本研究では、ALMAデータアーカイブ[4]を用い、上記天体の隣に位置するSagittarius B2(N)コアのエンベロープで$J = 5–4$と6–5 回転遷移を用いてCH_3CNの吸収線の調査を行った。解析の結果、CH_3CNの柱密度は$(1.0 \pm 0.2) \times 10^{15}$ cm^{-2}となり、(N)コアのエンベロープには(M)コアのそれの7倍のCH_3CNが存在することが明らかになった。一方で、(N)コアそれ自身には(M)コアの11倍のCH_3CNが存在することが知られている[5]。さらに今回の解析から、HC_3Nでも同様の関係が見られた。すなわち、少なくとも2種のシアン化物において、コアの柱密度が大きければ、相対的に希薄な分子雲であるそのエンベロープの柱密度も大きいことが明らかになった。

[1] Price *et al.*, 2003, *MNRAS*, **343**, 1257. [2] Araki *et al.*, 2014, *Astronomical Journal*, **148**, 87. [3] Araki *et al.*, *JpGU 2018*, PPS09-01. [4] Project Code: 2016.1.00074.S. [5] Belloche *et al.*, 2013, A&A, **559**, 47

キーワード：Sagittarius B2、CH3CN、分子雲、Hot Axis Effect
Keywords: Sagittarius B2, CH3CN, molecular cloud, Hot Axis Effect

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-CG 宇宙惑星科学複合領域・一般

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_9

[P-CG23] 宇宙における物質の形成と進化

コンビーナ:三浦 均(名古屋市立大学大学院システム自然科学研究科)、野村 英子(東京工業大学理学院地球惑星科学系)、大坪 貴文(宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所)、瀧川 晶(京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻)

近年の天文観測・室内実験・惑星探査・理論的研究の進展は、銀河系・原始惑星系円盤・晩期型巨星周囲に存在する物質(ダスト・ガス)を、物質科学的観点から理解することを可能としている。特に、近年大きな成果を挙げているALMAや、SPICA・JWST・TMTなどの次世代大型望遠鏡により、天文観測により太陽系内外のフロンティアが拓かれると期待されている。銀河や星・惑星系の進化においてダストやガスが果たす役割を理解するためには、これまで以上に天文学的・宇宙物理学的研究と物質科学的研究をリンクさせることが重要である。本セッションでは、宇宙の物質進化や形成を理解するために、天文観測と物質科学からどのようなアプローチが可能なのかを双方向から議論する。
太陽系物質の起源や進化に関する発表は「太陽系における惑星物質の形成と進化」セッションへの投稿を推奨します。太陽系物質の研究にもとづいて宇宙での物質形成全般を議論する発表は、ぜひ本セッションにご投稿ください。

[PCG23-P01] 純炭素グラフェン分子による惑星状星雲の赤外スペクトル解析

*太田 憲雄[1] (1.筑波大学・数理物質科学研究科)

[PCG23-P02] Theory of Self-induced Desorption of Molecules from Cold Dust Surface

山本 哲生[1]、*三浦 均[2]、Osama Shalabiea[3] (1.北海道大学、2.名古屋市立大学大学院システム自然科学研究科、3.カイロ大学)

[PCG23-P03] GEMS粒子の合成を目指したMg-Fe-Si-S-Al-Ca-Ni-O系での凝縮実験

*井村 悠登[1]、延寿 里美[1]、河野 颯[1]、土山 明[1] (1.京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻)

[PCG23-P04] 星間分子候補チオフェノキシラジカルの新しい吸収バンドの実験室検出

佐藤 遥香[1]、根岸 茉由[1]、*荒木 光典[1]、小山 貴裕[1]、築山 光一[1] (1.東京理科大学理学部第一部化学科)

[PCG23-P05] フォルステライトガラス−アモルファス氷界面の構造とダイナミクス

*久保 文音[1]、西澤 隼哉[1]、深澤 倫子[1] (1.明治大学大学院理工学研究科応用化学専攻)

[PCG23-P06] 紫外波長域スペクトルを用いた天体表面の有機物同定における宇宙風化の影響

*荒尾 昇吾[1]、吉川 一朗[2]、吉岡 和夫[2]、左近 樹[1]、疋田 伶奈[1]、遠藤 いずみ[1]、勝瀬 陸[2] (1.東京大学大学院理学系研究科、2.東京大学大学院新領域創成科学研究科)

[PCG23-P07] 銀河中心Sagiturius B2(N)エンベロープにおけるCH_3CNの検出

*荒木 光典[1]、高野 秀路[2]、小山 貴裕[1]、久世 信彦[3]、亀谷 和久[4]、築山 光一[1] (1.東京理科大学、2.日本大学、3.上智大学、4.国立天文台)

純炭素グラフェン分子による惑星状星雲の赤外スペクトル解析
Infrared spectrum of planetary-nebula analyzed by pure-carbon graphene molecule

*太田 憲雄[1]
*Norio Ota[1]

1. 筑波大学・数理物質科学研究科
1. University of Tsukuba,Graduate school of pure and applied sciences

恒星終末期の惑星状星雲は星間ダスト源の有力候補である。特にTc1やLin49などの炭素星では特徴的な赤外スペクトル（ＩＲ）が見られる[１]。これらは球状の炭素フラーレン分子（Ｃ６０やＣ７０など）によると理解されてきた[２]。しかしスペクトルにはフラーレンでは解釈しきれない多数のバンドがある。多くのフラーレン合成実験（地上）では、平板状の炭素分子であるグラフェンが付随することが多い。そこでグラフェンも炭素星大気中にあるのではないかと考え、その可能性を第一原理計算で探った。

グラフェンの一例として６員環７個からなる（Ｃ２４）分子を端緒に、量子化学計算を行った。用いたソフトはGaussian09で、最適構造と分子振動計算から赤外スペクトルを求めた。この際天体物理条件を課した。すなわち①恒星風（高速プロトンが主）によるグラフェン内部の空孔形成、②中心星からの紫外線照射による光イオン化（陽イオン）である。

計算の結果、観測スペクトルを最も良く再現できたのは、炭素５員環1個と６員環６個からなるグラフェン分子（Ｃ２３）であった。イオン状態としては中性および１価と２価の３状態の合算である。波長5～25ミクロンの範囲での観測バンドは16個である。フラーレンではこのうち8個が合致する。一方、グラフェン（Ｃ２３）では16個の全バンドで合致した。グラフェンが優位な理由としては、①炭素蒸気からの合成実験では収率が圧倒的に高いこと、②対称性がフラーレンより低く赤外活性バンドが多いことなどが挙げられる。以上から、炭素星ではグラフェンが重要なダスト成分になっていると考えられる[３]。

参考文献
[1] Otsuka M. , et al., Monthly notices of the royal astronomical society, vol.462 issue 1, p-12 (2016)

[2] Cami J. , et al., Science, vol.329, p-1180 (2010)
[3] Norio Ota, arXiv 1811.05043 (2018)

キーワード：惑星状星雲、グラフェン、赤外スペクトル
Keywords: planetary nebula, graphene, infrared spectrum

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Theory of Self-induced Desorption of Molecules from Cold Dust Surface

山本 哲生[1]、*三浦 均[2]、Osama Shalabiea[3]
Tetsuo Yamamoto[1], *Hitoshi Miura[2], Osama M. Shalabiea[3]

1. 北海道大学、2. 名古屋市立大学大学院システム自然科学研究科、3. カイロ大学
1. Hokkaido University, 2. Graduate School of Natural Sciences, Department of Information and Basic Science, Nagoya City University, 3. Cairo University

The observations of interstellar molecular clouds show the presence of various species of molecules in the gas phase. Recent observations have revealed the existence of complex organic molecules and terrestrial-type organic species such as methyl formate and dimethyl ether in cold dense cores and pre-stellar cores. On the other hand, it has been pointed out that the molecules in the gas must have benn lost from the gas phase by accretion onto dust surfaces in the time shorter than the life time of dense cold clouds. This is called a freeze-out paradox. The accretion timescale is ~$10^9/n$(H) yrs, where n(H) is number density of hydrogen. This indicates that there must be some desorption mechanism to maintain the observed gas-phase abundances. Several mechanisms have been proposed so far such as temperature elevation by grain-grain collisions (d'Hedecourt et al., 1982; Schutte & Greenberg, 1991; Shalabiea & Greenberg, 1994), heating by cosmic ray, X ray and UV photons (Leger et al., 1985, Ivrev et al. 2015), and so on.

We propose a new mechanism that is necessarily associated with exothermic reactions of molecules on grain surfaces even in cold environments like cold dense cores of molecular clouds. This mechanism consists of three steps that occur on the grain surface: (1) formation of new molecules by an exothermal grain-surface reaction, (2) heating of the dust surface due to release of the heat of formation, and (3) desorption of the newly formed molecules into the gas phase.

We formulate the desorption probability of molecules newly formed by exothermic reaction by calculating the temperature distribution on the grain surface as a function of the distance from the reaction site and time. Our formula of desorption probability P is a function of heat of formation Q, desorption energy E_d of a molecule from a substrate, and molecular weight μ of a desorbing molecule. We compare P with the experiments for reactions of various Q, E_d, and μ for three substrates of oxidized HOPG, nonporous amorphous water ice, and amorphous silicate. Here, we used the compilation of the experimental data by Minissale et al. (2016). We also show a method developed for the comparison of our theory with the experiments. Discussion is given on the comparison of our theory with other two theories of desorption (Garrod et al., 2007; Minissale et al., 2016).

キーワード：宇宙化学、分子雲、ダスト表面反応、脱離
Keywords: Astrochemistry, Molecular cloud, Grain-surface reaction, Desorption

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

GEMS粒子の合成を目指したMg-Fe-Si-S-Al-Ca-Ni-O系での凝縮実験
Synthesis of GEMS analogue particles by condensation experiments in the system Mg-Fe-Si-S-Al-Ca-Ni-O

*井村 悠登[1]、延寿 里美[1]、河野 颯[1]、土山 明[1]
*Yuto Imura[1], Satomi Enju[1], Hayate Kawano[1], Akira Tsuchiyama[1]

1. 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻
1. Division of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University

GEMS (Glass with Embedded Metal and Sulfide) は彗星由来の惑星間塵であるCP-IDPsの主成分である (Keller and Messenger, 2011)。GEMSは太陽系で最も始原的な物質の一つであると考えられており、その形成環境や形成過程の解明が、太陽系の起源を理解するうえで重要である。GEMSの起源については、星間塵が宇宙線の照射を受けて非晶質化したとする説 (Bradley and Dai, 2004)や、星周 (晩期型星星周あるいは原始惑星系円盤) でのガスの凝縮により生成されたという説 (Keller and Messenger, 2011)などがあるが、いまだ論争中である。先行研究では、星周ガスにおける凝縮過程を模擬した凝縮実験において、GEMS粒子に類似した微粒子が生成されている (Matsuno, 2015; Kim et al., 2017, 河野, 2019)。とくに、河野(2019)は主要元素からなる化学組成 (Mg-Fe-Si-S-O系)において、酸化還元雰囲気による生成物の系統的な変化を明らかにした。本研究では、これらの主要元素に次いで存在度の大きな元素 (Al,Ca,Ni)を含めたより天然に近い化学組成 (Mg-Fe-Si-S-Al-Ca-Ni-O系)において、酸化還元雰囲気を変化させて凝縮実験を行い、GEMSの形成についての理解を深めることを目指した。

凝縮実験には誘導熱プラズマ (ITP)装置を用いた。出発試料として、GEMSの平均組成比 (Keller and Messenger,2011)になるように試薬を混合した。その際、SiO_2とSiの比の異なる粉体試料を3種類用意し、これらを出発物質として酸化還元雰囲気を変化させた実験を行った。分析には粉末X線回折装置 (XRD), 走査型電子顕微鏡 (SEM), フーリエ変換赤外分光光度計 (FT-IR), 透過型電子顕微鏡 (TEM)を用いた。

XRDにより、非晶質珪酸塩によるハローパターンに加えて、酸化還元雰囲気の変化に従った鉱物のピークが実験生成物に認められた。FT-IRでも、非晶質珪酸塩による吸収が認められた。SEM観察によって、生成物は微細粒子 (数10~100 nm)の集合体である凝縮物と粗粒 (>~1μm)な蒸発残渣の大きく2種類に分けられることが分かった。そこで、TEM/STEM-EDSによる凝縮物の詳細観察に基づく考察を主に行った。

凝集物はすべての実験条件で、河野(2019)の実験と同様に、数10~100nm程度のサイズを持つ球状の非晶質珪酸塩粒子の集合体と、そこに含まれる<~10nmサイズのFeやNiを含むナノ粒子からなる。その組織は、大まかには天然のGEMSに類似するが、実験条件により非晶質珪酸塩の化学組成やナノ粒子包有物の鉱物相が異なる。酸化的条件では、Feが非晶質珪酸塩中に比較的多く含まれ、少量の(Fe,Ni)合金やNiに富むFe,Niの硫化物がナノ包有物として生成された。還元的条件になると、非晶質珪酸塩中にFeはほとんど含まれず、少量のNiを含むFe_3SiやFeSが包有物として出現した。一方、Al,Caは単独の鉱物相を形成することはなく、非晶質珪酸塩中にほぼ均一に含まれていた。

天然のGEMSはFeの少ない非晶質珪酸塩と(Fe,Ni)やFe(Ni)の硫化物のナノ包有物からなり、今回の実験ではこれと同じ生成物は得られなかった。天然のGEMSは、今回行った酸化的条件と中間的条件の間の環境で形成されたことが予想される。

キーワード：GEMS、凝縮実験、Mg-Fe-Si-S-Al-Ca-Ni-O系

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: GEMS, condensation experiment, system Mg-Fe-Si-S-Al-Ca-Ni-O

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

星間分子候補チオフェノキシラジカルの新しい吸収バンドの実験室検出
Laboratory Detection of New Absorption Bands of Interstellar-Molecule Candidate Thiophenoxy Radical

佐藤 遥香[1]、根岸 茉由[1]、*荒木 光典[1]、小山 貴裕[1]、築山 光一[1]
Haruka Sato[1], Mayu Negishi[1], *Mitsunori Araki[1], Takahiro Oyama[1], Koichi Tsukiyama[1]

1. 東京理科大学理学部第一部化学科
1. Department of Chemistry, Faculty of Science Division I, Tokyo University of Science

星間空間の希薄な分子雲の中にある分子による可視光領域の吸収線は、Diffuse Interstellar Bands（DIBs）と呼ばれている。これまでに600本程度報告されているが、その起源となる分子はフラーレンカチオンを除いてまだ明らかになっていない。最近、分子雲においてベンゾニトリル（C_6H_5CN）が発見された[1]。そこで我々はベンゼン誘導体であるチオフェノキシラジカル（C_6H_5S）に注目した。先行研究での$^2A_2$–X^2B_1電子遷移の蛍光励起スペクトル測定では、振動の影響を含まない純電子遷移であるオリジンバンドが最も強い吸収を示した[2,3]。しかし、近年我々が類似の分子であるフェノキシラジカル（C_6H_5O）の吸収スペクトルを測定した際には、オリジンバンドより強い振動バンドが確認された[4]。よって、チオフェノキシラジカルでも同様に強い振動バンドが現れると考えた。そこで本研究ではCavity Ring Down分光法でチオフェノキシラジカルの振動バンドの調査を473 –519 nmの範囲において行った。その結果、これまで高分解能測定で検出されたことのない振動バンド群$6a_0^n + 6b_0^1$（n = 0, 1, 2, 3）が出現した。最も強いバンドは4850 Åに現れる$6a_0^2 + 6b_0^1$バンドであった。よってこのバンドが星間空間のチオフェノキシラジカルの探査における有力な候補となる。

[1] McGuire *et al. Science*, **359**, 202 (2018). [2] Shibuya *et al.*, *J. Chem. Phys.* **121**, 237 (1988). [3] Araki *et al.*, *Astronomical J.* **148**, 87 (2014). [4] Araki *et al.*, *Astronomical J.* **150**, 113 (2015).

キーワード：星間分子、ぼやけた星間線、DIBs、キャビティーリングダウン、チオフェノキシラジカル
Keywords: Interstellar molecule, Diffuse Interstellar Bands, DIBs, Cavity Ring Down, thiophenoxy radical

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

フォルステライトガラス–アモルファス氷界面の構造とダイナミクス
Structure and dynamics of interface between forsterite glass and amorphous ice

*久保 文音[1]、西澤 隼哉[1]、深澤 倫子[1]
*Ayane Kubo[1], Junya Nishizawa[1], Tomoko Ikeda-Fukazawa[1]

1. 明治大学大学院理工学研究科応用化学専攻
1. Department of Applied Chemistry, Meiji University, Japan

Forsterite (Mg_2SiO_4) glass exists as dust grains in interstellar molecular clouds [1]. In interstellar molecular clouds, elements such as hydrogen, oxygen, carbon, and nitrogen deposit on the dust grains, and form various molecules (e.g., H_2O, CO, CO_2, NH_3, CH_4, H_2CO, CH_3OH, and so on) [2]. These molecules undergo chemical evolutions to organic molecules through various processes on the surface of dust grains [2]. The structure of forsterite glass is one of the important factors governing the chemical evolutions in interstellar molecular clouds. However, there are few studies for effects of coexisting molecules on the structure and properties of forsterite glass. To investigate the structure and dynamics of interface between forsterite glass and amorphous ice, molecular dynamics (MD) calculations were performed.

The MD calculations were performed using an atom-atom potential model with MXDORTO program [3]. The potential parameters were empirically determined by constraining the structure to reproduce the experimental results of density, thermal expansion coefficient, and bulk modulus [4, 5]. A fundamental orthorhombic cell consisting of 1176 Mg_2SiO_4 with two-dimensional periodic boundary conditions was used. The glass structure was prepared by quenching the liquid phase from 3000 to 10 K with 2 K/fs in rate. Then, an amorphous ice layer with 9–1580 H_2O, which was prepared by quenching a liquid phase from 290 to 10 K, was adsorbed on the glass surface. The MD code was run using NTP ensemble with constant area for the surface directions. The pressure was maintained at 0.1 MPa.

The result shows that the atomic displacement parameter (ADP) of each atomic species in forsterite (i.e., Mg, Si, and O) in the interface decreases as the number of H_2O molecules increases. For the forsterite glass without water adsorption, the ADP values of the surface layer are higher than those of internal part due to existence of dangling bonds in the surface layer [6]. To investigate the mechanisms of ADP decrease observed in the interface with amorphous ice, the structure of interface between forsterite glass and amorphous ice was analyzed. The result shows that MgO_xH_y units exist in the interface due to formation of covalent bonds between Mg and O in H_2O. The amplitude of thermal vibration of Mg decreases as the coordination number increases. The present results have important implications for the role of forsterite glass in chemical evolutions in the universe.

References:
[1] J. P. Bradley, L. P. Keller, T. P. Snow, M. S. Hanner, G. J. Flynn, J. C. Geno, S. J. Clemett, D. E. Brownlee, J. E. Bowey, *Science*, **285**, 1716 (1999).
[2] N. Watanabe, A. Kouchi, *Prog. Surf. Sci.*, **83**, 439 (2008).
[3] K. Kawamura, MXDORTO, *Japan Chemistry Program Exchange*, #029 (1996).
[4] T. Ikeda-Fukazawa, *J. Soc. Inorg. Mater. Jpn.*, **23**, 130 (2016).
[5] Y. Kumagai, T. Ikeda-Fukazawa, *Chem. Phys. Lett.*, **678**, 153 (2017).
[6] J. Nishizawa, T. Ikeda-Fukazawa, *Chem. Phys. Lett.*, **714**, 197 (2019).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：フォルステライト、アモルファス氷、界面、分子動力学
Keywords: Forsterite, Amorphous ice, Interface, Molecular dynamics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

紫外波長域スペクトルを用いた天体表面の有機物同定における宇宙風化の影響

Effect of Space Weathering on Identification of Organic Matter on Celestial Body Surface Using Ultraviolet Wavelength Region Spectrum

*荒尾 昇吾[1]、吉川 一朗[2]、吉岡 和夫[2]、左近 樹[1]、疋田 伶奈[1]、遠藤 いずみ[1]、勝瀬 陸[2]
*Shogo Arao[1], Ichiro Yoshikawa[2], Kazuo Yoshioka[2], Itsuki Sakon[1], Reina Hikida[1], Izumi Endo[1], Riku Katsuse[2]

1. 東京大学大学院理学系研究科、2. 東京大学大学院新領域創成科学研究科
1. Graduate School of Science, The University of Tokyo, 2. Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo

天体表面の組成同定に反射スペクトルの解析は常套手段と考えられているが、紫外光領域でのスペクトルの解析がなされた例は少ない。星間塵の吸収スペクトルや火星の衛星フォボスの紫外線反射スペクトルの解析から、多環芳香族炭化水素(PAH)の存在が示唆されている報告もあるが、追試は不十分である。地球上に存在する種々のPAHを含む混合物と星間塵やフォボスのスペクトルを比較すると、それぞれ波長210nmと217.5nm付近に輪郭の似た吸収帯が存在する。この吸収帯の類似性が星間塵やフォボス表面に PAH が存在するという仮説の根拠とされる。一方で、吸収帯のピーク波長が異なる点を問題視し、この類似性を根拠に吸収帯を PAH 由来だとする考えに否定的な意見も多くあり、現在まで決定的な結論は出ていない。この問題に対し、説明を与えうる現象の一つとして、宇宙風化に伴う吸収スペクトル変化がある。PAHのもつ波長210nm付近の吸収帯は芳香族性π電子の遷移に起因しており、芳香環が分子内に多数結合し、芳香族性π電子の軌道領域が大きい分子に対して顕著に表れる。PAH分子の芳香環に結合する水素原子が宇宙風化作用によって脱離した場合、芳香族性π電子の軌道領域が拡大し波長210nm 付近のピークはフォボスのピークに近づくことが理論的に示唆されている。本研究では、宇宙風化作用が PAH の光学特性に与える影響を評価するため、国際宇宙ステーションきぼう実験棟簡易曝露実験装置ExHAM利用研究テーマ「 炭素質固体微粒子の宇宙風化と有機物進化の実証研究」においてExHAMに搭載され、約1年間軌道上の宇宙環境に曝露された数種のPAH試料と非曝露の比較用試料の反射特性を100-300nmの波長域において比較した。その結果として宇宙風化後の試料は波長210-300nmの範囲では反射が抑えられることが解った。今回の発表では、この結果の評価と考察を主点に置き議論を行う。

キーワード：星間塵、フォボス、多環芳香族炭化水素、宇宙風化
Keywords: interstellar dust, Phobos, polycyclic aromatic hydrocarbon, Space Weathering

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

銀河中心Sagiturius B2(N)エンベロープにおけるCH_3CNの検出
Detection of CH_3CN in Envelope around Sagittarius B2(N)

*荒木 光典[1]、高野 秀路[2]、小山 貴裕[1]、久世 信彦[3]、亀谷 和久[4]、築山 光一[1]
*Mitsunori Araki[1], Shuro Takano[2], Takahiro Oyama[1], Nobuhiko Kuze[3], Kazuhisa Kamegai[4], Koichi Tsukiyama[1]

1. 東京理科大学、2. 日本大学、3. 上智大学、4. 国立天文台
1. Tokyo University of Science, 2. Nihon University, 3. Sophia University, 4. National Astronomical Observatory of Japan

これまで星間分子雲の進化は原子ガスから星形成領域の分子ガスへと濃度が増加する方向に考えられてきた。近年それに加えて、星形成領域からのガス流出や星形成後の恒星風により、濃度が減少する方向に分子雲が進化する逆進化も提唱されている[1]。逆進化の存在を検証するためには、希薄な分子雲での化学組成の探査が必要である。希薄な分子雲では、我々がこれまで定式化してきた特殊な回転分布Hot Axis Effect [2]により、CH_3CNの回転量子数$J = K$のレベルからの吸収線が強く観測できる可能性がある。昨年、我々は野辺山45m電波望遠鏡を用い、銀河中心Sagittarius B2(M)コアのエンベロープでCH_3CNの73 GHzに位置する$J = 4–3$回転遷移の観測を行い、それを検出した[3]。本研究では、ALMAデータアーカイブ[4]を用い、上記天体の隣に位置するSagittarius B2(N)コアのエンベロープで$J = 5–4$と6–5 回転遷移を用いてCH_3CNの吸収線の調査を行った。解析の結果、CH_3CNの柱密度は$(1.0 \pm 0.2) \times 10^{15}$ cm^{-2}となり、(N)コアのエンベロープには(M)コアのそれの7倍のCH_3CNが存在することが明らかになった。一方で、(N)コアそれ自身には(M)コアの11倍のCH_3CNが存在することが知られている[5]。さらに今回の解析から、HC_3Nでも同様の関係が見られた。すなわち、少なくとも2種のシアン化物において、コアの柱密度が大きければ、相対的に希薄な分子雲であるそのエンベロープの柱密度も大きいことが明らかになった。

[1] Price *et al.*, 2003, *MNRAS*, **343**, 1257. [2] Araki *et al.*, 2014, *Astronomical Journal*, **148**, 87. [3] Araki *et al.*, *JpGU 2018*, PPS09-01. [4] Project Code: 2016.1.00074.S. [5] Belloche *et al.*, 2013, A&A, **559**, 47

キーワード：Sagittarius B2、CH3CN、分子雲、Hot Axis Effect
Keywords: Sagittarius B2, CH3CN, molecular cloud, Hot Axis Effect

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_3

[A-AS06] ミクロスケール気象の稠密観測・数値モデリングの新展開

コンビーナ:伊藤 純至(東京大学大気海洋研究所)、荒木 健太郎(気象研究所)、古本 淳一(京都大学生存圏研究所)、東 邦昭(京都大学生存圏研究所・メトロウェザー株式会社)

近年、サブキロメートルの気象観測や数値モデリングが急速に発達し、ミクロスケール大気現象の構造や実態が解明されつつある。突風や大雨などの極端現象も、局地的な収束やヒートアイランドといったマイクロスケールの現象との関連が議論されている。数値モデルの高精細化により、マイクロスケールの気象の再現や予測が可能になっている。本セッションでは、稠密観測や数値モデルにより明らかになりつつあるミクロスケール現象の最新の研究成果や今後の研究方策について議論する。

[AAS06-P01] **Assimilation of Wind Profiling Radar Data in GRAPES-MESO Model System**

*Dan Wang[1]、Zhen Ruan[2] (1.Numerical Weather Prediction Center, China Meteorological Administration、2.Chinese Academy of Meteorological Sciences)

[AAS06-P02] Exploring aerosol-cloud interaction using satellite retrievals

*Xiaoyan Ma[1]、hailing Jia[1]、Johannes Quaas[2] (1.Nanjing University of Information Science and Technology、2.Universität Leipzig)

[AAS06-P03] Analysis of an EF4 supercell thunderstorm mesoscale structure

*HaiGuang Zhou[1] (1.Chinese Academy of Meteorological Sciences)

[AAS06-P04] A Case Study of Seeding Condition Potential Forecast Using Cloud Resolving Model

*Yueqin SHI[1] (1.Chinese Academy of Meteorological Sciences)

[AAS06-P05] ミクロスケール気象観測のためのドローン艦隊の経路計画と通信

*矢口 勇一[1]、中野 修三[3]、佐々木 陽[6]、板羽 昌之[4]、五百部 達也[5]、山岸 和彦[2] (1.会津大学、2.株式会社eロボティクス福島、3.株式会社東日本計算センター、4.株式会社日本環境調査研究所、5.五百部商事有限会社、6.有限会社ジークルー)

[AAS06-P06] 低コスト吹雪観測装置の複数台連携による風速測定

*小林 ゆい[1,2]、渡辺 恭也[1,3]、成瀬 延康[1,4]、高橋 幸弘[1,5] (1.北海道大学グローバルサイエンスキャンパス、2.東北大学理学部、3.北海道大学工学部、4.滋賀医科大学医学部、5.北海道大学大学院理学研究院)

[AAS06-P07] 冬季晴天弱風夜間の東京における気温および風の周期的変動の地域性

*中島 虹[1,2]、高橋 日出男[2]、常松 展充[1] (1.公益社団法人東京都環境科学研究所、2.首都大学東京)

Assimilation of Wind Profiling Radar Data in GRAPES-MESO Model System

*Dan Wang[1], Zhen Ruan[2]

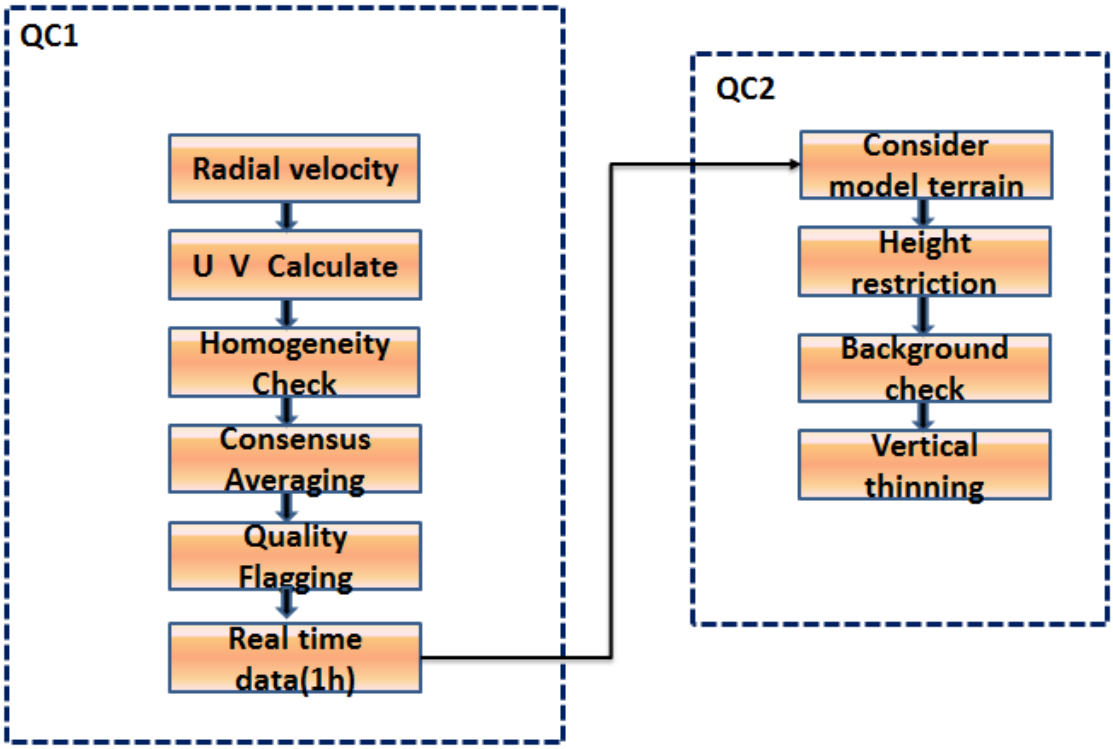
1. Numerical Weather Prediction Center, China Meteorological Administration, 2. Chinese Academy of Meteorological Sciences

Based on observational datasets of the wind profiling radars (WPR) in China during July 2015, a two-step quality control procedure for the WPR data is developed. Firstly, we start from the five-beam radial velocity, and recalculate the horizontal winds. After a series of processes including the spatial consistency check, time consistency averaging and vertical wind shear check, the hourly-resolution wind datasets were finally generated with quality indicator (QI) labels. We then use the ECMWF reanalysis data and radiosonde data to evaluate the newly generated WPR data. Results show that the method used for the QI labeling performs well. When its value is greater than 50, the root mean square error of u and v components are 2.29m/s and 2.37m/s respectively. This is consistent with previous research conclusions, and confirms the reliability of the pre-processing algorithm. Secondly, a second-round quality control based on the data assimilation is conducted. This procedure includes (1) removing the wind filed data located below the GRAPES model terrain, (2) configuring the effective height, (3) background check and (4) vertical thinning. The distributions of the innovations corresponding to observations after the QC are more close to a Gaussian distribution. The WPR observations after the QC were used in one-month continuous experiments based on the GRAPES modeling system. Results show that the assimilation of wind profiling radar data can effectively improve the wind state in the initial conditions. The corresponding 0-24h forecast of wind performs better. An analysis of 6-hourly verification scores like ETS and BIAS of the precipitation field suggests that the assimilation of wind profiling radar data makes a positive contribution to the rainfall forecast, especially in the short-range forecasting within 12 hours. The impact of assimilating WPR data on the case of typhoon “Linfa” is also investigated in this study. Results show that assimilating WPR data can effectively adjust the dynamic structure and water vapor conditions over the typhoon precipitation area, forming more favorable conditions for development of convective system and improving the forecast skill of precipitation.

Keywords: Wind profiling radar, Quality control, GRAPES-3DVAR, Impact experiment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Two-step QC Procedure for WPR



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Exploring aerosol-cloud interaction using satellite retrievals

*Xiaoyan Ma[1], hailing Jia[1], Johannes Quaas[2]

1. Nanjing University of Information Science and Technology, 2. Universität Leipzig

Long term MODIS level 3 data (MYD08_D3) from 2003 to 2016 was employed to investigate the correlation between aerosol and cloud properties over three major industrial regions in northern hemisphere (NH) and their adjacent oceans. Statistical analysis indicate that for liquid cloud, strong positive correlation between aerosol optical depth (AOD) and cloud effective radius (CER) is found over east China, i.e. CER increases with AOD, but becomes weak over east US and obscure over west Europe. In contrast, consistent negative correlation (i.e. CER decreases with AOD) is found over three adjacent oceans. Cloud properties such as cloud fraction (CF), cloud optical depth (COD), and liquid water path (LWP) and their relations with AOD were also examined. To understand the mechanisms leading to these findings, the ERA-interim reanalysis data was employed to investigate the impacts of lower tropospheric stability, vertical velocity, and precipitable water on the correlations between AOD and cloud properties. Possible explanations were discussed.

Keywords: aerosol, cloud, satellite retrievals

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Analysis of an EF4 supercell thunderstorm mesoscale structure

*HaiGuang Zhou[1]

1. Chinese Academy of Meteorological Sciences

The Enhanced Fujita 4 (EF4) Scale tornado outbroken in Funing county on 23 June 2016, was the strongest tornado in Jiangsu province since 1961. This paper addressed the synoptic environment, the thermodynamic condition, and the three-dimensional fine scale structure of the tornadic supercell thunderstorm. This thunderstorm developed under a convectively unstable environmental condition. The environmental wind vertical shear was intense at the low and middle level. Convergence lines and a γ -mesoscale cyclone were observed on the surface. The supercell thunderstorm was a left-moving supercell with a hook echo and an inflow notch at the low level. A strong mesocyclone, located in the top of the hook echo, was observed clearly in Doppler radar image at the low and middle level. It lasted for more than 90 minutes. The tornado vortex signature (TVS) lasted for 12 volume scans, which was 46 minutes before the tornado occurred. In the period of tornado formation and intensification, the center of the storm mass, the storm top, and the height of the maximum reflectivity rose remarkably. The vertical integrated liquid (VIL) of the storm increased, too. The tornado occurred in the first time of the above-mentioned parameters decreased synchronously. The dual-Doppler retrieval wind fields revealed a mesocyclone at the low level of the convective storm. This mesocyclone was situated at the low and middle level of the hook echo high-reflectivity region. Moreover, a weaker anticyclonic circulation was located on the south of mesocyclone. The vertical vorticity couplets played an important role in the tornado formation, intensification, and maintenance.

Keywords: Tornado, Mesocyclone, Supercell thunderstorm

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A Case Study of Seeding Condition Potential Forecast Using Cloud Resolving Model

*Yueqin SHI[1]

1. Chinese Academy of Meteorological Sciences

The cloud precipitation explicit forecast system (CPEFS_V1.0) was used to forecast the seeding condition potential on celebrating activities for the 70th anniversary of the founding of Inner Mongolia Autonomous Region. The results showed that due to eastward movement of short wave trough and low-level shear line, water vapor condition in Hohhot region was better, unstable energy was higher, and convective weather was easy to trigger. In the morning of Aug. 8, 2017, convective clouds were appeared in the northwest direction of the core zone. Convective clouds rapidly developed and moved eastward and southward to the core zone. Lifetime of convective clouds was about 1.5-3 hours, and horizontal scale was about tens of kilometers. The generation time of convective clouds of forecast was 1-2 hours later than the observation, and moving direction was consistent with observation. Moving speed was 10-20 $km \cdot h^{-1}$ slower. Convective clouds had vertical structure of cold-warm mixed clouds, with large updraft, high content of snow and graupel, low cloud water content in warm regions, cloud top height of 10 km, cloud bottom height of 3 km, 0℃ height of 4.3 km, maximum content of supercooled water of 0.7 $g \cdot kg^{-1}$, less ice crystals in areas with rich supercooled water, these characteristics were consistent with satellite, radar and airborne detection. In the afternoon of Aug. 7, key defense zone was chosen to the west of the core zone. AgI over-seeding would be implemented during 5100 –7000 m height. In the morning of Aug. 8, the aircraft would carry out detection in weak echo area of the first defense line. Ground operations would focus on the implementation of over-seeding in the initial stage of convective clouds in the third defense line to achieve the goal of mitigation rainfall. Based on forecast, additional five sets of ground mobile seeding equipment had been added temporarily to reinforce the capability of rain mitigation operated on Aug. 8. Seeding condition for the 70th anniversary celebration was better forecast.

Keywords: seeding condition potential forecast, seeding operation plan, convective cloud precipitation, major activity guarantee, weather modification

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ミクロスケール気象観測のためのドローン艦隊の経路計画と通信
Route planning and communication of drone fleet for microscale weather observation ×

*矢口 勇一[1]、中野 修三[3]、佐々木 陽[6]、板羽 昌之[4]、五百部 達也[5]、山岸 和彦[2]
*Yuichi Yaguchi[1], Shuzo Nakano[3], Akira Sasaki[6], Masayuki Itaha[4], Tatsuya Iyobe[5], Kazuhiko Yamagishi[2]

1. 会津大学、2. 株式会社eロボティクス福島、3. 株式会社東日本計算センター、4. 株式会社日本環境調査研究所、5. 五百部商事有限会社、6. 有限会社ジークルー
1. The University of Aizu, 2. e-Robotics Fukushima Co., Ltd., 3. East-Japan Accounting Center Co., Ltd., 4. Japan Environment Research Co., Ltd., 5. Iyobe Shoji Ltd., 6. GClue Inc.

本発表では、実際にドローン艦隊を用いてミクロスケールの定点観測を行う場合においてのドローンの運用と通信について考察する。複数台のドローンを同時に運用するケースは、エンターテイメントのフィールドではIntel 500等の事例があり、既に商用化されているが、これらの事例では約1%~5%程度のドローンは墜落、離陸しない、もしくは直下に不時着することがある。これらによる不測の事態を避けるため、これらのドローンでは500g以下等の小型化に加え、フレームを付けるなどの対策が行われている。しかしながら、雲ができる1000m~2000mの高さでの隊列飛行となると、耐風速20m/s程度の大型のドローンを用いる他なく、また、想定している沿岸域での計測では直下は海となる事から、ドローンの完全性を担保しながら、不備がある場合は帰還して安全に着陸できるようなシステムの設計が必要である。

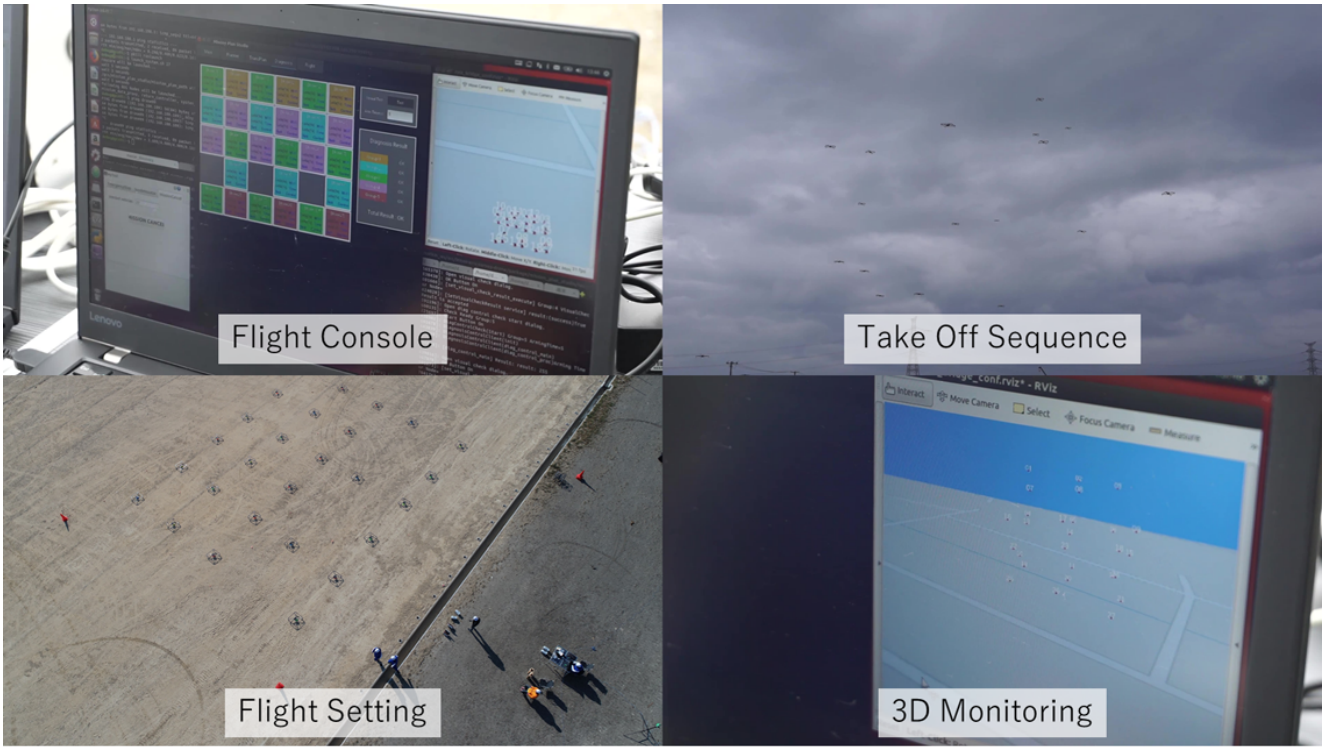
本研究では、27台のドローンを3x3x3の定点に送る際に、もし途中で不具合があり直下に墜落することがあっても、衝突しないように2次元的に交差することを排除した飛行制御について考察する。離陸時はできるだけ操縦者に近いところから離陸することを考慮すると、機体間3~4mの碁盤の目上にドローンを配置し、桂馬筋で離れたドローンを対にして、グループごとに離陸させるようにする。そこから一度横一列に開いたプールに移動し、そこから目的地を目指すことで、長距離フライト時の2次元的な交差を防ぐようにした。

本研究では加えて、ドローンの長距離テレメトリシステムのために、LoRa変調方式を用いた920MHz帯省電力小型無線機を作成し、データペイロードを定義して1秒に1回それぞれのデータを集約しつつ、地上局からの帰還等のコマンドを入れられるようにした。このデータペイロードには、ドローンの現在位置の緯度、経度、高度をドローン本体のGPSから取得するほか、気象観測装置から取得される風向、風力、気温、気圧、湿度のデータ、及び何らかの追加のセンサーのための20bit分の予備データ区間を設けた。

本年度の検証では、福島ロボットテストフィールドにて、高度100mまでの高さに対し、40m, 70m, 100mの30m間隔で3x3x3の隊列フライトが可能かを検証した。その結果、時折気流の乱れで下降するドローンがある中、十分に安全な機体間隔を保持して定点でホバリングすることができた。通信に関しては、直線150m程度の距離であれば、拡散率7, 周波数帯域500kHzで、28台分の通信を行った場合の1秒周期における1チャンネルのみでのキャリアセンスによる衝突は10%以下である。直線3km程度の距離に置き換えた場合、20mWの電波強度での通信は1台毎では可能であるが、通信速度の問題が発生するため、次年度では250mWの電波強度で試す必要がある。

キーワード：ドローン艦隊、無線通信、観測システム
Keywords: Drone fleet, Wireless Communication, Observation System

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

低コスト吹雪観測装置の複数台連携による風速測定
Wind speed estimation by low-cost visibility meter network

*小林 ゆい[1,2]、渡辺 恭也[1,3]、成瀬 延康[1,4]、高橋 幸弘[1,5]
*Yui Kobayashi [1,2], Kyoya Watanabe[1,3], Nobuyasu Naruse[1,4], Yukihiro Takahashi[1,5]

1. 北海道大学グローバルサイエンスキャンパス、2. 東北大学理学部、3. 北海道大学工学部、4. 滋賀医科大学医学部、5. 北海道大学大学院理学研究院
1. Global Science Campus, Hokkaido University, 2. Faculty of Science, Tohoku University, 3. School of Engineering, Hokkaido University, 4. Faculty of Medicine, Shiga University of Medical Science, 5. Graduate School of Science, Hokkaido University

Poor-visibility with the blowing snow sometimes causes serious troubles such as car crashes. Previously we reported the development of a low-cost visibility meter, which estimates visibility quantitatively, measuring the reduction of laser intensity caused by the laser blocking by snow particles. Those laser intensity data together with ambient temperature are sent to a personal computer via a wireless network. The remarkable characteristic of this apparatus is a very compact body, achieving enough length of the light path by reflecting laser light three times by mirrors facing each other. We confirmed the performance as poor-visibility meter, by investigating the correlation between the reduction of laser intensity and the visibility simultaneously recorded by the conventional video system.
In regard to wind speed, which is essential in order to predict poor-visibility caused by blowing snow, conventional propeller-type anemometer has been used up to now. However, such propeller anemometer has moving parts so that the low-cost type lacks durability. On the other hand, the hot-wire and thermocouple type anemometer needs relatively high-power consumption. In this study we developed a new methodology for wind speed measurement using densely placed visibility meters, making use of the time difference between the snow particle passing at different apparatus. Experiments were performed using a wind tunnel at Cryospheric Environment Simulator of the Shinjo Branch (Snow and Ice Research Center, National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience). The three units of the visibility meter were set at an interval of 4-5 m in the wind tunnel and connected with a computer for data collections by wireless communication. The time interval of data sampling was set to 0.5 s. The propeller type anemometer to measure the wind speed as a reference was set downstream of the three observation units. The wind speed can be measured by detecting the delay time for snow particles to move from one unit to the next one. The wind speed obtained by our system was 8.8 m s^{-1}, being averaged for data obtained at three points, while the wind speed measured by the anemometer was 9.1 m s^{-1}. These results mean only with this poor-visibility meter network we can estimate the wind velocity with an accuracy of 3 percent.

キーワード：吹雪、防災、装置開発
Keywords: Blowing snow, Disaster Prevention, Instrument Development

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

冬季晴天弱風夜間の東京における気温および風の周期的変動の地域性
Regional characteristics of periodic variations of temperature and wind in Tokyo under wintertime nocturnal clear and weak wind conditions

*中島 虹[1,2]、高橋 日出男[2]、常松 展充[1]
*Nakajima Ko[1,2], Hideo Takahashi[2], Nobumitsu Tsunematsu[1]

1. 公益社団法人東京都環境科学研究所、2. 首都大学東京
1. Tokyo Metropolitan Research Institute for Environmental Protection, Tokyo Environmental Public Service Corporation, 2. Tokyo Metropolitan University

Intermittent turbulence on time scales of a few minutes to 1 h is often observed in the nocturnal boundary layers. Previous observations were limited to one location (Yokoyama et al. 1981), or to homogeneous topographies within hundreds of square meters (Sun et al. 2015). The regional characteristics of these wavelike motions are unclear in metropolitan areas or in heterogeneous rural-urban areas that can be characterized by different surface conditions. Fujibe (2018) showed the climatological features of surface air temperature variations using 1 min data of the Automated Meteorological Data Acquisition System (AMeDAS) in Japan at horizontal intervals of approximately 17 km. In the Tokyo special wards, 1 min temperature and wind data have been recorded by the Air Pollution Monitoring Systems (APMS) at horizontal intervals of approximately 4.7 km. Therefore, these data can be used to analyze the characteristics of temperature and wind variations on time scales of 1 h or less and expected to investigate the regional characteristics of the variations in this area. The purpose of this study is to elucidate the temporal variations of temperature and wind and their regional characteristics over the Tokyo metropolitan area.

One-minute temperature, wind direction, and wind speed data from November 2016 to February 2017 obtained from the 44 APMS stations were used in this study. Additionally, the hourly wind speed, wind direction, cloud amounts, and precipitation data at the Tokyo District Meteorological Observatory (Kitanomaru) were used. We selected 17 clear and weak wind nights over the observation period using observational data at Kitanomaru by the same process as Nakajima et al. (2018).

The periodic variations of temperature and wind developed at several observational stations in several clear and weak winds nights. Especially, the periodic variations clearly developed on January 11-12, 2017. The winds and temperature fluctuated periodically in the western part of the Tokyo special wards from January 11 23:00 to 02:00 JST. The cycles of the variations were estimated as 20-50 mins from the wavelet analysis and were 5-10 times longer than that of the Brunt-Vaisala oscillation. This ratio agrees with the previous observational results (Yokoyama et al. 1981). On the contrary, the periodic variations were unclear in the central of the Tokyo special wards area such as Chiyoda ward.

In order to examine the regional characteristics of temporal variation of temperature, 20-50 mins band-pass filter was used to the temperature time series from 18:00 to 06:00 JST in each clear and weak wind night. The amplitudes of the band-passed filtered temperature variations in the non-urban area tended to be larger than 0.2˚C. However, the amplitudes in the urban area tended to be smaller than those in a non-urban area.

The difference of the temporal variations between the urban area and the non-urban area implies that the difference of the atmospheric stability between the urban area and the non-urban area. Over a non-urban area at nighttime, ground-based inversion layer grows. However, over an urban area, the atmospheric stability tends to be near neutral (Oke et al. 2017). Small turbulence might produce a large temperature

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

variation under a strong inversion layer, whereas the amplitude is expected to be small under a weak inversion layer (Fujibe 2018). Therefore, the smaller amplitude over urban area might develop under near neutral atmospheric stability.

キーワード：境界層、気温変動、風変動
Keywords: boundary layer, temperature variation, wind variation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_10

[A-AS06] ミクロスケール気象の稠密観測・数値モデリングの新展開

コンビーナ:伊藤 純至(東京大学大気海洋研究所)、荒木 健太郎(気象研究所)、古本 淳一(京都大学生存圏研究所)、東 邦昭(京都大学生存圏研究所・メトロウェザー株式会社)

近年、サブキロメートルの気象観測や数値モデリングが急速に発達し、ミクロスケール大気現象の構造や実態が解明されつつある。突風や大雨などの極端現象も、局地的な収束やヒートアイランドといったマイクロスケールの現象との関連が議論されている。数値モデルの高精細化により、マイクロスケールの気象の再現や予測が可能になっている。本セッションでは、稠密観測や数値モデルにより明らかになりつつあるミクロスケール現象の最新の研究成果や今後の研究方策について議論する。

[AAS06-P01] **Assimilation of Wind Profiling Radar Data in GRAPES-MESO Model System**

*Dan Wang[1]、Zhen Ruan[2] (1.Numerical Weather Prediction Center, China Meteorological Administration、2.Chinese Academy of Meteorological Sciences)

[AAS06-P02] Exploring aerosol-cloud interaction using satellite retrievals

*Xiaoyan Ma[1]、hailing Jia[1]、Johannes Quaas[2] (1.Nanjing University of Information Science and Technology、2.Universität Leipzig)

[AAS06-P03] Analysis of an EF4 supercell thunderstorm mesoscale structure

*HaiGuang Zhou[1] (1.Chinese Academy of Meteorological Sciences)

[AAS06-P04] A Case Study of Seeding Condition Potential Forecast Using Cloud Resolving Model

*Yueqin SHI[1] (1.Chinese Academy of Meteorological Sciences)

[AAS06-P05] ミクロスケール気象観測のためのドローン艦隊の経路計画と通信

*矢口 勇一[1]、中野 修三[3]、佐々木 陽[6]、板羽 昌之[4]、五百部 達也[5]、山岸 和彦[2] (1.会津大学、2.株式会社eロボティクス福島、3.株式会社東日本計算センター、4.株式会社日本環境調査研究所、5.五百部商事有限会社、6.有限会社ジークルー)

[AAS06-P06] 低コスト吹雪観測装置の複数台連携による風速測定

*小林 ゆい[1,2]、渡辺 恭也[1,3]、成瀬 延康[1,4]、高橋 幸弘[1,5] (1.北海道大学グローバルサイエンスキャンパス、2.東北大学理学部、3.北海道大学工学部、4.滋賀医科大学医学部、5.北海道大学大学院理学研究院)

[AAS06-P07] 冬季晴天弱風夜間の東京における気温および風の周期的変動の地域性

*中島 虹[1,2]、高橋 日出男[2]、常松 展充[1] (1.公益社団法人東京都環境科学研究所、2.首都大学東京)

Assimilation of Wind Profiling Radar Data in GRAPES-MESO Model System

*Dan Wang[1], Zhen Ruan[2]

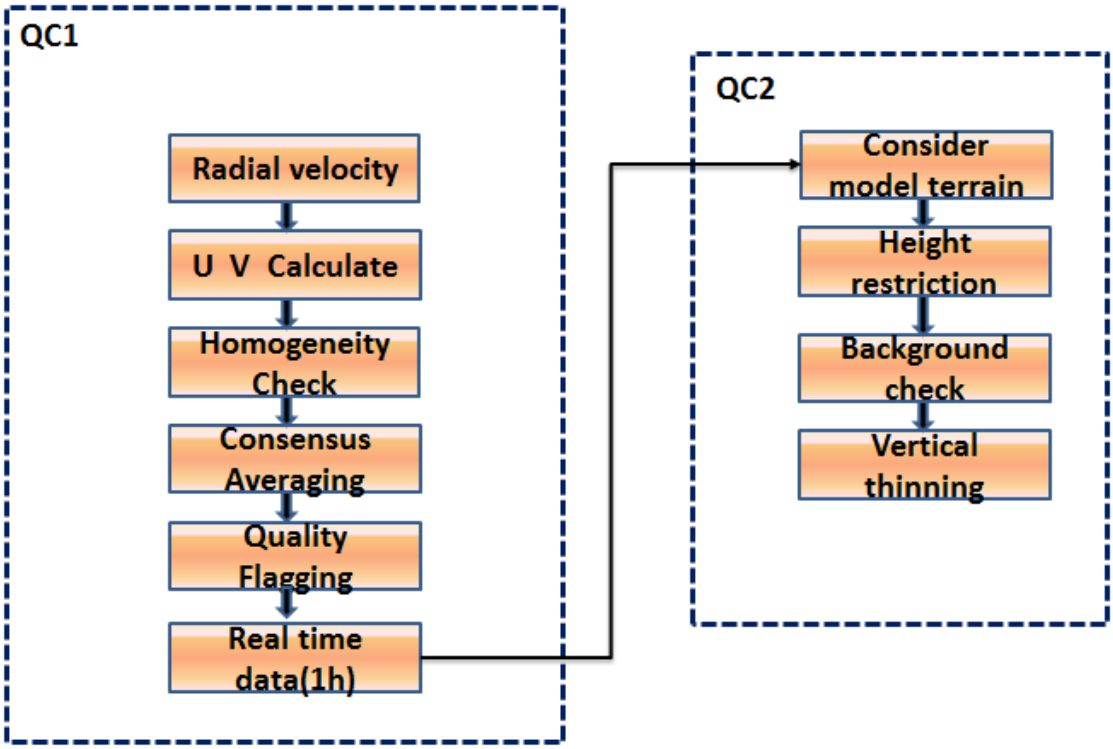
1. Numerical Weather Prediction Center, China Meteorological Administration, 2. Chinese Academy of Meteorological Sciences

Based on observational datasets of the wind profiling radars (WPR) in China during July 2015, a two-step quality control procedure for the WPR data is developed. Firstly, we start from the five-beam radial velocity, and recalculate the horizontal winds. After a series of processes including the spatial consistency check, time consistency averaging and vertical wind shear check, the hourly-resolution wind datasets were finally generated with quality indicator (QI) labels. We then use the ECMWF reanalysis data and radiosonde data to evaluate the newly generated WPR data. Results show that the method used for the QI labeling performs well. When its value is greater than 50, the root mean square error of u and v components are 2.29m/s and 2.37m/s respectively. This is consistent with previous research conclusions, and confirms the reliability of the pre-processing algorithm. Secondly, a second-round quality control based on the data assimilation is conducted. This procedure includes (1) removing the wind filed data located below the GRAPES model terrain, (2) configuring the effective height, (3) background check and (4) vertical thinning. The distributions of the innovations corresponding to observations after the QC are more close to a Gaussian distribution. The WPR observations after the QC were used in one-month continuous experiments based on the GRAPES modeling system. Results show that the assimilation of wind profiling radar data can effectively improve the wind state in the initial conditions. The corresponding 0-24h forecast of wind performs better. An analysis of 6-hourly verification scores like ETS and BIAS of the precipitation field suggests that the assimilation of wind profiling radar data makes a positive contribution to the rainfall forecast, especially in the short-range forecasting within 12 hours. The impact of assimilating WPR data on the case of typhoon “Linfa” is also investigated in this study. Results show that assimilating WPR data can effectively adjust the dynamic structure and water vapor conditions over the typhoon precipitation area, forming more favorable conditions for development of convective system and improving the forecast skill of precipitation.

Keywords: Wind profiling radar, Quality control, GRAPES-3DVAR, Impact experiment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Two-step QC Procedure for WPR



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Exploring aerosol-cloud interaction using satellite retrievals

*Xiaoyan Ma[1], hailing Jia[1], Johannes Quaas[2]

1. Nanjing University of Information Science and Technology, 2. Universität Leipzig

Long term MODIS level 3 data (MYD08_D3) from 2003 to 2016 was employed to investigate the correlation between aerosol and cloud properties over three major industrial regions in northern hemisphere (NH) and their adjacent oceans. Statistical analysis indicate that for liquid cloud, strong positive correlation between aerosol optical depth (AOD) and cloud effective radius (CER) is found over east China, i.e. CER increases with AOD, but becomes weak over east US and obscure over west Europe. In contrast, consistent negative correlation (i.e. CER decreases with AOD) is found over three adjacent oceans. Cloud properties such as cloud fraction (CF), cloud optical depth (COD), and liquid water path (LWP) and their relations with AOD were also examined. To understand the mechanisms leading to these findings, the ERA-interim reanalysis data was employed to investigate the impacts of lower tropospheric stability, vertical velocity, and precipitable water on the correlations between AOD and cloud properties. Possible explanations were discussed.

Keywords: aerosol, cloud, satellite retrievals

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Analysis of an EF4 supercell thunderstorm mesoscale structure

*HaiGuang Zhou[1]

1. Chinese Academy of Meteorological Sciences

The Enhanced Fujita 4 (EF4) Scale tornado outbroken in Funing county on 23 June 2016, was the strongest tornado in Jiangsu province since 1961. This paper addressed the synoptic environment, the thermodynamic condition, and the three-dimensional fine scale structure of the tornadic supercell thunderstorm. This thunderstorm developed under a convectively unstable environmental condition. The environmental wind vertical shear was intense at the low and middle level. Convergence lines and a γ -mesoscale cyclone were observed on the surface. The supercell thunderstorm was a left-moving supercell with a hook echo and an inflow notch at the low level. A strong mesocyclone, located in the top of the hook echo, was observed clearly in Doppler radar image at the low and middle level. It lasted for more than 90 minutes. The tornado vortex signature (TVS) lasted for 12 volume scans, which was 46 minutes before the tornado occurred. In the period of tornado formation and intensification, the center of the storm mass, the storm top, and the height of the maximum reflectivity rose remarkably. The vertical integrated liquid (VIL) of the storm increased, too. The tornado occurred in the first time of the above-mentioned parameters decreased synchronously. The dual-Doppler retrieval wind fields revealed a mesocyclone at the low level of the convective storm. This mesocyclone was situated at the low and middle level of the hook echo high-reflectivity region. Moreover, a weaker anticyclonic circulation was located on the south of mesocyclone. The vertical vorticity couplets played an important role in the tornado formation, intensification, and maintenance.

Keywords: Tornado, Mesocyclone, Supercell thunderstorm

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A Case Study of Seeding Condition Potential Forecast Using Cloud Resolving Model

*Yueqin SHI[1]

1. Chinese Academy of Meteorological Sciences

The cloud precipitation explicit forecast system (CPEFS_V1.0) was used to forecast the seeding condition potential on celebrating activities for the 70th anniversary of the founding of Inner Mongolia Autonomous Region. The results showed that due to eastward movement of short wave trough and low-level shear line, water vapor condition in Hohhot region was better, unstable energy was higher, and convective weather was easy to trigger. In the morning of Aug. 8, 2017, convective clouds were appeared in the northwest direction of the core zone. Convective clouds rapidly developed and moved eastward and southward to the core zone. Lifetime of convective clouds was about 1.5-3 hours, and horizontal scale was about tens of kilometers. The generation time of convective clouds of forecast was 1-2 hours later than the observation, and moving direction was consistent with observation. Moving speed was 10-20 $km \cdot h^{-1}$ slower. Convective clouds had vertical structure of cold-warm mixed clouds, with large updraft, high content of snow and graupel, low cloud water content in warm regions, cloud top height of 10 km, cloud bottom height of 3 km, 0℃ height of 4.3 km, maximum content of supercooled water of 0.7 $g \cdot kg^{-1}$, less ice crystals in areas with rich supercooled water, these characteristics were consistent with satellite, radar and airborne detection. In the afternoon of Aug. 7, key defense zone was chosen to the west of the core zone. AgI over-seeding would be implemented during 5100 –7000 m height. In the morning of Aug. 8, the aircraft would carry out detection in weak echo area of the first defense line. Ground operations would focus on the implementation of over-seeding in the initial stage of convective clouds in the third defense line to achieve the goal of mitigation rainfall. Based on forecast, additional five sets of ground mobile seeding equipment had been added temporarily to reinforce the capability of rain mitigation operated on Aug. 8. Seeding condition for the 70th anniversary celebration was better forecast.

Keywords: seeding condition potential forecast, seeding operation plan, convective cloud precipitation, major activity guarantee, weather modification

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ミクロスケール気象観測のためのドローン艦隊の経路計画と通信
Route planning and communication of drone fleet for microscale weather observation ×

*矢口 勇一[1]、中野 修三[3]、佐々木 陽[6]、板羽 昌之[4]、五百部 達也[5]、山岸 和彦[2]
*Yuichi Yaguchi[1], Shuzo Nakano[3], Akira Sasaki[6], Masayuki Itaha[4], Tatsuya Iyobe[5], Kazuhiko Yamagishi[2]

1. 会津大学、2. 株式会社eロボティクス福島、3. 株式会社東日本計算センター、4. 株式会社日本環境調査研究所、5. 五百部商事有限会社、6. 有限会社ジークルー
1. The University of Aizu, 2. e-Robotics Fukushima Co., Ltd., 3. East-Japan Accounting Center Co., Ltd., 4. Japan Environment Research Co., Ltd., 5. Iyobe Shoji Ltd., 6. GClue Inc.

本発表では、実際にドローン艦隊を用いてミクロスケールの定点観測を行う場合においてのドローンの運用と通信について考察する。複数台のドローンを同時に運用するケースは、エンターテイメントのフィールドではIntel 500等の事例があり、既に商用化されているが、これらの事例では約1%~5%程度のドローンは墜落、離陸しない、もしくは直下に不時着することがある。これらによる不測の事態を避けるため、これらのドローンでは500g以下等の小型化に加え、フレームを付けるなどの対策が行われている。しかしながら、雲ができる1000m~2000mの高さでの隊列飛行となると、耐風速20m/s程度の大型のドローンを用いる他なく、また、想定している沿岸域での計測では直下は海となる事から、ドローンの完全性を担保しながら、不備がある場合は帰還して安全に着陸できるようなシステムの設計が必要である。

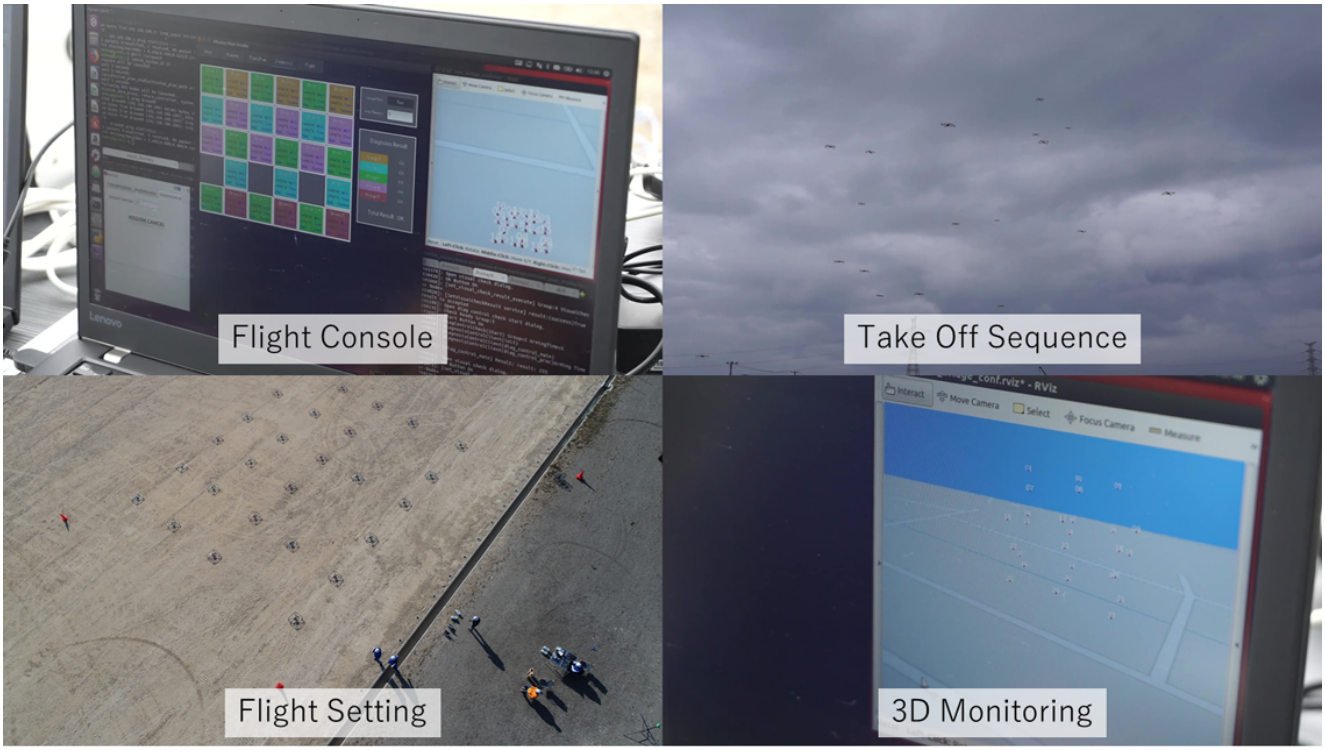
本研究では、27台のドローンを3x3x3の定点に送る際に、もし途中で不具合があり直下に墜落することがあっても、衝突しないように2次元的に交差することを排除した飛行制御について考察する。離陸時はできるだけ操縦者に近いところから離陸することを考慮すると、機体間3~4mの碁盤の目上にドローンを配置し、桂馬筋で離れたドローンを対にして、グループごとに離陸させるようにする。そこから一度横一列に開いたプールに移動し、そこから目的地を目指すことで、長距離フライト時の2次元的な交差を防ぐようにした。

本研究では加えて、ドローンの長距離テレメトリシステムのために、LoRa変調方式を用いた920MHz帯省電力小型無線機を作成し、データペイロードを定義して1秒に1回それぞれのデータを集約しつつ、地上局からの帰還等のコマンドを入れられるようにした。このデータペイロードには、ドローンの現在位置の緯度、経度、高度をドローン本体のGPSから取得するほか、気象観測装置から取得される風向、風力、気温、気圧、湿度のデータ、及び何らかの追加のセンサーのための20bit分の予備データ区間を設けた。

本年度の検証では、福島ロボットテストフィールドにて、高度100mまでの高さに対し、40m, 70m, 100mの30m間隔で3x3x3の隊列フライトが可能かを検証した。その結果、時折気流の乱れで下降するドローンがある中、十分に安全な機体間隔を保持して定点でホバリングすることができた。通信に関しては、直線150m程度の距離であれば、拡散率7, 周波数帯域500kHzで、28台分の通信を行った場合の1秒周期における1チャンネルのみでのキャリアセンスによる衝突は10%以下である。直線3km程度の距離に置き換えた場合、20mWの電波強度での通信は1台毎では可能であるが、通信速度の問題が発生するため、次年度では250mWの電波強度で試す必要がある。

キーワード：ドローン艦隊、無線通信、観測システム
Keywords: Drone fleet, Wireless Communication, Observation System

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

低コスト吹雪観測装置の複数台連携による風速測定
Wind speed estimation by low-cost visibility meter network

*小林 ゆい[1,2]、渡辺 恭也[1,3]、成瀬 延康[1,4]、高橋 幸弘[1,5]
*Yui Kobayashi [1,2], Kyoya Watanabe[1,3], Nobuyasu Naruse[1,4], Yukihiro Takahashi[1,5]

1. 北海道大学グローバルサイエンスキャンパス、2. 東北大学理学部、3. 北海道大学工学部、4. 滋賀医科大学医学部、5. 北海道大学大学院理学研究院
1. Global Science Campus, Hokkaido University, 2. Faculty of Science, Tohoku University, 3. School of Engineering, Hokkaido University, 4. Faculty of Medicine, Shiga University of Medical Science, 5. Graduate School of Science, Hokkaido University

Poor-visibility with the blowing snow sometimes causes serious troubles such as car crashes. Previously we reported the development of a low-cost visibility meter, which estimates visibility quantitatively, measuring the reduction of laser intensity caused by the laser blocking by snow particles. Those laser intensity data together with ambient temperature are sent to a personal computer via a wireless network. The remarkable characteristic of this apparatus is a very compact body, achieving enough length of the light path by reflecting laser light three times by mirrors facing each other. We confirmed the performance as poor-visibility meter, by investigating the correlation between the reduction of laser intensity and the visibility simultaneously recorded by the conventional video system.
In regard to wind speed, which is essential in order to predict poor-visibility caused by blowing snow, conventional propeller-type anemometer has been used up to now. However, such propeller anemometer has moving parts so that the low-cost type lacks durability. On the other hand, the hot-wire and thermocouple type anemometer needs relatively high-power consumption. In this study we developed a new methodology for wind speed measurement using densely placed visibility meters, making use of the time difference between the snow particle passing at different apparatus. Experiments were performed using a wind tunnel at Cryospheric Environment Simulator of the Shinjo Branch (Snow and Ice Research Center, National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience). The three units of the visibility meter were set at an interval of 4-5 m in the wind tunnel and connected with a computer for data collections by wireless communication. The time interval of data sampling was set to 0.5 s. The propeller type anemometer to measure the wind speed as a reference was set downstream of the three observation units. The wind speed can be measured by detecting the delay time for snow particles to move from one unit to the next one. The wind speed obtained by our system was 8.8 m s^{-1}, being averaged for data obtained at three points, while the wind speed measured by the anemometer was 9.1 m s^{-1}. These results mean only with this poor-visibility meter network we can estimate the wind velocity with an accuracy of 3 percent.

キーワード：吹雪、防災、装置開発
Keywords: Blowing snow, Disaster Prevention, Instrument Development

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

冬季晴天弱風夜間の東京における気温および風の周期的変動の地域性
Regional characteristics of periodic variations of temperature and wind in Tokyo under wintertime nocturnal clear and weak wind conditions

*中島 虹[1,2]、高橋 日出男[2]、常松 展充[1]
*Nakajima Ko[1,2], Hideo Takahashi[2], Nobumitsu Tsunematsu[1]

1. 公益社団法人東京都環境科学研究所、2. 首都大学東京
1. Tokyo Metropolitan Research Institute for Environmental Protection, Tokyo Environmental Public Service Corporation, 2. Tokyo Metropolitan University

Intermittent turbulence on time scales of a few minutes to 1 h is often observed in the nocturnal boundary layers. Previous observations were limited to one location (Yokoyama et al. 1981), or to homogeneous topographies within hundreds of square meters (Sun et al. 2015). The regional characteristics of these wavelike motions are unclear in metropolitan areas or in heterogeneous rural-urban areas that can be characterized by different surface conditions. Fujibe (2018) showed the climatological features of surface air temperature variations using 1 min data of the Automated Meteorological Data Acquisition System (AMeDAS) in Japan at horizontal intervals of approximately 17 km. In the Tokyo special wards, 1 min temperature and wind data have been recorded by the Air Pollution Monitoring Systems (APMS) at horizontal intervals of approximately 4.7 km. Therefore, these data can be used to analyze the characteristics of temperature and wind variations on time scales of 1 h or less and expected to investigate the regional characteristics of the variations in this area. The purpose of this study is to elucidate the temporal variations of temperature and wind and their regional characteristics over the Tokyo metropolitan area.

One-minute temperature, wind direction, and wind speed data from November 2016 to February 2017 obtained from the 44 APMS stations were used in this study. Additionally, the hourly wind speed, wind direction, cloud amounts, and precipitation data at the Tokyo District Meteorological Observatory (Kitanomaru) were used. We selected 17 clear and weak wind nights over the observation period using observational data at Kitanomaru by the same process as Nakajima et al. (2018).

The periodic variations of temperature and wind developed at several observational stations in several clear and weak winds nights. Especially, the periodic variations clearly developed on January 11-12, 2017. The winds and temperature fluctuated periodically in the western part of the Tokyo special wards from January 11 23:00 to 02:00 JST. The cycles of the variations were estimated as 20-50 mins from the wavelet analysis and were 5-10 times longer than that of the Brunt-Vaisala oscillation. This ratio agrees with the previous observational results (Yokoyama et al. 1981). On the contrary, the periodic variations were unclear in the central of the Tokyo special wards area such as Chiyoda ward.

In order to examine the regional characteristics of temporal variation of temperature, 20-50 mins band-pass filter was used to the temperature time series from 18:00 to 06:00 JST in each clear and weak wind night. The amplitudes of the band-passed filtered temperature variations in the non-urban area tended to be larger than 0.2˚C. However, the amplitudes in the urban area tended to be smaller than those in a non-urban area.

The difference of the temporal variations between the urban area and the non-urban area implies that the difference of the atmospheric stability between the urban area and the non-urban area. Over a non-urban area at nighttime, ground-based inversion layer grows. However, over an urban area, the atmospheric stability tends to be near neutral (Oke et al. 2017). Small turbulence might produce a large temperature

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

variation under a strong inversion layer, whereas the amplitude is expected to be small under a weak inversion layer (Fujibe 2018). Therefore, the smaller amplitude over urban area might develop under near neutral atmospheric stability.

キーワード：境界層、気温変動、風変動
Keywords: boundary layer, temperature variation, wind variation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 13:45 ~ 15:15 | 301A 3F

[A-AS06] ミクロスケール気象の稠密観測・数値モデリングの新展開

コンビーナ:伊藤 純至(東京大学大気海洋研究所)、荒木 健太郎(気象研究所)、古本 淳一(京都大学生存圏研究所)、東 邦昭(京都大学生存圏研究所・メトロウェザー株式会社)、座長:伊藤 純至(東京大学)、荒木 健太郎(気象研究所)

近年、サブキロメートルの気象観測や数値モデリングが急速に発達し、ミクロスケール大気現象の構造や実態が解明されつつある。突風や大雨などの極端現象も、局地的な収束やヒートアイランドといったマイクロスケールの現象との関連が議論されている。数値モデルの高精細化により、マイクロスケールの気象の再現や予測が可能になっている。本セッションでは、稠密観測や数値モデルにより明らかになりつつあるミクロスケール現象の最新の研究成果や今後の研究方策について議論する。

13:45 ~ 14:00

[AAS06-01] 地上付近の直接詳細観測ための多点型地上観測システム

★招待講演

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

14:00 ~ 14:15

[AAS06-02] ドローン艦隊によるメソスケール定点気象観測アーキテクチャ

*矢口 勇一[1]、板羽 昌之[4]、中野 修三[3]、山岸 和彦[2]、五百部 達也[5] (1.会津大学、2.株式会社eロボティクス福島、3.株式会社東日本計算センター、4.株式会社日本環境調査研究所、5.五百部商事有限会社)

14:15 ~ 14:30

[AAS06-03] 地表光ファイバーケーブルとDASテクノロジーを使った稠密気象イベント観測の可能性

*木村 恒久[1] (1.シュルンベルジェ)

14:30 ~ 14:45

[AAS06-04] Case study of environmental conditions and cloud microphysical properties of winter convective clouds developed in the Kanto plain

*荒木 健太郎[1]、佐藤 晋介[2]、田尻 拓也[1] (1.気象研究所、2.情報通信研究機構)

14:45 ~ 15:00

[AAS06-05] 都市キャノピースキームSPUCを用いた数値シミュレーションによる首都圏の大気境界層構造の解析

*清野 直子[1] (1.気象研究所)

15:00 ~ 15:15

[AAS06-06] 瞬時的な風速に適用可能な接地境界層モデルの深層学習による構築

*伊藤 純至[1,2]、毛利 英明[2] (1.東京大学大気海洋研究所、2.気象研究所)

地上付近の直接詳細観測ための多点型地上観測システム
A Linear Array of Wind and Pressure Sensors for High Resolution in situ Measurements in Winter Tornadoes

*楠 研一[1]、猪上 華子[1]、石津 尚喜[2]、藤原 忠誠[3]
*Kusunoki Kenichi[1], Hanako Inoue[1], Naoki Ishitsu[2], Chusei Fujiwara[3]

1. 気象研究所、2. アルファ電子／気象研究所、3. 東日本旅客鉄道
1. Meteorological Research Institute, 2. Alpha-denshi Co., Ltd. / Meteorological Research Institute, 3. East Japan Railway Company

我々は鉄道用の突風探知システム開発の一環として、山形県庄内平野で突風の高密度観測をしている。突風のほとんど(88%)が上空の渦を伴うとの知見を踏まえ、レーダーによる渦探知と追跡を基本とした突風探知システムの基礎となりうる仕組みをテストしている。レーダーは地上を直接観測できないため、上空の渦と地上突風との適切な関係づけは、本システムが乗り越えるべき課題だが、そもそも渦内部を地上まで含めて観測した先行研究が世界的にほとんどない。今回はこの問題を解決する多点型地上観測システムの概要について発表する。

キーワード：冬季竜巻、多点型地上観測システム
Keywords: winter tornado, A Linear Array of Wind and Pressure Sensor

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ドローン艦隊によるメソスケール定点気象観測アーキテクチャ
Mesoscale fixed point weather observation architecture by Drone fleet

*矢口 勇一[1]、板羽 昌之[4]、中野 修三[3]、山岸 和彦[2]、五百部 達也[5]
*Yuichi Yaguchi[1], Masayuki Itaha[4], Shuzo Nakano[3], Kazuhiko Yamagishi[2], Tatsuya Iyobe[5]

1. 会津大学、2. 株式会社eロボティクス福島、3. 株式会社東日本計算センター、4. 株式会社日本環境調査研究所、5. 五百部商事有限会社
1. The University of Aizu, 2. e-Robotics Fukushima Co., Ltd., 3. East-Japan Accounting Center Co., Ltd., 4. Japan Environment Research Co., Ltd., 5. Iyobe Shoji Ltd.

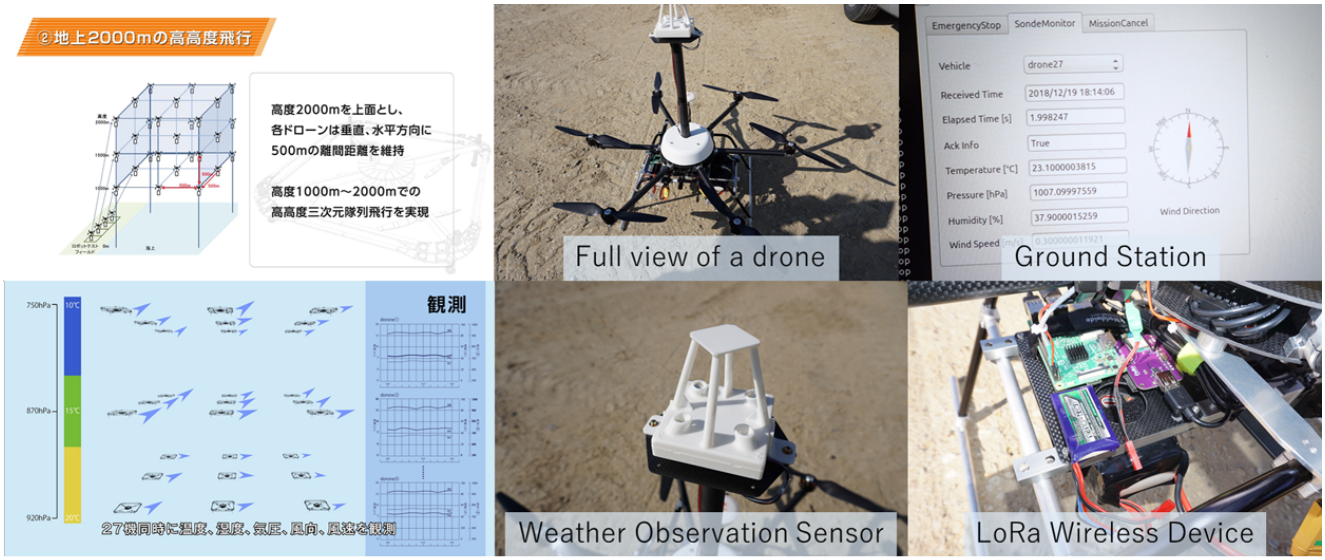
高高度における気象観測をメソスケールで行うためには、ある程度の密度を確保した広い空間に気象センサーを配し、定点観測させる必要がある。Dopplar SODAR等を用いた方法では、計測できる高度に制限があり（Yoshiki ITO, 2009)、ラジオゾンデを用いる方法では2000m~10000m程度までの風向風力を測定可能だが特定のポイントに直接置くことが出来ず、時系列的には点の情報しか得ることができない。また、航空機を用いた観測では、温度や湿度を得ることができるが、航空機の移動速度や航空機自身が引き起こす気流の乱れより風向風力を正しく得ることは難しい。衛星のセンサーからの計測もあるが、空間解像度は1.5km程度であり、綿密な計測は行えない（Ryosuke NIWA, 2009)。

本研究では、これらの問題を直接的な計測で解決するために、無人航空機の一種であるマルチコプターを複数台同時に用いて計測する技術を提案する。具体的には、1台当たり30分程度ホバリング可能な耐風速20m/sとなる６葉のマルチコプターを製造し、ここに超音波を利用したポータブルな気象観測装置を取り付ける。この気象観測装置は、超音波を用いて2軸の風力を計算することで、風向及び風力を計算する。加えて、気象観測装置に気温、湿度及び気圧計を搭載し、ラジオゾンデと同等かそれより頻度の高い計測をドローンに搭載しているペイロードコンピューターに保存する。この気象観測装置は、事前に計測したドローンの気流の乱れに影響しない高さまでマストで上げられて計測する。また、ペイロードコンピューターに蓄積されたデータは1秒に1回程度の頻度で整理され、LoRa変調方式による920MHz帯小型省電力無線局より地上に伝送され、リアルタイムに表示することを可能とした。このデータを、インターネットを通して複数拠点同時に集約することで、メソスケールで定点での気象測定を行うことができる。なお、マルチコプターは重量25kgまでは航空法の軽飛行機の範疇から外れるため、現時点では航空法で規定されている高度までは容易に飛ばすことができる。しかしながら、本研究で目指す高度は1000m ~ 2000mの雲の出来る高さでの隊列飛行を行うことから、事前に国土交通省や航空管制との折衝が必要となる。

実際の実証として、単機のドローンを500m, 1000m, 1500m, 2000mの高度にそれぞれ上昇させて、リアルタイムの計測を行うことができるかを検証した。2018年12月20,21,22日に、朝6:30~7:00の間に行った実験では、地上における風速は3~5m/s程度であったが、1500mの高度では13m/sに上昇することを確認した。また、それらの情報はリアルタイムに地上に伝送され、直接目視することが可能であることを確認した。また、同等のシステムを搭載した別のドローンを用いて、高度100mまでの空間中に27台のドローンを30m間隔で3 x 3 x 3のメッシュ型に飛翔させ、定点に留まる検証を行い、成功している。これらのものを組み合わせて用いることで、広い地域での定点の観測が可能となった。

キーワード：ドローン艦隊、同時定点観測、メソスケール気象観測
Keywords: Drone fleet, Simultaneous fixed point observation, Mesoscale weather observation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地表光ファイバーケーブルとDASテクノロジーを使った稠密気象イベント観測の可能性
Potential of dense weather event observation using surface optical fiber cable and DAS technology

*木村 恒久[1]
*Tsunehisa KIMURA[1]

1. シュルンベルジェ
1. Schlumberger

DASテクノロジーは、2011年頃から石油・ガス産業において、パイプラインのモニタリングや侵入者を感知する目的で導入されている。近年では “heterodyne Distributed Vibration Sensing”（以下、hDVS）と呼ばれる位相差データを用いる最新の光ファイバーセンシング技術の適用により、Vertical Seismic Profile（以下、VSP）を含むサイスミックデータ取得ができるようになった[1)]。3DVSPの手法で立体的なイメージングもできる[2)]。そのhDVS装置を使った自然地震や、津波を目標に据える波の観測ができることを近年のJpGUや地震学会で説明してきた[3)]。

2017年9月、一般財団法人エンジニアリング協会（以下、ENAA）の協力の下、ENAAが深さ約20cmに埋設した光ファイバケーブルを使った地震観測を含むDAS技術の実証実験を行った。400mの長さの光ファイバケーブルのうち、300mを100mの長さの溝の中に往復させて設置し、残りの100mは地表を這わせ、室内に設置してある第三世代のhDVS取得装置につなげた。つまり地表を這わせた約50m区間の光ファイバーケーブルは、気象の変化の影響を受けやすい環境下にあった。４日間の観測期間中の第２日目、雨が降り、時折雨脚が激しい時間帯もあった。特に夜間の時間帯は人工震源を使わない連続観測を行ったので、地表を這わせた光ファイバーケーブルは車の往来等の地表ノイズや自然地震のような偶発的な現象の他に、雨の影響と思われる定常的な現象を記録していた。その一例を図１に示す。

このことは、光ファイバーを振動センサーとして用いるDASテクノロジーが、気象の観測に利用できる可能性を示唆する。hDVS/DASはGPSにシンクロさせて記録を行い、最大観測長はファイバーの種類や状態にも依るが、ロスの少ないシングルモードファイバー（以下、SMF）を使えば40kmに達する。数十kmの範囲の気象状況ををを一台の装置で数十m置きに観測することができれば、より詳細な警報を発することが可能であろう。

日本における通信用光ファイバーは大都市部の幹線通信網を除き、電柱や鉄塔等の空気中に設置される場合が多い。そのような光ファイバーは雨や風の影響を直接受けるが、車両、鉄道、工場等の地表で発生するノイズ源の影響が少ない。つまりOPGWと呼ばれる送電線上の光ファイバーにhDVS/DAS装置をつなげると、瞬くうちに気象観測網を構築することができる可能性がある。雨の場合、雨脚が穏やかなときは雨がOPGWに当たる率が低くなり振動、つまり光ファイバーの動的歪が少なく現れ、hDVS/DASの信号が小さい。雨脚が激しくなると雨がOPGWに当たる率が高くなり、振動（光ファイバーの動的歪）が大きく現れ、hDVS/DASの信号が大きい。なので局地的な雨量を数十m間隔に定量的に観測することができる可能性がある。さらに雨粒の大きさや、雨か雹なのかの違いを把握することができる可能性もある。

風の影響も同じように扱うことができる。風速が低い場合は、光ファイバーの振動が小さくhDVS/DASの信号が小さく現れる。風速が高い場合は、光ファイバーの振動が大きくhDVS/DASの信号が大きく現れる。この現象は、井戸内での液体の流れの観測に酷似しており、同じような手法で風速を定量的に観測できるであろう。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

台風のように雨量も風量も大きく同時に変化する場合は、それぞれの事象を分離する手法を取ることができるであろう。雨の場合、雨粒が光ファイバーケーブルに衝突することによって振動が起き、よりミクロな振動で、振動の周波数領域が高いと思われる。一方、風の場合は、鉄塔間の光ファイバーケーブル全体に影響を及ぼすマクロな振動で、周波数領域が低いと思われる。このことは、JAMSTEC所有の海底光ファイバーケーブルを使って海底地震を観測した際、波も同時に観測したが、ゲージ長を変化させる再処理を行うことによって２つの異なる事象を分離することができることを2018年の地震学会で述べた[4)]。ゲージ長を変化させる再処理は、様々なDAS装置の中でhDVSのみが持つユニークな特徴である。雨量と風速のリアルタイムでの同時観測は、hDVS装置を改良することで可能になるであろう。

hDVSを地中、海底、そして地上の光ファイバー網につなげることにより、地震、火山、津波、そして台風やゲリラ豪雨の観測という、総括的な防災の観測網を構築することができる可能性が見えてきた。

謝辞：2017年に行った一般財団法人エンジニアリング協会との共同実験のデータを用いました。感謝の意を表します。

引用文献：

1) Kimura, T., Lees, G., and Hartog, A., Optical Fiber Vertical Seismic Profile using DAS Technology, JpGU 2016 (RAEG 2016, STT17-12) Extended Abstract.

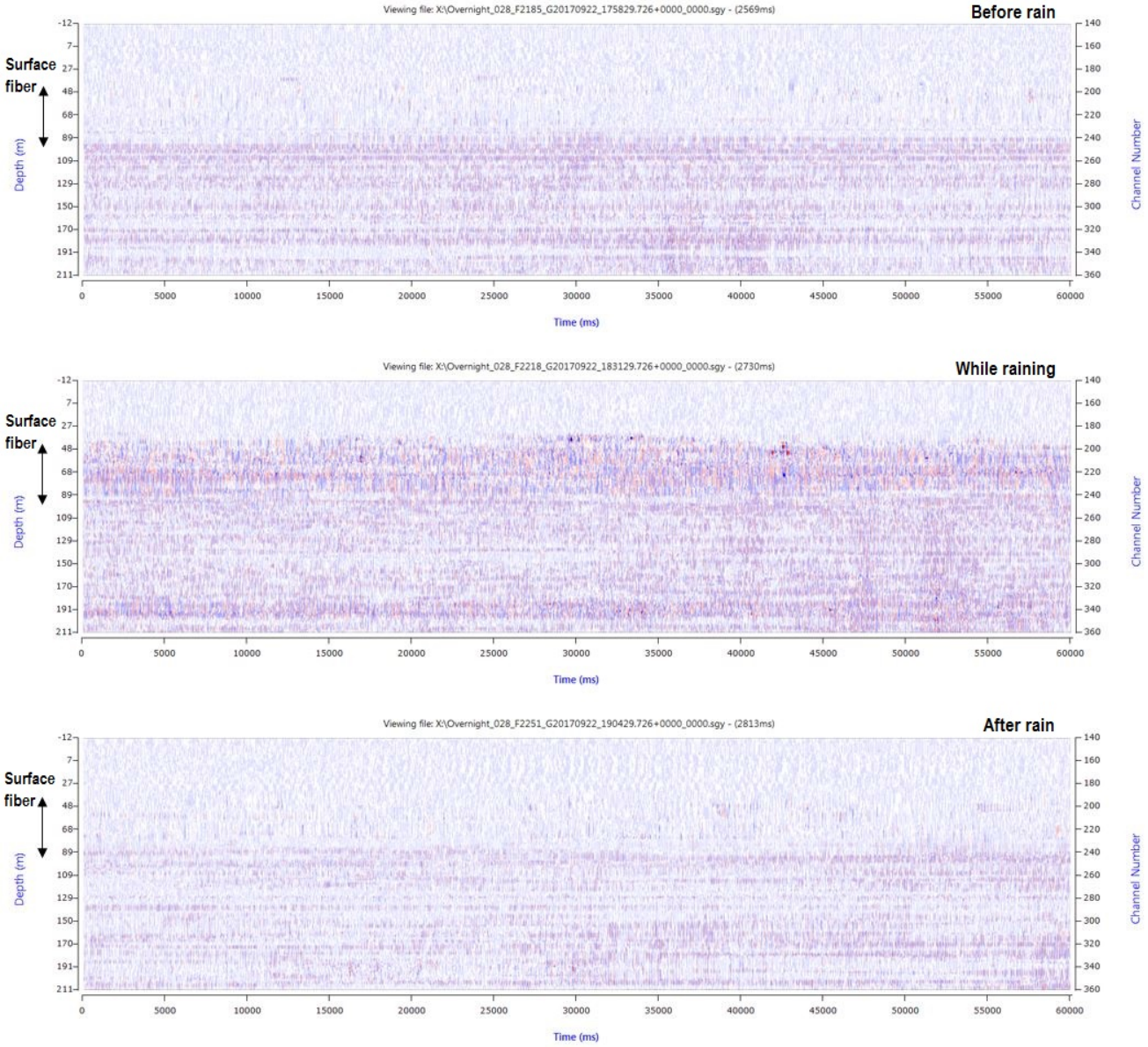
2) Kimura, T. et al, Hybrid 3D VSP Using Fiber-Optic Technology and a Conventional Borehole Seismic Array Tool, EAGE Copenhagen 2018 (Th H 10) Extended Abstract.

3) Kimura, T., Kobayashi, Y., Naruse, R., and Xue, Z., Earthquake events monitoring in a well using Optical Fiber and DAS Technology, JpGU 2018 (STT50-04), Kimura, T., Summary of Earthquake Events Recorded in Japan using DAS Technology, and Future Vision, SSJ 2018 (S02-P12).

4) Kimura, T., Araki, E., and Yokobiki, T., Separation of Events from DAS Data Recorded from Submarine Fiber Cable using Different Gauge Length, SSJ 2018 (S02-03)

キーワード：DAS、hDVS、光ファイバー、マイクロスケール気象学、稠密気象観測、台風
Keywords: DAS, hDVS, optical fiber, micro-scale meteorology, dense observation, typhoon

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Case study of environmental conditions and cloud microphysical properties of winter convective clouds developed in the Kanto plain

*荒木 健太郎[1]、佐藤 晋介[2]、田尻 拓也[1]
*Kentaro Araki[1], Shinsuke Satoh[2], Takuya Tajiri[1]

1. 気象研究所、2. 情報通信研究機構
1. Meteorological Research Institute, 2. National Institute of Information and Communications Technology

In winter, convective clouds sometimes develop and cause local snowfalls and lightning strikes in the Kanto plain in Japan. To understand and forecast these winter convective clouds, detailed observations of environmental conditions and cloud microphysical properties are required. In this study, we performed a case study on the winter convective clouds on 26 January 2019, and examined the temporal variation of environmental conditions and properties of cloud and precipitation by using Japan Meteorological Agency (JMA) analysis data, dense surface meteorological observation data, Himawari-8 data, JMA operational radar data, photograph data of precipitation particles derived from citizen science, disdrometer and microwave radiometer data obtained at the Meteorological Research Institute in the Tsukuba, Ibaraki.

On 26 January, the surface pressure pattern was the winter monsoon type and the upper cold vortex moved to the northern Japan. Since the Kanto plain was located on the southeastern side of the cold vortex, synoptic condition was favorable for convection development in the Kanto plain. In respect of the mesoscale environments, the low-level convergence line was formed in the Kanto plain by west-northwesterly and northerly airflows that crossed the mountain areas. The Himawari-8 infrared images captured the cloud street associated with the convergence line from 13:30 JST (=UTC+9h), and radar echoes of convective clouds were observed by JMA Tokyo radar from 14:40 JST. Two convective clouds developed in the convergence line and passed over Tsukuba from about 15:30 to 16:30 JST. From the results of one-dimensional variational (1DVAR) analysis combined with numerical weather model and microwave radiometer data, it was found that thermodynamic environments significantly got unstable at 15 JST because of increases of low-level atmospheric temperature and influence of upper cold air flow.

Disdrometer in Tsukuba observed precipitation of two convective clouds from 15:34 to 15:44 JST and from 16:03 to 16:32 JST. Results of zenith-looking observation by micro rain radar showed the existence of echo at the altitude of 3-5 km 5-10 minutes before the surface precipitation at 15:34. Liquid water path (LWP) derived by the microwave radiometer significantly increased about 20 minutes before the surface precipitation by the first convective cloud, and the value of LWP in the case of second convective cloud was smaller than that of the first one. Results of disdrometer observation showed characteristics of the precipitation particles were similar to that of typical lump graupel, and fall velocity of the particles from the first convective cloud was significantly greater than that of second one. Photograph data by citizen science revealed that the graupel particles from the first convective cloud had densely rimed structures compared with those of second one. These differences of cloud microphysical properties would be due to the difference of the life stages of the convective clouds.

キーワード：対流雲、降雪、関東平野
Keywords: convective clouds, snowfall, Kanto plain

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

都市キャノピースキームSPUCを用いた数値シミュレーションによる首都圏の大気境界層構造の解析

Numerical simulation of the urban effect on the atmospheric boundary layer structure in Tokyo using the SPUC urban canopy scheme

*清野 直子[1]
*Naoko Seino[1]

1. 気象研究所
1. Meteorological Research Institute

都市化が降水に及ぼす影響を明らかにするため、単層キャノピースキームSPUCを導入した気象庁非静力学モデルによる感度実験を行った結果、都心付近の1℃程度の高温化が10%の降水量増加をもたらすことが示唆されている（Seino et al, 2018）。都市化影響をさらに詳しく調べるため、モデルのキャノピー物体温度初期値にSPUCによる予報結果を反映できるサイクル化の手法を導入し、都心部の夏季の気温再現性が向上することがわかった。いっぽう、冬季の都内におけるゾンデ特別観測事例で比較したところ、日中の大気境界層高度はモデルに過小評価の傾向が見られた。空間的により詳細な都市効果の把握に向け、検証事例を増やし再現性の確認を進める予定である。

キーワード：都市化、数値シミュレーション、大気境界層
Keywords: urbanization, numerical simulation , atmospheric boundary layer

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

瞬時的な風速に適用可能な接地境界層モデルの深層学習による構築
Surface layer model for instantaneous wind speeds designed by deep learning

*伊藤 純至[1,2]、毛利 英明[2]
*Junshi Ito[1,2], Hideaki Mouri[2]

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 気象研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo , 2. Meteorological Research Institute

parameterizations consider the Monin-Obukhov similarity law for diagnosing momentum transports between the lowest atmosphere and ground. This law was found in the relations between temporally averaged (typically periods of 10 minutes) wind speeds and momentum fluxes. We have suggested that it is inappropriate to apply the law for the parameterization in large eddy simulations in which turbulence fluctuation is involved in resolved wind speed at each grid point. However, we do not know a good alternative to the law.

In this study, we perform a preliminary attempt to apply the deep learning technique for the parameterization. Results of wind tunnel experiments are used for the date to be learned: the relationship between wind speeds and momentums fluxes in a short time scale (1 second, typically) was obtained in the condition with steady external winds and neutral stratification over ten hours.

Nine-tenth of the wind tunnel data for three kinds of different external wind speeds was inputted to the routine of the TensorFlow library. Then the validation is performed by the left of the data. The result shows that diagnoses of the momentum fluxes through the trained network show far better performances than those of the misused Monin-Obukhov law.

If the wind speed is inputted in training, the network overfits the other wind speed that has not been used for the training. It would be better to consider normalize wind speeds for the training to apply a wide range of wind speeds.

キーワード：接地境界層、深層学習、地表面フラックス、モニン・オブコフ則、壁法則
Keywords: Surface layer, Deep learning, Surface flux, Monin-Obkuhov law, Law-of-the-wall

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 9:00 ~ 10:30 | 303 3F

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

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

海洋鉛直混合を含む統合的現場観測と混合を導入したモデルを開発することで、物質循環や気候、生態系への影響を明らかにすることを目的とした、新学術領域研究「海洋混合学の創設：物質循環・気候・生態系の維持と長周期変動（2015-2020年度）」における研究、及び内外の関連する研究を集約し、成果のまとめを図ると共に今後の課題を明らかにする。

9:00 ~ 9:10

Introduction

9:10 ~ 9:30

[AOS09-01] **Model Spectra for Turbulence Below and Above the Ozmidov Wavenumber**

★Invited Papers

*Eric L Kunze[1] (1.NorthWest Research Associates Redmond)

9:30 ~ 9:45

[AOS09-02] **A new parameterization of turbulent mixing caused by tidal flow over abyssal rough bathymetry**

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

9:45 ~ 10:00

[AOS09-03] CTD取り付け型微細構造観測手法の開発と北太平洋海盆規模乱流分布

*安田 一郎[1]、後藤 恭敬[2]、長澤 真樹[1]、李 根淙[1]、中野 俊也[2]、纐纈 慎也[3] (1.東京大学大気海洋研究所、2.気象庁、3.海洋研究開発機構)

10:00 ~ 10:15

[AOS09-04] The deep Pacific meridional overturning circulation simulated by a low-resolution ocean model

★Invited Papers

*川崎 高雄[1]、羽角 博康[1] (1.東京大学 大気海洋研究所)

10:15 ~ 10:30

[AOS09-05] The Role of Mixing and Geothermal Heating in Altering AABW and NADW Pathways

★Invited Papers

*Qianjiang Xing[1]、Stephanie Downes[1]、Kate Snow[2] (1.IMAS, Univ of Tasmania, AU、2.School of GeoSciences, Univ of Edinburgh, UK)

Model Spectra for Turbulence Below and Above the Ozmidov Wavenumber

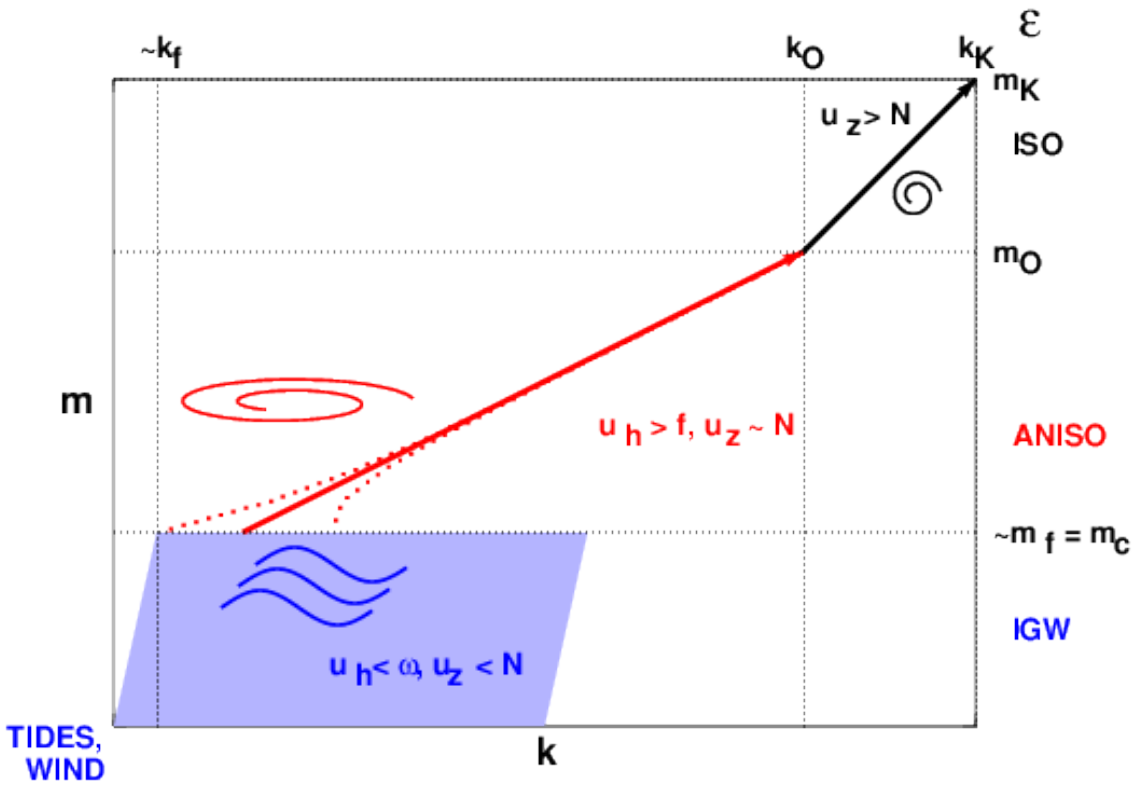
*Eric L Kunze[1]

1. NorthWest Research Associates Redmond

A model spectrum is constructed to describe both anisotropic stratified turbulence below and isotropic turbulence above the Ozmidov wavenumber using dimensional and dynamical scaling in terms of a cascade (or dissipation) rate ε, Coriolis frequency f, buoyancy frequency N and horizontal wavenumber k. The Ozmidov wavenumber $(N^3/\varepsilon)^{1/2}$ is the lowest wavenumber for which turbulence can overcome stratification to produce density overturns. The model reproduces observed spectral shapes and behavior in ocean and atmosphere measurements, specifically the −1 vertical wavenumber spectral slope in the invariant saturated spectrum band and +1/3 horizontal wavenumber spectral slope in the several decades immediately below the Ozmidov wavenumber. Aspect ratios become increasingly anisotropic below the Ozmidov wavenumber until reaching ~O(f/N). It is argued that geophysical turbulence can arise from anisotropic instability of the internal-wave field at wavenumbers well below the Ozmidov then cascade energy forward into isotropic turbulence, in contrast to the conventional wisdom that isotropic turbulence arises directly from vertical instability injecting energy at or above the Ozmidov wavenumber. Thus, anisotropic and isotropic turbulence are manifestations of the same forward energy cascade to dissipation.

Keywords: turbulence, dissipation , cascade

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A new parameterization of turbulent mixing caused by tidal flow over abyssal rough bathymetry

*日比谷 紀之[1]
*Toshiyuki Hibiya[1]

1. 東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻
1. Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, The University of Tokyo

It is believed that tidal interaction with abyssal rough bathymetry can create mixing hotspots extending upward from the ocean bottom. Although there exist parameterizations of bottom-enhanced tidal mixing, they do not take into account that the internal waves generated by tide-topography interactions transform from *internal tidal waves* to *quasi-steady internal lee waves* as $k_H U_0 / \omega$ increases and exceeds unity (k_H is the horizontal wavenumber of the bottom topography; U_0 is the amplitude of the tidal flow; ω is the tidal frequency) (Mohri et al., 2010).

In this study, we formulate a new parameterization of tidal mixing over abyssal rough bathymetry in which the vertical decay scale of the energy dissipation rate (ε) is estimated by multiplying the theoretically obtained vertical group velocity of the *internal tidal wave* or the *quasi-steady internal lee wave* by the time scale of its nonlinear interaction (induced diffusion) with the background Garrett-Munk (GM) internal wave field (McComas and Müller, 1981). The resulting parameterization explicitly shows that the vertical decay scale of ε becomes independent of U_0 but inversely proportional to k_H squared when $k_H U_0 / \omega < 1$ and independent of k_H but proportional to U_0 squared when $k_H U_0 / \omega > 1$.

It is confirmed that the formulated parameterization predicts the vertical distribution of ε in agreement with that obtained from the eikonal calculation for the *internal tidal wave* or the *quasi-steady internal lee wave* propagating from the ocean bottom up into the background GM internal wave field (Iwamae et al., 2009; Hibiya et al., 2017).

キーワード：潮汐混合、深海底凹凸地形、パラメタリゼーション、内部潮汐波、内部風下波、三波共鳴干渉
Keywords: Tidal mixing, Abyssal rough bathymetry, Parameterization, Internal tidal waves, Internal lee waves, Resonant triad interactions

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

CTD取り付け型微細構造観測手法の開発と北太平洋海盆規模乱流分布
Development of CTD-attached microstructure measurements and basin-scale turbulence distribution in the North Pacific

*安田 一郎[1]、後藤 恭敬[2]、長澤 真樹[1]、李 根淙[1]、中野 俊也[2]、纐纈 慎也[3]
*Ichiro Yasuda[1], Yasutaka Goto[2], Maki Nagasawa[1], Koenjong Lee[1], Toshiya Nakano[2], Shinya Kouketsu[3]

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 気象庁、3. 海洋研究開発機構
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. Japan Meterolorogical Agency, 3. Japan Agency of Marine-Earth Science and Technology

A new efficient microstructure measurement with fast-response thermistors attached to CTD as common ship-based observational platforms were elaborated. This revealed cross-Pacific top-bottom turbulence distributions. Vertical distribution of turbulent energy dissipation is found to be proportional with local squared buoyancy frequency N^2(representing density vertical gradient) and local internal tide energy generation and dissipation, indicating that main part of energy dissipation of tide-induced turbulence occurs in the main thermocline. These contribute to revising models of tide-induced three-dimensional distribution used in ocean/climate models, which will contribute to reproducing ocean meridional overturning circulation and oceanic heat/material circulation.

キーワード：乱流、微細構造観測手法、海洋子午面循環、潮汐混合、北太平洋
Keywords: Turbulence, microstructure observation method, Meridional Overturning Circulation , Tide-induced mixing, North Pacific

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The deep Pacific meridional overturning circulation simulated by a low-resolution ocean model

*川崎 高雄[1]、羽角 博康[1]
*Takao Kawasaki[1], Hiroyasu Hasumi[1]

1. 東京大学 大気海洋研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Insitutute, the University of Tokyo

The deep Pacific meridional overturning circulation (PMOC) is composed by the northward transport of deep water originated from the Southern Ocean and upwelling of deep water. Tidal mixing is an important process for maintenance of the upwelling of deep water. Several previous modeling studies suggested that geothermal heating at the sea floor also has a significant impact on the strength of deep PMOC. Many previous modeling studies employed distributions of the tidal mixing enhanced near the ocean bottom (local mixing). A previous modeling study suggested that tidally-induced mixing far from the ocean bottom (remote mixing) significantly influences the strength and structure of PMOC. It is pointed out that the mixing energy depends on the ocean stratification by microscale vertical temperature profiles. In this study, we try to reproduce the PMOC by using the distribution of remote mixing based on the recent observation and geothermal heating.

The model employed in this study is an ocean general circulation model (COCO). Its horizontal grid size is 1 degree (non-eddy-resolving model). The horizontal distributions of local and remote tidal mixing energies are estimated by a tide model. The local mixing energy is enhanced near the bottom and decayed with height. The vertical profile of remote mixing depends on the ocean stratification, which is suggested by many observational and theoretical studies. The heating of bottom water is added based on the horizontal map of geothermal heating.
The strength of deep PMOC is increased by using the stratification-dependent tidal energy of the remote mixing. The geothermal heating also significantly enhances the deep PMOC. The northward volume transport of deep water originated from the Southern Ocean is smaller than an observational estimate by the one-time 17-month moorings. We additionally calculated the isotope ratio of radiocarbon (seawater age) for validation of the strength of the modeled PMOC. When both remote mixing and geothermal heating are applied, the age of seawater in the deep Pacific Ocean is consistent with observation.

キーワード：太平洋子午面循環、海洋大循環モデル、潮汐混合
Keywords: Pacific meridional overturning circulation, ocean general circulation model, tidal mixing

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The Role of Mixing and Geothermal Heating in Altering AABW and NADW Pathways

*Qianjiang Xing[1], Stephanie Downes[1], Kate Snow[2]

1. IMAS, Univ of Tasmania, AU, 2. School of GeoSciences, Univ of Edinburgh, UK

Antarctic Bottom Water (AABW) and North Atlantic Deep Water (NADW) constitute the deep Meridional Overturning Circulation (MOC). Surface mechanisms such as wind forcing, heat and freshwater fluxes have been identified as drivers of the deep-water mass formation. However, the interior drivers help transport NADW and AABW across ocean basins. Using sensitivity experiments in an Atlantic sector model, we diagnosed the influence of two poorly understood interior drivers on AABW and NADW, namely geothermal heating and vertical mixing, both as individual drivers and combined. We found that both enhanced mixing and geothermal heating increased the temperature and decreased the density of AABW and NADW. The meridional overturning circulation of NADW changed minimally (less than 3%) in all perturbations, while enhanced mixing and geothermal heating individually strengthened the AABW cell by 31.6% and 26.3%, respectively. The combined effect of the two mechanisms prompted a decrease in the MOC of the AABW cell by 21.1%. A diagnostic of Water Mass Transformation was applied to quantify the all transformations between water masses over time. The total transformation between AABW and NADW in the perturbations were estimated to be strengthened in the Atlantic sector model due to enhanced mixing and geothermal heating except a weakening water mass transformation from NADW into AABW posed by mixing and geothermal heating combined effect in the basin of south of 30S. The largest water mass transformation changes occurred in the Southern Ocean, where deep ocean property changes were remarkable throughout the water column.

Keywords: Mixing, Geothermal Heating, MOC, Water Mass Transformation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 10:45 ~ 12:15 | 303 3F

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

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

海洋鉛直混合を含む統合的現場観測と混合を導入したモデルを開発することで、物質循環や気候、生態系への影響を明らかにすることを目的とした、新学術領域研究「海洋混合学の創設：物質循環・気候・生態系の維持と長周期変動（2015-2020年度）」における研究、及び内外の関連する研究を集約し、成果のまとめを図ると共に今後の課題を明らかにする。

10:45 ~ 11:00

[AOS09-06] Longterm changes in heat content, salinity and stratification over the Pacific Arctic and Subarctic continental shelves

★Invited Papers

*Seth L Danielson[1] (1.University of Alaska Fairbanks)

11:00 ~ 11:15

[AOS09-07] Important roles of marginal seas and intermediate water for micro- and macro-nutrients circulation in the North Pacific

*西岡 純[1]、小畑 元[2]、小川 浩史[2]、安田 一郎[2] (1.北海道大学低温科学研究所、2.東京大学大気海洋研究所)

11:15 ~ 11:30

[AOS09-08] 北太平洋中層に存在する溶存鉄の化学形に関する考察

*山下 洋平[1]、西岡 純[2]、小畑 元[3]、小川 浩史[3] (1.北海道大学 大学院地球環境科学研究院、2.北海道大学 低温科学研究所、3.東京大学 大気海洋研究所)

11:30 ~ 11:45

[AOS09-09] Change in lower trophic level ecosystem and its complex mechanism in the North Pacific

★Invited Papers

原田 尚美[1]、藤木 徹一[1]、*相田 真希[1]、本多 牧生[1]、喜多村 稔[1]、塩崎 拓平[1]、三野 義尚[3]、桑田 晃[2]、田所 和明[2]、関 宰[4]、近本 めぐみ[5] (1.国立研究開発法人 海洋研究開発機構 地球環境観測研究開発センター、2.国立研究開発法人 水産研究・教育機構　東北区水産研究所、3.名古屋大学 宇宙地球環境研究所 、4.北海道大学 低温科学研究所、5.ハワイ大学)

11:45 ~ 12:00

[AOS09-10] Numerical simulation of iron cycle in the North Pacific

*三角 和弘[1]、西岡 純[2]、小畑 元[3]、津旨 大輔[1]、坪野 考樹[1]、Matthew Long[4]、Keith Lindsay[4]、J. Keith Moore[5] (1.電力中央研究所 環境科学研究所、2.北海道大学 低温科学研究所、3.東京大学 大気海洋研究所、4.米国大気研究センター、5.カリフォルニア大学アーバイン校)

12:00 ~ 12:15

[AOS09-11] Influence of tide on the growth and migration of walleye pollock (*Gadus chalcogrammus*) in the Oyashio region

*伊藤 進一[1]、王 子健[1]、西川 はつみ[3]、三寺 史夫[3]、石野 光弘[2] (1.東京大学大気海洋研究所、2.水産研究・教育機構、3.北海道大学)

Longterm changes in heat content, salinity and stratification over the Pacific Arctic and Subarctic continental shelves

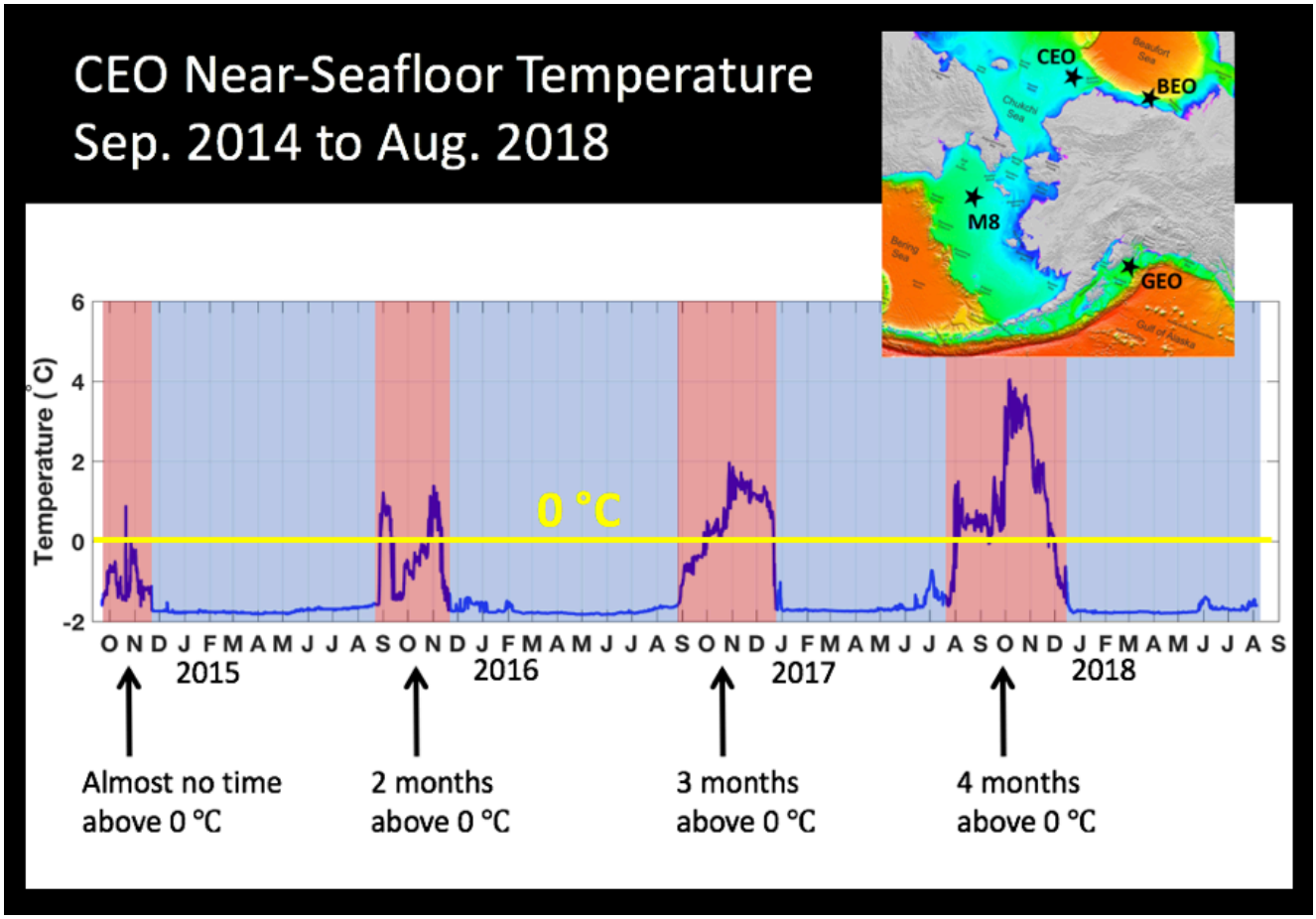
*Seth L Danielson[1]

1. University of Alaska Fairbanks

The recent century of increasing North Pacific marine temperatures culminated with a still ongoing multi-year marine heat wave over the Bering and Chukchi continental shelves. Relative to the modern observational record, 2014-2018 is characterized by anomalously elevated heat contents and temperatures, advanced spring sea ice retreat, delayed winter sea ice onset, and shifts in the timing and location of sea ice melt. To provide oceanic context to the satellite-derived sea ice concentration record, we construct a simple heat budget for the Chukchi shelf using atmospheric reanalysis model estimates of ocean-air heat fluxes (ECMWF ERA-Interim), lateral advection northward into the Arctic through Bering Strait, and in situ hydrographic profiles. We construct a new CTD climatology for the region, using a compilation of over 10^5 hydrographic profiles collected between 1950 and the present. Sea surface temperature analysis shows that 2014 was a transition year into a series of consecutive years for which the mean surface temperature exceeds 2 standard deviations from the longterm mean. Subsurface temperatures also exhibit steadily increasing temperatures over 2014 to 2018. Relative to 1979 to 2013, the most recent five years exhibits an acceleration of the Chukchi shelf heat engine: absorbing more incoming solar radiation in the spring and losing more latent and sensible heat to the atmosphere in the fall. On an annual basis the Chukchi shelf’ s rate of heat loss has modestly increased, but the Bering shelf is losing less heat to the atmosphere on an annual basis. However, the modeled heat flux changes are not temporally uniform over the course of the year and the anomalies exhibit spatial structure that is closely linked to the location of the sea ice cover. Our estimates suggest that the delivery of Pacific origin heat to the Arctic basin has appreciably increased in recent years. The analyses highlight the importance of the oceanic heat capacity, the heat loss rates of the cooling fall and winter, ice thickness, and tightly coupled positive feedbacks in heat exchanges between the ocean, ice and atmosphere. Understanding the new hydrograhic status quo is important for anticipating future physical and biological conditions on the Bering-Chukchi shelves. To the extent that ecosystem structure may be disrupted by altered seasonality, specie distributions, metabolic rates, and trophic exchange transfer efficiencies, we can use this work to better understand how the changing thermal environment may trigger a cascade of nonlinear reactions by the region’ s sympagic, pelagic and benthic communities.

Keywords: Ocean-atmosphere-ice heat fluxes, Bering-Chukchi shelf

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Important roles of marginal seas and intermediate water for micro- and macro-nutrients circulation in the North Pacific

*西岡 純[1]、小畑 元[2]、小川 浩史[2]、安田 一郎[2]
*Jun Nishioka[1], Hajime Obata[2], Hiroshi Ogawa[2], Ichiro Yasuda[2]

1. 北海道大学低温科学研究所、2. 東京大学大気海洋研究所
1. Hokkaido University, Institute of low temperature sciences, 2. The University of Tokyo, Atmosphere and Ocean research institute

The North Pacific is recognized as an end of the deep ocean conveyor belt circulation, and has been vaguely perceived as a place where deep high nutrient water rises to the surface. Details of the mechanism by which macro-nutrients are supplied from the deep layer to the surface layer, however, have not been properly described. Additionally, basin-scale micro-nutrient (iron) supply process for controlling biological production in this high nutrient region is still not completely understood. Here we report basin scale micro- and macro-nutrients circulation in the North Pacific. We compiled observed dissolved iron and nutrients dataset with other water properties in the North Pacific, as well as in the marginal seas and around the island chains. Judging from the isopycnal analysis of the dataset, a zonal gradient of dissolved iron concentration in the subarctic Pacific is constructed by iron rich water propagating from the Okhotsk Sea intermediate waters to the wide area of the upper-intermediate waters on the western North Pacific. While, high macro-nutrient water is discharged from the Bering Sea and spread in wide density range of the intermediate layer of the whole subarctic area. Two to three orders higher upward turbulent fluxes of the macro-nutrients were observed around the marginal sea islands chains, indicating that a part of macro-nutrients are supplied to surface and are returned and pooled to the intermediate layer through the biological production and microbial degradation of organic substances. These results highlighted an important roles of the marginal seas and the intermediate water for circulating micro- and macro-nutrients at the end of ocean conveyor belt.

キーワード：微量および主要栄養物質、縁辺海、北太平洋中層水
Keywords: micro- and macro-nutrients circulation, marginal seas, North Pacific intermediate water

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北太平洋中層に存在する溶存鉄の化学形に関する考察
An insight into chemical speciation of dissolved iron in the intermediate water of the North Pacific

*山下 洋平[1]、西岡 純[2]、小畑 元[3]、小川 浩史[3]
*Youhei Yamashita[1], Jun Nishioka[2], Hajime Obata[3], Hiroshi Ogawa[3]

1. 北海道大学 大学院地球環境科学研究院、2. 北海道大学 低温科学研究所、3. 東京大学 大気海洋研究所
1. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, 2. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, 3. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

Iron has known to be one of the important factors controlling phytoplankton growth and nitrogen fixation by diazotrophs in large areas of the open ocean. Iron is less soluble in oxic seawater, therefore, external inputs of iron, which are spatially and/or temporally sporadic, regulate ocean primary productivity. The stability of iron in seawater, which is mainly controlled by organic ligands, is a contributing factor to its long-distance transport from external point sources to remote areas. Siderophores, saccharides, and humic substances have been considered to be probable iron-binding organic ligands in marine environments. Among these, bio-refractory humic substances can be the more important iron carriers in the intermediate waters, because siderophores and saccharides have known to be easily degradable by microbes.

Although sedimentary iron from continental margins has been considered to have a strong impact on iron distribution in the open ocean. In the North Pacific, it has been pointed out that sedimentary iron from the shelf region of the Sea of Okhotsk is widely distributed via circulation of the dense shelf water, the Okhotsk Sea Intermediate Water, the North Pacific Intermediate Water. However, the chemical species of iron contributing long-distance transport by the circulation of intermediate waters have not been clarified.

We determined a transect of concentration of dissolved iron together with levels of humic-like fluorescent dissolved organic matter, as a tracer of iron species, from the Sea of Okhotsk to the subtropical gyre of the western North Pacific. In this presentation, we will discuss possible chemical species of dissolved iron contributing to long-distance transport through the circulation of intermediate waters in the North Pacific.

キーワード：北太平洋、鉄、腐植様蛍光性溶存有機物
Keywords: North Pacific, Iron, humid-like fluorescent dissolved organic matter

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Change in lower trophic level ecosystem and its complex mechanism in the North Pacific

原田 尚美[1]、藤木 徹一[1]、*相田 真希[1]、本多 牧生[1]、喜多村 稔[1]、塩崎 拓平[1]、三野 義尚[3]、桑田 晃[2]、田所 和明[2]、関 宰[4]、近本 めぐみ[5]
Naomi Harada[1], Fujiki Tetsuichi[1], *Maki Noguchi Aita[1], Makio Honda[1], Minoru Kitamura[1], Takuhei Shiozaki[1], Yoshihisa Mino[3], Akira Kuwata[2], Kazuaki Tadokoro[2], Osamu Seki[4], Megumi Chikamoto[5]

1. 国立研究開発法人 海洋研究開発機構 地球環境観測研究開発センター、2. 国立研究開発法人 水産研究・教育機構　東北区水産研究所、3. 名古屋大学 宇宙地球環境研究所 、4. 北海道大学 低温科学研究所、5. ハワイ大学
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Tohoku National Fisheries Research Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency, 3. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 4. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, 5. International Pacific Research Center, University of Hawaii at Manoa

The principal aims of this study is to understand how primary and secondary producers response on the several potential nutrient supply processes associated with physical mechanisms such as atmospheric dynamics, vertical mixing and ocean current in the western North Pacific where is the most active biological drawdown area of sea surface pCO_2 in the world. Here we present the latest three results:

1) Mechanism of spring bloom of major phytoplankton, diatoms in the Oyashio region

The pelagic Oyashio region, western North Pacific is one of the world’s richest fishing ground. Massive diatom blooms occur extensively every spring in this region, suggesting that these blooms could support high biological productivity in this region. For spring blooming of diatoms in this region, two processes; supply of sufficient nutrients (including N, P, Si and Fe) and seeding of active diatom cells have been recognized to be essential. We have elucidated mechanism of the spring diatom blooms in the Oyashio region, focusing on seeding and growth processes of blooming diatoms. We examined conditions of spring diatom blooms and population dynamics of key diatom species in this area by analysis of long-term monitoring data of physico-chemical parmaters and diatom communities along a transect known as the “A-line” in the Oyashio off the southeast coast of Hokkaido, Japan.

2) Seasonal variation in eukaryotic phytoplankton from surface to the abyssopelagic zone

Eukaryotic phytoplankton is also important primary producer. Recent molecular techniques have revealed highly diverse species, but little is known about their dynamics. We examined size-fractionated eukaryotic phytoplankton communities by a 18S rRNA gene sequencing analysis from surface to abyssopelagic zone throughout one year at St. S1 (30°N, 145°E). The spring bloom was triggered not only by autochtonous community but also by phytoplankton delivered from outside regions. The allochthonous phytoplankton included many coastal origin taxa, and would significantly contribute to the biological pump at St.S1. Furthermore, our results show the taxa which efficiently export to deep waters in addition to well-known taxa having the “ballasting effect” such as coccolithophores and diatoms. Of particular interest is Prasinophytes putative *Pseudoscourfieldia marina*, *Ostreococcus*, *Micromonas*, and *Bathycoccus*, which sank to the abyssopelagic zone when they bloomed. Our molecular survey unveiled that the previously-overlooked species would significantly contribute to the subtropical biogeochemical cycles.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

3) Sinking velocities of particles in the subarctic and subtropical regions of the western North Pacific
Organic compounds produced by phytoplankton bloom settle into deeper layer as sinking particles. We have investigated the sinking velocities of particles to understand how biogeochemical cycle works after the production in the surface. Sinking particles were collected by drifting sediment traps at 100-200 m at two observation sites K2 (47°N, 160°E) and S1 and were fractionated in 5 ranges of sinking velocities between 5 and 1000 m d^{-1} using an elutriation system. The averaged sinking velocities (w_{POC}) calculated from the velocity distributions of POC were faster at S1. For S1 particles, a positive correlation was found between w_{POC} and $CaCO_3$ content. This indicates that particles containing large amounts of denser $CaCO_3$ sink faster than those containing large amounts of organic matter with low densities. Particles at K2, mainly composed of opal and organic matter, did not exhibit a clear relationship between w_{POC} and the denser opal. Instead, w_{POC} had a positive correlation with $\delta^{15}N$ of the sinking particles and was small (large) when the surface layer was stratified (well-mixed). These results implied that the upper water stability/mixing would influence the growth/fragmentation of aggregates as well as chemical composition of them, thereby affecting w_{POC}.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Numerical simulation of iron cycle in the North Pacific

*三角 和弘[1]、西岡 純[2]、小畑 元[3]、津旨 大輔[1]、坪野 考樹[1]、Matthew Long[4]、Keith Lindsay[4]、J. Keith Moore[5]
*Kazuhiro Misumi[1], Jun Nishioka[2], Hajime Obata[3], Daisuke Tsumune[1], Tsubono Takaki[1], Matthew C Long[4], Keith Lindsay[4], J. Keith Moore[5]

1. 電力中央研究所 環境科学研究所、2. 北海道大学 低温科学研究所、3. 東京大学 大気海洋研究所、4. 米国大気研究センター、5. カリフォルニア大学アーバイン校
1. Environmental Science Research Laboratory, Central Research Institute of Electric Power Industry, 2. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, 3. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 4. Climate and Global Dynamics Laboratory, National Center for Atmospheric Research, 5. Department of Earth System Science, University of California at Irvine

Iron is an essential micronutrient for the marine phytoplankton growth. The deficiency of iron limits the primary productivity in the subarctic North Pacific, and also controls the production of nitrogen fixers in the subtropical region. Therefore, the understanding of iron cycle is key to understand biogeochemical cycling in the whole North Pacific. In this study, we used a regional ocean model (ROMS) coupled with a marine biogeochemical cycle model (BEC) configured to a quarter degree horizontal resolution to investigate iron cycle in the North Pacific. The model showed that iron supplied from shelf sediments are extensively distributed through the intermediate layer, and the transport is supported by adsorption/aggregation to and desorption/disaggregation from slowly sinking particles that prolongs residence time of iron in seawater. It is suggested that the iron supplied from shelf sediments of the Okhotsk and Bering Seas are exported to the Pacific Ocean, implying the biogeochemical linkage between the marginal seas and the ocean basin. Iron distributed in the intermediate layer is supplied to the surface water through diapycnal mixing around the Straits connecting the marginal seas. We will present the importance of the diapycnal mixing on primary productivity in the western subarctic region from the results of iron budget analysis.

キーワード：北太平洋、鉄、栄養塩
Keywords: North Pacific, Iron, Nutrients

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Influence of tide on the growth and migration of walleye pollock (*Gadus chalcogrammus*) in the Oyashio region

*伊藤 進一[1]、王 子健[1]、西川 はつみ[3]、三寺 史夫[3]、石野 光弘[2]
*Shin-ichi Ito[1], Zi-jian Wang[1], Hatsumi Nishikawa[3], Humio Mitsudera[3], Mitsuhiro Ishino[2]

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 水産研究・教育機構、3. 北海道大学
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. Fisheries Research and Education Agency Japan, 3. Hokkaido University

A bioenergetics model of walleye pollock (*Gadus chalcogrammus*) coupled with a lower trophic level nutrient-phytoplankton-zooplankton model was developed to investigate environmental effects on the pollock growth in the Oyashio region. The bioenegertics model was coupled to was coupled to a migration model of pollock based on the environments calculated by an ocean general circulation model (CCSR (Center for Climate System Research) Ocean Component Model: COCO) coupled to a simple nutrient cycle model. In the growth-migration model, two physical environment conditions (with and without tidal forcing) were applied to investigate the tidal effects on the growth and migration of pollock. With tidal effect, warm water supply through the Tsugaru Strait to the southwestern coast of Hokkaido increased and a strong temperature front was formed along the southwestern coast of Hokkaido. Coastal current associated with the temperature front advected the pollock larvae to the Cape Erimo and pollock successfully settled to the bottom layer. Comparing the result without tidal forcing, tide potentially provide optimal temperature condition for growth and higher possibility to settle near coast. On the contrary, tide potentially provide lower nutrient supply with increasing nutrient poor water through the Tsugaru Strait. Therefore, the pollock growth itself did not change between with and without tidal forcing.

キーワード：海洋生態系モデル、魚類成長ー回遊モデル、スケトウダラ
Keywords: marine ecosystem model, fish growth-migration model, walleye pollock

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 13:45 ~ 15:15 | 303 3F

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

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

海洋鉛直混合を含む統合的現場観測と混合を導入したモデルを開発することで、物質循環や気候、生態系への影響を明らかにすることを目的とした、新学術領域研究「海洋混合学の創設：物質循環・気候・生態系の維持と長周期変動（2015-2020年度）」における研究、及び内外の関連する研究を集約し、成果のまとめを図ると共に今後の課題を明らかにする。

13:45 ~ 14:00

[AOS09-12] What can horizontal stirring tell us about vertical mixing?

★Invited Papers

*Sylvia T Cole[1] (1.Woods Hole Oceanographic Institution)

14:00 ~ 14:15

[AOS09-13] Acoustic remote sensing of ocean mixing

★Invited Papers

*Tetjana Ross[1]、Andone Lavery[2]、Doris Leong[3]、Rolf Lueck[4] (1.Institute Of Ocean Sciences, Fisheries and Oceans Canada、2.Woods Hole Oceanographic Institution、3.British Columbia Ministry of Forests, Lands, Natural Resource Operations and Rural Development、4.Rockland Scientific International)

14:15 ~ 14:30

[AOS09-14] Assessment of the effectiveness of the global ocean state estimation using tide-induced mixing parameterizations

*長船 哲史[1]、増田 周平[1]、杉浦 望実[1]、土居 知将[1]、邉見 忠[1] (1.国立研究開発法人 海洋研究開発機構)

14:30 ~ 14:45

[AOS09-15] **Energetics of Eddy-Mean Flow Interactions in Western Boundary Currents: The Kuroshio and the Gulf Stream**

★Invited Papers

*Enrique N Curchitser[1]、Dujuan Kang[1]、Xiaomei Yan[2] (1.Rutgers University New Brunswick、2.Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences)

14:45 ~ 15:00

[AOS09-16] Mixing Processes in the Kuroshio region and their influence on the low-trophic ecosystem

★Invited Papers

*郭 新宇[1]、松野 健[2]、千手 智晴[2]、市川 香[2]、遠藤 貴洋[2]、堤 英輔[2]、仁科 文子[3]、中村 啓彦[3]、張 勁[4]、長谷川 大介[5]、吉江 直樹[1]、小針 統[3] (1.愛媛大学沿岸環境科学研究センター、2.九州大学応用力学研究所、3.鹿児島大学水産学部、4.富山大学理工学研究部、5.東北区水産研究所)

15:00 ~ 15:15

[AOS09-17] 日向灘沖の陸棚斜面近傍を流れる黒潮において、水平30km、鉛直200m規模で観測された著しく強い乱流混合

*長井 健容[1]、Duran Silvana[2]、Otero Diego[2]、森 泰貴[1]、吉江 直樹[3]、大城 一輝[3]、長谷川 大介[4]、仁科 文子[5]、小針 統[5] (1.東京海洋大学 海洋環境科学部門、2.国立アグラリアラモリーナ大学水産学部、3.愛媛大学沿岸環境科学研究センター、4.東北区水産研究所・国立研究開発法人水産研究・教育機構、5.鹿児島大学　水産学部)

What can horizontal stirring tell us about vertical mixing?

*Sylvia T Cole[1]

1. Woods Hole Oceanographic Institution

Basin-scale tracer distributions are influenced by horizontal stirring and eddy diffusivity. Eddy diffusivity estimated from Argo temperature and salinity profiles together with ECCO-2 eddy kinetic energy has been updated to include additional years of data, finer horizontal resolution, and a formal error estimate. Assumptions related to vertical mixing inherent in the method for estimating eddy diffusivity are tested. Near the surface, thermohaline structure is influenced by the atmosphere more so than either horizontal stirring or vertical mixing. Locally, vertical mixing is responsible for setting thermohaline structure where large-scale horizontal gradients are weak. The equatorial regions are particularly influenced by these imprints of vertical mixing. Implications for ocean dynamics and numerical modeling are discussed.

Keywords: Global Ocean, Mesoscale dynamics, Tracer distributions

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Acoustic remote sensing of ocean mixing

*Tetjana Ross[1], Andone Lavery[2], Doris Leong[3], Rolf Lueck[4]

1. Institute Of Ocean Sciences, Fisheries and Oceans Canada, 2. Woods Hole Oceanographic Institution, 3. British Columbia Ministry of Forests, Lands, Natural Resource Operations and Rural Development, 4. Rockland Scientific International

Based on data collected in a number of environments, from coastal fjords to the north Atlantic, from the laboratory to Antarctica, we present evidence for sound scattering from turbulent and double diffusive microstructure in the ocean. We discuss the advantages of using acoustics to observe ocean mixing (i.e. inexpensive, fast and remote). We also discuss the limitations (e.g. ambiguity in source of scattering) and some methods for dealing with it. We illustrate how one of these ambiguities can even be turned into a strength for observing zooplankton in turbulence, through the use of broadband acoustics.

Keywords: oceanic turbulence and mixing, underwater acoustics , ocean observation, bio-physical interactions

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Assessment of the effectiveness of the global ocean state estimation using tide-induced mixing parameterizations

*長船 哲史[1]、増田 周平[1]、杉浦 望実[1]、土居 知将[1]、邉見 忠[1]
*Satoshi Osafune[1], Shuhei Masuda[1], Nozomi Sugiura[1], Doi Toshimasa[1], Tadashi Hemmi[1]

1. 国立研究開発法人 海洋研究開発機構
1. JAMSTEC

Recent data synthesis experiments showed that adjusting mixing coefficients through data assimilation approach is a promising way to reduce a global misfit between a model simulation and ocean observations, while mixing coefficients should satisfy constraints from energetics. Aiming for a data synthesis experiment that is energetically consistent with the known constraint on the ocean energy budget and can assimilate turbulence observation data, we have developed a new quasi-global four-dimensional variational dataassimilation system using two parameterizations for tidally induced vertical mixing. As a preliminary preparation of the synthesis experiment, we optimally estimated their parameters along with other physical parameters based on the Green’s function method. The simulation using the optimal parameters well reproduces temperature and salinity in the deep Pacific Ocean. Using this simulation as the first guess field, we are conducting a long-term data synthesis experiment. We will present some preliminary results of the synthesis experiment to assess the effectiveness of our new system.

キーワード：鉛直混合、潮汐、データ同化
Keywords: vertical mixing, tide, data assimilation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Energetics of Eddy-Mean Flow Interactions in Western Boundary Currents: The Kuroshio and the Gulf Stream

*Enrique N Curchitser[1], Dujuan Kang[1], Xiaomei Yan[2]

1. Rutgers University New Brunswick, 2. Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences

Mesoscale eddies are most energetic along Western Boundary Currents, such as the Gulf Stream in the North Atlantic and the Kuroshio in the North Pacific. A better understanding of the eddy dynamics and variability is essential for prediction of ocean states and evaluating the ocean contributions to the climate system and interactions with the ecosystem. We derive a full set of eddy energetics analysis framework that provides quantitative description of the energy sources, sinks, and exchanges among different energy reservoirs. We perform detailed energetics analysis of the Kuroshio eddies using the OFES quasi-global ocean simulation and compare it to high-resolution simulations of the Gulf Stream region. Through the combination of theoretical and numerical analysis, we investigate eddies' generation, spatio-temporal variability and the underlying dynamics in these two eddy-prominent Western Boundary Current regions.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Mixing Processes in the Kuroshio region and their influence on the low-trophic ecosystem

*郭 新宇[1]、松野 健[2]、千手 智晴[2]、市川 香[2]、遠藤 貴洋[2]、堤 英輔[2]、仁科 文子[3]、中村 啓彦[3]、張 勁[4]、長谷川 大介[5]、吉江 直樹[1]、小針 統[3]
*Xinyu Guo[1], Takeshi Matsuno[2], Tomoharu Senju [2], Kaoru Ichikawa[2], Takahiro Endoh[2], Eisuke Tsutsumi[2], Ayako Nishina[3], Hirohiko Nakamura[3], JING ZHANG[4], Daisuke Hasegawa[5], Naoki Yoshie[1], Toru Kobari[3]

1. 愛媛大学沿岸環境科学研究センター、2. 九州大学応用力学研究所、3. 鹿児島大学水産学部、4. 富山大学理工学研究部、5. 東北区水産研究所
1. Center for Marine Environmental Studies, Ehime University, 2. Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University,, 3. Faculty of Fisheries, Kagoshima University, 4. Graduate School of Science and Engineering, University of Toyama, 5. Tohoko National Fisheries Research Institute

In order to understand the vertical mixing processes in the Kuroshio, we carried out field observations in the Luzon Strait, east of Taiwan, outer shelf region of the East China Sea, and Tokara Strait in the past several years. The strong vertical mixing mainly due to interaction between the Kuroshio and seamounts were found in the areas east of Taiwan and Tokara Strait, while that mainly due to internal tides was found in the Luzon Strait and outer shelf region of the East China Sea. The nitrate flux associated with the strong vertical mixing in the Kuroshio was estimated using simultaneously measured nitrate concentration and vertical eddy diffusivity coefficient. The influences of vertically supplied nitrate on the phytoplankton and zooplankton were examined by field observations and laboratory experiments. In addition to the vertical mixing, the supply of nutrients from coastal waters was also observed and that due to horizontal and vertical advections were also diagnosed from results of a numerical model for a purpose of fully understanding on the nutrient dynamics along the Kuroshio.

キーワード：黒潮、鉛直混合、低次生態系
Keywords: Kuroshio, Vertical Mixing, low-trophic ecosystem

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日向灘沖の陸棚斜面近傍を流れる黒潮において、水平30km、鉛直200m規模で観測された著しく強い乱流混合
Very strong turbulent mixing over 30-km and 200-m lateral and vertical scales in the Kuroshio near the continental slope in Hyuganada Sea

*長井 健容[1]、Duran Silvana[2]、Otero Diego[2]、森 泰貴[1]、吉江 直樹[3]、大城 一輝[3]、長谷川 大介[4]、仁科 文子[5]、小針 統[5]
*Takeyoshi Nagai[1], Silvana Duran[2], Diego Otero[2], Yasutaka Mori[1], Naoki Yoshie[3], Kazuki Ohgi[3], Daisuke Hasegawa[4], Ayako Nishina[5], Toru Kobari[5]

1. 東京海洋大学 海洋環境科学部門、2. 国立アグラリアラモリーナ大学水産学部、3. 愛媛大学沿岸環境科学研究センター、4. 東北区水産研究所・国立研究開発法人水産研究・教育機構、5. 鹿児島大学　水産学部
1. Department of Ocean Sciences, Tokyo University of Marine Science and Technology, 2. Facultad de Pesquería, Universidad Nacional Agraria La Molina, Peru, 3. Center for Marine Environmental Studies, Ehime University, 4. Tohoku National Fisheries Research Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency, 5. Faculty of Fisheries Kagoshima University

表層で貧栄養な黒潮は、一方で、光の届かない亜表層では、栄養塩ストリームとして、日本南岸に沿って多量の栄養塩を輸送することが知られる。しかしながら、乱流等の密度面を横切る拡散や、湧昇などの輸送で有光層まで運ばれない限り、植物プランクトンは、この栄養塩ストリームの栄養塩を、光合成に利用することができない。果たして、日本南岸を亜表層で運ばれ続けている栄養塩は、光の届く陸棚上の表層へどの程度運ばれるのか、運ばれるのであれば、どの様に運ばれるのかについては、岸に接近して流れる黒潮と陸棚間における乱流微細構造を含めた詳細な物理場と栄養塩の高解像度同時観測が十分に行われていない為に不明である。本研究では、黒潮が陸棚斜面に乗り上げるように流れる日向灘において、自由落下曳航式乱流微細構造観測装置Underway-VMPを用いた乱流微細構造の鉛直断面観測と、これに並行した多項目プロファイラーRINKO Profilerを用いた自由落下曳航観測を交互に実施し、さらに、栄養塩の観測を実施した。観測の結果、黒潮が日向灘の大陸棚斜面近傍を流れるに際に、振幅の大きな鉛直高波数の内部波に伴う流速シアーと、それに伴った強い乱流混合が発生していることがわかった。乱流運動エネルギー散逸率は、黒潮を横断する断面において黒潮近傍の、表層200 mで30 kmに渡ってO(10^{-7} Wkg^{-1})程度と大きく、渦拡散係数は、同様な範囲で平均的にO(10^{-3} m^2s^{-1})程度と、周辺の海域に比べて100倍程度の散逸率と拡散が、水平20-30km、鉛直200mスケールに渡って発生していることが初めて明らかとなった。同時に観測した濁度は、陸棚縁で、海底から表層数10mまで高くなり、乱流に伴う懸濁粒子の巻き上げが発生していることを示唆した。この乱流に伴う硝酸塩の拡散フラックスを見積もったところ、同様な範囲の有光層下部で、1-10 mmol N m^2day^{-1}程度の硝酸塩の供給が発生していることが明らかとなった。

キーワード：黒潮、乱流、栄養塩
Keywords: Kuroshio, Turbulence, Nutrients

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_7

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

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

海洋鉛直混合を含む統合的現場観測と混合を導入したモデルを開発することで、物質循環や気候、生態系への影響を明らかにすることを目的とした、新学術領域研究「海洋混合学の創設：物質循環・気候・生態系の維持と長周期変動（2015-2020年度）」における研究、及び内外の関連する研究を集約し、成果のまとめを図ると共に今後の課題を明らかにする。

[AOS09-P01] 高速水温計データの補正について

*木村 詩乃[1]、後藤 恭敬[2]、李 根淙[1]、安田 一郎[1] (1.東京大学、2.気象庁)

[AOS09-P02] 乱流計搭載深海フロートを用いた乱流混合の観測

*翟 燦[1]、安田 一郎[1]、菊地 将彰[1]、後藤 恭敬[1]、李 根淙[1]、田中 雄大[2]、山木 謙[3]、今村 豊[4] (1.東京大学大気海洋研究所、2.国立研究開発法人　水産研究・教育機構、3.鶴見精機、4.青森県産業技術センター水産総合研究所)

[AOS09-P03] Evaluation of the underwater glider flight model using the electromagnetic current sensor

*田中 雄大[1]、長谷川 大介[1]、奥西 武[1]、安田 一郎[2] (1.国立研究開発法人　水産研究・教育機構　東北区水産研究所、2.東京大学大気海洋研究所)

[AOS09-P04] Mixing processes observed by a slocum glider at the Oyashio-TWC front

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

[AOS09-P05] 月の18.6年周期振動がエルニーニョ南方振動ENSOに与える影響

*安田 一郎[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

[AOS09-P06] 潮汐18.6年周期振動が太平洋十年規模振動(PDO)に及ぼす影響

*濵本 真沙希[1]、安田 一郎[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

[AOS09-P07] A comparison of ocean deoxygenation between CMIP5 models and an observational dataset

*阿部 佑美[1]、見延 庄士郎[1,5]、Takamitsu Ito[2]、Curtis Deutsch[3]、Matthew Long[4] (1.北海道大学　理学院、2.ジョージア工科大学、3.ワシントン大学、4.アメリカ大気研究センター、5.北海道大学　理学部)

[AOS09-P08] Pacific Ocean State Estimation and Clarification of Mechanism of Ocean Circulation by Data Synthesis of Global Observations

*増田 周平[1] (1.国立研究開発法人　海洋研究開発機構)

[AOS09-P09] Impact of Tidal Vertical Mixing to Barotropic Water Exchange between the Sea of Okhotsk and Pacific through Diffusive Adjustment with Turbulent Closure Scheme

*Hung Wei Chou[1]、Humio Mitsudera[1]、Hatsumi Nishikawa[1]、Kaihe Yamazaki[2] (1.Hokkaido University, Institute of Low Temperature Science、2.Hokkaido University, Graduate School of Environmental Science)

[AOS09-P10] Distributions of organic Fe-binding ligands in the eastern and western subarctic North Pacific

*近藤 能子[1,2]、砂原 雄大[2]、西岡 純[3]、小畑 元[4]、武田 重信[1,2] (1.長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科、2.長崎大学水産学部、3.北海道大学低温科学研究所、4.東京大学大気海洋研究所)

[AOS09-P11] Chemical and physical speciation of copper in the subarctic North Pacific

*黄 国宏[1]、小畑 元[1]、金 泰辰[2]、近藤 能子[3]、西岡 純[4] (1.東京大学大気海洋研究所、2.韓国ソウル国立大学、3.長崎大学、4.北海道大学低温科学研究科)

[AOS09-P12] Latitudinal and temporal variations in phytoplankton size structure within mesoscale eddies from space

*和賀 久朋[1]、平譯 享[1]、上野 洋路[1] (1.北海道大学)

[AOS09-P13] 黒潮栄養塩ストリームの構造とインパクト

*小松 幸生[1,2]、廣江 豊[3] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科、2.東京大学大気海洋研究所、3.水産研究・教育機構西海区水産研究所)

[AOS09-P14] Enhanced nutrient supply and biogeochemical impacts induced by internal waves in the oligotrophic northern South China Sea

*Chin-chang Hung[1]、Dewang Li[2]、Wen-Chen Chou[3]、Yung-Yen Shih[1,4]、Guan-Yu Chen[1] (1.Department of Oceanography, National Sun Yat Sen University, Kaohsiung, Taiwan、2.Second Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Hangzhou, PRC、3.Institute of Marine Environmental Chemistry and Ecology, National Taiwan Ocean University, Taiwan、4.Department of Applied Science, R.O.C Naval Academy, Kaohsiung, Taiwan)

[AOS09-P15] Mixing over the eastern ridge in the Luzon Strait caused by high-mode internal waves

*酒井 秋絵[1]、千手 智晴[2]、堤 英輔[2]、松野 健[2]、遠藤 貴洋[2]、安田 一郎[3]、柳本 大吾[3] (1.九州大学大学院総合理工学府大気海洋環境システム学専攻、2.応用力学研究所、3.東京大学大気海洋研究所)

[AOS09-P16] **From the Luzon Strait to the Tsushima Strait: Water masses and nutrient transports approached using ^{137}Cs**

*Siteng Zhu[1]、JING ZHANG[1]、Shota Kambayashi[2]、Takeshi Matsuno[3]、Eisuke Tsutsumi[3]、Shigenobu Takeda[4]、Seiya Nagao[5]、Hiroshi Inoue[5]、Hiroshi Ogawa[6]、Ichiro Yasuda[6] (1.University of Toyama、2.Fukushima university、3.Kyushu university、4.Nagasaki university、5.Kanazawa university、6.The University of Tokyo)

[AOS09-P17] 西部北太平洋亜熱帯観測点KEOにおける時系列観測で明らかとなった貧栄養海域の生物地球化学への低気圧性渦と台風の影響

*本多 牧生[1]、笹井 義一[1]、Siswanto Eko[1]、吉田 聡[2]、相木 秀則[3]、クローニン メグハン[4] (1.海洋研究開発機構、2.京都大学防災研究所、3.名古屋大学、4.米国海洋大気庁太平洋海洋環境研究所)

[AOS09-P18] 本州南方海域のプランクトン群集に対する伊豆海嶺域の島陰効果

*日高 清隆[1]、田所 和明[1]、宮本 洋臣[1]、市川 忠史[1] (1.水産研究・教育機構)

[AOS09-P19] Influence of enhanced deep circulation due to geothermal heat on biogeochemical cycle in the Pacific Ocean

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

[AOS09-P20] 安定・不安定成層した表層海洋中での圧力－歪み相関のパラメタリゼーション

*牛島 悠介[1]、吉川 裕[1] (1.京都大学大学院理学研究科)

[AOS09-P21] 台風に対する海洋の応答の非対称性についての数値実験

*大倉 大樹[1]、吉川 裕[1] (1.京都大学大学院理学研究科)

[AOS09-P22] Influence of the distortion of the internal wave field on estimates of turbulent mixing using fine-scale parameterizations

*高橋 杏[1]、日比谷 紀之[1]、Alberto Naveira Garabato[2] (1.東京大学大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻、2.National Oceanography Centre, University of Southampton)

高速水温計データの補正について
Correction method of fast-response thermistors data to estimate turbulence intensity

*木村 詩乃[1]、後藤 恭敬[2]、李 根淙[1]、安田 一郎[1]
*kimura shino[1], Yasutaka Goto[2], Koenjong Lee[1], Ichiro Yasuda[1]

1. 東京大学、2. 気象庁
1. The Univercity of Tokyo, 2. Meteorological Agency

高速水温計(FP07)は、乱流エネルギー散逸率 ε と水温消散率 χ を測定することができ、海洋内部についてより詳細なデータが得られるため有用である。しかし、時間分解能が低く、強乱流域で過小評価となるため、補正を施す必要がある。本研究では、0.6-0.7m/sで降下する自由落下型乱流計で得られた流速シア微細構造と水温微細構造の同時観測データを用いて、FP07からの ε _Tと、シアープローブからの ε _Sの２つの乱流エネルギー散逸率を比較し、FP07のデータにどのくらいの補正が必要かを見積もった。FP07の時定数を3m 秒で２次極補正または時定数を7m 秒で1次極補正をした場合に、 ε _S =10^{-10}– 10^{-7}W/kgの範囲でファクタ３で補正が可能であることが示された。発表では水温消散率 χ に及ぼす影響や２重拡散の影響についても議論する。

キーワード：鉛直混合、乱流
Keywords: vertical mixing, turbulence

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

乱流計搭載深海フロートを用いた乱流混合の観測
Observation of turbulent mixing using a deep float with microstructure sensors

*翟 爍[1]、安田 一郎[1]、菊地 将彰[1]、後藤 恭敬[1]、李 根淙[1]、田中 雄大[2]、山木 謙[3]、今村 豊[4]
*Shuo Zhai[1], Ichiro Yasuda[1], Masaaki Kikuchi[1], Yasutaka Goto[1], Koenjong Lee[1], Takahiro Tanaka[2], Ken Yamaki[3], Yutaka Imamura[4]

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 国立研究開発法人　水産研究・教育機構、3. 鶴見精機、4. 青森県産業技術センター水産総合研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. Japan Fisheries Research Agency, 3. TSK Tsurumi-Seiki Co., Ltd., 4. Aomori Prefectural Industrial Thechnology Research Center, Fisheries Research Insititute

海洋乱流の自動観測を目指し、乱流センサーを搭載した深海フロート(DeepNINJA)を用いた乱流評価手法を進めている。浮力調節時のモーター作動による振動は流速シア観測への悪影響を及ぼす他、浮上速度の下限値など、流速シア観測の妥当性について、同時に観測した高速水温計との比較で検討した。2016年8月に試験観測を行い、シア及び高速水温計両方の良好なデータが得られる区間を利用して、水温計からのデータを補正し、シアデータが不良な場合を補完するなど、適切にデータを取り除くことで、比較的信頼できるデータを取得できる。この機器を用いた三陸沖冬季の乱流時系列観測を現在行っており、乱流計搭載深海フロートの特徴を明らかにし、三陸沖乱流混合の時間変動について報告する予定である。

キーワード：鉛直混合、深海フロート、エネルギー散逸率
Keywords: vertical mixing , deep float, energy dissipation rate

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Evaluation of the underwater glider flight model using the electromagnetic current sensor

*田中 雄大[1]、長谷川 大介[1]、奥西 武[1]、安田 一郎[2]
*Takahiro Tanaka[1], Daisuke Hasegawa[1], Takeshi Okunishi[1], Ichiro Yasuda[2]

1. 国立研究開発法人　水産研究・教育機構　東北区水産研究所、2. 東京大学大気海洋研究所
1. Tohoku National Fisheries Research Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo

Turbulence measurement by underwater gliders has become more common in recent years. For the accurate estimation of energy dissipation rates, the accurate measurement of the fall rate and gliding path angle is necessary. The gliding path angle should take the angle of attack (AOA) into account, which is the difference between the gliding path angle and the pitch angle. AOA calculation has been done by using the so-called flight model assuming dynamical force balance in the quasi-steady state. Due to the difficulty in measuring AOA directly, the validity of AOA derived from the flight model and the flight model itself has not been adequately evaluated so far. In this study, we put the electromagnetic current sensor (EM sensor) on the turbulence package to obtain AOA directly and to compare the AOA from EM sensor with that from the flight model. Using the dataset obtained by a Slocum glider in Jul. - Aug. 2017, we found that AOA from the EM sensor during descent and ascent has a mean (standard deviation) of 0.7 (1.2) deg. and -0.7 (1.1) deg., respectively, while AOA from the flight model is 4.9 (0.4) deg. and -4.5 (0.5) deg., respectively. In order to know what cause this difference, we discuss the validity of parameters given in the flight model. It is suggested that a drag coefficient due to parasite drag given in the flight model may be somewhat larger than that calculated using the EM sensor.

キーワード：水中グライダー、フライトモデル、電磁流速計、迎角
Keywords: underwater glider, flight model, electromagnetic current sensor, angle of attack

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Mixing processes observed by a slocum glider at the Oyashio-TWC front

*長谷川 大介[1]、田中 雄大[1]、奥西 武[1]、安田 一郎[2]
*Daisuke Hasegawa[1], Takahiro Tanaka[1], Takeshi Okunishi[1], Ichiro Yasuda[2]

1. 国立研究開発法人 水産研究・教育機構　東北区水産研究所、2. 東京大学　大気海洋研究所
1. Tohoku National Fisheries Research Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

In order to grasp the detailed mixing processes along the frontal region between the Oyashio and the Tsugaru Warm Current (TWC), we conducted a zigzag survey crossing the front several times from the merging region of the two current systems to the down stream by an underwater glider (Slocum G2 Glider) equipped with a turbulence sensor, from July 24thto August 29thin 2017. The observed frontal structure indicated the subduction and the intrusion processes of the cold and fresh Oyashio water under the warm and salty TWC water, along layer between 26.5 to 26.8 sigma-theta, which resulted the favorable conditions to the salt finger convection at the upper interface along the 26.5 sigma-theta, and the diffusive convection at the lower interface along the 26.8 sigma-theta where the fresh and cold Oyashio water lying above the warm and salty water. The strong turbulence intensity is observed around the intruded layer, and the mean temperature and the salinity in the layer became warmer and saltier with the increase of the distance from the front, which suggested the time evolution of the vertical mixing driven by double diffusive convections between the three different water masses. Though the strongest turbulence intensity was observed around the frontal region, which may suggest the importance of the cabbeling effect as the additional source of the turbulent mixing.

キーワード：二重拡散対流、混合、キャベリング
Keywords: double diffusion, mixing, cabbeling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

月の18.6年周期振動がエルニーニョ南方振動ENSOに与える影響
Impact of the astronomical lunar 18.6-yr tidal cycle on El-Niño and Southern Oscillation

*安田 一郎[1]
*Ichiro Yasuda[1]

1. 東京大学大気海洋研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

Even though El-Niño and Southern Oscillation (ENSO) has a tremendous impact on global climate and society, its long-term forecast remains difficult. In this study, we discovered a statistically significant relationship between ENSO timing and the 18.6-year period lunar tidal cycle in the mature-phase (December –February) ENSO time-series during 1867–2015 and extending back to 1706 with proxy data. It was found that El-Niño tended to occur in the 1st, 10th, and 13th years after the maximum diurnal tide in the 18.6-yr cycle, and La-Niña tended to occur in the 3rd, 12th, and 16th years. These tendencies were also confirmed by corresponding sea-surface temperature (SST) and sea-level pressure (SLP) distributions; particularly Pacific SST and SLP spatial patterns in the third La-Niña and the tenth El-Niño year well resemble those of Pacific Decadal Oscillation (PDO). These findings contribute to understanding and forecasting long-term ENSO variability.

キーワード：エルニーニョ南方振動、大気海洋相互作用、潮汐、混合、気候
Keywords: El-Niño and Southern Oscillation, air-sea interaction, tide, mixing, climate

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

潮汐18.6年周期振動が太平洋十年規模振動(PDO)に及ぼす影響
The effect of 18.6-year period lunar nodal cycle on Pacific Decadal Oscillation (PDO)

*濵本 真沙希[1]、安田 一郎[1]
*Masaki Hamamoto[1], Ichiro Yasuda[1]

1. 東京大学大気海洋研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

Pacific Decadal Oscillation (PDO) is the most dominant decadal-inter-decadal ocean-climate variability over the North Pacific; however, the periodicity and cause have not been fully understood. Previous studies suggested that 18.6-year period lunar tidal cycle ($T_{18.6}$) regulate bi-decadal PDO variability through changes in the strength of diapycnal mixing of ocean around the Kuril Islands to result in ocean variability, together with air-sea interactions in the mid-latitude North Pacific and/or equatorial Pacific. In the present study, 297yr-long reconstructed PDO timeseries was re-examined, and 27.9yr (3/2 times 18.6-yr, henceforth, $T_{27.9}$) period variability was significantly detected, and the zero-crossing from minus to plus was found to occur simultaneously with $T_{18.6}$ variability in the interval of 55.4 years (3 times $T_{18.6}$). In the PDO spectrum, a broad multi-decadal 50-80-yr peak (corresponding to 3-5 times $T_{18.6}$, henceforth T_M) was also detected with the zero-crossing synchronized with $T_{18.6}$; this is the extension of previous studies during 1900-2000 back to 1700s on the synchronous changes of bi-decadal and penta-decadal variabilities. These $T_{18.6}$, $T_{27.9}$ and T_M explain 71% of the 10-year low-passed PDO variability. These imply that the 27.9-yr and the multi-decadal variabilities could be related to $T_{18.6}$ tide-induced variability, and may be excited by $T_{18.6}$ tidal forcing, considering that external periodic forcing for delayed oscillator models could excite 3 times period of the external forcing and some non-linear processes may make the half-period variability.

キーワード：潮汐18.6年周期振動、太平洋十年規模振動
Keywords: 18.6-year period lunar nodal cycle, Pacific Decadal Oscillation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A comparison of ocean deoxygenation between CMIP5 models and an observational dataset

*阿部 佑美[1]、見延 庄士郎[1,5]、Takamitsu Ito[2]、Curtis Deutsch[3]、Matthew Long[4]
*Yumi Abe[1], Shoshiro Minobe[1,5], Takamitsu Ito[2], Curtis Deutsch[3], Matthew C. Long[4]

1. 北海道大学　理学院、2. ジョージア工科大学、3. ワシントン大学、4. アメリカ大気研究センター、5. 北海道大学　理学部
1. Department of Natural History Sciences, Graduate School of Science,Hokkaido University, Sapporo, Japan, 2. School of Earth and Atmospheric Sciences, Georgia Institute of Technology, Atlanta, Georgia, USA, 3. School of Oceanography, University of Washington, Seattle, Washington, USA, 4. Climate and Global Dynamics Laboratory, National Center for Atmospheric Research, Boulder, Colorado, USA, 5. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Hokkaido University, Sapporo, Japan

Recent studies revealed that the ocean deoxygenation has been accelerating since the 1980s over the global oceans (Schmidtko et al. 2017; Ito et al. 2017), and the observed trend in the last half-century appears to be much larger than the model simulations conducted for CMIP5 (Bopp et al. 2013). This discrepancy is an important issue of the ocean deoxygenation researches as highlighted by a review paper published in the last year (Oschlies et al. 2018).

In order to understand better the relations of oxygen variations between CMIP5 models and observations, we compare oxygen concentration simulated by CMIP5 models and gridded oxygen anomaly dataset used by Ito et al. (2017). For the global oceans, the observed oxygen reduction rate for the historical experiment period appears to be within uncertainty of the models, though this result can be sensitive to the choice of the analysis period associated with the rapid recent oxygen reduction. We also closely examined the two basins that are relatively well sampled, i.e., the North Pacific and the North Atlantic. It is found that the observed North Pacific oxygen reduction is much stronger than the simulated ones, but such a strong reduction of observed oxygen does not occur in the North Atlantic. These results suggest that there are substantial spatio-temporal variations of oxygen concentration on decadal timescales and their mechanism in each basin should be explored in future studies.

キーワード：北太平洋、北大西洋
Keywords: North Pacific, North Atlantic

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Pacific Ocean State Estimation and Clarification of Mechanism of Ocean Circulation by Data Synthesis of Global Observations

*増田 周平[1]
*Shuhei Masuda[1]

1. 国立研究開発法人　海洋研究開発機構
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Our aim is to synthesize pre-existing ocean data with newly-acquired turbulence data using state-of-art assimilation technique. Available observations of turbulence strength in the ocean, will be “blended” with pre-existing ocean data applying dynamically self-consistent state estimation approach with 4D-VAR adjoint system. We propose some new techniques and schemes to assimilate turbulence data, which tends to include unique features. The obtained state estimation will provide improved description of ocean circulation, its heat and salt transports, and oceanic ecosystem at lower trophic level.

キーワード：OMIX、海洋、混合、データ同化
Keywords: OMIX, ocean , mixing , data assimilation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Impact of Tidal Vertical Mixing to Barotropic Water Exchange between the Sea of Okhotsk and Pacific through Diffusive Adjustment with Turbulent Closure Scheme

*Hung Wei Chou[1], Humio Mitsudera[1], Hatsumi Nishikawa[1], Kaihe Yamazaki[2]

1. Hokkaido University, Institute of Low Temperature Science, 2. Hokkaido University, Graduate School of Environmental Science

The pattern of exchange flow between the Sea of Okhotsk and Pacific is a system composed by an Okhotsk-ward inflow through Kruzenshtern strait in north and a Pacific-ward outflow through Bussol strait in south. One of major theories for explaining the dynamic of water exchange through Kuril Island Chain is the turbulence induced by tidal vertical mixing. Turbulence is an important physical process in geostrophic boundary layer, and because of the complexity of topographic in Kuril island chain, the breaking of internal tides in island coast area leads to increase the thickness of surface mixing layer and causes tilting of isopycnal layer in vicinity. The tilting of isopycnal layer around islands forms a clockwise flow along the shore by geostrophic adjustment. However, above process is majorly broclinicly, and how can it impact to barotropic component is still unknown.

By setting the tidal force as a controlled variable, results from realistic OGCM model COCO show only the case with tidal forcing can consistent with the exchange flow pattern as historical observation (Fig.1). Besides, the vertical diffusivity values also show the magnitude difference in summer time, which the flow in north strait in non-tidal case is opposite to tidal one (Fig.2). Therefore, we designed four experiments for understanding the impact of tidal diffusive adjustment in summer: 1. install vertical diffusivity value generated by tidal case into non-tidal run; 2. install vertical diffusivity value generated by non-tidal case into tidal run; 3. set the vertical diffusivity value as zero in tidal case and 4. in non-tidal case as well. Further, for preventing the underestimates the depth of the mixing layer in Mellor-Yamada turbulence closure scheme, two more experiments with the larger vertical diffusivity mask are applied in both tidal and non-tidal case. After calculating the fraction of baroclinic and barotropic components in either north strait or southern strait, results show the vertical mixing dose influence the strength of volume transported but not the direction as original tidal and non-tidal case shows. Hence, for further understanding the impact of vertical diffusivity, we start a tidal forcing run with non-tidal initial conditions to detect the relationship between the flow direction and magnitiude of vertical diffusivity values by time developing. But the baroclinic result implies that the vertical mixing might not be the main reason to control the flow direction (Fig.3).

This study also implies the tidal impacts in OGCM is not only the vertical mixing, but other geostrophic fluid dynamics might occur, especially the interaction of topography with tidal waves. Therefore, for reproducing the real ocean phenomena, movement of tidal waves should be considered.

Keywords: OGCM, tidal mixing , Okhotsk, cross-basin exchange system

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

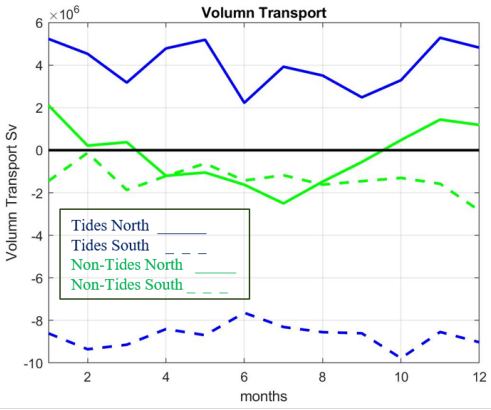


Fig.1: volume transportation in tidal and non-tidal run.
Positive value is Okhotsk-ward and negative value is Pacific-ward flow.

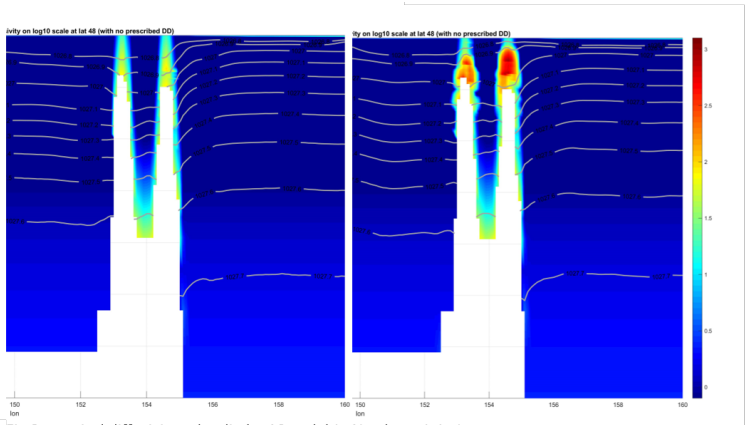


Fig.2: vertical diffusivity value (in log10 scale) in North strait in June, left one is non-tidal run and right is tidal run.

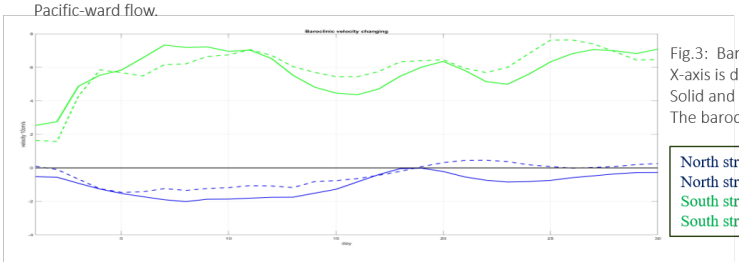


Fig.3: Baroclinic components in the tidal run with non-tidal initial condition.
X-axis is day and y-axis is velocity. Blue line is north strait and green line is south strait.
Solid and dot line are upper and lower isopycal layer, respectively.
The baroclinic velocity is stable after a week running.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Distributions of organic Fe-binding ligands in the eastern and western subarctic North Pacific

*近藤 能子[1,2]、砂原 雄大[2]、西岡 純[3]、小畑 元[4]、武田 重信[1,2]
*Yoshiko Kondo[1,2], Yudai Sunahara[2], Jun Nishioka[3], Hajime Obata[4], Shigenobu Takeda[1,2]

1. 長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科、2. 長崎大学水産学部、3. 北海道大学低温科学研究所、4. 東京大学大気海洋研究所
1. Graduate School of Fisheries and Environmental Sciences, Nagasaki University, 2. Faculty of Fisheries, Nagasaki University, 3. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, 4. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

Iron (Fe) is well known as a key parameter for primary productivity in the ocean. To understand the distributions and biogeochemical cycle of Fe in the ocean, we need to investigate the sources and sinks of Fe. A recent study has demonstrated a concentration gradient of dissolved Fe in the North Pacific Intermediate Water (NPIW) between western and eastern areas (Nishioka and Obata, 2017), suggesting that Fe-rich intermediate water was transported laterally across the western subarctic gyre. Moreover, it has been demonstrated that most dissolved Fe in seawater is complexed with natural organic ligands. Since bioavailability of Fe in seawater depends on its species, the chemical speciation of Fe is needed to evaluate the nutrient status for phytoplankton. However, the distribution of natural organic ligands has not been revealed yet in the subarctic North Pacific. In this study, vertical distributions of organic Fe-binding ligands were investigated in the eastern and western subarctic North Pacific to clarify its impact on Fe cycle. Seawater samples were obtained through the whole water column during GEOTRACES-Japan cruise KH-17-03 using trace metal clean technique to avoid metal contaminations. Filtered seawater samples (<0.2 μm) for organic Fe-binding ligands analysis were collected in acid-washed bottles inside a laminar-flow clean booth, then they were stored at -20°C until just before analysis. The organic Fe-binding ligands' concentration and their conditional stability constants were determined by competitive ligand equilibration-adsorptive cathodic stripping voltammetry (CLE-ACSV) method using salicylaldoxime (Abualhaija and van den Berg, 2014). The concentration and conditional stability constants of organic ligands ranged from 0.7 nM to 5.9 nM and from $10^{10.1}$ M^{-1} to $10^{12.3}$ M^{-1}, respectively. The concentrations of organic ligands exceeded those of dissolved Fe concentration more than 1 nM in all samples except for the surface (10-m) at the Oyashio-Kuroshio transition zone station; consequently >99% of dissolved Fe was estimated to be complexed with these natural organic ligands. At the western station, high concentrations of organic ligands were observed in the intermediate layers (400 –600 m), which hydrographic data (27.2 σ_θ –27.3 σ_θ) were corresponding to the lower NPIW (Yasuda et al., 2004), suggesting that organic Fe-binding ligands might be transported within the lower NPIW.

キーワード：鉄、有機配位子、北太平洋亜寒帯域、GEOTRACES
Keywords: iron, organic ligand, subarctic North Pacific, GEOTRACES

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Chemical and physical speciation of copper in the subarctic North Pacific

*黄 国宏[1]、小畑 元[1]、金 泰辰[2]、近藤 能子[3]、西岡 純[4]
*Kuo Hong Wong[1], Hajime Obata[1], Taejin Kim[2], Yoshiko Kondo[3], Jun Nishioka[4]

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 韓国ソウル国立大学、3. 長崎大学、4. 北海道大学低温科学研究科
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. Seoul National University, Korea, 3. Nagasaki University, 4. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University

Organic complexation of Cu in seawater plays a major role in controlling the toxicity and bioavailability of Cu for marine microorganism. In this study, we determined the concentrations of Cu and its organic ligands in the soluble and dissolved phases in the subarctic North Pacific. Samples were taken from three stations in the subarctic NorthPacific, CL-2 (western), CL-5 (central) and CL-16 (eastern), during summer 2017.

Concentrations of total dissolved and soluble Cu ranged from 1.28 nM –4.82 nM, and 0.47 nM –2.75 nM, respectively, in the subarctic North Pacific. At both CL-2 and CL-16, soluble Cu accounted for 30% - 100% of total dissolved Cu. The proportion of the soluble Cu fraction was low in surface waters, increased a maximum in the intermediate waters, and decreased slightly in deep waters. Two classes of organic ligands were detected in the surface and intermediate waters of CL-5 and CL-16, and in the intermediate waters of CL-2. In all other depths, only one class of ligand was detected. Concentrations of the stronger ligand (L_1) and weaker ligand (L_2) ranged from 1.02 nM –2.95 nM, and 0.77 nM –8.78 nM, respectively. The distributions of L_1 followed closely that of total dissolved Cu in the surface waters, and no clear trend was observed in the intermediate waters. At CL-2, L_1 mainly existed in the soluble phase, whereas for CL-16, soluble L_1 accounted for 50% - 100% of total dissolved L_1. Concentrations of L_2 were relatively constant throughout the water column but elevated concentrations were detected in the surface waters of CL-5 and in the surface and intermediate waters of CL-16. On the other hand, there were a slight depletion of L_2 in the intermediate waters of CL-2.

キーワード：銅、有機錯体、北太平洋亜寒帯
Keywords: copper, organic ligands, subarctic North Pacific

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Latitudinal and temporal variations in phytoplankton size structure within mesoscale eddies from space

*和賀 久朋[1]、平譯 享[1]、上野 洋路[1]
*Hisatomo Waga[1], Toru Hirawake[1], Ueno Hiromichi[1]

1. 北海道大学
1. Hokkaido University

Phytoplankton plays a critical role in a number of key ocean processes. One of the most important functions of phytoplankton is to determine the energy transfer efficiency in marine ecosystems. Although the energy flow from the base of the food web to higher trophic levels depends on both the biomass and size structure of phytoplankton community, phytoplankton size structure is particularly important because energy flow in marine pelagic food webs is largely based on size specific predator-prey relationships. Therefore, spatiotemporal dynamics in size structure of phytoplankton community can trigger changes in the ecosystem’s functioning through trophic cascade effects in the trophic chain. With the development of remote sensing techniques, mesoscale eddies, nearly ubiquitous features of the World Ocean, has been recognizing as important feature for the distribution of phytoplankton not only the direct transport of phytoplankton and eddy trapping, but also the vertical flux of nutrients. Recent studies have examined regional variations in the influence of mesoscale eddies on phytoplankton community. Namely, phytoplankton production is enhanced in cyclonic eddies (CEs) than that of anticyclonic eddies (ACEs) because of upwelling inside the eddy; this view, on the other hand, does not hold for a substantial portion of eddies within oceanic subtropical gyres, the largest ecosystems in the ocean. However, previous efforts have focused mainly on variations in chl*a*, whereas quite a few studies have worked on that in the size structure of phytoplankton community because remote estimations of phytoplankton size structure are newly established techniques during the last decade. Here we improved a chl*a* size distribution (CSD) model which estimates the synoptic size structure of phytoplankton community, to assess the impact of mesoscale eddies on spatiotemporal variations in phytoplankton size structure. Original CSD model was based on the spectral features of the phytoplankton absorption coefficient ($a_{ph}(\lambda)$), which estimation accuracy becomes poor in areas of the low productivity, such as subtropical gyres. To avoid this, we used not only $a_{ph}(\lambda)$ but also chl*a* to improve estimation accuracy of the CSD model. The resulting estimation error of the improved CSD model was the median absolute percent difference of 26.0% between the measured and satellite-matched values, and global distribution of the phytoplankton size structure was reliable even in subtropical gyres. The phytoplankton size structure showed a clear latitudinal variation: larger and smaller assemblages in temperate (>30˚S and >30˚N) and low latitudes (30˚S–30˚N) latitudes, respectively. When comparing the phytoplankton size structure within ACEs and CEs, a larger phytoplankton size structure was found in ACEs especially in low latitudes. This result was consistent with a previous report that ACEs are more productive than CEs in subtropical gyres because of winter mixing. In addition, we found increasing trends ($p < 0.05$) in differences between the phytoplankton size structure within ACEs and CEs in low latitudes for the years 2003–2014, suggesting a growing importance of ACEs for phytoplankton and in turn marine ecosystem. Consequently, this study demonstrates significant advantages of satellite remote sensing for biogeochemical and ecological studies.

キーワード：衛星、中規模渦、植物プランクトン
Keywords: Satellite, Mesoscale eddy, Phytoplankton

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

黒潮栄養塩ストリームの構造とインパクト
Structure and impact of the Kuroshio nutrient stream

*小松 幸生[1,2]、廣江 豊[3]
*Kosei Komatsu[1,2], Yutaka Hiroe[3]

1. 東京大学大学院新領域創成科学研究科、2. 東京大学大気海洋研究所、3. 水産研究・教育機構西海区水産研究所
1. Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, Kashiwa, Japan, 3. Seikai National Fisheries Research Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency, Nagasaki, Japan

Recently the Kuroshio has drawn attention as an important supply route of nutrients in the western North Pacific. However, it is unknown whether nutrient concentrations are enhanced along the jet on isopycnal surfaces, as is the case for the “nutrient stream” along the Gulf Stream. We aim to ascertain the structure of nutrient concentration enhancement along the Kuroshio jet and to estimate the impact of nutrient transport downstream to the Kuroshio-Oyashio interfrontal zone (KOIZ), which is a highly productive region and a major global fishing ground. Recent multiple- transects and retrospective analyses of historic hydrographic data have revealed that the along-jet maximum nitrate concentration appears only in spring on the isopycnal surface $25<\sigma_\theta<26$ in the downstream region of the Kuroshio. The Kuroshio nutrient stream contributes significantly to productivity in the euphotic layer along its downstream trajectory, in conjunction with enhanced vertical turbulence. Analysis of the budget of epipycnal nitrate transport across transects that enclosed the KOIZ suggests that the Kuroshio nutrient stream has a non-negligible potential to significantly impact high productivity in the KOIZ.

キーワード：黒潮栄養塩ストリーム、黒潮親潮移行領域、等密度面輸送
Keywords: Kuroshio nutrient stream, Kuroshio-Oyashio interfrontal zone, epipycnal transport

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Enhanced nutrient supply and biogeochemical impacts induced by internal waves in the oligotrophic northern South China Sea

*Chin-chang Hung[1], Dewang Li[2], Wen-Chen Chou[3], Yung-Yen Shih[1,4], Guan-Yu Chen[1]

1. Department of Oceanography, National Sun Yat Sen University, Kaohsiung, Taiwan, 2. Second Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Hangzhou, PRC, 3. Institute of Marine Environmental Chemistry and Ecology, National Taiwan Ocean University, Taiwan, 4. Department of Applied Science, R.O.C Naval Academy, Kaohsiung, Taiwan

To understand nutrient supply and the biogeochemical response induced by internal waves in the deep basin of the northern South China Sea (NSCS), nitrate, chlorophyll *a* (Chl *a*), particulate organic carbon (POC) fluxes were measured during the passage of large internal waves using drifting sediment traps attached with hydrographic sensors. Results revealed large variations in temperature, nitrate and chlorophyll *a* (Chl *a*) concentrations during and after internal waves, suggesting that cold nutrient-replete waters may be brought to the euphotic zone in the dissipation zone during and after the passage of internal wave packets, resulted in phytoplankton flourished in oligotrophic water. The result reveals that ocean mixing triggered by internal waves in warm water of the NSCS may be important for phytoplankton species composition. Most importantly, POC fluxes (110.9±10.7 mg C m^{-2} d^{-1}) were significantly enhanced after internal waves compared to non-internal wave area (32.6–73.0 mg C m^{-2} d^{-1}) in the NSCS. Such elevated POC fluxes may be induced by downward flourished biogenic particles, particle aggregation or converged particles from mixed layer triggered by internal waves.

Keywords: internal waves, ocean mixing, South China Sea, nutrient dynamics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Mixing over the eastern ridge in the Luzon Strait caused by high-mode internal waves

*酒井 秋絵[1]、千手 智晴[2]、堤 英輔[2]、松野 健[2]、遠藤 貴洋[2]、安田 一郎[3]、柳本 大吾[3]
*Akie Sakai[1], Tomoharu Senjyu[2], Eisuke Tsutsumi[2], Takeshi Matsuno[2], Takahiro Endo[2], Ichiro Yasuda[3], Daigo Yanagimoto[3]

1. 九州大学大学院総合理工学府大気海洋環境システム学専攻、2. 応用力学研究所、3. 東京大学大気海洋研究所
1. Department of Earth System Science and Technology, Interdisciplinary Graduate School of Engineering Sciences, Kyushu University, 2. Research Institute for Applied Mechanics , 3. Atmosphere and Ocean Reserch Institute The University of Tokyo

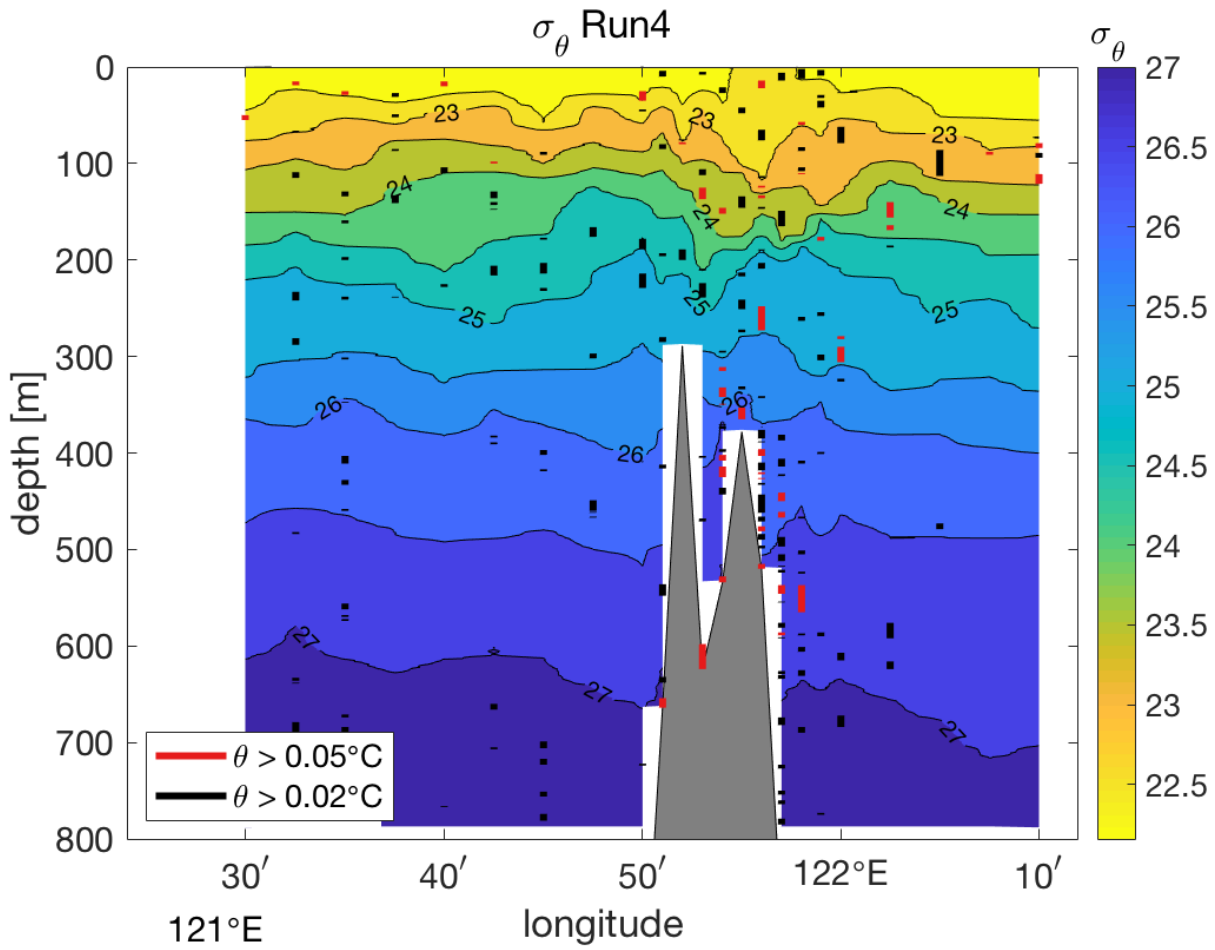
The Luzon Strait has two parallel ridges running from north to south, which is known to create large amplitude internal tides. To investigate the mixing processes accompanied by the internal tides, we carried out repeated observations with XBT, XCTD, CTD, and ADCP in the cruise of R/V Hakuho-maru KH-17-5, Leg-2, in November 2017 as part of the OMIX project. We obtained 6 cross sections around the eastern ridge between 121° 30’ E and 122° 10’ E along the line of 21° N.

The cross sections showed wavy structures of isopycnals over the ridge, with 4-7 km of horizontal scale and about 50 m of vertical scale. Velocity distributions by the shipboard ADCP showed strong vertical shear over the ridge, suggesting high-mode internal waves. Froude number of the high-mode internal waves exceeds unity around two summits of the ridge during the periods of strong tidal flow. This suggests that the high-mode internal waves stay over the ridge.

Many temperature inversions, especially large inversions (θ > 0.05 °C) were formed near the ridge (figure). Therefore, energy dissipation rate and vertical diffusivity assuming the model of Osborn (1980) were estimated by calculating Thorpe scale from the temperature profiles. Relatively large energy dissipation rate and vertical diffusivity were distributed over the ridge from surface to the bottom, as well as unstable regions of Ri < 0.25. These results reflect strong mixing over the ridge due to the high-mode internal waves.

キーワード：内部波、ルソン海峡
Keywords: internal waves, Luzon Strait

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

From the Luzon Strait to the Tsushima Strait: Water masses and nutrient transports approached using ^{137}Cs

*Siteng Zhu[1], JING ZHANG[1], Shota Kambayashi[2], Takeshi Matsuno[3], Eisuke Tsutsumi[3], Shigenobu Takeda[4], Seiya Nagao[5], Hiroshi Inoue[5], Hiroshi Ogawa[6], Ichiro Yasuda[6]

1. University of Toyama, 2. Fukushima university, 3. Kyushu university, 4. Nagasaki university, 5. Kanazawa university, 6. The University of Tokyo

More than 95% of the water flowing into the Sea of Japan comes from the Tsushima Strait, and 80% of it is Kuroshio Intimidate Water (KIW), which is rich in nutrients compared with Kuroshio surface Water and Kuroshio Tropical Water. However, there is a lack of direct evidence based on surveys or measurement data. ^{137}Cs in the subtropical mode water (STMW) that originated in the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant (FNPP1) accident is an excellent tracer which can be transported from the Kuroshio upstream to the Sea of Japan crossing the shelf edge of the East China Sea (ECS) via the KIW. It is also useful for research on the transport of nutrients from the KIW.

Data and water samples were collected during the Hakuho-Maru KH-17-5 Cruise and the Nagasaki-Maru 464 Cruise in November and July 2017, respectively. Data from the KH-17-5 Cruise was used for the study of the area around the Luzon Strait and those of the Nagasaki-maru 464 Cruise was used for the study of area around the outer shelf region of the East China Sea and the Tsushima Strait. The ^{137}Cs active concentration was analyzed by γ-Ray spectrometry after preconcentration. The turbulence intensity was measured using TurboMAP and VMP2000.

The maximum ^{137}Cs concentration shows the existence of the subtropical mode water (STMW) in the Luzon Strait, the ECS and the Tsushima Strait, respectively, at the similar density (25.2-25.7 kg/m^3), temperature (15-17℃) and salinity (34.60-34.75). Although their depth changes from 400 m in the Luzon Strait to 150 m at the shelf edge of the ECS and 100m in the East Channel of the Tsushima Strait, they can all be identified as the KIW because of the similar density. It is noteworthy that around Luzon Strait, the distribution of ^{137}Cs is influenced by strong vertical mixing. The percentage of nutrients transported to the Sea of Japan by KIW is estimated and this is meaningful to the ecosystem of the Sea of Japan.

Keywords: 137Cs, subtropical mode water, water masses, KIW, nutrients

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

西部北太平洋亜熱帯観測点KEOにおける時系列観測で明らかとなった貧栄養海域の生物地球化学への低気圧性渦と台風の影響
Impact of cyclonic eddies and typhoons on biogeochemistry in the oligotrophic ocean based on time-series observation at the western Pacific subtropical station KEO

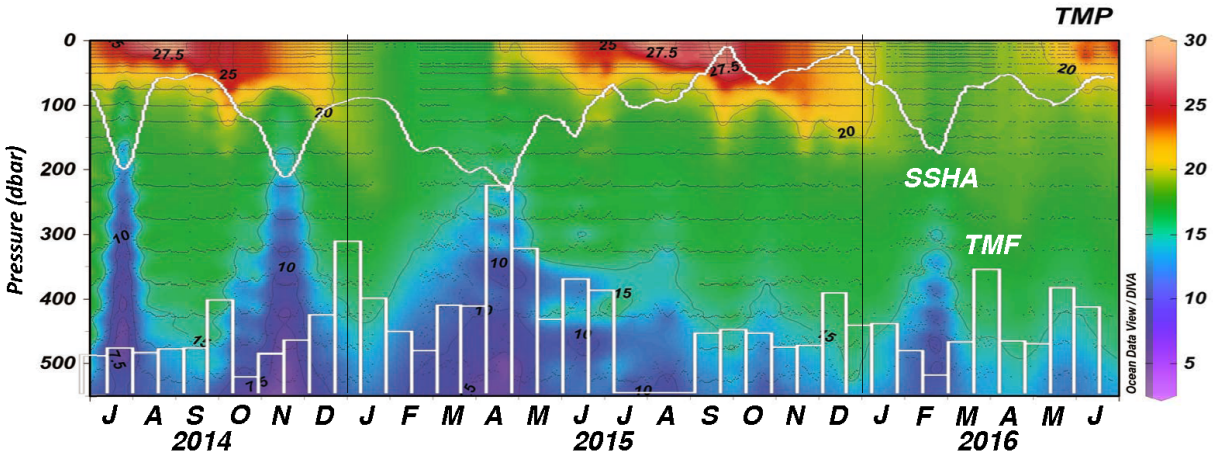
*本多 牧生[1]、笹井 義一[1]、Siswanto Eko[1]、吉田 聡[2]、相木 秀則[3]、クローニン メグハン[4]
*Makio Honda[1], Yoshikazu Sasai[1], Eko Siswanto[1], Akira Kuwano-Yoshida[2], Hidenori AIKI[3], Meghan Cronin[4]

1. 海洋研究開発機構、2. 京都大学防災研究所、3. 名古屋大学、4. 米国海洋大気庁太平洋海洋環境研究所
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Disaster Prevention Laboratory, Kyoto University, 3. Nagoya University, 4. NOAA Pacific Marine Environmental Laboratory

2014年, NOAA PMELの表層ブイの隣でセジメントトラップ実験を開始した。水深5000mに設置した2年間のセジメントトラップデータから、晩冬（3月）ー晩春（6月）間に生物起源物質フラックスの増加が観測された。NOAA表層ブイで観測されたSSTと表層付近の水温鉛直分布ならびに衛星クロロフィルデータから、この増加は冬季鉛直混合の発達による栄養塩の供給に伴う海洋表層付近の低次生物生産の増加に起因によるものと推定された。一方、表層付近の栄養塩が一般的に低い2014年10月および2014年12月ー2015年1月間にも生物起源物質フラックスの増加が観測された。海面高度偏差と水深5000m以浅の水温鉛直分布変化から2014年7月下旬ー8月初旬および11月に観測点KEOを低気圧性渦が通過し、中層水の湧昇が発生していたことが明らかとなった。これらのイベントが海洋浅層部に栄養塩を供給し亜表層水の低次生物生産を活発化させた結果、上記の秋季と冬季に観測された生物起源フラックスの増加を引き起こしたと推測された。本観測結果（低気圧性渦が低次生産を活発にすること）は３次元物理ー生物シミュレーションによっても定量的に説明することができた。セジメントトラップ観測を行なった2年間にいくつかの台風がKEO近辺を通過し、台風通過後に近慣性内部波が発生していたことがわかった。近慣性内部波による拡散混合の発達も低次生物生産を活発にする栄養塩の供給メカニズムの可能性があった。しかし数値シミュレーションの結果、拡散混合の発達による栄養塩供給量は推定される低次生物生産力の増加を引き起こすには少なすぎることが示唆された。

キーワード：観測点KEO、貧栄養海域、セジメントトラップ、低気圧性渦、栄養塩、台風
Keywords: KEO, Oligotrophic, Sediment trap, Cyclonic eddy, Nutrient, Typhoon

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

本州南方海域のプランクトン群集に対する伊豆海嶺域の島陰効果
Island-mass effect on the phytoplankton and zooplankton community in south of Japan

*日高 清隆[1]、田所 和明[1]、宮本 洋臣[1]、市川 忠史[1]
*Kiyotaka Hidaka[1], Kazuaki Tadokoro[1], Hiroomi Miyamoto[1], Tadafumi Ichikawa[1]

1. 水産研究・教育機構
1. Japan Fisheries Research and Education Agency

伊豆海嶺は本州南方の重要な海底構造であり、北緯30度付近まで連なる伊豆諸島を含む山脈状の地形が、駿河灘海域と常磐沖海域の境界となっている。その周辺では、島陰効果による表層への低温・高栄養塩な海水の湧昇とそれにともなうプランクトン分布量の増加が報告されている。しかしながら、これらの報告は、成層が進んでいる初夏から初秋にかけての事例であり、小型浮魚類の産卵と成長が起きる春季についての報告は乏しい。また、この海域は黒潮が通過していることから、増殖に要する時間の長い動物プランクトンについてはより下流で影響が現れることが考えられ、広域でその影響を検証する必要がある。今回は、衛星観測データと動物プランクトン現存量の広域データを元に、伊豆諸島周辺海域の島陰効果の影響について報告する。

衛星観測データについては、海表面クロロフィル濃度（MODIS-Aqua）について、東経135度30分から142度、北緯30度から37度、水深500m以深の範囲を集計した。動物プランクトン現存量データとしては、2月から3月にかけて水産研究・教育機構が本州南方で実施している観測のうち、目合334.5umのノルパックネットで0-150 mの範囲を鉛直曳網した試料を、Bench-top Video Plankton Recorder (B-VPR) によって分析して求めたカイアシ類現存量（体積および換算した生物量）を用いた。それぞれ、本州沿岸および伊豆海嶺域からの距離にともなうクロロフィル濃度およびカイアシ類現存量の変化を求めた。

海表面クロロフィル濃度は、本州沿岸から遠ざかるにつれて減少する傾向を示したが、本州沿岸から150～250 km 付近に、クロロフィル濃度が高くなる海域がみられた。これらは、伊豆海嶺周辺の北緯32～33.5度の範囲を中心としており、黒潮が離岸流路をとった際の島陰効果であると考えられた。一方でカイアシ類現存量については、本州沿岸部（50 km以内）で高い値がみられたほか、伊豆海嶺域からの距離で見た場合に100～200 km付近で特に現存量が高い海域がみられたが、これらは房総半島沿岸に位置していた。これらにより、伊豆海嶺域の島陰効果は、動物プランクトンについては現存量の変化では本州沿岸域の影響を排除できず、産卵速度や増殖速度を種レベルで検証することが必要であると考えられた。

キーワード：動物プランクトン、島陰効果
Keywords: zooplankton, island-mass effect

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Influence of enhanced deep circulation due to geothermal heat on biogeochemical cycle in the Pacific Ocean

*浦川 昇吾[1]、中野 英之[1]、辻野 博之[1]、坂本 圭[1]、豊田 隆寛[1]、山中 吾郎[1]
*Shogo Urakawa[1], Hideyuki Nakano[1], Hiroyuki Tsujino[1], Kei Sakamoto[1], Takahiro Toyoda[1], Goro Yamanaka[1]

1. 気象庁気象研究所
1. Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency

There exists heat conduction from the oceanic lithosphere to the abyssal ocean. Its heat flux amounts to about 0.1 W m^{-2} in the global average. It is much smaller than the heat exchange between the atmosphere and ocean in the order of 10 W m^{-2}. However, it is known that this geothermal heat significantly enhances the deep circulation especially in the Pacific Ocean. For example, Adcroft et al. (2001) conduct numerical experiments with/without geothermal heating using an ocean general circulation model and report that constant heat flux at the sea bottom by 0.05 W m^{-2} results in enhancement of the Pacific meridional overturning circulation (PMOC) by 25 %. Other studies also report that the geothermal heat significantly enhances the oceanic deep circulation (e.g., Emile-Geay and Madec, 2009; Urakawa and Hasumi, 2009; Downes et al., 2016). The importance of the geothermal heat seems to be robust from the viewpoint of ocean dynamics but it has not been investigated to what extent the geothermal heat influences the biogeochemical cycle of the ocean. Here, we conduct two numerical experiments with/without the geothermal heat using an ocean general circulation model developed for the CMIP6 and investigate the effect of the geothermal heat on the biogeochemical tracer fields.
The geothermal heating enhances PMOC at 30º S by 17 % in this model, which leads to stronger ventilation in the North Pacific Ocean. This stronger ventilation results in increase of delta ^{14}C by more than 10 per mille, which means younger water masses, at the bottom of the North Pacific. The stronger PMOC also results in higher dissolved oxygen in the abyss especially in the eastern tropical Pacific. The geothermal heat leads to dissolved oxygen increase by more than 10 micro mol L^{-1} there, which corresponds to 10–70 % of hypoxic water in the control experiment without geothermal heating. This oxygenation near the sea bottom affects the oxygen-deficient water in the surface of the eastern tropical Pacific. Its thickness becomes thinner by around 100 m. The geothermal heat also plays an important role in the biogeochemical cycle in the Pacific Ocean.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

安定・不安定成層した表層海洋中での圧力ー歪み相関のパラメタリゼーション

The Parameterization of the Pressure-Strain Correlations in the Stably or Unstably Stratified Ocean Surface Layer.

*牛島 悠介[1]、吉川 裕[1]
*Yusuke Ushijima[1], Yutaka Yoshikawa[1]

1. 京都大学大学院理学研究科
1. Graduate School of Science, Kyoto University

海洋表層の乱流は運動量や熱，栄養塩の鉛直混合を担うため，大気海洋相互作用や物質輸送などに重要であるが（e.g., Roxy et al. 2013, Obata et al. 1996），海洋大循環モデルのような大きなモデルの数値実験では格子間隔が大きく，小規模な海洋表層の乱流を直接再現することはできない。そのため，乱流完結モデルに基づいて，乱流による鉛直混合を精度良く表現するパラメタリゼーションスキームの開発が求められている。本研究では，近年流体力学の分野でその影響の大きさが指摘されている（Jakilic and Hanjalic 2013）圧力ー歪み相関に着目する。これまでの海洋や大気の2次の乱流完結モデル（eg. Mellor and Yamada 1982; Canuto et al. 2001; Nakanishi and Niino 2009）ではRotta (1951), Gibson and Launder (1978), Gertski et al. (1992)などの圧力ー歪み相関のパラメタリゼーションが用いられているが，Rotta (1951)のパラメタリゼーションには大気・海洋の境界層に普遍的に存在する成層の効果が考慮されておらず，他のパラメタリゼーションにおいてもその考慮は限定的である。そこで本研究では乱流の再現性が高いLarge-eddy simulation（LES）を用いて数値実験を行い，LESで直接計算された圧力ー歪み相関と従来の海洋・大気モデルでパラメタライズされている圧力ー歪み相関を様々な成層の下で比較することで，従来のモデルの検証を行った。その結果，両相関は安定度（または成層）の強さに応じて系統的な差が存在することが明らかになった。さらに結果を解析したところ，安定度に関する新たなパラメータを導入することで，その系統的な差を減少させることができることを見出した。

キーワード：圧力ー歪み相関のパラメタリゼーション、乱流クロージャーモデル、海洋表層乱流
Keywords: Parameterization of Pressure-Strain Correlations, Turbulent Closure Model, Turbulence in the Ocean Surface Layer

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

台風に対する海洋の応答の非対称性についての数値実験
Numerical studies on asymmetric responses of the upper ocean to tropical cyclone

*大倉 大樹[1]、吉川 裕[1]
*Daiki Okura[1], Yutaka Yoshikawa[1]

1. 京都大学大学院理学研究科
1. Graduate School of Science, Kyoto University

Tropical cyclones (TCs) decrease sea surface temperature (SST), and the decreased SST weakens TC intensity. This SST decrease is asymmetric with respect to the TC track, known as “rightward bias”. Preceding numerical studies suggested that this asymmetry may influence on the course of the TC. The interaction between TC and the upper ocean is one of key ingredients for precisely predicting TC's development, and the upper ocean response to TC should also be clarified.
The SST decrease during TC passage is mainly caused by two processes; vertical turbulent mixing and advection (Ekman suction). The rightward bias is associated with the mixing which is more intense on the right side of the TC track due to resonant inertial currents with winds. Magnitude and distribution of SST decrease induced by the mixing should vary with parameters characterizing TC; transition speed U_T, radius of maximum wind R_{max}, the friction velocity U_*, and the Coriolis coefficient f. However, detailed physical processes of the mixing and its dependence on these parameters have not been well quantified, because of lack of in-situ data and complicated processes involved in the mixing.

The present study focuses on the vertical turbulent mixing effects on asymmetric SST response. To this aim, vertically one-dimensional model was used in which the vertical turbulent mixing was parameterized with the Nakanishi-Niino-Mellor-Yamada scheme modified by Kitamura (2010). We considered TC-like wind stress of magnitude U_*^2 at radius R_{max} from the TC center moving with transition speed U_T and investigated the mixing on both sides of TC track at distance *r*. Experiments with several friction velocities U_*, maximum wind radii R_{max}, transition speeds U_T and distances *r* were performed. No surface heat flux was considered for simplicity.
The results showed that the rightward bias of the SST response depended on these parameters. The location of the largest SST decrease moved away from the axis as U_T increased, but it depended less on U_*. The SST decreased more with larger U_* and smaller U_T. These results can be explained by energy flux at the surface. In our model configuration, the energy flux depends on two non-dimensional parameters, U_T/fR_{max} and U_*/U_T, and the energy flux had maximum and turbulent kinetic energy penetrated deeper at larger U_*/U_T and at U_T/fR_{max}~1, suggesting the resonance between wind and the inertial current. The SST decrease corresponded with the energy flux, but it depended largely on U_*/U_T, implying importance of wind forcing duration.
Thus, the asymmetric SST response due to the vertical turbulent mixing can be characterized with U_T/fR_{max} and U_*/U_T. Additional advection effects on the SST response will be discussed at the conference using three-dimensional simulation in which the advection as well as the mixing are fully included.

キーワード：台風、鉛直乱流混合、エクマンサクション、ライトワードバイアス
Keywords: Tropical cyclone, Vertical turbulent mixing, Ekman suction, Rightward bias

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Influence of the distortion of the internal wave field on estimates of turbulent mixing using fine-scale parameterizations

*高橋 杏[1]、日比谷 紀之[1]、Alberto Naveira Garabato[2]
*Anne Takahashi[1], Toshiyuki Hibiya[1], Alberto C. Naveira Garabato[2]

1. 東京大学大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻、2. National Oceanography Centre, University of Southampton
1. Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, University of Tokyo, 2. National Oceanography Centre, University of Southampton

Although the Southern Ocean is one of the turbulent mixing hotspots, we have not yet clarified quantitatively the turbulent mixing processes in this region, where the Antarctic Circumpolar Current (ACC) coexists with near-inertial internal waves generated by wind forcing and internal lee waves radiated by the impingement of eddy flows on topography.

Fine-scale parameterizations, based on the theory of energy cascade from internal waves to turbulence, are most widely used to estimate the turbulent dissipation rate, ε. It has been reported, however, that these fine-scale parameterizations tend to overestimate ε in the ACC (Waterman et al. 2014). Although Takahashi and Hibiya (2019) have suggested that “the distorted fine-scale shear and strain spectra” caused by the existence of eddies trapping near-inertial waves or upward-propagating internal lee waves might be responsible for the overestimates, the problem remains unresolved.

In this study, we use “eikonal” simulations (Henyey et al. 1986), which trace the propagation, refraction and breaking of test waves within a background internal wave field, to assess the evolution of the energy cascade in vertical wavenumber space. Our objective is to examine how the distortion of the vertical wavenumber spectrum affects the performance of fine-scale parameterizations.

In our simulations, in contrast to high vertical wavenumber test waves that are efficiently Doppler-shifted to their breaking limit, low vertical wavenumber test waves are not subject to dissipation processes. In the existing fine-scale parameterizations, however, the energy flux to dissipation scale is estimated using the integrated vertical wavenumber spectral values. This means that, if the range of this integration includes a spectral bump at the low-wavenumber end of the spectrum, the estimated energy flux and hence the resulting ε might be overestimated by these fine-scale parameterizations.

From the simulation results, it is confirmed that fine-scale parameterizations significantly overestimate ε in spectra with a low-wavenumber bump, in particular as the internal wave energy level becomes large and the shear/strain ratio becomes small. These results are supported by the microstructure and fine-structure dataset from the SOFine experiment carried out in the Kerguelen Plateau.

キーワード：乱流混合、ファインスケール・パラメタリゼーション、南極周極流域
Keywords: Turbulent Mixing, Fine-scale parameterizations, Antarctic Circumpolar Current region

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_11

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

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

海洋鉛直混合を含む統合的現場観測と混合を導入したモデルを開発することで、物質循環や気候、生態系への影響を明らかにすることを目的とした、新学術領域研究「海洋混合学の創設：物質循環・気候・生態系の維持と長周期変動（2015-2020年度）」における研究、及び内外の関連する研究を集約し、成果のまとめを図ると共に今後の課題を明らかにする。

[AOS09-P01] 高速水温計データの補正について

*木村 詩乃[1]、後藤 恭敬[2]、李 根淙[1]、安田 一郎[1] (1.東京大学、2.気象庁)

[AOS09-P02] 乱流計搭載深海フロートを用いた乱流混合の観測

*翟 燦[1]、安田 一郎[1]、菊地 将彰[1]、後藤 恭敬[1]、李 根淙[1]、田中 雄大[2]、山木 謙[3]、今村 豊[4] (1.東京大学大気海洋研究所、2.国立研究開発法人　水産研究・教育機構、3.鶴見精機、4.青森県産業技術センター水産総合研究所)

[AOS09-P03] Evaluation of the underwater glider flight model using the electromagnetic current sensor

*田中 雄大[1]、長谷川 大介[1]、奥西 武[1]、安田 一郎[2] (1.国立研究開発法人　水産研究・教育機構　東北区水産研究所、2.東京大学大気海洋研究所)

[AOS09-P04] Mixing processes observed by a slocum glider at the Oyashio-TWC front

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

[AOS09-P05] 月の18.6年周期振動がエルニーニョ南方振動ENSOに与える影響

*安田 一郎[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

[AOS09-P06] 潮汐18.6年周期振動が太平洋十年規模振動(PDO)に及ぼす影響

*濵本 真沙希[1]、安田 一郎[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

[AOS09-P07] A comparison of ocean deoxygenation between CMIP5 models and an observational dataset

*阿部 佑美[1]、見延 庄士郎[1,5]、Takamitsu Ito[2]、Curtis Deutsch[3]、Matthew Long[4] (1.北海道大学　理学院、2.ジョージア工科大学、3.ワシントン大学、4.アメリカ大気研究センター、5.北海道大学　理学部)

[AOS09-P08] Pacific Ocean State Estimation and Clarification of Mechanism of Ocean Circulation by Data Synthesis of Global Observations

*増田 周平[1] (1.国立研究開発法人　海洋研究開発機構)

[AOS09-P09] Impact of Tidal Vertical Mixing to Barotropic Water Exchange between the Sea of Okhotsk and Pacific through Diffusive Adjustment with Turbulent Closure Scheme

*Hung Wei Chou[1]、Humio Mitsudera[1]、Hatsumi Nishikawa[1]、Kaihe Yamazaki[2] (1.Hokkaido University, Institute of Low Temperature Science、2.Hokkaido University, Graduate School of Environmental Science)

[AOS09-P10] Distributions of organic Fe-binding ligands in the eastern and western subarctic North Pacific

*近藤 能子[1,2]、砂原 雄大[2]、西岡 純[3]、小畑 元[4]、武田 重信[1,2] (1.長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科、2.長崎大学水産学部、3.北海道大学低温科学研究所、4.東京大学大気海洋研究所)

[AOS09-P11] Chemical and physical speciation of copper in the subarctic North Pacific

*黄 国宏[1]、小畑 元[1]、金 泰辰[2]、近藤 能子[3]、西岡 純[4] (1.東京大学大気海洋研究所、2.韓国ソウル国立大学、3.長崎大学、4.北海道大学低温科学研究科)

[AOS09-P12] Latitudinal and temporal variations in phytoplankton size structure within mesoscale eddies from space

*和賀 久朋[1]、平譯 享[1]、上野 洋路[1] (1.北海道大学)

[AOS09-P13] 黒潮栄養塩ストリームの構造とインパクト

*小松 幸生[1,2]、廣江 豊[3] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科、2.東京大学大気海洋研究所、3.水産研究・教育機構西海区水産研究所)

[AOS09-P14] Enhanced nutrient supply and biogeochemical impacts induced by internal waves in the oligotrophic northern South China Sea

*Chin-chang Hung[1]、Dewang Li[2]、Wen-Chen Chou[3]、Yung-Yen Shih[1,4]、Guan-Yu Chen[1] (1.Department of Oceanography, National Sun Yat Sen University, Kaohsiung, Taiwan、2.Second Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Hangzhou, PRC、3.Institute of Marine Environmental Chemistry and Ecology, National Taiwan Ocean University, Taiwan、4.Department of Applied Science, R.O.C Naval Academy, Kaohsiung, Taiwan)

[AOS09-P15] Mixing over the eastern ridge in the Luzon Strait caused by high-mode internal waves

*酒井 秋絵[1]、千手 智晴[2]、堤 英輔[2]、松野 健[2]、遠藤 貴洋[2]、安田 一郎[3]、柳本 大吾[3] (1.九州大学大学院総合理工学府大気海洋環境システム学専攻、2.応用力学研究所、3.東京大学大気海洋研究所)

[AOS09-P16] **From the Luzon Strait to the Tsushima Strait: Water masses and nutrient transports approached using ^{137}Cs**

*Siteng Zhu[1]、JING ZHANG[1]、Shota Kambayashi[2]、Takeshi Matsuno[3]、Eisuke Tsutsumi[3]、Shigenobu Takeda[4]、Seiya Nagao[5]、Hiroshi Inoue[5]、Hiroshi Ogawa[6]、Ichiro Yasuda[6] (1.University of Toyama、2.Fukushima university、3.Kyushu university、4.Nagasaki university、5.Kanazawa university、6.The University of Tokyo)

[AOS09-P17] 西部北太平洋亜熱帯観測点KEOにおける時系列観測で明らかとなった貧栄養海域の生物地球化学への低気圧性渦と台風の影響

*本多 牧生[1]、笹井 義一[1]、Siswanto Eko[1]、吉田 聡[2]、相木 秀則[3]、クローニン メグハン[4] (1.海洋研究開発機構、2.京都大学防災研究所、3.名古屋大学、4.米国海洋大気庁太平洋海洋環境研究所)

[AOS09-P18] 本州南方海域のプランクトン群集に対する伊豆海嶺域の島陰効果

*日高 清隆[1]、田所 和明[1]、宮本 洋臣[1]、市川 忠史[1] (1.水産研究・教育機構)

[AOS09-P19] Influence of enhanced deep circulation due to geothermal heat on biogeochemical cycle in the Pacific Ocean

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

[AOS09-P20] 安定・不安定成層した表層海洋中での圧力－歪み相関のパラメタリゼーション

*牛島 悠介[1]、吉川 裕[1] (1.京都大学大学院理学研究科)

[AOS09-P21] 台風に対する海洋の応答の非対称性についての数値実験

*大倉 大樹[1]、吉川 裕[1] (1.京都大学大学院理学研究科)

[AOS09-P22] Influence of the distortion of the internal wave field on estimates of turbulent mixing using fine-scale parameterizations

*高橋 杏[1]、日比谷 紀之[1]、Alberto Naveira Garabato[2] (1.東京大学大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻、2.National Oceanography Centre, University of Southampton)

高速水温計データの補正について
Correction method of fast-response thermistors data to estimate turbulence intensity

*木村 詩乃[1]、後藤 恭敬[2]、李 根淙[1]、安田 一郎[1]
*kimura shino[1], Yasutaka Goto[2], Koenjong Lee[1], Ichiro Yasuda[1]

1. 東京大学、2. 気象庁
1. The Univercity of Tokyo, 2. Meteorological Agency

高速水温計(FP07)は、乱流エネルギー散逸率 ε と水温消散率 χ を測定することができ、海洋内部についてより詳細なデータが得られるため有用である。しかし、時間分解能が低く、強乱流域で過小評価となるため、補正を施す必要がある。本研究では、0.6-0.7m/sで降下する自由落下型乱流計で得られた流速シア微細構造と水温微細構造の同時観測データを用いて、FP07からの ε _Tと、シアープローブからの ε _Sの２つの乱流エネルギー散逸率を比較し、FP07のデータにどのくらいの補正が必要かを見積もった。FP07の時定数を3m 秒で２次極補正または時定数を7m 秒で1次極補正をした場合に、 ε _S =10^{-10}– 10^{-7}W/kgの範囲でファクタ３で補正が可能であることが示された。発表では水温消散率 χ に及ぼす影響や２重拡散の影響についても議論する。

キーワード：鉛直混合、乱流
Keywords: vertical mixing, turbulence

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

乱流計搭載深海フロートを用いた乱流混合の観測
Observation of turbulent mixing using a deep float with microstructure sensors

*翟 爍[1]、安田 一郎[1]、菊地 将彰[1]、後藤 恭敬[1]、李 根淙[1]、田中 雄大[2]、山木 謙[3]、今村 豊[4]
*Shuo Zhai[1], Ichiro Yasuda[1], Masaaki Kikuchi[1], Yasutaka Goto[1], Koenjong Lee[1], Takahiro Tanaka[2], Ken Yamaki[3], Yutaka Imamura[4]

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 国立研究開発法人　水産研究・教育機構、3. 鶴見精機、4. 青森県産業技術センター水産総合研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. Japan Fisheries Research Agency, 3. TSK Tsurumi-Seiki Co., Ltd., 4. Aomori Prefectural Industrial Thechnology Research Center, Fisheries Research Insititute

海洋乱流の自動観測を目指し、乱流センサーを搭載した深海フロート(DeepNINJA)を用いた乱流評価手法を進めている。浮力調節時のモーター作動による振動は流速シア観測への悪影響を及ぼす他、浮上速度の下限値など、流速シア観測の妥当性について、同時に観測した高速水温計との比較で検討した。2016年8月に試験観測を行い、シア及び高速水温計両方の良好なデータが得られる区間を利用して、水温計からのデータを補正し、シアデータが不良な場合を補完するなど、適切にデータを取り除くことで、比較的信頼できるデータを取得できる。この機器を用いた三陸沖冬季の乱流時系列観測を現在行っており、乱流計搭載深海フロートの特徴を明らかにし、三陸沖乱流混合の時間変動について報告する予定である。

キーワード：鉛直混合、深海フロート、エネルギー散逸率
Keywords: vertical mixing , deep float, energy dissipation rate

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Evaluation of the underwater glider flight model using the electromagnetic current sensor

*田中 雄大[1]、長谷川 大介[1]、奥西 武[1]、安田 一郎[2]
*Takahiro Tanaka[1], Daisuke Hasegawa[1], Takeshi Okunishi[1], Ichiro Yasuda[2]

1. 国立研究開発法人　水産研究・教育機構　東北区水産研究所、2. 東京大学大気海洋研究所
1. Tohoku National Fisheries Research Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo

Turbulence measurement by underwater gliders has become more common in recent years. For the accurate estimation of energy dissipation rates, the accurate measurement of the fall rate and gliding path angle is necessary. The gliding path angle should take the angle of attack (AOA) into account, which is the difference between the gliding path angle and the pitch angle. AOA calculation has been done by using the so-called flight model assuming dynamical force balance in the quasi-steady state. Due to the difficulty in measuring AOA directly, the validity of AOA derived from the flight model and the flight model itself has not been adequately evaluated so far. In this study, we put the electromagnetic current sensor (EM sensor) on the turbulence package to obtain AOA directly and to compare the AOA from EM sensor with that from the flight model. Using the dataset obtained by a Slocum glider in Jul. - Aug. 2017, we found that AOA from the EM sensor during descent and ascent has a mean (standard deviation) of 0.7 (1.2) deg. and -0.7 (1.1) deg., respectively, while AOA from the flight model is 4.9 (0.4) deg. and -4.5 (0.5) deg., respectively. In order to know what cause this difference, we discuss the validity of parameters given in the flight model. It is suggested that a drag coefficient due to parasite drag given in the flight model may be somewhat larger than that calculated using the EM sensor.

キーワード：水中グライダー、フライトモデル、電磁流速計、迎角
Keywords: underwater glider, flight model, electromagnetic current sensor, angle of attack

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Mixing processes observed by a slocum glider at the Oyashio-TWC front

*長谷川 大介[1]、田中 雄大[1]、奥西 武[1]、安田 一郎[2]
*Daisuke Hasegawa[1], Takahiro Tanaka[1], Takeshi Okunishi[1], Ichiro Yasuda[2]

1. 国立研究開発法人 水産研究・教育機構　東北区水産研究所、2. 東京大学　大気海洋研究所
1. Tohoku National Fisheries Research Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

In order to grasp the detailed mixing processes along the frontal region between the Oyashio and the Tsugaru Warm Current (TWC), we conducted a zigzag survey crossing the front several times from the merging region of the two current systems to the down stream by an underwater glider (Slocum G2 Glider) equipped with a turbulence sensor, from July 24thto August 29thin 2017. The observed frontal structure indicated the subduction and the intrusion processes of the cold and fresh Oyashio water under the warm and salty TWC water, along layer between 26.5 to 26.8 sigma-theta, which resulted the favorable conditions to the salt finger convection at the upper interface along the 26.5 sigma-theta, and the diffusive convection at the lower interface along the 26.8 sigma-theta where the fresh and cold Oyashio water lying above the warm and salty water. The strong turbulence intensity is observed around the intruded layer, and the mean temperature and the salinity in the layer became warmer and saltier with the increase of the distance from the front, which suggested the time evolution of the vertical mixing driven by double diffusive convections between the three different water masses. Though the strongest turbulence intensity was observed around the frontal region, which may suggest the importance of the cabbeling effect as the additional source of the turbulent mixing.

キーワード：二重拡散対流、混合、キャベリング
Keywords: double diffusion, mixing, cabbeling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

月の18.6年周期振動がエルニーニョ南方振動ENSOに与える影響
Impact of the astronomical lunar 18.6-yr tidal cycle on El-Niño and Southern Oscillation

*安田 一郎[1]
*Ichiro Yasuda[1]

1. 東京大学大気海洋研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

Even though El-Niño and Southern Oscillation (ENSO) has a tremendous impact on global climate and society, its long-term forecast remains difficult. In this study, we discovered a statistically significant relationship between ENSO timing and the 18.6-year period lunar tidal cycle in the mature-phase (December –February) ENSO time-series during 1867–2015 and extending back to 1706 with proxy data. It was found that El-Niño tended to occur in the 1st, 10th, and 13th years after the maximum diurnal tide in the 18.6-yr cycle, and La-Niña tended to occur in the 3rd, 12th, and 16th years. These tendencies were also confirmed by corresponding sea-surface temperature (SST) and sea-level pressure (SLP) distributions; particularly Pacific SST and SLP spatial patterns in the third La-Niña and the tenth El-Niño year well resemble those of Pacific Decadal Oscillation (PDO). These findings contribute to understanding and forecasting long-term ENSO variability.

キーワード：エルニーニョ南方振動、大気海洋相互作用、潮汐、混合、気候
Keywords: El-Niño and Southern Oscillation, air-sea interaction, tide, mixing, climate

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

潮汐18.6年周期振動が太平洋十年規模振動(PDO)に及ぼす影響
The effect of 18.6-year period lunar nodal cycle on Pacific Decadal Oscillation (PDO)

*濵本 真沙希[1]、安田 一郎[1]
*Masaki Hamamoto[1], Ichiro Yasuda[1]

1. 東京大学大気海洋研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

Pacific Decadal Oscillation (PDO) is the most dominant decadal-inter-decadal ocean-climate variability over the North Pacific; however, the periodicity and cause have not been fully understood. Previous studies suggested that 18.6-year period lunar tidal cycle ($T_{18.6}$) regulate bi-decadal PDO variability through changes in the strength of diapycnal mixing of ocean around the Kuril Islands to result in ocean variability, together with air-sea interactions in the mid-latitude North Pacific and/or equatorial Pacific. In the present study, 297yr-long reconstructed PDO timeseries was re-examined, and 27.9yr (3/2 times 18.6-yr, henceforth, $T_{27.9}$) period variability was significantly detected, and the zero-crossing from minus to plus was found to occur simultaneously with $T_{18.6}$ variability in the interval of 55.4 years (3 times $T_{18.6}$). In the PDO spectrum, a broad multi-decadal 50-80-yr peak (corresponding to 3-5 times $T_{18.6}$, henceforth T_M) was also detected with the zero-crossing synchronized with $T_{18.6}$; this is the extension of previous studies during 1900-2000 back to 1700s on the synchronous changes of bi-decadal and penta-decadal variabilities. These $T_{18.6}$, $T_{27.9}$ and T_M explain 71% of the 10-year low-passed PDO variability. These imply that the 27.9-yr and the multi-decadal variabilities could be related to $T_{18.6}$ tide-induced variability, and may be excited by $T_{18.6}$ tidal forcing, considering that external periodic forcing for delayed oscillator models could excite 3 times period of the external forcing and some non-linear processes may make the half-period variability.

キーワード：潮汐18.6年周期振動、太平洋十年規模振動
Keywords: 18.6-year period lunar nodal cycle, Pacific Decadal Oscillation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A comparison of ocean deoxygenation between CMIP5 models and an observational dataset

*阿部 佑美[1]、見延 庄士郎[1,5]、Takamitsu Ito[2]、Curtis Deutsch[3]、Matthew Long[4]
*Yumi Abe[1], Shoshiro Minobe[1,5], Takamitsu Ito[2], Curtis Deutsch[3], Matthew C. Long[4]

1. 北海道大学　理学院、2. ジョージア工科大学、3. ワシントン大学、4. アメリカ大気研究センター、5. 北海道大学　理学部
1. Department of Natural History Sciences, Graduate School of Science,Hokkaido University, Sapporo, Japan, 2. School of Earth and Atmospheric Sciences, Georgia Institute of Technology, Atlanta, Georgia, USA, 3. School of Oceanography, University of Washington, Seattle, Washington, USA, 4. Climate and Global Dynamics Laboratory, National Center for Atmospheric Research, Boulder, Colorado, USA, 5. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Hokkaido University, Sapporo, Japan

Recent studies revealed that the ocean deoxygenation has been accelerating since the 1980s over the global oceans (Schmidtko et al. 2017; Ito et al. 2017), and the observed trend in the last half-century appears to be much larger than the model simulations conducted for CMIP5 (Bopp et al. 2013). This discrepancy is an important issue of the ocean deoxygenation researches as highlighted by a review paper published in the last year (Oschlies et al. 2018).

In order to understand better the relations of oxygen variations between CMIP5 models and observations, we compare oxygen concentration simulated by CMIP5 models and gridded oxygen anomaly dataset used by Ito et al. (2017). For the global oceans, the observed oxygen reduction rate for the historical experiment period appears to be within uncertainty of the models, though this result can be sensitive to the choice of the analysis period associated with the rapid recent oxygen reduction. We also closely examined the two basins that are relatively well sampled, i.e., the North Pacific and the North Atlantic. It is found that the observed North Pacific oxygen reduction is much stronger than the simulated ones, but such a strong reduction of observed oxygen does not occur in the North Atlantic. These results suggest that there are substantial spatio-temporal variations of oxygen concentration on decadal timescales and their mechanism in each basin should be explored in future studies.

キーワード：北太平洋、北大西洋
Keywords: North Pacific, North Atlantic

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Pacific Ocean State Estimation and Clarification of Mechanism of Ocean Circulation by Data Synthesis of Global Observations

*増田 周平[1]
*Shuhei Masuda[1]

1. 国立研究開発法人　海洋研究開発機構
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Our aim is to synthesize pre-existing ocean data with newly-acquired turbulence data using state-of-art assimilation technique. Available observations of turbulence strength in the ocean, will be “blended” with pre-existing ocean data applying dynamically self-consistent state estimation approach with 4D-VAR adjoint system. We propose some new techniques and schemes to assimilate turbulence data, which tends to include unique features. The obtained state estimation will provide improved description of ocean circulation, its heat and salt transports, and oceanic ecosystem at lower trophic level.

キーワード：OMIX、海洋、混合、データ同化
Keywords: OMIX, ocean , mixing , data assimilation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Impact of Tidal Vertical Mixing to Barotropic Water Exchange between the Sea of Okhotsk and Pacific through Diffusive Adjustment with Turbulent Closure Scheme

*Hung Wei Chou[1], Humio Mitsudera[1], Hatsumi Nishikawa[1], Kaihe Yamazaki[2]

1. Hokkaido University, Institute of Low Temperature Science, 2. Hokkaido University, Graduate School of Environmental Science

The pattern of exchange flow between the Sea of Okhotsk and Pacific is a system composed by an Okhotsk-ward inflow through Kruzenshtern strait in north and a Pacific-ward outflow through Bussol strait in south. One of major theories for explaining the dynamic of water exchange through Kuril Island Chain is the turbulence induced by tidal vertical mixing. Turbulence is an important physical process in geostrophic boundary layer, and because of the complexity of topographic in Kuril island chain, the breaking of internal tides in island coast area leads to increase the thickness of surface mixing layer and causes tilting of isopycnal layer in vicinity. The tilting of isopycnal layer around islands forms a clockwise flow along the shore by geostrophic adjustment. However, above process is majorly broclinicly, and how can it impact to barotropic component is still unknown.

By setting the tidal force as a controlled variable, results from realistic OGCM model COCO show only the case with tidal forcing can consistent with the exchange flow pattern as historical observation (Fig.1). Besides, the vertical diffusivity values also show the magnitude difference in summer time, which the flow in north strait in non-tidal case is opposite to tidal one (Fig.2). Therefore, we designed four experiments for understanding the impact of tidal diffusive adjustment in summer: 1. install vertical diffusivity value generated by tidal case into non-tidal run; 2. install vertical diffusivity value generated by non-tidal case into tidal run; 3. set the vertical diffusivity value as zero in tidal case and 4. in non-tidal case as well. Further, for preventing the underestimates the depth of the mixing layer in Mellor-Yamada turbulence closure scheme, two more experiments with the larger vertical diffusivity mask are applied in both tidal and non-tidal case. After calculating the fraction of baroclinic and barotropic components in either north strait or southern strait, results show the vertical mixing dose influence the strength of volume transported but not the direction as original tidal and non-tidal case shows. Hence, for further understanding the impact of vertical diffusivity, we start a tidal forcing run with non-tidal initial conditions to detect the relationship between the flow direction and magnitiude of vertical diffusivity values by time developing. But the baroclinic result implies that the vertical mixing might not be the main reason to control the flow direction (Fig.3).

This study also implies the tidal impacts in OGCM is not only the vertical mixing, but other geostrophic fluid dynamics might occur, especially the interaction of topography with tidal waves. Therefore, for reproducing the real ocean phenomena, movement of tidal waves should be considered.

Keywords: OGCM, tidal mixing , Okhotsk, cross-basin exchange system

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

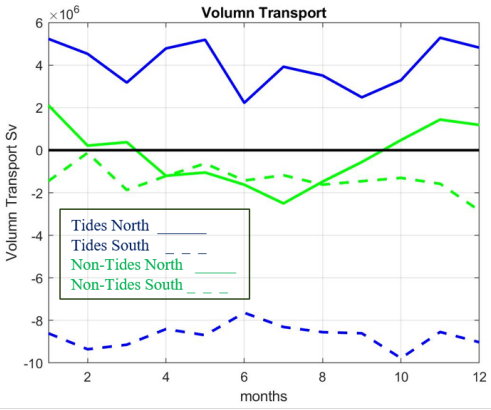


Fig.1: volume transportation in tidal and non-tidal run.
Positive value is Okhotsk-ward and negative value is Pacific-ward flow.

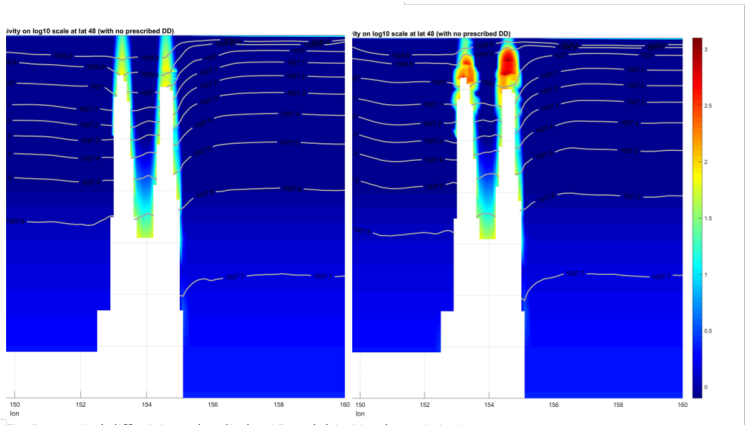


Fig.2: vertical diffusivity value (in log10 scale) in North strait in June, left one is non-tidal run and right is tidal run.

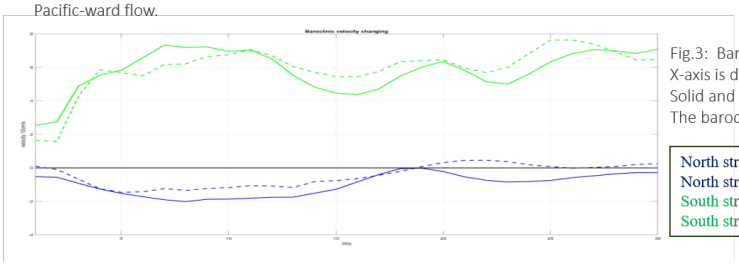


Fig.3: Baroclinic components in the tidal run with non-tidal initial condition.
X-axis is day and y-axis is velocity. Blue line is north strait and green line is south strait.
Solid and dot line are upper and lower isopycal layer, respectively.
The baroclinic velocity is stable after a week running.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Distributions of organic Fe-binding ligands in the eastern and western subarctic North Pacific

*近藤 能子[1,2]、砂原 雄大[2]、西岡 純[3]、小畑 元[4]、武田 重信[1,2]
*Yoshiko Kondo[1,2], Yudai Sunahara[2], Jun Nishioka[3], Hajime Obata[4], Shigenobu Takeda[1,2]

1. 長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科、2. 長崎大学水産学部、3. 北海道大学低温科学研究所、4. 東京大学大気海洋研究所
1. Graduate School of Fisheries and Environmental Sciences, Nagasaki University, 2. Faculty of Fisheries, Nagasaki University, 3. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, 4. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

Iron (Fe) is well known as a key parameter for primary productivity in the ocean. To understand the distributions and biogeochemical cycle of Fe in the ocean, we need to investigate the sources and sinks of Fe. A recent study has demonstrated a concentration gradient of dissolved Fe in the North Pacific Intermediate Water (NPIW) between western and eastern areas (Nishioka and Obata, 2017), suggesting that Fe-rich intermediate water was transported laterally across the western subarctic gyre. Moreover, it has been demonstrated that most dissolved Fe in seawater is complexed with natural organic ligands. Since bioavailability of Fe in seawater depends on its species, the chemical speciation of Fe is needed to evaluate the nutrient status for phytoplankton. However, the distribution of natural organic ligands has not been revealed yet in the subarctic North Pacific. In this study, vertical distributions of organic Fe-binding ligands were investigated in the eastern and western subarctic North Pacific to clarify its impact on Fe cycle. Seawater samples were obtained through the whole water column during GEOTRACES-Japan cruise KH-17-03 using trace metal clean technique to avoid metal contaminations. Filtered seawater samples (<0.2 μm) for organic Fe-binding ligands analysis were collected in acid-washed bottles inside a laminar-flow clean booth, then they were stored at -20°C until just before analysis. The organic Fe-binding ligands' concentration and their conditional stability constants were determined by competitive ligand equilibration-adsorptive cathodic stripping voltammetry (CLE-ACSV) method using salicylaldoxime (Abualhaija and van den Berg, 2014). The concentration and conditional stability constants of organic ligands ranged from 0.7 nM to 5.9 nM and from $10^{10.1}$ M^{-1} to $10^{12.3}$ M^{-1}, respectively. The concentrations of organic ligands exceeded those of dissolved Fe concentration more than 1 nM in all samples except for the surface (10-m) at the Oyashio-Kuroshio transition zone station; consequently >99% of dissolved Fe was estimated to be complexed with these natural organic ligands. At the western station, high concentrations of organic ligands were observed in the intermediate layers (400 –600 m), which hydrographic data (27.2 σ_θ –27.3 σ_θ) were corresponding to the lower NPIW (Yasuda et al., 2004), suggesting that organic Fe-binding ligands might be transported within the lower NPIW.

キーワード：鉄、有機配位子、北太平洋亜寒帯域、GEOTRACES
Keywords: iron, organic ligand, subarctic North Pacific, GEOTRACES

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Chemical and physical speciation of copper in the subarctic North Pacific

*黄 国宏[1]、小畑 元[1]、金 泰辰[2]、近藤 能子[3]、西岡 純[4]
*Kuo Hong Wong[1], Hajime Obata[1], Taejin Kim[2], Yoshiko Kondo[3], Jun Nishioka[4]

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 韓国ソウル国立大学、3. 長崎大学、4. 北海道大学低温科学研究科
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. Seoul National University, Korea, 3. Nagasaki University, 4. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University

Organic complexation of Cu in seawater plays a major role in controlling the toxicity and bioavailability of Cu for marine microorganism. In this study, we determined the concentrations of Cu and its organic ligands in the soluble and dissolved phases in the subarctic North Pacific. Samples were taken from three stations in the subarctic NorthPacific, CL-2 (western), CL-5 (central) and CL-16 (eastern), during summer 2017.

Concentrations of total dissolved and soluble Cu ranged from 1.28 nM –4.82 nM, and 0.47 nM –2.75 nM, respectively, in the subarctic North Pacific. At both CL-2 and CL-16, soluble Cu accounted for 30% - 100% of total dissolved Cu. The proportion of the soluble Cu fraction was low in surface waters, increased a maximum in the intermediate waters, and decreased slightly in deep waters. Two classes of organic ligands were detected in the surface and intermediate waters of CL-5 and CL-16, and in the intermediate waters of CL-2. In all other depths, only one class of ligand was detected. Concentrations of the stronger ligand (L_1) and weaker ligand (L_2) ranged from 1.02 nM –2.95 nM, and 0.77 nM –8.78 nM, respectively. The distributions of L_1 followed closely that of total dissolved Cu in the surface waters, and no clear trend was observed in the intermediate waters. At CL-2, L_1 mainly existed in the soluble phase, whereas for CL-16, soluble L_1 accounted for 50% - 100% of total dissolved L_1. Concentrations of L_2 were relatively constant throughout the water column but elevated concentrations were detected in the surface waters of CL-5 and in the surface and intermediate waters of CL-16. On the other hand, there were a slight depletion of L_2 in the intermediate waters of CL-2.

キーワード：銅、有機錯体、北太平洋亜寒帯
Keywords: copper, organic ligands, subarctic North Pacific

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Latitudinal and temporal variations in phytoplankton size structure within mesoscale eddies from space

*和賀 久朋[1]、平譯 享[1]、上野 洋路[1]
*Hisatomo Waga[1], Toru Hirawake[1], Ueno Hiromichi[1]

1. 北海道大学
1. Hokkaido University

Phytoplankton plays a critical role in a number of key ocean processes. One of the most important functions of phytoplankton is to determine the energy transfer efficiency in marine ecosystems. Although the energy flow from the base of the food web to higher trophic levels depends on both the biomass and size structure of phytoplankton community, phytoplankton size structure is particularly important because energy flow in marine pelagic food webs is largely based on size specific predator-prey relationships. Therefore, spatiotemporal dynamics in size structure of phytoplankton community can trigger changes in the ecosystem’s functioning through trophic cascade effects in the trophic chain. With the development of remote sensing techniques, mesoscale eddies, nearly ubiquitous features of the World Ocean, has been recognizing as important feature for the distribution of phytoplankton not only the direct transport of phytoplankton and eddy trapping, but also the vertical flux of nutrients. Recent studies have examined regional variations in the influence of mesoscale eddies on phytoplankton community. Namely, phytoplankton production is enhanced in cyclonic eddies (CEs) than that of anticyclonic eddies (ACEs) because of upwelling inside the eddy; this view, on the other hand, does not hold for a substantial portion of eddies within oceanic subtropical gyres, the largest ecosystems in the ocean. However, previous efforts have focused mainly on variations in chl*a*, whereas quite a few studies have worked on that in the size structure of phytoplankton community because remote estimations of phytoplankton size structure are newly established techniques during the last decade. Here we improved a chl*a* size distribution (CSD) model which estimates the synoptic size structure of phytoplankton community, to assess the impact of mesoscale eddies on spatiotemporal variations in phytoplankton size structure. Original CSD model was based on the spectral features of the phytoplankton absorption coefficient ($a_{ph}(\lambda)$), which estimation accuracy becomes poor in areas of the low productivity, such as subtropical gyres. To avoid this, we used not only $a_{ph}(\lambda)$ but also chl*a* to improve estimation accuracy of the CSD model. The resulting estimation error of the improved CSD model was the median absolute percent difference of 26.0% between the measured and satellite-matched values, and global distribution of the phytoplankton size structure was reliable even in subtropical gyres. The phytoplankton size structure showed a clear latitudinal variation: larger and smaller assemblages in temperate (>30˚S and >30˚N) and low latitudes (30˚S–30˚N) latitudes, respectively. When comparing the phytoplankton size structure within ACEs and CEs, a larger phytoplankton size structure was found in ACEs especially in low latitudes. This result was consistent with a previous report that ACEs are more productive than CEs in subtropical gyres because of winter mixing. In addition, we found increasing trends ($p < 0.05$) in differences between the phytoplankton size structure within ACEs and CEs in low latitudes for the years 2003–2014, suggesting a growing importance of ACEs for phytoplankton and in turn marine ecosystem. Consequently, this study demonstrates significant advantages of satellite remote sensing for biogeochemical and ecological studies.

キーワード：衛星、中規模渦、植物プランクトン
Keywords: Satellite, Mesoscale eddy, Phytoplankton

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

黒潮栄養塩ストリームの構造とインパクト
Structure and impact of the Kuroshio nutrient stream

*小松 幸生[1,2]、廣江 豊[3]
*Kosei Komatsu[1,2], Yutaka Hiroe[3]

1. 東京大学大学院新領域創成科学研究科、2. 東京大学大気海洋研究所、3. 水産研究・教育機構西海区水産研究所
1. Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, Kashiwa, Japan, 3. Seikai National Fisheries Research Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency, Nagasaki, Japan

Recently the Kuroshio has drawn attention as an important supply route of nutrients in the western North Pacific. However, it is unknown whether nutrient concentrations are enhanced along the jet on isopycnal surfaces, as is the case for the “nutrient stream” along the Gulf Stream. We aim to ascertain the structure of nutrient concentration enhancement along the Kuroshio jet and to estimate the impact of nutrient transport downstream to the Kuroshio-Oyashio interfrontal zone (KOIZ), which is a highly productive region and a major global fishing ground. Recent multiple- transects and retrospective analyses of historic hydrographic data have revealed that the along-jet maximum nitrate concentration appears only in spring on the isopycnal surface $25<\sigma_\theta<26$ in the downstream region of the Kuroshio. The Kuroshio nutrient stream contributes significantly to productivity in the euphotic layer along its downstream trajectory, in conjunction with enhanced vertical turbulence. Analysis of the budget of epipycnal nitrate transport across transects that enclosed the KOIZ suggests that the Kuroshio nutrient stream has a non-negligible potential to significantly impact high productivity in the KOIZ.

キーワード：黒潮栄養塩ストリーム、黒潮親潮移行領域、等密度面輸送
Keywords: Kuroshio nutrient stream, Kuroshio-Oyashio interfrontal zone, epipycnal transport

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Enhanced nutrient supply and biogeochemical impacts induced by internal waves in the oligotrophic northern South China Sea

*Chin-chang Hung[1], Dewang Li[2], Wen-Chen Chou[3], Yung-Yen Shih[1,4], Guan-Yu Chen[1]

1. Department of Oceanography, National Sun Yat Sen University, Kaohsiung, Taiwan, 2. Second Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Hangzhou, PRC, 3. Institute of Marine Environmental Chemistry and Ecology, National Taiwan Ocean University, Taiwan, 4. Department of Applied Science, R.O.C Naval Academy, Kaohsiung, Taiwan

To understand nutrient supply and the biogeochemical response induced by internal waves in the deep basin of the northern South China Sea (NSCS), nitrate, chlorophyll *a* (Chl *a*), particulate organic carbon (POC) fluxes were measured during the passage of large internal waves using drifting sediment traps attached with hydrographic sensors. Results revealed large variations in temperature, nitrate and chlorophyll *a* (Chl *a*) concentrations during and after internal waves, suggesting that cold nutrient-replete waters may be brought to the euphotic zone in the dissipation zone during and after the passage of internal wave packets, resulted in phytoplankton flourished in oligotrophic water. The result reveals that ocean mixing triggered by internal waves in warm water of the NSCS may be important for phytoplankton species composition. Most importantly, POC fluxes (110.9±10.7 mg C m^{-2} d^{-1}) were significantly enhanced after internal waves compared to non-internal wave area (32.6–73.0 mg C m^{-2} d^{-1}) in the NSCS. Such elevated POC fluxes may be induced by downward flourished biogenic particles, particle aggregation or converged particles from mixed layer triggered by internal waves.

Keywords: internal waves, ocean mixing, South China Sea, nutrient dynamics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Mixing over the eastern ridge in the Luzon Strait caused by high-mode internal waves

*酒井 秋絵[1]、千手 智晴[2]、堤 英輔[2]、松野 健[2]、遠藤 貴洋[2]、安田 一郎[3]、柳本 大吾[3]
*Akie Sakai[1], Tomoharu Senjyu[2], Eisuke Tsutsumi[2], Takeshi Matsuno[2], Takahiro Endo[2], Ichiro Yasuda[3], Daigo Yanagimoto[3]

1. 九州大学大学院総合理工学府大気海洋環境システム学専攻、2. 応用力学研究所、3. 東京大学大気海洋研究所
1. Department of Earth System Science and Technology, Interdisciplinary Graduate School of Engineering Sciences, Kyushu University, 2. Research Institute for Applied Mechanics , 3. Atmosphere and Ocean Reserch Institute The University of Tokyo

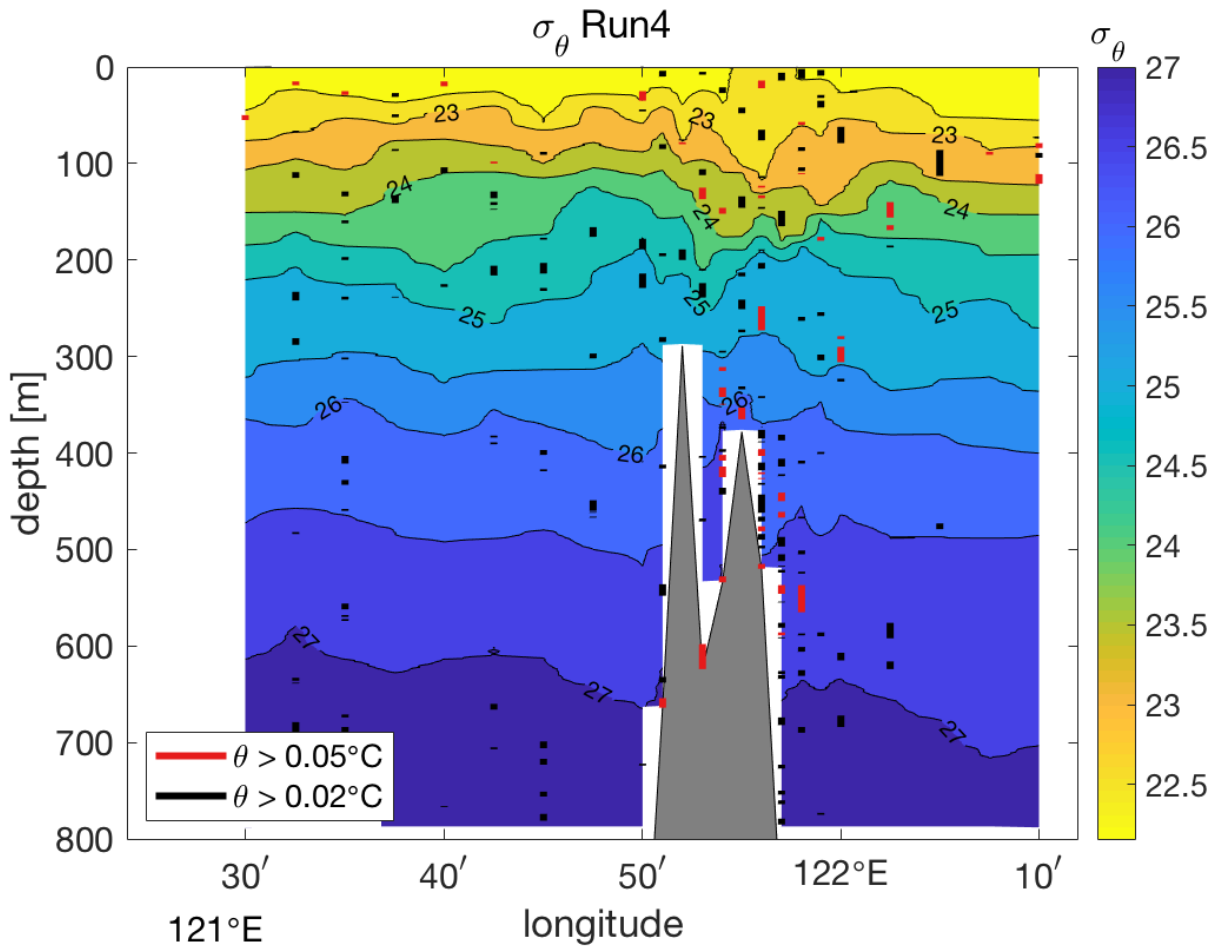
The Luzon Strait has two parallel ridges running from north to south, which is known to create large amplitude internal tides. To investigate the mixing processes accompanied by the internal tides, we carried out repeated observations with XBT, XCTD, CTD, and ADCP in the cruise of R/V Hakuho-maru KH-17-5, Leg-2, in November 2017 as part of the OMIX project. We obtained 6 cross sections around the eastern ridge between 121° 30’ E and 122° 10’ E along the line of 21° N.

The cross sections showed wavy structures of isopycnals over the ridge, with 4-7 km of horizontal scale and about 50 m of vertical scale. Velocity distributions by the shipboard ADCP showed strong vertical shear over the ridge, suggesting high-mode internal waves. Froude number of the high-mode internal waves exceeds unity around two summits of the ridge during the periods of strong tidal flow. This suggests that the high-mode internal waves stay over the ridge.

Many temperature inversions, especially large inversions (θ > 0.05 °C) were formed near the ridge (figure). Therefore, energy dissipation rate and vertical diffusivity assuming the model of Osborn (1980) were estimated by calculating Thorpe scale from the temperature profiles. Relatively large energy dissipation rate and vertical diffusivity were distributed over the ridge from surface to the bottom, as well as unstable regions of Ri < 0.25. These results reflect strong mixing over the ridge due to the high-mode internal waves.

キーワード：内部波、ルソン海峡
Keywords: internal waves, Luzon Strait

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

From the Luzon Strait to the Tsushima Strait: Water masses and nutrient transports approached using ^{137}Cs

*Siteng Zhu[1], JING ZHANG[1], Shota Kambayashi[2], Takeshi Matsuno[3], Eisuke Tsutsumi[3], Shigenobu Takeda[4], Seiya Nagao[5], Hiroshi Inoue[5], Hiroshi Ogawa[6], Ichiro Yasuda[6]

1. University of Toyama, 2. Fukushima university, 3. Kyushu university, 4. Nagasaki university, 5. Kanazawa university, 6. The University of Tokyo

More than 95% of the water flowing into the Sea of Japan comes from the Tsushima Strait, and 80% of it is Kuroshio Intimidate Water (KIW), which is rich in nutrients compared with Kuroshio surface Water and Kuroshio Tropical Water. However, there is a lack of direct evidence based on surveys or measurement data. ^{137}Cs in the subtropical mode water (STMW) that originated in the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant (FNPP1) accident is an excellent tracer which can be transported from the Kuroshio upstream to the Sea of Japan crossing the shelf edge of the East China Sea (ECS) via the KIW. It is also useful for research on the transport of nutrients from the KIW.

Data and water samples were collected during the Hakuho-Maru KH-17-5 Cruise and the Nagasaki-Maru 464 Cruise in November and July 2017, respectively. Data from the KH-17-5 Cruise was used for the study of the area around the Luzon Strait and those of the Nagasaki-maru 464 Cruise was used for the study of area around the outer shelf region of the East China Sea and the Tsushima Strait. The ^{137}Cs active concentration was analyzed by γ-Ray spectrometry after preconcentration. The turbulence intensity was measured using TurboMAP and VMP2000.

The maximum ^{137}Cs concentration shows the existence of the subtropical mode water (STMW) in the Luzon Strait, the ECS and the Tsushima Strait, respectively, at the similar density (25.2-25.7 kg/m^3), temperature (15-17℃) and salinity (34.60-34.75). Although their depth changes from 400 m in the Luzon Strait to 150 m at the shelf edge of the ECS and 100m in the East Channel of the Tsushima Strait, they can all be identified as the KIW because of the similar density. It is noteworthy that around Luzon Strait, the distribution of ^{137}Cs is influenced by strong vertical mixing. The percentage of nutrients transported to the Sea of Japan by KIW is estimated and this is meaningful to the ecosystem of the Sea of Japan.

Keywords: 137Cs, subtropical mode water, water masses, KIW, nutrients

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

西部北太平洋亜熱帯観測点KEOにおける時系列観測で明らかとなった貧栄養海域の生物地球化学への低気圧性渦と台風の影響
Impact of cyclonic eddies and typhoons on biogeochemistry in the oligotrophic ocean based on time-series observation at the western Pacific subtropical station KEO

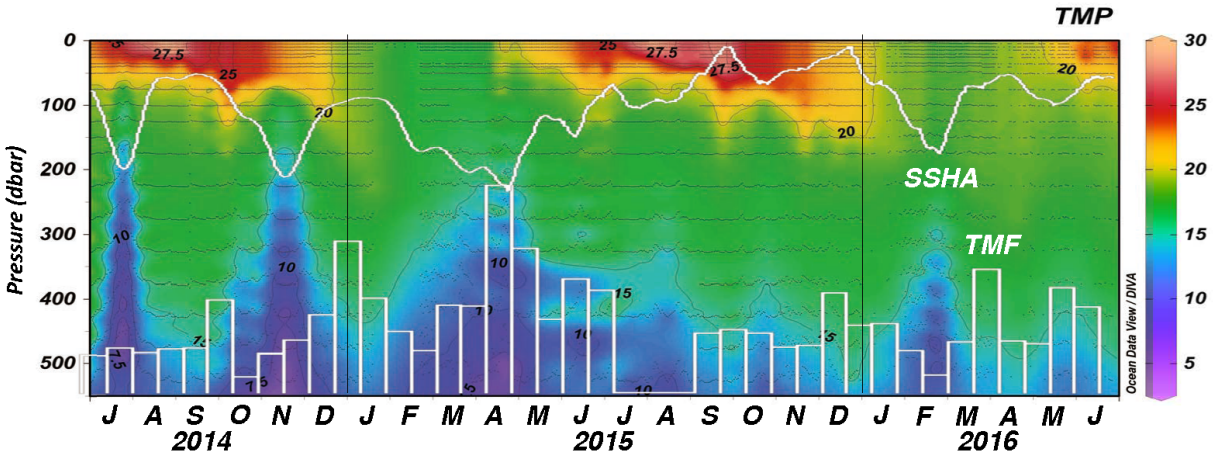
*本多 牧生[1]、笹井 義一[1]、Siswanto Eko[1]、吉田 聡[2]、相木 秀則[3]、クローニン メグハン[4]
*Makio Honda[1], Yoshikazu Sasai[1], Eko Siswanto[1], Akira Kuwano-Yoshida[2], Hidenori AIKI[3], Meghan Cronin[4]

1. 海洋研究開発機構、2. 京都大学防災研究所、3. 名古屋大学、4. 米国海洋大気庁太平洋海洋環境研究所
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Disaster Prevention Laboratory, Kyoto University, 3. Nagoya University, 4. NOAA Pacific Marine Environmental Laboratory

2014年, NOAA PMELの表層ブイの隣でセジメントトラップ実験を開始した。水深5000mに設置した2年間のセジメントトラップデータから、晩冬（3月）ー晩春（6月）間に生物起源物質フラックスの増加が観測された。NOAA表層ブイで観測されたSSTと表層付近の水温鉛直分布ならびに衛星クロロフィルデータから、この増加は冬季鉛直混合の発達による栄養塩の供給に伴う海洋表層付近の低次生物生産の増加に起因によるものと推定された。一方、表層付近の栄養塩が一般的に低い2014年10月および2014年12月ー2015年1月間にも生物起源物質フラックスの増加が観測された。海面高度偏差と水深5000m以浅の水温鉛直分布変化から2014年7月下旬ー8月初旬および11月に観測点KEOを低気圧性渦が通過し、中層水の湧昇が発生していたことが明らかとなった。これらのイベントが海洋浅層部に栄養塩を供給し亜表層水の低次生物生産を活発化させた結果、上記の秋季と冬季に観測された生物起源フラックスの増加を引き起こしたと推測された。本観測結果（低気圧性渦が低次生産を活発にすること）は３次元物理ー生物シミュレーションによっても定量的に説明することができた。セジメントトラップ観測を行なった2年間にいくつかの台風がKEO近辺を通過し、台風通過後に近慣性内部波が発生していたことがわかった。近慣性内部波による拡散混合の発達も低次生物生産を活発にする栄養塩の供給メカニズムの可能性があった。しかし数値シミュレーションの結果、拡散混合の発達による栄養塩供給量は推定される低次生物生産力の増加を引き起こすには少なすぎることが示唆された。

キーワード：観測点KEO、貧栄養海域、セジメントトラップ、低気圧性渦、栄養塩、台風
Keywords: KEO, Oligotrophic, Sediment trap, Cyclonic eddy, Nutrient, Typhoon

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

本州南方海域のプランクトン群集に対する伊豆海嶺域の島陰効果
Island-mass effect on the phytoplankton and zooplankton community in south of Japan

*日高 清隆[1]、田所 和明[1]、宮本 洋臣[1]、市川 忠史[1]
*Kiyotaka Hidaka[1], Kazuaki Tadokoro[1], Hiroomi Miyamoto[1], Tadafumi Ichikawa[1]

1. 水産研究・教育機構
1. Japan Fisheries Research and Education Agency

伊豆海嶺は本州南方の重要な海底構造であり、北緯30度付近まで連なる伊豆諸島を含む山脈状の地形が、駿河灘海域と常磐沖海域の境界となっている。その周辺では、島陰効果による表層への低温・高栄養塩な海水の湧昇とそれにともなうプランクトン分布量の増加が報告されている。しかしながら、これらの報告は、成層が進んでいる初夏から初秋にかけての事例であり、小型浮魚類の産卵と成長が起きる春季についての報告は乏しい。また、この海域は黒潮が通過していることから、増殖に要する時間の長い動物プランクトンについてはより下流で影響が現れることが考えられ、広域でその影響を検証する必要がある。今回は、衛星観測データと動物プランクトン現存量の広域データを元に、伊豆諸島周辺海域の島陰効果の影響について報告する。

衛星観測データについては、海表面クロロフィル濃度（MODIS-Aqua）について、東経135度30分から142度、北緯30度から37度、水深500m以深の範囲を集計した。動物プランクトン現存量データとしては、2月から3月にかけて水産研究・教育機構が本州南方で実施している観測のうち、目合334.5umのノルパックネットで0-150 mの範囲を鉛直曳網した試料を、Bench-top Video Plankton Recorder (B-VPR) によって分析して求めたカイアシ類現存量（体積および換算した生物量）を用いた。それぞれ、本州沿岸および伊豆海嶺域からの距離にともなうクロロフィル濃度およびカイアシ類現存量の変化を求めた。

海表面クロロフィル濃度は、本州沿岸から遠ざかるにつれて減少する傾向を示したが、本州沿岸から150～250 km 付近に、クロロフィル濃度が高くなる海域がみられた。これらは、伊豆海嶺周辺の北緯32～33.5度の範囲を中心としており、黒潮が離岸流路をとった際の島陰効果であると考えられた。一方でカイアシ類現存量については、本州沿岸部（50 km以内）で高い値がみられたほか、伊豆海嶺域からの距離で見た場合に100～200 km付近で特に現存量が高い海域がみられたが、これらは房総半島沿岸に位置していた。これらにより、伊豆海嶺域の島陰効果は、動物プランクトンについては現存量の変化では本州沿岸域の影響を排除できず、産卵速度や増殖速度を種レベルで検証することが必要であると考えられた。

キーワード：動物プランクトン、島陰効果
Keywords: zooplankton, island-mass effect

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Influence of enhanced deep circulation due to geothermal heat on biogeochemical cycle in the Pacific Ocean

*浦川 昇吾[1]、中野 英之[1]、辻野 博之[1]、坂本 圭[1]、豊田 隆寛[1]、山中 吾郎[1]
*Shogo Urakawa[1], Hideyuki Nakano[1], Hiroyuki Tsujino[1], Kei Sakamoto[1], Takahiro Toyoda[1], Goro Yamanaka[1]

1. 気象庁気象研究所
1. Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency

There exists heat conduction from the oceanic lithosphere to the abyssal ocean. Its heat flux amounts to about 0.1 W m^{-2} in the global average. It is much smaller than the heat exchange between the atmosphere and ocean in the order of 10 W m^{-2}. However, it is known that this geothermal heat significantly enhances the deep circulation especially in the Pacific Ocean. For example, Adcroft et al. (2001) conduct numerical experiments with/without geothermal heating using an ocean general circulation model and report that constant heat flux at the sea bottom by 0.05 W m^{-2} results in enhancement of the Pacific meridional overturning circulation (PMOC) by 25 %. Other studies also report that the geothermal heat significantly enhances the oceanic deep circulation (e.g., Emile-Geay and Madec, 2009; Urakawa and Hasumi, 2009; Downes et al., 2016). The importance of the geothermal heat seems to be robust from the viewpoint of ocean dynamics but it has not been investigated to what extent the geothermal heat influences the biogeochemical cycle of the ocean. Here, we conduct two numerical experiments with/without the geothermal heat using an ocean general circulation model developed for the CMIP6 and investigate the effect of the geothermal heat on the biogeochemical tracer fields.
The geothermal heating enhances PMOC at 30º S by 17 % in this model, which leads to stronger ventilation in the North Pacific Ocean. This stronger ventilation results in increase of delta ^{14}C by more than 10 per mille, which means younger water masses, at the bottom of the North Pacific. The stronger PMOC also results in higher dissolved oxygen in the abyss especially in the eastern tropical Pacific. The geothermal heat leads to dissolved oxygen increase by more than 10 micro mol L^{-1} there, which corresponds to 10–70 % of hypoxic water in the control experiment without geothermal heating. This oxygenation near the sea bottom affects the oxygen-deficient water in the surface of the eastern tropical Pacific. Its thickness becomes thinner by around 100 m. The geothermal heat also plays an important role in the biogeochemical cycle in the Pacific Ocean.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

安定・不安定成層した表層海洋中での圧力ー歪み相関のパラメタリゼーション

The Parameterization of the Pressure-Strain Correlations in the Stably or Unstably Stratified Ocean Surface Layer.

*牛島 悠介[1]、吉川 裕[1]
*Yusuke Ushijima[1], Yutaka Yoshikawa[1]

1. 京都大学大学院理学研究科
1. Graduate School of Science, Kyoto University

海洋表層の乱流は運動量や熱，栄養塩の鉛直混合を担うため，大気海洋相互作用や物質輸送などに重要であるが（e.g., Roxy et al. 2013, Obata et al. 1996），海洋大循環モデルのような大きなモデルの数値実験では格子間隔が大きく，小規模な海洋表層の乱流を直接再現することはできない。そのため，乱流完結モデルに基づいて，乱流による鉛直混合を精度良く表現するパラメタリゼーションスキームの開発が求められている。本研究では，近年流体力学の分野でその影響の大きさが指摘されている（Jakilic and Hanjalic 2013）圧力ー歪み相関に着目する。これまでの海洋や大気の2次の乱流完結モデル（eg. Mellor and Yamada 1982; Canuto et al. 2001; Nakanishi and Niino 2009）ではRotta (1951), Gibson and Launder (1978), Gertski et al. (1992)などの圧力ー歪み相関のパラメタリゼーションが用いられているが，Rotta (1951)のパラメタリゼーションには大気・海洋の境界層に普遍的に存在する成層の効果が考慮されておらず，他のパラメタリゼーションにおいてもその考慮は限定的である。そこで本研究では乱流の再現性が高いLarge-eddy simulation（LES）を用いて数値実験を行い，LESで直接計算された圧力ー歪み相関と従来の海洋・大気モデルでパラメタライズされている圧力ー歪み相関を様々な成層の下で比較することで，従来のモデルの検証を行った。その結果，両相関は安定度（または成層）の強さに応じて系統的な差が存在することが明らかになった。さらに結果を解析したところ，安定度に関する新たなパラメータを導入することで，その系統的な差を減少させることができることを見出した。

キーワード：圧力ー歪み相関のパラメタリゼーション、乱流クロージャーモデル、海洋表層乱流
Keywords: Parameterization of Pressure-Strain Correlations, Turbulent Closure Model, Turbulence in the Ocean Surface Layer

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

台風に対する海洋の応答の非対称性についての数値実験
Numerical studies on asymmetric responses of the upper ocean to tropical cyclone

*大倉 大樹[1]、吉川 裕[1]
*Daiki Okura[1], Yutaka Yoshikawa[1]

1. 京都大学大学院理学研究科
1. Graduate School of Science, Kyoto University

Tropical cyclones (TCs) decrease sea surface temperature (SST), and the decreased SST weakens TC intensity. This SST decrease is asymmetric with respect to the TC track, known as “rightward bias”. Preceding numerical studies suggested that this asymmetry may influence on the course of the TC. The interaction between TC and the upper ocean is one of key ingredients for precisely predicting TC's development, and the upper ocean response to TC should also be clarified.
The SST decrease during TC passage is mainly caused by two processes; vertical turbulent mixing and advection (Ekman suction). The rightward bias is associated with the mixing which is more intense on the right side of the TC track due to resonant inertial currents with winds. Magnitude and distribution of SST decrease induced by the mixing should vary with parameters characterizing TC; transition speed U_T, radius of maximum wind R_{max}, the friction velocity U_*, and the Coriolis coefficient f. However, detailed physical processes of the mixing and its dependence on these parameters have not been well quantified, because of lack of in-situ data and complicated processes involved in the mixing.

The present study focuses on the vertical turbulent mixing effects on asymmetric SST response. To this aim, vertically one-dimensional model was used in which the vertical turbulent mixing was parameterized with the Nakanishi-Niino-Mellor-Yamada scheme modified by Kitamura (2010). We considered TC-like wind stress of magnitude U_*^2 at radius R_{max} from the TC center moving with transition speed U_T and investigated the mixing on both sides of TC track at distance *r*. Experiments with several friction velocities U_*, maximum wind radii R_{max}, transition speeds U_T and distances *r* were performed. No surface heat flux was considered for simplicity.
The results showed that the rightward bias of the SST response depended on these parameters. The location of the largest SST decrease moved away from the axis as U_T increased, but it depended less on U_*. The SST decreased more with larger U_* and smaller U_T. These results can be explained by energy flux at the surface. In our model configuration, the energy flux depends on two non-dimensional parameters, U_T/fR_{max} and U_*/U_T, and the energy flux had maximum and turbulent kinetic energy penetrated deeper at larger U_*/U_T and at U_T/fR_{max}~1, suggesting the resonance between wind and the inertial current. The SST decrease corresponded with the energy flux, but it depended largely on U_*/U_T, implying importance of wind forcing duration.
Thus, the asymmetric SST response due to the vertical turbulent mixing can be characterized with U_T/fR_{max} and U_*/U_T. Additional advection effects on the SST response will be discussed at the conference using three-dimensional simulation in which the advection as well as the mixing are fully included.

キーワード：台風、鉛直乱流混合、エクマンサクション、ライトワードバイアス
Keywords: Tropical cyclone, Vertical turbulent mixing, Ekman suction, Rightward bias

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Influence of the distortion of the internal wave field on estimates of turbulent mixing using fine-scale parameterizations

*高橋 杏[1]、日比谷 紀之[1]、Alberto Naveira Garabato[2]
*Anne Takahashi[1], Toshiyuki Hibiya[1], Alberto C. Naveira Garabato[2]

1. 東京大学大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻、2. National Oceanography Centre, University of Southampton
1. Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, University of Tokyo, 2. National Oceanography Centre, University of Southampton

Although the Southern Ocean is one of the turbulent mixing hotspots, we have not yet clarified quantitatively the turbulent mixing processes in this region, where the Antarctic Circumpolar Current (ACC) coexists with near-inertial internal waves generated by wind forcing and internal lee waves radiated by the impingement of eddy flows on topography.

Fine-scale parameterizations, based on the theory of energy cascade from internal waves to turbulence, are most widely used to estimate the turbulent dissipation rate, ε. It has been reported, however, that these fine-scale parameterizations tend to overestimate ε in the ACC (Waterman et al. 2014). Although Takahashi and Hibiya (2019) have suggested that “the distorted fine-scale shear and strain spectra” caused by the existence of eddies trapping near-inertial waves or upward-propagating internal lee waves might be responsible for the overestimates, the problem remains unresolved.

In this study, we use “eikonal” simulations (Henyey et al. 1986), which trace the propagation, refraction and breaking of test waves within a background internal wave field, to assess the evolution of the energy cascade in vertical wavenumber space. Our objective is to examine how the distortion of the vertical wavenumber spectrum affects the performance of fine-scale parameterizations.

In our simulations, in contrast to high vertical wavenumber test waves that are efficiently Doppler-shifted to their breaking limit, low vertical wavenumber test waves are not subject to dissipation processes. In the existing fine-scale parameterizations, however, the energy flux to dissipation scale is estimated using the integrated vertical wavenumber spectral values. This means that, if the range of this integration includes a spectral bump at the low-wavenumber end of the spectrum, the estimated energy flux and hence the resulting ε might be overestimated by these fine-scale parameterizations.

From the simulation results, it is confirmed that fine-scale parameterizations significantly overestimate ε in spectra with a low-wavenumber bump, in particular as the internal wave energy level becomes large and the shear/strain ratio becomes small. These results are supported by the microstructure and fine-structure dataset from the SOFine experiment carried out in the Kerguelen Plateau.

キーワード：乱流混合、ファインスケール・パラメタリゼーション、南極周極流域
Keywords: Turbulent Mixing, Fine-scale parameterizations, Antarctic Circumpolar Current region

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_3

[A-OS21] インド洋域の物理・生物地球化学・生態系と相互連関

コンビーナ:升本 順夫(東京大学大学院理学系研究科)、齊藤 宏明(東京大学大気海洋研究所)、植木 巌(国立研究開発法人海洋研究開発機構)

インド洋の海洋気候変動研究は、新たな気候変動モードの発見や近年の観測網の
整備などにより活発に進められている。このような中、IIOE-2やEIOURI等の国際的・
学際的な研究協力プログラムが本格化するとともに、2018年11月/12月には学術
研究船白鳳丸による東部インド洋の統合的観測が行われる予定であり、分野間
連携も含めた精力的な研究活動が国内外で進められている。本セッションは、
インド洋域の平均場と変動を海洋物理、生物地球化学、生態系、気候変動の様々な
視点から捉え、それらのメカニズムや関連性を考察し、統合的な理解の促進を図る
とともに、さらなる研究協力の推進を目的とする。また、観測の概要や初期解析
結果、研究協力の新たな方向性提案、今後の観測計画等の情報共有などに関する
発表も歓迎する。

[AOS21-P01] **Freshening of Indonesian Upper Water and Salinification of Indonesian Intermediate Water in the Indian Ocean during the last decade**

*ISKANDAR MOCHAMAD RIZA[1]、Toshio Suga[1] (1.Graduate School of Sciences, Tohoku University)

[AOS21-P02] 白鳳丸 KH-18-6 航海で観測された2018年のニンガルーニーニャに伴う海洋物理構造の特徴

*升本 順夫[1]、植木 巌[2]、安藤 健太郎[2]、堀井 孝憲[2]、名倉 元樹[2]、松岸 修平[1]、木戸 晶一郎[1]、松田 拓朗[1] (1.東京大学大学院理学系研究科、2.海洋研究開発機構)

Freshening of Indonesian Upper Water and Salinification of Indonesian Intermediate Water in the Indian Ocean during the last decade

*ISKANDAR MOCHAMAD RIZA[1], Toshio Suga[1]

1. Graduate School of Sciences, Tohoku University

The Indonesian region, also known as a central part of the “Maritime Continent” is located at the tropical region between the Pacific Ocean and the Indian Ocean. The water in Indonesian seas mostly consists of North Pacific waters (North Pacific Intermediate Water, NPIW and North Pacific Subtropical Water, NPSW) with the small fraction of South Pacific waters (South Pacific Intermediate Water, SPIW and South Pacific Subtropical Water, SPSW). During transit through the Indonesian seas, the saltier NPSW is modified due to atmospheric and oceanic forcing, i.e., evaporation/precipitation and tidal mixing, becoming fresher water.

The water from Indonesian seas can be distinguished in the Indian Ocean as low salinity water from the surface to the thermocline, called with Indonesian Throughflow water (ITW) or Indonesian Upper Water (IUW) and intermediate low salinity water known as Banda Seawater (BSW) or Indonesian Intermediate Water (IIW). Temporal variations of properties of these water masses in the South Eastern Indian Ocean over the last decade is investigated by using the gridded monthly mean of Argo dataset, MOAA-GPV and profile dataset in World Ocean Database (WOD). The freshening trend of the Indonesian Upper Water (IUW, 23 $\sigma\ \theta$) and salinification trend of the Indonesian Intermediate Water (IIW, 27.3 $\sigma\ \theta$) are detected. These trends are opposite with the salinification trend of North Pacific Subtropical Water (NPSW) and freshening trend of North Pacific Intermediate Water (NPIW) in the Pacific inflow region of ITF. The opposite trends between the inflow and outflow of ITF are at least partly explained as follows.

The freshening in the IUW is consistent with the low E-P within Indonesia region. High freshwater input in the Indonesian Seas from E-P on the last decade was proposed as one of the contributors to the freshening of IUW. Using simple Lagrangian estimation, as much as one to two third freshening are coming from this freshwater input. The salinification of IIW is drawn roughly by vertical salinity convergence due to vertical mixing between the top (400m) and bottom (1200m) of the intermediate layer. The enhanced vertical mixing due to salinification of water just above IIW is proposed as a major contributor to the salinification of IIW.

Keywords: Indonesian Seas, Indonesian Upper Water, Indonesian Intermediate Water

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

白鳳丸 KH-18-6 航海で観測された2018年のニンガルーニーニャに伴う海洋物理構造の特徴

Characteristics in the upper ocean physical properties associated with 2018 Ningaloo Nina observed during R/V Hakuho-Maru KH-18-6 cruise

*升本 順夫[1]、植木 巌[2]、安藤 健太郎[2]、堀井 孝憲[2]、名倉 元樹[2]、松岸 修平[1]、木戸 晶一郎[1]、松田 拓朗[1]
*Yukio Masumoto[1], Iwao Ueki[2], Kentaro Ando[2], Takanori Horii[2], Motoki Nagura[2], Shuhei Matsugishi[1], Shoichiro Kido[1], Takuro Matsuta[1]

1. 東京大学大学院理学系研究科、2. 海洋研究開発機構
1. Graduate School of Science, The University of Tokyo, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

R/V Hakuho-maru cruise, KH-18-6 Leg3, was conducted in December 2018 in a region between Indonesia and Australia. A relatively strong Ningaloo Nina took place during the cruise, showing negative sea surface temperature anomaly of the order of few degrees with strong southerly surface winds off northwest Australia. This presentation summarizes subsurface physical conditions observed during the cruise on a rare occasion, focusing on anomalies associated with the Ningaloo Nina and their relation with a large scale circulations and variations.

キーワード：ニンガルーニーニャ、海洋物理観測、白鳳丸航海
Keywords: Ningaloo Nina, Observation of physical conditions in the ocean, R/V Hakuho-Maru observation cruise

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_12

[A-OS21] インド洋域の物理・生物地球化学・生態系と相互連関

コンビーナ:升本 順夫(東京大学大学院理学系研究科)、齊藤 宏明(東京大学大気海洋研究所)、植木 巌(国立研究開発法人海洋研究開発機構)

インド洋の海洋気候変動研究は、新たな気候変動モードの発見や近年の観測網の
整備などにより活発に進められている。このような中、IIOE-2やEIOURI等の国際的・
学際的な研究協力プログラムが本格化するとともに、2018年11月/12月には学術
研究船白鳳丸による東部インド洋の統合的観測が行われる予定であり、分野間
連携も含めた精力的な研究活動が国内外で進められている。本セッションは、
インド洋域の平均場と変動を海洋物理、生物地球化学、生態系、気候変動の様々な
視点から捉え、それらのメカニズムや関連性を考察し、統合的な理解の促進を図る
とともに、さらなる研究協力の推進を目的とする。また、観測の概要や初期解析
結果、研究協力の新たな方向性提案、今後の観測計画等の情報共有などに関する
発表も歓迎する。

[AOS21-P01] **Freshening of Indonesian Upper Water and Salinification of Indonesian Intermediate Water in the Indian Ocean during the last decade**

*ISKANDAR MOCHAMAD RIZA[1]、Toshio Suga[1] (1.Graduate School of Sciences, Tohoku University)

[AOS21-P02] 白鳳丸 KH-18-6 航海で観測された2018年のニンガルーニーニャに伴う海洋物理構造の特徴

*升本 順夫[1]、植木 巌[2]、安藤 健太郎[2]、堀井 孝憲[2]、名倉 元樹[2]、松岸 修平[1]、木戸 晶一郎[1]、松田 拓朗[1] (1.東京大学大学院理学系研究科、2.海洋研究開発機構)

Freshening of Indonesian Upper Water and Salinification of Indonesian Intermediate Water in the Indian Ocean during the last decade

*ISKANDAR MOCHAMAD RIZA[1], Toshio Suga[1]

1. Graduate School of Sciences, Tohoku University

The Indonesian region, also known as a central part of the “Maritime Continent” is located at the tropical region between the Pacific Ocean and the Indian Ocean. The water in Indonesian seas mostly consists of North Pacific waters (North Pacific Intermediate Water, NPIW and North Pacific Subtropical Water, NPSW) with the small fraction of South Pacific waters (South Pacific Intermediate Water, SPIW and South Pacific Subtropical Water, SPSW). During transit through the Indonesian seas, the saltier NPSW is modified due to atmospheric and oceanic forcing, i.e., evaporation/precipitation and tidal mixing, becoming fresher water.

The water from Indonesian seas can be distinguished in the Indian Ocean as low salinity water from the surface to the thermocline, called with Indonesian Throughflow water (ITW) or Indonesian Upper Water (IUW) and intermediate low salinity water known as Banda Seawater (BSW) or Indonesian Intermediate Water (IIW). Temporal variations of properties of these water masses in the South Eastern Indian Ocean over the last decade is investigated by using the gridded monthly mean of Argo dataset, MOAA-GPV and profile dataset in World Ocean Database (WOD). The freshening trend of the Indonesian Upper Water (IUW, 23 $\sigma\ \theta$) and salinification trend of the Indonesian Intermediate Water (IIW, 27.3 $\sigma\ \theta$) are detected. These trends are opposite with the salinification trend of North Pacific Subtropical Water (NPSW) and freshening trend of North Pacific Intermediate Water (NPIW) in the Pacific inflow region of ITF. The opposite trends between the inflow and outflow of ITF are at least partly explained as follows.

The freshening in the IUW is consistent with the low E-P within Indonesia region. High freshwater input in the Indonesian Seas from E-P on the last decade was proposed as one of the contributors to the freshening of IUW. Using simple Lagrangian estimation, as much as one to two third freshening are coming from this freshwater input. The salinification of IIW is drawn roughly by vertical salinity convergence due to vertical mixing between the top (400m) and bottom (1200m) of the intermediate layer. The enhanced vertical mixing due to salinification of water just above IIW is proposed as a major contributor to the salinification of IIW.

Keywords: Indonesian Seas, Indonesian Upper Water, Indonesian Intermediate Water

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

白鳳丸 KH-18-6 航海で観測された2018年のニンガルーニーニャに伴う海洋物理構造の特徴

Characteristics in the upper ocean physical properties associated with 2018 Ningaloo Nina observed during R/V Hakuho-Maru KH-18-6 cruise

*升本 順夫[1]、植木 巌[2]、安藤 健太郎[2]、堀井 孝憲[2]、名倉 元樹[2]、松岸 修平[1]、木戸 晶一郎[1]、松田 拓朗[1]
*Yukio Masumoto[1], Iwao Ueki[2], Kentaro Ando[2], Takanori Horii[2], Motoki Nagura[2], Shuhei Matsugishi[1], Shoichiro Kido[1], Takuro Matsuta[1]

1. 東京大学大学院理学系研究科、2. 海洋研究開発機構
1. Graduate School of Science, The University of Tokyo, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

R/V Hakuho-maru cruise, KH-18-6 Leg3, was conducted in December 2018 in a region between Indonesia and Australia. A relatively strong Ningaloo Nina took place during the cruise, showing negative sea surface temperature anomaly of the order of few degrees with strong southerly surface winds off northwest Australia. This presentation summarizes subsurface physical conditions observed during the cruise on a rare occasion, focusing on anomalies associated with the Ningaloo Nina and their relation with a large scale circulations and variations.

キーワード：ニンガルーニーニャ、海洋物理観測、白鳳丸航海
Keywords: Ningaloo Nina, Observation of physical conditions in the ocean, R/V Hakuho-Maru observation cruise

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | 303 3F

[A-OS21] インド洋域の物理・生物地球化学・生態系と相互連関

コンビーナ:升本 順夫(東京大学大学院理学系研究科)、齊藤 宏明(東京大学大気海洋研究所)、植木 巌(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、座長:升本 順夫

インド洋の海洋気候変動研究は、新たな気候変動モードの発見や近年の観測網の
整備などにより活発に進められている。このような中、IIOE-2やEIOURI等の国際的・
学際的な研究協力プログラムが本格化するとともに、2018年11月/12月には学術
研究船白鳳丸による東部インド洋の統合的観測が行われる予定であり、分野間
連携も含めた精力的な研究活動が国内外で進められている。本セッションは、
インド洋域の平均場と変動を海洋物理、生物地球化学、生態系、気候変動の様々な
視点から捉え、それらのメカニズムや関連性を考察し、統合的な理解の促進を図る
とともに、さらなる研究協力の推進を目的とする。また、観測の概要や初期解析
結果、研究協力の新たな方向性提案、今後の観測計画等の情報共有などに関する
発表も歓迎する。

15:30 ~ 15:45

[AOS21-01] Coastal upwelling events and barrier layer observed along the southwestern coast of Sumatra

*堀井 孝憲[1]、植木 巌[1]、安藤 健太郎[1] (1.海洋研究開発機構　地球環境観測研究開発センター)

15:45 ~ 16:00

[AOS21-02] Mechanisms of the sea surface temperature cooling in the Somalia-Oman upwelling region during the summer monsoon

*久住 空広[1]、木戸 晶一郎[1]、東塚 知己[1]、升本 順夫[1] (1.東京大学)

16:00 ~ 16:15

[AOS21-03] インド洋南東部の中規模渦の生成機構

*松田 拓朗[1]、升本 順夫[1] (1.東京大学大学院理学系研究科)

16:15 ~ 16:30

[AOS21-04] 東部インド洋における物理・生物地球化学・生態系の統合的研究に関する白鳳丸観測航海(KH-18-6)の概要

*升本 順夫[1]、齊藤 宏明[2] (1.東京大学大学院理学系研究科、2.東京大学大気海洋研究所)

16:30 ~ 16:45

[AOS21-05] 東部インド洋における蛍光性溶存有機物の分布と光分解性

*武田 重信[1] (1.長崎大学)

16:45 ~ 17:00

[AOS21-06] Observed subsurface Chlorophyll maximum in the tropical eastern Indian Ocean during KH18-6 Leg3 cruise

*植木 巌[1]、笹岡 晃征[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

Coastal upwelling events and barrier layer observed along the southwestern coast of Sumatra

*堀井 孝憲[1]、植木 巌[1]、安藤 健太郎[1]
*Takanori Horii[1], Iwao Ueki[1], Kentaro Ando[1]

1. 海洋研究開発機構　地球環境観測研究開発センター
1. Research and Development Center for Global Change (RCGC), Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC)

Coastal upwelling along the southwestern coast of Sumatra during the boreal summer monsoon is closely linked to the El Nino/Southern Oscillation and the Indian Ocean Dipole. To understand the coastal upwelling system, we investigated ocean temperature and salinity variations obtained from Argo floats. During 2013-2017, two Argo floats observed vertical structure of temperature and salinity every 10 days within 100 km from the coast of Sumatra. The floats observed intraseasonal-scale subsurface temperature cooling events with significant upward movements of thermocline. Anomalous local southwesterly winds and equatorial easterly winds explained the temperature cooling and thermocline variations, suggesting that the Argo observation captured coastal upwelling signal. Although these subsurface temperature cooling signals were significant, local sea surface temperature (SST) variations were relatively small. We found that during coastal upwelling events, local SST tended to be disconnected with subsurface cooling by the presence of upper-layer salinity stratification and thick barrier layer which suppressed entrainment cooling.

キーワード：沿岸湧昇、スマトラ島、バリアレイヤー、インド洋ダイポール現象
Keywords: Coastal upwelling, Sumatra, Barrier layer, Indian Ocean Dipole

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Mechanisms of the sea surface temperature cooling in the Somalia-Oman upwelling region during the summer monsoon

*久住 空広[1]、木戸 晶一郎[1]、東塚 知己[1]、升本 順夫[1]
*Kusumi Takahiro[1], Shoichiro Kido[1], Tomoki Tozuka[1], Yukio Masumoto[1]

1. 東京大学
1. the Unversity of Tokyo

Alongshore southwesterly winds in the western Arabian Sea associated with the Indian summer monsoon induce coastal upwelling and cool sea surface temperature (SST) along the coast of Somalia and Oman. Since the upwelling region is a moisture source of the Indian summer monsoon rainfall, understanding of the SST variations in this region is crucial for the prediction of the Indian summer monsoon precipitation. In this study, an on-line mixed layer heat budget analysis is conducted to clarify the mechanisms of the SST cooling using the Regional Ocean Modeling System (ROMS) simulation. It is revealed that causes of the SST cooling in the upwelling region are different between the onset (May) and mature phases (June-July) of the Indian summer monsoon. The horizontal advection, surface heat flux, entrainment and vertical diffusion terms contribute to the cooling in the former phase, while the vertical diffusion term plays a dominant role in the latter phase.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

インド洋南東部の中規模渦の生成機構
Generation of meso-scale eddies in the southern Indian ocean

*松田 拓朗[1]、升本 順夫[1]
*Takuro Matsuta[1], Yukio Masumoto[1]

1. 東京大学大学院理学系研究科
1. Graduate School of Science, The University of Tokyo

A Leeuwin Current region off the coast of western Australia is known as an area of strong meso-scale eddy activity among the midlatitude eastern boundary current regions. While these eddies are believed to be generated through mixed barotropic and baroclinic instability associated with the poleward-flowing Leeuwin Current, their relative importance as well as interactions between eddies and large-scale circulations need to be investigated in detail. Motivated by the above, an analysis on energy conversion between eddy field and mean flow is conducted. Results revealed detailed spatial distributions of large baroclinic energy conversion. The interactions between density anomalies and the thermal front near 30˚S play an important role in making the baroclinic energy conversion.

キーワード：中規模渦、Leeuwin海流、渦-平均流相互作用
Keywords: meso-scale eddies, Leeuwin Current, eddy-mean flow interactions

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

東部インド洋における物理・生物地球化学・生態系の統合的研究に関する白鳳丸観測航海(KH-18-6)の概要

Summary of R/V Hakuho-Maru observations (KH-18-6) for Integrated physical, biogeochemical, and ecosystem research in the eastern Indian Ocean

*升本 順夫[1]、齊藤 宏明[2]
*Yukio Masumoto[1], Hiroaki Saito[2]

1. 東京大学大学院理学系研究科、2. 東京大学大気海洋研究所
1. Graduate School of Science, The University of Tokyo, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute

R/V Hakuho-Maru cruise (KH-18-6) was conducted from Nov. 6 (leaving from Phuket) to Dec. 29 (Arriving at Fremantle) to facilitate integrated physical, biogeochemical, and ecosystem researches in the eastern Indian Ocean, which is a core research project under EIOURI and IIOE-2. The first leg occupied the 88E section from the Bay of Bengal down to 20S, while the second leg observed the region between the Java Island and northwestern Australia. During these legs, measurements of physical, chemical, biological, and ecological parameters were taken place by multiple equipment such as CTD casts, water sampling, LADCP, net observations, turbulence measurements. This presentation introduce summary of observations conducted during the cruise and highlights some preliminary results, together with the basic conditions during the observations.

キーワード：東部インド洋、観測
Keywords: Eastern Indian Ocean, Observations

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

東部インド洋における蛍光性溶存有機物の分布と光分解性
Distribution and photodegradation of fluorescent dissolved organic matter in the eastern Indian Ocean

*武田 重信[1]
*Shigenobu Takeda[1]

1. 長崎大学
1. Nagasaki University

海洋の主要な炭素プールの一つである溶存有機物の一部は、紫外光の励起により青色蛍光を発することが知られている。蛍光性溶存有機物（FDOM）は、主にタンパク質様蛍光物質と腐植様蛍光物質で構成され、その動態には、表層での光分解と、中深層での微生物による有機物分解過程での生成が関与していると考えられている。外洋の中深層では、腐植様蛍光物質が鉄など微量金属の天然有機配位子としての役割を果たしている可能性も指摘されており、FDOMの分布や動態を明らかにすることは、海洋における微量金属の循環を理解する上でも重要になる。

本研究では、2018年11月の白鳳丸KH-18-6航海において、生物生産と有機物分解の活性が南北方向で大きく変化する東部インド洋の東経88度線上で断面観測を行い、FDOM蛍光強度の鉛直分布を北緯16.5度から南緯20度までの9測点で明らかにした。FDOMの測定は、CTD-ニスキン採水システムで採取した海水を孔径0.2 μmのフィルターでろ過後、励起波長350 nm（半値幅80 nm）蛍光波長410-450 nmのUVモジュールを備えたトリロジー蛍光光度計を用いて行い、4 ppb硫酸キニーネ標準液により規格化した。また、様々な深度から採水したろ過海水を石英瓶に入れて自然光下の表面海水かけ流し水槽内に5日間置き、蛍光強度の変化を毎日測定してFDOMの光分解性について検討した。

FDOM蛍光強度の鉛直分布は、表層で低く中層で増加して深層でやや減少する栄養塩型のパターンを示したが、それに加えて亜表層クロロフィル極大の直下の酸素極小層でも明瞭なピークが認められた。観測線上では、ベンガル湾の北緯15度付近でFDOM蛍光強度が最も高く、南に向かうにつれて水柱全体の蛍光強度が減少する傾向がみられた。中深層ではFDOM蛍光強度と見かけの酸素消費量(AOU)との間に相関関係が認められたのに対して、ベンガル湾の亜表層クロロフィル極大の直下付近では、その関係性から外れる高い蛍光強度が観測されたことから、有機物分解過程で生成されるFDOMの蛍光特性は、深度や海域によって異なる可能性がある。光照射実験では、開始後24時間で蛍光強度が大きく減少した後、数日にわたって緩やかに蛍光強度が減少するパターンが認められ、光反応性の異なる発蛍光団がFDOM中に存在することが示唆された。また、照射光のレベルに応じて光分解の程度に違いが見られた。これらの結果から、東部インド洋におけるFDOMの動態には、表層付近の光量および鉛直混合過程と、分解される有機物の量・質や微生物群集の深度による違いが強く影響を及ぼしていると考えられる。

キーワード：インド洋、蛍光性溶存有機物、光分解
Keywords: Indian Ocean, FDOM, Photodegradation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Observed subsurface Chlorophyll maximum in the tropical eastern Indian Ocean during KH18-6 Leg3 cruise

*植木 巌[1]、笹岡 晃征[1]
*Iwao Ueki[1], Kosei Sasaoka[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構
1. JAMSTEC Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

To enhance interdisciplinary understanding of the eastern Indian Ocean upwelling study, R/V Hakuho-Maru KH18-6 cruise has been conducted in November-December 2018. During the Leg-3 cruise; started from Jakarta in 06 December and arrived at Fremantle in 29 December, physical, chemical and biogeochemical observations at more than 30 stations along 3 sections have been conducted. During the Leg 3 cruise, climate condition of the Indian Ocean became a neutral condition after positive Indian Ocean Dipole event. At the eastern section from the station 22 (12°S, 112.5°E) to station 34 (24°S, 111° E), we can capture predominance of eddy activity at around 16°S. In terms of chlorophyll distribution, subsurface maximum were recognized at the all stations. However, the distribution was modified in associated with the eddy activity. The details will be shown in the presentation.

キーワード：東部インド洋、クロロフィル、渦
Keywords: The eastern Indian Ocean, Chlorophyll, Eddy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 9:00 ~ 10:30 | 301A 3F

[A-CG43] 気候変動への適応とその社会実装

コンビーナ:石川 洋一(海洋研究開発機構)、渡辺 真吾(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、大楽 浩司(防災科学技術研究所)、座長:大楽 浩司(防災科学技術研究所)、石川 洋一(海洋研究開発機構)

気候変動による影響は台風や集中豪雨等をはじめとした自然災害リスクの増大、高温障害など農林水産業における品質・収量の悪化などがあり、今後ますます多様化・深刻化する可能性が予想されているため、これらの問題に対応することは喫緊の課題である。我が国では2018年に「気候変動適応法」が成立した。気候変動の影響による被害を最小化あるいは回避し、持続可能な社会の構築を目指しており、今後地方自治体などに適応計画の策定の動きが加速していくことが期待される。
本セッションでは科学的知見に基づいた適応策の検討、策定に必要な気候変動予測データの創出やリスク評価に関する講演を期待するとともに、ステークホルダーとの共創などその社会実装に関する課題についても議論を行いたい。

9:00 ~ 9:15

[ACG43-01] **チャオプラヤ川上流域において温暖化と植林が流出と蒸発散に及ぼす影響**

*高田 久美子[1]、花崎 直太[1] (1.国立環境研究所)

9:15 ~ 9:30

[ACG43-02] 高解像RCM実験の情報を用いたハイブリッドダウンスケーリングと降雨流出氾濫モデルによる河川水位・氾濫リスク評価

*若月 泰孝[1,2]、阿部 紫織[4]、中村 要介[3,4] (1.国立大学法人茨城大学、2.海洋研究開発機構、3.土木研究所、4.三井共同建設コンサルタント)

9:30 ~ 9:45

[ACG43-03] 企業の適応策検討支援を目的とした世界水リスク評価ツールの開発：近似ベイズ計算による全球水資源モデルのパラメータ同定

*花崎 直太[1] (1.国立環境研究所)

9:45 ~ 10:00

[ACG43-04] 日本周辺のSI-CAT海洋プロダクトの検証

*山中 吾郎[1]、中野 英之[1]、坂本 圭[1]、豊田 隆寛[1]、浦川 昇吾[1]、辻野 博之[1]、西川 史朗[2]、若松 剛[2,3,4]、石川 洋一[2] (1.気象庁気象研究所、2.海洋研究開発機構、3.ナンセン環境リモートセンシングセンター、4.ビヤークネス気候研究センター)

10:00 ~ 10:15

[ACG43-05] Downscaling and Reanalysis of Coastal Current System on the Ibaraki Coast with Included Freshwater Impact

*Josko Troselj[1]、Yuki Imai[2]、Junichi Ninomiya[3]、Nobuhito Mori[1] (1.Coastal Engineering Laboratory, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University、2.Graduate School of Engineering, Kyoto University、3.Kanazawa University)

10:15 ~ 10:30

[ACG43-06] 近未来の温暖化環境下における黒潮域のマイワシ資源量予測

*西川 悠[1]、西川 史朗[1]、若松 剛[2,3]、石川 洋一[1] (1.国立研究開発法人　海洋研究開発機構、2.Nansen Environmental and Remote Sensing Center、3.Bjerknes Center for Climate Research)

チャオプラヤ川上流域において温暖化と植林が流出と蒸発散に及ぼす影響
Effects of afforestation and climate warming on evapotranspiration and river discharge in the upper Chao Phraya River basin

*高田 久美子[1]、花崎 直太[1]
*Kumiko TAKATA[1], Naota Hanasaki[1]

1. 国立環境研究所
1. National Institute for Environmental Studies

タイ国チャオプラヤ川では、上流の山岳地帯で森林伐採が進んでおり、最上流部のNan川支流域では低水時の流量に増大傾向が観測され、森林伐採との関係が指摘されている（Tebakari et al., 2018）。さらに、地球温暖化によって河川流量が雨季に大きく増大すると予測されており（Kotsuki et al., 2014）、毎年、雨季後半に繰り返されている洪水の被害が増大すると懸念されている。植林には年間流出量を減少させ、ピークを低減させる効果があることから、植林が温暖化時の適応策の一つとして挙げられているが、森林増加は蒸発散を増加させる効果もあり、乾季の水資源の枯渇が増進される懸念もある。

そこで本研究では、植生を陽に扱っている陸面水文過程モデルMATSIRO（Takata et al., 2003; Nitta et al., 2014）を用いたオフライン実験を行い、温暖化した気候における森林増加がチャオプラヤ川上流域の河川流量と蒸発散量に与える影響を調べた。気象データは20世紀末（1981-2004年, Kotsuki et al., 2013）と 温暖化時の21世紀（2040−2059年と2080-2099年、Watanabe et al., 2014）で、2つの温暖化シナリオによる3つ気候モデルの予測結果を用い、水平解像度は5分（約10km）で、次の3つの実験を行った。一つ目は2000年の植生分布を境界条件として与えたもの（コントロール実験、CTL）、二つ目は現在より20%耕地面積が少なかった1970年の植生分布を与えたもの（AFR20実験）、三つめは国土の大部分が自然植生に覆われていた1950年の植生分布を与えたもの（AFR100で）である。

温暖化により年間の降水量、流出量、蒸発散量はいずれも増加し、降水量増加の約80%が流出量の増加に、残り約20%が蒸発散量の増加になった。森林増加による効果は、温暖化による年流出量の増加に対してAFR20で3〜5%、AFR100でも21世紀半ばで10〜15%の低減率に留まり、Chacuttrikul et al. (2018) と同様に、温暖化の進行に伴ってその比率は小さくなった。但し、植林に伴う土質変化を単純化して考慮した実験で、流出低減効果は土質変化により増大することが示唆された。また、森林増加による年間流出量の低減は、年間蒸発散量の増加表裏の関係にある。両者の変化を季節別に見ると、雨季には流出量の増加は降水量増加の約75%を占めるが、蒸発散量の増加は約10%で、残り約15%は乾季の蒸発散量増加になる。その結果、森林増加による流出量の低減は雨季に顕著で、蒸発散量の増大は乾季に顕著だった。従って、水管理の諸問題への適応策として植林を検討する際には、森林増加が流出を減少させる効果と蒸発散を増大させる効果の両方に注意を払うことが必要である。

謝辞：本研究は科学技術振興機構(JST)と国際協力機構(JICA)による地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）と環境省環境研究総合推進費(S-14-5)の支援を受けて実施している。

References

Chacuttrikul et al., Hydrol. Res. Lett., 12(2), 7-13, 2018.
Kotsuki, S., et al., Hydrol. Res. Lett., 7, 7984, 2013.
Nitta, T., et al., J. Clim., 27(9), pp3318-3330, 2014.
Takata, K., et al., Global and Planetary Change, 38, 209-222, 2003.
Tebakari et al., 水文水資源学会誌, 31(1), 17-24.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Watanabe, S., et al., Hydrol. Res. Lett., 8, 33, 2014.

キーワード：森林増加、河川流出、蒸発散、チャオプラヤ川流域
Keywords: Afforestation, Runoff, Evapotranspiration, Chao Phraya River basin

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

高解像RCM実験の情報を用いたハイブリッドダウンスケーリングと降雨流出氾濫モデルによる河川水位・氾濫リスク評価
Hybrid downscaling using high-resolution RCM information and rainfall-runoff-inundation model simulations

*若月 泰孝[1,2]、阿部 紫織[4]、中村 要介[3,4]
*Yasutaka Wakazuki[1,2], Shiori Abe[4], Yosuke Nakamura[3,4]

1. 国立大学法人茨城大学、2. 海洋研究開発機構、3. 土木研究所、4. 三井共同建設コンサルタント
1. Ibaraki University, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. Public Works Research Institute, 4. Mitsui Consultants Co., Ltd.

軽い計算コストで実施できる統計的ダウンスケーリング(DS)やバイアス補正は、領域気候変化予測の不確実性を評価するためには必要不可欠である。一方で、1～2km程度の格子間隔での高解像RCMによる力学的DSは、計算負荷が大きいために数多く実施するのは極めて困難だが、観測情報の乏しい地域を含めて、気温や降水量などの気候学的特性を合理的に表現できる。この数少ない高解像RCMの情報を低解像RCMの空間内挿(HI)に使い、RCMだけでつくられた高解像の分布構造を生かしたバイアス補正(BC)を施す手法が開発され、JPGU2018などで紹介した。当初は、降水量の補正において平均値の比の補正のみを適用すいていたが、強雨側と弱雨側で連続する関数を用いてフィッティングし、関数の母数比で補正する方法に変更した。その結果、降水量の極値近傍値での再現性が向上することが確かめられた。本手法は、d4PDFおよび２℃昇温実験のダウンスケーリングに適用し、創生プロジェクトのデータを活用して2km解像度で計算中である。計算途中結果について発表で紹介する。

ダウンスケーリング計算から得られる高解像度の降水データは、関東を流れる鬼怒川・小貝川流域での降雨流出氾濫モデル（RRIモデル）実験に利用された。計算例の一つとして、流域雨量が6%増加した事例を挙げる。この実験では、日降水量の年最大値は約15%増加しており、鬼怒川下流域のピーク流量の年最大値の増加率は、これにちかい12%であった。それに対して、ピーク水位の年最大値の増加率は1%程度しかなかった。河川には氾濫注意水位・氾濫危険水位など様々な水位が設定されている。危険レベルの水位に達する回数は、温暖化によって増加していたが、特に低い危険レベルでの水位の増加の方が大きく、ハイリスク水位の回数の増加は顕著に大きいわけではなかった。もともと、河道断面構造上、高い水位の面積が広くなっていることと、ダムモデルが導入されていることがこの結果に結び付いていると推定された。氾濫回数の増加も顕著ではなかったが、氾濫面積の最大値は顕著に増加した。大きなダメージをもたらす水害が増えるリスクを示唆している。発表では、複数のシナリオについて計算した結果についても、可能な範囲で紹介する。

キーワード：ダウンスケーリング、領域気候モデル、降雨流出氾濫モデル
Keywords: Downscaling, Regional climate model, rainfall-runoff-inundation model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

企業の適応策検討支援を目的とした世界水リスク評価ツールの開発：近似ベイズ計算による全球水資源モデルのパラメータ同定
Development of a global water risk assessment tool to support investigation of adaptation to climate change in the private sector: Calibrating parameters of a global water resources model by Approximate Bayesian Computation

*花崎 直太[1]
*Naota Hanasaki[1]

1. 国立環境研究所
1. NIES National Institute of Environmental Studies

民間企業は事業への気候変動の悪影響を回避するとともに、いわゆるESG投資の隆盛を受けて、気候変動に対する計画と行動を表明する必要がある。こうした背景のもと、企業の適応策検討支援を目的とした公開型世界水リスク評価ツールの開発を行っている。

全球水資源H08モデルは自然の水循環だけでなく人間の水利用も含めて、0.5度の空間解像度で日単位でシミュレーションすることができる。H08に将来の気候シナリオと社会経済的仮定を与えることにより、将来の水文循環と水需要・水利用の変化を時空間詳細に分析することができる。こうした機能は将来の洪水と干ばつのリスクを検討するのに役立つが、モデルの不確実性は効果的な解釈を妨げてしまう。特に、生産拠点がある場所でのシミュレーション性能は企業にとって非常に重要である。そこで、これまで全球規模ではほとんど行われてこなかった、水文モデルのパラメータ同定を実施した。

本研究は、H08の４つの水文パラメータを同定するために近似ベイズ計算（ABC）を適用した。ランダムに４つのパラメータを変更することにより、全部で5000回のシミュレーションを実施した。過去の再現性が最も高い各パラメータの範囲を特定することにより、４つのパラメータの範囲を同定した。この手法を世界の500,000km2以上の集水面積を持つ64の流域に対して適用した。結果は、同定されたパラメータが世界のほとんどの流域に対して合理的なシミュレーション結果を生み出すことを示した。発表では、より小さな流域や日単位のシミュレーションについての結果も示したい。

キーワード：適応、気候変動、水資源
Keywords: Adaptation, Climate Change, Water resources

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日本周辺のSI-CAT海洋プロダクトの検証
Verification of SI-CAT ocean products around Japan

*山中 吾郎[1]、中野 英之[1]、坂本 圭[1]、豊田 隆寛[1]、浦川 昇吾[1]、辻野 博之[1]、西川 史朗[2]、若松 剛[2,3,4]、石川 洋一[2]
*Goro Yamanaka[1], Hideyuki Nakano[1], Kei Sakamoto[1], Takahiro Toyoda[1], Shogo Urakawa[1], Hiroyuki Tsujino[1], Shiro Nishikawa[2], Tsuyoshi Wakamatsu[2,3,4], Yoichi Ishikawa[2]

1. 気象庁気象研究所、2. 海洋研究開発機構、3. ナンセン環境リモートセンシングセンター、4. ビヤークネス気候研究センター
1. Meteorological Research Institute, 2. JAMSTEC, 3. Nansen Environmental and Remote Sensing Center, 4. Bjerknes Centre for Climate Research

日本周辺のSI-CAT海洋プロダクト（海面水温、海面水位、海氷、黒潮）の再現性を検証した。用いたデータ（SICAT10 Version2）は、北太平洋10km解像度の海洋モデルをJRA-55及びCMIP5（MIROC5, MRI-CGCM3, GFDL-ESM2M, IPSL-CM5A-MR）大気外力で駆動した現在気候実験（1960-2005年）における結果である。検証に用いた観測データは、COBE-SST2およびCMEMSである。海面水温と海面水位の観測データとモデルデータについて、平均の差と分散の比のt-検定とF-検定を行い、それぞれのp値をモデルの信頼性の尺度とした。モデルで再現された海面水温については、北太平洋の主要な長周期の変動モードは各ランにおいて概ね再現されていた。日本周辺については、東北太平洋沖や日本南方沖など渦活動が活発な海域を除いて、変動場の信頼性は高い。領域平均の海面水温の推移は長期的な上昇トレンドを示していた。モデルで再現された海面水位については、一般に海面水温と比べると信頼性は劣るものの、日本周辺の平均的な海面水位は、どのモデルもPDOに関連した長周期変動および温暖化に関連した長期的な上昇トレンドを示す。黒潮については、10kmモデルを用いたことにより、平均的な黒潮流路や続流の位置の再現性は概ね良い。黒潮続流の緯度の変動については、観測と同様に顕著なトレンドは見られなかった。冬季のオホーツク海の海氷面積については、IPSLランの再現性は良いが、MIROCランで過小評価、MRIランとGFDLランで過大評価となっていた。冬季の長期的なトレンドは、GFDLランは観測と同様に統計的に有意な減少を示していた。

キーワード：SI-CAT、気候変動適応、高解像度海洋大循環モデル
Keywords: SI-CAT, climate change adaptation, high-resolution ocean general circulation model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Downscaling and Reanalysis of Coastal Current System on the Ibaraki Coast with Included Freshwater Impact

*Josko Troselj[1], Yuki Imai[2], Junichi Ninomiya[3], Nobuhito Mori[1]

1. Coastal Engineering Laboratory, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 2. Graduate School of Engineering, Kyoto University, 3. Kanazawa University

Introduction and Objective

Global mean sea level, surface temperatures and extreme precipitation amounts are expected to increase in 21st century under the climate change impact. It will especially affect coastal zones which are sensitive to all of these factors because extreme freshwater inflow, inundation levels, erosion as well as fishery industry nearshore are expected to be largely impacted. Coastal processes, such as variabilities of shallow water temperatures, cannot be precisely reproduced by coarse scale global climate models and therefore downscaling the coastal current system to fine resolution scales is needed.

Objective of the study is providing fine scale 7-years ocean circulation reanalysis and assessment of natural variabilities of physical processes of the coastal ocean by downscaling of coastal current system for Ibaraki prefecture in Japan from 10 km scale parent dataset to related projections of 222 m scale on the Ibaraki coast, particularly taking into account freshwater outflow impact from 3 major rivers (Tone, Naka and Kuji). Our results can be used for adaptation of countermeasures for climate change impact assessment.

Methods

We continued the study from Troselj et al. (2018) with improved downscaling model methodology and extended analyzed period into 7 years (2000-2006). We applied better vertical transformation equation (Vtransform=2, new formulation developed by A. Shchepetkin) and different vertical stretching function (Vstretching=4, where A. Shchepetkin improved double stretching) compared to Troselj et al. (2018). River forcing conditions were applied as observed river temperature and discharge (MLIT, 2017) with constant salinity of 0.5 PSU for Tone, Naka and Kuji rivers.

Discussions

We validated our modelled results with observed sea surface temperature data from Hasaki point (PARI) and satellite images from MGDSST for winter and spring seasons (Figure 1). Results for all seasons will be presented on the conference. The modelled results corresponded well with Hasaki observations in winter and with MGDSST observations in spring season and their mean and variabilities were improved compared to FORA results. Reason for that might be because vertical mixing in spring and summer seasons is lower than in autumn and winter seasons. We expect that Hasaki observations, which are located 2-3 meters below sea level, will have better fit with the modelled results during colder seasons when vertical mixing is higher. Similarly, we expect that MGDSST observations of sea surface layer will

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

have better fit with the modelled results during warmer seasons when vertical mixing is lower.

We showed that reproducibility of coastal natural variabilities of physical processes is increased compared to parent dataset FORA when using downscaling, both for sea surface temperature and salinity. Our model reproduced bigger variabilities of both temperature and salinity in vicinity of the coast than in the offshore zone, and it was not well reproduced in FORA.

We showed monthly, seasonal and inter-annual trends in magnitudes and directions of coastal currents. The reproducibility of the trends was improved compared to FORA, because our model provides more precise fine scale representation of coastal currents.

Summary

We conducted dynamic downscaling and reanalysis of coastal current system on the Ibaraki coast particularly considering freshwater outflow impact, with improved methodology and extended targeted period from previous study. We showed that variability of sea surface temperatures in coastal shallow waters is better represented with the downscaling than with the coarser parent model.

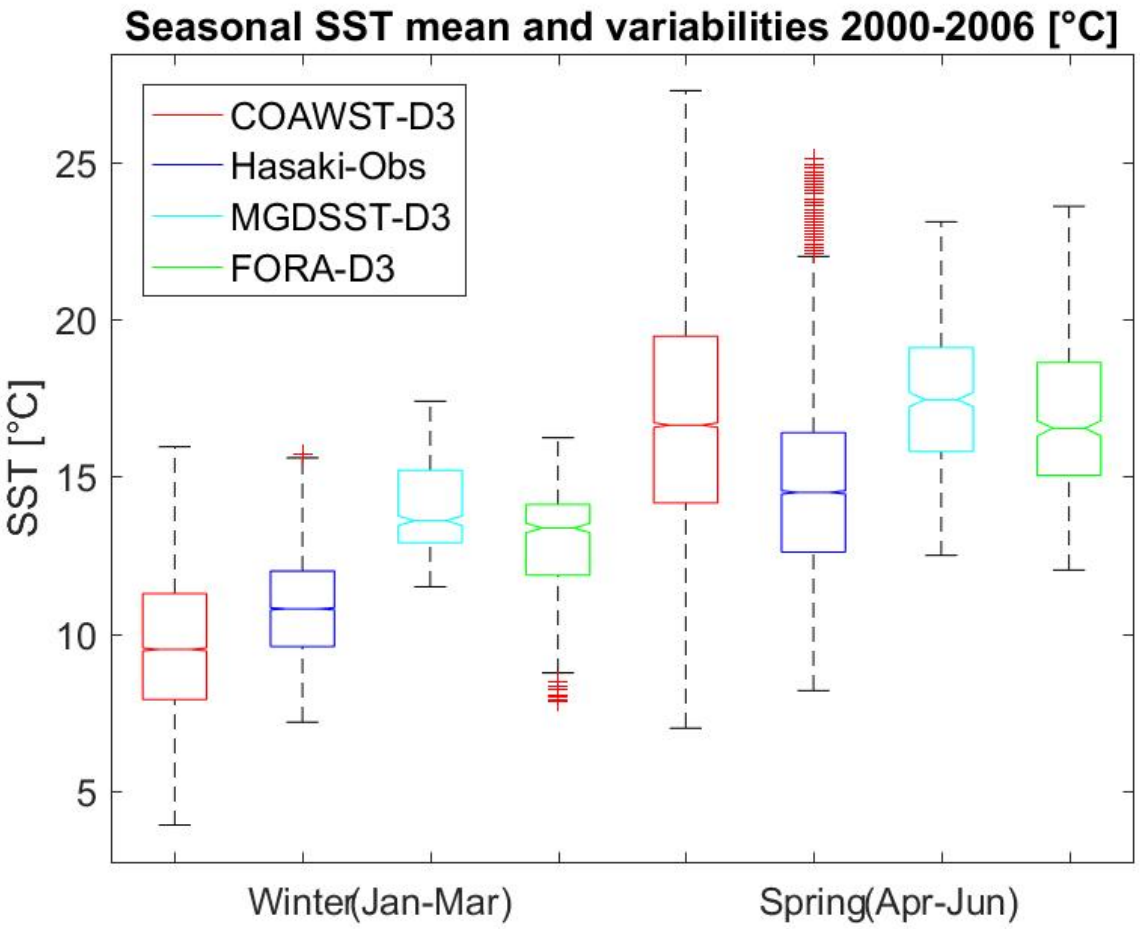
Reference

Troselj, J, Imai, Y, Ninomiya, J, Mori, N (2018). Coastal Current Downscaling Emphasizing Freshwater Impact on Ibaraki Coast, Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. B2 (Coastal Engineering), vol.74, no.2, pp. 1357-1362.

Keywords: downscaling, coastal current, natural variability, freshwater impact, COAWST, climate change

Keywords: downscaling, coastal current, natural variability, freshwater impact, COAWST, climate change

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

近未来の温暖化環境下における黒潮域のマイワシ資源量予測
Estimation of the Japanese sardine stock in relation to the future Kuroshio variability

*西川 悠[1]、西川 史朗[1]、若松 剛[2,3]、石川 洋一[1]
*Haruka Nishikawa[1], Shiro Nishikawa[1], Tsuyoshi Wakamatsu[2,3], Yoichi Ishikawa[1]

1. 国立研究開発法人　海洋研究開発機構、2. Nansen Environmental and Remote Sensing Center、3. Bjerknes Center for Climate Research
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Nansen Environmental and Remote Sensing Center, 3. Bjerknes Center for Climate Research

マイワシ（*Sardinops melanostictus*）の資源量は、海洋環境変化の影響を受けて100倍近く変動する。資源量変動に最も影響するのは黒潮流速、二番目に影響するのは大気による冷却量の変化である。マイワシは冬季の日本南岸黒潮域で産卵し、黒潮に輸送されながら成長する。このとき、成育場である黒潮強流帯の水温が低いほど採餌・成長に好適な環境となり、仔魚の生残率が高くなって資源量は多くなる。マイワシ仔魚の成育場である日本近海での冬季の黒潮水温は、黒潮流速が遅いほど低くなる。流速が大きいと、亜熱帯海域から輸送されてきた黒潮水が、十分に冷却されないまま日本近海に到達するためである。黒潮流速は十年～数十年スケールで変化することが知られている。過去数十年のマイワシ資源量は黒潮が速い時に減少する傾向があり、黒潮変動の影響を強く受ける魚であると言える。マイワシは日本における重要な水産資源であり、将来の資源量、特に地球温暖化の影響を知りたいという需要は大きい。しかし資源量を左右するマイワシ仔魚の成育場は、黒潮強流帯のごく狭い場所に限られることから、これまでの温暖化予測モデルの空間解像度では成育場の環境を詳しく調べることができなかった。我々のグループは既往の低解像度温暖化予測モデルCMIP5に力学的ダウンスケーリングを施し、マイワシ資源量予測を行うに十分な0.1ºの水平解像度を持つ温暖化予測シミュレーション結果を得た。そこで本研究では、現時点までのマイワシ資源量を成育場水温に基づいて再現する資源量推定モデルを構築し、このモデルに高解像度温暖化予測シミュレーションから得られた将来の成育場水温変化を適用した。今回は、成育場水温の変化に伴って2100年までのマイワシ資源量がどのように変化するかを、特にこれまで資源量に決定的な影響を与えていた黒潮流速との関係に焦点を当てて発表する。

キーワード：マイワシ、黒潮、地球温暖化
Keywords: Japanese sardine, Kuroshio, Global warming

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_4

[A-CG43] 気候変動への適応とその社会実装

コンビーナ:石川 洋一(海洋研究開発機構)、渡辺 真吾(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、大楽 浩司(防災科学技術研究所)

気候変動による影響は台風や集中豪雨等をはじめとした自然災害リスクの増大、高温障害など農林水産業における品質・収量の悪化などがあり、今後ますます多様化・深刻化する可能性が予想されているため、これらの問題に対応することは喫緊の課題である。我が国では2018年に「気候変動適応法」が成立した。気候変動の影響による被害を最小化あるいは回避し、持続可能な社会の構築を目指しており、今後地方自治体などに適応計画の策定の動きが加速していくことが期待される。
本セッションでは科学的知見に基づいた適応策の検討、策定に必要な気候変動予測データの創出やリスク評価に関する講演を期待するとともに、ステークホルダーとの共創などその社会実装に関する課題についても議論を行いたい。

[ACG43-P01] Impact of urbanization on the surface air temperature across Bulgaria

*Lidia Lazarova Vitanova[1]、Hiroyuki Kusaka[2] (1.Graduate School of Life and Environmental Sciences, the University of Tsukuba、2.Center for Computational Sciences, the University of Tsukuba)

[ACG43-P02] 地球温暖化に伴う北太平洋の乱気流発生頻度の変化－大規模アンサンブル気候予測データベースd2PDF解析

*渡辺 真吾[1]、藤田 実季子[1]、川添 祥[1]、杉本 志織[1]、岡田 靖子[1]、水田 亮[2]、石井 正好[2] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.気象庁気象研究所)

[ACG43-P03] 気候変動に伴う全国の砂浜消失将来予測とそ不確実性評価

*有働 恵子[1]、武田 百合子[1] (1.東北大学災害科学国際研究所)

[ACG43-P04] 相対湿度および風速の将来予測データを利用した我が国の将来の森林火災発生頻度の推定

*横尾 善之[1]、岩崎 連[1] (1.福島大学)

[ACG43-P05] 沿岸保全と海象予測情報の活用

*武若 聡[1] (1.筑波大学大学院システム情報工学研究科)

[ACG43-P06] **Present and Future Potential Distribution of Hill Glory Bower (*Clerodendrum infortunatum* Linn.) using Maximum Entropy Modeling in Doon Valley, Uttarakhand, India.**

*Saurabh Purohit[1,3]、Neelam Rawat[2] (1.Indian Institute of Remote Sensing, Dehradun, India、2.Uttarakhand Space Application Centre, Dehradun, India、3.Forest Research Institute Deemed University, Dehradun, India)

[ACG43-P07] CMIP5大気データを用いた日本近海の高解像度海洋将来予測データセットの構築

*西川 史朗[1]、若松 剛[2]、石川 洋一[1]、石崎 廣[1] (1.海洋研究開発機構、2.Nansen Environmental and Remote Sensing Center/Bjerknes Center for Climate Research)

Impact of urbanization on the surface air temperature across Bulgaria

*Lidia Lazarova Vitanova[1], Hiroyuki Kusaka[2]

1. Graduate School of Life and Environmental Sciences, the University of Tsukuba, 2. Center for Computational Sciences, the University of Tsukuba

This study investigated the impact of urbanization on the surface air temperatures across Bulgaria. Our target locations are the major Bulgarian cities –Sofia, Plovdiv and Varna. In this study, we use the Weather Research and Forecasting (WRF) model with 1-km horizontal resolution to simulate month of July between 2011 and 2013. First, the results from the control simulation were verified against observations. The results show that the WRF model reproduced reasonably the diurnal temperature distributions for both of urban and rural areas. The model mean biases ranged from −0.76 to 0.19 ˚C. Second, the impacts of the urbanization on the surface air temperatures are evaluated. The results showed significant nocturnal temperatures increases by 2.6, 2.9 and 2.2 ˚C in Sofia, Plovdiv and Varna compared to those in the rural areas, while in daytime these increases are around 1.0 ˚C.

Keywords: Urbanization, Weather Research and Forecasting model, Bulgarian cities

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地球温暖化に伴う北太平洋の乱気流発生頻度の変化ー大規模アンサンブル気候予測データベースd2PDF解析

Clear-air Turbulence over the North Pacific under 2-K Global Warming –Ensemble Projections using a 60-km Atmospheric General Circulation Model

*渡辺 真吾[1]、藤田 実季子[1]、川添 祥[1]、杉本 志織[1]、岡田 靖子[1]、水田 亮[2]、石井 正好[2]
*Shingo Watanabe[1], Mikiko Fujita[1], Sho Kawazoe[1], Shiori Sugimoto[1], Yasuko Okada[1], Ryo Mizuta[2], Masayoshi Ishii[2]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. 気象庁気象研究所
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency

産業革命以降全球平均地上気温が2℃上昇する近未来(2030-2050年頃)の気候を想定したアンサンブル気候予測データセット(d2PDF)に基づいて、北太平洋上空200hPaにおける晴天乱気流の発生頻度とその季節性の将来変化を推定した。その結果、現在気候において中緯度北太平洋に横たわる高発生頻度領域の南側に沿って、北太平洋中西部の広い範囲で晴天乱気流が減少することが予測された。一方、現在気候の高発生頻度領域の外側では現在気候に比して相対的な増加が目立つようになり、乱気流遭遇リスクの増加が示唆された。Climate Model Intercomparison Project Phase-5 (CMIP5)の6つの気候モデルの海面水温の将来変化パターンを用いて、海面水温の将来予測の不確実性に起因する晴天乱気流発生頻度の将来予測の不確実性について、初めて調査した。その不確実性は北半球冬季および春季に大きく、ジェット気流および上層の総観規模擾乱の活動の将来予測の不確実性と関連深いことが見出された。

キーワード：乱気流、地球温暖化
Keywords: Clear Air Turbulence, Climate Change

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

気候変動に伴う全国の砂浜消失将来予測とそ不確実性評価
Projections of future beach loss in Japan and uncertainties in projected beach loss

*有働 恵子[1]、武田 百合子[1]
*Keiko Udo[1], Yuriko Takeda[1]

1. 東北大学災害科学国際研究所
1. International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University

砂浜は防災・環境・利用のすべての機能を持ち合わせた重要な空間であるが，世界各地で海岸侵食が報告されている．我が国では，戦後の高度経済成長期の国土開発により急速な海岸侵食が生じ，現在も海岸侵食問題は解決していないが，将来はさらに気候変動に伴う海面上昇や台風巨大化の影響が危惧されている．本研究は，過去の海岸侵食について流砂系全体の土砂諸量データを用いて定量的に総括するとともに，将来の気候変動に伴う砂浜消失について不確実性とともに評価する．

キーワード：砂浜消失、土砂収支、海面上昇、土砂生産量
Keywords: Beach loss, Sediment budget, Sea level rise, Sediment yield

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

相対湿度および風速の将来予測データを利用した我が国の将来の森林火災発生頻度の推定

Future projection of forest fire frequency due to climate change in Japan by using predicted relative humidity and wind speed

*横尾 善之[1]、岩崎 連[1]
*Yoshiyuki Yokoo[1], Ren Iwasaki[1]

1. 福島大学
1. Fukushima University

本研究は，気候変動に伴う森林火災の発生頻度の変化を予測することを目的として実施した．まず，過去の森林火災数のデータとその時の気候・地理データから，単位森林面積あたりの火災発生頻度を月単位で推定する経験的モデルを構築した．このモデルに，排出シナリオであるRCP2.6およびRCP8.5を利用して合計4種類の気候モデル（GFDL-CM3, HadGEM2-ES, MIROC5, MRI-CGCM3.0）で計算した相対湿度および風速を統計的ダウンスケールしたデータを入力し，将来の森林火災の発生頻度を推定した．その結果，森林火災の発生頻度の年平均値は微増するものの，季節変化の方が大きいことが分かった．

キーワード：相対湿度、風速、地形
Keywords: relative humidity, wins speed, topography

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

沿岸保全と海象予測情報の活用
Coastal preservation and use of ocean and coastal climate prediction

*武若 聡[1]
*Satoshi Takewaka[1]

1. 筑波大学大学院システム情報工学研究科
1. University of Tsukuba

日本の沿岸保全は自治体により行われており，先ず，保全の観点（防護，利用，環境）を説明し，これらを検討する際に参照する海象情報（波浪，海水位，流れ，水温等）を紹介する．続いて，文部科学省の研究プロジェクトSI-CATで行われている海象情報の将来予測を自治体の担当技術者と検討した結果を報告する．

キーワード：沿岸保全、海象、将来予測
Keywords: coastal preservation, sea and coastal climate, prediciton

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Present and Future Potential Distribution of Hill Glory Bower (*Clerodendrum infortunatum* Linn.) using Maximum Entropy Modeling in Doon Valley, Uttarakhand, India.

*Saurabh Purohit[1,3], Neelam Rawat[2]

1. Indian Institute of Remote Sensing, Dehradun, India, 2. Uttarakhand Space Application Centre, Dehradun, India, 3. Forest Research Institute Deemed University, Dehradun, India

Spatial distribution of flora and fauna can help in its habitat restoration and conservation management. The present study was undertaken for identifying the current and future geographical extent in different climate change scenarios for *Clerodendrum infortunatum* Linn. (Verbenaceae), commonly known as Hill Glory Bower, which is an important medicinal shrub found in the Himalayan Foothills. We have used MaxEnt species distribution model for predicting the present and future distribution for Hill Glory Bower. Total of ninety-one occurrence records were collected using handheld GPS throughout the Doon Valley. Nineteen Bioclimatic layers, two topographic variables and one biophysical layer were initially used. We have also modeled the future distribution of Hill Glory Bower in valley based on two Climate Change projections (RCP 4.5 and RCP 8.5) using an General Circulation Model (MIROC5). The results have shown that the model was fairly accurate with Area Under Curve (AUC) being 0.842. Output indicates that current habitat would shrink in both the cases (RCP 4.5 and RCP 8.5) but in comparison to RCP 4.5 conducive habitat will increase in RCP 8.5. Our findings can be applied in identifying the currently suitable zones as well as future expansion of the habitat of Hill Glory Bower.

Keywords: C. infortunatum, Doon Valley, MIROC5, AUC, RCP 4.5, RCP 8.5

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

CMIP5大気データを用いた日本近海の高解像度海洋将来予測データセットの構築

Development of high-resolution ocean future projection dataset around Japan using CMIP5 atmospheric forcing

*西川 史朗[1]、若松 剛[2]、石川 洋一[1]、石崎 廣[1]
*Shiro Nishikawa[1], Tsuyoshi Wakamatsu[2], Yoichi Ishikawa[1], Hiroshi Ishizaki[1]

1. 海洋研究開発機構、2. Nansen Environmental and Remote Sensing Center/Bjerknes Center for Climate Research
1. JAMSTEC Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Nansen Environmental and Remote Sensing Center/Bjerknes Center for Climate Research

SI-CAT(気候変動適応技術社会実装プログラム：文部科学省)では、日本の地方自治体等の気候変動適応策策定に資する海洋近未来予測データベースの作成をサブテーマの1つとしている。その目的のため、我々は、水平解像度約10kmの北太平洋域モデル(SICAT10)を開発し、これを用いて、CMIP5から複数モデル(4つ)・複数予測シナリオ(historical, RCP8.5, RCP2.6)の大気データを海面外力として1980年～2100年に渡る海洋シミュレーションを実施することで、合計800年におよぶ高解像度海洋アンサンブル将来予測データセットを構築した。また、SI-CATにおけるニーズを踏まえてケースや期間を選定し、別途開発した水平解像度約2kmの日本近海ダウンスケーリング(DS)モデル(SICAT02)を用いたシミュレーションを実施することで、日本周辺海域でさらに高解像度化した海洋将来予測データセットを構築中である。SICAT10モデルは海洋再解析データFORAとスペックをある程度共通化してあり、また、大気再解析データJRA55を用いたSICAT10による現在気候再現データおよびFORAとJRA55を用いたSICAT02によるダウンスケーリングデータを参照データとして合わせて構築した。これらの現在気候再現の参照データも加えた相互比較・検証を可能としている点は、本海洋将来予測データセットの特徴の１つである。各データセットにおいて検証を行い、各CMIP5大気場の気候変化（温暖化等）に対応した海洋場の応答（北西太平洋域における海面水温や海面水位の上昇など）を確認するとともに、使用しているCMIP5モデル間におけるそれらの応答の違い（ばらつき）も見られた。ダウンスケーリング結果においては、各親モデルの気候変化の特徴を保ちつつ（ドリフト等なく）高解像度化できていることを確認した。各データセットや検証結果の詳細は講演時に報告する。

キーワード：海洋将来予測シミュレーション、ダウンスケーリング、CMIP5、SI-CAT
Keywords: Ocean future projection simulation, Downscaling, CMIP5, SI-CAT

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_13

[A-CG43] 気候変動への適応とその社会実装

コンビーナ:石川 洋一(海洋研究開発機構)、渡辺 真吾(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、大楽 浩司(防災科学技術研究所)

気候変動による影響は台風や集中豪雨等をはじめとした自然災害リスクの増大、高温障害など農林水産業における品質・収量の悪化などがあり、今後ますます多様化・深刻化する可能性が予想されているため、これらの問題に対応することは喫緊の課題である。我が国では2018年に「気候変動適応法」が成立した。気候変動の影響による被害を最小化あるいは回避し、持続可能な社会の構築を目指しており、今後地方自治体などに適応計画の策定の動きが加速していくことが期待される。
本セッションでは科学的知見に基づいた適応策の検討、策定に必要な気候変動予測データの創出やリスク評価に関する講演を期待するとともに、ステークホルダーとの共創などその社会実装に関する課題についても議論を行いたい。

[ACG43-P01] Impact of urbanization on the surface air temperature across Bulgaria

*Lidia Lazarova Vitanova[1]、Hiroyuki Kusaka[2] (1.Graduate School of Life and Environmental Sciences, the University of Tsukuba、2.Center for Computational Sciences, the University of Tsukuba)

[ACG43-P02] 地球温暖化に伴う北太平洋の乱気流発生頻度の変化－大規模アンサンブル気候予測データベースd2PDF解析

*渡辺 真吾[1]、藤田 実季子[1]、川添 祥[1]、杉本 志織[1]、岡田 靖子[1]、水田 亮[2]、石井 正好[2] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.気象庁気象研究所)

[ACG43-P03] 気候変動に伴う全国の砂浜消失将来予測とそ不確実性評価

*有働 恵子[1]、武田 百合子[1] (1.東北大学災害科学国際研究所)

[ACG43-P04] 相対湿度および風速の将来予測データを利用した我が国の将来の森林火災発生頻度の推定

*横尾 善之[1]、岩崎 連[1] (1.福島大学)

[ACG43-P05] 沿岸保全と海象予測情報の活用

*武若 聡[1] (1.筑波大学大学院システム情報工学研究科)

[ACG43-P06] **Present and Future Potential Distribution of Hill Glory Bower (*Clerodendrum infortunatum* Linn.) using Maximum Entropy Modeling in Doon Valley, Uttarakhand, India.**

*Saurabh Purohit[1,3]、Neelam Rawat[2] (1.Indian Institute of Remote Sensing, Dehradun, India、2.Uttarakhand Space Application Centre, Dehradun, India、3.Forest Research Institute Deemed University, Dehradun, India)

[ACG43-P07] CMIP5大気データを用いた日本近海の高解像度海洋将来予測データセットの構築

*西川 史朗[1]、若松 剛[2]、石川 洋一[1]、石崎 廣[1] (1.海洋研究開発機構、2.Nansen Environmental and Remote Sensing Center/Bjerknes Center for Climate Research)

Impact of urbanization on the surface air temperature across Bulgaria

*Lidia Lazarova Vitanova[1], Hiroyuki Kusaka[2]

1. Graduate School of Life and Environmental Sciences, the University of Tsukuba, 2. Center for Computational Sciences, the University of Tsukuba

This study investigated the impact of urbanization on the surface air temperatures across Bulgaria. Our target locations are the major Bulgarian cities –Sofia, Plovdiv and Varna. In this study, we use the Weather Research and Forecasting (WRF) model with 1-km horizontal resolution to simulate month of July between 2011 and 2013. First, the results from the control simulation were verified against observations. The results show that the WRF model reproduced reasonably the diurnal temperature distributions for both of urban and rural areas. The model mean biases ranged from −0.76 to 0.19 ˚C. Second, the impacts of the urbanization on the surface air temperatures are evaluated. The results showed significant nocturnal temperatures increases by 2.6, 2.9 and 2.2 ˚C in Sofia, Plovdiv and Varna compared to those in the rural areas, while in daytime these increases are around 1.0 ˚C.

Keywords: Urbanization, Weather Research and Forecasting model, Bulgarian cities

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地球温暖化に伴う北太平洋の乱気流発生頻度の変化ー大規模アンサンブル気候予測データベースd2PDF解析

Clear-air Turbulence over the North Pacific under 2-K Global Warming –Ensemble Projections using a 60-km Atmospheric General Circulation Model

*渡辺 真吾[1]、藤田 実季子[1]、川添 祥[1]、杉本 志織[1]、岡田 靖子[1]、水田 亮[2]、石井 正好[2]
*Shingo Watanabe[1], Mikiko Fujita[1], Sho Kawazoe[1], Shiori Sugimoto[1], Yasuko Okada[1], Ryo Mizuta[2], Masayoshi Ishii[2]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. 気象庁気象研究所
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency

産業革命以降全球平均地上気温が2℃上昇する近未来(2030-2050年頃)の気候を想定したアンサンブル気候予測データセット(d2PDF)に基づいて、北太平洋上空200hPaにおける晴天乱気流の発生頻度とその季節性の将来変化を推定した。その結果、現在気候において中緯度北太平洋に横たわる高発生頻度領域の南側に沿って、北太平洋中西部の広い範囲で晴天乱気流が減少することが予測された。一方、現在気候の高発生頻度領域の外側では現在気候に比して相対的な増加が目立つようになり、乱気流遭遇リスクの増加が示唆された。Climate Model Intercomparison Project Phase-5 (CMIP5)の6つの気候モデルの海面水温の将来変化パターンを用いて、海面水温の将来予測の不確実性に起因する晴天乱気流発生頻度の将来予測の不確実性について、初めて調査した。その不確実性は北半球冬季および春季に大きく、ジェット気流および上層の総観規模擾乱の活動の将来予測の不確実性と関連深いことが見出された。

キーワード：乱気流、地球温暖化
Keywords: Clear Air Turbulence, Climate Change

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

気候変動に伴う全国の砂浜消失将来予測とそ不確実性評価
Projections of future beach loss in Japan and uncertainties in projected beach loss

*有働 恵子[1]、武田 百合子[1]
*Keiko Udo[1], Yuriko Takeda[1]

1. 東北大学災害科学国際研究所
1. International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University

砂浜は防災・環境・利用のすべての機能を持ち合わせた重要な空間であるが，世界各地で海岸侵食が報告されている．我が国では，戦後の高度経済成長期の国土開発により急速な海岸侵食が生じ，現在も海岸侵食問題は解決していないが，将来はさらに気候変動に伴う海面上昇や台風巨大化の影響が危惧されている．本研究は，過去の海岸侵食について流砂系全体の土砂諸量データを用いて定量的に総括するとともに，将来の気候変動に伴う砂浜消失について不確実性とともに評価する．

キーワード：砂浜消失、土砂収支、海面上昇、土砂生産量
Keywords: Beach loss, Sediment budget, Sea level rise, Sediment yield

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

相対湿度および風速の将来予測データを利用した我が国の将来の森林火災発生頻度の推定

Future projection of forest fire frequency due to climate change in Japan by using predicted relative humidity and wind speed

*横尾 善之[1]、岩崎 連[1]
*Yoshiyuki Yokoo[1], Ren Iwasaki[1]

1. 福島大学
1. Fukushima University

本研究は，気候変動に伴う森林火災の発生頻度の変化を予測することを目的として実施した．まず，過去の森林火災数のデータとその時の気候・地理データから，単位森林面積あたりの火災発生頻度を月単位で推定する経験的モデルを構築した．このモデルに，排出シナリオであるRCP2.6およびRCP8.5を利用して合計4種類の気候モデル（GFDL-CM3, HadGEM2-ES, MIROC5, MRI-CGCM3.0）で計算した相対湿度および風速を統計的ダウンスケールしたデータを入力し，将来の森林火災の発生頻度を推定した．その結果，森林火災の発生頻度の年平均値は微増するものの，季節変化の方が大きいことが分かった．

キーワード：相対湿度、風速、地形
Keywords: relative humidity, wins speed, topography

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

沿岸保全と海象予測情報の活用
Coastal preservation and use of ocean and coastal climate prediction

*武若 聡[1]
*Satoshi Takewaka[1]

1. 筑波大学大学院システム情報工学研究科
1. University of Tsukuba

日本の沿岸保全は自治体により行われており，先ず，保全の観点（防護，利用，環境）を説明し，これらを検討する際に参照する海象情報（波浪，海水位，流れ，水温等）を紹介する．続いて，文部科学省の研究プロジェクトSI-CATで行われている海象情報の将来予測を自治体の担当技術者と検討した結果を報告する．

キーワード：沿岸保全、海象、将来予測
Keywords: coastal preservation, sea and coastal climate, prediciton

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Present and Future Potential Distribution of Hill Glory Bower (*Clerodendrum infortunatum* Linn.) using Maximum Entropy Modeling in Doon Valley, Uttarakhand, India.

*Saurabh Purohit[1,3], Neelam Rawat[2]

1. Indian Institute of Remote Sensing, Dehradun, India, 2. Uttarakhand Space Application Centre, Dehradun, India, 3. Forest Research Institute Deemed University, Dehradun, India

Spatial distribution of flora and fauna can help in its habitat restoration and conservation management. The present study was undertaken for identifying the current and future geographical extent in different climate change scenarios for *Clerodendrum infortunatum* Linn. (Verbenaceae), commonly known as Hill Glory Bower, which is an important medicinal shrub found in the Himalayan Foothills. We have used MaxEnt species distribution model for predicting the present and future distribution for Hill Glory Bower. Total of ninety-one occurrence records were collected using handheld GPS throughout the Doon Valley. Nineteen Bioclimatic layers, two topographic variables and one biophysical layer were initially used. We have also modeled the future distribution of Hill Glory Bower in valley based on two Climate Change projections (RCP 4.5 and RCP 8.5) using an General Circulation Model (MIROC5). The results have shown that the model was fairly accurate with Area Under Curve (AUC) being 0.842. Output indicates that current habitat would shrink in both the cases (RCP 4.5 and RCP 8.5) but in comparison to RCP 4.5 conducive habitat will increase in RCP 8.5. Our findings can be applied in identifying the currently suitable zones as well as future expansion of the habitat of Hill Glory Bower.

Keywords: C. infortunatum, Doon Valley, MIROC5, AUC, RCP 4.5, RCP 8.5

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

CMIP5大気データを用いた日本近海の高解像度海洋将来予測データセットの構築

Development of high-resolution ocean future projection dataset around Japan using CMIP5 atmospheric forcing

*西川 史朗[1]、若松 剛[2]、石川 洋一[1]、石崎 廣[1]
*Shiro Nishikawa[1], Tsuyoshi Wakamatsu[2], Yoichi Ishikawa[1], Hiroshi Ishizaki[1]

1. 海洋研究開発機構、2. Nansen Environmental and Remote Sensing Center/Bjerknes Center for Climate Research
1. JAMSTEC Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Nansen Environmental and Remote Sensing Center/Bjerknes Center for Climate Research

SI-CAT(気候変動適応技術社会実装プログラム：文部科学省)では、日本の地方自治体等の気候変動適応策策定に資する海洋近未来予測データベースの作成をサブテーマの1つとしている。その目的のため、我々は、水平解像度約10kmの北太平洋域モデル(SICAT10)を開発し、これを用いて、CMIP5から複数モデル(4つ)・複数予測シナリオ(historical, RCP8.5, RCP2.6)の大気データを海面外力として1980年～2100年に渡る海洋シミュレーションを実施することで、合計800年におよぶ高解像度海洋アンサンブル将来予測データセットを構築した。また、SI-CATにおけるニーズを踏まえてケースや期間を選定し、別途開発した水平解像度約2kmの日本近海ダウンスケーリング(DS)モデル(SICAT02)を用いたシミュレーションを実施することで、日本周辺海域でさらに高解像度化した海洋将来予測データセットを構築中である。SICAT10モデルは海洋再解析データFORAとスペックをある程度共通化してあり、また、大気再解析データJRA55を用いたSICAT10による現在気候再現データおよびFORAとJRA55を用いたSICAT02によるダウンスケーリングデータを参照データとして合わせて構築した。これらの現在気候再現の参照データも加えた相互比較・検証を可能としている点は、本海洋将来予測データセットの特徴の１つである。各データセットにおいて検証を行い、各CMIP5大気場の気候変化（温暖化等）に対応した海洋場の応答（北西太平洋域における海面水温や海面水位の上昇など）を確認するとともに、使用しているCMIP5モデル間におけるそれらの応答の違い（ばらつき）も見られた。ダウンスケーリング結果においては、各親モデルの気候変化の特徴を保ちつつ（ドリフト等なく）高解像度化できていることを確認した。各データセットや検証結果の詳細は講演時に報告する。

キーワード：海洋将来予測シミュレーション、ダウンスケーリング、CMIP5、SI-CAT
Keywords: Ocean future projection simulation, Downscaling, CMIP5, SI-CAT

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | 301A 3F

[A-CG43] 気候変動への適応とその社会実装

コンビーナ:石川 洋一(海洋研究開発機構)、渡辺 真吾(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、大楽 浩司(防災科学技術研究所)、座長:石川 洋一(海洋研究開発機構)、大楽 浩司(防災科学技術研究所)

気候変動による影響は台風や集中豪雨等をはじめとした自然災害リスクの増大、高温障害など農林水産業における品質・収量の悪化などがあり、今後ますます多様化・深刻化する可能性が予想されているため、これらの問題に対応することは喫緊の課題である。我が国では2018年に「気候変動適応法」が成立した。気候変動の影響による被害を最小化あるいは回避し、持続可能な社会の構築を目指しており、今後地方自治体などに適応計画の策定の動きが加速していくことが期待される。
本セッションでは科学的知見に基づいた適応策の検討、策定に必要な気候変動予測データの創出やリスク評価に関する講演を期待するとともに、ステークホルダーとの共創などその社会実装に関する課題についても議論を行いたい。

15:30 ~ 15:45

[ACG43-07] Recent progress of Japan’s regional downscaling project (SI-CAT) and CORDEX Asia Empirical-Statistical Downscaling (ESD)

*大楽 浩司[1] (1.防災科学技術研究所)

15:45 ~ 16:00

[ACG43-08] 北海道における気候変動に伴う洪水リスクの変化

*星野 剛[1]、山田 朋人[1]、Dzung Nguyen-Le[1]、稲津 將[1]、佐藤 友徳[1]、川瀬 宏明[2] (1.北海道大学、2.気象研究所)

16:00 ~ 16:15

[ACG43-09] Intensification of sub-daily and daily rainfall extremes from densely distributed records for Japan

*渡辺 恵[1]、吉川 沙耶花[1]、鼎 信次郎[1] (1.東京工業大学環境・社会理工学院)

16:15 ~ 16:30

[ACG43-10] 大規模アンサンブル気候データの効率的な解析に向けたコンテンツベース検索システム

*中川 友進[1]、川原 慎太郎[1]、荒木 文明[1]、松岡 大祐[1]、石川 洋一[1]、藤田 実季子[1]、杉本 志織[1]、岡田 靖子[1]、川添 祥[1]、渡辺 真吾[1]、石井 正好[2]、水田 亮[2]、村田 昭彦[2]、川瀬 宏明[2] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.気象庁気象研究所)

16:30 ~ 16:45

[ACG43-11] アンサンブル気候予測データベースd4PDFを活用した四国での気候変動影響評価

*吉村 耕平[1]、那須 清吾[1]、Sanchez Patricia[2] (1.高知工科大学、2.フィリピン大学ロス バニョス校)

16:45 ~ 17:00

[ACG43-12] 気候変動に対する土砂災害適応策に向けた警戒区域のリスク定量化

*川越 清樹[1]、齋藤 洋介[1]、鈴木 皓達[1] (1.福島大学)

Recent progress of Japan’s regional downscaling project (SI-CAT) and CORDEX Asia Empirical-Statistical Downscaling (ESD)

*大楽 浩司[1]
*KOJI DAIRAKU[1]

1. 防災科学技術研究所
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

As a Japan’s national project, SI-CAT develops reliable technologies to find climate change adaptation measures in collaboration with researchers of geoscience, social science and humanities, and officials of local governments from the beginning of the project to avoid and reduce various threats of climate change.

We conducted dynamical downscaling experiments with horizontal grid spacing of 5km and 2km to reproduce regional climate information. We examine the performance of the regional climate model (NHRCM) to represent severe precipitation events occurred around Gifu and Nagano region. To examine the performance in ungauged mountainous regions, the runoff analysis was conducted. It indicates the overestimation of precipitation. We conduct the ensemble downscaling experiments using database for Policy Decision making for Future climate change (d4PDF) to detect the climate change impact in this region.

Multi-model large ensemble regional climate scenarios over Japan and CORDEX Asia are developed by using CMIP5 GCMs (RCP2.6 and RCP8.5) and a statistical downscaling (Bias Corrected Spatial Disaggregation (BCSD)) to investigate uncertainty of projected change associated with structural differences of the GCMs for the periods of historical climate (1950-2005) and near future climate (2026-2050). Uncertainty range information of the regional climate scenarios support various regional adaptation measures and informed decision making. Based on the SI-CAT experiences, the CORDEX Asia ESD group enhances and integrates the science and application of downscaling activities in Asia by sharing and exchanging data, knowledge, and techniques.

キーワード：力学的ダウンスケーリング、統計的ダウンスケーリング、マルチモデルアンサンブル、CORDEX、アジア
Keywords: Dynamical downscaling, Statistical downscaling, Multi-model ensemble, CORDEX, Asia

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道における気候変動に伴う洪水リスクの変化
Assessment of Flood Risk in Hokkaido, northern Japan, Associated with Climate Change

*星野 剛[1]、山田 朋人[1]、Dzung Nguyen-Le[1]、稲津 將[1]、佐藤 友徳[1]、川瀬 宏明[2]
*Hoshino Tsuyoshi[1], Tomohito J Yamada[1], Dzung Nguyen-Le[1], Masaru Inatsu[1], Tomonori Satou[1], Hiroaki Kawase[2]

1. 北海道大学、2. 気象研究所
1. Hokkaido University, 2. Meteorological Research Institute

本研究は気候変動を踏まえた治水対策の検討に不可欠な洪水リスクの算定を実施したものである。リスクの算定には大量アンサンブルデータを用い、過去と温暖化進行後の気候条件下での北海道内の流域における洪水リスクを定量的に評価した。

2016年8月、北海道で観測史上初めて1週間に3個の台風が上陸し、その後の台風第10号の接近と合わせて全道各地で記録的な大雨が発生した。これにより、堤防決壊等による浸水被害だけでなく道路や農地など多岐にわたる被害が全道各地にもたらされた。この洪水後に国土交通省北海道開発局および北海道が設置した委員会では「気候変動による将来の影響を科学的に予測し、具体的なリスク評価をもとに治水対策を講じるべき」と提言がなされた。この提言を受け国土交通省北海道開発局および北海道は「北海道地方における気候変動予測（水分野）技術検討委員会」を設置し、将来の洪水リスクを検討した。また、平成30年度からは国土交通省本省において「気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会」が開かれ、気候変動を踏まえた治水計画に関する検討が開始されている。このように今後の治水対策を考える上で、将来の洪水リスクをいかに評価するかが重要かつ喫緊の課題となっている。

近年、膨大な気候シミュレーションによる大量アンサンブル気候予測データベース(d4PDF)が作成され、過去の気候や温暖化進行後の気候における数千年分の気候データが利用可能となった。洪水リスクの評価にこのデータを用いる最大の利点は気候システムの自由度がもたらす極端現象の生起確率を物理モデルを用いたモンテカルロ手法として推定可能とする点にある。我が国をはじめとする先進国ではこれまで数十年間に渡る降雨観測を継続しており、それにより自然現象の理解の進展ならびに確率降雨等を基軸とした治水計画が作られてきた。一方、降雨をもたらす気候システムの自由度は膨大な大きさを有しており、数十年間で各地域が経験しうる降雨イベントが発生したとは言い難い。大量アンサンブルデータの使用は計画規模に相当する大雨の生起確率を物理的モンテカルロ手法によって評価可能とし、数十年間の観測に基づいて設定された確率雨量の振れ幅を推定可能とする。また、洪水被害は降雨の時空間的なパターンにも依存するが、大量アンサンブルデータ内には様々な降雨の時空間分布が含まれることから、流域平均降雨量だけでなく降雨の時空間分布を踏まえた洪水リスクの評価が可能となる。このように大量アンサンブルデータの利用は洪水リスクの評価に新たな視点を加えうるものである。

本研究ではd4PDF領域実験の過去実験（計3000年）、2℃上昇実験（計3240年）、4℃上昇実験（計5400年）における各年での年最大降雨イベントを対象とし、流域形状および地形形状をより忠実に反映した降雨量情報を作成するため、各年での水平解像度20 kmから得られた年最大降雨イベントを力学的ダウンスケーリング（DS）により水平解像度5 kmへと変換した。DSにはd4PDF領域実験の作成に使用されたモデルである気象研究所非静力学地域気候モデル（NHRCM）を用いた。また、大雨をもたらす気象場を自己組織化マップ（SOM）を用い分析した。

d4PDF過去実験（3000年分）のDS前後と実績の年最大流域平均降雨量を比較し、DSにより年最大降雨の頻度分布や1時間強雨の頻度が実績値に近づくことを確認した。また、既往最大の降雨量以上の大雨も大量アンサンブルデータには複数含まれており、DSにより低頻度の大雨の確率的な評価に適した情報が得られることを確認した。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

従来と温暖化進行後の気候条件下で年最大降雨量を比較すると、温暖条件下での年最大降雨量は増大し、特に計画規模に相当する99%ile値の降雨量の変化率は大きいことを確認した。このような降雨量の増加は洪水リスクの増大を招き、同程度の生起確率の降雨での被害想定の結果、温暖時における被害は浸水面積、想定死者数ともに増大することが予測された。また、気候変動により降雨量の増大だけでなく降雨の時空間特性も変化し、降雨は時空間的に集中化することが確認された。このような降雨の時空間特性の変化はピーク流量の増大や被害形態の変化を招くことが予想されることから、降雨量の増大とともに時空間分布の変化を踏まえた適応策の必要性が示唆される。

これらの成果は「北海道地方における気候変動予測（水分野）技術検討委員会」および国土交通省本省において「気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会」での議論の中核をなし、本成果に基づいて今後の治水対策が議論されることとなった。これは従来の観測に基づく洪水外力の設定から観測とシミュレーションにより予測される将来の大雨に備える治水対策のパラダイムシフトとなるものである。

キーワード：気候変動、洪水リスク、d4PDF、適応策
Keywords: Climate change, Flood risk, d4PDF, adaptation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Intensification of sub-daily and daily rainfall extremes from densely distributed records for Japan

*渡辺 恵[1]、吉川 沙耶花[1]、鼎 信次郎[1]
*Megumi Watanabe[1], Sayaka Yoshikawa[1], Shinjiro Kanae[1]

1. 東京工業大学環境・社会理工学院
1. Tokyo Institute of Technology

Rainfall intensity is projected to increase in most regions under warmer climates, and the increase in heavy rainfall will be larger than that in the mean rainfall. The increase in rainfall intensity caused by global warming was often predicted by studies with climate models. There is an argument that climate models tend to underestimate the observed changes in heavy rainfall intensity. Meanwhile, it has been suggested that, to first order, the intensification of heavy rainfall in a warmer climate could follow the Clausius-Clapeyron (CC) relationship which states that warmer air has a higher water vapor holding capacity. According to the C-C relationship a rainfall intensities are estimated to increase by ~7% per degree warming. However, observed evidence that detects CC-related changes both in daily and sub-daily (e.g., hourly) rainfall extremes between two periods (namely the past and the present) is limited. A comprehensive result derived from observed data confirmed that the intensification rate of daily precipitation is close to the rate of CC in Europe, but their analysis was done for daily precipitation only and limited observation data over a large region was used. Another recently published analysis for Australia shows on average a CC-like response for daily extremes and a super-CC (double to triple CC) response for hourly extremes which is also suggested in temperature-rainfall scaling. Nevertheless, large regional variability in their results derived from sparsely distributed observations from the tropics to mid-latitude calls for an analysis of densely-distributed observations in a single climatic zone. In this study, we try to analyze whether the CC relationship, or super-CC, can be applied to the intensification of both daily and sub-daily rainfall extremes over Japan. We also try to show the sensitivity of the estimated intensification of rainfall extremes caused by setting of the past and present period, referenced stations. We used rainfall data at more than 700 stations with less than 1% missing data for the entire area of Japan. We divided whole observation period into the past and present period. We then defined extreme precipitation criteria in the previous period at each individual observation point and counted the number of the event of extreme precipitation. Finally, we calculated the intensification rate of rainfall extremes from the past to present period. In the results, we show that the intensification rate of sub-daily extremes is higher than that of daily extremes. However, the magnitude of intensification rate greatly differs depending on referenced period, the number of stations and rate of increase in temperature.

キーワード：Clausius-Clapeyron、観測、温暖化
Keywords: Clausius-Clapeyron, observations, warmer climate

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

大規模アンサンブル気候データの効率的な解析に向けたコンテンツベース検索システム
A Content-Based Database System for Large Ensemble Future Climate Simulations

*中川 友進[1]、川原 慎太郎[1]、荒木 文明[1]、松岡 大祐[1]、石川 洋一[1]、藤田 実季子[1]、杉本 志織[1]、岡田 靖子[1]、川添 祥[1]、渡辺 真吾[1]、石井 正好[2]、水田 亮[2]、村田 昭彦[2]、川瀬 宏明[2]
*Yujin Nakagawa[1], Shintaro Kawahara[1], Fumiaki Araki[1], Daisuke Matsuoka[1], Yoichi Ishikawa[1], Mikiko Fujita[1], Shiori Sugimoto[1], Yasuko Okada[1], Sho Kawazoe[1], Shingo Watanabe[1], Masayoshi Ishii[2], Ryo Mizuta[2], Akihiko Murata[2], Hiroaki Kawase[2]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. 気象庁気象研究所
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Meteorological Research Institute

気候変動の確率的な影響予測を創出するためには、多数のアンサンブル実験の解析が必要である。しかし、「気候変動適応技術社会実装プログラム」（Social Implementation Program on Climate Change Adaptation Technology; SI-CAT）で作成している将来2℃昇温実験や、気候変動リスク情報創生プログラムの成果物である「地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース」（database for Policy Decision making for Future climate change; d4PDF）の総データ容量は、ユーザーが手元にダウンロードして解析するには大きいため（数ペタバイト）、必要なデータを絞り込んでダウンロードする機能が必要である。

SI-CATでは、大規模アンサンブル気候データから高速かつ効率的に必要なデータを見付けるための「SI-CAT気候実験データベースシステム」（System for Efficient content-based retrieval to Analyze Large volume climate data; SEAL）を開発している。SEALは、PostgreSQLを用いたリレーショナルデータベース、データ提供機能、Webユーザーインターフェースで構成される。SEALの核となるリレーショナルデータベースは、大規模アンサンブル気候データを時間と空間で圧縮した情報が登録される。時間圧縮は複数の時刻における物理量の平均・積算、空間圧縮は複数の格子点における物理量の平均である。SEALを使うことにより、ユーザーは必要とするデータがある時間と空間を絞り込むことができる。影響評価の研究者からのニーズが多い、降水量、気温、台風トラックデータを想定してリレーショナルデータベースを開発した。データ提供機能は、絞り込んだ結果に基づき、時間と空間でデータを切り出してダウンロードするための機能である。これらの機能を簡易に使用するために、Webユーザーインターフェースを作成した。また、SEALの機能を容易に利用できるようにするため、「利用の手引き」を作成した。現在、SI-CATチームへSEALと利用の手引きを公開し、試験運用を行っている。

SEALは、利用の手引きと共に2018年度末以降に「データ統合・解析システム」（Data Integration and Analysis System Program; DIAS）から公開する予定である。SEALで開発した技術は、シミュレーションや観測を問わず、他の分野の大規模データにおいても有用であると考えている。SEALの機能や活用事例を報告する。

キーワード：気候変動、リレーショナルデータベース
Keywords: Climate Change, Relational Database

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

アンサンブル気候予測データベースd4PDFを活用した四国での気候変動影響評価

Climate change impact assessment in Shikoku with the ensemble climate prediction database d4PDF

*吉村 耕平[1]、那須 清吾[1]、Sanchez Patricia[2]
*kouhei yoshimura[1], Nasu Seigo[1], Patricia Sanchez[2]

1. 高知工科大学、2. フィリピン大学ロス バニョス校
1. Kochi University of Technology, 2. University of the Philippines Los Baños

気候変動適応策としての水防災を検討するには、気候変動予測モデルの活用が不可欠である。しかし、予測モデルは主に時空間解像度・バイアス・不確実性の3点で課題がある。各地域の災害リスクに応じた対策に踏み込んで検討するには、これらのGCMの問題点や特性を考慮しなければならない。

昨年の発表では、気候変動予測モデルのCMIP5に統計的ダウンスケーリングを適用したデータを活用して吉野川流域で影響評価を行ったが、複数の問題点が明らかになった。

一つは親GCMのグリッドサイズが流域スケールよりも大きな四国全域に対してすら大きく、吉野川の上下流・支流での降雨分布を再現出来ず、全域で強い雨を与えることになった点である。早明浦ダムの集水域に限定するなどの小規模で降雨分布が比較的均一な領域では確率流量は妥当な結果となったが、より下流で大きな集水域を持つ池田ダム地点などでは確率流量は過大となった。

もう一つは流出解析で必要となる時間雨量データがないという問題である。与えられた日雨量に対して河川計画手法に倣い過去の降雨の時間降雨波形を与えたが、必ず最大流量になる降雨波形を与えるため、先の問題と合わせて確率流量が過大になる可能性がある。

さらに、各GCMでも1パターンの数十年分のみのデータであり、特異な現象などの予測も困難であった。

このため、適切な影響評価のためには多数のアウトプットを含む力学的ダウンスケーリングの導入が必要になる。

今回はアンサンブル気候予測データベースd4PDFを活用し、吉野川流域での気候変動による影響評価を行った。d4DPFでは60kmと20kmの二種類のグリッドサイズがあるが、今回は20kmグリッドを利用した。まずは四国の吉野川流域部分のグリッドを抜きだし、非温暖化実験と地上観測データの日雨量での比較を行った。四国山地の早明浦ダム付近のグリッドと徳島・高知で比較を行ったが、四国山地では観測値はおおむね降雨の多いメンバーに近く、徳島では降雨の少ないメンバーに近かった。また高知では過去に発生した台風や特殊な要因で発生した豪雨を再現出来ていない。このため、吉野川流域程度の規模・降雨特性であればリスク評価にはバイアス補正なしで活用出来るが、より小規模な河川や局地的な降雨がある河川ではそのままでは活用出来ないことが明らかになった。

吉野川の下流部でほぼ既往最大に近い流量を記録したのは近年では2004年の台風16号である。しかし早明浦ダムへの流入量はより大きい出水が翌年の2005年の台風10号で発生している。2005年は、梅雨期以降少雨が続き渇水状態で早明浦ダムの水位が下がりきった状態となっており、そこに台風で大規模な出水が発生した。このため、洪水調節容量に加え空になっていた利水容量まで利用して洪水を受け止めた。もし、渇水でなければより大きな被害になっていたと考えられる。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

また早明浦ダムは、放水路を増設する改造工事の計画が進められている。これにより、ダムの水をより素早く放流することで洪水調節容量を増大させることが出来る。同時に運用ルールを見直して、より洪水への対応能力を増やすことを計画している。

流域内での治水・利水の要となる早明浦ダムを活用した気候変動適応策を検討するために、洪水流量のみならず、長期でのダムの貯水量の推移を予測することで運用ルールを最適化する必要がある。

大規模な洪水が発生した時点での、ダムの貯水量などを検証するため、ダムへの流入量と4～6月の月雨量との関係性を比較した。非温暖化実験に対して、それぞれのGCMでは大きく傾向が異なっており、少雨からの洪水発生が増えるGCMもあれば、洪水が発生する年は降水量が多い傾向があるGCMもあった。このため、ダムの運用ルールを固定的に変更させることは困難であり、気候変動による降雨特性の変化に応じた「順応型」アプローチが必要であると考えられる。

また、下流部の自治体へのヒアリングの結果、内水氾濫・外水氾濫の複合災害のリスクを懸念していることが明らかになった。台風などによる強雨で内水氾濫が発生し、市街地での避難ルートが途絶する可能性がある。その上で、上流部で台風が発生させた降雨時が数時間後に下流部に到達し、外水氾濫のリスクに晒される。このため、下流部での洪水流量と強雨発生から洪水到達までの時間差を分析した。現在再現に比べて、強雨から洪水流下までの時間はばらつきが強くなった。このため複合災害のシナリオの多様化が必要であることが明らかになった。

キーワード：気候変動適応策、d4DPF、河川管理
Keywords: climate change adaptation, d4DPF, river management

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

気候変動に対する土砂災害適応策に向けた警戒区域のリスク定量化
Caution zone quantification risk to sediment disaster adaptation due to climate change

*川越 清樹[1]、齋藤 洋介[1]、鈴木 皓達[1]
*SEIKI KAWAGOE[1], YOSUKE SAITO[1], HIROMICHI SUZUKI[1]

1. 福島大学
1. Fukushima university

気候変動に伴う降水現象の極端化により，現在以上の豪雨災害の甚大化が予測される．将来への動向をふまえ，将来のリスクを推計して被災回避する取り組みを進めなければならない．また，現在から将来へ円滑に移行できる持続性の高い対策を講じることが必要である．

本研究では，気候モデルのアウトプットデータを利用して，土砂災害警戒区域のリスクを定量化したデータベースを開発した．近未来と将来の土砂災害警戒区域のリスク推移を示すことで，気候変動にむけて適応する選択肢を誘導する情報を整備した．リスク情報として，発生確率を明示した．発生確率は，齋藤ら(2017)により開発された実績を利用した高空間解像度斜面崩壊発生確率モデルより導出した．この情報を土砂災害警戒区域に重ね合わせすることでデータベースを開発した．なお，このモデルは，雨水浸透解析に応じた水文量を用いている．そのため，降水量の変動に応じて発生確率が変化する．将来のリスクを求めるため気候モデルの降水量アウトプットが利用されている．アウトプットとして，モデルから求められる降雨量だけでなく，気温感度に応じた降雨量ポテンシャル量も加えた．降雨量の条件として，想定極大降雨量と可能最大降雨量の２ケースを用いた．２ケースの条件を考慮することで，ソフト対策やハード対策の選択や具体的目標を設定できる検討を進めた．この検討の対象領域は長野県を対象としている．

結果として，気候変動に対する長野県の土砂災害警戒区域のリスクが定量化された．また，危険になる10,000ヶ所の適応策案を提示した．

キーワード：可能最大降雨量、災害、適応策
Keywords: Probable maximum precipitation, disaster, adaptation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-GG 地理学

2019年5月26日(日) 9:00 ~ 10:30 | 106 1F

[H-GG01] Human-Natural system interactions and solutions for environmental management

コンビーナ:Yuei-An Liou(National Central University)、座長:Yuei-An Liou(Center for Space and Remote Sensing Research (CSRSR))、Kim-Anh Nguyen(National Central University)

Natural system, environmental quality, and anthropogenic processes interact with each other closely. Environmental changes and their causes increase the needs to address the consequences taking place in the structural and functional ecosystems. Much progress of anthropogenic activities has been made and significantly improves social economics. However, human system has been altering and raising burden on the natural system by alerting land use and land cover, bringing up water, soil and air pollution, changing regional and global climate, and increasing frequency of natural disasters, e.g., floods, landslides. Planners are increasingly pressured by the challenges in balance between demands and development, while lessening the detrimental impact of social processes on environment. Remote sensing and GIS have been proven with their advantages in providing data and tools to model and visualize spatiotemporally environmental changes and influential factors so that practical policy for environmental protection and management can be proposed.
This session seeks for papers on advancements in the development of techniques and models with remote sensing and GIS to contribute environmental applications, to exhibit and visualize influences of human activities on environmental changes, and to improve understanding of the relationship between anthropogenic activities and natural system and climate patterns. Solutions for environmental management in short- and long-term visions are very welcome.

9:00 ~ 9:15

[HGG01-01] Monitoring of Subsidence Area of Jakarta City using PS-InSAR

*Josaphat Tetuko Sri Sumantyo[1] (1.Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University)

9:15 ~ 9:30

[HGG01-02] **Understanding and classifying spatial patterns of global eco-environmental vulnerability**

*Kim-Anh Nguyen[1]、Yuei-An Liou[1] (1.National Central University, Taiwan)

9:30 ~ 9:45

[HGG01-03] Human-water interface in hydrological modeling: Current status and future directions

*Yoshihide Wada[1] (1.International Institute for Applied Systems Analysis)

9:45 ~ 10:00

[HGG01-04] **Urban greenspace spatial patterns and eco-function by using Sentinel 2 imagery**

*Yuei-An Liou[1]、Kim-Anh Nguyen[1] (1.National Central University)

10:00 ~ 10:15

[HGG01-05] Assessing performance of L-band SAR backscatter for above ground forest biomass estimation over complex topography

*Waqar Mirza Muhammad[1]、Ji Yaqi[1]、Josaphat Tetuko Sri Sumantyo[1]、Hasil Khan[1] (1.Chiba University)

10:15 ~ 10:30

[HGG01-06] **Feasibility Analysis of Engineering Monitoring Using the VLP-16 LiDAR Puck: A Case Study in Henglingshan Tunnel**

*Zhen-Yu Wu[1]、Shen Yu Hsiao[1]、Yan-Jyun Lin[1]、Ren-Jhih Yang[1] (1.National Chung Hsing University)

Monitoring of Subsidence Area of Jakarta City using PS-InSAR

*Josaphat Tetuko Sri Sumantyo[1]

1. Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University

Jakarta city proposed the Jakarta Giant Sea Wall as waterfront city for new urban settlement zone, and deep seaport for new economic zone along coastal area at northern Jakarta. This research investigated land deformation at eleven watersheds of West Java Mega Urban Region (WJMUR) using Persistent Scatterer Interferometry (PSI) technique of ALOS PALSAR data. The result shows that land deformation at study area, especially Bandung city area gives significant impact to sedimentation velocity along eastern Jakarta strait, especially deep seaport for 43 years later. This research recommends to evaluate land conservation at upland watersheds, and well management of artificial canals to reduce the impact of sedimentation at Jakarta strait, especially new depth seaport.

Keywords: DInSAR, Peatland, Assesment, ALOS 2 PALSAR 2

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Understanding and classifying spatial patterns of global eco-environmental vulnerability

*Kim-Anh Nguyen[1], Yuei-An Liou[1]

1. National Central University, Taiwan

Anthropogenic processes cause profound changes to natural systems and result in a consistent decline in the quality of eco-environment. In this paper, a framework that aims to qualify eco-environmental vulnerability levels over the global scale has been presented for decision making. The global map of eco-environmental vulnerability was generated by using easily accessible datasets. The vulnerability is classified into six levels consisting of *potential*, *light*, *slight*, *medium*, *heavy*, and *very heavy.* Eco-environmental vulnerability tends to be high and very high in Asia and Africa with leading countries China, India and Ethiopia. Spatial patterns of eco-environmental vulnerability are driven by human and natural disturbances including socioeconomic, natural hazards, hydrometeorology, topography and land resources, among which population growth and natural hazards are the key drivers. $PM_{2.5}$ that can be considered as a hazardous substance in the human environment and an anthropogenic disturbance associated with nature and human-made influence was selected to validate the global eco-environmental vulnerability map. It is demonstrated that global eco-environmental vulnerability map has high correlation with $PM_{2.5}$ distribution patterns with correlation coefficient approximately 0.82 based on 100 validating points. Outcomes of this study include the mapping of global eco-environmental vulnerability and eco-protection zones that provide key hotspots of eco-environmental vulnerability at global scale for informing the decision makers and the people to take actions to lessen the disturbances and achieve environmental sustainability

Keywords: global eco-environmental vulnerability, human and nature, environmental sustainability

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Human-water interface in hydrological modeling: Current status and future directions

*Yoshihide Wada[1]

1. International Institute for Applied Systems Analysis

The Earth’ s surface has undergone drastic changes due to the human-driven alteration of land use and vegetation patterns and the management of surface water and groundwater systems. Over the last century, the global population has quadrupled and currently exceeds 7 billion, half of which live in urban areas. Human needs for water are ever-increasing, dominated currently by agricultural irrigation for food production worldwide, while rapid urbanization and economic development are likely to be the main drivers for increasing water demands in coming decades. The phenomenal growth of the human footprint has significantly modified hydrological processes in various ways (e.g., irrigation, artificial dams, and water diversion) and at various scales (from a watershed to the globe). During the early 1990s, awareness of the potential for increased water scarcity led to the first detailed global water resource assessments. Shortly thereafter, in order to analyse the human perturbation on terrestrial water resources, the first generation of large-scale hydrological models (LHMs) was produced. However, at this early stage few models considered the interaction between terrestrial water fluxes and human activities, including water use and reservoir regulation, and even fewer models distinguished water use from surface water and groundwater resources. Since the early 2000s, a growing number of LHMs have incorporated human impacts on the hydrological cycle. Notwithstanding such growing sophistication, most current-generation of LHMs still fall short of simulating the direct human influence on the terrestrial freshwater systems, leaving the task of representing human land-water management activities within these models, and consequently in Global Circulation Models and Earth System Models, as one of the grand challenges for the hydrologic research community. In this talk I would like to provide a synthesis of progress in the development and application of human impact modeling in LHMs. Importantly, I would like to highlight possible ways forward for LHMs linking to emerging socio-hydrology that currently focus on understanding the detailed local and regional processes that integrate humans and water in a coupled hydrological-social system. This talk highlights a number of key challenges and discusses possible improvements in order to better represent the human-water interface in hydrological models.

Keywords: Global Hydrological Cycle, Human Impacts, Water Resources Management

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Urban greenspace spatial patterns and eco-function by using Sentinel 2 imagery

*Yuei-An Liou[1], Kim-Anh Nguyen[1]

1. National Central University

Urbanization is the process of land transformation and area growth to fulfill the needs of accommodating the increased population, infrastructure and facility in the urban area. Hanoi is the capital city of Vietnam. Its government currently has a great ambition to develop it to become an internationalized city. Under Hanoi Master Plan to 2030 and vision to 2050 by Decision 1259/QD-TTg, Hanoi has been reconstructing and reshaping greatly. Its population in 2020 is expected to reach 15 million inhabitants with green public transport system Metro and a huge increased demand on land transformation from natural spaces to dense concreted infrastructure. This current process poses multi-challenges for the current Hanoi City in terms of greening, urban microclimate and urban environment as well as social and physical impacts on its residents. In the recent few years, Hanoi has dynamically changed in particular by reducing the areas of urban greenspaces that play a vital role in maintaining good ecological and environmental characteristics of the city. Sentinel 2 data are used to investigate the change of urban greenspaces in inner Hanoi City during the timeframe from Oct. 2016 - Oct. 2018. Accuracy assessment is conducted by using Google Earth map and field survey data. Results show that urban greenspaces in inner Hanoi City were significantly declined in recent two years from 24 km^2 to 11.1 km^2, or equivalent to percentages of tree-coverage reduced from 15% to 7%, respectively, and with overall accuracies of 97% and 95% and Kappa coefficients of 0.94 and 0.92, respectively. Spatial patterns of eco-function services of urban greenspace are then investigated. Hotspots of risk heat areas are also highlighted in the map. The reduced accessibility and availability of urban greenspaces in inner Hanoi City reveal that the Hanoi citizens are urgently in needs of more greenspaces. It is advised that the Hanoi City Government and decision makers should take serious measures to enhance the greenness and the effectiveness of urban greenspaces for the benefits of citizen’s health. Also, it is indicated that Sentinel 2 data are well suitable for not only visualizing the urban greenspaces, but also offering the guidance for landscape planning and management at a city scale.

Keywords: urban greenspaces, Hanoi Master Plan, Sentinel 2, urban environment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Assessing performance of L-band SAR backscatter for above ground forest biomass estimation over complex topography

*Waqar Mirza Muhammad[1], Ji Yaqi[1], Josaphat Tetuko Sri Sumantyo[1], Hasil Khan[1]

1. Chiba University

Forest above ground biomass (AGB) estimation is always challenging using SAR backscatter over challenging topography because topographic introduce topographic and radiometric distortion in SAR images. These distortions can be corrected using topographic and radiometric correction methods but these methods are effective over moderate topography. Most of the forest in Pakistan exist over challenging topography. This research is an initial effort to estimate forest AGB of Gilgit-Baltistan, Pakistan. As Gilgit-Baltistan exist in the north of Pakistan, it lies at approximately 5000 m above the sea level. The prime goal of this research is to estimate above ground forest biomass using L-band SAR backscatter. For this, full polarimetric data of ALOS-2 was acquired. Terrain geometric and radiometric correction was performed and backscatter (σ o) was estimated. Resultant σ o was correlated with ground based forest AGB and regression analysis was performed. It was identified that σ HH – σ HV is most sensitive for biomass estimation.

Keywords: SAR, Biomass, Topography, Forest

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Feasibility Analysis of Engineering Monitoring Using the VLP-16 LiDAR Puck: A Case Study in Henglingshan Tunnel

*Zhen-Yu Wu[1], Shen Yu Hsiao[1], Yan-Jyun Lin[1], Ren-Jhih Yang[1]

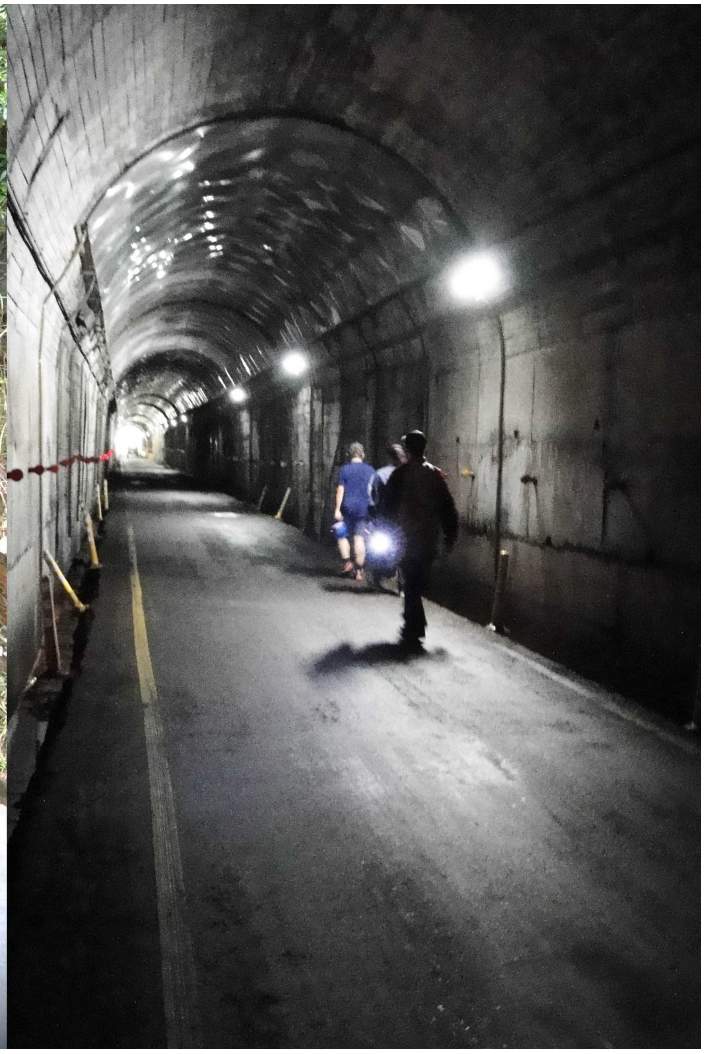
1. National Chung Hsing University

This study is aimed at monitoring structural stability of time series using a low-cost remote sensing instrument, the VLP-16 LiDAR Puck. Natural disasters, such as typhoons and earthquakes, usually cause hidden damaged on engineering structures. In the past, structural stability monitoring can be done by a traditional 3D laser scanner. However, the price is high. In the study, a small-scale and low-cost scanner, the VLP-16 LiDAR Puck, is used for tunnel deformation monitoring. The study location is in the Henglingshan Tunnel, Taichung, Taiwan. This tunnel is almost 400m long and its appearance is shown in the attached figure. The results from the VLP-16 LiDAR Puck is well compared with those from the Reigl VZ-1000 LiDAR scanner. The comparisons between two scanners include their spatial resolution, accuracy, practicality, convenience, and cost–performance ratio. If the VLP-16 LiDAR Puck is proven to be feasible for tunnel deformation monitoring, we will further investigate its practicality on the other engineering structure monitoring, such as retaining walls, buildings, bridges, and sand-blocking dams.

Keywords: Remote sensing, LiDAR, Tunnel deformation monitoring

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.





©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-GG 地理学

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_8

[H-GG01] Human-Natural system interactions and solutions for environmental management

コンビーナ:Yuei-An Liou(National Central University)

Natural system, environmental quality, and anthropogenic processes interact with each other closely. Environmental changes and their causes increase the needs to address the consequences taking place in the structural and functional ecosystems. Much progress of anthropogenic activities has been made and significantly improves social economics. However, human system has been altering and raising burden on the natural system by alerting land use and land cover, bringing up water, soil and air pollution, changing regional and global climate, and increasing frequency of natural disasters, e.g., floods, landslides. Planners are increasingly pressured by the challenges in balance between demands and development, while lessening the detrimental impact of social processes on environment. Remote sensing and GIS have been proven with their advantages in providing data and tools to model and visualize spatiotemporally environmental changes and influential factors so that practical policy for environmental protection and management can be proposed.
This session seeks for papers on advancements in the development of techniques and models with remote sensing and GIS to contribute environmental applications, to exhibit and visualize influences of human activities on environmental changes, and to improve understanding of the relationship between anthropogenic activities and natural system and climate patterns. Solutions for environmental management in short- and long-term visions are very welcome.

[HGG01-P01] Feasibility assessment of constructing high-resolution 3D panoramic images using the VLP-16 LiDAR Puck

*Yan-Jyun Lin[1]、Shen Yu Hsiao[1]、REN-JHIH YANG[1]、Zhen-Yu Wu[1] (1.National Chung Hsing University)

[HGG01-P02] The environmental impact of mountaineering in the Mt. Manaslu region

*下嶋 聖[1] (1.東京農業大学)

[HGG01-P03] Understanding human system vulnerability to typhoon for Improved Adaptive Capacity

*Kim-Anh Nguyen[1]、Yuei-An Liou[1] (1.Center for Space and Remote Sensing Research, National Central University)

[HGG01-P04] Environmental Impact Evaluation of Solar Park Project in Western Desert, Minia, Egypt.

*Ramadan Gamal Abdelrehim[1]、Josaphat Tetuko Sri Sumantyo[1] (1.Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University)

[HGG01-P05] Peatland Assessment Based on DInSAR approach by using ALOS-2 PALSAR-2 Data in Kalimantan, Indonesia

*Joko Widodo[1]、Josaphat Tetuko Sri Sumantyo[1]、Daniele Perissin[2]、Katsunoshin Nishi[1]、Pakhrur Rozi[1] (1.JMRSL - Josaphat Microwave Remote Sensing Laboratory Center for Environmental Remote Sensing Graduate School of Advanced Integration Science Chiba University、2.Sarproz, Razer Limited, Hongkong)

[HGG01-P06] Development of Nanosatellite for Ionospheric Measurement for Earthquake Prediction

*Peberlin Parulian Sitompul[1]、Josaphat Tetuko Sri Sumantyo[2] (1.Chiba University, and Indonesia National Institute of Aeronautic and Space、2.Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University)

Feasibility assessment of constructing high-resolution 3D panoramic images using the VLP-16 LiDAR Puck

*Yan-Jyun Lin[1], Shen Yu Hsiao[1], REN-JHIH YANG[1], Zhen-Yu Wu[1]

1. National Chung Hsing University

We use the low-cost LiDAR sensor “the VLP-16 LiDAR Puck” to capture the surrounding scene for building high-resolution 360° panoramic images. The VLP-16 LiDAR Puck is mounted on a portable automatic lifting platform(see the attached figure) to increase spatial resolution while doing the experiments. The study locations include buildings, landslide areas, and soil&water conservation structures. The results from the VLP-16 LiDAR Puck will be well compared with those from the high-cost LiDAR sensors “the Trimble TX8” and ”The RIEGL VZ-1000”. The comparisons between three LiDAR sensors include their spatial resolution, accuracy, practicality, convenience, and cost–performance ratio. Overall, the purpose of this research is to analyze the feasibility of constructing high-resolution 3D panoramic images with the VLP-16 LiDAR Puck for applications of soil&water conservation. We also hope this new technique of remote sensing can contribute to environmental monitoring and anthropogenic activities.

Keywords: the VLP-16 LiDAR Puck, 3D panoramic images, remote sensing

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The environmental impact of mountaineering in the Mt. Manaslu region

*下嶋 聖[1]
*Hijiri SHIMOJIMA[1]

1. 東京農業大学
1. Tokyo University of Agriculture

Manaslu is one of the 8,000-meter peaks ranking as the 8th highest peak in the world, located 130 km northwest of Kathmandu, the capital of Nepal. Since Manaslu's normal route (general climbing route) is relatively less difficult, the number of Manaslu's climbers have increased rapidly over the last 10 years. Sixty years have passed since Manaslu was first conquered by a Japanese expedition. The popularity of its scaling and the rapidly growing tourism in the Nepal Himalayas after 1970 are noticeably affecting natural, social, and cultural environments in the area. This in turn, is creating serious environmental issues at the Manaslu Base Camp (4,800 m above mean sea level), the entry point for climbing Mt. Manaslu.
In this research, we aim to develop a system that can combine high resolution imagery and Digital Surface Model (DSM) in the base camp and simple monitoring into one method in order to estimate the environmental burden associated with the climbing activities in the Manaslu Base Camp. We performed aerial photography of the base camp using Unmanned Aerial Vehicle (UAV) and created DSM from Structure from Motion (SfM) of the obtained images. At the same time, positioning data of the feature was acquired through a Differential Global Positioning System (DGPS) survey, and a 3D topographic map was created.
The geographical area covered in this study is the Manaslu Base Camp in the Manaslu Conservation Area’s, Gorkha District which is located in Northwest Nepal. In order to elucidate the actual usage of the Manaslu Base Camp, a field survey was carried out in August, 2016 at and around the Manaslu Base Camp using UAV. We conducted the following investigations at the Manaslu Base Camp: survey of the Base Camp, questionnaires to all the mountaineering parties at the Base Camp. We monitored the actual usage of the Manaslu Base Camp in order to clarify the number of tents and their locations by photointerpretation using high resolution satellite images. In the survey of the Base Camp using UAV, we acquired a high resolution image using Phantom 4 of DJI. Using the obtained high resolution image, 3D terrain data and an ortho mosaic image was generated from the SfM, and a map of the Manaslu base camp was created. In the DGPS base camp survey, we recorded location information of features such as tents, toilets and routes in the Manaslu base camp.
A topographical survey of the Base Camp was conducted to pinpoint the location of each tent and to grasp the topographical features of the area. We were probably the first in the world to create a topographical map of the Manaslu Base Camp that shows detailed positioning of the campsite. There were 32 kitchen tents, 58 toilet tents, 42 altars (places to pray for safe climbs) in the post-monsoon season. The resolution of the obtained high-resolution image was 0.009 m.
Inquiries were made to every party staying at the Manaslu Base Camp in 2016 August. The questionnaires enquired about the following information: Number of members in each party; number of belongings brought in and out; number of donkeys used to carry equipment; and environmental considerations taken by each party.
A few of the findings of this study in August 2016 at and around the Manaslu Base Camp are as follows. (1) A topographical map of Base Camp was prepared pinpointing the location of each and every tent of the area. We are the first in the world to prepare such topographical map of the Manaslu Base Camp using UAV. (2) The results of the questionnaires show that during the pre-monsoon period in 2016 an

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

astounding 46 tons of goods were brought into the Base Camp. Furthermore, over 780 donkeys were used for transportation. (3) Water quality research was also conducted at water collection points of the Base Camp. The water was found to be badly contaminated because of the urine and excrement of donkeys that were found scattered over the Base Camp.

キーワード：ヒマラヤ、GIS、UAV
Keywords: Himalaya, GIS, UAV

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Understanding human system vulnerability to typhoon for Improved Adaptive Capacity

*Kim-Anh Nguyen[1], Yuei-An Liou[1]

1. Center for Space and Remote Sensing Research, National Central University

Typhoon is one of the most natural disastrous phenomena that have devastating impacts on human system around the world. In the context of climate change, Asian countries particularly in tropical climate zone with high humidity and unevenly-distributed abundant precipitation tend to have frequent occurrence of typhoons and flooding. Here, we present a conceptual framework that incorporates 21 indicators across three dimensions, including vulnerability, exposure/sensitivity, and adaptive capacity to classify vulnerability and adaptive capacity (VAC) using geospatial techniques at regional scales over Vietnam. Results indicate that large spatial differences in VAC are obtained and identify top-priority regions that need enhanced adaptation to typhoons. The Southern Coastal area, South East and Red River Delta exhibit high and very high vulnerability because their physical features tend to be affected by the intensity of typhoons that frequently cross these parts. The lower Mekong Delta and Northern Coastal areas are vulnerable to typhoon-driven flood threats and, in particular, compounded by sea-level rise. Findings of this study are useful in making efficient policy decisions to minimize vulnerability to typhoons in Vietnam. In addition, the framework can be potentially applied to the other regions.

Keywords: human system vulnerability, Typhoon, Adaptive capacity, Geospatial techniques

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Environmental Impact Evaluation of Solar Park Project in Western Desert, Minia, Egypt.

*Ramadan Gamal Abdelrehim[1], Josaphat Tetuko Sri Sumantyo[1]

1. Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University

More than 95% of the Egyptian lands are desert, Groundwater in this arid desert area is considered as a very valuable and unique source of water for agricultural and manufacturing development projects; therefore environmental impact evaluation of these projects is very important step to protect groundwater from pollution. Three geophysical techniques used for groundwater exploration and upper geological layers evaluation, these techniques are, Vertical electrical sounding, two dimension electrical imaging, and Time Domain electromagnetic techniques. And depending on this study we described the hydro-geological settings of the area, detect the best locations for drilling groundwater wells, safe environmental injection points, and finally safe environmental landfill.

Keywords: Geophysics, Groundwater, Environmental evaluation, Arid Desert lands

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Peatland Assessment Based on DInSAR approach by using ALOS-2 PALSAR-2 Data in Kalimantan, Indonesia

*Joko Widodo[1], Josaphat Tetuko Sri Sumantyo[1], Daniele Perissin[2], Katsunoshin Nishi[1], Pakhrur Rozi[1]

1. JMRSL - Josaphat Microwave Remote Sensing Laboratory Center for Environmental Remote Sensing Graduate School of Advanced Integration Science Chiba University, 2. Sarproz, Razer Limited, Hongkong

Indonesia has the lagerst tropical peatland ecosystem in the world around 22 million hectares separate in Sumatera Island, Kalimantan Island, and Papua island. Peatlands can be a source of food, clean water, and provide other benefits for the surrounding community. Peatland is also useful for preventing drought, flooding and mixing salt water for irrigation in agricultural areas. Peatlands are important for biodiversity because they are home to rare species. Peatlands play an important role in climate change mitigation and adaptation. Since subsidence is important phenomenon in peatland, DInSAR provide ability and effective aproach to detect subsidence in peatland area. Subsidence phenomenon in peatland related with groundwater table, carbon emision, and others. In this research, DInSAR is very effective as a basis for an approach to conducting peatland assessment in Kalimantan.

Keywords: DInSAR, Peatland, Assessment, ALOS 2 PALSAR 2

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Development of Nanosatellite for Ionospheric Measurement for Earthquake Prediction

*Peberlin Parulian Sitompul[1], Josaphat Tetuko Sri Sumantyo[2]

1. Chiba University, and Indonesia National Institute of Aeronautic and Space, 2. Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University

Indonesia is located at equatorial region and also has long coastline that often suffer the earthquakes. In some cases, ionospheric activity level increases just before to an earthquake event and shows a different behaviour 5–10 days before the event, when the seismic event has a magnitude greater than 4–4.5 degrees. The nanosatellite development is very important to get more ionospheric data and reletively cheaper than bigger satellite.

Keywords: Nanosatellite, Circular polarization, Earthquake prediction, Ionosphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-GG 地理学

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_14

[H-GG01] Human-Natural system interactions and solutions for environmental management

コンビーナ:Yuei-An Liou(National Central University)

Natural system, environmental quality, and anthropogenic processes interact with each other closely. Environmental changes and their causes increase the needs to address the consequences taking place in the structural and functional ecosystems. Much progress of anthropogenic activities has been made and significantly improves social economics. However, human system has been altering and raising burden on the natural system by alerting land use and land cover, bringing up water, soil and air pollution, changing regional and global climate, and increasing frequency of natural disasters, e.g., floods, landslides. Planners are increasingly pressured by the challenges in balance between demands and development, while lessening the detrimental impact of social processes on environment. Remote sensing and GIS have been proven with their advantages in providing data and tools to model and visualize spatiotemporally environmental changes and influential factors so that practical policy for environmental protection and management can be proposed.
This session seeks for papers on advancements in the development of techniques and models with remote sensing and GIS to contribute environmental applications, to exhibit and visualize influences of human activities on environmental changes, and to improve understanding of the relationship between anthropogenic activities and natural system and climate patterns. Solutions for environmental management in short- and long-term visions are very welcome.

[HGG01-P01] Feasibility assessment of constructing high-resolution 3D panoramic images using the VLP-16 LiDAR Puck

*Yan-Jyun Lin[1]、Shen Yu Hsiao[1]、REN-JHIH YANG[1]、Zhen-Yu Wu[1] (1.National Chung Hsing University)

[HGG01-P02] The environmental impact of mountaineering in the Mt. Manaslu region

*下嶋 聖[1] (1.東京農業大学)

[HGG01-P03] Understanding human system vulnerability to typhoon for Improved Adaptive Capacity

*Kim-Anh Nguyen[1]、Yuei-An Liou[1] (1.Center for Space and Remote Sensing Research, National Central University)

[HGG01-P04] Environmental Impact Evaluation of Solar Park Project in Western Desert, Minia, Egypt.

*Ramadan Gamal Abdelrehim[1]、Josaphat Tetuko Sri Sumantyo[1] (1.Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University)

[HGG01-P05] Peatland Assessment Based on DInSAR approach by using ALOS-2 PALSAR-2 Data in Kalimantan, Indonesia

*Joko Widodo[1]、Josaphat Tetuko Sri Sumantyo[1]、Daniele Perissin[2]、Katsunoshin Nishi[1]、Pakhrur Rozi[1] (1.JMRSL - Josaphat Microwave Remote Sensing Laboratory Center for Environmental Remote Sensing Graduate School of Advanced Integration Science Chiba University、2.Sarproz, Razer Limited, Hongkong)

[HGG01-P06] Development of Nanosatellite for Ionospheric Measurement for Earthquake Prediction

*Peberlin Parulian Sitompul[1]、Josaphat Tetuko Sri Sumantyo[2] (1.Chiba University, and Indonesia National Institute of Aeronautic and Space、2.Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University)

Feasibility assessment of constructing high-resolution 3D panoramic images using the VLP-16 LiDAR Puck

*Yan-Jyun Lin[1], Shen Yu Hsiao[1], REN-JHIH YANG[1], Zhen-Yu Wu[1]

1. National Chung Hsing University

We use the low-cost LiDAR sensor “the VLP-16 LiDAR Puck” to capture the surrounding scene for building high-resolution 360° panoramic images. The VLP-16 LiDAR Puck is mounted on a portable automatic lifting platform(see the attached figure) to increase spatial resolution while doing the experiments. The study locations include buildings, landslide areas, and soil&water conservation structures. The results from the VLP-16 LiDAR Puck will be well compared with those from the high-cost LiDAR sensors “the Trimble TX8” and ”The RIEGL VZ-1000”. The comparisons between three LiDAR sensors include their spatial resolution, accuracy, practicality, convenience, and cost–performance ratio. Overall, the purpose of this research is to analyze the feasibility of constructing high-resolution 3D panoramic images with the VLP-16 LiDAR Puck for applications of soil&water conservation. We also hope this new technique of remote sensing can contribute to environmental monitoring and anthropogenic activities.

Keywords: the VLP-16 LiDAR Puck, 3D panoramic images, remote sensing

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The environmental impact of mountaineering in the Mt. Manaslu region

*下嶋 聖[1]
*Hijiri SHIMOJIMA[1]

1. 東京農業大学
1. Tokyo University of Agriculture

Manaslu is one of the 8,000-meter peaks ranking as the 8th highest peak in the world, located 130 km northwest of Kathmandu, the capital of Nepal. Since Manaslu's normal route (general climbing route) is relatively less difficult, the number of Manaslu's climbers have increased rapidly over the last 10 years. Sixty years have passed since Manaslu was first conquered by a Japanese expedition. The popularity of its scaling and the rapidly growing tourism in the Nepal Himalayas after 1970 are noticeably affecting natural, social, and cultural environments in the area. This in turn, is creating serious environmental issues at the Manaslu Base Camp (4,800 m above mean sea level), the entry point for climbing Mt. Manaslu.
In this research, we aim to develop a system that can combine high resolution imagery and Digital Surface Model (DSM) in the base camp and simple monitoring into one method in order to estimate the environmental burden associated with the climbing activities in the Manaslu Base Camp. We performed aerial photography of the base camp using Unmanned Aerial Vehicle (UAV) and created DSM from Structure from Motion (SfM) of the obtained images. At the same time, positioning data of the feature was acquired through a Differential Global Positioning System (DGPS) survey, and a 3D topographic map was created.
The geographical area covered in this study is the Manaslu Base Camp in the Manaslu Conservation Area’s, Gorkha District which is located in Northwest Nepal. In order to elucidate the actual usage of the Manaslu Base Camp, a field survey was carried out in August, 2016 at and around the Manaslu Base Camp using UAV. We conducted the following investigations at the Manaslu Base Camp: survey of the Base Camp, questionnaires to all the mountaineering parties at the Base Camp. We monitored the actual usage of the Manaslu Base Camp in order to clarify the number of tents and their locations by photointerpretation using high resolution satellite images. In the survey of the Base Camp using UAV, we acquired a high resolution image using Phantom 4 of DJI. Using the obtained high resolution image, 3D terrain data and an ortho mosaic image was generated from the SfM, and a map of the Manaslu base camp was created. In the DGPS base camp survey, we recorded location information of features such as tents, toilets and routes in the Manaslu base camp.
A topographical survey of the Base Camp was conducted to pinpoint the location of each tent and to grasp the topographical features of the area. We were probably the first in the world to create a topographical map of the Manaslu Base Camp that shows detailed positioning of the campsite. There were 32 kitchen tents, 58 toilet tents, 42 altars (places to pray for safe climbs) in the post-monsoon season. The resolution of the obtained high-resolution image was 0.009 m.
Inquiries were made to every party staying at the Manaslu Base Camp in 2016 August. The questionnaires enquired about the following information: Number of members in each party; number of belongings brought in and out; number of donkeys used to carry equipment; and environmental considerations taken by each party.
A few of the findings of this study in August 2016 at and around the Manaslu Base Camp are as follows. (1) A topographical map of Base Camp was prepared pinpointing the location of each and every tent of the area. We are the first in the world to prepare such topographical map of the Manaslu Base Camp using UAV. (2) The results of the questionnaires show that during the pre-monsoon period in 2016 an

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

astounding 46 tons of goods were brought into the Base Camp. Furthermore, over 780 donkeys were used for transportation. (3) Water quality research was also conducted at water collection points of the Base Camp. The water was found to be badly contaminated because of the urine and excrement of donkeys that were found scattered over the Base Camp.

キーワード：ヒマラヤ、GIS、UAV
Keywords: Himalaya, GIS, UAV

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Understanding human system vulnerability to typhoon for Improved Adaptive Capacity

*Kim-Anh Nguyen[1], Yuei-An Liou[1]

1. Center for Space and Remote Sensing Research, National Central University

Typhoon is one of the most natural disastrous phenomena that have devastating impacts on human system around the world. In the context of climate change, Asian countries particularly in tropical climate zone with high humidity and unevenly-distributed abundant precipitation tend to have frequent occurrence of typhoons and flooding. Here, we present a conceptual framework that incorporates 21 indicators across three dimensions, including vulnerability, exposure/sensitivity, and adaptive capacity to classify vulnerability and adaptive capacity (VAC) using geospatial techniques at regional scales over Vietnam. Results indicate that large spatial differences in VAC are obtained and identify top-priority regions that need enhanced adaptation to typhoons. The Southern Coastal area, South East and Red River Delta exhibit high and very high vulnerability because their physical features tend to be affected by the intensity of typhoons that frequently cross these parts. The lower Mekong Delta and Northern Coastal areas are vulnerable to typhoon-driven flood threats and, in particular, compounded by sea-level rise. Findings of this study are useful in making efficient policy decisions to minimize vulnerability to typhoons in Vietnam. In addition, the framework can be potentially applied to the other regions.

Keywords: human system vulnerability, Typhoon, Adaptive capacity, Geospatial techniques

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Environmental Impact Evaluation of Solar Park Project in Western Desert, Minia, Egypt.

*Ramadan Gamal Abdelrehim[1], Josaphat Tetuko Sri Sumantyo[1]

1. Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University

More than 95% of the Egyptian lands are desert, Groundwater in this arid desert area is considered as a very valuable and unique source of water for agricultural and manufacturing development projects; therefore environmental impact evaluation of these projects is very important step to protect groundwater from pollution. Three geophysical techniques used for groundwater exploration and upper geological layers evaluation, these techniques are, Vertical electrical sounding, two dimension electrical imaging, and Time Domain electromagnetic techniques. And depending on this study we described the hydro-geological settings of the area, detect the best locations for drilling groundwater wells, safe environmental injection points, and finally safe environmental landfill.

Keywords: Geophysics, Groundwater, Environmental evaluation, Arid Desert lands

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Peatland Assessment Based on DInSAR approach by using ALOS-2 PALSAR-2 Data in Kalimantan, Indonesia

*Joko Widodo[1], Josaphat Tetuko Sri Sumantyo[1], Daniele Perissin[2], Katsunoshin Nishi[1], Pakhrur Rozi[1]

1. JMRSL - Josaphat Microwave Remote Sensing Laboratory Center for Environmental Remote Sensing Graduate School of Advanced Integration Science Chiba University, 2. Sarproz, Razer Limited, Hongkong

Indonesia has the lagerst tropical peatland ecosystem in the world around 22 million hectares separate in Sumatera Island, Kalimantan Island, and Papua island. Peatlands can be a source of food, clean water, and provide other benefits for the surrounding community. Peatland is also useful for preventing drought, flooding and mixing salt water for irrigation in agricultural areas. Peatlands are important for biodiversity because they are home to rare species. Peatlands play an important role in climate change mitigation and adaptation. Since subsidence is important phenomenon in peatland, DInSAR provide ability and effective aproach to detect subsidence in peatland area. Subsidence phenomenon in peatland related with groundwater table, carbon emision, and others. In this research, DInSAR is very effective as a basis for an approach to conducting peatland assessment in Kalimantan.

Keywords: DInSAR, Peatland, Assessment, ALOS 2 PALSAR 2

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Development of Nanosatellite for Ionospheric Measurement for Earthquake Prediction

*Peberlin Parulian Sitompul[1], Josaphat Tetuko Sri Sumantyo[2]

1. Chiba University, and Indonesia National Institute of Aeronautic and Space, 2. Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University

Indonesia is located at equatorial region and also has long coastline that often suffer the earthquakes. In some cases, ionospheric activity level increases just before to an earthquake event and shows a different behaviour 5–10 days before the event, when the seismic event has a magnitude greater than 4–4.5 degrees. The nanosatellite development is very important to get more ionospheric data and reletively cheaper than bigger satellite.

Keywords: Nanosatellite, Circular polarization, Earthquake prediction, Ionosphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-GG 地理学

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | 102 1F

[H-GG02] 自然資源・環境の利用・変化・管理：社会科学と地球科学の接点

コンビーナ:大月 義徳(東北大学大学院理学研究科地学専攻環境地理学講座)、上田 元(一橋大学・大学院社会学研究科)、古市 剛久(北海道大学理学研究院)、佐々木 達(宮城教育大学)、座長:大月 義徳、上田 元

本セッションでは，様々な地域の様々な自然環境における臨地研究の成果とそれについての方法論的・概念的考察に根ざして，自然資源と自然環境の人間社会による利用の実態や歴史，そのことによる変化，変化へ対応した管理をめぐる諸問題について討論する。ヒューマン・エコロジー的，地球科学的な幅広い観点から，人間による自然資源と自然環境の利用における在来知，環境史・環境誌，利用・管理にともなう自然資源と自然環境の劣化，気候変動の影響，さらにはそれらに連動した社会経済的変化や生計安全保障の問題，政治生態，臨地研究とマクロな視点の間のスケール・ギャップの問題などについて，議論を深める。

15:30 ~ 15:45

[HGG02-01] 火山ガラスのWDS分析に基づく土器の生産地同定
～中米・エルサルバドル、チャルチュアパ周辺地域のウスルタン式土器の分析事例～

*北村 繁[1]、村野 正景[2] (1.弘前学院大学社会福祉学部、2.京都文化博物館)

15:45 ~ 16:00

[HGG02-02] Preliminary magnetic biomonitoring study of the spatial distribution of roadside pollution using *Cryptomeria japonica* tree bark

*澤田 渚[1]、川崎 一雄[1] (1.富山大学)

16:00 ~ 16:15

[HGG02-03] Preliminary environmental magnetic results from heavy metal contamination around the Erdenet Cu-Mo deposit, Mongolia.

*川崎 一雄[1]、砺波 竜樹[2]、ツェツェゲー ソロンゴ[3]、ガンフレル バーサンスレン[3]、福士 圭介[4] (1.富山大学大学院理工学研究部（都市デザイン学）、2.富山大学理学部地球科学科、3.金沢大学、4.金沢大学環日本海域環境研究センター)

16:15 ~ 16:30

[HGG02-04] 自然資源・環境としての土砂と土砂移動

*古市 剛久[1]、若狭 幸[2]、水垣 滋[3]、布川 雅典[3] (1.北海道大学大学院農学研究院、2.秋田大学大学院国際資源学研究科、3.土木研究所寒地土木研究所)

16:30 ~ 16:45

[HGG02-05] 牡蠣養殖業より発生する竹廃材の地域資源化の試み

*西城 潔[1] (1.宮城教育大学)

16:45 ~ 17:00

[HGG02-06] 宮城県大崎市における世界農業遺産の認定とその地域的影響

*佐々木 達[1] (1.宮城教育大学)

火山ガラスのWDS分析に基づく土器の生産地同定 ～中米・エルサルバドル、チャルチュアパ周辺地域のウスルタン式土器の分析事例～

Source identification of pottery based on chemical analysis of volcanic glass contained in ceramic paste - Example for Usultan pottery in Chalchuapa, El Salvador, Central America -

*北村 繁[1]、村野 正景[2]
*Shigeru Kitamura[1], Masakage Murano[2]

1. 弘前学院大学社会福祉学部、2. 京都文化博物館
1. Faculty of Social Welfare, Hirosaki Gakuin University, 2. The Museum of Kyoto

火山地域では、土器材料のひとつとして火山灰を用いることが少なくない。このため、土器胎土に含まれる火山ガラスの化学組成をＸ線マイクロアナライザーで分析し、土器製作に用いられた火山灰層を明らかにすることで、土器の生産地や当時の流通など、考古学的に極めて重要な知見を得られる可能性が高い。そうした研究手法の開拓は、日本でも端緒についたばかりで、海外ではほとんど行われていないものの、メソアメリカ、特にエルサルバドルにおいては、後期更新世頃以降のテフラの火山ガラスの化学組成が既に波長分散型Ｘ線マイクロアナライザー（WDS）により分析されており、こうした研究の実現にじゅうぶんな基礎データが得られている。

本発表では、メソアメリカに広く出土する「ウスルタン式土器」（B.C.400頃～A.D.600頃）の産地同定を行う研究の手始めとして、中米・エルサルバドル共和国西部・チャルチュアパで出土したウスルタン式土器の破片２試料の胎土に含まれる火山ガラスの化学組成を、弘前大学理工学部のWDS（JEOL JXA-8800RL）で分析した。その結果、土器胎土中に含まれる火山ガラスの化学組成は、コアテペケカルデラを起源としてチャルチュアパ周辺に分布するアルセー・テフラ（Arce tephra；72ka）、特にその中位部層と一致が良く、また、他のテフラの火山ガラスは見出されなかった。こうしたことからみて、今回分析したウスルタン式土器は、チャルチュアパを含むアルセー・テフラの分布域で生産されたと考えられる。また、チャルチュアパ周辺では、Arceテフラの中位部層は、その上下の部層に比べて細粒であることから、特定の粒度のテフラ粒子を選択的に採取して土器製作に利用した可能性がある

キーワード：波長分散型X線マイクロアナライザー、胎土分析、アルセー・テフラ
Keywords: a wave-length-dispersive electron microprobe analyzer , analysis of ceramic paste, Arce tephra

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Preliminary magnetic biomonitoring study of the spatial distribution of roadside pollution using *Cryptomeria japonica* tree bark

*澤田 渚[1]、川崎 一雄[1]
*Nagisa Sawada[1], Kazuo Kawasaki[1]

1. 富山大学
1. University of toyama

Magnetic biomonitoring methods have been shown to be effective for monitoring roadside pollution. Most such studies have focused on tree leaves and only a few systematic magnetic investigations have reported on tree barks. However, tree barks could be an effective candidate for biomonitoring because tree barks can be sampled at any height above the ground. Our aim is test the efficiency of using the magnetic properties of *Crypotomeria japonica*, Japanese cedar tree, bark for monitoring roadside pollution and estimating the tree-dimensional distribution of roadside pollution. One bark sample was collected from the road-facing side of the tree and second from the forest-facing side. The samples were collected at heights of 0.5, 1.0, and 1.5 m from the ground at 18 sites along a local road in Suzu-city, Ishikawa, resulting in 108 samples in total. Stepwise isothermal remanent magnetization(IRM) acquisition and subsequent alternative field demagnetization tests indicate that the main magnetic minerals attached to the bark are pseudosingle-domain(PSD) magnetite and maghemite. The maximum saturation IRM intensities occur near the roadside and the intensities decrease rapidly by ~2 m from the roadside. Also, the higher the height above the ground, the lower is the observed SIRM intensity. Therefore, likely the magnetic minerals in tree barks are derived from passing vehicles. The results show that environmental magnetic measurements on tree barks are an effective method for estimating roadside pollution in three-dimensional space.

キーワード：磁気的モニタリング、沿道汚染、樹皮、石川県
Keywords: magnetic biomonitoring, roadside pollution, tree bark, Ishikawa

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Preliminary environmental magnetic results from heavy metal contamination around the Erdenet Cu-Mo deposit, Mongolia.

*川崎 一雄[1]、砺波 竜樹[2]、ツェツェゲー ソロンゴ[3]、ガンフレル バーサンスレン[3]、福士 圭介[4]
*Kazuo Kawasaki[1], Ryuki Tonami[2], Solongo Tsetsgee[3], Baasansuren Gankhurel[3], Keisuke Fukushi[4]

1. 富山大学大学院理工学研究部（都市デザイン学）、2. 富山大学理学部地球科学科、3. 金沢大学、4. 金沢大学環日本海域環境研究センター
1. Graduate School of Science and Engineering for Research, University of Toyama, 2. Department of Earth Sciences, University of Toyama, 3. Kanazawa University, 4. Institute of nature & Environmental Technology, Kanazawa University

The Erdenet Cu-Mo porphyry deposit in Mongolia is one of the largest mines in the world and it has been operating since 1978. The ore processing waste is pumped into a tailings pond that contains ~400 million tons of tailings and 15 million m^3 of supernatant water. Environmental magnetic results are reported here for surrounding topsoils, stream sediments and sediments from the pond. The rock magnetic analyses indicate that the main magnetic minerals are pseudosingle domain magnetite and/or partially oxidized magnetite with minor pyrrhotite. This magnetic mineralogy is consistent through all samples, indicating that the observed fluctuations of magnetic susceptibility and saturation isothermal remanent magnetization (SIRM) intensity record the abundance of magnetic minerals in the samples. Based on geochemical analyses of the topsoils and stream sediments, positive correlations are found between susceptibility and SIRM intensity with heavy metal concentrations such as Cr and Zn. Further, SIRM intensity showed a more positive correlation with heavy metal concentration than susceptibility, implying that some of magnetite may be substituted by metal ions. These results indicate that environmental magnetic monitoring, especially the SIRM intensity, can be a rapid and cost-effective method for studying the spatial distribution of heavy metals in the Erdenet area.

キーワード：環境磁気、重金属汚染、エルデネット銅・モリブデン鉱床、モンゴル
Keywords: Environmental magnetism, Heavy metal contamination, Erdenet Cu-Mo deposit, Mongolia

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

自然資源・環境としての土砂と土砂移動
Sediment and its movement as natural resources and environment

*古市 剛久[1]、若狭 幸[2]、水垣 滋[3]、布川 雅典[3]
*Takahisa Furuichi[1], Sachi Wakasa[2], Shigeru Mizugaki[3], Masanori Nunokawa[3]

1. 北海道大学大学院農学研究院、2. 秋田大学大学院国際資源学研究科、3. 土木研究所寒地土木研究所
1. Graduate School of Agriculture, Hokkaido University, 2. Graduate School of International Resource Sciences, Akita University, 3. Civil Engineering Research Institute for Cold Region

１．はじめに

森林や水などに比べて，土砂が自然資源であり環境を作り出している重要な要素であることは一般的にあまり認識されていない．本発表では，土砂の自然資源および環境としての価値と問題について整理してフィールドでの具体例として紹介し，分析上有用なアプローチの一つをレビューする．その上で今後の研究へ向けた展望を議論する．

２．土砂とは

「土砂（sediment）」とは粘土から巨礫まで様々な粒径の粒子の，基本的に非固結状態での集合を表す用語であり，その粒子には岩石砕屑物，火山噴出物，風化残留物，生物遺骸などが含まれる．吸着や析出などによって粒子の表面が他の起源の物質で覆われている場合もある．「debris」も「土砂」と訳されるが，大小の礫が混入している場合に使うことが多い．「堆積物（sediment）」の用語は運搬プロセスに馴染まない語感があり，そのため「堆積物」には「deposit」の訳語が当てられることもある．ここでは，粒径組成によらず，運搬プロセスにも違和感無く使える用語として「土砂（sediment）」を用いる．

３．自然資源および環境としての土砂の価値と問題

土砂は，建築物や土木構造物の材料として，また有機物を含んだ土砂は肥料として利用され，堆積した土砂は国土や農地としての地形（平地，河岸・河床，海岸・海浜）を作り，その地形が動植物の生息地（生息環境）を形成するなど，人間活動や生態系に対して便益を与えている．その一方，土砂が様々な問題を生じさせている場合もある．1) 日本を含め世界各地で発生している土砂災害は最も重大な問題の一つであり，その他にも，2) ミャンマーの湖での急激な埋積に伴う水質変化や水上交通障害，3) オーストラリア・グレートバリアーリーフ沿海での浮遊土砂（水質）問題，4) セルビアの鉱山での選鉱くず（土砂）流出に伴う重金属汚染，5) 日本を含めた世界各地での土砂不足による河床低下や海岸侵食，6) そうした地形の変化や粒径の変化による動植物の生息場環境の劣化など，様々な事例が報告されている．このように，土砂が引き起こしている問題の多くは人間活動を原因としており，また極端な大雨（気候変動にも関連）や地震が原因となる場合もある．

４．分析の枠組みとしての「土砂収支」

土砂が引き起こす問題の多くは，急激な侵食（流出）や堆積（流入）によって引き起こされる場合が多い．その侵食（source）と堆積（sink），および対象地域外部への流出（output）の3者をリンクさせ，包括的かつ量的に土砂移動の実態を示す分析上の枠組みが提案され活用されているが，それが「土砂収支（sediment budgets）」と呼ばれるものである．一種のフローチャートである土砂収支は，問題が発生しているサイトでの土砂移動の実態を平易に説明する手段でもあるため，問題への対応へ向けた基本情報としても大いに活用できる．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

５．展望

土砂は自然資源であり環境の一部だという認識を，研究界を含めて，より広めていく必要があるように思われる．そして，土砂移動の変化が引き起こす多様な影響を，便益と問題の両面から多面的に科学の立場で分析していくことが求められている．その分析には地球科学，生態科学，社会科学といった多分野の協力が一層必要になるだろう．

キーワード：土地、農業、生息地、選鉱くず、土砂災害、土砂収支
Keywords: Land, Agriculture, Habitat, Mine tailing, Sediment disaster, Sediment budgets

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

牡蠣養殖業より発生する竹廃材の地域資源化の試み
Reutilization of waste bamboo from oyster farming

*西城 潔[1]
*KIYOSHI SAIJO[1]

1. 宮城教育大学
1. Miyagi University of Education

宮城県松島湾の牡蠣養殖業では、竹（モウソウチク）で組んだ養殖棚や養殖筏が用いられている。海水に浸かった竹は約３年で劣化し、新しい竹に交換されるが、その際に大量の竹廃材が発生する。こうした竹廃材は、松島湾全体で年間4-5万本発生していると推定される。本発表では、こうした竹廃材の炭化による地域資源化の可能性について検討した結果を報告する。

キーワード：牡蠣養殖、廃材、地域資源、環境改善
Keywords: oyster farming, waste bamboo, local resource, environmental improvement

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

宮城県大崎市における世界農業遺産の認定とその地域的影響
Regional Impacts of Globally Important Agricultural Heritage Systems in Osaki City, Miyagi Prefecture

*佐々木 達[1]
*Toru Sasaki[1]

1. 宮城教育大学
1. Miyagi University of Education

世界農業遺産とは，世界的に重要かつ伝統的な農林水産業を含む地域を国際連合食糧農業機関（FAO）が認定する制度であり，世界で21ヶ国54地域，日本では11地域が認定されている(農林水産省)。

本研究で対象とする宮城県大崎市は，平成29年に大崎地域1市4町(大崎市、色麻町、加美町、涌谷町、美里町)が東北初となる世界農業遺産(持続可能な水田農業を支える『大崎耕土』の伝統的水管理システム)に認定された。この認定により伝統的な水管理システムや農業が育む文化，生物多様性，美しい農村の景観などの重要性を再認識し，次世代へ継承されることが期待されている。大崎地域は水資源が豊富であることから古くから稲作農業が盛んであり，東部の平場水田地帯から西部の山間地帯まで自然条件を活用した良質米産地としての地位を築いてきた。しかし，稲作の経営条件は1990年代後半以降の急速な米価下落と農業従事者の高齢化によって大きく変化しつつある。世界農業遺産の認定は，持続可能な水田農業が評価されたにもかかわらず，その農業を持続的なものにしていく仕組みは存在しているのか。本報告では，世界農業遺産が地域の農業とくに自然資源の利用と管理にどのような影響をもたらす可能性があるのかを議論したい。

キーワード：世界農業遺産、水田農業、大崎市、持続可能性
Keywords: Globally Important Agricultural Heritage Systems, Paddy Field Agriculture, Osaki City, Sustainability

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] Eveningポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-GG 地理学

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_15

[H-GG02] 自然資源・環境の利用・変化・管理：社会科学と地球科学の接点

コンビーナ:大月 義徳(東北大学大学院理学研究科地学専攻環境地理学講座)、上田 元(一橋大学・大学院社会学研究科)、古市 剛久(北海道大学理学研究院)、佐々木 達(宮城教育大学)

本セッションでは，様々な地域の様々な自然環境における臨地研究の成果とそれについての方法論的・概念的考察に根ざして，自然資源と自然環境の人間社会による利用の実態や歴史，そのことによる変化，変化へ対応した管理をめぐる諸問題について討論する。ヒューマン・エコロジー的，地球科学的な幅広い観点から，人間による自然資源と自然環境の利用における在来知，環境史・環境誌，利用・管理にともなう自然資源と自然環境の劣化，気候変動の影響，さらにはそれらに連動した社会経済的変化や生計安全保障の問題，政治生態，臨地研究とマクロな視点の間のスケール・ギャップの問題などについて，議論を深める。

[HGG02-P01] Preliminary magnetic biomonitoring results of the spatial distribution of atmospheric particulate matter in Muroran, Japan

*柴田 広紀[1]、川崎 一雄[1] (1.富山大学)

[HGG02-P02] 昆虫食文化の社会的基盤とその変容ー長野県伊那市を事例にー

*小林 直樹[1] (1.国立大学法人　金沢大学)

[HGG02-P03] Cost sharing and free water policy in semi-arid rural Kenya

*上田 元[1] (1.一橋大学・大学院社会学研究科)

[HGG02-P04] 自然理解の背景となる物語の重要性：フィリピン・ヴィサヤ地域を例として

*伊藤 孝[1] (1.茨城大学教育学部)

[HGG02-P05] 西ケニア、ヴィクトリア湖岸井戸分布地域における水文地形環境条件

*大月 義徳[1] (1.東北大学大学院理学研究科地学専攻環境地理学講座)

Preliminary magnetic biomonitoring results of the spatial distribution of atmospheric particulate matter in Muroran, Japan

*柴田 広紀[1]、川崎 一雄[1]
*Hiroki Shibata[1], Kazuo Kawasaki[1]

1. 富山大学
1. University of Toyama

Magnetic biomonitoring techniques have been shown to be rapid, cost-effective and useful methods for investigating spatial distribution of air pollution. However, a few studies have been reported such magnetic monitoring in Japan due to: a) lots of volcanos that supply great amount of magnetically-enhanced fly ashes; and, b) the dense population that cause huge amounts of magnetic noise. Here we report environmental magnetic results for the materials deposited on *Sasa kurilensis*, or dwarf bamboo, around the city center of Muroran, Japan. The dust on the leaves are wiped and analyzed their rock magnetic properties. Detailed rock magnetic and low temperature analyses show clearly that the main magnetic minerals in the dust are single to pseudosingle domain magnetite and/or partially oxidized magnetite, and the magnetic mineralogy on leaves' surface is consistent throughout the study area. Much higher saturation isothermal remanent magnetization intensity is observed at eastside of the heavy and chemical industrial area in the city and the local wind had generally come from west to east direction. These results indicate that magnetic biomonitoring using the leaves of dwarf bamboo can be a rapid, non-destructive and cost-effective method for studying the spatial distribution of atmospheric particulate matter derived from local industrial activities even in Japan.

キーワード：環境磁気学、矮小竹、大気粒子状物質、日本
Keywords: Environmental magnetism, Dwarf bamboo, Atmospheric particulate matter, Japan

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

昆虫食文化の社会的基盤とその変容ー長野県伊那市を事例にー
Social Foundations of Entomophagy and Its Transformation: A Case Study of Ina City, Nagano Prefecture

*小林 直樹[1]
*Naoki Kobayashi[1]

1. 国立大学法人　金沢大学
1. National University Corporation Kanazawa University

昆虫は近年，その栄養価等から新たな食資源として世界的に注目されている．背景には世界的な人口増加に伴う食材要求の増加への対応や，家畜生産や過放牧による環境汚染や森林衰退等の課題解決が求められるといった食料安全保障の問題がある．食資源として昆虫が取り上げられる一方，日本ではかつては全国各地で昆虫を食べる文化がみられたが，現在は一部地域でのみ食文化として残っている．本稿では，現在も昆虫を食べる文化が残る地域として長野県伊那市を取り上げ，昆虫食文化を支えてきた地域の主体とその過去からの変容状況を調べることで，昆虫食の成立，継続する条件を考察した．その結果，以下のことが明らかとなった．

調査対象地域の昆虫食の実態として，現在でも多くの住民が昆虫を食べる習慣を持っており，昆虫を地域の食材，食文化として認識していた．ただし，消費頻度や消費量は減少傾向にあり，若い世代ほど昆虫を食べる習慣がない者の割合が高いことも判明した．また，以前は住民自身が農地や山林，河川で昆虫を採取し家庭で調理，消費していたものが，現在では多くの住民が量販店等で調理済みの昆虫製品を購入するスタイルに変化していることも明らかとなった．そうした変化の背景として，就業形態の変化や高齢化，人口減少による農地の減少や環境変化による昆虫の個体数の減少等が主な原因となっていることが考えられる．なお，量販店等で扱われる昆虫製品の原料としての昆虫は長野県外や海外のものが多いこともわかった．

さらに昆虫食文化を支えてきた地域の主体に注目すると，食用とされる昆虫の種類ごとに関わってきた主体は異なることが明らかとなった．入手が容易な昆虫は採取から消費までを家庭でおこなう住民が多い一方，入手に道具や技術が必要な昆虫については一部の住民が採取し，他の住民へのおすそわけや販売店に卸すことで供給する傾向がみられた．また原料供給地でみると，現在では多くの昆虫で先述したように原料を地域外に依存する傾向がみられるものの，以前と変わらず地域内の昆虫を原料として利用し続けているものも確認された．その他にも資源管理をおこなう団体の有無や特定の産業との関連が強い昆虫等，昆虫食に関わってきた地域の主体は多様であり，時代の変化に伴うその変化の結果もそれぞれ異なることがわかった．

調査よりこの地域の昆虫食文化には〇地域外原料，製品の増加(原料調達面)〇製造販売店の役割増大(流通面)〇消費者，消費量の減少(消費面)という変化がみられることがわかった．また，こうした変化に伴い，昆虫の供給や資源管理に関わってきた主体も変化してきたことがわかった．昆虫食文化を支えてきた地域の主体の変化は，地域内の昆虫の減少や採取者の減少といった変化に対応しており，現在は地域内の昆虫食文化が継続されているといえる．しかし，今後もこの文化が継承されるには，需要の減少や地域外からの原料供給が不安定になるといったリスクも考え，対策等を考える必要があると考えられる．またその際，昆虫ごとにその食文化を支えてきた地域の主体や流通体系は異なることを考慮する必要がある．

キーワード：昆虫食、食文化
Keywords: Entomophagy, Food culture

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Cost sharing and free water policy in semi-arid rural Kenya

*上田 元[1]
*Gen Ueda[1]

1. 一橋大学・大学院社会学研究科
1. Graduate School of Social Sciences, Hitotsubashi University

In Kilembwa and Kangii, rural areas of Machakos County, Central Kenya, the Government laid the waterworks in 1975, and the Mwala Water and Sanitation Company is now managing it. This waterworks has repeated a stop and restoration in the face of the high pumping cost from the Athi River, and it has a limit in water supply area. Therefore, local people are still depending on boreholes, reservoirs, sand dams, and water scooped from the bed of seasonal rivers. This situation will not change with the installation of a new water supply system (gravity-fed) planned by the Government.

The waterworks and boreholes with support of NGO, JICA, etc. in the study area have supplied water with the cost sharing principle, especially after the water sector reform by 2002 and the 2016 Water Acts. On the other hand, in 2013 and afterwards, the transfer of water supply authority from the National to County governments progressed, and in Machakos, the Governor and Members of County Assembly (MCAs) established many new boreholes towards the general elections in 2017, beginning to supply people free water. This study reports water uses among the people, the relation between cost sharing water provision and free water policy, and the influence of politicization of water provision on its socio-economic sustainability, especially focusing on the following two points.

(1) Catchment areas of water sources and water use
Many existing studies do not consider that water may be used for a productive purpose. This study therefore selected sample households supposing competition between domestic water use and water supply for dairy cattle. It conducted a household random sampling (20%) in 16 Kilembwa villages with the waterworks network nearby and comparatively many dairy cooperative members, and in 9 Kangii village with no waterworks and few cooperative members. It conducted around 200 interviews with these sampled households and cooperative members in the area.

(2) The influence of County free water policy on cost sharing principle of existing boreholes
An NGO-supported borehole with cost sharing principle started to operate in 2009, but it was suspended due to accounting problem of its water committee. The County Government, with an initiative of a local MCA, took over and rehabilitated it, and is supplying people free water from 2017. Views of the local administrative officers and water committee members on this free water policy are in disagreement: some are in the skeptical opinion which casts doubt on the financial strength after the next elections, and others credited the positive statement that understands and supports the policy as encouraging water supply to the poor and avoiding the accounting problem.

Since the cost sharing borehole supported and established by JICA in 2013 was located in the neighborhood of the above-mentioned rehabilitated county borehole with free water, the number of its users decreased, and in spite of water abundance, it stopped operating in 2017 after the vicious circle of a pump fuel financial deficit, a lowering utilization level, and rising "salt" concentration.

The study found some cases in which an NGO and church institution refused to make free their water

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

provision despite the request by the County Government and a ruling party MCA, and a case where the same request resulted in refusal and interruption of an NGO borehole development. This is because they tried to secure socioeconomic sustainability of water supply and avoid politicization of borehole provision by those in power.

キーワード：生活用水供給、農村地域、ケニア
Keywords: Domestic water supply, rural areas, Kenya

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

自然理解の背景となる物語の重要性：フィリピン・ヴィサヤ地域を例として

Importance of the stories as the background of nature understanding: an example in the Visayas, the Philippines

*伊藤 孝[1]
*Takashi Ito[1]

1. 茨城大学教育学部
1. Faculty of Education, Ibaraki University

子どもは自然との関わりあい，家族や周囲の人たちとの交流，また本やメディアを通してどのような自然観を獲得しているのだろうか。本研究では，フィリピン・ヴィサヤ地域在住の若者（おおむね20代）数10名を対象に，Skypeを介したインタビューを実施し，自然との付き合い方の事例を収集してきた。ここでは月，雨，森に対する理解・経験について紹介したい。

月：月の模様に関して，日本人にとってのウサギにあたるような共通のイメージはない。極端な場合，月表面に模様があることにほとんど関心が払わず子ども時代を過ごした例もあった。月食に関しては，バクナワという海竜が月を食べたから，という伝説があるが，その浸透度は半数程度である。一方，Gikaon sa Bakunawa（バクナワに食べられた）という言葉だけが生き残り，気付くと人が帰宅してしまっていたり，物がなくなったり，という場面でその言葉が発せされるケースがある。満月はネガティブに扱われていた。満月の夜は怪物・おばけが活発になる日として脅かされた経験を持っており，その日は早く帰宅するよう躾けの一環として使われていた。

雨：雨に対する印象も大きく日本人と異なっている。特に子ども時代は雨に対してとてもポジティブな印象を持っていたことが浮き彫りになった。雨は恵みであり，暑さを忘れさせる空からの贈り物という理解である。皆，雨のなか泥だらけになり，友達と走り回ったり，天然のシャワーとして身体を洗ったり，という経験を持っていた。一方で過剰な雨に対しては，指で作ったハサミ（チョキ）で雲や雨粒を切るという習慣も残るところがあった。また，帰宅後はシャワーを浴び直し服を着替える，ということに加え，水を沢山飲むよう促された経験がある者が約７割にのぼった。

森：森については，畏れを抱いている。また，人間以外の何かが住む場所，という教えが深く浸透している。その何か別のものに敬意を払う，もしくは邪魔をしないよう，森のなかではむやみに騒がず，指を差したりしない。また，森のなかに入り込むとき，特に古くて大きな木の脇を横切るとき，さらに用をたすときなど，Tabi tabi（Excuse me）と唱えることが現在も習慣として残っている。

フィリピンにおいてももちろん，学校教育では日本と同様，自然科学の一環として，月，雨，森は扱われている。一方で，今日においても，ここで紹介したような土着的な考えも浸透しており，現在も人びとの行動にも深く影響を及ぼしていることは記憶に留めたい。特に，フィリピンをフィールドとした自然研究・自然教育プログラム等を実施する場合は，充分な配慮が不可欠と考える。

キーワード：フィリピン、ヴィサヤ、自然、物語、昔話、伝説
Keywords: Philippines, Visayas, Nature, Stories, Folktales, Legends

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

西ケニア、ヴィクトリア湖岸井戸分布地域における水文地形環境条件
Hydrogeomorphological and environmental geographical land condition of groundwater use areas along the coast of Lake Victoria, west Kenya

*大月 義徳[1]
*Yoshinori OTSUKI[1]

1. 東北大学大学院理学研究科地学専攻環境地理学講座
1. Institute of Geography, Graduate School of Science, Tohoku University

The objectives of this presentation are to show and discuss about hydrogeomorphological and environmental geographical condition, supported groundwater resource used by drilled wells, of coastal areas of Lake Victoria, Kenya. Settlements in the areas are situated on the fluvial-colluvial lowlands and gentle slopes between the Rangwa composite caldera and the circular, outer Gwasi Hill, in the former Suba district (Homa Bay County).
The lowlands consist mainly of fluvio-colluvial deposits corresponding to principal aquifer, which has high permeability coefficient (1.0E-5 to 1.0E-6 m/s). In the vicinity of the groundwater observation points, water table depth exists 10 to 15 m below the current river bed (dissected valley bottom), approximately 25 m below the surface.
Environmental geographical conditions which are able to maintain the groundwater environment and use as described above will be shown in the presentation.

キーワード：地下水利用、水文地形学、環境地理学、ヴィクトリア湖、ケニア
Keywords: groundwater use, hydrogeomorphology, environmental geography, Lake Victoria, Kenya

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-QR 第四紀学

2019年5月26日(日) 10:45 ~ 12:15 | 102 1F

[H-QR05] 第四紀：ヒトと環境系の時系列ダイナミクス

コンビーナ:小荒井 衛(茨城大学理学部理学科地球環境科学コース)、池原 研(産業技術総合研究所地質情報研究部門)、兵頭 政幸(神戸大学　内海域環境教育研究センター)、座長:池原 研(産総研)、青木 かおり

人類誕生以来、ヒトは環境に適応しながら進化すると共に、固有の文化により特異な発展を成し遂げてきた。本セッションでは、過去の人類に影響を与えてきた気候、地形、地層，海洋、生物相の変化の解明とそれらの相互関係を総合的に論じることを通じて、今日われわれが直面するヒトー環境系の問題を様々な観点から提起する。第四紀におけるヒト-環境系の変化とその時間軸決定に関わる幅広い研究分野からの参加を歓迎する。

10:45 ~ 11:00

[HQR05-01] 地震による海底の擾乱とイベント堆積物の形成：海底堆積物を用いた地震履歴の解明に適した場所はどこか？

★招待講演

*池原 研[1] (1.産業技術総合研究所地質情報研究部門)

11:00 ~ 11:15

[HQR05-02] 珪藻遺骸群集を指標とした巨大津波襲来時における気仙沼湾における急激な環境変動とその後の環境復旧過程の復元

*鹿島 薫[1]、塩見 良三、福本 侑[3]、原口 強[2] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2.大阪市立大学大学院理学研究科、3.立命館大学)

11:15 ~ 11:30

[HQR05-03] **Niger Delta dynamic phase in the Gulf of Guinea during the last 20 ka: Panacea for the sustainable development of the region**

*Onema Christopher Adojoh[1]、Marret-Davies Fabienne[2]、Tetsuji Muto[3] (1.Missouri Univetrsity of Science and Technology, Rolla, USA, Dept of Geoscience, Geological and Petroleum Engineering, 1400 North Bishop, Post Code 65401、2.School of Environmental Sciences, University of Liverpool, L69 7ZT, UK、3.Nagasaki University, Japan, Dept of Environmental Science and Fisheries, 1-14 Bunkyomachi, Nagasaki, 8528521)

11:30 ~ 11:45

[HQR05-04] 関東平野東縁にMIS 5a-c海成段丘は存在するか？

★招待講演

*田村 亨[1,2]、岡崎 浩子[3]、中里 裕臣[4]、納谷 友規[1]、中島 礼[1] (1.産業技術総合研究所地質調査総合センター、2.東京大学新領域創成科学研究科、3.千葉県立中央博物館、4.農研機構)

11:45 ~ 12:00

[HQR05-05] 房総沖掘削コアC9010Eに介在するテフラ層序ー速報としてー

*青木 かおり[1]、小林 淳[1]、村田 昌則[1]、鈴木 毅彦[1] (1.首都大学東京火山災害研究センター)

12:00 ~ 12:15

[HQR05-06] 久慈川上流部棚倉付近における第四紀後期の河成段丘と河川争奪について

*加藤 佑一[1]、鈴木 毅彦[1] (1.首都大学東京大学院都市環境科学研究科)

地震による海底の擾乱とイベント堆積物の形成：海底堆積物を用いた地震履歴の解明に適した場所はどこか？
Disturbance of sea floor by large earthquake and formation of earthquake-induced event deposit: Where is a suitable location for deep-sea turbidite paleoseismology

*池原 研[1]
*Ken Ikehara[1]

1. 産業技術総合研究所地質情報研究部門
1. Institute of Geology and Geoinformation, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

海底堆積物中のイベント堆積物，特に細粒タービダイトを用いた地震履歴の解読が世界中の様々な場所で試みられてきている．地震履歴の解読のために適した場所は，地震のたびごとに海底堆積物の再移動現象が発生し，再移動してきた粒子が毎回堆積する場所になる．また，例えば南海トラフ域のように百年規模の間隔で再移動現象を起こしうる巨大地震が発生するような場所では，繰り返し堆積するイベント堆積物の間にこれらを識別するに十分な通常時の堆積物が堆積する必要がある．地震時に海底斜面の崩壊（海底地すべり）が発生し，その末端相としてタービダイトが形成されることがあることが報告されており，また巨大地震の際に発生する海底ケーブルの破断事故も海底地すべりあるいはこれに派生した混濁流の流下の結果と考えられてきた．海溝陸側斜面には多数の海底地すべり様の地形が認められるが，発生する地震に対してその数は多いとは言えない．また，掘削コアや音響地質断面から推定される海底地すべりの発生間隔は地震の間隔に比べて有意に大きい．一方，いくつかの場所における細粒タービダイトの堆積間隔はその場所の地震の発生間隔あるいは津波堆積物の堆積間隔と調和的であることも知られている．このことは海底堆積物中に確認できる細粒タービダイトを堆積させる機構が海底地形規模の海底地すべりの発生とは別のものである可能性を示唆する．最近，表層堆積物の再移動が細粒タービダイトを形成する，という考えが出され，これを支持する測定・観測結果が提出されてきた．これに基づけば，巨大地震間に斜面域に細粒タービダイトを形成するに十分な堆積物が堆積し，それが地震のたびごとに再移動して堆積する場所が履歴研究に適した場所として選定できる．地震時の斜面堆積物の応答と再移動する堆積物の量と細粒タービダイトが堆積する場が重要であり，堆積速度の速い海盆が重要な研究ターゲットになる．

キーワード：タービダイト、地震履歴、表層堆積物再堆積
Keywords: turbidite, paleoseismology, surface sediment remobilization

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

珪藻遺骸群集を指標とした巨大津波襲来時における気仙沼湾における急激な環境変動とその後の環境復旧過程の復元

The Diatom Assemblages as the Indicators for Huge Tsunami Sedimentations and Recover Processes of Environment at Kesennuma Bay, Tohoku, Japan

*鹿島 薫[1]、塩見 良三、福本 侑[3]、原口 強[2]
*Kaoru Kashima[1], Ryozo Shiomi, Yu Fukumoto[3], Tsuyoshi Haraguchi[2]

1. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2. 大阪市立大学大学院理学研究科、3. 立命館大学
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University, 2. Department of Geosicneces, Graduate School of Science, Osaka City University, 3. Ritsumeikan University

研究の目的

宮城県気仙沼湾は、東北地方太平洋沿岸に面している。その入り組んだ地形から、特異な潮流が生じており、これが湾内に浸食場および堆積場を規定している。気仙沼湾は、繰り返し津波災害を受けているが、1960年チリ津波、および2011年東北沖地震津波において、多くの死傷者を含む甚大な被害をこうむった。両津波においてその前後の海底地形を比較すると、津波に伴う潮流によって、最大で２ｍを越す、海底の洗掘と、津波土砂の堆積が確認された。そこで、この二つの津波に伴う海底下の津波堆積物を採取し、ＣＴなどによる堆積構造の観察に加えて、堆積物中の珪藻遺骸を用いて、津波に伴う堆積過程の詳細な復元を試みた。これによって、周期的に繰り返される津波の押し波と引き波について、その流動過程の詳細な復元が可能となる。

珪藻は、珪酸質の殻をもつ単細胞の藻類であるが、その殻は堆積物中で保存されやすい。珪藻は環境指標として用いられることが多いが、泥～シルトサイズの物質の流動と堆積過程の復元の指標としても用いることが、本研究の特徴である。

研究で用いた試料

研究に用いた試料は、以下の通りである。
(1)湾内において2010年、2012年および2014年に採取された海底表層堆積物（27地点）
(2)1960年チリ津波に伴う津波堆積場におけるボーリング掘削試料（2009年掘削3地点）
(3)2011年東北沖津波に伴う津波堆積場におけるボーリング掘削試料（2013年掘削3地点）
このうち、海底表層堆積物は、2011年東北沖地震津波の前後における湾内の海況の変動を復元するだけではなく、湾内海底のボーリングコア試料中の堆積環境の復元のための基礎データとして用いた。

研究結果

(1)気仙沼湾では、湾内海底表層に分布する珪藻遺骸は、内湾域に生息して種のほかに、河川などによって陸域から流入してきたもの（淡水種）、外洋から潮流によって湾内に流入してきたもの（外洋種）、さらに赤潮などの湾内の海況汚染によって生じたもの（赤潮指標種）などが混在している。2011年東北沖津波により湾内には大量の陸源土砂が流入し、それに伴い淡水生の珪藻遺骸の割合が増加したこと、2012年と2014年では赤潮指標種が増加しており、2011年東北沖津波による湾内の海況汚染は3年を経ても解消されていなかったことがわかった。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

(2)1960年チリ津波堆積物から、淡水生の珪藻遺骸と海水生の珪藻遺骸の割合が周期的に変動する過程が明らかとなった。1960年チリ津波においては、長周期（約1時間40分）の周期的な津波波の襲来が記録されており、それに伴う、津波の押し波（海域から湾内へ）と引き波（陸上から湾内へ）の堆積が見られている。
(3)2011年東北沖地震津波では、津波砂を伴う押し波堆積物の上位に、引き波に伴う淡水生珪藻遺骸を多く含む堆積物と、再度の押し波に伴う海水生珪藻遺骸を多く含む堆積物が周期的に堆積している。ここでは、津波初期からその後の津波波の挙動と、それに伴う湾内の堆積作用の変動が、詳細に復元することができた。

キーワード：珪藻遺骸、1960チリ地震津波、2011年東北地方太平洋沖地震津波、気仙沼湾、海底地形
Keywords: Diatom Assemblages, 1960 Valdivia Earthquake, 2011 Earthquake off the Pacific Coast of Tohoku, Kesenunuma Bay, Submarine Topography

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Niger Delta dynamic phase in the Gulf of Guinea during the last 20 ka: Panacea for the sustainable development of the region

*Onema Christopher Adojoh[1], Marret-Davies Fabienne[2], Tetsuji Muto[3]

1. Missouri Univetrsity of Science and Technology, Rolla, USA, Dept of Geoscience, Geological and Petroleum Engineering, 1400 North Bishop, Post Code 65401, 2. School of Environmental Sciences, University of Liverpool, L69 7ZT, UK, 3. Nagasaki University, Japan, Dept of Environmental Science and Fisheries, 1-14 Bunkyomachi, Nagasaki, 8528521

The Niger Delta is ideally located in a region of great sensitivity to climate change and sea level fluctuations and offers the possibility to provide insights on Late Quaternary environmental change in Equatorial West Africa. In comparison with other major tropical deltas, this deltaic system’ s response to past climate change and sea level fluctuations during the last 20 ka is poorly understood due limited studies in the basin. This presentation documents the detailed analyses of a multi-proxy dataset collected from three gravity cores obtained from the shallow margin of the Niger Delta to fill this scientific knowledge gap. The dataset included sedimentology, grain size, geochemistry, calcareous nannoplankton, foraminifera, and palynomorphs. The study hypothesised that the dynamics of the Intertropical Convergence Zone (ITCZ) and sea level fluctuation played a major role in shaping the landscape in the Niger Basin and adjacent coastal regions.

The palynological sequences defined in the three gravity cores show very similar fluctuations; afromontane forest (Podocarpaceae), freshwater swamp (Cyperaceae), savannah (Poaceae) and lowland rainforest (Polypodiaceae) dominated the late glacial and deglaciation periods, followed by the development of mangrove vegetation (Rhizophoraceae) during the interglacial in Early to mid-Holocene. These records suggest dry conditions and lower sea level during the late glacial and deglaciation periods, and warm conditions leading to the rise of the sea level during the interglacial.

The two stages of evolution at different periods has resulted in an improved understanding of the paleoenvironmental dynamics for the sustainable development of the region.

Keywords: Niger Delta, Deltaic Environment, Late Quaternary, Sustainable Development

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

関東平野東縁にMIS 5a-c海成段丘は存在するか？
K-feldspar post-IR IRSL ages suggest the presence of MIS 5a–c marine terraces in the eastern margin of the Kanto Plain, central Japan

*田村 亨[1,2]、岡崎 浩子[3]、中里 裕臣[4]、納谷 友規[1]、中島 礼[1]
*Toru Tamura[1,2], Hiroko Okazaki[3], Hiroomi Nakazato[4], Tomonori Naya[1], Rei Nakashima[1]

1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター、2. 東京大学新領域創成科学研究科、3. 千葉県立中央博物館、4. 農研機構
1. Geological Survey of Japan, AIST, 2. Graduate School of Frontier Sciences, University of Tokyo, 3. Natural History Museum and Institute, Chiba, 4. National Agriculture and Food Research Organization

プレート境界の三重会合点にほど近い関東平野には，日本列島最大の第四紀堆積盆が分布するが，その地殻変動像は古くて新しい問題である．最終間氷期（MIS 5e）に対比される海成段丘面が平野全体に広く発達し，その高度分布は全体的な隆起と部分的な隆起・沈降を示す．ただし，より長期では沈降していた堆積盆がいつからどのように隆起を始めたのかは明らかではない．相対的な沈降域とされる平野中央部では，MIS 5e以降の沈降速度の減少や沈降中心の移動が示唆される．また，隆起速度の大きい平野東端の飯岡台地では，MIS 5eに対比されてきた海成段丘の一部をMIS 5a～5cに対比する証拠が得られている．MIS 5a～5cの海面はMIS 5eよりも数十メートル低い．こうした見直しは，MIS 5e以降の単調な隆起という従来の構造運動像にも一考の余地があることを示している．

ここでは，関東平野東縁においてMIS 5eに対比されてきた鹿島台地の海成段丘の対比をボーリングコアと露頭のカリ長石post-IR IRSL（pIRIR）年代から論じる．鹿嶋台地の海成段丘構成層は，MIS7および9のpIRIR年代を示す標高約+20 m以下の海成～汽水成堆積物が，上位の浅海堆積物に覆われる．この浅海堆積物は，陸側部では細粒～中粒砂が主体で数メートルの風成堆積物に覆われるのに対し，海側部では砂礫が主体で風成層の厚い堆積は見られない．浅海堆積物のpIRIR年代は，陸側で137±14～155±12 ka，海側では86±9～105±8 kaである．この地域の浅海堆積物のpIRIR年代には数千年から1万年程度の過大評価が伴う．このため，鹿島台地は陸側部がMIS 5e，海側部がMIS 5aまたは5cに，それぞれ対比される複合的な海成段丘となる．飯岡台地とともに，そうした構造が関東平野東縁全体に拡がっていると考えられる．今回得られたpIRIR年代を補強する火山灰対比を行うことができれば，新たな構造運動像を描くことができるであろう．

キーワード：OSL年代、第四紀、関東平野
Keywords: OSL dating, Quaternary, Kanto Plain

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

房総沖掘削コアC9010Eに介在するテフラ層序ー速報としてー
Tephrostratigraphy of drilled core C9010E off the Boso Peninsula: as a preliminary report

*青木 かおり[1]、小林 淳[1]、村田 昌則[1]、鈴木 毅彦[1]
*Kaori Aoki[1], Makoto Kobayashi[1], Masanori Murata[1], Takehiko Suzuki[1]

1. 首都大学東京火山災害研究センター
1. Research Center for Volcanic Hazards and Their Mitigation, Tokyo Metropolitan University

現在、我々は伊豆諸島北部の火山活動史や島嶼部の高精度テフラ編年確立をめざし、各島のテフラの理化学的特性のデータベース化を進めつつある（青木ほか、2019）。また、房総半島沖で掘削されたコアC9010E中に介在する伊豆諸島の火山起源と考えられるテフラ層序研究に取り組んでいる。本発表では、本コアの上位30m中に介在する過去約2万年間分のテフラの岩石学的特徴、化学的特性および層序について報告する。

深海掘削コアC9010Eは、地球深部探査船「ちきゅう」のCK09-03次航海で、房総半島南方40 km沖の34˚33.46'N、139˚53.38'E、水深2027.25 mで掘削され、コア長は190.38 m、船上での岩相記載で161層のテフラ層が介在していることが報告されている（Tsuchiya et al., 2009）。この情報をもとに、高知コア研究所に保管されていたコアから314のテフラ分析用試料を採取した。これらの試料はすべて水洗・風乾後に250㎛、125㎛、63㎛サイズで篩った。実体微鏡下で観察後、岩石学的特徴を記載し、63-125㎛サイズの試料について高知大学海洋コア総合研究所所有のEPMAを用いて火山ガラスの主元素組成分析を進めている。

最初に、広域テフラに対比される可能性が高い細粒でガラス質なテフラ試料を分析した結果、深度149.08 mbsfにAso-4（MIS 5b、87.1 ka；Aoki, 2008）、158.244 mbsfにOn-Pm1（MIS 5c、95.7 ka; 青木ほか、2008）でその下位25 cmにAso-ABCDに対比される可能性が高いテフラ層を発見した。

次にコアの最上位から深度30 mまでの28試料（試料番号No.1˜28）の分析結果について要約する。10試料はスコリア層もしくはスコリアを多く含む。残りの20試料は珪長質ガラスに富み、斜長石や石英（高温石英を含む）の他には、重鉱物として斜方輝石、角閃石類、たまに黒雲母などが観察される。これらの珪長質テフラは総じてSiO_2の含有量が77.9-78.8 wt%と多い。また、No.18 (16.722-16.772 mbsf）を除いて、FeO*（0.59-0.74 wt%）とCaO（0.34-0.70 wt%）の含有量は著しく少ない一方で、Na_2O（4.12-4.25 wt%）とK_2O（3.45-4.15 wt%）の含有量は比較的多く、第四紀後期に新島と神津島が供給したテフラの特性によく似る。さらに、それぞれのテフラ層について、火山ガラスの主元素組成の特徴から、以下のように対比されると考えられる。最上位のNo.1 (1.15-1.17 mbsf)は新島向山テフラ（AD886）、No.2 (1.63-1.66 mbsf)は神津島天上山テフラ（AD838）に対比される可能性が高い。また、No.8 (9.367-9.48 mbsf)、No.12とNo.13（14.322-14.652 mbsf）、No.14、No.15、No.16（14.652-15.542 mbsf）のテフラはそれぞれ新島本島で確認される宮塚山南部、式根島、宮塚山イベントに相当すると考えられる（小林ほか、2019a）。No.19、No.20（19.895-19.005 mbsf）とNo.21（19.305-19.345 mbsf）、さらにNo.28（29.49-30.66 mbsf）のテフラの特徴は赤崎峰イベントのテフラと似る。No.19とNo.28の層位は上下で11m離れ、間に介在している軟泥と複数のスコリア層から相応の時間間隙があると考えられるが、小林ほか（2019a）では赤崎峰イベントは15-20 kaにわたって複数回の噴火が起きたと想定しているため、本コアで検討したテフラ層の対比とつじつまが合う。

No.18（16.722-16.772 mbsf）は淘汰の良い細粒なガラス質火山灰が主体で最大で7㎜大の灰色～ベージュ色の細かく発泡した軽石を伴う。63-250㎛サイズの試料にはスコリア粒や岩片などは含まれず、ほぼ火山ガラスからなり、軽鉱物と少量の斜方輝石が含まれる。SiO_2の含有量は78.8 wt%と多く、FeO*（1.24 wt%）、CaO（1.25 wt%）、Na_2O（4.76 wt%）、K_2O（1.22 wt%）といった主元素組成の特徴は、新島・神津島起源テフラとは大きく異なる。本テフラは海底火山である大室ダシから13.4 kaに供給された流紋岩質テフラ（葉室ほか、1983；斎藤・宮入、2008；谷ほか、2017）に対比されると考えられる。

以上から、本コアは第四紀後期の伊豆諸島北部における火山活動史を詳細に記録していると考えられ、今後

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

はコア下位のテフラ層序解明を進める予定である。

キーワード：掘削コアCK09-03、C9010E、第四紀後期、新島、神津島、大室ダシ
Keywords: CK09-03, C9010E, late Quaternary, Niijima, Kozushima, Oomurodashi

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

久慈川上流部棚倉付近における第四紀後期の河成段丘と河川争奪について
Late Quaternary fluvial terraces and piracies in the Tanagura area, along the upper reaches of Kuji River, NE Japan

*加藤 佑一[1]、鈴木 毅彦[1]
*Yuichi Kato[1], Takehiko Suzuki[1]

1. 首都大学東京大学院都市環境科学研究科
1. Graduate school of Urvan Environmental Sciences, Tokyo Metropolitan University

日本列島のような湿潤変動帯においては氷期･間氷期の繰り返しによる降水量・流量変化や海面変動により，河川縦断形が変化する．また長期的な隆起を反映して河川沿いには河成段丘が発達する．このような過程において河川争奪が生じ，流域自体が変化する場合もある．例えば関東北部から東北南部にかけて広がる久慈川・阿武隈川流域では，お互いの上流部である福島県棚倉付近において接しており，この地域において，久慈川水系による阿武隈川水系の争奪を示唆する地形が存在する．このような指摘はこれまでも小池（1972）などでされてきたが，争奪の年代について詳しく明らかにされてはいなかった．この河川争奪部およびその周辺には河成段丘が広がっており，段丘編年の確立により，争奪の年代を知ることができると考えらえる．そこで，本研究では棚倉付近の河成段丘を編年し，河川争奪の年代を求め，争奪現象の発生を第四紀の環境変動との関連を検討することを目的とする．

本研究で取り上げる久慈川水系による阿武隈川水系の河川争奪地形は主に3つあり，その争奪の時期は，いずれも中村(1982)により2時期に分けられた．本研究では，先の時期のものを古上台川，後の時期のものを古向原川，古下羽原川と名付けた．

対象地域の河成段丘は，阿武隈川水系に形成時の侵食基準面を持つ，社川高位面(YH)，同中位１面(YM1)，同中位２面(YM2)，久慈川水系側に形成時の侵食基準面を持つ，久慈川高位０面(KH0)，同高位１面(KH1)，同高位２面(KH2)，同中位0面(KM0)，同中位1面(KM1)，同中位2面(KM2)，同低位0面(KL0)，同低位1面(KL1)，同低位2面(KL2)に区分した．このうちYH面は古上台川によって，YM２面は古向原川，古下羽原川によってそれぞれ形成され，その後久慈川水系によって争奪された地形である．

KM1面は構成層層厚2 m，被覆層層厚3 m程度の段丘で姶良Tnテフラ(AT: 30 ka)に覆われている．被覆層はAT直下よりフラッドロームとなる．したがって離水年代は30 kaより少し前である．

KM2面は構成層層厚が4 m前後で顕著なロームによる被覆は認められない段丘である．本面は山地の谷筋出口付近に多く，構成層は礫径も大きく不淘汰なので，氷期に形成されその後侵食されて形成された段丘であると考えられる．AT降下後の氷期の段丘となると，その離水年代は20～15 kaであると考えられる．

KL1面は，被覆層は載らず，構成層は亜円礫で層厚が1～2 mである．段丘面上に縄文晩期の遺跡を載せ，KM面群より低い段丘であるからその離水は15 ka以降で，２ka以前と考えられる．

YH面は被覆層層厚約8 m，構成層層厚約4 mの段丘であり，被覆層と構成層境界の1～2 m上に那須白河テフラ6～12(Ns-Sr 6~12: 150～200 ka)のいずれかの2枚が観察された．従って離水年代は150～200 kaかそれより少し前である．

YM2面は構成層層厚が2～3 mであり，被覆層は多くとも1 m以下である段丘である．KM2面と地形・地質的特徴が似ており，それと対比できる．よって形成年代はKM２面と同じ20~15 kaであり，形成中ないし形成後に久慈川水系により争奪され段丘化したと考えられる．

以上より河川争奪の年代を考察する．まず，古上台川について，その年代の上限は，YH面の離水年代でありMIS6末期である．ところで中村(1982)でも指摘されている通り，もし古上台川が間氷期も阿武隈川水系であったと考えると，間氷期にYH面には開析谷が形成されるはずであるが，YH面は明瞭なそれを持たない．よってMIS5eまでに古上台川は争奪されたものと考えられる．これらより，久慈川水系による古上台川の争奪は200～125 ka頃と推定される．

古向原川，古下羽原川について，YM2面は阿武隈川水系の方へ岩屑を供給しているような地形である．一

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

方，争奪した側の久慈川水系の谷はKL1面へ連続する．すなわち古向原川，古下羽原川の争奪の年代はYM2面の谷地形形成後から，KL1面の形成期ないしその前までで20～2 ka頃と推定される．

これらの争奪はいずれも氷期ないし氷期から温暖期にかけての期間に発生しており，この争奪の要因として気候変動が関与していると考えられる．

以上より古上台川の争奪の過程について2つのケースを考えた．一つは，古上台川は氷期の岩屑供給増大により，それまでの久慈川水系との分水界を乗り越え久慈川水系側へ流入しそのまま久慈川水系となったケース，もう一つは，間氷期の下刻が久慈川で卓越し，そのため谷頭侵食で久慈川水系が争奪したケースである．古向原川，古下羽原川の争奪についても同様であると考える．

キーワード：久慈川、社川、河成段丘、河川争奪
Keywords: Kuji River, Yashiro River, fluvial terrace, piracy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-QR 第四紀学

2019年5月26日(日) 13:45 ~ 15:15 | 102 1F

[H-QR05] 第四紀：ヒトと環境系の時系列ダイナミクス

コンビーナ:小荒井 衛(茨城大学理学部理学科地球環境科学コース)、池原 研(産業技術総合研究所地質情報研究部門)、兵頭 政幸(神戸大学　内海域環境教育研究センター)、座長:小荒井 衛(茨城大学)、納谷 友規(産業技術総合研究所)

人類誕生以来、ヒトは環境に適応しながら進化すると共に、固有の文化により特異な発展を成し遂げてきた。本セッションでは、過去の人類に影響を与えてきた気候、地形、地層，海洋、生物相の変化の解明とそれらの相互関係を総合的に論じることを通じて、今日われわれが直面するヒトー環境系の問題を様々な観点から提起する。第四紀におけるヒト-環境系の変化とその時間軸決定に関わる幅広い研究分野からの参加を歓迎する。

13:45 ~ 14:00

[HQR05-07] 宗像市沖ノ島の地形の特徴

*黒木 貴一[1] (1.福岡教育大学教育学部)

14:00 ~ 14:15

[HQR05-08] 東京台地部・低地部の地形・地質の再検討:大量ボーリング解析と精密地形解析に基づく

★招待講演

*遠藤 邦彦[1]、杉中 佑輔[2]、堀 伸三郎[2]、須貝 俊彦[3]、鈴木 毅彦[4]、石綿 しげ子、上杉 陽、近藤 玲介[5]、千葉 達朗[6]、中山 俊雄[7]、大里 重人[8]、野口 真利江[9]、佐藤 明夫[3]、竹村 貴人[10] (1.日本大学、2.計算力学研究センター、3.東京大学大学院新領域創成科学研究科、4.首都大学東京都市環境学部、5.皇學館大学教育開発センター、6.アジア航測、7.東京都土木技術支援・人材育センター、8.土質リサーチ、9.パレオ・ラボ、10.日本大学文理学部)

14:15 ~ 14:30

[HQR05-09] 武蔵野台地西縁部で観察される青梅層の堆積学的特徴

*宇津川 喬子[1]、白井 正明[2]、加藤 寛佳[2]、加藤 早百合[3] (1.立正大学地理学科、2.首都大学東京地理学教室、3.羽村市)

14:30 ~ 14:45

[HQR05-10] 東京層の層序の再検討：北区中央公園コアの再解析

*納谷 友規[1]、坂田 健太郎[1]、中澤 努[1]、鈴木 毅彦[2]、中山 俊雄[3] (1.産業技術総合研究所地質調査総合センター、2.首都大学東京都市環境学部、3.東京都土木技術支援・人材育成センター)

14:45 ~ 15:00

[HQR05-11] “ローム台地”のS波速度構造と地盤震動特性：宇都宮市東部地域を例に

★招待講演

*中澤 努[1]、長 郁夫[1]、坂田 健太郎[1] (1.産業技術総合研究所地質調査総合センター)

15:00 ~ 15:15

[HQR05-12] 1948 年福井地震の液状化分布と微地形分類との関係–液状化ハザードマップの改善に向けて–

*谷 はるか[1]、宍倉 正展[2] (1.法政大学、2.産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)

宗像市沖ノ島の地形の特徴
Landform features of Okinoshima of Munakata city

*黒木 貴一[1]
*Takahito Kuroki[1]

1. 福岡教育大学教育学部
1. Faculty of Education, Univ. of Teacher Edu. Fukuoka

宗像市は2015年から現在市史の編纂を進めている。まもなく「うみ・やま・かわ」と題する自然編が出版予定である。これまで自然編作成の中で，沖ノ島と宗像市の周辺海底の地形に関する様々な地図を作成し，その地形及び分布の特徴を明らかにした。

「神宿る島」宗像・沖ノ島と関連遺産群は，2017年7月に世界遺産に登録された。沖ノ島は，最高標高が約240m，面積が約96万m^2の小島で，九州本島から北西約70kmの位置にある。この島は切り立った断崖と緩斜面で構成され，平野は大変少ない。また島の南西部は頁岩，北西部は石英斑岩，南東部は崖錐堆積物で構成されており，独特の地形分布がある。そこに歴史学的資料が多数発見され調査された。その南側の緩斜面には，4世紀から9世紀までの，航海安全を祈るための貴重な奉納品が大量に残されており，また神聖な場所，宗像大社の沖津宮が鎮座する。なお島で見聞きしたことは他言せず，島のものは持ち出さないという禁忌もある。

各種地理情報のGIS解析から，沖ノ島の地上と海底の地図を作成し，地形の特徴を検討した。さらに現地で地形及び地質調査を行った。地理情報として，国土地理院の基盤地図情報，海上保安庁発行の等深線データ，宗像市所有のレーザープロファイラーデータを使用した。基本的な標高分布図，傾斜量図，陰影図，立体地形図を作成した。標高分布図で見ると60-80mと40-60mの中間的な標高帯の面積が広い。傾斜量図で見ると30-40度の中間的な傾斜帯の面積が最も広い。さらに基礎的な地図の判読と現地調査から地形区分図を作成した。地形は，頂稜，開析谷，急崖，崩落堆，崖錐，海岸，人工改変地に区分された。特に南西部では，地すべりの存在を示す急崖と崩落堆の分布が特徴的である。また地表には主に東西性の走向を持つ線状模様が3列判読できた。立体地形図などから，沖ノ島本体は海底から約340mの高さを持つことが読み取れる。沖ノ島南方の海底地形は，西側は浅い平坦地で，東側は東に傾斜する凹地である。

沖ノ島では，今後成因を解明すべきその他の地形的な特徴も確認された。地上では石英斑岩の北向きの傾斜，中腹に散在する巨大な石英斑岩塊，海面よりかなり高い位置にある円礫層，海底では多くの崩壊地形である。今回の発表では，立ち入りが制限された沖ノ島に関し，GISによる地図の解析から明らかにされた各地形の特徴を紹介する。

キーワード：沖ノ島、地図、地形、地すべり
Keywords: Okinoshima, map, landform, landslide

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

東京台地部・低地部の地形・地質の再検討:大量ボーリング解析と精密地形解析に基づく

Revision of geomorphology and geology of Tokyo Upland and Lowland, based on boring data and precise landform analysis

*遠藤 邦彦[1]、杉中 佑輔[2]、堀 伸三郎[2]、須貝 俊彦[3]、鈴木 毅彦[4]、石綿 しげ子、上杉 陽、近藤 玲介[5]、千葉 達朗[6]、中山 俊雄[7]、大里 重人[8]、野口 真利江[9]、佐藤 明夫[3]、竹村 貴人[10]
*Kunihiko Endo[1], Yusuke Suginaka[2], Shinzaburo Hori[2], Toshihiko Sugai[3], Takehiko Suzuki[4], Shigeko Ishiwata, Yo Uesugi, Reisuke Kondo[5], Tatsuro Chiba[6], Toshio Nakayama[7], Shigeto Osato[8], Marie Noguchi[9], Akio Sato[3], Takato Takemura[10]

1. 日本大学、2. 計算力学研究センター、3. 東京大学大学院新領域創成科学研究科、4. 首都大学東京都市環境学部、5. 皇學館大学教育開発センター、6. アジア航測、7. 東京都土木技術支援・人材育センター、8. 土質リサーチ、9. パレオ・ラボ、10. 日本大学文理学部
1. Nihon University, 2. Research Center of Computational Mechanics, Inc., 3. Graduate School of Frontier Science, The University of Tokyo, 4. Faculty of Urban Environmental Sciences, Tokyo Metropolitan University, 5. Educational Development Center, Kogakkan University, 6. Asia Air Survey, 7. Civil Engineering Support & Training Center, Tokyo Metropolitan Government,, 8. Doshitsu Research Corporation, 9. Paleo Labo co.,ltd., 10. College of Humanities and Sciences, Nihon University

本研究では，東京23区および多摩地区にまたがる武蔵野台地を中心に，地形の詳細な解析を国土地理院の5ｍDEMを活用して実施し，1mコンターのレベルで地形区分を見直した（遠藤ほか，2018a）．さらに，近年多数公開されるようになった地下データ（＝ボーリング柱状図）を用い．東京23区・多摩地区の武蔵野台地と東京低地を中心に数万本余のボーリングデータを活用して100に及ぶ地質断面図を作成した（遠藤ほか，2018ｂ）．加えて，全ボーリングデータを対象として，地質層序解析システムを開発して地下地質構造・古地形を面的に解析した（堀ほか，2018；杉中ほか，2018）．また，都内においても近年テフラや年代を含み基準となる研究ボーリングが実施されるようになった．その上に多くの地形・地質データなどアナログのデータを重ね合わせ，従来の点の情報を線，面に発展させることを目指す．こうした様々な情報を総合して，東京の台地部と低地部の中・後期更新世以降の地下構造と地形を解明し，従来の諸知見（貝塚，1964；岡ほか，1984；久保，1988；植木・酒井，2007ほか）を飛躍的に発展させることを目的とする．

従来の研究にない本研究の特徴をあげると，異なるアプローチからえられる成果を相互にフィードバックさせて，解析を繰り返させること，従来型の知見から得られる多数の条件を組み込んだ地質層序解析システム＝自動解析を駆使し，フィードバックさせつつ，時間軸に位置付けられる古地形の重ね合わせによって面的な構造を重ね合わせた、3次元の理解へ進めていく点にある．3次元の理解にとってこの後半のプロセスは極めて重要な位置にある．

例えば，新地形区分により、武蔵野台地は古期武蔵野扇状地と新期武蔵野扇状地に区分され，新期扇状地は8地形単位に分けられた．従来の武蔵野面の中に大山面（遠藤，2017）や和光-徳丸面などの小規模なS面やその残丘が少なからず認められた．これらは地下構造の解析にフィードバックされる．
また、多数の地質断面図に基づくアナログタイプの解析結果やフィールドやコアから得られた地質情報もフィードバックされる．最終的に得られる3次元の解析結果は，多数の地質断面図の解釈に反映される．

引用文献：遠藤（2017）日本の沖積層（改訂版）；遠藤ほか（2018a）地球惑星連合；遠藤ほか（2018b）地球惑星連合；杉中ほか（2018）第四紀学会要旨集48；堀ほか（2018）第四紀学会要旨集

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

48；貝塚（1964）東京の自然史；岡ほか（1984）東京西南部地域の地質；久保（1988）地理学評論61；植木・酒井（2007）青梅地域の地質

キーワード：ボーリング資料、東京の地形地質、武蔵野台地の地形区分
Keywords: boring data, geomorphology and geology in Tokyo, landform division in Musashino Upland

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

武蔵野台地西縁部で観察される青梅層の堆積学的特徴
Sedimentological characteristics of the Ome Formation exposed on the western margin of Musasino Upland, central Japan

*宇津川 喬子[1]、白井 正明[2]、加藤 寛佳[2]、加藤 早百合[3]
*Takako UTSUGAWA[1], Masaaki Shirai[2], Hiroka Kato[2], Sayuri Kato[3]

1. 立正大学地理学科、2. 首都大学東京地理学教室、3. 羽村市
1. Department of Geography, Rissho University, 2. Department of Geography, Tokyo Metropolitan University, 3. Hamura City

青梅層（青梅砂礫層）は，20世紀中頃に武蔵野台地西縁部で報告されつつも，先行研究によって岩相の記載が様々であること，都市化によって露頭の数が年々減少していること等から，未だに実態が十分明らかとなっていない．本研究では，東京都青梅市および隣接する羽村市に分布する青梅層について，これまで不足していた堆積学的観点から報告する．

関東平野の南西部に広がる武蔵野台地は，約10～2万年前に当時の多摩川によって形成された扇状地性の台地である．東京都青梅市東部を扇頂に東へ扇を広げており，複数の段丘面に区分されている（例えば，植木・酒井，2007）．寿円（1964）は，青梅市東端の多摩川北岸にみられる段丘崖において，段丘礫層と上総層群（加住層，大荷田層）の間に堆積し，両層とは岩相の異なる礫層を「青梅砂礫層」と命名した．その後，同様の砂礫層が武蔵野台地西部の地下に存在していることが報告された（例えば，山崎，1978）．青梅砂礫層は「異なる間氷期から氷期にかけて谷を埋積する地層の集合」（植木・酒井，2007）という仮説も立てられている．本発表では，植木・酒井（2007）にしたがい，「青梅層」の呼称を用いる．

青梅市と羽村市の境の比高30m近くの段丘崖に露出する青梅層は，層厚約20 mで，上位の段丘礫層，下位の大荷田層との間に観察される．この青梅層は，径5～20 cmの大礫を主体とする礫支持の砂礫層であり，明瞭な堆積構造は認められないものの，基底部には径20～40 cmの巨礫がチャネル状に配列している箇所がみられた．まれに厚さ数10 cmのレンズ状で無層理な砂層が挟在し，顕微鏡下で砂岩由来の鉱物のほかに，頁岩片がよく含まれていることを確認した．礫種は関東山地の付加体由来の砂岩に富み，同じくチャートと頁岩も比較的よく観察された．少量だが，風化した深成岩礫も認められた．砂岩は亜角状～亜円状，チャートは亜角状を呈したものが多かった．径10 cm 以下の礫種組成を調べたところ，青梅層の上部と比べ下部の方がチャート礫の割合が高い結果が得られた．同様に調査した大荷田層でもチャート礫の割合が比較的高かったことから，青梅層（の谷）の形成時に不整合面を挟んで下位に存在する上総層群が侵食され，混入した礫のなかでも風化を受けにくいチャート礫が残された可能性が示唆された．インブリケーションはややバラつきは見られるものの，平均すると北北西を示す礫が多く，現在の多摩川および河成段丘に近い古流向を示した．

本発表では，植木・酒井（2007）の仮説に基づき，羽村市内の露頭で観察される青梅層およびボーリングコア試料のデータを加えて，青梅市から羽村市西部にかけた青梅層（埋没谷）の分布を推定したので併せて報告する．

謝辞
本発表の一部は，2014年度～2018年度羽村市史編さん事業に関わる成果である．

引用文献
植木岳雪・酒井 彰2007．『青梅地域の地質』．産業技術総合研究所地質調査総合センター．
寿円晋吾1964．地理学評論，37，272–273.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

羽村市史編さん委員会2019．『羽村市史　資料編　自然』．羽村市．
山崎晴雄1978．第四紀研究，16，231−246.

キーワード：青梅層、多摩川、インブリケーション、礫、埋没谷、武蔵野台地
Keywords: Ome Formation, Tama River, imbrication, gravel, buried valley, Musashino Upland

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

東京層の層序の再検討：北区中央公園コアの再解析
Stratigraphy of Tokyo Formation: re-examination of Kita-Ku Central Park core

*納谷 友規[1]、坂田 健太郎[1]、中澤 努[1]、鈴木 毅彦[2]、中山 俊雄[3]
*Tomonori Naya[1], Kentaro Sakata[1], Tsutomu Nakazawa[1], Takehiko Suzuki[2], Toshio Nakayama[3]

1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター、2. 首都大学東京都市環境学部、3. 東京都土木技術支援・人材育成センター
1. Geological Survey of Japan, AIST, 2. Tokyo Metropolitan University, 3. Tokyo Metropolitan Government

東京都の武蔵野台地の地下浅部には東京層と呼ばれる更新統が分布する．東京層の名称はYabe (1911)までさかのぼり，それ以降，武蔵野台地に分布する浅海成更新統の地層名として広く使われてきた．従来から東京層はKIPテフラを含む下末吉ローム層に覆われることが知られ，少なくとも最上部は下末吉層（MIS 5e）に相当するとされていた．しかし下限がどこまで及ぶのかはよく分かっていない．本研究では東京層の層序を再検討するために，かつて東京層の模式地とされていた王子貝層の露頭に近接した北区中央公園コアで掘削されたボーリングコア（北区中央公園コア）の再解析結果を報告する．

北区中央公園コアの深度30 m以浅は礫層，砂層，泥層からなる複数の堆積サイクルが認められた．深度30～20 mは，層厚約4 mの礫層の上位に層厚約5 mの生物擾乱を受けた砂層が重なる．深度20 m以浅は，下位より層厚約2 mの礫層，軽石層を挟む泥層，生痕化石がみられる層厚約3 mの砂層，生痕化石がみられる層厚約3 mの泥層と砂層の互層が重なる．深度7.5 mより上位は2.5 mの礫層（段丘礫層）が重なり，最上部はローム層からなる．層相と分布標高から，王子貝層は，北区中央公園コアの深度20 m以浅の生痕化石が見られる層厚約3 mの砂層に相当すると推定される．

今回，深度20 m以浅の礫層上位の泥層に挟まれる軽石層はKm2テフラに同定され，この部分は下総層群の上泉層に対比されることが明らかになった．つまりこの地域にはごく浅層にMIS 7eに相当する地層が分布する．今後さらに他地域のコアの解析をすすめ，東京層の再定義が必要である．

キーワード：東京層、層序、ボーリングコア
Keywords: Tokyo Formation, stratigraphy, drill core

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

“ローム台地”のS波速度構造と地盤震動特性：宇都宮市東部地域を例に

S-wave veolocity structure and ground motion characteristics of "loam terraces": Examples from the eastern part of Utsunomiya City, Tochigi Prefecture, central Japan

*中澤 努[1]、長 郁夫[1]、坂田 健太郎[1]
*Tsutomu Nakazawa[1], Ikuo Cho[1], Kentaro Sakata[1]

1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター
1. Geological Survey of Japan, AIST

自然状態のローム層はN値が小さいわりに地耐力が高いとされ，ローム層に覆われた“ローム台地”は一般に地盤がよいとされる．しかし，地耐力は高いにせよ，ローム層のS波速度は低く，地層としてはかなり軟らかいことから，地震動は比較的大きく増幅されることが予想される．演者らは，ローム層が全般的に厚く分布し，さまざまな年代の段丘面が分布する宇都宮市東部地域において，段丘面ごとに微動アレイ観測を行い，S波速度構造を推定した．また，微動観測により得られたH/Vスペクトルをもとに，段丘の年代，すなわちローム層の厚さに影響された地盤震動特性の違いを検討した．

調査地域の段丘面は，飛山面（~360 ka），宝積寺面（~250 ka），岡本面（~100 ka），宝木面（65–40 ka），峯町面（40–35 ka），田原面（27–20 ka）に区分される（鈴木，2008）．段丘面は鬼怒川に沿ってほぼ南北に細長く配列しているため，今回の調査ではこれらの段丘面および鬼怒川の低地面を横断する東西の測線を設定し，測線沿いで微動アレイ観測を行った．

調査地域の段丘の構成層は河川成の礫層であり，それを段丘ごとに厚さの異なるローム層が覆う．調査地域で最もローム層が厚い飛山面，宝積寺面の微動アレイ観測にもとづけば，深度10 mまでの平均S波速度（AVS10）はいずれも150 m/s程度であり，これがローム層のS波速度と考えられる．浅層の地質構成を段丘礫層とローム層の2層構造と考え，H/Vスペクトルのピーク周波数から各段丘のローム層の厚さを1/4波長則に基づき推定した．これにより得られたローム層の厚さは，宝積寺面では18–19 m，飛山面では25 mとなり，既報の研究論文やボーリングデータ等から知ることのできるローム層の厚さとほぼ一致する．またこれをもとに地表面の標高からローム層の層厚を差し引いて段丘礫層上面の標高を求めると，宇都宮市街地を通る東西測線沿いでは，山元（2006）が指摘しているように，段丘の形成年代にかかわらず，礫層上面の標高に大きな差はないことが明らかになった．

微動アレイ観測データの解析により，調査地域の深度30 mまでの平均S波速度（AVS30）は，低位の段丘ほど速く，高位の段丘ほど遅いことが推定された．これは段丘礫層を被覆するローム層の厚さを反映していると考えられる．また常時微動のH/Vスペクトルは，高位の段丘ほどピーク周波数が低周波側にシフトすることが確認され，ピーク値も高くなることが確認された．ローム層が厚く分布する宝積寺面では2 Hz，飛山面では1.5 Hzといったやや低い周波数に明瞭なピークが認められた．一方で，ローム層が薄い，低位の田原面や，鬼怒川の低地面では高周波までフラットな特性を示した．つまり調査地域では，低地面や低位の段丘ほど堅固な地盤であり，高位の段丘ほど地盤は軟らかいことが理解される．

近年は都市近郊の丘陵や高位段丘に相当する地域が大きく造成され，宅地化されることが多いが，ローム層が厚い箇所では，より低位の地形面に比べ，やや低周波の揺れが比較的大きく増幅される可能性があることに留意すべきである．

鈴木毅彦（2008）鬼怒川・那珂川中–上流段丘．日本地方地質誌 関東地方，347–352，朝倉書店．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

山元孝広（2006）宇都宮市宝積寺段丘で掘削されたUT05コアの層序記載と鬼怒川の堆積侵食履歴．地質調査研究報告，57，217–228.

キーワード：S波速度構造、地盤震動特性、ローム台地、微動アレイ観測、宇都宮市、関東平野
Keywords: S-wave velocity structure, ground motion characteristics, loam terraces, microtremor array observation, Utsunomiya City, Kanto Plain

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

1948 年福井地震の液状化分布と微地形分類との関係–液状化ハザードマップの改善に向けて–

The relationship between liquefaction distribution and microtopography classification during the 1948 Fukui earthquake - Toward improvement of liquefaction hazard map -

*谷 はるか[1]、宍倉 正展[2]
*Haruka Tani[1], Masanobu Shishikura[2]

1. 法政大学、2. 産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門
1. Housei University, 2. Institute of Earthquake and Volcano Geology, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

はじめに

近年頻発している大規模自然災害とその被害状況をみると、現存のハザードマップが十分な被害予測を行えていたとは言えない事例が見受けられる（若松ほか、2017；宇根ほか、2015）。これは具体的な作成手法や表示方法などの内容について定められておらず、各地方自治体の判断に委ねられているためである。さらなる防災・減災のためには、各地方自治体が参考可能な低コストで簡易的な手法を確立し、より信頼性の高いハザードマップの整備が重要である。地形的観点からの液状化発生予測は、低コストで簡易的に行える。中埜ほか（2015）は関東における過去の液状化をもとに、液状化ハザード評価基準とそれに対応した地形分類による液状化ハザードマップの作成手法を提案した。しかし土地履歴が異なる関東以外の地域においても、この地形分類は有効であるのか疑問が残る。そこで本研究では 1948 年福井地震を事例とし、福井市中心部の液状化分布を基に福井市液状化ハザードマップの作成手法の現状と課題を探るとともに、液状化ハザードマップの精度向上と作成手法に向けた提言を行う。

研究方法

1948 年福井地震の液状化分布を明らかにするため、地震直後にGHQにより撮影された調査対象地域の空中写真を国土地理院から入手し、本研究で独自に設定した判読定義に従い空中写真判読を行った。得られた判読結果は、QGISを用い、ベクタデータで液状化発生地点として描写し、1948 年福井地震の液状化発生地点分布図を作成した。次に、液状化発生地点分布図を福井市液状化ハザードマップや土地条件図、治水地形分類図初期整備版、治水地形分類図更新版（国土地理院より）と重ね合わせることで、分析・考察を行った。

結果および考察

1948 年福井地震の液状化発生地点分布図と既存の各種地図との比較によって、中埜ほか（2015）が示した地形分類は福井地震液状化発生地点と対応していることが確認できた。さらに特徴的な事例として、旧堤防と旧河道が重なる付近での液状化が目立った。これは旧河道であった砂地盤で地下水位が浅い土地に堤防を築いたことで、さらに密実でない砂地盤が厚くなり、周囲に比べ液状化しやすい土地となったためと考察する。また、旧堤防と自然堤防が隣接する地点で、集中的な液状化が発生している。この地点は南方に山地が存在する旧河道湾曲部の外岸に位置している。したがって、地形形成段階において周囲より河川堆積物が多く存在する地点であった。さらに自然堤防と沿うように旧堤防を築いたことで高低差がついた地形となり、側方流動が発生しやすい条件が重なったと考察した。以上から、周辺の微地形との組み合わせにより液状化発生の危険度が変わるといえる。したがって、液状化ハザードマップの作成には微地形の考慮が必要不可欠である。

福井市液状化ハザードマップと1948 年福井地震の液状化発生地点分布図との比較を行った結果、福井市液状化ハザードマップが示す液状化の危険性は、福井地震の液状化被害と対応していない。これは液状化発生履歴を考慮しなかっただけでなく、微地形を考慮することなく作成されたためであると考える。したがってハ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ザードマップとしての信頼度は現状で低いと言わざるを得ない。

今後に向けて

本研究では、写真判読を駆使して液状化発生地点を抽出した。ただし空中写真は古く、白黒であるため、家屋の倒壊や写真画像の損傷により判読が難しい地点が存在した。今後さらに詳細な微地形と液状化発生地点との関係性を把握するには、現地での微地形調査や被災者への聞き取り調査、ボーリング調査などが必要となる。

本論文では、福井地震の液状化について福井地震中心部を扱ったに過ぎず、震源距離と微地形間における作用の関係については未解明である。福井地震の際に撮影された空中写真は、被災した地域が網羅され、本研究地域以外でも、液状化の発生が確認できていることから、被災地域全体の液状化分布図を作成することでこの問題を解決していきたい。

現状では福井市液状化ハザードマップは、ハザードマップとしての信頼度が低いといえ、微地形を考慮し、改めて作成する必要がある。それにあたり、液状化に対する微地形間における作用についてさらなる事例を用い、定量的な検討を行うことが課題となる。

キーワード：1948年福井地震、液状化、微地形分類、液状化ハザードマップ
Keywords: 1948 Fukui Earthquake, liquefaction , microtopography classification, liquefaction hazard map

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-QR 第四紀学

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_9

[H-QR05] 第四紀：ヒトと環境系の時系列ダイナミクス

コンビーナ:小荒井 衛(茨城大学理学部理学科地球環境科学コース)、池原 研(産業技術総合研究所地質情報研究部門)、兵頭 政幸(神戸大学　内海域環境教育研究センター)

人類誕生以来、ヒトは環境に適応しながら進化すると共に、固有の文化により特異な発展を成し遂げてきた。本セッションでは、過去の人類に影響を与えてきた気候、地形、地層，海洋、生物相の変化の解明とそれらの相互関係を総合的に論じることを通じて、今日われわれが直面するヒトー環境系の問題を様々な観点から提起する。第四紀におけるヒト-環境系の変化とその時間軸決定に関わる幅広い研究分野からの参加を歓迎する。

[HQR05-P01] ルソン海峡および琉球列島における完新世のローカル海洋リザーバー年代変動

*平林 頌子[1,2,3]、横山 祐典[2,3]、鈴木 淳[4]、Tezer Esat[5]、宮入 陽介[2]、阿瀬 貴博[2]、Fernando Siringan[6]、前田 保夫[7]、菅 浩伸[1] (1.九州大学大学院比較社会文化研究院、2.東京大学大気海洋研究所、3.東京大学大学院理学系研究科、4.産業技術総合研究所、5.オーストラリア国立大学、6.フィリピン大学、7.兵庫大学)

[HQR05-P02] Holocene sea-level and paleoenvironmental reconstruction using radiocarbon local marine reservoir age and geophysical modeling in Tongatapu, Kingdom of Tonga

*福與 直人[1,2]、Anthony Purcell[3]、Geoffrey Clark[4]、 Phillip Parton[4]、横山 祐典[1,2]、宮入 陽介[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻、3.オーストラリア国立大学　地球科学研究所、4.オーストラリア国立大学　アジア太平洋学部)

[HQR05-P03] The environmental change from lagoon sediment along Nakai Trough in Japan during the past 2000 years.

*Cho Ara[1]、Kaoru Kashima[1]、Jonathan D Woodruff[3]、Koji Seto[2]、Kazuyoshi Yamada[4]、Kota Katsuki[2]、Takumi Sato[2]、Caroline Ladlow[3] (1.Kyushu University、2.Shimane University、3.University of Massachusetts、4.Museum of Natural and Environmental History)

[HQR05-P04] 青森県むつ市関根浜における海岸堆積物中の漂流軽石の発見と起源

*平峰 玲緒奈[1]、青木 かおり[2]、石村 大輔[1,2]、小林 淳[2] (1.首都大学東京大学院 都市環境科学研究科 地理環境学域、2.首都大学東京火山災害研究センター)

[HQR05-P05] **郡山盆地の3本のオールコアの層序対比と浅部地下地質構造解析**

*石原 武志[1]、鈴木 毅彦[2] (1.国立研究開発法人　産業技術総合研究所、2.首都大学東京)

[HQR05-P06] DEM-GIS解析からみた、氷期の開析地形による制約下での鬼怒川の完新世堆積作用と地形変化

*木森 大我[1]、須貝 俊彦[2] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻、2.東京大学)

[HQR05-P07] 関東平野中央部、茨城県境町と埼玉県久喜市 で掘削されたコアのXRF・テフラ・粒度分析に 基づく堆積層序（速報）

*宮本 樹[1]、須貝 俊彦[2]、遠藤 邦彦[3]、佐々木 夏来[2]、野口 真利江[4]、三橋 さゆり[5] (1.東京大学理学部地球惑星環境学科、2.東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻、3.日本大学、4.株式会社　パレオ・ラボ、5.国土交通省関東地方整備局利根川上流河川事務所)

[HQR05-P08] 地質層序システムを活用した武蔵野台地東部の武蔵野礫層の空間分布

*杉中 佑輔[1]、遠藤 邦彦[2]、石綿 しげ子、須貝 俊彦[3]、千葉 達朗[4]、舟津 太郎[3]、中山 俊雄[5]、堀 伸三郎[1] (1.株式会社計算力学研究センター、2.日本大学、3.東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻、4.アジア航測株式会社、5.東京都)

[HQR05-P09] 相模川（桂川）上流域における富士相模川泥流堆積物の堆積学的特徴

*白井 正明[1]、武原 未佳[2]、宇津川 喬子[3] (1.首都大学東京、2.八王子市役所、3.立正大学)

[HQR05-P10] 新潟県信濃川・魚野川合流域周辺における段丘区分および地形発達過程について

*小関 敏史[1]、小荒井 衛[1] (1.茨城大学理学部理学科地球環境科学コース)

[HQR05-P11] 福井県敦賀湾内における砂浜海岸堆積物の供給源の推定：粒度分析と砕屑粒子組成を中心として

*松本 誠子[1]、河尻 清和[2]、久保 純子[1] (1.早稲田大学教育学部、2.相模原市立博物館)

[HQR05-P12] 濃尾平野内陸域のコア堆積物にみられる沖積層の特徴

*羽佐田 紘大[1] (1.法政大学文学部)

[HQR05-P13] 鈴鹿市南部におけるMIS5e海成層の分布形態と推定される累積変位量

*佐藤 善輝[1] (1.産業技術総合研究所 地質情報研究部門 平野地質研究グループ)

[HQR05-P14] 志摩半島志島低地で発見された天城カワゴ平（Kg）テフラと津波履歴復元における意義

吉田 沙樹[1]、*宍倉 正展[2]、前杢 英明[1]、藤野 滋弘[3] (1.法政大学、2.産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門、3.筑波大学)

[HQR05-P15] バイオマーカー分析による完新統の大阪平野の環境変遷の評価

*石野 有妃子[1]、中村 英人[1]、三田村 宗樹[1] (1.大阪市立大学)

[HQR05-P16] 宮崎平野における鬼界アカホヤテフラ降下前後の環境変化
★招待講演

乗畑 光博[2,7]、足立 達朗[2]、田尻 義了[2]、*七山 太[1,8]、杉山 真二[6]、中西 利典[3]、大串 健一[5]、山口 龍彦[4] (1.産業技術総合研究所　地質調査総合センター、2.九州大学、3.京都大学、4.高知大学、5.神戸大学、6.（株）古環境研究センター、7.都城市教育委員会、8.熊本大学　くまもと水循環・減災研究教育センター)

[HQR05-P17] 広域テフラ対比に基づく日本列島の前期更新世～鮮新世火山噴火史－その２：南九州の火砕流堆積物の編年

*田村 糸子[1]、水野　清秀[2] (1.首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理学教室、2.産業技術総合研究所地質情報研究部門)

[HQR05-P18] 火山ガラスの微量元素組成に基づくKs5と類似するテフラの識別

*中里 裕臣[1]、七山 太[2]、伊藤 久敏[3]、上澤 真平[3]、古澤 明[4]、水野 清秀[2] (1.農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究部門、2.産業技術総合研究所、3.電力中央研究所、4.株式会社古澤地質)

[HQR05-P19] **Climate, vegetation and fire history of the last ~100 ka from archaeological sites of Belan valley, north-central India**

*Deepak Kumar Jha[1]、Rahul Samrat[1]、Prasanta Sanyal[1] (1.Department of Earth Scienes, Indian Institute of Science Education and Research Kolkata, Mohanpur -741246, India)

ルソン海峡および琉球列島における完新世のローカル海洋リザーバー年代変動

Local marine reservoir age variability at Luzon Strait and Ryukyu Islands during the Holocene

*平林 頌子[1,2,3]、横山 祐典[2,3]、鈴木 淳[4]、Tezer Esat[5]、宮入 陽介[2]、阿瀬 貴博[2]、Fernando Siringan[6]、前田 保夫[7]、菅 浩伸[1]
*Shoko Hirabayashi[1,2,3], Yusuke Yokoyama[2,3], Atsushi Suzuki[4], Tezer Esat[5], Yosuke Miyairi[2], Takahiro AZE[2], Fernando Siringan[6], Yasuo Maeda[7], Hironobu Kan[1]

1. 九州大学大学院比較社会文化研究院、2. 東京大学大気海洋研究所、3. 東京大学大学院理学系研究科、4. 産業技術総合研究所、5. オーストラリア国立大学、6. フィリピン大学、7. 兵庫大学
1. Graduate School of Social and Cultural Studies, Kyushu University, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute The University of Tokyo, 3. Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, The University of Tokyo, 4. Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), 5. Research School of Physics and Engineering, The Australian National University , 6. Marine Science Institute, University of the Philippines, 7. Institute of Natural and Environmental Sciences, University of Hyogo

The local marine reservoir age (ΔR) varies not only spatially, but also temporally because of changes in ocean circulation associated with climatic changes. Holocene ΔR values have mainly been reported from the South Pacific, while only a few spatio-temporal reconstructions of ΔR have been published in the western Pacific. Present day, short term variations in ΔR at the Ryukyu Islands, South Japan, were previously associated with variability in the El Nino-Southern Oscillation (ENSO) and the Pacific Decadal Oscillation (PDO). Further studies will better delineate this connection and establish the magnitude of the variability in ΔR in the western Pacific.

In this study, we measured high-resolution radiocarbon(^{14}C) ages and U/Th dates obtained from fossil corals on Luzon Island in the South China Sea (SCS) and Kikai and Kodakara Islands in Ryukyu Island Chain during the Holocene. A large ΔR variability of ~400 years was recorded at both Luzon Island and the Ryukyu Islands for the last 6000 years. An abrupt ΔR shift occurred between 5.5 ka BP and 4.0 ka BP in the northwest Pacific. Compared with the previously reported data from the Tropical East Pacific and Great Barrier reef, the timing of the shift was different because the ^{14}C content of the northwestern Pacific was affected by not only the intensity of upwelling at the Peru-Chile coast, but also by the East Asian monsoon.

This variability influences the calibration of local marine reservoir effect significantly when calibrating ^{14}C ages to calendar ages. High-resolution ^{14}C dating of marine samples became possible over the years, raising the need and importance of ΔR values to be reconsidered in high-resolution for different time periods.

Reference:

Hirabayashi et al. (2019) Local marine reservoir age variability at Luzon Strait in the South China Sea during the Holocene, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions*

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

with Materials and Atoms, in press.

キーワード：U/Th年代測定、放射性炭素年代測定、ローカル海洋リザーバー年代、サンゴ
Keywords: U/Th dating, Radiocarbon dating, Local marine reservoir age, Corals

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Holocene sea-level and paleoenvironmental reconstruction using radiocarbon local marine reservoir age and geophysical modeling in Tongatapu, Kingdom of Tonga

*福與 直人[1,2]、Anthony Purcell[3]、Geoffrey Clark[4]、 Phillip Parton[4]、横山 祐典[1,2]、宮入 陽介[1]
*Naoto Fukuyo[1,2], Anthony Purcell[3], Geoffrey Clark[4], Phillip Parton[4], Yusuke Yokoyama[1,2], Yosuke Miyairi[1]

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻、3. オーストラリア国立大学　地球科学研究所、4. オーストラリア国立大学　アジア太平洋学部
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, University of Tokyo, 3. Research School of Earth Sciences, The Australian National University, 4. College of Asia and the Pacific, Australian National University

Reconstructing the history of Holocene relative sea levels around Tonga is important for understanding geomorphological theories and also interpreting paleoenvironmental and archaeological studies in that area. However, neither continuous sea level reconstructions nor quantitative paleoenvironmental studies using geochemical/physical methods are available. In this study, we reconstructed Holocene sea level changes in Tongatapu island using radiocarbon local marine reservoir age (ΔR) and glacio-hydro adjustment (GIA) modeling. Furthermore, we interpreted the relationship between the reduction of the size of bivalves (*Gafrarium tumidum*) and changes in their paleoenvironment. We suggest that ΔR results showed a sea surface salinity (SSS) decrease in the islands lagoon as relative sea level have been risen during the period between ~2.6 cal kyr BP to the present, and this can be attributed as closure of the lagoon. Moreover, the maximum sea level in mid-Holocene using GIA modeling suggest that contribution of hydro-isostatic rebound to sea level changes were much smaller than previously reported values. We infer that the current rate of vertical land motion reported from instrumental observations at Tongatapu is inconsistent with the Holocene sea level record, and must have been responsible from recent tectonic events. Comparing ΔR results with paleotopographical maps, we suggest that ΔR can record the response to subtle environmental changes that cannot be reconstructed in the model. We also suggest that there is a possibility that SSS is an environmental stress factor for the growth of *G. tumidum* in Tongatapu for the past 2600 years and that this is due to the closure of the lagoon by RSL changes supporting the implication reported previously from an archaeological study (Clark et al., 2015).

キーワード：完新世、南太平洋、古環境、ローカル海洋リザーバー効果、GIAモデル、二枚貝
Keywords: Holocene, Southern Pacific, Paleoenvironment studies, Local marine reservoir effect, GIA modelling, Bivalves

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The environmental change from lagoon sediment along Nakai Trough in Japan during the past 2000 years.

*Cho Ara[1], Kaoru Kashima[1], Jonathan D Woodruff[3], Koji Seto[2], Kazuyoshi Yamada[4], Kota Katsuki[2], Takumi Sato[2], Caroline Ladlow[3]

1. Kyushu University, 2. Shimane University, 3. University of Massachusetts, 4. Museum of Natural and Environmental History

The lagoon sediment offers critical information for sea level change because lagoon reacts sensitively with a small fluctuation of sea level. In other words, the environment change in lagoon depends on sea level fluctuation. The sediment in the lagoon in Japan was continuously deposited and offer high-resolution results such as paleoclimate change and sea level change. The environmental change was reconstructed from three lakes, Lake Hamana, Lake Kawahara, Lake Ryuuoo, based on diatom assemblage. The 16Hm-1C core was taken from Lake Hamana. The environment is divided based on diatom assemblage. Zone 1 is dominant by *Cyclotella atomus* and *C. atomus* var. *gracilis*. It is suggested that the lake was a hypersaline lake. Then the lake was changed to Oligohaline lake in AD 200. Zone 3 and Zone 4 were dominant with freshwater species. Around mid of 14th century, the lake was changed to the brackish lagoon as consequences of creating inlet and paleoriver activity. KAW2 core was from Lake Kawahara. Zone1 was typical lagoon which is affected by sea water. After around AD 550, the lagoon changed to the brackish lagoon. Freshwater species in AD 1100 dominated the lake. The RYU core got taken from Lake Ryuuoo. The environmental changed from brackish lagoon to freshwater lake in AD 600. The environmental change happened at the same time in 3 lakes. The coastal deformation resulted in change RSL (relative sea level) and environmental change in lakes.

Keywords: Lagoon, Diatom, Environmental change

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

青森県むつ市関根浜における海岸堆積物中の漂流軽石の発見と起源
Discovery and these sources of drift pumices interbedded in coastal sediments at Sekinehama, in the northern part of Shimokita peninsula, Aomori prefecture

*平峰 玲緒奈[1]、青木 かおり[2]、石村 大輔[1,2]、小林 淳[2]
*Reona Hiramine[1], Kaori Aoki[2], Daisuke Ishimura[1,2], Makoto Kobayashi[2]

1. 首都大学東京大学院 都市環境科学研究科 地理環境学域、2. 首都大学東京火山災害研究センター
1. Department of Geography, Tokyo Metropolitan University, 2. Research Center for Volcanic Hazards and Their Mitigation, Tokyo Metropolitan University

火山砕屑物のひとつである軽石は，何らかの理由により海域での漂流を始めることがある．ひとたび漂流を開始した軽石は，海岸に打ち上げられるか，生物の付着や気孔内を水が充填したことなどにより浮力を失うまで，漂流し続けると考えられており（加藤，2009），このような軽石は「漂流軽石（漂着軽石）」と呼ばれている．白石ほか（1992）は，秋田県男鹿半島の海成段丘堆積物中に阿蘇4（Aso-4）テフラおよび三瓶木次（SK）テフラ起源の漂流軽石が存在することを報告し，Aso-4およびSKが堆積した7〜9万年前にも，現在と同様に日本海を北上する海流が存在した可能性を述べた．このように，漂流軽石は地形や海流等の影響を受けて漂流・漂着するため，地層中の漂流軽石は，漂着当時の古環境指標とその時代を示す年代指標となり得る．

本発表では，下北半島北部のむつ市関根浜において現地調査を行い，海岸に露出する堆積物中に複数の軽石が含まれていることを発見した．また，2層の軽石濃集層が認められ，火山ガラスの主元素組成より，それらの給源を推定した．また，それらの層相と層序より2層の軽石濃集層は漂流軽石であると考えられる．

下北半島は，第四紀後期の海成段丘群が取り巻くように分布しており（小池ほか，2005），関根浜周辺は海食崖前面に発達する長大な砂浜海岸で構成される．空中写真判読の結果，対象とした露頭は海成段丘を刻む小河川の河口付近の低地に位置し，海浜〜砂丘堆積物に一部覆われているように見える．本露頭では，幅10 m，高さ2.5 mで低地堆積物が露出する．

本研究では，関根浜の露頭において露頭記載と試料採取を行なった．採取した試料については火山ガラスの主元素組成分析を実施した．分析には高知大学海洋コア総合研究センター所有のEPMA（日本電子株式会社製JXA-8200）を使用した．

露頭では，低地堆積物を構成するシルト〜腐植質シルトとそれを覆う砂層を多く挟在する泥炭層が認められる．泥炭層の下部には軽石が密集する層準があり，それらは2層の軽石濃集層と1層の火山灰層に細分される．それらのうち最下位に位置する火山灰層は，層厚1.0 cm程度でパッチ状に分布し，淡紅色を呈する．その上部には同色の円磨された軽石濃集層（平均粒径1.5 cm）が層厚4〜5 cmで分布する．それら淡紅色火山灰層・軽石層から15 cmほど上に，円磨された褐色の軽石濃集層（平均粒径2.0 cm）が層厚3〜4cmで分布する．また，この軽石が密集する層準以外にも，その上下層準（腐植質シルト層と泥炭層の上部）にも軽石が散在する．

軽石が密集する層準を構成する淡紅色火山灰，淡紅色軽石，褐色軽石，並びに腐植質シルト中の2つの軽石，泥炭上部中の軽石の6試料について，火山ガラスの主元素組成分析を行なった．その結果，淡紅色火山灰と淡紅色軽石は，同様の値（淡紅色火山灰；SiO_2：74.5 wt.%，Na_2O：4.42 wt.%，K_2O：1.35 wt.%，淡紅色軽石；SiO_2：75.6 wt.%，Na_2O：4.21 wt.%，K_2O：1.38 wt.%）を示した．褐色軽石は，特徴的にSiO_2が60.7 wt.%と非常に低く，Al_2O_3が19.5 wt.%と非常に高い値を示した．また，淡紅色火山灰層直下から6000–5900 cal. yr BP（2σ）の^{14}C年代を得た．これらの分析結果と青木・町田（2006），Shiihara et al.（2011）の分析値との比較を行った結果，淡紅色火山灰と淡紅色軽石は十和田中掫（To-Cu）テフラに対比され，褐色軽石は鬱陵島のU-2（Shiihara et al., 2011）テフラに対比される可能性が高い．U-2テフラに関しては，5681-5619 cal. BP（McLean et al.,2018）と推定されており，To-Cuテフラ（5986-5899 cal. BP；McLean et al., 2018）のすぐ上位にあることと矛盾しない．なお，腐植質シルト中と泥炭上部中の3軽石

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

については，現時点では給源不明である．

淡紅色軽石と褐色軽石は，平均粒径が1.5 cm以上と大きく降下堆積物とは考え難い．したがって，両軽石は漂流軽石であると考えられる．また，淡紅色軽石は，降下堆積物である淡紅色火山灰層のすぐ上に堆積しており，漂流軽石である淡紅色軽石は噴火直後に漂着した可能性が高い．なお，これら漂流軽石は，湿地性堆積物である泥炭中に存在する．したがって，これらの漂着軽石は，海とつながる小河川等を通じて内陸部の堤間湿地や砂丘背後の湿地に漂着した可能性が考えられる．

キーワード：漂流軽石、十和田中掫テフラ、鬱陵島、下北半島
Keywords: drift pumice, Towada-Chuseri (To-Cu) tephra, Ulleungdo, Shimokita peninsula

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

郡山盆地の3本のオールコアの層序対比と浅部地下地質構造解析

Comparison of geological stratigraphy between three drilling cores and analysis of shallow geological structure in the Koriyama Basin, Northeast Japan

*石原 武志[1]、鈴木 毅彦[2]
*Takeshi ISHIHARA[1], Takehiko Suzuki[2]

1. 国立研究開発法人　産業技術総合研究所、2. 首都大学東京
1. Advanced Industrial Science and Technology, 2. Tokyo Metropolitan University

1.はじめに

産業技術総合研究所 福島再生可能エネルギー研究所では，郡山盆地において地中熱利用促進のための地中熱ポテンシャル評価研究の一環として，盆地浅部（深度100m程度）の地下地質調査を行っている．これまでに郡山盆地中央部において掘削したオールコア（GS-KR2015-1，37°24′4.9″N，140°20′1.6″E，+251.60m，深度100m）の層序について報告した（石原，2018）．また，郡山盆地北部では笠原ほか（2017）によるオールコア（KR-11-2，37°25′43.7″N，140°22′28.6″E，+248.60m，深度100.33m）の層序が報告されている．本発表では，2016年に郡山盆地南部で掘削したオールコア（GS-KRC-1，37°22′10.0″N，140°19′55.5″E，+249.40m，深度80m）の層序について報告するとともに，郡山盆地の深度100m程度までの地下地質構造について考察する．

2.GS-KRC-1コア

岩相：深度29mまでは，シルト～砂質シルト層を主体とし，砂の薄層が所々に挟在する．深度約3-8m，13.5-14m，18-24mは径10-30mmの中礫からなる砂礫層である．深度27.0-27.4mには，下部の粗砂サイズから上部のシルトサイズへ上方細粒化する軽石質火山灰層が挟まる．29m以深は砂礫層を主体とし，深度約52-65mにはシルト質～砂質の火砕流堆積物が見られる．

年代測定結果：^{14}C年代測定は株式会社加速器分析研究所に依頼した．深度1.78mおよび2.12mの砂質シルトから採取した木片は，いずれも約50,000 cal yBPの値を示し，測定限界を超えている可能性もある．FT年代測定は株式会社京都フィッショントラックに依頼し，深度55-59mの火砕流堆積物から3.4±0.4Maの値を得た．

3.　考察

GS-KRC-1コアの深度29mまでのシルト主体の地層は，岩相の特徴からGS-KR2015-1コアの深度1.5-22.6mおよびKR-11-1コアの深度0.5-46.3mの郡山層上部に対比される．深度約52-65mの火砕流堆積物は，GS-KR2015-1コアの深度41.9-49.0mに見られる火砕流堆積物(FT年代値: 3.2±1.3Ma)と岩相の特徴やFT年代が調和的であることから，同一の火砕流堆積物である可能性が高い．深度29-52mの礫層については，年代値が得られていないため詳細は不明であるが，郡山層下部または白河層（鈴木ほか，1967，笠原ほか，2017）の可能性が考えられる．テフラの分析および同定結果については，発表時に報告予定である．

石原(2018)は，GS-KR2015-1コアとKR-11-1コアの対比に基づき，郡山層および勝方火砕流(Sr-Kc-U8; Suzuki et al., 2017，白河層の一部)の堆積直前の地形が起伏に富む丘陵状の地形であった可能性を指摘した．GS-KRC-1とGS-KR2015-1に見られる約3Maの火砕流堆積物についても，両者が同一のものとするとその下面高度には10m以上の差があり，堆積直前に段丘あるいは丘陵状の地形が存在していたことが示唆される．

3本のコアの層序を基に既存のボーリング柱状図資料の地層を解釈し，郡山盆地の地下地質断面図を複数作成した．南北方向の断面図では，郡山層と白河層または鮮新統の地層との境界面が起伏に富む傾向が見られた．一方，東西方向の断面図では，境界面の起伏は少なく，緩やかに東へ傾く傾向が認められた．したがって，郡山層堆積直前の郡山盆地では，現在と同様に東流する水系が発達し，東西にのびる尾根と谷が発達

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

していた可能性が考えられる．

文献：石原 2018．日本地理学会発表要旨集, 94, 156．笠原ほか2017. 地学雑誌 126，665-684. Suzuki et al., 2017. Quaternary International, 456, 195-209.　鈴木ほか 1967．福島大学理科報告, 17, 49-67.

キーワード：郡山盆地、オールコア、地下地質層序、テフラ
Keywords: Koriyama Basin, drilling core, subsurface geological stratigraphy, tephra

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

DEM-GIS解析からみた、氷期の開析地形による制約下での鬼怒川の完新世堆積作用と地形変化
Holocene geomorphic development of the Kinu river system constrained by the dissected river valleys formed after MIS 5.

*木森 大我[1]、須貝 俊彦[2]
*Taiga Kimori[1], Toshihiko Sugai[2]

1. 東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻、2. 東京大学
1. The University of Tokyo,Graduate School of Frontier Sciences,Dept. of Natural Environmental Studies, 2. The University of Tokyo

1．はじめに

関東平野の北部に位置する鬼怒川低地は、比較的構造運動が安定しているとされ、MIS10以降の複数の異なる時代の河成段丘がほぼ同じ高度にそろうという特徴を持つ地域である(貝塚，1957；鈴木・小池，2000)。この地域には、両岸を山地・丘陵に挟まれる中で形成された制約扇状地(武藤，1986)的な性質を持つ段丘群が認められる。関東平野東部・中央部と異なり、この地域を対象とした古環境・地形発達史の復元事例は少ない。また、同地域における最終間氷期の海進範囲も、未だ明確になっていない(須貝ほか，2013)。さらに、台地を刻む谷の分布形態と地形発達の関係や、異なる構造環境下での地形発達史の比較は、平野北部地域においては、ほとんど行われていない。

本発表では鬼怒川低地北部(宇都宮市付近)から南部(茨城県猿島郡)を対象にGISを用いた地形解析を行ったうえで、既存ボーリング柱状図の分析をもとに、関東平野北部鬼怒川低地における河川の最終氷期以降の侵食・堆積作用の変化を推定した結果を発表する。

2．方法

5m/10mDEMデータ(国土地理院)から接峰面図を作成したのち、ラスタ演算ツールを用いて、接峰面データと現在の地形を示すDEMデータの差分値を求め、侵食深分布図を作成した。地形解析にはArcGIS(ESRI社)を用いた。また、防災科学技術研究所が整備する柱状図データベースGeo-Stationから、解析範囲の谷部を掘削する既存ボーリング柱状図を収集、そのPDFデータ(栃木県県土整備部・茨城県土木部・土木研究所)に記載された最上位の礫層の高度分布を把握し、併せて地理院地図の「明治期の低湿地」レイヤを参考に鬼怒川の旧流路を把握、河川・開析谷の蛇行度を求めた。

3．結果

接峰面との差分値分布より、現在鬼怒川が流下する谷（以下、谷Aと呼称)よりも西仁連川が流下する谷（以下、谷Bと呼称)において、見かけの侵食深の値が大きい傾向が確認できた。一方、ボーリング柱状図のデータから谷Aと谷Bの沖積層厚を比較したところ、谷Bよりも谷Aにおいて厚く堆積しており、地表高度も谷Aにおいて5~10ｍほど高くなる傾向が確認できた。また、西仁連川の谷と鬼怒川の旧流路(明治期)の蛇行度を比較したところ、極めて近似する値(0.83~0.84)を得ることができた。

4．考察

谷の蛇行度から、宝木台地(MIS4河成段丘)を刻む西仁連川の開析谷は、現在の鬼怒川と同様の規模(流量)の河川により原型が形成されたと考えられる。また、沖積層厚の傾向および接峰面の差分値分布から、最終氷期において谷Aは谷Bよりも大きな侵食力を持っていたこと、さらに完新世においても相対的に大きな土砂運搬能を持っていたことが推測できる。なお、宝木台地上の地形およびボーリング柱状図から、完新世における河道のつけ変わりを示す痕跡は認められなかった。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

以上のことから、宝木台地形成初期のMIS4~3にかけて、氾濫原的環境にあった現在の台地上には鬼怒川と同程度の流量を持つ河川が流入、その後MIS3~2のLGMに向かう時期には名残川となった河川が浅い谷を形成、その後完新世にかけて緩やかに谷の埋積を続けた。一方、谷AではMIS3~2において海水準の低下に対応する形で下刻が進行、BG(基底礫層)を伴う深い谷が形成された。その後完新世に入り、谷Aでは上流からの豊富な土砂供給もあり厚く埋積が進んだという解釈が可能である。

今後、谷Aにおいて今後も同様の堆積傾向が継続し、低地と台地との比高を減じ続けた場合、現在の台地上へと河川の流入が始まる可能性が示唆される。

キーワード：鬼怒川、宝木台地、開析谷、接峰面図
Keywords: Kinu River, Takaragi Terrace, Dissection Valley, Summit level map

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

関東平野中央部、茨城県境町と埼玉県久喜市 で掘削されたコアの XRF・テフラ・粒度分析に 基づく堆積層序（速報）
Depositional stratigraphy based on XRF, tephras and particle size analysis of core drilled in the central part of the Kanto plain, Sakai town, Ibaraki prefectural and Kuki city, Saitama prefecture (preliminary report)

*宮本 樹[1]、須貝 俊彦[2]、遠藤 邦彦[3]、佐々木 夏来[2]、野口 真利江[4]、三橋 さゆり[5]
*Tatsuki Miyamoto[1], Toshihiko Sugai[2], Kunihiko Endo[3], Natsuki Sasaki[2], Marie Noguchi[4], Sayuri Mitsuhashi[5]

1. 東京大学理学部地球惑星環境学科、2. 東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻、3. 日本大学、4. 株式会社パレオ・ラボ、5. 国土交通省関東地方整備局利根川上流河川事務所
1. Department of Earth and Planetary Environmental Science, The University of Tokyo, 2. Department of Natural Environmental Studies, Institute of Environmental Studies, Graduate School of Frontier Science, The University of Tokyo, 3. Nihon University, 4. Paleo Labo co.,ltd., 5. the Tone River Upstream River Office

関東平野では，氷河性海水準変動とプレートの沈み込みに伴う関東造盆地運動によって地形の大枠が形成されてきた．茨城県南西部から埼玉県東部にかけては造盆地運動の中心部にあたり，最終間氷期の堆積物が地下に埋積されている．本研究では，茨城県南西端の境町および埼玉県久喜市栗橋北において利根川上流河川事務所によって掘削されたボーリングコア（以下，S12コアおよびKHNコア）を用いて海成層の分布深度を調べた．層相観察，レーザー回折式粒度分析，WD-XRFによる硫黄分析，SEM-EDSによるテフラの火山ガラスの組成分析等を実施した．

S12コアは孔口標高12.19mで，深部から，貝殻片を多く含むシルト層（unit1a,b），暗灰色の上方粗粒化砂層(unit2)，やや有機質のシルト層(unit3)，スコリア混じりの粗砂(unit4)，色調変化が激しいシルト(unit5)，火山灰を多く含むローム層(unit6)で構成されていた．XRFを用いた硫黄分析の結果と参照すると，以下のように地形変化を復元できる．海底堆積物である貝殻片を含むシルト層(unit1)の上位に，海進末期に河川の影響が大きくなりデルタ砂(unit2)が堆積し，海退期に河成砂(unit4)が堆積したと考えられる．貝を含むシルト層から砂層下部では，上方粗粒化とともに硫黄の値が減少し，河川の影響が大きくなっていったことがうかがえる．深度20～26ｍ及び29m後半で硫黄の値が小さくなっていることから，当時は河口や潟湖のような汽水域に位置していた可能性がある．

KHNコアは孔口標高15.5mで，深度27.5m~28.5mに上記のUnit1よりも下位の層準の砂質堆積物中に，径数mmの未風化白色軽石の含有層が5枚見いだされ，浅いほうからKHN1~KHN5と名付けた．KHN1,KHN2は斜交葉理中に含まれており，KHN3,KHN4,KHN5は単層をなしていた．火山ガラスの主成分分析の結果，KHN1，KHN2，KHN3は複数のテフラが二次堆積した可能性がある．KHN4，KHN5は赤城火山の棚下火砕流の主成分分析結果とよく一致しており，これに対比できると考えられる．棚下火砕流（新井，1962；守屋，1968；竹本，1998）は赤城水沼8降下軽石（山元，2016）に対比されており，降下時期はMIS 5e最初期とされている（山元，2016）．したがって，Unit1はMIS 5eの海進時に堆積した古東京湾の湾奥泥層であると考えられる．

山元孝広（2016）赤城火山軽石噴火期のマグマ噴出率と組成の変化．地質学雑誌　第122巻　第3号, 109-126

新井房夫（1962）関東盆地北西部地域の第四紀編年．群馬大学紀要自然科学編6，1-79．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

鈴木毅彦（1990）テフロクロノロジーからみた赤城火山最近20万年間の噴火史．地学雑誌99，182-197.

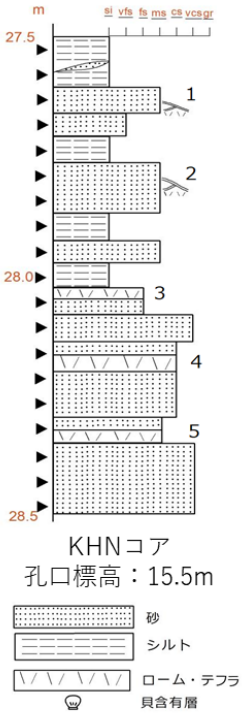
竹本弘幸（1998）利根川水系片品川流域の地形発達史ー赤城山の活動とその影響についてー

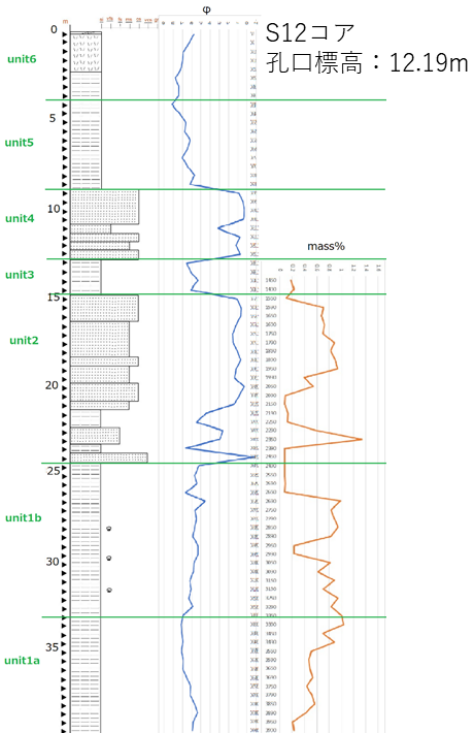
地理学評論71A, 783-804.

守屋以智雄（1968）赤城火山の地形及び地質．前橋営林局

キーワード：ボーリングコア、後期更新世、古東京湾
Keywords: boring core, late Pleistocene, Paleo-Tokyo bay







©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地質層序システムを活用した武蔵野台地東部の武蔵野礫層の空間分布
Spatial distribution of Musashino Gravel in Tokyo using an automated program analyzing geological sequence from a vast number of boring data.

*杉中 佑輔[1]、遠藤 邦彦[2]、石綿 しげ子、須貝 俊彦[3]、千葉 達朗[4]、舟津 太郎[3]、中山 俊雄[5]、堀 伸三郎[1]

*Suginaka Yusuke[1], Kunihiko Endo[2], Shigeko Ishiwata, Toshihiko Sugai[3], Tatsuro Chiba[4], Taro Funatsu[3], Toshio Nakayama[5], Shinzaburo Hori[1]

1. 株式会社計算力学研究センター、2. 日本大学、3. 東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻、4. アジア航測株式会社、5. 東京都
1. Research Center of Computational Mechanics, Inc., 2. Nihon University, 3. Department of Natural Environmental Studies, Institute of Environmental Studies, Graduate School of Frontier Science, The University of Tokyo, 4. Asia air survay , 5. Tokyo metropolitan

1.はじめに

武蔵野礫層は東京都西部に広がる武蔵野台地において支持地盤となりうる礫層の一つであり、その空間分布を明らかにすることは工学的にも意味が大きい。

本研究では主として主要幹線道路沿いに作成された地質断面図（遠藤ほか、2017）（杉中ほか、2017）などの成果を組み込んで作られた「地質層序システム」（堀ほか、2018）による多量のボーリングデータ処理による結果から、武蔵野礫層の空間的分布や礫層の上面・下面の形状を示すとともに杉中ほか（2018）で示した東京礫層上面形状との比較検討を試みた。

武蔵野台地についてはこれまでにも多く議論されているが（例えば、貝塚（1964）、久保（1988）、貝塚ほか（2000）など）、最近、遠藤ほか（2018）により、武蔵野面区分が見直され、武蔵野面の新区分が提唱されている。また、舟津ほか（2018）では武蔵野礫層堆積上面の傾斜角度などが報告されている。

これら既往研究成果との照合により、武蔵野台地及び武蔵野礫層の全容を明らかにすることが期待される。

尚、本研究の対象範囲は東京23区内の武蔵野台地東部とした。

また、本研究における東京層の定義は遠藤ほか（2017）に準じ、武蔵野台地の地形区分は遠藤ほか（2018）に準じた。

2.作業手順

本成果では、東京都建設局「東京の地盤」及び国土地盤情報検索サイト「Kunijiban」等で公開されている柱状図データを主に使用した。「地質層序システム」（堀ほか、2018）により判定した武蔵野礫層の上下面の標高値をGISプログラムで空間展開した。

3.抽出された武蔵野礫層の堆積面形状

武蔵野礫層上下面の等高線図及び武蔵野礫層等層厚線図を作成し、その形状について検討を行ったところ、全体的に等高線間隔は一様ではなく、所により粗密が生じていた。遠藤ほか（2018）の区分による小平面（M1a）は全体的に等高線間隔が広く平坦性が高い。目黒台面（M1b）は標高27mを境にして高位である西方では緩傾斜となるが、その他の面ではその境が標高30mであった。

上下面それぞれの等高線図からは等高線の形状から尾根・谷を明瞭に区別することができた。このうち尾根地形はその多くで尾根線延長上に下末吉面頂部が位置する。一方、谷地形は現在武蔵野台地を刻む河川形状に非常に調和的である。しかしながら、この谷地形を上流（西方）に追うと、下面では23区西限まで連続するのに対し、上面では概ね標高25m以上で谷が不明瞭になる。その範囲を等層厚線図で確認すると、礫層厚が周囲より大きい値を示した。層厚が大きな範囲は上面標高25m以下でもみられるが、上下面で等高線間隔の広い緩傾斜地に限定され、層厚のやや小さい範囲は上下面等高線図において等高線間隔の狭い範囲に位置した。層厚の小さな範囲は赤羽台・本郷台の一部及び目黒台面・仙川面の一部にみられた。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

4.考察

等高線間隔の変化する地点、すなわち武蔵野礫層の堆積面傾斜角度の変化点が武蔵野礫層上面でも下面でも大きな違いはなかった。上流側は谷埋めが為されているものの、刻まれた谷地形の位置に大きな変化がなかった。

また、得られた特徴について遠藤ほか（2018）の地形区分と照合したところ、層厚分布、上下面等高線図ともによく対応していた。

本解析結果から示した武蔵野礫層の空間分布より、小平面（M1a）の形成後、当時の多摩川が現在の石神井川沿いを流れ、小平面を浸食し、小平面の北側に厚い礫層を堆積させたと考えられ、この堆積面が石神井面（M2a）、田柄面（M2b）によく対応している。

引用文献

遠藤ほか（2017）ボーリング資料を活用した東京台地部の中・後期更新世地質断面の再検討　日本第四紀学会講演要旨集，47，10.

遠藤ほか（2018）東京台地部の東京層と、関連する地形：ボーリング資料に基づく再検討　日本地球惑星科学連合2018年大会講演要旨，HQR04-12.

船津ほか（2018）武蔵野礫層の堆積頂面および堆積構造からみた武蔵野礫層の堆積プロセス　地球惑星科学連合大会講演要旨，HQR04-07.

堀ほか（2018) 東京の地質構造研究を支援する地質層序システムの開発　日本第四紀学会講演要旨集，48，74.

貝塚爽平（1964）東京の自然史．紀伊国屋書店，186p.

貝塚ほか（2000）関東・伊豆小笠原.日本の地形,4,東大出版会,349p.

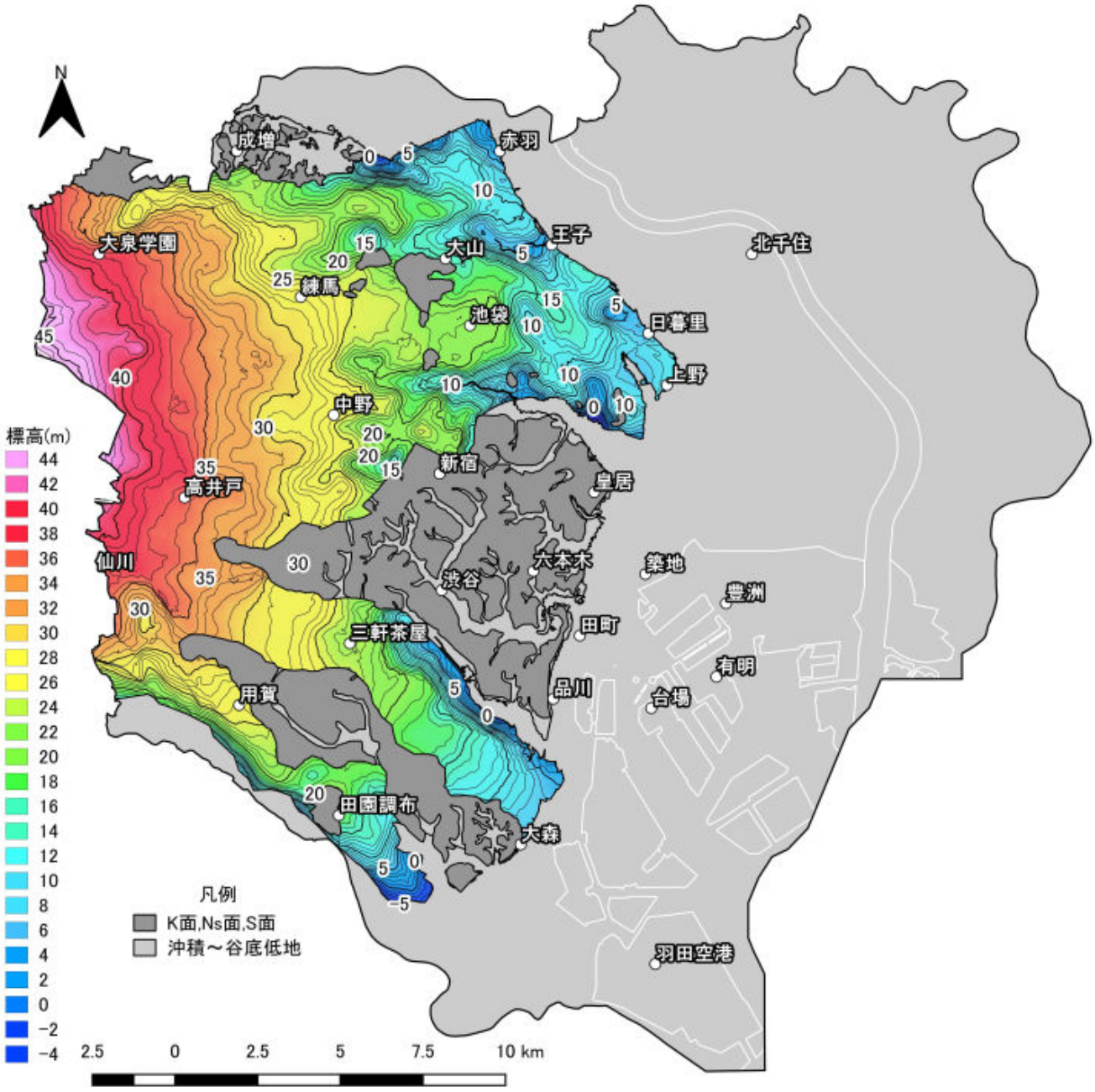
久保純子（1988）相模野台地・武蔵野台地を刻む谷の地形-風成テフラを供給された名残川の谷地形-．地理学評論，61(Ser. A)，25～48.

杉中ほか（2017）ボーリング資料を活用した東京台地部の東京礫層の空間展開　日本第四紀学会講演要旨集，47，99.

杉中ほか（2018）地質層序システムを活用した東京23区の東京層堆積期(MIS5e)の地形抽出　日本第四紀学会講演要旨集，48，73.

キーワード：武蔵野礫層、武蔵野台地、地質層序システム、ボーリング柱状図
Keywords: Musashino gravel layer, Musashino platform, automated program analyzing geological sequence , Borehole data

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

相模川（桂川）上流域における富士相模川泥流堆積物の堆積学的特徴
Sedimentological features of Fuji-Sagamigawa Lahar deposits from the upper reaches of Sagami River, central Japan

*白井 正明[1]、武原 未佳[2]、宇津川 喬子[3]
*Masaaki Shirai[1], Mika Takehara[2], Takako UTSUGAWA[3]

1. 首都大学東京、2. 八王子市役所、3. 立正大学
1. Tokyo Metropolitan University, 2. Hachioji-City Office, 3. Rissho University

ラハール（いわゆる火山泥流）とは，火山周辺で発生する火山砕屑物と水の混合物の急速な流動現象の総称である（例えば，Smith and Fritz，1989）．富士相模川泥流（ラハール）は，富士山北麓から相模川を流下した火山泥流であり，現在の富士山頂から約90km下流に位置する座間市付近までその露頭が確認されている（例えば，相模原市地形・地質調査会，1990）．その流下年代は，C-14 年代測定およびテフラとの層位関係に基づき，最終氷期極相期に近い約2.2 万年前とされている（町田，2009）．富士相模川泥流については，相模原市地形・地質調査会（1990）によって詳細な調査がなされており，少なくとも３回に及ぶ大規模なラハールの流下が発生したことなどが明らかになっている．

富士相模川泥流のラハール堆積物は，大月より上流の都留市を流れる桂川の支流，柄杓流川（しゃくながしがわ）沿いに露出することが，相模原市地形・地質調査会（1990）によって示されているが，詳細な記載はなされていない．現在の富士山頂から約25km下流に位置する柄杓流川沿いの高さ約20mの崖には，富士相模川泥流のラハール堆積物が露出する．本露頭のラハール堆積物は厚さ１m弱から３mほどの６以上のユニットに区分できるが，ハイパーコンセントレイテッド流堆積物特有の産状は示さず，また下部のユニット境界には平行層理～低角の斜交層理層がしばしば挟まれており，複数の流下イベントの産物であることを示す．本発表では柄杓流川沿いに露出する富士相模川泥流堆積物について，これらの堆積学的特徴を紹介する．

なお本発表は，第２発表者の武原が行った2015年卒業研究の一部と，首都大学東京火山災害研究センターの研究の一環としての調査結果を併せたものである．

引用文献
相模原市地形・地質調査会（1990）相模原の地形・地質調査報告書（第4報）．相模原市教育委員会：63p.
Smith and Fritz (1989) Geology, 17, 375-376.
町田洋（2009）相模原市史自然編．相模原市：159-165.

キーワード：ラハール堆積物、富士相模川泥流、桂川（相模川）
Keywords: lahar deposits, Fuji-Sagami River Mud Flow, Katsura River (Sagami River)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

新潟県信濃川・魚野川合流域周辺における段丘区分および地形発達過程について

Terrace classification and geomorphological development process around Shinano river and Uono river junction area in Niigata prefecture

*小関 敏史[1]、小荒井 衛[1]
*Koseki Toshifumi[1], Mamoru Koarai[1]

1. 茨城大学理学部理学科地球環境科学コース
1. Department of Earth Sciences, College of Science, Ibaraki University

新潟県信濃川流域は古くから活褶曲地帯とされ，周辺の河成段丘面が活褶曲の影響で山側や河川上流側へ異常傾斜していることが報告されている (池辺，1942）．そのため段丘編年を通じて地質学的，地形学的に地殻変動との関係についての研究や (中村ほか，1968など），水準点変位などの視点から測地学的な研究がなされている (大塚，1942など）．魚野川との合流域周辺の内ヶ巻地区は，AT (26~29ka）降下期前後以降に離水した，比較的新しいL面の段丘面が広がる (小荒井，2012）．しかし当地域の段丘区分は，その編年可能数での分類しかされていない．本研究では僅かな比高や段丘崖の発達度による詳細な段丘区分の再検討を行った．また，周辺には旧石器時代や縄文時代の遺跡が多く点在しており，年代も算出されていることから，遺跡年代を段丘の離水年代以後に形成したと仮定した編年を行った．さらにGIS等を使用した地形解析を行い，地形発達過程について考察した．

研究手法は，まず写真判読や等高線の読み取りにより段丘面を判読し実測調査にて面の連続性や遺跡がどの面に位置するかを確認しQ GIS2.18にて段丘区分図を作成した．地形解析は，国土地理院より提供していただいた航空レーザ測量データを使用した．この点群データを森林総合研究所より借用したENVY Lidarで1mDEMを作成した．1mDEMより戸田 (2012）を参考にした微地形図や傾斜方位図と，段丘区分を元に河床縦断面図をArc GIS10.5にて作成し考察を行った．

写真判読と現地調査より，河成段丘をL1～L11面の計11面に区分した．C14年代測定値から暦年補正で17,250年前の荒屋遺跡 (鹿又，2004）がL3面に，爪型文土器が発掘され10,000年前の遺跡とされた (佐藤，1988)西倉遺跡は対岸のL7面に位置した．続いて，Arc GISで作図した結果，以前より報告のある地形面の撓みや山本山断層等の推定断層を可視化することができたが，内ヶ巻地区には特徴的な地形は認められなかった．傾斜方位図からは，段丘崖の傾斜の痕が線上に表示された．段丘区分結果をもとに作成した内ヶ巻地区の河床縦断面図を作成すると，すべての面にて北東方向の傾斜が確認できた．また，各面ごとの傾斜度に着目するとL1面からL5面は現河床より急勾配で，L6面以降はすべて緩傾斜になる傾向が見られた．

作成した段丘区分図から，北東方向にいくにつれてより低位面が広がっていることがみてとれる．また，魚野川沿いには信濃川沿いのように何段にもL面が形成されていない．よって，当地域の段丘面は主に信濃川が離水して形成されたと考えられる．次に河床縦断面図で傾向がみられた勾配差について考えた．段丘面形成の要因として海水準の低下がある．貝塚 (1977）の河成段丘形成モデルでは，中流域では氷期に形成された面は急傾斜になり後氷期に形成された緩傾斜の面に埋没される．当地域に当てはめると，氷期の時代までに形成されたL5面以前が，後氷期に形成されたL6面以降の面に埋没された可能性が示唆される．編年データを組み込んで議論すると，17,250年以前までにL3面までが離水し，その後海進の影響を受ける前までにL4，L5面が離水した．その後海進により一部を残して埋没し，段丘の形成方向が北へシフトして10,000年前までにL6，L7面が離水したのではないかとみられる．

以上より信濃川の流路変遷を推察した．当初は北東方向から内ヶ巻神社あたりを南東方向に流れ相川口で魚野川に合流していた．L1，L2面が離水すると西から東へと流路を変える．17,250年より前にL3面が離水する頃から蛇行を始め，その後L4，L5面が離水した．後氷期によりL5面が一部を残して埋没しL６面が形成される

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

と，現在の流路に近い南西から北東方向になる．L7面以降も順次離水し，現在の流路になったと考えられる．

参考文献

池辺展生 (1942）越後油田褶曲構造の現世まで行はれていることに就いて(演旨）.石油技協誌，10，108-109.
貝塚爽平 (1977）日本の地形．東京大学出版社 163-169
小荒井衛 (2012）活褶曲地帯における地震に伴う斜面変動と地形発達過程に関する研究． 科研研究費補助金成果報告書
戸田健一郎 (2014）曲率と傾斜による立体図法 (CS立体図）を用いた地形判読. 森林立地学会 56，75-79

キーワード：信濃川、内ヶ巻、段丘区分、河床縦断面図
Keywords: Shinano River, Uchigamaki, Terrace division, Vertical section of riverbed

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

福井県敦賀湾内における砂浜海岸堆積物の供給源の推定：粒度分析と砕屑粒子組成を中心として

Estimation of the Source of Sand Beach Sediment in Tsuruga Bay, Fukui Prefecture: Focusing on Grain Size Analysis and Composition of Clastics

*松本 誠子[1]、河尻 清和[2]、久保 純子[1]
*Akiko MATSUMOTO[1], Kiyokazu KAWAJIRI[2], Sumiko KUBO[1]

1. 早稲田大学教育学部、2. 相模原市立博物館
1. School of Education, Waseda Univ., 2. Sagamihara City Museun

海浜砂の供給源を明らかにすることは、砂浜海岸の保全や利用のために非常に重要である。福井県敦賀市に位置する敦賀湾では、（気比の）松原海岸やほかの砂浜海岸で海岸侵食が問題となっており、行政の対策も行われている。松原海岸では砂浜の地形変化について海岸工学的研究が行われているが、海岸の保全のためには、海浜堆積物の特質を粒度分析や砕屑粒子組成分析などから把握して、供給源や移動の実態を知り、海岸環境を理解する必要がある。敦賀湾西岸は主に花崗岩体よりなり、敦賀湾東岸は付加体岩体からなる。このため、海浜堆積物の供給源や移動を把握しやすいのではないかと考えた。

以上より、松原海岸や敦賀湾の砂浜海岸の海浜砂の動態を明らかにすることを目的として、松原海岸のほか、敦賀湾西岸・東岸に分布する小規模な砂浜海岸の汀線堆積物と、松原海岸に流入する2河川の河床堆積物について、粒度分析、鉱物や岩片などの砕屑粒子組成分析、色彩分析を行った。また、松原海岸を含む敦賀平野の地形の特徴を知るため、空中写真判読により地形分類図を作成した。さらに松原海岸と、敦賀湾東岸の赤崎海岸においては養浜が行われているため、養浜砂の粒度分析データとの比較から養浜の影響について考察した。

粒度分析は各試料約100 g を-2 ～4 φの篩を用いて行った。分析の結果、平均粒径は敦賀湾西岸が-1.1 φ～1.1 φ、松原海岸が-0.6 φ～0.2 φ、敦賀湾東岸が2.2 φ～2.6 φであった。敦賀湾西岸よりも敦賀湾東岸のほうが細粒で淘汰が良く、松原海岸は中間的であった。また、松原海岸中央部では松原海岸西端・東端の河口付近の試料よりも淘汰が良かった。

砕屑粒子組成分析は薄片を作成後、偏光顕微鏡下でのポイント・カウンティング法により行った。分析の結果、敦賀湾西岸は石英と長石の合計が95 %以上を占め、松原海岸では石英と長石の合計が90 %弱であった。松原海岸に流入する2河川は石英と長石の合計が70 %強、岩片が20 %強であった。一方敦賀湾東岸では岩片が50 %近くを占めた。敦賀湾西岸、松原海岸、敦賀湾東岸それぞれの地域ごとに似通った組成を示した。

色彩分析は砂を敷き詰めたシャーレ底面をスキャナーで読み取り、画像分析をすることで行った。分析の結果、敦賀湾内の砂浜海岸毎に海浜砂の色彩に差があることがRGB値でも示された。ただし、地点ごとの差が大きく、粒度や砕屑粒子組成のような西岸と東岸の差は見られなかった。

敦賀平野の地形分類図を作成した結果、平野の南部には笙の川、黒河川、井ノ口川などに沿って開析扇状地、結合扇状地が分布し、平野中央部から北部にかけて後背湿地と三角州がみられ、気比の松原付近では3列ないし4列の浜堤列が形成されていることがわかった。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

以上の分析により、敦賀湾西岸や松原海岸では敦賀半島を構成する花崗岩由来の堆積物が卓越し、敦賀湾東岸では付加体由来の堆積物が卓越することがわかった。松原海岸では敦賀湾西岸の敦賀半島の花崗岩から砂が沿岸流によって運ばれ、一方、港湾施設の存在により、現在は敦賀湾東岸からの漂砂の影響はないと推定した。松原海岸でみられた付加体由来の砂は、流入する河川流域から運搬されたものと思われる。

また、敦賀湾内の砂浜海岸毎に海浜砂の色彩に差があり、松原海岸内でも西部と中央部・東部で色彩が異なることがわかった。その要因を明確にすることはできなかったものの、粒度分析と砕屑粒子組成分析から、松原海岸西部では敦賀湾西岸からの花崗岩由来の漂砂の影響が強く、東部では河川の影響がみられたことから、それらの砂の色彩への影響の可能性が示唆される。

松原海岸と敦賀湾東岸の赤崎海岸の両海岸において、養浜砂の粒度分析データを入手したが、今回の試料の分析結果とは一致しなかった。

今回の調査では、敦賀湾の砂浜海岸の砂の運搬・堆積過程は、各海岸とそこに流入する河川の中で完結するのではなく、沿岸流の影響を受ける場合があることが明らかにされた。より詳細に供給源について明らかにするためには、汀線堆積物以外の砂浜海岸堆積物の分析や、沿岸流の卓越方向について考慮することが必要である。また、養浜砂の影響が今回は明らかにできなかったため、より詳細な調査が必要である。

キーワード：砂浜海岸堆積物、粒度分析、砕屑粒子組成
Keywords: sand beach sediment, grain size analysis, composition of clastics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

濃尾平野内陸域のコア堆積物にみられる沖積層の特徴
Characteristics of Latest Pleistocene to Holocene deposits of two cores obtained from the inner part of the Nobi Plain, central Japan

*羽佐田 紘大[1]
*Kodai Hasada[1]

1. 法政大学文学部
1. Faculty of Letters, Hosei University

濃尾平野は、主に木曽三川（木曽川、長良川、揖斐川）の土砂供給により形成された、東西約35 km、南北約50 km、面積約1,300 km^2の沖積低地である。地形は上流から、扇状地、氾濫原、三角州に区分され（井関 1983）、臨海部には干拓地や埋立地がみられる。近年、濃尾平野ではオールコア堆積物を用いた研究が数多くなされ、海退期の堆積システムであるデルタの発達過程が把握されるようになってきた（山口ほか 2003；大上ほか 2009；Hori et al. 2011など）。河川から供給された土砂は、相対的海水準上昇期には潮間帯から陸側を中心に堆積し、海水準上昇期の終わりには上方へ累重しながら海側にも堆積する（斎藤 2011）。しかし、オールコア堆積物を用いた既存研究の多くは、プロデルタ堆積物が分布する範囲を対象としており、海水準上昇期の堆積中心である内陸域の堆積過程の十分な議論がなされておらず、海進から海退に転じる前後の堆積システムの発達過程を詳細に把握するまでには至っていない。本発表では、濃尾平野内陸域（現氾濫原内陸側）において機械ボーリングにより採取したオールコア堆積物の特徴を報告する。

2018年1～2月に木曽川左岸側の氾濫原2地点でコア堆積物（以下、KGコア、OZコア）を掘削した。コア堆積物については、半裁後、岩相の記載、湿潤・乾燥かさ密度測定、色調測定、泥分含有率測定を実施した。堆積物中の木片や植物片について、DirectAMSに依頼し、加速器質量分析（AMS）法による放射性炭素（^{14}C）年代測定を行った。さらに、一部の細粒堆積物に対し、パレオ・ラボに珪藻分析を依頼した。

2本のコア堆積物について、それぞれ3つの堆積ユニット（KG1～3、OZ1～3）に区分した。以下に各ユニットの特徴を述べる。KG1とOZ1、KG2とOZ2は、それぞれ共通の特徴がみられるため、まとめて記す。

KG1およびOZ1：礫径数十mmの円礫～亜円礫を主体とする砂礫層である。KG1の上部には有機物等を含まない細粒砂～中粒砂がみられる。本ユニットは河川流路を充填する堆積物と考えられる。また、砂礫層は沖積層基底礫層（井関 1983）に対比される。

KG2およびOZ2：植物片や生痕化石、マッドクラストが認められるシルト～中粒砂を主体とする。KG2の最下部で8.0 cal kyr BP、上部で7.1 cal kyr BP、OZ2の最下部から上部にかけて8.5～7.8 cal kyr BPの^{14}C年代値が得られた。珪藻化石については、KG2の最下部で多くの海水干潟指標種群が認められた。OZ2では、最下部で海水藻場指標種群や海水干潟指標種群、中部および最上部で海水砂質干潟指標種群が数多く検出された。本ユニットは河口に近い潮間帯から潮下帯において堆積したと解釈される。

KG3：植物片や植物根、有機質な層準がみられ、ところどころに砂層を挟むシルトが主体である。最下部および中部の^{14}C年代値は、それぞれ5.5 cal kyr BPと2.2 cal kyr BPを示す。最下部では、湖沼沼沢湿地指標群の珪藻化石が多産した。コアの掘削地点が現在の後背湿地にあたることを踏まえると、本ユニットは後背湿地堆積物と推定される。また、挟在する砂層は破堤堆積物の可能性がある。

OZ3：植物片の混入が相対的に少ない中粒砂～粗粒砂主体であり、上部では極細粒砂主体となる。最下部および中部では、それぞれ5.2 cal kyr BPと1.0 cal kyr BPの^{14}C年代値を示す。上方細粒化がみられるととも

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

に、コアの掘削地点が現河川流路から50 m程度離れた滑走斜面側の微高地に位置することから、本ユニットは河川流路からポイントバーへと変化する中で堆積したと考えられる。

KG2およびOZ2の堆積速度はそれぞれ約5 mm/yr、7～27 mm/yrと上位のユニットに比べて大きく、これらの堆積時期は汎世界的な海水準上昇期（Lambeck et al. 2014）にあたる。濃尾平野において海退が開始した時期は7.8～7.3 cal kyr BPと推定されている（大上ほか 2009）。したがって、対象地域は海水準上昇期の堆積中心であり、KG2およびOZ2の中に海進・海退境界が存在する可能性が高い。

謝辞　本研究には科学研究費補助金（課題番号：17H07151）を使用した。

文献　井関 1983. 東京大学出版会. 大上ほか 2009. 地学雑誌 118: 665-685. 斎藤 2011. 第四紀研究 50: 95-111. 山口ほか 2003. 第四紀研究 42: 335-346. Hori et al. 2011. Journal of Asian Sciences 41: 195-203. Lambeck et al. 2014. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 111: 15296-15303.

キーワード：堆積環境、放射性炭素年代、氾濫原、完新世、濃尾平野
Keywords: sedimentary environment, radiocarbon age, floodplain, Holocene, Nobi Plain

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

鈴鹿市南部におけるMIS5e海成層の分布形態と推定される累積変位量
Subsurface distribution of marine deposits during the MIS 5e and vertical displacement inferred from microfossil evidences and borehole logs in northern Ise Plain, central Japan

*佐藤 善輝[1]
*Yoshiki Sato[1]

1. 産業技術総合研究所 地質情報研究部門 平野地質研究グループ
1. Advanced Industrial Science and Technology, Geological Survey of Japan

本研究では，伊勢平野北部に位置する鈴鹿市南部を対象として，既存ボーリングコア資料・試料の解析に基づいて最終間氷期（MIS5e）に堆積した海成層を認定し，その分布形態から鉛直方向における累積変位量を推定した．

伊勢平野は伊勢湾の西岸～南西岸に広がる堆積平野で，平野北部には後期更新世以降に形成された河成・海成段丘が広く発達する（石村，2013など）．後期更新世段丘と沖積平野との地形境界には活断層が分布し，北側の養老ー四日市断層帯と南側の布引山地東縁断層帯東部とに大別される．鈴鹿市南部では南側から伸びる布引山地東縁断層帯東部と，北側伸びる養老ー四日市断層帯が近接するが，両断層帯間の活構造や関係性については，既存研究によって見解に差異があり，はっきりしたことが分かっていない．そこで，本研究では空中写真判読に基づく地形面区分と，既存ボーリング試料の^{14}C年代測定，珪藻化石分析，花粉化石分析を行い，MIS5e海成層を対比基準として地殻変動傾向を推定できないか試みた．

対象地域の後期更新世段丘面は大きく高位，中位，低位の3面に区分される．このうち中位面は標高5～15 mに分布する．御座ヶ池周辺の中位面は東縁部が南東側に撓曲変形し，その基部に断層が存在すると推定される．本研究の中位面は吉田（1987）の旧期中位段丘（tm1），吉田（1984）の神戸段丘（tmk）に相当する．

中位面基部に推定される断層を挟んで東西方向に長さ約1.6 kmの測線を設定し，計11地点の既存ボーリング資料・試料の特徴に基づいて，浅層地下地質を大きく3つのユニット（下位から順にA～C）に区分した．ユニットBはさらに4つのサブユニット（下位から順にB-1～4）に細分される．ユニットAは砂泥互層から成り，泥質部でもN値50以上で固結する．淡水生付着性珪藻が多産することから陸成層であると推定され，鮮新統の東海層群の一部であると考えられる．ユニットB-1はN値10～40の半固結する泥質堆積物から成る．貝殻片を多く含み，汽水～海水生の珪藻化石が多産することから，海成層であると考えられる．さらに，サルスベリ属の花粉化石が多産することから，MIS5eに対比される可能性が高い．ユニットB-2はシルトや礫を含む淘汰の悪い砂層から成り，N値は20～40程度で，粗粒部では50以上となる．層厚は5～10 mである．ユニットB-3はN値10前後の泥質堆積物から成り，淡水生珪藻を多産することから淡水環境で堆積したと推定される．本ユニットからは50,440±760 yrBPおよび53,940 yrBP以上の年代測定値が得られた．ユニットB-4はN値20～50程度の礫層で，中位面に連続すると考えられる．最上部のユニットCは，N値０～5程度の軟弱な泥質堆積物から成り，完新統であると考えられる．

ユニットB-1は断層を挟んだ両側に分布しており，いずれもMIS5e期の海成層と推定される．ユニットB-1上面の標高分布に基づくと，断層西側の段丘上では標高ー13.5～ー15.5 mに，断層東側の沖積低地下では標高ー17.5 m以深に分布する．従って，MIS5e以降の鉛直方向の累積変位量は2 m以上，平均変位速度は0.02 m/kyr以上と見積もることができる．また，ユニットB-3の基底分布からは，累積変位量は6.5 m以上，平均変位速度は0.05 m/kyr以上と見積もることができる．これらの推定値は地表面の変形から推定された千里断層の

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

平均変位速度（0.05～0.21 m/kyr；水谷，2017）とおおむね調和的である．

参考文献
石村大輔（2013）第四紀後期の伊勢湾西岸地域の段丘形成過程と地殻変動．地学雑誌，122，448-471．
水谷光太郎（2017）三重県中部布引山地東縁断層帯東部区間千里断層の活動性．日本地理学会発表要旨集 2017 年度日本地理学会秋季大会発表要旨．
吉田史郎 (1984) 四日市地域の地質．地域地質研究報告（5万分の1地質図幅）．地質調査所．81p.
吉田史郎 (1987) 津東部地域の地質．地域地質研究報告（5万分の1地質図幅）．地質調査所．72p.

キーワード：MIS5e、珪藻化石、花粉化石、養老－四日市断層帯、布引山地東縁断層帯、地下地質
Keywords: MIS5e, diatom fossil assemblage, pollen fossil, Yoro-Yokkaichi Fault Zone, Eastern margin Fault Zone of Nunobiki Mountains, subsrface geology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

志摩半島志島低地で発見された天城カワゴ平（Kg）テフラと津波履歴復元における意義

Detection of the Amagi-Kawagori tephra (Kg) in the Shijima lowland, the Shima Peninsula, and its significance to reconstruct tsunami history

吉田 沙樹[1]、*宍倉 正展[2]、前杢 英明[1]、藤野 滋弘[3]
Saki Yoshida[1], *Masanobu Shishikura[2], Hideaki Maemoku[1], Shigehiro Fujino[3]

1. 法政大学、2. 産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門、3. 筑波大学
1. Hosei University, 2. Institute of Earthquake and Volcano Geology, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 3. University of Tsukuba

紀伊半島東部から南部にかけての沿岸は，南海トラフの中部に面し，過去からくり返す巨大地震の東南海セグメントと南海セグメントの境界付近に位置する．このため本地域での津波履歴の復元は，過去の南海トラフ地震の破壊域を評価する上で非常に重要である．このため各地で津波堆積物調査が進められているが，それらの地域間の対比が課題となっている．我々は志摩半島の志島低地において掘削調査で得られた湿地堆積物中から，津波イベントの対比において有効な広域テフラである天城カワゴ平（Kg）テフラ（3100 cal yBP頃）を検出したので報告する．

志島低地ではFujino et al. (2018)によって，湿地堆積物中に10層のイベント砂層（上位からSand A～J）が認識され，津波履歴が論じられている．本研究では同低地において深度483 cmまでハンドコアラ–で掘削し，得られた試料から砂層を除いた260 cm分の有機質シルトについて，5 cmずつ分割して分析用の試料とした．これらは細粒物を取り除き，500～125μmの粗粒物質を抽出して顕微鏡で観察を行ってテフラの有無を探った．その結果，深度265-270 cmおよび275-280 cmからおもに軽石型の火山ガラスを検出した．特に深度276 cm付近はコア観察の段階で層厚5 mm程度の淡白色の層を肉眼で確認できる．一方でそれ以外の層準からは火山ガラスは検出できなかった．またFujino et al. (2018)におけるA2コアからもSand GとSand Hの間の有機質シルト層中に淡白色を帯びた部分が層厚5-8 mm程度で確認され，検鏡したところ同様の火山ガラスを検出した．

これらの火山ガラスについて，温度可変型屈折率測定装置（MAIOT）を使って屈折率測定を行った結果，屈折率は1.499～1.501の間に集中しており，町田・新井（2003）による天城カワゴ平（Kg）テフラの屈折率（1.495-1.502）と一致した．さらに株式会社古澤地質に依頼してEDXによる主成分分析も行い，天城カワゴ平（Kg）テフラに関するこれまでの研究成果と矛盾しないことを確認した．

今回天城カワゴ平（Kg）テフラを検出した層準は，Fujino et al. (2018)においてイベント年代が絞り込めていなかったSand GとSand Hの間にあり，年代推定において非常に大きな拘束力を持つ．本研究の結果，Sand Gは3100-2740 cal yBP，Sand Hは3600-3100 cal yBPと推定できる．

紀伊半島では，南端の串本でイベント砂層の挟まる湿地堆積物中から天城カワゴ平（Kg）テフラ検出の報告がある（北川ほか，2017）．串本のイベント砂層の場合，天城カワゴ平（Kg）テフラの上位の砂層は^{14}C年代から2950 –2470 cal yBP，下位の砂層は3390 –3100cal yBPと推定され（宍倉ほか，2014），それぞれ志島低地のイベント砂層と対比できる可能性がある．今後，紀伊半島東部沿岸各地において，天城カワゴ平（Kg）テフラを鍵層としてイベント砂層を対比していくことで，南海トラフ地震の発生パターンの解明につながると期待される．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

本研究は文部科学省（JAMSTEC委託）の南海トラフ広域地震防災研究プロジェクトの一環として実施している.

キーワード：志摩半島、志島低地、南海トラフ、天城カワゴ平テフラ、津波履歴、津波堆積物
Keywords: Shima Peninsula, Shijima Lowland, Nankai Trough, Amagi-Kawagodaira tephra, tsunami history, tsunami deposit

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

バイオマーカー分析による完新統の大阪平野の環境変遷の評価
Holocene paleoenvironmental changes based on biomarker analysis at the western part of the Kawachi plain, Osaka, Japan

*石野 有妃子[1]、中村 英人[1]、三田村 宗樹[1]
*Yukiko Ishino[1], Hideto Nakamura[1], Muneki Mitamura[1]

1. 大阪市立大学
1. Osaka City University

1．はじめに

大阪平野の第四紀層における環境変動を明らかにするために，有孔虫や貝形虫などの微化石の群集解析が行われてきた．これらの微化石は海域の水域環境変遷を詳細に推定できる一方で，その産出は主に海成層に限られる．そこで，本研究では，陸成層にも保存されている生物由来の有機化合物を対象とするバイオマーカー分析を行い，桜宮東コアの完新統堆積物中の堆積有機物の起源と堆積環境を評価した．

2．分析方法

桜宮東コアは，大阪市都島区の桜宮東公園（標高＋0.5 m）で掘削された掘削長18 mのコアである．桜宮東コアは難波累層で構成され，下位より順に，中粒砂–泥層（SH-1：標高-19.50～-17.60 m），中粒砂–細粒砂層（SH-2：標高-17.60～–16.00 m），泥層（SH-3：標高-16.00～–8.90 m），泥–細粒砂層（SH-4：標高-8.90～–1.60m）の4ユニットに区分される（梅田ら, 2018 JPGU). また，大城（2018MS）によって有孔虫を用いた群集解析が行われた．泥層や砂層を含む20層準の試料を溶媒抽出し，得られた成分を分画・誘導体化してガスクロマトグラフィーにより分析・定量を行った．

3．結果と考察

複数の起源を持つアルキル脂質（*n*-アルカン，*n*-アルコール，*n*-脂肪酸）や，陸上植物由来のフリーデリンやサワミレチンが検出された．アルキル脂質の炭素数分布と供給量の変化から海進・海退に伴う陸源有機物の寄与の変化や水域の生産の変動が明らかになった．*n*-アルカン，*n*-アルコールは主に陸上植物に由来する炭素数22（C_{22}）以上の長鎖成分が卓越し，大和川の旧河谷に位置する桜宮東コアでは海成層でも河川からの陸源有機物の供給が卓越していたことが示唆される．その中でも，*n*-アルコールの長鎖成分はSH-1からSH-3下部にかけて減少しており，これは海進に伴う陸源有機物の供給量の減少，すなわち内湾の拡大に伴い陸源有機物を供給する河口が後退したことを反映していると考えられる．また，SH-2（8ka）の陸源有機物の供給が減少する層準においてサワミレチンが高い割合で含まれ，これは当時の沿岸域の植生を反映していた可能性がある． SH-3の上部（6.4kaの最高海水準期）以降徐々に*n*-アルコールの長鎖成分が増加しており，河川からの影響が強まっていたと推測される．SH-4では，水生植物が高い割合でもつ C_{23}・C_{25} アルカンの割合（Paq）の増加が見られ，一時的に水生植物が生息するような環境が周囲に広がったと考えられる．対して，*n*-脂肪酸はプランクトンなどに由来する炭素数21（C_{21}）以下の短鎖成分も多く，特に*n*-アルコールの長鎖成分が増加するSH-3上部から短鎖成分の割合も大きくなっていた．SH-3上部は大城（2018MS）によって閉鎖的環境であったと推定されている層準であり，有機物量の高い環境に多産する腐食性有孔虫（*B. frigida*）が報告されている．したがって，SH-3上部は陸源有機物の供給増加に伴う水域の生物生産の増加で特徴づけられ，エスチュアリー循環の影響下で堆積したと考えられる．

キーワード：バイオマーカー、大阪平野、環境変遷
Keywords: Biomarker, Osaka plain, paleoenvironmental changes

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

宮崎平野における鬼界アカホヤテフラ降下前後の環境変化
Environmental change before and after Kikai-Akahoya tephra descent in the Miyazaki plain, Southern Kyushu

桑畑 光博[2,7]、足立 達朗[2]、田尻 義了[2]、*七山 太[1,8]、杉山 真二[6]、中西 利典[3]、大串 健一[5]、山口 龍彦[4]
Mitsuhiro Kuwahata[2,7], Tatsuro Adachi[2], Yoshinori Tajiri[2], *Futoshi Nanayama[1,8], Shinji Sugiyama[6], Nakanishi Toshimichi[3], Ken'ichi Ohkushi[5], Tatsuhiko Yamaguchi[4]

1. 産業技術総合研究所　地質調査総合センター、2. 九州大学、3. 京都大学、4. 高知大学、5. 神戸大学、6. （株）古環境研究センター、7. 都城市教育委員会、8. 熊本大学　くまもと水循環・減災研究教育センター
1. Geological Survey of Japan, AIST, 2. Kyushu Univ., 3. Kyoto Univ., 4. Kochi Univ., 5. Kobe Univ., 6. Paleoenvironment Research Center Co. Ltd., 7. School board of Miyakonojyo City, 8. CWMD, Kumamoto University

縄文時代早期（7.3 ka）に大隅半島南端から約 40 ㎞の海底で起こった鬼界カルデラ噴火では，九州本土南部まで達した大規模な火砕流（幸屋火砕流）が発生し，上空高く舞い上がった細粒火山灰は鬼界アカホヤ（K-Ah）テフラとして東北地方まで飛来したことが知られている．この噴火が当時の地形や植生などの自然環境へ与えた影響については，自然科学分野の調査研究の進展で，さまざまなアプローチがなされている．桑畑はこれまでの一連の研究で，K-Ahテフラの年代に関する研究をレビューしつつ，同テフラの考古編年上での位置付けについても検討を進めてきた（桑畑，2013）．今回は，K-Ahテフラが厚く堆積した宮崎平野の沖積層を対象に学術ボーリングを行ったので，その概要を報告する．

宮崎平野において，1次堆積のK-Ahテフラは厚さ 20～30 cmであり，橙色の中～細粒のガラス質降下火山灰として観察される．一方沖積層中に認められる2次堆積物は水流の影響で厚さ2 m程度まで厚層化し，淘汰された灰色の中粒のガラス質火山灰からなる． K-Ahテフラの2次堆積物の厚層化の原因については，降灰によって陸上植生が枯死し，貯水機能を失った山地・丘陵斜面の崩壊に伴う土石流や洪水流によってもたらされたものであるという推定が長岡ほか（1991）によってなされていた．近年では，K-Ah基底の砂層が同テフラ降灰直後の津波イベント堆積物であるという仮説も示されている（Matsuda et al., 2016）．

2017年 7 月，宮崎市の生目の杜運動公園内において，オールコアボーリングを実施した．その結果，現地表から掘削長15.55 m までのコアを採取することができた．採取されたコアを用いて，テフラ分析，放射性炭素年代測定，花粉分析，珪藻分析，種実分析，植物珪酸体分析，貝類分析，有孔虫分析等の各種分析を進めている．

コア層序はA~Eの5層に区分される．上位から盛り土直下の暗灰色の有機質土（A層），泥炭質の灰色シルト層（B層），K-Ah の水成堆積物（C層），K-Ahテフラの2次堆積物およびイベント砂層（D層），貝殻片を含む灰色のシルト層（E層）である．コアの各種自然科学分析を行った結果，K-Ahテフラ2次堆積物はほぼバブル型の火山ガラスで構成されていることが明らかとなり，その基底のイベント砂層にはK-Ah だけでなく姶良Tn（AT）テフラ 起源の火山ガラスも含まれていることが判明した．よって縄文海進によって宮崎平野に生じたエスチュアリー環境が，K-Ahの2次堆積によって急激に埋積されて陸化し，環境が大きく変化したことが想定される．

本研究はJSPS科研費 16K03159の助成を受けたものである．

（引用文献）桑畑，2013，第四紀研究 52，111-125．長岡ほか，1991，第四紀研究 30，59-78．Matsuda et al., 2016, JpGU 2016 abstract, MIS11-P16.

キーワード：鬼界アカホヤ噴火、宮崎平野、環境変化、南九州
Keywords: Kikai-Akahoya eruption, Miyazaki plain, Environmental change, Souhern Kyushu

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

広域テフラ対比に基づく日本列島の前期更新世～鮮新世火山噴火史－その２：南九州の火砕流堆積物の編年

The history of volcanic eruption based on tephrochronology at Plio-Pleistocene in Japan :2 Chronology of pyroclastic flow deposits in southern Kyushu

*田村 糸子[1]、水野　清秀[2]
*Itoko Tamura[1], Kiyohide Mizuno[2]

1. 首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理学教室、2. 産業技術総合研究所地質情報研究部門
1. Department of Geography,Graduate School of Urban Environmental Science,Tokyo Metropolitan University, 2. Research Institute of Geology and Geoinformation, Geological Survey of Japan, AIST

はじめに

日本列島における巨大噴火の発生頻度や規模の推定は，地層の長期的な安定性評価において重要な課題の一つである．後期更新世の巨大噴火復元は，火山近傍の火砕流堆積物と遠方に分布する広域テフラとの対比・編年により検討されてきた（30kaの入戸火砕流堆積物とAT火山灰との対比：町田・新井，1974等）．しかしながら，時代を遡ると噴出源の特定ができず，噴火の規模や時期の評価は困難な状況である．

前期更新世～後期鮮新世におけるテフロクロノロジーの進展と課題

テフロクロノロジーにおいて，1990年代から，従来の鉱物組成，岩相や層位データに加えて，火山ガラスの主成分・微量成分化学組成分析に基づくテフラの同定・対比が行われるようになった（吉川，1990など）．その結果，およそ5Ma～1Maにわたる中央日本の鮮新-更新統を中心とした広域テフラ編年が進んだ（水野，2000，Tamura and Yamazaki, 2004, Satoguchi and Nagahashi, 2012など）．水野（2001）は大規模火砕流堆積物の火山ガラス微量成分特性から，広域テフラの噴出源を中部山岳，九州，東北地域とある程度限定できることを示した．田村・山崎（2015）では，多くの研究者によって報告されたテフラ情報に独自のデータを加え，5Ma～1Maの36枚の広域テフラについて，テフラの岩石学的特徴と推定される噴火規模，噴出源，噴出年代を推定した．およその噴出年代は，東北起源が2Ma～1Ma，中部山岳起源が3Ma～1.5Maに集中していた．一方，前期更新世～後期鮮新世における北海道，九州起源の広域テフラに関しては，この地域の火砕流堆積物の情報が不足しており，これらの研究が課題となっていた．これを踏まえ，南九州に分布する火砕流堆積物について，更なる調査，研究を行い，中央日本に分布する九州起源と推定される広域テフラとの対比を検討した．

南九州の火砕流堆積物と九州起源の鮮新-更新世広域テフラ

南九州において，特に更新世後期は火山活動が激しく，大量の火砕流が噴出された．その結果，それ以前の噴出物が覆い隠され，前期更新世以前の火砕流堆積物の露出は断片的で，南九州の火砕流の対比や編年を困難にしている（宮地，1987）．水野ほか（2017）では，南九州の大規模火砕流堆積物と中央日本で対比が検討されている九州起源の特徴を示す広域テフラとの対比を層位，記載岩石学的特徴，火山ガラスの化学分析値等から検討した．その結果，薩摩川内地域に分布する川内火砕流堆積物（Snd：太田，1971）と広域テフラである土生滝Ⅰ-MT2テフラ（以下HbtⅠと記述：2.9Ma：富田・黒川，1999，Tamura et al., 2016），Sndの下位に位置する阿久根1火砕流堆積物（Akn1：宮地，1987：宮崎層群のHST-4火山灰との対比（鳥居・尾田，2001）から3.3Ma）と近畿・東海地域の土丸Ⅱ（吉川，1975），美鹿Ⅰ（吉川ほか，1988），天神池

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

L2（吉川・尾崎，1986）の各テフラ，Akn1より上位にある阿久根2火砕流堆積物（Akn2：宮地，1987）がHbt I より上位にある古琵琶湖層群の善福寺 I （吉川，1984），千葉県千倉層群のOkr7（2.7Ma：Tamura et al., 2016）テフラやHbt I より下位にある類似したテフラに，それぞれ対比される可能性を報告した．南九州において，大規模な火山噴火は3Ma前後に顕著であったといえる．今回，鹿児島県八重山地域の郡山層湯屋泥岩部層中の火砕流堆積物の新たな調査・記載を行い，2層準の火砕流堆積物（テフラ）について，九州起源と推定される広域テフラとの対比の可能性を検討した．

一つは宮脇火砕流堆積物（Myk：内村ほか，2007）で，模式地（郡山町花尾山山麓）では，下限が見えず上部の5mが露出している．全体的に白色細粒で，パミスは目立たない．重鉱物は角閃石に富み，斜方輝石，少量の黒雲母，単斜輝石が含まれる．模式地のMykは2.88±0.16Ma, 2.71±0.16MaというK-Ar年代が得られている（内村ほか，2007）．もう一方は，Mykより上位と判断される未記載のテフラ（分布地：川内市清浦ダム北方の山之口，Ymnと仮称）で，下限は不明だが，上部は泥層に覆われ．層厚10㎝が露出する．白色細粒で，発泡のよいbw型の火山ガラスが目立ち，重鉱物は角閃石，斜方輝石を含む．火山ガラスの化学組成は，MykはTiO_2が0.2%，CaOが0.9%，K_2Oが4.3%，YmnはTiO_2が0.3%，CaOが1.6%，K_2Oが3.4%であった．

Mykの年代や火山ガラスの化学組成が類似するテフラとして，古琵琶湖層群でHbt I に対比されている相模 I 火山灰から15m上位にある砂坂火山灰（Sns：横山ほか，1979）および東海層群でHbt I に対比されている長明寺 II 火山灰の約25m上位にある森火山灰（Mor：和田，1978）がある．しかしながら重鉱物組成で，Mykに含まれる黒雲母がSns，Morには含まれず，対比に課題が残る．また，Ymnに類似するテフラとして，朝代-友田2テフラ（Ass：2.6Ma：Tamura et al., 2008）がある．Assは，大阪層群や古琵琶湖層群，北陸層群など中央日本各地でHbt I の上位にある広域テフラで，Ymnと火山ガラスの化学組成，重鉱物組成が良く似る．今後，更なる調査が望まれる．本研究は藤原ナチュラルヒストリー振興財団の研究助成を受けた．

キーワード：広域テフラ、鮮新-更新世、噴火史、南九州、火砕流堆積物、編年
Keywords: Widespread tephra, Plio-Pleistocene, History of volcanic eruption, Southern Kyusyu, Pyroclastic flow deposit, Chronology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

火山ガラスの微量元素組成に基づくKs5と類似するテフラの識別
Identification of Ks5 tephra and similar tephras based on trace element composition of volcanic glass shards

*中里 裕臣[1]、七山 太[2]、伊藤 久敏[3]、上澤 真平[3]、古澤 明[4]、水野 清秀[2]
*Hiroomi Nakazato[1], Futoshi Nanayama[2], Hisatoshi Ito[3], Shimpei Uesawa[3], Akira Furusawa[4], Kiyohide Mizuno[2]

1. 農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究部門、2. 産業技術総合研究所、3. 電力中央研究所、4. 株式会社古澤地質
1. National Agriculture and Food Research Organization, 2. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 3. Central Research Institute of Electric Power Industry, 4. FURUSAWA Geological Survey

中期更新世のガラス質細粒テフラには，異なる層位で火山ガラスの主成分組成などが類似し，識別困難なものがある．本研究では火山ガラスの微量成分組成からこれらを識別する指標を検討した．

七山・中里(2018)は，MIS11の上位にある近畿地方のBT72相当層（埼玉県深谷コア，茨城県大古山テフラ；中里ほか，2005）と，下位にある上総層群Ks5とKs5に対比される男鹿半島脇本テフラ（鈴木,1999）を取り上げ，これらのテフラの給源とされる南九州の小田火砕流堆積物（以下pfd）（水野，1994）と辺川pfd（Nishizawa and Suzuki,2017）との対比を検討した．その結果，BT72，Ks5，脇本のガラスの微量成分組成に違いを認め，Ks5類似テフラがMIS11上位，MIS12の低海面層準，その下位層準の３層準にあることを示した．そして小田pfdは脇本に，辺川pfdはKs5に類似することを示した．辺川pfdのジルコンについては0.51±0.1MaのU-Pb年代が得られた（中里ほか，2018）．

本研究では上下関係が明かなKs5類似テフラである東灘コア（吉川ほか，2000）のK1-175とK1-223テフラの分析を加え，微量成分の分析平均値の差の有意性（5%水準）をTukey-Kramer法により評価し（Maruyama et al.,2017)，これらのテフラの対比について再検討した．火山ガラスのLA-ICP-MSは古澤ほか(2018)の手順によってSc～Uの34元素を定量し，ばらつきの大きいCr,Niを除く32元素について検討した．

Ks5に対するBT72と脇本の有意な差の無い元素数割合はいずれも53%であり，BT72に対する脇本では56%であり，これらのテフラの識別指標になると考えられる．一方，有意な差の無い元素数割合が75%以上となる組み合わせは，Ks5に対して辺川pfd，大古山テフラ，K1-223，脇本に対しては小田pfd，BT72に対してはK1-175の結果が得られ，これらのテフラは類似度が高いと考えられる．

K1-223は大阪層群の海成粘土間の低海面層準に挟在し，脇本との対比が予想されたが，ここではKs5に対比された．今後も分析事例を蓄積し，BT72の給源火砕流の検討などを進める必要がある．

文献：古澤ほか(2018)地雑124(6)；Maruyama et al.(2017)Quaternary International,456;水野(1997)地球惑星科学関連学会合同大会予稿集；中里ほか(2005)日本第四紀学会講演要旨集,35；中里ほか(2018)JpGU2018；七山・中里(2018)地学雑誌,127(6);Nishizawa and Suzuki(2017)JpGU-AGU2017;鈴木(1999)日本地質学会第106年学術大会講演要旨;吉川ほか(2000)第四紀研究39(6)

キーワード：LA-ICP-MS、U-Pb年代、テフラ
Keywords: LA-ICP-MS, U-Pb age, tephra

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Climate, vegetation and fire history of the last ~100 ka from archaeological sites of Belan valley, north-central India

*Deepak Kumar Jha[1], Rahul Samrat[1], Prasanta Sanyal[1]

1. Department of Earth Scienes, Indian Institute of Science Education and Research Kolkata, Mohanpur -741246, India

Late-Paleolithic to Neolithic archaeological sites situated in north-central India is known for its well-preserved artifacts and the first evidence of domesticated rice (*Oryza sativa*) from the Indian subcontinent. Therefore, these archaeological sites provide an ideal platform to understand the linkage of hominins with climate, vegetation and fire events during the late Quaternary period. As the fire disturbance in the modern ecosystem appears to be one of the important processes in shaping vegetation and landscape dynamics, its identification in paleo-records would enhance our understanding of the past environment. However, climate, as well as human, can equally induce the fire at the stand. Therefore, unraveling the natural and hominin induced factor is equally important to comprehend the paleoclimatic and paleovegetation conditions at a regional and global scale.

In this study, 49 paleosols sampled from six archaeological sites of Belan River. Paleosols were analyzed for *n*-alkane distribution, $dD_{n\text{-}alkane}$, $d^{13}C_{n\text{-}alkane}$ value and Charcoal count to reconstruct the climate, vegetation and fire events. *n*-Alkane distribution pattern, carbon preference index ($CPI_{25\text{-}33}$) and average chain length ($ACL_{15\text{-}33}$) used to delineate the source of organic matter (OM) in the paleosols which suggest a dominant contribution from terrestrial plants. Three samples of lower $CPI_{25\text{-}33}$ (~1.0) and $ACL_{15\text{-}33}$ (~23.0) observed that indicate enhanced degradation of OM. The lower $CPI_{25\text{-}33}$ sample showed a prevalence of mid to short-chain even-numbered carbon (maximum at *n*-C_{16} or n-C_{18}) which was also observed in the previous study from the archaeological site for fire events (Eckmeier et al., 2009). Additionally, macro-charcoal analyses (n=40) showed degraded paleosols exhibits higher charcoal which endorses its exposure to fire. The macro-charcoal analysis suggests paleofire events in the Belan valley at i) ~58ka BP, ii) ~26ka BP and iii) ~8ka BP. $dD_{n\text{-}alkane}$ values suggested lower rainfall condition during Large Glacial Maximum (LGM; ~20-25ka BP) and during the early-Holocene (~11ka BP). The intensification in rainfall observed at i) ~60ka BP, ii) ~26ka BP and iii) ~10-3ka BP which corresponds to observed fire events. The $d^{13}C_{n\text{-}alkane}$ values showed the dominance of grassland between ~30-25ka BP with the cool and dry environment due to LGM which was favorable for wildfires. Further, the fire event at ~26ka BP identified at Main Belan temporarily overlaps with Mahagara and Koldihwa archaeological site. The absence of any major sign of thermal alteration of paleosols (supported by *n*-alkanes) in Koldihwa and Mahagara with indicates the local nature of the paleofire events. Similarly, fire events observed in this study coincides with the high rainfall condition which is unconducive to natural wildfires. Further, fire disturbance increases in the early Holocene to mid-Holocene overlaps with the timing of domestication of agriculture in the Belan valley. Therefore, this study postulate that the paleofire events were mostly induced by hominin groups living in the Belan valley.

E. Eckmeier., GLB.Wiesenberg., 2009. Short-chain *n*-alkanes (C_{16}-C_{20}) in ancient soil are useful molecular markers for prehistoric biomass burning. Journal of Archaeological Science, 36, 7, 1590-1596.

Keywords: Archaeology, Stable Isotope, n-Alkane, Late Quaternary, Charcoal

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-QR 第四紀学

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_16

[H-QR05] 第四紀：ヒトと環境系の時系列ダイナミクス

コンビーナ:小荒井 衛(茨城大学理学部理学科地球環境科学コース)、池原 研(産業技術総合研究所地質情報研究部門)、兵頭 政幸(神戸大学　内海域環境教育研究センター)

人類誕生以来、ヒトは環境に適応しながら進化すると共に、固有の文化により特異な発展を成し遂げてきた。本セッションでは、過去の人類に影響を与えてきた気候、地形、地層，海洋、生物相の変化の解明とそれらの相互関係を総合的に論じることを通じて、今日われわれが直面するヒトー環境系の問題を様々な観点から提起する。第四紀におけるヒト-環境系の変化とその時間軸決定に関わる幅広い研究分野からの参加を歓迎する。

[HQR05-P01] ルソン海峡および琉球列島における完新世のローカル海洋リザーバー年代変動

*平林 頌子[1,2,3]、横山 祐典[2,3]、鈴木 淳[4]、Tezer Esat[5]、宮入 陽介[2]、阿瀬 貴博[2]、Fernando Siringan[6]、前田 保夫[7]、菅 浩伸[1] (1.九州大学大学院比較社会文化研究院、2.東京大学大気海洋研究所、3.東京大学大学院理学系研究科、4.産業技術総合研究所、5.オーストラリア国立大学、6.フィリピン大学、7.兵庫大学)

[HQR05-P02] Holocene sea-level and paleoenvironmental reconstruction using radiocarbon local marine reservoir age and geophysical modeling in Tongatapu, Kingdom of Tonga

*福與 直人[1,2]、Anthony Purcell[3]、Geoffrey Clark[4]、 Phillip Parton[4]、横山 祐典[1,2]、宮入 陽介[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻、3.オーストラリア国立大学　地球科学研究所、4.オーストラリア国立大学　アジア太平洋学部)

[HQR05-P03] The environmental change from lagoon sediment along Nakai Trough in Japan during the past 2000 years.

*Cho Ara[1]、Kaoru Kashima[1]、Jonathan D Woodruff[3]、Koji Seto[2]、Kazuyoshi Yamada[4]、Kota Katsuki[2]、Takumi Sato[2]、Caroline Ladlow[3] (1.Kyushu University、2.Shimane University、3.University of Massachusetts、4.Museum of Natural and Environmental History)

[HQR05-P04] 青森県むつ市関根浜における海岸堆積物中の漂流軽石の発見と起源

*平峰 玲緒奈[1]、青木 かおり[2]、石村 大輔[1,2]、小林 淳[2] (1.首都大学東京大学院 都市環境科学研究科 地理環境学域、2.首都大学東京火山災害研究センター)

[HQR05-P05] **郡山盆地の3本のオールコアの層序対比と浅部地下地質構造解析**

*石原 武志[1]、鈴木 毅彦[2] (1.国立研究開発法人　産業技術総合研究所、2.首都大学東京)

[HQR05-P06] DEM-GIS解析からみた、氷期の開析地形による制約下での鬼怒川の完新世堆積作用と地形変化

*木森 大我[1]、須貝 俊彦[2] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻、2.東京大学)

[HQR05-P07] 関東平野中央部、茨城県境町と埼玉県久喜市 で掘削されたコアのXRF・テフラ・粒度分析に 基づく堆積層序（速報）

*宮本 樹[1]、須貝 俊彦[2]、遠藤 邦彦[3]、佐々木 夏来[2]、野口 真利江[4]、三橋 さゆり[5] (1.東京大学理学部地球惑星環境学科、2.東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻、3.日本大学、4.株式会社　パレオ・ラボ、5.国土交通省関東地方整備局利根川上流河川事務所)

[HQR05-P08] 地質層序システムを活用した武蔵野台地東部の武蔵野礫層の空間分布

*杉中 佑輔[1]、遠藤 邦彦[2]、石綿 しげ子、須貝 俊彦[3]、千葉 達朗[4]、舟津 太郎[3]、中山 俊雄[5]、堀 伸三郎[1] (1.株式会社計算力学研究センター、2.日本大学、3.東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻、4.アジア航測株式会社、5.東京都)

[HQR05-P09] 相模川（桂川）上流域における富士相模川泥流堆積物の堆積学的特徴

*白井 正明[1]、武原 未佳[2]、宇津川 喬子[3] (1.首都大学東京、2.八王子市役所、3.立正大学)

[HQR05-P10] 新潟県信濃川・魚野川合流域周辺における段丘区分および地形発達過程について

*小関 敏史[1]、小荒井 衛[1] (1.茨城大学理学部理学科地球環境科学コース)

[HQR05-P11] 福井県敦賀湾内における砂浜海岸堆積物の供給源の推定：粒度分析と砕屑粒子組成を中心として

*松本 誠子[1]、河尻 清和[2]、久保 純子[1] (1.早稲田大学教育学部、2.相模原市立博物館)

[HQR05-P12] 濃尾平野内陸域のコア堆積物にみられる沖積層の特徴

*羽佐田 紘大[1] (1.法政大学文学部)

[HQR05-P13] 鈴鹿市南部におけるMIS5e海成層の分布形態と推定される累積変位量

*佐藤 善輝[1] (1.産業技術総合研究所 地質情報研究部門 平野地質研究グループ)

[HQR05-P14] 志摩半島志島低地で発見された天城カワゴ平（Kg）テフラと津波履歴復元における意義

吉田 沙樹[1]、*宍倉 正展[2]、前杢 英明[1]、藤野 滋弘[3] (1.法政大学、2.産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門、3.筑波大学)

[HQR05-P15] バイオマーカー分析による完新統の大阪平野の環境変遷の評価

*石野 有妃子[1]、中村 英人[1]、三田村 宗樹[1] (1.大阪市立大学)

[HQR05-P16] 宮崎平野における鬼界アカホヤテフラ降下前後の環境変化
★招待講演

乗畑 光博[2,7]、足立 達朗[2]、田尻 義了[2]、*七山 太[1,8]、杉山 真二[6]、中西 利典[3]、大串 健一[5]、山口 龍彦[4] (1.産業技術総合研究所　地質調査総合センター、2.九州大学、3.京都大学、4.高知大学、5.神戸大学、6.（株）古環境研究センター、7.都城市教育委員会、8.熊本大学　くまもと水循環・減災研究教育センター)

[HQR05-P17] 広域テフラ対比に基づく日本列島の前期更新世～鮮新世火山噴火史－その２：南九州の火砕流堆積物の編年

*田村 糸子[1]、水野　清秀[2] (1.首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理学教室、2.産業技術総合研究所地質情報研究部門)

[HQR05-P18] 火山ガラスの微量元素組成に基づくKs5と類似するテフラの識別

*中里 裕臣[1]、七山 太[2]、伊藤 久敏[3]、上澤 真平[3]、古澤 明[4]、水野 清秀[2] (1.農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究部門、2.産業技術総合研究所、3.電力中央研究所、4.株式会社古澤地質)

[HQR05-P19] **Climate, vegetation and fire history of the last ~100 ka from archaeological sites of Belan valley, north-central India**

*Deepak Kumar Jha[1]、Rahul Samrat[1]、Prasanta Sanyal[1] (1.Department of Earth Scienes, Indian Institute of Science Education and Research Kolkata, Mohanpur -741246, India)

ルソン海峡および琉球列島における完新世のローカル海洋リザーバー年代変動

Local marine reservoir age variability at Luzon Strait and Ryukyu Islands during the Holocene

*平林 頌子[1,2,3]、横山 祐典[2,3]、鈴木 淳[4]、Tezer Esat[5]、宮入 陽介[2]、阿瀬 貴博[2]、Fernando Siringan[6]、前田 保夫[7]、菅 浩伸[1]
*Shoko Hirabayashi[1,2,3], Yusuke Yokoyama[2,3], Atsushi Suzuki[4], Tezer Esat[5], Yosuke Miyairi[2], Takahiro AZE[2], Fernando Siringan[6], Yasuo Maeda[7], Hironobu Kan[1]

1. 九州大学大学院比較社会文化研究院、2. 東京大学大気海洋研究所、3. 東京大学大学院理学系研究科、4. 産業技術総合研究所、5. オーストラリア国立大学、6. フィリピン大学、7. 兵庫大学
1. Graduate School of Social and Cultural Studies, Kyushu University, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute The University of Tokyo, 3. Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, The University of Tokyo, 4. Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), 5. Research School of Physics and Engineering, The Australian National University , 6. Marine Science Institute, University of the Philippines, 7. Institute of Natural and Environmental Sciences, University of Hyogo

The local marine reservoir age (ΔR) varies not only spatially, but also temporally because of changes in ocean circulation associated with climatic changes. Holocene ΔR values have mainly been reported from the South Pacific, while only a few spatio-temporal reconstructions of ΔR have been published in the western Pacific. Present day, short term variations in ΔR at the Ryukyu Islands, South Japan, were previously associated with variability in the El Nino-Southern Oscillation (ENSO) and the Pacific Decadal Oscillation (PDO). Further studies will better delineate this connection and establish the magnitude of the variability in ΔR in the western Pacific.

In this study, we measured high-resolution radiocarbon(^{14}C) ages and U/Th dates obtained from fossil corals on Luzon Island in the South China Sea (SCS) and Kikai and Kodakara Islands in Ryukyu Island Chain during the Holocene. A large ΔR variability of ~400 years was recorded at both Luzon Island and the Ryukyu Islands for the last 6000 years. An abrupt ΔR shift occurred between 5.5 ka BP and 4.0 ka BP in the northwest Pacific. Compared with the previously reported data from the Tropical East Pacific and Great Barrier reef, the timing of the shift was different because the ^{14}C content of the northwestern Pacific was affected by not only the intensity of upwelling at the Peru-Chile coast, but also by the East Asian monsoon.

This variability influences the calibration of local marine reservoir effect significantly when calibrating ^{14}C ages to calendar ages. High-resolution ^{14}C dating of marine samples became possible over the years, raising the need and importance of ΔR values to be reconsidered in high-resolution for different time periods.

Reference:

Hirabayashi et al. (2019) Local marine reservoir age variability at Luzon Strait in the South China Sea during the Holocene, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions*

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

with Materials and Atoms, in press.

キーワード：U/Th年代測定、放射性炭素年代測定、ローカル海洋リザーバー年代、サンゴ
Keywords: U/Th dating, Radiocarbon dating, Local marine reservoir age, Corals

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Holocene sea-level and paleoenvironmental reconstruction using radiocarbon local marine reservoir age and geophysical modeling in Tongatapu, Kingdom of Tonga

*福與 直人[1,2]、Anthony Purcell[3]、Geoffrey Clark[4]、 Phillip Parton[4]、横山 祐典[1,2]、宮入 陽介[1]
*Naoto Fukuyo[1,2], Anthony Purcell[3], Geoffrey Clark[4], Phillip Parton[4], Yusuke Yokoyama[1,2], Yosuke Miyairi[1]

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻、3. オーストラリア国立大学　地球科学研究所、4. オーストラリア国立大学　アジア太平洋学部
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, University of Tokyo, 3. Research School of Earth Sciences, The Australian National University, 4. College of Asia and the Pacific, Australian National University

Reconstructing the history of Holocene relative sea levels around Tonga is important for understanding geomorphological theories and also interpreting paleoenvironmental and archaeological studies in that area. However, neither continuous sea level reconstructions nor quantitative paleoenvironmental studies using geochemical/physical methods are available. In this study, we reconstructed Holocene sea level changes in Tongatapu island using radiocarbon local marine reservoir age (ΔR) and glacio-hydro adjustment (GIA) modeling. Furthermore, we interpreted the relationship between the reduction of the size of bivalves (*Gafrarium tumidum*) and changes in their paleoenvironment. We suggest that ΔR results showed a sea surface salinity (SSS) decrease in the islands lagoon as relative sea level have been risen during the period between ~2.6 cal kyr BP to the present, and this can be attributed as closure of the lagoon. Moreover, the maximum sea level in mid-Holocene using GIA modeling suggest that contribution of hydro-isostatic rebound to sea level changes were much smaller than previously reported values. We infer that the current rate of vertical land motion reported from instrumental observations at Tongatapu is inconsistent with the Holocene sea level record, and must have been responsible from recent tectonic events. Comparing ΔR results with paleotopographical maps, we suggest that ΔR can record the response to subtle environmental changes that cannot be reconstructed in the model. We also suggest that there is a possibility that SSS is an environmental stress factor for the growth of *G. tumidum* in Tongatapu for the past 2600 years and that this is due to the closure of the lagoon by RSL changes supporting the implication reported previously from an archaeological study (Clark et al., 2015).

キーワード：完新世、南太平洋、古環境、ローカル海洋リザーバー効果、GIAモデル、二枚貝
Keywords: Holocene, Southern Pacific, Paleoenvironment studies, Local marine reservoir effect, GIA modelling, Bivalves

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The environmental change from lagoon sediment along Nakai Trough in Japan during the past 2000 years.

*Cho Ara[1], Kaoru Kashima[1], Jonathan D Woodruff[3], Koji Seto[2], Kazuyoshi Yamada[4], Kota Katsuki[2], Takumi Sato[2], Caroline Ladlow[3]

1. Kyushu University, 2. Shimane University, 3. University of Massachusetts, 4. Museum of Natural and Environmental History

The lagoon sediment offers critical information for sea level change because lagoon reacts sensitively with a small fluctuation of sea level. In other words, the environment change in lagoon depends on sea level fluctuation. The sediment in the lagoon in Japan was continuously deposited and offer high-resolution results such as paleoclimate change and sea level change. The environmental change was reconstructed from three lakes, Lake Hamana, Lake Kawahara, Lake Ryuuoo, based on diatom assemblage. The 16Hm-1C core was taken from Lake Hamana. The environment is divided based on diatom assemblage. Zone 1 is dominant by *Cyclotella atomus* and *C. atomus* var. *gracilis*. It is suggested that the lake was a hypersaline lake. Then the lake was changed to Oligohaline lake in AD 200. Zone 3 and Zone 4 were dominant with freshwater species. Around mid of 14th century, the lake was changed to the brackish lagoon as consequences of creating inlet and paleoriver activity. KAW2 core was from Lake Kawahara. Zone1 was typical lagoon which is affected by sea water. After around AD 550, the lagoon changed to the brackish lagoon. Freshwater species in AD 1100 dominated the lake. The RYU core got taken from Lake Ryuuoo. The environmental changed from brackish lagoon to freshwater lake in AD 600. The environmental change happened at the same time in 3 lakes. The coastal deformation resulted in change RSL (relative sea level) and environmental change in lakes.

Keywords: Lagoon, Diatom, Environmental change

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

青森県むつ市関根浜における海岸堆積物中の漂流軽石の発見と起源
Discovery and these sources of drift pumices interbedded in coastal sediments at Sekinehama, in the northern part of Shimokita peninsula, Aomori prefecture

*平峰 玲緒奈[1]、青木 かおり[2]、石村 大輔[1,2]、小林 淳[2]
*Reona Hiramine[1], Kaori Aoki[2], Daisuke Ishimura[1,2], Makoto Kobayashi[2]

1. 首都大学東京大学院 都市環境科学研究科 地理環境学域、2. 首都大学東京火山災害研究センター
1. Department of Geography, Tokyo Metropolitan University, 2. Research Center for Volcanic Hazards and Their Mitigation, Tokyo Metropolitan University

火山砕屑物のひとつである軽石は，何らかの理由により海域での漂流を始めることがある．ひとたび漂流を開始した軽石は，海岸に打ち上げられるか，生物の付着や気孔内を水が充填したことなどにより浮力を失うまで，漂流し続けると考えられており（加藤，2009），このような軽石は「漂流軽石（漂着軽石）」と呼ばれている．白石ほか（1992）は，秋田県男鹿半島の海成段丘堆積物中に阿蘇4（Aso-4）テフラおよび三瓶木次（SK）テフラ起源の漂流軽石が存在することを報告し，Aso-4およびSKが堆積した7〜9万年前にも，現在と同様に日本海を北上する海流が存在した可能性を述べた．このように，漂流軽石は地形や海流等の影響を受けて漂流・漂着するため，地層中の漂流軽石は，漂着当時の古環境指標とその時代を示す年代指標となり得る．

本発表では，下北半島北部のむつ市関根浜において現地調査を行い，海岸に露出する堆積物中に複数の軽石が含まれていることを発見した．また，2層の軽石濃集層が認められ，火山ガラスの主元素組成より，それらの給源を推定した．また，それらの層相と層序より2層の軽石濃集層は漂流軽石であると考えられる．

下北半島は，第四紀後期の海成段丘群が取り巻くように分布しており（小池ほか，2005），関根浜周辺は海食崖前面に発達する長大な砂浜海岸で構成される．空中写真判読の結果，対象とした露頭は海成段丘を刻む小河川の河口付近の低地に位置し，海浜〜砂丘堆積物に一部覆われているように見える．本露頭では，幅10 m，高さ2.5 mで低地堆積物が露出する．

本研究では，関根浜の露頭において露頭記載と試料採取を行なった．採取した試料については火山ガラスの主元素組成分析を実施した．分析には高知大学海洋コア総合研究センター所有のEPMA（日本電子株式会社製JXA-8200）を使用した．

露頭では，低地堆積物を構成するシルト〜腐植質シルトとそれを覆う砂層を多く挟在する泥炭層が認められる．泥炭層の下部には軽石が密集する層準があり，それらは2層の軽石濃集層と1層の火山灰層に細分される．それらのうち最下位に位置する火山灰層は，層厚1.0 cm程度でパッチ状に分布し，淡紅色を呈する．その上部には同色の円磨された軽石濃集層（平均粒径1.5 cm）が層厚4〜5 cmで分布する．それら淡紅色火山灰層・軽石層から15 cmほど上に，円磨された褐色の軽石濃集層（平均粒径2.0 cm）が層厚3〜4cmで分布する．また，この軽石が密集する層準以外にも，その上下層準（腐植質シルト層と泥炭層の上部）にも軽石が散在する．

軽石が密集する層準を構成する淡紅色火山灰，淡紅色軽石，褐色軽石，並びに腐植質シルト中の2つの軽石，泥炭上部中の軽石の6試料について，火山ガラスの主元素組成分析を行なった．その結果，淡紅色火山灰と淡紅色軽石は，同様の値（淡紅色火山灰；SiO_2：74.5 wt.%，Na_2O：4.42 wt.%，K_2O：1.35 wt.%，淡紅色軽石；SiO_2：75.6 wt.%，Na_2O：4.21 wt.%，K_2O：1.38 wt.%）を示した．褐色軽石は，特徴的にSiO_2が60.7 wt.%と非常に低く，Al_2O_3が19.5 wt.%と非常に高い値を示した．また，淡紅色火山灰層直下から6000–5900 cal. yr BP（2σ）の^{14}C年代を得た．これらの分析結果と青木・町田（2006），Shiihara et al.（2011）の分析値との比較を行った結果，淡紅色火山灰と淡紅色軽石は十和田中掫（To-Cu）テフラに対比され，褐色軽石は鬱陵島のU-2（Shiihara et al., 2011）テフラに対比される可能性が高い．U-2テフラに関しては，5681-5619 cal. BP（McLean et al.,2018）と推定されており，To-Cuテフラ（5986-5899 cal. BP；McLean et al., 2018）のすぐ上位にあることと矛盾しない．なお，腐植質シルト中と泥炭上部中の3軽石

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

については，現時点では給源不明である．

淡紅色軽石と褐色軽石は，平均粒径が1.5 cm以上と大きく降下堆積物とは考え難い．したがって，両軽石は漂流軽石であると考えられる．また，淡紅色軽石は，降下堆積物である淡紅色火山灰層のすぐ上に堆積しており，漂流軽石である淡紅色軽石は噴火直後に漂着した可能性が高い．なお，これら漂流軽石は，湿地性堆積物である泥炭中に存在する．したがって，これらの漂着軽石は，海とつながる小河川等を通じて内陸部の堤間湿地や砂丘背後の湿地に漂着した可能性が考えられる．

キーワード：漂流軽石、十和田中掫テフラ、鬱陵島、下北半島
Keywords: drift pumice, Towada-Chuseri (To-Cu) tephra, Ulleungdo, Shimokita peninsula

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

郡山盆地の3本のオールコアの層序対比と浅部地下地質構造解析

Comparison of geological stratigraphy between three drilling cores and analysis of shallow geological structure in the Koriyama Basin, Northeast Japan

*石原 武志[1]、鈴木 毅彦[2]
*Takeshi ISHIHARA[1], Takehiko Suzuki[2]

1. 国立研究開発法人　産業技術総合研究所、2. 首都大学東京
1. Advanced Industrial Science and Technology, 2. Tokyo Metropolitan University

1.はじめに

産業技術総合研究所 福島再生可能エネルギー研究所では，郡山盆地において地中熱利用促進のための地中熱ポテンシャル評価研究の一環として，盆地浅部（深度100m程度）の地下地質調査を行っている．これまでに郡山盆地中央部において掘削したオールコア（GS-KR2015-1，37°24′4.9″N，140°20′1.6″E，+251.60m，深度100m）の層序について報告した（石原，2018）．また，郡山盆地北部では笠原ほか（2017）によるオールコア（KR-11-2，37°25′43.7″N，140°22′28.6″E，+248.60m，深度100.33m）の層序が報告されている．本発表では，2016年に郡山盆地南部で掘削したオールコア（GS-KRC-1，37°22′10.0″N，140°19′55.5″E，+249.40m，深度80m）の層序について報告するとともに，郡山盆地の深度100m程度までの地下地質構造について考察する．

2.GS-KRC-1コア

岩相：深度29mまでは，シルト～砂質シルト層を主体とし，砂の薄層が所々に挟在する．深度約3-8m，13.5-14m，18-24mは径10-30mmの中礫からなる砂礫層である．深度27.0-27.4mには，下部の粗砂サイズから上部のシルトサイズへ上方細粒化する軽石質火山灰層が挟まる．29m以深は砂礫層を主体とし，深度約52-65mにはシルト質～砂質の火砕流堆積物が見られる．

年代測定結果：^{14}C年代測定は株式会社加速器分析研究所に依頼した．深度1.78mおよび2.12mの砂質シルトから採取した木片は，いずれも約50,000 cal yBPの値を示し，測定限界を超えている可能性もある．FT年代測定は株式会社京都フィッショントラックに依頼し，深度55-59mの火砕流堆積物から3.4±0.4Maの値を得た．

3.　考察

GS-KRC-1コアの深度29mまでのシルト主体の地層は，岩相の特徴からGS-KR2015-1コアの深度1.5-22.6mおよびKR-11-1コアの深度0.5-46.3mの郡山層上部に対比される．深度約52-65mの火砕流堆積物は，GS-KR2015-1コアの深度41.9-49.0mに見られる火砕流堆積物(FT年代値: 3.2±1.3Ma)と岩相の特徴やFT年代が調和的であることから，同一の火砕流堆積物である可能性が高い．深度29-52mの礫層については，年代値が得られていないため詳細は不明であるが，郡山層下部または白河層（鈴木ほか，1967，笠原ほか，2017）の可能性が考えられる．テフラの分析および同定結果については，発表時に報告予定である．

石原(2018)は，GS-KR2015-1コアとKR-11-1コアの対比に基づき，郡山層および勝方火砕流(Sr-Kc-U8; Suzuki et al., 2017，白河層の一部)の堆積直前の地形が起伏に富む丘陵状の地形であった可能性を指摘した．GS-KRC-1とGS-KR2015-1に見られる約3Maの火砕流堆積物についても，両者が同一のものとするとその下面高度には10m以上の差があり，堆積直前に段丘あるいは丘陵状の地形が存在していたことが示唆される．

3本のコアの層序を基に既存のボーリング柱状図資料の地層を解釈し，郡山盆地の地下地質断面図を複数作成した．南北方向の断面図では，郡山層と白河層または鮮新統の地層との境界面が起伏に富む傾向が見られた．一方，東西方向の断面図では，境界面の起伏は少なく，緩やかに東へ傾く傾向が認められた．したがって，郡山層堆積直前の郡山盆地では，現在と同様に東流する水系が発達し，東西にのびる尾根と谷が発達

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

していた可能性が考えられる．

文献：石原 2018．日本地理学会発表要旨集, 94, 156．笠原ほか2017. 地学雑誌 126，665-684. Suzuki et al., 2017. Quaternary International, 456, 195-209.　鈴木ほか 1967．福島大学理科報告, 17, 49-67.

キーワード：郡山盆地、オールコア、地下地質層序、テフラ
Keywords: Koriyama Basin, drilling core, subsurface geological stratigraphy, tephra

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

DEM-GIS解析からみた、氷期の開析地形による制約下での鬼怒川の完新世堆積作用と地形変化
Holocene geomorphic development of the Kinu river system constrained by the dissected river valleys formed after MIS 5.

*木森 大我[1]、須貝 俊彦[2]
*Taiga Kimori[1], Toshihiko Sugai[2]

1. 東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻、2. 東京大学
1. The University of Tokyo,Graduate School of Frontier Sciences,Dept. of Natural Environmental Studies, 2. The University of Tokyo

1．はじめに

関東平野の北部に位置する鬼怒川低地は、比較的構造運動が安定しているとされ、MIS10以降の複数の異なる時代の河成段丘がほぼ同じ高度にそろうという特徴を持つ地域である(貝塚，1957；鈴木・小池，2000)。この地域には、両岸を山地・丘陵に挟まれる中で形成された制約扇状地(武藤，1986)的な性質を持つ段丘群が認められる。関東平野東部・中央部と異なり、この地域を対象とした古環境・地形発達史の復元事例は少ない。また、同地域における最終間氷期の海進範囲も、未だ明確になっていない(須貝ほか，2013)。さらに、台地を刻む谷の分布形態と地形発達の関係や、異なる構造環境下での地形発達史の比較は、平野北部地域においては、ほとんど行われていない。

本発表では鬼怒川低地北部(宇都宮市付近)から南部(茨城県猿島郡)を対象にGISを用いた地形解析を行ったうえで、既存ボーリング柱状図の分析をもとに、関東平野北部鬼怒川低地における河川の最終氷期以降の侵食・堆積作用の変化を推定した結果を発表する。

2．方法

5m/10mDEMデータ(国土地理院)から接峰面図を作成したのち、ラスタ演算ツールを用いて、接峰面データと現在の地形を示すDEMデータの差分値を求め、侵食深分布図を作成した。地形解析にはArcGIS(ESRI社)を用いた。また、防災科学技術研究所が整備する柱状図データベースGeo-Stationから、解析範囲の谷部を掘削する既存ボーリング柱状図を収集、そのPDFデータ(栃木県県土整備部・茨城県土木部・土木研究所)に記載された最上位の礫層の高度分布を把握し、併せて地理院地図の「明治期の低湿地」レイヤを参考に鬼怒川の旧流路を把握、河川・開析谷の蛇行度を求めた。

3．結果

接峰面との差分値分布より、現在鬼怒川が流下する谷（以下、谷Aと呼称)よりも西仁連川が流下する谷（以下、谷Bと呼称)において、見かけの侵食深の値が大きい傾向が確認できた。一方、ボーリング柱状図のデータから谷Aと谷Bの沖積層厚を比較したところ、谷Bよりも谷Aにおいて厚く堆積しており、地表高度も谷Aにおいて5~10ｍほど高くなる傾向が確認できた。また、西仁連川の谷と鬼怒川の旧流路(明治期)の蛇行度を比較したところ、極めて近似する値(0.83~0.84)を得ることができた。

4．考察

谷の蛇行度から、宝木台地(MIS4河成段丘)を刻む西仁連川の開析谷は、現在の鬼怒川と同様の規模(流量)の河川により原型が形成されたと考えられる。また、沖積層厚の傾向および接峰面の差分値分布から、最終氷期において谷Aは谷Bよりも大きな侵食力を持っていたこと、さらに完新世においても相対的に大きな土砂運搬能を持っていたことが推測できる。なお、宝木台地上の地形およびボーリング柱状図から、完新世における河道のつけ変わりを示す痕跡は認められなかった。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

以上のことから、宝木台地形成初期のMIS4~3にかけて、氾濫原的環境にあった現在の台地上には鬼怒川と同程度の流量を持つ河川が流入、その後MIS3~2のLGMに向かう時期には名残川となった河川が浅い谷を形成、その後完新世にかけて緩やかに谷の埋積を続けた。一方、谷AではMIS3~2において海水準の低下に対応する形で下刻が進行、BG(基底礫層)を伴う深い谷が形成された。その後完新世に入り、谷Aでは上流からの豊富な土砂供給もあり厚く埋積が進んだという解釈が可能である。

今後、谷Aにおいて今後も同様の堆積傾向が継続し、低地と台地との比高を減じ続けた場合、現在の台地上へと河川の流入が始まる可能性が示唆される。

キーワード：鬼怒川、宝木台地、開析谷、接峰面図
Keywords: Kinu River, Takaragi Terrace, Dissection Valley, Summit level map

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

関東平野中央部、茨城県境町と埼玉県久喜市 で掘削されたコアの XRF・テフラ・粒度分析に 基づく堆積層序（速報）
Depositional stratigraphy based on XRF, tephras and particle size analysis of core drilled in the central part of the Kanto plain, Sakai town, Ibaraki prefectural and Kuki city, Saitama prefecture (preliminary report)

*宮本 樹[1]、須貝 俊彦[2]、遠藤 邦彦[3]、佐々木 夏来[2]、野口 真利江[4]、三橋 さゆり[5]
*Tatsuki Miyamoto[1], Toshihiko Sugai[2], Kunihiko Endo[3], Natsuki Sasaki[2], Marie Noguchi[4], Sayuri Mitsuhashi[5]

1. 東京大学理学部地球惑星環境学科、2. 東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻、3. 日本大学、4. 株式会社パレオ・ラボ、5. 国土交通省関東地方整備局利根川上流河川事務所
1. Department of Earth and Planetary Environmental Science, The University of Tokyo, 2. Department of Natural Environmental Studies, Institute of Environmental Studies, Graduate School of Frontier Science, The University of Tokyo, 3. Nihon University, 4. Paleo Labo co.,ltd., 5. the Tone River Upstream River Office

関東平野では，氷河性海水準変動とプレートの沈み込みに伴う関東造盆地運動によって地形の大枠が形成されてきた．茨城県南西部から埼玉県東部にかけては造盆地運動の中心部にあたり，最終間氷期の堆積物が地下に埋積されている．本研究では，茨城県南西端の境町および埼玉県久喜市栗橋北において利根川上流河川事務所によって掘削されたボーリングコア（以下，S12コアおよびKHNコア）を用いて海成層の分布深度を調べた．層相観察，レーザー回折式粒度分析，WD-XRFによる硫黄分析，SEM-EDSによるテフラの火山ガラスの組成分析等を実施した．

S12コアは孔口標高12.19mで，深部から，貝殻片を多く含むシルト層（unit1a,b），暗灰色の上方粗粒化砂層(unit2)，やや有機質のシルト層(unit3)，スコリア混じりの粗砂(unit4)，色調変化が激しいシルト(unit5)，火山灰を多く含むローム層(unit6)で構成されていた．XRFを用いた硫黄分析の結果と参照すると，以下のように地形変化を復元できる．海底堆積物である貝殻片を含むシルト層(unit1)の上位に，海進末期に河川の影響が大きくなりデルタ砂(unit2)が堆積し，海退期に河成砂(unit4)が堆積したと考えられる．貝を含むシルト層から砂層下部では，上方粗粒化とともに硫黄の値が減少し，河川の影響が大きくなっていったことがうかがえる．深度20～26ｍ及び29m後半で硫黄の値が小さくなっていることから，当時は河口や潟湖のような汽水域に位置していた可能性がある．

KHNコアは孔口標高15.5mで，深度27.5m~28.5mに上記のUnit1よりも下位の層準の砂質堆積物中に，径数mmの未風化白色軽石の含有層が5枚見いだされ，浅いほうからKHN1~KHN5と名付けた．KHN1,KHN2は斜交葉理中に含まれており，KHN3,KHN4,KHN5は単層をなしていた．火山ガラスの主成分分析の結果，KHN1，KHN2，KHN3は複数のテフラが二次堆積した可能性がある．KHN4，KHN5は赤城火山の棚下火砕流の主成分分析結果とよく一致しており，これに対比できると考えられる．棚下火砕流（新井，1962；守屋，1968；竹本，1998）は赤城水沼8降下軽石（山元，2016）に対比されており，降下時期はMIS 5e最初期とされている（山元，2016）．したがって，Unit1はMIS 5eの海進時に堆積した古東京湾の湾奥泥層であると考えられる．

山元孝広（2016）赤城火山軽石噴火期のマグマ噴出率と組成の変化．地質学雑誌　第122巻　第3号, 109-126

新井房夫（1962）関東盆地北西部地域の第四紀編年．群馬大学紀要自然科学編6，1-79．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

鈴木毅彦（1990）テフロクロノロジーからみた赤城火山最近20万年間の噴火史．地学雑誌99，182-197.

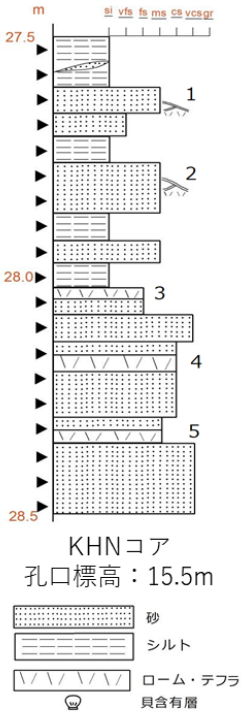
竹本弘幸（1998）利根川水系片品川流域の地形発達史ー赤城山の活動とその影響についてー

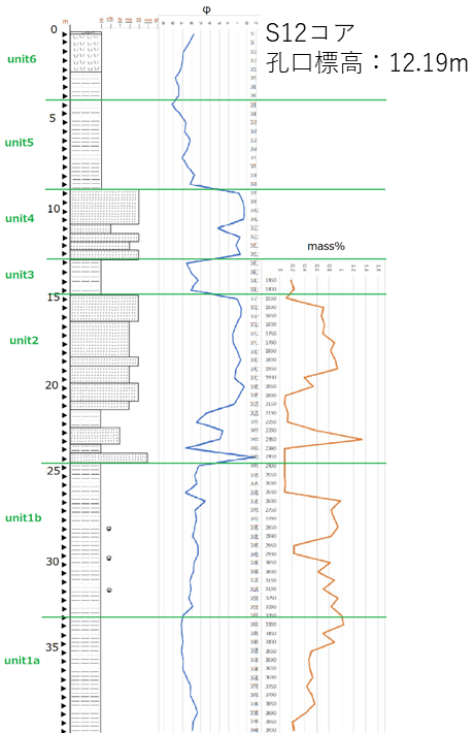
地理学評論71A, 783-804.

守屋以智雄（1968）赤城火山の地形及び地質．前橋営林局

キーワード：ボーリングコア、後期更新世、古東京湾
Keywords: boring core, late Pleistocene, Paleo-Tokyo bay







©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地質層序システムを活用した武蔵野台地東部の武蔵野礫層の空間分布
Spatial distribution of Musashino Gravel in Tokyo using an automated program analyzing geological sequence from a vast number of boring data.

*杉中 佑輔[1]、遠藤 邦彦[2]、石綿 しげ子、須貝 俊彦[3]、千葉 達朗[4]、舟津 太郎[3]、中山 俊雄[5]、堀 伸三郎[1]

*Suginaka Yusuke[1], Kunihiko Endo[2], Shigeko Ishiwata, Toshihiko Sugai[3], Tatsuro Chiba[4], Taro Funatsu[3], Toshio Nakayama[5], Shinzaburo Hori[1]

1. 株式会社計算力学研究センター、2. 日本大学、3. 東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻、4. アジア航測株式会社、5. 東京都
1. Research Center of Computational Mechanics, Inc., 2. Nihon University, 3. Department of Natural Environmental Studies, Institute of Environmental Studies, Graduate School of Frontier Science, The University of Tokyo, 4. Asia air survay , 5. Tokyo metropolitan

1.はじめに

武蔵野礫層は東京都西部に広がる武蔵野台地において支持地盤となりうる礫層の一つであり、その空間分布を明らかにすることは工学的にも意味が大きい。

本研究では主として主要幹線道路沿いに作成された地質断面図（遠藤ほか、2017）（杉中ほか、2017）などの成果を組み込んで作られた「地質層序システム」（堀ほか、2018）による多量のボーリングデータ処理による結果から、武蔵野礫層の空間的分布や礫層の上面・下面の形状を示すとともに杉中ほか（2018）で示した東京礫層上面形状との比較検討を試みた。

武蔵野台地についてはこれまでにも多く議論されているが（例えば、貝塚（1964）、久保（1988）、貝塚ほか（2000）など）、最近、遠藤ほか（2018）により、武蔵野面区分が見直され、武蔵野面の新区分が提唱されている。また、舟津ほか（2018）では武蔵野礫層堆積上面の傾斜角度などが報告されている。

これら既往研究成果との照合により、武蔵野台地及び武蔵野礫層の全容を明らかにすることが期待される。

尚、本研究の対象範囲は東京23区内の武蔵野台地東部とした。

また、本研究における東京層の定義は遠藤ほか（2017）に準じ、武蔵野台地の地形区分は遠藤ほか（2018）に準じた。

2.作業手順

本成果では、東京都建設局「東京の地盤」及び国土地盤情報検索サイト「Kunijiban」等で公開されている柱状図データを主に使用した。「地質層序システム」（堀ほか、2018）により判定した武蔵野礫層の上下面の標高値をGISプログラムで空間展開した。

3.抽出された武蔵野礫層の堆積面形状

武蔵野礫層上下面の等高線図及び武蔵野礫層等層厚線図を作成し、その形状について検討を行ったところ、全体的に等高線間隔は一様ではなく、所により粗密が生じていた。遠藤ほか（2018）の区分による小平面（M1a）は全体的に等高線間隔が広く平坦性が高い。目黒台面（M1b）は標高27mを境にして高位である西方では緩傾斜となるが、その他の面ではその境が標高30mであった。

上下面それぞれの等高線図からは等高線の形状から尾根・谷を明瞭に区別することができた。このうち尾根地形はその多くで尾根線延長上に下末吉面頂部が位置する。一方、谷地形は現在武蔵野台地を刻む河川形状に非常に調和的である。しかしながら、この谷地形を上流（西方）に追うと、下面では23区西限まで連続するのに対し、上面では概ね標高25m以上で谷が不明瞭になる。その範囲を等層厚線図で確認すると、礫層厚が周囲より大きい値を示した。層厚が大きな範囲は上面標高25m以下でもみられるが、上下面で等高線間隔の広い緩傾斜地に限定され、層厚のやや小さい範囲は上下面等高線図において等高線間隔の狭い範囲に位置した。層厚の小さな範囲は赤羽台・本郷台の一部及び目黒台面・仙川面の一部にみられた。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

4.考察

等高線間隔の変化する地点、すなわち武蔵野礫層の堆積面傾斜角度の変化点が武蔵野礫層上面でも下面でも大きな違いはなかった。上流側は谷埋めが為されているものの、刻まれた谷地形の位置に大きな変化がなかった。

また、得られた特徴について遠藤ほか（2018）の地形区分と照合したところ、層厚分布、上下面等高線図ともによく対応していた。

本解析結果から示した武蔵野礫層の空間分布より、小平面（M1a）の形成後、当時の多摩川が現在の石神井川沿いを流れ、小平面を浸食し、小平面の北側に厚い礫層を堆積させたと考えられ、この堆積面が石神井面（M2a）、田柄面（M2b）によく対応している。

引用文献

遠藤ほか（2017）ボーリング資料を活用した東京台地部の中・後期更新世地質断面の再検討　日本第四紀学会講演要旨集，47，10.

遠藤ほか（2018）東京台地部の東京層と、関連する地形：ボーリング資料に基づく再検討　日本地球惑星科学連合2018年大会講演要旨，HQR04-12.

船津ほか（2018）武蔵野礫層の堆積頂面および堆積構造からみた武蔵野礫層の堆積プロセス　地球惑星科学連合大会講演要旨，HQR04-07.

堀ほか（2018) 東京の地質構造研究を支援する地質層序システムの開発　日本第四紀学会講演要旨集，48，74.

貝塚爽平（1964）東京の自然史．紀伊国屋書店，186p.

貝塚ほか（2000）関東・伊豆小笠原.日本の地形,4,東大出版会,349p.

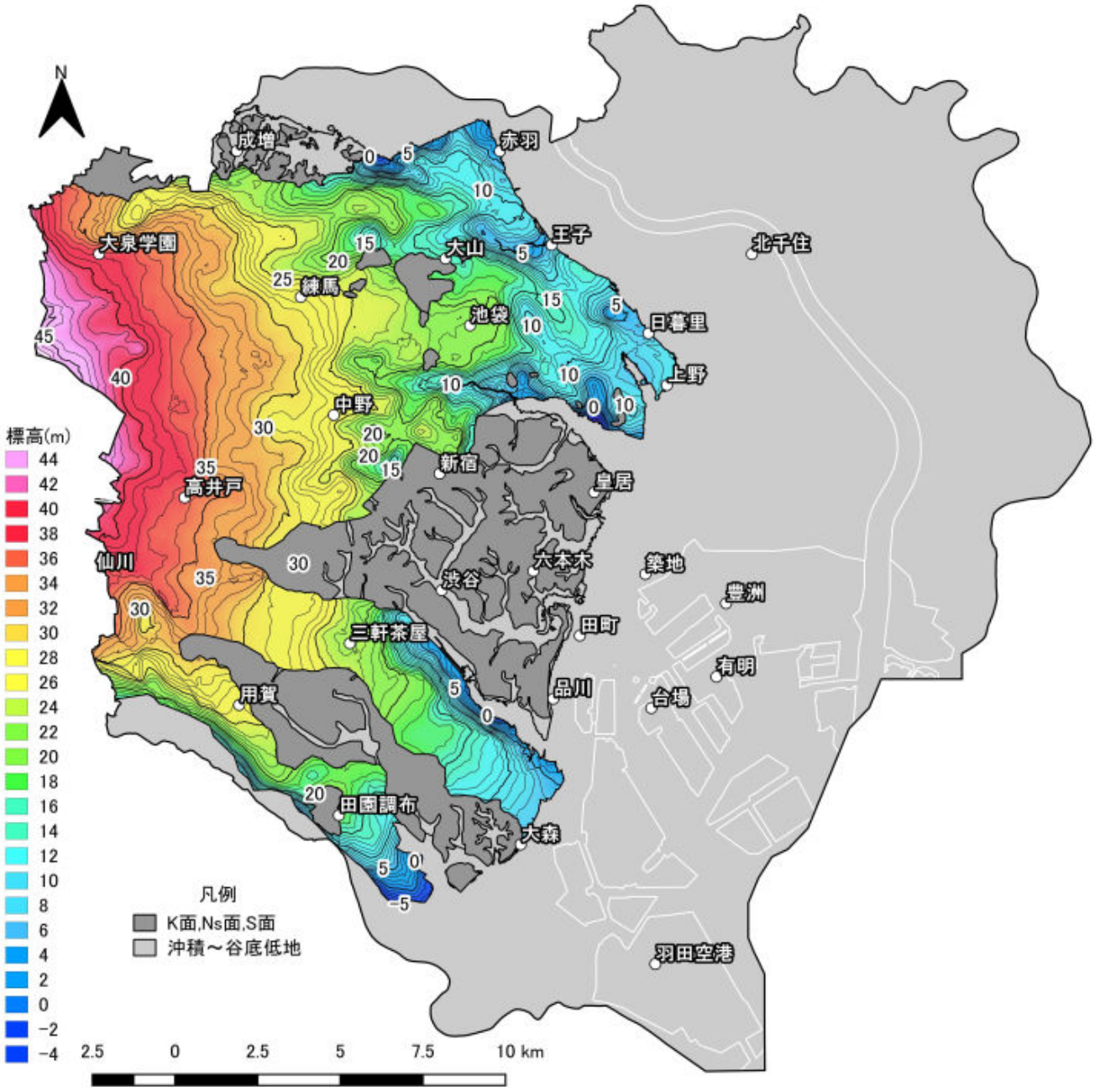
久保純子（1988）相模野台地・武蔵野台地を刻む谷の地形-風成テフラを供給された名残川の谷地形-．地理学評論，61(Ser. A)，25～48.

杉中ほか（2017）ボーリング資料を活用した東京台地部の東京礫層の空間展開　日本第四紀学会講演要旨集，47，99.

杉中ほか（2018）地質層序システムを活用した東京23区の東京層堆積期(MIS5e)の地形抽出　日本第四紀学会講演要旨集，48，73.

キーワード：武蔵野礫層、武蔵野台地、地質層序システム、ボーリング柱状図
Keywords: Musashino gravel layer, Musashino platform, automated program analyzing geological sequence , Borehole data

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

相模川（桂川）上流域における富士相模川泥流堆積物の堆積学的特徴
Sedimentological features of Fuji-Sagamigawa Lahar deposits from the upper reaches of Sagami River, central Japan

*白井 正明[1]、武原 未佳[2]、宇津川 喬子[3]
*Masaaki Shirai[1], Mika Takehara[2], Takako UTSUGAWA[3]

1. 首都大学東京、2. 八王子市役所、3. 立正大学
1. Tokyo Metropolitan University, 2. Hachioji-City Office, 3. Rissho University

ラハール（いわゆる火山泥流）とは，火山周辺で発生する火山砕屑物と水の混合物の急速な流動現象の総称である（例えば，Smith and Fritz，1989）．富士相模川泥流（ラハール）は，富士山北麓から相模川を流下した火山泥流であり，現在の富士山頂から約90km下流に位置する座間市付近までその露頭が確認されている（例えば，相模原市地形・地質調査会，1990）．その流下年代は，C-14 年代測定およびテフラとの層位関係に基づき，最終氷期極相期に近い約2.2 万年前とされている（町田，2009）．富士相模川泥流については，相模原市地形・地質調査会（1990）によって詳細な調査がなされており，少なくとも３回に及ぶ大規模なラハールの流下が発生したことなどが明らかになっている．

富士相模川泥流のラハール堆積物は，大月より上流の都留市を流れる桂川の支流，柄杓流川（しゃくながしがわ）沿いに露出することが，相模原市地形・地質調査会（1990）によって示されているが，詳細な記載はなされていない．現在の富士山頂から約25km下流に位置する柄杓流川沿いの高さ約20mの崖には，富士相模川泥流のラハール堆積物が露出する．本露頭のラハール堆積物は厚さ１m弱から３mほどの６以上のユニットに区分できるが，ハイパーコンセントレイテッド流堆積物特有の産状は示さず，また下部のユニット境界には平行層理～低角の斜交層理層がしばしば挟まれており，複数の流下イベントの産物であることを示す．本発表では柄杓流川沿いに露出する富士相模川泥流堆積物について，これらの堆積学的特徴を紹介する．

なお本発表は，第２発表者の武原が行った2015年卒業研究の一部と，首都大学東京火山災害研究センターの研究の一環としての調査結果を併せたものである．

引用文献
相模原市地形・地質調査会（1990）相模原の地形・地質調査報告書（第4報）．相模原市教育委員会：63p.
Smith and Fritz (1989) Geology, 17, 375-376.
町田洋（2009）相模原市史自然編．相模原市：159-165.

キーワード：ラハール堆積物、富士相模川泥流、桂川（相模川）
Keywords: lahar deposits, Fuji-Sagami River Mud Flow, Katsura River (Sagami River)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

新潟県信濃川・魚野川合流域周辺における段丘区分および地形発達過程について

Terrace classification and geomorphological development process around Shinano river and Uono river junction area in Niigata prefecture

*小関 敏史[1]、小荒井 衛[1]
*Koseki Toshifumi[1], Mamoru Koarai[1]

1. 茨城大学理学部理学科地球環境科学コース
1. Department of Earth Sciences, College of Science, Ibaraki University

新潟県信濃川流域は古くから活褶曲地帯とされ，周辺の河成段丘面が活褶曲の影響で山側や河川上流側へ異常傾斜していることが報告されている (池辺，1942）．そのため段丘編年を通じて地質学的，地形学的に地殻変動との関係についての研究や (中村ほか，1968など），水準点変位などの視点から測地学的な研究がなされている (大塚，1942など）．魚野川との合流域周辺の内ヶ巻地区は，AT (26~29ka）降下期前後以降に離水した，比較的新しいL面の段丘面が広がる (小荒井，2012）．しかし当地域の段丘区分は，その編年可能数での分類しかされていない．本研究では僅かな比高や段丘崖の発達度による詳細な段丘区分の再検討を行った．また，周辺には旧石器時代や縄文時代の遺跡が多く点在しており，年代も算出されていることから，遺跡年代を段丘の離水年代以後に形成したと仮定した編年を行った．さらにGIS等を使用した地形解析を行い，地形発達過程について考察した．

研究手法は，まず写真判読や等高線の読み取りにより段丘面を判読し実測調査にて面の連続性や遺跡がどの面に位置するかを確認しQ GIS2.18にて段丘区分図を作成した．地形解析は，国土地理院より提供していただいた航空レーザ測量データを使用した．この点群データを森林総合研究所より借用したENVY Lidarで1mDEMを作成した．1mDEMより戸田 (2012）を参考にした微地形図や傾斜方位図と，段丘区分を元に河床縦断面図をArc GIS10.5にて作成し考察を行った．

写真判読と現地調査より，河成段丘をL1～L11面の計11面に区分した．C14年代測定値から暦年補正で17,250年前の荒屋遺跡 (鹿又，2004）がL3面に，爪型文土器が発掘され10,000年前の遺跡とされた (佐藤，1988)西倉遺跡は対岸のL7面に位置した．続いて，Arc GISで作図した結果，以前より報告のある地形面の撓みや山本山断層等の推定断層を可視化することができたが，内ヶ巻地区には特徴的な地形は認められなかった．傾斜方位図からは，段丘崖の傾斜の痕が線上に表示された．段丘区分結果をもとに作成した内ヶ巻地区の河床縦断面図を作成すると，すべての面にて北東方向の傾斜が確認できた．また，各面ごとの傾斜度に着目するとL1面からL5面は現河床より急勾配で，L6面以降はすべて緩傾斜になる傾向が見られた．

作成した段丘区分図から，北東方向にいくにつれてより低位面が広がっていることがみてとれる．また，魚野川沿いには信濃川沿いのように何段にもL面が形成されていない．よって，当地域の段丘面は主に信濃川が離水して形成されたと考えられる．次に河床縦断面図で傾向がみられた勾配差について考えた．段丘面形成の要因として海水準の低下がある．貝塚 (1977）の河成段丘形成モデルでは，中流域では氷期に形成された面は急傾斜になり後氷期に形成された緩傾斜の面に埋没される．当地域に当てはめると，氷期の時代までに形成されたL5面以前が，後氷期に形成されたL6面以降の面に埋没された可能性が示唆される．編年データを組み込んで議論すると，17,250年以前までにL3面までが離水し，その後海進の影響を受ける前までにL4，L5面が離水した．その後海進により一部を残して埋没し，段丘の形成方向が北へシフトして10,000年前までにL6，L7面が離水したのではないかとみられる．

以上より信濃川の流路変遷を推察した．当初は北東方向から内ヶ巻神社あたりを南東方向に流れ相川口で魚野川に合流していた．L1，L2面が離水すると西から東へと流路を変える．17,250年より前にL3面が離水する頃から蛇行を始め，その後L4，L5面が離水した．後氷期によりL5面が一部を残して埋没しL６面が形成される

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

と，現在の流路に近い南西から北東方向になる．L7面以降も順次離水し，現在の流路になったと考えられる．

参考文献

池辺展生 (1942）越後油田褶曲構造の現世まで行はれていることに就いて(演旨）.石油技協誌，10，108-109.
貝塚爽平 (1977）日本の地形．東京大学出版社 163-169
小荒井衛 (2012）活褶曲地帯における地震に伴う斜面変動と地形発達過程に関する研究． 科研研究費補助金成果報告書
戸田健一郎 (2014）曲率と傾斜による立体図法 (CS立体図）を用いた地形判読. 森林立地学会 56，75-79

キーワード：信濃川、内ヶ巻、段丘区分、河床縦断面図
Keywords: Shinano River, Uchigamaki, Terrace division, Vertical section of riverbed

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

福井県敦賀湾内における砂浜海岸堆積物の供給源の推定：粒度分析と砕屑粒子組成を中心として

Estimation of the Source of Sand Beach Sediment in Tsuruga Bay, Fukui Prefecture: Focusing on Grain Size Analysis and Composition of Clastics

*松本 誠子[1]、河尻 清和[2]、久保 純子[1]
*Akiko MATSUMOTO[1], Kiyokazu KAWAJIRI[2], Sumiko KUBO[1]

1. 早稲田大学教育学部、2. 相模原市立博物館
1. School of Education, Waseda Univ., 2. Sagamihara City Museun

海浜砂の供給源を明らかにすることは、砂浜海岸の保全や利用のために非常に重要である。福井県敦賀市に位置する敦賀湾では、（気比の）松原海岸やほかの砂浜海岸で海岸侵食が問題となっており、行政の対策も行われている。松原海岸では砂浜の地形変化について海岸工学的研究が行われているが、海岸の保全のためには、海浜堆積物の特質を粒度分析や砕屑粒子組成分析などから把握して、供給源や移動の実態を知り、海岸環境を理解する必要がある。敦賀湾西岸は主に花崗岩体よりなり、敦賀湾東岸は付加体岩体からなる。このため、海浜堆積物の供給源や移動を把握しやすいのではないかと考えた。

以上より、松原海岸や敦賀湾の砂浜海岸の海浜砂の動態を明らかにすることを目的として、松原海岸のほか、敦賀湾西岸・東岸に分布する小規模な砂浜海岸の汀線堆積物と、松原海岸に流入する2河川の河床堆積物について、粒度分析、鉱物や岩片などの砕屑粒子組成分析、色彩分析を行った。また、松原海岸を含む敦賀平野の地形の特徴を知るため、空中写真判読により地形分類図を作成した。さらに松原海岸と、敦賀湾東岸の赤崎海岸においては養浜が行われているため、養浜砂の粒度分析データとの比較から養浜の影響について考察した。

粒度分析は各試料約100 g を-2 ～4 φの篩を用いて行った。分析の結果、平均粒径は敦賀湾西岸が-1.1 φ～1.1 φ、松原海岸が-0.6 φ～0.2 φ、敦賀湾東岸が2.2 φ～2.6 φであった。敦賀湾西岸よりも敦賀湾東岸のほうが細粒で淘汰が良く、松原海岸は中間的であった。また、松原海岸中央部では松原海岸西端・東端の河口付近の試料よりも淘汰が良かった。

砕屑粒子組成分析は薄片を作成後、偏光顕微鏡下でのポイント・カウンティング法により行った。分析の結果、敦賀湾西岸は石英と長石の合計が95 %以上を占め、松原海岸では石英と長石の合計が90 %弱であった。松原海岸に流入する2河川は石英と長石の合計が70 %強、岩片が20 %強であった。一方敦賀湾東岸では岩片が50 %近くを占めた。敦賀湾西岸、松原海岸、敦賀湾東岸それぞれの地域ごとに似通った組成を示した。

色彩分析は砂を敷き詰めたシャーレ底面をスキャナーで読み取り、画像分析をすることで行った。分析の結果、敦賀湾内の砂浜海岸毎に海浜砂の色彩に差があることがRGB値でも示された。ただし、地点ごとの差が大きく、粒度や砕屑粒子組成のような西岸と東岸の差は見られなかった。

敦賀平野の地形分類図を作成した結果、平野の南部には笙の川、黒河川、井ノ口川などに沿って開析扇状地、結合扇状地が分布し、平野中央部から北部にかけて後背湿地と三角州がみられ、気比の松原付近では3列ないし4列の浜堤列が形成されていることがわかった。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

以上の分析により、敦賀湾西岸や松原海岸では敦賀半島を構成する花崗岩由来の堆積物が卓越し、敦賀湾東岸では付加体由来の堆積物が卓越することがわかった。松原海岸では敦賀湾西岸の敦賀半島の花崗岩から砂が沿岸流によって運ばれ、一方、港湾施設の存在により、現在は敦賀湾東岸からの漂砂の影響はないと推定した。松原海岸でみられた付加体由来の砂は、流入する河川流域から運搬されたものと思われる。

また、敦賀湾内の砂浜海岸毎に海浜砂の色彩に差があり、松原海岸内でも西部と中央部・東部で色彩が異なることがわかった。その要因を明確にすることはできなかったものの、粒度分析と砕屑粒子組成分析から、松原海岸西部では敦賀湾西岸からの花崗岩由来の漂砂の影響が強く、東部では河川の影響がみられたことから、それらの砂の色彩への影響の可能性が示唆される。

松原海岸と敦賀湾東岸の赤崎海岸の両海岸において、養浜砂の粒度分析データを入手したが、今回の試料の分析結果とは一致しなかった。

今回の調査では、敦賀湾の砂浜海岸の砂の運搬・堆積過程は、各海岸とそこに流入する河川の中で完結するのではなく、沿岸流の影響を受ける場合があることが明らかにされた。より詳細に供給源について明らかにするためには、汀線堆積物以外の砂浜海岸堆積物の分析や、沿岸流の卓越方向について考慮することが必要である。また、養浜砂の影響が今回は明らかにできなかったため、より詳細な調査が必要である。

キーワード：砂浜海岸堆積物、粒度分析、砕屑粒子組成
Keywords: sand beach sediment, grain size analysis, composition of clastics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

濃尾平野内陸域のコア堆積物にみられる沖積層の特徴
Characteristics of Latest Pleistocene to Holocene deposits of two cores obtained from the inner part of the Nobi Plain, central Japan

*羽佐田 紘大[1]
*Kodai Hasada[1]

1. 法政大学文学部
1. Faculty of Letters, Hosei University

濃尾平野は、主に木曽三川（木曽川、長良川、揖斐川）の土砂供給により形成された、東西約35 km、南北約50 km、面積約1,300 km^2の沖積低地である。地形は上流から、扇状地、氾濫原、三角州に区分され（井関 1983）、臨海部には干拓地や埋立地がみられる。近年、濃尾平野ではオールコア堆積物を用いた研究が数多くなされ、海退期の堆積システムであるデルタの発達過程が把握されるようになってきた（山口ほか 2003；大上ほか 2009；Hori et al. 2011など）。河川から供給された土砂は、相対的海水準上昇期には潮間帯から陸側を中心に堆積し、海水準上昇期の終わりには上方へ累重しながら海側にも堆積する（斎藤 2011）。しかし、オールコア堆積物を用いた既存研究の多くは、プロデルタ堆積物が分布する範囲を対象としており、海水準上昇期の堆積中心である内陸域の堆積過程の十分な議論がなされておらず、海進から海退に転じる前後の堆積システムの発達過程を詳細に把握するまでには至っていない。本発表では、濃尾平野内陸域（現氾濫原内陸側）において機械ボーリングにより採取したオールコア堆積物の特徴を報告する。

2018年1～2月に木曽川左岸側の氾濫原2地点でコア堆積物（以下、KGコア、OZコア）を掘削した。コア堆積物については、半裁後、岩相の記載、湿潤・乾燥かさ密度測定、色調測定、泥分含有率測定を実施した。堆積物中の木片や植物片について、DirectAMSに依頼し、加速器質量分析（AMS）法による放射性炭素（^{14}C）年代測定を行った。さらに、一部の細粒堆積物に対し、パレオ・ラボに珪藻分析を依頼した。

2本のコア堆積物について、それぞれ3つの堆積ユニット（KG1～3、OZ1～3）に区分した。以下に各ユニットの特徴を述べる。KG1とOZ1、KG2とOZ2は、それぞれ共通の特徴がみられるため、まとめて記す。

KG1およびOZ1：礫径数十mmの円礫～亜円礫を主体とする砂礫層である。KG1の上部には有機物等を含まない細粒砂～中粒砂がみられる。本ユニットは河川流路を充填する堆積物と考えられる。また、砂礫層は沖積層基底礫層（井関 1983）に対比される。

KG2およびOZ2：植物片や生痕化石、マッドクラストが認められるシルト～中粒砂を主体とする。KG2の最下部で8.0 cal kyr BP、上部で7.1 cal kyr BP、OZ2の最下部から上部にかけて8.5～7.8 cal kyr BPの^{14}C年代値が得られた。珪藻化石については、KG2の最下部で多くの海水干潟指標種群が認められた。OZ2では、最下部で海水藻場指標種群や海水干潟指標種群、中部および最上部で海水砂質干潟指標種群が数多く検出された。本ユニットは河口に近い潮間帯から潮下帯において堆積したと解釈される。

KG3：植物片や植物根、有機質な層準がみられ、ところどころに砂層を挟むシルトが主体である。最下部および中部の^{14}C年代値は、それぞれ5.5 cal kyr BPと2.2 cal kyr BPを示す。最下部では、湖沼沼沢湿地指標群の珪藻化石が多産した。コアの掘削地点が現在の後背湿地にあたることを踏まえると、本ユニットは後背湿地堆積物と推定される。また、挟在する砂層は破堤堆積物の可能性がある。

OZ3：植物片の混入が相対的に少ない中粒砂～粗粒砂主体であり、上部では極細粒砂主体となる。最下部および中部では、それぞれ5.2 cal kyr BPと1.0 cal kyr BPの^{14}C年代値を示す。上方細粒化がみられるととも

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

に、コアの掘削地点が現河川流路から50 m程度離れた滑走斜面側の微高地に位置することから、本ユニットは河川流路からポイントバーへと変化する中で堆積したと考えられる。

KG2およびOZ2の堆積速度はそれぞれ約5 mm/yr、7～27 mm/yrと上位のユニットに比べて大きく、これらの堆積時期は汎世界的な海水準上昇期（Lambeck et al. 2014）にあたる。濃尾平野において海退が開始した時期は7.8～7.3 cal kyr BPと推定されている（大上ほか 2009）。したがって、対象地域は海水準上昇期の堆積中心であり、KG2およびOZ2の中に海進・海退境界が存在する可能性が高い。

謝辞　本研究には科学研究費補助金（課題番号：17H07151）を使用した。

文献　井関 1983. 東京大学出版会. 大上ほか 2009. 地学雑誌 118: 665-685. 斎藤 2011. 第四紀研究 50: 95-111. 山口ほか 2003. 第四紀研究 42: 335-346. Hori et al. 2011. Journal of Asian Sciences 41: 195-203. Lambeck et al. 2014. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 111: 15296-15303.

キーワード：堆積環境、放射性炭素年代、氾濫原、完新世、濃尾平野
Keywords: sedimentary environment, radiocarbon age, floodplain, Holocene, Nobi Plain

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

鈴鹿市南部におけるMIS5e海成層の分布形態と推定される累積変位量
Subsurface distribution of marine deposits during the MIS 5e and vertical displacement inferred from microfossil evidences and borehole logs in northern Ise Plain, central Japan

*佐藤 善輝[1]
*Yoshiki Sato[1]

1. 産業技術総合研究所 地質情報研究部門 平野地質研究グループ
1. Advanced Industrial Science and Technology, Geological Survey of Japan

本研究では，伊勢平野北部に位置する鈴鹿市南部を対象として，既存ボーリングコア資料・試料の解析に基づいて最終間氷期（MIS5e）に堆積した海成層を認定し，その分布形態から鉛直方向における累積変位量を推定した．

伊勢平野は伊勢湾の西岸～南西岸に広がる堆積平野で，平野北部には後期更新世以降に形成された河成・海成段丘が広く発達する（石村，2013など）．後期更新世段丘と沖積平野との地形境界には活断層が分布し，北側の養老ー四日市断層帯と南側の布引山地東縁断層帯東部とに大別される．鈴鹿市南部では南側から伸びる布引山地東縁断層帯東部と，北側伸びる養老ー四日市断層帯が近接するが，両断層帯間の活構造や関係性については，既存研究によって見解に差異があり，はっきりしたことが分かっていない．そこで，本研究では空中写真判読に基づく地形面区分と，既存ボーリング試料の^{14}C年代測定，珪藻化石分析，花粉化石分析を行い，MIS5e海成層を対比基準として地殻変動傾向を推定できないか試みた．

対象地域の後期更新世段丘面は大きく高位，中位，低位の3面に区分される．このうち中位面は標高5～15 mに分布する．御座ヶ池周辺の中位面は東縁部が南東側に撓曲変形し，その基部に断層が存在すると推定される．本研究の中位面は吉田（1987）の旧期中位段丘（tm1），吉田（1984）の神戸段丘（tmk）に相当する．

中位面基部に推定される断層を挟んで東西方向に長さ約1.6 kmの測線を設定し，計11地点の既存ボーリング資料・試料の特徴に基づいて，浅層地下地質を大きく3つのユニット（下位から順にA～C）に区分した．ユニットBはさらに4つのサブユニット（下位から順にB-1～4）に細分される．ユニットAは砂泥互層から成り，泥質部でもN値50以上で固結する．淡水生付着性珪藻が多産することから陸成層であると推定され，鮮新統の東海層群の一部であると考えられる．ユニットB-1はN値10～40の半固結する泥質堆積物から成る．貝殻片を多く含み，汽水～海水生の珪藻化石が多産することから，海成層であると考えられる．さらに，サルスベリ属の花粉化石が多産することから，MIS5eに対比される可能性が高い．ユニットB-2はシルトや礫を含む淘汰の悪い砂層から成り，N値は20～40程度で，粗粒部では50以上となる．層厚は5～10 mである．ユニットB-3はN値10前後の泥質堆積物から成り，淡水生珪藻を多産することから淡水環境で堆積したと推定される．本ユニットからは50,440±760 yrBPおよび53,940 yrBP以上の年代測定値が得られた．ユニットB-4はN値20～50程度の礫層で，中位面に連続すると考えられる．最上部のユニットCは，N値０～5程度の軟弱な泥質堆積物から成り，完新統であると考えられる．

ユニットB-1は断層を挟んだ両側に分布しており，いずれもMIS5e期の海成層と推定される．ユニットB-1上面の標高分布に基づくと，断層西側の段丘上では標高ー13.5～ー15.5 mに，断層東側の沖積低地下では標高ー17.5 m以深に分布する．従って，MIS5e以降の鉛直方向の累積変位量は2 m以上，平均変位速度は0.02 m/kyr以上と見積もることができる．また，ユニットB-3の基底分布からは，累積変位量は6.5 m以上，平均変位速度は0.05 m/kyr以上と見積もることができる．これらの推定値は地表面の変形から推定された千里断層の

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

平均変位速度（0.05～0.21 m/kyr；水谷，2017）とおおむね調和的である．

参考文献
石村大輔（2013）第四紀後期の伊勢湾西岸地域の段丘形成過程と地殻変動．地学雑誌，122，448-471．
水谷光太郎（2017）三重県中部布引山地東縁断層帯東部区間千里断層の活動性．日本地理学会発表要旨集 2017 年度日本地理学会秋季大会発表要旨．
吉田史郎 (1984) 四日市地域の地質．地域地質研究報告（5万分の1地質図幅）．地質調査所．81p.
吉田史郎 (1987) 津東部地域の地質．地域地質研究報告（5万分の1地質図幅）．地質調査所．72p.

キーワード：MIS5e、珪藻化石、花粉化石、養老－四日市断層帯、布引山地東縁断層帯、地下地質
Keywords: MIS5e, diatom fossil assemblage, pollen fossil, Yoro-Yokkaichi Fault Zone, Eastern margin Fault Zone of Nunobiki Mountains, subsrface geology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

志摩半島志島低地で発見された天城カワゴ平（Kg）テフラと津波履歴復元における意義

Detection of the Amagi-Kawagori tephra (Kg) in the Shijima lowland, the Shima Peninsula, and its significance to reconstruct tsunami history

吉田 沙樹[1]、*宍倉 正展[2]、前杢 英明[1]、藤野 滋弘[3]
Saki Yoshida[1], *Masanobu Shishikura[2], Hideaki Maemoku[1], Shigehiro Fujino[3]

1. 法政大学、2. 産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門、3. 筑波大学
1. Hosei University, 2. Institute of Earthquake and Volcano Geology, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 3. University of Tsukuba

紀伊半島東部から南部にかけての沿岸は，南海トラフの中部に面し，過去からくり返す巨大地震の東南海セグメントと南海セグメントの境界付近に位置する．このため本地域での津波履歴の復元は，過去の南海トラフ地震の破壊域を評価する上で非常に重要である．このため各地で津波堆積物調査が進められているが，それらの地域間の対比が課題となっている．我々は志摩半島の志島低地において掘削調査で得られた湿地堆積物中から，津波イベントの対比において有効な広域テフラである天城カワゴ平（Kg）テフラ（3100 cal yBP頃）を検出したので報告する．

志島低地ではFujino et al. (2018)によって，湿地堆積物中に10層のイベント砂層（上位からSand A～J）が認識され，津波履歴が論じられている．本研究では同低地において深度483 cmまでハンドコアラ–で掘削し，得られた試料から砂層を除いた260 cm分の有機質シルトについて，5 cmずつ分割して分析用の試料とした．これらは細粒物を取り除き，500～125μmの粗粒物質を抽出して顕微鏡で観察を行ってテフラの有無を探った．その結果，深度265-270 cmおよび275-280 cmからおもに軽石型の火山ガラスを検出した．特に深度276 cm付近はコア観察の段階で層厚5 mm程度の淡白色の層を肉眼で確認できる．一方でそれ以外の層準からは火山ガラスは検出できなかった．またFujino et al. (2018)におけるA2コアからもSand GとSand Hの間の有機質シルト層中に淡白色を帯びた部分が層厚5-8 mm程度で確認され，検鏡したところ同様の火山ガラスを検出した．

これらの火山ガラスについて，温度可変型屈折率測定装置（MAIOT）を使って屈折率測定を行った結果，屈折率は1.499～1.501の間に集中しており，町田・新井（2003）による天城カワゴ平（Kg）テフラの屈折率（1.495-1.502）と一致した．さらに株式会社古澤地質に依頼してEDXによる主成分分析も行い，天城カワゴ平（Kg）テフラに関するこれまでの研究成果と矛盾しないことを確認した．

今回天城カワゴ平（Kg）テフラを検出した層準は，Fujino et al. (2018)においてイベント年代が絞り込めていなかったSand GとSand Hの間にあり，年代推定において非常に大きな拘束力を持つ．本研究の結果，Sand Gは3100-2740 cal yBP，Sand Hは3600-3100 cal yBPと推定できる．

紀伊半島では，南端の串本でイベント砂層の挟まる湿地堆積物中から天城カワゴ平（Kg）テフラ検出の報告がある（北川ほか，2017）．串本のイベント砂層の場合，天城カワゴ平（Kg）テフラの上位の砂層は^{14}C年代から2950 –2470 cal yBP，下位の砂層は3390 –3100cal yBPと推定され（宍倉ほか，2014），それぞれ志島低地のイベント砂層と対比できる可能性がある．今後，紀伊半島東部沿岸各地において，天城カワゴ平（Kg）テフラを鍵層としてイベント砂層を対比していくことで，南海トラフ地震の発生パターンの解明につながると期待される．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

本研究は文部科学省（JAMSTEC委託）の南海トラフ広域地震防災研究プロジェクトの一環として実施している.

キーワード：志摩半島、志島低地、南海トラフ、天城カワゴ平テフラ、津波履歴、津波堆積物
Keywords: Shima Peninsula, Shijima Lowland, Nankai Trough, Amagi-Kawagodaira tephra, tsunami history, tsunami deposit

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

バイオマーカー分析による完新統の大阪平野の環境変遷の評価
Holocene paleoenvironmental changes based on biomarker analysis at the western part of the Kawachi plain, Osaka, Japan

*石野 有妃子[1]、中村 英人[1]、三田村 宗樹[1]
*Yukiko Ishino[1], Hideto Nakamura[1], Muneki Mitamura[1]

1. 大阪市立大学
1. Osaka City University

1．はじめに

大阪平野の第四紀層における環境変動を明らかにするために，有孔虫や貝形虫などの微化石の群集解析が行われてきた．これらの微化石は海域の水域環境変遷を詳細に推定できる一方で，その産出は主に海成層に限られる．そこで，本研究では，陸成層にも保存されている生物由来の有機化合物を対象とするバイオマーカー分析を行い，桜宮東コアの完新統堆積物中の堆積有機物の起源と堆積環境を評価した．

2．分析方法

桜宮東コアは，大阪市都島区の桜宮東公園（標高＋0.5 m）で掘削された掘削長18 mのコアである．桜宮東コアは難波累層で構成され，下位より順に，中粒砂–泥層（SH-1：標高-19.50～-17.60 m），中粒砂–細粒砂層（SH-2：標高-17.60～–16.00 m），泥層（SH-3：標高-16.00～–8.90 m），泥–細粒砂層（SH-4：標高-8.90～–1.60m）の4ユニットに区分される（梅田ら, 2018 JPGU). また，大城（2018MS）によって有孔虫を用いた群集解析が行われた．泥層や砂層を含む20層準の試料を溶媒抽出し，得られた成分を分画・誘導体化してガスクロマトグラフィーにより分析・定量を行った．

3．結果と考察

複数の起源を持つアルキル脂質（*n*-アルカン，*n*-アルコール，*n*-脂肪酸）や，陸上植物由来のフリーデリンやサワミレチンが検出された．アルキル脂質の炭素数分布と供給量の変化から海進・海退に伴う陸源有機物の寄与の変化や水域の生産の変動が明らかになった．*n*-アルカン，*n*-アルコールは主に陸上植物に由来する炭素数22（C_{22}）以上の長鎖成分が卓越し，大和川の旧河谷に位置する桜宮東コアでは海成層でも河川からの陸源有機物の供給が卓越していたことが示唆される．その中でも，*n*-アルコールの長鎖成分はSH-1からSH-3下部にかけて減少しており，これは海進に伴う陸源有機物の供給量の減少，すなわち内湾の拡大に伴い陸源有機物を供給する河口が後退したことを反映していると考えられる．また，SH-2（8ka）の陸源有機物の供給が減少する層準においてサワミレチンが高い割合で含まれ，これは当時の沿岸域の植生を反映していた可能性がある． SH-3の上部（6.4kaの最高海水準期）以降徐々に*n*-アルコールの長鎖成分が増加しており，河川からの影響が強まっていたと推測される．SH-4では，水生植物が高い割合でもつ C_{23}・C_{25} アルカンの割合（Paq）の増加が見られ，一時的に水生植物が生息するような環境が周囲に広がったと考えられる．対して，*n*-脂肪酸はプランクトンなどに由来する炭素数21（C_{21}）以下の短鎖成分も多く，特に*n*-アルコールの長鎖成分が増加するSH-3上部から短鎖成分の割合も大きくなっていた．SH-3上部は大城（2018MS）によって閉鎖的環境であったと推定されている層準であり，有機物量の高い環境に多産する腐食性有孔虫（*B. frigida*）が報告されている．したがって，SH-3上部は陸源有機物の供給増加に伴う水域の生物生産の増加で特徴づけられ，エスチュアリー循環の影響下で堆積したと考えられる．

キーワード：バイオマーカー、大阪平野、環境変遷
Keywords: Biomarker, Osaka plain, paleoenvironmental changes

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

宮崎平野における鬼界アカホヤテフラ降下前後の環境変化
Environmental change before and after Kikai-Akahoya tephra descent in the Miyazaki plain, Southern Kyushu

桑畑 光博[2,7]、足立 達朗[2]、田尻 義了[2]、*七山 太[1,8]、杉山 真二[6]、中西 利典[3]、大串 健一[5]、山口 龍彦[4]
Mitsuhiro Kuwahata[2,7], Tatsuro Adachi[2], Yoshinori Tajiri[2], *Futoshi Nanayama[1,8], Shinji Sugiyama[6], Nakanishi Toshimichi[3], Ken'ichi Ohkushi[5], Tatsuhiko Yamaguchi[4]

1. 産業技術総合研究所　地質調査総合センター、2. 九州大学、3. 京都大学、4. 高知大学、5. 神戸大学、6. （株）古環境研究センター、7. 都城市教育委員会、8. 熊本大学　くまもと水循環・減災研究教育センター
1. Geological Survey of Japan, AIST, 2. Kyushu Univ., 3. Kyoto Univ., 4. Kochi Univ., 5. Kobe Univ., 6. Paleoenvironment Research Center Co. Ltd., 7. School board of Miyakonojyo City, 8. CWMD, Kumamoto University

縄文時代早期（7.3 ka）に大隅半島南端から約 40 ㎞の海底で起こった鬼界カルデラ噴火では，九州本土南部まで達した大規模な火砕流（幸屋火砕流）が発生し，上空高く舞い上がった細粒火山灰は鬼界アカホヤ（K-Ah）テフラとして東北地方まで飛来したことが知られている．この噴火が当時の地形や植生などの自然環境へ与えた影響については，自然科学分野の調査研究の進展で，さまざまなアプローチがなされている．桑畑はこれまでの一連の研究で，K-Ahテフラの年代に関する研究をレビューしつつ，同テフラの考古編年上での位置付けについても検討を進めてきた（桑畑，2013）．今回は，K-Ahテフラが厚く堆積した宮崎平野の沖積層を対象に学術ボーリングを行ったので，その概要を報告する．

宮崎平野において，1次堆積のK-Ahテフラは厚さ 20～30 cmであり，橙色の中～細粒のガラス質降下火山灰として観察される．一方沖積層中に認められる2次堆積物は水流の影響で厚さ2 m程度まで厚層化し，淘汰された灰色の中粒のガラス質火山灰からなる． K-Ahテフラの2次堆積物の厚層化の原因については，降灰によって陸上植生が枯死し，貯水機能を失った山地・丘陵斜面の崩壊に伴う土石流や洪水流によってもたらされたものであるという推定が長岡ほか（1991）によってなされていた．近年では，K-Ah基底の砂層が同テフラ降灰直後の津波イベント堆積物であるという仮説も示されている（Matsuda et al., 2016）．

2017年 7 月，宮崎市の生目の杜運動公園内において，オールコアボーリングを実施した．その結果，現地表から掘削長15.55 m までのコアを採取することができた．採取されたコアを用いて，テフラ分析，放射性炭素年代測定，花粉分析，珪藻分析，種実分析，植物珪酸体分析，貝類分析，有孔虫分析等の各種分析を進めている．

コア層序はA~Eの5層に区分される．上位から盛り土直下の暗灰色の有機質土（A層），泥炭質の灰色シルト層（B層），K-Ah の水成堆積物（C層），K-Ahテフラの2次堆積物およびイベント砂層（D層），貝殻片を含む灰色のシルト層（E層）である．コアの各種自然科学分析を行った結果，K-Ahテフラ2次堆積物はほぼバブル型の火山ガラスで構成されていることが明らかとなり，その基底のイベント砂層にはK-Ah だけでなく姶良Tn（AT）テフラ 起源の火山ガラスも含まれていることが判明した．よって縄文海進によって宮崎平野に生じたエスチュアリー環境が，K-Ahの2次堆積によって急激に埋積されて陸化し，環境が大きく変化したことが想定される．

本研究はJSPS科研費 16K03159の助成を受けたものである．

（引用文献）桑畑，2013，第四紀研究 52，111-125．長岡ほか，1991，第四紀研究 30，59-78．Matsuda et al., 2016, JpGU 2016 abstract, MIS11-P16.

キーワード：鬼界アカホヤ噴火、宮崎平野、環境変化、南九州
Keywords: Kikai-Akahoya eruption, Miyazaki plain, Environmental change, Souhern Kyushu

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

広域テフラ対比に基づく日本列島の前期更新世～鮮新世火山噴火史－その２：南九州の火砕流堆積物の編年

The history of volcanic eruption based on tephrochronology at Plio-Pleistocene in Japan :2 Chronology of pyroclastic flow deposits in southern Kyushu

*田村 糸子[1]、水野　清秀[2]
*Itoko Tamura[1], Kiyohide Mizuno[2]

1. 首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理学教室、2. 産業技術総合研究所地質情報研究部門
1. Department of Geography,Graduate School of Urban Environmental Science,Tokyo Metropolitan University, 2. Research Institute of Geology and Geoinformation, Geological Survey of Japan, AIST

はじめに

日本列島における巨大噴火の発生頻度や規模の推定は，地層の長期的な安定性評価において重要な課題の一つである．後期更新世の巨大噴火復元は，火山近傍の火砕流堆積物と遠方に分布する広域テフラとの対比・編年により検討されてきた（30kaの入戸火砕流堆積物とAT火山灰との対比：町田・新井，1974等）．しかしながら，時代を遡ると噴出源の特定ができず，噴火の規模や時期の評価は困難な状況である．

前期更新世～後期鮮新世におけるテフロクロノロジーの進展と課題

テフロクロノロジーにおいて，1990年代から，従来の鉱物組成，岩相や層位データに加えて，火山ガラスの主成分・微量成分化学組成分析に基づくテフラの同定・対比が行われるようになった（吉川，1990など）．その結果，およそ5Ma～1Maにわたる中央日本の鮮新-更新統を中心とした広域テフラ編年が進んだ（水野，2000，Tamura and Yamazaki, 2004, Satoguchi and Nagahashi, 2012など）．水野（2001）は大規模火砕流堆積物の火山ガラス微量成分特性から，広域テフラの噴出源を中部山岳，九州，東北地域とある程度限定できることを示した．田村・山崎（2015）では，多くの研究者によって報告されたテフラ情報に独自のデータを加え，5Ma～1Maの36枚の広域テフラについて，テフラの岩石学的特徴と推定される噴火規模，噴出源，噴出年代を推定した．およその噴出年代は，東北起源が2Ma～1Ma，中部山岳起源が3Ma～1.5Maに集中していた．一方，前期更新世～後期鮮新世における北海道，九州起源の広域テフラに関しては，この地域の火砕流堆積物の情報が不足しており，これらの研究が課題となっていた．これを踏まえ，南九州に分布する火砕流堆積物について，更なる調査，研究を行い，中央日本に分布する九州起源と推定される広域テフラとの対比を検討した．

南九州の火砕流堆積物と九州起源の鮮新-更新世広域テフラ

南九州において，特に更新世後期は火山活動が激しく，大量の火砕流が噴出された．その結果，それ以前の噴出物が覆い隠され，前期更新世以前の火砕流堆積物の露出は断片的で，南九州の火砕流の対比や編年を困難にしている（宮地，1987）．水野ほか（2017）では，南九州の大規模火砕流堆積物と中央日本で対比が検討されている九州起源の特徴を示す広域テフラとの対比を層位，記載岩石学的特徴，火山ガラスの化学分析値等から検討した．その結果，薩摩川内地域に分布する川内火砕流堆積物（Snd：太田，1971）と広域テフラである土生滝Ⅰ-MT2テフラ（以下HbtⅠと記述：2.9Ma：富田・黒川，1999，Tamura et al., 2016），Sndの下位に位置する阿久根1火砕流堆積物（Akn1：宮地，1987：宮崎層群のHST-4火山灰との対比（鳥居・尾田，2001）から3.3Ma）と近畿・東海地域の土丸Ⅱ（吉川，1975），美鹿Ⅰ（吉川ほか，1988），天神池

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

L2（吉川・尾崎，1986）の各テフラ，Akn1より上位にある阿久根2火砕流堆積物（Akn2：宮地，1987）がHbt I より上位にある古琵琶湖層群の善福寺 I （吉川，1984），千葉県千倉層群のOkr7（2.7Ma：Tamura et al., 2016）テフラやHbt I より下位にある類似したテフラに，それぞれ対比される可能性を報告した．南九州において，大規模な火山噴火は3Ma前後に顕著であったといえる．今回，鹿児島県八重山地域の郡山層湯屋泥岩部層中の火砕流堆積物の新たな調査・記載を行い，2層準の火砕流堆積物（テフラ）について，九州起源と推定される広域テフラとの対比の可能性を検討した．

一つは宮脇火砕流堆積物（Myk：内村ほか，2007）で，模式地（郡山町花尾山山麓）では，下限が見えず上部の5mが露出している．全体的に白色細粒で，パミスは目立たない．重鉱物は角閃石に富み，斜方輝石，少量の黒雲母，単斜輝石が含まれる．模式地のMykは2.88±0.16Ma, 2.71±0.16MaというK-Ar年代が得られている（内村ほか，2007）．もう一方は，Mykより上位と判断される未記載のテフラ（分布地：川内市清浦ダム北方の山之口，Ymnと仮称）で，下限は不明だが，上部は泥層に覆われ．層厚10㎝が露出する．白色細粒で，発泡のよいbw型の火山ガラスが目立ち，重鉱物は角閃石，斜方輝石を含む．火山ガラスの化学組成は，MykはTiO_2が0.2%，CaOが0.9%，K_2Oが4.3%，YmnはTiO_2が0.3%，CaOが1.6%，K_2Oが3.4%であった．

Mykの年代や火山ガラスの化学組成が類似するテフラとして，古琵琶湖層群でHbt I に対比されている相模 I 火山灰から15m上位にある砂坂火山灰（Sns：横山ほか，1979）および東海層群でHbt I に対比されている長明寺 II 火山灰の約25m上位にある森火山灰（Mor：和田，1978）がある．しかしながら重鉱物組成で，Mykに含まれる黒雲母がSns，Morには含まれず，対比に課題が残る．また，Ymnに類似するテフラとして，朝代-友田2テフラ（Ass：2.6Ma：Tamura et al., 2008）がある．Assは，大阪層群や古琵琶湖層群，北陸層群など中央日本各地でHbt I の上位にある広域テフラで，Ymnと火山ガラスの化学組成，重鉱物組成が良く似る．今後，更なる調査が望まれる．本研究は藤原ナチュラルヒストリー振興財団の研究助成を受けた．

キーワード：広域テフラ、鮮新-更新世、噴火史、南九州、火砕流堆積物、編年
Keywords: Widespread tephra, Plio-Pleistocene, History of volcanic eruption, Southern Kyusyu, Pyroclastic flow deposit, Chronology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

火山ガラスの微量元素組成に基づくKs5と類似するテフラの識別
Identification of Ks5 tephra and similar tephras based on trace element composition of volcanic glass shards

*中里 裕臣[1]、七山 太[2]、伊藤 久敏[3]、上澤 真平[3]、古澤 明[4]、水野 清秀[2]
*Hiroomi Nakazato[1], Futoshi Nanayama[2], Hisatoshi Ito[3], Shimpei Uesawa[3], Akira Furusawa[4], Kiyohide Mizuno[2]

1. 農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究部門、2. 産業技術総合研究所、3. 電力中央研究所、4. 株式会社古澤地質
1. National Agriculture and Food Research Organization, 2. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 3. Central Research Institute of Electric Power Industry, 4. FURUSAWA Geological Survey

中期更新世のガラス質細粒テフラには，異なる層位で火山ガラスの主成分組成などが類似し，識別困難なものがある．本研究では火山ガラスの微量成分組成からこれらを識別する指標を検討した．

七山・中里(2018)は，MIS11の上位にある近畿地方のBT72相当層（埼玉県深谷コア，茨城県大古山テフラ；中里ほか，2005）と，下位にある上総層群Ks5とKs5に対比される男鹿半島脇本テフラ（鈴木,1999）を取り上げ，これらのテフラの給源とされる南九州の小田火砕流堆積物（以下pfd）（水野，1994）と辺川pfd（Nishizawa and Suzuki,2017）との対比を検討した．その結果，BT72，Ks5，脇本のガラスの微量成分組成に違いを認め，Ks5類似テフラがMIS11上位，MIS12の低海面層準，その下位層準の３層準にあることを示した．そして小田pfdは脇本に，辺川pfdはKs5に類似することを示した．辺川pfdのジルコンについては0.51±0.1MaのU-Pb年代が得られた（中里ほか，2018）．

本研究では上下関係が明かなKs5類似テフラである東灘コア（吉川ほか，2000）のK1-175とK1-223テフラの分析を加え，微量成分の分析平均値の差の有意性（5%水準）をTukey-Kramer法により評価し（Maruyama et al.,2017)，これらのテフラの対比について再検討した．火山ガラスのLA-ICP-MSは古澤ほか(2018)の手順によってSc～Uの34元素を定量し，ばらつきの大きいCr,Niを除く32元素について検討した．

Ks5に対するBT72と脇本の有意な差の無い元素数割合はいずれも53%であり，BT72に対する脇本では56%であり，これらのテフラの識別指標になると考えられる．一方，有意な差の無い元素数割合が75%以上となる組み合わせは，Ks5に対して辺川pfd，大古山テフラ，K1-223，脇本に対しては小田pfd，BT72に対してはK1-175の結果が得られ，これらのテフラは類似度が高いと考えられる．

K1-223は大阪層群の海成粘土間の低海面層準に挟在し，脇本との対比が予想されたが，ここではKs5に対比された．今後も分析事例を蓄積し，BT72の給源火砕流の検討などを進める必要がある．

文献：古澤ほか(2018)地雑124(6)；Maruyama et al.(2017)Quaternary International,456;水野(1997)地球惑星科学関連学会合同大会予稿集；中里ほか(2005)日本第四紀学会講演要旨集,35；中里ほか(2018)JpGU2018；七山・中里(2018)地学雑誌,127(6);Nishizawa and Suzuki(2017)JpGU-AGU2017;鈴木(1999)日本地質学会第106年学術大会講演要旨;吉川ほか(2000)第四紀研究39(6)

キーワード：LA-ICP-MS、U-Pb年代、テフラ
Keywords: LA-ICP-MS, U-Pb age, tephra

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Climate, vegetation and fire history of the last ~100 ka from archaeological sites of Belan valley, north-central India

*Deepak Kumar Jha[1], Rahul Samrat[1], Prasanta Sanyal[1]

1. Department of Earth Scienes, Indian Institute of Science Education and Research Kolkata, Mohanpur -741246, India

Late-Paleolithic to Neolithic archaeological sites situated in north-central India is known for its well-preserved artifacts and the first evidence of domesticated rice (*Oryza sativa*) from the Indian subcontinent. Therefore, these archaeological sites provide an ideal platform to understand the linkage of hominins with climate, vegetation and fire events during the late Quaternary period. As the fire disturbance in the modern ecosystem appears to be one of the important processes in shaping vegetation and landscape dynamics, its identification in paleo-records would enhance our understanding of the past environment. However, climate, as well as human, can equally induce the fire at the stand. Therefore, unraveling the natural and hominin induced factor is equally important to comprehend the paleoclimatic and paleovegetation conditions at a regional and global scale.

In this study, 49 paleosols sampled from six archaeological sites of Belan River. Paleosols were analyzed for *n*-alkane distribution, $dD_{n\text{-}alkane}$, $d^{13}C_{n\text{-}alkane}$ value and Charcoal count to reconstruct the climate, vegetation and fire events. *n*-Alkane distribution pattern, carbon preference index ($CPI_{25\text{-}33}$) and average chain length ($ACL_{15\text{-}33}$) used to delineate the source of organic matter (OM) in the paleosols which suggest a dominant contribution from terrestrial plants. Three samples of lower $CPI_{25\text{-}33}$ (~1.0) and $ACL_{15\text{-}33}$ (~23.0) observed that indicate enhanced degradation of OM. The lower $CPI_{25\text{-}33}$ sample showed a prevalence of mid to short-chain even-numbered carbon (maximum at *n*-C_{16} or n-C_{18}) which was also observed in the previous study from the archaeological site for fire events (Eckmeier et al., 2009). Additionally, macro-charcoal analyses (n=40) showed degraded paleosols exhibits higher charcoal which endorses its exposure to fire. The macro-charcoal analysis suggests paleofire events in the Belan valley at i) ~58ka BP, ii) ~26ka BP and iii) ~8ka BP. $dD_{n\text{-}alkane}$ values suggested lower rainfall condition during Large Glacial Maximum (LGM; ~20-25ka BP) and during the early-Holocene (~11ka BP). The intensification in rainfall observed at i) ~60ka BP, ii) ~26ka BP and iii) ~10-3ka BP which corresponds to observed fire events. The $d^{13}C_{n\text{-}alkane}$ values showed the dominance of grassland between ~30-25ka BP with the cool and dry environment due to LGM which was favorable for wildfires. Further, the fire event at ~26ka BP identified at Main Belan temporarily overlaps with Mahagara and Koldihwa archaeological site. The absence of any major sign of thermal alteration of paleosols (supported by *n*-alkanes) in Koldihwa and Mahagara with indicates the local nature of the paleofire events. Similarly, fire events observed in this study coincides with the high rainfall condition which is unconducive to natural wildfires. Further, fire disturbance increases in the early Holocene to mid-Holocene overlaps with the timing of domestication of agriculture in the Belan valley. Therefore, this study postulate that the paleofire events were mostly induced by hominin groups living in the Belan valley.

E. Eckmeier., GLB.Wiesenberg., 2009. Short-chain *n*-alkanes (C_{16}-C_{20}) in ancient soil are useful molecular markers for prehistoric biomass burning. Journal of Archaeological Science, 36, 7, 1590-1596.

Keywords: Archaeology, Stable Isotope, n-Alkane, Late Quaternary, Charcoal

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-SC 社会地球科学・社会都市システム

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_10

[H-SC06] Role of Geosciences for sustainable use of marine and coastal ecosystems in urbanized world.

コンビーナ:Kalpana Chaudhari(Institute For Sustainable Development and Research)

As per the United Nations estimates, the world population reached 7.3 billion as of mid-2015, implying that world has added approximately one billion people in the span of the last 12 years. The total population on earth is predicted to increase by more than one billion people within the next 15 years, reaching 8.5 billion in 2030, and to increase further to 9.7 billion in 2050 and 11.2 billion by 2100. Urban planning and management plays an important role in achieving the social sustainability through geosciences, environmental sustainability for urban transformation. Over the next generation of greatest increase in population, in production and in poverty will occur in cities in Asia and Africa. Due to this rapid urbanization and industrialization, the problems of urban organizational management, which often linked with geosciences and other socio-political aspects include, management of different urban planning and management, disaster management and resources mobilization, coastal zone management etc. for sustainable urban development will need better understanding of geosciences and linked with societal issues .Therefore it would be necessary to study the urban policies for sustainable development in Developed countries in Europe, Asia-Pacific and its impacts on the public life and also on the social-economic development of the urban region through systematic study of geosciences. This joint session will open up the opportunity for the researchers, scientists and students from AGU, EGU and AOGS to present their research/case studies on this topic and to network for future joint research programs. The joint session focuses on policy formulation for resources planning, coastal risk and vulnerability, social-ecological vulnerability and disaster resilience in coastal communities, Human Pressures on Coastal Environments, land water-seawater interactions for sustaining urban development in Asia-Pacific, Europe, South America and Africa region.

[HSC06-P01] Research on Diffusion Method of Factor in Urban Land Classification

★Invited Papers

*Jun Zhou[1] (1.Tianjin Normal University)

[HSC06-P02] Assessment of facilities for green tourism in Japan: Fifty-six indices in eight regions using online data

*Zhang Hanqiu[1]、Xiang Qiongying[1]、Shi Jiaying[1]、Zhang Junchi[1]、Mao Yingming[1]、Min Kyung-hun[1]、Chen Ge、 Oka Tokiya[1]、 Xie Zijiao[1]、Kashima Minami[1]、Natawiguna I Made、Furuya Katsunori [1] (1.千葉大学大学院園芸学研究科)

[HSC06-P03] Study on Green Tourism Experience —— Cases of Popular Strawberry Farms in Chiba Prefecture

*WU YILIN[1]、Gao Mengying[1]、Sato Kazuhei[1]、Lu Tingyu[1]、Zhang Fumeng[1]、Xing Siqi[1]、Brandt Karolina[1]、Uemura Mai、Furuya Katsunori[1] (1.千葉大学大学院園芸学研究科)

[HSC06-P04] **Ritual plant utilization in landscapes planning. Case study: Riverside in Denpasar City.**

*I Made Pradnyan Natawiguna[1]、Katsunori Furuya[1] (1.Graduate School of Horticulture, Chiba University)

Research on Diffusion Method of Factor in Urban Land Classification

*Jun Zhou[1]

1. Tianjin Normal University

In urban classification, it is rather difficult and complex to calculate the classification factor diffusion. The purpose of this paper is resolve calculation efficiency in more barriers and more pass points condition. Topological processing of obstacle and evaluation extent to generate more evaluation zonings, use Dijkstra algorithm to calculate the shortest distance between any two pass points in advance. The method successfully resolve the spatial operation as distance operation, can effectively resolve calculation efficiency. A case study in Jilin province in 2016 show that the technical roadmap is feasible, and the results are reasonable

Keywords: evaluation zoning, urban land classification, obstacle, diffusion, shortest path

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Assessment of facilities for green tourism in Japan: Fifty-six indices in eight regions using online data

Assessment of facilities for green tourism in Japan: Fifty-six indices in eight regions using online data

*Zhang Hanqiu[1]、Xiang Qiongying[1]、Shi Jiaying[1]、Zhang Junchi[1]、Mao Yingming[1]、Min Kyung-hun[1]、Chen Ge、 Oka Tokiya[1]、 Xie Zijiao[1]、Kashima Minami[1]、Natawiguna I Made、Furuya Katsunori [1]
*Hanqiu Zhang[1], Qiongying Xiang[1], Jiaying Shi[1], Junchi Zhang[1], Yingming Mao[1], Kyung-hun Min[1], Ge Chen, Tokiya Oka[1], Zijiao Xie[1], Minami Kashima[1], I Made Pradnyan Dana Natawiguna, Katsunori Furuya[1]

1. 千葉大学大学院園芸学研究科
1. Graduate School of Horticulture, Chiba University

Background and Objectives

Green tourism is a dynamic and growing global trend. Cities are seeking ways to development by building tourism based on sustainable, environmentally friendly, and responsible activities. City planners are increasingly aware of the great possibilities of the relationship between tourism and cities' natural environments. This study's goal was to develop an objective assessment of green tourism regarding non-human conditions. A scientific evaluation might reveal the specific tourist attractions or places that receive the most tourist attention in Japan.

Methods

The Green Destinations Standard (available on the Green Destinations website) was modified for the purposed assessment. After studying and modifying the standard of green tourism, two types of variables were chosen for the analysis: dichotomous variables (indicators) and continuous variables. The indicators were nature conservation, facilities, popular seasons, management, and resources. The continuous variables were access (types of transportation), capacity/volume (numbers of tourists), and average cost (JPY). We found eight cases of green tourism in eight different regions of Japan and coded their data into the variables for the analysis. Ultimately, 56 indices were created.

The data were analyzed using reliability analysis, binary variables, and descriptive statistics in JASP software. The reliability analysis determined the reliability of the data, and the binary variables assessed the data regarding non-human conditions. The descriptive statistics were used to assess green tourism in the different regions of Japan regarding non-human conditions.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Results

The reliability analytical results were not satisfactory, and the reason might be that the alpha reliability test was not appropriate for binary data. The binary variable and descriptive analyses were performed to assess the data.

First, it seemed that nature conservation was a necessary condition for green tourism because the mean of this variable was 0.88. The data indicated that green tourism in Japan was mainly about the development of nature, and protecting cultural heritage was a less frequent response. Second, most of the areas had perfect and diverse methods of transit, including bicycles, cable cars, boats, walkways, and tourist buses. Although Japan has many mountains and seas, there were just a few cable cars and boats. The tourist attractions were easily reached by walking to them. We concluded that, when Japan developed green tourism, it first considered people's needs and convenience. In addition, most areas were government-managed, although a large proportion was privately administered. Last, the mean amount of tourism for the winter season was low (0.71), which was the lowest mean among the seasons. Apparently, although there are holidays in the winter, green tourist attractions open during the winter is less attractive. (**Table 1.** Descriptive statistics)

Conclusion

In sum, the scores were summarized by region. The highest score computed by the binary variable method was in the Chuba region, and the lowest score was in the Shikoku region. The Kansai cultural center and the Kanto economic center were not major areas of green tourism. If we have an opportunity to conduct in-depth research to explore this phenomenon, our findings might benefit the development of green tourism in Japan. (**Figure 1**. Total scores by region)

キーワード：Green tourism、assessment、 binary variable、Japan
Keywords: Green tourism, assessment, binary variable, Japan

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Table 1. Descriptive statistics

Descriptive Statistics														
	Nature Protection	Bicycle	Pedestrain	Cable car/ Rope way(Mountain)	Tourism bus/ Train	Water transport	Spring	Summer	Autumn	Winter	Official	Private	Natural	Cultural (Heritage)
Valid	56	56	56	56	56	56	55	56	56	56	56	56	56	56
Missing	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Mean	0.8750	0.5179	0.9643	0.1607	0.6071	0.3750	0.9091	0.9286	0.8929	0.7143	0.8750	0.5536	0.9286	0.6786
Std. Deviation	0.3337	0.5042	0.1873	0.3706	0.4928	0.4885	0.2901	0.2599	0.3121	0.4558	0.3337	0.5016	0.2599	0.4713

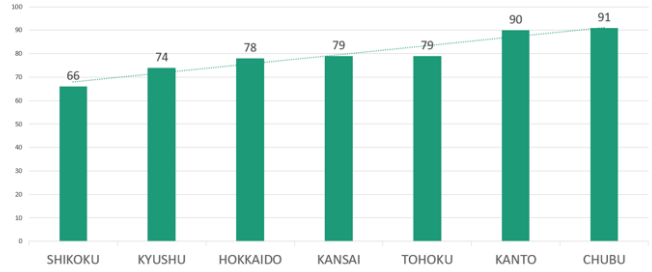


Figure 1. Total scores by region.(The full score is 112 points.)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Study on Green Tourism Experience ——Cases of Popular Strawberry Farms in Chiba Prefecture

*WU YILIN[1]、Gao Mengying[1]、Sato Kazuhei[1]、Lu Tingyu[1]、Zhang Fumeng[1]、Xing Siqi[1]、Brandt Karolina[1]、Uemura Mai、Furuya Katsunori[1]
*Yilin Wu[1], Mengying Gao[1], Kazuhei Sato[1], Tingyu Lu[1], Fumeng Zhang[1], Siqi Xing[1], Karolina Brandt[1], Mai Uemura, Katsunori Furuya[1]

1. 千葉大学大学院園芸学研究科
1. Graduate School of Horticulture, Chiba University

Background and Objectives

The notion of ‘green tourism’, in which people are encouraged to pursue rural leisure activities in a manner that will benefit the countryside, rather than harm, is gaining popularity. (A. Jones, 1987)

Due to today’s enormous social pressure, many people need proximity to nature in order to get recreation in their leisure time. To promote green tourism in cooperation and participation, MAFF (Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Japan) arranges green tourism experiences into five categories; farmer restaurants (to taste), local products shops (to buy), farmhouses (to stay), experience of agriculture, forestry and fisheries (to enjoy) and citizen farms (to make). (MAFF HP,2018)

Chiba prefecture is having an advantage in the location as it adjoins to Tokyo metropolitan area, this means that agriculture, fishery experiences and other wide ranges of green-blue tourism activities that can be done on a one-day-trip from the big city. Therefore, it is convenient for urban residents, travelers and visitors to interact and communicate with local farmers and valuable knowledge and experience can easily be exchanged.

Method

The research was conducted in two stages; by collecting literature information and by analysis. Chiba-ken has been chosen as the study area because of the rich nature and beautiful seascape from three sides surrounded. We chose strawberry farms for research because in recent years strawberry picking has received more and more attention and formed a new trend.

Results and Considerations

According to statistics, it is concluded that the largest agricultural experience project in Chiba prefecture is the strawberry picking (Table). The area with the largest distribution of strawberry farms is Kimitsu area, and especially Kimitsu city (Fig.1). Through the study, we found the main reasons for the prosperity of strawberry picking agriculture in this specific area. First, Kimitsu city as a historic strawberry production area has superior geographical conditions. It is possible for the visitors to do the sightseeing in a one-day-trip as the ride is about one hour from Tokyo or Kanagawa when using the Tokyo Bay

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Aquarain/Tsuchiyama Auto Roadway (Fig.2). Another crucial reason is the strong support from the agricultural office on the improvement of cultivation technology and management improvement of producers. Producers in Kimitsu city are working diligently and making efforts by participating in a workshop held by ‘JA Kimito Strawberry Committee’.

As a kind of agricultural management, sightseeing farms are often used as a sideline by farmers. Therefore, facilities and services are often inadequate from a tourism perspective. Sightseeing agriculture in Kimitsu city has benefited from the direct sales system of strawberries, and it can be said to be a model in sightseeing agriculture. For the consideration of development within tourism agriculture, more regional characteristics should be combined, and more emphasis should be placed on promoting regional advantages.

キーワード：green tourism、agriculture、tourism agriculture、MAFF
Keywords: green tourism, agriculture, tourism agriculture, MAFF

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Table over the quantity of experiences in Chiba Prefecture

Activities	Strawberry	Sweet Potato	Bamboo Shoot	Rice	Blueberry
Amount	60	32	27	24	22
Activities	Peanut	Pear	Livestock	Flower Picked	Cauliflower
Amount	20	20	18	16	14
Activities	Corn	Potato	Grapes	Soybeans	Chestnut
Amount	13	13	12	12	12
Activities	Char-grilled	Fishery	Nature	Dairy Farm	Aquatic Food
Amount	11	11	10	9	9
Activities	Orange	Wild Vegetable	Broad Bean	Beach Comb	Shiitake
Amount	9	8	6	6	5
Activities	Loquat	Tomato	Persimmon	Fig	Apple
Amount	5	4	4	4	3
Activities	Taro	Kiwi Fruit	Melon	Carrot	Radish
Amount	3	3	3	3	2
Activities	Broccoli	Onion			
Amount	2	2			

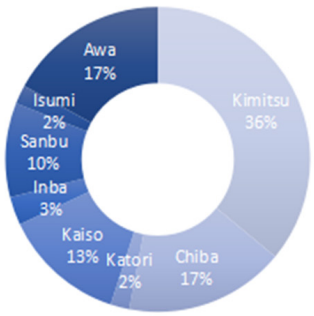


Fig.1 The distribution of strawberry fields



Fig.2 The location of Kimitsu City

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Ritual plant utilization in landscapes planning. Case study: Riverside in Denpasar City.

*I Made Pradnyan Natawiguna[1], Katsunori Furuya[1]

1. Graduate School of Horticulture, Chiba University

Background and Purpose of the research

Balinese people used various types of plants for offering ceremonies. This ceremonial activity is based on the beliefs of the Balinese Hindu community, namely the philosophy of *Tri Hita Karana* which upholds the harmonization of the three good relations of fellow human beings, environment, and God. The role of plants is very vital because each ceremony, the community uses plant parts from roots, stems, leaves, flowers, and fruit. The plants used for offering ceremony means are known as ritual plants. The role of the Balinese community in maintaining plant diversity can be seen from the variety of types of ritual facilities. This study will reveal the diversity of plant species used in ceremonial facilities such as *Canang Sari*, *Kwangen*, *Segehan*, *Daksina*, *Pejati*, *Peras*, *Ajuman*, *Sesayut*, and *Penjor*. The existence of ancient ritual plants is effortless to find in the natural environment of Bali. However, the rapid development of tourism led to the conversion of land from agriculture into a built-in space, enabling the loss of the diversity of ritual plant species. Changes in the components of ritual means can occur due to the loss of ritual diversity. Educating the community regarding the importance of the existence of ritual plants is essential to maintain and preserve ritual plants so that in the future Balinese people, especially those living in urban areas, can re-coexist with ritual plants. This study aims to identify plants found in ritual ceremonies, analyzing plant species potentially used in landscape design, and arranging the landscape plan of the riverside in Denpasar by utilizing selected plant species.

Method

Literary studies were carried out to identify the types of plants contained in each ceremonial facility. Descriptive and quantitative analysis of plant species was carried out to determine the value of these plants both functionally and aesthetically. In preparing a landscape plan, a case study was carried out at the border of the *Tukad Mati* River in Denpasar City. The research steps taken are inventory, analysis, synthesis, and planning.

Results

The results of this study revealed that there were 16 plant species in *Canang Sari*, 13 plant species in *Kwangen*, 18 plant species in *Segehan*, 30 plant species in *Daksina*, 43 plant species in *Pejati*, 15 plant species in *Peras*, 23 plant species in *Ajuman*, 21 species plants in *Sesayut*, and 16 plant species at *Penjor* . Several species such as coconut, areca nut, betel and banana are used in 9 types of ritual facilities. Potential plants in landscape design number 25 species, 9 of which fulfill conservation functions, ten species accomplish aesthetic services, and six species perform architectural roles. The green governance plan in the case study carried out at the border of the Tukad Mati River in addition to maintaining existing plants also utilizes potential ritual plant species. The concept of a green governance plan refers to the function of protecting riverside areas, recreational purposes, and public education functions related to the existence of ritual plants.

Conclusion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The diversity of plants has been identified from 9 types of ceremonial facilities of the Balinese Hindu community. *Pejati* ceremony facilities have the highest plant diversity is 43 species of plants and the Kwangen ceremony facilities have the lowest diversity of plants, namely 13 plant species. 25 plant species have the potential to be used as landscape plants. This plant is recommended for riverside landscape planning in Denpasar city. The concept of green governance refers to the function of protecting river areas, recreational functions, and public education functions.

Keywords: ritual plants, plants diversity, bali, landscape plants, green space, riverbank

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-SC 社会地球科学・社会都市システム

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_17

[H-SC06] Role of Geosciences for sustainable use of marine and coastal ecosystems in urbanized world.

コンビーナ:Kalpana Chaudhari(Institute For Sustainable Development and Research)

As per the United Nations estimates, the world population reached 7.3 billion as of mid-2015, implying that world has added approximately one billion people in the span of the last 12 years. The total population on earth is predicted to increase by more than one billion people within the next 15 years, reaching 8.5 billion in 2030, and to increase further to 9.7 billion in 2050 and 11.2 billion by 2100. Urban planning and management plays an important role in achieving the social sustainability through geosciences, environmental sustainability for urban transformation. Over the next generation of greatest increase in population, in production and in poverty will occur in cities in Asia and Africa. Due to this rapid urbanization and industrialization, the problems of urban organizational management, which often linked with geosciences and other socio-political aspects include, management of different urban planning and management, disaster management and resources mobilization, coastal zone management etc. for sustainable urban development will need better understanding of geosciences and linked with societal issues .Therefore it would be necessary to study the urban policies for sustainable development in Developed countries in Europe, Asia-Pacific and its impacts on the public life and also on the social-economic development of the urban region through systematic study of geosciences. This joint session will open up the opportunity for the researchers, scientists and students from AGU, EGU and AOGS to present their research/case studies on this topic and to network for future joint research programs. The joint session focuses on policy formulation for resources planning, coastal risk and vulnerability, social-ecological vulnerability and disaster resilience in coastal communities, Human Pressures on Coastal Environments, land water-seawater interactions for sustaining urban development in Asia-Pacific, Europe, South America and Africa region.

[HSC06-P01] Research on Diffusion Method of Factor in Urban Land Classification

★Invited Papers

*Jun Zhou[1] (1.Tianjin Normal University)

[HSC06-P02] Assessment of facilities for green tourism in Japan: Fifty-six indices in eight regions using online data

*Zhang Hanqiu[1]、Xiang Qiongying[1]、Shi Jiaying[1]、Zhang Junchi[1]、Mao Yingming[1]、Min Kyung-hun[1]、Chen Ge、 Oka Tokiya[1]、 Xie Zijiao[1]、Kashima Minami[1]、Natawiguna I Made、Furuya Katsunori [1] (1.千葉大学大学院園芸学研究科)

[HSC06-P03] Study on Green Tourism Experience —— Cases of Popular Strawberry Farms in Chiba Prefecture

*WU YILIN[1]、Gao Mengying[1]、Sato Kazuhei[1]、Lu Tingyu[1]、Zhang Fumeng[1]、Xing Siqi[1]、Brandt Karolina[1]、Uemura Mai、Furuya Katsunori[1] (1.千葉大学大学院園芸学研究科)

[HSC06-P04] **Ritual plant utilization in landscapes planning. Case study: Riverside in Denpasar City.**

*I Made Pradnyan Natawiguna[1]、Katsunori Furuya[1] (1.Graduate School of Horticulture, Chiba University)

Research on Diffusion Method of Factor in Urban Land Classification

*Jun Zhou[1]

1. Tianjin Normal University

In urban classification, it is rather difficult and complex to calculate the classification factor diffusion. The purpose of this paper is resolve calculation efficiency in more barriers and more pass points condition. Topological processing of obstacle and evaluation extent to generate more evaluation zonings, use Dijkstra algorithm to calculate the shortest distance between any two pass points in advance. The method successfully resolve the spatial operation as distance operation, can effectively resolve calculation efficiency. A case study in Jilin province in 2016 show that the technical roadmap is feasible, and the results are reasonable

Keywords: evaluation zoning, urban land classification, obstacle, diffusion, shortest path

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Assessment of facilities for green tourism in Japan: Fifty-six indices in eight regions using online data

Assessment of facilities for green tourism in Japan: Fifty-six indices in eight regions using online data

*Zhang Hanqiu[1]、Xiang Qiongying[1]、Shi Jiaying[1]、Zhang Junchi[1]、Mao Yingming[1]、Min Kyung-hun[1]、Chen Ge、 Oka Tokiya[1]、 Xie Zijiao[1]、Kashima Minami[1]、Natawiguna I Made、Furuya Katsunori [1]
*Hanqiu Zhang[1], Qiongying Xiang[1], Jiaying Shi[1], Junchi Zhang[1], Yingming Mao[1], Kyung-hun Min[1], Ge Chen, Tokiya Oka[1], Zijiao Xie[1], Minami Kashima[1], I Made Pradnyan Dana Natawiguna, Katsunori Furuya[1]

1. 千葉大学大学院園芸学研究科
1. Graduate School of Horticulture, Chiba University

Background and Objectives

Green tourism is a dynamic and growing global trend. Cities are seeking ways to development by building tourism based on sustainable, environmentally friendly, and responsible activities. City planners are increasingly aware of the great possibilities of the relationship between tourism and cities' natural environments. This study's goal was to develop an objective assessment of green tourism regarding non-human conditions. A scientific evaluation might reveal the specific tourist attractions or places that receive the most tourist attention in Japan.

Methods

The Green Destinations Standard (available on the Green Destinations website) was modified for the purposed assessment. After studying and modifying the standard of green tourism, two types of variables were chosen for the analysis: dichotomous variables (indicators) and continuous variables. The indicators were nature conservation, facilities, popular seasons, management, and resources. The continuous variables were access (types of transportation), capacity/volume (numbers of tourists), and average cost (JPY). We found eight cases of green tourism in eight different regions of Japan and coded their data into the variables for the analysis. Ultimately, 56 indices were created.

The data were analyzed using reliability analysis, binary variables, and descriptive statistics in JASP software. The reliability analysis determined the reliability of the data, and the binary variables assessed the data regarding non-human conditions. The descriptive statistics were used to assess green tourism in the different regions of Japan regarding non-human conditions.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Results

The reliability analytical results were not satisfactory, and the reason might be that the alpha reliability test was not appropriate for binary data. The binary variable and descriptive analyses were performed to assess the data.

First, it seemed that nature conservation was a necessary condition for green tourism because the mean of this variable was 0.88. The data indicated that green tourism in Japan was mainly about the development of nature, and protecting cultural heritage was a less frequent response. Second, most of the areas had perfect and diverse methods of transit, including bicycles, cable cars, boats, walkways, and tourist buses. Although Japan has many mountains and seas, there were just a few cable cars and boats. The tourist attractions were easily reached by walking to them. We concluded that, when Japan developed green tourism, it first considered people's needs and convenience. In addition, most areas were government-managed, although a large proportion was privately administered. Last, the mean amount of tourism for the winter season was low (0.71), which was the lowest mean among the seasons. Apparently, although there are holidays in the winter, green tourist attractions open during the winter is less attractive. (**Table 1.** Descriptive statistics)

Conclusion

In sum, the scores were summarized by region. The highest score computed by the binary variable method was in the Chuba region, and the lowest score was in the Shikoku region. The Kansai cultural center and the Kanto economic center were not major areas of green tourism. If we have an opportunity to conduct in-depth research to explore this phenomenon, our findings might benefit the development of green tourism in Japan. (**Figure 1**. Total scores by region)

キーワード：Green tourism、assessment、 binary variable、Japan
Keywords: Green tourism, assessment, binary variable, Japan

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Table 1. Descriptive statistics

Descriptive Statistics														
	Nature Protection	Bicycle	Pedestrain	Cable car/ Rope way(Mountain)	Tourism bus/ Train	Water transport	Spring	Summer	Autumn	Winter	Official	Private	Natural	Cultural (Heritage)
Valid	56	56	56	56	56	56	55	56	56	56	56	56	56	56
Missing	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Mean	0.8750	0.5179	0.9643	0.1607	0.6071	0.3750	0.9091	0.9286	0.8929	0.7143	0.8750	0.5536	0.9286	0.6786
Std. Deviation	0.3337	0.5042	0.1873	0.3706	0.4928	0.4885	0.2901	0.2599	0.3121	0.4558	0.3337	0.5016	0.2599	0.4713

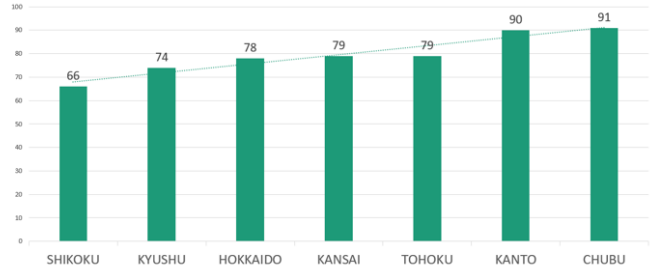


Figure 1. Total scores by region.(The full score is 112 points.)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Study on Green Tourism Experience ——Cases of Popular Strawberry Farms in Chiba Prefecture

*WU YILIN[1]、Gao Mengying[1]、Sato Kazuhei[1]、Lu Tingyu[1]、Zhang Fumeng[1]、Xing Siqi[1]、Brandt Karolina[1]、Uemura Mai、Furuya Katsunori[1]
*Yilin Wu[1], Mengying Gao[1], Kazuhei Sato[1], Tingyu Lu[1], Fumeng Zhang[1], Siqi Xing[1], Karolina Brandt[1], Mai Uemura, Katsunori Furuya[1]

1. 千葉大学大学院園芸学研究科
1. Graduate School of Horticulture, Chiba University

Background and Objectives

The notion of ‘green tourism’, in which people are encouraged to pursue rural leisure activities in a manner that will benefit the countryside, rather than harm, is gaining popularity. (A. Jones, 1987)

Due to today’s enormous social pressure, many people need proximity to nature in order to get recreation in their leisure time. To promote green tourism in cooperation and participation, MAFF (Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Japan) arranges green tourism experiences into five categories; farmer restaurants (to taste), local products shops (to buy), farmhouses (to stay), experience of agriculture, forestry and fisheries (to enjoy) and citizen farms (to make). (MAFF HP,2018)

Chiba prefecture is having an advantage in the location as it adjoins to Tokyo metropolitan area, this means that agriculture, fishery experiences and other wide ranges of green-blue tourism activities that can be done on a one-day-trip from the big city. Therefore, it is convenient for urban residents, travelers and visitors to interact and communicate with local farmers and valuable knowledge and experience can easily be exchanged.

Method

The research was conducted in two stages; by collecting literature information and by analysis. Chiba-ken has been chosen as the study area because of the rich nature and beautiful seascape from three sides surrounded. We chose strawberry farms for research because in recent years strawberry picking has received more and more attention and formed a new trend.

Results and Considerations

According to statistics, it is concluded that the largest agricultural experience project in Chiba prefecture is the strawberry picking (Table). The area with the largest distribution of strawberry farms is Kimitsu area, and especially Kimitsu city (Fig.1). Through the study, we found the main reasons for the prosperity of strawberry picking agriculture in this specific area. First, Kimitsu city as a historic strawberry production area has superior geographical conditions. It is possible for the visitors to do the sightseeing in a one-day-trip as the ride is about one hour from Tokyo or Kanagawa when using the Tokyo Bay

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Aquarain/Tsuchiyama Auto Roadway (Fig.2). Another crucial reason is the strong support from the agricultural office on the improvement of cultivation technology and management improvement of producers. Producers in Kimitsu city are working diligently and making efforts by participating in a workshop held by ‘JA Kimito Strawberry Committee’.

As a kind of agricultural management, sightseeing farms are often used as a sideline by farmers. Therefore, facilities and services are often inadequate from a tourism perspective. Sightseeing agriculture in Kimitsu city has benefited from the direct sales system of strawberries, and it can be said to be a model in sightseeing agriculture. For the consideration of development within tourism agriculture, more regional characteristics should be combined, and more emphasis should be placed on promoting regional advantages.

キーワード：green tourism、agriculture、tourism agriculture、MAFF
Keywords: green tourism, agriculture, tourism agriculture, MAFF

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Table over the quantity of experiences in Chiba Prefecture

Activities	Strawberry	Sweet Potato	Bamboo Shoot	Rice	Blueberry
Amount	60	32	27	24	22
Activities	Peanut	Pear	Livestock	Flower Picked	Cauliflower
Amount	20	20	18	16	14
Activities	Corn	Potato	Grapes	Soybeans	Chestnut
Amount	13	13	12	12	12
Activities	Char-grilled	Fishery	Nature	Dairy Farm	Aquatic Food
Amount	11	11	10	9	9
Activities	Orange	Wild Vegetable	Broad Bean	Beach Comb	Shiitake
Amount	9	8	6	6	5
Activities	Loquat	Tomato	Persimmon	Fig	Apple
Amount	5	4	4	4	3
Activities	Taro	Kiwi Fruit	Melon	Carrot	Radish
Amount	3	3	3	3	2
Activities	Broccoli	Onion			
Amount	2	2			

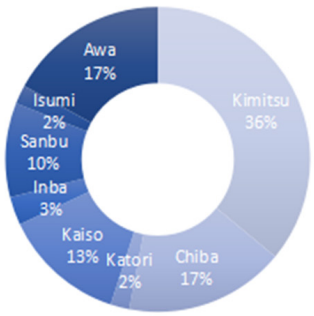


Fig.1 The distribution of strawberry fields



Fig.2 The location of Kimitsu City

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Ritual plant utilization in landscapes planning. Case study: Riverside in Denpasar City.

*I Made Pradnyan Natawiguna[1], Katsunori Furuya[1]

1. Graduate School of Horticulture, Chiba University

Background and Purpose of the research

Balinese people used various types of plants for offering ceremonies. This ceremonial activity is based on the beliefs of the Balinese Hindu community, namely the philosophy of *Tri Hita Karana* which upholds the harmonization of the three good relations of fellow human beings, environment, and God. The role of plants is very vital because each ceremony, the community uses plant parts from roots, stems, leaves, flowers, and fruit. The plants used for offering ceremony means are known as ritual plants. The role of the Balinese community in maintaining plant diversity can be seen from the variety of types of ritual facilities. This study will reveal the diversity of plant species used in ceremonial facilities such as *Canang Sari*, *Kwangen*, *Segehan*, *Daksina*, *Pejati*, *Peras*, *Ajuman*, *Sesayut*, and *Penjor*. The existence of ancient ritual plants is effortless to find in the natural environment of Bali. However, the rapid development of tourism led to the conversion of land from agriculture into a built-in space, enabling the loss of the diversity of ritual plant species. Changes in the components of ritual means can occur due to the loss of ritual diversity. Educating the community regarding the importance of the existence of ritual plants is essential to maintain and preserve ritual plants so that in the future Balinese people, especially those living in urban areas, can re-coexist with ritual plants. This study aims to identify plants found in ritual ceremonies, analyzing plant species potentially used in landscape design, and arranging the landscape plan of the riverside in Denpasar by utilizing selected plant species.

Method

Literary studies were carried out to identify the types of plants contained in each ceremonial facility. Descriptive and quantitative analysis of plant species was carried out to determine the value of these plants both functionally and aesthetically. In preparing a landscape plan, a case study was carried out at the border of the *Tukad Mati* River in Denpasar City. The research steps taken are inventory, analysis, synthesis, and planning.

Results

The results of this study revealed that there were 16 plant species in *Canang Sari*, 13 plant species in *Kwangen*, 18 plant species in *Segehan*, 30 plant species in *Daksina*, 43 plant species in *Pejati*, 15 plant species in *Peras*, 23 plant species in *Ajuman*, 21 species plants in *Sesayut*, and 16 plant species at *Penjor* . Several species such as coconut, areca nut, betel and banana are used in 9 types of ritual facilities. Potential plants in landscape design number 25 species, 9 of which fulfill conservation functions, ten species accomplish aesthetic services, and six species perform architectural roles. The green governance plan in the case study carried out at the border of the Tukad Mati River in addition to maintaining existing plants also utilizes potential ritual plant species. The concept of a green governance plan refers to the function of protecting riverside areas, recreational purposes, and public education functions related to the existence of ritual plants.

Conclusion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The diversity of plants has been identified from 9 types of ceremonial facilities of the Balinese Hindu community. *Pejati* ceremony facilities have the highest plant diversity is 43 species of plants and the Kwangen ceremony facilities have the lowest diversity of plants, namely 13 plant species. 25 plant species have the potential to be used as landscape plants. This plant is recommended for riverside landscape planning in Denpasar city. The concept of green governance refers to the function of protecting river areas, recreational functions, and public education functions.

Keywords: ritual plants, plants diversity, bali, landscape plants, green space, riverbank

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-TT 計測技術・研究手法

2019年5月26日(日) 10:45 ~ 12:15 | 106 1F

[H-TT20] Environmental Remote Sensing

コンビーナ:Wei Yang(Chiba University)、近藤 昭彦(千葉大学環境リモートセンシング研究センター)、座長:楊 偉(千葉大学)

Our human beings are encountering various environmental issues on the Earth, and it is urgent to find out the solutions. Remote sensing is currently the only feasible means to observe the Earth environment at regional/continental /global scales over long periods, and consequently detects the environmental changes occurred all over the world. This session invites presentations on theory, science, technology, and applications of remote sensing to study the Earth environment from regional to global scales. Both oral and poster presentations are sincerely welcome.

10:45 ~ 11:00

[HTT20-01] Evaluation of Climate Change Impacts on Wetland Vegetation in the Dunhuang Yangguan National Nature Reserve in Northwest China Using Landsat Derived NDVI

*Feifei Pan[1] (1.University of North Texas)

11:00 ~ 11:15

[HTT20-02] Characterizing the structure of the boundary layer under heavy pollution over urban area, Beijing, China

*LINLIN WANG[1] (1. Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences)

11:15 ~ 11:30

[HTT20-03] **THE STUDY OF RIVER CHANGE DETECTION INTEGRATING OBJECT-BASED CLASSIFICATION AND EDGE EXTRACTION**

*Yu-Chan Lee[1]、Fang-Shii Ning[1]、Hao-Che Ho[2] (1.Department of Land Economics, National Chengchi University、2.Department of Civil Engineering, National Taiwan University)

11:30 ~ 11:45

[HTT20-04] **Monitoring winter wheat spring phenology in the North China Plain using MODIS**

*Xifang Wu[1]、Wei Yang[2]、Chunyang Wang[3]、Yuki Sofue[4]、Yanjun Shen[5]、Akihiko Kondoh[2] (1.Graduate School of Science and Engineering , Chiba University、2.Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University、3.School of Surveying and Land Information Engineering, Henan Polytechnic University、4.Graduate School of Science, Chiba University、5.Key Laboratory of Agricultural Water Resources, Center for Agricultural Resources Research, Institute of Genetics and Developmental Biology, Chinese Academy of Sciences)

11:45 ~ 12:00

[HTT20-05] Assessment of numerous Data Assimilation Approaches in Regional Retrieval of Ground NO_2 Spatial Distribution via Remote Sensing products

*Hugo Wai Leung MAK[1,2]、Jimmy Chi-Hung FUNG[1,2] (1.Department of Mathematics, Hong Kong University of Science and Technology、2.Division of Environment and Sustainability, Hong Kong University of Science and Technology)

12:00 ~ 12:15

[HTT20-06] Spectro-polarimetric BRF measurement of leaves and model of individual leaf

*Begzsuren Tumendemberel[1]、Yukihiro Takahashi[1]、Tetsuro Ishida[1]、Junichi Kurihara[1]、Nobuyasu Naruse[2] (1.Hokkaido University、2.Shiga University of Medical Science)

Evaluation of Climate Change Impacts on Wetland Vegetation in the Dunhuang Yangguan National Nature Reserve in Northwest China Using Landsat Derived NDVI

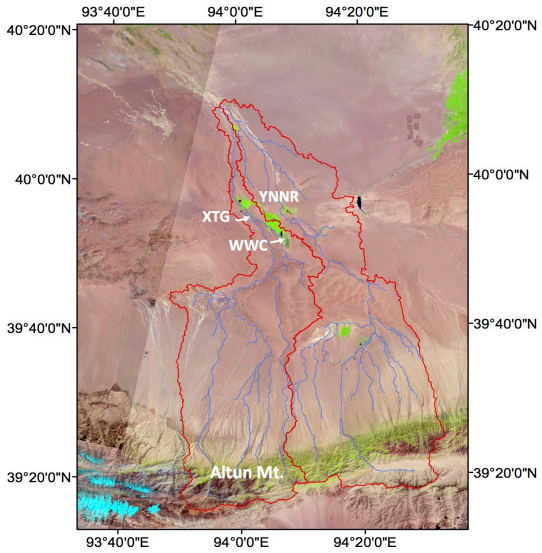
*Feifei Pan[1]

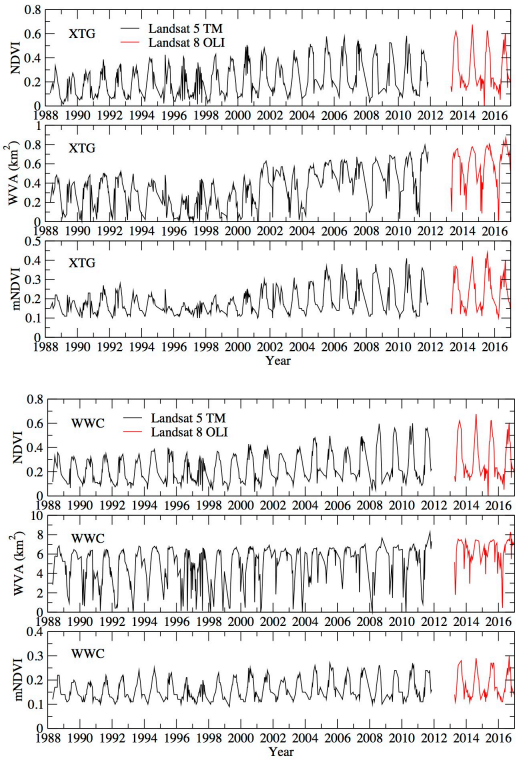
1. University of North Texas

Based on 541 Landsat images between 1988 and 2016, the normalized difference vegetation indices (NDVIs) of the wetland vegetation at Xitugou (XTG) and Wowachi (WWC) inside the Dunhuang Yangguan National Nature Reserve (YNNR) in northwest China were calculated for assessing the impacts of climate change on wetland vegetation in the YNNR. It was found that the wetland vegetation at the XTG and WWC had both shown a significant increasing trend in the past 20–30 years and the increase in both the annual mean temperature and annual peak snow depth over the Altun Mountains led to the increase of the wetland vegetation. The influence of the local precipitation on the XTG wetland vegetation was greater than on the WWC wetland vegetation, which demonstrates that in extremely arid regions, the major constraint to the wetland vegetation is the availability of water in soils, which is greatly related to the surface water detention and discharge of groundwater. At both XTG and WWC, the snowmelt from the Altun Mountains is the main contributor to the groundwater discharge, while the local precipitation plays a lesser role in influencing the wetland vegetation at the WWC than at the XTG, because the wetland vegetation grows on a relatively flat terrain at the WWC, while it grows on a stream channel at the XTG.

Keywords: NDVI, Wetland Vegetation, Climate Change, Precipitation, Air Temperature, Snowmelt

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.





©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

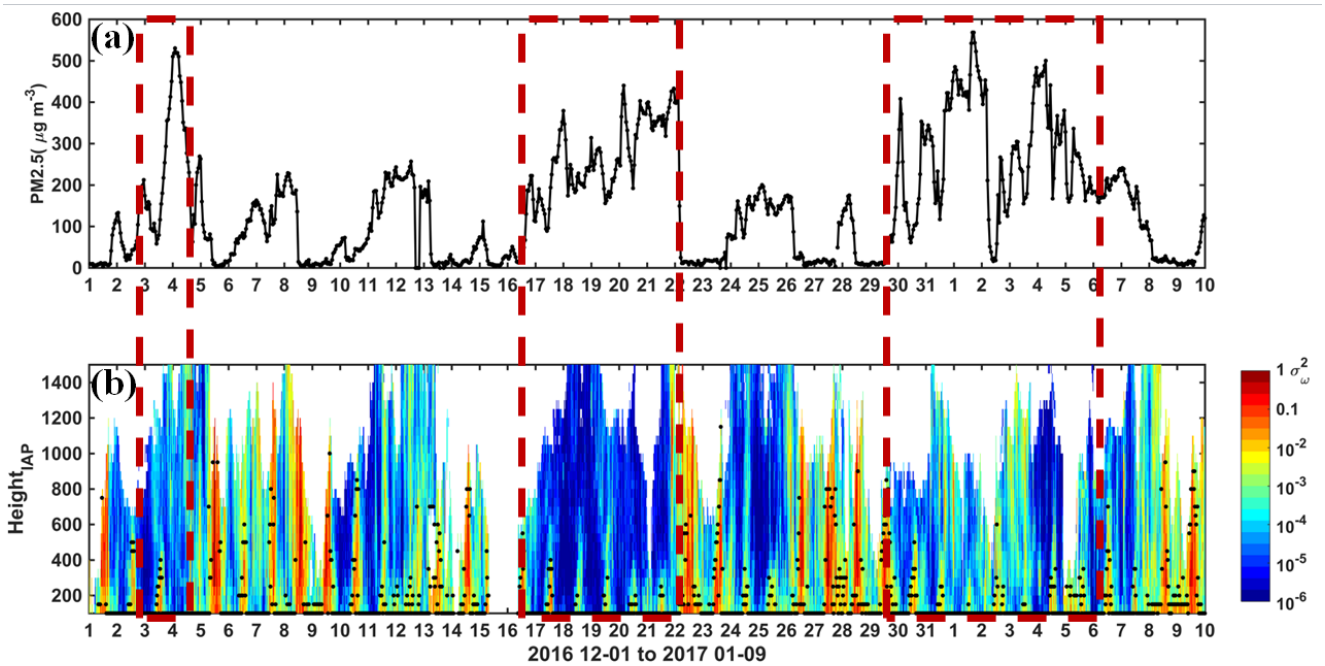
Characterizing the structure of the boundary layer under heavy pollution over urban area, Beijing, China

*LINLIN WANG[1]

1. Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences

The boundary layer (BL) structure not only controls the transportation, accumulation and diffusion of primary pollutants but also affects the generation and transformation of secondary aerosols. A better understanding of the interactions between the occurrence of air pollution and the structure of the BL is very important for the air-pollution-relevant investigations. Although the influence of the vertical structure of the BL on air pollution has been recognized in many previous studies, understanding this influence remains limited due to the lack of sufficient field observations, especially for high-temporal-resolution vertical observations. Recently, Lidar techniques have become the most valuable and popular systems to detect the atmosphere because of their higher spatiotemporal resolution. As a result, many techniques have been developed to determine the BL structure by using the remote sensing instruments, such as radar wind profilers, aerosol lidars, and ground-based microwave radiometers. In this study, the BL structure was studied by using a Doppler lidar, a Depolarization lidar and the 325-m meteorological tower in Beijing during the winter 2016-2017, in particular during heavy polluted episodes. The height of BL was estimated by using lidar data. The characteristics of wind, temperature and relative humidity at 15 levels, turbulence transport and radiation balance at three levels (47, 140 and 280 m) were analyzed by using the observational data collected on the 325-m meteorological tower.

Keywords: remote sensing instruments, heavy polluted episodes, Beijing, boudary layer structure



(a) $PM_{2.5}$ at Aoti surface station (red box: heavy polluted episodes);
(b) Velocity variance, σ_w^2 (m^2 s^{-2}), calculated from the Doppler wind lidar data , from 1 December 2016 to 10 January 2017. Derived boundary layer depths, based on the threshold method, are depicted as black dots.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

THE STUDY OF RIVER CHANGE DETECTION INTEGRATING OBJECT-BASED CLASSIFICATION AND EDGE EXTRACTION

*Yu-Chan Lee[1], Fang-Shii Ning[1], Hao-Che Ho[2]

1. Department of Land Economics, National Chengchi University, 2. Department of Civil Engineering, National Taiwan University

Rivers in Taiwan have the characteristics of short mainstream and steep slope. With seasonal changes and different geographic environment, the middle course of drainage basin is prone to lateral erosion and deposition. However, due to the global climate change and the occurrence of natural disasters, the increasing precipitation strength and unstable river channel make the river migration more frequent and complex. Therefore, river governance has become a challenge in recent years.
In the history of change detection, we often needed multi-temporal of remote sensing images. Depending on geographical landscape and types of data, different methods like image classification are applied for change detection. All of these methods have their own advantages and disadvantages, so it is necessary to combine these methods to achieve river change detection. This study used remote sensing data and image processing software for object-based classification and also edge extraction as an aid to achieve river change detection.

Keywords: Change Detection, Image Classification, Edge Extraction, Remote Sensing Images

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Monitoring winter wheat spring phenology in the North China Plain using MODIS

*Xifang Wu[1], Wei Yang[2], Chunyang Wang[3], Yuki Sofue[4], Yanjun Shen[5], Akihiko Kondoh[2]

1. Graduate School of Science and Engineering , Chiba University, 2. Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University, 3. School of Surveying and Land Information Engineering, Henan Polytechnic University, 4. Graduate School of Science, Chiba University, 5. Key Laboratory of Agricultural Water Resources, Center for Agricultural Resources Research, Institute of Genetics and Developmental Biology, Chinese Academy of Sciences

North China Plain (NCP) is one of the most important granaries in China. Crop spring phenology is a sensitive indicator of climate change and crop management. Monitoring of crop spring phenology is of great importance to food security. Winter wheat is the main crop cultivated in the study area. There are few studies that evaluate the performance of different vegetation indices in detecting winter wheat spring phenology in the study area. Moreover, the spatiotemporal variation of winter wheat spring phenology since 2000 is also not very clear. In this study, NDVI, EVI and NDPI derived from MODIS were used to investigate the characteristic of winter wheat spring phenology. The results showed that there was good agreement between the winter wheat spring phenology of satellite-based and the ground observation records. At the spatial scale, winter wheat spring phenology derived from NDVI, EVI and NDPI showed the similar spatial pattern. At the regional scale, winter wheat spring phenology monitored by NDVI, EVI and NDPI all showed a delayed trend during 2001-2017. Furthermore, winter wheat spring phenology was most affected by the average temperature from February to mid-March and the cumulative precipitation from November to mid-March. Winter wheat spring phenology was negatively correlated with temperature and precipitation, and the effect of temperature on winter wheat spring phenology was greater than precipitation. The decrease of the average temperature from February to mid-March and cumulative precipitation from November to mid-March were the main reasons for the delayed trend of winter wheat spring phenology during 2001-2017. In addition, the interannual variation of winter wheat spring phenology in the study area was not only affected by climate factors but also influenced by topography and available water resources.

Keywords: Winter wheat, Spring phenology, North China Plain, Temperature, Precipitation, MODIS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Assessment of numerous Data Assimilation Approaches in Regional Retrieval of Ground NO_2 Spatial Distribution via Remote Sensing products

*Hugo Wai Leung MAK[1,2], Jimmy Chi-Hung FUNG[1,2]

1. Department of Mathematics, Hong Kong University of Science and Technology, 2. Division of Environment and Sustainability, Hong Kong University of Science and Technology

Combating with environmental pollution problems and reducing human exposure to unhealthy levels of airborne chemicals are important global missions nowadays, particularly in more developed cities in China. Existing monitoring network for ground pollutant measurements in most places of southern China are currently too sparse, therefore spatial variation and characteristics in rural regions or places with mixed land use may not be well detected and distinguished. Thus, the use of satellite remote sensing techniques play important roles in observing temporal changes of pollutants within troposphere through satellite scans. Based on tropospheric NO_2 column density inferred from Ozone Monitoring Instrument (OMI), together with certain meteorological quantities, ground NO_2 spatial distribution could be retrieved via data assimilation techniques, thus providing a possibility to detect changes of pollutants within a prescribed domain over long period.

In this research, we adopt the use of modified Berkeley High Resolution product (BEHR-HK v3.0C) and meteorological outputs from the Weather Research and Forecasting (WRF) model to describe tropospheric NO_2 column density within southern China, especially Greater Bay Area. The preliminary steps of such approach are mostly in line with NASA Standard Product, however it makes use of higher-resolution a priori NO_2 profiles and terrain patterns to reformulate the Air Mass Factor (AMF), thus doing a better job in capturing changes of NO_2 within lower troposphere, particularly in places with large spatial variabilities and terrain height differences like China.

Furthermore, based on understanding in atmospheric meteorology, we combine the use of updated tropospheric NO_2 column density and 8 meteorological factors from WRF (e.g. Planetary Boundary Layer Height (PBLH), atmospheric pressure and perturbation potential temperature), then retrieve the estimated spatial distribution of ground-level NO_2 concentration in southern China within 4 seasons of 2015, via combination of machine learning approaches and kernel-based probabilistic models. These data assimilation techniques include non-parametric models like Gaussian Process Regression (GPR), imposing of different statistical kernels (like Gaussian or Radial Basis Function (RBF)) or Support Vector Machine (SVM). Retrieval results are then validated by available measurement datasets obtained from ground monitoring stations. Respective accuracy and applicability of these models are assessed by same statistical metrics, which we conclude that GPR model reaches the best performance in predicting ground NO_2 concentration after a series of machine learning and training processes were applied, followed by Tree Ensemble model. This finding opens new window into long-term ground NO_2 retrieval and prediction, and dealing with environmental problems that require continuous monitoring and assessments.

Keywords: Satellite Remote Sensing Techniques, Tropospheric Column Density and Ground Retrieval, Inverse Approaches in Data Assimilation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Spectro-polarimetric BRF measurement of leaves and model of individual leaf

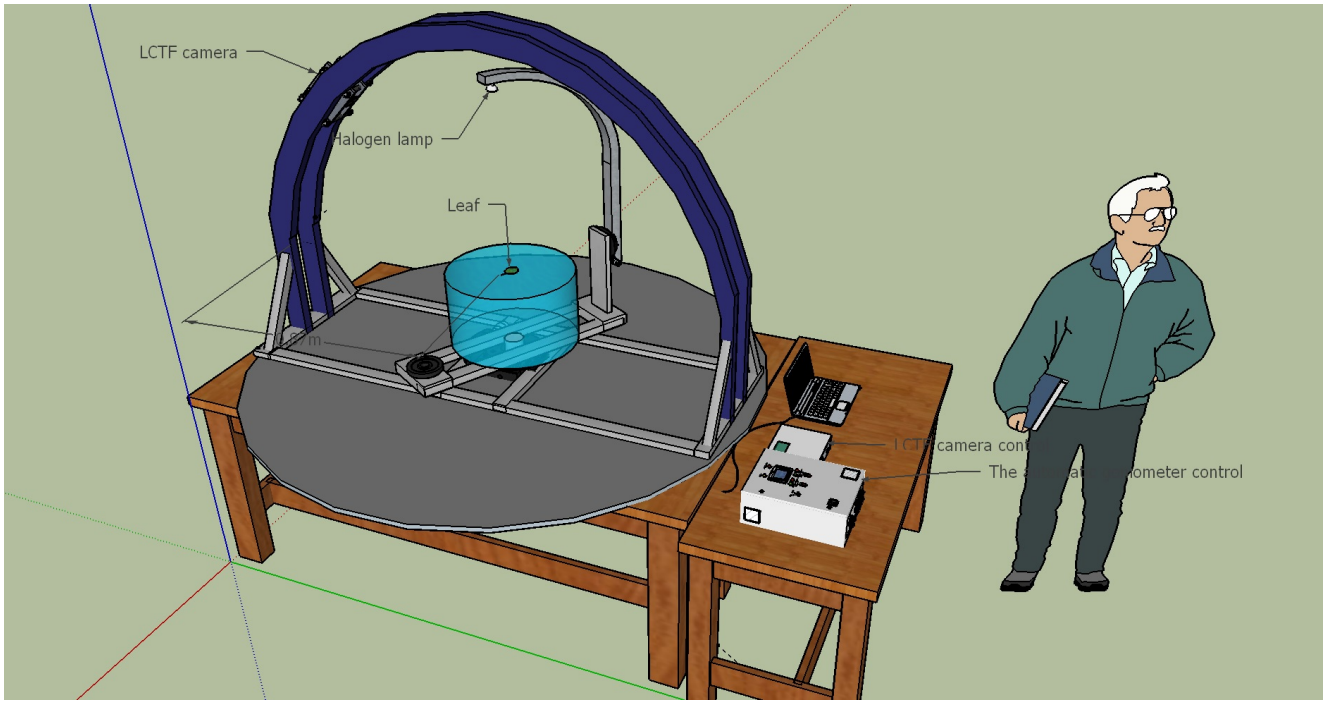
*Begzsuren Tumendemberel[1], Yukihiro Takahashi[1], Tetsuro Ishida[1], Junichi Kurihara[1], Nobuyasu Naruse[2]

1. Hokkaido University, 2. Shiga University of Medical Science

The reflectance of the leaf consists not only of its intensity but also of polarization, and the polarization techniques are generally used for separating specular reflectance from diffuse reflectance. The internal diffuse component of the spectral reflectance contains the details of the biochemical properties of the plant, an activity of photosynthesis, an expected amount of harvest, and water condition. Specular reflectance of the leaf strongly depends on a combination of the angle of incidence of the light source and the angle of observation view. The leaves look shiny at the shallow angle, where most of this reflection is polarized from the surface of leaves. Although the leaf spectral reflectance which is a point of convergence for many types of research, the study of spectral measurement with polarization in a single leaf is largely unexplored. To do this, the estimation of single leaf BRDF of Coffea canephora Pierre (Coffee), Epipremnum aureum (Pothos), and Fragaria ×ananassa (Strawberry) was carried out based on the measurements by Liquid Crystal Tunable Filter (LCTF) camera in the wavelength range of 460-780 nm with a linear polarizer. The imaging with the multispectral LCTF camera has a great advantage in measuring a selected leaf area with an arbitrary size of the field of view. There are hundreds of combinations of incident light and observation direction in single leaf Bidirectional Reflectance Factor (BRF) measurement. In order to conduct the measurements for all those conditions, we built the automatic goniometer with LCTF camera in a laboratory.
In previous studies, the leaf BRF prediction is usually based on the Cook-Torrance (Cook and Torrance, 1981) prevalent model in computer graphics assuming that the surface micro-geometry acts as a set of specular mirrors. Another type of models are widely used in the optics community, computing diffraction effects caused by differences in height in the surface micro-geometry and predicts visual appearance from the frequency content of the height distribution. The Cook-Torrance model may not be suitable for the leaf reflectance in our observation because the actual measurement cannot determine the surface roughness. The Generalized Harvey-Shack (GHS) scattering theory is well studied from rebound models determined by height distribution (Krywonos, 2006) and the GHS theory is not limited to any special wavelength range and RMS roughness value. Spectro-polarimetric measurement results and physical scattering theory have led us to create a new reflectance model. We successfully created a new leaf bidirectional reflectance model which considers that the diffuse component is Lambertian inside of the leaves and an internal scattering coefficient is calculated to an output value of PROSPECT model; the specular component is explained by GHS scattering theory. The polarization property of reflected light on a single leaf is also identified and rebuild bidirectional reflectance factors including polarized, unpolarized, and the total reflectance factors according to our model in this work. Finally, a new spectro-polarimetric bidirectional method is more controllable for the BRF pattern of a single leaf.

Keywords: BRDF measurement , Polarization, leaves , spectral

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_11

[H-TT20] Environmental Remote Sensing

コンビーナ:Wei Yang(Chiba University)、近藤 昭彦(千葉大学環境リモートセンシング研究センター)

Our human beings are encountering various environmental issues on the Earth, and it is urgent to find out the solutions. Remote sensing is currently the only feasible means to observe the Earth environment at regional/continental /global scales over long periods, and consequently detects the environmental changes occurred all over the world. This session invites presentations on theory, science, technology, and applications of remote sensing to study the Earth environment from regional to global scales. Both oral and poster presentations are sincerely welcome.

[HTT20-P01] **Classification of Winter Wheat using high spatial resolution data in North China Plain**

*Chunyang Wang[1,2]、Wei Yang[2]、Xifang Wu[3]、Zhichao Chen[1]、Junjun Lu[1]、Zongze Zhao[1]、Hebing Zhang[1] (1.School of Surveying and Land Information Engineering, Henan Polytechnic University、2.Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University、3.Graduate School of Science and Engineering, Chiba University)

[HTT20-P02] Normalized Difference Greenness Index (NDGI): A new vegetation index for improved estimation of vegetation phenology

*楊 偉[1]、小林 秀樹[2]、近藤 昭彦[1] (1.千葉大学、2.海洋研究開発機構)

[HTT20-P03] ***Characteristics of manual and automatically tree species classification in mixed forest (Yamagata University Research Forest)***

*Sarah Kentsch[1,2]、Larry Maximo Lopez Caceres[1]、Yago Diez[1]、Motohisa Fukuda[1] (1.Yamagata University、2.United Graduate School of Agricultural Sciences)

[HTT20-P04] Land subsidence detection by SBAS-InSAR technology and its factor analysis in the inland area of Chiba Prefecture

*はりぷ あいふまる[1]、Bhattarai Richa[1]、LIU Wen[1]、Kondoh Akihiko[1,2] (1.Graduate School of Science and Engineering、2.Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University)

[HTT20-P05] Development of a novel data fusion model to generate high spatiotemporal resolution NDVI time series

*楊 偉[1]、陳 晋[2] (1.千葉大学、2.北京師範大学)

Classification of Winter Wheat using high spatial resolution data in North China Plain

*Chunyang Wang[1,2], Wei Yang[2], Xifang Wu[3], Zhichao Chen[1], Junjun Lu[1], Zongze Zhao[1], Hebing Zhang[1]

1. School of Surveying and Land Information Engineering, Henan Polytechnic University, 2. Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University, 3. Graduate School of Science and Engineering, Chiba University

Winter Wheat in North China Plain (NCP) is one of the key food sources for securing food safety of China. Mapping the spatial distributions of winter wheat plays crucial roles in monitoring of planting areas and estimation of winter wheat production, which is usually carried out through classification of satellite images. The traditional classification methods are mainly based on data collection, download storage, and local analysis. However, these approaches are not capable of dealing with the quick mapping of massive satellite data including high spatial-temporal resolutions over large-scale areas. To overcome this challenge, this study developed a processing chain for mapping winter wheat of NCP at 10 m resolution using Sentinel-2-based NDVI time series on the google earth engine (GEE) platform, a cloud computing platform for Earth science data and analysis. First, the influence of phenology between the north and the south of the NCP on classification is eliminated by using the locally selected training data sets. Second, the data contaminated by clouds were all removed. Third, the training sample sets are constructed, and the typical features are searched. Last, two machine learning algorithms were applied to yield the classification result map, that is, Random Forest (RF) method and Regression Trees (CART) method. Validation results showed that the final maps and classification accuracy of RF method was better than SVM and CART method, with total accuracy of 81%. Moreover, this study also demonstrated that the GEE platform can yield dramatically higher efficiency than conventional classification methods by reducing downloading time and local storage capacity. Consequently, we recommend that the GEE cloud computing platform is a more suitable research tool for large-scale geospatial analysis and application.

Keywords: Google earth engine, Cloud computing, Big data, Classification, Sentinel-2, Winter wheat

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Normalized Difference Greenness Index (NDGI): A new vegetation index for improved estimation of vegetation phenology

*楊 偉[1]、小林 秀樹[2]、近藤 昭彦[1]
*Wei Yang[1], Hideki Kobayashi[2], Akihiko Kondoh[1]

1. 千葉大学、2. 海洋研究開発機構
1. Chiba University, 2. JAMSTEC

Satellite monitoring of vegetation phenology is crucial to understanding the biological impacts of climate change. Nevertheless, satellite-based phenology estimation can be biased by effects of snow using conventional vegetation indices (VIs), such as the normalized difference vegetation index (NDVI). To eliminate effects of snow, snow-free VIs that take advantage of the shortwave infrared (SWIR) band have been proposed (i.e., phenology index [PI] and normalized difference phenology index [NDPI]). However, PI cannot properly capture the presence of sparse vegetation, and NDPI does not account for the influence of dry vegetation. Here, we propose a novel snow-free VI, designated the normalized difference greenness index (NDGI), using reflectance of green, red, and near-infrared (NIR) bands. NDGI is a semi-analytical index deduced based on the linear spectral mixture model and the spectral characteristics of vegetation, snow, soil, and dry grass. Its performance for estimating the start of growing season (SOS) and end of growing season (EOS) was evaluated using simulation datasets, time-lapse camera data of tundra sites, and flux tower gross primary production (GPP) data of grassland sites. Simulation results demonstrated that NDGI can exclude the influence of snow on SOS and EOS estimations. In the camera sites, NDGI markedly outperformed NDVI, PI, and NDPI for SOS estimation with RMSE=6.46 days and Bias=-1.32 days (vs. RMSE range 12.39–14.8 days and Bias>3.5 days for the other VIs), and for EOS estimation with RMSE=8.33 days and Bias=0.11 days (vs. RMSE range 8.00–26.74 days and Bias>2.67 days for the other VIs). In the GPP sites, NDGI also outperformed the other VIs for SOS estimation with RMSE=10.32 days and Bias=-4.91 days (vs. RMSE range 12.9–24.74 days and Bias>6.13 days for the other VIs). Although its performance was lower for monitoring EOS than SOS in GPP sites, it still outperformed the other VIs in EOS estimation. These results indicate the potential of NDGI for operational monitoring of plant phenology in the tundra and grassland ecosystems based on satellite observations.

キーワード：植生フェノロジー、リモートセンシング、雪、MODIS
Keywords: plant phenology, remote sensing, snow, MODIS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Characteristics of manual and automatically tree species classification in mixed forest (Yamagata University Research Forest)

*Sarah Kentsch[1,2], Larry Maximo Lopez Caceres[1], Yago Diez[1], Motohisa Fukuda[1]

1. Yamagata University, 2. United Graduate School of Agricultural Sciences

A low degree of knowledge combined with a complex structure of mixed forests is the reason why researchers still investigate in mixed forest research for getting a deeper understanding. Especially mixed forests in Japan are influenced by the characteristically relief and the climate conditions. There is a high demand on accurate information about tree species of mixed forests. This high demand requires accurate investigation possibilities included by an easier access to the needed information' s (Fritz, 2013). Methods to get accurate information on a large scale with easy access to the desired information are needed. Previous studies show the applicability of drones for forest applications (Torresan et. al, 2016). Images taken with a drone offer new methods to get information of forests like distribution, health condition or automatically classifications of tree species. For example, Onishi & Ise (2018) reached accuracies of up to 90 %. But these studies also illustrated that there are limitations and gaps in knowledge for the applicability of using UAV. Especially, a lot of those high accuracies were reached in forest plantations. There is a need of more detailed information about how to get more accurate information in real forests by using drones (Michez et al., 2016).

The Yamagata Research Forest offers the opportunity to study mixed forests with different conditions in different parts of the forest for doing automatically classifications of tree species. Till now two study sites were defined and image were taken with a camera detecting the visual spectrum of the light. Also, images were taken during different seasons (summer and autumn). After taking the images they needed to be processed. A first step is to generate orthomosaics by merging the images using Photoscan from Agisoft. As a result, DEMs, orthomosaics and 3D models were generated and can be further analyzed. In the next step the segmentation and classification of tree species should be done in an object-based way using feature information of the trees. After processing the images, it should be possible to create a model for deep machine learning which will be able to do the classification on its own.

During the last year the first image taking took place in different seasons in the Yamagata University Research Forest. Also, the image processing with Photoscan was finished. The first images were analyzed manually to check how it is possible to separate tree species automatically. To find out what are the important factors for doing automatically classification is the actual research status. Further, the presentation handles the comparison of manually and automatically ways for doing separations in this research. The results will be first approaches to do automatically classification/separations of tree species.

Literature:

Fritz, A.; Kattenborn, T.; Koch, B., 2013: UAV-based photogrammetric point clouds –tree stem mapping in open stands in comparison to terrestrial laser scanner point clouds; International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-1/W2.

Michez, Adrien et. al, 2016: Classification of riparian forest species and health condition using multi-temporal and hyperspatial imagery from unmanned aerial system; Environ Monit Assess (2016) 188:

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

146; DOI 10.1007/s10661-015-4996-2; Springer International Publishing Switzerland 2016.

Onishi, Masanori and Ise, Takeshi, 2018: Automatic classification of trees using a UAV onboard camera and deep learning, https://arxiv.org/abs/1804.10390.

Torresan, C. et. al, 2016: Forestry applications of UAVs in Europe: A review, International journal of remote sensing, https://doi.org/10.1080/01431161.2016.1252477

Keywords: tree species classification, UAV, Yamagata Research Forest, Image processing, Photoscan

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Land subsidence detection by SBAS-InSAR technology and its factor analysis in the inland area of Chiba Prefecture

*あいふまる はりぷ[1]、Bhattarai Richa[1]、LIU Wen[1]、Kondoh Akihiko[1,2]
*AYIHUMAIER HALIPU[1], Richa Bhattarai[1], Wen - LIU[1], Akihiko - Kondoh[1,2]

1. Graduate School of Science and Engineering、2. Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University
1. Graduate School of Science and Engineering, 2. Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University

Land subsidence seriously influences the safety of our property. There have been many studies on the deformation of the ground surface due to the groundwater or natural gas extraction. Recently, a large amount of land subsidence had occurred in the Quaternary upland areas in the inland areas of Chiba Prefecture, Japan. There is less evidence of big wells of groundwater or natural gas, and the mechanism of subsidence is not yet clear. So far, SBAS-InSAR (Small Baseline Subset algorithm -Interferometric Synthetic Aperture Radar) technology had been used in the investigation process to clarify the phenomenon of land subsidence in some inland areas of Chiba Prefecture. The ALOS-PALSAR and ALOS-2 PALSAR-2 data for 2006-2010 and 2014-2018 were collected, respectively. The maps of the land subsidence phenomena in Yachimata-Tomisato area are created, and the maps reveal the spatial and temporal distribution of upland area land subsidence. The extent of the subsidence zone are almost consistent with the land survey results. Next step is to reveal the mechanism of land subsidence. At the JpGU2019, we will make a discussion on the possibility of decline of fluid pressure in deep layer.

キーワード：SBAS-InSAR技術、地盤沈下、千葉県
Keywords: SBAS-InSAR technology, Land subsidence, Chiba Prefecture

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Development of a novel data fusion model to generate high spatiotemporal resolution NDVI time series

*楊 偉[1]、陳 晋[2]
*Wei Yang[1], Jin Chen[2]

1. 千葉大学、2. 北京師範大学
1. Chiba University, 2. Beijing Normal University

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) is one of the most commonly used vegetation indices for monitoring ecosystem dynamics and modeling biosphere processes. However, global NDVI products are usually provided with relatively coarse spatial resolutions that lack important spatial details. Producing NDVI time-series data with high spatiotemporal resolution is indispensable for monitoring land surfaces and ecosystem changes, especially in spatiotemporally heterogeneous areas. We therefore proposed an Improved Flexible Spatiotemporal DAta Fusion (IFSDAF) method to fill this need. In accord with the distinctive characteristics of NDVIs with large data variance and high spatial autocorrelation compared with raw reflectance bands, the IFSDAF method first produces a time-dependent increment with linear unmixing and a space-dependent increment via thin plate spline interpolation. It then makes a final prediction by optimal integration of these two increments with the constrained least squares method. Moreover, the IFSDAF was developed with the capacity to use all available finer-scaled images, including those partly contaminated by clouds. NDVI images with coarse spatial resolution (MODIS) and fine spatial resolution (Landsat and Sentinel) in areas with great spatial heterogeneity and significant land cover changes were used to test the performance of the IFSDAF method. The root mean square error and relative root mean square error of predicted relative to observed results were 0.0884 and 22.12%, respectively, in 3 heterogeneous areas, and 0.0546 and 25.77%, respectively, in areas of land-cover change. These promising results demonstrated the strength and robustness of the IFSDAF method in providing reliable NDVI datasets with high spatial and temporal resolution to support research on land surface processes. The efficiency of the proposed IFSDAF method can be greatly improved by using only the space-dependent increment. This simplification will make IFSDAF a feasible method for monitoring global vegetation.

キーワード：Spatiotemporal data fusion、High spatial and temporal resolution、Weighted integration
Keywords: Spatiotemporal data fusion, High spatial and temporal resolution, Weighted integration

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_18

[H-TT20] Environmental Remote Sensing

コンビーナ:Wei Yang(Chiba University)、近藤 昭彦(千葉大学環境リモートセンシング研究センター)

Our human beings are encountering various environmental issues on the Earth, and it is urgent to find out the solutions. Remote sensing is currently the only feasible means to observe the Earth environment at regional/continental /global scales over long periods, and consequently detects the environmental changes occurred all over the world. This session invites presentations on theory, science, technology, and applications of remote sensing to study the Earth environment from regional to global scales. Both oral and poster presentations are sincerely welcome.

[HTT20-P01] **Classification of Winter Wheat using high spatial resolution data in North China Plain**

*Chunyang Wang[1,2]、Wei Yang[2]、Xifang Wu[3]、Zhichao Chen[1]、Junjun Lu[1]、Zongze Zhao[1]、Hebing Zhang[1] (1.School of Surveying and Land Information Engineering, Henan Polytechnic University、2.Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University、3.Graduate School of Science and Engineering, Chiba University)

[HTT20-P02] Normalized Difference Greenness Index (NDGI): A new vegetation index for improved estimation of vegetation phenology

*楊 偉[1]、小林 秀樹[2]、近藤 昭彦[1] (1.千葉大学、2.海洋研究開発機構)

[HTT20-P03] ***Characteristics of manual and automatically tree species classification in mixed forest (Yamagata University Research Forest)***

*Sarah Kentsch[1,2]、Larry Maximo Lopez Caceres[1]、Yago Diez[1]、Motohisa Fukuda[1] (1.Yamagata University、2.United Graduate School of Agricultural Sciences)

[HTT20-P04] Land subsidence detection by SBAS-InSAR technology and its factor analysis in the inland area of Chiba Prefecture

*はりぷ あいふまる[1]、Bhattarai Richa[1]、LIU Wen[1]、Kondoh Akihiko[1,2] (1.Graduate School of Science and Engineering、2.Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University)

[HTT20-P05] Development of a novel data fusion model to generate high spatiotemporal resolution NDVI time series

*楊 偉[1]、陳 晋[2] (1.千葉大学、2.北京師範大学)

Classification of Winter Wheat using high spatial resolution data in North China Plain

*Chunyang Wang[1,2], Wei Yang[2], Xifang Wu[3], Zhichao Chen[1], Junjun Lu[1], Zongze Zhao[1], Hebing Zhang[1]

1. School of Surveying and Land Information Engineering, Henan Polytechnic University, 2. Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University, 3. Graduate School of Science and Engineering, Chiba University

Winter Wheat in North China Plain (NCP) is one of the key food sources for securing food safety of China. Mapping the spatial distributions of winter wheat plays crucial roles in monitoring of planting areas and estimation of winter wheat production, which is usually carried out through classification of satellite images. The traditional classification methods are mainly based on data collection, download storage, and local analysis. However, these approaches are not capable of dealing with the quick mapping of massive satellite data including high spatial-temporal resolutions over large-scale areas. To overcome this challenge, this study developed a processing chain for mapping winter wheat of NCP at 10 m resolution using Sentinel-2-based NDVI time series on the google earth engine (GEE) platform, a cloud computing platform for Earth science data and analysis. First, the influence of phenology between the north and the south of the NCP on classification is eliminated by using the locally selected training data sets. Second, the data contaminated by clouds were all removed. Third, the training sample sets are constructed, and the typical features are searched. Last, two machine learning algorithms were applied to yield the classification result map, that is, Random Forest (RF) method and Regression Trees (CART) method. Validation results showed that the final maps and classification accuracy of RF method was better than SVM and CART method, with total accuracy of 81%. Moreover, this study also demonstrated that the GEE platform can yield dramatically higher efficiency than conventional classification methods by reducing downloading time and local storage capacity. Consequently, we recommend that the GEE cloud computing platform is a more suitable research tool for large-scale geospatial analysis and application.

Keywords: Google earth engine, Cloud computing, Big data, Classification, Sentinel-2, Winter wheat

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Normalized Difference Greenness Index (NDGI): A new vegetation index for improved estimation of vegetation phenology

*楊 偉[1]、小林 秀樹[2]、近藤 昭彦[1]
*Wei Yang[1], Hideki Kobayashi[2], Akihiko Kondoh[1]

1. 千葉大学、2. 海洋研究開発機構
1. Chiba University, 2. JAMSTEC

Satellite monitoring of vegetation phenology is crucial to understanding the biological impacts of climate change. Nevertheless, satellite-based phenology estimation can be biased by effects of snow using conventional vegetation indices (VIs), such as the normalized difference vegetation index (NDVI). To eliminate effects of snow, snow-free VIs that take advantage of the shortwave infrared (SWIR) band have been proposed (i.e., phenology index [PI] and normalized difference phenology index [NDPI]). However, PI cannot properly capture the presence of sparse vegetation, and NDPI does not account for the influence of dry vegetation. Here, we propose a novel snow-free VI, designated the normalized difference greenness index (NDGI), using reflectance of green, red, and near-infrared (NIR) bands. NDGI is a semi-analytical index deduced based on the linear spectral mixture model and the spectral characteristics of vegetation, snow, soil, and dry grass. Its performance for estimating the start of growing season (SOS) and end of growing season (EOS) was evaluated using simulation datasets, time-lapse camera data of tundra sites, and flux tower gross primary production (GPP) data of grassland sites. Simulation results demonstrated that NDGI can exclude the influence of snow on SOS and EOS estimations. In the camera sites, NDGI markedly outperformed NDVI, PI, and NDPI for SOS estimation with RMSE=6.46 days and Bias=-1.32 days (vs. RMSE range 12.39–14.8 days and Bias>3.5 days for the other VIs), and for EOS estimation with RMSE=8.33 days and Bias=0.11 days (vs. RMSE range 8.00–26.74 days and Bias>2.67 days for the other VIs). In the GPP sites, NDGI also outperformed the other VIs for SOS estimation with RMSE=10.32 days and Bias=-4.91 days (vs. RMSE range 12.9–24.74 days and Bias>6.13 days for the other VIs). Although its performance was lower for monitoring EOS than SOS in GPP sites, it still outperformed the other VIs in EOS estimation. These results indicate the potential of NDGI for operational monitoring of plant phenology in the tundra and grassland ecosystems based on satellite observations.

キーワード：植生フェノロジー、リモートセンシング、雪、MODIS
Keywords: plant phenology, remote sensing, snow, MODIS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Characteristics of manual and automatically tree species classification in mixed forest (Yamagata University Research Forest)

*Sarah Kentsch[1,2], Larry Maximo Lopez Caceres[1], Yago Diez[1], Motohisa Fukuda[1]

1. Yamagata University, 2. United Graduate School of Agricultural Sciences

A low degree of knowledge combined with a complex structure of mixed forests is the reason why researchers still investigate in mixed forest research for getting a deeper understanding. Especially mixed forests in Japan are influenced by the characteristically relief and the climate conditions. There is a high demand on accurate information about tree species of mixed forests. This high demand requires accurate investigation possibilities included by an easier access to the needed information' s (Fritz, 2013). Methods to get accurate information on a large scale with easy access to the desired information are needed. Previous studies show the applicability of drones for forest applications (Torresan et. al, 2016). Images taken with a drone offer new methods to get information of forests like distribution, health condition or automatically classifications of tree species. For example, Onishi & Ise (2018) reached accuracies of up to 90 %. But these studies also illustrated that there are limitations and gaps in knowledge for the applicability of using UAV. Especially, a lot of those high accuracies were reached in forest plantations. There is a need of more detailed information about how to get more accurate information in real forests by using drones (Michez et al., 2016).

The Yamagata Research Forest offers the opportunity to study mixed forests with different conditions in different parts of the forest for doing automatically classifications of tree species. Till now two study sites were defined and image were taken with a camera detecting the visual spectrum of the light. Also, images were taken during different seasons (summer and autumn). After taking the images they needed to be processed. A first step is to generate orthomosaics by merging the images using Photoscan from Agisoft. As a result, DEMs, orthomosaics and 3D models were generated and can be further analyzed. In the next step the segmentation and classification of tree species should be done in an object-based way using feature information of the trees. After processing the images, it should be possible to create a model for deep machine learning which will be able to do the classification on its own.

During the last year the first image taking took place in different seasons in the Yamagata University Research Forest. Also, the image processing with Photoscan was finished. The first images were analyzed manually to check how it is possible to separate tree species automatically. To find out what are the important factors for doing automatically classification is the actual research status. Further, the presentation handles the comparison of manually and automatically ways for doing separations in this research. The results will be first approaches to do automatically classification/separations of tree species.

Literature:

Fritz, A.; Kattenborn, T.; Koch, B., 2013: UAV-based photogrammetric point clouds –tree stem mapping in open stands in comparison to terrestrial laser scanner point clouds; International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-1/W2.

Michez, Adrien et. al, 2016: Classification of riparian forest species and health condition using multi-temporal and hyperspatial imagery from unmanned aerial system; Environ Monit Assess (2016) 188:

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

146; DOI 10.1007/s10661-015-4996-2; Springer International Publishing Switzerland 2016.

Onishi, Masanori and Ise, Takeshi, 2018: Automatic classification of trees using a UAV onboard camera and deep learning, https://arxiv.org/abs/1804.10390.

Torresan, C. et. al, 2016: Forestry applications of UAVs in Europe: A review, International journal of remote sensing, https://doi.org/10.1080/01431161.2016.1252477

Keywords: tree species classification, UAV, Yamagata Research Forest, Image processing, Photoscan

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Land subsidence detection by SBAS-InSAR technology and its factor analysis in the inland area of Chiba Prefecture

*あいふまる はりぷ[1]、Bhattarai Richa[1]、LIU Wen[1]、Kondoh Akihiko[1,2]
*AYIHUMAIER HALIPU[1], Richa Bhattarai[1], Wen - LIU[1], Akihiko - Kondoh[1,2]

1. Graduate School of Science and Engineering、2. Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University
1. Graduate School of Science and Engineering, 2. Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University

Land subsidence seriously influences the safety of our property. There have been many studies on the deformation of the ground surface due to the groundwater or natural gas extraction. Recently, a large amount of land subsidence had occurred in the Quaternary upland areas in the inland areas of Chiba Prefecture, Japan. There is less evidence of big wells of groundwater or natural gas, and the mechanism of subsidence is not yet clear. So far, SBAS-InSAR (Small Baseline Subset algorithm -Interferometric Synthetic Aperture Radar) technology had been used in the investigation process to clarify the phenomenon of land subsidence in some inland areas of Chiba Prefecture. The ALOS-PALSAR and ALOS-2 PALSAR-2 data for 2006-2010 and 2014-2018 were collected, respectively. The maps of the land subsidence phenomena in Yachimata-Tomisato area are created, and the maps reveal the spatial and temporal distribution of upland area land subsidence. The extent of the subsidence zone are almost consistent with the land survey results. Next step is to reveal the mechanism of land subsidence. At the JpGU2019, we will make a discussion on the possibility of decline of fluid pressure in deep layer.

キーワード：SBAS-InSAR技術、地盤沈下、千葉県
Keywords: SBAS-InSAR technology, Land subsidence, Chiba Prefecture

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Development of a novel data fusion model to generate high spatiotemporal resolution NDVI time series

*楊 偉[1]、陳 晋[2]
*Wei Yang[1], Jin Chen[2]

1. 千葉大学、2. 北京師範大学
1. Chiba University, 2. Beijing Normal University

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) is one of the most commonly used vegetation indices for monitoring ecosystem dynamics and modeling biosphere processes. However, global NDVI products are usually provided with relatively coarse spatial resolutions that lack important spatial details. Producing NDVI time-series data with high spatiotemporal resolution is indispensable for monitoring land surfaces and ecosystem changes, especially in spatiotemporally heterogeneous areas. We therefore proposed an Improved Flexible Spatiotemporal DAta Fusion (IFSDAF) method to fill this need. In accord with the distinctive characteristics of NDVIs with large data variance and high spatial autocorrelation compared with raw reflectance bands, the IFSDAF method first produces a time-dependent increment with linear unmixing and a space-dependent increment via thin plate spline interpolation. It then makes a final prediction by optimal integration of these two increments with the constrained least squares method. Moreover, the IFSDAF was developed with the capacity to use all available finer-scaled images, including those partly contaminated by clouds. NDVI images with coarse spatial resolution (MODIS) and fine spatial resolution (Landsat and Sentinel) in areas with great spatial heterogeneity and significant land cover changes were used to test the performance of the IFSDAF method. The root mean square error and relative root mean square error of predicted relative to observed results were 0.0884 and 22.12%, respectively, in 3 heterogeneous areas, and 0.0546 and 25.77%, respectively, in areas of land-cover change. These promising results demonstrated the strength and robustness of the IFSDAF method in providing reliable NDVI datasets with high spatial and temporal resolution to support research on land surface processes. The efficiency of the proposed IFSDAF method can be greatly improved by using only the space-dependent increment. This simplification will make IFSDAF a feasible method for monitoring global vegetation.

キーワード：Spatiotemporal data fusion、High spatial and temporal resolution、Weighted integration
Keywords: Spatiotemporal data fusion, High spatial and temporal resolution, Weighted integration

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_12

[H-TT24] 環境リモートセンシング

コンビーナ:島崎 彦人(独立行政法人国立高等専門学校機構 木更津工業高等専門学校)、近藤 昭彦(千葉大学環境リモートセンシング研究センター)、長谷川 均(国士舘大学)、石内 鉄平(宮城大学)

地球環境や地域環境に関わる諸問題の理解と解決は人類にとって喫緊の課題となっている。空間を広く俯瞰しその変動までを明らかにすることができるリモートセンシングは、問題解決のための強力なツールである。このセッションでは、日本および世界の諸地域を対象としてリモートセンシングによる環境変動および自然災害の発見、理解そして解決といった地球診断に関わる研究成果を報告頂き議論する。

[HTT24-P01] ALOS/PALSARとLANDSAT8/OLIを用いた土地被覆分類の比較と実用化

*木村 圭司[1] (1.奈良大学文学部地理学科)

[HTT24-P02] 先進光学衛星(ALOS-3)による浅海域底質識別の可能性

*水上 陽誠[1] (1.国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構)

[HTT24-P03] GPS観測データに基づく遊牧と定住化による草原植生への影響評価

*額尔 德尼[1]、王 勤学[1]、岡寺 智大[1]、Ochirbat Batkhishig[2] (1.国立研究開発法人　国立環境研究所、2.モンゴル科学院 地理研究所)

ALOS/PALSARとLANDSAT8/OLIを用いた土地被覆分類の比較と実用化
A comparison and practical use of the landcover classification using ALOS/PALSAR and LANDSAT8/OLI

*木村 圭司[1]
*Keiji Kimura[1]

1. 奈良大学文学部地理学科
1. Department of Geography, Nara University

本研究では、奈良県明日香村におけるALOS/PALSARのLバンドを用いたフルポラリメトリ解析による土地被覆分類図を作成した。そして従来の手法であるLANDSATによる分類の特性や精度などについて、現地調査も踏まえて比較検証を行った。結果、ALOS/PALSAR画像では、森林などの季節変化による影響を受けることはなく、どの季節でもほぼ同じ土地被覆分類図を作成することができた。しかし、電波が届かない山の影となる斜面や鏡面反射をする池などの場所では判別ができなかった。住宅が密集している地域では建築物と認識されるが、まばらな住宅地では建築物と認識されない場所もあった。また、水田では緩やかな地形では判別が十分に可能であった。

キーワード：土地被覆分類、ALOS/PALSAR、フルポラリメトリ
Keywords: land cover classification, ALOS/PALSAR, full polarimetry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

先進光学衛星(ALOS-3)による浅海域底質識別の可能性
A possibility of the identification of bottom sediment in shallow-water area using ALOS-3 image from a point of view for the environmental monitoring and protection in coastal areas

*水上 陽誠[1]
*YOSEI MIZUKAMI[1]

1. 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構
1. Japan Aerospace Exploration Agency

２０１１年に運用を終了したＡＬＯＳの広域・高分解能光学ミッションの後継機として、２０２０年度の打ち上げに向けて先進光学衛星（ＡＬＯＳ－３）の開発が進められている。ＡＬＯＳ－３はＡＬＯＳの直下観測幅７０ｋｍを継承しつつ、ＡＬＯＳ搭載センサであったＰＲＩＳＭ及びＡＶＮＩＲ－２を発展させた広域・高分解能光学センサ（ＷＩＳＨ）を搭載する。その地上空間分解能（直下）は、ＰＲＩＳＭの２．５ｍ、ＡＶＮＩＲ－２の　１０ｍに対し、０．８ｍ（パンクロマチック）、３．２ｍ（マルチバンド）であり、量子化ビット数もＡＬＯＳでは８ビットであったのに対し、１１ビットへ増加する。特にＡＬＯＳ－３のマルチバンド観測波長帯は、ＡＶＮＩＲ－２の可視光３バンド（青、緑、赤）と近赤外バンドの４バンドであったのに対し、これら４バンドに加え、コスタルとレッドエッジの２バンドを加えた計６バンドとなる。ＡＬＯＳ－３ミッションの主な目的は、防災・減災、災害発生後の被害状況把握への貢献、高精度な地理空間情報の整備・更新に貢献であるが、多様な観測機能による沿岸域の環境監視や植生域の環境保全への利用・研究等への活用も期待されている。本研究では沿岸域環境保全の観点から、ＡＬＯＳ－３観測性能相当にシミュレーション化した衛星画像を使い、浅海域における底質の識別分類の可能性にについて報告する。研究の対象域は、沿岸浅海域で比較的水質が安定している石垣島をはじめとした沖縄県八重山諸島のサンゴ礁域とした。特に石垣島においては既往研究や調査により文献があることから、解析結果の比較検証サイトとして適している。使用した衛星画像は、ＡＬＯＳ－３の観測性能に近いＤｉｇｔａｌＧｌｏｂｅ社のＷｏｒｌｄｖｉｅｗとした。

衛星リモートセンシングによる浅海域の底質識別では、水深（潮位）差による影響が問題とされ、その影響を軽減する手法の一つとして水深補正アルゴリズムが提案されている。このアルゴリズムは、同じ底質における２つの波長帯における画素値の対数値は水深に係らず傾きが一定となる基本原理（Ｌｙｚｅｎｇａ、１９７８）に基づき、水深の情報を除去した底質の指標を算出するものである。

ＡＬＯＳ－３センサの特徴であるＣｏＡｓｔＡＩとＲｅｄＥｄｇｅを使った解析結果についても報告する。環境省のＡＶＮＩＲ－２画像とＡＬＯＳ－３シミュレーション画像のそれぞれに対して行った結果は、ＡＬＯＳ－３の地上空間分解能３．２ｍにより、砂地部分とサンゴ、海藻等の生物群集との区別がこれまでのＡＶＮＩＲ－２（１０ｍ）より、より詳細に識別できることを示した。沿岸環境監視ツールとしてＡＬＯＳ－３データの活用が期待される。

キーワード：先進光学衛星、広域・高分解能光学センサ、陸域観測技術衛星、底質指標、サンゴ礁
Keywords: ALOS-3, WISH, ALOS, Bottom Index, Coral Reef

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

GPS観測データに基づく遊牧と定住化による草原植生への影響評価
Evaluation of the impact of nomadism and settlement on grassland based on GPS observation data

*額尔 徳尼[1]、王 勤学[1]、岡寺 智大[1]、Ochirbat Batkhishig[2]
*Deni Eer[1], Qinxue Wang[1], Tomohiro Okadera[1], Batkhishig Ochirbat[2]

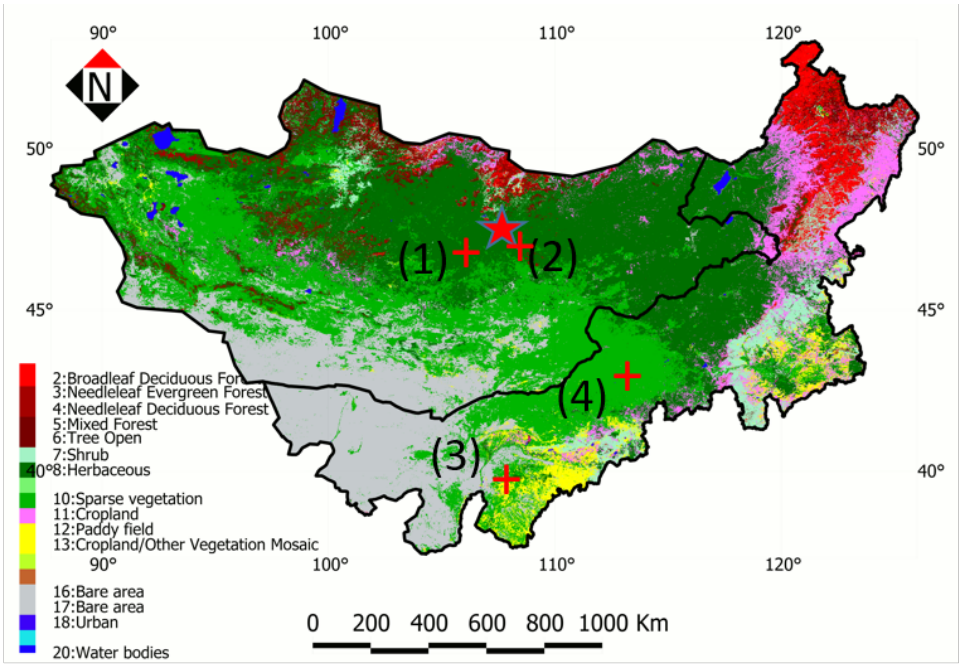
1. 国立研究開発法人　国立環境研究所、2. モンゴル科学院 地理研究所
1. National Institute for Environmental Studies, 2. Institute of Geography-Geoecology, Mongolian Academy of Sciences, Mongolia

モンゴル高原における草原生態系は、長く牧畜産業を営んできた。しかし、国境を挟んで、土地利用の制度が異なり、中国の内モンゴル自治区とモンゴル国の草原生態系における牧畜の管理法が大きく異なってきた。内モンゴル自治区においては、1978年以降市場経済が進行し、「草原法」における草地請負制度の導入により、定住化が進んできた。一方で、モンゴル国も1990年以来の市場経済の導入に伴い、家畜頭数が大きく増加し、従来の遊牧制度が変化しつつある。このような異なる牧草地の利用法が草原生態系の持続利用にどのような影響があるかを定量的に評価する必要がある。

本研究では、まず定住化が進んだ中国内モンゴル自治区と従来の遊牧制度下であるモンゴル国での家畜の採食活動の相違を示すために、アクティブセンサー、温度センサー、GPS記録を同時に記録できる最新のGPS装置をそれぞれ2サイトずつ約一年間の20分単位での高時間分解能の観測データを取得した。また、衛星データに基づく草原の植生変動や土地利用変化を解析し、遊牧と定住化による草原植生への影響評価を行った。その結果、まず遊牧であるモンゴル国での家畜所有頭数1100頭の農家のヒツジとヤギの採食範囲が年間約30km^{2}超えたことに対して、内モンゴル自治区のオルドス市とシリンゴル盟の300頭ずつ所有する定住農家の家畜の採食範囲より約30倍も大きく、それによる草地への採食頻度が大きく異なることが分かった（図-1）。また、定住地では井戸周辺の年間アクセス頻度が大きく。それに対して、遊牧地では夏は河川沿いに宿営し、冬は山地沿いに宿営し、秋と春営地は短く宿営していることが示された。さらに、長期の衛星植生指数データの解析から草原植生の長期トレンドの変化が見られ、遊牧と定住化による草原植生への異なる影響が示唆された。

キーワード：GPS、遊牧、定住化
Keywords: GPS, Nomadism, Settlement

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



(1): Hustai site (2): Nalaikh site (3): Ordos Site (4): Xilingol site

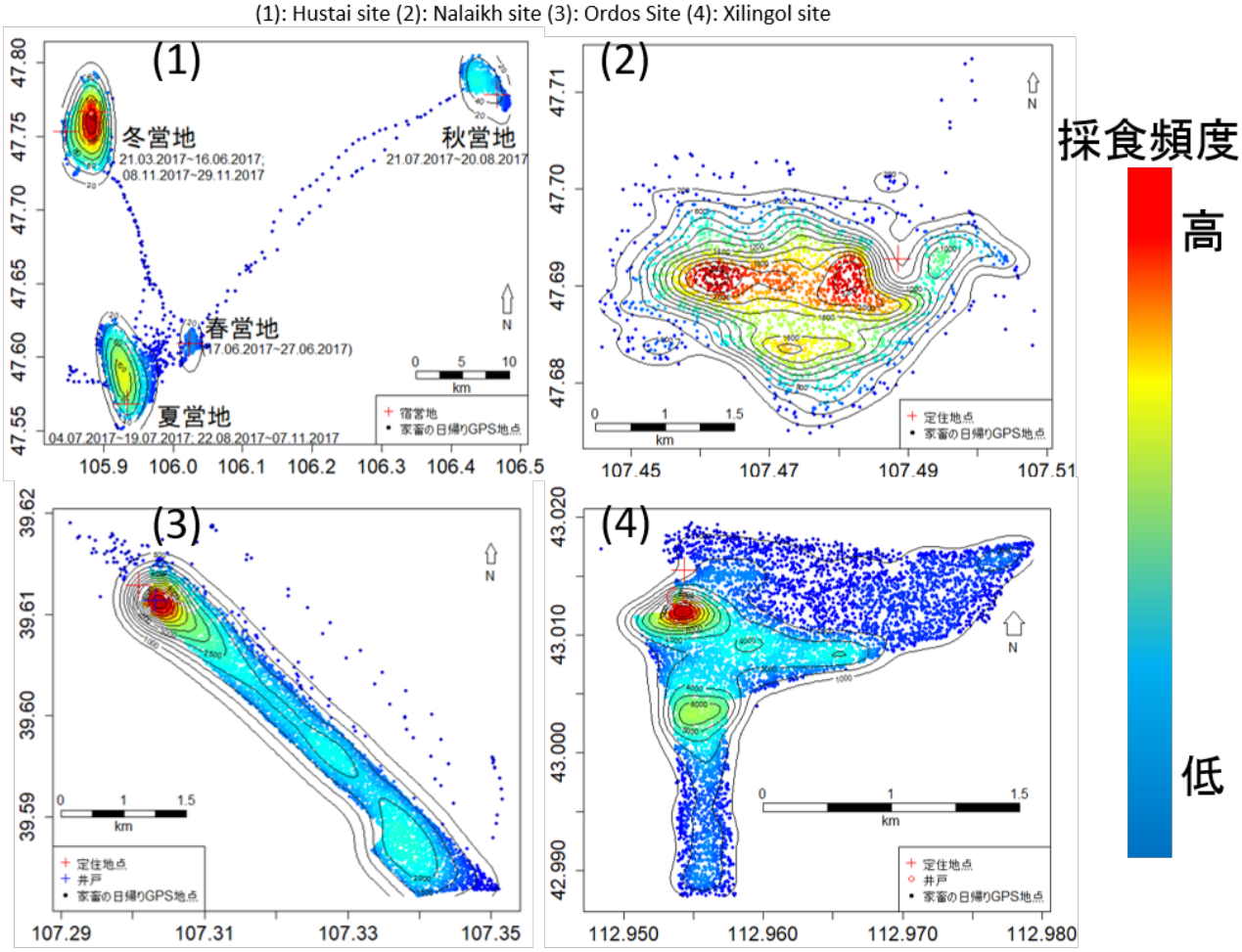


図-1　遊牧と定住化による放牧圧の相違

(1): Hustai site (2): Nalaikh site (3): Ordos Site (4): Xilingol site

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_19

[H-TT24] 環境リモートセンシング

コンビーナ:島崎 彦人(独立行政法人国立高等専門学校機構 木更津工業高等専門学校)、近藤 昭彦(千葉大学環境リモートセンシング研究センター)、長谷川 均(国士舘大学)、石内 鉄平(宮城大学)

地球環境や地域環境に関わる諸問題の理解と解決は人類にとって喫緊の課題となっている。空間を広く俯瞰しその変動までを明らかにすることができるリモートセンシングは、問題解決のための強力なツールである。このセッションでは、日本および世界の諸地域を対象としてリモートセンシングによる環境変動および自然災害の発見、理解そして解決といった地球診断に関わる研究成果を報告頂き議論する。

[HTT24-P01] ALOS/PALSARとLANDSAT8/OLIを用いた土地被覆分類の比較と実用化

*木村 圭司[1] (1.奈良大学文学部地理学科)

[HTT24-P02] 先進光学衛星(ALOS-3)による浅海域底質識別の可能性

*水上 陽誠[1] (1.国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構)

[HTT24-P03] GPS観測データに基づく遊牧と定住化による草原植生への影響評価

*額尔 德尼[1]、王 勤学[1]、岡寺 智大[1]、Ochirbat Batkhishig[2] (1.国立研究開発法人　国立環境研究所、2.モンゴル科学院 地理研究所)

ALOS/PALSARとLANDSAT8/OLIを用いた土地被覆分類の比較と実用化
A comparison and practical use of the landcover classification using ALOS/PALSAR and LANDSAT8/OLI

*木村 圭司[1]
*Keiji Kimura[1]

1. 奈良大学文学部地理学科
1. Department of Geography, Nara University

本研究では、奈良県明日香村におけるALOS/PALSARのLバンドを用いたフルポラリメトリ解析による土地被覆分類図を作成した。そして従来の手法であるLANDSATによる分類の特性や精度などについて、現地調査も踏まえて比較検証を行った。結果、ALOS/PALSAR画像では、森林などの季節変化による影響を受けることはなく、どの季節でもほぼ同じ土地被覆分類図を作成することができた。しかし、電波が届かない山の影となる斜面や鏡面反射をする池などの場所では判別ができなかった。住宅が密集している地域では建築物と認識されるが、まばらな住宅地では建築物と認識されない場所もあった。また、水田では緩やかな地形では判別が十分に可能であった。

キーワード：土地被覆分類、ALOS/PALSAR、フルポラリメトリ
Keywords: land cover classification, ALOS/PALSAR, full polarimetry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

先進光学衛星(ALOS-3)による浅海域底質識別の可能性
A possibility of the identification of bottom sediment in shallow-water area using ALOS-3 image from a point of view for the environmental monitoring and protection in coastal areas

*水上 陽誠[1]
*YOSEI MIZUKAMI[1]

1. 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構
1. Japan Aerospace Exploration Agency

２０１１年に運用を終了したＡＬＯＳの広域・高分解能光学ミッションの後継機として、２０２０年度の打ち上げに向けて先進光学衛星（ＡＬＯＳ－３）の開発が進められている。ＡＬＯＳ－３はＡＬＯＳの直下観測幅７０ｋｍを継承しつつ、ＡＬＯＳ搭載センサであったＰＲＩＳＭ及びＡＶＮＩＲ－２を発展させた広域・高分解能光学センサ（ＷＩＳＨ）を搭載する。その地上空間分解能（直下）は、ＰＲＩＳＭの２．５ｍ、ＡＶＮＩＲ－２の　１０ｍに対し、０．８ｍ（パンクロマチック）、３．２ｍ（マルチバンド）であり、量子化ビット数もＡＬＯＳでは８ビットであったのに対し、１１ビットへ増加する。特にＡＬＯＳ－３のマルチバンド観測波長帯は、ＡＶＮＩＲ－２の可視光３バンド（青、緑、赤）と近赤外バンドの４バンドであったのに対し、これら４バンドに加え、コスタルとレッドエッジの２バンドを加えた計６バンドとなる。ＡＬＯＳ－３ミッションの主な目的は、防災・減災、災害発生後の被害状況把握への貢献、高精度な地理空間情報の整備・更新に貢献であるが、多様な観測機能による沿岸域の環境監視や植生域の環境保全への利用・研究等への活用も期待されている。本研究では沿岸域環境保全の観点から、ＡＬＯＳ－３観測性能相当にシミュレーション化した衛星画像を使い、浅海域における底質の識別分類の可能性にについて報告する。研究の対象域は、沿岸浅海域で比較的水質が安定している石垣島をはじめとした沖縄県八重山諸島のサンゴ礁域とした。特に石垣島においては既往研究や調査により文献があることから、解析結果の比較検証サイトとして適している。使用した衛星画像は、ＡＬＯＳ－３の観測性能に近いＤｉｇｔａｌＧｌｏｂｅ社のＷｏｒｌｄｖｉｅｗとした。

衛星リモートセンシングによる浅海域の底質識別では、水深（潮位）差による影響が問題とされ、その影響を軽減する手法の一つとして水深補正アルゴリズムが提案されている。このアルゴリズムは、同じ底質における２つの波長帯における画素値の対数値は水深に係らず傾きが一定となる基本原理（Ｌｙｚｅｎｇａ、１９７８）に基づき、水深の情報を除去した底質の指標を算出するものである。

ＡＬＯＳ－３センサの特徴であるＣｏＡｓｔＡＩとＲｅｄＥｄｇｅを使った解析結果についても報告する。環境省のＡＶＮＩＲ－２画像とＡＬＯＳ－３シミュレーション画像のそれぞれに対して行った結果は、ＡＬＯＳ－３の地上空間分解能３．２ｍにより、砂地部分とサンゴ、海藻等の生物群集との区別がこれまでのＡＶＮＩＲ－２（１０ｍ）より、より詳細に識別できることを示した。沿岸環境監視ツールとしてＡＬＯＳ－３データの活用が期待される。

キーワード：先進光学衛星、広域・高分解能光学センサ、陸域観測技術衛星、底質指標、サンゴ礁
Keywords: ALOS-3, WISH, ALOS, Bottom Index, Coral Reef

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

GPS観測データに基づく遊牧と定住化による草原植生への影響評価
Evaluation of the impact of nomadism and settlement on grassland based on GPS observation data

*額尔 徳尼[1]、王 勤学[1]、岡寺 智大[1]、Ochirbat Batkhishig[2]
*Deni Eer[1], Qinxue Wang[1], Tomohiro Okadera[1], Batkhishig Ochirbat[2]

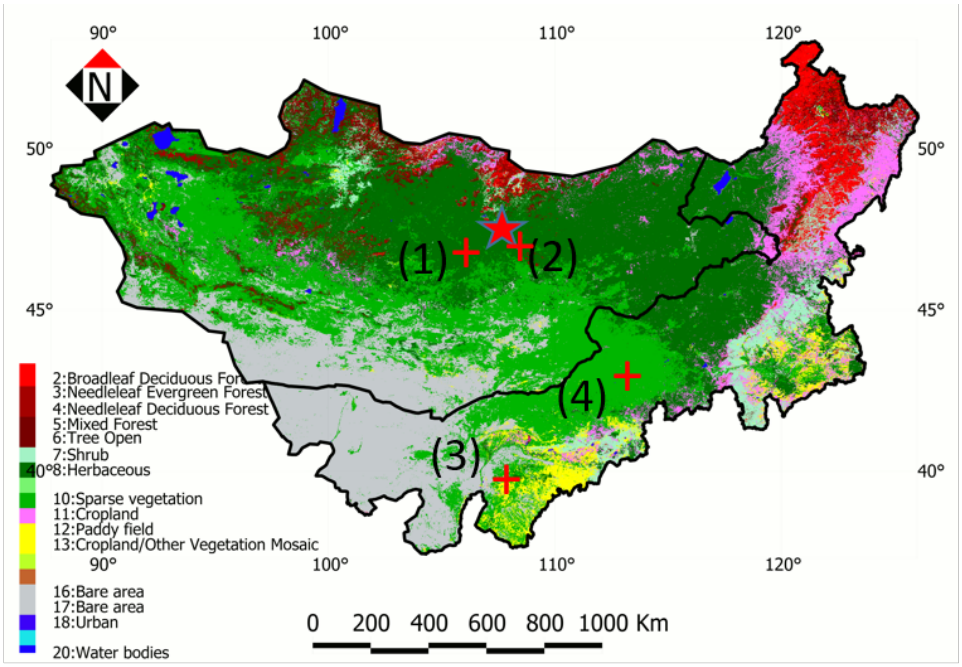
1. 国立研究開発法人　国立環境研究所、2. モンゴル科学院 地理研究所
1. National Institute for Environmental Studies, 2. Institute of Geography-Geoecology, Mongolian Academy of Sciences, Mongolia

モンゴル高原における草原生態系は、長く牧畜産業を営んできた。しかし、国境を挟んで、土地利用の制度が異なり、中国の内モンゴル自治区とモンゴル国の草原生態系における牧畜の管理法が大きく異なってきた。内モンゴル自治区においては、1978年以降市場経済が進行し、「草原法」における草地請負制度の導入により、定住化が進んできた。一方で、モンゴル国も1990年以来の市場経済の導入に伴い、家畜頭数が大きく増加し、従来の遊牧制度が変化しつつある。このような異なる牧草地の利用法が草原生態系の持続利用にどのような影響があるかを定量的に評価する必要がある。

本研究では、まず定住化が進んだ中国内モンゴル自治区と従来の遊牧制度下であるモンゴル国での家畜の採食活動の相違を示すために、アクティブセンサー、温度センサー、GPS記録を同時に記録できる最新のGPS装置をそれぞれ2サイトずつ約一年間の20分単位での高時間分解能の観測データを取得した。また、衛星データに基づく草原の植生変動や土地利用変化を解析し、遊牧と定住化による草原植生への影響評価を行った。その結果、まず遊牧であるモンゴル国での家畜所有頭数1100頭の農家のヒツジとヤギの採食範囲が年間約30km^{2}超えたことに対して、内モンゴル自治区のオルドス市とシリンゴル盟の300頭ずつ所有する定住農家の家畜の採食範囲より約30倍も大きく、それによる草地への採食頻度が大きく異なることが分かった（図-1）。また、定住地では井戸周辺の年間アクセス頻度が大きく。それに対して、遊牧地では夏は河川沿いに宿営し、冬は山地沿いに宿営し、秋と春営地は短く宿営していることが示された。さらに、長期の衛星植生指数データの解析から草原植生の長期トレンドの変化が見られ、遊牧と定住化による草原植生への異なる影響が示唆された。

キーワード：GPS、遊牧、定住化
Keywords: GPS, Nomadism, Settlement

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



(1): Hustai site (2): Nalaikh site (3): Ordos Site (4): Xilingol site

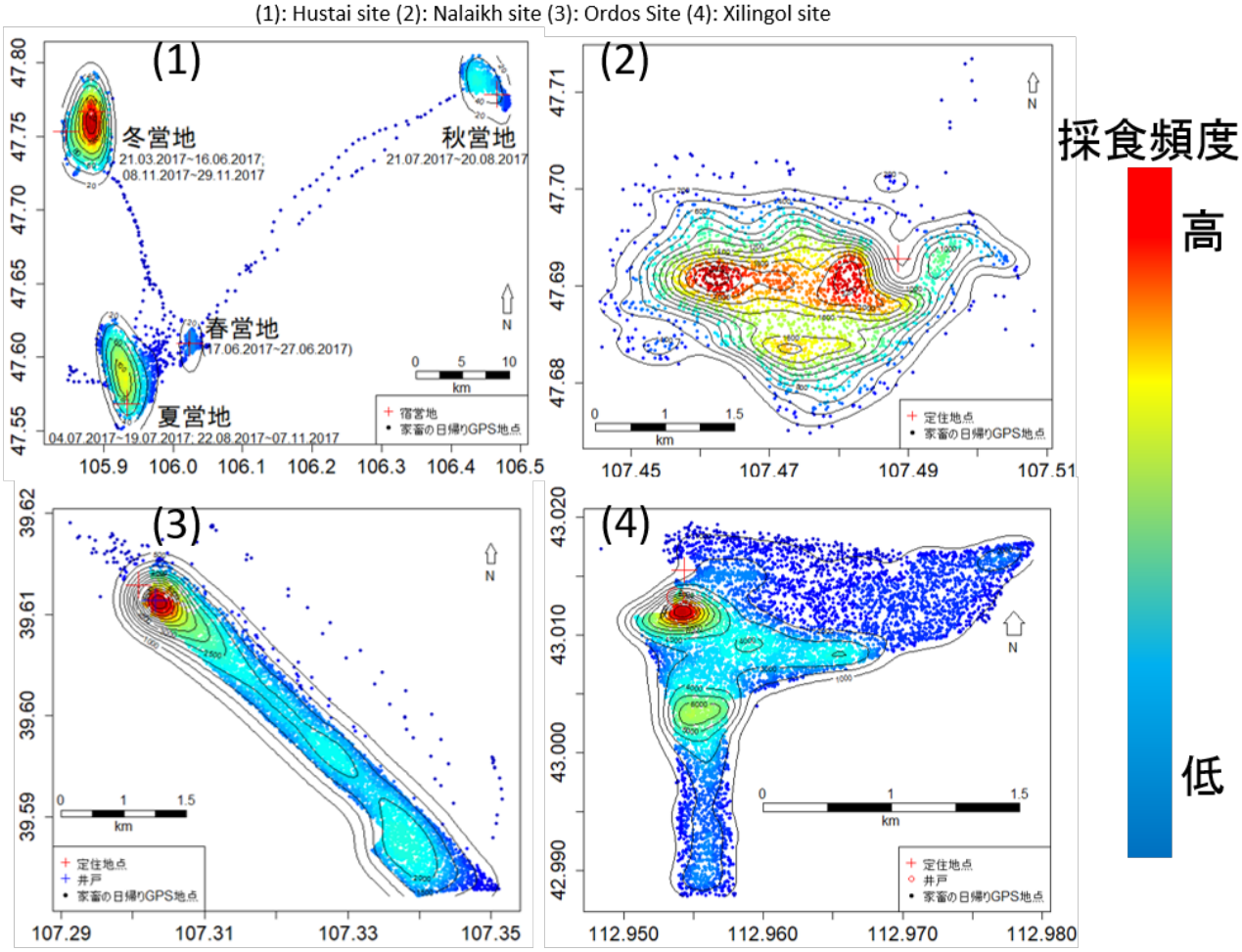


図-1　遊牧と定住化による放牧圧の相違

(1): Hustai site (2): Nalaikh site (3): Ordos Site (4): Xilingol site

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_4

[H-CG29] 海岸低湿地における地形・生物・人為プロセス

コンビーナ:藤本 潔(南山大学)

海岸低湿地は海面上昇や人為インパクトなどの外部環境変化に対し大変脆弱な環境と言える。このセッションでは、様々な気候帯に属する海岸低湿地を対象に、主として完新世における地形・生物・人為プロセスについて議論する。例えば熱帯地域の海岸低湿地は、熱帯低湿地林（マングローブ林、泥炭湿地林、および淡水湿地林）の拡大に伴って形成されてきた。マングローブ林と泥炭湿地林の立地形成維持機構は、主として泥炭生産分解プロセスに支配されている。泥炭生産分解プロセスは温帯や冷帯の低湿地においても重要なプロセスであり、海岸低湿地は重要な炭素蓄積の場ともなっている。沖積平野では河川による堆積侵食作用、海岸平野では波浪や沿岸流による堆積侵食作用もその形成維持プロセスを担っている。しかしながら、海岸低湿地の自然環境は、森林伐採や農地開発、泥炭採掘、マングローブ域でのエビ養殖池の造成などの人間活動によってこれまでに大きく改変されてきた。そこで、このセッションでは海岸低湿地の持続可能な管理システムを構築することを目指し、自然科学のみならず人文・社会科学分野の研究発表も歓迎する。

[HCG29-P01] マングローブ泥炭堆積域における海面上昇の影響実態の把握－*Rhizophora*属の立木密度と地盤高変動の関係－

*藤本 潔[1]、小野 賢二[2]、渡辺 信[3]、谷口 真吾[3]、古川 恵太[4]、平田 泰雅[2]、羽佐田 紘大[5]、Saimon Lihpai[6] (1.南山大学、2.森林総合研究所、3.琉球大学、4.横浜国立大学　大学院教育強化推進センター、5.法政大学、6.ミクロネシア連邦ポンペイ州政府)

[HCG29-P02] マングローブ林における表層侵食・堆積測定の試み

*古川 恵太[1] (1.横浜国立大学　大学院教育強化推進センター)

[HCG29-P03] フィリピンパナイ島ヒルギダマシ属林における細根生産力の評価

*小野 賢二[1]、諏訪 錬平[2]、レネ ローロン[3]、アリエル ブランコ[3]、ギア アルバノ[3]、グリーン クルツ[3]、ヤスミン プリマヴェーラーチロール[4]、ローナルド マリオ[4]、灘岡 和夫[5] (1.国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所、2.国立研究開発法人 国際農林水産業研究センター、3.フィリピン大学、4.アクラン州立大学、5.東京工業大学)

[HCG29-P04] 東日本大震災後発生した湿地の生態系に復興事業が与えた影響 -宮城県塩竈市野々島の事例-

*山口 凜[1] (1.京都大学文学部)

マングローブ泥炭堆積域における海面上昇の影響実態の把握－*Rhizophora*属の立木密度と地盤高変動の関係－

Progressing influences of rapid sea-level rise in the mangrove peat depositional area: Relationship between tree density of *Rhizophora* species and ground level dynamics

*藤本 潔[1]、小野 賢二[2]、渡辺 信[3]、谷口 真吾[3]、古川 恵太[4]、平田 泰雅[2]、羽佐田 紘大[5]、Saimon Lihpai[6]
*Kiyoshi Fujimoto[1], Kenji Ono[2], Shin Watanabe[3], Shingo Taniguchi[3], Keita Furukawa[4], Yasumasa Hirata[2], Kodai Hasada[5], Saimon Lihpai[6]

1. 南山大学、2. 森林総合研究所、3. 琉球大学、4. 横浜国立大学　大学院教育強化推進センター、5. 法政大学、6. ミクロネシア連邦ポンペイ州政府
1. Nanzan University, 2. Forestry and Forest Products Research Institute, 3. University of the Ryukyus, 4. Yokohama National University, 5. Hosei University, 6. Pohnpei State Government, FSM

フィリピンからミクロネシアに至る西太平洋低緯度地域では、近年、年10mmを超す速度で海面が上昇しつつある（IPCC 2013）。島嶼マングローブ立地は一般に流入土砂量が少ないため、まず*Rhizophora*属の群落が成立し、マングローブ泥炭が堆積する。しかし、遷移が進むとその優占度が低下し、泥炭堆積速度は低下すると考えられる。泥炭堆積速度が低下した林分は海面上昇の影響をいち早く被る可能性が高い。ミクロネシア連邦ポンペイ島の*R. stylosa*林や*R. apiculata*林では今のところ海面上昇の影響はみられないものの、他の樹種が優占する林分では表層侵食が確認されている。本発表では、まずポンペイ島の主要群落に設置した侵食/堆積観測杭による1年間の地盤高変動について報告する。次にエスチュアリ型マングローブ林内に設置した1ha固定プロット（PE: 50m×200m）における20年間のモニタリングデータを用い、*Rhizophora*属の立木密度と地盤高変動の関係について分析する。

侵食/堆積観測杭には直径約5mmのステンレス製の棒を用い、*R. stylosa*、*R. apiculata*、*Sonneratia alba*、*Bruguiera gymnnorhiza*各群落内の既存固定プロット（それぞれ、PR, PC, PS, PK）の海側と内陸側（PCのみ中央部にも設置）に、基盤に達するまで、それぞれ5本ずつ設置した。各プロットの1年間の地盤高変化は、PRが0.98±0.86cm、-0.82±1.37、PCが0.88±0.82、0,18±0.79（中央部）、0.40±0.25、PSが-0.28±0.68、-0.04±0.36、PKが-0.18±1.85、-0.14±1.37で、*Rhizophora* 群落で堆積、*Sonneratia*と*Bruguiera*群落で侵食傾向にあることが確認された。なお、PEはエスチュアリ型立地にあり、泥炭層厚が５ｍを超えるため観測杭は設置できなかった。

PEでは*R. apiculata*の分布に粗密がみられるため、その立木密度と地盤高変化の関係を分析した。分析にあたっては、ArcGIS 3D Analystを用いて1994年と2014年の地盤高図を作成し、それぞれ10m×10mのサブプロット毎に平均地盤高を求め、その差を20年間の地盤高変化データとした。立木密度は各サブプロット内の*R. apiculata*の出現本数をカウントして求めた。その結果、海側から0-50mと150-200m区間では両者の間に強い正の相関がみられた（それぞれr=0.454、0.642）。クリークを挟む50-150mの間はほぼ全域が堆積傾向にあり、立木密度との関係はみられなかった。PEの堆積物は基本的にはマングローブ泥炭からなるが、河口部に位置するためやや無機物も混入する。プロット内では*S. alba*の呼吸根分布にも粗密がみられるほか、板根を持つ*Xylocarpus granatum*の分布にも偏りがみられる。土砂流入が期待される立地では、クリークとの位置関係や土砂捕捉力に影響を与える可能性があるこれらの樹種との関係も分析する必要があろう。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：マングローブ群落、マングローブ泥炭、海面上昇、表層侵食、大洋島
Keywords: Mangrove community, Mangrove peat, Sea-level rise, Surface erosion, Oceanic islands

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

マングローブ林における表層侵食・堆積測定の試み
Preliminary measurement of surface erosion and sedimentation in mangrove forests

*古川 恵太[1]
*Keita Furukawa[1]

1. 横浜国立大学　大学院教育強化推進センター
1. Graduate School Education Center, Yokohama National University

海面上昇によるマングローブ林への影響を定量的に評価するために、2018年に西表島、ミクロネシア連邦ポンペイ島において短期的な表層侵食・堆積速度の測定を試みた。海面上昇に対して林内の土砂の堆積速度が十分に早ければ、マングローブ林はその変化に適応できるが（藤本ほか 1989）、堆積速度が遅いか、侵食速度がそれを上回る場合には海面上昇への適応ができなくなる（Furukawa *et.al.* 2002）。

堆積速度については、林床に径7cmのセジメントラップを空間的に設置することで測定した。また、堆積物中の有機物を簡易に推定するために400度で燃焼させ秤量した。浮遊している土砂が水中で十分に混合している場合には、土砂供給源から自然対数関数に近似される堆積状況となる（Furukawa *et.al.* 1997）ことを利用して堆積状況を推測した。侵食速度は、海側の林分境界において濁度・水位を時間的に密（1分毎）に計測することで土砂の出入りを観測し、そこから堆積量を差し引くことで、侵食量を推算した。

特性の異なる観測地における結果から、堆積と同程度の侵食が発生している可能性が示された。なお、更なる検討のためには、1) 浸水・干出前後のシートフロー状の流れによる土砂輸送機構の解明、2) 潮汐の大小による輸送過程の変化、3) クリークなどによる輸送の評価などが必要であることが分かった。

本研究は、マングローブ林における群落レベルでの海面上昇影響の実態把握の一部として実施されたものである。

キーワード：海面上昇、生態系の適応、マングローブ林、土砂輸送
Keywords: Sea Level Rise, Adaptation of ecosystem, Mangrove forests, Sediment transport

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

フィリピンパナイ島ヒルギダマシ属林における細根生産力の評価
Estimation of fine root productivity of mangroves based on ingrowth core method on *Avicennia* forest in Panay Island, Philippines

*小野 賢二[1]、諏訪 錬平[2]、レネ ローロン[3]、アリエル ブランコ[3]、ギア アルバノ[3]、グリーン クルツ[3]、ヤスミン プリマヴェーラーチロール[4]、ローナルド マリオ[4]、灘岡 和夫[5]
*ONO Kenji[1], Rempei SUWA[2], Rene ROLLON[3], Ariel C. BLANCO[3], Giannina MARIE G. ALBANO[3], Green ANN A. CRUZ[3], Yasumin H. PRIMAVERA-TIROL[4], Ronald J. MALIO[4], Kazuo NADAOKA[5]

1. 国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所、2. 国立研究開発法人 国際農林水産業研究センター、3. フィリピン大学、4. アクラン州立大学、5. 東京工業大学
1. Forestry and Forest Products Research Institute, 2. Japan International Research Center for Agricultural Science, 3. University of the Philippines, 4. Aklan State University, 5. Tokyo Institute of Technology

To accurately evaluate the storing and sequestering processes of carbon of mangrove ecosystems in tropical and subtropical regions, it is necessary to determine the fine root productivity in mangrove forests. It is because high productivity of mangrove fine root highly contributes the huge carbon storage of mangrove ecosystem, especially their substratum. In the present study, we aimed to estimate the fine root productivity of *Avicennia* forest in KII eco-park in northern region of Panay Island, Philippines.

Ingrowth core experiment was conducted according to Fujimaki et al. (2004 PLSO) to estimate the annual production rate of fine root. Two transects (125 m in length) were set at each interior and seaside positions in KII eco-park, where have a different tidal frequency. Moreover, three plots were set up at respective transects and each twelve mesh cores, i.e., ingrowth cores were put on the mangrove forest floor in one plot at February, 2018. 4 cores had been already collected from the plots at September, 2018, picked up all fine roots from cores, determined their masses, and estimated their annual production rates.

Annual fine root production of *Avicennia* forest in KII eco-park were estimated to be 6.1 ±2.8 Mg ha^{-1} $year^{-1}$ at interior and 7.1 ±6.3 Mg ha^{-1} $year^{-1}$ at seaside respectively, which were based on the data of a half-year incubation cores.

These results indicate that FRP in mangrove forests was generally equal and/or relatively high compared with values previously recorded for *Avicennia* forests (Poungparn et al. 2012, 2015).

キーワード：細根生産量、ヒルギダマシ属、フィリピンパナイ島
Keywords: fine root productivity, Avicennia, Panay Island

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

東日本大震災後発生した湿地の生態系に復興事業が与えた影響 -宮城県塩竈市野々島の事例-

The impact of reconstruction work for the ecosystem of marshes which appeared after Great East Japan Earthquake. A case of Nonoshima island, Shiogama, Miyagi prefecture.

*山口 凛[1]
*Rin Yamaguchi[1]

1. 京都大学文学部
1. KyotoUniversity Faculty of letters

東北地方太平洋沖地震によって発生した地盤沈下と津波によって、三陸沿岸地域に多数の干潟や塩性湿地が出現した（以下、震災湿地）。環境省が行なった調査により一部の震災湿地ではゲンゴロウ（*Cybister cinensis*)やカワツルモ(*Ruppia rostellata*)など生物多様性保全上重要な動植物の生息が確認された。それに続いて、研究者によって多数の震災湿地で植物多様性の研究が行われ、希少な植物の生育が報告された。

一方で震災湿地を取り巻く現実は厳しい。震災後は地盤が隆起していることに加え、ほとんどの震災湿地が原型復帰および災害時の被害縮小のための復興事業の対象となったからである。被災地では海岸防災林復旧事業として防潮堤の陸側に隣接して幅200m以上、地下水位から2.9mの高さまで盛り土がされ多くの震災湿地が消失した。

復興事業の震災湿地生態系への影響を軽減するために、防潮堤のセットバックや12の保護区が設定された。保護区では植物多様性の継続的研究が行われており、保護区設定が保全上一定の効果を上げたことが報告されているが、保護区に設定されず復興事業を受けた震災湿地の経年変化を追った研究は行われておらず、復興事業の影響がどの程度であったかは詳しく分かっていない。

そこで本研究では、生物多様性保全上重要な生態系が確認されながらも復興事業の対象となった宮城県野々島の震災湿地を対象として、復興事業の影響を明らかにするために植生および動植物相の経年変化を調査した。調査方法としては、当湿地の震災前から現在にいたるまでの衛星写真をもとに植生図を作成しその変遷を追った。また、2017年・2018年に動植物相調査を行い、復興事業前に環境省が行なった調査結果と比較して生態系の変化を検討した。

その結果、多数形成された震災湿地はほとんどが埋め立てられたこと、現在でも解放水域は縮小傾向にあること、現在の植生は工事完了時点から遷移していること、侵略的外来種に指定されているアメリカザリガニ(*Pocambarus clarkii*)とセイタカアワダチソウ(*Solidago canadensis* var. *scabra*)が侵入したことがわかった。

キーワード：湿地、震災、生態系、震災湿地、植生図
Keywords: Marsh, Earthquake, Ecosystem, newly-formed salt marsh, vegetation map

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_20

[H-CG29] 海岸低湿地における地形・生物・人為プロセス

コンビーナ:藤本 潔(南山大学)

海岸低湿地は海面上昇や人為インパクトなどの外部環境変化に対し大変脆弱な環境と言える。このセッションでは、様々な気候帯に属する海岸低湿地を対象に、主として完新世における地形・生物・人為プロセスについて議論する。例えば熱帯地域の海岸低湿地は、熱帯低湿地林（マングローブ林、泥炭湿地林、および淡水湿地林）の拡大に伴って形成されてきた。マングローブ林と泥炭湿地林の立地形成維持機構は、主として泥炭生産分解プロセスに支配されている。泥炭生産分解プロセスは温帯や冷帯の低湿地においても重要なプロセスであり、海岸低湿地は重要な炭素蓄積の場ともなっている。沖積平野では河川による堆積侵食作用、海岸平野では波浪や沿岸流による堆積侵食作用もその形成維持プロセスを担っている。しかしながら、海岸低湿地の自然環境は、森林伐採や農地開発、泥炭採掘、マングローブ域でのエビ養殖池の造成などの人間活動によってこれまでに大きく改変されてきた。そこで、このセッションでは海岸低湿地の持続可能な管理システムを構築することを目指し、自然科学のみならず人文・社会科学分野の研究発表も歓迎する。

[HCG29-P01] マングローブ泥炭堆積域における海面上昇の影響実態の把握－*Rhizophora*属の立木密度と地盤高変動の関係－

*藤本 潔[1]、小野 賢二[2]、渡辺 信[3]、谷口 真吾[3]、古川 恵太[4]、平田 泰雅[2]、羽佐田 紘大[5]、Saimon Lihpai[6] (1.南山大学、2.森林総合研究所、3.琉球大学、4.横浜国立大学　大学院教育強化推進センター、5.法政大学、6.ミクロネシア連邦ポンペイ州政府)

[HCG29-P02] マングローブ林における表層侵食・堆積測定の試み

*古川 恵太[1] (1.横浜国立大学　大学院教育強化推進センター)

[HCG29-P03] フィリピンパナイ島ヒルギダマシ属林における細根生産力の評価

*小野 賢二[1]、諏訪 錬平[2]、レネ ローロン[3]、アリエル ブランコ[3]、ギア アルバノ[3]、グリーン クルツ[3]、ヤスミン プリマヴェーラーチロール[4]、ローナルド マリオ[4]、灘岡 和夫[5] (1.国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所、2.国立研究開発法人 国際農林水産業研究センター、3.フィリピン大学、4.アクラン州立大学、5.東京工業大学)

[HCG29-P04] 東日本大震災後発生した湿地の生態系に復興事業が与えた影響 -宮城県塩竈市野々島の事例-

*山口 凜[1] (1.京都大学文学部)

マングローブ泥炭堆積域における海面上昇の影響実態の把握－*Rhizophora*属の立木密度と地盤高変動の関係－

Progressing influences of rapid sea-level rise in the mangrove peat depositional area: Relationship between tree density of *Rhizophora* species and ground level dynamics

*藤本 潔[1]、小野 賢二[2]、渡辺 信[3]、谷口 真吾[3]、古川 恵太[4]、平田 泰雅[2]、羽佐田 紘大[5]、Saimon Lihpai[6]
*Kiyoshi Fujimoto[1], Kenji Ono[2], Shin Watanabe[3], Shingo Taniguchi[3], Keita Furukawa[4], Yasumasa Hirata[2], Kodai Hasada[5], Saimon Lihpai[6]

1. 南山大学、2. 森林総合研究所、3. 琉球大学、4. 横浜国立大学　大学院教育強化推進センター、5. 法政大学、6. ミクロネシア連邦ポンペイ州政府
1. Nanzan University, 2. Forestry and Forest Products Research Institute, 3. University of the Ryukyus, 4. Yokohama National University, 5. Hosei University, 6. Pohnpei State Government, FSM

フィリピンからミクロネシアに至る西太平洋低緯度地域では、近年、年10mmを超す速度で海面が上昇しつつある（IPCC 2013）。島嶼マングローブ立地は一般に流入土砂量が少ないため、まず*Rhizophora*属の群落が成立し、マングローブ泥炭が堆積する。しかし、遷移が進むとその優占度が低下し、泥炭堆積速度は低下すると考えられる。泥炭堆積速度が低下した林分は海面上昇の影響をいち早く被る可能性が高い。ミクロネシア連邦ポンペイ島の*R. stylosa*林や*R. apiculata*林では今のところ海面上昇の影響はみられないものの、他の樹種が優占する林分では表層侵食が確認されている。本発表では、まずポンペイ島の主要群落に設置した侵食/堆積観測杭による1年間の地盤高変動について報告する。次にエスチュアリ型マングローブ林内に設置した1ha固定プロット（PE: 50m×200m）における20年間のモニタリングデータを用い、*Rhizophora*属の立木密度と地盤高変動の関係について分析する。

侵食/堆積観測杭には直径約5mmのステンレス製の棒を用い、*R. stylosa*、*R. apiculata*、*Sonneratia alba*、*Bruguiera gymnnorhiza*各群落内の既存固定プロット（それぞれ、PR, PC, PS, PK）の海側と内陸側（PCのみ中央部にも設置）に、基盤に達するまで、それぞれ5本ずつ設置した。各プロットの1年間の地盤高変化は、PRが0.98±0.86cm、-0.82±1.37、PCが0.88±0.82、0,18±0.79（中央部）、0.40±0.25、PSが-0.28±0.68、-0.04±0.36、PKが-0.18±1.85、-0.14±1.37で、*Rhizophora* 群落で堆積、*Sonneratia*と*Bruguiera*群落で侵食傾向にあることが確認された。なお、PEはエスチュアリ型立地にあり、泥炭層厚が５ｍを超えるため観測杭は設置できなかった。

PEでは*R. apiculata*の分布に粗密がみられるため、その立木密度と地盤高変化の関係を分析した。分析にあたっては、ArcGIS 3D Analystを用いて1994年と2014年の地盤高図を作成し、それぞれ10m×10mのサブプロット毎に平均地盤高を求め、その差を20年間の地盤高変化データとした。立木密度は各サブプロット内の*R. apiculata*の出現本数をカウントして求めた。その結果、海側から0-50mと150-200m区間では両者の間に強い正の相関がみられた（それぞれr=0.454、0.642）。クリークを挟む50-150mの間はほぼ全域が堆積傾向にあり、立木密度との関係はみられなかった。PEの堆積物は基本的にはマングローブ泥炭からなるが、河口部に位置するためやや無機物も混入する。プロット内では*S. alba*の呼吸根分布にも粗密がみられるほか、板根を持つ*Xylocarpus granatum*の分布にも偏りがみられる。土砂流入が期待される立地では、クリークとの位置関係や土砂捕捉力に影響を与える可能性があるこれらの樹種との関係も分析する必要があろう。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：マングローブ群落、マングローブ泥炭、海面上昇、表層侵食、大洋島
Keywords: Mangrove community, Mangrove peat, Sea-level rise, Surface erosion, Oceanic islands

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

マングローブ林における表層侵食・堆積測定の試み
Preliminary measurement of surface erosion and sedimentation in mangrove forests

*古川 恵太[1]
*Keita Furukawa[1]

1. 横浜国立大学　大学院教育強化推進センター
1. Graduate School Education Center, Yokohama National University

海面上昇によるマングローブ林への影響を定量的に評価するために、2018年に西表島、ミクロネシア連邦ポンペイ島において短期的な表層侵食・堆積速度の測定を試みた。海面上昇に対して林内の土砂の堆積速度が十分に早ければ、マングローブ林はその変化に適応できるが（藤本ほか 1989）、堆積速度が遅いか、侵食速度がそれを上回る場合には海面上昇への適応ができなくなる（Furukawa *et.al.* 2002）。

堆積速度については、林床に径7cmのセジメントラップを空間的に設置することで測定した。また、堆積物中の有機物を簡易に推定するために400度で燃焼させ秤量した。浮遊している土砂が水中で十分に混合している場合には、土砂供給源から自然対数関数に近似される堆積状況となる（Furukawa *et.al.* 1997）ことを利用して堆積状況を推測した。侵食速度は、海側の林分境界において濁度・水位を時間的に密（1分毎）に計測することで土砂の出入りを観測し、そこから堆積量を差し引くことで、侵食量を推算した。

特性の異なる観測地における結果から、堆積と同程度の侵食が発生している可能性が示された。なお、更なる検討のためには、1) 浸水・干出前後のシートフロー状の流れによる土砂輸送機構の解明、2) 潮汐の大小による輸送過程の変化、3) クリークなどによる輸送の評価などが必要であることが分かった。

本研究は、マングローブ林における群落レベルでの海面上昇影響の実態把握の一部として実施されたものである。

キーワード：海面上昇、生態系の適応、マングローブ林、土砂輸送
Keywords: Sea Level Rise, Adaptation of ecosystem, Mangrove forests, Sediment transport

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

フィリピンパナイ島ヒルギダマシ属林における細根生産力の評価
Estimation of fine root productivity of mangroves based on ingrowth core method on *Avicennia* forest in Panay Island, Philippines

*小野 賢二[1]、諏訪 錬平[2]、レネ ローロン[3]、アリエル ブランコ[3]、ギア アルバノ[3]、グリーン クルツ[3]、ヤスミン プリマヴェーラーチロール[4]、ローナルド マリオ[4]、灘岡 和夫[5]
*ONO Kenji[1], Rempei SUWA[2], Rene ROLLON[3], Ariel C. BLANCO[3], Giannina MARIE G. ALBANO[3], Green ANN A. CRUZ[3], Yasumin H. PRIMAVERA-TIROL[4], Ronald J. MALIO[4], Kazuo NADAOKA[5]

1. 国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所、2. 国立研究開発法人 国際農林水産業研究センター、3. フィリピン大学、4. アクラン州立大学、5. 東京工業大学
1. Forestry and Forest Products Research Institute, 2. Japan International Research Center for Agricultural Science, 3. University of the Philippines, 4. Aklan State University, 5. Tokyo Institute of Technology

To accurately evaluate the storing and sequestering processes of carbon of mangrove ecosystems in tropical and subtropical regions, it is necessary to determine the fine root productivity in mangrove forests. It is because high productivity of mangrove fine root highly contributes the huge carbon storage of mangrove ecosystem, especially their substratum. In the present study, we aimed to estimate the fine root productivity of *Avicennia* forest in KII eco-park in northern region of Panay Island, Philippines.

Ingrowth core experiment was conducted according to Fujimaki et al. (2004 PLSO) to estimate the annual production rate of fine root. Two transects (125 m in length) were set at each interior and seaside positions in KII eco-park, where have a different tidal frequency. Moreover, three plots were set up at respective transects and each twelve mesh cores, i.e., ingrowth cores were put on the mangrove forest floor in one plot at February, 2018. 4 cores had been already collected from the plots at September, 2018, picked up all fine roots from cores, determined their masses, and estimated their annual production rates.

Annual fine root production of *Avicennia* forest in KII eco-park were estimated to be 6.1 ±2.8 Mg ha^{-1} $year^{-1}$ at interior and 7.1 ±6.3 Mg ha^{-1} $year^{-1}$ at seaside respectively, which were based on the data of a half-year incubation cores.

These results indicate that FRP in mangrove forests was generally equal and/or relatively high compared with values previously recorded for *Avicennia* forests (Poungparn et al. 2012, 2015).

キーワード：細根生産量、ヒルギダマシ属、フィリピンパナイ島
Keywords: fine root productivity, Avicennia, Panay Island

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

東日本大震災後発生した湿地の生態系に復興事業が与えた影響 -宮城県塩竈市野々島の事例-

The impact of reconstruction work for the ecosystem of marshes which appeared after Great East Japan Earthquake. A case of Nonoshima island, Shiogama, Miyagi prefecture.

*山口 凛[1]
*Rin Yamaguchi[1]

1. 京都大学文学部
1. KyotoUniversity Faculty of letters

東北地方太平洋沖地震によって発生した地盤沈下と津波によって、三陸沿岸地域に多数の干潟や塩性湿地が出現した（以下、震災湿地）。環境省が行なった調査により一部の震災湿地ではゲンゴロウ（*Cybister cinensis*)やカワツルモ(*Ruppia rostellata*)など生物多様性保全上重要な動植物の生息が確認された。それに続いて、研究者によって多数の震災湿地で植物多様性の研究が行われ、希少な植物の生育が報告された。

一方で震災湿地を取り巻く現実は厳しい。震災後は地盤が隆起していることに加え、ほとんどの震災湿地が原型復帰および災害時の被害縮小のための復興事業の対象となったからである。被災地では海岸防災林復旧事業として防潮堤の陸側に隣接して幅200m以上、地下水位から2.9mの高さまで盛り土がされ多くの震災湿地が消失した。

復興事業の震災湿地生態系への影響を軽減するために、防潮堤のセットバックや12の保護区が設定された。保護区では植物多様性の継続的研究が行われており、保護区設定が保全上一定の効果を上げたことが報告されているが、保護区に設定されず復興事業を受けた震災湿地の経年変化を追った研究は行われておらず、復興事業の影響がどの程度であったかは詳しく分かっていない。

そこで本研究では、生物多様性保全上重要な生態系が確認されながらも復興事業の対象となった宮城県野々島の震災湿地を対象として、復興事業の影響を明らかにするために植生および動植物相の経年変化を調査した。調査方法としては、当湿地の震災前から現在にいたるまでの衛星写真をもとに植生図を作成しその変遷を追った。また、2017年・2018年に動植物相調査を行い、復興事業前に環境省が行なった調査結果と比較して生態系の変化を検討した。

その結果、多数形成された震災湿地はほとんどが埋め立てられたこと、現在でも解放水域は縮小傾向にあること、現在の植生は工事完了時点から遷移していること、侵略的外来種に指定されているアメリカザリガニ(*Pocambarus clarkii*)とセイタカアワダチソウ(*Solidago canadensis* var. *scabra*)が侵入したことがわかった。

キーワード：湿地、震災、生態系、震災湿地、植生図
Keywords: Marsh, Earthquake, Ecosystem, newly-formed salt marsh, vegetation map

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_5

[H-CG30] 内陸地震と原子力発電所の安全性

コンビーナ:末次 大輔(海洋研究開発機構　地球深部ダイナミクス研究分野)、金嶋 聰(九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)、鷺谷 威(名古屋大学減災連携研究センター)、寿楽 浩太(東京電機大学工学部人間科学系列)

2013年JPGU大会以来、日本における原子力発電所（原発）の在り方について，地震科学的見地からのオープンな議論を行う場をつくり、年ごとに視点を変えながら議論を続けてきた。これまでのセッションでは、日本で頻発する地震・津波・火山噴火などに対する原発の安全性とリスクについて様々な議論がなされた。今回は日本の内陸地震を焦点にあてる。過去10年ほどの間だけでも、2007年新潟県中越沖地震（M6.8）、2008年岩手・宮城内陸地震（M6.9）、2016年熊本地震などが発生し、2018年にも北海道胆振地方東部地震（M6.7）が発生したことは記憶に新しい。この様に活発な近年の内陸地震活動を踏まえて、我が国の原発の安全性について様々な観点から議論し現行の安全対策について点検をすることは、意義深いと考えられる。
本大会では、前回に引き続き理学と工学の対話を促しつつ、この問題に関する議論を深めるため、内陸地震による強震動の評価や原発の耐震性に関する講演によるセッションを企画する。また地震科学と原発との関連についてのより一般的な講演も併せて募集する．

[HCG30-P01] Lessons from recent inland earthquakes in the Japan Islands

*鷺谷 威[1] (1.名古屋大学減災連携研究センター)

[HCG30-P02] A review of inland earthquakes unlinked to active faults

*末次 大輔[1] (1.海洋研究開発機構　地球深部ダイナミクス研究分野)

[HCG30-P03] Summary of 2018 JPGU session about the high-level radioactive waste disposal program

*金嶋 聰[1] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

[HCG30-P04] Calculation Automates the Decision?: Socio-Technical Perspectives of Simulation Technology for Nuclear Risk Evaluation

*寿楽 浩太[1] (1.東京電機大学工学部人間科学系列)

Lessons from recent inland earthquakes in the Japan Islands

*鷺谷 威[1]
*Takeshi Sagiya[1]

1. 名古屋大学減災連携研究センター
1. Disaster Mitigation Research Center, Nagoya University

Large earthquakes occurring inland are highly disastrous compared with their magnitude. In Japan, the 1995 Kobe Earthquake demonstrated how much tremendous damage such earthquakes could cause. Following this disaster, the Japanese government established the Headquarters for Earthquake Research Promotion (HERP) to promote investigation of earthquake research, including extensive investigation of active faults, for the purpose of better understand potential seismic hazard throughout the country. The achievements of HERP is summarized as the “Seismic hazard maps for Japan”, first published in 2005 and has been updated almost every year. In spite of such an effort, however, recent large earthquakes indicate that our knowledge about seismic hazard is still limited and thus our preparation is never complete. On 6 September 2018, a M_w6.6 earthquake occurred in the Iburi district of Hokkaido, named as the 2018 Eastern Iburi earthquake. The focal depth of this earthquake was 37 km. The largest intensity was JMA intensity VII and the observed largest acceleration was 1505 gal. 41 people were killed mainly due to landslides and liquefaction occurred over a wide area including a part of Tomakomai and Sapporo. Considering the earthquake magnitude and its focal depth, there was no surface rupture and active fault investigation is of no use to identify the potential of this earthquake. It is important to point out that even an earthquake of this size with the focal depth of 37 km can still cause such strong shaking. Evaluation of seismic potential and its possible disastrous consequences should be considered in the light of new seismic observations.

キーワード：地震ハザード、日本列島、内陸地震
Keywords: seismic hazard, Japan islands, inland earthquakes

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A review of inland earthquakes unlinked to active faults

*末次 大輔[1]
*Daisuke Suetsugu[1]

1. 海洋研究開発機構　地球深部ダイナミクス研究分野
1. Department of Deep Earth Structure and Dynamics Research, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

For a last decade, strong inland earthquakes occurred, such 2007 Off Niigata-Chuetsu earthquake (M6.8), 2008 Iwate-Miyagi earthquake (M6.9), 2016 Kumamoto earthquake, which did damage to regions near the earthquakes. Recently, 2018 Hokkaido east Iburi earthquake (M6.7) gave devastating effects to the epicentral area. Considering the high activity of inland earthquakes, it is important to reconsider the safety measures of nuclear power plants against strong inland earthquakes. In the presentation, we will review character and nature of the inland earthquakes that were not directly linked to active faults.

キーワード：原子力発電所、内陸地震、活断層
Keywords: Nuclear power plant, Inland earthquake, Active fault

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Summary of 2018 JPGU session about the high-level radioactive waste disposal program

*金嶋 聰[1]
*Satoshi Kaneshima[1]

1. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University

In this poster I revisit and summarize the discussions in the session about Japanese program for high-level radioactive waste disposal, which was held at the 2018 JPGU meeting. Geophysical and geological issues discussed in association with high level radioactive waste management underground were diverse: estimates of strong seismic ground motions intimately linked with capability of forecasting future inland large earthquakes, lack of accurate methods to detect active faults invisible at Earth’ s surface, need for accurate evaluations of underground geometry and future activity of the faults already recognized, predicting pass ways of ground water, maintaining redox state of underground disposal sites, and so on. The presentations given by the experts of each issue and the following discussions elucidated serious difficulty in making reliable scientific predictions that ensure long-term safety of disposal sites. A consensus appears to be shared on the urgent need for starting some disposal program as soon as possible, however, based on the recognition of the situation our country faces that plenty of nuclear wastes already produced await being disposed somehow and several power plants shut down after the 2011 Tohoku earthquake were recently brought into operation again. This is a conundrum that Japanese society needs to confront and on which public discussions are required in the places where people of many different fields and back grounds are involved. Earth science community at least needs to enhance conversations with engineering people.

キーワード：高レベル放射性廃棄物処理問題、公共空間における議論
Keywords: high-level radioactive waste disposal, public discussions

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Calculation Automates the Decision?: Socio-Technical Perspectives of Simulation Technology for Nuclear Risk Evaluation

*寿楽 浩太[1]
*Kohta Juraku[1]

1. 東京電機大学工学部人間科学系列
1. Department of Humanities, Social and Health Sciences, School of Engineering, Tokyo Denki University

It is a widespread notion that quantitative calculation of technological risk should help our better decisions concerning risk management and emergency response for nuclear utilization. However, sometimes it is believed more than to “help” the decision, but to “automate” it. After the Fukushima nuclear accident in 2011, it has been criticized that the Japanese nuclear community were overdependent on such a belief, while neglected to establish the capacity and institutional framework to utilize it in appropriate manner.

Our qualitative study revealed that this kind of belief is still alive, although a lot of efforts to overcome it. We have witnessed highly polarized and stereotyped disputes: for example, System for Prediction of Environmental Emergency Dose Information (SPEEDI) are deemed either totally useful, or utterly useless. The imaginaries held by relevant stakeholders on methods of risk quantification and its consequences are contested, but at the same time partly unanimous.

To analyze the mechanism which persistently reproduces the “Calculation Automates the Decision” belief, the author conducted a study on the policy process centering on those simulation techniques. He recently co-authored a book chapter on the SPEEDI case, in which they discussed the dysfunction of this belief, such as the obstruction of practical, effective implementation of such technologies. Socio-political interactions among relevant actors, technical concepts, legal frameworks and social atmosphere will be critically analyzed, to identify the key factors which encouraged the very particular evolution process of institutional psychological overdependence on the belief. The author believe that he could contribute to the discussion centering on the risk caused by possible strong ground motion by major inland earthquake.

キーワード：シミュレーション技術、不確実性、リスク評価、SPEEDI
Keywords: Simulation Technology, Uncertainty, Risk Evaluation, SPEEDI

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_21

[H-CG30] 内陸地震と原子力発電所の安全性

コンビーナ:末次 大輔(海洋研究開発機構　地球深部ダイナミクス研究分野)、金嶋 聰(九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)、鷺谷 威(名古屋大学減災連携研究センター)、寿楽 浩太(東京電機大学工学部人間科学系列)

2013年JPGU大会以来、日本における原子力発電所（原発）の在り方について，地震科学的見地からのオープンな議論を行う場をつくり、年ごとに視点を変えながら議論を続けてきた。これまでのセッションでは、日本で頻発する地震・津波・火山噴火などに対する原発の安全性とリスクについて様々な議論がなされた。今回は日本の内陸地震を焦点にあてる。過去10年ほどの間だけでも、2007年新潟県中越沖地震（M6.8）、2008年岩手・宮城内陸地震（M6.9）、2016年熊本地震などが発生し、2018年にも北海道胆振地方東部地震（M6.7）が発生したことは記憶に新しい。この様に活発な近年の内陸地震活動を踏まえて、我が国の原発の安全性について様々な観点から議論し現行の安全対策について点検をすることは、意義深いと考えられる。
本大会では、前回に引き続き理学と工学の対話を促しつつ、この問題に関する議論を深めるため、内陸地震による強震動の評価や原発の耐震性に関する講演によるセッションを企画する。また地震科学と原発との関連についてのより一般的な講演も併せて募集する．

[HCG30-P01] Lessons from recent inland earthquakes in the Japan Islands

*鷺谷 威[1] (1.名古屋大学減災連携研究センター)

[HCG30-P02] A review of inland earthquakes unlinked to active faults

*末次 大輔[1] (1.海洋研究開発機構　地球深部ダイナミクス研究分野)

[HCG30-P03] Summary of 2018 JPGU session about the high-level radioactive waste disposal program

*金嶋 聰[1] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

[HCG30-P04] Calculation Automates the Decision?: Socio-Technical Perspectives of Simulation Technology for Nuclear Risk Evaluation

*寿楽 浩太[1] (1.東京電機大学工学部人間科学系列)

Lessons from recent inland earthquakes in the Japan Islands

*鷺谷 威[1]
*Takeshi Sagiya[1]

1. 名古屋大学減災連携研究センター
1. Disaster Mitigation Research Center, Nagoya University

Large earthquakes occurring inland are highly disastrous compared with their magnitude. In Japan, the 1995 Kobe Earthquake demonstrated how much tremendous damage such earthquakes could cause. Following this disaster, the Japanese government established the Headquarters for Earthquake Research Promotion (HERP) to promote investigation of earthquake research, including extensive investigation of active faults, for the purpose of better understand potential seismic hazard throughout the country. The achievements of HERP is summarized as the “Seismic hazard maps for Japan”, first published in 2005 and has been updated almost every year. In spite of such an effort, however, recent large earthquakes indicate that our knowledge about seismic hazard is still limited and thus our preparation is never complete. On 6 September 2018, a M_w6.6 earthquake occurred in the Iburi district of Hokkaido, named as the 2018 Eastern Iburi earthquake. The focal depth of this earthquake was 37 km. The largest intensity was JMA intensity VII and the observed largest acceleration was 1505 gal. 41 people were killed mainly due to landslides and liquefaction occurred over a wide area including a part of Tomakomai and Sapporo. Considering the earthquake magnitude and its focal depth, there was no surface rupture and active fault investigation is of no use to identify the potential of this earthquake. It is important to point out that even an earthquake of this size with the focal depth of 37 km can still cause such strong shaking. Evaluation of seismic potential and its possible disastrous consequences should be considered in the light of new seismic observations.

キーワード：地震ハザード、日本列島、内陸地震
Keywords: seismic hazard, Japan islands, inland earthquakes

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A review of inland earthquakes unlinked to active faults

*末次 大輔[1]
*Daisuke Suetsugu[1]

1. 海洋研究開発機構　地球深部ダイナミクス研究分野
1. Department of Deep Earth Structure and Dynamics Research, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

For a last decade, strong inland earthquakes occurred, such 2007 Off Niigata-Chuetsu earthquake (M6.8), 2008 Iwate-Miyagi earthquake (M6.9), 2016 Kumamoto earthquake, which did damage to regions near the earthquakes. Recently, 2018 Hokkaido east Iburi earthquake (M6.7) gave devastating effects to the epicentral area. Considering the high activity of inland earthquakes, it is important to reconsider the safety measures of nuclear power plants against strong inland earthquakes. In the presentation, we will review character and nature of the inland earthquakes that were not directly linked to active faults.

キーワード：原子力発電所、内陸地震、活断層
Keywords: Nuclear power plant, Inland earthquake, Active fault

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Summary of 2018 JPGU session about the high-level radioactive waste disposal program

*金嶋 聰[1]
*Satoshi Kaneshima[1]

1. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University

In this poster I revisit and summarize the discussions in the session about Japanese program for high-level radioactive waste disposal, which was held at the 2018 JPGU meeting. Geophysical and geological issues discussed in association with high level radioactive waste management underground were diverse: estimates of strong seismic ground motions intimately linked with capability of forecasting future inland large earthquakes, lack of accurate methods to detect active faults invisible at Earth’ s surface, need for accurate evaluations of underground geometry and future activity of the faults already recognized, predicting pass ways of ground water, maintaining redox state of underground disposal sites, and so on. The presentations given by the experts of each issue and the following discussions elucidated serious difficulty in making reliable scientific predictions that ensure long-term safety of disposal sites. A consensus appears to be shared on the urgent need for starting some disposal program as soon as possible, however, based on the recognition of the situation our country faces that plenty of nuclear wastes already produced await being disposed somehow and several power plants shut down after the 2011 Tohoku earthquake were recently brought into operation again. This is a conundrum that Japanese society needs to confront and on which public discussions are required in the places where people of many different fields and back grounds are involved. Earth science community at least needs to enhance conversations with engineering people.

キーワード：高レベル放射性廃棄物処理問題、公共空間における議論
Keywords: high-level radioactive waste disposal, public discussions

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Calculation Automates the Decision?: Socio-Technical Perspectives of Simulation Technology for Nuclear Risk Evaluation

*寿楽 浩太[1]
*Kohta Juraku[1]

1. 東京電機大学工学部人間科学系列
1. Department of Humanities, Social and Health Sciences, School of Engineering, Tokyo Denki University

It is a widespread notion that quantitative calculation of technological risk should help our better decisions concerning risk management and emergency response for nuclear utilization. However, sometimes it is believed more than to “help” the decision, but to “automate” it. After the Fukushima nuclear accident in 2011, it has been criticized that the Japanese nuclear community were overdependent on such a belief, while neglected to establish the capacity and institutional framework to utilize it in appropriate manner.

Our qualitative study revealed that this kind of belief is still alive, although a lot of efforts to overcome it. We have witnessed highly polarized and stereotyped disputes: for example, System for Prediction of Environmental Emergency Dose Information (SPEEDI) are deemed either totally useful, or utterly useless. The imaginaries held by relevant stakeholders on methods of risk quantification and its consequences are contested, but at the same time partly unanimous.

To analyze the mechanism which persistently reproduces the “Calculation Automates the Decision” belief, the author conducted a study on the policy process centering on those simulation techniques. He recently co-authored a book chapter on the SPEEDI case, in which they discussed the dysfunction of this belief, such as the obstruction of practical, effective implementation of such technologies. Socio-political interactions among relevant actors, technical concepts, legal frameworks and social atmosphere will be critically analyzed, to identify the key factors which encouraged the very particular evolution process of institutional psychological overdependence on the belief. The author believe that he could contribute to the discussion centering on the risk caused by possible strong ground motion by major inland earthquake.

キーワード：シミュレーション技術、不確実性、リスク評価、SPEEDI
Keywords: Simulation Technology, Uncertainty, Risk Evaluation, SPEEDI

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | 104 1F

[H-CG30] 内陸地震と原子力発電所の安全性

コンビーナ:末次 大輔(海洋研究開発機構　地球深部ダイナミクス研究分野)、金嶋 聰(九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)、鷺谷 威(名古屋大学減災連携研究センター)、寿楽 浩太(東京電機大学工学部人間科学系列)、座長:末次 大輔、寿楽 浩太

2013年JPGU大会以来、日本における原子力発電所（原発）の在り方について，地震科学的見地からのオープンな議論を行う場をつくり、年ごとに視点を変えながら議論を続けてきた。これまでのセッションでは、日本で頻発する地震・津波・火山噴火などに対する原発の安全性とリスクについて様々な議論がなされた。今回は日本の内陸地震を焦点にあてる。過去10年ほどの間だけでも、2007年新潟県中越沖地震（M6.8）、2008年岩手・宮城内陸地震（M6.9）、2016年熊本地震などが発生し、2018年にも北海道胆振地方東部地震（M6.7）が発生したことは記憶に新しい。この様に活発な近年の内陸地震活動を踏まえて、我が国の原発の安全性について様々な観点から議論し現行の安全対策について点検をすることは、意義深いと考えられる。本大会では、前回に引き続き理学と工学の対話を促しつつ、この問題に関する議論を深めるため、内陸地震による強震動の評価や原発の耐震性に関する講演によるセッションを企画する。また地震科学と原発との関連についてのより一般的な講演も併せて募集する．

15:30 ~ 15:45

[HCG30-01] 日本列島下の地震発生層の厚さと内陸地震

*中島 淳一[1] (1.東京工業大学理学院地球惑星科学系)

15:45 ~ 16:00

[HCG30-02] 原発の安全規制における活断層評価の課題

*鈴木 康弘[1] (1.名古屋大学)

16:00 ~ 16:15

[HCG30-03] 断層が長いほど地震動は大きいのか？ - 地表断層と潜在断層による地震動-

*香川 敬生[1] (1.鳥取大学大学院工学研究科)

16:15 ~ 16:30

[HCG30-04] 内陸地殻内地震に対する原子力発電所の安全性と「理学・工学問題」

*石橋 克彦[1] (1.神戸大学名誉教授)

16:30 ~ 16:45

[HCG30-05] 原子力発電所の地震安全確保の要件

*糸井 達哉[1] (1.国立大学法人　東京大学)

16:45 ~ 17:00

[HCG30-06] 大飯原子力発電所の強震動

*島崎 邦彦[1] (1.東京大学)

日本列島下の地震発生層の厚さと内陸地震
Thickness of the seismogenic layer beneath the Japanese Islands and its relation to crustal earthquakes

*中島 淳一[1]
*Junichi Nakajima[1]

1. 東京工業大学理学院地球惑星科学系
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology

The thickness of the seismogenic layer is one of the fundamental parameters for earthquake hazard analysis. Large earthquakes often rupture the entire brittle seismogenic layer, and so the thickness of the seismogenic layer is a primary control on the size of earthquakes. Omuralieva et al. (2012) estimated the cut-off depth (D90) of crustal seismicity beneath Japan using a high-quality seismic catalogue of the Japan Meteorological Agency. D90 is defined as the depth above which 90% of the earthquakes occur. The obtained D90 shows a considerable lateral variation, ranging from ~5 km to ~40 km. The D90 is deep along the Pacific coast of eastern Japan, while it is locally shallow around volcanic areas. These lateral variations in D90 are inversely correlated to values of surface heat flow. In this talk, I summarize the recent result of D90 in Japan and discuss the relation among D90, thermal structure, and the size of crustal earthquakes.

キーワード：地震、地震発生層
Keywords: Earthquake, seismogenic layer

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

原発の安全規制における活断層評価の課題
Problems with active fault evaluation in nuclear safety regulation

*鈴木 康弘[1]
*Yasuhiro Suzuki[1]

1. 名古屋大学
1. Nagoya University

1. 活断層過小評価の是正

原発の安全審査において活断層の過小評価が起きてきた背景には様々な要因がある。原子力規制委員会発足後の新規制基準の制定によってある程度改善しているが（拙著*）、課題も多い。本発表では、安全規制における活断層評価の課題を変動地形学の立場から論じる。

そもそも、①「活断層がある」→②「地震動および地表変形を評価して設計する」もしくは③「避ける」、というのが重要構造物建設の際の原則である。③の「避ける」に関して、かつての審査指針に関連記載がなかった。新規制基準は、「将来活動する可能性のある断層等」の露頭の上への設置は許さず、既存原発にも遡及した。これには反対意見もあり、「避ける」の運用については今後も議論されて良い。ただしその場合、十分な説明と社会的な合意が求められる。①「活断層認定」と②「地震動と変位の予測」についても科学的課題が多い。

2. 活断層認定の課題

かつては活断層の地震は「実際には起こらない地震」という扱いだったが、1995年阪神・淡路大震災により「低頻度大規模災害」として見直され、さらに2011年の福島第一原発事故の発生により、実際に起こることを前提とした議論が必須となった。

こうした状況においては、2006年の耐震審査指針が規定する「耐震設計上考慮する断層」の概念を遵守することが大前提となった。それは「後期更新世以降の活動の可能性が否定できないもの」である。「可能性の否定」は困難だとして批判もあるが、それは活断層調査法を理解していないことによる誤解である。地質学的証拠から断層の活動時期を検討する方法論は1980年代以降のトレンチ調査において確立している。definite/probable/possibleの３段階で評価することが一般的で、断層で変位した地層とそれを覆う地層の関係が明快であれば判断は容易である。しかし断層変位が上方に向かって漸減する場合や断層活動の間接的な現象（例えば崩落堆積物や液状化）から考察する場合にはdefiniteな判断はできない。

規制委員会による敦賀原発の敷地内断層調査はまさにこの問題に直面した。2012/11/27事前会合、12/1～2現地調査以後、5回の評価会合（2012/12/10、2013/1/28、3/8、4/24、5/15）により評価書が纏められた。その後、事業者の追加調査結果が提示され、2014/1/20-21の現地調査以後、5回の追加調査評価会合（4/14、6/21、8/27、9/4、11/19）およびピアレビュー会合（12/10）も行われた。議論の争点はdefiniteか否かであった。この間の2013/5/21と2014/6/16に事業者は研究者も交えて記者発表を行ったが、その内容には事実誤認が含まれた。今後も注意すべきは、①probableやpossibleのデータ数が増えてもdefiniteにはなり得ないということ、②解釈による「否定」（正断層は活断層ではない、seismogenicなもの以外は活断層ではないなど）は認められない、すなわち推論は評価に耐えないということである。

3. 地震動と変位の予測－経験的予測と不確実性－

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

震源断層の形状から地震の規模や地震動の大きさを予測する研究は高度化した。さらにスリップレート（平均変位速度）の分布から断層挙動を推測する研究も進められた（鈴木ほか,2010など）。これにより「平均的な予測」は充実している。しかし、平均からの「ばらつき」や断層近傍における「最大値」を予測できる精度は乏しい。

観測事実が少ないことも原因の一つである。熊本地震などで多地点のデータが得られ、経験式も高度化したかに見えるが、あくまで一地震の例である。地形地質調査により解明される累積値やスリップレートから、一回の地震を微分的に推測することは困難を極める。

2014年長野県神城断層地震では３ｍ変位すると予測されてきたのに１ｍ程度しかずれなかった。2004年中越地震では50cmずれた地点の一回前の変位は２ｍだった。2016年熊本地震で布田川－日奈久断層の一部は前震と本震で二度ずれた。市街地で新たに確認された活断層は、今回は例外的に小さなずれであった可能性も指摘されている。右ずれが主体にも関わらず左ずれも生じた。布田川－日奈久断層以外の小規模な地震断層が局地的な強震動を生じた例や、地震断層沿いでも強く揺れなかった場合もあった。このような不規則性を考慮すると、経験式から「ばらつき」を考慮した「最大値」を経験的に評価することは困難であると言わざるを得ない。

*「原発と活断層」(岩波書店)、“Active Faults and Nuclear Regulation in Japan” －Background to Requirement Enforcement（編集中）

キーワード：原子力発電所、活断層、原子力規制
Keywords: Nuclear power Plant, Active fault, Nuclear Regulation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

断層が長いほど地震動は大きいのか？ - 地表断層と潜在断層による地震動-

The longer active fault is, is the larger ground motion generated? –Surface and buried rupture earthquakes-

*香川 敬生[1]
*Takao Kagawa[1]

1. 鳥取大学大学院工学研究科
1. Tottori University Graduate School of Engineering

地表地震断層を生じる地震の規模は一般に大きく被害が広範囲に及ぶが，同じ規模であれば地表地震断層を生じない地震の方が地震動は大きいことが指摘されている．2018年に発生した島根県西部，大阪府北部，北海道胆振東部の被害地震は周辺活断層で想定される地震よりも規模は小さく，いずれも地表地震断層を伴わなかったものの，大きな被害をもたらしたことは記憶に新しい．

構造物への設計入力地震動の想定では，周辺の活断層帯を対象に，地震規模をできるだけ大きく見積もる保守的な設定がおこなわれる．地震規模を大きくすると放射される地震動の卓越周期は長周期化し，一方で短周期の地震動は規模に対してそれほど大きくはならない．短周期の地震動は，地震規模よりも断層からの距離による影響が大きい．このため，活断層帯で想定されるよりもひと回り小さい潜在断層地震が，想定断層帯よりも対象地点に近い場所で発生した場合，周期帯域によっては，活断層帯で想定される地震よりも影響が大きくなる場合もあり得る．また，そのような地震は活断層帯で想定される大地震よりも高い頻度で発生している可能性があるため，地域によっては構造物設計にあたっての重要な課題となり得る．これらについて，データに基づいて紹介したい．

キーワード：活断層、地震動、地表断層地震、潜在断層地震
Keywords: Active fault, Ground motion, Surface rupture earthquakes, Buried rupture earthquakes

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

内陸地殻内地震に対する原子力発電所の安全性と「理学・工学問題」
Seismic safety of nuclear power plants against inland crustal earthquakes and the "science vs. engineering problem"

*石橋 克彦[1]
*Katsuhiko Ishibashi[1]

1. 神戸大学名誉教授
1. Emeritus Professor, Kobe University

●日本の原子力発電所（以下，原発）の内陸地殻内地震に対する安全性は，1950年代に商用原発第1号として無地震国イギリスの原子炉を導入したときからの大問題であり（例えば，石橋，2015，日本地震学会モノグラフ），原発の地震安全性の原点といえる．しかし現在でも，この問題はまったく解決されていない．言うまでもなく，原発の地震安全性が他のあらゆる人工物と違って極めて厳重であるべきなのは，莫大な内蔵放射能ゆえに，万一事故が起きたときの影響が破局的になりかねないからである．

本発表では，前半で，現在おこなわれている原子力規制行政の実態に即しつつ問題点を振り返る．後半では，それらの問題点に関連して，しばしば言われる「理学と工学の考え方の違い」の問題を考察する．なお「内陸地殻内地震」には，沿岸海域の地震と，特殊なテクトニクス環境におけるやや深い地震も含める．

●原発に影響を与える地震の要因を改めて確認しておくと，強震動，地表付近の断層のズレ，地震時と地震後の地殻変動（内陸地殻内地震でも無視できない，特に日本海側），地盤の変形・破壊（前3者による二次的現象だが，液状化・斜面崩壊など），津波，大余震・続発地震，であろう．

日本列島の内陸地殻内地震に対する原発の安全性における根本的問題は，ある特定の原発に深刻な影響を与えうる現実の最大地震を科学的に予測できないことである．一般に，活断層が地下の震源断層を一意的に示すわけではないし，活断層が知られていなくても大地震が起こりうる．強震動生成域の分布や，そこでの応力降下量・すべり量などを予測することもできない．これらの点が，「松田式」や「入倉・三宅式」などの経験式の良し悪し以前の，より本質的な問題である．

これに関連しては，上部地殻の地震発生層の厚さ（上限と下限の深さ）が各原発付近で不確定であることも見過ごせない．また，2018年北海道胆振東部地震（M_J6.7，深さ37km，観測された最大加速度1796 Gal <3成分合成>）のような特殊なテクトニクス環境の大地震と強震動の予測困難性も重要である．「伊勢湾ー湖北スラブ」（三好・石橋，2008）が関係するやや深い地震の若狭湾岸への影響なども類似の問題であろう．

以上は「震源を特定して」評価する各種の現象についての課題だが，強震動に対する安全弁となるべき「震源を特定せず策定する地震動」には旧原子力安全委員会以来の方法論的欠陥があり，きわめて不十分である．

結果として，現在の新規制基準適合性審査においては，承認された基準地震動は年超過確率でみたとき，原発の安全目標である10^{-4} (炉心損傷頻度)～10^{-6} (重大事故による大量放射能放出）に比べても著しく過小評価である（安全目標自体が妥当か否かという別問題もあるが）．原発施設直下に現われるかもしれない断層のズレ，地殻上下変動と敷地・施設の傾斜，敷地地盤の変形・破壊，津波に関しても，見過ごされていたり過小評価だったりすると思われる．さらに，演者が旧原子力安全委員会の耐震指針改訂の際に提案した続発大余震の考慮も新規制基準に入っていないから，将来それが原発の大事故の原因になる可能性も否定できない．

●原発における活断層の評価などを巡って「理学と工学の考え方の違い」がしばしば問題にされる．確かに，自然の理解を目的とし，地震現象の理解がきわめて不十分であることを自覚している理学と，具体的なモノを造ることが目的で自然現象を単純化する工学とでは，議論が噛み合わない場合がある．

しかし，原発の地震安全性に関しては，純粋な知的営みの土俵の中での理学と工学の対立を過大視することは適切ではなく，生産的とは思えない．なぜならば，日本の原発の場合，理学的指摘を考慮して工学が仕様を修正したり，建設の可否を再検討したりする余地が，現実的にはほとんどないからである．これは，原発の建

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

設・利用を「国策民営」としてきた日本の状況の，最悪の帰結の一つといえるだろう．公共事業であれば基準地震動を大幅に引き上げたり，それが技術的に不可能であれば代替策を検討することがありえても（強権的な強行もありうるが），国策民営であるためにコスト削減圧力と硬直性が非常に強く，工学者（ときには理学者と目される人も）が経営者の代弁をせざるをえず，政府がそれを後押しするという構図が続いてきたのだと考えられる．

キーワード：原子力発電所、地震安全性、内陸地殻内地震、最大地震の評価、続発大余震、理学・工学問題
Keywords: Nuclear power plants, Seismic safety, Inland crustal earthquakes, Evaluation of largest earthquake, Successive large aftershock, Science vs. engineering problem

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

原子力発電所の地震安全確保の要件
Challenges to Seismic Safety of Nuclear Power Plants

*糸井 達哉[1]
*Tatsuya Itoi[1]

1. 国立大学法人　東京大学
1. The University of Tokyo

Risk of nuclear power plants under threat of earthquake is not only a function of seismic hazard but also a function of a complex socio-technology system related to nuclear power plants.

Characteristics of seismic hazard can be summarized as follows:

- Strong ground motion is a phenomenon which is spatially distributed and affects simultaneously in space

- We cannot identify a worst-case ground motion because of inherent variability of earthquake (aleatory uncertainty),

- Uncertainty due to our limitation of knowledge is another source of reason why we cannot identify worst-case ground motion (epistemic uncertainty),

- There exists large uncertainty in prediction of rare (usually large) earthquake because of large epistemic uncertainty. Large epistemic uncertainty can be observed as different judgements among experts on the same issue.

A complex socio-technology system related to nuclear power plants is composed both of physical subsystems and of human and organizational subsystems. This means that not only the capacity of physical systems but also organizational resourcefulness and framework to prepare for and deal with such events should be carefully examined, when we discuss the capacity of nuclear power plants under extreme earthquake.

When organizational resourcefulness and framework is discussed, a sensitivity and adaptation to social preferences is important. For example, safety requirements to nuclear power plants shifted and will shift over time.

What is equally important is that recognition that uncertainty related to seismic hazards are shared among stakeholders and framework to deal with it should be prepared. One of good practices is considered to be

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

an introduction of a process like SSHAC process [1], where representing the center, body and range of technically defensible interpretation is an aim. It is also important to recognize that scientific knowledge on natural hazards like earthquake also grows and sometimes shifts over time. Integrated decision making process on nuclear safety issues which helps to ensure consistent and transparent decision should be a key to deal with these issues.

Refenrence
[1] USNRC: Updated Implementation Guidelines for SSHAC Hazard Studies (NUREG-2213), 2018.

キーワード：地震安全、原子力発電所
Keywords: Seismic safety, Nuclear Power Plants

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

大飯原子力発電所の強震動
Strong motion at Ooi nuclear power plant

*島崎 邦彦[1]
*Kunihiko Shimazaki[1]

1. 東京大学
1. University of Tokyo

大飯原子力発電所のストレステストの結果によれば、約1260ガルを超える強震動が発生すると、甚大な被害が発生する恐れがある。原子力規制委員会は大飯の基準地震動を856ガルとして稼働申請を認めているが、これを大きく上回る強震動が発生する可能性が高い。

〇大飯のクリフエッジ

3.11後のストレステストの結果によれば、大飯は約1260ガルでクリフエッジを超え、燃料の冷却手段が確保できなくなるとされている。

〇大飯の基準地震動

筆者は2012年9月から２年間原子力規制委員を務め、大飯の基準地震動の審査の一部を担当した。基準地震動（稀ではあるが、備えるべき強い揺れ）が856ガルに引き上げられた後、任期満了前の4ヶ月間、大飯の審査は停止していた。退職後に審査が再開され、基準地震動856ガルのまま稼働が認められている。一時的な審査停止前には、提案された幾つかの破壊パターンの保守性が検討されていた。基準地震動856ガルは、入倉レシピ（入倉・三宅, 2001）に基づく強震動生成域下端から始まる破壊による強震動596ガル（東西成分）に、短周期レベル1.5倍の不確かさを考慮して定められた。破壊パターンのアイソクロンから破壊が断層上端に達して停止したために生成された強震動（いわゆるstopping phase）であることがわかる。すなわち応力降下量14.1MPaの破壊の停止が基準地震動を決定している。しかし、次に述べるように応力降下量はこれよりも大きく、強震動は856ガルを大きく超える可能性が高い。

〇大飯の活断層

基準地震動の計算には、活断層（FOA～FOB～熊川断層）のデータに基づく断層モデルが採用された。地震モーメントの推定には、幾つかの式が提案されている。式に強く依存するため、注意を払うことを審査で要求したが、大飯では考慮されずに断層長63.4kmに対し、地震モーメント50.3×10^{18}Nmとモデル化されている。2016年熊本地震の断層長は、大飯の約半分の30kmにもかかわらず、地震モーメントは大飯とほぼ同じ47×10^{18}Nmである。相似則によれば地震モーメントは断層長の二乗に比例する。これらを考慮すると、大飯の地震モーメントは著しく過小評価されていると結論できる。断層形状が同じであれば、ずれの量も応力降下量も地震モーメントに比例するからである。現実的なモデルであれば、基準地震動は856ガルを大きく超えるであろう。

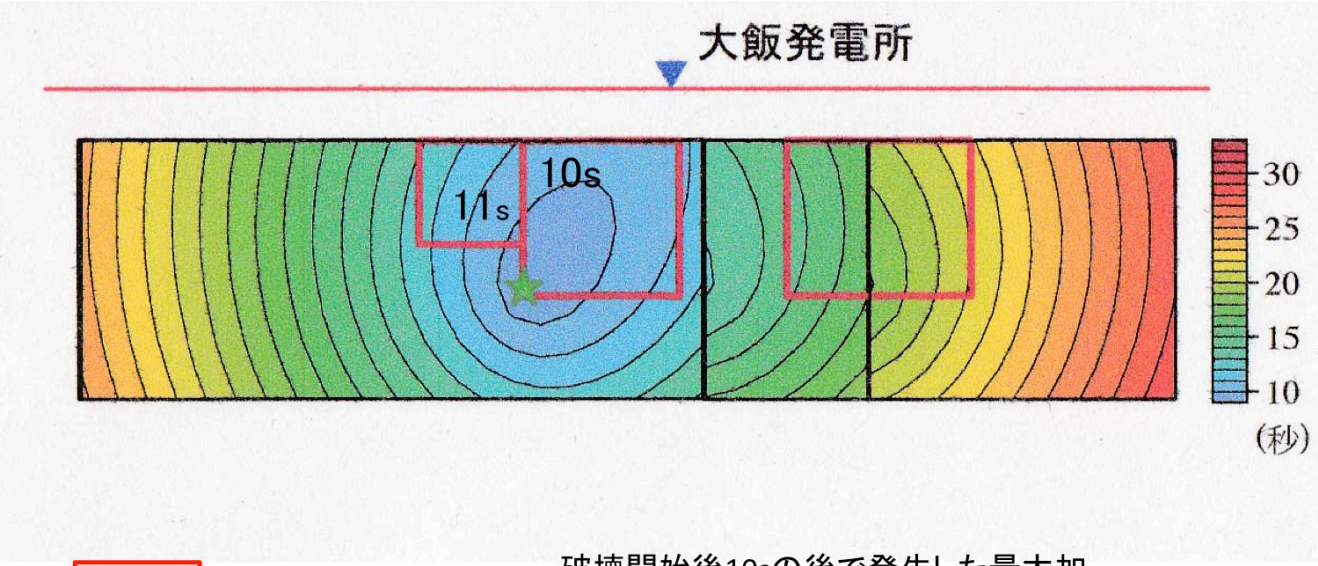
〇大飯の強震動の議論

筆者の要請により、原子力規制庁は武村式を用いて地震モーメントを1.75×10^{20}Nmと求め、強震動生成域の応力降下量を22.3MPaとして計算し、入倉・三宅式を用いた場合（強震動生成域の応力降下量は14.1MPa）の約80%増の強震動を得た。しかし、してはならない計算であったとして、その結果を取り消した。背景領域の応力降下量7.6MPaが過大であることを理由にしているが、上記に述べたように、基準地震動は破壊の停止によって生成されており、背景領域の影響は微小と思われる。

キーワード：大飯原子力発電所、基準地震動、ストレステスト
Keywords: Ooi nuclear power plant, design basis ground motion, stress test

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

破壊開始点3・大飯発電所のアイソクロン



強震動生成域

破壊開始後10sの後で発生した最大加速度は、破壊が強震動生成域の端に達して発生したことがわかる。

原子力規制庁審査資料に加筆

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_5

[H-CG32] 堆積・侵食・地形発達プロセスから読み取る地球表層環境変動

コンビーナ:清家 弘治(産業技術総合研究所・地質調査総合センター)、山口 直文(茨城大学　広域水圏環境科学教育研究センター)、成瀬 元(京都大学大学院理学研究科)、高柳 栄子(東北大学大学院理学研究科地学専攻)

地層の形成や地形発達のプロセスに注目し，地球表層環境のダイナミクスや変遷を議論するため，分野の垣根を越えた研究発表を募る．手法やあつかう時間スケールを問わず，野外観測・実験，理論に基づいた地形・堆積物・堆積岩組成・流体（河川・波浪・土石流・乱泥流・火砕流など）の研究を対象とする．防災や資源探査の観点からの議論も歓迎する．

[HCG32-P01] 新潟県上越地域における海浜礫の形状変化から考える礫の磨耗過程

*松風 潤[1]、白井 正明[1]、宇津川 喬子[2] (1.首都大学東京、2.立正大学)

[HCG32-P02] 千葉県小糸川上流の蛇行州の増水による変化

*岡崎 浩子[1] (1.千葉県立中央博物館生態学・環境研究科)

[HCG32-P03] 沖永良部島，徳之島，奄美大島周辺の底質分布と堆積環境

*天野 敦子[1] (1.産業技術総合研究所)

[HCG32-P04] Effect of organic matter input on bioturbation in submarine channel-levee deposits: an example of the Izaki Olistolith in the Oligocene Nichinan Group

*菊地 一輝[1]、成瀬 元[1] (1.京都大学大学院 理学研究科 地球惑星科学専攻)

[HCG32-P05] Effect of Freeze-Thaw Cycles on Bank Erosion Rate of Bedrock

*Jagriti Mishra[1]、Takuya Inoue[1] (1.Civil Engineering Research Institute for Cold Region, Sapporo - Hokkaido, Japan)

[HCG32-P06] Implications for paleoenvironment and tectonic setting of Khujirt area, Northern Mongolia

*Bat-Orshikh Erdenetsogt[1]、Ariunbold Erdene[2] (1.National University of Mongolia、2.ErdGeo LLC)

[HCG32-P07] Petrographic characteristics of Middle Permian sandstones in Southern Mongolia and their geological implications

*Enkhbayar Bolormaa[1]、Dashpuntsag Nansalmaa[1]、Bat-Orshikh Erdenetsogt[1]、Baigalmaa Norov[1]、Bat Bold[1]、Luvsanchultem Jargal[1]、Avirmed Tulga[1] (1.National Unniversity of Mongolia)

新潟県上越地域における海浜礫の形状変化から考える礫の磨耗過程
Abration process of gravel considered from shape change of beach gravel in Joetsu region, Niigata Prefecture,central Japan

*松風 潤[1]、白井 正明[1]、宇津川 喬子[2]
*Jun Matsukaze[1], Masaaki Shirai[1], Takako UTSUGAWA[2]

1. 首都大学東京、2. 立正大学
1. Tokyo Metropolitan University, 2. Rissho University

新潟県上越地域の河口周辺の海岸に分布する礫浜海岸では，多種多様な礫種を確認することができ，海浜礫の粒度分布や礫種組成についての研究がなされてきた．しかし河川から運搬されてきた礫がどのように海浜に堆積し，磨耗されていくかに関する研究はほとんど行われておらず，全国的にみてもこれに関する研究は多くない．海浜礫が河口から海岸を運搬されるに伴ってどのように破砕作用や磨耗作用を受けているかを研究することは，河川からの砕屑物の供給が海浜に及ぼす影響の評価につながると期待される．

新潟県上越地域は北部フォッサマグナ地域の最北部に位置し，フォッサマグナ西縁に伸びる糸魚川ー静岡構造線を境に，東側の地域と西側の地域とは地形的，地質的に大きく異なっている（たとえば，長森ほか 2010）．東部では能生川，早川などの5つの河川が流れており，糸魚川ー静岡構造線に沿うように姫川が流れている．

これらの礫浜で地域の養浜や護岸の状況を考慮して，姫川河口周辺（河口から西側に1800mまでの範囲で概ね500mごと）と，早川河口周辺・能生川河口周辺（共に河口付近と西側300m）で礫の測定を行った．各調査地点では前浜・後浜それぞれで海岸線に沿った50mのラインを設定し，各河川で特有かつ他の礫種と見分けがつきやすい礫種の礫を「特徴礫」として測定の対象とし，姫川河口周辺では3種類，早川河口周辺・能生川河口周辺ではそれぞれ１種類の特徴礫の粒径と円磨度を測定した．粒径の測定は長径（a），中間径（b），短径（c）の三軸を測定し，三軸の積の三乗根を平均粒径とした．また三軸を用いた礫の形状分類（Zingg，1935）を用いてその形状的特徴を評価した．円磨度は円磨度印象図（Krumbein，1941）と円磨度印象図のための補助フローチャート（宇津川・白井2016）に基づいて測定した．

その結果，河口から遠ざかるにつれて明らかな変化が確認されたものは粒径の減少のみであった．また，河口付近から遠ざかると礫の淘汰が良くなり，粒径が減少する際には長径，中間径，短径の順に破砕・磨耗しやすい規則性が見られることが分かった．

扁平度や円磨度は河口からの距離ではなく，粒径や礫種との相関が見られた．また，礫の形状は様々な形状の礫が破砕・磨耗作用によって，まず長径が急速に減少することによって円盤状となり，さらに中間径が減少することによって球状になることが分かった．

複数の礫種を測定対象とした姫川河口周辺の測定結果に着目すると，河口から離れるに従って粒径が減少しやすい順番と円磨度の低い順番は共に礫岩・花崗岩・蛇紋岩となった．礫岩の中に含まれる礫が脱落すると粒径は減少する一方で円磨度は低下することなどから，粒径の減少と円磨度には構成する粒子および鉱物の大きさが大きく関係していると思われる．

参考文献

Krumbein，W．C．1941．Measurement and geologic significance of shape and roundness of sedimentary　particles．Journal of Sedimentary Petrology 11:64ー72.

公文富士夫・立石雅昭1998．新版　砕屑物の研究法，地学双書29:399.

長森英明・竹内　誠・古川竜太・中澤　努・中野　俊2010．小滝地域の地質．地域地質研究報告（5万分の

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

1地質図幅）地質調査総合センター 金沢10:19.
宇津川喬子・白井正明2016．砕屑粒子の形状に関する研究史と今後の展望ー特に円磨度に注目してー，地理学評論 89(6):329ー346.
Zingg，T．1935．Beiträge zur Schotteranalyse． *Schweizerische Mineralogische und Petrographische*

キーワード：海浜礫、粒径、扁平度、円磨度
Keywords: Beach Gravel, Particle size, Flatness, Roundness

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

千葉県小糸川上流の蛇行州の増水による変化
A meander bar in the upper Koito River changed by floods

*岡崎 浩子[1]
*Hiroko Okazaki[1]

1. 千葉県立中央博物館生態学・環境研究科
1. Division of ecology & environmentology, Natural History and Institute, Chiba

小糸川は房総半島中央部の丘陵を源流とし北流して東京湾に注ぐ．上流域の丘陵は中新統～鮮新統安房層群の半固結した砂岩泥岩互層からなり，河道は丘陵を深く刻む穿入蛇行をなしている．河床は平滑な岩盤河床で薄い砂礫の集積がまれにみられる．調査地点（君津市豊英）では蛇行河道の凸側（滑走斜面）に砂礫からなる蛇行州が形成されている．この蛇行州では川の増水（2017年秋の台風）により，州の側方付加と，より径の大きい礫が下流方向に堆積する変化がみられた．

キーワード：蛇行州、小糸川、洪水
Keywords: meander bar, Koito River, flood

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

沖永良部島，徳之島，奄美大島周辺の底質分布と堆積環境
Depositional environment based on grain size of surface sediments around Okinoerabu-jima, Tokuno-shima and Amami-oshima Islands

*天野 敦子[1]
*Atsuko Amano[1]

1. 産業技術総合研究所
1. National institute of Advanced Industrial Science and Technology

沖縄島北方に位置する与論島，伊平屋島，沖永良部島，徳之島周辺の水深2200 m以浅の海域において，322地点でグラブ採泥器を用いた海底表層堆積物の採取と，採泥器に取り付けた海底カメラで海底面の撮影を行った．そして，採取された砂質，泥質堆積物を用いて粒度分析を行った．これら結果を基に，海底表層の底質変化と堆積環境について検討した．水深約600 m以浅の海域では，露岩や中～巨礫または生物性砕屑物を多く含む1φ以下の粗粒堆積物が分布する．水深600 m以深の海域では，斜面や凸地形周辺では2～4φの砂質堆積物が，与論海盆や沖永良部海盆を含む凹地形では4～7φのシルトが分布する．本調査海域の堆積環境は水深増加に伴い水理営力の影響が弱くなり，凹地形では半遠洋堆積物が分布する．また，本調査海域の66地点で海底にリップルが確認され，それら地点の水深はおおよそ1000 m以浅で，粒度は1-3φであった．リップルから推定される流向は複雑な変化を示し，微地形などの影響を受けて底層流は変化していると考えられる．

キーワード：粒度、海底写真、堆積環境
Keywords: grain size, seabed photography, sedimentary environment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Effect of organic matter input on bioturbation in submarine channel-levee deposits: an example of the Izaki Olistolith in the Oligocene Nichinan Group

*菊地 一輝[1]、成瀬 元[1]
*Kazuki Kikuchi[1], Hajime Naruse[1]

1. 京都大学大学院 理学研究科 地球惑星科学専攻
1. Division of Earth and Planetary Sciences, Guraduate School of Science, Kyoto University

This study focused on the variation of bioturbation intensity, ichnodiversity, and total organic carbon contents in actual submarine fan deposits, aiming to clarify their relationships. For sedimentological analysis, effects of sediment reworking by benthic animals have been estimated by indices of bioturbation intensity such as “ichnofabric indices” (*ii*; Droser and Bottjer, 1986) or “bioturbation indices” (BI; Taylor and Gorldring, 1993), which are represented by proportion of bioturbated area in outcrop surface. Recently, it was suggested that number of ichnotaxa (ichnodiversity) varies associated with changes of sedimentary environments, so that differences of ichnodiversity can also be an indicator of sedimentary environments (Buatois and Mángano, 2013; Callow et al., 2014). It is considered that various paleoenvironmental factors may affect the variation of bioturbation intensity or ichnodiversity (Orr, 2001). Particularly, fluctuation of organic matter input can significantly change the activities of benthic animals as shown in studies of biodiversity of recent shallow-marine benthic communities (e.g. Hyland et al., 2005). However, there are a few researches to discuss the relationships between ichnoassemblages and organic matter conditions (e.g. Wetzel and Uchman, 1998).

To this end, we observed the ichnoassemblage of the Izaki Olistolith within the Oligocene Nichinan Group in the southern part of Kyushu Island, southwest Japan. The Izaki Olistolith is composed of the alternating beds of turbidite sandstone and mudstone which are interpreted as deposits of a submarine channel-levee system. The lower part of the Izaki Olistolith consists of the mudstone dominated levee deposits and is overlain by the sandstone dominated channel-fill depoisits. A total of 22 ichnogenera and 24 ichnospecies occurred from the Izaki Olistolith. According to recent quantitative evaluation of ichnodiversity, the ichnodiversity in the channel-fill deposits was 1.74 times higher than that in the levee deposits (Kikuchi et al., 2018). The stratigraphic changes of bioturbation intensity and ichnodiversity were estimated by application of the image-resampling method proposed by Kikuchi et al. (2018). In addition, geochemical analysis was also examined in the Izaki Olistolith. The total organic carbon (TOC) and total nitrogen (TN) contents in 77 mudstone samples were measured with the element analyzer FLASH 2000 (Thermo Fisher Scientific).

Detailed analysis of ichnodiversity for each 1 m thick interval showed that the ichnodiversity in the Izaki Olistolith increased upward associated with paleoenvironmental changes from levee to channel environments and subsequent filling of the channel. In contrast, bioturbation intensity was constantly low, showing no significant trend in vertical changes. The TOC values range from 0.38 to 0.52wt.%. The mean values of TOC and TN were 0.46wt.% and 0.08wt.%, respectively. Both of TOC and TN values slightly increased upward.
The test of correlation suggested a significant positive correlation between the ichnodiversity and the mean of TOC for each 1 m thick interval. This implies that the variation of ichnodiversity in submarine fan deposits can be an indicator of organic matter input, especially under the condition of relatively low

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

amount of input (0.3–0.5wt.%). In future work, it is necessary to analyze the deposits that have higher organic matter contents and investigate how bioturbation intensity and ichnodiversity change under the high organic matter input.

キーワード：生痕化石、生痕多様性、生物攪拌強度、全有機炭素量
Keywords: ichnofossil, ichnodiversity, bioturbation intensity, total organic carbon

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Effect of Freeze-Thaw Cycles on Bank Erosion Rate of Bedrock

*Jagriti Mishra[1], Takuya Inoue[1]

1. Civil Engineering Research Institute for Cold Region, Sapporo - Hokkaido, Japan

Freeze-Thaw erosion happens when water penetrates through the cracks in rocks; freezes, and expands in volume, making the cracks bigger and eventually the rock weaker. Freeze-Thaw induced erosion accounts for 24% of the world land area and 55% of the total land area of the northern hemisphere making it the third major erosion type after water erosion and wind soil erosion. Even though, the effect of FT is massive, knowledge regarding how it effects rivers is scarce.

In this study, we have made an attempt to explore the change in the rate of erosion followed by a series of Freeze-Thaw cycles. We collected specimens from Rekifune river in Hokkaido, Japan. Each specimen was circular with a diameter of 220mm and height of 50mm. The specimens were immediately kept in air cushions to keep from drying, freezing or shock during transportation. In laboratory, until the test, the specimens were kept at room temperature, completely submerged in water to prevent the specimens from changes in water content.

Specimens were put through freeze-thaw cycle using a Freeze-Thaw Apparatus shown in Fig.1. The minimum temperature maintained to achieve freezing of the specimens was -18℃. The maximum temperature of the apparatus was maintained at 20℃ in order to achieve thawing of specimens. The time taken to achieve minimum and maximum temperatures was 3hours and 4hours respectively. The specimens were maintained at minimum and maximum temperature for 0.5 hours each. The total time taken for an entire cycle of freezing and thawing was 8 hours. After 1 cycle of FT, the surface layer peeled off; After 2nd cycle, the surface started getting flaky and peeling off; After 3rd cycle, a thin surface layer peeled off and the specimen disintegrated and couldn’ t be prepared for another FT cycle. The tensile strength of specimens decreased considerably after first FT cycle itself. The erosion rate of the specimens was measured using a rotation mill. The erosion rate of specimens decreased exponentially as shown in Fig.1. However, these samples were artificially frozen and thawed in a dry condition. In order to study the effect of FT cycles in wet conditions, we performed another set of experiments with specimens completely submerged in water. These specimens were kept outside the laboratory in order to study the effect of FT in natural conditions. The specimens were submerged under 400mm water depth. The top layer of the water was frozen within 1 night of setting up the specimens. After 1 month, the specimen was tested for its erosion rate. The erosion rate of the specimen became 2 times of specimen not put through FT cycle. Moreover, as shown in Fig.2; the specimens were flaking and disintegrating by itself due to FT. These results suggest that FT effects not only river banks, but river bed as well.

Keywords: Freeze-Thaw weathering, erosion rate, bedrock

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

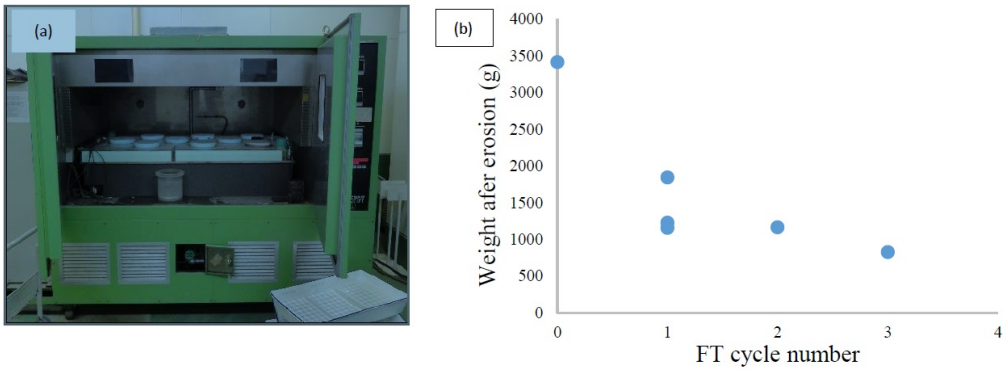


Fig.1 Experiment performed in dry conditions

(a) Apparatus used for mimicking FT cycle (b) Graph showing decrease erosion rate with respect to number of FT cycle.

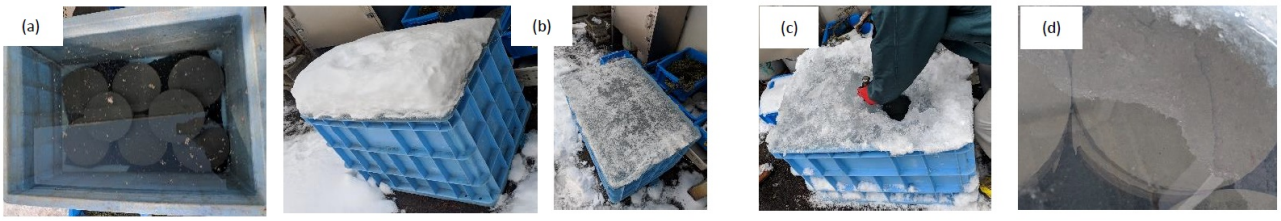


Fig.2 Completely submerged specimen in natural FT conditions

(a) Specimen submerged under 400mm water depth (b) The top layer of water is frozen (c) Breaking the top frozen layer using chisel and hammer to extract the specimen (d) It can be seen that the sample is flaking under water.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Implications for paleoenvironment and tectonic setting of Khujirt area, Northern Mongolia

*Bat-Orshikh Erdenetsogt[1], Ariunbold Erdene[2]

1. National University of Mongolia, 2. ErdGeo LLC

Khujirt is a syncline that hosts Jurassic coal deposit in Northern Mongolia. Nine coal samples collected from exploration borehole were selected for analyses of major oxide and trace and REE elements of coal ash. The analyses were performed at Central Geological Laboratory in Ulaanbaatar, Mongolia according to appropriate international standards.

The average value of CAI for the samples is 82.8±1.6, reflecting intensive weathering in the source area. The plotted data on A-CN-K diagram displays that rocks in coal were sourced mainly from Early Permian andesite and basalt and Early Paleozoic granodiorite, which borders Khujirt syncline. It is also supported by AlO2O3/TiO2 (avg. 18.4±0.3) and TiO2/Zr (63.4±2.4) ratios. To infer tectonic setting, two multi-dimensional discrimination diagrams were used. The results suggest that the tectonic setting of Khujirt was foreland basin that was probably formed by closure of Mongol-Okhotsk Ocean. This finding is consistent with generally accepted tectonic history of the region. Low Rb/Sr (0.02-0.04) and high Sr/Cu (13.8-30.6) ratios of the studied samples indicate that arid climate condition was dominant during the deposition of Khujirt peat accumulation. This conclusion is supported by C-values of the samples range from 0.1 to 0.3 as well. Due to arid condition, salinity was high reflecting substantially high Sr/Ba ratio varying from 1.7 to 2.7.

Keywords: sedimentology, geochemistry, Mongolia

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Petrographic characteristics of Middle Permian sandstones in Southern Mongolia and their geological implications

*Enkhbayar Bolormaa[1], Dashpuntsag Nansalmaa[1], Bat-Orshikh Erdenetsogt[1], Baigalmaa Norov[1], Bat Bold[1], Luvsanchultem Jargal[1], Avirmed Tulga[1]

1. National Unniversity of Mongolia

Middle Permian Tavantolgoi coal deposit lies in southern Mongolia and has more than 6 billion tons of coal including significant tonnage of coking coal. In 2017, exploration bore holes were drilled at Borteeg, the largest syncline of the deposit. Eighteen sandstone samples were collected from coal-bearing sequences that were intersected by 900 m deep bore holes. Standard thin sections were prepared from core samples and studied under polarizing microscope and point-counted using the Gazzi-Dickinson method.

Detrital grains of the studied samples consist of mineral grains and rock fragments. They are generally well-rounded and moderately sorted. Size of detrital grains ranges from 0.1 mm to 1.0 mm. Detrital minerals quartz and feldspar comprising 7-31% of the total constituents. Quartz comprises 13-24% and monocrystalline quartz dominates over polycrystalline quartz. In feldspar grains, plagioclase is more abundant than K-feldspar. Lithic fragment comprises 49-60%, of which volcanic rock fragments predominates. Cement is carbonates partly enriched in iron oxide, resulting in reddish color.

The sandstones of Middle Permian in Borteeg syncline are classified as litharenite suggesting that weathering intensity in source area was weak, probably due to relatively arid to semiarid climate conditions. Provenance analysis (Q-F-L, Qm-F-Lt, and Qp-Lvm-Lsm diagrams) suggests that the sandstones are recycled sediments derived from transitional arc and undissected arc that were formed during the closure of Paleoasian ocean between southern Mongolia and North China block.

Keywords: sandstone provenance, Middle Permian, Mongolia

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_22

[H-CG32] 堆積・侵食・地形発達プロセスから読み取る地球表層環境変動

コンビーナ:清家 弘治(産業技術総合研究所・地質調査総合センター)、山口 直文(茨城大学　広域水圏環境科学教育研究センター)、成瀬 元(京都大学大学院理学研究科)、高柳 栄子(東北大学大学院理学研究科地学専攻)

地層の形成や地形発達のプロセスに注目し，地球表層環境のダイナミクスや変遷を議論するため，分野の垣根を越えた研究発表を募る．手法やあつかう時間スケールを問わず，野外観測・実験，理論に基づいた地形・堆積物・堆積岩組成・流体（河川・波浪・土石流・乱泥流・火砕流など）の研究を対象とする．防災や資源探査の観点からの議論も歓迎する．

[HCG32-P01] 新潟県上越地域における海浜礫の形状変化から考える礫の磨耗過程

*松風 潤[1]、白井 正明[1]、宇津川 喬子[2] (1.首都大学東京、2.立正大学)

[HCG32-P02] 千葉県小糸川上流の蛇行州の増水による変化

*岡崎 浩子[1] (1.千葉県立中央博物館生態学・環境研究科)

[HCG32-P03] 沖永良部島，徳之島，奄美大島周辺の底質分布と堆積環境

*天野 敦子[1] (1.産業技術総合研究所)

[HCG32-P04] Effect of organic matter input on bioturbation in submarine channel-levee deposits: an example of the Izaki Olistolith in the Oligocene Nichinan Group

*菊地 一輝[1]、成瀬 元[1] (1.京都大学大学院 理学研究科 地球惑星科学専攻)

[HCG32-P05] Effect of Freeze-Thaw Cycles on Bank Erosion Rate of Bedrock

*Jagriti Mishra[1]、Takuya Inoue[1] (1.Civil Engineering Research Institute for Cold Region, Sapporo - Hokkaido, Japan)

[HCG32-P06] Implications for paleoenvironment and tectonic setting of Khujirt area, Northern Mongolia

*Bat-Orshikh Erdenetsogt[1]、Ariunbold Erdene[2] (1.National University of Mongolia、2.ErdGeo LLC)

[HCG32-P07] Petrographic characteristics of Middle Permian sandstones in Southern Mongolia and their geological implications

*Enkhbayar Bolormaa[1]、Dashpuntsag Nansalmaa[1]、Bat-Orshikh Erdenetsogt[1]、Baigalmaa Norov[1]、Bat Bold[1]、Luvsanchultem Jargal[1]、Avirmed Tulga[1] (1.National Unniversity of Mongolia)

新潟県上越地域における海浜礫の形状変化から考える礫の磨耗過程
Abration process of gravel considered from shape change of beach gravel in Joetsu region, Niigata Prefecture,central Japan

*松風 潤[1]、白井 正明[1]、宇津川 喬子[2]
*Jun Matsukaze[1], Masaaki Shirai[1], Takako UTSUGAWA[2]

1. 首都大学東京、2. 立正大学
1. Tokyo Metropolitan University, 2. Rissho University

新潟県上越地域の河口周辺の海岸に分布する礫浜海岸では，多種多様な礫種を確認することができ，海浜礫の粒度分布や礫種組成についての研究がなされてきた．しかし河川から運搬されてきた礫がどのように海浜に堆積し，磨耗されていくかに関する研究はほとんど行われておらず，全国的にみてもこれに関する研究は多くない．海浜礫が河口から海岸を運搬されるに伴ってどのように破砕作用や磨耗作用を受けているかを研究することは，河川からの砕屑物の供給が海浜に及ぼす影響の評価につながると期待される．

新潟県上越地域は北部フォッサマグナ地域の最北部に位置し，フォッサマグナ西縁に伸びる糸魚川ー静岡構造線を境に，東側の地域と西側の地域とは地形的，地質的に大きく異なっている（たとえば，長森ほか 2010）．東部では能生川，早川などの5つの河川が流れており，糸魚川ー静岡構造線に沿うように姫川が流れている．

これらの礫浜で地域の養浜や護岸の状況を考慮して，姫川河口周辺（河口から西側に1800mまでの範囲で概ね500mごと）と，早川河口周辺・能生川河口周辺（共に河口付近と西側300m）で礫の測定を行った．各調査地点では前浜・後浜それぞれで海岸線に沿った50mのラインを設定し，各河川で特有かつ他の礫種と見分けがつきやすい礫種の礫を「特徴礫」として測定の対象とし，姫川河口周辺では3種類，早川河口周辺・能生川河口周辺ではそれぞれ１種類の特徴礫の粒径と円磨度を測定した．粒径の測定は長径（a），中間径（b），短径（c）の三軸を測定し，三軸の積の三乗根を平均粒径とした．また三軸を用いた礫の形状分類（Zingg，1935）を用いてその形状的特徴を評価した．円磨度は円磨度印象図（Krumbein，1941）と円磨度印象図のための補助フローチャート（宇津川・白井2016）に基づいて測定した．

その結果，河口から遠ざかるにつれて明らかな変化が確認されたものは粒径の減少のみであった．また，河口付近から遠ざかると礫の淘汰が良くなり，粒径が減少する際には長径，中間径，短径の順に破砕・磨耗しやすい規則性が見られることが分かった．

扁平度や円磨度は河口からの距離ではなく，粒径や礫種との相関が見られた．また，礫の形状は様々な形状の礫が破砕・磨耗作用によって，まず長径が急速に減少することによって円盤状となり，さらに中間径が減少することによって球状になることが分かった．

複数の礫種を測定対象とした姫川河口周辺の測定結果に着目すると，河口から離れるに従って粒径が減少しやすい順番と円磨度の低い順番は共に礫岩・花崗岩・蛇紋岩となった．礫岩の中に含まれる礫が脱落すると粒径は減少する一方で円磨度は低下することなどから，粒径の減少と円磨度には構成する粒子および鉱物の大きさが大きく関係していると思われる．

参考文献

Krumbein，W．C．1941．Measurement and geologic significance of shape and roundness of sedimentary　particles．Journal of Sedimentary Petrology 11:64ー72.

公文富士夫・立石雅昭1998．新版　砕屑物の研究法，地学双書29:399.

長森英明・竹内　誠・古川竜太・中澤　努・中野　俊2010．小滝地域の地質．地域地質研究報告（5万分の

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

1地質図幅）地質調査総合センター 金沢10:19.
宇津川喬子・白井正明2016．砕屑粒子の形状に関する研究史と今後の展望ー特に円磨度に注目してー，地理学評論 89(6):329ー346.
Zingg，T．1935．Beiträge zur Schotteranalyse． *Schweizerische Mineralogische und Petrographische*

キーワード：海浜礫、粒径、扁平度、円磨度
Keywords: Beach Gravel, Particle size, Flatness, Roundness

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

千葉県小糸川上流の蛇行州の増水による変化
A meander bar in the upper Koito River changed by floods

*岡崎 浩子[1]
*Hiroko Okazaki[1]

1. 千葉県立中央博物館生態学・環境研究科
1. Division of ecology & environmentology, Natural History and Institute, Chiba

小糸川は房総半島中央部の丘陵を源流とし北流して東京湾に注ぐ．上流域の丘陵は中新統～鮮新統安房層群の半固結した砂岩泥岩互層からなり，河道は丘陵を深く刻む穿入蛇行をなしている．河床は平滑な岩盤河床で薄い砂礫の集積がまれにみられる．調査地点（君津市豊英）では蛇行河道の凸側（滑走斜面）に砂礫からなる蛇行州が形成されている．この蛇行州では川の増水（2017年秋の台風）により，州の側方付加と，より径の大きい礫が下流方向に堆積する変化がみられた．

キーワード：蛇行州、小糸川、洪水
Keywords: meander bar, Koito River, flood

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

沖永良部島，徳之島，奄美大島周辺の底質分布と堆積環境
Depositional environment based on grain size of surface sediments around Okinoerabu-jima, Tokuno-shima and Amami-oshima Islands

*天野 敦子[1]
*Atsuko Amano[1]

1. 産業技術総合研究所
1. National institute of Advanced Industrial Science and Technology

沖縄島北方に位置する与論島，伊平屋島，沖永良部島，徳之島周辺の水深2200 m以浅の海域において，322地点でグラブ採泥器を用いた海底表層堆積物の採取と，採泥器に取り付けた海底カメラで海底面の撮影を行った．そして，採取された砂質，泥質堆積物を用いて粒度分析を行った．これら結果を基に，海底表層の底質変化と堆積環境について検討した．水深約600 m以浅の海域では，露岩や中～巨礫または生物性砕屑物を多く含む1φ以下の粗粒堆積物が分布する．水深600 m以深の海域では，斜面や凸地形周辺では2～4φの砂質堆積物が，与論海盆や沖永良部海盆を含む凹地形では4～7φのシルトが分布する．本調査海域の堆積環境は水深増加に伴い水理営力の影響が弱くなり，凹地形では半遠洋堆積物が分布する．また，本調査海域の66地点で海底にリップルが確認され，それら地点の水深はおおよそ1000 m以浅で，粒度は1-3φであった．リップルから推定される流向は複雑な変化を示し，微地形などの影響を受けて底層流は変化していると考えられる．

キーワード：粒度、海底写真、堆積環境
Keywords: grain size, seabed photography, sedimentary environment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Effect of organic matter input on bioturbation in submarine channel-levee deposits: an example of the Izaki Olistolith in the Oligocene Nichinan Group

*菊地 一輝[1]、成瀬 元[1]
*Kazuki Kikuchi[1], Hajime Naruse[1]

1. 京都大学大学院 理学研究科 地球惑星科学専攻
1. Division of Earth and Planetary Sciences, Guraduate School of Science, Kyoto University

This study focused on the variation of bioturbation intensity, ichnodiversity, and total organic carbon contents in actual submarine fan deposits, aiming to clarify their relationships. For sedimentological analysis, effects of sediment reworking by benthic animals have been estimated by indices of bioturbation intensity such as “ichnofabric indices” (*ii*; Droser and Bottjer, 1986) or “bioturbation indices” (BI; Taylor and Gorldring, 1993), which are represented by proportion of bioturbated area in outcrop surface. Recently, it was suggested that number of ichnotaxa (ichnodiversity) varies associated with changes of sedimentary environments, so that differences of ichnodiversity can also be an indicator of sedimentary environments (Buatois and Mángano, 2013; Callow et al., 2014). It is considered that various paleoenvironmental factors may affect the variation of bioturbation intensity or ichnodiversity (Orr, 2001). Particularly, fluctuation of organic matter input can significantly change the activities of benthic animals as shown in studies of biodiversity of recent shallow-marine benthic communities (e.g. Hyland et al., 2005). However, there are a few researches to discuss the relationships between ichnoassemblages and organic matter conditions (e.g. Wetzel and Uchman, 1998).

To this end, we observed the ichnoassemblage of the Izaki Olistolith within the Oligocene Nichinan Group in the southern part of Kyushu Island, southwest Japan. The Izaki Olistolith is composed of the alternating beds of turbidite sandstone and mudstone which are interpreted as deposits of a submarine channel-levee system. The lower part of the Izaki Olistolith consists of the mudstone dominated levee deposits and is overlain by the sandstone dominated channel-fill depoisits. A total of 22 ichnogenera and 24 ichnospecies occurred from the Izaki Olistolith. According to recent quantitative evaluation of ichnodiversity, the ichnodiversity in the channel-fill deposits was 1.74 times higher than that in the levee deposits (Kikuchi et al., 2018). The stratigraphic changes of bioturbation intensity and ichnodiversity were estimated by application of the image-resampling method proposed by Kikuchi et al. (2018). In addition, geochemical analysis was also examined in the Izaki Olistolith. The total organic carbon (TOC) and total nitrogen (TN) contents in 77 mudstone samples were measured with the element analyzer FLASH 2000 (Thermo Fisher Scientific).

Detailed analysis of ichnodiversity for each 1 m thick interval showed that the ichnodiversity in the Izaki Olistolith increased upward associated with paleoenvironmental changes from levee to channel environments and subsequent filling of the channel. In contrast, bioturbation intensity was constantly low, showing no significant trend in vertical changes. The TOC values range from 0.38 to 0.52wt.%. The mean values of TOC and TN were 0.46wt.% and 0.08wt.%, respectively. Both of TOC and TN values slightly increased upward.
The test of correlation suggested a significant positive correlation between the ichnodiversity and the mean of TOC for each 1 m thick interval. This implies that the variation of ichnodiversity in submarine fan deposits can be an indicator of organic matter input, especially under the condition of relatively low

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

amount of input (0.3–0.5wt.%). In future work, it is necessary to analyze the deposits that have higher organic matter contents and investigate how bioturbation intensity and ichnodiversity change under the high organic matter input.

キーワード：生痕化石、生痕多様性、生物攪拌強度、全有機炭素量
Keywords: ichnofossil, ichnodiversity, bioturbation intensity, total organic carbon

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Effect of Freeze-Thaw Cycles on Bank Erosion Rate of Bedrock

*Jagriti Mishra[1], Takuya Inoue[1]

1. Civil Engineering Research Institute for Cold Region, Sapporo - Hokkaido, Japan

Freeze-Thaw erosion happens when water penetrates through the cracks in rocks; freezes, and expands in volume, making the cracks bigger and eventually the rock weaker. Freeze-Thaw induced erosion accounts for 24% of the world land area and 55% of the total land area of the northern hemisphere making it the third major erosion type after water erosion and wind soil erosion. Even though, the effect of FT is massive, knowledge regarding how it effects rivers is scarce.

In this study, we have made an attempt to explore the change in the rate of erosion followed by a series of Freeze-Thaw cycles. We collected specimens from Rekifune river in Hokkaido, Japan. Each specimen was circular with a diameter of 220mm and height of 50mm. The specimens were immediately kept in air cushions to keep from drying, freezing or shock during transportation. In laboratory, until the test, the specimens were kept at room temperature, completely submerged in water to prevent the specimens from changes in water content.

Specimens were put through freeze-thaw cycle using a Freeze-Thaw Apparatus shown in Fig.1. The minimum temperature maintained to achieve freezing of the specimens was -18℃. The maximum temperature of the apparatus was maintained at 20℃ in order to achieve thawing of specimens. The time taken to achieve minimum and maximum temperatures was 3hours and 4hours respectively. The specimens were maintained at minimum and maximum temperature for 0.5 hours each. The total time taken for an entire cycle of freezing and thawing was 8 hours. After 1 cycle of FT, the surface layer peeled off; After 2nd cycle, the surface started getting flaky and peeling off; After 3rd cycle, a thin surface layer peeled off and the specimen disintegrated and couldn’ t be prepared for another FT cycle. The tensile strength of specimens decreased considerably after first FT cycle itself. The erosion rate of the specimens was measured using a rotation mill. The erosion rate of specimens decreased exponentially as shown in Fig.1. However, these samples were artificially frozen and thawed in a dry condition. In order to study the effect of FT cycles in wet conditions, we performed another set of experiments with specimens completely submerged in water. These specimens were kept outside the laboratory in order to study the effect of FT in natural conditions. The specimens were submerged under 400mm water depth. The top layer of the water was frozen within 1 night of setting up the specimens. After 1 month, the specimen was tested for its erosion rate. The erosion rate of the specimen became 2 times of specimen not put through FT cycle. Moreover, as shown in Fig.2; the specimens were flaking and disintegrating by itself due to FT. These results suggest that FT effects not only river banks, but river bed as well.

Keywords: Freeze-Thaw weathering, erosion rate, bedrock

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

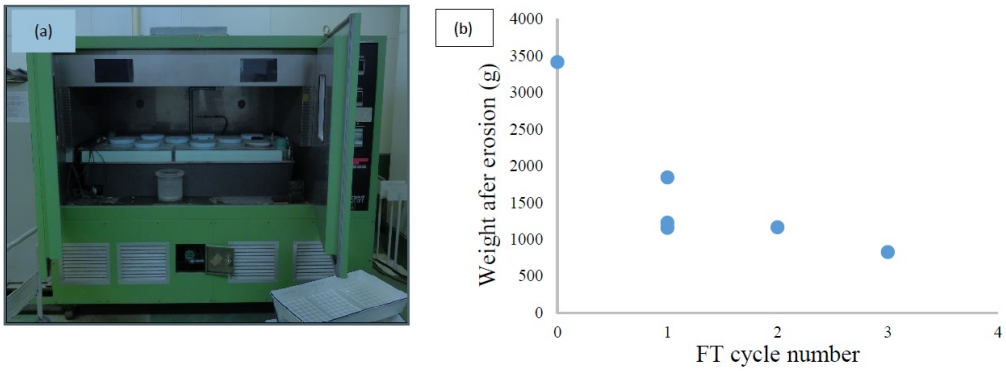


Fig.1 Experiment performed in dry conditions

(a) Apparatus used for mimicking FT cycle (b) Graph showing decrease erosion rate with respect to number of FT cycle.

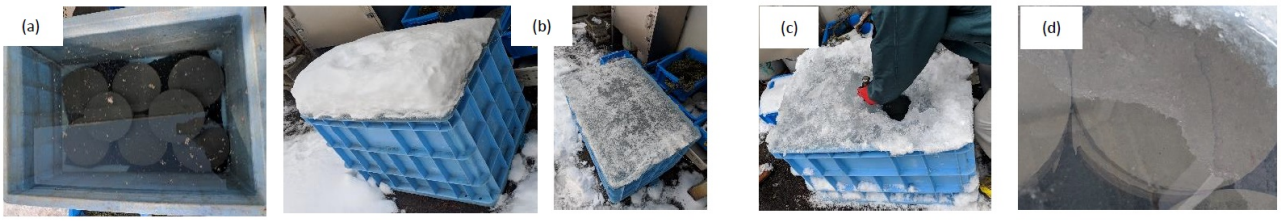


Fig.2 Completely submerged specimen in natural FT conditions

(a) Specimen submerged under 400mm water depth (b) The top layer of water is frozen (c) Breaking the top frozen layer using chisel and hammer to extract the specimen (d) It can be seen that the sample is flaking under water.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Implications for paleoenvironment and tectonic setting of Khujirt area, Northern Mongolia

*Bat-Orshikh Erdenetsogt[1], Ariunbold Erdene[2]

1. National University of Mongolia, 2. ErdGeo LLC

Khujirt is a syncline that hosts Jurassic coal deposit in Northern Mongolia. Nine coal samples collected from exploration borehole were selected for analyses of major oxide and trace and REE elements of coal ash. The analyses were performed at Central Geological Laboratory in Ulaanbaatar, Mongolia according to appropriate international standards.

The average value of CAI for the samples is 82.8±1.6, reflecting intensive weathering in the source area. The plotted data on A-CN-K diagram displays that rocks in coal were sourced mainly from Early Permian andesite and basalt and Early Paleozoic granodiorite, which borders Khujirt syncline. It is also supported by AlO2O3/TiO2 (avg. 18.4±0.3) and TiO2/Zr (63.4±2.4) ratios. To infer tectonic setting, two multi-dimensional discrimination diagrams were used. The results suggest that the tectonic setting of Khujirt was foreland basin that was probably formed by closure of Mongol-Okhotsk Ocean. This finding is consistent with generally accepted tectonic history of the region. Low Rb/Sr (0.02-0.04) and high Sr/Cu (13.8-30.6) ratios of the studied samples indicate that arid climate condition was dominant during the deposition of Khujirt peat accumulation. This conclusion is supported by C-values of the samples range from 0.1 to 0.3 as well. Due to arid condition, salinity was high reflecting substantially high Sr/Ba ratio varying from 1.7 to 2.7.

Keywords: sedimentology, geochemistry, Mongolia

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Petrographic characteristics of Middle Permian sandstones in Southern Mongolia and their geological implications

*Enkhbayar Bolormaa[1], Dashpuntsag Nansalmaa[1], Bat-Orshikh Erdenetsogt[1], Baigalmaa Norov[1], Bat Bold[1], Luvsanchultem Jargal[1], Avirmed Tulga[1]

1. National Unniversity of Mongolia

Middle Permian Tavantolgoi coal deposit lies in southern Mongolia and has more than 6 billion tons of coal including significant tonnage of coking coal. In 2017, exploration bore holes were drilled at Borteeg, the largest syncline of the deposit. Eighteen sandstone samples were collected from coal-bearing sequences that were intersected by 900 m deep bore holes. Standard thin sections were prepared from core samples and studied under polarizing microscope and point-counted using the Gazzi-Dickinson method.

Detrital grains of the studied samples consist of mineral grains and rock fragments. They are generally well-rounded and moderately sorted. Size of detrital grains ranges from 0.1 mm to 1.0 mm. Detrital minerals quartz and feldspar comprising 7-31% of the total constituents. Quartz comprises 13-24% and monocrystalline quartz dominates over polycrystalline quartz. In feldspar grains, plagioclase is more abundant than K-feldspar. Lithic fragment comprises 49-60%, of which volcanic rock fragments predominates. Cement is carbonates partly enriched in iron oxide, resulting in reddish color.

The sandstones of Middle Permian in Borteeg syncline are classified as litharenite suggesting that weathering intensity in source area was weak, probably due to relatively arid to semiarid climate conditions. Provenance analysis (Q-F-L, Qm-F-Lt, and Qp-Lvm-Lsm diagrams) suggests that the sandstones are recycled sediments derived from transitional arc and undissected arc that were formed during the closure of Paleoasian ocean between southern Mongolia and North China block.

Keywords: sandstone provenance, Middle Permian, Mongolia

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 13:45 ~ 15:15 | 105 1F

[H-CG32] 堆積・侵食・地形発達プロセスから読み取る地球表層環境変動

コンビーナ:清家 弘治(産業技術総合研究所・地質調査総合センター)、山口 直文(茨城大学　広域水圏環境科学教育研究センター)、成瀬 元(京都大学大学院理学研究科)、高柳 栄子(東北大学大学院理学研究科地学専攻)、座長:清家 弘治

地層の形成や地形発達のプロセスに注目し，地球表層環境のダイナミクスや変遷を議論するため，分野の垣根を越えた研究発表を募る．手法やあつかう時間スケールを問わず，野外観測・実験，理論に基づいた地形・堆積物・堆積岩組成・流体（河川・波浪・土石流・乱泥流・火砕流など）の研究を対象とする．防災や資源探査の観点からの議論も歓迎する．

13:45 ~ 13:50

Introduction

13:50 ~ 14:20

[HCG32-01] Long-term beach observation and future shoreline prediction

★Invited Papers

*伴野 雅之[1] (1.国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所)

14:20 ~ 14:35

[HCG32-02] 大阪湾の海底に見られるサンドウェーブの移動

*小島 響[1]、松野 哲男[2,3]、佐野 守[2]、島 伸和[3,2]、遠藤 徳孝[4]、大串 健一[1]、谷 篤史[1] (1.神戸大学　大学院人間発達環境学研究科、2.神戸大学　海洋底探査センター、3.神戸大学　大学院理学研究科、4.金沢大学　理工研究域地球社会基盤学系)

14:35 ~ 14:50

[HCG32-03] 火星のガリー・ローブ状地形の逆解析：２次元フェルミ流体モデルからの検討

納村 恭平[1]、*成瀬 元[1] (1.京都大学大学院理学研究科)

14:50 ~ 15:05

[HCG32-04] 石英粒子の形状と表面構造を利用した後背地推定のための検討

*板宮 裕実[1]、杉田 律子[1]、須貝 俊彦[2] (1.科学警察研究所、2.東京大学大学院)

15:05 ~ 15:15

Discussion

Long-term beach observation and future shoreline prediction

*伴野 雅之[1]
*Masayuki Banno[1]

1. 国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所
1. Port and Airport Research Institute

Port and Airport Research Institute (PARI) has measured daily beach profiles since 1986 at the Hasaki coast of Japan. This long-term and high-time-resolution beach profile data is used to understand the nearshore processes and predict the future beach morphological change. The talk will be about the long-term beach observation data and the future projection of the shoreline change in response to SLR and wave climate change under global climate change. Long-term beach observation data available at the other beaches will also be introduced.

キーワード：海岸線変化、砂浜地形
Keywords: Shoreline change, Beach morphology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

大阪湾の海底に見られるサンドウェーブの移動
Migration of sand waves observed in Okinose area of Osaka Bay

*小島 響[1]、松野 哲男[2,3]、佐野 守[2]、島 伸和[3,2]、遠藤 徳孝[4]、大串 健一[1]、谷 篤史[1]
*Kojima Hibiki[1], Tetsuo Matsuno[2,3], Mamoru Sano[2], Nobukazu Seama[3,2], Noritaka Endo[4], Ken'ichi Ohkushi[1], Atsushi Tani[1]

1. 神戸大学　大学院人間発達環境学研究科、2. 神戸大学　海洋底探査センター、3. 神戸大学　大学院理学研究科、4. 金沢大学　理工研究域地球社会基盤学系
1. Graduate School of Human Development and Environment, Kobe University, 2. Kobe Ocean Bottom Exploration Center(KOBEC), Kobe University, 3. Graduate School of Science / Faculty of Science, Kobe University, 4. School of Geoscience and Civil Engineering College of Science and Engineering, Kanazawa University

固結していない砂粒子などに水の流れが作用することで形成される波長数m-数百mの微小地形をサンドウェーブと呼ぶ．大阪湾内の淡路島東縁の沖ノ瀬と呼ばれる海域には沖ノ瀬環流と呼ばれる恒流が存在し，沖ノ瀬の水深が30-45 mの海底付近では，波長10-100 m規模のサンドウェーブが観測されている．しかし，沖ノ瀬のサンドウェーブの詳細な特徴，形成機構，変化機構等の解明は水産資源保護や航海安全確保の観点から重要であるにも関わらず，詳細は不明である(八島, 1992)．本研究では，現在の大阪湾沖ノ瀬の海底に見られるサンドウェーブを約1年間に6回地形調査観察することで，沖ノ瀬のサンドウェーブがこの期間にどの方向にどの程度移動するか評価した．

2017年9月27日，11月12日，2018年3月24日，8月31日，9月26日，10月13日の6回にわたり，神戸大学大学院海事科学研究科附属練習船「深江丸」に搭載されているマルチナロービーム測深器を用いた沖ノ瀬の海底地形の調査，ならびにグラブ式採泥器を用いた採泥を行った．南北2 km，東西1 kmを調査範囲とした．

得られた海底地形図を解析したところ，沖ノ瀬南東部で波長の異なるサンドウェーブが観察された．Perillo and Ludwick (1984)の基準に従うと，沖ノ瀬南東部で確認されたサンドウェーブは，大きいサンドウェーブ（波長50 m以上，波高2 m以上），小さいサンドウェーブ（波長10-50 m，波高0.6-2 m），メガリップル（波長10 m未満，波高60cm未満）の主に3種類に分けられることが明らかになった．この期間の観察において，大きいサンドウェーブの移動は確認できなかったが，小さいサンドウェーブは5 mほど北進し，メガリップルは日々変動しているという結果が得られた．通常，サンドウェーブは残差流（ここでは沖ノ瀬環流で北方向となる）の方向に移動することが知られており（Nemeth et al., 2002），沖ノ瀬でも同様であることが明らかとなった．また，2018年6月18日に大阪北部地震，同年8月23日に台風20号，同年9月4日に台風21号と沖ノ瀬周辺で大きな波をもたらす災害があったが，大きいサンドウェーブへの影響は見られなかった．

サンドウェーブの構造化は国内外で報告例（鹿児島県大隅海峡（Ikehara, 1998）やスペインカディス湾（Nemeth et al., 2007）など）があるが，大阪湾の沖ノ瀬のサンドウェーブが大きく3種類に構造化できるということは今回の調査で新しく判明した．形成されるサンドウェーブの波長・波高の大きさは，深度，底質の粒径，海底付近の海水の流れの大きさによって決まるため，海水の流れの評価は重要である．しかし，海底付近の海水の流れを実測することは困難であるため，現時点では，海底付近の海水の流れと小さいサンドウェーブの移動を関連付けて説明するには至っていない．現在，沖ノ瀬の海底付近の海水の流れをシミュレーションによって明らかにすることを検討しており，その結果から沖ノ瀬のサンドウェーブの形成機構に迫っていきたいと考えている．

キーワード：サンドウェーブ、大阪湾、移動
Keywords: sand wave, Osaka Bay, migration

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

火星のガリー・ローブ状地形の逆解析：２次元フェルミ流体モデルからの検討

Inverse analysis of lobe/gully on Mars: examination by 2D Voellmy fluid model

納村 恭平[1]、*成瀬 元[1]
Kyohei Noumura[1], *Hajime Naruse[1]

1. 京都大学大学院理学研究科
1. Department of Geology and Mineralogy, Graduate School of Science, Kyoto University

It has been known lobate deposits accompanied with small gullies distribute on the surface of Mars, but their origin has not been clarified yet. Topographic features of lobate deposits on Mars resemble deposits of debris flow on Earth, which is a flow composed of high-concentration and fluid (water). Therefore, lobate deposits have been focused as proxies of fluid phase of water on Martian surface environments. However, several studies suggested that lobate landform can also be formed by other processes such as rock avalanches, and thus water in fluid phase may not be required for producing such deposits. Thus, the controversy on existence of fluid water has not been settled. To this end, this study aims to distinguish the formation process of lobes on Mars by inverse analysis of rheological properties of the flow. Two dimensional Voellmy fluid model was employed as the forward model, which has been proved to be capable of reproducing behavior of debris flows or snow avalanches on Earth. Istok Crater that locates in mid latitudes of the southern Hemisphere of Mars was chosen as the study area. Geomorphology of a lobate deposit on the northern fringe of the crater was measured from DEM, and the rheological parameters of the flow was reconstructed by parametric optimization of the forward model to fit the calculation results to actual geomorphology. As a result, the inverse analysis suggested that the rheological property of the formative process of the lobate deposit was quite different from terrestrial debris flows estimated on Earth. Also, the reconstructed parameters largely deviated from other known processes such as rock or snow avalanches. This may imply that the unknown processes such as avalanches of CO2 frost that does not exist on Earth should be supposed as the formation process of lobes.

キーワード：火星、土石流、ガリー
Keywords: Mars, debris flow, gully

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

石英粒子の形状と表面構造を利用した後背地推定のための検討
Development of provenance study using quartz shapes and surface microtextures

*板宮 裕実[1]、杉田 律子[1]、須貝 俊彦[2]
*Hiromi Itamiya[1], Ritsuko Sugita[1], Toshihiko Sugai[2]

1. 科学警察研究所、2. 東京大学大学院
1. National Research Institute of Police Science, 2. The University of Tokyo

石英は風化に強く保存性が高いため、粒子の表面には粒子の運搬過程や堆積環境を反映した微細形態が残されている。1970年代頃から走査型電子顕微鏡(SEM)を用いて粒子表面の観察が行われており、運搬過程や堆積環境との関係が調べられている(Krinsley et al. 1973; Mahaney, 2002)。石英粒子の表面形態を観察し、堆積物の後背地を推定する研究は、ヨーロッパをはじめとする安定陸塊での事例が多数である。粒子の表面形態は主に機械的及び化学的作用から形成されるため、地形や地質の異なる地域では観察される形態的特徴やその出現頻度が異なる可能性があるが、日本のような地域における表面形態の多様性に関しては知見が不足している。本国で石英の表面形態の解析を後背地の推定に利用するためには、我が国の自然環境の理解に基づいた試料収集による知見の蓄積が必要と考えた。そこで、本研究では河川及び海岸の砂試料に含まれる石英を観察し、観察結果について画像解析や多変量解析を用いた評価法を検討した。

実験には、日本国内より採取した河床堆積物（3河川19試料）および海岸堆積物（5地域19試料）を用いた。河床堆積物は川底の砂を、海岸堆積物は潮間帯または後浜から砂を採取した。試料は脱炭酸、脱鉄および有機物分解を行った後、実体顕微鏡下で粒径0.1～1 mmの石英を選別し、30秒×2回白金蒸着を行った。観察には走査型電子顕微鏡JSM-6610LV(日本電子社製)を用い、加速電圧25 kVの高真空モードで1試料につき20粒の二次電子像を取得した。
石英粒子の形状評価には、粒子全体を写した1280×960ピクセルのSEM画像とImageJを用い、粒子の丸さ（Takashimizu et al. 2016）と、粒子の凹凸を表す指標としてフラクタル次元を算出した（鈴木, 2013）。石英粒子の表面の観察は、倍率を約100～10,000倍とし、先行研究（Vos et al. 2014）の形態分類表に基づき15種類の微細形態に着目して行った。各微細形態を有する粒子の割合を「形態の出現頻度」として算出した。観察結果は、統計解析ソフトの「エクセル統計」（社会情報サービス社製）を用い、SEMで観察した微細形態の出現頻度を変数として主成分分析（PCA）を行った。

河床堆積物では凹凸のある石英粒子が多く観察され、その外形は上流から下流にかけて大きな変化は見られなかった。粒子の表面には、貝殻状の断口、V字型の衝突痕、階段状の構造などの微細形態が確認された。いずれの微細形態も、水中での高いエネルギー環境下における粒子同士の衝突により形成されたと考えられた(Vos et al. 2014)。また石英内部の包有物に由来すると考えられる直径約数μmの微細な孔については、上流側と下流側で出現頻度が異なる河川があった。微細孔の出現頻度の違いは、粒子の生成環境、すなわち母岩の違いを表していると示唆されたため、河川の上流と下流で由来の異なる石英を観察している可能性が考えられた。
海岸堆積物では凹凸の少ない粒子が多い傾向にあったが、一部地域では河床堆積物に類似した形状の粒子が観察された。表面の形態は、水中での粒子同士の衝突により形成されるV字衝突痕の出現頻度に試料間で差が見られ(Krinsley et al. 1973)、河川からの土砂供給の影響が小さいと考えられる海岸では比較的高い出現頻度を示した。海岸までの運搬過程や堆積環境が試料採取地によって異なるため、多様な形の石英が認められたと考えられた。
表面形態の出現頻度を利用したPCAでは、河川3流域、海岸5地域それぞれでグルーピングが可能であった。PCAの第一主成分は化学的な作用で形成される形態が、第二主成分は機械的な作用による形態が主に

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

寄与していた。本手法は試料の類似性を調べるのに有効な手法と考えられた。

石英の形状および表面形態は採取地域ごとに多様性が見られ、石英を利用した後背地の推定は本国でも有用であると示唆された。石英の表面形態は、先行研究で報告されている種類の形態がおよそ観察されたものの、出現頻度が少ない形態もあるため、観察結果の考察は我が国の自然環境の理解に基づいて行う必要があると考えられた。

(Krinsley et al, Cambridge University Press, 1973: Mahaney, Oxford University Press, 2002: Takashimizu et al. Prog. Earth Planet Sci., 2016, 3:2: 鈴木ほか, 地質学雑誌, 2013, 119, 205-216: Vos et al. Earth-Science Reviews, 128, 93-104)

キーワード：石英、電子顕微鏡、画像解析、表面形態、フラクタル次元
Keywords: Quartz, SEM, Image analysis, Surface microtexture, Fractal dimension

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | 105 1F

[H-CG32] 堆積・侵食・地形発達プロセスから読み取る地球表層環境変動

コンビーナ:清家 弘治(産業技術総合研究所・地質調査総合センター)、山口 直文(茨城大学　広域水圏環境科学教育研究センター)、成瀬 元(京都大学大学院理学研究科)、高柳 栄子(東北大学大学院理学研究科地学専攻)、座長:高柳 栄子(東北大学)、清家 弘治

地層の形成や地形発達のプロセスに注目し，地球表層環境のダイナミクスや変遷を議論するため，分野の垣根を越えた研究発表を募る．手法やあつかう時間スケールを問わず，野外観測・実験，理論に基づいた地形・堆積物・堆積岩組成・流体（河川・波浪・土石流・乱泥流・火砕流など）の研究を対象とする．防災や資源探査の観点からの議論も歓迎する．

15:30 ~ 15:45

[HCG32-05] ベンガルファン堆積物における砕屑性重鉱物とNd-Sr同位体の特徴

*吉田 孝紀[1]、Cruz Jarrett[2]、M.C. Manoj [3]、葉田野 希[5]、France-Lanord Christian[4]、栗谷 豪[6] (1.信州大学理学部理学科地球学コース、2.フロリダ州立大学、3.Birbal Sahni Institute of Palaeosciences、4.CNRS-Universite de Lorraine、5.信州大学総合工学系研究科、6.北海道大学大学院理学研究院)

15:45 ~ 16:00

[HCG32-06] 北海道夕張地域中新統川端層のBoumaシークエンスを示す混濁流堆積層の有機物分析による植物片濃集機構の解明

*朝日 啓泰[1]、風呂田 郷史[2]、沢田 健[3] (1.北海道大学理学院自然史科学専攻、2.海洋研究開発機構、3.北海道大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

16:00 ~ 16:15

[HCG32-07] タービダイトに記録された前弧海盆の沈降変遷: 鮮新-更新統掛川層群

*曾根 明樹[1] (1.島根大学大学院　自然科学研究科　環境システム科学専攻　地球科学コース)

16:15 ~ 16:30

[HCG32-08] Most benthos floats up in liquefied sandy substrates: quantitative evaluation by measuring living-organism density

*清家 弘治[1]、佐々 真志[2]、白井 厚太朗[3]、窪田 薫[4] (1.産業技術総合研究所・地質調査総合センター、2.Port and Airport Institute、3.東京大学大気海洋研究所、4.海洋研究開発機構　高知コア研究所)

16:30 ~ 17:00

Discussion

ベンガルファン堆積物における砕屑性重鉱物とNd-Sr同位体の特徴
Detrital heavy mineral record and Nd-Sr isotopic signature in Bengal Fan

*吉田 孝紀[1]、Cruz Jarrett[2]、M.C. Manoj [3]、葉田野 希[5]、France-Lanord Christian[4]、栗谷 豪[6]
*Kohki Yoshida[1], Cruz Jarrett[2], Manoj M.C.[3], Nozomi Hatano[5], Christian France-Lanord[4], Takeshi Kuritani[6]

1. 信州大学理学部理学科地球学コース、2. フロリダ州立大学、3. Birbal Sahni Institute of Palaeosciences、4. CNRS-Universite de Lorraine、5. 信州大学総合工学系研究科、6. 北海道大学大学院理学研究院
1. Department of Geology, Faculty of Science, Shinshu University, 2. Florida State University, 3. Birbal Sahni Institute of Palaeosciences, 4. CNRS- Universite de Lorraine, 5. Graduate School of Science and Technology, Shinshu University, 6. Hokkaido University

The Bengal fan was formed by detritus shed by the Ganges and Brahmaputra rivers, reflecting India-Asia plate collision. The “IODP Expedition 354: Bengal Fan” recovered sediments recording the tectonic and climatic history related to the Himalayan orogeny (Fance-Lanord et al., 2016). We examined the heavy mineral assemblage, chemical composition of specific minerals and Nd-Sr isotope in the sediments deposited from the Miocene to present in the deepest hole (U1451A and B) in this expedition to clarify the detailed denudation history of the Himalayas. In addition, the heavy minerals in modern river sediments, taken from the Ganges and the Brahmaputra River in eastern India, are examined to compare with the Bengal Fan sediments.

The basal horizon of the Bengal Fan sediments, which consists of the latest Oligocene to earliest Miocene, was supplied by high-grade metamorphic terrene, correlatable to the High Himalaya Crystalline (HHC). Also, mafic metamorphic detritus, such as blue-green amphibole, were supplied suddenly from 14-13 Ma. Rare chromian spinels and Na-amphiboles were found in several horizons. These mafic detritus were actively provided after 7 Ma. These detritus were probably provided from the Yarlung-Tsangpo Suture Zone (YTSZ). After 6 Ma, olivine-pyroxene rich horizons are frequently intercalated in the Quaternary series. Tentative dominance of specific metamorphic minerals suggests episodic sediment production around HHC and YTSZ. The predominance of mafic minerals after 6 Ma indicates the contribution of the Brahmaputra River was increased. It is reported that the bed load sediments in the upper stream of the Brahmaputra River are characterized by the predominance of olivine, pyroxene, and ilmenite with a minor amount of spinels (Garzanti et al., 2004).

The depth profile of Sr-Nd isotopic signatures in the Bengal Fan sediments shows significant temporal variations. The range in 87Sr/86Sr and ε Nd indicate the dominance of Himalayan source. These signatures are bracketed by sediments from the Ganges, Brahmaputra River sands overlap with a data of the Lower Meghna (Pierson-Wickmann et al., 2001) indicating that the sediments in Bengal Fan are mixed products supplied from these two big rivers. Also, the Sr-Nd isotope depth profiles show a change in isotopic compositions around the lower part of the Middle Miocene.

These mineralogical and isotopic signatures indicate a relatively reduced supply of sediments from Brahmaputra river during the early Miocene time. The Sr-Nd isotopic signatures, the occurrence of mafic minerals and rare chromite grains also show significant variations indicating changes in the relative proportion of sediments originated from two big rivers. Especially in Pliocene and Quaternary sequences, the heavy mineral assemblage and Sr-Nd isotope signatures display a rapid and frequent change in the

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

relative portion of sediments from both revivers. This is possibly related to the historical change of Brahmaputra river discharge refracting river capturing in eastern Himalayan syntaxis.

References

France-Lanord, C., Spiess, V., Klaus, A., Schwenk, T., and the Expedition 354 Scientists, 2016. Proceedings of the International Ocean Discovery Program Volume 354, publications.iodp.org.

Garzanti, E., Vezzoli, G., Andò, S., France-Lanord, C., Singh, S. K., & Foster, G., 2004. Sand petrology and focused erosion in collision orogens: The Brahmaputra case. Earth and Planetary Science Letters, 220, 157–174.

Pierson-Wickmann, A.-C., Reisberg, L., France-Lanord, C., Kudrass, H., 2001. Os–Sr–Nd results from sediments in the Bay of Bengal: implications for sediment transport and the marine Os record. Paleoceanography 16, 435–444.

キーワード：ヒマラヤ、衝突山脈、中新世
Keywords: Himalaya, collision mountains, Miocene

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道夕張地域中新統川端層のBoumaシークエンスを示す混濁流堆積層の有機物分析による植物片濃集機構の解明

Evaluation of plant-fragment concentration mechanism in the turbiditic sediments in the Bouma Sequence by biomarker analysis in the Kawabata Formation, Yubari area, central Hokkaido, Japan.

*朝日 啓泰[1]、風呂田 郷史[2]、沢田 健[3]
*Hiroyasu Asahi[1], Satoshi Furota[2], Ken Sawada[3]

1. 北海道大学理学院自然史科学専攻、2. 海洋研究開発機構、3. 北海道大学大学院理学研究院地球惑星科学部門
1. Graduate School of Science, Hokkaido University, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Hokkaido University

【はじめに】北海道中央部夕張地域に分布する新第三系中新統川端層は、堆積盆底タービダイトとファンデルタ性のタービダイトで構成されていると考えられている(川上ほか，2002)．川端層ではタービダイト性の砂泥互層が卓越するが、稀に中粒～細粒で構成される砂岩層全体に植物片がラミナ状に濃集する砂岩層(植物片濃集砂岩層)が見つかる。Furota *et al.* (2014) では川端層の植物片濃集砂岩層の堆積学的研究およびバイオマーカー分析が行われており、ハイパーピクナル流によって形成された堆積物(ハイパーピクナイト)の可能性が強く示唆されている。一方で川端層ではBoumaシークエンスを示すタービダイトでも薄くはあるが有機物濃集層が形成されており、今まで植物片濃集砂岩層との比較はされていなかった。今回はBoumaシークエンスを示す典型的なタービダイトのバイオマーカー分析を行い、タービダイト内の有機地球化学的傾向から堆積過程の検討や、植物片濃集砂岩層との比較を行う。

【試料と方法】サンプルは2017年に記載、採取した北海道夕張地域の草木舞沢に露出する砂泥互層内の一連のタービダイト堆積物を用いた。有機地球化学分析としてバイオマーカー分析を行った。バイオマーカー分析として、脂質をジクロロメタン/メタノールで抽出した後に、シリカゲルカラムによって無極性～極性成分（脂肪族炭化水素画分、芳香族炭化水素画分、極性画分）に分画した。すべての画分をGC-MSおよびGC-FIDを用いてバイオマーカー分析した。

【結果と考察】今回分析した堆積相は15cm程の層厚を持ち、下部から緩く級化を示す中-細粒砂岩層, 平行葉理層, 有機物が濃集する薄い細粒砂岩層, 堆積構造を持たない極細粒-シルト層の4つのユニットが確認され, Tdを欠くBoumaシークエンスと考えられる。有機物の存在は、Ta部では細かく黒い植物片が点在し、Tb部では葉理部に植物片が存在している。Tc部に相当する部分では比較的黒く帯状の構造が複数見られ、植物片の濃集層と考えられる。上部のTe部では植物片は目下の観察では確認できなかった。

タービダイト内の*n*-アルカンの存在量はTaで最も低く、Tb, Tcで最も値が高く、Teでは減少傾向にある。この傾向は植物由来テルペノイドでも同様の傾向を示した。Pr/Ph値はTa, Teでは約3であり, Tb, Tcで5以上ととても高い値を示し、TbからTcにかけて陸上植物の寄与が特に高いことを示す。海成/陸源有機物の寄与の割合を評価するC27/29ステラン比はTaから徐々に減少していき、Tcではほぼ0となり、最上部のTeでは全ての層準の中で最も高い値を示した。これらの結果は、混濁流として再堆積する際に植物起源粒子の分別・濃集を示しており、断続的に有機物を輸送するハイパーピクナル流によって形成される堆積物とは異なっている。トリテルペノイドとジテルペノイドはそれぞれ被子植物と裸子植物、特に針葉樹のバイオマーカーとして使われている。ジテルペノイド組成は、脂肪族炭化水素画分, 芳香族画分ともにTaからTeに至るまでほとんど変化を示さず、陸上植物中の針葉樹の寄与を示すHPP指標もほとんど変化しなかった。このような特徴はトリテルペノイドでも同様であり、これはBoumaシークエンスが、混濁流により運搬・再堆積する際に組成が均一したこと

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

を示すと考えられ、堆積層内で組成に変化があるハイパーピクナイトとは異なる特徴である。des-A トリテルペノイドは、五環性のトリテルペノイドが初期続成段階で微生物分解の影響などによりA環が開裂することで形成される。des-A トリテルペノイドはすべての層準から検出され、その組成にも堆積層毎に変化は見られない。しかし、des-A トリテルペノイド/五環性（減成していない）トリテルペノイド比は全体的に高い値を示したが、特にTb, Tcで特に高い値を示した。風呂田ほか(2014)では、ハイパーピクナイトでは泥岩と比べdes-A トリテルペノイド/五環性トリテルペノイド比は低い値を示すことが報告されており、この違いはハイパーピクナル流が新鮮な有機物を陸上から迅速に輸送するプロセスとは異なり、 A環開裂過程を経たトリテルペノイドが時間をかけて堆積し、混濁流により再堆積・有機物濃集したことを示していると考えられる。ハイパーピクナル流による堆積物と典型的なタービダイトシークエンスを示す堆積物では有機地球化学的特徴が異なっており、ハイパーピクナル流がより多量かつ新鮮な陸源有機物を大量に輸送する機構であることを改めて示唆している。

キーワード：タービダイト、バイオマーカー、北海道
Keywords: Turbidite, Biomarker, Hokkaido

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

タービダイトに記録された前弧海盆の沈降変遷: 鮮新-更新統掛川層群
Tectonic behavior of a forearc basin reconstructed using turbidites: an example from the Plio-Pleistocene Kakegawa Group, central Japan

*曾根 明樹[1]
*Sone Haruki[1]

1. 島根大学大学院　自然科学研究科　環境システム科学専攻　地球科学コース
1. Graduate school of Shimane University, Natural Science and Technology, Major in Science of Environmental systems, Geoscience corse

この研究では，タービダイトの層厚や古流向の情報を利用して，堆積盆の「動き」の復元を試みた．地形的に複雑な堆積盆を流れる混濁流は地形の影響を受けて流れの方向を変える．これまで，鮮新-更新統掛川層群において，先行研究では，陸側から流れてきた混濁流が，沖合の地形的高まり (外縁隆起帯)によって流れの方向が反転した証拠を見つけた．これらの研究では，凝灰岩に沿って広域的にタービダイトを対比し，その特徴の変化から，堆積盆の地形を復元した．その時に利用したアイデアは，(1) タービダイト砂岩は盆地の地形変換点で流れがよどむために，厚くなる，(2) 泥は盆地の中心で厚くなる，ことである．先行研究では掛川層群中部の一部の層準で，掛川堆積盆内での堆積中心が時間と共にシフトしたことを示した．盆地の発達を理解するためには，さまざまな層準に対して，この解析方法を適用する必要がある．ここでは，掛川層群下部のタービダイトの特徴を記載し，古流向の情報などから，反転したタービダイトの有無を確認，その情報を元に堆積盆の沈降や隆起の変遷が読み取れたので，報告する．

掛川層群中部から下部にかけては砂泥互層からなる．ここでは，下部の砂岩泥岩互層に焦点を向けた．掛川層群の下部の砂岩泥岩互層内には，斜交層理や，地滑りなどの斜面運動によって変形させられたコンボリュート構造などが見られる．この斜交層理の走向・傾斜方向を測ることで古流向を求め，コンボリュート構造の斜面下方にずれを生じた褶曲軸を測ることで古斜面方向を求めた．

調査の結果，掛川層群中部の砂岩泥岩互層は細粒-極細粒砂から構成され，反転タービダイトの特徴が見られる．しかしながら，下部のタービダイトの特徴は中部とは異なり，粗粒-極粗粒砂から構成され，厚い塊状部，薄い平行葉理と斜交層理が見られる．また，いくつかのタービダイトはうねった葉理の中に上に凸の構造がみられ，これはアンティデューンの一部であると解釈される．さらに，タービダイトの最上部の泥が欠損したタービダイトや，マッドクラストを多く含む層が見られた．これらは小規模な海底地すべりによって形成されたと考えられる．掛川層群内の沖に向かった流れは東から南にかけて優勢とされる．反転流による堆積構造を持つタービダイトは研究地域の中部から下部にかけて存在頻度が減少し，全く見られない層準も存在する．このことは，研究地域下部のタービダイト層は陸側から沖合に向かった斜面環境下で沖合に向かう流れによって堆積して形成されたことを示す．すなわち，掛川層群下部では堆積物が北側から南に向けて前進するように堆積し，堆積盆の中心は掛川層群の中部よりも沖合に位置していたと考えられる．本研究で，研究地域内で反転タービダイトの存在頻度が変化していることが明らかとなった．この変化の要因を調べるために，より広範囲を調査する必要がある．この変化の一つの可能性として，沖合の地形的高まり（外縁隆起帯）の隆起の速度の変化が考えられる．

キーワード：掛川層群、タービダイト、前弧海盆
Keywords: Kakegawa Group, turbidite, forearc basin

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Most benthos floats up in liquefied sandy substrates: quantitative evaluation by measuring living-organism density

*清家 弘治[1]、佐々 真志[2]、白井 厚太朗[3]、窪田 薫[4]
*Koji Seike[1], Shinji Sasa[2], Kotaro Shirai[3], Kaoru Kubota[4]

1. 産業技術総合研究所・地質調査総合センター、2. Port and Airport Institute、3. 東京大学大気海洋研究所、4. 海洋研究開発機構　高知コア研究所
1. Geological Survey of Japan, AIST, 2. Port and Airport Research Institute, 3. AORI, The University of Tokyo, 4. Kochi Institute for Core Sample Research, JAMSTEC

Seabed liquefaction substantially affects benthic ecosystems. To investigate exogenous-forced behavior of organisms in liquefied substrates, we measured the body density of benthic organisms including bivalves, gastropods, annelids, and echinoderms collected from some localities in Japan, and compared them with the liquefied substrate density. Density of most measured benthic species showed was less than that of the liquefied seafloor sediments, suggesting that these species would float upwards in liquefied substrates. In contrast, a few individuals of three species showed higher body densities than the density of the liquefied sediments. These heavier benthic species would be expected to move downward during liquefaction of the substrate. These findings indicate that body density may determine the response of each benthic species to seabed liquefaction, forcing them to move upward or downward depending on their body density.

キーワード：liquefaction、sediment、earthquake、benthos
Keywords: liquefaction, sediment, earthquake, benthos

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_6

[H-CG33] 圏外環境における閉鎖生態系と生物システム

コンビーナ:富田ー横谷 香織(筑波大学生命環境系)、篠原 正典(帝京科学大学)、木村 駿太(筑波大学大学院生命環境科学研究科)

“惑星と閉鎖生態系における生物システム”をサブタイトルとして、2011年から続けているこのセッションは、地球の未来を見据えた話題を常に提供している。地球上の人間が生活するのに過酷な場や宇宙の環境の場は、おのずと閉鎖系が構築されることになる。その中で、人々はどのように暮らしていけるのだろうか。人間だけでなく多くの生物との共存となる。閉鎖生態系における生物のシステムは、個々の生物の細胞から、有人宇宙活動における工学的な物質循環に至るまで、実に広い分野を含む研究が必要である。それぞれの研究分野における個々のテーマを紹介し知り合い更に発展できる先を確認しあうことで、次世代に自然に継承される発展的研究となるだろう。このとき、必ずや世代を超えた討論の場が必要であると考えている。本セッションは、次世代への継承の場として、高く貢献できる可能性を秘めている。

[HCG33-P01] 宇宙環境長期居住を目指した地産地消の作物生産に必要な要素

*富田ー横谷 香織[1] (1.筑波大学生命環境系)

[HCG33-P02] 食用藍藻スピルリナが生産する細胞外高分子物質EPSの機能評価

*渡辺 智[1]、岩崎 拓海[1]、坂巻 裕[1]、兼崎 友[2]、大森 正之[3] (1.東京農大・バイオ、2.静岡大学・グリーン研、3.東京大学)

[HCG33-P03] The uniqueness of the dry heat tolerance of akinetes of terrestrial cyanobacterium *Nostoc* sp. HK-01

*木村 駿太[1,2,3]、富田ー横谷 香織[3] (1.東京大学大学院 農学生命科学研究科、2.日本学術振興会、3.筑波大学 生命環境系)

[HCG33-P04] 遺伝子から予想される陸棲藍藻*Nostoc*sp. HK-01の閉鎖生態系での利用の可能性

*加藤 浩[1]、木村 駿太[2,3]、富田ー横谷 香織[2] (1.三重大学、2.筑波大学、3.東京大学)

[HCG33-P05] 陸棲藍藻 *Nostoc* sp. HK-01の乾燥過程で特異的に見出される高分子物質（群）

*安部 智子[1]、髙澤 優佳[1]、本多 隆将[1]、市川 光雅[1]、吉田 菜都美[1]、木村 駿太[2,4]、加藤 浩[3]、富田ー横谷 香織[2] (1.東京電機大学理工学部、2.筑波大学生命環境系、3.三重大学地域イノベーション推進機構、4.東京大学農学生命科学研究科)

宇宙環境長期居住を目指した地産地消の作物生産に必要な要素
The important matter of food production for long term habitation in extraterrestrial environments

*富田ー横谷 香織[1]
*Kaori Tomita-Yokotani[1]

1. 筑波大学生命環境系
1. Faculty of Life and Environmental Sciences University of Tsukuba

宇宙環境における作物生産は、閉鎖生態系内で行われる。こでまでの地上研究で、環境応答に敏感な植物の生長が、異なる重力や圧力環境で、代謝への影響から、その生長や形態のみならず、作物として依存する有効な機能性成分の生産量の異なることが知られている。本発表は、これらの重要性を示すと供に、現地の閉鎖生態系内で効率的に生産と消費を行う可能性の検証と重要性を考察する。

キーワード：閉鎖生態系、圏外環境、作物生産
Keywords: closed bio-ecosystems, extraterrestrial environments, Food production

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

食用藍藻スピルリナが生産する細胞外高分子物質EPSの機能評価
Functional evaluation of extracellular polymer substance (EPS) produced by cyanobacterium *Arthrospira platensis*

*渡辺 智[1]、岩崎 拓海[1]、坂巻 裕[1]、兼崎 友[2]、大森 正之[3]
*Satoru Watanabe[1], Takumi Iwasaki[1], Yutaka Sakamaki[1], Yu Kanesaki[2], Masayuki Ohmori[3]

1. 東京農大・バイオ、2. 静岡大学・グリーン研、3. 東京大学
1. Dept. of Biosci., Tokyo Univ. of Agric., 2. RIGST, Shizuoka Univ., 3. Tokyo Univ.

植物と同様の酸素発生型光合成を行う藍藻は、様々な環境に生息し地球環境の維持に大きく貢献している。アフリカの塩湖であるチャド湖から単離された糸状性藍藻*Arthrosphila platensis*（通称、スピルリナ）は、古くから現地で食されており現在では健康食品や色素の材料として産業的に生産されている。塩湖から単離されたスピルリナは好塩性、好アルカリ性形質を有しており、開放環境においても無菌的に大量培養することが可能である。

細胞外高分子物質（Extracellular Polymeric Substances: EPS）は微生物が細胞外へと分泌する高分子の総称で、主に多糖類とタンパク質から構成される。環境中では微生物の細胞を保護する役割を持つが、粘性、保水性を示すことから素材業界においても注目されている。特にスピルリナはEPSの一種であるスピルランを生産する。スピルランは免疫調節作用などヒトに対して健康機能性を有することが示されており、その安全性も含め関心を集めているが、スピルラン生産の分子機構に関しては不明な点が多い。

我々はこれまでに、強光ストレスに曝されることによってスピルリナがEPS生産を促進することを見出した。スピルリナは強光ストレスによって生じた過剰な還元力を消費するために大量の糖を合成し、スピルランとして細胞外へ排出していると考えられる。本発表ではストレス時に生産されるスピルリナEPS の機能性、生産メカニズムを解析した。CE-TOF-MSを用いたメタボローム解析によりスピルリナEPSに含まれる代謝産物量を測定した結果、市販スピルリナ粉末に比べスピルリナEPSにはアミノ酸が多く含まれることが示された。またNGSを用いたトランスクリプトーム解析よりEPS形成過程の遺伝子発現変動を解析しEPSの生産に関わる遺伝子を絞り込んだ。

キーワード：シアノバクテリア、スピルリナ、細胞外高分子物質
Keywords: Cyanobacteria, Spirulina, Extracellular Polymeric Substances

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The uniqueness of the dry heat tolerance of akinetes of terrestrial cyanobacterium *Nostoc* sp. HK-01

*木村 駿太[1,2,3]、富田一横谷 香織[3]
*Shunta Kimura[1,2,3], Kaori Tomita-Yokotani[3]

1. 東京大学大学院 農学生命科学研究科、2. 日本学術振興会、3. 筑波大学 生命環境系
1. Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo, 2. Japan Society for the Promotion of Science, 3. Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba

Terrestrial cyanobacteria are useful for enabling bio-chemical circulation in closed bio-ecosystems, which is achieved though their photosynthetic ability, nitrogen fixing ability and utility as a food. Dried colonies of the terrestrial cyanobacterium *Nostoc* sp. HK-01 have a high tolerance to vacuum, UV, gamma-rays, heavy particle beams, and extreme temperatures. Tolerance to extraterrestrial environments is important for transportation in space. *Nostoc* sp. HK-01 was adopted as a biological material for space exposure experiments (“TANPOPO” mission), because of their high environmental tolerances. *Nostoc* sp. HK-01 has several different types of cells in its life cycle. We have revealed that the akinete (dormant cell) cell type of *Nostoc* sp. HK-01 shows tolerance to dry heat. In this study, we tested the dry heat tolerances of cyanobacterial akinetes of several species. We will discuss the uniqueness of the dry heat tolerance of *Nostoc* sp. HK-01.

キーワード：休眠細胞、乾熱耐性、Nostoc sp. HK-01、陸棲藍藻
Keywords: Akinete, Dry heat tolerance, Nostoc sp. HK-01, Terrestrial cyanobacteria

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

遺伝子から予想される陸棲藍藻*Nostoc*sp. HK-01の閉鎖生態系での利用の可能性

Potential application of cyanobacteria estimated by gene analysis of terrestrial cyanobacterium, *Nostoc* sp. HK-01, in closed-environment

*加藤 浩[1]、木村 駿太[2,3]、富田一横谷 香織[2]
*Hiroshi Katoh[1], Shunta Kimura[2,3], Kaori Tomita-Yokotani[2]

1. 三重大学、2. 筑波大学、3. 東京大学
1. Mie University, 2. University of Tsukuba, 3. The University of Tokyo

シアノバクテリア（藍藻）は様々な環境に棲息する光独立栄養生物である。その中でも、宇宙耐性能を持つ陸棲藍藻*Nostoc* sp.HK-01(NIES-2109、以下HK-01)について研究を進めてきた。HK-01は乾燥耐性を指標として単離された株であり、宇宙環境でも棲息可能な能力を有することから、地球圏外や閉鎖系環境でも利用可能ではないかと予想される。そこで、本発表ではHK-01の全ゲノム配列を用いて閉鎖生態系で有用な遺伝子を検索し、候補遺伝子をもとに利用方法を考察する予定である。

キーワード：シアノバクテリア、遺伝子、閉鎖生態系
Keywords: cyanobacteria, gene, closed ecosystem

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

陸棲藍藻 *Nostoc* sp. HK-01の乾燥過程で特異的に見出される高分子物質（群）

Analysis of macromolecular substances involved in the process of dehydration in a terrestrial cyanobacterium, *Nostoc* sp. HK-01.

*安部 智子[1]、髙澤 優佳[1]、本多 隆将[1]、市川 光雅[1]、吉田 菜都美[1]、木村 駿太[2,4]、加藤 浩[3]、富田一横谷 香織[2]
*Tomoko Abe[1], Yuka Takazawa[1], Ryusuke Honda[1], Kouga Ichikawa[1], Natsumi Yoshida[1], Shunta Kimura[2,4], Hiroshi Katoh[3], Kaori Tomita-Yokotani[2]

1. 東京電機大学理工学部、2. 筑波大学生命環境系、3. 三重大学地域イノベーション推進機構、4. 東京大学農学生命科学研究科
1. School of Science and Engineering, Tokyo Denki University, 2. Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, 3. Mie University, 4. Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo

【背景・目的】 陸棲藍藻 *Nostoc* sp. HK-01 は、兵庫県の土壌で採取された *Nostoc commune* の藻塊から、乾燥耐性を指標に Katoh[1)] らにより単離された株で、藻塊を乾燥後にデシケーター内の環境で８年間以上放置した後も、液体培養で蘇生し乾燥前と同様の増殖を示すことが確認されている[2)]。また、100ºCを超える温度に対して耐性を示すことも報告されている[3)]。*Nostoc* sp. HK-01の生活環の詳細が既に報告されている中で、前述の耐性を示す細胞は、アキネートと呼ばれる休眠細胞のみであることが示されている[3,4)]。乾燥状態の藻体の高い熱耐性が示されている一方で、湿潤状態から乾燥状態に移行する過程の熱環境耐性や関連する物質群の詳細はまだわかっていない。本菌株は有人宇宙活動における食資源としての利用も期待されており[2)]、そのために、乾燥耐性の獲得に関わる遺伝子群や長期培養における代謝の情報を得ることは重要である。本発表は、*Nostoc* sp. HK-01 株の乾燥耐性を得る過程に関与する物質のうち、特に高分子物質（群）を見出すことを目的として行った。

【方法】 *Nostoc* sp. HK-01 の藻体をBG-11の液体培養を行った後、藻体を採取し、デシケーター内で十分に乾燥させた。この過程で経時的に藻体を採取し、超音波で破砕した。破砕後、細胞抽出液をSDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動に供し、細胞タンパク質を解析した。

【結果および考察】 湿潤状態の藻体を、高温環境下で急速に乾燥させた場合と、大気中で自然に乾燥させた場合、その後の細胞蘇生率に相違が認められた。この蘇生率の相違は、乾燥過程で得られる乾燥耐性に関与していると考えられた。SDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動に供して解析した結果、乾燥過程で経時的に発現量が増加する複数のタンパク質の存在を確認した。これらのタンパク質は *Nostoc* sp. HK-01 株の乾燥耐性に関与している可能性がある。これらの乾燥耐性に関与する高分子物質（タンパク質）に関する情報は、閉鎖生態系における本菌株の食資源利用のための有益な情報となるだろう。

【参考文献】

1. Katoh, H. *et al.*, *Microbes and environments* **18**, 82-88, 2003.
2. Kimura, Y. *et al.*, *Biological Sciences in Space* **29**, 24-31, 2015.
3. Kimura, S. *et al.*, *Biological Sciences in Space* **29**, 12-18, 2015.
4. Kimura, S. *et al.*, *American Journal of Plant Sciences* **8**, 2695-2711, 2017.

キーワード：シアノバクテリア、乾燥耐性、ストレスタンパク質
Keywords: cyanobacteria, desiccation tolerance, stress protein

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_23

[H-CG33] 圏外環境における閉鎖生態系と生物システム

コンビーナ:富田ー横谷 香織(筑波大学生命環境系)、篠原 正典(帝京科学大学)、木村 駿太(筑波大学大学院生命環境科学研究科)

“惑星と閉鎖生態系における生物システム”をサブタイトルとして、2011年から続けているこのセッションは、地球の未来を見据えた話題を常に提供している。地球上の人間が生活するのに過酷な場や宇宙の環境の場は、おのずと閉鎖系が構築されることになる。その中で、人々はどのように暮らしていけるのだろうか。人間だけでなく多くの生物との共存となる。閉鎖生態系における生物のシステムは、個々の生物の細胞から、有人宇宙活動における工学的な物質循環に至るまで、実に広い分野を含む研究が必要である。それぞれの研究分野における個々のテーマを紹介し知り合い更に発展できる先を確認しあうことで、次世代に自然に継承される発展的研究となるだろう。このとき、必ずや世代を超えた討論の場が必要であると考えている。本セッションは、次世代への継承の場として、高く貢献できる可能性を秘めている。

[HCG33-P01] 宇宙環境長期居住を目指した地産地消の作物生産に必要な要素

*富田ー横谷 香織[1] (1.筑波大学生命環境系)

[HCG33-P02] 食用藍藻スピルリナが生産する細胞外高分子物質EPSの機能評価

*渡辺 智[1]、岩崎 拓海[1]、坂巻 裕[1]、兼崎 友[2]、大森 正之[3] (1.東京農大・バイオ、2.静岡大学・グリーン研、3.東京大学)

[HCG33-P03] The uniqueness of the dry heat tolerance of akinetes of terrestrial cyanobacterium *Nostoc* sp. HK-01

*木村 駿太[1,2,3]、富田ー横谷 香織[3] (1.東京大学大学院 農学生命科学研究科、2.日本学術振興会、3.筑波大学 生命環境系)

[HCG33-P04] 遺伝子から予想される陸棲藍藻*Nostoc*sp. HK-01の閉鎖生態系での利用の可能性

*加藤 浩[1]、木村 駿太[2,3]、富田ー横谷 香織[2] (1.三重大学、2.筑波大学、3.東京大学)

[HCG33-P05] 陸棲藍藻 *Nostoc* sp. HK-01の乾燥過程で特異的に見出される高分子物質（群）

*安部 智子[1]、髙澤 優佳[1]、本多 隆将[1]、市川 光雅[1]、吉田 菜都美[1]、木村 駿太[2,4]、加藤 浩[3]、富田ー横谷 香織[2] (1.東京電機大学理工学部、2.筑波大学生命環境系、3.三重大学地域イノベーション推進機構、4.東京大学農学生命科学研究科)

宇宙環境長期居住を目指した地産地消の作物生産に必要な要素
The important matter of food production for long term habitation in extraterrestrial environments

*富田ー横谷 香織[1]
*Kaori Tomita-Yokotani[1]

1. 筑波大学生命環境系
1. Faculty of Life and Environmental Sciences University of Tsukuba

宇宙環境における作物生産は、閉鎖生態系内で行われる。こでまでの地上研究で、環境応答に敏感な植物の生長が、異なる重力や圧力環境で、代謝への影響から、その生長や形態のみならず、作物として依存する有効な機能性成分の生産量の異なることが知られている。本発表は、これらの重要性を示すと供に、現地の閉鎖生態系内で効率的に生産と消費を行う可能性の検証と重要性を考察する。

キーワード：閉鎖生態系、圏外環境、作物生産
Keywords: closed bio-ecosystems, extraterrestrial environments, Food production

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

食用藍藻スピルリナが生産する細胞外高分子物質EPSの機能評価
Functional evaluation of extracellular polymer substance (EPS) produced by cyanobacterium *Arthrospira platensis*

*渡辺 智[1]、岩崎 拓海[1]、坂巻 裕[1]、兼崎 友[2]、大森 正之[3]
*Satoru Watanabe[1], Takumi Iwasaki[1], Yutaka Sakamaki[1], Yu Kanesaki[2], Masayuki Ohmori[3]

1. 東京農大・バイオ、2. 静岡大学・グリーン研、3. 東京大学
1. Dept. of Biosci., Tokyo Univ. of Agric., 2. RIGST, Shizuoka Univ., 3. Tokyo Univ.

植物と同様の酸素発生型光合成を行う藍藻は、様々な環境に生息し地球環境の維持に大きく貢献している。アフリカの塩湖であるチャド湖から単離された糸状性藍藻*Arthrosphila platensis*（通称、スピルリナ）は、古くから現地で食されており現在では健康食品や色素の材料として産業的に生産されている。塩湖から単離されたスピルリナは好塩性、好アルカリ性形質を有しており、開放環境においても無菌的に大量培養することが可能である。

細胞外高分子物質（Extracellular Polymeric Substances: EPS）は微生物が細胞外へと分泌する高分子の総称で、主に多糖類とタンパク質から構成される。環境中では微生物の細胞を保護する役割を持つが、粘性、保水性を示すことから素材業界においても注目されている。特にスピルリナはEPSの一種であるスピルランを生産する。スピルランは免疫調節作用などヒトに対して健康機能性を有することが示されており、その安全性も含め関心を集めているが、スピルラン生産の分子機構に関しては不明な点が多い。

我々はこれまでに、強光ストレスに曝されることによってスピルリナがEPS生産を促進することを見出した。スピルリナは強光ストレスによって生じた過剰な還元力を消費するために大量の糖を合成し、スピルランとして細胞外へ排出していると考えられる。本発表ではストレス時に生産されるスピルリナEPS の機能性、生産メカニズムを解析した。CE-TOF-MSを用いたメタボローム解析によりスピルリナEPSに含まれる代謝産物量を測定した結果、市販スピルリナ粉末に比べスピルリナEPSにはアミノ酸が多く含まれることが示された。またNGSを用いたトランスクリプトーム解析よりEPS形成過程の遺伝子発現変動を解析しEPSの生産に関わる遺伝子を絞り込んだ。

キーワード：シアノバクテリア、スピルリナ、細胞外高分子物質
Keywords: Cyanobacteria, Spirulina, Extracellular Polymeric Substances

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The uniqueness of the dry heat tolerance of akinetes of terrestrial cyanobacterium *Nostoc* sp. HK-01

*木村 駿太[1,2,3]、富田一横谷 香織[3]
*Shunta Kimura[1,2,3], Kaori Tomita-Yokotani[3]

1. 東京大学大学院 農学生命科学研究科、2. 日本学術振興会、3. 筑波大学 生命環境系
1. Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo, 2. Japan Society for the Promotion of Science, 3. Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba

Terrestrial cyanobacteria are useful for enabling bio-chemical circulation in closed bio-ecosystems, which is achieved though their photosynthetic ability, nitrogen fixing ability and utility as a food. Dried colonies of the terrestrial cyanobacterium *Nostoc* sp. HK-01 have a high tolerance to vacuum, UV, gamma-rays, heavy particle beams, and extreme temperatures. Tolerance to extraterrestrial environments is important for transportation in space. *Nostoc* sp. HK-01 was adopted as a biological material for space exposure experiments (“TANPOPO” mission), because of their high environmental tolerances. *Nostoc* sp. HK-01 has several different types of cells in its life cycle. We have revealed that the akinete (dormant cell) cell type of *Nostoc* sp. HK-01 shows tolerance to dry heat. In this study, we tested the dry heat tolerances of cyanobacterial akinetes of several species. We will discuss the uniqueness of the dry heat tolerance of *Nostoc* sp. HK-01.

キーワード：休眠細胞、乾熱耐性、Nostoc sp. HK-01、陸棲藍藻
Keywords: Akinete, Dry heat tolerance, Nostoc sp. HK-01, Terrestrial cyanobacteria

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

遺伝子から予想される陸棲藍藻*Nostoc*sp. HK-01の閉鎖生態系での利用の可能性

Potential application of cyanobacteria estimated by gene analysis of terrestrial cyanobacterium, *Nostoc* sp. HK-01, in closed-environment

*加藤 浩[1]、木村 駿太[2,3]、富田一横谷 香織[2]
*Hiroshi Katoh[1], Shunta Kimura[2,3], Kaori Tomita-Yokotani[2]

1. 三重大学、2. 筑波大学、3. 東京大学
1. Mie University, 2. University of Tsukuba, 3. The University of Tokyo

シアノバクテリア（藍藻）は様々な環境に棲息する光独立栄養生物である。その中でも、宇宙耐性能を持つ陸棲藍藻*Nostoc* sp.HK-01(NIES-2109、以下HK-01)について研究を進めてきた。HK-01は乾燥耐性を指標として単離された株であり、宇宙環境でも棲息可能な能力を有することから、地球圏外や閉鎖系環境でも利用可能ではないかと予想される。そこで、本発表ではHK-01の全ゲノム配列を用いて閉鎖生態系で有用な遺伝子を検索し、候補遺伝子をもとに利用方法を考察する予定である。

キーワード：シアノバクテリア、遺伝子、閉鎖生態系
Keywords: cyanobacteria, gene, closed ecosystem

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

陸棲藍藻 *Nostoc* sp. HK-01の乾燥過程で特異的に見出される高分子物質（群）

Analysis of macromolecular substances involved in the process of dehydration in a terrestrial cyanobacterium, *Nostoc* sp. HK-01.

*安部 智子[1]、髙澤 優佳[1]、本多 隆将[1]、市川 光雅[1]、吉田 菜都美[1]、木村 駿太[2,4]、加藤 浩[3]、富田一横谷 香織[2]
*Tomoko Abe[1], Yuka Takazawa[1], Ryusuke Honda[1], Kouga Ichikawa[1], Natsumi Yoshida[1], Shunta Kimura[2,4], Hiroshi Katoh[3], Kaori Tomita-Yokotani[2]

1. 東京電機大学理工学部、2. 筑波大学生命環境系、3. 三重大学地域イノベーション推進機構、4. 東京大学農学生命科学研究科
1. School of Science and Engineering, Tokyo Denki University, 2. Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, 3. Mie University, 4. Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo

【背景・目的】 陸棲藍藻 *Nostoc* sp. HK-01 は、兵庫県の土壌で採取された *Nostoc commune* の藻塊から、乾燥耐性を指標に Katoh[1)] らにより単離された株で、藻塊を乾燥後にデシケーター内の環境で８年間以上放置した後も、液体培養で蘇生し乾燥前と同様の増殖を示すことが確認されている[2)]。また、100ºCを超える温度に対して耐性を示すことも報告されている[3)]。*Nostoc* sp. HK-01の生活環の詳細が既に報告されている中で、前述の耐性を示す細胞は、アキネートと呼ばれる休眠細胞のみであることが示されている[3,4)]。乾燥状態の藻体の高い熱耐性が示されている一方で、湿潤状態から乾燥状態に移行する過程の熱環境耐性や関連する物質群の詳細はまだわかっていない。本菌株は有人宇宙活動における食資源としての利用も期待されており[2)]、そのために、乾燥耐性の獲得に関わる遺伝子群や長期培養における代謝の情報を得ることは重要である。本発表は、*Nostoc* sp. HK-01 株の乾燥耐性を得る過程に関与する物質のうち、特に高分子物質（群）を見出すことを目的として行った。

【方法】 *Nostoc* sp. HK-01 の藻体をBG-11の液体培養を行った後、藻体を採取し、デシケーター内で十分に乾燥させた。この過程で経時的に藻体を採取し、超音波で破砕した。破砕後、細胞抽出液をSDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動に供し、細胞タンパク質を解析した。

【結果および考察】 湿潤状態の藻体を、高温環境下で急速に乾燥させた場合と、大気中で自然に乾燥させた場合、その後の細胞蘇生率に相違が認められた。この蘇生率の相違は、乾燥過程で得られる乾燥耐性に関与していると考えられた。SDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動に供して解析した結果、乾燥過程で経時的に発現量が増加する複数のタンパク質の存在を確認した。これらのタンパク質は *Nostoc* sp. HK-01 株の乾燥耐性に関与している可能性がある。これらの乾燥耐性に関与する高分子物質（タンパク質）に関する情報は、閉鎖生態系における本菌株の食資源利用のための有益な情報となるだろう。

【参考文献】

1. Katoh, H. *et al.*, *Microbes and environments* **18**, 82-88, 2003.
2. Kimura, Y. *et al.*, *Biological Sciences in Space* **29**, 24-31, 2015.
3. Kimura, S. *et al.*, *Biological Sciences in Space* **29**, 12-18, 2015.
4. Kimura, S. *et al.*, *American Journal of Plant Sciences* **8**, 2695-2711, 2017.

キーワード：シアノバクテリア、乾燥耐性、ストレスタンパク質
Keywords: cyanobacteria, desiccation tolerance, stress protein

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | 202 2F

[H-CG33] 圏外環境における閉鎖生態系と生物システム

コンビーナ:富田ー横谷 香織(筑波大学生命環境系)、篠原 正典(帝京科学大学)、木村 駿太(筑波大学大学院生命環境科学研究科)、座長:木村 駿太

“惑星と閉鎖生態系における生物システム”をサブタイトルとして、2011年から続けているこのセッションは、地球の未来を見据えた話題を常に提供している。地球上の人間が生活するのに過酷な場や宇宙の環境の場は、おのずと閉鎖系が構築されることになる。その中で、人々はどのように暮らしていけるのだろうか。人間だけでなく多くの生物との共存となる。閉鎖生態系における生物のシステムは、個々の生物の細胞から、有人宇宙活動における工学的な物質循環に至るまで、実に広い分野を含む研究が必要である。それぞれの研究分野における個々のテーマを紹介し知り合い更に発展できる先を確認しあうことで、次世代に自然に継承される発展的研究となるだろう。このとき、必ずや世代を超えた討論の場が必要であると考えている。本セッションは、次世代への継承の場として、高く貢献できる可能性を秘めている。

15:30 ~ 15:32
Introduction

15:32 ~ 15:47
[HCG33-01] 閉鎖生態系における生物システム

*富田ー横谷 香織[1] (1.筑波大学生命環境系)

15:47 ~ 16:07
[HCG33-02] 宇宙における水産養殖の概念と研究 ―これまで、そしてこれから―
★招待講演

*遠藤 雅人[1] (1.東京海洋大学)

16:07 ~ 16:27
[HCG33-03] 酸化ストレスから身体を守る生体内ガス状シグナル伝達物質
★招待講演

*吉田 滋樹[1] (1.国立大学法人　筑波大学)

16:27 ~ 16:42
[HCG33-04] 宇宙居住における健康維持ための栄養摂取と食材選択に関する検討

*木村 靖子[1]、木村 駿太[2,3]、加藤 浩[4]、富田ー横谷 香織[2] (1.十文字学園女子大学、2.筑波大学、3.東京大学、4.三重大学)

16:42 ~ 16:57
[HCG33-05] 合理的楽観主義は”閉鎖生態系”地球でどこまで通用するのか　～人類が持続可能な生存を続けるために必要なこと～

*篠原 正典[1] (1.帝京科学大学)

16:57 ~ 17:00
Discussion

閉鎖生態系における生物システム
Closed bio-ecosystems in extraterrestrial environments-Research in closed bio-ecosystems

*富田ー横谷 香織[1]
*Kaori Tomita-Yokotani[1]

1. 筑波大学生命環境系
1. Faculty of Life and Environmental Sciences University of Tsukuba

“惑星と閉鎖生態系における生物システム”について、2011年から継続して、地球惑星科学連合大会のセッションとして取りまとめてきた。閉鎖生態系における生物のシステムは、個々の生物の細胞から、有人宇宙活動における工学的な物質循環に至るまで、実に広い分野を含む。それぞれの研究分野における個々のテーマは、次世代に継承される研究であることが必要である。そこで、本セッションは、これらについての世代を超えた討論の場として、継続して行う。本年、地上における食品を中心に地上の閉鎖生態系研究も加えたセッションとして紹介する。

キーワード：閉鎖生態系、圏外環境、食品
Keywords: closed bio-ecosystems, extraterrestrial environments, food

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

宇宙における水産養殖の概念と研究 ーこれまで、そしてこれからー
Concept and Studies of Aquaculture in Space -In the Past and Future-

*遠藤 雅人[1]
*Masato Endo[1]

1. 東京海洋大学
1. Tokyo University of Marine Science and Technology

我々はこれまで20年にわたり宇宙における閉鎖生態系居住施設における食料生産、特に動物性蛋白質の供給源として魚類養殖を提案し、様々な研究を進めてきた。実質的には宇宙環境下で変化する重力への対象種の応答や物質循環型の魚類生産について知見の集積を行ってきた。これらは宇宙環境下における水産養殖の可能性を示すものであり、今後の宇宙居住をより具体化するうえで必要な基礎的データとなる。これまでの宇宙における水産養殖の概念とそれを検証するための研究は生産に特化したものであった。今後、生産の効率化に関しては地上での技術開発が進められている自動飼育・培養技術の導入が望まれる。生産の効率化以外に居住施設全体の物質フローや生産後の利用に関しての検討が必要になる。物質とエネルギーのフローにおいては他のサブシステムも含めた総合的な検討が必要であり、これまで蓄積された各モジュールでの基礎データを数理モデルとして組み上げ、様々なシミュレーションから研究を進めることが望まれる。また、生産物の保存に関しても物質循環のバッファーとしての検討が必要となる。この点に関しては冷凍、缶詰やレトルトの技術の活用が必要不可欠である。最後に要求と制約を考慮した食や人工生態系の多様性を検討する必要がある。人工生態系の物質フローの構築、生産種の選定、各種調理法の選択にはそれぞれ様々な要求と制約が生じる。これに関しても宇宙居住施設全体の要求と制約を考慮したうえでの選択肢の準備が必須であると考えられる。

キーワード：水産養殖、食料生産、制御生態系生命維持システム
Keywords: Aquaculture, Food production, Controlled ecological life support system

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

酸化ストレスから身体を守る生体内ガス状シグナル伝達物質
Protection effects of gasotransmitters against oxidation damager in vascular endothelial cells

*吉田 滋樹[1]
*Shigeki Yoshida[1]

1. 国立大学法人　筑波大学
1. University of Tsukuba

　地球外での生活では、宇宙線や精神的ストレスなどの外因性および内因性に起因する活性酸素種の発生が想定される。活性酸素種はヒトの血管においては血管内皮細胞に損傷を与えることで各種疾病の根底原因となっている。この活性酸素種によるダメージを低減するためにも血管保護効果や酸化ストレスに対する抵抗性の向上にはガス状シグナル伝達物質、一酸化窒素や硫化水素が作用している。そこで本公演では、血管の機能とその保護効果を有する一酸化窒素や硫化水素の生産を促進する食品成分にについて紹介する。

キーワード：酸化ストレス、機能性食品成分
Keywords: oxidative stress, functional food components

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

宇宙居住における健康維持ための栄養摂取と食材選択に関する検討
Study on nutrition intake and food selection to maintain health for habitation in space

*木村 靖子[1]、木村 駿太[2,3]、加藤 浩[4]、富田一横谷 香織[2]
*Yasuko Kimura[1], Shunta Kimura[2,3], Hiroshi Katoh[4], Kaori Tomita-Yokotani[2]

1. 十文字学園女子大学、2. 筑波大学、3. 東京大学、4. 三重大学
1. Jumonji University, 2. University of Tsukuba, 3. The University of Tokyo, 4. Mie University

人類が火星などの宇宙居住をめざすとき、長期にわたって心身ともに健康を維持するためには適正な栄養素の摂取が重要な課題となる。人が健康を維持するために適正な栄養素の摂取量は、年齢や性別、体格、身体活動状況により異なり、さらには人種的な差もあり、各国では健康の維持増進のための栄養摂取基準量を設けている。限られた食資源から必要な栄養を摂取することを強いられる宇宙環境では、居住する人の栄養摂取基準量を正確に把握し、限られた食材をより有効な方法で調理加工することで適正な栄養を摂取することが必要である。本発表では、地上における栄養摂取基準量をもとに宇宙環境における適正な栄養摂取について考察する。さらに、これまでに宇宙環境で構築される農業や閉鎖型環境システム内において導入可能な生物種で食材の候補となっているものの栄養価を検討し、有効な栄養摂取のための食材の組み合わせや調理法を提案する。

キーワード：宇宙居住、健康、栄養摂取基準量、栄養素、食材
Keywords: habitation in space, health, Nutritional Requirements, Nutrients, food materials

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

合理的楽観主義は”閉鎖生態系”地球でどこまで通用するのか　～人類が持続可能な生存を続けるために必要なこと～
Limit of "rational optimism", Earth as CELSS, and sustainability of human-being

*篠原 正典[1]
*Masanori Shinohara[1]

1. 帝京科学大学
1. Teikyo University of Science

　情動と切り離して操作可能な言語を獲得し認知的流動性を得た人類は、イノベーションとその融合、そして分業によって、その歴史の中でかつてない“繁栄”期をむかえているという論考がある。一方で、我々のこの地球上での暮らしそのものが自然環境に対しても社会環境的にも持続可能で安定的なものではないという報告も数多くある。講演者は複雑な社会性の動物でありヒトが未だ飼育技術を確立できていないイルカ類の行動研究を専門とし、（財）環境科学技術研究所によって行われた閉鎖生態系への居住の試み“ミニ地球プロジェクト（2名、最長1ヶ月）”に居住者としてのべ42日間を閉鎖環境下で過ごすという先端的な居住技術研究の実際に触れる経験も得てきた。これらの専門・経験を踏まえ、また、過去・現在のバイオスフィア実験を概観しつつ、人類の地球上での“繁栄”の限界と、人類が地球の生存圏を超えたより広い生存圏を構築しうる可能性を検討し報告する。

キーワード：閉鎖生態系、持続可能性、楽観的合理主義
Keywords: Closed Ecology, Sustainability, Rational Optimism

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-SS 地震学

2019年5月26日(日) 10:45 ~ 12:15 | 301B 3F

[S-SS04] New methods for seismicity characterization

コンビーナ:Francesco Grigoli(ETH-Zurich, Swiss Seismological Service)、加藤 愛太郎(東京大学地震研究所)、青木 陽介(東京大学地震研究所)、Claudio Satriano(Institut de Physique du Globe de Paris)、座長:Francesco Grigoli(ETH-Zurich; Swiss Seismological Service)

In the last two decades the number of high quality seismic instruments being installed around the world has grown exponentially and probably will continue to grow in the coming decades. This data explosion has shown the limits of the current standard routine seismic analysis, often performed manually by seismologists. Exploiting the massive amount of data is a challenge that can be overcome by using new generation, fully automated and noise robust seismic processing techniques. In the last years waveform-based detection and location methods have grown in popularity and their application have dramatically improved seismic monitoring capability. More recently, Machine Learning techniques, which are a perfect playground for data-intensive applications, are showing promising results in seismicity characterization applications opening new horizons for the development of innovative, fully automated and noise robust seismic analysis methods. Such techniques are particularly useful when working with datasets characterised by a massive number of weak events with low signal-to-noise ratio, such as those collected in induced seismicity and volcanic monitoring operations. This session aims to bring to light new methods that can be applied to large datasets, either retro-actively or in near-real time, to characterize seismicity (i.e. detection, location, magnitude and source mechanisms estimation) at different scales and in different environments. We thus encourage contributions that demonstrate how the proposed methods helps improve our understanding of earthquake and/or volcanic processes.

10:45 ~ 11:00

[SSS04-01] MyShake: A global smartphone seismic network to characterize urban earthquakes

*Richard M Allen[1]、Qingkai Kong[1]、Sarina Patel[1]、Robert Martin-Short[1] (1.University of California Berkeley)

11:00 ~ 11:15

[SSS04-02] Full waveform-based automatic monitoring of microseismic activity using high sampling rate records: application to Garpenberg mine (Sweden)

★Invited Papers

*Natalia Poiata[1,2]、Kadek Hendrawan Palgunadi[3]、Jannes Kinscher[4]、Pascal Bernard[1]、Francesca De Santis[4]、Emmanuelle Klein[4] (1.Institut de Physique du Globe de Paris, France、2.National Institute for Earth Physics, Romania、3.King Abdullah University of Science and Technology, Thuwal, Saudi Arabia、4.Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques Ineris, Nancy, France)

11:15 ~ 11:30

[SSS04-03] A deep convolutional neural network for localizing and detecting earthquake swarm activity based on full waveforms: Chances, challenges and questions

★Invited Papers

*Marius Kriegerowski[1,2]、Gesa Maria Petersen[1,2]、Hannes Vasyura Bathke[2]、Matthias Ohrnberger[2] (1.German Research Centre for Geosciences Potsdam, Germany、2.Inst. of Geosciences, University of Potsdam, Germany)

11:30 ~ 11:45

[SSS04-04] **Fast Location Parameters Determination of Seismic Events from Few Seconds of P Wave Recorded at a Single Seismological Station Using Support Vector Machine Regression**

*Luis Hernan Ochoa Gutierrez[1]、Carlos Alberto Vargas Jimenez[1]、Luis Fernando Niño Vasquez[1] (1.Universidad Nacional de Colombia)

11:45 ~ 12:00

[SSS04-05] しきい値なし波形相関による前震検出

*平野 史朗[1]、川方 裕則[1]、土井 一生[2] (1.立命館大学理工学部物理科学科、2.京都大学防災研究所)

12:00 ~ 12:15

[SSS04-06] Automated seismic event detection and localization: An application to long-period seismicity at Aso Volcano influenced by large earthquake

*Andri Hendriyana[1,3]、Takeshi Tsuji[1,2] (1.International Institute for Carbon-Neutral Energy Research、2.Kyushu University、3.Bandung Institute of Technology)

MyShake: A global smartphone seismic network to characterize urban earthquakes

*Richard M Allen[1], Qingkai Kong[1], Sarina Patel[1], Robert Martin-Short[1]

1. University of California Berkeley

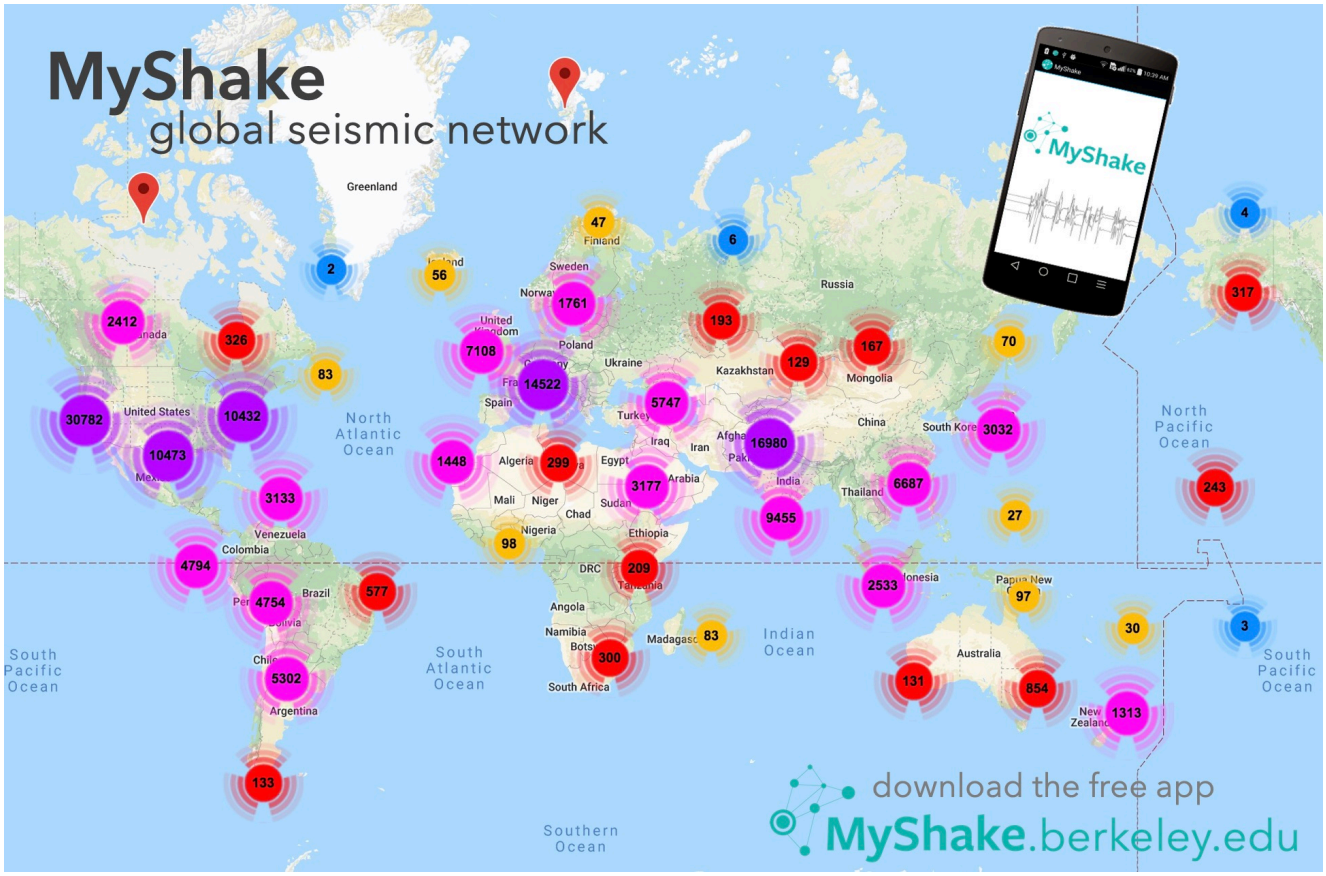
MyShake is a smartphone-based seismic network now collecting seismic data around the globe. Since its launch in 2016, over 300,000 people have downloaded the free public app. Once installed on a private phone, the phone goes into monitoring mode when it is stationary. Any subsequent motion is evaluated by an artificial neural network on the phone to determine if it is earthquake-like. If it is, then a trigger is sent to the MyShake servers immediately, and 5 minutes of 3-component acceleration data is collected and uploaded to the server (including 1 minute of data before the trigger). A real-time clustering algorithm detects earthquakes on the server and the location and magnitude is estimated. So far, MyShake has collected seismic waveforms for more than 900 global earthquakes.

In 2019 version 2.0 of MyShake will be launched. It will be available for Android and iPhones and will provide additional user functionality. The system will have an earthquake early warning capability providing rapid alerts to users when earthquakes are detected. In addition to the phones recording ground motions, users will also be able to report their experience in earthquakes and any damage observed. The resulting information about the distribution of shaking and damage will be immediately available to users as they try to understand the impact of an earthquake that has just occurred.

We will report on the use of the acceleration data to characterize earthquakes. In addition to detecting and locating earthquakes in regions that do not have traditional seismic networks, MyShake can also be used to map the distribution of ground shaking including the response of buildings.

Keywords: Machine learning, Earthquake detection, Earthquake early warning

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Full waveform-based automatic monitoring of microseismic activity using high sampling rate records: application to Garpenberg mine (Sweden)

*Natalia Poiata[1,2], Kadek Hendrawan Palgunadi[3], Jannes Kinscher[4], Pascal Bernard[1], Francesca De Santis[4], Emmanuelle Klein[4]

1. Institut de Physique du Globe de Paris, France, 2. National Institute for Earth Physics, Romania, 3. King Abdullah University of Science and Technology, Thuwal, Saudi Arabia, 4. Institut National de l’ Environnement Industriel et des Risques Ineris, Nancy, France

Recent studies demonstrated success of automatic full waveform detection and location methods in analyzing and monitoring natural and induced seismicity. These approaches provided a significant improvement in events detectability increasing the significance of statistical analysis permitting to identify small changes of seismicity rates in space and time. It is expected that application of full waveform-based method to seismic monitoring of active mines could significantly improve forecasting of potential destructive rock-burst events. However, such implementations are currently non-trivial and by far nonstandard. Main challenges here come from the presence of a wide range of seismic sources related to mining activity and a high sampling rates of recorded data (~ kHz) posing problems for real-time data transfer and processing.

We present an adapted, full waveform-based automatic method for detection and location of microseismic events that makes use of continuous seismic records from an in-mine seismic network. The method can be adjusted to a real-time monitoring scheme and consists of two steps: event extraction and amplitude ratio-base preliminary location; and event relocation using coherency-based backprojection approach. The event extraction based on multi-band 2-D signal characterization allows to overcome the challenge of high sampling rate data (8 kHz), reducing the overall volume of transferred data and providing an energy-based signal classification scheme for removing signals from machinery noise sources. The technique is developed and tested on the case study of Garpenberg mine (Sweden) monitored by a high-resolution permanent local seismic network maintained by Ineris. We demonstrate the improvement in event detection capacity offered by our method in comparison to the standard triggered-based monitoring schemes and discuss how the increased number of detected microseismic events permits to better characterize the response of the mine to production activity.

Keywords: full waveform methods, mining induced seismicity, automatic monitoring, continuous data analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A deep convolutional neural network for localizing and detecting earthquake swarm activity based on full waveforms: Chances, challenges and questions

*Marius Kriegerowski[1,2], Gesa Maria Petersen[1,2], Hannes Vasyura Bathke[2], Matthias Ohrnberger[2]

1. German Research Centre for Geosciences Potsdam, Germany, 2. Inst. of Geosciences, University of Potsdam, Germany

Deep learning approaches have outperformed established methods in various disciplines in recent years. Earthquake localization is a crucial first step for seismological studies. We explore in howfar deep learning regression can be used for that task when operating on three component full waveform recordings of regional stations. We implemented a deep convolutional neural network with three output neurons representing the three Cartesian coordinates of the hypocenter under investigation. We apply only basic preprocessing like filtering and use of absolute amplitudes. We trained the neural network on full waveform recordings of the 2008 North Bohemia earthquake swarm recorded by 9 stations. Accurate locations based on double difference arrival times are available and provide us with a favorable testing environment. We select time windows based on hand picked first arrivals at the closest station. We consider this approach as semi-automatic as the current implementation requires the earliest arrival at the closest station to be picked. After training for approximately 1 hour on a dataset of 2000 events we locate a different set of 900 events to validate and evaluate the location performance. The results show location accuracies of 56.4 m in East-West-,123.8 m in North-South- and 136.3 m in vertical directions compared to the double difference relocated reference catalog. It takes about 1 second to locate all 900 target events. Furthermore, we demonstrate, that the filters of the first layer can be exploited as an event detector for earthquakes of the same source region. During training, these filters become sensitive to the signals they are trained on, similar to a pattern matching detector commonly used in seismology.
A drawback of the proposed approach is the fixed station geometry. We discuss an alternative approach which allows to apply this method independent of station configurations.

Keywords: Deep learning, Machine learning, Earthquake Swarm

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Fast Location Parameters Determination of Seismic Events from Few Seconds of P Wave Recorded at a Single Seismological Station Using Support Vector Machine Regression

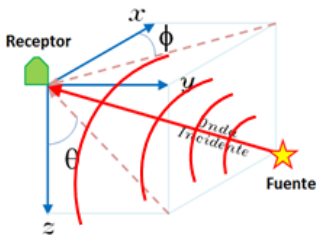
*Luis Hernan Ochoa Gutierrez[1], Carlos Alberto Vargas Jimenez[1], Luis Fernando Niño Vasquez[1]

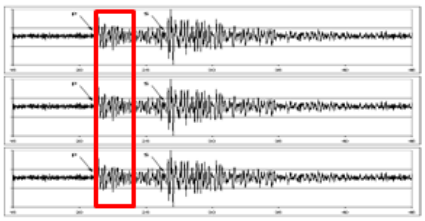
1. Universidad Nacional de Colombia

A Support Vector Machine Regression (SVMR) algorithm was applied to calculate Local Magnitude (ML), epicenter distance, focal depth and back-azimuth of seismic events using only five seconds of signal since P wave onset of one three component of “El Rosal” seismic station located, near to the city of Bogota –Colombia. The algorithm was trained with descriptors of time signals of 863 seismic events acquired between January 1998 and October 2008. During training stages of SVMR several combinations of kernel function exponent and complexity factor were considered for time signals of 5, 10 and 15 seconds along with earthquake local magnitudes of 2.0, 2.5, 3.0 and 3.5. Input parameters were an exponential function of waveform envelope estimated by least squares and maximum value of recorded waveforms for each component of the seismic station as well as a “Polarity Attenuation Factor”, which is proposed as a key for a successful modelling parameter for short time earthquake characterization. We used SVMR algorithm with normalized polynomial kernel and tested with a ten-fold cross validation, obtaining mean absolute error for different exponents and complexity parameters. A grid search method was applied to choose the best model parameters. The mean absolute error obtained in estimation of parameters were: Local Magnitude (ML) with 0.19 units of magnitude, hipocentral distance with 10.3 kilometers, focal depth with 16.5 kilometers and back-azimuth with 45.4 degrees. Proposed algorithm is easy to implement directly in the seismological stations to generate fast decisions at seismic control centers, increasing the possibility of having an effective early warning generation.

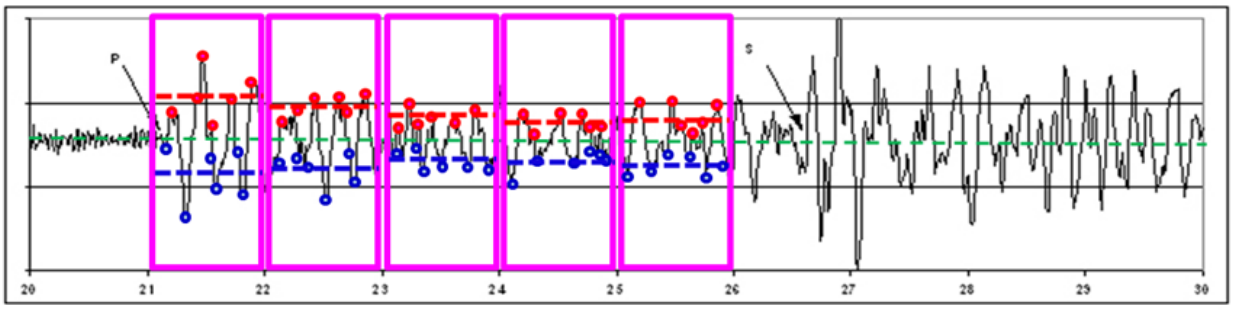
Keywords: Earthquake Early Warning, Support Vector Machine Regression, Polarity Attenuation Factor, Earthquake, Bogotá, Colombia, Location Parameters

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.









©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

しきい値なし波形相関による前震検出
Foreshock activity detection by a threshold-free matched-filter technique

*平野 史朗[1]、川方 裕則[1]、土井 一生[2]
*Shiro Hirano[1], Hironori Kawakata[1], Issei Doi[2]

1. 立命館大学理工学部物理科学科、2. 京都大学防災研究所
1. Department of Physical Science, College of Science and Engineering, Ritsumeikan University, 2. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

Revisiting earthquake catalogs have revealed that 40% or more of major earthquakes are accompanied by foreshock activities, at least in California [Abercrombie & Mori 1996 Nature] and Japan [Tamaribuchi et al. 2018 EPS].
To investigate whether the foreshocks are magnification and activation of background seismicity, we have to compare waveforms due to the foreshocks and background events that might be sometimes uncataloged because of their small sizes.
We can mine even small seismic signals similar to some template waveforms from continuous waveform records by using a matched-filter analysis based on cross-correlation coefficients (CC) between the template waveforms and continuous records.
However, in the conventional analysis, we have to define a threshold of CC to detect similar seismic waveforms, which have been chosen subjectively and empirically.
Then, we propose a threshold-free method to detect outliers from the empirical distribution of CC among seismic waveforms.
In our framework, empirical distributions of the coefficients are modeled by the theory of extreme value statistics, and the detectability is automatically determined from Akaike's Information Criterion (AIC), depending on data.
We applied the method of seismic signal detection to 2-years-continuous records before an M5.4 earthquake in Nagano, Japan (June 30, 2011) that followed 27 foreshocks cataloged by JMA.
First, we found that the empirical frequency distribution of CC between the continuous records and foreshocks did not follow a normal distribution, which means that we cannot estimate the possibility of a false positive by assuming the normal distribution as a model.
Instead, we also found that the maximum value of CC in every few seconds follow the Gumbel distribution after elimination of some outliers.
The elimination can be achieved by comparing AICs of data including and excluding the outlier candidates.
Given this method, we found a similar event ~2 months before the mainshock and 3 similar events 3-4 days before the mainshock.
This result implies that the foreshocks were not similar to background events, and hence, not magnification or activation of them.

キーワード：波形相関法、前震活動、極値統計、赤池情報量規準
Keywords: matched-filter technique, foreshock activity, extreme value statistics, AIC

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Automated seismic event detection and localization: An application to long-period seismicity at Aso Volcano influenced by large earthquake

*Andri Hendriyana[1,3], Takeshi Tsuji[1,2]

1. International Institute for Carbon-Neutral Energy Research, 2. Kyushu University, 3. Bandung Institute of Technology

The interplay between earthquakes and volcanic activity that may lead to eruptions has been well-established. Dynamic stress from a remote large earthquake brought by propagating of body and surface waves triggers gas exsolution at a magma reservoir. The exsolution of gasses could further lead to a bubble nucleation and pressurize the magma chamber. If the pressure continues to increase and exceeds a critical value, then magmatic fluids could breach impermeable layers overlying the magma chamber. Hot magmatic fluids heat up water filling hydrothermal system or continue to rise until surface resulting in an eruption. The interaction between the ascent of magmatic fluids with water at shallow triggers long-period (LP) seismicity. LP events reflect the resonance of fluid-filled cracks due to changes in fracture pressure. Because this process usually occurs near the surface, then LP seismicity could be used as a possible precursor to volcanic eruptions. Many studies have been conducted to analyse LP seismicity at Aso volcano. The origin of this seismic activity was a pressurization at the hydrothermal system at depth of about 1 km from the surface. However, the relationships between LP seismicity and earthquakes have not been studied. Moreover, LP signals show no clear onset of wave arrivals causing difficulties in performing classical seismic event localization that relies on manual travel-time picking. In this study, we present the source location of LP (with period of 15 s) seismicity at Aso volcano recorded by F-net and V-net seismic networks, between January 2015 and December 2016, a period that includes the Mw 7.0 Kumamoto earthquake of April 2016 and volcanic eruptions of October 2016. The initial LP events were identified by applying STA/LTA method using window lengths of 10 s and 100 s. To avoid false positive detection, waveform cross-correlation was applied to all pairs of the initial events resulting in a reliable three-component template waveform. In order to obtain robust LP events from 2-year continuous seismograms, a template matched filter was employed. We developed a differential-time back-projection method to locate LP events. Then, a coherency measure (semblance) was computed from the cross-correlograms of waveforms instead of the seismograms. In order to increase the focusing of the coherency image, we applied weighted-semblance by making use of a phase-stacking function. The seismic event locations with uncertainties were estimated from the probability density function of the coherency image. The performance of the developed method was remarkable since we have successfully revealed two distinct clusters of LP seismicity beneath the Nakadake crater. The spatio-temporal variation of LP events could be related to the large earthquake and volcanic eruption.

Keywords: differential-time, back projection technique, template matched filter, coherency, long-period seismicity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_13

[S-SS04] New methods for seismicity characterization

コンビーナ:Francesco Grigoli(ETH-Zurich, Swiss Seismological Service)、加藤 愛太郎(東京大学地震研究所)、青木 陽介(東京大学地震研究所)、Claudio Satriano(Institut de Physique du Globe de Paris)

In the last two decades the number of high quality seismic instruments being installed around the world has grown exponentially and probably will continue to grow in the coming decades. This data explosion has shown the limits of the current standard routine seismic analysis, often performed manually by seismologists. Exploiting the massive amount of data is a challenge that can be overcome by using new generation, fully automated and noise robust seismic processing techniques. In the last years waveform-based detection and location methods have grown in popularity and their application have dramatically improved seismic monitoring capability. More recently, Machine Learning techniques, which are a perfect playground for data-intensive applications, are showing promising results in seismicity characterization applications opening new horizons for the development of innovative, fully automated and noise robust seismic analysis methods. Such techniques are particularly useful when working with datasets characterised by a massive number of weak events with low signal-to-noise ratio, such as those collected in induced seismicity and volcanic monitoring operations. This session aims to bring to light new methods that can be applied to large datasets, either retro-actively or in near-real time, to characterize seismicity (i.e. detection, location, magnitude and source mechanisms estimation) at different scales and in different environments. We thus encourage contributions that demonstrate how the proposed methods helps improve our understanding of earthquake and/or volcanic processes.

[SSS04-P01] **Constraint of focal mechanisms of induced seismicity by using misfit angles based on known *in-situ* stress**

*椋平 祐輔[1]、直井 誠[2]、Michael Fehler[3]、森谷 祐一[5]、伊藤 高敏[1]、浅沼 宏[4]、Markus Häring[6] (1.東北大学 流体科学研究所、2.京都大学　防災研究所、3.マサチューセッツ工科大学　地球資源研究所、4.産業技術総合研究所　福島再生可能エネルギー研究所、5.東北大学　工学部、6.Häring GeoProject)

[SSS04-P02] Kinematic slip imaging of the Mw 3.3 earthquake in the St. Gallen 2013 geothermal reservoir, Switzerland, using an isochrone back projection approach

*Claudio Satriano[1]、Eszter Király-Proag[2]、Pascal Bernard[1]、Stefan Wiemer[2] (1.Institut de Physique du Globe de Paris, France、2.ETH Swiss Federal Institute of Technology Zurich, Switzerland)

[SSS04-P03] **Monitoring induced seismicity with a single seismic station by combining coda wave interferometry with distance geometry solvers**

*Francesco Grigoli[1]、Simone Cesca[2]、Alessandro Vuan[3]、Filippo Broggini[1]、John Clinton[1]、Stefan Wiemer[1] (1.ETH-Zurich, Switzerland、2.GFZ-Potsdam, Germany、3.OGS-Trieste, Italy)

[SSS04-P04] Automatic Earthquake Locating by Stacking Characteristic Functions in a Source Scanning Method

★Invited Papers

*Hilary Chang[1]、Alison Malcolm[1]、Frédérick Massin[2]、Francesco Grigoli[2] (1.Memorial University of Newfoundland, Earth Sciences, Canada、2. ETH Zurich, Department of Earth Sciences, Zürich, Switzerland)

[SSS04-P05] Earthquake nowcasting: further development and application to Japan

*楠城 一嘉[1]、ランドル ジョン[2]、櫻田 哲生[3] (1.静岡県立大学、2.カルフォルニア大学デービス校、3.櫻田商会)

Constraint of focal mechanisms of induced seismicity by using misfit angles based on known *in-situ* stress

*椋平 祐輔[1]、直井 誠[2]、Michael Fehler[3]、森谷 祐一[5]、伊藤 高敏[1]、浅沼 宏[4]、Markus Häring[6]
*Yusuke Mukuhira[1], Makoto Naoi[2], Michael C Fehler[3], Hirokazu Moriya[5], Takatoshi Ito[1], Hiroshi Asanuma[4], Markus O Häring[6]

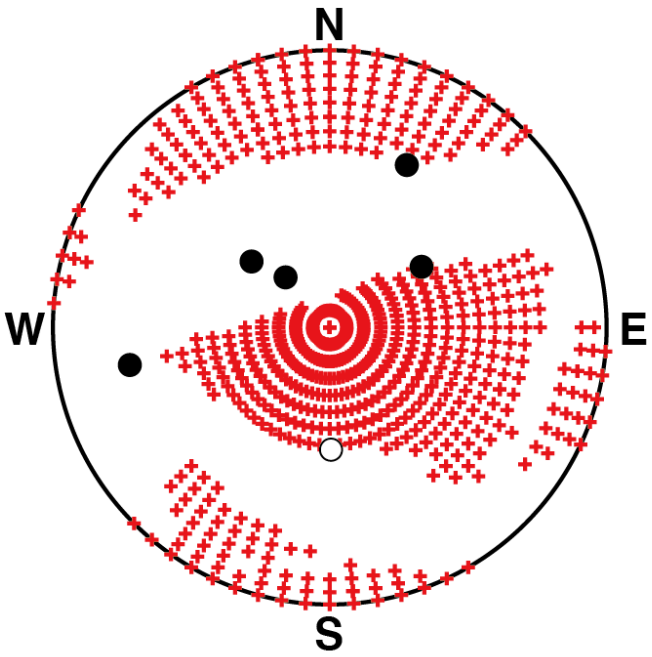
1. 東北大学　流体科学研究所、2. 京都大学　防災研究所、3. マサチューセッツ工科大学　地球資源研究所、4. 産業技術総合研究所　福島再生可能エネルギー研究所、5. 東北大学　工学部、6. Häring GeoProject
1. Institute of Fluid Science, Tohoku University, 2. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 3. Earth Resources Laboratory, MIT, 4. FREA, AIST, 5. School of Engineering, Tohoku University, 6. Häring GeoProject

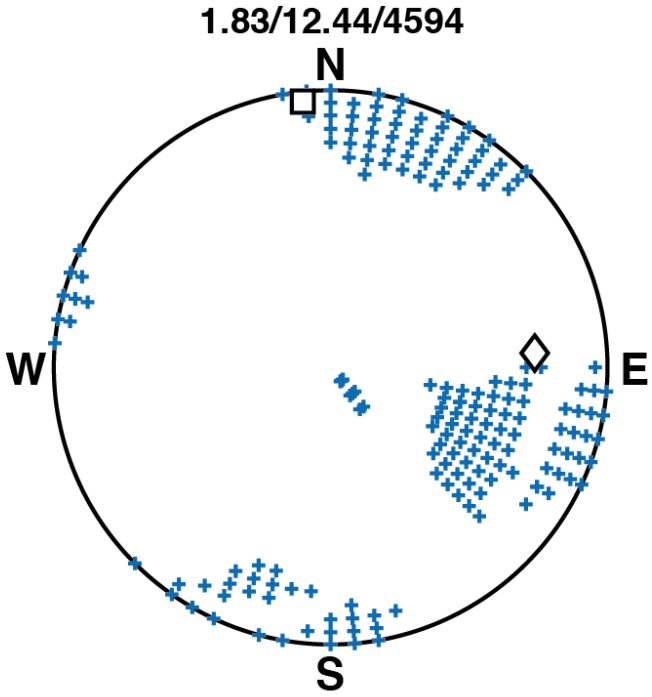
Microseismic monitoring is essential for successful hydraulic stimulation/fracking in unconventional oil/gas development, engineered geothermal system development and carbon capture and sequestration. In addition to the hypocenter location of the microseismicity, knowledge of the geometry of the fracture is also crucial for better understanding of fractured reservoir, fluid flow, and design of the energy extraction. Geofluid flows in the fracture and its permeability are correlated with the relation of the geometry of the fracture and in-situ stress. Fracture orientation can be estimated by the seismological method such as moment tensor inversion or focal mechanism analysis, only when the waveforms of the events are well recorded by a number of well-distributed stations. However, in realistic microseismic monitoring situations, it is often difficult to constrain the focal mechanism of microseismicity from first motion information due to the small number of stations.

We proposed a method to improve the estimates of focal mechanisms by introducing in-situ stress information from borehole logging information. We eliminate candidate focal mechanisms that are consistent with first motion data but cannot have shear slip under a given stress state and pore pressure increase. In this study, we also check the consistency between the shear slip vector estimated from the stress state and the rakes. We compare the shear slip vector and the slip vector from the rake. Then we reject the fault if the difference in the two vectors is significantly large. With this process, we reject the fault planes and auxiliary planes which are not consistent with stress state. We apply this method to induced seismicity dataset from Basel, Switzerland, where we already have well-constrained focal mechanisms estimated by many surface stations over a large region. We use these focal mechanisms as references to check whether our method can constrain the range of focal mechanisms using a small number of nearby stations. We find that the consistency check between two vectors significantly and reliably limits the range of focal mechanisms. Furthermore, we combine the constrained range of focal mechanism by this method and that by stability analysis to have more constraint of focal mechanisms satisfying the conditions of the geomechanical problem.

キーワード：誘発地震、断層面解、地殻応力
Keywords: Induced seismicity, Focal mechanism, In-situ stress

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.





©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Kinematic slip imaging of the Mw 3.3 earthquake in the St. Gallen 2013 geothermal reservoir, Switzerland, using an isochrone back projection approach

*Claudio Satriano[1], Eszter Király-Proag[2], Pascal Bernard[1], Stefan Wiemer[2]

1. Institut de Physique du Globe de Paris, France, 2. ETH Swiss Federal Institute of Technology Zurich, Switzerland

In most models and analyses, small earthquakes (i.e., M<4) are considered either point sources or "penny-shaped" solid surfaces with homogeneous or isotropic source properties. While these assumptions may be valid, details of individual earthquakes are more complex. Due to the insufficient resolution of most monitoring networks, micro-earthquakes (M<2) must be still approximated as dislocation on penny-shaped surfaces. But in case of larger events (M>3) recorded on well-distributed local seismic stations, detailed space-time slip pattern within the rupture area can be imaged.

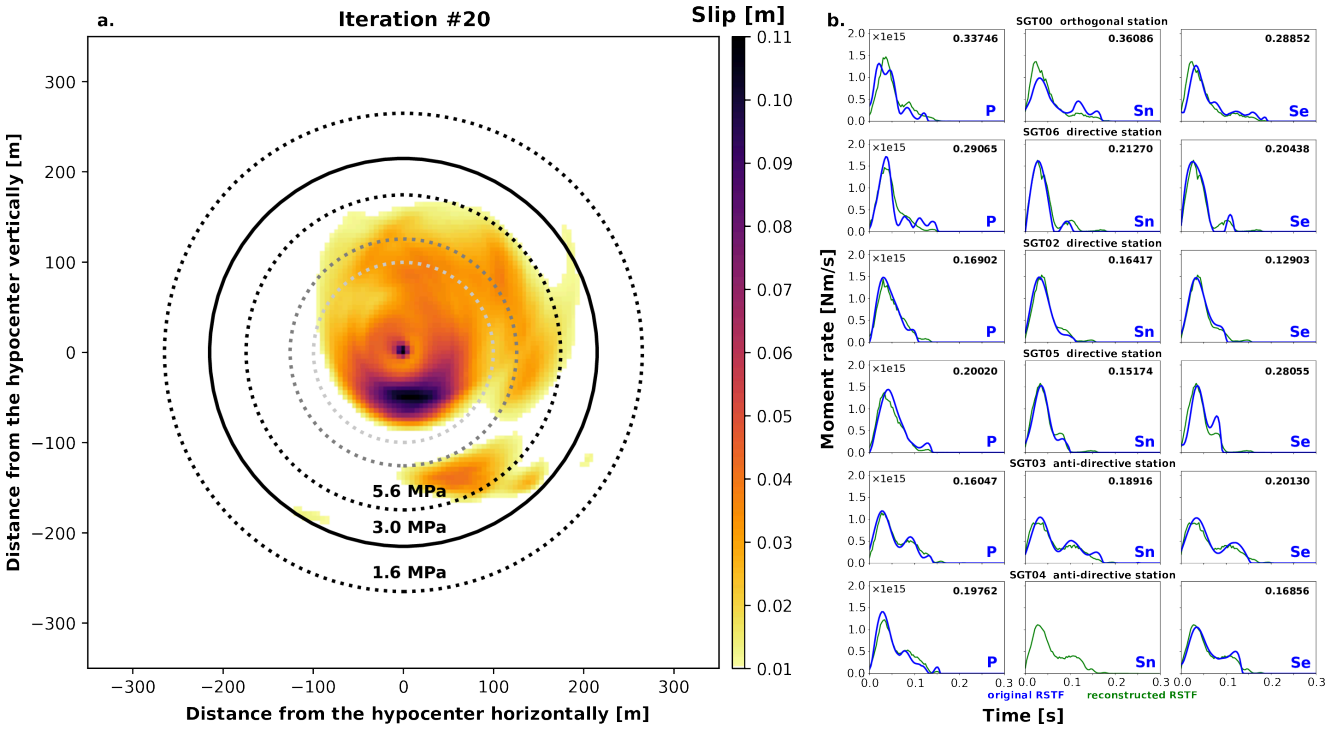
Here, we analyze slip distribution and rupture kinematics of a moderate induced event (ML 3.5) occurred in the St. Gallen geothermal reservoir (NE Switzerland) in 2013. To image the slip of such a small magnitude earthquake, we carry out a two-step procedure: (1) we deconvolve the propagation effects from the seismograms using an empirical Green's function resulting in relative source time functions (RSTF) at all seismic stations; (2) the RSTFs are back-projected to the fault plane using the position of equal time delays, i.e., isochrones.

Results reveal that the mainshock rupture propagates towards NNE from the hypocenter with an average velocity of about 2000 m/s. Spatio-temporal organization of fore- and aftershocks suggests that the mainshock released a previously less active portion of the fault and that the sequence is mainly stress-driven.

Applying this method in an operational environment could enable to quickly map seismic slip allowing assessment of fault asperities and structures involved in the reservoir creation process.

Keywords: Earthquake Source, Earthquake Kinematics, Back Projection, Induced Seismicity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Monitoring induced seismicity with a single seismic station by combining coda wave interferometry with distance geometry solvers

*Francesco Grigoli[1], Simone Cesca[2], Alessandro Vuan[3], Filippo Broggini[1], John Clinton[1], Stefan Wiemer[1]

1. ETH-Zurich, Switzerland, 2. GFZ-Potsdam, Germany, 3. OGS-Trieste, Italy

Microseismic monitoring networks are nowadays extensively used, in combination with risk analysis tools, to ensure the safety of the industrial operations which may trigger or induce earthquakes. However, in many cases the lack of dense enough microseismic monitoring networks affects the performance of the routine data analysis procedures limiting the application of adequate risk mitigation strategies. In this work we propose a novel approach based on the combination of Coda Wave Interferometry (CWI) and Distance Geometry Solvers (DGS) that allow to locate microseismic events by using a single seismic station. The use of CWI allows to determine, for pairs of earthquakes characterized by high similarity of waveforms (i.e. with similar location and focal mechanism), the absolute inter-event distance of each pair (Snieder and Vrijlandt, 2005), while DGS allow to determine their location based only on the given values of the distances between member pairs. Microseismic events can be classified in different families by combining a waveform correlation analysis and a clustering technique. Clustered events are characterized by a high similarity of waveforms, which implies a similarity in both source mechanism and location. In these conditions, the analysis of seismic coda recorded at a single receiver can be used to infer a measure of the spatial separation between two seismic sources. Coda waves are radiated in all directions with a radiation pattern determined by the source mechanism and a small change in the source position affects the interference pattern of the scattered waves that constitute the coda. This change in the coda waves is used to constrain the inter-event distance for each events pair. Absolute locations can be then retrieved by using DGS and considering all inter-event distances, a procedure which requires at least four reference locations. In order to show the potential of this approach we firstly validated the method with a synthetic dataset, then we applied it to the September-October 2013 induced seismicity sequence associated to the underground gas storage operations performed in the offshore Spain. The largest event of the sequence, a magnitude Mw 4.3 earthquake occurred on 2013 October 4th, was preceded by about 1000 seismic events, mostly with magnitude below 2. However, the poor monitoring network in the area (the closest seismic station was located at about ~20 km distance from the platform) did not allow to properly locate these small events. In this work we relocate these low magnitude events, showing that our approach provides better results than those obtained by using standard location methods, making this method particularly useful in poorly monitored areas where only a limited number of stations is available.

References:

Snieder, R., and Vrijlandt, M., 2005. Constraining the source separation with coda wave interferometry: Theory and application to earthquake doublets in the Hayward fault, California, J. Geophys. Res., doi:10.1029/2004JB003317

Keywords: Coda Wave Interferometry, Microseismicity, Induced Seismicity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Automatic Earthquake Locating by Stacking Characteristic Functions in a Source Scanning Method

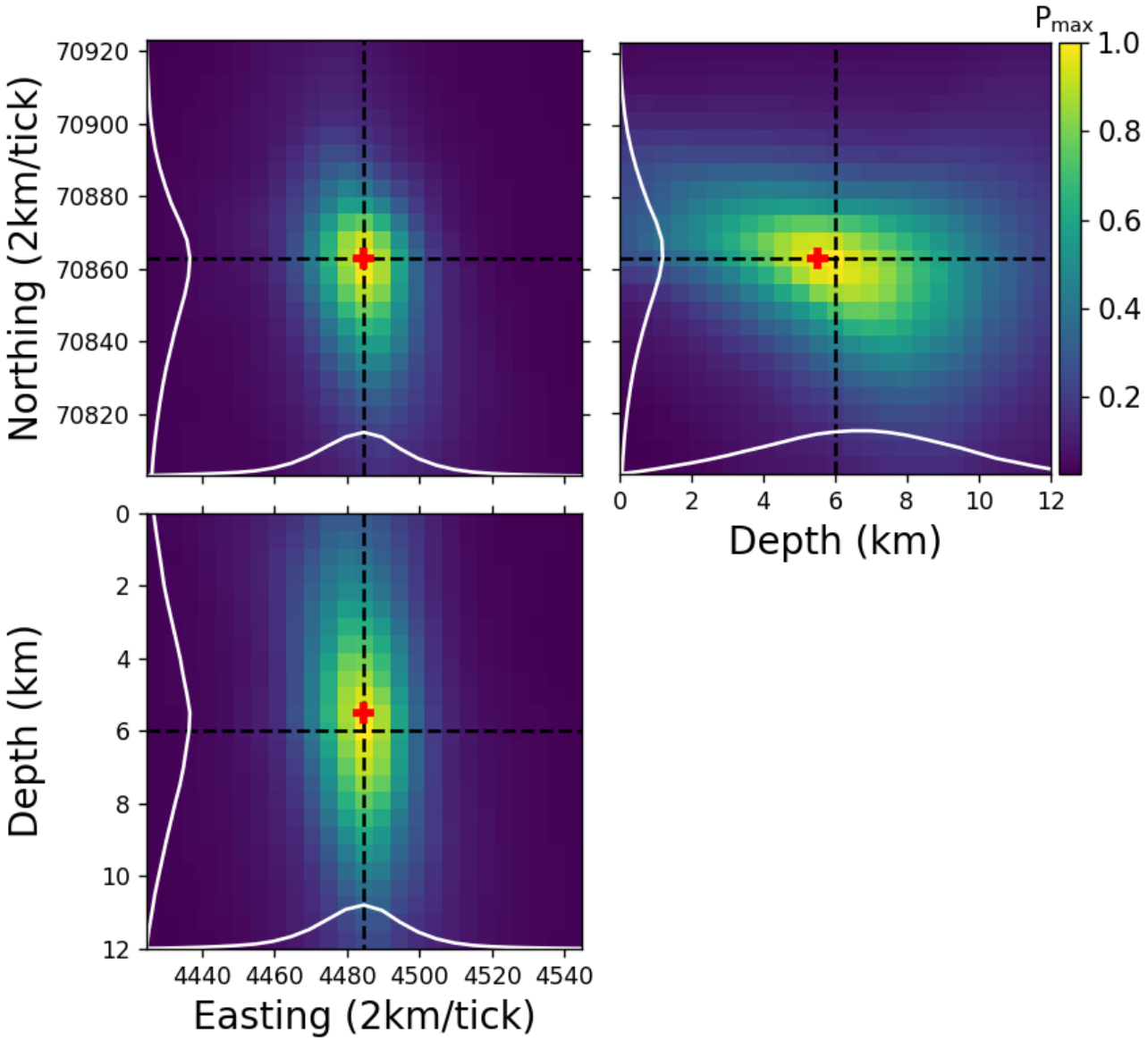
*Hilary Chang[1], Alison Malcolm[1], Frédérick Massin[2], Francesco Grigoli[2]

1. Memorial University of Newfoundland, Earth Sciences, Canada, 2. ETH Zurich, Department of Earth Sciences, Zürich, Switzerland

Exact source locating for microseismic events helps us understand subsurface structures, monitor volcanic activities and assess earthquake hazards. Conventionally, the locating problem can be solved by picking phase arrivals. However, for microseismicity which contains large numbers of low-magnitude events, phase picking is often difficult and time-consuming. In this research, we use an improved waveform-based method to locate microseismic events without phase picking. We use the Source Scanning Algorithm (SSA) to stack the Characteristic Functions (CFs) in time and space, where the maximum stack gives the best estimate of the event origin time and source location. This approach allows us to locate the event automatically by evaluating waveform coherency in terms of changes in amplitude and polarization. We conduct synthetic test using the geometry of the SIL network in Reykjane Peninsula, SW Iceland. The results show that we can locate the synthetic source with error <1km, <0.1s when the noise amplitude is less than the amplitude of the target phase. In addition, stacking CFs that evaluate changes in amplitudes gives more stable results at all noise level, while stacking CFs that consider changes in polarization gives more stable results when the noise varies with frequency. We also conduct field data test using 215 microseismic events (M<2) occurred during Aug 2010 and Mar 2011 recorded by the same network. Our results show that stacking CFs that considers changes in amplitudes gives the closest results to the manually picking method, while stacking a combined version of CF rejects more outliers. In summary, stacking CFs in the SSA provides us with the ability to consider different waveform characteristics and improved noise-robustness in source locating problems. This improved automatic waveform-based procedure offers reliable solutions to large data set with low SNR and helps reduce human intervention.

Keywords: earthquake location, source scanning algorithm, waveform characteristics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Earthquake nowcasting: further development and application to Japan

*楠城 一嘉[1]、ランドル ジョン[2]、櫻田 哲生[3]
*Kazuyoshi Nanjo[1], John B. Rundle[2], Tetsuo Sakurada[3]

1. 静岡県立大学、2. カルフォルニア大学デービス校、3. 櫻田商会
1. University of Shizuoka, 2. University of California at Davis, 3. SAKURADA&Company

We adopted and further developed the earthquake nowcasting method (Rundle et al., 2016). This method determines the current state of the fault system in a predefined region and its current level of progress through the earthquake cycle, using only empirical data: magnitudes (M) and times of earthquakes in the region. The characteristic is that the method does not involve any model other than the idea of an earthquake cycle. We performed a case study from southern Kanto, using the earthquake catalog maintained by Japan Meteorological Agency (JMA). Two earthquake magnitudes are selected, one large ($M \geqq M_L$), and one small ($M \geqq M_S$), where $M_L > M_S$. The method utilizes the number of small earthquakes that occurs between pairs of large earthquakes. The cumulative probability distribution of these values is obtained. The earthquake potential score (EPS), an index of the current level of the progress through the earthquake cycle, is defined by the “natural time”, the number of small earthquakes that has occurred since the last large earthquake, the point where this number falls on the cumulative probability distribution. For southern Kanto, we used earthquakes since 1926 with depths shallower than 150 km and set M_L=6.0 and M_S=4.2. The obtained result as of December 20, 2018 is EPS of 8%. This is interpreted as an indication that if a large (M6+) earthquake occurred on this date, the recurrence interval would be relatively short. Errors that arise from statistics-based estimation such as this must be considered so that we introduced the calculation of uncertainties to the earthquake nowcasting, using a bootstrap approach. Taking into account the contribution of these errors to the EPS calculations, we conclude that the earthquake nowcasting generates stable estimates of EPS for southern Kanto (Nanjo, 2018). To check the stability estimation for other regions, we computed EPS and its uncertainty for selected regions in Japan. We also discuss a technique of spatial mapping of EPS over the Japan’s mainlands. This technique allows us to move towards a full description of current EPS as a function of space, providing possible usability for ranking locations on the earthquake hazard.

キーワード：ナウキャスティング、地震、ナチュラルタイム
Keywords: nowcasting, earthquake, natural time

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_24

[S-SS04] New methods for seismicity characterization

コンビーナ:Francesco Grigoli(ETH-Zurich, Swiss Seismological Service)、加藤 愛太郎(東京大学地震研究所)、青木 陽介(東京大学地震研究所)、Claudio Satriano(Institut de Physique du Globe de Paris)

In the last two decades the number of high quality seismic instruments being installed around the world has grown exponentially and probably will continue to grow in the coming decades. This data explosion has shown the limits of the current standard routine seismic analysis, often performed manually by seismologists. Exploiting the massive amount of data is a challenge that can be overcome by using new generation, fully automated and noise robust seismic processing techniques. In the last years waveform-based detection and location methods have grown in popularity and their application have dramatically improved seismic monitoring capability. More recently, Machine Learning techniques, which are a perfect playground for data-intensive applications, are showing promising results in seismicity characterization applications opening new horizons for the development of innovative, fully automated and noise robust seismic analysis methods. Such techniques are particularly useful when working with datasets characterised by a massive number of weak events with low signal-to-noise ratio, such as those collected in induced seismicity and volcanic monitoring operations. This session aims to bring to light new methods that can be applied to large datasets, either retro-actively or in near-real time, to characterize seismicity (i.e. detection, location, magnitude and source mechanisms estimation) at different scales and in different environments. We thus encourage contributions that demonstrate how the proposed methods helps improve our understanding of earthquake and/or volcanic processes.

[SSS04-P01] Constraint of focal mechanisms of induced seismicity by using misfit angles based on known *in-situ* stress

*椋平 祐輔[1]、直井 誠[2]、Michael Fehler[3]、森谷 祐一[5]、伊藤 高敏[1]、浅沼 宏[4]、Markus Häring[6] (1.東北大学 流体科学研究所、2.京都大学　防災研究所、3.マサチューセッツ工科大学　地球資源研究所、4.産業技術総合研究所　福島再生可能エネルギー研究所、5.東北大学　工学部、6.Häring GeoProject)

[SSS04-P02] Kinematic slip imaging of the Mw 3.3 earthquake in the St. Gallen 2013 geothermal reservoir, Switzerland, using an isochrone back projection approach

*Claudio Satriano[1]、Eszter Király-Proag[2]、Pascal Bernard[1]、Stefan Wiemer[2] (1.Institut de Physique du Globe de Paris, France、2.ETH Swiss Federal Institute of Technology Zurich, Switzerland)

[SSS04-P03] Monitoring induced seismicity with a single seismic station by combining coda wave interferometry with distance geometry solvers

*Francesco Grigoli[1]、Simone Cesca[2]、Alessandro Vuan[3]、Filippo Broggini[1]、John Clinton[1]、Stefan Wiemer[1] (1.ETH-Zurich, Switzerland、2.GFZ-Potsdam, Germany、3.OGS-Trieste, Italy)

[SSS04-P04] Automatic Earthquake Locating by Stacking Characteristic Functions in a Source Scanning Method

★Invited Papers

*Hilary Chang[1]、Alison Malcolm[1]、Frédérick Massin[2]、Francesco Grigoli[2] (1.Memorial University of Newfoundland, Earth Sciences, Canada、2. ETH Zurich, Department of Earth Sciences, Zürich, Switzerland)

[SSS04-P05] Earthquake nowcasting: further development and application to Japan

*楠城 一嘉[1]、ランドル ジョン[2]、櫻田 哲生[3] (1.静岡県立大学、2.カルフォルニア大学デービス校、3.櫻田商会)

Constraint of focal mechanisms of induced seismicity by using misfit angles based on known *in-situ* stress

*椋平 祐輔[1]、直井 誠[2]、Michael Fehler[3]、森谷 祐一[5]、伊藤 高敏[1]、浅沼 宏[4]、Markus Häring[6]
*Yusuke Mukuhira[1], Makoto Naoi[2], Michael C Fehler[3], Hirokazu Moriya[5], Takatoshi Ito[1], Hiroshi Asanuma[4], Markus O Häring[6]

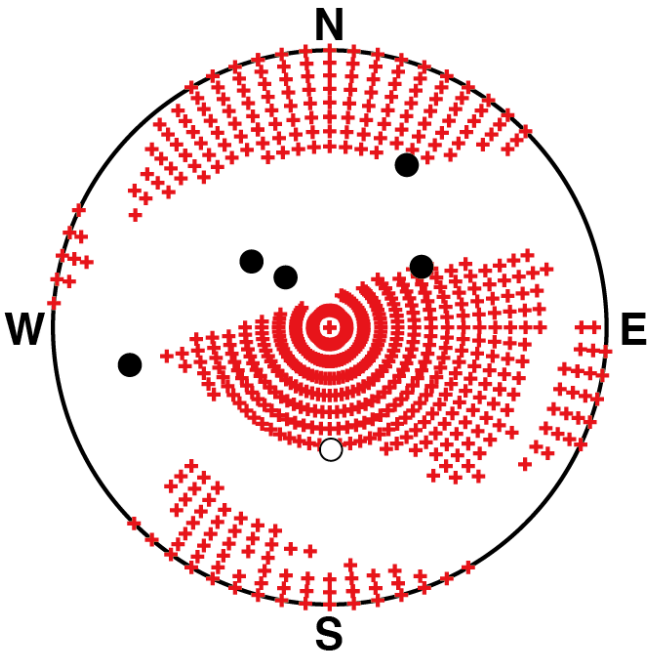
1. 東北大学　流体科学研究所、2. 京都大学　防災研究所、3. マサチューセッツ工科大学　地球資源研究所、4. 産業技術総合研究所　福島再生可能エネルギー研究所、5. 東北大学　工学部、6. Häring GeoProject
1. Institute of Fluid Science, Tohoku University, 2. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 3. Earth Resources Laboratory, MIT, 4. FREA, AIST, 5. School of Engineering, Tohoku University, 6. Häring GeoProject

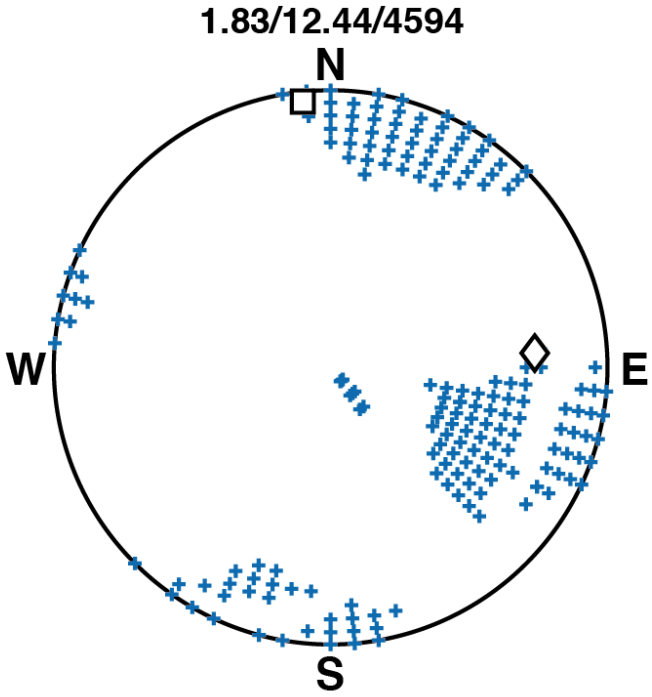
Microseismic monitoring is essential for successful hydraulic stimulation/fracking in unconventional oil/gas development, engineered geothermal system development and carbon capture and sequestration. In addition to the hypocenter location of the microseismicity, knowledge of the geometry of the fracture is also crucial for better understanding of fractured reservoir, fluid flow, and design of the energy extraction. Geofluid flows in the fracture and its permeability are correlated with the relation of the geometry of the fracture and in-situ stress. Fracture orientation can be estimated by the seismological method such as moment tensor inversion or focal mechanism analysis, only when the waveforms of the events are well recorded by a number of well-distributed stations. However, in realistic microseismic monitoring situations, it is often difficult to constrain the focal mechanism of microseismicity from first motion information due to the small number of stations.

We proposed a method to improve the estimates of focal mechanisms by introducing in-situ stress information from borehole logging information. We eliminate candidate focal mechanisms that are consistent with first motion data but cannot have shear slip under a given stress state and pore pressure increase. In this study, we also check the consistency between the shear slip vector estimated from the stress state and the rakes. We compare the shear slip vector and the slip vector from the rake. Then we reject the fault if the difference in the two vectors is significantly large. With this process, we reject the fault planes and auxiliary planes which are not consistent with stress state. We apply this method to induced seismicity dataset from Basel, Switzerland, where we already have well-constrained focal mechanisms estimated by many surface stations over a large region. We use these focal mechanisms as references to check whether our method can constrain the range of focal mechanisms using a small number of nearby stations. We find that the consistency check between two vectors significantly and reliably limits the range of focal mechanisms. Furthermore, we combine the constrained range of focal mechanism by this method and that by stability analysis to have more constraint of focal mechanisms satisfying the conditions of the geomechanical problem.

キーワード：誘発地震、断層面解、地殻応力
Keywords: Induced seismicity, Focal mechanism, In-situ stress

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.





©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Kinematic slip imaging of the Mw 3.3 earthquake in the St. Gallen 2013 geothermal reservoir, Switzerland, using an isochrone back projection approach

*Claudio Satriano[1], Eszter Király-Proag[2], Pascal Bernard[1], Stefan Wiemer[2]

1. Institut de Physique du Globe de Paris, France, 2. ETH Swiss Federal Institute of Technology Zurich, Switzerland

In most models and analyses, small earthquakes (i.e., M<4) are considered either point sources or "penny-shaped" solid surfaces with homogeneous or isotropic source properties. While these assumptions may be valid, details of individual earthquakes are more complex. Due to the insufficient resolution of most monitoring networks, micro-earthquakes (M<2) must be still approximated as dislocation on penny-shaped surfaces. But in case of larger events (M>3) recorded on well-distributed local seismic stations, detailed space-time slip pattern within the rupture area can be imaged.

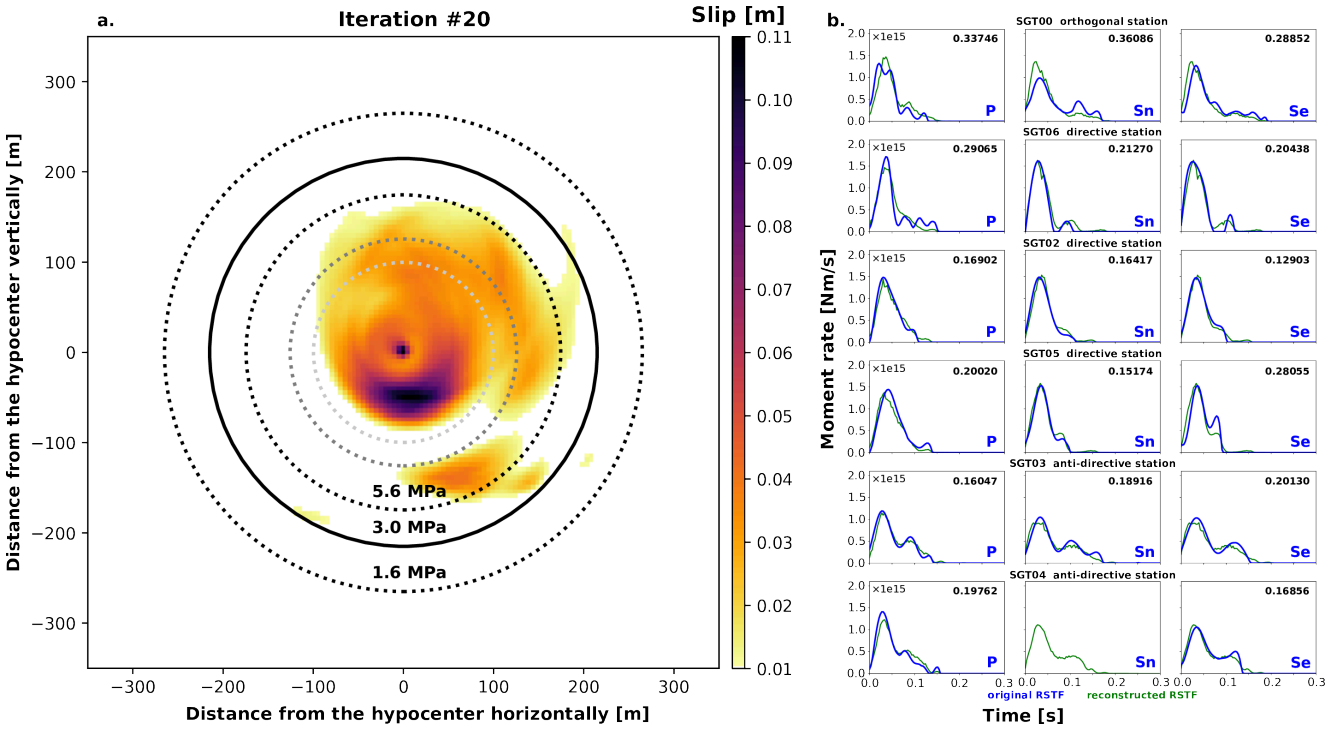
Here, we analyze slip distribution and rupture kinematics of a moderate induced event (ML 3.5) occurred in the St. Gallen geothermal reservoir (NE Switzerland) in 2013. To image the slip of such a small magnitude earthquake, we carry out a two-step procedure: (1) we deconvolve the propagation effects from the seismograms using an empirical Green's function resulting in relative source time functions (RSTF) at all seismic stations; (2) the RSTFs are back-projected to the fault plane using the position of equal time delays, i.e., isochrones.

Results reveal that the mainshock rupture propagates towards NNE from the hypocenter with an average velocity of about 2000 m/s. Spatio-temporal organization of fore- and aftershocks suggests that the mainshock released a previously less active portion of the fault and that the sequence is mainly stress-driven.

Applying this method in an operational environment could enable to quickly map seismic slip allowing assessment of fault asperities and structures involved in the reservoir creation process.

Keywords: Earthquake Source, Earthquake Kinematics, Back Projection, Induced Seismicity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Monitoring induced seismicity with a single seismic station by combining coda wave interferometry with distance geometry solvers

*Francesco Grigoli[1], Simone Cesca[2], Alessandro Vuan[3], Filippo Broggini[1], John Clinton[1], Stefan Wiemer[1]

1. ETH-Zurich, Switzerland, 2. GFZ-Potsdam, Germany, 3. OGS-Trieste, Italy

Microseismic monitoring networks are nowadays extensively used, in combination with risk analysis tools, to ensure the safety of the industrial operations which may trigger or induce earthquakes. However, in many cases the lack of dense enough microseismic monitoring networks affects the performance of the routine data analysis procedures limiting the application of adequate risk mitigation strategies. In this work we propose a novel approach based on the combination of Coda Wave Interferometry (CWI) and Distance Geometry Solvers (DGS) that allow to locate microseismic events by using a single seismic station. The use of CWI allows to determine, for pairs of earthquakes characterized by high similarity of waveforms (i.e. with similar location and focal mechanism), the absolute inter-event distance of each pair (Snieder and Vrijlandt, 2005), while DGS allow to determine their location based only on the given values of the distances between member pairs. Microseismic events can be classified in different families by combining a waveform correlation analysis and a clustering technique. Clustered events are characterized by a high similarity of waveforms, which implies a similarity in both source mechanism and location. In these conditions, the analysis of seismic coda recorded at a single receiver can be used to infer a measure of the spatial separation between two seismic sources. Coda waves are radiated in all directions with a radiation pattern determined by the source mechanism and a small change in the source position affects the interference pattern of the scattered waves that constitute the coda. This change in the coda waves is used to constrain the inter-event distance for each events pair. Absolute locations can be then retrieved by using DGS and considering all inter-event distances, a procedure which requires at least four reference locations. In order to show the potential of this approach we firstly validated the method with a synthetic dataset, then we applied it to the September-October 2013 induced seismicity sequence associated to the underground gas storage operations performed in the offshore Spain. The largest event of the sequence, a magnitude Mw 4.3 earthquake occurred on 2013 October 4th, was preceded by about 1000 seismic events, mostly with magnitude below 2. However, the poor monitoring network in the area (the closest seismic station was located at about ~20 km distance from the platform) did not allow to properly locate these small events. In this work we relocate these low magnitude events, showing that our approach provides better results than those obtained by using standard location methods, making this method particularly useful in poorly monitored areas where only a limited number of stations is available.

References:

Snieder, R., and Vrijlandt, M., 2005. Constraining the source separation with coda wave interferometry: Theory and application to earthquake doublets in the Hayward fault, California, J. Geophys. Res., doi:10.1029/2004JB003317

Keywords: Coda Wave Interferometry, Microseismicity, Induced Seismicity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Automatic Earthquake Locating by Stacking Characteristic Functions in a Source Scanning Method

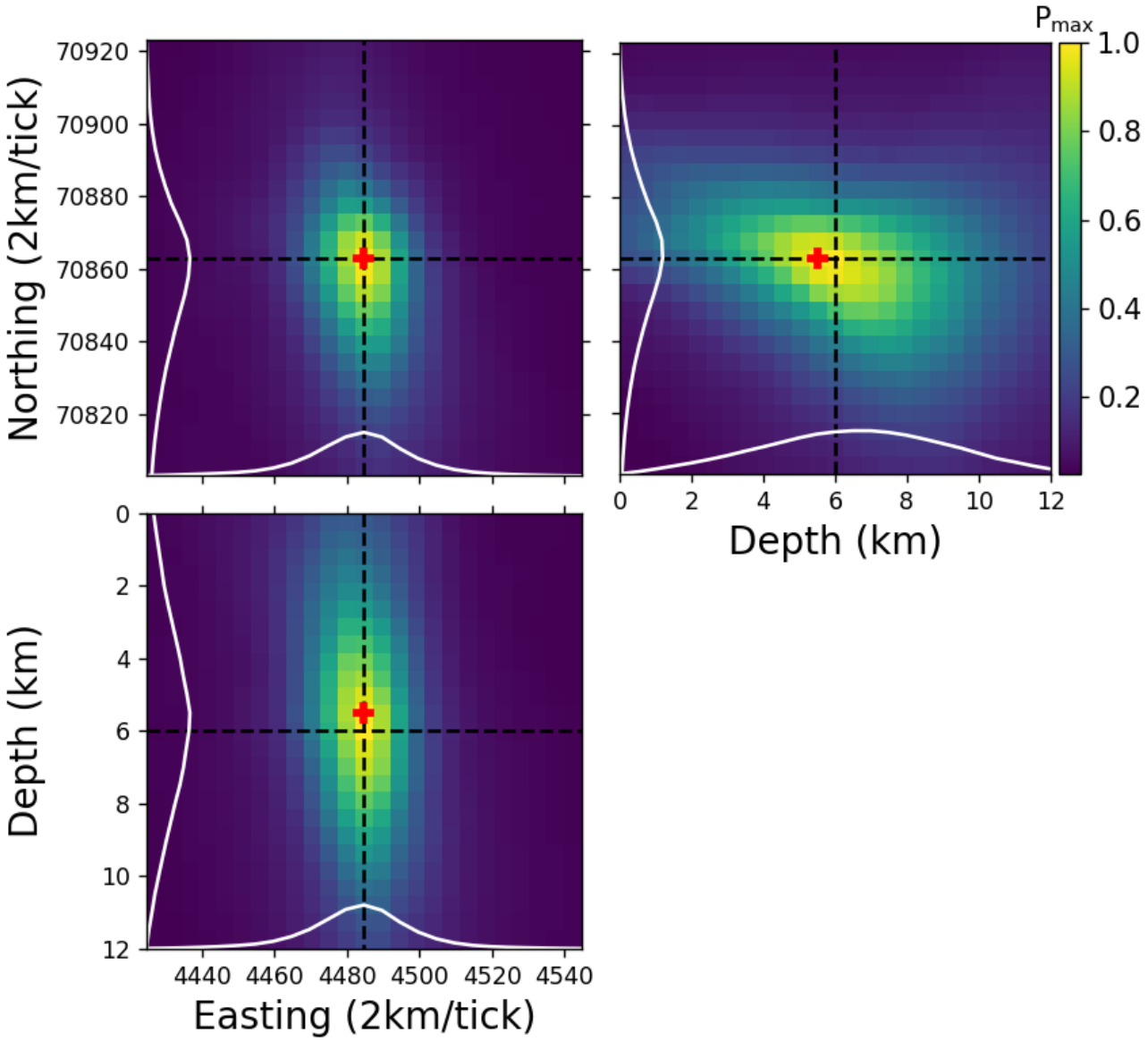
*Hilary Chang[1], Alison Malcolm[1], Frédérick Massin[2], Francesco Grigoli[2]

1. Memorial University of Newfoundland, Earth Sciences, Canada, 2. ETH Zurich, Department of Earth Sciences, Zürich, Switzerland

Exact source locating for microseismic events helps us understand subsurface structures, monitor volcanic activities and assess earthquake hazards. Conventionally, the locating problem can be solved by picking phase arrivals. However, for microseismicity which contains large numbers of low-magnitude events, phase picking is often difficult and time-consuming. In this research, we use an improved waveform-based method to locate microseismic events without phase picking. We use the Source Scanning Algorithm (SSA) to stack the Characteristic Functions (CFs) in time and space, where the maximum stack gives the best estimate of the event origin time and source location. This approach allows us to locate the event automatically by evaluating waveform coherency in terms of changes in amplitude and polarization. We conduct synthetic test using the geometry of the SIL network in Reykjane Peninsula, SW Iceland. The results show that we can locate the synthetic source with error <1km, <0.1s when the noise amplitude is less than the amplitude of the target phase. In addition, stacking CFs that evaluate changes in amplitudes gives more stable results at all noise level, while stacking CFs that consider changes in polarization gives more stable results when the noise varies with frequency. We also conduct field data test using 215 microseismic events (M<2) occurred during Aug 2010 and Mar 2011 recorded by the same network. Our results show that stacking CFs that considers changes in amplitudes gives the closest results to the manually picking method, while stacking a combined version of CF rejects more outliers. In summary, stacking CFs in the SSA provides us with the ability to consider different waveform characteristics and improved noise-robustness in source locating problems. This improved automatic waveform-based procedure offers reliable solutions to large data set with low SNR and helps reduce human intervention.

Keywords: earthquake location, source scanning algorithm, waveform characteristics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Earthquake nowcasting: further development and application to Japan

*楠城 一嘉[1]、ランドル ジョン[2]、櫻田 哲生[3]
*Kazuyoshi Nanjo[1], John B. Rundle[2], Tetsuo Sakurada[3]

1. 静岡県立大学、2. カルフォルニア大学デービス校、3. 櫻田商会
1. University of Shizuoka, 2. University of California at Davis, 3. SAKURADA&Company

We adopted and further developed the earthquake nowcasting method (Rundle et al., 2016). This method determines the current state of the fault system in a predefined region and its current level of progress through the earthquake cycle, using only empirical data: magnitudes (M) and times of earthquakes in the region. The characteristic is that the method does not involve any model other than the idea of an earthquake cycle. We performed a case study from southern Kanto, using the earthquake catalog maintained by Japan Meteorological Agency (JMA). Two earthquake magnitudes are selected, one large ($M \geqq M_L$), and one small ($M \geqq M_S$), where $M_L > M_S$. The method utilizes the number of small earthquakes that occurs between pairs of large earthquakes. The cumulative probability distribution of these values is obtained. The earthquake potential score (EPS), an index of the current level of the progress through the earthquake cycle, is defined by the “natural time”, the number of small earthquakes that has occurred since the last large earthquake, the point where this number falls on the cumulative probability distribution. For southern Kanto, we used earthquakes since 1926 with depths shallower than 150 km and set M_L=6.0 and M_S=4.2. The obtained result as of December 20, 2018 is EPS of 8%. This is interpreted as an indication that if a large (M6+) earthquake occurred on this date, the recurrence interval would be relatively short. Errors that arise from statistics-based estimation such as this must be considered so that we introduced the calculation of uncertainties to the earthquake nowcasting, using a bootstrap approach. Taking into account the contribution of these errors to the EPS calculations, we conclude that the earthquake nowcasting generates stable estimates of EPS for southern Kanto (Nanjo, 2018). To check the stability estimation for other regions, we computed EPS and its uncertainty for selected regions in Japan. We also discuss a technique of spatial mapping of EPS over the Japan’s mainlands. This technique allows us to move towards a full description of current EPS as a function of space, providing possible usability for ranking locations on the earthquake hazard.

キーワード：ナウキャスティング、地震、ナチュラルタイム
Keywords: nowcasting, earthquake, natural time

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_6

[S-SS05] Induced and triggered seismicity: case-studies, monitoring and modeling techniques

コンビーナ:Luca Urpi(Swiss Seismological Service - ETH Zurich)、Enescu Bogdan(京都大学 大学院 理学研究科 地球惑星科学専攻 地球物理学教室)、青木 陽介(東京大学地震研究所)、Francesco Grigoli(ETH-Zurich, Swiss Seismological Service)

Induced and triggered seismicity occurs in conjunction with human activities such as reservoir impoundments, mining operations, conventional and non-conventional hydrocarbon production, geothermal energy exploitation, wastewater disposal, CO2 sequestration and gas storage operations as well as volcanic and hydrogeological processes. The stability of faults is affected by external solicitations such as pore-pressure diffusion, relaxation effects as well as stress field perturbations related to mass and/or volume changes, dike intrusions and earthquake-earthquake interactions. A better understanding of the physical processes governing induced and triggered seismicity is important for the assess the risk of current and future industrial activities, including the geological disposal of nuclear waste.

The study of Induced and triggered seismicity is inherently an interdisciplinary problem, which requires the combination of seismological, hydrogeological, geodetic data and a wide range of modeling approaches. This session welcome contributions covering the analysis and modeling of induced and triggered seismicity at different spatial scales and environments.

Relevant topics to be presented include but are not limited to case-studies of induced and triggered seismicity, spatio-temporal variations of physical parameters (including stress, pressure and temperature changes), spatio-temporal patterns of seismicity, modeling and risk mitigation strategies.

The goal of the session is to cover both theoretical and experimental aspects of these topics.

[SSS05-P01] 遠地地震により励起されたharmonicな地震波

*村上 理[1] (1.地震予知総合研究振興会　東濃地震科学研究所)

[SSS05-P02] **Dynamic triggering of microseismicity around Yunnan following the 2004 Sumatra and 2012 Indian Ocean Earthquakes**

*Lu Li[1]、Baoshan Wang[1,4]、Zhigang Peng[2]、Danning Li[3] (1.Institute of Geophysics, CEA、2.Georgia Tech、3.Yunnan Earthquake Agency、4.USTC)

[SSS05-P03] Megathrust-inducing azimuthal seismic anisotropy in local and regional crusts

*Tae-Kyung Hong[1]、Junhyung Lee[1]、Ilgoo Kim[1]、Seongjun Park[1] (1.Department of Earth System Sciences, Yonsei University)

[SSS05-P04] **A Novel Method to Estimate Fracture Permeability: Combining microseismic observational data and reservoir engineering model**

*Meihua Yang[1,2]、Yusuke Mukuhira[2]、Takatoshi Ito[2] (1.State Key Laboratory of Oil and Gas Geology and Exploitation, Chendu University of Technology (China) 、2.Institute of Fluid Science, Tohoku University (Japan))

[SSS05-P05] Doublet Earthquake Triggering for the April 2014 Events in the Solomon Islands

*Calvin Luiramo Qwana[1]、Masatoshi Miyazawa[2]、James Mori[2] (1.Graduate School of Science, Kyoto University、2.DPRI, Kyoto Univ.)

[SSS05-P06] Thermal pressurization in a deep geological repository as a possible mechanism for fault reactivation

*Luca Urpi[1]、Antonio Pio Rinaldi[1]、Jonny Rutqvist[2]、Stefan Wiemer[1] (1.Swiss Seismological Service, ETH Zurich, Switzerland、2.Energy Geosceinces Division, LBNL, USA)

遠地地震により励起されたharmonicな地震波
Harmonic seismic waves excited by far-field earthquakes

*村上 理[1]
*Osamu Murakami[1]

1. 地震予知総合研究振興会　東濃地震科学研究所
1. Tono Rearch Institute of Earthquake Science, Association for the Development of Earthquake Prediction

It was observed the very harmonic seismic waves with a period of 17 s after 09:30 (UT) on Nov. 11 in 2018, at the mostly seismic stations in the global broadband seismograph network. It is assumed that the hypocenter of the harmonic waves was off Mayotte Island in the northern Mozambique channels between the continent of Africa and Madagascar Island. The physical cause of these waves remains unclear.

In order to understand such characteristic seismic waves, I firstly calculated the running spectra from Nov. 1 to Nov. 20 in 2018, using the observed seismograms at the station, ABPO, operated by IRIS/IDA. This station is the nearest station from the assumed hypocenter among the stations of the global seismograph network. From these running spectra, I found that the harmonic waves excited by the near- and far-field earthquakes. There were 10 far-field earthquakes whose magnitudes were larger than 6, in this period. Because the depths of 3 earthquakes in these 10 earthquakes were deeper than 100 km, I considered the remaining 7 shallow earthquakes. I investigated 2 larger earthquakes than others. The first one occurred in Jan Mayen Island region on Nov. 9 in 2018 (Mw6.7, hereafter EQ-J2018), and the second one occurred in South Sandwich Islands region on Nov. 15 in 2018 (Mw6.4, EQ-S2018). There was another earthquake near EQ-J2018. It occurred on Aug. 20 in 2012 (Mw6.7, EQ-J2012). There were two similar earthquakes near EQ-S2018, occurred on Dec. 8 in 2010 (Mw6.3, EQ-S2010) and on May 10 in 2017 (Mw6.5, EQ-S2017). From the comparison of the observed seismic waves between the similar hypocenter earthquakes, I found that the amplitudes of the surface waves in the earthquakes in 2018 (EQ-J2018, EQ-S2018) were several times as much as the ones in the previous earthquakes (EQ-J2012, EQ-S2010, EQ-S2017), at some stations.

In this study, I will show the features of these harmonic waves and to discuss the possible mechanisms.

キーワード：harmonicな地震波、マヨット島、表面波
Keywords: harmonic seismic waves, Mayotte Island, surface waves

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Dynamic triggering of microseismicity around Yunnan following the 2004 Sumatra and 2012 Indian Ocean Earthquakes

*Lu Li[1], Baoshan Wang[1,4], Zhigang Peng[2], Danning Li[3]

1. Institute of Geophysics, CEA, 2. Georgia Tech, 3. Yunnan Earthquake Agency, 4. USTC

We conduct a systematic detection of microseismicity around Yunnan following the 2004 Mw9.1 Sumatra and 2012 Mw8.6 Indian Ocean earthquakes to better understand the physical mechanism of dynamic triggering. Based on seismicity analysis on China Earthquake Network Center (CENC) catalog and spectral analysis of continuous waveforms, we find clear evidence of triggered seismicity in Yunnan immediately after the 2004 mainshock and a lack of instantaneous triggering following the 2012 mainshock. We further apply a matched filter technique to detect microearthquakes in Tengchong volcanic region 15 days before and 15 days after the 2012 mainshock. The seismicity rate remains stable immediately after the 2012 mainshock, and increases in the next few days, indicating a possible delayed triggering. In addition, we find possible evidence of remote triggering near the city of Yibin in Southern Sichuan Province, near the sites with ongoing shale gas development. We also examine other magnitude > 8 earthquakes from the Sumatra region and do not find any additional evidence of dynamic triggering around Yunnan. We suggest that the absolute value of dynamic stress change is the most important factor to explain why the 2004 Sumatra event triggered a widespread seismicity rate increase around Yunnan, while other great events around Sumatra did not.

Keywords: dynamic triggering, dynamic stress changes, Yunnan region

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Megathrust-inducing azimuthal seismic anisotropy in local and regional crusts

*Tae-Kyung Hong[1], Junhyung Lee[1], Ilgoo Kim[1], Seongjun Park[1]

1. Department of Earth System Sciences, Yonsei University

Megathrust earthquakes produce large coseismic and postseismic lithospheric displacements. The 2011 M9.0 Tohoku-Oki megathrust earthquakes produced large displacements up to regional distances. The lithospheric displacements directing to the epicenter on the convergent plate boundary developed transient uniaxial tension field over the backarc lithospheres. The Vp/Vs changes display characteristic 2 theta azimuthal variations in the upper crust of the Japanese islands, ranging between -0.0458 and 0.0422. Large lateral variations in Vp/Vs changes suggest medium-dependent perturbation. The lower crust of the Korean Peninsula in distances of ~1300 km displayed coseismic velocity changes of 3 % after the megathrust earthquake. The Vp/Vsratios and seismic velocities recovered gradually over time. Peak Vp/Vs and seismic velocity changes were observed along paths subparallel or subperpendicular to the directions toward the megathrust earthquake. The azimuthal seismic anisotropy may have developed from preferential crack orientation and azimuthal lithostatic stress changes. It appears that recovery of the medium properties may take decades. A series of moderate-sized earthquakes occurred as a consequence of medium response to the temporal evolution of stress field in the Korean Peninsula.

Keywords: megathrust earthquake, crustal deformation, induced seismicity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A Novel Method to Estimate Fracture Permeability: Combining microseismic observational data and reservoir engineering model

*Meihua Yang[1,2], Yusuke Mukuhira[2], Takatoshi Ito[2]

1. State Key Laboratory of Oil and Gas Geology and Exploitation, Chendu University of Technology (China) , 2. Institute of Fluid Science, Tohoku University (Japan)

Effective utilization of geothermal resources is crucial to realize a sustainable society. Geothermal resources are widely present in Japan and the western United States, and the usage of geothermal resources are gradually increasing with many efforts. Meanwhile, the exploration and exploitation of geothermal resources in China has gradually developed. One of the challenges in conventional/next generation geothermal development (Enhanced/Engineered Geothermal System: EGS) is to understand the hydraulic properties of the geothermal reservoir. We often attempt to measure the hydraulic property (permeability or diffusivity) by wellbore tests or by using indicators such as migration of microseismicity. However, these quantities are often interpreted as representative value of hydraulic property for entire reservoir. Meanwhile, geothermal fluid circulates or flows in the existing/nucleated fracture system where permeability varies depending on condition of each fractures. Geothermal fluid is extracted from those permeable fractures very locally throughout production well drilled into the specific part of reservoir. Therefore, we need to have the best estimates of permeability for each fracture (local permeability) beyond representative permeability (global permeability). In addition, it is important to consider how the hydraulic properties can be affected by changes in the state of stress in the subsurface. This information is beneficial for design of geothermal energy extraction system and understanding of hydrology in the reservoir.

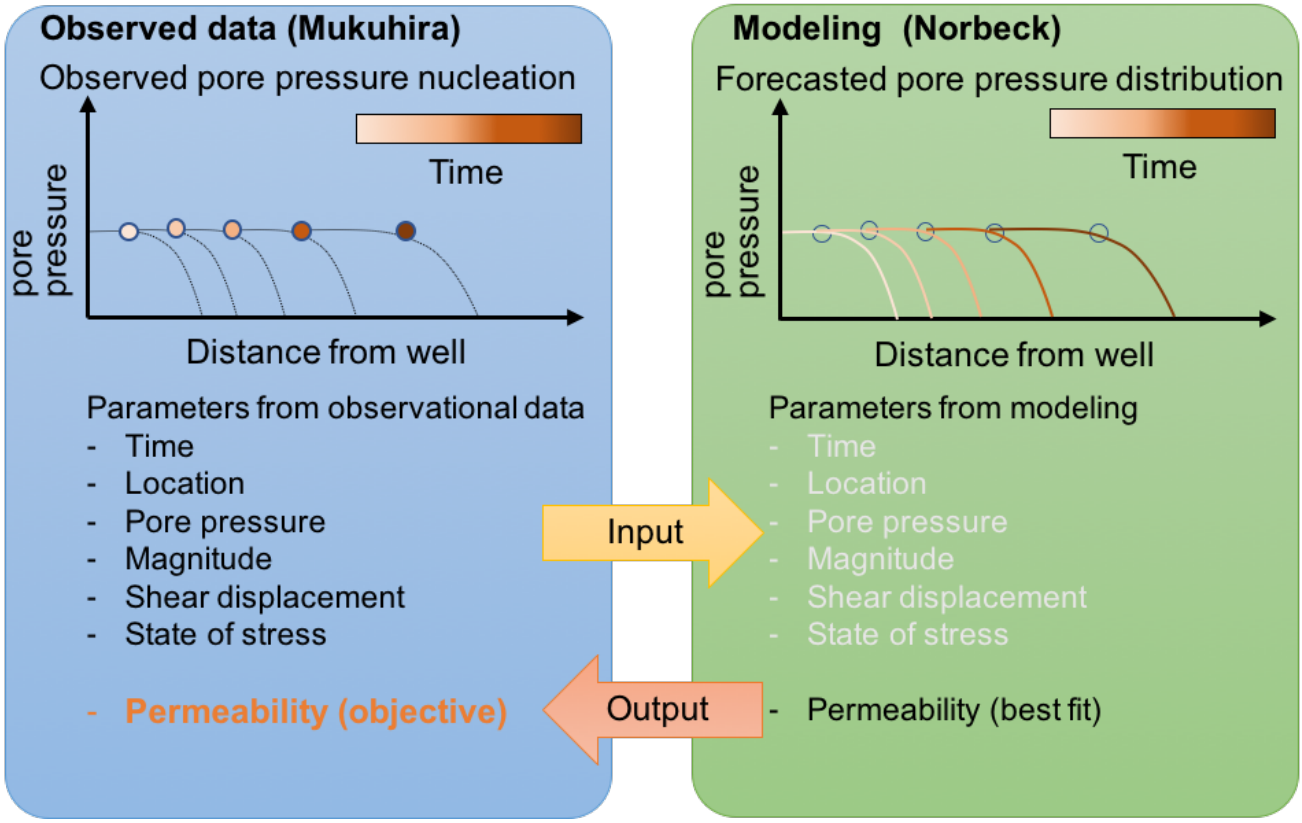
In this paper, we propose a novel method to estimate permeability of each individual fractures which experience shear slip at hydraulic stimulation. The spatiotemporal distribution of reservoir fluid pressure will be estimated using microseismic data. Using a hydromechanical fractured reservoir model, we will invert for the shear-dilation enhanced permeability change that controls the evolution of pressure along fractures and faults.

The first step is to estimate pore pressure distribution with microseismic data from real EGS field and observe how pore pressure migrated within single fracture (Figure 1 left: coloured circles). Meanwhile, using the hydromechanical fractured reservoir numerical model, we simulate pore pressure distribution within one fracture of given permeability and evaluate the evolution of hydraulic properties during a stimulation treatment (Figure 1 right: coloured sold lines). Therefore, we can use parameters from observational data as input parameters into hydromechanical model and estimate the best permeability which explain observed pore pressure distribution. We will also simulate all microseismic clusters and estimate permeability of each fractures. Then analyse the fracture permeability distribution (permeability mapping) in the study area.

In this research, it is the first attempt to estimate local permeability for each fracture. So far, only global permeability can be estimated by wellbore test or microseismic data and this permeability is not effective for each fracture in subsurface. Information of local permeability is quite valuable for designing a sustainable energy extraction system. Local permeability information also brings the way to model the flow of geothermal fluid in the reservoir, which is important for long-term management of geothermal resources.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Permeability, Microseismic, Reservoir engineering model



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Doublet Earthquake Triggering for the April 2014 Events in the Solomon Islands

*Calvin Luiramo Qwana[1], Masatoshi Miyazawa[2], James Mori[2]

1. Graduate School of Science, Kyoto University, 2. DPRI, Kyoto Univ.

In 2014 at 20:14 (UTC) on April 12th and 12:36 on April 13th, a doublet earthquake with moment magnitudes of M7.6 and M7.4, respectively occurred near Makira Island (San Cristobal) in the Solomon Islands. The depths of the events were 27 km and 37 km, respectively (GCMT). To understand the interrelation between the first (M7.6) and second (M7.4) events , we check the role of Coulomb stress triggering on aftershocks that follow the M7.6 main shock and the coulomb failure stress changes on both of the focal mechanism nodal planes for the second event. To understand if the coulomb stress triggering played a role in the evolution of the triggered event M7.4 earthquake, we evaluate the transient aftershocks from the M7.6 to see if it promoted failure on the rupture plane for the second event (M7.4). We evaluate the doublet source process of the events and recover the slip distribution on each of the faults. We use an iterative inversion method by Kikuchi and Kanamori (1991) for the teleseismic P waveforms recorded from more than 20 stations of the Global Seismographic Network in a distance range of 30˚ to 90˚. A fault plane with fixed strike and dip is placed in the region of the earthquake hypocenter and divided into subfaults, and a constant rupture velocity of 2.5 km/s is assumed. Synthetic waveforms are calculated at the teleseismic stations for dislocations at each subfault. Using the synthetic Green’ s functions, the observed seismograms are inverted to determine the fault plane and obtain the distribution of slips for the two events. The results show that the mechanism for the Mw7.6 first event is left-lateral strike-slip faulting for a plane of strike 116, dip 74 , and rake 24. The other NW-SE oriented nodal plane is almost parallel to Australian and Pacific plate boundary. Results for the mechanism of the Mw7.4 event indicates thrust faulting on fault plane oriented WNW –ESE with two possible nodal planes. The first plane (NP1) has strike 279, dip 46, rake 86 and the second (NP2)has strike 104, dip 44 and rake 94. The possibility for triggering the second event (M7.4) as influence by the main shock was examined in terms of the Coulomb failure stress function. The components of strain tensor were calculated by using the program DC3D (Okada, 1992). We calculated the changes in normal and shear stress and obtained a value for the Coulomb failure stress function of +148.5 kPa and +88.5 kPa at the hypocenter for NP1 and NP2, respectively. Both cases show increase of stress which encourages the likelihood of triggering on the recipient fault.

Keywords: Earthquake doublet , Triggering, Aftershock, Solomon Islands

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

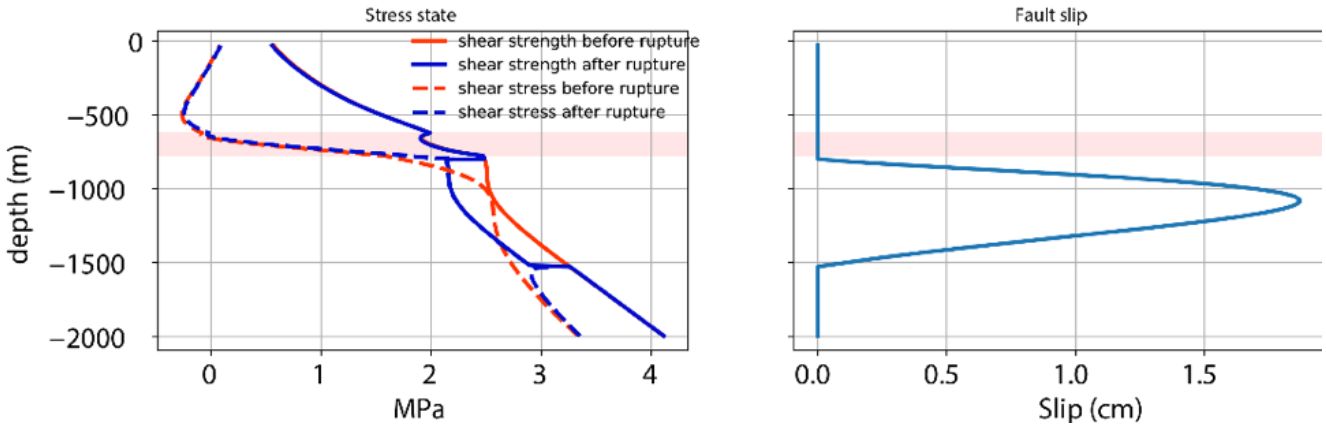
Thermal pressurization in a deep geological repository as a possible mechanism for fault reactivation

*Luca Urpi[1], Antonio Pio Rinaldi[1], Jonny Rutqvist[2], Stefan Wiemer[1]

1. Swiss Seismological Service, ETH Zurich, Switzerland, 2. Energy Geosceinces Division, LBNL, USA

A safe geological disposal site of radioactive waste requires identification of a rock formation that guarantees isolation to prevent unacceptable concentrations of radionuclides from migrating to the accessible environment. A common design for spent nuclear fuel disposal is the emplacement of specifically engineered canisters containing vitrified high-level radioactive waste (HLW) in a clay formation. The increase of temperature of a low permeability, fluid-saturated, media may trigger significant thermal pressurization, where the expansion of pore fluid cannot be accommodated by the thermal expansion of the pore space. With the aid of a coupled thermo-hydro-mechanical numerical simulator, we investigate the possible impact of thermal pressurization during the life of a deep geological repository on the stability of a nearby plane of weakness, assuming that the clay formation mantains its sealing properties. In our model, we represent the fault as a planar structure embedded in a thermo-poro-elastic material and shear activation evaluated by a strain-softening Mohr-Coulomb failure criterion. The results show that stress changes caused by temperature and thermal pressurization of a rock mass volume around the emplacement tunnels may trigger a slip event on a fault plane in proximity of the disposal site, with rupture nucleating at depth, hundreds of meter below the repository itself. We found that stress transfer plays an important role, while a direct hydraulic connection between the repository and the nucleation zone is not necessary in order to reach failure conditions. With a critical stress state (low horizontal to vertical stress ratio) the occurrence of slip may happen for a fault at a distance of up to 600m from the outermost tunnel. Intrinsic properties of the fault dictates the occurrence of seismic or aseismic slip, which may vary with depth. These results stress the need of investigating hydromechanical properties and local stress conditions to guarantee safe operations and predictable behavior of the HLW disposal site.

Keywords: Fault reactivation, thermal pressurization, stress transfer, deep geological repository high level storage, Rupture nucleation, Geomechanics



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_25

[S-SS05] Induced and triggered seismicity: case-studies, monitoring and modeling techniques

コンビーナ:Luca Urpi(Swiss Seismological Service - ETH Zurich)、Enescu Bogdan(京都大学 大学院 理学研究科 地球惑星科学専攻 地球物理学教室)、青木 陽介(東京大学地震研究所)、Francesco Grigoli(ETH-Zurich, Swiss Seismological Service)

Induced and triggered seismicity occurs in conjunction with human activities such as reservoir impoundments, mining operations, conventional and non-conventional hydrocarbon production, geothermal energy exploitation, wastewater disposal, CO2 sequestration and gas storage operations as well as volcanic and hydrogeological processes. The stability of faults is affected by external solicitations such as pore-pressure diffusion, relaxation effects as well as stress field perturbations related to mass and/or volume changes, dike intrusions and earthquake-earthquake interactions. A better understanding of the physical processes governing induced and triggered seismicity is important for the assess the risk of current and future industrial activities, including the geological disposal of nuclear waste.

The study of Induced and triggered seismicity is inherently an interdisciplinary problem, which requires the combination of seismological, hydrogeological, geodetic data and a wide range of modeling approaches. This session welcome contributions covering the analysis and modeling of induced and triggered seismicity at different spatial scales and environments.

Relevant topics to be presented include but are not limited to case-studies of induced and triggered seismicity, spatio-temporal variations of physical parameters (including stress, pressure and temperature changes), spatio-temporal patterns of seismicity, modeling and risk mitigation strategies.

The goal of the session is to cover both theoretical and experimental aspects of these topics.

[SSS05-P01] 遠地地震により励起されたharmonicな地震波

*村上 理[1] (1.地震予知総合研究振興会　東濃地震科学研究所)

[SSS05-P02] **Dynamic triggering of microseismicity around Yunnan following the 2004 Sumatra and 2012 Indian Ocean Earthquakes**

*Lu Li[1]、Baoshan Wang[1,4]、Zhigang Peng[2]、Danning Li[3] (1.Institute of Geophysics, CEA、2.Georgia Tech、3.Yunnan Earthquake Agency、4.USTC)

[SSS05-P03] Megathrust-inducing azimuthal seismic anisotropy in local and regional crusts

*Tae-Kyung Hong[1]、Junhyung Lee[1]、Ilgoo Kim[1]、Seongjun Park[1] (1.Department of Earth System Sciences, Yonsei University)

[SSS05-P04] **A Novel Method to Estimate Fracture Permeability: Combining microseismic observational data and reservoir engineering model**

*Meihua Yang[1,2]、Yusuke Mukuhira[2]、Takatoshi Ito[2] (1.State Key Laboratory of Oil and Gas Geology and Exploitation, Chendu University of Technology (China) 、2.Institute of Fluid Science, Tohoku University (Japan))

[SSS05-P05] Doublet Earthquake Triggering for the April 2014 Events in the Solomon Islands

*Calvin Luiramo Qwana[1]、Masatoshi Miyazawa[2]、James Mori[2] (1.Graduate School of Science, Kyoto University、2.DPRI, Kyoto Univ.)

[SSS05-P06] Thermal pressurization in a deep geological repository as a possible mechanism for fault reactivation

*Luca Urpi[1]、Antonio Pio Rinaldi[1]、Jonny Rutqvist[2]、Stefan Wiemer[1] (1.Swiss Seismological Service, ETH Zurich, Switzerland、2.Energy Geosceinces Division, LBNL, USA)

遠地地震により励起されたharmonicな地震波
Harmonic seismic waves excited by far-field earthquakes

*村上 理[1]
*Osamu Murakami[1]

1. 地震予知総合研究振興会　東濃地震科学研究所
1. Tono Rearch Institute of Earthquake Science, Association for the Development of Earthquake Prediction

It was observed the very harmonic seismic waves with a period of 17 s after 09:30 (UT) on Nov. 11 in 2018, at the mostly seismic stations in the global broadband seismograph network. It is assumed that the hypocenter of the harmonic waves was off Mayotte Island in the northern Mozambique channels between the continent of Africa and Madagascar Island. The physical cause of these waves remains unclear.

In order to understand such characteristic seismic waves, I firstly calculated the running spectra from Nov. 1 to Nov. 20 in 2018, using the observed seismograms at the station, ABPO, operated by IRIS/IDA. This station is the nearest station from the assumed hypocenter among the stations of the global seismograph network. From these running spectra, I found that the harmonic waves excited by the near- and far-field earthquakes. There were 10 far-field earthquakes whose magnitudes were larger than 6, in this period. Because the depths of 3 earthquakes in these 10 earthquakes were deeper than 100 km, I considered the remaining 7 shallow earthquakes. I investigated 2 larger earthquakes than others. The first one occurred in Jan Mayen Island region on Nov. 9 in 2018 (Mw6.7, hereafter EQ-J2018), and the second one occurred in South Sandwich Islands region on Nov. 15 in 2018 (Mw6.4, EQ-S2018). There was another earthquake near EQ-J2018. It occurred on Aug. 20 in 2012 (Mw6.7, EQ-J2012). There were two similar earthquakes near EQ-S2018, occurred on Dec. 8 in 2010 (Mw6.3, EQ-S2010) and on May 10 in 2017 (Mw6.5, EQ-S2017). From the comparison of the observed seismic waves between the similar hypocenter earthquakes, I found that the amplitudes of the surface waves in the earthquakes in 2018 (EQ-J2018, EQ-S2018) were several times as much as the ones in the previous earthquakes (EQ-J2012, EQ-S2010, EQ-S2017), at some stations.

In this study, I will show the features of these harmonic waves and to discuss the possible mechanisms.

キーワード：harmonicな地震波、マヨット島、表面波
Keywords: harmonic seismic waves, Mayotte Island, surface waves

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Dynamic triggering of microseismicity around Yunnan following the 2004 Sumatra and 2012 Indian Ocean Earthquakes

*Lu Li[1], Baoshan Wang[1,4], Zhigang Peng[2], Danning Li[3]

1. Institute of Geophysics, CEA, 2. Georgia Tech, 3. Yunnan Earthquake Agency, 4. USTC

We conduct a systematic detection of microseismicity around Yunnan following the 2004 Mw9.1 Sumatra and 2012 Mw8.6 Indian Ocean earthquakes to better understand the physical mechanism of dynamic triggering. Based on seismicity analysis on China Earthquake Network Center (CENC) catalog and spectral analysis of continuous waveforms, we find clear evidence of triggered seismicity in Yunnan immediately after the 2004 mainshock and a lack of instantaneous triggering following the 2012 mainshock. We further apply a matched filter technique to detect microearthquakes in Tengchong volcanic region 15 days before and 15 days after the 2012 mainshock. The seismicity rate remains stable immediately after the 2012 mainshock, and increases in the next few days, indicating a possible delayed triggering. In addition, we find possible evidence of remote triggering near the city of Yibin in Southern Sichuan Province, near the sites with ongoing shale gas development. We also examine other magnitude > 8 earthquakes from the Sumatra region and do not find any additional evidence of dynamic triggering around Yunnan. We suggest that the absolute value of dynamic stress change is the most important factor to explain why the 2004 Sumatra event triggered a widespread seismicity rate increase around Yunnan, while other great events around Sumatra did not.

Keywords: dynamic triggering, dynamic stress changes, Yunnan region

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Megathrust-inducing azimuthal seismic anisotropy in local and regional crusts

*Tae-Kyung Hong[1], Junhyung Lee[1], Ilgoo Kim[1], Seongjun Park[1]

1. Department of Earth System Sciences, Yonsei University

Megathrust earthquakes produce large coseismic and postseismic lithospheric displacements. The 2011 M9.0 Tohoku-Oki megathrust earthquakes produced large displacements up to regional distances. The lithospheric displacements directing to the epicenter on the convergent plate boundary developed transient uniaxial tension field over the backarc lithospheres. The Vp/Vs changes display characteristic 2 theta azimuthal variations in the upper crust of the Japanese islands, ranging between -0.0458 and 0.0422. Large lateral variations in Vp/Vs changes suggest medium-dependent perturbation. The lower crust of the Korean Peninsula in distances of ~1300 km displayed coseismic velocity changes of 3 % after the megathrust earthquake. The Vp/Vsratios and seismic velocities recovered gradually over time. Peak Vp/Vs and seismic velocity changes were observed along paths subparallel or subperpendicular to the directions toward the megathrust earthquake. The azimuthal seismic anisotropy may have developed from preferential crack orientation and azimuthal lithostatic stress changes. It appears that recovery of the medium properties may take decades. A series of moderate-sized earthquakes occurred as a consequence of medium response to the temporal evolution of stress field in the Korean Peninsula.

Keywords: megathrust earthquake, crustal deformation, induced seismicity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A Novel Method to Estimate Fracture Permeability: Combining microseismic observational data and reservoir engineering model

*Meihua Yang[1,2], Yusuke Mukuhira[2], Takatoshi Ito[2]

1. State Key Laboratory of Oil and Gas Geology and Exploitation, Chendu University of Technology (China) , 2. Institute of Fluid Science, Tohoku University (Japan)

Effective utilization of geothermal resources is crucial to realize a sustainable society. Geothermal resources are widely present in Japan and the western United States, and the usage of geothermal resources are gradually increasing with many efforts. Meanwhile, the exploration and exploitation of geothermal resources in China has gradually developed. One of the challenges in conventional/next generation geothermal development (Enhanced/Engineered Geothermal System: EGS) is to understand the hydraulic properties of the geothermal reservoir. We often attempt to measure the hydraulic property (permeability or diffusivity) by wellbore tests or by using indicators such as migration of microseismicity. However, these quantities are often interpreted as representative value of hydraulic property for entire reservoir. Meanwhile, geothermal fluid circulates or flows in the existing/nucleated fracture system where permeability varies depending on condition of each fractures. Geothermal fluid is extracted from those permeable fractures very locally throughout production well drilled into the specific part of reservoir. Therefore, we need to have the best estimates of permeability for each fracture (local permeability) beyond representative permeability (global permeability). In addition, it is important to consider how the hydraulic properties can be affected by changes in the state of stress in the subsurface. This information is beneficial for design of geothermal energy extraction system and understanding of hydrology in the reservoir.

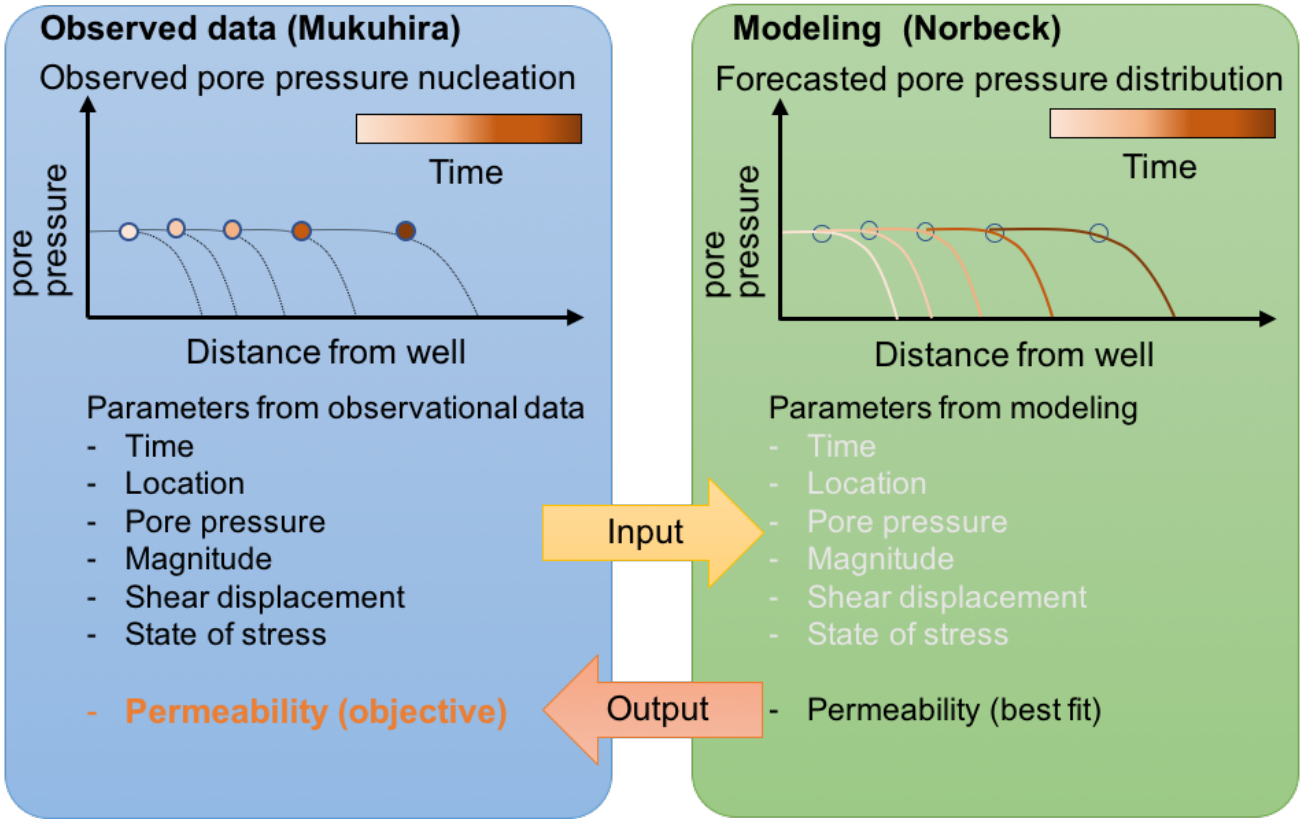
In this paper, we propose a novel method to estimate permeability of each individual fractures which experience shear slip at hydraulic stimulation. The spatiotemporal distribution of reservoir fluid pressure will be estimated using microseismic data. Using a hydromechanical fractured reservoir model, we will invert for the shear-dilation enhanced permeability change that controls the evolution of pressure along fractures and faults.

The first step is to estimate pore pressure distribution with microseismic data from real EGS field and observe how pore pressure migrated within single fracture (Figure 1 left: coloured circles). Meanwhile, using the hydromechanical fractured reservoir numerical model, we simulate pore pressure distribution within one fracture of given permeability and evaluate the evolution of hydraulic properties during a stimulation treatment (Figure 1 right: coloured sold lines). Therefore, we can use parameters from observational data as input parameters into hydromechanical model and estimate the best permeability which explain observed pore pressure distribution. We will also simulate all microseismic clusters and estimate permeability of each fractures. Then analyse the fracture permeability distribution (permeability mapping) in the study area.

In this research, it is the first attempt to estimate local permeability for each fracture. So far, only global permeability can be estimated by wellbore test or microseismic data and this permeability is not effective for each fracture in subsurface. Information of local permeability is quite valuable for designing a sustainable energy extraction system. Local permeability information also brings the way to model the flow of geothermal fluid in the reservoir, which is important for long-term management of geothermal resources.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Permeability, Microseismic, Reservoir engineering model



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Doublet Earthquake Triggering for the April 2014 Events in the Solomon Islands

*Calvin Luiramo Qwana[1], Masatoshi Miyazawa[2], James Mori[2]

1. Graduate School of Science, Kyoto University, 2. DPRI, Kyoto Univ.

In 2014 at 20:14 (UTC) on April 12th and 12:36 on April 13th, a doublet earthquake with moment magnitudes of M7.6 and M7.4, respectively occurred near Makira Island (San Cristobal) in the Solomon Islands. The depths of the events were 27 km and 37 km, respectively (GCMT). To understand the interrelation between the first (M7.6) and second (M7.4) events , we check the role of Coulomb stress triggering on aftershocks that follow the M7.6 main shock and the coulomb failure stress changes on both of the focal mechanism nodal planes for the second event. To understand if the coulomb stress triggering played a role in the evolution of the triggered event M7.4 earthquake, we evaluate the transient aftershocks from the M7.6 to see if it promoted failure on the rupture plane for the second event (M7.4). We evaluate the doublet source process of the events and recover the slip distribution on each of the faults. We use an iterative inversion method by Kikuchi and Kanamori (1991) for the teleseismic P waveforms recorded from more than 20 stations of the Global Seismographic Network in a distance range of 30˚ to 90˚. A fault plane with fixed strike and dip is placed in the region of the earthquake hypocenter and divided into subfaults, and a constant rupture velocity of 2.5 km/s is assumed. Synthetic waveforms are calculated at the teleseismic stations for dislocations at each subfault. Using the synthetic Green’ s functions, the observed seismograms are inverted to determine the fault plane and obtain the distribution of slips for the two events. The results show that the mechanism for the Mw7.6 first event is left-lateral strike-slip faulting for a plane of strike 116, dip 74 , and rake 24. The other NW-SE oriented nodal plane is almost parallel to Australian and Pacific plate boundary. Results for the mechanism of the Mw7.4 event indicates thrust faulting on fault plane oriented WNW –ESE with two possible nodal planes. The first plane (NP1) has strike 279, dip 46, rake 86 and the second (NP2)has strike 104, dip 44 and rake 94. The possibility for triggering the second event (M7.4) as influence by the main shock was examined in terms of the Coulomb failure stress function. The components of strain tensor were calculated by using the program DC3D (Okada, 1992). We calculated the changes in normal and shear stress and obtained a value for the Coulomb failure stress function of +148.5 kPa and +88.5 kPa at the hypocenter for NP1 and NP2, respectively. Both cases show increase of stress which encourages the likelihood of triggering on the recipient fault.

Keywords: Earthquake doublet , Triggering, Aftershock, Solomon Islands

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

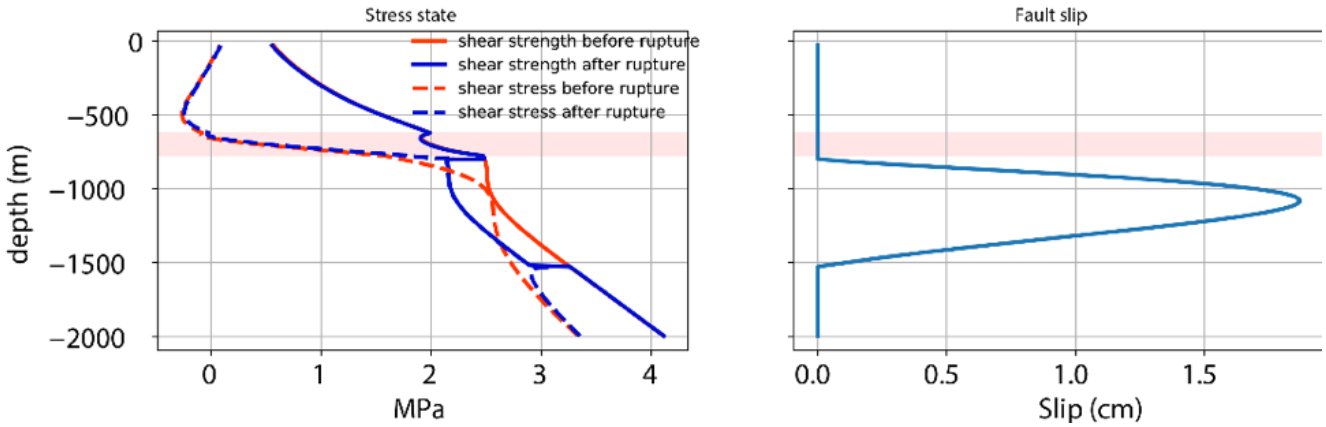
Thermal pressurization in a deep geological repository as a possible mechanism for fault reactivation

*Luca Urpi[1], Antonio Pio Rinaldi[1], Jonny Rutqvist[2], Stefan Wiemer[1]

1. Swiss Seismological Service, ETH Zurich, Switzerland, 2. Energy Geosceinces Division, LBNL, USA

A safe geological disposal site of radioactive waste requires identification of a rock formation that guarantees isolation to prevent unacceptable concentrations of radionuclides from migrating to the accessible environment. A common design for spent nuclear fuel disposal is the emplacement of specifically engineered canisters containing vitrified high-level radioactive waste (HLW) in a clay formation. The increase of temperature of a low permeability, fluid-saturated, media may trigger significant thermal pressurization, where the expansion of pore fluid cannot be accommodated by the thermal expansion of the pore space. With the aid of a coupled thermo-hydro-mechanical numerical simulator, we investigate the possible impact of thermal pressurization during the life of a deep geological repository on the stability of a nearby plane of weakness, assuming that the clay formation mantains its sealing properties. In our model, we represent the fault as a planar structure embedded in a thermo-poro-elastic material and shear activation evaluated by a strain-softening Mohr-Coulomb failure criterion. The results show that stress changes caused by temperature and thermal pressurization of a rock mass volume around the emplacement tunnels may trigger a slip event on a fault plane in proximity of the disposal site, with rupture nucleating at depth, hundreds of meter below the repository itself. We found that stress transfer plays an important role, while a direct hydraulic connection between the repository and the nucleation zone is not necessary in order to reach failure conditions. With a critical stress state (low horizontal to vertical stress ratio) the occurrence of slip may happen for a fault at a distance of up to 600m from the outermost tunnel. Intrinsic properties of the fault dictates the occurrence of seismic or aseismic slip, which may vary with depth. These results stress the need of investigating hydromechanical properties and local stress conditions to guarantee safe operations and predictable behavior of the HLW disposal site.

Keywords: Fault reactivation, thermal pressurization, stress transfer, deep geological repository high level storage, Rupture nucleation, Geomechanics



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-SS 地震学

2019年5月26日(日) 13:45 ~ 15:15 | A04 東京ベイ幕張ホール

[S-SS05] Induced and triggered seismicity: case-studies, monitoring and modeling techniques

コンビーナ:Luca Urpi(Swiss Seismological Service - ETH Zurich)、Enescu Bogdan(京都大学 大学院 理学研究科 地球惑星科学専攻 地球物理学教室)、青木 陽介(東京大学地震研究所)、Francesco Grigoli(ETH-Zurich, Swiss Seismological Service)、座長:Luca Urpi(ETH-Zurich; Swiss Seismological Service)、Bogdan Enescu(京都大学 大学院理学研究科)、Francesco Grigoli(ETH-Zurich; Swiss Seismological Service)、青木 陽介

Induced and triggered seismicity occurs in conjunction with human activities such as reservoir impoundments, mining operations, conventional and non-conventional hydrocarbon production, geothermal energy exploitation, wastewater disposal, CO2 sequestration and gas storage operations as well as volcanic and hydrogeological processes. The stability of faults is affected by external solicitations such as pore-pressure diffusion, relaxation effects as well as stress field perturbations related to mass and/or volume changes, dike intrusions and earthquake-earthquake interactions. A better understanding of the physical processes governing induced and triggered seismicity is important for the assess the risk of current and future industrial activities, including the geological disposal of nuclear waste.

The study of Induced and triggered seismicity is inherently an interdisciplinary problem, which requires the combination of seismological, hydrogeological, geodetic data and a wide range of modeling approaches. This session welcome contributions covering the analysis and modeling of induced and triggered seismicity at different spatial scales and environments.

Relevant topics to be presented include but are not limited to case-studies of induced and triggered seismicity, spatio-temporal variations of physical parameters (including stress, pressure and temperature changes), spatio-temporal patterns of seismicity, modeling and risk mitigation strategies.

The goal of the session is to cover both theoretical and experimental aspects of these topics.

13:45 ~ 14:00

[SSS05-01] Causality between induced seismicity b-value reduction and stress state of existing fractures

★Invited Papers

*椋平 祐輔[1]、Michael Fehler[2]、伊藤 高敏[1]、浅沼 宏[3]、Markus Häring[4] (1.東北大学　流体科学研究所、2.マサチューセッツ工科大学　地球資源研究所、3.産業技術総合研究所　福島再生可能エネルギー研究所、4.Häring GeoProject)

14:00 ~ 14:15

[SSS05-02] Micromechanical model connecting earthquake statistics and observed spatiotemporal changes in source parameters of fluid induced seismicity

*佐藤 大祐[1]、吉田 圭佑[2] (1. 京都大学防災研究所、2.東北大学理学研究科附属地震噴火予知研究観測センター)

14:15 ~ 14:30

[SSS05-03] Seismicity induced by Multi-cycle operation of Hutubi underground gas storage, Xinjiang, China

*Baoshan Wang[1,2]、Bo Zhang[2]、Zhanbo Ji[2]、Jinxin Hou[2]、Lu Li[2] (1.University of Science and Technology of China、2.Institute of Geophysics, China Earthquake Administration)

14:30 ~ 14:45

[SSS05-04] Investigating the origin of the Mw 5.4 Pohang, Korea, earthquake of November 15, 2017: the investigations and conclusions of the Overseas Research Advisory Committee (ORAC)

*嶋本 利彦[1]、Ellsworth William[2]、Ge Shermin[3]、Giardini Domenico[4]、Townend John[5] (1. Institute of Geology, China Earthquake Administration、2.Stanford University、3.University of Colorado Boulder、4.ETH, Zurich、5.Victoria University of Wellington)

14:45 ~ 15:00

[SSS05-05] **Seismic Anisotropy Measured before and after the 2016 Kumamoto and Kaikoura earthquakes**

*Savage Martha[1]、Graham Kenny[1]、Aoki Yosuke[2]、Arnold Richard[1]、Okada Tomomi[3]、Iio Yoshihisa[4]、Matsumoto Satoshi[5] (1.Victoria University of Wellington、2.Earthquake Reserach Institute, University of Tokyo、3.Tohoku University, Sendai 980-8578, Japan、4.Kyoto University, Uji 611-0011, Japan、5.Kyushu University, 2-5643-29 Shin'yama, Shimabara, Nagasaki, 855-0843, Japan)

15:00 ~ 15:15

[SSS05-06] Long-term behavior of induced seismicity in the Val d'Agri basin (Southern Apennines, Italy).

★Invited Papers

*Luisa Valoroso[1]、Luigi Improta[1]、Samer Bagh[1]、Davide Piccinini[1]、Pasquale De Gori[1] (1.Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia)

Causality between induced seismicity b-value reduction and stress state of existing fractures

*椋平 祐輔[1]、Michael Fehler[2]、伊藤 高敏[1]、浅沼 宏[3]、Markus Häring[4]
*Yusuke Mukuhira[1], Michael C Fehler[2], Takatoshi Ito[1], Hiroshi Asanuma[3], Markus O Häring[4]

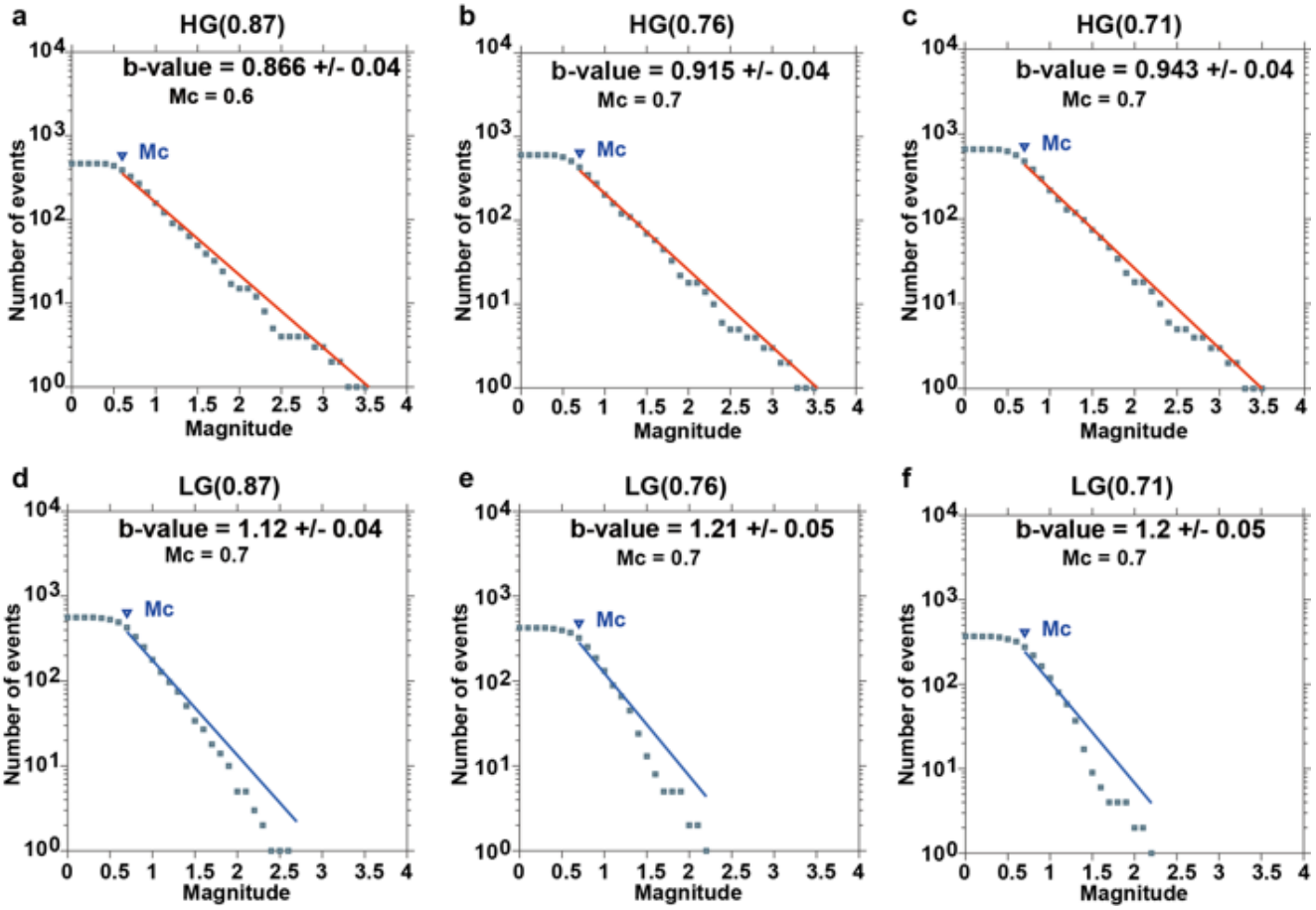
1. 東北大学　流体科学研究所、2. マサチューセッツ工科大学　地球資源研究所、3. 産業技術総合研究所　福島再生可能エネルギー研究所、4. Häring GeoProject
1. Institute of Fluid Science, Tohoku University, 2. ERL, Massachusetts Institute of Technology , 3. FREA, AIST, 4. Häring GeoProject

The Gutenberg–Richter distribution of earthquakes is a power law relationship and it holds for laboratory scale earthquakes (acoustic emission) to subduction zone earthquakes as well as induced seismicity. The gradient of the power law is known as the b-value, which can be considered the ratio of the number of the larger earthquakes to small ones. Larger earthquakes are often observed in low b-value regions, or alternatively a b-value reduction has been observed before some main shocks. Some authors have argued that b–value is negatively correlated with differential stress level. Therefore, a b-value anomaly found in time-space analysis may be used for detection of an area of stress concentration and used for earthquake prediction or hazard risk assessment.

In the field of induced seismicity where b-value reduction has also been observed, the physical mechanism of b-value reduction has not been well understood. Since induced seismicity related with fluid injection usually occurs at depths around 1000 ~ 5000 m, a significant tectonic loading to cause a stress change during the short time period of a hydraulic stimulation might not be expected. We used borehole analysis and focal mechanism information to investigate the stress state on the existing fractures that caused induced seismicity. Then we divide the catalog into the groups with varying normalized shear stress threshold and estimated the b-value. We found that b-value for the events that occurred along higher shear stress fractures were significantly lower (figure 1a) than those from the moderate/lower shear stress fractures (figure 1b). Thus, b-value dependency on the shear stress can be observed for induced seismicity on a reservoir scale. Therefore, we propose that the reason for the observed b-value reductions in induced seismicity on a reservoir scale is the events that occur along higher shear stress fractures. Supposing that the earthquakes occur along well-orientated fractures, the b-value dependence on differential stress can be translated to dependence on shear stress. Thus, our observations about b-value are consistent with the conventional interpretations of b-value.

キーワード：b値、せん断応力、誘発地震
Keywords: b-value, Shear stress, induced seismicity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Micromechanical model connecting earthquake statistics and observed spatiotemporal changes in source parameters of fluid induced seismicity

*佐藤 大祐[1]、吉田 圭佑[2]
*Daisuke Sato[1], Keisuke Yoshida[2]

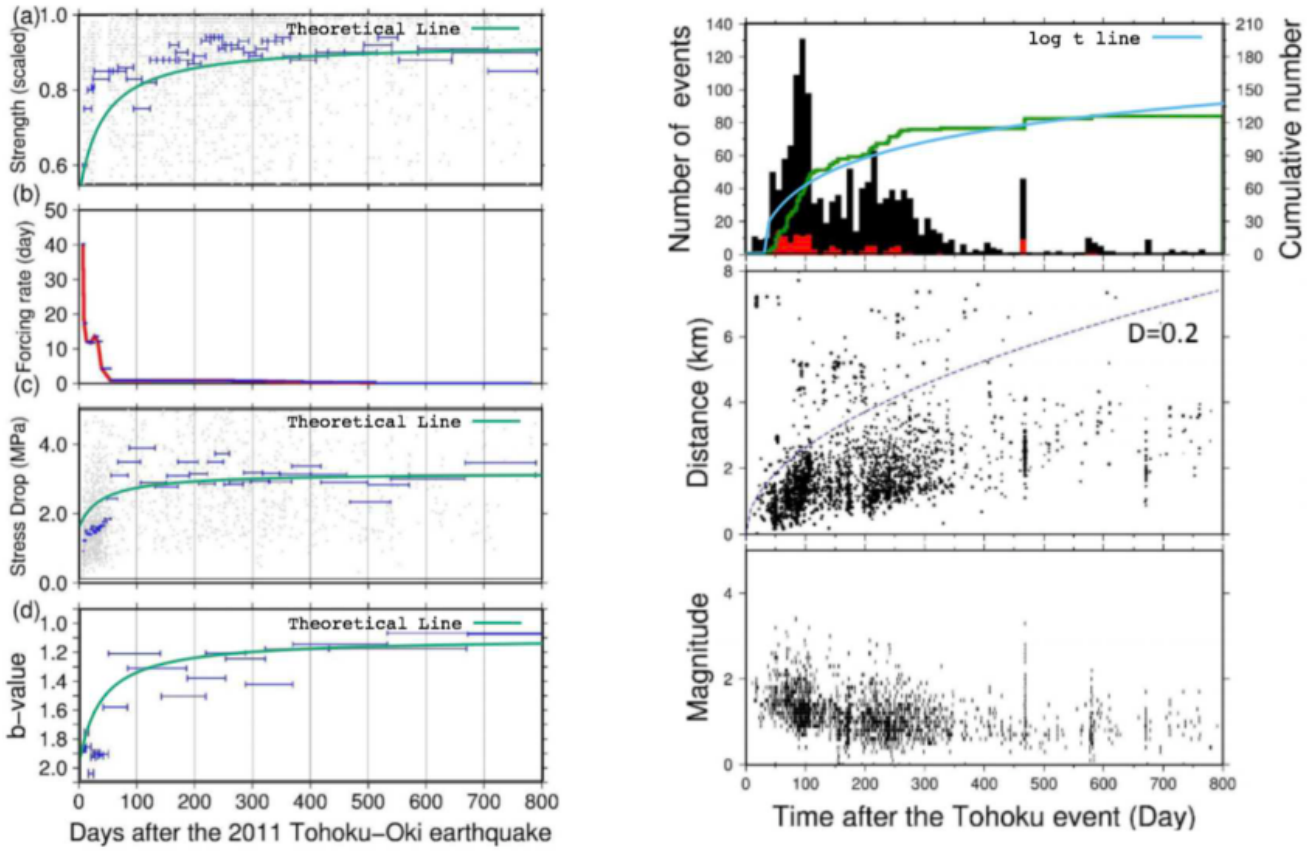
1. 京都大学防災研究所、2. 東北大学理学研究科附属地震噴火予知研究観測センター
1. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 2. Tohoku University

In the context of the hazard assessment of fluid-induced seismicity, the earthquake activities are known to successively continue even after the stop of fluid-injection. The change in earthquake statistics (typified by b-values and seismicity rate) is shown to be the functions of elapsed time from fluid injection similar to the Omori-law of aftershocks, even without any mainshocks (Bachmann et al., 2012). Such statistical features are also seen in the natural earthquake swarms, and simultaneously, it is further shown that the corresponding change of the stress-strength state can be captured by using source parameters (such as stress drops, strength) (Yoshida et al., 2017). The model is now required to describe synchronized observed changes in the source parameters and earthquake activities (Segall and Lu, 2015).

In this research, by considering strength heterogeneity of faults expected from experimentally verified physics, we provide the micromechanical model of such seismicity induced by on-fault fluid diffusion, and explain the results of the above data-driven analysis. Presentation contains following four contents. First, a micromechanical model is proposed. In the model, many patches are distributed randomly on a fault so that the patches are sufficiently small (or distant) to interact with each other; those patches rupture when the effective strength becomes smaller than applied shear stress due to the fluid diffusion, and the rupture cascades in each patches as in Scholz (1965). The assumption of the on-fault diffusion is based on the recent observation that the earthquake activities propagate facially (e.g., Yukutake et al., 2010, Yoshida et al., 2017). Second, the spatiotemporal changes of the source parameters are obtained as the solutions of the model. Consequently, multiple source parameters are parametrized by injected pressure, diffusion radius of fluid, normal stress on the fault, and the fluctuation of the excess strength; after the parametrization, those source parameters are shown to follow the common master curve. Third, the observed data is fitted, and the consistency between the theory and the observation is suggested. Fourth, the theoretical prediction for the temporal transience in the moment release rate is checked by the data of Yoshida et al. (2017), and the result strongly supports the theory.

キーワード：Induced-Seismicity and Earthquake Swarms、Micromechanical Model、Source Paraemters
Keywords: Induced-Seismicity and Earthquake Swarms, Micromechanical Model, Source Paraemters

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



Yoshida et al. (2017)

Fig. 1. A data example of Yoshida et al. (2017) fitted by our theoretical model (written as theoretical or log t line in the figure), after Yoshida et al (2017). (Left) Temporal evolution of the source paramters. (Right) Number of events and the spatial patterns of the seismicity.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Seismicity induced by Multi-cycle operation of Hutubi underground gas storage, Xinjiang, China

*Baoshan Wang[1,2], Bo Zhang[2], Zhanbo Ji[2], Jinxin Hou[2], Lu Li[2]

1. University of Science and Technology of China, 2. Institute of Geophysics, China Earthquake Administration

In 2013, one of the largest UGSs in China, the Hubuti UGS started to operate in Xinjiang, northwestern China. To monitor the seismicity near the Hutubi UGS and adjacent area, we deployed 36 portable broadband 3-component seismic stations, complementing four permanent seismic stations within 100 km from the Hutubi UGS. We calibrate the 1-D model with the active source record and relocated the events which are used as template to search for the missed events with the Match and Located method. In the period of January 2013 to December 2017, we detected and located more than 3000 earthquakes, 5 times more than the catalog. Our results suggest a possible correlation of seismicity and the gas injection/extraction process, and it is spread to 10-20 km in the last two cycles. Control the rate of gas injection and extraction can reduce the risk from seismic events.

Keywords: Underground Gas Storage, Multi-cycle operation, Induced Seismicity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Investigating the origin of the Mw 5.4 Pohang, Korea, earthquake of November 15, 2017: the investigations and conclusions of the Overseas Research Advisory Committee (ORAC)

*嶋本 利彦[1]、Ellsworth William[2]、Ge Shermin[3]、Giardini Domenico[4]、Townend John[5]
*Toshihiko Shimamoto[1], William Ellsworth[2], Shermin Ge[3], Domenico Giardini[4], John Townend[5]

1. Institute of Geology, China Earthquake Administration、2. Stanford University、3. University of Colorado Boulder、4. ETH, Zurich、5. Victoria University of Wellington
1. Institute of Geology, China Earthquake Administration, 2. Stanford University, 3. University of Colorado Boulder, 4. ETH, Zurich, 5. Victoria University of Wellington

On November 15, 2017 a Mw 5.4 earthquake struck the city of Pohang, Republic of Korea, causing numerous injuries and in excess of $50 million in damage. Initial estimates of the location of the earthquake placed it near an enhanced geothermal systems (EGS) project that was still under development. The proximity of the earthquake to the project raised question about the possible association between industrial activities and the earthquake, and also led to the termination of the project. The Pohang EGS project was developing a geothermal reservoir by high-pressure hydraulic injection into a pair of wells at depths in excess of 4 km in the crystalline basement. The goal was to create a permeable pathway between the boreholes for the extraction of heat for the production of electricity. As part of the official government investigation into the earthquake, the Geological Society of Korea (GSK) formed an Overseas Research Advisory Committee (ORAC) charged with conducting a comprehensive investigation of the earthquake and any potential involvement of the Pohang EGS project in its origin. Investigations included the analysis of both natural seismicity and earthquakes induced during stimulation of the wells, development of mechanical and hydrogeologic models of the stimulations and comprehensive review of relevant drilling and stimulation data. As part of their investigation, the ORAC has been working closely with university researchers and with the full cooperation of government agencies and the EGS project. The summary report by the GSK and the ORAC will be released in March 2017. This presentation will summarize the findings of the ORAC investigation.

キーワード：Pohang earthquake, Korea、induced earthquake、triggered earthquake
Keywords: Pohang earthquake, Korea, induced earthquake, triggered earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Seismic Anisotropy Measured before and after the 2016 Kumamoto and Kaikoura earthquakes

Seismic Anisotropy Measured before and after the 2016 Kumamoto and Kaikoura earthquakes

*Savage K Martha[1]、Graham Kenny[1]、Aoki Yosuke[2]、Arnold Richard[1]、Okada Tomomi[3]、Iio Yoshihisa[4]、Matsumoto Satoshi[5]
*Martha K Savage[1], Kenny Graham[1], Yosuke Aoki[2], Richard Arnold[1], Tomomi Okada[3], Yoshihisa Iio[4], Satoshi Matsumoto[5]

1. Victoria University of Wellington、2. Earthquake Reserach Institute, University of Tokyo、3. Tohoku University, Sendai 980-8578, Japan、4. Kyoto University, Uji 611-0011, Japan、5. Kyushu University, 2-5643-29 Shin'yama, Shimabara, Nagasaki, 855-0843, Japan
1. Victoria University of Wellington, 2. Earthquake Reserach Institute, University of Tokyo, 3. Tohoku University, Sendai 980-8578, Japan, 4. Kyoto University, Uji 611-0011, Japan, 5. Kyushu University, 2-5643-29 Shin'yama, Shimabara, Nagasaki, 855-0843, Japan

Seismic anisotropy in the crust may be caused by stress that aligns microcracks, strain that aligns minerals or structural effects. Recently both anisotropic and isotropic velocity changes have been determined after large earthquakes, and are often considered to be related to cracks that heal with time. In 2016, large earthquakes in Japan (April, Kumamoto, Kyushu) and in New Zealand (November, Kaikoura) caused widespread disruption, and also produced data with which to test some of these theories. Here we use shear wave splitting to study the seismic anisotropy before and after the 2016 Kumamoto and the Kaikoura earthquakes to study the phenomena.

In Kyushu, measurements from NIED stations between 2004-2012 yielded fast anisotropic directions that align well on average with the maximum horizontal stress from focal mechanism inversions and the maximum horizontal strain rate as measured by the GNSS system. We measured shear wave splitting on these same stations during 2016 to determine whether shear wave splitting changed over time after the Kumamoto earthquake. A few stations yielded different fast directions or increases in delay times. We are checking whether those changes are due to structural changes or can be explained by changing earthquake locations.

In New Zealand, we have measured shear wave splitting and Vp/Vs ratios on permanent stations near the Kaikoura earthquake rupture region between 2013 and 2018. Some stations exhibit apparent changes in fast direction, but spatial averaging does not yield strong changes in fast directions with time. Delay times and Vp/Vs ratios both increased after the M=6.5 and M=6.6 Cook Strait earthquakes and after the M=7.8 Kaikoura earthquake. After the Cook Strait earthquakes, measurements returned to background levels within several months. But by the end of 2017 the measurements had not yet returned to normal. Laboratory measurements suggest that crack healing should yield more rapid recovery, and we are exploring whether aftershocks help to keep the cracks open.

キーワード：Anisotropy、Vp/Vs、Kumamoto、Kaikoura、temporal variation、Shear wave splitting
Keywords: Anisotropy, Vp/Vs, Kumamoto, Kaikoura, temporal variation, Shear wave splitting

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Long-term behavior of induced seismicity in the Val d’ Agri basin (Southern Apennines, Italy).

*Luisa Valoroso[1], Luigi Improta[1], Samer Bagh[1], Davide Piccinini[1], Pasquale De Gori[1]

1. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

The Val d’ Agri (VA) basin in the southern Apennines seismic belt is one of the regions in the central Mediterranean with highest seismogenic potential, testified by a M7+ historical earthquake in 1857. In the past forty years, the Val d’ Agri basin only experienced weak background seismicity (M_{max} 3.2). This background activity coexists with two well-documented cases of anthropogenic seismicity. The first case is related to the operation of the largest onshore oilfield in Europe, hosted in a high productive reservoir formed by naturally fractured, low-porosity carbonates. Hydrocarbons are currently extracted through 22 wells from 1.8 to 3.5 km depth below sea level. Extraction started in the mid-1990 and present-day oil production rates 80,000–90,000 barrel (bbl)/d with 2.6 x 10^5 m^3/d of associated gas. Due to a low primary porosity of the reservoir rocks, production is controlled by fracture systems at various scales. Since 2006, co-produced saltwater is re-injected at 3 km depth in the Costa Molina 2 (CM2) well located at a marginal portion of the carbonate reservoir, with injection rate and well-head pressure reaching maximum values of 2800–3000 m3/d and 13–14 MPa, respectively, inducing well-documented microseismicity (M_{max}2). The wastewater injection, which started on June 1st 2006, has continued since then without major interruptions. The second case of antropogenic induced seismicity includes M3+ swarms that have been associated to the medium-sized Pertusillo water reservoir (PWR) characterized by seasonal water-level oscillation as high as 40 m, corresponding to storage changes of about 110 million m^3. In this work, we show a comprehensive analysis of the spatiotemporal seismicity distribution in the Val d’ Agri area, by using data collected during the 2001-2014 by integrating three different permanent and temporary dense networks. Due to the presence of continuously recording permanent stations run by INGV, we also used cross-correlation (CC) matched filter technique to look for undetected earthquakes with the aim to decrease the completeness magnitude of the available seismicity catalogue. Seismicity data have been used to compute high-precision seismicity locations by integrating cross-correlation and double-difference methods and to reconstruct the detailed three-dimensional Vp and Vp/Vs tomography structure of the area. The properties of the carbonate reservoir (rock fracturing, pore fluid pressure) and inherited faults control the occurrence and spatiotemporal distribution of seismicity. For the CM2 wasterwater injection-linked seismicity, the comprehensive picture obtained by integrating reservoir-scale tomography, high-precision earthquake locations, and geophysical and injection data suggests that the driving mechanism is the channeling of pore pressure perturbations through a high permeable fault damage zone within the reservoir. Analogously, the combined interpretation of the spatiotemporal seismicity distribution with the velocity structure the PWR induced seismicity, suggests that the observed seismicity migration can be caused by poroelastic deformation of the fractured water-bearing carbonates in response to the seasonal loading of the PWR.

Keywords: induced seismicity , fault zone structure, velocity model , high-precision earthquake locations

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 9:00 ~ 10:30 | コンベンションホールA 2F

[S-SS13] 強震動・地震災害

コンビーナ:栗山 雅之(一般財団法人　電力中央研究所　地球工学研究所　地震工学領域)、染井 一寛(一般財団法人地域地盤環境研究所)、座長:林 能成(関西大学社会安全学部)、具 典淑(株式会社大崎総合研究所)

地震災害に直結する強震動に関して討論する．強震動をもたらす震源特性，地盤構造，地震波動伝播，揺れの特徴を支配する表層構造の理解など，理論や観測に基づく，現象の理解を目的とする研究発表を募集する．これに加え，強震動予測や地震防災の研究など将来の地震災害を軽減するための研究発表・提言も歓迎する．

9:00 ~ 9:15

[SSS13-01] 三次元弾塑性解析を用いたRiedelせん断の形成に及ぼすjogの逸脱量の影響に関する検討

*豊田 智大[1]、野田 利弘[2]、山田 正太郎[1]、浅岡 顕[3] (1.名古屋大学大学院　工学研究科、2.名古屋大学　減災連携研究センター、3.地震予知総合研究振興会)

9:15 ~ 9:30

[SSS13-02] 地震学者を対象とした南海トラフ地震の事前予測の可能性に関するアンケート調査

*林 能成[1] (1.関西大学社会安全学部)

9:30 ~ 9:45

[SSS13-03] プレート三重会合点付近の地震により東京湾岸で観測される長周期地震動

*植竹 富一[1] (1.東京電力ホールディングス株式会社　経営技術戦略研究所　技術開発部)

9:45 ~ 10:00

[SSS13-04] **Time-frequency and engineering characteristics on offshore ground motion**

*CHEN Su[1]、FU Lei[1]、LI Xiaojun[1] (1.Institute of Geophysics, China Earthquake Administration)

10:00 ~ 10:15

[SSS13-05] **Long-period Ground Motion from Hypothetical Megathrust Earthquakes along the Nankai Through using the Ambient Seismic Field**

*Loic Viens[1]、Tomotaka Iwata[1] (1.Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University)

10:15 ~ 10:30

[SSS13-06] 断層破壊が地表まで達するプレート境界地震の断層モデルの設定方法による南海トラフ巨大地震の断層モデルおよび強震動評価

*具 典淑[1]、藤原 広行[2]、森川 信之[2] (1.株式会社　大崎総合研究所、2.国立研究開発法人　防災科学技術研究所)

三次元弾塑性解析を用いたRiedelせん断の形成に及ぼすjogの逸脱量の影響に関する検討

Investigation of the effect of jog deviations on Riedel fractures by three-dimensional elasto-plastic analysis

*豊田 智大[1]、野田 利弘[2]、山田 正太郎[1]、浅岡 顕[3]
*Tomohiro Toyoda[1], Toshihiro Noda[2], Shotaro Yamada[1], Akira Asaoka[3]

1. 名古屋大学大学院　工学研究科、2. 名古屋大学　減災連携研究センター、3. 地震予知総合研究振興会
1. Nagoya University, Graduate School of Engineering, 2. Nagoya University, Disaster Mitigation Research Center, 3. Association for the development of earthquake prediction

横ずれ断層の変位に伴って形成されるRiedelせん断の発生過程には，jogの存在が重大な影響を及ぼす．例えば，図1はステップを含む左横ずれ断層であるが，図の奥側のようにjogが両側から引かれる場合には，引張応力場の元で正断層的に図2(a)のような負のflower構造が形成されてdepressionを生じる．一方，図の手前側のようにjogが両側から押される場合は，圧縮応力場の下で逆断層的に図2(b)のような正のflower構造が形成されてbulgeが出現する．これらのjogでは，横ずれ断層の純せん断に加え，引張／圧縮が競合して作用するため，ぞれぞれtranstension／transpressionと呼ばれる．また，これにより幾何的に隆起や沈下を生じることから，これらの変形場はそれぞれpull-apart／push-upとも呼ばれる．著者らはこれまでに，これらのpull-apartおよびpush-upを模擬した不連続な断層変位場を境界条件として考慮した3次元弾塑性有限変形解析を実施し，横ずれ断層における局所的なjogの存在に起因した分岐断層構造の形成過程を数値解析的に再現することを試みてきた[2)]．本稿では特に，jogの逸脱量を系統的に変えた解析を通して，jogにおける逸脱の程度がRiedelせん断の発生角度に影響を与えることを示し，これについて主応力方向の回転と関連付けて議論する．

数値解析には，著者らの研究グループが開発を進めている地盤の動的／静的水～土骨格連成弾塑性有限変形解析コード***GEOASIA***[3)]を用いた．本手法は二相系解析にも対応しているが，本稿では一相系条件での解析について述べる．図3のように，*y*方向を横ずれ断層の走向方向にとる3次元直方体メッシュ（要素数：32800）を用いた．模型底面においては，同図に示すような屈曲した断層領域を設定し，その両側の節点に*y*方向の右横ずれ強制変位（v=10^{-6}m/s）を与えた．これにより，領域Aではtranspressionの応力場が，領域Bではtranstensionの応力場がそれぞれ表現されることとなる．骨格構造概念に基づく土の弾塑性構成式SYS Cam-clay modelの材料定数は，既往研究[2)]と同一とした．

図3に示した三次元模型について，走行方向の寸法を相似的にα=1, 2, 3倍に拡大した3種の模型を用意し，jogの逸脱量をd=5, 10, 15mmと変えて数値解析を行った．図4には，解析終了段階における地表面でのせん断ひずみの分布を示す．同図は，右斜めに連なるRiedelせん断帯の出現がせん断ひずみの局所化の帰結として解かれていることを示している．

まず，逸脱量d=15mmのケースについて，α=1の模型ではpush-up側で大域的なRiedelせん断がさらに複数のRiedelせん断により分割される「duplex」の出現が，α=2,3の模型ではpull-apart側でRiedelせん断を接続する「P-shear」の出現がそれぞれ解かれていることが分かる．しかし，これらの複雑な変状は，jogの逸脱量をd=10, 5 mm小さくしてゆくと，すなわち断層線を直線に近づけてゆくと次第に出現しなくなり，ついにd=5 mmではどの模型でも1本の独立したRiedelせん断に収斂している．この結果は，これらの二次的な変状を解く上でjogの導入が重要であることを示唆するものである．

次に，Riedelせん断の角度について，α=3の模型に着目すると，逸脱量の小さいd=5mmではpush-up側でもpull-apart側でもせん断帯の発生角度にほとんど差はないが，jogの逸脱量が大きくなるにつれて，せん断帯の角度は，push-up側では走行方向に対して低角に，pull-apart側では走行方向に対して高角になってゆくことが分かる．この原因について，主応力方向の変化に着目して述べる．図5は，領域A，領域B直上の地表面におけるRiedelせん断発生位置での解析終了時の最大主応力方向を示したものである．ただし，最大主応力方向は，走行方向に対する角度として，時計回りを正として表示している．一般に，純せん断の変形場（jogを含ま

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ない直線断層）の場合，最大主応力方向は45°となるため，主応力方向の45°からのずれは専らjogに起因するものであると言ってよい．同図は，push-upにおいては純せん断に圧縮が競合するため（transpression）最大主応力方向が45°よりも大きくなる様子が，pull-apartにおいては純せん断に引張が競合するため（transtension）最大主応力方向が45°よりも小さくなる様子がそれぞれ解かれている．ただし，最大主応力方向の45°からのずれは逸脱量が小さくなると次第に小さくなり，純せん断に近づいてゆく．以上より，逸脱量が小さくしてゆくとpush-upとpull-apartでRiedelせん断の角度に差を生じなくなることは，応力場が圧縮／引張が競合するtranspression／transtensionに占める純せん断の割合が相対的に大きくなるためであると解釈できる．

（謝辞）本研究の数値解析は京都大学学術情報メディアセンターのスーパーコンピュータシステムを利用して実施した．また，科学研究費補助金（基盤研究(A)：課題番号17H01289）の助成を受けた．

1) Fossen, H. (2016): Structural Geology, Cambridge University Press, pp.377-400, 2nd edition.
2) Noda, T., et al. (2008): Soil-water coupled finite deformation analysis based on a rate-type equation of motion incorporating SYS Cam-clay model, S&F, Vol.48, No.6, pp.771-790.
3) 豊田ら (2018): 地盤の強非線形性と横ずれ断層上の幾何学的バリアの影響を考慮したRiedelせん断帯の数値シミュレーション, JpGU2018, SCG66-05.

キーワード：横ずれ断層、リーデルせん断、ジョグ、弾塑性、数値解析、フラクチャー
Keywords: strike-slip fault, Riedel shear, jog, elasto-plasticity, numerical analysis, fracture

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

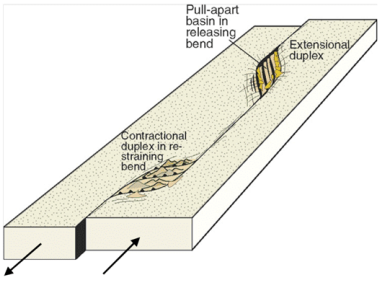


Fig. 1 Jog on strike-slip fault[1)]

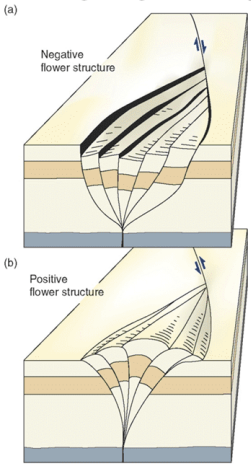


Fig. 2 Flower structures[1)]

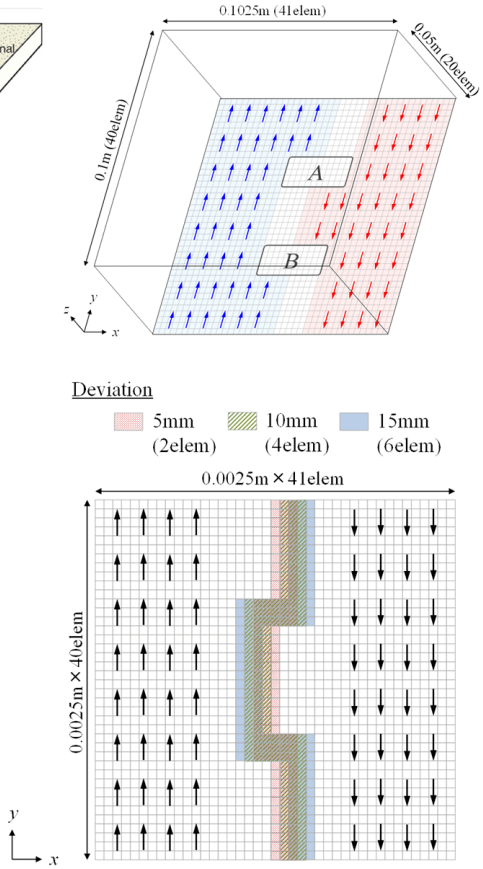


Fig. 3 Finite element mesh and boundary conditions

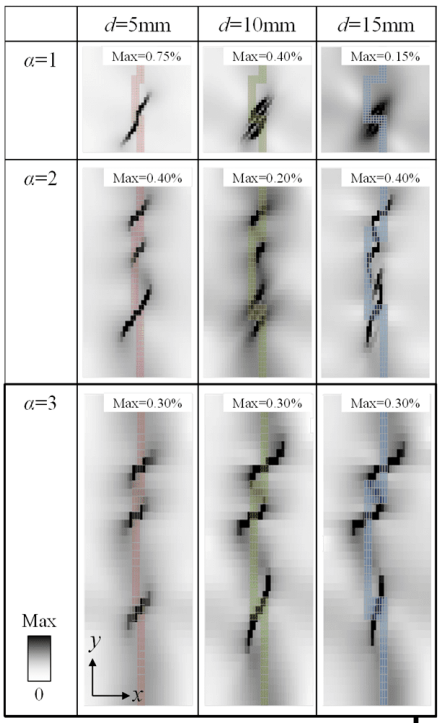


Fig. 4 Shear strain distributions at the surface

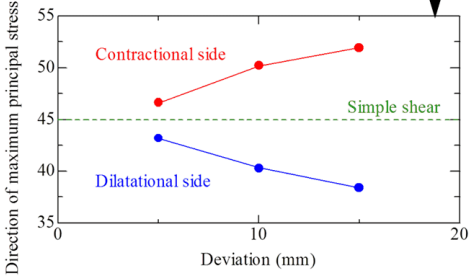


Fig. 5 rotation of the direction of principle stress

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地震学者を対象とした南海トラフ地震の事前予測の可能性に関するアンケート調査

A survey on earthquake prediction and public warning in seismological community

*林 能成[1]
*Yoshinari Hayashi[1]

1. 関西大学社会安全学部
1. Faculty of Societal Safety Sciences, Kansai University

地震災害軽減において、地震予知への社会的な期待は極めて大きい。公的機関による大規模な地殻活動の観測を根拠にするものから、民間による根拠不明な予言レベルのものまで、多くの地震予知がかなり昔から試みられているが、現実には予知率、的中率、警報期間の３つ全てを実用レベルで実現しているものはない（泊, 2015）。

国として進められてきた東海地震の予知と大震法に基づく社会規制という体制は、ターゲットとする地震を南海トラフ全体に広げる検討の中で後退し、2017年11月から「南海トラフ地震に関連する情報（臨時）」による控え目な対応へと変更された。現在、市民、企業、行政などで行動指針の策定が試みられているが、事前に出される可能性がある情報についての予知率や的中率に関する共通認識が得られているとは言い難く、非常に厳格な社会規制や対応が真面目に検討される場面が少なくない。また地震研究者の間でも、地震予知の実現可能性についての認識には幅があり、大地震に先行する現象がそもそも存在しないと考える者もあれば、観測や判定に関する知見が不足していると考える者もいるなど多様性がある。

そこで地震前予測情報についての地震研究者の総合的な認識を明らかにするためのアンケート調査を行なった。アンケートでは地震の事前予測ができる、できないという単純な聞き方ではなく、地震予測情報を発表に至るまでのプロセスを以下の４段階に分解したのが特徴である。４段階とは、(1)地震に先行する現象の有無、(2)その現象の観測可能性、(3)観測された事象を異常と判定できる可能性、(4)異常と判定された場合に社会に向けて発表できるか否かで、各研究者の認識を０％から100％まで10%きざみの数値で回答を求めた。さらに、地震前に情報が出された場合に、市民が制限のある生活に耐えられる期間に地震が起こる確率（的中率）についても、同様に０％から100％まで10%きざみの数値で回答を求めた。ほとんどの研究者はこれらの数字を判断する上で明確な科学的根拠を持っているわけではないが、地震に関する調査・研究を長年進めてきた経験に基づく相場観を聞いた形である。

対象とした研究者は日本地震学会の理事、代議員、合計129名で、このうちの90名から回答を得た。地震学会の代議員は会員による選挙で選出されるため、同分野の中で一定の見識を持っている研究者が選ばれていると考えることができる。アンケートへの回答は2018年の日本地震学会秋季大会の会場において対面で依頼することを基本とし、それが不可能だった人にはメールによって回答を求めた。

暫定的な集計結果では、情報を発表に至るまでの４段階いずれにおいても0%から100%まで回答には幅があり、地震学者の中でも地震の事前発生予測に多様な認識があることが明らかになった。各段階の平均値は(1)「現象の有無」47%、(2)「観測の可否」47%、(3)「判定の可否」28%、(4)「発表の可否」41%となり、判定を難しいと考える研究者が多い傾向にある。しかし、全ての回答が平均値に近い研究者は少なく、専門分野やこれまでの研究経験によって、4段階のどこが難しいと考えるかには明瞭な違いが見られた。

観測に基づく地震の事前予測を行い、その警報を社会に発表するためには、この４段階全てを成功させる必

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

要がある。そこで各研究者の４段階の回答全てをかけ合わせた数字を求めたところ平均値は6%という値になった。これは市民や行政が期待している値よりも低い（たとえば、静岡新聞, 2018）。また情報が発表された時に、地震が起きる確率（的中率）の平均値は22%であった。当日の発表では平均値だけではわからない、回答のばらつきも踏まえた解析結果を示す。

多くの専門家は科学的誠実さにもとづいて「実用的な地震予知ができる可能性は低い」とこれまで述べてきたが、その真意は必ずしも社会には伝わってこなかった。受け止める側では、「低い＝０ではない」＝「０でないなら対策を決めなければならない」＝「想定される地震の被害は大きいので厳重な警戒が必要」となり、地震が発生しなかった場合を考慮しない厳重な対応策を選択しがちであった。この種の情報を使いこなすためには、市民感覚に比べて極めて低い予知率、的中率で、さらに長い警報期間を前提にした、無理のない対応策の検討が求められる。

キーワード：地震予知、南海トラフ地震、アンケート調査
Keywords: earthquake prediction, Nansai trough earthquake, Survey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

プレート三重会合点付近の地震により東京湾岸で観測される長周期地震動
Long-period strong ground motion of the Tokyo Bay area during the events occurred in the plate triple junction area

*植竹 富一[1]
*Tomiichi Uetake[1]

1. 東京電力ホールディングス株式会社　経営技術戦略研究所　技術開発部
1. R&D Department, TEPCO research Institute, Tokyo Electric Power Company

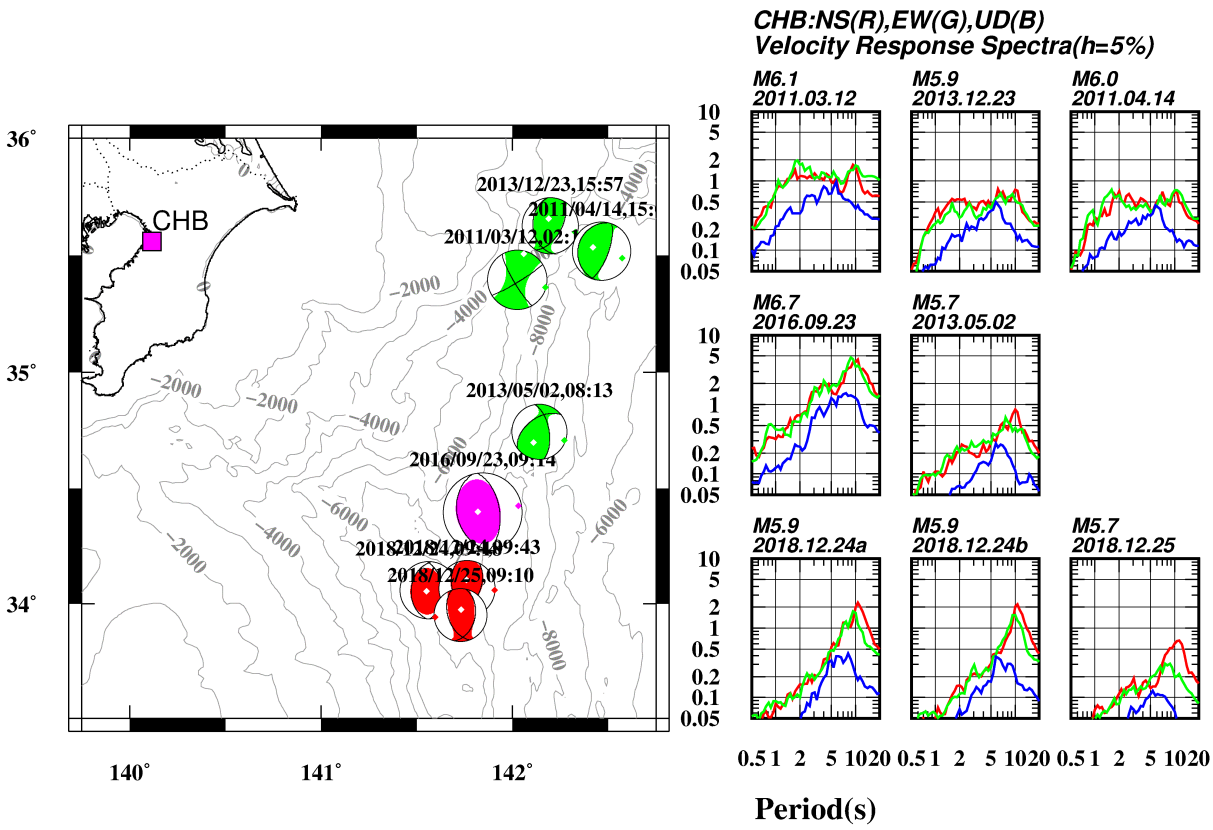
植竹(2018)では，2016年9月23日に三重会合点北側で発生したM6.7の地震による東京湾岸の速度記録を分析し，同規模・同距離の地震による記録と比べて，短周期成分が小さく，周期10秒の成分が大きいことを示した．その後，三重会合点の南側で，2018年12月24日にM5.9の地震が2回，12月25日にM5.7の地震が1回起きたことから，2016年の地震との比較を行った．さらに北側の日本海溝沿いに発生した地震との比較も試みた．

まず，2018年12月24日9時18分に発生したM5.9の地震による記録を分析した．分析に用いたのは東京湾岸の火力発電所に設置されている速度型強震計の記録である．東京湾の西側に8地点，東側に4地点の観測点がある．震央距離は，東京湾東側（千葉県側）と横須賀で概ね210～220km，横須賀を除く東京湾西側で230～240kmである．いずれの観測点でも長周期の揺れが長時間継続しており，東京湾北東部の観測点では顕著な長周期波群が確認できる．減衰5%の速度応答スペクトルを計算すると，いずれの観測点でも周期１０秒付近がピークで短周期側は小さい．周期１～2秒の振幅は周期10秒の振幅の5分の一以下である．観測波形にマルチフィルタ解析を施すと，東京湾北東部の波形には明瞭な群分散性が認められ，表面波成分が卓越していると考えられる．こういった波形の特徴は，2016年のM6.7の地震と類似している．2018年12月24日9時43分のM5.9の地震や2019年12月25日のM5.7の地震でも同様な傾向が確認できた．

次に，日本海溝沿いに北側で発生した地震と比較を行った．2008年から2018年に，北緯35.5度から南側の海域で発生したM5.7以上の地震を調べた．この海域では大きな地震の発生が少なく，抽出された地震は次の4地震である．南から順に2013年5月2日M5.7，2011年3月12日M6.1，2011年4月14日M6.0，そして2013年12月23日M5.9である．これらの地震の減衰定数5%の速度応答スペクトルの特徴を調べた．最も南側の2013年5月2日の地震では三重会合点付近の地震とよく似た形状を示していたが，北側の他の3地震では短周期側も大きく，周期10秒付近から周期2秒付近までほぼ同じ振幅レベルとなっていた（図参照）．このことは，海溝沿いの地震の震源特性に地域性がある可能性を示唆している．

キーワード：長周期地震動、表面波、震源特性
Keywords: Long-period strong ground motion, Surface waves, Source characteristics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Time-frequency and engineering characteristics on offshore ground motion

*CHEN Su[1], FU Lei[1], LI Xiaojun[1]

1. Institute of Geophysics, China Earthquake Administration

Based on the offshore ground motions collected from California, U.S and Sagami trough zone, Japan, the time-frequency distribution feature of offshore ground motions was analyzed by Hilbert-Huang transform method. The corresponding spectral accelerations and dynamic amplification factor spectrum were compared with the design spectra in relevant seismic design standards. The research results indicate that, the offshore ground motions contain a wealth of long period component, the long period and ultra-long period component were dominant in frequency range. The energy distribution of the normalized marginal spectrum was correlated with epicenter distance. The horizontal offshore ground motion’ s energy was much larger than that of the vertical ground motion. Moreover, the further finds show that the dynamic amplification factor β -values of most offshore ground motions are greater than the current platform value of seismic design standards used, i.e., their long-period components are comment larger than that the seismic design standards given, so it is risky to carry out offshore facilities seismic design by land seismic design standards. In view of that there are lots of actual engineering structure, such as long-span bridges, oil and gas platform, etc., the long period components of offshore ground motions should be paid more attention in offshore engineering structure seismic design.

Keywords: Offshore ground motion, Seismic design, Hilbert-Huang transform method

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Long-period Ground Motion from Hypothetical Megathrust Earthquakes along the Nankai Through using the Ambient Seismic Field

*Loic Viens[1], Tomotaka Iwata[1]

1. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

Long-period ground motions from megathrust earthquakes are a real threat for large-scale human-made structures. The Nankai subduction zone, Japan, is expected to host a major megathrust earthquake in the near future and has therefore been instrumented with offshore and onshore permanent seismic networks. To simulate the long-period ground motions that could be generated by such earthquakes, we take advantage of the continuous data recorded offshore (DONET1 and DONET2 seismic stations) and onshore (Hi-net stations). We compute offshore-onshore impulse response functions from the continuous records using seismic interferometry by deconvolution. After amplitude calibration, we show that the impulse response functions reproduce well the long-period ground motions of moderate (M_w ~5) earthquakes. We construct realistic source models of several M_w 8+ earthquake scenarios that we use together with the computed impulse response functions to predict the long-period ground motions in the surrounding region. We finally calculate the velocity spectral response of our simulated waveforms and compare them to those obtained with ground motion prediction equations. This study suggests that the ambient seismic field recorded by the ever-increasing number of ocean bottom seismometers can be used to simulate the long-period ground motions from megathrust earthquakes.

Keywords: Long-period ground motion, Seismic noise, Green's function

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

断層破壊が地表まで達するプレート境界地震の断層モデルの設定方法による南海トラフ巨大地震の断層モデルおよび強震動評価
Fault model and strong ground motion evaluation for the Nankai megathrust earthquake

*具 典淑[1]、藤原 広行[2]、森川 信之[2]
*Dianshu Ju[1], Hiroyuki Fujiwara[2], Nobuyuki Morikawa[2]

1. 株式会社　大崎総合研究所、2. 国立研究開発法人　防災科学技術研究所
1. Ohsaki Research Institute, Inc., 2. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

1. はじめに

壇・他(2013)は、マグニチュード9クラスのプレート境界地震による強震動予測のための断層モデルの設定方法を提案し、南海トラフ巨大地震に適用して、強震動の計算結果が過去の南海トラフの地震の震度分布を再現できることを確認している。しかし、壇・他(2013)による断層モデルの設定方法は、円形クラック式(Eshelby, 1957)に基づいており、断層破壊が地表(海底)まで達する大地震の場合だと、地表で応力が解放されて境界条件が変わることから、断層面の平均応力降下量の評価に円形クラック式を適用することは適切ではない。

この問題を解決するために、具・他(2016)では、プレート境界地震を断層幅が飽和しない小地震と断層幅が飽和する大地震に分類し、大地震については、円形クラック式の代わりに動力学的断層破壊シミュレーションによる平均動的応力降下量の近似式を用いて、断層破壊が地表まで達するプレート境界地震の断層パラメータの設定方法を提案している。その際、断層モデルは、強震動を生成するアスペリティと強震動を生成しない背景領域に加え、杉野・他(2014)の津波の特性化波源モデルにならって、津波波源領域として大すべり域と超大すべり域を導入している。本稿では、この設定方法を用いて、南海トラフ巨大地震による強震動を予測するために、断層パラメータの試算を行うとともに、経験的グリーン関数法による地震動評価を行った。

2. 断層モデルおよび断層パラメータ

具・他(2016)でまとめられている断層モデルの設定方法の流れによると、想定震源域の震源面積Sを与えると、ほかの断層パラメータを順次求めることができる。ここでは、南海トラフ巨大地震の想定震源域の震源面積Sは内閣府(2012)を参考に14万km^{2}とし、そのうち、深部の面積S_{deep}は11万km^2、浅部の面積$S_{shallow}$は3万km^{2}とした。震源域のせん断剛性率μは4.1E10 N/m^2、S波速度βは3.8 km/sと仮定した。設定した南海トラフ巨大地震の断層モデルを図1に示す。断層モデルにおけるアスペリティの個数および配置は内閣府(2015)によるSMGAモデルを参照した。

本研究による南海トラフ巨大地震の断層モデルのアスペリティの面積比は5%程度で、壇・他(2013)による値(ケース1～ケース4：30%～8%)より小さい。ここに、壇・他(2013)のケース1～ケース4はそれぞれ短周期レベルを壇・他(2001)による経験式の1倍、1.25倍、1.6倍、2倍に設定した場合である。一方、アスペリ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ティの応力降下量は19.9MPaで、壇・他(2013)によるケース2 (15.6MPa)とケース3 (25.5 MPa)の間である。また、本研究による南海トラフ巨大地震の地震モーメント(M_0=5.6E22 Nm；M_W=9.1)は、壇・他(2013)による値とほぼ同じで、短周期レベル(A=1.73E20 Nm/s/s)は、壇・他(2013)によるケース1の値とほぼ同じである。

3．強震動評価

設定した南海トラフ巨大地震の断層モデルを対象として、経験的グリーン関数法による地震動評価を行った。地震動評価地点として、愛知県および周辺地域の4地点および大阪府内の6地点、合計10地点を選定した。経験的グリーン関数法に用いる要素地震として、小穴・他(2018)と同様に、4つのスラブ内地震EQ01～EQ04に加えて、2016 年4 月1 日の三重県南東沖のプレート境界付近で発生した地震EQ05を用いた。

三の丸(NGY)および大阪(OSK005)地点における、経験的グリーン関数法による地震動評価結果(地表)を図2、図3に示す。図より、名古屋の三の丸(NGY)の擬似速度応答スペクトは周期1秒以下で告示スペクトルと整合しているが、ピークとなっている周期3秒付近では、250cm/sぐらいで告示スペクトルの3倍程度であることが分かる。また、大阪(OSK005)の擬似速度応答スペクトは、周期2秒以下で告示スペクトルより小さく、周期3秒～4秒付近で100cm/sから200cm/sとなっており、2地点の結果ともに、壇・他(2013)によるケース1による地震動評価結果(壇・他, 2013; 宮腰・他, 2015)と同程度であることが分かる。

謝辞:論文の一部は、独立行政法人防災科研技術研究所による「全国地震動予測地図作成等支援業務」で得られた成果です。関係各位より貴重なご意見をいただきました。ここに記して感謝いたします。

キーワード：プレート境界地震、地表断層破壊、強震動評価、南海トラフ巨大地震、アスペリティモデル、経験的グリーン関数法
Keywords: Subduction plate-boundary earthquakes, Surface fault breaking, Strong ground motion evaluation, Nankai megathrust earthquake, Asperity model, Empirical Green’s function method

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

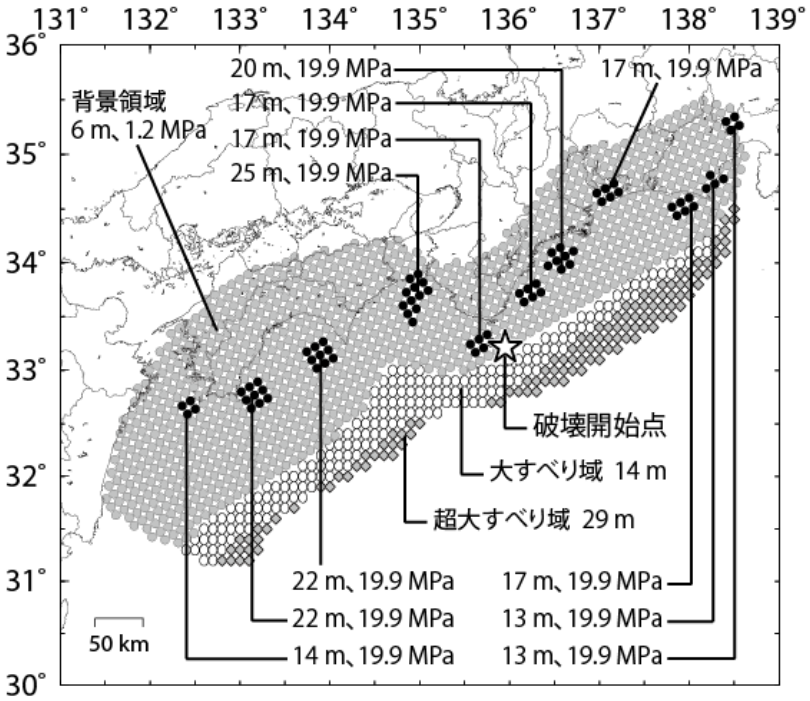


図 1　南海トラフ巨大地震の断層モデル

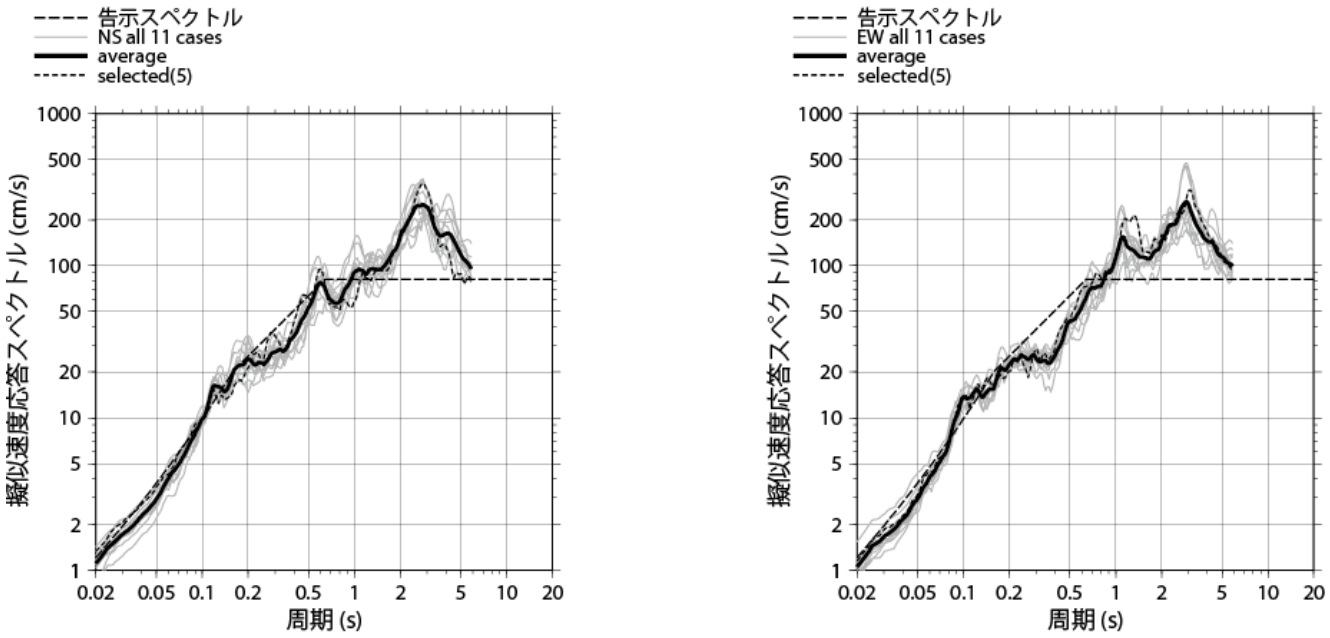
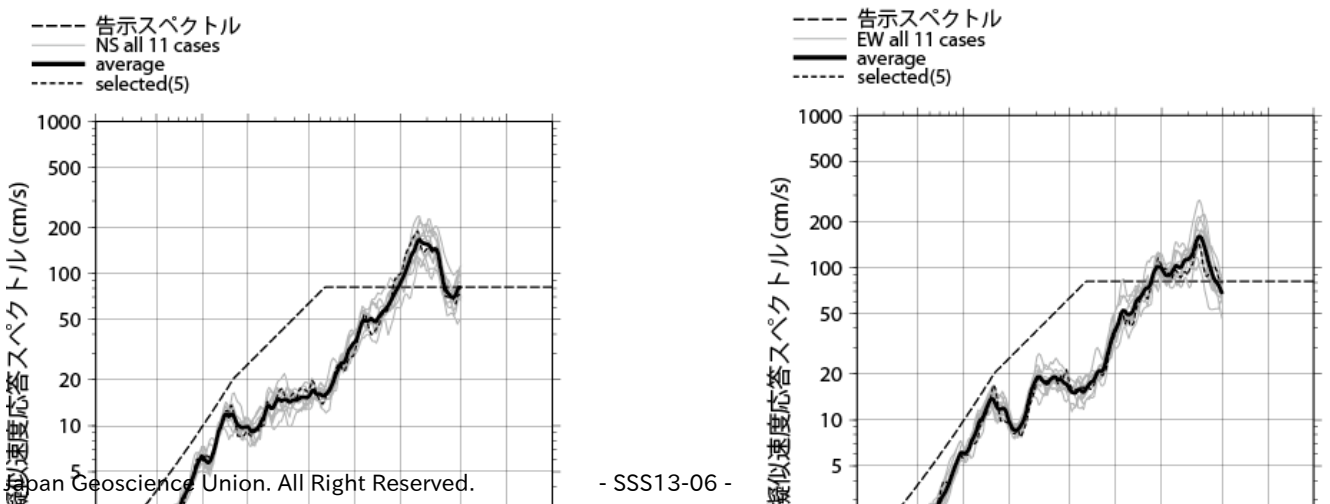


図 2　名古屋の三の丸 (NGY 観測点) における地震動評価結果（減衰定数 5%）



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 10:45 ~ 12:15 | コンベンションホールA 2F

[S-SS13] 強震動・地震災害

コンビーナ:栗山 雅之(一般財団法人　電力中央研究所　地球工学研究所　地震工学領域)、染井 一寛(一般財団法人地域地盤環境研究所)、座長:倉橋 奨(愛知工業大学大学院工学研究科)、是永 将宏(公益財団法人鉄道総合技術研究所)

地震災害に直結する強震動に関して討論する．強震動をもたらす震源特性，地盤構造，地震波動伝播，揺れの特徴を支配する表層構造の理解など，理論や観測に基づく，現象の理解を目的とする研究発表を募集する．これに加え，強震動予測や地震防災の研究など将来の地震災害を軽減するための研究発表・提言も歓迎する．

10:45 ~ 11:00

[SSS13-07] One cause of the strong ground motion characteristics in Mukawa town during the 2018 Hokkaido eastern Iburi earthquake

*高井 伸雄[1]、重藤 迪子[2]、前田 宜浩[3]、一柳 昌義[1]、高橋 浩晃[1] (1.北海道大学、2.九州大学、3.防災科学技術研究所)

11:00 ~ 11:15

[SSS13-08] 2018年北海道胆振東部地震（Mw6.6）の強震動生成域震源モデルの構築

*倉橋 奨[1]、入倉 孝次郎[1] (1.愛知工業大学)

11:15 ~ 11:30

[SSS13-09] 布田川断層帯・日奈久断層帯を震源断層とした強震動予測（１）－対象地域での新たな深部地盤構造モデルの作成－

*浅野 公之[1]、岩田 知孝[1]、吉見 雅行[2]、三宅 弘恵[3]、関口 春子[1]、松島 信一[1]、川瀬 博[1]、長嶋 史明[1]、山中 浩明[4]、地元 孝輔[4]、山田 伸之[5]、神野 達夫[6]、重藤 迪子[6]、先名 重樹[7]、前田 宜浩[7]、若井 淳[7]、岩城 麻子[7]、神 薫[9]、竿本 英貴[2]、津野 靖士[8]、是永 将宏[8]、杉山 長志、鈴木 晴彦[9]、松山 尚典[9]、眞鍋 俊平[9]、谷田貝 淳[9]、岡本 茂[10]、末廣 匡基[10] (1.京都大学防災研究所、2.国立研究開発法人産業技術総合研究所、3.東京大学大学院情報学環／地震研究所、4.東京工業大学環境・社会理工学院、5.高知大学、6.九州大学大学院人間環境学研究院、7.国立研究開発法人防災科学技術研究所、8.公益財団法人鉄道総合技術研究所、9.応用地質株式会社、10.株式会社阪神コンサルタンツ)

11:30 ~ 11:45

[SSS13-10] 布田川断層帯・日奈久断層帯を震源断層とした強震動予測（２）－強震動予測－

*岩田 知孝[1]、浅野 公之[1]、吉見 雅行[2]、三宅 弘恵[3]、関口 春子[1]、松島 信一[1]、川瀬 博[1]、長嶋 史明[1]、山中 浩明[4]、地元 孝輔[4]、山田 伸之[5]、神野 達夫[6]、重藤 迪子[6]、先名 重樹[7]、前田 宜浩[7]、岩城 麻子[7]、神 薫[7]、竿本 英貴[2]、津野 靖士[8]、是永 将宏[8]、眞鍋 俊平[9]、鈴木 晴彦[9]、松山 尚典[9]、谷田貝 淳[9] (1.京都大学防災研究所、2.国立研究開発法人産業技術総合研究所、3.東京大学大学院情報学環／地震研究所、4.東京工業大学環境・社会理工学院、5.高知大学、6.九州大学大学院人間環境学研究院、7.国立研究開発法人防災科学技術研究所、8.公益財団法人鉄道総合技術研究所、9.応用地質株式会社)

11:45 ~ 12:00

[SSS13-11] 2016年熊本地震被災地益城町安永地区における地盤建物被害調査

*稲崎 富士[1]、小河原 敬徳[1]、木佐貫 寛[2] (1.土木研究所 つくば中央研究所 地質・地盤研究グループ、2.土木研究所 つくば中央研究所 (現所属：応用地質（株）))

12:00 ~ 12:15

[SSS13-12] 地中地震計データを用いた熊本平野の地震動特性に対する浅部地盤構造の影響評価

*是永 将宏[1]、津野 靖士[1]、山中 浩明[2]、地元 孝輔[2] (1.公益財団法人鉄道総合技術研究所、2.東京工業大学環境・社会理工学院)

One cause of the strong ground motion characteristics in Mukawa town during the 2018 Hokkaido eastern Iburi earthquake

*高井 伸雄[1]、重藤 迪子[2]、前田 宜浩[3]、一柳 昌義[1]、高橋 浩晃[1]
*Nobuo TAKAI[1], Michiko Shigefuji[2], Takahiro Maeda[3], Masayoshi Ichiyanagi[1], Hiroaki Takahashi[1]

1. 北海道大学、2. 九州大学、3. 防災科学技術研究所
1. Hokkaido University, 2. Kyushu University, 3. NIED

The Hidaka mountain range, central Hokkaido, Japan, formed by the Hidaka arc-arc collision zone, with the Ishikari eastern fault zone on the west side and the Tokachi plain fault zone on the east side. The 2018 Hokkaido eastern Iburi earthquake (Mw 6.6) occurred on September 6, 03:08 JST at this arc-arc collision zone. The Japan Meteorological Agency (JMA) magnitude (Mj) was 6.7 and hypocentral depth was 37 km. The maximum seismic intensity (JMA-scale) 7 was observed in Atsuma town. During this earthquake, 41 people died mainly by a widespread large landslide in Atsuma town. The many building damages by strong ground motion were concentrated around HKD126 site. At K-NET HKD126 and JMA Atsuma Shikanuma stations, strong motion records had strong power to destroy the timber frame buildings. It is an important examination to know the cause of the generation of this destructive strong motion in spite of a low magnitude and deep focus.

We have conducted observations (2018 September 10- December 16) of earthquake ground motion due to aftershocks of this earthquake at near hillside station (MKW01). The target stations' underground shear wave velocity structures were estimated by microtremor array observation and multichannel analysis of surface waves method (Shigefuji et al 2019 Jpgu). We calculated theoretical amplification factor of the SH wave with the estimated shear wave velocity structure. The amplification factor of HKD126 is 5 times larger than the one of the MKW01 at a frequency around 1 Hz. Cause of this tendency are affected by low shear wave velocity in shallow part in HKD126; the engineering bedrock of HKD126 is deeper than the MKW01. We carried out the strong ground motion high-density line array observation (2018 December 01-16) along the line of HKD126 to MKW01 in Mukawa town, to know the changing of the ground motion amplitude by underground structures. We choose the earthquake records which were not affected by the nonlinear effect of soft soil. In these observed spectra, we can also understand the different amplitude as same as the theoretical ones. However, the predominant periods during mainshock is longer than this predominant period of theoretical and weak motion records. Generally, the strong ground motions are affected by the nonlinear response of surface soft soil. The strong motion record of HKD126 was examined the nonlinear effects by the DNL (degree of nonlinear effect) methods. The DNL value is 14.7; this value means large nonlinearity occurred (Noguchi et al. 2013) and the predominant period of the 1-2 s might be moved from the short-period side by this large nonlinearity. The strong ground motion power of 1-2 s during the main shock at HKD126 site was mainly amplified by this shallow underground velocity structure and this predominant range was conceivable changed for long periods side with nonlinear effect moreover.

A further step for studying this earthquake, we will examine the nonlinear effect for HKD126 in detail and we will spread the target area to examine the strong ground motion spatial distribution and discuss the 3-D underground structure.

A part of this study was supported by the Grant-in-Aid for Scientific Research No. 18K19952 and

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

17H06215 from MEXT of Japan, and MEXT of Japan’s Earthquake and Volcano Hazards Observation and Research Program.

キーワード：2018年北海道胆振東部地震、S波速度、地盤増幅
Keywords: the 2018 Hokkaido eastern Iburi earthquake, Shear wave velocity, Site amplification

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2018年北海道胆振東部地震（Mw6.6）の強震動生成域震源モデルの構築
Estimation of SMGA source model during the 2018 Hokkaido Eastern Iburi (Mw6.6) earthquake

*倉橋 奨[1]、入倉 孝次郎[1]
*Susumu Kurahashi[1], Kojiro Irikura[1]

1. 愛知工業大学
1. Aichi Institute of Technology

1.はじめに

2018年9月6日3時7分，北海道胆振東部地震（Mw6.6）が発生した．この地震の最大震度７が北海道厚真町で観測され，震度6強が北海道安平町，北海道むかわ町で観測された震源深さが37kmと非常に深いにもかかわらず非常に大きな揺れが観測されたことは興味深く，この後地震動予測のためには，この強震動生成メカニズムの解明は重要である．そこで本研究では，経験的グリーン関数法により強震動生成域（SMGA）の構築を行った．

観測された波形の特徴として，震源の南部のHKD126で最大速度158cm/sが観測されており，非常に大きなパルス的な波形が特徴である．また，震源の北部に位置するHKD127（K-NET追分）では，最大加速度1796gal（3成分合成値）が観測されている．各観測点で得られた強震動から少なくとも3つの波群が確認できることから，SMGAは3つ程度あると推測される．

2．経験的グリーン関数法によるSMGAの構築

本研究では，気象庁（2018）による波形インバージョン結果のモデルを参照して，フォワードモデリングによりSMGAを構築した．気象庁（2018）の断層面は１枚であり，走向：0° 傾斜角：70°である．

経験的グリーン関数として用いる要素地震は，SMGAの近くで発生し，震源特性が本震と近似していることが条件となる．本研究では，2018年9月12日18時24分の地震（Mw4.3）を使用した．この要素地震の面積と応力パラメータは，本震と要素地震の震源スペクトル比から求めたコーナー周波数から，Brune(1970, 1971)による関係式から算出した．結果として，面積は3.3km^2，応力パラメータは1.5MPaとなった

SMGAの場所は，浅野・岩田（2018）による波形インバージョン結果から出されたすべり量分布を参考に試行錯誤的に設定し，SMGAのパラメータは，観測波形と合成波形の残差が最小となるモデルを求めた．評価関数は，KiK-net地中の記録については，加速度エンベロープと変位波形の残差を用い，非線形の影響がある可能性のある地表記録（K-NET観測点の記録）については，非線形の影響が出にくい速度波形と変位波形の残差を用いた．

結果として，推定された３つのSMGAは震源の南側，北側，浅部に位置している．それぞれの応力パラメータは20~25MPa，SMGA面積は136km^{2}であり，既往のスケーリング則と概ね調和的であった．震源の南部のHKD126にみられる特徴的なパルスは，SMGAの破壊の進行方向にあり，いわゆるディレクティビティの影響と考えられる．複数セグメントによる詳細な震源モデルについても，検討中である．

キーワード：2018年北海道胆振東部地震、強震動生成域
Keywords: the 2018 Hokkaido Eastern Iburi earthquake, strong motion generation area

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

布田川断層帯・日奈久断層帯を震源断層とした強震動予測（１）ー対象地域での新たな深部地盤構造モデルの作成ー

Strong ground motion prediction for the source fault model of Futagawa and Hinagu active fault zones (1) -Construction of the basin velocity structure model-

*浅野 公之[1]、岩田 知孝[1]、吉見 雅行[2]、三宅 弘恵[3]、関口 春子[1]、松島 信一[1]、川瀬 博[1]、長嶋 史明[1]、山中 浩明[4]、地元 孝輔[4]、山田 伸之[5]、神野 達夫[6]、重藤 迪子[6]、先名 重樹[7]、前田 宜浩[7]、若井 淳[7]、岩城 麻子[7]、神 薫[9]、竿本 英貴[2]、津野 靖士[8]、是永 将宏[8]、杉山 長志、鈴木 晴彦[9]、松山 尚典[9]、眞鍋 俊平[9]、谷田貝 淳[9]、岡本 茂[10]、末廣 匡基[10]
*Kimiyuki Asano[1], Tomotaka Iwata[1], Masayuki Yoshimi[2], Hiroe Miyake[3], Haruko Sekiguchi[1], Shinichi Matsushima[1], Hiroshi Kawase[1], Fumiaki Nagashima[1], Hiroaki Yamanaka[4], Kosuke Chimoto[4], Nobuyuki Yamada[5], Tatsuo Kanno[6], Michiko Shigefuji[6], Shigeki Senna[7], Takahiro Maeda[7], Atsushi Wakai[7], Asako Iwaki[7], Kaoru Jin[9], Hidetaka Saomoto[2], Seiji Tsuno[8], Masahiro Korenaga[8], Takeshi Sugiyama, Haruhiko Suzuki[9], Hisanori Matsuyama[9], Shunpei Manabe[9], Atsushi Yatagai[9], Shigeru Okamoto[10], Masaki Suehiro[10]

1. 京都大学防災研究所、2. 国立研究開発法人産業技術総合研究所、3. 東京大学大学院情報学環／地震研究所、4. 東京工業大学環境・社会理工学院、5. 高知大学、6. 九州大学大学院人間環境学研究院、7. 国立研究開発法人防災科学技術研究所、8. 公益財団法人鉄道総合技術研究所、9. 応用地質株式会社、10. 株式会社阪神コンサルタンツ
1. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 2. Geological Survey of Japan, AIST, 3. University of Tokyo, 4. Tokyo Institute of Technology, 5. Kochi University, 6. Kyushu University, 7. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 8. Railway Technical Research Institute, 9. OYO Corporation, 10. Hanshin Consultants Co., Ltd.

熊本県下には日奈久断層帯及び布田川断層帯が存在しており、それらの活断層帯で地震が発生した場合、周辺地域に強い揺れが生じると考えられる。「平成28年熊本地震を踏まえた総合的な活断層調査」サブテーマ3では、日奈久断層帯（高野ー白旗区間、日奈久区間、八代海区間）や布田川断層帯（宇土区間、宇土半島北岸区間）が活動した場合の強震動予測の高度化を目的に、八代平野などの対象地域で新たな調査を行い、三次元速度構造をモデル化することで、新たな深部地盤モデルを作成した。

まず、平成28～30年度に新たに実施した現地調査の概要を述べる。日奈久断層沿いに位置する八代平野では、平成29年度に反射法地震探査2測線（宇城測線、八代測線）を実施した。八代平野全域での臨時余震観測（計37地点、設置場所で小半径の微動アレイも実施）、大半径微動アレイ探査（29地点、最大半径500-600 m程度）、八代平野南部での極小＋不規則微動アレイ（32地点）、八代平野～熊本平野境界部での単点微動観測（31地点）等を実施した。

このほかに、天草諸島、水俣・芦北地域、人吉盆地、出水平野、玉名平野、菊鹿盆地、阿蘇周辺、島原半島南部等の主として既設の強震・震度観測点周辺で、微動アレイ探査を多数実施した（中～大半径23地点、小半径のみ76地点）。平野の基盤構造の全体像を把握するため、出水平野47地点、玉名平野44地点で単点微動観測を実施した。人吉盆地では、極小＋不規則微動アレイ48地点も実施した。また、八代平野、水俣・芦北地域、人吉盆地で温泉ボーリングの地質柱状図情報を収集した。

これらの調査結果及び既往の情報を用い、深部地盤モデルを作成した。八代平野では、反射法地震探査や温泉ボーリングによる基盤深度情報との整合性を考慮しつつ、微動アレイによる位相速度及びH/Vスペクトルを逆解析し、各アレイ地点の速度構造を推定した。堆積層のS波速度を0.6、0.9 km/sの2層とし（別途、浅部地盤は考慮して解析している）、基盤上部に2.7 km/s層を置き、地震基盤のS波速度を3.1 km/sとしてモデル化することで、反射法地震探査による基盤上面とVs 2.7 km/s層上面深度（約0.3～0.6 km）がよく対応した。ま

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

た、宇城測線沿いに比べ、八代測線沿いでは、Vs 0.6 km/s層は薄く、0.9 km/s層の上面が浅く推定されているが、これは、宇城測線に比べ八代測線で堆積層内の区間速度が速いこととも整合している。微動アレイの解析結果をもとに初期地盤モデルを作成し、ボーリングデータや重力異常との整合性をチェックした上で、微動アレイデータのない地点において、単点微動H/Vスペクトル比によるモデル修正を行った。

人吉盆地、天草諸島、出水平野等でも微動アレイ探査結果を主に用いて深部地盤モデルを作成した。人吉盆地では温泉ボーリングデータも参照した。堆積層はS波速度を0.6、0.9、1.6 km/sの3層で表現し、地震基盤は3.1 km/sとした。人吉盆地の地震基盤深度は盆地東部で深い傾向にあり（最深部で約1.5 km）、重力異常分布とも調和的である。天草諸島では高重力異常の天草上島付近でVs 1.6 km/s層上面が浅く、Vs 3.1 km/s層上面が相対的に深い。出水平野の地震基盤深度は海岸に向かって深くなる傾向が見られた。

発表では、最終的な深部地盤構造モデルを紹介するとともに、中規模地震の三次元地震動シミュレーションによる検証結果も報告する予定である。

謝辞：本研究は文部科学省科学技術基礎調査等委託事業「平成28年熊本地震を踏まえた総合的な活断層調査」（代表機関：九州大学大学院理学研究院）の一部として実施しました。微動や余震観測等の現地調査では、九州大学、東京工業大学、京都大学の大学院生・学部生の参加を得て実施しました。また、調査に当たっては、熊本県、鹿児島県、長崎県及び関係市町村や地域住民の皆様には大変お世話になりました。

キーワード：深部地盤構造モデル、強震動予測、日奈久断層帯、布田川断層帯
Keywords: deep sedimentary velocity structure model, strong motion prediction, Hinagu fault zone, Futagawa fault zone

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

布田川断層帯・日奈久断層帯を震源断層とした強震動予測（２）ー強震動予測ー

Strong ground motion prediction for the source fault model of Futagawa and Hinagu active fault zones (2) -Strong ground motion prediction -

*岩田 知孝[1]、浅野 公之[1]、吉見 雅行[2]、三宅 弘恵[3]、関口 春子[1]、松島 信一[1]、川瀬 博[1]、長嶋 史明[1]、山中 浩明[4]、地元 孝輔[4]、山田 伸之[5]、神野 達夫[6]、重藤 迪子[6]、先名 重樹[7]、前田 宜浩[7]、岩城 麻子[7]、神 薫[7]、竿本 英貴[2]、津野 靖士[8]、是永 将宏[8]、眞鍋 俊平[9]、鈴木 晴彦[9]、松山 尚典[9]、谷田貝 淳[9]
*Tomotaka Iwata[1], Kimiyuki Asano[1], Masayuki Yoshimi[2], Hiroe Miyake[3], Haruko Sekiguchi[1], Shinichi Matsushima[1], Hiroshi Kawase[1], Fumiaki Nagashima[1], Hiroaki Yamanaka[4], Kosuke Chimoto[4], Nobuyuki Yamada[5], Tatsuo Kanno[6], Michiko Shigefuji[6], Shigeki Senna[7], Takahiro Maeda[7], Asako Iwaki[7], Kaoru Jin[7], Hidetaka Saomoto[2], Seiji Tsuno[8], Masahiro Korenaga[8], Syunpei Manabe[9], Haruhiko Suzuki[9], Hisanori Matsuyama[9], Yatagai Atsushi[9]

1. 京都大学防災研究所、2. 国立研究開発法人産業技術総合研究所、3. 東京大学大学院情報学環／地震研究所、4. 東京工業大学環境・社会理工学院、5. 高知大学、6. 九州大学大学院人間環境学研究院、7. 国立研究開発法人防災科学技術研究所、8. 公益財団法人鉄道総合技術研究所、9. 応用地質株式会社
1. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 2. Geological Survey of Japan, AIST, 3. University of Tokyo, 4. Tokyo Institute of Technology, 5. Kochi University, 6. Kyushu University, 7. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 8. Railway Technical Research Institute, 9. OYO Corporation

「平成28年熊本地震を踏まえた総合的な活断層調査（研究代表・清水洋教授）」では，平成28年熊本地震が主として布田川断層帯布田川区間及び日奈久断層帯高野－白旗区間の一部が活動したと考えられることから，布田川断層帯及び隣接する日奈久断層帯の活動履歴や周辺の地殻構造，強震動予測，及びアウトリーチといった調査研究が進められてきた．サブテーマ３研究グループでは，強震動予測の高度化を進めるため，地盤構造モデルの作成と想定地震に基づく強震動予測を実施する．

この研究報告では，（１）において構築された深部地盤構造モデルに加え、ボーリング情報や極小アレイ微動調査による位相速度情報をもとに、八代平野の浅部地盤構造モデルを構築した。震源モデルとしては、布田川断層帯は宇土区間および宇土半島北岸区間をモデル化し、日奈久断層帯は布田川断層帯との接続部から八代海区間までをモデル化した。布田川断層帯宇土区間は、従来の評価に対して、産総研の反射法探査、熊本平野の反射法探査結果（清水・他, 2017）を参考に、活断層の位置を北に約１km移動させている。また、日奈久断層帯に対しては各セグメント位置を熊本地震総合研究グループで微修正したものを用いた。日奈久断層日奈久区間に関しては、傾斜角を鉛直のものと熊本地震後の地震活動を参照して西落ち傾斜50度のモデルを設定した。すべり角については、対象領域で発生している地震の応力軸の方向を決め、各震源断層面モデルに対してすべりやすい方向を求めてモデル化している。地震規模はMw7.0（布田川断層帯）とMw7.3または7.4（日奈久断層帯）となった。

強震動予測の方法にはレシピに準拠した方法を用い、破壊開始点は、電磁気探査による比抵抗分布と熊本地震の破壊開始点の関係を踏まえて設定した。波形計算はハイブリッド法（接続周期１秒）で行い、工学的基盤相当までで波形を一旦作成し、浅い地盤モデルを構築している領域では、等価線形化法解析を実施して地表の地震動を計算して計測震度を求め、広域の震度分布計算では、工学的基盤相当の波形の最大速度値から微地形区分とVs30に基づく震度増分を加えて地表面震度値とした。

キーワード：2018年熊本地震、強震動予測、布田川断層帯、日奈久断層帯

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: 2018 Kumamoto earthquake, Strong ground motion prediction, Futagawa fault zone, Hinagu fault zone

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2016年熊本地震被災地益城町安永地区における地盤建物被害調査
Near-surface geophysical survey and hearing survey of housing damages at Yasunaga district, Mashiki Town stricken by the 2016 Kumamoto Earthquakes

*稲崎 富士[1]、小河原 敬徳[1]、木佐貫 寛[2]
*Tomio INAZAKI[1], Takanori Ogahara[1], Hiroshi Kisanuki[2]

1. 土木研究所 つくば中央研究所 地質・地盤研究グループ、2. 土木研究所 つくば中央研究所 (現所属：応用地質（株）)
1. Public Works Research Institute, Tsukuba Central Institute, 2. PWRI (Present Address: OYO Corporation)

2016年熊本地震によって甚大な建物被害が発生した地域の一つである同県益城町の安永地区において浅部物理探査を実施し，地下30m程度までの浅部地盤構造を解釈した（稲崎ほか，2018）．その結果，表層地盤部には従来指摘されていたような断層関連低速度帯は存在せず，また地表兆候に対比可能な断層変形構造も見出されなかった．一方で当該地区では宅地建物被害率が高かったことが知られている（杉野ほか，2016など）．この乖離の要因を探るべく，探査測線を設定した県道28号線と秋津川との間の通りに沿って宅地建物被害悉皆調査を実施した．

この悉皆調査は2018年5月に実施した．原則として地元町内会役員の立会いの下，通り沿い建物を主対象に居住者への直接聞き取りと敷地内立入り調査方式で宅地建物被害状況を把握した．また許可を得て全壊家屋等の解体後敷地立入り調査も実施した．宅地建物調査には3日間を費やし，通り沿い25軒の聞き取りに加えて8軒の建物（跡）の目視調査を実施することができた．聞き取り調査では，床下に開口亀裂が発生し，地下水が湧出した，枯れ井戸が自噴するようになり，地震後2年を経過した時点でも湧水が続いている，南北方向の圧縮隆起が発生した，宅地盛土が大変形を起こした，また盛土地盤が通り方向に傾動した，など外観目視調査では把握することが困難な宅地地盤変状実態情報を得ることができた．また通りの県道側と秋津川側とでは地盤被害の様相が異なり，県道側では盛土・擁壁の変状が多く捕捉されたのに対し，古川を挟んで秋津川側では湧水異常が顕著であった．

安永地区に設定した測線の物理探査断面からは以下の特徴を読み取ることができる．GPR探査では最大深さ3m程度までをイメージングすることができた．測線北側県道付近の相対的急傾斜部では路面下1.5m程度に強い反射イベントが認められ，その出現形態から盛土層/原地盤境界に比定することができた．一方測線南方の秋津川近傍では比高50cm程度の微高地の下3m付近にのみ顕著な反射面が認められた．この区間では表層のS波速度も相対的に大きく，また地盤データを参照すると自然堤防などの河川微高地に比定される．湧水現象の集中的発生も説明可能である．また測線南側では表層部に低比抵抗低S波速度を呈する「軟弱層」が分布し，その層厚は10m程度で測線南方に向かって厚層化するとともにVsが70m/s程度まで低下する．深さ20m程度以深には全般に高速度層が潜在するが，断層の存在を示唆する変位変形構造は少なくとも測線下表層には認められなかった．これらの地表変状様態と，浅部物理探査によって得られた表層地盤物性構造は，同地区の地表変状がノンテクトニックな作用で形成されたこと，それには局所的な地表人工改変地形，表層軟弱層の物性と分布が影響していたことを強く示唆する．

キーワード：2016熊本地震、益城町、安永地区、浅部物理探査、建物被害調査
Keywords: 2016 Kumamoto Earthquakes, Mashiki Town, Yasunaga District, near surface geophysics, housing damage survey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地中地震計データを用いた熊本平野の地震動特性に対する浅部地盤構造の影響評価

Evaluation on Influence of Shallow Subsurface Structures to Earthquake Ground Motions in the Kumamoto Plain, Using the Borehole Seismic Data

*是永 将宏[1]、津野 靖士[1]、山中 浩明[2]、地元 孝輔[2]
*Masahiro Korenaga[1], Seiji Tsuno[1], Hiroaki Yamanaka[2], Kosuke Chimoto[2]

1. 公益財団法人鉄道総合技術研究所、2. 東京工業大学環境・社会理工学院
1. Railway Technical Research Institute, 2. Tokyo Institute of Technology

筆者らは、平成28年（2016年）熊本地震発生直後から熊本平野における地震動特性を評価することを目的とした臨時地震観測を実施しており、このうち熊本平野北端部の花岡山周辺に設置した2箇所の臨時地震観測点において、本震（2016/4/16 Mj7.3）による強震動を記録している（Tsuno et al., 2017）。このうち、より花岡山に近接した1箇所の臨時地震観測点の本震強震記録において、地盤の非線形性に加えて、1Hz付近の周波数帯域におけるNS方向への強い偏向性を示す特徴的な傾向が見られている。本研究では、本震記録地点に地中地震計を設置して地震観測を行ない、その地震記録から、本震時に得られた特徴的な強震動の特性に浅部地盤構造が与える影響について検討を行なった。地震観測では、デジタル出力のサーボ型加速度計（白山工業社製）を地表面と深度40mの工学的基盤面に同時に設置し、コントローラ（LF-1100R：白山工業社製）を用いて1000Hzサンプリングで連続波形の記録を行なっている。記録された複数の地震記録から、地中地震計に対する地表地震計のフーリエ振幅スペクトルの比を計算し、NS成分とEW成分でそれぞれ平均化した。その結果、1～4Hz付近の周波数帯域においてNS成分のスペクトル比がEW成分のスペクトル比よりも大きくなる傾向が見られており、NS方向の偏向性に対して工学的基盤以浅の2次元あるいは3次元の地震動の増幅効果が影響していることが示唆された。

また、同地点では、工学的基盤までのP-S検層や微動アレイ探査などを実施している。地震記録から得られたサイト増幅特性と、P-S検層によるせん断波速度構造および微動アレイによるS波速度構造とを比較し、複雑な浅部地盤構造が地震動に与える影響について議論を行なった。

キーワード：2016年熊本地震、地中地震計、浅部地盤構造
Keywords: 2016 Kumamoto earthquake, borehole seismometer, shallow subsurface structures

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 13:45 ~ 15:15 | コンベンションホールA 2F

[S-SS13] 強震動・地震災害

コンビーナ:栗山 雅之(一般財団法人　電力中央研究所　地球工学研究所　地震工学領域)、染井 一寛(一般財団法人地域地盤環境研究所)、座長:笠松 健太郎(鹿島建設株式会社)、引間 和人(東京電力ホールディングス株式会社)

地震災害に直結する強震動に関して討論する．強震動をもたらす震源特性，地盤構造，地震波動伝播，揺れの特徴を支配する表層構造の理解など，理論や観測に基づく，現象の理解を目的とする研究発表を募集する．これに加え，強震動予測や地震防災の研究など将来の地震災害を軽減するための研究発表・提言も歓迎する．

13:45 ~ 14:00

[SSS13-13] 中小地震が励起した大振幅地震動の発生要因
～2013年栃木県北部の地震（Mj6.3）のKiK-net栗山西の検討～

*笠松 健太郎[1]、加藤 研一[2]、渡辺 哲史[2]、塩田 哲生[3] (1.鹿島建設、2.小堀鐸二研究所、3.四国電力)

14:00 ~ 14:15

[SSS13-14] 震度インバージョン解析に基づく1923年関東地震の震源モデルの構築と首都圏の強震動評価

*鈴木 文乃[1]、加藤 研一[1]、神田 克久[1]、池田 孝[1] (1.小堀鐸二研究所)

14:15 ~ 14:30

[SSS13-15] フリングステップを含む強震動を計算するための簡便な震源モデル－2016年熊本地震本震の場合

*野津 厚[1]、長坂 陽介[1]、呉 双蘭[1] (1.港湾空港技術研究所)

14:30 ~ 14:45

[SSS13-16] **Fling-steps displacements by the discrete wavenumber method**

*SHUANGLAN WU[1]、Atsushi Nozu[1]、Yosuke Nagasaka[1] (1.PORT AND AIRPORT RESEARCH INSTITUTE)

14:45 ~ 15:00

[SSS13-17] 地表地震断層近傍の長周期地震動評価のための特性化震源モデルの拡張

*入倉 孝次郎[1]、倉橋 奨[1]、松元 康広[2] (1.愛知工業大学、2.構造計画研究所（株）)

15:00 ~ 15:15

[SSS13-18] 2014年長野県北部の地震(M_J6.7)で生じた地震被害の要因に関する考察　～強震動シミュレーションによる検討～

*引間 和人[1]、中村 亮一[2]、植竹 富一[1] (1.東京電力ホールディングス株式会社、2.東京大学地震研究所)

中小地震が励起した大振幅地震動の発生要因 ～2013年栃木県北部の地震（Mj6.3）のKiK-net栗山西の検討～

Factors of large amplitude ground motions excited by small to moderate earthquakes - Examination of KiK-net Kuriyama-nishi of the 2013 Tochigi-ken Hokubu Earthquake (Mj6.3) -

*笠松 健太郎[1]、加藤 研一[2]、渡辺 哲史[2]、塩田 哲生[3]
*Kentaro Kasamatsu[1], Kenichi Kato[2], Tetsushi Watanabe[2], Tetsuo Shiota[3]

1. 鹿島建設、2. 小堀鐸二研究所、3. 四国電力
1. Kajima Corporation, 2. Kobori Research complex inc., 3. Shikoku Electric Power CO.,Inc.

KiK-net栗山西（TCGH07）では，2013年栃木県北部の地震Mj6.3において，地表面最大加速度約1.2Gの大振幅記録が得られた。地中・地表記録のどちらも周波数6Hz付近が卓越している点が特徴である。引間(2015)は，震源域で発生した地震を震央位置に基づいて5つにグルーピングしたスペクトルインバージョンを行い，TCGH07で得られるサイト特性の違いを検討した。6Hz付近の卓越は，TCGH07の西および近傍で発生した地震に見られる限定的な特徴であり，伝播特性とサイト増幅特性の影響に依るものと推察している。本検討では，別の観点からTCGH07における大振幅地震動の発生要因を調べるために，中小地震の観測記録を用いて5-8Hzの最大加速度の距離減衰式を策定し，TCGH07のサイト係数を評価した。また，TCGH07を対象に距離減衰式に対する残差の空間分布を求めて，本震のすべり域との対応を調べた。

本震の震源域で発生した内陸地殻内地震を検討対象とし，TCGH07周辺に位置するKiK-net計17点の地中記録を用いて距離減衰式を策定した。検討に用いたデータベースは，震源距離約3～100km，震源深さ約11km以内，Mj 2～5.2の範囲にある178地震，1147記録である。観測記録の加速度波形に対して，5-8Hzを通過帯域としたバンドパスフィルター処理を行い，水平2成分のうち大きい方の最大加速度振幅を用いた。距離減衰式は，司・翠川(1999)による回帰モデルにサイト係数の項を加えたモデルで策定した。粘性減衰を表す震源距離に対する係数は，司・翠川(1999)を参考に0.002を与え，観測記録を用いた重回帰分析によりマグニチュードと震源深さに対する係数と定数項，サイト係数を評価した。解の拘束のためにS波速度が最も大きいKiK-net藤原2（TCGH17）をサイト係数のリファレンスサイトとした。

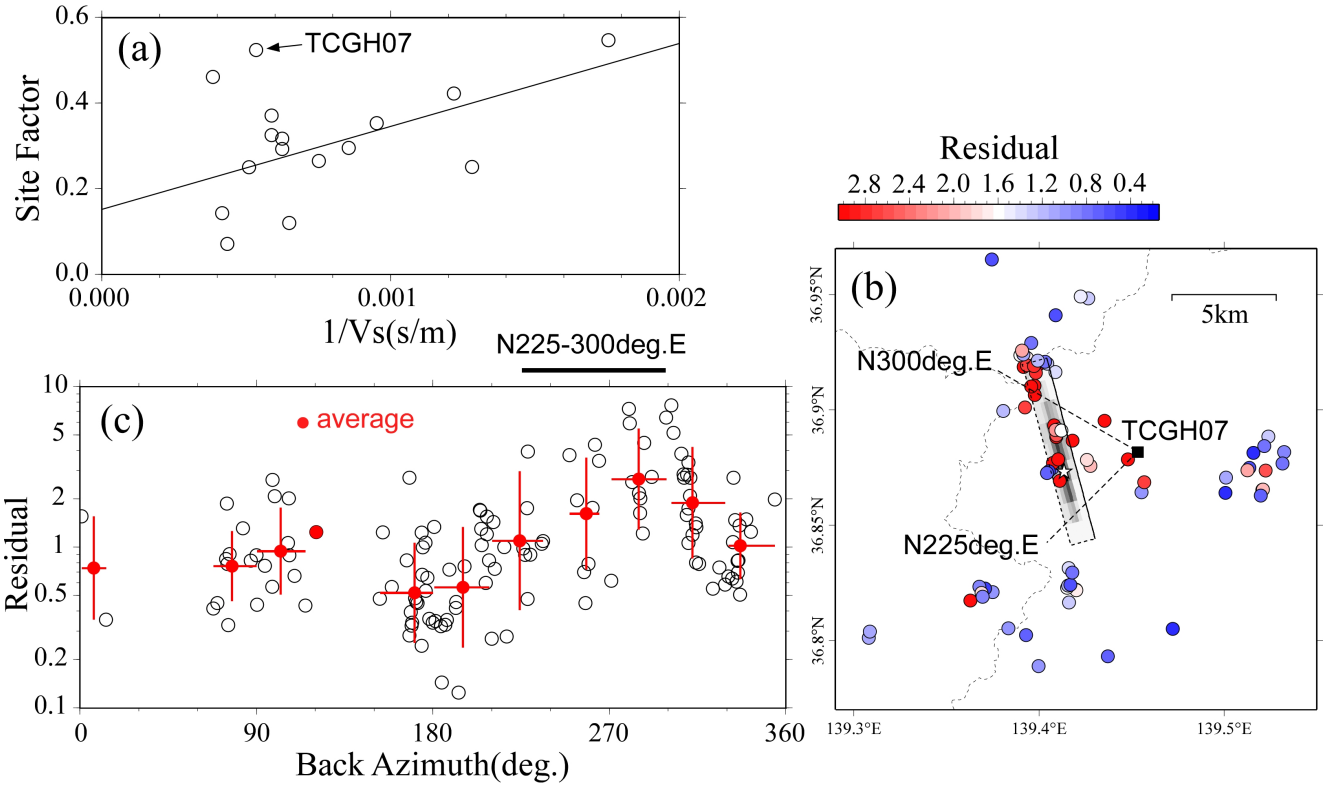
各点で評価したサイト係数を観測深度のS波速度に対する分布として図aに示す。S波速度の逆数と比例する傾向が認められ，両者の関係を一次式で近似すると，TCGH07で得られたサイト係数はこの平均的な関係を大きく上回る結果となる。TCGH07は5-8Hzで周囲の地点に比べて揺れ易い地点と言える。TCGH07について地震毎に最大加速度振幅の残差（観測／距離減衰式）を評価し，それらの空間分布を調べた結果を図bに示す。図では，残差の平均値がカラーコンターの中心となるように調整した。グレーのコンターは，引間(2014)による本震のすべり分布であり，色が濃いほどすべりが大きいことを表す。残差の分布は，南と東で発生した地震では小さいのに対し，西で発生した地震では大きいといった地域性が認められる。この残差が大きい地域は，引間(2014)による本震のすべり域と概ね対応する。次に，図cに示すようにTCGH07における残差の震央方位依存性を確認した。地震数に偏りはあるが，30度刻みでグルーピングして求めた平均と標準偏差を赤色で重ねた。残差には明らかな方位依存性が認められ，本震のすべり域に相当するN225-300deg.Eの方位で発生した地震の場合に大きい。TCGH07は周辺地点に比べて6Hz付近で揺れ易いことに加えて，本震すべり域で発生した地震の場合に地震動振幅がさらに大きくなる。

本震時，TCGH07で大振幅記録が得られた要因の一つとして，引間(2015)が指摘するとおり6Hz付近でサイ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ト増幅率が大きいことが挙げられる。しかし，本検討で示した中小地震の残差の地域性は地震の励起特性の違いを表している可能性があり，本震時においても残差が大きい領域で強く励起された短周期地震動がTCGH07の地震動振幅をさらに大きくしたことが考えられる。引き続き，本震震源域で発生した中小地震の応力降下量を調査中である。

キーワード：2013年栃木県北部の地震、KiK-net栗山西、大振幅、距離減衰式
Keywords: 2013 Tochigi-ken Hokubu Earthquake, KiK-net Kuriyama-nishi, Large Amplitude, Attenuation Relationship



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

震度インバージョン解析に基づく1923年関東地震の震源モデルの構築と首都圏の強震動評価

Source modeling and strong ground motion simulation in the Tokyo metropolitan area of the 1923 Kanto earthquake based on seismic intensity inversion analysis

*鈴木 文乃[1]、加藤 研一[1]、神田 克久[1]、池田 孝[1]
*Fumino Suzuki[1], Kenichi Kato[1], Katsuhisa Kanda[1], Takashi Ikeda[1]

1. 小堀鐸二研究所
1. KOBORI RESEARCH COMPLEX INC.

１．はじめに

首都圏に甚大な被害を及ぼした1923年関東地震（以降、大正関東地震）は、今後も繰り返し同様の地震が発生することが懸念され、震源および地震動の評価が防災上重要である。大正関東地震では地震波形が観測されているが、短周期成分の情報がないことから、工学的に重要な1秒以下の強震動を再現するための震源モデルの構築には、震度データに基づく検討が有効と考えられる。神田・加藤(2018)は、諸井・武村(2002)の震度データを用いてインバージョン解析を行い、余震の可能性がある領域を含めて6個の強震動生成域(SMGA)を求めている。また、最近の地震の震度と短周期レベルの関係に基づいて、大正関東地震の短周期レベルAを推定している。本検討では、これらのSMGAと短周期レベルの評価結果を用いて、短周期成分まで地震動評価が可能な震源モデルを構築し、統計的グリーン関数法により首都圏の強震動評価を行う。

２．震源モデルの構築

本検討では、神田・加藤(2018)で評価された断層全体のAと各SMGAの地震モーメントM_{0ai}、面積S_{ai}を与条件とする。（添え字iは各SMGAの番号であることを表す。）各SMGAに対してω^{-2}モデル、Bruneのモデル（Brune、1970、1971）、円形クラックモデル（Eshelby、1957）が適用可能と仮定すると、各SMGAの短周期レベルA_iがM_{0ai}/S_{ai}に比例する関係が得られる。この関係に基づいて断層全体のAを各SMGAに配分してA_iを評価する。

神田・加藤(2018)による断層全体のAは4.66×10^{19}Nm/s^{2}であり、各SMGAのA_iは$1.4\sim2.2\times10^{19}$Nm/s^{2}となった。最も大きいSMGAのA_iは、加藤ほか(2013)による大正関東地震の断層全体の$A=2.46\times10^{19}$Nm/s^{2}と同等の大きさである。加藤ほか(2013)の震源モデルはSato et al. (2005)が波形と地殻変動のインバージョンから求めたすべり分布に基づいており、比較的長周期の情報が反映されている。本検討は震度による比較的短周期の情報を反映しており、両者の比較にはそれらの違いに注意する必要がある。

各SMGAを面積が同じ矩形モデルに変換し、走向・傾斜はフィリピン海プレートの沈み込みに沿うように決める。背景領域は考慮しない。その他のパラメータ（密度、S波速度、破壊伝播速度Vr、fmax、ラディエーションパターン係数）は加藤ほか(2013)と同じとする。各SMGAのライズタイムは$\tau_i=0.5S_i^{1/2}/Vr$から設定する。断層全体の破壊開始点は神奈川県西部のSMGA上に置いて同心円状に破壊が伝播し、各SMGAの破壊はマルチハイポセンターと仮定する。Q値は中央防災会議(2004)を参照し$100f^{0.7}$（fは振動数）とする。

３．強震動評価

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

震度インバージョンに基づいて構築した震源モデルが首都圏の強震動に与える影響を把握するため、統計的グリーン関数法により強震動評価を行う。評価地点は加藤ほか(2013)で対象としている浅川と越中島とし、地下構造モデルも同文献に倣う。

強震動評価結果について、評価地点の比較、各SMGAの寄与などの検討、加藤ほか(2013)の震源モデルによる評価結果との比較などを行う。

参考文献

Brune, J.N.: Tectonic stress and the spectra of seismic shear waves from earthquake, J. Geophys.Res., 75: 4997-5009, 1970.

Brune, J. N.: Correction, J. Geophys. Res. 76, 20, 5002. 1971.

Eshelby, J. D.: The determination of the elastic field of an ellipsoidal inclusion, and related problems, Proceedings of the Royal Society, A241, 376-396, 1957.

Sato, H., N. Hirata, K. Koketsu, D. Okaya, S. Abe, R. Kobayashi, M. Matsubara, T. Iwasaki, T. Ito, T. Ikawa, T. Kawanaka, K. Kasahara, and S. Harder: Earthquake source fault beneath Tokyo, Science, Vol. 309, pp.462-464, 2005.

加藤研一, 久田嘉章, 大野晋, 野畑有秀, 森川淳, 山本優一: 強震動予測手法に関するベンチマークテスト：統計的グリーン関数法の場合（その３）, 日本建築学会技術報告集, 第19巻, 第41号, pp.37-42, 2013.

神田克久, 加藤研一: 震度インバージョン解析による首都直下の歴史地震の強震動生成域と短周期レベル, 第15回日本地震工学シンポジウム, GO02-01-02, 2018.

中央防災会議: 首都直下地震対策専門調査会（第12回）, 2004.

諸井孝文, 武村雅之: 関東地震(1923年9月1日)による木造住家被害データの整理と震度分布の推定, 日本地震工学会論文集, 第2巻，第3号, pp. 35-71, 2002.

キーワード：1923年関東地震、震度、短周期レベル、強震動生成域、強震動評価
Keywords: the 1923 Kanto earthquake, seismic intensity, short-period spectral level, strong motion generation area, strong ground motion simulation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

フリングステップを含む強震動を計算するための簡便な震源モデル－2016年熊本地震本震の場合

A Simple Fault Model to Calculate Strong Ground Motions Including Fling Steps for the Main Shock of the 2016 Kumamoto Earthquake

*野津 厚[1]、長坂 陽介[1]、呉 双蘭[1]
*Atsushi Nozu[1], Yosuke Nagasaka[1], Shuanglan Wu[1]

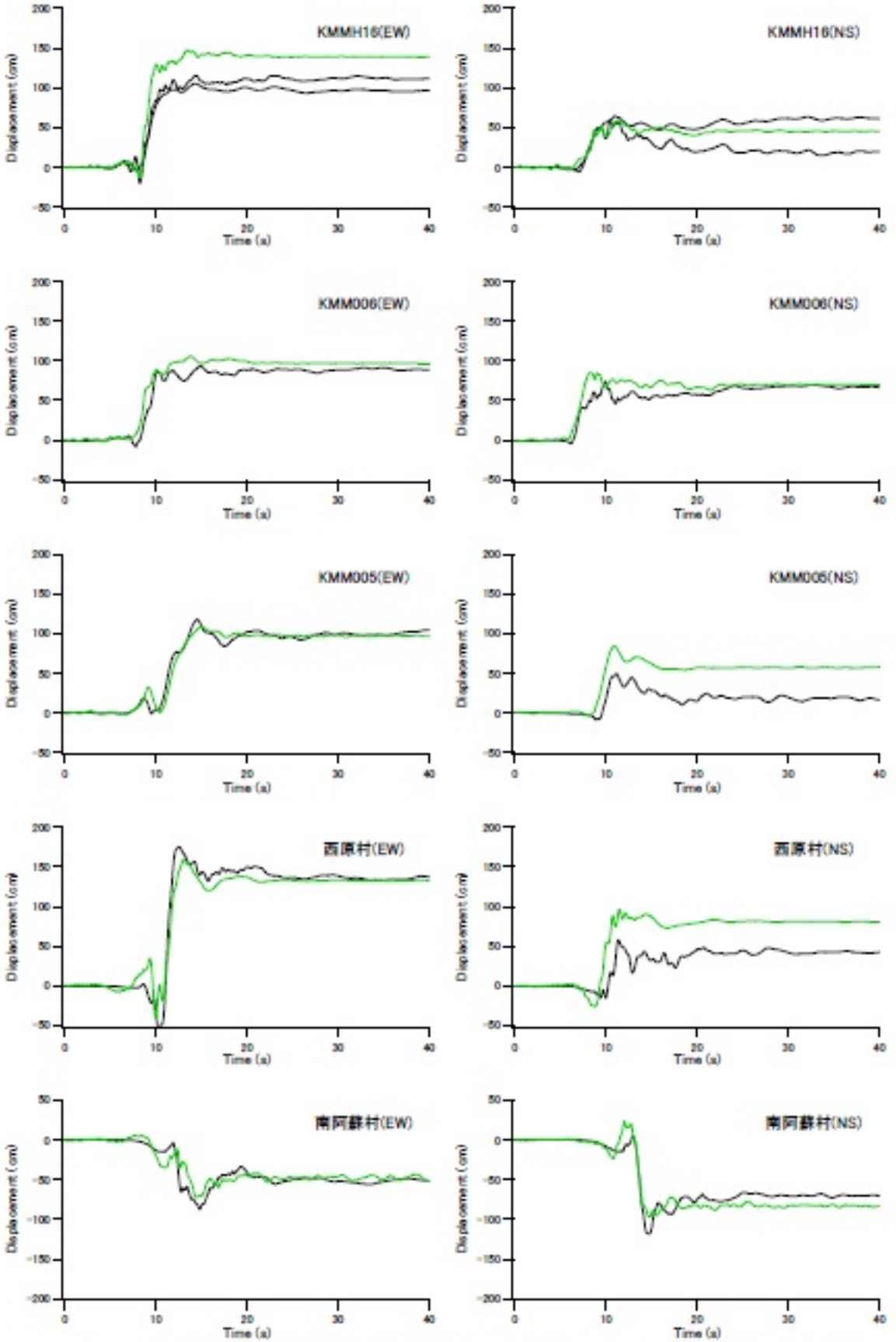
1. 港湾空港技術研究所
1. Port and Airport Research Institute

本研究では，2016年熊本地震本震を対象に，アスペリティの破壊に起因するパルスとフリングステップの双方を含む強震動を計算するための新たな震源モデルを作成した．ここで念頭においたのは，工学的な応用を視野に，できるだけ簡便で利用しやすい震源モデルとすることである．そのため，測地学的データを説明するように設定された国土地理院の震源モデル（すべりの一様な3枚の断層面からなるモデル）を出発点とし（断層A1のみ0.3km浅くした），これに動的な情報を付与することで，フリングステップを計算するための断層モデルとした．新たに付与した情報は，各断層面の破壊開始時刻，破壊伝播様式，破壊伝播速度，ライズタイムである．破壊伝播速度とライズタイムは断層面上で一様とした．こうして作成した震源モデルは背景領域として位置づけ，これにアスペリティの寄与を加えることで，複合型の震源モデルを構築した．背景領域による地震動は半無限媒質を対象とした離散化波数法で計算し，アスペリティによる地震動は修正経験的グリーン関数法で計算した．構築した震源モデルは，比較的シンプルなものであるにも関わらず，フリングステップを含む変位波形と速度波形を精度良く再現できることが確認された．詳しく見ると永久変位の大きさは地点により過大評価または過小評価となっており，断層面上でのすべりの不均質な分布（益城町付近よりも西原村付近ですべりが大きい）を考慮すれば結果が改善の方向に向かうことはある程度明らかであった．しかし，破壊伝播速度，ライズタイム，すべり量などを断層面上で一様とした簡便な震源モデルでフリングステップをある程度再現できることは，予測問題への応用を念頭におけば有用な情報である．

謝辞：防災科学技術研究所，気象庁，熊本県による強震波形データを使用しました．記して謝意を表します．

キーワード：地殻変動、フリングステップ、2016年熊本地震
Keywords: crustal deformation, fling step, the 2016 Kumamoto earthquakes

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



背景領域＋アスペリティを考慮した変位波形の計算結果（黒が観測，緑が計算）（原点は気象庁の発震時刻）

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Fling-steps displacements by the discrete wavenumber method

*SHUANGLAN WU[1], Atsushi Nozu[1], Yosuke Nagasaka[1]

1. PORT AND AIRPORT RESEARCH INSTITUTE

The discrete wavenumber method introduced by Bouchon (1977, 1981, 2003), provides a way to accurately calculate the complete Green’ s functions for many problems with a minimum amount of mathematics, and it is appropriate to represent the seismic waves by the summation of plane waves in the wavenumber domain for each frequency. However, there are still some problems to be solved by adoption of this approach in several specific cases. For example, the effects of imaginary part of complex frequency and the truncation of wavenumbers on near-fault fling-steps displacements.
For the first one, it advantages that a complex frequency with a small positive imaginary part is introduced in Bouchon (Bouchon, 1979) to solve the problem of integrand becomes zero when obtaining the near-fault ground motions. The determination and effects of the imaginary part of the complex frequency as defined by $\omega_c=\omega-\lambda i$, the values of λ in the range of $\lambda=[\pi/2T\omega,\ \pi/T\omega]$ recommended by Bouchon (2003) is still not clear. Therefore, in order to obtain more accuracy displacement waveforms, trail and errors have been conducted on near-fault fling-steps displacements under various point source models and it resulted that, $\lambda=2\pi/T\omega$ rather than $\lambda=\pi/T\omega$ can be recommended, (the displacement waveforms of dip-slip case under various could be obtained in Figure 1 below).
In terms of the second parameter, since for the near-fault displacements, in which seismic source and stations are located at a nearly same depth or at very low frequency range, the convergence of integration or summation over wavenumbers becomes very slow, the truncation of wavenumbers in such a case should be determined carefully. The use of $k_{max}=4k_{\alpha}$ was recommended (Bouchon and Aki, 1977), where $k_{\alpha}=\omega/\alpha$ and α stands for the P wave velocity. And the pioneering work of Honda and Yomogida (2003) addressed the issue of appropriately setting this parameter for the simulation of fling-step displacements by testing the accuracy of the fling-step displacements calculated through the DWN method by comparing the results with the analytical solutions for the static displacements (Okada, 1985) and proposed to use $k_{max}=4\ km^{-1}$ in the low frequency range. However, their study was focused on cases where a large amount of seismic moment is released at several kilometers under the surface. In this research, aimed at establishing a criteria for the k_{max} value applicable even for the shallow slip cases, based on the solutions in complete elastic wavefield, the truncation wavenumber was deduced related to the source depth dependent theoretically. And $k_{max}=5\pi/Z_s$ was recommended, where Zs is the depth of the source. The criteria for k_{max} was fully verified in the various point source model and the resultant displacements showed good agreements with analytical solutions (Okada (1985), which are illustrated in the following Figure 2).

Keywords: fling-steps displacements, discrete wavenumber method, complex frequency, point source depth dependent truncate number of the wavenumber integration, point source models

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

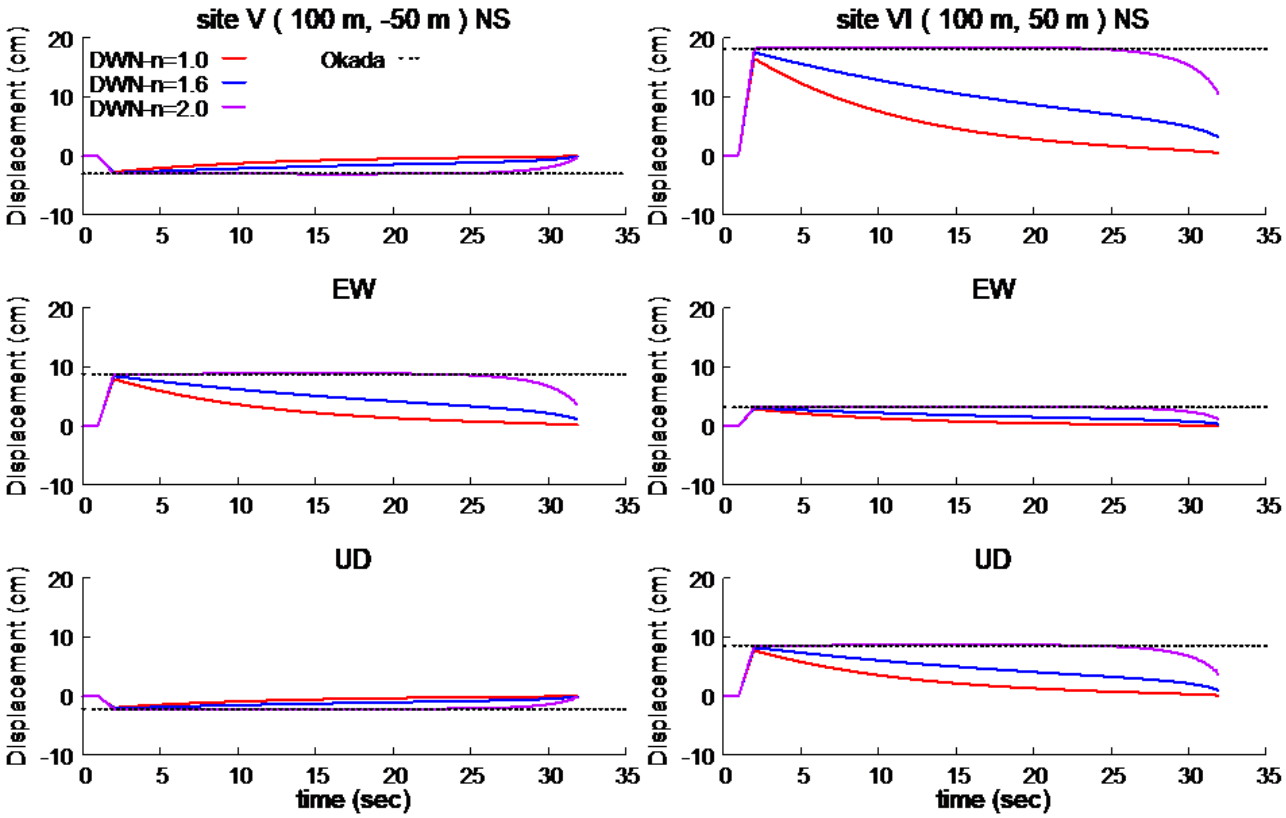


Figure 1 Dip-slip (dip45°): effects of complex frequency (i.e., n-value) on the near-fault fling-steps displacement

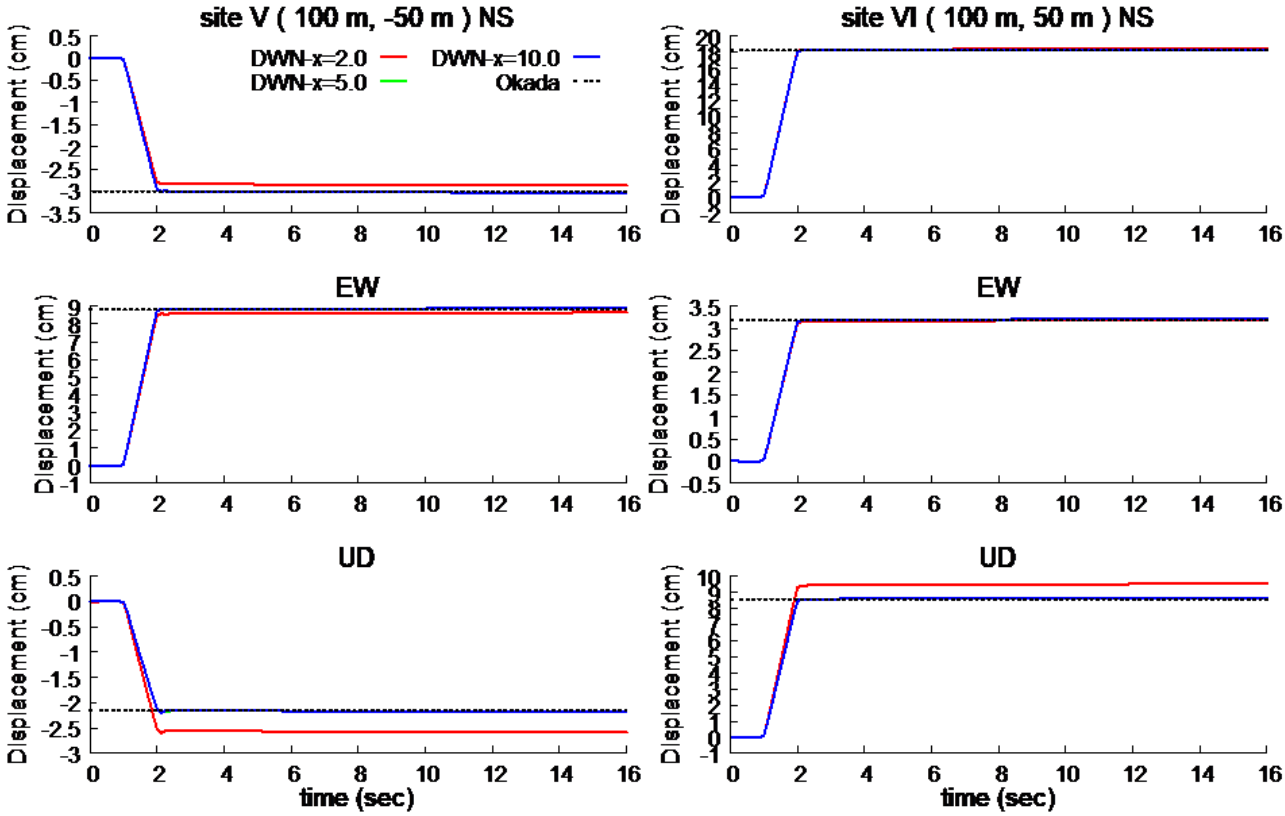


Figure 2 Dip-slip (dip45°): effects of point source depth dependent truncate wavenumber (i.e., x-value) on fling-steps displacements

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地表地震断層近傍の長周期地震動評価のための特性化震源モデルの拡張
Extension of characterized source model for long-period strong motions near surface-rupture-earthquakes

*入倉 孝次郎[1]、倉橋 奨[1]、松元 康広[2]
*Kojiro Irikura[1], Susumu Kurahashi[1], Yasuhiro Matsumoto[2]

1. 愛知工業大学、2. 構造計画研究所（株）
1. Aichi Institute of Technology, 2. KOZO_KEIKAKU Engineering, Inc.

はじめに：

2016年熊本地震（Mj 7.3,Mw 7.0）の強震動は、地表地震断層の極近傍の強震動観測点を除いて、高い応力降下を有する強震動生成域と弱い応力降下の背景領域からなる特性化震源モデルを用いて再現されることが示された（Irikura et al., 2017）。地表地震断層が現れた布田川断層の極近傍域の2つの自治体の震度観測点（地表地震断層から約1kmの西原村役場や2 km以内に位置する益城町役場）で得られた強震動記録は長周期速度パルスと永久変位をもつ特異な震動特性をもっている。断層トレースに最も近い西原村役場の観測点では、加速度記録の積分により、最大速度約260 cm/s、最大変位は東に約2 m、下に約2 mの沈下が得られ、断層トレースに近い益城町役場でも、最大変位として、東に約120 cm、 北に50 cm、下に 70 cmが得られている（岩田,2016）。これらの地表地震断層極近傍の顕著な長周期地震動は、従来の特性化震源モデルでは再現できない。2010年のMw 7.1のDarfield地震のとき、地表地震断層の極近傍域で観測された強震動は、2016年熊本地震と同様に長周期速度パルスと永久変位をもつ特異な特性を有しており、このような強震動は従来の特性化震源モデルでは再現できない。同様の現象は、2014長野県北部地震（Mw 6.2）、1999年台湾集集地震（Mw 7.6）など地表地震断層地震のとき、地震断層近傍の観測点においで観測されている。本研究では、断層極近傍の顕著な長周期地震動も含めて、広帯域の強震動が再現可能な特性化震源モデルの拡張を提案する。

特性化震源モデルの拡張：

従来の特性化震源モデルでは、地表地震断層の極近傍域の観測点（西原村役場、益城町役場）における速度や変位の記録が再現できない。地震断層近傍の強震動を評価するには、SMGAからの地震動だけでは十分ではなく、地表面近くに長周期地震動生成域(LMGA)を設定し、そこから生成される地震動を考慮する必要がある。ここで、LMGAからの地震動のシミュレーションには、Hisada and Bielak (2003)により開発された断層ずれによる平行層構造中の極近傍地震動の計算が可能な波数積分法を用いる。LMGAは地表面と地震発生層の上端の間に設定する。SMGAに加えてLMGAを設定すると、断層極近傍の3観測点[93048(西原村小森)、93051(益城町宮園)、KMMH16(KiK-net益城]の長周期地震動（速度および変位）が良く再現できることが明らかになった2010年Darfield地震の地表地震断層近傍で得られた強震動もSMGAとLMGAからなる拡張特性化震源モデルを用いて再現可能となる。LMGAからの強震動の計算のための震源パラメータとして、LMGAの面積（長さ*Ls*と幅*Lw*）と位置に加えて、LMGAでの最大すべり量 (D_b)、すべり速度時間関数 (Smoothed ramp function)、すべりのライズタイム(T_b) が必要とされる。D_b や T_bは経験的関係式（Murotani et al., 2015; Tanaka et al., 2018）から与えられる。

キーワード：強震動、特性化震源モデル、強震動生成域、長周期地震動生成域
Keywords: strong ground motions, characterized source model, strong-motion generation area, long-period motion generation area

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2014年長野県北部の地震(M_J 6.7)で生じた地震被害の要因に関する考察 ～強震動シミュレーションによる検討～

A Study for the cause of earthquake damages by the 2014 Nakagano-ken Hokubu earthquake (M_J 6.7) –consideration using the strong motion simulation –

*引間 和人[1]、中村 亮一[2]、植竹 富一[1]
*Kazuhito Hikima[1], Ryoichi Nakamura[2], Tomiichi Uetake[1]

1. 東京電力ホールディングス株式会社、2. 東京大学地震研究所
1. Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc., 2. Earthquake Research Institute, Univ. of Tokyo

【はじめに】

2014年11月22日に発生した長野県北部の地震(M_J 6.7)では，既知の神城断層に沿って地表地震断層が確認されており，断層すべりが地表付近まで及んだものと考えられる．一方で，被害は明瞭な地表断層を生じた塩島地区などではそれほど大きくなく，それよりも7～8kmほど南部の堀之内地区で被害が甚大であった．これらの相違について検討し，大きな地震被害を生じた要因を探ることは，断層近傍での強震動を理解するために重要である．

引間・他(2015:SSJ, 2018:JpGU)ではK-NET白馬，KiK-net白馬の強震記録を積分して作成した変位波形も使用し，さらには3次元速度構造を考慮したグリーン関数を用いて震源インバージョンを行い，詳細な震源モデルを推定した．今回の検討では，引間・他(2018)で得られた震源モデルを用いて3次元差分法により面的に地震動分布を計算して，地震被害との対応を考察した．

【震源モデル】

引間・他(2018)で得られた震源モデルの概要は，以下の通りである．

観測記録としては，震源から50km程度以内のKiK-net観測点を主に使用し，加速度波形に0.03～0.8Hzのバンドパスフィルタを適用し積分した速度波形を解析に用いた．さらに， K-NET白馬(NGN005)・KiK-net白馬(NGNH36）の地表地震計による強震波形から求めた変位波形(中村・他，2015:SSJ)も合わせて震源インバージョンを行った．

本震の震源位置は，酒井・他(2015)による臨時地震観測データを用いた再決定震源とし，断層面の傾斜は震源よりも深部では60°，浅部では50°とした．引間・他(2018)では走向を25°としたが，今回は地表断層位置との対応等も考慮し，若干の見直しも検討する．断層長さは19km，幅は15kmである．

グリーン関数の計算には，全国１次地下構造モデル(暫定版)(2012)による３次元速度構造モデルを用いた．計算は３次元差分法により行い，相反定理を用いて計算時間の短縮を図っている．差分法の格子間隔は水平方向に100m，深さ方向は浅部～深部で50m～400mとして計算を行った．

最終すべり分布の特徴は，震源付近のやや深部に最大すべり1m程度の大きなすべりと，断層浅部の地表地震断層が出現した付近にも1.3m程度のすべり量が求まった．浅部のすべりは深部のすべりに少し遅れて地表に向けて伝播し，すべり速度時間関数もやや幅が広い形状が得られた．一方で深部のすべりは最大すべり速度が大きく短い時間幅となっている．地震モーメントはM_0=2.5×10^18 Nm(*Mw* 6.2)程度である．なお，堀之内付近の断層浅部には大きなすべりは求まっていない．

【強震動シミュレーション結果】

強震動シミュレーションは，上記の地下構造モデルと同じものを使い，震源インバージョン結果を用いて行った．2Hz程度までの強震動を評価するため，差分法計算の条件として，格子間隔は水平方向に50m，深さ方向は25m～100mと細かくする一方，計算領域は震源断層近傍に限定した．

得られた最大速度分布を見ると，断層浅部で大きなすべりが求まった付近での値はやはり大きいが，断層南西浅部の堀之内地区付近でもそれらと同等以上に大きな値が計算された．その要因を検討するために，ス

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ナップショットを確認したところ，浅部で大すべりを生じた領域でのすべり速度そのものは大きくないものの，破壊が南西部に進展したためにディレクティビティ効果により断層南西端部での地震動が大きくなる様子が見られた．

さらに，地表での地震動を推定するために，J-SHISによる表層地盤増幅率を考慮したところ，堀之内近傍での最大速度は地表地震断層が生じた付近よりも大きな値となった．これらのことから，堀之内付近では，震源過程（ディレクティビティ効果）と表層地盤による増幅の影響を受けた強震動により大きな被害を生じたものと考えられる．

＜謝辞：解析には，防災科学技術研究所K-NET, KiK-netの観測記録，F-netメカニズム解，気象庁一元化震源，また，全国１次地下構造モデル(暫定版)を使用しています．酒井慎一准教授には震源情報を頂きました．記して感謝致します．＞

キーワード：2014年長野県北部の地震、強震動シミュレーション、震源過程、断層近傍地震動
Keywords: 2014 Nagano-ken Hokubu earthquake, Strong motion simulation, Source process, Near fault ground motion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | コンベンションホールA 2F

[S-SS13] 強震動・地震災害

コンビーナ:栗山 雅之(一般財団法人　電力中央研究所　地球工学研究所　地震工学領域)、染井 一寛(一般財団法人地域地盤環境研究所)、座長:長坂 陽介(港湾空港技術研究所)、山田 真澄(京都大学防災研究所)

地震災害に直結する強震動に関して討論する．強震動をもたらす震源特性，地盤構造，地震波動伝播，揺れの特徴を支配する表層構造の理解など，理論や観測に基づく，現象の理解を目的とする研究発表を募集する．これに加え，強震動予測や地震防災の研究など将来の地震災害を軽減するための研究発表・提言も歓迎する．

15:30 ~ 15:45

[SSS13-19] 2018年6月18日大阪府北部の地震の強震動シミュレーション

*長坂 陽介[1]、野津 厚[1] (1.港湾空港技術研究所)

15:45 ~ 16:00

[SSS13-20] **Strong Motion of the 2018 Mw 6.4 Hualien, Taiwan Earthquake and Its Impact on Seismic Design Code in Taiwan**

*Chun-Hsiang Kuo[1]、Jyun-Yan Huang[1]、Che-Min Lin[1]、Kuo-Liang Wen[2] (1.NCREE National Center for Research on Earthquake Engineering of Taiwan、2.NCU National Central University)

16:00 ~ 16:15

[SSS13-21] Simulation of Rupture Directivity Effect for the February 6, 2018 Hualien, Taiwan Earthquake

*Cheng-Feng Wu[1]、Huey-Chu Huang[1] (1.Department of Earth and Environmental Sciences, National Chung Cheng University)

16:15 ~ 16:30

[SSS13-22] 2018年台湾花蓮地震の地震動と花蓮市の地盤構造推定

*山田 真澄[1]、長 郁夫[2]、郭 俊翔[3]、林 哲民[3]、宮腰 研[4]、郭 雨佳[4]、林田 拓己[5]、松元 康広[6]、Mori James[1]、顔 銀桐[7]、郭 耕杖[8] (1.京都大学防災研究所、2.産業技術総合研究所、3.国家地震工程研究中心、4.地域地盤環境研究所、5.建築研究所、6.構造計画研究所、7.中興公司、8.国立高雄科技大学)

16:30 ~ 16:45

[SSS13-23] **Effect of Near Surface Geology on the Recorded Ground Motion of the Nepal Earthquake in Kumaon Himalaya**

*SOHAN LAL[1]、Anand Joshi[1]、M.L. Sharma[1] (1.Indian Institute of Technology Roorkee)

16:45 ~ 17:00

[SSS13-24] ヒマラヤ衝突帯における広帯域震源モデル構築

*三宅 弘恵[1]、Babita Sharma[2]、纐纈 一起[1]、Soma Nath Sapkota[3] (1.東京大学地震研究所、2.National Centre for Seismology, Ministry of Earth Sciences, India、3.Department of Mine and Geology, Nepal)

2018年6月18日大阪府北部の地震の強震動シミュレーション
Strong ground motion simulation of the Northern Osaka earthquake of June 18, 2018

*長坂 陽介[1]、野津 厚[1]
*Yosuke Nagasaka[1], Atsushi Nozu[1]

1. 港湾空港技術研究所
1. Port and Airport Research Institute

点震源モデルを用いた強震動シミュレーションは，矩形のアスペリティを設定する特性化震源モデルに比べて用いるパラメター数が少なく，モデルを単純化できるメリットがある．一方，現実には時空間的な広がりを持った震源断層を点と仮定することの妥当性を検証する必要がある．これまでに著者らは疑似点震源モデル（野津，2012）について海溝型地震，スラブ内地震に対しては有用な方法であることが示されてきたが，震源が浅く震源断層を相対的に点震源とみなしにくい内陸地殻内地震に対しては検証が十分ではなかった．そこで，本研究では2018年6月18日に発生した大阪府北部の地震を対象として点震源モデルを用いた強震動シミュレーションを行い，その適用性と課題について検討を行った．

強震動シミュレーションの参考とするため，まず経験的グリーン関数を用いた波形インバージョンにより震源過程の推定を行った．その際，モーメントテンソル解に適合するように2枚の断層面を求め，それぞれ逆断層と右横ずれに近いメカニズムが得られた．各断層に対してメカニズムが近い中小地震を経験的グリーン関数としてインバージョンを行った結果，逆断層に近い断層面で震源付近に大きなすべりが発生し，横ずれ断層は逆断層より少し遅れて動いたと推定された．

上記の結果を参考に点震源を用いた強震動シミュレーションを行った．波形合成方法は，各アスペリティをオメガスクエアモデルに従う1つの震源スペクトルで単純化し，これに伝播経路特性，経験的サイト増幅特性，サイト位相特性を組み合わせるものである．サイト位相特性は，対象地点における中小地震による位相特性をそのまま用いるものとする．

本地震は複数の断層面の寄与が想定されるが，まずはもっとも単純な1つの点震源でモデル化を行った．このとき，点震源位置は気象庁による震源に固定し，用いる中小地震は観測記録との位相の適合度から2018年6月19日4時53分の地震(Mj3.9)とした．これは逆断層に近いメカニズムを持つ地震であり，波形インバージョンでも用いたものである．その他必要となる地震モーメント，コーナー周波数はフーリエ振幅に寄与するが，これらの決定には震央周辺地点でのフーリエスペクトルの観測との誤差が最小となるように試行錯誤的に決定した．その結果，地震モーメントは1.7×10^{17}Nm，コーナー周波数は0.65Hzとなった．速度波形(0.2-2Hz)，加速度フーリエスペクトルについて計算結果と観測記録を比較したところ，全体的な振幅レベル，周波数特性，位相特性がよく再現されており，複数の断層面が想定される大阪府北部の地震に対しても1つの点震源で十分再現性は良いと考えられる．一方，課題として震央に最も近いK-NET高槻(OSK002)において振幅が不足していた．また，観測記録には複数の波源からの干渉によると考えられるフーリエスペクトルの落ち込みが特に1Hz周辺に複数地点で見られた．これらは破壊の進展の効果が観測記録に反映されたものと考えることができるが，一つの点震源を用いたシミュレーションでは考慮できない．

そこで，次に点震源を2つに増やして同様にモデル化を行った．1つ目の点震源は気象庁震源に固定し，2つ目の点震源の位置は観測フーリエスペクトルの落ち込みから位置と相対破壊時刻を決めたその結果，2つ目の点震源は震源からほぼ上方約0.3kmの位置にあり，相対破壊時刻は0.41sとなった．これは震源直上で最もコヒーレントに重なり合う位置関係にある．2つの点震源の位相特性に用いる中小地震の組み合わせについても

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

検討したところ，2つの点震源ともに6月19日4時53分の地震を用いることが良いと分かった．その他，2つの点震源の地震モーメント，コーナー周波数も1つの点震源のときと同様に決定し、1つ目の点震源はM=0.7×10^{17}Nm，fc=0.6Hz，2つ目の点震源はM=1.1×10^{17}Nm，fc=0.9Hzとなった．各点震源の地震モーメントが異なるため，過度な干渉とはならない．2つの点震源を用いて同じ位相をもった小地震を振幅をずらして重ね合わせることで，1つの点震源での課題であったOSK002の振幅等の課題が改善されることとなった．

キーワード：2018年大阪府北部の地震、強震動シミュレーション、点震源モデル
Keywords: 2018 Northern Osaka earthquake, Strong ground motion simulation, point source model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Strong Motion of the 2018 Mw 6.4 Hualien, Taiwan Earthquake and Its Impact on Seismic Design Code in Taiwan

*Chun-Hsiang Kuo[1], Jyun-Yan Huang[1], Che-Min Lin[1], Kuo-Liang Wen[2]

1. NCREE National Center for Research on Earthquake Engineering of Taiwan, 2. NCU National Central University

The maximum observed PGA and PGV at various stations during the 2018 Hualien, Taiwan earthquake were 594 Gal and 146 cm/s, respectively. Pulse-like velocities were observed at all stations within a distance of 4 km from the Milun fault. The horizontal spectral accelerations of the pulse-like records indicated two obvious amplifications at periods of roughly 1 s and 2 s. Natural frequencies of 0.8 to 1.5 Hz were observed in the region near the Milun fault using microtremor measurements. The spectral acceleration peak at periods of roughly 2 s is mostly seen in the east-west direction, indicating a typical fault-normal seismic radiation from the fault rupture. Consequently, we contend that the amplifications of spectral acceleration at approximately 1 and 2 s were caused by site amplification and the rupture front, respectively. The site amplification at the period of approximately 1 s may have been one reason for the collapse of medium-rise buildings during this earthquake. Evident soil nonlinearity resulted in smaller horizontal than vertical PGA at many stations in the near-fault region. Return period of the Milun Fault is believed to be about 67 years (1951 and 2018) and thus it is a 53% probability of being exceeded in a 50-yr mean recurrence interval. The demand of seismic design in the Hualien City will have to be increased especially in the long-period according to the observed ground motions during this earthquake.

Keywords: Near-Fault Ground Motion, PGV, Pulse-like Velocity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Simulation of Rupture Directivity Effect for the February 6, 2018 Hualien, Taiwan Earthquake

*Cheng-Feng Wu[1], Huey-Chu Huang[1]

1. Department of Earth and Environmental Sciences, National Chung Cheng University

The Hualien earthquake (M_W 6.4) occurred off Taiwan’ s eastern coast on February 6, 2018. This earthquake has struck the eastern Taiwan and also caused several houses collapsed and casualties. From the observed strong motion data at the disaster sites, an obvious directivity pulse appears in the velocity waveform and the peak ground velocity (PGV) exceeds 50 cm/s. In order to further investigate the strong ground motion characteristics of this earthquake, we perform the broadband (0.1-10 Hz) strong ground motion simulation using the stochastic Green's function method. About the source parameters, we adopt the empirical formulas. Besides, the slip distribution on the fault plane is calculated by using the hybrid k-squared slip model. By comparing the simulation results with the observed data, we get the best slip model from the hypothetical slip models. Moreover, we effectively simulate the directivity pulses at several stations at the south of the earthquake. The disaster areas are located near and above the asperity of the fault plane. According to simulation results of different velocity structures, the addition of the shallow velocity structure makes the synthetic waveforms more similar to the observed data at most stations. The amplifications of the PGVs are about a factor of 2.0 at the stations near the disaster areas. Therefore, the disasters of the Hualien earthquake could be caused by the forward-directivity and site amplification effects.

Keywords: Hualien earthquake, ground motion simulation, stochastic Green's function method, hybrid k-squared slip model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2018年台湾花蓮地震の地震動と花蓮市の地盤構造推定
Strong motions and estimation of the sursurface soil structure for the 2018 Hualien earthquake in Taiwan

*山田 真澄[1]、長 郁夫[2]、郭 俊翔[3]、林 哲民[3]、宮腰 研[4]、郭 雨佳[4]、林田 拓己[5]、松元 康広[6]、Mori James[1]、顔 銀桐[7]、郭 耕杖[8]
*Masumi Yamada[1], Ikuo Cho[2], Chun-Hsiang Kuo[3], Che-min Lin[3], Ken Miyakoshi[4], Yujia Guo[4], Takumi Hayashida[5], Yasuhiro Matsumoto[6], James Mori[1], Yin-Tung Yen[7], Keng-Chang Kuo[8]

1. 京都大学防災研究所、2. 産業技術総合研究所、3. 国家地震工程研究中心、4. 地域地盤環境研究所、5. 建築研究所、6. 構造計画研究所、7. 中興公司、8. 国立高雄科技大学
1. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 2. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology , 3. National Center for Research on Earthquake Engineering, 4. Geo-Research Institute, 5. Building Research Institute, 6. Kozo Keikaku Engineering, 7. Sinotech Engineering Consultants, 8. Kaohsiung university of Science and Technology

The 2018 Hualien earthquake occurred around 23:50, February 6, 2018 (local time). The depth of the event was about 10 km and the moment magnitude was 6.4 (USGS). Crustal deformation in the Hualien basin was clearly observed in the InSAR image (e.g., GSI 2018, Hashimoto 2018). The rupture propagated along the Milun fault from north to south and the northern part of the Longitudinal Valley fault was also ruptured. Particularly, the discontinuity of the interference fringes at the Milun fault was clear on the InSAR image.

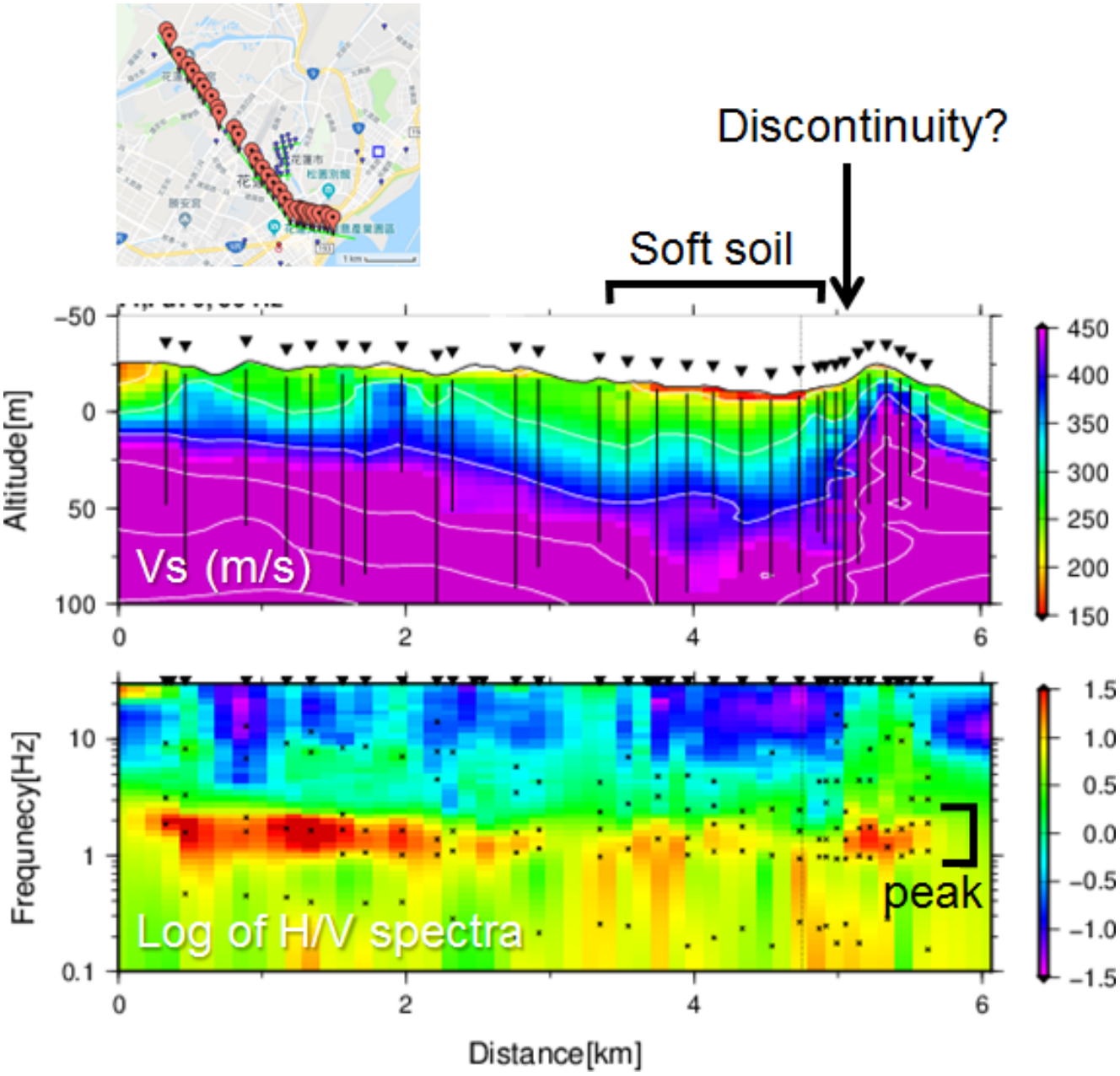
In Hualien city, the middle-rise four buildings collapsed during the earthquake, due to the collapse of the pillars at the first floor. They were located at the place where discontinuous fringes were observed in the InSAR images. There is a possibility that the discontinuous displacements or ground motions in the vicinity of the fault affect on the damage of the buildings (NARlabs 2018).

In order to understand the cause of building damage in Hualien city and the heterogeneous subsurface soil structure in the Hualien basin, we performed microtremor array measurement on October 20-26, 2018. We performed the measurement at every 100-200 m along the EW section of the basin. At each measurement point, we used 5 seismometers to obtain the phase-velocity dispersion curves at the shallow subsurface structure. In total, we measured microtremors at 64 observation points and obtained the phase-velocity dispersion curves and H/V spectra.

Our profile shows that the peak of the H/V spectra is about 1-2 Hz along the measurement line, which probably corresponds to the basement at the depth of 50-100m. The average Vs at the depth of 10-30m is about 200-400 m/s. There is a clear difference between the east and west side of the Milun fault: at the west side of the fault, there is a soft soil deposit on the shallow surface (10m) with the average Vs less than 200m/s. At the east side of the fault, the soft layer with the Vs<400m/s is very thin. Therefore, we estimated the engineering bedrock of the west side of the Milun fault is deeper than the east side. This difference of the basin thickness is consistent with the movement of the Milun fault during the 2018 Hualien earthquake estimated from the InSAR image.

キーワード：花蓮地震、強震動、表層地盤構造、常時微動
Keywords: Hualien earthquake, Strong motion, Subsurface soil structure, Microtremor

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

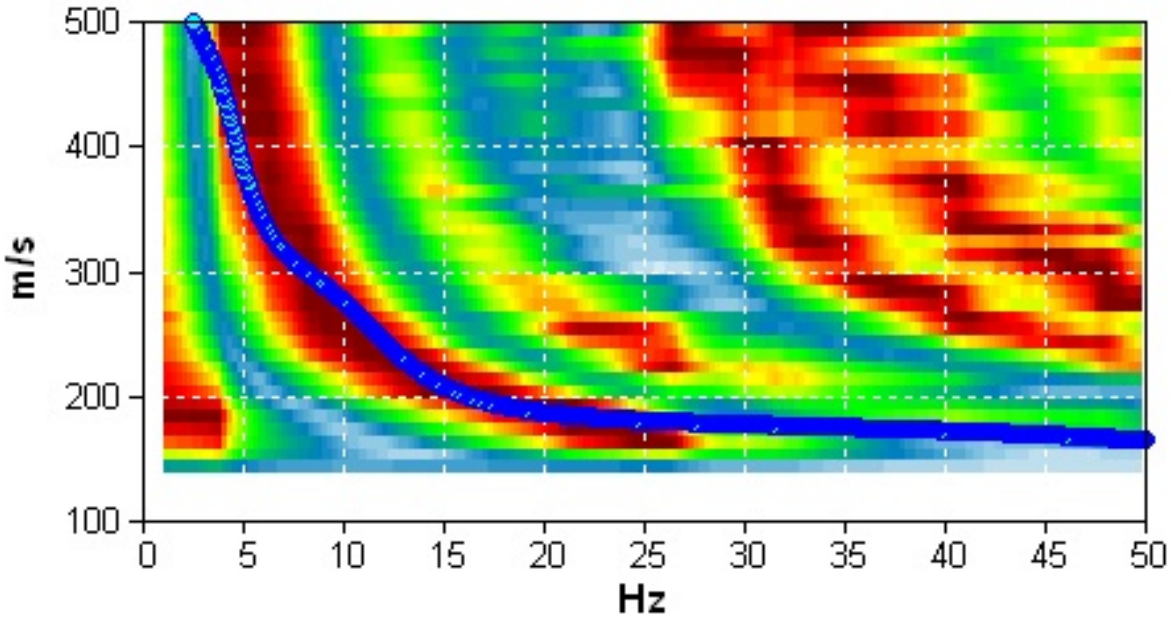
Effect of Near Surface Geology on the Recorded Ground Motion of the Nepal Earthquake in Kumaon Himalaya

*SOHAN LAL[1], Anand Joshi[1], M.L. Sharma[1]

1. Indian Institute of Technology Roorkee

An earthquake has been devastated the Nepal on 25 April 2015. The earthquake experienced the low frequency amplification. The subsurface structure alters the seismic wave through which they propagate and can amplify or de-amplify the amplitude of the coming wave from the source for the frequency ranges. The Nepal earthquake was been recorded at the Kumaon Himalaya region at the western side from the epicenter. The present paper highlights the effect of local geology on the recorded ground motion and calculation the shallow subsurface velocity model using the joint fit of the surface wave dispersion curve and HVSR ratio. The theoretical transfer function generated which satisfy both the dispersion curve and the HVSR ratio is directly convolve with the hard rock simulated time series to calculate the surface simulation. The simulation of the Nepal earthquake was done using the semi- empirical technique.

Keywords: Site effect, Strong ground motion, Simulation



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ヒマラヤ衝突帯における広帯域震源モデル構築
Broadband Source Modeling for the Himalayan Collision Zone

*三宅 弘恵[1]、Babita Sharma[2]、纐纈 一起[1]、Soma Nath Sapkota[3]
*Hiroe Miyake[1], Babita Sharma[2], Kazuki Koketsu[1], Soma Nath Sapkota[3]

1. 東京大学地震研究所、2. National Centre for Seismology, Ministry of Earth Sciences, India、3. Department of Mine and Geology, Nepal
1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 2. National Centre for Seismology, Ministry of Earth Sciences, India, 3. Department of Mine and Geology, Nepal

The Himalayan collision zone is characterized by the significant tectonic setting. There are earthquakes with low-angle thrust faulting as well as continental outerrise earthquakes. Recently several historical earthquakes have been identified by active fault surveys [e.g., Sapkota et al., 2013]. We here investigate source scaling for the Himalayan collision zone as a fundamental factor to construct source models toward seismic hazard assessment. As for the source scaling for collision zones, Yen and Ma [2011] reported the subduction-zone source scaling in Taiwan, and pointed out the non-self-similar scaling due to the finite crustal thickness. On the other hand, current global analyses of stress drop do not show abnormal values for the continental collision zones [e.g., Allmann and Shearer, 2009]. Based on the compiled profiling of finite thickness of the curst and dip angle variations, we discuss whether the bending exists for the Himalayan source scaling and implications on stress drop that will control strong ground motions. Due to quite low-angle dip faulting, recent earthquakes in the Himalayan collision zone fit the upper bound of the current source scaling of rupture area vs. seismic moment (< Mw 8.0), and do not show significant bending of the source scaling. Toward broadband source modeling for ground motion prediction, we perform empirical Green’s function simulations for the 2009 Bhutan and 2015 Gorkha earthquake sequence to quantify both long- and short-period source spectral levels [e.g., Miyake et al., 2017; Sharma et al., 2018].

Recent Himalayan events showed the upper bound of the current source scaling of rupture area vs. seismic moment (< Mw 8.0), and current plots well match with Somerville et al. (1999) without bending. However, re-estimates of maximum fault width may change the source scaling. We also found that Himalayan events less than M6-class follow crustal earthquake scalings for short-period ground motion generation. If M7-class sources are modeled to follow crustal earthquake scalings, simulated ground motions tend to be larger than GMPEs on rock. Short-period ground motion saturation will be validated after broadband ground motion modeling for more events (e.g., Gorkha aftershocks).

キーワード：ヒマラヤ衝突帯、広帯域震源モデル、スケーリング、2015年ゴルカ地震
Keywords: Himalayan collision zone, broadband source model, scaling, 2015 Gorkha earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 9:00 ~ 10:30 | A03 東京ベイ幕張ホール

[S-SS16] 地殻変動

コンビーナ:大園 真子(北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター)、落 唯史(国立研究開発法人産業技術総合研究所　地質調査総合センター　活断層・火山研究部門)、加納 将行(東北大学理学研究科)、座長:田中 愛幸(東京大学理学系研究科)、加納 将行(東北大学 大学院理学研究科 地球物理学専攻)

地球のダイナミクスに関する研究テーマには，地震・火山・プレート運動といった様々な時空間スケールのものがあるが，地殻変動の情報はどの研究テーマに対しても重要な役割を果たしている．本セッションでは現象の理解を進めることを目的として，地殻変動に関連のある話題を幅広く議論する．実際に観測された地殻変動の解釈や観測機器の開発といった観測面からの研究のみならず，解析手法の開発やシミュレーションなど理論面からの研究も歓迎する．

9:00 ~ 9:15

[SSS16-01] GEONET新解析ストラテジの開発

*撹上 泰亮[1]、阿部 聡[1]、大橋 和幸[1]、濱崎 英夫[1]、田中 和之[1]、川元 聡[1]、畑中 雄樹[1] (1.国土交通省国土地理院)

9:15 ~ 9:30

[SSS16-02] 西南日本前弧ウエッジの変形と1707年宝永地震の関係

*岡村 行信[1]、宍倉 正展[1] (1.国立研究開発法人産業技術総合研究所活断層・火山研究部門)

9:30 ~ 9:45

[SSS16-03] 1970年代の傾斜記録に基づく紀伊半島でのスロースリップイベントの可能性

*加納 将行[1]、加納 靖之[2] (1.東北大学理学研究科、2.東京大学地震研究所)

9:45 ~ 10:00

[SSS16-04] The effect of the steady plate subduction in the case of southwest Japan

*岩瀬 裕斗[1]、伊藤 武男[1] (1.名古屋大学大学院環境学研究科)

10:00 ~ 10:15

[SSS16-05] 沈み込むプレート境界面における力学的カップリングモデルの構築

*木村 洋[1]、伊藤 武男[1]、田所 敬一[1]、篠島 僚平[2] (1.名古屋大学大学院環境学研究科、2.京都大学防災研究所附属地震予知研究センター)

10:15 ~ 10:30

[SSS16-06] 光格子時計を利用した上下変動のモニタリング―相対論的測地学の応用

*田中 愛幸[1]、今西 祐一[2]、田村 良明[3] (1.東京大学理学系研究科、2.東京大学地震研究所、3.国立天文台水沢VLBI観測所)

GEONET新解析ストラテジの開発
Development of New GEONET Analysis Strategy

*撹上 泰亮[1]、阿部 聡[1]、大橋 和幸[1]、濱崎 英夫[1]、田中 和之[1]、川元 聡[1]、畑中 雄樹[1]
*yasuaki kakiage[1], satoshi abe[1], kazuyuki ohashi[1], hideo hamazaki[1], kazuyuki tanaka[1], satoshi kawamoto[1], yuki hatanaka[1]

1. 国土交通省国土地理院
1. GSI of Japan

国土地理院では日本列島の地殻変動監視等を目的として、電子基準点の日々の座標値を算出している。1996年にGEONET（GNSS連続観測システム）の運用を開始して以来、3度の改良を経て、2009年から現行の第4世代解析ストラテジで座標値の算出を行っている。前回の改良から9年が経過し、基準座標系や解析ソフトウェアが更新されたことを踏まえて、新たな第5世代解析ストラテジ（5G）の構築を進めている。主な改良事項として、①基準座標系の更新、②解析のマルチGNSS化、③対流圏遅延モデルの更新、④解析固定点算出手法の安定化の4つを検討している。本講演では、5G解析の概要について報告する。

5Gプロトタイプでは、ITRF2014座標系に準拠させた解析固定点の座標を算出し、その座標を固定して、電子基準点全点の解析を、GPSとGLONASSそれぞれで実施するほか、両者の結合解も計算する。

固定点の解析は、全球的なIGS観測局のデータから解析を行う。初期座標値としてITRF2014モデル値を与え、拘束条件をNo-Net-Translationとして解いている．この条件で1996年以降の解析を実施したが、過去のものほど結果が安定しなかったため、過去のデータの解析にはSINEXの値を初期値とし、座標値に拘束を与えて固定点の座標を解くことにした。

GEONET全点の解析においては、結合解の算出に制約条件が必要となっており、制約条件について評価を行った。

本講演では、固定点解析の安定化及び結合解の検討について報告する。

キーワード：測地学
Keywords: Geodesy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

西南日本前弧ウエッジの変形と1707年宝永地震の関係
Relationship between deformation of the forearc wedge of Southwest Japan and the 1707 Hoei earthquake

*岡村 行信[1]、宍倉 正展[1]
*Yukinobu Okamura[1], Masanobu Shishikura[1]

1. 国立研究開発法人産業技術総合研究所活断層・火山研究部門
1. Research Institute of Earthquake and Vocano Geology, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

西南日本外帯の南北方向の隆起帯や沈降帯の成因と、南海トラフ沿いの多様な海溝型地震が発生する原因を、波曲したフィリピン海プレートの斜め沈み込みによって統一的に説明できるモデルを提案する。西南日本の太平洋沿岸では、プレートの沈み込みによる応力蓄積と、100-150年間隔で発生する地震時の応力解放に伴う地殻変動が観測されてきたが，それら変動の変動は打ち消し合い累積性がない。一方、島弧と大きく斜交する赤石山地，紀伊山地など南北方向の隆起帯及びその間の沈降帯が第四紀の間に成長してきた。それらの分布とフィリピン海プレートの形状を比較すると、以下のような関係が認められる。紀伊半島及び赤石山地の隆起域は大きく湾曲するフィリピン海プレート上面の走向がNE-SWになる領域に、紀伊水道や濃尾平野などの沈降域はプレート上面がNW-SEから東西走行になる領域にほぼ一致する。このプレートの波曲形状の軸がフィリピン海プレートに固定されて斜めに沈み込むことによって、プレートの走向がNE-SWの場所ではプレート境界が浅くなり、プレートの走向がNW-SEから東西の場所ではプレート境界は深くなる。プレート境界が浅くなる領域は隆起域に、深くなる領域は沈降域にほぼ一致することから、プレート境界の深度変化が隆起帯および沈降帯の形成原因であると考えられる。隆起生物遺骸群集は1707年宝永地震に生じた紀伊半島の隆起は累積し、1854年と1944及び1946年の海溝型地震の隆起は累積していないことを示す。このことから，紀伊半島下に数百年に1回しか破壊しない固着域が存在し、その破壊によって紀伊半島に累積的な隆起が生じ，同時に南海トラフ全体が一度に破壊すると考えられる。隆起域である赤石山地下のプレート境界にも独立の固着域が存在する可能性がある。大きく波曲するプレートの斜め沈み込みが、プレート境界の深部に数百年間隔で破壊する固着域と、南北方向の隆起帯を形成していると考えられる。

キーワード：南海トラフ、地殻変動、フィリピン海プレート、1707年宝永地震
Keywords: Nankai Trough, crustal movement, Philippine Sea Plate, 1707 Hoei earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

1970年代の傾斜記録に基づく紀伊半島でのスロースリップイベントの可能性

A possible slow slip event beneath the Kii Peninsula inferred from historical tilt records in 1970’s

*加納 将行[1]、加納 靖之[2]
*Masayuki Kano[1], Yasuyuki Kano[2]

1. 東北大学理学研究科、2. 東京大学地震研究所
1. Graduate school of science, Tohoku University, 2. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

Slow slip events (SSEs) have been often observed prior to large earthquakes such as the 2011 Tohoku-oki earthquake and the 2014 Iquique earthquake (e.g., Kato et al., 2012; Mavrommatis et al., 2014; Ruiz et al., 2014). In addition, numerical studies demonstrated that intervals of SSEs became shorter in the latter half of the interseismic period (e.g., Matsuzawa et al., 2010). Therefore, activities and variations of SSEs in time and space provide important clues to anticipated large earthquakes.

Many studies have investigated activities of SSEs based on dense geodetic observation networks established in the early 2000’s (e.g., Sekine et al. 2010; Nishimura et al. 2013). On the other hand, there are few reports before the establishment of such dense networks (Kimata et al., 2001; Kobayashi and Yamamoto, 2011). Here, we report a possible SSE beneath the Kii Peninsula based on historical tilt records in 1970’s.

We used tilt data recorded in Kishu observatory in the Mie Prefecture operated by Kyoto University. Horizontal-pendulum tiltmeters were installed in directions of N57W and N33E. The original tilt data was drawn on bromide (light-sensitive) papers, each of which consists of tilt records for about one week. We have digitized bromide records in 1970’s and connected to a single continuous record.

In the late November in 1973, there was a slow tilt change of >0.5 μrad down to the northeast that lasted for a few days. Assuming that this crustal deformation was due to an SSE along the plate boundary, we have constructed a possible model of SSE. Because it is difficult to constrain fault parameters from a single station record, we conducted a forward modeling assuming already known SSE models beneath the Kii Peninsula obtained by Nishimura et al. (2013). Among 42 template fault models from 1996 to 2012, 3 models were able to qualitatively explain the direction of tilt changes. The centroids of these fault models locate ~30-50 km western side of the observatory. However, the calculated tilt change was about one order smaller than the observed one. Therefore, it is possible that the amount of slip was greater than the template models or the location of SSE was closer to the observatory.

Around the source area, relatively large (magnitude 5.9) earthquake and the following magnitude 5.4 earthquake occurred near the plate boundary on November 25, just before the initiation of the tilt change. The seismicity in this area was usually low, and thus these earthquakes may relate to a possible SSE.

The Kishu observatory have recorded tilt changes since 1947, soon after the 1946 Nankai earthquake. Therefore, further detection of possible SSEs in the latter half of the 20th century will reveal how SSEs behave after large earthquakes.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Acknowledgments:

We used tilt records at Kishu observatory operated and preserved by Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University.

キーワード：スロースリップイベント、傾斜計、紀伊半島
Keywords: Slow slip events, Tiltmeters, Kii Peninsula

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The effect of the steady plate subduction in the case of southwest Japan

*岩瀬 裕斗[1]、伊藤 武男[1]
*Yuto Iwase[1], Takeo Ito[1]

1. 名古屋大学大学院環境学研究科
1. Graduate School of Environmental Science, Nagoya University

The deformation of the subduction zone expresses the superposition of the elastic coupling and the steady plate subduction. In the former, the elastic coupling on the plate interface corresponds to stress accumulation for the next earthquake. Thus, the earthquake releases the accumulated stress on the plate interface due to the elastic coupling. The accumulated stress due to elastic coupling is not accumulating over the earthquake cycle. In the latter, the steady plate subduction expresses the creeping on the plate interface. Hence, the shear stress on the plate interface does not accumulate within the earthquake cycle. However, the steady plate subduction effect the long-term deformation over the earthquake cycle. In order to understand the process of the subduction zone, the steady plate subduction is essential not only in seismology but also in geomorphology and geology.

In order to evaluate and understand the effect of steady plate subduction, we introduce a three-dimensional finite element (FE) method. Our target area is southwest Japan. We make a FE model that the size of a model region is 1460km×1400km×700km, where southwestern and northeastern corners of the FE model are corresponding to Amami Island and Tohoku region, respectively. The FE model considers the topography, the three-dimensional shape of the Philippine Sea plate and the complex underground structure that the Philippine Sea plate is subducting in the asthenosphere. The FE model consists of four blocks, such as the Philippine Sea plate, oceanic mantle, continental mantle, and crust. The material of mantle assumes a viscoelastic medium. The crust and the Philippine Sea plate assume an elastic medium. To realize the subducting Philippine sea plate, we set up the boundary condition. The kinematic expression of the Philippine Sea plate is the relative plate motion along the plate interfaces, which are both upper and bottom surfaces of the Philippine Sea plate. In this study, the relative plate motion at each point is expressed by the Euler pole.

As a result, the simulated long-term vertical deformation correlates with topography. The feature of large scale topography, such as the Seto Inland Sea, Kii mountain, Hyuganada and so on, are well reproduced. For the shear stress on the plate interface, The depth-dependent variation is available. There is small shear stress on the plate interface at deeper than Moho depth because of shear stress relaxed by a viscoelastic medium. At shallower than the Moho depth, although the shear stress is available, the direction of shear stress is different from the direction of the Philippine Sea plate because the three-dimensional shape of the Philippine sea plate produces the shear stress on the plate interface. For normal stress on the plate interface, the normal stress on the plate interface is more significant than shear stress. The normal stress produces long-term vertical deformation and tectonic stress distribution. Hence, the tectonic stress around subduction zone produced by dominantly normal stress. The normal stress on the plate interface does not relate with the curvature of the plate interface but is due to the curvature changing rate.

キーワード：プレートの定常的な沈み込み、西南日本、テクトニック応力、三次元有限要素法

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: steady plate subduction, southwest Japan, tectonic stress, three-dimensional finite element method (FEM)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

沈み込むプレート境界面における力学的カップリングモデルの構築
Development of Mechanical Coupling Model on Subducting Plate Interfaces

*木村 洋[1]、伊藤 武男[1]、田所 敬一[1]、篠島 僚平[2]
*Hiroshi Kimura[1], Takeo Ito[1], Keiichi Tadokoro[1], Ryohei Sasajima[2]

1. 名古屋大学大学院環境学研究科、2. 京都大学防災研究所附属 地震予知研究センター
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Nagoya University, 2. Research Center For Earthquake Prediction, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

Introduction

Interplate earthquakes occur at regions where the interplate strain has been accumulated by plate convergence. To evaluate the interplate seismic potential, many previous studies have tried to estimate the spatial distribution of interplate "coupling" [e.g., Loveless and Meade (2010); Yokota et al. (2016); Nishimura et al. (2018); Kimura et al. (in prep.)]. In their models, "coupling" is defined as the ratio between slip deficit rate and convergence rate, based on the kinematic concept. However, the actual situation of plate interface should be treated as mechanical "locking" (sometimes called as asperities) or "creeping". It is considered that the seismic ruptures at asperities can generate the strong-motion that gives constructions serious damages. Thus, it is essential to comprehend the spatial distribution of the mechanical "locking" region on the plate interface. We then introduce the two kinds of back-slips to develop the mechanical coupling model on the basis of the geodetic observation data. Using this model, we test several scenarios of mechanical coupling distributions along the Nankai Trough for forward simulation.

Modeling of Mechanical Coupling

The mechanical coupling model we developed in this study is similar to the "pinned asperities" model presented by Bürgmann et al. (2005). We consider two kinds of back-slip on the plate interface: active back-slip and passive back-slip. The first one is applied on the mechanical coupling region, that is the mechanically locked region to the plate interface between subducting and overriding plate. We calculate the active back-slip rate from the relative block motion rate based on the Euler vectors of each block. The second one is the slip around the mechanical coupling region generated to completely relieve the along-dip and along-strike shear strain due to the active back-slip. We model the relationship between shear strain concentration $\boldsymbol{\varepsilon}$ and passive back-slip rate $\boldsymbol{v}$ around the mechanical coupling region with a linear equation $\boldsymbol{\varepsilon} = G\boldsymbol{v}$, where G is the Green's function matrix. To estimate the passive back-slip, we first calculate the shear strain due to the given active back-slip on the mechanical coupling region. Then, we inverse the passive back-slip rate using the linear equation above. We repeat these two procedures until the shear strain concentration becomes zero. We call the region where the active or passive back-slip is observed as kinematic coupling region. The elastic component of crustal displacement at the surface can be calculated from the total back-slip on the kinematic coupling region.

Forward Simulation

We conduct the forward simulation using our mechanical coupling model for some scenarios of mechanical coupling distributions along the Nankai Trough. We divide the test region into 12 rigid blocks and calculate the active back-slip rate on mechanical coupling regions using the Euler vectors referring to Kimura et al. (in prep.). Figure 1 shows one example of (a) given mechanical coupling distribution and (b)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

spatial distribution of the simulated passive back-slip rate. Blue lines mean the edges of mechanical coupling regions. Because the relative block motion rate is about two times faster in the western region than that in the eastern region, the passive back-slip area is larger around the western mechanical coupling region, extending down to ~50 km in depths. In this presentation, we discuss for the other cases of mechanical distributions. In this study, we give the mechanical coupling distributions and Euler vectors for forward simulation. Because of this, the estimated passive back-slip rate depends on the given distribution, and we could not know other scenarios of mechanical coupling distributions. To resolve this problem, we will estimate the spatial distributions of mechanical coupling and Euler vectors simultaneously as a non-linear problem in future studies.

キーワード：力学的カップリング、パッシブなバックスリップ、歪集中、地殻変動観測データ、沈み込み帯
Keywords: Mechanical Coupling, Passive Back-slip, Strain Concentration, Crustal Deformation Observation Data, Plate Subduction Zone

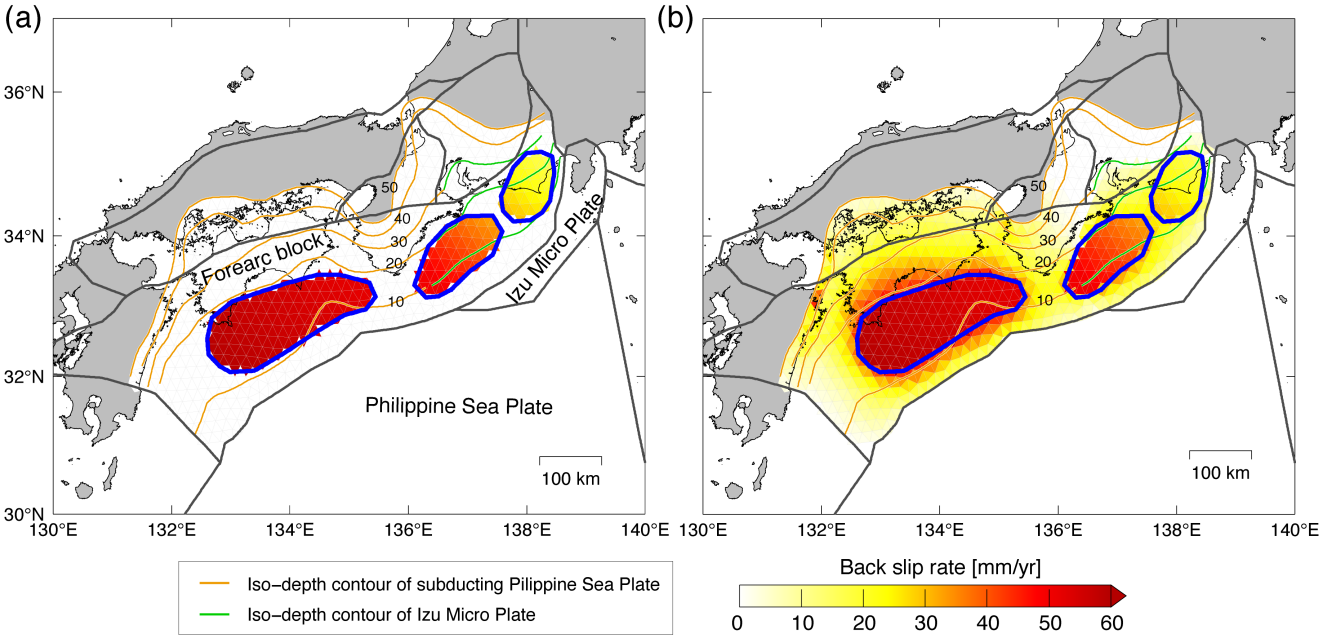


Figure 1: Map showing the spatial distribution of back-slip rate of (a) given active back-slip, and (b) calculated passive back-slip as well as given back-slip.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

光格子時計を利用した上下変動のモニタリング―相対論的測地学の応用
Monitoring vertical deformation with optical lattice clock –an application of relativistic geodesy

*田中 愛幸[1]、今西 祐一[2]、田村 良明[3]
*Yoshiyuki Tanaka[1], Yuichi Imanishi[2], Yoshiaki Tamura[3]

1. 東京大学理学系研究科、2. 東京大学地震研究所、3. 国立天文台水沢VLBI観測所
1. Earth and Planetary Science, The University of Tokyo, 2. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 3. Mizusawa VLBI Observatory, National Astronomical Observatory of Japan

地震、火山活動に伴う地殻上下変動が、測地的手法により捉えられている。得られた変動は水平変動と合わせて解析され、それらを生じさせるメカニズム（断層すべりなど）が調べられてきた。代表的な上下変動の計測手法に、地上測量である水準測量と宇宙測地技術であるGlobal Navigation Satellite System (GNSS)がある。いわゆるGlobal Positioning System (GPS)は後者に含まれる。

水準測量は歴史が長く、短い路線を測量する場合では今でも最も高精度な手法である（例えば4 km間で5 mm未満）。しかし路線長とともに誤差が累積し、また測量を実施する領域が大きくなると多大な時間を要する。一方、GNSSは歴史が短いものの、長距離に対しては水準測量よりも高精度である。24時間の計測で標準偏差１ cm程度の精度が達成でき、平均点間距離20 kmの稠密ネットワークも整備されている。しかしながら、大気遅延によるノイズの影響を大きく受けるために、より短い時間に対しては精度がより低く（3時間で3 cm）、季節的な時間スケールの変動が捉えにくいといった問題がある。

最近、原子時計の精度が飛躍的に上がってきた。現在の１秒の国際単位はセシウム時計によって約10^-15の相対精度で決定されているが、日本で提案された光格子時計（Katori 2002; 香取 2017）は、これを３桁上回る精度を達成できる。原子時計は、一般相対論効果により重力ポテンシャルの影響を受け、標高により１秒の長さが変化する（重力赤法偏移）。２点間の標高差を光ファイバーで接続された２台の光格子時計を用いることで、3時間の計測で標高差に換算して5 mmの精度を達成することができる。テクトニックなジオイドの変化はM9地震の場合でも最大数cmであり、ほとんどの場合無視できる。したがって、ポテンシャルの時間変化の大部分は標高の変化を反映する。つまり、光格子時計による標高の時間変化の計測精度、計測時間は、上記のGNSSの精度を上回るため、将来的に上下変動の観測は光格子時計に置き換えられる可能性がある。

2018年11月から、光格子時計に関する科学技術振興機構（JST）の新しいプロジェクトが始まった。本発表では、このプロジェクトの概要と相対論測地グループの目的を紹介するとともに、地殻変動計測への応用可能性について議論する。

キーワード：光格子時計、相対論、地殻変動、重力ポテンシャル、原子時計、相対論的測地学
Keywords: optical lattice clock, relativity theory, crustal deformation, gravity potential, atomic clock, relativistic geodesy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 10:45 ~ 12:15 | A03 東京ベイ幕張ホール

[S-SS16] 地殻変動

コンビーナ:大園 真子(北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター)、落 唯史(国立研究開発法人産業技術総合研究所　地質調査総合センター　活断層・火山研究部門)、加納 将行(東北大学理学研究科)、座長:姫松 裕志(北海道大学大学院理学院)、向井 厚志(福山市立大学都市経営学部)

地球のダイナミクスに関する研究テーマには，地震・火山・プレート運動といった様々な時空間スケールのものがあるが，地殻変動の情報はどの研究テーマに対しても重要な役割を果たしている．本セッションでは現象の理解を進めることを目的として，地殻変動に関連のある話題を幅広く議論する．実際に観測された地殻変動の解釈や観測機器の開発といった観測面からの研究のみならず，解析手法の開発やシミュレーションなど理論面からの研究も歓迎する．

10:45 ~ 11:00

[SSS16-07] SARで捉えた2016年熊本地震の前後の地表変動

*橋本 学[1] (1.京都大学防災研究所)

11:00 ~ 11:15

[SSS16-08] ALOS-2/PALSAR-2データによる2016年熊本地震に伴う地震時・地震後地殻変動の比較

*姫松 裕志[1]、古屋 正人[1] (1.北海道大学大学院理学院)

11:15 ~ 11:30

[SSS16-09] GNSS観測に基づく2016年熊本地震 (M7.3) の余効変動時系列解析

*不破 智志[1]、大園 真子[1] (1.北海道大学)

11:30 ~ 11:45

[SSS16-10] 上部地殻でのマグマ流入出に対する粘弾性地殻の応答：1914年桜島噴火前後の姶良カルデラの隆起について

*山崎 雅[1]、Freysteinn Sigmundsson[2]、井口 正人[3] (1.産業技術総合研究所地質調査総合センター、2.アイスランド大学ノルディック火山センター、3.京都大学防災研究所)

11:45 ~ 12:00

[SSS16-11] 万福寺断層の断層破砕帯における地下水流動の年周変化を制御する要因

*向井 厚志[1]、大塚 成昭[2]、福田 洋一[3] (1.福山市立大学都市経営学部、2.神戸学院大学人文学部、3.京都大学大学院理学研究科)

12:00 ~ 12:15

Discussion

SARで捉えた2016年熊本地震の前後の地表変動
Surface Deformation before and after the 2016 Kumamoto Earthquake Detected by SAR

*橋本 学[1]
*Manabu Hashimoto[1]

1. 京都大学防災研究所
1. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

2016年熊本地震の地震前と地震後のALOS-1/2及びSentinel-1画像を収集し，地震前と地震後の地表変動を調べた．
2007年から2011年のALOS-1の北行および南行軌道の画像を，StaMPSによる時系列解析にて解析した．しかし，布田川ー日奈久断層沿い，あるいは熊本平野において有意な変動を検出できなかった．

地震後の余効変動を調べるために，2018年までのALOS-2及びSentinel-1の北行および南行軌道の画像を，Gamma(R)で干渉処理した．その結果，ALOS-2の南行軌道の干渉画像中に，少なくとも6カ所で視線距離伸長の領域を同定した．その内3カ所は，布田川−日奈久断層の地表トレースとその延長近傍で，最大視線距離変化は10cmを超えている．この変動は，GNSSで観測された日本の他の内陸地震後の余効変動と比べて遙かに大きい．北行干渉画像を合わせて，東西および上下成分に変換すると，布田川−日奈久断層の南東側で西向き成分が卓越していることがわかった．

さらに，熊本市内において６ｃｍを超える視線距離変化が見つかった．この変動は，布田川断層と日奈久断層の接合部より北西に延びる帯状の領域で，地震時にも同様な変動が検出されたところである．この地域では地表亀裂も発見されている．位置とタイミングを考慮すると，この断層から離れた変動は，本震による応力解放過程に関係するものと考えられる．5番目は，阿蘇カルデラ北部の変動で，これも６ｃｍを超える．最後に，布田川断層から10ｋｍ以上離れた菊池市に見つかった．この変動領域は河川に沿って西北西ー東南東に延びる特徴がある．

Sentinel-1の干渉画像では，コヒーレンスが低いものの，同様な変動が検出された．

視線距離伸長の変化は，活断層の地表トレースを境にして極めてシャープで，かつ非対称である．したがって，上記の変動を2〜3の断層の余効すべりのみで説明することは困難である．この地域には，厚い火砕流堆積物と海成または非海成堆積物が分布している．余効変動の分布とこれらの堆積物の分布に空間的な相関が見られることから，地下の不均質構造が余効変動の空間分布に影響を与えているものと推察される．

キーワード：ALOS-1/2、熊本地震、余効変動、SAR、Sentinel-1、地表変動
Keywords: ALOS-1/2, Kumamoto Earthquake, postseismic deformation, SAR, Sentinel-1, Surface deformation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ALOS-2/PALSAR-2データによる2016年熊本地震に伴う地震時・地震後地殻変動の比較

Co- and post-seismic crustal deformations associated with the 2016 Kumamoto earthquake sequence using ALOS-2/PALSAR-2 data

*姫松 裕志[1]、古屋 正人[1]
*Yuji Himematsu[1], Masato Furuya[1]

1. 北海道大学大学院理学院
1. Graduate School of Science, Hokkaido University

2016年熊本地震は2016年4月14日（日本標準時）に別府島原地溝帯の南西部に位置する熊本県でMw6.2の地震が発生し，その28時間後にMw7.0 の本震が発生した．気象庁のカタログによると本震のメカニズム解は南北方向に引張軸をもつ横ずれ成分が卓越していた．この地震に伴う地殻変動はGNSS観測や衛星SARを用いた観測結果が多くの論文で報告され，北東ー南西方向に走行を持つ断層に対して右横ずれ水平変位に加えて，顕著な沈降が布田川断層帯に沿って検出された．なかでもJAXAが運用しているSAR衛星ALOS-2/PALSAR-2にpixel trackingを適用することにより，InSARよりも強健な地震時地殻変動の描像を明らかにした（Himematsu and Furuya, 2016）．一方，地震後の緊急現場観測によって地表面に現れた亀裂や人工構造物の食い違い量が求められてきた（例えばShirahama et al., 2016）．本研究ではすでに報告されている現場観測による地表断層の食い違い量と，PALSAR-2データにpixel trackingを適用して検出された地震時地殻変動から求められる地表断層に沿った変位量を比較することで，リモートセンシング技術による観測と現場観測による結果の違いに注目した．地表断層の走行方向に沿った変位分布は，断層面における破壊過程や伝搬特性を理解する上で重要である．

またPALSAR-2データを用いた地震後地殻変動の描像についても報告し，地震時地殻変動との比較をする．中部九州直下の粘弾性構造を推定するためにGNSS観測やSentinel-1データを用いて熊本地震に伴う広域の余効変動を報告した一方、本研究ではPALSAR-2データを用いて断層近傍付近の地震後地殻変動に注目した．本研究における地震後地殻変動の検出にはstacking法を採用した．PALSAR-2データにSAR干渉法（InSAR）を適用した結果を足し合わせることによって，微小な地殻変動の抽出とノイズの低減を目的とした手法である．本研究ではstacking法を適用したInSARの結果に2.5次元解析（e.g., Fujiwara et al., 2000）を適用することによって，準東西方向と準上下方向の変位場を推定した．Stacking法により一定のノイズの低減が認められたものの，微小な地震後地殻変動の蓋然性を確認するために独立な2組の準東西・準上下変位場を求めた．衛星進行方向の水平変位に感度を持つMultiple Aperture Interferometry (MAI) は詳細な地殻変動の描像の推定に重要な情報源となり得るが，その多くは電離層擾乱によるノイズと真の変位シグナルとを明瞭に識別することは困難であった．

キーワード：合成開口レーダ、2016年熊本地震、地殻変動、地表地震断層、SAR干渉法、ALOS-2/PALSAR-2
Keywords: Synthetic Aperture Radar, 2016 Kumamoto Earthquake Sequence, Crustal Deformation, Surface Ruptures, SAR Interferometry, ALOS-2/PALSAR-2

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

GNSS観測に基づく2016年熊本地震 (M7.3) の余効変動時系列解析
GNSS time series analysis of postseismic deformation induced by 2016 Kumamoto earthquake (M7.3)

*不破 智志[1]、大園 真子[1]
*Satoshi Fuwa[1], Mako Ohzono[1]

1. 北海道大学
1. Hokkaido University

2016年4月16日に発生した熊本地震 (M7.3) に伴う余効変動が九州の広い地域で観測され，その変位や速度を用いたモデル化が行われている．これらは地震後短い期間のみに注目しており，その時間変化についてはあまり議論されていない．また他の大地震に伴う余効変動の時系列解析については，過去の先行研究により，そのシグナルを余効すべりと粘弾性緩和を仮定した対数関数と指数関数で説明する試みがなされてきたが，それらが示す変動量が背景となるメカニズムを反映しているかについての考察はあまり行われていない．そこで本研究では，2016年熊本地震後にGNSSにより観測された余効変動に対して時系列解析を行い，余効すべりと粘弾性緩和を分離し，得られた結果から余効すべりの発生メカニズムや粘弾性緩和を支配する九州地方のレオロジー構造について考察をすることを目的として余効変動解析を行なった．本研究では震源近傍の48観測点について国土地理院が提供する日座標系 (F3解) の水平2成分を使用し，2016年熊本地震以降2018年3月31日まで約2年間の時系列をデータとして用いた．余効すべりは地震発生後約0.25年で収束しているという先行研究に基づき，地震発生後90日間の余効変動時系列に対数関数で重み付き非線形最小二乗法を用いて近似を行い，余効すべりの時間発展を示す時定数の値を推定した．次にこの値を用いて全ての期間に対して対数関数と指数関数を足し合わせた式で重み付き非線形最小二乗法を用いて再び近似を行い，推定された結果から余効変動を対数関数と指数関数に分離した．この結果からそれぞれの理論式が示す2年間の累積変動量に対して，余効すべりと粘弾性緩和の計算値との比較を試みた．その結果，余効すべりが震源断層の地震時のすべりが推定されていない領域で卓越して発生していることが示され，そのすべり分布に相補性があることが明らかになった．また指数関数の累積変動量に対し，一様な成層構造仮定した粘弾性緩和のフォワード計算で九州地方のレオロジー構造のパラメターを推定し，弾性層の厚さが20 km，粘弾性層の粘性率が1×10^{19} Pa sのときに観測値が説明される結果となった．これは先行研究と整合的な結果である．余効すべりについては最適な近似期間の検証が，また粘弾性緩和のモデル化では断層や地下構造の複雑性の考慮が必要であるものの，2016年熊本地震の余効変動時系列解析から，各要因について観測値を説明するメカニズムを推察することができた．

キーワード：2016年熊本地震、余効変動、時系列解析
Keywords: 2016 Kumamoto earthquake, postseismic deformation, time series analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

上部地殻でのマグマ流入出に対する粘弾性地殻の応答：1914年桜島噴火前後の姶良カルデラの隆起について

The viscoelastic crustal response to the magma discharge/recharge in the upper crust: implications for the uplift of the Aira caldera before and after the 1914 eruption of the Sakurajima volcano

*山崎 雅[1]、Freysteinn Sigmundsson[2]、井口 正人[3]
*Tadashi Yamasaki[1], Freysteinn Sigmundsson[2], Masato Iguchi[3]

1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター、2. アイスランド大学ノルディック火山センター、3. 京都大学防災研究所
1. Geological Survey of Japan, AIST, 2. Nordic Volcanological Center, University of Iceland, 3. DPRI, Kyoto University

Volcano deformation has often been analysed in terms of crustal elasticity, where the temporal volume change of the deformation source is required to explain any transient behaviour of ground displacement. However, the response of viscoelastic crust, both to magma discharge and eventual subsequent recharge, is not negligible because the effective crustal viscosity is expected to be lowered by higher geothermal gradient at volcanoes. The present study, using a 3-D finite element model with a linear elastic layer underlain by a linear Maxwell viscoelastic layer with spatially uniform viscosity, examines the viscoelastic crustal response to both magma discharge and recharge into the upper crust. The model considers a sill-like magma chamber emplaced at the bottom of the elastic layer inflating at a constant rate, during which the magma discharge due to an eruption occurs instantaneously all at once. Numerical experiments have revealed that the viscoelasticity in response to magma discharge promotes surface uplift. The uplift depends on how long the pre-eruptive magma charge lasted, that is, how much viscoelastic relaxation in response to the magma charge occurred in pre-eruption period. If the relaxation was significant, the uplift due to viscoelastic relaxation is greater than that due to magma recharge earlier in post-eruption period. On the contrary, at later times, the uplift due to magma recharge exceeds the relaxation-derived one. However, since the viscoelastic response to magma recharge detracts the uplift, the post-eruptive magma volume is recovered before the surface elevation is recovered. This viscoelastic model behaviour is then adopted for the geodetic data in the Aira caldera, southern Kyushu, Japan, giving important constraints on the model parameters. A model with constant magma supply rate explains the observed exponential-like recovery of the surface elevation after the 1914 eruption if the following conditions are satisfied: (1) the effective crustal viscosity is ~5x10^18 Pa s, and (2) magma emplacement at a depth of ~10-15 km is initiated ~50 years before the eruption, with a constant supply rate of at least ~0.01-0.02 km^3/yr. The constrained model predicts that the accumulated volume of magma during the first 50 years in the post-eruption period is lower than that estimated by elastic model, but is on the contrary larger thereafter. In addition, the surface uplift immediately before the 1914 eruption is predicted to be ~3 times lower than that supposed in previous studies. Our results suggest that geodetic signals observed before and after the magma discharge due to an eruption need to be revisited with respect to the crustal viscoelasticity.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

万福寺断層の断層破砕帯における地下水流動の年周変化を制御する要因
Factors controlling annual changes in groundwater migration in the fault fracture zone of Manpukuji fault

*向井 厚志[1]、大塚 成昭[2]、福田 洋一[3]
*Atsushi Mukai[1], Shigeaki Otsuka[2], Yoichi Fukuda[3]

1. 福山市立大学都市経営学部、2. 神戸学院大学人文学部、3. 京都大学大学院理学研究科
1. Faculty of Urban Management, Fukuyama City University, 2. Kobe Gakuin University, 3. Graduate School of Science, Kyoto Univ.

兵庫県南部の六甲高雄観測室は万福寺断層を貫いており、その断層破砕帯からは常時、湧水が生じている。同観測室で観測された湧水量変化および間隙水圧変化には、通常、春季に最小，秋季に最大となる年周変化を含んでいる。しかし、年周変化の大きさは年によって異なり、2017年の湧水量変化および間隙水圧変化には顕著な年周変化が現れなかった。本発表では、地下水流動の年周変化を制御する要因として、広域の地殻変動、降水、地震動の影響について調べた結果を報告する。

六甲高雄観測室では、埋設型石井式歪計、伸縮計、水管傾斜計による地殻変動連続観測に加え、湧水量計と間隙水圧計を用いて断層破砕帯近傍における地下水流動の連続観測を実施している。湧水量変化および間隙水圧変化の観測値に潮汐解析プログラムBAYTAP-Gを当てはめて潮汐振幅および位相を計算し、海洋潮汐荷重計算プログラムGOTIC2で得られた体積歪の理論潮汐と比較したところ、主要分潮O_1およびM_2の位相は理論値とほぼ一致しており、いずれも地殻応力の潮汐変化に対して同様な応答を示していた。

2017年の湧水量変化および間隙水圧変化の観測値は顕著な年周変化を示さず、その年周変化の振幅は年平均値の高々10%程度に留まった。一方、2017年を除く2015年以降に関しては、年平均値の数10%以上の振幅で顕著な年周変化が現れた。2000年以前に観測が開始された湧水量変化の観測値を調べてみると、2005年および2012年にも年周変化が小さくなった時期があることがわかった。このように年周変化の振幅が年によって異なる原因としては、広域の地殻変動、降水、地震動の影響などが考えられた。

同観測室周辺の広域の地殻変動として、国土地理院GEONETの観測値から面積歪の変化を求めたところ、上記の年においても顕著な年周変化が存在しており、広域の地殻変動に応じて地下水流動の年周変化が消失したわけではないと推察された。降水の影響に関しては、上記の年は例年より年間降水量が少ない時期と対応しており、一見、降水量の減少が地下水量の減少を引き起こし、地下水流動の年周変化が小さくなったと考えられる。しかし、この考えは、2017年の間隙水圧が高い値を維持したままであったという観測結果と矛盾する。

万福寺断層の破砕帯では、2011年東北地方太平洋沖地震後の１年以上にわたって透水性が低下したことが観測された（向井・大塚，2014）。同様な透水性の低下は、2016年の熊本地震および鳥取県中部地震においても観測されている（向井他，2017）。地下水流動の年周変化が小さくなった2005年、2012年および2017年は、そうした大地震が発生した翌年にあたり、一時的な透水性の低下が地下水流動や水圧の伝播を妨げ、年周変化が小さくなった可能性が考えられる。

キーワード：断層破砕帯、地下水流動、年周変化
Keywords: fault fracture zone, groundwater migration, annual change

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 13:45 ~ 15:15 | A03 東京ベイ幕張ホール

[S-SS16] 地殻変動

コンビーナ:大園 真子(北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター)、落 唯史(国立研究開発法人産業技術総合研究所　地質調査総合センター　活断層・火山研究部門)、加納 将行(東北大学理学研究科)、座長:田部井 隆雄(高知大学理工学部地球環境防災学科)、伊藤 武男

地球のダイナミクスに関する研究テーマには，地震・火山・プレート運動といった様々な時空間スケールのものがあるが，地殻変動の情報はどの研究テーマに対しても重要な役割を果たしている．本セッションでは現象の理解を進めることを目的として，地殻変動に関連のある話題を幅広く議論する．実際に観測された地殻変動の解釈や観測機器の開発といった観測面からの研究のみならず，解析手法の開発やシミュレーションなど理論面からの研究も歓迎する．

13:45 ~ 14:00

[SSS16-12] 褶曲の発達に伴う台湾南西部の急速な上下変動

*竹井 義貴[1]、高田 陽一郎[2] (1.北海道大学大学院理学院自然史科学専攻、2.北海道大学大学院理学研究院)

14:00 ~ 14:15

[SSS16-13] ヒマラヤ前縁帯の地震ポテンシャル評価に向けたネパール国内のGNSS観測システムの構築

*田部井 隆雄[1]、大園 真子[2]、纐纈 一起[3]、三宅 弘恵[3]、Rajendra Bhandari[4]、Janak B. Chand[4]、Bishow R. Silwal[4]、Soma N. Sapkota[4] (1.高知大学理工学部地球環境防災学科、2.北海道大学理学研究院地震火山研究観測センター、3.東京大学地震研究所、4.ネパール鉱山地質局)

14:15 ~ 14:30

[SSS16-14] The kinematic model along the Sumatran fault using a new dense GNSS observation (AGNeSS+) in Banda Aceh

*伊藤 武男[1]、田部井 隆雄[2]、木股 文昭[3]、大久保 慎人[2]、山品 匡史[2]、Cecep Pratama[4]、Didik Sugiyanto[5]、Mukusin Umar[5]、Nazli Ismail[5]、Irwandi Nurdin[5] (1.名古屋大学、2.高知大学、3.東濃地震科学研究所、4.ガジャマダ大学、5.シアクラ大学)

14:30 ~ 14:45

[SSS16-15] Mechanical modeling of interseismic deformation in the Central Andes: implications for back-arc shortening

*Shaoyang Li[1,2]、Fuqiang Shi[3]、Marcos Moreno[4]、Jun'ichi Fukuda[1] (1.Earthquake Research Institute, University of Tokyo, Tokyo, Japan、2.Department of Earth and Environmental Sciences, The University of Iowa, Iowa City, IA, USA、3.Shaanxi Earthquake Agency, Xi’an, China、4.Departamento de Geofísica, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Concepción, Concepción, Chile)

14:45 ~ 15:00

[SSS16-16] Inferring regional stress field based on SAR analysis and dynamic simulation of the 2018 Palu earthquake

*横田 貴史[1]、安藤 亮輔[1]、青木 陽介[2] (1.東京大学大学院理学系研究科、2.東京大学地震研究所)

15:00 ~ 15:15

Discussion

褶曲の発達に伴う台湾南西部の急速な上下変動
Rapid uplift in SW Taiwan caused by fold growth

*竹井 義貴[1]、高田 陽一郎[2]
*Yoshiki Takei[1], Youichiro Takada[2]

1. 北海道大学大学院理学院自然史科学専攻、2. 北海道大学大学院理学研究院
1. Department of Natural History Sciences, Graduate School of Science, Hokkaido University, 2. Hokkaido University

台湾はフィリピン海プレートとユーラシアプレートの衝突によって形成され，現在でもプレート間の収束運動が継続している．GNSS観測網は台湾島における東西圧縮速度が非常に速いことを示している(e.g., Yu et al., 1997; Tsai et al., 2015)．このような圧縮場の中でも，特に台湾南西部では最大で37 mm/yrに達する急速な非地震性の地殻変動が水準測量とInSARによって検出されている(Ching et al., 2016; Tsukahara and Takada, 2018)．Tsukahara and Takada (2018)は半無限弾性体中の断層運動によってこの急速な隆起運動の説明を試みたが，計算結果と観測データの間に大きな不一致がみられた．そのため，彼らはChing et al. (2016)と同様に，この急速な隆起運動は断層すべりに加えて褶曲の発達によって駆動されていることを提案した．実際に，台湾南西沖には地下から泥が上昇するMud diapirが広く存在しており，陸上においてはその一部が泥火山の列として観測されている(e.g., Lin et al., 2009; Hsu et al., 2013; Doo et al., 2015)．このMud diapirの成長は強い水平圧縮場における褶曲成長の一形態として理解することができる．しかしながら，台湾南西部において，この褶曲発達の可能性を定量的に調べた先行研究はない．そこで，本研究では連続体力学に基づいて台湾南西部における褶曲の成長を計算した．まず，地殻をべき乗則に従う非線形粘性流体でモデル化した．次に，背景応力場が作り出す変形速度に対して褶曲の発達が引き起こす擾乱が微小であることに着目し，非線形の構成方程式を線形化することで，褶曲の成長速度を解析的に求めた(Smith, 1977; Fletcher and Hallet, 1983)．これまで，このアプローチは周期的な褶曲発達に適用されてきたが，台湾南西部の陸上には空間的に非周期的な独立した褶曲が発達している．そこでBassi and Bonnin (1988)の定式化に従い，初期条件としてガウス分布型の擾乱を与え，それが成長できる条件を計算により求めた．媒質を泥からなる基盤層とより脆性的な岩石からなる地表層の2層構造としてモデル化し，基盤層と表層の応力指数をそれぞれ1および1000に設定した．以上に加えて，台湾では急速な侵食・堆積運動が進行しているため，本研究においてもその効果を考慮した．計算の結果，ガウス型の擾乱がその形状を保ったまま成長するパラメターの組み合わせを現実的な値の範囲において得ることができた．また，侵食・堆積運動はこの褶曲の発達を促すことも明らかになった．ガウス型の褶曲発達に伴う隆起･沈降速度は水準測量およびInSARから得られた値とおおむね良い一致を得た．特に断層モデルでは説明できなかった沈降域を良く説明することができた．一方，隆起速度が最大を取る領域では観測結果と計算結果の間に10 mm/yr程度のズレがあり，観測結果の方が大きな変位勾配を示す．このことは，褶曲運動が局所的に破壊を伴うことに起因するかもしれない．今後は断層運動と褶曲発達を統合的に考えることで，台湾南西部における急速な非地震性の地殻変動の原因を解明する．

キーワード：非地震性地殻変動、褶曲発達、台湾
Keywords: Aseismic crustal deformation, Fold growth, Taiwan

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ヒマラヤ前縁帯の地震ポテンシャル評価に向けたネパール国内のGNSS観測システムの構築

Construction of GNSS monitoring system in Nepal for the earthquake potential evaluation in the Himalayan Frontal Zone

*田部井 隆雄[1]、大園 真子[2]、纐纈 一起[3]、三宅 弘恵[3]、Rajendra Bhandari[4]、Janak B. Chand[4]、Bishow R. Silwal[4]、Soma N. Sapkota[4]
*Takao Tabei[1], Mako Ohzono[2], Kazuki Koketsu[3], Hiroe Miyake[3], Rajendra Bhandari[4], Janak B. Chand[4], Bishow R. Silwal[4], Soma N. Sapkota[4]

1. 高知大学理工学部地球環境防災学科、2. 北海道大学理学研究院地震火山研究観測センター、3. 東京大学地震研究所、4. ネパール鉱山地質局
1. Department of Global Environment and Disaster Prevention, Faculty of Science and Technology, Kochi University, 2. Institute of Seismology and Volcanology, Graduate School of Science, Hokkaido University, 3. Earthquake Researech Institute, University of Tokyo, 4. Department of Mines and Geology, Nepal

We have deployed 10 continuous GNSS stations in central Nepal since 2016 under the SATREPS project of “Integrated Research on Great Earthquakes and Disaster Mitigation in Nepal Himalaya (NERDiM)”(2016-2021). The main purpose of the GNSS observation is to monitor ongoing crustal deformation for estimating earthquake generation potential in the Indian-Eurasian plate boundary zone. We focus especially on the crustal activity of the “Central Seismic Gap” located just west of the source region of the 2015 Gorkha earthquake (Mw 7.8), where no destructive event has been recorded since 1505. Prior to our project there were about 50 continuous GPS stations distributed over the whole of Nepal, most of which were constructed and maintained by universities and institutions in USA and France. We determined station deployment so as to reinforce such pre-existing networks. One-second and 30-second interval data collected at each station are automatically transmitted on a semi-daily basis to a data server at Kathmandu via domestic cell phone network. In addition, we have already introduced a high-performance machine that has the ability of automated GNSS data processing and archiving. Soon we will start daily baseline processing using GNSS data from the SATREPS NERDiM stations and also from the pre-existing domestic and international networks.

In paralle to the station construction, we collect all available GNSS data in Nepal and process them using PPP-AR method of GIPSY/OASIS II ver.6.4. Total number of stations is less than 10 as of 2004 and gradually increased year by year. Since the 2015 Gorkha earthquake, many stations have been added in and around the Kathmandu Valley. However, the number of stations where stable data collection is still ongoing may be less than 30. The result shows that roughly N-S contraction of about 0.1 ppm/yr is significant over the whole of the country, implying that about half of the relative Indian-Eurasian plate motion (36-37 mm/yr) is taken up in crustal shortening of the Himalayan frontal zone due to strong coupling on the plate boundary. Occurrence of the 2015 Gorkha earthquake disturbs deformation field in the source region in central Nepal but does not seem to affect further west. It means that large amount of strain has remained unreleased in “Central Seismic Gap”. We need to cope with high potential of earthquake generation in this region in the near future. New SATREPS NERDiM GNSS stations will contribute to enhance spatio-temporal resolution of the deformation field in the region concerned.

キーワード：ネパール、地震、GNSS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Nepal, Earthquake, GNSS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The kinematic model along the Sumatran fault using a new dense GNSS observation (AGNeSS+) in Banda Aceh

*伊藤 武男[1]、田部井 隆雄[2]、木股 文昭[3]、大久保 慎人[2]、山品 匡史[2]、Cecep Pratama[4]、Didik Sugiyanto[5]、Mukusin Umar[5]、Nazli Ismail[5]、Irwandi Nurdin[5]
*Takeo Ito[1], Takao Tabei[2], Fumiaki Kimata[3], Makoto OKUBO[2], Tadashi Yamashina[2], Cecep Pratama[4], Didik Sugiyanto[5], Mukusin Umar[5], Nazli Ismail[5], Irwandi Nurdin[5]

1. 名古屋大学、2. 高知大学、3. 東濃地震科学研究所、4. ガジャマダ大学、5. シアクラ大学
1. Nagoya Univ, 2. Kochi Univ, 3. Tono Research Institute of Earthquake Science, 4. Gadjah Mada University, 5. Syiah Kuala University

The 2004 Sumatra-Andaman earthquake (Mw 9.2) has occurred along the Sunda trench. In Banda Aceh district, evaluation of the earthquake generation potential along the Sumatran fault is highly urgent because of a large fault slip rate, the lack of major earthquakes for more than 100 years and recent Coulomb stress increase on the fault due to the 2004 event. After the 2004 event, we have deployed the Aceh GNSS Network for the Sumatran fault System (AGNeSS), which consists of 24 GNSS sites. AGNeSS have releveled the along-strike variations of elastic coupling and creeping along the Sumatran fault system (Ito et al.,2012). Recently, seismic activity is increasing around the Seulimeum fault. So, we try to evaluate the earthquake potential around the Seulimeum fault.

However, AGNeSS have already passed a decade since developed, and the site condition of GNSS sites is disintegrating. So, we extend AGNeSS, which consists of new dense 25 GNSS site (we call the AGNeSS+). We developed the new GNSS site in 2016. The AGNeSS+ aims to evaluate the seismic potential along the Seulimeum fault, where is close to urban of Banda Aceh province. The new dense GNSS site has two profiles crossing the Seulimeum fault. The length and the average interval of the profile are about 30km and about 3km, respectively. Also, an interval of GNSS site near the Seulimeum fault is shorter.

In this study, we show the first result of AGNeSS+, and a block motion model around the Banda Aceh area base on AGNeSS+. We developed the block motion model based on geological information. The Banda Aceh city locates between two fault segments, which is Aceh and Seulimeum segments. The block motion model considers these block boundary. In this presentation, we show the first results of slip deficit along Seulimeum segments and kinematic block motion.

キーワード：GNSS、バンダアチェ、ブロック運動モデル
Keywords: GNSS, Banda Aceh, Block motion model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

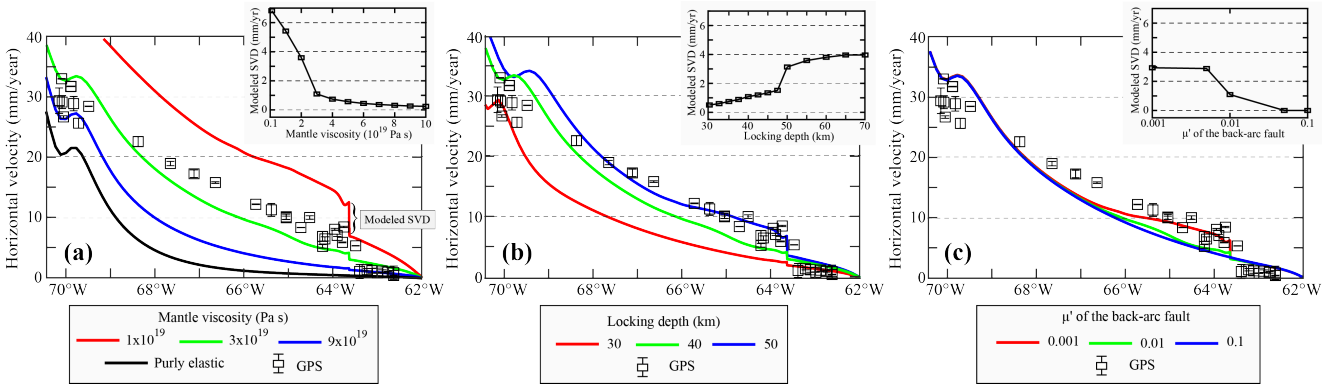
Mechanical modeling of interseismic deformation in the Central Andes: implications for back-arc shortening

*Shaoyang Li[1,2], Fuqiang Shi[3], Marcos Moreno[4], Jun'ichi Fukuda[1]

1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, Tokyo, Japan, 2. Department of Earth and Environmental Sciences, The University of Iowa, Iowa City, IA, USA, 3. Shaanxi Earthquake Agency, Xi' an, China, 4. Departamento de Geofísica, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Concepción, Concepción, Chile

Coupling in the plate interface is considered the primary mechanical process transferring tectonic forces into interseismic deformation at subduction zones. Given that interseismic deformation affects the whole volume of the margin, the spreading of the deformation field across the continental plate not only depends on the pure-plate coupling deformation but is also affected by the rheological properties and active continental faulting. Here, we use numerical mechanical models, including viscoelastic mantle wedge and frictional back-arc fault, to investigate the interseismic GPS-derived velocity field in both horizontal and vertical directions in the Central Andes. In this region, GPS observations show a slow decrease of velocities over a significantly far-reaching area from the trench, with a sharp localized shortening gradient across a major back-arc fault at the trench distance > 800 km. These signals cannot be explained only by modeling plate locking and back-arc shortening. We first implement a grid-searching method to test the contribution and interaction of subduction locking and viscous mantle flow in the velocity field. Our simulation results show that these two processes produce similar horizontal deformation patterns, while the vertical deformation is particularly sensitive to the locking depth. We further perform mechanical viscoelastic models with a frictional back-arc fault and examine the effects of subduction locking, viscous mantle flow, and frictional strength of the back-arc fault on the activation of the back-arc fault (attached Figure). We find that the back-arc fault should be remarkably weak and is active only under considerable viscous mantle flow to reproduce the observed sharp localized shortening across the back-arc fault. Our results, therefore, suggest that the preexisting weakness of the crust plays an important role on the distribution of interseismic deformation and shortening the continental crust, highlighting a generic feedback between long-term mantle structure and present-day deformation.

Keywords: Interseismic deformation, GPS velocities, Back-arc shortening, Viscoelastic mantle relaxation, Central Andes



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Inferring regional stress field based on SAR analysis and dynamic simulation of the 2018 Palu earthquake

*横田 貴史[1]、安藤 亮輔[1]、青木 陽介[2]
*Takafumi Yokota[1], Ryosuke Ando[1], Yosuke Aoki[2]

1. 東京大学大学院理学系研究科、2. 東京大学地震研究所
1. Graduate School of Science, University of Tokyo , 2. Earthquake Research Institute, University of Tokyo

The 2018 Palu, Indonesia, earthquake occurred along the Palu-Koro fault in the Sulawesi Island on 28th September. The Palu-Koro fault defines the boundary of the microplates, North Sula block and Makassar block. The information of the stress field around the Palu-Koro fault is necessary to understand the complicated tectonic system consisting of several micro-plates nearby Sulawesi Island as well as the basic mechanism underlying this earthquake event. Little, however, has been reported on the stress field probably due to relatively small seismic activity of this area. This study aims to estimate the stress field around the Palu-Koro fault based on the observed surface displacement and the fault slip pattern of 2018 Palu earthquake.

First, we compared SAR images taken before and after the earthquake by the pixel offset method to obtain the data of the surface displacement. The overall left-lateral displacement was observed with local variations in the geometry of the surface offsets. Then, we constructed the model of the Palu-Koro fault based on the surface displacement data and the previously-obtained geomorphological data. Finally, we simulate the surface displacement caused by dynamic rupture of the model of the Palu-Koro fault under given stressing conditions, and compare the result with the observation to infer the causative regional stress field.

The simulation is FDP-BIEM(fast domain partitioning - boundary integral equation method) [1]. The numerical cost of the original BIEM is in proportion to the cube of the total time steps. In contrast, that of FDP-BIEMis in proportion to the square of the total time steps. The simulation was performed on the physical assumption that one of the axes of principal stress is vertical, that the vertical principal stress equals to lithostatic pressure, and that the initial principal stress ratios are constant spatially. There are 3 free parameters. One is the azimuth of the axis of the maximum horizontal principal stress, and the others are the principal stress ratios.

This study constrains the azimuth of the axis of the maximum horizontal principal stress is within a certain range of about 25 degrees by considering the condition necessarily to explain the overall fault ruptures exhibiting left-laterally. If the azimuths of the horizontal principal stress axes are determined by independent observation such as the stress tensor inversions using focal mechanism solutions, this technique can also estimate principal stress ratios. More detailed modeling of the dynamic rupture process may also constrain the stress state around this fault zone.

[1]R. Ando, “On Applications of Fast Domain Partitioning Method to Earthquake Simulations with Spatiotemporal Boundary Integral Equation Method,” Mathematical Analysis of Continuum Mechanics and Industrial Applications II, Springer Nature Singapore Pte Ltd., 2018

キーワード：2018年Palu地震、動的破壊シミュレーション、応力場

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: the 2018 Palu earthquake, dynamic rupture simulation, stress field

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_14

[S-SS16] 地殻変動

コンビーナ:大園 真子(北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター)、落 唯史(国立研究開発法人産業技術総合研究所　地質調査総合センター　活断層・火山研究部門)、加納 将行(東北大学理学研究科)

地球のダイナミクスに関する研究テーマには，地震・火山・プレート運動といった様々な時空間スケールのものがあるが，地殻変動の情報はどの研究テーマに対しても重要な役割を果たしている．本セッションでは現象の理解を進めることを目的として，地殻変動に関連のある話題を幅広く議論する．実際に観測された地殻変動の解釈や観測機器の開発といった観測面からの研究のみならず，解析手法の開発やシミュレーションなど理論面からの研究も歓迎する．

[SSS16-P01] Earthquake Potential in Central Costa Rica based on Geodetic Observations

*Luis Alejandro Carvajal Soto[1]、Takeo Ito[1]、Hiroshi Kimura[1]、Marino Protti Quesada[2] (1.Nagoya University, Earthquake and Volcano Research Center、2.Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica, Universidad Nacional)

[SSS16-P02] Crustal deformation along the Liupanshan fault zone derived from GPS

*Weitao Chen[1,2]、Weijun Gan[2]、Genru Xiao[3]、Shiming Liang[2] (1.Development Research Center, China Earthquake Administration、2.Institute of Geology, China Earthquake Administration、3.East China University of Technology)

[SSS16-P03] 北海道北部における衝突帯位置と収束速度の推定

*伊藤 ちひろ[1]、高橋 浩晃[2]、大園 真子[2] (1.北海道大学大学院理学院、2.北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター)

[SSS16-P04] Vertical deformation and repeating earthquakes in southeastern Hokkaido in the last 100 years

*小林 広明[1,2]、纐纈 一起[1]、三宅 弘恵[1] (1.東京大学地震研究所、2.現・株式会社小堀鐸二研究所)

[SSS16-P05] 陸域GNSSデータによる釧路・根室沖の簡易的なプレート間固着の推定

*青田 裕樹[1]、大園 真子[2]、富田 史章[3]、高橋 浩晃[2] (1.北海道大学理学部地球惑星科学科、2.北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター、3.北海道大学大学院理学研究院)

[SSS16-P06] Estimation of the early afterslip location of the 2011 Tohoku-Oki earthquake using onshore GNSS and offshore pressure data

*Putra Maulida[1]、Yusaku Ohta[1]、Ryota Hino[1] (1.Graduate School of Science, Tohoku University)

[SSS16-P07] 2011年東北地方太平洋沖地震の余効変動に基づく不均質レオロジー構造

*伊藤 嘉秋[1,2]、三浦 哲[2]、武藤 潤[2]、太田 雄策[2]、飯沼 卓史[3]、James Moore[4] (1.三菱スペース・ソフトウエア株式会社、2.東北大学大学院理学研究科、3.海洋研究開発機構、4.南洋理工大学)

[SSS16-P08] 地震後余効変動における線形および非線形粘弾性効果の検討

*星野 宏行[1]、宮崎 真一[2,1]、平原 和朗[2] (1.京都大学大学院理学研究科、2.香川大学四国危機管理教育・研究・地域連携推進機構)

[SSS16-P09] GNSSデータに基づくΔCFSが最大となる断層面の推定

*深谷 俊太朗[1]、大園 真子[2] (1.北海道大学理学部地球惑星科学科、2.北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター)

[SSS16-P10] Coseismic deformation of the 2018 Lombok earthquake, Indonesia, revealed through InSAR measurements

*ERLAN SUMANJAYA[1]、MASATO FURUYA[1] (1.Hokkaido University)

[SSS16-P11] 干渉SAR時系列解析により明らかにする最近の吾妻山の地殻変動

*宗包 浩志[1]、小林 知勝[1] (1.国土地理院)

[SSS16-P12] 水準測量データから推定する2017年御嶽山東山麓でのM5.6地震の断層モデル

*村瀬 雅之[1]、北爪 直果[1]、山中 佳子[2]、松島 健[3]、木股 文昭[7]、森 済[1]、長谷 崇雅[1]、李 楊[1]、大渕 一樹[1]、國友 孝洋[2]、前田 裕太[2]、堀川 信一郎[2]、奥田 隆[2]、松廣 健二郎[2]、田ノ上 和志[2]、内田 和也[3]、手操 佳子[3]、宮町 凜太郎[3]、森田 花織[3]、吉川 慎[4]、井上 寛之[4]、影山 勇雄[5]、細川 周一[5]、簗田 高広[5]、田中 里奈[1]、道家 涼介[6] (1.日本大学文理学部地球科学科、2.名古屋大学大学院環境科学研究科、3.九州大学大学院理学研究院、4.京都大学大学院理学研究科、5.気象庁、6.神奈川県温泉地学研究所、7.東濃地震科学研究所)

[SSS16-P13] 南海トラフ沿いのゆっくりすべりに伴う地殻変動の検知能力

*宮岡 一樹[1]、甲斐 玲子[1]、木村 武志[2]、露木 貴裕[3] (1.気象庁、2.防災科学技術研究所、3.気象研究所)

[SSS16-P14] 東海地域のひずみ観測網によるゆっくり滑りの検知能力に関する研究

*楠城 一嘉[1] (1.静岡県立大学)

[SSS16-P15] 状態空間モデルを用いたひずみ観測データのトレンド成分推定手法の検討

*露木 貴裕[1] (1.気象庁気象研究所)

[SSS16-P16] 観測点の上流部からの流入を考慮したひずみ計データの降水補正の試み（２）

木村 一洋[1]、*小林 昭夫[2] (1.気象庁、2.気象庁気象研究所)

[SSS16-P17] 2017年から2018年にかけての志摩半島長期的スロースリップ

*小林 昭夫[1]、露木 貴裕[1] (1.気象庁気象研究所)

[SSS16-P18] 長期的SSE発生域における非断層すべり成分の存在可能性および、その巨大地震発生準備過程との関係性

*光井 能麻[1]、伊藤 武男[2] (1.公益財団法人 地震予知総合研究振興会 東濃地震科学研究所、2.名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター)

[SSS16-P19] **2016年熊本地震で停止していた南海トラフ沿いの長期的ＳＳＥの再活動**

*小沢 慎三郎[1]、矢来 博司[1] (1.国土交通省国土地理院)

[SSS16-P20] Crustal deformation in the San-in Shear Zone as observed by a dense GNSS network

*Angela Meneses-Gutierrez[1]、Takuya NISHIMURA[1] (1.Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University)

[SSS16-P21] 地表変形のフーリエ級数表現：異なるスケールの地殻変動

*野田 朱美[1]、齊藤 竜彦[1] (1.国立研究開発法人防災科学技術研究所)

[SSS16-P22] 九州南部のせん断帯におけるGNSS観測（第3報）

*渡部 豪[1]、雑賀 敦[2]、浅森 浩一[1]、小川 大輝[1]、島田 顕臣[1]、梅田 浩司[3] (1.日本原子力研究開発機構 東濃地科学センター、2.日本原子力研究開発機構 幌延深地層研究センター、3.弘前大学大学院 理工学研究科)

[SSS16-P23] Post-seismic deformation of 2016 Kumamoto Earthquake by continuous GNSS network (3)

*中尾 茂[1]、松島 健[2]、田部井 隆雄[3]、大久保 慎人[3]、山品 匡史[4]、大倉 敬宏[5]、西村 卓也[7,6]、澁谷 拓郎[6]、寺石 眞弘[6]、伊藤 武男[7]、鷺谷 威[8]、松廣 健二郎[7]、加藤 照之[9]、福田 淳一[9]、渡邉 篤志[9]、三浦 哲[10]、太田 雄策[10]、出町 知嗣[10]、高橋 浩晃[11]、大園 真子[11]、山口 照寛[11]、岡田 和見[11] (1.鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻、2.九州大学大学院理学研究院地震火山観測研究センター、3.高知大学自然科学系理学部門、4.高知大

学理学部附属高知地震観測所、5.京都大学大学院理学研究科火山研究センター、6.京都大学防災研究所、7.名古屋大学大学院環境学研究科地震火山研究センター、8.名古屋大学減災連携研究センター、9.東京大学地震研究所、10.東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター、11.北海道大学大学院理学研究院地震火山研究観測センター)

Earthquake Potential in Central Costa Rica based on Geodetic Observations

*Luis Alejandro Carvajal Soto[1], Takeo Ito[1], Hiroshi Kimura[1], Marino Protti Quesada[2]

1. Nagoya University, Earthquake and Volcano Research Center, 2. Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica, Universidad Nacional

The Central Costa Rica Deformed Belt is the extension of the North Panama Deformed Belt, a diffuse predominant northwest dextral-strike and conjugated northeast sinistral-strike faulting area, that represents the western border of the Panama Microplate. This diffuse boundary crosses Central Costa Rica from the Caribbean Coast, including the active Cordillera Volcanica Central, the Metropolitan Area (most dense population area in Costa Rica) and the Central Pacific coastline to intersects the Meso American Trench along the subduction of the Cocos Plate.

We integrated interseismic geodetic data with seismicity records and inland faulting traces in other to evaluate earthquake potential in 4 kinematic models with different spatial geometries of the tectonic configuration around Central Costa Rica. Crustal deformation in Central Costa Rica and surroundings is modeled as result: i.kinematic effects of rigid block motions, ii.elastic deformation due to the interaction on subduction and inland tectonic interfaces and iii.internal strain of each tectonic block. We adopted the Markov Chain –Monte Carlo method in order to approximate the solution for each kinematic model.

Our estimation of the velocity field in Costa Rica suggests that the crustal deformation in Costa Rica is mainly arranged in three groups: 1). Northwestern Costa Rica is dominated by a northward deformation with rates up to 30 mm a^{-1}, rotating and decreasing up to 20 mm a^{-1} northwestward following the Central American Forearch. 2). Southeastern Costa Rica shows deformation to the North-east up 40 mm a^{-1} (opposite to northwestern Costa Rica). 3). Central Costa Rica is characterized by a diffuse deformation pattern oriented mainly to northward, with deformation rates up a half of those observed in northwestern and southeastern Costa Rica. According to the values of slip deficit in interfaces of each model and analysis of local seismicity, we provide results about the earthquake potential in Central Costa Rica, where it is possible to reach earthquakes higher than Mw. 6.5 in all models.

Keywords: Central Costa Rica, Earthquake potential Costa Rica, Crustal Deformation Costa Rica

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Crustal deformation along the Liupanshan fault zone derived from GPS

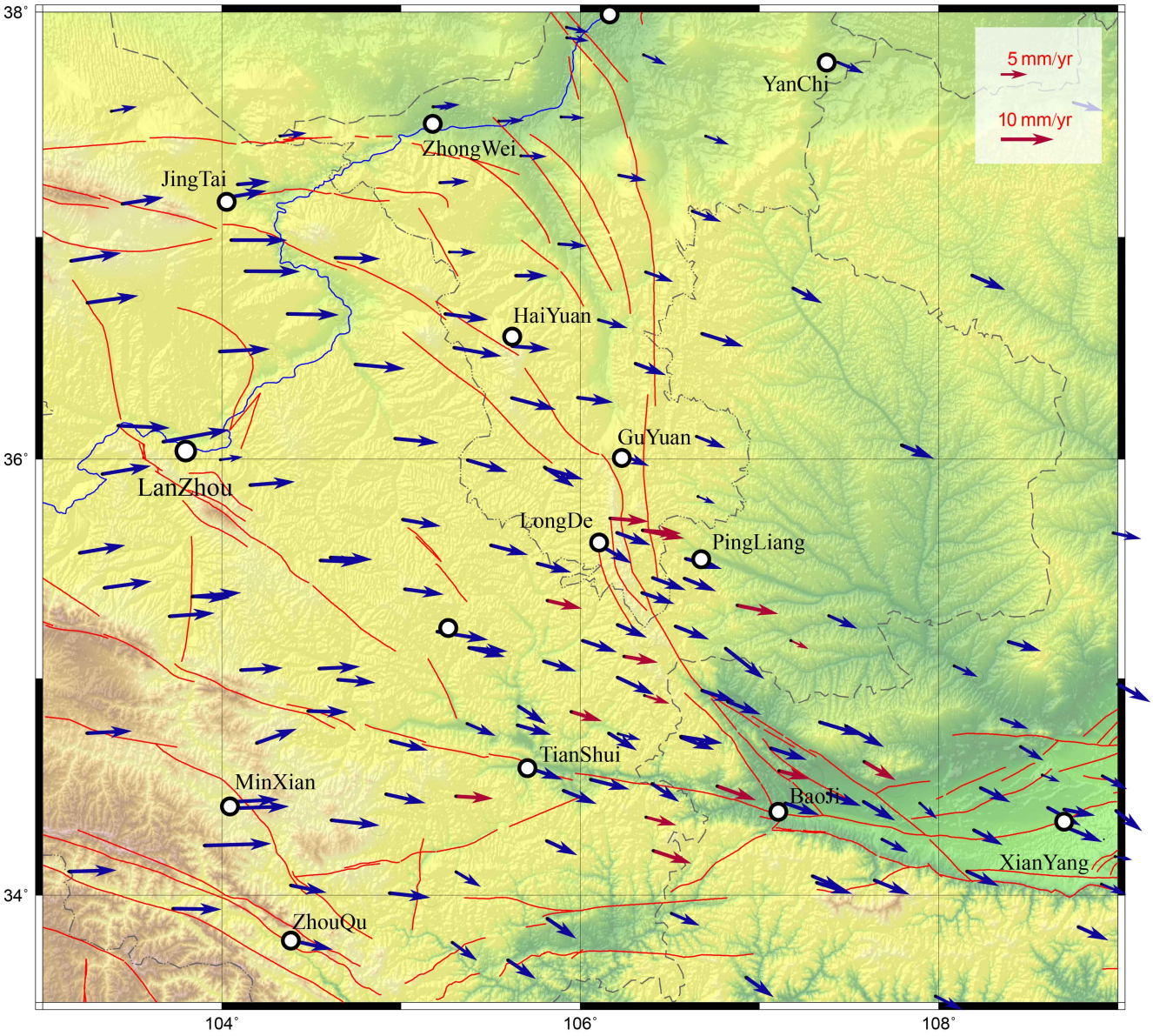
*Weitao Chen[1,2], Weijun Gan[2], Genru Xiao[3], Shiming Liang[2]

1. Development Research Center, China Earthquake Administration, 2. Institute of Geology, China Earthquake Administration, 3. East China University of Technology

The Liupanshan fault zone is located in North Central of North-South Seismic Belt, which is the boundary between the northeastern margin of the Tibetan Plateau and Ordos. This study collected 261 GPS stations distributed around the Liupanshan fault zone. 249 stations are belong to CMONOC and start to observe since 1999, 15 stations are constructed by this study and start to observe since 2013. GPS data are processed with the software GIPSY/OASIS (Version 6.0) from JPL, using the Precise Point Positioning (PPP) strategy and JPL products to obtain daily loosely constrained solutions. The result shows that the northern section of fault zone has a relatively weak left-lateral strike slip and 1.5mm/yr dip slip rate, but no significant difference motion is observed on both sides of the southern section. Furthermore, the maximum principal strain rates indicate that the deformation characteristic of the fault is extrusion, and the value gradually decreases from north to south.

Keywords: GPS, Crustal Deformation, Liupanshan Fault

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道北部における衝突帯位置と収束速度の推定
Convergence boundary and velocity between Amur and Okhotsk plates in northern Hokkaido inferred by GNSS velocity data

*伊藤 ちひろ[1]、高橋 浩晃[2]、大園 真子[2]
*Chihiro Ito[1], Hiroaki Takahashi[2], Mako Ohzono[2]

1. 北海道大学大学院理学院、2. 北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター
1. Graduate School of Science, Hokkaido University, 2. Institute of Seismology and Volcanology, Graduate School of Science, Hokkaido University

東アジア，特に日本列島周辺のテクトニクスはプレート運動の相互作用を受け複雑である．日本海東縁部で発生する地震はいくつかのプレートの相互作用によると考えられているが，北海道北部の西方沖，1940年積丹沖地震(M7.0)と1971年サハリン南西沖地震(M7.1)の間には地震空白域が存在する．また，陸域にあたる北海道北部の日本海側にはサロベツ断層帯が位置し，地震調査研究推進本部による長期評価においてM7.6程度の地震が発生する可能性が指摘されている．プレート境界モデルは多くの研究で提案されており，サハリン南部から北海道北部にかけての陸上にプレート境界が存在する可能性も示されている．さらに，震源分布や地質構造から，北海道は東西で異なる構造を持つこと明らかになっている．

この境界の有無を検証し，測地学，地震学，地質学の異なる側面からの見解を考慮した包括的な議論をするため，本研究ではGNSS観測による速度データを用いて境界の位置，走向，収束速度，弾性層厚さを同時推定した．国土地理院GEONET観測点44点のデータ，Shimazaki and Zhao (2000) による衝突帯ディスロケーションモデルを用いてパラメータ推定を行った．最適解の決定にはグリッドサーチを使用し，観測誤差を考慮した残差を表すカイ二乗値が最小になるパラメータの組み合わせを最終的な解とした．衝突境界は無限長，垂直断面であり，境界から無限に離れた場所では変位はないことを仮定している．対象地域は，南北での相違を見るため北海道北部の北半分，南半分，全域の3地域とした．

推定された境界位置は，東北東ー南南西方向で概ね震源分布，地質構造の境界と一致し、地質構造が力学境界として機能している可能性がある．弾性層厚さは北で21.6 km，南で26.5 km，全域で28.8 kmと推定された．地震発生下限の深さを示すD90は北海道北部で20-30 km，モホ面の深さはおよそ30 kmである．このモデルにおける厚さの推定精度はほかのパラメータに比べると低いが，地震学的な不連続面の深さと同程度の値であることから，境界位置や速度の推定精度を保証していると考えられる．推定された収束速度は北で13.7 mm/yr，南で17.9mm/yr，全域で18.6mm/yrである．この値は測地学的データを用いたプレート間相対速度を推定したいくつかの先行研究と一致する．本研究では測地学，地震学，地質学データ，3つの独立したデータにより推定された境界位置が概ね一致することから，この地域に何らかの境界が存在する可能性を支持する結果となった．

キーワード：GNSS観測、地殻変動、衝突帯、北海道北部
Keywords: GNSS measurements, crustal deformation, collision zone, northern Hokkaido

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Vertical deformation and repeating earthquakes in southeastern Hokkaido in the last 100 years

*小林 広明[1,2]、纐纈 一起[1]、三宅 弘恵[1]
*Hiroaki Kobayashi[1,2], Kazuki Koketsu[1], Hiroe Miyake[1]

1. 東京大学地震研究所、2. 現・株式会社小堀鐸二研究所
1. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 2. Now at Kobori Research Complex. Inc.

In the southernmost part of the Kuril subduction zone, six large to giant interplate earthquakes have occurred in the last 400 years. This includes the two M_w ~ 8 Tokachi-oki earthquakes that occurred in 1952 and 2003. In Hokkaido, instrumental seismic and geodetic observations began in the late 19th to early 20th centuries. Therefore, we are able to investigate more than a single M8 class earthquake cycle there using the observation data.
In this study, we investigated leveling data and repeating earthquakes in southeastern Hokkaido in the last 100 years. For the leveling data, we chose the survey route around Cape Erimo because the survey was conducted in 1952 and 1953 after the 1952 earthquake, the route has not changed since the first survey and is located near the coast, and there is likely no subsidence due to the pumping of underground water. We also estimated the crustal deformation due to medium-sized (M larger than or equal to 6.5) earthquakes since 1908 by simple uniform slip models. For some earthquakes, we estimated the focal mechanisms by analyzing the analog seismograms and the first motion polarity data.
For the investigation of the historical occurrences of repeating earthquakes, we chose two groups around Hokkaido whose average M_{JMA} is 5.4 from the catalogs of Uchida and Matsuzawa (2013) and Seismology and Volcanology Research Department of Meteorological Research Institute et al. (2014). Using the JMA catalog, we selected earthquakes occurring prior to 1993, whose epicentral distance from the known repeating earthquakes was less than 20 km and whose M_{JMA} was between 5.1 and 5.7. In addition, we checked a few earthquakes whose epicentral distances were less than 30 km. We used the the Headquarters for Earthquake Research Promotion data retrieval system to obtain copies of the analog seismograms and determined the repeating earthquakes by visual comparisons. We also estimated the aseismic slip rate around the groups.
The results of these investigations reveal that the afterslip of the 1952 earthquake may have continued until around 1980. Moreover, in the Tokachi-oki region, the state of the plate interface prior to the 1952 earthquake may be similar to that prior to the 2003 earthquake. Furthermore, the acceleration of aseismic slip around 1980 can be found in the west of Cape Erimo.

キーワード：水準測量、繰り返し地震、アナログ波形記録、十勝沖領域
Keywords: Leveling data, repeating earthquake, analog seismogram, Tokachi-oki region

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

陸域GNSSデータによる釧路・根室沖の簡易的なプレート間固着の推定
Simple estimation of interplate coupling in the Kushiro-oki and the Nemuro-oki regions, eastern Hokkaido in Japan from onshore GNSS data

*青田 裕樹[1]、大園 真子[2]、富田 史章[3]、高橋 浩晃[2]
*Hiroki Aota[1], Mako Ohzono[2], Fumiaki Tomita[3], Hiroaki Takahashi[2]

1. 北海道大学理学部地球惑星科学科、2. 北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター、3. 北海道大学大学院理学研究院
1. Department of Earth and Planetary Sciences, School of Science, Hokkaido University. , 2. ISV, Faculty of Science, Hokkaido University, 3. Graduate School of Science, Hokkaido University

北海道東部の釧路根室沖は千島海溝に沿った海溝型の大地震が繰り返し発生している地域であり，陸域の測地観測データを用いた先行研究から本地域が高いすべり欠損速度を持つことが示されている．また，過去の津波解析によっても海溝近傍での広域的な破壊の存在が示唆されており，この地域において将来的に巨大地震が発生する可能性が高いと考えられる．日本の周辺海域にはGNSS-A（GNSS音響結合方式） 観測網が展開されており，観測を重ねることで海溝付近での固着状態や地震発生前後の地殻変動をより精確に推定できるようになってきた．本研究対象領域にも今後GNSS-A観測点の設置が検討されており，これにより根室釧路沖の固着状態をより精確に推定することが可能になると期待される．本研究では，その予備研究として，陸域GNSS観測網 (GEONET) のデータから釧路・根室沖の固着状態をどの程度把握できるかの検討を行った．北海道における2013.2年から2018.0年にかけてのGEONET観測点のデータを用い，海溝軸に直交する方向の水平成分および鉛直成分それぞれの平均変位速度を算出し海溝軸に対しての直交する側線における二次元プロファイルを作成した．その上でバックスリップモデル（Savage, 1983）に基づき半無限均質弾性媒質中でのディスロケーションモデルを用いて，固着率および固着域の範囲を海溝軸に直交する二次元プロファイル下で計算し，観測値を最もよく説明する固着に関するパラメータを求めた．水平成分の解析の結果，固着率は1.0–1.1，固着域の上端は深さ0–5km，下端は50–55kmと推定された．推定される固着率は1.0を超え，値が高い傾向を持つ．これは，ITRF2014（Altami et al., 2016）によって与えたプレート収束速度 (8.4 cm/yr) が小さかったかもしれないこと，または弾性体ではなく粘弾性体を用いなければ過大評価になることなどが原因と考えられる．また，推定された固着域の下端は先行研究（Hashimoto et al., 2009）と比較して深い結果となっている．これは，仮定したプレートの形状が傾斜角15度の一枚の断層としているため生じたと考えられる．陸域の観測データのみからは，Hashimoto et al.（2009)によって指摘されている通り，海溝近くの浅部の固着については議論することが難しい．本研究においても仮定したプレートの形状や粘弾性の影響があった．現段階では，この地域では2点のGNSS-A観測点を設置する予定があるが，様々なケースを仮定した固着状態から計算される速度プロファイルの違いから，その差が大きくなる地点と，速度プロファイルの傾きが大きくなっている地点をGNSS-A観測点の候補地とすると，海溝軸から水平距離で25 km，40 kmの位置が該当する．しかし，固着域の推定を確実に行うためには，実際のプレート形状や粘弾性構造の考慮や，地震活動など他の先行研究の情報を取り入れるなどして，今後も検討する必要がある．

キーワード：地震、地殻変動、プレート間の固着
Keywords: Earthquake, Crustal deformation, Interplate coupling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Estimation of the early afterslip location of the 2011 Tohoku-Oki earthquake using onshore GNSS and offshore pressure data

*Putra Maulida[1], Yusaku Ohta[1], Ryota Hino[1]

1. Graduate School of Science, Tohoku University

Understanding of spatial and temporal development of the early afterslip just after the large earthquake is extremely important to characterize the frictional properties vicinity of an earthquake. Widely installed onshore geodetic data has been utilized to estimate the frictional properties along the plate interface (e.g. Miyazaki et al., 2004). One of the opportunity to study for early afterslip of the large event is 2011 Tohoku-Oki Earthquake. Dense continuous GNSS was installed nationwide, which had captured whole time period for this event successfully. Thus, we focus on the early afterslip of the 2011 Tohoku-Oki event in this study using both of onshore GNSS and offshore pressure data.

For the onshore GNSS data, we estimated the every 30 seconds kinematic time series until 18 hours after the mainshock. To enhance the signal-to-noise ratio of kinematic time series, we applied the principle component analysis (PCA) for kinematic PPP time series. We removed the lower contribution components from raw time series. For the offshore pressure data, we used the data-set by Hino et al. (2014). The raw OBP time series was sampled into 1 minute, after taking 1 minute average of raw data. Next, the resampled pressure data were de-tided, de-drifted and corrected by the ocean model to detect the seafloor deformation (Inazu et al, 2012). The time series of corrected OBP showed a strong signal of tsunami wave propagation. To clearly showed the tectonic deformation of the seafloor, we applied moving average of a window of (time with of windows) in length. The amount of displacement was estimated based on logarithmic functions fitted to the filtered pressure records.

To estimate the spatial and temporal development of early afterslip, we applied a conventional network inversion filter (NIF) (Segall and Matthews, 1997). We assumed an elastic half-space model (Okada, 1992) to calculate green functions of surface displacement due to slips on subfaults. We assumed local benchmark motions in unknown state vectors. To reduce the number of unknown parameters, we assumed pure reverse faulting. We omitted 10 minutes parts just after the mainshock from both onshore and offshore data because of the large disturbance caused by the seismic wave passage.

We estimated the early afterslip distribution using two different data sets for comparison. First one is the result from the onshore GNSS data only. Second one is the result both from the onshore GNSS and the offshore pressure data. Using only the onshore data, the estimated afterslip mainly concentrate on the deeper extension of the coseismic slip distribution. Spatial pattern of the estimated afterslip consistent with previous study (e.g. Munekane et al. 2012). In contrast, obtained early afterslip distribution completely difference when we included the offshore data. The estimated afterslip mainly concentrated in the shallower part of the subducting plate interface. Estimated moment release amount reached 2.37 x 10^{21} Nm (correspond to Mw 8.24) after the 18 hours from the mainshock. It clearly larger than the previous studies such as Munekane et al [2012]. It may be caused by the offshore pressure data. Just after the 2011 Tohoku-Oki event, all of the ocean bottom pressure time series indicate the clear subsidence signal. To explain this subsidence, afterslip cannot locate in the deeper part of the subducting plate interface because the afterslip in the deeper part generate the upward displacement in the ocean bottom pressure sites.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

We will discuss the more detail characteristic of the estimated early afterslip distribution. We also try to estimate the afterslip distribution using L1 regularization inversion (e.g. Evans et al., 2012) approach to illuminate the location of the afterslip just after the mainshock.

Keywords: Early afterslip, Ocean Bottom Pressure, GNSS, Network Inversion Filter

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2011年東北地方太平洋沖地震の余効変動に基づく不均質レオロジー構造
Heterogeneous rheology structure estimated by the postseismic deformation following the 2011 Tohoku-Oki earthquake (M_w9.0)

*伊藤 嘉秋[1,2]、三浦 哲[2]、武藤 潤[2]、太田 雄策[2]、飯沼 卓史[3]、James Moore[4]
*Yoshiaki Ito[1,2], Satoshi Miura[2], Jun Muto[2], Yusaku Ohta[2], Takeshi Iinuma[3], James Daniel Paul Moore[4]

1. 三菱スペース・ソフトウエア株式会社、2. 東北大学大学院理学研究科、3. 海洋研究開発機構、4. 南洋理工大学
1. Mitsubishi Space Software Co., Ltd., 2. Graduate School of Science, Tohoku University, 3. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 4. Nanyang Technological University

2011年3月11日に発生したMw9.0の東北地方太平洋沖地震（東北沖地震）は，広域かつ長期にわたる余効変動をもたらすなど，その後の日本列島の地殻変動に今なお多大な影響を与え続けている．余効変動に関してはこれまで数多くの研究がなされているが，その多くが余効すべりと粘弾性緩和の2種類の変形メカニズムを検討している．これらの先行研究では，均質半無限あるいは深さ方向のみに不均質な粘弾性構造が用いられており，地震波速度構造や地殻ひずみ分布などの様々な観測から示唆されている3次元的な不均質構造が十分に考慮されていない．また，レオロジーモデルはMaxwellモデルあるいはBurgersモデルのどちらかが用いられており，岩石室内実験に基づき実際の岩石の挙動に近いと考えられるべき乗流動則モデルはあまり用いられてこなかった．こうした背景を踏まえ本研究では，稠密なGNSS観測点が配置されている新潟県から福島県にかけて島弧を横断する磐越地域において，余効変動の累積変位とその時間発展という2つの観点から東北沖地震後の約5年間の余効変動を詳細に調べ，先行研究では採用されてこなかったべき乗則モデルに基づいて，不均質粘弾性構造の推定を行った．

本研究では，2011年3月12日から2016年4月1日までの5年間を，初めの約2年間とその後の3年間の2つの期間に分け，GNSS観測データから島弧横断方向の変位プロファイルを精査した．その結果，火山フロント（VF）周辺を境に，前弧域と背弧域で変位プロファイルの勾配が変化する特徴がみられた．また，初めの約2年間ではVF周辺で局所的な沈降が確認された．時間発展については，緩和率（5年間の水平変位量で規格化した水平成分の時系列）のプロファイルにおいて，背弧域と前弧域で緩和率が異なること，海溝軸からの距離（DFT）が350～400 kmの範囲でプロファイルが平坦になる特徴的な傾向が明らかになった．

これらの観測結果を再現可能な地下の粘弾性構造を求めるために，Lambert and Barbot (2016, GRL)による余効すべりと粘弾性緩和を考慮した余効変動の計算手法を3次元モデルに拡張したものを用い，各パラメータはグリッドサーチを用いた観測値との比較から最適値を探索した．その結果，マントルウェッジ浅部に低粘性領域（LVZ）を仮定した場合に観測データをよく再現できることが明らかになった．最適モデルとしてはVF下部にLVZが存在し，このLVZの近傍までcold nose（CN）と呼ばれる高粘性領域を仮定した構造が推定された．この構造は，Uyeshima et al. (2016)による比抵抗構造の推定結果やFreed et al. (2017)により推定されたCNの拡がりとも整合的であった．このモデルにより計算された変位プロファイルでは，観測データでみられたVF周辺における沈降と，東西及び南北成分で勾配が変化する傾向が再現された．緩和率においてもプロファイルの変化は概ね再現できているが，DFT＝350～400 kmの範囲でプロファイルが平坦になるという特徴的な変化は再現できなかった．この原因を調べるために，この領域深部にLVZを仮定したモデルを用いて調べたところ，深さ25～40 kmの範囲にLVZを仮定することにより，プロファイル形状が平坦になることがわかった．この領域は，新潟－神戸ひずみ集中帯の北端周辺に相当し，他の研究からも深部に構造の不均質が存在することが指摘されていることから，ひずみの集中機構と低粘性体の関連が示唆される．

本研究で得られた最適モデルを，先行研究により調べられている北部の鳴子測線にも適用し，島弧走向方向

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

の粘弾性構造の違いについて検討を行った．その結果，本研究で得られた磐越測線沿いの構造では，鳴子測線の変位・緩和率プロファイルの特徴を十分に説明できないことが明らかになり，南北で粘弾性構造が異なることが示唆された．特に上下変位成分に関して，南北のCN構造の違いについて調べたところ，深さ25〜40 kmでは南部の方が小さく，深さ40〜55 kmでは北部の方がCN領域が大きいという結果が得られた．このような南北にCN構造の異なるモデルにVF周辺のLVZを加えたモデルは，CN構造を南北で同じにしたモデル，あるいはLVZを仮定しないモデルに比べ，先行研究で得られている面積ひずみ分布をよく再現できている．以上から，本研究により，島弧横断方向の不均質粘弾性構造を考慮する重要性が明らかになった．今後得られたモデルをさらに高度化することにより，地震発生サイクルの研究等への応用が期待できる．

キーワード：余効変動、東北沖地震
Keywords: postseismic deformation, Tohoku-oki earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地震後余効変動における線形および非線形粘弾性効果の検討
Contribution of linear and non-linear viscoelastic relaxation as postseismic deformation following an earthquake

*星野 宏行[1]、宮崎 真一[2,1]、平原 和朗[2]
*Hiroyuki Hoshino[1], SHINICHI MIYAZAKI[2,1], Kazuro Hirahara[2]

1. 京都大学大学院理学研究科、2. 香川大学四国危機管理教育・研究・地域連携推進機構
1. Graduate school of science, Kyoto University, 2. Institute of Education, Research and Regional Cooperation for crisis Management Shikoku, Kagawa University

2011年東北地方太平洋沖地震の発生後、海溝近くの震源域に設置されたGPS/Acoustic観測点において地表面変位の時間発展データが得られ、地震直後の余効変動メカニズムにおける粘弾性緩和の寄与に関する議論が発展されてきた。しかし、地殻内の粘弾性モデルとして、Maxwell粘弾性体やBurgers粘弾性体、非線形粘弾性体などが想定され、どのレオロジーが適当であるかについて、現状はっきりとした知見は得られていない。

Barbot and Fialko (2010)は、地震の発生または何らかの応力擾乱によって生じる粘弾性緩和、アフタースリップ、及び、間隙弾性反発の時間発展を統一的に計算する理論を構築した。本研究では、この理論に基づき、地震の発生に伴う余効変動を計算する数値計算プログラムを作成した。具体的な手順は以下の通り。(1) Okada（1992）に基づいて地震時の変位場、弾性応力場を算出する。(2) タイムステップ毎に、地殻内部の弾性応力場によって各余効変動メカニズムが引き起こすモーメントデンシティの時間変化を解析的に計算する。(3) そのモーメントデンシティの時間変化が引き起こす地殻内の速度場及びひずみ速度場を算出する。(4)速度及びひずみ速度を時間積分することで、次のタイムステップにおける地殻内弾性応力場の計算を行う。この手法によって、粘弾性緩和については、線形粘弾性体に限らず非線形粘弾性体のレオロジーを用いた計算を行うことが可能である。

本発表では、作成した数値計算プログラムを用い、ストライク・スリップ及びディップ・スリップによって生じる余効変動について、様々なレオロジーを仮定して計算を行う。レオロジー構造やパラメータ値を変化させて得られた計算結果を比較し、余効変動時の観測データの特徴をよく再現するレオロジーについて検討する。また、2011年東北沖地震等の実際の地震に対する観測データとの比較も行いたい。

キーワード：レオロジー、余効変動、粘弾性緩和
Keywords: rheology, postseismic deformation, viscoelastic relaxation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

GNSSデータに基づくΔCFSが最大となる断層面の推定
Estimation of fault parameter with maximum ΔCFS based on GNSS data

*深谷 俊太朗[1]、大園 真子[2]
*Shuntaro Fukaya[1], Mako Ohzono[2]

1. 北海道大学理学部地球惑星科学科、2. 北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター
1. School of Science, Hokkaido University, 2. ISV, Faculty of Science Hokkaido University

日本には多数の内陸活断層が存在しているが，その危険性を評価するための指標の一つに静的クーロン破壊応力変化量 (ΔCFS) というものがある．ΔCFSは地震や火山活動を起源とする応力変化から，計算対象となる断層がすべりやすくなったか，すべりにくくなったかを評価するものであり，従来半無限弾性体を仮定したディスロケーションモデルなどにより断層を仮定して計算されていた．しかし上田・高橋 (2005) やNishimura (2018) ではGNSS観測点の変位データから直接ΔCFSを求める手法の有効性が示された．そこで本研究では上記の手法に基づいて，GNSS観測点の水平変位データから得られる各地域の地表応力場の元で任意の断層を想定し，ΔCFSが最大となるレシーバ断層のパラメータを計算するツールを作成した．この手法を用いると，実際に活断層などが存在しない地域でも，地震が発生するとどのようなメカニズムになるのかを推察することができる．本研究では，テストケースとして，まず山形盆地断層帯周辺のGNSSデータから2011年東北沖地震前後の期間について試算を行った．その結果，地震前の応力場から求めたΔCFSが最大を示す断層面が実際の活断層のジオメトリに近くなることがわかった．またこの試算により，観測点の上下変位を用いないことに起因すると考えられる，ΔCFSの傾斜角依存性が生じることがわかった．範囲を広げて東北地方のGEONET観測点の2004年9月～2007年9月の水平変位を用いて，傾斜角は固定するという制約のもと，各地域において同様の計算を行った．結果を地震本部発表の活断層長期評価と比較したところ，ΔCFSが大きい値を示す地域が長期評価の発生確率の高いSランク断層付近に加えて，データが少なく評価困難なXランク断層付近，活断層の存在が確認されていない場所などで見つかった．その中には奥羽脊梁山地ひずみ集中帯の中にある2008年に発生した岩手・宮城内陸地震の震源断層のパラメータを事前によく表現できていたものもあり，本手法の断層危険性評価に対する有効性とそれを可視化する方法を示すことができた．

キーワード：ΔCFS、GNSS、活断層
Keywords: ΔCFS, GNSS, active fault

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Coseismic deformation of the 2018 Lombok earthquake, Indonesia, revealed through InSAR measurements

*ERLAN SUMANJAYA[1], MASATO FURUYA[1]

1. Hokkaido University

Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR) is a space-based technique allowing to derive images of ground surface deformation. This method is based on repeated acquisitions by a Radar system onboard a satellite. We use Advanced Land Observing Satellite-2 (ALOS-2)/Phased Array-type L-band Synthetic Aperture Radar-2 (PALSAR-2) InSAR data sets from ascending stripmap mode and descending ScanSAR data. Meanwhile, we also use JAXA’ s AW3D DEM to correct for the topographic phase. These datasets allow us to more completely detect the deformation signal around the epicentral region caused by three Mw > 6 shallow earthquakes occurred in Lombok island, Indonesia. These events are of almost dominant thrust mechanism using GCMT solutions. The results show that the maximum amplitude of the line of sight (LOS) displacements are covering the mainshock of 35 cm in ascending and 30 cm in descending observations which is close to the epicenter of the earthquake. Both of which indicate that the surface was approaching toward the satellite. Because of ALOS-2 interferogram images are affected by ionospheric disturbances; therefore, we also perform ionospheric correction using split spectrum method (SSM), and the result shows that no signal of the ionosphere is detected there so that we can ignore the effect of the ionosphere. Meanwhile, to find slip distribution around the epicentral area, we plan to generate a fault source model using triangular dislocation element in an elastic halfspace.

Keywords: The 2018 Lombok earthquake , Coseismic deformation, InSAR

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

干渉SAR時系列解析により明らかにする最近の吾妻山の地殻変動
Recent crustal deformations around Mt. Azuma revealed by InSAR time-series analysis

*宗包 浩志[1]、小林 知勝[1]
*Hiroshi Munekane[1], Tomokazu Kobayashi[1]

1. 国土地理院
1. GSI of Japan

吾妻山は福島・山形県境にある火山群である。吾妻山では、2014年12月に火山性微動の発生や火山性地震の増加が見られ、噴火警戒レベルが2に引き上げられた。それに伴い、一切経山付近の膨張を示す緩やかな地殻変動が観測されているが、2015年7月頃から停滞または収縮の傾向になった。また、大穴火口では、2013年から2015年にかけて地熱域の拡大がみられ、2015年には大穴火口北西で新たに地熱域が確認されるなど、活発な熱活動が継続した（気象庁, 2016）。その後、一旦噴火計画レベルが1に引き下げられたものの、2018年9月に再び火山性地震の増加が見られ、噴火警戒レベルが2に引き上げられている。

本研究では、最近の吾妻山の地殻変動からその力源位置および時間変化を明らかにし、火山活動との関連を議論する。そのため、「だいち２号」および「Sentinel-1」データを用いた干渉SAR時系列解析を行った。

まず「だいち２号」データを用いて干渉SAR時系列解析を行った。解析に使用したデータは2015年～2018年にかけて撮像された8枚のSAR画像である。解析の結果、広域的な変動として、吾妻山山体の広い範囲にわたり、2015～2017年には衛星から遠ざかる変動、2017年～2018年には衛星に近づく変動が捉えられた。これらの変動は、2014年～2015年にかけて「だいち２号」のSAR干渉解析により観測された山体の膨張に対応する地殻変動（国土地理院, 2015）と空間パターンがほぼ一致していることから、その力源と考えられている山体下3kmの球状圧力源（国土地理院, 2015）によるものと考えられる。

次に「Sentinel-1」データを用いて干渉SAR時系列解析を行った。解析に使用したデータは、2018年4月～11月にかけて撮像された21枚のSAR画像である。解析の結果、局所的な変動として、大穴火口西側において膨張に対応している変動が明らかになった。この変動は、「だいち２号」の干渉SAR時系列解析により2015年および2018年に観測されている変動（国土地理院, 2018）と空間パターンがほぼ一致していることから、同一の力源によるものと考えられる。2018年の変動は、4月よりほぼ一様のレートで続いていたが、10月にはいって加速している。

本研究では、干渉SAR時系列解析により明らかになった広域的および局所的な変動について、力源を再決定するとともに、その時間発展と実際の火山活動との関連について議論する予定である。

＊謝辞

本研究で用いたALOS-2データは，火山噴火予知連絡会衛星解析グループ（火山WG）を通じて，（国研）宇宙航空研究開発機構（JAXA）から提供を受けました．原初データの所有権はJAXAにあります．

キーワード：干渉SAR、時系列解析、吾妻山

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: InSAR, Time-series analysis, Mt. Azuma

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

水準測量データから推定する2017年御嶽山東山麓でのM5.6地震の断層モデル

The Fault model of the 2017 earthquake (M5.6) in the Eastern flank of Mt. Ontake estimated from precise leveling survey data

*村瀬 雅之[1]、北爪 直果[1]、山中 佳子[2]、松島 健[3]、木股 文昭[7]、森 済[1]、長谷 崇雅[1]、李 楊[1]、大渕 一樹[1]、國友 孝洋[2]、前田 裕太[2]、堀川 信一郎[2]、奥田 隆[2]、松廣 健二郎[2]、田ノ上 和志[2]、内田 和也[3]、手操 佳子[3]、宮町 凜太郎[3]、森田 花織[3]、吉川 慎[4]、井上 寛之[4]、影山 勇雄[5]、細川 周一[5]、簗田 高広[5]、田中 里奈[1]、道家 涼介[6]

*Masayuki Murase[1], Naoka Kitazume[1], Yoshiko Yamanaka[2], Takeshi Matsushima[3], Fumiaki Kimata[7], Hitoshi Yamashita Mori[1], Takamasa Hase[1], Yang Li[1], Kazuki Ofuchi[1], Takahiro Kunitomo[2], Yuta Maeda[2], Shinichiro Horikawa[2], Takashi OKUDA[2], Kenjiro Matsuhiro[2], Kazushi Tanoue[2], Kazunari Uchida[3], Yoshiko Teguri[3], Rintaro Miyamachi[3], Kaori Morita[3], Yoshikawa Shin[4], Hiroyuki Inoue[4], Isao Kageyama[5], Syuichi Hosokawa[5], Takahiro Yanada[5], Rinah Tanaka[1], Ryosuke Doke[6]

1. 日本大学文理学部地球科学科、2. 名古屋大学大学院環境科学研究科、3. 九州大学大学院理学研究院、4. 京都大学大学院理学研究科、5. 気象庁、6. 神奈川県温泉地学研究所、7. 東濃地震科学研究所

1. Department of Earth and Environmental Sciences, College of Humanities and Sciences, NIHON University, 2. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 3. Graduate School of Sciences, Kyushu University, 4. Graduate School of Sciences, Kyoto University, 5. Japan Meteorological Agency, 6. Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture, 7. Tono Research Institute of Earthquake Science

2017年6月25日、御嶽山東山麓の長野県南部を震源とするM5.6の地震が発生し、最大震度5強（長野県王滝村および長野県木曽町）が観測された。御嶽山の東山麓では、1970年代後半から現在まで群発地震が継続しており、このM5.6 地震の震源は群発地震の震源域に位置する。

御嶽山の東山麓には水準路線が設置されており、精密水準測量を繰り返し実施してきた。東山麓には、路線距離38㎞・水準点数98点で構成される桟路線、屋敷野路線、木曽温泉路線、中の湯・御岳ロープウエイ路線が設置され、2017年4月・2018年4月には全路線の測量が実施されている。また、2017年9月にはM5.6 地震を受け、震源に近い一部路線の緊急観測が実施された。

M5.6 の地震を含む期間の2017年4月24日～27日と9月10日～11日の測量結果を比較すると、BM16を基準として屋敷野路線および木曽温泉路線に隆起が検出された。最大隆起は屋敷野路線のBM213の28mmである。

水準測量では、水準路線上のみでしか地殻変動が検出できず、M5.6地震による変動の広がりを面的にとらえることはできないため、地震を挟む期間のALOS-2/PALSAR-2のデータについて干渉SAR解析を行い、水準測量と干渉SAR解析で変動が検出された領域がほぼ同じであることを確認した。

この地震の断層モデルとして、1枚の矩形断層を仮定し、断層パラメータの推定を行った。断層パラメータの初期値として、地震発生から1ヵ月分のM>0の地震に対してDD法を用いて決定された合計42個の震源データを使用し断層の形状を決定した。断層パラメータの初期値を中心に最適パラメータの探索を遺伝的アルゴリズムによって行うことで、1枚の矩形断層によって水準測量で検出された上下変動はおおむね説明できることが明らかとなった。

地震発生後の2017年9月～2018年4月の測量結果の比較からも、BM16を基準として屋敷野路線および木曽温泉路線に約5㎜の隆起が検出された。群発地震域では、群発地震活動が比較的活発であった2002～2004年にかけて隆起が検出されており、球状圧力源も推定されている。地震後の隆起が今後も継続するのか測量を継続する必要であると考える。

謝辞：本研究で用いたPALSAR-2データはPIXEL (PALSAR Interferometry Consortium to Study our Evolving Land surface）において共有しているものであり、宇宙航空研究開発機構（JAXA）と東京大学地震研究所との共同研究契約によりJAXAから提供されたものである。PALSAR-2データの所有権はJAXAにある。干渉SAR解析

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

には小澤拓博士が開発したRINCを使用した。ここに記して感謝いたします。

キーワード：御嶽山、精密水準測量、断層モデル
Keywords: Mt. Ontake, precise leveling, Fault model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南海トラフ沿いのゆっくりすべりに伴う地殻変動の検知能力
Detection ability of Crustal deformation by Slow Slip Events along the Nankai Trough subduction zone

*宮岡 一樹[1]、甲斐 玲子[1]、木村 武志[2]、露木 貴裕[3]
*Kazuki Miyaoka[1], Reiko Kai[1], Takeshi Kimura[2], Takahiro Tsuyuki[3]

1. 気象庁、2. 防災科学技術研究所、3. 気象研究所
1. Japan Meteorological Agency, 2. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 3. Meteorological Research Institute

１．はじめに

気象庁では，南海トラフ沿いのプレート境界で発生するゆっくりすべりに伴う地殻変動を観測するために，東海地方に関しては気象庁，静岡県及び産業技術総合研究所（以下，産総研）が設置したひずみ計のデータを用いてリアルタイムで監視を行っている．一方，紀伊半島から四国地方にかけての西側の領域については産総研がひずみ計を設置しているものの，観測点数が少なく，プレート境界すべりの検知能力が東海地方に比べて著しく低い．このため，これら以外のデータも用いてゆっくりすべりの検知能力を向上させることが必要である．

防災科学技術研究所（以下，防災科研）のHi-net 観測点には高感度加速度計が併設されており，ゆっくりすべりに伴う地殻変動（傾斜）を観測している（文献）．ひずみ計に加え，これらの傾斜データを統合的に解析することでゆっくりすべりの検知能力が向上することが期待される．

そこで今回，気象庁，産総研のひずみ計データおよび防災科研の傾斜データにスタッキング手法（宮岡・横田，2012, 宮岡ほか, 2017）を適用した解析を行い，南海トラフ沿いのプレート境界のゆっくりすべりに伴う地殻変動の検知能力（検出可能な最小Mw）を調査したので，その結果を報告する．

２．データと解析方法

調査に用いた傾斜・ひずみデータは，地球潮汐，気圧，降水，地磁気等の影響を受けている．すべての観測データに対して潮汐補正（石黒ほか，1984），気圧補正（檜皮ほか，1983）を施し，また観測機器の特性により必要に応じて地磁気補正（宮岡，2011），降水補正（木村ほか，2015）を行ってノイズレベルの低減をはかった．

さらに，観測データからゆっくりすべりに伴うごく小さな変化を検知するため，観測データを重ね合わせてシグナルを増幅することができるスタッキング手法を用いてスタッキングデータを作成した．

スタッキング手法ではプレート境界に小断層を仮定し，そこでのゆっくりすべりによる観測データの変化の極性（プラス／マイナス）が同一になるよう，マイナスの変化となる観測点（成分）のデータの極性を反転させる．これらを足し合わせることでノイズは打ち消し合う一方で，プラスの変化となるシグナル成分が足しあわされ，より小さなゆっくりすべりが検出されることが期待される．

今回は東海地方から九州にかけての南海トラフ沿いにおいて，フィリピン海プレート上面に緯度経度0.15度

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

毎のグリッドを設定し，各グリッドには15km×15kmの小断層を仮定した．グリッド毎に異なる成分の組み合わせによるスタッキングデータが作られ，もしあるグリッドの小断層ですべりが生じた場合，該当するスタッキングデータに正の変化が現れることになる．この変化がノイズレベルに対して十分な大きさであればこのゆっくりすべりを検出できることになる．気象庁で行っているひずみデータによるスタッキング法を用いた監視（露木ほか，2015）では，スタッキングデータのノイズレベルの３倍を検出レベルとしている．そこで傾斜データ，ひずみデータを用いた本調査でも，各スタッキングデータの変化がそのノイズレベルの３倍を超えるMwの下限を全てのグリッドについて求めた．

３．結果

従来の東海地域のひずみデータのみを用いたスタッキング監視と比較して，防災科研の傾斜データを追加することで，紀伊半島から九州地方にかけての領域におけるゆっくりすべりの検知能力が向上することがわかった．

講演ではこの調査結果のほか，スタッキング解析による空間分解能等について発表する．

キーワード：ゆっくりすべり、スタッキング法、ひずみデータ、傾斜データ
Keywords: Slow Slip Event, Geodetic Data Stacking method, Strain-meter data, Tilt-meter data

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

東海地域のひずみ観測網によるゆっくり滑りの検知能力に関する研究
An investigation into slow-slip detection capability of the Tokai Strainmenter Network

*楠城 一嘉[1]
*Kazuyoshi Nanjo[1]

1. 静岡県立大学
1. University of Shizuoka

We studied the ability of the Tokai Strainmeter Network (hereinafter referred to as TSN) to detect slow slips on a plate boundary where the Nankai trough earthquakes occur. Referring the method of probability-based magnitude of completeness (hereinafter referred to as PMC) that has been applied to several seismic networks (e.g., [1,2,3]), we modified it to be applicable to TSN. While previous studies on slow-slip detection capability of TSN [4] and the network covering a wider region [5] were based on the model assumption that the medium is elastic and the strainmeters record elastic strain changes caused by slow slips, our study is not based on such model assumption, but uses only empirical data: slow-slip catalog, decfiles, and station information. Using slow-slip events with magnitude *M*5.1-5.8 during 2012-2016, we found spatial variability of network detection probability. In general, the detection probability for slow slips of any given *M* is high within the network or inland, whereas it decreases with distance from the coast to offshore. In more details, the detection probability for *M*5.1 in Suruga Bay is above 90%. Although no strainmeter included in TSN has been installed in Suruga Bay, operating strainmeters on land are located so as to surround this Bay. If we consider a large magnitude such as *M* 5.8, slow slips are detectable even in far offshore regions: for example, slow slips with *M*5.8 at the southern edge of the anticipated source region of the Tokai earthquake can be detected with high (>90%) detection probabilities, a consistent result with [5]. We further explored the possible use of our method as a network planning tool with simulation computations of installations of one or more virtual stations to identify appropriate locations for new station installations [2]. Our results show an illustrative example of the applicability of the PMC method to strainmeter networks.
Acknowledgements: This work was partially supported by JSPS KAKENHI Grant Number JP 17K18958.
References: [1] Schorlemmer and Woessner, 2008, Bull. Seism. Soc. Am. 98(5), 2103-2217; [2] Nanjo et al., 2010, Geophys. J. Int. 81(3), 1713-1724; [3] Schorlemmer et al., 2018, Bull. Seism. Soc. Am. 108 (2): 702-717; [4] Kobayashi, 2000, Quart. J. Seism. 63, 17-33; [5] http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/tyosabukai_wg/pdf/h281013shiryo06.pdf.

キーワード：ひずみ観測網、ゆっくり滑り、東海地域
Keywords: strainmeter network, slow slip, Tokai region

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

状態空間モデルを用いたひずみ観測データのトレンド成分推定手法の検討
A Study on Trend Component Estimation Method of Strain Time Series Data Using State Space Model

*露木 貴裕[1]
*Takahiro Tsuyuki[1]

1. 気象庁気象研究所
1. Meteorological Research Institute

ひずみ計による観測データから何らかの地殻変動を検知して、その変動源の推定を行う場合に、観測データに含まれる気圧や潮汐、降水などの影響を除去し、検知の対象とする地殻変動そのものの変化を把握することが必要である。通常、気圧の影響等による応答をあらかじめ調査しておき、観測値から分離することによって、真の地殻変動量を計算することが行われる。また、別の手法として、地殻変動観測時系列データを状態空間モデルとして表現し、観測値が与えられた条件下での状態ベクトルの分布を推定するものがある。（Matsumoto and Kitagawa(2003)、Peng et al.(2014)、高波他(2014)など）

本調査では、気象庁が観測しているひずみ計の時系列データを状態空間モデルとして表現し、カルマンフィルターのアルゴリズムと最尤パラメータによって状態の推定を行い、観測値のトレンド成分を分離することを試みた。ひずみ計による観測データの時系列を状態空間モデルとして定式化するにあたって、これまでの研究と同様、各時刻の観測値をトレンド成分、気圧応答成分、潮汐応答成分、降水応答成分、地震によるコサイスミックなステップや機器メンテナンスなどのジャンプ成分、および観測誤差の和として表現している。これに加えて、石井式ひずみ計の観測データには地磁気への応答成分の項も導入し、さらにジャンプ成分については、単純なステップ関数ではなく、地震による余効効果（これには地震による余効変動と急激なひずみ変化に対する計器の緩和的変動が含まれる）を表現してみた。

気圧応答成分などをあらかじめ調査しておき、観測値から分離することにより、真の地殻変動量を計算する従来の手法に比べて、状態空間モデルを用いる手法を使うことにより、検知の対象とするトレンド成分をより確率的にとらえることができる。この結果、何らかの地殻変動の開始や終了をより客観的に判定することが可能となり、ベイズ的な手法に基づく変動源のインバージョンを行う上でも利点がある。また、これまでに蓄積したデータに基づき、状態空間モデルのパラメータを適切に推定することができるならば、欠測値の補間や地殻変動のトレンド変化の検知とその変動源の推定をリアルタイムに行うことも可能であると考えられる。

キーワード：ひずみ観測、状態空間モデル、地殻変動の客観的検知手法
Keywords: Strain observation, State space model, Objective detection method of crustal change

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

観測点の上流部からの流入を考慮したひずみ計データの降水補正の試み（２）

Rainfall correction of strainmeter data in consideration of the flow from the upper reaches (2)

木村 一洋[1]、*小林 昭夫[2]
Kazuhiro Kimura[1], *Akio Kobayashi[2]

1. 気象庁、2. 気象庁気象研究所
1. Japan Meteorological Agency, 2. Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency

木村・他（2015）は、東海地域の体積ひずみ計16観測点の降水補正の結果から、観測点の上流部からの流入がない観測点では良好な降水補正が可能だが、観測点の上流部からの流入がある観測点では、観測点設置雨量計を用いた降水補正をしてもバラつきが大きいことを明らかにした。つまり、何らかの方法で観測点の上流部からの流入を把握すれば、降水補正の改善効果が見込まれる。そこで気象研究所では複数の手法による調査を行った（木村，2015）。

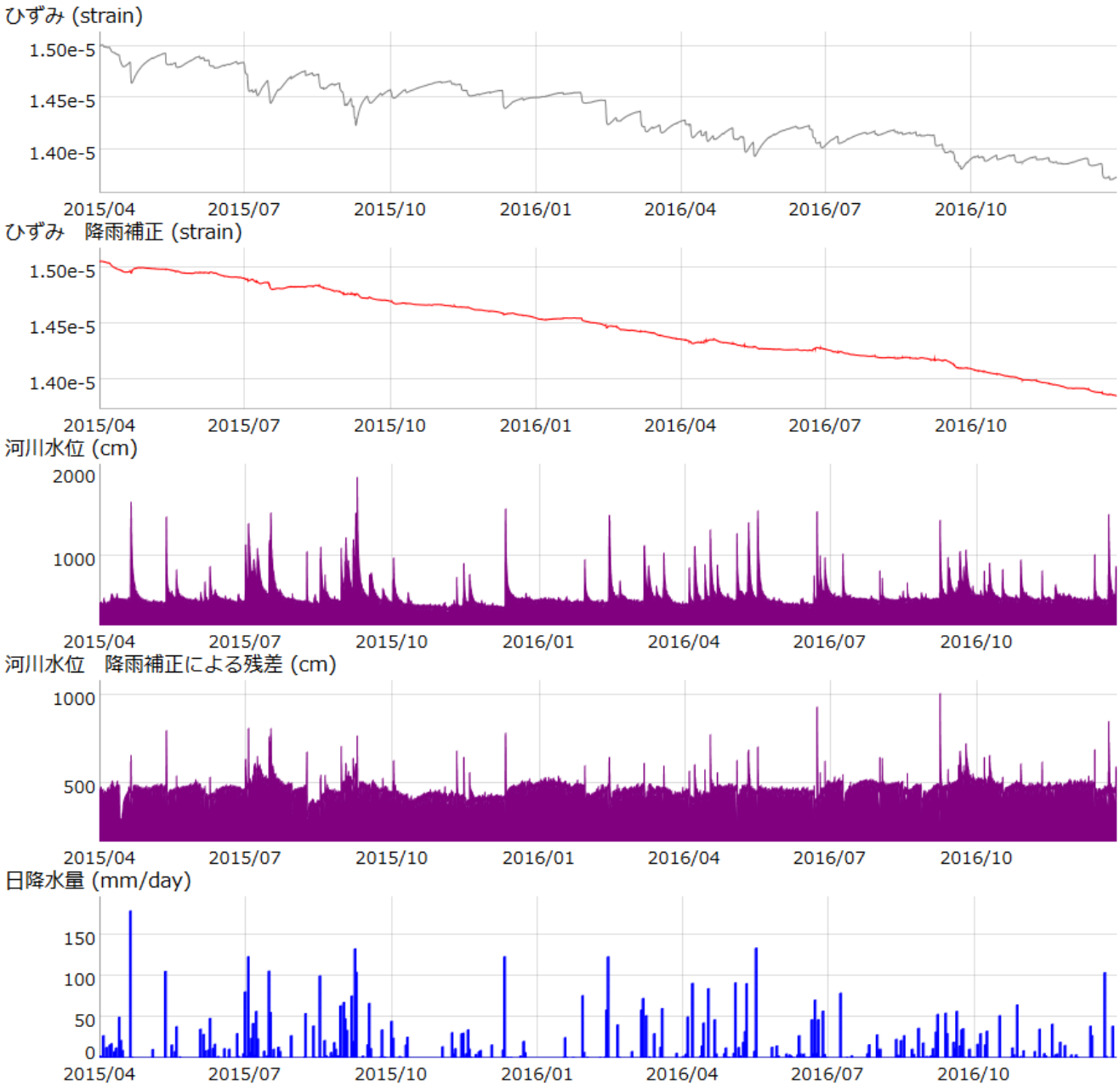
山の上流部に降った降水の影響を受けている観測点の１つである島田川根観測点は、大井川と身成川に挟まれた高台に位置しており特に身成川の影響を受けている可能性がある。そこで、気象研究所では身成川にかかる橋に超音波式水位計を設置し、2015年3月から2016年12月にかけて河川水位の連続観測を行った。

まず、この河川水位の観測データを直接タンクモデルの入力値として用いる手法について何通りかの方法を試みたが、どれもうまくいかなかった。この原因として降水量に対して河川水位のピークの値が大きすぎて重みを持ってしまい、降水量のようにタンクモデルの入力データとして取り扱うことが難しいためと考えられる。

次に、この河川水位データを、島田川根観測点の雨量計で観測された降水量データを用いて再現できるかどうかをタンクモデルを用いて試した。その結果、観測値と計算値の残差が、ひずみ計の降水補正の残差と関連していることが分かった。言い換えると、島田川根観測点の雨量計では説明しきれない変化が、ひずみ計と河川水位の両方に現れていることが分かった。まだ手法は見つけられてないが、河川水位観測からひずみ計の降水補正が改善できる可能性があることが示唆される。

キーワード：ひずみ計、降水補正、上流部からの流入
Keywords: strainmeter, rainfall correction, the flow from the upper

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2017年から2018年にかけての志摩半島長期的スロースリップ
Long-term slow slip event beneath the Shima Peninsula from 2017 to 2018

*小林 昭夫[1]、露木 貴裕[1]
*Akio Kobayashi[1], Takahiro Tsuyuki[1]

1. 気象庁気象研究所
1. Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency

南海トラフ沿いでは長期的スロースリップイベント(SSE)や短期的SSEなどのスロー地震が発生しており、その分布や規模、発生頻度などを把握することは、プレート境界の特性の時空間変化に関する理解をもたらすことが期待される。特に長期的SSEの発生領域は将来の巨大地震に関連する固着域に隣接しており、短期的SSEと比較して規模も大きい。長期的SSEの分布や発生頻度、規模などの情報は地震発生シミュレーションの再現対象にもなっており、より現実に近いモデルを構築する上でもSSEの詳細な把握は重要である。

GEONETのF3解座標値を用い、各点についてアンテナ交換などによるオフセット、地震によるオフセット、年周・半年周成分、直線トレンドの補正を行った。アンテナ交換などに伴うオフセットは、国土地理院による値(corrf3o.dat)を用いた。地震によるオフセットは、地震をはさむ前後10日間の平均値の差から求めた。非定常変位が小さく、2011年東北地震の余効変動が続いているため、2017年4月から2018年10月の変位から2016年1月から2017年4月の変位を差し引いた。両者の期間長は異なるが、Kobayashi (2017)による余効変動の近似関数によると、両期間の余効変動の違いは1%未満である。その結果、志摩半島に7-8 mm程度の南東向きの動きが見られた。志摩半島の北西にあたる丹後半島付近との基線長を見ると、志摩半島の志摩、南伊勢など数点には2017年後半から伸びが見られる。これらの点の周囲の点と丹後半島付近との基線長には特に傾向の変化は見られないため、2017年後半からの基線長の伸びは志摩半島側の非定常変位によると考えられる。非定常変位の原因としては一時的なオフセットや短期的SSEによるものではなく、長期的SSEが考えられる。

2017年4月から2018年10月の変位を用いてプレート境界上のすべりを推定したところ、志摩半島付近を中心とするすべり分布が推定され、すべりの規模はMw 6.5相当であった。すべり領域の中心の深さはプレート等深線30 km付近にあり、南海トラフ沿いの他の長期的SSEと同程度の深さである。

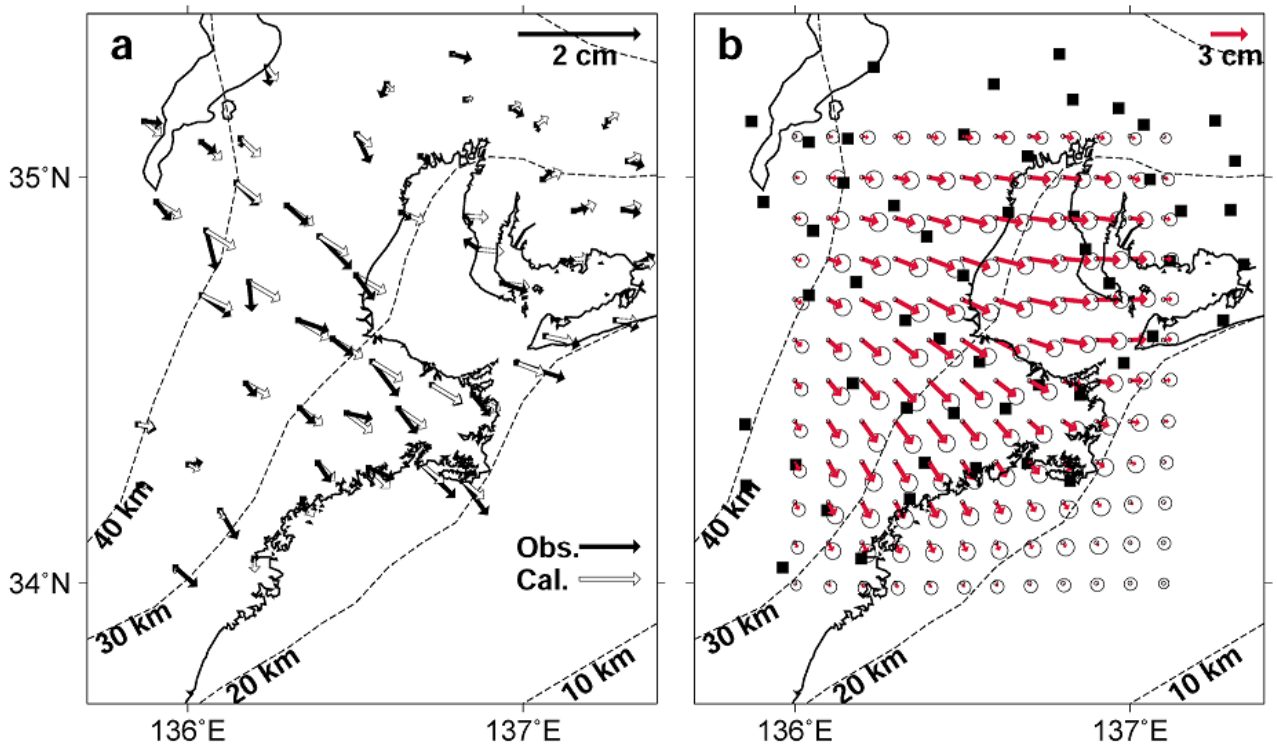
本調査には国土地理院GEONETの座標値およびオフセット値を使用させていただきました。

左図： 志摩半島付近の2017年4月から2018年10月の非定常変位。黒矢印は観測値、白矢印は右図から計算した理論値。

右図：左図の非定常変位から推定したプレート境界でのすべり分布。

キーワード：長期的スロースリップイベント、志摩半島、GNSS
Keywords: long-term slow slip event, Shima Peninsula, GNSS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

長期的SSE発生域における非断層すべり成分の存在可能性および、その巨大地震発生準備過程との関係性
non- fault slip source components of long-term SSE and the relation to interseismic process preparing for large earthquake generation

*光井 能麻[1]、伊藤 武男[2]
*Noa Mitsui[1], Takeo Ito[2]

1. 公益財団法人 地震予知総合研究振興会 東濃地震科学研究所、2. 名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター
1. Tono Research Institute of Earthquake Science, 2. Earthquake and Volcano Research Center, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

Various types of slow events including slow slip events (SSEs) are detected, and they are explained as fault slip at the plate boundary. However, the mechanism of how to generate a slow event is still open.

From the point of view of the fault strength, source area of slow slip events occurring at the deeper part of the seismogenic zone locate at the brittle-ductile transition zone. The transition from brittle fracture to ductile fracture (or ductile flow) accompany the increase of plastic deformation of rock at the plate interface, and the plastic deformation is not a fault slip at the fault plane but a bulk deformation. If this bulk deformation has an only simple shear component along the plate interface, it is assumed the same as fault slip. On the other hand, if the bulk deformation has the additional mode to the simple shear, the mode is expected to appear as the normal component to the fault plane. Therefore, non-fault slip deformation at the plate boundary, especially normal component, will help to understand the SSE generation mechanism.

Thus our purpose is to detect the non-fault slip deformation at SSE source from observation data, and we select the Tokai long slow slip event (LSSE) because the cumulative Mw is 7.1 and large detectable geodetic signals are expected at GNSS observation points. We examined deformation other than fault slip as Tokai LSSE source by using a finite rectangular fault model with GEONET F3 solution relative displacement in 2001-2003 to 1998-2000 as the reference one. Optimized Tokai LSSE source model of 2yr in 2001-2003 is the finite rectangular fault beneath eastern Aichi Prefecture with 1.6cm tensile dislocation & 9.7cm fault slip, that is, (tensile deformation) : (fault slip) =1:6. This result is better than the case which model has only fault slip component based on AIC (Akaike, 1974).

This result of tensile deformation with fault slip is similar to geological result (e.g., Ujiie et al., 2018). It will help to understand the SSE generation mechanism (e.g., comparing the ratio of tensile dislocation to fault slip). This results depend on the fault geometry; thus source model needs to be reexamined by using realistic plate boundary model along Nankai Trough.

キーワード：スローイベント、東海スロースリップイベント、発生メカニズム、伸張変形
Keywords: slow event, Tokai SSE, generation mechanism, tensile deformation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2016年熊本地震で停止していた南海トラフ沿いの長期的ＳＳＥの再活動
Restart of the long-term slow slip events along the Nankai trough after the 2016 Kumamoto earthquake, Japan

*小沢 慎三郎[1]、矢来 博司[1]
*Shinzaburo Ozawa[1], Hiroshi Yarai[1]

1. 国土交通省国土地理院
1. Geographical Survey Institute of Japan

要旨

GEONETにより、2018年６月頃から南海トラフ沿いで遷移的な地殻変動が観測されている。時間依存インバージョンによる解析は、長期的SSEが2018年6月頃から9月頃まで日向灘北部で発生し、その後50ｋｍ程北東の豊後水道に滑り域が移動したことを示している。2018年のSSEの滑り域は、2016年熊本地震の直前まで発生していた日向灘SSE及び豊後水道SSEの滑り残りの領域に相当している。2018年のケースは長期的SSEが応力擾乱に影響を受けた典型的な例といえ、SSEの物理的な発生機構に関する情報を与えてくれる。それに加えて、日向灘地震は前回の発生から20年程経っていること、また四国沖は地震の発生確率が今後３０年以内で70～80%であることを考慮すると、2018年のSSEによる当該地域への応力変化が懸念される。

はじめに

南海トラフ沿いの日向灘、豊後水道では繰り返し、長期的SSEが発生してきた。2016年熊本地震前にも、日向灘、豊後水道で長期的ＳＳＥが発生していたが、熊本地震の発生により、日向灘、豊後水道のSSEはその進行を停止した。このことは、長期的SSEが応力擾乱に対する影響を受けやすいためと考えられるが、その後滑り残りの領域がいつ活動を再開するのかが興味の対象となってきた。そのような中、2018年６月頃から、遷移的な地殻変動が九州北部で発生し、その領域が時間と共に四国西部まで拡大していく様子がGEONETによって捉えられた。本研究では、観測された地殻変動データから地下のプレート境界でどのような滑りが発生したのか、その時空間的な変化を時間依存のインバージョンで推定した。

解析手法

解析には四国、九州のGEONET観測点257点を使用した。2013年１月～2018年１月のデータから周期成分を推定し、時系列データから除去し、その後に2017年1月～2018年１月の一次トレンド成分を取り除いている。このようにして得られた座標時系列データに対して３日間の移動平均をかけ、３日毎にサンプリングして、時間依存のインバージョンに使用した。解析期間は、2018年１月から2019年１月までとしてある。東西、南北、上下変動成分の重みは５：５：１としている。プレート境界モデルは弘瀬他（2008）を採用し、スプライン曲面でモデル化している。空間スムージングと時間スムージングのハイパーパラメータは最尤法で推定した。

結果と考察

2018年６月頃から日向灘北部のプレート境界上で滑りが発生し、９月頃に収束している。滑りの大きさは最大で10cm程に達している。その後９月頃から滑り域は日向灘北部から豊後水道へ北東に50ｋｍ程移動している。2018年９月～2019年１月までの豊後水道の最大の滑りは7cmに達する。2018年のSSEで滑った領域は、2016年熊本地震直前まで発生していた長期的SSEですべりが始まりかけていた、あるいは及んでいな

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

かった領域に相当する。2016年熊本地震に伴う応力擾乱で長期的SSEが停止し、その後荷重が加わり続けたことと、粘弾性変形による応力緩和とのバランスにより、2年後の2018年に再活動が起きたと考えられる。この事例は、長期的ＳＳＥに対する応力擾乱の典型的な例であり、長期的ＳＳＥの物理的なプロセスを理解する上で重要な事例と考えられる。

キーワード：スロースリップ、日向灘、豊後水道
Keywords: slow slip event, Hyuga-nada seas, Bungo channel

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Crustal deformation in the San-in Shear Zone as observed by a dense GNSS network

*Angela Meneses-Gutierrez[1], Takuya NISHIMURA[1]

1. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

The San-in Shear Zone (SSZ) is a right-lateral shear zone in southwest Japan with a 30-50 km width, where active seismicity and high strain rates have been observed. No major active fault is identified in the SSZ, however, deformation in the area can be modeled by assuming a 5 mm/yr deep creep on a vertical fault with right lateral motion and conjugate Riedel shears within the shear zone can reconcile the seismotectonics in the area (Nishimura and Takada, 2017). A model having a deep creep on a vertical fault plane well explains observed GNSS velocity, yet it does not provide how wide aseismic motion is confined below a seismogenic depth. Thus, we evaluate the width of the shear zone beneath the SSZ using GNSS data available in the area.

We analyzed daily coordinates from 100 continuous GNSS stations around the SSZ in the postseismic period of the 2011 M_w9.0 Tohoku-oki earthquake (1 January 2014 to 1 April 2018). The network consists of 87 GEONET stations and original stations in the SSZ operated by Kyoto University since 2014 near the source regions the 2000 Western Tottori (M_w6.6) and the 2016 Central Tottori (M_w 6.2) earthquakes. Horizontal displacement rates are calculated for all stations using linear regression with respect to site 0344 (35.09ºN, 134.59ºE). During the analyzed period two major events affected the crustal deformation in the area: the 2016 Kumamoto earthquakes (M_w 7.0) and the 2016 Central Tottori earthquake. Coseismic and postseismic corrections were applied for the perturbed stations. Viscous relaxation associated with the 2011 Tohoku-oki earthquake is expected to affect the SSZ. This effect was removed employing the 3-dimensional viscosity model by Suito (2017).

The SSZ is characterized by strike-slip motion in the N80ºE direction, thus, we focus on deformation in that component. We evaluate deformation along two profiles, one corresponding to eastern Tottori, where the 2000 Western Tottori earthquake took place, and another considering Central and Eastern Tottori. In order to evaluate the width of the shear zone, we assumed multiple vertical faults located every 0.5 km across the region and optimized the slip rate by minimizing the sum of squares residuals. We fixed the depth of the dislocations to 13 km based on microseismicity studies (Omuralieva et al., 2012).

We found the best fitting models with a different width (i.e., 60 km and 21.5 km) for Western and Central-Eastern Tottori, respectively. They suggest that ductile flow in the lower crust is distributed in a channel beneath the SSZ. However, models with a single vertical fault in the middle of the shear zone are also within the confidence interval. GNSS data alone cannot constrain the width of the shear zone in the lower crust.

Keywords: San-in Shear Zone, GNSS data, The 2011 Tohoku-oki earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地表変形のフーリエ級数表現：異なるスケールの地殻変動
Two-dimensional Fourier series representation of surface deformation: Different scales of crustal deformation

*野田 朱美[1]、齊藤 竜彦[1]
*Akemi Noda[1], Tatsuhiko Saito[1]

1. 国立研究開発法人防災科学技術研究所
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

プレート沈み込み帯に位置する日本列島では、プレート境界のすべり／すべり遅れに起因する地殻変動と内陸の地殻内非弾性変形（脆性破壊や塑性流動）による地殻変動が重なった状態で観測される。日本列島で観測される地殻変動の要因を正しく理解するためには、これらの原因の異なる変動を適切に分離することが重要である。

陸上のInSARやGNSSの観測データには、プレート境界からある程度離れた場所での地殻変動が記録されるため、プレート間すべり／すべり遅れによる地殻変動は基本的に長波長の変動（～100kmスケール）として観測される。それに対し、地殻内非弾性変形は観測網内で生じるため短波長の変動（～10kmスケール）として観測される。既に、これら2種類の地殻変動の波長が異なることを利用した研究が行われている。Takada and Fukushima (2013 Nature Geo.) は、2011年東北沖地震時のInSARデータにローパスフィルタをかけた結果をプレート境界の地震時すべりによる地殻変動として除去し、地殻内のローカルな変動を抽出することに成功した。一方、データ間隔が等間隔でなく疎らなGNSS観測データに対しては、Meneses-Gutierrez and Sagiya (2016 EPSL) とMeneses-Gutierrez et al. (2018 JGR) がShen et al. (1996) の手法でGNSSデータから推定した歪みに対して移動平均フィルタをかけ、その結果をプレート境界のすべり／すべり遅れに起因する変動として除去している。

スケールの異なる地殻変動を分離するには、GNSS観測データをフーリエ振幅に基づきフィルタ処理することが有用である。変動源の空間的広がりや距離によって地表変形のスケールも変化するが、フーリエ振幅に基づくフィルタならばスケールの異なる変形を柔軟かつ系統的に取り出すことが可能である。そこで本研究では、不等間隔で分布するGNSS変位データをフーリエ変換し、任意の波数帯域の地殻変動を抽出した。具体的には、オリジナルの変位データを、様々な波数の三角関数を重ね合わせた2次元フーリエ級数で表現し、そのフーリエ係数をインバージョンで推定した。この際、波数の小さな項から順に逐次解析を行った。推定された係数が2次元波数領域における変位データのフーリエ変換である。そして、基底関数（三角関数）の導関数を使えば、フーリエ係数から水平歪み分布を直接計算することができる。実際のGNSS観測点の配置を用いて、既知の変位場をデータとした試解析を行い、等間隔データを離散フーリエ変換した場合と同様の波数領域の分布が得られることを確認した。

本手法の適用例として、九州地域の地震間のGNSS変位速度データ（2005～2011年）をフーリエ変換し、その結果から長波長（波長200km以上）と短波長（波長数10～200km）の水平歪み速度分布を推定した。長波長の歪み速度分布は、南海トラフ沿いのすべり遅れ速度分布 (Noda et al. 2018 JGR) から理論計算した歪み速度分布と同様のパターンを示した。また、短波長の歪み速度分布は別府一島原地溝帯や桜島の周辺にローカルな歪み集中を示した。

キーワード：GNSS、地震間地殻変動、フーリエ展開、歪み速度
Keywords: GNSS, interseismic crustal deformation, Fourier series expansion, strain rates

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

九州南部のせん断帯におけるGNSS観測（第3報）
GNSS observation around the shear zone in southern Kyushu (The third report)

*渡部 豪[1]、雑賀 敦[2]、浅森 浩一[1]、小川 大輝[1]、島田 顕臣[1]、梅田 浩司[3]
*Tsuyoshi Watanabe[1], Atsushi Saiga[2], Koichi Asamori[1], Hiroki Ogawa[1], Akiomi Shimada[1], Koji Umeda[3]

1. 日本原子力研究開発機構 東濃地科学センター、2. 日本原子力研究開発機構 幌延深地層研究センター、3. 弘前大学大学院 理工学研究科
1. JAEA, Tono Geoscience Center, 2. JAEA, Horonobe Underground Research Center, 3. Hirosaki University

本研究は、地層処分の調査・評価にとって重要となる、活断層地形が不明瞭な領域での活構造の分布や特徴を把握するための調査・評価技術の開発を目的として、九州南部のせん断帯を対象とした測地学的検討を行っている。同領域には、10^{-7} /yrを超えるせん断ひずみ速度の大きな領域が存在することがGNSS観測の結果から知られている。しかし、この大きなせん断ひずみ速度に対応するような明瞭な活断層は認められておらず、測地学的観点から地下深部でのすべりによって地表での大きな変形が生じていることが推測される。そこで、本研究では、せん断帯周辺の現行の地殻変動を詳細に推定するため、2016年2月に同せん断帯を南北に横切るような配置で10か所のGNSS観測点を構築し、同年の3月から観測を開始した。

GNSSデータ解析には、Bernese GNSS Software（ver.5.2）を用い、国土地理院GEONETの4観測点を基準として、2016年4月18日から2018年11月24日までの日毎の観測点座標値を推定した。なお、IGSの精密暦、地球回転パラメータ、CODEが作成した全地球的な電離層モデルのパラメータ、P1-C1のコードバイアスなども同解析の中で使用している。さらに、得られた日毎の座標値に関し、Wdowinski et al.（1997）の手法により、共通誤差成分の除去を行った後、年周・半年周変動の補正、2016年熊本地震による粘弾性緩和にともなう変動や桜島、霧島・新燃岳の噴火にともなう火山性変動の補正を行い、せん断帯周辺での変位速度成分の抽出をした。また、2016年熊本地震前についても、2007年10月1日から2009年3月1日までのGEONET F3解を用いて、上記と同様に共通誤差成分の除去、年周・半年周変動の補正、桜島の火山性変動の補正などを行い、変位速度成分の抽出をした。

本解析では、得られた結果を説明するため、同せん断帯の深部にブロック境界となるすべり面が存在すると仮定し、半無限弾性媒質中での鉛直横ずれ断層の断層運動モデル（Savage and Burford, 1973）の適用を試みた。このモデルは、断層をはさむ両側のブロックが剛体的な運動をし、その浅部延長の地殻が固着することによって、断層周囲に弾性変形が生じるというモデルであり、地表で観測される変位速度の分布は断層を境にarctangent形となることが知られている。しかし、固着域下限の深さが地殻の深さより深部に求まったことから、せん断帯の中心が現在の想定より北部に位置する可能性を考え、同モデルにせん断帯の位置が北にシフトすること、せん断帯が北にわずかに傾斜していることなどを考慮に加え、深部のすべり速度、浅部の固着域の深さ、せん断帯の鉛直方向の傾き、せん断帯中心からの水平シフト量を未知数として、再度、推定を行った。

ここでは、まず、観測値である変位速度の分布を満足するように、非線形の最小二乗法を用いて上記4つの未知数の初期値を求め、それらの値に従って、マルコフ連鎖モンテカルロ法のうちメトロポリス・ヘイスティング法により10万回のサンプリングを行い、未知数を推定した。その結果、熊本地震前後の変位速度プロファイルを比較すると、arctangent形の地殻変動パターンが誤差の範囲でよく一致していることが確認でき、せん断帯を境に地表から深さ15.6～16.6 kmで固着が起こり、12.4～14.3 mm/yr程度の相対速度で左横ずれの運動が地下深部で起こっていることが明らかとなった。この結果は、せん断帯の深部で生じていると考えられる定常的な変動が、熊本地震の発生後もほぼ同様に継続していることを示している。類似した事例として、Meneses-Gutierrez and Sagiya（2016）は、2011年東北地方太平洋沖地震前後の新潟県のひずみ集中帯周辺のGPSデータを用いて、大地震の発生に影響されない定常的な短縮変形を見出し、それが地殻内部で起こる断層深部のすべりで生じる非弾性的変形であることを示している。本観測の結果は、九州南部のせん断帯の

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地下深部においても同様の現象が進行していることを示唆している。また、北緯32°付近にせん断帯の中心が位置すると想定していたが、それよりも約数～十数km程度北側に中心が位置する可能性が観測より示された。ただし、サンプリングの事後分布から、固着域の深さやせん断帯の鉛直方向の傾きについては、明瞭なピークが見られなかったことから、不確定性が大きいことに留意する必要があると考えられる。

本発表は、経済産業省資源エネルギー庁からの委託事業である「平成30年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（地質環境長期安定性評価技術高度化開発）」の成果の一部である。

キーワード：九州南部のせん断帯、GNSS観測、左横ずれ断層運動、非弾性変形、2016年熊本地震
Keywords: active shear zone in southern Kyushu, GNSS observation, left-lateral strike slip, inelastic deformation, the 2016 Kumamoto earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Post-seismic deformation of 2016 Kumamoto Earthquake by continuous GNSS network (3)

*中尾 茂[1]、松島 健[2]、田部井 隆雄[3]、大久保 慎人[3]、山品 匡史[4]、大倉 敬宏[5]、西村 卓也[7,6]、澁谷 拓郎[6]、寺石 眞弘[6]、伊藤 武男[7]、鷺谷 威[8]、松廣 健二郎[7]、加藤 照之[9]、福田 淳一[9]、渡邉 篤志[9]、三浦 哲[10]、太田 雄策[10]、出町 知嗣[10]、高橋 浩晃[11]、大園 真子[11]、山口 照寛[11]、岡田 和見[11]
*Shigeru Nakao[1], Takeshi Matsushima[2], Takao Tabei[3], Makoto OKUBO[3], Tadashi Yamashina[4], Takahiro Ohkura[5], Takuya NISHIMURA[7,6], Takuo Shibutani[6], Masahiro Teraishi[6], Takeo Ito[7], Takeshi Sagiya[8], Kenjiro Matsuhiro[7], Teruyuki Kato[9], Jun'ichi Fukuda[9], Atsushi Watanabe[9], Satoshi Miura[10], Yusaku Ohta[10], Tomotsugu Demachi[10], Hiroaki Takahashi[11], Mako Ohzono[11], Teruhiro Yamaguchi[11], Kazumi Okada[11]

1. 鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻、2. 九州大学大学院理学研究院地震火山観測研究センター、3. 高知大学自然科学系理学部門、4. 高知大学理学部附属高知地震観測所、5. 京都大学大学院理学研究科火山研究センター、6. 京都大学防災研究所、7. 名古屋大学大学院環境学研究科地震火山研究センター、8. 名古屋大学減災連携研究センター、9. 東京大学地震研究所、10. 東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター、11. 北海道大学大学院理学研究院地震火山研究観測センター
1. Department of Earth and Environmental Sciences, Graduate School of Science and Engineering, Kagoshima University, 2. Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Sciences, Kyushu University, 3. Department of Global Environment and Disaster Prevenction, Faculty of Science and Technology, Kochi University,, 4. Kochi Earthquake Observatory, Faculty of Science and Technology ,Kochi University, 5. Aso Volcanological Laboratory, Institute for Geothermal Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University, 6. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 7. Earthquake and Volcano Research Center, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 8. Disaster Mitigation Research Center, Nagoya University, 9. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 10. Research Center for Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions, Graduate School of Science, Tohoku University,, 11. Institute of Seismology and Valcanology, Graduate School of Science, Hokkaido University

GNSS observation is ongoing in Kumamoto district to observe post-seismic deformation of 2016 Kumamoto Earthquake. We set up newly twenty continuous GNSS sites until April 30, 2016. Kyushu Univ., Kyoto Univ. and Kagoshima Univ. operate fifteen continuous GNSS sites before the earthquake. Daily coordinates of these sites are estimated by Bernese GNSS Software Ver. 5.2 with CODE precise orbit. ITRF2014 coordinate system is used. In our daily analysis, GEONET data by GSI and data at continuous GNSS sites in active volcanoes by JMA are also used. A dense continuous GNSS network is constructed.

To emphasize post-seismic deformation, trend at each site is removed. Trend is estimated by least squared method by using between 2004 to 2015. For GNSS sites occupied after the earthquake trend is interpolated by using trend at three neighbor sites.

Post-seismic deformation with large deformation is observed at sites which is located in the eastern side of Hinagu faults. Especially amount of deformation in NS component is large. Largest deformation is 13.5cm in the period from April, 2016 to December 2018 at MIFN. In EW component change in deformation occurred in January 2017. Velocity becomes smaller. In these sites post-seismic deformation is continuous at the moment.

キーワード：GNSS、余効変動
Keywords: GNSS, post-seismic deformation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_26

[S-SS16] 地殻変動

コンビーナ:大園 真子(北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター)、落 唯史(国立研究開発法人産業技術総合研究所　地質調査総合センター　活断層・火山研究部門)、加納 将行(東北大学理学研究科)

地球のダイナミクスに関する研究テーマには，地震・火山・プレート運動といった様々な時空間スケールのものがあるが，地殻変動の情報はどの研究テーマに対しても重要な役割を果たしている．本セッションでは現象の理解を進めることを目的として，地殻変動に関連のある話題を幅広く議論する．実際に観測された地殻変動の解釈や観測機器の開発といった観測面からの研究のみならず，解析手法の開発やシミュレーションなど理論面からの研究も歓迎する．

[SSS16-P01] Earthquake Potential in Central Costa Rica based on Geodetic Observations

*Luis Alejandro Carvajal Soto[1]、Takeo Ito[1]、Hiroshi Kimura[1]、Marino Protti Quesada[2] (1.Nagoya University, Earthquake and Volcano Research Center、2.Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica, Universidad Nacional)

[SSS16-P02] Crustal deformation along the Liupanshan fault zone derived from GPS

*Weitao Chen[1,2]、Weijun Gan[2]、Genru Xiao[3]、Shiming Liang[2] (1.Development Research Center, China Earthquake Administration、2.Institute of Geology, China Earthquake Administration、3.East China University of Technology)

[SSS16-P03] 北海道北部における衝突帯位置と収束速度の推定

*伊藤 ちひろ[1]、高橋 浩晃[2]、大園 真子[2] (1.北海道大学大学院理学院、2.北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター)

[SSS16-P04] Vertical deformation and repeating earthquakes in southeastern Hokkaido in the last 100 years

*小林 広明[1,2]、纐纈 一起[1]、三宅 弘恵[1] (1.東京大学地震研究所、2.現・株式会社小堀鐸二研究所)

[SSS16-P05] 陸域GNSSデータによる釧路・根室沖の簡易的なプレート間固着の推定

*青田 裕樹[1]、大園 真子[2]、富田 史章[3]、高橋 浩晃[2] (1.北海道大学理学部地球惑星科学科、2.北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター、3.北海道大学大学院理学研究院)

[SSS16-P06] Estimation of the early afterslip location of the 2011 Tohoku-Oki earthquake using onshore GNSS and offshore pressure data

*Putra Maulida[1]、Yusaku Ohta[1]、Ryota Hino[1] (1.Graduate School of Science, Tohoku University)

[SSS16-P07] 2011年東北地方太平洋沖地震の余効変動に基づく不均質レオロジー構造

*伊藤 嘉秋[1,2]、三浦 哲[2]、武藤 潤[2]、太田 雄策[2]、飯沼 卓史[3]、James Moore[4] (1.三菱スペース・ソフトウエア株式会社、2.東北大学大学院理学研究科、3.海洋研究開発機構、4.南洋理工大学)

[SSS16-P08] 地震後余効変動における線形および非線形粘弾性効果の検討

*星野 宏行[1]、宮崎 真一[2,1]、平原 和朗[2] (1.京都大学大学院理学研究科、2.香川大学四国危機管理教育・研究・地域連携推進機構)

[SSS16-P09] GNSSデータに基づくΔCFSが最大となる断層面の推定

*深谷 俊太朗[1]、大園 真子[2] (1.北海道大学理学部地球惑星科学科、2.北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター)

[SSS16-P10] Coseismic deformation of the 2018 Lombok earthquake, Indonesia, revealed through InSAR measurements

*ERLAN SUMANJAYA[1]、MASATO FURUYA[1] (1.Hokkaido University)

[SSS16-P11] 干渉SAR時系列解析により明らかにする最近の吾妻山の地殻変動

*宗包 浩志[1]、小林 知勝[1] (1.国土地理院)

[SSS16-P12] 水準測量データから推定する2017年御嶽山東山麓でのM5.6地震の断層モデル

*村瀬 雅之[1]、北爪 直果[1]、山中 佳子[2]、松島 健[3]、木股 文昭[7]、森 済[1]、長谷 崇雅[1]、李 楊[1]、大渕 一樹[1]、國友 孝洋[2]、前田 裕太[2]、堀川 信一郎[2]、奥田 隆[2]、松廣 健二郎[2]、田ノ上 和志[2]、内田 和也[3]、手操 佳子[3]、宮町 凜太郎[3]、森田 花織[3]、吉川 慎[4]、井上 寛之[4]、影山 勇雄[5]、細川 周一[5]、簗田 高広[5]、田中 里奈[1]、道家 涼介[6] (1.日本大学文理学部地球科学科、2.名古屋大学大学院環境科学研究科、3.九州大学大学院理学研究院、4.京都大学大学院理学研究科、5.気象庁、6.神奈川県温泉地学研究所、7.東濃地震科学研究所)

[SSS16-P13] 南海トラフ沿いのゆっくりすべりに伴う地殻変動の検知能力

*宮岡 一樹[1]、甲斐 玲子[1]、木村 武志[2]、露木 貴裕[3] (1.気象庁、2.防災科学技術研究所、3.気象研究所)

[SSS16-P14] 東海地域のひずみ観測網によるゆっくり滑りの検知能力に関する研究

*楠城 一嘉[1] (1.静岡県立大学)

[SSS16-P15] 状態空間モデルを用いたひずみ観測データのトレンド成分推定手法の検討

*露木 貴裕[1] (1.気象庁気象研究所)

[SSS16-P16] 観測点の上流部からの流入を考慮したひずみ計データの降水補正の試み（２）

木村 一洋[1]、*小林 昭夫[2] (1.気象庁、2.気象庁気象研究所)

[SSS16-P17] 2017年から2018年にかけての志摩半島長期的スロースリップ

*小林 昭夫[1]、露木 貴裕[1] (1.気象庁気象研究所)

[SSS16-P18] 長期的SSE発生域における非断層すべり成分の存在可能性および、その巨大地震発生準備過程との関係性

*光井 能麻[1]、伊藤 武男[2] (1.公益財団法人 地震予知総合研究振興会 東濃地震科学研究所、2.名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター)

[SSS16-P19] **2016年熊本地震で停止していた南海トラフ沿いの長期的ＳＳＥの再活動**

*小沢 慎三郎[1]、矢来 博司[1] (1.国土交通省国土地理院)

[SSS16-P20] Crustal deformation in the San-in Shear Zone as observed by a dense GNSS network

*Angela Meneses-Gutierrez[1]、Takuya NISHIMURA[1] (1.Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University)

[SSS16-P21] 地表変形のフーリエ級数表現：異なるスケールの地殻変動

*野田 朱美[1]、齊藤 竜彦[1] (1.国立研究開発法人防災科学技術研究所)

[SSS16-P22] 九州南部のせん断帯におけるGNSS観測（第3報）

*渡部 豪[1]、雑賀 敦[2]、浅森 浩一[1]、小川 大輝[1]、島田 顕臣[1]、梅田 浩司[3] (1.日本原子力研究開発機構 東濃地科学センター、2.日本原子力研究開発機構 幌延深地層研究センター、3.弘前大学大学院 理工学研究科)

[SSS16-P23] Post-seismic deformation of 2016 Kumamoto Earthquake by continuous GNSS network (3)

*中尾 茂[1]、松島 健[2]、田部井 隆雄[3]、大久保 慎人[3]、山品 匡史[4]、大倉 敬宏[5]、西村 卓也[7,6]、澁谷 拓郎[6]、寺石 眞弘[6]、伊藤 武男[7]、鷺谷 威[8]、松廣 健二郎[7]、加藤 照之[9]、福田 淳一[9]、渡邉 篤志[9]、三浦 哲[10]、太田 雄策[10]、出町 知嗣[10]、高橋 浩晃[11]、大園 真子[11]、山口 照寛[11]、岡田 和見[11] (1.鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻、2.九州大学大学院理学研究院地震火山観測研究センター、3.高知大学自然科学系理学部門、4.高知大

学理学部附属高知地震観測所、5.京都大学大学院理学研究科火山研究センター、6.京都大学防災研究所、7.名古屋大学大学院環境学研究科地震火山研究センター、8.名古屋大学減災連携研究センター、9.東京大学地震研究所、10.東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター、11.北海道大学大学院理学研究院地震火山研究観測センター)

Earthquake Potential in Central Costa Rica based on Geodetic Observations

*Luis Alejandro Carvajal Soto[1], Takeo Ito[1], Hiroshi Kimura[1], Marino Protti Quesada[2]

1. Nagoya University, Earthquake and Volcano Research Center, 2. Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica, Universidad Nacional

The Central Costa Rica Deformed Belt is the extension of the North Panama Deformed Belt, a diffuse predominant northwest dextral-strike and conjugated northeast sinistral-strike faulting area, that represents the western border of the Panama Microplate. This diffuse boundary crosses Central Costa Rica from the Caribbean Coast, including the active Cordillera Volcanica Central, the Metropolitan Area (most dense population area in Costa Rica) and the Central Pacific coastline to intersects the Meso American Trench along the subduction of the Cocos Plate.

We integrated interseismic geodetic data with seismicity records and inland faulting traces in other to evaluate earthquake potential in 4 kinematic models with different spatial geometries of the tectonic configuration around Central Costa Rica. Crustal deformation in Central Costa Rica and surroundings is modeled as result: i.kinematic effects of rigid block motions, ii.elastic deformation due to the interaction on subduction and inland tectonic interfaces and iii.internal strain of each tectonic block. We adopted the Markov Chain –Monte Carlo method in order to approximate the solution for each kinematic model.

Our estimation of the velocity field in Costa Rica suggests that the crustal deformation in Costa Rica is mainly arranged in three groups: 1). Northwestern Costa Rica is dominated by a northward deformation with rates up to 30 mm a^{-1}, rotating and decreasing up to 20 mm a^{-1} northwestward following the Central American Forearch. 2). Southeastern Costa Rica shows deformation to the North-east up 40 mm a^{-1} (opposite to northwestern Costa Rica). 3). Central Costa Rica is characterized by a diffuse deformation pattern oriented mainly to northward, with deformation rates up a half of those observed in northwestern and southeastern Costa Rica. According to the values of slip deficit in interfaces of each model and analysis of local seismicity, we provide results about the earthquake potential in Central Costa Rica, where it is possible to reach earthquakes higher than Mw. 6.5 in all models.

Keywords: Central Costa Rica, Earthquake potential Costa Rica, Crustal Deformation Costa Rica

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Crustal deformation along the Liupanshan fault zone derived from GPS

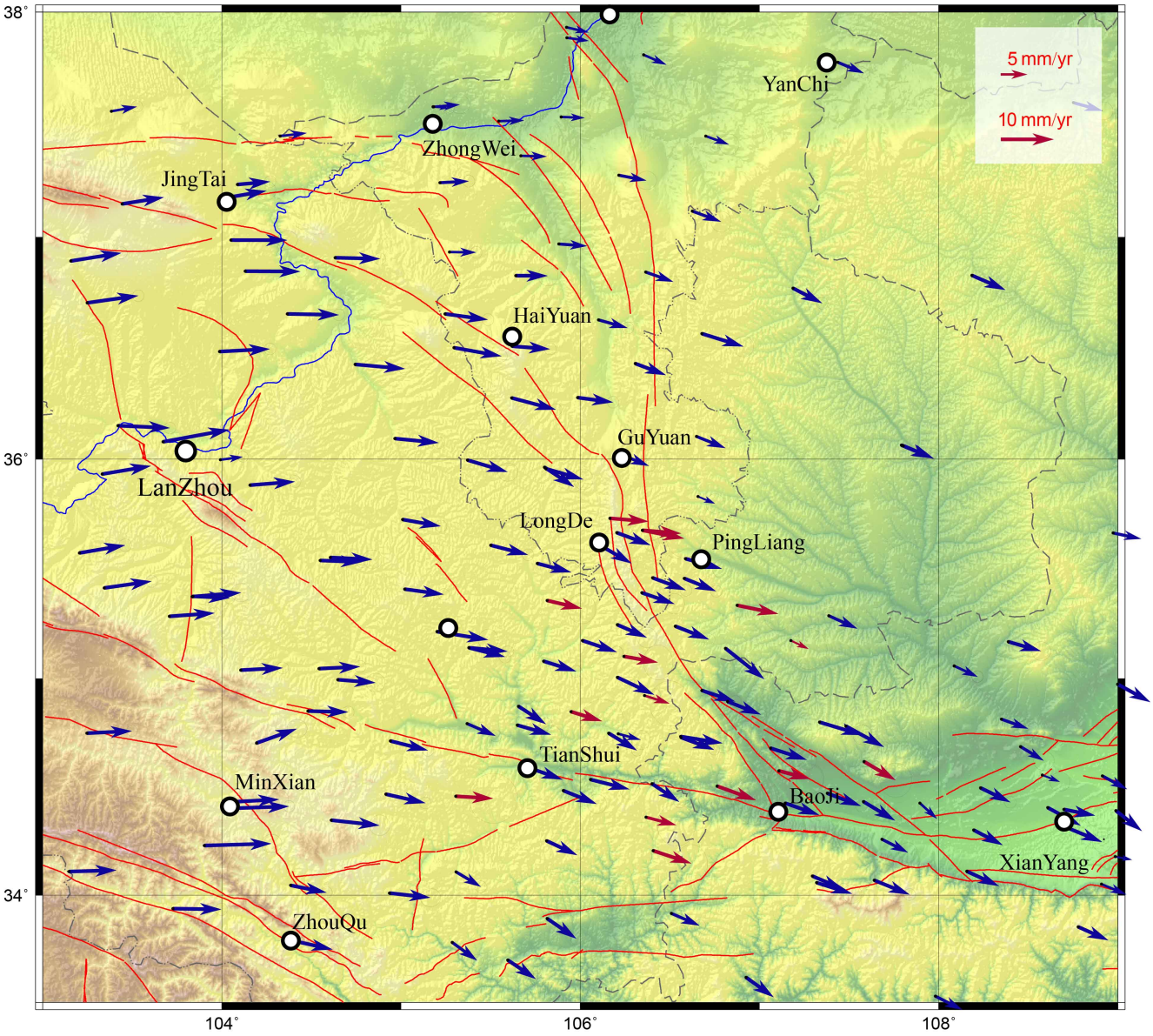
*Weitao Chen[1,2], Weijun Gan[2], Genru Xiao[3], Shiming Liang[2]

1. Development Research Center, China Earthquake Administration, 2. Institute of Geology, China Earthquake Administration, 3. East China University of Technology

The Liupanshan fault zone is located in North Central of North-South Seismic Belt, which is the boundary between the northeastern margin of the Tibetan Plateau and Ordos. This study collected 261 GPS stations distributed around the Liupanshan fault zone. 249 stations are belong to CMONOC and start to observe since 1999, 15 stations are constructed by this study and start to observe since 2013. GPS data are processed with the software GIPSY/OASIS (Version 6.0) from JPL, using the Precise Point Positioning (PPP) strategy and JPL products to obtain daily loosely constrained solutions. The result shows that the northern section of fault zone has a relatively weak left-lateral strike slip and 1.5mm/yr dip slip rate, but no significant difference motion is observed on both sides of the southern section. Furthermore, the maximum principal strain rates indicate that the deformation characteristic of the fault is extrusion, and the value gradually decreases from north to south.

Keywords: GPS, Crustal Deformation, Liupanshan Fault

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道北部における衝突帯位置と収束速度の推定
Convergence boundary and velocity between Amur and Okhotsk plates in northern Hokkaido inferred by GNSS velocity data

*伊藤 ちひろ[1]、高橋 浩晃[2]、大園 真子[2]
*Chihiro Ito[1], Hiroaki Takahashi[2], Mako Ohzono[2]

1. 北海道大学大学院理学院、2. 北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター
1. Graduate School of Science, Hokkaido University, 2. Institute of Seismology and Volcanology, Graduate School of Science, Hokkaido University

東アジア，特に日本列島周辺のテクトニクスはプレート運動の相互作用を受け複雑である．日本海東縁部で発生する地震はいくつかのプレートの相互作用によると考えられているが，北海道北部の西方沖，1940年積丹沖地震(M7.0)と1971年サハリン南西沖地震(M7.1)の間には地震空白域が存在する．また，陸域にあたる北海道北部の日本海側にはサロベツ断層帯が位置し，地震調査研究推進本部による長期評価においてM7.6程度の地震が発生する可能性が指摘されている．プレート境界モデルは多くの研究で提案されており，サハリン南部から北海道北部にかけての陸上にプレート境界が存在する可能性も示されている．さらに，震源分布や地質構造から，北海道は東西で異なる構造を持つこと明らかになっている．

この境界の有無を検証し，測地学，地震学，地質学の異なる側面からの見解を考慮した包括的な議論をするため，本研究ではGNSS観測による速度データを用いて境界の位置，走向，収束速度，弾性層厚さを同時推定した．国土地理院GEONET観測点44点のデータ，Shimazaki and Zhao (2000) による衝突帯ディスロケーションモデルを用いてパラメータ推定を行った．最適解の決定にはグリッドサーチを使用し，観測誤差を考慮した残差を表すカイ二乗値が最小になるパラメータの組み合わせを最終的な解とした．衝突境界は無限長，垂直断面であり，境界から無限に離れた場所では変位はないことを仮定している．対象地域は，南北での相違を見るため北海道北部の北半分，南半分，全域の3地域とした．

推定された境界位置は，東北東ー南南西方向で概ね震源分布，地質構造の境界と一致し、地質構造が力学境界として機能している可能性がある．弾性層厚さは北で21.6 km，南で26.5 km，全域で28.8 kmと推定された．地震発生下限の深さを示すD90は北海道北部で20-30 km，モホ面の深さはおよそ30 kmである．このモデルにおける厚さの推定精度はほかのパラメータに比べると低いが，地震学的な不連続面の深さと同程度の値であることから，境界位置や速度の推定精度を保証していると考えられる．推定された収束速度は北で13.7 mm/yr，南で17.9mm/yr，全域で18.6mm/yrである．この値は測地学的データを用いたプレート間相対速度を推定したいくつかの先行研究と一致する．本研究では測地学，地震学，地質学データ，3つの独立したデータにより推定された境界位置が概ね一致することから，この地域に何らかの境界が存在する可能性を支持する結果となった．

キーワード：GNSS観測、地殻変動、衝突帯、北海道北部
Keywords: GNSS measurements, crustal deformation, collision zone, northern Hokkaido

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Vertical deformation and repeating earthquakes in southeastern Hokkaido in the last 100 years

*小林 広明[1,2]、纐纈 一起[1]、三宅 弘恵[1]
*Hiroaki Kobayashi[1,2], Kazuki Koketsu[1], Hiroe Miyake[1]

1. 東京大学地震研究所、2. 現・株式会社小堀鐸二研究所
1. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 2. Now at Kobori Research Complex. Inc.

In the southernmost part of the Kuril subduction zone, six large to giant interplate earthquakes have occurred in the last 400 years. This includes the two M_w ~ 8 Tokachi-oki earthquakes that occurred in 1952 and 2003. In Hokkaido, instrumental seismic and geodetic observations began in the late 19th to early 20th centuries. Therefore, we are able to investigate more than a single M8 class earthquake cycle there using the observation data.
In this study, we investigated leveling data and repeating earthquakes in southeastern Hokkaido in the last 100 years. For the leveling data, we chose the survey route around Cape Erimo because the survey was conducted in 1952 and 1953 after the 1952 earthquake, the route has not changed since the first survey and is located near the coast, and there is likely no subsidence due to the pumping of underground water. We also estimated the crustal deformation due to medium-sized (M larger than or equal to 6.5) earthquakes since 1908 by simple uniform slip models. For some earthquakes, we estimated the focal mechanisms by analyzing the analog seismograms and the first motion polarity data.
For the investigation of the historical occurrences of repeating earthquakes, we chose two groups around Hokkaido whose average M_{JMA} is 5.4 from the catalogs of Uchida and Matsuzawa (2013) and Seismology and Volcanology Research Department of Meteorological Research Institute et al. (2014). Using the JMA catalog, we selected earthquakes occurring prior to 1993, whose epicentral distance from the known repeating earthquakes was less than 20 km and whose M_{JMA} was between 5.1 and 5.7. In addition, we checked a few earthquakes whose epicentral distances were less than 30 km. We used the the Headquarters for Earthquake Research Promotion data retrieval system to obtain copies of the analog seismograms and determined the repeating earthquakes by visual comparisons. We also estimated the aseismic slip rate around the groups.
The results of these investigations reveal that the afterslip of the 1952 earthquake may have continued until around 1980. Moreover, in the Tokachi-oki region, the state of the plate interface prior to the 1952 earthquake may be similar to that prior to the 2003 earthquake. Furthermore, the acceleration of aseismic slip around 1980 can be found in the west of Cape Erimo.

キーワード：水準測量、繰り返し地震、アナログ波形記録、十勝沖領域
Keywords: Leveling data, repeating earthquake, analog seismogram, Tokachi-oki region

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

陸域GNSSデータによる釧路・根室沖の簡易的なプレート間固着の推定
Simple estimation of interplate coupling in the Kushiro-oki and the Nemuro-oki regions, eastern Hokkaido in Japan from onshore GNSS data

*青田 裕樹[1]、大園 真子[2]、富田 史章[3]、高橋 浩晃[2]
*Hiroki Aota[1], Mako Ohzono[2], Fumiaki Tomita[3], Hiroaki Takahashi[2]

1. 北海道大学理学部地球惑星科学科、2. 北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター、3. 北海道大学大学院理学研究院
1. Department of Earth and Planetary Sciences, School of Science, Hokkaido University. , 2. ISV, Faculty of Science, Hokkaido University, 3. Graduate School of Science, Hokkaido University

北海道東部の釧路根室沖は千島海溝に沿った海溝型の大地震が繰り返し発生している地域であり，陸域の測地観測データを用いた先行研究から本地域が高いすべり欠損速度を持つことが示されている．また，過去の津波解析によっても海溝近傍での広域的な破壊の存在が示唆されており，この地域において将来的に巨大地震が発生する可能性が高いと考えられる．日本の周辺海域にはGNSS-A（GNSS音響結合方式） 観測網が展開されており，観測を重ねることで海溝付近での固着状態や地震発生前後の地殻変動をより精確に推定できるようになってきた．本研究対象領域にも今後GNSS-A観測点の設置が検討されており，これにより根室釧路沖の固着状態をより精確に推定することが可能になると期待される．本研究では，その予備研究として，陸域GNSS観測網 (GEONET) のデータから釧路・根室沖の固着状態をどの程度把握できるかの検討を行った．北海道における2013.2年から2018.0年にかけてのGEONET観測点のデータを用い，海溝軸に直交する方向の水平成分および鉛直成分それぞれの平均変位速度を算出し海溝軸に対しての直交する側線における二次元プロファイルを作成した．その上でバックスリップモデル（Savage, 1983）に基づき半無限均質弾性媒質中でのディスロケーションモデルを用いて，固着率および固着域の範囲を海溝軸に直交する二次元プロファイル下で計算し，観測値を最もよく説明する固着に関するパラメータを求めた．水平成分の解析の結果，固着率は1.0–1.1，固着域の上端は深さ0–5km，下端は50–55kmと推定された．推定される固着率は1.0を超え，値が高い傾向を持つ．これは，ITRF2014（Altami et al., 2016）によって与えたプレート収束速度 (8.4 cm/yr) が小さかったかもしれないこと，または弾性体ではなく粘弾性体を用いなければ過大評価になることなどが原因と考えられる．また，推定された固着域の下端は先行研究（Hashimoto et al., 2009）と比較して深い結果となっている．これは，仮定したプレートの形状が傾斜角15度の一枚の断層としているため生じたと考えられる．陸域の観測データのみからは，Hashimoto et al.（2009)によって指摘されている通り，海溝近くの浅部の固着については議論することが難しい．本研究においても仮定したプレートの形状や粘弾性の影響があった．現段階では，この地域では2点のGNSS-A観測点を設置する予定があるが，様々なケースを仮定した固着状態から計算される速度プロファイルの違いから，その差が大きくなる地点と，速度プロファイルの傾きが大きくなっている地点をGNSS-A観測点の候補地とすると，海溝軸から水平距離で25 km，40 kmの位置が該当する．しかし，固着域の推定を確実に行うためには，実際のプレート形状や粘弾性構造の考慮や，地震活動など他の先行研究の情報を取り入れるなどして，今後も検討する必要がある．

キーワード：地震、地殻変動、プレート間の固着
Keywords: Earthquake, Crustal deformation, Interplate coupling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Estimation of the early afterslip location of the 2011 Tohoku-Oki earthquake using onshore GNSS and offshore pressure data

*Putra Maulida[1], Yusaku Ohta[1], Ryota Hino[1]

1. Graduate School of Science, Tohoku University

Understanding of spatial and temporal development of the early afterslip just after the large earthquake is extremely important to characterize the frictional properties vicinity of an earthquake. Widely installed onshore geodetic data has been utilized to estimate the frictional properties along the plate interface (e.g. Miyazaki et al., 2004). One of the opportunity to study for early afterslip of the large event is 2011 Tohoku-Oki Earthquake. Dense continuous GNSS was installed nationwide, which had captured whole time period for this event successfully. Thus, we focus on the early afterslip of the 2011 Tohoku-Oki event in this study using both of onshore GNSS and offshore pressure data.

For the onshore GNSS data, we estimated the every 30 seconds kinematic time series until 18 hours after the mainshock. To enhance the signal-to-noise ratio of kinematic time series, we applied the principle component analysis (PCA) for kinematic PPP time series. We removed the lower contribution components from raw time series. For the offshore pressure data, we used the data-set by Hino et al. (2014). The raw OBP time series was sampled into 1 minute, after taking 1 minute average of raw data. Next, the resampled pressure data were de-tided, de-drifted and corrected by the ocean model to detect the seafloor deformation (Inazu et al, 2012). The time series of corrected OBP showed a strong signal of tsunami wave propagation. To clearly showed the tectonic deformation of the seafloor, we applied moving average of a window of (time with of windows) in length. The amount of displacement was estimated based on logarithmic functions fitted to the filtered pressure records.

To estimate the spatial and temporal development of early afterslip, we applied a conventional network inversion filter (NIF) (Segall and Matthews, 1997). We assumed an elastic half-space model (Okada, 1992) to calculate green functions of surface displacement due to slips on subfaults. We assumed local benchmark motions in unknown state vectors. To reduce the number of unknown parameters, we assumed pure reverse faulting. We omitted 10 minutes parts just after the mainshock from both onshore and offshore data because of the large disturbance caused by the seismic wave passage.

We estimated the early afterslip distribution using two different data sets for comparison. First one is the result from the onshore GNSS data only. Second one is the result both from the onshore GNSS and the offshore pressure data. Using only the onshore data, the estimated afterslip mainly concentrate on the deeper extension of the coseismic slip distribution. Spatial pattern of the estimated afterslip consistent with previous study (e.g. Munekane et al. 2012). In contrast, obtained early afterslip distribution completely difference when we included the offshore data. The estimated afterslip mainly concentrated in the shallower part of the subducting plate interface. Estimated moment release amount reached 2.37 x 10^{21} Nm (correspond to Mw 8.24) after the 18 hours from the mainshock. It clearly larger than the previous studies such as Munekane et al [2012]. It may be caused by the offshore pressure data. Just after the 2011 Tohoku-Oki event, all of the ocean bottom pressure time series indicate the clear subsidence signal. To explain this subsidence, afterslip cannot locate in the deeper part of the subducting plate interface because the afterslip in the deeper part generate the upward displacement in the ocean bottom pressure sites.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

We will discuss the more detail characteristic of the estimated early afterslip distribution. We also try to estimate the afterslip distribution using L1 regularization inversion (e.g. Evans et al., 2012) approach to illuminate the location of the afterslip just after the mainshock.

Keywords: Early afterslip, Ocean Bottom Pressure, GNSS, Network Inversion Filter

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2011年東北地方太平洋沖地震の余効変動に基づく不均質レオロジー構造
Heterogeneous rheology structure estimated by the postseismic deformation following the 2011 Tohoku-Oki earthquake (M_w9.0)

*伊藤 嘉秋[1,2]、三浦 哲[2]、武藤 潤[2]、太田 雄策[2]、飯沼 卓史[3]、James Moore[4]
*Yoshiaki Ito[1,2], Satoshi Miura[2], Jun Muto[2], Yusaku Ohta[2], Takeshi Iinuma[3], James Daniel Paul Moore[4]

1. 三菱スペース・ソフトウエア株式会社、2. 東北大学大学院理学研究科、3. 海洋研究開発機構、4. 南洋理工大学
1. Mitsubishi Space Software Co., Ltd., 2. Graduate School of Science, Tohoku University, 3. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 4. Nanyang Technological University

2011年3月11日に発生したMw9.0の東北地方太平洋沖地震（東北沖地震）は，広域かつ長期にわたる余効変動をもたらすなど，その後の日本列島の地殻変動に今なお多大な影響を与え続けている．余効変動に関してはこれまで数多くの研究がなされているが，その多くが余効すべりと粘弾性緩和の2種類の変形メカニズムを検討している．これらの先行研究では，均質半無限あるいは深さ方向のみに不均質な粘弾性構造が用いられており，地震波速度構造や地殻ひずみ分布などの様々な観測から示唆されている3次元的な不均質構造が十分に考慮されていない．また，レオロジーモデルはMaxwellモデルあるいはBurgersモデルのどちらかが用いられており，岩石室内実験に基づき実際の岩石の挙動に近いと考えられるべき乗流動則モデルはあまり用いられてこなかった．こうした背景を踏まえ本研究では，稠密なGNSS観測点が配置されている新潟県から福島県にかけて島弧を横断する磐越地域において，余効変動の累積変位とその時間発展という2つの観点から東北沖地震後の約5年間の余効変動を詳細に調べ，先行研究では採用されてこなかったべき乗則モデルに基づいて，不均質粘弾性構造の推定を行った．

本研究では，2011年3月12日から2016年4月1日までの5年間を，初めの約2年間とその後の3年間の2つの期間に分け，GNSS観測データから島弧横断方向の変位プロファイルを精査した．その結果，火山フロント（VF）周辺を境に，前弧域と背弧域で変位プロファイルの勾配が変化する特徴がみられた．また，初めの約2年間ではVF周辺で局所的な沈降が確認された．時間発展については，緩和率（5年間の水平変位量で規格化した水平成分の時系列）のプロファイルにおいて，背弧域と前弧域で緩和率が異なること，海溝軸からの距離（DFT）が350～400 kmの範囲でプロファイルが平坦になる特徴的な傾向が明らかになった．

これらの観測結果を再現可能な地下の粘弾性構造を求めるために，Lambert and Barbot (2016, GRL)による余効すべりと粘弾性緩和を考慮した余効変動の計算手法を3次元モデルに拡張したものを用い，各パラメータはグリッドサーチを用いた観測値との比較から最適値を探索した．その結果，マントルウェッジ浅部に低粘性領域（LVZ）を仮定した場合に観測データをよく再現できることが明らかになった．最適モデルとしてはVF下部にLVZが存在し，このLVZの近傍までcold nose（CN）と呼ばれる高粘性領域を仮定した構造が推定された．この構造は，Uyeshima et al. (2016)による比抵抗構造の推定結果やFreed et al. (2017)により推定されたCNの拡がりとも整合的であった．このモデルにより計算された変位プロファイルでは，観測データでみられたVF周辺における沈降と，東西及び南北成分で勾配が変化する傾向が再現された．緩和率においてもプロファイルの変化は概ね再現できているが，DFT＝350～400 kmの範囲でプロファイルが平坦になるという特徴的な変化は再現できなかった．この原因を調べるために，この領域深部にLVZを仮定したモデルを用いて調べたところ，深さ25～40 kmの範囲にLVZを仮定することにより，プロファイル形状が平坦になることがわかった．この領域は，新潟－神戸ひずみ集中帯の北端周辺に相当し，他の研究からも深部に構造の不均質が存在することが指摘されていることから，ひずみの集中機構と低粘性体の関連が示唆される．

本研究で得られた最適モデルを，先行研究により調べられている北部の鳴子測線にも適用し，島弧走向方向

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

の粘弾性構造の違いについて検討を行った．その結果，本研究で得られた磐越測線沿いの構造では，鳴子測線の変位・緩和率プロファイルの特徴を十分に説明できないことが明らかになり，南北で粘弾性構造が異なることが示唆された．特に上下変位成分に関して，南北のCN構造の違いについて調べたところ，深さ25〜40 kmでは南部の方が小さく，深さ40〜55 kmでは北部の方がCN領域が大きいという結果が得られた．このような南北にCN構造の異なるモデルにVF周辺のLVZを加えたモデルは，CN構造を南北で同じにしたモデル，あるいはLVZを仮定しないモデルに比べ，先行研究で得られている面積ひずみ分布をよく再現できている．以上から，本研究により，島弧横断方向の不均質粘弾性構造を考慮する重要性が明らかになった．今後得られたモデルをさらに高度化することにより，地震発生サイクルの研究等への応用が期待できる．

キーワード：余効変動、東北沖地震
Keywords: postseismic deformation, Tohoku-oki earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地震後余効変動における線形および非線形粘弾性効果の検討
Contribution of linear and non-linear viscoelastic relaxation as postseismic deformation following an earthquake

*星野 宏行[1]、宮崎 真一[2,1]、平原 和朗[2]
*Hiroyuki Hoshino[1], SHINICHI MIYAZAKI[2,1], Kazuro Hirahara[2]

1. 京都大学大学院理学研究科、2. 香川大学四国危機管理教育・研究・地域連携推進機構
1. Graduate school of science, Kyoto University, 2. Institute of Education, Research and Regional Cooperation for crisis Management Shikoku, Kagawa University

2011年東北地方太平洋沖地震の発生後、海溝近くの震源域に設置されたGPS/Acoustic観測点において地表面変位の時間発展データが得られ、地震直後の余効変動メカニズムにおける粘弾性緩和の寄与に関する議論が発展されてきた。しかし、地殻内の粘弾性モデルとして、Maxwell粘弾性体やBurgers粘弾性体、非線形粘弾性体などが想定され、どのレオロジーが適当であるかについて、現状はっきりとした知見は得られていない。

Barbot and Fialko (2010)は、地震の発生または何らかの応力擾乱によって生じる粘弾性緩和、アフタースリップ、及び、間隙弾性反発の時間発展を統一的に計算する理論を構築した。本研究では、この理論に基づき、地震の発生に伴う余効変動を計算する数値計算プログラムを作成した。具体的な手順は以下の通り。(1) Okada（1992）に基づいて地震時の変位場、弾性応力場を算出する。(2) タイムステップ毎に、地殻内部の弾性応力場によって各余効変動メカニズムが引き起こすモーメントデンシティの時間変化を解析的に計算する。(3) そのモーメントデンシティの時間変化が引き起こす地殻内の速度場及びひずみ速度場を算出する。(4)速度及びひずみ速度を時間積分することで、次のタイムステップにおける地殻内弾性応力場の計算を行う。この手法によって、粘弾性緩和については、線形粘弾性体に限らず非線形粘弾性体のレオロジーを用いた計算を行うことが可能である。

本発表では、作成した数値計算プログラムを用い、ストライク・スリップ及びディップ・スリップによって生じる余効変動について、様々なレオロジーを仮定して計算を行う。レオロジー構造やパラメータ値を変化させて得られた計算結果を比較し、余効変動時の観測データの特徴をよく再現するレオロジーについて検討する。また、2011年東北沖地震等の実際の地震に対する観測データとの比較も行いたい。

キーワード：レオロジー、余効変動、粘弾性緩和
Keywords: rheology, postseismic deformation, viscoelastic relaxation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

GNSSデータに基づくΔCFSが最大となる断層面の推定
Estimation of fault parameter with maximum ΔCFS based on GNSS data

*深谷 俊太朗[1]、大園 真子[2]
*Shuntaro Fukaya[1], Mako Ohzono[2]

1. 北海道大学理学部地球惑星科学科、2. 北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター
1. School of Science, Hokkaido University, 2. ISV, Faculty of Science Hokkaido University

日本には多数の内陸活断層が存在しているが，その危険性を評価するための指標の一つに静的クーロン破壊応力変化量 (ΔCFS) というものがある．ΔCFSは地震や火山活動を起源とする応力変化から，計算対象となる断層がすべりやすくなったか，すべりにくくなったかを評価するものであり，従来半無限弾性体を仮定したディスロケーションモデルなどにより断層を仮定して計算されていた．しかし上田・高橋 (2005) やNishimura (2018) ではGNSS観測点の変位データから直接ΔCFSを求める手法の有効性が示された．そこで本研究では上記の手法に基づいて，GNSS観測点の水平変位データから得られる各地域の地表応力場の元で任意の断層を想定し，ΔCFSが最大となるレシーバ断層のパラメータを計算するツールを作成した．この手法を用いると，実際に活断層などが存在しない地域でも，地震が発生するとどのようなメカニズムになるのかを推察することができる．本研究では，テストケースとして，まず山形盆地断層帯周辺のGNSSデータから2011年東北沖地震前後の期間について試算を行った．その結果，地震前の応力場から求めたΔCFSが最大を示す断層面が実際の活断層のジオメトリに近くなることがわかった．またこの試算により，観測点の上下変位を用いないことに起因すると考えられる，ΔCFSの傾斜角依存性が生じることがわかった．範囲を広げて東北地方のGEONET観測点の2004年9月～2007年9月の水平変位を用いて，傾斜角は固定するという制約のもと，各地域において同様の計算を行った．結果を地震本部発表の活断層長期評価と比較したところ，ΔCFSが大きい値を示す地域が長期評価の発生確率の高いSランク断層付近に加えて，データが少なく評価困難なXランク断層付近，活断層の存在が確認されていない場所などで見つかった．その中には奥羽脊梁山地ひずみ集中帯の中にある2008年に発生した岩手・宮城内陸地震の震源断層のパラメータを事前によく表現できていたものもあり，本手法の断層危険性評価に対する有効性とそれを可視化する方法を示すことができた．

キーワード：ΔCFS、GNSS、活断層
Keywords: ΔCFS, GNSS, active fault

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Coseismic deformation of the 2018 Lombok earthquake, Indonesia, revealed through InSAR measurements

*ERLAN SUMANJAYA[1], MASATO FURUYA[1]

1. Hokkaido University

Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR) is a space-based technique allowing to derive images of ground surface deformation. This method is based on repeated acquisitions by a Radar system onboard a satellite. We use Advanced Land Observing Satellite-2 (ALOS-2)/Phased Array-type L-band Synthetic Aperture Radar-2 (PALSAR-2) InSAR data sets from ascending stripmap mode and descending ScanSAR data. Meanwhile, we also use JAXA’ s AW3D DEM to correct for the topographic phase. These datasets allow us to more completely detect the deformation signal around the epicentral region caused by three Mw > 6 shallow earthquakes occurred in Lombok island, Indonesia. These events are of almost dominant thrust mechanism using GCMT solutions. The results show that the maximum amplitude of the line of sight (LOS) displacements are covering the mainshock of 35 cm in ascending and 30 cm in descending observations which is close to the epicenter of the earthquake. Both of which indicate that the surface was approaching toward the satellite. Because of ALOS-2 interferogram images are affected by ionospheric disturbances; therefore, we also perform ionospheric correction using split spectrum method (SSM), and the result shows that no signal of the ionosphere is detected there so that we can ignore the effect of the ionosphere. Meanwhile, to find slip distribution around the epicentral area, we plan to generate a fault source model using triangular dislocation element in an elastic halfspace.

Keywords: The 2018 Lombok earthquake , Coseismic deformation, InSAR

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

干渉SAR時系列解析により明らかにする最近の吾妻山の地殻変動
Recent crustal deformations around Mt. Azuma revealed by InSAR time-series analysis

*宗包 浩志[1]、小林 知勝[1]
*Hiroshi Munekane[1], Tomokazu Kobayashi[1]

1. 国土地理院
1. GSI of Japan

吾妻山は福島・山形県境にある火山群である。吾妻山では、2014年12月に火山性微動の発生や火山性地震の増加が見られ、噴火警戒レベルが2に引き上げられた。それに伴い、一切経山付近の膨張を示す緩やかな地殻変動が観測されているが、2015年7月頃から停滞または収縮の傾向になった。また、大穴火口では、2013年から2015年にかけて地熱域の拡大がみられ、2015年には大穴火口北西で新たに地熱域が確認されるなど、活発な熱活動が継続した（気象庁, 2016）。その後、一旦噴火計画レベルが1に引き下げられたものの、2018年9月に再び火山性地震の増加が見られ、噴火警戒レベルが2に引き上げられている。

本研究では、最近の吾妻山の地殻変動からその力源位置および時間変化を明らかにし、火山活動との関連を議論する。そのため、「だいち２号」および「Sentinel-1」データを用いた干渉SAR時系列解析を行った。

まず「だいち２号」データを用いて干渉SAR時系列解析を行った。解析に使用したデータは2015年～2018年にかけて撮像された8枚のSAR画像である。解析の結果、広域的な変動として、吾妻山山体の広い範囲にわたり、2015～2017年には衛星から遠ざかる変動、2017年～2018年には衛星に近づく変動が捉えられた。これらの変動は、2014年～2015年にかけて「だいち２号」のSAR干渉解析により観測された山体の膨張に対応する地殻変動（国土地理院, 2015）と空間パターンがほぼ一致していることから、その力源と考えられている山体下3kmの球状圧力源（国土地理院, 2015）によるものと考えられる。

次に「Sentinel-1」データを用いて干渉SAR時系列解析を行った。解析に使用したデータは、2018年4月～11月にかけて撮像された21枚のSAR画像である。解析の結果、局所的な変動として、大穴火口西側において膨張に対応している変動が明らかになった。この変動は、「だいち２号」の干渉SAR時系列解析により2015年および2018年に観測されている変動（国土地理院, 2018）と空間パターンがほぼ一致していることから、同一の力源によるものと考えられる。2018年の変動は、4月よりほぼ一様のレートで続いていたが、10月にはいって加速している。

本研究では、干渉SAR時系列解析により明らかになった広域的および局所的な変動について、力源を再決定するとともに、その時間発展と実際の火山活動との関連について議論する予定である。

＊謝辞

本研究で用いたALOS-2データは，火山噴火予知連絡会衛星解析グループ（火山WG）を通じて，（国研）宇宙航空研究開発機構（JAXA）から提供を受けました．原初データの所有権はJAXAにあります．

キーワード：干渉SAR、時系列解析、吾妻山

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: InSAR, Time-series analysis, Mt. Azuma

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

水準測量データから推定する2017年御嶽山東山麓でのM5.6地震の断層モデル

The Fault model of the 2017 earthquake (M5.6) in the Eastern flank of Mt. Ontake estimated from precise leveling survey data

*村瀬 雅之[1]、北爪 直果[1]、山中 佳子[2]、松島 健[3]、木股 文昭[7]、森 済[1]、長谷 崇雅[1]、李 楊[1]、大渕 一樹[1]、國友 孝洋[2]、前田 裕太[2]、堀川 信一郎[2]、奥田 隆[2]、松廣 健二郎[2]、田ノ上 和志[2]、内田 和也[3]、手操 佳子[3]、宮町 凜太郎[3]、森田 花織[3]、吉川 慎[4]、井上 寛之[4]、影山 勇雄[5]、細川 周一[5]、簗田 高広[5]、田中 里奈[1]、道家 涼介[6]

*Masayuki Murase[1], Naoka Kitazume[1], Yoshiko Yamanaka[2], Takeshi Matsushima[3], Fumiaki Kimata[7], Hitoshi Yamashita Mori[1], Takamasa Hase[1], Yang Li[1], Kazuki Ofuchi[1], Takahiro Kunitomo[2], Yuta Maeda[2], Shinichiro Horikawa[2], Takashi OKUDA[2], Kenjiro Matsuhiro[2], Kazushi Tanoue[2], Kazunari Uchida[3], Yoshiko Teguri[3], Rintaro Miyamachi[3], Kaori Morita[3], Yoshikawa Shin[4], Hiroyuki Inoue[4], Isao Kageyama[5], Syuichi Hosokawa[5], Takahiro Yanada[5], Rinah Tanaka[1], Ryosuke Doke[6]

1. 日本大学文理学部地球科学科、2. 名古屋大学大学院環境科学研究科、3. 九州大学大学院理学研究院、4. 京都大学大学院理学研究科、5. 気象庁、6. 神奈川県温泉地学研究所、7. 東濃地震科学研究所

1. Department of Earth and Environmental Sciences, College of Humanities and Sciences, NIHON University, 2. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 3. Graduate School of Sciences, Kyushu University, 4. Graduate School of Sciences, Kyoto University, 5. Japan Meteorological Agency, 6. Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture, 7. Tono Research Institute of Earthquake Science

2017年6月25日、御嶽山東山麓の長野県南部を震源とするM5.6の地震が発生し、最大震度5強（長野県王滝村および長野県木曽町）が観測された。御嶽山の東山麓では、1970年代後半から現在まで群発地震が継続しており、このM5.6 地震の震源は群発地震の震源域に位置する。

御嶽山の東山麓には水準路線が設置されており、精密水準測量を繰り返し実施してきた。東山麓には、路線距離38㎞・水準点数98点で構成される桟路線、屋敷野路線、木曽温泉路線、中の湯・御岳ロープウエイ路線が設置され、2017年4月・2018年4月には全路線の測量が実施されている。また、2017年9月にはM5.6 地震を受け、震源に近い一部路線の緊急観測が実施された。

M5.6 の地震を含む期間の2017年4月24日～27日と9月10日～11日の測量結果を比較すると、BM16を基準として屋敷野路線および木曽温泉路線に隆起が検出された。最大隆起は屋敷野路線のBM213の28mmである。

水準測量では、水準路線上のみでしか地殻変動が検出できず、M5.6地震による変動の広がりを面的にとらえることはできないため、地震を挟む期間のALOS-2/PALSAR-2のデータについて干渉SAR解析を行い、水準測量と干渉SAR解析で変動が検出された領域がほぼ同じであることを確認した。

この地震の断層モデルとして、1枚の矩形断層を仮定し、断層パラメータの推定を行った。断層パラメータの初期値として、地震発生から1ヵ月分のM>0の地震に対してDD法を用いて決定された合計42個の震源データを使用し断層の形状を決定した。断層パラメータの初期値を中心に最適パラメータの探索を遺伝的アルゴリズムによって行うことで、1枚の矩形断層によって水準測量で検出された上下変動はおおむね説明できることが明らかとなった。

地震発生後の2017年9月～2018年4月の測量結果の比較からも、BM16を基準として屋敷野路線および木曽温泉路線に約5㎜の隆起が検出された。群発地震域では、群発地震活動が比較的活発であった2002～2004年にかけて隆起が検出されており、球状圧力源も推定されている。地震後の隆起が今後も継続するのか測量を継続する必要であると考える。

謝辞：本研究で用いたPALSAR-2データはPIXEL (PALSAR Interferometry Consortium to Study our Evolving Land surface）において共有しているものであり、宇宙航空研究開発機構（JAXA）と東京大学地震研究所との共同研究契約によりJAXAから提供されたものである。PALSAR-2データの所有権はJAXAにある。干渉SAR解析

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

には小澤拓博士が開発したRINCを使用した。ここに記して感謝いたします。

キーワード：御嶽山、精密水準測量、断層モデル
Keywords: Mt. Ontake, precise leveling, Fault model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南海トラフ沿いのゆっくりすべりに伴う地殻変動の検知能力
Detection ability of Crustal deformation by Slow Slip Events along the Nankai Trough subduction zone

*宮岡 一樹[1]、甲斐 玲子[1]、木村 武志[2]、露木 貴裕[3]
*Kazuki Miyaoka[1], Reiko Kai[1], Takeshi Kimura[2], Takahiro Tsuyuki[3]

1. 気象庁、2. 防災科学技術研究所、3. 気象研究所
1. Japan Meteorological Agency, 2. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 3. Meteorological Research Institute

１．はじめに

気象庁では，南海トラフ沿いのプレート境界で発生するゆっくりすべりに伴う地殻変動を観測するために，東海地方に関しては気象庁，静岡県及び産業技術総合研究所（以下，産総研）が設置したひずみ計のデータを用いてリアルタイムで監視を行っている．一方，紀伊半島から四国地方にかけての西側の領域については産総研がひずみ計を設置しているものの，観測点数が少なく，プレート境界すべりの検知能力が東海地方に比べて著しく低い．このため，これら以外のデータも用いてゆっくりすべりの検知能力を向上させることが必要である．

防災科学技術研究所（以下，防災科研）のHi-net 観測点には高感度加速度計が併設されており，ゆっくりすべりに伴う地殻変動（傾斜）を観測している（文献）．ひずみ計に加え，これらの傾斜データを統合的に解析することでゆっくりすべりの検知能力が向上することが期待される．

そこで今回，気象庁，産総研のひずみ計データおよび防災科研の傾斜データにスタッキング手法（宮岡・横田，2012, 宮岡ほか, 2017）を適用した解析を行い，南海トラフ沿いのプレート境界のゆっくりすべりに伴う地殻変動の検知能力（検出可能な最小Mw）を調査したので，その結果を報告する．

２．データと解析方法

調査に用いた傾斜・ひずみデータは，地球潮汐，気圧，降水，地磁気等の影響を受けている．すべての観測データに対して潮汐補正（石黒ほか，1984），気圧補正（檜皮ほか，1983）を施し，また観測機器の特性により必要に応じて地磁気補正（宮岡，2011），降水補正（木村ほか，2015）を行ってノイズレベルの低減をはかった．

さらに，観測データからゆっくりすべりに伴うごく小さな変化を検知するため，観測データを重ね合わせてシグナルを増幅することができるスタッキング手法を用いてスタッキングデータを作成した．

スタッキング手法ではプレート境界に小断層を仮定し，そこでのゆっくりすべりによる観測データの変化の極性（プラス／マイナス）が同一になるよう，マイナスの変化となる観測点（成分）のデータの極性を反転させる．これらを足し合わせることでノイズは打ち消し合う一方で，プラスの変化となるシグナル成分が足しあわされ，より小さなゆっくりすべりが検出されることが期待される．

今回は東海地方から九州にかけての南海トラフ沿いにおいて，フィリピン海プレート上面に緯度経度0.15度

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

毎のグリッドを設定し，各グリッドには15km×15kmの小断層を仮定した．グリッド毎に異なる成分の組み合わせによるスタッキングデータが作られ，もしあるグリッドの小断層ですべりが生じた場合，該当するスタッキングデータに正の変化が現れることになる．この変化がノイズレベルに対して十分な大きさであればこのゆっくりすべりを検出できることになる．気象庁で行っているひずみデータによるスタッキング法を用いた監視（露木ほか，2015）では，スタッキングデータのノイズレベルの３倍を検出レベルとしている．そこで傾斜データ，ひずみデータを用いた本調査でも，各スタッキングデータの変化がそのノイズレベルの３倍を超えるMwの下限を全てのグリッドについて求めた．

３．結果

従来の東海地域のひずみデータのみを用いたスタッキング監視と比較して，防災科研の傾斜データを追加することで，紀伊半島から九州地方にかけての領域におけるゆっくりすべりの検知能力が向上することがわかった．

講演ではこの調査結果のほか，スタッキング解析による空間分解能等について発表する．

キーワード：ゆっくりすべり、スタッキング法、ひずみデータ、傾斜データ
Keywords: Slow Slip Event, Geodetic Data Stacking method, Strain-meter data, Tilt-meter data

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

東海地域のひずみ観測網によるゆっくり滑りの検知能力に関する研究
An investigation into slow-slip detection capability of the Tokai Strainmenter Network

*楠城 一嘉[1]
*Kazuyoshi Nanjo[1]

1. 静岡県立大学
1. University of Shizuoka

We studied the ability of the Tokai Strainmeter Network (hereinafter referred to as TSN) to detect slow slips on a plate boundary where the Nankai trough earthquakes occur. Referring the method of probability-based magnitude of completeness (hereinafter referred to as PMC) that has been applied to several seismic networks (e.g., [1,2,3]), we modified it to be applicable to TSN. While previous studies on slow-slip detection capability of TSN [4] and the network covering a wider region [5] were based on the model assumption that the medium is elastic and the strainmeters record elastic strain changes caused by slow slips, our study is not based on such model assumption, but uses only empirical data: slow-slip catalog, decfiles, and station information. Using slow-slip events with magnitude *M*5.1-5.8 during 2012-2016, we found spatial variability of network detection probability. In general, the detection probability for slow slips of any given *M* is high within the network or inland, whereas it decreases with distance from the coast to offshore. In more details, the detection probability for *M*5.1 in Suruga Bay is above 90%. Although no strainmeter included in TSN has been installed in Suruga Bay, operating strainmeters on land are located so as to surround this Bay. If we consider a large magnitude such as *M* 5.8, slow slips are detectable even in far offshore regions: for example, slow slips with *M*5.8 at the southern edge of the anticipated source region of the Tokai earthquake can be detected with high (>90%) detection probabilities, a consistent result with [5]. We further explored the possible use of our method as a network planning tool with simulation computations of installations of one or more virtual stations to identify appropriate locations for new station installations [2]. Our results show an illustrative example of the applicability of the PMC method to strainmeter networks.
Acknowledgements: This work was partially supported by JSPS KAKENHI Grant Number JP 17K18958.
References: [1] Schorlemmer and Woessner, 2008, Bull. Seism. Soc. Am. 98(5), 2103-2217; [2] Nanjo et al., 2010, Geophys. J. Int. 81(3), 1713-1724; [3] Schorlemmer et al., 2018, Bull. Seism. Soc. Am. 108 (2): 702-717; [4] Kobayashi, 2000, Quart. J. Seism. 63, 17-33; [5] http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/tyosabukai_wg/pdf/h281013shiryo06.pdf.

キーワード：ひずみ観測網、ゆっくり滑り、東海地域
Keywords: strainmeter network, slow slip, Tokai region

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

状態空間モデルを用いたひずみ観測データのトレンド成分推定手法の検討
A Study on Trend Component Estimation Method of Strain Time Series Data Using State Space Model

*露木 貴裕[1]
*Takahiro Tsuyuki[1]

1. 気象庁気象研究所
1. Meteorological Research Institute

ひずみ計による観測データから何らかの地殻変動を検知して、その変動源の推定を行う場合に、観測データに含まれる気圧や潮汐、降水などの影響を除去し、検知の対象とする地殻変動そのものの変化を把握することが必要である。通常、気圧の影響等による応答をあらかじめ調査しておき、観測値から分離することによって、真の地殻変動量を計算することが行われる。また、別の手法として、地殻変動観測時系列データを状態空間モデルとして表現し、観測値が与えられた条件下での状態ベクトルの分布を推定するものがある。（Matsumoto and Kitagawa(2003)、Peng et al.(2014)、高波他(2014)など）

本調査では、気象庁が観測しているひずみ計の時系列データを状態空間モデルとして表現し、カルマンフィルターのアルゴリズムと最尤パラメータによって状態の推定を行い、観測値のトレンド成分を分離することを試みた。ひずみ計による観測データの時系列を状態空間モデルとして定式化するにあたって、これまでの研究と同様、各時刻の観測値をトレンド成分、気圧応答成分、潮汐応答成分、降水応答成分、地震によるコサイスミックなステップや機器メンテナンスなどのジャンプ成分、および観測誤差の和として表現している。これに加えて、石井式ひずみ計の観測データには地磁気への応答成分の項も導入し、さらにジャンプ成分については、単純なステップ関数ではなく、地震による余効効果（これには地震による余効変動と急激なひずみ変化に対する計器の緩和的変動が含まれる）を表現してみた。

気圧応答成分などをあらかじめ調査しておき、観測値から分離することにより、真の地殻変動量を計算する従来の手法に比べて、状態空間モデルを用いる手法を使うことにより、検知の対象とするトレンド成分をより確率的にとらえることができる。この結果、何らかの地殻変動の開始や終了をより客観的に判定することが可能となり、ベイズ的な手法に基づく変動源のインバージョンを行う上でも利点がある。また、これまでに蓄積したデータに基づき、状態空間モデルのパラメータを適切に推定することができるならば、欠測値の補間や地殻変動のトレンド変化の検知とその変動源の推定をリアルタイムに行うことも可能であると考えられる。

キーワード：ひずみ観測、状態空間モデル、地殻変動の客観的検知手法
Keywords: Strain observation, State space model, Objective detection method of crustal change

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

観測点の上流部からの流入を考慮したひずみ計データの降水補正の試み（２）

Rainfall correction of strainmeter data in consideration of the flow from the upper reaches (2)

木村 一洋[1]、*小林 昭夫[2]
Kazuhiro Kimura[1], *Akio Kobayashi[2]

1. 気象庁、2. 気象庁気象研究所
1. Japan Meteorological Agency, 2. Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency

木村・他（2015）は、東海地域の体積ひずみ計16観測点の降水補正の結果から、観測点の上流部からの流入がない観測点では良好な降水補正が可能だが、観測点の上流部からの流入がある観測点では、観測点設置雨量計を用いた降水補正をしてもバラつきが大きいことを明らかにした。つまり、何らかの方法で観測点の上流部からの流入を把握すれば、降水補正の改善効果が見込まれる。そこで気象研究所では複数の手法による調査を行った（木村，2015）。

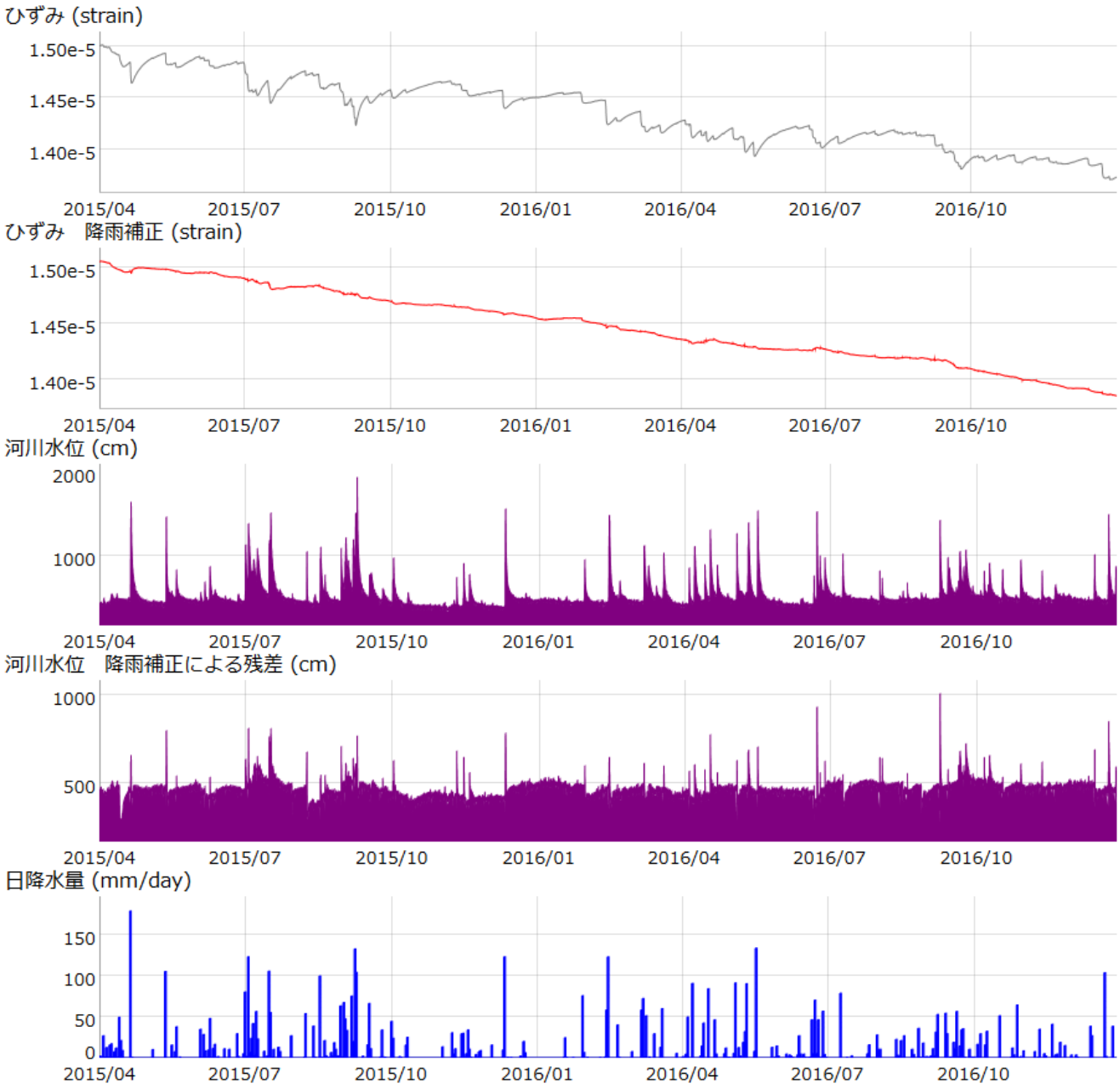
山の上流部に降った降水の影響を受けている観測点の１つである島田川根観測点は、大井川と身成川に挟まれた高台に位置しており特に身成川の影響を受けている可能性がある。そこで、気象研究所では身成川にかかる橋に超音波式水位計を設置し、2015年3月から2016年12月にかけて河川水位の連続観測を行った。

まず、この河川水位の観測データを直接タンクモデルの入力値として用いる手法について何通りかの方法を試みたが、どれもうまくいかなかった。この原因として降水量に対して河川水位のピークの値が大きすぎて重みを持ってしまい、降水量のようにタンクモデルの入力データとして取り扱うことが難しいためと考えられる。

次に、この河川水位データを、島田川根観測点の雨量計で観測された降水量データを用いて再現できるかどうかをタンクモデルを用いて試した。その結果、観測値と計算値の残差が、ひずみ計の降水補正の残差と関連していることが分かった。言い換えると、島田川根観測点の雨量計では説明しきれない変化が、ひずみ計と河川水位の両方に現れていることが分かった。まだ手法は見つけられてないが、河川水位観測からひずみ計の降水補正が改善できる可能性があることが示唆される。

キーワード：ひずみ計、降水補正、上流部からの流入
Keywords: strainmeter, rainfall correction, the flow from the upper

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2017年から2018年にかけての志摩半島長期的スロースリップ
Long-term slow slip event beneath the Shima Peninsula from 2017 to 2018

*小林 昭夫[1]、露木 貴裕[1]
*Akio Kobayashi[1], Takahiro Tsuyuki[1]

1. 気象庁気象研究所
1. Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency

南海トラフ沿いでは長期的スロースリップイベント(SSE)や短期的SSEなどのスロー地震が発生しており、その分布や規模、発生頻度などを把握することは、プレート境界の特性の時空間変化に関する理解をもたらすことが期待される。特に長期的SSEの発生領域は将来の巨大地震に関連する固着域に隣接しており、短期的SSEと比較して規模も大きい。長期的SSEの分布や発生頻度、規模などの情報は地震発生シミュレーションの再現対象にもなっており、より現実に近いモデルを構築する上でもSSEの詳細な把握は重要である。

GEONETのF3解座標値を用い、各点についてアンテナ交換などによるオフセット、地震によるオフセット、年周・半年周成分、直線トレンドの補正を行った。アンテナ交換などに伴うオフセットは、国土地理院による値(corrf3o.dat)を用いた。地震によるオフセットは、地震をはさむ前後10日間の平均値の差から求めた。非定常変位が小さく、2011年東北地震の余効変動が続いているため、2017年4月から2018年10月の変位から2016年1月から2017年4月の変位を差し引いた。両者の期間長は異なるが、Kobayashi (2017)による余効変動の近似関数によると、両期間の余効変動の違いは1%未満である。その結果、志摩半島に7-8 mm程度の南東向きの動きが見られた。志摩半島の北西にあたる丹後半島付近との基線長を見ると、志摩半島の志摩、南伊勢など数点には2017年後半から伸びが見られる。これらの点の周囲の点と丹後半島付近との基線長には特に傾向の変化は見られないため、2017年後半からの基線長の伸びは志摩半島側の非定常変位によると考えられる。非定常変位の原因としては一時的なオフセットや短期的SSEによるものではなく、長期的SSEが考えられる。

2017年4月から2018年10月の変位を用いてプレート境界上のすべりを推定したところ、志摩半島付近を中心とするすべり分布が推定され、すべりの規模はMw 6.5相当であった。すべり領域の中心の深さはプレート等深線30 km付近にあり、南海トラフ沿いの他の長期的SSEと同程度の深さである。

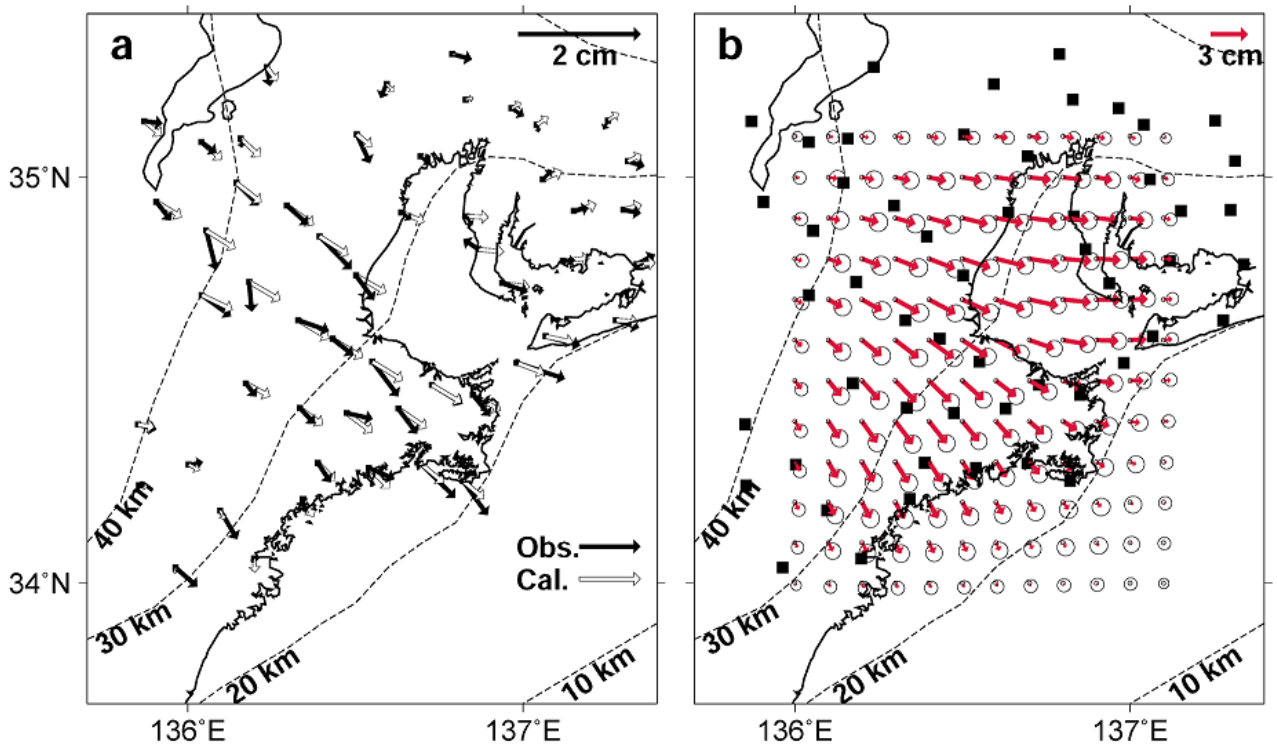
本調査には国土地理院GEONETの座標値およびオフセット値を使用させていただきました。

左図： 志摩半島付近の2017年4月から2018年10月の非定常変位。黒矢印は観測値、白矢印は右図から計算した理論値。

右図：左図の非定常変位から推定したプレート境界でのすべり分布。

キーワード：長期的スロースリップイベント、志摩半島、GNSS
Keywords: long-term slow slip event, Shima Peninsula, GNSS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

長期的SSE発生域における非断層すべり成分の存在可能性および、その巨大地震発生準備過程との関係性
non- fault slip source components of long-term SSE and the relation to interseismic process preparing for large earthquake generation

*光井 能麻[1]、伊藤 武男[2]
*Noa Mitsui[1], Takeo Ito[2]

1. 公益財団法人 地震予知総合研究振興会 東濃地震科学研究所、2. 名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター
1. Tono Research Institute of Earthquake Science, 2. Earthquake and Volcano Research Center, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

Various types of slow events including slow slip events (SSEs) are detected, and they are explained as fault slip at the plate boundary. However, the mechanism of how to generate a slow event is still open.

From the point of view of the fault strength, source area of slow slip events occurring at the deeper part of the seismogenic zone locate at the brittle-ductile transition zone. The transition from brittle fracture to ductile fracture (or ductile flow) accompany the increase of plastic deformation of rock at the plate interface, and the plastic deformation is not a fault slip at the fault plane but a bulk deformation. If this bulk deformation has an only simple shear component along the plate interface, it is assumed the same as fault slip. On the other hand, if the bulk deformation has the additional mode to the simple shear, the mode is expected to appear as the normal component to the fault plane. Therefore, non-fault slip deformation at the plate boundary, especially normal component, will help to understand the SSE generation mechanism.

Thus our purpose is to detect the non-fault slip deformation at SSE source from observation data, and we select the Tokai long slow slip event (LSSE) because the cumulative Mw is 7.1 and large detectable geodetic signals are expected at GNSS observation points. We examined deformation other than fault slip as Tokai LSSE source by using a finite rectangular fault model with GEONET F3 solution relative displacement in 2001-2003 to 1998-2000 as the reference one. Optimized Tokai LSSE source model of 2yr in 2001-2003 is the finite rectangular fault beneath eastern Aichi Prefecture with 1.6cm tensile dislocation & 9.7cm fault slip, that is, (tensile deformation) : (fault slip) =1:6. This result is better than the case which model has only fault slip component based on AIC (Akaike, 1974).

This result of tensile deformation with fault slip is similar to geological result (e.g., Ujiie et al., 2018). It will help to understand the SSE generation mechanism (e.g., comparing the ratio of tensile dislocation to fault slip). This results depend on the fault geometry; thus source model needs to be reexamined by using realistic plate boundary model along Nankai Trough.

キーワード：スローイベント、東海スロースリップイベント、発生メカニズム、伸張変形
Keywords: slow event, Tokai SSE, generation mechanism, tensile deformation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2016年熊本地震で停止していた南海トラフ沿いの長期的ＳＳＥの再活動
Restart of the long-term slow slip events along the Nankai trough after the 2016 Kumamoto earthquake, Japan

*小沢 慎三郎[1]、矢来 博司[1]
*Shinzaburo Ozawa[1], Hiroshi Yarai[1]

1. 国土交通省国土地理院
1. Geographical Survey Institute of Japan

要旨

GEONETにより、2018年６月頃から南海トラフ沿いで遷移的な地殻変動が観測されている。時間依存インバージョンによる解析は、長期的SSEが2018年6月頃から9月頃まで日向灘北部で発生し、その後50ｋｍ程北東の豊後水道に滑り域が移動したことを示している。2018年のSSEの滑り域は、2016年熊本地震の直前まで発生していた日向灘SSE及び豊後水道SSEの滑り残りの領域に相当している。2018年のケースは長期的SSEが応力擾乱に影響を受けた典型的な例といえ、SSEの物理的な発生機構に関する情報を与えてくれる。それに加えて、日向灘地震は前回の発生から20年程経っていること、また四国沖は地震の発生確率が今後３０年以内で70～80%であることを考慮すると、2018年のSSEによる当該地域への応力変化が懸念される。

はじめに

南海トラフ沿いの日向灘、豊後水道では繰り返し、長期的SSEが発生してきた。2016年熊本地震前にも、日向灘、豊後水道で長期的ＳＳＥが発生していたが、熊本地震の発生により、日向灘、豊後水道のSSEはその進行を停止した。このことは、長期的SSEが応力擾乱に対する影響を受けやすいためと考えられるが、その後滑り残りの領域がいつ活動を再開するのかが興味の対象となってきた。そのような中、2018年６月頃から、遷移的な地殻変動が九州北部で発生し、その領域が時間と共に四国西部まで拡大していく様子がGEONETによって捉えられた。本研究では、観測された地殻変動データから地下のプレート境界でどのような滑りが発生したのか、その時空間的な変化を時間依存のインバージョンで推定した。

解析手法

解析には四国、九州のGEONET観測点257点を使用した。2013年１月～2018年１月のデータから周期成分を推定し、時系列データから除去し、その後に2017年1月～2018年１月の一次トレンド成分を取り除いている。このようにして得られた座標時系列データに対して３日間の移動平均をかけ、３日毎にサンプリングして、時間依存のインバージョンに使用した。解析期間は、2018年１月から2019年１月までとしてある。東西、南北、上下変動成分の重みは５：５：１としている。プレート境界モデルは弘瀬他（2008）を採用し、スプライン曲面でモデル化している。空間スムージングと時間スムージングのハイパーパラメータは最尤法で推定した。

結果と考察

2018年６月頃から日向灘北部のプレート境界上で滑りが発生し、９月頃に収束している。滑りの大きさは最大で10cm程に達している。その後９月頃から滑り域は日向灘北部から豊後水道へ北東に50ｋｍ程移動している。2018年９月～2019年１月までの豊後水道の最大の滑りは7cmに達する。2018年のSSEで滑った領域は、2016年熊本地震直前まで発生していた長期的SSEですべりが始まりかけていた、あるいは及んでいな

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

かった領域に相当する。2016年熊本地震に伴う応力擾乱で長期的SSEが停止し、その後荷重が加わり続けたことと、粘弾性変形による応力緩和とのバランスにより、2年後の2018年に再活動が起きたと考えられる。この事例は、長期的ＳＳＥに対する応力擾乱の典型的な例であり、長期的ＳＳＥの物理的なプロセスを理解する上で重要な事例と考えられる。

キーワード：スロースリップ、日向灘、豊後水道
Keywords: slow slip event, Hyuga-nada seas, Bungo channel

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Crustal deformation in the San-in Shear Zone as observed by a dense GNSS network

*Angela Meneses-Gutierrez[1], Takuya NISHIMURA[1]

1. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

The San-in Shear Zone (SSZ) is a right-lateral shear zone in southwest Japan with a 30-50 km width, where active seismicity and high strain rates have been observed. No major active fault is identified in the SSZ, however, deformation in the area can be modeled by assuming a 5 mm/yr deep creep on a vertical fault with right lateral motion and conjugate Riedel shears within the shear zone can reconcile the seismotectonics in the area (Nishimura and Takada, 2017). A model having a deep creep on a vertical fault plane well explains observed GNSS velocity, yet it does not provide how wide aseismic motion is confined below a seismogenic depth. Thus, we evaluate the width of the shear zone beneath the SSZ using GNSS data available in the area.

We analyzed daily coordinates from 100 continuous GNSS stations around the SSZ in the postseismic period of the 2011 M_w9.0 Tohoku-oki earthquake (1 January 2014 to 1 April 2018). The network consists of 87 GEONET stations and original stations in the SSZ operated by Kyoto University since 2014 near the source regions the 2000 Western Tottori (M_w6.6) and the 2016 Central Tottori (M_w 6.2) earthquakes. Horizontal displacement rates are calculated for all stations using linear regression with respect to site 0344 (35.09ºN, 134.59ºE). During the analyzed period two major events affected the crustal deformation in the area: the 2016 Kumamoto earthquakes (M_w 7.0) and the 2016 Central Tottori earthquake. Coseismic and postseismic corrections were applied for the perturbed stations. Viscous relaxation associated with the 2011 Tohoku-oki earthquake is expected to affect the SSZ. This effect was removed employing the 3-dimensional viscosity model by Suito (2017).

The SSZ is characterized by strike-slip motion in the N80ºE direction, thus, we focus on deformation in that component. We evaluate deformation along two profiles, one corresponding to eastern Tottori, where the 2000 Western Tottori earthquake took place, and another considering Central and Eastern Tottori. In order to evaluate the width of the shear zone, we assumed multiple vertical faults located every 0.5 km across the region and optimized the slip rate by minimizing the sum of squares residuals. We fixed the depth of the dislocations to 13 km based on microseismicity studies (Omuralieva et al., 2012).

We found the best fitting models with a different width (i.e., 60 km and 21.5 km) for Western and Central-Eastern Tottori, respectively. They suggest that ductile flow in the lower crust is distributed in a channel beneath the SSZ. However, models with a single vertical fault in the middle of the shear zone are also within the confidence interval. GNSS data alone cannot constrain the width of the shear zone in the lower crust.

Keywords: San-in Shear Zone, GNSS data, The 2011 Tohoku-oki earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地表変形のフーリエ級数表現：異なるスケールの地殻変動
Two-dimensional Fourier series representation of surface deformation: Different scales of crustal deformation

*野田 朱美[1]、齊藤 竜彦[1]
*Akemi Noda[1], Tatsuhiko Saito[1]

1. 国立研究開発法人防災科学技術研究所
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

プレート沈み込み帯に位置する日本列島では、プレート境界のすべり／すべり遅れに起因する地殻変動と内陸の地殻内非弾性変形（脆性破壊や塑性流動）による地殻変動が重なった状態で観測される。日本列島で観測される地殻変動の要因を正しく理解するためには、これらの原因の異なる変動を適切に分離することが重要である。

陸上のInSARやGNSSの観測データには、プレート境界からある程度離れた場所での地殻変動が記録されるため、プレート間すべり／すべり遅れによる地殻変動は基本的に長波長の変動（～100kmスケール）として観測される。それに対し、地殻内非弾性変形は観測網内で生じるため短波長の変動（～10kmスケール）として観測される。既に、これら2種類の地殻変動の波長が異なることを利用した研究が行われている。Takada and Fukushima (2013 Nature Geo.) は、2011年東北沖地震時のInSARデータにローパスフィルタをかけた結果をプレート境界の地震時すべりによる地殻変動として除去し、地殻内のローカルな変動を抽出することに成功した。一方、データ間隔が等間隔でなく疎らなGNSS観測データに対しては、Meneses-Gutierrez and Sagiya (2016 EPSL) とMeneses-Gutierrez et al. (2018 JGR) がShen et al. (1996) の手法でGNSSデータから推定した歪みに対して移動平均フィルタをかけ、その結果をプレート境界のすべり／すべり遅れに起因する変動として除去している。

スケールの異なる地殻変動を分離するには、GNSS観測データをフーリエ振幅に基づきフィルタ処理することが有用である。変動源の空間的広がりや距離によって地表変形のスケールも変化するが、フーリエ振幅に基づくフィルタならばスケールの異なる変形を柔軟かつ系統的に取り出すことが可能である。そこで本研究では、不等間隔で分布するGNSS変位データをフーリエ変換し、任意の波数帯域の地殻変動を抽出した。具体的には、オリジナルの変位データを、様々な波数の三角関数を重ね合わせた2次元フーリエ級数で表現し、そのフーリエ係数をインバージョンで推定した。この際、波数の小さな項から順に逐次解析を行った。推定された係数が2次元波数領域における変位データのフーリエ変換である。そして、基底関数（三角関数）の導関数を使えば、フーリエ係数から水平歪み分布を直接計算することができる。実際のGNSS観測点の配置を用いて、既知の変位場をデータとした試解析を行い、等間隔データを離散フーリエ変換した場合と同様の波数領域の分布が得られることを確認した。

本手法の適用例として、九州地域の地震間のGNSS変位速度データ（2005～2011年）をフーリエ変換し、その結果から長波長（波長200km以上）と短波長（波長数10～200km）の水平歪み速度分布を推定した。長波長の歪み速度分布は、南海トラフ沿いのすべり遅れ速度分布 (Noda et al. 2018 JGR) から理論計算した歪み速度分布と同様のパターンを示した。また、短波長の歪み速度分布は別府一島原地溝帯や桜島の周辺にローカルな歪み集中を示した。

キーワード：GNSS、地震間地殻変動、フーリエ展開、歪み速度
Keywords: GNSS, interseismic crustal deformation, Fourier series expansion, strain rates

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

九州南部のせん断帯におけるGNSS観測（第3報）
GNSS observation around the shear zone in southern Kyushu (The third report)

*渡部 豪[1]、雑賀 敦[2]、浅森 浩一[1]、小川 大輝[1]、島田 顕臣[1]、梅田 浩司[3]
*Tsuyoshi Watanabe[1], Atsushi Saiga[2], Koichi Asamori[1], Hiroki Ogawa[1], Akiomi Shimada[1], Koji Umeda[3]

1. 日本原子力研究開発機構 東濃地科学センター、2. 日本原子力研究開発機構 幌延深地層研究センター、3. 弘前大学大学院 理工学研究科
1. JAEA, Tono Geoscience Center, 2. JAEA, Horonobe Underground Research Center, 3. Hirosaki University

本研究は、地層処分の調査・評価にとって重要となる、活断層地形が不明瞭な領域での活構造の分布や特徴を把握するための調査・評価技術の開発を目的として、九州南部のせん断帯を対象とした測地学的検討を行っている。同領域には、10^{-7} /yrを超えるせん断ひずみ速度の大きな領域が存在することがGNSS観測の結果から知られている。しかし、この大きなせん断ひずみ速度に対応するような明瞭な活断層は認められておらず、測地学的観点から地下深部でのすべりによって地表での大きな変形が生じていることが推測される。そこで、本研究では、せん断帯周辺の現行の地殻変動を詳細に推定するため、2016年2月に同せん断帯を南北に横切るような配置で10か所のGNSS観測点を構築し、同年の3月から観測を開始した。

GNSSデータ解析には、Bernese GNSS Software（ver.5.2）を用い、国土地理院GEONETの4観測点を基準として、2016年4月18日から2018年11月24日までの日毎の観測点座標値を推定した。なお、IGSの精密暦、地球回転パラメータ、CODEが作成した全地球的な電離層モデルのパラメータ、P1-C1のコードバイアスなども同解析の中で使用している。さらに、得られた日毎の座標値に関し、Wdowinski et al.（1997）の手法により、共通誤差成分の除去を行った後、年周・半年周変動の補正、2016年熊本地震による粘弾性緩和にともなう変動や桜島、霧島・新燃岳の噴火にともなう火山性変動の補正を行い、せん断帯周辺での変位速度成分の抽出をした。また、2016年熊本地震前についても、2007年10月1日から2009年3月1日までのGEONET F3解を用いて、上記と同様に共通誤差成分の除去、年周・半年周変動の補正、桜島の火山性変動の補正などを行い、変位速度成分の抽出をした。

本解析では、得られた結果を説明するため、同せん断帯の深部にブロック境界となるすべり面が存在すると仮定し、半無限弾性媒質中での鉛直横ずれ断層の断層運動モデル（Savage and Burford, 1973）の適用を試みた。このモデルは、断層をはさむ両側のブロックが剛体的な運動をし、その浅部延長の地殻が固着することによって、断層周囲に弾性変形が生じるというモデルであり、地表で観測される変位速度の分布は断層を境にarctangent形となることが知られている。しかし、固着域下限の深さが地殻の深さより深部に求まったことから、せん断帯の中心が現在の想定より北部に位置する可能性を考え、同モデルにせん断帯の位置が北にシフトすること、せん断帯が北にわずかに傾斜していることなどを考慮に加え、深部のすべり速度、浅部の固着域の深さ、せん断帯の鉛直方向の傾き、せん断帯中心からの水平シフト量を未知数として、再度、推定を行った。

ここでは、まず、観測値である変位速度の分布を満足するように、非線形の最小二乗法を用いて上記4つの未知数の初期値を求め、それらの値に従って、マルコフ連鎖モンテカルロ法のうちメトロポリス・ヘイスティング法により10万回のサンプリングを行い、未知数を推定した。その結果、熊本地震前後の変位速度プロファイルを比較すると、arctangent形の地殻変動パターンが誤差の範囲でよく一致していることが確認でき、せん断帯を境に地表から深さ15.6～16.6 kmで固着が起こり、12.4～14.3 mm/yr程度の相対速度で左横ずれの運動が地下深部で起こっていることが明らかとなった。この結果は、せん断帯の深部で生じていると考えられる定常的な変動が、熊本地震の発生後もほぼ同様に継続していることを示している。類似した事例として、Meneses-Gutierrez and Sagiya（2016）は、2011年東北地方太平洋沖地震前後の新潟県のひずみ集中帯周辺のGPSデータを用いて、大地震の発生に影響されない定常的な短縮変形を見出し、それが地殻内部で起こる断層深部のすべりで生じる非弾性的変形であることを示している。本観測の結果は、九州南部のせん断帯の

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地下深部においても同様の現象が進行していることを示唆している。また、北緯32°付近にせん断帯の中心が位置すると想定していたが、それよりも約数～十数km程度北側に中心が位置する可能性が観測より示された。ただし、サンプリングの事後分布から、固着域の深さやせん断帯の鉛直方向の傾きについては、明瞭なピークが見られなかったことから、不確定性が大きいことに留意する必要があると考えられる。

本発表は、経済産業省資源エネルギー庁からの委託事業である「平成30年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（地質環境長期安定性評価技術高度化開発）」の成果の一部である。

キーワード：九州南部のせん断帯、GNSS観測、左横ずれ断層運動、非弾性変形、2016年熊本地震
Keywords: active shear zone in southern Kyushu, GNSS observation, left-lateral strike slip, inelastic deformation, the 2016 Kumamoto earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Post-seismic deformation of 2016 Kumamoto Earthquake by continuous GNSS network (3)

*中尾 茂[1]、松島 健[2]、田部井 隆雄[3]、大久保 慎人[3]、山品 匡史[4]、大倉 敬宏[5]、西村 卓也[7,6]、澁谷 拓郎[6]、寺石 眞弘[6]、伊藤 武男[7]、鷺谷 威[8]、松廣 健二郎[7]、加藤 照之[9]、福田 淳一[9]、渡邉 篤志[9]、三浦 哲[10]、太田 雄策[10]、出町 知嗣[10]、高橋 浩晃[11]、大園 真子[11]、山口 照寛[11]、岡田 和見[11]
*Shigeru Nakao[1], Takeshi Matsushima[2], Takao Tabei[3], Makoto OKUBO[3], Tadashi Yamashina[4], Takahiro Ohkura[5], Takuya NISHIMURA[7,6], Takuo Shibutani[6], Masahiro Teraishi[6], Takeo Ito[7], Takeshi Sagiya[8], Kenjiro Matsuhiro[7], Teruyuki Kato[9], Jun'ichi Fukuda[9], Atsushi Watanabe[9], Satoshi Miura[10], Yusaku Ohta[10], Tomotsugu Demachi[10], Hiroaki Takahashi[11], Mako Ohzono[11], Teruhiro Yamaguchi[11], Kazumi Okada[11]

1. 鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻、2. 九州大学大学院理学研究院地震火山観測研究センター、3. 高知大学自然科学系理学部門、4. 高知大学理学部附属高知地震観測所、5. 京都大学大学院理学研究科火山研究センター、6. 京都大学防災研究所、7. 名古屋大学大学院環境学研究科地震火山研究センター、8. 名古屋大学減災連携研究センター、9. 東京大学地震研究所、10. 東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター、11. 北海道大学大学院理学研究院地震火山研究観測センター
1. Department of Earth and Environmental Sciences, Graduate School of Science and Engineering, Kagoshima University, 2. Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Sciences, Kyushu University, 3. Department of Global Environment and Disaster Prevenction, Faculty of Science and Technology, Kochi University,, 4. Kochi Earthquake Observatory, Faculty of Science and Technology ,Kochi University, 5. Aso Volcanological Laboratory, Institute for Geothermal Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University, 6. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 7. Earthquake and Volcano Research Center, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 8. Disaster Mitigation Research Center, Nagoya University, 9. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 10. Research Center for Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions, Graduate School of Science, Tohoku University,, 11. Institute of Seismology and Valcanology, Graduate School of Science, Hokkaido University

GNSS observation is ongoing in Kumamoto district to observe post-seismic deformation of 2016 Kumamoto Earthquake. We set up newly twenty continuous GNSS sites until April 30, 2016. Kyushu Univ., Kyoto Univ. and Kagoshima Univ. operate fifteen continuous GNSS sites before the earthquake. Daily coordinates of these sites are estimated by Bernese GNSS Software Ver. 5.2 with CODE precise orbit. ITRF2014 coordinate system is used. In our daily analysis, GEONET data by GSI and data at continuous GNSS sites in active volcanoes by JMA are also used. A dense continuous GNSS network is constructed.

To emphasize post-seismic deformation, trend at each site is removed. Trend is estimated by least squared method by using between 2004 to 2015. For GNSS sites occupied after the earthquake trend is interpolated by using trend at three neighbor sites.

Post-seismic deformation with large deformation is observed at sites which is located in the eastern side of Hinagu faults. Especially amount of deformation in NS component is large. Largest deformation is 13.5cm in the period from April, 2016 to December 2018 at MIFN. In EW component change in deformation occurred in January 2017. Velocity becomes smaller. In these sites post-seismic deformation is continuous at the moment.

キーワード：GNSS、余効変動
Keywords: GNSS, post-seismic deformation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-EM 固体地球電磁気学

2019年5月26日(日) 9:00 ~ 10:30 | A08 東京ベイ幕張ホール

[S-EM18] 地磁気・古地磁気・岩石磁気

コンビーナ:清水 久芳(東京大学地震研究所)、佐藤 雅彦(東京大学地球惑星科学専攻学専攻)、座長:佐藤 雅彦(東京大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻)、馬場 章(山梨県富士山科学研究所)

本セッションでは、現在および過去の地球・惑星磁場、岩石磁気・古地磁気とそれらの応用に関する研究の発表と議論の場を提供する。本セッションは、地球・惑星磁場の観測・解析、自然試料・考古遺物による過去の地球・惑星磁場の変動・変遷の復元、数値実験による地球・惑星磁場の生成・変動メカニズムの研究、岩石・鉱物・隕石などの磁気特性の測定と理論、地球表層および掘削試料の磁気的情報に基づく気候変動やテクトニクスの研究、地球・惑星の磁気異常観測と地殻磁化モデル、これらを実現するために必要な測定技術・解析手法の開発などについての発表を歓迎する。
このセッションは、SEDI-Japan（SEDI:Study of the Earth's Deep Interiorの日本版）コミュニティーの発展に貢献している。

9:00 ~ 9:15

[SEM18-01] 古地磁気学的手法を用いた富士火山，宝永山の形成過程の解明

*馬場 章[1]、渋谷 秀敏[2]、藤井 敏嗣[1]、千葉 達朗[3] (1.山梨県富士山科学研究所、2.熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門地球環境科学分野、3.アジア航測株式会社)

9:15 ~ 9:30

[SEM18-02] 富士山溶岩を用いた5〜9世紀の古地磁気強度の復元

小松 弘路[2]、*畠山 唯達[1,4]、馬場 章[3] (1.岡山理科大学情報処理センター、2.岡山理科大学生物地球学部、3.山梨県富士山科学研究所、4.岡山理科大学大学院生物地球科学研究科)

9:30 ~ 9:45

[SEM18-03] 東アジアにおける西暦200 年から1100 年の3 次元考古地磁気永年変化曲線の復元

*北原 優[1]、西山 大樹[2]、大野 正夫[1]、山本 裕二[3]、畠山 唯達[4] (1.九州大学 大学院 比較社会文化研究院、2.高知大学 理学部、3.高知大学 海洋コア総合研究センター、4.岡山理科大学 情報処理センター)

9:45 ~ 10:00

[SEM18-04] 千葉複合セクションから得られた松山ーブルン境界およびその周辺の高解像度古地磁気変動記録

*岡田 誠[1]、羽田 裕貴[2]、菅沼 悠介[3,4] (1.茨城大学理学部理学科、2.茨城大学大学院理工学研究科、3.国立極地研究所、4.総合研究大学院大学)

10:00 ~ 10:15

[SEM18-05] 黒部川花崗岩を取り巻くブルンー松山接触変成帯

*福間 浩司[1]、伊藤 久敏[2]、竹原 真美[3]、山田 隆二[4]、久保 貴志[5] (1.同志社大学理工学部環境システム学科、2.電力中央研究所、3.国立極地研究所、4.防災科学技術研究所、5.まいぶんKAN)

10:15 ~ 10:30

[SEM18-06] 東赤道太平洋 IODP Site U1335 堆積物の古地磁気学的研究 ー 過去800万年間の相対古地磁気強度と伏角異常

*山本 裕二[1]、山崎 俊嗣[2] (1.高知大学 海洋コア総合研究センター、2.東京大学大気海洋研究所)

古地磁気学的手法を用いた富士火山，宝永山の形成過程の解明
On the formation process of the Mt.Hoei, Fuji volcano. A scenario based on the emplacement temperature inferred from paleomagnetic method.

*馬場 章[1]、渋谷 秀敏[2]、藤井 敏嗣[1]、千葉 達朗[3]
*Akira Baba[1], Hidetoshi Shibuya[2], Toshitsugu Fujii[1], Tatsuro Chiba[3]

1. 山梨県富士山科学研究所、2. 熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門地球環境科学分野、3. アジア航測株式会社
1. Mount Fuji Research Institute, 2. Department of Earth and Environmental Sciences, Faculty of Advanced Science and Technology, Kumamoto University, 3. Asia Air Survey Co., Ltd.

Mt. Hoei (Hoei-san) is located at the southeastern flank of Fuji volcano, and composed mostly of angular rock-fragments which are quite different in petrographic features from the coeval basaltic ejecta of 1707 A.D (Tsuya,1955). It's edifice was formed by a single eruption, the Hoei eruption, according to historical literatures documenting the eruption (e.g. Miyaji and Koyama, 2007). Miyaji et al.,(2011) classified 17 units of the Hoei eruption into 3 stage on the basis of the patterns of the eruptive pulses, and proposed that Mt. Hoei was formed by lateral intrusion of degassed basaltic magma in stage 2. However, detailed geological study of the Mt. Hoei has not been made after Tsuya(1955). Here we report paleomagnetic results of volcanic ejecta of the Mt. Hoei.

Samples for paleomagnetic measurements were collected from 3 sites, the spatter cone in the 1st crater, the ridge of Mt. Hoei and the erosion valley of Gotenniwa. They were oriented by a sun compass to eliminate the influence of local magnetic anomalies. At each site, we collected 20 to 24 samples using an engine powered core picker. Samples were measured using a spinner magnetometer, and were subjected to progressive alternating field (AFD) and thermal demagnetization (ThD).

The mean magnetic directions of each sites show remarkably unanimous. They agree with the eruption age of 1707 A.D., based on similarity to the paleomagnetic secular variation model (JRFM2K.1). The results of ThD indicate that the magnetic minerals are titanomagnetite as the highest blocking temperature is 500-580 degrees C. In the erosion valley of Gotenniwa, the NRM of the accessory materials have high and low temperature components bounded at 340 degrees C or more. It is clear that the low temperature component coincides with the directions of the essential materials of Hoei eruption, so that it was heated by the eruption and cooled after the emplacement. Furthermore, some of the accessory materials in the ridge of Mt. Hoei show magnetic directions different from those of the spatters, so that it was not or weak heated. Mt. Hoei is composed not only abundant various accessory materials but also spatters and pyroclastic deposits of the Hoei basalt which can be corelated to the Ho-Ⅲ tephra (Miyaji et al.,2011) by petrography. Our findings suggest that paleomagnetic method can clarify the simultaneity of volcanic ejecta, and the Mt. Hoei was rapidly formed by ultraproximal fall or surge deposits of the Hoei eruption in 1707 A.D.

キーワード：富士火山、宝永山、古地磁気学
Keywords: Fuji volcano, Mt.Hoei, paleomagnetic method

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

富士山溶岩を用いた5〜9世紀の古地磁気強度の復元
Reconstruction of paleointensity during 5 to 9 th century from Mt. Fuji lavas

小松 弘路[2]、*畠山 唯達[1,4]、馬場 章[3]
Hiromichi Komatsu[2], *Tadahiro Hatakeyama[1,4], Akira Baba[3]

1. 岡山理科大学情報処理センター、2. 岡山理科大学生物地球学部、3. 山梨県富士山科学研究所、4. 岡山理科大学大学院生物地球科学研究科
1. Information Processing Center, Okayama University of Science, 2. Faculty of Biosphere-Geosphere Science, Okayama University of Science, 3. Mount Fuji Research Institute, Yamanashi Prefecture, 4. Graduate School of Biosphere-Geosphere Science, Okayama University of Science

地球磁場の起源は地球の核を自己振励ダイナモとする流体運動による。そのため地球磁場は各地域によって様子が異なり、時間経過とともに絶えず変化している。変遷する地球磁場を調査することは地球磁場モデルの発展に欠かせず、各地域における地球磁場の変化の様子を測定することはとても重要である。日本においては、有史以来の古地磁気強度の測定は主に年代がよくわかっている考古資料を用いて測定が行われている。本研究では、近年詳細な地質層序が記載された富士山において古地磁気方位の永年変化から5〜9世紀と推定される16サイトから玄武岩溶岩試料を採集し古地磁気強度測定を行った。得られた強度値については、土器窯の床面を試料とした考古地磁気強度(北原, 2018)や旧来の手法で測定された古地磁気強度と比較を行った。

古地磁気強度測定の手法はテリエ法とショー法に大別される。本研究ではショー法の中で最新手法である綱川-ショー法(Tsunakawa and Shaw,1994)を使用した。16サイトから採取した62個の試料に古地磁気強度測定を行った結果、判定基準に合格した試料は39個であった。また、サイト内合格試料が3以上になるのは9サイトとなり、富士山火山岩で古地磁気強度を復元することができた。

5〜9世紀の古地磁気強度測定は以前から火山岩や考古資料などによって行われているが、前世紀までに公開されたデータの多くは原始的なテリエ法(Thellier and Thellier, 1959)やそれを多少修正した方法で得られている。これらの古地磁気強度はこの期間において約60μT前後を示している。一方、IZZIテリエ法(Tauxe and Studigel, 2004)と綱川・ショー法を使用した古地磁気強度は40μTと低い値となっている(北原，2018)。本研究では後者の古地磁気強度と全体的な強さと変化の傾向が一致し、支持する結果となった。

キーワード：古地磁気強度、富士山
Keywords: Paleointensity, Mt. Fuji

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

東アジアにおける西暦200 年から1100 年の3 次元考古地磁気永年変化曲線の復元

Reconstruction of full-vector archaeomagnetic reference curve in East Asia from 200 CE to 1100 CE

*北原 優[1]、西山 大樹[2]、大野 正夫[1]、山本 裕二[3]、畠山 唯達[4]
*Yu Kitahara[1], Daiki Nishiyama[2], Masao Ohno[1], Yuhji Yamamoto[3], Tadahiro Hatakeyama[4]

1. 九州大学 大学院 比較社会文化研究院、2. 高知大学 理学部、3. 高知大学 海洋コア総合研究センター、4. 岡山理科大学 情報処理センター
1. Faculty of Social and Cultural Studies, Kyushu University, 2. Faculty of Science, Kochi University, 3. Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, 4. Information Processing Center, Okayama University of Science

考古試料から復元された古地磁気学的情報は、地球磁場の時間変化や地球深部のダイナミクスを明らかにすることに加え、発掘された考古遺物の年代推定にも活用することができる。この地球磁場の方向と強度（考古地磁気方位および考古地磁気強度）の復元手法に関しては、過去数十年にわたって様々な実験手法が提案されてきた。それらの最新の手法にひとつに綱川ーショー法がある。

本研究では、主として陶邑窯跡群（大阪府）の多数の遺構より採取された焼土試料に対して綱川ーショー法を適用して考古地磁気強度の復元を行い、日本（東アジア）における考古地磁気強度のデータセットと永年変化曲線を構築した。

結果として、39ヶ所の窯跡に属する98個の試片から考古地磁気強度を復元することができた。最終的にこれらの結果をさらに選別し、土器編年の型式ごとに集成し、10点の編年型式レベルでの平均強度値を得ることができた。これら全ての平均強度値は編年型式レベルでの選択基準を満たし、十分な信頼性を有するものと判断できる。これら新たに得られた考古地磁気強度のデータセットは、日本における先行研究のデータセットよりも有意に低い値を示していることが分かった。一方で最新の実験手法（IZZIーテリエ法）によって得られた韓国における先行研究のデータとは相補的な傾向を示すことが分かった。このことを踏まえ、今回新たに得られた日本のデータセットと韓国の先行研究のデータセットを組み合わせて、東アジアにおける西暦200-1100年にかけての考古地磁気強度永年変化曲線を構築した。この永年変化曲線の特徴としては、西暦600年周辺と950年周辺において強度の減少ー増加の傾向が見られることが挙げられる。これらの強度変動の特徴的なパターンは、先行研究においては観察されなかったものである。

キーワード：考古地磁気強度、永年変化曲線、東アジア、綱川ーショー法、窯跡
Keywords: Archaeointensity, Reference curve, East Asia, Tsunakawa-Shaw method, Old kiln

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

千葉複合セクションから得られた松山ーブルン境界およびその周辺の高解像度古地磁気変動記録

A high resolution paleomagnetic record across and around the Matuyama-Brunhes polarity transition from the Chiba composite section

*岡田 誠[1]、羽田 裕貴[2]、菅沼 悠介[3,4]
*Makoto Okada[1], Yuki Haneda[2], Yusuke Suganuma[3,4]

1. 茨城大学理学部理学科、2. 茨城大学大学院理工学研究科、3. 国立極地研究所、4. 総合研究大学院大学
1. Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Ibaraki University, 2. Graduate School of Scinece and Engineering, Ibaraki Univeristy, 3. National Institute of Polar Research, 4. Graduate University for Advanced Studies

We report a high-resolution paleomagnetic direction and relative paleointensity records from a continuous marine succession, consisting of 80 meters in thickness, exposed on the Chiba composite section of the Kokumoto Formation, Kazusa Group, Japan. The Chiba composite section is a candidate for the Lower-Middle Pleistocene boundary GSSP. Our records provide detailed behaviors of the virtual geomagnetic poles (VGPs) and relative paleointensity changes during and after the Matuyama-Brunhes (M-B) polarity transition. The resultant relative paleointensity and VGP records show a significant paleointensity minimum near the M-B boundary, which is accompanied by a clear “polarity switch” like change in terms of the paleomagnetic direction. The relative paleointensity seems to keep in a low level for more than 10 thousand years associated with an unstable normal polarity. A high-resolution oxygen isotope chronology for the Chiba composite section indicates that the M-B boundary is located in the middle of Marine Isotope Stage (MIS) 19 and yields an age of 772.9 ka for the boundary. This age is consistent with those based on the latest astronomically tuned marine and ice core records and with the recalculated age of 771.7 ±7.3 ka deduced from the U-Pb zircon age of the Byk-E tephra. Moreover, our relative paleointensity record exhibits a consistent variation with other paleointensity records including Be10 derived intensity proxy from deep sea and ice cores. Our paleomagnetic data especially for the relative paleointensity represent one of the most detailed records on this geomagnetic field reversal so far obtained from marine sediments and will therefore be key for understanding the dynamics of the geomagnetic dynamo and for calibrating the geological time scale.

キーワード：千葉複合セクション、松山ーブルン境界
Keywords: Chiba Composite Section, Matuyama-Brunhes boundary

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

黒部川花崗岩を取り巻くブルンー松山接触変成帯
Brunhes-Matuyama contact aureole surrounding the Kurobegawa Granite

*福間 浩司[1]、伊藤 久敏[2]、竹原 真美[3]、山田 隆二[4]、久保 貴志[5]
*Koji Fukuma[1], Hisatoshi Ito[2], Mami Takehara[3], Ryuji Yamada[4], Takashi Kubo[5]

1. 同志社大学理工学部環境システム学科、2. 電力中央研究所、3. 国立極地研究所、4. 防災科学技術研究所、5. まいぶんKAN
1. Department of Environmental System Science, Faculty of Science and Engineering, Doshisha University, 2. Central Research Institute of Electric Power Industry, 3. National Institute of Polar Research, 4. National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, 5. MAIBUNKAN

接触テストは，母岩と貫入岩の両方の磁化獲得のタイミングに強い制約を与える最も強力であるが適用例の少ない野外テストである．特に，母岩が正帯磁であり後に逆磁極期に熱変成されたか，もしくはその逆の場合，母岩の完全または部分的に再磁化されたゾーンが接触面からの距離に応じて明確に識別できる．今回，松山期の母岩とブルン期の貫入岩のペアについての接触テストの例を示す．U-Pb年代約 0.8 Ma の地球上で最も若い花崗岩である黒部川花崗岩は，約 1.6 Ma の爺が岳火山岩類と火山 - 深成複合岩体を形成している．接触テストを含む古地磁気解析により，飛騨山脈の形成に関連した黒部川花崗岩の定置と変形過程の解明に貢献するため，黒部川花崗岩の14サイト，爺が岳火山岩類の6サイトで定方位試料を採取した．多磁区粒子がかなりの割合の自然残留磁化を担っていることが予想されるので，液体窒素を用いて低温消磁を適用し，その後熱消磁炉付き自動スピナー磁力計 Tspin で室温から 600℃ まで 25℃ ステップで熱消磁を行った．低温消磁により自然残留磁化の10〜75%が効果的に消去され，落雷の影響を受けたサイトを除くほとんどのサイトで中〜高温の特徴的残留磁化が取り出された．各サイトの特徴的残留磁化の方向はよく集中しており，磁化方位のサイト平均は黒部川花崗岩では例外なしに正帯磁であった．この磁化は閉鎖温度 900℃ のU-Pb地質年代 0.8 Ma より後の，Brunhes期 (<0.77 Ma) に獲得されたと推定される．黒部川花崗岩によって熱変成を受けた爺が岳火山岩類の接触帯には，完全に再磁化された１サイトと部分的に再磁化された正と逆の磁化が共存する２サイトが見いだされた．この接触テストの結果は，黒部川花崗岩の特徴的残留磁化は現在の地磁気の方位と区別できないが，最近の粘性残留磁化起源ではなく貫入時の磁化であることを示唆している．黒部川花崗岩のサイト平均方位からは大規模な傾斜や変形は見られず，黒部川花崗岩が一体となって傾動せずに上昇してきたことを示している．

キーワード：接触テスト、花崗岩、低温消磁、テクトニクス
Keywords: contact test, granite, low temperature demagnetization, tectonics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

東赤道太平洋 IODP Site U1335 堆積物の古地磁気学的研究 ー 過去800万年間の相対古地磁気強度と伏角異常

Paleomagnetic study of the IODP Site U1335 sediments in the eastern equatorial Pacific - relative paleointensity and inclination anomaly over the last 8 Myr

*山本 裕二[1]、山崎 俊嗣[2]
*Yuhji Yamamoto[1], Toshitsugu Yamazaki[2]

1. 高知大学 海洋コア総合研究センター、2. 東京大学大気海洋研究所
1. Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo

Obtaining continuous records of relative paleointensity (RPI) and inclination anomaly (ΔI) is inevitable to understand the fundamentals of the geodynamo, but available records older than ~3 Ma are still very limited in time and space. We performed a paleomagnetic study of the Integrated Ocean Drilling Program (IODP) Site U1335 sediments in the eastern equatorial Pacific to obtain continuous RPI and ΔI records since ~8 Ma. Slow deposition, ~8.4 m/Myr or less, limits the resolution of the records but did allow for determination of long-term variations. Rock-magnetic measurements showed that biogenic magnetite dominates the magnetic mineral assemblages, and the proportion of biogenic to terrigenous magnetic minerals increases prior to ~4 Ma. The average paleointensity between ~4 and 8 Ma is approximately 30% lower than that from 0 to ~4 Ma. The apparent reduction of RPI at ~4 Ma reaches approximately ~50%, but ~20% of this is estimated to be artificial, induced by the increase in the proportion of biogenic magnetite. No relation between paleointensity and polarity length is recognized for the last ~8 Myr. The magnitude of ΔI is slightly larger during reversed polarity chrons (4.43° ±1.47°) than normal polarity chrons (0.69° ± 2.98°) over the last ~5 Myr, which agrees with the available TAF models of this time span. Prior to ~6 Ma, the sign of ΔI during the normal chrons might have switched to positive, and ΔI during reversed chrons might have been slightly larger than that after ~5 Ma.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-EM 固体地球電磁気学

2019年5月26日(日) 10:45 ~ 12:15 | A08 東京ベイ幕張ホール

[S-EM18] 地磁気・古地磁気・岩石磁気

コンビーナ:清水 久芳(東京大学地震研究所)、佐藤 雅彦(東京大学地球惑星科学専攻学専攻)、座長:北原 優(九州大学大学院比較社会文化研究院)、清水 久芳(東京大学地震研究所)

本セッションでは、現在および過去の地球・惑星磁場、岩石磁気・古地磁気とそれらの応用に関する研究の発表と議論の場を提供する。本セッションは、地球・惑星磁場の観測・解析、自然試料・考古遺物による過去の地球・惑星磁場の変動・変遷の復元、数値実験による地球・惑星磁場の生成・変動メカニズムの研究、岩石・鉱物・隕石などの磁気特性の測定と理論、地球表層および掘削試料の磁気的情報に基づく気候変動やテクトニクスの研究、地球・惑星の磁気異常観測と地殻磁化モデル、これらを実現するために必要な測定技術・解析手法の開発などについての発表を歓迎する。
このセッションは、SEDI-Japan（SEDI:Study of the Earth's Deep Interiorの日本版）コミュニティーの発展に貢献している。

10:45 ~ 11:00

[SEM18-07] 超伝導岩石磁力計のセンサー感度曲線の推定と校正

*小田 啓邦[1]、Chuang Xuan[2] (1.産業技術総合研究所地質情報研究部門、2.サザンプトン大学)

11:00 ~ 11:15

[SEM18-08] ポケットサイズの磁気回路を用いた反磁性粒子および常磁性粒子の磁気分離と物質同定

*植田 千秋[1] (1.大阪大学大学院理学研究科 宇宙地球科学専攻)

11:15 ~ 11:30

[SEM18-09] Experimental evaluation of remanence carriers in coercivity-blocking temperature diagram

*佐藤 雅彦[1]、寺田 卓馬[2]、望月 伸竜[3]、伊藤 理子[2]、綱川 秀夫[2] (1.東京大学、2.東京工業大学、3.熊本大学)

11:30 ~ 11:45

[SEM18-10] **磁鉄鉱離溶相と斜長石結晶に関する鉱物学的研究**

*田村 裕二郎[1]、中田 亮一[2]、佐藤 雅彦[3]、山本 伸次[4] (1.横浜国立大学環境情報学府自然環境専攻、2.海洋研究開発機構高知コア研究所、3.東京大学地球惑星科学専攻、4.横浜国立大学大学院環境情報研究院)

11:45 ~ 12:00

[SEM18-11] レス中白雲母が含有する大量の磁鉄鉱・赤鉄鉱ナノ粒子

*兵頭 政幸[1]、佐野 拓郎[2]、松本 恵[3]、瀬戸 雄介[2]、鈴木 康太[2]、楊 天水[4] (1.神戸大学内海域環境教育研究センター、2.神戸大学大学院理学研究科、3.東北大学大学院理学研究科、4.中国地質大学)

12:00 ~ 12:15

[SEM18-12] 磁性細菌*Magnetospirillum magnetotacticum* MS-1の密度分離と磁気測定

*政岡 浩平[1]、諸野 祐樹[2]、富岡 尚敬[2]、浦本 豪一郎[1]、山本 裕二[1] (1.高知大学、2.海洋研究開発機構高知コア研究所)

超伝導岩石磁力計のセンサー感度曲線の推定と校正
Sensor Response Estimate and Calibration of Superconducting Rock Magnetometers

*小田 啓邦[1]、Chuang Xuan[2]
*Hirokuni Oda[1], Chuang Xuan[2]

1. 産業技術総合研究所地質情報研究部門、2. サザンプトン大学
1. Institute of Geology and Geoinformation, Geological Survey of Japan, AIST, 2. University of Southampton

Pass-through superconducting rock magnetometers (SRM) offer rapid and high-precision remanence measurements for continuous sediment samples that are essential for modern researches on paleomagnetism and environmental magnetism. However, continuous SRM measurements are smoothed and distorted due to the convolution effect of SRM sensor response. Thus, deconvolution is necessary to restore accurate magnetization from pass-through SRM data, and robust deconvolution requires reliable estimate of SRM sensor response. In the presentation, we present a new software tool ‘uresponse’ developed for the purpose of evaluation and optimization of SRM sensor response. The example sensor responses were acquired for two SRMs at University of Southampton; i.e. liquid He-operated (old) and liquid He-free (new) ones. Precise point source held in the center of 5×5×5mm plastic cube was used for the measurement with a magnetization pointing to one of the faces together with a gridded measurement block. With the software, each tensor components of sensor response for magnetization in X-, Y-, Z-axes to a pick-up coil in X-, Y-, and Z-axes acquired for the measurement grids are smoothed, interpolated and integrated over the cross-sectional area of a measured u-channel sample. In addition, absolute magnetization of the point source was estimated by cross calibration with a palladium standard using MPMS at National Institute of Advanced Industrial Science and Technology. By comparing repeated measurements of a u-channel sample containing geomagnetic reversal on the two SRMs before and after deconvolution, we demonstrate the significant differences in measurements caused by different sensor responses of the two types of magnetometers, and show how deconvolution with well-constrained response functions can help to largely overcome the convolution effects and distortion for measurements on both SRMs.

キーワード：超伝導岩石磁力計、デコンボルーション、センサー感度曲線
Keywords: SQUID Rock magnetometer, Deconvolution, sensor response curves

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ポケットサイズの磁気回路を用いた反磁性粒子および常磁性粒子の磁気分離と物質同定

Magnetic separation of ordinary solid particles using a pokcet size magnetic circuit

*植田 千秋[1]
*Chiaki Uyeda[1]

1. 大阪大学大学院理学研究科 宇宙地球科学専攻
1. Institute of earth and Space Science Graduate School of Science Osaka University

一方向に減少する定常磁場を希薄空間の中に設定し、その中の一点で種類の異なる反磁性粒子の集団を開放すると、それらの粒子は、物質ごとの集団に分かれて、磁場が減少する方向に並進する[1]。ここで並進する粒子にエネルギー保存則を適応すると、初速度ゼロで開放した粒子の速度は、その質量に依存せず、物質固有の磁化率と、初期位置の磁場強度のみに依存することが導かれる。さらに並進速度から得た磁化率を、文献値の一覧表と比較することで、その物質の種類を非破壊で識別できることが、様々な物質で示された[1]。

従来の磁気分離は、強い磁性を帯びた物質の抽出に限定され、その適応範囲を物質全体に拡張する試みは、（磁気ビーズ付着による間接的な方法を除き）これまでなかった。一方、自然界に存在する物質の多くは反磁性体あるいは弱い常磁性体であり、それらは物質ごとに固有の磁化率を有している。従ってこの磁化率の差異による分離＆同定を提案する事ができる。

これまで当グループで報告した磁気分離は、微小重力条件で行われてきたが、今回、新規に開発した小型の装置（4x8x5cm）を用いることで、分離と同定が地上重力条件でも実現した[2]。この装置では、磁化率が-50x10^{-7}emu/gから+300x10^{-7} emu/gの粒子について、磁気力と重力を重畳させた放物線運動が観測できる。すなわち携帯可能な小型の装置で、自然界に存在する大多数の反磁性＆常磁性粒子が分離・識別できる[2]。異種粒子の混合体の精密分析は、地球惑星科学のフィールド活動において重要である。従ってこの装置は、その前処理技術として、有機化学・生化学におけるクロマトグラフ技術と同等の潜在性を有する。

今回開発した装置は小型かつ堅牢であり、さらに原理が単純なことから、地球上や太陽系空間を対象とした無人探査機に搭載する装置としても有用である。ただし自然界に存在する固体粒子の大多数は、地球の寒冷地や太陽系外縁部などに存在する低温固体である。そこで、これらの物質の磁気並進の特性を実証するため、これまでに氷やドライアイスの並進をT = 200Kの条件で観測した[3]。さらにＣＯ，エタン、メタンおよび窒素粒子の観測をT = 100K以下の条件で進めている （JpGU 2019で報告予定）。

これと並行して、従来の微小重力条件の装置に高速度カメラを導入することで、物質同定の分解能を大きく向上させた。具体的には粒子の磁気並進速度の精度が向上した事で、得られるχ値の精度が向上し、識別可能な物質の種類が格段に増加した。今回の成果を基盤として、磁気分離の分解能を、磁化率の差異に換算して10^{-9}emu/gレベルまで向上できれば、将来的には現存するほぼ全ての物質が識別可能となる（JpGU2019で報告予定）。これにより、化学組成、赤外スペクトル加え、磁化率をという新たな物性値による同定法への展望が得られる。

[1] Uyeda, Terada, Hisayoshi, (2019) Sci., Reps., *in print.*

[2] Hisayoshi, Uyeda & Terada (2016) Sci., Reps., 6, 38431.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[3] Yamaguchi, Hisayoshi, Uyeda & Terada (2017) J. Phys., Conf. Ser.903, 012026.

キーワード：磁気分離、反磁性体、常磁性体
Keywords: magnetic separation, diamagnetic material, paramagnetic material

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Experimental evaluation of remanence carriers in coercivity-blocking temperature diagram

*佐藤 雅彦[1]、寺田 卓馬[2]、望月 伸竜[3]、伊藤 理子[2]、綱川 秀夫[2]
*Masahiko Sato[1], Takuma Terada[2], Nobutatsu Mochizuki[3], Ayako Ito[2], Hideo Tsunakawa[2]

1. 東京大学、2. 東京工業大学、3. 熊本大学
1. The University of Tokyo, 2. Tokyo Institute of Technology, 3. Kumamoto University

Knowledge of the remanence carrier in recording media is crucial for obtaining reliable paleomagnetic data. Here we report newly developed technique to evaluate the remanence carrier of natural rock samples using anhysteretic remanent magnetization (ARM) spectra in coercivity (H_c) and blocking temperature (T_B) plane (hereafter referred to as H_c-$T_B$diagram). Experimental procedures are as follows: (1) imparting ARM at 50 μT DC field and 140 mT AC field, (2) thermal demagnetization (THD) for the ARM at a certain temperature, (3) stepwise alternating field demagnetization (AFD) for the remaining ARM, (4) repeating steps 1–3 with THD treatment at a higher temperature, and (5) calculating second derivative of ARM on the H_c-$T_B$plane. Samples from three basaltic lavas and two welded tuffs were used for H_c-T_B diagram experiments. The basaltic lava samples consist of HW95 from Hawaiian 1995 lava flow of pahoehoe, OS86 from Izu-Oshima 1986 lava flow at the northwest flank of Mihara Volcano (Japan), and UN01 from Kiso-ontake lava flow (called Ueno basaltic rocks) in Nagano (Japan), which extruded during the Matuyama chron. The welded tuff samples were KM01 from Komagatake welded tuff and SK03 from Shikotsu welded tuff, both of which extruded 30-35 ka in Japan. In the cases of HW95, UN01, and KM01 samples, remanence carriers are composed mainly of a single phase in the H_c-$T_B$diagram. The OS86 sample showed two phases in the H_c-$T_B$diagram which can be distinguished from each other by AFD treatment but not THD treatment because of similar $T_B$spectra. In the case of SK03 sample, second derivatives of ARM showed not only positive values but also negative values in the H_c-$T_B$diagram. The negative value implies significant effects of thermal alteration due to laboratory heating. On the basis of H_c -$T_B$diagrams, we will further discuss remanence carriers in the measured samples.

キーワード：Anhysteretic remanent magnetization、Coercivity、Blocking temperature、Paleointensity
Keywords: Anhysteretic remanent magnetization, Coercivity, Blocking temperature, Paleointensity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

磁鉄鉱離溶相と斜長石結晶に関する鉱物学的研究
Mineralogical study on magnetite exsolution and host plagioclase crystal

*田村 裕二郎[1]、中田 亮一[2]、佐藤 雅彦[3]、山本 伸次[4]
*Yujiro Tamura[1], Ryoichi Nakada[2], Masahiko Sato[3], Shinji Yamamoto[4]

1. 横浜国立大学環境情報学府自然環境専攻、2. 海洋研究開発機構高知コア研究所、3. 東京大学地球惑星科学専攻、4. 横浜国立大学大学院環境情報研究院
1. Graduate schoole of Environment and Information Sciences, Departmennt of Natural Environment, Yokohama National University, 2. Kochi Institute of Core Sample Reserch, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. Department of Earth and Planetary Science, The University of Tokyo, 4. Graduate schoole of Environment and Information Sciences, Yokohama National University

斜長石結晶中には細粒な磁鉄鉱離溶相が存在することから、磁場情報の優良な記録媒体であると考えられ、近年では磁鉄鉱を含む斜長石単結晶を用いた古地磁気測定が行われている（Kato et al., 2018など）。信頼度の高い古地磁気強度記録を得るためには試料中に含まれる磁性鉱物の成因の情報が不可欠であるが、斜長石中の磁鉄鉱離溶相の成因についてはほとんど未解明である。磁鉄鉱離溶相は全ての斜長石中に普遍的には存在しておらず、また磁鉄鉱離溶相を含む斜長石単結晶中でもその存在量や形態は一様ではない。斜長石中での磁鉄鉱離溶相は、温度低下による斜長石への鉄の最大固溶量の低下により形成され、全岩組成および斜長石中の鉄濃度によってその形成は制限される。また、磁鉄鉱は鉄の2価と3価を含むため、斜長石中の鉄の価数によっても制限される。本研究で、斜長石単結晶の波動累帯構造に沿って磁鉄鉱離溶相の存在に差が見られる丹沢複合岩体における道志はんれい岩について、斜長石中に含まれる磁鉄鉱離溶相と斜長石の関係について鉱物学的な研究を行った。

試料は、丹沢トーナル岩複合岩体の北西に位置する道志岩体中央部のはんれい岩を用い、ミクロン～サブミクロンスケールの磁鉄鉱離溶相を観察するため両面鏡面研磨の岩石薄片を作成したのち、光学顕微鏡下での観察・モード比測定および電界放出型電子プローブマイクロアナライザでの斜長石の組成決定をおこなった。また、SPring 8のBL37XUにて鉄K端X線吸収端近傍構造（XANES）測定、および詳細なカルシウム、鉄の元素マッピングをおこなった。

光学顕微鏡観察から、1方向に配列した最大数ミクロンの磁鉄鉱が観察され、その形状はラグビーボール状のものがほとんどであった。光学顕微鏡観察と元素マッピングの結果より、斜長石は複数回の波動累帯構造をしており、アノーサイト成分の少ない領域において磁鉄鉱離溶相が多く存在することがわかった。鉄の濃度は、多少の増減はあるが斜長石のリム以外ではおおよそ均質であると考えられる。K端XANES測定より、斜長石中の鉄の価数に関しては、コアからリムまで2.47～2.55となっており、アノーサイト成分との正の相関が見られた。

斜長石の累帯構造は、その晶出過程を見ていると考えられ、一般に一度の晶出でアノーサイト成分に富む斜長石から晶出し、次第にアルバイト成分に富む斜長石が晶出していく。斜長石には鉄の２価に比べ３価の方が分配されやすく（Lundgaard & Tegner, 2004）、今回得られたアノーサイト成分と鉄の価数の正の相関は、晶出の前半であると考えられる累帯構造中のアノーサイトの多い領域には鉄の３価が優先的に分配され、その後に晶出するアノーサイト成分の少ない領域は、相対的に鉄の２価が多く分配されることで形成されたと考えられる。累帯構造の形成に伴ってアノーサイト成分と含まれる鉄の価数が変化しているため、累帯構造の一部において磁鉄鉱が離溶する適切な条件を満たしていると考えられる。今回の観察で得られた結果は、斜長石単結晶においても成因の異なる磁鉄鉱離溶相が存在することを示唆し、磁鉄鉱離溶相を含む斜長石単結晶を古地磁気強度研究では鉱物学的情報が必要不可欠であると考えられる。

キーワード：Magenite exsolution、斜長石

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Magnetite exsolution, Plagioclase

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

レス中白雲母が含有する大量の磁鉄鉱・赤鉄鉱ナノ粒子
Numerous nano-sized magnetite and hematite inclusions in muscovite in loess

*兵頭 政幸[1]、佐野 拓郎[2]、松本 恵[3]、瀬戸 雄介[2]、鈴木 康太[2]、楊 天水[4]
*Masayuki Hyodo[1], Takuro Sano[2], Megumi Matsumoto[3], Yusuke Seto[2], Kota Suzuki[2], Tianshui Yang[4]

1. 神戸大学内海域環境教育研究センター、2. 神戸大学大学院理学研究科、3. 東北大学大学院理学研究科、4. 中国地質大学
1. Research Center for Inland Seas, Kobe University, 2. Graduate School of Science, Kobe University, 3. Graduate School of Science, Tohoku University, 4. China University of Geosciences

Magnetic enhancement of Chinese loess–paleosol sequences has been used extensively as a proxy for the East Asian summer monsoon. This magnetic enhancement occurs due to neoformation of pedogenic ferrimagnets. However, these ferrimagnets are difficult to extract; consequently, how they are formed is not well understood. Here, we show the shape of the crystals and the presence of nano-sized pedogenic magnetic particles using electron microscopy, a synchrotron radiation X-ray diffraction technique, and rock magnetic methods. The magnetic particles comprise pedogenic magnetites, detrital magnetites with maghemite shells, and detrital/pedogenic hematites. Among the fraction samples, the medium grain-size (1–10 μm) fraction was responsible for most of the magnetic enhancement of the paleosols. Magnetic extraction experiments revealed that muscovites and chlorites in the paleosol samples showed weak spontaneous magnetization. In the medium grain-size paleosol fraction, we found a weathered muscovite grain that included many hundreds of nanometer-sized magnetite and hematite particles in aggregates with biotites, which are Fe-bearing silicates. There were similar aggregates surrounding muscovite and chlorite fragments. The concentration of pedogenic magnetite/hematite inclusions was much higher in this muscovite grain than in the submicron-sized iron oxides found on the silicate surfaces. The nano-sized magnetite/hematite inclusions must be responsible for the weak spontaneous magnetization of the muscovites and chlorites, significantly contributing to the magnetic enhancement of the mature paleosols. These magnetite inclusions are mainly responsible for the paleosol pseudo-single-domain magnetic properties extensively observed across the Chinese Loess Plateau. The protective silicates account for the low extraction efficiency and the near absence of oxidation by surrounding air.

キーワード：レス磁気学、土壌化生成磁性粒子、透過型電子顕微鏡、走査型電子顕微鏡、放射光X線回折、風化
Keywords: loess magnetism, pedogenic magnetic particles, TEM, SEM, Synchrotron radiation x-ray diffraction, weathering

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

磁性細菌*Magnetospirillum magnetotacticum* MS-1の密度分離と磁気測定

Density separation and magnetic measurements of magnetotactic bacteria *Magnetospirillum magnetotacticum* MS-1

*政岡 浩平[1]、諸野 祐樹[2]、富岡 尚敬[2]、浦本 豪一郎[1]、山本 裕二[1]
*Kohei Masaoka[1], Yuki Morono[2], Naotaka Tomioka[2], Go-Ichiro Uramoto[1], Yuhji Yamamoto[1]

1. 高知大学、2. 海洋研究開発機構高知コア研究所
1. Kochi University, 2. Kochi Institute for Core Sample Research, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

海底堆積物には自然残留磁化（NRM）として，過去の地球磁場の変動がほぼ連続的に記録されている．このNRMを担う磁性鉱物は磁性細菌にも起源をもち，その量的な重要性が指摘されている（e.g. Yamazaki, 2012）．しかし，磁性細菌起源の磁性鉱物が堆積物形成時に当時の地球磁場を反映した残留磁化を獲得する過程，および，その残留磁化の性質については未解明の部分が多い．政岡ほか（2018JpGU；2018SGEPSS）は，磁性細菌*Magnetospirillum magnetotacticum* MS-1（以下MS-1） の分譲を受けて大量培養し，培養細胞の密度の違いを利用して分離したMS-1の細胞群を用いて，これらの細胞群が堆積物形成のごく初期においてNRMを獲得するプロセスの模擬実験を行い，試料を作製した．細胞数を一定（1試料2.835×10^9 cell/7 cc）とした一連の試料のNRM方位は作製時の印加磁場の方向と一致（偏角0˚・伏角0˚および偏角0˚・伏角45˚）し，NRM強度は伏角によらず外部磁場強度（0-100 μT）の増加に伴ってランジュバン関数的に増加することを報告している．しかし，これらの実験に用いたMS-1の細胞群は，細胞内にマグネタイトを形成している個体の割合（マグネタイト形成率）が3 %程度と少ないことが透過型電子顕微鏡（TEM）観察により確認されており，模擬実験に影響を与えている可能性がある．

そこで，本研究では，細胞内にマグネタイトを形成しているMS-1の細胞群を磁気的な方法に依らずに効率的に分離し，マグネタイト形成率を高めた細胞群を利用して模擬実験を行うことを目的とした．そのために，政岡ほか（2018JpGU）で行われている密度分離の方法を改良した．政岡ほか（2018JpGU）では80 %ナイコデンツ溶液のみで分離しているが，本研究では異なる濃度のナイコデンツ溶液（0, 40, 45, 47.5, 50, 60 %）を上方に向かって密度が小さくなるように重層したものを24時間静置することで密度勾配を形成させて分離した．ナイコデンツの密度勾配によって4層に分離したので，上から順にフラクション1（F1），2（F2），3（F3），4（F4）とした． MS-1の細胞群はF1-F3には確認された一方，F4には確認されなかった． F1-F3についてTEM観察を行ったところ，マグネタイト形成率はF1で0.3 %，F2で7.2 %，F3で16.3 %であった． いずれのフラクションにおいても細胞内のマグネタイトの粒径は40-50 nm程度で，20-40個が鎖状に連なっている様子が観察された．

F1からF3について政岡ほか（2018JpGU）と同様の手順で模擬実験を行い，磁気測定用試料を作製した．外部磁場は方向が偏角0˚・伏角0˚，強度が50 μTとなるように作用させた．各試料のNRM強度は，F1で1.15×10^{-9} Am^2，F2で6.60×10^{-9} Am^2，F3で1.34×10^{-8} Am^2であった．F1については政岡ほか（2018JpGU）で報告されているブランク試料の値とほとんど変わらない．各試料は7 cm^3あたりMS-1の細胞をF1は2.17×10^9 cell，F2は1.72×10^9 cell，F3は7.97×10^9 cell含むため， 1細胞あたりに換算したNRM強度はF1で5.31×10^{-19} Am^2/cell，F2で3.83×10^{-18} Am^2/cell，F3で1.68×10^{-17} Am^2/cellである．マグネタイト形成率の増加に伴ってNRM強度が増加していることが分かった．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-EM 固体地球電磁気学

2019年5月26日(日) 13:45 ~ 15:15 | A08 東京ベイ幕張ホール

[S-EM18] 地磁気・古地磁気・岩石磁気

コンビーナ:清水 久芳(東京大学地震研究所)、佐藤 雅彦(東京大学地球惑星科学専攻学専攻)、座長:佐藤 雅彦(東京大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻)、清水 久芳(東京大学地震研究所)

本セッションでは、現在および過去の地球・惑星磁場、岩石磁気・古地磁気とそれらの応用に関する研究の発表と議論の場を提供する。本セッションは、地球・惑星磁場の観測・解析、自然試料・考古遺物による過去の地球・惑星磁場の変動・変遷の復元、数値実験による地球・惑星磁場の生成・変動メカニズムの研究、岩石・鉱物・隕石などの磁気特性の測定と理論、地球表層および掘削試料の磁気的情報に基づく気候変動やテクトニクスの研究、地球・惑星の磁気異常観測と地殻磁化モデル、これらを実現するために必要な測定技術・解析手法の開発などについての発表を歓迎する。
このセッションは、SEDI-Japan（SEDI:Study of the Earth's Deep Interiorの日本版）コミュニティーの発展に貢献している。

13:45 ~ 14:05

[SEM18-13] 固有磁場が地球型惑星からの大気散逸に与える影響

★招待講演

*関 華奈子[1]、堺 正太朗[1]、乾 彰悟[1]、坂田 遼弥[1]、寺田 直樹[2]、品川 裕之[3]、David Brain[4] (1.東京大学大学院理学系研究科、2.東北大学大学院理学研究科、3.情報通信研究機構、4.コロラド大学ボルダー校 LASP)

14:05 ~ 14:20

[SEM18-14] Numerical modeling of a lunar dynamo and its long-term evolution

*兵藤 史[1]、高橋 太[2]、金嶋 聰[2]、清水 久芳[3]、綱川 秀夫[4] (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3.東京大学地震研究所、4.東京工業大学理学院地球惑星科学系)

14:20 ~ 14:40

[SEM18-15] Investigation of sub-grid scale (SGS) model in dynamo simulations with small Ekman and magnetic Prandtl numbers

★Invited Papers

*松井 宏晃[1] (1.Dept. of Earth and Planetary Sciences, University of California, Davis)

14:40 ~ 14:45

Discussion

14:45 ~ 15:00

[SEM18-16] 有限領域内の運動学的ダイナモの成長率

*櫻庭 中[1] (1.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)

15:00 ~ 15:15

[SEM18-17] Detection of jerk-like magnetic field variation in a numerical dynamo model using wavelet analysis

*高橋 太[1]、眞鍋 佳幹[2] (1.九州大学大学院理学研究院、2.九州大学理学府地球惑星科学専攻)

固有磁場が地球型惑星からの大気散逸に与える影響
Effects of the intrinsic magnetic field on the atmospheric escape from terrestrial planets

*関 華奈子[1]、堺 正太朗[1]、乾 彰悟[1]、坂田 遼弥[1]、寺田 直樹[2]、品川 裕之[3]、David Brain[4]
*Kanako Seki[1], Shotaro Sakai[1], Shogo Inui[1], Ryoya Sakata[1], Naoki Terada[2], Hiroyuki Shinagawa[3], David A. Brain[4]

1. 東京大学大学院理学系研究科、2. 東北大学大学院理学研究科、3. 情報通信研究機構、4. コロラド大学ボルダー校 LASP
1. Graduate School of Science, University of Tokyo, 2. Graduate School of Science, Tohoku University, 3. NICT, 4. LASP, University of Colorado, Boulder

火星は、過去にはグローバルな固有磁場を持っていたと推定される惑星であり、また現在は、主に南半球に地殻起源の磁場が残留している。火星が固有磁場を失った時期は、約41～40億年前だと推測されている。一方で、40億年前の火星は表層に液体の水を保持し、現在より温暖湿潤な気候であったと推定されている。それが、40億年前から35億年前くらいの比較的早い時期に、現在の火星のように寒冷乾燥した気候に変化したと考えられている。このような気候変動を引き起こすには、１気圧分程度のCO_2大気が地下に貯蔵もしくは宇宙空間に流出して表層環境から取り除かれる必要があるが、火星で大量の炭酸塩は見つかっておらず、大量のCO2大気が宇宙空間に散逸した可能性が高いと考えられている。一方で、実際に多量の大気を散逸させられるメカニズムはわかっておらず、火星宇宙気候研究の重要課題として、CO_2大気を宇宙空間に逃がすことができる機構の解明が挙げられる。

現在の火星はグローバルな固有磁場を持たず、太陽風と大気が直接相互作用しているが、上述のように過去の火星は固有磁場を保有していたと考えられており、磁場を失った時期と気候変動が起こった時期が近いこともあり、火星からの大気散逸を理解するためには、固有磁場の影響を考慮することが重要である。これまでに、NASAの火星探査機MAVEN等によって火星大気散逸現象を含む火星圏環境について多くの基本的描像が得られつつある。その中で、低エネルギーイオン流出は、重イオンを含む大量の電離大気を散逸させられるメカニズムとして注目されている。本講演では、MAVENの観測データの統計解析に基づいた火星からの低エネルギーイオン流出機構に太陽風と地殻残留磁場がおよぼす影響の研究、および、太陽風-火星相互作用系のグローバル多成分磁気流体(MHD)シミュレーションに基づく弱い惑星固有磁場がイオン散逸におよぼす影響の研究を中心に、最近の火星における固有磁場が大気散逸に与えた影響についての研究の進展について紹介する。また、これらの研究結果も踏まえて、比較惑星学的視点から固有磁場が地球型惑星からの大気散逸に与える影響についても議論したい。

キーワード：固有磁場、火星、大気散逸、気候変動、イオン流出、多成分磁気流体シミュレーション
Keywords: intrinsic magnetic field, Mars, Atmospheric escape, climate change, ion outflow, multi-species MHD simulation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Numerical modeling of a lunar dynamo and its long-term evolution

*兵藤 史[1]、高橋 太[2]、金嶋 聰[2]、清水 久芳[3]、綱川 秀夫[4]
*Fumi Hyodo[1], Futoshi Takahashi[2], Satoshi Kaneshima[2], Hisayoshi Shimizu[3], Hideo Tsunakawa[4]

1. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3. 東京大学地震研究所、4. 東京工業大学理学院地球惑星科学系
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University, 3. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 4. Deparment of Earth and Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology

Now the Moon has no global magnetic field unlike the Earth, and there are only local crustal fields which are of approximately several hundred nT on the lunar surface [Tsunakawa et al., 2015]. However, lunar paleomagnetic studies indicate evidence for ancient lunar dynamo, and that the Moon had a global magnetic field of about 70 μT on the lunar surface at least between 4.2 and 3.56 Ga [e.g., Garrick-Bethell et al. 2009; Shea et al., 2012; Suavet et al., 2013]. In this study, we assume that the lunar dynamo is powered by compositional buoyancy due to inner core growth, which enabled the dynamo to work for such a long time interval. Based on the assumption, we perform a series of numerical simulations of MHD dynamo by varying the ratio of the inner core and outer core radii $\chi = r_i/r_o$ from *0.1* to 0.7 like Heimpel et al. [2005], where r_i and r_o are the inner core radius and the outer core radius, respectively. Long-term variations of the Rayleigh number *Ra* and the Ekman number *E*, which are key dimensionless parameters controlling the dynamo action, used in the dynamo simulations are calculated as functions of χ from a thermal history model of the lunar core. Then a relative core evolution curve is drawn, along which we perform a suite of dynamo runs with a given value of χ and with the values of *Ra* and *E* that are calibrated by scales of Ra_0*=4000,* 8000 and 10000, and $E_0 = O(10^{-4})$. We investigate features of lunar dynamo evolution in scenarios with different values of Ra_0. In summary, we find three types of dynamo regimes during the evolution of lunar core: self-sustaining regime, failing-dynamo regime with convection, and failing-dynamo regime without convection. From the results of the simulations, we find that dynamos cease under a low magnetic Reynolds number that causes the termination of convection because of slow inner core growth in a late phase. We also find that it is difficult to drive convection in the cases of thin shell (χ *=0.6* and 0.7) even with the highest Ra_0. This result might suggest a possible scenario in which the lunar dynamo driven by compositional convection shuts off.

キーワード：月のダイナモ、月の磁場、月の進化、熱史、内核成長、組成対流
Keywords: Lunar dynamo , Magnetic field of the Moon, Evolution of the Moon, Thermal history, Inner core growth, Compositional convection

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Investigation of sub-grid scale (SGS) model in dynamo simulations with small Ekman and magnetic Prandtl numbers

*松井 宏晃[1]
*Hiroaki Matsui[1]

1. Dept. of Earth and Planetary Sciences, University of California, Davis
1. Dept. of Earth and Planetary Sciences, University of California, Davis

The flow in the Earth's outer core is expected to have vast length scale from the geometry of the outer core to the thickness of the boundary layer. Because of the limitation of the spatial resolution in the numerical simulations, sub-grid scale (SGS) modeling is required to model the effects of the unresolved field on the large-scale fields. We model the effects of sub-grid scale flow and magnetic field using a dynamic scale similarity model. Four terms are introduced for the momentum flux, heat flux, Lorentz force and magnetic induction. The model was previously used in the convection-driven dynamo in a rotating plane layer and spherical shell using the Finite Element Methods.

In the present study, we perform large eddy simulations (LES) using the dynamic scale similarity model. The scale similarity model is implement in Calypso, which is a numerical dynamo model using spherical harmonics expansion. To obtain the SGS terms, the spatial filtering in the horizontal directions is done by taking the convolution of a Gaussian filter expressed in terms of a spherical harmonic expansion, following Jekeli (1981). A gaussian field is also applied in the radial direction.

In the present study, we evaluate SGS terms from direct simulation (DNS) without using SGS model. The resolved DNS is performed on the truncation degree $L = 1023$ using the Ekman number $E = 1.0 \times 10^{-6}$. To investigate optimal size of spatial filtering and limit of spatial resolution for the present SGS model, we evaluate the SGS terms with L = 255, 342, and 511, and compare with the SGS terms directly evaluated on the original fine resolution.

The results show that the amplitude of SGS inertia terms is larger than the SGS Lorentz force in the all length scale in the momentum equation, because the magnetic field has larger length scale than the velocity. The inertia term obtained by the resolved field decreases with the coarser resolution in all horizontal length scales. The amplitude of the SGS inertia term is approximately 0.28 times of the inertia term obtained by resolved fields.

キーワード：地球ダイナモ、sub-grid scale モデル
Keywords: Geodynamo, Sub-grid scale model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

有限領域内の運動学的ダイナモの成長率
Growth rates of kinematic dynamos in a finite domain

*櫻庭 中[1]
*Ataru Sakuraba[1]

1. 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻
1. Department of Earth and Planetary Science, University of Tokyo

Kinematic dynamos have been intensively studied since 1950s to get an insight into generation mechanisms of planetary magnetic fields. Even today when computer simulations of geophysically realistic dynamo models are possible, importance of that classical problem cannot be neglected because of its use in understanding basic dynamo processes. For example, a linear growth rate of a kinematic dynamo model can be an important measure to estimate a timescale of geomagnetic field recovery from a weak-field state in a reversal transition, and to understand energy transfers from fluid flow to magnetic fields and dissipation. Most of previous studies on growth rates of kinematic dynamos have assumed fluid flows extending infinitely in space such as three-dimensionally periodic ABC flows (see a review by A. Soward, Fast dynamos, in Lectures on Solar and Planetary Physics, Cambridge Univ. Press, 1994). Here we consider a cylindrical annulus model of kinematic dynamo. The flow is periodic along the azimuthal direction but finite in the radial and axial directions. The magnetic field satisfies a pseudo-vacuum boundary condition for the sake of computational simplicity. The induction equation is integrated in time from a random field and a linear growth rate is estimated after calculation of several magnetic diffusion times. A background flow is chosen so that the flow component can be represented as a few terms of trigonometric functions in the cylindrical coordinates and the kinetic helicity is antisymmetric about the equator. The growth rate can be summarized as a function of the magnetic Reynolds number, R, and the azimuthal wavenumber, m, of the background flow. In a parameter domain of $R < 1000$, we observed an increase of the growth rate as mR to the power of 2/3.

キーワード：惑星磁場、ダイナモ、電磁流体力学
Keywords: planetary magnetic field, dynamo, magnetohydrodynamics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Detection of jerk-like magnetic field variation in a numerical dynamo model using wavelet analysis

*高橋 太[1]、眞鍋 佳幹[2]
*Futoshi Takahashi[1], Yoshiki Manabe[2]

1. 九州大学大学院理学研究院、2. 九州大学理学府地球惑星科学専攻
1. Faculty of Sciences, Kyushu University, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University

Geomagnetic jerk is known as a sudden change in the trend of geomagnetic secular variation, which typically occurs in annual timescale. A conventional and direct way to identify jerks is by looking for V- or \Lambda-shaped changes in the slope of the secular variation of a field component at observatories. Instead, to find geomagnetic jerks, Alexandrescu et al. (1995) applied wavelet analysis to geomagnetic field data obtained at ground observatories in Europe. They detected geomagnetic jerks in 1901, 1913, 1925, 1969 and 1978, and showed that regularity of the magnetic field variation is about 1.5 rather than 2.

Although dynamo action in the Earth’s core should generate such a singular variation, physical mechanisms responsible for jerks are still unknown. In this respect, numerical dynamo modeling could be useful, because all information within the core relating magnetic field variations can be obtained. However, magnetic field variation in dynamo models occurs more slowly compared with the geomagnetic secular variation probably due to assumed values of the fluid viscosity very far from that in the Earth’s core. Therefore, it is not evident that any jerk-like fast magnetic field variation can be observed in numerical dynamo models. In this study, we report results of our attempt to detect jerk-like magnetic field variation in a numerical dynamo model using wavelet analysis. The Ekman number of the model is 3×10^{-5}, which is not the state-of-the-art but comparatively small, giving a good starting point.

Brief summary of the results is as follows: (1) Jerk-like magnetic field variation is detected in all of the three components; (2) Regularity of such variations is typically larger than 2; (3) Jerk-like variation occurs both globally and locally. Relevance of the present results to the geomagnetic jerk and relation to the internal dynamics are discussed based on these findings.

キーワード：地磁気ジャーク、ダイナモ、ウェーブレット解析
Keywords: Geomagnetic jerk, Dynamo, Wavelet analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-EM 固体地球電磁気学

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_15

[S-EM18] 地磁気・古地磁気・岩石磁気

コンビーナ:清水 久芳(東京大学地震研究所)、佐藤 雅彦(東京大学地球惑星科学専攻学専攻)

本セッションでは、現在および過去の地球・惑星磁場、岩石磁気・古地磁気とそれらの応用に関する研究の発表と議論の場を提供する。本セッションは、地球・惑星磁場の観測・解析、自然試料・考古遺物による過去の地球・惑星磁場の変動・変遷の復元、数値実験による地球・惑星磁場の生成・変動メカニズムの研究、岩石・鉱物・隕石などの磁気特性の測定と理論、地球表層および掘削試料の磁気的情報に基づく気候変動やテクトニクスの研究、地球・惑星の磁気異常観測と地殻磁化モデル、これらを実現するために必要な測定技術・解析手法の開発などについての発表を歓迎する。
このセッションは、SEDI-Japan（SEDI:Study of the Earth's Deep Interiorの日本版）コミュニティーの発展に貢献している。

[SEM18-P01] 伊能忠敬山島方位記に基づく19世紀初頭の日本の地磁気偏角の解析　第13回報告

*辻本 元博[1]、面谷 明俊[2] (1.日本地図学会、2.山陰システムコンサルタント)

[SEM18-P02] Forecasting geomagnetic secular variation based on magnetic diffusion at the core-mantle boundary

*松島 政貴[1]、清水 久芳[2]、高橋 太[3]、南 拓人[2]、中野 慎也[4]、藤 浩明[5] (1.東京工業大学理学院地球惑星科学系、2.東京大学地震研究所、3.九州大学大学院理学研究院、4.統計数理研究所、5.京都大学大学院理学研究科附属地磁気世界資料解析センター)

[SEM18-P03] Candidate models of IGRF13-SV from Japanese team

*清水 久芳[1]、南 拓人[1]、中野 慎也[2]、高橋 太[3]、松島 政貴[4]、藤 浩明[5] (1.東京大学地震研究所、2.統計数理研究所、3.九州大学理学部地球惑星科学科、4.東京工業大学理学院地球惑星科学系、5.京都大学大学院理学研究科附属地磁気世界資料解析センター)

[SEM18-P04] **Preliminary report on the paleointensity variation during 38-50 Ma deduced from the marine sediments recovered from the northwest Atlantic**

*山本 裕二[1]、深見 洋仁[1,2]、谷口 若菜[1]、Lippert Peter[3] (1.高知大学 海洋コア総合研究センター、2.三洋テクノマリン株式会社、3.ユタ大学)

[SEM18-P05] 房総半島南端に分布する海成鮮新ー更新統千倉層群布良層におけるGauss-Matuyama地磁気逆転記録

*岡田 誠[1]、平岡 陽佑[2]、長谷川 大輔[2] (1.茨城大学理学部理学科、2.茨城大学大学院理工学研究科)

[SEM18-P06] 秋田県田沢湖の湖底堆積物に記録された完新世古地磁気永年変化

*安田 涼[1]、林田 明[1]、山田 和芳[2]、松岡 裕美[3]、岡村 眞[3]、石山 大三[4] (1.同志社大学、2.ふじのくに地球環境史ミュージアム、3.高知大学、4.秋田大学)

[SEM18-P07] 水月湖年縞堆積物に記録された最終氷期の地磁気エクスカーション

*田辺 祥汰[1]、三木 雅子[1]、兵頭 政幸[2]、中川 毅[3]、北場 育子[3]、山田 圭太郎[3]、北川 淳子[4]、Suigetsu 2014 Project Members[5] (1.神戸大学、2.神戸大学 内海域環境教育研究センター、3.立命館大学、4.福井県里山里海湖研究所、5.www.suigetsu.org)

[SEM18-P08] エチオピア・アファール凹地、プレート拡大境界軸域での地球電磁気学的探査

*石川 尚人[1]、吉村 令慧[2]、Tesfaye Kidane[11]、東野 伸一郎[3]、加々島 慎一[4]、望月 伸竜[6]、Ameha Muluneh[5]、北川 桐香[4]、角屋 守[7]、小原 徳昭[10]、乙藤 洋一郎[9]、船木 實、小木曽 哲[1]、藤井 昌和[8] (1.京都大学大学院人間・環境学研究科、2.京都大学防災研究所、3.九州大学工学研究院、4.山形大学、5.アジスアベバ大学、6.熊本大学、7.エクストリーム コンポジット ジャパン、8.国立極地研究所、9.地球年代学ネットワーク、10.ロボティスタ、11.University of KwaZulu Natal)

[SEM18-P09] 房総半島上総層群国本層の堆積岩における還元化学消磁の効果検証

*北村 天宏[1]、岡田 誠[1]、羽田 裕貴[1]、穴井 千里[2]、渋谷 秀敏[2] (1.茨城大学、2.熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門地球環境科学分野)

[SEM18-P10] Hole surface survey monitoring test using by rock magnetic analysis

*川村 紀子[1]、石川 尚人[2] (1.海上保安大学校　基礎教育講座、2.京都大学大学院人間・環境学研究科)

[SEM18-P11] 設楽火成複合岩体西縁の中新世岩脈群の岩石磁気

*山本 康平[1]、星 博幸[2] (1.愛知教育大学大学院教育学研究科、2.愛知教育大学)

[SEM18-P12] Eliminating spurious magnetic phases of sedimentary rocks using reductive chemical treatments – A thermomagnetic experiment study on the Upper Cretaceous Yezo Group-

*穴井 千里[1]、渋谷 秀敏[1]、望月 伸竜[1] (1.熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門地球環境科学分野)

[SEM18-P13] 沖縄トラフ海底熱水鉱床試料の岩石磁気測定

*加藤 千恵[1]、大野 正夫[1]、畠山 唯達[2]、石橋 純一郎[3]、戸塚 修平[4]、島田 和彦[3] (1.九州大学大学院比較社会文化研究院環境変動部門、2.岡山理科大学情報処理センター、3.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、4.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻)

[SEM18-P14] 幌満かんらん岩体の新鮮なダナイトの岩石磁気学的研究

*望月 伸竜[1]、石丸 聡子[1]、荒井 章司[2] (1.熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門、2.金沢大学理工研究域自然システム学系)

[SEM18-P15] 超伝導量子干渉素子（SQUID）顕微鏡の感度および実用性の改良

*久保田 勇祐[1]、Kirschvink Joseph[2,1]、Isaac Hilburn[2]、Jennifer Buz[3]、小林 厚子[1,2]、加藤 千恵[4] (1.東京工業大学、2.California Institute of Technology、3.Northern Arizona University、4.九州大学)

伊能忠敬山島方位記に基づく19世紀初頭の日本の地磁気偏角の解析　第13回報告

Analyzing the early 19th cenytury's geomagnetic declination in Japan from Tadataka Inoh's Santou-Houi-Ki the 13th roeport.

*辻本 元博[1]、面谷 明俊[2]
*Motohiro Tsujimoto[1], Akitoshi Omotani[2]

1. 日本地図学会、2. 山陰システムコンサルタント
1. Japan Cartographers Association, 2. San-in System Consultant

国宝「山島方位記」は伊能忠敬による1800年から1816年迄の北海道東岸から屋久島迄の推計約20万件の精度0°05′単位の陸上磁針測量方位角を記録した67巻でなる原簿である。1917年に詳細な位置が既知であった江戸(東京)深川伊能隠宅位置での1802年と1803年の磁針測量方位角データからの地磁気偏角平均値の唯一解析以後頓挫した解析を私は地磁気学、測量学、古地図学、郷土史を横断する学際同時解析により再開した。(1)学際同時解析 各分野別の伝統的な研究方法よりも真北方位、地磁気偏角及び山島方位記に記述の磁針測量実施基点や測量対象地点の位置を遥かに正確に解明する詳細根拠を増やすことができる。(2)解析手順 景観再現ソフトと国土地理院GSI地理院地図により個々の測量対象地点の緯度経度と測量実施基点概略位置の緯度経度を知り、各測量実施基点から各測量対象地点への真方位角の概略を把握する。地磁気偏角=真北方位角－ 山島方位記に記載の磁針測量方位角。 測量実施基点概略位置(緯度経度秒単位)から複数の測量対象地点位置(緯度経度0.1秒単位)への真方位角から磁針測量方位角を差し引いた総ての地磁気偏角(0.01秒単位)が互いにより近似になる測量実施基点詳細位置の緯度経度(0.01秒単位)を逆算計算し、測量当日の測量基点での個々の解析の地磁気偏角の平均値を分単位で発表する。計算速度向上と精度確保の為にエクセルの連続式を使用した。可能な限り測量実施基点の現地に行き実景を確認し、GPS送受信器で緯度経度を測り、地磁気偏角の数値を再計算する。 (3)伊能測量当時の日本列島の等偏角線の概要と西日本沿岸での0°15′毎の偏角の分布が現れ始めた。この分布を米国海洋大気庁NOAA作成Historical Magnetic Declination Mapの等偏角線と比較すると概ね同一ではあるが、NOAAの西偏は5年程度遅い傾向がある。(4)「山島方位記」の解析からは地域的な磁気異常も北海道東部南岸、能登半島の一部、伊勢の朝熊山,九州の延岡等、そして新たに対馬西岸でも判明した。これらはNOAAのHistorical Magnetic Declination Mapには記載されていない。解析は沿岸から本州の内陸に向かっている。

(5)郷土史上で重要な伊能忠敬の測量実施基点詳細位置、測量対象地点の緯度経度秒単位以下の正確な復元が可能になった。他の研究方法では不可能な程に正確である。(6)「山島方位記」を解析し、日本を地磁気偏角データの過疎地から19世紀初頭の地磁気偏角データの集中地域に変え、北東アジアに新しいデータを提供することができる。合計解析地点数は229を超えた。(7)我々はこれらの解析結果を日本古地磁気データベース及びNOAAのHistorical Declination Viewerに役立つデータベースとして編集することを検討し始めた。今年は石川県から佐渡島を含む新潟県に注目してみる。

キーワード：地磁気偏角、伊能忠敬、山島方位記、測量基点、測量対象地点、学際
Keywords: geomagnetic declination , Tadataka Inoh, Santou-Houi-Ki, reference point , target point, interdiciplinary

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Forecasting geomagnetic secular variation based on magnetic diffusion at the core-mantle boundary

*松島 政貴[1]、清水 久芳[2]、高橋 太[3]、南 拓人[2]、中野 慎也[4]、藤 浩明[5]
*Masaki Matsushima[1], Hisayoshi Shimizu[2], Futoshi Takahashi[3], Takuto Minami[2], Shin ya Nakano[4], Hiroaki Toh[5]

1. 東京工業大学理学院地球惑星科学系、2. 東京大学地震研究所、3. 九州大学大学院理学研究院、4. 統計数理研究所、5. 京都大学大学院理学研究科附属地磁気世界資料解析センター
1. Department of Earth and Planetary Sciences, School of Science, Tokyo Institute of Technology, 2. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 3. Faculty of Science, Kyushu University, 4. Institute of Statistical Mathematics, 5. Data Analysis Center for Geomagnetism and Space Magnetism, Graduate School of Science, Kyoto University

The International Geomagnetic Reference Field (IGRF) is a standard mathematical description in terms of spherical harmonic coefficients, known as the Gauss coefficients, for the Earth's main magnetic field and its secular variation, updated every five years. In the next IGRF revision, the 13th generation of IGRF (IGRF-13), the Definitive Geomagnetic Reference Field for 2015 (DGRF-2015), the IGRF for 2020 (IGRF-2020), and the Secular Variation (SV) from 2020 to 2025 (SV-2020-2025) are to be released. We are planning to submit a model of SV-2020-2025 using our strong points, such as geodynamo numerical simulations, data assimilation, and core surface flow modeling.

Forecasts of geomagnetic SV are likely to require geomagnetic secular acceleration (SA), which can be expressed in terms of core fluid velocity and acceleration in the first time derivative of induction equation. In fact, Whaler and Beggan (2015) pointed out that forecasts of the Earth's main magnetic field and its temporal changes are improved for a model in which fluid velocity and acceleration are included. They also suggested that the quality of forecasts might be lowered for a period during which a geomagnetic jerk, a sudden temporal change in the geomagnetic acceleration, occurs. On the other hand, however, Fournier et al. (2015) pointed out that core flow acceleration could be neglected to forecast SV through data assimilation. Thus it is important to clarify the necessity of employing core flow acceleration.

In this presentation, we investigate whether or not geomagnetic SA is of importance to forecast geomagnetic SV, taking into account geomagnetic jerks occurred in 2003 and 2007 (e.g. Olsen and Mandea 2007; Chulliat et al. 2010). We assume that geomagnetic SV is caused only by magnetic diffusion at the core-mantle boundary, because core flow should vanish at the core surface on the no-slip boundary condition. We also show that the present method of forecasting the Earth's main magnetic field and its SV is consistent with simple analytical extrapolation of geomagnetic field. In other words, such simple extrapolation is based on a physical phenomenon of magnetic diffusion.

キーワード：国際標準地球磁場、地磁気永年変化、磁気拡散
Keywords: IGRF, geomagnetic secular variation, magnetic diffusion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Candidate models of IGRF13-SV from Japanese team

*清水 久芳[1]、南 拓人[1]、中野 慎也[2]、高橋 太[3]、松島 政貴[4]、藤 浩明[5]
*Hisayoshi Shimizu[1], Takuto Minami[1], Shin ya Nakano[2], Futoshi Takahashi[3], Masaki Matsushima[4], Hiroaki TOH[5]

1. 東京大学地震研究所、2. 統計数理研究所、3. 九州大学理学部地球惑星科学科、4. 東京工業大学理学院地球惑星科学系、5. 京都大学大学院理学研究科附属地磁気世界資料解析センター
1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 2. Institute of Statistical Mathematics, 3. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Kyushu University, 4. Department of Earth and Planetary Sciences, School of Science, Tokyo Institute of Technology , 5. Data Analysis Center for Geomagnetism and Space Magnetism, Kyoto University

International Geomagnetic Reference Field (IGRF) and its secular variation models are open to public every five years. Next IGRF models, the Gauss coefficients to represent the spatial distribution of the field at epoch 2020.0 and its secular variation (first time derivatives) in the period from 2020.0 to 2025.0, will be determined and published around December, 2019, by Working Group of IAGA V-MOD. The IGRF and its secular variation models are determined based on candidate models submitted by research groups for Working Group V-MOD. We plan to submit a candidate secular variation model to contribute for determining IGRF13-SV.
Prediction of the main geomagnetic field is necessary to obtain a candidate model for IGRF and its secular variation. Although purely statistical prediction, which had been a usual procedure in the past, can be a possible method, we employ physics-based modeling for the prediction. Since the parameters used for geodynamo calculations are not "realistic" values for the Earth's core, it is not appropriate to take geodynamo solutions as they are for the predictions. Nevertheless, it is possible to select parameter set and appropriate normalizing time-scales to obtain modeled magnetic field that is similar to the geomagnetic field. In this presentation, we are going to show candidate models of secular variation obtained by geodynamo data assimilation with discussions on the time-scales, the method of assimilation, and data-set employed for the modeling.

キーワード：国際標準地球磁場、地球ダイナモモデリング、データ同化
Keywords: IGRF, geodynamo modeling, geodynamo data assimilation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Preliminary report on the paleointensity variation during 38-50 Ma deduced from the marine sediments recovered from the northwest Atlantic

*山本 裕二[1]、深見 洋仁[1,2]、谷口 若菜[1]、Lippert Peter[3]
*Yuhji Yamamoto[1], Hiroto Fukami[1,2], Wakana Taniguchi[1], Peter C. Lippert[3]

1. 高知大学 海洋コア総合研究センター、2. 三洋テクノマリン株式会社、3. ユタ大学
1. Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, 2. Sanyo Techno Marine Co., Ltd., 3. Department of Geology and Geophysics, University of Utah

Variations of the intensity of the paleomagnetic field (paleointensity), which provide clues about the evolution of the geodynamo, are recorded in rocks and sediments. Marine sediments give relative paleointensity (RPI) continuously in time. For the period of 0-2 Ma global RPI stacks [1][2] have been reported based on numerous regional RPI records. For the period of 2-3 Ma there have been increasing number of regional RPI records [3][4]. However, published RPI records older than ~3 Ma are very limited in time and space: 14.5-18.5 Ma [5], 17.5-26.5 Ma [6], 23-41 Ma [7] from the equatorial Pacific; 23-34 Ma from the South Atlantic [8]. We have conducted a paleomagnetic study on the marine sediments recovered in the northwest Atlantic to extend our knowledge of the RPI variation in further geologic past, and report on the preliminary RPI results for the period of about 38-50 Ma.

Integrated Ocean Drilling Program (IODP) Expedition 342 recovered hemipelagic sediment drifts from Sites U1403 and U1408 in the northwest Atlantic, off the coast of Newfoundland [9]. Piston cores of the two sites were subjected to a series of the paleomagnetic measurements including analyses of natural, anhysteretic, and isothermal remanent magnetizations (NRM, ARM, and IRM). Excluding the intervals showing signs of probable dissolution of primary magnetic minerals (low ARM intensity intervals) and inhomogeneous magnetic grain sizes (mainly for low ARM/IRM intervals), RPIs were estimated based on ratios of NRM/ARM and NRM/IRM.

Considering age models of the studied cores [10][11], the resultant RPI records cover the Chrons 18 (38.5-41.1 Ma), 19 (41.1-42.9 Ma), 20 (42.9-46.4 Ma), 21r (47.8-48.6 Ma), and 22n (48.6-49.3 Ma). These records are characterized by RPI minima always at chron boundaries and large fluctuations between highs and lows during each chron. Such charactersistics are commonly recognized in the published RPI records back to 41 Ma [1-8]; this is first record to show that they persist at least since 49.3 Ma.

For the Chron 18 interval, we obtained RPI results from both sites, which are approximately 380 km apart (Figure 1). Our results show common features, including RPIs that are generally high during C18n.2n (39.6-40.0 Ma) and low during C18r (40.0-41.1 Ma). Prominent RPI lows, which appear to be almost equivalent to the RPI minima at other chron boundaries (*i.e.*, during Chrons 19, 20, 21r, and 22n), are also commonly recognized at ~40.5 Ma. We suggest that the RPI lows might be related to a failed geomagnetic reversal.

References: [1] Channell, J.E.T. et al., *Earth planet. Sci. Lett.*, **283**, 14–23 (2009). [2] Valet, J.-P. et al., *Nature*, **435**, 802–805 (2005). [3] Yamazaki, T. and Oda, H., *Geochem. Geophys. Geosyst.*, **6**, Q11H20

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

(2005). [4] Sakuramoto, Y. et al., *J. Geophys. Res. Solid Earth*, **122**, 7525–7543 (2017). [5] Ohneiser, C. et al., *Earth planet. Sci. Lett.*, **374**, 227–238 (2013). [6] Channell, J.E.T. and Lanci, L., *Earth planet. Sci. Lett.*, **387**, 77–88 (2014). [7] Yamamoto, Y. et al., *Geophys. J. Int.,* **196**, 694–711 (2014). [8] Tauxe, L. and Hartl, P., *Geophys. J. Int.*, **128**, 217–229 (1997). [9] Norris, R.D. et al., *Proc. IODP*, **342**, doi:10.2204/iodp.proc.342.101.2014 (2014). [10] Boulila, S. et al., *Earth Planet. Sci. Lett.*, **486**, 94–107 (2018). [11] Yamamoto, Y. et al., *Proc. IODP*, **342**, doi:10.2204/iodp.proc.342.207.2018 (2018).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

房総半島南端に分布する海成鮮新ー更新統千倉層群布良層における Gauss-Matuyama地磁気逆転記録
The Gauss-Matuyama polarity transition record from the Plio-Pleistocene marine sequence of the Mera Formation, Chikura Group, in the southernmost part of the Boso Peninsula

*岡田 誠[1]、平岡 陽佑[2]、長谷川 大輔[2]
*Makoto Okada[1], Yosuke Hiraoka[2], Daisuke Hasegawa[2]

1. 茨城大学理学部理学科、2. 茨城大学大学院理工学研究科
1. Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Ibaraki University, 2. Graduate School of Science and Engineering, Ibaraki University

本研究では，千倉層群布良層を対象に古地磁気学的研究を行い，松山ーブルン境界と比べて研究事例の少ないガウスー松山 (G-M)境界における詳細な地磁気変化を復元することを目的としている．

G-M境界を含む布良層中部の層厚36.4の区間において，古地磁気測定用試料を12.1~19.1mの層準区間において約5~30cm間隔で，25.4-36.4mの層準区間において約1m間隔で，合計72層準より採取した．岩石磁気学的測定の結果，層厚19.1mより下位と上位では明らかな磁性鉱物の変化を捉えた．また，復元したVGP変動より12.5-13.3mの層準区間において正磁極から逆磁極への磁化方位の遷移を捉えた．その時の相対古地磁気強度は通常時の約1/4まで減衰することから，本層準にG-M境界が記録されていると考えた．復元したVGP変動は，逆転後に中緯度帯での停滞が確認できる．これはOhno et al.(2012)で復元されたガウスー松山境界の記録と整合的であった．

キーワード：ガウスー松山逆転境界、千倉層群
Keywords: Gauss-Matuyama boundary, Chikura Group

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

秋田県田沢湖の湖底堆積物に記録された完新世古地磁気永年変化
Holocene paleomagentic secular variation recorded in sediments from Lake Tazawa in Akita Prefecure, Northeast Japan

*安田 涼[1]、林田 明[1]、山田 和芳[2]、松岡 裕美[3]、岡村 眞[3]、石山 大三[4]
*Ryo Yasuda[1], Akira Hayashida[1], Kazuyoshi Yamada[2], Hiromi Matsuoka[3], Makoto Okamura[3], Daizo Ishiyama[4]

1. 同志社大学、2. ふじのくに地球環境史ミュージアム、3. 高知大学、4. 秋田大学
1. Doshisha University, 2. Museum of Natural and Environmental history, Shizuoka, 3. Kochi University, 4. Akita University

東北日本，秋田県田沢湖から採取された3本のピストンコア試料について残留磁化の測定を行い，完新世古地磁気永年変化の復元を試みた．これらのコアの年代は，放射性炭素年代に基づく年代モデルにより，約7500 cal yr BPまで遡ることが示されている．

自然残留磁化（NRM）と非履歴性残留磁化（ARM）の測定には2G社製の超伝導磁力計を使用し，U-channel試料から1 cm間隔のパススルー測定によって得た結果について，UDECON（Xuan and Oda, 2015）を用いてデコンボリューションを行った．UDECONは，堆積物の磁化の変化が平滑であると仮定し，最適な条件をABIC最小化によって求めるアルゴリズムを実装したソフトウェアである．また，本研究では初磁化率のパススルー測定も行い，そのデコンボリューションを行うために，試料全体で一定の平滑度パラメーターを設定するプログラム（mono-decon），および特定の層準に二つ目の平滑度パラメーターを導入するプログラム（dual-decon）を作成した．dual-deconでは，磁化率が急激に上昇するテフラや砂質イベント層の層準に二つ目の平滑度を設定した．キューブ試料を連結して作成した模擬試料を用いて行ったパススルー測定と個別測定の結果の比較実験では，たとえばB-Tmテフラを含むセクションにおいてmono-deconよりもdual-deconの方が個別測定と調和的な結果を生み出した．このように，テフラなどに起因するピークが試料全体の平滑度に与える影響は，第２のパラメーターの設定によって軽減されることが示唆された．

UDECONによるデコンボリューションで得たNRMの段階交流消磁結果を主成分分析することで特徴的残留磁化の方位求めたところ，特に3000 cal yr BP以降の偏角の変動についてコア間での再現性が認められた．この変動は考古地磁気モデルARCH3k.1や琵琶湖の湖底堆積物から復元されたBIWA SV-3と類似する特徴を示し，東北日本の古地磁気永年変化を復元するための資料となると考えられる．一方で，ARMと初磁化率及びARM磁化率と初磁化率の比の変動から読み取れる磁性鉱物の含有量と粒子サイズの不均一性から，相対古地磁気強度の推定は困難であることが示された．

キーワード：古地磁気永年変化、完新世、デコンボリューション
Keywords: paleomagnetic secular variation, Holocene, deconvolution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

水月湖年縞堆積物に記録された最終氷期の地磁気エクスカーション
Geomagnetic excursions observed in Lake Suigetsu varved sediments during the latest stage of the last glacial period

*田辺 祥汰[1]、三木 雅子[1]、兵頭 政幸[2]、中川 毅[3]、北場 育子[3]、山田 圭太郎[3]、北川 淳子[4]、Suigetsu 2014 Project Members[5]
*Shota Tanabe[1], Masako Miki[1], Masayuki Hyodo[2], Takeshi Nakagawa[3], Ikuko Kitaba[3], Keitaro Yamada[3], Junko Kitagawa[4], Suigetsu 2014 Project Members[5]

1. 神戸大学、2. 神戸大学 内海域環境教育研究センター、3. 立命館大学、4. 福井県里山里海湖研究所、5. www.suigetsu.org
1. Kobe University, 2. Research Center for Inland Seas, Kobe University, 3. Ritsumeikan University, 4. Fukui Prefectural Satoyama-Satoumi Research Institute, 5. www.suigetsu.org

地磁気エクスカーションは通常の地磁気方向から大きく逸脱する、一般的に2000年未満の短い地磁気イベントである。相対古地磁気強度データスタックSint-800により、Brunhes期のエクスカーションは双極子磁場強度が50%以下に減少した時に起こることが明らかになった。しかし、過去の研究では地磁気強度の低下と関連しない可能性がある地磁気エクスカーションがいくつか報告されている。私たちは20kaの未発見の地磁気エクスカーションを探査するために、水月湖年縞堆積物の古地磁気分析を行った。

2014年に水月湖から掘削したFukui-SG14コアを分析した。2cm×2cm、1m長の重なったセクションとなっているLL-channel試料を用いて、深度900cm～2100cmまで深さ1cm(年代約14年)間隔で段階交流消磁による古地磁気分析を行った。852層準について消磁データの主成分分析を行い、仮想地磁気極(VGP)の位置を計算した。その結果、深度約1700cm～2000cmの間で、VGPの緯度が45°以下になる方向を含む一連の地磁気エクスカーションを3つ発見した。3つのエクスカーションを上位から順にA、B、C(仮称)とした。SG06年代モデルによる高解像度の対比に基づいたFukui-SG14の詳細な年代層序により、それぞれの中心年代(継続期間)は約15.3 $SG06_{2012}$ kyr BP(約370yr)、17.7 $SG06_{2012}$ kyr BP(約130yr)、19.4 $SG06_{2012}$ kyr BP(約380yr)であった。発見した地磁気エクスカーションの地磁気強度は減少していない。

地磁気エクスカーションの期間について段階熱消磁実験を行った。その結果、熱消磁実験の結果からも地磁気エクスカーションが見つかった。

IRM獲得実験、及び熱磁気分析の結果から、磁化を担う磁性鉱物はマグネタイトとグレイガイトであることが分かった。

キーワード：地磁気エクスカーション
Keywords: geomagnetic excursion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

エチオピア・アファール凹地、プレート拡大境界軸域での地球電磁気学的探査

Geo-electromagnetic research at a spreading center of a divergent plate boundary in Afar depression, Ethiopia

*石川 尚人[1]、吉村 令慧[2]、Tesfaye Kidane[11]、東野 伸一郎[3]、加々島 慎一[4]、望月 伸竜[6]、Ameha Muluneh[5]、北川 桐香[4]、角屋 守[7]、小原 徳昭[10]、乙藤 洋一郎[9]、船木 實、小木曽 哲[1]、藤井 昌和[8]
*Naoto Ishikawa[1], Ryokei Yoshimura[2], Tesfaye Kidane[11], Shin-ichiro Higashino[3], Shin-ichi Kagashima[4], Nobutatsu Mochizuki[6], Ameha A. Muluneh[5], Kirika Kitagawa[4], Mamoru Kadoya[7], Noriaki Obara[10], Yo-ichiro Otofuji[9], Minoru Funaki, Tetsu Kogiso[1], Masakazu Fujii[8]

1. 京都大学大学院人間・環境学研究科、2. 京都大学防災研究所、3. 九州大学工学研究院、4. 山形大学、5. アジスアベバ大学、6. 熊本大学、7. エクストリーム コンポジット ジャパン、8. 国立極地研究所、9. 地球年代学ネットワーク、10. ロボティスタ、11. University of KwaZulu Natal
1. Graduate School of Human and Environmental Studies, Kyoto University, 2. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 3. Graduate School of Engineering, Kyushu University, 4. Yamagata University, 5. Addis Ababa University, 6. Kumamoto University, 7. X-TREME COMPOSITE JAPAN, 8. National Institute of Polar Research, 9. Japan Geochronology Network, 10. Robotista, 11. University of KwaZulu Natal

エチオピア・アファール凹地は、大陸リフティングから進行して、現在海洋底拡大現象の開始時期の段階にあり、中央海嶺が陸上に露出していると考えられている。そのため、アファール凹地は、そのほとんどが海洋下で起こっているプレート拡大境界での地学現象を陸上で直接的に探査することができるユニークな地域である。そこで我々は、プレート拡大軸域での磁気異常の分布と構造、その形成過程を明らかにする目的で、磁気探査、MT探査といった地球電磁気学的探査を主体とする調査研究を行っている。その計画の概要、2016~2018年度の調査と予察的な解析結果を報告する。

調査対象地域はアファール凹地のDabbahu火山周辺域（Dabbahu Rift）である。そこでは、2005-09年にかけて活発な地震活動と正断層系の形成があり、一部に溶岩の噴出が見られた。 GPS/地震観測のデータ解析により、長さ10～60km、幅1～3mの局所的な伸長（岩脈貫入）が繰り返され、総計として巾8m、長さ60km、深さ2～10kmの範囲で岩脈の貫入があったと推定されている。よって、この地域は海洋底拡大軸域の地下構造や磁気異常の獲得形成過程を探るための絶好のフィールドである。そこで我々は、小型無人飛行機を活用した航空探査と、地形的制約で地域は限定されるものの試料採取を伴う直接的な地上調査を計画している。航空探査では、低飛行高度（複数高度）での広域で詳細な空中磁気探査を行う。地上探査では、磁気探査、MT探査、地表溶岩流の試料採取を行う。空中・地上磁気探査から詳細な磁気異常マップを構築し、MT探査結果とあわせて、地下構造を地球電磁気学的視点から明らかにする。採取岩石の古地磁気・岩石磁気学的解析、および岩石学的解析からの情報も加味して、Dabbahu Riftの磁気異常の分布と構造、その形成過程の解明を目指す。

2016～2018年度の現地調査では、岩脈貫入推定位置の延長線上を横切る測線（約55km）を設定し、徒歩による地上磁気探査と14地点でMT探査を行った。また、42地点で古地磁気試料（160個）、38地点で化学分析等の岩石学的解析用の試料（70個）を採取した。磁気探査により測線中央部を軸として対称的な正負の磁気異常が観測され、MT探査により測線中央に熱源の存在を示唆する低比抵抗域、その両側に高比抵抗域が認められた。溶岩流の古地磁気解析では中央部で正極性、測線東端で逆極性の残留磁化が検出され、岩石学的解析からは中央部から外側への化学組成の系統的な変化が認められた。2019年度は、エチオピア政府より許可が得られたことから小型無人飛行機を用いた広域での航空磁気探査を実施する。また、既存測線を延長し、各観測点で長時間でのMT観測を行うことで、より深部の詳細な比抵抗構造の解析を目指す。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：プレート拡大境界、海洋底拡大、磁気異常、地球電磁気学的調査、小型無人飛行機
Keywords: divergent plate boundary, sea-floor spreading, maginetic anomaly, geo-electromagnetic research, small unmanned aircraft

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

房総半島上総層群国本層の堆積岩における還元化学消磁の効果検証
Verification of reducitive chemical demagnetization effect on the sedimentary rocks from the Kokumoto Formation, Kazusa Group, Boso Peninsula

*北村 天宏[1]、岡田 誠[1]、羽田 裕貴[1]、穴井 千里[2]、渋谷 秀敏[2]
*Takahiro Kitamura[1], Makoto Okada[1], Yuki Haneda[1], Chisato Anai[2], Hidetoshi Shibuya[2]

1. 茨城大学、2. 熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門地球環境科学分野
1. Ibaraki University, 2. Dep't Earth & Env. Sci., Kumamoto Univ.

上総層群国本層から構成される下部–中部更新統境界GSSP候補地である千葉複合セクションではMatuyama-Brunhes境界(M-B境界)が確認されており、古地磁気に関する研究が盛んに行われている。地磁気の極性遷移が起こる時期は地磁気強度が著しく低下するため、一般に堆積岩に記録される初生的な磁化は微弱になる。国本層では二次的にできた磁性鉱物による化学残留磁化が二次磁化を担っていると考えられ、交流消磁では初生磁化と二次磁化を分離することができない。一方、熱消磁では400 ℃以上の加熱で二次磁化が消磁されるが、二次磁化を担う磁性鉱物などの熱分解により、消磁中に新たな磁性鉱物が生成されるため、相対古地磁気強度の復元ができない。Okada et al. (2017)では、磁性鉱物の熱分解を避けるため組み合わせ消磁(300 ℃熱消磁 + 段階交流消磁)で古地磁気層序を復元している。しかし、堆積岩に二次磁化の原因となる鉱物が残されたままであり、ノイズとして初生磁化の復元の妨げとなっている可能性がある。そこで本研究では穴井ほか (2017)で確立された手法である、還元化学消磁(RCD)を行い、二次的な磁化を担う鉱物の化学的除去を試みた。

本研究では千葉複合セクションにおいて、Okada et al. (2017)で極性反転が確認されている火山灰鍵層Byk-EとByk-Aの間で採取された４試料を対象にRCDを行った。RCDには、５％のアスコルビン酸水溶液に炭酸水素ナトリウムでpH調整したエッチャント溶液を用いた。４試料中２試料に溶液を滴下、残り２試料は溶液に浸漬することでRCDを実施した。そしてRCDの実施をした試料と、実施をしていない試料の両方で熱磁気測定を実施し、空気雰囲気における飽和磁化の温度変化を測定した。RCDの実施をしていない試料の全てで、温度上昇とともに緩やかに減少していた飽和磁化が400 ℃付近で大幅に上昇することが確認された。それに対し、RCDの実施をした試料では、400 ℃付近での飽和磁化の上昇が抑制される試料を確認した。しかし、溶液に浸漬した２試料のうち１試料ではRCDの実施をした試料で、飽和磁化の上昇の抑制が見られなかった。これらの結果は、RCDにより熱変質を起こす鉱物が溶出していること、RCDの手法として浸漬より滴下が適していることを示唆している。

キーワード：還元科学消磁、化学残留磁化、Matuyama-Brunhes境界、千葉複合セクション
Keywords: Reductive chemical demagnetization, chemical remanent magnetization, Matuyama-Brunhes boundary, Chiba composite section

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Hole surface survey monitoring test using by rock magnetic analysis

*川村 紀子[1]、石川 尚人[2]
*Noriko Kawamura[1], Naoto Ishikawa[2]

1. 海上保安大学校　基礎教育講座、2. 京都大学大学院人間・環境学研究科
1. Japan Coast Guard Academy, 2. Graduate School of Human and Environmental Studies, Kyoto University

For a successful criminal conviction to occur, it is essential to locate forensically important evidences which are disposed in soil. In this study, we attempted rock magnetic method as a forensic search tool to detect evidences in soil. A 2.5 m long survey line was provided in the campus ground of Japan coast guard academy, 0.1 m×0.2 m×0.7 m sized hole was created and was buried into the sand soil. Magnetic susceptibility (MS) was measured using by a ZH instruments magnetometer every 0.1 m along the line, and was measured six times at every position. MS indicates relative higher values at the disturbed ground. A core sample in 7 cm length was collected using by a soil sampler at around the disturbed ground. The soil core was consisted of silty sand with granule, and the grain size of soil increases with burial depth. Dried soil samples were packed into 1 cm^3 plastic cubes every 1 cm from the core. Rock magnetic measurements, MS, anhysteretic remanent magnetization (ARM), isothermal remanent magnetization (IRM) were conducted for the cube samples. The powder soil samples of isothermal magnetization (M_{rs}), saturation magnetization (M_s), coercivity (H_c), and remanence corecivity (H_{cr}) were measured. MS shows a peak at 2 cm in depth. Values of ARM and IRM gradually decrease with depth. It is implied that the relative high MS of disturbed ground was caused by the mixed lower soil. In order to identify magnetic minerals in the soil samples, thermomagnetic analysis (Js-T) was performed on four samples which are collected from the soil core of surface (0-0.2 m), middle (0.3-0.5 m) and deep parts (0.6-0.7 m) and the surface soil at the disturbed ground. All samples indicate declines of Js-T curves at 580°C and 680°C. A slight inflection in Js-T curves at around 300°C -400°C is also recognized, the presence of maghemite and hematite is thus suggested. M_{rs}/M_s and H_{cr}/H_c values of the core samples are plotted in the pseudo-single domain (PSD) region for (titano-) magnetite on the Day plot, and indicate that grain size of magnetic minerals downward decrease. The values of disturbed ground are located the central part of all samples which are implied that the mixed lower soils were contributed. The MS peak have been recognized after eight months although the disturbed ground covered by weeds and the hole is invisible. This result proves that MS can detect the location of disturbed ground over eight months post-disturbance. It is suggested that MS is effective for detecting the location of disturbed ground.

キーワード：法地質学、岩石磁気学、環境磁気学
Keywords: forensic science, rock magnetism, environmental magnetism

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

設楽火成複合岩体西縁の中新世岩脈群の岩石磁気
Rock magnetic measurements of Miocene dikes at the western margin of the Shitara Igneous Complex, central Japan

*山本 康平[1]、星 博幸[2]
*Kohei Yamamoto[1], Hiroyuki Hoshi[2]

1. 愛知教育大学大学院教育学研究科、2. 愛知教育大学
1. Graduate School of Education, Aichi University of Education, 2. Aichi University of Education

設楽火成複合岩体は中期中新世に活動した設楽火山岩類の一部で，その最終ステージには貫入岩類が貫入した．この火成岩体の西縁部にあたる愛知県新城市西部には，領家帯の変成岩と花崗岩類に貫入するいくつかの火山岩岩脈が報告されている．これらの岩脈は設楽火成複合岩体の最終ステージに属すると考えられている（尾崎・西岡，2008；山崎・尾崎，2012）．この岩脈群の岩石は様々な程度の熱水変質を受けており，鏡下で元の組織が判別できない岩石もある．また，同じ岩脈内でも強く変質を受けている部分と、比較的変質の程度が弱い部分が見られる場合もある．筆者らはこれらの岩石の古地磁気学的研究を進めているが（残留磁化方位の予察的結果は去年の大会で報告した），今回はこれらの岩石（筆者らの未公表データによると安山岩が多い）に対して高温帯磁率測定，3軸IRM段階熱消磁実験，帯磁率異方性（AMS）測定などを行ったのでその結果を報告する．

自然残留磁化（NRM）の段階消磁結果から，磁鉄鉱を示唆する550℃～600℃でアンブロックされる試料と磁硫鉄鉱を示唆する300℃～350℃でアンブロックされる試料の両方が見られた（両方含まれると解釈できる試料もあった）．高温帯磁率測定を行ったところ，加熱曲線と冷却曲線が可逆的な挙動を示す試料と非可逆な挙動を示す試料の両方があった．両曲線が非可逆な試料は全体的に冷却曲線が加熱曲線に比べて大きく，この結果からも硫化鉄鉱物の存在が示唆される．以上の結果と3軸IRM段階熱消磁実験の結果から，試料を採取したすべての地点に変質の程度に関係なく磁硫鉄鉱とチタン磁鉄鉱(多くの試料は磁鉄鉱)が含まれていると判断される．また，NRMの段階消磁結果と合わせると，ほとんどの試料で残留磁化を担っている主要な強磁性鉱物はチタン磁鉄鉱であると判断される．1地点のみ，肉眼観察で新鮮に見える岩石であっても残留磁化を担う主要な鉱物が磁硫鉄鉱と判断された．AMS測定は，見た目は新鮮な岩石の地点では磁化容易軸が貫入面近くに集中する傾向があり，解釈可能な結果が得られた．一方，変質を受けて変色した岩石の地点では解釈可能な結果がほとんど得られなかった．

キーワード：設楽火成複合岩体、岩脈、古地磁気、岩石磁気、磁性鉱物
Keywords: Shitara Igneous Complex, dikes, paleomagnetism, rock magnetism, magnetic minerals

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Eliminating spurious magnetic phases of sedimentary rocks using reductive chemical treatments –A thermomagnetic experiment study on the Upper Cretaceous Yezo Group-

*穴井 千里[1]、渋谷 秀敏[1]、望月 伸竜[1]
*Chisato Anai[1], Hidetoshi Shibuya[1], Nobutatsu Mochizuki[1]

1. 熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門地球環境科学分野
1. Kumamoto University

Sedimentary rocks often have secondary components of chemical remanent magnetizations (CRM) during post-depositional processes, lithification, diagenesis, and/or later chemical events, in addition to the primary detrital remanent magnetization (DRM). These secondary components are carried by secondarily formed minerals of iron-oxides, hydroxides, and/or sulfides. These secondary minerals are produced by Fe-ions contained in pore water and/or sedimentary rocks itself. Therefore, secondary CRM carriers precipitate in the space between mineral particles and/or the voids of the sedimentary rocks, since these parts are reached first by pore water from outside of the samples. The secondary minerals often have a large thermal alteration during thermal demagnetization experiments. Thermal alterations at high temperature steps often introduce large laboratory-CRM, which masks the primary component. Those CRM acquired in the furnace could be reduced by removing secondary magnetic minerals using reductive chemical demagnetization (RCD) beforehand (Anai et al., 2018). In this study, we show the results of rock magnetic and paleomagnetic experiments of samples from the Upper Cretaceous Yezo Group, in order to see whether the RCD is effective reducing such spurious magnetic components.
A pair of chip samples were prepared from paleomagnetic cores. One of the chip samples was subjected to RCD, and the other remained intact. The RCD is performed by dipping the chip sample in the etchant for 72 hours (recipe: Ascorbic acid 5%, buffered by sodium bicarbonate, and adjusted to pH= ~5.6, ORP= -150 to -50 mv). Strong-field thermomagnetic analyses were conducted on both chip samples with and without the RCD. Thermomagnetic curve of the samples without RCD show 4 types of thermal alternation behavior. As a characteristic example of the result Type-C is as follows: magnetization (Js) increases around 400˚C. The increase of Js makes a peak at 450˚C and then Js gradually decreases to zero at 580˚C. Abrupt increases of Js around 450˚C was not observed for the RCD sample, while the Js drops at 150˚C and 580˚C are the same as those observed for the samples without RCD. These results suggest that the iron-containing minerals, which changed to minerals carrying CRM around 450˚C, had been effectively removed by RCD. The results suggested that the RCD pretreatment may suppress thermal alteration of sedimentary rocks. This approach seems to have potential for reducing spurious secondary magnetic components effectively, though the relation between the thermal alteration and spurious magnetic components is not well understood.

キーワード：蝦夷層群、還元化学消磁
Keywords: Yezo Group, Reductive chemical demagnetization

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

沖縄トラフ海底熱水鉱床試料の岩石磁気測定
Rock-magnetic studies on seafloor hydrothermal deposits in the Okinawa Trough

*加藤 千恵[1]、大野 正夫[1]、畠山 唯達[2]、石橋 純一郎[3]、戸塚 修平[4]、島田 和彦[3]
*Chie Kato[1], Masao Ohno[1], Tadahiro Hatakeyama[2], Jun-ichiro Ishibashi[3], Shuhei Totsuka[4], Kazuhiko Shimada[3]

1. 九州大学大学院比較社会文化研究院環境変動部門、2. 岡山理科大学情報処理センター、3. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、4. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻
1. Department of Environmental Changes, Faculty of Social and Cultural Studies, Kyushu University, 2. Information Processing Center, Okayama University of Science, 3. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Kyushu University, 4. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Sciences, Kyushu University

Investigation of the mineral assemblage of seafloor hydrothermal deposits are crucial for understanding its formation environment and process. Rock-magnetic measurements of the deposits are quick and effective to detect magnetic metal sulfides which are sensitive to the environment. We report our results of rock-magnetic measurements conducted on sulfide ores from seafloor hydrothermal deposits in the Okinawa Trough. One sample is a sulfide ore of chimney structure collected from hydrothermal mound in the Noho Site and others are sediment core samples drilled at the Izena Hole.
X-ray diffraction (XRD) measurements and chemical analyses indicate that the chimney structured ore mainly consist of pyrrhotite and a Cu-Fe-S sulfide. Crystal structure of the Cu-Fe-S sulfide is similar to that of sphalerite and its chemical composition is close to $CuFe_2S_3$. From these characters, $CuFe_2S_3$ isocubanite is the candidate for the Cu-Fe-S sulfide.
Since the magnetic properties of $CuFe_2S_3$ isocubanite were rarely found in the literature, we first conducted low-temperature magnetometry measurements and magnetic hysteresis measurements of isocubanite. Isocubanite was synthesized by heating a cubanite sample (from Henderson No.2 mine, Chibougaman, Qubec, Canada) at 300 ℃ in vacuum (e.g. Sawada et al., 1962; Nenasheva and Kravchenko, 2015). Results of the magnetic measurements showed that isocubanite is weakly ferromagnetic at room temperature, and undergo a magnetic transition to relatively strong ferromagnetic at ~100 K. Saturation magnetization was 0.09 Am^2/kg at room temperature and 0.4 Am^2/kg at 50 K. Similar magnetic measurements were performed on the Cu-Fe-S sulfide in the chimney ore which was magnetically separated from pyrrhotite. The Cu-Fe-S sulfide was paramagnetic at room temperature and became ferromagnetic at below ~100 K. Saturation magnetization at 50 K was ~20 Am^2/kg. Such strong magnetization and sharp magnetic transition at low temperature is inconsistent with the behavior of isocubanite, but rather comparable to that of $Cu_{1-\varepsilon}Fe_{3+\varepsilon}S_4$ 'new phase' reported by Wintenberger et al. (1994) as an ageing product of isocubanite. Results of our magnetic measurements indicate that 'new phase' is a solid solution which includes $CuFe_2S_3$ composition.
Some of the sediment core samples contain a Cu-Fe-S sulfide with similar XRD pattern and chemical composition to that found in the chimney ore. Those sediment core samples also show a magnetic transition at ~100 K. Intensity of the magnetization at low temperature could be explained by assuming that the Cu-Fe-S sulfide in the sediment core samples is isocubanite, based on rough estimate of mineral proportion from XRD.

キーワード：熱水鉱床、Cu-Fe-S硫化物、低温磁気測定
Keywords: Hydrothermal deposits, Cu-Fe-S sulfide, Low-temperature magnetometry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

幌満かんらん岩体の新鮮なダナイトの岩石磁気学的研究
Rock-magnetic study of fresh dunite in the Horoman peridotite complex, Hokkaido, Japan

*望月 伸竜[1]、石丸 聡子[1]、荒井 章司[2]
*Nobutatsu Mochizuki[1], Satoko Ishimaru[1], Shoji Arai[2]

1. 熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門、2. 金沢大学理工研究域自然システム学系
1. Department of Earth and Environmental Science, Faculty of Advanced Science and Technology, Kumamoto University, 2. Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Kanazawa University

Magnetic anomalies observed on Earth are originated from remanent/induced magnetizations of the crust and probably those of the uppermost lithospheric mantle. For the lithospheric mantle, rock-magnetic data were mostly reported from serpentinized peridotites although some data were available for fresh mantle xenoliths from a few volcanoes. Since fresh peridotite samples are relatively scarce, the original magnetic properties of peridotite are not well studied. Rock-magnetic studies on fresh peridotites are required to characterize magnetization of the lithospheric mantle. In the present study, we report rock magnetic properties of fresh dunite samples and discuss the possibility of a source of magnetic anomaly on Earth and the other planets. The samples used in this study are collected from spinel-rich dunite-wehrlite (SDW) suite, mainly composed of clinopyroxene-bearing dunite, in the Horoman peridotite complex, Hokkaido, Japan (Takahashi, 1991). Fresh dunite samples were collected from a 20 m wide outcrop of SDW suite. Minute magnetite inclusions, which show elongated rod-like shapes, were observed in olivine grains under the microscope. It should be noted that the elongated magnetite inclusions are not associated with serpentinization. Densities of the samples mostly ranged in 3250-3350 kg/m^3, which correspond to typical values of fresh peridotite. A diagram of natural remanent magnetization (NRM) versus susceptibility shows that the data of the samples are clearly different from the data reported from serpentinized peridotites. Several samples have NRM values of 1-20 A/m, which are comparable to NRM values of volcanic rocks. A dunite layer of such strong NRM could be a potential source of magnetic anomalies.

キーワード：磁化、ダナイト、幌満かんらん岩
Keywords: magnetization, dunite, Horoman peridotite complex

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

超伝導量子干渉素子（SQUID）顕微鏡の感度および実用性の改良
Improvements of sensitivity and utility in the scanning superconducting quantum interference device (SQUID) microscope

*久保田 勇祐[1]、Kirschvink Joseph[2,1]、Isaac Hilburn[2]、Jennifer Buz[3]、小林 厚子[1,2]、加藤 千恵[4]
*Yusuke Kubota[1], Joseph Kirschvink[2,1], Isaac Hilburn[2], Jennifer Buz[3], Atsuko Kobayashi[1,2], Chie Kato[4]

1. 東京工業大学、2. California Institute of Technology、3. Northern Arizona University、4. 九州大学
1. Tokyo Institute of Technology, 2. California Institute of Technology, 3. Northern Arizona University, 4. Kyushu University

Superconducting quantum interference device (SQUID) microscopes have been used for mapping the distribution of ferromagnetic materials in a variety of industrial, biological, and geological materials. The advantage of the SQUID microscope is the wide dynamic range and spatial resolution down to the 25 μm scale, as well as the ability to quantify the direction and intensity of extraordinarily tiny magnetic dipoles. However, a major drawback of earlier versions of this instrument has been the need to cool the superconducting sensors with liquid helium and nitrogen, which limits the system’ s utility and drives up maintenance costs. One previous instrument (at Caltech) incorporated a closed-cycle pulse-tube cryocooler and managed to achieve good sensitivity by averaging precisely over one pulse cycle to remove the periodic magnetic signal from the pulse tube ferrite chain. In this study, we report a new design of SQUID microscope at TokyoTech that improves substantially on this. First, a large-volume μ-metal shielded room provides an environment with low spatial magnetic gradients, although it does allow ~ 5 nT low-frequency signals from local train lines to penetrate. Next, the pulse-tube is encased in a superconducting shield made of Pb, lowering the noise from that source. Finally, we placed a second SQUID sensor, parallel to the axis, ~4 cm from the first and calibrated it to correct for background fluctuations. The final system is approximately 5-10 times more sensitive than the previous configuration and is being applied to a variety of biological and single-crystal rock magnetic studies.

キーワード：SQUID顕微鏡、岩石磁気学
Keywords: SQUID microscope, Rock magnetism

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-EM 固体地球電磁気学

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_27

[S-EM18] 地磁気・古地磁気・岩石磁気

コンビーナ:清水 久芳(東京大学地震研究所)、佐藤 雅彦(東京大学地球惑星科学専攻学専攻)

本セッションでは、現在および過去の地球・惑星磁場、岩石磁気・古地磁気とそれらの応用に関する研究の発表と議論の場を提供する。本セッションは、地球・惑星磁場の観測・解析、自然試料・考古遺物による過去の地球・惑星磁場の変動・変遷の復元、数値実験による地球・惑星磁場の生成・変動メカニズムの研究、岩石・鉱物・隕石などの磁気特性の測定と理論、地球表層および掘削試料の磁気的情報に基づく気候変動やテクトニクスの研究、地球・惑星の磁気異常観測と地殻磁化モデル、これらを実現するために必要な測定技術・解析手法の開発などについての発表を歓迎する。
このセッションは、SEDI-Japan（SEDI:Study of the Earth's Deep Interiorの日本版）コミュニティーの発展に貢献している。

[SEM18-P01] 伊能忠敬山島方位記に基づく19世紀初頭の日本の地磁気偏角の解析　第13回報告

*辻本 元博[1]、面谷 明俊[2] (1.日本地図学会、2.山陰システムコンサルタント)

[SEM18-P02] Forecasting geomagnetic secular variation based on magnetic diffusion at the core-mantle boundary

*松島 政貴[1]、清水 久芳[2]、高橋 太[3]、南 拓人[2]、中野 慎也[4]、藤 浩明[5] (1.東京工業大学理学院地球惑星科学系、2.東京大学地震研究所、3.九州大学大学院理学研究院、4.統計数理研究所、5.京都大学大学院理学研究科附属地磁気世界資料解析センター)

[SEM18-P03] Candidate models of IGRF13-SV from Japanese team

*清水 久芳[1]、南 拓人[1]、中野 慎也[2]、高橋 太[3]、松島 政貴[4]、藤 浩明[5] (1.東京大学地震研究所、2.統計数理研究所、3.九州大学理学部地球惑星科学科、4.東京工業大学理学院地球惑星科学系、5.京都大学大学院理学研究科附属地磁気世界資料解析センター)

[SEM18-P04] **Preliminary report on the paleointensity variation during 38-50 Ma deduced from the marine sediments recovered from the northwest Atlantic**

*山本 裕二[1]、深見 洋仁[1,2]、谷口 若菜[1]、Lippert Peter[3] (1.高知大学 海洋コア総合研究センター、2.三洋テクノマリン株式会社、3.ユタ大学)

[SEM18-P05] 房総半島南端に分布する海成鮮新ー更新統千倉層群布良層におけるGauss-Matuyama地磁気逆転記録

*岡田 誠[1]、平岡 陽佑[2]、長谷川 大輔[2] (1.茨城大学理学部理学科、2.茨城大学大学院理工学研究科)

[SEM18-P06] 秋田県田沢湖の湖底堆積物に記録された完新世古地磁気永年変化

*安田 涼[1]、林田 明[1]、山田 和芳[2]、松岡 裕美[3]、岡村 眞[3]、石山 大三[4] (1.同志社大学、2.ふじのくに地球環境史ミュージアム、3.高知大学、4.秋田大学)

[SEM18-P07] 水月湖年縞堆積物に記録された最終氷期の地磁気エクスカーション

*田辺 祥汰[1]、三木 雅子[1]、兵頭 政幸[2]、中川 毅[3]、北場 育子[3]、山田 圭太郎[3]、北川 淳子[4]、Suigetsu 2014 Project Members[5] (1.神戸大学、2.神戸大学 内海域環境教育研究センター、3.立命館大学、4.福井県里山里海湖研究所、5.www.suigetsu.org)

[SEM18-P08] エチオピア・アファール凹地、プレート拡大境界軸域での地球電磁気学的探査

*石川 尚人[1]、吉村 令慧[2]、Tesfaye Kidane[11]、東野 伸一郎[3]、加々島 慎一[4]、望月 伸竜[6]、Ameha Muluneh[5]、北川 桐香[4]、角屋 守[7]、小原 徳昭[10]、乙藤 洋一郎[9]、船木 實、小木曽 哲[1]、藤井 昌和[8] (1.京都大学大学院人間・環境学研究科、2.京都大学防災研究所、3.九州大学工学研究院、4.山形大学、5.アジスアベバ大学、6.熊本大学、7.エクストリーム コンポジット ジャパン、8.国立極地研究所、9.地球年代学ネットワーク、10.ロボティスタ、11.University of KwaZulu Natal)

[SEM18-P09] 房総半島上総層群国本層の堆積岩における還元化学消磁の効果検証

*北村 天宏[1]、岡田 誠[1]、羽田 裕貴[1]、穴井 千里[2]、渋谷 秀敏[2] (1.茨城大学、2.熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門地球環境科学分野)

[SEM18-P10] Hole surface survey monitoring test using by rock magnetic analysis

*川村 紀子[1]、石川 尚人[2] (1.海上保安大学校　基礎教育講座、2.京都大学大学院人間・環境学研究科)

[SEM18-P11] 設楽火成複合岩体西縁の中新世岩脈群の岩石磁気

*山本 康平[1]、星 博幸[2] (1.愛知教育大学大学院教育学研究科、2.愛知教育大学)

[SEM18-P12] Eliminating spurious magnetic phases of sedimentary rocks using reductive chemical treatments – A thermomagnetic experiment study on the Upper Cretaceous Yezo Group-

*穴井 千里[1]、渋谷 秀敏[1]、望月 伸竜[1] (1.熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門地球環境科学分野)

[SEM18-P13] 沖縄トラフ海底熱水鉱床試料の岩石磁気測定

*加藤 千恵[1]、大野 正夫[1]、畠山 唯達[2]、石橋 純一郎[3]、戸塚 修平[4]、島田 和彦[3] (1.九州大学大学院比較社会文化研究院環境変動部門、2.岡山理科大学情報処理センター、3.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、4.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻)

[SEM18-P14] 幌満かんらん岩体の新鮮なダナイトの岩石磁気学的研究

*望月 伸竜[1]、石丸 聡子[1]、荒井 章司[2] (1.熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門、2.金沢大学理工研究域自然システム学系)

[SEM18-P15] 超伝導量子干渉素子（SQUID）顕微鏡の感度および実用性の改良

*久保田 勇祐[1]、Kirschvink Joseph[2,1]、Isaac Hilburn[2]、Jennifer Buz[3]、小林 厚子[1,2]、加藤 千恵[4] (1.東京工業大学、2.California Institute of Technology、3.Northern Arizona University、4.九州大学)

伊能忠敬山島方位記に基づく19世紀初頭の日本の地磁気偏角の解析　第13回報告

Analyzing the early 19th cenytury's geomagnetic declination in Japan from Tadataka Inoh's Santou-Houi-Ki the 13th roeport.

*辻本 元博[1]、面谷 明俊[2]
*Motohiro Tsujimoto[1], Akitoshi Omotani[2]

1. 日本地図学会、2. 山陰システムコンサルタント
1. Japan Cartographers Association, 2. San-in System Consultant

国宝「山島方位記」は伊能忠敬による1800年から1816年迄の北海道東岸から屋久島迄の推計約20万件の精度0°05′単位の陸上磁針測量方位角を記録した67巻でなる原簿である。1917年に詳細な位置が既知であった江戸(東京)深川伊能隠宅位置での1802年と1803年の磁針測量方位角データからの地磁気偏角平均値の唯一解析以後頓挫した解析を私は地磁気学、測量学、古地図学、郷土史を横断する学際同時解析により再開した。(1)学際同時解析 各分野別の伝統的な研究方法よりも真北方位、地磁気偏角及び山島方位記に記述の磁針測量実施基点や測量対象地点の位置を遥かに正確に解明する詳細根拠を増やすことができる。(2)解析手順 景観再現ソフトと国土地理院GSI地理院地図により個々の測量対象地点の緯度経度と測量実施基点概略位置の緯度経度を知り、各測量実施基点から各測量対象地点への真方位角の概略を把握する。地磁気偏角=真北方位角－ 山島方位記に記載の磁針測量方位角。 測量実施基点概略位置(緯度経度秒単位)から複数の測量対象地点位置(緯度経度0.1秒単位)への真方位角から磁針測量方位角を差し引いた総ての地磁気偏角(0.01秒単位)が互いにより近似になる測量実施基点詳細位置の緯度経度(0.01秒単位)を逆算計算し、測量当日の測量基点での個々の解析の地磁気偏角の平均値を分単位で発表する。計算速度向上と精度確保の為にエクセルの連続式を使用した。可能な限り測量実施基点の現地に行き実景を確認し、GPS送受信器で緯度経度を測り、地磁気偏角の数値を再計算する。 (3)伊能測量当時の日本列島の等偏角線の概要と西日本沿岸での0°15′毎の偏角の分布が現れ始めた。この分布を米国海洋大気庁NOAA作成Historical Magnetic Declination Mapの等偏角線と比較すると概ね同一ではあるが、NOAAの西偏は5年程度遅い傾向がある。(4)「山島方位記」の解析からは地域的な磁気異常も北海道東部南岸、能登半島の一部、伊勢の朝熊山,九州の延岡等、そして新たに対馬西岸でも判明した。これらはNOAAのHistorical Magnetic Declination Mapには記載されていない。解析は沿岸から本州の内陸に向かっている。

(5)郷土史上で重要な伊能忠敬の測量実施基点詳細位置、測量対象地点の緯度経度秒単位以下の正確な復元が可能になった。他の研究方法では不可能な程に正確である。(6)「山島方位記」を解析し、日本を地磁気偏角データの過疎地から19世紀初頭の地磁気偏角データの集中地域に変え、北東アジアに新しいデータを提供することができる。合計解析地点数は229を超えた。(7)我々はこれらの解析結果を日本古地磁気データベース及びNOAAのHistorical Declination Viewerに役立つデータベースとして編集することを検討し始めた。今年は石川県から佐渡島を含む新潟県に注目してみる。

キーワード：地磁気偏角、伊能忠敬、山島方位記、測量基点、測量対象地点、学際
Keywords: geomagnetic declination , Tadataka Inoh, Santou-Houi-Ki, reference point , target point, interdiciplinary

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Forecasting geomagnetic secular variation based on magnetic diffusion at the core-mantle boundary

*松島 政貴[1]、清水 久芳[2]、高橋 太[3]、南 拓人[2]、中野 慎也[4]、藤 浩明[5]
*Masaki Matsushima[1], Hisayoshi Shimizu[2], Futoshi Takahashi[3], Takuto Minami[2], Shin ya Nakano[4], Hiroaki Toh[5]

1. 東京工業大学理学院地球惑星科学系、2. 東京大学地震研究所、3. 九州大学大学院理学研究院、4. 統計数理研究所、5. 京都大学大学院理学研究科附属地磁気世界資料解析センター
1. Department of Earth and Planetary Sciences, School of Science, Tokyo Institute of Technology, 2. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 3. Faculty of Science, Kyushu University, 4. Institute of Statistical Mathematics, 5. Data Analysis Center for Geomagnetism and Space Magnetism, Graduate School of Science, Kyoto University

The International Geomagnetic Reference Field (IGRF) is a standard mathematical description in terms of spherical harmonic coefficients, known as the Gauss coefficients, for the Earth's main magnetic field and its secular variation, updated every five years. In the next IGRF revision, the 13th generation of IGRF (IGRF-13), the Definitive Geomagnetic Reference Field for 2015 (DGRF-2015), the IGRF for 2020 (IGRF-2020), and the Secular Variation (SV) from 2020 to 2025 (SV-2020-2025) are to be released. We are planning to submit a model of SV-2020-2025 using our strong points, such as geodynamo numerical simulations, data assimilation, and core surface flow modeling.

Forecasts of geomagnetic SV are likely to require geomagnetic secular acceleration (SA), which can be expressed in terms of core fluid velocity and acceleration in the first time derivative of induction equation. In fact, Whaler and Beggan (2015) pointed out that forecasts of the Earth's main magnetic field and its temporal changes are improved for a model in which fluid velocity and acceleration are included. They also suggested that the quality of forecasts might be lowered for a period during which a geomagnetic jerk, a sudden temporal change in the geomagnetic acceleration, occurs. On the other hand, however, Fournier et al. (2015) pointed out that core flow acceleration could be neglected to forecast SV through data assimilation. Thus it is important to clarify the necessity of employing core flow acceleration.

In this presentation, we investigate whether or not geomagnetic SA is of importance to forecast geomagnetic SV, taking into account geomagnetic jerks occurred in 2003 and 2007 (e.g. Olsen and Mandea 2007; Chulliat et al. 2010). We assume that geomagnetic SV is caused only by magnetic diffusion at the core-mantle boundary, because core flow should vanish at the core surface on the no-slip boundary condition. We also show that the present method of forecasting the Earth's main magnetic field and its SV is consistent with simple analytical extrapolation of geomagnetic field. In other words, such simple extrapolation is based on a physical phenomenon of magnetic diffusion.

キーワード：国際標準地球磁場、地磁気永年変化、磁気拡散
Keywords: IGRF, geomagnetic secular variation, magnetic diffusion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Candidate models of IGRF13-SV from Japanese team

*清水 久芳[1]、南 拓人[1]、中野 慎也[2]、高橋 太[3]、松島 政貴[4]、藤 浩明[5]
*Hisayoshi Shimizu[1], Takuto Minami[1], Shin ya Nakano[2], Futoshi Takahashi[3], Masaki Matsushima[4], Hiroaki TOH[5]

1. 東京大学地震研究所、2. 統計数理研究所、3. 九州大学理学部地球惑星科学科、4. 東京工業大学理学院地球惑星科学系、5. 京都大学大学院理学研究科附属地磁気世界資料解析センター
1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 2. Institute of Statistical Mathematics, 3. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Kyushu University, 4. Department of Earth and Planetary Sciences, School of Science, Tokyo Institute of Technology , 5. Data Analysis Center for Geomagnetism and Space Magnetism, Kyoto University

International Geomagnetic Reference Field (IGRF) and its secular variation models are open to public every five years. Next IGRF models, the Gauss coefficients to represent the spatial distribution of the field at epoch 2020.0 and its secular variation (first time derivatives) in the period from 2020.0 to 2025.0, will be determined and published around December, 2019, by Working Group of IAGA V-MOD. The IGRF and its secular variation models are determined based on candidate models submitted by research groups for Working Group V-MOD. We plan to submit a candidate secular variation model to contribute for determining IGRF13-SV.
Prediction of the main geomagnetic field is necessary to obtain a candidate model for IGRF and its secular variation. Although purely statistical prediction, which had been a usual procedure in the past, can be a possible method, we employ physics-based modeling for the prediction. Since the parameters used for geodynamo calculations are not "realistic" values for the Earth's core, it is not appropriate to take geodynamo solutions as they are for the predictions. Nevertheless, it is possible to select parameter set and appropriate normalizing time-scales to obtain modeled magnetic field that is similar to the geomagnetic field. In this presentation, we are going to show candidate models of secular variation obtained by geodynamo data assimilation with discussions on the time-scales, the method of assimilation, and data-set employed for the modeling.

キーワード：国際標準地球磁場、地球ダイナモモデリング、データ同化
Keywords: IGRF, geodynamo modeling, geodynamo data assimilation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Preliminary report on the paleointensity variation during 38-50 Ma deduced from the marine sediments recovered from the northwest Atlantic

*山本 裕二[1]、深見 洋仁[1,2]、谷口 若菜[1]、Lippert Peter[3]
*Yuhji Yamamoto[1], Hiroto Fukami[1,2], Wakana Taniguchi[1], Peter C. Lippert[3]

1. 高知大学 海洋コア総合研究センター、2. 三洋テクノマリン株式会社、3. ユタ大学
1. Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, 2. Sanyo Techno Marine Co., Ltd., 3. Department of Geology and Geophysics, University of Utah

Variations of the intensity of the paleomagnetic field (paleointensity), which provide clues about the evolution of the geodynamo, are recorded in rocks and sediments. Marine sediments give relative paleointensity (RPI) continuously in time. For the period of 0-2 Ma global RPI stacks [1][2] have been reported based on numerous regional RPI records. For the period of 2-3 Ma there have been increasing number of regional RPI records [3][4]. However, published RPI records older than ~3 Ma are very limited in time and space: 14.5-18.5 Ma [5], 17.5-26.5 Ma [6], 23-41 Ma [7] from the equatorial Pacific; 23-34 Ma from the South Atlantic [8]. We have conducted a paleomagnetic study on the marine sediments recovered in the northwest Atlantic to extend our knowledge of the RPI variation in further geologic past, and report on the preliminary RPI results for the period of about 38-50 Ma.

Integrated Ocean Drilling Program (IODP) Expedition 342 recovered hemipelagic sediment drifts from Sites U1403 and U1408 in the northwest Atlantic, off the coast of Newfoundland [9]. Piston cores of the two sites were subjected to a series of the paleomagnetic measurements including analyses of natural, anhysteretic, and isothermal remanent magnetizations (NRM, ARM, and IRM). Excluding the intervals showing signs of probable dissolution of primary magnetic minerals (low ARM intensity intervals) and inhomogeneous magnetic grain sizes (mainly for low ARM/IRM intervals), RPIs were estimated based on ratios of NRM/ARM and NRM/IRM.

Considering age models of the studied cores [10][11], the resultant RPI records cover the Chrons 18 (38.5-41.1 Ma), 19 (41.1-42.9 Ma), 20 (42.9-46.4 Ma), 21r (47.8-48.6 Ma), and 22n (48.6-49.3 Ma). These records are characterized by RPI minima always at chron boundaries and large fluctuations between highs and lows during each chron. Such charactersistics are commonly recognized in the published RPI records back to 41 Ma [1-8]; this is first record to show that they persist at least since 49.3 Ma.

For the Chron 18 interval, we obtained RPI results from both sites, which are approximately 380 km apart (Figure 1). Our results show common features, including RPIs that are generally high during C18n.2n (39.6-40.0 Ma) and low during C18r (40.0-41.1 Ma). Prominent RPI lows, which appear to be almost equivalent to the RPI minima at other chron boundaries (*i.e.*, during Chrons 19, 20, 21r, and 22n), are also commonly recognized at ~40.5 Ma. We suggest that the RPI lows might be related to a failed geomagnetic reversal.

References: [1] Channell, J.E.T. et al., *Earth planet. Sci. Lett.*, **283**, 14–23 (2009). [2] Valet, J.-P. et al., *Nature*, **435**, 802–805 (2005). [3] Yamazaki, T. and Oda, H., *Geochem. Geophys. Geosyst.*, **6**, Q11H20

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

(2005). [4] Sakuramoto, Y. et al., *J. Geophys. Res. Solid Earth*, **122**, 7525–7543 (2017). [5] Ohneiser, C. et al., *Earth planet. Sci. Lett.*, **374**, 227–238 (2013). [6] Channell, J.E.T. and Lanci, L., *Earth planet. Sci. Lett.*, **387**, 77–88 (2014). [7] Yamamoto, Y. et al., *Geophys. J. Int.,* **196**, 694–711 (2014). [8] Tauxe, L. and Hartl, P., *Geophys. J. Int.*, **128**, 217–229 (1997). [9] Norris, R.D. et al., *Proc. IODP*, **342**, doi:10.2204/iodp.proc.342.101.2014 (2014). [10] Boulila, S. et al., *Earth Planet. Sci. Lett.*, **486**, 94–107 (2018). [11] Yamamoto, Y. et al., *Proc. IODP*, **342**, doi:10.2204/iodp.proc.342.207.2018 (2018).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

房総半島南端に分布する海成鮮新ー更新統千倉層群布良層における Gauss-Matuyama地磁気逆転記録
The Gauss-Matuyama polarity transition record from the Plio-Pleistocene marine sequence of the Mera Formation, Chikura Group, in the southernmost part of the Boso Peninsula

*岡田 誠[1]、平岡 陽佑[2]、長谷川 大輔[2]
*Makoto Okada[1], Yosuke Hiraoka[2], Daisuke Hasegawa[2]

1. 茨城大学理学部理学科、2. 茨城大学大学院理工学研究科
1. Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Ibaraki University, 2. Graduate School of Science and Engineering, Ibaraki University

本研究では，千倉層群布良層を対象に古地磁気学的研究を行い，松山ーブルン境界と比べて研究事例の少ないガウスー松山 (G-M)境界における詳細な地磁気変化を復元することを目的としている．

G-M境界を含む布良層中部の層厚36.4の区間において，古地磁気測定用試料を12.1~19.1mの層準区間において約5~30cm間隔で，25.4-36.4mの層準区間において約1m間隔で，合計72層準より採取した．岩石磁気学的測定の結果，層厚19.1mより下位と上位では明らかな磁性鉱物の変化を捉えた．また，復元したVGP変動より12.5-13.3mの層準区間において正磁極から逆磁極への磁化方位の遷移を捉えた．その時の相対古地磁気強度は通常時の約1/4まで減衰することから，本層準にG-M境界が記録されていると考えた．復元したVGP変動は，逆転後に中緯度帯での停滞が確認できる．これはOhno et al.(2012)で復元されたガウスー松山境界の記録と整合的であった．

キーワード：ガウスー松山逆転境界、千倉層群
Keywords: Gauss-Matuyama boundary, Chikura Group

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

秋田県田沢湖の湖底堆積物に記録された完新世古地磁気永年変化
Holocene paleomagentic secular variation recorded in sediments from Lake Tazawa in Akita Prefecure, Northeast Japan

*安田 涼[1]、林田 明[1]、山田 和芳[2]、松岡 裕美[3]、岡村 眞[3]、石山 大三[4]
*Ryo Yasuda[1], Akira Hayashida[1], Kazuyoshi Yamada[2], Hiromi Matsuoka[3], Makoto Okamura[3], Daizo Ishiyama[4]

1. 同志社大学、2. ふじのくに地球環境史ミュージアム、3. 高知大学、4. 秋田大学
1. Doshisha University, 2. Museum of Natural and Environmental history, Shizuoka, 3. Kochi University, 4. Akita University

東北日本，秋田県田沢湖から採取された3本のピストンコア試料について残留磁化の測定を行い，完新世古地磁気永年変化の復元を試みた．これらのコアの年代は，放射性炭素年代に基づく年代モデルにより，約7500 cal yr BPまで遡ることが示されている．

自然残留磁化（NRM）と非履歴性残留磁化（ARM）の測定には2G社製の超伝導磁力計を使用し，U-channel試料から1 cm間隔のパススルー測定によって得た結果について，UDECON（Xuan and Oda, 2015）を用いてデコンボリューションを行った．UDECONは，堆積物の磁化の変化が平滑であると仮定し，最適な条件をABIC最小化によって求めるアルゴリズムを実装したソフトウェアである．また，本研究では初磁化率のパススルー測定も行い，そのデコンボリューションを行うために，試料全体で一定の平滑度パラメーターを設定するプログラム（mono-decon），および特定の層準に二つ目の平滑度パラメーターを導入するプログラム（dual-decon）を作成した．dual-deconでは，磁化率が急激に上昇するテフラや砂質イベント層の層準に二つ目の平滑度を設定した．キューブ試料を連結して作成した模擬試料を用いて行ったパススルー測定と個別測定の結果の比較実験では，たとえばB-Tmテフラを含むセクションにおいてmono-deconよりもdual-deconの方が個別測定と調和的な結果を生み出した．このように，テフラなどに起因するピークが試料全体の平滑度に与える影響は，第２のパラメーターの設定によって軽減されることが示唆された．

UDECONによるデコンボリューションで得たNRMの段階交流消磁結果を主成分分析することで特徴的残留磁化の方位求めたところ，特に3000 cal yr BP以降の偏角の変動についてコア間での再現性が認められた．この変動は考古地磁気モデルARCH3k.1や琵琶湖の湖底堆積物から復元されたBIWA SV-3と類似する特徴を示し，東北日本の古地磁気永年変化を復元するための資料となると考えられる．一方で，ARMと初磁化率及びARM磁化率と初磁化率の比の変動から読み取れる磁性鉱物の含有量と粒子サイズの不均一性から，相対古地磁気強度の推定は困難であることが示された．

キーワード：古地磁気永年変化、完新世、デコンボリューション
Keywords: paleomagnetic secular variation, Holocene, deconvolution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

水月湖年縞堆積物に記録された最終氷期の地磁気エクスカーション
Geomagnetic excursions observed in Lake Suigetsu varved sediments during the latest stage of the last glacial period

*田辺 祥汰[1]、三木 雅子[1]、兵頭 政幸[2]、中川 毅[3]、北場 育子[3]、山田 圭太郎[3]、北川 淳子[4]、Suigetsu 2014 Project Members[5]
*Shota Tanabe[1], Masako Miki[1], Masayuki Hyodo[2], Takeshi Nakagawa[3], Ikuko Kitaba[3], Keitaro Yamada[3], Junko Kitagawa[4], Suigetsu 2014 Project Members[5]

1. 神戸大学、2. 神戸大学 内海域環境教育研究センター、3. 立命館大学、4. 福井県里山里海湖研究所、5. www.suigetsu.org
1. Kobe University, 2. Research Center for Inland Seas, Kobe University, 3. Ritsumeikan University, 4. Fukui Prefectural Satoyama-Satoumi Research Institute, 5. www.suigetsu.org

地磁気エクスカーションは通常の地磁気方向から大きく逸脱する、一般的に2000年未満の短い地磁気イベントである。相対古地磁気強度データスタックSint-800により、Brunhes期のエクスカーションは双極子磁場強度が50%以下に減少した時に起こることが明らかになった。しかし、過去の研究では地磁気強度の低下と関連しない可能性がある地磁気エクスカーションがいくつか報告されている。私たちは20kaの未発見の地磁気エクスカーションを探査するために、水月湖年縞堆積物の古地磁気分析を行った。

2014年に水月湖から掘削したFukui-SG14コアを分析した。2cm×2cm、1m長の重なったセクションとなっているLL-channel試料を用いて、深度900cm～2100cmまで深さ1cm(年代約14年)間隔で段階交流消磁による古地磁気分析を行った。852層準について消磁データの主成分分析を行い、仮想地磁気極(VGP)の位置を計算した。その結果、深度約1700cm～2000cmの間で、VGPの緯度が45°以下になる方向を含む一連の地磁気エクスカーションを3つ発見した。3つのエクスカーションを上位から順にA、B、C(仮称)とした。SG06年代モデルによる高解像度の対比に基づいたFukui-SG14の詳細な年代層序により、それぞれの中心年代(継続期間)は約15.3 $SG06_{2012}$ kyr BP(約370yr)、17.7 $SG06_{2012}$ kyr BP(約130yr)、19.4 $SG06_{2012}$ kyr BP(約380yr)であった。発見した地磁気エクスカーションの地磁気強度は減少していない。

地磁気エクスカーションの期間について段階熱消磁実験を行った。その結果、熱消磁実験の結果からも地磁気エクスカーションが見つかった。

IRM獲得実験、及び熱磁気分析の結果から、磁化を担う磁性鉱物はマグネタイトとグレイガイトであることが分かった。

キーワード：地磁気エクスカーション
Keywords: geomagnetic excursion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

エチオピア・アファール凹地、プレート拡大境界軸域での地球電磁気学的探査

Geo-electromagnetic research at a spreading center of a divergent plate boundary in Afar depression, Ethiopia

*石川 尚人[1]、吉村 令慧[2]、Tesfaye Kidane[11]、東野 伸一郎[3]、加々島 慎一[4]、望月 伸竜[6]、Ameha Muluneh[5]、北川 桐香[4]、角屋 守[7]、小原 徳昭[10]、乙藤 洋一郎[9]、船木 實、小木曽 哲[1]、藤井 昌和[8]
*Naoto Ishikawa[1], Ryokei Yoshimura[2], Tesfaye Kidane[11], Shin-ichiro Higashino[3], Shin-ichi Kagashima[4], Nobutatsu Mochizuki[6], Ameha A. Muluneh[5], Kirika Kitagawa[4], Mamoru Kadoya[7], Noriaki Obara[10], Yo-ichiro Otofuji[9], Minoru Funaki, Tetsu Kogiso[1], Masakazu Fujii[8]

1. 京都大学大学院人間・環境学研究科、2. 京都大学防災研究所、3. 九州大学工学研究院、4. 山形大学、5. アジスアベバ大学、6. 熊本大学、7. エクストリーム コンポジット ジャパン、8. 国立極地研究所、9. 地球年代学ネットワーク、10. ロボティスタ、11. University of KwaZulu Natal
1. Graduate School of Human and Environmental Studies, Kyoto University, 2. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 3. Graduate School of Engineering, Kyushu University, 4. Yamagata University, 5. Addis Ababa University, 6. Kumamoto University, 7. X-TREME COMPOSITE JAPAN, 8. National Institute of Polar Research, 9. Japan Geochronology Network, 10. Robotista, 11. University of KwaZulu Natal

エチオピア・アファール凹地は、大陸リフティングから進行して、現在海洋底拡大現象の開始時期の段階にあり、中央海嶺が陸上に露出していると考えられている。そのため、アファール凹地は、そのほとんどが海洋下で起こっているプレート拡大境界での地学現象を陸上で直接的に探査することができるユニークな地域である。そこで我々は、プレート拡大軸域での磁気異常の分布と構造、その形成過程を明らかにする目的で、磁気探査、MT探査といった地球電磁気学的探査を主体とする調査研究を行っている。その計画の概要、2016~2018年度の調査と予察的な解析結果を報告する。

調査対象地域はアファール凹地のDabbahu火山周辺域（Dabbahu Rift）である。そこでは、2005-09年にかけて活発な地震活動と正断層系の形成があり、一部に溶岩の噴出が見られた。 GPS/地震観測のデータ解析により、長さ10～60km、幅1～3mの局所的な伸長（岩脈貫入）が繰り返され、総計として巾8m、長さ60km、深さ2～10kmの範囲で岩脈の貫入があったと推定されている。よって、この地域は海洋底拡大軸域の地下構造や磁気異常の獲得形成過程を探るための絶好のフィールドである。そこで我々は、小型無人飛行機を活用した航空探査と、地形的制約で地域は限定されるものの試料採取を伴う直接的な地上調査を計画している。航空探査では、低飛行高度（複数高度）での広域で詳細な空中磁気探査を行う。地上探査では、磁気探査、MT探査、地表溶岩流の試料採取を行う。空中・地上磁気探査から詳細な磁気異常マップを構築し、MT探査結果とあわせて、地下構造を地球電磁気学的視点から明らかにする。採取岩石の古地磁気・岩石磁気学的解析、および岩石学的解析からの情報も加味して、Dabbahu Riftの磁気異常の分布と構造、その形成過程の解明を目指す。

2016～2018年度の現地調査では、岩脈貫入推定位置の延長線上を横切る測線（約55km）を設定し、徒歩による地上磁気探査と14地点でMT探査を行った。また、42地点で古地磁気試料（160個）、38地点で化学分析等の岩石学的解析用の試料（70個）を採取した。磁気探査により測線中央部を軸として対称的な正負の磁気異常が観測され、MT探査により測線中央に熱源の存在を示唆する低比抵抗域、その両側に高比抵抗域が認められた。溶岩流の古地磁気解析では中央部で正極性、測線東端で逆極性の残留磁化が検出され、岩石学的解析からは中央部から外側への化学組成の系統的な変化が認められた。2019年度は、エチオピア政府より許可が得られたことから小型無人飛行機を用いた広域での航空磁気探査を実施する。また、既存測線を延長し、各観測点で長時間でのMT観測を行うことで、より深部の詳細な比抵抗構造の解析を目指す。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：プレート拡大境界、海洋底拡大、磁気異常、地球電磁気学的調査、小型無人飛行機
Keywords: divergent plate boundary, sea-floor spreading, maginetic anomaly, geo-electromagnetic research, small unmanned aircraft

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

房総半島上総層群国本層の堆積岩における還元化学消磁の効果検証
Verification of reducitive chemical demagnetization effect on the sedimentary rocks from the Kokumoto Formation, Kazusa Group, Boso Peninsula

*北村 天宏[1]、岡田 誠[1]、羽田 裕貴[1]、穴井 千里[2]、渋谷 秀敏[2]
*Takahiro Kitamura[1], Makoto Okada[1], Yuki Haneda[1], Chisato Anai[2], Hidetoshi Shibuya[2]

1. 茨城大学、2. 熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門地球環境科学分野
1. Ibaraki University, 2. Dep't Earth & Env. Sci., Kumamoto Univ.

上総層群国本層から構成される下部–中部更新統境界GSSP候補地である千葉複合セクションではMatuyama-Brunhes境界(M-B境界)が確認されており、古地磁気に関する研究が盛んに行われている。地磁気の極性遷移が起こる時期は地磁気強度が著しく低下するため、一般に堆積岩に記録される初生的な磁化は微弱になる。国本層では二次的にできた磁性鉱物による化学残留磁化が二次磁化を担っていると考えられ、交流消磁では初生磁化と二次磁化を分離することができない。一方、熱消磁では400 ℃以上の加熱で二次磁化が消磁されるが、二次磁化を担う磁性鉱物などの熱分解により、消磁中に新たな磁性鉱物が生成されるため、相対古地磁気強度の復元ができない。Okada et al. (2017)では、磁性鉱物の熱分解を避けるため組み合わせ消磁(300 ℃熱消磁 + 段階交流消磁)で古地磁気層序を復元している。しかし、堆積岩に二次磁化の原因となる鉱物が残されたままであり、ノイズとして初生磁化の復元の妨げとなっている可能性がある。そこで本研究では穴井ほか (2017)で確立された手法である、還元化学消磁(RCD)を行い、二次的な磁化を担う鉱物の化学的除去を試みた。

本研究では千葉複合セクションにおいて、Okada et al. (2017)で極性反転が確認されている火山灰鍵層Byk-EとByk-Aの間で採取された４試料を対象にRCDを行った。RCDには、５％のアスコルビン酸水溶液に炭酸水素ナトリウムでpH調整したエッチャント溶液を用いた。４試料中２試料に溶液を滴下、残り２試料は溶液に浸漬することでRCDを実施した。そしてRCDの実施をした試料と、実施をしていない試料の両方で熱磁気測定を実施し、空気雰囲気における飽和磁化の温度変化を測定した。RCDの実施をしていない試料の全てで、温度上昇とともに緩やかに減少していた飽和磁化が400 ℃付近で大幅に上昇することが確認された。それに対し、RCDの実施をした試料では、400 ℃付近での飽和磁化の上昇が抑制される試料を確認した。しかし、溶液に浸漬した２試料のうち１試料ではRCDの実施をした試料で、飽和磁化の上昇の抑制が見られなかった。これらの結果は、RCDにより熱変質を起こす鉱物が溶出していること、RCDの手法として浸漬より滴下が適していることを示唆している。

キーワード：還元科学消磁、化学残留磁化、Matuyama-Brunhes境界、千葉複合セクション
Keywords: Reductive chemical demagnetization, chemical remanent magnetization, Matuyama-Brunhes boundary, Chiba composite section

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Hole surface survey monitoring test using by rock magnetic analysis

*川村 紀子[1]、石川 尚人[2]
*Noriko Kawamura[1], Naoto Ishikawa[2]

1. 海上保安大学校　基礎教育講座、2. 京都大学大学院人間・環境学研究科
1. Japan Coast Guard Academy, 2. Graduate School of Human and Environmental Studies, Kyoto University

For a successful criminal conviction to occur, it is essential to locate forensically important evidences which are disposed in soil. In this study, we attempted rock magnetic method as a forensic search tool to detect evidences in soil. A 2.5 m long survey line was provided in the campus ground of Japan coast guard academy, 0.1 m×0.2 m×0.7 m sized hole was created and was buried into the sand soil. Magnetic susceptibility (MS) was measured using by a ZH instruments magnetometer every 0.1 m along the line, and was measured six times at every position. MS indicates relative higher values at the disturbed ground. A core sample in 7 cm length was collected using by a soil sampler at around the disturbed ground. The soil core was consisted of silty sand with granule, and the grain size of soil increases with burial depth. Dried soil samples were packed into 1 cm^3 plastic cubes every 1 cm from the core. Rock magnetic measurements, MS, anhysteretic remanent magnetization (ARM), isothermal remanent magnetization (IRM) were conducted for the cube samples. The powder soil samples of isothermal magnetization (M_{rs}), saturation magnetization (M_s), coercivity (H_c), and remanence corecivity (H_{cr}) were measured. MS shows a peak at 2 cm in depth. Values of ARM and IRM gradually decrease with depth. It is implied that the relative high MS of disturbed ground was caused by the mixed lower soil. In order to identify magnetic minerals in the soil samples, thermomagnetic analysis (Js-T) was performed on four samples which are collected from the soil core of surface (0-0.2 m), middle (0.3-0.5 m) and deep parts (0.6-0.7 m) and the surface soil at the disturbed ground. All samples indicate declines of Js-T curves at 580°C and 680°C. A slight inflection in Js-T curves at around 300°C -400°C is also recognized, the presence of maghemite and hematite is thus suggested. M_{rs}/M_s and H_{cr}/H_c values of the core samples are plotted in the pseudo-single domain (PSD) region for (titano-) magnetite on the Day plot, and indicate that grain size of magnetic minerals downward decrease. The values of disturbed ground are located the central part of all samples which are implied that the mixed lower soils were contributed. The MS peak have been recognized after eight months although the disturbed ground covered by weeds and the hole is invisible. This result proves that MS can detect the location of disturbed ground over eight months post-disturbance. It is suggested that MS is effective for detecting the location of disturbed ground.

キーワード：法地質学、岩石磁気学、環境磁気学
Keywords: forensic science, rock magnetism, environmental magnetism

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

設楽火成複合岩体西縁の中新世岩脈群の岩石磁気
Rock magnetic measurements of Miocene dikes at the western margin of the Shitara Igneous Complex, central Japan

*山本 康平[1]、星 博幸[2]
*Kohei Yamamoto[1], Hiroyuki Hoshi[2]

1. 愛知教育大学大学院教育学研究科、2. 愛知教育大学
1. Graduate School of Education, Aichi University of Education, 2. Aichi University of Education

設楽火成複合岩体は中期中新世に活動した設楽火山岩類の一部で，その最終ステージには貫入岩類が貫入した．この火成岩体の西縁部にあたる愛知県新城市西部には，領家帯の変成岩と花崗岩類に貫入するいくつかの火山岩岩脈が報告されている．これらの岩脈は設楽火成複合岩体の最終ステージに属すると考えられている（尾崎・西岡，2008；山崎・尾崎，2012）．この岩脈群の岩石は様々な程度の熱水変質を受けており，鏡下で元の組織が判別できない岩石もある．また，同じ岩脈内でも強く変質を受けている部分と、比較的変質の程度が弱い部分が見られる場合もある．筆者らはこれらの岩石の古地磁気学的研究を進めているが（残留磁化方位の予察的結果は去年の大会で報告した），今回はこれらの岩石（筆者らの未公表データによると安山岩が多い）に対して高温帯磁率測定，3軸IRM段階熱消磁実験，帯磁率異方性（AMS）測定などを行ったのでその結果を報告する．

自然残留磁化（NRM）の段階消磁結果から，磁鉄鉱を示唆する550℃～600℃でアンブロックされる試料と磁硫鉄鉱を示唆する300℃～350℃でアンブロックされる試料の両方が見られた（両方含まれると解釈できる試料もあった）．高温帯磁率測定を行ったところ，加熱曲線と冷却曲線が可逆的な挙動を示す試料と非可逆な挙動を示す試料の両方があった．両曲線が非可逆な試料は全体的に冷却曲線が加熱曲線に比べて大きく，この結果からも硫化鉄鉱物の存在が示唆される．以上の結果と3軸IRM段階熱消磁実験の結果から，試料を採取したすべての地点に変質の程度に関係なく磁硫鉄鉱とチタン磁鉄鉱(多くの試料は磁鉄鉱)が含まれていると判断される．また，NRMの段階消磁結果と合わせると，ほとんどの試料で残留磁化を担っている主要な強磁性鉱物はチタン磁鉄鉱であると判断される．1地点のみ，肉眼観察で新鮮に見える岩石であっても残留磁化を担う主要な鉱物が磁硫鉄鉱と判断された．AMS測定は，見た目は新鮮な岩石の地点では磁化容易軸が貫入面近くに集中する傾向があり，解釈可能な結果が得られた．一方，変質を受けて変色した岩石の地点では解釈可能な結果がほとんど得られなかった．

キーワード：設楽火成複合岩体、岩脈、古地磁気、岩石磁気、磁性鉱物
Keywords: Shitara Igneous Complex, dikes, paleomagnetism, rock magnetism, magnetic minerals

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Eliminating spurious magnetic phases of sedimentary rocks using reductive chemical treatments –A thermomagnetic experiment study on the Upper Cretaceous Yezo Group-

*穴井 千里[1]、渋谷 秀敏[1]、望月 伸竜[1]
*Chisato Anai[1], Hidetoshi Shibuya[1], Nobutatsu Mochizuki[1]

1. 熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門地球環境科学分野
1. Kumamoto University

Sedimentary rocks often have secondary components of chemical remanent magnetizations (CRM) during post-depositional processes, lithification, diagenesis, and/or later chemical events, in addition to the primary detrital remanent magnetization (DRM). These secondary components are carried by secondarily formed minerals of iron-oxides, hydroxides, and/or sulfides. These secondary minerals are produced by Fe-ions contained in pore water and/or sedimentary rocks itself. Therefore, secondary CRM carriers precipitate in the space between mineral particles and/or the voids of the sedimentary rocks, since these parts are reached first by pore water from outside of the samples. The secondary minerals often have a large thermal alteration during thermal demagnetization experiments. Thermal alterations at high temperature steps often introduce large laboratory-CRM, which masks the primary component. Those CRM acquired in the furnace could be reduced by removing secondary magnetic minerals using reductive chemical demagnetization (RCD) beforehand (Anai et al., 2018). In this study, we show the results of rock magnetic and paleomagnetic experiments of samples from the Upper Cretaceous Yezo Group, in order to see whether the RCD is effective reducing such spurious magnetic components.
A pair of chip samples were prepared from paleomagnetic cores. One of the chip samples was subjected to RCD, and the other remained intact. The RCD is performed by dipping the chip sample in the etchant for 72 hours (recipe: Ascorbic acid 5%, buffered by sodium bicarbonate, and adjusted to pH= ~5.6, ORP= -150 to -50 mv). Strong-field thermomagnetic analyses were conducted on both chip samples with and without the RCD. Thermomagnetic curve of the samples without RCD show 4 types of thermal alternation behavior. As a characteristic example of the result Type-C is as follows: magnetization (Js) increases around 400˚C. The increase of Js makes a peak at 450˚C and then Js gradually decreases to zero at 580˚C. Abrupt increases of Js around 450˚C was not observed for the RCD sample, while the Js drops at 150˚C and 580˚C are the same as those observed for the samples without RCD. These results suggest that the iron-containing minerals, which changed to minerals carrying CRM around 450˚C, had been effectively removed by RCD. The results suggested that the RCD pretreatment may suppress thermal alteration of sedimentary rocks. This approach seems to have potential for reducing spurious secondary magnetic components effectively, though the relation between the thermal alteration and spurious magnetic components is not well understood.

キーワード：蝦夷層群、還元化学消磁
Keywords: Yezo Group, Reductive chemical demagnetization

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

沖縄トラフ海底熱水鉱床試料の岩石磁気測定
Rock-magnetic studies on seafloor hydrothermal deposits in the Okinawa Trough

*加藤 千恵[1]、大野 正夫[1]、畠山 唯達[2]、石橋 純一郎[3]、戸塚 修平[4]、島田 和彦[3]
*Chie Kato[1], Masao Ohno[1], Tadahiro Hatakeyama[2], Jun-ichiro Ishibashi[3], Shuhei Totsuka[4], Kazuhiko Shimada[3]

1. 九州大学大学院比較社会文化研究院環境変動部門、2. 岡山理科大学情報処理センター、3. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、4. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻
1. Department of Environmental Changes, Faculty of Social and Cultural Studies, Kyushu University, 2. Information Processing Center, Okayama University of Science, 3. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Kyushu University, 4. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Sciences, Kyushu University

Investigation of the mineral assemblage of seafloor hydrothermal deposits are crucial for understanding its formation environment and process. Rock-magnetic measurements of the deposits are quick and effective to detect magnetic metal sulfides which are sensitive to the environment. We report our results of rock-magnetic measurements conducted on sulfide ores from seafloor hydrothermal deposits in the Okinawa Trough. One sample is a sulfide ore of chimney structure collected from hydrothermal mound in the Noho Site and others are sediment core samples drilled at the Izena Hole.
X-ray diffraction (XRD) measurements and chemical analyses indicate that the chimney structured ore mainly consist of pyrrhotite and a Cu-Fe-S sulfide. Crystal structure of the Cu-Fe-S sulfide is similar to that of sphalerite and its chemical composition is close to $CuFe_2S_3$. From these characters, $CuFe_2S_3$ isocubanite is the candidate for the Cu-Fe-S sulfide.
Since the magnetic properties of $CuFe_2S_3$ isocubanite were rarely found in the literature, we first conducted low-temperature magnetometry measurements and magnetic hysteresis measurements of isocubanite. Isocubanite was synthesized by heating a cubanite sample (from Henderson No.2 mine, Chibougaman, Qubec, Canada) at 300 ℃ in vacuum (e.g. Sawada et al., 1962; Nenasheva and Kravchenko, 2015). Results of the magnetic measurements showed that isocubanite is weakly ferromagnetic at room temperature, and undergo a magnetic transition to relatively strong ferromagnetic at ~100 K. Saturation magnetization was 0.09 Am^2/kg at room temperature and 0.4 Am^2/kg at 50 K. Similar magnetic measurements were performed on the Cu-Fe-S sulfide in the chimney ore which was magnetically separated from pyrrhotite. The Cu-Fe-S sulfide was paramagnetic at room temperature and became ferromagnetic at below ~100 K. Saturation magnetization at 50 K was ~20 Am^2/kg. Such strong magnetization and sharp magnetic transition at low temperature is inconsistent with the behavior of isocubanite, but rather comparable to that of $Cu_{1-\varepsilon}Fe_{3+\varepsilon}S_4$ 'new phase' reported by Wintenberger et al. (1994) as an ageing product of isocubanite. Results of our magnetic measurements indicate that 'new phase' is a solid solution which includes $CuFe_2S_3$ composition.
Some of the sediment core samples contain a Cu-Fe-S sulfide with similar XRD pattern and chemical composition to that found in the chimney ore. Those sediment core samples also show a magnetic transition at ~100 K. Intensity of the magnetization at low temperature could be explained by assuming that the Cu-Fe-S sulfide in the sediment core samples is isocubanite, based on rough estimate of mineral proportion from XRD.

キーワード：熱水鉱床、Cu-Fe-S硫化物、低温磁気測定
Keywords: Hydrothermal deposits, Cu-Fe-S sulfide, Low-temperature magnetometry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

幌満かんらん岩体の新鮮なダナイトの岩石磁気学的研究
Rock-magnetic study of fresh dunite in the Horoman peridotite complex, Hokkaido, Japan

*望月 伸竜[1]、石丸 聡子[1]、荒井 章司[2]
*Nobutatsu Mochizuki[1], Satoko Ishimaru[1], Shoji Arai[2]

1. 熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門、2. 金沢大学理工研究域自然システム学系
1. Department of Earth and Environmental Science, Faculty of Advanced Science and Technology, Kumamoto University, 2. Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Kanazawa University

Magnetic anomalies observed on Earth are originated from remanent/induced magnetizations of the crust and probably those of the uppermost lithospheric mantle. For the lithospheric mantle, rock-magnetic data were mostly reported from serpentinized peridotites although some data were available for fresh mantle xenoliths from a few volcanoes. Since fresh peridotite samples are relatively scarce, the original magnetic properties of peridotite are not well studied. Rock-magnetic studies on fresh peridotites are required to characterize magnetization of the lithospheric mantle. In the present study, we report rock magnetic properties of fresh dunite samples and discuss the possibility of a source of magnetic anomaly on Earth and the other planets. The samples used in this study are collected from spinel-rich dunite-wehrlite (SDW) suite, mainly composed of clinopyroxene-bearing dunite, in the Horoman peridotite complex, Hokkaido, Japan (Takahashi, 1991). Fresh dunite samples were collected from a 20 m wide outcrop of SDW suite. Minute magnetite inclusions, which show elongated rod-like shapes, were observed in olivine grains under the microscope. It should be noted that the elongated magnetite inclusions are not associated with serpentinization. Densities of the samples mostly ranged in 3250-3350 kg/m^3, which correspond to typical values of fresh peridotite. A diagram of natural remanent magnetization (NRM) versus susceptibility shows that the data of the samples are clearly different from the data reported from serpentinized peridotites. Several samples have NRM values of 1-20 A/m, which are comparable to NRM values of volcanic rocks. A dunite layer of such strong NRM could be a potential source of magnetic anomalies.

キーワード：磁化、ダナイト、幌満かんらん岩
Keywords: magnetization, dunite, Horoman peridotite complex

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

超伝導量子干渉素子（SQUID）顕微鏡の感度および実用性の改良
Improvements of sensitivity and utility in the scanning superconducting quantum interference device (SQUID) microscope

*久保田 勇祐[1]、Kirschvink Joseph[2,1]、Isaac Hilburn[2]、Jennifer Buz[3]、小林 厚子[1,2]、加藤 千恵[4]
*Yusuke Kubota[1], Joseph Kirschvink[2,1], Isaac Hilburn[2], Jennifer Buz[3], Atsuko Kobayashi[1,2], Chie Kato[4]

1. 東京工業大学、2. California Institute of Technology、3. Northern Arizona University、4. 九州大学
1. Tokyo Institute of Technology, 2. California Institute of Technology, 3. Northern Arizona University, 4. Kyushu University

Superconducting quantum interference device (SQUID) microscopes have been used for mapping the distribution of ferromagnetic materials in a variety of industrial, biological, and geological materials. The advantage of the SQUID microscope is the wide dynamic range and spatial resolution down to the 25 μm scale, as well as the ability to quantify the direction and intensity of extraordinarily tiny magnetic dipoles. However, a major drawback of earlier versions of this instrument has been the need to cool the superconducting sensors with liquid helium and nitrogen, which limits the system’ s utility and drives up maintenance costs. One previous instrument (at Caltech) incorporated a closed-cycle pulse-tube cryocooler and managed to achieve good sensitivity by averaging precisely over one pulse cycle to remove the periodic magnetic signal from the pulse tube ferrite chain. In this study, we report a new design of SQUID microscope at TokyoTech that improves substantially on this. First, a large-volume μ-metal shielded room provides an environment with low spatial magnetic gradients, although it does allow ~ 5 nT low-frequency signals from local train lines to penetrate. Next, the pulse-tube is encased in a superconducting shield made of Pb, lowering the noise from that source. Finally, we placed a second SQUID sensor, parallel to the axis, ~4 cm from the first and calibrated it to correct for background fluctuations. The final system is approximately 5-10 times more sensitive than the previous configuration and is being applied to a variety of biological and single-crystal rock magnetic studies.

キーワード：SQUID顕微鏡、岩石磁気学
Keywords: SQUID microscope, Rock magnetism

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-IT 地球内部科学・地球惑星テクトニクス

2019年5月26日(日) 10:45 ~ 12:15 | A09 東京ベイ幕張ホール

[S-IT20] 地球型惑星内部での液体の特性とその役割

コンビーナ:坂巻 竜也(東北大学大学院理学研究科)、中島 陽一(熊本大学大学院先導機構)、座長:坂巻 竜也(東北大学)、中島 陽一(熊本大学)

ケイ酸塩メルトと液体金属は、地球型惑星の誕生時から現在に至るまでに辿ってきた物理的、化学的、熱的進化の過程で大きな役割を担ってきた。惑星形成時におけるマグマオーシャンからのコア分離過程は、液体間での元素分配、拡散や粘性といったそれぞれの液体の物理特性により特徴づけられる。地球表層の火山で直接観察されるマグマは地球内部に潜在する液体のごく一部であり、その殆どが深部に内包されており、今もその役割を果たしている。また、地球のみならず火星や水星の金属コアの一部は、今なお、液体状態である可能性が高い。しかしながら、惑星内部のような高圧高温極限下での液体を取り扱うことは実験的にも、理論的であっても容易ではなく、惑星内部のさまざまな液体の特性、その果たす惑星進化への役割を解明することは挑戦的なテーマである。本セッションでは実験・理論・観測・数値シミュレーションなど様々な手法での高圧高温下での液体に関する講演を歓迎し、惑星内部条件における液体の物理的・化学的性質や地球内部でのその振る舞いについて幅広い観点からの積極的な議論も歓迎する。

10:45 ~ 11:15

[SIT20-01] Ultrahigh pressure structure change in SiO_2 glass with coordination number >6

★Invited Papers

*河野 義生[1]、Yu Shu[2]、Curtis Kenney-Benson[2]、Yanbin Wang[3]、Guoyin Shen[2] (1.愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、2.Argonne National Laboratory、3.The University of Chicago)

11:15 ~ 11:30

[SIT20-02] **Scaling pseudotachylytes from the lab to the field**

*Thomas P. Ferrand[1]、Alexandre Schubnel[2]、Nadège Hilairet[3]、Loïc Labrousse[4]、Stefan Nielsen[5] (1.Earthquake Research Institute、2.Ecole Normale Supérieure, Paris, France、3.Unité Matériaux et Transformations, Université de Lille, France、4.Sorbonne Université, Institut des Sciences de la Terre Paris, France、5.Department of Earth Sciences, Durham University, United Kingdom)

11:30 ~ 12:00

[SIT20-03] *Ab initio* molecular dynamics study of atomic diffusion in covalent liquid under high pressure

★Invited Papers

*大村 訓史[1]、土屋 卓久[2] (1.広島工業大学、2.愛媛大学)

12:00 ~ 12:15

[SIT20-04] **Pressure-induced structural change in magnesium silicate melts**

*飯高 敏晃[1]、Nguyen Van Hong[2] (1.国立研究開発法人理化学研究所、2.Hanoi University of Science and Technology)

Ultrahigh pressure structure change in SiO_2 glass with coordination number >6

*河野 義生[1]、Yu Shu[2]、Curtis Kenney-Benson[2]、Yanbin Wang[3]、Guoyin Shen[2]
*Yoshio Kono[1], Yu Shu[2], Curtis Kenney-Benson[2], Yanbin Wang[3], Guoyin Shen[2]

1. 愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、2. Argonne National Laboratory、3. The University of Chicago
1. Geodynamics Research Center, Ehime University, 2. Argonne National Laboratory, 3. The University of Chicago

Possible existence of ultrahigh pressure structural change in silicate magma with the Si-O coordination number (CN) larger than 6 is one of the most important issues in understanding nature of silicate magmas at the Earth’s core-mantle boundary. However, structure of silicate magmas at the ultrahigh pressure conditions of the core-mantle boundary remain poorly understood, because of experimental challenges. Efforts have been made to investigate structure and/or properties of silicate glasses, as an analogue of silicate magma, at ultrahigh pressure conditions. Pioneering work by Murakami and Bass (2010) discovered a kink in the pressure dependence of shear-wave velocity in SiO_2 glass around 140 GPa, which was interpreted as evidence of ultrahigh pressure structural transition with the CN>6. However, no structural information is available under such ultrahigh pressure conditions. Our recent development of double-stage large volume cell combined with multi-angle energy dispersive X-ray diffraction opened a new way to investigate structure of oxide glasses under ultrahigh pressure conditions of >100 GPa. The new experiment revealed existence of ultrahigh pressure polyamorphism in GeO_2 glass with CN>6 (Kono et al., 2016). Our latest development further enhanced the structure measurement capability and we succeeded to measure structure of SiO_2 glass up to 120 GPa. Here we will show ultrahigh-pressure structural change in SiO_2 glass at the pressure conditions near the Earth’s core-mantle boundary.

Kono Y*, et al.* (2016) Ultrahigh-pressure polyamorphism in GeO_2 glass with coordination number> 6. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113(13):3436-3441.

Murakami, M., & Bass, J. D. (2010). Spectroscopic evidence for ultrahigh-pressure polymorphism in SiO_2 glass. *Physical review letters*, *104*(2), 025504.

キーワード：high pressure、SiO2 glass、magma、core-mantle boundary
Keywords: high pressure, SiO2 glass, magma, core-mantle boundary

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Scaling pseudotachylytes from the lab to the field

*Thomas P. Ferrand[1], Alexandre Schubnel[2], Nadège Hilairet[3], Loïc Labrousse[4], Stefan Nielsen[5]

1. Earthquake Research Institute, 2. Ecole Normale Supérieure, Paris, France, 3. Unité Matériaux et Transformations, Université de Lille, France, 4. Sorbonne Université, Institut des Sciences de la Terre Paris, France, 5. Department of Earth Sciences, Durham University, United Kingdom

Recent experimental and field results described high-pressure pseudotachylytes that formed in peridotite at mantle depth in similar pressure-temperature conditions. The pseudotachylyte is the rock originating from the solidification of the rupture-induced magma, often referred to as “frictional” melt, which transiently forms and aids sliding on the fault plane.
The pseudotachylyte thickness *a* scales with the relative displacement. The scaling law seems continuous over eight orders of magnitude from the laboratory to the field scale, for measured sliding varying from microns to meters. For magnitudes between -6 and 9, experimental and natural high-pressure faults show striking similarities.
In most lithologies, a kink is observed in the scaling law when the sliding and thickness reach 1 mm and 100 μm, respectively, i.e. Mw >1. This saturation of the pseudotachylyte thickness is due to the scale-depend efficiency of thermal diffusivity, and may also be affected by variations in magma mobility. Previous studies show a similar kink in seismological estimations of the fracture energy *G* as a function of *D*, for $D > 10$cm. The saturation of both *a* and *G* for large magnitudes would mark the transition from adiabatic to diffusive rupture propagation.
In addition, experimental micro-pseudotachylytes and experimental faults due to transformational faulting follow the same scaling law, which brings into light that transformational faulting could hide a transient melting stage.

Keywords: pseudotachylytes, melt, earthquakes, scaling, lubrication, laboratory analogues

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Ab initio molecular dynamics study of atomic diffusion in covalent liquid under high pressure

*大村 訓史[1]、土屋 卓久[2]
*Satoshi Ohmura[1], Taku Tsuchiya[2]

1. 広島工業大学、2. 愛媛大学
1. Hiroshima Institute of Technology, 2. Ehime University

Transport properties of covalent liquids under high pressure are very interesting in the sense that they show unexpected pressure dependence. For a number of covalent liquids, such as SiO_2, B_2O_3 and silicates abnormal behavior of the viscosity has been observed, i.e. the viscosity significantly drops with increasing pressure [1, 2, 3]. This anomalous behavior of the viscosity is considered to be related to the atomic diffusion in the liquids under pressure. It is, however, unclear how the rearrangement process of the covalent bonds is affected by compression. In order to explore the pressure dependence of microscopic diffusion mechanism in covalent liquids, we performed *ab initio* molecular dynamics simulations for liquid B_2O_3 and liquid basaltic aluminosilicate. These liquids has diffusivity maximum (viscosity minimum) under high pressure. We investigate the microscopic diffusion mechanism under high pressure. In the presentation, we discuss the origin of the anomalous pressure response of diffusivity from microscopic point of view.

[1] P. F. McMillan and M. C. Wildind. J. Non-Cryst. Solids, **355**, 722
[2] V. Brazhkin, et al., Phys. Rev. Lett. **105**, 115701 (2010)
[3] T. Sakamaki, *et al., Nature Geoscience* **6**, 1041 (2013)

キーワード：液体、シリケート　（ケイ酸塩）、原子拡散、第一原理分子動力学法
Keywords: liquid , silicate, atomic diffusion, ab initio molecular dynamics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Pressure-induced structural change in magnesium silicate melts

Pressure-induced structural change in magnesium silicate melts

*飯高 敏晃[1]、Nguyen Van Hong[2]
*Toshiaki Iitaka[1], Nguyen Van Hong[2]

1. 国立研究開発法人理化学研究所、2. Hanoi University of Science and Technology
1. RIKEN, 2. Hanoi University of Science and Technology

First principles calculation using periodic boundary conditions and density functional theory on high-performance computers have made great achievements in materials science under extreme conditions. However, many difficulties related to the dynamics and the size effects arise when it is extended to aperiodic systems such as liquids and amorphous solids under high temperature and high pressure [1]. Nonetheless the remarkable improvement of hardware capabilities and invention of new algorithms in the scope of the post-post-K computers will promote discoveries of new physics of such liquids.

Recently, a glass-glass transition of $MgSiO_3$ was observed at 88 GPa and room temperature using X-ray diffraction measurement under static compression in a diamond anvil cell[2]. It was suggested that this transition may be extended to a liquid-liquid transition of $MgSiO_3$ melt at higher temperatures and pressures, which corresponds to the perovskite post-perovskite (Pv-PPv) transition of $MgSiO_3$ crystal [3, 4].

Shock compression experiments for $MgSiO_3$ [5, 6] and Mg_2SiO_4 [7, 8]melts have been also performed making it possible to explore the structure and properties of liquids directly.

In this presentation, we report the results of molecular dynamics simulation of magnesium silicate melts under high temperature and high pressure using various simulation schemes such as Empirical Potential Molecular Dynamics (EPMD) [9]and First Principle Molecular Dynamics (FPMD) simulation[10] as well as Large-scale First Principle Molecular Dynamics (L-FPMD) simulation for a consistent understanding.

References

[1] T. Iitaka: High Pressure Science and Technology, **27**, 174 (2017).

[2] Y. Kono, *et al.*: Proceedings of the National Academy of Sciences, **115**, 1742 (2018).

[3] M. Murakami, *et al.*: Science, **304**, 855 (2004).

[4] T. Iitaka, *et al.*: Nature, **430**, 442 (2004).

[5] D.E. Fratanduono, *et al.*: Phys. Rev. B, **97**, 214105 (2018).

[6] D.K. Spaulding, *et al.*: Phys. Rev. Lett., **108**, 065701 (2012).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[7] T. Sekine, *et al.*: Science Advances, **2**, UNSP e1600157 (2016).

[8] S. Root, *et al.*: Geophys. Res. Lett., **45**, 3865 (2018).

[9] F.J. Spera, *et al.*: Geochim. Cosmochim. Acta, **75**, 1272 (2011).

[10] L. Stixrude, *et al.*: Science, **310**, 297 (2005).

キーワード：magnesium silicate melts、liquid structure、phase diagram
Keywords: magnesium silicate melts, liquid structure, phase diagram

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-IT 地球内部科学・地球惑星テクトニクス

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_16

[S-IT20] 地球型惑星内部での液体の特性とその役割

コンビーナ:坂巻 竜也(東北大学大学院理学研究科)、中島 陽一(熊本大学大学院先導機構)

ケイ酸塩メルトと液体金属は、地球型惑星の誕生時から現在に至るまでに辿ってきた物理的、化学的、熱的進化の過程で大きな役割を担ってきた。惑星形成時におけるマグマオーシャンからのコア分離過程は、液体間での元素分配、拡散や粘性といったそれぞれの液体の物理特性により特徴づけられる。地球表層の火山で直接観察されるマグマは地球内部に潜在する液体のごく一部であり、その殆どが深部に内包されており、今もその役割を果たしている。また、地球のみならず火星や水星の金属コアの一部は、今なお、液体状態である可能性が高い。しかしながら、惑星内部のような高圧高温極限下での液体を取り扱うことは実験的にも、理論的であっても容易ではなく、惑星内部のさまざまな液体の特性、その果たす惑星進化への役割を解明することは挑戦的なテーマである。本セッションでは実験・理論・観測・数値シミュレーションなど様々な手法での高圧高温下での液体に関する講演を歓迎し、惑星内部条件における液体の物理的・化学的性質や地球内部でのその振る舞いについて幅広い観点からの積極的な議論も歓迎する。

[SIT20-P01] Melting relations in the Fe-P system at high pressures

*中島 陽一[1,2]、小畑 晴幹[2]、木下 大輔[2]、舘野 繁彦[3]、廣瀬 敬[3,4]、平尾 直久[5]、河口 沙織[5]、大石 泰生[5] (1.熊本大学大学院先導機構、2.熊本大学物理科学講座、3.東京工業大学地球生命研究所、4.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、5.高輝度光科学研究センター)

[SIT20-P02] Elastic property and structure of pyrope glass at high pressure

*久野 直毅[1]、坂巻 竜也[1]、大橋 智典[1]、舟越 賢一[2]、肥後 祐司[3]、柴崎 裕樹[4]、鈴木 昭夫[1] (1.東北大学大学院理学研究科地学専攻、2.総合科学研究機構　中性子科学センター、3.（財）高輝度光科学研究センター、4.国立研究開発法人　物質・材料研究機構　若手国際研究センター)

[SIT20-P03] **The effect of water and redox state on melting at the top of the lower mantle**

*中嶋 彩乃[1]、坂巻 竜也[1]、鈴木 昭夫[1] (1.東北大学)

[SIT20-P04] Sound velocity measurements on liquid Fe-P alloy up to 80 GPa

*木下 大輔[1]、中島 陽一[1,2]、桑山 靖弘[2,3]、廣瀬 敬[3]、石川 大介[2,4]、Baron Alfred[2] (1.熊本大学、2.理研 MDL、3.東京大学、4.JASRI)

[SIT20-P05] High-pressure structural investigations for hydrous sodium silicate melts

*大橋 智典[1]、坂巻 竜也[1]、舟越 賢一[2]、村主 樹[1]、市東 力[1]、柴崎 裕樹[3]、鈴木 昭夫[1] (1.東北大学大学院理学系研究科、2.総合科学研究機構　中性子科学センター、3.国立研究開発法人　物質・材料研究機構)

[SIT20-P06] **Inelastic X-ray scattering measurements of liquid Fe-N alloy under high pressure**

*岩本 朝希[1]、中島 陽一[1,2]、木下 大輔[1]、桑山 靖弘[2,3]、廣瀬 敬[3]、石川 大介[2,4]、Alfred Baron[2] (1.熊本大学、2.理研 MDL、3.東京大学、4.JASRI)

[SIT20-P07] Formation of highly pure anorthite crust on the low-volatile astral bodies by low-viscous magma ocean

*坂巻 竜也[1]、河野 義生[2] (1.東北大学大学院　理学研究科、2.愛媛大学　地球深部ダイナミクス研究センター)

Melting relations in the Fe-P system at high pressures

*中島 陽一[1,2]、小畑 晴幹[2]、木下 大輔[2]、舘野 繁彦[3]、廣瀬 敬[3,4]、平尾 直久[5]、河口 沙織[5]、大石 泰生[5]
*Yoichi Nakajima[1,2], Haruki Obata[2], Daisuke Kinoshita[2], Shigehiko Tateno[3], Kei Hirose[3,4], Naohisa Hirao[5], Saori I. Kawaguchi[5], Yasuo Ohishi[5]

1. 熊本大学大学院先導機構、2. 熊本大学物理科学講座、3. 東京工業大学地球生命研究所、4. 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、5. 高輝度光科学研究センター
1. Priority Organization for Innovation and Excellence, Kumamoto University, 2. Department of Phsyics, Kumamoto University,, 3. Earth-Life Science Institue, Tokyo Institute of Technology, 4. Department of Earth and Planertary Science, The University of Tokyo, 5. JASRI

The present-day temperature profile of the Earth's core is key to understanding of the thermal history and dynamics of the core. The temperature in the outer core region is over the melting temperature of the core material and crossovers it at the inner-outer core boundary. Thus, the melting temperature of the core material under relevant high-pressure conditions is crucial to constrain the core temperature. It is well known that the core is composed mainly of Fe, but including 10% lighter elements [1], though the nature of the light elements is still unclear. Phosphorous is also one of the candidates for the core light elements because it is found in iron-meteorites [2] and depleted in the silicate mantle relative to chondrites [3]. In this study, we performed melting experiments on Fe_3P up to 80 GPa by using a laser-heated diamond anvil cell.

The melting relation was determined from in-situ X-ray diffraction measurements at the beamline BL10XU of the SPring-8 synchrotron facility. During heating, we observed a peritectic melting of Fe_3P to liquid + Fe_2P and complete melting up to 60 GPa. The onset and complete melting of the sample were judged from the intensity of diffuse scattering signals from the liquid. This melting phase relation was also confirmed from the chemical analysis on some recovered samples. Above 60 GPa, we observed the change in diffraction pattern of the Fe_3P sample at subsolidus temperature conditions, which might be the decomposition to iron-rich and Fe_2P phases. For this two-phase mixture, we also determined the solidus and liquidus temperatures. In the present experimental pressure conditions, the peritectic (or solidus) and liquidus temperatures of the Fe_3P composition are ~700 K and ~200-300 K lower, respectively, relative to the melting temperature of Fe [4]. These indicate that phosphorous reduces strongly the melting temperature of Fe.

References

[1] Birch, *J. Geophys. Res.*, **57**, 227 (1952).

[2] Skála and Císařova, *Phys. Chem. Mine.*, **31**, 721 (2005)

[3] McDonough, *Treatise on Geochem.,* **Vol.2**, 547 (2003)

[4] Anzellini et al., *Science*, **340**, 464 (2013).

キーワード：地球核、核軽元素、融解関係、高圧

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Earth's core, Core light element, Melting relations, High pressure

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Elastic property and structure of pyrope glass at high pressure

*久野 直毅[1]、坂巻 竜也[1]、大橋 智典[1]、舟越 賢一[2]、肥後 祐司[3]、柴崎 裕樹[4]、鈴木 昭夫[1]
*Naoki Hisano[1], Tatsuya Sakamaki[1], Tomonori Ohashi[1], Ken-ichi Funakoshi[2], Yuji Higo[3], Yuki Shibazaki[4], Akio Suzuki[1]

1. 東北大学大学院理学研究科地学専攻、2. 総合科学研究機構　中性子科学センター、3. （財）高輝度光科学研究センター、4. 国立研究開発法人　物質・材料研究機構　若手国際研究センター
1. Department of Earth Science, Graduate School of Science, Tohoku University, 2. Neutron Science & Technology Center, Comprehensive Research Organization for Science and Society (CROSS), 3. Japan Synchrotron Radiation Research Institute, 4. International Center for Young Scientists, National Institute for Materials Science

Structural properties of magma are closely correlated to their physical, chemical, and thermal properties. One of approaches for obtaining insights of magmas is an examination of silicate glasses. Aluminum is one of the major elements in the Earth and an important element for controlling the silicate network in melts and glasses because Al^{3+} behaves as an intermediate species in the silicate melts. Aluminum cation can act as either a network former or a modifier, depending on the composition. In the case of a fully-polymerized melt, such as jadeite and albite composition, all TO_4 tetrahedra (where T represents cations, such as Si, Al, etc.) are interconnected via oxygen anions, forming a three-dimensional network structure. Compositional differences are generally considered in terms of variety of alkaline (e.g., Na^{+}) and alkaline-earth (e.g., Mg^{2+}, Ca^{2+}) cations in the melts. These cations are called network modifiers and tend to cut Si-O-Si bonds between a SiO_4 tetrahedron and the adjacent ones. In addition to aluminum cation, other network modifiers also affect the melt behavior. A Mg-aluminosilicate, pyrope ($Mg_3Al_2Si_3O_{12}$) is an important mineral of mantle because of its abundance in the Earth’s upper mantle. Change in the slope of melting curve of pyrope around 7-10 GPa has been reported, and pressure-induced Al-coordination change was suggested. Although investigations of structure and elasticity of Mg-aluminosilicate glasses and pyrope-composition glasses have been conducted at ambient pressure, those observations at high pressures are still poor.
Here, we have measured sound velocities of pyrope glass at pressures up to 12.9 GPa using ultrasonic technique at BL04B1 of SPring-8. Longitudinal and transverse wave velocities decreased up to 5.6 GPa, and then the velocities started to increase with pressure. Pressure dependence of elastic moduli and Poisson’s ratio of the glass also changed around 7-8 GPa. The structural determination of the glass was conducted based on the energy-dispersive X-ray diffraction method at beamline NE5C of PF-AR in order to understand the mechanism of changes in microscopic physical properties in terms of macroscopic structural evolution. The characteristic shrinkage of the intermediate-range ordering in silicate network was observed around 7 GPa. We could find some correlation between elastic properties and structure. Detailed discussion will be shown in the meeting.

キーワード：ケイ酸塩ガラス、弾性波速度、X線回折、構造、超音波法
Keywords: silicate glass, elastic wave velocity, X-ray diffraction, structure, ultrasonic measurement

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The effect of water and redox state on melting at the top of the lower mantle

*中嶋 彩乃[1]、坂巻 竜也[1]、鈴木 昭夫[1]
*Ayano Nakajima[1], Tatsuya Sakamaki[1], Akio Suzuki[1]

1. 東北大学
1. Tohoku University

There are various igneous activities in the Earth. On the surface of the Earth, for example, igneous activities occur in island arcs, mid-ocean ridges, hot spots and petit spots. However, not only on the surface, but also in the interior, melting phenomena are also suggested at the top of the asthenosphere [e.g., Barazangi & Isacks, 1971 *JGR*; Schmerr, 2012 *Science*] and the bottom of the upper mantle [e.g., Bercovici & Karato, 2003 *Nature*; Song *et al.*, 2004 *Nature*]. In this study, we focused on the melting of hydrous peridotite at the top of the lower mantle because seismological observation indicates the low velocity anomaly [Schmandt *et al.*, 2014 *Science*; Liu *et al.*, 2016 *GRL*; Liu *et al.*, 2018 *EPSL*]. The low-velocity region is expected to be caused by mantle melting due to dehydration decomposition of ringwoodite to bridgmanite and ferro-periclase with a downward flow.

Here, we performed melting experiments of peridotite with 2.0 wt. % H_2O at 26 GPa and 1600 ˚C - 2000 ˚C. As a starting material, two peridotite samples were synthesized: one was Fe_2O_3-bearing sample and the other was FeO-bearing. The samples were sealed by gold capsules. Recovered product of reductive sample (= FeO-bearing) from 2000 ˚C and 26 GPa showed a partial melting texture. This indicates that mantle melting can be occurred under this experimental condition. On the other hand, there are no melting texture of recovered sample of Fe_2O_3 system from 2000 ˚C and 26 GPa. In short, the materials constituting the lower mantle melts in the reduced state but not in the oxidized state. It is reported that ferric iron occupies a majority in the redox state at the top of the lower mantle [McCammon, 1997 *Nature* ; Frost *et al.*, 2004 *Nature*]. Thus, it is considered that melting phenomenon may or may not occur due to the regional difference of redox state. At 2000 ˚C, compared to bridgmanite in this study, the composition of melt was SiO_2- and Al_2O_3-poor and MgO- and CaO-rich. Although the FeO component concentrated in the melt, this behavior is closer to the tendency of the anhydrous melting experiments (2400 ˚C or more) [Ito & Takahashi, 1987 *Nature*; Trønnes & Frost, 2002 *EPSL*] than the hydrous system (~1400 ˚C) [Kawamoto, 2004 *PEPI*] because of the small amount of water. We calculated the density and compressibility of the magma based on the obtained melt composition. Comparing with seismological model, this melt is lighter than the lower mantle rock. This implies that a small amount of water (2.0 wt. %) can cause a light melt at the top of lower mantle and form the seismological low velocity zone.

キーワード：脱水溶融、下部マントル、含水マグマ、酸化還元状態
Keywords: dehydration melting, lower mantle, hydrous magma, redox state

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Sound velocity measurements on liquid Fe-P alloy up to 80 GPa

*木下 大輔[1]、中島 陽一[1,2]、桑山 靖弘[2,3]、廣瀬 敬[3]、石川 大介[2,4]、Baron Alfred[2]
*Daisuke Kinoshita[1], Yoichi Nakajima[1,2], Yasuhiro Kuwayama[2,3], Kei Hirose[3], Daisuke Ishikawa[2,4], Baron Q.R. Alfred[2]

1. 熊本大学、2. 理研 MDL、3. 東京大学、4. JASRI
1. Kumamoto University, 2. RIKEN MDL, 3. Tokyo University, 4. JASRI

The Earth’ s liquid outer core is composed mainly of iron, alloying with 5% nickel and 10% lighter elements [1]. The core composition is important to understand the environment and mechanism of the core formation process and the present-day magnetic field. The sound velocity of liquid iron alloys under relevant high-pressure and -temperature conditions in the core is key to constraining the core composition because the direct observations for the core is seismologic wave passing through the core only. Phosphorous is one of the candidates for light elements in the core because it is found in iron-meteorites [2] and depleted in the silicate mantle relative to chondrites [3]. In this study, we determined the P-wave velocity of liquid $Fe_{75}P_{25}$ up to 80 GPa using a laser-heated diamond-anvil cell in combination with an inelastic X-ray scattering (IXS) spectroscopy. We performed IXS measurements at a beamline BL43LXU [4] of the RIKEN SPring-8 Center in Japan. The P-wave velocity of liquid $Fe_{75}P_{25}$ were obtained based on the observed acoustic phonon dispersion. The present results exhibit that the influence of phosphorus on liquid iron sound velocity is almost negligible under the present experimental conditions. On the other hands, the density of liquid Fe can be reduced by phosphorous.

References
[1] Stevenson, 1981 Science. Vol.214, 611-619
[2] Skála and Císařova, 2005 Physics and Chemistry of Minerals. Vol.31, 721-732
[3] McDonough, 2003 Treatise on Geochem. Vol.2, 547-568
[4] Baron, 2010 SPring-8 Inf. Newsl. Vol.15, No.1 14-19

キーワード：外核、音速、高圧
Keywords: outer core, sound velocity, high pressure

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

High-pressure structural investigations for hydrous sodium silicate melts

*大橋 智典[1]、坂巻 竜也[1]、舟越 賢一[2]、村主 樹[1]、市東 力[1]、柴崎 裕樹[3]、鈴木 昭夫[1]
*Tomonori Ohashi[1], Tatsuya Sakamaki[1], Ken-ichi Funakoshi[2], Miki Muranushi[1], Chikara Shito[1], Yuki Shibazaki[3], Akio Suzuki[1]

1. 東北大学大学院理学系研究科、2. 総合科学研究機構　中性子科学センター、3. 国立研究開発法人　物質・材料研究機構
1. Department of Earth Science, Tohoku University, 2. Neutron Science and Technology Center, Comprehensive Research Organization for Science and Society (CROSS), 3. National Institute for Materials Science (NIMS)

The behaviors of high-pressure silicate melts, which is controlled by their physico-chemical properties, are important to understand the magma activity in the deep Earth. Particularly, the H_2O content significantly affects the properties, such as density (e.g., Sakamaki et al., 2006) and viscosity (e.g., Suzuki et al., 2011; Poe et al., 2006). Since such macroscopic properties are known to be largely determined by the microscopic structure, there are considerable interests in revealing how the structure changes with increasing pressure.

Here, structures of hydrous Na_2O-8/3SiO_2 melts with 5 wt% (NS8/3_H5) and with 9 wt% H_2O (NS8/3_H9) were determined under high pressure and temperature by the in-situ X-ray diffraction (XRD). The in-situ XRD study was carried out using a cubic-type multi-anvil apparatus MAX80, which is installed at the AR-NE5C beamline of PF-AR at Tsukuba, Japan. The experimental *P-T* conditions were about 1.5–3.0 GPa and 550–970 ˚C, respectively.

The obtained total structure factors, $S(Q)$ of both liquids show that the position of the first sharp diffraction peaks (FSDP) shift to higher-Q with pressure. This positional shift indicates the intermediate-range order structure of present melts become compact. The reduced radial distribution functions, $G(r)$ indicate different pressure evolutions in the average Si-O bond lengths ($r_{Si\text{-}O}$) depending on their water contents. The $r_{Si\text{-}O}$ in the NS8/3_H9 melt shows the monotonic decrease with increasing pressure, however, the $r_{Si\text{-}O}$ of the NS8/3_H5 melt hardly changes after its contraction below 1.6 GPa. The structure of the NS8/3_H9 melt is assumed to be slightly more depolymerized than the NS8/3_H5 melt at ambient pressure (Zotov and Keppler, 1998). This difference might be due to a phenomenon that the number of strongly hydrogen-bonded SiOH groups, which are favored in sodium silicate glasses and melts (Xue and Kanzaki, 2004), increase more significantly during pressure-induced depolymerization in the NS8/3_H9 melt than in the NS8/3_H5 melt. This raises Si(-NBO)/Si(-BO) (NBO: non-bridging oxygen, BO: bridging oxygen) ratio, and hence, the $r_{Si\text{-}O}$ becomes shorter.

キーワード：含水珪酸塩融体、水の影響、非晶質構造、高温高圧
Keywords: hydrous silicate melt, effect of water, amorphous structure, high pressure and temperature

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Inelastic X-ray scattering measurements of liquid Fe-N alloy under high pressure

*岩本 朝希[1]、中島 陽一[1,2]、木下 大輔[1]、桑山 靖弘[2,3]、廣瀬 敬[3]、石川 大介[2,4]、Alfred Baron[2]
*Asaki Iwamoto[1], Yoichi Nakajima[1,2], Daisuke Kinoshita[1], Yasuhiro Kuwayama[2,3], Kei Hirose[3], Daisuke Ishikawa[2,4], Alfred Q.R. Baron[2]

1. 熊本大学、2. 理研 MDL、3. 東京大学、4. JASRI
1. Kumamoto University, 2. RIKEN MDL, 3. The University of Tokyo, 4. JASRI

The Earth’s liquid outer core is composed mainly of iron, alloying with ~5% nickel and ~10% some light elements [1]. Nitrogen is one of candidates for the light elements. The abundance of nitrogen in the silicate mantle relative to that in primordial meteorites is less than those of similar volatile components such as H_2O, C and Ar, so that large portion of nitrogen in bulk Earth can be stored in the core [2,3]. In order to examine the possibility of nitrogen in the core, it is benefit to compare the sound velocity of liquid Fe-N alloy under high-pressure and -temperature relevant to the core conditions with the seismological observations. In this study, we performed inelastic X-ray scattering (IXS) measurements on liquid Fe-N alloy and determined its longitudinal velocity of the liquid Fe-N alloy under high pressure and temperature.

We carried out high-pressure and -temperature IXS measurements using a laser-heated diamond-anvil cell (LH-DAC) at the beamline BL43LXU of SPring-8 [4]. We used an Fe_4N foil (hereafter called $Fe_{80}N_{20}$) as a starting sample and single crystal Al_2O_3 discs as a thermal insulator. We judged the sample melting based on X-ray diffraction measurements during heating and then measured IXS of the liquid sample. The longitudinal sound wave (P-wave) velocity of liquid $Fe_{80}N_{20}$ was determined from the dispersion relation of the longitudinal acoustic phonon mode of the sample. We obtained the velocity of liquid $Fe_{80}N_{20}$ up to 76 GPa and 2200 K. We found that the P-wave velocity of liquid $Fe_{80}N_{20}$ is slightly faster by c.a. 4% than that of liquid Fe [5]. The P-wave velocity of liquid outer core is faster by 4% than liquid Fe [5]. Therefore, the present results give the upper limit of 5.9 wt.% (20 at.%) for the nitrogen content in the outer core.

[1] Stevenson, Science **214**, 611-619 (1981).

[2] Marty, Earth Planet. Sci. Lett. **313-314**, 56-66 (2012).

[3] Li et al., Earth Planet. Sci. Lett. **377-378**, 311-323 (2013).

[4] Baron, SPring-8 Inf. Newsl. **15**(1), 14-19 (2010).

[5] Anderson and Ahrens, J. Geophys. Res. **99**(B3), 4273-4284 (1994)

キーワード：地球液体外核、軽元素、P波速度、高圧
Keywords: Earth's liquid outer core, Light element, P-wave velocity, High pressure

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Formation of highly pure anorthite crust on the low-volatile astral bodies by low-viscous magma ocean

*坂巻 竜也[1]、河野 義生[2]
*Tatsuya Sakamaki[1], Yoshio Kono[2]

1. 東北大学大学院　理学研究科、2. 愛媛大学　地球深部ダイナミクス研究センター
1. Graduate School of Science, Tohoku University, 2. Geodynamics Research Center, Ehime University

Anorthite ($CaAl_2Si_2O_8$) is a Ca-endmember of plagioclase, and it is a main component of a crust on the astral bodies, such as Moon and 4 Vesta, Thick anorthite-rich crust has been formed through a process of magma ocean. Here we conduct high-pressure and high-temperature experiments and *in-situ* X-ray analysis to simultaneously assess the viscosity and structure of anorthite magmas under pressures of up to 6.6 GPa. We find contrasting behavior in the viscosity between liquid anorthite and albite ($NaAlSi_3O_8$), which is Na-endmember of plagioclase. The big difference in viscosity between anorthite and albite melts has important implications for planetary differentiation. Na-poor astral bodies (Moon, 4 Vesta, etc.) have been dominated by low-viscous magma ocean and, eventually caused an efficient differentiation between crystal and magma. This process prevented the melt from trapping in the grain boundaries of floating anorthites. This makes the highly pure anorthite crust on the Moon observed by the remote sensing.

キーワード：アノーサイトメルト、粘度、構造、高圧、高温、月のマグマオーシャン
Keywords: anorthite melt, viscosity, structure, high pressure, high temperature, lunar magma ocean

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-IT 地球内部科学・地球惑星テクトニクス

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_28

[S-IT20] 地球型惑星内部での液体の特性とその役割

コンビーナ:坂巻 竜也(東北大学大学院理学研究科)、中島 陽一(熊本大学大学院先導機構)

ケイ酸塩メルトと液体金属は、地球型惑星の誕生時から現在に至るまでに辿ってきた物理的、化学的、熱的進化の過程で大きな役割を担ってきた。惑星形成時におけるマグマオーシャンからのコア分離過程は、液体間での元素分配、拡散や粘性といったそれぞれの液体の物理特性により特徴づけられる。地球表層の火山で直接観察されるマグマは地球内部に潜在する液体のごく一部であり、その殆どが深部に内包されており、今もその役割を果たしている。また、地球のみならず火星や水星の金属コアの一部は、今なお、液体状態である可能性が高い。しかしながら、惑星内部のような高圧高温極限下での液体を取り扱うことは実験的にも、理論的であっても容易ではなく、惑星内部のさまざまな液体の特性、その果たす惑星進化への役割を解明することは挑戦的なテーマである。本セッションでは実験・理論・観測・数値シミュレーションなど様々な手法での高圧高温下での液体に関する講演を歓迎し、惑星内部条件における液体の物理的・化学的性質や地球内部でのその振る舞いについて幅広い観点からの積極的な議論も歓迎する。

[SIT20-P01] Melting relations in the Fe-P system at high pressures

*中島 陽一[1,2]、小畑 晴幹[2]、木下 大輔[2]、舘野 繁彦[3]、廣瀬 敬[3,4]、平尾 直久[5]、河口 沙織[5]、大石 泰生[5] (1.熊本大学大学院先導機構、2.熊本大学物理科学講座、3.東京工業大学地球生命研究所、4.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、5.高輝度光科学研究センター)

[SIT20-P02] Elastic property and structure of pyrope glass at high pressure

*久野 直毅[1]、坂巻 竜也[1]、大橋 智典[1]、舟越 賢一[2]、肥後 祐司[3]、柴崎 裕樹[4]、鈴木 昭夫[1] (1.東北大学大学院理学研究科地学専攻、2.総合科学研究機構　中性子科学センター、3.（財）高輝度光科学研究センター、4.国立研究開発法人　物質・材料研究機構　若手国際研究センター)

[SIT20-P03] **The effect of water and redox state on melting at the top of the lower mantle**

*中嶋 彩乃[1]、坂巻 竜也[1]、鈴木 昭夫[1] (1.東北大学)

[SIT20-P04] Sound velocity measurements on liquid Fe-P alloy up to 80 GPa

*木下 大輔[1]、中島 陽一[1,2]、桑山 靖弘[2,3]、廣瀬 敬[3]、石川 大介[2,4]、Baron Alfred[2] (1.熊本大学、2.理研 MDL、3.東京大学、4.JASRI)

[SIT20-P05] High-pressure structural investigations for hydrous sodium silicate melts

*大橋 智典[1]、坂巻 竜也[1]、舟越 賢一[2]、村主 樹[1]、市東 力[1]、柴崎 裕樹[3]、鈴木 昭夫[1] (1.東北大学大学院理学系研究科、2.総合科学研究機構　中性子科学センター、3.国立研究開発法人　物質・材料研究機構)

[SIT20-P06] **Inelastic X-ray scattering measurements of liquid Fe-N alloy under high pressure**

*岩本 朝希[1]、中島 陽一[1,2]、木下 大輔[1]、桑山 靖弘[2,3]、廣瀬 敬[3]、石川 大介[2,4]、Alfred Baron[2] (1.熊本大学、2.理研 MDL、3.東京大学、4.JASRI)

[SIT20-P07] Formation of highly pure anorthite crust on the low-volatile astral bodies by low-viscous magma ocean

*坂巻 竜也[1]、河野 義生[2] (1.東北大学大学院　理学研究科、2.愛媛大学　地球深部ダイナミクス研究センター)

Melting relations in the Fe-P system at high pressures

*中島 陽一[1,2]、小畑 晴幹[2]、木下 大輔[2]、舘野 繁彦[3]、廣瀬 敬[3,4]、平尾 直久[5]、河口 沙織[5]、大石 泰生[5]
*Yoichi Nakajima[1,2], Haruki Obata[2], Daisuke Kinoshita[2], Shigehiko Tateno[3], Kei Hirose[3,4], Naohisa Hirao[5], Saori I. Kawaguchi[5], Yasuo Ohishi[5]

1. 熊本大学大学院先導機構、2. 熊本大学物理科学講座、3. 東京工業大学地球生命研究所、4. 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、5. 高輝度光科学研究センター
1. Priority Organization for Innovation and Excellence, Kumamoto University, 2. Department of Phsyics, Kumamoto University,, 3. Earth-Life Science Institue, Tokyo Institute of Technology, 4. Department of Earth and Planertary Science, The University of Tokyo, 5. JASRI

The present-day temperature profile of the Earth's core is key to understanding of the thermal history and dynamics of the core. The temperature in the outer core region is over the melting temperature of the core material and crossovers it at the inner-outer core boundary. Thus, the melting temperature of the core material under relevant high-pressure conditions is crucial to constrain the core temperature. It is well known that the core is composed mainly of Fe, but including 10% lighter elements [1], though the nature of the light elements is still unclear. Phosphorous is also one of the candidates for the core light elements because it is found in iron-meteorites [2] and depleted in the silicate mantle relative to chondrites [3]. In this study, we performed melting experiments on Fe_3P up to 80 GPa by using a laser-heated diamond anvil cell.

The melting relation was determined from in-situ X-ray diffraction measurements at the beamline BL10XU of the SPring-8 synchrotron facility. During heating, we observed a peritectic melting of Fe_3P to liquid + Fe_2P and complete melting up to 60 GPa. The onset and complete melting of the sample were judged from the intensity of diffuse scattering signals from the liquid. This melting phase relation was also confirmed from the chemical analysis on some recovered samples. Above 60 GPa, we observed the change in diffraction pattern of the Fe_3P sample at subsolidus temperature conditions, which might be the decomposition to iron-rich and Fe_2P phases. For this two-phase mixture, we also determined the solidus and liquidus temperatures. In the present experimental pressure conditions, the peritectic (or solidus) and liquidus temperatures of the Fe_3P composition are ~700 K and ~200-300 K lower, respectively, relative to the melting temperature of Fe [4]. These indicate that phosphorous reduces strongly the melting temperature of Fe.

References

[1] Birch, *J. Geophys. Res.*, **57**, 227 (1952).

[2] Skála and Císařova, *Phys. Chem. Mine.*, **31**, 721 (2005)

[3] McDonough, *Treatise on Geochem.,* **Vol.2**, 547 (2003)

[4] Anzellini et al., *Science*, **340**, 464 (2013).

キーワード：地球核、核軽元素、融解関係、高圧

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Earth's core, Core light element, Melting relations, High pressure

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Elastic property and structure of pyrope glass at high pressure

*久野 直毅[1]、坂巻 竜也[1]、大橋 智典[1]、舟越 賢一[2]、肥後 祐司[3]、柴崎 裕樹[4]、鈴木 昭夫[1]
*Naoki Hisano[1], Tatsuya Sakamaki[1], Tomonori Ohashi[1], Ken-ichi Funakoshi[2], Yuji Higo[3], Yuki Shibazaki[4], Akio Suzuki[1]

1. 東北大学大学院理学研究科地学専攻、2. 総合科学研究機構　中性子科学センター、3. （財）高輝度光科学研究センター、4. 国立研究開発法人　物質・材料研究機構　若手国際研究センター
1. Department of Earth Science, Graduate School of Science, Tohoku University, 2. Neutron Science & Technology Center, Comprehensive Research Organization for Science and Society (CROSS), 3. Japan Synchrotron Radiation Research Institute, 4. International Center for Young Scientists, National Institute for Materials Science

Structural properties of magma are closely correlated to their physical, chemical, and thermal properties. One of approaches for obtaining insights of magmas is an examination of silicate glasses. Aluminum is one of the major elements in the Earth and an important element for controlling the silicate network in melts and glasses because Al^{3+} behaves as an intermediate species in the silicate melts. Aluminum cation can act as either a network former or a modifier, depending on the composition. In the case of a fully-polymerized melt, such as jadeite and albite composition, all TO_4 tetrahedra (where T represents cations, such as Si, Al, etc.) are interconnected via oxygen anions, forming a three-dimensional network structure. Compositional differences are generally considered in terms of variety of alkaline (e.g., Na^{+}) and alkaline-earth (e.g., Mg^{2+}, Ca^{2+}) cations in the melts. These cations are called network modifiers and tend to cut Si-O-Si bonds between a SiO_4 tetrahedron and the adjacent ones. In addition to aluminum cation, other network modifiers also affect the melt behavior. A Mg-aluminosilicate, pyrope ($Mg_3Al_2Si_3O_{12}$) is an important mineral of mantle because of its abundance in the Earth’s upper mantle. Change in the slope of melting curve of pyrope around 7-10 GPa has been reported, and pressure-induced Al-coordination change was suggested. Although investigations of structure and elasticity of Mg-aluminosilicate glasses and pyrope-composition glasses have been conducted at ambient pressure, those observations at high pressures are still poor.
Here, we have measured sound velocities of pyrope glass at pressures up to 12.9 GPa using ultrasonic technique at BL04B1 of SPring-8. Longitudinal and transverse wave velocities decreased up to 5.6 GPa, and then the velocities started to increase with pressure. Pressure dependence of elastic moduli and Poisson’s ratio of the glass also changed around 7-8 GPa. The structural determination of the glass was conducted based on the energy-dispersive X-ray diffraction method at beamline NE5C of PF-AR in order to understand the mechanism of changes in microscopic physical properties in terms of macroscopic structural evolution. The characteristic shrinkage of the intermediate-range ordering in silicate network was observed around 7 GPa. We could find some correlation between elastic properties and structure. Detailed discussion will be shown in the meeting.

キーワード：ケイ酸塩ガラス、弾性波速度、X線回折、構造、超音波法
Keywords: silicate glass, elastic wave velocity, X-ray diffraction, structure, ultrasonic measurement

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The effect of water and redox state on melting at the top of the lower mantle

*中嶋 彩乃[1]、坂巻 竜也[1]、鈴木 昭夫[1]
*Ayano Nakajima[1], Tatsuya Sakamaki[1], Akio Suzuki[1]

1. 東北大学
1. Tohoku University

There are various igneous activities in the Earth. On the surface of the Earth, for example, igneous activities occur in island arcs, mid-ocean ridges, hot spots and petit spots. However, not only on the surface, but also in the interior, melting phenomena are also suggested at the top of the asthenosphere [e.g., Barazangi & Isacks, 1971 *JGR*; Schmerr, 2012 *Science*] and the bottom of the upper mantle [e.g., Bercovici & Karato, 2003 *Nature*; Song *et al.*, 2004 *Nature*]. In this study, we focused on the melting of hydrous peridotite at the top of the lower mantle because seismological observation indicates the low velocity anomaly [Schmandt *et al.*, 2014 *Science*; Liu *et al.*, 2016 *GRL*; Liu *et al.*, 2018 *EPSL*]. The low-velocity region is expected to be caused by mantle melting due to dehydration decomposition of ringwoodite to bridgmanite and ferro-periclase with a downward flow.

Here, we performed melting experiments of peridotite with 2.0 wt. % H_2O at 26 GPa and 1600 ˚C - 2000 ˚C. As a starting material, two peridotite samples were synthesized: one was Fe_2O_3-bearing sample and the other was FeO-bearing. The samples were sealed by gold capsules. Recovered product of reductive sample (= FeO-bearing) from 2000 ˚C and 26 GPa showed a partial melting texture. This indicates that mantle melting can be occurred under this experimental condition. On the other hand, there are no melting texture of recovered sample of Fe_2O_3 system from 2000 ˚C and 26 GPa. In short, the materials constituting the lower mantle melts in the reduced state but not in the oxidized state. It is reported that ferric iron occupies a majority in the redox state at the top of the lower mantle [McCammon, 1997 *Nature* ; Frost *et al.*, 2004 *Nature*]. Thus, it is considered that melting phenomenon may or may not occur due to the regional difference of redox state. At 2000 ˚C, compared to bridgmanite in this study, the composition of melt was SiO_2- and Al_2O_3-poor and MgO- and CaO-rich. Although the FeO component concentrated in the melt, this behavior is closer to the tendency of the anhydrous melting experiments (2400 ˚C or more) [Ito & Takahashi, 1987 *Nature*; Trønnes & Frost, 2002 *EPSL*] than the hydrous system (~1400 ˚C) [Kawamoto, 2004 *PEPI*] because of the small amount of water. We calculated the density and compressibility of the magma based on the obtained melt composition. Comparing with seismological model, this melt is lighter than the lower mantle rock. This implies that a small amount of water (2.0 wt. %) can cause a light melt at the top of lower mantle and form the seismological low velocity zone.

キーワード：脱水溶融、下部マントル、含水マグマ、酸化還元状態
Keywords: dehydration melting, lower mantle, hydrous magma, redox state

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Sound velocity measurements on liquid Fe-P alloy up to 80 GPa

*木下 大輔[1]、中島 陽一[1,2]、桑山 靖弘[2,3]、廣瀬 敬[3]、石川 大介[2,4]、Baron Alfred[2]
*Daisuke Kinoshita[1], Yoichi Nakajima[1,2], Yasuhiro Kuwayama[2,3], Kei Hirose[3], Daisuke Ishikawa[2,4], Baron Q.R. Alfred[2]

1. 熊本大学、2. 理研 MDL、3. 東京大学、4. JASRI
1. Kumamoto University, 2. RIKEN MDL, 3. Tokyo University, 4. JASRI

The Earth’ s liquid outer core is composed mainly of iron, alloying with 5% nickel and 10% lighter elements [1]. The core composition is important to understand the environment and mechanism of the core formation process and the present-day magnetic field. The sound velocity of liquid iron alloys under relevant high-pressure and -temperature conditions in the core is key to constraining the core composition because the direct observations for the core is seismologic wave passing through the core only. Phosphorous is one of the candidates for light elements in the core because it is found in iron-meteorites [2] and depleted in the silicate mantle relative to chondrites [3]. In this study, we determined the P-wave velocity of liquid $Fe_{75}P_{25}$ up to 80 GPa using a laser-heated diamond-anvil cell in combination with an inelastic X-ray scattering (IXS) spectroscopy. We performed IXS measurements at a beamline BL43LXU [4] of the RIKEN SPring-8 Center in Japan. The P-wave velocity of liquid $Fe_{75}P_{25}$ were obtained based on the observed acoustic phonon dispersion. The present results exhibit that the influence of phosphorus on liquid iron sound velocity is almost negligible under the present experimental conditions. On the other hands, the density of liquid Fe can be reduced by phosphorous.

References
[1] Stevenson, 1981 Science. Vol.214, 611-619
[2] Skála and Císařova, 2005 Physics and Chemistry of Minerals. Vol.31, 721-732
[3] McDonough, 2003 Treatise on Geochem. Vol.2, 547-568
[4] Baron, 2010 SPring-8 Inf. Newsl. Vol.15, No.1 14-19

キーワード：外核、音速、高圧
Keywords: outer core, sound velocity, high pressure

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

High-pressure structural investigations for hydrous sodium silicate melts

*大橋 智典[1]、坂巻 竜也[1]、舟越 賢一[2]、村主 樹[1]、市東 力[1]、柴崎 裕樹[3]、鈴木 昭夫[1]
*Tomonori Ohashi[1], Tatsuya Sakamaki[1], Ken-ichi Funakoshi[2], Miki Muranushi[1], Chikara Shito[1], Yuki Shibazaki[3], Akio Suzuki[1]

1. 東北大学大学院理学系研究科、2. 総合科学研究機構　中性子科学センター、3. 国立研究開発法人　物質・材料研究機構
1. Department of Earth Science, Tohoku University, 2. Neutron Science and Technology Center, Comprehensive Research Organization for Science and Society (CROSS), 3. National Institute for Materials Science (NIMS)

The behaviors of high-pressure silicate melts, which is controlled by their physico-chemical properties, are important to understand the magma activity in the deep Earth. Particularly, the H_2O content significantly affects the properties, such as density (e.g., Sakamaki et al., 2006) and viscosity (e.g., Suzuki et al., 2011; Poe et al., 2006). Since such macroscopic properties are known to be largely determined by the microscopic structure, there are considerable interests in revealing how the structure changes with increasing pressure.

Here, structures of hydrous Na_2O-8/3SiO_2 melts with 5 wt% (NS8/3_H5) and with 9 wt% H_2O (NS8/3_H9) were determined under high pressure and temperature by the in-situ X-ray diffraction (XRD). The in-situ XRD study was carried out using a cubic-type multi-anvil apparatus MAX80, which is installed at the AR-NE5C beamline of PF-AR at Tsukuba, Japan. The experimental *P-T* conditions were about 1.5–3.0 GPa and 550–970 ˚C, respectively.

The obtained total structure factors, $S(Q)$ of both liquids show that the position of the first sharp diffraction peaks (FSDP) shift to higher-Q with pressure. This positional shift indicates the intermediate-range order structure of present melts become compact. The reduced radial distribution functions, $G(r)$ indicate different pressure evolutions in the average Si-O bond lengths ($r_{Si\text{-}O}$) depending on their water contents. The $r_{Si\text{-}O}$ in the NS8/3_H9 melt shows the monotonic decrease with increasing pressure, however, the $r_{Si\text{-}O}$ of the NS8/3_H5 melt hardly changes after its contraction below 1.6 GPa. The structure of the NS8/3_H9 melt is assumed to be slightly more depolymerized than the NS8/3_H5 melt at ambient pressure (Zotov and Keppler, 1998). This difference might be due to a phenomenon that the number of strongly hydrogen-bonded SiOH groups, which are favored in sodium silicate glasses and melts (Xue and Kanzaki, 2004), increase more significantly during pressure-induced depolymerization in the NS8/3_H9 melt than in the NS8/3_H5 melt. This raises Si(-NBO)/Si(-BO) (NBO: non-bridging oxygen, BO: bridging oxygen) ratio, and hence, the $r_{Si\text{-}O}$ becomes shorter.

キーワード：含水珪酸塩融体、水の影響、非晶質構造、高温高圧
Keywords: hydrous silicate melt, effect of water, amorphous structure, high pressure and temperature

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Inelastic X-ray scattering measurements of liquid Fe-N alloy under high pressure

*岩本 朝希[1]、中島 陽一[1,2]、木下 大輔[1]、桑山 靖弘[2,3]、廣瀬 敬[3]、石川 大介[2,4]、Alfred Baron[2]
*Asaki Iwamoto[1], Yoichi Nakajima[1,2], Daisuke Kinoshita[1], Yasuhiro Kuwayama[2,3], Kei Hirose[3], Daisuke Ishikawa[2,4], Alfred Q.R. Baron[2]

1. 熊本大学、2. 理研 MDL、3. 東京大学、4. JASRI
1. Kumamoto University, 2. RIKEN MDL, 3. The University of Tokyo, 4. JASRI

The Earth’s liquid outer core is composed mainly of iron, alloying with ~5% nickel and ~10% some light elements [1]. Nitrogen is one of candidates for the light elements. The abundance of nitrogen in the silicate mantle relative to that in primordial meteorites is less than those of similar volatile components such as H_2O, C and Ar, so that large portion of nitrogen in bulk Earth can be stored in the core [2,3]. In order to examine the possibility of nitrogen in the core, it is benefit to compare the sound velocity of liquid Fe-N alloy under high-pressure and -temperature relevant to the core conditions with the seismological observations. In this study, we performed inelastic X-ray scattering (IXS) measurements on liquid Fe-N alloy and determined its longitudinal velocity of the liquid Fe-N alloy under high pressure and temperature.

We carried out high-pressure and -temperature IXS measurements using a laser-heated diamond-anvil cell (LH-DAC) at the beamline BL43LXU of SPring-8 [4]. We used an Fe_4N foil (hereafter called $Fe_{80}N_{20}$) as a starting sample and single crystal Al_2O_3 discs as a thermal insulator. We judged the sample melting based on X-ray diffraction measurements during heating and then measured IXS of the liquid sample. The longitudinal sound wave (P-wave) velocity of liquid $Fe_{80}N_{20}$ was determined from the dispersion relation of the longitudinal acoustic phonon mode of the sample. We obtained the velocity of liquid $Fe_{80}N_{20}$ up to 76 GPa and 2200 K. We found that the P-wave velocity of liquid $Fe_{80}N_{20}$ is slightly faster by c.a. 4% than that of liquid Fe [5]. The P-wave velocity of liquid outer core is faster by 4% than liquid Fe [5]. Therefore, the present results give the upper limit of 5.9 wt.% (20 at.%) for the nitrogen content in the outer core.

[1] Stevenson, Science **214**, 611-619 (1981).

[2] Marty, Earth Planet. Sci. Lett. **313-314**, 56-66 (2012).

[3] Li et al., Earth Planet. Sci. Lett. **377-378**, 311-323 (2013).

[4] Baron, SPring-8 Inf. Newsl. **15**(1), 14-19 (2010).

[5] Anderson and Ahrens, J. Geophys. Res. **99**(B3), 4273-4284 (1994)

キーワード：地球液体外核、軽元素、P波速度、高圧
Keywords: Earth's liquid outer core, Light element, P-wave velocity, High pressure

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Formation of highly pure anorthite crust on the low-volatile astral bodies by low-viscous magma ocean

*坂巻 竜也[1]、河野 義生[2]
*Tatsuya Sakamaki[1], Yoshio Kono[2]

1. 東北大学大学院　理学研究科、2. 愛媛大学　地球深部ダイナミクス研究センター
1. Graduate School of Science, Tohoku University, 2. Geodynamics Research Center, Ehime University

Anorthite ($CaAl_2Si_2O_8$) is a Ca-endmember of plagioclase, and it is a main component of a crust on the astral bodies, such as Moon and 4 Vesta, Thick anorthite-rich crust has been formed through a process of magma ocean. Here we conduct high-pressure and high-temperature experiments and *in-situ* X-ray analysis to simultaneously assess the viscosity and structure of anorthite magmas under pressures of up to 6.6 GPa. We find contrasting behavior in the viscosity between liquid anorthite and albite ($NaAlSi_3O_8$), which is Na-endmember of plagioclase. The big difference in viscosity between anorthite and albite melts has important implications for planetary differentiation. Na-poor astral bodies (Moon, 4 Vesta, etc.) have been dominated by low-viscous magma ocean and, eventually caused an efficient differentiation between crystal and magma. This process prevented the melt from trapping in the grain boundaries of floating anorthites. This makes the highly pure anorthite crust on the Moon observed by the remote sensing.

キーワード：アノーサイトメルト、粘度、構造、高圧、高温、月のマグマオーシャン
Keywords: anorthite melt, viscosity, structure, high pressure, high temperature, lunar magma ocean

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-IT 地球内部科学・地球惑星テクトニクス

2019年5月26日(日) 10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_7

[S-IT23] Structure and Dynamics of Earth and Planetary Mantles

コンビーナ:中川 貴司(香港大学地球科学専攻)、芳野 極(岡山大学惑星物質研究所)、趙 大鵬(東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター)

Interdisciplinary approach can lead to a better understanding of dynamics and evolution of the deep interiors of the Earth and planets. We welcome any submissions of recent results in observational, theoretical and experimental studies on seismology, geomagnetism, mineral physics, dynamics of deep interiors, and any other relevant fields from researchers in many countries. Integration of such results is also welcome. In particular, we encourage any contributions focusing on "plate and mantle dynamics in Earth and terrestrial planets". We also encourage papers stimulating an interdisciplinary collaboration relating to establishment of the Japan-SEDI community.

[SIT23-P01] Interaction between volcanisms inland and the spreading center: example of Galápagos archipelago

*Walid Ben Mansour[1]、Guust Nolet[2]、Mario Ruiz[3]、Juan Carlos Afonso[1] (1.Department of Earth and Planetary Sciences, Macquarie University, Sydney (Australia)、2.Geoazur, Université Cote d'Azur, Sophia Antipolis (France)、3.Instituto Geofisco, Escuela Politecnica Nacional, Quito (Ecuador))

[SIT23-P02] **Effect of iron content on thermal conductivity of olivine with implications for cooling history of rocky planets**

*Youyue Zhang[1]、Takashi Yoshino[1]、Akira Yoneda[1]、Masahiro Osako[2] (1.Institute for Planetary Materials, Okayama University、2.Division of Physical Sciences, National Museum of Nature and Science)

[SIT23-P03] **The distribution of Cenozoic conglomerates and its sedimentological constraint on the uplift of the South Tianshan, NW China**

*SUN HAITAO[1] (1.China University of Petroluem-Beijing)

[SIT23-P04] **Electrical conductivity of diaspore, δ-AlOOH and ε-FeOOH**

*Ran Wang[1] (1.Institute for Planetary Materials, Okayama University)

[SIT23-P05] Multi-mode surface wave tomography for azimuthal anisotropy in the Australasian upper mantle

*西村 祐香[1]、吉澤 和範[2] (1.北海道大学大学院理学院、2.北海道大学大学院理学研究院)

[SIT23-P06] Mapping multi-mode surface wave phase speeds in North America using mode-branch waveforms decomposed by linear Radon transform

*松澤 仁志[1]、吉澤 和範[2] (1.北海道大学大学院理学院、2.北海道大学大学院理学研究院)

[SIT23-P07] Radial anisotropy in the upper mantle using multi-mode surface waves incorporating the η_K parameter: Application to the Pacific and Australian regions

奥山 秀弥[1]、*吉澤 和範[1,2]、川勝 均[3]、一瀬 建日[3] (1.北海道大学大学院理学院、2.北海道大学大学院理学研究院、3.東京大学地震研究所)

[SIT23-P08] Pure to impure and dry to wet olivine rheology based on high temperature dependency of diffusion creep

*谷部 功将[1]、平賀 岳彦[1] (1.東京大学大学院理学系研究科)

[SIT23-P09] Finite frequency S wave tomography model beneath the Ontong Java Plateau using data recorded by broadband ocean bottom seismographs

*堀内 美咲[3]、杉岡 裕子[3]、大林 政行[1]、末次 大輔[1]、塩原 肇[2]、伊藤 亜妃[1]、石原 靖[1]、田中 聡[1]、一瀬 建日[2]、利根川 貴志[1]、吉光 淳子[1]、小林 拓史[3] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.東京大学地震研究所、3.神戸大学)

[SIT23-P10] Shear wave structure of the upper mantle beneath the Ontong Java Plateau

*一瀬 建日[1]、末次 大輔[2]、塩原 肇[1]、杉岡 裕子[3]、伊藤 亜妃[2]、石原 靖[2]、田中 聡[2]、大林 政行[2]、利根川 貴志[2]、吉光 淳子[2]、小林 拓史[3]、吉澤 和範[4] (1.東京大学地震研究所、2.海洋研究開発機構、3.神戸大学、4.北海道大学大学院理学研究院)

[SIT23-P11] Effect of impurity on post-post-perovskite transition of $MgSiO_3$ by first principles

*梅本 幸一郎[1] (1.東京工業大学地球生命研究所)

[SIT23-P12] 幌満かんらん岩から回収されたTiに富む特異的なコランダムの報告

*大澤 拓未[1]、山本 伸次[1] (1.横浜国立大学 理工学部　建築都市環境系学科　地球生態学EP)

[SIT23-P13] Deformation experiments on akimotoite

*Longli Guan[1]、Daisuke Yamazaki[1]、Noriyoshi Tsujino[1] (1.Institute for Planetary Materials, Okayama University, Misasa, Japan)

[SIT23-P14] Fate of water in subducted hydrous sediments deduced from stability fields of FeOOH and AlOOH up to 20 GPa

*芳野 極[1]、Edward Baker[2]、Kyle Duffey[3] (1.岡山大学惑星物質研究所、2.オックスフォード大学、3.プリンストン大学)

Interaction between volcanisms inland and the spreading center: example of Galápagos archipelago

*Walid Ben Mansour[1], Guust Nolet[2], Mario Ruiz[3], Juan Carlos Afonso[1]

1. Department of Earth and Planetary Sciences, Macquarie University, Sydney (Australia), 2. Geoazur, Université Cote d’ Azur, Sophia Antipolis (France), 3. Instituto Geofisco, Escuela Politecnica Nacional, Quito (Ecuador)

The Galápagos archipelago, located west of Ecuador, is a good example where a mantle plume interacts with a spreading center and modifies physical and chemical properties of the oceanic lithosphere. The Galápagos Spreading Center (GSC) and the Galápagos hotspot interact over more than 1,000 km with unusual features for a hot spot region (large number of historical active volcanoes, large range of lavas composition, alignment of volcanic centers and seamounts). To bring new information on the physical and chemical properties of this region, we are constructing a new P-wave velocity model of this region by combining data from 10 seismic broadband stations and from 9 MERMAIDS (Mobile Earthquake Recorder in Marine Areas by Independent Divers) deployed in this region between 2014 and 2016. We focus on Pn head waves to better constraint the Moho depth in this region and image the interaction between the hot spot and the GSC. We selected150 seismic events between May 2014 and September 2016, with epicentral distance between $3^{o}$and 35° and picked more than 2,500 Pn phases that we will invert in a probabilistic tomography inversion in a second step. In this presentation, we will show examples and statistics of Pn data. We will discuss the benefits of developing a multi-observable thermochemical tomography in this region to better image the intricate interaction of a hot spot with the overlying oceanic lithosphere and evaluate current physio-chemical evolutionary models.

Keywords: Pn tomography, mantle plume, thermochemical structure

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Effect of iron content on thermal conductivity of olivine with implications for cooling history of rocky planets

*Youyue Zhang[1], Takashi Yoshino[1], Akira Yoneda[1], Masahiro Osako[2]

1. Institute for Planetary Materials, Okayama University, 2. Division of Physical Sciences, National Museum of Nature and Science

Knowledge of thermal transport properties of mantle materials is essential for understanding the thermal state and dynamics of the Earth and planetary interiors. Previous studies have suggested that temperature and pressure dependences of thermal conductivity can affect mantle convection and plate tectonics involving subduction dynamics. Olivine is the most abundant mineral in the Earth's upper mantle and chemical composition of olivine in the Earth's upper mantle is characterized by high forsterite content around Fo_{90}. For other terrestrial planets, Mercury is believed to have a FeO-poor mantle along with end member silicates, whereas olivine in the Martian mantle would be more Fe-rich, speculated to be Fo_{67}. Recent studies suggested that surface of some asteroids is dominated by olivine of composition from Fo_{49} to Fo_{70}. Hence, the effect of Fe content in olivine on thermal conductivity could be significant for understanding the thermal structure and cooling history of these terrestrial planets and asteroids.

In this study, thermal conductivity and diffusivity of olivine were determined simultaneously by combining multi-anvil high pressure experimental technique and pulse heating method. Thermal properties of olivine with six different Fe contents (Fo, Fo_{90}, Fo_{70}, Fo_{50}, Fo_{31}, Fo_{0}) were measured under the Earth's upper mantle condition in a 5000-ton Kawai type multi-anvil press. The minimum λ was found to be at composition near Fo_{31}; the absolute λ value of Fo_{31} is about 65% lower than that of Fo. Small amounts of minor elements can strongly reduce the thermal conductivity at low temperature; λ value of Fo90 is about 50% of Fo at room temperature. As temperature increases, the difference in λ among olivine samples with various Fe contents tends to become smaller. Thermal conductivities of polycrystalline olivine have smaller absolute values and weak pressure and temperature dependences, compared with those of natural single crystal olivine determined by previous studies. Heat capacity of olivine calculated from λ and κ is independent of pressure and is controlled by nearly constant thermal expansion coefficient of Fo_{70} and Fo_{50} with increasing temperature. Smaller λ of olivine aggregate with high Fe content would produce thicker crust in the Fe-rich Mars, while heat in the Fe-poor Mercury can escape faster than the other terrestrial planets. Olivine-dominant asteroids with high Fe concentration could have longer cooling history and lower thermal inertia on the surface.

Keywords: Thermal conductivity, Olivine, Heat capacity, High pressure, Mantle

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The distribution of Cenozoic conglomerates and its sedimentological constraint on the uplift of the South Tianshan, NW China

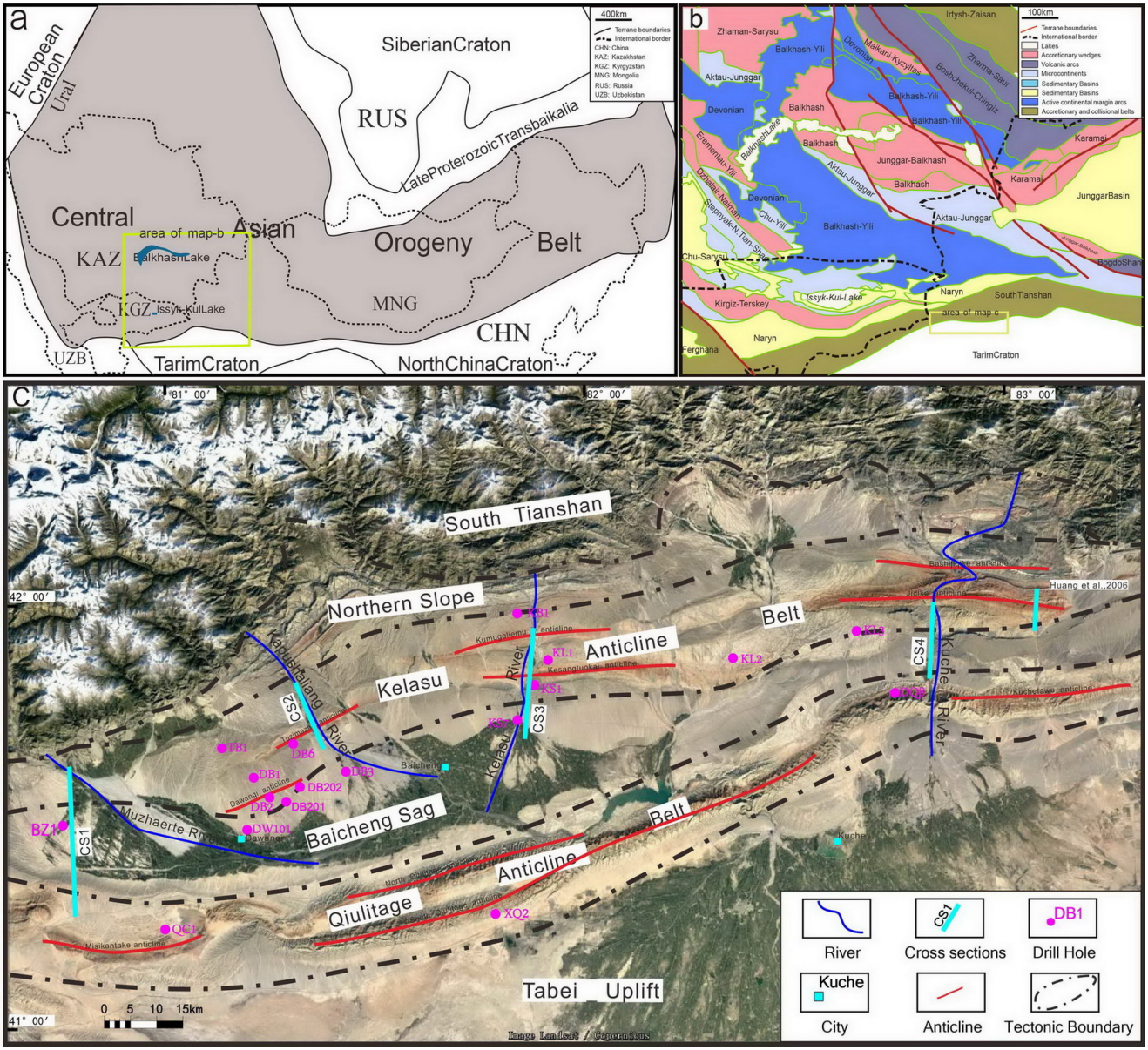
*SUN HAITAO[1]

1. China University of Petroluem-Beijing

The Cenozoic alluvial fan deposits in the Kuqa Depression of Tarim Basin, likely in response to a tectonic event, can provide critical evidence for constraining the timing of the South Tianshan uplift and reconstructing the paleotectonic evolution of the Central Asian Orogenic Belt. The sedimentological analysis shows that the conglomerates were deposited in alluvial fan environment. The initial uplift stage was started from the Jidike Formation at ~23Ma, resulting only small but angular gravels. Then the rapid uplift was since 15.97 Ma leading to the deposition of Kangcun conglomerate layers. And the next rapid and intensely uplift was started at ~4 Ma of the deposition of Kuqa Formation, according to ~2000m thick alluvial fan conglomerates. After a short quiescence, the most remarkable uplift of South Tianshan regenerated and caused the most extensive alluvial fan conglomerates of Xiyu Formation since 2.58 Ma and continuing to the present.

Keywords: Cenozoic, Central Asian Orogenic Belt, Conglomerate

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Electrical conductivity of diaspore, δ-AlOOH and ε-FeOOH

*Ran Wang[1]

1. Institute for Planetary Materials, Okayama University

FeOOH and AlOOH are dominant hydrous phases in sedimentary rocks deposited in the sea or lake basins which were considered to be possibly related to the deep water cycle by slab subduction. Therefore, understanding of the electrical conductivity behaviors of these phases are essential to explore the nature and dynamic process of the Earth's interior. In this study, electrical conductivity of diaspore (α-AlOOH), δ-AlOOH and ε-FeOOH was measured by impedance spectroscopy with a frequency range from 10^{-1} to 10^{6} Hz at pressures up to 15, 20 and 12 GPa and temperatures of 1200, 1200 and 1000 K well below the dehydration temperatures of these phases under the relevant pressures. For diaspore at 8, 10, and 12 GPa, the relationship between electrical conductivity and reciprocal temperature could be well fitted by the Arrhenius formula: $\sigma = \sigma_0 \exp[-(\Delta E + P\Delta V)/kT]$ and shows the pre-exponential factor (σ_0), activation energy (ΔE) and activation volume (ΔV) of 55.94 ±1.16 S/m, 0.547 ±0.016 eV and 1.683 ±0.123 cm^3/mol, respectively. However, data of diaspore obtained below 6 GPa could not be fitted by the Arrhenius formula, which was thought to be due to the remnant of free water in the sample caused by heating to insufficient temperature to proceed dehydration of interstitial water. Thus, it is quite difficult to measure the electrical conductivity of diaspore at low pressures. The electrical conductivity of diaspore increased with pressures ranging from 8 to 12 GPa by half order of magnitude and then the conductivity change with pressures from 12 to 15 GPa became negligibly small. The dominant conduction mechanism of diaspore is regarded as proton conduction. δ-AlOOH and ε-FeOOH show one and two orders of magnitude higher electrical conductivity than diaspore. Due to isostructural $CaCl_2$-type hydroxide structure, δ-AlOOH and ε-FeOOH display the nearly identical activation enthalpy (0.384 ±0.007 eV, 0.330 ±0.048 eV) which is relatively lower than that of diaspore.

Keywords: Electrical conductivity, Diaspore, δ-AlOOH, ε-FeOOH

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Multi-mode surface wave tomography for azimuthal anisotropy in the Australasian upper mantle

*西村 祐香[1]、吉澤 和範[2]
*Yuka Nishimura[1], Kazunori Yoshizawa[2]

1. 北海道大学大学院理学院、2. 北海道大学大学院理学研究院
1. Graduate School of Science, Hokkaido University, 2. Faculty of Science, Hokkaido University

Azimuthal anisotropy in the upper mantle derived from seismic surface waves provides us with the information of mantle dynamics, such as the present-day mantle flow and the remnant of past deformation in the lithosphere and asthenosphere.The Australian plate is currently the fastest-moving tectonic plate including a large continent, encompassed by the intensive seismicity, particularly in its north (Indonesia) and east (Tonga-Kermadec to New Zealand). Thus, the entire continent can be covered by dense ray paths utilizing broad-band seismic stations deployed throughout the continent. This unique tectonic setting of Australian plate allows us to reconstruct high-resolution tomography models in the Australian region (e.g., Fishwick et al., 2008, Tectonics; Yoshizawa, 2014, PEPI).

In this study, we construct new phase speed maps in and around the Australian continent incorporating azimuthal anisotropy for both multi-mode Love and Rayleigh waves using the method developed by Yoshizawa & Kennett (2004, JGR). We employ the data base of path-specific multi-mode phase speeds for the fundamental mode and up to the fourth-higher modes by Yoshizawa (2014, PEPI), which has been measured by using the non-linear waveform fitting method (Yoshizawa & Ekstrom, 2010, GJI). We have performed checkerboard resolution tests as well as jackknife resampling tests, which suggest that our current phase speed data set can provide us with the robust estimation of azimuthally anisotropic phase speed maps in the Australasian region.

The multi-mode phase speed models indicate that the fastest directions of azimuthal anisotropy estimated from the different modes are consistent each other as far as they have the maximum sensitivity at the common depth. Comparisons between the direction of absolute plate motion (HS2-NUVEL-1) by Gripp & Gordon (1990, GRL) and the fastest direction of azimuthal anisotropy suggests that they agree well particularly at around the depth of 100km under the ocean area (Coral and Taman Seas) off the east-coast of the Australian continent and 300km under the continental area of Australia. These results are likely to reflect the differences in the depth of asthenosphere where the effects of the lattice preferred orientation of mantle materials due to the present-day mantle flow can be more significant.

キーワード：方位異方性、表面波トモグラフィー、オーストラリア
Keywords: Azimuthal anisotropy, Surface wave tomography, Australia

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Mapping multi-mode surface wave phase speeds in North America using mode-branch waveforms decomposed by linear Radon transform

*松澤 仁志[1]、吉澤 和範[2]
*Hitoshi Matsuzawa[1], Kazunori Yoshizawa[2]

1. 北海道大学大学院理学院、2. 北海道大学大学院理学研究院
1. Graduate School of Science, Hokkaido University, 2. Faculty of Science, Hokkaido University

The use of higher-mode surface waves is inevitable for further enhancement of vertical resolution of tomography model since they are much more sensitive to the deep structure of the Earth’s upper mantle than the fundamental modes. However, measuring the multi-mode phase speeds is not a straightforward issue since wavetrains of different modes overlap each other in a seismogram.

We have developed the two-step array-based method for higher-mode analysis, which consists of (1) multi-mode phase speed measurements based of a classical *f-k* analysis using a long-range linear array with several-thousand kilometers (e.g., Nolet, 1975, GRL) and (2) modal waveform decomposition for the centroid location of the linear array using the linear Radon transform (e.g. Luo *et al.*, 2015, GJI).

We have previously applied the method to a large data set of seismograms observed at Transportable Array stations of USArray and employed the average phase speeds of linear array to map phase speed distributions in North America (Matsuzawa and Yoshizawa, SSJ Fall Meeting 2018; AGU Fall Meeting 2018). We could obtain phase speed maps of the fundamental-mode and the first four higher-mode surface waves. Although the large-scale anomalies (i.e., fast phase speeds in cratons in the stable eastern U.S., slow phase speeds in the tectonically-active western U.S.) can be identified, the lateral resolution of the phase speed maps were insufficient compared to inter-station/array based tomography models. This suggests that the small-scale tectonic features have been blurred and averaged out due to the direct use of long linear array (2000–4000 km) with relatively large measurement errors.

In this study, we apply the inter-station dispersion analysis with nonlinear waveform fitting (Hamada and Yoshizawa, 2015, GJI) to the decomposed modal waveforms of the fundamental-mode surface waves derived from method using the centroids of the linear array as imaginary stations.The lateral resolution of resultant phase speed maps has been improved up to about 2.0 degrees owing to the relatively shorter inter-station (inter-centroid) distances used in the inversions.We can find typical small-scale tectonic features in the inland region of eastern and central US. Average phase speeds along each short ray path (several-hundred kilometers) have been measured stably without interference by overtones, which is likely to be of help in improving the accuracy of the resultant tomography maps.

The decomposed modal waveforms of the higher modes as well as the fundamental mode can be applied to the secondary dispersion analyses such as the inter-station dispersion measurements as done in this study and/or a 2-D beamforming analysis, which can be expected to enhance both the lateral and vertical resolutions of surface wave tomography models.

キーワード：表面波、高次モード、アレイ解析、トモグラフィー、北米大陸

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Surface wave, Higher mode, Array-based analysis, Tomography, North America

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Radial anisotropy in the upper mantle using multi-mode surface waves incorporating the η_κ parameter: Application to the Pacific and Australian regions

奥山 秀弥[1]、*吉澤 和範[1,2]、川勝 均[3]、一瀬 建日[3]
Shuya Okuyama[1], *Kazunori Yoshizawa[1,2], Hitoshi Kawakatsu[3], Takehi Isse[3]

1. 北海道大学大学院理学院、2. 北海道大学大学院理学研究院、3. 東京大学地震研究所
1. Graduate School of Science, Hokkaido University, 2. Faculty of Science, Hokkaido University, 3. Earthquake Research Institute, University of Tokyo

Radial anisotropy can be described by five elastic parameters; four parameters related to seismic wave speeds (β_v, β_h, α_h, α_v) and an additional fifth anisotropic parameter (η). One of the anisotropic parameters, η, was originally defined by Anderson (1961), but its physical proprieties have been rather unclear compared with other four parameters related to elastic velocity.

The re-defined fifth anisotropic parameter η_κ by Kawakatsu et al. (2015) makes it easier to understand its physical proprieties compared with conventional η. The introduction of η_κ affects the shape of sensitivity kernels of Rayleigh wave phase speeds with respect to η_κ, PH-wave speeds α_h and PV-wave speeds α_v (Kawakatsu, 2016b). Since the sensitivity of Rayleigh wave phase speeds to η_κ becomes greater than that to η, we can expect a possibility of resolving the η_κ parameter. However, since the inverse correlation between the sensitivity kernels of SV-wave speed β_v and η_κ becomes rather stronger, the trade-off between β_v and may easily occur. Therefore, the independent determination of η_κ parameter from the inversions of surface-wave dispersion curves is not a straightforward issue.

In this study, incorporating η_κ, we performed inversions for five elastic parameters in the upper mantle, employing a classical iterativenonlinear least-squares inversion method (Tarantola and Valette, 1982). We used multi-mode dispersion data sets of surface waves in the Australian region (Yoshizawa, 2014, PEPI) and Pacific (Isse et al., 2019, EPSL) to reconstruct 3-D radially anisotropic model. In these inversions, we used isotropic PREM as a starting model to avoid the influence of reference anisotropy model.

The retrieved spatial distribution of the η_κ parameter can be mostly explained by trade-offs with SV wave speed β_v at many locations in Australia and Pacific. Still, we can find structural features in our 3-D β_v and η_κ models, particularly in some major structural boundaries such as ridges and the Tasman Line in eastern Australia, which cannot simply be attributed to the trade-off between β_v and η_κ, indicating possible intrinsic character of η_κ in the upper mantle.

キーワード：鉛直異方性、表面波、インバージョン
Keywords: radial anisotropy, surface waves, inversion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Pure to impure and dry to wet olivine rheology based on high temperature dependency of diffusion creep

*谷部 功将[1]、平賀 岳彦[1]
*Kosuke Yabe[1], Takehiko Hiraga[1]

1. 東京大学大学院理学系研究科
1. School of Science, The University of Tokyo

There has been a large discrepancy in creep properties of olivine aggregates in dry diffusion creep regime between Minnesota group (Hirth and Kohlstedt, 1995) and ANU group (Faul and Jackson, 2007). Our recent deformation experiments on undoped and doped olivine aggregate synthesized by a new method different from previous studies demonstrate (i) the activation energy of grain boundary diffusion creep of undoped olivine is 465 kJ/mol, (ii) the creep rate is enhanced by doping of Ca and Al above ~1200 C with very high temperature sensitivity well represented by activation energy of ~700 kJ/mol, and (iii) presence of melt phase had little contribution to the change in the creep strength. Such observations are consistent with Yamauchi and Takei (2016) which attributed the observation to pre-melting at near solidus.

In this study, we compile all rheological data of olivine diffusion creep based on solidus which changes with the chemical compositions and amount of water. The solidi of dry samples are estimated from experiments and/or phase diagrams. The solidi of wet samples are calculated by cryoscopic approach following Hirshmann et al. (2009). We demonstrate that not only dry but also wet data are well explained by the operation of grain boundary diffusion creep with activation energy of 465 kJ/mol at <~0.93 × solidus and 700 kJ/mol at >~0.93 ×solidus. The controversy on the effect of water on grain boundary diffusion by Mei and Kohlstedt (2000) and Fei et al. (2016) is explained by the experimental temperatures with respect to the solidus of their systems. The viscosity depth profile in the upper mantle based on our new diffusion creep model will be presented.

キーワード：マントルレオロジー、オリビン多結晶体、拡散クリープ
Keywords: mantle rheology, olivine aggregates, diffusion creep

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Finite frequency S wave tomography model beneath the Ontong Java Plateau using data recorded by broadband ocean bottom seismographs

*堀内 美咲[3]、杉岡 裕子[3]、大林 政行[1]、末次 大輔[1]、塩原 肇[2]、伊藤 亜妃[1]、石原 靖[1]、田中 聡[1]、一瀬 建日[2]、利根川 貴志[1]、吉光 淳子[1]、小林 拓史[3]
*Misaki Horiuchi[3], Hiroko Sugioka[3], Masayuki Obayashi[1], Daisuke Suetsugu[1], Hajime Shiobara[2], Aki Ito[1], Yasushi Ishihara[1], Satoru Tanaka[1], Takehi Isse[2], Takashi Tonegawa[1], Junko Yoshimitsu[1], Takumi Kobayashi[3]

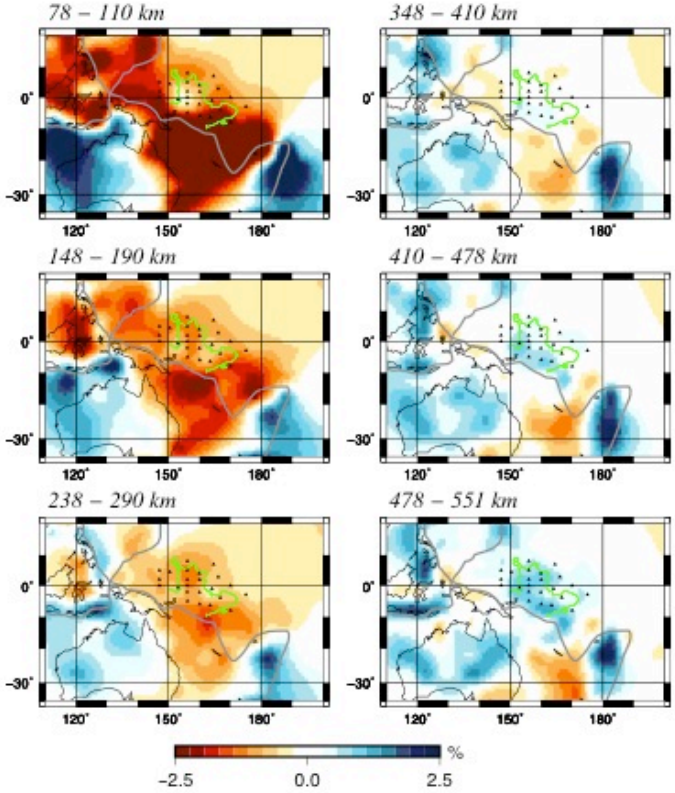
1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. 東京大学地震研究所、3. 神戸大学
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Yokosuka, Japan, 2. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, Tokyo, Japan, 3. The University of Kobe, Hyogo, Japan

We determined three-dimensional S wave model beneath the Ontong Java Plateau (OJP) by finite frequency tomography using data recorded by broadband seismographs deployed at ocean bottom covered the OJP and at neighbor islands (Suetsugu *et al.*, 2018). Our dataset contains absolute and period-depended differential travel time data. The former consists of ~1,100,000 direct S-wave onset times reported by International Seismological Centre (ISC) and ~400 direct S-wave onset times picked up on broadband waveform records around the OJP and the latter is composed of ~3,000 differential traveltimes between two different stations around the OJP measured by waveform cross correlation at 7 different passband of which center periods varies from 5.3 sec to 42 sec. We used adaptive stacking method (Rawlinson and Kennett, 2004) to measure absolute travel time data near the OJP. These data were inverted based on the infinite frequency travel time tomography method for the absolute travel time data (Inoue *et al.*, 1990; Fukao *et al.*, 1992; Obayashi *et al.*, 2013) and the finite frequency travel time method for the relative travel time data (Dahlen *et al.*, 2000; Obayashi *et al.*, 2013). We obtained a well resolved S wave velocity model beneath the OJP. It shows significant high velocity anomalies in the mantle transition zone, which are considered as stagnant Pacific slabs related to the trench retreating as well as seafloor spreading in the Santa Cruz Basin and Melanesia Basin during the Eocene and Oligocene. It also reveals that S wave velocity just below the OJP is a little higher than the surrounding strong slow anomalies in the mantle shallower than 200 km. We will discuss these remarkable features beneath the OJP in comparison with P wave tomographic model (Obayashi *et al.*, 2018) in this presentation.

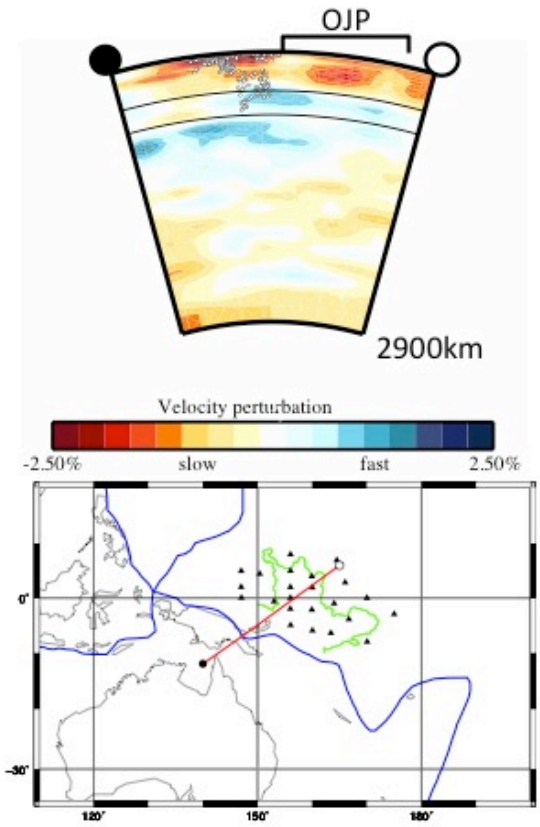
キーワード：有限波長トモグラフィー、S波速度構造
Keywords: finite frequency tomography, S wave velocity structure

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

(a)



(b)



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Shear wave structure of the upper mantle beneath the Ontong Java Plateau

*一瀬 建日[1]、末次 大輔[2]、塩原 肇[1]、杉岡 裕子[3]、伊藤 亜妃[2]、石原 靖[2]、田中 聡[2]、大林 政行[2]、利根川 貴志[2]、吉光 淳子[2]、小林 拓史[3]、吉澤 和範[4]
*Takehi Isse[1], Daisuke Suetsugu[2], Hajime Shiobara[1], Hiroko Sugioka[3], Aki Ito[2], Yasushi Ishihara[2], Satoru Tanaka[2], Masayuki Obayashi[2], Takashi Tonegawa[2], Junko Yoshimitsu[2], Takumi Kobayashi[3], Kazunori Yoshizawa[4]

1. 東京大学地震研究所、2. 海洋研究開発機構、3. 神戸大学、4. 北海道大学大学院理学研究院
1. Earthquake Research Institute University of Tokyo, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. Kobe University, 4. Faculty of Science, Hokkaido University

Ontong Java Plateau (OJP) is the vastest Large Igneous Provinces (LIPs) in the oceanic region of the Earth. The OJP was emplaced at 122 and 90 Ma by massive volcanism, but the origin of this volcanism is still under discussion.
Richardson et al. (2000) obtained a large low-velocity root of the OJP extending as deep as 300km, though its existence and cause are still in debating.
One reason for poor understanding of the OJP is the insufficient information about the crust and mantle structure beneath the OJP because of the lack of long-term seafloor observation. Between 2014 and 2017, we conducted the first seismological and electromagnetic observations on the seafloor and islands in the OJP, named "OJP array", to clarify the origin of the OJP.
Using the broadband data from the OJP array as well as those from stations on land and seafloor in the western Pacific Ocean, we constructed three-dimensional shear wave speed structure beneath the OJP by surface wave tomography. using phase speed dispersions of Love and Rayleigh waves up to the 4th higher modes. Checkerboard resolution tests suggests that the spatial resolution of the obtained model is ~300km, which is higher than previous studies.

Obtained shear wave speed structure down to the depth of 300 km shows the following new features:
(1) In the center of the OJP at depths between 70–150 km, about 2% fast anomalies exists;
(2) No strong slow anomaly is found beneath the OJP at depths down to 300 km;
(3) Beneath the Caroline Islands, in the north of the OJP, 2 % slow anomalies exist, which may be associated with the Caroline hotspot activity.

These newly found features suggest that further investigation to reveal the origin of the OJP is necessary.

キーワード：上部マントル、オントンジャワ、表面波トモグラフィー、広帯域海底地震計
Keywords: upper mantle structure, Ontong Java, surface wave tomography, BBOBS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Effect of impurity on post-post-perovskite transition of $MgSiO_3$ by first principles

*梅本 幸一郎[1]
*Koichiro Umemoto[1]

1. 東京工業大学地球生命研究所
1. Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology

Several computational studies have predicted post-post-perovskite transitions in MgSiO3 at ultrahigh pressures and temperatures which can occur at deep interiors of super-Earths: $MgSiO_3$ --> Mg_2SiO_4+ $MgSi_2O_5$ --> Mg_2SiO_4+ SiO_2 --> MgO + SiO_2) and recombination (MgO + $MgSiO_3$ --> Mg_2SiO_4 or SiO_2 + $MgSiO_3$ --> $MgSi_2O_5$) [1-5]. As demonstrated in a very recent numerical simulation, these transitions are crucially important in modeling interiors of super-Earths up to 20 times Earth’ s mass [6]. However, in the previous studies, these post-post-perovskite transitions were considered only for pure Mg-Si-O. In actual super-Earths, impurities, Fe, Al, or so forth, should exist. Here we will investigate effects of impurities on post-post-perovskite transitions: transition pressures, local atomic structures, and equation of states.

[1] K. Umemoto, R. M. Wentzcovitch, P. B. Allen, Science **311**, 983 (2006).

[2] K. Umemoto and R. M. Wentzcovitch, Earth Plent. Sci. Lett. **311**, 225 (2011).

[3] S. Q. Wu et al., J. Phys.: Condens. Matter, **26**, 035402 (2014).

[4] H. Niu et al., Scientic Reports **5**, 18347 (2015).

[5] K. Umemoto et al., Earth Planet. Sci. Lett. 478, 40-45(2017).

[6] A. P. van den Berg et al., Icarus 317, 412-426(2019).

キーワード：スーパーアース、ポストポストペロブスカイト転移、第一原理計算
Keywords: super-Earth, post-post-perovskite transition, first principles

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

幌満かんらん岩から回収されたTiに富む特異的なコランダムの報告
Unsusual high-Ti corundum recovered from the Horoman peridotites, Hokkaido, Japan

*大澤 拓未[1]、山本 伸次[1]
*oosawa takumi[1], Shinji Yamamoto[1]

1. 横浜国立大学 理工学部　建築都市環境系学科　地球生態学EP
1. yokohama national university

マントル内部物資循環において海洋地殻、大陸地殻が海洋プレート沈み込みによりマントル内へリサイクルし、マントル対流を通して地殻物質がマントル内に混染している可能性が指摘されているW.Xu et al.,(2008)。しかしその実態は不明であり、マントル-地殻鉱物大循環の解明のためリサイクル地殻鉱物を用いた物質科学的制約が急務である。北海道日高山脈に位置するマントル由来造山帯かんらん岩の幌満かんらん岩は蛇紋岩化していない新鮮なかんらん岩として知られ、メルトマントル反応による交代作用からレールゾライト、ハルツバージャイトの顕著な層序構造を示す。近年、Li et al.,(2017)により幌満かんらん岩からジルコンやルチル、低い炭素同位体比を有するダイヤモンドの産出が報告されており、幌満かんらん岩中に地殻由来鉱物が存在することが示唆されている。しかし問題点としてかんらん岩中の地殻鉱物は回収例が少なく、その起源に関しても不明確であるため、かんらん岩中に残存する地殻鉱物分離技術の改善・分離回収された鉱物の記載を目的とする。

本研究では、東邦オリビン工業（株）の採石場より採取したかんらん岩試料、ハルツバージャイト764㎏、レールゾライト 954㎏、それぞれを板状に切断し移送したものを用いた。ジョークラッシャーおよび連続式粉砕機を用いて0、1㎜大まで粉砕した後、粒度分離、比重分離、磁選処理を行い、ハンドピッキングおよびエポキシ樹脂への包埋、研磨を行った。レールゾライト内からジルコン６粒、ルチル(TiO) １粒が回収された。一方で、ハルツバージャイト内から非磁性鉱物を濃集させた粒子を樹脂に包埋し、EPMA(YNU機器分析評価センター)を用いた鉱物探査・鉱物同定を行った結果、コランダム(AlO) 12粒が分離回収され、包有物および付着鉱物が共生している様子が観察された。コランダム６粒子のSEM-EDS分析から、これらは①Si-Al-Kに富む珪酸塩相 ②Ti-Zr酸化物 ③Si-Ti合金　からなる包有物が確認された。

Morishita et al.,(1998; 2000)より幌満かんらん岩体ポンサヌシベツ川流域のハンレイ岩転石中から微量のCrを含むコランダムの産出が報告されている。本研究で得られたコランダムは、①Crがほぼ含まれない、②TiO2を最大で2.3 wt%程度含む、③Ti-Zr酸化物やSi-Ti合金といった特異な包有物を含む事などから異なる起源のコランダムであることが考えられる。世界中のコランダムの産出を比較した結果(Griffine et al.,2016; 2018)よりイスラエルMt.Carmelのアルカリ玄武岩由来捕獲鉱物中コランダム内に特異な包有物として（Ti-Zr酸化物、Si-Ti合金）が報告されている。また高いTiO2濃度(最大2,6wt%)、捕獲結晶としてダイヤモンドの産出も報告され、リサイクル海洋地殻玄武岩由来であると考えられている。以上より本研究で幌満ハルツバージャイトから分離回収されたコランダムとGriffine et al.,(2016; 2018)で報告されたコランダムは組成も共存鉱物も非常に類似していることから同様の起源を持つことを意味し、幌満ハルツバージャイト中コランダムもリサイクル海洋地殻由来コランダムであり、幌満かんらん岩中に鉱物レベルで地殻鉱物が存在することを示唆する。

引用文献

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Griffin1,William L. (2016) “Deep-earth methane and mantle dynamics: insights from northern Israel, southern Tibet and Kamchatka,” JOURNAL & PROCEEDINGS OF THE ROYAL SOCIETY OF NEW SOUTH WALES, VOL. 149,PARTS 1 & 2, 2016, PP. 17-33

Yibing Li. The mineralogical and chronological evidences of subducted continent material in deep mantle: diamond, zircon and rutile separated from the Horoman peridotite of Japan. AGU. FALL MEETING 2017. AGU Contact Technical Support AGU Privacy Policy. https://agu.confex.com/agu/fm17/meetingapp.cgi/Paper/222963 [2019/02/19].

Morishita, T., 1998, ”finding of corundum-bearing gabbro boulder possibly derived from the Horoman Peridotitie complex, Hokkaido, northern Japan, ”JOURNAL OF MINERALOGY, PETROLOGY AND ECONOMIC GEOLOGY, 93(2), 52-63.

キーワード：マントルかんらん岩、リサイクル、コランダム、チタン
Keywords: mantle peridotite , recycle, corundum, Titanium

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Deformation experiments on akimotoite

*Longli Guan[1], Daisuke Yamazaki[1], Noriyoshi Tsujino[1]

1. Institute for Planetary Materials, Okayama University, Misasa, Japan

The ilmenite structure of $MgSiO_3$, known as akimotoite, is inferred to occur in cold subducting slabs in the bottom of Earth’ s mantle transition zone and the uppermost lower mantle along a low-temperature geotherm (Akaogi et al., 2002). Akimotoite is thought to be the most anisotropic mineral in the Earth’ s mantle transition zone (Zhang et al., 2005; Weidner & Ito,1985). The elastic anisotropy caused by the lattice preferred orientation of akimotoite due to slab-induced deformation may be used plausibly to interpret the significant seismic anisotropy observed in mid-mantle (depths 410-670km) (Nowacki et ali.,2015; Foley & Long, 2011). However, previous studies did not determine the slip plane or the dominant slip system precisely (Shiraishi et al., 2008). In this study, therefore, we conducted deformation experiment on akimotoite aggregates to investigate precise and detailed microstructures. For the preparation of starting material of akimotoite aggregates for deformation experiment, high pressure experiments using $MgSiO_3$ glass as starting material have been performed at 20-22GPa and 1400 ℃, in the Kawai-type multi anvil apparatus. The recovered samples were investigated by X-ray diffraction, electron probe microanalysis and scanning electron microscopy to identify phase, measure chemical composition and observe microstructure, respectively, showing that samples were well-sintered and no-crack akimotoite aggregates with grain size of 2-8 μm. These akimotoite aggregates were suitable as a starting material for deformation experiments. We subsequently conducted pure shear deformation experiment on such akimotoite aggregates at ~21 GPa and 1200 ˚C by using high pressure deformation apparatus, so called D-111 type apparatus, installed at Institute for Planetary Materials, Okayama University. The relationship between displacement and load of D-rams may suggest the mechanism change from elastic to plastic deformation with the progress of deformation. As a result, we observed the plastic deformation on the recovered sample and the strain and average strain rate were estimated to be ~0.12 and ~1.6×10^{-5} s^{-1}, respectively. It is considered that the strain of ~0.12 is sufficient to form the lattice preferred orientation which can be analyzed by electron backscattered diffraction technique.

Keywords: akimotoite, lattice preferred orientation, deformation at high pressure, anisotropy , mantle

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Fate of water in subducted hydrous sediments deduced from stability fields of FeOOH and AlOOH up to 20 GPa

*芳野 極[1]、Edward Baker[2]、Kyle Duffey[3]
*Takashi Yoshino[1], Edward Baker[2], Kyle Duffey[3]

1. 岡山大学惑星物質研究所、2. オックスフォード大学、3. プリンストン大学
1. Institute for Planetary Materials, Okayama University, 2. Department of Earth Sciences, University of Oxford, 3. Department of Geosciences, Princeton University

Fe- and Al-hydroxides (FeOOH and AlOOH) in sedimentary rocks form the top part of the subducted oceanic lithosphere and are known to be stable along a normal geotherm in the lower mantle. Banded Iron Formations (BIFs) and bauxite ore deposits formed in the Earth’s oceans can transport significant amount of water into the Earth’s deep interior by subduction of FeOOH and AlOOH and may occasionally serve water to the core. However, stabilities of these hydrous phases have not been well constrained in upper mantle conditions. We determined dehydration curves for FeOOH and AlOOH in upper mantle and mantle transition zone conditions (5–20 GPa, 673–1573K)by quench and *in situ*X-ray diffraction to constrain their capability of water transport to the deep mantle. Dehydration temperatures of these minerals increase with increasing pressure. Comparison between our results and geothermal gradients of subducting slab surfaces demonstrates dehydration of FeOOH in early subduction stage (around 2 GPa). In most cases, diaspore (AlOOH) also dehydrates in early subduction. Despite the implications of the stability of these phases at high pressure, our results show that the sediments located at the slab surface are unlikely candidates for transporting water to the deep mantle.

キーワード：水、堆積物、脱水、含水鉱物、沈み込み帯
Keywords: water, sediment, dehydration, hydrous minerals, subduction

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-IT 地球内部科学・地球惑星テクトニクス

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_29

[S-IT23] Structure and Dynamics of Earth and Planetary Mantles

コンビーナ:中川 貴司(香港大学地球科学専攻)、芳野 極(岡山大学惑星物質研究所)、趙 大鵬(東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター)

Interdisciplinary approach can lead to a better understanding of dynamics and evolution of the deep interiors of the Earth and planets. We welcome any submissions of recent results in observational, theoretical and experimental studies on seismology, geomagnetism, mineral physics, dynamics of deep interiors, and any other relevant fields from researchers in many countries. Integration of such results is also welcome. In particular, we encourage any contributions focusing on "plate and mantle dynamics in Earth and terrestrial planets". We also encourage papers stimulating an interdisciplinary collaboration relating to establishment of the Japan-SEDI community.

[SIT23-P01] Interaction between volcanisms inland and the spreading center: example of Galápagos archipelago

*Walid Ben Mansour[1]、Guust Nolet[2]、Mario Ruiz[3]、Juan Carlos Afonso[1] (1.Department of Earth and Planetary Sciences, Macquarie University, Sydney (Australia)、2.Geoazur, Université Cote d'Azur, Sophia Antipolis (France)、3.Instituto Geofisco, Escuela Politecnica Nacional, Quito (Ecuador))

[SIT23-P02] **Effect of iron content on thermal conductivity of olivine with implications for cooling history of rocky planets**

*Youyue Zhang[1]、Takashi Yoshino[1]、Akira Yoneda[1]、Masahiro Osako[2] (1.Institute for Planetary Materials, Okayama University、2.Division of Physical Sciences, National Museum of Nature and Science)

[SIT23-P03] **The distribution of Cenozoic conglomerates and its sedimentological constraint on the uplift of the South Tianshan, NW China**

*SUN HAITAO[1] (1.China University of Petroluem-Beijing)

[SIT23-P04] **Electrical conductivity of diaspore, δ-AlOOH and ε-FeOOH**

*Ran Wang[1] (1.Institute for Planetary Materials, Okayama University)

[SIT23-P05] Multi-mode surface wave tomography for azimuthal anisotropy in the Australasian upper mantle

*西村 祐香[1]、吉澤 和範[2] (1.北海道大学大学院理学院、2.北海道大学大学院理学研究院)

[SIT23-P06] Mapping multi-mode surface wave phase speeds in North America using mode-branch waveforms decomposed by linear Radon transform

*松澤 仁志[1]、吉澤 和範[2] (1.北海道大学大学院理学院、2.北海道大学大学院理学研究院)

[SIT23-P07] Radial anisotropy in the upper mantle using multi-mode surface waves incorporating the η_K parameter: Application to the Pacific and Australian regions

奥山 秀弥[1]、*吉澤 和範[1,2]、川勝 均[3]、一瀬 建日[3] (1.北海道大学大学院理学院、2.北海道大学大学院理学研究院、3.東京大学地震研究所)

[SIT23-P08] Pure to impure and dry to wet olivine rheology based on high temperature dependency of diffusion creep

*谷部 功将[1]、平賀 岳彦[1] (1.東京大学大学院理学系研究科)

[SIT23-P09] Finite frequency S wave tomography model beneath the Ontong Java Plateau using data recorded by broadband ocean bottom seismographs

*堀内 美咲[3]、杉岡 裕子[3]、大林 政行[1]、末次 大輔[1]、塩原 肇[2]、伊藤 亜妃[1]、石原 靖[1]、田中 聡[1]、一瀬 建日[2]、利根川 貴志[1]、吉光 淳子[1]、小林 拓史[3] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.東京大学地震研究所、3.神戸大学)

[SIT23-P10] Shear wave structure of the upper mantle beneath the Ontong Java Plateau

*一瀬 建日[1]、末次 大輔[2]、塩原 肇[1]、杉岡 裕子[3]、伊藤 亜妃[2]、石原 靖[2]、田中 聡[2]、大林 政行[2]、利根川 貴志[2]、吉光 淳子[2]、小林 拓史[3]、吉澤 和範[4] (1.東京大学地震研究所、2.海洋研究開発機構、3.神戸大学、4.北海道大学大学院理学研究院)

[SIT23-P11] Effect of impurity on post-post-perovskite transition of $MgSiO_3$ by first principles

*梅本 幸一郎[1] (1.東京工業大学地球生命研究所)

[SIT23-P12] 幌満かんらん岩から回収されたTiに富む特異的なコランダムの報告

*大澤 拓未[1]、山本 伸次[1] (1.横浜国立大学 理工学部　建築都市環境系学科　地球生態学EP)

[SIT23-P13] Deformation experiments on akimotoite

*Longli Guan[1]、Daisuke Yamazaki[1]、Noriyoshi Tsujino[1] (1.Institute for Planetary Materials, Okayama University, Misasa, Japan)

[SIT23-P14] Fate of water in subducted hydrous sediments deduced from stability fields of FeOOH and AlOOH up to 20 GPa

*芳野 極[1]、Edward Baker[2]、Kyle Duffey[3] (1.岡山大学惑星物質研究所、2.オックスフォード大学、3.プリンストン大学)

Interaction between volcanisms inland and the spreading center: example of Galápagos archipelago

*Walid Ben Mansour[1], Guust Nolet[2], Mario Ruiz[3], Juan Carlos Afonso[1]

1. Department of Earth and Planetary Sciences, Macquarie University, Sydney (Australia), 2. Geoazur, Université Cote d’ Azur, Sophia Antipolis (France), 3. Instituto Geofisco, Escuela Politecnica Nacional, Quito (Ecuador)

The Galápagos archipelago, located west of Ecuador, is a good example where a mantle plume interacts with a spreading center and modifies physical and chemical properties of the oceanic lithosphere. The Galápagos Spreading Center (GSC) and the Galápagos hotspot interact over more than 1,000 km with unusual features for a hot spot region (large number of historical active volcanoes, large range of lavas composition, alignment of volcanic centers and seamounts). To bring new information on the physical and chemical properties of this region, we are constructing a new P-wave velocity model of this region by combining data from 10 seismic broadband stations and from 9 MERMAIDS (Mobile Earthquake Recorder in Marine Areas by Independent Divers) deployed in this region between 2014 and 2016. We focus on Pn head waves to better constraint the Moho depth in this region and image the interaction between the hot spot and the GSC. We selected150 seismic events between May 2014 and September 2016, with epicentral distance between $3^{o}$and 35° and picked more than 2,500 Pn phases that we will invert in a probabilistic tomography inversion in a second step. In this presentation, we will show examples and statistics of Pn data. We will discuss the benefits of developing a multi-observable thermochemical tomography in this region to better image the intricate interaction of a hot spot with the overlying oceanic lithosphere and evaluate current physio-chemical evolutionary models.

Keywords: Pn tomography, mantle plume, thermochemical structure

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Effect of iron content on thermal conductivity of olivine with implications for cooling history of rocky planets

*Youyue Zhang[1], Takashi Yoshino[1], Akira Yoneda[1], Masahiro Osako[2]

1. Institute for Planetary Materials, Okayama University, 2. Division of Physical Sciences, National Museum of Nature and Science

Knowledge of thermal transport properties of mantle materials is essential for understanding the thermal state and dynamics of the Earth and planetary interiors. Previous studies have suggested that temperature and pressure dependences of thermal conductivity can affect mantle convection and plate tectonics involving subduction dynamics. Olivine is the most abundant mineral in the Earth's upper mantle and chemical composition of olivine in the Earth's upper mantle is characterized by high forsterite content around Fo_{90}. For other terrestrial planets, Mercury is believed to have a FeO-poor mantle along with end member silicates, whereas olivine in the Martian mantle would be more Fe-rich, speculated to be Fo_{67}. Recent studies suggested that surface of some asteroids is dominated by olivine of composition from Fo_{49} to Fo_{70}. Hence, the effect of Fe content in olivine on thermal conductivity could be significant for understanding the thermal structure and cooling history of these terrestrial planets and asteroids.

In this study, thermal conductivity and diffusivity of olivine were determined simultaneously by combining multi-anvil high pressure experimental technique and pulse heating method. Thermal properties of olivine with six different Fe contents (Fo, Fo_{90}, Fo_{70}, Fo_{50}, Fo_{31}, Fo_{0}) were measured under the Earth's upper mantle condition in a 5000-ton Kawai type multi-anvil press. The minimum λ was found to be at composition near Fo_{31}; the absolute λ value of Fo_{31} is about 65% lower than that of Fo. Small amounts of minor elements can strongly reduce the thermal conductivity at low temperature; λ value of Fo90 is about 50% of Fo at room temperature. As temperature increases, the difference in λ among olivine samples with various Fe contents tends to become smaller. Thermal conductivities of polycrystalline olivine have smaller absolute values and weak pressure and temperature dependences, compared with those of natural single crystal olivine determined by previous studies. Heat capacity of olivine calculated from λ and κ is independent of pressure and is controlled by nearly constant thermal expansion coefficient of Fo_{70} and Fo_{50} with increasing temperature. Smaller λ of olivine aggregate with high Fe content would produce thicker crust in the Fe-rich Mars, while heat in the Fe-poor Mercury can escape faster than the other terrestrial planets. Olivine-dominant asteroids with high Fe concentration could have longer cooling history and lower thermal inertia on the surface.

Keywords: Thermal conductivity, Olivine, Heat capacity, High pressure, Mantle

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The distribution of Cenozoic conglomerates and its sedimentological constraint on the uplift of the South Tianshan, NW China

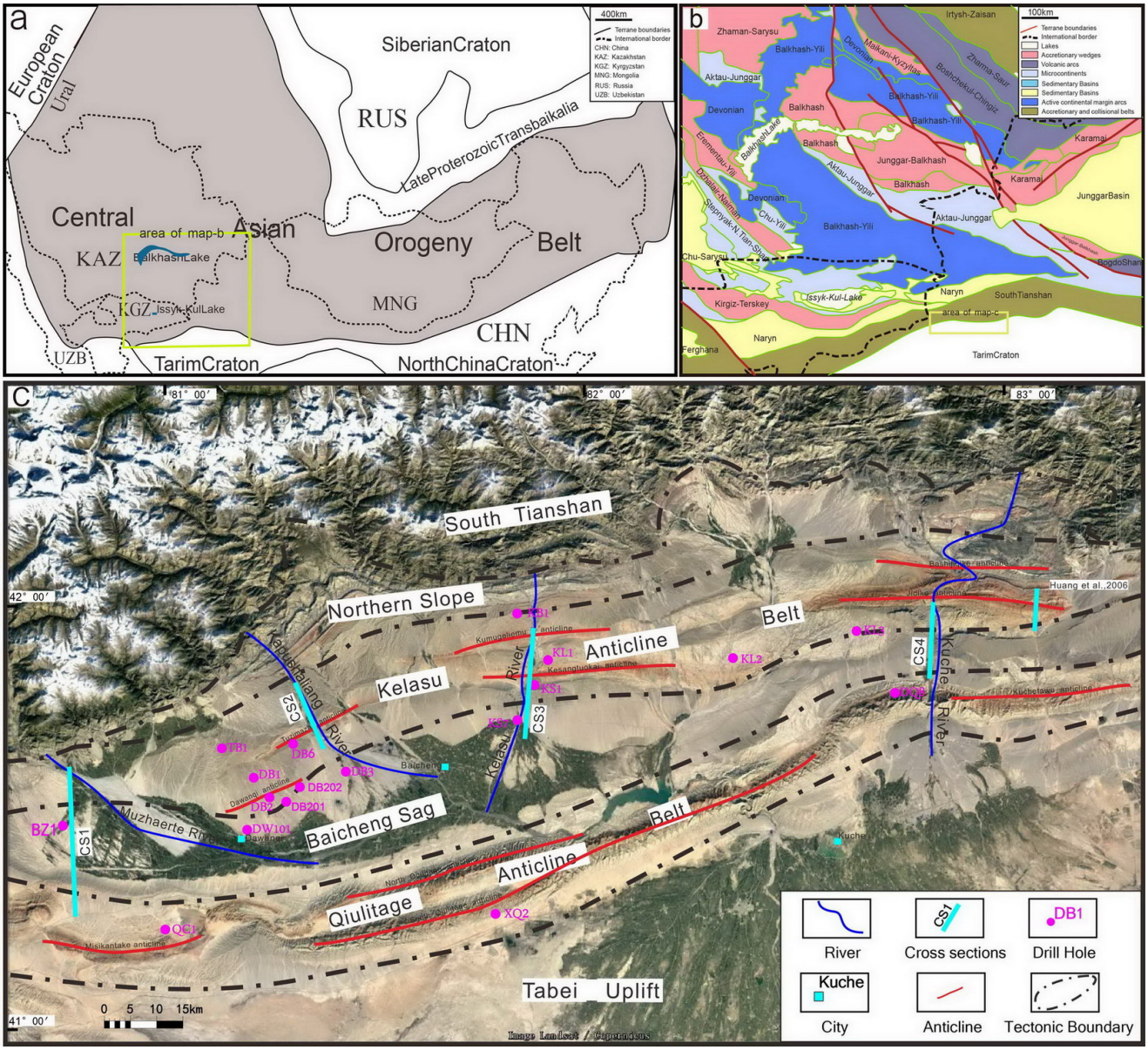
*SUN HAITAO[1]

1. China University of Petroluem-Beijing

The Cenozoic alluvial fan deposits in the Kuqa Depression of Tarim Basin, likely in response to a tectonic event, can provide critical evidence for constraining the timing of the South Tianshan uplift and reconstructing the paleotectonic evolution of the Central Asian Orogenic Belt. The sedimentological analysis shows that the conglomerates were deposited in alluvial fan environment. The initial uplift stage was started from the Jidike Formation at ~23Ma, resulting only small but angular gravels. Then the rapid uplift was since 15.97 Ma leading to the deposition of Kangcun conglomerate layers. And the next rapid and intensely uplift was started at ~4 Ma of the deposition of Kuqa Formation, according to ~2000m thick alluvial fan conglomerates. After a short quiescence, the most remarkable uplift of South Tianshan regenerated and caused the most extensive alluvial fan conglomerates of Xiyu Formation since 2.58 Ma and continuing to the present.

Keywords: Cenozoic, Central Asian Orogenic Belt, Conglomerate

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Electrical conductivity of diaspore, δ-AlOOH and ε-FeOOH

*Ran Wang[1]

1. Institute for Planetary Materials, Okayama University

FeOOH and AlOOH are dominant hydrous phases in sedimentary rocks deposited in the sea or lake basins which were considered to be possibly related to the deep water cycle by slab subduction. Therefore, understanding of the electrical conductivity behaviors of these phases are essential to explore the nature and dynamic process of the Earth's interior. In this study, electrical conductivity of diaspore (α-AlOOH), δ-AlOOH and ε-FeOOH was measured by impedance spectroscopy with a frequency range from 10^{-1} to 10^{6} Hz at pressures up to 15, 20 and 12 GPa and temperatures of 1200, 1200 and 1000 K well below the dehydration temperatures of these phases under the relevant pressures. For diaspore at 8, 10, and 12 GPa, the relationship between electrical conductivity and reciprocal temperature could be well fitted by the Arrhenius formula: $\sigma = \sigma_0 \exp[-(\Delta E + P\Delta V)/kT]$ and shows the pre-exponential factor (σ_0), activation energy (ΔE) and activation volume (ΔV) of 55.94 ±1.16 S/m, 0.547 ±0.016 eV and 1.683 ±0.123 cm^3/mol, respectively. However, data of diaspore obtained below 6 GPa could not be fitted by the Arrhenius formula, which was thought to be due to the remnant of free water in the sample caused by heating to insufficient temperature to proceed dehydration of interstitial water. Thus, it is quite difficult to measure the electrical conductivity of diaspore at low pressures. The electrical conductivity of diaspore increased with pressures ranging from 8 to 12 GPa by half order of magnitude and then the conductivity change with pressures from 12 to 15 GPa became negligibly small. The dominant conduction mechanism of diaspore is regarded as proton conduction. δ-AlOOH and ε-FeOOH show one and two orders of magnitude higher electrical conductivity than diaspore. Due to isostructural $CaCl_2$-type hydroxide structure, δ-AlOOH and ε-FeOOH display the nearly identical activation enthalpy (0.384 ±0.007 eV, 0.330 ±0.048 eV) which is relatively lower than that of diaspore.

Keywords: Electrical conductivity, Diaspore, δ-AlOOH, ε-FeOOH

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Multi-mode surface wave tomography for azimuthal anisotropy in the Australasian upper mantle

*西村 祐香[1]、吉澤 和範[2]
*Yuka Nishimura[1], Kazunori Yoshizawa[2]

1. 北海道大学大学院理学院、2. 北海道大学大学院理学研究院
1. Graduate School of Science, Hokkaido University, 2. Faculty of Science, Hokkaido University

Azimuthal anisotropy in the upper mantle derived from seismic surface waves provides us with the information of mantle dynamics, such as the present-day mantle flow and the remnant of past deformation in the lithosphere and asthenosphere.The Australian plate is currently the fastest-moving tectonic plate including a large continent, encompassed by the intensive seismicity, particularly in its north (Indonesia) and east (Tonga-Kermadec to New Zealand). Thus, the entire continent can be covered by dense ray paths utilizing broad-band seismic stations deployed throughout the continent. This unique tectonic setting of Australian plate allows us to reconstruct high-resolution tomography models in the Australian region (e.g., Fishwick et al., 2008, Tectonics; Yoshizawa, 2014, PEPI).

In this study, we construct new phase speed maps in and around the Australian continent incorporating azimuthal anisotropy for both multi-mode Love and Rayleigh waves using the method developed by Yoshizawa & Kennett (2004, JGR). We employ the data base of path-specific multi-mode phase speeds for the fundamental mode and up to the fourth-higher modes by Yoshizawa (2014, PEPI), which has been measured by using the non-linear waveform fitting method (Yoshizawa & Ekstrom, 2010, GJI). We have performed checkerboard resolution tests as well as jackknife resampling tests, which suggest that our current phase speed data set can provide us with the robust estimation of azimuthally anisotropic phase speed maps in the Australasian region.

The multi-mode phase speed models indicate that the fastest directions of azimuthal anisotropy estimated from the different modes are consistent each other as far as they have the maximum sensitivity at the common depth. Comparisons between the direction of absolute plate motion (HS2-NUVEL-1) by Gripp & Gordon (1990, GRL) and the fastest direction of azimuthal anisotropy suggests that they agree well particularly at around the depth of 100km under the ocean area (Coral and Taman Seas) off the east-coast of the Australian continent and 300km under the continental area of Australia. These results are likely to reflect the differences in the depth of asthenosphere where the effects of the lattice preferred orientation of mantle materials due to the present-day mantle flow can be more significant.

キーワード：方位異方性、表面波トモグラフィー、オーストラリア
Keywords: Azimuthal anisotropy, Surface wave tomography, Australia

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Mapping multi-mode surface wave phase speeds in North America using mode-branch waveforms decomposed by linear Radon transform

*松澤 仁志[1]、吉澤 和範[2]
*Hitoshi Matsuzawa[1], Kazunori Yoshizawa[2]

1. 北海道大学大学院理学院、2. 北海道大学大学院理学研究院
1. Graduate School of Science, Hokkaido University, 2. Faculty of Science, Hokkaido University

The use of higher-mode surface waves is inevitable for further enhancement of vertical resolution of tomography model since they are much more sensitive to the deep structure of the Earth’s upper mantle than the fundamental modes. However, measuring the multi-mode phase speeds is not a straightforward issue since wavetrains of different modes overlap each other in a seismogram.

We have developed the two-step array-based method for higher-mode analysis, which consists of (1) multi-mode phase speed measurements based of a classical *f-k* analysis using a long-range linear array with several-thousand kilometers (e.g., Nolet, 1975, GRL) and (2) modal waveform decomposition for the centroid location of the linear array using the linear Radon transform (e.g. Luo *et al.*, 2015, GJI).

We have previously applied the method to a large data set of seismograms observed at Transportable Array stations of USArray and employed the average phase speeds of linear array to map phase speed distributions in North America (Matsuzawa and Yoshizawa, SSJ Fall Meeting 2018; AGU Fall Meeting 2018). We could obtain phase speed maps of the fundamental-mode and the first four higher-mode surface waves. Although the large-scale anomalies (i.e., fast phase speeds in cratons in the stable eastern U.S., slow phase speeds in the tectonically-active western U.S.) can be identified, the lateral resolution of the phase speed maps were insufficient compared to inter-station/array based tomography models. This suggests that the small-scale tectonic features have been blurred and averaged out due to the direct use of long linear array (2000–4000 km) with relatively large measurement errors.

In this study, we apply the inter-station dispersion analysis with nonlinear waveform fitting (Hamada and Yoshizawa, 2015, GJI) to the decomposed modal waveforms of the fundamental-mode surface waves derived from method using the centroids of the linear array as imaginary stations.The lateral resolution of resultant phase speed maps has been improved up to about 2.0 degrees owing to the relatively shorter inter-station (inter-centroid) distances used in the inversions.We can find typical small-scale tectonic features in the inland region of eastern and central US. Average phase speeds along each short ray path (several-hundred kilometers) have been measured stably without interference by overtones, which is likely to be of help in improving the accuracy of the resultant tomography maps.

The decomposed modal waveforms of the higher modes as well as the fundamental mode can be applied to the secondary dispersion analyses such as the inter-station dispersion measurements as done in this study and/or a 2-D beamforming analysis, which can be expected to enhance both the lateral and vertical resolutions of surface wave tomography models.

キーワード：表面波、高次モード、アレイ解析、トモグラフィー、北米大陸

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Surface wave, Higher mode, Array-based analysis, Tomography, North America

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Radial anisotropy in the upper mantle using multi-mode surface waves incorporating the η_κ parameter: Application to the Pacific and Australian regions

奥山 秀弥[1]、*吉澤 和範[1,2]、川勝 均[3]、一瀬 建日[3]
Shuya Okuyama[1], *Kazunori Yoshizawa[1,2], Hitoshi Kawakatsu[3], Takehi Isse[3]

1. 北海道大学大学院理学院、2. 北海道大学大学院理学研究院、3. 東京大学地震研究所
1. Graduate School of Science, Hokkaido University, 2. Faculty of Science, Hokkaido University, 3. Earthquake Research Institute, University of Tokyo

Radial anisotropy can be described by five elastic parameters; four parameters related to seismic wave speeds (β_v, β_h, α_h, α_v) and an additional fifth anisotropic parameter (η). One of the anisotropic parameters, η, was originally defined by Anderson (1961), but its physical proprieties have been rather unclear compared with other four parameters related to elastic velocity.

The re-defined fifth anisotropic parameter η_κ by Kawakatsu et al. (2015) makes it easier to understand its physical proprieties compared with conventional η. The introduction of η_κ affects the shape of sensitivity kernels of Rayleigh wave phase speeds with respect to η_κ, PH-wave speeds α_h and PV-wave speeds α_v (Kawakatsu, 2016b). Since the sensitivity of Rayleigh wave phase speeds to η_κ becomes greater than that to η, we can expect a possibility of resolving the η_κ parameter. However, since the inverse correlation between the sensitivity kernels of SV-wave speed β_v and η_κ becomes rather stronger, the trade-off between β_v and may easily occur. Therefore, the independent determination of η_κ parameter from the inversions of surface-wave dispersion curves is not a straightforward issue.

In this study, incorporating η_κ, we performed inversions for five elastic parameters in the upper mantle, employing a classical iterativenonlinear least-squares inversion method (Tarantola and Valette, 1982). We used multi-mode dispersion data sets of surface waves in the Australian region (Yoshizawa, 2014, PEPI) and Pacific (Isse et al., 2019, EPSL) to reconstruct 3-D radially anisotropic model. In these inversions, we used isotropic PREM as a starting model to avoid the influence of reference anisotropy model.

The retrieved spatial distribution of the η_κ parameter can be mostly explained by trade-offs with SV wave speed β_v at many locations in Australia and Pacific. Still, we can find structural features in our 3-D β_v and η_κ models, particularly in some major structural boundaries such as ridges and the Tasman Line in eastern Australia, which cannot simply be attributed to the trade-off between β_v and η_κ, indicating possible intrinsic character of η_κ in the upper mantle.

キーワード：鉛直異方性、表面波、インバージョン
Keywords: radial anisotropy, surface waves, inversion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Pure to impure and dry to wet olivine rheology based on high temperature dependency of diffusion creep

*谷部 功将[1]、平賀 岳彦[1]
*Kosuke Yabe[1], Takehiko Hiraga[1]

1. 東京大学大学院理学系研究科
1. School of Science, The University of Tokyo

There has been a large discrepancy in creep properties of olivine aggregates in dry diffusion creep regime between Minnesota group (Hirth and Kohlstedt, 1995) and ANU group (Faul and Jackson, 2007). Our recent deformation experiments on undoped and doped olivine aggregate synthesized by a new method different from previous studies demonstrate (i) the activation energy of grain boundary diffusion creep of undoped olivine is 465 kJ/mol, (ii) the creep rate is enhanced by doping of Ca and Al above ~1200 C with very high temperature sensitivity well represented by activation energy of ~700 kJ/mol, and (iii) presence of melt phase had little contribution to the change in the creep strength. Such observations are consistent with Yamauchi and Takei (2016) which attributed the observation to pre-melting at near solidus.

In this study, we compile all rheological data of olivine diffusion creep based on solidus which changes with the chemical compositions and amount of water. The solidi of dry samples are estimated from experiments and/or phase diagrams. The solidi of wet samples are calculated by cryoscopic approach following Hirshmann et al. (2009). We demonstrate that not only dry but also wet data are well explained by the operation of grain boundary diffusion creep with activation energy of 465 kJ/mol at <~0.93 × solidus and 700 kJ/mol at >~0.93 ×solidus. The controversy on the effect of water on grain boundary diffusion by Mei and Kohlstedt (2000) and Fei et al. (2016) is explained by the experimental temperatures with respect to the solidus of their systems. The viscosity depth profile in the upper mantle based on our new diffusion creep model will be presented.

キーワード：マントルレオロジー、オリビン多結晶体、拡散クリープ
Keywords: mantle rheology, olivine aggregates, diffusion creep

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Finite frequency S wave tomography model beneath the Ontong Java Plateau using data recorded by broadband ocean bottom seismographs

*堀内 美咲[3]、杉岡 裕子[3]、大林 政行[1]、末次 大輔[1]、塩原 肇[2]、伊藤 亜妃[1]、石原 靖[1]、田中 聡[1]、一瀬 建日[2]、利根川 貴志[1]、吉光 淳子[1]、小林 拓史[3]
*Misaki Horiuchi[3], Hiroko Sugioka[3], Masayuki Obayashi[1], Daisuke Suetsugu[1], Hajime Shiobara[2], Aki Ito[1], Yasushi Ishihara[1], Satoru Tanaka[1], Takehi Isse[2], Takashi Tonegawa[1], Junko Yoshimitsu[1], Takumi Kobayashi[3]

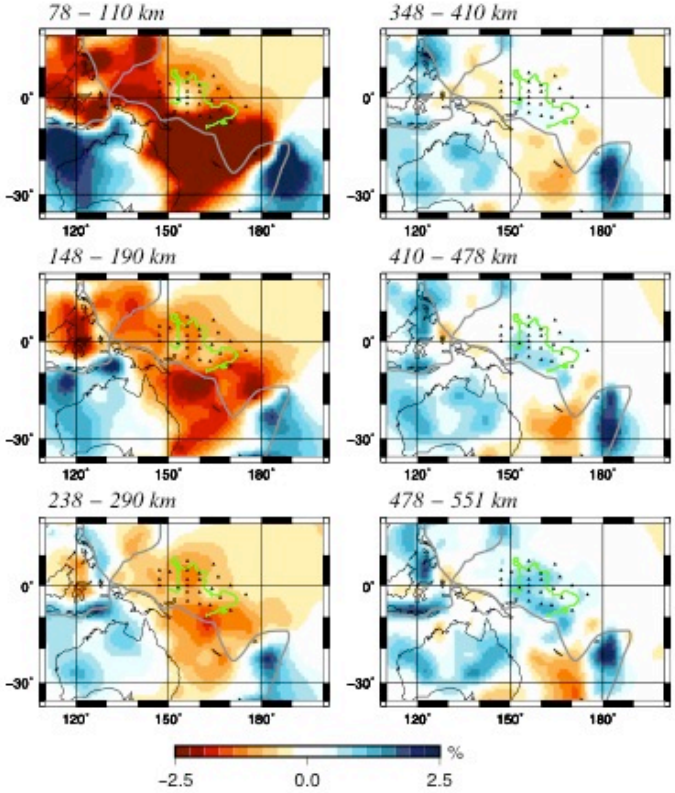
1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. 東京大学地震研究所、3. 神戸大学
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Yokosuka, Japan, 2. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, Tokyo, Japan, 3. The University of Kobe, Hyogo, Japan

We determined three-dimensional S wave model beneath the Ontong Java Plateau (OJP) by finite frequency tomography using data recorded by broadband seismographs deployed at ocean bottom covered the OJP and at neighbor islands (Suetsugu *et al.*, 2018). Our dataset contains absolute and period-depended differential travel time data. The former consists of ~1,100,000 direct S-wave onset times reported by International Seismological Centre (ISC) and ~400 direct S-wave onset times picked up on broadband waveform records around the OJP and the latter is composed of ~3,000 differential traveltimes between two different stations around the OJP measured by waveform cross correlation at 7 different passband of which center periods varies from 5.3 sec to 42 sec. We used adaptive stacking method (Rawlinson and Kennett, 2004) to measure absolute travel time data near the OJP. These data were inverted based on the infinite frequency travel time tomography method for the absolute travel time data (Inoue *et al.*, 1990; Fukao *et al.*, 1992; Obayashi *et al.*, 2013) and the finite frequency travel time method for the relative travel time data (Dahlen *et al.*, 2000; Obayashi *et al.*, 2013). We obtained a well resolved S wave velocity model beneath the OJP. It shows significant high velocity anomalies in the mantle transition zone, which are considered as stagnant Pacific slabs related to the trench retreating as well as seafloor spreading in the Santa Cruz Basin and Melanesia Basin during the Eocene and Oligocene. It also reveals that S wave velocity just below the OJP is a little higher than the surrounding strong slow anomalies in the mantle shallower than 200 km. We will discuss these remarkable features beneath the OJP in comparison with P wave tomographic model (Obayashi *et al.*, 2018) in this presentation.

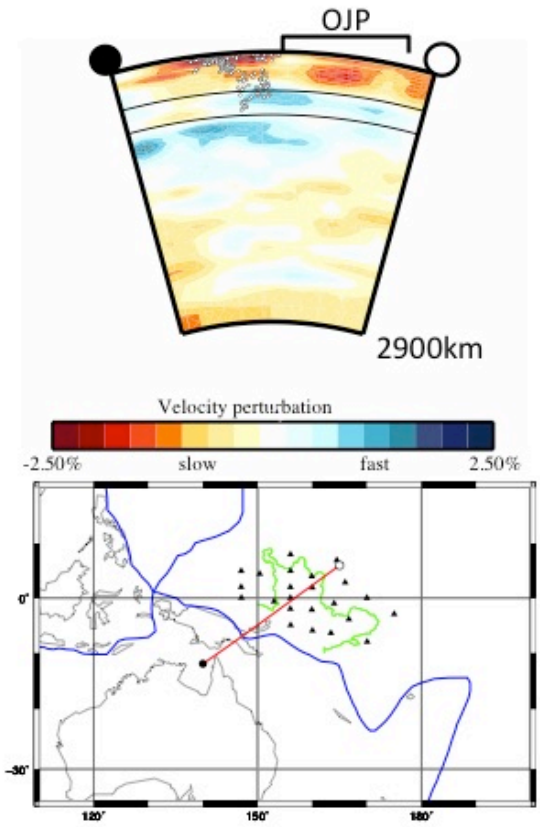
キーワード：有限波長トモグラフィー、S波速度構造
Keywords: finite frequency tomography, S wave velocity structure

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

(a)



(b)



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Shear wave structure of the upper mantle beneath the Ontong Java Plateau

*一瀬 建日[1]、末次 大輔[2]、塩原 肇[1]、杉岡 裕子[3]、伊藤 亜妃[2]、石原 靖[2]、田中 聡[2]、大林 政行[2]、利根川 貴志[2]、吉光 淳子[2]、小林 拓史[3]、吉澤 和範[4]
*Takehi Isse[1], Daisuke Suetsugu[2], Hajime Shiobara[1], Hiroko Sugioka[3], Aki Ito[2], Yasushi Ishihara[2], Satoru Tanaka[2], Masayuki Obayashi[2], Takashi Tonegawa[2], Junko Yoshimitsu[2], Takumi Kobayashi[3], Kazunori Yoshizawa[4]

1. 東京大学地震研究所、2. 海洋研究開発機構、3. 神戸大学、4. 北海道大学大学院理学研究院
1. Earthquake Research Institute University of Tokyo, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. Kobe University, 4. Faculty of Science, Hokkaido University

Ontong Java Plateau (OJP) is the vastest Large Igneous Provinces (LIPs) in the oceanic region of the Earth. The OJP was emplaced at 122 and 90 Ma by massive volcanism, but the origin of this volcanism is still under discussion.
Richardson et al. (2000) obtained a large low-velocity root of the OJP extending as deep as 300km, though its existence and cause are still in debating.
One reason for poor understanding of the OJP is the insufficient information about the crust and mantle structure beneath the OJP because of the lack of long-term seafloor observation. Between 2014 and 2017, we conducted the first seismological and electromagnetic observations on the seafloor and islands in the OJP, named "OJP array", to clarify the origin of the OJP.
Using the broadband data from the OJP array as well as those from stations on land and seafloor in the western Pacific Ocean, we constructed three-dimensional shear wave speed structure beneath the OJP by surface wave tomography. using phase speed dispersions of Love and Rayleigh waves up to the 4th higher modes. Checkerboard resolution tests suggests that the spatial resolution of the obtained model is ~300km, which is higher than previous studies.

Obtained shear wave speed structure down to the depth of 300 km shows the following new features:
(1) In the center of the OJP at depths between 70–150 km, about 2% fast anomalies exists;
(2) No strong slow anomaly is found beneath the OJP at depths down to 300 km;
(3) Beneath the Caroline Islands, in the north of the OJP, 2 % slow anomalies exist, which may be associated with the Caroline hotspot activity.

These newly found features suggest that further investigation to reveal the origin of the OJP is necessary.

キーワード：上部マントル、オントンジャワ、表面波トモグラフィー、広帯域海底地震計
Keywords: upper mantle structure, Ontong Java, surface wave tomography, BBOBS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Effect of impurity on post-post-perovskite transition of $MgSiO_3$ by first principles

*梅本 幸一郎[1]
*Koichiro Umemoto[1]

1. 東京工業大学地球生命研究所
1. Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology

Several computational studies have predicted post-post-perovskite transitions in MgSiO3 at ultrahigh pressures and temperatures which can occur at deep interiors of super-Earths: $MgSiO_3$ --> Mg_2SiO_4+ $MgSi_2O_5$ --> Mg_2SiO_4+ SiO_2 --> MgO + SiO_2) and recombination (MgO + $MgSiO_3$ --> Mg_2SiO_4 or SiO_2 + $MgSiO_3$ --> $MgSi_2O_5$) [1-5]. As demonstrated in a very recent numerical simulation, these transitions are crucially important in modeling interiors of super-Earths up to 20 times Earth’ s mass [6]. However, in the previous studies, these post-post-perovskite transitions were considered only for pure Mg-Si-O. In actual super-Earths, impurities, Fe, Al, or so forth, should exist. Here we will investigate effects of impurities on post-post-perovskite transitions: transition pressures, local atomic structures, and equation of states.

[1] K. Umemoto, R. M. Wentzcovitch, P. B. Allen, Science **311**, 983 (2006).

[2] K. Umemoto and R. M. Wentzcovitch, Earth Plent. Sci. Lett. **311**, 225 (2011).

[3] S. Q. Wu et al., J. Phys.: Condens. Matter, **26**, 035402 (2014).

[4] H. Niu et al., Scientic Reports **5**, 18347 (2015).

[5] K. Umemoto et al., Earth Planet. Sci. Lett. 478, 40-45(2017).

[6] A. P. van den Berg et al., Icarus 317, 412-426(2019).

キーワード：スーパーアース、ポストポストペロブスカイト転移、第一原理計算
Keywords: super-Earth, post-post-perovskite transition, first principles

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

幌満かんらん岩から回収されたTiに富む特異的なコランダムの報告
Unsusual high-Ti corundum recovered from the Horoman peridotites, Hokkaido, Japan

*大澤 拓未[1]、山本 伸次[1]
*oosawa takumi[1], Shinji Yamamoto[1]

1. 横浜国立大学 理工学部　建築都市環境系学科　地球生態学EP
1. yokohama national university

マントル内部物資循環において海洋地殻、大陸地殻が海洋プレート沈み込みによりマントル内へリサイクルし、マントル対流を通して地殻物質がマントル内に混染している可能性が指摘されているW.Xu et al.,(2008)。しかしその実態は不明であり、マントル-地殻鉱物大循環の解明のためリサイクル地殻鉱物を用いた物質科学的制約が急務である。北海道日高山脈に位置するマントル由来造山帯かんらん岩の幌満かんらん岩は蛇紋岩化していない新鮮なかんらん岩として知られ、メルトマントル反応による交代作用からレールゾライト、ハルツバージャイトの顕著な層序構造を示す。近年、Li et al.,(2017)により幌満かんらん岩からジルコンやルチル、低い炭素同位体比を有するダイヤモンドの産出が報告されており、幌満かんらん岩中に地殻由来鉱物が存在することが示唆されている。しかし問題点としてかんらん岩中の地殻鉱物は回収例が少なく、その起源に関しても不明確であるため、かんらん岩中に残存する地殻鉱物分離技術の改善・分離回収された鉱物の記載を目的とする。

本研究では、東邦オリビン工業（株）の採石場より採取したかんらん岩試料、ハルツバージャイト764㎏、レールゾライト 954㎏、それぞれを板状に切断し移送したものを用いた。ジョークラッシャーおよび連続式粉砕機を用いて0、1㎜大まで粉砕した後、粒度分離、比重分離、磁選処理を行い、ハンドピッキングおよびエポキシ樹脂への包埋、研磨を行った。レールゾライト内からジルコン６粒、ルチル(TiO) １粒が回収された。一方で、ハルツバージャイト内から非磁性鉱物を濃集させた粒子を樹脂に包埋し、EPMA(YNU機器分析評価センター)を用いた鉱物探査・鉱物同定を行った結果、コランダム(AlO) 12粒が分離回収され、包有物および付着鉱物が共生している様子が観察された。コランダム６粒子のSEM-EDS分析から、これらは①Si-Al-Kに富む珪酸塩相 ②Ti-Zr酸化物 ③Si-Ti合金　からなる包有物が確認された。

Morishita et al.,(1998; 2000)より幌満かんらん岩体ポンサヌシベツ川流域のハンレイ岩転石中から微量のCrを含むコランダムの産出が報告されている。本研究で得られたコランダムは、①Crがほぼ含まれない、②TiO2を最大で2.3 wt%程度含む、③Ti-Zr酸化物やSi-Ti合金といった特異な包有物を含む事などから異なる起源のコランダムであることが考えられる。世界中のコランダムの産出を比較した結果(Griffine et al.,2016; 2018)よりイスラエルMt.Carmelのアルカリ玄武岩由来捕獲鉱物中コランダム内に特異な包有物として（Ti-Zr酸化物、Si-Ti合金）が報告されている。また高いTiO2濃度(最大2,6wt%)、捕獲結晶としてダイヤモンドの産出も報告され、リサイクル海洋地殻玄武岩由来であると考えられている。以上より本研究で幌満ハルツバージャイトから分離回収されたコランダムとGriffine et al.,(2016; 2018)で報告されたコランダムは組成も共存鉱物も非常に類似していることから同様の起源を持つことを意味し、幌満ハルツバージャイト中コランダムもリサイクル海洋地殻由来コランダムであり、幌満かんらん岩中に鉱物レベルで地殻鉱物が存在することを示唆する。

引用文献

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Griffin1,William L. (2016) “Deep-earth methane and mantle dynamics: insights from northern Israel, southern Tibet and Kamchatka,” JOURNAL & PROCEEDINGS OF THE ROYAL SOCIETY OF NEW SOUTH WALES, VOL. 149,PARTS 1 & 2, 2016, PP. 17-33

Yibing Li. The mineralogical and chronological evidences of subducted continent material in deep mantle: diamond, zircon and rutile separated from the Horoman peridotite of Japan. AGU. FALL MEETING 2017. AGU Contact Technical Support AGU Privacy Policy. https://agu.confex.com/agu/fm17/meetingapp.cgi/Paper/222963 [2019/02/19].

Morishita, T., 1998, ”finding of corundum-bearing gabbro boulder possibly derived from the Horoman Peridotitie complex, Hokkaido, northern Japan, ”JOURNAL OF MINERALOGY, PETROLOGY AND ECONOMIC GEOLOGY, 93(2), 52-63.

キーワード：マントルかんらん岩、リサイクル、コランダム、チタン
Keywords: mantle peridotite , recycle, corundum, Titanium

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Deformation experiments on akimotoite

*Longli Guan[1], Daisuke Yamazaki[1], Noriyoshi Tsujino[1]

1. Institute for Planetary Materials, Okayama University, Misasa, Japan

The ilmenite structure of $MgSiO_3$, known as akimotoite, is inferred to occur in cold subducting slabs in the bottom of Earth’ s mantle transition zone and the uppermost lower mantle along a low-temperature geotherm (Akaogi et al., 2002). Akimotoite is thought to be the most anisotropic mineral in the Earth’ s mantle transition zone (Zhang et al., 2005; Weidner & Ito,1985). The elastic anisotropy caused by the lattice preferred orientation of akimotoite due to slab-induced deformation may be used plausibly to interpret the significant seismic anisotropy observed in mid-mantle (depths 410-670km) (Nowacki et ali.,2015; Foley & Long, 2011). However, previous studies did not determine the slip plane or the dominant slip system precisely (Shiraishi et al., 2008). In this study, therefore, we conducted deformation experiment on akimotoite aggregates to investigate precise and detailed microstructures. For the preparation of starting material of akimotoite aggregates for deformation experiment, high pressure experiments using $MgSiO_3$ glass as starting material have been performed at 20-22GPa and 1400 ℃, in the Kawai-type multi anvil apparatus. The recovered samples were investigated by X-ray diffraction, electron probe microanalysis and scanning electron microscopy to identify phase, measure chemical composition and observe microstructure, respectively, showing that samples were well-sintered and no-crack akimotoite aggregates with grain size of 2-8 μm. These akimotoite aggregates were suitable as a starting material for deformation experiments. We subsequently conducted pure shear deformation experiment on such akimotoite aggregates at ~21 GPa and 1200 ˚C by using high pressure deformation apparatus, so called D-111 type apparatus, installed at Institute for Planetary Materials, Okayama University. The relationship between displacement and load of D-rams may suggest the mechanism change from elastic to plastic deformation with the progress of deformation. As a result, we observed the plastic deformation on the recovered sample and the strain and average strain rate were estimated to be ~0.12 and ~1.6×10^{-5} s^{-1}, respectively. It is considered that the strain of ~0.12 is sufficient to form the lattice preferred orientation which can be analyzed by electron backscattered diffraction technique.

Keywords: akimotoite, lattice preferred orientation, deformation at high pressure, anisotropy , mantle

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Fate of water in subducted hydrous sediments deduced from stability fields of FeOOH and AlOOH up to 20 GPa

*芳野 極[1]、Edward Baker[2]、Kyle Duffey[3]
*Takashi Yoshino[1], Edward Baker[2], Kyle Duffey[3]

1. 岡山大学惑星物質研究所、2. オックスフォード大学、3. プリンストン大学
1. Institute for Planetary Materials, Okayama University, 2. Department of Earth Sciences, University of Oxford, 3. Department of Geosciences, Princeton University

Fe- and Al-hydroxides (FeOOH and AlOOH) in sedimentary rocks form the top part of the subducted oceanic lithosphere and are known to be stable along a normal geotherm in the lower mantle. Banded Iron Formations (BIFs) and bauxite ore deposits formed in the Earth’s oceans can transport significant amount of water into the Earth’s deep interior by subduction of FeOOH and AlOOH and may occasionally serve water to the core. However, stabilities of these hydrous phases have not been well constrained in upper mantle conditions. We determined dehydration curves for FeOOH and AlOOH in upper mantle and mantle transition zone conditions (5–20 GPa, 673–1573K)by quench and *in situ*X-ray diffraction to constrain their capability of water transport to the deep mantle. Dehydration temperatures of these minerals increase with increasing pressure. Comparison between our results and geothermal gradients of subducting slab surfaces demonstrates dehydration of FeOOH in early subduction stage (around 2 GPa). In most cases, diaspore (AlOOH) also dehydrates in early subduction. Despite the implications of the stability of these phases at high pressure, our results show that the sediments located at the slab surface are unlikely candidates for transporting water to the deep mantle.

キーワード：水、堆積物、脱水、含水鉱物、沈み込み帯
Keywords: water, sediment, dehydration, hydrous minerals, subduction

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-IT 地球内部科学・地球惑星テクトニクス

2019年5月26日(日) 13:45 ~ 15:15 | A09 東京ベイ幕張ホール

[S-IT23] Structure and Dynamics of Earth and Planetary Mantles

コンビーナ:中川 貴司(香港大学地球科学専攻)、芳野 極(岡山大学惑星物質研究所)、趙 大鵬(東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター)、座長:芳野 極(岡山大学)

Interdisciplinary approach can lead to a better understanding of dynamics and evolution of the deep interiors of the Earth and planets. We welcome any submissions of recent results in observational, theoretical and experimental studies on seismology, geomagnetism, mineral physics, dynamics of deep interiors, and any other relevant fields from researchers in many countries. Integration of such results is also welcome. In particular, we encourage any contributions focusing on "plate and mantle dynamics in Earth and terrestrial planets". We also encourage papers stimulating an interdisciplinary collaboration relating to establishment of the Japan-SEDI community.

13:45 ~ 14:00

[SIT23-01] In search of recycled continental crust in the Mantle Transition Zone using geoneutrino measurements

*William F McDonough[1]、Bedrich Roskovec[2]、Ondrej Sramek[3] (1.Tohoku University, Sendai, Japan、2.Universidad Catolica de Chile, Santiago, Chile、3.Charles University, Praha 8, Czech Republic)

14:00 ~ 14:15

[SIT23-02] Tectonic plates in 3D-numerical models of mantle convection with stress-history-dependent viscosity

*宮腰 剛広[1]、亀山 真典[2]、小河 正基[3] (1.海洋研究開発機構、2.愛媛大学、3.東京大学)

14:15 ~ 14:30

[SIT23-03] Denoising S-Net Data to Image the Japan Trench: Comparisons to Alaska and Cascadia

*Claire Diane Doody[1,2]、Qingkai Kong[1,2]、William Scott[3]、William Bythewood Hawley[1,2]、Robert Martin-Short[1,2]、Richard M Allen[1,2] (1.UC Berkeley、2.Berkeley Seismo. Lab、3.Imperial Coll. London)

14:30 ~ 14:45

[SIT23-04] **Experimental confirmation of a spineloid transitional olivine polymorph using ultrafine-grained aggregates of Mg_2GeO_4**

*Thomas P. Ferrand[1]、Takehiko Hiraga[1] (1.Earthquake Research Institute)

14:45 ~ 15:00

[SIT23-05] Effects of fine-scale laminated heterogeneity on seismic anisotropy from long-period surface waves: Evaluation with two-dimensional waveform modelling

*徐 雲遨[1]、吉澤 和範[1,2]、古村 孝志[3] (1.北海道大学　大学院理学院　自然史科学専攻、2.北海道大学　理学研究院、3.東京大学　地震研究所)

15:00 ~ 15:15

[SIT23-06] **Redox kinetics of olivine revealed by diffusion profile of oxygen fugacity and its implication to the redox evolution of the uppermost mantle**

*Chengcheng Zhao[1]、Takashi Yoshino[1] (1.Institute for Study of the Earth's Interior, Okayama University)

In search of recycled continental crust in the Mantle Transition Zone using geoneutrino measurements

*William F McDonough[1], Bedrich Roskovec[2], Ondrej Sramek[3]

1. Tohoku University, Sendai, Japan, 2. Universidad Catolica de Chile, Santiago, Chile, 3. Charles University, Praha 8, Czech Republic

Plate tectonics provides the framework for understanding the modern evolution of the crust and mantle system, with subduction zones linking these two major domains of the silicate Earth. Sediment recycling into the mantle at subduction zones is well established, although unknowns (e.g., past and present-day rates, amounts, depth of recycling, etc) remain significant. The present day subduction zone settings include ocean-ocean, ocean-continent, and continent-continent collisions and each of these likely have differing degrees of efficiencies of sediment recycling, as evidence by distinct differences in the remnants of meta-sediments exposed in fossil forearc regions of different collision zones. The retrieved metamorphic record of ocean-ocean and ocean-continent collision zones documents meta-sediments experiencing high-grade (granulite to eclogite facies) metamorphism. In contrast, continent-continent collisions return meta-sediments having experienced ultrahigh-grade (up to diamond facies) metamorphism. What is not known is the effectiveness of deep sediment recycling, past the magmatic zone, in each of these three different convergent margins.

Models that envisage successful subduction channel transport of upper crustal materials below 300 km depth, past a critical phase transition in buoyant crustal lithologies, are capable of accumulating and assembling these materials into so-called “second continents" that are gravitationally stabilized at the base of the Transition Zone, at some 600 to 700 km depth [Kawai et al., 2013]. Global scale, Pacific-type subduction (ocean-ocean and ocean-continent convergence), which lead to super continent assembly, were hypothesized to produce second continents that scale to about the size of Australia, with a maximum potential of continental upper crustal concentration levels of radiogenic power. Seismological techniques are incapable of imaging these second continents because of their negligible difference in seismic wave velocities with the surrounding mantle. We can image the geoneutrino flux linked to the radioactive decays in such hypothesized continental lithologies with land and/or ocean-based detectors. We present predictions of the geoneutrino signal for these continental lithologies, assuming different scaled models and show that the combination of the KamLAND-JUNO-Jinping neutrino experiments are strategically positioned to discover or constrain a predicted second continent beneath eastern China. The power emissions from such second continents were proposed to be drivers of super continental cycles. Thus, testing models for the existence of continental lithologies in the Mantle Transition Zone will place constraints on mantle and plate dynamics when using land and ocean-based geoneutrino detectors deployed at strategic locations.

Keywords: mantle transition zone, geoneutrino, second continent, heat producing elements, sediment subduction

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

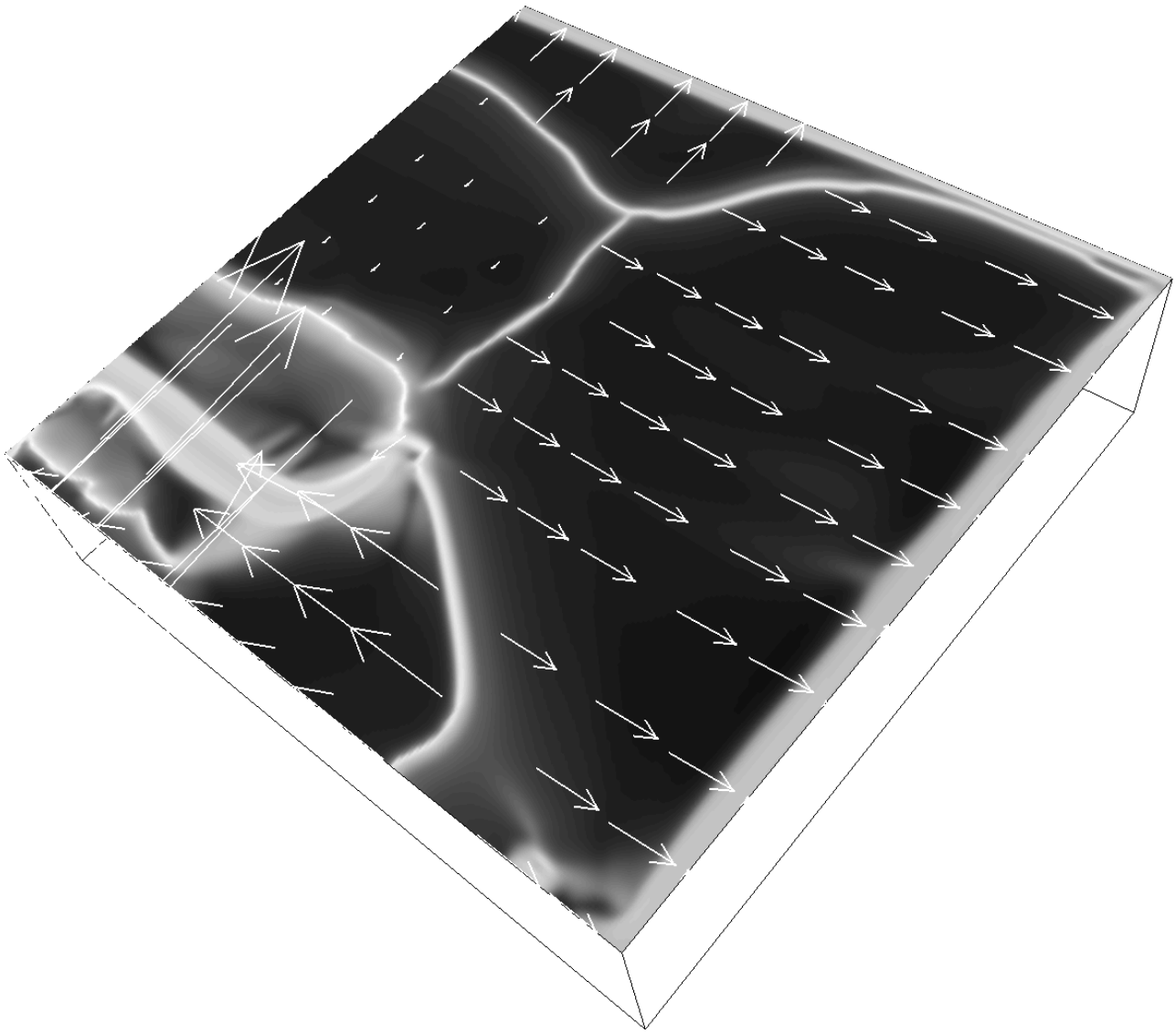
Tectonic plates in 3D-numerical models of mantle convection with stress-history-dependent viscosity

*宮腰 剛広[1]、亀山 真典[2]、小河 正基[3]
*Takehiro Miyagoshi[1], Masanori Kameyama[2], Masaki Ogawa[3]

1. 海洋研究開発機構、2. 愛媛大学、3. 東京大学
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Ehime University, 3. University of Tokyo

We present a three-dimensional numerical model of plate tectonics (Figure 1; grayscale shows viscosity and arrow shows velocity). Tectonic plates steadily move on the Earth, because the lithosphere “remembers” the plate boundaries formed by its rupture that took place in the past: Once the stress in the lithosphere exceeds a threshold, the lithosphere is rifted, a sharp plate boundary develops, and the adjacent plates begin to rigidly move with respect to each other. This plate boundary and the resulting relative plate motion persist, even after the stress is reduced below the threshold around the plate boundary. We developed a model of this stress-history dependent nature of the rheology, and implemented the model to our three-dimensional numerical model of mantle convection (ACuTEMAN) in an internally heated rectangular box of 3000 km in depth and 12000 km×12000 km in horizontal dimensions. In our models, the lithosphere is rifted into several pieces, each of which rigidly moves and rotates, as observed for the Earth. The deformation of the lithosphere concentrates to narrow plate margins where the vertical component of rotation of the velocity field takes large values. The plate margins persist and allow the relative plate motion across the margin for billions of years. The heat flow takes a high value at spreading centers, and declines with the distance from the centers in their vicinity. Away from the centers, however, the heat flow tends to a steady value that is determined from the secondary convection that occurs beneath the tectonic plates as rolls with their axis aligned in the direction of plate motions.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Denoising S-Net Data to Image the Japan Trench: Comparisons to Alaska and Cascadia

*Claire Diane Doody[1,2], Qingkai Kong[1,2], William Scott[3], William Bythewood Hawley[1,2], Robert Martin-Short[1,2], Richard M Allen[1,2]

1. UC Berkeley, 2. Berkeley Seismo. Lab, 3. Imperial Coll. London

The release of the S-Net data by NIED has created access to a wealth of information for seismologists. However, the S-Net data is inherently noisy due to its placement on the ocean floor. To suppress noise within the data, we have modified the deep-learning approach taken by Zhu et al., 2018 to denoise the S-Net data; we assembled data from on-land Hi-Net stations as the “clean” training dataset, and added the S-Net data as its noisy counterpart. This denoised data set is used to extract compressional wave arrival times to create a high-resolution image of the Japan Trench in hopes of better understanding the structure of the uppermost 200km of the mantle. The structure of the Pacific Slab is compared to Alaska and Cascadia to compare subduction zone features using identical methods. By directly comparing Japan, Alaska, and Cascadia, we seek to make a preliminary attempt at exploring comparable features in these subduction zones to work towards a more unified view of subduction zone processes.

Keywords: S-Net, Machine Learning, Japan Trench

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Experimental confirmation of a spineloid transitional olivine polymorph using ultrafine-grained aggregates of Mg_2GeO_4

*Thomas P. Ferrand[1], Takehiko Hiraga[1]

1. Earthquake Research Institute

Ultrafine-grained aggreagtes of Mg_2GeO_4 were synthetized using spark plasma sintering and deformed using an 1-atm deformation rig between 950˚C and 1200˚C. Observations with SEM, EBSD, XRD and Raman together confirm that the samples consist of α-olivine with minor enstatite, with a grain size of 1-10 microns. Deformation data indicate an extreme softening of the material around 100 MPa in samples deformed at temperatures of 1000˚C or above. This softening is followed by a sharp hardening, suggesting that the fast deformation process ended.
The olivine-spinel transition in Mg_2GeO_4 occurs around 810˚C, and all experiments were done in the stability field of olivine. The deformation curves, supported by Raman and XRD data, suggest that ω-olivine, expected by Poirier in 1981, and observed in Mg_2GeO_4 within a meteorite in 2017, transiently forms during the deformation. ω-olivine is a spineloid metastable olivine, which does not have any stability field in a P-T diagram, but it might have one in a P-T-σ diagram. It was reproduced in the stability fields of β-olivine (Guyot et al., 1991) of γ-olivine (Reynard et al., 1994). Here I show that it can also form in the stability of α-olivine.
It seems that the transition occurs only between 1000˚C and 1150˚C when the stress approaches 100 MPa, as a result of a competition between diffusional and displacive processes.
The existence of ω-olivine in stressed mantle regardless of stability fields could have major consequences on how we understand the solid-state olivine-spinel transition and related earthquakes triggering. Below 1200˚C, if ω-olivine does not form then α-olivine is metastable.

Keywords: olivine-spinel transition, ω-olivine, mantle, laboratory, metastable, martensitic

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Effects of fine-scale laminated heterogeneity on seismic anisotropy from long-period surface waves: Evaluation with two-dimensional waveform modelling

*徐 雲遨[1]、吉澤 和範[1,2]、古村 孝志[3]
*Xu Yunao[1], Kazunori Yoshizawa[1,2], Takashi Furumura[3]

1. 北海道大学　大学院理学院　自然史科学専攻、2. 北海道大学　理学研究院、3. 東京大学　地震研究所
1. Department of Natural History Sciences, Graduate School of Science, Hokkaido University, Japan , 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Hokkaido University, Japan, 3. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, Japan

Recent seismic studies using long-period surface waves have revealed lateral variations of radial anisotropy in the lithosphere and asthenosphere (e.g., Nettles & Dziewonski, 2008; Yoshizawa, 2014). Such radial anisotropy estimated from long-period surface waves can be linked partly to the existence of fine-scale laminated structure suggested by recent high-frequency body wave studies (e.g., Kennett et al., 2017).

The aim of this study is to investigate quantitative relationship between such fine-scale laminated heterogeneity and observed radial anisotropy through synthetic experiments with numerical simulations of seismic wavefields. Quantifying the effects of fine-scale heterogeneity on total seismic anisotropy will allow us to estimate the proportions of “apparent anisotropy” (caused by heterogeneity) and “intrinsic anisotropy” (the elastic properties of the medium) that are generally mixed up in observed seismic anisotropy from long-period surface waves.

To investigate the effects of fine-scale laminated heterogeneity on long-period surface waves, we performed a series of 2-D finite-difference method simulations using velocity models with a variety of wavenumber spectrum of random heterogeneity based on von Karman distribution function with varying horizontally-elongated correlation scales. Following the earlier works of Kennett and Furumura (2008, GJI), we considered finely laminated heterogeneities with RMS 2% velocity deviations from PREM in the depth between Moho and 100 km. While the vertical correlation scale is fixed to 0.5 km in 2-D vertical structure along propagation paths, we have changed horizontal correlation scales from 10 km (as suggested by Kennett & Furumura, 2008) to 2000 km (almost equivalent to a 1-D velocity profile).

Using about 100 synthetic seismograms located at the epicentral distances between 2000 and 4000 km for each model, average phase velocities of the fundamental-mode Love and Rayleigh waves are measured using inter-station waveform fitting method (Hamada & Yoshizawa, 2015, GJI). By comparing the average inter-station phase velocities between different models, we investigate the effects of finely-laminated heterogeneity with various horizontal correlation length on the apparent radial anisotropy of surface waves.

Through these numerical experiments, we have found that the horizontal correlation length of laminated random heterogeneity strongly affects the apparent seismic anisotropy; i.e., extending the horizontal correlation length will make the apparent radial anisotropy greater. While the Love wave phase velocities are less affected by such random heterogeneity with any scales, Rayleigh wave phase velocities drop about 0.5-0.6 % slower than the isotropic case in the period range 40-70 s for a relatively long horizontal correlation length (2000 km). Such effects become weaker for a short horizontal scale (10 km), and phase

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

velocity drop of Rayleigh waves is reduced to about 0.1 %. These results indicate that finely laminated heterogeneity with intermediate horizontal scale (several hundred kilometers or greater) may cause non-negligible influence on phase velocity drop of Rayleigh waves, as suggested by observation of scattering and guiding of high-frequncy seismic waves traveling through lithosphere (e.g., Kennett & Furumura, 2015), generating apparent radial anisotropy of S-waves in the upper mantle.

キーワード：不均質性、地震波異方性、フォワードモデリング、表面波
Keywords: Heterogeneity, Seismic anisotropy, Forward modelling, Surface waves

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Redox kinetics of olivine revealed by diffusion profile of oxygen fugacity and its implication to the redox evolution of the uppermost mantle

*Chengcheng Zhao[1], Takashi Yoshino[1]

1. Institute for Study of the Earth's Interior, Okayama University

The evolution of the redox state of the mantle through time has been a focus of hot debate. Recent study implies that the redox budget of the slab may not be significantly changed during subduction [1]. Thus, ferric iron transported by oxidized slab is expected to change the redox state of the upper mantle. However, concentrations of Cr, V, and the V/Sc ratio of the oldest known rocks indicate that the upper most mantle has remained at approximately FMQ over the past 3.5 Gyrs [2, 3]. Therefore, it seems that although oxidized slab is continuously subducted into mantle, the redox state of the upper mantle does not change systematically. It is possible that the mantle represents an almost infinite buffer reservoir and renders the addition of oxidized slab ineffective. On the other hand, the possible extremely slow reaction speed between slab and the uppermost mantle materials might disable the oxidized component to be an effective redox changer. However, the mechanism of the interaction between them remains unclear, which is of great urgent to investigate.

Olivine (MgO, SiO_2 and Fe_2O_3 oxide mixture) with 5 wt% Pt powder used as oxygen sensor was first synthesized using gas mixture furnace at iron-wustite (IW) buffer and Ni-NiO (NNO) buffered condition at 1300 °C. Diffusion couple method is adopted to investigate the redox kinetics of olivine, within which pre-sintered piece of oxidized and reduced olivine was stacked face to face. Diffusion experiments were conducted for different durations at 1 GPa, 1100-1300 °C using piston cylinder apparatus. After recovery, oxygen fugacity profiles were calculated from iron fraction in Pt alloy and iron content in olivine measured by EPMA [4]. Diffusion coefficients were obtained using Boltzmann-Matano method through fitting and calculation of iron content in Pt alloy as a function of distance from Matano interface. Water content after diffusion was measured using FTIR.

Except one couple, the water content of all the other couples shows < 10 wt. ppm. Redox process in olivine could be viewed as a diffusion-controlled process. Diffusion coefficient in oxidized olivine shows obvious oxygen fugacity dependence, while that in reduced one shows small dependence. The activation enthalpy is calculated to be 235 kJ/mol, which is comparable with that for Fe-Mg diffusion in olivine. However, the magnitude is 2-4 orders higher. Since the activation enthalpy and magnitude are comparable with that of diffusion of hydrous defects related to Mg-vacancies [5], it is possible that even extremely small amount of water could dominate redox kinetics in olivine. The diffusion length calculated indicate that the influence exerted by slab on the reduced mantle is very limited (< 4 km at 1600 °C even for 4500 Ma’ s stagnation in the upper mantle). Therefore, it is possible that the extremely slow redox process prevents subducted slab to change the redox state of the upper mantle. Once subducted more, the oxidized slab can bring redox budget to deep mantle as it keeps dry condition.

[1] Lee, C.A., et al., *Nature*, 468, 681 (2010). [2] Canil, D., *Earth Planet. Sci. Lett.*, 195, 75 (2002). [3] Li, Z.A. and Lee, C.A., *Earth Planet. Sci. Lett.*, 228, 483 (2004). [4] Faul, U.H., et al., *Phys. Chem. Mineral.*, (2017). [5] Padron-Navarta, J.A., et al., *Earth Planet. Sci. Lett.*,392, 100 (2014).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Redox kinetics , Olivine, Diffusion , Subducting slab, Upper mantle

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-IT 地球内部科学・地球惑星テクトニクス

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | A09 東京ベイ幕張ホール

[S-IT23] Structure and Dynamics of Earth and Planetary Mantles

コンビーナ:中川 貴司(香港大学地球科学専攻)、芳野 極(岡山大学惑星物質研究所)、趙 大鵬(東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター)、座長:趙 大鵬(東北大学)

Interdisciplinary approach can lead to a better understanding of dynamics and evolution of the deep interiors of the Earth and planets. We welcome any submissions of recent results in observational, theoretical and experimental studies on seismology, geomagnetism, mineral physics, dynamics of deep interiors, and any other relevant fields from researchers in many countries. Integration of such results is also welcome. In particular, we encourage any contributions focusing on "plate and mantle dynamics in Earth and terrestrial planets". We also encourage papers stimulating an interdisciplinary collaboration relating to establishment of the Japan-SEDI community.

15:30 ~ 15:45

[SIT23-07] Reactive Melt Channelization in the Earth's Mantle

*Matej Pec[1]、Benjamin Holtzman[3]、Mark Zimmerman[2]、David Kohlstedt[2] (1.Massachusetts Institute of Technology、2.University of Minnesota、3.Lamont-Doherty Earth Oservatory, Columbia University)

15:45 ~ 16:00

[SIT23-08] 東北アジアのプレート内部火山の深部構造と起源

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

16:00 ~ 16:15

[SIT23-09] 3D passive-source reverse-time migration imaging of mantle discontinuities

*Yang Shen[1]、Jiahang Li[1]、Hitoshi Kawakatsu[2] (1.Graduate School of Oceanography, University of Rhode Island, USA、2.Earthquake Research Institute, University of Tokyo)

16:15 ~ 16:30

[SIT23-10] Configuration of slab beneath Ogasawara Islands and P-wave time differences between high and low frequencies

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

16:30 ~ 16:45

[SIT23-11] Cool lower mantle transition zone inferred from seismic anisotropy of deformed ringwoodite

*川添 貴章[1,2]、Florian Heidelbach[2]、宮島 延吉[2]、石井 貴之[2] (1.広島大学、2.バイロイト大学)

16:45 ~ 17:00

[SIT23-12] Crystal chemistry and compressibility of $Fe_{0.5}Mg_{0.5}Al_{0.5}Si_{0.5}O_3$ and $FeMg_{0.5}Si_{0.5}O_3$ silicate perovskites at pressures up to 95 GPa.

*Iuliia Koemets[1]、Zhaodong Liu[2]、Egor Gennadievich Koemets[1]、Catherine McCammon[1]、Artem Chanychev[1]、Tomoo Katsura[1]、Michael Hanfland[3]、Aleksandr Chumakov[3] (1.Bayerisches Geoinstitut, Universitat Bayreuth, Bayreuth, Germany、2.Jilin University, Changchun, China 、3.European Synchrotron Radiation Facility (ESRF), Grenoble Cedex, France.)

Reactive Melt Channelization in the Earth's Mantle

*Matej Pec[1], Benjamin Holtzman[3], Mark Zimmerman[2], David Kohlstedt[2]

1. Massachusetts Institute of Technology, 2. University of Minnesota, 3. Lamont-Doherty Earth Oservatory, Columbia University

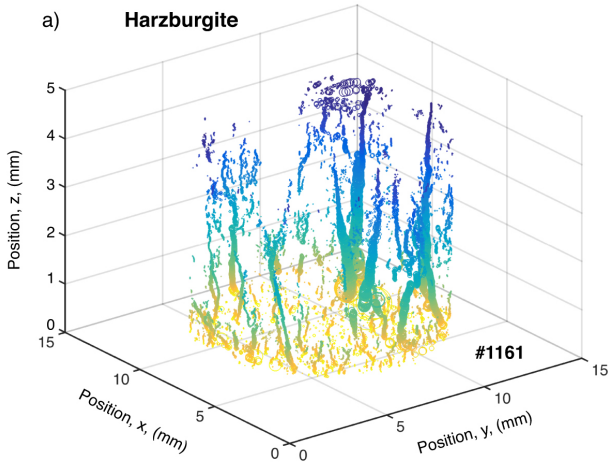
The formation of oceanic plates requires extraction of large volumes of melt from the mantle. Several lines of evidence suggest that melt extraction is rapid and, therefore, necessitates high-permeability pathways. Such pathways may form as a result of melt-rock reactions.

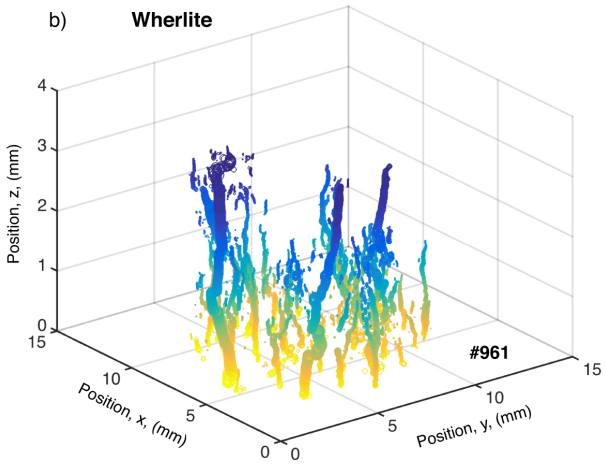
We report the results of a series of Darcy-type experiments designed to study the development of channels due to melt-solid reactions in mantle lithologies. We sandwiched a partially molten rock between a melt source and a porous sink and annealed it at high pressure (P = 300 MPa) and high temperatures (T = 1200˚ or 1250˚C) with a controlled pressure gradient ($\partial P/\partial z$ = 0-100 MPa/mm). To study the influence of lithology on the channel formation, we synthesized partially molten rocks of harzburgitic (40:40:20 Ol –Opx –basalt), wherlitic (40:40:20 Ol –Cpx –basalt) and lherzolitic (65:25:10 Ol –Opx –Cpx) composition. The melt source was a disk of alkali basalt.

In all experiments, irrespective of the exact mineralogy, melt - undersaturated in silica - from the source dissolved pyroxene in the partially molten rock and precipitated olivine (~Fo_{82}), thereby forming a dunite reaction layer at the interface between the source and the partially molten rock. In samples annealed under a small pressure gradient, the reaction layer was roughly planar. However, if the velocity of melt due to porous flow exceeded ~0.1 μm/s, the reaction layer locally protruded into the partially molten rock forming finger-like, melt-rich channels in rocks of wherlitic and harzburgitic composition. The lherzolitic rocks were generally impermeable to the melt except at highest pressure gradients where a narrow fracture developed, forming a dyke which drained the melt reservoir. Three-dimensional reconstructions using micro-CT images revealed clear differences between the dyke (narrow, through-going planar feature) and the channels formed by reactive infiltration (multiple sinuous finger-like features). Apparently, the fraction of soluble minerals together with the melt fraction in the partially molten rock control whether dykes or reactive channels develop. Our experiments demonstrate that melt-rock reactions can lead to channelization in mantle lithologies, and the observed lithological transformations broadly agree with those observed in nature.

Keywords: melt - rock reaction, mantle, melt migration

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.





©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

東北アジアのプレート内部火山の深部構造と起源
Deep structure and origin of the intraplate volcanoes in Northeast Asia

*趙 大鵬[1]
*Dapeng Zhao[1]

1. 東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター
1. Department of Geophysics, Tohoku University

We have investigated the detailed mantle transition zone (MTZ) structure beneath the active Changbai intraplate volcano in NE Asia by using seismic tomography and receiver-function methods. Teleseismic receiver functions recorded at many broadband stations are obtained by using a common-conversion-point stacking method. For conducting the time-to-depth conversion, we use a 3-D velocity model of the study region so as to take into account the influence of structural heterogeneities. Our results reveal significant depth variations of the 410, 520, and 660 km discontinuities. A broad depression of the 410 km discontinuity and a low-velocity (low-V) anomaly are revealed beneath the Changbai volcano, which may reflect a large-scale hot mantle upwelling around the 410 km discontinuity with a positive Clapeyron slope. The 520 km discontinuity is identified clearly, and its uplift occurs above the stagnant Pacific slab. We also find a prominent depression of the 660 km discontinuity, which is elongated along the trend of deep earthquake clusters in a range of 39˚N–44˚N latitude, and the depression area has a lateral extent of about 400 km. Because the 520 and 660 km discontinuities correspond to positive and negative Clapeyron slopes, respectively, we think that the 520 uplift and the 660 depression are caused by the cold subducting Pacific slab. A part of the Pacific slab may have penetrated into the lower mantle and so caused the large-scale 660 depression in front of the deep earthquake clusters. Our results also reveal a part of the upper boundary of the subducting Pacific slab in the MTZ.

High-resolution P-wave velocity (Vp) tomography of the upper mantle beneath NE China is obtained by inverting teleseismic P-wave travel-time data recorded by two dense linear arrays. The inclusion of the new data set has greatly improved sampling of the upper mantle beneath the study region, providing tight constraints on the seismic structure under the intraplate Wudalianchi and Halaha volcanoes. Local-scale low-Vp anomalies are revealed in the shallow mantle beneath the two volcanoes, whereas a large-scale high-Vp zone is imaged in the MTZ. These new results suggest that the two volcanoes, though located at different sites above the stagnant Pacific slab in the MTZ, are likely related to the deep subduction and dehydration of the Pacific slab, possibly through hot and wet upwelling in the big mantle wedge beneath Wudalianchi and through deeper hydrous upwelling related to slab avalanche beneath Halaha. Our results also reveal other striking features, such as high-Vp anomalies resting atop the 410-km discontinuity beneath the Great Xing'an Range and the Songliao Basin, which are attributed to detached continental lithosphere. The delamination most likely occurred in the Cretaceous, which induced widespread magmatism in NE China.

References

Tian, Y., H. Zhu, D. Zhao et al. (2016) Mantle transition zone structure beneath the Changbai volcano: Insight into deep slab dehydration and hot upwelling near the 410-km discontinuity. *J. Geophys. Res.* 121, 5794-5808.

Wei, W., J. Hammond, D. Zhao et al. (2019) Seismic evidence for a mantle transition zone origin of the Wudalianchi and Halaha volcanoes in Northeast China. *Geochem. Geophys. Geosyst.* 20, 398-416.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Zhao, D., Y. Tian (2013) Changbai intraplate volcanism and deep earthquakes in East Asia: A possible link? *Geophys. J. Int.* 195, 706-724.

Zhao, D., Y. Isozaki, S. Maruyama (2017) Seismic imaging of the Asian orogens and subduction zones. *J. Asian Earth Sci.* 145, 349-367.

キーワード：プレート内部火山、マントル構造、地震波トモグラフィー
Keywords: Intraplate volcano, mantle structure, seismic tomography

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

3D passive-source reverse-time migration imaging of mantle discontinuities

*Yang Shen[1], Jiahang Li[1], Hitoshi Kawakatsu[2]

1. Graduate School of Oceanography, University of Rhode Island, USA, 2. Earthquake Research Institute, University of Tokyo

With the advance of computational power and deployment of dense seismic networks, wave-equation-based imaging methods, which account for wave multi-pathing, scattering and focusing/defocusing, have become increasingly practical and advantageous for imaging complex crustal and mantle discontinuity structures. Over the past few years, we have developed a 3D passive-source reverse-time migration (3D PS-RTM) method using scattered and converted earthquake arrivals to image mantle discontinuities. Here we present results of its first applications in two different tectonic regions with different receiver settings and thus different applicable wave frequencies: The western U.S. centered on the Yellowstone and southwest Japan. Data processing involves selection of quality teleseismic events with epicentral distances of 28-98 degrees, calculation of vertical-, radial- and transverse-component receiver functions with an iterative deconvolution method, suppression of random noise using principle component analysis, and interpolation of wavefields recorded at stations onto numerical grids of the model surface. The P arrival and its coda, which contains the converted and scattered waves, are time reversed and back-propagated separately into the model via a finite-difference method. The back-propagated wavefields are decomposed into the P and S modes and their imaging condition reflects the convergence of the two modes at velocity interfaces or scatters. In the western U.S., the ~70 km station spacing of the USArray stations dictates that only intermediate- and long-period (>10 s) wavefields of teleseismic body-wave arrivals can be reliably reconstructed on the surface. Our RTM results show remarkably clear images of the 410-, 520- and 660-km discontinuities. The mantle transition zone is ~20 km thinner than the average of the transition zone beneath the western U.S. and the global average, an anomaly comparable to that beneath Iceland. The anomaly is centered ~100 km northwest of the Yellowstone hotspot in a 200 km by 300 km area, supporting the notion of a tilted mantle plume between the surface hotspot and the high temperature thermal anomaly in the transition zone. In contrast, we observe a ~40-km depression of the 660-km discontinuity, an indication of substantially lower mantle temperatures, beneath Nevada, where tomographic models reveal the presence of a subducted slab. In southwest Japan, the combined seismic stations from the Hi-net and other networks have a station spacing of 10-20 km, making it possible to reconstruct teleseismic body-wave wavefields on the surface at periods down to 2-3 s and thus achieve potentially much higher resolution than in Yellowstone. Teleseismic P waves for earthquakes with magnitude greater than 5.6 between 2004-2018 were collected from the Hi-net, F-net, JMA, and several university networks. Data processing and imaging are ongoing and preliminary results for southwest Japan will be presented at the meeting.

Keywords: passive-source reverse-time migration, mantle transition zone, receiver function, Yellowstone, Japan subduction zone, 3D wave simulation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Configuration of slab beneath Ogasawara Islands and P-wave time differences between high and low frequencies

*久家 慶子[1]
*Keiko Kuge[1]

1. 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻地球物理学教室
1. Department of Geophysics, Graduate School of Science, Kyoto University

Here I examine arrival time differences in P wave between high and low frequencies, and see a link with the configuration of the descending Pacific slab beneath Ogasawara Islands.

Furumura and Kennett (JGR 2005) showed that P and S waves from intraslab earthquakes beneath the Sea of Japan have low-frequency onsets followed by high-frequency long-duration signals, suggesting the result of small-scale quasi-laminar heterogeneity within the subducting Pacific slab. The late arrivals of high-frequency P and S signals are enhanced for earthquakes deeper than 400 km, probably, due to the low-velocity wedge in the slab (Furumura et al., JGR 2016). By exploring broadband seismograms of regional P waves from deep earthquakes (depth>300 km) worldwide, Ohata and Kuge (JpGU 2017) suggested a possibility of similar observations to Furumura’s in other western Pacific regions. Ohata and Kuge (JpGU 2018) showed the observations from deep earthquakes beneath Fiji and Kermadec Islands.

These previous studies indicate the presence of heterogeneity within the subducting Pacific slab that causes arrival time differences in P wave between high and low frequencies. This also suggests that time delay of high-frequency P waves can be used as a measure to find out if the P waves have traveled within a subducting slab. Based on the idea, I examined arrival time differences of P-wave peaks between high and low frequencies for deep earthquakes beneath Ogasawara Islands.

For an aftershock (USGS depth 678 km) of the isolated 2015 deep large earthquake, time differences of P-wave peaks between high and low frequencies were insignificant to the northwest and east. High-frequency P peaks from a deep earthquake in the nearby Wadati-Benioff zone were, however, delayed, compared with low-frequency ones. The Pacific slab is likely to be absent in the northwestern side of the aftershock. If the Pacific slab extends to the aftershock, its bend toward the east above the aftershock can explain the observation.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Cool lower mantle transition zone inferred from seismic anisotropy of deformed ringwoodite

*川添 貴章[1,2]、Florian Heidelbach[2]、宮島 延吉[2]、石井 貴之[2]
*Takaaki Kawazoe[1,2], Florian Heidelbach[2], Nobuyoshi Miyajima[2], Takayuki Ishii[2]

1. 広島大学、2. バイロイト大学
1. Hiroshima Univ., 2. Univ. Bayreuth

Seismic anisotropy is a powerful tool for inferring dynamics in the Earth’s interior and recently detected in the lower part (520-660 km depth) of the mantle transition zone (MTZ). The most plausible explanation for seismic anisotropy in the lower MTZ is crystallographic preferred orientation (CPO) of ringwoodite because ringwoodite is dominant in the region (~60 vol%) and has single-crystal anisotropy up to ~10% while the second dominant mineral (majoritic garnet, ~40 vol%) is elastically isotropic. Here we show that CPO of ringwoodite cannot account for seismic anisotropy in the lower MTZ by analyzing ringwoodite samples deformed at 17-18 GPa and 1300-1500 K with a deformation-DIA apparatus and by simulating ringwoodite deformation by viscoplastic self-consistent modeling. The deformed ringwoodite samples showed clear CPO patterns primarily attributed to dislocation glide with the 1/2<110>{111} slip system; however, calculated seismic anisotropy of the model mantle rock was less than 0.4%. To explain seismic anisotropy in the lower MTZ, akimotoite is necessary to exist in the lower MTZ, whose CPO can produce seismic anisotropy in this region. In this hypothesis, temperature in the lower MTZ should be lower than its present estimate by more than 200 K because akimotoite is stable at relatively low temperature.

キーワード：マントル遷移層、地震波異方性、リングウッダイト、結晶選択配向、高圧、変形
Keywords: mantle transition zone, seismic anisotropy, ringwoodite, crystallographic preferred orientation, high pressure, deformation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Crystal chemistry and compressibility of $Fe_{0.5}Mg_{0.5}Al_{0.5}Si_{0.5}O_3$ and $FeMg_{0.5}Si_{0.5}O_3$ silicate perovskites at pressures up to 95 GPa.

*Iuliia Koemets[1], Zhaodong Liu[2], Egor Gennadievich Koemets[1], Catherine McCammon[1], Artem Chanychev[1], Tomoo Katsura[1], Michael Hanfland[3], Aleksandr Chumakov[3]

1. Bayerisches Geoinstitut, Universitat Bayreuth, Bayreuth, Germany, 2. Jilin University, Changchun, China , 3. European Synchrotron Radiation Facility (ESRF), Grenoble Cedex, France.

Bridgmanite is widely considered the most abundant mineral in the Earth’ s lower mantle. Its properties control the dynamics of this region and a large number of previous studies have been focused on the behaviour of bridgmanite at mantle conditions. Bridgmanite elasticity may be affected by chemical variations, presence of oxygen vacancies, and pressure-induced high-spin to low-spin transition in iron. In the case of bridgmanite, the effect of pressure-driven spin transitions on bulk modulus is complex, because iron could occupy different crystallographic sites and can occur as both ferrous and ferric iron. In addition, high-pressure experiments with silicate perovskite end-members could provide us with a self-consistent elasticity database and clarify spin transition impact on elasticity.

We investigate crystalline materials with two compositions, $FeMg_{0.5}Si_{0.5}O_3$ and $Fe_{0.5}Mg_{0.5}Al_{0.5}Si_{0.5}O_3$, recovered after experiments in Kawai-type multi-anvil apparatus. After full sample characterization in terms of chemical composition, crystal structure, and iron oxidation state, we performed a series of compressibility experiments in diamond anvil cells up to 95 GPa. During compression, we collected single crystal X-ray diffraction patterns as well as Mössbauer spectra, which allowed us to follow up changes in crystal chemistry and Fe spin state during compression.

Our compressibility study on the Al-rich sample together with previously published data allowed us to reconstruct $FeAlO_3$ end-member compressibility. We found that $FeMg_{0.5}Si_{0.5}O_3$ has a previously unknown structure: the low-pressure phase is corundum-related type (space group *R3*), and above about 15 GPa it transforms to a new silicate double-perovskite. An outstanding feature of the silicate double perovskite structure is two individual octahedral sites; one occupied by Si only, and the other by iron and magnesium. Combining single crystal X-ray diffraction data and results of Mössbauer spectroscopy, we were able to decipher the crystal chemistry behaviour of this phase during iron spin crossover, which is detectable by both compressibility changes of individual polyhedra and variation of Mössbauer hyperfine parameters.

Keywords: silicate perovskite, single crystal X-ray diffraction , Mössbauer spectroscopy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-IT 地球内部科学・地球惑星テクトニクス

2019年5月26日(日) 9:00 ~ 10:30 | A09 東京ベイ幕張ホール

[S-IT24] Attenuation from crust to core: in situ experiments, observaions and implications

コンビーナ:小西 健介(台湾中央研究院地球科学研究所)、片山 郁夫(広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻)、芳野 極(岡山大学惑星物質研究所)、Alexandre Schubnel(CNRS)、座長:Kensuke Konishi(Institute of Earth Sciences)

Most tomographic studies have been focused upon drawing maps of seismic velocity (SV) structures based on seismic data, with the ultimate goal of learning more about the structure and the composition of the mantle. Another key physical property that is accessible from seismic data is seismic attenuation (SA). Due to complications in isolating its intrinsic causes - e.g. local physical changes - and its extrinsic contributions - mainly scattering and other wave-propagation effects - SA has been underutilized. Yet, advances in waveform inversion have in association with recent enhancements of data permitted for a finer, more comprehensive determination of SA, opening the way to structural interpretations.
Difficulties in classifying and modelling the possible causes of intrinsic SA - e.g. temperature, melt, volatiles, and grain size - have also been raised. Increasingly, theoretical and experimental mineral physics have come to document the relationship between the behavior of SA and an assortment of other phenomena - most particularly, partial melt. These results can subsequently be used interpret seismological observations.
Seismic attenuation is critically implicated in structure, composition, and in fine mantle dynamics at the local, regional, and global scales. It may be used to constrain the existence of water in the transition zone; the presence of melt in various regions - for instance around subduction zones; and in the temperature field of the deep mantle - which would, in turn, help to resolve the chemical contribution to SV observed in this region.
In this session, we would like to discuss aspects of mantle attenuation, with the aim of sharing the current state of all relevant fields of study. We welcome contributions from different fields - in particular, from seismology, mineral physics, and geodynamics, as these may advance our mutual comprehension of SA and its implications; and lay the groundwork for future research and applications thereof.

9:00 ~ 9:15

[SIT24-01] Anomalous Vp/Vs Ratios at Seismic Frequencies Might Evidence Highly Damaged Rocks in Subduction Zones

*Alexandre Schubnel[1]、Lucas Pimienta[2]、Marie Violay[2]、Jérome Fortin[1]、Hélène Lyon-Caean[1] (1.Laboratoire de Géologie, ENS PARIS、2.EPFL, Switzerland)

9:15 ~ 9:30

[SIT24-02] Imaging crustal seismic attenuation, central Taupo Volcanic Zone, New Zealand

*Stephen C Bannister[1]、Sandra Bourguignon[1]、Ted Bertrand[1]、Cameron Asher[1] (1.GNS Science)

9:30 ~ 9:45

[SIT24-03] 海洋アセノスフェア地震学的構造に対する新たな制約

★招待講演

*竹内 希[1]、川勝 均[1]、塩原 肇[1]、一瀬 建日[1]、杉岡 裕子[2]、伊藤 亜妃[3]、歌田 久司[1] (1.東京大学地震研究所、2.神戸大学、3.海洋研究開発機構)

9:45 ~ 10:00

[SIT24-04] Frequency effects on elastic properties of saturated porous rocks: Experimental investigations

★Invited Papers

*Jerome Fortin[1] (1.Laboratoire de Géologie, Ecole Normale Superieure - Paris)

10:00 ~ 10:15

[SIT24-05] Rock anelasticity due to grain boundary premelting

★Invited Papers

*武井 康子[1]、山内 初希[1]、角田 明博[1] (1.東京大学地震研究所)

10:15 ~ 10:30

[SIT24-06] Experimental study of the effects of partial melting on anelasticity: toward quantitative interpretations of seismic high attenuation

*山内 初希[1]、武井 康子[1] (1.東京大学地震研究所)

Anomalous Vp/Vs Ratios at Seismic Frequencies Might Evidence Highly Damaged Rocks in Subduction Zones

*Alexandre Schubnel[1], Lucas Pimienta[2], Marie Violay[2], Jérome Fortin[1], Hélène Lyon-Caean[1]

1. Laboratoire de Géologie, ENS PARIS, 2. EPFL, Switzerland

Unusually high compressional (P) to shear (S) wave velocity ratios (Vp/Vs) were measured at different subduction zones and interpreted as fluid-pressurized regions. Because no laboratory data reported such high values in isotropic rocks, mineralogical or anisotropic constrains were assumed. However, fluid-saturated rocks' Vp/Vs is a frequency-dependent property so that standard laboratory measurements cannot be directly upscaled to the field. Using a new methodology, we measured the property in the elastic regime relevant to field measurements for diverse lithologies. We obtained extreme Vp/Vs values, consistent with those reported at seismic frequency in the field. Consistently with a model, it shows that if high fluid pressure is a key factor, anomalous Vp/Vs values could evidence intense degrees of microfracturation in isotropic rocks, whichever its mineralogical content. The permeability of these regions could be larger than 10^{-16} m^2.

Keywords: VP/Vs ratio, undrained / drained deformation, fluids

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Imaging crustal seismic attenuation, central Taupo Volcanic Zone, New Zealand

*Stephen C Bannister[1], Sandra Bourguignon[1], Ted Bertrand[1], Cameron Asher[1]

1. GNS Science

Since 2009 we have deployed broadband and short-period seismometers across a 90 km by 55 km area in the central Taupo Volcanic Zone, New Zealand, encompassing part of the Okataina Volcanic Centre and the Kapenga (Ngakuru) graben, as well as more than 8 hydrothermal systems, including Rotokawa, Wairakei, Mokai, Ohaaki, Waikite, Waimangu, Rotomahana, and Rotorua. Seismic acquisition was carried out using rolling arrays occupying more than 60 sites, with an average spacing of 6-7 km.
We have now undertaken event detection and location analysis for c.900 earthquakes using the seismic data, inverting arrival times to derive 3-D volumes for Vp and Vp/Vs, and using spectral data from the best earthquakes to derive a 3-D volume for Qp (1/attenuation). Our path coverage and density is good between 2 kms and 8 kms depth, as visualised using calculated raypath density tensors, and as confirmed by synthetic modelling. We find low Qp (Qp<200) anomalies in the 3D volume have a strong association with low resistivity anomalies highlighted from magnetotelluric data collected in the same region, as well as with seismicity swarms; we link these features to partial melt and the effect of volatiles in the mid- and upper crust

Keywords: Seismic attenuation, Taupo Volcanic Zone

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

海洋アセノスフェア地震学的構造に対する新たな制約
New Constraints on Seismological Structures of the Oceanic Asthenosphere

*竹内 希[1]、川勝 均[1]、塩原 肇[1]、一瀬 建日[1]、杉岡 裕子[2]、伊藤 亜妃[3]、歌田 久司[1]
*Nozomu Takeuchi[1], Hitoshi Kawakatsu[1], Hajime Shiobara[1], Takehi Isse[1], Hiroko Sugioka[2], Aki Ito[3], Hisashi Utada[1]

1. 東京大学地震研究所、2. 神戸大学、3. 海洋研究開発機構
1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 2. Kobe University, 3. JAMSTEC

The oceanic lithosphere and asthenosphere are one of the most fundamental features in the plate tectonics. Oceanic asthenosphere is characterized by lower S velocity (lower Vs) and stronger S attenuation (lower Qs), which shows sharp contrast with oceanic lithosphere. These features have been primarily constrained by lower frequency surface waves observed in higher quality land data. To reveal higher frequency features (or frequency dependency) and P structures (or relative behavior of P and S anomalies), in-situ observations on the seafloor would be critical.

In this presentation, we present our recent results on new features revealed by our BBOBS observations. We deployed BBOBSs in the northwestern Pacific (NOMan project) during 2010-2014. Long term and in-sits observations enabled us quantitative inference on the frequency dependent attenuation and Vp/Vs structures of the oceanic lithosphere-asthenosphere system (LAS). We previously analyzed higher frequency scattered waves and reported that the attenuation in the oceanic lithosphere is weak and frequency dependent, while that in the oceanic asthenosphere is strong and frequency independent (Takeuchi et al., 2017, Science). We recently analyzed longer period P body waveforms and revealed Vp/Vs of the LAS. The results show that P velocity reduction in the asthenosphere is large (~6.1%) and is comparable with S velocity reduction observed by surface waves (~7%). The results suggest that Vp/Vs is comparable between the lithosphere and the asthenosphere.

The stronger attenuation and lower velocities in the oceanic asthenosphere has been previously attributed to either of partial melt (Anderson et al. 1970), elevated water content (Hirth and Kohlstedt 1996), or reduced grain size (Jackson amd Faul 2010). Grain boundary softening by solid-state-mechanism (Takei et al. 2014) and flaws in the regular atomic packing under oxidising condition (Cline et al. 2018) are also reported by recent laboratory experiments. It is not straightforward to propose the mechanism which reconcile all of our observations, however, at the time of presentation, we plan to discuss consistency and inconsistency of each mechanism with our results.

キーワード：地球内部構造、プレートテクトニクス
Keywords: Earth's internal structure, plate tectonics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Frequency effects on elastic properties of saturated porous rocks: Experimental investigations

*Jerome Fortin[1]

1. Laboratoire de Géologie, Ecole Normale Superieure - Paris

Comparing ultrasonic measurements (1 MHz) in the laboratory and seismic (100 Hz) or logging (10 kHz) measurements at the field scale is not straightforward due to the dispersion of body-wave velocities. In rocks fully saturated by a Newtonian fluid, dispersion is related to fluid flow at different scales, separating three regimes: the drained, undrained, and unrelaxed regimes.

In this work, the elastic dispersion and attenuation of different sedimentary rocks have been measured over a large frequency range. To cover the frequency range, forced oscillations (0.004 to 100 Hz) and ultrasonic (1 MHz) measurement techniques were done in a triaxial cell, at various differential pressures, on samples saturated by fluids of very different viscosity. The forced oscillations include both hydrostatic and axial oscillations to deduce the bulk and Young moduli, respectively.

For all the samples, we observe the drained–undrained transition and its consequence on the attenuation and the elastic moduli dispersion. Biot-Gassmann’s theory is found to be valid to explained the increased of the elastic moduli from the drained to the undrained regime. Some samples exhibit a second transition from the undrained to the unrelaxed regime, and is explained a squirt-flow mechanism. For this second transition, the rock microstructure, especially the crack density and the crack aspect ratio seems to be the major contributor of the magnitude of the dispersion and attenuation.

Keywords: porous rock, velocity dispersion, squirt-flow

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Rock anelasticity due to grain boundary premelting

*武井 康子[1]、山内 初希[1]、角田 明博[1]
*Yasuko Takei[1], Hatsuki Yamauchi[1], Akihiro Tsunoda[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo

Recently, rock anelasticity has become a matter of concern because it provides a solid-state mechanism causing seismic low velocity and high attenuation in the upper mantle (e.g., asthenosphere). It overcomes the difficulty to interpret the seismological observations in a consistent manner with the geochemical constraint that melt fraction possible in the partially molten mantle is very small (< 0.1%, e.g., Stracke et al., 2006, EPSL). Experimental data obtained in our laboratory by using a rock analogue (binary eutectic system of organic polycrystals) demonstrate the existence of such solid-state mechanism. Our experimental results show that anelastic relaxation by grain boundary sliding is significantly enhanced from just below the eutectic temperature Te (> 0.9Te), probably due to the occurrence of grain boundary premelting (Yamauchi & Takei, 2016, JGR, Takei, 2017, Ann. Rev.). We will report our recent experimental and theoretical approaches to understanding the mechanical consequences and underlying physics of premelting.

Temperature dependence of viscosity η and attenuation Q^{-1} of a rock usually follows the Arrhenius law: $\eta = \eta_0 \exp(H/RT)$ and $Q^{-1} = Q^{-1}(f/f_M)$ with $f_M = f_0 \exp(-H/RT)$. Then, temperature dependence of shear wave velocity V_S is calculated as $d\ln V_S/d\ln T = [d\ln V_S/d\ln T]_{anh} - 2(H/RT)Q_S^{-1}/\pi$, where the first and second terms represent anharmonic and anelastic effects, respectively. This equation has long been used in seismology [e.g., Anderson, 1989]. The temperature dependence, $d\ln V_S/d\ln T$, estimated from this equation by using the observed seismic attenuation Q_S^{-1} is small, indicating that seismic discontinuity cannot be explained by a solid-state mechanism. However, we found that the Arrhenius law starts to break down at the onset of premelting, causing much steeper reductions in V_S and in η than the expectations from the Arrhenius law. Our results show that not only low velocity and high attenuation, but also seismic discontinuity and weak asthenosphere can be explained by premelting, without invoking melt.

In order to clarify the physical mechanism of premelting, we applied to our data the thermodynamic model of grain boundary developed for a binary eutectic system (Tang et al., 2006, Phys. Rev. Lett.). The model predicts a significant increase in grain boundary disorder from just below the eutectic temperature. Such structural transition in grain boundary explains well the breakdown of the simple Arrhenius law in the mechanical properties controlled by the grain boundary diffusivity. In the Earth sciences, occurrence of grain boundary premelting has been known for ice (pure system), but not for a rock (multi-component system). Because a binary eutectic system is the simplest case of a multi-component system, our result indicates the occurrence of premelting in the mantle.

キーワード：非弾性、粒界プレメルティング、アセノスフェア
Keywords: anelasticity, grain boundary premelting, asthenosphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Experimental study of the effects of partial melting on anelasticity: toward quantitative interpretations of seismic high attenuation

*山内 初希[1]、武井 康子[1]
*Hatsuki Yamauchi[1], Yasuko Takei[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

In the mantle wedges near subduction zones, seismic high attenuation $Q^{-1} > 0.01$ (or low $Q < 100$) is observed (e.g., Abers et al., 2014, G^3). Partial melting is generally considered as the main cause, but it is still difficult to interpret quantitatively how much melt exist there or how high temperature is. Although poroelastic effect of melt can be estimated theoretically (e.g., Takei, 2002, *JGR*), anelastic effect of melt is poorly understood. Recently, we experimentally captured that, when melt fraction is larger than 1%, anelastic relaxation of polycrystalline material is significantly enhanced by melt (Yamauchi and Takei, 2016, *JGR*). However, accurate measurement of the effect of melt on anelasticity is difficult, because a rapid grain growth occurs at the onset of melting, obscuring the effect of melt. In this study, we develop a new method to prepare samples suitable for the measurement of melt effect, perform the measurement, and establish a model of rock anelasticity applicable to the mantle both at subsolidus and supersolidus temperatures.

We use polycrystalline aggregates made from borneol + diphenylamine binary eutectic system (eutectic or solidus temperature T_m = 316 K) as a partially molten rock analogue. This system has an equilibrium microstructure similar to that of olivine + basalt system (Takei, 2000, *JGR*). Samples used in this study have a few wt% diphenylamine. Above T_m, all diphenylamine grains disappear into the melt phase. In Yamauchi and Takei (2016), to prevent the rapid growth of borneol grains during the mechanical tests at supersolidus temperatures, testing samples were pre-annealed at the supersolidus temperature ($T/T_m \simeq$ 1.03), cooled, and again partially molten to measure the melt effect without grain growth. In this previous experiment, quenched melt network remained even at $T/T_m < 1$. Therefore, the effect of microstructural change at $T/T_m = 1$ from dispersed diphenylamine grains to a connected melt network could not be examined. We have to improve the sample preparation method to clarify the effect of melt-network formation so that we can detect the existence/nonexistence of melt in the upper mantle by using the seismic data.

In this study, after partially melting a sample at supersolidus temperature ($T/T_m \simeq 1.03$) for grain growth, we kept the sample at just below the solidus ($T/T_m \simeq 0.99$) to promote the growth of diphenylamine grains from the quenched melt network. After 50-80 days, we successfully obtained a sample which is composed of large borneol grains and dispersed diphenylamine grains. We prepared two samples with melt fractions 4.5% and 3.7%. We will prepare an additional sample with different melt fraction. Using these samples, accurate measurements of elasticity at 1 MHz, anelasticity at 10^{2}-10^{-4} Hz, and viscosity will be performed at various temperatures from below to above the solidus temperature (T/T_m = 0.89 to 1.01). Data at $T/T_m < 1$ can be used to reproduce the subsolidus effect (due to grain-boundary premelting) captured in Yamauchi and Takei (2016). Data at $T/T_m \geqq 1$ can be used to clarify the melt effect. In the presentation, we will show these mechanical data and discuss seismological implications inferred from them.

キーワード：非弾性、地震波高減衰、部分溶融、メルト効果、メルトネットワーク

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: anelasticity, seismic high attenuation, partial melting, the effect of melt, melt network

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-IT 地球内部科学・地球惑星テクトニクス

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_17

[S-IT24] Attenuation from crust to core: in situ experiments, observaions and implications

コンビーナ:小西 健介(台湾中央研究院地球科学研究所)、片山 郁夫(広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻)、芳野 極(岡山大学惑星物質研究所)、Alexandre Schubnel(CNRS)

Most tomographic studies have been focused upon drawing maps of seismic velocity (SV) structures based on seismic data, with the ultimate goal of learning more about the structure and the composition of the mantle. Another key physical property that is accessible from seismic data is seismic attenuation (SA). Due to complications in isolating its intrinsic causes - e.g. local physical changes - and its extrinsic contributions - mainly scattering and other wave-propagation effects - SA has been underutilized. Yet, advances in waveform inversion have in association with recent enhancements of data permitted for a finer, more comprehensive determination of SA, opening the way to structural interpretations.
Difficulties in classifying and modelling the possible causes of intrinsic SA - e.g. temperature, melt, volatiles, and grain size - have also been raised. Increasingly, theoretical and experimental mineral physics have come to document the relationship between the behavior of SA and an assortment of other phenomena - most particularly, partial melt. These results can subsequently be used interpret seismological observations.
Seismic attenuation is critically implicated in structure, composition, and in fine mantle dynamics at the local, regional, and global scales. It may be used to constrain the existence of water in the transition zone; the presence of melt in various regions - for instance around subduction zones; and in the temperature field of the deep mantle - which would, in turn, help to resolve the chemical contribution to SV observed in this region.
In this session, we would like to discuss aspects of mantle attenuation, with the aim of sharing the current state of all relevant fields of study. We welcome contributions from different fields - in particular, from seismology, mineral physics, and geodynamics, as these may advance our mutual comprehension of SA and its implications; and lay the groundwork for future research and applications thereof.

[SIT24-P01] 水に飽和した花崗岩の三軸試験中での地震波減衰の測定

*片山 郁夫[1]、山田 恵也[1]、財間 寛太[1] (1.広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻)

[SIT24-P02] Waveform inversion for the radial elastic and anelastic structure of the lowermost mantle beneath Central America and the Caribbean

*Anselme F. E. Borgeaud[1,2]、Frederic Deschamps[1]、Kensuke Konishi[1]、Kenji Kawai[2]、Robert J. Geller[2] (1.Institute of Earth Sciences, Academia Sinica、2.Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, University of Tokyo)

[SIT24-P03] 3-D elastic and anelastic structure of the lowermost mantle beneath the western Pacific from finite-frequency tomography

*小西 健介[1]、冨士 延章[2]、Deschamps Frederic[1] (1.台湾中央研究院地球科学研究所、2.パリ地球物理研究所)

[SIT24-P04] **Inferring the lowermost mantle thermo-chemical structure beneath the Western Pacific with seismic attenuation and shear-wave speed anomalies**

*Frederic Deschamps[1]、Kensuke Konishi[1]、Nobuaki Fuji[2]、Laura J Cobden[3] (1.Academia Sinica、2.Institut de Physique du Globe de Paris、3.Utrecht University)

[SIT24-P05] Intrinsic attenuation factor Q of partially molten Fe–S–O system

*Chao Liu[1]、Takashi Yoshino[1] (1.Institute for Planetary Materials, Okayama University)

[SIT24-P06] サーマルクラックの入った花崗岩における間隙水圧の弾性波減衰への影響

*山田 恵也[1]、澤山 和貴[2]、片山 郁夫[1] (1.広島大学、2.九州大学)

水に飽和した花崗岩の三軸試験中での地震波減衰の測定

Attenuation of seismic wave in water-saturated granite during triaxial deformation

*片山 郁夫[1]、山田 恵也[1]、財間 寛太[1]
*Ikuo Katayama[1], Keiya Yamada[1], Kanta Zaima[1]

1. 広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻
1. Department of Earth and Planetary Systems Science, Hiroshima University

Rock microfracturing significantly affects attenuation of seismic wave as well as seismic velocity. In this study, seismic wave attenuation in fluid-saturated granite was estimated during triaxial deformation experiments, with particular attention focused on how microfracturing affects the attenuation.
Fine-grained Aji granite was used for experiments, with 40 mm long and 20 mm in diameter. Triaxial experiments were carried at a constant strain-rate of ~10^{-6} s^{-1} under confining pressure of 20 MPa and pore pressure of 10 MPa. During deformation, elastic wave was monitored by a pulse transmission method using both P and S wave transducers with a resonant frequency of 2 MHz. In the early stage of deformation, amplitudes of both P and S waves increase slightly due to closure of preexisting cracks and then decrease due to nucleation and growth of microcracks as the sample approaches failure, with agreement of changes in seismic velocity. Change in amplitude of shear wave tends to be larger than compressional wave, similar to those observed in fluid-saturated sandstone, suggesting that inter-crack fluid flow acts as a main source of energy dissipation. We use these wavelets to estimate attenuation (quality factor) using the spectral ratio method described by Toksoz et al. (1979); the results will be presented during the meeting.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Waveform inversion for the radial elastic and anelastic structure of the lowermost mantle beneath Central America and the Caribbean

*Anselme F. E. Borgeaud[1,2], Frederic Deschamps[1], Kensuke Konishi[1], Kenji Kawai[2], Robert J. Geller[2]

1. Institute of Earth Sciences, Academia Sinica, 2. Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, University of Tokyo

The origin of velocity anomalies in the lowermost mantle, e.g., thermal, chemical, or due to phase transition, is still debated. Intrinsic seismic attenuation (Q) strongly depends on temperature, thus could provide additional constraints on the thermal contribution to seismic anomalies in the lowermost mantle. In this study, we investigate the radial (1-D) elastic (Vs) and anelastic (Q) structure of the lowermost mantle beneath Central America and the Caribbean using waveform inversion. We use ~50 intermediate and deep focus earthquakes in South America recorded at the USArray and other small networks between 2004–2015. Waveforms are filtered between 12.5–200 s and cut ~20 s before the arrival of the direct S phase, and ~60 s after the arrival of the ScS phase. We use the S phase as a reference phase to correct for the effects of the structure near the events and receivers on the travel-time and amplitude of ScS waveforms (Konishi et al., 2017). Synthetic tests show that we can resolve the 1-D Q and Vs structures of the lowermost mantle, with some amount of tradeoff between them. In an attempt to reduce the tradeoff between the Vs and Q structure, we perform iterative inversion inferring in a first step the Vs structure only, and in a second step the Vs and Q structures simultaneously.

Keywords: Seismic attenuation, Waveform inversion, Lowermost mantle

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

3-D elastic and anelastic structure of the lowermost mantle beneath the western Pacific from finite-frequency tomography

*小西 健介[1]、冨士 延章[2]、Deschamps Frederic[1]
*Konishi Kensuke[1], Nobuaki Fuji[2], Frederic Deschamps[1]

1. 台湾中央研究院地球科学研究所、2. パリ地球物理研究所
1. Institute of Earth Sciences, Academia Sinica, 2. Institut de Physique du Globe de Paris

We introduce a finite-frequency tomography method as to simultaneously obtain 3-D shear velocity (V_S) and seismic attenuation (described as quality factor Q) structures using travel time and amplitude data. We apply this method to the mapping of V_S and Q structure in the lowermost mantle beneath the western Pacific, at an edge of the Pacific large low shear velocity province (LLSVP). We used S and ScS waves of seismograms for 31 earthquakes which occurred around the region of Tonga and Fiji. Our dataset consists of the transverse components of 1341 traces obtained from the F-net Japanese seismic station network. The waveform data is rendered to a bandpass filter of a range of 12.5–200 s, corresponding to 0.005–0.08 Hz. Both shear velocity and attenuation (Q) have lower values than PREM at the center of the bottom depth range. This feature is robust per a variety of inversions in different inversion configurations. Based upon the obtained shear velocity and attenuation (Q), we also predict possible temperature anomalies in this region. Discrepancy between the temperature anomalies predicted by the two data sets suggests that shear velocity anomalies result not only from temperature anomalies but chemical anomalis. Assuming that Q-anomalies are a good proxy for temperature, and that compositional anomalies primarily consist of an excess in iron oxide and depletion, we propose a possible thermal and compositional structure for this region. Revisions to fundamental analytical software have been effected such that more varieties of waveform analysis may be performed, utilizing progressively larger datasets. The design of packages for the computation of forward propagation has been refined to greater efficiency. The purpose, for the present, is to enable the Montecarlo inversion of waveforms. We will present the current version of the software, and demonstrate preliminary attempts to perform the Montecarlo inversion.

キーワード：非弾性減衰、最下部マントル、波形インバージョン
Keywords: attenuation, lowermost mantle, waveform inversion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Inferring the lowermost mantle thermo-chemical structure beneath the Western Pacific with seismic attenuation and shear-wave speed anomalies

*Frederic Deschamps[1], Kensuke Konishi[1], Nobuaki Fuji[2], Laura J Cobden[3]

1. Academia Sinica, 2. Institut de Physique du Globe de Paris, 3. Utrecht University

The Earth’ s deep mantle seismic structure is dominated by two large low shear-wave velocity provinces (LLSVPs) located beneath Africa and the Pacific. These structures have been observed by many studies and data sets, but their nature, purely thermal or thermo-chemical, is still debated. Due to trade-off between temperature and composition, maps of shear-wave velocity anomalies (d$\ln V_S$) alone are unable to discriminate between purely thermal and thermo-chemical hypotheses. Seismic shear-wave attenuation, measured by the quality factor Q_S, strongly depends on temperature and may bring additional information on this parameter, allowing to resolve the trade-off between temperature and composition. Here, we invert seismic waveform data jointly for radial models of d$\ln V_S$, and Q_S at two different locations beneath the Pacific, and from a depth of 2000 km down to the core-mantle boundary (CMB). At the Northern Pacific (NP) location, sampling a region around 50º N latitude and 180º E longitude, around V_S and Q_S remain close to the PREM values, representing the horizontal average mantle, throughout the investigated depth-range, with d$\ln V_S$ ~ -0.1% and Q_S ~ 300 (compared to Q_{PREM} = 312). At the Western Pacific (WP) location, sampling the western tip of the Pacific LLSVP and the Caroline plume, both V_S and Q_S are substantially lower than PREM. Importantly, d$\ln V_S$ and Q_S sharply decrease in the lowermost 500 km, from -0.6 % and 255 at 2500 km, to -2.5% and 215 close to the CMB. We then show that WP models cannot be explained by thermal anomalies alone, but require excess in iron of 3.5 to 4.5 % from the CMB up to 2600 km, and about 0.4 to 1.0 % at shallower depths. This later enrichment may be due to the entrainment of small amounts of the Pacific LLSVP material by the Caroline plume. The values of Q_S we observe give an estimate of the temperature anomalies, around 300-400 K close to the CMB, and 150 K at shallower depths. By contrast, NP models may have a purely thermal origin and can be explained by a temperature excess of about 50 K.

Keywords: Seismic waveform, Seismic attenuation, Mantle structure, LLSVP

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Intrinsic attenuation factor Q of partially molten Fe–S–O system

*Chao Liu[1], Takashi Yoshino[1]

1. Institute for Planetary Materials, Okayama University

Heterogeneous seismic structures have been found at the top of the Earth’ s inner core in terms of attenuation and velocity (Iritani et al., 2014; Souriau and Romanowicz, 1997; Tanaka, 2012). The outermost part of the inner core with approximately 30 km thickness shows low attenuation, then attenuation increases beneath this layer (Cao and Romanowicz, 2004; Ibourichene and Romanowicz, 2018; Waszek and Deuss, 2013). The positive and negative correlations between velocity and attenuation were observed from the uppermost inner core in different areas: Pacific center in the inner core has negative correlation and the rest area has positive correlation (Attanayake et al., 2014; Godwin et al., 2018). In this study, experiments on attenuation of partially molten Fe–S–O system were performed to explain the possibility that could cause seismic anomalies.

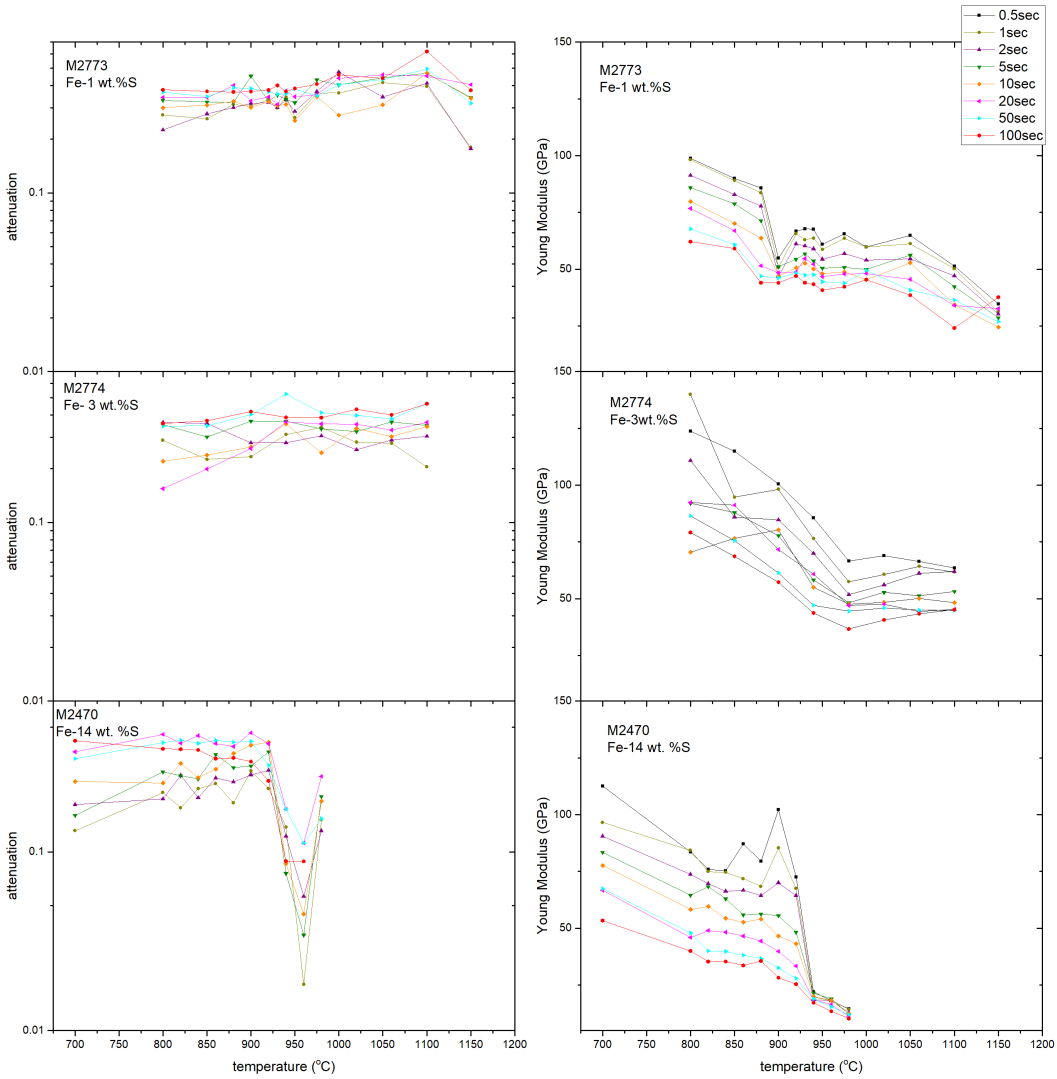
We investigated Fe-S-O system. Sulfur and oxygen are regarded as the representative light element in the Earth’ s core. Fe samples with 1, 3 and 14 wt. % S were synthesized in piston cylinder apparatus at 900° C and 1 GPa. a small amount of oxygen was included accidentally. In-situ X-ray radiographic observations were performed at the bending magnet beam line BL04B1 at SPring-8. Deformation-DIA press with a facility of cyclic loading was used. This system could produce sinusoidal displacement in a wide range of oscillation periods from 0.2 to 100 s and generating variable amplitudes (Yoshino et al., 2016). Q value characterizing intrinsic attenuation was determined by phase lag of sample strain against the reference material at 1 GPa and up to 1200°C.

The experimental results show that frequency dependence of attenuation is not remarkable except for a fine grained-sample, whereas decrease of attenuation was found at 1100 and 920°C for Fe- 1 wt. %S and Fe- 14 wt. %S samples, respectively. The attenuation drop would occur with increasing melt fraction. Experiments of Fe-14 wt. %S sample along heating and cooling paths were done to check the influence of grain growth during experiments. Data obtained from both heating and cooling paths show that abrupt change of the attenuation occurred at around 925°C. The Young’ s modulus calculated from the strain ratio of sample and reference shows strong temperature dependence. An obvious drop occurred between 900 and 980°C in association with the occurrence of partial melting. Relationship between velocity and attenuation anomalies of the Fe–S–O system shows a positive correlation when melt fraction reaches a certain value.

Partial melting could decrease Q^{-1}, which could explain the relative low attenuation on uppermost 30 km layer throughout the top of the inner core. Combing with the positive correlation between attenuation and velocity, a large amount of partial melting could occur on the uppermost 30 km layer of the rest area except the Pacific hemisphere in the inner core.

Keywords: attenuation, partially melting, Young Modulus, inner core

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

サーマルクラックの入った花崗岩における間隙水圧の弾性波減衰への影響
Effect of pore pressure on attenuation of seismic waves in thermally cracked granite

*山田 恵也[1]、澤山 和貴[2]、片山 郁夫[1]
*Keiya Yamada[1], Kazuki Sawayama[2], Ikuo Katayama[1]

1. 広島大学、2. 九州大学
1. Hiroshima University, 2. Kyushu University

弾性波減衰は, 物理探査により地下構造を推定するための重要な物性の1つであり, それはクラックや間隙流体の存在に敏感である. 特に間隙水圧は, 地熱発電や地震に密接に関係する不可欠なパラメータである. 間隙水圧を定量的に推定することや経年変化を観測することは, 正確な地熱貯留層の評価や地震発生の予測に繋がり得る. したがって, 弾性波減衰と間隙水圧の定量的な関係を理解することが重要である. これまでの実験的研究では, 間隙水圧を一定にし, 封圧を増加させて弾性波減衰を測定している. しかしながら, 間隙水圧の変化に着目し弾性波減衰を測定した例は少ない. 本研究では, サーマルクラックの入った花崗岩を用いて三軸圧縮試験を行い, 間隙水圧が弾性波減衰に与える影響を検証した.

本研究で使用した試料は全て庵治花崗岩である. 試料は, 同一のブロックからコアリングし円柱状に成形した（直径20 mm, 長さ40 mm）. サーマルクラックは, 200, 400, 600℃までゆっくり加熱・冷却することで生じさせた. それにより, 空隙率（初期0.6%）は, それぞれ0.8, 0.9, 2.8%まで増加した. 三軸圧縮試験は, 広島大学設置の容器内変形透水試験機を用いて, 室温で無水条件と含水条件（完全な水飽和）で行った. 無水条件では封圧を60 MPaまで増加させ, 含水条件では封圧を60 MPaで一定に保ちながら間隙水圧を50 MPaから大気圧まで減少させた. 弾性波は, 試料の両側面に圧電素子を直接貼り付けてパルス透過法で測定した. 弾性波速度（Vp, Vs）はオシロスコープで記録した波形から算出し, 弾性波減衰（Qp^{-1}, Qs^{-1}）はフーリエスペクトル比法を用いて推定した.

その結果, VpとVsは, 無水条件では封圧の増加に伴い増加するが, 含水条件では間隙水圧の増加に伴い減少した. 減衰において, Qp^{-1}とQs^{-1}は, 無水条件では封圧の増加に伴い減少したが, 含水条件では間隙水圧の増加に伴い増加した. これは封圧によりクラックが閉鎖されることで摩擦による減衰が小さくなったと考えられる. 600℃まで加熱した試料の実験において, 含水条件ではP波の減衰がS波よりも著しく小さくなり, 無水条件と異なる傾向が見られた. これは, 含水条件では間隙水の移動に起因する減衰が生じ, S波へより大きな影響を与えるからだと考えられる. 本研究の結果から, 間隙水圧の増加に対する速度と減衰の応答性は異なり, Vp/Vsは増加するがQp^{-1}/Qs^{-1}は減少する. 減衰は速度よりも大きく変化し, 間隙水圧の変化に敏感であるので, 弾性波減衰は地下の間隙水圧の変化を観測するのに有効であると言える.

キーワード：弾性波減衰、間隙水圧、弾性波速度、庵治花崗岩、サーマルクラック
Keywords: Elastic wave attenuation, Pore pressure, Elastic wave velocity, Aji granite, Thermal cracking

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-IT 地球内部科学・地球惑星テクトニクス

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_30

[S-IT24] Attenuation from crust to core: in situ experiments, observaions and implications

コンビーナ:小西 健介(台湾中央研究院地球科学研究所)、片山 郁夫(広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻)、芳野 極(岡山大学惑星物質研究所)、Alexandre Schubnel(CNRS)

Most tomographic studies have been focused upon drawing maps of seismic velocity (SV) structures based on seismic data, with the ultimate goal of learning more about the structure and the composition of the mantle. Another key physical property that is accessible from seismic data is seismic attenuation (SA). Due to complications in isolating its intrinsic causes - e.g. local physical changes - and its extrinsic contributions - mainly scattering and other wave-propagation effects - SA has been underutilized. Yet, advances in waveform inversion have in association with recent enhancements of data permitted for a finer, more comprehensive determination of SA, opening the way to structural interpretations.
Difficulties in classifying and modelling the possible causes of intrinsic SA - e.g. temperature, melt, volatiles, and grain size - have also been raised. Increasingly, theoretical and experimental mineral physics have come to document the relationship between the behavior of SA and an assortment of other phenomena - most particularly, partial melt. These results can subsequently be used interpret seismological observations.
Seismic attenuation is critically implicated in structure, composition, and in fine mantle dynamics at the local, regional, and global scales. It may be used to constrain the existence of water in the transition zone; the presence of melt in various regions - for instance around subduction zones; and in the temperature field of the deep mantle - which would, in turn, help to resolve the chemical contribution to SV observed in this region.
In this session, we would like to discuss aspects of mantle attenuation, with the aim of sharing the current state of all relevant fields of study. We welcome contributions from different fields - in particular, from seismology, mineral physics, and geodynamics, as these may advance our mutual comprehension of SA and its implications; and lay the groundwork for future research and applications thereof.

[SIT24-P01] 水に飽和した花崗岩の三軸試験中での地震波減衰の測定

*片山 郁夫[1]、山田 恵也[1]、財間 寛太[1] (1.広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻)

[SIT24-P02] Waveform inversion for the radial elastic and anelastic structure of the lowermost mantle beneath Central America and the Caribbean

*Anselme F. E. Borgeaud[1,2]、Frederic Deschamps[1]、Kensuke Konishi[1]、Kenji Kawai[2]、Robert J. Geller[2] (1.Institute of Earth Sciences, Academia Sinica、2.Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, University of Tokyo)

[SIT24-P03] 3-D elastic and anelastic structure of the lowermost mantle beneath the western Pacific from finite-frequency tomography

*小西 健介[1]、冨士 延章[2]、Deschamps Frederic[1] (1.台湾中央研究院地球科学研究所、2.パリ地球物理研究所)

[SIT24-P04] **Inferring the lowermost mantle thermo-chemical structure beneath the Western Pacific with seismic attenuation and shear-wave speed anomalies**

*Frederic Deschamps[1]、Kensuke Konishi[1]、Nobuaki Fuji[2]、Laura J Cobden[3] (1.Academia Sinica、2.Institut de Physique du Globe de Paris、3.Utrecht University)

[SIT24-P05] Intrinsic attenuation factor Q of partially molten Fe–S–O system

*Chao Liu[1]、Takashi Yoshino[1] (1.Institute for Planetary Materials, Okayama University)

[SIT24-P06] サーマルクラックの入った花崗岩における間隙水圧の弾性波減衰への影響

*山田 恵也[1]、澤山 和貴[2]、片山 郁夫[1] (1.広島大学、2.九州大学)

水に飽和した花崗岩の三軸試験中での地震波減衰の測定

Attenuation of seismic wave in water-saturated granite during triaxial deformation

*片山 郁夫[1]、山田 恵也[1]、財間 寛太[1]
*Ikuo Katayama[1], Keiya Yamada[1], Kanta Zaima[1]

1. 広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻
1. Department of Earth and Planetary Systems Science, Hiroshima University

Rock microfracturing significantly affects attenuation of seismic wave as well as seismic velocity. In this study, seismic wave attenuation in fluid-saturated granite was estimated during triaxial deformation experiments, with particular attention focused on how microfracturing affects the attenuation.
Fine-grained Aji granite was used for experiments, with 40 mm long and 20 mm in diameter. Triaxial experiments were carried at a constant strain-rate of ~10^{-6} s^{-1} under confining pressure of 20 MPa and pore pressure of 10 MPa. During deformation, elastic wave was monitored by a pulse transmission method using both P and S wave transducers with a resonant frequency of 2 MHz. In the early stage of deformation, amplitudes of both P and S waves increase slightly due to closure of preexisting cracks and then decrease due to nucleation and growth of microcracks as the sample approaches failure, with agreement of changes in seismic velocity. Change in amplitude of shear wave tends to be larger than compressional wave, similar to those observed in fluid-saturated sandstone, suggesting that inter-crack fluid flow acts as a main source of energy dissipation. We use these wavelets to estimate attenuation (quality factor) using the spectral ratio method described by Toksoz et al. (1979); the results will be presented during the meeting.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Waveform inversion for the radial elastic and anelastic structure of the lowermost mantle beneath Central America and the Caribbean

*Anselme F. E. Borgeaud[1,2], Frederic Deschamps[1], Kensuke Konishi[1], Kenji Kawai[2], Robert J. Geller[2]

1. Institute of Earth Sciences, Academia Sinica, 2. Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, University of Tokyo

The origin of velocity anomalies in the lowermost mantle, e.g., thermal, chemical, or due to phase transition, is still debated. Intrinsic seismic attenuation (Q) strongly depends on temperature, thus could provide additional constraints on the thermal contribution to seismic anomalies in the lowermost mantle. In this study, we investigate the radial (1-D) elastic (Vs) and anelastic (Q) structure of the lowermost mantle beneath Central America and the Caribbean using waveform inversion. We use ~50 intermediate and deep focus earthquakes in South America recorded at the USArray and other small networks between 2004–2015. Waveforms are filtered between 12.5–200 s and cut ~20 s before the arrival of the direct S phase, and ~60 s after the arrival of the ScS phase. We use the S phase as a reference phase to correct for the effects of the structure near the events and receivers on the travel-time and amplitude of ScS waveforms (Konishi et al., 2017). Synthetic tests show that we can resolve the 1-D Q and Vs structures of the lowermost mantle, with some amount of tradeoff between them. In an attempt to reduce the tradeoff between the Vs and Q structure, we perform iterative inversion inferring in a first step the Vs structure only, and in a second step the Vs and Q structures simultaneously.

Keywords: Seismic attenuation, Waveform inversion, Lowermost mantle

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

3-D elastic and anelastic structure of the lowermost mantle beneath the western Pacific from finite-frequency tomography

*小西 健介[1]、冨士 延章[2]、Deschamps Frederic[1]
*Konishi Kensuke[1], Nobuaki Fuji[2], Frederic Deschamps[1]

1. 台湾中央研究院地球科学研究所、2. パリ地球物理研究所
1. Institute of Earth Sciences, Academia Sinica, 2. Institut de Physique du Globe de Paris

We introduce a finite-frequency tomography method as to simultaneously obtain 3-D shear velocity (V_S) and seismic attenuation (described as quality factor Q) structures using travel time and amplitude data. We apply this method to the mapping of V_S and Q structure in the lowermost mantle beneath the western Pacific, at an edge of the Pacific large low shear velocity province (LLSVP). We used S and ScS waves of seismograms for 31 earthquakes which occurred around the region of Tonga and Fiji. Our dataset consists of the transverse components of 1341 traces obtained from the F-net Japanese seismic station network. The waveform data is rendered to a bandpass filter of a range of 12.5–200 s, corresponding to 0.005–0.08 Hz. Both shear velocity and attenuation (Q) have lower values than PREM at the center of the bottom depth range. This feature is robust per a variety of inversions in different inversion configurations. Based upon the obtained shear velocity and attenuation (Q), we also predict possible temperature anomalies in this region. Discrepancy between the temperature anomalies predicted by the two data sets suggests that shear velocity anomalies result not only from temperature anomalies but chemical anomalis. Assuming that Q-anomalies are a good proxy for temperature, and that compositional anomalies primarily consist of an excess in iron oxide and depletion, we propose a possible thermal and compositional structure for this region. Revisions to fundamental analytical software have been effected such that more varieties of waveform analysis may be performed, utilizing progressively larger datasets. The design of packages for the computation of forward propagation has been refined to greater efficiency. The purpose, for the present, is to enable the Montecarlo inversion of waveforms. We will present the current version of the software, and demonstrate preliminary attempts to perform the Montecarlo inversion.

キーワード：非弾性減衰、最下部マントル、波形インバージョン
Keywords: attenuation, lowermost mantle, waveform inversion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Inferring the lowermost mantle thermo-chemical structure beneath the Western Pacific with seismic attenuation and shear-wave speed anomalies

*Frederic Deschamps[1], Kensuke Konishi[1], Nobuaki Fuji[2], Laura J Cobden[3]

1. Academia Sinica, 2. Institut de Physique du Globe de Paris, 3. Utrecht University

The Earth’ s deep mantle seismic structure is dominated by two large low shear-wave velocity provinces (LLSVPs) located beneath Africa and the Pacific. These structures have been observed by many studies and data sets, but their nature, purely thermal or thermo-chemical, is still debated. Due to trade-off between temperature and composition, maps of shear-wave velocity anomalies (d$\ln V_S$) alone are unable to discriminate between purely thermal and thermo-chemical hypotheses. Seismic shear-wave attenuation, measured by the quality factor Q_S, strongly depends on temperature and may bring additional information on this parameter, allowing to resolve the trade-off between temperature and composition. Here, we invert seismic waveform data jointly for radial models of d$\ln V_S$, and Q_S at two different locations beneath the Pacific, and from a depth of 2000 km down to the core-mantle boundary (CMB). At the Northern Pacific (NP) location, sampling a region around 50º N latitude and 180º E longitude, around V_S and Q_S remain close to the PREM values, representing the horizontal average mantle, throughout the investigated depth-range, with d$\ln V_S$ ~ -0.1% and Q_S ~ 300 (compared to Q_{PREM} = 312). At the Western Pacific (WP) location, sampling the western tip of the Pacific LLSVP and the Caroline plume, both V_S and Q_S are substantially lower than PREM. Importantly, d$\ln V_S$ and Q_S sharply decrease in the lowermost 500 km, from -0.6 % and 255 at 2500 km, to -2.5% and 215 close to the CMB. We then show that WP models cannot be explained by thermal anomalies alone, but require excess in iron of 3.5 to 4.5 % from the CMB up to 2600 km, and about 0.4 to 1.0 % at shallower depths. This later enrichment may be due to the entrainment of small amounts of the Pacific LLSVP material by the Caroline plume. The values of Q_S we observe give an estimate of the temperature anomalies, around 300-400 K close to the CMB, and 150 K at shallower depths. By contrast, NP models may have a purely thermal origin and can be explained by a temperature excess of about 50 K.

Keywords: Seismic waveform, Seismic attenuation, Mantle structure, LLSVP

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Intrinsic attenuation factor Q of partially molten Fe–S–O system

*Chao Liu[1], Takashi Yoshino[1]

1. Institute for Planetary Materials, Okayama University

Heterogeneous seismic structures have been found at the top of the Earth’ s inner core in terms of attenuation and velocity (Iritani et al., 2014; Souriau and Romanowicz, 1997; Tanaka, 2012). The outermost part of the inner core with approximately 30 km thickness shows low attenuation, then attenuation increases beneath this layer (Cao and Romanowicz, 2004; Ibourichene and Romanowicz, 2018; Waszek and Deuss, 2013). The positive and negative correlations between velocity and attenuation were observed from the uppermost inner core in different areas: Pacific center in the inner core has negative correlation and the rest area has positive correlation (Attanayake et al., 2014; Godwin et al., 2018). In this study, experiments on attenuation of partially molten Fe–S–O system were performed to explain the possibility that could cause seismic anomalies.

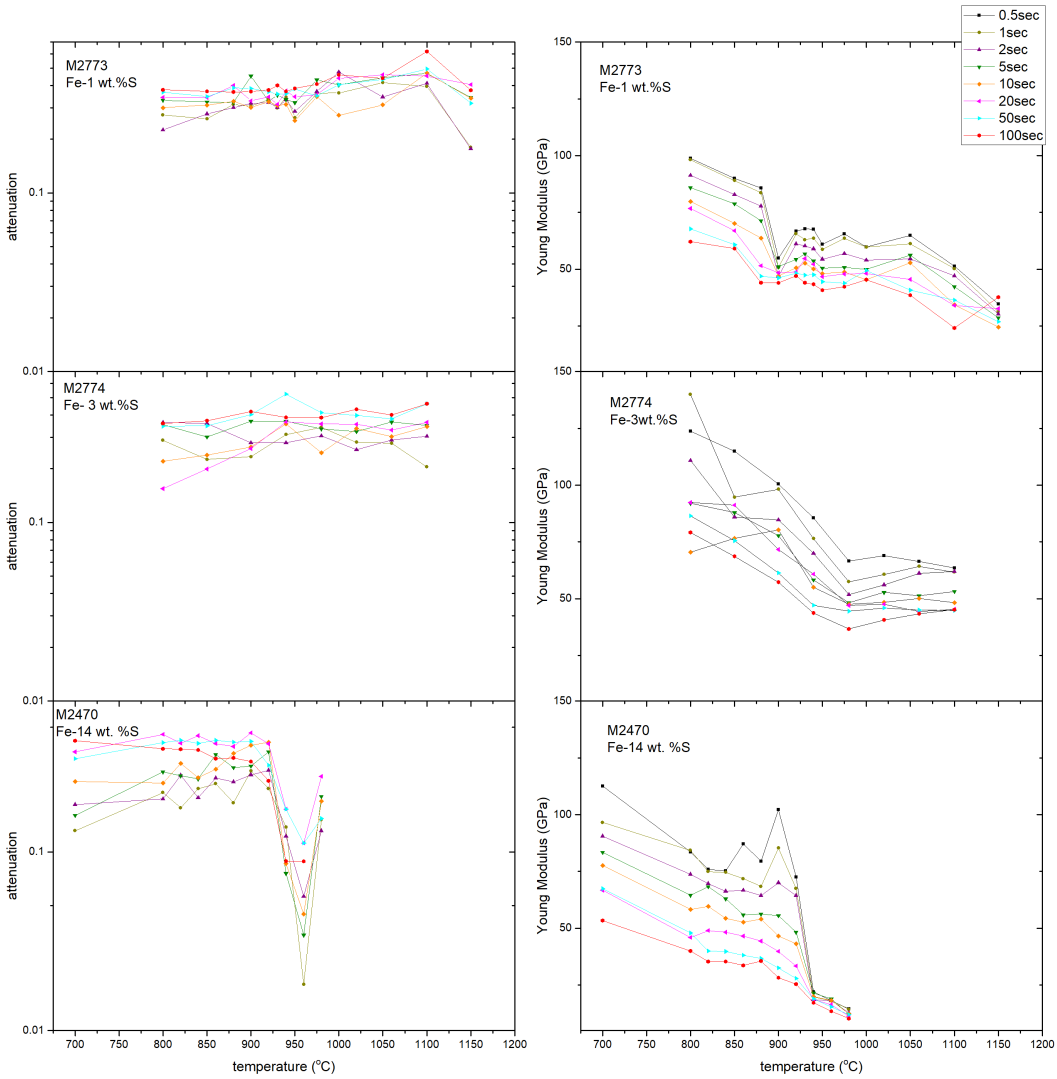
We investigated Fe-S-O system. Sulfur and oxygen are regarded as the representative light element in the Earth’ s core. Fe samples with 1, 3 and 14 wt. % S were synthesized in piston cylinder apparatus at 900° C and 1 GPa. a small amount of oxygen was included accidentally. In-situ X-ray radiographic observations were performed at the bending magnet beam line BL04B1 at SPring-8. Deformation-DIA press with a facility of cyclic loading was used. This system could produce sinusoidal displacement in a wide range of oscillation periods from 0.2 to 100 s and generating variable amplitudes (Yoshino et al., 2016). Q value characterizing intrinsic attenuation was determined by phase lag of sample strain against the reference material at 1 GPa and up to 1200°C.

The experimental results show that frequency dependence of attenuation is not remarkable except for a fine grained-sample, whereas decrease of attenuation was found at 1100 and 920°C for Fe- 1 wt. %S and Fe- 14 wt. %S samples, respectively. The attenuation drop would occur with increasing melt fraction. Experiments of Fe-14 wt. %S sample along heating and cooling paths were done to check the influence of grain growth during experiments. Data obtained from both heating and cooling paths show that abrupt change of the attenuation occurred at around 925°C. The Young’ s modulus calculated from the strain ratio of sample and reference shows strong temperature dependence. An obvious drop occurred between 900 and 980°C in association with the occurrence of partial melting. Relationship between velocity and attenuation anomalies of the Fe–S–O system shows a positive correlation when melt fraction reaches a certain value.

Partial melting could decrease Q^{-1}, which could explain the relative low attenuation on uppermost 30 km layer throughout the top of the inner core. Combing with the positive correlation between attenuation and velocity, a large amount of partial melting could occur on the uppermost 30 km layer of the rest area except the Pacific hemisphere in the inner core.

Keywords: attenuation, partially melting, Young Modulus, inner core

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

サーマルクラックの入った花崗岩における間隙水圧の弾性波減衰への影響
Effect of pore pressure on attenuation of seismic waves in thermally cracked granite

*山田 恵也[1]、澤山 和貴[2]、片山 郁夫[1]
*Keiya Yamada[1], Kazuki Sawayama[2], Ikuo Katayama[1]

1. 広島大学、2. 九州大学
1. Hiroshima University, 2. Kyushu University

弾性波減衰は, 物理探査により地下構造を推定するための重要な物性の1つであり, それはクラックや間隙流体の存在に敏感である. 特に間隙水圧は, 地熱発電や地震に密接に関係する不可欠なパラメータである. 間隙水圧を定量的に推定することや経年変化を観測することは, 正確な地熱貯留層の評価や地震発生の予測に繋がり得る. したがって, 弾性波減衰と間隙水圧の定量的な関係を理解することが重要である. これまでの実験的研究では, 間隙水圧を一定にし, 封圧を増加させて弾性波減衰を測定している. しかしながら, 間隙水圧の変化に着目し弾性波減衰を測定した例は少ない. 本研究では, サーマルクラックの入った花崗岩を用いて三軸圧縮試験を行い, 間隙水圧が弾性波減衰に与える影響を検証した.

本研究で使用した試料は全て庵治花崗岩である. 試料は, 同一のブロックからコアリングし円柱状に成形した（直径20 mm, 長さ40 mm）. サーマルクラックは, 200, 400, 600℃までゆっくり加熱・冷却することで生じさせた. それにより, 空隙率（初期0.6%）は, それぞれ0.8, 0.9, 2.8%まで増加した. 三軸圧縮試験は, 広島大学設置の容器内変形透水試験機を用いて, 室温で無水条件と含水条件（完全な水飽和）で行った. 無水条件では封圧を60 MPaまで増加させ, 含水条件では封圧を60 MPaで一定に保ちながら間隙水圧を50 MPaから大気圧まで減少させた. 弾性波は, 試料の両側面に圧電素子を直接貼り付けてパルス透過法で測定した. 弾性波速度（Vp, Vs）はオシロスコープで記録した波形から算出し, 弾性波減衰（Qp^{-1}, Qs^{-1}）はフーリエスペクトル比法を用いて推定した.

その結果, VpとVsは, 無水条件では封圧の増加に伴い増加するが, 含水条件では間隙水圧の増加に伴い減少した. 減衰において, Qp^{-1}とQs^{-1}は, 無水条件では封圧の増加に伴い減少したが, 含水条件では間隙水圧の増加に伴い増加した. これは封圧によりクラックが閉鎖されることで摩擦による減衰が小さくなったと考えられる. 600℃まで加熱した試料の実験において, 含水条件ではP波の減衰がS波よりも著しく小さくなり, 無水条件と異なる傾向が見られた. これは, 含水条件では間隙水の移動に起因する減衰が生じ, S波へより大きな影響を与えるからだと考えられる. 本研究の結果から, 間隙水圧の増加に対する速度と減衰の応答性は異なり, Vp/Vsは増加するがQp^{-1}/Qs^{-1}は減少する. 減衰は速度よりも大きく変化し, 間隙水圧の変化に敏感であるので, 弾性波減衰は地下の間隙水圧の変化を観測するのに有効であると言える.

キーワード：弾性波減衰、間隙水圧、弾性波速度、庵治花崗岩、サーマルクラック
Keywords: Elastic wave attenuation, Pore pressure, Elastic wave velocity, Aji granite, Thermal cracking

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 9:00 ~ 10:30 | A07 東京ベイ幕張ホール

[S-VC36] 火山・火成活動と長期予測

コンビーナ:及川 輝樹(国立研究開発法人産業技術総合研究所)、長谷川 健(茨城大学理学部地球環境科学コース)、三浦 大助(大阪府立大学 大学院理学系研究科 物理科学専攻)、下司 信夫(産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)、座長:三浦 大助、下司 信夫(産総研　活断層・火山研究部門)

マグマ発生から移動・蓄積、マントルや地殻との相互作用、脱ガス、噴火様式、火山活動の長期予測、噴出物の運搬・定置過程など、マグマの挙動の各過程に関する話題を議論する．また、噴火の確率論的な研究、短・長期的な火山・火成活動史、マグマの物性や各種技術の開発に関する話題も対象とする．

9:00 ~ 9:15

[SVC36-01] ジルコンのU-Pb年代測定から推定される人類史上最大の噴火が起きたトバカルデラの噴火史

*伊藤 久敏[1] (1.一般財団法人電力中央研究所)

9:15 ~ 9:30

[SVC36-02] "箱根東京軽石噴火"の噴火準備過程

*辻原 諒[1,2]、小木曽 哲[1]、佐野 貴司[3]、石橋 秀巳[4] (1.京都大学大学院人間・環境学研究科、2.アジア航測株式会社、3.国立科学博物館、4.静岡大学理学部地球科学科)

9:30 ~ 9:45

[SVC36-03] 阿蘇中央火口丘群起源のテフラに含まれる鉱物のメルト包有物から推定したマグマ供給系の変遷

*永石 良太[1]、長谷中 利昭[2]、鳥井 真之[2]、安田 敦[3]、外西 奈津美[3] (1.熊本大学大学院自然科学研究科、2.くまもと水循環・減災研究教育センター、3.東京大学地震研究所)

9:45 ~ 10:00

[SVC36-04] 洞爺カルデラ噴火をもたらしたマグマシステム

*東宮 昭彦[1]、後藤 芳彦[2]、檀原 徹[3]、デ・シルヴァ シャナカ[4] (1.産業技術総合研究所地質調査総合センター、2.室蘭工業大学、3.(株) 京都フィッション・トラック、4.オレゴン州立大学)

10:00 ~ 10:15

[SVC36-05] Voluminous silicic magma formation for the 30 ka Aira catastrophic caldera-forming eruption: contributions of crust-derived mafic and felsic magmas

*西原 歩[1]、巽 好幸[2,1]、鈴木 桂子[2,1]、金子 克哉[1,2]、木村 純一[3]、常 青[3]、日向 宏伸[4]、宮崎 隆[3]、Bogdan Stefanov Vaglarov[3] (1.神戸大学大学院 理学研究科惑星学専攻、2.神戸大学 海洋底探査センター、3.海洋研究開発機構 地球内部物質循環研究分野、4.神戸市立垂水中学校)

10:15 ~ 10:30

[SVC36-06] 南阿蘇村立野に分布する先阿蘇溶岩の層序と化学組成

*十川 翔太[1]、長谷中 利昭[2]、鳥井 真之[2]、森 康[3] (1.熊本大学　自然科学教育部、2.熊本大学 くまもと水循環・減災研究教育センター、3.北九州市立自然史・歴史博物館)

ジルコンのU-Pb年代測定から推定される人類史上最大の噴火が起きたトバカルデラの噴火史

The entire magmatic history of the Toba Caldera Complex that influenced human evolution, northern Sumatra, inferred from zircon U-Pb geochronology

*伊藤 久敏[1]
*Hisatoshi Ito[1]

1. 一般財団法人電力中央研究所
1. Central Research Institute of Electric Power Industry

約74,000年前に超巨大噴火を起こし，当時の人類に甚大な影響を与えたとされるYoungest Toba Tuff (YTT)の噴出源であるインドネシアのトバカルデラ（Toba Caldera Complex: TCC）のマグマの全活動史を明らかにするために，最初の巨大噴火の産物であるOldest Toba Tuff，YTT噴火後の溶岩ドーム，およびトバカルデラの湖沼堆積物を対象にジルコンのU-Pb年代測定を行った．なお，湖沼堆積物は，凝灰質細粒砂からなり，YTT噴出後に堆積したものであるため，YTTやそれ以前のTCCの噴火履歴を保持していると考えられた．トバカルデラにおけるマグマ活動の開始は，最初の比較的小規模な噴火が1.2 Ma頃に生じたこと等から，少なくとも1.3 Maには始まっていたと推定されていたが，今回のOTTおよび湖沼堆積物の年代測定の結果，TCCのマグマ活動は1.3 Ma頃に開始したことが推定された．また，マグマの生成は0.3 Ma頃がピークであり，約0.07 MaのYTTの噴出時にはジルコンを生じるようなマグマ活動は活発ではなかったことを明らかにした．このことから，YTTの超巨大噴火のトリガーは，噴火当時に大量にマグマが生産されたことが原因ではなく，小規模なマグマの貫入や巨大地震に誘発されたマグマだまりの天井の落下等の別のメカニズムが考えられた．トバカルデラでは，マグマは，100万年以上に亘って，地殻浅部で，ジルコンを溶かす程には高温にならない状態で，断続的に蓄積され，最終的にYTTの超巨大噴火に至った．YTT噴火後の再生ドーム（resurgent dome）の活動の一つとして生じた溶岩ドーム（Tuk Tuk lava dome）のジルコンのU-Pb年代分布は，YTTのそれと一致することから，再生ドームはYTTマグマの残りを使って生じたことが推定された．

キーワード：超巨大噴火、トバカルデラ、U-Pb年代
Keywords: super-eruption, Toba Caldera, U-Pb dating

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

"箱根東京軽石噴火"の噴火準備過程
Pre-eruptive magmatic processes of "Hakone Tokyo Pumice eruption"

*辻原 諒[1,2]、小木曽 哲[1]、佐野 貴司[3]、石橋 秀巳[4]
*Ryo Tsujihara[1,2], Tetsu Kogiso[1], Takashi Sano[3], Hidemi Ishibashi[4]

1. 京都大学大学院人間・環境学研究科、2. アジア航測株式会社、3. 国立科学博物館、4. 静岡大学理学部地球科学科
1. Graduate School of Human and Environmental Studies, Kyoto University, 2. Asia Air Survey Co., Ltd., 3. National Museum of Nature and Science, 4. Faculty of Science, Shizuoka University

箱根火山は首都圏から最も近く，カルデラ形成噴火を数回繰り返してきた活動的な火山のひとつである．箱根火山における最大規模の噴火は，約6万年前に発生した，箱根火山における最新のカルデラである強羅潜在カルデラを形成した噴火(VEI 6)である．この噴火はプリニー式噴火で開始し，続いて火砕流が発生した．プリニー式噴火による降下軽石（箱根東京軽石）は南関東の広域でみられ，火砕流は噴出源から約50km遠方まで到達した（笠間・山下，2008）．この噴火の準備過程を詳細に検討することは，同規模の噴火が今後も起こるリスクを評価する上で非常に重要である．そこで本研究では，降下軽石と火砕流堆積物中の本質物質を対象に噴火準備過程を検討した．

本研究で用いた試料は，神奈川県足柄下郡箱根町芦之湯の谷底露頭から採取した．本質岩片として軽石とスコリアがみられ，軽石にはマフィックエンクレーブを持つものがみられた．本研究ではXRF（国立科学博物館）を用いた全岩主成分・微量元素組成分析を行い，偏光顕微鏡とSEM（京大理学部）を用いた組織解析と，EPMA（京大理学部）を用いた主成分化学組成分析を行った．

軽石は流紋岩からデイサイト（SiO_2=64-71wt.%）で，斜長石，斜方輝石，単斜輝石，磁鉄鉱，チタン鉄鉱，燐灰石，橄欖石の斑晶が見られた．スコリアは安山岩（SiO_2=58-60wt.%）で，斜長石，斜方輝石，単斜輝石，磁鉄鉱，燐灰石，橄欖石の斑晶がみられた．マフィックエンクレーブは玄武岩から玄武岩質安山岩で（SiO_2 ～52 wt.%），斜長石，磁鉄鉱，橄欖石の斑晶がみられた．ガラスと斑晶鉱物の化学組成から，斑晶鉱物と平衡共存するメルト組成が4種類存在することが示唆され，この噴火の直前のマグマだまりには組成的に異なる4種類のマグマが存在したことが考えられる．全岩化学組成はSiO_2 ～67 wt.%で組成トレンドが異なり，SiO_2 > ～67 wt.%の全岩化学組成トレンドと斜長石斑晶の組成累帯構造パターンから，噴火前のマグマは結晶分化作用を経験しており，SiO_2 < ～67 wt.%の全岩化学組成トレンドと斜長石と橄欖石斑晶の組成累帯構造パターンから，噴火前のマグマはマグマ混合を経験していることが示唆される．Fe-Ti酸化物温度計と斜長石-メルト温度含水量計を用いると，噴火前のデイサイト質～流紋岩質マグマの温度は820-880 ℃，含水量は4.2-7.2wt.%と見積られ，メルトが水に飽和していると仮定した場合，噴火前のマグマだまり最浅部の深さは5.5-10.5 kmと見積られる．橄欖石のFe-Mg拡散モデリングにより，最後のマグマ混合から噴火までの時間は30日-1年と見積られた．

以上より，次のような噴火準備過程を考察した．結晶分化したデイサイト質～流紋岩質マグマが深さ≧5.5-10.5kmに存在し，そこに苦鉄質マグマが貫入・混合した．最後のマグマ混合から30日から1年程度経過後に噴火が開始した．

当時のマグマだまり最浅部の深さは，地球物理学的に見積られている現在のマグマだまりの深さ（～10 km: Yukutake et al., 2015) と概ね一致する．このマグマだまりが，今後“箱根東京軽石噴火”と同規模の噴火を起こす可能性を正確に評価するためには，“箱根東京軽石噴火”以降の噴火準備過程の変遷を明らかにする必要がある．

キーワード：箱根火山、噴火準備過程、カルデラ形成噴火
Keywords: Hakone volcano, pre-eruptive magmatic process, caldera-forming eruption

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

阿蘇中央火口丘群起源のテフラに含まれる鉱物のメルト包有物から推定したマグマ供給系の変遷

Transition of magma plumbing system deduced from the melt inclusions contained in tephra minerals originated from Aso central cones.

*永石 良太[1]、長谷中 利昭[2]、鳥井 真之[2]、安田 敦[3]、外西 奈津美[3]
*ryota nagaishi[1], Toshiaki Hasenaka[2], Masayuki Torii[2], ATSUSHI YASUDA[3], Natsumi Hokanishi[3]

1. 熊本大学大学院自然科学研究科、2. くまもと水循環・減災研究教育センター、3. 東京大学地震研究所
1. Graduate of Science and Technology, Kumamoto University, 2. Center for water cycle, marin environment and disaster management , 3. Earthquake Reserach Institute, The University of Tokyo

阿蘇カルデラの中央火口丘群起源の軽石及びスコリアに含まれる鉱物中のメルト包有物分析を行った．阿蘇火山は，4度の火砕流噴火・カルデラ形成後に中央火口丘群の活動が始まり，流紋岩質から玄武岩質の溶岩・テフラを噴出する火山活動が繰り返された．その中で，阿蘇中央火口丘第1~6 軽石 (Aso Central cone Pumice: ACP1~6; 高田，1989) は規模が大きく，阿蘇地域における鍵層になっている．本研究では，後カルデラ期のマグマ供給系の変遷と，大規模火砕流噴火のマグマ供給系との違いを見ることを目的として，ACP2, ACP3, ACP4 と，ACP3 と ACP4 の間に存在するかんらん石に富むテフラ (ACP3/4 スコリアと呼ぶ) に含まれる鉱物，メルト包有物，火山ガラスについて EPMA 分析，FT-IR 分析を行った (安田，2011; Yasuda, 2014)．分析結果をACP1 (Brouillet et al., 2018), 完新世の杵島岳，往生岳，上米塚，中岳スコリア (川口，私信)，さらに Aso-3, Aso-4 大規模火砕流 (Kaneko et al., 2007; Kaneko et al., 2015) の結果と比較した．ACP4 から ACP1 の火山活動で，鉱物の時間変化は見られず，斜長石は，An# = 60~70 に組成が集中し，Aso-3, Aso-4 の斜長石 (An#) とは明瞭に異なる組成を持つ．ACP2 と ACP4 のメルト包有物は，ホスト鉱物による組成の違いは見られず，マトリックスの火山ガラス (ACP4 については，鳥井ほか (2018) より引用) とほとんど同じ組成である．一方，ACP3/4 スコリアのメルト包有物組成はホスト鉱物ごとに大きく異なった．また，ACP3 の輝石に含まれるメルト包有物組成はマトリックスの火山ガラスの組成 (鳥井ほか，2018) と異なる．ACP2, ACP3/4 スコリア，ACP4 のメルト包有物の含水量の最大値は，FT-IR による測定で，それぞれ 3.0, 1.3, 3.8 wt.% と求められた．鉱物・メルト包有物組成，メルト包有物の含水量より，ACP2, ACP4 のマグマだまりの温度・圧力は，ACP2 : 890~920 ℃，2 kbar，ACP4 : 900~920 ℃ (P = 2 kbar と仮定) と推定された．

キーワード：阿蘇火山、メルト包有物、FT-IR
Keywords: Aso volcano, Melt inclusion, FT-IR

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

洞爺カルデラ噴火をもたらしたマグマシステム
Pre-eruptive magma dynamics of the climactic 110ka eruption of Toya caldera, Japan

*東宮 昭彦[1]、後藤 芳彦[2]、檀原 徹[3]、デ・シルヴァ シャナカ[4]
*Akihiko Tomiya[1], Yoshihiko Goto[2], Tohru Danhara[3], Shanaka L de Silva[4]

1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター、2. 室蘭工業大学、3. (株) 京都フィッション・トラック、4. オレゴン州立大学
1. Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 2. Muroran Institute of Technology, 3. Kyoto Fission-Track Co., Ltd., 4. Oregon State University, College of Earth, Ocean and Atmospheric Sciences

[背景・手法] 大規模火砕流を伴うカルデラ形成噴火は，大災害を引き起こすため，的確な事前予測が求められる．それには噴火の準備過程やトリガーの理解が必要であり，適切な対象における詳細な岩石学的分析とマグマ過程推定はその有力手段である．洞爺カルデラ噴火は，新鮮な試料が得られるなど対象として適切であり，さらに火砕流影響範囲内に都市や重要インフラ等が存在することから，その理解は社会的意義も大きい．また，後カルデラ火山として中島と有珠を持ち，後者は日本有数の活火山でもある．

洞爺カルデラには多数の研究例があり(e.g., 鈴木・他, 1970; 池田・勝井, 1986; Machida et al., 1987; Feebrey, 1995; Lee, 1996; 町田・山縣, 1996)，大規模火砕流と広域火山灰を150km^{3}以上放出する破局的噴火を約11万年前に起こしたこと，マグマは高シリカ流紋岩マグマであること，などが判明している．しかし，噴出物のユニット区分や対比は研究者ごとに見解が分かれるほか，岩石学的解釈には不適切な点があった．そこで，新たな地質調査に基づき，ユニット区分や対比の見直し，ユニットごとの分布範囲と噴出量推定などを行なった．さらに，全岩化学組成(XRF)，火山ガラスおよび鉱物化学組成(EPMA, LA-ICP-MS)の分析，および種々の解析を行ない，噴火推移やマグマ過程を見直した．

[結果] 洞爺カルデラ噴出物は下位からunit 1～6に分けられ，噴出量合計は広域火山灰や海没部分を除き36.8km^{3}以上であった［詳細はGoto et al. (2018)を参照］．unit 1は細粒の火山ガラス片からなる降下火山灰層，unit 2, 4, 5, 6は火砕サージ・火砕流堆積物，unit 3はベースサージと降下火砕物の互層である．このうちunit 4やunit 5下部, 6下部は岩塊に富む．本質軽石の大半は白色で，unit 6を除き全岩組成は均質である（SiO_2 ≒77%・K_2O≒2.8-3.2%; Feebrey(1995)のopx-HSRに相当）．unit 6の本質軽石の一部は灰色や縞状で，全岩組成に2種のバリエーションがある．1つは中島の安山岩組成へと向かうもの（同hb-LSR），もう1つは有珠の流紋岩組成まで伸びるもの（同cum-HSR）である．

ガラスおよび鉱物組成も，unit 6でバリエーションが大きい．たとえば斜長石は，An組成の違いからtype-A, -B，-Cに大別できる．このうちtype-A (An≒12)が圧倒的に多い．type-Bは基本的にAn≧90であるが，An≒80のサブグループ(type-B')もみられる．type-Cは，type-C1（An≒20），-C2（≒35），-C3（≒55)に細分され，C2, C3には部分溶融組織がある．直方輝石や磁鉄鉱もほぼ同様のバリエーションを持つ．石英はtype-A，単斜輝石はB'，ホルンブレンドとイルメナイトはC2とC3のみにみられた．マグマA（type-A斑晶を持つマグマ；以下同様）は主マグマ溜まりの珪長質端成分マグマ，マグマBは高温苦鉄質マグマ，それ以外は両者の中間的マグマと考えられる．輝石温度計(Putirka, 2008)，鉄チタン酸化物温度計(Andersen & Lindsley, 1985)，などから見積もった各マグマ温度は，Aが≦800℃，C1, C2, C3, B'が800～890℃，Bが≧900℃，となった．斑晶の微量元素濃度や累帯構造から，C2, C3, B'は近縁で噴火直前までA, C1と物質的やりとりがない，B'はBを元々の起源とする，C1のみ噴火前にAと相互作用した，といったことが推定できた．

type-A斑晶には逆累帯が発達せず，元素拡散の速い磁鉄鉱でも拡散時間は数日以下と短い．一方，type-Bの斜長石や輝石の多くはMgなどが顕著に拡散し，高温マグマ注入から噴火まで数百年程度あった．

[推定されるマグマ過程] 洞爺カルデラ噴火は，水蒸気プリニー式噴火(unit 1)で始まり，大量の火砕サージ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

(unit 2)の放出が続いたが，その後噴出レートが一旦低下して小規模マグマ水蒸気噴火(unit 3)に移行した．しかしほどなくカルデラ陥没が始まり(unit 4)，大規模火砕流放出(unit 5, 6)に至った．unit 2放出によるマグマ溜まり圧力低下が，噴出レートの一旦低下とその後のカルデラ陥没を引き起こしたと考えられる．

噴火直前には，主マグマ溜まりにマグマA（高シリカ流紋岩）が大量に蓄積していたほか，C1, C2, C3, B', Bのマグマが存在した．マグマAはマッシュ状マグマ溜まりから珪長質メルトが分離・蓄積したものであろう(e.g., Wolff et al., 2015)．高温マグマ(B)は数百年以上前に貫入し，上記マッシュとの相互作用によってマグマC2, C3, B'を生じさせた．マグマAには，噴火直前まで高温マグマの影響が全くなく，マグマ混合は噴火直前～最中に受動的に生じたと考えられる．噴火のトリガーは高温マグマ注入ではなく，断層運動など外的トリガー(e.g., Gregg et al., 2015)の可能性が高い．噴火末期にみられるマグマ組成のバリエーションは，中島や有珠との関連を想起させ，更なる再検討が必要である．

キーワード：洞爺カルデラ噴火、イグニンブライト、高シリカ流紋岩、珪長質マグマ、マグマ混合、タイムスケール
Keywords: Toya caldera-forming eruption, ignimbrite, high-silica rhyolite, silicic magma, magma mixing, time scale

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Voluminous silicic magma formation for the 30 ka Aira catastrophic caldera-forming eruption: contributions of crust-derived mafic and felsic magmas

*西原 歩[1]、巽 好幸[2,1]、鈴木 桂子[2,1]、金子 克哉[1,2]、木村 純一[3]、常 青[3]、日向 宏伸[4]、宮崎 隆[3]、Bogdan Stefanov Vaglarov[3]
*Ayumu Nishihara[1], Yoshiyuki Tatsumi[2,1], Keiko Suzuki-Kamata[2,1], Katsuya Kaneko[1,2], Jun-Ichi Kimura[3], Qing Chang[3], Hironobu Hinata[4], Takashi Miyazaki[3], Bogdan Stefanov Vaglarov[3]

1. 神戸大学大学院 理学研究科惑星学専攻、2. 神戸大学 海洋底探査センター、3. 海洋研究開発機構 地球内部物質循環研究分野、4. 神戸市立垂水中学校
1. Department of Planetology, Graduate School of Science , Kobe University, 2. Kobe Ocean-Bottom Exploration Center, 3. Department of Solid Earth Geochemistry, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 4. Kobe Municipal Tarumi Junior High School

Aira catastrophic caldera-forming (CCF) eruption occurred at 30 ka and discharged voluminous silicic magma with a small amount of less silicic magma. In order to understand the genesis of magmas in the Aira CCF eruption, petrological and geochemical characteristics of the juvenile clasts and plagioclase phenocrysts in them were investigated. Important petrological and geochemical features of the Aira ejecta and related rocks are described as follows:
1. Juvenile ejecta discharged by the Aira CCF eruption consist of three types of clasts; white pumice, dark pumice, and scoria clasts. Whole-rock chemical compositions of the dark pumices are less SiO_2 contents (67.5-75.7 wt.%) than those of the white pumices (74.3-77.2 wt.%). The scoria shows andesitic composition (SiO_2=59.0 wt.%).
2. In whole-rock characteristics, the SiO_2-poor juvenile clasts have higher $^{87}Sr/^{86}Sr$ (0.70856±0.00001 of the dark pumice and 0.70738±0.00001 of the scoria) than the white pumice (0.70597±0.00001).
3. An-contents of plagioclase cores in the white and dark pumices show bimodal distributions with peaks of An_{45} and An_{80}, while the scoria contains solely high-An (>An_{65}) plagioclase.
4. In plagioclase phenocrysts of the Aira juvenile clasts, Sr isotopic ratios of the high- and low-An plagioclase cores are different (0.70680±0.00117 and 0.70575±0.00040, respectively).
5. Basement rocks beneath the Aira caldera consist of Shimanto sediments and Miocene granites. These materials have much higher $^{87}Sr/^{86}Sr$ (Shimanto sediments: >0.70965; Miocene granites: >0.70885) than the Aira juvenile clasts.
6. Pre-caldera basaltic lavas, which are the most SiO_2-poor ejecta around the Aira caldera, have lower $^{87}Sr/^{86}Sr$ (0.70425-0.70469) than the Aira juvenile clasts.
The above features suggest that voluminous silicic magma bearing the white pumices in the Aira CCF eruption was produced by mixing between low-$^{87}Sr/^{86}Sr$ felsic and high-$^{87}Sr/^{86}Sr$ mafic magmas, crystallizing the low- and high-An plagioclase, respectively. The low-$^{87}Sr/^{86}Sr$ felsic magma was distinguished from both the upper crust and pre-caldera basaltic materials in $^{87}Sr/^{86}Sr$ characteristics. If the basaltic materials show the mantle signature, the low-$^{87}Sr/^{86}Sr$ felsic magma was derived from a lower crust material. The geochemical signature of the high-$^{87}Sr/^{86}Sr$ mafic magma can be explained by assimilation of high $^{87}Sr/^{86}Sr$ upper crust materials. The lowest $^{87}Sr/^{86}Sr$ recorded in the high-An plagioclase is higher than the whole-rock $^{87}Sr/^{86}Sr$ of the pre-caldera basalts, suggesting the mafic end-member magma for the Aira CCF eruption was the lower crust origin. A frequency ratio of the low- to high-An plagioclase in the white pumice proposed that the mixing ratio of the felsic and mafic magmas was estimated at a ratio of ~8:2, which is consistent with whole-rock $^{87}Sr/^{86}Sr$ variations of the white

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

pumice. In conclusion, the crust-derived low-$^{87}Sr/^{86}Sr$ felsic and high-$^{87}Sr/^{86}Sr$ mafic magmas had contributed to the formation of voluminous magma discharged by the Aira CCF eruption.

キーワード：Aira caldera、caldera-forming eruption、Sr isotope ratio、magma mixing、crustal assimilation
Keywords: Aira caldera, caldera-forming eruption, Sr isotope ratio, magma mixing, crustal assimilation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南阿蘇村立野に分布する先阿蘇溶岩の層序と化学組成
Stratigraphy and petrological relations of pre-Aso volcanic rocks in Tateno district, Minami-Aso village

*十川 翔太[1]、長谷中 利昭[2]、鳥井 真之[2]、森 康[3]
*Shota Togawa[1], Toshiaki Hasenaka[2], Masayuki Torii[2], Yasushi Mori[3]

1. 熊本大学　自然科学教育部、2. 熊本大学 くまもと水循環・減災研究教育センター、3. 北九州市立自然史・歴史博物館
1. Graduate school of science and technology, 2. Center for Water Cycle, Marine Environment and Disaster management, Kumamoto University, 3. Kitakyushu Museum of Natural History and Human History

カルデラ形成を伴うような破局的噴火の先駆活動について理解を深める上で先カルデラ期火山噴出物の地質学的，岩石学的研究は重要である．阿蘇火山先カルデラ期には溶岩流が卓越する火山活動があり，それらの火山噴出物を総称して先阿蘇火山岩類と呼んでいる．本研究では阿蘇火山先カルデラ期の火山活動の変遷を詳細に明らかにするために若い年代の先阿蘇火山岩類が分布するカルデラ西方の地質調査を行い，それを基に採取した溶岩試料の岩石記載・全岩分析・鉱物分析を行った．

調査地域には少なくとも12枚の溶岩流が分布し，層厚は一般に5-20 mである．また溶岩の頂部では板状節理が発達することが多く，風化色を呈する．溶岩底部は明瞭にはクリンカーは識別できないことが多い．溶岩流の間には凝灰角礫岩や赤色土が挟在している．凝灰角礫岩は基質が赤色であり，角礫もしくは亜角礫の単一の礫種からなる．その他にも亜円礫から亜角礫の多様な礫種からなるものも認められる．前者は風化したクリンカーもしくは火砕流堆積物，そして後者は土石流堆積物と考えられる．その他にもたまねぎ状に強風化した溶岩がみられ，見かけ上凝灰角礫岩と類似している．これらをもとに各ルートの柱状図を作成しそれぞれでの層序関係を確認した．

作成した柱状図に基づいて試料採取を行い，各試料の岩石記載を行った．採取した27試料のうち，18試料がかんらん石両輝石安山岩（タイプA），7試料がかんらん石普通角閃石両輝石安山岩（タイプB），1試料がかんらん石単斜輝石安山岩（タイプC），1試料が両輝石安山岩（タイプD）の4タイプの岩種に分けられた．さらに，タイプA，タイプBを詳細に区分するために化学組成分析を行った結果，K_2O含有量に基づいてタイプⅠ-Ⅲの3つに区分した．その結果，タイプAの18試料のうち3試料，タイプBの7試料のうち2試料について顕著な類似性が認められ，この2試料についてのK-Ar年代測定を行った結果，それぞれ0.45±0.04 (Ma)，0.48±0.03 (Ma)の年代値が得られた．岩石記載，化学組成そしてK-Ar年代値の結果はタイプBの2試料が同一の溶岩流である可能性を示す．

阿蘇大橋崩落現場の大崩壊地に分布する先阿蘇溶岩のK-Ar年代値は標高729 mの地点で採取した試料が0.66±0.34(Ma)，標高650 m地点の試料が0.78±0.19(Ma)であった．タイプAのうち顕著な類似性が認められた3試料は大崩壊地より採取した試料であり，標高はそれぞれ690 m，685 m，665 mで年代測定試料の標高の間に分布する．タイプBのうち顕著な類似性が認められた2試料は大崩壊地西方に約1 km離れた標高520 m地点に分布する．従って，大崩壊地に分布する先阿蘇溶岩はタイプB溶岩より標高が100 m以上高いにも関わらず，より古い年代の溶岩が分布していることが分かった．この違いは2つ溶岩流の給源が異なり，より若い溶岩の給源は古い溶岩の給源より標高の低い位置に存在した可能性を示唆する．現在の立野渓谷では黒川に沿って流れた3 kaの赤瀬溶岩がより古い（5.5 ka）立野溶岩の低い位置にへばり付く関係が見られるが，同じ関係が先カルデラ期に存在したこと，断層運動等によって渓谷が形成した可能性が考えられる．

キーワード：先カルデラ期、溶岩流、凝灰角礫岩
Keywords: pre-caldera stage, lava flow, tuff breccia

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 10:45 ~ 12:15 | A07 東京ベイ幕張ホール

[S-VC36] 火山・火成活動と長期予測

コンビーナ:及川 輝樹(国立研究開発法人産業技術総合研究所)、長谷川 健(茨城大学理学部地球環境科学コース)、三浦 大助(大阪府立大学 大学院理学系研究科 物理科学専攻)、下司 信夫(産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)、座長:下司 信夫(産総研　活断層・火山研究部門)、三浦 大助

マグマ発生から移動・蓄積、マントルや地殻との相互作用、脱ガス、噴火様式、火山活動の長期予測、噴出物の運搬・定置過程など、マグマの挙動の各過程に関する話題を議論する．また、噴火の確率論的な研究、短・長期的な火山・火成活動史、マグマの物性や各種技術の開発に関する話題も対象とする．

10:45 ~ 11:00

[SVC36-07] 空中重力偏差法探査からみたカルデラ構造

*二ノ宮 淳[1]、石川 弘真[1]、野上 俊介[1]、中里 佳央[1] (1.住鉱資源開発株式会社)

11:00 ~ 11:15

[SVC36-08] カルデラ形成噴火最初期の細粒流れ堆積物

*富島 千晴[1]、三浦 大助[1]、上澤 真平[2]、宮坂 瑞穂[3] (1.大阪府立大学 大学院理学系研究科 物理科学専攻、2.電力中央研究所　地球工学研究所　地圏科学領域、3.北海道大学大学院理学研究院)

11:15 ~ 11:30

[SVC36-09] 口永良部島で2018年12月から2019年1月に発生した火砕流の特徴

*古川 竜太[1]、及川 輝樹[1]、下司 信夫[1] (1.産業技術総合研究所地質調査総合センター)

11:30 ~ 11:45

[SVC36-10] 富士山の成因とフィリピン海プレートの形状

*原田 靖[1]、高橋 美優[1] (1.東海大学 海洋学部 海洋地球科学科)

11:45 ~ 12:00

[SVC36-11] 非地震性ベーリングスラブの沈み込みによるカムチャッカ最北端における島弧火成活動

*西澤 達治[1]、中村 仁美[2,3,4,5]、Tatiana Churikova[6,7]、Boris Gordeychik[6,8]、Maria Pevzner[9]、石塚 治[2,10]、岩森 光[3,4,11] (1.東京工業大学理学院火山流体研究センター、2.産業技術総合研究所地質調査総合センター活断層・火山研究部門、3.海洋研究開発機構地球内部物質循環研究分野、4.東京工業大学理学院地球惑星科学系、5.千葉工業大学次世代海洋資源研究センター、6.ゲッティンゲン大学地球科学センター、7.ロシア科学アカデミー極東支部火山地震研究所、8.ロシア科学アカデミー実験鉱物研究所、9.ロシア科学アカデミー地質学研究所、10.海洋研究開発機構海洋掘削科学研究開発センター、11.東京大学地震研究所)

12:00 ~ 12:15

[SVC36-12] 東北日本弧地殻深部におけるマグマの酸化還元状態: 一の目潟マール産沈積岩捕獲岩からの制約

*津島 直哉[1]、中村 美千彦[1]、柳田 泰宏、吉田 武義[1] (1.東北大学大学院理学研究科地学専攻地球惑星物質科学講座)

空中重力偏差法探査からみたカルデラ構造
Caldera structure delineated by airborne gravity gradiometry

*二ノ宮 淳[1]、石川 弘真[1]、野上 俊介[1]、中里 佳央[1]
*Atusi NINOMIYA[1], Hiromasa ISHIKAWA[1], Shunsuke NOGAMI[1], Yoshio NAKASATO[1]

1. 住鉱資源開発株式会社
1. Sumiko Resources Exploration and Development Co., Ltd.

空中重力偏差法探査（例えば，JOGMEC，2017）により，カルデラの陥没構造がカルデラ外形に沿った方向の割れ目とそれを切る放射状割れ目との組み合わせからなる多角形を呈することが明らかとなった。この多角形構造は，探査が実施された地域に分布する第四紀カルデラ（屈斜路カルデラ，弟子屈カルデラ，先焼山カルデラ，三途川カルデラ，栗駒山南麓カルデラ，鬼首カルデラ，花山カルデラ，塩原カルデラ，猪牟田カルデラ，阿蘇カルデラ）で共通して見出されたものである。

最近では，空中重力偏差法探査データを用いて，カルデラ構造を可視化できる3次元解析も実施されている。

引用文献：JOGMEC，2017，平成28年度地熱資源ポテンシャル調査報告書

キーワード：空中重力偏差法探査、カルデラ構造
Keywords: airborne gravity gradiometry, caldera structure

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

カルデラ形成噴火最初期の細粒流れ堆積物
The initial fine ash deposit of the Shikotsu caldera-forming eruption at ca. 45 ka

*富島 千晴[1]、三浦 大助[1]、上澤 真平[2]、宮坂 瑞穂[3]
*Chiharu Tomijima[1], Daisuke MIURA[1], Shimpei Uesawa[2], Mizuho Amma-Miyasaka[3]

1. 大阪府立大学 大学院理学系研究科 物理科学専攻、2. 電力中央研究所　地球工学研究所　地圏科学領域、3. 北海道大学 大学院理学研究院
1. Department of Physical Science, Graduate School of Science, Osaka Prefecture University, 2. Central Research Institute of Electric Power Industry, 3. Graduate School of Sciences, Hokkaido University

カルデラ噴火は，火山噴火の中でも最も爆発的な噴火現象である．カルデラ噴火の発生頻度は，我が国では平均して10,000年に一回程度と低頻度であるが，甚大な被害を地球規模で引き起こすと考えられている．我国には，複数のカルデラ火山が存在するが，有史時代に巨大なカルデラ噴火が発生したことはなく，そのような噴火の観測やモニタリングの記録はない．従って，現存する堆積物から噴火に関わる情報を読み解く地質学的手法が有用であると考えられる．本研究では北海道のカルデラ火山である支笏カルデラの最初期の堆積物を対象として研究を行った．

支笏カルデラ火山は、北海道南西部に位置し，約42,000-45,000年前に起こった大規模珪長質噴火によりカルデラが形成された．このカルデラ噴火堆積物の層序研究から次のような噴火シークエンスが推定されている．まず最初期に，マグマ水蒸気爆発が発生した．続いて，大きな時間間隙を示すことなくプリニー式噴火が発生し，降下軽石堆積物が堆積，そしてそれらを覆って大規模火砕流堆積物が堆積した．本研究では，カルデラ噴火の始まりの現象に着目し，最初期のマグマ水蒸気爆発堆積物について，詳細な地質調査を実施した．その結果，降下軽石堆積物の下位に，極めて広範囲に薄く拡がる細粒火山灰層（A1堆積物）を発見し，これが高温の流れ堆積物である可能性を見出したのでここに報告する．

支笏カルデラ形成噴火堆積物の最下層は，マグマ水蒸気爆発起源と考えられる2種類の堆積相が認識される．本研究では，最下部に位置し，結晶質火山灰からなる薄層（A1堆積物）を新たに認識した．上位のA2堆積物は，薄い降下軽石堆積物と火山豆石を含む細粒火山灰層の互層からなる．A1堆積物は，支笏降下軽石堆積物（Spfa-1）の基底部に存在し，クッタラ第一降下軽石（Kt-1）より上位の褐色火山灰質古土壌を直に覆う．この層序学的位置，主に支笏カルデラの東麓側で認められる空間的分布，46,444–45,146 cal yBP (2σ)を示す^{14}C年代測定結果，そして火山ガラス組成分析の結果から，A1堆積物は，支笏カルデラ噴火の最初期堆積物と考えられる．A1堆積物は，肉眼観察で，２つのサブユニットに細分可能である．上部相は細粒から中粒砂サイズで結晶に富む結晶質火山灰からなる(最大30 mm)．下部相 (最大層厚4 mm)はシルトサイズの細粒火山灰でシート状の炭化物を含む．上部相である結晶質火山灰の下底面は，下部相，炭化物相，古土壌を削って波打っているが，上面は平坦な堆積面を保持し，谷埋め相を呈していること，下位層の一部や炭化木片を内部に取り込むことから，A1堆積物は流れ堆積物と考えられる．

A1堆積物を，近傍から遠方にかけて8地点で採取し，0.5φ刻みで粒度分析を行った．その結果、中央粒径(Mdφ)は，カルデラ中心から北北東13km地点で1.26φ，南東70km地点2.25φとなった．また淘汰度(σφ)は，0.38～0.83となり，非常に淘汰が良いことが明らかとなった．この事実は，A1堆積物が，給源からの距離に比例せず，一定の粒度組成を保持したまま70kmの距離を流走し，非常に広範囲に拡がったということを示す．この粒度分析結果を，中央粒径一淘汰度図にプロットすると，全ての試料が降下軽石堆積物の領域に含まれた．これはA1堆積物が細粒で極めて淘汰が良いことを示している．また，軽石を含む降下堆積物であるA2堆積物が，給源からの距離に比例して層厚を減することに対し，A1堆積物は，粒度，層厚共に大きく変化しないという特徴をもつ．

以上から，A1堆積物の重要な特徴は次の3点である．(1) 流れ堆積物の特徴を示すこと．(2) 層厚変化に乏しいこと．給源から約10 km地点で最大層厚30 mm，約70 km地点で最大層厚10 mmである．(3) 構成粒子の粒径がほとんど変化しないこと．（2）と同じ距離で，中央粒径の変化は1φ程度であり極めて小さい．A1堆積

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

物のこのような特徴は，通常のプリニー式噴火やマグマ水蒸気爆発の堆積物とは大きく異なっている．すなわち，極めて遠方まで拡がる，希薄で高温な流れをもたらす噴火様式が必要であることを強く示唆している．このような噴出物の存在は，本格的なカルデラ噴火の前に， 数10km四方の領域が，希薄で高温の流れに襲われた可能性を示すものであり，カルデラ噴火最初期の噴火様式について新たな視点を与えるものである．

キーワード：カルデラ、輸送システム、噴火ダイナミクス
Keywords: Caldera, transport system, eruption dynamics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

口永良部島で2018年12月から2019年1月に発生した火砕流の特徴
Characterization of the Small-volume Pyroclastic Flows from the Kuchinoerabu-jima Volcano during 2018-2019, Southwest Japan

*古川 竜太[1]、及川 輝樹[1]、下司 信夫[1]
*Ryuta FURUKAWA[1], Teruki Oikawa[1], Nobuo Geshi[1]

1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター
1. Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

火口から数百～数㎞程度流下する小規模な火砕流は、様々な噴火様式で発生することから発生頻度が高い現象である．しかし，火砕流は突発的に発生し比較的短期間の間に現象が終了するので直接の詳しい観察例の報告は多くはない．口永良部島火山では2018年12月18日，2019年1月17日，1月29日に発生した噴火で小規模な火砕流が発生した．それぞれの火砕流について，分布や堆積状況や速度の復元などが行えるような映像が得られたので，その判読結果を報告する．

気象庁監視カメラの映像によると，2018年12月18日および2019年1月17日の噴火で発生した火砕流は，いずれも噴火直後に噴煙柱の一部が崩れて発生した．気象庁などにより噴火直後に航空機から撮影された写真を判読した結果，2018年12月18日の火砕流は，新岳火口（中心）から，北西側1.1㎞，南西側0.9㎞，東側0.9㎞の範囲に分布していた．火砕流は，火口周辺では面的に流れ下ったが，山麓に下るにしたがって，地形的に低所の谷沿いを流れ下り，ローブ状に噴出物を堆積させたことが写真から読みとれる．空中写真では樹木の燃えた跡や，火砕流によって立木が倒れた様子はなかった．2019年1月17日の火砕流は，北西側1.9㎞，南西側1.5㎞，東側１㎞の範囲であったが，東側では火砕流の末端部を観察できなかった．火砕物が厚く堆積した領域，火砕物が薄く堆積して，樹木を倒壊させている領域，火山灰が植生に付着して白色～灰色に変色している領域の3種類が認識された．3番目の領域は火砕流の灰かぐらによるものである可能性が高いが，森林火災によると思われる白煙が観察された場所があることから，高温の物質が含まれることを示唆する．2019年1月29日に発生した火砕流は火口からあふれ出るように発生した．気象庁監視カメラの映像から火砕流は新岳火口から西側山麓斜面に最大約600m程度の流下したことが判別できたが，東側については観察記録がない．これらの火砕流は2014～2015年に発生した火砕流の分布（Geshi et al., 2016）と比較すると，同程度か小規模であり，新岳火口の西側に多くの火砕物が流下する傾向は変わっていない．現地での噴火堆積物の検証が期待される．

気象庁の監視カメラ映像を基に、火砕流の流下速度を計測して，2015年の火砕流と比較した．火砕流の平均流下速度は5-47m/sの範囲で，約20-30m/sの値を示すものが多い．最も遠方まで流れた2015年5月29日の火砕流が最も速く，最も短距離であった2019年1月29日が最も遅い．2019年1月29日の火砕流は発生様式が異なるが，それ以外の火砕流は噴煙柱の一部が崩れて発生した点で共通しており，速度の高い火砕流ほど流下距離が長い傾向を示す．小規模な火砕流について複数の発生・流動機構が観察されたことは，過去の噴火堆積物から噴火形態を復元する際に重要な事例となる．

謝辞：気象庁福岡管区気象台地域火山監視・警報センターおよび鹿児島地方気象台には噴火の映像を提供していただいた．ここに記して感謝いたします．

キーワード：口永良部島、火砕流、噴火
Keywords: Kuchinoerabu, pyroclastic flow, eruption

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

富士山の成因とフィリピン海プレートの形状
An explanation of size and position of Mt. Fuji

*原田 靖[1]、高橋 美優[1]
*Yasushi Harada[1], Miyu Takahashi[1]

1. 東海大学 海洋学部 海洋地球科学科
1. School of Marine Science and Technology, Tokai University

日本を代表する富士山には３つの特異性を持つ. 1つはその大きさで, 500km^{3}から1400km^{3}と標準的火山の体積の数倍以上である. ２つ目はその位置で, 那須火山帯から富士山を北端とする富士火山帯までに約200kmの火山空白域が存在する. ３つ目はその深さで, 那須火山帯の多くの火山が100km程度の太平洋プレートの等深線に沿って分布しているのに対し, 富士山付近では約150kmの等深線上にあるということである. 一方, 石賀・梅原(2014)は, 3D描画機能を持つプログラミング言語のVRMLを用いて, 日本列島の地下構造モデルを作成しており, このモデル中のフィリピン海プレートの形状(弘瀬ら, 2008を使用)は, 富士山を中心に逆お椀型の特徴的な形状をしている．そこで本研究では, 富士山の３つの特異性の原因は, フィリピン海プレートの形状に起因するとしてマグマ上昇経路の３次元シミュレーションを行った．その結果, 上の空白域のどの場所から上昇するマグマもフィリピン海プレートに遮られて最終的に富士山付近に到達するという結果が得られた．つまり複数の場所から上がったマグマがフィリピン海プレートの下面を伝って富士山の位置に集まりことで, 富士山が巨大化し, かつ富士山の周辺には火山が出来ないことが示された.

さらに今回用いた弘瀬ら(2008)フィリピン海プレート形状モデルとMatsubara et al.(2017)の地震波速度構造を比較を行い, 一部両者の整合性が悪い場所も見られながらも後者でもフィリピン海プレートの逆お椀型の構造が認められた.

以上から, 大きさ, 位置, 深さの富士山の３つの特異性は, フィリピン海プレート形状のみで説明できると結論付けられる.

キーワード：富士山、フィリピン海プレートの形状、３次元シミュレーション
Keywords: Mt. Fuji, Philippine sea plate, 3D simulation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

非地震性ベーリングスラブの沈み込みによるカムチャッカ最北端における島弧火成活動

Arc magmatism in the northernmost part of Kamchatka caused by the aseismic subducted Bering slab

*西澤 達治[1]、中村 仁美[2,3,4,5]、Tatiana Churikova[6,7]、Boris Gordeychik[6,8]、Maria Pevzner[9]、石塚 治[2,10]、岩森 光[3,4,11]
*Tatsuji Nishizawa[1], Hitomi Nakamura[2,3,4,5], Tatiana Churikova[6,7], Boris Gordeychik[6,8], Maria Pevzner[9], Osamu Ishizuka[2,10], Hikaru Iwamori[3,4,11]

1. 東京工業大学理学院火山流体研究センター、2. 産業技術総合研究所地質調査総合センター活断層・火山研究部門、3. 海洋研究開発機構地球内部物質循環研究分野、4. 東京工業大学理学院地球惑星科学系、5. 千葉工業大学次世代海洋資源研究センター、6. ゲッティンゲン大学地球科学センター、7. ロシア科学アカデミー極東支部火山地震研究所、8. ロシア科学アカデミー実験鉱物研究所、9. ロシア科学アカデミー地質学研究所、10. 海洋研究開発機構海洋掘削科学研究開発センター、11. 東京大学地震研究所
1. Volcanic Fluid Research Center, School of Science, Tokyo Institute of Technology, 2. Institute of Earthquake and Volcano Geology, Geological Survey of Japan, AIST, 3. Department of Solid Earth Geochemistry, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 4. Depeartment of Earth and Planetary Sciences, School of Science, Tokyo Institute of Technology, 5. ORCeNG, Chiba Institute of Technology, 6. GZG, Abt. Geochemie, Universität Göttingen, 7. Institute of Volcanology and Seismology, Far East Branch, Russian Academy of Sciences, 8. Institute of Experimental Mineralogy, Russian Academy of Sciences, 9. Geological Institute, Russian Academy of Sciences, 10. R & D Center for Ocean Drilling Science, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 11. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

沈み込むスラブやプレートの縁部はジオダイナミクスに重要な役割を果たす．例えばプレート境界の強度はプレートの駆動応力やスラブを持たない比較的小さなプレートの回転運動に寄与し（Matsuyama and Iwamori, 2016），沈み込んだ非地震性スラブエッジ起源の流体が地震から推定されるスラブエッジを超えた地域の島弧火成活動に寄与する（Nakamura et al., 2018），スラブエッジの周囲とマントルウェッジ内のマントルフローはそれぞれ，マントル対流におけるトロイダル成分とポロイダル成分を発生させる（Yogodzinsky et al., 2001）．世界最大の海洋プレートである太平洋（PAC）プレートの北西端はカムチャッカの下に沈み込んでおり，3つのほぼ平行な火山帯：Eastern Volcanic Front (EVF), Central Kamchatka Depression (CKD) and Sredinny Range (SR)，から成る巨大な火山弧を形成している．PACプレートの北西端はカムチャッカーアリューシャン弧の交点におけるジオダイナミクスに大きな影響を与えているが，その大半が未解明のままである．例えば，岩石学的に推定されるマントルウェッジ側方方向の温度変化と構造場から予想されるマントルフローの向きとの間の矛盾や，その交点よりも北側における島弧火成活動である（例えば Yogodzinski et al., 2001; Portnyagin et al., 2005; Portnaygin and Manea, 2008）．

我々は，地震学的に推定されたPACスラブエッジより北側に位置する北部SR地域（N-SR），北緯58°05′～58°38′の範囲を調査し，古い楯状溶岩の上に形成された複数の新鮮な第四紀の溶岩流，単成火山や成層火山を発見した．N-SR溶岩は中-K系列に属する玄武岩～安山岩であり，LILEやLREEに富む一方HFSEに乏しい典型的な島弧溶岩の特徴を持つ，これは，地震学的に沈み込んだスラブが発見されていない地域に流体成分が供給されたことを示す．この流体成分のソースとして下部地殻やリソスフェア性マントル或いは非地震性のスラブが挙げられる（例えばVolynets et al., 2010; Nekrylov et al., 2018）．一方，火山フロントのEVFやCKDのKlyuchevskoy火山群の溶岩に比べN-SR溶岩はNbとTaに富む．そのようなNbとTaに富む島弧溶岩は他にも南部SR（S-SR）の第四紀火山（例えばVolynets et al., 2010; Nekrylov et al., 2018）やCKDの最北端に位置するNachikinsky火山とHailula火山（Portnyagin et al., 2005）から報告されている，これらの地域の下には何れもPACスラブの沈み込みに伴う活動的な和達-ベニオフ面が見られないという共通点がある（Gorbatov et al., 1997）．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

一方，我々はN-SRを北西－南東方向に横断する左横ずれ断層を発見した，また同様の断層がN-SRの南側にも複数認められる．それらの断層は7-2 Maにかけて“Kronotski Arc terrain”がカムチャッカに衝突した際の，スラブロールバックを伴う南東方向への海溝後退により形成されたと考えられる．その大規模な変動は，古い沈み込み帯の北部を消滅させ現在の沈み込み帯の構造を形成した（Lander and Shaprio, 2007; Volynets et al., 2010）．しかし，ベーリング（BER）プレートと北部の大陸プレートとの境界付近で発生した地震の震源メカニズム解によれば，BERプレートは北緯67˚，東経176˚地点を軸に時計回りに回転していると考えられる（Gordeev et al., 2015）．このモデルは，BERプレートが北部の古い海溝から今尚沈み込んでおり，この海溝の収束速度は北側へと減少していることを意味する．これはN-SRにおいて若い（第四紀）火山の数が北側へと減少する観測事実と整合的である．従って，沈み込んだ非地震性のBERスラブがその流体成分をマントルウェッジに供給し，地震学的に推定されるPACスラブエッジよりも北側において島弧火成活動を引き起こしていると考えられる．また，高いNbとTaを含む肥沃なマントル成分がカムチャッカの最北端～背弧地域に供給されたプロセスとして次の2つが挙げられる，１）北部PACスラブ周囲のトロイダルフロー，及び２）南東方向へのスラブロールバックに伴う北西方向からのマントルフロー．

キーワード：スラブエッジ、太平洋プレート、カムチャッカ
Keywords: slab edge, Pacific Plate, Kamchatka

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

東北日本弧地殻深部におけるマグマの酸化還元状態: 一の目潟マール産沈積岩捕獲岩からの制約

Redox state of magma in the deep crust beneath NE Japan arc: constraints from cumulate xenoliths from Ichinomegata Maar

*津島 直哉[1]、中村 美千彦[1]、柳田 泰宏、吉田 武義[1]
*Naoya Tsushima[1], Michihiko Nakamura[1], Yasuhiro Yanagida, Takeyoshi Yoshida[1]

1. 東北大学大学院理学研究科地学専攻地球惑星物質科学講座
1. Division of Earth and Planetary Materials Science, Department of Earth Science, Graduate School of Science, Tohoku University

Significant number of previous studies suggest that arc magmas have relatively higher fO_2 than that of mid ocean ridge basalt (MORB) or oceanic island basalt. It has been a matter of debate whether the oxidized nature of subduction zone magmas is derived from the mantle source or acquired through their differentiation in the crust. Behavior of sulfide and sulfate is sensitive to and thus can be a tracer of the redox state (or oxygen fugacity, fO_2) of magmas, because the valence state of sulfur in the magma changes from -2 to +6 through oxidation. The arc's lower crust in the subduction zones has been recently attracting many attentions as a region where magmas may change their chemical compositions significantly. The Ichinomegata maar, located in the back arc of NE Japan, is known for the rare occurrence of deep-crustal xenoliths in subduction zones. A recent petrographic study revealed that mafic xenoliths are fractionated cumulates of the calc-alkaline host magmas (Yanagida et al., 2018). Those cumulates are, therefore, the best samples to investigate the differentiation conditions of arc magmas.

In this study, we found both pyrrhotite and anhydrite from the deep crustal mafic xenoliths from the Ichinomegata maar. Almost all the pyrrhotite grains occur as small rounded inclusions whereas some as relatively large irregular shaped interstitial phases. Pyrrhotite inclusions are mainly in hornblende and some inclusions are in clinopyroxene and plagioclase. Magmatic pyrrhotite shows approximately constant non-stoichiometoric compositions (Fe+Ni+Cu/S) and a trend from Ni-rich to Cu-rich metal composition. Anhydrite occurs as inclusions in plagioclase. The occurrence of anhydrite and the fO_2 calculated from the pyrrhotite non-stoichiometry show fO_2 of +1 log unit above Ni-NiO buffer, which is almost the same as the average value of arc magmas and clearly higher than that of MORB. This study shows that the oxidized nature of the magmas of the Ichinomegata-maar was already achieved in the deep crust and the shallow oxidation model should be discarded.

キーワード：硫化鉱物、硫酸塩鉱物、一の目潟マール、苦鉄質捕獲岩
Keywords: Sulfide , Sulfate , Ichinomegata maar, Mafic xenoliths

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 13:45 ~ 15:15 | A07 東京ベイ幕張ホール

[S-VC36] 火山・火成活動と長期予測

コンビーナ:及川 輝樹(国立研究開発法人産業技術総合研究所)、長谷川 健(茨城大学理学部地球環境科学コース)、三浦 大助(大阪府立大学 大学院理学系研究科 物理科学専攻)、下司 信夫(産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)、座長:古川 竜太、及川 輝樹

マグマ発生から移動・蓄積、マントルや地殻との相互作用、脱ガス、噴火様式、火山活動の長期予測、噴出物の運搬・定置過程など、マグマの挙動の各過程に関する話題を議論する．また、噴火の確率論的な研究、短・長期的な火山・火成活動史、マグマの物性や各種技術の開発に関する話題も対象とする．

13:45 ~ 14:00

[SVC36-13] キュリー温度以下における流紋岩溶岩の変形：神津島砂糠山溶岩

*神尾 匠真[1]、古川 邦之[2]、金丸 龍夫[3]、宇野 康司[1] (1.岡山大学、2.愛知大学、3.日本大学)

14:00 ~ 14:15

[SVC36-14] Evolution of magmatic chemistry for the Asama-Maekake volcano since 10ka revealed by whole-rock chemical analysis of pumice obtained by the trenching of air-fall tephra deposits

*高橋 正樹[1]、安井 真也[1]、金丸 龍夫[1] (1.日本大学文理学部地球科学科)

14:15 ~ 14:30

[SVC36-15] 恵山火山南麓の後期更新世―完新世テフラ堆積物：トレンチ調査結果報告

*三浦 大助[1]、古川 竜太[2]、荒井 健一[3] (1.大阪府立大学 大学院理学系研究科、2.産総研　活断層・火山研究部門、3.アジア航測)

14:30 ~ 14:45

[SVC36-16] 北海道東部，雌阿寒岳，1.4万年前の中マチネシリ噴火の噴火推移とマグマ供給系の変遷

*石毛 康介[1,2]、中川 光弘[1] (1.北海道大学大学院理学院、2.三菱マテリアル（株）)

14:45 ~ 15:00

[SVC36-17] 諏訪之瀬島火山におけるマグマ供給系と噴火・休止様式の変遷

*嶋野 岳人[1]、安田 敦[2] (1.常葉大学大学院環境防災研究科、2.東京大学地震研究所)

15:00 ~ 15:15

[SVC36-18] 三宅島火山における過去約2700年間のマグマ組成の変化

*下司 信夫[1]、及川 輝樹[1] (1.産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)

キュリー温度以下における流紋岩溶岩の変形：神津島砂糠山溶岩
Deformation of a rhyolite lava below the Curie temperature: the Sanukayam lava in Kouzusima Island, Japan

*神尾 匠真[1]、古川 邦之[2]、金丸 龍夫[3]、宇野 康司[1]
*Takuma Kamio[1], Kuniyuki Furukawa[2], Tatsuo Kanamaru[3], Koji Uno[1]

1. 岡山大学、2. 愛知大学、3. 日本大学
1. Okayama University, 2. Aichi University, 3. Nihon University

流紋岩溶岩は粘性が極めて高く、層厚が100mを超えることもある。その厚さと表面のブレッチャにより内部は保温されるので、流動停止後に内部の流動的な溶岩が先端を突き破り (ブレイクアウト)流出することが報告されている (Magnall et al, 2018)。このような時間差のブレイクアウトは災害に発展することも考えられる。そのため、流紋岩溶岩の流動特性を理解する必要があるが、噴出頻度が小さいため直接観察される機会はほとんどない。そこで本研究では、数万年前に噴出したと考えられる神津島砂糠山溶岩の磁気的研究を行い、冷却中における流動様式を明らかにすることを目的とした。

古地磁気試料は溶岩内部の結晶質層の1地点 (7サンプル)、その上部の黒曜石層から1地点 (10サンプル)と黒曜石内部の自破砕脈(Isshiki, 1982; Furukawa et al., 2019)の直上から1地点 (4サンプル)および表面の軽石層の4地点 (各29サンプル)から採取し熱残留磁化(TRM)を測定した。黒曜石部と軽石部を合わせてガラス部と称する。TRM測定の結果、直交面投影図上において、結晶質層および破砕脈直上では各熱消磁段階におけるTRM成分の方位に変化は見られず、単一成分を示した。一方、軽石層の3地点と黒曜石層の1地点では、直交面投影図上において、480℃以下のTRM成分が2回変化していることが明瞭に見られた。軽石の残り1地点では特徴的残留磁化は見られなかった。このことから、流紋岩溶岩内部の流動の過程でガラス質部は、580℃以下において少なくとも２回の変形を被ったことが推察される。またそれらの変形は、溶岩上部の地点ほど低い温度で見られた。これは溶岩内部の温度差であると解釈できるため、各地点における2度の変形はそれぞれ同時に生じたと考えて矛盾はない。軽石層の3地点は変の傾向が互いに似ているのに対して、黒曜石層はそれと傾向が異なることから、流紋岩溶岩の厚いガラス質部は完全に一様な運動ではなかったと考えられる。破砕脈直上の地点では、スフェルライト形成による再加熱のため (Furukawa et al., 2019)TRMがリセットされ、単一成分になったと説明できる。

キーワード：流紋岩溶岩、黒曜石、溶岩変形、神津島、古地磁気学
Keywords: Rhyolite lava, Obsidian, Lava deformation, Kozushima, Paleomagnetism

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Evolution of magmatic chemistry for the Asama-Maekake volcano since 10ka revealed by whole-rock chemical analysis of pumice obtained by the trenching of air-fall tephra deposits

*高橋 正樹[1]、安井 真也[1]、金丸 龍夫[1]
*Masaki Takahashi[1], Maya Yasui[1], Tatsuo Kanamaru[1]

1. 日本大学文理学部地球科学科
1. Department of Earth and Environmental Sciences, College of Humanities and Sciences, Nihon University

The high-resolution stratigraphy of pumice deposits, which were formed by the pumice eruptions of Asama-Maekake volcano, is revealed by the trenching. It is clarified that the pumice beds consist of twenty-three units from As1 to As23 and the eruptive history comprises three active stages (I (9.5 to 8.3ka), II (6.5 to 4.7ka) and III (1.8ka>)) and two dormant stages (1 (8.3 to 6.5ka) and 2 (4.7 to 1.8ka)). The major element chemistry for pumice clasts of each pumice bed are analyzed by XRF. The pumice of the active stage I and II are enriched in Al_2O_3 and depleted in CaO, suggesting that both suffered chemical weathering. The pumice clast of the active stage III with high MgO, which is free from chemical weathering, are also high in FeO* and MnO, and depleted in TiO_2, P_2O_5 and Na_2O. The pumice in the active stage I and II shows also the similar tendency. The SiO_2 contents for most pumices of As15 to As22 are less than 60wt% and mafic andesite, while those of As1 to As13 are more than 60wt% and felsic andesite to dacite. The MgO content at 58wt%SiO_2 (Mg_{58}) of pumice of each pumice bed repeats the increase and decrease with time, but it appeares to increase temporally as a whole. It means that the MgO content of mafic end -member magma fed to the magma chamber filled with felsic end-member magma changes with time, because the pumice of Asama-Maekake volcano is produced by the magma mixing between mafic end-member magma with various MgO contents and felsic end-member magma with similar SiO_2 and MgO contents.

キーワード：浅間前掛火山、テフラ層序、全岩化学組成
Keywords: Asama-Maekake volcano, tephra stratigraphy, whole-rock chemistry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

恵山火山南麓の後期更新世ー完新世テフラ堆積物：トレンチ調査結果報告
Late Pleistocene–Holocene tephra ejecta in the trench log at the southern apron of Esan volcanic complex, Japan

*三浦 大助[1]、古川 竜太[2]、荒井 健一[3]
*Daisuke MIURA[1], Ryuta FURUKAWA[2], Kenichi Arai[3]

1. 大阪府立大学 大学院理学系研究科、2. 産総研　活断層・火山研究部門、3. アジア航測
1. Graduate School of Science, Osaka Prefecture University, 2. Institute of Earthquake and Volcano Geology, GSJ/AIST, 3. Asia Air Survey

1．はじめに

恵山火山の完新世水蒸気爆発堆積物を精査し，同火山の噴出物層序とハザードエリアの推定を目的として，恵山火山南麓にある火山麓扇状地上の2地点において，トレンチ調査を実施した．恵山火山は，山麓の居住地と火口の距離が近く，水蒸気爆発は居住者への脅威となりうる現象である．我々は，2地点でトレンチ調査のための重機掘削を行い，深さ5mほどのトレンチ壁面を成型し，多数の火山砕屑物と古土壌からなる堆積物の詳細な観察を行った．あわせて，堆積物の噴出年代を推定するために，11個の黒色古土壌と炭化木片試料を採取し，^{14}C年代測定を実施した．これら水蒸気爆発堆積物の給源と考えられる爆裂火口は，トレンチ地点A（函館市柏野町）と地点B（同恵山町）からそれぞれ2.2kmと2.6kmの距離にある．このような火口と堆積物の近接は，トレンチ壁面に露出するこれら堆積物が近傍相であることを示している．

2．トレンチ調査結果の概要

トレンチ地点Aでは，EsMP層準の直下に，完新世最初の水蒸気爆発堆積物が見出され，直下の黒色古土壌の年代測定値から，およそ11 kaの堆積物と考えられた．本研究ではEs–0（仮称）と呼ぶ．すなわち，これまで知られていなかった水蒸気爆発エピソード(Es–0) が，完新世マグマ噴火エピソード(EsMP) の前に起こったことを示している．また，トレンチ地点Bでは，水蒸気爆発エピソードであるEs-1とEs-3が，薄い黒色古土壌を挟む3層および5層のサブユニットに細分された．これらには火砕サージ堆積物が挟在されることも確認された．従って，既に知られている山体中央部のEs-3，東麓のEs-4, 5, 6に加え，南麓でも火砕サージ堆積物が見出されたことから，完新世の水蒸気爆発エピソードでは，恒常的に火砕サージを伴ったものと考えられる．これまでの研究成果と総合して，恵山火山の完新世噴火シークエンスを整理すると，1万年間に少なくとも8回の噴火エピソードがあり，13枚の水蒸気爆発堆積物が堆積したことになる．すなわち，約1000年に1回程度の割合以上で，堆積物が残る規模の水蒸気爆発が生じたものと考えられる．

トレンチ壁面で観察された，水蒸気爆発堆積物の特徴を整理すると，少なくとも以下の2点を指摘することが可能である．(1) 水蒸気爆発堆積物の多くが近傍相であることから，運搬距離が短く，淘汰の悪い堆積物になりやすい。従って，水蒸気爆発堆積物の粒度組成は，堆積物毎に大きく異なり離散的な値を示すと予想される．(2) トレンチ地点AとBでは，完新世水蒸気爆発堆積物の数が大きく異なった．地点AとBの間には，地形的な障壁として，古い溶岩ドーム岩体(Ss) があり，このような地形効果も水蒸気爆発堆積物の分布に大きな制約を与えるものと推察される．いずれも既に予想されていたことであるが，今回のトレンチ調査によって改めて確認されたものと考えられる．

本研究には，文部科学省次世代火山研究人材育成プロジェクト研究の一部を使用した．

キーワード：恵山火山、水蒸気爆発、トレンチ調査
Keywords: Esan volcanic complex, phreatic explosion, trench excavation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道東部，雌阿寒岳，1.4万年前の中マチネシリ噴火の噴火推移とマグマ供給系の変遷

Transition of eruption sequence and magma plumbing system at the 1.4 ka Nakamachineshiri eruption of Me-Akandake volcano, eastern Hokkaido, Japan.

*石毛 康介[1,2]、中川 光弘[1]
*Kosuke Ishige[1,2], Mitsuhiro Nakagawa[1]

1. 北海道大学大学院理学院、2. 三菱マテリアル（株）
1. Department of Natural History Sciences, Graduate School of Science, Hokkaido University, 2. Mitsubishi Materials Corporation

雌阿寒岳火山は阿寒カルデラの南西壁上に形成した複成火山であり，８つの火山体から構成される（勝井，1951）．中マチネシリは雌阿寒岳火山の中で最も爆発的な噴火をした火山体で，現在も活発な噴気活動が続いている活火山である．その活動のうち，特に約14,000年前の噴火は中マチネシリ火口活動期１（NC-1）と呼ばれ，火砕流や降下火砕物を山麓から遠方へ広く分布させた（例えば，和田，1989；安齋・和田，2012）．しかし，詳細な地質学的研究は報告されておらず，噴火推移の詳細については明らかでない．また，岩石学的検討についても，噴火推移の変遷と関連付けたマグマ供給系の検討はなされていない．

今回，我々はNC-1の噴火履歴と個々の噴火様式を明らかにするために，火山地質学的調査を実施した．さらに噴火時の火道の発達過程および深部のマグマ供給系の構造を検討する目的で，堆積物中の構成物分析や全岩化学組成分析を行った． その結果，NC-1の詳細な噴火推移と，それに対応する苦鉄質マグマの変遷が明らかとなったのでここに報告する．

NC-1噴火堆積物は地質学的調査によって，４つのユニット（ユニット1～4）に区分された．

ユニット１は山麓及び遠方では成層したシルト質火山灰層の上位に，火砕流堆積物と火山豆石を含む火砕サージ堆積物との互層からなり，火口近傍では火砕サージ堆積物からなる．全体的に変質し構成物に岩片が多いのが特徴である．ユニット２は火砕サージ堆積物および火砕流堆積物からなり，火口近傍から山麓及び遠方まで分布するが，山麓では火砕流堆積物が卓越する．火砕流堆積物中には新鮮な安山岩質溶岩を特徴的に含む．これらの溶岩は鏡下観察の結果，溶結火砕岩であることが分かった．ユニット３は主に軽石とスコリアからなる本質物質に富む降下火砕物であり，火口近傍では南西部に厚く堆積し，降下火砕物の間に火砕サージ堆積物を挟む．このユニットが和田ほか（1988）により記載されたNaPS降下火砕物である．ユニット４は火口近傍のみ分布し，火砕サージからなり構成物はスコリアと岩片が多いのが特徴である．ユニット１とユニット２の間には，侵食間隙が認められ，時間間隙が存在したと考えられる．

NC-1噴出物の岩石はスコリア，軽石及び縞状軽石からなる玄武岩質安山岩～デイサイトである．SiO_2量はスコリアで55.0～58.1 wt.%，軽石で62.5～64.7 wt.%である．斑晶量は6～29 vol.%程度，斑晶鉱物として斜長石，斜方輝石，単斜輝石及び不透明鉱物からなり，かんらん石斑晶が認められることもある．多くの元素はハーカー図上において，軽石とスコリアはそれぞれ異なるトレンドを示す傾向がある．ユニット間で比較すると，軽石では区別できないが，スコリアではP_2O_5やSrの元素でトレンドが異なるため，区別が可能である．

これらの結果から，本研究ではNC-1を，時間間隙に基づいてユニット１に対応する活動をステージ１と，ユニット２～３に対応する活動をステージ２に大別した．その推移は以下のとおりである．

最初の活動であるステージ１では，マグマが上昇する過程で帯水層と接触し，マグマ水蒸気噴火が発生し，爆発的な噴火を繰り返すことによって火口を拡大した．

その後，時間間隙を挟んで再び苦鉄質マグマが上昇し，ステージ２の活動が始まった．その活動はまずマグマ水蒸気爆発による火砕サージが卓越し，爆発的な噴火によって，ステージ１において火口内部もしくは近傍に形成された溶結火砕岩を破壊した．そして火砕サージのうち，斜面を下ったのが山麓で火砕流となった．噴

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

火最盛期にはマグマ-水の相互作用が低下して噴煙柱が形成しサブプリニー式噴火となり，その後に噴出率が低下してマグマ水蒸気噴火に推移した．

このようにNC-1噴火は火山体に帯水層が発達していたために，噴火様式がマグマ-水の相互作用に支配されたと考えられる．その為，中マチネシリ山体は繰り返されるマグマ水蒸気爆発によって形成されたタフコーンあるいはマールであると考えられる．

キーワード：雌阿寒岳火山、中マチネシリ、マグマ水蒸気爆発、噴火推移
Keywords: Me-Akandake volcano, Nakamachineshiri, phreatomagmatic explosion, eruption sequence

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

諏訪之瀬島火山におけるマグマ供給系と噴火・休止様式の変遷
Kilo-year-evolution of magma plumbing system with dominant modes of eruption at Suwanosejima volcano, Southwest Japan

*嶋野 岳人[1]、安田 敦[2]
*Taketo Shimano[1], ATSUSHI YASUDA[2]

1. 常葉大学大学院環境防災研究科、2. 東京大学地震研究所
1. Graduate School of Environment and Disaster Research, Tokoha University, 2. Earthquake Research Institute, University of Tokyo

諏訪之瀬島火山は日本で最も活動的な火山の一つであり，少なくとも60年間以上連続的に噴火活動を行っている．一方で，本火山の噴火史に関する知見はまだ少なく，そのマグマ供給系に関する研究も数少ない状況である．嶋野ほか（2013）では本火山の形成史概要を明らかにし，およそ6-7万年前以降の活動は島の中心部にあたる御岳に集中すること，その活動の前半は溶岩流出主体，後半約3万年間は爆発的噴火主体であること，爆発的噴火期前半（約1万年前以前）は長い休止期を挟む軽石噴火（千数百年間隔？）が，現在に至る後半は連続的灰放出を挟むスコリア噴火（数百年間隔）が卓越することなどを明らかにした．一方で，マグマ供給系の変遷についてはほとんど議論されてこなかった．特に，現在も継続しているであろう爆発的噴火期において，約1万年前を境に認められた，上述の卓越する噴火様式・休止様式（あるいは灰連続放出）の変化との関係について理解することは，噴火活動を中長期的に予測・理解する上で極めて重要である．本研究では，岩石学的手法を用いて約1万年間の噴出物について解析を行い，マグマ供給系の変遷について考察した結果を示す．

キーワード：諏訪之瀬島火山、マグマ供給系、メルト包有物
Keywords: Suwanosejima, magma plumbing system, melt inclusion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

三宅島火山における過去約2700年間のマグマ組成の変化
Temporal variation of the magma compositions of the Miyakejima volcano during the last 2700 years

*下司 信夫[1]、及川 輝樹[1]
*Nobuo Geshi[1], Teruki Oikawa[1]

1. 産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門
1. Geological Survey of Japan, The National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

三宅島火山における約2600~2700年前の八丁平カルデラ形成噴火以降のマグマの全岩化学組成変化を，新たに測定した噴出物の炭素14年代に基づく新しい層序に沿って再解析した．マグマの全岩化学組成の変化から三宅島の同時期の活動は以下の3つのステージに区分できる．１）紀元前6世紀（2500年前）の八丁平噴火から紀元2世紀ごろまで．全岩SiO2量が次第に低下しかつ同時代の全岩SiO2量のばらつきが小さくなり比較的未分化なマグマの噴出が卓越するようになるステージ、２）紀元7世紀から14世紀ごろにかけて．7世紀のすおう穴ー風早噴火末期や9世紀雄山噴火に代表される比較的未分化な玄武岩質安山岩の噴出から、全岩SiO2量が次第に増加しかつ同時代の全岩SiO2量のばらつきが大きくなり、比較的分化した安山岩マグマの噴出が卓越するようになるステージ、３）紀元16世紀～17世紀から20世紀末まで．全岩SiO2量が52～53%の比較的未分化なマグマの噴出が卓越する時期から、20世紀末の噴火に向かって全岩SiO2量が次第に増加しかつ同時代の全岩SiO2量のばらつきが大きくなり、1983年噴火や2000年噴火初期のような比較的分化した安山岩マグマの噴出が卓越するようになるステージ．ステージ２）と３）の開始（7～9世紀および16～17世紀）はいずれも比較的大規模な割れ目噴火が発生していることから、比較的未分化なマグマが浅部のマグマ供給系に注入されることにより、このような活動ステージが駆動されると考えられる．また、ステージ１）と２）、および２）と３）の間には100年程度の噴火の不活発な時期が認められる．

一方、7世紀に北山腹で発生したすおう穴風早割れ目噴火の前半は全岩SiO2量59-63%の極めて分化した安山岩マグマの噴出で特徴づけられる．噴火初期は無斑晶質の安山岩マグマのみが噴出したが、噴火の進行とともに灰長石およびカンラン石の捕獲結晶を多量に取り込んだマグマが噴出した．捕獲結晶の混入により、全岩SiO2量は49～60%までの幅広い組成範囲を示す．すおう穴風早噴火初期の安山岩マグマ噴出は、長期的なマグマ組成の変化トレンドからは外れているため、三宅島火山の長期的な噴火活動を駆動するマグマ溜まり一中心火道のマグマシステムからは孤立した、別のマグマ溜まりから発生した噴火であると考えられる．このような極めて分化したマグマの割れ目火口からの噴出は、伊豆大島1986年噴火のBC火口からの安山岩マグマの噴出と類似している．

キーワード：火山、噴火、マグマ、三宅島
Keywords: volcano, eruption, magma, Miyakejima

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_18

[S-VC36] 火山・火成活動と長期予測

コンビーナ:及川 輝樹(国立研究開発法人産業技術総合研究所)、長谷川 健(茨城大学理学部地球環境科学コース)、三浦 大助(大阪府立大学 大学院理学系研究科 物理科学専攻)、下司 信夫(産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)

マグマ発生から移動・蓄積、マントルや地殻との相互作用、脱ガス、噴火様式、火山活動の長期予測、噴出物の運搬・定置過程など、マグマの挙動の各過程に関する話題を議論する．また、噴火の確率論的な研究、短・長期的な火山・火成活動史、マグマの物性や各種技術の開発に関する話題も対象とする．

[SVC36-P01] トレンチ調査による雌阿寒岳の噴火史の再検討

*佐藤 鋭一[1]、和田 恵治[2]、南 裕介[3]、石塚 吉浩[3]、中川 光弘[4]、足立 佳子[4] (1.神戸大学大学教育推進機構、2.北海道教育大学旭川校、3.産業技術総合研究所 地質調査総合センター、4.北海道大学大学院理学研究院地球惑星システム科学分野)

[SVC36-P02] 掘削調査からみた雌阿寒岳ポンマチネシリにおける過去1000年間の火山活動史

*南 裕介[1]、中川 光弘[2]、佐藤 鋭一[3]、和田 恵治[4]、石塚 吉浩[1]、足立 佳子[2] (1.産業技術総合研究所　地質調査総合センター、2.北海道大学大学院理学研究院地球惑星システム科学分野、3.神戸大学大学教育推進機構、4.北海道教育大学旭川校)

[SVC36-P03] **摩周火山，過去14000年間におけるマグマ供給系の変遷**

*和田 恵治[1]、佐藤 鋭一[2]、佐野 恭平[3]、岡田 侑也[1] (1.北海道教育大学旭川校地学教室、2.神戸大学大学教育推進機構 、3.白滝ジオパーク)

[SVC36-P04] 北海道東部，摩周火山における7.6kaカルデラ形成噴火の推移

*柴田 翔平[1]、長谷川 健[1] (1.茨城大学理学部理学科地球環境科学コース)

[SVC36-P05] 北海道東部, 摩周火山の1000年前のMa-b噴火の火山地質学的研究：特に噴火様式の変化について.

*上野 健太[1]、中川 光弘[1] (1.北海道大学大学院理学院自然史科学専攻地球惑星科学システム科学講座)

[SVC36-P06] 北海道南西部，濁川火山のカルデラ形成期噴出物の岩石学的特徴

*金田 泰明[1]、長谷川 健[1] (1.茨城大学大学院)

[SVC36-P07] 姶良カルデラ形成における前駆プリニー式噴火の軽石の組織分析

*緒方 美季[1]、寅丸 敦志[2] (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

[SVC36-P08] 珪長質マグマ溜まりの長期熱収支モデルから推定する長期苦鉄質マグマ供給率

*上澤 真平[1] (1.電力中央研究所　地球工学研究所　地圏科学領域)

[SVC36-P09] 顕微ラマン分光・顕微赤外分光法に基づく高粘性マグマの開放系脱ガス・酸化組織形成過程

*佐野 恭平[1]、佐藤 鋭一[2]、和田 恵治[3]、壷井 基裕[4]、中岡 礼奈[5] (1.白滝ジオパーク、2.神戸大学大学教育推進機構、3.北海道教育大学旭川校、4.関西学院大学理工学部、5.神戸大学海洋底探査センター)

[SVC36-P10] 御嶽山2014年噴火による投出岩塊の分布

*及川 輝樹[1]、吉本 充宏[2]、竹下 欣宏[3]、前野 深[4]、小森 次郎[5]、中田 節也[9]、嶋野 岳人[10]、佐々木 寿[6]、岸本 博志[6]、千葉 達朗[6]、石峯 康浩[7]、常松 佳恵[8]、石塚 吉浩[1] (1.国立研究開発法人産業技術総合研究所、2.山梨県富士山科学研究所、3.信州大学教育学部、4.東京大学地震研究所、5.帝京平成大学、6.アジア航測株式会社、7.鹿児島大地震火山地域防災センター、8.山形大学理学部、9.研究開発法人　防災科学技術研究所、10.常葉大学大学院環境防災研究科)

[SVC36-P11] 2014年噴火以降の御嶽山における火山性地殻変動

*小池 遥之[1]、Ito Takeo[2]、松廣 健二郎[2]、堀川 信一郎[2]、奥田 隆[2]、國友 孝洋[2]、田ノ上 和志[2]、岩瀬 裕斗[1]、熊谷 光起[1] (1.Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University、2.Earthquake and Volcano Research Center, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University)

[SVC36-P12] 南西北海道，第四紀狩場火山群の地質学・岩石学的研究：山体形成史とマグマ変遷の解明

*田次 将太[1]、中川 光弘[2] (1.北海道大学大学院　理学院、2.北海道大学大学院　理学研究院)

[SVC36-P13] 岩手県西部, 小高倉火山の噴出物層序の検討とマグマ組成の変化要因の解明

*後藤 義瑛[1]、藤縄 明彦[2] (1.茨城大学大学院理工学研究科、2.茨城大学理学部)

[SVC36-P14] 蔵王火山，五色岳火砕岩類上部における噴火準備過程

*佐藤 初洋[1]、伴 雅雄[1] (1.山形大学大学院理工学研究科)

[SVC36-P15] 那須火山群，二岐火山の地質と岩石

*渡部 将太[1]、長谷川 健[1] (1.茨城大学)

[SVC36-P16] 榛名カルデラ形成噴火のマグマ―白川火砕流堆積物からの示唆―

*木谷 悟郎[1]、鈴木 由希[2]、大石 雅之[3] (1.早稲田大学, 教育学部, 地球科学専修、2.早稲田大学, 教育・総合科学学術院, 地球科学専修、3.気象庁, 仙台管区気象台)

[SVC36-P17] 榛名カルデラ形成噴火のマグマ―里見火砕流堆積物からの示唆―

*岡野 百花[1]、鈴木 由希[2] (1.早稲田大学，教育学部，地球科学専修、2.早稲田大学，教育・総合科学学術院, 地球科学専修)

[SVC36-P18] 白山火山，南竜ヶ馬場の岩石学

*宮下 太一郎[1]、海野 進[1]、茨木 柚季[2] (1.金沢大学、2.株式会社中研コンサルタント)

[SVC36-P19] Tephrochronological relations of Middle-Pleistocene tephra derived from Myoko Volcanic Group and the pumice and scoria fall deposits found in Kosha Volcano, Central Japan

*高杉 直彰[1]、齋藤 武士[1]、牧野 州明[1]、鈴木 毅彦[2] (1.信州大学　総合医理工学研究科　総合理工学専攻、2.首都大学東京　都市環境科学研究科　地理環境科学域)

[SVC36-P20] Geologic and petrologic study of the Kamo monogenetic volcanic field,Southern Kyushu,Japan

*Linus Anye Nche[1]、Takeshi - Hasegawa[1]、Tetsuo - Kobayashi[2]、Károly - Németh[3]、Festus Tongwa Aka[4] (1. Ibaraki Univ.、2.Kagoshima Univ.、3. Massey Univ.、4.IRGM)

[SVC36-P21] **富士山・万野溶岩流内の溶岩チューブ洞窟から得られる知見**

*本多 力[1] (1.火山洞窟学会)

トレンチ調査による雌阿寒岳の噴火史の再検討
Reinvestigation of the eruptive history of Me-akan volcano, eastern Hokkaido, using trench survey

*佐藤 鋭一[1]、和田 恵治[2]、南 裕介[3]、石塚 吉浩[3]、中川 光弘[4]、足立 佳子[4]
*Eiichi Sato[1], Keiji Wada[2], Yusuke Minami[3], Yoshihiro Ishizuka[3], Mitsuhiro Nakagawa[4], Yoshiko Adachi[4]

1. 神戸大学大学教育推進機構、2. 北海道教育大学旭川校、3. 産業技術総合研究所 地質調査総合センター、4. 北海道大学大学院理学研究院地球惑星システム科学分野
1. Institute for Promotion of Higher Education, Kobe University, 2. Earth Science Laboratory, Hokkaido University of Education at Asahikawa, 3. Geological Survey of Japan, AIST, 4. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Hokkaido University

雌阿寒岳は北海道東部の阿寒火山地域にある活火山であり，阿寒カルデラの後カルデラ火山（フレベツ岳，フップシ岳，雄阿寒岳，雌阿寒岳）の一つとして，阿寒カルデラの南西壁上に成長した．雌阿寒岳の噴火活動は数万年から開始したと考えられており，その後，少なくとも8箇所の噴出中心から噴火を繰り返し，現在の姿に至った．

雌阿寒岳12000年前以降の噴火史は，和田・他（1997）によってその概要が示された．その中で，中マチネシリを火口として 3 回の火砕流の流出（中マチネシリI：約12000年前，中マチネシリII：約9000年前，中マチネシリIII：約5000～6000年前）があったことが報告された．噴出量は，中マチネシリIが最大であり，火口から全方位に流出したが，中マチネシリIIとIIIについては，西山麓の一部で確認されたのみである．中マチネシリ以外の山体については，数1000年前からポンマチネシリ，北山，西山，阿寒富士が活動し，溶岩や降下火砕物を噴出した．約1000年前からはポンマチネシリで断続的に活動が生じている．

我々は，雌阿寒岳の12000年前以降の噴火史を明らかにする目的で，2018年からトレンチ調査行っている．2018年は東山麓において 9 地点のトレンチ調査を行った．本研究では，トレンチ調査および^{14}C年代から12000年前以降の雌阿寒岳の噴火史の再検討を行った．また従来提唱されてきた活動年代は，暦年代補正を行っていない放射性炭素同位体年代（Libby age）に基づいたものであり（和田・他，1997），実際の活動年代については不明な点が残る．そのため本研究では新たな放射性炭素年代を報告し，暦年校正を行うことで活動年代の再検討を試みた．

トレンチ調査では，最下位に火砕流堆積物が確認された．堆積物の特徴および堆積物中に含まれる炭化木片から12000±40yrBP（δ^{13}補正済み，以下同）（暦年校正年代：13991calBP-13745calBP（95.4%；2σ），以下同）の年代値が得られたことから，この火砕流堆積物は，中マチネシリI（和田・他，1997）に対比される．その上に土壌を挟み，数枚の火砕サージ堆積物が確認できた．最下位の火砕サージ堆積物の直下の土壌からは6410±30yrBP（7420calBP-7277calBP（95.4%））），最上位の火砕サージ堆積物の直上の土壌からは2710±20yrBP（2855calBP-2761calBP（95.4%））の年代値が得られた．下位の火砕サージ堆積物の年代値は，中マチネシリIII（和田・他，1997）に対比できるものである．したがって，これまで西山麓の一部で確認されたのみであった中マチネシリIIIは，少なくとも東山麓に火砕サージとして分布している可能性がある．また，本研究で確認された火砕流・火砕サージ堆積物は約7400年前から2800年前の幅広い年代値を示し，野外においても複数のフローユニットが確認される．したがって，これまで想定されてきた単一の火砕流イベントではなく，火砕サージを伴う火砕流が2800年前までに数回発生した可能性も明らかになった．火砕サージ堆積物の上位には，数mmから数cmの火山灰質土壌を挟在し，阿寒富士の降下スコリア堆積物が少なくとも13枚堆積していた．また，阿寒富士の最下位の堆積物の直下の土壌からは2430±

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

20yrBP（2694calBP-2635calBP（16.7%），2614calBP-2593calBP（4.7%），2502calBP-2355calBP（74.0%））の年代値が得られた．したがって，阿寒富士の活動は約2700年前以降に開始したことになる．この結果は佐藤・和田（2017）が示した阿寒富士の活動開始年代とおよそ調和的である．阿寒富士の堆積物の上位には，薄い土壌を挟んでポンマチネシリ火口を由来とする3枚の火山灰層が確認できた．最下位の火山灰層（Pon-1，南・他，2019）には摩周火山由来の火山灰（Ma-b：約1000年前）がパッチ状に含まれていた．したがって，阿寒富士の活動は約1000年前までには終了しており，約1000年前には，雌阿寒岳のポンマチネシリと摩周火山で同時に噴火していたことも明らかとなった．

本研究の一部は文部科学省「次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト」の資金の提供により行われました．記して感謝致します．

キーワード：雌阿寒岳、噴火史、トレンチ調査
Keywords: Me-akan volcano, Eruption history, Trench survey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

掘削調査からみた雌阿寒岳ポンマチネシリにおける過去1000年間の火山活動史

Eruptive history at Ponmachineshiri in Meakan volcano during the last 1000 years: Implication from trench surveys

*南 裕介[1]、中川 光弘[2]、佐藤 鋭一[3]、和田 恵治[4]、石塚 吉浩[1]、足立 佳子[2]
*Yusuke Minami[1], Mitsuhiro Nakagawa[2], Eiichi Sato[3], Keiji Wada[4], Yoshihiro Ishizuka[1], Yoshiko Adachi[2]

1. 産業技術総合研究所　地質調査総合センター、2. 北海道大学大学院理学研究院地球惑星システム科学分野、3. 神戸大学大学教育推進機構、4. 北海道教育大学旭川校
1. Geological Survey of Japan, AIST, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Hokkaido University, 3. Institute for Promotion of Higher Education, Kobe University, 4. Earth Science Laboratory, Hokkaido University of Education at Asahikawa

活火山の山頂部付近では新規の堆積物による埋設や削剥により，正確な層序の構築が困難である場合が多い．このような火山において，山頂から山麓部における掘削調査は，ごく小規模な噴火堆積物の検出が可能であり，火山噴火履歴を構築する上で重要である。

本研究では，雌阿寒岳火山において，阿寒富士活動期以後のポンマチネシリ新期活動期に着目し，山頂部における野外調査と人力による掘削調査を行った．その結果，本研究において，古土壌で境される4枚のテフラ層を確認した．また最初期のテフラ層にMa-b(10世紀)が狭在することから，活動開始時期をおよそ1000年前と見積もった．本研究で確認された4枚のテフラ層を便宜上，下位からPon-1，Pon-2，Pon-3，Pon-4と呼称する．

Pon-1：山頂付近で最大層厚15ｍ，山頂から東南東6㎞の地点では8cm厚である．新鮮なスコリア(60 vol.%)と変質岩片(30 vol.%)，遊離結晶(10 vol.%)からなり，野外では多量のパン皮状火山弾を含む黒色ないし黄褐色の凝灰角礫岩(近傍相)および火山礫凝灰岩(遠方相)として産する．遠方では広域テフラ(Ma-b: 10世紀)をレンズ状ないしパッチ状に含むことから，噴火年代は10世紀頃と推定される．層序に基づきポンマチネシリ降下スコリア(和田ほか，1997)に対比される．

Pon-2：山頂付近で最大層厚3.5ｍ，山頂から東南東6㎞の地点では4cm厚である．スコリア(50 vol.%)と変質岩片(40 vol.%)，遊離結晶(10 vol.%)からなり，スコリアの一部は赤色を呈する．野外では主に赤褐色の凝灰角礫岩ないし火山礫凝灰岩として産し，火口近傍では最低でも6枚のfall-unitからなる．直下の土壌からは710±20 yrBP (δ^{13} C補正済みLibby age以下同)，670±20 yrBPの年代が得られ，噴火年代は13-14世紀と推定される．

Pon-3：山頂付近で最大層厚2ｍ，山頂から東南東6㎞の地点では6cm厚である．ほとんどが白色から黄褐色の変質岩片(90 vol.%)からなり，ごく少量のスコリア (3 vol.%)と灰色軽石(2 vol.%)および遊離結晶(5 vol.%)からなる．野外では主に黄褐色から褐色の火山礫凝灰岩として産し，火口近傍では最低でも3枚のfall-unitからなる．直下の土壌からは380±20 yrBPの年代が得られ，噴火年代は16-17世紀と推定される．年代値に基づき，Po-14(和田ほか，1997)に対比される．

Pon-4：山頂付近で最大層厚0.5ｍ，山頂から東北東2㎞の地点では3cm厚である．大部分が白色から黄褐色の変質岩片(92 vol.%)からなり，ブロック状岩片(2 vol.%)および遊離結晶(6 vol.%)を含む．野外では主に青灰色ないし灰色の火山礫凝灰岩として産し，火口近傍では最低でも7枚のfall-unitからなる．Ko-c2(AD1694)と

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Ta-a(AD1739)の上位に産し，直下の土壌からはmodernの年代が得られた．このことから，AD1739以降の水蒸気噴火の内，比較的規模の大きい活動によるものと推定される．

以上から，過去1000年間における雌阿寒岳の活動により，地層中から検出出来うる規模の噴火はAD10世紀(Pon-1)，AD13-14世紀(Pon-2)，AD16-17世紀(Pon-3)，18世紀以降(Pon-4)に，計4回発生したことが明らかになった．Pon-1，Pon-2，Pon-3には新鮮なスコリアが含まれ，マグマ噴火ないしマグマ水蒸気噴火であったことが示唆される．一方で， Pon-4は構成物の大部分が変質岩片によって占められ，マグマ性物質の含有は確認されないことから，水蒸気噴火による噴出物であると考えられる

本研究は文部科学省「次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト」の資金等の提供を受けた．記して感謝いたします．

キーワード：雌阿寒岳、マグマ水蒸気噴火、水蒸気噴火
Keywords: Meakan volcano, phreatomagmatic eruption, phreatic eruption

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

摩周火山，過去14000年間におけるマグマ供給系の変遷
Transition of magma plumbing system during the past 14 thousand years of Mashu volcano, eastern Hokkaido

*和田 恵治[1]、佐藤 鋭一[2]、佐野 恭平[3]、岡田 侑也[1]
*Keiji Wada[1], Eiichi Sato[2], Kyohei Sano[3], Yuya Okada[1]

1. 北海道教育大学旭川校地学教室、2. 神戸大学大学教育推進機構 、3. 白滝ジオパーク
1. Earth Science Laboratory, Hokkaido University of Education at Asahikawa, 2. Institute for Promotion of Higher Education, Kobe University, 3. Shirataki-Geopark

摩周火山では約7500年前のプリニー式噴火や火砕流噴火など規模の大きな一連の爆発的噴火により径6km×7ｋｍのカルデラが形成された（Katsui et al.,1975；勝井他，1986：岸本他，2009）。カルデラ形成前にも摩周火山では爆発的な噴火が過去4万年間を通して頻繁に繰り返されてきたことが指摘された（隅田，1990；長谷川他，2009）。本研究はカルデラ形成前後からカルデラ形成後の過去14000年間におけるマグマ供給系の変遷を考察する。

摩周火山過去14000年間のマグマ噴出量の積算変化図を見ると，噴出量が多い３つの噴火イベントが約7000年の間隔で起こった（Ma-l：14000年前，Ma-f～j：カルデラ形成7500年前，Ma-b:1000年前）。カルデラ形成後は溶岩の噴出や爆発的な噴火を数百年程度以下の間隔で小刻みに繰り返した。約4000年前にカムイヌプリ中央火口丘が形成されてからは後カルデラ期で最も長い休止期間（約1500年）を経てMa-cの断続的な噴火が起こった。後カルデラ期を通した噴火履歴の特性から考えると，1000年前の最新噴火（Ma-b）から1000年の休止期間を経た現在は，マグマ蓄積の準備が整って新たな噴火イベントが始まる時期にあると言える。

約7500年前のカルデラ形成期においては石質岩片の種類の変化や鉱物組成の変化から複数のマグマ溜まりからの同時噴火の可能性が指摘された（和田他，2017：講演要旨）。全岩化学組成のTiO_2-K_2O図で見ると，カルデラ形成を引き起こしたマグマは，後カルデラ期と約14000年前のMa-l期のマグマとは異なる組成領域にあって，約7500年前の時期だけマグマ供給系が異なっていたことが推定される。

MELTSプログラムと鉱物温度計から推定すると，斑晶鉱物（斜長石-直方輝石-普通輝石-鉄チタン酸化物）が平衡に存在できる摩周火山の珪長質マグマ溜まりは圧力４～５kb，H_2O 4～5%，温度930℃～970℃の条件が最も適合し，これは過去14000年間を通して大きく変化していなかった可能性がある。

キーワード：摩周カルデラ、マグマ供給系、マグマ溜まり
Keywords: Mashu caldera, magma plumbing system, magma chamber

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道東部，摩周火山における7.6kaカルデラ形成噴火の推移
Eruption sequence of 7.6 ka caldera-forming eruption from Mashu-volcano eastern Hokkaido, japan

*柴田 翔平[1]、長谷川 健[1]
*Shibata Shohei[1], Takeshi Hasegawa[1]

1. 茨城大学理学部理学科地球環境科学コース
1. Department of Earth Sciences, College of Science, Ibarbki University

摩周火山は，北海道東部に位置し，山頂部に径7.5 km×5.5 kmのカルデラを有する．このカルデラは約7,600年前の大規模噴火(噴出量約20 km^3)によって形成された(岸本ほか，2009，山元ほか，2010)．従来の研究によるカルデラ形成噴出物の層序は，降下火砕堆積物(Ma-j～Ma-g)とそれを覆う火砕流堆積物(Ma-f)からなる（Katsui et al.1975）．摩周カルデラ形成噴火の推移は，岸本ほか(2009)によって，マグマ水蒸気噴火(Ma-j)からはじまり，プリニー式噴火に移行，3層の降下軽石(Ma-i～Ma-g)を堆積させた後，噴煙柱崩壊による火砕流(Ma-f)が流下，摩周カルデラが形成されたと考えられている．一方，長谷川ほか(2017)は，Ma-fを層相の違いから7層(上位からMa-f1～Ma-f7)に細分し，摩周カルデラ形成噴火は従来の噴火推移よりも複雑であった可能性を指摘した．そこで，著者らは地質調査，カルデラ形成噴出物の粒度分析および構成物分析を行い摩周カルデラ形成噴火の推移を再検討した．粒度分析は-5Φ～4Φまでの範囲を1Φ間隔で行い，構成物分析は2～32 mmの粒子を肉眼観察で分類し，重量%を求めた．

Ma-f6，Ma-f7は層相の類似する火砕物密度流堆積物(以下，堆積物を省略)で灰色軽石，縞状軽石に富み(それぞれ40~60wt%，5~21wt%)，中央粒径(以下，MdΦ）は-1.00Φ～0.89Φ である．Ma-f5(降下火砕物）およびMa-f4(火砕物密度流)は火山豆石を多く含み(それぞれ89wt%，82wt%)，軽石，石質岩片には例外なくシルト質火山灰が付着し，マグマ水蒸気噴火堆積物の特徴を有する．Ma-f4のMdΦは，-0.55Φ～3.22Φ であり，下位のMa-f6，Ma-f7よりも細粒な火砕物密度流である．Ma-f3は石質岩片を大量に含む(90wt%以上)礫支持の火砕物密度流で，デイサイト質岩片のほか，深成岩片，変質岩片も含み，しばしば下位層を著しく削り込む．MdΦは，-3.47Φ～-1.37Φ で，極細粒砂～シルト粒子を欠く．Ma-f2はしばしば斜交葉理をともなう火砕物密度流で，細礫サイズの石質岩片を多く含み(70wt%)，軽石も含まれる(30wt%)．MdΦは，-1.84Φ～1.16Φである．Ma-f1は褐色の火山灰層で，軽石および石質岩片を含み(それぞれ52wt%，48wt%)，Ma-f2との層境界は不明瞭で漸移的に色調・粒径が変化する．MdΦは，-1.22Φ～1.80Φである．Ma-f3の上位には例外なくMa-f2，Ma-f1が堆積し，これらは分布域の広さからMa-fの体積の大部分を占めることが分かる．Ma-f下位の降下火砕物の構成物に目を向けると，Ma-i～Ma-gにかけて優勢な本質物質が白色軽石から，縞状軽石，灰色軽石へと変化する．

Ma-f1～Ma-f7は，粒度組成および構成物組成からMa-f7～6，Ma-f5～4，Ma-f3～1にグループ分けすることができ，それぞれの境界で噴火様式が変化したと考えられる．Ma-f7～6は灰色軽石と縞状軽石が優勢で，これは下位のMa-i～Ma-gにかけて見られる本質物質の量比変化と連続的であることや石質岩片の種類も一致することから，Ma-i～Ma-f6までは一連の噴出物であると考えられる．噴出率の低下により噴煙柱が崩壊し，Ma-f7，6が流下したと考えられるが，その後，火道への外来水の相対的な流入量が増加し，噴火様式がマグマ水蒸気噴火に変化してMa-f5～4を発生したと考えられる．つづくMa-f3～1では石質岩片量が急増することと， Ma-fの大部分を占めることからカルデラ陥没開始が示唆される。Ma-f3の上位にはMa-f2，Ma-f1が例外なく堆積しており，これらに含まれる構成物は石質岩片の量比が変化するものの，その種類は変化せず，上位にかけてMdΦが細粒になることから，Ma-f3～Ma-f1は高速の火砕物密度流の流動単位，Layer 1~Layer 3(Wilson,1985)に対応すると考えられる．

従来の噴火推移と合わせると，摩周カルデラ形成噴火はマグマ水蒸気噴火(Ma-j)にはじまり，プリニー式噴火に移行，降下軽石(Ma-i～Ma-g)を堆積させ，噴煙柱崩壊による火砕物密度流(Ma-f7～Ma-f6)を流下させた．その後，マグマ水蒸気噴火に移行(Ma-f5~Ma-f4)，カルデラ陥没にともなう岩塊の放出と火砕物密度流が

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

流下し(Ma-f3～Ma-f1)，摩周カルデラが形成されたと考えられる．

キーワード：テフラ、カルデラ、マグマ水蒸気噴火、噴火推移
Keywords: tephra, caldera, Phreatomagmatic-eruption, eruption-sepuence

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道東部, 摩周火山の1000年前のMa-b噴火の火山地質学的研究：特に噴火様式の変化について.
Geological study of the 1000 yBP Ma-b eruption, Mashu volcano, eastern Hokkaido: Especially for the change of eruption style.

*上野 健太[1]、中川 光弘[1]
*Kenta Ueno[1], Mitsuhiro Nakagawa[1]

1. 北海道大学大学院理学院自然史科学専攻地球惑星科学システム科学講座
1. Depatment of Natural History of Sciences, Graduate School of Science, Hokkido University

摩周火山は，北海道東部・屈斜路カルデラ火山の約3.5万年前の屈斜路火砕流I(Kpl)の噴火後, 屈斜路カルデラ南東部で活動を開始したと考えられている(*1). 1.7万年前頃以降の活動は, 成層火山形成期, カルデラ形成期, 中央火口丘形成期の３つに大別されている(*2). その中で約1000年前に発生したMa-b噴火は, VEIが５クラスの中央火口丘形成期最大の噴火である．Ma-bテフラは先行研究(*3, *4)によってMa-b1～Ma-b6の６つのサブユニットに分類されているが, その噴火様式・推移および噴出マグマの時間変化の詳細は明らかではない. 本研究ではMa-b噴火の噴火推移を再検討し, 地質調査, 各サブユニットの粒度組成及び構成物量比の測定, 全岩化学組成分析を実施したので報告する.

今回, 我々は層相と構成物の種類および量比に着目してMa-bテフラのサブユニット区分を再検討した. その結果, (*4)と同様に上位からb1～b6の6つのサブユニットに区分した. 以下に下位から記述する. b6は薄い灰褐色火山灰層であり, 砂サイズの軽石, 鉱物片および岩片から構成される. 本研究では摩周火山の北方向の1地点のみで確認された. b5は黄白色の軽石を主体とするクラスト支持の降下軽石層である. 本ユニットの分布域はMa-b噴火で最大であり, 北方向へ広く分布する. b4は，淘汰の比較的良いシルトサイズの火山灰層と, シルトサイズ火山灰からなる基質に軽石が散在する淘汰のやや悪い火山礫凝灰岩層の互層である. 各層では火山豆石も普通に認められる．b4の下部は各単層の水平方向の連続性は悪く斜交葉理状の構造が見られ, 上部では単層中の軽石の比率が高くなる. これからb4ユニットは火砕サージ堆積物および降下火山灰から構成されると判断した．b3は黄白色の軽石からなる淘汰の良い降下軽石層であり, 摩周火山の西南西方向に分布する. b2は淘汰の比較的良いシルトサイズの火山灰層であり, 火山豆石を多く含む. b1は，褐色のシルトサイズ火山灰でコーティングされた軽石からならなる淘汰の悪い降下軽石層であり, 摩周火山の西南西方向に分布する. Ma-bテフラの本質物は，発泡度の良い軽石の他に, 塊状～フレーク状の青灰色～黒色岩片からなる．岩片の基質は新鮮なガラス質であり, 微小な気泡が多く認められる. Ma-b噴出物中には，これらの本質物の他に少量の変質岩片も認められる. 本質物としてb6, b5及びb3では軽石が90%以上を占めるが, b4及びb2は岩片が70%以上を占める.一方でb1は軽石が約70%を占めるが, 岩片も約20%含まれる. これらの本質物は両輝石デイサイト(全岩SiO_2=67.3~69.7%, K_2O=0.6~0.7%)であり, b5からb1にかけてSiO_2量が1%ほど減少する.

上記のMa-bテフラの各ユニットの層相変化から噴火推移は以下のとおりと推定される. 最初期のb6は分布がごく限定的であることから, 噴火の詳細は不明であるが, 小規模な爆発的噴火で噴火が開始されたと考えられる. その後のb5は大規模な降下軽石層であることから, 噴火はすぐにプリニー式噴火に発展した. この噴火がMa-b噴火の最盛期であったと考えられる.そしてb4では火砕サージの発生および火山豆石の存在から, マグマと外来水の相互作用によりマグマ水蒸気噴火に推移したと考えられる. そのことは, b4中の本質物で多数を占める岩片がフレーク状を呈すること（*5）やガラス質で気泡の成長が進んでいない基質の特徴からも,マグマと外来水の接触が示唆されることと調和的である. その後のb3は降下軽石層であることからマグマと外来水の相互作用は低下して噴煙柱が立ち上がったようであるが, その後のb2では再びマグマ水蒸気噴火へと変化した. そしてb1は火山灰でコーティングされた降下軽石堆積物であることから, フレアトプリニアン式の噴火でMa-bの噴火は終了したと考えられる. このように，Ma-b噴火ではマグマ水蒸気噴火が頻発しており, 火口が存在したカムイ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ヌプリ山体の地下に豊富な帯水層が存在していたと考えられる. Ma-bの噴火推移は上昇するマグマと外来水の反応の有無で支配されており, それはマグマの上昇速度あるいは噴出率の大小と関係しているようである.

引用文献
*1:長谷川他 (2009)地質学雑, 115, 369-390
*2: Katsui *et al*.(1975)*J. Fac. Sci. Hokkaido Univ.*, 16, 533-552.
*3: 勝井(1962) 5 万分の 1 地質図幅「屈斜路湖」.
*4: 岸本他（2009）火山，54, 15-36.
*5: Wohletz (1983) *J. Geotherm. Res.*, 17, 31-63.

キーワード：摩周火山、テフラ層序学、マグマ水蒸気噴火、活火山
Keywords: Mashu volcano, tephrostratigraphy, phreatomagmatic eruption, active volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道南西部，濁川火山のカルデラ形成期噴出物の岩石学的特徴
Petrology of the caldera-forming eruption of Nigorikawa Caldera, Southwest Hokkaido, Japan

*金田 泰明[1]、長谷川 健[1]
*Yasuaki Kaenda[1], Takeshi Hasegawa[1]

1. 茨城大学大学院
1. University of Ibaraki

濁川火山は北海道南西部に位置し，直径約3 kmのカルデラ (濁川カルデラ) を有する火山である．濁川カルデラは，約1万2千年前に発生した一連の大規模噴火により形成され，その噴出物は，柳井ほか (1992)により4つに細分された (下位よりNg-c, Ng-b, Ng-a fall, Ng-a flow)．これらのユニットに含まれる火山ガラスの屈折率は，上位に向かって大きくなること (柳井ほか, 1992)が報告されている (n = 1.489から1.504)．一般に火山ガラスの屈折率とSiO_2量には負の相関が認められるため，上位のユニットに向かい，噴出物が珪長質から苦鉄質へと変化したことが推測されるが，濁川カルデラ噴出物 (Ng) の全岩および火山ガラスの化学組成を系統的に分析した報告例は無く，本噴火に伴うマグマ系変遷の詳細は分かっていない．そこで本発表では，濁川カルデラ周辺で行った地質調査の結果と本質物質の岩石学的特徴から見たマグマ供給系について議論する．

濁川カルデラ周辺において，噴出物の記載，試料採取を行った．Ngはいずれのユニットにおいても，角閃石に富む特徴を示す．Ng-cは青灰色から黄土色の細粒火山灰が主体の火砕サージ堆積物 (以下，堆積物を省略)であり，1 cm程度の軽石をわずかに含む．Ng-bは，下部の降下火砕物 (Ng-b fall)と上部の火砕サージ (Ng-b surge)からなることが新たに確認できた．Ng-a fall は上方粗粒化を示す降下火砕物で，それを覆うNg-a flowは，塊状無層理の火砕流である．Ng-a flowは，従来研究でカルデラの周縁約5 kmに分布が限られていたが，野外調査の結果，より遠方に堆積することを確認した (火口より東北東13 km離れた露頭で層厚約1,1 m，北東に15 km離れた露頭で層厚2.1 m)．Ng-a flowの上位には，斜交層理の発達した火砕サージも認められた．本研究では，これをNg-a surgeと呼ぶ．さらに本研究では，カルデラより北東約4.5 kmの露頭において，Ng-a surgeの上位に土壌を挟んで火砕流を発見した．本層は後述する火山ガラスや，角閃石に富む特徴から，濁川カルデラ由来と考えられ，本発表では新たにNg-xと呼ぶ．Ng-x直下の土壌層の放射性炭素年代は現在測定中であるが，いずれにせよNg-xと下位のNg-a surgeとの間に土壌が挟在することから，濁川カルデラの形成噴火は少なくとも2回に及んだ可能性が指摘できる．

濁川カルデラ噴出物に含まれる本質物質は，肉眼的特徴から白色軽石，灰色軽石，縞状軽石の3種類に分けられる．これらはいずれのユニットにも認められるが，全体を通して白色軽石が量的に大半を占める．なお，Ng-cは細粒なため，本質物質の岩石学データが十分に得られていない．白色軽石は，斑晶組み合わせが斜長石 + 普通角閃石 ±単斜輝石 ±直方輝石 ±不透明鉱物 ±石英で，石基組織はハイアロピリティックである．灰色軽石の斑晶組み合わせは白色軽石とほぼ同様であるが，石英を含まない点が異なり，石基組織はハイアロオフティックである．全岩主化学組成のハーカー図においては，白色軽石はSiO_2量61.2~63.7 wt.%, 灰色軽石はSiO_2量54.6~57.4 wt.%で，縞状軽石のそれは両者の中間に位置する．柳井ほか (1992)から示唆されるような化学組成の系統的な垂直変化は，現時点では確認できない．これらの組成変化トレンドはほぼ同一の直線上に点示されるが，Ng-b中の灰色軽石は，最も苦鉄質 (SiO_2 = 54.6~55.5 wt.%)で，特にNa_2O-SiO_2図, Ba-SiO_2図, Zr-SiO_2図において全体の直線トレンドとは異なる傾向を示す (苦鉄質側で，比較的高いNa_2O, Ba, Zr値を示す)．一方の火山ガラスの主化学組成は，白色軽石と，縞状軽石の白色部がSiO_2量71.2~78.2 wt.%で，その多くは76~78 wt.%に集中する．灰色軽石，および縞状軽石の灰色部は，SiO2量59.7~71.9 wt.%であり，これら火山ガラスの主化学組成は全岩化学組成と概ね同様の変化傾向を示す．すべてのユニット内に，灰色軽石や縞状軽石が存在することから，本カルデラ形成噴火では，複数のマグマの混合・混交が主なプロセスと考えられる．全岩・火山ガラス化学組成のハーカー図において，珪長質側は収束するが，苦鉄質側でNg-bとそれより上位のユニットで異なる2つの変化傾向が認められることから，白色軽石を形成した1つの珪長質端成分マグマ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

と，灰色軽石を形成した2種類の苦鉄質端成分マグマが想定できる．量的に大半を占める珪長質マグマは，活動の開始から終息まで存在していたが，それに貫入したと思われる苦鉄質マグマは，Ng-b以前とNg-a以降で入れ替わった可能性が指摘できる．

キーワード：濁川カルデラ、岩石学
Keywords: Nigorikawa caldera , Petrology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

姶良カルデラ形成における前駆プリニー式噴火の軽石の組織分析
Textual analyses for pumice from precursory Plinian eruption of Aira caldera forming eruption

*緒方 美季[1]、寅丸 敦志[2]
*Miki Ogata[1], Atsushi Toramaru[2]

1. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Kyushu University

Aira caldera is located in northern part of Kagoshima bay, southern Kyushu. The caldera forming eruption (29,000 BP) produced Osumi pumice fall (+Tarumizu pyroclastic flow), Tsumaya pyroclastic flow, Kamewarizaka breccia, and Ito pyroclastic flow (+ AT ash). In this study, we focus on bubbles in the ejecta because the vesiculation of magma is a driving force of magma ascent and it is expected that vesicular textures reflect the condition in the magma chamber and in the conduit. The aim of this study is to quantitatively describe the vesicle textures in Osumi pumice fall from Aira caldera forming eruption.
We sampled Osumi pumice fall in Tarumizu, Kagoshima, where the deposits are inclined to the ground, showing a typical mantle bedding structure. Samples were basically taken horizontally by intervals of 50 cm from the lower boundary to the welded part of Ata pyroclastic flow in the total horizontal length of the deposits of 850 cm (totally 18 layers), separately for characteristic two fine grain-rich thin layers (fine 1 and fine 2). Near the upper boundary to the Tarumizu pyroclastic flow, samples were taken vertically by intervals of 30 cm (3 layers).
We selected 8 layers by the equal interval (0 cm, 150 cm, fine1, 300 cm, 450 cm, 600 cm, fine2, 750 cm, +30 cm and +90 cm) and two fine-rich layers for the analysis of grain size distribution by using sieves(-5≦Φ≦1). For bulk density measurements, we selected ten pumices with size range 8~16 mm for each layer (4 pumices for fine 1). The bulk density measurements were conducted by using 3D laser scanner DAVID (3D model construction software) and Hira 3D viewer (calculation software of bulk volume). For the textual analysis, we made 8 chips (each chip includes 2 pumices (maximum and minimum bulk densities)) for 8 layers. We observed vesicle textures by SEM (HITACHI TM3030Plus:15keV). After image processing, we conducted vesicle textual analyses and phenocrysts area measurements by imageJ software.
The bulk density of 10 layers ranges from 0.46 to 1.18 g/cm^3 (maximum difference of 0.6 g/cm^3 at 300 cm layer, minimum difference of 0.2 g/cm^3 at fine 2 layer). We define a bubble with an area of 0.01 mm^2 or more as a pheno-bubble and a bubble with an area less than 0.01 mm^2 as a matrix-bubble.
Matrix-bubbles had three characteristic textures: 1. Single spherical bubbles, 2. Elongated bubbles, 3. Connected bubbles. The vesicularity of 8 layers ranges from 64.8 to 92.7 %. There is a correlation between pheno-bubble abundance and bulk density but no correlation between amount of phenocrysts and bulk density.
The presence of elongated bubbles indicates that bubbles experience a sort of deformation. Connected bubbles in small scale suggest that pheno-bubbles increase their sizes by the coalescence process of bubbles. The correlation between pheno-bubble abundance and bulk density suggests that bulk density is determined by pheno-bubbles. The differences in bulk density in one layer can be thought to result from the differences in pheno-bubble abundance. If pheno-bubbles are the relic of bubbles in the magma chamber before eruption, it is expected that pheno-bubbles heterogeneously distribute by spatial scales of several millimeters in the magma chamber, which triggered the eruption.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：カルデラ、発泡度、フェノバブル
Keywords: caldera, vesicularity, pheno-bubble

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

珪長質マグマ溜まりの長期熱収支モデルから推定する長期苦鉄質マグマ供給率

Long-term input rate of mafic magma inferred from a long-term heat balance model of silicic magma reservoir

*上澤 真平[1]
*Shimpei Uesawa[1]

1. 電力中央研究所　地球工学研究所　地圏科学領域
1. Central Research Institute of Electric Power Industry

珪長質マグマ溜まりは，上部地殻に生成されたメルトに乏しい結晶質マッシュが，下部地殻に停滞して溜まった苦鉄質マグマ溜まりからのマグマの貫入により部分溶融することで、噴火可能マグマ溜まりとして生成するというモデルが一般化しつつある(例えば，Sparks et al., 2019)．このモデルに従えば，珪長質な噴出可能マグマの噴出は，苦鉄質マグマの供給に支配されている可能性が高く，苦鉄質マグマの供給率を知ることは長期的な噴火可能性評価にとっても重要である．Koyaguchi and Kaneko (2000)はすでにその描像を提案しており，珪長質マグマダまりの発達過程を，苦鉄質マグマの貫入による珪長質マグマ溜まり温度の急激な上昇，溶融，擾乱，急速な冷却のステージ（Convection and Melting (C&M) mode)とその後の熱拡散による冷却ステージ（Conductive Cooling (CC) mode)に区別して論じた．本研究では，この2つのステージのうち，CCステージの長期的熱収支モデルを改良して用い，最近数千~数万年間の噴出率が分かっている火山直下のマグマ溜まりサイズを知ることで、長期の苦鉄質マグマ供給率を推定できる可能性を指摘する．

モデルの基本式は下記である．

$\varDelta Q = I\rho\{cT_b + L(1-\phi_{crit})\} - E\rho cT_{eft,}$　(1)

$Q_{loss} = 2\pi\{a + b(tanh^{-1}e/e)\}k(T_{eft} - T_{wrt})$．(2)

ここで、$\varDelta Q$は噴出マグマ(E：長期噴出率; km^3/kyr)と供給マグマ(I：長期供給率; km^3/kyr)の仕事率の差，Q_{loss}はマグマ溜まりを扁球回転楕円体とした時の表面からの放熱の仕事率である．aは回転楕円体の長径、bは短径、eは離心率である．また，ρ *は岩石の密度，*c*は岩石の比熱，*L*は溶融潜熱，*k*は熱伝導率，*ϕ_{crit}は噴火可能マグマのメルト分率，T_bは苦鉄質マグマの温度，T_{eft}*は噴火可能マグマの実効温度，*T_{wrt}はマグマ溜まり周辺の地殻温度である．さらに，$\varDelta Q$がQ_{loss}で消費しきれなかった場合を仮定するとその残差Q_{ex}は，$Q_{ex} = \varDelta Q - Q_{loss}$ (3)であり，残差の体積増加率(R_{ex}; km^3/kyr)は$R_{ex} = Q_{ex}/\rho cT_{eft}$ (4)である．

次にこのモデルを用いて，具体的事例を仮定し，苦鉄質マグマの供給率を算出してみたい．例えばある火山において、地質学的に得られた長期噴出率が0.1 (km^3/kyr)であったとし，T_{wrt} = 100℃，マグマ溜まりの偏平率を0.7（1-b/a），その他のパラメータはKoyaguchi and Kaneko (2000)に基づくと，仮にa = 3600mが観測された場合に，そのマグマ溜まりサイズを維持するため（Q_{ex} = 0）のマグマ供給率は0.5 (km^3/kyr)と算出される．ただし，このモデルはT_{wrt}の依存性が大きく，例えば同じ噴出・供給収支を仮定したときに，T_{wrt} = 500℃であるならば，a = ~20 kmでバランスする．この様に，周辺地殻温度に対する依存性はあるものの，長期噴出率既知の火山直下の現在のマグマ溜まりのサイズを知ることで、最近数千年間におけるの苦鉄質マグマの長期的供給率を推定できる可能性が示された．

キーワード：熱収支モデル、長期噴出率、長期マグマ供給率、マグマ溜まりサイズ
Keywords: heat balance model, long-term eruption rate , long-term magma input rate, size of magma reservoir

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

顕微ラマン分光・顕微赤外分光法に基づく高粘性マグマの開放系脱ガス・酸化組織形成過程

Outgassing and Oxidation processes of viscous magmas inferred from micro-Raman and IR spectroscopy

*佐野 恭平[1]、佐藤 鋭一[2]、和田 恵治[3]、壷井 基裕[4]、中岡 礼奈[5]
*Kyohei Sano[1], Eiichi Sato[2], Keiji Wada[3], Motohiro Tsuboi[4], Reina NAKAOKA[5]

1. 白滝ジオパーク、2. 神戸大学大学教育推進機構、3. 北海道教育大学旭川校、4. 関西学院大学理工学部、5. 神戸大学海洋底探査センター
1. Shirataki-Geopark, 2. Kobe University Institute for Promotion of Higher Education, 3. Hokkaido University of Education at Asahikawa, 4. School of Science and Technology, Kwansei Gakuin University, 5. Kobe Ocean-Bottom Exploration Center, Kobe University

Silicic volcanism ranges from explosive to effusive. Understanding what controls in such activity is an important issue to explain the explosive-effusive transition. The recent observation on Cordon Caulle (Chile, 2011-12) reported the explosive-effusive hybrid activity (Schipper et al., 2013), and we can consider that this eruption style reflects heterogeneous processes such as vesiculation and outgassing in volcanic conduit. Obsidian can be observed as pyroclastic and effusive-lava products of such a silicic and viscous magma eruption, and we can consider that obsidian contains the heterogeneities in rock textures such as crystallinity, water concentration oxidation state, and structure of glass networks. Thus, we performed the micro-Raman and IR spectroscopy on obsidian in order to discuss the heterogeneous processes recorded in rock texture.
At the Akaishiyama obsidian lava on Shirataki, northern Hokkaido, Japan, we can observe the red-colored oxidized obsidian mingled with black-colored obsidian. The mingled obsidian shows various contrasts and distributions on the hand specimen, and we can consider that such various oxidation texture reflects the different mechanisms of outgassing and oxidation during the eruption. In this study, we used the microRaman and IR spectroscopy to characterize the oxidation state in the obsidian. We obtained the 2 types of Raman spectra of oxide microlites in red and black obsidians, respectively. Compared with referential spectra, we identified the captured spectrum as magnetite and hematite. Furthermore, the height of 470 cm^{-1} on the glassy part shows the degrees of oxidation. The IR spectroscopy shows the different water concentration between red-colored and black-colored obsidian glasses. The red-colored oxidized glass shows lower water concentration than black-colored obsidian glasses. Based on the analytical results of microRaman and IR spectroscopy and, we discuss the formation process of heterogeneous oxidation textures during the eruption.

キーワード：酸化組織、ラマン分光、赤外分光、黒曜石
Keywords: Oxidation texture, Raman spectroscopy, IR spectroscopy, obsidian

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

御嶽山2014年噴火による投出岩塊の分布
Distribution of ballistic blocks during the 2014 eruption of Ontake Volcano, central Japan

*及川 輝樹[1]、吉本 充宏[2]、竹下 欣宏[3]、前野 深[4]、小森 次郎[5]、中田 節也[9]、嶋野 岳人[10]、佐々木 寿[6]、岸本 博志[6]、千葉 達朗[6]、石峯 康浩[7]、常松 佳恵[8]、石塚 吉浩[1]
*Teruki Oikawa[1], Mitsuhiro Yoshimoto[2], Yoshihiro Takeshita[3], Fukashi Maeno[4], Jiro Komori[5], Setsuya Nakada[9], Taketo Shimano[10], Hisashi Sasaki[6], Kishimoto Hiroshi[6], Tatsuro Chiba[6], Yasuhiro Ishimine[7], Kae Tsunematsu[8], Yoshihiro Ishizuka[1]

1. 国立研究開発法人産業技術総合研究所、2. 山梨県富士山科学研究所、3. 信州大学教育学部、4. 東京大学地震研究所、5. 帝京平成大学、6. アジア航測株式会社、7. 鹿児島大地震火山地域防災センター、8. 山形大学理学部、9. 研究開発法人　防災科学技術研究所、10. 常葉大学大学院環境防災研究科
1. GSJ, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology , 2. Mt. Fuji Reserch Institute, Yamanashi Prifectural Goverment, 3. Faculty of Education, Shinshu University, 4. Earthquake Reserch Institute, University of Tokyo, 5. Teikyo Heisei University, 6. Asia Air Survey Co., Ltd., 7. Reserch and Education Center for Natural Hazards, Kagoshima University, 8. Yamagata University, 9. National Reserch Insitute for Earth Science and Disaster Resilience, 10. Graduate School of Environment and Disaearch, Tokoha University

個々の噴火で発生する投出岩塊の分布や密度についての記載例はそれほど多くなく，十分明らかになっているとは言えない状況である．粗粒な投出岩塊は，多くの場合，火砕丘をつくる主要な構成物である．その分布や落下密度の記載は，防災上のみならず火砕丘の成長過程を明らかにするうえでも重要である．御嶽山2014年噴火では，この粗粒な投出岩塊で大きな被害が生じた．新聞報道等によると，56名の方の死因が飛来した岩塊による損傷死であると特定されている．我々は，その御嶽山2014年噴火の噴火直後から山頂付近に調査に入り，投出岩塊の分布や密度などを明らかにした．

御嶽山2014年噴火では，北西-南東方向に伸びた長さ0.8㎞の範囲内に剣ヶ峰西側山腹斜面，地獄谷内の火口群，奥の院下の火口群の3つの地域に分かれる火口列が形成された．映像や証言などから，噴火開始直後からこれら火口より投出岩塊が飛来し始めたことが明らかになっている．この2014年噴火の噴出物は，火口付近では，火山岩塊サイズの岩片と粘土質火山灰からなる塊状の堆積物として認められる．火山岩塊サイズ以上の投出岩塊が高密度（1個/m^2以上）に分布する地域は，地獄谷内の火口群を中心とした半径900m以内であり，その形状は地獄谷の谷地形に規制され，その伸長方向（北北東-南南西方向）に伸びる形状をしている．それより外側の投出岩塊の分布密度は急速に少なくなる．新聞報道に基づくと，死亡者もこの投出岩塊の密度が高い地域内で発生している．今回，明らかになった投出岩塊の分布密度の変化傾向から，投出岩塊は火口列の一部分である地獄谷内の火口から主にもたらされたことがわかった．なお，確認された火山岩塊サイズ以上の投出岩塊の最大到達距離も地獄谷の火口群から，約1.3㎞北北西であるが，その地点で確認される投出岩塊はまれである．確認された最大の投出岩塊は96 ×70 ×64 cmであり，長径が1mを超えたものは無かった．火口からおよそ1㎞以内に高密度に投出岩塊が降る傾向は，他の水蒸気噴火の事例と整合的である．つまり経験的には水蒸気噴火でもたらされる投出岩塊による甚大な被害を防ぐには，少なくとも火口から1㎞以上は離れる必要がある．

キーワード：御嶽山、噴火、噴石、分布密度、被害、減災
Keywords: Mt. Ontake, eruption, ejected material, distribution density, damaege, hazard mitigation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2014年噴火以降の御嶽山における火山性地殻変動
After 2014 eruption, The volcanic crustal deformation around Mt. Ontake

*小池 遥之[1]、Ito Takeo[2]、松廣 健二郎[2]、堀川 信一郎[2]、奥田 隆[2]、國友 孝洋[2]、田ノ上 和志[2]、岩瀬 裕斗[1]、熊谷 光起[1]
*Haruno Koike[1], Takeo Ito[2], Kenjiro Matsuhiro[2], Shinichiro Horikawa[2], Takashi OKUDA[2], Takahiro Kunitomo[2], kazushi tanoue[2], Yuto Iwase[1], Koki Kumagai[1]

1. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University、2. Earthquake and Volcano Research Center, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University
1. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 2. Earthquake and Volcano Research Center, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

2014年9月27日に発生した水蒸気噴火によって60人以上の犠牲者を出し、戦後最大の火山災害となった。一般的に、水蒸気噴火はマグマの変動を伴った噴火と比較して噴火に先行する地殻活動のシグナルが小さく、噴火予測が難しい。よって、水蒸気噴火に伴って生じた地殻変動を詳細に解析し、山体内の地殻変動の原因となった現象を突き止めることは今後の火山防災にとって非常に重要である。

2007年の御嶽山の小規模噴火に伴う比較的広域的な地殻変動が、GPSによって観測された。特に、剣ヶ峰を南東・北西方向に挟む気象庁のGNSS観測点の落合唐谷・御嶽田野原基線は2007年の小規模噴火時に2cm程度の伸長が観測され、2014年以降は年間1cm程度の短縮が継続して観測されている。この基線長の短縮は現在も継続しており、2007年の噴火以前の水準まで達している。この地殻変動の特徴として、2014年の御嶽山の水蒸気噴火に伴う地殻変動は2007年の地殻変動と比較すると比較的狭い範囲でのみ観測されたことが指摘されている。そこで、Takagi and Onizawa （2016）は2007年の噴火に伴う地殻変動の観測結果から、ダイク圧力源モデルを提唱し、2014年の御嶽山の水蒸気噴火では新たに浅部の圧力源があったことを提唱した。しかしながら、Takagi and Onizawa（2016）は山頂から約４km離れた山麓部のGNSS観測点を使用して解析しており、浅部の圧力源の推定には地形の影響を考慮し、評価する必要があると考えられる。

一方、2014年の噴火以降、名古屋大学は山麓付近に5箇所の連続GNSS観測点を新設し、2016年から山頂付近で11箇所のキャンペーンGNSS観測を実施している。これらの観測結果から、2014年火口を挟む北西ー南東の約１kmのGNSS観測基線では2017年と2018年の間に約10cmの短縮が得られ、その範囲は局所的であることが明らかになった。このことは、浅部の圧力源の存在を示唆しており、山頂付近での観測が重要であることが伺える。また、浅部の圧力源は、地形の影響を強く受けると考えられる。よって、本研究では、三次元有限要素法を用いて山体地形の影響を評価した上で、圧力源の推定にどのような影響があるかについて発表を行う。

キーワード：Mt.ontake
Keywords: Mt.ontake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南西北海道，第四紀狩場火山群の地質学・岩石学的研究：山体形成史とマグマ変遷の解明

Geological and petrological study of Kariba volcanic group: Elucidation of the volcanic history and changes of magma

*田次 将太[1]、中川 光弘[2]
*Shota Taji[1], Mitsuhiro Nakagawa[2]

1. 北海道大学大学院　理学院、2. 北海道大学大学院　理学研究院
1. Graduate School of Science, Hokkaido University, 2. Faculty of Science, Hokkaido University

狩場火山群は南西北海道，渡島半島北西部の日本海側に位置する火山群で，更新世の複数の火山から構成される．個々の山体の噴出中心は東西10㎞，南北7㎞に分布し，現在の最高点は標高1520mの狩場山である．狩場火山群については，山岸・黒沢(1987)によって本火山群を含む地域の地質図幅が作成されたほか，Kaneoka et al.(1987)によって2試料のK-Ar年代測定が行われている．それによると，狩場火山群は穴床前溶岩および狩場山溶岩の大きく２つに分類され，それぞれ0.7Maと0.25Maの年代値が報告されている．また，Nakagawa (1992)や小杉ら(2013)によって本火山群噴出物の全岩化学組成が測定されており，背弧火山的特徴を示すと述べられている．しかしこれらの先行研究では，火山群全体の形成史について報告されていないほか，その岩石学的特徴を掴むためには分析試料が非常に少ないという問題点があった．そこで本研究では，狩場火山群の形成史とマグマの変遷を明らかにすることを目的とした．まず航空写真による地形判読から，本火山群噴出物のユニット分類や地形の保存状態，被覆関係の観察を行った．続いて地形判読結果を基に地質調査を行い，各ユニットの産状や被覆関係を確認した．また，同時に試料採取を行い，鏡下観察および全岩の主要・微量化学組成分析およびSr-Nd同位体比分析を行った．さらに現在，5試料のK-Ar年代測定を実施中である．

その結果，本研究では狩場火山群噴出物を推定火口位置および被覆関係から12のユニットに分類し，さらに既存の年代値，被覆関係および侵食の程度から推定した活動時期，そして岩石学的特徴からこれらを3つのステージに分類した．ステージ１では火山体北西部の火口から西方に溶岩が流出しており，それらの産状から水中火山活動もしくは溶岩の先端が水中に流下したと考えられる．その後ステージ2では陸上での活動に移行し，噴出中心も火山群全域に散らばって溶岩を流出しているが，ステージ3では火山群中央部のみから溶岩を噴出した．これらの活動によって，平坦な山容で特徴づけられる楯状火山が形成された．

狩場火山群噴出物は，高カリウム系列，カルクアルカリ岩系列に分類される玄武岩～安山岩からなり，全ステージに共通して苦鉄質包有物が認められる．Nb, Taの負異常や枯渇したSr-Nd同位体組成を示すなど，東北日本弧の背弧火山(特に渡島小島; 小杉ら, 2013)と似た特徴を示す．母岩の岩石学的特徴はステージごとに異なっており，ステージ1は石英黒雲母かんらん石玄武岩質安山岩であり，母岩のSiO_2組成幅は小さい．またステージ1は，ステージ2・ステージ3と比べてSr同位体比が高くNd同位体比が低いことで特徴づけられる．ステージ2は斜方輝石含有かんらん石石英角閃石単斜輝石黒雲母安山岩，ステージ3は斜方輝石含有石英単斜輝石角閃石かんらん石黒雲母安山岩であり，ステージ2・ステージ3は多くのハーカー図でそれぞれ異なる直線トレンドを形成しており，ステージ3の方がMgOが高い．一方で苦鉄質包有物は，母岩と比較して多様な組成を持つが，ステージごとの大きな違いは認められなかった。試料を採取できた全ユニットにおいて，苦鉄質包有物や，石英とかんらん石といった非平衡な鉱物組み合わせ，斜長石の汚濁帯や波動累帯構造など，マグマ混合を示す証拠が多く認められることから，各ステージの噴出物は主にマグマ混合によって形成されていたと考えられる．また，各ステージの母岩がそれぞれ異なる組成トレンドを示すことは，ステージ毎に苦鉄質端成分マグマと珪長質端成分マグマが異なっていたことを示唆している．すなわち，ステージ1では玄武岩質安山岩と玄武岩，ステージ2，3は玄武岩と安山岩の混合であり、ステージ3はステージ2と比較してMgOが高いマグマであったと考えられる．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

引用文献

Kaneoka, I., Yamagishi, H., Yahata, M. (1987). K-Ar Ages of the Neogene Submarine Volcanic Rocks and Overlying Quaternary subaerial Lavas from the Mt. Karibayama Area, Southwest Hokkaido, Bull. Volcanol. Soc. Japan, Ser. 2, 32, 329-333

小杉安由美，中川光弘，清野寛子(2013)．西南北海道，更新世渡島小島火山の地質と岩石学的特徴, 地質学雑誌, 119, 743-758

Nakagawa M. (1992). Spatial Variation in Chemical Composition of Pliocene and Quaternary Volcanic Rocks in Southwestern and Quaternary Volcanic Rocks in Southwestern Hokkaido, Northeastern Japan Arc, Jour.Fac.Sci., Hokkaido Univ., Ser.Ⅳ,23,175,175-197

山岸宏光・黒沢邦彦．(1987)． 5万分の1地質図幅「原歌および狩場山」および同説明書北海道立地下資源調査所

キーワード：狩場火山群、南西北海道、K-Ar年代測定、全岩化学組成、背弧火山
Keywords: Kariba volcanic group, Southwestern Hokkaido, K-Ar dating, whole-rock chemistry, back-arc volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

岩手県西部, 小高倉火山の噴出物層序の検討とマグマ組成の変化要因の解明

Stratigraphy and evolutionary mechanism for the low-K tholeiitic magmas at Kotakakura volcano in the Sengan geothermal field, Northeast Japan arc

*後藤 義瑛[1]、藤縄 明彦[2]
*Goto Yoshiaki[1], Akihiko Fujinawa[2]

1. 茨城大学大学院理工学研究科、2. 茨城大学理学部
1. Graduate school of Science and Engineering, Ibaraki University, 2. Faculty of Science, Ibaraki University

研究背景･目的

小高倉火山は岩手県西部, 仙岩地熱地域に位置する, 低アルカリソレアイト系列岩から成る第四紀成層火山である. 本火山の形成開始年代は1.2~2.3 Ma (K-Ar年代) とされる (須藤･石井, 1987). 東北日本に広く分布する低アルカリソレアイトマグマの組成多様性や組成変化メカニズムを理解する目的のために本火山の噴出物層序を明らかにし, 岩石学的データを蓄積してマグマ組成の時系列変化を高解像度で解明した. ソレアイトマグマの進化において, 従来主要とされてきた結晶分化作用に加え, 基盤岩の混染もしくはそれに由来する珪長質マグマの混入が本火山のマグマの組成変化に影響している事が判ったのでここに報告する.

地質概説

本火山の山体は主に溶岩流で構成され, 推定噴出中心および流下方向の違いにより, 小高倉東部溶岩類 (KTE) と小高倉北部溶岩類 (KTN) に大別される. 野外で確認される被覆関係, 舌状地形の形状を基に岩相や全岩化学組成などの違いとクロスチェックする事でKTEは16層, KTNは7層に細分できた. 直接的な被覆関係は確認出来ていないが, 境界部では地形の残存状況からKTNはKTEに覆われると推測できる. また, KTNはKTEに比べ噴出物の風化, 露頭の侵食が著しい. よってKTNはKTEより早期の噴出物と考えられる.

岩石学的特徴

記載岩石学的特徴

KTEには斑晶鉱物として斜長石 (Pl), 直方輝石 (Opx), 単斜輝石 (Cpx), 不透明鉱物 (Opq) が共通して認められ, 下位のKTE1~3にはかんらん石 (Ol) が加わる. 斑晶量は16.9~48.5%と多様である.

KTNには斑晶鉱物としてPl, Cpx, Opx, Opqが共通して認められ, 下位のKTN1, KTN1' には石英 (Qrz) が少量含まれる. 斑晶量は19.8~41.5%と幅広い値を取るが, KTEに比べ平均斑晶量では5%程低い.

全岩主化学組成

SiO量は49.1~60.9%の組成幅を持ち, ほぼ全ての噴出物がGill (1981) によるハーカー図によればlow-Kの玄武岩～安山岩である. また, Miyashiro (1974) 図によればKTN1, N1'を除きすべてソレアイト系列にプロットされる. KTEはSiO量の増加に伴いFeO*/MgOが増加する典型的なソレアイト系列の変化傾向を示す. 反対にKTNはSiO量の増加に伴いFeO*/MgOが減少する傾向を示す.

KTE及びKTNは那須火山帯北帯に見られるソレアイト系列岩の組成範囲 (kawano et al., 1961) 内にプロットされる. また,同程度のSiO量で比較すると, AlO, CaO, 量は多くFeO*, MgO, NaO, 量は少ないといった特徴を示す.

全岩微量成分組成

KTEの液相濃集元素は, ソレアイト系列の特徴を有し, SiO量の増加に伴い増加する. KTNでも基本的にその傾向が認められる. しかし, Y (イットリウム) の含有量はSiOの変化によらず, 全体を通じてほぼ一定の値を示す. つまり珪長質な組成の下位噴出物は, 同程度のSiO量を持つKTEの噴出物に比べ低い値を示す. その結果, Zr/YやRb/Yは他の噴出物とは異なり,1.2~1.5倍ほど高い値を示す.

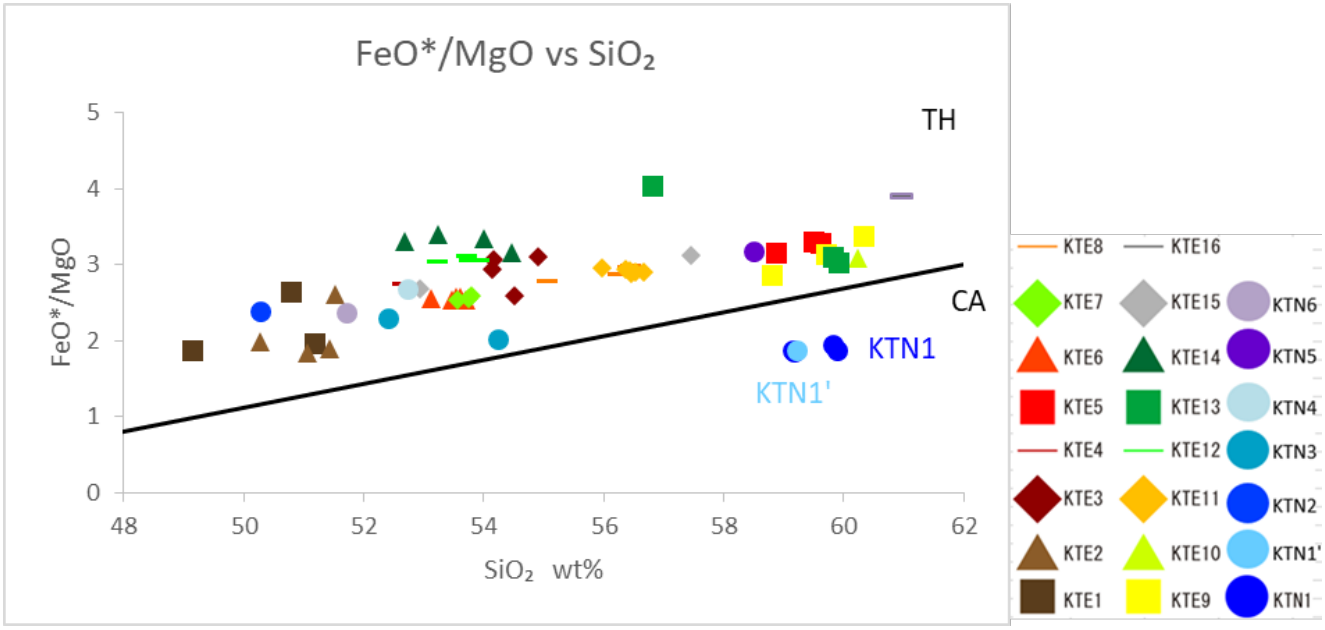
考察

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

KTEは島弧における一般的なソレアイト系列マグマの組成変化傾向を示すので, 最小二乗法を用いたマスバランス計算を用いて結晶分化の可能性を検討した. 結果大部分でKTEの組成変化は, 斑晶として見られる鉱物の分別作用で説明が出来る事が分かった. 組成が苦鉄質に戻る変化も複数回見られたものの, KTEマグマの組成のトレンドに影響を与えるようなものは無かった. KTEの組成変化は主に結晶分化作用によるものである. ただし, 液相分化作用又は同一起源未分化マグマの貫入等も起こっていた事が解釈出きる.

KTNはKTEとトレンドが異なり, 一般的なソレアイト系列マグマとはFeO*/MgOがSiO量の増加に伴い減少する事や, 液相濃集元素比が変化する点で異なる. ここでKTNの初期の噴出物であるKTN1, N1'に着目する. これらは他の噴出物には見られない石英斑晶の存在, 液相濃集元素比が他の噴出物と異なり高く, ハーカー図上で他の噴出物が形成するトレンドと一致しないといった特異な挙動を示す. 以上のことはKTNのマグマの初期は単一のマグマ溜りから生成された者では無いことを示唆している.つまりKTNマグマの初期の組成変化の要因はマグマ混合であると考えられる. 今回珪長質成分として, 本火山の基盤岩の1つであり, この地域に広く分布する玉川溶結凝灰岩由来の地殻物質または珪長質マグマを想定したところ, KTN1, N1'の組成のマグマを生成出来る事が分かった.

キーワード：噴出物層序、ソレアイト系列マグマ、結晶分化作用、マグマ混合
Keywords: stratigraphy, tholeiitic magmas, crystallization differentiation, magma mixing



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

蔵王火山，五色岳火砕岩類上部における噴火準備過程
Pre-eruptive magmatic processes of upper part of Goshikidake pyroclastic rocks, Zao volcano

*佐藤 初洋[1]、伴 雅雄[1]
*Motohiro Sato[1], Masao Ban[1]

1. 山形大学大学院理工学研究科
1. Graduate School of Science and Technology, Yamagata University

蔵王火山は東北地方において最も噴火履歴の多い火山である．最新の山体である五色岳は約2 kaから活動を開始し，0.8 kaからは御釜に火口を移して現在も活動を続けている．2013年以降火山性微動や火山性地震の一時的な増加などの前兆的現象が観測されており，噴火準備過程の解明は急務である．近年，斑晶鉱物の累帯構造などを詳しく解析することによってマグマ供給系の噴火準備過程をより深く理解する試みが幾つかの火山で行われている．そこで本研究では蔵王火山の御釜火口から噴出した過去800年間の噴出物を対象に噴火準備過程の詳細な解明を目的として，斑晶鉱物の組成累帯構造の解析と熱力学的手法とを組み合わせた検討を行った．

噴出物はマグマ水蒸気爆発に伴う多数のサージ堆積物とスコリア質の降下火砕物からなる．噴火の休止期と考えられる水蒸気爆発堆積物や崖錐堆積物から6つのphaseに細分し，本質物と考えられる発泡度の高い降下火砕物を系統的に採取して分析に用いた．噴出物はすべて玄武岩質安山岩～安山岩（SiO_2=56-57 wt.%）かつ中間カリウム・カルクアルカリ系列に分類されハーカー図において直線的なトレンドを示す．主な斑晶鉱物は斜長石, 直方輝石, 単斜輝石, 磁鉄鉱である．稀にカンラン石が含まれるが，単斜輝石の反応縁が観察されることから，メルトとは非平衡であったと考えられる．

鉱物化学組成は，斜長石はコアで$An_{64\text{-}86}$ (ピーク値$An_{68, 74}$)，リムで$An_{60\text{-}86}$ ($An_{64, 70, 76}$)，石基コアで$An_{57\text{-}80}$ (An_{63}) である．直方輝石はコアでMg#=60-75 (Mg#=65)，リムでMg#=63-76 (Mg#=65, 71) ，石基コアでMg#=63-67 (Mg#=64) である．単斜輝石はコアMg#=64-67，リムMg#=64-76である．磁鉄鉱はMg/Mn=7-20 (Mg/Mn=9, 14) である．斜長石と直方輝石について組織と組成累帯によって類型化を行い，斜長石は4種類に分類された；C-type：溶融組織はみられず正累帯あるいは均質（コア組成$An_{70\text{-}80}$）．P-type：パッチ状包有物（BSE像の明色部$An_{70\text{-}75}$，暗色部$An_{60\text{-}66}$）をもつ．多くの場合波動累帯構造をもつ．D-type：均質（$An_{60\text{-}70}$）またはpatchyなコアをもち，リムにdusty zone（$An_{75\text{-}90}$）をもつ．H-type：コアに高An（$An_{75\text{-}85}$）のhoneycomb textureをもち，均質な低Anリム（An_{65}）をもつ．直方輝石はMg#だけでなく拡散係数の小さいAlのゾーニングプロファイルを参考に6種類に分類した；L-type：低Mg（Mg#=64-67）で均質または波動累帯構造をもつ．R-type：逆累帯をもつ（コアMg#=60-67→リムMg#=65-76）．R-typeはさらに3種類のsubtypeに細分され，逆累帯の幅が狭く（<数um）高Mg（Mg#=71-76）かつAlの逆累帯が見られるsubtype I，逆累帯の幅が広く（数十um），中Mg（Mg#=69-70）でAlの細い逆累帯が見られるsubtype II，subtype IIと同様に逆累帯の幅が広く中Mgだが Alは均質な組成累帯をもつsubtype IIIに細分される．M-type：中Mgのコア組成（Mg#=69-70）をもち，多くが微斑晶（<50um）として存在する．H-type：不均質で高Mg（Mg#=76-70）コアをもつ．先行研究を参考に圧力を1.5-2.0 kbarとして両輝石温度計を適用した結果，マグマ温度は低Mgで950-1000℃，中Mgで1010-1040℃，高Mgで1030-1060℃と推定された．

記載岩石学的証拠から噴出物は高温マグマと低温マグマの2端成分混合によって形成したと考えられる．全岩化学組成における一連のトレンド上に端成分マグマが存在すると仮定し，rhyolite-MELTSによる繰り返し計算を行って端成分マグマの組成を求めた．このとき低温マグマは低Mg直方輝石の温度（950-1000℃）かつ低温マグマ由来（低An斜長石，低Mg輝石）の斑晶モード組成を満たすこと，高温マグマは高Mg直方輝石の温度（1030-1060℃）以上かつカンラン石および高An（$An_{>80}$）斜長石が平衡に存在することなどから制約すると，低温マグマの組成はSiO_2=59.0-62.0 wt.%, T=953-999℃, P=1.5 kbar, H_2O=1.0-2.0 wt.%程度，高温マ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

グマの組成はSiO_2=48.0-50.0 wt.%，T=1060-1126℃，P=1.5-2.0 kbar，H_2O=1.0-2.0 wt.%程度という結果が得られた．得られた端成分マグマの条件から直方輝石の組成累帯構造から混合マグマについて検討する．低Mgな直方輝石は珪長質マグマと平衡で，高および中Mgな直方輝石は高温マグマと平衡共存しないため混合マグマ由来であると考えられる．最も普遍的に観察されるR-type (I) のMg#のゾーニングプロファイルは，リムで高Mgに増加した後に最外縁リムで中Mg程度まで減少する．このことから混合マグマは高Mgな直方輝石と平衡な条件（1030-1060℃）でいるのはマグマ混合直後のごく短時間で，それ以外の期間は中Mgな直方輝石と平衡な条件（1010-1040℃）で存在していると考えられる．マグマプロセスのタイムスケールを推定するため，直方輝石斑晶の滞留時間をゾーニングプロファイルから推定した．滞留していたマグマの温度は中Mgの直方輝石と平衡（1025℃）で，酸素分圧はNNO-bufferであると仮定して拡散係数を求め，Mg#の初期プロファイルはAl組成から推定して計算した．その結果，R-type (I) は半日ー2年程度，R-type (II) やR-type (III) では5-20年程度の滞留時間が見積もられた．一方斜長石では直方輝石よりも複雑な組成累帯が観察される．微量元素であるMgに着目すると，Anと同期して変化する場合としない場合があり，大半は逆相関を示すが一部斑晶のリムではAnとMgがともに増加する．この成因としては拡散によってMgの組成プロファイルが均質化した可能性，噴火の直前に注入が活発化した可能性，斑晶が対流によってマグマ溜まりの混合が活発な領域に移動した可能性など複数の要因が考えられる．

キーワード：マグマ供給系、滞留時間、rhyolite-MELTS、組成累帯構造、直方輝石、蔵王火山
Keywords: magma plumbing system, residence time, rhyolite-MELTS, chemical zoning, orthopyroxene, Zao volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

那須火山群，二岐火山の地質と岩石
Geology and petrology of Futamata volcano, Nasu volcano group, NE Japan

*渡部 将太[1]、長谷川 健[1]
*Shota Watanabe[1], Takeshi Hasegawa[1]

1. 茨城大学
1. Ibaraki Univ.

二岐火山は，那須成層火山群を構成する火山の一つとされる．那須成層火山群の活動は，甲子旭岳（540～420ka）に始まり，噴出源を南下させながら，三本槍岳（360～270ka），朝日岳（170～70ka），南月山（210～80ka），茶臼岳（16ka～現在）を形成したが，二岐火山（140～90ka）はこの傾向に逆行するように北部に独立して形成された（伴・高岡，1995；藤田，1988；山元，1999）．本火山が形成された那須成層火山群北部は，白河火砕流を供給した塔のへつりカルデラや，大白森山溶岩円頂丘群などの珪長質な火山活動が卓越するが，これらのマグマと二岐火山との関係も不明である．本研究では，那須成層火山群の中でも不明点が多い二岐火山について，地質学的・岩石学的手法を用いて，その形成史やマグマプロセスを詳しく検討したので報告する．

二岐火山の噴出物については，山元（1999）でその層序の概要が示され，下位から岩山溶岩，二俣火砕流堆積物（以下，堆積物を省略），二岐山溶岩（溶岩円頂丘）とされた．本研究では地形判読や地質調査から，二岐火山の詳しい噴出物層序を構築し，地質図を作成した．これまで一括されていた岩山溶岩は，流下方向の違いにより大きく3つのグループ（二岐北部溶岩：FLN，二岐西部溶岩：FLW，二岐南部溶岩：FLS）に分けられ，それぞれFLNは3つ，FLWは3つ，FLSは６つのフローユニットからなる．その上位に位置する二俣火砕流は，分布と岩相などから2つのユニット（二岐西部火砕流：FBW；二岐東部火砕流：FBE）に細分でき，FBEは二岐山溶岩の近傍に明瞭な地形的高まりを形成する．二岐山溶岩は，地形や斑晶鉱物組み合わせの違いから２つのユニット（二岐男岳溶岩円頂丘：FOD；二岐女岳溶岩円頂丘：FMD）に細分できる．本研究では，後述する岩石学的特徴も加味して，本火山の活動を溶岩流出期（前期）と溶岩円頂丘形成期（後期）の２ステージに大別した．前期噴出物はFLN，FLW，FLS，FBWであり，後期噴出物はFOD，FMD，FBEである．

全ての噴出物には球粒状の苦鉄質包有物が認められる．これらは母岩との接触部に急冷縁を持つものも認められる．母岩の斑晶鉱物組み合わせは，前期では主に石英含有カンラン石単斜輝石直方輝石安山岩～デイサイトである．後期では主に単斜輝石直方輝石安山岩～デイサイトで，特徴的に普通角閃石を含む場合がある．苦鉄質包有物の斑晶鉱物組み合わせは，ステージ間に有意な差はなく，主にカンラン石単斜輝石直方輝石玄武岩～玄武岩質安山岩である．母岩と苦鉄質包有物のSiO_2量は，それぞれ53.5～68.4wt.%と50.6～59.3wt.%である．

都城図（FeO*/MgO-SiO_2図）において，前期噴出物と後期噴出物はほぼ平行で異なる組成変化トレンドを示し，同程度のSiO_2量で比較した場合，後期は前期よりも高いFeO*/MgO値を示す（たとえばSiO_2= 64.1wt.%のとき，前期：FeO*/MgO = 1.9；後期：FeO*/MgO = 2.2）．K_2Oのハーカー図では，全体に，SiO_2量の増加とともに低カリウムから中間カリウム系列に遷移する．両ステージの噴出物は苦鉄質側で収束するものの，珪長質側では発散する組成変化トレンドを示し，前期は後期噴出物よりも高いK_2O値である（SiO_2= 63.8wt.%のとき，前期：K_2O = 1.6wt.%；後期：K_2O = 1.3wt.%）．また，Crのハーカー図において，SiO_2= 55wt.%以下の苦鉄質側で，前期噴出物は高いCr値（Cr = 120～180ppm）を示す一方，後期では明瞭に低いCr値（Cr = 32～66ppm）を示す．

FeO*/MgO-SiO_2図で，両ステージの組成変化トレンドはほぼ平行で互いに交わらないことから，前期と後期でマグマ供給系が入れ替わったと考えられる．また全ての噴出物に苦鉄質包有物が含まれていることや，ハーカー図上で直線的な組成変化傾向を示すことなどから，本火山ではマグマ混合のプロセスが支配的であったと考えられる．ステージごとにマグマ供給系が異なり，かつマグマ混合が起きていたことを考慮する

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

と，２つのステージでそれぞれ苦鉄質と珪長質，すなわち４つの端成分マグマの存在が示唆される（S1-mafic，S1-felsic，S2-mafic，S2-felsic）．斑晶鉱物組み合わせから，S1-felsicとS2-felsicは，それぞれ特徴的に，石英および普通角閃石を含むマグマと考えられる．苦鉄質包有物については，前期（S1-mafic）から後期（S2-mafic）にかけてCrの含有量が著しく低下する一方，両方の不適合元素比が変わらないから，後期では前期より結晶分化が進んだ苦鉄質マグマがS2-felsicマグマと混合したと考えられる．

キーワード：二岐火山、那須火山群、噴出物層序、マグマ供給系
Keywords: Futamata volcano, Nasu volcano group, ejecta stratigraphy, magma plumbing system

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

榛名カルデラ形成噴火のマグマ－白川火砕流堆積物からの示唆－
Magma of the Haruna-Caldera forming eruption in view of Shirakawa pyroclastic flow deposits-

*木谷 悟郎[1]、鈴木 由希[2]、大石 雅之[3]
*Goro Kitani[1], Yuki Suzuki[2], Masayuki Oishi[3]

1. 早稲田大学, 教育学部, 地球科学専修、2. 早稲田大学, 教育・総合科学学術院, 地球科学専修、3. 気象庁, 仙台管区気象台
1. Department of Earth Sciences, School of Education , Waseda University, 2. Department of Earth Sciences, Faculty of Education and Integrated Arts of Sciences, Waseda University, 3. Sendai Regional Headquarters, Japan Meteorological Agency

榛名火山は東北日本弧最南端に位置する成層火山である。下司・竹内（2012）はその活動史を主成層火山体の形成が起きた古期榛名火山（～240ka）と、約20万年の休止期、溶岩ドームの形成を主とした新期榛名火山（45ka～）に区分した。新期榛名火山の活動は、山頂に現存する榛名カルデラを形成する噴火から始まった。新井（1962）は、この噴火において軽石流堆積物（1.0km^3 DRE）と降下軽石堆積物（0.2km^3 DRE）が生成したことを示した（噴出量は山元（2013））。大石・他（2011）は火砕流堆積物を、斜長石の屈折率に基づき白川火砕流堆積物と里見火砕流堆積物の2つに区分した。本研究ではカルデラ形成噴火直前のマグマ溜まりでのプロセスや、噴火誘発過程の解明を主たる目的とし、白川火砕流堆積物の調査と、本質物質である軽石の岩石学的検討を実施した。さらに本研究で得た白川火砕流堆積物のデータを、岡野・鈴木（2019;本大会）で得られた里見火砕流堆積物のデータと比較することで、2つの火砕流堆積物の差異の解明を行った。

大石・他（2011）の他、下司・竹内（2012）や高橋・他（2016）で記載例のある、山頂、北麓、南東～南麓の12露頭を調査した。そのうち南麓の荒神露頭は火砕流堆積物の基底部が唯一観察され、この露頭の上位層と比較することで噴出したマグマの時間変化も推定した。調査した露頭のうち8露頭では本質軽石をサンプルとして採取した。採取した軽石は室内での肉眼観察で白色と灰色の2タイプに分けられた。灰色軽石は荒神露頭の基底部のみに存在し、そこでは白色軽石も共存していた。採取したサンプルの内44サンプルについて東大地震研にて外西・他（2015）の方法で全岩化学組成分析を行った。全岩化学組成より、軽石はデイサイト（SiO_2= 61.9～65.4 wt.%）であることが判明した。また灰色軽石(N=3) の組成（SiO_2=64.2～64.7 wt.%）は狭い範囲に集中するものの、白色軽石の範囲内にあることも判明した。荒神露頭では、基底部（SiO_2 = 62.3～64.8 wt.%）と上位層（SiO_2= 62.6～64.6 wt.%）とで組成差がないことも分かった。白川火砕流堆積物の軽石の組成は、里見火砕流堆積物のもの（SiO_2= 62.8～66.3 wt.%）と区別がつかない。

全岩組成や色彩を網羅する合計10サンプルについて2枚ずつ薄片を製作し顕微鏡記載を行った。軽石には斑晶として、斜長石、石英、角閃石、斜方輝石、カミングトン閃石、Fe-Ti酸化物が含まれており、全てが集斑晶をなしていた。これら鉱物が、類似した組成の珪長質マグマから晶出したことを示唆する。マフィック鉱物として角閃石、斜方輝石は多く存在し、カミングトン閃石は顕著に少なかった。斑晶毎に有無はあるが、石英の融食組織、斜長石の汚濁帯、斜方輝石微結晶集合体（角閃石等の脱水分解組織）といった、メルトとの非平衡を示す組織が観察された。ほとんどの組織はメルトが未分化になることにより引き起こされるが、角閃石の分解は減圧によっても引き起こされる（Rutherford and Hill, 1993）。しかし、ほとんどの軽石の石基には結晶が存在せず、マグマが火道を急上昇した可能性が高いことから、メルト組成の変化により形成されたものといえる。メルトが未分化になった要因として、高温マグマによる珪長質マグマの加熱、または高温マグマとの混合が挙げられる。マグマ混合の場合、高温マグマが無斑晶質であることが斑晶組み合わせから推定できる。一方、斜方輝石斑晶は、通常の斑晶・微結晶集合体のいずれにおいても角閃石縁を持つことがあり、これは温度低下を示唆する。以上で述べた斑晶組み合わせや組織は、軽石の色彩、荒神露頭の基底部・上位層により差異がなく、さらに、里見火砕流の軽石とも良く似ている。

これらを元に白川火砕流噴出直前のマグマ溜まりでのプロセスを提案する。まず高温マグマによる加熱もしくはマグマ混合により、珪長質マグマ溜り内に、温度上昇・メルト組成変化の程度の異なるゾーンが発生した

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

（石英・斜長石の反応縁、角閃石の脱水分解の有無）。噴火時に、火道等で、異なるゾーンに由来したマグマが混合し、温度上昇・メルト組成変化の履歴の異なる斑晶が、同一噴出物にて共存するに至った。斜方輝石微結晶集合体に対して角閃石反応縁の有無があるのは、異なるゾーンのマグマが混合してから噴出するまでの時間の長短を示している可能性がある。

白川火砕流堆積物における、白色軽石と灰色軽石の唯一の違いは、石基にある。白色軽石がガラス質なのに対して、灰色軽石ではわずかにマイクロライトが認められた。色彩の差は、石基結晶度の違いによるもの（Gardner *et al.*,1998）だと判断した。灰色軽石が堆積物の基底部で顕著に産出したことから、噴火前に火道を開栓しながら低速で上昇したマグマで、減圧脱水による結晶化が顕著に起き、灰色軽石になったと推測した。

キーワード：榛名火山、火砕流、マグマ混合、高温マグマによる加熱、噴火誘発
Keywords: Haruna volcano, Pyroclastic flow, Magma mixing, Heating from hotter magma, Eruption trigger

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

榛名カルデラ形成噴火のマグマ―里見火砕流堆積物からの示唆―
Magma plumbing system in the caldera-forming eruption of Haruna volcano indicated by Satomi pyroclastic flow deposit

*岡野 百花[1]、鈴木 由希[2]
*Momoka Okano[1], Yuki Suzuki[2]

1. 早稲田大学，教育学部，地球科学専修、2. 早稲田大学，教育・総合科学学術院, 地球科学専修
1. Department of Earth Sciences, School of Education, Waseda University, 2. Department of Earth Sciences, Faculty of Education and Integrated Arts of Sciences, Waseda University

榛名火山は東北日本弧の火山フロント最南端に位置する大型成層火山である。下司・竹内（2012）は榛名火山の活動を古期と新期の2つの活動期に区分した。古期から約20万年間の休止期を経て、約4万5千年前にカルデラ形成噴火により新期の活動が開始した。この噴火では降下軽石と火砕流を併せて約1.2km^3 DREが噴出した。大石・他（2011）はこの噴火で噴出した火砕流を、軽石に含まれる斜長石斑晶の屈折率の高低により、里見火砕流と白川火砕流に区分した。

火山毎の噴火の特徴を把握するためには、マグマ供給系の構造と噴火誘発過程の解明が必要であり、そのために噴出物の岩石学的な解析が用いられてきた。噴火の特徴の理解は、将来の噴火のタイプや噴火推移の予測を行う上で不可欠であり、これは社会的要請が非常に大きい。榛名火山においては、6世紀後半の二ツ岳の噴火の研究 (Suzuki and Nakada, 2007) を除き、記載岩石学的特徴を用いたマグマ供給系の構造と噴火誘発過程の検討が不足している。そこで本研究では、約4万5千年前のカルデラ噴火の里見火砕流を対象として、露頭調査および岩石学的検討を行った。調査したのは榛名火山南麓の6露頭である。また、解析の結果をもとに、白川火砕流堆積物との岩石学的な関係を議論した。

里見火砕流堆積物には、白色、灰色、白がかった灰色および灰がかった白色の4種類の軽石が含まれている。全岩化学組成はSiO_2=62.8-66.3 wt.%の範囲にあり、デイサイトである。松之沢にて採取した軽石は、全岩SiO_2で3.6 wt.%の比較的広い組成幅を持つ。色彩ごとに違いはなく、同時期に噴出したとされる白川火砕流堆積物（木谷・鈴木，2019；本大会）とも差は見られない。軽石中の斑晶の全ては、集斑晶での共存関係から単一もしくは類似の条件を持つマグマから晶出したと考えられ、その鉱物組み合わせは斜長石、石英、普通角閃石、カミングトン閃石、斜方輝石、Fe-Ti酸化物である。この記載岩石学的特徴は、全岩SiO_2量および軽石の色彩毎により系統的に変化しない。汚濁帯を持つ斜長石斑晶および融食形の石英斑晶の存在からは、マグマ溜まりが温度上昇プロセスを経ていることが明らかになった。温度上昇の原因としては、高温苦鉄質マグマと混合したこと、もしくは高温苦鉄質マグマによりマグマ溜まりが加熱されたことが推測される。ここで、軽石にはかんらん石などの苦鉄質マグマ由来の斑晶が含まれていないことから、混合の場合には、苦鉄質マグマは無斑晶質であったと考えられる。また、斜方輝石の斑晶組織は温度の上昇に加え、下降プロセスも記録していることから、マグマ溜まりは進化の過程で、温度の上下変動を経験したと解釈できる。

全岩SiO_2量が比較的広い幅を持つ松之沢の白色軽石は、薄片において斑晶量の違いが観察されたため、その関係を検証するために斑晶モード分析を実施した。その結果、斑晶量は52.3-71.7 vol. %であり、全岩SiO_2量が大きいほど全斑晶量も大きいという正の相関が見られた。また、斑晶鉱物相の比率にも相関があり、全岩SiO_2量が大きいほど石英斑晶量が大きくなり、Fe-Ti酸化物斑晶量が小さくなる。苦鉄質マグマとの混合があった場合、その混合比の違いを反映していると考えられる。また、斑晶量が多いため、里見火砕流を発生させたマグマ溜まりはマッシュ状であるといえる。以上のことから、カルデラ形成噴火に関与したマグマ供給系の構成を推定した。まず、マッシュ状の珪長質マグマが存在し、そこには前述の鉱物が結晶として含まれていた。そこに、外部から高温の苦鉄質マグマが供給され、混合もしくは加熱が発生した。この温度上昇イベントが噴火を誘発した可能性がある。

また、軽石には破砕形の斑晶が多量に含まれる。破砕結晶はマグマが火道を上昇する際に、火道壁との摩擦により生じたせん断応力を受けることによって形成されたと考えられる。白色軽石よりも破砕結晶に富む灰色

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

軽石は、相対的に大きなせん断応力を受けたマグマを起源とする可能性が大きい。したがって、灰色軽石を生成したマグマは火道壁付近を、白色軽石を生成したマグマは火道中心部付近を流れたと考えられる。

キーワード：榛名火山、カルデラ形成、火砕流、マッシュ状珪長質マグマ、マグマ混合、高温マグマによる加熱
Keywords: Haruna volcano, Caldera-forming eruption, Pyroclastic flow, Mush-like felsic magma, Magma mixing, Heating from hotter magma

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

白山火山，南竜ヶ馬場の岩石学
Petrology of the Minamiryu-ga-banba in Hakusan Volcano

*宮下 太一郎[1]、海野 進[1]、茨木 柚季[2]
*Taichiro Miyashita[1], Susumu Umino[1], Yuzuki Ibaraki[2]

1. 金沢大学、2. 株式会社中研コンサルタント
1. Kanazawa University, 2. Chuken Consultant Co., Ltd

The Minamiryu-ga-banba Lava dated at 30 Ka extends from 100 m below a scoria cone on the southern foot of Gozengamine 4 km downslope to Nakahanba. A scoria raft was found on the Minamiryu-ga-banba Lava 1.5 km from the vent, which has identical whole-rock and mineral compositions to the remnants of a scoria cone on the southern slope of Gozengamine. This indicates that the scoria cone is the source vent of the Minamiryu-ga-banba Lava. We report results of whole-rock and mineral analyses of Minamiryu-ga-banba Lava and the scoria cone at the foot of Gozengamine.

Thirty-six samples of scoria clasts from the cone and raft and Minamiryu-ga-banba Lava were examined under an optical microscope and analyzed by XRF and by EPMA. Lava samples contain phenocrysts of plagioclase, orthopyroxene, hornblende and magnetite set in the groundmass of plagioclase, clinopyroxene, olivine, quartz, ilmenite and glass. Scoria carries phenocrysts of plagioclase and olivine with a small amount of hornblende and orthopyroxene. Plagioclase with or without dusty zone is present. Hornblende phenocrysts are opacitized. The groundmass contains abundant glass and vesicles. Scoria raft contains plagioclase and olivine phenocrysts in the groundmass of abundant glass and vesicles.

Whole-rock SiO2 of scoriae of the raft and cone largely overlaps, ranging from 55 wt%–60 wt%, while the Minamiryu-ga-banba Lava shows a limited range of 60 wt%–62 wt%. The lava and the scoriae form a single liquid line of descent with decreasing TiO2, FeO, MnO, MgO, CaO and P2O5, increasing Al2O3 and K2O and invariant Na2O, with increasing SiO2. These variations could be interpreted by crystallization differentiation of phenocrystic phases except TiO2 and K2O, which requires end component with higher TiO2 and K2O. The whole-rock compositions of the Nohi Ryolite, basement of the Hakusan Volcano, plot on the extension of lines connecting the scoriae and the Minamiryu-ga-banba Lava. This strongly suggests contamination of the Minamiryu-ga-banba Lava by the Nohi Ryolite.

Plagioclase has An34-61 with a peak An42 in the raft and An36-61 with a peak An42 in the cone. Olivines in the raft and the cone have Fo69-86 with a peak Fo85 and Fo76-86 with a peak Fo84, respectively, and orthopyroxenes in the raft and the cone show Mg#62-84 with a peak Mg#64 and Mg#62-75 with a peak Mg#63, respectively.

Whole-rock and mineral compositions of the scoriae of the raft and the summit cone are essentially identical and were parts of a scoria cone formed by an earlier Strombolian phase, which was subsequently destroyed by extruding Minamiryu-ga-banba Lava.

Although the Minamiryu-ga-banba Lava is dated to 30 Ka by K-Ar method, the lava preserves the original flow morphology as clear as the 2.2 Ka Shiramizunotaki Lava. In addition to this, the summit scoria cone exposes on the surface and is neither covered by soil nor later tephras. Besides this scoria cone, the only

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

known mafic tephra carrying olivine phenocrysts is the Minamiryu Tephra, that has a easterly dispersal axis and widely covers Murodo, Midagahara and Minamiryu-ga-banba. Although the source vent of Minamiryu Tephra is considered to be in the summit region now buried by the Kengamine, our observations suggest a correlation of the summit scoria cone and the Minamiryu Tephra. This means that the Hakusan Minamiryu eruption at 2.2 Ka was much larger in magnitude and formed not only the Shiramizunotaki Lava, Kengamine and the Hakusan Minamiryu Tephra, but also the Minamiryu-ga-banba Lava.

キーワード：白山火山、スコリア、スコリアラフト、溶岩流
Keywords: Hakusan volcano, scoria, scoria raft, lava flow

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Tephrochronological relations of Middle-Pleistocene tephra derived from Myoko Volcanic Group and the pumice and scoria fall deposits found in Kosha Volcano, Central Japan

*高杉 直彰[1]、齋藤 武士[1]、牧野 州明[1]、鈴木 毅彦[2]
*Naoaki TAKASUGI[1], Takeshi Saito[1], Kuniaki Makino[1], Takehiko Suzuki[2]

1. 信州大学　総合医理工学研究科　総合理工学専攻、2. 首都大学東京　都市環境科学研究科　地理環境科学域
1. Shinshu University, 2. Tokyo Metropolitan University

Kosha Volcano, locating between Iiyama Basin and Nagano Basin, is a small stratovolcano erupted between 0.3 and 0.2 Ma (Kaneko et al. 1989). There are no geological studies about this volcano after Saito (1955) until Kaneko et al. (1989). Togashi and Akabane (1991) reported two tephra groups within Kosha Volcano. The lower is named Kosha Pumice flow and fall deposits (Kf/Kp), which consists of four pumice layers (A1-A4) with hornblende crystals. The upper consists of four pyroxene-rich scoria layers (A5-A8). They inferred A5- A8 are derived from another volcano locating in the west. They presumed that Kf/Kp originated in Iimori-yama Lava Dome (IM) which is the last product of Kosha Volcano because of presence of hornblende crystals. However, Kf/Kp does not include clinopyroxene crystals, which are common mineral in all of the Kosha products including IM. Hayatsu et al. (1994) and Suzuki (2001) reported several tephra layers distributed around Myoko Volcanic Group. In particular, Ojika Scoria Group (OS) derived from Kurohime volcano and Iz-KT tephra group derived from Iizuna Volcano is possible to correlate to tephra layers at Kosha Volcano.

In order to clarify the origin of these tephra layers, we carried out mineralogical analysis (Takasugi et al. 2018, Fall meeting of the volcanological society of Japan). The results indicated that A5-A8 scoria groups are correlated to OS. Chemical compositions of orthopyroxene and hornblende of A3 and A4 tephra differed from those of Kosha products including IM, suggesting that A3 and A4 are not originated from Kosha volcano. Geological occurrences, mineral assemblages and chemical compositions of orthopyroxene and hornblende crystals of A3 and A4 tephra were very similar to those of KTa tephra, which composes the upper most layer of Iz-KT, suggesting that A3 and A4 tephra are correlated to Iz-KT tephra group. This time, we determined chemical compositions of Iz-KT layers to correlate tephra layers at Kosha Volcano.

Titanomagnetite crystals of three tephra layers of Iz-KT (KTa, KTb, KTc) showed distinct chemical compositions. Particularly, three tephra layers showed different Al contents, suggesting that KTa was correlated to A3 and A4, KTb was correlated to A2, and KTc was correlated to A1. Because A1-A8 tephras are covering the pyroclastic flow deposits and lavas of Kosha Volcano, this result suggests the age of the activities of Kosha Volcano is to be

guessed to be elder than the production of KTc, which considered to be supplied around 160 ka according to Suzuki (2001).

キーワード：妙高火山群、テフラ層序学、SEM-EDS、斜方輝石、チタン磁鉄鉱、第四紀学
Keywords: Myoko Volcanic Chain, tephrochronology, SEM-EDS, orthopyroxene, titanomagnetite, Quaternary research

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Geologic and petrologic study of the Kamo monogenetic volcanic field,Southern Kyushu,Japan

*Linus Anye Nche[1], Takeshi - Hasegawa[1], Tetsuo - Kobayashi[2], Károly - Németh[3], Festus Tongwa Aka[4]

1. Ibaraki Univ., 2. Kagoshima Univ., 3. Massey Univ., 4. IRGM

Kamo monogenetic volcanic field consists of small-volume basaltic volcanoes forming part of the volcanic front of Southern Kyushu that extend to the Southern Island of Japan. These volcanoes include the late Pleistocene Aojiki volcano formed at about ~100ka and two Holocene maar volcanoes, the Sumiyoshiike(SM:0.5km in diameter) and Yonemaru (YM:1.2km in diameter) that erupted at 8.2ka and 8.1ka respectively (Nagaoka 1988, Nagaoka et al.2001, Moriwaki et al,2016). These two maars were formed through phreatomagmatic eruptions during sea level high stand along the northern edge of the Kagoshima graben, where large caldera forming volcanism has been concentrated, leading to the accumulation of widespread dacitic and rhyolitic tephras (Nagaoka 1988).While the volume of erupted basaltic magma in this area is low, they have played a significant role in the evolution of the felsic magmas in the Kagoshima graben (Kimura et al.2015).

Lithostratigraphic studies for these maars have been reported by Moriwaki et al. (1986) and Moriwaki (1992) in which different lithofacies were identified and described. In this study, we present geologic and petrologic examinations of the products in order to understand the mafic magma process with focus on the maar forming eruptions. In addition, we also provide data for the older Aojiki volcano identified in between the two maars.

From our field investigations, most of the pyroclastic sequence from the two maars were stratified and consists of thin beds of volcanic ash, scoriaceous lapilli and bombs. These tephra deposits are generally rich in accidental clasts, made up of brown pumice and laminated silts sediments, especially at the proximal part of the maar crater. The brown pumice clasts are the product of Ito Ignimbrites coming from the Aira caldera that erupted ~29ka covering a vast area around Southern Kyushu (Aramaki, 1984), while laminated silts sediments formally grouped into the Kamo Formation, considered to be the basement rock of the area (Kobayashi et al.2004, Kagawa and Otsuka,2000).

At YM, the lower outcrop consists of alternating thin beds of ash and lapilli of base surge origin with characteristics cross and planar laminated structures.

The upper outcrops for both maars are richer in juvenile pyroclasts especially at SM. The scoria cone of Aojiki volcano, at attitude of 213m, consists of variable pyroclast sizes ranging from ash to bomb and block. Meanwhile, the Aojiki lava found below the cone is characterized by clinkery aa lava surface textures and massive blocky lava structure.

Petrological features of the juvenile pyroclasts from the two maars are variable with common phenocrysts of plagioclase and clinopyroxene and microphenocryst of olivine set within a glassy groundmass of same minerals exhibiting mostly hyalo-ophitic to intersertal textures. Honey comb texture defined by numerous small melt inclusions in plagioclase phenocrysts are common in the YM products.

Whole rock geochemical data indicates that the juvenile pyroclasts are composed of mostly basalts and

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

minor basaltic andesites. All the juvenile pyroclasts can be defined as tholeiitic magma series of mainly medium K characteristic. Distinct chemical trends among the three volcanoes suggest independent magmatic evolution within each volcano. Compositional ranges are narrow for SM (SiO_2 :47.03wt.%-48.01wt.%, MgO: 6.10-6.51 wt.%),Aojiki scoria(SiO_2:50.30 wt.%-50.90 wt.%, MgO: 4.48-4.68 wt.%) and lava(SiO_2:48.06 wt.%-48.81wt.%, MgO: 5.47-5.66wt.%), while a wide compositional range can be recognized in the YM products(from lower to upper). The eruptive products of the upper section (distal products) of the YM are more evolved with SiO_2 content ranging from 51.43 wt.% to 52.10wt.% with low concentration of Ni, Cr, Co compared to the lower and middle products with almost similar concentration of major and trace elements.

Highly Incompatible trace element ratios such as Y versus Zr and Ba versus Y diagrams indicate a distinct correlation line within YM products, which implies fractional crystallization (FC) was not the main magmatic process. While no differences are observed in the SM and Aojiki samples suggesting that these products were formed by FC. REE patterns between the mafic and most evolved samples of YM are remarkably different, while those of SM and Aojiki are almost similar. Mineral chemistry data for core composition of plagioclase phenocrysts for YM is broad showing Anorthite content of 36-90% and 60 -90 % for upper and lower products respectively. These petrologic features of YM products strongly suggests magma mixing process derived from at least two distinct magma sources.

Keywords: monogenetic, maars, Kagoshima graben, basalt, mixing

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

富士山・万野溶岩流内の溶岩チューブ洞窟から得られる知見
Investigation on Lava Tube Caves in Manno lava flow of Mt.Fuji

*本多 力[1]
*Tsutomu Honda[1]

1. 火山洞窟学会
1. Vulcano-speleological Society

[はじめに]

富士山・万野溶岩流はBC10000以前といわれきわめて古い溶岩流で、珪酸重量分率は49.7%と低い値を示している[1)]。万野溶岩流内には万野風穴（別名称は大日穴）、屋敷穴、弘法穴、窓穴、銀河風穴、観音穴（すでに埋没）の存在が知られている[2,3)]。これらは一連の溶岩チューブシステムと考えられ、富士山では最も年代が古いとみなされている溶岩チューブ洞窟群である。なかでも万野風穴は総延長距離908mで万野溶岩流では最長の溶岩チューブ洞窟である[2,3)]。ここでは測量図[2,3)]のある万野風穴（大日穴）に注目して万野溶岩流の降伏値と表面張力の推定を行った。

[万野風穴（大日穴）と溶岩降伏値]

万野風穴（大日穴）の内部の写真を写真１に、水平断面と縦断面の測量図を図１に示す。縦断面図の高低差(30m)と洞窟長さ(700m)から傾斜角度α=2.5˚が得られる。洞窟高さはほぼ5mである。傾斜した円管内を流れるビンガム流体の流動限界条件により、溶岩降伏値f_Bは$f_B=H(\rho g \sin\alpha)/4$から推定される[4)]。　溶岩密度を2.5g/cm^{3}とすると前記条件からf_B=　1.32x10^4 dyne/cm^{2}が得られる。珪酸重量分率49.7%の玄武岩溶岩としては妥当な値と考えられる。

[溶岩鍾乳と表面張力値]

万野風穴（大日穴）の天井部には多くの溶岩鍾乳がみられる。溶岩チューブから溶岩が抜け出るときそ天井にのこされた残存溶融溶岩が天井から垂れ下がり形成されるのが溶岩鍾乳である。この溶岩鍾乳のピッチから溶岩の表面張力を推定することができる[5)]。すなわち天井に付着している液膜の安定性限界条件から、液膜の波動の固有ピッチ$P=2\pi(\gamma/g\rho)^{1/2}$が得られる。ここで$\gamma$は溶岩の表面張力、gは重力加速度、$\rho$は溶岩の密度である。　したがって天井からたれ下がる溶岩鍾乳の凹凸のピッチPを測ることにより溶岩の表面張力$\gamma=P^2 g\rho/4\pi^2$を求めることが出来る[5)]。万野風穴で計測されたピッチはおおよそP=3~4cmであり(写真２参照)、表面張力としてγ=560～990 dyne/cmが得られる。表面張力としては妥当な値と考えられる。

[おわりに]

万野風穴(大日穴)のチューブ形状と内部構造により万野溶岩流の降伏値と表面張力を推定した。得られた両数値とも玄武岩として妥当な値と考えられる。降伏値、表面張力ともに他の富士山の溶岩流の他の例と同様である[4,5)]。今後も未検討の富士山の溶岩チューブ洞窟について引き続き調査検討を進めてゆく予定である。

参考文献：

1)高田亮、山元孝広、石塚吉浩、中野俊(2016):富士火山地質図(第2版)説明書,産業技術総合研究所,地質調査総合センター

2)小川孝徳(1980)：「富士山の溶岩洞穴・溶岩樹型の地質学的観察」洞人第２巻第３号、日本洞窟協会、1980年8月。

3)富士宮市郷土資料館(1991):「富士宮の火山洞窟」、富士宮市郷土資料館調査報告書、第2号、富士宮市。

4)本多力(2018):溶岩チューブ洞窟と溶岩樹型による富士山・溶岩流の降伏値の推定、地球惑星科学連合2018年大会,SVC43-02

5)本多力(2015):溶岩チューブ洞窟と溶岩樹型の空洞内部に見る溶岩鍾乳と溶岩石筍から推定される溶岩の表

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

面張力.地球惑星科学連合2015年大会,SVC46-07

キーワード：富士山、溶岩チューブ、溶岩流、溶岩鍾乳
Keywords: Fuji, lava tube, lava flow, lava staractite



写真１　万野風穴内部

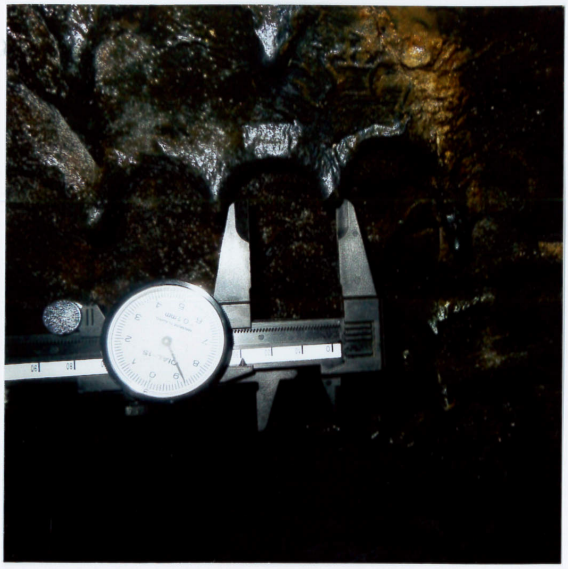


写真２　万野風穴天井の溶岩鍾乳

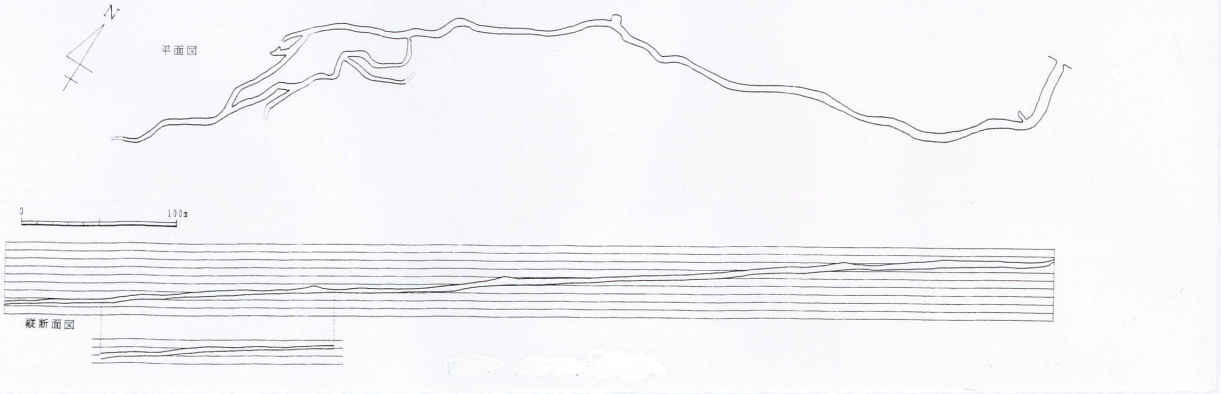


図１　万野風穴の水平及び縦断面図

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_31

[S-VC36] 火山・火成活動と長期予測

コンビーナ:及川 輝樹(国立研究開発法人産業技術総合研究所)、長谷川 健(茨城大学理学部地球環境科学コース)、三浦 大助(大阪府立大学 大学院理学系研究科 物理科学専攻)、下司 信夫(産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)

マグマ発生から移動・蓄積、マントルや地殻との相互作用、脱ガス、噴火様式、火山活動の長期予測、噴出物の運搬・定置過程など、マグマの挙動の各過程に関する話題を議論する．また、噴火の確率論的な研究、短・長期的な火山・火成活動史、マグマの物性や各種技術の開発に関する話題も対象とする．

[SVC36-P01] トレンチ調査による雌阿寒岳の噴火史の再検討

*佐藤 鋭一[1]、和田 恵治[2]、南 裕介[3]、石塚 吉浩[3]、中川 光弘[4]、足立 佳子[4] (1.神戸大学大学教育推進機構、2.北海道教育大学旭川校、3.産業技術総合研究所 地質調査総合センター、4.北海道大学大学院理学研究院地球惑星システム科学分野)

[SVC36-P02] 掘削調査からみた雌阿寒岳ポンマチネシリにおける過去1000年間の火山活動史

*南 裕介[1]、中川 光弘[2]、佐藤 鋭一[3]、和田 恵治[4]、石塚 吉浩[1]、足立 佳子[2] (1.産業技術総合研究所　地質調査総合センター、2.北海道大学大学院理学研究院地球惑星システム科学分野、3.神戸大学大学教育推進機構、4.北海道教育大学旭川校)

[SVC36-P03] **摩周火山，過去14000年間におけるマグマ供給系の変遷**

*和田 恵治[1]、佐藤 鋭一[2]、佐野 恭平[3]、岡田 侑也[1] (1.北海道教育大学旭川校地学教室、2.神戸大学大学教育推進機構 、3.白滝ジオパーク)

[SVC36-P04] 北海道東部，摩周火山における7.6kaカルデラ形成噴火の推移

*柴田 翔平[1]、長谷川 健[1] (1.茨城大学理学部理学科地球環境科学コース)

[SVC36-P05] 北海道東部, 摩周火山の1000年前のMa-b噴火の火山地質学的研究：特に噴火様式の変化について.

*上野 健太[1]、中川 光弘[1] (1.北海道大学大学院理学院自然史科学専攻地球惑星科学システム科学講座)

[SVC36-P06] 北海道南西部，濁川火山のカルデラ形成期噴出物の岩石学的特徴

*金田 泰明[1]、長谷川 健[1] (1.茨城大学大学院)

[SVC36-P07] 姶良カルデラ形成における前駆プリニー式噴火の軽石の組織分析

*緒方 美季[1]、寅丸 敦志[2] (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

[SVC36-P08] 珪長質マグマ溜まりの長期熱収支モデルから推定する長期苦鉄質マグマ供給率

*上澤 真平[1] (1.電力中央研究所　地球工学研究所　地圏科学領域)

[SVC36-P09] 顕微ラマン分光・顕微赤外分光法に基づく高粘性マグマの開放系脱ガス・酸化組織形成過程

*佐野 恭平[1]、佐藤 鋭一[2]、和田 恵治[3]、壷井 基裕[4]、中岡 礼奈[5] (1.白滝ジオパーク、2.神戸大学大学教育推進機構、3.北海道教育大学旭川校、4.関西学院大学理工学部、5.神戸大学海洋底探査センター)

[SVC36-P10] 御嶽山2014年噴火による投出岩塊の分布

*及川 輝樹[1]、吉本 充宏[2]、竹下 欣宏[3]、前野 深[4]、小森 次郎[5]、中田 節也[9]、嶋野 岳人[10]、佐々木 寿[6]、岸本 博志[6]、千葉 達朗[6]、石峯 康浩[7]、常松 佳恵[8]、石塚 吉浩[1] (1.国立研究開発法人産業技術総合研究所、2.山梨県富士山科学研究所、3.信州大学教育学部、4.東京大学地震研究所、5.帝京平成大学、6.アジア航測株式会社、7.鹿児島大地震火山地域防災センター、8.山形大学理学部、9.研究開発法人　防災科学技術研究所、10.常葉大学大学院環境防災研究科)

[SVC36-P11] 2014年噴火以降の御嶽山における火山性地殻変動

*小池 遥之[1]、Ito Takeo[2]、松廣 健二郎[2]、堀川 信一郎[2]、奥田 隆[2]、國友 孝洋[2]、田ノ上 和志[2]、岩瀬 裕斗[1]、熊谷 光起[1] (1.Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University、2.Earthquake and Volcano Research Center, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University)

[SVC36-P12] 南西北海道，第四紀狩場火山群の地質学・岩石学的研究：山体形成史とマグマ変遷の解明

*田次 将太[1]、中川 光弘[2] (1.北海道大学大学院　理学院、2.北海道大学大学院　理学研究院)

[SVC36-P13] 岩手県西部, 小高倉火山の噴出物層序の検討とマグマ組成の変化要因の解明

*後藤 義瑛[1]、藤縄 明彦[2] (1.茨城大学大学院理工学研究科、2.茨城大学理学部)

[SVC36-P14] 蔵王火山，五色岳火砕岩類上部における噴火準備過程

*佐藤 初洋[1]、伴 雅雄[1] (1.山形大学大学院理工学研究科)

[SVC36-P15] 那須火山群，二岐火山の地質と岩石

*渡部 将太[1]、長谷川 健[1] (1.茨城大学)

[SVC36-P16] 榛名カルデラ形成噴火のマグマ―白川火砕流堆積物からの示唆―

*木谷 悟郎[1]、鈴木 由希[2]、大石 雅之[3] (1.早稲田大学, 教育学部, 地球科学専修、2.早稲田大学, 教育・総合科学学術院, 地球科学専修、3.気象庁, 仙台管区気象台)

[SVC36-P17] 榛名カルデラ形成噴火のマグマ―里見火砕流堆積物からの示唆―

*岡野 百花[1]、鈴木 由希[2] (1.早稲田大学，教育学部，地球科学専修、2.早稲田大学，教育・総合科学学術院, 地球科学専修)

[SVC36-P18] 白山火山，南竜ヶ馬場の岩石学

*宮下 太一郎[1]、海野 進[1]、茨木 柚季[2] (1.金沢大学、2.株式会社中研コンサルタント)

[SVC36-P19] Tephrochronological relations of Middle-Pleistocene tephra derived from Myoko Volcanic Group and the pumice and scoria fall deposits found in Kosha Volcano, Central Japan

*高杉 直彰[1]、齋藤 武士[1]、牧野 州明[1]、鈴木 毅彦[2] (1.信州大学　総合医理工学研究科　総合理工学専攻、2.首都大学東京　都市環境科学研究科　地理環境科学域)

[SVC36-P20] Geologic and petrologic study of the Kamo monogenetic volcanic field,Southern Kyushu,Japan

*Linus Anye Nche[1]、Takeshi - Hasegawa[1]、Tetsuo - Kobayashi[2]、Károly - Németh[3]、Festus Tongwa Aka[4] (1. Ibaraki Univ.、2.Kagoshima Univ.、3. Massey Univ.、4.IRGM)

[SVC36-P21] **富士山・万野溶岩流内の溶岩チューブ洞窟から得られる知見**

*本多 力[1] (1.火山洞窟学会)

トレンチ調査による雌阿寒岳の噴火史の再検討
Reinvestigation of the eruptive history of Me-akan volcano, eastern Hokkaido, using trench survey

*佐藤 鋭一[1]、和田 恵治[2]、南 裕介[3]、石塚 吉浩[3]、中川 光弘[4]、足立 佳子[4]
*Eiichi Sato[1], Keiji Wada[2], Yusuke Minami[3], Yoshihiro Ishizuka[3], Mitsuhiro Nakagawa[4], Yoshiko Adachi[4]

1. 神戸大学大学教育推進機構、2. 北海道教育大学旭川校、3. 産業技術総合研究所 地質調査総合センター、4. 北海道大学大学院理学研究院地球惑星システム科学分野
1. Institute for Promotion of Higher Education, Kobe University, 2. Earth Science Laboratory, Hokkaido University of Education at Asahikawa, 3. Geological Survey of Japan, AIST, 4. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Hokkaido University

雌阿寒岳は北海道東部の阿寒火山地域にある活火山であり，阿寒カルデラの後カルデラ火山（フレベツ岳，フップシ岳，雄阿寒岳，雌阿寒岳）の一つとして，阿寒カルデラの南西壁上に成長した．雌阿寒岳の噴火活動は数万年から開始したと考えられており，その後，少なくとも8箇所の噴出中心から噴火を繰り返し，現在の姿に至った．

雌阿寒岳12000年前以降の噴火史は，和田・他（1997）によってその概要が示された．その中で，中マチネシリを火口として 3 回の火砕流の流出（中マチネシリI：約12000年前，中マチネシリII：約9000年前，中マチネシリIII：約5000～6000年前）があったことが報告された．噴出量は，中マチネシリIが最大であり，火口から全方位に流出したが，中マチネシリIIとIIIについては，西山麓の一部で確認されたのみである．中マチネシリ以外の山体については，数1000年前からポンマチネシリ，北山，西山，阿寒富士が活動し，溶岩や降下火砕物を噴出した．約1000年前からはポンマチネシリで断続的に活動が生じている．

我々は，雌阿寒岳の12000年前以降の噴火史を明らかにする目的で，2018年からトレンチ調査行っている．2018年は東山麓において 9 地点のトレンチ調査を行った．本研究では，トレンチ調査および^{14}C年代から12000年前以降の雌阿寒岳の噴火史の再検討を行った．また従来提唱されてきた活動年代は，暦年代補正を行っていない放射性炭素同位体年代（Libby age）に基づいたものであり（和田・他，1997），実際の活動年代については不明な点が残る．そのため本研究では新たな放射性炭素年代を報告し，暦年校正を行うことで活動年代の再検討を試みた．

トレンチ調査では，最下位に火砕流堆積物が確認された．堆積物の特徴および堆積物中に含まれる炭化木片から12000±40yrBP（δ^{13}補正済み，以下同）（暦年校正年代：13991calBP-13745calBP（95.4%；2σ），以下同）の年代値が得られたことから，この火砕流堆積物は，中マチネシリI（和田・他，1997）に対比される．その上に土壌を挟み，数枚の火砕サージ堆積物が確認できた．最下位の火砕サージ堆積物の直下の土壌からは6410±30yrBP（7420calBP-7277calBP（95.4%））），最上位の火砕サージ堆積物の直上の土壌からは2710±20yrBP（2855calBP-2761calBP（95.4%））の年代値が得られた．下位の火砕サージ堆積物の年代値は，中マチネシリIII（和田・他，1997）に対比できるものである．したがって，これまで西山麓の一部で確認されたのみであった中マチネシリIIIは，少なくとも東山麓に火砕サージとして分布している可能性がある．また，本研究で確認された火砕流・火砕サージ堆積物は約7400年前から2800年前の幅広い年代値を示し，野外においても複数のフローユニットが確認される．したがって，これまで想定されてきた単一の火砕流イベントではなく，火砕サージを伴う火砕流が2800年前までに数回発生した可能性も明らかになった．火砕サージ堆積物の上位には，数mmから数cmの火山灰質土壌を挟在し，阿寒富士の降下スコリア堆積物が少なくとも13枚堆積していた．また，阿寒富士の最下位の堆積物の直下の土壌からは2430±

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

20yrBP（2694calBP-2635calBP（16.7%），2614calBP-2593calBP（4.7%），2502calBP-2355calBP（74.0%））の年代値が得られた．したがって，阿寒富士の活動は約2700年前以降に開始したことになる．この結果は佐藤・和田（2017）が示した阿寒富士の活動開始年代とおよそ調和的である．阿寒富士の堆積物の上位には，薄い土壌を挟んでポンマチネシリ火口を由来とする3枚の火山灰層が確認できた．最下位の火山灰層（Pon-1，南・他，2019）には摩周火山由来の火山灰（Ma-b：約1000年前）がパッチ状に含まれていた．したがって，阿寒富士の活動は約1000年前までには終了しており，約1000年前には，雌阿寒岳のポンマチネシリと摩周火山で同時に噴火していたことも明らかとなった．

本研究の一部は文部科学省「次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト」の資金の提供により行われました．記して感謝致します．

キーワード：雌阿寒岳、噴火史、トレンチ調査
Keywords: Me-akan volcano, Eruption history, Trench survey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

掘削調査からみた雌阿寒岳ポンマチネシリにおける過去1000年間の火山活動史

Eruptive history at Ponmachineshiri in Meakan volcano during the last 1000 years: Implication from trench surveys

*南 裕介[1]、中川 光弘[2]、佐藤 鋭一[3]、和田 恵治[4]、石塚 吉浩[1]、足立 佳子[2]
*Yusuke Minami[1], Mitsuhiro Nakagawa[2], Eiichi Sato[3], Keiji Wada[4], Yoshihiro Ishizuka[1], Yoshiko Adachi[2]

1. 産業技術総合研究所　地質調査総合センター、2. 北海道大学大学院理学研究院地球惑星システム科学分野、3. 神戸大学大学教育推進機構、4. 北海道教育大学旭川校
1. Geological Survey of Japan, AIST, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Hokkaido University, 3. Institute for Promotion of Higher Education, Kobe University, 4. Earth Science Laboratory, Hokkaido University of Education at Asahikawa

活火山の山頂部付近では新規の堆積物による埋設や削剥により，正確な層序の構築が困難である場合が多い．このような火山において，山頂から山麓部における掘削調査は，ごく小規模な噴火堆積物の検出が可能であり，火山噴火履歴を構築する上で重要である。

本研究では，雌阿寒岳火山において，阿寒富士活動期以後のポンマチネシリ新期活動期に着目し，山頂部における野外調査と人力による掘削調査を行った．その結果，本研究において，古土壌で境される4枚のテフラ層を確認した．また最初期のテフラ層にMa-b(10世紀)が狭在することから，活動開始時期をおよそ1000年前と見積もった．本研究で確認された4枚のテフラ層を便宜上，下位からPon-1，Pon-2，Pon-3，Pon-4と呼称する．

Pon-1：山頂付近で最大層厚15ｍ，山頂から東南東6㎞の地点では8cm厚である．新鮮なスコリア(60 vol.%)と変質岩片(30 vol.%)，遊離結晶(10 vol.%)からなり，野外では多量のパン皮状火山弾を含む黒色ないし黄褐色の凝灰角礫岩(近傍相)および火山礫凝灰岩(遠方相)として産する．遠方では広域テフラ(Ma-b: 10世紀)をレンズ状ないしパッチ状に含むことから，噴火年代は10世紀頃と推定される．層序に基づきポンマチネシリ降下スコリア(和田ほか，1997)に対比される．

Pon-2：山頂付近で最大層厚3.5ｍ，山頂から東南東6㎞の地点では4cm厚である．スコリア(50 vol.%)と変質岩片(40 vol.%)，遊離結晶(10 vol.%)からなり，スコリアの一部は赤色を呈する．野外では主に赤褐色の凝灰角礫岩ないし火山礫凝灰岩として産し，火口近傍では最低でも6枚のfall-unitからなる．直下の土壌からは710±20 yrBP (δ^{13} C補正済みLibby age以下同)，670±20 yrBPの年代が得られ，噴火年代は13-14世紀と推定される．

Pon-3：山頂付近で最大層厚2ｍ，山頂から東南東6㎞の地点では6cm厚である．ほとんどが白色から黄褐色の変質岩片(90 vol.%)からなり，ごく少量のスコリア (3 vol.%)と灰色軽石(2 vol.%)および遊離結晶(5 vol.%)からなる．野外では主に黄褐色から褐色の火山礫凝灰岩として産し，火口近傍では最低でも3枚のfall-unitからなる．直下の土壌からは380±20 yrBPの年代が得られ，噴火年代は16-17世紀と推定される．年代値に基づき，Po-14(和田ほか，1997)に対比される．

Pon-4：山頂付近で最大層厚0.5ｍ，山頂から東北東2㎞の地点では3cm厚である．大部分が白色から黄褐色の変質岩片(92 vol.%)からなり，ブロック状岩片(2 vol.%)および遊離結晶(6 vol.%)を含む．野外では主に青灰色ないし灰色の火山礫凝灰岩として産し，火口近傍では最低でも7枚のfall-unitからなる．Ko-c2(AD1694)と

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Ta-a(AD1739)の上位に産し，直下の土壌からはmodernの年代が得られた．このことから，AD1739以降の水蒸気噴火の内，比較的規模の大きい活動によるものと推定される．

以上から，過去1000年間における雌阿寒岳の活動により，地層中から検出出来うる規模の噴火はAD10世紀(Pon-1)，AD13-14世紀(Pon-2)，AD16-17世紀(Pon-3)，18世紀以降(Pon-4)に，計4回発生したことが明らかになった．Pon-1，Pon-2，Pon-3には新鮮なスコリアが含まれ，マグマ噴火ないしマグマ水蒸気噴火であったことが示唆される．一方で， Pon-4は構成物の大部分が変質岩片によって占められ，マグマ性物質の含有は確認されないことから，水蒸気噴火による噴出物であると考えられる

本研究は文部科学省「次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト」の資金等の提供を受けた．記して感謝いたします．

キーワード：雌阿寒岳、マグマ水蒸気噴火、水蒸気噴火
Keywords: Meakan volcano, phreatomagmatic eruption, phreatic eruption

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

摩周火山，過去14000年間におけるマグマ供給系の変遷
Transition of magma plumbing system during the past 14 thousand years of Mashu volcano, eastern Hokkaido

*和田 恵治[1]、佐藤 鋭一[2]、佐野 恭平[3]、岡田 侑也[1]
*Keiji Wada[1], Eiichi Sato[2], Kyohei Sano[3], Yuya Okada[1]

1. 北海道教育大学旭川校地学教室、2. 神戸大学大学教育推進機構 、3. 白滝ジオパーク
1. Earth Science Laboratory, Hokkaido University of Education at Asahikawa, 2. Institute for Promotion of Higher Education, Kobe University, 3. Shirataki-Geopark

摩周火山では約7500年前のプリニー式噴火や火砕流噴火など規模の大きな一連の爆発的噴火により径6km×7ｋｍのカルデラが形成された（Katsui et al.,1975；勝井他，1986：岸本他，2009）。カルデラ形成前にも摩周火山では爆発的な噴火が過去4万年間を通して頻繁に繰り返されてきたことが指摘された（隅田，1990；長谷川他，2009）。本研究はカルデラ形成前後からカルデラ形成後の過去14000年間におけるマグマ供給系の変遷を考察する。

摩周火山過去14000年間のマグマ噴出量の積算変化図を見ると，噴出量が多い３つの噴火イベントが約7000年の間隔で起こった（Ma-l：14000年前，Ma-f～j：カルデラ形成7500年前，Ma-b:1000年前）。カルデラ形成後は溶岩の噴出や爆発的な噴火を数百年程度以下の間隔で小刻みに繰り返した。約4000年前にカムイヌプリ中央火口丘が形成されてからは後カルデラ期で最も長い休止期間（約1500年）を経てMa-cの断続的な噴火が起こった。後カルデラ期を通した噴火履歴の特性から考えると，1000年前の最新噴火（Ma-b）から1000年の休止期間を経た現在は，マグマ蓄積の準備が整って新たな噴火イベントが始まる時期にあると言える。

約7500年前のカルデラ形成期においては石質岩片の種類の変化や鉱物組成の変化から複数のマグマ溜まりからの同時噴火の可能性が指摘された（和田他，2017：講演要旨）。全岩化学組成のTiO_2-K_2O図で見ると，カルデラ形成を引き起こしたマグマは，後カルデラ期と約14000年前のMa-l期のマグマとは異なる組成領域にあって，約7500年前の時期だけマグマ供給系が異なっていたことが推定される。

MELTSプログラムと鉱物温度計から推定すると，斑晶鉱物（斜長石-直方輝石-普通輝石-鉄チタン酸化物）が平衡に存在できる摩周火山の珪長質マグマ溜まりは圧力４～５kb，H_2O 4～5%，温度930℃～970℃の条件が最も適合し，これは過去14000年間を通して大きく変化していなかった可能性がある。

キーワード：摩周カルデラ、マグマ供給系、マグマ溜まり
Keywords: Mashu caldera, magma plumbing system, magma chamber

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道東部，摩周火山における7.6kaカルデラ形成噴火の推移
Eruption sequence of 7.6 ka caldera-forming eruption from Mashu-volcano eastern Hokkaido, japan

*柴田 翔平[1]、長谷川 健[1]
*Shibata Shohei[1], Takeshi Hasegawa[1]

1. 茨城大学理学部理学科地球環境科学コース
1. Department of Earth Sciences, College of Science, Ibarbki University

摩周火山は，北海道東部に位置し，山頂部に径7.5 km×5.5 kmのカルデラを有する．このカルデラは約7,600年前の大規模噴火(噴出量約20 km^3)によって形成された(岸本ほか，2009，山元ほか，2010)．従来の研究によるカルデラ形成噴出物の層序は，降下火砕堆積物(Ma-j～Ma-g)とそれを覆う火砕流堆積物(Ma-f)からなる（Katsui et al.1975）．摩周カルデラ形成噴火の推移は，岸本ほか(2009)によって，マグマ水蒸気噴火(Ma-j)からはじまり，プリニー式噴火に移行，3層の降下軽石(Ma-i～Ma-g)を堆積させた後，噴煙柱崩壊による火砕流(Ma-f)が流下，摩周カルデラが形成されたと考えられている．一方，長谷川ほか(2017)は，Ma-fを層相の違いから7層(上位からMa-f1～Ma-f7)に細分し，摩周カルデラ形成噴火は従来の噴火推移よりも複雑であった可能性を指摘した．そこで，著者らは地質調査，カルデラ形成噴出物の粒度分析および構成物分析を行い摩周カルデラ形成噴火の推移を再検討した．粒度分析は-5Φ～4Φまでの範囲を1Φ間隔で行い，構成物分析は2～32 mmの粒子を肉眼観察で分類し，重量%を求めた．

Ma-f6，Ma-f7は層相の類似する火砕物密度流堆積物(以下，堆積物を省略)で灰色軽石，縞状軽石に富み(それぞれ40~60wt%，5~21wt%)，中央粒径(以下，MdΦ）は-1.00Φ～0.89Φ である．Ma-f5(降下火砕物）およびMa-f4(火砕物密度流)は火山豆石を多く含み(それぞれ89wt%，82wt%)，軽石，石質岩片には例外なくシルト質火山灰が付着し，マグマ水蒸気噴火堆積物の特徴を有する．Ma-f4のMdΦは，-0.55Φ～3.22Φ であり，下位のMa-f6，Ma-f7よりも細粒な火砕物密度流である．Ma-f3は石質岩片を大量に含む(90wt%以上)礫支持の火砕物密度流で，デイサイト質岩片のほか，深成岩片，変質岩片も含み，しばしば下位層を著しく削り込む．MdΦは，-3.47Φ～-1.37Φ で，極細粒砂～シルト粒子を欠く．Ma-f2はしばしば斜交葉理をともなう火砕物密度流で，細礫サイズの石質岩片を多く含み(70wt%)，軽石も含まれる(30wt%)．MdΦは，-1.84Φ～1.16Φである．Ma-f1は褐色の火山灰層で，軽石および石質岩片を含み(それぞれ52wt%，48wt%)，Ma-f2との層境界は不明瞭で漸移的に色調・粒径が変化する．MdΦは，-1.22Φ～1.80Φである．Ma-f3の上位には例外なくMa-f2，Ma-f1が堆積し，これらは分布域の広さからMa-fの体積の大部分を占めることが分かる．Ma-f下位の降下火砕物の構成物に目を向けると，Ma-i～Ma-gにかけて優勢な本質物質が白色軽石から，縞状軽石，灰色軽石へと変化する．

Ma-f1～Ma-f7は，粒度組成および構成物組成からMa-f7～6，Ma-f5～4，Ma-f3～1にグループ分けすることができ，それぞれの境界で噴火様式が変化したと考えられる．Ma-f7～6は灰色軽石と縞状軽石が優勢で，これは下位のMa-i～Ma-gにかけて見られる本質物質の量比変化と連続的であることや石質岩片の種類も一致することから，Ma-i～Ma-f6までは一連の噴出物であると考えられる．噴出率の低下により噴煙柱が崩壊し，Ma-f7，6が流下したと考えられるが，その後，火道への外来水の相対的な流入量が増加し，噴火様式がマグマ水蒸気噴火に変化してMa-f5～4を発生したと考えられる．つづくMa-f3～1では石質岩片量が急増することと， Ma-fの大部分を占めることからカルデラ陥没開始が示唆される。Ma-f3の上位にはMa-f2，Ma-f1が例外なく堆積しており，これらに含まれる構成物は石質岩片の量比が変化するものの，その種類は変化せず，上位にかけてMdΦが細粒になることから，Ma-f3～Ma-f1は高速の火砕物密度流の流動単位，Layer 1~Layer 3(Wilson,1985)に対応すると考えられる．

従来の噴火推移と合わせると，摩周カルデラ形成噴火はマグマ水蒸気噴火(Ma-j)にはじまり，プリニー式噴火に移行，降下軽石(Ma-i～Ma-g)を堆積させ，噴煙柱崩壊による火砕物密度流(Ma-f7～Ma-f6)を流下させた．その後，マグマ水蒸気噴火に移行(Ma-f5~Ma-f4)，カルデラ陥没にともなう岩塊の放出と火砕物密度流が

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

流下し(Ma-f3～Ma-f1)，摩周カルデラが形成されたと考えられる．

キーワード：テフラ、カルデラ、マグマ水蒸気噴火、噴火推移
Keywords: tephra, caldera, Phreatomagmatic-eruption, eruption-sepuence

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道東部, 摩周火山の1000年前のMa-b噴火の火山地質学的研究：特に噴火様式の変化について.
Geological study of the 1000 yBP Ma-b eruption, Mashu volcano, eastern Hokkaido: Especially for the change of eruption style.

*上野 健太[1]、中川 光弘[1]
*Kenta Ueno[1], Mitsuhiro Nakagawa[1]

1. 北海道大学大学院理学院自然史科学専攻地球惑星科学システム科学講座
1. Depatment of Natural History of Sciences, Graduate School of Science, Hokkido University

摩周火山は，北海道東部・屈斜路カルデラ火山の約3.5万年前の屈斜路火砕流I(Kpl)の噴火後, 屈斜路カルデラ南東部で活動を開始したと考えられている(*1). 1.7万年前頃以降の活動は, 成層火山形成期, カルデラ形成期, 中央火口丘形成期の３つに大別されている(*2). その中で約1000年前に発生したMa-b噴火は, VEIが５クラスの中央火口丘形成期最大の噴火である．Ma-bテフラは先行研究(*3, *4)によってMa-b1～Ma-b6の６つのサブユニットに分類されているが, その噴火様式・推移および噴出マグマの時間変化の詳細は明らかではない. 本研究ではMa-b噴火の噴火推移を再検討し, 地質調査, 各サブユニットの粒度組成及び構成物量比の測定, 全岩化学組成分析を実施したので報告する.

今回, 我々は層相と構成物の種類および量比に着目してMa-bテフラのサブユニット区分を再検討した. その結果, (*4)と同様に上位からb1～b6の6つのサブユニットに区分した. 以下に下位から記述する. b6は薄い灰褐色火山灰層であり, 砂サイズの軽石, 鉱物片および岩片から構成される. 本研究では摩周火山の北方向の1地点のみで確認された. b5は黄白色の軽石を主体とするクラスト支持の降下軽石層である. 本ユニットの分布域はMa-b噴火で最大であり, 北方向へ広く分布する. b4は，淘汰の比較的良いシルトサイズの火山灰層と, シルトサイズ火山灰からなる基質に軽石が散在する淘汰のやや悪い火山礫凝灰岩層の互層である. 各層では火山豆石も普通に認められる．b4の下部は各単層の水平方向の連続性は悪く斜交葉理状の構造が見られ, 上部では単層中の軽石の比率が高くなる. これからb4ユニットは火砕サージ堆積物および降下火山灰から構成されると判断した．b3は黄白色の軽石からなる淘汰の良い降下軽石層であり, 摩周火山の西南西方向に分布する. b2は淘汰の比較的良いシルトサイズの火山灰層であり, 火山豆石を多く含む. b1は，褐色のシルトサイズ火山灰でコーティングされた軽石からならなる淘汰の悪い降下軽石層であり, 摩周火山の西南西方向に分布する. Ma-bテフラの本質物は，発泡度の良い軽石の他に, 塊状～フレーク状の青灰色～黒色岩片からなる．岩片の基質は新鮮なガラス質であり, 微小な気泡が多く認められる. Ma-b噴出物中には，これらの本質物の他に少量の変質岩片も認められる. 本質物としてb6, b5及びb3では軽石が90%以上を占めるが, b4及びb2は岩片が70%以上を占める.一方でb1は軽石が約70%を占めるが, 岩片も約20%含まれる. これらの本質物は両輝石デイサイト(全岩SiO_2=67.3~69.7%, K_2O=0.6~0.7%)であり, b5からb1にかけてSiO_2量が1%ほど減少する.

上記のMa-bテフラの各ユニットの層相変化から噴火推移は以下のとおりと推定される. 最初期のb6は分布がごく限定的であることから, 噴火の詳細は不明であるが, 小規模な爆発的噴火で噴火が開始されたと考えられる. その後のb5は大規模な降下軽石層であることから, 噴火はすぐにプリニー式噴火に発展した. この噴火がMa-b噴火の最盛期であったと考えられる.そしてb4では火砕サージの発生および火山豆石の存在から, マグマと外来水の相互作用によりマグマ水蒸気噴火に推移したと考えられる. そのことは, b4中の本質物で多数を占める岩片がフレーク状を呈すること（*5）やガラス質で気泡の成長が進んでいない基質の特徴からも,マグマと外来水の接触が示唆されることと調和的である. その後のb3は降下軽石層であることからマグマと外来水の相互作用は低下して噴煙柱が立ち上がったようであるが, その後のb2では再びマグマ水蒸気噴火へと変化した. そしてb1は火山灰でコーティングされた降下軽石堆積物であることから, フレアトプリニアン式の噴火でMa-bの噴火は終了したと考えられる. このように，Ma-b噴火ではマグマ水蒸気噴火が頻発しており, 火口が存在したカムイ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ヌプリ山体の地下に豊富な帯水層が存在していたと考えられる. Ma-bの噴火推移は上昇するマグマと外来水の反応の有無で支配されており, それはマグマの上昇速度あるいは噴出率の大小と関係しているようである.

引用文献
*1:長谷川他 (2009)地質学雑, 115, 369-390
*2: Katsui *et al*.(1975)*J. Fac. Sci. Hokkaido Univ.*, 16, 533-552.
*3: 勝井(1962) 5 万分の 1 地質図幅「屈斜路湖」.
*4: 岸本他（2009）火山，54, 15-36.
*5: Wohletz (1983) *J. Geotherm. Res.*, 17, 31-63.

キーワード：摩周火山、テフラ層序学、マグマ水蒸気噴火、活火山
Keywords: Mashu volcano, tephrostratigraphy, phreatomagmatic eruption, active volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道南西部，濁川火山のカルデラ形成期噴出物の岩石学的特徴
Petrology of the caldera-forming eruption of Nigorikawa Caldera, Southwest Hokkaido, Japan

*金田 泰明[1]、長谷川 健[1]
*Yasuaki Kaenda[1], Takeshi Hasegawa[1]

1. 茨城大学大学院
1. University of Ibaraki

濁川火山は北海道南西部に位置し，直径約3 kmのカルデラ (濁川カルデラ) を有する火山である．濁川カルデラは，約1万2千年前に発生した一連の大規模噴火により形成され，その噴出物は，柳井ほか (1992)により4つに細分された (下位よりNg-c, Ng-b, Ng-a fall, Ng-a flow)．これらのユニットに含まれる火山ガラスの屈折率は，上位に向かって大きくなること (柳井ほか, 1992)が報告されている (n = 1.489から1.504)．一般に火山ガラスの屈折率とSiO_2量には負の相関が認められるため，上位のユニットに向かい，噴出物が珪長質から苦鉄質へと変化したことが推測されるが，濁川カルデラ噴出物 (Ng) の全岩および火山ガラスの化学組成を系統的に分析した報告例は無く，本噴火に伴うマグマ系変遷の詳細は分かっていない．そこで本発表では，濁川カルデラ周辺で行った地質調査の結果と本質物質の岩石学的特徴から見たマグマ供給系について議論する．

濁川カルデラ周辺において，噴出物の記載，試料採取を行った．Ngはいずれのユニットにおいても，角閃石に富む特徴を示す．Ng-cは青灰色から黄土色の細粒火山灰が主体の火砕サージ堆積物 (以下，堆積物を省略)であり，1 cm程度の軽石をわずかに含む．Ng-bは，下部の降下火砕物 (Ng-b fall)と上部の火砕サージ (Ng-b surge)からなることが新たに確認できた．Ng-a fall は上方粗粒化を示す降下火砕物で，それを覆うNg-a flowは，塊状無層理の火砕流である．Ng-a flowは，従来研究でカルデラの周縁約5 kmに分布が限られていたが，野外調査の結果，より遠方に堆積することを確認した (火口より東北東13 km離れた露頭で層厚約1,1 m，北東に15 km離れた露頭で層厚2.1 m)．Ng-a flowの上位には，斜交層理の発達した火砕サージも認められた．本研究では，これをNg-a surgeと呼ぶ．さらに本研究では，カルデラより北東約4.5 kmの露頭において，Ng-a surgeの上位に土壌を挟んで火砕流を発見した．本層は後述する火山ガラスや，角閃石に富む特徴から，濁川カルデラ由来と考えられ，本発表では新たにNg-xと呼ぶ．Ng-x直下の土壌層の放射性炭素年代は現在測定中であるが，いずれにせよNg-xと下位のNg-a surgeとの間に土壌が挟在することから，濁川カルデラの形成噴火は少なくとも2回に及んだ可能性が指摘できる．

濁川カルデラ噴出物に含まれる本質物質は，肉眼的特徴から白色軽石，灰色軽石，縞状軽石の3種類に分けられる．これらはいずれのユニットにも認められるが，全体を通して白色軽石が量的に大半を占める．なお，Ng-cは細粒なため，本質物質の岩石学データが十分に得られていない．白色軽石は，斑晶組み合わせが斜長石 + 普通角閃石 ±単斜輝石 ±直方輝石 ±不透明鉱物 ±石英で，石基組織はハイアロピリティックである．灰色軽石の斑晶組み合わせは白色軽石とほぼ同様であるが，石英を含まない点が異なり，石基組織はハイアロオフティックである．全岩主化学組成のハーカー図においては，白色軽石はSiO_2量61.2~63.7 wt.%, 灰色軽石はSiO_2量54.6~57.4 wt.%で，縞状軽石のそれは両者の中間に位置する．柳井ほか (1992)から示唆されるような化学組成の系統的な垂直変化は，現時点では確認できない．これらの組成変化トレンドはほぼ同一の直線上に点示されるが，Ng-b中の灰色軽石は，最も苦鉄質 (SiO_2 = 54.6~55.5 wt.%)で，特にNa_2O-SiO_2図, Ba-SiO_2図, Zr-SiO_2図において全体の直線トレンドとは異なる傾向を示す (苦鉄質側で，比較的高いNa_2O, Ba, Zr値を示す)．一方の火山ガラスの主化学組成は，白色軽石と，縞状軽石の白色部がSiO_2量71.2~78.2 wt.%で，その多くは76~78 wt.%に集中する．灰色軽石，および縞状軽石の灰色部は，SiO2量59.7~71.9 wt.%であり，これら火山ガラスの主化学組成は全岩化学組成と概ね同様の変化傾向を示す．すべてのユニット内に，灰色軽石や縞状軽石が存在することから，本カルデラ形成噴火では，複数のマグマの混合・混交が主なプロセスと考えられる．全岩・火山ガラス化学組成のハーカー図において，珪長質側は収束するが，苦鉄質側でNg-bとそれより上位のユニットで異なる2つの変化傾向が認められることから，白色軽石を形成した1つの珪長質端成分マグマ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

と，灰色軽石を形成した2種類の苦鉄質端成分マグマが想定できる．量的に大半を占める珪長質マグマは，活動の開始から終息まで存在していたが，それに貫入したと思われる苦鉄質マグマは，Ng-b以前とNg-a以降で入れ替わった可能性が指摘できる．

キーワード：濁川カルデラ、岩石学
Keywords: Nigorikawa caldera , Petrology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

姶良カルデラ形成における前駆プリニー式噴火の軽石の組織分析
Textual analyses for pumice from precursory Plinian eruption of Aira caldera forming eruption

*緒方 美季[1]、寅丸 敦志[2]
*Miki Ogata[1], Atsushi Toramaru[2]

1. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Kyushu University

Aira caldera is located in northern part of Kagoshima bay, southern Kyushu. The caldera forming eruption (29,000 BP) produced Osumi pumice fall (+Tarumizu pyroclastic flow), Tsumaya pyroclastic flow, Kamewarizaka breccia, and Ito pyroclastic flow (+ AT ash). In this study, we focus on bubbles in the ejecta because the vesiculation of magma is a driving force of magma ascent and it is expected that vesicular textures reflect the condition in the magma chamber and in the conduit. The aim of this study is to quantitatively describe the vesicle textures in Osumi pumice fall from Aira caldera forming eruption.
We sampled Osumi pumice fall in Tarumizu, Kagoshima, where the deposits are inclined to the ground, showing a typical mantle bedding structure. Samples were basically taken horizontally by intervals of 50 cm from the lower boundary to the welded part of Ata pyroclastic flow in the total horizontal length of the deposits of 850 cm (totally 18 layers), separately for characteristic two fine grain-rich thin layers (fine 1 and fine 2). Near the upper boundary to the Tarumizu pyroclastic flow, samples were taken vertically by intervals of 30 cm (3 layers).
We selected 8 layers by the equal interval (0 cm, 150 cm, fine1, 300 cm, 450 cm, 600 cm, fine2, 750 cm, +30 cm and +90 cm) and two fine-rich layers for the analysis of grain size distribution by using sieves(-5≦Φ≦1). For bulk density measurements, we selected ten pumices with size range 8~16 mm for each layer (4 pumices for fine 1). The bulk density measurements were conducted by using 3D laser scanner DAVID (3D model construction software) and Hira 3D viewer (calculation software of bulk volume). For the textual analysis, we made 8 chips (each chip includes 2 pumices (maximum and minimum bulk densities)) for 8 layers. We observed vesicle textures by SEM (HITACHI TM3030Plus:15keV). After image processing, we conducted vesicle textual analyses and phenocrysts area measurements by imageJ software.
The bulk density of 10 layers ranges from 0.46 to 1.18 g/cm^3 (maximum difference of 0.6 g/cm^3 at 300 cm layer, minimum difference of 0.2 g/cm^3 at fine 2 layer). We define a bubble with an area of 0.01 mm^2 or more as a pheno-bubble and a bubble with an area less than 0.01 mm^2 as a matrix-bubble.
Matrix-bubbles had three characteristic textures: 1. Single spherical bubbles, 2. Elongated bubbles, 3. Connected bubbles. The vesicularity of 8 layers ranges from 64.8 to 92.7 %. There is a correlation between pheno-bubble abundance and bulk density but no correlation between amount of phenocrysts and bulk density.
The presence of elongated bubbles indicates that bubbles experience a sort of deformation. Connected bubbles in small scale suggest that pheno-bubbles increase their sizes by the coalescence process of bubbles. The correlation between pheno-bubble abundance and bulk density suggests that bulk density is determined by pheno-bubbles. The differences in bulk density in one layer can be thought to result from the differences in pheno-bubble abundance. If pheno-bubbles are the relic of bubbles in the magma chamber before eruption, it is expected that pheno-bubbles heterogeneously distribute by spatial scales of several millimeters in the magma chamber, which triggered the eruption.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：カルデラ、発泡度、フェノバブル
Keywords: caldera, vesicularity, pheno-bubble

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

珪長質マグマ溜まりの長期熱収支モデルから推定する長期苦鉄質マグマ供給率

Long-term input rate of mafic magma inferred from a long-term heat balance model of silicic magma reservoir

*上澤 真平[1]
*Shimpei Uesawa[1]

1. 電力中央研究所　地球工学研究所　地圏科学領域
1. Central Research Institute of Electric Power Industry

珪長質マグマ溜まりは，上部地殻に生成されたメルトに乏しい結晶質マッシュが，下部地殻に停滞して溜まった苦鉄質マグマ溜まりからのマグマの貫入により部分溶融することで、噴火可能マグマ溜まりとして生成するというモデルが一般化しつつある(例えば，Sparks et al., 2019)．このモデルに従えば，珪長質な噴出可能マグマの噴出は，苦鉄質マグマの供給に支配されている可能性が高く，苦鉄質マグマの供給率を知ることは長期的な噴火可能性評価にとっても重要である．Koyaguchi and Kaneko (2000)はすでにその描像を提案しており，珪長質マグマダまりの発達過程を，苦鉄質マグマの貫入による珪長質マグマ溜まり温度の急激な上昇，溶融，擾乱，急速な冷却のステージ（Convection and Melting (C&M) mode)とその後の熱拡散による冷却ステージ（Conductive Cooling (CC) mode)に区別して論じた．本研究では，この2つのステージのうち，CCステージの長期的熱収支モデルを改良して用い，最近数千~数万年間の噴出率が分かっている火山直下のマグマ溜まりサイズを知ることで、長期の苦鉄質マグマ供給率を推定できる可能性を指摘する．

モデルの基本式は下記である．

$\varDelta Q = I\rho\{cT_b + L(1-\phi_{crit})\} - E\rho cT_{eft,}$　(1)

$Q_{loss} = 2\pi\{a + b(tanh^{-1}e/e)\}k(T_{eft} - T_{wrt})$．(2)

ここで、$\varDelta Q$は噴出マグマ(E：長期噴出率; km^3/kyr)と供給マグマ(I：長期供給率; km^3/kyr)の仕事率の差，Q_{loss}はマグマ溜まりを扁球回転楕円体とした時の表面からの放熱の仕事率である．aは回転楕円体の長径、bは短径、eは離心率である．また，ρ *は岩石の密度，*c*は岩石の比熱，*L*は溶融潜熱，*k*は熱伝導率，*ϕ_{crit}は噴火可能マグマのメルト分率，T_bは苦鉄質マグマの温度，T_{eft}*は噴火可能マグマの実効温度，*T_{wrt}はマグマ溜まり周辺の地殻温度である．さらに，$\varDelta Q$がQ_{loss}で消費しきれなかった場合を仮定するとその残差Q_{ex}は，$Q_{ex} = \varDelta Q - Q_{loss}$ (3)であり，残差の体積増加率(R_{ex}; km^3/kyr)は$R_{ex} = Q_{ex}/\rho cT_{eft}$ (4)である．

次にこのモデルを用いて，具体的事例を仮定し，苦鉄質マグマの供給率を算出してみたい．例えばある火山において、地質学的に得られた長期噴出率が0.1 (km^3/kyr)であったとし，T_{wrt} = 100℃，マグマ溜まりの偏平率を0.7（1-b/a），その他のパラメータはKoyaguchi and Kaneko (2000)に基づくと，仮にa = 3600mが観測された場合に，そのマグマ溜まりサイズを維持するため（Q_{ex} = 0）のマグマ供給率は0.5 (km^3/kyr)と算出される．ただし，このモデルはT_{wrt}の依存性が大きく，例えば同じ噴出・供給収支を仮定したときに，T_{wrt} = 500℃であるならば，a = ~20 kmでバランスする．この様に，周辺地殻温度に対する依存性はあるものの，長期噴出率既知の火山直下の現在のマグマ溜まりのサイズを知ることで、最近数千年間におけるの苦鉄質マグマの長期的供給率を推定できる可能性が示された．

キーワード：熱収支モデル、長期噴出率、長期マグマ供給率、マグマ溜まりサイズ
Keywords: heat balance model, long-term eruption rate , long-term magma input rate, size of magma reservoir

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

顕微ラマン分光・顕微赤外分光法に基づく高粘性マグマの開放系脱ガス・酸化組織形成過程

Outgassing and Oxidation processes of viscous magmas inferred from micro-Raman and IR spectroscopy

*佐野 恭平[1]、佐藤 鋭一[2]、和田 恵治[3]、壷井 基裕[4]、中岡 礼奈[5]
*Kyohei Sano[1], Eiichi Sato[2], Keiji Wada[3], Motohiro Tsuboi[4], Reina NAKAOKA[5]

1. 白滝ジオパーク、2. 神戸大学大学教育推進機構、3. 北海道教育大学旭川校、4. 関西学院大学理工学部、5. 神戸大学海洋底探査センター
1. Shirataki-Geopark, 2. Kobe University Institute for Promotion of Higher Education, 3. Hokkaido University of Education at Asahikawa, 4. School of Science and Technology, Kwansei Gakuin University, 5. Kobe Ocean-Bottom Exploration Center, Kobe University

Silicic volcanism ranges from explosive to effusive. Understanding what controls in such activity is an important issue to explain the explosive-effusive transition. The recent observation on Cordon Caulle (Chile, 2011-12) reported the explosive-effusive hybrid activity (Schipper et al., 2013), and we can consider that this eruption style reflects heterogeneous processes such as vesiculation and outgassing in volcanic conduit. Obsidian can be observed as pyroclastic and effusive-lava products of such a silicic and viscous magma eruption, and we can consider that obsidian contains the heterogeneities in rock textures such as crystallinity, water concentration oxidation state, and structure of glass networks. Thus, we performed the micro-Raman and IR spectroscopy on obsidian in order to discuss the heterogeneous processes recorded in rock texture.
At the Akaishiyama obsidian lava on Shirataki, northern Hokkaido, Japan, we can observe the red-colored oxidized obsidian mingled with black-colored obsidian. The mingled obsidian shows various contrasts and distributions on the hand specimen, and we can consider that such various oxidation texture reflects the different mechanisms of outgassing and oxidation during the eruption. In this study, we used the microRaman and IR spectroscopy to characterize the oxidation state in the obsidian. We obtained the 2 types of Raman spectra of oxide microlites in red and black obsidians, respectively. Compared with referential spectra, we identified the captured spectrum as magnetite and hematite. Furthermore, the height of 470 cm^{-1} on the glassy part shows the degrees of oxidation. The IR spectroscopy shows the different water concentration between red-colored and black-colored obsidian glasses. The red-colored oxidized glass shows lower water concentration than black-colored obsidian glasses. Based on the analytical results of microRaman and IR spectroscopy and, we discuss the formation process of heterogeneous oxidation textures during the eruption.

キーワード：酸化組織、ラマン分光、赤外分光、黒曜石
Keywords: Oxidation texture, Raman spectroscopy, IR spectroscopy, obsidian

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

御嶽山2014年噴火による投出岩塊の分布
Distribution of ballistic blocks during the 2014 eruption of Ontake Volcano, central Japan

*及川 輝樹[1]、吉本 充宏[2]、竹下 欣宏[3]、前野 深[4]、小森 次郎[5]、中田 節也[9]、嶋野 岳人[10]、佐々木 寿[6]、岸本 博志[6]、千葉 達朗[6]、石峯 康浩[7]、常松 佳恵[8]、石塚 吉浩[1]
*Teruki Oikawa[1], Mitsuhiro Yoshimoto[2], Yoshihiro Takeshita[3], Fukashi Maeno[4], Jiro Komori[5], Setsuya Nakada[9], Taketo Shimano[10], Hisashi Sasaki[6], Kishimoto Hiroshi[6], Tatsuro Chiba[6], Yasuhiro Ishimine[7], Kae Tsunematsu[8], Yoshihiro Ishizuka[1]

1. 国立研究開発法人産業技術総合研究所、2. 山梨県富士山科学研究所、3. 信州大学教育学部、4. 東京大学地震研究所、5. 帝京平成大学、6. アジア航測株式会社、7. 鹿児島大地震火山地域防災センター、8. 山形大学理学部、9. 研究開発法人　防災科学技術研究所、10. 常葉大学大学院環境防災研究科
1. GSJ, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology , 2. Mt. Fuji Reserch Institute, Yamanashi Prifectural Goverment, 3. Faculty of Education, Shinshu University, 4. Earthquake Reserch Institute, University of Tokyo, 5. Teikyo Heisei University, 6. Asia Air Survey Co., Ltd., 7. Reserch and Education Center for Natural Hazards, Kagoshima University, 8. Yamagata University, 9. National Reserch Insitute for Earth Science and Disaster Resilience, 10. Graduate School of Environment and Disaearch, Tokoha University

個々の噴火で発生する投出岩塊の分布や密度についての記載例はそれほど多くなく，十分明らかになっているとは言えない状況である．粗粒な投出岩塊は，多くの場合，火砕丘をつくる主要な構成物である．その分布や落下密度の記載は，防災上のみならず火砕丘の成長過程を明らかにするうえでも重要である．御嶽山2014年噴火では，この粗粒な投出岩塊で大きな被害が生じた．新聞報道等によると，56名の方の死因が飛来した岩塊による損傷死であると特定されている．我々は，その御嶽山2014年噴火の噴火直後から山頂付近に調査に入り，投出岩塊の分布や密度などを明らかにした．

御嶽山2014年噴火では，北西-南東方向に伸びた長さ0.8㎞の範囲内に剣ヶ峰西側山腹斜面，地獄谷内の火口群，奥の院下の火口群の3つの地域に分かれる火口列が形成された．映像や証言などから，噴火開始直後からこれら火口より投出岩塊が飛来し始めたことが明らかになっている．この2014年噴火の噴出物は，火口付近では，火山岩塊サイズの岩片と粘土質火山灰からなる塊状の堆積物として認められる．火山岩塊サイズ以上の投出岩塊が高密度（1個/m^2以上）に分布する地域は，地獄谷内の火口群を中心とした半径900m以内であり，その形状は地獄谷の谷地形に規制され，その伸長方向（北北東-南南西方向）に伸びる形状をしている．それより外側の投出岩塊の分布密度は急速に少なくなる．新聞報道に基づくと，死亡者もこの投出岩塊の密度が高い地域内で発生している．今回，明らかになった投出岩塊の分布密度の変化傾向から，投出岩塊は火口列の一部分である地獄谷内の火口から主にもたらされたことがわかった．なお，確認された火山岩塊サイズ以上の投出岩塊の最大到達距離も地獄谷の火口群から，約1.3㎞北北西であるが，その地点で確認される投出岩塊はまれである．確認された最大の投出岩塊は96 ×70 ×64 cmであり，長径が1mを超えたものは無かった．火口からおよそ1㎞以内に高密度に投出岩塊が降る傾向は，他の水蒸気噴火の事例と整合的である．つまり経験的には水蒸気噴火でもたらされる投出岩塊による甚大な被害を防ぐには，少なくとも火口から1㎞以上は離れる必要がある．

キーワード：御嶽山、噴火、噴石、分布密度、被害、減災
Keywords: Mt. Ontake, eruption, ejected material, distribution density, damaege, hazard mitigation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2014年噴火以降の御嶽山における火山性地殻変動
After 2014 eruption, The volcanic crustal deformation around Mt. Ontake

*小池 遥之[1]、Ito Takeo[2]、松廣 健二郎[2]、堀川 信一郎[2]、奥田 隆[2]、國友 孝洋[2]、田ノ上 和志[2]、岩瀬 裕斗[1]、熊谷 光起[1]
*Haruno Koike[1], Takeo Ito[2], Kenjiro Matsuhiro[2], Shinichiro Horikawa[2], Takashi OKUDA[2], Takahiro Kunitomo[2], kazushi tanoue[2], Yuto Iwase[1], Koki Kumagai[1]

1. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University、2. Earthquake and Volcano Research Center, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University
1. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 2. Earthquake and Volcano Research Center, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

2014年9月27日に発生した水蒸気噴火によって60人以上の犠牲者を出し、戦後最大の火山災害となった。一般的に、水蒸気噴火はマグマの変動を伴った噴火と比較して噴火に先行する地殻活動のシグナルが小さく、噴火予測が難しい。よって、水蒸気噴火に伴って生じた地殻変動を詳細に解析し、山体内の地殻変動の原因となった現象を突き止めることは今後の火山防災にとって非常に重要である。

2007年の御嶽山の小規模噴火に伴う比較的広域的な地殻変動が、GPSによって観測された。特に、剣ヶ峰を南東・北西方向に挟む気象庁のGNSS観測点の落合唐谷・御嶽田野原基線は2007年の小規模噴火時に2cm程度の伸長が観測され、2014年以降は年間1cm程度の短縮が継続して観測されている。この基線長の短縮は現在も継続しており、2007年の噴火以前の水準まで達している。この地殻変動の特徴として、2014年の御嶽山の水蒸気噴火に伴う地殻変動は2007年の地殻変動と比較すると比較的狭い範囲でのみ観測されたことが指摘されている。そこで、Takagi and Onizawa （2016）は2007年の噴火に伴う地殻変動の観測結果から、ダイク圧力源モデルを提唱し、2014年の御嶽山の水蒸気噴火では新たに浅部の圧力源があったことを提唱した。しかしながら、Takagi and Onizawa（2016）は山頂から約４km離れた山麓部のGNSS観測点を使用して解析しており、浅部の圧力源の推定には地形の影響を考慮し、評価する必要があると考えられる。

一方、2014年の噴火以降、名古屋大学は山麓付近に5箇所の連続GNSS観測点を新設し、2016年から山頂付近で11箇所のキャンペーンGNSS観測を実施している。これらの観測結果から、2014年火口を挟む北西ー南東の約１kmのGNSS観測基線では2017年と2018年の間に約10cmの短縮が得られ、その範囲は局所的であることが明らかになった。このことは、浅部の圧力源の存在を示唆しており、山頂付近での観測が重要であることが伺える。また、浅部の圧力源は、地形の影響を強く受けると考えられる。よって、本研究では、三次元有限要素法を用いて山体地形の影響を評価した上で、圧力源の推定にどのような影響があるかについて発表を行う。

キーワード：Mt.ontake
Keywords: Mt.ontake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南西北海道，第四紀狩場火山群の地質学・岩石学的研究：山体形成史とマグマ変遷の解明

Geological and petrological study of Kariba volcanic group: Elucidation of the volcanic history and changes of magma

*田次 将太[1]、中川 光弘[2]
*Shota Taji[1], Mitsuhiro Nakagawa[2]

1. 北海道大学大学院　理学院、2. 北海道大学大学院　理学研究院
1. Graduate School of Science, Hokkaido University, 2. Faculty of Science, Hokkaido University

狩場火山群は南西北海道，渡島半島北西部の日本海側に位置する火山群で，更新世の複数の火山から構成される．個々の山体の噴出中心は東西10㎞，南北7㎞に分布し，現在の最高点は標高1520mの狩場山である．狩場火山群については，山岸・黒沢(1987)によって本火山群を含む地域の地質図幅が作成されたほか，Kaneoka et al.(1987)によって2試料のK-Ar年代測定が行われている．それによると，狩場火山群は穴床前溶岩および狩場山溶岩の大きく２つに分類され，それぞれ0.7Maと0.25Maの年代値が報告されている．また，Nakagawa (1992)や小杉ら(2013)によって本火山群噴出物の全岩化学組成が測定されており，背弧火山的特徴を示すと述べられている．しかしこれらの先行研究では，火山群全体の形成史について報告されていないほか，その岩石学的特徴を掴むためには分析試料が非常に少ないという問題点があった．そこで本研究では，狩場火山群の形成史とマグマの変遷を明らかにすることを目的とした．まず航空写真による地形判読から，本火山群噴出物のユニット分類や地形の保存状態，被覆関係の観察を行った．続いて地形判読結果を基に地質調査を行い，各ユニットの産状や被覆関係を確認した．また，同時に試料採取を行い，鏡下観察および全岩の主要・微量化学組成分析およびSr-Nd同位体比分析を行った．さらに現在，5試料のK-Ar年代測定を実施中である．

その結果，本研究では狩場火山群噴出物を推定火口位置および被覆関係から12のユニットに分類し，さらに既存の年代値，被覆関係および侵食の程度から推定した活動時期，そして岩石学的特徴からこれらを3つのステージに分類した．ステージ１では火山体北西部の火口から西方に溶岩が流出しており，それらの産状から水中火山活動もしくは溶岩の先端が水中に流下したと考えられる．その後ステージ2では陸上での活動に移行し，噴出中心も火山群全域に散らばって溶岩を流出しているが，ステージ3では火山群中央部のみから溶岩を噴出した．これらの活動によって，平坦な山容で特徴づけられる楯状火山が形成された．

狩場火山群噴出物は，高カリウム系列，カルクアルカリ岩系列に分類される玄武岩～安山岩からなり，全ステージに共通して苦鉄質包有物が認められる．Nb, Taの負異常や枯渇したSr-Nd同位体組成を示すなど，東北日本弧の背弧火山(特に渡島小島; 小杉ら, 2013)と似た特徴を示す．母岩の岩石学的特徴はステージごとに異なっており，ステージ1は石英黒雲母かんらん石玄武岩質安山岩であり，母岩のSiO_2組成幅は小さい．またステージ1は，ステージ2・ステージ3と比べてSr同位体比が高くNd同位体比が低いことで特徴づけられる．ステージ2は斜方輝石含有かんらん石石英角閃石単斜輝石黒雲母安山岩，ステージ3は斜方輝石含有石英単斜輝石角閃石かんらん石黒雲母安山岩であり，ステージ2・ステージ3は多くのハーカー図でそれぞれ異なる直線トレンドを形成しており，ステージ3の方がMgOが高い．一方で苦鉄質包有物は，母岩と比較して多様な組成を持つが，ステージごとの大きな違いは認められなかった。試料を採取できた全ユニットにおいて，苦鉄質包有物や，石英とかんらん石といった非平衡な鉱物組み合わせ，斜長石の汚濁帯や波動累帯構造など，マグマ混合を示す証拠が多く認められることから，各ステージの噴出物は主にマグマ混合によって形成されていたと考えられる．また，各ステージの母岩がそれぞれ異なる組成トレンドを示すことは，ステージ毎に苦鉄質端成分マグマと珪長質端成分マグマが異なっていたことを示唆している．すなわち，ステージ1では玄武岩質安山岩と玄武岩，ステージ2，3は玄武岩と安山岩の混合であり、ステージ3はステージ2と比較してMgOが高いマグマであったと考えられる．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

引用文献

Kaneoka, I., Yamagishi, H., Yahata, M. (1987). K-Ar Ages of the Neogene Submarine Volcanic Rocks and Overlying Quaternary subaerial Lavas from the Mt. Karibayama Area, Southwest Hokkaido, Bull. Volcanol. Soc. Japan, Ser. 2, 32, 329-333

小杉安由美，中川光弘，清野寛子(2013)．西南北海道，更新世渡島小島火山の地質と岩石学的特徴, 地質学雑誌, 119, 743-758

Nakagawa M. (1992). Spatial Variation in Chemical Composition of Pliocene and Quaternary Volcanic Rocks in Southwestern and Quaternary Volcanic Rocks in Southwestern Hokkaido, Northeastern Japan Arc, Jour.Fac.Sci., Hokkaido Univ., Ser.Ⅳ,23,175,175-197

山岸宏光・黒沢邦彦．(1987)． 5万分の1地質図幅「原歌および狩場山」および同説明書北海道立地下資源調査所

キーワード：狩場火山群、南西北海道、K-Ar年代測定、全岩化学組成、背弧火山
Keywords: Kariba volcanic group, Southwestern Hokkaido, K-Ar dating, whole-rock chemistry, back-arc volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

岩手県西部, 小高倉火山の噴出物層序の検討とマグマ組成の変化要因の解明

Stratigraphy and evolutionary mechanism for the low-K tholeiitic magmas at Kotakakura volcano in the Sengan geothermal field, Northeast Japan arc

*後藤 義瑛[1]、藤縄 明彦[2]
*Goto Yoshiaki[1], Akihiko Fujinawa[2]

1. 茨城大学大学院理工学研究科、2. 茨城大学理学部
1. Graduate school of Science and Engineering, Ibaraki University, 2. Faculty of Science, Ibaraki University

研究背景･目的

小高倉火山は岩手県西部, 仙岩地熱地域に位置する, 低アルカリソレアイト系列岩から成る第四紀成層火山である. 本火山の形成開始年代は1.2~2.3 Ma (K-Ar年代) とされる (須藤･石井, 1987). 東北日本に広く分布する低アルカリソレアイトマグマの組成多様性や組成変化メカニズムを理解する目的のために本火山の噴出物層序を明らかにし, 岩石学的データを蓄積してマグマ組成の時系列変化を高解像度で解明した. ソレアイトマグマの進化において, 従来主要とされてきた結晶分化作用に加え, 基盤岩の混染もしくはそれに由来する珪長質マグマの混入が本火山のマグマの組成変化に影響している事が判ったのでここに報告する.

地質概説

本火山の山体は主に溶岩流で構成され, 推定噴出中心および流下方向の違いにより, 小高倉東部溶岩類 (KTE) と小高倉北部溶岩類 (KTN) に大別される. 野外で確認される被覆関係, 舌状地形の形状を基に岩相や全岩化学組成などの違いとクロスチェックする事でKTEは16層, KTNは7層に細分できた. 直接的な被覆関係は確認出来ていないが, 境界部では地形の残存状況からKTNはKTEに覆われると推測できる. また, KTNはKTEに比べ噴出物の風化, 露頭の侵食が著しい. よってKTNはKTEより早期の噴出物と考えられる.

岩石学的特徴

記載岩石学的特徴

KTEには斑晶鉱物として斜長石 (Pl), 直方輝石 (Opx), 単斜輝石 (Cpx), 不透明鉱物 (Opq) が共通して認められ, 下位のKTE1~3にはかんらん石 (Ol) が加わる. 斑晶量は16.9~48.5%と多様である.

KTNには斑晶鉱物としてPl, Cpx, Opx, Opqが共通して認められ, 下位のKTN1, KTN1' には石英 (Qrz) が少量含まれる. 斑晶量は19.8~41.5%と幅広い値を取るが, KTEに比べ平均斑晶量では5%程低い.

全岩主化学組成

SiO量は49.1~60.9%の組成幅を持ち, ほぼ全ての噴出物がGill (1981) によるハーカー図によればlow-Kの玄武岩～安山岩である. また, Miyashiro (1974) 図によればKTN1, N1'を除きすべてソレアイト系列にプロットされる. KTEはSiO量の増加に伴いFeO*/MgOが増加する典型的なソレアイト系列の変化傾向を示す. 反対にKTNはSiO量の増加に伴いFeO*/MgOが減少する傾向を示す.

KTE及びKTNは那須火山帯北帯に見られるソレアイト系列岩の組成範囲 (kawano et al., 1961) 内にプロットされる. また,同程度のSiO量で比較すると, AlO, CaO, 量は多くFeO*, MgO, NaO, 量は少ないといった特徴を示す.

全岩微量成分組成

KTEの液相濃集元素は, ソレアイト系列の特徴を有し, SiO量の増加に伴い増加する. KTNでも基本的にその傾向が認められる. しかし, Y (イットリウム) の含有量はSiOの変化によらず, 全体を通じてほぼ一定の値を示す. つまり珪長質な組成の下位噴出物は, 同程度のSiO量を持つKTEの噴出物に比べ低い値を示す. その結果, Zr/YやRb/Yは他の噴出物とは異なり,1.2~1.5倍ほど高い値を示す.

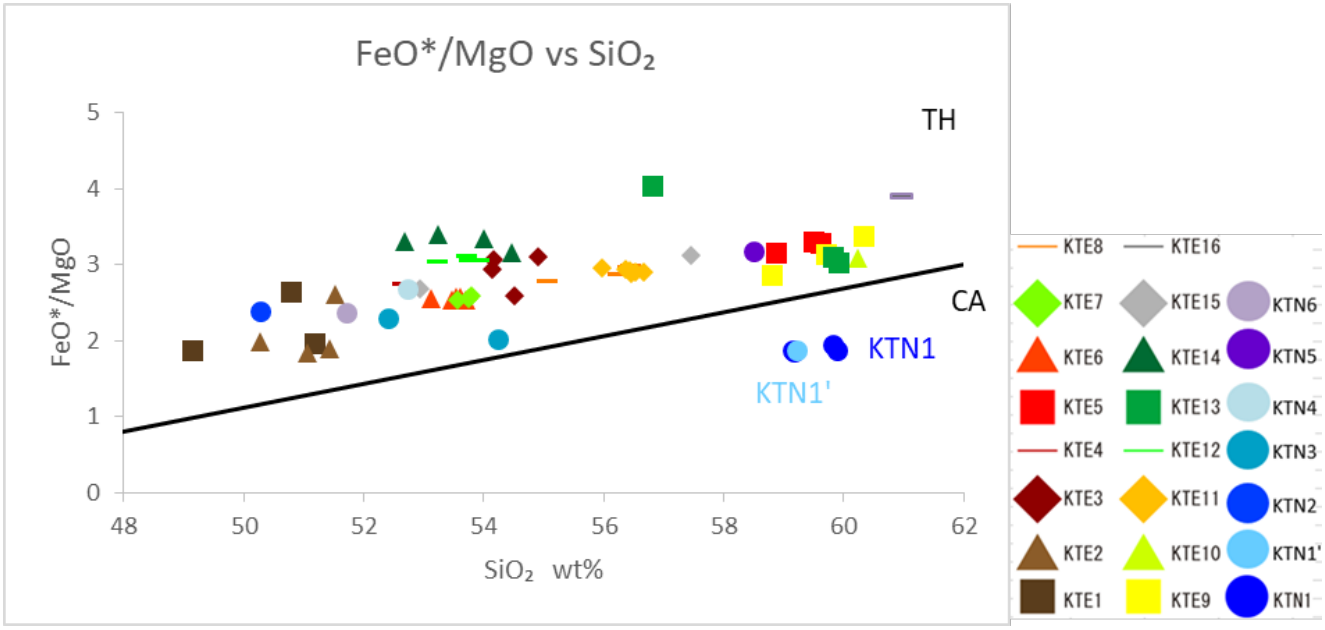
考察

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

KTEは島弧における一般的なソレアイト系列マグマの組成変化傾向を示すので, 最小二乗法を用いたマスバランス計算を用いて結晶分化の可能性を検討した. 結果大部分でKTEの組成変化は, 斑晶として見られる鉱物の分別作用で説明が出来る事が分かった. 組成が苦鉄質に戻る変化も複数回見られたものの, KTEマグマの組成のトレンドに影響を与えるようなものは無かった. KTEの組成変化は主に結晶分化作用によるものである. ただし, 液相分化作用又は同一起源未分化マグマの貫入等も起こっていた事が解釈出きる.

KTNはKTEとトレンドが異なり, 一般的なソレアイト系列マグマとはFeO*/MgOがSiO量の増加に伴い減少する事や, 液相濃集元素比が変化する点で異なる. ここでKTNの初期の噴出物であるKTN1, N1'に着目する. これらは他の噴出物には見られない石英斑晶の存在, 液相濃集元素比が他の噴出物と異なり高く, ハーカー図上で他の噴出物が形成するトレンドと一致しないといった特異な挙動を示す. 以上のことはKTNのマグマの初期は単一のマグマ溜りから生成された者では無いことを示唆している.つまりKTNマグマの初期の組成変化の要因はマグマ混合であると考えられる. 今回珪長質成分として, 本火山の基盤岩の1つであり, この地域に広く分布する玉川溶結凝灰岩由来の地殻物質または珪長質マグマを想定したところ, KTN1, N1'の組成のマグマを生成出来る事が分かった.

キーワード：噴出物層序、ソレアイト系列マグマ、結晶分化作用、マグマ混合
Keywords: stratigraphy, tholeiitic magmas, crystallization differentiation, magma mixing



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

蔵王火山，五色岳火砕岩類上部における噴火準備過程
Pre-eruptive magmatic processes of upper part of Goshikidake pyroclastic rocks, Zao volcano

*佐藤 初洋[1]、伴 雅雄[1]
*Motohiro Sato[1], Masao Ban[1]

1. 山形大学大学院理工学研究科
1. Graduate School of Science and Technology, Yamagata University

蔵王火山は東北地方において最も噴火履歴の多い火山である．最新の山体である五色岳は約2 kaから活動を開始し，0.8 kaからは御釜に火口を移して現在も活動を続けている．2013年以降火山性微動や火山性地震の一時的な増加などの前兆的現象が観測されており，噴火準備過程の解明は急務である．近年，斑晶鉱物の累帯構造などを詳しく解析することによってマグマ供給系の噴火準備過程をより深く理解する試みが幾つかの火山で行われている．そこで本研究では蔵王火山の御釜火口から噴出した過去800年間の噴出物を対象に噴火準備過程の詳細な解明を目的として，斑晶鉱物の組成累帯構造の解析と熱力学的手法とを組み合わせた検討を行った．

噴出物はマグマ水蒸気爆発に伴う多数のサージ堆積物とスコリア質の降下火砕物からなる．噴火の休止期と考えられる水蒸気爆発堆積物や崖錐堆積物から6つのphaseに細分し，本質物と考えられる発泡度の高い降下火砕物を系統的に採取して分析に用いた．噴出物はすべて玄武岩質安山岩～安山岩（SiO_2=56-57 wt.%）かつ中間カリウム・カルクアルカリ系列に分類されハーカー図において直線的なトレンドを示す．主な斑晶鉱物は斜長石, 直方輝石, 単斜輝石, 磁鉄鉱である．稀にカンラン石が含まれるが，単斜輝石の反応縁が観察されることから，メルトとは非平衡であったと考えられる．

鉱物化学組成は，斜長石はコアで$An_{64\text{-}86}$ (ピーク値$An_{68, 74}$)，リムで$An_{60\text{-}86}$ ($An_{64, 70, 76}$)，石基コアで$An_{57\text{-}80}$ (An_{63}) である．直方輝石はコアでMg#=60-75 (Mg#=65)，リムでMg#=63-76 (Mg#=65, 71) ，石基コアでMg#=63-67 (Mg#=64) である．単斜輝石はコアMg#=64-67，リムMg#=64-76である．磁鉄鉱はMg/Mn=7-20 (Mg/Mn=9, 14) である．斜長石と直方輝石について組織と組成累帯によって類型化を行い，斜長石は4種類に分類された；C-type：溶融組織はみられず正累帯あるいは均質（コア組成$An_{70\text{-}80}$）．P-type：パッチ状包有物（BSE像の明色部$An_{70\text{-}75}$，暗色部$An_{60\text{-}66}$）をもつ．多くの場合波動累帯構造をもつ．D-type：均質（$An_{60\text{-}70}$）またはpatchyなコアをもち，リムにdusty zone（$An_{75\text{-}90}$）をもつ．H-type：コアに高An（$An_{75\text{-}85}$）のhoneycomb textureをもち，均質な低Anリム（An_{65}）をもつ．直方輝石はMg#だけでなく拡散係数の小さいAlのゾーニングプロファイルを参考に6種類に分類した；L-type：低Mg（Mg#=64-67）で均質または波動累帯構造をもつ．R-type：逆累帯をもつ（コアMg#=60-67→リムMg#=65-76）．R-typeはさらに3種類のsubtypeに細分され，逆累帯の幅が狭く（<数um）高Mg（Mg#=71-76）かつAlの逆累帯が見られるsubtype I，逆累帯の幅が広く（数十um），中Mg（Mg#=69-70）でAlの細い逆累帯が見られるsubtype II，subtype IIと同様に逆累帯の幅が広く中Mgだが Alは均質な組成累帯をもつsubtype IIIに細分される．M-type：中Mgのコア組成（Mg#=69-70）をもち，多くが微斑晶（<50um）として存在する．H-type：不均質で高Mg（Mg#=76-70）コアをもつ．先行研究を参考に圧力を1.5-2.0 kbarとして両輝石温度計を適用した結果，マグマ温度は低Mgで950-1000℃，中Mgで1010-1040℃，高Mgで1030-1060℃と推定された．

記載岩石学的証拠から噴出物は高温マグマと低温マグマの2端成分混合によって形成したと考えられる．全岩化学組成における一連のトレンド上に端成分マグマが存在すると仮定し，rhyolite-MELTSによる繰り返し計算を行って端成分マグマの組成を求めた．このとき低温マグマは低Mg直方輝石の温度（950-1000℃）かつ低温マグマ由来（低An斜長石，低Mg輝石）の斑晶モード組成を満たすこと，高温マグマは高Mg直方輝石の温度（1030-1060℃）以上かつカンラン石および高An（$An_{>80}$）斜長石が平衡に存在することなどから制約すると，低温マグマの組成はSiO_2=59.0-62.0 wt.%, T=953-999℃, P=1.5 kbar, H_2O=1.0-2.0 wt.%程度，高温マ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

グマの組成はSiO_2=48.0-50.0 wt.%，T=1060-1126℃，P=1.5-2.0 kbar，H_2O=1.0-2.0 wt.%程度という結果が得られた．得られた端成分マグマの条件から直方輝石の組成累帯構造から混合マグマについて検討する．低Mgな直方輝石は珪長質マグマと平衡で，高および中Mgな直方輝石は高温マグマと平衡共存しないため混合マグマ由来であると考えられる．最も普遍的に観察されるR-type (I) のMg#のゾーニングプロファイルは，リムで高Mgに増加した後に最外縁リムで中Mg程度まで減少する．このことから混合マグマは高Mgな直方輝石と平衡な条件（1030-1060℃）でいるのはマグマ混合直後のごく短時間で，それ以外の期間は中Mgな直方輝石と平衡な条件（1010-1040℃）で存在していると考えられる．マグマプロセスのタイムスケールを推定するため，直方輝石斑晶の滞留時間をゾーニングプロファイルから推定した．滞留していたマグマの温度は中Mgの直方輝石と平衡（1025℃）で，酸素分圧はNNO-bufferであると仮定して拡散係数を求め，Mg#の初期プロファイルはAl組成から推定して計算した．その結果，R-type (I) は半日ー2年程度，R-type (II) やR-type (III) では5-20年程度の滞留時間が見積もられた．一方斜長石では直方輝石よりも複雑な組成累帯が観察される．微量元素であるMgに着目すると，Anと同期して変化する場合としない場合があり，大半は逆相関を示すが一部斑晶のリムではAnとMgがともに増加する．この成因としては拡散によってMgの組成プロファイルが均質化した可能性，噴火の直前に注入が活発化した可能性，斑晶が対流によってマグマ溜まりの混合が活発な領域に移動した可能性など複数の要因が考えられる．

キーワード：マグマ供給系、滞留時間、rhyolite-MELTS、組成累帯構造、直方輝石、蔵王火山
Keywords: magma plumbing system, residence time, rhyolite-MELTS, chemical zoning, orthopyroxene, Zao volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

那須火山群，二岐火山の地質と岩石
Geology and petrology of Futamata volcano, Nasu volcano group, NE Japan

*渡部 将太[1]、長谷川 健[1]
*Shota Watanabe[1], Takeshi Hasegawa[1]

1. 茨城大学
1. Ibaraki Univ.

二岐火山は，那須成層火山群を構成する火山の一つとされる．那須成層火山群の活動は，甲子旭岳（540～420ka）に始まり，噴出源を南下させながら，三本槍岳（360～270ka），朝日岳（170～70ka），南月山（210～80ka），茶臼岳（16ka～現在）を形成したが，二岐火山（140～90ka）はこの傾向に逆行するように北部に独立して形成された（伴・高岡，1995；藤田，1988；山元，1999）．本火山が形成された那須成層火山群北部は，白河火砕流を供給した塔のへつりカルデラや，大白森山溶岩円頂丘群などの珪長質な火山活動が卓越するが，これらのマグマと二岐火山との関係も不明である．本研究では，那須成層火山群の中でも不明点が多い二岐火山について，地質学的・岩石学的手法を用いて，その形成史やマグマプロセスを詳しく検討したので報告する．

二岐火山の噴出物については，山元（1999）でその層序の概要が示され，下位から岩山溶岩，二俣火砕流堆積物（以下，堆積物を省略），二岐山溶岩（溶岩円頂丘）とされた．本研究では地形判読や地質調査から，二岐火山の詳しい噴出物層序を構築し，地質図を作成した．これまで一括されていた岩山溶岩は，流下方向の違いにより大きく3つのグループ（二岐北部溶岩：FLN，二岐西部溶岩：FLW，二岐南部溶岩：FLS）に分けられ，それぞれFLNは3つ，FLWは3つ，FLSは６つのフローユニットからなる．その上位に位置する二俣火砕流は，分布と岩相などから2つのユニット（二岐西部火砕流：FBW；二岐東部火砕流：FBE）に細分でき，FBEは二岐山溶岩の近傍に明瞭な地形的高まりを形成する．二岐山溶岩は，地形や斑晶鉱物組み合わせの違いから２つのユニット（二岐男岳溶岩円頂丘：FOD；二岐女岳溶岩円頂丘：FMD）に細分できる．本研究では，後述する岩石学的特徴も加味して，本火山の活動を溶岩流出期（前期）と溶岩円頂丘形成期（後期）の２ステージに大別した．前期噴出物はFLN，FLW，FLS，FBWであり，後期噴出物はFOD，FMD，FBEである．

全ての噴出物には球粒状の苦鉄質包有物が認められる．これらは母岩との接触部に急冷縁を持つものも認められる．母岩の斑晶鉱物組み合わせは，前期では主に石英含有カンラン石単斜輝石直方輝石安山岩～デイサイトである．後期では主に単斜輝石直方輝石安山岩～デイサイトで，特徴的に普通角閃石を含む場合がある．苦鉄質包有物の斑晶鉱物組み合わせは，ステージ間に有意な差はなく，主にカンラン石単斜輝石直方輝石玄武岩～玄武岩質安山岩である．母岩と苦鉄質包有物のSiO_2量は，それぞれ53.5～68.4wt.%と50.6～59.3wt.%である．

都城図（FeO*/MgO-SiO_2図）において，前期噴出物と後期噴出物はほぼ平行で異なる組成変化トレンドを示し，同程度のSiO_2量で比較した場合，後期は前期よりも高いFeO*/MgO値を示す（たとえばSiO_2= 64.1wt.%のとき，前期：FeO*/MgO = 1.9；後期：FeO*/MgO = 2.2）．K_2Oのハーカー図では，全体に，SiO_2量の増加とともに低カリウムから中間カリウム系列に遷移する．両ステージの噴出物は苦鉄質側で収束するものの，珪長質側では発散する組成変化トレンドを示し，前期は後期噴出物よりも高いK_2O値である（SiO_2= 63.8wt.%のとき，前期：K_2O = 1.6wt.%；後期：K_2O = 1.3wt.%）．また，Crのハーカー図において，SiO_2= 55wt.%以下の苦鉄質側で，前期噴出物は高いCr値（Cr = 120～180ppm）を示す一方，後期では明瞭に低いCr値（Cr = 32～66ppm）を示す．

FeO*/MgO-SiO_2図で，両ステージの組成変化トレンドはほぼ平行で互いに交わらないことから，前期と後期でマグマ供給系が入れ替わったと考えられる．また全ての噴出物に苦鉄質包有物が含まれていることや，ハーカー図上で直線的な組成変化傾向を示すことなどから，本火山ではマグマ混合のプロセスが支配的であったと考えられる．ステージごとにマグマ供給系が異なり，かつマグマ混合が起きていたことを考慮する

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

と，２つのステージでそれぞれ苦鉄質と珪長質，すなわち４つの端成分マグマの存在が示唆される（S1-mafic，S1-felsic，S2-mafic，S2-felsic）．斑晶鉱物組み合わせから，S1-felsicとS2-felsicは，それぞれ特徴的に，石英および普通角閃石を含むマグマと考えられる．苦鉄質包有物については，前期（S1-mafic）から後期（S2-mafic）にかけてCrの含有量が著しく低下する一方，両方の不適合元素比が変わらないから，後期では前期より結晶分化が進んだ苦鉄質マグマがS2-felsicマグマと混合したと考えられる．

キーワード：二岐火山、那須火山群、噴出物層序、マグマ供給系
Keywords: Futamata volcano, Nasu volcano group, ejecta stratigraphy, magma plumbing system

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

榛名カルデラ形成噴火のマグマ－白川火砕流堆積物からの示唆－
Magma of the Haruna-Caldera forming eruption in view of Shirakawa pyroclastic flow deposits-

*木谷 悟郎[1]、鈴木 由希[2]、大石 雅之[3]
*Goro Kitani[1], Yuki Suzuki[2], Masayuki Oishi[3]

1. 早稲田大学, 教育学部, 地球科学専修、2. 早稲田大学, 教育・総合科学学術院, 地球科学専修、3. 気象庁, 仙台管区気象台
1. Department of Earth Sciences, School of Education , Waseda University, 2. Department of Earth Sciences, Faculty of Education and Integrated Arts of Sciences, Waseda University, 3. Sendai Regional Headquarters, Japan Meteorological Agency

榛名火山は東北日本弧最南端に位置する成層火山である。下司・竹内（2012）はその活動史を主成層火山体の形成が起きた古期榛名火山（～240ka）と、約20万年の休止期、溶岩ドームの形成を主とした新期榛名火山（45ka～）に区分した。新期榛名火山の活動は、山頂に現存する榛名カルデラを形成する噴火から始まった。新井（1962）は、この噴火において軽石流堆積物（1.0km^3 DRE）と降下軽石堆積物（0.2km^3 DRE）が生成したことを示した（噴出量は山元（2013））。大石・他（2011）は火砕流堆積物を、斜長石の屈折率に基づき白川火砕流堆積物と里見火砕流堆積物の2つに区分した。本研究ではカルデラ形成噴火直前のマグマ溜まりでのプロセスや、噴火誘発過程の解明を主たる目的とし、白川火砕流堆積物の調査と、本質物質である軽石の岩石学的検討を実施した。さらに本研究で得た白川火砕流堆積物のデータを、岡野・鈴木（2019;本大会）で得られた里見火砕流堆積物のデータと比較することで、2つの火砕流堆積物の差異の解明を行った。

大石・他（2011）の他、下司・竹内（2012）や高橋・他（2016）で記載例のある、山頂、北麓、南東～南麓の12露頭を調査した。そのうち南麓の荒神露頭は火砕流堆積物の基底部が唯一観察され、この露頭の上位層と比較することで噴出したマグマの時間変化も推定した。調査した露頭のうち8露頭では本質軽石をサンプルとして採取した。採取した軽石は室内での肉眼観察で白色と灰色の2タイプに分けられた。灰色軽石は荒神露頭の基底部のみに存在し、そこでは白色軽石も共存していた。採取したサンプルの内44サンプルについて東大地震研にて外西・他（2015）の方法で全岩化学組成分析を行った。全岩化学組成より、軽石はデイサイト（SiO_2= 61.9～65.4 wt.%）であることが判明した。また灰色軽石(N=3) の組成（SiO_2=64.2～64.7 wt.%）は狭い範囲に集中するものの、白色軽石の範囲内にあることも判明した。荒神露頭では、基底部（SiO_2 = 62.3～64.8 wt.%）と上位層（SiO_2= 62.6～64.6 wt.%）とで組成差がないことも分かった。白川火砕流堆積物の軽石の組成は、里見火砕流堆積物のもの（SiO_2= 62.8～66.3 wt.%）と区別がつかない。

全岩組成や色彩を網羅する合計10サンプルについて2枚ずつ薄片を製作し顕微鏡記載を行った。軽石には斑晶として、斜長石、石英、角閃石、斜方輝石、カミングトン閃石、Fe-Ti酸化物が含まれており、全てが集斑晶をなしていた。これら鉱物が、類似した組成の珪長質マグマから晶出したことを示唆する。マフィック鉱物として角閃石、斜方輝石は多く存在し、カミングトン閃石は顕著に少なかった。斑晶毎に有無はあるが、石英の融食組織、斜長石の汚濁帯、斜方輝石微結晶集合体（角閃石等の脱水分解組織）といった、メルトとの非平衡を示す組織が観察された。ほとんどの組織はメルトが未分化になることにより引き起こされるが、角閃石の分解は減圧によっても引き起こされる（Rutherford and Hill, 1993）。しかし、ほとんどの軽石の石基には結晶が存在せず、マグマが火道を急上昇した可能性が高いことから、メルト組成の変化により形成されたものといえる。メルトが未分化になった要因として、高温マグマによる珪長質マグマの加熱、または高温マグマとの混合が挙げられる。マグマ混合の場合、高温マグマが無斑晶質であることが斑晶組み合わせから推定できる。一方、斜方輝石斑晶は、通常の斑晶・微結晶集合体のいずれにおいても角閃石縁を持つことがあり、これは温度低下を示唆する。以上で述べた斑晶組み合わせや組織は、軽石の色彩、荒神露頭の基底部・上位層により差異がなく、さらに、里見火砕流の軽石とも良く似ている。

これらを元に白川火砕流噴出直前のマグマ溜まりでのプロセスを提案する。まず高温マグマによる加熱もしくはマグマ混合により、珪長質マグマ溜り内に、温度上昇・メルト組成変化の程度の異なるゾーンが発生した

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

（石英・斜長石の反応縁、角閃石の脱水分解の有無）。噴火時に、火道等で、異なるゾーンに由来したマグマが混合し、温度上昇・メルト組成変化の履歴の異なる斑晶が、同一噴出物にて共存するに至った。斜方輝石微結晶集合体に対して角閃石反応縁の有無があるのは、異なるゾーンのマグマが混合してから噴出するまでの時間の長短を示している可能性がある。

白川火砕流堆積物における、白色軽石と灰色軽石の唯一の違いは、石基にある。白色軽石がガラス質なのに対して、灰色軽石ではわずかにマイクロライトが認められた。色彩の差は、石基結晶度の違いによるもの（Gardner *et al.*,1998）だと判断した。灰色軽石が堆積物の基底部で顕著に産出したことから、噴火前に火道を開栓しながら低速で上昇したマグマで、減圧脱水による結晶化が顕著に起き、灰色軽石になったと推測した。

キーワード：榛名火山、火砕流、マグマ混合、高温マグマによる加熱、噴火誘発
Keywords: Haruna volcano, Pyroclastic flow, Magma mixing, Heating from hotter magma, Eruption trigger

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

榛名カルデラ形成噴火のマグマ―里見火砕流堆積物からの示唆―
Magma plumbing system in the caldera-forming eruption of Haruna volcano indicated by Satomi pyroclastic flow deposit

*岡野 百花[1]、鈴木 由希[2]
*Momoka Okano[1], Yuki Suzuki[2]

1. 早稲田大学，教育学部，地球科学専修、2. 早稲田大学，教育・総合科学学術院, 地球科学専修
1. Department of Earth Sciences, School of Education, Waseda University, 2. Department of Earth Sciences, Faculty of Education and Integrated Arts of Sciences, Waseda University

榛名火山は東北日本弧の火山フロント最南端に位置する大型成層火山である。下司・竹内（2012）は榛名火山の活動を古期と新期の2つの活動期に区分した。古期から約20万年間の休止期を経て、約4万5千年前にカルデラ形成噴火により新期の活動が開始した。この噴火では降下軽石と火砕流を併せて約1.2km^3 DREが噴出した。大石・他（2011）はこの噴火で噴出した火砕流を、軽石に含まれる斜長石斑晶の屈折率の高低により、里見火砕流と白川火砕流に区分した。

火山毎の噴火の特徴を把握するためには、マグマ供給系の構造と噴火誘発過程の解明が必要であり、そのために噴出物の岩石学的な解析が用いられてきた。噴火の特徴の理解は、将来の噴火のタイプや噴火推移の予測を行う上で不可欠であり、これは社会的要請が非常に大きい。榛名火山においては、6世紀後半の二ツ岳の噴火の研究 (Suzuki and Nakada, 2007) を除き、記載岩石学的特徴を用いたマグマ供給系の構造と噴火誘発過程の検討が不足している。そこで本研究では、約4万5千年前のカルデラ噴火の里見火砕流を対象として、露頭調査および岩石学的検討を行った。調査したのは榛名火山南麓の6露頭である。また、解析の結果をもとに、白川火砕流堆積物との岩石学的な関係を議論した。

里見火砕流堆積物には、白色、灰色、白がかった灰色および灰がかった白色の4種類の軽石が含まれている。全岩化学組成はSiO_2=62.8-66.3 wt.%の範囲にあり、デイサイトである。松之沢にて採取した軽石は、全岩SiO_2で3.6 wt.%の比較的広い組成幅を持つ。色彩ごとに違いはなく、同時期に噴出したとされる白川火砕流堆積物（木谷・鈴木，2019；本大会）とも差は見られない。軽石中の斑晶の全ては、集斑晶での共存関係から単一もしくは類似の条件を持つマグマから晶出したと考えられ、その鉱物組み合わせは斜長石、石英、普通角閃石、カミングトン閃石、斜方輝石、Fe-Ti酸化物である。この記載岩石学的特徴は、全岩SiO_2量および軽石の色彩毎により系統的に変化しない。汚濁帯を持つ斜長石斑晶および融食形の石英斑晶の存在からは、マグマ溜まりが温度上昇プロセスを経ていることが明らかになった。温度上昇の原因としては、高温苦鉄質マグマと混合したこと、もしくは高温苦鉄質マグマによりマグマ溜まりが加熱されたことが推測される。ここで、軽石にはかんらん石などの苦鉄質マグマ由来の斑晶が含まれていないことから、混合の場合には、苦鉄質マグマは無斑晶質であったと考えられる。また、斜方輝石の斑晶組織は温度の上昇に加え、下降プロセスも記録していることから、マグマ溜まりは進化の過程で、温度の上下変動を経験したと解釈できる。

全岩SiO_2量が比較的広い幅を持つ松之沢の白色軽石は、薄片において斑晶量の違いが観察されたため、その関係を検証するために斑晶モード分析を実施した。その結果、斑晶量は52.3-71.7 vol. %であり、全岩SiO_2量が大きいほど全斑晶量も大きいという正の相関が見られた。また、斑晶鉱物相の比率にも相関があり、全岩SiO_2量が大きいほど石英斑晶量が大きくなり、Fe-Ti酸化物斑晶量が小さくなる。苦鉄質マグマとの混合があった場合、その混合比の違いを反映していると考えられる。また、斑晶量が多いため、里見火砕流を発生させたマグマ溜まりはマッシュ状であるといえる。以上のことから、カルデラ形成噴火に関与したマグマ供給系の構成を推定した。まず、マッシュ状の珪長質マグマが存在し、そこには前述の鉱物が結晶として含まれていた。そこに、外部から高温の苦鉄質マグマが供給され、混合もしくは加熱が発生した。この温度上昇イベントが噴火を誘発した可能性がある。

また、軽石には破砕形の斑晶が多量に含まれる。破砕結晶はマグマが火道を上昇する際に、火道壁との摩擦により生じたせん断応力を受けることによって形成されたと考えられる。白色軽石よりも破砕結晶に富む灰色

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

軽石は、相対的に大きなせん断応力を受けたマグマを起源とする可能性が大きい。したがって、灰色軽石を生成したマグマは火道壁付近を、白色軽石を生成したマグマは火道中心部付近を流れたと考えられる。

キーワード：榛名火山、カルデラ形成、火砕流、マッシュ状珪長質マグマ、マグマ混合、高温マグマによる加熱
Keywords: Haruna volcano, Caldera-forming eruption, Pyroclastic flow, Mush-like felsic magma, Magma mixing, Heating from hotter magma

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

白山火山，南竜ヶ馬場の岩石学
Petrology of the Minamiryu-ga-banba in Hakusan Volcano

*宮下 太一郎[1]、海野 進[1]、茨木 柚季[2]
*Taichiro Miyashita[1], Susumu Umino[1], Yuzuki Ibaraki[2]

1. 金沢大学、2. 株式会社中研コンサルタント
1. Kanazawa University, 2. Chuken Consultant Co., Ltd

The Minamiryu-ga-banba Lava dated at 30 Ka extends from 100 m below a scoria cone on the southern foot of Gozengamine 4 km downslope to Nakahanba. A scoria raft was found on the Minamiryu-ga-banba Lava 1.5 km from the vent, which has identical whole-rock and mineral compositions to the remnants of a scoria cone on the southern slope of Gozengamine. This indicates that the scoria cone is the source vent of the Minamiryu-ga-banba Lava. We report results of whole-rock and mineral analyses of Minamiryu-ga-banba Lava and the scoria cone at the foot of Gozengamine.

Thirty-six samples of scoria clasts from the cone and raft and Minamiryu-ga-banba Lava were examined under an optical microscope and analyzed by XRF and by EPMA. Lava samples contain phenocrysts of plagioclase, orthopyroxene, hornblende and magnetite set in the groundmass of plagioclase, clinopyroxene, olivine, quartz, ilmenite and glass. Scoria carries phenocrysts of plagioclase and olivine with a small amount of hornblende and orthopyroxene. Plagioclase with or without dusty zone is present. Hornblende phenocrysts are opacitized. The groundmass contains abundant glass and vesicles. Scoria raft contains plagioclase and olivine phenocrysts in the groundmass of abundant glass and vesicles.

Whole-rock SiO2 of scoriae of the raft and cone largely overlaps, ranging from 55 wt%–60 wt%, while the Minamiryu-ga-banba Lava shows a limited range of 60 wt%–62 wt%. The lava and the scoriae form a single liquid line of descent with decreasing TiO2, FeO, MnO, MgO, CaO and P2O5, increasing Al2O3 and K2O and invariant Na2O, with increasing SiO2. These variations could be interpreted by crystallization differentiation of phenocrystic phases except TiO2 and K2O, which requires end component with higher TiO2 and K2O. The whole-rock compositions of the Nohi Ryolite, basement of the Hakusan Volcano, plot on the extension of lines connecting the scoriae and the Minamiryu-ga-banba Lava. This strongly suggests contamination of the Minamiryu-ga-banba Lava by the Nohi Ryolite.

Plagioclase has An34-61 with a peak An42 in the raft and An36-61 with a peak An42 in the cone. Olivines in the raft and the cone have Fo69-86 with a peak Fo85 and Fo76-86 with a peak Fo84, respectively, and orthopyroxenes in the raft and the cone show Mg#62-84 with a peak Mg#64 and Mg#62-75 with a peak Mg#63, respectively.

Whole-rock and mineral compositions of the scoriae of the raft and the summit cone are essentially identical and were parts of a scoria cone formed by an earlier Strombolian phase, which was subsequently destroyed by extruding Minamiryu-ga-banba Lava.

Although the Minamiryu-ga-banba Lava is dated to 30 Ka by K-Ar method, the lava preserves the original flow morphology as clear as the 2.2 Ka Shiramizunotaki Lava. In addition to this, the summit scoria cone exposes on the surface and is neither covered by soil nor later tephras. Besides this scoria cone, the only

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

known mafic tephra carrying olivine phenocrysts is the Minamiryu Tephra, that has a easterly dispersal axis and widely covers Murodo, Midagahara and Minamiryu-ga-banba. Although the source vent of Minamiryu Tephra is considered to be in the summit region now buried by the Kengamine, our observations suggest a correlation of the summit scoria cone and the Minamiryu Tephra. This means that the Hakusan Minamiryu eruption at 2.2 Ka was much larger in magnitude and formed not only the Shiramizunotaki Lava, Kengamine and the Hakusan Minamiryu Tephra, but also the Minamiryu-ga-banba Lava.

キーワード：白山火山、スコリア、スコリアラフト、溶岩流
Keywords: Hakusan volcano, scoria, scoria raft, lava flow

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Tephrochronological relations of Middle-Pleistocene tephra derived from Myoko Volcanic Group and the pumice and scoria fall deposits found in Kosha Volcano, Central Japan

*高杉 直彰[1]、齋藤 武士[1]、牧野 州明[1]、鈴木 毅彦[2]
*Naoaki TAKASUGI[1], Takeshi Saito[1], Kuniaki Makino[1], Takehiko Suzuki[2]

1. 信州大学　総合医理工学研究科　総合理工学専攻、2. 首都大学東京　都市環境科学研究科　地理環境科学域
1. Shinshu University, 2. Tokyo Metropolitan University

Kosha Volcano, locating between Iiyama Basin and Nagano Basin, is a small stratovolcano erupted between 0.3 and 0.2 Ma (Kaneko et al. 1989). There are no geological studies about this volcano after Saito (1955) until Kaneko et al. (1989). Togashi and Akabane (1991) reported two tephra groups within Kosha Volcano. The lower is named Kosha Pumice flow and fall deposits (Kf/Kp), which consists of four pumice layers (A1-A4) with hornblende crystals. The upper consists of four pyroxene-rich scoria layers (A5-A8). They inferred A5- A8 are derived from another volcano locating in the west. They presumed that Kf/Kp originated in Iimori-yama Lava Dome (IM) which is the last product of Kosha Volcano because of presence of hornblende crystals. However, Kf/Kp does not include clinopyroxene crystals, which are common mineral in all of the Kosha products including IM. Hayatsu et al. (1994) and Suzuki (2001) reported several tephra layers distributed around Myoko Volcanic Group. In particular, Ojika Scoria Group (OS) derived from Kurohime volcano and Iz-KT tephra group derived from Iizuna Volcano is possible to correlate to tephra layers at Kosha Volcano.

In order to clarify the origin of these tephra layers, we carried out mineralogical analysis (Takasugi et al. 2018, Fall meeting of the volcanological society of Japan). The results indicated that A5-A8 scoria groups are correlated to OS. Chemical compositions of orthopyroxene and hornblende of A3 and A4 tephra differed from those of Kosha products including IM, suggesting that A3 and A4 are not originated from Kosha volcano. Geological occurrences, mineral assemblages and chemical compositions of orthopyroxene and hornblende crystals of A3 and A4 tephra were very similar to those of KTa tephra, which composes the upper most layer of Iz-KT, suggesting that A3 and A4 tephra are correlated to Iz-KT tephra group. This time, we determined chemical compositions of Iz-KT layers to correlate tephra layers at Kosha Volcano.

Titanomagnetite crystals of three tephra layers of Iz-KT (KTa, KTb, KTc) showed distinct chemical compositions. Particularly, three tephra layers showed different Al contents, suggesting that KTa was correlated to A3 and A4, KTb was correlated to A2, and KTc was correlated to A1. Because A1-A8 tephras are covering the pyroclastic flow deposits and lavas of Kosha Volcano, this result suggests the age of the activities of Kosha Volcano is to be

guessed to be elder than the production of KTc, which considered to be supplied around 160 ka according to Suzuki (2001).

キーワード：妙高火山群、テフラ層序学、SEM-EDS、斜方輝石、チタン磁鉄鉱、第四紀学
Keywords: Myoko Volcanic Chain, tephrochronology, SEM-EDS, orthopyroxene, titanomagnetite, Quaternary research

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Geologic and petrologic study of the Kamo monogenetic volcanic field,Southern Kyushu,Japan

*Linus Anye Nche[1], Takeshi - Hasegawa[1], Tetsuo - Kobayashi[2], Károly - Németh[3], Festus Tongwa Aka[4]

1. Ibaraki Univ., 2. Kagoshima Univ., 3. Massey Univ., 4. IRGM

Kamo monogenetic volcanic field consists of small-volume basaltic volcanoes forming part of the volcanic front of Southern Kyushu that extend to the Southern Island of Japan. These volcanoes include the late Pleistocene Aojiki volcano formed at about ~100ka and two Holocene maar volcanoes, the Sumiyoshiike(SM:0.5km in diameter) and Yonemaru (YM:1.2km in diameter) that erupted at 8.2ka and 8.1ka respectively (Nagaoka 1988, Nagaoka et al.2001, Moriwaki et al,2016). These two maars were formed through phreatomagmatic eruptions during sea level high stand along the northern edge of the Kagoshima graben, where large caldera forming volcanism has been concentrated, leading to the accumulation of widespread dacitic and rhyolitic tephras (Nagaoka 1988).While the volume of erupted basaltic magma in this area is low, they have played a significant role in the evolution of the felsic magmas in the Kagoshima graben (Kimura et al.2015).

Lithostratigraphic studies for these maars have been reported by Moriwaki et al. (1986) and Moriwaki (1992) in which different lithofacies were identified and described. In this study, we present geologic and petrologic examinations of the products in order to understand the mafic magma process with focus on the maar forming eruptions. In addition, we also provide data for the older Aojiki volcano identified in between the two maars.

From our field investigations, most of the pyroclastic sequence from the two maars were stratified and consists of thin beds of volcanic ash, scoriaceous lapilli and bombs. These tephra deposits are generally rich in accidental clasts, made up of brown pumice and laminated silts sediments, especially at the proximal part of the maar crater. The brown pumice clasts are the product of Ito Ignimbrites coming from the Aira caldera that erupted ~29ka covering a vast area around Southern Kyushu (Aramaki, 1984), while laminated silts sediments formally grouped into the Kamo Formation, considered to be the basement rock of the area (Kobayashi et al.2004, Kagawa and Otsuka,2000).

At YM, the lower outcrop consists of alternating thin beds of ash and lapilli of base surge origin with characteristics cross and planar laminated structures.

The upper outcrops for both maars are richer in juvenile pyroclasts especially at SM. The scoria cone of Aojiki volcano, at attitude of 213m, consists of variable pyroclast sizes ranging from ash to bomb and block. Meanwhile, the Aojiki lava found below the cone is characterized by clinkery aa lava surface textures and massive blocky lava structure.

Petrological features of the juvenile pyroclasts from the two maars are variable with common phenocrysts of plagioclase and clinopyroxene and microphenocryst of olivine set within a glassy groundmass of same minerals exhibiting mostly hyalo-ophitic to intersertal textures. Honey comb texture defined by numerous small melt inclusions in plagioclase phenocrysts are common in the YM products.

Whole rock geochemical data indicates that the juvenile pyroclasts are composed of mostly basalts and

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

minor basaltic andesites. All the juvenile pyroclasts can be defined as tholeiitic magma series of mainly medium K characteristic. Distinct chemical trends among the three volcanoes suggest independent magmatic evolution within each volcano. Compositional ranges are narrow for SM (SiO_2 :47.03wt.%-48.01wt.%, MgO: 6.10-6.51 wt.%),Aojiki scoria(SiO_2:50.30 wt.%-50.90 wt.%, MgO: 4.48-4.68 wt.%) and lava(SiO_2:48.06 wt.%-48.81wt.%, MgO: 5.47-5.66wt.%), while a wide compositional range can be recognized in the YM products(from lower to upper). The eruptive products of the upper section (distal products) of the YM are more evolved with SiO_2 content ranging from 51.43 wt.% to 52.10wt.% with low concentration of Ni, Cr, Co compared to the lower and middle products with almost similar concentration of major and trace elements.

Highly Incompatible trace element ratios such as Y versus Zr and Ba versus Y diagrams indicate a distinct correlation line within YM products, which implies fractional crystallization (FC) was not the main magmatic process. While no differences are observed in the SM and Aojiki samples suggesting that these products were formed by FC. REE patterns between the mafic and most evolved samples of YM are remarkably different, while those of SM and Aojiki are almost similar. Mineral chemistry data for core composition of plagioclase phenocrysts for YM is broad showing Anorthite content of 36-90% and 60 -90 % for upper and lower products respectively. These petrologic features of YM products strongly suggests magma mixing process derived from at least two distinct magma sources.

Keywords: monogenetic, maars, Kagoshima graben, basalt, mixing

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

富士山・万野溶岩流内の溶岩チューブ洞窟から得られる知見
Investigation on Lava Tube Caves in Manno lava flow of Mt.Fuji

*本多 力[1]
*Tsutomu Honda[1]

1. 火山洞窟学会
1. Vulcano-speleological Society

[はじめに]

富士山・万野溶岩流はBC10000以前といわれきわめて古い溶岩流で、珪酸重量分率は49.7%と低い値を示している[1)]。万野溶岩流内には万野風穴（別名称は大日穴）、屋敷穴、弘法穴、窓穴、銀河風穴、観音穴（すでに埋没）の存在が知られている[2,3)]。これらは一連の溶岩チューブシステムと考えられ、富士山では最も年代が古いとみなされている溶岩チューブ洞窟群である。なかでも万野風穴は総延長距離908mで万野溶岩流では最長の溶岩チューブ洞窟である[2,3)]。ここでは測量図[2,3)]のある万野風穴（大日穴）に注目して万野溶岩流の降伏値と表面張力の推定を行った。

[万野風穴（大日穴）と溶岩降伏値]

万野風穴（大日穴）の内部の写真を写真１に、水平断面と縦断面の測量図を図１に示す。縦断面図の高低差(30m)と洞窟長さ(700m)から傾斜角度α=2.5˚が得られる。洞窟高さはほぼ5mである。傾斜した円管内を流れるビンガム流体の流動限界条件により、溶岩降伏値f_Bは$f_B=H(\rho g \sin\alpha)/4$から推定される[4)]。　溶岩密度を2.5g/cm^{3}とすると前記条件からf_B=　1.32x10^4 dyne/cm^{2}が得られる。珪酸重量分率49.7%の玄武岩溶岩としては妥当な値と考えられる。

[溶岩鍾乳と表面張力値]

万野風穴（大日穴）の天井部には多くの溶岩鍾乳がみられる。溶岩チューブから溶岩が抜け出るときそ天井にのこされた残存溶融溶岩が天井から垂れ下がり形成されるのが溶岩鍾乳である。この溶岩鍾乳のピッチから溶岩の表面張力を推定することができる[5)]。すなわち天井に付着している液膜の安定性限界条件から、液膜の波動の固有ピッチ$P=2\pi(\gamma/g\rho)^{1/2}$が得られる。ここで$\gamma$は溶岩の表面張力、gは重力加速度、$\rho$は溶岩の密度である。　したがって天井からたれ下がる溶岩鍾乳の凹凸のピッチPを測ることにより溶岩の表面張力$\gamma=P^2 g\rho/4\pi^2$を求めることが出来る[5)]。万野風穴で計測されたピッチはおおよそP=3~4cmであり(写真２参照)、表面張力としてγ=560～990 dyne/cmが得られる。表面張力としては妥当な値と考えられる。

[おわりに]

万野風穴(大日穴)のチューブ形状と内部構造により万野溶岩流の降伏値と表面張力を推定した。得られた両数値とも玄武岩として妥当な値と考えられる。降伏値、表面張力ともに他の富士山の溶岩流の他の例と同様である[4,5)]。今後も未検討の富士山の溶岩チューブ洞窟について引き続き調査検討を進めてゆく予定である。

参考文献：

1)高田亮、山元孝広、石塚吉浩、中野俊(2016):富士火山地質図(第2版)説明書,産業技術総合研究所,地質調査総合センター

2)小川孝徳(1980)：「富士山の溶岩洞穴・溶岩樹型の地質学的観察」洞人第２巻第３号、日本洞窟協会、1980年8月。

3)富士宮市郷土資料館(1991):「富士宮の火山洞窟」、富士宮市郷土資料館調査報告書、第2号、富士宮市。

4)本多力(2018):溶岩チューブ洞窟と溶岩樹型による富士山・溶岩流の降伏値の推定、地球惑星科学連合2018年大会,SVC43-02

5)本多力(2015):溶岩チューブ洞窟と溶岩樹型の空洞内部に見る溶岩鍾乳と溶岩石筍から推定される溶岩の表

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

面張力.地球惑星科学連合2015年大会,SVC46-07

キーワード：富士山、溶岩チューブ、溶岩流、溶岩鍾乳
Keywords: Fuji, lava tube, lava flow, lava staractite



写真１　万野風穴内部

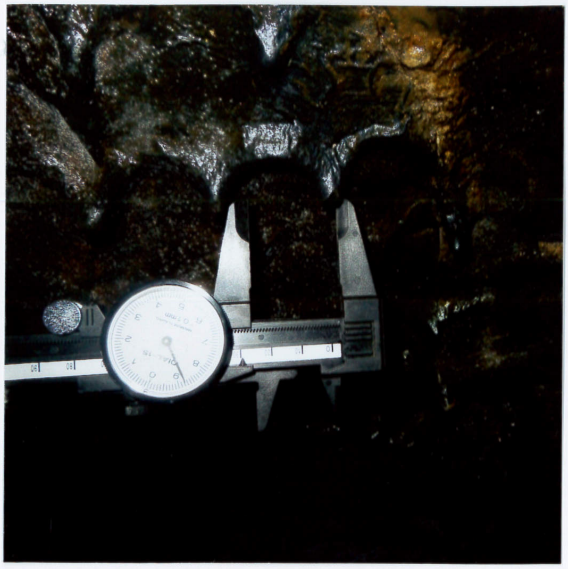


写真２　万野風穴天井の溶岩鍾乳

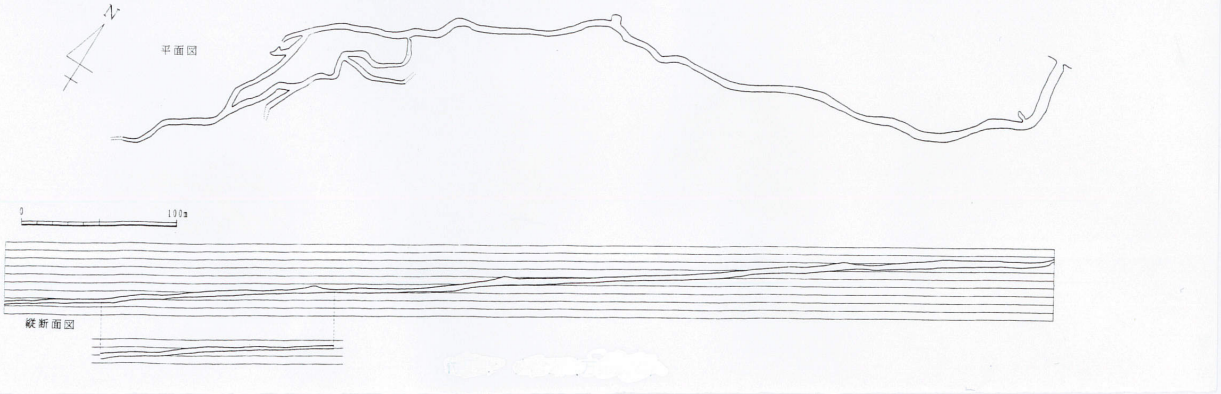


図１　万野風穴の水平及び縦断面図

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-TT 計測技術・研究手法

2019年5月26日(日) 9:00 ~ 10:30 | A04 東京ベイ幕張ホール

[S-TT42] Recent Advances in Exploration Geophysics 2019

コンビーナ:三ケ田 均(京都大学大学院工学研究科)、飯尾 能久(京都大学防災研究所)、島 伸和(神戸大学大学院理学研究科惑星学専攻)、武川 順一(京都大学大学院工学研究科)、座長:渡邊 勇介(京都大学大学院工学研究科)、武川 順一(京都大学大学院工学研究科)

Geophysical exploration methods are widely used to estimate physical or chemical properties of media that are located in the environment where it is difficult for human beings to access. We would welcome presentations and discussions on theories, applications, case studies in which geophysical exploration schemes are applied for using artificial/natural signals or potentials. A proceeding paper within 4 A4 pages for each submission is to be asked to prepare after the acceptance based on the quality of the abstract of the submission and will be published electronically with doi on EarthDoc (http://earthdoc.eage.org/publication/eventoverview?p=78) under MoU with the European Association of Geoscientists and Engineers.

9:00 ~ 9:15

[STT42-01] Numerical modeling of the effect of borehole stress concentration on sonic logging measurements in shale formations

*Shimin - Zhou[1]、Xinding - Fang[1] (1.Southern University of Science and Technology)

9:15 ~ 9:30

[STT42-02] Fundamental study on hydraulic fracturing simulation with DEM under high pressure and temperature condition

*大谷 颯[1]、三ケ田 均[1]、武川 順一[1] (1.京都大学大学院工学研究科)

9:30 ~ 9:45

[STT42-03] A fundamental study of proppant behavior in hydraulic fractures using particle based numerical simulations

★Invited Papers

*武川 順一[1]、三ケ田 均[1] (1.京都大学大学院工学研究科)

9:45 ~ 10:00

[STT42-04] Monitoring of mass density variation inside active volcanoes with cosmic-ray muography

*Laszlo Olah[1]、Hiroyuki K. M. Tanaka[1]、Gergo Hamar[2]、Dezso Varga[2] (1.Earthquake Research Institute, The University of Tokyo、2.Wigner Research Centre for Physics of the Hungarian Academy of Sciences)

10:00 ~ 10:15

[STT42-05] New development and operation of the EM-ACROSS: an investigation at Mount Kusatsu-Shirane

★Invited Papers

*Kuo Hsuan Tseng[1]、Yasuo Ogawa[1]、Takahiro Kunitomo[3]、Masato Fukai[1]、Hiroshi Ichihara[2] (1.Earth and Planetary science, Tokyo Institute of Technology、2.Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University、3.Nagoya University)

10:15 ~ 10:30

[STT42-06] A feasibility study to identify supercritical geothermal reservoirs on southern Kyushu Island using DTS and DAS systems

★Invited Papers

*笠原 順三[1,5]、羽佐田 葉子[2,1]、久詰 陽康[1]、藤瀬 吉博[4,1]、三ケ田 均[3] (1.エンジニアリング協会、2.大和探査技術(株）、3.京都大学、4.WELMA(株）、5.静岡大学)

Numerical modeling of the effect of borehole stress concentration on sonic logging measurements in shale formations

*Shimin - Zhou[1], Xinding - Fang[1]

1. Southern University of Science and Technology

In oil or gas exploration, sonic logging is a routine approach for formation evaluation. The drilling-induced stress redistribution around the wellbore can cause changes in the elastic properties of the near wellbore formations. This can make the sonic logging measurements deviate from the response of the virgin formations. The influence of borehole stress concentration on sandstones has been investigated by a number of researchers, we extend the study of this problem to anisotropic shale formations. To model the effect of borehole stress concentration on the elastic properties of shales, we need to first calculate the borehole stress distribution and then construct a rock physics modeling workflow to compute the changes in elastic properties under given stress conditions. We assume that shale formation is a transversely isotropic medium and its symmetric axis can be in an arbitrary direction with respect to the borehole axis. In our simulation, we first use the borehole stress solution of Amadei to calculate the stress distribution around the borehole, and then the elastic properties of the formation at each position around the wellbore is modified based on the local stress tensor by using a micro-crack rock physics model. The adopted rock physics model considers the influence of both intrinsic anisotropy and stress-induced anisotropy. This results in an inhomogeneous anisotropic borehole model that can reflect the effect of borehole stress concentration on near wellbore shale formations. Based on the proposed modeling workflow, we create a number of different scenarios that correspond to different shale formations and in-situ stress conditions, and then study the characteristics of the compressional and shear wave velocity variations in these situations.

Keywords: Sonic logging, borehole stress concentration, shale, rock physics modeling, in-situ stress

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Fundamental study on hydraulic fracturing simulation with DEM under high pressure and temperature condition

*大谷 颯[1]、三ケ田 均[1]、武川 順一[1]
*Hayate Ohtani[1], Hitoshi Mikada[1], Junichi Takekawa[1]

1. 京都大学大学院工学研究科
1. kyoto university

One of the most attractive topics in geothermal development is the realization of enhanced geothermal systems (EGS) in ductile zones. Thermal energy extraction from hot dry rock may require hydraulic fracturing through rocks in ductile zones, where rocks are supposed to deform in a ductile way due to the high pressure and high temperature (HPHT) conditions. One of the key factors in its realization is, therefore, to understand their mechanical behaviors of ductile rocks and of hydraulically created fractures under the HPHT condition, which have not been well investigated in the past.

Numerical simulations are widely accepted as one of the effective approaches to understand the mechanism of hydraulic fracturing, and numerical studies taking cooling effects from injected fluid on hydraulic fracturing into consideration have been conducted. Though distinct element methods (DEM) are frequently used to understand brittle failure or ductile deformation mechanism of rock in biaxial or triaxial compression tests, hydraulic fracturing simulations including both ductile behaviors and cooling effects due to injected fluid in the HPHT environment has not been fully investigated yet. Since the mechanical response to the fluid injection shows drastic changes at the brittle-to-ductile transition condition, incorporation of the transition behavior of granite into DEM is an essential step.

In this study, we demonstrated a series of hydraulic fracturing simulations with degradation approaches for the bond properties in DEM, i.e. bi-linear approximation model and degradation model, to replicate semi-brittle or ductile behavior at the HPHT condition including hydro-thermo-mechanical model. The numerical simulation results showed that results from bi-linear approximation model, which is suitable for replicating ductile behavior of granite, were consistent with laboratory experiment results under the HPHT condition. We can observe the cooling effect of rock mass due to injected fluid, while a considerable interaction between solid and fluid cannot be observed due to the shortness of injection time.

キーワード：水圧破砕シミュレーション、個別要素法、延性、固体ー液体ー熱連成モデル、高温高圧、地熱開発
Keywords: Hydraulic fracturing simulation, Distinct Element Method, Ductility, Hydro-Thermo-Mechanical model, High Pressure and High Temperature, Geothermal Energy Development

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A fundamental study of proppant behavior in hydraulic fractures using particle based numerical simulations

*武川 順一[1]、三ケ田 均[1]
*Junichi Takekawa[1], Hitoshi Mikada[1]

1. 京都大学大学院工学研究科
1. Graduate School of Science, Kyoto University

Hydraulic fracturing technique has been widely used in the development of unconventional oil reservoirs and geothermal reservoirs. To prevent the induced fractures from closing, supporting materials (proppant) are pumped into the induced hydraulic fractures. The ultimate goal of hydraulic fracturing is to keep high conductive flow paths from the formation to the wellbore. Recently, a new technique has been proposed to improve the fracture conductivity by making open channels throughout the proppant pack. In this technique, fluid with and without proppant is alternately pumped into the well. This treatment creates discontinuous proppant pillars in a hydraulic fracture, and then, the fracture conductivity could be improved significantly. However, proppant slurry behavior inside the fracture still remains poorly understood.
In the present study, we applied a smoothed particle hydrodynamics (SPH) method to the fluid-solid interaction analysis in order to investigate proppant behavior inside the fracture. Our final goal is to establish analysis method for slurry behavior in hydraulic fractures. As a preliminary step toward the final goal, we simulate the Couette flow between coaxial cylinders to investigate the accuracy of the coupled simulation with the SPH method. We evaluate the L2-norm error as a function of the number of particles along the diameter of the inner cylinder. As a result, about 15 and 20 particles are required to achieve less than 15 % and 10 % error, respectively. Based on this result, at least 20 particles along the diameter of proppant grains should be used. In the future study, many effects (viscosity of fluid, grain shape, fracture roughness) on the efficiency of creating open channels will be investigated by using the proposed method.

キーワード：亀裂支持材、数値シミュレーション、粒子法
Keywords: proppant, numerical simulation, particle method

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Monitoring of mass density variation inside active volcanoes with cosmic-ray muography

*Laszlo Olah[1], Hiroyuki K. M. Tanaka[1], Gergo Hamar[2], Dezso Varga[2]

1. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 2. Wigner Research Centre for Physics of the Hungarian Academy of Sciences

Muography is an innovative imaging technique for investigation of large-sized natural and human-made objects based on the measurement of absorption rate of cosmic-ray muons [1]. The monitoring of mass density variation occured during volcano eruptions is a possible applicability of muography. The first large-sized, high-resolution muography observatory is under development based on Multi-Wire Proportional Chamber technology (MMOS) for monitoring of mass density variations in the vicinity of Minamidake crater of Mt. Sakurajima [2,3]. An automated analysis framework provides real-time data and allows analysis and visualization of the variations of muon flux and average mass density across the crater regions via a web-server [4]. The MMOS system consists of five tracking systems with the total surface of 4 square meters is operated at a distance of 3 kilometers from Showa crater in South-West direction since October 2018. The track rates are found stable within 3 % from the backward-direction, which demonstrates that the MMOS system is applicable to detect the average density variation well below the practical limit of about 5 %. We observed a decrease in average density across the West side of Minamidake crater during the ongoing data taking period, which suggests that the amount of material has decreased due to the consecutive occurred eruptions between 30th November 2018 and 11th of January 2019. The extension of MMOS system is scheduled up to the sensitive surface of 20 square meters between 2017-2021. The density-length variation of 5 (10) % is expected to be detected within 5-20 (2-8) days with 68 % confidence level with the designed muography observations system.

[1] H. K. M. Tanaka, L. Olah, Overview of Muographers, Phil. Trans. R. Soc. A 377, 20180143 (2019) https://doi.org/10.1098/rsta.2018.0143
[2] L. Olah, H. K. M. Tanaka, T. Ohminato, D. Varga, High-definition and low-noise muography of the Sakurajima volcano with gaseous tracking detectors, Scientific Report, 8:3207 (2018) https://doi.org/10.1038/s41598-018-21423-9
[3] L. Olah, H. K. M. Tanaka, G. Hamar, D. Varga, Investigation of the limits of high-definition muography for observation of Mt Sakurajima, Phil. Trans. R. Soc. A 377, 20180135 (2019) https://doi.org/10.1098/rsta.2018.0135
[4] L. Olah, H. K. M. Tanaka, G. Hamar, D. Varga, Muographic observation of density variations in the vicinity of Minami-dake crater of Sakurajima volcano, Journal of Disaster Research (submitted research article)

Keywords: Muography, Volcanology, cosmic-ray muon, density monitoring, gaseous detector

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

New development and operation of the EM-ACROSS: an investigation at Mount Kusatsu-Shirane

*Kuo Hsuan Tseng[1], Yasuo Ogawa[1], Takahiro Kunitomo[3], Masato Fukai[1], Hiroshi Ichihara[2]

1. Earth and Planetary science, Tokyo Institute of Technology, 2. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 3. Nagoya University

The Electromagnetic Accurately Controlled, Routinely Operated Signal System (EM-ACROSS) is a specially designed system for controlled source electromagnetic investigation. The EM-ACROSS combines with a stable transmitter system and at least one receiver for obtaining the electric and magnetic field at the observation site. The core purpose of this system is a specifically designed signal which is repeatedly transmitted with high accuracy and precision to against the noise.

An initial experiment was made at Volcano Kusatsu-Shirane in 2017. We designed a superimposed signal with 10 geometric sequences frequencies, same amplitude and randomly chosen phase shift. A function generator, which was synchronized with a GPS clock, stored our designed waveform and sent the signal to an amplifier. There were two sets of grounded dipoles, north-south and east-west. After that signal was enlarged 80 times, the current was injected to the earth by one set of the grounded dipoles for at least 12 hours before switching. The amplifier was monitored and recorded by a digital data logger for obtaining the transmitter data. At the observation area, nine receivers measured the changing of electric and magnetic field. The data was processed by a simply stacking method in frequency domain. This initial experiment presented a good anti-noise ability at higher frequencies (between 1~5 Hz) and indicated a necessity of longer investigation for lower frequency band.

In 2018, we made a new development and operation of this system based on the result of initial experiment. The transmitter system had one more amplifier to inject both the grounded dipole sets at the same time. The chosen frequencies of superimposed signal were selected from the prime number as two sets of quasi-geometric series. The amplitude of lower frequency band was increased to against the noise floor. The system was operated three months for obtaining a better anti-noise ability in low frequency band. A new procedure of data processing was applied to eliminate the non-stationary and non-Gaussian noise. We used weighted stacking method to calculate the final electric and magnetic field.

Compare with the initial experiment, this investigation presents an obvious enhancement in lower frequencies. The large effect of non-Gaussian noise is reduced. A smaller error of the initialized electric field is acceptable for the modeling work.

Keywords: geophysical prospecting, geophysical techniques, controlled-source electromagnetics, signal design

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A feasibility study to identify supercritical geothermal reservoirs on southern Kyushu Island using DTS and DAS systems

*笠原 順三[1,5]、羽佐田 葉子[2,1]、久詰 陽康[1]、藤瀬 吉博[4,1]、三ケ田 均[3]
*Junzo Kasahara[1,5], Yoko Hasada[2,1], Hiroyasu Kuzume[1], Fujise Yoshihiro[4,1], Hitoshi Mikada[3]

1. エンジニアリング協会、2. 大和探査技術(株）、3. 京都大学、4. WELMA(株）、5. 静岡大学
1. ENAA, 2. Daiwa Exploration and Consulting Co., 3. Kyoto Univ., 4. WELMA Co. Ltd., 5. Shizuoka Univ.

Introduction: Supercritical water is drawing the attention of members of the global geothermal community as an important future renewable energy source for the world (*e.g.*, Dobson *et al.*, 2017). NEDO is promoting supercritical geothermal exploration as an important future energy source. There have been several efforts to use the fiber-optic distributed acoustic sensor (DAS). The DAS method is sensing strain or strain rate caused by seismic waves and the spatial resolution is a few meters. Because the temperature at the supercritical point is higher than 374 ˚C, ordinary geophones cannot be used in such supercritical conditions. In contrast, the optical fiber can be used at ~500 ˚C. We evaluated the usefulness of DAS technology on land and concluded that it is comparable to using geophones (Kasahara *et al.*, 2018a). In order to study supercritical water reservoirs, we carried out a simulation using full-waveform inversion (Kasahara *et al.*, 2018b). It was found that physical properties such as Vp, Vs, and density in the reservoir were well retrieved.

Field study: To evaluate the feasibility of our approach in a real geothermal field, we carried out a field study in the Medipolis geothermal field in Kyushu, Japan in fall, 2018. The fiber-optic cable was deployed down to a 977 m depth in the IK-4 borehole. We conducted the distributed temperature sensor (DTS) and DAS seismic measurements in the borehole using the same fiber-optic cable. We also installed 20 sets of three-component geophones along the 2 km long EW line at approximately 100 m spacing.

Results: The maximum temperature was measured as 264 ˚C at 914 m. The DAS data were obtained continuously at every 1 m for 4.5 days. Using the DAS system, we observed seven natural earthquakes between M0.8 and M5.2. The P-wave first arrival of the M5.2 earthquake was observed at the whole depth of 977 m to 0 m. Although the temperature at the 914 m depth was 264 ˚C, any evident seismic attenuation was not observed. In some earthquake records, some surface geophones show large amplitudes on horizontal components at 0.8 seconds after the P first arrivals in the vertical component. To estimate the vertical Vp profile of the surrounding area, we conducted a semblance analysis and obtained the Vp for every 100 m depth interval along the borehole. The Vp is estimated to be approximately 4 km/s and 3.3 km/s between 800–977 m, and between 500–800 m, respectively.

Discussion and conclusions: Although the temperature at a 914 m depth was as high as 264 ˚C, no significant attenuation of P arrivals was observed. The Vp profile in the borehole shows approximately 4 km/s between 800 m and 977 m. It seems no effects by the high-temperature zone. The reason for these measurements might be explained by the wavelengths of natural earthquakes being longer than the thickness of the high-temperature zone.

We observed seven natural earthquakes, but we did not see reflected phases from the deep reflectors. Surface geophones suggest the presence of P-to-S converted waves, and the conversion could be happening just below the study field. Although further studies are needed, the DAS system could supply a very dense vertical seismic array, and with the DAS seismic system and full-waveform inversion method,

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

we could image the deep-seated supercritical geothermal reservoirs if they exist.

Acknowledgements: This study is supported by the New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO). Medipolis Energy Co. kindly allowed the use of their IK-4 geothermal well for this study. Mr. Kimura provided us with the Schlumberger hDVS measurements. WELMA Co. provided us with the borehole fiber-optic system and measurement of temperatures in the borehole. The staff of West Japan Engineering Consultants, Inc., helped us during the field study.

キーワード：DAS、地熱フィールド、地熱貯留層、地震学的モニタリング、DTS、パッシブ地震波震源
Keywords: DAS, Geothermal field, Geothermal reservoir, Seismic monotoring, DTS, Passive seismic source

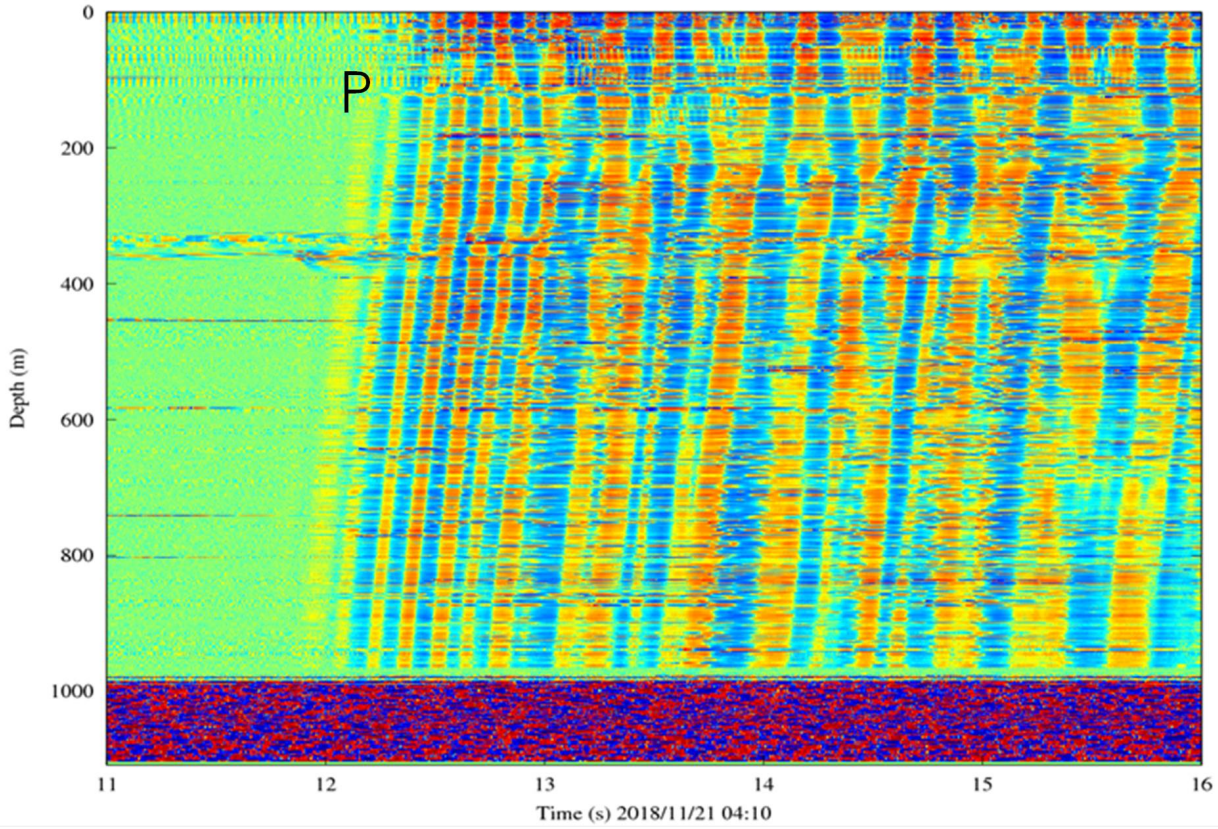


Figure : An M5.2 natural earthquake occurring 100 km focal distance and 123km focal depth recorded by the DAS. The vertical axis is depth from 0 m (top) to 977 m (bottom). The horizonal axis is the arrival time in seconds.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-TT 計測技術・研究手法

2019年5月26日(日) 10:45 ~ 12:15 | A04 東京ベイ幕張ホール

[S-TT42] Recent Advances in Exploration Geophysics 2019

コンビーナ:三ケ田 均(京都大学大学院工学研究科)、飯尾 能久(京都大学防災研究所)、島 伸和(神戸大学大学院理学研究科惑星学専攻)、武川 順一(京都大学大学院工学研究科)、座長:武川 順一(京都大学大学院工学研究科)、渡邊 勇介(京都大学大学院工学研究科)

Geophysical exploration methods are widely used to estimate physical or chemical properties of media that are located in the environment where it is difficult for human beings to access. We would welcome presentations and discussions on theories, applications, case studies in which geophysical exploration schemes are applied for using artificial/natural signals or potentials. A proceeding paper within 4 A4 pages for each submission is to be asked to prepare after the acceptance based on the quality of the abstract of the submission and will be published electronically with doi on EarthDoc (http://earthdoc.eage.org/publication/eventoverview?p=78) under MoU with the European Association of Geoscientists and Engineers.

10:45 ~ 11:00

[STT42-07] The observation of active source and ambient noise signals with telecommunication fiber-optic cable in urban area

*Baoshan Wang[1]、Xiangfang Zeng[2]、Xiaobin Li[3]、Weiwei Xu[4]、Shanhui Xu[4]、Zhenghong Song[1] (1.School of Earth and Space Sciences, University of Science and Technology of China、2.State Key Laboratory of Geodesy and Earth's Dynamics, Institute of Geodesy and Geophysics, Chinese Academy of Sciences、3.Earthquake Agency of Yunnan Province、4.Institute of Geophysics, China Earthquake Administration)

11:00 ~ 11:15

[STT42-08] Comparison of RTM results of time-lapse imaging in foam-assisted EOR

*田村 怜[1]、三ケ田 均[1]、武川 順一[1] (1.京都大学)

11:15 ~ 11:30

[STT42-09] The estimation of physical properties of buried targets using the Cole-Cole equation in fictitious wave domain method

*木村 巧志[1]、三ケ田 均[1]、武川 順一[1] (1.京都大学)

11:30 ~ 11:45

[STT42-10] Numerical investigation of permeability anisotropy in porous media using a particle method

*益邑 遼[1]、三ケ田 均[1]、武川 順一[1] (1.京都大学)

11:45 ~ 12:00

[STT42-11] **Numerical Description of Flow Channel in Pipe Conduits Considering Solid-fluid Phase Shift with Lattice Boltzmann Method**

*岩田 優生[1]、三ケ田 均[1]、武川 順一[1] (1.京都大学大学院工学研究科)

12:00 ~ 12:15

[STT42-12] Evaluation of anisotropic parameters using virtual cross-dipole data with full waveform approach

*渡邊 勇介[1]、三ケ田 均[1]、武川 順一[1] (1.京都大学)

The observation of active source and ambient noise signals with telecommunication fiber-optic cable in urban area

*Baoshan Wang[1], Xiangfang Zeng[2], Xiaobin Li[3], Weiwei Xu[4], Shanhui Xu[4], Zhenghong Song[1]

1. School of Earth and Space Sciences, University of Science and Technology of China, 2. State Key Laboratory of Geodesy and Earth's Dynamics, Institute of Geodesy and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, 3. Earthquake Agency of Yunnan Province, 4. Institute of Geophysics, China Earthquake Administration

The Distributed Acoustic Sensing (DAS) is a rapidly developing technique, which can provide dense (~ meters) seismic observations. Recently, several experiments were performed using specifically deployed fiber-optic cables, while the seismic observation with telecommunication fiber-optic cable in urban area is still challenging. A 5.2 km long telecommunication fiber-optic cable buried at about 30-cm depth in urban area is used to record active source shots and more than 10-hours continuous ambient noise. We are able to extract seismic signals with the telecommunication fiber-optic cable 9 km from the active source (~Ml0.7). The high-frequency (~ 10 Hz) Rayleigh wave signal emerges from the noise cross-correlation functions. The dispersion information of Rayleigh wave is inverted for Vs at the top 30 m and construct a 2D profile, which helps to assess ground shaking in this area.

Keywords: Urban Area, Telecommunication Fiber-optic Cable, Seismic Monitoring

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Comparison of RTM results of time-lapse imaging in foam-assisted EOR

*田村 怜[1]、三ケ田 均[1]、武川 順一[1]
*Rei Tamura[1], Hitoshi Mikada[1], Junichi Takekawa[1]

1. 京都大学
1. Kyoto University

Due to the demand of oil remains high in the world, enhanced oil recovery (EOR) plays an important role to optimize the oil production from existing reservoirs. Among the EOR methods, foam-assisted EOR, one of the chemical methods, has drawn attention for its enhancement in sweep efficiency and incremental oil recovery. Although the mechanisms of the foam-assisted EOR have been revealed both in macroscopic and in microscopic ways, methods for monitoring the movement of pore fluids in the reservoir have not been fully established yet. Since seismic waves bring the state variation of the pore fluids where seismic wave propagated, we hypothesized that seismic methods could capture the movement of pore fluids in the reservoir in the practice of the foam-assisted EOR. For testing this hypothesis, we conducted numerical experiments on the time-lapse monitoring of foam-assisted EOR using seismic methods. In the previous studies, our numerical results indicated that we could capture the position of foam and the advancement of injected fluids, i.e. foam, CO2, and water, using simple AVO (Amplitude Versus Offset) analysis, and we would like to locate the advancement of the injected fluids in the subsurface through the application of the reverse time migration (RTM) to time-lapse seismic exploration data. Although our results showed the effectiveness of the seismic exploration method, the effect of the recorded component (vertical and horizontal) on the imaging results has not been revealed yet. In our previous study, we only utilized the vertical component for RTM imaging, i.e. information comes from P-wave reflections were mainly used. It is known that wavelength of S wave is shorter than that of P wave, and therefore the improvement of resolution is expected by including S wave in seismic analysis. As horizontal component of recorded data is mainly derived from S waves, we compare the RTM results of horizontal component and vertical component of recorded data. Results of our numerical experiments show that RTM results using horizontal component show the position of advancement of the injected fluids more accurately than those of vertical component. The signals which cannot be seen in the results of vertical components are observed slightly. In this study, we confirm the difference of RTM visualization caused by the components of recorded data used in RTM, and indicate that integration of analyses of RTM results obtained from two components would help the interpretation of results.

キーワード：フォームEOR、Reverse Time Migration、タイムラプス、数値実験
Keywords: foam-assisted EOR, Reverse Time Migration, time lapse, numerical simulation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The estimation of physical properties of buried targets using the Cole-Cole equation in fictitious wave domain method

*木村 巧志[1]、三ケ田 均[1]、武川 順一[1]
*Kohshi Kimura[1], Hitoshi Mikada[1], Junichi Takekawa[1]

1. 京都大学
1. Kyoto University

Electromagnetic waves have been used for nondestructive measurements to investigate subsurface anomalies using its reflection. For example, we use Ground Penetrating Rader (GPR) survey to visualize shallow subsurface. Since the travel time of reflection signals tells us the position and the depth of objects in the subsurface, GPR survey has been widely used in many engineering fields.

On the other hand, it is still difficult for the conventional GPR survey to estimate physical properties of the subsurface targets, although there is great demand for estimating physical properties of buried targets has been increasing in recent years.

In our previous study, the possibility of estimating the physical properties of subsurface targets using the Cole-Cole equation has been shown when calculating the complex relative permittivity of the target media for the changes both in amplitude and in phase of the reflected EM waves. However, since the behavior of imaginary part of the complex relative permittivity against frequency usually shows its peak at the range of several GHz, the frequency band used for our proposed method would be limited.
Since the high frequency band, i.e. several GHz, is appropriate for the estimation of physical properties in the fictitious wave domain, we would like to see if the method is applicable to geoexploration of subsurface targets using the Cole-Cole equation. We discuss the validity of our previous conclusions based on the numerical results and try to propose survey methodologies to use the Cole-Cole equation.

キーワード：Coleプロット、仮想領域法、地中レーダー探査
Keywords: Cole-Cole equation, Fictitious wave domain method, Ground Penetrating Rader

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Numerical investigation of permeability anisotropy in porous media using a particle method

*益邑 遼[1]、三ケ田 均[1]、武川 順一[1]
*Ryo Masumura[1], Hitoshi Mikada[1], Junichi Takekawa[1]

1. 京都大学
1. Kyoto University

It is important to analyze fluid flow in reservoir rocks in the production of oil, gas, and any other fluidal unconventional resources. For reservoir analyses, we require information on hydraulic conductivity of reservoir rocks, which could theoretically be estimated using the Kozeny-Carman equation under the assumption of laminar flow in isotropic media. However, some numerical and laboratory experiments indicated that the subsurface materials show anisotropic feature in permeability. This indicates that it is important to consider anisotropy in reservoir analyses for accurate simulations. In the present study, we simulate fluid flow in three-dimensional models which imitate reservoir rocks by using a smoothed particle hydrodynamics (SPH) method and investigate the effect of porosity, viscosity on anisotropy of permeability.

We assumed four digital specimens which imitate porous media, through which fluid flows depending on pressure gradient in different directions. We measure average fluid velocity component in the direction parallel to the pressure gradient for calculating permeability. The results indicate that our digital specimens show permeability anisotropy in various degrees although the porosity of the specimen is kept constant.

Next, we compare our numerical results with theoretical formulas. Our calculated permeability has good agreement with those derived from theoretical equations when the porosity is high. On the other hand, in the case of low porosity, our results show large difference with the theoretical ones. Since dominant flow path is limited in low porosity specimen, the bulk permeability is directly affected by the anisotropic feature of the dominant flow path. Therefore, permeability of low porosity specimen is sensitive to the direction of fluid flow. Our results indicate that it is important to consider permeability anisotropy in reservoir analyses in view of the porosity of reservoir rocks.

キーワード：浸透率、異方性、数値実験、粒子法
Keywords: permeability, anisotropy, numerical simulation, particle method

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Numerical Description of Flow Channel in Pipe Conduits Considering Solid-fluid Phase Shift with Lattice Boltzmann Method

*岩田 優生[1]、三ケ田 均[1]、武川 順一[1]
*Masaki Iwata[1], Hitoshi Mikada[1], Junichi Takekawa[1]

1. 京都大学大学院工学研究科
1. Kyoto University

It is an essential task to secure the stable flow in metallic pipes for efficient energy production of fluid resources such as oil, gas and geothermal brine. One of the main obstacles to the efficient extraction of fluid is silica scaling which causes pipe clogging due to the precipitation of inorganic salts dissolved in geothermal fluid. Mineral deposition is observed not only in geothermal power plants but also in heat transfer systems of nuclear power plants. Moreover, the precipitation of asphaltenes and the hydrate formation in petroleum or gas pipelines, which are problems similar to silica scaling, deteriorate fluid motion through . As countermeasures against the scaling, pH adjustment for suppressing high molecular polymerization of dissolved silicates has been conducted, but it’ s still in a stage of trial and error. Although lots of experimental researches on scaling prediction have been done based on kinematical analysis on the chemical reaction in the process of silica deposition, the case where the polymerization rate of silicates is independent of temperature has also been confirmed and the limit of chemical approach has been pointed out.

Besides silica scaling, pipe thinning can be cited as a serious issue threatening the stable operation of energy production. This relates a phenomenon in which the piping loses its original function of fluid transport due to the alternation, wear or rupture as a result of interaction between metallic pipe and surrounding environment. Most of the past experimental works on pipe corrosion have focused on pH as a dominant factor of chemical reaction in the wall vicinity. However, it has been said to be difficult to accurately reproduce the actual reduction of pipe thickness in the case of complicated conduits such as elbow piping or downstream of orifice plates since hydrodynamic influence induced by the complicated flow field becomes dominant over the chemical melting effect.

In this research, we combine microscopic and macroscopic analyses which reflect the physical influence over a wide area on silica scaling and pipe thinning. As the simulation method of flow calculation and reactive boundaries between solid and fluid, we use the lattice Boltzmann method (LBM), which has advantages in parallel computation and arbitrary boundary settings. In the process of sequential calculation in the solid-fluid boundaries with LBM, an analogical algorithm of random selection and volume fractions for crystal growth is utilized. Both results of scale visualization and corrosion simulation showed good agreement with real data with high numerical stability. Our research suggested that applications of LBM is effective with regards to various flow analyses in pipe conduits with complex phase shift.

キーワード：格子ボルツマン法、流体力学、スケール、腐食
Keywords: LBM, Hydrodynamics, Scale, Corrosion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Evaluation of anisotropic parameters using virtual cross-dipole data with full waveform approach

*渡邊 勇介[1]、三ケ田 均[1]、武川 順一[1]
*YUSUKE WATANABE[1], Hitoshi Mikada[1], Junichi Takekawa[1]

1. 京都大学
1. Kyoto Univesity

Crack density and orientation in the subsurface dominates velocity anisotropy of S-wave. S-wave anisotropy estimation is also practically useful for the exploration and development of natural resources and understanding tectonics. The estimation of S-wave anisotropy is, therefore, a quite important clue to grasp subsurface stress field information from past to present. In spite of the importance of S-wave anisotropic parameter estimation, S-wave survey in the offshore is quite difficult because S-wave never propagates in the sea water. In our previous study, we proposed a novel analysis scheme in order to estimate S-wave anisotropic parameters with virtual cross-dipole data utilizing seismic interferometry from air-gun sources and a single tricomponent ocean bottom seismometer. However, there are still some limitations to apply our method because of some assumptions for anisotropic medium. In this study, we developed another novel analysis scheme, which combines our virtual cross-dipole method and a full-waveform inversion method. In the proposed method, we set 5 components of the stiffness matrix, anisotropic azimuthal angle and dip angle as estimated parameters. This strategy makes the inversion process stable. For a performance test of this scheme, we conducted simple numerical experiments with a numerical model containing an anisotropic target. The numerical results indicate that the proposed method could provide anisotropic information in the subsurface with sufficient accuracy.

キーワード：地震波干渉法、クロスダイポール探査、S波探査、S波伝播速度異方性、全波形逆解析
Keywords: Seismic Interferometry, Cross-dipole survey, S-wave survey, S-wave anisotropy, Full waveform inversion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_19

[S-TT42] Recent Advances in Exploration Geophysics 2019

コンビーナ:三ケ田 均(京都大学大学院工学研究科)、飯尾 能久(京都大学防災研究所)、島 伸和(神戸大学大学院理学研究科惑星学専攻)、武川 順一(京都大学大学院工学研究科)

Geophysical exploration methods are widely used to estimate physical or chemical properties of media that are located in the environment where it is difficult for human beings to access. We would welcome presentations and discussions on theories, applications, case studies in which geophysical exploration schemes are applied for using artificial/natural signals or potentials. A proceeding paper within 4 A4 pages for each submission is to be asked to prepare after the acceptance based on the quality of the abstract of the submission and will be published electronically with doi on EarthDoc (http://earthdoc.eage.org/publication/eventoverview?p=78) under MoU with the European Association of Geoscientists and Engineers.

[STT42-P01] DISCRIMINATION OF HYDRATE BEARING MARINE SEDIMENTS BY USING FREQUENCY BASED ATTENUATION

*Nisar Ahmed[1]、Mubasher Ahmad[1]、Perveiz Khalid[1] (1.Institute of Geology, University of the Punjab, Lahore 54590, Pakistan)

[STT42-P02] Evaluation of methane hydrate based on attenuation parameter in seismic exploration

*川部 瑞貴[1]、三ケ田 均[1]、武川 順一[1] (1.京都大学)

[STT42-P03] Estimating the earthquake source mechanism using full waveform inversion

*Jang Iktae[1]、三ケ田 均[1]、武川 順一[1] (1.京都大学)

[STT42-P04] A quantitative analysis of the passive seismic emission tomography using the lattice Boltzmann method

*酒見 祐一[1]、三ケ田 均[1]、武川 順一[1] (1.京都大学 工学部)

[STT42-P05] 超臨界地熱環境下における人工貯留層の造成による地熱資源開発の実現可能性

*植田 樹[1]、三ケ田 均[1]、武川 順一[1] (1.京都大学)

DISCRIMINATION OF HYDRATE BEARING MARINE SEDIMENTS BY USING FREQUENCY BASED ATTENUATION

*Nisar Ahmed[1], Mubasher Ahmad[1], Perveiz Khalid[1]

1. Institute of Geology, University of the Punjab, Lahore 54590, Pakistan

We have examined the seismic wave attenuation and dispersion effects due to wave-induced fluid flow (WIFF) in heterogeneous porous marine sediments at mesoscopic scale of heterogeneity. The mesoscopic is the scale
larger as compared to the reservoir rock pore size but smaller than the seismic the wavelength and considered most significant scale for fluid related P wave attenuation and velocity dispersion. White’ s model
has been used for the current study which calculates a relaxation mechanism, because of pressure equilibrium, attenuation-dispersion of seismic waves occurred. Gas hydrates-bearing marine sediments of the Makran offshore, Pakistan are considered as numerical example for this study. The numerical results show that the seismic wave attenuation and velocity dispersion can be used as a good indicator to identify gas hydrates and both attenuation-dispersion increases with the increase of saturation of gas hydrates. The
maximum P wave attenuation is observed at 64 % gas hydrate saturation. However, in the case of free gas in the
marine sediments, low gas saturation level causes of high attenuation and velocity dispersion.

Keywords: Seismic attenuation, Velocity dispersion, Marine sediments, Gas hydrates, White model, Elastic wave theory

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Evaluation of methane hydrate based on attenuation parameter in seismic exploration

*川部 瑞貴[1]、三ケ田 均[1]、武川 順一[1]
*Mizuki Kawabe[1], Hitoshi Mikada[1], Junichi Takekawa[1]

1. 京都大学
1. Kyoto Unibercity

In recent years, methane hydrate (MH) has drawn attention as a new domestic energy resource in Japan. Although field production experiments have been conducted in real fields, some MH samples collected in real fields revealed the difficulty to evaluate the amount of MH based quantitative only with the evaluation of bottom simulating reflector (BSR). For efficient development of MH reservoirs, it is therefore important to estimate the thickness of MH concentrated zones accurately. Since MH layer has high attenuation that takes place as a function of propagation path through the attenuating medium, the evaluation of MH using seismic exploration could be an effective approach. However, the previous studies indicated that it is difficult to estimate attenuation structure even if the full-waveform information is utilized. On the other hand, the amplitude of seismic waves passing through MH layer must be affected by its high attenuation, but the approach of full waveform inversion (FWI) has been reported ineffective due to its back-propagation process. In the present study, we hypothesize that additional constraint enables us to estimate attenuation parameter of MH layer without any back propagation of residual wavefield. We assume that the layer structure in the subsurface is known, and the physical properties of MH layer are unknown. Based on the above assumption, we conducted numerical experiments to investigate the effectiveness of inversion based on utilization of full-waveform to provide information on estimation of the amount of MH resources based on the linearized general inverse theory.
In our numerical model, the seismic source and receivers are put in the sea water and on the sea bed, respectively. Synthetic waveforms are created by solving the visco-elastic equation using the finite-difference method. Our numerical experiments revealed that simultaneous inversion of the Lame’s parameter and attenuation parameter of P-wave (Qp) is difficult. To overcome this, we proposed a kind of the relaxation method, i.e. we separately solve the Lame’s parameters (and) and Qp in our inversion process. The proposed method can obtain the true value not only the Lame’s parameters but also Qp with sufficient accuracy. Our numerical results indicate that the seismic exploration can provide valuable information on MH layer by estimating physical properties including the attenuation parameter.

キーワード：メタンハイドレート、地震探査、数値実験、有限差分法
Keywords: methane hydrate, seismic exploration, numerical experiment, finite-difference method

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Estimating the earthquake source mechanism using full waveform inversion

*Jang Iktae[1]、三ケ田 均[1]、武川 順一[1]
*Jang Iktae[1], Hitoshi Mikada[1], Junichi Takekawa[1]

1. 京都大学
1. Kyoto University

An immediate understanding of the source mechanism of an earthquake after the occurrence is an important task for disaster mitigation to realize a safe society. One of the most important tasks for considering the mechanism of an earthquake is estimating the earthquake source mechanism. Due to the lack of seismic data and computational requirements, the centroid-moment tensor (CMT) solution has been widely used to estimate the focal mechanism until recent years. However, long term observation of the spatial distribution of aftershocks is required to identify the nodal plane that caused the fault motion. Since the earthquake waveform caused by a nodal plane becomes different from that caused by the other conjugate nodal plane, the analysis of full-waveform could be utilized to identify which nodal plane has caused the fault motion so that the focal mechanism of the earthquake could be estimated before the observation of aftershocks. Although some numerical experiments revealed that the possibility of FWI to inversion of earthquake source mechanism, the sensitivity of each fault parameter to full-waveforms has not been fully investigated yet.

In this study, we investigate the applicability of full-waveform inversion (FWI) to determine focal mechanism using numerical experiments. In FWI, L2-norm error function is often used as an objective function to be minimized. We evaluate the effect of some fault parameters (strike, dip, and rake) on the difference of recorded waveforms.

We make a three-dimensional numerical model with an earthquake source, and simulate elastic wave propagation using the finite-difference method. The seismic waves are recorded by receivers located on the ground surface. Subsequently, we slightly change the fault parameters, and then, simulate elastic wave propagation. We calculate the residuals between two recorded waveforms. This procedure enables us to investigate the sensitivity of the parameters on the L2-norm error function. Our numerical results indicate that rake has poor sensitivity whereas the change of strike and dip has a large effect on the recorded waveforms.

キーワード：全波形逆解析、震源メカニズム、数値実験
Keywords: Full-Waveform Inversion (FWI), Earthquake Source Mechanism, Numerical Experiment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A quantitative analysis of the passive seismic emission tomography using the lattice Boltzmann method

*酒見 祐一[1]、三ケ田 均[1]、武川 順一[1]
*Sakemi Yuichi[1], Hitoshi Mikada[1], Junichi Takekawa[1]

1. 京都大学 工学部
1. Kyoto University

In recent years, monitoring seismic emission caused by subsurface fluid motion has been widely used in development of hydrocarbon reservoirs. Although this technique can provide the position and the depth of fluid flow in the reservoir, it is difficult to obtain further kinematic information such as flow velocity, fluid viscosity, or pore shape. Previous studies suggested that utilizing waveform analysis of seismic emission would make it possible to image the location of fluid flow, but the mechanism of such seismic emission has not been well revealed. Recently we proposed a model of seismic emission due to fluid flow but found our method has a problem that needs to be worked out, i.e. the utilization of inappropriate sound velocity to reduce the cost of calculation in Lattice Boltzmann method (LBM). In LBM, the incorrect fluid properties are often used since the correct properties induce a numerical instability. This means that it is difficult to evaluate our results in a quantitative manner. In the present study, we focused on this problem and set two types of models to tackle the problem of sound velocity in fluid; one is normal LBM model and the other one has the real sound velocity. We conducted numerical experiments using these models. We have found that the result calculated by the normal model can be modified to fit the results with the real properties by using an appropriate correction coefficient. Therefore, we have concluded that the normal LBM calculation could be adopted to reduce the cost of numerical simulation, and therefore, it is possible to quantitatively evaluate their experimental reuslts.

キーワード：パッシブサイスミック、流体流動、格子ボルツマン法
Keywords: Passive seismic, Fluid flow, Lattice Boltzmann method

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

超臨界地熱環境下における人工貯留層の造成による地熱資源開発の実現可能性

A feasibility study for supercritical geothermal energy in enhanced geothermal system

*植田 樹[1]、三ケ田 均[1]、武川 順一[1]
*Tatsuki Ueda[1], Hitoshi Mikada[1], Junichi Takekawa[1]

1. 京都大学
1. Kyoto University

Japan has many volcanoes and large potential of geothermal energies. However, since 1996, the construction of large-scale geothermal plants in Japan has been stopped, and the amount of electricity generated by the geothermal plants decreased by about 30 percent compared to the peak time in 1997. Existing geothermal energy development has mainly targeted shallow geothermal resources. However, shallow geothermal resources are eccentrically located so we can generate power at narrow area and obtain the limited amount of energy. On the other hand, geothermal power generation using supercritical water is expected to increase power output with one power plant than the conventional geothermal power plants. Moreover, by constructing artificial reservoir, it becomes possible to introduce it in wide area and it is expected to contribute to reduction of development and attenuation risk. However, the feasibility of the geothermal power plants using supercritical water has not been fully investigated yet. In this research, we focus on artificial geothermal reservoir under supercritical environment, and quantitatively investigate its feasibility using numerical simulations. Specifically, artificial supercritical geothermal power generation with a downhole coaxial heat exchanger and a single U-shaped pipe method are considered as the heat exchanger method. We solve the unsteady thermal conduction problem using the finite-difference method with various flow rate and injection pressure conditions. As the result of numerical simulation, it was confirmed that in the case of both the double pipe system and the single U-shaped pipe, it is possible to extract supercritical water. Moreover, it was also found that high-performance heat insulating tubes are required for the inner pipe or the production well in either the double pipe type or the single U-shaped pipe type.

キーワード：超臨界地熱発電、数値シミュレーション、差分法
Keywords: supercritical geothermal power generation, numerical simulation, finite-difference method

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_32

[S-TT42] Recent Advances in Exploration Geophysics 2019

コンビーナ:三ケ田 均(京都大学大学院工学研究科)、飯尾 能久(京都大学防災研究所)、島 伸和(神戸大学大学院理学研究科惑星学専攻)、武川 順一(京都大学大学院工学研究科)

Geophysical exploration methods are widely used to estimate physical or chemical properties of media that are located in the environment where it is difficult for human beings to access. We would welcome presentations and discussions on theories, applications, case studies in which geophysical exploration schemes are applied for using artificial/natural signals or potentials. A proceeding paper within 4 A4 pages for each submission is to be asked to prepare after the acceptance based on the quality of the abstract of the submission and will be published electronically with doi on EarthDoc (http://earthdoc.eage.org/publication/eventoverview?p=78) under MoU with the European Association of Geoscientists and Engineers.

[STT42-P01] DISCRIMINATION OF HYDRATE BEARING MARINE SEDIMENTS BY USING FREQUENCY BASED ATTENUATION

*Nisar Ahmed[1]、Mubasher Ahmad[1]、Perveiz Khalid[1] (1.Institute of Geology, University of the Punjab, Lahore 54590, Pakistan)

[STT42-P02] Evaluation of methane hydrate based on attenuation parameter in seismic exploration

*川部 瑞貴[1]、三ケ田 均[1]、武川 順一[1] (1.京都大学)

[STT42-P03] Estimating the earthquake source mechanism using full waveform inversion

*Jang Iktae[1]、三ケ田 均[1]、武川 順一[1] (1.京都大学)

[STT42-P04] A quantitative analysis of the passive seismic emission tomography using the lattice Boltzmann method

*酒見 祐一[1]、三ケ田 均[1]、武川 順一[1] (1.京都大学 工学部)

[STT42-P05] 超臨界地熱環境下における人工貯留層の造成による地熱資源開発の実現可能性

*植田 樹[1]、三ケ田 均[1]、武川 順一[1] (1.京都大学)

DISCRIMINATION OF HYDRATE BEARING MARINE SEDIMENTS BY USING FREQUENCY BASED ATTENUATION

*Nisar Ahmed[1], Mubasher Ahmad[1], Perveiz Khalid[1]

1. Institute of Geology, University of the Punjab, Lahore 54590, Pakistan

We have examined the seismic wave attenuation and dispersion effects due to wave-induced fluid flow (WIFF) in heterogeneous porous marine sediments at mesoscopic scale of heterogeneity. The mesoscopic is the scale
larger as compared to the reservoir rock pore size but smaller than the seismic the wavelength and considered most significant scale for fluid related P wave attenuation and velocity dispersion. White’ s model
has been used for the current study which calculates a relaxation mechanism, because of pressure equilibrium, attenuation-dispersion of seismic waves occurred. Gas hydrates-bearing marine sediments of the Makran offshore, Pakistan are considered as numerical example for this study. The numerical results show that the seismic wave attenuation and velocity dispersion can be used as a good indicator to identify gas hydrates and both attenuation-dispersion increases with the increase of saturation of gas hydrates. The
maximum P wave attenuation is observed at 64 % gas hydrate saturation. However, in the case of free gas in the
marine sediments, low gas saturation level causes of high attenuation and velocity dispersion.

Keywords: Seismic attenuation, Velocity dispersion, Marine sediments, Gas hydrates, White model, Elastic wave theory

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Evaluation of methane hydrate based on attenuation parameter in seismic exploration

*川部 瑞貴[1]、三ケ田 均[1]、武川 順一[1]
*Mizuki Kawabe[1], Hitoshi Mikada[1], Junichi Takekawa[1]

1. 京都大学
1. Kyoto Unibercity

In recent years, methane hydrate (MH) has drawn attention as a new domestic energy resource in Japan. Although field production experiments have been conducted in real fields, some MH samples collected in real fields revealed the difficulty to evaluate the amount of MH based quantitative only with the evaluation of bottom simulating reflector (BSR). For efficient development of MH reservoirs, it is therefore important to estimate the thickness of MH concentrated zones accurately. Since MH layer has high attenuation that takes place as a function of propagation path through the attenuating medium, the evaluation of MH using seismic exploration could be an effective approach. However, the previous studies indicated that it is difficult to estimate attenuation structure even if the full-waveform information is utilized. On the other hand, the amplitude of seismic waves passing through MH layer must be affected by its high attenuation, but the approach of full waveform inversion (FWI) has been reported ineffective due to its back-propagation process. In the present study, we hypothesize that additional constraint enables us to estimate attenuation parameter of MH layer without any back propagation of residual wavefield. We assume that the layer structure in the subsurface is known, and the physical properties of MH layer are unknown. Based on the above assumption, we conducted numerical experiments to investigate the effectiveness of inversion based on utilization of full-waveform to provide information on estimation of the amount of MH resources based on the linearized general inverse theory.
In our numerical model, the seismic source and receivers are put in the sea water and on the sea bed, respectively. Synthetic waveforms are created by solving the visco-elastic equation using the finite-difference method. Our numerical experiments revealed that simultaneous inversion of the Lame’s parameter and attenuation parameter of P-wave (Qp) is difficult. To overcome this, we proposed a kind of the relaxation method, i.e. we separately solve the Lame’s parameters (and) and Qp in our inversion process. The proposed method can obtain the true value not only the Lame’s parameters but also Qp with sufficient accuracy. Our numerical results indicate that the seismic exploration can provide valuable information on MH layer by estimating physical properties including the attenuation parameter.

キーワード：メタンハイドレート、地震探査、数値実験、有限差分法
Keywords: methane hydrate, seismic exploration, numerical experiment, finite-difference method

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Estimating the earthquake source mechanism using full waveform inversion

*Jang Iktae[1]、三ケ田 均[1]、武川 順一[1]
*Jang Iktae[1], Hitoshi Mikada[1], Junichi Takekawa[1]

1. 京都大学
1. Kyoto University

An immediate understanding of the source mechanism of an earthquake after the occurrence is an important task for disaster mitigation to realize a safe society. One of the most important tasks for considering the mechanism of an earthquake is estimating the earthquake source mechanism. Due to the lack of seismic data and computational requirements, the centroid-moment tensor (CMT) solution has been widely used to estimate the focal mechanism until recent years. However, long term observation of the spatial distribution of aftershocks is required to identify the nodal plane that caused the fault motion. Since the earthquake waveform caused by a nodal plane becomes different from that caused by the other conjugate nodal plane, the analysis of full-waveform could be utilized to identify which nodal plane has caused the fault motion so that the focal mechanism of the earthquake could be estimated before the observation of aftershocks. Although some numerical experiments revealed that the possibility of FWI to inversion of earthquake source mechanism, the sensitivity of each fault parameter to full-waveforms has not been fully investigated yet.

In this study, we investigate the applicability of full-waveform inversion (FWI) to determine focal mechanism using numerical experiments. In FWI, L2-norm error function is often used as an objective function to be minimized. We evaluate the effect of some fault parameters (strike, dip, and rake) on the difference of recorded waveforms.

We make a three-dimensional numerical model with an earthquake source, and simulate elastic wave propagation using the finite-difference method. The seismic waves are recorded by receivers located on the ground surface. Subsequently, we slightly change the fault parameters, and then, simulate elastic wave propagation. We calculate the residuals between two recorded waveforms. This procedure enables us to investigate the sensitivity of the parameters on the L2-norm error function. Our numerical results indicate that rake has poor sensitivity whereas the change of strike and dip has a large effect on the recorded waveforms.

キーワード：全波形逆解析、震源メカニズム、数値実験
Keywords: Full-Waveform Inversion (FWI), Earthquake Source Mechanism, Numerical Experiment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A quantitative analysis of the passive seismic emission tomography using the lattice Boltzmann method

*酒見 祐一[1]、三ケ田 均[1]、武川 順一[1]
*Sakemi Yuichi[1], Hitoshi Mikada[1], Junichi Takekawa[1]

1. 京都大学 工学部
1. Kyoto University

In recent years, monitoring seismic emission caused by subsurface fluid motion has been widely used in development of hydrocarbon reservoirs. Although this technique can provide the position and the depth of fluid flow in the reservoir, it is difficult to obtain further kinematic information such as flow velocity, fluid viscosity, or pore shape. Previous studies suggested that utilizing waveform analysis of seismic emission would make it possible to image the location of fluid flow, but the mechanism of such seismic emission has not been well revealed. Recently we proposed a model of seismic emission due to fluid flow but found our method has a problem that needs to be worked out, i.e. the utilization of inappropriate sound velocity to reduce the cost of calculation in Lattice Boltzmann method (LBM). In LBM, the incorrect fluid properties are often used since the correct properties induce a numerical instability. This means that it is difficult to evaluate our results in a quantitative manner. In the present study, we focused on this problem and set two types of models to tackle the problem of sound velocity in fluid; one is normal LBM model and the other one has the real sound velocity. We conducted numerical experiments using these models. We have found that the result calculated by the normal model can be modified to fit the results with the real properties by using an appropriate correction coefficient. Therefore, we have concluded that the normal LBM calculation could be adopted to reduce the cost of numerical simulation, and therefore, it is possible to quantitatively evaluate their experimental reuslts.

キーワード：パッシブサイスミック、流体流動、格子ボルツマン法
Keywords: Passive seismic, Fluid flow, Lattice Boltzmann method

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

超臨界地熱環境下における人工貯留層の造成による地熱資源開発の実現可能性

A feasibility study for supercritical geothermal energy in enhanced geothermal system

*植田 樹[1]、三ケ田 均[1]、武川 順一[1]
*Tatsuki Ueda[1], Hitoshi Mikada[1], Junichi Takekawa[1]

1. 京都大学
1. Kyoto University

Japan has many volcanoes and large potential of geothermal energies. However, since 1996, the construction of large-scale geothermal plants in Japan has been stopped, and the amount of electricity generated by the geothermal plants decreased by about 30 percent compared to the peak time in 1997. Existing geothermal energy development has mainly targeted shallow geothermal resources. However, shallow geothermal resources are eccentrically located so we can generate power at narrow area and obtain the limited amount of energy. On the other hand, geothermal power generation using supercritical water is expected to increase power output with one power plant than the conventional geothermal power plants. Moreover, by constructing artificial reservoir, it becomes possible to introduce it in wide area and it is expected to contribute to reduction of development and attenuation risk. However, the feasibility of the geothermal power plants using supercritical water has not been fully investigated yet. In this research, we focus on artificial geothermal reservoir under supercritical environment, and quantitatively investigate its feasibility using numerical simulations. Specifically, artificial supercritical geothermal power generation with a downhole coaxial heat exchanger and a single U-shaped pipe method are considered as the heat exchanger method. We solve the unsteady thermal conduction problem using the finite-difference method with various flow rate and injection pressure conditions. As the result of numerical simulation, it was confirmed that in the case of both the double pipe system and the single U-shaped pipe, it is possible to extract supercritical water. Moreover, it was also found that high-performance heat insulating tubes are required for the inner pipe or the production well in either the double pipe type or the single U-shaped pipe type.

キーワード：超臨界地熱発電、数値シミュレーション、差分法
Keywords: supercritical geothermal power generation, numerical simulation, finite-difference method

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | A07 東京ベイ幕張ホール

[S-TT44] 空中からの地球計測とモニタリング

コンビーナ:楠本 成寿(富山大学大学院理工学研究部(都市デザイン学))、小山 崇夫(東京大学地震研究所)、光畑 裕司(独立行政法人　産業技術総合研究所)、大熊 茂雄(産業技術総合研究所地質情報研究部門)、座長:楠本 成寿、小山 崇夫(東京大学 地震研究所 火山センター)、大熊 茂雄(産業技術総合研究所)、光畑 裕司(国立研究開発法人　産業技術総合研究所)

空中から地球の構造やその変動を計測することにより，対象地域の全体像の理解とともに局地的詳細像も得ることができる．空中からの地形や各種物理量の計測は，火山，山岳地，極地，陸海境界域等の踏査が困難な地域もカバーし，地上観測と衛星観測との隙間を埋める立場にある．また，繰り返し測定により構造の変化をモニタリングすることも可能である．本セッションでは，理論，計測技術，データ解析法および地球科学への応用研究の発表を歓迎する．

15:30 ~ 15:45

[STT44-01] マルチコプター型ドローンに搭載した磁力計による磁気探査の金属鉱床探査への適用例

★招待講演

*志賀 信彦[1]、原田 陽夫[1]、和田 一成[1] (1.三井金属資源開発株式会社)

15:45 ~ 16:00

[STT44-02] 航空写真画像の深層学習を用いた地震による建物被害判別手法の汎化にむけた開発

★招待講演

*内藤 昌平[1]、友澤 弘充[2]、森 悠史[2]、門馬 直一[3]、中村 洋光[1]、藤原 広行[1] (1.防災科学技術研究所、2.みずほ情報総研株式会社、3.株式会社パスコ)

16:00 ~ 16:15

[STT44-03] 紀伊山系の岩盤クリープ斜面での空中電磁探査により得られた地盤の比抵抗分布について

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

16:15 ~ 16:30

[STT44-04] Study of UAV photogrammetry toward efficiently grasping volcanic landform

*岩佐 優一[1]、松島 健[2] (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2.九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター)

16:30 ~ 16:45

[STT44-05] 火山ガス観測における無人機の利用

*橋本 武志[1]、寺田 暁彦[2]、森 俊哉[3]、田中 良[1] (1.北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター、2.東京工業大学火山流体研究センター、3.東京大学理学系研究科附属地殻化学実験施設)

16:45 ~ 17:00

[STT44-06] Repeated Drone Magnetic Survey over Usu Volcano, Hokkaido Japan

*大熊 茂雄[1]、牧野 雅彦[2]、中塚 正[1]、宮川 歩夢[1]、柳田 誠[3]、奥村 稔[4] (1.産業技術総合研究所地質情報研究部門、2.産業技術総合研究所地質調査総合センター、3.（株）阪神コンサルタンツ、4.大日本コンサルタント（株）)

マルチコプター型ドローンに搭載した磁力計による磁気探査の金属鉱床探査への適用例

A Case Study on the Application of a Magnetic Survey Using Magnetometers Carried by Multicopter-type Drones

*志賀 信彦[1]、原田 陽夫[1]、和田 一成[1]
*Shiga Nobuhiko[1], Harada Haruo[1], Wada Kazushige[1]

1. 三井金属資源開発株式会社
1. Mitsui Mineral Development Engineering Co., Ltd.

1．はじめに

本邦においてドローンによる全磁力の測定が、火山のモニタリングに使用されているが、マルチコプター型のドローンではペイロード及び航続距離に限界があり、大型のラジコンヘリが使用され、実績を上げている。一方、金属鉱床探査では、探査対象へのアクセスの制限が火山ほどは厳しくないため、マルチコプター型のドローンでも、短いフライトを繰り返すことで十分に成果を上げることができる。ドローンに磁力計を搭載し、飛行高度50m程度、測線間隔100m程度で、地形に沿って全磁力測定を実施することにより、陸上からの調査より広範囲の磁気探査を概査として迅速に実施することができ、かつ、有人飛行機では得られない分解能で調査が実施可能である。調査前の地元への説明においても、ドローンは既に農業利用等でかなり認知されており、音も比較的静かで住民の理解が得られやすい。

2．調査地と機材の概要

当社では、2017年からドローンによる全磁力測定を国内の金鉱床探査の概査として行っており、飛行測定距離約680kmで調査を実施した。2018年からは10mメッシュ標高データを使用して３次元的な飛行計画を作成し、対地高度40~60mで地形に沿って自律飛行により調査を行っている。調査地は、ほとんどが牧草地及び山林で人口密度はかなり低く、高電圧送電線や携帯電話の送信アンテナ等の鉄塔は殆どない。ドローンはペイロード5.5kgの市販のマルチコプター型のもので、光ポンピング磁力計、４Ｋカメラ、データ収録・処理・通信用ボード等を搭載している。磁力計センサーは、ドローンから約2.5m下に１本のケブラーケーブルで吊るして測定を行っている。

3．測定方法

ドローンは現在巡航速度4~6m/sで測定を行っており、不測の事態に備えて着陸までに30%のバッテリー残量を確保するために１回の飛行距離の目安は3km程度、飛行時間は離着陸を合わせて14~15分程度として飛行計画を作成し、この測定を繰り返している。ドローンは強風に弱く、雨や霧でも飛ばせないため、実際の測定効率は６割程度である。飛行計画の誤り、植生や微地形による不測の障害、風や霧等の状況把握のため、本測定実施前に同じ航路でカメラのみを搭載した小型ドローンでテスト飛行を実施している。また、ドローン測定の時間帯には、固定点で日変化補正用の磁気測定を実施した。

4．測定データの品質とデータ処理

測定した全磁力データの品質は概ね良好で、通常はデータの再現性は非常に良い。タイライン測定を行っても交点における測定誤差は非常に小さい。機体の影響は認められず、特別な機体補正は実施していない。但し、使用している磁力計には、測定ができない磁場の入射方向帯域（以後「不感帯」と呼ぶ）があって、磁力計のセンサーをドローンに固定せず吊るして測定を行うため、磁力計センサーの風による傾斜が大きいと、測定磁場がセンサーの不感帯に入り測定が途切れることがある。飛行速度を増やしすぎたり、飛行速度にばらつきが生じたりすると、センサーが大きく揺動し傾き過ぎてデータの品質が低下する。不感帯に入ったことは測定現場でもモニターでき、１日の測定終了後にはデータの品質チェックを実施し、品質が悪い場合には再測を

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

行った。同一測線上でドローンと陸上測定の結果を比較しても、ドローンでは短波長成分は落ちているが整合的な結果が得られている。

５．測定成果

2017年より開始した調査では、既存の金鉱床及びその周辺域で、地質踏査、地化学探査及び重力探査とともにドローンによる磁気探査を実施した。その結果、同地域で発見された強珪化岩を伴うシリカシンター露頭及びその周辺域で低磁化帯の分布を捉え、これらが重力水平勾配強度のピークと一致することが明らかになり、重力水平勾配強度のピークは断層による密度の不連続、低磁化帯は断層を伝って鉱化作用やシリカシンターをもたらした地熱流体による熱水消磁によるものと解釈された。同シリカシンター及び強珪化岩は金1g/t~銀16g/tの鉱化を受けており、このシンター地帯の下部に浅熱水金銀鉱床が期待されている。

６．今後の展望

ドローンによる磁気探査は有人飛行機による探査に比べて、実際の測定の準備作業が非常に少なく、少ない人数で実施可能なため、小回りが利き、天候等の早い状況の変化にも対応が可能である。今後、ドローンの様々な分野への応用とともに、より安全で、比較的小型でかつペイロードが大きく、航続距離の長いドローンが市販されてくれば、より効率的な低空の空中磁気探査が可能になると期待できる。

【謝辞】

ドローンによる磁気探査の実施の機会と本調査結果の発表を許可していただいたカナダIrving Resources社の関係各位に、深く感謝いたします。

キーワード：磁気探査、ドローン、金属鉱床
Keywords: magnetic survey, drone, mineral exploration

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

航空写真画像の深層学習を用いた地震による建物被害判別手法の汎化にむけた開発

Development for upgrading the generalization capability of the seismic damage detection of building based on the deep-learning utilizing aerial photographs

*内藤 昌平[1]、友澤 弘充[2]、森 悠史[2]、門馬 直一[3]、中村 洋光[1]、藤原 広行[1]
*Shohei Naito[1], Hiromitsu Tomozawa[2], Yuji Mori[2], Naokazu Monma[3], Hiromitsu Nakamura[1], Hiroyuki Fujiwara[1]

1. 防災科学技術研究所、2. みずほ情報総研株式会社、3. 株式会社パスコ
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 2. Mizuho Information and Research Institute, Inc., 3. Pasco Corporation

防災科研では災害発生直後の意思決定支援を目的としてリアルタイム被害推定・状況把握システムの開発を進めている．本研究では，地震動に基づくリアルタイム被害推定の不確実性を補完する手段として，リモートセンシング画像を用いて広域の建物被害状況を迅速に把握し，さらに被害推定結果を逐次的に更新する手法を開発した．

これまで我々は，広域性，機動性，解像度の面で優位性をもつ航空写真を対象とし，熊本地震本震後に取得された航空写真の目視判読に基づいた被害区分を教師データとし，畳み込みニューラルネットワーク(CNN)を用いた深層学習により建物被害を自動判別する手法を開発してきた．しかし，このモデルは学習に使用した画像に最適化されており，新たに取得された画像に適用した場合に被害判別性能が低下する可能性が高い．

本研究においては，熊本地震本震だけでなく，兵庫県南部地震，東北地方太平洋沖地震においてそれぞれ取得された，オルソ化された垂直航空写真を用いて教師データを作成した．また，これらを同時に学習させることにより汎化性能の高い被害判別モデルを構築した．

まず，各地震直後に取得された航空写真を用いて，目視判読によりLEVEL1（無被害），LEVEL2（屋根の一部が破損），LEVEL3（屋根の大半が破損），LEVEL4（倒壊，層破壊）の4段階に区分した．また，屋根形状が陸屋根等，平らな建物を非木造，それ以外を木造に区分し，国土地理院の基盤地図情報（建築物）ポリゴンを用いてGIS形式で整理し，これらを教師データとして活用した．

次に，各時期の画像において解像度が異なるため，高解像度のデータのサイズを縮小することにより，解像度を1画素あたり約20cmに正規化した．また，画像全体の明るさが異なるため，輝度ヒストグラムの累積和を用いて輝度の正規化を行った．

続いて，各航空写真から一般的な住家1棟の大部分が含まれる大きさの80pixel四方のパッチ画像をそれぞれ自動取得し，各被害レベルが概ね均等に含まれるよう，合計311,281個のパッチ画像を切り出した．

さらに，VGG（K.Simonyan and Z.Zisserman, 2014）を参考に構築したCNNを用いて，これら全てのパッチ画像を用いた学習を行い，被害判別モデルを構築した．このモデルを用いて，3地震から抽出した，学習に使用していない検証用画像を用いた被害判別を実施した結果，全ての被害レベルにおいて70%以上の判別精度をもつモデルを構築することができた．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

また本研究では，航空写真画像全域を80pixelパッチ毎に，ストライド幅20pixelずつスキャンし，深層学習による被害判別結果を画像として出力する．次に，この画像と建物ポリゴンをオーバーラップさせ，各ポリゴン内の被害区分の面積比率に応じて設定した閾値に基づいて建物毎の被害区分を行う．さらに，250mメッシュ毎に全壊，全半壊に相当する建物の棟数を集計する手法を開発した．なお，本手法においては熊本地震本震後の益城町周辺における被害認定調査結果と航空写真目視判読結果との棟数比率の比較により，LEVEL3以上を全壊，LEVEL2以上を全半壊とみなしている．

これにより，航空写真を用いて広域の建物被害状況を即時的に把握することが可能になる．さらに，ベイズ更新を用いた被害棟数の推定手法（日下ほか，2017）を適用することにより，地震動に基づき推定された250mメッシュ毎の推定全壊，全半壊棟数をより高精度なものに更新することが可能になる．検証のため，熊本地震本震後の益城町周辺の航空写真を使用した深層学習による被害判別結果を用いて，同地域におけるリアルタイム被害推定結果のベイズ更新を行った結果，熊本市等で過大になっていた被害推定結果が実被害に近づくことを確認している．

以上のことから，航空写真を用いた即時的な状況把握により，被害推定の精度を向上させることが可能であり，災害対応において有効活用できる可能性が示された．一方で，上空からの航空写真のみに基づく被害判別では，瓦屋根以外の建築物の被害については過小に評価する，あるいは，航空機の光学センサでは雲の多い時間帯や夜間においては観測が不可能であるといった課題がある．

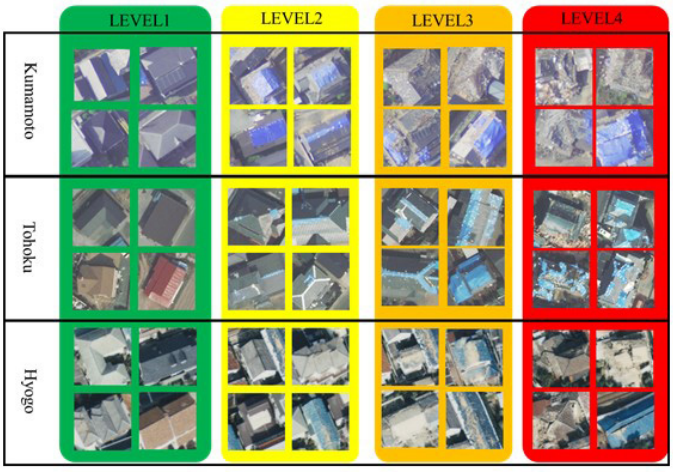
今後は異種のプラットフォーム，センサにより取得された情報を有効活用し，より迅速かつ高精度な被害状況把握技術を開発することにより，災害対応初動期，および復旧，復興の各段階へ活用可能なシステム構築を目指していきたい．

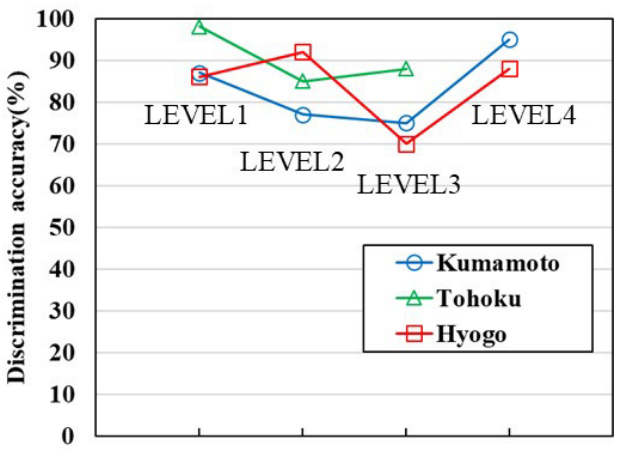
謝辞：

本研究は戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）「レジリエントな防災・減災機能の強化」によって実施された。教師データ作成にあたりArcGISを，画像解析にあたりOpenCVおよびPythonを使用した．深層学習フレームワークとしてはKerasを使用した．

キーワード：深層学習、畳み込みニューラルネットワーク、リモートセンシング、状況把握、航空写真、ベイズ更新

Keywords: Deep-learning, Convolutional Neural Network, Remote Sensing, Damage Detection, Aerial photograph, Bayesian Updating





©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

紀伊山系の岩盤クリープ斜面での空中電磁探査により得られた地盤の比抵抗分布について

The resistivity distribution under the ground on bedrock creep slopes in Kii mountain area by the airborne electromagnetic survey

*木下 篤彦[1,2]、田中 健貴[2]、桜井 亘[1]、内田 太郎[1]、林 幸一郎[3]、河戸 克志[4]、奥村 稔[4]
*Atsuhiko Kinoshita[1,2], Yasutaka Tanaka[2], Wataru Sakurai[1], Taro Uchida[1], Koichiro Hayashi[3], Katsushi Kawato[4], Minoru Okumura[4]

1. 国土交通省国土技術政策総合研究所、2. 国土交通省近畿地方整備局大規模土砂災害対策技術センター、3. 応用地質株式会社、4. 大日本コンサルタント株式会社
1. National Institute for Land and Infrastructure Management, 2. Sediment Disaster Prevention Technology Center, Kinki Developing Regional Bureau, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism , 3. OYO Corporation, 4. NIPPON ENGINEERING CONSULTANTS CO.,LTD.

2011年9月の台風Talasでは，紀伊半島で多数の深層崩壊が発生している．これらの被害を軽減するには，事前に深層崩壊危険斜面を把握しておく必要がある．深層崩壊危険斜面の抽出技術としては，レーザプロファイラなどの地形データを用いる手法，地質・地形から判定する手法，斜面末端での湧水の量や水質から判定する手法などがある．これらの技術は，一長一短あり，危険斜面の判定度や規模を推定するには不十分な側面がある．そこで，これらの手法を補完する目的で，空中電磁探査により得られる地盤の比抵抗分布による危険度や崩壊規模の推定手法を提案する．本研究では，赤谷西地区の2箇所の岩盤クリープ斜面を研究フィールドとし，推定手法の妥当性を検証する．

本研究では，赤谷西地区において過去に得られた空中電磁探査から，斜面の鉛直比抵抗分布を作成する．まず，測定周波数と得られた地盤の比抵抗から，平均透入深度を推定する．次に，データが得られていない空白部分を補完する．最後に，ノイズを消す目的で，平滑化処理を行う．なお，得られた地盤の鉛直比抵抗分布はカラー表示することでより危険度の判定や崩壊深の推定が容易になる．このため，本研究では，赤谷西地区で得られた全ての比抵抗から，頻度に応じて色を塗り分ける方法を採用した．

赤谷西地区の斜面においては，崩壊面で比抵抗が鉛直方向に急激に変化することが分かった．これにより，およその崩壊危険度や崩壊深を推定することができる．また，比抵抗を鉛直方向に一次微分をすることで，さらに詳細に崩壊面を推定できることが分かった．

キーワード：空中電磁探査、比抵抗分布、岩盤クリープ
Keywords: Airborne electromagnetic survey, Resistivity distribution, Bedrock creep

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Study of UAV photogrammetry toward efficiently grasping volcanic landform

*岩佐 優一[1]、松島 健[2]
*Yuichi Iwasa[1], Takeshi Matsushima[2]

1. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2. 九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター
1. department of earth and planetary sciences, graduate school of sciences, Kyushu University, 2. SEVO, Kyushu Univ.

In this study, we conducted three-dimensional modeling of volcanic landform using photogrammetry by UAV aerial photography with the aim of efficiently grasp landform. This method, which has been spread in recent years, can grasp landform as not points but planes, and it is thought that this observation can be conducted inexpensively, quickly, and without high-risks. In this study, aiming to make UAV observation efficient, we investigated relation between some factors of UAV observation and the accuracy of 3D model created.

We conducted mission flight on March and August 2018 at Kirishima Iwo-yama located Ebino city, Miyazaki prefecture. Iwo-yama erupted on April 2018, and landform change has occurred. We were able to get photogrammetric data before and after eruption. The UAV used on this study is DJI Mavic pro. The flying altitude from take-off point was 50 m, and the resolution of the images was 1.5 cm/pix. The photographed area was about 0.26 km2, and we set frontlap: the overlap of image along flight route, to 90 %, and sidelap: the overlap of image between flight routes, to 60 %. The UAV flew 60 minutes, and we got 1379 images during each flight. In addition, we measured 16 points as Check points and Ground Control Points (GCP): the points used as standard of coordinates, by GNSS and Total station.

Using Agisoft’s software Photoscan, we created a three-dimensional model before and after eruption from images taken. By increasing a number of measured points, we got more accurate model than that of similar observation in 2017, On the other hand, there were partial vacancy on the model after eruption. This is probably because image processing was not successful due to a lot of volcanic gasses in the photographed image. For solving this problem, at next observation, we photograph from oblique angle in addition to vertical angle only around fumarole.

According to the above data, comparing models, we grasp volcanic landform change due to eruption on April 2018. Furthermore, we investigate relation between particularly GCP and the accuracy of 3D model in order to make UAV observation efficient.

This work was partly supported by MEXT under Integrated Program for Next Generation Volcano Research and Human Resource Development, and under Earthquake and Volcano Hazards Observation and Research Program. Also it was supported by ERI, The University of Tokyo under Joint Usage Program.

キーワード：ドローン、写真測量、火山
Keywords: UAV, photogrammetry, volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

火山ガス観測における無人機の利用
Volcanic gas measurements using UAVs

*橋本 武志[1]、寺田 暁彦[2]、森 俊哉[3]、田中 良[1]
*Takeshi Hashimoto[1], Akihiko Terada[2], Toshiya Mori[3], Ryo Tanaka[1]

1. 北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター、2. 東京工業大学火山流体研究センター、3. 東京大学理学系研究科附属地殻化学実験施設
1. Institute of Seismology and Volcanology, Graduate School of Science, Hokkaido University, 2. Volcanic Fluid Research Center, Tokyo Institute of Technology, 3. Geochemical Research Center, Graduate School of Science, The University of Tokyo

火山ガスは，マグマに含まれていた揮発性成分が気体として分離したものであり，その組成は，脱ガス時の温度・圧力条件，輸送経路上の相変化や岩石との相互作用など様々な条件を反映している．また，気体である火山ガスは，マグマそのものに比べて上昇速度が圧倒的に大きいため，マグマ供給量やマグマ頭位の変化など地下の過程がいち早くその組成に反映される．このため，火山ガス組成は，火山活動の状態を理解し，その推移を予測する上で重要な観測量となっている．火山ガスの観測では，噴気を直接採取して実験室で分析する方法が古くから用いられてきた．しかし，火山活動が活発化した際には，火口に接近して噴気を直接採取することは多くの場合危険を伴う．このため，無人機によるガス観測の有用性は高い（橋本・他, 2018）．本発表では，我々が取り組んできた研究事例を中心に，火山ガス観測における無人機の利用についてレビューする．

化学組成の測定については，複数の化学種の濃度センサとロガーを一体の装置に構成し，ガス組成を現場で直接測定するMulti-GASと呼ばれる手法がある．これを小型軽量化することで，無人機での運用が可能になった．2014年御嶽山噴火の2ヶ月後に行われた緊急調査では，電気モーター式のマルチコプター型ドローンが用いられた（Mori et al., 2016）．当時，この種の機体が火山観測に使用された実績がなかったことに加えて，高高度で噴煙の中に入ることができるかどうかは未知だったが，研究者と操縦業者の努力でこれが実現し，観測結果は噴火の現況把握と推移予測にも役立てられた．ドローンよりもペイロードに大幅に余裕があるエンジン式の小型無人ヘリコプターが利用可能なフィールドであれば，この種の観測はもっと手軽にできる．我々が北海道登別で行った実験では，比較的安価に入手可能なガス濃度計3台と温湿度計を用意し，通気性の良いネットに入れて無人ヘリに吊して，噴煙の上空からウインチでロープを上下させるという方法によって，CO_2，H_2S，SO_2，H_2Oの濃度比を測定した．その後，草津白根山では，研究者自身がドローンを操縦して同様のオペレーションが可能になっている．

ガスの放出量・放出率については，紫外分光計による二酸化硫黄のリモートセンシングが火山観測の現場ではよく行われている．通常は，火山噴煙の下を車で移動しながら上空の紫外線を測定する方法が一般的であるが，測定器が小型軽量化されたことによって，近年ではホビー用のドローンでも運用が可能になっている（田中・森, 2017）．

以上のように，無人機を利用した火山ガス観測は，すでに実用的なレベルに達しつつある．研究者自身が目視外飛行や夜間飛行などの操縦技術を獲得することで，今後さらに研究の発展が見込まれる．我々は，文部科学省の次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト等を通じて，こうした技術向上のための研修・教育活動にも取り組んでいるところである．

謝辞：登別の無人ヘリコプター調査は，北海道開発局室蘭開発建設部の協力を得て実施したものである．関係各位に感謝申し上げる．ここで紹介した研究事例の一部文部科学省による「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」および「次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト」の支援を受けた．

引用文献

橋本武志・寺田暁彦・森 俊哉 (2018) ドローンによる火山観測, 地理, 63, 29-35.
Mori, T., T. Hashimoto, A. Terada, M. Yoshimoto, R. Kazahaya, H. Shinohara and R. Tanaka (2016)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Volcanic plume measurements using a UAV for the 2014 Mt. Ontake eruption, EPS, 68:49.
田中 良・森 俊哉 (2018) ドローンを用いた十勝岳における二酸化硫黄放出率測定, 日本火山学会秋季大会予稿.

キーワード：火山ガス、化学組成、ドローン、無人ヘリ
Keywords: volcanic gas, chemical composition, drone, unmanned helicopter

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Repeated Drone Magnetic Survey over Usu Volcano, Hokkaido Japan

*大熊 茂雄[1]、牧野 雅彦[2]、中塚 正[1]、宮川 歩夢[1]、柳田 誠[3]、奥村 稔[4]
*Shigeo Okuma[1], Masahiko Makino[2], Tadashi Nakatsuka[1], Ayumu Miyakawa[1], Makoto Yanagida[3], Minoru Okumura[4]

1. 産業技術総合研究所地質情報研究部門、2. 産業技術総合研究所地質調査総合センター、3. （株）阪神コンサルタンツ、4. 大日本コンサルタント（株）
1. Institute of Geology and Geoinformation, Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), 2. Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), 3. Hanshin Consultants Co., Ltd., 4. Nippon Engineering Consultants Co., Ltd.

We have been developing a drone magnetic survey system using a portable magnetometer with a differential GNSS system (Okuma et al., 2018a). This time we employed a hexacopter with a diagonal axis distance of 995 mm and with a maximum payload of 5.7 kg (Okuma et al., 2018b). A main console of Geometrics G-858 Cs magnetometer, a NovAtel OEM615 GNSS receiver with its antenna and the GNSS data logger were attached to the drone. A Cs sensor was suspended from the drone by a string. We have tested flying attitudes and magnetic noise of the drone by changing a suspending length of the sensor cable. We concluded that an optimum cable length of our system was 0.85 m for surveys over rugged terrains because of the power of our drone. In this case, magnetic noise caused by the drone was estimated to be around 15 nT at the maximum by our experiments (Okuma et al., 2018b).

Using this drone magnetic survey system, we have conducted magnetic surveys over the Usu 2000 eruption area (Nishiyama craters area, Area A) and the southwestern flank of the main edifice of Usu volcano (Area B), Hokkaido Japan (Okuma et al., 2018b). In Area B, a curious magnetic anomaly had been observed by a previous helicopter-borne EM and magnetic survey in late 2000, which was flown at an altitude of 70–100 m above terrain along north–south survey lines and east–west tie lines, spaced 100 m and 1,000 m apart.

In May 2018, the drone surveys were flown at an altitude of 30 m above terrain along east–west survey lines (Area A) and north–south survey lines (area B), spaced 25 m apart. Total magnetic intensities were observed in every 0.1 seconds by the Cs magnetometer with GNSS positioning. According to data processing, the surveys were successful for mapping magnetic anomalies whose general pattern were well retrieved in the both areas, compared to known magnetic anomalies compiled from the 2000 survey.

Then, we applied the generalized mis-tie control method (Nakatsuka et al., 2009) to the magnetic anomalies of both 2000 and 2018 surveys in Area A and calculated temporal magnetic variations at crossover points. Although the survey specification of each survey was different, the result was successful to derive positive magnetic changes larger than 100 nT in and around intensive fumarolic areas of the 2000 eruption. The areas were characterized as apparent negative magnetic anomalies by the 2000 survey and are estimated to be underlain by Pleistocene volcanic rocks with reverse magnetization. Since the beginning of the eruption, the fumarolic activity gradually extended from the eruption center to the NNW along a ridge and lasted for several years. This implies that Pleistocene volcanic rocks constituting the area have been demagnetized by the strong fumarolic activity related to dyke intrusions at the 2000 eruption.

Based on the results above, it is concluded that drone magnetic survey is a promising method to derive long-term temporal magnetic changes and can play an important role to monitor volcanic activity.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[References]

Nakatsuka, T., Utsugi, M., Okuma, S., Tanaka, Y. and Hashimoto, T. (2009) Detection of aeromagnetic anomaly change associated with volcanic activity: An application of the generalized mis-tie control method. *Tectonophysics*, 478, 3-18. DOI:10.1016/j.tecto.2009.02.018

Okuma, S., Makino, M., Miyakawa, A., Nakatsuka, T., Kudo, S., Yanagida, M., Sasaki, T. and Sugimori, T. (2018a) Preliminary Experiments of a Drone Magnetic Survey System for Geophysical Mapping, STT49-02, JpGU 2018 Meeting.

Okuma, S., Makino, M., Nakatsuka, T., Miyakawa, A., Yanagida, M. and Okumura, M. (2018b) Drone Magnetic Surveys over Eruption Areas of Usu Volcano, Hokkaido Japan, NS41A-0807, AGU 2018 Fall Meeting.

キーワード：ドローン、UAS、UAV、磁気探査、繰返磁気探査、有珠火山
Keywords: Drone, UAS, UAV, Magnetic Survey, Repeated Magnetic Survey, Usu Volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_33

[S-TT44] 空中からの地球計測とモニタリング

コンビーナ:楠本 成寿(富山大学大学院理工学研究部(都市デザイン学))、小山 崇夫(東京大学地震研究所)、光畑 裕司(独立行政法人　産業技術総合研究所)、大熊 茂雄(産業技術総合研究所地質情報研究部門)

空中から地球の構造やその変動を計測することにより，対象地域の全体像の理解とともに局地的詳細像も得ることができる．空中からの地形や各種物理量の計測は，火山，山岳地，極地，陸海境界域等の踏査が困難な地域もカバーし，地上観測と衛星観測との隙間を埋める立場にある．また，繰り返し測定により構造の変化をモニタリングすることも可能である．本セッションでは，理論，計測技術，データ解析法および地球科学への応用研究の発表を歓迎する．

[STT44-P01] 火山表面現象観測のためのマルチスペクトルデータからハイパースペクトルデータを推定する光リモートセンシング技術の開発

*實渕 哲也[1] (1.防災科学技術研究所)

[STT44-P02] 空中磁気測量で検出された2018年新燃岳噴火前後の全磁力変化

*小山 崇夫[1]、金子 隆之[1]、大湊 隆雄[1]、渡邉 篤志[1]、前野 深[1] (1.東京大学地震研究所)

[STT44-P03] 浅層地盤・土壌調査を目的としたドローン利用比抵抗マッピング

*光畑 裕司[1]、横田 俊之[1] (1.国立研究開発法人　産業技術総合研究所)

[STT44-P04] ドローンを用いた空中電磁探査法の改良試験と現場適用性について

*結城 洋一[1]、城森 明[2]、城森 敦善[2]、近藤 隆資[2] (1.応用地質株式会社、2.有限会社ネオサイエンス)

[STT44-P05] 空中からのLP計測における無人ヘリコプター操作技術の工夫点

*早川 智也[1]、笠井 美青[2]、今井 純郎[3]、谷 昭彦[4]、三上 孝敏[4] (1.日本工営株式会社、2.北海道大学流域砂防学研究室、3.ヤマハ発動機株式会社、4.北海道開発局帯広開発建設部)

火山表面現象観測のためのマルチスペクトルデータからハイパースペクトルデータを推定する光リモートセンシング技術の開発
Development of an optical remote sensing technique for volcanic surface phenomena observation to estimate hyperspectral data from multispectral data

*實渕 哲也[1]
*Tetsuya Jitsufuchi[1]

1. 防災科学技術研究所
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

防災科研は，「次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト 次世代火山研究推進事業 課題Ｂ：先端的な火山観測技術の開発（リモートセンシングを活用した火山観測技術の開発）B2-2：火山表面現象遠隔観測技術の開発」において，マルチスペクトルデータからハイパースペクトルデータの推定を可能にする可視域のマルチバンドカメラシステムを開発中である．本システムは，疎なスペクトル情報から密なスペクトル情報を推定するスペクトル推定アルゴリズムであるソフトウエアと，アルゴリズムが要求するマルチバンド情報を取得するハードウエアから構築される．これまでにスペクトル推定アルゴリズムとして，計測対象のハイパースペクトルデータとマルチスペクトルデータの関係を，多変量解析手法を用いモデリングし，マルチバンドデータからハイパースペクトルデータを推定する手法を開発した．この検討では，実験により取得した火山岩サンプルの多重分光（ハイパースペクトル）画像データに重回帰分析を適用し，6バンドのマルチスペクトルデータから300バンド以上のハイパースペクトルデータの推定が可能である解析結果を得た．また，この解析から要求されるマルチスペクトルを計測する為のマルチバンド（6バンド）カメラのハードウエア試作機として，6眼のカメラシステムを製作した．本発表では，スペクトル推定アルゴリズムの構築のために行った，火山岩サンプルの多重分光画像データの多変量解析の結果とマルチバンド（6バンド）カメラのハードウエアについて報告する．

キーワード：ハイパースペクトル画像、マルチスペクトル画像、重回帰分析、可視リモートセンシング、火成岩
Keywords: hyperspectral image, multispectral image, multiple regression analysis, visible remote sensing, igneous rock

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

空中磁気測量で検出された2018年新燃岳噴火前後の全磁力変化
Geomagnetic total intensity change before and after the eruptions at Shinmoedake volcano in 2018 detected by aeromagnetic surveys

*小山 崇夫[1]、金子 隆之[1]、大湊 隆雄[1]、渡邉 篤志[1]、前野 深[1]
*Takao Koyama[1], Takayuki Kaneko[1], Takao Ohminato[1], Atsushi Watanabe[1], Fukashi Maeno[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo

我々は2011年噴火後の5月に初めの観測を行って以来、2017年10月までに計６回の繰り返し空中磁気測量を実施してきた。それらの測定から各時点での磁気ダイポールモーメントを推定すると、単調に増加しており、また、2017年までのデータは経過時間の1/2乗によく比例することがわかった。これは、2011年噴火の際に火口内に滞留した約15Mm3の溶岩が熱拡散で冷却することで磁化を獲得していることが示唆される。

新燃岳では2018年3月に再噴火がありおよそ14Mm3の溶岩がさらに火口内に滞留した。そこで我々は噴火後の2018年10月に再度空中磁気測量を実施した。従来どおり、新燃岳の西側を対地高度100m,測線間隔100mをおおよそ保ちながら速度10m/sで測定を行った。測線長はおよそ38 kmである。

2011年5月観測時からの全磁力変化を見積もると、およそ±400 nTと非常に強くなっていた。これは、火口内溶岩の帯磁として換算すると、81MAm2の磁気ダイポールモーメントに相当し、従来の時間変化曲線から推定される値を10MAm2ほど強く逸脱する値である。これはあらたに滞留した溶岩の表面が急速に冷却帯磁したためと考えられる。

また、帯磁速度は2011年噴火時と比べると、見掛け上およそ半減していることがわかった。岩石磁化強度は2011年と2018年噴火ではそれほど変わっていないと仮定すると、2018年にあらたに溶岩が噴出した際に、今まで帯磁していた火口内溶岩の一部が熱消磁したため、磁場測定値から推測される全体の帯磁量が目減りしたものと考えられる。

キーワード：空中磁気測量、新燃岳
Keywords: aeromagnetic survey, Shinmoedake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

浅層地盤・土壌調査を目的としたドローン利用比抵抗マッピング
Droneborne resistivity mapping for a shallow ground investigation

*光畑 裕司[1]、横田 俊之[1]
*Yuji Mitsuhata[1], Tishiyuki Yokota[1]

1. 国立研究開発法人　産業技術総合研究所
1. AdvancedIndustrial Science and Technology

Electromagnetic (EM) induction methods must be the powerful tools to map a resistivity distribution for the estimation of salinity and clay contents in soil and ground in civil engineering, environmental and agricultural investigations of shallow ground and soil. Usually, EM instruments are carried with hands and the measurement is carried out by walking to cover a survey area. However, it is not an efficient strategy for large survey areas. For such a situation, we propose a droneborne resistivity mapping.

We have applied a droneborne resistivity mapping in paddy fields and farms. To acquire good-quality data, we took care about the offset between a drone and an EM sensor, and the distance between an EM sensor and ground surface. As a result, the acquired data clearly show the difference between the paddy field and farm. This result must promise the further possibility of droneborne resistivity mapping.

キーワード：ドローン、電磁探査、比抵抗
Keywords: drone, electromagnetics, resistivity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ドローンを用いた空中電磁探査法の改良試験と現場適用性について
Improvement test and field application applicability of airborne electromagnetic survey using drone

*結城 洋一[1]、城森 明[2]、城森 敦善[2]、近藤 隆資[2]
*Youichi Yuuki[1], Akira Jomori[2], Atsuyoshi Jomori[2], Takashi Kondoh[2]

1. 応用地質株式会社、2. 有限会社ネオサイエンス
1. Oyo corporation, 2. NEOSCIENCE

ドローン空中電磁探査法は地上に送信源を設置して磁場を発生させ、空中から誘導磁場を測定する。可探深度は、送信源からの距離に比例し増大するが、これまでの測定ではドローンの性能や測定条件によって送信源の位置が規定されたため、可探深度が最大で200m程度であった。しかし、ドローンの性能向上によって広域調査への適用も考えられることから、探査装置の改良試験と現場適用試験を行った。

ドローン空中電磁探査法の測定装置は受信センサとしてインダクションコイルを用いるが、測定装置の重量制限からコイル特性が地下深部の低周波を測定する仕様になっていない。これを補うため、地下深部をカバーできるように低周波領域まで測定できるMIセンサを受信センサとして活用することにした。MIセンサは、携帯電話などモバイル端末に内蔵される小型で軽量のセンサで、従来の磁気センサに比べ感度が高くさまざまな分野で活用されている。このMIセンサを誘導磁場の測定に適用できないか確認するために、群馬県草津町でMIセンサとインダクションコイルの比較実験を行った。また、測定の限界を知るために送信源から約900m離れた地上の測点でインダクションコイルを用いて測定試験を行った。これらの結果、MIセンサはドローンから誘導磁場の測定が可能であることが確認できた。インダクションコイルを用いた試験では、地上での測定ではあったが、送信源から900mの地点で誘導磁場が測定でき、探査深度は600mであった。

ドローン空中電磁探査法はドローンの運用能力に規制されるが、将来有人ヘリコプターに代わり広域の深部探査にも適用できる可能性があることが確認できた。これにより、調査費用のコスト縮減が図れることから空中物理探査がさらに多くの現場で手軽に活用されることが期待される。

キーワード：空中電磁探査、ドローン空中電磁探査法、ドローン、MIセンサ
Keywords: airbonne electromagnetics, drone airborne electromagnetic survey, drone, MI sensor

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

空中からのLP計測における無人ヘリコプター操作技術の工夫点
Special Techniques for Airborne Laser Scanning Using Unmanned Helicopters

*早川 智也[1]、笠井 美青[2]、今井 純郎[3]、谷 昭彦[4]、三上 孝敏[4]
*Tomoya Hayakawa[1], Mio Kasai[2], Junro Imai[3], Akihiko Tani[4], Takatoshi Mikami[4]

1. 日本工営株式会社、2. 北海道大学流域砂防学研究室、3. ヤマハ発動機株式会社、4. 北海道開発局帯広開発建設部
1. NIPPON KOEI CO., LTD., 2. Hokkaido University Institute of Earth Surface Processes and Land Management, 3. YAMAHA MOTORCYCLE CO., LTD., 4. Obihiro Development and Construction Dept., Hokkaido Regional Development Bureau

１．はじめに：

レーザープロファイラーによる地形計測は有人ヘリやセスナ等で行われることが一般的であるが，航空法上対地高度500m程度を確保する必要があるため，地形の起伏が大きい場合，飛行ルートに制限が生じ，点群の取得が疎になるケースがある．無人ヘリコプターの場合，対地高度50～150m程度で飛行することでき，密な点群を任意の目標範囲で取得することができる．その有効性に着目し，産学官連携のもと北海道開発局所有の無人小型ヘリを用いて十勝川流域等にて計測技術の向上を図っている．これまで，樹木による電波阻害箇所や人家等が隣接する箇所などの高い飛行技術が求められる条件であっても，いずれも実用可能であることを確認している．ここでは，空中調査技術の工夫点として，高所作業車を用いたアンテナ設置方法，LP計測の精度向上について使用機材や具体的な方法について論じる．

２．無人小型ヘリの諸元及び調査地：

本調査で用いた機体は，北海道開発局所有の自律型無人ヘリコプター（ヤマハRMAX-G1）である．基地局と操作系無線を接続した状態で飛行しており，飛行経路の変更や無人ヘリ搭載カメラの操作，センサーをつりさげるウインチの上げ下げの操作等を随時行うことができる．最大飛行時間は約90分，飛行範囲は基地局から半径最大5km，最大搭載量は標高0m，気温20℃の場合10kgまで可能であり，5kg程度の観測機器や装置であれば標高1,300m程度まで調査した実績を有する．

本調査は戸蔦別川を調査地とし，2018.6（6flight）及び2018.10（20flight）にわたって無人ヘリコプターによる空中からLP計測を実施している．

３．高所作業車を用いた無線交信：

基地局と小型無人ヘリとの無線交信は，操作系は2.4GHz帯データ通信，カメラ映像についてはアナログ1.2GHz帯を用いている．両電波とも見通しを確保する必要があり，特に操作系が途切れた場合，自動帰還の機能が作動し，調査が中断される．樹木については遮断されないこともあるが，本調査では高所作業車を用いて両アンテナを樹木帯より高所に設置し，完全な見通しを確保して調査を実施している．高所作業はいわゆる「スーパーデッキ」と呼ばれるタイプで，作業台が2.5m×1.5ｍ程度のものである．これを用いることでアンテナ操作者とヘリの目視監視員の2名を高所作業につかせ，アンテナを手すりに固定することができる．

本調査中においても無線通信が途切れ，自動帰還機能が作動したことがあるが，高所作業車のデッキ及びアンテナ方向の微調整を繰り返すことにより，無線交信を再開させ，規定の飛行ルートのフライトに成功している．また，人家等が隣接している箇所であっても操縦不能状態で人家等の上空を飛行することなく，実用的に運航できている．

４．LP計測方法：

LP計測センサーはヤマハ発動機株式会社所有のSkEyesBoxを用い，対地高度50～70m程度で3～5m/sで飛行を，測線間隔を50～70ｍとして往復し，面的な点群の取得を行っている．その際，小型無人ヘリにGNSS（①）を搭載するとともに，操作箇所に不動点としてGNSS自動観測（②）を同時に行っている．②につ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

いては，翌日公表される3箇所の国土地理院電基準点の補正値を用いて補正を行った上で，②と①とを同期させ，LP計測で得られた点群の位置情報を数cm程度以内の誤差の精度を保っている．その結果，1m×1mの範囲に草木のノイズを除去した点群が5～10点程度取得することができている．

５．おわりに：

無人ヘリ等UAVを用いた調査を実施するには，ここのあげた工夫点をノウハウとして所有している必要があり，今後のUAVや通信技術の向上に応じてノウハウの蓄積を深めていくものである．

キーワード：小型無人ヘリ、LP計測
Keywords: Unmanned Helicopters, Airborne Laser Scanning



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 10:45 ~ 12:15 | 304 3F

[S-TT47] ハイパフォーマンスコンピューティングが拓く固体地球科学の未来

コンビーナ:堀 高峰(独立行政法人海洋研究開発機構・地震津波海域観測研究開発センター)、八木 勇治(国立大学法人　筑波大学大学院 生命環境系)、汐見 勝彦(国立研究開発法人防災科学技術研究所)、座長:堀 高峰

近年の計算機科学・計算科学の発達によって、様々な分野で従来は困難と考えられてきたフォワード計算やそれを利用した逆解析が可能になりつつある。固体地球科学においても、高密度化する観測データをフルに活用した高詳細なモデルでの地震波伝播や地殻変動・津波伝播の計算、多数回計算を行うことによる物性や構造の誤差の影響の検討、誤差にガウス分布以外の一般的な分布を許した断層すべりの逆解析などが行われつつある。そこで、フォワード計算や逆解析を行っている方々に、実際の活用例を紹介頂くと共に、さらに進展させるための課題を提起して頂く。また、計算機科学・計算科学についての最新の動向も共有することで、固体地球科学分野の様々なフォワード計算や逆解析にフルに活用して解決していく方向性について議論したい。こうした方向性に関心のある方々（特に学生や若い研究者）の積極的な講演申し込みを期待する。

10:45 ~ 11:00

[STT47-01] Expectations to more realistic Green's function with modeling errorfor the real-time estimation of the coseismic fault model

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

11:00 ~ 11:15

[STT47-02] Development of high-performance low order unstructured implicit finite-element solvers for solid earth science problems

★Invited Papers

*藤田 航平[1]、市村 強[1]、山口 拓真[1] (1.東京大学 地震研究所)

11:15 ~ 11:30

[STT47-03] 弾性波計算のための最適スペクトル要素法

*長谷川 慶[1]、冨士 延章[2]、小西 健介[3] (1.東京大学地震研究所、2.パリ地球物理研究所、3.台湾中央研究院地球科学研究所)

11:30 ~ 11:45

[STT47-04] Multi scale tsunami simulation from earthquake initiation to tsunami run-up into the coastal area and high performance particle simulator

*浅井 光輝[1]、古市 幹人[2]、西浦 泰介[2] (1.九州大学、2.海洋研究開発機構)

11:45 ~ 12:00

[STT47-05] Digital-Ensemble Concept for Making Resilient Society against Natural Hazard

*大石 哲[1] (1.理化学研究所計算科学研究センター)

12:00 ~ 12:15

[STT47-06] Expected Role of High Performance Computing to Promote Earthquake Research

★Invited Papers

*平田 直[1] (1.東京大学地震研究所)

Expectations to more realistic Green's function with modeling errorfor the real-time estimation of the coseismic fault model

*太田 雄策[1]
*Yusaku Ohta[1]

1. 東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター
1. Research Center for Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions, Graduate School of Science, Tohoku University

Rapid understanding of the magnitude of large earthquakes and their associated fault dimensions are extremely important. Recently, Geospatial Information Authority of Japan (GSI) and Tohoku University are jointly developing the GEONET real-time analysis system (REGARD). REGARD system rapidly estimates two types of coseismic fault models, which are slip distribution along the plate interface and single rectangular fault model, using permanent displacement field based on the real-time GNSS time series. Currently, REGARD adopted the maximum likelihood approach to estimate the optimum model. The system, however, has problem to be improved. The current system is difficult to estimate the quantitative uncertainty estimation of the obtained result because of the estimated result should contain both of the observation error of the real time GNSS and modeling error caused by the model settings including uncertainty of the Green’s function. Among them, the uncertainty of the Green’s function is the most serious problem. Currently, REGARD adopted the simple elastic half-space model. It should cause the large estimation uncertainty in the coseismic slip fault model especially in offshore region whose structure is complex due to plate subduction. Thus, the more realistic Green’s function with quantitative uncertainty will be needed. I will briefly introduce current development status of REGARD and show the expectations to more realistic Greens’ function with modeling error realized by Monte Carlo simulation using the HPC technology.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Development of high-performance low order unstructured implicit finite-element solvers for solid earth science problems

*藤田 航平[1]、市村 強[1]、山口 拓真[1]
*Kohei Fujita[1], Tsuyoshi Ichimura[1], Takuma Yamaguchi[1]

1. 東京大学 地震研究所
1. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

Problems in solid earth science, such as crust deformation problems and earthquake wave propagation problems, involve large problem sizes with complex 3D geometry and heterogeneous material properties. Use of implicit low-order finite-element methods on high-performance computers are expected to enable such analyses; however, these methods are not straightforward to attain performance on modern computer architectures due to heterogeneity of the problem. Thus, we have been developing algorithms and implementations to improve performance of low-order finite-element methods targeting recent CPU and heterogeneous supercomputer systems. In this talk, we will introduce our development for the CPU based systems (e.g., K computer, Intel Xeon-Phi Knights Landing based Oakforest-PACS) as well as heterogeneous systems (e.g. NVIDIA GPU accelerated Piz Daint and Summit), and show some application examples using these high-performance computing enhanced methods.

キーワード：有限要素法、高性能計算
Keywords: finite-element method, high-performance computing

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

弾性波計算のための最適スペクトル要素法
Optimal spectral element method for elastic wave computation

*長谷川 慶[1]、冨士 延章[2]、小西 健介[3]
*Kei Hasegawa[1], Nobuaki Fuji[2], Kensuke Konishi[3]

1. 東京大学地震研究所、2. パリ地球物理研究所、3. 台湾中央研究院地球科学研究所
1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 2. Institut de Physique du Globe de Paris, 3. Institute of Earth Sciences, Academia Sinica

We introduce new numerical integration operators which compose the mass and stiffness matrices of a modified spectral element method for simulation of elastic wave propagation. While these operators use the same quadrature nodes as does the original spectral element method, they are designed in order that their lower-order contributions to the numerical dispersion error cancel each other. As a result, the modified spectral element method yields two extra-orders of accuracy, and is comparable to the original method of one order higher. The theoretical results are confirmed by numerical dispersion analysis and examples of computation of waveforms using our operators. Replacing the ordinary operators by those proposed in this study could be a non-expensive solution to improve the accuracy.

*この発表の内容はComputer Methods in Applied Mechanics and Engineeringに掲載されています(doi: 10.1016/j.cma.2018.07.025)

キーワード：弾性波、数値解析、有限要素法、スペクトル要素法、誤差最適化、計算地震学
Keywords: Elastic wave, Numerical analysis, Finite-Element Method, Spectral Element Method, Error optimization, Computational seismology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Multi scale tsunami simulation from earthquake initiation to tsunami run-up into the coastal area and high performance particle simulator

*浅井 光輝[1]、古市 幹人[2]、西浦 泰介[2]
*Mitsuteru Asai[1], Mikito Furuichi[2], Daisuke Nishiura[2]

1. 九州大学、2. 海洋研究開発機構
1. Kyushu University, 2. JAMSTEC

Due to future tsunami disaster prevention planning, it is strongly desired a simulation tool that accurately predicts possible damage level for structures and human resources in the inundation area. For the tsunami run-up simulation, we must calculate the crustal deformation as an input of the initiation of tsunami wave around the seismic fault. A stagger elasticity theory, in which homogeneous and spatial infinity is assumed to formulate the theory, is applied in practical and conventional crustal deformation estimation. The elastic theory cannot consider the heterogeneous crustal structure in space and the fracture propagation in time. Therefore, there is no guarantee that the conventional tsunami simulation estimates the largest possible inundation. In this paper, we conducted a series of disasters simulation from earthquake scenario, crustal deformation and tsunami propagation sequentially in order to discuss the necessity of consideration of seismic fault rupture propagation in tsunami simulation.

When modeling the entire city with a high fidelity particle model, one must deal with an enormous number of degrees of freedom, and implementation of highly parallel calculation is indispensable. In this paper, we developed a computational algorithm with high parallelization efficiency for the liquid spreading phenomenon over a flat plane problem, for later apply on tsunami run-up simulation. In particular, we propose an expanding slice grid method with a dynamic load balancer to utilize maximum efficiency on memory utilization and computational speed.

At the end of this paper, high fidelity tsunami run-up simulation in Kochi City by the Expanding slice grid method were conducted, and the utility of the proposed method was discussed.

キーワード：津波、地殻変動、大規模計算
Keywords: Tsunami, Crustal deformation, Large Scale Computation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Digital-Ensemble Concept for Making Resilient Society against Natural Hazard

*大石 哲[1]
*Satoru Oishi[1]

1. 理化学研究所計算科学研究センター
1. RIKEN Center for Computational Science

In order to designing resilient society including developing or renovating cities, infrastructure management like making redundant route for not only transportation but also suppling water, energy as well as waste, we need digital-twin for simulating situations under catastrophic disasters. Digital-twin is a concept meaning “a virtual model of process, product or service and the paring of virtual and physical worlds allows analysis of data and monitoring of systems to head off problems before they even occur, prevent downtime, develop new opportunities and even plan for the future by using simulations”, according to Marr (2017). Previously, digital-twin concept was used for product manufacturing through computer aided engineering (CAE) to examining the performance and duration of target manufacture like rocket engine. Now, we are using the word for designing resilient society against natural hazard because designing resilient society requires paradigm shift of disaster mitigation strategy from “government saves public and it costs” to “private invests cities through market”. Private sectors require precise statistics of impacts of natural hazard for considering investment, however, we could not expect the quantitative impact without numerical simulation of large-scale disaster.

Large-scale disaster simulations consists of solvers and urban construction objects. Integrated Engineering System (IES) has both functions (Hori et al. 2018). There are several solvers for each kind of disasters like earthquake and tsunami. However, urban construction objects have been made one by one. Therefore, it is required to develop a tool that automatically generates the detailed construction objects of urban buildings for target cities. O-tani et al. (2014) have been developing such an automation tool, named Data Processing Platform (DPP), so that it can deal with multiple numerical simulations including tsunami inundation and evacuation, and seismic response analysis of ground and buildings. We have implemented a MPI-based parallelization of DPP, then it has generated objects of urban cities in the whole Japan which includes about sixty million buildings. Now, once given a certain appropriate ground property and motion, a simulation-based assessment of disasters can be achieved for the whole Japan.

Digital-twin of urban structures gives quantitative impacts of earthquake by putting expected seismic wave which has been calculated or monitored through the seismic simulation. Simulation of the earthquake impact by using the pair of the seismic wave and its probability revealed the risk of the society numerically. It changes the concept of fragility curve coming from extrapolation of experience to physics-based numerical simulation with multi-scenario. In other word, we assume digital-ensemble concept for numerically calculated risk of natural disaster which is required for our paradigm that private invests cities through market.

Marr, B. (2017): What is Digital Twin Technology -Why is it so important?, Forbes web site https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2017/03/06/what-is-digital-twin-technology-and-why-is-it-so-important/#50400e052e2a

Hori, M., Ichimura T., Wijerathne L., Ohtani H., Chen J., Fujita K., Motoyama H. (2018): Application of High

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Performance Computing to Earthquake Hazard and Disaster Estimation in Urban Area, Frontiers in Built Environment, DOI=10.3389/fbuil.2018.00001

O-tani, H., Chen, J. and Hori, M. (2014): AUTOMATIC COMBINATION OF THE 3D SHAPES AND THE ATTRIBUTES OF BUILDINGS IN DIFFERENT GIS DATA, JJournal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. A2 (Applied Mechanics), Vol.70 No.2, pp. I_631-I_639, DOI=10.2208/jscejam.70.I_631

キーワード：デジタル　アンサンブル、レジリエント社会、定量的リスク評価
Keywords: Digital-Ensemble, Resilient Society, Quantitative Risk Assessment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Expected Role of High Performance Computing to Promote Earthquake Research

*平田 直[1]
*Naoshi Hirata[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earthquake Research Institute, the University of Tokyo

Headquarters for Earthquake Research Promotion (HERP) has been led earthquake observation, measurement, surveys and research in Japan for 20 years since the first 10-year basic comprehensive policy for the promotion set in April 23, 1999. During this 20 years, nation-wide basic observation networks have been established such as MOWLAS and GEONET. The observation data from the networks provide us rich information beneath Japan and are used by world-wide researchers discovering new phenomena such as slow earthquakes. On the other hand, data analysis methods and models, which are assumed in the analyses, are rather simple and not enough to extract rich information from the data. The necessity of the 3D realistic structure model for the data analyses has become clearer recently because of the ocean bottom observation data, such as the postseismic deformation of the 2011 Tohoku earthquake. To construct realistic model for the complex subduction zone in Japan, where two plates are subducting, large scale high-fidelity models are required and high performance computing is necessary to calculate crustal deformation and/or seismic wave propagation with the realistic models. For the next 10 years, we expect that high-performance computing will play an intrinsic role to promote earthquake research through higher level data analyses with realistic 3D structure in and around Japan. This will lead us a new stage in earthquake science.

キーワード：地震調査研究推進本部、総合基本施策、高度なデータ解析
Keywords: Headquarters for Earthquake Research Promotion, The basic comprehensive policy, Higher level data analyses

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_20

[S-TT47] ハイパフォーマンスコンピューティングが拓く固体地球科学の未来

コンビーナ:堀 高峰(独立行政法人海洋研究開発機構・地震津波海域観測研究開発センター)、八木 勇治(国立大学法人　筑波大学大学院 生命環境系)、汐見 勝彦(国立研究開発法人防災科学技術研究所)

近年の計算機科学・計算科学の発達によって、様々な分野で従来は困難と考えられてきたフォワード計算やそれを利用した逆解析が可能になりつつある。固体地球科学においても、高密度化する観測データをフルに活用した高詳細なモデルでの地震波伝播や地殻変動・津波伝播の計算、多数回計算を行うことによる物性や構造の誤差の影響の検討、誤差にガウス分布以外の一般的な分布を許した断層すべりの逆解析などが行われつつある。そこで、フォワード計算や逆解析を行っている方々に、実際の活用例を紹介頂くと共に、さらに進展させるための課題を提起して頂く。また、計算機科学・計算科学についての最新の動向も共有することで、固体地球科学分野の様々なフォワード計算や逆解析にフルに活用して解決していく方向性について議論したい。こうした方向性に関心のある方々（特に学生や若い研究者）の積極的な講演申し込みを期待する。

[STT47-P01] Prototype of Green’s function library for geodetic slip inversion based on an integrated velocity structure model of Japan

*縣 亮一郎[1]、市村 強[2,3,4]、藤田 航平[2,3]、山口 拓真[2]、飯沼 卓史[1]、堀 高峰[1] (1.海洋研究開発機構、2.東京大学地震研究所、3.理化学研究所 計算科学研究センター、4.理化学研究所 革新知能統合研究センター)

[STT47-P02] The Smoothed Particle Hydrodynamics on modern architectures

*細野 七月[1,2]、古市 幹人[1] (1.海洋研究開発機構、2.理化学研究所 計算科学研究センター)

[STT47-P03] Development of Monitoring and Forecasting Methods for Crustal Activity Utilizing Large-Scale High-Fidelity Finite Element Simulations with 3D Heterogeneous Medium

*堀 高峰[1]、市村 強[2]、藤田 航平[2]、山口 拓真[2]、縣 亮一郎[1]、飯沼 卓史[1] (1.独立行政法人海洋研究開発機構・地震津波海域観測研究開発センター、2.東京大学・地震研究所)

Prototype of Green’s function library for geodetic slip inversion based on an integrated velocity structure model of Japan

*縣 亮一郎[1]、市村 強[2,3,4]、藤田 航平[2,3]、山口 拓真[2]、飯沼 卓史[1]、堀 高峰[1]
*Ryoichiro Agata[1], Tsuyoshi Ichimura[2,3,4], Kohei Fujita[2,3], Takuma Yamaguchi[2], Takeshi Iinuma[1], Takane Hori[1]

1. 海洋研究開発機構、2. 東京大学 地震研究所、3. 理化学研究所 計算科学研究センター、4. 理化学研究所 革新知能統合研究センター
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 3. Center for Computational Science, RIKEN, 4. Center for Advanced Intelligence Project, RIKEN

全球測位衛星システム(GNSS)や、GNSS-Acoustic技術などにより得られる陸域・海底の測地変位・速度データを用いた逆解析により、地震時・地震後・地震間のすべりやプレート間固着などの分布に対する情報を得ることが可能となる。広域に分布する測地点を逆解析に用いる場合に弾性不均質構造や地形の影響を考慮した測地逆解析を行うことの重要性が指摘されている(例えばIchimura et al. 2013, Kyriakopoulos et al. 2013)。一方で、これらの要素を考慮した地殻変動計算にくらべ半無限弾性体を用いた地殻変動計算はより簡便かつ少ない計算負荷で実行できるため、研究の場と国や自治体による被害推定の双方において、後者を用いた測地逆解析が現在でも一般的である。本研究では、測地逆解析に用いるグリーン関数ライブラリを、標準的な速度構造モデル（全国一次地下構造モデル（暫定版）(Koketsu et al. 2008)）に基づき構築することを試みる。グリーン関数の計算には、入力となる速度構造モデルに対して忠実なメッシュ生成が可能な手法と、高速かつスケーラブルな有限要素ソルバを導入する(Ichimura et al. 2014, 2016)。最終的な目標はライブラリを東北・房総・南海の三つの沈み込み帯地震震源域に対して整備することである。これにより多くの研究で、弾性不均質構造や地形の影響を考慮した計算が複雑な操作を抜きに導入できるようになることが期待される。現在、東北地方において試験的にグリーン関数の計算を行い、2011年東北地方太平洋沖地震の地震時すべり推定への適用を行っている(Iinuma et al.. 本大会)。発表当日には、ライブラリ作成のフレームワークの詳細とライブラリのプロトタイプについて示す。

キーワード：測地すべり逆解析、地殻変動、グリーン関数、有限要素法
Keywords: Geodetic slip inversion, Crustal deformation, Green's function, Finite element method

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The Smoothed Particle Hydrodynamics on modern architectures

*細野 七月[1,2]、古市 幹人[1]
*Natsuki Hosono[1,2], Mikito Furuichi[1]

1. 海洋研究開発機構、2. 理化学研究所 計算科学研究センター
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. RIKEN Center for Computational Science

Numerical simulations of large-scale disasters, e.g., tsunamis, are important because such phenomena are difficult to carry out laboratory experiments.
Amongst several candidates for the numerical method, a particle-based numerical simulation method which is named Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH) method is one of the most attractive methods.
In SPH, fluid is represented as a collection of hypothetical particles and governing equations for the fluid are converted into a sum of interactions between surrounding particles, which means that one SPH particle must interact with multiple numbers of particles.
This results in a large amount of memory access.

Note that architectures on which numerical simulations are performed are characterized by their B/F value, which is the ratio between the bandwidth and FLOPs.
For example, the B/F value for the post-K computer would be 0.5 and that for recent NVIDIA's GPUs is 0.1.
Note that the low-B/F value means that memory transfer limits the calculation speed.
Since SPH requires intensive memory access, a straightforward implementation of SPH on low-B/F architectures would result in low efficiency.
Hence, in order to effectively use such modern architectures, we need techniques to reduce the number of memory access in SPH.

In this work, we aimed at implementing an effective method to apply low B/F architectures to SPH.
We implemented the so-called ``multi-walk'' method to SPH.
The multi-walk method a method for particle-based methods to effectively use low B/F architectures.
We will report the predicted efficiency of our implementation on modern architectures, such as the K computer and NVIDIA GPUs.

キーワード：流体数値計算手法
Keywords: Numerical hydro dynamics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Development of Monitoring and Forecasting Methods for Crustal Activity Utilizing Large-Scale High-Fidelity Finite Element Simulations with 3D Heterogeneous Medium

*堀 高峰[1]、市村 強[2]、藤田 航平[2]、山口 拓真[2]、縣 亮一郎[1]、飯沼 卓史[1]
*Takane Hori[1], Tsuyoshi Ichimura[2], Kohei Fujita[2], Takuma Yamaguchi[2], Ryoichiro Agata[1], Takeshi Iinuma[1]

1. 独立行政法人海洋研究開発機構・地震津波海域観測研究開発センター、2. 東京大学・地震研究所
1. R&D Center for Earthquake and Tsunami, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

To analyze crustal activity in the Earth's interior, such as spatio-temporal variation in slip velocity on the plate interface including ordinary and slow earthquakes, we need to use the data observed mostly on the Earth's surface. If the data are limited on land that is far from the deformation sources, it would be enough to use simple model as elastic homogeneous half space. However, it is becoming intrinsic to consider 3D heterogeneous structure of the interior, especially in subduction zones, since we can obtain dense surface deformation data on land and partly on the seafloor. Thus, to fully utilize such fruitful data, it is necessary to develop physics-based data analysis methods including (1) a structural model with the 3D geometry of the plate interface and the material properties such as elasticity and viscosity, (2) calculation codes for crustal deformation and seismic wave propagation using (1), (3) inverse analysis or data assimilation codes both for structure and fault slip using (1) and (2). To accomplish this, it is at least necessary to develop highly reliable large-scale simulation code to calculate crustal deformation and seismic wave propagation for 3D heterogeneous structure. Unstructured finite element (FE) non-linear seismic wave simulation code has been developed (Ichimura et al. [2015]). This achieved physics-based urban earthquake simulation enhanced by 1.08 T DOF x 6.6 K time-step. A high-fidelity FE simulation code with mesh generator has also been developed to calculate crustal deformation in and around Japan with complicated surface topography and subducting plate geometry for 1 km mesh (Ichimura et al. [2016]). This code has been improved for higher resolution in calculation of crustal deformation and achieved 2.05 T-DOF with 45 m resolution on the plate interface (Fujita et al. [2016]. This high-resolution analysis enables evaluation of change in the stress acting on the plate interface. For inverse analyses, a waveform inversion code for modelling 3D crustal structure has been developed (Ichimura et al. [2017]). Furthermore, such large-scale simulation codes have been implemented on a GPU cluster and analysis tools have been developed to estimate fault slip distribution with considering uncertainty in structural models (Yamaguchi et al. [2017a, 2017b]). Utilizing them, we are developing the data assimilation method for monitoring and forecasting the slip velocity variation on the plate interface with 3D heterogeneous structure.

キーワード：地震発生予測、不均質構造、高詳細
Keywords: Earthquake forecasting, 3D heterogeneous medium, High fidelity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_34

[S-TT47] ハイパフォーマンスコンピューティングが拓く固体地球科学の未来

コンビーナ:堀 高峰(独立行政法人海洋研究開発機構・地震津波海域観測研究開発センター)、八木 勇治(国立大学法人　筑波大学大学院 生命環境系)、汐見 勝彦(国立研究開発法人防災科学技術研究所)

近年の計算機科学・計算科学の発達によって、様々な分野で従来は困難と考えられてきたフォワード計算やそれを利用した逆解析が可能になりつつある。固体地球科学においても、高密度化する観測データをフルに活用した高詳細なモデルでの地震波伝播や地殻変動・津波伝播の計算、多数回計算を行うことによる物性や構造の誤差の影響の検討、誤差にガウス分布以外の一般的な分布を許した断層すべりの逆解析などが行われつつある。そこで、フォワード計算や逆解析を行っている方々に、実際の活用例を紹介頂くと共に、さらに進展させるための課題を提起して頂く。また、計算機科学・計算科学についての最新の動向も共有することで、固体地球科学分野の様々なフォワード計算や逆解析にフルに活用して解決していく方向性について議論したい。こうした方向性に関心のある方々（特に学生や若い研究者）の積極的な講演申し込みを期待する。

[STT47-P01] Prototype of Green’s function library for geodetic slip inversion based on an integrated velocity structure model of Japan

*縣 亮一郎[1]、市村 強[2,3,4]、藤田 航平[2,3]、山口 拓真[2]、飯沼 卓史[1]、堀 高峰[1] (1.海洋研究開発機構、2.東京大学地震研究所、3.理化学研究所 計算科学研究センター、4.理化学研究所 革新知能統合研究センター)

[STT47-P02] The Smoothed Particle Hydrodynamics on modern architectures

*細野 七月[1,2]、古市 幹人[1] (1.海洋研究開発機構、2.理化学研究所 計算科学研究センター)

[STT47-P03] Development of Monitoring and Forecasting Methods for Crustal Activity Utilizing Large-Scale High-Fidelity Finite Element Simulations with 3D Heterogeneous Medium

*堀 高峰[1]、市村 強[2]、藤田 航平[2]、山口 拓真[2]、縣 亮一郎[1]、飯沼 卓史[1] (1.独立行政法人海洋研究開発機構・地震津波海域観測研究開発センター、2.東京大学・地震研究所)

Prototype of Green’s function library for geodetic slip inversion based on an integrated velocity structure model of Japan

*縣 亮一郎[1]、市村 強[2,3,4]、藤田 航平[2,3]、山口 拓真[2]、飯沼 卓史[1]、堀 高峰[1]
*Ryoichiro Agata[1], Tsuyoshi Ichimura[2,3,4], Kohei Fujita[2,3], Takuma Yamaguchi[2], Takeshi Iinuma[1], Takane Hori[1]

1. 海洋研究開発機構、2. 東京大学 地震研究所、3. 理化学研究所 計算科学研究センター、4. 理化学研究所 革新知能統合研究センター
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 3. Center for Computational Science, RIKEN, 4. Center for Advanced Intelligence Project, RIKEN

全球測位衛星システム(GNSS)や、GNSS-Acoustic技術などにより得られる陸域・海底の測地変位・速度データを用いた逆解析により、地震時・地震後・地震間のすべりやプレート間固着などの分布に対する情報を得ることが可能となる。広域に分布する測地点を逆解析に用いる場合に弾性不均質構造や地形の影響を考慮した測地逆解析を行うことの重要性が指摘されている(例えばIchimura et al. 2013, Kyriakopoulos et al. 2013)。一方で、これらの要素を考慮した地殻変動計算にくらべ半無限弾性体を用いた地殻変動計算はより簡便かつ少ない計算負荷で実行できるため、研究の場と国や自治体による被害推定の双方において、後者を用いた測地逆解析が現在でも一般的である。本研究では、測地逆解析に用いるグリーン関数ライブラリを、標準的な速度構造モデル（全国一次地下構造モデル（暫定版）(Koketsu et al. 2008)）に基づき構築することを試みる。グリーン関数の計算には、入力となる速度構造モデルに対して忠実なメッシュ生成が可能な手法と、高速かつスケーラブルな有限要素ソルバを導入する(Ichimura et al. 2014, 2016)。最終的な目標はライブラリを東北・房総・南海の三つの沈み込み帯地震震源域に対して整備することである。これにより多くの研究で、弾性不均質構造や地形の影響を考慮した計算が複雑な操作を抜きに導入できるようになることが期待される。現在、東北地方において試験的にグリーン関数の計算を行い、2011年東北地方太平洋沖地震の地震時すべり推定への適用を行っている(Iinuma et al.. 本大会)。発表当日には、ライブラリ作成のフレームワークの詳細とライブラリのプロトタイプについて示す。

キーワード：測地すべり逆解析、地殻変動、グリーン関数、有限要素法
Keywords: Geodetic slip inversion, Crustal deformation, Green's function, Finite element method

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The Smoothed Particle Hydrodynamics on modern architectures

*細野 七月[1,2]、古市 幹人[1]
*Natsuki Hosono[1,2], Mikito Furuichi[1]

1. 海洋研究開発機構、2. 理化学研究所 計算科学研究センター
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. RIKEN Center for Computational Science

Numerical simulations of large-scale disasters, e.g., tsunamis, are important because such phenomena are difficult to carry out laboratory experiments.
Amongst several candidates for the numerical method, a particle-based numerical simulation method which is named Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH) method is one of the most attractive methods.
In SPH, fluid is represented as a collection of hypothetical particles and governing equations for the fluid are converted into a sum of interactions between surrounding particles, which means that one SPH particle must interact with multiple numbers of particles.
This results in a large amount of memory access.

Note that architectures on which numerical simulations are performed are characterized by their B/F value, which is the ratio between the bandwidth and FLOPs.
For example, the B/F value for the post-K computer would be 0.5 and that for recent NVIDIA's GPUs is 0.1.
Note that the low-B/F value means that memory transfer limits the calculation speed.
Since SPH requires intensive memory access, a straightforward implementation of SPH on low-B/F architectures would result in low efficiency.
Hence, in order to effectively use such modern architectures, we need techniques to reduce the number of memory access in SPH.

In this work, we aimed at implementing an effective method to apply low B/F architectures to SPH.
We implemented the so-called ``multi-walk'' method to SPH.
The multi-walk method a method for particle-based methods to effectively use low B/F architectures.
We will report the predicted efficiency of our implementation on modern architectures, such as the K computer and NVIDIA GPUs.

キーワード：流体数値計算手法
Keywords: Numerical hydro dynamics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Development of Monitoring and Forecasting Methods for Crustal Activity Utilizing Large-Scale High-Fidelity Finite Element Simulations with 3D Heterogeneous Medium

*堀 高峰[1]、市村 強[2]、藤田 航平[2]、山口 拓真[2]、縣 亮一郎[1]、飯沼 卓史[1]
*Takane Hori[1], Tsuyoshi Ichimura[2], Kohei Fujita[2], Takuma Yamaguchi[2], Ryoichiro Agata[1], Takeshi Iinuma[1]

1. 独立行政法人海洋研究開発機構・地震津波海域観測研究開発センター、2. 東京大学・地震研究所
1. R&D Center for Earthquake and Tsunami, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

To analyze crustal activity in the Earth's interior, such as spatio-temporal variation in slip velocity on the plate interface including ordinary and slow earthquakes, we need to use the data observed mostly on the Earth's surface. If the data are limited on land that is far from the deformation sources, it would be enough to use simple model as elastic homogeneous half space. However, it is becoming intrinsic to consider 3D heterogeneous structure of the interior, especially in subduction zones, since we can obtain dense surface deformation data on land and partly on the seafloor. Thus, to fully utilize such fruitful data, it is necessary to develop physics-based data analysis methods including (1) a structural model with the 3D geometry of the plate interface and the material properties such as elasticity and viscosity, (2) calculation codes for crustal deformation and seismic wave propagation using (1), (3) inverse analysis or data assimilation codes both for structure and fault slip using (1) and (2). To accomplish this, it is at least necessary to develop highly reliable large-scale simulation code to calculate crustal deformation and seismic wave propagation for 3D heterogeneous structure. Unstructured finite element (FE) non-linear seismic wave simulation code has been developed (Ichimura et al. [2015]). This achieved physics-based urban earthquake simulation enhanced by 1.08 T DOF x 6.6 K time-step. A high-fidelity FE simulation code with mesh generator has also been developed to calculate crustal deformation in and around Japan with complicated surface topography and subducting plate geometry for 1 km mesh (Ichimura et al. [2016]). This code has been improved for higher resolution in calculation of crustal deformation and achieved 2.05 T-DOF with 45 m resolution on the plate interface (Fujita et al. [2016]. This high-resolution analysis enables evaluation of change in the stress acting on the plate interface. For inverse analyses, a waveform inversion code for modelling 3D crustal structure has been developed (Ichimura et al. [2017]). Furthermore, such large-scale simulation codes have been implemented on a GPU cluster and analysis tools have been developed to estimate fault slip distribution with considering uncertainty in structural models (Yamaguchi et al. [2017a, 2017b]). Utilizing them, we are developing the data assimilation method for monitoring and forecasting the slip velocity variation on the plate interface with 3D heterogeneous structure.

キーワード：地震発生予測、不均質構造、高詳細
Keywords: Earthquake forecasting, 3D heterogeneous medium, High fidelity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 9:00 ~ 10:30 | A05 東京ベイ幕張ホール

[S-CG56] 海洋底地球科学

コンビーナ:沖野 郷子(東京大学大気海洋研究所)、座長:戸塚 修平、三澤 文慶

海洋底は現在の地球上において最も活動的な場所です。海洋底で起こるさまざまな地学現象はプレートテクトニクスのみならず地球深部の構造やダイナミクス、さらに地球表層環境と密接な関わりがあります。また、海洋底には過去の環境変動の歴史や物質循環の記録が残されています。本セッションでは、”海洋底”というキーワードを含む研究成果の発表を海嶺系・沈み込み帯・ホットスポットなど地域によらず、地球物理学的・地球化学的・地質学的など研究分野によらず、観測的・実験的・理論的・技術開発的など研究手法によらず、幅広く歓迎します。多様な研究者が集い議論できる場として、新しい海洋底像を描き出すことを目標とします。
共同コンビーナ：田所敬一（名古屋大）、石塚治（産総研）、土岐知弘（琉球大）、高橋成実（JAMSTEC)

9:00 ~ 9:15

[SCG56-01] The restoration of precipitation record of iron hydroxide about seven years in Nagahama Bay, Satsuma Iwo-jima, Kagoshima.

*酒本 直弥[1]、清川 昌一[2] (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

9:15 ~ 9:30

[SCG56-02] 沖縄トラフごんどうサイトの海底下から得られた熱水性堆積物の鉱物学的・地球化学的特徴

*戸塚 修平[1]、石橋 純一郎[2]、島田 和彦[2]、池端 慶[3]、町山 栄章[4]、飯島 耕一[4]、山本 浩文[4]、熊谷 英憲[4]、池原 研[5]、山崎 徹[5]、高谷 雄太郎[6]、長瀬 敏郎[7]、Tindell Thomas[8]、米津 幸太郎[8]、多田 祐輝[8] (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3.筑波大学生命環境系、4.海洋研究開発機構海底資源研究開発センター、5.産業技術総合研究所、6.早稲田大学創造理工学部環境資源工学科、7.東北大学総合学術博物館、8.九州大学工学府地球資源システム工学専攻)

9:30 ~ 9:45

[SCG56-03] 中部沖縄トラフ熱水域の海底下に産する硫酸塩鉱物のストロンチウム同位体組成

堤 映日[1]、塚本 成[1]、島田 和彦[1]、*石橋 純一郎[1]、新城 竜一[2] (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2.琉球大学理学部)

9:45 ~ 10:00

[SCG56-04] 沖縄トラフ伊是名海穴における海底熱水系の数値モデリング

*冨田 昇平[1]、小池 克明[1]、後藤 忠徳[1]、鈴木 勝彦[2]、笠谷 貴史[2] (1.京都大学大学院工学研究科、2.海洋研究開発機構)

10:00 ~ 10:15

[SCG56-05] Electrical conductivity and spectral IP characteristics in the rock samples obtained in seafloor hydrothermal area and interpretation of them

*大田 優介[1]、後藤 忠徳[1]、小池 克明[1]、林 為人[1]、柏谷 公希[1]、多田井 修[3]、笠谷 貴史[2]、金松 敏也[2]、熊谷 英憲[2]、町山 栄章[2] (1.京都大学、2.海洋研究開発機構、3.マリン・ワーク・ジャパン)

10:15 ~ 10:30

[SCG56-06] 反射法地震探査による石垣島北方海域の地質構造

*三澤 文慶[1]、古山 精史朗[2,1]、佐藤 雅彦[3,1]、張 日新[1]、井上 卓彦[1]、荒井 晃作[1] (1.産業技術総合研究所地質情報研究部門、2.東京海洋大学、3.東京大学大学院理学系研究科)

The restoration of precipitation record of iron hydroxide about seven years in Nagahama Bay, Satsuma Iwo-jima, Kagoshima.

*酒本 直弥[1]、清川 昌一[2]
*Naoya Sakamoto[1], Shoichi Kiyokawa[2]

1. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Kyushu University

Satsuma Iwo-jima, located 38km south of Kyusyu island, Japan, is volcanic island in the northwestern rim of Kikai caldera. In Nagahama Bay the acidic mineral-rich hot springs cause various tonal changes of seawater. And oxidation of Fe^{2+} ions discolors the seawater into a reddish brown (Shigaura and Tazaki,.2001). This Bay is a semi-closed environment, iron hydroxide precipitation and deposition are likely to occur and precipitation rate of 33 cm/year. (Kiyokawa and Ueshiba, 2015). We restored the depositional record from10 m diameter and 1 m long acrylic plastic cores (total 50 core) that collected in Nagahama Bay from 2009 to 2018 (about 9 years). In this study, we revealed that the relationships precipitation of iron hydroxide and weather and seafloor environment in Nagahama Bay. the following studies were conducted: (a) Observation of sediment trap (CT image and observation of sediments using polarizing microscope and electronic microscope). (b) Meteorological observation and a survey of typhoon records in the past in Nagahama Bay. (c) Seafloor observation (Temperature in sediments and water pressure). By combining the sediment records in traps (34 Traps) from seven years from 2011, the stratigraphy of the total layer thickness of 5 m 70 cm was restored. From the CT image, it is divided into a high-density layer (iron hydroxide layer containing sand particles: 35 layers), a low-density layer (iron hydroxide layer: 28 layers), a high-density low-density alternate layer (7 layers) Seven thick high density - low density layer - high density low density alternate cycle was seen. Also, from the observation of smear slides and SEM, in the high-density layer, there are a structure in which iron hydroxide particles of about 100 μm aggregate to several μm, a volcanic glass of several tens to 200 μm, diatoms, the low-density layer mainly contains 50 nm of the iron hydroxide particles agglomerated to several μm in size. 37 typhoons approached or passed near Satsuma Iwo-Jima from June 2011 to September 2018. 17 of them were huge typhoons (Under 960hPa, over 30m/s). From meteorological data in Nagahama Bay, there were six Typhoon approached or passed between April 2018 and September 2018. When the typhoon passes south or west side of Satsuma Iwo-jima, it becomes south wind. The thick white layer was precipitated by the influence of the typhoon. So, the April to October the thick fine-grained sand layers and iron hydroxide layer precipitated due to typhoon. It is considered that fine-grained sand iron hydroxide alternating layers precipitaed in November to March without the influence of typhoon. When the typhoon passes south or west side of Satsuma Iwo-jima, it becomes south wind, Thick fine sand layer containing about 20 to 70% quartz and volcanic ash. Observed trap sediments, Trap sediments are composed iron hydroxide particles, and we consider that it is a chemical precipitation. The low-density layer excluding the high-density layer and the thickness of the alternating layer are recorded as iron hydroxide as the formation layer, and its layer thickness is 220 cm. The iron hydroxide accumulated on the Nagahama Bay (about 6000 m^2) in 7 years and it reached 13,200 m^3. As the interstitial water of this sediment is about 80%, the dry weight of iron hydroxide has reached 8,976 tons in seven years. And about 1282 tons of iron hydroxide were recorded in the formation every year in this Bay.

キーワード：薩摩硫黄島、水酸化鉄沈殿

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Satsuma Iwo-jima, precipitation of iron hydroxide

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

沖縄トラフごんどうサイトの海底下から得られた熱水性堆積物の鉱物学的・地球化学的特徴

Mineralogical and geochemical study of hydrothermal deposits beneath the seafloor at the Gondou field in the Okinawa Trough

*戸塚 修平[1]、石橋 純一郎[2]、島田 和彦[2]、池端 慶[3]、町山 栄章[4]、飯島 耕一[4]、山本 浩文[4]、熊谷 英憲[4]、池原 研[5]、山崎 徹[5]、高谷 雄太郎[6]、長瀬 敏郎[7]、Tindell Thomas[8]、米津 幸太郎[8]、多田 祐輝[8]
*Shuhei Totsuka[1], Jun-ichiro Ishibashi[2], Kazuhiko Shimada[2], Kei Ikehata[3], Hideaki Machiyama[4], Koichi Iijima[4], Hirofumi Yamamoto[4], Hidenori Kumagai[4], Ken Ikehara[5], Toru Yamasaki[5], Yutaro Takaya[6], Toshiro Nagase[7], Thomas Tindell[8], Kotaro Yonezu[8], Yuki Tada[8]

1. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3. 筑波大学生命環境系、4. 海洋研究開発機構海底資源研究開発センター、5. 産業技術総合研究所、6. 早稲田大学創造理工学部環境資源工学科、7. 東北大学総合学術博物館、8. 九州大学工学府地球資源システム工学専攻
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Sciences, Kyushu University, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Kyushu University, 3. Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, 4. Research and Development Center for Submarine Resources, JAMSTEC, 5. Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 6. Department of Resources and Environmental Engineering School of Creative Science and Enginerring, Waseda University, 7. Tohoku University Museum, 8. Department of Earth Resources Engineering, Faculty of Engineering, Kyushu University

ごんどうサイトは中部沖縄トラフ第三久米海丘の西麓に位置する熱水活動域である．Minami and Ohara (2017)によれば，熱水性チムニー・マウンドが集積したと考えられる地形が水深1330-1470 mの1400 m×400 mにわたる範囲に広がっていることが認められている．またIshikawa et al. (2016)によって，この海域から採取された熱水性鉱石が黄銅鉱に富んでいることが報告されている．これらの調査結果を受けて，2017年10～11月にSIP統合海洋資源調査システムJM17-04調査航海がJ-MARES（次世代海洋資源調査技術研究組合）によって実施され，ごんどうサイトのSouthern areaに当たる海域で海底設置型掘削装置を用いた掘削調査が行われた．本講演では，この掘削調査で得られた堆積物コア中に含まれていた硫化鉱物について，反射顕微鏡を用いた観察，X線回折による鉱物同定，EPMAを用いた鉱物化学組成分析などを行った解析結果を中心に報告する．

硫化鉱物が最も多く含まれていたSite GDUC06から得られた堆積物は，海底面より順に泥質堆積物，塊状～鉱染状硫化物，珪化岩からなっていた．上部の塊状硫化鉱は黒色を呈しており，主に閃亜鉛鉱，黄鉄鉱，方鉛鉱，重晶石から構成されている．これに対して下部の塊状硫化鉱は黄色を呈しており，主に黄鉄鉱，黄銅鉱，石英から構成されており，粘土鉱物も多く含んでいる．また珪化岩中の硫化鉱物としては黄鉄鉱が認められた．沖縄トラフで実施された熱水域海底下の掘削調査で，黒鉱鉱床の黒鉱と黄鉱に対比できる特徴をもった硫化物を含む層がそれぞれ数 m程度の厚みをもって見られたのは初めての例になる．

硫化鉱物の化学組成についても，黒鉱鉱床から報告されている値と比較できる値が得られた．閃亜鉛鉱のFe含有量は0.22-5.72 atm%であり，花岡鉱山の0.07-0.35 atm% (Shimazaki and Horikoshi, 1990)と近い．塊状硫化物層の上部で見られた四面銅鉱はいずれもTennantite端成分に近い大きなAs/(As+Sb)比を示し，またZn/Fe比も高かった．これらの硫化鉱物の化学組成は，鉱物生成時の化学環境を反映すると考えられており，今後の詳細な比較検討を進めたい．

謝辞
本研究は，内閣府総合科学技術・イノベーション会議によるSIP課題「次世代海洋資源調査技術」の一環として実施されたものです．本研究に用いた堆積物コア試料を提供いただいたJ-MARES(次世代海洋資源調査技術研究組合)に感謝します．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：海底熱水鉱床、背弧海盆
Keywords: Submarine hydrothermal deposits, Back-arc basin

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

中部沖縄トラフ熱水域の海底下に産する硫酸塩鉱物のストロンチウム同位体組成

Strontium isotope study of sulfate minerals obtained by scientific drilling from seafloor hydrothermal fields in the Okinawa Trough

堤 映日[1]、塚本 成[1]、島田 和彦[1]、*石橋 純一郎[1]、新城 竜一[2]
Akihi Tsutsumi[1], Naru Tsukamoto[1], Kazuhiko Shimada[1], *Jun-ichiro Ishibashi[1], Ryuichi Shinjo[2]

1. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2. 琉球大学理学部
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University, 2. Faculty of Science, University of Ryukyus

Since hydrothermal fields in the Okinawa Trough develop within sediment-rich geologic setting of a backarc rifting in the continental margin, significant fluid mineral interactions and fluid migrations are expected to occur within the sediment layer. We have demonstrated that pore fluid chemistry in the vicinity of active vents in these hydrothermal fields were represented by two distinctive components; one is entrained-seawater component and the other is hydrothermal component which has the same origin as the vent fluid. Sulfate minerals such as barite and anhydrite are known to occur abundantly in and around the hydrothermal fields, because they form by precipitation caused by encounter of these two components. Isotope ratios of Sr incorporated in these sulfate minerals would provide key information to understand these processes.
We studied barite and anhydrite occurred in sediment cores obtained from three hydrothermal fields, Aki Site at the Iheya North Knoll, Hakurei field at the Izena Hole and Gondou field at the western flank of Dai-san Kume Knol, in the mid-Okinawa Trough. The sediment cores were obtained by scientific drilling campaigns conducted in 2014, 2016 and 2017 under the framework of the Next-Generation Technology for Ocean Resources Exploration Project. Determination of Sr isotope ratios was conducted employing LA-ICP-MC-MS (laser ablation inductively couple plasma multi-collector mass spectrometry) technique, which enabled multi-point measurement of a single mineral crystal or mineral aggregate using a polished section. Using the same polished section, Sr/Ba ratio of barite or Sr/Ca ratio of anhydrite was determined by EPMA (electron probe micro analyzer) analysis.
Strontium isotope ratios of anhydrite in all three fields were close to that of the present-day seawater with a few exceptions. Strontium isotope ratios of barite showed wider ranges biased from that of the seawater. Higher $^{87}Sr/^{86}Sr$ ratios are recognized in Hakurei field while lower $^{87}Sr/^{86}Sr$ ratios in Aki site and Gondou field. Difference in Sr isotope ratio between barite and anhydrite is attributed to that barite precipitates from mixture of the hydrothermal fluid and seawater while anhydrite precipitates from heated-seawater. As supportive evidence for this idea, we confirmed Sr isotope ratio in the sediment core from Hakurei field agreed with the reported value of barite in an inactive chimney-shape sulfide/sulfate breccia had been collected. Occurrence of barite in limited layers whereas common occurrence of anhydrite in the sediment core would be attributed to a result of subseafloor migration of the hydrothermal fluid.

Acknowledgements
This study was conducted under the framework of the Next-Generation Technology for Ocean Resources Exploration Project, Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program (SIP) funded by the Japanese cabinet office. A part of the sediment cores used in this study were provided from J-MARES (Research and Development Partnership for Next Generation Technology of Marine Resources Survey).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：海底熱水活動、海底熱水鉱床、レーザーアブレーション同位体質量分析、海底下地殻内流体
Keywords: Seafloor hydrothermal activity, seafloor massive sulfide, LA-ICP-MC-MS, subseaflor fluid migration

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

沖縄トラフ伊是名海穴における海底熱水系の数値モデリング
Numerical modeling of seafloor hydrothermal system in the Izena Caldron, Okinawa Trough

*冨田 昇平[1]、小池 克明[1]、後藤 忠徳[1]、鈴木 勝彦[2]、笠谷 貴史[2]
*Shohei Albert Tomita[1], Katsuaki Koike[1], Tada-nori Goto[1], Katsuhiko Suzuki[2], Takafumi Kasaya[2]

1. 京都大学大学院工学研究科、2. 海洋研究開発機構
1. Graduate School of Engineering, Kyoto University, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Regional heat flow measurements in the Izena Caldron and detailed heat flow measurements in the Jade hydrothermal field situated on the NE slope of the Izena Caldron were conducted by Kinoshita et al. (1997). They clarified that an enormous heat flow variation (10^{-1} to 10^{2}W/m^2) in the Jade site. In addition, near the Jade black smoker, the heat flow varies from >30W/m^2 at a hydrothermally altered area to 1.7W/m² within 100m distance from it. From large-scale heat flow measurements, 500m-wide rectangular zone (hereinafter called “Corridor”) with high heat flow (>1W/m^2) along the NE suggests the existence of linear heat source under the Corridor. In the research cruise of CK16-05, drilling and temperature measurements using Thermo Label were conducted in the Hakurei site, hydrothermal area of southern part in the Izena Caldron, and high temperature over 290℃ was measured at C9026. Although many heat flow data were obtained in the Izena Caldron, no heat flow data was obtained in the Hakurei site. Therefore, in this study, we conducted dense heat flow survey at 11 points with 550m measurement length and 50m measurement interval along EW direction in the Hakurei site in the research cruise of KM18-08C in September 2018. Moreover, we conducted a numerical simulation of multi-phase fluid flow using TOUGH2 to reveal distribution of physical properties and hydrothermal fluid flow pattern in the seafloor hydrothermal systems in a back-arc basin.
Heat flow value is calculated as the product of temperature gradient and thermal conductivity. In this study, we obtained temperature gradient values on the seafloor using a stand-alone heat flow (SAHF) meter operated by ROV. In the simulation, the size of study area was defined as 4.8×5.6×1.7 km and the seafloor was set as the top boundary where the temperature and pressure were fixed at 4 ℃ and hydrostatic condition, respectively. As the initial condition, we assigned the hydrostatic pressure, the average thermal gradient 0.16 ℃/m around the Izena Cauldron except for the hydrothermal area, and physical rock properties by referring to the borehole data. The values of discharge rate, mass in rate, and permeability (k) were adjusted appropriately through trial and error. As the geologic settings, we set conduits with $k = 1.0\times10^{-13}$m^2 under the discharge area of Jade and Hakurei sites and fault with k=3.0×10^{-14}m^2 under the Corridor along the vertical direction from bottom to surface, to realize the vertical flow of hydrothermal fluids from the deep part. In addition, caprock with k= 1.0×10^{-16}m^2 was located near the surface to generate the lateral hydrothermal fluid flow. Other places were set as volcanic rock with k= 1.0×10^{-14}m^2. Under these conditions, we simulated a natural state condition.
From heat flow measurements, we clarified very high heat flow (76W/m^2) at a 150m west site covered by mud from C9027, which suggests an existence of hydrothermal fluid flow beneath the seafloor at shallow part. In other places, the heat flow was varied from 3 to 12W/m^2. Through the simulation, a plausible large-scale temperature distribution and flow pattern were obtained. In terms of heat flow, by comparing the calculated and measured values along the Corridor and Hakurei site, the calculated values were conformed to correspond well with the measured values. According to the sensitivity analysis, the importance of caprock and conduit in the seafloor hydrothermal system was revealed. By a model without the conduit, the hydrothermal fluids did not ascend to the seafloor along the vertical direction and the

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

tendency of measured heat flux could not be reproduced. Furthermore, by a model without caprock, heat cannot be preserved because it flows in all directions and the calculated heat flux did not accord with the observed flux. Consequently, the location and physical properties of the conduit and caprock were identified as the critical control factors on the accuracy of hydrothermal fluid flow simulation.

キーワード：伊是名海穴、数値シミュレーション、海底熱水系、TOUGH2、熱流量
Keywords: Izena Caldron, Numerical simulation, Seafloor hydrothermal system, TOUGH2, Heat flux

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Electrical conductivity and spectral IP characteristics in the rock samples obtained in seafloor hydrothermal area and interpretation of them

*大田 優介[1]、後藤 忠徳[1]、小池 克明[1]、林 為人[1]、柏谷 公希[1]、多田井 修[3]、笠谷 貴史[2]、金松 敏也[2]、熊谷 英憲[2]、町山 栄章[2]
*Yusuke Ohta[1], Tada-nori Goto[1], Katsuaki Koike[1], Weiren Lin[1], Koki Kashiwaya[1], Tadai Osamu[3], Takafumi Kasaya[2], Toshiya Kanamatsu[2], Hidenori Kumagai[2], Hideaki Machiyama[2]

1. 京都大学、2. 海洋研究開発機構、3. マリン・ワーク・ジャパン
1. Kyoto University, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. Marine Works Japan

Various geophysical explorations have recently been conducted in the seafloor hydrothermal field to estimate the scale of the seafloor massive sulfide. However, information obtained from geophysical exploration is limited. Therefore, in order to interpret the geological information under the seafloor based on the results of the geophysical exploration, it is necessary that the detailed analysis is carried out on hard-rock and sediment samples obtained on the surface and the lower of the seafloor, for comparing their features with results of geophysical exploration. In this study, we obtained rock samples in several hydrothermal fields; then we measured various physical properties and analyzed the chemical compositions, and we also investigated their relationship. As for physical properties, in particular, electric conductivity and spectral IP characteristics were investigated in detail. In samples with high electrical conductivity, some sulfide minerals, known to have high conductivity, were found to be contained. In spectral IP, some samples having a plurality of frequencies causing a peak in the phase difference of the voltage across the sample was observed. It is thought that this is due to the mixture of a plurality of sulfide minerals having different average particle sizes. In fact, in this study, we succeeded in reproducing the frequency characteristics of the sample by the rock physics model we constructed, assuming such characteristics. In the future work, we will study the consistency of the phenomena observed in this research and our new rock physics model through experiments on artificial samples using plural sulfide minerals of different particle sizes and types.

キーワード：電気伝導度、IP効果
Keywords: Electrical conductivity, Spectral IP

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

反射法地震探査による石垣島北方海域の地質構造
Geological structure north offshore Ishigaki-Jima estimated from seismic reflection survey

*三澤 文慶[1]、古山 精史朗[2,1]、佐藤 雅彦[3,1]、張 日新[1]、井上 卓彦[1]、荒井 晃作[1]
*Ayanori Misawa[1], Seishiro Furuyama[2,1], Masahiko Sato[3,1], Jih-Shin Chang[1], Takahiko Inoue[1], Kohsaku Arai[1]

1. 産業技術総合研究所地質情報研究部門、2. 東京海洋大学、3. 東京大学大学院理学系研究科
1. Geological Survey of Japan, AIST, 2. Tokyo University of Marine Science and Technology, 3. The University of Tokyo

産業技術総合研究所では2018年8月に石垣島北方海域にて，海洋資源探査船「白嶺」（石油天然ガス・金属鉱物資源機構所有）を用いて海洋地質調査を実施した．本航海では海底下地質構造の把握を行うために，反射法地震探査，マルチビーム音響測深装置を用いた海底地形調査，船上重力計を用いた重力異常観測，およびセシウム磁力計を用いた磁気異常観測を行った．本発表では，本航海で得られた反射法音波探査・海底地形・重磁力データをもとに石垣島北方海域の背弧側斜面域および沖縄トラフ域の海底下地質構造を報告する．

背弧側斜面域では2面の不整合面を認定し，堆積層を3層に区分した．背弧側斜面域では多数の正断層が発達し，海底地形にて東北東一西南西走向のリニアメントとして明瞭に認められる．これらの正断層は沖縄トラフの背弧リフティングに伴う伸張力の関与が示唆される．また，背弧海盆にあたる沖縄トラフの堆積層は1面の不整合面を認定し，2層に区分される．石垣海丘群から西方に向かって無数の東北東一西南西走向の正断層が認められる．正断層の発達に伴い凹地状の地形をなし，東北東一西南西方向のリニアメントを形成されている．この凹地状地形を形成する正断層は海底地形にも明瞭に現れているため，新しい構造と考えられる．

本発表では石垣島周辺海域での最新の調査結果を報告し，石垣島北方海域で観測された凹地状構造の成因について議論する．

キーワード：琉球弧、石垣島、沖縄トラフ、正断層、海底火山
Keywords: Ryukyu Arc, Ishigaki-Jima, Okinawa Trough, Normal fault, submarine volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 10:45 ~ 12:15 | A05 東京ベイ幕張ホール

[S-CG56] 海洋底地球科学

コンビーナ:沖野 郷子(東京大学大気海洋研究所)、座長:浅見 慶志朗、田中 えりか

海洋底は現在の地球上において最も活動的な場所です。海洋底で起こるさまざまな地学現象はプレートテクトニクスのみならず地球深部の構造やダイナミクス、さらに地球表層環境と密接な関わりがあります。また、海洋底には過去の環境変動の歴史や物質循環の記録が残されています。本セッションでは、”海洋底”というキーワードを含む研究成果の発表を海嶺系・沈み込み帯・ホットスポットなど地域によらず、地球物理学的・地球化学的・地質学的など研究分野によらず、観測的・実験的・理論的・技術開発的など研究手法によらず、幅広く歓迎します。多様な研究者が集い議論できる場として、新しい海洋底像を描き出すことを目標とします。共同コンビーナ：田所敬一（名古屋大）、石塚治（産総研）、土岐知弘（琉球大）、高橋成実（JAMSTEC)

10:45 ~ 11:00

[SCG56-07] The first report of the evidence for hydrothermal activity in old oceanic plate

*浅見 慶志朗[1]、町田 嗣樹[2]、平野 直人[3]、小木曽 哲[4]、加藤 泰浩[1,2] (1.東京大学大学院工学系研究科 システム創成学専攻、2.千葉工業大学 次世代海洋資源研究センター、3.東北大学 東北アジア研究センター、4.京都大学大学院 人間・環境学研究科)

11:00 ~ 11:15

[SCG56-08] X線CTによる遠洋性粘土中の堆積構造および生物源アパタイト分布の観察

*臼井 洋一[1]、飯島 耕一[1]、町山 栄章[1]、市山 祐司[2,1]、田中 えりか[3]、藤永 公一郎[4,3]、安川 和孝[3,4] (1.海洋研究開発機構、2.千葉大学、3.東京大学、4.千葉工業大学)

11:15 ~ 11:30

[SCG56-09] 南鳥島EEZの拓洋第5海山東方海域におけるレアアース泥の地球化学的特徴と分布状況

*藤永 公一郎[1,2]、安川 和孝[3,1]、野崎 達生[4,2,1,5]、町田 嗣樹[1,2]、高谷 雄太郎[6,2,1]、大田 隼一郎[1,2]、矢野 萌生[3]、下村 遼[3]、田中 えりか[3]、見邨 和英[3]、堀之内 航一[3]、松本 賢治[3]、臼井 洋一[4]、山本 浩文[4]、中村 謙太郎[3]、加藤 泰浩[2,3,1]、KM17-14C航海 乗船者一同 (1.千葉工業大学 次世代海洋資源研究センター、2.東京大学 大学院工学系研究科 エネルギー・資源フロンティアセンター、3.東京大学 大学院工学系研究科 システム創成学専攻、4.海洋研究開発機構、5.神戸大学 大学院理学研究科 惑星学専攻、6.早稲田大学 創造理工学部 環境資源工学科)

11:30 ~ 11:45

[SCG56-10] Extended lateral correlation of deep-sea sediments around the Minamitorishima EEZ based on downhole variation of bulk chemical composition

*田中 えりか[1]、中村 謙太郎[1]、安川 和孝[1,2]、藤永 公一郎[2]、飯島 耕一[3]、町田 嗣樹[2]、加藤 泰浩[1,2] (1.東京大学・工学系研究科、2.千葉工業大学・次世代海洋資源研究センター、3.海洋研究開発機構)

11:45 ~ 12:00

[SCG56-11] オントンジャワ海台周辺海盆のテクトニクス

*中西 正男[1]、清水 祥伽[2]、末次 大輔[3]、佐野 貴司[4] (1.千葉大学大学院理学研究院 地球科学研究部門、2.千葉大大学院融合理工学府　地球生命圏科学専攻、3.国立研究開発法人　海洋研究開発機構　地球深部ダイナミクス研究分野、4.国立科学博物館　地学研究部)

12:00 ~ 12:15

[SCG56-12] The Cretaceous Normal Superchron: records from the Pacific, Indian and Atlantic oceanic crust

*島 伸和[1,2]、Jerome Dyment[3]、佐藤 太一[4,5]、Yves Gallet[6]、沖野 郷子[7]、Roi Granot[8]、野木 義史[9]、望月 伸竜[10]、山崎 俊嗣[7] (1.神戸大学大学院理学研究科惑星学専攻、2.神戸大学海洋底探査センター 、3.Institut de Physique du Globe de Paris、4.産業技術総合研究所地質情報研究部門、5.The Institute for Geoscience Research (TIGeR), Curtin University 、6.French Centre National de la Recherche Scientifique、7.東京大学

大気海洋研究所、8.Department of Geological and Environmental Sciences, Ben-Gurion University、9.国立極地研究所、10.熊本大学大学院先導機構)

The first report of the evidence for hydrothermal activity in old oceanic plate

*浅見 慶志朗[1]、町田 嗣樹[2]、平野 直人[3]、小木曽 哲[4]、加藤 泰浩[1,2]
*Keishiro Azami[1], Shiki Machida[2], Naoto Hirano[3], Tetsu Kogiso[4], Yasuhiro Kato[1,2]

1. 東京大学大学院工学系研究科 システム創成学専攻、2. 千葉工業大学 次世代海洋資源研究センター、3. 東北大学 東北アジア研究センター、4. 京都大学大学院 人間・環境学研究科
1. Department of System Innovation, School of Engineering, The University of Tokyo, 2. Ocean Resources Research Center for Next Generation, Chiba Institute of Technology, 3. Center for Northeast Asian Studies, Tohoku University, 4. Graduate School of Human and Environmental Studies, Kyoto University

A petit-spot monogenic volcano erupted on flexural part of lithosphere are reported from the world ocean [1]. Many of studies about petrology, geochemistry and geochronology of petit-spot volcanos had been done to understand their origin and nature of the asthenosphere. However, there has not been any studies about hydrothermal activity because nobody has ever observed in-situ eruption of petit-spot volcanos. As petit-spot volcanic activity ubiquitously occurs in the world ocean despite its small volume, the hydrothermal activity in petit-spot volcanos must be an important process for metal flux from seafloor to ocean.

During the cruise KS-18-9 of *R/V Shinsei-maru* in August 2018, we collected some ferromanganese oxides by dredge in offshore of Fukushima prefecture where simultaneously corrected basalts show youngest eruption in previously reported petit-spot volcanoes of NW Pacific (i.e. very few alteration of glass). The metal luster and massive texture of the ferromanganese oxides are typical features of hydrothermal origin. Hence, we defined geochemical and mineralogical features of the ferromanganese oxides using (μ)XRF, ICP-MS and XRD.

Based on the ternary plot of (Ce + Y + Zr) vs. (Ni + Cu) vs. (Mn + Fe), all samples are plotted into the area of hydrothermal origin[2]. REE patterns show negative Ce anomaly and low REE content which are character of hydrothermal origin[3] besides low La/Lu ratio as low temperature hydrothermal deposits rather than high temperature (~ 350 ℃) hydrothermal deposits. The samples contain 7 Åmanganate (birnessite), quartz, plagioclase and smectite. 7 Åmanganate indicates low temperature hydrothermal activity[4] as well. As the petit-spot volcanic activity is unique heat source for hydrothermal activity at the old oceanic plate (approximately 130 Ma). Otherwise, the hydrogenetic rim of some samples which are characterized by vernadite and enrichment of Cu and Ni implies cessation of the hydrothermal activity.

This is the first report of the presence of hydrothermal activity on an old oceanic plate in NW Pacific. The hydrothermal activity possibly occurred on the foot of petit-spot knolls because hydrothermal vents and mounds, and ferromanganese samples showing sign of hydrothermal have never been found during dives of submersible *SHINKAI 6500*[5], which explore along the slope of the knoll. Petit-spot volcanoes must be more simple hydrothermal system than others because of simple heat supply from a monogenetic eruption. Hence, it is the most suitable example to understand a complete process of single hydrothermal circulation. Detailed investigations by submersible *SHINKAI 6500* are highly required to define the hydrothermal system and the metal flux from petit-spot to ocean in the future.

References

1. Hirano, 2017. *Chigaku Zasshi*
2. Josso et al., 2017. *Ore Geol Rev.*
3. Bau et al., 2014. *Chem. Geol.*
4. Usui et al., 1989. *Mar. Geol.*

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

5. Azami et al., 2018. *Chem. Geol.*

キーワード：プチスポット火山、鉄マンガン酸化物、熱水活動
Keywords: Petit-spot volcano, Ferromanganese oxide, Hydrothermal activity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

X線CTによる遠洋性粘土中の堆積構造および生物源アパタイト分布の観察

X-ray computed tomography characterization of the distribution of biogenic apatite and sedimentary structures in pelagic clay around Minamitorishima Island, western North Pacific

*臼井 洋一[1]、飯島 耕一[1]、町山 栄章[1]、市山 祐司[2,1]、田中 えりか[3]、藤永 公一郎[4,3]、安川 和孝[3,4]
*Yoichi Usui[1], Koichi Iijima[1], Hideaki Machiyama[1], Yuji Ichiyama[2,1], Erika Tanaka[3], Koichiro Fujinaga[4,3], Kazutaka Yasukawa[3,4]

1. 海洋研究開発機構、2. 千葉大学、3. 東京大学、4. 千葉工業大学
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Chiba University, 3. The University of Tokyo, 4. Chiba Institute of Technology

遠洋性粘土は肉眼で確認できる堆積構造をほとんど持っていないため、岩相分類はしばしば困難である。近年、いくつかの遠洋性粘土中で、生物源アパタイト含有量に大きな変動が見つかっている。アパタイトは粘土基質より密度が高いため、その分布を物性測定により検出し、堆積構造を推定することができる可能性がある。さらに、遠洋性粘土中の生物源アパタイトにはレアアース元素が濃集しているため、アパタイトの分布の把握は資源探査にも重要である。本研究では、南鳥島周辺で採取されたピストンコアを対象に、非破壊X線CTによる密度推定と化学分析結果とを比較する。X線CTより推定された堆積物密度の深度プロファイルは、密度の直接測定結果およびガンマ線減衰とよく一致した。また、密度とレアアース元素およびリン含有量には正の相関があった。さらに、X線CT画像から、堆積構造とアパタイトの分布が明らかになった。例えば、生物擾乱が盛んな層準ではアパタイトは30cm以上鉛直方向に輸送されている一方、擾乱が穏やかな層準ではアパタイト濃集層が10cm以下の厚さである様子が見られた。こうした特徴は、肉眼でのコア観察や化学分析では見過ごされる可能性がある。したがって、遠洋性粘土に対するX線CTは、堆積構造やアパタイトおよびレアアース元素の分布を把握するために有用である。

キーワード：遠洋性粘土、X線CT、堆積構造
Keywords: pelagic clay, X-ray CT, sedimentary structures

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南鳥島EEZの拓洋第5海山東方海域におけるレアアース泥の地球化学的特徴と分布状況

Geochemistry and distribution of REY-rich mud in the eastern off the Takuyo-Daigo Seamount within the Minamitorishima EEZ

*藤永 公一郎[1,2]、安川 和孝[3,1]、野崎 達生[4,2,1,5]、町田 嗣樹[1,2]、高谷 雄太郎[6,2,1]、大田 隼一郎[1,2]、矢野 萌生[3]、下村 遼[3]、田中 えりか[3]、見邨 和英[3]、堀之内 航一[3]、松本 賢治[3]、臼井 洋一[4]、山本 浩文[4]、中村 謙太郎[3]、加藤 泰浩[2,3,1]、KM17-14C航海 乗船者一同

*Koichiro Fujinaga[1,2], Kazutaka Yasukawa[3,1], Tatsuo Nozaki[4,2,1,5], Shiki Machida[1,2], Yutaro Takaya[6,2,1], Junichiro Ohta[1,2], Moei Yano[3], Ryo Shimomura[3], Erika Tanaka[3], Kazuhide Mimura[3], Koichi Horinouchi[3], Kenji Matsumoto[3], Yoichi Usui[4], Hirofumi Yamamoto[4], Kentaro Nakamura[3], Yasuhiro Kato[2,3,1], KM17-14C cruise members

1. 千葉工業大学 次世代海洋資源研究センター、2. 東京大学 大学院工学系研究科 エネルギー・資源フロンティアセンター、3. 東京大学 大学院工学系研究科 システム創成学専攻、4. 海洋研究開発機構、5. 神戸大学 大学院理学研究科 惑星学専攻、6. 早稲田大学 創造理工学部 環境資源工学科

1. Ocean Resources Research Center for Next Generation, Chiba Institute of Technology, 2. Frontier Research Centerfor Energy and Resources, School of Engineering, The University of Tokyo, 3. Department of Systems Innovation, School of Engineering, The University of Tokyo, 4. Japan Agencyfor Marine-Earth Science and Technology, 5. Department of Planetology, Graduate Schoolof Science, Kobe University, 6. Department of Resources and Environmental Engineering School of Creative Science and Engineering, Waseda University

In 2013, we discovered deep-sea sediment containing 400 –8,000 ppm of total rare-earth elements and yttrium (REY), which was termed “REY-rich mud”, within the Japanese exclusive economic zone (EEZ) around the Minamitorishima Island (Kato et al., 2013; Iijima et al., 2016; Fujinaga et al., 2016; Ohta et al., 2016; Nakamura et al., 2016; Takaya et al., 2018; Yasukawa et al., 2018). To clarify the mineralogical/chemical characteristics and distribution of the REY-rich mud in the Minamitorishima EEZ, we conducted nine research cruises over five years. During the KM17-14C cruise by *R/V KAIMEI* from December 16th, 2017 to January 7th, 2018, we investigated the distribution of the REY-rich mud in the eastern off the Takuyo-Daigo Seamount within the Minamitorishima EEZ, one of the most promising areas for REY-rich mud development. We collected five sediment cores by piston/gravity coring, and implemented bulk chemical analyses by using inductively coupled plasma quadrupole mass spectrometry (ICP-QMS) for trace and rare-earth elements, and X-ray fluorescence (XRF) for major elements. In this presentation, we report the sedimentological and geochemical features of the deep-sea sediments including REY-rich mud, and discuss the distribution of the REY-rich mud in the eastern off the Takuyo-Daigo Seamount.

キーワード：レアアース、レアアース泥、深海堆積物、南鳥島、海底鉱物資源

Keywords: rare earth elements and yttrium (REY), REY-rich mud, deep-sea sediment, Minamitorishima Island, deep-sea mineral resources

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Extended lateral correlation of deep-sea sediments around the Minamitorishima EEZ based on downhole variation of bulk chemical composition

*田中 えりか[1]、中村 謙太郎[1]、安川 和孝[1,2]、藤永 公一郎[2]、飯島 耕一[3]、町田 嗣樹[2]、加藤 泰浩[1,2]
*Erika Tanaka[1], Kentaro Nakamura[1], Kazutaka Yasukawa[1,2], Koichiro Fujinaga[2], Koichi Iijima[3], Shiki Machida[2], Yasuhiro Kato[1,2]

1. 東京大学・工学系研究科、2. 千葉工業大学・次世代海洋資源研究センター、3. 海洋研究開発機構
1. School of Engineering, The University of Tokyo, 2. ORCeNG, Chiba Institute of Technology, 3. JAMSTEC

Deep-sea sediments extremely enriched in rare-earth elements and yttrium (REY), showing up to 8,000 ppm of total REY concentration (ΣREY), exist within the Japanese exclusive economic zone (EEZ) near Minamitorishima Island in the western North Pacific Ocean [1, 2]. These deposits have stimulated interest as a new and highly promising mineral resource for REY. However, the number, occurrence depth and maximum ΣREY content of these REY-enriched layers appear to be quite variable, which makes it difficult to directly compare REY content peaks in different cores, and to investigate the geological factors controlling their formation and distribution.

Based on a careful consideration of a large geochemical dataset, we have recently recognized that deep-sea sediments within the Minamitorishima EEZ can be divided into nine types of stratigraphic layers, including three distinct REY peaks, with characteristic chemical compositions [3]. These layers deposited in a specific sequence and have lateral continuity in the Minamitorishima EEZ [3], which enables us to correlate the REY peaks in different cores.

In this study, we newly applied the chemostratigraphy to the piston core samples around the Minamitorishima EEZ collected by the MR16-07 cruise. The multi-elemental analysis suggests that the chemostratigraphy spreads out of the Minamitorishima EEZ and reaches at least ~500 km southeast of Minamitorishima Island.

References

[1] Iijima et al. (2016) Geochemical Journal, 50, 557–573.

[2] Takaya et al. (2018) Scientific Reports, 8, 1–8.

[3] Tanaka et al., submitted to Ore Geology Reviews.

キーワード：レアアース泥、化学層序、南鳥島、遠洋性堆積物
Keywords: REY-rich mud, chemostratigraphy, Minamitorishima Island, pelagic clay

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

オントンジャワ海台周辺海盆のテクトニクス
Tectonics of the abyssal basins surrounding the Ontong Java Plateau

*中西 正男[1]、清水 祥伽[2]、末次 大輔[3]、佐野 貴司[4]
*Masao Nakanishi[1], Shoka Shimizu[2], Daisuke Suetsugu[3], Takashi Sano[4]

1. 千葉大学大学院理学研究院 地球科学研究部門、2. 千葉大大学院融合理工学府　地球生命圏科学専攻、3. 国立研究開発法人　海洋研究開発機構　地球深部ダイナミクス研究分野、4. 国立科学博物館　地学研究部
1. Department of Earth Sciences, Graduate School of Science, Chiba University, 2. Department of Earth Sciences, Graduate School of Science and Technology, Chiba University, 3. Department of Deep Earth Structure and Dynamics Research, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 4. Department of Geology and Paleontology, National Museum of Nature and Science

We present the tectonics of the abyssal basins that abut the Ontong Java Plateau using the resent geophysical investigations.

Ontong Java Plateau (OJP) is the largest of the major oceanic plateaus in the Pacific Ocean basin. OJP rises about 2 km above the surrounding deep ocean floor and has an area within the 4.5 km contour of about 1.8 x 10^6 km^2. A depth to the Moho discontinuity is more than 30 km (Gladczenko, 1994; Miura et al., 2004). The evidences from drilling samples indicate that most of the OJP formed rapidly about 122 Ma at mid-southern latitude in the Pacific Basin (Mahoney et al., 1993; Tejada et al., 1996, 2002). The widely accepted hypothesis of the formation of OJP is an emergence of a plume head (e.g., Coffin and Eldholm, 1993; Neal et al., 1997). The competing hypotheses are the mantle upwelling as the result of bolide impact (Ingle and Coffin, 2004) and the entrainment of dense fertile mantle by rapid seafloor spreading (Korenaga, 2005). Taylor (2006) proposed that the Ontong Java Plateau formed as a single large volcanic province together with the Manihiki and Hikurangi plateaus ca. 120 Ma, called Ontong Java Nui (Chandler et al., 2012). The OJP formation has been a major enduring problem of marine geology over the past more than 40 years. For settlement of the argument about the OJP formation, the tectonic setting of the abyssal basins around the OJP must be revealed.

Abyssal basins are contiguous withthe OJP: the Lyra Basin to the west, the East Mariana and Pigafetta basins to the north, the Nauru Basin to the northeast, and the Stewart and Ellice basins to the southeast. Tectonic histories of the Nauru, East Mariana, and Pigafetta basins, were revealed using the Mesozoic magnetic anomaly lineations (Nakanishi et al., 1992). Those of Lyra and Stewart basins are, however, still unknown because of lack of magnetic anomaly lineations.In at least three of these basins, the Nauru, East Mariana, and Pigafetta, Lower Cretaceous flood basalts overlie older oceanic crust (Abrams et al., 1993; Shipley et al., 1993; Nakanishi and Winterer, 1998).

To expose the tectonics of the abyssal basins around OJP, we conducted geophysical investigation in Nauru, Ellice, Stewart, and Lyra basins by R/Vs *Mirai*, *Kairei*, and *Hakuho-maru*. Our geomagnetic measurement western margin of Nauru Basin exposes the extension of magnetic anomaly lineations identified in Nauru Basin by Nakanishi et al. (1992). Our geophysical investigation in the Stewart Basin show the northeast-southwest rifting in the formation of the basin.

キーワード：オントンジャワ海台、海台、太平洋プレート
Keywords: Ontong Java Plateau, oceanic plateau, Pacific Plate

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The Cretaceous Normal Superchron: records from the Pacific, Indian and Atlantic oceanic crust

*島 伸和[1,2]、Jerome Dyment[3]、佐藤 太一[4,5]、Yves Gallet[6]、沖野 郷子[7]、Roi Granot[8]、野木 義史[9]、望月 伸竜[10]、山崎 俊嗣[7]
*Nobukazu Seama[1,2], Jerome Dyment[3], Taichi Sato[4,5], Yves Gallet[6], Kyoko Okino[7], Roi Granot[8], Yoshifumi Nogi[9], Nobutatsu Mochizuki[10], Toshitsugu Yamazaki[7]

1. 神戸大学大学院理学研究科惑星学専攻、2. 神戸大学海洋底探査センター 、3. Institut de Physique du Globe de Paris、4. 産業技術総合研究所地質情報研究部門、5. The Institute for Geoscience Research (TIGeR), Curtin University 、6. French Centre National de la Recherche Scientifique、7. 東京大学大気海洋研究所、8. Department of Geological and Environmental Sciences, Ben-Gurion University、9. 国立極地研究所、10. 熊本大学大学院先導機構
1. Department of Planetology, Kobe University, 2. KOBEC (Kobe Ocean-Bottom Exploration Center), Kobe University, 3. Institut de Physique du Globe de Paris, 4. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 5. The Institute for Geoscience Research (TIGeR), Curtin University , 6. French Centre National de la Recherche Scientifique, 7. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 8. Department of Geological and Environmental Sciences, Ben-Gurion University, 9. National Institute of Polar Research, 10. Priority Organization for Innovation and Excellence, Kumamoto University

The Cretaceous Normal Superchron (CNS) is a ~40 Myr-long period extending between Chrons M0 and 34 (~120-83 Ma) during which the geomagnetic field polarity remained normal, although the possibility of some short reversed-polarity events cannot be ruled out. Systematic variations of the geomagnetic paleointensity have been suggested based on a deep-tow magnetic profile acquired in the Central Atlantic Ocean and selected sea-surface magnetic profiles worldwide crossing the whole CNS (Granot et al., *Nat. Geo.*, 2012). According to these authors, three sub-periods separated by two ubiquitous markers, Q1 and Q2, show successively moderate (M0-Q2), very dynamic (Q2-Q1) and very smooth (Q1-C34) geomagnetic paleointensity fluctuations. Here, we extend this study by using two additional data sets: a deep-tow magnetic profile acquired across the central, most dynamic part of the CNS in the South-Western Indian Ocean, and a set of sea-surface magnetic anomalies collected across two parts of the CNS in the Northern Pacific Ocean. These data sets are complementary. The high resolution of the deep-tow profiles is hampered by their uniqueness, with the risk to interpret spurious local effects as paleointensity variations. To alleviate this risk, we try to assess the two-dimensional character of the magnetized sources by analyzing vector magnetic data acquired during the South-Western Indian Ocean deep-tow survey. The advantage of the sea-surface Northern Pacific Ocean survey is the multiple profiles that can be compared and eventually stacked for a better signal/noise ratio. Unfortunately, the oceanic crust created during the CNS in the Northern Pacific Ocean displays a lot of anomalous volcanic seamounts. Again, we assess the two-dimensional character of the magnetized sources by analyzing vector magnetic data to avoid the effect of these seamounts. Only sea-surface magnetic profiles in the Northern Pacific Ocean have been collected ~5 km above the magnetic basement that results in much lower spatial resolution to compare to the ~1 km of the deep-tow profiles in the other area. But, the half-spreading rate there is 60-70 km/Myr, whereas it is ~30 km/Myr in the South-Western Indian Ocean and ~20 km/Myr in the Central Atlantic Ocean. This means that the time resolution of the deep-tow profiles becomes only about twice better than that of these sea-surface profiles in the Northern Pacific Ocean. We combine these data to evaluate the previous hypothesis of three sub-periods with distinct paleointensity signature within the CNS, assess the existence of the Q1 and Q2 markers, and tentatively build a more reliable geomagnetic paleointensity variation of the CNS.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：白亜紀スーパークロン、古地球磁場変動、地磁気異常、海洋地殻
Keywords: Cretaceous Normal Superchron, Geomagnetic paleointensity variation, Marine geomagnetic anomalies, Oceanic crust

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 13:45 ~ 15:15 | A05 東京ベイ幕張ホール

[S-CG56] 海洋底地球科学

コンビーナ:沖野 郷子(東京大学大気海洋研究所)、座長:本荘 千枝、石川 直史

海洋底は現在の地球上において最も活動的な場所です。海洋底で起こるさまざまな地学現象はプレートテクトニクスのみならず地球深部の構造やダイナミクス、さらに地球表層環境と密接な関わりがあります。また、海洋底には過去の環境変動の歴史や物質循環の記録が残されています。本セッションでは、”海洋底”というキーワードを含む研究成果の発表を海嶺系・沈み込み帯・ホットスポットなど地域によらず、地球物理学的・地球化学的・地質学的など研究分野によらず、観測的・実験的・理論的・技術開発的など研究手法によらず、幅広く歓迎します。多様な研究者が集い議論できる場として、新しい海洋底像を描き出すことを目標とします。共同コンビーナ：田所敬一（名古屋大）、石塚治（産総研）、土岐知弘（琉球大）、高橋成実（JAMSTEC)

13:45 ~ 14:00

[SCG56-13] Offshore Postseismic Deformation of the 2011 Tohoku Earthquake Revisited: Application of an Improved GPS-Acoustic Positioning Method Considering Sloping Sound Speed Structure

*本荘 千枝[1]、木戸 元之[2]、富田 史章[3]、内田 直希[1] (1.東北大学理学研究科地震・噴火予知研究観測センター、2.東北大学災害科学国際研究所、3.北海道大学大学院理学院)

14:00 ~ 14:15

[SCG56-14] S-netを用いた海域総合解析

*内田 直希[1]、東 龍介[1]、石上 朗[1]、岡田 知己[1]、高木 涼太[1]、豊国 源知[1]、海野 徳仁[1]、太田 雄策[1]、佐藤 真樹子[1]、鈴木 秀市[1]、高橋 秀暢[1]、立岩 和也[1]、趙 大鵬[1]、中山 貴史[1]、長谷川 昭[1]、日野 亮太[1]、平原 聡[1]、松澤 暢[1]、吉田 圭佑[1] (1.東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター)

14:15 ~ 14:30

[SCG56-15] GNSS-A観測から検出した浅部スロースリップ

*石川 直史[1]、横田 裕輔[2] (1.海上保安庁海洋情報部、2.東京大学生産技術研究所)

14:30 ~ 14:45

[SCG56-16] Assessing strike-slip motion at the Shionomisaki Canyon along the Nankai oblique subduction zone using acoustic ranging system

*木戸 元之[1]、荒木 英一郎[2]、辻 健[3]、山本 龍典[4]、川田 佳史[1] (1.東北大学 災害科学国際研究所、2.海洋研究開発機構、3.九州大学工学研究院、4.東北大学大学院理学研究科)

14:45 ~ 15:00

[SCG56-17] Development of seafloor realtime observation network for crustal deformation in the Nankai Trough: tiltmeter installation

*荒木 英一郎[1]、横引 貴史[1]、木村 俊則[1]、西田 周平[1]、町田 祐弥[1]、小平 秀一[1] (1.海洋研究開発機構)

15:00 ~ 15:15

[SCG56-18] Calibration of the DONET pressure sensor network in the Nankai trough seismogenic zone using a mobile pressure gauge

*町田 祐弥[1]、西田 周平[1]、木村 俊則[1]、荒木 英一郎[1] (1.海洋研究開発機構)

Offshore Postseismic Deformation of the 2011 Tohoku Earthquake Revisited: Application of an Improved GPS-Acoustic Positioning Method Considering Sloping Sound Speed Structure

*本荘 千枝[1]、木戸 元之[2]、富田 史章[3]、内田 直希[1]
*Chie Honsho[1], Motoyuki Kido[2], Fumiaki Tomita[3], Naoki Uchida[1]

1. 東北大学理学研究科地震・噴火予知研究観測センター、2. 東北大学災害科学国際研究所、3. 北海道大学大学院理学院
1. Research Center for Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions, Graduate School of Science, Tohoku University, 2. International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University, 3. Graduate School of Science, Hokkaido University

One of the important issues on the GPS-acoustic (GPS-A) observation for sea bottom positioning is how to address the horizontal heterogeneity of the sound speed in oceans. We present an analysis method of GPS-A data in the presence of a sloping sound speed structure. By applying this method and revising the analysis scheme to make full use of existing data, we re-evaluated the horizontal postseismic deformations occurring ~1.5–5 years after the 2011 Tohoku earthquake. The revised horizontal movements have more uniform directions and rates between neighboring sites, suggesting enhancement of the array positioning accuracy. The revised displacement rate of the site on the incoming Pacific plate, located ~100 km northeast of the main rupture zone, was decreased significantly; it was only slightly, by 1.4 cm/year larger than the global motion of the Pacific plate, suggesting a relatively small effect of viscoelastic relaxation. The horizontal movements of the near-trench sites above the main rupture zone were generally landward and were significantly faster than the Pacific plate motion, indicating a viscoelastic relaxation of 5–10 cm/year. The distribution of the fast landward movements peaked near 38°N at an updip of the mainshock hypocenter and extended significantly farther to the north than to the south. This implies the existence of a secondary coseismic slip patch in the northern area in addition to a primary slip patch at ~38°N. The occurrence of episodic slow slip in early 2015 to the north of the main rupture zone was also verified from the GPS-A analyses.

キーワード：GPS-Acoustic observation、Postseismic deformation of the 2011 Tohoku earthquake
Keywords: GPS-Acoustic observation, Postseismic deformation of the 2011 Tohoku earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

S-netを用いた海域総合解析
Comprehensive analysis for the forearc structure and dynamics by using the S-net data

*内田 直希[1]、東 龍介[1]、石上 朗[1]、岡田 知己[1]、高木 涼太[1]、豊国 源知[1]、海野 徳仁[1]、太田 雄策[1]、佐藤 真樹子[1]、鈴木 秀市[1]、高橋 秀暢[1]、立岩 和也[1]、趙 大鵬[1]、中山 貴史[1]、長谷川 昭[1]、日野 亮太[1]、平原 聡[1]、松澤 暢[1]、吉田 圭佑[1]
*Naoki Uchida[1], Ryosuke Azuma[1], Akira Ishigami[1], Tomomi Okada[1], Ryota Takagi[1], Genti Toyokuni[1], Norihito Umino[1], Yusaku Ohta[1], Makiko Sato[1], Syuichi Suzuki[1], Hidenobu Takahashi[1], Kazuya Tateiwa[1], Dapeng Zhao[1], Takashi NAKAYAMA[1], Akira Hasegawa[1], Ryota Hino[1], Satoshi Hirahara[1], Toru Matsuzawa[1], Keisuke Yoshida[1]

1. 東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター
1. Research Center for Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions Graduate School of Science, Tohoku University

沈み込み帯研究のフロンティアである前弧の海域下において，防災科学技術研究所は新たに日本海溝海底地震津波観測網（S-net）を構築した．S-netは東北日本の太平洋側の海岸から約200kmの範囲を海溝直交方向に約30km，海溝平行方向に50-60km間隔でカバーする150点の海底観測点からなり，その速度と加速度の連続データが，2018年10月より2016年8月に遡って公開された．観測空白域に設置されたこの観測網は，沈み込み帯の構造およびダイナミクスの解明に風穴をあける可能性がある．本発表ではこの新しいデータを用いた最初の研究を紹介する．

まず，海底の速度計・加速度計の3軸の方向を，加速度計による重力加速度および遠地地震波形の振動軌跡を用いて推定した．その結果，2つの地震に伴って1°以上のケーブル軸周りの回転が推定されたが，それ以外には大きな時間変化は見られないことがわかった．また，センサーの方位は，5-10°の精度で推定できた．さらに得られた軸方向を用い，東西・南北・上下方向の波形を作成した（高木・他，本大会）．

海底観測に基づく震源決定で重要となる浅部の堆積層についての研究では，PS変換波を用いた推定により，ほとんどの観測点で，350-400mの厚さに相当する1.3 –1.4 秒のPS-P 時間が観測された．ただし，千島-日本海溝の会合部海側と根室沖の海溝陸側では，さらに堆積層が厚い可能性がある（東・他，本大会）．また，雑微動を用いた相関解析でも10秒以下の周期で1.5 km/s と0.3 km/sの2つの群速度で伝播するレイリー波が見られ，それぞれ堆積層と海水層にエネルギーを持つモードと推定された（高木・他，本大会）．さらに，近地地震波形の読み取りによっても，堆積層およびプレート構造の影響を明らかにすることができた．1次元および3次元速度構造から期待される走時との比較により，それぞれ陸域の地震の海溝海側での観測で3秒程度（岡田・他，本大会），海域の地震で場所により2秒程度（豊国・他，本大会）の走時残差が見られた．これらは，震源決定や地震波トモグラフィーの際の観測点補正などとして用いることができる（岡田・他，本大会; 豊国・他，本大会）．

もう少し深い上盤の速度構造もS-netのデータにより明らかとなった．遠地地震の表面波の到達時間の差を用いた位相速度推定では，20-50sの周期について3.6-3.9km/sの位相速度を得ることができた．これはRayleigh波の位相速度として妥当な値である．また，得られた位相速度の空間分布は，宮城県・福島県沖の領域で周りに比べて高速度を示した（石上・高木，本大会）．この高速度は，S-netを用いた近地地震の地震波トモグラフィーからも推定されている．また，このトモグラフィーでは，S-netの利用により海溝に近い場所までの速度構造がよく求まることが示された（豊国・他，本大会）．雑微動解析によっても，周期30秒程度の長周期まで観測点間を伝播するレイリー波およびラブ波を抽出することができた．これらも地殻構造の推定に用い

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ることができる（高木・他，本大会）．また，海域の前弧上盤の構造についてはS-net 観測点を用いたS波スプリッティング解析によって速度異方性の特徴が明らかになった．プレート境界地震を用いた解析から，速いS波の振動方向は，海溝と平行な方向を向く傾向があり，マントルウエッジの鉱物の選択配向や上盤地殻のクラックの向きを表している可能性がある（内田・他，本大会）．

プレート境界においては，繰り返し地震がS-net速度波形によっても抽出できることが示された．プレート境界でのスロースリップの検出やプレート境界の位置推定に役立つ可能性がある（内田・他，本大会）．さらに，S-net加速度計のデータの中には，潮汐と思われる変動が観測されるものもあり，プレート境界におけるスロースリップによる傾斜変動を捉えられる可能性があるかもしれない（高木・他，本大会）．

以上のように，東北日本の前弧海洋底における連続観測について，そのデータの特性が明らかになるとともに，浅部から深部にわたる沈み込み帯の構造や変動についての新たな知見が得られつつある．これらの研究は技術的にも内容的にもお互いに密接に関わっており，総合的な解析の推進がさらなるデータ活用につながると考えられる．

謝辞：S-netの構築・データ蓄積および公開に携わられた皆様に感謝いたします．

キーワード：S-net、沈み込み帯、海底観測
Keywords: S-net, Subduction zone, Ocean bottom observation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

GNSS-A観測から検出した浅部スロースリップ
Shallow slow slip event inferred from GNSS-A seafloor geodesy

*石川 直史[1]、横田 裕輔[2]
*Tadashi Ishikawa[1], Yusuke Yokota[2]

1. 海上保安庁海洋情報部、2. 東京大学生産技術研究所
1. Hydrographic and Oceanographic Department, Japan Coast Guard, 2. Institute of Industrial Science, the University of Tokyo

南海トラフ地震震源域をはじめとする海溝型巨大地震の震源域では、陸域の稠密な地震・地殻変動観測網により、プレート境界深部における多様なスロー地震が検出され、その研究が進展している。一方、海域にあたるプレート境界浅部においては、海域観測の難しさから、その調査は限定的である。近年の海底地震計、海底圧力計、孔内観測などの海域観測の進展により、プレート境界浅部においても低周波微動や短期的スロースリップイベント（SSE）が捉えられるようになってきた（例えば、Yamashita et al., 2015, Wallace et al., 2016, Araki et al., 2017）。

スロー地震の中でも、数ヶ月を超えるような時間スケールを持つ長期的SSEは、プレート境界深部においては、長期の変動に感度をもつGNSSによって検出されている。そのアナロジーから、プレート境界浅部においてその役割を担うのはGNSS-音響測距結合方式による海底地殻変動観測（GNSS-A）となる。しかしながら、GNSS-A観測は、観測の都度船で現場に赴くという観測スタイルであることから、年間の観測回数が数回程度である。また、測位精度も標準偏差で2~3cm程度である。長期的SSEは、数ヶ月～1年程度の間に数cmという短期で微小な変化であるため、GNSS-A観測での検出は困難である。

我々の観測グループでは、SSEの様な短期で微小な減少を検出するための技術開発を進め、年間の観測頻度6～8回、観測精度を2cm程度まで改善することに成功した(横田ほか2017、Yokota et al., 2018)。その結果、2017年末頃から紀伊水道沖において、浅部のSSEに起因すると考えられる非定常な地殻変動の検出に成功した。

この時の地殻変動は、最大で10cm程度におよぶ比較的規模の大きなものであったため、GNSS-Aの観測でも比較的容易に捉えることが可能であった。さらに小さな規模のSSEを検出することを目指して、ばらつきの大きい時系列データからの微小な変化を客観的に検出する方法についての検討を行った。Nishimura et al. (2013)はAICを用いた検定によってGNSSデータから深部の短期的SSEの検出を試みた。同様の手法をGNSS-Aデータ用に修正して、浅部のSSEの検出を試みた結果、紀伊水道沖だけではなく、熊野灘や日向灘の浅部においてもSSEとみられる通常とは異なる変動が検出された。統計的に非定常な変動を検出する方法は多様であり、AICはその一例である。さらに他の統計的手法の適用についても検討を進める必要がある。

AICで検出された変動について、グリッドサーチによって最適な断層モデルを求めた。しかしながら、現在の観測点は80～100km間隔であるため、変動が現れている観測点は1～2点程度である。そのため断層の推定にも大きな不確定性がともなっていると考えられる。

キーワード：GNSS-A海底地殻変動観測、スロースリップ
Keywords: GNSS-A seafloor geodesy, Slow slip event

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Assessing strike-slip motion at the Shionomisaki Canyon along the Nankai oblique subduction zone using acoustic ranging system

*木戸 元之[1]、荒木 英一郎[2]、辻 健[3]、山本 龍典[4]、川田 佳史[1]
*Motoyuki Kido[1], Eiichiro Araki[2], Takeshi Tsuji[3], Ryusuke Yamamoto[4], Yoshifumi Kawada[1]

1. 東北大学 災害科学国際研究所、2. 海洋研究開発機構、3. 九州大学工学研究院、4. 東北大学大学院理学研究科
1. International Research Institute for Disaster Science, Tohoku University, 2. JAMSTEC, 3. Dept. Earth Resources Engineering, Kyushu University, 4. School of Science, Tohoku University

Nankai trough is known as an oblique subduction zone, and may have trench-parallel strike slip motion along the extent of the outer ridge at least in geological time scale. Tsuji et al. (2014) pointed out that the right-lateral strike slip motion at least in geological timescale is evident from the offset at the Shionomisaki Canyon truncating the trench-parallel linearment. We installed short baseline acoustic ranging system at this site to measure a possible offset to reveal whether such displacement is steady state phenomenon or episodic one. We deployed three acoustic units forming a triangle array with a dimension roughly equal to the depth (~3000m) in 2016 and just have recovered in 2019. The total observation period reached to ~2 years before the batteries were exhausted. The southern baseline of the array is on the same segment, while the northern baseline crossing the trench parallel linearment obliquely. If there were any strike skip motion during our observation period, shortening should be observed only for the northern baseline. All of the three units were recovered in Shinsei-maru cruise (KS19-02), and we confirmed that all data, acoustic traveltimes for ranging, temperature and pressure for sound speed correction, were available properly. Preliminary analysis shows no significant shortening for both the baseline. However scatter is still large to identify the real signal due to large temperature fluctuation beyond the usual correction. More complicated temperature correction considering the time-difference among the three temperature data have to be applied to remove the noise before we conclude the result.

キーワード：南海トラフ、斜め沈み込み、海底間音響測距
Keywords: Nankai Trough, Oblique subduction, seafloor acoustic ranging

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Development of seafloor realtime observation network for crustal deformation in the Nankai Trough: tiltmeter installation

*荒木 英一郎[1]、横引 貴史[1]、木村 俊則[1]、西田 周平[1]、町田 祐弥[1]、小平 秀一[1]
*Eiichiro Araki[1], Takashi Yokobiki[1], Toshinori Kimura[1], Shuhei Nishida[1], Yuya Machida[1], Shuichi Kodaira[1]

1. 海洋研究開発機構
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Dense ocean-floor network for earthquake and tsunami in the Nankai Trough has been operational since 2010 monitoring earthquake and Tsunami activity in real-time in the seismogenic zone of Tonankai and Nankai earthquakes off Kii peninsula and off Shikoku Island of Japan.

The DONET observation system was designed so that new sensors may be added after deployment of the system, which is first utilized to connect deep borehole observatories deployed by IODP D/V Chikyu. The connection to the DONET enabled us to obtain continuous observation data and this led to discovery of repeating slow slip in the shallow part of the subducting plate (Araki et al., 2017). Currently, three such deep borehole observatories (C0002, C0010, C0006) are operational and providing borehole geodetic data in real-time. The sensitivity of the borehole to such slow slip events is significantly high and only these borehole can detect such repeating small slow slip events in the Nankai Trough. The distribution of the borehole observatories are not very suitable, though, to model area of observed slow slip, due to linear array of these three observatories. Wide spread of observatories sensitive enough to these slow slip events is crucial for such more detailed analysis of slow slip events.

Therefore, in addition to the deep borehole observatories, we plan to establish seafloor observatories that are sensitive to observe slow slip events, which can also be deployed and connected to DONET with lower cost. In our plan, the seafloor observatory (called seafloor observatory for crustal deformation) consists of tiltmeter deployed in shallow hole, fiber optic strainmeter, and seafloor pressure gauge.

We started construction of such seafloor observatories for crustal deformation in 2018. The first observatory is located east of the deep borehole observatory array (C0002, C0010, and C0006) near B-Node of DONET-1. We drilled 8.6 m borehole in October 2018 by R/V Kaimei and seafloor drill called BMS. We installed a Lily tiltmeter in February 2019 and connected the shallow hole tiltmeter to DONET via an interface box which will also be used to connect other sensors (seafloor fiber optic strainmeter and pressure gauge) in the future. The tiltmeter in the shallow hole was packed with sand to the top of the borehole to enhance stability of the tiltmeter in the hole. The initial data from the tiltmeter showed significant drift over 50 microradians a day, but appears to get stable gradually over a week period after the deployment. We analyze initial stabilization history of the shallow hole borehole tiltmeter to improve our installation technique in the future installation of tiltmeters in the seafloor.

We plan to complete installation of the observatory by adding fiber optic strainmeter and pressure gauge this year. Also, another observatory installation is planned in 2019 in DONET-2 area where JHD reported crustal deformation over a year in 2017-2018.

キーワード：南海トラフ、ゆっくり滑り、海底ケーブル観測

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: the Nankai Trough, slow slip event, seafloor cable observatory

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Calibration of the DONET pressure sensor network in the Nankai trough seismogenic zone using a mobile pressure gauge

*町田 祐弥[1]、西田 周平[1]、木村 俊則[1]、荒木 英一郎[1]
*Yuya Machida[1], Shuhei Nishida[1], Toshinori Kimura[1], Eiichiro Araki[1]

1. 海洋研究開発機構
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Monitoring of long-time seafloor displacements in a dense and wide area in a seismogenic zone are key to understand strength of plate coupling related to occurrence of large interplate earthquakes. Precise pressure measurements on the seafloor have been thought to be useful tools for detecting long-time vertical seafloor displacements. However a pressure sensor has inherent instrumental drift at a maximum rate of 10 hPa/year. Therefore we need to calibrate each pressure sensor absolutely on the seafloor using high accuracy pressure gauge. Machida et al. (2017) has laboratory evaluated dependencies of temperature and pressure condition of quartz pressure gauge assuming a transport condition between laboratory and seafloor. Based on their results, we have developed a mobile pressure gauge for calibration of the seafloor pressure sensor (Machida et al., 2018, Nishida et al., 2019). The gauge is designed to decrease uncertainties of the quartz pressure sensor proposed by the Machida et al. (2018), and enables us to calibrate seafloor pressure sensor at accuracy of less than 1 hPa. We performed an in situ calibration of the DONET pressure sensor which are installed in the stations of 2C-10 and 1B-8 in October 2018 and February 2019, respectively. And we plan to recalibrate the DONET pressure sensor in May 2019, and estimate each drift component of the DONET pressure sensor. In the presentation, we show a first light of the calibration of the DONET pressure sensors, and a future plan for calibration of the DONET pressure sensors in the Nankai trough seismogenic zone.

キーワード：校正用水圧計、DONET水圧計ネットワーク、校正、地殻変動、南海トラフ
Keywords: Mobile pressure gauge, DONET pressure sensor network, Calibration, Crustal deformation, Nankai trough

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | A05 東京ベイ幕張ホール

[S-CG56] 海洋底地球科学

コンビーナ:沖野 郷子(東京大学大気海洋研究所)、座長:今野 美冴、野 徹雄

海洋底は現在の地球上において最も活動的な場所です。海洋底で起こるさまざまな地学現象はプレートテクトニクスのみならず地球深部の構造やダイナミクス、さらに地球表層環境と密接な関わりがあります。また、海洋底には過去の環境変動の歴史や物質循環の記録が残されています。本セッションでは、”海洋底”というキーワードを含む研究成果の発表を海嶺系・沈み込み帯・ホットスポットなど地域によらず、地球物理学的・地球化学的・地質学的など研究分野によらず、観測的・実験的・理論的・技術開発的など研究手法によらず、幅広く歓迎します。多様な研究者が集い議論できる場として、新しい海洋底像を描き出すことを目標とします。共同コンビーナ：田所敬一（名古屋大）、石塚治（産総研）、土岐知弘（琉球大）、高橋成実（JAMSTEC)

15:30 ~ 15:45

[SCG56-19] Analysis of GNSS/Acoustic geodetic data including the period of the transponder replacement

*Ikuta Ryoya[1]、Koto Mizuno[1]、Horng-Yue Chen[3]、Masataka Ando[2]、Takeru Komi[1] (1.Faculty of Science, Shizuoka University、2.Center for Integrated Research and Education of Natural Hazards, Shizuoka University、3.Institute of Earth Science, Academia Sinica)

15:45 ~ 16:00

[SCG56-20] IPR（Indirect Path Ranging）：中継機を利用した長基線音響測距を可能にする手法

*山本 龍典[1]、日野 亮太[1]、木戸 元之[2] (1.東北大学大学院理学研究科、2.東北大学災害科学国際研究所)

16:00 ~ 16:15

[SCG56-21] 精密な鉛直変位の測位に向けた拡張カルマンフィルタによるキネマティックGNSS音響測位手法の開発

*富田 史章[1]、木戸 元之[2]、本荘 千枝[3]、松井 凌[3] (1.北海道大学大学院理学研究院、2.東北大学災害科学国際研究所、3.東北大学大学院理学研究科)

16:15 ~ 16:30

[SCG56-22] DOPを指標とした係留ブイGNSS-A測位精度評価の実データに基づく定量化

*今野 美冴[1]、木戸 元之[2,3]、本荘 千枝[3]、太田 雄策[3]、日野 亮太[3] (1.東北大学大学院理学研究科、2.東北大学災害科学国際研究所、3.東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知観測研究センター)

16:30 ~ 16:45

[SCG56-23] 海中音速構造の不均質性を考慮したGNSS/音響方式による海底地殻変動解析

*衣笠 菜月[1]、田所 敬一[1]、寺田 幸博[2]、加藤 照之[3] (1.名古屋大学大学院環境学研究科、2.高知工業高等専門学校、3.神奈川県温泉地学研究所)

16:45 ~ 17:00

[SCG56-24] 石狩海盆でのOBNを用いた海底下構造イメージング

*野 徹雄[1]、佐藤 壮[1]、小平 秀一[1]、清水 賢[2]、横田 哲也[2]、Karl Hosgood[3]、Masako Robb[3]、鶴 哲郎[4] (1.海洋研究開発機構 、2.日本海洋事業、3.Emerson E&P Software、4.東京海洋大)

Analysis of GNSS/Acoustic geodetic data including the period of the transponder replacement

*Ikuta Ryoya[1], Koto Mizuno[1], Horng-Yue Chen[3], Masataka Ando[2], Takeru Komi[1]

1. Faculty of Science, Shizuoka University, 2. Center for Integrated Research and Education of Natural Hazards, Shizuoka University, 3. Institute of Earth Science, Academia Sinica

In this study, we analyzed GNSS/Acoustic geodetic data including the period of the transponder replacement. The data were obtained 60km off Yilan, north eastern coast of Taiwan from May 2009 to May 2016. The site is located just south to the rifting valley in the western end of the Okinawa Trough back-arc basin. The GNSS/Acoustic measurements were conducted for four times from May 2009 to August 2012 and eight times from July 2012 to May 2016. Although the seafloor crustal deformation of the latter eight epochs has been already reported by Chen et al. [2018, GRL], the geodetic data of the former four epochs haven not been analyzed. This is because of a replacement of the seafloor transponders due to the battery depletion between former four epochs and latter eight epochs. Although the last observation of the former four epochs (August 2011) used three transponders, two of them did not reply to the acoustic ranging in July 2012 and then three transponders were newly installed instead. Therefore, the common transponder is only one between the former and the latter epochs. Generally in GNSS/Acoustic measurement, the centroid of the transponder arrays is regarded as a benchmark position which represents the seafloor motion. Because the centroids of the transponder arrays differ greatly between the former and the latter epochs due to the replacement, we cannot recognize these epochs as a continuous series of the observation. Thus We developed a new solution method to deal with the epochs with only a few common transponders as a continuous observation series. The new method solves not the centroid but the motion of the common transponders between different epochs directly. Solving only one configuration of the transponder array from the whole measurement data, the relative motion can be solved more robustly than solving the centroid independently for each epoch. We applied this method to the data and verified the continuity of the estimated benchmark motion comparing with a simulation. The simulation was conducted given an artificial transponder replacement based on the real data. As a result, when enough data are provided in each epochs, we can consider the former and the latter epochs as a continuous series of the observation with an error within 10cm in horizontal component. However, the result of the real data analysis generated about 40cm discrepancy between the former and the latter epochs. From the additional simulation, it was suggested that significantly small number of the acoustic ranging in the observation just before the battery depletion would affect the continuity of the benchmark position as well as the small number of transponders in the former epochs which was three instead of the four in the latter epochs. However, simulation also suggested that the motion of the benchmark within each epoch group before and after the replacement can be solved well. The solved benchmark velocity which is assumed to be same between the former and the latter is identical to the velocity reported in Chen et al. [2018, GRL]. This result suggests that there was no back-arc opening evet during the former epochs.

Keywords: Seafloor crustal deformation, GNSS/Acoustic measurement, Okinawa Trough

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

IPR（Indirect Path Ranging）：中継機を利用した長基線音響測距を可能にする手法

IPR (Indirect Path Ranging): a new approach for long-distance acoustic ranging with a moored relay node

*山本 龍典[1]、日野 亮太[1]、木戸 元之[2]
*Ryusuke Yamamoto[1], Ryota Hino[1], Motoyuki Kido[2]

1. 東北大学大学院理学研究科、2. 東北大学災害科学国際研究所
1. Graduate School of Science, Tohoku University, 2. International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University

GNSS-音響結合方式（GNSS-A）や海底圧力計（OBP），海底間音響測距（DPR）などの海底測地技術は，海域の地殻変動をその場で計測するものである．特にDPRは海底の局所的な変位を，精密かつ連続的に直接測ることができる．DPRは海底に設置された2対の音響トランスデューサーの間で定期的に音響測距を行う手法で，1 kmの基線の場合，海中の環境にも依るが，およそ1–2 mmの精度である．観測期間は，ポップアップ回収の有無にもよるが，現状では3年以上の計測が可能であることがわかっている．しかし，DPRの一番の難点は，基線が長くなるほどトランスデューサー間の音響パスを海底地形と干渉させずに通すのが難しいことである．例えば10 kmの基線の場合，通常の音速深度勾配下では音線は142 mも下に湾曲する．また，海底局の設置点周辺の地形図には現れない局所的な起伏により音響パスが阻まれるケースも多い．

そこで，本研究では，音響パスの中ほどに音響中継器を設置し，確実にパスを通す手法を開発した．中継機を介した間接測距となるためIndirect Path Ranging（IPR）と呼ぶ．Sweeney et al. (2005, *Mar. Geod.*) は，船から海底500 mの高さに中継機を吊り下げたキャンペーン観測で，5 kmの基線を数cmの精度で計測できたと報告している．一方，本研究で開発した手法は，連続観測が可能なよう中継機を中層係留する方式である．IPRでは，各パスの測距中に中継機が動くと計測精度が下がるため，船のヒーブの影響を受けやすい吊り下げ式よりも，安定した深海での係留式の方が有利であると考えられる．

観測は，2011年東北地方太平洋沖地震の余効すべりが沈み込み浅部で顕著であるという報告がある福島沖 (e.g., Iinuma et al., 2016, *Nature Comm.*) を選び，2017年10月から2018年8月までの10ヶ月間の観測を行った．5台の海底局を海溝斜面に設置し，その中心付近の海溝軸に中継機を係留した．1500 mの係留索を用いて，中継機と他の海底局の水深がほぼ同じになる配置とした．海溝の谷地形を利用したが，基線が長いこともあり，DPRではわずか1基線でしかパスが通らなかったものの，中継機を介したIPRでは5本すべての基線でパスが通った．海底局と中継機との基線長は最長で9180 mだが，その基線でも観測期間の8割以上の期間でパスが通っていることが確認できた．

まず，中継機から同時測距可能な4台の海底局の往復走時から，中継機の位置を推定する初期解析を行った．その結果，各局の走時残差が距離換算で10 cm程度のばらつき（RMS）で，中継機の動きを推定できた．中継機はほとんどの期間，半径50 mの円内での動きに収まっていたが、最大300 mのエクスカーションも見られた．音響パスが全て水平に近いので，上下の動きの推定精度は著しく悪いと予想されるが，圧力データを併用することで上下の動きを強く制約できる見込みである．もっとも，中継機の上下位置の不確定性は基線長推定への寄与は小さいので，あまりクリティカルではない．今後，往復走時に音速補正を施し，より正確に中継機の位置を推定した後，中継された基線長を推定する予定である．

謝辞：本研究は科研費（JP26000002）の支援で行われました．観測機器の設置・回収は新青丸航海（KS-16-14; KS-18-13）及び白鳳丸航海（KH-17-J02）で行われました．

キーワード：海底測地、海底間音響測距、係留系音響測距、東北地方太平洋沖地震、余効すべり
Keywords: Seafloor geodesy, Direct path ranging, Indirect path ranging, 2011 Tohoku Earthquake, Postseismic slip

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

精密な鉛直変位の測位に向けた拡張カルマンフィルタによるキネマティックGNSS音響測位手法の開発

Development of a kinematic GNSS-A positioning method using the extended Kalman-filter to detect precise vertical displacement

*富田 史章[1]、木戸 元之[2]、本荘 千枝[3]、松井 凌[3]
*Fumiaki Tomita[1], Motoyuki Kido[2], Chie Honsho[3], Ryo Matsui[3]

1. 北海道大学大学院理学研究院、2. 東北大学災害科学国際研究所、3. 東北大学大学院理学研究科
1. Graduate School of Science, Hokkaido University, 2. International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University, 3. Graduate School of Science, Tohoku University

１．背景

GNSS音響結合方式による海底地殻変動観測(GNSS-A観測)は，観測船を用いたキャンペーン観測（e.g., Tomita et al., 2017）によって成果が挙げられている他，近年では係留ブイを用いた連続観測も試みられている (e.g., Kido et al., 2018)．従来のGNSS-A海底局アレイ位置解析では，全海底局に対して同時測距を行うことで１ショット毎に測位解を得られるため（e.g., Spiess et al., 1998; Kido et al., 2006），連続観測によるリアルタイム測位も可能である．ただし，従来の手法は水平成分の測位解を得ることに主眼を置いており，鉛直成分のキネマティックな測位解の精密な測位は検討されていなかった．

一方で，富田・他（2018, 測地学会）は，拡張カルマンフィルタを用いたキネマティックGNSS-A測位(EKF-based GNSS-A測位)を試み，平均音速の時間変化に拘束を与えることで鉛直成分の測位解の精度向上を図れることを示した．しかし，どの程度の精度向上を図れるかは十分に議論できていなかった．

２．数値実験

富田・他（2018, 測地学会）で示したEKF-based GNSS-A測位手法を，数値実験データに適用した．ここでは，複数の仮想的な海底局配置（①４海底局による四角形配置，②6海底局による二重三角形配置，③4海底局による三角形と中心１点配置）に基づく観測点に対してシミュレーションデータを作成し，海底局配置の違いによる鉛直成分の測位解の挙動を検証した．その結果，海上の１点からでも多様な射出角の音響測距データの得られる海底局配置（上記，②・③）では従来のGNSS-A測位手法でもキネマティックな鉛直成分の測位解が得られ，かつ拡張カルマンフィルタを用いることでその測位精度が向上することが示された．

３．実データへの適用

EKF-based GNSS-A測位手法を，東北沖での観測船によるキャンペーン観測実データ(Tomita et al., 2017)に適用した．実データは，全て海底局配置②で得られたものを用いた．各キャンペーン内では，本来鉛直成分の測位解は時間的に変化しないと考えられるが，従来のGNSS-A測位手法と拡張カルマンフィルタを用いた場合の両者とも同じような緩やかな時間変化を持って測位解が変化し，キャンペーン内での標準偏差は両者ともおよそ10cm程度であった．このような大局的な鉛直方向の時間変化は，藤田・矢吹 (2003)の手法に基づいて得られる海上局のキネマティックGNSS測位の誤差と同様であったことから，キネマティックGNSS測位精度の向上によってある程度改善が見込まれると考えられる．一方で，短時間で見ると，EKF-based GNSS-A測位手法による解は，従来手法による解に比べてばらつきが小さくなっていることが確かめられた．上記の大局的な時間変動の影響を除くため，測位解の差分時系列を求めたところ，そのばらつきは従来手法で約10cm程度，拡張カルマンフィルタを用いた場合は約5cm程度であった．これらのことから，鉛直成分の測位解の確度については，キネマティックGNSS測位を含めた改善の余地があるものの，１ショットごとの精度については拡張カルマンフィルタの導入によって大きく改善されたと言える．

４．リアルタイム測位に向けた検討

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

拡張カルマンフィルタを用いる場合，適切なプロセスノイズを与える必要がある．尤度に基づいてプロセスノイズの最適値を検討したところ，どの観測点・どのキャンペーンデータに対しても最適値は同じような値をとったため，プロセスノイズを固定して解析をすることが可能であると考えられる．プロセスノイズが固定できれば，拡張カルマンフィルタの計算コストは非常に小さいため，係留ブイを用いた連続観測に適用できると考えられる．また，係留ブイを用いた連続観測では消費電力を抑えるため音響測距の頻度を高くできない問題点があるため，実観測データをリサンプリングすることで測位精度への影響を検証した．結果として，サンプリング間隔が30分よりも長いと従来の手法と拡張カルマンフィルタを用いた場合の測位精度の差はほとんどなくなることが分かった．そのため，拡張カルマンフィルタの導入による精度向上の恩恵が得るためには，30分よりも短いサンプリング間隔にする必要がある．

キーワード：海底地殻変動観測、カルマンフィルタ、リアルタイム測位
Keywords: Seafloor geodetic observation, Kalman-filter, Real-time positioning

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

DOPを指標とした係留ブイGNSS-A測位精度評価の実データに基づく定量化

DOP-based accuracy evaluation of GNSS-A positioning on a drifting moored buoy quantified using sea trial observation data

*今野 美冴[1]、木戸 元之[2,3]、本荘 千枝[3]、太田 雄策[3]、日野 亮太[3]
*Misae Imano[1], Motoyuki Kido[2,3], Chie Honsho[3], Yusaku Ohta[3], Ryota Hino[3]

1. 東北大学大学院理学研究科、2. 東北大学災害科学国際研究所、3. 東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知観測研究センター
1. Graduate School of Science, Tohoku University, 2. nternational Research Institute for Disaster Science, Tohoku University, 3. Reserch Center for Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions Graduate School of Science, Tohoku University

我々は，任意の頻度で定期的に，あるいはオンデマンドで海底地殻変動を自動計測することができる係留ブイを海上プラットフォームとしたGNSS-Acoustic (GNSS-A)観測システムを開発している（Takahashi et al., 2014）．本観測システムでは甚大な津波被害をもたらす M8 クラスの巨大地震発生直後に，任意の観測位置からの短時間測距で断層破壊による海底地殻変動（～1 m）を検出することを目標としている．係留ブイを用いた観測システムを日本周辺の強海流域で運用するためには，水深より十分長い係留索を用いて張力を下げる必要がある．そのためブイが大きく振れ回り，測位精度劣化が予想される海底局アレイの外側（Kido, 2007）から計測せざるを得ない場合も多く，定点保持が可能な従来の船舶観測より測位条件が厳しい．我々は南海トラフ近傍の想定震源域（水深 3000m）で約 1 年間にわたり係留ブイGNSS-A観測を実施し，音響測距1ショットごとにアレイ位置（測位解）を推定してその測位精度評価を行なってきた．水平方向の測位精度を測位解の標準偏差の2倍（2σ）として定義すると，測位精度はアレイ内側にブイがいるときで46 cm，アレイ外側では97 cmとなり，アレイ重心から観測位置までの水平距離が大きくなるにつれ測位精度が劣化することが示された（今野・他，2017; Kido et al., 2018）．また，測位解のばらつきが観測位置からアレイ重心への視線方向に大きくなるという特徴から，両者の位置関係によって水平2成分の測位精度が異なるという測位精度の指向性が示された（今野・他，2018）．本研究では，これまでに明らかになった係留ブイGNSS-A測位精度の観測位置依存性や指向性に基づき，任意の観測位置からの 1 回の測位で得られる海底水平変位の推定精度を求める方法を提案する．

係留ブイGNSS-A測位解の特徴を詳細に調べた結果，現状の測位誤差は主にデータ誤差に起因することがわかった（今野・他，2018）．したがって，任意の1点におけるGNSS-A測位精度は，海上局と海底局の位置関係から求められる精度劣化指標（データ誤差の最大拡大率）のスケーリングによって定量的に評価できると考えられる．そこで，GNSS測位で用いられる Dilution of Presicion (DOP: Langley, 1999) を導入し，GNSS-A測位の精度劣化指標を導出した．従来のGNSS-A測位の精度劣化指標として用いられてきた観測方程式のヤコビアン行列の条件数により定義される測位解像度（Kido, 2007）と比べ，DOPは測位精度の指向性についても見積もることが可能である．Langley (1999) の定義に従いGNSS-A測位の観測方程式からデータ誤差の拡大係数行列を求め，その対角成分を用いて DOP（EDOP: 東西成分，NDOP: 南北成分）を算出した．ただし，東西成分と南北成分の共分散値に相当する非対角成分が観測位置によっては有意に大きかったため，誤差拡大係数行列を対角化し任意の観測位置での2次元誤差楕円を得た．この誤差楕円は観測位置がアレイ重心から離れるに従い大きくなり，楕円の長軸の方向は観測位置からアレイ重心への視線方向とほぼ一致した．これは，係留ブイ観測および船舶観測データを用いて推定された測位解の特徴と一致した．

解析的に求めた誤差楕円の長半径・短半径は，走時残差の標準偏差を乗ずることで長軸・短軸方向の測位精度にスケーリングすることができる．そこで係留ブイGNSS-A観測で得られた全データ（527ショット）を用

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

いて一つの測位解を推定したときの走時残差の標準偏差σを求め，σ=0.098 msを得た．誤差楕円とこのσ値から得られる測位精度は，実際の係留ブイ観測による測位解の標準偏差とよく一致した．このことから，本研究で求めた測位精度は任意の観測位置における係留ブイ観測の測位精度を再現できると言える．

本研究により，任意の観測位置でGNSS-A測位を行ったときの水平測位精度を，解析的に導出した誤差楕円とその測位精度へのスケーリングにより算出する方法が示された．これにより，地震発生直後のごく短時間の測位で得られる海底地殻変動量の，指向性も含めた精度評価が可能となった．本発表では，上記の測位精度の導出過程とその結果に加え，巨大地震発生時のリアルタイムGNSS-A測位を想定した議論も行う．

謝辞： 本研究で使用したデータは，文部科学省の受託研究「海底地殻変動観測技術の高度化」，JST 戦略的イノベーション創造プログラム (レジリエントな防災・減災機能の強化)，南海トラフ広域地震防災研究プロジェクトの研究の一環で得られたものです．記して感謝いたします．

キーワード：GNSS-A 測位、係留ブイ、DOP
Keywords: GNSS-A measurement, Moored buoy, DOP

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

海中音速構造の不均質性を考慮したGNSS/音響方式による海底地殻変動解析

Analysis for GNSS/acoustic ocean bottom crustal deformation considering the heterogeneity of sound speed structure in ocean

*衣笠 菜月[1]、田所 敬一[1]、寺田 幸博[2]、加藤 照之[3]
*Natsuki Kinugasa[1], Keiichi Tadokoro[1], Yukihiro Terada[2], Teruyuki Kato[3]

1. 名古屋大学大学院環境学研究科、2. 高知工業高等専門学校、3. 神奈川県温泉地学研究所
1. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 2. National Institute of Technology, Kochi College, 3. Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefectural Government

GNSS (global navigation satellite system) 音響方式による海底地殻変動観測では, 船舶やブイから海底に設置された海底局までの距離を音響信号で測距し, 解析から得られる海底局位置の長期的な変化を観察する. 1つの観測点に複数の海底局を設置してあるため, 船舶による観測の場合海底局アレイの周りと各局の真上から測距している. 解析では海底局間の相対位置, つまりアレイ形状は, 時間的に変化しないものと仮定し, 船舶による観測ごとに海底局アレイ位置を推定する手法をとっている. したがって, 地殻変動を精度よく推定するには, まず正しいアレイ形状を推定することが必要となる.

海底局位置の推定誤差の主要な原因は, 海中での音波の伝播速度が時間的にまた空間的に変化することにある. 音速は, 潮汐により半日から1日周期で変化し, また内部重力波により10分から1時間程度の周期で時間変化すると考えられている. 1回の観測の間は海底局位置が変化しないと仮定して解析することで, 長周期の時間変化は容易に推定できる. また短周期の変化は観測走時に含まれる雑音と見なせば, 海底局位置のバイアス誤差の原因とはならないと考えられる. 一方, 空間勾配は音速が海水の温度と圧力, 塩分によって変化することによって生じる. 垂直方向の速度勾配は, 音響測距と並行して行うCTD (conductivity, temperature, depth profiler) 測定でプロファイルが得られる. 水平方向の空間勾配は主に温度勾配によって生じる. 特に黒潮流域に設置された観測点では顕著な温度勾配が観測されている. 我々は音速の水平勾配が海底局位置のバイアス誤差の最大の原因となると考えた. そこで本研究は海底局アレイ形状を高精度に推定することを目的として, 海中音速の時空間変化を考慮した解析手法の開発を行った.

黒潮流域に設置された足摺沖と熊野灘沖の名古屋大学の観測点について, 水平方向に一定の勾配を仮定した音速構造を推定する解析手法を開発し, 適用した. その結果から水平勾配を考慮しない場合, 音速の速い場所に位置する海底局は浅く, 音速の遅い場所に位置する海底局は深く推定されることが分かった. 音速の速い場所に位置する海底局の理論走時を小さくするには, 定義上伝播距離を短くしなければならない. 海底局アレイを囲むように円周航路で測距しているため、海底局の水平位置をずらしても観測中の走時残差の平均値を小さくする効果は小さい. 以上から, 海底局が浅く推定された理由が説明できる. 以上の結果から, 黒潮流域に設置された海底局位置を高精度に推定するには, 音速構造の水平方向の不均質性を考慮することが不可欠であるといえる. また測距する際の船舶の航跡も解析精度に影響することが分かった.

キーワード：海底地殻変動、GNSS/音響、時空間変化、黒潮
Keywords: Ocean bottom crustal deformation, GNSS/acoustic, Temporal and spatial variation, the Kuroshio current

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

石狩海盆でのOBNを用いた海底下構造イメージング
Seismic imaging using ocean bottom nodes in the Ishikari Basin, Japan Sea

*野 徹雄[1]、佐藤 壮[1]、小平 秀一[1]、清水 賢[2]、横田 哲也[2]、Karl Hosgood[3]、Masako Robb[3]、鶴 哲郎[4]
*Tetsuo No[1], Takeshi Sato[1], Shuichi Kodaira[1], Satoshi Shimizu[2], Tetsuya Yokota[2], Karl Hosgood[3], Masako Robb[3], Tetsuro Tsuru[4]

1. 海洋研究開発機構 、2. 日本海洋事業、3. Emerson E&P Software、4. 東京海洋大
1. JAMSTEC, 2. Nippon Marine Enterprises, 3. Emerson E&P Software, 4. Tokyo University of Marine Science and Technology

日本海は、2007年新潟県中越沖地震や1964年新潟地震など海陸境界域や沿岸域に分布している断層による被害地震が過去に多く発生し（e.g. 宇佐美・他, 2012）、近年公表された震源断層モデルにおいても沿岸域に多くの震源断層が設定されている（e.g. 日本海における大規模地震に関する調査検討会, 2014）。そのため、日本海の震源断層モデルの構築の高精度化において，沿岸域や海陸境界域における深部構造の情報の取得は重要な課題の１つである。これまで実施されてきた日本海での海陸統合探査では、海底着底ケーブルの展開や２船式地震探査が海陸接合部を含む沿岸域において有効な深部構造イメージングを得ることができている（e.g. 阿部・他, 2010; 佐藤, 2013）。しかし、予算状況が厳しい昨今、これらの手法・システムを選択することが簡単ではない。そこで、今後の沿岸域での地震探査を検討するために、機材の取り扱いが容易なOcean Bottom Nodes（OBN）を用いた地震探査を試みた。

本研究に関するデータ取得は、2017年に北海道北西沖の海域で国立研究開発法人海洋研究開発機構（JAMSTEC）の海底広域研究船「かいめい」による地震探査航海（佐藤・他, 2018）の中で実施した。OBNは石狩海盆内の1観測点に約100 m間隔で10台のNodeを展開した。設置水深は800 mである。なお、OBNシステムは日本海洋事業株式会社が構築したものを使用しており、固有周波数15 Hz、鉛直動1成分、水平動2成分のオムニディレクショナル・ジオフォンとハイドロフォン1成分の計4成分のデータを各々のNodeが記録している（Shimizu et al, 2012）。OBNを用いた探査の主なデータ取得仕様は、測線長21 km、発震間隔25 m、エアガン総容量2650 cu.in.、エアガン曳航深度6 mである。この探査測線では、通常のマルチチャンネル反射法地震（MCS）探査と海底地震計（OBS）を用いた地震探査も別途実施している。

データ解析は、GeophoneとHydrophoneの極性の特性と海底海面間多重反射波を利用して、波動場分離し、Prestack migrationによってイメージングを行うMirror imaging（e.g. Dash et al., 2009）を利用した手法を試みた。通常の反射法イメージングでは対象となる反射面で1度反射したUpgoingの波動場を使ってイメージングするが、Mirror imagingではDowngoingの波動場を使ってイメージングを行い、その効果の１つとして展開したOBNの数倍の範囲でイメージングを広げることができた。解析結果から、海底下の堆積層や基盤までのイメージングが得られており、同測線で実施されたMCS探査の結果と整合的である。

キーワード：OBN、地震探査、日本海
Keywords: Ocean bottom nodes, Seismic imaging, Japan Sea

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 9:00 ~ 10:30 | 304 3F

[S-CG62] 固体地球科学における機械学習の可能性

コンビーナ:内出 崇彦(産業技術総合研究所 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門)、小田 啓邦(産業技術総合研究所地質情報研究部門)、座長:内出 崇彦(国立研究開発法人 産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)、小田 啓邦

近年の機械学習技術（深層学習を含む）は様々な分野で革新的な成果を挙げつつある．このような技術の固体地球科学への応用は，例えば，データ分類，パターン認識，データ回帰といった方法によって，研究分野の新たな地平を切り開くものとして期待されているところである．一方，深層学習の結果がどうして得られたのか解釈することが難しいという問題も抱えている．
このセッションは，固体地球科学の様々な分野における機械学習の応用例を一堂に会することで，今後の発展に向けて互いに刺激し合う場を提供する．深層学習の「ブラックボックス問題」に対する取り組みについての報告も期待する．

9:00 ~ 9:20

[SCG62-01] The Promise of Machine Learning in Solid Earth Geoscience: Examples from Seismology

★Invited Papers

*Gregory C Beroza[1]、Mostafa Mousavi[1]、Weiqiang Zhu[1]、Karianne J Bergen[2]、Paul A Johnson[3]、Maarten V De Hoop[4] (1.Stanford University、2.Harvard University、3.Los Alamos National Laboratory、4.Rice University)

9:20 ~ 9:35

[SCG62-02] **Automatic Approach to Low-Frequency Earthquakes Detection in Southwest Japan Based on Deep Learning Technique**

*余 君宇[1]、八木 勇治[1]、松澤 孝紀[2]、奥脇 亮[1] (1. 国立大学法人　筑波大学大学院 生命環境科学研究科、2.国立研究開発法人　防災科学技術研究所)

9:35 ~ 9:50

[SCG62-03] AIによるアップサンプリングを活用した広帯域地震動波形合成の試み（2）

*前田 宜浩[1]、岩城 麻子[1]、藤原 広行[1]、松崎 和敏[2]、友澤 弘充[2]、森 悠史[2]、土屋 美恵[2]、宮田 尚史[2] (1.防災科学技術研究所、2.みずほ情報総研株式会社)

9:50 ~ 10:05

[SCG62-04] 再帰型ニューラルネットワークによる2011年東北沖地震後の余効変動予測の試み

*山佳 典史[1]、三井 雄太[2] (1.静岡大学総合科学技術研究科、2.静岡大学理学部地球科学科)

10:05 ~ 10:25

[SCG62-05] 深層学習による桜島噴火予測

★招待講演

*村田 剛志[1] (1.東京工業大学)

10:25 ~ 10:30

Discussion

The Promise of Machine Learning in Solid Earth Geoscience: Examples from Seismology

*Gregory C Beroza[1], Mostafa Mousavi[1], Weiqiang Zhu[1], Karianne J Bergen[2], Paul A Johnson[3], Maarten V De Hoop[4]

1. Stanford University, 2. Harvard University, 3. Los Alamos National Laboratory, 4. Rice University

Physical, chemical, and biological processes all have substantial influence on the solid Earth. They range over tremendous spatial and temporal scales and can interact in complex ways. Increasingly, humans interact with the shallow reaches of the Earth in ways that are increasingly consequential. The solid Earth presents a variety of natural hazards that are poorly understood, yet increasingly impactful as exposure grows through increasing urbanization in hazard-prone areas. We need to improve our understanding of how the Earth works; however, attempts to understand the solid Earth are challenging because nearly all of the Earth’ s interior is inaccessible to direct observation. Knowledge of the Earth's interior must be based on inference, through interpretation of measurements taken at or near the surface, through controlled laboratory experiments, and through numerical simulations. For this reason solid Earth geoscience is both a data-driven and a model-driven field. Unanticipated discoveries increasingly will come from the analysis of large data sets, novel developments in inverse theory, and procedures enabled by computationally intensive simulations. Increasingly affordable and capable sensors are dramatically increasing the data available to drive this understanding. Moreover, the increasingly realistic character of computer simulations are better able to represent the behavior of the Earth. We are faced with the challenge of gaining new insights from these data and simulations, and techniques from the rapidly evolving field of machine learning (ML) are likely to play a key role in this effort. In this talk we illustrate the promise of machine learning using recent examples from seismology.

Keywords: Seismology, Machine Learning , Earthquakes

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Automatic Approach to Low-Frequency Earthquakes Detection in Southwest Japan Based on Deep Learning Technique

*余 君宇[1]、八木 勇治[1]、松澤 孝紀[2]、奥脇 亮[1]
*Yu Junyu[1], Yuji Yagi[1], Takanori Matsuzawa[2], Ryo Okuwaki[1]

1. 国立大学法人　筑波大学大学院 生命環境科学研究科、2. 国立研究開発法人　防災科学技術研究所
1. Graduate School of Life and Environmental Sciences,University of Tsukuba, Tsukuba, 2. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

Slow earthquakes have been observed on both shallower and deeper sides of seismogenic zone of megathrust earthquakes and therefore been thought to potentially interact with disastrous megathrust ruptures. A class of slow earthquakes at a dominant frequency of 2–8 Hz, marked as deep low-frequency events (LFEs), are observed continuously along the Nankai Tough from the Southwest Shikoku to the Kii peninsula in Japan. The frequent occurrence of LFEs in this region may suggest an increased probability of impending megathrust earthquakes. Therefore, precise monitoring of the seismic activity of these LFEs may provide a key clue to the quantitative prediction of huge earthquakes and deepen our understanding of diverse earthquake processes. However, traditional approaches to earthquakes detection such as STA/LTA method fails to detect LFEs signal masked by background noise because of the lack of impulsive phase arrivals, which makes it challengeable to detect LFEs from raw seismograms automatically. The matched-filter method leverages the similarity of representative template waveform and continuous seismic waveform and has been used in the Japan Meteorological Agency (JMA) to distinguish and catalog LFEs automatically since July 2014, but it also makes detectability restricted by the limited prior knowledge that refers to available matching templates.

The recent advance in the field of deep learning has shown a robust capability of predictions or discriminations by using general features learned from fitting data, which can potentially be used in tackling LFEs detection. Deep-learning models are basically trained by scanning through large datasets and meanwhile tweaking their parameters gradually toward the direction in which the difference between fed data and the model's predictions descends.

To create training dataset in our study, we prepared a total of 4 years continuous three-component velocity seismograms data recorded by 75 stations of High-sensitivity Seismograph Network Japan (Hi-net) operated by the National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience (NIED) across Southwest Japan from January 2010 to December 2013. We first preprocessed raw data streams without applying bandpass filter and cut them into millions of single-station, 3-channel, 10-seconds event-waveform windows vectorized as 2D arrays at a sampling rate of 100 Hz. We then labeled 3,179,167 windows as noise, 161,930 windows as regular earthquakes, 29,090 windows as LFEs, and 262,209 windows as deep low-frequency tremors, which were considered to be a continuous LFEs signal, according to the JMA's seismic catalog and the World Tremor Database (WTD). Due to the fluctuation of the positions of seismic phases in the waveform windows, we choose to use the Convolution Neural Network (CNN); a deep-learning model that first extracts local features and then integrates them hierarchically so less disturbed by the inhomogeneity of data than the traditional model does. For each data window, the model outputs four probabilities corresponding to the likelihood of each respective class. Event detection is declared when one of four probabilities exceed the threshold we set (50% for general).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

We trained the model preliminarily and evaluate the accuracy of the model on a brand-new test dataset generated by the same rules as those of creating training dataset using receiver operating characteristic (ROC) analysis. We were given the area under the ROC curve (AUC) score of 0.923, 0.991, 0.981, and 0.914 (naive baseline = 0.5) for noise, regular earthquake, LFEs, and deep low-frequency tremor respectively, which suggests that our model is capable of classifying waveform windows correctly with high confidence. We also noticed that there are a lot of LFEs that are incorrectly identified as tremors in spite of the low ratio of tremors that are incorrectly identified as LFEs. To find a rational explanation for this asymmetric structure and the classifying borderlines of our model, we will do more error analysis and unbox each layer of our model to visualize how they are activated in further research. And we will further tune our model and integrate the single-station classifiers to build local networks that can identify earthquake events coherently.

キーワード：スロー地震、深部低周波地震、深部低周波微動、地震検知、深層学習
Keywords: slow earthquakes, LFEs, deep low-frequency tremors, earthquake detection, deep learning

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

AIによるアップサンプリングを活用した広帯域地震動波形合成の試み（2）

Broadband ground motion waveform synthesis utilizing AI-based upsampling technique (2)

*前田 宜浩[1]、岩城 麻子[1]、藤原 広行[1]、松崎 和敏[2]、友澤 弘充[2]、森 悠史[2]、土屋 美恵[2]、宮田 尚史[2]
*Takahiro Maeda[1], Asako Iwaki[1], Hiroyuki Fujiwara[1], Kazutoshi Matsuzaki[2], Hiromitsu Tomozawa[2], Yuji Mori[2], Misato Tsuchiya[2], Naofumi Miyata[2]

1. 防災科学技術研究所、2. みずほ情報総研株式会社
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 2. Mizuho Information & Research Institute, Inc.

地震ハザード評価の高度化には、広帯域地震動の予測精度の向上が必要である。広帯域地震動波形の予測では、三次元差分法などの理論的手法で計算した長周期成分と、統計的グリーン関数法などの経験的、半経験的手法に基づいて計算した短周期成分を足し合わせることで広帯域地震動を求めるハイブリッド合成法がよく用いられる。長周期帯域と短周期帯域での計算手法はそれぞれ、地下構造の三次元性の影響やランダム不均質性の影響を考慮した手法となっているものの、互いに異なる速度構造モデルを用いた独立した計算となっているため、長周期と短周期で地震波の到達時間やスペクトルの振幅レベルがずれるといった不具合が生じることが知られている。

こうした課題に対して、観測記録から抽出した長周期地震動波形と短周期地震動波形の包絡形状の関係性を、理論的手法による長周期地震動波形に適用することで広帯域地震動波形を合成する手法が提案されている（岩城・藤原、2013）。我々は、この長周期成分から短周期成分を合成するという予測手法を人工知能におけるアップサンプリングの問題として捉え、機械学習手法のひとつであるカップリング学習（永田・他、2016）を用いた検討を行ってきた（前田・他、2018）。具体的には、防災科学技術研究所の強震観測網（K-NET、KiK-net）でこれまでに蓄積された膨大な強震観測記録を利用し、フィルタ処理により作成した長周期地震動と広帯域地震動の波形の関係性を人工知能に適用し、長周期地震動を入力として広帯域地震動を予測する人工知能について検討してきた。

予測性能は観測と予測による広帯域地震動の類似度によって評価する。これまでの検討では広帯域波形の時系列データに基づいて類似度を評価していたが、本検討では0.5-1.0Hz, 1-2Hz, 2-4Hz, 4-8Hz, 8-16Hzでの狭帯域波形の包絡形状、及びフーリエ振幅スペクトルに基づいた類似度評価式を作成した。人工知能の学習と検証に用いるデータセットを、①単独の観測点の記録、②地盤条件の類似した複数観測点の記録、③マグニチュードが同程度の地震による複数観測点の記録、④震源域が近接する地震による複数観測点の記録、⑤①～④の全記録として検討を行ったところ、①の場合に予測性能が若干高い傾向が見られた。また、①の場合には、スペクトルのピーク周波数の再現性が見られた。定性的には、観測点固有の地震動特性を考慮可能な①の場合の予測性能が有意に高くなることが予想され、本検討の結果は類似度評価式に改良の余地があることを示唆している。

謝辞：本研究の一部は、総合科学技術・イノベーション会議のSIP（戦略的イノベーション創造プログラム）「レジリエントな防災・減災機能の強化」（管理法人：JST）によって実施されました。また、本研究は、理化学研究所との共同研究の一環として実施しました。

キーワード：広帯域地震動波形合成、カップリング学習、人工知能

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: broadband ground motion waveform synthesis, coupled learning method, artificial intelligence

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

再帰型ニューラルネットワークによる2011年東北沖地震後の余効変動予測の試み

Forecast trial of postseismic deformetion after the 2011 Tohoku-Oki earthquake by recurrent neural network

*山佳 典史[1]、三井 雄太[2]
*Norifumi Yamaga[1], Yuta Mitsui[2]

1. 静岡大学総合科学技術研究科、2. 静岡大学理学部地球科学科
1. Graduate School of Science and Technology, Shizuoka University, 2. Shizuoka University

2011年東北地方太平洋沖地震以来，余効変動が続いている．この余効変動の影響により，各種スローイベントの小さなシグナルが隠れている可能性がある．余効変動は，一般に，対数関数や指数関数，またその組み合わせによってフィッティングされている．この余効変動をより正確に表現するために，機械学習手法の1つであるニューラルネットワークを導入し，既存のデータから将来のデータを予測するシステムを構築する．余効変動の時系列データとして，国土地理院のGNSS(Global Navigation Satellite System)観測網に基づく東西成分，南北成分の変位を用いる．観測点数は191点である．観測点ごとに，時系列の前半90%を学習に使用する．観測点ごとに変位量が異なるため，学習で用いるデータを用いて，観測点ごとに値を正規化した．試行錯誤の結果，東西成分では，0.1～0.9に，南北成分では0.3～0.7に正規化した．時系列データを700日ごとに区切り，連続した700日を入力データとし，その次の日の値を出力データとした．ニューラルネットワークの層は，単純化のために1層に固定し，LSTMを東西成分では8個，南北成分では32個設定した．ここでLSTMは，複数のニューロンから構成されるユニットであり，長期時間依存性を学習できる．損失関数には絶対誤差平均を，最適化アルゴリズムにはAdamを用いた．ニューラルネットワークの予測精度を，従来の回帰分析と比較したところ，東西成分では，従来の回帰分析よりも良い精度で余効変動を予測することができた．一方で，南北成分では，ニューラルネットワークは必ずしも回帰分析を上回る結果とはならなかった．これらの結果から，ノイズに関して十分大きな変動に対してのみ有効な予測ができると考えられる．また，東西成分において，予測精度が低下する領域が見られた．その一部は新潟-神戸ひずみ集中帯に対応するが，東北北部の日本海沿岸にもそのような領域が存在することが分かった．

キーワード：ニューラルネットワーク、余効変動
Keywords: neural network, postseismic deformation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

深層学習による桜島噴火予測
Deep Learning Approaches for Eruption Prediction of Sakurajima

*村田 剛志[1]
*Tsuyoshi Murata[1]

1. 東京工業大学
1. Tokyo Institute of Technology

日本は世界有数の火山国であり、世界の活火山の約7%が存在する。火山の噴火は時として甚大な人的・物的被害を及ぼすものであり、2014年の御嶽山や2018年の草津白根山での火山災害は記憶に新しい。火山活動を正確に把握して必要な対応を取ることは、専門家のみならず周辺地域の多くの人々にとっての重大な関心事である。

噴火予測などの火山の研究は、これまでは火山物理学からのアプローチが主であったが、火山周辺に設置された伸縮計や地震計などから観測される時系列データを用いた情報学的なアプローチによって、新たな展開や可能性が見えてくると期待される。

火山の観測装置から得られる時系列データは噴火と大きな関係があるが、一般にデータは複雑で、専門家にとっても分析は容易ではない。我々は火山噴火分類と火山噴火予測の二つの問題に注目した。前者の目標は、100分間の時系列データからその100分間に火山が噴火するか否かを分類することであり、また後者の目標は、100分間の時系列データから兆候を認識してその直後の60分間に火山が噴火するか否かを予測することである。

前者については、畳み込みニューラルネットワーク(CNN)を時系列データに対して適用するVolNetを提案した。実際のデータを用いて火山噴火分類を行ったところ、F-scoreで90%程度の精度を達成した。

また後者については、時系列データにおける時間変化を検出するためにStacked 2-Layer LSTMを用いて実験を行った結果、噴火・非噴火の2クラス平均のF値による精度で66.1%であった。また、与えられた時系列データを”Non-eruption”, “May-eruption”, “Warning”, “Critial”の4つに分類する警告システムを構築したところ、”Critial”に分類された時系列データで噴火が起こったものの割合は51.9%であった。

我々は京都大学防災研究所附属火山活動研究センター長の井口正人教授の協力のもと、火山に関する最大級の規模と質の時系列データを用いた実験によって、提案手法の有効性を示した。また国内および海外での火山噴火のニュースが多い昨今において、AIを用いて噴火を予測するというテーマは社会的にも関心を集め、日本経済新聞での記事、NHK鹿児島でのローカルニュース、南日本新聞での記事、月刊誌(みずほ総合研究所「Fole」)での記事など、多くのメディアで取り上げていただいた。

キーワード：噴火予測、桜島、深層学習
Keywords: Eruption Prediction, Sakurajima, Deep Learning

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_21

[S-CG62] 固体地球科学における機械学習の可能性

コンビーナ:内出 崇彦(産業技術総合研究所 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門)、小田 啓邦(産業技術総合研究所地質情報研究部門)

近年の機械学習技術（深層学習を含む）は様々な分野で革新的な成果を挙げつつある．このような技術の固体地球科学への応用は，例えば，データ分類，パターン認識，データ回帰といった方法によって，研究分野の新たな地平を切り開くものとして期待されているところである．一方，深層学習の結果がどうして得られたのか解釈することが難しいという問題も抱えている．
このセッションは，固体地球科学の様々な分野における機械学習の応用例を一堂に会することで，今後の発展に向けて互いに刺激し合う場を提供する．深層学習の「ブラックボックス問題」に対する取り組みについての報告も期待する．

[SCG62-P01] Earthquake Magnitude Prediction with Seismic Nucleation Phase based on Machine Learning

*呉 康銘[1]、三宅 弘恵[2] (1.東京大学大学院学際情報学府、2.東京大学大学院情報学環)

[SCG62-P02] 教師なし学習による連続地震波形記録に対する自動信号分類：人工ノイズおよび低周波微動への応用

*小寺 祐貴[1]、酒井 慎一[2]、西宮 隆仁[1] (1.気象庁気象研究所、2.東京大学地震研究所)

[SCG62-P03] Detection of Gas Bubble signals recorded at the OBS Stations by Machine-Learning

*emmy TY CHANG[1] (1.Institute of Oceanography, National Taiwan University)

[SCG62-P04] 深層ニューラルネットワークによる地震波形の自動検測

*内出 崇彦[1] (1.産業技術総合研究所 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門)

[SCG62-P05] **Seismic event detection in time-frequency domain with CNN and phase picking with HED**

*Liping Fan[1] (1.Institute of Geophysics, China Earthquake Administration)

[SCG62-P06] 埋込み機械学習による長周期波形からの広帯域地震動合成

*岡崎 智久[1]、八谷 大岳[1]、上田 修功[1]、岩城 麻子[2]、前田 宜浩[2]、藤原 広行[2] (1.理化学研究所革新知能統合研究センター、2.防災科学技術研究所)

[SCG62-P07] LSTM and CNN Applications to Forecast Earthquake Magnitude Probability Distribution

*劉 齊[1]、三宅 弘恵[2]、鶴岡 弘[3] (1.東京大学大学院学際情報学府、2.東京大学大学院情報学環、3.東京大学地震研究所)

[SCG62-P08] FORCsensei: 機械学習を用いたFirst Order Reversal Curve (FORC)データ処理の最適化

David Heslop[1,2]、Andrew Roberts[1,2]、*小田 啓邦[2]、Xiang Zhao[1,2]、Richard Harrison[3]、Adrian Muxworthy[4]、Pengxiang Hu[1,2]、佐藤 哲郎[2] (1.オーストラリア国立大学、2.産業技術総合研究所地質情報研究部門、3.ケンブリッジ大学、4.インペリアルカレッジロンドン)

Earthquake Magnitude Prediction with Seismic Nucleation Phase based on Machine Learning

*呉 康銘[1]、三宅 弘恵[2]
*Kangming Wu[1], Hiroe Miyake[2]

1. 東京大学大学院学際情報学府、2. 東京大学大学院情報学環
1. GSII, The University of Tokyo, 2. III, The University of Tokyo

Understanding the mechanism of earthquake generation and predicting magnitude is an important research direction in seismology. In seismology, there are typical two models to explain how rupture grows and becomes an earthquake: nucleation model and cascade model. The nucleation model considers earthquakes start from weak faults pre-slip, then grow up. According to the hypothesis, the duration of seismic nucleation phase is proportional to the eventual size of the earthquake. We try to verify it with machine learning approaches and try to implement it on real magnitude predictions.

Machine learning, especially deep learning, has been proved that they can solve many problems that traditional algorithm cannot or hard to solve, but require higher computational power to train models to learn patterns in dataset. Hardware performance improvement in recent years energizes it and boom at about 2010. Machine learning have many applications like Autopilot, NPL (Natural Language Processing), stock market prediction, but seismic researches based on machine learning are few. Implement machine learning in seismology may bring some progresses in researches and applications.

In this research, we used the NIED Hi-net data, the JMA unified hypocenter catalogs, and the NIED seismic stations information to create the dataset of the model to detect seismic nucleation phase. Wave segments of seismic nucleation phase will become input, earthquake magnitudes will become output. Fourier transform is planned to be used for filter noise in wave. We are planning to use seismic wave data collected from Hi-net since 2004, but lack of high magnitude earthquakes might be a problem to build the dataset, which makes the trained model have bad performance in high magnitude earthquakes. Some Deep Learning models like MLP (multilayer perceptron), RNN (Recurrent Neural Network) and traditional Machine Learning models will be implemented to compare their performance. We have not decided to treat it as a regression problem, a classification problem or both. Magnitude or amount of energy release from earthquakes can be used as labels in a regression algorithm, while rounding magnitude can be used as labels in a classification problem. Some indicators of model performance like Mean Square Error and Confusion Matrix are used to evaluate and improve the model.

キーワード：machine learning、seismic nucleation phase
Keywords: machine learning, seismic nucleation phase

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

教師なし学習による連続地震波形記録に対する自動信号分類：人工ノイズおよび低周波微動への応用

Automatic signal classification for continuous seismic waveform records based on an unsupervised learning algorithm: Application to artificial noises and low-frequency tremors

*小寺 祐貴[1]、酒井 慎一[2]、西宮 隆仁[1]
*Yuki Kodera[1], Shin'ichi Sakai[2], Takahito Nishimiya[1]

1. 気象庁気象研究所、2. 東京大学地震研究所
1. Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency, 2. Earthquake Research Institute, the University of Tokyo

Continuous seismic records catch various signals such as earthquakes, human activities, and instrumental noises. Extracting and analyzing these signals are important for earthquake early warning (EEW) operations. Using earthquake signals, we can evaluate the detection capability of the seismometer and calibrate the site amplification factor. Artificial noise signals tell us about the current data quality of the seismometer and the possibility of false alarm issuance. In addition to the EEW purpose, classifying natural and non-natural signals may contribute to the better understanding of geophysical phenomena around the observation network. In this study, we have developed an automatic classification algorithm for continuous records based on a machine learning method.

An unsupervised learning algorithm is employed in our approach because observed signals in continuous records vary depending on every seismometer. We assume that we do not have the knowledge of the recorded signals in advance and that labeled training data are not available that can be used for a supervised learning. The method is based on clustering in the frequency and time domains. First, features are obtained by computing running spectra with a 4-s time window and 0.1-s interval, applying a triangular filter bank with 10 bands. After that, the features are clustered in the 10-dimensional feature space using the k-means algorithm. Then, the spectral clustering algorithm is performed with the assumption of the transition matrix of a Markov chain. Ten time-series models are finally obtained and used for the classification.

We applied the method to continuous waveforms recorded at (1) Station E.JDJM, which is a seismometer of the Metropolitan Seismic Observation network (MeSO-net) located close to the subway and (2) a temporary ocean-bottom seismometer (OBS) to observe aftershocks of the 2004 M7.4 off the Kii Peninsula Earthquake (Yamazaki et al., 2008). For the record of Station E.JDJM, the algorithm discriminated earthquake signals and train noises from background noises. For the OBS record, low-frequency tremors with large amplitudes were automatically detected in addition to regular earthquakes. The method successfully classified continuous records of the MeSO-net station and OBS although those seismometers had unique observation environments and diverse recorded signals. This indicates the potential for the wide applicability of the unsupervised learning approach and the contribution of monitoring seismometer conditions and geophysical phenomena.

キーワード：機械学習、緊急地震速報、低周波微動、自動分類、MeSO-net、海底地震計

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Machine learning, Earthquake early warning, Low-frequency tremor, Automatic classification, MeSO-net, Ocean-bottom seismometer

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Detection of Gas Bubble signals recorded at the OBS Stations by Machine-Learning

*emmy TY CHANG[1]

1. Institute of Oceanography, National Taiwan University

Along the OBS seismograms, the waveforms of gas emission signals exhibit a high-frequency resonant vibration alike the bubble bursting at the free surface of a non-Newtonian fluid. Every single signal is a short-duration event (hereafter termed as “SDE”, <1.0 second). In this study, we shall develop the computer algorithm to detect the SDE signals along the OBS seismograms. Our work carried out in 2018 has been laid on the mathematical matching of the bubble signals. We conclude that even though the bubbles exhibit a specific waveform, the mathematical equation cannot perfectly describe the bubble with all ambient conditions at the seafloor. Our strategy is to adopt the Machine Learning (ML) to identify bubbles by images. In the following years, two phases of our project are designed as (i) Establishing the method to quantify the SDE signals by means of ML modeling: we shall train a neural network model with varied parameters to gain a complete estimation of the bubble signals within our OBS records. (ii) The experiments with OBS instruments will also be used for tests of generating different waveforms in water tanks of the ifremer as well as a constrained offshore area (e.g. lake), to provide referenced waveforms for the SDE or bubble signals.

Keywords: gas emission, bubble, machine learning, Ocean bottom seismometer

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

深層ニューラルネットワークによる地震波形の自動検測
Automatic Phase Picking of Seismograms by Deep Neural Network

*内出 崇彦[1]
*Takahiko Uchide[1]

1. 産業技術総合研究所 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門
1. Research Institute of Earthquake and Volcano Geology, Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

P波やS波の到達時刻を決めることは、地震波形解析の初めの一歩となることが多い。整合フィルタ解析のような相互相関に基づく手法は、イベント検出や相対的な地震波到達時刻を測るのによく用いられているが、この場合、雛型となる地震が必要であったり、大量の相互相関係数計算が必要であったりといった問題がある。特に、臨時観測データの場合などは、雛型の地震を用意するための手動検測が非常に大変な作業になる。

そこで、インセプションモジュールを導入した深層ニューラルネットワークによる自動検測システムを構築した。初めの試みとして、茨城県北部・福島県浜通り地域の地震を記録した防災科学技術研究所のHi-netの地震波形を用いた。この地域は、2011年東北地方太平洋沖地震以降、急激に地震活動が活発になっている。気象庁一元化処理震源カタログの手動検測の情報をone-hotベクトル化して、学習に用いた。

学習済みニューラルネットワークは検証データの70 %以上に対して、気象庁の検測値から0.02秒以内のP波到達時刻を出力することができた。出力結果を経験的に確率と結び付けることで、検測精度の評価につなげる。

謝辞

本研究では国立研究開発法人 防災科学技術研究所のHi-netの地震波形データと気象庁一元化処理震源カタログの検測値を利用した。本研究の遂行に当たっては、PyTorchライブラリ、国立研究開発法人 産業技術総合研究所(産総研)の計算機ABCI及びAAICを使用した。本研究は、公益財団法人 三菱財団 自然科学研究助成及び産総研エッジランナーズ事業の支援を受けて実施した。

キーワード：地震、自動検測、深層学習
Keywords: Earthquakes, Automatic Phase Picking, Deep Learning

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Seismic event detection in time-frequency domain with CNN and phase picking with HED

*Liping Fan[1]

1. Institute of Geophysics, China Earthquake Administration

The P-wave and S-wave arrivals are critical data in seismic research. The quantity, accuracy and consistency of these greatly affect the final result of imaging of faults, earthquake early warning, and the inversion of Earth structure. Generally, earthquake phases are picked manually by analysts. On the one hand, poor data consistency maybe exists resulting from changes of analysts; on the other hand, the amount of seismic data increases exponentially, and it overwhelms analysts. It is urgent to develop an efficient and stable method of event detection and phase picking.

Traditional automatic event detection and phase picking methods are mainly divided into two categories: 1) Methods based on waveform characteristics such as amplitude, frequency and waveform envelope, which are the STA/LTA method, the regression method, the high-order statistics method, the main cycle method, the envelope function method, and the neural network method; 2) Various waveform correlation methods proposed according to waveform similarity, such as the waveform autocorrelation technique, the template matching technique, and the fingerprint and similarity threshold (FAST) method. Although these methods have achieved great success, they still have inherent disadvantages. For example, it’ s hard to set the threshold relative to varied noise level in the LTA/STA method; detected earthquakes in the template matching method are restricted to locations of the template earthquake position. Methods extracting waveform features automatically independent of the noise level and waveform similarity meet our requirements.

Deep Neural Network (DNN) is a breakthrough in feature learning methods in recent years. It has excellent automatic feature learning ability and the model is able to represent the essential characteristics of the data. Perol et al. trained a convolutional neural network for earthquake detection (ConvNetQuake), which gives a higher efficiency and precision than previous traditional methods. Ross et al. gave a convolutional neural network to detect seismic body-wave phases. Dokht et al. divided the automatic earthquake phases detection process into two steps: a pretrained model detecting earthquakes from continuous waveforms in the time-frequency domain and a supervised classification system discriminating between P and S waves. The first-part model enhanced the detection accuracy compared with ConvNetQuake. Inspired by the work of Dokht et al. and the latest progress in edge detection algorithms (the holistically-nested edge detection method), we propose a two-step phase picking framework. It is a former convolutional neural network for earthquake detection and a later network based on holistically-nested edge detection method (HED) for phase picking.

The data set used for training earthquake-detection model is 7,719 earthquake waveforms recorded by Xichang seismic array in Sichuan province of China during January 2013 to December 2016. The local magnitudes M_L range from -1.1 to 5.8. The number of noise records is 7,000. The time window length is 40 seconds. These earthquake waveforms are preprocessed by the following steps: removing instrument response, high-pass filtering above 1Hz, manually checking and removing low quality data, short-time Fourier transforming and normalization. The network contains 4 convolutional layers, 4 max pooling layers and 2 fully connected layers. The amount of P-wave arrival is 40,464 and that of S-wave arrive is 39,967. Ground truths of those 10-seconds-length windows are used for training network for phase picking. This

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

network structure is built based on VGG16.

Providing continuous waveforms to seismic event detection model as input, it gives the start time of detected event windows. Feed these detected windows to the phase picking model and it export time of phase arrivals. Our models detect more seismic events and pick more accurate arrival time in comparison with previous models.

Keywords: event detection, phase picking, convolutional neural network, holistically-nested edge detection method

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

埋込み機械学習による長周期波形からの広帯域地震動合成
Broadband ground-motion synthesis using embeddig machine learning

*岡崎 智久[1]、八谷 大岳[1]、上田 修功[1]、岩城 麻子[2]、前田 宜浩[2]、藤原 広行[2]
*Tomohisa Okazaki[1], Hirotaka Hachiya[1], Naonori Ueda[1], Asako Iwaki[2], Takahiro Maeda[2], Hiroyuki Fujiwara[2]

1. 理化学研究所革新知能統合研究センター、2. 防災科学技術研究所
1. Center for Advanced Intelligence Project, RIKEN, 2. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

将来起こると想定される大地震の被害推定を目的として、広帯域地震動予測が行われている。現在、標準的に用いられるハイブリッド合成法では、長周期帯域を数値シミュレーション、短周期領域を統計的手法により計算し合成している。しかし、両帯域の波形が独立な計算で得られるため、走時や周波数特性に不整合が見られることがあるという課題がある。

そこで、観測記録から長周期帯域と短周期帯域の関係性を抽出することで、長周期帯域のシミュレーション結果を元に短周期成分を生成し、広帯域地震動を合成する手法が提案されている(Iwaki et al., 2016; Paolucci et al., 2018)。Iwaki et al. (2016)では、異なる帯域間における時刻歴包絡波の関係性を、対象の地震に類似した地震の観測記録からモデル化してしている。本発表ではこの関係性を、機械学習を用いてK-NETに蓄積された多数の観測記録からモデル化する方法を試みた。

まず、観測波形にフィルタ処理を施し、長・短周期帯域の包絡波の対を生成する。各帯域において、異なる観測波形の包絡波間の類似度を最適輸送理論におけるWasserstein距離で測定する。このように得られる長・短周期のWasserstein空間の間の関係性を抽出するために、t-SNE(van der Maaten and Hinton, 2008)を拡張した埋込み手法により、各観測記録を共通の埋込み空間で表現した。埋込み空間は両帯域の波形の距離関係を保つように構成され、帯域間の関係性を反映している。よって、長周期シミュレーション波形が得られると、埋込み空間に写像することで、近傍の要素から短周期の包絡波を内挿することができる。この内挿は、最適輸送理論のBarycenterの概念を用いて自然に構成することができる。

また、周波数特性はニューラル・ネットワークを用いて推定した。入力を地震マグニチュードと長周期の振幅スペクトル3成分、出力を短周期の振幅スペクトル3成分に設計した。訓練時には、まず多数の観測点での記録を、座標系を回転して増大させることでデータ数を確保し、過学習を防いだ。次に推論対象となる観測点での記録のみを用いて学習し、サイト特性を表現できるように工夫した。最後に、推定した包絡波と振幅スペクトルから、乱数位相を用いて短周期帯域の時刻歴波形を作成し、長周期シミュレーション波形と組み合わせて広帯域地震動を合成する。

本発表では、2008年に茨城県沖で発生したM7.0の地震を対象に、手法の有効性を検証した。長周期波形にはシミュレーション波形の代わりに観測波形を用いた。提案手法は経時特性の再現性に優れ、応答スペクトル特性も同等以上の性能を示した。本手法には、別の地震や想定地震を扱う際に、地盤モデルや地震の選択といった任意性を伴わないという利点がある。

キーワード：地震動予測、埋込み
Keywords: ground motion prediction, embedding

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

LSTM and CNN Applications to Forecast Earthquake Magnitude Probability Distribution

*劉 齊[1]、三宅 弘恵[2]、鶴岡 弘[3]
*Qi Liu[1], Hiroe Miyake[2], Hiroshi Tsuruoka[3]

1. 東京大学大学院学際情報学府、2. 東京大学大学院情報学環、3. 東京大学地震研究所
1. GSII, The University of Tokyo, 2. III, The University of Tokyo, 3. ERI, The University of Tokyo

An earthquake is one of the most dangerous natural disasters. And for us, earthquake is not only resulted in economic loss, but also the physiological and psychological trauma. There are two main ways to avert these kinds of loss: One is earthquake early warning, the other is earthquake prediction. Compare to the earthquake early warning, the earthquake prediction seems to be more useful for disaster mitigation, decrease damage by earthquakes, but unfortunately it is more difficult to predict with accurate physics-based ways, even sometimes is thought to be impossible. Spatial distribution of earthquakes has some relationships with the structure of the Earth. Temporal distribution of earthquakes has some relationships with mechanical properties and stress state of the Earth. There are a lot of studies that count earthquake events for finding several laws of earthquakes with great achievements: Omori formula, Modified Omori formula, ETAS model, and etc. These traditional models had good performance on the aftershock forecasting, but are not good enough to the mainshock forecasting. The earthquake occurrence is generally according to the Poisson distribution which follows the power law. This kind of distribution is meaningful because the earthquake event has same probability of occurrence per unit time. This is one of reasons why it is difficult to forecast mainshocks.

With the development of computer science, several new technologies have been created: liner regression, nonlinear regression, and classification based on machine learning. According to updates of computer hardware, not only original machine learning such as Random Forest (RF), Support Vector Machines (SVM), and Neural Network (NN) has been used for the earthquake data mining but also several Neural Network deep learning methods has been abundantly used for these forecasting problems. Nowadays imagine identification technology based on Convolutional Neural Network (CNN) and text generation technology based on Recurrent Neural Network (RNN) are the most representative technologies. These two kinds of most useful Neural Network models are also widely used for spatial data mining as well as temporal data mining. We consider to combine these two Neural Networks to find spatio-temporal relationship among earthquakes at different positions and to perform earthquake event forecasting by taking advantage of this relationship.

At 14:46 on 11 March 2011, the Tohoku earthquake occurred. It is well-known that predicting this kind of a giant earthquake is most helpful to us for disaster mitigation. In this study, we use earthquake event data within 100 km depth in 2000-2010 from the JMA (Japan Meteorological Agency) unified catalog, and sort out one-day JMA magnitude probability distribution values (events number, magnitude average value, maximum magnitude value, and standard value) as one dataset per spatial grid to cover the catalog over Japan. Through supervised learning, we forecast earthquake magnitude probability distribution based on LSTM RNN (Long-Short Term Memory Recurrent Neural Network) and CNN (Convolutional Neural Network) prior to the 2011 Tohoku earthquake.

キーワード：machine learning 、earthquake forecasting、Recurrent Neural Network

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: machine learning , earthquake forecasting, Recurrent Neural Network

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

FORCsensei: 機械学習を用いたFirst Order Reversal Curve (FORC)データ処理の最適化

FORCsensei: A machine learning framework to estimate optimized first-order reversal curve distributions

David Heslop[1,2]、Andrew Roberts[1,2]、*小田 啓邦[2]、Xiang Zhao[1,2]、Richard Harrison[3]、Adrian Muxworthy[4]、Pengxiang Hu[1,2]、佐藤 哲郎[2]
David Heslop[1,2], Andrew Roberts[1,2], *Hirokuni Oda[2], Xiang Zhao[1,2], Richard Harrison[3], Adrian Muxworthy[4], Pengxiang Hu[1,2], Tetsuro Sato[2]

1. オーストラリア国立大学、2. 産業技術総合研究所地質情報研究部門、3. ケンブリッジ大学、4. インペリアルカレッジロンドン
1. Australian National University, 2. Institute of Geology and Geoinformation, Geological Survey of Japan, AIST, 3. University of Cambridge, 4. Imperial College London

First-order reversal curve (FORC) distributions are a powerful diagnostic tool for characterizing and quantifying magnetization processes in fine magnetic particle systems. Estimation of FORC distributions requires computation of the second-order mixed derivative of noisy magnetic hysteresis data. This operation amplifies measurement noise and for weakly magnetic systems it can compromise estimation of a FORC distribution. Several processing schemes, typically based on local polynomial regression, have been developed to produce smoothed FORC distributions that suppress detrimental noise. As FORC analysis has become more quantitative, the smoothed distribution needs to be consistent with the measurement data from which it was estimated. This can be a challenging task even for expert users, who must subjectively adjust parameters that define the form and extent of smoothing until a satisfactory FORC distribution is obtained. For non-expert users, estimation of FORC distributions using inappropriate smoothing parameters can produce heavily distorted results corrupted by processing artifacts, which in turn can lead to spurious inferences concerning the magnetic system under investigation. We have developed a statistical machine learning framework based on probabilistic model comparison to guide estimation of FORC distributions. An intuitive approach is presented that reveals which regions of a FORC distribution may have been smoothed inappropriately. Our machine learning approach will objectively select an optimal FORC distribution probabilistically, which will automate the derivative estimation process for both expert and non-expert users.

キーワード：機械学習、FORC、磁気ヒステリシス、2次微分
Keywords: machine learning, First Order Reversal Curve, magnetic hysteresis, mixed second derivative

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_35

[S-CG62] 固体地球科学における機械学習の可能性

コンビーナ:内出 崇彦(産業技術総合研究所 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門)、小田 啓邦(産業技術総合研究所地質情報研究部門)

近年の機械学習技術（深層学習を含む）は様々な分野で革新的な成果を挙げつつある．このような技術の固体地球科学への応用は，例えば，データ分類，パターン認識，データ回帰といった方法によって，研究分野の新たな地平を切り開くものとして期待されているところである．一方，深層学習の結果がどうして得られたのか解釈することが難しいという問題も抱えている．
このセッションは，固体地球科学の様々な分野における機械学習の応用例を一堂に会することで，今後の発展に向けて互いに刺激し合う場を提供する．深層学習の「ブラックボックス問題」に対する取り組みについての報告も期待する．

[SCG62-P01] Earthquake Magnitude Prediction with Seismic Nucleation Phase based on Machine Learning

*呉 康銘[1]、三宅 弘恵[2] (1.東京大学大学院学際情報学府、2.東京大学大学院情報学環)

[SCG62-P02] 教師なし学習による連続地震波形記録に対する自動信号分類：人工ノイズおよび低周波微動への応用

*小寺 祐貴[1]、酒井 慎一[2]、西宮 隆仁[1] (1.気象庁気象研究所、2.東京大学地震研究所)

[SCG62-P03] Detection of Gas Bubble signals recorded at the OBS Stations by Machine-Learning

*emmy TY CHANG[1] (1.Institute of Oceanography, National Taiwan University)

[SCG62-P04] 深層ニューラルネットワークによる地震波形の自動検測

*内出 崇彦[1] (1.産業技術総合研究所 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門)

[SCG62-P05] **Seismic event detection in time-frequency domain with CNN and phase picking with HED**

*Liping Fan[1] (1.Institute of Geophysics, China Earthquake Administration)

[SCG62-P06] 埋込み機械学習による長周期波形からの広帯域地震動合成

*岡崎 智久[1]、八谷 大岳[1]、上田 修功[1]、岩城 麻子[2]、前田 宜浩[2]、藤原 広行[2] (1.理化学研究所革新知能統合研究センター、2.防災科学技術研究所)

[SCG62-P07] LSTM and CNN Applications to Forecast Earthquake Magnitude Probability Distribution

*劉 齊[1]、三宅 弘恵[2]、鶴岡 弘[3] (1.東京大学大学院学際情報学府、2.東京大学大学院情報学環、3.東京大学地震研究所)

[SCG62-P08] FORCsensei: 機械学習を用いたFirst Order Reversal Curve (FORC)データ処理の最適化

David Heslop[1,2]、Andrew Roberts[1,2]、*小田 啓邦[2]、Xiang Zhao[1,2]、Richard Harrison[3]、Adrian Muxworthy[4]、Pengxiang Hu[1,2]、佐藤 哲郎[2] (1.オーストラリア国立大学、2.産業技術総合研究所地質情報研究部門、3.ケンブリッジ大学、4.インペリアルカレッジロンドン)

Earthquake Magnitude Prediction with Seismic Nucleation Phase based on Machine Learning

*呉 康銘[1]、三宅 弘恵[2]
*Kangming Wu[1], Hiroe Miyake[2]

1. 東京大学大学院学際情報学府、2. 東京大学大学院情報学環
1. GSII, The University of Tokyo, 2. III, The University of Tokyo

Understanding the mechanism of earthquake generation and predicting magnitude is an important research direction in seismology. In seismology, there are typical two models to explain how rupture grows and becomes an earthquake: nucleation model and cascade model. The nucleation model considers earthquakes start from weak faults pre-slip, then grow up. According to the hypothesis, the duration of seismic nucleation phase is proportional to the eventual size of the earthquake. We try to verify it with machine learning approaches and try to implement it on real magnitude predictions.

Machine learning, especially deep learning, has been proved that they can solve many problems that traditional algorithm cannot or hard to solve, but require higher computational power to train models to learn patterns in dataset. Hardware performance improvement in recent years energizes it and boom at about 2010. Machine learning have many applications like Autopilot, NPL (Natural Language Processing), stock market prediction, but seismic researches based on machine learning are few. Implement machine learning in seismology may bring some progresses in researches and applications.

In this research, we used the NIED Hi-net data, the JMA unified hypocenter catalogs, and the NIED seismic stations information to create the dataset of the model to detect seismic nucleation phase. Wave segments of seismic nucleation phase will become input, earthquake magnitudes will become output. Fourier transform is planned to be used for filter noise in wave. We are planning to use seismic wave data collected from Hi-net since 2004, but lack of high magnitude earthquakes might be a problem to build the dataset, which makes the trained model have bad performance in high magnitude earthquakes. Some Deep Learning models like MLP (multilayer perceptron), RNN (Recurrent Neural Network) and traditional Machine Learning models will be implemented to compare their performance. We have not decided to treat it as a regression problem, a classification problem or both. Magnitude or amount of energy release from earthquakes can be used as labels in a regression algorithm, while rounding magnitude can be used as labels in a classification problem. Some indicators of model performance like Mean Square Error and Confusion Matrix are used to evaluate and improve the model.

キーワード：machine learning、seismic nucleation phase
Keywords: machine learning, seismic nucleation phase

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

教師なし学習による連続地震波形記録に対する自動信号分類：人工ノイズおよび低周波微動への応用

Automatic signal classification for continuous seismic waveform records based on an unsupervised learning algorithm: Application to artificial noises and low-frequency tremors

*小寺 祐貴[1]、酒井 慎一[2]、西宮 隆仁[1]
*Yuki Kodera[1], Shin'ichi Sakai[2], Takahito Nishimiya[1]

1. 気象庁気象研究所、2. 東京大学地震研究所
1. Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency, 2. Earthquake Research Institute, the University of Tokyo

Continuous seismic records catch various signals such as earthquakes, human activities, and instrumental noises. Extracting and analyzing these signals are important for earthquake early warning (EEW) operations. Using earthquake signals, we can evaluate the detection capability of the seismometer and calibrate the site amplification factor. Artificial noise signals tell us about the current data quality of the seismometer and the possibility of false alarm issuance. In addition to the EEW purpose, classifying natural and non-natural signals may contribute to the better understanding of geophysical phenomena around the observation network. In this study, we have developed an automatic classification algorithm for continuous records based on a machine learning method.

An unsupervised learning algorithm is employed in our approach because observed signals in continuous records vary depending on every seismometer. We assume that we do not have the knowledge of the recorded signals in advance and that labeled training data are not available that can be used for a supervised learning. The method is based on clustering in the frequency and time domains. First, features are obtained by computing running spectra with a 4-s time window and 0.1-s interval, applying a triangular filter bank with 10 bands. After that, the features are clustered in the 10-dimensional feature space using the k-means algorithm. Then, the spectral clustering algorithm is performed with the assumption of the transition matrix of a Markov chain. Ten time-series models are finally obtained and used for the classification.

We applied the method to continuous waveforms recorded at (1) Station E.JDJM, which is a seismometer of the Metropolitan Seismic Observation network (MeSO-net) located close to the subway and (2) a temporary ocean-bottom seismometer (OBS) to observe aftershocks of the 2004 M7.4 off the Kii Peninsula Earthquake (Yamazaki et al., 2008). For the record of Station E.JDJM, the algorithm discriminated earthquake signals and train noises from background noises. For the OBS record, low-frequency tremors with large amplitudes were automatically detected in addition to regular earthquakes. The method successfully classified continuous records of the MeSO-net station and OBS although those seismometers had unique observation environments and diverse recorded signals. This indicates the potential for the wide applicability of the unsupervised learning approach and the contribution of monitoring seismometer conditions and geophysical phenomena.

キーワード：機械学習、緊急地震速報、低周波微動、自動分類、MeSO-net、海底地震計

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Machine learning, Earthquake early warning, Low-frequency tremor, Automatic classification, MeSO-net, Ocean-bottom seismometer

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Detection of Gas Bubble signals recorded at the OBS Stations by Machine-Learning

*emmy TY CHANG[1]

1. Institute of Oceanography, National Taiwan University

Along the OBS seismograms, the waveforms of gas emission signals exhibit a high-frequency resonant vibration alike the bubble bursting at the free surface of a non-Newtonian fluid. Every single signal is a short-duration event (hereafter termed as “SDE”, <1.0 second). In this study, we shall develop the computer algorithm to detect the SDE signals along the OBS seismograms. Our work carried out in 2018 has been laid on the mathematical matching of the bubble signals. We conclude that even though the bubbles exhibit a specific waveform, the mathematical equation cannot perfectly describe the bubble with all ambient conditions at the seafloor. Our strategy is to adopt the Machine Learning (ML) to identify bubbles by images. In the following years, two phases of our project are designed as (i) Establishing the method to quantify the SDE signals by means of ML modeling: we shall train a neural network model with varied parameters to gain a complete estimation of the bubble signals within our OBS records. (ii) The experiments with OBS instruments will also be used for tests of generating different waveforms in water tanks of the ifremer as well as a constrained offshore area (e.g. lake), to provide referenced waveforms for the SDE or bubble signals.

Keywords: gas emission, bubble, machine learning, Ocean bottom seismometer

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

深層ニューラルネットワークによる地震波形の自動検測
Automatic Phase Picking of Seismograms by Deep Neural Network

*内出 崇彦[1]
*Takahiko Uchide[1]

1. 産業技術総合研究所 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門
1. Research Institute of Earthquake and Volcano Geology, Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

P波やS波の到達時刻を決めることは、地震波形解析の初めの一歩となることが多い。整合フィルタ解析のような相互相関に基づく手法は、イベント検出や相対的な地震波到達時刻を測るのによく用いられているが、この場合、雛型となる地震が必要であったり、大量の相互相関係数計算が必要であったりといった問題がある。特に、臨時観測データの場合などは、雛型の地震を用意するための手動検測が非常に大変な作業になる。

そこで、インセプションモジュールを導入した深層ニューラルネットワークによる自動検測システムを構築した。初めの試みとして、茨城県北部・福島県浜通り地域の地震を記録した防災科学技術研究所のHi-netの地震波形を用いた。この地域は、2011年東北地方太平洋沖地震以降、急激に地震活動が活発になっている。気象庁一元化処理震源カタログの手動検測の情報をone-hotベクトル化して、学習に用いた。

学習済みニューラルネットワークは検証データの70 %以上に対して、気象庁の検測値から0.02秒以内のP波到達時刻を出力することができた。出力結果を経験的に確率と結び付けることで、検測精度の評価につなげる。

謝辞

本研究では国立研究開発法人 防災科学技術研究所のHi-netの地震波形データと気象庁一元化処理震源カタログの検測値を利用した。本研究の遂行に当たっては、PyTorchライブラリ、国立研究開発法人 産業技術総合研究所(産総研)の計算機ABCI及びAAICを使用した。本研究は、公益財団法人 三菱財団 自然科学研究助成及び産総研エッジランナーズ事業の支援を受けて実施した。

キーワード：地震、自動検測、深層学習
Keywords: Earthquakes, Automatic Phase Picking, Deep Learning

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Seismic event detection in time-frequency domain with CNN and phase picking with HED

*Liping Fan[1]

1. Institute of Geophysics, China Earthquake Administration

The P-wave and S-wave arrivals are critical data in seismic research. The quantity, accuracy and consistency of these greatly affect the final result of imaging of faults, earthquake early warning, and the inversion of Earth structure. Generally, earthquake phases are picked manually by analysts. On the one hand, poor data consistency maybe exists resulting from changes of analysts; on the other hand, the amount of seismic data increases exponentially, and it overwhelms analysts. It is urgent to develop an efficient and stable method of event detection and phase picking.

Traditional automatic event detection and phase picking methods are mainly divided into two categories: 1) Methods based on waveform characteristics such as amplitude, frequency and waveform envelope, which are the STA/LTA method, the regression method, the high-order statistics method, the main cycle method, the envelope function method, and the neural network method; 2) Various waveform correlation methods proposed according to waveform similarity, such as the waveform autocorrelation technique, the template matching technique, and the fingerprint and similarity threshold (FAST) method. Although these methods have achieved great success, they still have inherent disadvantages. For example, it’ s hard to set the threshold relative to varied noise level in the LTA/STA method; detected earthquakes in the template matching method are restricted to locations of the template earthquake position. Methods extracting waveform features automatically independent of the noise level and waveform similarity meet our requirements.

Deep Neural Network (DNN) is a breakthrough in feature learning methods in recent years. It has excellent automatic feature learning ability and the model is able to represent the essential characteristics of the data. Perol et al. trained a convolutional neural network for earthquake detection (ConvNetQuake), which gives a higher efficiency and precision than previous traditional methods. Ross et al. gave a convolutional neural network to detect seismic body-wave phases. Dokht et al. divided the automatic earthquake phases detection process into two steps: a pretrained model detecting earthquakes from continuous waveforms in the time-frequency domain and a supervised classification system discriminating between P and S waves. The first-part model enhanced the detection accuracy compared with ConvNetQuake. Inspired by the work of Dokht et al. and the latest progress in edge detection algorithms (the holistically-nested edge detection method), we propose a two-step phase picking framework. It is a former convolutional neural network for earthquake detection and a later network based on holistically-nested edge detection method (HED) for phase picking.

The data set used for training earthquake-detection model is 7,719 earthquake waveforms recorded by Xichang seismic array in Sichuan province of China during January 2013 to December 2016. The local magnitudes M_L range from -1.1 to 5.8. The number of noise records is 7,000. The time window length is 40 seconds. These earthquake waveforms are preprocessed by the following steps: removing instrument response, high-pass filtering above 1Hz, manually checking and removing low quality data, short-time Fourier transforming and normalization. The network contains 4 convolutional layers, 4 max pooling layers and 2 fully connected layers. The amount of P-wave arrival is 40,464 and that of S-wave arrive is 39,967. Ground truths of those 10-seconds-length windows are used for training network for phase picking. This

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

network structure is built based on VGG16.

Providing continuous waveforms to seismic event detection model as input, it gives the start time of detected event windows. Feed these detected windows to the phase picking model and it export time of phase arrivals. Our models detect more seismic events and pick more accurate arrival time in comparison with previous models.

Keywords: event detection, phase picking, convolutional neural network, holistically-nested edge detection method

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

埋込み機械学習による長周期波形からの広帯域地震動合成
Broadband ground-motion synthesis using embeddig machine learning

*岡崎 智久[1]、八谷 大岳[1]、上田 修功[1]、岩城 麻子[2]、前田 宜浩[2]、藤原 広行[2]
*Tomohisa Okazaki[1], Hirotaka Hachiya[1], Naonori Ueda[1], Asako Iwaki[2], Takahiro Maeda[2], Hiroyuki Fujiwara[2]

1. 理化学研究所革新知能統合研究センター、2. 防災科学技術研究所
1. Center for Advanced Intelligence Project, RIKEN, 2. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

将来起こると想定される大地震の被害推定を目的として、広帯域地震動予測が行われている。現在、標準的に用いられるハイブリッド合成法では、長周期帯域を数値シミュレーション、短周期領域を統計的手法により計算し合成している。しかし、両帯域の波形が独立な計算で得られるため、走時や周波数特性に不整合が見られることがあるという課題がある。

そこで、観測記録から長周期帯域と短周期帯域の関係性を抽出することで、長周期帯域のシミュレーション結果を元に短周期成分を生成し、広帯域地震動を合成する手法が提案されている(Iwaki et al., 2016; Paolucci et al., 2018)。Iwaki et al. (2016)では、異なる帯域間における時刻歴包絡波の関係性を、対象の地震に類似した地震の観測記録からモデル化してしている。本発表ではこの関係性を、機械学習を用いてK-NETに蓄積された多数の観測記録からモデル化する方法を試みた。

まず、観測波形にフィルタ処理を施し、長・短周期帯域の包絡波の対を生成する。各帯域において、異なる観測波形の包絡波間の類似度を最適輸送理論におけるWasserstein距離で測定する。このように得られる長・短周期のWasserstein空間の間の関係性を抽出するために、t-SNE(van der Maaten and Hinton, 2008)を拡張した埋込み手法により、各観測記録を共通の埋込み空間で表現した。埋込み空間は両帯域の波形の距離関係を保つように構成され、帯域間の関係性を反映している。よって、長周期シミュレーション波形が得られると、埋込み空間に写像することで、近傍の要素から短周期の包絡波を内挿することができる。この内挿は、最適輸送理論のBarycenterの概念を用いて自然に構成することができる。

また、周波数特性はニューラル・ネットワークを用いて推定した。入力を地震マグニチュードと長周期の振幅スペクトル3成分、出力を短周期の振幅スペクトル3成分に設計した。訓練時には、まず多数の観測点での記録を、座標系を回転して増大させることでデータ数を確保し、過学習を防いだ。次に推論対象となる観測点での記録のみを用いて学習し、サイト特性を表現できるように工夫した。最後に、推定した包絡波と振幅スペクトルから、乱数位相を用いて短周期帯域の時刻歴波形を作成し、長周期シミュレーション波形と組み合わせて広帯域地震動を合成する。

本発表では、2008年に茨城県沖で発生したM7.0の地震を対象に、手法の有効性を検証した。長周期波形にはシミュレーション波形の代わりに観測波形を用いた。提案手法は経時特性の再現性に優れ、応答スペクトル特性も同等以上の性能を示した。本手法には、別の地震や想定地震を扱う際に、地盤モデルや地震の選択といった任意性を伴わないという利点がある。

キーワード：地震動予測、埋込み
Keywords: ground motion prediction, embedding

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

LSTM and CNN Applications to Forecast Earthquake Magnitude Probability Distribution

*劉 齊[1]、三宅 弘恵[2]、鶴岡 弘[3]
*Qi Liu[1], Hiroe Miyake[2], Hiroshi Tsuruoka[3]

1. 東京大学大学院学際情報学府、2. 東京大学大学院情報学環、3. 東京大学地震研究所
1. GSII, The University of Tokyo, 2. III, The University of Tokyo, 3. ERI, The University of Tokyo

An earthquake is one of the most dangerous natural disasters. And for us, earthquake is not only resulted in economic loss, but also the physiological and psychological trauma. There are two main ways to avert these kinds of loss: One is earthquake early warning, the other is earthquake prediction. Compare to the earthquake early warning, the earthquake prediction seems to be more useful for disaster mitigation, decrease damage by earthquakes, but unfortunately it is more difficult to predict with accurate physics-based ways, even sometimes is thought to be impossible. Spatial distribution of earthquakes has some relationships with the structure of the Earth. Temporal distribution of earthquakes has some relationships with mechanical properties and stress state of the Earth. There are a lot of studies that count earthquake events for finding several laws of earthquakes with great achievements: Omori formula, Modified Omori formula, ETAS model, and etc. These traditional models had good performance on the aftershock forecasting, but are not good enough to the mainshock forecasting. The earthquake occurrence is generally according to the Poisson distribution which follows the power law. This kind of distribution is meaningful because the earthquake event has same probability of occurrence per unit time. This is one of reasons why it is difficult to forecast mainshocks.

With the development of computer science, several new technologies have been created: liner regression, nonlinear regression, and classification based on machine learning. According to updates of computer hardware, not only original machine learning such as Random Forest (RF), Support Vector Machines (SVM), and Neural Network (NN) has been used for the earthquake data mining but also several Neural Network deep learning methods has been abundantly used for these forecasting problems. Nowadays imagine identification technology based on Convolutional Neural Network (CNN) and text generation technology based on Recurrent Neural Network (RNN) are the most representative technologies. These two kinds of most useful Neural Network models are also widely used for spatial data mining as well as temporal data mining. We consider to combine these two Neural Networks to find spatio-temporal relationship among earthquakes at different positions and to perform earthquake event forecasting by taking advantage of this relationship.

At 14:46 on 11 March 2011, the Tohoku earthquake occurred. It is well-known that predicting this kind of a giant earthquake is most helpful to us for disaster mitigation. In this study, we use earthquake event data within 100 km depth in 2000-2010 from the JMA (Japan Meteorological Agency) unified catalog, and sort out one-day JMA magnitude probability distribution values (events number, magnitude average value, maximum magnitude value, and standard value) as one dataset per spatial grid to cover the catalog over Japan. Through supervised learning, we forecast earthquake magnitude probability distribution based on LSTM RNN (Long-Short Term Memory Recurrent Neural Network) and CNN (Convolutional Neural Network) prior to the 2011 Tohoku earthquake.

キーワード：machine learning 、earthquake forecasting、Recurrent Neural Network

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: machine learning , earthquake forecasting, Recurrent Neural Network

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

FORCsensei: 機械学習を用いたFirst Order Reversal Curve (FORC)データ処理の最適化

FORCsensei: A machine learning framework to estimate optimized first-order reversal curve distributions

David Heslop[1,2]、Andrew Roberts[1,2]、*小田 啓邦[2]、Xiang Zhao[1,2]、Richard Harrison[3]、Adrian Muxworthy[4]、Pengxiang Hu[1,2]、佐藤 哲郎[2]
David Heslop[1,2], Andrew Roberts[1,2], *Hirokuni Oda[2], Xiang Zhao[1,2], Richard Harrison[3], Adrian Muxworthy[4], Pengxiang Hu[1,2], Tetsuro Sato[2]

1. オーストラリア国立大学、2. 産業技術総合研究所地質情報研究部門、3. ケンブリッジ大学、4. インペリアルカレッジロンドン
1. Australian National University, 2. Institute of Geology and Geoinformation, Geological Survey of Japan, AIST, 3. University of Cambridge, 4. Imperial College London

First-order reversal curve (FORC) distributions are a powerful diagnostic tool for characterizing and quantifying magnetization processes in fine magnetic particle systems. Estimation of FORC distributions requires computation of the second-order mixed derivative of noisy magnetic hysteresis data. This operation amplifies measurement noise and for weakly magnetic systems it can compromise estimation of a FORC distribution. Several processing schemes, typically based on local polynomial regression, have been developed to produce smoothed FORC distributions that suppress detrimental noise. As FORC analysis has become more quantitative, the smoothed distribution needs to be consistent with the measurement data from which it was estimated. This can be a challenging task even for expert users, who must subjectively adjust parameters that define the form and extent of smoothing until a satisfactory FORC distribution is obtained. For non-expert users, estimation of FORC distributions using inappropriate smoothing parameters can produce heavily distorted results corrupted by processing artifacts, which in turn can lead to spurious inferences concerning the magnetic system under investigation. We have developed a statistical machine learning framework based on probabilistic model comparison to guide estimation of FORC distributions. An intuitive approach is presented that reveals which regions of a FORC distribution may have been smoothed inappropriately. Our machine learning approach will objectively select an optimal FORC distribution probabilistically, which will automate the derivative estimation process for both expert and non-expert users.

キーワード：機械学習、FORC、磁気ヒステリシス、2次微分
Keywords: machine learning, First Order Reversal Curve, magnetic hysteresis, mixed second derivative

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 B (地球生命科学)：B-PT 古生物学・古生態学

2019年5月26日(日) 9:00 ~ 10:30 | 201A 2F

[B-PT04] Biomineralization and the Geochemistry of Proxies

コンビーナ:豊福 高志(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、北里 洋(国立大学法人東京海洋大学)、Bijma Jelle(アルフレッドウェゲナー極域海洋研究所)、廣瀬 孝太郎(早稲田大学　大学院創造理工学研究科　地球・環境資源理工学専攻)、座長:廣瀬 孝太郎(早稲田大学　大学院創造理工学研究科　地球・環境資源理工学専攻)、豊福 高志

Biomineralization and the Geochemistry of Proxies - Biology, laboratory culture-experiments and their applications to the paleo-research -
In order to reconstruct the Earth climate system, marine paleoclimatologists resort to transfer functions or geochemical proxies, which are produced or affected by organisms. The relationships used for reconstructions are generally based on field calibrations or derived from laboratory experiments. The danger of these so-called empirical relationships is that they may be valid only within the restricted parameter space of their calibration. Application of proxy relationships to very different environmental settings (e.g. high vs. low latitude or glacial vs. interglacial) requires a mechanistic understanding of these relationships. Much progress can be expected by a better understanding of the biomineralization mechanisms and the incorporation of proxy signals.
In this session we facilitate contributions related to the biomineralization, calibration and validation of marine proxies from field study, laboratory culture experiment and paleo-environmental reconstruction.

9:00 ~ 9:15

[BPT04-01] Long term size changes of the Middle Miocene planktonic foraminifera in the eastern equatorial Pacific

★Invited Papers

*鈴木 拓馬[1]、林 広樹[1] (1.島根大学)

9:15 ~ 9:30

[BPT04-02] Mathematical models for the geochemical composition of foraminiferal calcium carbonate

*Jelle Bijma[1]、Dieter Wolf-Gladrow[1] (1.Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung)

9:30 ~ 9:45

[BPT04-03] Response of structurally substituted sulfur in foraminifera shells to glacial-interglacial changes: a 1.0-million-year record from the Ontong-Java Plateau

*吉村 寿紘[1]、為則 雄祐[2]、黒田 潤一郎[3]、黒柳 あずみ[4]、大河内 直彦[1] (1.海洋研究開発機構　生物地球化学研究分野、2.高輝度光科学研究センター、3.東京大学　大気海洋研究所、4.東北大学　総合学術博物館)

9:45 ~ 10:00

[BPT04-04] Transcript assembly and quantification identify candidate genes for foraminiferal calcification

*氏家 由利香[1]、石谷 佳之[2]、石井 俊一[3]、長井 裕季子[3]、高木 善弘[3]、生田 哲朗[3]、豊福 高志[3] (1.高知大学・海洋コア総合研究センター、2.筑波大学・計算科学研究センター、3.海洋研究開発機構)

10:00 ~ 10:15

[BPT04-05] Characterization of cogwheel structures in foraminifera

★Invited Papers

*Inge van Dijk[1]、Markus Raitzsch[2]、Gernot Nehrke[1]、Jelle Bijma[1] (1.Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, Am Handelshafen 12, Bremerhaven 27570, Germany、2.MARUM - Zentrum für Marine Umweltwissenschaften, Universität Bremen, Leobener Str., 28359 Bremen, Germany)

10:15 ~ 10:30

[BPT04-06] 海底景観から底生有孔虫を特徴づける

*北里 洋[1] (1.国立大学法人東京海洋大学)

Long term size changes of the Middle Miocene planktonic foraminifera in the eastern equatorial Pacific

*鈴木 拓馬[1]、林 広樹[1]
*Takuma Suzuki[1], Hiroki Hayashi[1]

1. 島根大学
1. Shimane University

Body size is a key morphological attribute which has fundamental and significance information. For paleobiologic study based on fossil records, classification depends mainly on morphology of hard tissue. Previous studies noted that the temporal reduction in dominant size was observed in several fossil records when the taxon faced mass extinction or strong biostress.

This phenomenon was termed as “Lilliput effect” and appears to be ubiquitous to extinction events and occurs not only within unicellular and multicellular but also terrestrial and marine organisms, therefore it has a potential to make clear what the relationship between organism response and environmental fluctuation.

Then, a size analysis to investigate the phenomenon requires a lot of individuals of single taxon, therefore microfossil characterized by rich and successive abundance is more valid material than macrofossil. Particularly, planktonic foraminifera shows accretion growth by a adding new chamber on its penultimate chamber, therefore the size well reflects the ontogenic pattern.

The core samples we used in this study were drilled at the Integrated Ocean Drilling Program (IODP) Sites U1337 and U1338 consisting of the Pacific Equatorial Age Transect (PEAT) project, which was planned in order to obtain the Cenozoic successive geologic record. The stratigraphic interval of approximately 400 million years in Middle Miocene (15–11 Ma) was used for this study. This interval includes the transition from the relatively warm face (MCO: Miocene Climatic Optimum) to the colder mode with the expansion of the Eastern Antarctica Ice Sheet (EAIE: 13.8 Ma).

キーワード：浮遊性有孔虫、サイズ、巨大化、中期中新世気候温暖期、東部南極氷床拡大
Keywords: Planktonic Foraminifera, Size, Giantism, Middle Miocene Climatic Optimum, Eastern Antarctic Ice-sheet Expansion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Long term diameter changing

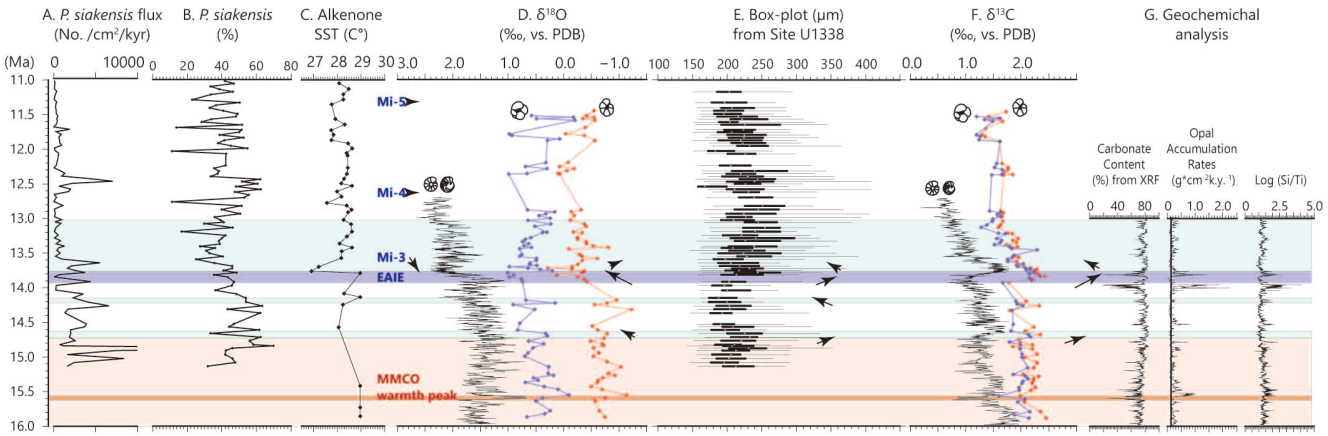


Fig.1 Temporal size changes are plotted with other previous data. A: Flux of *P. siakensis* at Site U1338 (Hayashi et al., 2013). B: Relative abundance of *P. siakensis* at Site U1338 (Hayashi et al., 2013). C: Alkenone SST data at Site U1338 (Rousselle et al., 2013). D: Stable oxygen isotope data. The black line represents benthic foraminiferal data at Site U1338 (Holbourn et al., 2014). The red line represents data for *P. siakensis* and the blue line does data for *Dentoglobigerina venezuelana* at Site U1337 (Matsui et al., 2017). E: Diameter of *P. siakensis* at Site U1338. F: Stable carbon isotope data. The color of each line is same as D. G: Geochemical data (Holbourn et al., 2014; Lyle et al., 2012).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Mathematical models for the geochemical composition of foraminiferal calcium carbonate

*Jelle Bijma[1], Dieter Wolf-Gladrow[1]

1. Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung

The isotopic compositions ($\delta^{11}B$, $\delta^{13}C$, $\delta^{18}O$) of foraminiferal calcium carbonate are used as paleo-proxies for pH, biological production, temperature or ice-volume. However, in order to interpret the observed isotopic values, one needs a process-based (`mechanistic´) understanding of the generation the proxy data. For this purpose, mathematical models have been developed. Because of missing detailed information about various processes involved in biomineralization these models were somewhat speculative despite their formulation based on physical and chemical principles. Application of these models in the framework of paleoceanographic simulations (generation of `simulated sediment cores´) can be used to test these models. I will discuss limitations of the models, open questions, and possible further developments.

Keywords: biomineralisation, foraminifer, geochemistry, numerical models

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Response of structurally substituted sulfur in foraminifera shells to glacial-interglacial changes: a 1.0-million-year record from the Ontong-Java Plateau

*吉村 寿紘[1]、為則 雄祐[2]、黒田 潤一郎[3]、黒柳 あずみ[4]、大河内 直彦[1]
*Toshihiro Yoshimura[1], Yusuke Tamenori[2], Junichiro Kuroda[3], Azumi Kuroyanagi[4], Naohiko Ohkouchi[1]

1. 海洋研究開発機構　生物地球化学研究分野、2. 高輝度光科学研究センター、3. 東京大学　大気海洋研究所、4. 東北大学　総合学術博物館
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Japan Synchrotron Radiation Research Institute, 3. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 4. Tohoku University Museum, Tohoku University

During the Quaternary, the Earth’s surface has experienced large changes in the extent of glaciation, sea-level, and temperature. The preservation of biogenic carbonates in deep-sea sediments reflects changes in deep-water circulation and in rates of production of carbonate and organic carbon in the surface ocean. The response of carbonate alkalinity to glacial-interglacial cycles provides important constraints on past oceanic carbon cycles. Because the relative activity of sulfate ions to carbonate ions in the calcifying fluids would influence sulfate incorporation into $CaCO_3$, sulfate contents (or sulfur to calcium ratio) have been proposed as a potential archive of carbonate ion concentrations. However, the preservation of some trace elements in biogenic carbonates is highly susceptible to physicochemical conditions of sedimentation, thus the spatiotemporal variability of sulfur proxy in foraminiferal calcite is still under debate. Here we show a 1.0-million-year record of structurally substituted sulfur in foraminifera shells from the Ontong-Java Plateau. For this study, we used a synchrotron source micro-X-ray fluorescence (μ-XRF) as well as *K*-edge XANES to show the sulfur content and local coordination environment in mixed-species foraminifera. All chambers of foraminiferal shells were physically broken in a glass vial and then ultrasonically cleaned in de-ionized water, methanol, H_2O_2 and $HClO_4$. The μ-XRF measurements were taken at a photon energy of 3000.0 eV with an acquisition time of 5 s. The ratios of sulfur to calcium is calibrated using carbonate reference standards. The XANES spectra suggested that the sulfur in foraminifera shells is predominantly in structurally substituted sulfate, and S/Ca ratios fluctuate between 1.0 and 1.5 mmol/mol. The glacial-interglacial cycles were not clearly defined in sulfur contents between 0.9-0.6 Ma, whereas after 0.6 Ma, the emergence of quasi-100 ka cycles was observed. To place the sulfur record into paleoceanographic context, we compare the data with water mass, carbon cycle, and the preservation of foraminiferal calcite in deep-sea sediments.

キーワード：氷期間氷期サイクル、硫黄、有孔虫
Keywords: glacial-interglacial cycle, sulfur, foraminifera

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Transcript assembly and quantification identify candidate genes for foraminiferal calcification

*氏家 由利香[1]、石谷 佳之[2]、石井 俊一[3]、長井 裕季子[3]、高木 善弘[3]、生田 哲朗[3]、豊福 高志[3]
*Yurika Ujiie[1], Yoshiyuki Ishitani[2], Shun'ichi Ishii[3], Yukiko Nagai[3], Yoshihiro Takaki[3], Tetsuro Ikuta[3], Takashi Toyofuku[3]

1. 高知大学・海洋コア総合研究センター、2. 筑波大学・計算科学研究センター、3. 海洋研究開発機構
1. Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, 2. Center for Computational Sciences, University of Tsukuba, 3. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Foraminifera, a major group of biomineralizing eukaryotes, have two important roles in paleo and modern Earth environments. Firstly, foraminifers produce a large amount of calcium carbonate in pelagic realm due to their widespread distributions and high-biomass over the world oceans. Their calcification could largely impact on the global biogeochemical cycleof both CO_2 and calcium. The second point is that the foraminiferal shells have been preserved in marine sediments with an excellent fossil record, leading to reconstruction of Earth environmental changes in the past. Because foraminifers uptake the extracellular CO_2 from ambient sea-water during the shell-forming, these shells record the chemical condition of the ocean at that time. Therefore, many scientists have paid attention to the mechanism of foraminiferal biomineralization. The precise cell observations during the shell-forming process mentioned that the calcium ion and inorganic carbon were excreted from vesicles in the cell. Such intracellular storages of indispensable elements for calcification concern non-equilibrium state of calcium ion between sea-water and the shells. Even such studies tackled the biomineralization process, they emphasized the necessity of understanding cellular metabolism for foraminiferal biomineralization.
In order to reveal biomineralizing mechanism of foraminifers, we here present the gene expression profiles during the foraminiferal calcification for the first time. We used cultured specimens of *Ammonia beccarii*, which have hyaline calcite, and applied comparative transcriptomic survey by using high-throughput mRNA sequencing (RNA-seq). We performed *de novo* assembly using ~67 million pair-end reads of mRNAs, and then mapped back the reads to the open read frames (ORFs) for calculating the expression levels. From the results, we identified the candidate genes for the calcification process; Ca^{2+} is transported through multiple ion channels from an extracellular region and pooled in vesicles. These Ca^{2+} seem to play important role for mitochondrial ATP synthesis. We also found the genes coding enzymes, which are related to generate bicarbonate in a cell and to release it to extracellular. In taking account of the studies of cell observations, the present study figured out transportations of ions and molecules for calcification.

キーワード：石灰化、単細胞真核生物、遺伝子発現
Keywords: calcification, single-cell eukaryote, gene expression

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Characterization of cogwheel structures in foraminifera

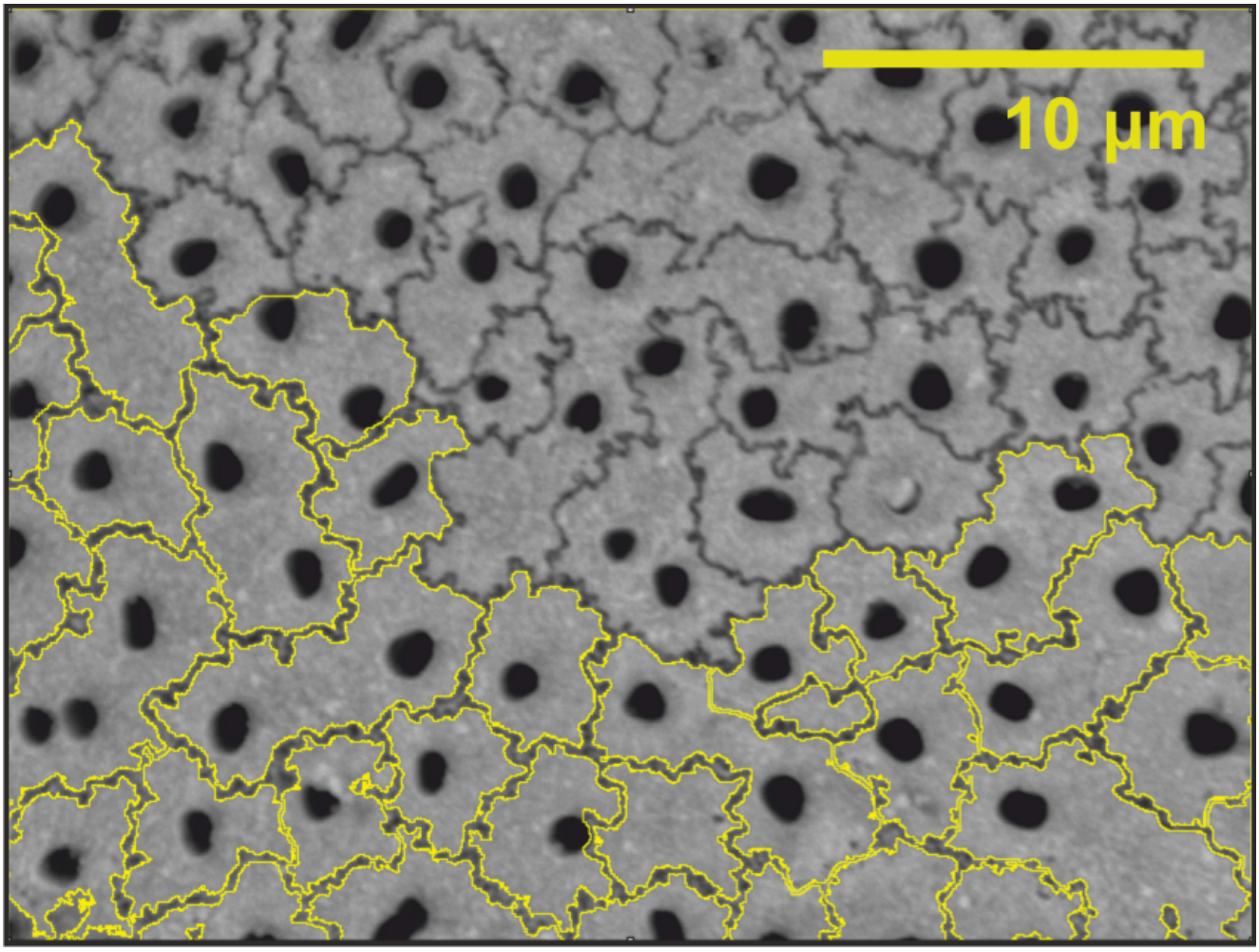
*Inge van Dijk[1], Markus Raitzsch[2], Gernot Nehrke[1], Jelle Bijma[1]

1. Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, Am Handelshafen 12, Bremerhaven 27570, Germany, 2. MARUM - Zentrum für Marine Umweltwissenschaften, Universität Bremen, Leobener Str., 28359 Bremen, Germany

Studying biomineralization of foraminifera has become more popular over the last decade and is increasingly directed towards its linkage with element incorporation and isotope fractionation. The next step forward, is to investigate the “systematics” between structure (biomechanical constraints) and chemistry (biochemical constraints). We aim to catalogue species-specific variations in ultra-structures of foraminiferal shells, so-called cogwheels. These features, measuring in general 2-10 μm in diameter, vary greatly between species and become visible after slightly etching the surface of the shell. By using SEM pictures and the software “ImageJ” we can select and automatically measure different parameters of these cogwheels as well as of the pores. These structures will be compared within individuals (e.g. different chambers) as well as between different species. The ultimate goal is to link chemical (e.g. Mg content) to physical (e.g. shape and size) cogwheel properties. By investigating these combinations systematically and by linking them to phylogeny, we hope to find evolutionary patterns and to get insight into calcification mechanisms and geochemical controls. This will improve our mechanistic understanding of proxy incorporation and help to better interpret climate and environmental foraminiferal archives.

Keywords: Biomineralization, Foraminifera

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

海底景観から底生有孔虫を特徴づける
Benthic foraminiferal characterizations from the seascape point of view

*北里 洋[1]
*Hiroshi Kitazato[1]

1. 国立大学法人東京海洋大学
1. Tokyo University of Marine Science and Technology (TUMSAT)

Benthic foraminifers dwell in bottom environments with habitat segregations. For instance, benthic foraminiferal species live on algal species according to exixting microhabitats such as fronds or thali of algae, or sediments in between fronds. Benthic foraminiferal species that are living with microhabitat segregations show specific characteristics such as feeding behaviors, living positions and test growth patterns according to microhabitat specific environmental characters . These characters are strongly affected by microhabitat specific microenvironments. During my presentation, I will compile group of microhabitats and their microenvironmental characters (Kitazato, 1994). Then, I try to explain how microhabitats segregation relate strongly with habitat specific adaptational tactics of foraminiferal species.
These landscape ecological approaches may have made clear species specific functional ecology of foraminiferal species groups.

キーワード：有孔虫、住み分け、海の景観
Keywords: foraminifers, habitat segregation, seascape in the sea

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 B (地球生命科学)：B-PT 古生物学・古生態学

2019年5月26日(日) 10:45 ~ 12:15 | 201A 2F

[B-PT04] Biomineralization and the Geochemistry of Proxies

コンビーナ:豊福 高志(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、北里 洋(国立大学法人東京海洋大学)、Bijma Jelle(アルフレッドウェゲナー極域海洋研究所)、廣瀬 孝太郎(早稲田大学　大学院創造理工学研究科　地球・環境資源理工学専攻)、座長:Jelle Bijma(AWI)、北里 洋

Biomineralization and the Geochemistry of Proxies - Biology, laboratory culture-experiments and their applications to the paleo-research -
In order to reconstruct the Earth climate system, marine paleoclimatologists resort to transfer functions or geochemical proxies, which are produced or affected by organisms. The relationships used for reconstructions are generally based on field calibrations or derived from laboratory experiments. The danger of these so-called empirical relationships is that they may be valid only within the restricted parameter space of their calibration. Application of proxy relationships to very different environmental settings (e.g. high vs. low latitude or glacial vs. interglacial) requires a mechanistic understanding of these relationships. Much progress can be expected by a better understanding of the biomineralization mechanisms and the incorporation of proxy signals.
In this session we facilitate contributions related to the biomineralization, calibration and validation of marine proxies from field study, laboratory culture experiment and paleo-environmental reconstruction.

10:45 ~ 11:00

[BPT04-07] Skeleton microstructures of aposymbiotic scleractinian coral cultured in seawater with various Mg/Ca ratios

*甕 聡子[1]、富岡 尚敬[1]、川野 潤[2]、波利井 佐紀[3]、永井 隆哉[2]、渡邊 剛[2]、兒玉 優[4]、伊藤 元雄[1] (1.海洋研究開発機構　高知コア研究所、2.北海道大学、3.琉球大学、4.マリン・ワーク・ジャパン)

11:00 ~ 11:15

[BPT04-08] Skeletal formation of scleractinian corals in response to Mg/Ca fluctuation

*樋口 富彦[1]、湯山 育子[2] (1.東京大学大気海洋研究所、2.筑波大学)

11:15 ~ 11:30

[BPT04-09] **Inter-specific variations in trace element concentrations of modern brachiopod shells collected from Otsuchi Bay, Japan**

*西尾 拓哉[1]、高柳 栄子[1]、浅海 竜司[1]、新城 竜一[2]、山本 鋼志[3]、井龍 康文[1] (1.東北大学大学院理学研究科地学専攻、2.琉球大学大学院理工学研究科物質地球科学科地学系、3.名古屋大学大学院環境学研究科地球環境科学専攻)

11:30 ~ 11:45

[BPT04-10] Trace element concentrations of sub-tropical modern brachiopod *Basiliola lucida* collected off Okinawa-jima, Japan

*高柳 栄子[1]、栃木 智子[1]、浅海 竜司[1]、新城 竜一[2]、板木 拓也[3]、井龍 康文[1] (1.東北大学、2.琉球大学、3.産業技術総合研究所)

11:45 ~ 12:05

[BPT04-11] Structural difference between phaeodarians and radiolarians (unicellular zooplankton)

★Invited Papers

*仲村 康秀[1]、堀 利栄[2]、辻 彰洋[1]、大藤 弘明[2]、鈴木 紀毅[3]、木元 克典[4] (1.国立科学博物館、2.愛媛大学、3.東北大学、4.海洋研究開発機構)

12:05 ~ 12:15

Discussion

Skeleton microstructures of aposymbiotic scleractinian coral cultured in seawater with various Mg/Ca ratios

*甕 聡子[1]、富岡 尚敬[1]、川野 潤[2]、波利井 佐紀[3]、永井 隆哉[2]、渡邊 剛[2]、兒玉 優[4]、伊藤 元雄[1]
*Satoko Motai[1], Naotaka Tomioka[1], Jun Kawano[2], Saki Harii[3], Takaya Nagai[2], Tsuyoshi Watanabe[2], Yu Kodama[4], Motoo Ito[1]

1. 海洋研究開発機構　高知コア研究所、2. 北海道大学、3. 琉球大学、4. マリン・ワーク・ジャパン
1. Japan Agency for Marine-Earth and Technology, 2. Hokkaido University, 3. University of the Ryukyus, 4. Marine Works Japan

Skeletons of present-day reef-building scleractinian corals consist of aragonite which is one of polymorphs of calcium carbonate. Meanwhile, in the Late Cretaceous, scleractinian corals with two different skeletal mineralogies of aragonite and calcite have been identified (Stolarski et al., 2007; Janiszewska et al., 2017). Although a Cretaceous seawater Mg/Ca molar ratio (*m*Mg/Ca), which affects polymorph selection, of ~1 is a possible reason as to why corals formed calcitic skeletons, previous studies have shown that aragonite was still a major phase in modern symbiotic coral skeletons in a pseudo-Cretaceous sea (Reis et al., 2006; Higuchi et al., 2014). There should be other factors to explanation for the existence of calcite skeletons in such a sea. Our previous work (Motai et al., 2017) has reported that corals form calcite skeleton without a symbiotic relationship between the coral host and zooxanthellae in a pseudo-Cretaceous sea with *m*Mg/Ca ratios of ~1.

Juveniles of modern scleractinian corals (*Acropora* spp.) were cultured without symbionts (Motai et al., 2017). At approximately 26 ˚C, aposymbiotic corals formed entirely aragonite skeleton in the present sea with an *m*Mg/Ca ratio of ~5, whereas aposymbiotic corals formed entirely calcite skeleton in a pseudo-Cretaceous sea with an *m*Mg/Ca ratio of <1. Both aragonite and calcite skeletons have typical structures same as skeleton of symbiotic consisted of basal plates, septa, costae, and walls, in sub-millimeter scale under an optical microscope. To retrieve the effectiveness of different mineral phases on coral skeletal morphology in more fine scale, we have carried out textural observation utilizing a scanning electron microscopy for μm-scale area and a transmission electron microscopy for sub-μm scale area.

The aragonite skeleton consists of granular and needle-like grains less than ~1 μm. The needle-like grains are radially oriented from aggregates of granular grains. The similar microstructures are previously observed in skeletons of symbiotic coral. The components of granular and needle-like grains are called as centers of calcification (COCs) and fibers, respectively. On the other hand, calcite skeleton consists of needle-like grains with larger than ~2 μm in length and shows neither COCs nor fibers components. The difference in grain size and shape between aragonite and calcite skeletons affects their surface morphology: regular shingled thickening deposits with the width ~10 μm appear in aragonite skeletons, whereas no such morphologies are observed in calcite skeletons. Nevertheless, both of aragonite and calcite skeleton of aposymbiotic corals form similar skeletal structure to symbiotic coral skeletons. Therefore, scleractinian corals may control forming their typical skeletal structures despite of different textures and morphologies caused by different mineral phases.

Stolarski J., Meibom A., Przenioslo R., Mazur M., 2007, Science, 318:92–94
Janiszewska K., Mazur M., Escrig S., Meibom A., Stolarski J., 2017, Geology, 45:319–322

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Reis J.B., Stanley S.M., Hardie L.A., 2006, Geology, 34:525–528
Higuchi T., Fujimura H., Yuyama I., Harii S., Agostini S., Oomori T., 2014, PLoS One 9014
Motai S., Kawano J., Harii S., Watanabe T., Nagai T., 2017, JpGU-AGU Joint Meeting

キーワード：造礁サンゴ、バイオミネラリゼーション、共生藻、アラゴナイト、カルサイト
Keywords: reef-building coral, biomineralization, symbiotic algae, aragonite, calcite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Skeletal formation of scleractinian corals in response to Mg/Ca fluctuation

*樋口 富彦[1]、湯山 育子[2]
*Tomihiko Higuchi[1], Ikuko Yuyama[2]

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 筑波大学
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. University of Tsukuba

Although coral skeletons generally comprise aragonite crystals, changes in the molar Mg/Ca ratio (*m* Mg/Ca) in seawater result in the incorporation of calcite crystals (Higuchi et al. 2014, Plos one). Also, we found temperature-dependent aragonite and calcite formation by scleractinian corals in low *m*Mg/Ca seawater (Higuchi et al. 2017, Geology). Corals produced more aragonite than formed in inorganic $CaCO_3$ precipitation experiments under the same conditions, except at 19 ˚C. Although the aragonite content reflected the results of the abiotic experiments at 19 ˚C, it is suggested that aragonitic scleractinian corals controlled skeletal formation biologically under low *m*Mg/Ca conditions at higher temperature. The mechanism of formation of aragonite and calcite crystals in coral skeletons was therefore investigated by RNA-seq analysis, using early growth stage calcite (*m*Mg/Ca=0.5) and aragonite (*m*Mg/Ca=5.2)-based corals (Yuyama and Higuchi, submitted). As a result, 1287 genes were up-regulated and 748 down-regulated in calcite-based corals. In particular, 91 skeletogenesis-related genes, such as Collagen alpha and Galaxin, were detected as up-regulated genes and 15, such as Hemicentin, were down-regulated, in low-Mg/Ca conditions. Since the number of down-regulated genes associated with the skeletal organic matrix of aragonite skeletons was much lower than that of up-regulated genes, it is thought that corals actively cause the skeletal organic matrix to construct an aragonite skeleton in low-Mg/Ca conditions. The results also indicated that different types of skeletal organic matrix proteins, extracellular matrix proteins and calcium ion binding proteins changed their expression in both calcite-formed corals and normal corals, suggesting that the composition of these proteins could be a key factor in the selective formation of aragonite or calcite $CaCO_3$.

キーワード：Aragonite-Calcite、scleractinian coral、Mg/Ca fluctuation
Keywords: Aragonite-Calcite, scleractinian coral, Mg/Ca fluctuation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Inter-specific variations in trace element concentrations of modern brachiopod shells collected from Otsuchi Bay, Japan

*西尾 拓哉[1]、高柳 栄子[1]、浅海 竜司[1]、新城 竜一[2]、山本 鋼志[3]、井龍 康文[1]
*Takuya Nishio[1], Hideko Takayanagi[1], Ryuji Asami[1], Ryuichi Shinjo[2], Koshi Yamamoto[3], Yasufumi Iryu[1]

1. 東北大学大学院理学研究科地学専攻、2. 琉球大学大学院理工学研究科物質地球科学科地学系、3. 名古屋大学大学院環境学研究科地球環境科学専攻
1. Institute of Geology and Paleontology, Graduate School of Science, Tohoku University, 2. Graduate School of Engineering and Science, University of the Ryukyus, 3. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

Carbon- ($\delta^{13}C$) and oxygen-($\delta^{18}O$) isotope composition and trace element to calcium ratios (Me/Ca; e.g., Mg/Ca and Sr/Ca) in biogenic carbonates have been used as a powerful tool for reconstructing paleoceanographic and paleoenvironmental conditions throughout the Phanerozoic. Rhynchonelliformea brachiopods, hereafter called “brachiopod”, are regarded as one of the excellent archives for the conditions because of (1) their extensive fossil records from the early Cambrian onwards, (2) their dense, low-magnesium calcite shells less susceptible to diagenetic alteration than aragonitic precipitates of marine calicifiers, and (3) the occurrence of modern analoguesin the oceans.For these reasons, $\delta^{13}C$ and $\delta^{18}O$ values of fossil brachiopod shells have been served as a major data source in many studies on paleoenvironments, especially those in the Paleozoic and Mesozoic. In contrast, Me/Ca in brachiopod shells has not been used as paleoenvironmental indicators because the relationship between shell chemistry and seawater composition and physical properties (e.g., temperature, salinity) are not well understood. This is at least partly due to difficulties in obtaining time-series of Me/Ca from modern brachiopod shells to compare directly with those in seawater chemistry (pH and carbonate system as well as Me/Ca) and the oceanographic properties at their growth sites.
We investigated inter-specific variations in Mg/Ca, Sr/Ca, Mn/Ca, and Fe/Ca in the shells of four modern brachiopod species collected from two different water depths in Otsuchi Bay, Japan, and established a new technique for converting distance domain Me/Ca profiles of the ontogenetic-series samples to the Me/Ca time-series. Mg/Ca of *Terebratulina crossei*is higher than that of the other species (*Laqueus blanfordi*,*Laqueus rubellus*, and *Terebratalia coreanica*). Significant correlations are found between Mg/Ca and $\delta^{18}O$ values of some samples. If the correlations are statiscally significant, regression equations established for Mg/Ca and seawater temperatures for brachiopod shells have steeper slopes and higher intercepts than those for foraminiferal tests. Sr/Ca profiles are likely different in their patterns among species even though they live at the same water depth. Mn/Ca and Fe/Ca of the all species are verylow or below detection limits.

キーワード：現生腕足動物、微量金属元素濃度、古環境指標、大槌湾
Keywords: Modern brachiopod, Trace element concentration, Paleoenvironmental proxy, Otsuchi Bay

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Trace element concentrations of sub-tropical modern brachiopod *Basiliola lucida* collected off Okinawa-jima, Japan

*高柳 栄子[1]、栃木 智子[1]、浅海 竜司[1]、新城 竜一[2]、板木 拓也[3]、井龍 康文[1]
*Hideko Takayanagi[1], Tomoko Tochigi[1], Ryuji Asami[1], Ryuichi Shinjo[2], Takuya Itaki[3], Yasufumi Iryu[1]

1. 東北大学、2. 琉球大学、3. 産業技術総合研究所
1. Tohoku University, 2. University of the Ryukyus, 3. Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

Trace element concentrations in biogenic carbonates have been widely used as an indicator for paleoceanographic conditions, such as seawater temperature, chemical and isotopic composition, and oceanic carbonate system. Since calcium carbonates ($CaCO_3$) are easy to treat and handle for their geochemical analyses, the combined use of trace element and isotopic ratios (e.g., Me/Ca and $\delta^{18}O$) analyzed from the same powder samples from calcareous fossils provides multi-proxy constraints on paleoenvironmental reconstructions. Brachiopods, one of the most crucial marine calcifiers throughout the Phanerozoic, have been regarded as key taxa for expanding our knowledge on the evolution of Earth's oceans and climate. Brachiopod-based paleoenvironments, however, have been mainly reconstructed from carbon and oxygen isotope composition, and the use of their trace element concentrations has been limited. Although some studies were conducted on within-shell variability of trace elements in modern brachiopod shells, it is still uncertain what environmental and/or physiological factors control the incorporation of trace elements into the shells and how precisely the shells record environmental signals of ambient seawater. In order to resolve these questions, it is necessary to compare trace element ratios of modern brachiopod shells with those in seawater along with oceanographic properties at the brachiopod growth site. This study investigates trace element concentrations in shells of a sub-tropical modern brachiopod, *Basiliola lucida*, collected to the west of Okinawa-jima, Ryukyu Islands, southwestern Japan. A previous study indicates no biological controls on carbon and oxygen isotope compositions of *B. lucida* shells. Since a large amount data were obtained on oceanographic conditions and seawater chemistry by scientific cruises of the Geological Survey of Japan of the National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST/GSJ) from this region, it is expected that we can specify primary factor(s) controlling the incorporation of trace elements into brachiopod shells.

キーワード：腕足動物、微量金属元素濃度、琉球諸島、古環境指標
Keywords: Brachiopoda, Trace element concentrations, Ryukyu Islands, Paleoenvironmental proxy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Structural difference between phaeodarians and radiolarians (unicellular zooplankton)

*仲村 康秀[1]、堀 利栄[2]、辻 彰洋[1]、大藤 弘明[2]、鈴木 紀毅[3]、木元 克典[4]
*Yasuhide Nakamura[1], Rie Hori, S.[2], Akihiro Tuji[1], Hiroaki Ohfuji[2], Noritoshi Suzuki[3], Katsunori Kimoto[4]

1. 国立科学博物館、2. 愛媛大学、3. 東北大学、4. 海洋研究開発機構
1. National Museum of Nature and Science, 2. Ehime University, 3. Tohoku University, 4. JAMSTEC

Radiolaria, Foraminifera and Phaeodaria are classified to the supergroup Rhizaria. Most of radiolarians and phaeodarians commonly possess skeletons made of amorphous silica ($SiO_2 \cdot nH_2O$), and the overall appearance of some phaeodarians is similar to that of radiolarians. Previous studies, however, revealed the structural difference among the two groups: Phaeodaria generally have spaces inside of the skeleton, and its fine structure is porous. Whereas, Spumellaria (Radiolaria) have solid skeleton, and there are no spaces within the skeleton (Takahashi & Hurd 2008, Nakamura et al. 2018). This study further examines the structural distinction among these two rhizarians groups from the viewpoint of ultrafine and overall structures.
Zooplankton were sampled in from 2011 to 2018 at ca. 20 stations in the North Pacific and the Mediterranean Sea. Phaeodarians and radiolarians were picked up from the samples and identified by observing their morphology. Individual specimens were then analyzed by the following three methods: (1) Thin cross-sections of ca. 70–200 nm were prepared, and the ultrafine structures were observed with a Transmission Electron Microscope (TEM). (2) The framework of the whole skeleton was visualized with a Micro-Xray Computed Tomography (MXCT). (3) Living radiolarians and phaeodarians were cultured with HCK-123, a fluorescent reagent specifically reacting to silica-precipitating parts, and the skeleton formation process was observed.
(1) Detailed observation of thin cross-sections revealed that the skeletons of radiolarians (including the orders Nassellaria and Collodaria) had no space within the skeleton, while the skeletons of all the analyzed phaeodarians were porous. (2) This result was confirmed by the MXCT analysis. Radiolarian skeleton did not contain any spaces, while numerous spaces were observed inside of the phaeodarian skeleton. (3) The culture experiment clarified that radiolarians form their skeleton from the central part of the cell. However, phaeodarians first create new skeletons (daughter cells) with almost the same size as that of the mother cell. The new skeleton then becomes thicker by adding silica from the inside. One mother cell produced four daughter cells within 12 hours at the fastest, suggesting that phaeodarians can create new skeletons faster than radiolarians. Considering also the occasional high biomass of phaeodarians, this group would be able to rapidly increase their number when the environment becomes preferable.

キーワード：ケルコゾア、原生生物、バイオミネラリゼーション、シリカ、プランクトン
Keywords: Cercozoa, protist, biomineralization, silica, plankton

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_22

[B-PT04] Biomineralization and the Geochemistry of Proxies

コンビーナ:豊福 高志(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、北里 洋(国立大学法人東京海洋大学)、Bijma Jelle(アルフレッドウェゲナー極域海洋研究所)、廣瀬 孝太郎(早稲田大学　大学院創造理工学研究科　地球・環境資源理工学専攻)

Biomineralization and the Geochemistry of Proxies - Biology, laboratory culture-experiments and their applications to the paleo-research -
In order to reconstruct the Earth climate system, marine paleoclimatologists resort to transfer functions or geochemical proxies, which are produced or affected by organisms. The relationships used for reconstructions are generally based on field calibrations or derived from laboratory experiments. The danger of these so-called empirical relationships is that they may be valid only within the restricted parameter space of their calibration. Application of proxy relationships to very different environmental settings (e.g. high vs. low latitude or glacial vs. interglacial) requires a mechanistic understanding of these relationships. Much progress can be expected by a better understanding of the biomineralization mechanisms and the incorporation of proxy signals.
In this session we facilitate contributions related to the biomineralization, calibration and validation of marine proxies from field study, laboratory culture experiment and paleo-environmental reconstruction.

[BPT04-P01] Living (stained) benthic foraminifera in the West-Gironde mud patch (Bay of Biscay, France): An ongoing survey for the European Community.

*Christophe Fontanier[1,2]、Bruno Deflandre[1]、Sylvain Rigaud[3]、Sabine Schmidt[1]、Bastien Lamarque[1]、Pascal Lebleu[1]、Dominique Poirier[1]、Antoine Grémare[1] (1. Bordeaux University, EPOC Laboratory, UMR CNRS 5805 OASU, F-33615 Pessac, FRANCE、2.FORAM Research Group, F-49140 Villevêque, FRANCE、3.Nîmes University, GIS Laboratory, EA 7352 CHROME, F-30035 Nïmes, FRANCE)

[BPT04-P02] Biomonitoring in the Cassidaigne Canyon (NW Mediterranean): the resilience and recovery of deep-sea benthic foraminifera at a bauxite industrial waste site

*Pauline Duros[1]、Christophe Fontanier[1,2,3]、Briony Mamo[4,5]、Deborah Mille[6]、Olivier Herlory[6] (1.FORAM Research Group, F-49140 Villevêque, FRANCE、2.Bordeaux University, EPOC Laboratory, UMR CNRS 5805 OASU, F-33615 Pessac, FRANCE、3.Angers University, 4 boulevard Lavoisier, F-49000 Angers, FRANCE.、4.School of Biological Sciences, University of Hong Kong, Pokfulam Road Sai Wan, Hong Kong SAR, CHINA. 、5.Department of Biology, Macquarie University, North Ryde, NSW, 2109, AUSTRALIA.、6.CREOCEAN, Agence PACA Corse, 230 Avenue de Rome, Valparc-Bât B, F-83500 La Seyne sur Mer, FRANCE.)

[BPT04-P03] 瀬戸内海表層堆積物中の珪藻遺骸群集組成とバイオマーカー組成の比較

*廣瀬 孝太郎[1]、中村 英人[2]、安藤 卓人[4]、浅岡 聡[3]、沢田 健[5] (1.早稲田大学　大学院創造理工学研究科　地球・環境資源理工学専攻、2.大阪市立大学大学院　理学研究科、3.神戸大学 内海域環境教育研究センター、4.北海道大学　極域研究センター、5.北海道大学　大学院理学研究院　地球惑星科学部門)

[BPT04-P04] Combined impacts of ocean acidification and desalination: culture experiments on the coastal species *Ammonia* sp. and *Elphidium crispum*

*Laurie Marie Charrieau[1]、Helena L. Filipsson[2]、Yukiko Nagai[1]、Sachiko Kawada[1]、Karl Ljung[2]、Emma Kritzberg[3]、Takashi Toyofuku[1,4] (1.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology、2.Department of Geology, Lund University, Sweden、3.Department of Biology, Lund University, Sweden、4.Tokyo University of Marine Science and Technology (TUMSAT), Japan)

[BPT04-P05] Effects on larger benthic foraminiferal shell density under global warming

★Invited Papers

*木下 峻一[1]、黒柳 あずみ[2]、西 弘嗣[2]、佐々木 理[2]、藤田 和彦[3]、鈴木 淳[4]、川幡 穂高[5] (1.東北大学大学院理学研究科、2.東北大学学術資源研究公開センター 東北大学総合学術博物館、3.琉球大学理学部物質地球科学科、4.独立行政法人産業技術総合研究所地質情報研究部門、5.東京大学　大気海洋研究所)

[BPT04-P06] Estimation of the calcification rate of foraminifera -exceptionally fast extending of the shell-

*長井 裕季子[1,2]、植松 勝之[3]、豊福 高志[2,4] (1.独立行政法人　国立科学博物館、2.国立研究開発法人　海洋研究開発機構、3.マリンワークジャパン、4.東京海洋大学)

[BPT04-P07] Estimation of foraminiferal calcification process from live imaging and FIB-SEM approach

*豊福 高志[1,2]、長井 裕季子[1,3] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.東京海洋大学、3.国立科学博物館)

[BPT04-P08] Toward a better understanding of planktic foraminiferal proxies: Are they photosymbiotic or not?

*高木 悠花[1]、木元 克典[2]、藤木 徹一[2]、守屋 和佳[3]、齊藤 宏明[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.海洋研究開発機構、3.早稲田大学教育学部)

[BPT04-P09] 硬骨海綿の骨格化学組成の古海洋プロキシとしての有用性

*浅海 竜司[1]、成瀬 貫[2]、水山 克[3]、植村 立[3]、新城 竜一[3]、伊勢 優史[4]、藤田 喜久[5]、坂巻 隆史[6] (1.東北大学大学院理学研究科、2.琉球大学熱帯生物圏研究センター、3.琉球大学理学部、4.マレーシア科学大学、5.沖縄県立芸術大学、6.東北大学大学院工学研究科)

Living (stained) benthic foraminifera in the West-Gironde mud patch (Bay of Biscay, France): An ongoing survey for the European Community.

*Christophe Fontanier[1,2], Bruno Deflandre[1], Sylvain Rigaud[3], Sabine Schmidt[1], Bastien Lamarque[1], Pascal Lebleu[1], Dominique Poirier[1], Antoine Grémare[1]

1. Bordeaux University, EPOC Laboratory, UMR CNRS 5805 OASU, F-33615 Pessac, FRANCE, 2. FORAM Research Group, F-49140 Villevêque, FRANCE, 3. Nîmes University, GIS Laboratory, EA 7352 CHROME, F-30035 Nïmes, FRANCE

During an environmental survey performed in summer 2017 (JERICObent-2 Cruise), living (stained) benthic foraminiferal faunas were investigated at 7 stations sampled within the West-Gironde mud patch, a mud belt located on the marine shelf in front of the Gironde River (Bay of Biscay, France). This study area is really strategic for local fisheries since substantial marine resources (demersal fishes, shrimps...) are easily accessible for coastal fishermen. Moreover, the mud belt is considered an important hotspot for marine biodiversity as far as food (i.e. sedimentary organic matter), which is naturally abundant there, could sustain an assumedly enhanced heterogeneity of benthic habitats for various taxon. In the framework of the European project JERICONext (ID 654410), we have been studying biological (prokaryotes, benthic meiofauna and macrofauna), sedimentary and geochemical patterns of mud-flat ecosystems in order to better understand how both spatial and temporal variability of riverine regime and coastal hydrodynamics impact the dynamics of the benthic life, especially foraminifera. Stations investigated in this presentation are located between 39 and 69 m water depth from the inner shelf to the mid-shelf. At most sites, surface sediment is characterized by clay-silt facies more or less enriched in organic matter. Oxygen penetration depth within the sediment is less than 7±3 mm. Foraminiferal simple diversity (S) presents relatively moderate values ranging between 15 and 35 taxa. According to Shannon Index H' and Rarefaction Index ES(100), foraminiferal diversity tends to slightly increase with water depth. This trend is supported by *Eggerelloides scabrus;* its contribution decreases from the shallower stations (~50%) of the proximal mud patch (<55 m depth) to the deeper stations (<30%) of the distal mud patch (>55 m depth). This agglutinated species is generally considered a reliable bio-indicator of organic-matter enriched sediment in front of river mouths. It is noteworthy that the shallowest station (station 1, 39 m) is also characterised by the exclusive contribution of *Quinqueloculina lata/laevigata* and *Ammonia beccarii,* which are both typical of inner-shelf environments. There, surface sediment is made of fine sand. The deeper stations (>55 m depth) located in the distal mud patch are characterised by a remarkable contribution (~30%) of *Pseudoeponides falsobeccarii* and Buliminids (~30% respectively). They are accompanied by *Rectuvigerina phlegeri* and *Nonion fabum*, which are typical of mid- and outer-shelf ecosystems. The contribution of Buliminids underline the gradual increase of sedimentary organic content (>1.2% DW) with water depth.

Keywords: Living Benthic Foraminifera, Mud Belt, Environmental Spatial Variability, Sedimentary Organic Matter, Oxygenation Level

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Biomonitoring in the Cassidaigne Canyon (NW Mediterranean): the resilience and recovery of deep-sea benthic foraminifera at a bauxite industrial waste site

*Pauline Duros[1], Christophe Fontanier[1,2,3], Briony Mamo[4,5], Deborah Mille[6], Olivier Herlory[6]

1. FORAM Research Group, F-49140 Villevêque, FRANCE, 2. Bordeaux University, EPOC Laboratory, UMR CNRS 5805 OASU, F-33615 Pessac, FRANCE, 3. Angers University, 4 boulevard Lavoisier, F-49000 Angers, FRANCE., 4. School of Biological Sciences, University of Hong Kong, Pokfulam Road Sai Wan, Hong Kong SAR, CHINA. , 5. Department of Biology, Macquarie University, North Ryde, NSW, 2109, AUSTRALIA., 6. CREOCEAN, Agence PACA Corse, 230 Avenue de Rome, Valparc-Bât B, F-83500 La Seyne sur Mer, FRANCE.

During an environmental survey performed in autumn 2016, living (stained) benthic foraminiferal faunas were investigated at 16 stations sampled within the Cassidaigne Canyon (NW Mediterranean Sea) and surrounding area. For many decades, industrial bauxite residues of red mud have drained into the canyon via a submarine pipe, causing physical disturbance and chemical contamination. In January 2016, solid waste disposal ceased and was replaced with the dumping of a low-density liquid effluent. Stations investigated in this paper are located between 265–2500 m water depth from the shelf break to the deeper basin and from a distance between 4–70 km from the pipe outlet. At many sites, surface sediment is characterized by historical deposits of red mud and their geochemical imprints. Our ecological observations at the 725 m-depth station closest to the Cassidaigne Canyon submarine pipe show the highest concentration of the opportunistic and stress-tolerant species *Bulimina marginata* d' Orbigny, 1826, commonly identified as a recolonizer of disturbed areas. At the other fifteen stations, foraminiferal standing stocks and simple diversity (S) decrease with decreasing food input to the seafloor and increasing water depth. There, foraminiferal composition is characterized by a minor contribution of stress-tolerant species and echoes the overall meso-oligotrophic patterns of a relatively stable ecosystem. Our study clearly shows that in September 2016, 10 months after a historical shift in discharged industrial wastes (from dense red mud to liquid effluent), foraminiferal diversity close to the pipe outlet in the Cassidaigne Canyon remains altered, but appears to be slowly recovering.

Keywords: Benthic foraminifera, Bauxite residues, Cassidaigne Canyon, Resilience

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

瀬戸内海表層堆積物中の珪藻遺骸群集組成とバイオマーカー組成の比較
Comparison between assemblages of diatom fossil and biomarkers in surface sediments from Seto Inland Sea

*廣瀬 孝太郎[1]、中村 英人[2]、安藤 卓人[4]、浅岡 聡[3]、沢田 健[5]
*Kotaro Hirose[1], Hideto Nakamura[2], Takuto Ando[4], Satoshi Asaoka[3], Ken Sawada[5]

1. 早稲田大学 大学院創造理工学研究科　地球・環境資源理工学専攻、2. 大阪市立大学大学院　理学研究科、3. 神戸大学内海域環境教育研究センター、4. 北海道大学　極域研究センター、5. 北海道大学　大学院理学研究院　地球惑星科学部門
1. Faculty of Science & Engineering, Waseda University, 2. Faculty of Science, Osaka City University, 3. Research Center for Inland Seas & Department of Planetology, Kobe University, 4. Arctic Research Center, Hokkaido University, 5. Department of Earth & Planetary Science, Faculty of Science, Hokkaido University

We investigate the fossil diatom abundances and biomarker concentrations in marine sediment to assess their relationships. 14 sample of surface (uppermost 5 cm of sea bottom) sediments are taken in 5 areas (Aki-nada Bay, Hiuchi-nada Bay, Harimanada-Bay, Osaka Bay and Kii Strait) of Seto Inland Seas in July 2015. Additional 8 samples are taken in Harimanada-Bay in October 2015. Although the precise age of the core has not been determined yet, it could be deposited within 10 years, according to the sedimentation rates by previous study (Yasuhara et al., 2007).
Diatom species such as small *Thalassiosira*spp., *skeletonema costatum*, resting spore of *Chaetoceros* spp. and *Neodelphyneis pelagica*, which were reported by previous study (Hirose et al., 2008), are observed as the dominant taxa in all samples. *Rhizosolenia* spp. and *Pleurosigma* spp., known HBI producers, were occurred in low proportions. As specific diatom biomarkers, we identified C25 di- and tri-unsaturated highly branched isoprenoids (HBIs), along with relatively minor amount of C25 and C35 cyclic HBIs. Total abundances of diatom valves and HBIs were generally correlated, probably reflecting variations of diatom production. Meanwhile, Aki-bay and some samples of Harima-nada Bay were characterized with relatively low abundance of HBIs relative to valves. In these area, focused analysis on the minor diatom taxa would be needed to provide quantitative dataset to discuss further relation of HBIs and produces and their spatial distribution.

キーワード：珪藻群集、珪藻バイオマーカー、HBI、表層堆積物、瀬戸内海
Keywords: diatom assemblage, diatom biomarkers, HBIs, surface sediment, Seto Inland Seas

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Combined impacts of ocean acidification and desalination: culture experiments on the coastal species *Ammonia* sp. and *Elphidium crispum*

*Laurie Marie Charrieau[1], Helena L. Filipsson[2], Yukiko Nagai[1], Sachiko Kawada[1], Karl Ljung[2], Emma Kritzberg[3], Takashi Toyofuku[1,4]

1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Department of Geology, Lund University, Sweden, 3. Department of Biology, Lund University, Sweden, 4. Tokyo University of Marine Science and Technology (TUMSAT), Japan

Coastal areas display natural large environmental variability such as frequent changes in salinity, pH, and carbonate chemistry. Anthropogenic impacts –especially ocean acidification –increase this variability, which may affect the living conditions of coastal species, particularly, calcifiers, such as foraminifera.

The purpose of this study was to evaluate the combined effect of two typical environmental stressors on the coast - salinity and pH –on calcifying organisms. We performed culture experiments on living benthic foraminifera to study the combined effects of lowered pH and salinity on the calcification abilities and survival of the coastal, calcitic species Ammonia sp. and *Elphidium crispum*.

We found that these two species could tolerate low pH and low salinity, which reflects the environmental variations in their natural habitats. However, in open ocean conditions (salinity ~35) and lower pH treatment, the species displayed resistance to test dissolution for a longer time than in brackish conditions (salinity ~5 to 20). Moreover, the response of foraminifera to the different treatments was species-specific, and *Ammonia* sp. appeared more resistant than *E. crispum* when placed in the same conditions of pH and salinity. We also observed living dissolved specimens of juveniles *Ammonia* sp. under the combined effect of low pH and very low salinity, and we showed that desalination is one cause for the decalcification. However, they were not able to recalcify when returned to higher salinities, probably due to a sensitive balance in environmental parameters. Finally, we highlight the ability of foraminifera to survive under $\Omega calc < 1$, and that high salinity and $[Ca^{2+}]$ as building blocks are crucial for the foraminiferal calcification process.

We conclude that coastal benthic foraminifera will not immediately be affected by ocean acidification, but rather by a combination of decreasing salinity and lowered pH.

Keywords: Coastal ocean acidification, Desalination, Culture experiment, Benthic foraminifera, Calcification process

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Effects on larger benthic foraminiferal shell density under global warming

*木下 峻一[1]、黒柳 あずみ[2]、西 弘嗣[2]、佐々木 理[2]、藤田 和彦[3]、鈴木 淳[4]、川幡 穂高[5]
*Shunichi Kinoshita[1], Azumi Kuroyanagi[2], Hiroshi Nishi[2], Osamu Sasaki[2], Kazuhiko Fujita[3], Atsushi Suzuki[4], Hodaka Kawahata[5]

1. 東北大学大学院理学研究科、2. 東北大学学術資源研究公開センター 東北大学総合学術博物館、3. 琉球大学理学部物質地球科学科、4. 独立行政法人産業技術総合研究所地質情報研究部門、5. 東京大学　大気海洋研究所
1. Graduate School of Science, Tohoku University, 2. The Tohoku University Museum, The Center for Academic Resources and Archives, Tohoku Univerity, 3. Department of Physics and Earth Sciences, Faculty of Science and Tropical Biosphere Research Center, University of the Ryukyus, 4. Geological Survey of Japan National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 5. Atmosphere and Ocean Research Institute, the University of Tokyo

On the recent ocean environment, due to progresses of global warming and ocean acidification, it is concerned that calcifying organisms will be seriously affected from these environmental changes. Larger benthic foraminifers (LBFs) build calcium carbonate shells. Their carbonate productivity is the third highest rate in coral reef area next to reef corals and calcareous algae. Therefore, it is important to clarify the relationship between ocean environmental changes and the response of LBFs for predicting future ocean environment including carbon cycle. Based upon test diameter and shell weight, previous studies expected how foraminifers react to sea water conditions where they are living. However, in those reports, it is still not clear whether the changing of shell weight is due to changing of shell thickness (shell volume) or shell density, also whether that changing is depending sea water temperature or acidity. Thus, this study was performed for clarifying the relationships between water temperature and LBFs shell parameters with laboratory experiments and means of micro computed tomography (CT).

In this study, we cultured the LBF *Sorites orbiculus* in filtered sea water until reproduction. Soon after *S. orbiculus* reproduced, clonal individuals from same mother individual were picked and separated into seven groups. One group was selected as initial stage sample, and other six groups were provided for culture experiments. We cultured each groups under six different temperature conditions (19, 21, 23, 25, 27 and 29 ˚C). Because clonal specimens were reproduced asexually from same individual, it was expected the genetic factors were kept to a minimum. We used micro CT to investigate mean CT number (proxy of density), shell volume, test diameter and chamber number of every clonal specimen after culturing. The results show the high correlation of mean CT number with temperature in contrast to the correlation of shell volume and temperature. This suggests changing in temperature of sea water causes shell density difference, furthermore, LBFs build the higher density shell in the higher temperature as long as they lives in 19 to 29 C˚ environment.

キーワード：大型底生有孔虫、殻密度、マイクロCT、室内飼育実験、地球温暖化
Keywords: Larger benthic foraminifer, shell density, micro CT, laboratory experiments, global warming

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Estimation of the calcification rate of foraminifera -exceptionally fast extending of the shell-

*長井 裕季子[1,2]、植松 勝之[3]、豊福 高志[2,4]
*Yukiko Nagai[1,2], Katsuyuki Uematsu[3], Takashi Toyofuku[2,4]

1. 独立行政法人　国立科学博物館、2. 国立研究開発法人　海洋研究開発機構、3. マリンワークジャパン、4. 東京海洋大学
1. National Museum of Nature and Science of Tokyo, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. Marine Works Japan Enterprise, 4. Tokyo university of Marine Science and Technology

The process of biomineralization of foraminiferal test is essential for its characteristic morphogenesis and the composition of element and isotope to be taken in is used also as paleo environmental proxy, numerous studies have been approched to reveal the mechanism of shell formation. However, how fast the foraminifera calicification and how much calcium carbonate deposits depends on the species, which is not well understood in most species.
The foraminifera *Spirillina vivipara* does not form a chamber, but elongate a tubular test spirally with their cytoplasmic growth. *Spirillina vivipara* is also known to be rapidly changing generations that can be reproduced in a several days after division of mother cells (Myers, 1936). From our current observations, it was also found that the shell formation is repeatedly carried out in the day, and the elongation rate of the shell is very fast. Therefore, in this study, Spirillina vivipara was used to estimate calcification rate.
In this presentation, we report on the fastest shell extending rate in foraminifera.

キーワード：石灰化、有孔虫、FIB-SEM
Keywords: Calcification, foraminifera, FIB-SEM

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Estimation of foraminiferal calcification process from live imaging and FIB-SEM approach

Estimation of foraminiferal calcification process from live imaging and FIB-SEM approach

*豊福 高志[1,2]、長井 裕季子[1,3]
*Takashi Toyofuku[1,2], Yukiko Nagai[1,3]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. 東京海洋大学、3. 国立科学博物館
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC), 2. Tokyo University of Marine Science and Technology, 3. National Museum of Nature and Science,Tokyo

Calcareous foraminifera have been thought a major carbonate producer in ocean. Their tests (shells) are fundamental tools as paleo-environmental indicators in various studies because their calcareous tests have been archived as numerous fossils in sediment for geologic time and various environmental information are brought by faunal structure, shell morphology and geochemical compsitions of calccitic test. The other hand, the calcification process itself is interested for us. Pseudopodia sticking out into sea water build organic templates in the form of chamber. Calcium carbonate is precipitated on the both side of template within several hours. Calcium and carbonate are fixed at there by foraminiferal biological process. The newly added chamber wall was flexible in a first day, the chamber solidified in a few days and became a solid test. It is very interesting to record this process in video. Our studies showed the variable change of pH and Ca during the biomineralization of foraminifera by the application of fluorescent indicators (e.g. Toyofuku et al., 2017). Recently, we also apply the method to clear cut the site of calcification under SEM by focused ion beam (FIB-SEM)(Nagai et al., 2018). The nano-scale fine structures have been revealed the distribution of soft orgnic structures (i.e. pseudopodia) and hard tissue (precipitated calium carbonate)by this observation.

キーワード：石灰化、有孔虫、イメージング
Keywords: calcification, foraminifera, imaging

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Toward a better understanding of planktic foraminiferal proxies: Are they photosymbiotic or not?

*高木 悠花[1]、木元 克典[2]、藤木 徹一[2]、守屋 和佳[3]、齊藤 宏明[1]
*Haruka TAKAGI[1], Katsunori KIMOTO[2], Tetsuichi FUJIKI[2], Kazuyoshi MORIYA[3], Hiroaki SAITO[1]

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 海洋研究開発機構、3. 早稲田大学教育学部
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. School of Education, Waseda University

Geochemistry of planktic foraminiferal tests is an important archive to understand paleoenvironment. However, many biotic factors can affect the geochemical composition and thus may lead misinterpretation of the proxy signals. Photosymbiosis (endosymbiosis with autotrophic algae) is thought to give specific effects on foraminiferal test geochemistry such as $\delta^{13}C$ due to photosynthetic activity of the symbionts. This is because photosynthesis can alter the geochemical condition of the vicinity of the foraminiferal test where calcification takes place, and eventually elevate the $\delta^{13}C$ of the test. Therefore, whether foraminiferal species have photosymbiotic ecology or not, and how active the photosynthesis is are important information for precise paleoenvironmental reconstructions. However, photosymbiotic information of planktic foraminifers is still limited even for extant species which are often utilized to generate proxy records.
In this study, we investigated 30 species of modern planktic foraminifers covering four families; Globigerinidae, Hastigerinidae, Globorotaliidae, and Candeinidae, using active chlorophyll fluorometry (fast repetition rate fluorometry; FRRF). FRRF performs non-destructive and non-invasive measurements of algal physiology based on real-time variable fluorescence profiles. When it is applied to symbiotic consortia of planktic foraminifers, it enables us to quantify chlorophyll content of a specimen, and to qualify of photophysiological features that are useful diagnostics of symbiont photosynthetic fitness. It can provide us with convincing information on individual-based photosymbiosis.
Specimens were collected from various oceanic settings; from tropical to subpolar region, encompassing Pacific to Atlantic. We have sampled across much of the northern hemisphere tropical-subtropical gradient to get the endemic species and to replicate for the others. The detection rate of photosymbiosis in each species, the biomass of symbionts (indicated by chlorophyll content), and the state of symbionts (indicated by photophysiological parameters) were investigated. Using principal component analysis, species were ranked by their “strength” of photosymbiosis. This thorough investigation will provide a more systematic understanding of photosymbiosis in modern planktic foraminifers and will help us to choose which species to use to reconstruct paleoenvironment.

キーワード：浮遊性有孔虫、光共生
Keywords: planktic foraminifers, photosymbiosis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

硬骨海綿の骨格化学組成の古海洋プロキシとしての有用性
Evaluation of geochemistry in hypercalcified demosponges as a paleoceanographic proxy

*浅海 竜司[1]、成瀬 貫[2]、水山 克[3]、植村 立[3]、新城 竜一[3]、伊勢 優史[4]、藤田 喜久[5]、坂巻 隆史[6]
*Ryuji Asami[1], Tohru Naruse[2], Masaru Mizuyama[3], Ryu Uemura[3], Ryuichi Shinjo[3], Yuji Ise[4], Yoshihisa Fujita[5], Takashi Sakamaki[6]

1. 東北大学大学院理学研究科、2. 琉球大学熱帯生物圏研究センター、3. 琉球大学理学部、4. マレーシア科学大学、5. 沖縄県立芸術大学、6. 東北大学大学院工学研究科
1. Graduate School of Science, Tohoku University, 2. Tropical Biosphere Research Center, University of the Ryukyus, 3. Faculty of Science, University of the Ryukyus, 4. Centre for Marine and Coastal Studies, Universiti Sains Malaysis, 5. Okinawa Prefectural University of Arts, 6. Graduate School of Engineering, Tohoku University

Hypercalcified sponges (hereafter, “sclerosponges”), living in dark environments of tropical to subtropical shallow oceans, precipitate calcium carbonate skeleton with growth bands. They grow slowly at an approximate rate of <1 mm/year unlike corals (ca. 1 cm/year) but can be so long-lived for several decades to hundred years like corals (e.g., Benavides and Druffel, 1986 Coral Reefs). Skeletal oxygen isotopic ratios in sclerosponges can reflect variations in sea surface temperature and seawater with the latter being potentially related to salinity reflecting the precipitation–evaporation balance at the sea surface and changes in water mass transport (e.g., Grottoli et al., 2010 J. Geophys. Res.). In contrast to zooxanthellate corals, which occasionally show positive correlations between skeletal oxygen and carbon isotopic ratios, it is considered that there do not exist vital effects in the secretion of sclerosponge skeleton. Previous studies showed significant decrease trends in the carbon isotope records toward the present, which is probably a result of isotopically-light carbon dioxide added into the atmosphere/ocean from fossil fuel burning (e.g., Swart et al., 2010 Geophys. Res. Lett.). Therefore, sclerosponges are shown to provide annually resolved time series of proxy records of ocean environments since the Industrial Revolution. However, few evaluation studies on the environmental proxy of sclerosponges are reported, and temporally longer (>100 year-continuous-long) records from sclerosponges were derived only from the Atlantic Ocean.
Here we present stable oxygen and carbon isotope ratios and trace elements (Mg, Ca, Sr, Ba, Pb and U) from sclerosponges (*Astrosclera willeyana* and *Acanthochaetetes wellsi*) collected from Kume-jima, Okinawa-jima and Miyako-jima, Ryukyu Islands in the North Pacific. In order to evaluate the utility of sclerosponge as an environmental proxy, within-skeleton and intraspecific variations in stable isotopic and trace elemental records of 37 samples were investigated. Soft X-ray images of large-size sclerosponges showed highly developed skeletal growth bands with >100 high/low density layers. The secular changes in radiocarbon-dated time series of the sclerosponge carbon records were consistent with previously reported data from Atlantic and Pacific corals and sclerosponges. The long-term oxygen isotopic trends of the samples are characterized by slight depletions throughout their living periods, indicative of an overall trend toward warmer ocean environment around the Ryukyu Islands. Our sclerosponge-based estimates of sea surface temperature and salinity may document thermal and hydrologic variations in the Ryukyu Islands, furthering a better understanding of northwestern tropical-subtropical Pacific climate change for the last several centuries in conjunction with coral-based long proxy records.

キーワード：硬骨海綿、酸素同位体組成、炭素同位体組成、微量元素、古海洋、沖縄

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: sclerosponge, oxygen isotope, carbon isotope, trace element, paleoceanogrpahy, Okinawa

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_36

[B-PT04] Biomineralization and the Geochemistry of Proxies

コンビーナ:豊福 高志(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、北里 洋(国立大学法人東京海洋大学)、Bijma Jelle(アルフレッドウェゲナー極域海洋研究所)、廣瀬 孝太郎(早稲田大学　大学院創造理工学研究科　地球・環境資源理工学専攻)

Biomineralization and the Geochemistry of Proxies - Biology, laboratory culture-experiments and their applications to the paleo-research -
In order to reconstruct the Earth climate system, marine paleoclimatologists resort to transfer functions or geochemical proxies, which are produced or affected by organisms. The relationships used for reconstructions are generally based on field calibrations or derived from laboratory experiments. The danger of these so-called empirical relationships is that they may be valid only within the restricted parameter space of their calibration. Application of proxy relationships to very different environmental settings (e.g. high vs. low latitude or glacial vs. interglacial) requires a mechanistic understanding of these relationships. Much progress can be expected by a better understanding of the biomineralization mechanisms and the incorporation of proxy signals.
In this session we facilitate contributions related to the biomineralization, calibration and validation of marine proxies from field study, laboratory culture experiment and paleo-environmental reconstruction.

[BPT04-P01] Living (stained) benthic foraminifera in the West-Gironde mud patch (Bay of Biscay, France): An ongoing survey for the European Community.

*Christophe Fontanier[1,2]、Bruno Deflandre[1]、Sylvain Rigaud[3]、Sabine Schmidt[1]、Bastien Lamarque[1]、Pascal Lebleu[1]、Dominique Poirier[1]、Antoine Grémare[1] (1. Bordeaux University, EPOC Laboratory, UMR CNRS 5805 OASU, F-33615 Pessac, FRANCE、2.FORAM Research Group, F-49140 Villevêque, FRANCE、3.Nîmes University, GIS Laboratory, EA 7352 CHROME, F-30035 Nïmes, FRANCE)

[BPT04-P02] Biomonitoring in the Cassidaigne Canyon (NW Mediterranean): the resilience and recovery of deep-sea benthic foraminifera at a bauxite industrial waste site

*Pauline Duros[1]、Christophe Fontanier[1,2,3]、Briony Mamo[4,5]、Deborah Mille[6]、Olivier Herlory[6] (1.FORAM Research Group, F-49140 Villevêque, FRANCE、2.Bordeaux University, EPOC Laboratory, UMR CNRS 5805 OASU, F-33615 Pessac, FRANCE、3.Angers University, 4 boulevard Lavoisier, F-49000 Angers, FRANCE.、4.School of Biological Sciences, University of Hong Kong, Pokfulam Road Sai Wan, Hong Kong SAR, CHINA. 、5.Department of Biology, Macquarie University, North Ryde, NSW, 2109, AUSTRALIA.、6.CREOCEAN, Agence PACA Corse, 230 Avenue de Rome, Valparc-Bât B, F-83500 La Seyne sur Mer, FRANCE.)

[BPT04-P03] 瀬戸内海表層堆積物中の珪藻遺骸群集組成とバイオマーカー組成の比較

*廣瀬 孝太郎[1]、中村 英人[2]、安藤 卓人[4]、浅岡 聡[3]、沢田 健[5] (1.早稲田大学　大学院創造理工学研究科　地球・環境資源理工学専攻、2.大阪市立大学大学院　理学研究科、3.神戸大学 内海域環境教育研究センター、4.北海道大学　極域研究センター、5.北海道大学　大学院理学研究院　地球惑星科学部門)

[BPT04-P04] Combined impacts of ocean acidification and desalination: culture experiments on the coastal species *Ammonia* sp. and *Elphidium crispum*

*Laurie Marie Charrieau[1]、Helena L. Filipsson[2]、Yukiko Nagai[1]、Sachiko Kawada[1]、Karl Ljung[2]、Emma Kritzberg[3]、Takashi Toyofuku[1,4] (1.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology、2.Department of Geology, Lund University, Sweden、3.Department of Biology, Lund University, Sweden、4.Tokyo University of Marine Science and Technology (TUMSAT), Japan)

[BPT04-P05] Effects on larger benthic foraminiferal shell density under global warming

★Invited Papers

*木下 峻一[1]、黒柳 あずみ[2]、西 弘嗣[2]、佐々木 理[2]、藤田 和彦[3]、鈴木 淳[4]、川幡 穂高[5] (1.東北大学大学院理学研究科、2.東北大学学術資源研究公開センター 東北大学総合学術博物館、3.琉球大学理学部物質地球科学科、4.独立行政法人産業技術総合研究所地質情報研究部門、5.東京大学　大気海洋研究所)

[BPT04-P06] Estimation of the calcification rate of foraminifera -exceptionally fast extending of the shell-

*長井 裕季子[1,2]、植松 勝之[3]、豊福 高志[2,4] (1.独立行政法人　国立科学博物館、2.国立研究開発法人　海洋研究開発機構、3.マリンワークジャパン、4.東京海洋大学)

[BPT04-P07] Estimation of foraminiferal calcification process from live imaging and FIB-SEM approach

*豊福 高志[1,2]、長井 裕季子[1,3] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.東京海洋大学、3.国立科学博物館)

[BPT04-P08] Toward a better understanding of planktic foraminiferal proxies: Are they photosymbiotic or not?

*高木 悠花[1]、木元 克典[2]、藤木 徹一[2]、守屋 和佳[3]、齊藤 宏明[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.海洋研究開発機構、3.早稲田大学教育学部)

[BPT04-P09] 硬骨海綿の骨格化学組成の古海洋プロキシとしての有用性

*浅海 竜司[1]、成瀬 貫[2]、水山 克[3]、植村 立[3]、新城 竜一[3]、伊勢 優史[4]、藤田 喜久[5]、坂巻 隆史[6] (1.東北大学大学院理学研究科、2.琉球大学熱帯生物圏研究センター、3.琉球大学理学部、4.マレーシア科学大学、5.沖縄県立芸術大学、6.東北大学大学院工学研究科)

Living (stained) benthic foraminifera in the West-Gironde mud patch (Bay of Biscay, France): An ongoing survey for the European Community.

*Christophe Fontanier[1,2], Bruno Deflandre[1], Sylvain Rigaud[3], Sabine Schmidt[1], Bastien Lamarque[1], Pascal Lebleu[1], Dominique Poirier[1], Antoine Grémare[1]

1. Bordeaux University, EPOC Laboratory, UMR CNRS 5805 OASU, F-33615 Pessac, FRANCE, 2. FORAM Research Group, F-49140 Villevêque, FRANCE, 3. Nîmes University, GIS Laboratory, EA 7352 CHROME, F-30035 Nïmes, FRANCE

During an environmental survey performed in summer 2017 (JERICObent-2 Cruise), living (stained) benthic foraminiferal faunas were investigated at 7 stations sampled within the West-Gironde mud patch, a mud belt located on the marine shelf in front of the Gironde River (Bay of Biscay, France). This study area is really strategic for local fisheries since substantial marine resources (demersal fishes, shrimps...) are easily accessible for coastal fishermen. Moreover, the mud belt is considered an important hotspot for marine biodiversity as far as food (i.e. sedimentary organic matter), which is naturally abundant there, could sustain an assumedly enhanced heterogeneity of benthic habitats for various taxon. In the framework of the European project JERICONext (ID 654410), we have been studying biological (prokaryotes, benthic meiofauna and macrofauna), sedimentary and geochemical patterns of mud-flat ecosystems in order to better understand how both spatial and temporal variability of riverine regime and coastal hydrodynamics impact the dynamics of the benthic life, especially foraminifera. Stations investigated in this presentation are located between 39 and 69 m water depth from the inner shelf to the mid-shelf. At most sites, surface sediment is characterized by clay-silt facies more or less enriched in organic matter. Oxygen penetration depth within the sediment is less than 7±3 mm. Foraminiferal simple diversity (S) presents relatively moderate values ranging between 15 and 35 taxa. According to Shannon Index H' and Rarefaction Index ES(100), foraminiferal diversity tends to slightly increase with water depth. This trend is supported by *Eggerelloides scabrus;* its contribution decreases from the shallower stations (~50%) of the proximal mud patch (<55 m depth) to the deeper stations (<30%) of the distal mud patch (>55 m depth). This agglutinated species is generally considered a reliable bio-indicator of organic-matter enriched sediment in front of river mouths. It is noteworthy that the shallowest station (station 1, 39 m) is also characterised by the exclusive contribution of *Quinqueloculina lata/laevigata* and *Ammonia beccarii,* which are both typical of inner-shelf environments. There, surface sediment is made of fine sand. The deeper stations (>55 m depth) located in the distal mud patch are characterised by a remarkable contribution (~30%) of *Pseudoeponides falsobeccarii* and Buliminids (~30% respectively). They are accompanied by *Rectuvigerina phlegeri* and *Nonion fabum*, which are typical of mid- and outer-shelf ecosystems. The contribution of Buliminids underline the gradual increase of sedimentary organic content (>1.2% DW) with water depth.

Keywords: Living Benthic Foraminifera, Mud Belt, Environmental Spatial Variability, Sedimentary Organic Matter, Oxygenation Level

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Biomonitoring in the Cassidaigne Canyon (NW Mediterranean): the resilience and recovery of deep-sea benthic foraminifera at a bauxite industrial waste site

*Pauline Duros[1], Christophe Fontanier[1,2,3], Briony Mamo[4,5], Deborah Mille[6], Olivier Herlory[6]

1. FORAM Research Group, F-49140 Villevêque, FRANCE, 2. Bordeaux University, EPOC Laboratory, UMR CNRS 5805 OASU, F-33615 Pessac, FRANCE, 3. Angers University, 4 boulevard Lavoisier, F-49000 Angers, FRANCE., 4. School of Biological Sciences, University of Hong Kong, Pokfulam Road Sai Wan, Hong Kong SAR, CHINA. , 5. Department of Biology, Macquarie University, North Ryde, NSW, 2109, AUSTRALIA., 6. CREOCEAN, Agence PACA Corse, 230 Avenue de Rome, Valparc-Bât B, F-83500 La Seyne sur Mer, FRANCE.

During an environmental survey performed in autumn 2016, living (stained) benthic foraminiferal faunas were investigated at 16 stations sampled within the Cassidaigne Canyon (NW Mediterranean Sea) and surrounding area. For many decades, industrial bauxite residues of red mud have drained into the canyon via a submarine pipe, causing physical disturbance and chemical contamination. In January 2016, solid waste disposal ceased and was replaced with the dumping of a low-density liquid effluent. Stations investigated in this paper are located between 265–2500 m water depth from the shelf break to the deeper basin and from a distance between 4–70 km from the pipe outlet. At many sites, surface sediment is characterized by historical deposits of red mud and their geochemical imprints. Our ecological observations at the 725 m-depth station closest to the Cassidaigne Canyon submarine pipe show the highest concentration of the opportunistic and stress-tolerant species *Bulimina marginata* d' Orbigny, 1826, commonly identified as a recolonizer of disturbed areas. At the other fifteen stations, foraminiferal standing stocks and simple diversity (S) decrease with decreasing food input to the seafloor and increasing water depth. There, foraminiferal composition is characterized by a minor contribution of stress-tolerant species and echoes the overall meso-oligotrophic patterns of a relatively stable ecosystem. Our study clearly shows that in September 2016, 10 months after a historical shift in discharged industrial wastes (from dense red mud to liquid effluent), foraminiferal diversity close to the pipe outlet in the Cassidaigne Canyon remains altered, but appears to be slowly recovering.

Keywords: Benthic foraminifera, Bauxite residues, Cassidaigne Canyon, Resilience

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

瀬戸内海表層堆積物中の珪藻遺骸群集組成とバイオマーカー組成の比較
Comparison between assemblages of diatom fossil and biomarkers in surface sediments from Seto Inland Sea

*廣瀬 孝太郎[1]、中村 英人[2]、安藤 卓人[4]、浅岡 聡[3]、沢田 健[5]
*Kotaro Hirose[1], Hideto Nakamura[2], Takuto Ando[4], Satoshi Asaoka[3], Ken Sawada[5]

1. 早稲田大学 大学院創造理工学研究科　地球・環境資源理工学専攻、2. 大阪市立大学大学院　理学研究科、3. 神戸大学内海域環境教育研究センター、4. 北海道大学　極域研究センター、5. 北海道大学　大学院理学研究院　地球惑星科学部門
1. Faculty of Science & Engineering, Waseda University, 2. Faculty of Science, Osaka City University, 3. Research Center for Inland Seas & Department of Planetology, Kobe University, 4. Arctic Research Center, Hokkaido University, 5. Department of Earth & Planetary Science, Faculty of Science, Hokkaido University

We investigate the fossil diatom abundances and biomarker concentrations in marine sediment to assess their relationships. 14 sample of surface (uppermost 5 cm of sea bottom) sediments are taken in 5 areas (Aki-nada Bay, Hiuchi-nada Bay, Harimanada-Bay, Osaka Bay and Kii Strait) of Seto Inland Seas in July 2015. Additional 8 samples are taken in Harimanada-Bay in October 2015. Although the precise age of the core has not been determined yet, it could be deposited within 10 years, according to the sedimentation rates by previous study (Yasuhara et al., 2007).
Diatom species such as small *Thalassiosira*spp., *skeletonema costatum*, resting spore of *Chaetoceros* spp. and *Neodelphyneis pelagica*, which were reported by previous study (Hirose et al., 2008), are observed as the dominant taxa in all samples. *Rhizosolenia* spp. and *Pleurosigma* spp., known HBI producers, were occurred in low proportions. As specific diatom biomarkers, we identified C25 di- and tri-unsaturated highly branched isoprenoids (HBIs), along with relatively minor amount of C25 and C35 cyclic HBIs. Total abundances of diatom valves and HBIs were generally correlated, probably reflecting variations of diatom production. Meanwhile, Aki-bay and some samples of Harima-nada Bay were characterized with relatively low abundance of HBIs relative to valves. In these area, focused analysis on the minor diatom taxa would be needed to provide quantitative dataset to discuss further relation of HBIs and produces and their spatial distribution.

キーワード：珪藻群集、珪藻バイオマーカー、HBI、表層堆積物、瀬戸内海
Keywords: diatom assemblage, diatom biomarkers, HBIs, surface sediment, Seto Inland Seas

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Combined impacts of ocean acidification and desalination: culture experiments on the coastal species *Ammonia* sp. and *Elphidium crispum*

*Laurie Marie Charrieau[1], Helena L. Filipsson[2], Yukiko Nagai[1], Sachiko Kawada[1], Karl Ljung[2], Emma Kritzberg[3], Takashi Toyofuku[1,4]

1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Department of Geology, Lund University, Sweden, 3. Department of Biology, Lund University, Sweden, 4. Tokyo University of Marine Science and Technology (TUMSAT), Japan

Coastal areas display natural large environmental variability such as frequent changes in salinity, pH, and carbonate chemistry. Anthropogenic impacts –especially ocean acidification –increase this variability, which may affect the living conditions of coastal species, particularly, calcifiers, such as foraminifera.

The purpose of this study was to evaluate the combined effect of two typical environmental stressors on the coast - salinity and pH –on calcifying organisms. We performed culture experiments on living benthic foraminifera to study the combined effects of lowered pH and salinity on the calcification abilities and survival of the coastal, calcitic species Ammonia sp. and *Elphidium crispum*.

We found that these two species could tolerate low pH and low salinity, which reflects the environmental variations in their natural habitats. However, in open ocean conditions (salinity ~35) and lower pH treatment, the species displayed resistance to test dissolution for a longer time than in brackish conditions (salinity ~5 to 20). Moreover, the response of foraminifera to the different treatments was species-specific, and *Ammonia* sp. appeared more resistant than *E. crispum* when placed in the same conditions of pH and salinity. We also observed living dissolved specimens of juveniles *Ammonia* sp. under the combined effect of low pH and very low salinity, and we showed that desalination is one cause for the decalcification. However, they were not able to recalcify when returned to higher salinities, probably due to a sensitive balance in environmental parameters. Finally, we highlight the ability of foraminifera to survive under $\Omega calc < 1$, and that high salinity and $[Ca^{2+}]$ as building blocks are crucial for the foraminiferal calcification process.

We conclude that coastal benthic foraminifera will not immediately be affected by ocean acidification, but rather by a combination of decreasing salinity and lowered pH.

Keywords: Coastal ocean acidification, Desalination, Culture experiment, Benthic foraminifera, Calcification process

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Effects on larger benthic foraminiferal shell density under global warming

*木下 峻一[1]、黒柳 あずみ[2]、西 弘嗣[2]、佐々木 理[2]、藤田 和彦[3]、鈴木 淳[4]、川幡 穂高[5]
*Shunichi Kinoshita[1], Azumi Kuroyanagi[2], Hiroshi Nishi[2], Osamu Sasaki[2], Kazuhiko Fujita[3], Atsushi Suzuki[4], Hodaka Kawahata[5]

1. 東北大学大学院理学研究科、2. 東北大学学術資源研究公開センター 東北大学総合学術博物館、3. 琉球大学理学部物質地球科学科、4. 独立行政法人産業技術総合研究所地質情報研究部門、5. 東京大学　大気海洋研究所
1. Graduate School of Science, Tohoku University, 2. The Tohoku University Museum, The Center for Academic Resources and Archives, Tohoku Univerity, 3. Department of Physics and Earth Sciences, Faculty of Science and Tropical Biosphere Research Center, University of the Ryukyus, 4. Geological Survey of Japan National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 5. Atmosphere and Ocean Research Institute, the University of Tokyo

On the recent ocean environment, due to progresses of global warming and ocean acidification, it is concerned that calcifying organisms will be seriously affected from these environmental changes. Larger benthic foraminifers (LBFs) build calcium carbonate shells. Their carbonate productivity is the third highest rate in coral reef area next to reef corals and calcareous algae. Therefore, it is important to clarify the relationship between ocean environmental changes and the response of LBFs for predicting future ocean environment including carbon cycle. Based upon test diameter and shell weight, previous studies expected how foraminifers react to sea water conditions where they are living. However, in those reports, it is still not clear whether the changing of shell weight is due to changing of shell thickness (shell volume) or shell density, also whether that changing is depending sea water temperature or acidity. Thus, this study was performed for clarifying the relationships between water temperature and LBFs shell parameters with laboratory experiments and means of micro computed tomography (CT).

In this study, we cultured the LBF *Sorites orbiculus* in filtered sea water until reproduction. Soon after *S. orbiculus* reproduced, clonal individuals from same mother individual were picked and separated into seven groups. One group was selected as initial stage sample, and other six groups were provided for culture experiments. We cultured each groups under six different temperature conditions (19, 21, 23, 25, 27 and 29 ˚C). Because clonal specimens were reproduced asexually from same individual, it was expected the genetic factors were kept to a minimum. We used micro CT to investigate mean CT number (proxy of density), shell volume, test diameter and chamber number of every clonal specimen after culturing. The results show the high correlation of mean CT number with temperature in contrast to the correlation of shell volume and temperature. This suggests changing in temperature of sea water causes shell density difference, furthermore, LBFs build the higher density shell in the higher temperature as long as they lives in 19 to 29 C˚ environment.

キーワード：大型底生有孔虫、殻密度、マイクロCT、室内飼育実験、地球温暖化
Keywords: Larger benthic foraminifer, shell density, micro CT, laboratory experiments, global warming

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Estimation of the calcification rate of foraminifera -exceptionally fast extending of the shell-

*長井 裕季子[1,2]、植松 勝之[3]、豊福 高志[2,4]
*Yukiko Nagai[1,2], Katsuyuki Uematsu[3], Takashi Toyofuku[2,4]

1. 独立行政法人　国立科学博物館、2. 国立研究開発法人　海洋研究開発機構、3. マリンワークジャパン、4. 東京海洋大学
1. National Museum of Nature and Science of Tokyo, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. Marine Works Japan Enterprise, 4. Tokyo university of Marine Science and Technology

The process of biomineralization of foraminiferal test is essential for its characteristic morphogenesis and the composition of element and isotope to be taken in is used also as paleo environmental proxy, numerous studies have been approched to reveal the mechanism of shell formation. However, how fast the foraminifera calicification and how much calcium carbonate deposits depends on the species, which is not well understood in most species.
The foraminifera *Spirillina vivipara* does not form a chamber, but elongate a tubular test spirally with their cytoplasmic growth. *Spirillina vivipara* is also known to be rapidly changing generations that can be reproduced in a several days after division of mother cells (Myers, 1936). From our current observations, it was also found that the shell formation is repeatedly carried out in the day, and the elongation rate of the shell is very fast. Therefore, in this study, Spirillina vivipara was used to estimate calcification rate.
In this presentation, we report on the fastest shell extending rate in foraminifera.

キーワード：石灰化、有孔虫、FIB-SEM
Keywords: Calcification, foraminifera, FIB-SEM

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Estimation of foraminiferal calcification process from live imaging and FIB-SEM approach

Estimation of foraminiferal calcification process from live imaging and FIB-SEM approach

*豊福 高志[1,2]、長井 裕季子[1,3]
*Takashi Toyofuku[1,2], Yukiko Nagai[1,3]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. 東京海洋大学、3. 国立科学博物館
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC), 2. Tokyo University of Marine Science and Technology, 3. National Museum of Nature and Science,Tokyo

Calcareous foraminifera have been thought a major carbonate producer in ocean. Their tests (shells) are fundamental tools as paleo-environmental indicators in various studies because their calcareous tests have been archived as numerous fossils in sediment for geologic time and various environmental information are brought by faunal structure, shell morphology and geochemical compsitions of calccitic test. The other hand, the calcification process itself is interested for us. Pseudopodia sticking out into sea water build organic templates in the form of chamber. Calcium carbonate is precipitated on the both side of template within several hours. Calcium and carbonate are fixed at there by foraminiferal biological process. The newly added chamber wall was flexible in a first day, the chamber solidified in a few days and became a solid test. It is very interesting to record this process in video. Our studies showed the variable change of pH and Ca during the biomineralization of foraminifera by the application of fluorescent indicators (e.g. Toyofuku et al., 2017). Recently, we also apply the method to clear cut the site of calcification under SEM by focused ion beam (FIB-SEM)(Nagai et al., 2018). The nano-scale fine structures have been revealed the distribution of soft orgnic structures (i.e. pseudopodia) and hard tissue (precipitated calium carbonate)by this observation.

キーワード：石灰化、有孔虫、イメージング
Keywords: calcification, foraminifera, imaging

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Toward a better understanding of planktic foraminiferal proxies: Are they photosymbiotic or not?

*高木 悠花[1]、木元 克典[2]、藤木 徹一[2]、守屋 和佳[3]、齊藤 宏明[1]
*Haruka TAKAGI[1], Katsunori KIMOTO[2], Tetsuichi FUJIKI[2], Kazuyoshi MORIYA[3], Hiroaki SAITO[1]

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 海洋研究開発機構、3. 早稲田大学教育学部
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. School of Education, Waseda University

Geochemistry of planktic foraminiferal tests is an important archive to understand paleoenvironment. However, many biotic factors can affect the geochemical composition and thus may lead misinterpretation of the proxy signals. Photosymbiosis (endosymbiosis with autotrophic algae) is thought to give specific effects on foraminiferal test geochemistry such as $\delta^{13}C$ due to photosynthetic activity of the symbionts. This is because photosynthesis can alter the geochemical condition of the vicinity of the foraminiferal test where calcification takes place, and eventually elevate the $\delta^{13}C$ of the test. Therefore, whether foraminiferal species have photosymbiotic ecology or not, and how active the photosynthesis is are important information for precise paleoenvironmental reconstructions. However, photosymbiotic information of planktic foraminifers is still limited even for extant species which are often utilized to generate proxy records.
In this study, we investigated 30 species of modern planktic foraminifers covering four families; Globigerinidae, Hastigerinidae, Globorotaliidae, and Candeinidae, using active chlorophyll fluorometry (fast repetition rate fluorometry; FRRF). FRRF performs non-destructive and non-invasive measurements of algal physiology based on real-time variable fluorescence profiles. When it is applied to symbiotic consortia of planktic foraminifers, it enables us to quantify chlorophyll content of a specimen, and to qualify of photophysiological features that are useful diagnostics of symbiont photosynthetic fitness. It can provide us with convincing information on individual-based photosymbiosis.
Specimens were collected from various oceanic settings; from tropical to subpolar region, encompassing Pacific to Atlantic. We have sampled across much of the northern hemisphere tropical-subtropical gradient to get the endemic species and to replicate for the others. The detection rate of photosymbiosis in each species, the biomass of symbionts (indicated by chlorophyll content), and the state of symbionts (indicated by photophysiological parameters) were investigated. Using principal component analysis, species were ranked by their “strength” of photosymbiosis. This thorough investigation will provide a more systematic understanding of photosymbiosis in modern planktic foraminifers and will help us to choose which species to use to reconstruct paleoenvironment.

キーワード：浮遊性有孔虫、光共生
Keywords: planktic foraminifers, photosymbiosis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

硬骨海綿の骨格化学組成の古海洋プロキシとしての有用性
Evaluation of geochemistry in hypercalcified demosponges as a paleoceanographic proxy

*浅海 竜司[1]、成瀬 貫[2]、水山 克[3]、植村 立[3]、新城 竜一[3]、伊勢 優史[4]、藤田 喜久[5]、坂巻 隆史[6]
*Ryuji Asami[1], Tohru Naruse[2], Masaru Mizuyama[3], Ryu Uemura[3], Ryuichi Shinjo[3], Yuji Ise[4], Yoshihisa Fujita[5], Takashi Sakamaki[6]

1. 東北大学大学院理学研究科、2. 琉球大学熱帯生物圏研究センター、3. 琉球大学理学部、4. マレーシア科学大学、5. 沖縄県立芸術大学、6. 東北大学大学院工学研究科
1. Graduate School of Science, Tohoku University, 2. Tropical Biosphere Research Center, University of the Ryukyus, 3. Faculty of Science, University of the Ryukyus, 4. Centre for Marine and Coastal Studies, Universiti Sains Malaysis, 5. Okinawa Prefectural University of Arts, 6. Graduate School of Engineering, Tohoku University

Hypercalcified sponges (hereafter, “sclerosponges”), living in dark environments of tropical to subtropical shallow oceans, precipitate calcium carbonate skeleton with growth bands. They grow slowly at an approximate rate of <1 mm/year unlike corals (ca. 1 cm/year) but can be so long-lived for several decades to hundred years like corals (e.g., Benavides and Druffel, 1986 Coral Reefs). Skeletal oxygen isotopic ratios in sclerosponges can reflect variations in sea surface temperature and seawater with the latter being potentially related to salinity reflecting the precipitation–evaporation balance at the sea surface and changes in water mass transport (e.g., Grottoli et al., 2010 J. Geophys. Res.). In contrast to zooxanthellate corals, which occasionally show positive correlations between skeletal oxygen and carbon isotopic ratios, it is considered that there do not exist vital effects in the secretion of sclerosponge skeleton. Previous studies showed significant decrease trends in the carbon isotope records toward the present, which is probably a result of isotopically-light carbon dioxide added into the atmosphere/ocean from fossil fuel burning (e.g., Swart et al., 2010 Geophys. Res. Lett.). Therefore, sclerosponges are shown to provide annually resolved time series of proxy records of ocean environments since the Industrial Revolution. However, few evaluation studies on the environmental proxy of sclerosponges are reported, and temporally longer (>100 year-continuous-long) records from sclerosponges were derived only from the Atlantic Ocean.
Here we present stable oxygen and carbon isotope ratios and trace elements (Mg, Ca, Sr, Ba, Pb and U) from sclerosponges (*Astrosclera willeyana* and *Acanthochaetetes wellsi*) collected from Kume-jima, Okinawa-jima and Miyako-jima, Ryukyu Islands in the North Pacific. In order to evaluate the utility of sclerosponge as an environmental proxy, within-skeleton and intraspecific variations in stable isotopic and trace elemental records of 37 samples were investigated. Soft X-ray images of large-size sclerosponges showed highly developed skeletal growth bands with >100 high/low density layers. The secular changes in radiocarbon-dated time series of the sclerosponge carbon records were consistent with previously reported data from Atlantic and Pacific corals and sclerosponges. The long-term oxygen isotopic trends of the samples are characterized by slight depletions throughout their living periods, indicative of an overall trend toward warmer ocean environment around the Ryukyu Islands. Our sclerosponge-based estimates of sea surface temperature and salinity may document thermal and hydrologic variations in the Ryukyu Islands, furthering a better understanding of northwestern tropical-subtropical Pacific climate change for the last several centuries in conjunction with coral-based long proxy records.

キーワード：硬骨海綿、酸素同位体組成、炭素同位体組成、微量元素、古海洋、沖縄

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: sclerosponge, oxygen isotope, carbon isotope, trace element, paleoceanogrpahy, Okinawa

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 G (教育・アウトリーチ)：教育・アウトリーチ

2019年5月26日(日) 10:45 ~ 12:15 | 104 1F

[G-01] 災害を乗り越えるための「総合的防災教育」

コンビーナ:中井 仁(小淵沢総合研究施設)、小森 次郎(帝京平成大学)、林 信太郎(秋田大学大学院教育学研究科)、座長:小森 次郎(帝京平成大学)

大きな災害が起こるたびに防災教育の必要性が叫ばれ、実際に被災地とその周辺では活発に実践されることがあります。しかし、全国的にそれが広がることは、今日までは有りませんでした。また、被災地であっても、発災から10年、20年と経ち、災害を直接体験した人が少なくなってくると、災害を後世に伝えようという当初の熱意は陰ってくるのが常です。それに対し、災害の方は、数十年、数百年を経て繰り返されます。その間の世代交代を乗り越えて、被災体験を伝承し続けることは容易ではありません。このように、防災教育が、空間的には被災地域とその近辺に限られ、時間的には発災から１世代およそ20年間に限られがちであることが、日本の多くの地域で防災教育の空洞化をもたらしています。そこで、当セッションは、次の問いかけを行います。普遍性と継続性を兼ね備えた防災教育とはどのようなものか。また、それを教育現場に実装するにはどうすればよいか。これらの問題意識をもって、新たな防災教育を創造しようとする意欲のある方の発表を求めます。

10:45 ~ 11:00

[G01-01] 高等学校地理総合！：防災教育の強い追い風

*林 信太郎[1] (1.秋田大学大学院教育学研究科)

11:00 ~ 11:15

[G01-02] 原発に近い九州大学の全学教員による熊本地震以降の学生の身を守り方を教える総合防災の取組み

*杉本 めぐみ[1,2]、Peppoloni Silvia[2] (1.九州大学、2.国際地球科学倫理協会)

11:15 ~ 11:30

[G01-03] ダムの限界と洪水の関係が想定される事例と防災教育の意義

*小森 次郎[1]、増原 悠理[1] (1.帝京平成大学)

11:30 ~ 11:45

[G01-04] 四川大地震の被災地における災害伝承と防災教育

★招待講演

*富 思斉[1]、城下 英行[1] (1.関西大学)

11:45 ~ 12:00

[G01-05] 南海トラフ地震に備えるための地震リスクと不確実性：防災教育の在り方を問う

*橋本 学[1]、清水 美香[2] (1.京都大学防災研究所、2.京都大学学際融合教育研究推進センター)

12:00 ~ 12:15

[G01-06] 地域防災と戸別の避難カード作りの取り組み

★招待講演

*鈴木 茂之[1] (1.岡山大学)

高等学校地理総合！：防災教育の強い追い風
New high school compulsory subjects"Chiri-sougou(Comprehensive geography)"! : Possibility to promote disaster education

*林 信太郎[1]
*Shintaro Hayashi[1]

1. 秋田大学大学院教育学研究科
1. Akita University Graduate School of Education

2022年から高等学校の地理歴史科で**新科目「地理総合」**が実施される。「地理総合」は防災教育推進の強力な追い風となる可能性がある。なぜなら
1）「地理総合」はほとんどの高校生が履修する**必修科目**である。
2）**災害に関する学習が大きな柱**となっている。
からである。
国や県の関係機関や部署，防災教育に関わる研究者，NPO法人，ジオパーク関係者など，地域の防災関係者は，高校側と連絡を取り，協議をするなどの十分な準備をする必要がある。そうすれば，この追い風を生かして防災教育の普及に大きく貢献できる可能性がある。

「地理総合」は必修科目：高等学校「地理総合」は，2022年から実施される地理歴史科の中に設けられた標準単位数２単位の必修科目である。2018年に公表された学習指導要領で示され，現在教科書作成作業が進行中である。試行を経て2022年から高校生のほとんど全員が履修することになる。昭和末の時期から，地理科目は選択科目として履修されてきたが，今回の改定で地理科目の比重が大きく増したことになる。

災害に関する学習が大きな柱：地理総合の内容は大きく3つ-「地図や地理情報システムで捉える現代世界」「国際理解と国際協力」「持続可能な地域づくりと私たち」-に分けられる。3つめの「持続可能な地域づくりと私たち」は，さらに「自然環境と防災」「生活圏の調査と地域の展望」に区分される。「自然環境と防災」では，課題探究活動を行い，自然災害への備えや対応について知識を身につけ，ハザードマップや新旧地形図を読み取りまとめる技能を身につけることになっている。すなわち，大きく分けられた3分野のうち半分が自然災害に関する学習となる。
教材や授業者の不足と防災機関の役割：しかしながら，新科目「地理総合」の自然災害部分の授業を行うための十分な資源はあまり高校にあるようには見えない。高校から伝わってくる話は「地理総合」必修化へのとまどいであり，教材や授業者の不足である。「地理総合」実施のために必要な教育素材は，様々な災害の知識，地域の災害に関する知識，ハザードマップなどの学習素材，探究的学習の素材，災害体験者などの人的資源である。また，防災関係者は授業者としても「地理総合」に関わることができる。いずれも，防災関係機関が高校側に提供可能なものである。

「地理総合」実施のために必要な教材：現状ではまだ「地理総合」の教科書は作成されていない。2018年に示された学習指導要領に基づき，どんな教材が必要か考える。大きく二つの分野にわたる教材が必要である。
1）地域の災害に関する資料：過去にその地域で起こった自然災害と，災害に対する備えに関する資料が必要である。過去にの自然災害については，その規模や頻度について学ぶことになっているが，歴史災害に関する詳細な資料が歓迎されるだろう。また，ハザードマップや新旧地形図は必須の学習素材であり，防災関係機関からの提供が必要である。また，地震，津波，風水害，火山災害についていずれかをとりあげて学習することになる。近い過去の災害に関しては体験者の証言の教育効果が大きい。
2）災害に関する探究的な学習は「地域性を踏まえた防災について，自然及ひ゛社会的条件との関わり，地

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

域の共通点や差異，持続可能な地域つ゛くりなと゛に着目して，主題を設定し，自然災害への備えや対応なと゛を多面的・多角的に考察し，表現すること。」となっている。防災関係機関は探求の基礎になる資料を提供可能であるし，防災関係機関そのものも探求的学習の素材である。

このように2022年から高等学校の地理歴史科で開設される新科目「地理総合」は防災教育推進の強力な追い風となる可能性が高く，防災関係者はこの授業の実施に大きく関わることができる。

防災関係者にとってのメリット：「地理総合」は防災教育の普及の他に，防災関係者にとって大きなメリットがある。高等学校の地理歴史科では，その全体を通じて「地理や歴史に関わる諸事象について，よりよい社会の実現を視野に課題を主体的に解決しようとする態度を養う」となっている。したがって，災害に関する探究的な学習を通じて主体的に防災に関わる人材を育てることも教科の目的ということができる。「地理総合」への支援は防災関係者の後継者の育成という意味でも重要である。

キーワード：地理総合、防災教育、新学習指導要領
Keywords: Comprehensive geography, Disaster education, Curriculum guidelines published by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology in 2018

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

原発に近い九州大学の全学教員による熊本地震以降の学生の身を守り方を教える総合防災の取組み

Kyushu University's multidisciplinary disaster prevention education for students near nuclear power plants after 2016 Kumamoto earthquake

*杉本 めぐみ[1,2]、Peppoloni Silvia[2]
*Megumi Sugimoto[1,2], Silvia Peppoloni[2]

1. 九州大学、2. 国際地球科学倫理協会
1. Kyushu University, 2. International Association for Promoting Geoethics

2016年熊本地震をきっかけに九州大学では2017年講義「九州の防災ー熊本地震からあなたの身の守り方を学ぶ」を開始した。学生からの要望に文理融合の全学教員と九州大学病院医師の計15名がオムニバス形式で総合防災の講義を一から作り始めものである。おもに全学の1年生向けの基幹教育である。九州大学は旧九州芸術工科大学と合併したことから芸術科の教員も少なからずおり、工芸デザイナーと彫刻家による芸術による復興支援や熊本県にある阿蘇山の草原を守るための基礎研究などの講義もある。防災の基礎となるハザード別の科学的基礎知識や医学情報に留まらない。共同通信が本講のことを「一見防災に関連のなさそうな学問の話が印象的だ。私たちの社会は実に多様な知的活動の蓄積に日々支えられているのだ」と評する知的豊かさと地球科学倫理に1年生が触れる講義構成となるように腐心している。

2004年インド洋津波以後に著者がインドネシア政府の要請で理科における防災教育の評価を行った折に、内陸部のバンドン工科大学近辺の学校の教員からは政府の依頼の津波防災よりもむしろ、火山噴火など地元で起こるハザードの防災教育の要望が高かった。高度な専門に特化した１つのハザードだけでなく、それぞれの地域と風土に合った幅広い防災教育プログラムを幅広くハザードを理解した専門家と共に創って行くことが求められていることを実感した。そこで著者が作った英語の災害ハンドブックは以下URLより誰もがダウンロードできる（http://www.unesco-school.mext.go.jp/muzfaw70p-230/）。学生には最低限のハザード別の防災知識を持つように工夫している。

他方で九州大学は再稼働している佐賀県の玄海原発から32kmにUPZから２Km風下に位置している。シビアアクシデントのリスク下の厳しい環境にあることも踏まえた防災教育にチャレンジしているところである。その取り組みを紹介する。

キーワード：大学の危機管理、緊急防護措置を準備する区域 (UPZ)、地球科学倫理、専門化、学生のための防災教育、原発避難
Keywords: Risk mangement, Urgent Protective action planning Zone, Geoethics, specialization, Disaster prevention education for students, evacuation from nuclear accidents

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ダムの限界と洪水の関係が想定される事例と防災教育の意義
The cases of the limit of dam impoundment during floods and necessity of information sharing at local disaster prevention

*小森 次郎[1]、増原 悠理[1]
*Jiro Komori[1], Yuuri Masuhara[1]

1. 帝京平成大学
1. Teikyo Heisei University

2018年の西日本豪雨で深刻な洪水被害が起きた岡山県の高梁川と愛媛県の肱川では，上流のダムで緊急放流（特別捜査，ただし書き操作）がいずれも行われた．これらの行為が今回の洪水に対してどのような影響を与えたか評価することは難しいが，被害があった地元からは「事前の情報提供が届かなかった」「人災ではないか」といった声も上がっている．

ダムの堆砂や老朽化の問題が顕在化する一方で，異常な強雨が経年的に増加しているなか，少なくとも類似の事例，すなわち「下流で洪水」「上流で緊急放流」という関係の事例が過去にどれだけあり，どういった対策がとられてきたのかについては明らかにする必要がある．

そこで筆者らは主要三紙のウェブデータベースを調べ，過去60年で65件の事例をリストアップした．その結果，肱川の鹿野川ダムなどでは類似の事例が繰り返されていることがわかった．一方，地元との情報共有を充実させることで，被害が減少したと考えられるダムも認められた．本発表ではリストの紹介とそこから見えてくる課題，および改善に向けた防災教育としてのとりくみについて報告する．

キーワード：平成30年7月豪雨、ダム管理、特例操作(ただし書き操作)、人為災害、情報共有、事例研究
Keywords: 2018 Japan floods, dam management, emergency discharge, artificial calamity, information sharing, case study

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

洪水した河川の上流でダムの緊急放流があった事例

ver.20190118

	発生年	ダム名	河川名	所在地	建設着工/完成年	降雨の原因
1	1958年8月1日	殿山ダム	日置川	和歌山県田辺市	1955/1957	台風17号
2	1961年6月28日	美和ダム	三峰川	長野県伊那市	1952/1959	梅雨前線
3	1962年7月27日	風屋ダム	十津川	奈良県吉野郡十津川村	1954/1960	台風7号
4	1962年7月27日	二津野ダム	十津川	奈良県吉野郡十津川村	1959/1962	台風7号
5	1962年7月27日	殿山ダム	日置川	和歌山県田辺市	1955/1957	台風7号
6	1962年8月26日	相模ダム	相模川	神奈川県相模原市	1937/1947	台風14号
7	1965年7月1日	市房ダム	球磨川	熊本県球磨郡水上村	1953/1959	梅雨前線
8	1965年9月17日	佐久間ダム	天竜川	静岡県浜松市	1954/1958	台風24号
9	1965年9月17日	秋葉ダム	天竜川	静岡県浜松市	1953/1956	
10	1971年8月1日	長安口ダム	那賀川	徳島県那賀郡那賀町	1950/1955	台風23号
11	1972年7月6日	鶴田ダム	川内川	鹿児島県薩摩郡さつま町	1959/1965	梅雨前線
12	1972年7月11日	新成羽川ダム	成羽川	岡山県高梁市	? /1968	梅雨前線
13	1972年7月12日	立岩ダム	太田川	広島県広島市	? /1939	
14	1975年8月17日	早明浦ダム	吉野川	高知県長岡郡本山町	1965/1978	台風5号
15	1981年8月5日	大夕張ダム	夕張川	北海道夕張市	1954/1961	台風12号
16	1982年8月1日	大迫ダム	吉野川	奈良県吉野郡川上村	1954/1973	台風10号
17	1990年9月19日	永源寺ダム	愛知川	滋賀県東近江市	1952/1972	台風19号
18	1990年9月19日	殿山ダム	日置川	和歌山県田辺市	1955/1957	
19	1994年9月22日	樽水ダム	増田川	宮城県名取市	1965/1976	寒冷低気圧
20	1994年9月22日	釜房ダム	名取川	宮城県柴田郡川崎町	1964/1970	
21	1994年9月23日	七北田ダム	七北田川	宮城県仙台市	1972/1984	
22	1994年9月23日	大倉ダム	大倉川	宮城県仙台市	1956/1961	
23	1995年7月1日	裾花ダム	裾花川	長野県長野市	1962/1969	梅雨前線
24	1995年7月1日	鹿野川ダム	肱川	愛媛県大洲市・西予市	1953/1958	梅雨前線
25	1997年7月26日	殿山ダム	日置川	和歌山県田辺市	1955/1957	台風9号
26	1997年9月16日	北川ダム	北川	大分県佐伯市	1958/1962	台風19号
27	1998年10月17日	旭川ダム	旭川	岡山県岡山市	1949/1954	台風10号
28	1999年9月15日	鹿森ダム	足谷川	愛媛県新居浜市	1958/1962	台風16号/秋雨前線
29	1999年8月14日	玄倉ダム	玄倉川	神奈川県上足柄郡山北町	1957/1958	熱帯低気圧
30	2000年9月12日	矢作ダム	矢作川	愛知県豊田市	1962/1970	台風14号/秋雨前線
31	2001年8月21日	七川ダム	古座川	和歌山県東牟婁郡古座川町	1951/1956	台風11号
32	2001年8月21日	小匠ダム	小匠川	和歌山県東牟婁郡那智勝浦町	? /1959	台風11号
33	2003年8月9日	二風谷ダム	沙流川	北海道沙流群平取町	1973/1997	台風10号と前線
34	2004年7月13日	刈谷田川ダム	刈谷田川	新潟県長岡市	1968/1980	梅雨前線
35	2004年7月13日	笠堀ダム	笠堀川	新潟県三条市	1959/1964	
36	2004年7月13日	大谷ダム	五十嵐川	新潟県三条市	1971/1993	
37	2004年8月30日	鹿野川ダム	肱川	愛媛県大洲市・西予市	1953/1958	台風16号
38	2004年8月30日	池田ダム	吉野川	徳島県三好市	1968/1974	台風16号
39	2004年9月29日	宮川ダム	宮川	三重県大台町	1951/1956	台風21号
40	2004年9月30日	萩形ダム	小阿仁川	秋田県北秋田郡上小阿仁村	1961/1966	
41	2004年10月20日	鮎屋川ダム	鮎屋川	兵庫県洲本市鮎屋	? /1970	台風23号
42	2004年10月20日	前山ダム	鴨部川	香川県さぬき市	1968/1974	
43	2004年10月20日	大川ダム	津田川	香川県さぬき市	1959/1963	
44	2004年10月20日	五名ダム	湊川	香川県東かがわ市	1952/1962	
45	2005年9月6日	菅野ダム	錦川	山口県周南市・岩国市	1959/1965	台風14号
46	2005年9月6日	温井ダム	滝山川	広島県山県郡安芸太田町	1974/2001	
47	2005年9月6日	鹿野川ダム	肱川	愛媛県大洲市	1953/1958	
48	2006年7月22日	鶴田ダム	川内川	鹿児島県薩摩郡さつま町	1959/1965	梅雨前線
49	2006年8月16日	三保ダム	酒匂川	神奈川県足柄上郡山北町	1969/1978	台風10号
50	2007年9月17日	森吉ダム	小又川	秋田県北秋田市	1951/1952	温帯低気圧（台風11号）
51	2010年7月15日	木屋川ダム	木屋川	山口県下関市	1940/1955	梅雨前線
52	2011年7月29日	本名ダム	只見川	福島県大沼郡金山町	1952/1954	梅雨前線
53	2011年7月30日	笠堀ダム	笠堀川	新潟県三条市	1959/1964	
54	2011年7月30日	大谷ダム	五十嵐川	新潟県三条市	1971/1993	
55	2011年9月4日	七色ダム	北山川	三重県熊野市	1963/1965	台風12号
56	2011年9月4日	七川ダム	古座川町	和歌山県東牟婁郡古座川町	1951/1956	
57	2011年9月4日	椿山ダム	日高川	和歌山県日高川町	1966/1988	
58	2013年9月16日	日吉ダム	桂川	京都府南丹市	1972/1997	台風18号
59	2014年8月10日	長安口ダム	那賀川	徳島県那賀郡那賀町	1950/1955	台風11号
60	2014年8月3日	鏡ダム	鏡川	高知県高知市	1960/1966	台風12号
61	2018年7月7日	野呂川ダム	野呂川	高知県高知市	1969/1975	台風7号・梅雨前線
62	2018年7月7日	野村ダム	肱川	愛媛県西予市	1971/1981	
63	2018年7月7日	鹿野川ダム		愛媛県大洲市	1953/1958	
64	2018年7月7日	河本ダム	西川	岡山県新見市	1958/1964	
65	2018年7月7日	新成羽川ダム	成羽川	岡山県高梁市	/1968	

注意：上記は洪水が発生し，同じ降雨によりダムが特例操作，またはそれに類似する放水を行った事例であり，放水が洪水の起因であるか否かの判断はここでは行っていない．

主な情報源：読売新聞，朝日新聞，毎日新聞の各オンラインデータベース，ダムの河川名，所在地，着工/竣工年はDamMaps(http://www.dammaps.jp/)ほかを参考にした．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

四川大地震の被災地における災害伝承と防災教育
Disaster Tradition and Disaster Education of 2008 Sichuan Earthquake

*富 思斉[1]、城下 英行[1]
*FU SIQI[1], Shiroshita Hideyuki[1]

1. 関西大学
1. Kansai University

私たち人間は「防災」をやろうとするとき、まず災害に関わること、特にその発生原因とメカニズムを明確にして、災害による被害を想定して、その想定した被害を防止または軽減する方向に全力を注ぐ。このような一般的に「防災」と考えられる過程を実現するときは、自然災害を対象にする研究者や、法令・政策を策定・実施する行政職員などの、いわゆる防災の専門家がその主役として指導的な役割を担っている。被害を防止・軽減することを客観的な方法で系統的に研究するため、本研究ではこのような防災活動を「防災科学」と呼ぶことにする。

「防災科学」を進め、その必要性を明確に知らせ、かつ防災対策を確実に実施することが今の「防災」の目標だと考えられている。その典型例の一つは学校での避難訓練である。避難訓練を実施することにより被害を軽減できることが明確であるので、日本全国の学校にも実際に避難訓練が普及されている。現在、「防災」の大半はこのようなことを目標として力をいれている。換言すれば、「防災」と「防災科学」の間に等号が描かれていると言える。防災の必要性としてすでに明らかになっていることをやらせ、また、できていないことをできるようにすることが「防災」教育だと一般的に考えられている。「防災」の専門家と一般市民とが、一緒に力を合わせてこの状況を実現できれば「防災」の成功と考えられている。

しかし、現実はどうであろうか？人間は分かっているけど、やらないということが数多く存在している。「防災科学」に基づいた決めた対策を実施したら、それなりに効果的であると市民に伝えても、先延ばしにされたり、あるいは無視されることも少なくない。例えば、内閣府が平成29年に行った調査によると、大地震に備えてとっている対策について、「家具・家電などを固定し、転倒・落下・移動を防止している」を挙げなかった者は回答者の49.4%である。そして、そのやらない理由として、「やろうと思っているが先延ばしにしてしまっているから」とか、「面倒くさい」などの理由が上位に挙げられている。

こうした現状の一方で、人間は自然界の高等動物として、自然と長年付き合ってきて、知らないうちに大事なことに触れて、それを偶然かつ長期的にやり続けている。いや、偶然ではないかもしれない。科学的ではないことでも、ときに災害に対して防災と呼べるような効果を持っている。ネパールの人が屋根の上に常に貯水タンクを置くのは日常の断水対策だが、これは災害時にも役立つ生活習慣である。日本国内でも、新潟県中越地震が発生した後、雪崩による道路の寸断が起こり、避難生活に必要な食料や品物が輸送できなかった。そのとき役に立ったのは地元住民が冬に入る前に用意していた食材と薪である。どちらも防災のためにわざわざやったことではないが、結果的に防災に繋がっている。このように生活の中ですでに実施されている知恵が「防災面からは実はこんな見方もできる」とか、「こう使えば意外な効果がある」といったことが、他にも存在するはずだ。これらを発見し、保護また普及することも一種の防災教育だと考えられる。

そこで、本研究では上述の考えを災害伝承にも当てはまる。すなわち、災害伝承においても国や地域によってそのアプローチは異なっており、その差異から災害伝承の新たなアプローチについて学ぶことを目的とする。具体的には、2008年5月12日、中国四川省を襲った「四川大地震」を事例とする。震災から約11年経った現在、被災地でどのようにその災害について記録しているか、またそれをどんな方式で後世の人に伝えようとしてるかを調査し、その日中比較を行う。成都市の青少年と未来防災体験館をはじめ、複数の防災教育施設、災害伝承施設で行ったヒアリング調査の結果に基づいて、日本にはない災害伝承の新たなアプローチと

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

その可能性について報告する。

キーワード：防災教育、災害伝承、四川大地震
Keywords: Disaster Education, Disaster Tradition , 2008 Sichuan Earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南海トラフ地震に備えるための地震リスクと不確実性：防災教育の在り方を問う

Preparedness for Nankai Trough Earthquake: Incorporating Understandings of Uncertainties in Disaster Prevention Education Schemes

*橋本 学[1]、清水 美香[2]
*Manabu Hashimoto[1], Mika Shimizu[2]

1. 京都大学防災研究所、2. 京都大学学際融合教育研究推進センター
1. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 2. Center for the Promotion of Interdisciplinary Education and Research, Kyoto University

これからの防災教育の在り方を考える上で、過去の災害の経験を伝承すること以外に、私たちがこれまで経験したことのないような災害にどう対応していくのか、そのために日頃の学習を通じてどのように学びより良い防災に向けて実践していくのかを検討することが喫緊の課題として位置づけられる。そのような災害の可能性の一つに、南海トラフ地震があげられる。「いつ」、「どこで」、「どのように」起きるかを含め、多様なレベルで不確実な要素を含みながら甚大な被害が予想される災害において、科学の実際、それに伴う様々な不確実性をどのように市民や多様な関係者（以下、ステークホルダー）に日常的に伝え、それを日頃の防災の実践に活かしていのか今、より多くの関係者が一体となって検討する必要に迫られている。

このような課題は一部の自然科学者のみならず，社会科学者・政策関係者・緊急事態関係者・地方自治体・市民・企業といった多様なステークホルダーが，協働で向き合う必要のある総合的防災教育の課題である。特に南海トラフ地震に備えて協働で検討すべき課題は、１）「入手可能な情報を基に、どのようにマルチステークホルダーが行動すべきかを考える方向に導くか、そのためにはどのように伝えればよいか」、さらに２）その伝達⇔学習のプロセスの中で得られる成果を「どのようにより良い防災対策に組み入れることができるか」であろう。

こうしたことを問題意識に持ち，京都大学を中心とする有志の研究グループは，自然科学者と社会科学者が協働し，地震リスクの不確実性に関わる実際を如何に社会に伝え，それを社会にどのように反映させていくかに焦点当て，本課題へのより良い取り組み方を追求してきた。口頭発表では、本研究グループがこれまでに実施した，教育関係者，企業関係者、自主防災組織それぞれのステークホルダーを対象としたワークショップ（2017年3月，6月、2018年3月）、さらにそれらのマルチステークホルダーが一同に会したワークショップ（2019年1月に実施）のポイントを集約して、その結果、さらにそこから引き出されるこれからの総合防災教育の在り方に対する提案を行う。

上記ワークショップの特徴として、地震リスクと不確実性に関わる学習を最適化するために１）協働対話型の手法をとったこと、２）シナリオベースの学習を通して、その場で問題を「自分事化」してもらうプロセスを創出する仕組みをつくったことなどが挙げられる。特に、①自然科学と社会科学の研究者が対話手法で本テーマに関わる科学の実際と不確実性を紹介し、②南海トラフ地震のシナリオを提示し，実際のシナリオを経験することを通して参加者にその場で学習してもらうこと，③参加対象者（市民、教育関係者、企業、自主防災組織関係者など）と科学者・政策関係者・行政関係者などが同じテーブルに着き，双方の本音の対話を促進することを重視した。そうしたワークショップ実施の成果の一部を次のように挙げることができる。

〇異なるステークホルダー同士の対話を通して，それぞれのステークホルダーがすべきことが浮き彫りに

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

なった.

〇普段接点を持たない科学者と参加者または政策関係者が，同じテーブルで本音を話すことにより，相手を知るきっかけになるとともに，悩みや問題意識を共有するプロセスに繋がった.

〇参加者の「不確実性」に対する理解がワークショップの中で格段に向上，学習効果が明らかに見られた．ワークショップの最後には，問題が自分事になり，各自が何をすべきかについて問題意識をもつようになった．その中で普段の防災対策を見直すきっかけにも繋がった.

〇企業向けのワークショップを例に挙げると，各テーブルにおける対話とワークの総まとめとして，次のような集合知が引き出された.

・確率が小さくても（不確実性が大きくとも）地震リスクの変化について，ありのままの情報提供がほしい．そのためには，情報を受け取る側のリテラシーの向上も同時に必要になる.

・実際のシナリオを考えたとき，SNSや様々な情報ソースからの情報が氾濫することが予想されることから，正式な機関からの情報提供が欠かせない.

・実際のケースを考えると，企業側もBCP（事業継続計画）だけでなく，普段からどのように防災「マネジメント」を実施するかを検討する必要がある．さらに復旧だけでなく，復興について検討する必要がある.

上記を踏むワークショップの実践を踏まえ、本報告では、従来型ではない学習方法のデザインの在り方、日本社会が直面する今後の大規模災害を見通した総合的防災教育の在り方について提言を行う。

キーワード：防災教育、南海トラフ地震、不確実性、予測、シナリオ型ワークショップ
Keywords: Disaster Prevention Education, Nankai Trough Earthquake, Uncertainty, Forecast, Scenario-based Workshop

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地域防災と戸別の避難カード作りの取り組み
Importance of issuing evacuation for individual family

*鈴木 茂之[1]
*Suzuki Shigeyuki[1]

1. 岡山大学
1. Okayama University

地震災害、火山災害、風水害など身の回りの災害は多様であるうえ、その場所の気候状況、地理環境、地質条件によって想定される危険度もさまざまである。数メートルの違いで被害の明暗を分けることがあり、戸別に防災対策を考えていく必要がある。「戸別の避難カード」作りの取り組みは平成27年度と28年度に内閣府防災担当の事業でなされた。これは自治会が応募し、所属する町、県と内閣府とともに実施したもので、平成27年度に岡山県美咲町川北自治会が取り組んだ例を紹介する。

川北地区は旧旭町の吉備高原地域にある。東西約2km、南北約3kmの小さい範囲ながら、高位の吉備高原地形をなす小起伏地と、その吉備高原地形を深く侵食する谷沿いの新しい急傾斜地からなる。谷部の地区の急傾斜地は落石、斜面崩壊、地すべり、出水などの、川沿いは越流や土石流の危険があり、そのリスクは戸別に異なる。一方高位の小起伏地は安全な地区である。1年間をかけて、事前打ち合わせ→専門家を交えての危険個所の検討→住民による「まち歩き」で想定される災害を確認→戸別に「避難カード」を作成→その成果をもとにした避難訓練が行われた。避難訓練では要支援者の援助や、より安全な地区からの支援体制も盛り込まれた。岡山県では29年度以降この取り組みを県の事業として引き継いでいる。

住民が主体的に進める地域防災は、必ずしも自治会がイニシアティブをとる形態になる必要はないであろう。自主防災組織や公民館からの呼びかけで取り組みが始まることも想定される。文科省は東日本大震災をきっかけに学校安全総合支援事業を各県と政令指定都市に委託している。対象が津波に始まり、自然災害から交通や社会的な危険にまで広げられてきている。避難訓練だけでなく、児童生徒が自分自身で身を守る能力をたかめるような授業も増えつつある。さらに昨年度からは地域との連携が模索されるようになった。そのため岡山県と岡山市では、モデル校での実践委員会には学校幼稚園、教育委員会、PTA、自治体防災担当部署、自治会、自主防災組織、民生委員、大学・気象台などの防災専門機関、その他から参加しており、学校・地域・行政の連携を作るきっかけが出来始めてきた。この取り組みの中で、生徒によって学区や通学路の危険個所を探して防災マップを作成することが定着してきており、将来生徒の家庭ごとに非難カードが出来ることが期待される。

災害の種類やリスクの大きさは戸別に異なるため、戸別に避難カードなどの防災対策が必要である。その作成のためには自治会などのコミュニティーでの共助が重要であろう。地域防災の取り組みをどこが声をあげるかはいろいろな可能性がありそうである。

キーワード：地域防災、戸別の避難カード、自然災害
Keywords: disaster management, natural hazard, disaster reduction activity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 G (教育・アウトリーチ)：教育・アウトリーチ

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_23

[G-01] 災害を乗り越えるための「総合的防災教育」

コンビーナ:中井 仁(小淵沢総合研究施設)、小森 次郎(帝京平成大学)、林 信太郎(秋田大学大学院教育学研究科)

大きな災害が起こるたびに防災教育の必要性が叫ばれ、実際に被災地とその周辺では活発に実践されることがあります。しかし、全国的にそれが広がることは、今日までは有りませんでした。また、被災地であっても、発災から10年、20年と経ち、災害を直接体験した人が少なくなってくると、災害を後世に伝えようという当初の熱意は陰ってくるのが常です。それに対し、災害の方は、数十年、数百年を経て繰り返されます。その間の世代交代を乗り越えて、被災体験を伝承し続けることは容易ではありません。このように、防災教育が、空間的には被災地域とその近辺に限られ、時間的には発災から１世代およそ20年間に限られがちであることが、日本の多くの地域で防災教育の空洞化をもたらしています。そこで、当セッションは、次の問いかけを行います。普遍性と継続性を兼ね備えた防災教育とはどのようなものか。また、それを教育現場に実装するにはどうすればよいか。これらの問題意識をもって、新たな防災教育を創造しようとする意欲のある方の発表を求めます。

[G01-P01] 防災教育への国土地理院のプロダクトの活用

*岡谷 隆基[1] (1.国土交通省国土地理院)

[G01-P02] 1898年八ヶ岳南麓で発生した土石流災害の災害像再構築とアウトリーチ

*中井 仁[1] (1.小淵沢総合研究施設)

[G01-P03] **中学生を対象とした自然災害の認識調査の予察的報告**

*川村 教一[1]、高橋 杏一[1] (1.秋田大学教育文化学部)

[G01-P04] 地震発生時のキャンパス内被害想定を教材にした防災教育

*山縣 毅[1] (1.駒澤大学総合教育研究部自然科学部門)

[G01-P05] 幼稚園での継続的な防災保育の実践報告

*山田 伸之[1]、丁子 かおる[2] (1.高知大学、2.和歌山大学)

[G01-P06] 防災学習と地学データを用いたデジタル教材の活用

*加藤 忠義[1] (1.横浜市立もえぎ野中学校)

[G01-P07] 災害の三角形－統合的・継続的な防災教育を理科の授業に実装するための概念装置の提案－

*野村 祐子[1] (1.消防大学校消防研究センター)

[G01-P08] 地理的特性に焦点をあてた防災教育への提言(「100年続く防災を考える」)

*川上 賢太[1]、松多 信尚[1] (1.国立大学法人岡山大学大学院)

防災教育への国土地理院のプロダクトの活用
Application of GSI’s Products for Disaster Prevention Education

*岡谷 隆基[1]
*Takaki Okatani[1]

1. 国土交通省国土地理院
1. Geospatial Information Authority of Japan, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

平成28～29年度にかけて告示された次期学習指導要領では、高等学校で地理が新たに必履修化され、地図・GISの活用に重点が置かれるなど、学校教育における地理空間情報の重要性が高まってきている。他方、昨年発生した西日本豪雨や北海道胆振東部地震など、自然災害は近年頻発するとともに激甚化の様相を示している。

国土地理院では、従前より出前授業の実施、教員研修への講師派遣など、教育に対する支援に取組んできたが、地図や地理空間情報を用いて地域を理解することは防災の基本であり、幼少期から身のまわりの地形や土地の成り立ち、災害履歴に関心を持ち、災害に備える心構えと知識を身につける防災教育支援の取組の強化が求められている。

地理院地図は、国土地理院が整備する基本図や主題図といった地理空間情報について広く提供することを目的として運用しているものだが、コンテンツとして含まれる地形や土地の成り立ちに関わる地形分類、明治期の低湿地等の情報、機能として含まれる地形表現や二画面表示機能など、災害リスクを考える上で有用な情報・機能が豊富である。

国土地理院では、こうした状況も踏まえ平成29～30年度にわたり地理教育支援について求められる役割を議論する地理教育支援検討部会を学識経験者の協力の下実施してきた。情報発信の改善・強化が必要との指摘を踏まえ、現在対応を進めている。

当日は、本発表を通して防災教育の推進に対する国土地理院の役割について議論したい。

キーワード：防災教育、地図・GIS、国土地理院
Keywords: Disaster Prevention Education, Maps and Geographical Information System, Geospatial Information Authority of Japan

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

1898年八ヶ岳南麓で発生した土石流災害の災害像再構築とアウトリーチ
Reconstruction of the image of the debris flow of the1898 disaster at the southern foot of Yatsugatake and the possibility of raising awareness of the local residents

*中井 仁[1]
*Hitoshi Nakai[1]

1. 小淵沢総合研究施設
1. Kobuchisawa Research Institute for Nature and Education

1898年（明治31年）9月6日から7日にかけて、台風の影響によって降り続いた雨のために山梨県全域で洪水等による甚大な被害が生じた。中でも7日午前1時30分頃、八ヶ岳南麓の山岳崩壊によって発生した土石流は、麓の北巨摩郡大泉村谷戸（当時）において死者55名、負傷者51名の犠牲者を出した。筆者は、県立図書館にマイクロフィルムで保管されている当時の新聞や、宮内庁保管の「諸国災害実況写真」「暴風雨被害取調表」を参照すると共に、ドローンによる調査を含む現地視察によって、災害の詳しい様相の再現を試みた。歴史的資料から、土石流は宮川の谷の出口で三方に流下したことが分かる。一つは沢の出口が向く南東方向だが、他の二つは南、および南西向きに流下した。そのうち南向きに流下した土石流が谷戸集落を襲い、甚大な被害をもたらした。この災害からすでに110年が経ち、詳しい災害像はもちろん、災害があったことすら大方の地元民の記憶からは消えている。本論文では、歴史資料ならびに土石流シミュレーション等の現代の手段を用いて災害像を再構築することによって、地域住民や行政へのアウトリーチの可能性を探る。

キーワード：防災教育、土石流災害、歴史資料
Keywords: disaster prevention education, Debris flow disaster, Historical document

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.


北巨摩郡大泉村字原谷戸組人家耕地流失ノ状

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

中学生を対象とした自然災害の認識調査の予察的報告

Provisional report of the questionnair survey results to junior high school students regarding to natural disaster

*川村 教一[1]、高橋 杏一[1]
*Norihito Kawamura[1], Kyoichi Takahashi[1]

1. 秋田大学教育文化学部
1. Faculty of Education and Human Studies, Akita University

1　はじめに

国土交通省によると，近年時間雨量が50mmを越える豪雨が全国的に増加していることが分かっている。また，それに伴い毎年風水害・土砂災害の被害も全国的に発生しており，2017年には秋田県で土砂災害の発生件数全国5位を記録している。中学校学習指導要領理科(文部科学省，2018)では，「自然と人間」で地域の自然災害についての学習が取り上げられている。土砂災害を回避するためにはまず自然現象についての理解が必要だが，このことに焦点を当てた最近の授業実践研究例は見出せていない。そこで，筆者らは，授業実践に先立ち中学生を対象として自然災害の認識に関する調査を行った。本報告では，生徒の持つ自然災害の認識の実態例を秋田県内陸部（南部）と千葉市とを比較して示すとともに，若干の分析を試みる。

2　研究方法

秋田県湯沢市のA中学校（36名）と千葉県千葉市のB中学校（34名）の1年生計70名を対象に自然災害の認識に関するアンケート調査を2019年1月に行った。

調査用紙には5項目の設問を掲載した。回答にあたり，いずれの設問も選択肢から災害の起因となる自然現象（㋐がけくずれ・土砂くずれ，㋑火山噴火，㋒強風，㋓こう水（川のはん濫），㋔地震，㋕地すべり，㋖津波，㋗土石流，㋘雪崩，㋙その他）から選択させた。

設問（1～5）の目的は，大きく3つに分けた。設問1では，今一番怖いと思う自然災害を回答させ，生徒が持つ自然災害に対してのリスクの違いを明らかにする。設問2～4では，生徒が得た自然災害についての情報源を調査する。設問5では，大雨時に発生する可能性のある自然災害についての認識を明らかにする。

3　結果

（1）設問1:あなたが怖いと思う自然災害を怖い順に5つ

A中学校で，高率の回答は火山噴火で全体の25%，次いで地震が22%である。一方，B中学校で割合が高い回答は地震50%，次いで津波の24%である。

（以下A・Bで示す）

（2）設問2：小学校で習ったことがある自然災害

A中学校では，地震94%，次いで土砂くずれ・がけくずれが83%である。B中学校では，地震82%，次いで土石流が59%である。

（3）設問3：家族から聞いたことがある自然災害

A中学校では，地震100%，次いで強風と津波の94%である。B中学校では，地震91%，次いで津波の76%である。

（4）設問4：テレビ番組（ニュース番組を含む）で聞いたことがある自然災害

A中学校では，がけくずれ・土砂くずれ，火山噴火，こう水（川のはん濫），地震，津波が100%，次いで強風が94%である。B中学校では，火山噴火，津波が97%，次いでがけくずれ・土砂くずれ，強風，こう水

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

（川のはん濫）が94%である。
（５）設問5：大雨時に発生する可能性のある自然災害
回答率が50%を超えた項目は、A中学校では、がけくずれ・土砂くずれが100%，地すべり97%，土石流94%，こう水（川のはん濫）75%である．一方、B中学校では、がけくずれ・土砂くずれが91%，こう水（川のはん濫），土石流が59%，地すべりが56%である．

４　分析

設問1では，A中学校で火山噴火，B中学校で地震が一番大きな割合を占めた。考えられる理由としては、秋田県には活火山があるが千葉県にはないことや，千葉付近で大きな地震が起きた場合に津波や液状化現象による被害も大きいということが挙げられる。
設問2～4では，A中学校とB中学校を比較すると土砂災害の起因となる自然現象（がけくずれ・土砂くずれ，地すべり，土石流）の認識について差が目立った。考えられる理由としては，生活圏内の山地の有無が挙げられる。
設問5では，回答率が50%を上回った選択肢がA・B中学校ともに同じであった。しかし，設問2～4と同様に地すべり，土石流で差が見られた。これも，身の回りに山地がないとイメージが難しいということが理由として考えられた。

５　課題

地域によって自然災害の種類に特性があるが，小学校の学習ではそれが反映されていない可能性がある。以上の結果をもとに，秋田県の生徒向けの自然災害に関する教材開発と授業設計を行い、授業実践の成果を明らかにしたい。

引用文献・Webサイト

１）国土交通省関東整備局
http://www.ktr.mlit.go.jp/bousai/index00000028.html
２）国土交通省砂防部
http://www.mlit.go.jp/river/sabo/jirei/h29dosha/h29dosha.html
３）文部科学省（2018）『中学校学習指導要領解説理科編』，学校図書

キーワード：アンケート調査、秋田県、千葉県
Keywords: questionanire survey, Akita Prefecture, Chiba Prefecture

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地震発生時のキャンパス内被害想定を教材にした防災教育
Disaster prevention education on estimation of earthquake damage on the campus

*山縣 毅[1]
*Takeshi Yamagata[1]

1. 駒澤大学総合教育研究部自然科学部門
1. Department of Natural Sciences, Komazawa university

関東地域では，現在，M7クラスの地震を発生させる活断層が活動期に入っている．特に，関東地域南部の首都圏の各都市では，震度6弱以上の地震が30年以内に発生する確率が48－85%に上昇している（地震調査研究推進本部、2018）．中央防災会議首都直下地震対策検討ワーキンググループ（2013）は，首都直下でM7クラスの地震が起こった場合の被害想定を，死者数最大約23,000人，経済的被害約95兆円としている．駒澤大学駒沢キャンパス（世田谷区）も，大きな地震災害に見舞われる可能性がある．

駒沢キャンパスでの直近の震災は，1923年の関東大震災であり，この時は震度6強で揺れたと推定される．但し，現在この震災の跡としては，復興事業として建設された耐震建造物（耕雲館）が残っているのみで，他に震災の痕跡はない．この様な状況では，震災の記憶は薄くなり，これによる災害に対する被害想定の甘さ，仮想的安心感などにより，地震発生時に被害の一層の拡大を引き起こしかねない（文部科学省防災教育支援に関する懇談会，2007）．これを軽減する防災教育では，継続的に，「それぞれが暮らす地域の、災害・社会の特性や防災科学技術等についての知識を備え、減災のために事前に必要な準備をする能力」や，「自然災害から身を守り、被災した場合でもその後の生活を乗り切る能力」などを修得し，能動的に防災に対応することのできるよう教育を行うことが必要である（文部科学省防災教育支援に関する懇談会，2007）．特に，減災のため重要な地震発生時の初期対応については、自ら判断して安全を確保できることが重要である（文部科学省東日本大震災における学校等の対応等に関する調査報告書，2012）．さらに，大学においては、地域の防災活動やその企画等に貢献できるよう、防災に対する知識・理解と技能を深めるための教育を行うことが望まれる（文部科学省東日本大震災を受けた防災教育・防災管理等に関する有識者会議最終報告，2012）．

以上の防災教育の必要とされる事項を踏まえ，次の実践を目標に地震災害についてアクティブラーニングを用いた授業を行った．

１．地震・地震動のメカニズム，及び，地震災害の理解
２．震度6弱以上の地震動の仮想体験
３．地震発生時に各自が危険を察知できるようにするイメージトレーニング

授業は，2018年年度前期に，駒沢大学地理学科の学生が受講する初年次教育科目のクラス（受講生40人）において試みた．授業内容は，以下の通りである．また，教育効果を測るため，本授業の第1回前と，第7回後に，受講学生に対しアンケート調査を行った．

第１回　地震発生のメカニズム・地震動・地震災害に関する対面授業

第２,３回 東京消防庁本所防災館（江東区本所）の地震動シミュレーターやその他教材による地震の仮想体験

第４～７回 キャンパス内の教室等の地震発生時の被害状況想定，地震後の教室等 から一時集合場所への避難経路の被害状況の想定．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

①3～4人の班毎に，震度6弱以上での，キャンパス内の班担当の教室等の被害想定と，教室等からキャンパス内一時集合場所までの避難経路の実地調査
②実地調査のデータによる被害状況の想定と，各教室等・避難経路の地震発生時の危険個所の把握.
③班毎に，調査データ・被害想定の発表

本授業の前後に行った学生へのアンケート調査から，地震災害は自分自身の問題であるとの，学生への意識付けは達成できたと思われる.

キーワード：実践的授業、地震、アクティブ・ラーニング、教養教育、大学
Keywords: practical lesson, earthquake, active learning, cultural education, university

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

幼稚園での継続的な防災保育の実践報告
Report of disaster mitigation childcare in kindergarten

*山田 伸之[1]、丁子 かおる[2]
*Nobuyuki Yamada[1], Kaoru Choji[2]

1. 高知大学、2. 和歌山大学
1. Kochi University, 2. Wakayama University

本報告では，著者らが数年来取り組んできた各種園での地震防災保育の実践活動のうち，和歌山市の幼稚園での同一園において，1～2年毎に複数回の実施による実践報告と実践後のアンケート等の調査結果を報告する。

防災保育では，日常の活動との関わりを重視し，遊びや体感，関わりあいを交えた各種防災体験ツールを活用し，その中では，ペープサートの劇を見たり，身を守るための姿勢を，歌とダンスを交えて学んだり，揺れや煙・暗やみなどを体験したり，危険物から回避したりする活動をコースのアトラクションとして用意し，それらを園児が１つずつ乗り越えていくように設定した。５才児クラスなどでは，保育者による「ふり返り活動」を行ってもらい，参加したすべての子どもたちへの活動の印象づけを強くし，家庭でも話題提供のきっかけにすることも行った。一連の各種の体験活動などは，0～6歳までの子どもの発達に合わせて適用し，ほぼすべての子どもたちが取り組むことができていた。また，防災保育終了後には，保護者と保育者への教室も実施した。

保護者向けと保育者向けのアンケートは，無記名形式で行った。保護者向けのアンケート結果では，ほとんどの家庭で，もしものときのことを話し合った経験があると答え，防災への関心の高さがうかがえた。園での防災保育の必要性については，大部分の保護者は肯定的であるが，一部の保護者は，負担を感じているようでもあった。全般的に概ね好評であり，子どもたちが成長していく段階に合わせた防災教育の継続性も必要であることをあらためて認識させられた。

今後も，防災保育研究を推進するにあたって，保護者の不安も考慮しながら，子どもたちを守るための取り組み実践を蓄積・継続し，保育園や認定こども園なども含めた乳幼児を対象とした防災保育への新たな方向性についての議論を高め，新たな展開をしたいと考えている。

なお，本研究は，JSPS科研費（基盤研究(C): 16K00971）の一部を活用しました。関係者各位に記して感謝いたします。

キーワード：防災保育、幼稚園
Keywords: disaster mitigation childcare, kindergarten

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

防災学習と地学データを用いたデジタル教材の活用
Utilization of Digital Resources to Facilitate Disaster Prevention Comprehension

*加藤 忠義[1]
*Tadayoshi Kato[1]

1. 横浜市立もえぎ野中学校
1. Moegino JHS.

世界で発生する地震のうち約2割は日本列島周辺で発生していることが知られており、2018年に発生した大阪北部地震（2018年6月18日）や北海道胆振東部地震（2018年9月6日）は記憶に新しい。巨大地震の発生をいち早くとらえるために、日本では、GNSS連続観測システム（GEONET）や高感度地震観測網（Hi-net）などが整備されており、緊急地震速報などに役立てられている。また、東北地方太平洋沖地震以降は、地震・津波観測監視システム（DONET）によって、海底の地殻変動も分かるようになってきた。これらの観測網で得られたデータは一般に公開されており、誰でも日本列島の地殻変動や地震活動について考えることができる。しかし、膨大なデータの処理やデータの可視化が困難なことから、なかなか教育現場で活用されていない。一方で、地球や惑星を立体的に表示することができるダジック・アース（http://earth.dagik.org）をはじめとするデジタル教材も登場してきており、近年重視されている、生徒に知識や情報を与えるだけでなく、生徒が課題を見つけ結論までを導き出す、能動的な学習方法（アクティブラーニング）への効果が期待されている。

2017年3月に公示された新学習指導要領において、中学校理科では学習内容の再編成に伴い「自然災害との関連付け」が強化され、中学校3年間を通して「地球」分野の中で学習するようになった。さらに、地域や学校の周辺環境に応じた教科横断的な視点から「防災学習」を組み立てていくことの必要性が明示された。学習指導要領の改訂によって「防災学習」は、生徒が自然現象について、そこに隠れた科学的な事象を見つけたり、災害を予想した備えや想定外のできごとに対応するためにはどうしたらよいかを考えたりすることが必要になってきた。そのために、教師は「空間的・時間的に大きなスケールでの変動」をいかにして可視化し、その知識や情報をもとに、災害時にどのような行動をとるべきかを考えさせることが重要になってくるだろう。生徒にとって、博物館や野外観察など本物に触れることは、自然現象をとらえるうえで重要であるが、学校環境によってはこれらの学習活動が困難であることが多い。そこで、直感的に変化をとらえることができるデジタル教材の作成は重要であると考えられる。

「地球規模の自然現象と身近な防災」を生徒が主体となって考えるためには、地球規模の変動を直接的にとらえることができるデジタル教材と、得られた知識や情報をもとに災害時について、生徒が主体的に考えて行動したり、災害に備えたりことができる体験型教材が必要だろう。今回は、国土地理院が公開している観測データをもとに、自分たちが生活している地域の地学的特徴を考えられるようなデジタル教材を作成した。生徒が生活している地域に即したデジタル教材はこれから起こると予想されている自然災害に対する防災・減災を考えるうえで極めて重要だろう。また、地域に即した視点から視野を広げていくことで、理科教育で設定されている「地球」の分野における特徴的な見方である“地球や宇宙に関する自然の事物・現象を主として時間的・空間的な視点で捉える”ことの強化につながるだろう。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：防災学習、デジタル教材
Keywords: Disaster prevention learning, Digital materials

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

災害の三角形ー統合的・継続的な防災教育を理科の授業に実装するための概念装置の提案ー
Disaster Triangle –A Conceptual Device for Implementing Comprehensive and Continuous Disaster Education into School Science –

*野村 祐子[1]
*Yuko Nomura[1]

1. 消防大学校消防研究センター
1. National Researcn Institute of Fire and Disaster

明確な物理現象を観測する場合には地震計などの「物的装置」が用いられるのに対し、複雑で曖昧な現象を理解する場合には心的イメージを脳内に構成するための「概念装置」が用いられる。例えば、「災害」という概念装置は、火山学者の脳内に噴火を想起し、防火工学者の脳内に火災を想起する。学問の専門分化が進む一方で、防災には多くの分野が関係している。個人や社会が大局観を持った選択をしなければならない場面において、個々の専門家が自身の分野を超えた大局観を提供することは、ますます困難になっている。人類がチームワークで災害を乗り越えるためには、分野を超えた見通しの良さを与える、多様な災害に共通する普遍性を備えた領域横断的な概念装置を開発し、共有する必要がある。消防の世界では、「燃焼の３要素（可燃物・酸素・熱）」が、複雑な火災現象を理解するための概念装置の役割を果たしてきた。著者は、要素間の相互作用による状態間の遷移（着火や消火）を説明できない燃焼の３要素の欠点を指摘し、多数の要素が非線形相互作用を及ぼし合う複雑系の概念装置の１つである「自己組織化」概念を用いることによって、社会現象と自然現象を統合的に理解できることを示した（野村、2019）。

自然界の現象は、自然界の一部である人間社会の現象も含めてすべて、「物質」・「エネルギー」・「運動」の３つの要素間の相互作用によって支配されている。これら３要素間の相互作用を三角形で表現し、「災害の三角形」という名前を与えることによって、日常生活を送る中で矮小化されやすい災害の概念を、システム思考に基づく分析が可能な普遍的概念に進化させることができるというのが、本講演の焦点である。例えば、水蒸気噴火を災害の三角形を用いて分析すると、熱水（物質）の持つ内部エネルギーが周囲環境の変化によって運動エネルギーに変換される現象として描き出される。すると、火山学者は原油タンクのボイルオーバーの危険性を容易に理解できるようになると考えられる。別の例を挙げると、木村（2017）は台風を燃焼現象の類推として説明している。積乱雲は、水蒸気（物質）の持つ内部エネルギーを凝結熱として放出することによって空気を加熱し、その浮力で上昇気流（運動）を維持している。火災の場合、可燃物（物質）が燃焼するときに内部エネルギーを反応熱として放出することによって空気を加熱し、その浮力で煙突効果が生じる。木村（2017）によれば、「積乱雲は煙突のようなものである」。

「災害の三角形」が社会に広く共有される概念装置となって、自然災害、人災、複合災害を統合的に理解できるようになれば、日常の中で見落とされている災害の可能性を、体系的に発想させることが可能になると期待される。本講演では、理科の授業における「災害の三角形」を活用した防災教育の可能性について、考えてみたい。

キーワード：防災教育、理科教育、防火教育、災害概念、災害の三角形、科学コミュニケーション
Keywords: disaster education, science education, fire safety education, concept of disaster, disaster triangle, science communication

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地理的特性に焦点をあてた防災教育への提言(「100年続く防災を考える」)
RECOMMENDATIONS FOR DISASTER EDUCATION FOCUSING ON GEOGRAPHICAL CHARACTERISTICS

*川上 賢太[1]、松多 信尚[1]
*Kenta Kawakami[1], Nobuhisa Matsuta[1]

1. 国立大学法人岡山大学大学院
1. Okayama University Graduate School

今日、日本で多く発生する災害に対しては、広くは都道府県から小さくは自治体単位までの各スケールでのハザードマップが作成され、対象範囲での被害の減少が望まれている。また、各学校種でも避難訓練の実施や防災マップの作成等を通じて、有事に対する知識を身に付けさせようと様々な取り組みがなされている。

これらは「災害への対応」を常に念頭に置いた上で様々な取り組みがなされるが「ハザードマップを知っていたのに逃げなかった」という、取り組みを上手く活かせなかった事例は、先の平成30年7月豪雨でも記憶に新しい話である。また、そもそもこれらの取り組みに自ら何らかの強い意志を持って参加したり、自身の記憶に留めていたりする人は恐らく多く無く、自身が生活する地域の避難経路等を知らない人もいるであろう。

人は自身の興味に基づいて情報を得ようとするものであり、特に今日の「ネット社会」では、自身の興味に応じて最低限のキーワードのみで求める情報に辿り着くことが出来るため、ある個人の情報の取捨範囲は非常に狭くなっている。このような社会背景の下では、個人の興味に応じ切れない情報はその価値が認められにくく、「防災」はこの社会の下ではどれほど「自ら調べて得ようとする情報」となっているのであろうか。

先の例のように、防災としての取り組みがなされていながらも上手く機能しないことから、これらの情報の入り口が「防災」となっているため、人は少し身構えてしまったり、面白みが無いと思ってしまったりして、情報の受け入れを遮断してしまっていることが想像される。

そこで、著者は防災を念頭に置きながらも、その情報の入り口を「防災」としない取り組みを提唱したい。その入り口とは「その土地の地理的特性」である。そもそも、ある自然現象が発生して災害となる場合、その受け手となる社会は、ライフラインをはじめとして多くのものが機能せずに、発生以前の状態になってしまう。有事に活きる情報とは、自然現象の受け手となるその地域がどのような地理的条件の下に成立してきたのかを知った上で発生し得る災害に備え、発生後も「何も無い状態」からどのようにして生活に必要なものを手にすればいいかと考えられるような情報(知識)ではないだろうか。

本取り組みでは、岡山市東区幸島地区を対象地域として、各種文献調査・昭和南海地震体験者へのインタビュー調査を中心に行い、幸島地区の成立の歴史や生活体系、文化の変遷を追いかけた。これらの情報を1枚の地図(A1版)上に記し、インタビュー調査への協力者による語りや、それに基づく学生による語りを1分程度の動画に収め、QRコードを参照して再生できるようにした。なお、幸島地区は昭和南海地震による被害報告も残っていることや、江戸時代の干拓によって陸化した場所に人々の定住を始めた地理的な特性があることなどから対象地域として選定し、調査を行った。また、岡山市主催の「平成30年度大学生まちづくりチャレンジ事業」に頂いた助成金を使わせていただいた。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 G (教育・アウトリーチ)：教育・アウトリーチ

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_37

[G-01] 災害を乗り越えるための「総合的防災教育」

コンビーナ:中井 仁(小淵沢総合研究施設)、小森 次郎(帝京平成大学)、林 信太郎(秋田大学大学院教育学研究科)

大きな災害が起こるたびに防災教育の必要性が叫ばれ、実際に被災地とその周辺では活発に実践されることがあります。しかし、全国的にそれが広がることは、今日までは有りませんでした。また、被災地であっても、発災から10年、20年と経ち、災害を直接体験した人が少なくなってくると、災害を後世に伝えようという当初の熱意は陰ってくるのが常です。それに対し、災害の方は、数十年、数百年を経て繰り返されます。その間の世代交代を乗り越えて、被災体験を伝承し続けることは容易ではありません。このように、防災教育が、空間的には被災地域とその近辺に限られ、時間的には発災から１世代およそ20年間に限られがちであることが、日本の多くの地域で防災教育の空洞化をもたらしています。そこで、当セッションは、次の問いかけを行います。普遍性と継続性を兼ね備えた防災教育とはどのようなものか。また、それを教育現場に実装するにはどうすればよいか。これらの問題意識をもって、新たな防災教育を創造しようとする意欲のある方の発表を求めます。

[G01-P01] 防災教育への国土地理院のプロダクトの活用

*岡谷 隆基[1] (1.国土交通省国土地理院)

[G01-P02] 1898年八ヶ岳南麓で発生した土石流災害の災害像再構築とアウトリーチ

*中井 仁[1] (1.小淵沢総合研究施設)

[G01-P03] **中学生を対象とした自然災害の認識調査の予察的報告**

*川村 教一[1]、高橋 杏一[1] (1.秋田大学教育文化学部)

[G01-P04] 地震発生時のキャンパス内被害想定を教材にした防災教育

*山縣 毅[1] (1.駒澤大学総合教育研究部自然科学部門)

[G01-P05] 幼稚園での継続的な防災保育の実践報告

*山田 伸之[1]、丁子 かおる[2] (1.高知大学、2.和歌山大学)

[G01-P06] 防災学習と地学データを用いたデジタル教材の活用

*加藤 忠義[1] (1.横浜市立もえぎ野中学校)

[G01-P07] 災害の三角形－統合的・継続的な防災教育を理科の授業に実装するための概念装置の提案－

*野村 祐子[1] (1.消防大学校消防研究センター)

[G01-P08] 地理的特性に焦点をあてた防災教育への提言(「100年続く防災を考える」)

*川上 賢太[1]、松多 信尚[1] (1.国立大学法人岡山大学大学院)

防災教育への国土地理院のプロダクトの活用
Application of GSI’s Products for Disaster Prevention Education

*岡谷 隆基[1]
*Takaki Okatani[1]

1. 国土交通省国土地理院
1. Geospatial Information Authority of Japan, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

平成28～29年度にかけて告示された次期学習指導要領では、高等学校で地理が新たに必履修化され、地図・GISの活用に重点が置かれるなど、学校教育における地理空間情報の重要性が高まってきている。他方、昨年発生した西日本豪雨や北海道胆振東部地震など、自然災害は近年頻発するとともに激甚化の様相を示している。

国土地理院では、従前より出前授業の実施、教員研修への講師派遣など、教育に対する支援に取組んできたが、地図や地理空間情報を用いて地域を理解することは防災の基本であり、幼少期から身のまわりの地形や土地の成り立ち、災害履歴に関心を持ち、災害に備える心構えと知識を身につける防災教育支援の取組の強化が求められている。

地理院地図は、国土地理院が整備する基本図や主題図といった地理空間情報について広く提供することを目的として運用しているものだが、コンテンツとして含まれる地形や土地の成り立ちに関わる地形分類、明治期の低湿地等の情報、機能として含まれる地形表現や二画面表示機能など、災害リスクを考える上で有用な情報・機能が豊富である。

国土地理院では、こうした状況も踏まえ平成29～30年度にわたり地理教育支援について求められる役割を議論する地理教育支援検討部会を学識経験者の協力の下実施してきた。情報発信の改善・強化が必要との指摘を踏まえ、現在対応を進めている。

当日は、本発表を通して防災教育の推進に対する国土地理院の役割について議論したい。

キーワード：防災教育、地図・GIS、国土地理院
Keywords: Disaster Prevention Education, Maps and Geographical Information System, Geospatial Information Authority of Japan

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

1898年八ヶ岳南麓で発生した土石流災害の災害像再構築とアウトリーチ
Reconstruction of the image of the debris flow of the1898 disaster at the southern foot of Yatsugatake and the possibility of raising awareness of the local residents

*中井 仁[1]
*Hitoshi Nakai[1]

1. 小淵沢総合研究施設
1. Kobuchisawa Research Institute for Nature and Education

1898年（明治31年）9月6日から7日にかけて、台風の影響によって降り続いた雨のために山梨県全域で洪水等による甚大な被害が生じた。中でも7日午前1時30分頃、八ヶ岳南麓の山岳崩壊によって発生した土石流は、麓の北巨摩郡大泉村谷戸（当時）において死者55名、負傷者51名の犠牲者を出した。筆者は、県立図書館にマイクロフィルムで保管されている当時の新聞や、宮内庁保管の「諸国災害実況写真」「暴風雨被害取調表」を参照すると共に、ドローンによる調査を含む現地視察によって、災害の詳しい様相の再現を試みた。歴史的資料から、土石流は宮川の谷の出口で三方に流下したことが分かる。一つは沢の出口が向く南東方向だが、他の二つは南、および南西向きに流下した。そのうち南向きに流下した土石流が谷戸集落を襲い、甚大な被害をもたらした。この災害からすでに110年が経ち、詳しい災害像はもちろん、災害があったことすら大方の地元民の記憶からは消えている。本論文では、歴史資料ならびに土石流シミュレーション等の現代の手段を用いて災害像を再構築することによって、地域住民や行政へのアウトリーチの可能性を探る。

キーワード：防災教育、土石流災害、歴史資料
Keywords: disaster prevention education, Debris flow disaster, Historical document

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.


北巨摩郡大泉村字原谷戸組人家耕地流失ノ状

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

中学生を対象とした自然災害の認識調査の予察的報告

Provisional report of the questionnair survey results to junior high school students regarding to natural disaster

*川村 教一[1]、高橋 杏一[1]
*Norihito Kawamura[1], Kyoichi Takahashi[1]

1. 秋田大学教育文化学部
1. Faculty of Education and Human Studies, Akita University

1　はじめに

国土交通省によると，近年時間雨量が50mmを越える豪雨が全国的に増加していることが分かっている。また，それに伴い毎年風水害・土砂災害の被害も全国的に発生しており，2017年には秋田県で土砂災害の発生件数全国5位を記録している。中学校学習指導要領理科(文部科学省，2018)では，「自然と人間」で地域の自然災害についての学習が取り上げられている。土砂災害を回避するためにはまず自然現象についての理解が必要だが，このことに焦点を当てた最近の授業実践研究例は見出せていない。そこで，筆者らは，授業実践に先立ち中学生を対象として自然災害の認識に関する調査を行った。本報告では，生徒の持つ自然災害の認識の実態例を秋田県内陸部（南部）と千葉市とを比較して示すとともに，若干の分析を試みる。

2　研究方法

秋田県湯沢市のA中学校（36名）と千葉県千葉市のB中学校（34名）の1年生計70名を対象に自然災害の認識に関するアンケート調査を2019年1月に行った。

調査用紙には5項目の設問を掲載した。回答にあたり，いずれの設問も選択肢から災害の起因となる自然現象（㋐がけくずれ・土砂くずれ，㋑火山噴火，㋒強風，㋓こう水（川のはん濫），㋔地震，㋕地すべり，㋖津波，㋗土石流，㋘雪崩，㋙その他）から選択させた。

設問（1～5）の目的は，大きく3つに分けた。設問1では，今一番怖いと思う自然災害を回答させ，生徒が持つ自然災害に対してのリスクの違いを明らかにする。設問2～4では，生徒が得た自然災害についての情報源を調査する。設問5では，大雨時に発生する可能性のある自然災害についての認識を明らかにする。

3　結果

（1）設問1:あなたが怖いと思う自然災害を怖い順に5つ

A中学校で，高率の回答は火山噴火で全体の25%，次いで地震が22%である。一方，B中学校で割合が高い回答は地震50%，次いで津波の24%である。

（以下A・Bで示す）

（2）設問2：小学校で習ったことがある自然災害

A中学校では，地震94%，次いで土砂くずれ・がけくずれが83%である。B中学校では，地震82%，次いで土石流が59%である。

（3）設問3：家族から聞いたことがある自然災害

A中学校では，地震100%，次いで強風と津波の94%である。B中学校では，地震91%，次いで津波の76%である。

（4）設問4：テレビ番組（ニュース番組を含む）で聞いたことがある自然災害

A中学校では，がけくずれ・土砂くずれ，火山噴火，こう水（川のはん濫），地震，津波が100%，次いで強風が94%である。B中学校では，火山噴火，津波が97%，次いでがけくずれ・土砂くずれ，強風，こう水

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

（川のはん濫）が94%である。
（５）設問5：大雨時に発生する可能性のある自然災害
回答率が50%を超えた項目は、A中学校では、がけくずれ・土砂くずれが100%，地すべり97%，土石流94%，こう水（川のはん濫）75%である．一方、B中学校では、がけくずれ・土砂くずれが91%，こう水（川のはん濫），土石流が59%，地すべりが56%である．

４　分析

設問1では，A中学校で火山噴火，B中学校で地震が一番大きな割合を占めた。考えられる理由としては、秋田県には活火山があるが千葉県にはないことや，千葉付近で大きな地震が起きた場合に津波や液状化現象による被害も大きいということが挙げられる。
設問2～4では，A中学校とB中学校を比較すると土砂災害の起因となる自然現象（がけくずれ・土砂くずれ，地すべり，土石流）の認識について差が目立った。考えられる理由としては，生活圏内の山地の有無が挙げられる。
設問5では，回答率が50%を上回った選択肢がA・B中学校ともに同じであった。しかし，設問2～4と同様に地すべり，土石流で差が見られた。これも，身の回りに山地がないとイメージが難しいということが理由として考えられた。

５　課題

地域によって自然災害の種類に特性があるが，小学校の学習ではそれが反映されていない可能性がある。以上の結果をもとに，秋田県の生徒向けの自然災害に関する教材開発と授業設計を行い、授業実践の成果を明らかにしたい。

引用文献・Webサイト

１）国土交通省関東整備局
http://www.ktr.mlit.go.jp/bousai/index00000028.html
２）国土交通省砂防部
http://www.mlit.go.jp/river/sabo/jirei/h29dosha/h29dosha.html
３）文部科学省（2018）『中学校学習指導要領解説理科編』，学校図書

キーワード：アンケート調査、秋田県、千葉県
Keywords: questionanire survey, Akita Prefecture, Chiba Prefecture

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地震発生時のキャンパス内被害想定を教材にした防災教育
Disaster prevention education on estimation of earthquake damage on the campus

*山縣 毅[1]
*Takeshi Yamagata[1]

1. 駒澤大学総合教育研究部自然科学部門
1. Department of Natural Sciences, Komazawa university

関東地域では，現在，M7クラスの地震を発生させる活断層が活動期に入っている．特に，関東地域南部の首都圏の各都市では，震度6弱以上の地震が30年以内に発生する確率が48－85%に上昇している（地震調査研究推進本部、2018）．中央防災会議首都直下地震対策検討ワーキンググループ（2013）は，首都直下でM7クラスの地震が起こった場合の被害想定を，死者数最大約23,000人，経済的被害約95兆円としている．駒澤大学駒沢キャンパス（世田谷区）も，大きな地震災害に見舞われる可能性がある．

駒沢キャンパスでの直近の震災は，1923年の関東大震災であり，この時は震度6強で揺れたと推定される．但し，現在この震災の跡としては，復興事業として建設された耐震建造物（耕雲館）が残っているのみで，他に震災の痕跡はない．この様な状況では，震災の記憶は薄くなり，これによる災害に対する被害想定の甘さ，仮想的安心感などにより，地震発生時に被害の一層の拡大を引き起こしかねない（文部科学省防災教育支援に関する懇談会，2007）．これを軽減する防災教育では，継続的に，「それぞれが暮らす地域の、災害・社会の特性や防災科学技術等についての知識を備え、減災のために事前に必要な準備をする能力」や，「自然災害から身を守り、被災した場合でもその後の生活を乗り切る能力」などを修得し，能動的に防災に対応することのできるよう教育を行うことが必要である（文部科学省防災教育支援に関する懇談会，2007）．特に，減災のため重要な地震発生時の初期対応については、自ら判断して安全を確保できることが重要である（文部科学省東日本大震災における学校等の対応等に関する調査報告書，2012）．さらに，大学においては、地域の防災活動やその企画等に貢献できるよう、防災に対する知識・理解と技能を深めるための教育を行うことが望まれる（文部科学省東日本大震災を受けた防災教育・防災管理等に関する有識者会議最終報告，2012）．

以上の防災教育の必要とされる事項を踏まえ，次の実践を目標に地震災害についてアクティブラーニングを用いた授業を行った．

１．地震・地震動のメカニズム，及び，地震災害の理解
２．震度6弱以上の地震動の仮想体験
３．地震発生時に各自が危険を察知できるようにするイメージトレーニング

授業は，2018年年度前期に，駒沢大学地理学科の学生が受講する初年次教育科目のクラス（受講生40人）において試みた．授業内容は，以下の通りである．また，教育効果を測るため，本授業の第1回前と，第7回後に，受講学生に対しアンケート調査を行った．

第１回　地震発生のメカニズム・地震動・地震災害に関する対面授業

第２,３回 東京消防庁本所防災館（江東区本所）の地震動シミュレーターやその他教材による地震の仮想体験

第４～７回 キャンパス内の教室等の地震発生時の被害状況想定，地震後の教室等 から一時集合場所への避難経路の被害状況の想定．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

①3～4人の班毎に，震度6弱以上での，キャンパス内の班担当の教室等の被害想定と，教室等からキャンパス内一時集合場所までの避難経路の実地調査
②実地調査のデータによる被害状況の想定と，各教室等・避難経路の地震発生時の危険個所の把握.
③班毎に，調査データ・被害想定の発表

本授業の前後に行った学生へのアンケート調査から，地震災害は自分自身の問題であるとの，学生への意識付けは達成できたと思われる.

キーワード：実践的授業、地震、アクティブ・ラーニング、教養教育、大学
Keywords: practical lesson, earthquake, active learning, cultural education, university

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

幼稚園での継続的な防災保育の実践報告
Report of disaster mitigation childcare in kindergarten

*山田 伸之[1]、丁子 かおる[2]
*Nobuyuki Yamada[1], Kaoru Choji[2]

1. 高知大学、2. 和歌山大学
1. Kochi University, 2. Wakayama University

本報告では，著者らが数年来取り組んできた各種園での地震防災保育の実践活動のうち，和歌山市の幼稚園での同一園において，1～2年毎に複数回の実施による実践報告と実践後のアンケート等の調査結果を報告する。

防災保育では，日常の活動との関わりを重視し，遊びや体感，関わりあいを交えた各種防災体験ツールを活用し，その中では，ペープサートの劇を見たり，身を守るための姿勢を，歌とダンスを交えて学んだり，揺れや煙・暗やみなどを体験したり，危険物から回避したりする活動をコースのアトラクションとして用意し，それらを園児が１つずつ乗り越えていくように設定した。５才児クラスなどでは，保育者による「ふり返り活動」を行ってもらい，参加したすべての子どもたちへの活動の印象づけを強くし，家庭でも話題提供のきっかけにすることも行った。一連の各種の体験活動などは，0～6歳までの子どもの発達に合わせて適用し，ほぼすべての子どもたちが取り組むことができていた。また，防災保育終了後には，保護者と保育者への教室も実施した。

保護者向けと保育者向けのアンケートは，無記名形式で行った。保護者向けのアンケート結果では，ほとんどの家庭で，もしものときのことを話し合った経験があると答え，防災への関心の高さがうかがえた。園での防災保育の必要性については，大部分の保護者は肯定的であるが，一部の保護者は，負担を感じているようでもあった。全般的に概ね好評であり，子どもたちが成長していく段階に合わせた防災教育の継続性も必要であることをあらためて認識させられた。

今後も，防災保育研究を推進するにあたって，保護者の不安も考慮しながら，子どもたちを守るための取り組み実践を蓄積・継続し，保育園や認定こども園なども含めた乳幼児を対象とした防災保育への新たな方向性についての議論を高め，新たな展開をしたいと考えている。

なお，本研究は，JSPS科研費（基盤研究(C): 16K00971）の一部を活用しました。関係者各位に記して感謝いたします。

キーワード：防災保育、幼稚園
Keywords: disaster mitigation childcare, kindergarten

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

防災学習と地学データを用いたデジタル教材の活用
Utilization of Digital Resources to Facilitate Disaster Prevention Comprehension

*加藤 忠義[1]
*Tadayoshi Kato[1]

1. 横浜市立もえぎ野中学校
1. Moegino JHS.

世界で発生する地震のうち約2割は日本列島周辺で発生していることが知られており、2018年に発生した大阪北部地震（2018年6月18日）や北海道胆振東部地震（2018年9月6日）は記憶に新しい。巨大地震の発生をいち早くとらえるために、日本では、GNSS連続観測システム（GEONET）や高感度地震観測網（Hi-net）などが整備されており、緊急地震速報などに役立てられている。また、東北地方太平洋沖地震以降は、地震・津波観測監視システム（DONET）によって、海底の地殻変動も分かるようになってきた。これらの観測網で得られたデータは一般に公開されており、誰でも日本列島の地殻変動や地震活動について考えることができる。しかし、膨大なデータの処理やデータの可視化が困難なことから、なかなか教育現場で活用されていない。一方で、地球や惑星を立体的に表示することができるダジック・アース（http://earth.dagik.org）をはじめとするデジタル教材も登場してきており、近年重視されている、生徒に知識や情報を与えるだけでなく、生徒が課題を見つけ結論までを導き出す、能動的な学習方法（アクティブラーニング）への効果が期待されている。

2017年3月に公示された新学習指導要領において、中学校理科では学習内容の再編成に伴い「自然災害との関連付け」が強化され、中学校3年間を通して「地球」分野の中で学習するようになった。さらに、地域や学校の周辺環境に応じた教科横断的な視点から「防災学習」を組み立てていくことの必要性が明示された。学習指導要領の改訂によって「防災学習」は、生徒が自然現象について、そこに隠れた科学的な事象を見つけたり、災害を予想した備えや想定外のできごとに対応するためにはどうしたらよいかを考えたりすることが必要になってきた。そのために、教師は「空間的・時間的に大きなスケールでの変動」をいかにして可視化し、その知識や情報をもとに、災害時にどのような行動をとるべきかを考えさせることが重要になってくるだろう。生徒にとって、博物館や野外観察など本物に触れることは、自然現象をとらえるうえで重要であるが、学校環境によってはこれらの学習活動が困難であることが多い。そこで、直感的に変化をとらえることができるデジタル教材の作成は重要であると考えられる。

「地球規模の自然現象と身近な防災」を生徒が主体となって考えるためには、地球規模の変動を直接的にとらえることができるデジタル教材と、得られた知識や情報をもとに災害時について、生徒が主体的に考えて行動したり、災害に備えたりことができる体験型教材が必要だろう。今回は、国土地理院が公開している観測データをもとに、自分たちが生活している地域の地学的特徴を考えられるようなデジタル教材を作成した。生徒が生活している地域に即したデジタル教材はこれから起こると予想されている自然災害に対する防災・減災を考えるうえで極めて重要だろう。また、地域に即した視点から視野を広げていくことで、理科教育で設定されている「地球」の分野における特徴的な見方である“地球や宇宙に関する自然の事物・現象を主として時間的・空間的な視点で捉える”ことの強化につながるだろう。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：防災学習、デジタル教材
Keywords: Disaster prevention learning, Digital materials

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

災害の三角形ー統合的・継続的な防災教育を理科の授業に実装するための概念装置の提案ー
Disaster Triangle –A Conceptual Device for Implementing Comprehensive and Continuous Disaster Education into School Science –

*野村 祐子[1]
*Yuko Nomura[1]

1. 消防大学校消防研究センター
1. National Researcn Institute of Fire and Disaster

明確な物理現象を観測する場合には地震計などの「物的装置」が用いられるのに対し、複雑で曖昧な現象を理解する場合には心的イメージを脳内に構成するための「概念装置」が用いられる。例えば、「災害」という概念装置は、火山学者の脳内に噴火を想起し、防火工学者の脳内に火災を想起する。学問の専門分化が進む一方で、防災には多くの分野が関係している。個人や社会が大局観を持った選択をしなければならない場面において、個々の専門家が自身の分野を超えた大局観を提供することは、ますます困難になっている。人類がチームワークで災害を乗り越えるためには、分野を超えた見通しの良さを与える、多様な災害に共通する普遍性を備えた領域横断的な概念装置を開発し、共有する必要がある。消防の世界では、「燃焼の３要素（可燃物・酸素・熱）」が、複雑な火災現象を理解するための概念装置の役割を果たしてきた。著者は、要素間の相互作用による状態間の遷移（着火や消火）を説明できない燃焼の３要素の欠点を指摘し、多数の要素が非線形相互作用を及ぼし合う複雑系の概念装置の１つである「自己組織化」概念を用いることによって、社会現象と自然現象を統合的に理解できることを示した（野村、2019）。

自然界の現象は、自然界の一部である人間社会の現象も含めてすべて、「物質」・「エネルギー」・「運動」の３つの要素間の相互作用によって支配されている。これら３要素間の相互作用を三角形で表現し、「災害の三角形」という名前を与えることによって、日常生活を送る中で矮小化されやすい災害の概念を、システム思考に基づく分析が可能な普遍的概念に進化させることができるというのが、本講演の焦点である。例えば、水蒸気噴火を災害の三角形を用いて分析すると、熱水（物質）の持つ内部エネルギーが周囲環境の変化によって運動エネルギーに変換される現象として描き出される。すると、火山学者は原油タンクのボイルオーバーの危険性を容易に理解できるようになると考えられる。別の例を挙げると、木村（2017）は台風を燃焼現象の類推として説明している。積乱雲は、水蒸気（物質）の持つ内部エネルギーを凝結熱として放出することによって空気を加熱し、その浮力で上昇気流（運動）を維持している。火災の場合、可燃物（物質）が燃焼するときに内部エネルギーを反応熱として放出することによって空気を加熱し、その浮力で煙突効果が生じる。木村（2017）によれば、「積乱雲は煙突のようなものである」。

「災害の三角形」が社会に広く共有される概念装置となって、自然災害、人災、複合災害を統合的に理解できるようになれば、日常の中で見落とされている災害の可能性を、体系的に発想させることが可能になると期待される。本講演では、理科の授業における「災害の三角形」を活用した防災教育の可能性について、考えてみたい。

キーワード：防災教育、理科教育、防火教育、災害概念、災害の三角形、科学コミュニケーション
Keywords: disaster education, science education, fire safety education, concept of disaster, disaster triangle, science communication

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地理的特性に焦点をあてた防災教育への提言(「100年続く防災を考える」)
RECOMMENDATIONS FOR DISASTER EDUCATION FOCUSING ON GEOGRAPHICAL CHARACTERISTICS

*川上 賢太[1]、松多 信尚[1]
*Kenta Kawakami[1], Nobuhisa Matsuta[1]

1. 国立大学法人岡山大学大学院
1. Okayama University Graduate School

今日、日本で多く発生する災害に対しては、広くは都道府県から小さくは自治体単位までの各スケールでのハザードマップが作成され、対象範囲での被害の減少が望まれている。また、各学校種でも避難訓練の実施や防災マップの作成等を通じて、有事に対する知識を身に付けさせようと様々な取り組みがなされている。

これらは「災害への対応」を常に念頭に置いた上で様々な取り組みがなされるが「ハザードマップを知っていたのに逃げなかった」という、取り組みを上手く活かせなかった事例は、先の平成30年7月豪雨でも記憶に新しい話である。また、そもそもこれらの取り組みに自ら何らかの強い意志を持って参加したり、自身の記憶に留めていたりする人は恐らく多く無く、自身が生活する地域の避難経路等を知らない人もいるであろう。

人は自身の興味に基づいて情報を得ようとするものであり、特に今日の「ネット社会」では、自身の興味に応じて最低限のキーワードのみで求める情報に辿り着くことが出来るため、ある個人の情報の取捨範囲は非常に狭くなっている。このような社会背景の下では、個人の興味に応じ切れない情報はその価値が認められにくく、「防災」はこの社会の下ではどれほど「自ら調べて得ようとする情報」となっているのであろうか。

先の例のように、防災としての取り組みがなされていながらも上手く機能しないことから、これらの情報の入り口が「防災」となっているため、人は少し身構えてしまったり、面白みが無いと思ってしまったりして、情報の受け入れを遮断してしまっていることが想像される。

そこで、著者は防災を念頭に置きながらも、その情報の入り口を「防災」としない取り組みを提唱したい。その入り口とは「その土地の地理的特性」である。そもそも、ある自然現象が発生して災害となる場合、その受け手となる社会は、ライフラインをはじめとして多くのものが機能せずに、発生以前の状態になってしまう。有事に活きる情報とは、自然現象の受け手となるその地域がどのような地理的条件の下に成立してきたのかを知った上で発生し得る災害に備え、発生後も「何も無い状態」からどのようにして生活に必要なものを手にすればいいかと考えられるような情報(知識)ではないだろうか。

本取り組みでは、岡山市東区幸島地区を対象地域として、各種文献調査・昭和南海地震体験者へのインタビュー調査を中心に行い、幸島地区の成立の歴史や生活体系、文化の変遷を追いかけた。これらの情報を1枚の地図(A1版)上に記し、インタビュー調査への協力者による語りや、それに基づく学生による語りを1分程度の動画に収め、QRコードを参照して再生できるようにした。なお、幸島地区は昭和南海地震による被害報告も残っていることや、江戸時代の干拓によって陸化した場所に人々の定住を始めた地理的な特性があることなどから対象地域として選定し、調査を行った。また、岡山市主催の「平成30年度大学生まちづくりチャレンジ事業」に頂いた助成金を使わせていただいた。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 G (教育・アウトリーチ)：教育・アウトリーチ

2019年5月26日(日) 9:00 ~ 10:30 | 103 1F

[G-02] 地球惑星科学のアウトリーチ

コンビーナ:植木 岳雪(千葉科学大学危機管理学部)、小森 次郎(帝京平成大学)、長谷川 直子(お茶の水女子大学)、大木 聖子(慶應義塾大学 環境情報学部)、座長:大木 聖子

本セッションは、高校・大学・研究機関・博物館などにおいて、児童・生徒および社会人への地球惑星科学の教育研究および知識普及に関する内容を扱います。この中には、研究者と教育者との関係を構築することだけでなく、研究者間や教育者間でのアウトリーチ情報の共有をはかることも含まれます。また、防災・減災や科学コミュニケーションなど、研究者と教育者と社会とのコミュニケーションに関する活動も歓迎します。会場・日程の都合上、講演内容に応じてポスター発表にまわっていただくこともあります。

9:00 ~ 9:15

[G02-01] 一般書にみる地理学のアウトリーチ

*長谷川 直子[1]、中川 優希[1] (1.お茶の水女子大学)

9:15 ~ 9:30

[G02-02] **博物館展示による地理的・考古学的思考の普及：3Dモデルを用いた実践例**

*早川 裕弋[1,2]、安芸 早穂子[2] (1.北海道大学地球環境科学研究院、2.東京大学空間情報科学研究センター)

9:30 ~ 9:45

[G02-03] 伊豆半島ジオパークにおけるガイドスキルアップ講座の紹介とその効果

*津田 和英[1]、小野 比呂志[1]、山崎 宏[1]、松尾 章史[1]、小野 英樹[2] (1.NPO法人ホールアース研究所、2.伊豆半島ジオパーク推進協議会)

9:45 ~ 10:00

[G02-04] 宇宙地球科学の特性を考慮した対論型サイエンスカフェの試行

*玉澤 春史[1,2]、一方井 裕子[3] (1.京都大学防災研究所、2.京都市立芸術大学美術学部、3.東京大学カブリ数物連携宇宙機構)

10:00 ~ 10:15

[G02-05] 地震流言から考えるリテラシー

*織原 義明[1]、鴨川 仁[2]、長尾 年恭[1] (1.東海大学海洋研究所、2.東京学芸大学物理学科)

10:15 ~ 10:30

[G02-06] **ゴーストフォレストが語る広域地殻変動と巨大津波痕跡群-アウトリーチ活動と防災教育の重要性-**

★招待講演

*重野 聖之[1]、七山 太[2,6]、渡辺 和明[2]、石井 正之[3]、石渡 一人[4]、猪熊 樹人[5]、深津 恵太[7] (1.明治コンサルタント株式会社、2.国立研究開発法人産業技術総合研究所地質情報研究部門 、3.石井技術士事務所、4.別海町郷土資料館、5.根室市歴史と自然の資料館、6.熊本大学くまもと水循環・減災研究教育センター 、7.野付半島ネイチャーセンター)

一般書にみる地理学のアウトリーチ
Outreach of geography on general books

*長谷川 直子[1]、中川 優希[1]
*Naoko HASEGAWA[1], Yuuki NAKAGAWA[1]

1. お茶の水女子大学
1. Ochanomizu University

1. はじめに/研究目的・方法

地理学のアウトリーチを進める一つの手段として、一般向け書籍の刊行が挙げられる。森（2018）では、出版売り上げデータを用いて、歴史と比較して地理学関連書籍の点数も売り上げも少ないこと、読者は中高年男性に偏っていること、書店の棚に地理コーナーがないことなどを明らかにしている。本研究では、この森（2018）をベースにして、どのような属性の人がどのような下位分野の本を執筆しているのかについて、傾向分析を行った。用いたデータは森（2018）で使用された地理学関連書籍80点である。これらの執筆者を研究者、中高教員・塾講師、専業ライター、兼業ライター（地図関係職か否か）、編著のカテゴリに分類した。その結果を森（2018）で分類されている本のカテゴリとクロス集計を行った。

２． 結果・考察

研究者の執筆は地学系（自然地理学が含まれる）が最も多く、ついで地理一般となっており、散歩系と地図関連は少ない。これは地学の研究者が地学の内容で一般向けの解説書を書いているものが多いことを反映していると思われる。次に中高教員・塾講師の執筆は、地理一般にほぼ集中している。これは、大学入試の地理が意識され、その内容を網羅する形での執筆が多いことを反映していると思われる。兼業ライター（地理以外）は地形散歩にほぼ集中し、兼業ライター（地理関連）は散歩と地図関連に多い。また兼業ライターは地理一般や地学系を全く執筆していない。これは、地理関連職のライターはその仕事で培った専門性を活かした形での執筆の傾向があることを反映し、地理と関係ない職に就く兼業ライターは職と関係なく趣味で地形散歩などを行ってきたものを書籍化したものが多いと考えられる。専業ライターは兼業ライターと同じく、地理一般や地学系は少なく、散歩系や地図関連が多い。編著は地形散歩が多いが、９点中８点はブラタモリシリーズとなっており、そのほかでは地理一般が多い。以上の結果より、著者の属性により執筆される本の分野に傾向があることがわかる。

また、地理学界からのアウトリーチとして研究者属性に着目すると、17点中10点が地学系で、５点が地理一般となっている。森（2018）による書籍の分類は自然地理学・人文地理学という分類を用いていない。自然地理学を地学系と解釈できても、人文地理学がどこに入るのかが難しいが、いずれにしても自然地理学と比較して人文地理学の書籍のほうが少ない傾向は読み取れる。また研究者による散歩系、地図関連はほぼない。

３． 今後の展望と課題

以上のことから、研究者による人文地理系一般書、散歩系一般書、地図関連一般書が手薄となっているため、これらの一般書を出していくことが空白地帯を埋めることになるだろう。例えばE-journal GEOに新たに創設された「地理紀行」カテゴリは、一般向けのアウトリーチを意識した趣旨のように思われるが、ここに投

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

稿された論文をカテゴリでまとめて書籍化するようなことも考えられるだろう。大学で行っている巡検の内容を書籍化すれば、散歩系になるものもあるだろう。GISなどの技術を用いた地図系書籍も可能であろう。さらには、研究者とライターがコラボして空白地帯を埋めるやりかたもあるかもしれない。また森（2018）によると読者が中高年男性に偏っているということなので、それ以外の年齢・性別層にアプローチできる形を模索することも重要課題と考えられる。

本研究では森（2018）を踏襲し、書籍の選定とカテゴリをそのまま使用した。しかし「地理学界のアウトリーチ」という観点から地理学研究者による出版物に注目する場合には、書籍のカテゴリ自体（地学系でいいのか、人文地理分類がなくていいのか、など）を再検討する必要があるかもしれない。地理学は間口が広いため、新たなカテゴリの創出もありうるかもしれない。以上については今後の課題としたい。

参考文献

森岳人2018, 出版業界から見た地理学のアウトリーチ E-journal GEO, 13(1),170-183.

キーワード：アウトリーチ、地理学、一般書
Keywords: outreach, geography, general books

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

博物館展示による地理的・考古学的思考の普及：3Dモデルを用いた実践例

Dissemination of geographical and archaeological thinking by museum exhibitions: Practical approaches using three-dimensional models

*早川 裕弋[1,2]、安芸 早穂子[2]
*Yuichi S. Hayakawa[1,2], Sahoko Aki[2]

1. 北海道大学地球環境科学研究院、2. 東京大学空間情報科学研究センター
1. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, 2. Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo

The way of thinking in geography and archaeology are sometimes similar to each other in that they comprise both the spatial and temporal contexts. Geography is more spatial-oriented, while archaeology is more temporal-oriented. The outreaching collaboration of geography and archaeology would, therefore, be effective in developing the ability of thinking in a spatiotemporal context. Such the collaboration of geography and archaeology can be presented in a museum exhibition. Although the number of museums specifically designed for geography is limited in Japan, there are numerous archeological museums in which geographical contents can also be included. Here we discuss the effects of a museum exhibition on the dissemination of geographical and archaeological thinking by their collaborative works. In particular, three-dimensional models of landforms and landscapes are utilized to promote the geographical and archaeological thinking for the visitors. The case studies include several museum exhibitions in Aomori, Fukushima, Nagano, and Kyoto Prefectures, each of which showed different appearances of the exhibitions. The approaches using 3D models were supposed to be informative directly letting the visitors feel and think the geographical and archaeological contexts behind the models.

キーワード：アート、博物館、こども、地理的思考、3D
Keywords: art, museum, children, geographical thinking, three dimensional

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

伊豆半島ジオパークにおけるガイドスキルアップ講座の紹介とその効果
Introduction of Guide Skill Up Course and Its Effect in the Izu Peninsula Geopark

*津田 和英[1]、小野 比呂志[1]、山崎 宏[1]、松尾 章史[1]、小野 英樹[2]
*Tsuda Kazuhide[1], Hiroshi Ono[1], Hiroshi Yamazaki[1], Akifumi Matsuo[1], Hideki Ono[2]

1. NPO法人ホールアース研究所、2. 伊豆半島ジオパーク推進協議会
1. NPO Whole Earth Institute, 2. Izu Peninsula Geopark Promotion Conucil Bureau

[はじめに]

一般的に、ジオパークで取り上げられる素材（火山・鉱物・地形等）は専門的で理解が困難なものという印象を持たれている。その魅力や意味を「わかりやすく伝えることができるジオガイド」の存在意義は大きい。

本報告は、伊豆半島ジオパークで認定ジオガイドに対して、「伝わる技術」に焦点を絞った講座について検証した。受講者がこれまで各種研修等で積み上げてきた専門知識を、「より伝わりやすく」表現できるようになることを目指すことを目的とし、講座を企画した。

[方法]

対象は伊豆半島認定ジオガイド30名に対して、2018年11月～12月に週1回10時～16時に下記のように全5回の内容で実施した。

第5回はモニターツアーとして、第1回目の講座でチラシを配布し、募集を開始した。

また、毎回講座後にアンケートを実施し、講座の評価と効果を集計した。

1．講座のガイダンス、参加したくなる場の作り方、伝わるガイドの心構え

講座のガイダンスとして5回の流れや大切にすることの確認後、参加者と打ち解けあってスムーズにプログラムを始める方法を学ぶ。ガイドと来訪者の関係性のあり方や、ガイドに臨むうえで求められる心構え等を学ぶ。

2．伝わる技術（体験）、伝わる技術（講義）

講師が簡易的なジオツアーを実施。受講生に体験してもらう。午後からは、講師が取り入れていた「伝わる技術」について、講義やディスカッションを行う。

3．プログラムデザイン、ガイド手法の相互共有

効果的に「伝わる」ためのプログラムの流れや構成について学ぶ。また、参加ガイド同士で、日頃のガイド手法や活用している道具類などを共有する時間を設ける。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

4．プログラム作成、プログラム作成・予行

4～5名のチームを編成。過去3回の講座で学んだ技術や考え方を盛り込んで、小学校高学年向けのプログラム（15分程度のもの）を作成する。当日、雨天となることも想定する。

5．実践準備、実践・ふりかえり

小学生（高学年）を対象に、作成したプログラムを提供する。参加者の事後アンケートや各自のふりかえりを行いながら、全体で何を得たのかに気づき、日常に持ち帰る。

[成果]

アンケート結果によると、各回の講座においてほぼ全員が内容に満足した。本講座で学んだことを自身のプログラムに活かすことができると答え、ジオツアー参加者へどのように伝えていくかについての方向性を言葉にすることができたという、受講生にとっては有意義な内容であったことが見てとれた。

チームで作り上げたプログラムを実際に小学生に対して実施することを目指して、時には講師から、そして時には受講者同士の話合いから、伝えるコツやプログラムを組み立てるコツ、お互いのポテンシャルを発見していく過程では、回を重ねるごとに受講者がたくましくなっていった。

また、課題点をあげる受講者は少なく、前向きな意見が多く寄せられた。講座の特長であるワークショップ形式、体験型、座学と実践、連続での講座、リラックスできる空間をつくる飲み物や音楽等のホスピタリティー、グループ活動、受講者の自発性を引き出していく、協調性等を継続してほしい意見が多く、より良くしていくために建設的な意見があがった。

キーワード：ジオガイド、スキルアップ講座、伝わる技術
Keywords: Geo guide, Skill up course, Transmissing techniques

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

宇宙地球科学の特性を考慮した対論型サイエンスカフェの試行
Testcase of Science Cafe with Confrontation Axis Considerd to Complex of Earth and Space Science

*玉澤 春史[1,2]、一方井 裕子[3]
*Harufumi Tamazawa[1,2], Yuko Ikkatai[3]

1. 京都大学防災研究所、2. 京都市立芸術大学美術学部、3. 東京大学カブリ数物連携宇宙機構
1. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 2. Faculty of Fine Arts, Kyoto City University of Arts, 3. kabli Institute for the Physics and Mathematics of the Universe, University of Tokyo

地球惑星科学に関する科学政策は，特に宇宙科学に関連して規模が大きいものも含まれ，専門性の高さのため市民がどのような意識をもっているか，明確には示されておらず，結果として専門家による策定がより比重の高い分野となっている．一方で宇宙開発にかぎらず科学技術の進行として，国民との科学技術対話が国より目標として示されており，政策の面においても一般市民がどのように考えているかを把握することはその一部である．2014年にインターネットで行われた宇宙政策に関する社会調査では，宇宙開発と他の科学技術政策とのイメージの差なども調査されているが，一方で具体的な予算配分については複数質問間で相反する回答をするなど，具体的なイメージを持ち得ているかどうかは判断が難しい（藤田・太郎丸 2015）．2017年には，ほぼ同じ内容の質問をしたあとに回答者へなぜその回答をしたかのインタビュー調査を行ったが，自分の生活に関連するような科学技術に比較するとイメージが持ちにくいような意見もあった（玉澤他2018）．市民に身近なものとして感じてもらいながら意見の醸成をする具体的な試みとして，タウンミーティングやパブリックコメントなどが行われている．市民がどのように考えているかを知り，それを政策にどのように反映すべきか，効果的な手法開発も含め検討課題である．

個別の政策課題を吟味することを想定した場合，問題の背景を把握し問題点を整理する過程を共有する必要があり，問題点をどのように可視化して議論をすすめていくかが課題である．特に，通常のサイエンスカフェなどで行われるような単独の講演者が情報提供するようなイベント形式は，参加者との間に情報の発信ー受信の関係により「意見をきく」という目的から逸れる可能性があり，工夫の必要がある．参加者が自らの意見を持ち、主体的に考えるよう促すにはどのような形式が有効だろうか．

2018年1月に，大学での授業の科学技術と社会に関する一コマ，およびワインバーでのサイエンスカフェおいて，話題提供者2名をおいて議論を行い、参加者の意見を時系列に沿って可視化するという手法をとりいれた対論形式のサイエンスカフェのテストケースを行った。いずれも「火星の環境改変は許されるか」というテーマ設定のもと，話題提供者からは賛成・反対それぞれの立場から代表的な意見を出したあとに，賛成・反対の軸をホワイトボード上に示し，参加者の意見の位置を磁石により示してもらった．参加者間で議論を行ったあとでの議論による意見の変遷をみるため，議論後に再度意見の位置を示してもらった．

大学の授業で行ったケースでは，最初の意見表明の後グループごとに賛成・反対を含めたグループによるディスカッションを行い，考えられる判断基準を提示してもらった後再度個人の意見を提示してもらったが，環境倫理，世代間倫理，多様性の側面からより反対側に意見を変更する参加者がみられた．一方で最初から強く賛成・反対をだしていた参加者にはあまり変化は見られなかった．

ワインバーで開催したイベントでは，議論の結果賛成側はより賛成に，反対側はより反対側に意見を移動させた．サイエンスカフェ終了後の意見ききとりでは，参加者としての役回りを考慮したという意見があった．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

いずれも、意見の可視化を通して参加者の立ち位置がある程度ばらつき、かつ議論とともに立ち位置が変化する者が一定層いることが分かった。

サイエンスカフェなどの科学技術に関する一般向けのイベントでは，科学技術に関心の高い層が参加する傾向があるが（加納ら　2013），そのような層のなかには，イベントでの質疑応答など意見表明の場がある場合，発言した参加者が自身の意見変遷とは別に立ち振る舞う可能性を示唆しており，議論の円滑化・活発化に寄与する反面，過度な役割意識は市民の意識をしるという観点ではその人自身の意見とは別になる可能性もありうる．

藤田智博, 太郎丸博. (2015). 宇宙開発世論の分析: イメージ, 死亡事故後の対応, 有人か無人か.　京都社会学年報，23, 1-17

加納圭, 水町衣里, 岩崎琢哉, 磯部洋明, 川人よし恵, & 前波晴彦. (2013). サイエンスカフェ参加者のセグメンテーションとターゲティング:「科学・技術への関与」 という観点から. 科学技術コミュニケーション= Japanese Journal of Science Communication, 13, 3-16.

玉澤春史、磯部洋明、長島瑠子 （2018）日本の宇宙政策に対しての世論の非存在
第62回宇宙科学技術連合講演会集録

本研究はJSPS科研費 JP18H05296「宇宙科学技術の社会的インパクトと社会的課題に関する学際的研究」による成果の一部である．

キーワード：科学への公衆関与、科学政策、サイエンスカフェ、主体的で対話的な学び
Keywords: Public Engagement of Science, Science Policy, Scinece Cafe, Active Learning

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地震流言から考えるリテラシー
Literacy for Rumors of Earthquake Occurrence

*織原 義明[1]、鴨川 仁[2]、長尾 年恭[1]
*Yoshiaki Orihara[1], Masashi Kamogawa[2], Toshiyasu Nagao[1]

1. 東海大学海洋研究所、2. 東京学芸大学物理学科
1. Institute of Oceanic Research and Development, Tokai University, 2. Department of Physics, Tokyo Gakugei University

地震発生のうわさが不特定多数に広まる地震流言（じしんりゅうげん）は、大きな地震の後には必ずといっていいほど発生している。近年では、2018年北海道胆振東部地震や2016年熊本地震の後にも発生している。熊本地震の翌月に高知県で広まった地震流言では、地震発生予定日に営業を自粛したホテルがあった。このように地震流言は少なからず社会的な影響を及ぼしている。また、地震流言は大地震がなくても発生することがあり、単に災害時に広まるニセ情報のひとつという範疇にはとどまらない。しかし、その内容や背景にはいくつかの共通点があり、それを知っていればニセ情報と判断することも可能である。ただし、それには最低限の地震に関する基礎知識が必要となる。本発表では地震流言にみられる特徴を紹介し、そこから求められるリテラシーを考察する。

キーワード：地震流言、リテラシー
Keywords: rumor of earthquake occurrence, literacy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ゴーストフォレストが語る広域地殻変動と巨大津波痕跡群-アウトリーチ活動と防災教育の重要性-

Regional crustal movements and gigantic tsunami traces recorded by ghost forests: Importance of outreach activities and education for disaster prevention

*重野 聖之[1]、七山 太[2,6]、渡辺 和明[2]、石井 正之[3]、石渡 一人[4]、猪熊 樹人[5]、深津 恵太[7]
*Kiyoyuki Shigeno[1], Futoshi Nanayama[2,6], Kazuaki Watanabe[2], Masayuki Ishii[3], Kazuhito Ishiwata[4], Shigeto Inokuma[5], Keita Fukatsu[7]

1. 明治コンサルタント株式会社、2. 国立研究開発法人産業技術総合研究所地質情報研究部門 、3. 石井技術士事務所、4. 別海町郷土資料館、5. 根室市歴史と自然の資料館、6. 熊本大学くまもと水循環・減災研究教育センター 、7. 野付半島ネイチャーセンター
1. Meiji consultant co.,Ltd., 2. Geological Survey of Japan, AIST, 3. Ishii Professional Engineer Office, 4. Betsukai municipal museum, 5. Nemuro City museum history and nature, 6. CWMD, Kumamoto Univ., 7. Notsuke Peninsula Nature Center

北海道東部千島海溝の地域では超巨大地震によって生じた海岸地形や津波堆積物を身近に観察することができるが，これまで地元住民にはあまり関心を持たれてこなかった．2018年9月3～4日に，これら超巨大地震によって形成されたと推定されている地質現象に焦点をあてた，地元住民も参加できる地質巡検を日本地質学会第125 年学術大会（札幌大会）関連行事として企画実施したので，その概要を報告する．

1.超巨大津波痕跡群と完新世テフラを調べる

道東太平洋沿岸域は，千島海溝に面する本邦屈指の地震津波の多発地帯である．過去50年間を振り返って見ても， M8クラスの巨大地震が数10年おきに発生しており，その都度多大な被害をもたらしてきた．根室市西端のガッカラ浜地域の小規模な沿岸湿原の断面には泥炭層が波食されて露出しており，ここには過去4000年間の津波を記録している．今回の巡検では，この露頭において6層の完新世テフラと12層の津波堆積物を観察して頂いた．ここでは露頭を観察することにより“いつ津波が襲ってきたのか？”，そして“その津波がどのくらいの大きさだったのか？”を想像していただいた．このうち，巡検後半の分岐砂嘴の形成史の議論に関連する上位から3層準については，AMS14C年代値およびテフラ層序に基づき， Ta-aとKo-c2に覆われるNS1が17世紀， NS2は12/13世紀，B-Tmに覆われるNS3は9世紀に発生した超巨大津波痕跡と考えられることについて，詳しく解説した．

2.ゴーストフォレストが語る測地学的および地質学的観測結果が示す矛盾を調べる

根室半島の北側に位置する根室海峡に面する風蓮湖と野付湾には，我が国には珍しい，現在も活動的なバリアーシステムが認められている．今回の巡検で訪れた風蓮湖周辺や野付半島のトドワラ，ナ ラワラ周辺は近年の1 cm/yrに達する急激な地盤沈下により，湖岸に近接する森林では海水の影響によって立ち枯れ（白骨林化）が顕著になり，地元では“ゴーストフォレスト”と呼ばれている（渡辺ほか，2011）．これら沈んでいる砂嘴は地盤沈下によってその面積は年々縮小している．しかし，竜神崎には2 mを越える浜堤が2列存在し，テフラと14C年代から，17世紀と12/13世紀に隆起して離水した証拠が見つかっている．ここでは17世紀に離水した浜堤を実際に掘って，参加者に確認して頂いた．このことは，地元住民がこれまで信じていた“近い将来，野付半島が水没して無くなる！”ということは全くあり得ず，逆に“地震による地殻変動の影響をちゃんと考えるべきである！”と解説した．

3.アウトリーチ活動と防災教育

今回の巡検で，我々は地元にある地形や地層を教材として，未来の災害をおおよそ予測できることを学んで

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

いただいた．また，我々は津波堆積物の剥ぎ取り標本を地元博物館等に贈呈する啓蒙活動を長年にわたって行って来ており，今後もこれらを地震津波への備えや防災・減災教育に役立てて頂くことを希望している．

キーワード：アウトリーチ活動、防災教育、津波堆積物、広域地殻変動、超巨大地震
Keywords: outreach activities, awareness activities, tsunami deposits, related regional crustal movements, giant earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 G (教育・アウトリーチ)：教育・アウトリーチ

2019年5月26日(日) 10:45 ~ 12:15 | 103 1F

[G-02] 地球惑星科学のアウトリーチ

コンビーナ:植木 岳雪(千葉科学大学危機管理学部)、小森 次郎(帝京平成大学)、長谷川 直子(お茶の水女子大学)、大木 聖子(慶應義塾大学 環境情報学部)、座長:長谷川 直子

本セッションは、高校・大学・研究機関・博物館などにおいて、児童・生徒および社会人への地球惑星科学の教育研究および知識普及に関する内容を扱います。この中には、研究者と教育者との関係を構築することだけでなく、研究者間や教育者間でのアウトリーチ情報の共有をはかることも含まれます。また、防災・減災や科学コミュニケーションなど、研究者と教育者と社会とのコミュニケーションに関する活動も歓迎します。会場・日程の都合上、講演内容に応じてポスター発表にまわっていただくこともあります。

10:45 ~ 11:00

[G02-07] 生徒主導の地震震動モデルの実験構築と構造物クラック調査からの防災意識づくりへ

*中村 亮[1] (1.宮城県利府高等学校)

11:00 ~ 11:15

[G02-08] 中学生による「防災小説」が他者に与える影響―高知県土佐清水市での取り組みの考察ー

*所 里紗子[1]、薄井 慧[1]、川崎 彩奈[2]、永松 冬青[3]、大木 聖子[2] (1.慶應義塾大学総合政策学部、2.慶應義塾大学環境情報学部、3.慶應義塾大学SFC研究所)

11:15 ~ 11:30

[G02-09] **写真を用いた防災教育によるリスク認知の向上**

*日向 惠里名[1]、佐々木 瞳[1]、大木 聖子[1] (1.慶應義塾大学)

11:30 ~ 11:45

[G02-10] 標本を使った幼児向け地学教育

*森田 直樹[1,2]、安井 万奈[2,3]、萩谷 宏[2,4] (1.明星大学、2.NPO法人Science and Art、3.早稲田大学理工学術院総合研究所理工学研究所 、4.東京都市大学知識工学部自然科学科 Tokyo City University)

11:45 ~ 12:00

[G02-11] 防災教員研修へのナラティヴ・アプローチの導入 ―埼玉県公立学校での実践を通して―

*パリーク 亜美[1]、大木 聖子[1]、山口 航平[1]、鳥羽 美礼[1] (1.慶應義塾大学 SFC防災社会デザイン研究室)

12:00 ~ 12:15

[G02-12] メキシコでの地震・津波防災教育の実践 ー教育カリキュラムの日墨比較を通したカルチュラル・チューニングー

*岩堀 卓弥[1]、中野 元太[1]、矢守 克也[1] (1.京都大学 防災研究所)

生徒主導の地震震動モデルの実験構築と構造物クラック調査からの防災意識づくりへ

Constructing quaking model in the geological club activity and discussion activities around crack investigation

*中村 亮[1]
*Ryo S Nakamura[1]

1. 宮城県利府高等学校
1. Miyagi Rifu high school

著者の勤務する宮城県利府高等学校は長町－利府断層の直上にあると推定できる地形の立地である。宮城県沖地震や，記憶に新しい東北地方太平洋沖地震に比較すれば大きな規模の地震ではないであろうが，もし直下で発生すれば仙台市を含めて甚大な被害が起こることが予想されてきた。その周辺の話題で防災教育にも関連する以下の内容を講演する予定である。

(1)過去の痕跡の調査

生徒に学校建築時のボーリンゴコア試料から地下の構造を柱状図で示させた。すると火山灰層が複数挟まれる形での堆積物が多く見られた。地域的には地震以外にも火山性降下物も見られその性質を探った。

(2)複数見られる異質性の火山性堆積物が含有されていると、いざ直下で地震が発生したときにどのような揺れや破壊が起こるのか，身近にあるもので生徒が制作した振動発生モデルの構築を紹介する。単層よりも複数層の火山灰層があると沈下もあるが，その上の構造物の不均質な沈下を逆に防ぐ様子が観察できた。

(3)構造物内のクラックを生徒が調査することにより，大きな地震でなくても日常での岩盤にかかっている応力などからどのような危険があるのか調査させた活動を紹介する。このとき学校建築時の地質図がどのように活用できるか，話題を提供する。

キーワード：地震動実験、堆積物、クラック調査
Keywords: Seismic experiments, Sediments, Crack investigation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

中学生による「防災小説」が他者に与える影響ー高知県土佐清水市での取り組みの考察ー

The Impact of Middle School Students' "BOSAI Narratives" on the Community of Tosashimizu City

*所 里紗子[1]、薄井 慧[1]、川崎 彩奈[2]、永松 冬青[3]、大木 聖子[2]
*Risako Tokoro[1], Kei Usui[1], Ayana Kawasaki[2], Tosei Nagamatsu[3], Satoko Oki[2]

1. 慶應義塾大学総合政策学部、2. 慶應義塾大学環境情報学部、3. 慶應義塾大学SFC研究所
1. Keio University, Faculty of Policy Management, 2. Keio University, Faculty of Environment and Information Studies, 3. Keio Research Institute at SFC

本発表では、高知県土佐清水市立清水中学校の生徒らが書いた「防災小説」が、保護者や地域住民に与えた影響について質的に分析をし、考察する。なお、執筆した生徒本人に「防災小説」が与える影響については、2018年大会において永松冬青氏が発表を行った(永松, 2018)。

清水中学校の生徒による「防災小説」

土佐清水市は、高知県西南端に位置する人口約14,000名(うち65歳以上は全体の約47%)の地方都市である(土佐清水市, 2018)。2012年に内閣府から発表された南海トラフ巨大地震の新想定(内閣府,2012)において、同市の想定津波高は全国最大の34m以上であると発表された。災害リスクへの注意喚起ならびに防災意識の向上などを目的とした発表だったが、地域住民は「もう助からない」等の諦め・慢心・依存のムードに陥り、以前よりも防災活動が弱体化したとの報告があった(孫,2014:76-87,大木,2017)。筆者らは2016年度より、清水中学校にて防災教育の実践研究を行ってきた。同校で共同実践として開始した「防災小説」の作成は、“ナラティヴ・アプローチ”の防災分野への導入と位置付けられ、上記のような状況を打破しつつある(大木,2017)。

「防災小説」とは、近未来のある日に巨大地震が発生したというシナリオのもと、生徒一人一人が自分自身を主人公として綴る800字程度の物語であり、「まだ」起きていないことを「もう」起きたかのように綴る。小説を書くにあたり、地震発生の日時と天気は教員が指定し、生徒は、そのとき家族や街がどうなるか、自分はどのような気持ちかを想像して執筆する。小説は、必ず希望をもって終えなければならない。

調査手法

生徒らが作成した「防災小説」の読み手となった地域の小中学生の保護者を対象に、2017年度末にアンケート調査を行い、これに基づいて2018年度に10人を対象にヒアリング調査を実施した。

「防災小説」の効果

アンケートおよびヒアリング内容の分析を行った結果、次のことが明らかになった。1) 地元中学生による「防災小説」は、不確実性を含む地震発生に関する情報を効果的に保護者の日常の文脈に落とし込んだこと、2) その上で、日常の価値を見直すきっかけにもなったこと、3)防災教育そのものが信頼されていること、4)「防災小説」から受ける影響は、個人のバックグラウンドが大きく関係していることが示唆されること、5) 「防災小説」そのものが、読み手が災害に対して当事者意識を持つことの促進には必ずしもならないこと、6) 保護者の中にはコンサマトリーな価値を見出している人がいたこと、7)「防災小説」が人々に「偶有性」(矢守, 2007)を与えていること、8) 保護者に対して「現実制約作用」(野口, 2002)とはむしろ反対の、「あえて」逆の状況を想起させる場合があること、9) そのことが保護者の中で「終わらない対話」(矢守, 2007)を生んでいること、そして10) 今回の対象者に限っては、すでに防災行動をとっている人が多かったことも影響し、「防災小説」を読んだことによって新たな行動をとった人は少なかったこと;である。本発表では、地域全体を「防災の理想的な状態」(矢守, 2013)に導くことにおいて地元中学生による「防災小説」が持

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

つ効果や可能性について報告する。

参照文献

1. 永松冬青(2018), 「防災小説」の理論的考察-高知県土佐清水市立清水中学校における防災教育-, 日本地球惑星科学連合2018年大会.
2. 土佐清水市 (2018), 土佐清水市市内世帯・人口一覧. . (参照2019-01-10).
3. 内閣府(2012),南海トラフ巨大地震の震度分布,津波高等及び被害想定について. .(参照2019-02-13).
4. 孫英英・近藤誠司・宮本匠・矢守克也(2014), 新しい津波減災対策の提案ー「個別訓練」の実践と「避難動画カルテ」の開発を通して. 災害情報,12,76-87.
5. 大木聖子(2017),土佐清水市の中学生による防災小説-防災教育のナラティヴ・アプローチ-,日本安全教育学会第18回岡山大会.
6. 矢守克也 (2007), 「終わらない対話」 に関する考察. 実験社会心理学研究, 46(2), 198–210.
7. 野口裕二 (2002), 物語としてのケアーーナラティヴ・アプローチの世界へ. 医学書院.
8. 矢守克也 (2013), 巨大災害のリスク・コミュニケーション. ミネルヴァ書房.

キーワード：防災教育、地震、ナラティヴ
Keywords: Education, Earthquake, Narrative

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

写真を用いた防災教育によるリスク認知の向上
Disaster Prevention Education Programs to Increase Risk Perception

*日向 恵里名[1]、佐々木 瞳[1]、大木 聖子[1]
*Erina Hyuga[1], Hitomi Sasaki[1], Satoko Oki[1]

1. 慶應義塾大学
1. Keio University

1. はじめに

2011年の東日本大震災をきっかけに、防災教育の重要性が再認識されるようになった。2013年に文部科学省が刊行した『「生きる力」を育む防災教育の展開』では、子供達の主体性に訴える防災教育の重要性が強調されている。ところが、2015年に埼玉県などの教員を対象にアンケート調査を実施したところ、多くの教員が防災教育の必要性を認識しており、現状の避難訓練では不十分であるという思いを抱いているのにもかかわらず、現時点では教員自身が主体となって防災教育を実施することが難しいという実態が明らかになった（永松・大木，2015）。

２.「写真で危険探し授業」とPhotovoice法

筆者らは、多忙な学校教員自らが実施可能な防災教育コンテンツの開発を進めてきた。本研究ではその中でも、小学生向けの教材である「写真で危険探し授業」を取り上げる。「写真で危険探し授業」とは、授業を受ける子供達が写っている写真を用いて、地震が起きたら何が危険になるかを対話形式で考える授業である。子供達自身が写り込んでいるため、災害の自分のこと化を容易に促すことができる。実際に、授業を契機に子供達が防災について主体的に考えるようになり、訓練や本当の地震の際の初期行動が格段に早くなった、との報告を受けている（大木,2016：108-133,Tokoro et. al.　2017）。

一方で、写真を使用して議論を深めるという点において類似しているPhotovoice法（Wang and Burris,1997:369-387）という手法が、公衆衛生学などの分野で確立されている。これは、ワークショップ参加者がそれぞれ撮影した写真についてグループで話し合い、自身や自分が所属するコミュニティの問題の発見と解決を目指す手法である。従来の「写真で危険探し授業」では、子供達は被写体となっていた。今回、Photovoice法を「写真で危険探し授業」に応用し、子供達自身が撮影者となって地域を撮影することで、子供達とその保護者の防災意識がどのように変化するかを調査した。

３. 調査手法とワークショップ当日の様子

調査を行うにあたり、山形県鶴岡市において防災ワークショップを実施した。対象としたのは、山形県鶴岡市およびその近隣自治体の小学校2～4年生の児童である。参加希望者には、事前に地域のお気に入りの場所の写真を2枚ずつ撮影してもらい、参加申し込みのメールに添付してもらった。「危険だと思う場所」ではなく、「お気に入りの場所」としたのは、本ワークショップを単なる地域の危険探しにしないためである。

当日は、参加者を４つのグループに分け、防災クイズなどの様々なコンテンツを通して楽しみながら防災について学んでもらった。ワークショップ後半には、研究室の学生が自分のお気に入りの場所と、そこで地震が起きた時に危険になるポイントについて全員に向けて解説をした。全体での解説を踏まえて、各班でもそれぞれのポイントについて話し合ってもらった。ワークショップ終了後には、事前に撮影した写真と同じ場所を改めて撮影し、その場所のお気に入りのポイントと、地震発生時に危険になるポイントのまとめを送るという宿題を課した。実際に提出された宿題の中には、元の写真には写っていない危険が写り込むように、構図を変えて撮影されていたものが複数あった。地震が起きた時に危険になるポイントをしっかりおさえられたことが伺える。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

４. 追跡調査の結果と今後の展望

ワークショップを通じて生じた変化をより詳細に把握すべく、参加者数名を対象としてヒアリング調査を実施した。その結果、ほとんどの児童が危険なポイントについて再度考えただけでなく、学んだことを友達や家族にも教えていたことが分かった。防災リュックの中身を見直したり、非常時の約束事を家族で決めたという事例も見られた。このことは、実践共同体論(レイブ&ウェンガー著・佐伯訳，1993)において、1)知識の内化、2)アイデンティティの変容、3)実践共同体の拡大という学びの３要素を概ね満たしていると言える。今後の展望としては、Photovoice法を用いた「写真で危険探し授業」の課題点を明確にし、学校現場に導入しやすいよう教員と共同で教材を改良していくことが挙げられる。

５. 参照文献

1.文部科学省(2013),『「生きる力」を育む防災教育の展開』.

2.永松冬青・大木聖子(2015),『地域リスクを取り込んだ実効的防災教育』, Japan Geoscience Union Meeting 2015 May 24th-28th MAKUHARI MESSE.

3.大木聖子(2016), 『防災・復興における主体の回復』, KEIO SFC JOURNAL,16(1):108-133.

4.Caroline Wang and Mary Ann B (1997), *Photovoice: Concept, Methodology, and Use for Participatory Needs Assessment,* Health Education & Behavior, 24(3):369-387, London: SAGE Publishing.

5.ジーン・レイブ&エティエンヌ・ウェンガー著・佐伯胖訳(1993),『状況に埋め込まれた学習-正統的周辺参加』.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

標本を使った幼児向け地学教育
Geoscience education for infants using geological specimen

*森田 直樹[1,2]、安井 万奈[2,3]、萩谷 宏[2,4]
*Naoki Morita[1,2], Mana Yasui[2,3], Hiroshi Hagiya[2,4]

1. 明星大学、2. NPO法人Science and Art、3. 早稲田大学理工学術院総合研究所理工学研究所 、4. 東京都市大学知識工学部自然科学科 Tokyo City University
1. Meisei University, 2. Non-Profit Organization Science and Art, 3. Waseda research institute for science and engineering, 4. Tokyo City University

NPO法人Science and Artでは幼児期からの理科離れ対策として、2016年以来幼稚園における自然科学教育を展開し、年少児から小学校2年生まで毎週９クラス（幼児60名・小学生８名）の自然科学教室を展開している。

本研究発表では以下の３つのプログラムとその教育効果について紹介する。

１・化石発掘体験
２・鉱物万華鏡
３・恐竜カルタ

化石発掘体験では実物のアンモナイトを石膏と砂を混ぜた土台に埋め込み、子供達に割り箸とゴムハンマーで発掘の感覚を味わってもらう。この際、子供のレベルに応じて土台の硬さを調節することにより醍醐味が変わってくる。模擬的に発掘された化石にはラベルをつけて自分の標本として自分で管理させる。

鉱物万華鏡では水晶（石英・紫・ピンク）やカンラン石のなどの色石のさざれ石を利用して万華鏡を作る。石の観察を行いながら、その起源や産地の話題へと話を発展させる。

恐竜カルタでは通常のカルタ遊びを行いながら、カルタに出てきた恐竜や海棲爬虫類の標本（レプリカ・実物化石）を見せたり触ったりさせる。図鑑も多用してカルタに書いてある文字以上の情報を図鑑から得る方法を教える。

本プログラムのフィードバックを紹介することで、いずれも幼児期から楽しみながら地学に触れることができるだけでなく、その後の興味を伸ばす要素も含んでおり、幼児期からの地学教育において画期的なプログラムであると提案したい。

キーワード：幼児教育、地学教育、地学標本
Keywords: Early childhood education, Earth science education, Geological specimen

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

防災教員研修へのナラティヴ・アプローチの導入 ー埼玉県公立学校での実践を通してー

Introducing Narrative Approach to Earthquake Disaster Prevention (BOSAI) Teacher Training: Practice in Saitama Prefecture

*パリーク 亜美[1]、大木 聖子[1]、山口 航平[1]、鳥羽 美礼[1]
*Ami Pareek[1], Satoko Oki[1], Kohei Yamaguchi[1], Mirei Toba[1]

1. 慶應義塾大学 SFC防災社会デザイン研究室
1. Keio University

1. はじめに

2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震以降、防災教育はその重要性が再認識され、積極的に推進されるようになった。しかし、実際に防災教育を担う教職員からは、実施にあたり戸惑いの声が上がっており(永松・大木，2016)、防災教育の有効性が認められている一方で、実施に際してはいくつかの障壁が存在することもわかっている。教職員の残業時間が一般的に「過労死ライン」と呼ばれる80時間を超えるほどの時間的余裕のなさ、教育現場におけるカリキュラムの飽和、教職員の防災教育に対する経験不足、加えて、多くの学校において安全担当職員が各校に1名しか存在しない。そして、実質的にはその教員1名が、学校保健安全法の定める年間安全計画や防災マニュアルの策定と、それらに基づいた防災教育の実施を担っている。このように、時間・経験・予算のない中で、安全教育担当の教員1名を中心に防災計画を刷新することは現実的ではなく、結果的に既存マニュアルの微修正と形骸化した例年同様の避難訓練を継続するに留まっている。

そこで、本発表では、学校現場の現状を踏まえ、より効率的かつ実効的な教員への防災研修プログラムの開発およびその成果について報告を行う。

2. 本研究の目的と方法

本研究は、このような教育現場の課題を踏まえ、学校管理下における発災状況にも実効的な教員研修プログラムの開発を目指して実施したものである。

ナラティヴ・アプローチを活用するにあたり、具体的な方法として、学校管理下で大きな地震が発生した場合の詳細な描写ーー子どもの表情や言動、自らの不安や焦り、他教職員の言動などーーを、教職員の目線でつづった物語（ナラティヴ）を提示した。各教職員はこの物語を通して連想したリスクを書き出し、教職員同士でのグループワークを行ったのち、全体で共有する。さらに、地震発生から数分の描写までを書いた中途の物語をワークシートとして配布し、各教職員が自らの学校や受け持つ学級を想像しながら物語の続きを執筆する。 全行程でおよそ50分の校内研修プログラムである。 物語（ナラティヴ）によって認知した各学校・学級のリスクに基づき、現状の形骸化した避難訓練をより実践的なものへと改善するためのワークシート形式の資料を研修後に配布した。

3. モデル校における活動と進展

本研究においては、埼玉県内の公立学校のモデル校として選ばれた小・中学校で主に実践してきた。モデル校に対しては、複数回に渡り児童・生徒および教職員に対する働きかけを行った。初めは、防災について考えるきっかけを与えることを目的とした校内研修プログラムを行い、学校全体で防災について改めて考える機会となった。それ以降は学校側からの働きかけに対して適宜応じ、フォローしていく、という形式を取った。結果としては、学校側から多くの活動が積極的に打診・計画され、実行に移された。例を挙げると、「自主的に新たな形での避難訓練を計画・実行する」「改善版の避難訓練に対する、専門家の目としての見学打診の連絡」等である。また、これらの活動に関しては教職員に対してヒアリングによる追跡調査を行った。さらに、年度終わりに教職員に対しアンケート調査を実施し、年度始めに行ったアンケート調査と比較・分析する中で、一年間の活動を通じた学校現場の変化を分析する。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

モデル校以外に対する取り組みとしては、昨年7月に小・中学校長向けの防災研修会を実施した。その後、モデル校の他にも、複数の学校長から反応があり、来年度以降の活動に盛り込んでいく予定である。

文献
1) 永松・大木(2016)実効的な地震防災コミュニケーション ー地震動予測地図の効果測定と実践的防災教育の展開ー, 2015 年度 慶應義塾大学環境情報学部 卒業論文.

キーワード：防災、教育
Keywords: Disaster prevention, Education

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

メキシコでの地震・津波防災教育の実践 ー教育カリキュラムの日墨比較を通したカルチュラル・チューニングー

Practice of Disaster Education in Mexico: "Cultural Tuning" Based on Comparative Study of Public Educational Curriculum Between Japan and Mexico

*岩堀 卓弥[1]、中野 元太[1]、矢守 克也[1]
*Takuya Iwahori[1], Genta Nakano[1], Katsuya Yamori[1]

1. 京都大学 防災研究所
1. Disaster Prevention Research Insutitute, Kyoto University

メキシコ合衆国はココスプレートと北アメリカプレートの境界に位置し、内陸と海洋を問わず地震災害のリスクに晒されている点において、日本やチリなどと並ぶ地震国である(三雲, 2011)。同国では1985年のミチョアカン州沖の地震で首都メキシコシティが大きな被害を被った他、2017年9月にも2つの大きな地震が発生し（9/8, M8.1 ；9/19, M7.1）、それぞれ多くの死者を出している。これらを受けて、同国でも防災教育への関心が高まっている。

本研究の目的は、学習カリキュラムの日墨比較によって義務教育の過程で扱われる知識の異同を明らかにし、さらにこれを通して、両国の一般的な地震リスク認知の特徴を明らかにする事である。研究方法として、日本の教育制度の理科カリキュラム（文部省学習指導要領）から地震学に関するものを選び出すとともに、メキシコの教育制度のカリキュラムの中でこれに対応するものを抽出し、それぞれの構成について比較を行う。さらに、防災学習をメキシコで実施し、そこでのアンケートを基に、カリキュラムが実際の学生の知識に反映されているあり方について調査を行う。

キーワード：防災教育、地震学、メキシコ
Keywords: Disaster education, Seismology, Mexico

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 G (教育・アウトリーチ)：教育・アウトリーチ

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_24

[G-02] 地球惑星科学のアウトリーチ

コンビーナ:植木 岳雪(千葉科学大学危機管理学部)、小森 次郎(帝京平成大学)、長谷川 直子(お茶の水女子大学)、大木 聖子(慶應義塾大学 環境情報学部)

本セッションは、高校・大学・研究機関・博物館などにおいて、児童・生徒および社会人への地球惑星科学の教育研究および知識普及に関する内容を扱います。この中には、研究者と教育者との関係を構築することだけでなく、研究者間や教育者間でのアウトリーチ情報の共有をはかることも含まれます。また、防災・減災や科学コミュニケーションなど、研究者と教育者と社会とのコミュニケーションに関する活動も歓迎します。会場・日程の都合上、講演内容に応じてポスター発表にまわっていただくこともあります。

[G02-P01] 砂つぶの地球　ー火山・地震の変動帯を砂から読む

*萩谷 宏[1] (1.東京都市大学知識工学部自然科学科)

[G02-P02] 生涯学習の「種」としての地形・地質

*植木 岳雪[1] (1.千葉科学大学危機管理学部)

[G02-P03] 卓上３Dプリンターによる立体地形模型をつかった地球惑星科学のアウトリーチ

*小森 次郎[1] (1.帝京平成大学)

[G02-P04] 地域の高精細地表情報を活用した環境教育の実践

*小倉 拓郎[1,2]、早川 裕弋[3,4]、田村 裕彦[4]、小口 千明[5]、守田 正志[6]、清水 きさら[5]、緒方 啓介[7]、山内 啓之[4] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科、2.北海道大学大学院環境科学院、3.北海道大学地球環境科学研究院、4.東京大学空間情報科学研究センター、5.埼玉大学大学院理工学研究科、6.横浜国立大学大学院イノベーション研究院、7.鶴見大学文学部)

[G02-P05] 背面投影型デジタル地球儀Dagik Earthのための半球面マルチタッチパネルの開発

*小山 幸伸[1]、廣田 直樹[1] (1.大分工業高等専門学校)

[G02-P06] Dagik EarthとJoy-Conを用いた地球観測衛星データ表示・操作システムの試作

*小菅生 文音[1]、山貫 緋称[1]、Zhiyan Liu[1]、市井 和仁[1] (1.千葉大学環境リモートセンシング研究センター)

[G02-P07] 地学オリンピックの現状と今後の課題 (2019)

*瀧上 豊[1] (1.関東学園大学)

[G02-P08] 第 19 回地震火山こどもサマースクール in 伊豆大島

*藤間 藍[1]、日色 知也[2]、地震火山子供サマースクール 運営委員会[3] (1.慶應義塾大学、2.信州大学大学院、3.日本地震学会・日本火山学会・ 日本地質学会)

砂つぶの地球　ー火山・地震の変動帯を砂から読む
Sand grain and the Earth - an educational attempt to show the crustal character by sand grain composition

*萩谷 宏[1]
*Hiroshi Hagiya[1]

1. 東京都市大学知識工学部自然科学科
1. Tokyo City University

海岸砂や河川砂など、砂は身近な存在でありながら、砂の粒子を拡大して見るということは、日常においても学校教育においてもほとんどなされていない。砂の粒子の一粒ずつについて、鉱物種や岩石片の種類を識別し、あるいは粒子の形状を観察することで、その土地がどのような地殻の性質を持ち、またどんな気候条件にあったのか、急峻な地形なのか平坦な大陸なのか、様々な情報を得ることができる。自分の住む土地の砂がどんな組成であるかを知ることは、土地の性格を知る第一歩になり得る。火山灰鉱物を多く含む砂、スコリアや軽石片を多く含む砂の分布は、火山と密接に結びついている。また、浸食が早く風化が充分に進まないまま供給される砂は、急速な隆起を反映し、断層活動や地殻の変形の進行を暗示する。これらは日本の砂の一般的な特徴である。

砂の粒子識別には特別な訓練は必要ないが、石英、長石類、輝石類など、造岩鉱物の特徴の理解が不可欠であり、火山灰鉱物の洗い出しなどを授業で扱うことがある中等教育での展開が無理がないものと思われる。粒子組成を厳密に出そうとすると、樹脂固定した砂の薄片の観察やEPMA等の機器分析が必要となるが、無色鉱物と有色鉱物、岩石片などの分け方では充分に砂の違いを識別可能であり、中学生・高校生でもそれほどの困難はない。

世界各地の、特に安定大陸の砂と比較して日本の砂を観察することは、変動帯としての日本の特性を理解するのに端的でわかりやすい材料となり得る。自分の住む土地の特性を知ることは、防災教育の上での一番の基礎である。砂を見て、土地の成り立ちを読むことを広めたい。そのためには、学校教育での活用方法を提示し教育現場に教材として提供することを進めたい。また大学・博物館等を通じて、各地の砂を標本として確保し蓄積すると同時に、それらのデータの公開・普及を進めていくことが望ましい。

キーワード：砂、変動帯、火山、中等教育
Keywords: sand, active margin, volcano, secondary education

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

生涯学習の「種」としての地形・地質
Geology and geomorphology as seeds of lifelong learning

*植木 岳雪[1]
*Takeyuki Ueki[1]

1. 千葉科学大学危機管理学部
1. Faculty of Risk and Crisis Management, Chiba Institute of Science

生涯学習（教育）は，人々が自発的意志に基づいて自己の充実，生活の向上，職業能力の向上のために自ら学ぶ内容を選び，充実した人生を送ることを目指し，生涯にわたって行う学習のことであり，その特徴として内発性，自己決定，継続性の3つが挙げられる．生涯学習は，1960年代半ばから提唱された比較的新しい教育概念であり，近年はまちづくり，地域活性化，地域振興のための地域理解，地域学習が求められている．文系私立大学の教職志望学生に対して，生涯学習に関する授業を行った．授業には，大学周辺を徒歩で，あるいは列車とバスを乗り継いで，歴史，生活・文化，産業，自然に関するフィールドワークを2日間取り入れた．そして，人間活動に関わる事象は，地形・地質を基盤として成り立っていること，あるいは地形・地質に影響されていることを伝えた．地域理解，地域学習の一環として，地形・地質は生涯学習の「種（シーズ）」とみなすことができる．本発表では，フィールドワークの実践と大学生による評価を紹介する．

キーワード：生涯学習、フィールドワーク、シーズ、地質、地形、地域学習
Keywords: lifelong education, field work, seeds, geology, geomorphology, local study

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

卓上３Dプリンターによる立体地形模型をつかった地球惑星科学のアウトリーチ

Educational effects in geoscience outreach through solid terrain models by desktop 3D printer

*小森 次郎[1]
*Jiro Komori[1]

1. 帝京平成大学
1. Teikyo Heisei University

2012年頃から３Dプリンターによる立体印刷物を使った地球惑星科学のアウトリーチが行われてきた（芝原，2013など）．このような事例はプリンターが大がかりであったり，高価であったことから一般的ではなかったが，特にこの２，３年の低価格化により小規模な研究機関や学校，個人でも導入が現実的となってきた（2016，本弓）．したがって，今後は導入，印刷，および活用のノウハウや実施による効果の共有が更に必要となる．

今回，実際に小型・低価格のプリンターによる印刷物をつかって中学，高校，大学，および生涯教育での地学・地理教育を行った．印刷した対象は活火山のほか，花崗岩や石灰岩等の特徴的な地質，氷河，活断層，河岸段丘等の特徴的な地形，および小惑星である．本発表では，今回導入した数万円台の卓上プリンターの概要，印刷と活用例，受講者側の反応について報告する．

・本研究は科学研究費補助金　基盤研究（C）16K04706-A「ボーリングコアを用いた理科地学領域の授業改善：野外自然体験学習の代替として（研究代表者　植木岳雪）」による助成を受けた．
・参考文献：本弓（2016）筑波大附属坂戸高校研究紀要，芝原（２０１３）地質ニュース）
・本大会内での関連の発表:「山岳地形の理解に対する立体表現地図と３D模型の活用とその効果」（セッション　M-IS20　山の科学）

キーワード：学校教育、生涯教育、GSI電子国土Web、ハンズオン、火山地形、事例紹介
Keywords: school education, lifelong education, GSI digital web maps, hands-on, volcanic topography, case studies

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地域の高精細地表情報を活用した環境教育の実践
Practice of environmental study utilizing local high-definition topographic data

*小倉 拓郎[1,2]、早川 裕弌[3,4]、田村 裕彦[4]、小口 千明[5]、守田 正志[6]、清水 きさら[5]、緒方 啓介[7]、山内 啓之[4]
*Takuro Ogura[1,2], Yuichi S. Hayakawa[3,4], Yasuhiko Tamura[4], Chiaki T. Oguchi[5], Masashi Morita[6], Kisara Shimizu[5], OGATA KEISUKE[7], Hiroyuki Yamauchi[4]

1. 東京大学大学院新領域創成科学研究科、2. 北海道大学大学院環境科学院、3. 北海道大学地球環境科学研究院、4. 東京大学空間情報科学研究センター、5. 埼玉大学大学院理工学研究科、6. 横浜国立大学大学院イノベーション研究院、7. 鶴見大学文学部
1. Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo, 2. Graduate School of Environmental Sciences, Hokkaido University, 3. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, 4. Center of Spatial Information Science, The University Of Tokyo , 5. Graduate School of Science and Engineering, Saitama University, 6. Faculty of Urban Innovation, Yokohama National University, 7. School of literature, Tsurumi University

小学校の総合的な学習の時間では，身の回りにある様々な問題状況について，問題の解決や探究活動に主体的，創造的，協同的に取り組む態度を育て，自己の生き方を考えることができるようにすることを目標としている（文部科学省 2008）．この目標を達成するために，地域や学校の実態に応じて，自然体験や観察・実験などの体験的学習や，地域との連携を積極的に行うことが求められている．演者らは，自然地理学・地理教育・空間情報科学・建築学・歴史学・文化財科学などの専門分野を生かし，横浜市登録地域文化財に指定されている「田谷の洞窟」保存プロジェクトを実施している．このなかで，UAS（Unmanned Aerial System，通称ドローン）を用いたSfM多視点ステレオ写真測量や，地上レーザ測量（TLS: Terrestrial Laser Scanning）などを用いた高精細地表情報を基盤に，洞窟保全や文化財保護などの研究を通して，地域の地表・地下環境情報のアーカイブに取り組んでいる．本研究では，横浜市田谷町「田谷の洞窟」とその周辺域を対象とし，高精細地表情報の取得方法や利活用事例に触れることを通した課題発見型・体験型の地域学習を実践し，児童たちの学習効果について検証する．

本授業は，横浜市立千秀小学校第6学年の総合的な学習の時間および図画工作科を利用して実施した．当該校では，田谷の洞窟を主題として，1年間を通して地域の歴史や文化財の保存，環境についての学習を発展させてきた．学習のまとめとして，3学期にUAS-SfMやTLS由来の地表データから大型3Ｄ地形模型を製作した．地形模型作成プロセスを通して，児童たちは地形の凹凸や微細な構造を手で感じ取り，1・2学期に学習した地域学習の内容を喚起させた．その上で，デジタルで高精細な地形モデルや，アナログな立体模型を自由に俯瞰したり，近づいて観察したりすることで，さまざまなスケールにおける地域の構造物や自然環境の位置関係，規模について再認識することができた．

本授業のまとめとして地域で報告会を開催し，作成した大型3Ｄ地形模型を利用しながら地域住民や参画する大学教員・大学院生と意見交換を行った．生徒たちは意見交換を通して1年間の学習の整理だけでなく，多様な学問分野の視点や時空間スケールで地域を見つめなおし，自ら立てた課題の再考察や新たな課題を発見することができた．

キーワード：地域学習、高精細地表情報、総合的な学習の時間、小大連携、探究学習
Keywords: Regional Study, High-definition surface data, the Period of Integrated Study, Collaboration between elementary school and university, Exploration learning

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

背面投影型デジタル地球儀Dagik Earthのための半球面マルチタッチパネルの開発

Development of the hemispherical multi-touch panel for the rear-projection digital globe "Dagik Earth"

*小山 幸伸[1]、廣田 直樹[1]
*Yukinobu Koyama[1], Naoki Hirota[1]

1. 大分工業高等専門学校
1. National Institute of Technology, Oita College

JpGUの展示によく利用されていることから分かるように，デジタル地球儀Dagik Earthは地球物理のアウトリーチに効果的である．これまで，マウス，トラックボール，そしてWii リモコンなどの様々なコントローラーがDagik Earthに試行されてきた．

しかしながら、デジタル地球儀自体に触れることによってコンテンツを操作するユーザインタフェースは実現されていなかった。そこで我々は，背面投影型デジタル地球儀Dagik Earthのための半球面マルチタッチパネルを開発した．安価な赤外線方式によって実現したこのマルチタッチパネルは、蛍光灯の下でも動作可能である。

キーワード：ダジック・アース、タッチパネル、赤外線方式
Keywords: Dagik Earth, Touch panel, Infrared system

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Dagik EarthとJoy-Conを用いた地球観測衛星データ表示・操作システムの試作

An interactive visualization system of earth observation satellite data using Dagik Earth and Joy-Con

*小菅生 文音[1]、山貫 緋称[1]、Zhiyan Liu[1]、市井 和仁[1]
*Ayane Kosugo[1], Hina Yamanuki[1], Zhiyan Liu[1], Kazuhito Ichii[1]

1. 千葉大学環境リモートセンシング研究センター
1. Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University

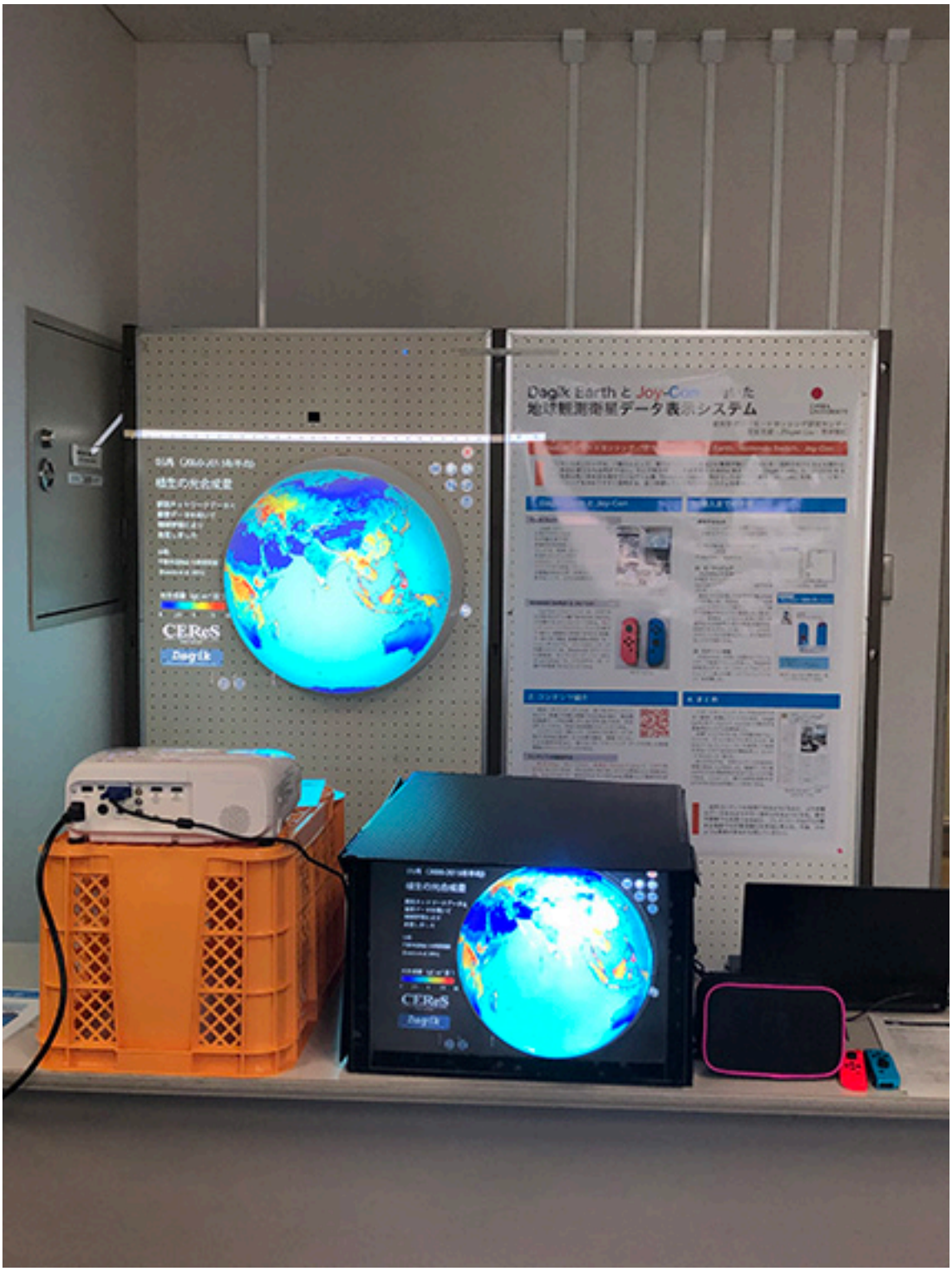
宇宙からの地球観測である「リモートセンシング」は、地球環境とその変動を広範囲でとらえることができ、地球環境変動を伝えるためのアウトリーチには適している。しかしながら、リモートセンシングは、一般人にとって、専門家が思っている以上に敷居が高い。日常に多く活用されているにも関わらず、身近に感じられる例が少ない。そこで我々は、(1)衛星画像を立体的に表示できる「Dagik Earth」と、(2)2016年3月に発売以降人気を保ち続けているゲーム機「Nintendo Switch」用のコントローラである「Joy-Con」を用いて、リモートセンシングを分かりやすく説明する、且つ体感してもらうためのシステムを構築した。

本研究では、リモートセンシングデータを分かりやすく説明し体験してもらうために、Dagik Earthをベースとして Joy-Conで操作する画像表示システムを構築した。Joy-ConについてはBluetoothを介してソフトウェアを用いてキーの割当を行うことで、コンピュータを操作できるようにした。また、本研究では、千葉大学環境リモートセンシング研究センター(CEReS)における研究成果として、光合成量の月別変化データなど独自コンテンツを追加した。

本システムでは、自作コンテンツの追加も容易であることが分かった。衛星データに限らずモデル計算結果を追加することも可能である。したがって、様々な研究成果を分かりやすく伝える手段として有効である。自作コンテンツを利用できるようになると、より多様なデータを分かりやすく見せられるようになる。展示や授業でも利用できるほか、プレスリリースなど人の集まる場面での広報活動にも有効である。実際「エコプロ2018」で本展示を行なったところ、大人に加えて小学生からも「身近なゲームコントローラーを使用して地球を見ることができるのが興味深い」とコメントをもらった。今後、どのような需要があるかも探していきたい。

キーワード：リモートセンシング、ダジック・アース、Joy-Con、Nintendo Switch、アウトリーチ
Keywords: Remote Sensing, Dagik Earth, Joy-Con, Nintendo Switch, Outreach

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地学オリンピックの現状と今後の課題 (2019)
The report of the International Earth Science Olympiad (IESO),2019

*瀧上 豊[1]
*Yutaka Takigami[1]

1. 関東学園大学
1. Kanto Gakuen University

今までの地学オリ ン ピ ッ ク の活動と 今後の計画や課題について報告し ま

す。

１ ） 今ま でのあ ゆみ（2012-2018）と今後の予定(2019-2021)

第1 回　韓国大会　７ か国・地域　２ ４ 名参加　日本はオブザーバー参加

第2 回　フ ィ リ ピ ン 大会　６ か国・地域　２ ４ 名参加　銀３ 、 銅１

第3 回　台湾大会　１ ４ か国・地域　５ ０ 名参加　銀４

第4 回　イ ン ド ネシア 大会　１ ７ か国・地域　６ ３ 名参加　金１ 、 銀３

第5 回　イ タ リ ア 大会　２ ６ か国・地域　１ ０ ４ 名参加　金１ 、 銀２ 、 銅１

第6 回　ア ルゼン チン 大会　１ ７ か国・地域　６ ６ 名参加　金１ 、 銀３

第7 回　インド 大会　２ ３か国・地域　９０ 名参加　金１ 、 銀３

第8 回　スペイン 大会　２１ か国・地域　８２ 名参加　金３ 、銅１

第9 回　ブラジル 大会　２２ か国・地域　８５ 名参加　金１ 、 銀１、銅２

第10 回　日本 大会　２６ か国　１００ 名参加　金３ 、 銀１

第11回　フランス 大会　２９ か国　１０８ 名参加　金２ 、 銀２

第12回　タイ大会、　３８ か国　１３９ 名参加　金３ 、 銀１

第13回　韓国大会、第14回　ロシア大会、　第15回　中国大会　予定

２) 日本地オリンピック（国際大会予選）について

毎年9月1日～15日募集

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

予選　12月中旬　全国約75会場、約2000人応募ー＞60名選出

本選　3月中旬　つくば市、60名　ー＞金賞、銀賞、銅賞　各10名

代表選抜　3月中旬　つくば市　金賞10名ー＞4名国際大会代表

2018年度より予選上位200名以内に奨励賞授与（HPよりダウンロード）

3）計画・課題

・女子参加者の増加

・一般地球科学愛好者への宣伝

・事務局メンバーの高齢化、

文部科学省の支援金の減少　など。

＝＞

事業のスリム化、OB/OGの活用、高校・大学教員の積極的協力

キーワード：国際地学オリンピック
Keywords: International Earth Science Olympiad

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

第 19 回地震火山こどもサマースクール in 伊豆大島
19th Children’s Summer School on Earthquake and Volcanoes in Izu-Oshima Geopark

*藤間 藍[1]、日色 知也[2]、地震火山子供サマースクール 運営委員会[3]
*ai toma[1], tomoya hiiro[2], committee for children's Summer School on Earthquake and Volcanoes [3]

1. 慶應義塾大学、2. 信州大学大学院、3. 日本地震学会・日本火山学会・ 日本地質学会
1. Keio University, 2. Graduate school of Shinshu University, 3. Seismological Society of japan・Volcanological Society of japan・Geological Society of japan

地震火山こどもサマースクールは、日本地震学会, 日本火山学会, 日本地質学会を主催として、1999 年から毎年夏休みに全国各地で開催されている. このイベントの目的は, 研究の最前線にいる専門 家が、 こどもたちに地震・火山現象の発生要因と自然の大きな恵みについてわかりやすく伝えるこ とである(日色ほか, 2018)。

平成 30 年度は伊豆大島を舞台に地元の小学生から高校生まで 34 名を迎え実施した。 当初8 月 7 日, 8 日の 2 日間の開催を予定していたが、天候不順のため, 8 月 7 日の 1 日間に短縮しての開催とした。伊豆大島は, 一般に伊豆・小笠原弧上に位置し、太平洋プレートの沈み込みに伴うマグマの発生に より、現在まで火山活動が生じている火山島であると考えられている。最近の火山活動としては、1986 年の三原山噴火が挙げられる。

今回は「火山島 伊豆大島のヒミツ」をテーマに、島の誕生から現在までの歴史やそこに成立した 地域社会との関係について、野外観察や身近な材料を使った実験, 研究者との対話を通して、こどもたちが火山噴火の仕組みを理解し、自然の恵みや観光, 自然災害についての理解を深めるとともに、島の過去, 現在, そして未来を考えることを活動の目的とした。こどもたちは1日の中で地形, 地層, および溶岩に関する野外観察, 室内実験と講義を通じて学習し、島の成り立ちについて理解を深めた。地形観察では、伊豆大島西側の溶岩台地や元町地区の街並み、カルデラ内部の構造を観察し、自分た ちが住んでいる島の土地について学んだ。地層観察では、 大島温泉ホテル付近の露頭にて火山灰を観察した。 火山灰中には神津島由来の灰白 色の火山灰が挟まれており、短い期間に別の島でも噴火していたことを学んだ。溶岩の観察では、パホイホイ溶岩とアア溶岩の産状の違いについて学んだ。室内では、カルデラ形成のメカニズムを再現したカルデラ実験, マグマの性質と上昇過程を再現し たマグマだまり実験, パホイホイ溶岩の移動と形成を再現した溶岩実験, 炭酸を用いて噴火様式に ついて再現した噴火実験を行った。

1日の最後には、こどもたちはチームごとに学んだことをまとめ, 発表を行った。今回のサマースクール終了後、実行委員会はこどもたちからのアンケートや発表内容、および携 わったスタッフの意見をもとに、来年度のサマースクールの方針を議論した。実行委員会のスタッフの意見では、地元スタッフの長年の経験や機転の利いた行動で、運営をス ムーズに進められたことが挙げられた。また、こどもたちのアンケート結果からは、4つの実験のうち3つで「よかった」と回答した人が 80%を超えており、こどもたちは実験に対して高い関心があったことを示している。さらに、地形および地層の観察でも 22 人(65%)が「よかった」と回答しており、地形地質学的な 諸現象への関心の高さがうかがえる。こどもたちの発表では、活火山は常に活動しており、生活する上で不便なこともあるが、温泉や良い 漁場など多くの恩恵の受けているという意見が挙げられた。

毎年2日間かけて行われるプログラムを1日に短縮しての開催となったが、こどもたちは観察や 実験、講義を通して火山現象の発生要因を解き明かし, 火山島で住むことで得られる自然の恵み, 自然災害との共生のしかた, 伊豆大島の過去, 現在, そして未来について考え、有意義なサマース クールとなったと考えられる。

キーワード：地震火山こどもサマースクール、伊豆大島ジオパーク、地域防災、野外教育、キッチン火山学
Keywords: Committee for Children's Summer school on Earthquake and Volcanoes, Izu Oshima Geopark, Regional disaster prevention, Outdoor education, Kitchen Volcanology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 G (教育・アウトリーチ)：教育・アウトリーチ

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_38

[G-02] 地球惑星科学のアウトリーチ

コンビーナ:植木 岳雪(千葉科学大学危機管理学部)、小森 次郎(帝京平成大学)、長谷川 直子(お茶の水女子大学)、大木 聖子(慶應義塾大学 環境情報学部)

本セッションは、高校・大学・研究機関・博物館などにおいて、児童・生徒および社会人への地球惑星科学の教育研究および知識普及に関する内容を扱います。この中には、研究者と教育者との関係を構築することだけでなく、研究者間や教育者間でのアウトリーチ情報の共有をはかることも含まれます。また、防災・減災や科学コミュニケーションなど、研究者と教育者と社会とのコミュニケーションに関する活動も歓迎します。会場・日程の都合上、講演内容に応じてポスター発表にまわっていただくこともあります。

[G02-P01] 砂つぶの地球　ー火山・地震の変動帯を砂から読む

*萩谷 宏[1] (1.東京都市大学知識工学部自然科学科)

[G02-P02] 生涯学習の「種」としての地形・地質

*植木 岳雪[1] (1.千葉科学大学危機管理学部)

[G02-P03] 卓上３Dプリンターによる立体地形模型をつかった地球惑星科学のアウトリーチ

*小森 次郎[1] (1.帝京平成大学)

[G02-P04] 地域の高精細地表情報を活用した環境教育の実践

*小倉 拓郎[1,2]、早川 裕弋[3,4]、田村 裕彦[4]、小口 千明[5]、守田 正志[6]、清水 きさら[5]、緒方 啓介[7]、山内 啓之[4] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科、2.北海道大学大学院環境科学院、3.北海道大学地球環境科学研究院、4.東京大学空間情報科学研究センター、5.埼玉大学大学院理工学研究科、6.横浜国立大学大学院イノベーション研究院、7.鶴見大学文学部)

[G02-P05] 背面投影型デジタル地球儀Dagik Earthのための半球面マルチタッチパネルの開発

*小山 幸伸[1]、廣田 直樹[1] (1.大分工業高等専門学校)

[G02-P06] Dagik EarthとJoy-Conを用いた地球観測衛星データ表示・操作システムの試作

*小菅生 文音[1]、山貫 緋称[1]、Zhiyan Liu[1]、市井 和仁[1] (1.千葉大学環境リモートセンシング研究センター)

[G02-P07] 地学オリンピックの現状と今後の課題 (2019)

*瀧上 豊[1] (1.関東学園大学)

[G02-P08] 第 19 回地震火山こどもサマースクール in 伊豆大島

*藤間 藍[1]、日色 知也[2]、地震火山子供サマースクール 運営委員会[3] (1.慶應義塾大学、2.信州大学大学院、3.日本地震学会・日本火山学会・ 日本地質学会)

砂つぶの地球　ー火山・地震の変動帯を砂から読む
Sand grain and the Earth - an educational attempt to show the crustal character by sand grain composition

*萩谷 宏[1]
*Hiroshi Hagiya[1]

1. 東京都市大学知識工学部自然科学科
1. Tokyo City University

海岸砂や河川砂など、砂は身近な存在でありながら、砂の粒子を拡大して見るということは、日常においても学校教育においてもほとんどなされていない。砂の粒子の一粒ずつについて、鉱物種や岩石片の種類を識別し、あるいは粒子の形状を観察することで、その土地がどのような地殻の性質を持ち、またどんな気候条件にあったのか、急峻な地形なのか平坦な大陸なのか、様々な情報を得ることができる。自分の住む土地の砂がどんな組成であるかを知ることは、土地の性格を知る第一歩になり得る。火山灰鉱物を多く含む砂、スコリアや軽石片を多く含む砂の分布は、火山と密接に結びついている。また、浸食が早く風化が充分に進まないまま供給される砂は、急速な隆起を反映し、断層活動や地殻の変形の進行を暗示する。これらは日本の砂の一般的な特徴である。

砂の粒子識別には特別な訓練は必要ないが、石英、長石類、輝石類など、造岩鉱物の特徴の理解が不可欠であり、火山灰鉱物の洗い出しなどを授業で扱うことがある中等教育での展開が無理がないものと思われる。粒子組成を厳密に出そうとすると、樹脂固定した砂の薄片の観察やEPMA等の機器分析が必要となるが、無色鉱物と有色鉱物、岩石片などの分け方では充分に砂の違いを識別可能であり、中学生・高校生でもそれほどの困難はない。

世界各地の、特に安定大陸の砂と比較して日本の砂を観察することは、変動帯としての日本の特性を理解するのに端的でわかりやすい材料となり得る。自分の住む土地の特性を知ることは、防災教育の上での一番の基礎である。砂を見て、土地の成り立ちを読むことを広めたい。そのためには、学校教育での活用方法を提示し教育現場に教材として提供することを進めたい。また大学・博物館等を通じて、各地の砂を標本として確保し蓄積すると同時に、それらのデータの公開・普及を進めていくことが望ましい。

キーワード：砂、変動帯、火山、中等教育
Keywords: sand, active margin, volcano, secondary education

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

生涯学習の「種」としての地形・地質
Geology and geomorphology as seeds of lifelong learning

*植木 岳雪[1]
*Takeyuki Ueki[1]

1. 千葉科学大学危機管理学部
1. Faculty of Risk and Crisis Management, Chiba Institute of Science

生涯学習（教育）は，人々が自発的意志に基づいて自己の充実，生活の向上，職業能力の向上のために自ら学ぶ内容を選び，充実した人生を送ることを目指し，生涯にわたって行う学習のことであり，その特徴として内発性，自己決定，継続性の3つが挙げられる．生涯学習は，1960年代半ばから提唱された比較的新しい教育概念であり，近年はまちづくり，地域活性化，地域振興のための地域理解，地域学習が求められている．文系私立大学の教職志望学生に対して，生涯学習に関する授業を行った．授業には，大学周辺を徒歩で，あるいは列車とバスを乗り継いで，歴史，生活・文化，産業，自然に関するフィールドワークを2日間取り入れた．そして，人間活動に関わる事象は，地形・地質を基盤として成り立っていること，あるいは地形・地質に影響されていることを伝えた．地域理解，地域学習の一環として，地形・地質は生涯学習の「種（シーズ）」とみなすことができる．本発表では，フィールドワークの実践と大学生による評価を紹介する．

キーワード：生涯学習、フィールドワーク、シーズ、地質、地形、地域学習
Keywords: lifelong education, field work, seeds, geology, geomorphology, local study

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

卓上３Dプリンターによる立体地形模型をつかった地球惑星科学のアウトリーチ

Educational effects in geoscience outreach through solid terrain models by desktop 3D printer

*小森 次郎[1]
*Jiro Komori[1]

1. 帝京平成大学
1. Teikyo Heisei University

2012年頃から３Dプリンターによる立体印刷物を使った地球惑星科学のアウトリーチが行われてきた（芝原，2013など）．このような事例はプリンターが大がかりであったり，高価であったことから一般的ではなかったが，特にこの２，３年の低価格化により小規模な研究機関や学校，個人でも導入が現実的となってきた（2016，本弓）．したがって，今後は導入，印刷，および活用のノウハウや実施による効果の共有が更に必要となる．

今回，実際に小型・低価格のプリンターによる印刷物をつかって中学，高校，大学，および生涯教育での地学・地理教育を行った．印刷した対象は活火山のほか，花崗岩や石灰岩等の特徴的な地質，氷河，活断層，河岸段丘等の特徴的な地形，および小惑星である．本発表では，今回導入した数万円台の卓上プリンターの概要，印刷と活用例，受講者側の反応について報告する．

・本研究は科学研究費補助金　基盤研究（C）16K04706-A「ボーリングコアを用いた理科地学領域の授業改善：野外自然体験学習の代替として（研究代表者　植木岳雪）」による助成を受けた．
・参考文献：本弓（2016）筑波大附属坂戸高校研究紀要，芝原（２０１３）地質ニュース）
・本大会内での関連の発表:「山岳地形の理解に対する立体表現地図と３D模型の活用とその効果」（セッション　M-IS20　山の科学）

キーワード：学校教育、生涯教育、GSI電子国土Web、ハンズオン、火山地形、事例紹介
Keywords: school education, lifelong education, GSI digital web maps, hands-on, volcanic topography, case studies

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地域の高精細地表情報を活用した環境教育の実践
Practice of environmental study utilizing local high-definition topographic data

*小倉 拓郎[1,2]、早川 裕弌[3,4]、田村 裕彦[4]、小口 千明[5]、守田 正志[6]、清水 きさら[5]、緒方 啓介[7]、山内 啓之[4]
*Takuro Ogura[1,2], Yuichi S. Hayakawa[3,4], Yasuhiko Tamura[4], Chiaki T. Oguchi[5], Masashi Morita[6], Kisara Shimizu[5], OGATA KEISUKE[7], Hiroyuki Yamauchi[4]

1. 東京大学大学院新領域創成科学研究科、2. 北海道大学大学院環境科学院、3. 北海道大学地球環境科学研究院、4. 東京大学空間情報科学研究センター、5. 埼玉大学大学院理工学研究科、6. 横浜国立大学大学院イノベーション研究院、7. 鶴見大学文学部
1. Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo, 2. Graduate School of Environmental Sciences, Hokkaido University, 3. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, 4. Center of Spatial Information Science, The University Of Tokyo , 5. Graduate School of Science and Engineering, Saitama University, 6. Faculty of Urban Innovation, Yokohama National University, 7. School of literature, Tsurumi University

小学校の総合的な学習の時間では，身の回りにある様々な問題状況について，問題の解決や探究活動に主体的，創造的，協同的に取り組む態度を育て，自己の生き方を考えることができるようにすることを目標としている（文部科学省 2008）．この目標を達成するために，地域や学校の実態に応じて，自然体験や観察・実験などの体験的学習や，地域との連携を積極的に行うことが求められている．演者らは，自然地理学・地理教育・空間情報科学・建築学・歴史学・文化財科学などの専門分野を生かし，横浜市登録地域文化財に指定されている「田谷の洞窟」保存プロジェクトを実施している．このなかで，UAS（Unmanned Aerial System，通称ドローン）を用いたSfM多視点ステレオ写真測量や，地上レーザ測量（TLS: Terrestrial Laser Scanning）などを用いた高精細地表情報を基盤に，洞窟保全や文化財保護などの研究を通して，地域の地表・地下環境情報のアーカイブに取り組んでいる．本研究では，横浜市田谷町「田谷の洞窟」とその周辺域を対象とし，高精細地表情報の取得方法や利活用事例に触れることを通した課題発見型・体験型の地域学習を実践し，児童たちの学習効果について検証する．

本授業は，横浜市立千秀小学校第6学年の総合的な学習の時間および図画工作科を利用して実施した．当該校では，田谷の洞窟を主題として，1年間を通して地域の歴史や文化財の保存，環境についての学習を発展させてきた．学習のまとめとして，3学期にUAS-SfMやTLS由来の地表データから大型3Ｄ地形模型を製作した．地形模型作成プロセスを通して，児童たちは地形の凹凸や微細な構造を手で感じ取り，1・2学期に学習した地域学習の内容を喚起させた．その上で，デジタルで高精細な地形モデルや，アナログな立体模型を自由に俯瞰したり，近づいて観察したりすることで，さまざまなスケールにおける地域の構造物や自然環境の位置関係，規模について再認識することができた．

本授業のまとめとして地域で報告会を開催し，作成した大型3Ｄ地形模型を利用しながら地域住民や参画する大学教員・大学院生と意見交換を行った．生徒たちは意見交換を通して1年間の学習の整理だけでなく，多様な学問分野の視点や時空間スケールで地域を見つめなおし，自ら立てた課題の再考察や新たな課題を発見することができた．

キーワード：地域学習、高精細地表情報、総合的な学習の時間、小大連携、探究学習
Keywords: Regional Study, High-definition surface data, the Period of Integrated Study, Collaboration between elementary school and university, Exploration learning

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

背面投影型デジタル地球儀Dagik Earthのための半球面マルチタッチパネルの開発

Development of the hemispherical multi-touch panel for the rear-projection digital globe "Dagik Earth"

*小山 幸伸[1]、廣田 直樹[1]
*Yukinobu Koyama[1], Naoki Hirota[1]

1. 大分工業高等専門学校
1. National Institute of Technology, Oita College

JpGUの展示によく利用されていることから分かるように，デジタル地球儀Dagik Earthは地球物理のアウトリーチに効果的である．これまで，マウス，トラックボール，そしてWii リモコンなどの様々なコントローラーがDagik Earthに試行されてきた．

しかしながら、デジタル地球儀自体に触れることによってコンテンツを操作するユーザインタフェースは実現されていなかった。そこで我々は，背面投影型デジタル地球儀Dagik Earthのための半球面マルチタッチパネルを開発した．安価な赤外線方式によって実現したこのマルチタッチパネルは、蛍光灯の下でも動作可能である。

キーワード：ダジック・アース、タッチパネル、赤外線方式
Keywords: Dagik Earth, Touch panel, Infrared system

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Dagik EarthとJoy-Conを用いた地球観測衛星データ表示・操作システムの試作

An interactive visualization system of earth observation satellite data using Dagik Earth and Joy-Con

*小菅生 文音[1]、山貫 緋称[1]、Zhiyan Liu[1]、市井 和仁[1]
*Ayane Kosugo[1], Hina Yamanuki[1], Zhiyan Liu[1], Kazuhito Ichii[1]

1. 千葉大学環境リモートセンシング研究センター
1. Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University

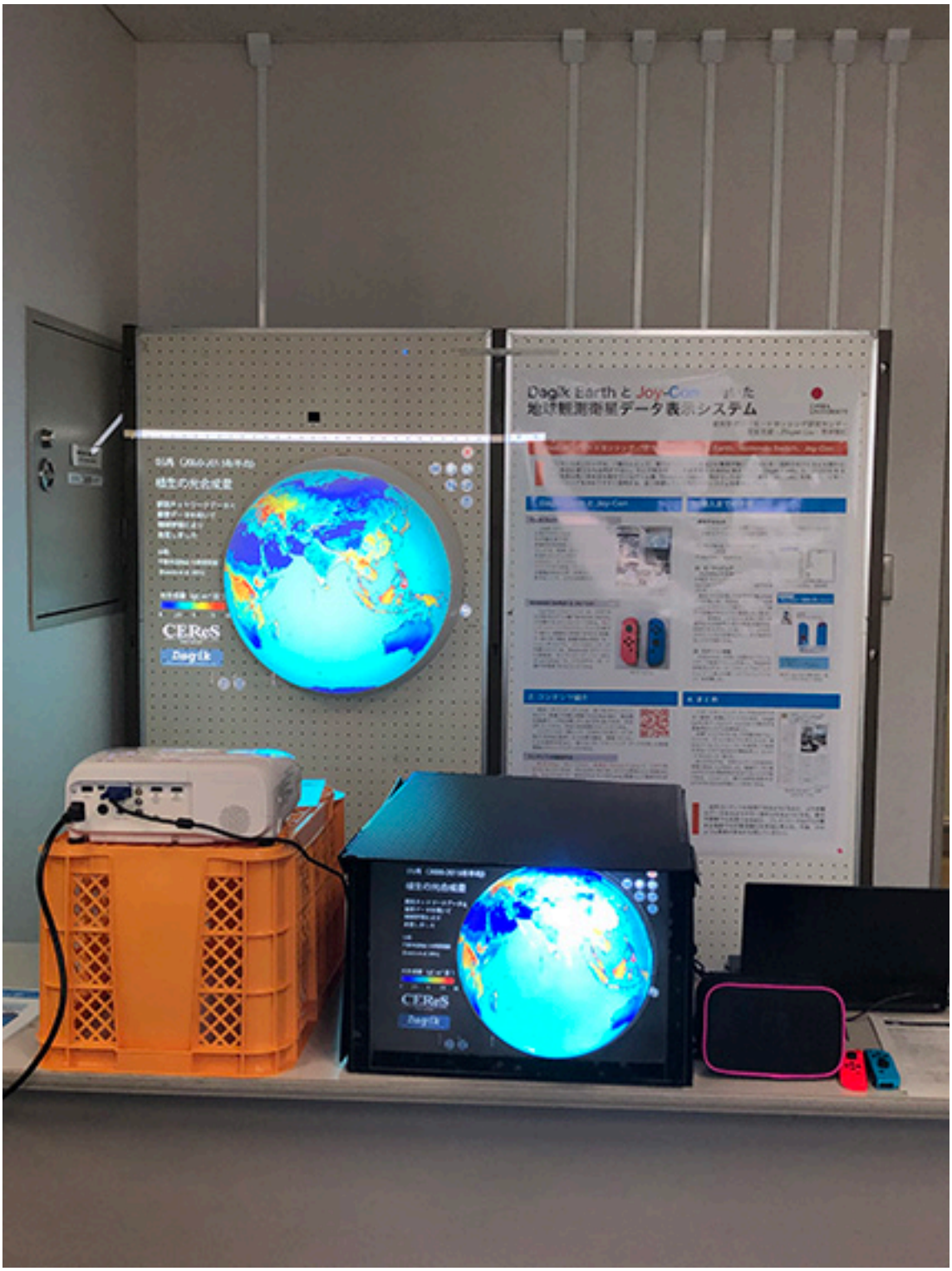
宇宙からの地球観測である「リモートセンシング」は、地球環境とその変動を広範囲でとらえることができ、地球環境変動を伝えるためのアウトリーチには適している。しかしながら、リモートセンシングは、一般人にとって、専門家が思っている以上に敷居が高い。日常に多く活用されているにも関わらず、身近に感じられる例が少ない。そこで我々は、(1)衛星画像を立体的に表示できる「Dagik Earth」と、(2)2016年3月に発売以降人気を保ち続けているゲーム機「Nintendo Switch」用のコントローラである「Joy-Con」を用いて、リモートセンシングを分かりやすく説明する、且つ体感してもらうためのシステムを構築した。

本研究では、リモートセンシングデータを分かりやすく説明し体験してもらうために、Dagik Earthをベースとして Joy-Conで操作する画像表示システムを構築した。Joy-ConについてはBluetoothを介してソフトウェアを用いてキーの割当を行うことで、コンピュータを操作できるようにした。また、本研究では、千葉大学環境リモートセンシング研究センター(CEReS)における研究成果として、光合成量の月別変化データなど独自コンテンツを追加した。

本システムでは、自作コンテンツの追加も容易であることが分かった。衛星データに限らずモデル計算結果を追加することも可能である。したがって、様々な研究成果を分かりやすく伝える手段として有効である。自作コンテンツを利用できるようになると、より多様なデータを分かりやすく見せられるようになる。展示や授業でも利用できるほか、プレスリリースなど人の集まる場面での広報活動にも有効である。実際「エコプロ2018」で本展示を行なったところ、大人に加えて小学生からも「身近なゲームコントローラーを使用して地球を見ることができるのが興味深い」とコメントをもらった。今後、どのような需要があるかも探していきたい。

キーワード：リモートセンシング、ダジック・アース、Joy-Con、Nintendo Switch、アウトリーチ
Keywords: Remote Sensing, Dagik Earth, Joy-Con, Nintendo Switch, Outreach

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地学オリンピックの現状と今後の課題 (2019)
The report of the International Earth Science Olympiad (IESO),2019

*瀧上 豊[1]
*Yutaka Takigami[1]

1. 関東学園大学
1. Kanto Gakuen University

今までの地学オリ ン ピ ッ ク の活動と 今後の計画や課題について報告し ま

す。

１ ） 今ま でのあ ゆみ（2012-2018）と今後の予定(2019-2021)

第1 回　韓国大会　７ か国・地域　２ ４ 名参加　日本はオブザーバー参加

第2 回　フ ィ リ ピ ン 大会　６ か国・地域　２ ４ 名参加　銀３ 、 銅１

第3 回　台湾大会　１ ４ か国・地域　５ ０ 名参加　銀４

第4 回　イ ン ド ネシア 大会　１ ７ か国・地域　６ ３ 名参加　金１ 、 銀３

第5 回　イ タ リ ア 大会　２ ６ か国・地域　１ ０ ４ 名参加　金１ 、 銀２ 、 銅１

第6 回　ア ルゼン チン 大会　１ ７ か国・地域　６ ６ 名参加　金１ 、 銀３

第7 回　インド 大会　２ ３か国・地域　９０ 名参加　金１ 、 銀３

第8 回　スペイン 大会　２１ か国・地域　８２ 名参加　金３ 、銅１

第9 回　ブラジル 大会　２２ か国・地域　８５ 名参加　金１ 、 銀１、銅２

第10 回　日本 大会　２６ か国　１００ 名参加　金３ 、 銀１

第11回　フランス 大会　２９ か国　１０８ 名参加　金２ 、 銀２

第12回　タイ大会、　３８ か国　１３９ 名参加　金３ 、 銀１

第13回　韓国大会、第14回　ロシア大会、　第15回　中国大会　予定

２) 日本地オリンピック（国際大会予選）について

毎年9月1日～15日募集

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

予選　12月中旬　全国約75会場、約2000人応募ー＞60名選出

本選　3月中旬　つくば市、60名　ー＞金賞、銀賞、銅賞　各10名

代表選抜　3月中旬　つくば市　金賞10名ー＞4名国際大会代表

2018年度より予選上位200名以内に奨励賞授与（HPよりダウンロード）

3）計画・課題

・女子参加者の増加

・一般地球科学愛好者への宣伝

・事務局メンバーの高齢化、

文部科学省の支援金の減少　など。

＝＞

事業のスリム化、OB/OGの活用、高校・大学教員の積極的協力

キーワード：国際地学オリンピック
Keywords: International Earth Science Olympiad

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

第 19 回地震火山こどもサマースクール in 伊豆大島
19th Children’s Summer School on Earthquake and Volcanoes in Izu-Oshima Geopark

*藤間 藍[1]、日色 知也[2]、地震火山子供サマースクール 運営委員会[3]
*ai toma[1], tomoya hiiro[2], committee for children's Summer School on Earthquake and Volcanoes [3]

1. 慶應義塾大学、2. 信州大学大学院、3. 日本地震学会・日本火山学会・ 日本地質学会
1. Keio University, 2. Graduate school of Shinshu University, 3. Seismological Society of japan・Volcanological Society of japan・Geological Society of japan

地震火山こどもサマースクールは、日本地震学会, 日本火山学会, 日本地質学会を主催として、1999 年から毎年夏休みに全国各地で開催されている. このイベントの目的は, 研究の最前線にいる専門 家が、 こどもたちに地震・火山現象の発生要因と自然の大きな恵みについてわかりやすく伝えるこ とである(日色ほか, 2018)。

平成 30 年度は伊豆大島を舞台に地元の小学生から高校生まで 34 名を迎え実施した。 当初8 月 7 日, 8 日の 2 日間の開催を予定していたが、天候不順のため, 8 月 7 日の 1 日間に短縮しての開催とした。伊豆大島は, 一般に伊豆・小笠原弧上に位置し、太平洋プレートの沈み込みに伴うマグマの発生に より、現在まで火山活動が生じている火山島であると考えられている。最近の火山活動としては、1986 年の三原山噴火が挙げられる。

今回は「火山島 伊豆大島のヒミツ」をテーマに、島の誕生から現在までの歴史やそこに成立した 地域社会との関係について、野外観察や身近な材料を使った実験, 研究者との対話を通して、こどもたちが火山噴火の仕組みを理解し、自然の恵みや観光, 自然災害についての理解を深めるとともに、島の過去, 現在, そして未来を考えることを活動の目的とした。こどもたちは1日の中で地形, 地層, および溶岩に関する野外観察, 室内実験と講義を通じて学習し、島の成り立ちについて理解を深めた。地形観察では、伊豆大島西側の溶岩台地や元町地区の街並み、カルデラ内部の構造を観察し、自分た ちが住んでいる島の土地について学んだ。地層観察では、 大島温泉ホテル付近の露頭にて火山灰を観察した。 火山灰中には神津島由来の灰白 色の火山灰が挟まれており、短い期間に別の島でも噴火していたことを学んだ。溶岩の観察では、パホイホイ溶岩とアア溶岩の産状の違いについて学んだ。室内では、カルデラ形成のメカニズムを再現したカルデラ実験, マグマの性質と上昇過程を再現し たマグマだまり実験, パホイホイ溶岩の移動と形成を再現した溶岩実験, 炭酸を用いて噴火様式に ついて再現した噴火実験を行った。

1日の最後には、こどもたちはチームごとに学んだことをまとめ, 発表を行った。今回のサマースクール終了後、実行委員会はこどもたちからのアンケートや発表内容、および携 わったスタッフの意見をもとに、来年度のサマースクールの方針を議論した。実行委員会のスタッフの意見では、地元スタッフの長年の経験や機転の利いた行動で、運営をス ムーズに進められたことが挙げられた。また、こどもたちのアンケート結果からは、4つの実験のうち3つで「よかった」と回答した人が 80%を超えており、こどもたちは実験に対して高い関心があったことを示している。さらに、地形および地層の観察でも 22 人(65%)が「よかった」と回答しており、地形地質学的な 諸現象への関心の高さがうかがえる。こどもたちの発表では、活火山は常に活動しており、生活する上で不便なこともあるが、温泉や良い 漁場など多くの恩恵の受けているという意見が挙げられた。

毎年2日間かけて行われるプログラムを1日に短縮しての開催となったが、こどもたちは観察や 実験、講義を通して火山現象の発生要因を解き明かし, 火山島で住むことで得られる自然の恵み, 自然災害との共生のしかた, 伊豆大島の過去, 現在, そして未来について考え、有意義なサマース クールとなったと考えられる。

キーワード：地震火山こどもサマースクール、伊豆大島ジオパーク、地域防災、野外教育、キッチン火山学
Keywords: Committee for Children's Summer school on Earthquake and Volcanoes, Izu Oshima Geopark, Regional disaster prevention, Outdoor education, Kitchen Volcanology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 G (教育・アウトリーチ)：教育・アウトリーチ

2019年5月26日(日) 9:00 ~ 10:30 | 104 1F

[G-03] 小・中・高等学校，大学の地球惑星科学教育

コンビーナ:畠山 正恒(聖光学院中学高等学校)、座長:丹羽 淑博

いろいろな教育実践報告を通じて、初等中等教育の地球惑星科学教育を考えていきます。小・中・高等学校に出向いて実施されたアウトリーチ報告も歓迎致します。 また、大学学部の特に教養レベルの地球惑星科学教育について、現状の問題点や今後の展望も検討していきます。 皆様からの様々な提案を募集します。

9:00 ~ 9:15

[G03-01] 隠岐の島図書館における「理科読」「レッツ理科読！光がとどけた物語」隠岐の島図書館での科学読み物と演示実験

*阿部 國廣[1] (1.島根半島・宍道湖中海（国引き）ジオパーク推進協議会)

9:15 ~ 9:30

[G03-02] ICT機器の活用の違いによる小学生の日食の理解について

*今井 弘二[1]、村山 泰啓[1]、山西 孝宜[2] (1.情報通信研究機構、2.三菱みなとみらい技術館)

9:30 ~ 9:45

[G03-03] 地形から災害リスクを学ぼう

*栗栖 悠貴[1] (1.国土交通省国土地理院)

9:45 ~ 10:00

[G03-04] 理科室で行う蛇紋岩の加熱脱水実験

*大森 聡一[1]、勝又 行信[2] (1.放送大学教養学部自然と環境コース、2.放送大学自然環境科学プログラム)

10:00 ~ 10:20

[G03-05] デジタル立体地球儀を通じた学校、科学館、研究者の連携による地球惑星科学教育

*齊藤 昭則[1]、津川 卓也[2] (1.京都大学大学院理学研究科地球物理学教室、2.情報通信研究機構)

10:20 ~ 10:30

Discussion

隠岐の島図書館における「理科読」「レッツ理科読！光がとどけた物語」隠岐の島図書館での科学読み物と演示実験
"Science reading" in the Oki Island Library Let's science reading! The story of Light deliver "science reading and demonstration experiments in the Oki Island Library

*阿部 國廣[1]
*Kunihiro Abe[1]

1. 島根半島・宍道湖中海（国引き）ジオパーク推進協議会
1. Shimane Penunsula Shinjiko Narumi, Kuibiki Geopark Promotion Committee

構想

・隠岐の島で見られる光の現象をもう一度見つめなおし、その現象がどうして起こるのだろうか、光とはどのようなものなのかを科学読み物や演示実験を通して学び、自分でも追及してみようとする探求心が育つことを期待し、本講座を行った。

基礎的内容

・ものが見えるためには光が必要

・光には一定の性質があるのでものの形が見えたり色が見えたりする。

光の性質

・光は遮るものがなければ限りなく直進する。

・光は光源から拡散しながら直進する

・光の光源となるものに、天然光源・人工光源

・光の反射と反射の決まり…光が通過できない物体では境界面で反射し、光の反射面の法線の入射角と反射角は等しく反射する。（正反射と乱反射）

・光には色がある。（将来、スペクトル・波動・干渉へとつながる。）光の三原色、虹

・白と黒の違いと影は

このような構想で演示実験を行った。

キーワード：可視光、直進、拡散、光源、光と色、反射

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Visible light, straight, diffusion, light source, light and color, reflection

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ICT機器の活用の違いによる小学生の日食の理解について
Difference in elementary students' understanding of a solar eclipse by using different ICT devices

*今井 弘二[1]、村山 泰啓[1]、山西 孝宜[2]
*Koji Imai[1], Yasuhiro Murayama[1], Takahiro Yamanishi[2]

1. 情報通信研究機構、2. 三菱みなとみらい技術館
1. National Institute of Information and Communications Technology, 2. MITSUBISHI MINATOMIRAI INDUSTRIAL MUSEUM

本研究は、児童の主体的な学習を促進するためのICT機器の効果的な活用を調査するために，日食を題材として、3つの異なる学習スタイル（①児童にプロジェクタで資料を提示し、説明するだけの受け身型の学習，②児童がタブレットを操作する能動型の学習，③模型を活用した疑似体験型の学習）を実施し、児童の理解のしやすさについて、主観的な感想を調査した。その結果、学年に関わらず、資料を提示するだけの説明よりも、タブレットや模型を使った学習の方が理解しやすいとの回答を得た。しかしながら、3次元的な認識がより深く必要な内容については、立体的な模型を使った方が理解しやすいという傾向が得られ、タブレットのコンテンツの見せ方を工夫するか、タブレットと模型をうまく使い分ければ、効果的であると考えられる。

キーワード：日食、ICT、小学生、主体的な学習
Keywords: solar eclipse, ICT, elementary student, active learning

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地形から災害リスクを学ぼう
Let’s learn landform and disaster risk

*栗栖 悠貴[1]
*Yuki Kurisu[1]

1. 国土交通省国土地理院
1. Geospatial Information Authority of Japan

防災分野における教育の重要性については，「仙台防災枠組2015-2030」の優先行動にも位置付けられるなど，国際的にも認識されている．国内においては、学習指導要領（平成29年3月公示）に防災・安全教育などの充実が図られている．国土地理院は，地形を学ぶ学習単元に狙いをつけ，地理教育の道具箱（http://www.gsi.go.jp/CHIRIKYOUIKU/index.html）を通じて，地形に刻まれた災害リスクを学ぶコンテンツ（以下，「本コンテンツ」という）を公開したので報告する．本コンテンツは学習する者の興味を引くための工夫を3つ取り入れている．

一つ目は，キャラクターと共に地形と災害を学ぶ工夫である．山地・平野・海岸周辺それぞれに特徴的な災害を，住民と共に地形から学び，最終的には身近な地域についてハザードマップポータルサイトで調べることができるように工夫している．

二つ目は，対話型でストーリーを展開していく工夫である．導入では，ことわざから地形と災害の関係を考えるきっかけとなり，展開では災害事例と土地の成り立ちから災害リスクを考えることができ，まとめでは地形と災害の切っても切れない関係を再確認できるように工夫している．

三つ目は，専門用語を分かりやすくイメージするための工夫である．洪水を理解するためには川の特徴を理解しなければいけない．本コンテンツでは流域を学校教育において身近な漏斗で表現するなど工夫している．
国土地理院は，本コンテンツのように地形に刻まれた災害リスクをわかりやすく情報発信していくことで今後も地理教育を支援していく．

キーワード：防災教育、地形、災害リスク
Keywords: Education for disaster prevention, landform, disaster risk

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

理科室で行う蛇紋岩の加熱脱水実験
Demonstration of the serpentinite dehydration at a laboratory in school

*大森 聡一[1]、勝又 行信[2]
*Soichi Omori[1], Yukinobu Katsumata[2]

1. 放送大学教養学部自然と環境コース、2. 放送大学自然環境科学プログラム
1. The Faculty of Liberal Arts, The Open University of Japan, 2. Natural and Environmental Sciences Program, The Open University of Japan

表層環境圏からマントルに至る物質循環は，中学，高校，および大学一般教養の地学における重要なテーマの一つである。水（H2O）の循環は，生活に身近な分子が，地震や島弧火山マグマの形成に関わるという点で，地球科学の視点の広がりを学習するため題材として好ましい。しかし，一方で，液体の水が沈み込み帯にしみ込んでゆく，という誤ったイメージが描かれがちでもある。本研究では，含水鉱物を媒体とした水の循環を視覚的に理解させることを目的として，学校理科室において取り組み可能な教材として，常圧における蛇紋岩の加熱脱水実験法を検討した結果を報告する。

キーワード：含水鉱物、蛇紋岩、脱水反応、理科実験
Keywords: hydrous mineral, serpentinite, dehydration reaction, labo experiment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

デジタル立体地球儀を通じた学校、科学館、研究者の連携による地球惑星科学教育

Educational activities of the Earth and planetary science in the collaboration of schools, science museums, and scientists using digital globe

*齊藤 昭則[1]、津川 卓也[2]
*Akinori Saito[1], Takuya Tsugawa[2]

1. 京都大学大学院理学研究科地球物理学教室、2. 情報通信研究機構
1. Department of Geophysics, Graduate School of Science, Kyoto University, 2. National Institute of Information and Communications Technology

学校、科学館、研究者の連携によってデジタル立体地球儀「ダジック・アース」を用いた地球惑星科学の教育活動が実施されているが、その活動の現状と、学校での利用における課題について報告する。「ダジック・アース」は京都大学、情報通信研究機構などの地球惑星科学の研究者によって開発されており、コンテンツの作成には多くの地球惑星科学の研究者が関与している。そのシステムは、科学館において常設展示や企画展示によって利用されており、またいくつかの科学館では地域の教員向けに授業でのデジタル立体地球儀の活用についての研修を実施するなど、学校、科学館、研究者の連携によって利用が広まりつつある。日本科学未来館「ジオコスモス」や米国NOAA「Science on a sphere」など、他のデジタル立体地球儀システムに比べて、簡単な仕組みで実施できることが特徴であり、学校の授業で教員によって利用されることを目指している。そのために小・中・高等学校におけるカリキュラムに対応した使い方の提案や機材の貸し出しなど、教員が利用しやすくなるように整備を進めているが、学校での利用における課題も明らかになってきている。特に小学校の理科では、「地球が丸い」ことを明示的に扱わないが、月の満ち欠けの説明では「月が丸い」ことを前提知識として求めるなど、地球惑星衛星全体を見ることができるデジタル立体地球儀をカリキュラムに沿って利用する上で混乱を招く点も見られた。発表では、デジタル立体地球儀の学校授業での利用の現状と課題点および今後の展開を報告する。

キーワード：デジタル立体地球儀、ダジック・アース、立体表示
Keywords: Digital globe, Dagik Earth, 3D presentation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 G (教育・アウトリーチ)：教育・アウトリーチ

2019年5月26日(日) 10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_8

[G-03] 小・中・高等学校，大学の地球惑星科学教育

コンビーナ:畠山 正恒(聖光学院中学高等学校)

いろいろな教育実践報告を通じて、初等中等教育の地球惑星科学教育を考えていきます。小・中・高等学校に出向いて実施されたアウトリーチ報告も歓迎致します。 また、大学学部の特に教養レベルの地球惑星科学教育について、現状の問題点や今後の展望も検討していきます。 皆様からの様々な提案を募集します。

[G03-P01] 中等教育における海洋塩分濃度調査とその考察活動

*中村 亮[1] (1.宮城県利府高等学校)

[G03-P02] 海の出前授業と立方体地球の連携

*森岡 優志[1]、上野 洋路[2]、藤井 直紀[3]、仙田 明大[4]、小埜 恒夫[5]、安中 さやか[1] (1.海洋研究開発機構、2.北海道大学、3.佐賀大学、4.日本科学協会、5.水産研究・教育機構)

[G03-P03] 作図と三角関数で地球中心核を伝わる地震波を理解する

*加藤 護[1] (1.京都大学大学院人間・環境学研究科)

[G03-P04] 超簡易型地震観測装置の開発と超高速設置例

*酒井 慎一[1]、松本 聡[2]、飯尾 能久[3]、加藤 愛太郎[1] (1.東京大学地震研究所、2.九州大学大学院理学研究院付属地震火山観測研究センター、3.京都大学防災研究所)

[G03-P05] 「校庭で穴掘り隊」と「教室でコア見せ隊」：理科地学領域の学校内での体験授業

*植木 岳雪[1] (1.千葉科学大学危機管理学部)

[G03-P06] 研究データの初等中等および高等教育への適用

*梅村 宜生[1]、田中 良昌[2,3]、阿部 修司[4]、齊藤 泰雄[3]、中野 慎也[5]、新堀 淳樹[1]、南山 泰之[3] (1.名古屋大学 宇宙地球環境研究所、2.情報・システム研究機構 極域環境データサイエンスセンター、3.国立極地研究所、4.九州大学 国際宇宙天気科学・教育センター、5.統計数理研究所)

[G03-P07] 日本で先駆けとなった高等学校の探究活動における科学倫理教育

*川勝 和哉[1] (1.兵庫県立西脇高等学校)

中等教育における海洋塩分濃度調査とその考察活動
The ocean saline monitoring activities in the high school classes and science club activities as the ocean science education

*中村 亮[1]
*Ryo S Nakamura[1]

1. 宮城県利府高等学校
1. Miyagi Rifu high school

海洋塩分濃度は高等学校教科書では3.5%程度と教える内容になっている。しかしその塩分濃度は固定性のものではなく，季節差や地域変動もあるであろう。学校の地学教育，また科学系部活動の中での経年観測のさせ方について以下の2つについて論じたい。

(1)海洋塩分濃度を測るのに適した場所

陸水からの影響をできるだけ排除し，純粋に潮流などの変化を見たい。そのため生徒が制作した海洋収集機器についてまとめた。

(2)注目すべき塩分

塩化物イオンやアルカリ金属のイオンが多く含まれる。ではどの成分を用いれば海洋の塩分の変化が如実に表れるのか。特に多いNa^+とK^+のイオンの傾向について述べる。

キーワード：海洋塩分、教育的観察活動、経年変化
Keywords: Ocean saline, educational observation, Year-term alteration

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

海の出前授業と立方体地球の連携
Collaboration between Visiting Lectures on Marine Science and Cubic Earth

*森岡 優志[1]、上野 洋路[2]、藤井 直紀[3]、仙田 明大[4]、小埜 恒夫[5]、安中 さやか[1]
*Yushi Morioka[1], Hiromichi Ueno[2], Naoki Fujii[3], Akihiro Senda[4], Tsuneo Ono[5], Sayaka Yasunaka[1]

1. 海洋研究開発機構、2. 北海道大学、3. 佐賀大学、4. 日本科学協会、5. 水産研究・教育機構
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Hokkaido University, 3. Saga University, 4. Japan Science Society, 5. Japan Fisheries Research and Education Agency

日本海洋学会では2016年度より、小学校、中学校、高等学校や市民講座などに海の専門家である学会員を派遣して講義を行うプログラム「海の出前授業」を開始し、海洋科学のリテラシーの向上に貢献する活動を行っています。全国で44名の学会員が派遣講師として登録され、これまでに18件の出前授業が実施（または予定）されています。受講者は、小学生から中高校生、教員、一般市民までと幅広く、授業の内容も、学習指導要領（社会や理科、地学など）に沿ったものから最先端の海洋科学、情報科学までと様々です。2018年度に実施された出前授業の例として、受講者と一緒に海岸でマイクロプラスチックを採集し、海洋シミュレーションを用いてマイクロプラスチックがどこから漂着したのか、海の流れについて考察する体験授業や、進行する地球温暖化や海洋酸性化が海洋の生態系に与える影響について議論する市民講座などがあります。

また、2018年度より、日本科学協会が推進してきた科学に関する出前授業「Cubic Earth-もしも地球が立方体だったら」と連携し、立方体地球に関する出前授業も実施することになりました。この授業は、現実にはあり得ない立方体の地球を仮定して、地球環境の仕組みを考えることにより、私たちが現在住んでいる丸い地球の環境がどのように作られているか、理解を深めることを目的としています。海の分布が大気や海洋の変動を通して、生物やヒトの活動にどのような影響を与えるか、海の役割が十分に議論されています。2018年度には立方体地球に関する授業の依頼が2件あり、高校生だけでなく教員を対象とした出前授業も実施しました。
本発表では、これまで行ってきた海の出前授業や立方体地球に関する情報を共有し、より多くの学生や教員に海洋学の魅力を伝えることを目的としています。

キーワード：出前授業、海洋科学、立方体地球
Keywords: Visiting lectures, Marine Science, Cubic Earth

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

作図と三角関数で地球中心核を伝わる地震波を理解する
Understanding seismic waves propagating through the Earth's core graphically

*加藤 護[1]
*Mamoru Kato[1]

1. 京都大学大学院人間・環境学研究科
1. Graduate School of Human and Environmental Studies Kyoto University

高校地学では地球内部構造を地震波を用いて知ることができることを学ぶ。この中で地球中心核の発見が扱われ、シャドーゾーンなどの概念が扱われる。しかし地球深部を伝播する地震波の挙動を直感的に理解することは簡単ではなく、教えにくい話題の一つとも言える。

本発表では簡略化した地球速度構造モデルを用いて地球中心核が地震波伝播に与える影響を整理する。提案するのは三角関数を用いた図解法である。これは地震波形データを用いて地球に核があることを初めて提案したOldhamや内核の存在を示したLehmannが用いた方法に倣ったものである。高校地学では核の存在を地震学史と関連づけて教えることも多いが、この図解法を用いることでその関連を強くすることが可能となる。

発表では簡略化した地球速度構造モデルを用いて、中心核がある場合の走時曲線を図示と三角関数を用いて求める。その上で核の影響がどのように観測されるかのエッセンスを整理する。

キーワード：地球中心核、高校地学
Keywords: Earth's core, High School Earth Scieneces

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

超簡易型地震観測装置の開発と超高速設置例
Development of easy seismometer and fastest observations

*酒井 慎一[1]、松本 聡[2]、飯尾 能久[3]、加藤 愛太郎[1]
*Shin'ichi Sakai[1], Satoshi Matsumoto[2], Yoshihisa Iio[3], Aitaro Kato[1]

1. 東京大学地震研究所、2. 九州大学大学院理学研究院付属地震火山観測研究センター、3. 京都大学防災研究所
1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 2. Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Seiences, Kyushu University, 3. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

地震の研究は、地震を観測することから始まる。現在は、Hi-netやS-netのような基盤的地震観測網が日本全国に整備され、そのデータを用いて多くの研究がなされている。そのような状況の中で、さらに分解能を高めたり検知能力を高めたりするための多点稠密観測も必要である。そこで、簡単に利用できる超簡易型地震観測装置を開発した（新学術研究領域研究「地殻ダイナミクス（代表：飯尾能久）」）。2000年鳥取県西部地震の震源域周辺では、現在も余震活動が続いている。それらの規模は小さいものの多数の地震が発生しているため、稠密な観測（約1km間隔で1000点の観測）を行うことで、その断層面やすべり方向を高精度で推定することができる。その結果と、地質調査で明らかになった地表で見られる断層との対比から、断層帯の発達過程を研究してきた。

この観測装置の特徴の一つは、超低消費電力である。単一乾電池48本（DCB48）で1年間の観測が可能である。さらにSIMカードを利用することでデータ伝送も可能である。データ回収や電池交換等の必要がないため、山間部や離島等、立ち入りが困難な場所での長期連続観測が可能である。もうひとつの特徴は、設置と運用が簡単であることである。地面に刺すだけで設置可能な地震計（固有周波数は2Hzと4.5Hzの2種類）が接続されていて、パソコン等での面倒な設定の必要はなく、ディップスイッチだけで、収録を開始させることができる。そのため、特別な技術の習得の必要はなく、地元の方々と一緒に設置作業を行うことができた。

現在、この簡単に利用できる観測装置が1000台ある。簡単に設置できるため、準備も簡単で、すぐに現地に持っていくことが可能である。そのため、これまで以上に迅速な臨時観測に赴くことができるようになった。この3年間で、2016年熊本地震、2017年鳥取県中部地震、2018年島根県東部の地震、2018年大阪府北部の地震等において、臨時観測を行うことができた。なお、設置が易しいため、高校生たちの理科実習にも利用している。
この超簡易型地震観測装置と超高速観測の事例を紹介する。

キーワード：簡単設置、稠密地震観測、低消費電力
Keywords: easy installation, dence seismic observation, ultra-low power consumption

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

「校庭で穴掘り隊」と「教室でコア見せ隊」：理科地学領域の学校内での体験授業

Proposing an educationally supporting system, “rent a core” and “extract a core” service

*植木 岳雪[1]
*Takeyuki Ueki[1]

1. 千葉科学大学危機管理学部
1. Faculty of Risk and Crisis Management, Chiba Institute of Science

小中高等学校の理科地学領域では，観察，観測，調査，巡検などの野外自然体験学習が求められ，その有用性も明らかである．しかし，都市化，時間の制約，安全確保などの問題によって，野外自然体験学習の実施率は低い．そこで，野外自然体験学習の代替となる教育方法・教材として，ボーリングコアの活用を挙げる．研究者が学校に出向いて，さまざまな機材・方法で短いコアを採取する「校庭で穴掘り隊」と，標準ボーリングコアを学校に持ち込み，生徒に観察させる「教室でコア見せ隊」の2つのサービスを始めた．本発表では，いくつかの中学校と高校における授業実践と生徒による評価を報告する．

キーワード：ボーリングコア、授業、アクティブ　ラーニング、地学教育、野外観察授業の代替
Keywords: boring core, class, active learning, earth science education, substitution of field work

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

研究データの初等中等および高等教育への適用
Application of research data to junior high school, high school and university educations

*梅村 宜生[1]、田中 良昌[2,3]、阿部 修司[4]、齊藤 泰雄[3]、中野 慎也[5]、新堀 淳樹[1]、南山 泰之[3]
*Norio Umemura[1], Yoshimasa Tanaka[2,3], Shuji Abe[4], Yasuo Saito[3], Shin ya Nakano[5], Atsuki Shinbori[1], Yasuyuki Minamiyama[3]

1. 名古屋大学 宇宙地球環境研究所、2. 情報・システム研究機構 極域環境データサイエンスセンター、3. 国立極地研究所、4. 九州大学 国際宇宙天気科学・教育センター、5. 統計数理研究所
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. Polar Environment Data Science Center, Research Organization of Information and Systems, 3. National Institute of Polar Research, 4. International Center for Space Weather Science and Education, Kyushu University, 5. The Institute of Statistical Mathematics

Society5.0の実現に向けて内閣府が推進する情報活用能力の育成および数理人材・データ関連人材の育成計画に則して、情報・システム研究機構は、機構が推進するデータサイエンス事業の一環として、2020年度に、大学および研究機関の研究データを、初等中等および高等教育（大学・大学院、高専教育、専修学校）に提供する活動を開始する。

その試行として、名古屋大学と九州大学を含めた先行プロジェクトは、試験用プラットフォームを構築して、まず、機構下の国立極地研究所が保有する極域の観測および採取データ（気候・環境、地質、宇宙、生物データ等）を対象に、

・データ管理：研究データを定常的に提供するためのオンライン管理
・データ情報整備：データ基本情報と、どのようなことが分かるか、どのような場面での利用が効果的か等の付帯情報の付与、可視化結果の付与
・データ陳列：実際のデータ提供（発見、識別、選択、入手）
・データ変換：一般的なソフトウェアでも取扱可能とするためのフォーマット変更
・データ融合：データ間の関連性の導出

を進めている。特にデータ変換は、バイナリ形式など研究の都合で採用されることの多いデータフォーマットを普遍的なアスキー形式に変換して取扱いを容易にする仕組みであり、データ情報と合わせて、科学への接触機会を増やすものである。データ融合は、データ駆動（Data-Driven）をキーワードに、関連性の高いデータを計算機がリストアップする仕組みであり、研究および教育の現場にて、科学の本質であるメカニズム解明のための数理的追求活動を訴求するものである。

2020年度の本展開では、取り扱うデータを全分野・全大学へ拡大して、上述のプラットフォームを公開するとともに、例えば、出前授業の開催、教材への適用、課外・課題活動への導入提案、人材育成プログラムの開講など、教育現場と連携して人的プロモーションを開始する。ニーズとシーズの連携、ハードとソフトの両インフラにより、包括的な知識高度化システムを起動し、循環させ、初等中等および高等教育課程における人材の情報処理能力および情報活用能力の向上を目指すとともに、科学本質およびそのプロセッシングに接触する機会を増やして、高度情報化社会を牽引するための高度知見を備えた人材の輩出を目指す。

キーワード：Society5.0、初等中等教育、高等教育、人材育成、情報活用、データサイエンス
Keywords: Society5.0, elementary and secondary education, higher education, human resource development, information utilization, data science

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日本で先駆けとなった高等学校の探究活動における科学倫理教育
The Education of Scientific Ethics of Science Research in Senior High School, a Pioneer in Japan

*川勝 和哉[1]
*Kazuya Kawakatsu[1]

1. 兵庫県立西脇高等学校
1. Hyogo Prefectural Nishiwaki senior high school

１．はじめに～科学倫理教育を始めた原点

平成18年に課題研究の指導を始めてすぐに感じたのは、科学倫理観の育成教育の必要性であった。当時は、全国でもまだ実施されていなかった「科学倫理」を学校設定科目として、初めて開講した。教科書は、筆者自らが執筆した。たとえば、石棺に関する研究の過程でこのようなことがあった。勤務校の敷地内の古代の大王のための石棺の研究を論文にまとめる際に、石棺の大きさを実感として示す目的で、生徒が中に横たわった写真を撮影して掲載した。この論文を、JSEC（Japan Science and Engineering Challenge）に応募したところ、この写真が倫理的に問題であるとの指摘を受けた。その後STAP細胞問題が報道され、これを機に、科学者にとって重要な倫理観について社会的に議論が活発になった。2021年から実施される高等学校の新学習指導要領でも、新教科「理数探求」が設定される。ここでは、科学倫理についても一定の紙面が割かれることになっている。高等学校で課題研究などの探究活動が実施されている以上、研究倫理の教育は必須である。

２．具体的な指導内容と方法

科学者には、必要な適性や資質としての専門的知識や技能を学ぶことが求められるが、より広く社会人としても、科学に対する基本的な知識や倫理観が求められる。将来科学者や技術者になろうとする生徒はもちろんのこと、科学者や技術者を将来の職業としない生徒に対しても、社会で起こっている、あるいは起ころうとしているさまざまな問題について正しく判断することができる知識を身につけ、個人としての客観的な判断が可能になるような考察の訓練をしておく必要がある。

科学倫理の学習は、探求活動が本格的に始まる前から始め、探究活動が一通り終わるまで研究と平行して実施する。倫理の基礎を学習した後、４～５名程度のグループに分かれて、生徒自らが設定するテーマについてグループワークをおこなう。教員はできる限り口出しせず、生徒の自発的な議論を見守るようにする。倫理観は、生徒相互の議論と、そこからあらたに見いだされる問題の共有によって醸成されるものであり、教員が一方的に教え込むことができるようなものではない。このグループワークは、１年間に３回にわけて実施する。議論の結果は、第１回目は口頭発表、第２回目はポスター発表、第３回目は論文発表という形で公開する。論文は、生徒ごとの進路に応じたテーマで、ひとりひとりの生徒が書く。発表会はすべて、他校の教員や生徒、保護者や地域住民に公開している。また、生徒がまとめた論文は、生徒研究論文集としてまとめ、無償配布する。

科学倫理の授業は、複数の教員によるチームティーチングの形式で実施する。筆者を中心に、理科、数学科、公民科、情報科、国語科、英語科などと連携して進め、自然科学を日常生活や社会とのつながりの中でとらえ、教育内容から生徒に対するコメントまで、複数の異なる目でチェックしながら進める。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

３．科学倫理教育の成果と評価

科学倫理の教育が進むにつれて、生徒が報道を見聞きする姿勢が明らかに変化する。報道に対しても批判的な視点で見るようになり、複眼的視点で物事を判断するようになる。一方、教師の日ごろの言動にも変化がみられる。教師は、これまで何気なく発言していた内容や発言方法に注意を払うようになるなどし、明らかに教員自身の倫理観や人権意識が向上している。科学倫理のような科目は、評価の方法が難しい。毎時間のグループ研究にどのようにかかわったかとか、発表会での言動など、具体的な評価項目で総合的に評価する。

キーワード：探究活動、科学倫理、グループワーク、チームティーチング、複眼的視点
Keywords: Science Research, Scientific Ethics, Group Work, Team Teaching, Compound Eye Viewpoint

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 G (教育・アウトリーチ)：教育・アウトリーチ

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_39

[G-03] 小・中・高等学校，大学の地球惑星科学教育

コンビーナ:畠山 正恒(聖光学院中学高等学校)

いろいろな教育実践報告を通じて、初等中等教育の地球惑星科学教育を考えていきます。小・中・高等学校に出向いて実施されたアウトリーチ報告も歓迎致します。 また、大学学部の特に教養レベルの地球惑星科学教育について、現状の問題点や今後の展望も検討していきます。 皆様からの様々な提案を募集します。

[G03-P01] 中等教育における海洋塩分濃度調査とその考察活動

*中村 亮[1] (1.宮城県利府高等学校)

[G03-P02] 海の出前授業と立方体地球の連携

*森岡 優志[1]、上野 洋路[2]、藤井 直紀[3]、仙田 明大[4]、小埜 恒夫[5]、安中 さやか[1] (1.海洋研究開発機構、2.北海道大学、3.佐賀大学、4.日本科学協会、5.水産研究・教育機構)

[G03-P03] 作図と三角関数で地球中心核を伝わる地震波を理解する

*加藤 護[1] (1.京都大学大学院人間・環境学研究科)

[G03-P04] 超簡易型地震観測装置の開発と超高速設置例

*酒井 慎一[1]、松本 聡[2]、飯尾 能久[3]、加藤 愛太郎[1] (1.東京大学地震研究所、2.九州大学大学院理学研究院付属地震火山観測研究センター、3.京都大学防災研究所)

[G03-P05] 「校庭で穴掘り隊」と「教室でコア見せ隊」：理科地学領域の学校内での体験授業

*植木 岳雪[1] (1.千葉科学大学危機管理学部)

[G03-P06] 研究データの初等中等および高等教育への適用

*梅村 宜生[1]、田中 良昌[2,3]、阿部 修司[4]、齊藤 泰雄[3]、中野 慎也[5]、新堀 淳樹[1]、南山 泰之[3] (1.名古屋大学 宇宙地球環境研究所、2.情報・システム研究機構 極域環境データサイエンスセンター、3.国立極地研究所、4.九州大学 国際宇宙天気科学・教育センター、5.統計数理研究所)

[G03-P07] 日本で先駆けとなった高等学校の探究活動における科学倫理教育

*川勝 和哉[1] (1.兵庫県立西脇高等学校)

中等教育における海洋塩分濃度調査とその考察活動
The ocean saline monitoring activities in the high school classes and science club activities as the ocean science education

*中村 亮[1]
*Ryo S Nakamura[1]

1. 宮城県利府高等学校
1. Miyagi Rifu high school

海洋塩分濃度は高等学校教科書では3.5%程度と教える内容になっている。しかしその塩分濃度は固定性のものではなく，季節差や地域変動もあるであろう。学校の地学教育，また科学系部活動の中での経年観測のさせ方について以下の2つについて論じたい。

(1)海洋塩分濃度を測るのに適した場所

陸水からの影響をできるだけ排除し，純粋に潮流などの変化を見たい。そのため生徒が制作した海洋収集機器についてまとめた。

(2)注目すべき塩分

塩化物イオンやアルカリ金属のイオンが多く含まれる。ではどの成分を用いれば海洋の塩分の変化が如実に表れるのか。特に多いNa^+とK^+のイオンの傾向について述べる。

キーワード：海洋塩分、教育的観察活動、経年変化
Keywords: Ocean saline, educational observation, Year-term alteration

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

海の出前授業と立方体地球の連携
Collaboration between Visiting Lectures on Marine Science and Cubic Earth

*森岡 優志[1]、上野 洋路[2]、藤井 直紀[3]、仙田 明大[4]、小埜 恒夫[5]、安中 さやか[1]
*Yushi Morioka[1], Hiromichi Ueno[2], Naoki Fujii[3], Akihiro Senda[4], Tsuneo Ono[5], Sayaka Yasunaka[1]

1. 海洋研究開発機構、2. 北海道大学、3. 佐賀大学、4. 日本科学協会、5. 水産研究・教育機構
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Hokkaido University, 3. Saga University, 4. Japan Science Society, 5. Japan Fisheries Research and Education Agency

日本海洋学会では2016年度より、小学校、中学校、高等学校や市民講座などに海の専門家である学会員を派遣して講義を行うプログラム「海の出前授業」を開始し、海洋科学のリテラシーの向上に貢献する活動を行っています。全国で44名の学会員が派遣講師として登録され、これまでに18件の出前授業が実施（または予定）されています。受講者は、小学生から中高校生、教員、一般市民までと幅広く、授業の内容も、学習指導要領（社会や理科、地学など）に沿ったものから最先端の海洋科学、情報科学までと様々です。2018年度に実施された出前授業の例として、受講者と一緒に海岸でマイクロプラスチックを採集し、海洋シミュレーションを用いてマイクロプラスチックがどこから漂着したのか、海の流れについて考察する体験授業や、進行する地球温暖化や海洋酸性化が海洋の生態系に与える影響について議論する市民講座などがあります。

また、2018年度より、日本科学協会が推進してきた科学に関する出前授業「Cubic Earth-もしも地球が立方体だったら」と連携し、立方体地球に関する出前授業も実施することになりました。この授業は、現実にはあり得ない立方体の地球を仮定して、地球環境の仕組みを考えることにより、私たちが現在住んでいる丸い地球の環境がどのように作られているか、理解を深めることを目的としています。海の分布が大気や海洋の変動を通して、生物やヒトの活動にどのような影響を与えるか、海の役割が十分に議論されています。2018年度には立方体地球に関する授業の依頼が2件あり、高校生だけでなく教員を対象とした出前授業も実施しました。
本発表では、これまで行ってきた海の出前授業や立方体地球に関する情報を共有し、より多くの学生や教員に海洋学の魅力を伝えることを目的としています。

キーワード：出前授業、海洋科学、立方体地球
Keywords: Visiting lectures, Marine Science, Cubic Earth

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

作図と三角関数で地球中心核を伝わる地震波を理解する
Understanding seismic waves propagating through the Earth's core graphically

*加藤 護[1]
*Mamoru Kato[1]

1. 京都大学大学院人間・環境学研究科
1. Graduate School of Human and Environmental Studies Kyoto University

高校地学では地球内部構造を地震波を用いて知ることができることを学ぶ。この中で地球中心核の発見が扱われ、シャドーゾーンなどの概念が扱われる。しかし地球深部を伝播する地震波の挙動を直感的に理解することは簡単ではなく、教えにくい話題の一つとも言える。

本発表では簡略化した地球速度構造モデルを用いて地球中心核が地震波伝播に与える影響を整理する。提案するのは三角関数を用いた図解法である。これは地震波形データを用いて地球に核があることを初めて提案したOldhamや内核の存在を示したLehmannが用いた方法に倣ったものである。高校地学では核の存在を地震学史と関連づけて教えることも多いが、この図解法を用いることでその関連を強くすることが可能となる。

発表では簡略化した地球速度構造モデルを用いて、中心核がある場合の走時曲線を図示と三角関数を用いて求める。その上で核の影響がどのように観測されるかのエッセンスを整理する。

キーワード：地球中心核、高校地学
Keywords: Earth's core, High School Earth Scieneces

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

超簡易型地震観測装置の開発と超高速設置例
Development of easy seismometer and fastest observations

*酒井 慎一[1]、松本 聡[2]、飯尾 能久[3]、加藤 愛太郎[1]
*Shin'ichi Sakai[1], Satoshi Matsumoto[2], Yoshihisa Iio[3], Aitaro Kato[1]

1. 東京大学地震研究所、2. 九州大学大学院理学研究院付属地震火山観測研究センター、3. 京都大学防災研究所
1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 2. Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Seiences, Kyushu University, 3. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

地震の研究は、地震を観測することから始まる。現在は、Hi-netやS-netのような基盤的地震観測網が日本全国に整備され、そのデータを用いて多くの研究がなされている。そのような状況の中で、さらに分解能を高めたり検知能力を高めたりするための多点稠密観測も必要である。そこで、簡単に利用できる超簡易型地震観測装置を開発した（新学術研究領域研究「地殻ダイナミクス（代表：飯尾能久）」）。2000年鳥取県西部地震の震源域周辺では、現在も余震活動が続いている。それらの規模は小さいものの多数の地震が発生しているため、稠密な観測（約1km間隔で1000点の観測）を行うことで、その断層面やすべり方向を高精度で推定することができる。その結果と、地質調査で明らかになった地表で見られる断層との対比から、断層帯の発達過程を研究してきた。

この観測装置の特徴の一つは、超低消費電力である。単一乾電池48本（DCB48）で1年間の観測が可能である。さらにSIMカードを利用することでデータ伝送も可能である。データ回収や電池交換等の必要がないため、山間部や離島等、立ち入りが困難な場所での長期連続観測が可能である。もうひとつの特徴は、設置と運用が簡単であることである。地面に刺すだけで設置可能な地震計（固有周波数は2Hzと4.5Hzの2種類）が接続されていて、パソコン等での面倒な設定の必要はなく、ディップスイッチだけで、収録を開始させることができる。そのため、特別な技術の習得の必要はなく、地元の方々と一緒に設置作業を行うことができた。

現在、この簡単に利用できる観測装置が1000台ある。簡単に設置できるため、準備も簡単で、すぐに現地に持っていくことが可能である。そのため、これまで以上に迅速な臨時観測に赴くことができるようになった。この3年間で、2016年熊本地震、2017年鳥取県中部地震、2018年島根県東部の地震、2018年大阪府北部の地震等において、臨時観測を行うことができた。なお、設置が易しいため、高校生たちの理科実習にも利用している。
この超簡易型地震観測装置と超高速観測の事例を紹介する。

キーワード：簡単設置、稠密地震観測、低消費電力
Keywords: easy installation, dence seismic observation, ultra-low power consumption

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

「校庭で穴掘り隊」と「教室でコア見せ隊」：理科地学領域の学校内での体験授業

Proposing an educationally supporting system, “rent a core” and “extract a core” service

*植木 岳雪[1]
*Takeyuki Ueki[1]

1. 千葉科学大学危機管理学部
1. Faculty of Risk and Crisis Management, Chiba Institute of Science

小中高等学校の理科地学領域では，観察，観測，調査，巡検などの野外自然体験学習が求められ，その有用性も明らかである．しかし，都市化，時間の制約，安全確保などの問題によって，野外自然体験学習の実施率は低い．そこで，野外自然体験学習の代替となる教育方法・教材として，ボーリングコアの活用を挙げる．研究者が学校に出向いて，さまざまな機材・方法で短いコアを採取する「校庭で穴掘り隊」と，標準ボーリングコアを学校に持ち込み，生徒に観察させる「教室でコア見せ隊」の2つのサービスを始めた．本発表では，いくつかの中学校と高校における授業実践と生徒による評価を報告する．

キーワード：ボーリングコア、授業、アクティブ　ラーニング、地学教育、野外観察授業の代替
Keywords: boring core, class, active learning, earth science education, substitution of field work

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

研究データの初等中等および高等教育への適用
Application of research data to junior high school, high school and university educations

*梅村 宜生[1]、田中 良昌[2,3]、阿部 修司[4]、齊藤 泰雄[3]、中野 慎也[5]、新堀 淳樹[1]、南山 泰之[3]
*Norio Umemura[1], Yoshimasa Tanaka[2,3], Shuji Abe[4], Yasuo Saito[3], Shin ya Nakano[5], Atsuki Shinbori[1], Yasuyuki Minamiyama[3]

1. 名古屋大学 宇宙地球環境研究所、2. 情報・システム研究機構 極域環境データサイエンスセンター、3. 国立極地研究所、4. 九州大学 国際宇宙天気科学・教育センター、5. 統計数理研究所
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. Polar Environment Data Science Center, Research Organization of Information and Systems, 3. National Institute of Polar Research, 4. International Center for Space Weather Science and Education, Kyushu University, 5. The Institute of Statistical Mathematics

Society5.0の実現に向けて内閣府が推進する情報活用能力の育成および数理人材・データ関連人材の育成計画に則して、情報・システム研究機構は、機構が推進するデータサイエンス事業の一環として、2020年度に、大学および研究機関の研究データを、初等中等および高等教育（大学・大学院、高専教育、専修学校）に提供する活動を開始する。

その試行として、名古屋大学と九州大学を含めた先行プロジェクトは、試験用プラットフォームを構築して、まず、機構下の国立極地研究所が保有する極域の観測および採取データ（気候・環境、地質、宇宙、生物データ等）を対象に、

・データ管理：研究データを定常的に提供するためのオンライン管理
・データ情報整備：データ基本情報と、どのようなことが分かるか、どのような場面での利用が効果的か等の付帯情報の付与、可視化結果の付与
・データ陳列：実際のデータ提供（発見、識別、選択、入手）
・データ変換：一般的なソフトウェアでも取扱可能とするためのフォーマット変更
・データ融合：データ間の関連性の導出

を進めている。特にデータ変換は、バイナリ形式など研究の都合で採用されることの多いデータフォーマットを普遍的なアスキー形式に変換して取扱いを容易にする仕組みであり、データ情報と合わせて、科学への接触機会を増やすものである。データ融合は、データ駆動（Data-Driven）をキーワードに、関連性の高いデータを計算機がリストアップする仕組みであり、研究および教育の現場にて、科学の本質であるメカニズム解明のための数理的追求活動を訴求するものである。

2020年度の本展開では、取り扱うデータを全分野・全大学へ拡大して、上述のプラットフォームを公開するとともに、例えば、出前授業の開催、教材への適用、課外・課題活動への導入提案、人材育成プログラムの開講など、教育現場と連携して人的プロモーションを開始する。ニーズとシーズの連携、ハードとソフトの両インフラにより、包括的な知識高度化システムを起動し、循環させ、初等中等および高等教育課程における人材の情報処理能力および情報活用能力の向上を目指すとともに、科学本質およびそのプロセッシングに接触する機会を増やして、高度情報化社会を牽引するための高度知見を備えた人材の輩出を目指す。

キーワード：Society5.0、初等中等教育、高等教育、人材育成、情報活用、データサイエンス
Keywords: Society5.0, elementary and secondary education, higher education, human resource development, information utilization, data science

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日本で先駆けとなった高等学校の探究活動における科学倫理教育
The Education of Scientific Ethics of Science Research in Senior High School, a Pioneer in Japan

*川勝 和哉[1]
*Kazuya Kawakatsu[1]

1. 兵庫県立西脇高等学校
1. Hyogo Prefectural Nishiwaki senior high school

１．はじめに～科学倫理教育を始めた原点

平成18年に課題研究の指導を始めてすぐに感じたのは、科学倫理観の育成教育の必要性であった。当時は、全国でもまだ実施されていなかった「科学倫理」を学校設定科目として、初めて開講した。教科書は、筆者自らが執筆した。たとえば、石棺に関する研究の過程でこのようなことがあった。勤務校の敷地内の古代の大王のための石棺の研究を論文にまとめる際に、石棺の大きさを実感として示す目的で、生徒が中に横たわった写真を撮影して掲載した。この論文を、JSEC（Japan Science and Engineering Challenge）に応募したところ、この写真が倫理的に問題であるとの指摘を受けた。その後STAP細胞問題が報道され、これを機に、科学者にとって重要な倫理観について社会的に議論が活発になった。2021年から実施される高等学校の新学習指導要領でも、新教科「理数探求」が設定される。ここでは、科学倫理についても一定の紙面が割かれることになっている。高等学校で課題研究などの探究活動が実施されている以上、研究倫理の教育は必須である。

２．具体的な指導内容と方法

科学者には、必要な適性や資質としての専門的知識や技能を学ぶことが求められるが、より広く社会人としても、科学に対する基本的な知識や倫理観が求められる。将来科学者や技術者になろうとする生徒はもちろんのこと、科学者や技術者を将来の職業としない生徒に対しても、社会で起こっている、あるいは起ころうとしているさまざまな問題について正しく判断することができる知識を身につけ、個人としての客観的な判断が可能になるような考察の訓練をしておく必要がある。

科学倫理の学習は、探求活動が本格的に始まる前から始め、探究活動が一通り終わるまで研究と平行して実施する。倫理の基礎を学習した後、４～５名程度のグループに分かれて、生徒自らが設定するテーマについてグループワークをおこなう。教員はできる限り口出しせず、生徒の自発的な議論を見守るようにする。倫理観は、生徒相互の議論と、そこからあらたに見いだされる問題の共有によって醸成されるものであり、教員が一方的に教え込むことができるようなものではない。このグループワークは、１年間に３回にわけて実施する。議論の結果は、第１回目は口頭発表、第２回目はポスター発表、第３回目は論文発表という形で公開する。論文は、生徒ごとの進路に応じたテーマで、ひとりひとりの生徒が書く。発表会はすべて、他校の教員や生徒、保護者や地域住民に公開している。また、生徒がまとめた論文は、生徒研究論文集としてまとめ、無償配布する。

科学倫理の授業は、複数の教員によるチームティーチングの形式で実施する。筆者を中心に、理科、数学科、公民科、情報科、国語科、英語科などと連携して進め、自然科学を日常生活や社会とのつながりの中でとらえ、教育内容から生徒に対するコメントまで、複数の異なる目でチェックしながら進める。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

３．科学倫理教育の成果と評価

科学倫理の教育が進むにつれて、生徒が報道を見聞きする姿勢が明らかに変化する。報道に対しても批判的な視点で見るようになり、複眼的視点で物事を判断するようになる。一方、教師の日ごろの言動にも変化がみられる。教師は、これまで何気なく発言していた内容や発言方法に注意を払うようになるなどし、明らかに教員自身の倫理観や人権意識が向上している。科学倫理のような科目は、評価の方法が難しい。毎時間のグループ研究にどのようにかかわったかとか、発表会での言動など、具体的な評価項目で総合的に評価する。

キーワード：探究活動、科学倫理、グループワーク、チームティーチング、複眼的視点
Keywords: Science Research, Scientific Ethics, Group Work, Team Teaching, Compound Eye Viewpoint

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 G (教育・アウトリーチ)：教育・アウトリーチ

2019年5月26日(日) 13:45 ~ 15:15 | 104 1F

[G-03] 小・中・高等学校，大学の地球惑星科学教育

コンビーナ:畠山 正恒(聖光学院中学高等学校)、座長:畠山 正恒(聖光学院)

いろいろな教育実践報告を通じて、初等中等教育の地球惑星科学教育を考えていきます。小・中・高等学校に出向いて実施されたアウトリーチ報告も歓迎致します。 また、大学学部の特に教養レベルの地球惑星科学教育について、現状の問題点や今後の展望も検討していきます。 皆様からの様々な提案を募集します。

13:45 ~ 14:00

[G03-06] **Improving Awareness of Marine Conservation and Sustainability among Taiwanese Middle School Students by Teaching Slow Fish Movement**

*Ya-Yin Liao[1]、Liang-Ting Tsai[2]、Ting-Kuang Yeh[3]、Cheng-Chieh Chang[1] (1.National Taiwan Ocean University Institute of Education 、2.Taiwan Marine Education Center、3.National Taiwan Normal University)

14:00 ~ 14:15

[G03-07] 最近の地震に関するスライド教材の試作 (2) －2019年1月3日熊本地方の地震(M5.1)の例と前試作からの改良－

*小林 励司[1] (1.鹿児島大学大学院理工学研究科)

14:15 ~ 14:30

[G03-08] 偏光顕微鏡観察の学習のためのWebアプリケーションの開発

*森里 文哉[1] (1.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)

14:30 ~ 14:45

[G03-09] 地形コレクションしませんか　　地理院地図３Ｄの使い方と楽しみ方

*小白井 亮一[1] (1.国土交通省国土地理院)

14:45 ~ 15:00

[G03-10] Bringing field- and laboratory work into the classroom by using online modules in the edX platform

*Alejandra Quintanilla-Terminel[1]、Matej Pec[1]、Oliver Jagoutz[1] (1.Massachusetts Institute of Technology)

15:00 ~ 15:15

Discussion

Improving Awareness of Marine Conservation and Sustainability among Taiwanese Middle School Students by Teaching Slow Fish Movement

*Ya-Yin Liao[1], Liang-Ting Tsai[2], Ting-Kuang Yeh[3], Cheng-Chieh Chang[1]

1. National Taiwan Ocean University Institute of Education , 2. Taiwan Marine Education Center, 3. National Taiwan Normal University

The ocean is the largest life support system on Earth. Through long-lasting evolution, an enriched variety of ocean specimens have been produced, thereby fulfilling human needs such as those of food, medicine, and marine recreation. Numerous marine products contain health-beneficial compounds; for example, oils obtained from multiple types of fish are enriched with Eicosapentaenoic acid (EPA) and Docosahexaenoic acid (DHA), which are beneficial to human eyes and brain development, respectively. Additionally, these components are immensely beneficial for controlling inflammation, lowering cholesterol, and replenishing calcium. Therefore, usage of marine products is closely related to the growth and development of the human body and regulation of its physiological functions; seafood is thus a key element of a healthy diet. However, human behavior and activities over the preceding ten years have posed the threat of damage to the health of ocean environments and productivity of marine resources. Hence, marine conservation and generating awareness of it is a pivotal task.

The study aimed at measuring the impacts of Slow Fish Movement curriculum on students’ marine purchasing and eating habits along with determining the changes in student’s understanding level regarding marine awareness and sustainability. For the same, a questionnaire designed for Slow Fish Movement (SFM) curriculum map with core values derived from Sustainable Development Goal 14 (SDG 14) in the United Nations, Slow Fish promotion in Italy, as well as Principles for Seafood Consumption Recommended by Taiwan Seafood Guide. The study objects were seventh and eighth-grade students of Er-Xin Middle School in Keelung city. The experiment lasted for three weeks. The experimental group contained 1,007 students and compared their performance difference with pre-test & post-test. Of the 1,070 questionnaires distributed, Invalid questionnaires were 63 and thus eliminated—resulting in 1,007 valid responses, the overall response rate was 94.11%. Before the SFM course, a pre-test was conducted to understand students' original knowledge, attitudes and behaviors in life about marine conservation and sustainability. After SFM course for three weeks, a post-test was conducted to understand if students improve understanding levels on ocean conservation and sustainability. After retrieval and sorting of the responses, the statistics software SPSS 20.0 for Windows was used to calculate the mean and standard deviation and conduct paired sample *t*-test. The result revealed:
The most common consumption seafood by mistake in Taiwan Seafood Guide “SAY NO” criterion is Cuttlefish which usually caught by methods that destroy marine habitats. Slow fish movement curriculum map significantly impacted students’ judgments on selection environment-friendly of seafood consumption ($t = -46.229$, $p < .001$) After taking the course of Slow Fish Movement that students exhibited significantly increased understanding of marine conservation and sustainability ($t = -19.064$, $p < .001$).

Sustainable development is the core target of Global growth. Teaching SFM curriculum map to promote awareness of environmentally friendly seafood-purchasing methods can enable consumers to eat more

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

healthily and ocean ecology to be protected, thereby helping ocean ecology to recover its bioenergy.

Keywords: Slow Fish Movement, Sustainability, Marine Conservation, Taiwan Seafood Guide, Sustainable Development Goals (SDGs)

Keywords: Slow Fish Movement, Sustainability, Marine Conservation, Taiwan Seafood Guide, Sustainable Development Goals (SDGs),

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

最近の地震に関するスライド教材の試作 (2) －2019年1月3日熊本地方の地震(M5.1)の例と前試作からの改良－
Prototyping of the teachable moment presetation for recent earthquakes in Japan (2) ---The case of the 3 January 2019 Kumamoto earthquake (M5.1) on and improvement from the previous prototype---

*小林 励司[1]
*Reiji Kobayashi[1]

1. 鹿児島大学大学院理工学研究科
1. Graduate School of Science and Engineering, Kagoshima University

理科教材として時事的なものを扱うことがある。これは、授業内容と世間で話題になっていることとのつながりを学生に知ってもらうことで、授業内容に関心を持ってもらい、理解を深めてもらうことを目的としている。

アメリカの Incorporated Research Institutes for Seismology (IRIS)が、最近の地震についてteachable momentのスライド教材を公開している。Teachable moments とは、「教える好機」と訳すことができる。しばしば私の講義でこのスライド教材を利用している。しかし、日本で発生した地震のうち、日本で大きく報道される地震でも、IRISのスライド教材が作られないことがある。そこで日本版のスライド教材を開発することにした。IRIS 版の作成方針を基に日本版の作成方針を検討し、以下の通りとした。

・ 日本で地学を学ぶ高校生や大学生を対象とする
・ 日本で発生した、新聞 1 面に掲載されそうな地震を取り上げる
・ スライドの分量は、10 分前後で説明できるぐらいにする
・ 掲載情報は、地震の震源、マグニチュード、震度分布、被害の概要、面的な推定震度分布と震度遭遇人口、テクトニックな背景と過去の地震活動、震源メカニズム解、余震分布、地震波形、地震の特徴に応じた情報、とする
・ 地震発生から 12 時間以内の公開を目標にする
・ 作成時間は 1～2 時間程度とし、そのためあらかじめ 8～9 割雛形を決めておく
・ 教室でそのまま使え、カスタマイズ可能にする
・ 多くの人がアクセス可能な情報のみにし、出典を明記する
・ 個人の見解を控え、多くの地震学者が同意しそうな内容とする

以上の作成方針に基づき、2018 年北海道胆振東部地震について、試作を行い、暫定的なウェブページで公開した (http://reijikan.my.coocan.jp/RETMJ/retmj-index.html) （小林, 2018a, b）。小林 (2018b) では今後の検討課題としては、作成方針や掲載情報の継続的な見直し、作成体制の強化、を挙げた。

2019年1月4日熊本地方の地震 (M5.1) が発生し、最大震度6弱を記録した。この地震についても試作を行った。最初の試作から、断層面の幾何の表現を変更し、またおおよそのスケールが分かるようにした。また、防災科学技術研究所 Hi-net で提供されている地震波伝播のアニメーションも掲載することにした。

このような教材開発は、他の自然現象、例えば火山噴火等、へ応用されることも期待される。また、これによって、地学を学ぶ生徒・学生が増えることを期待する。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

参考文献
小林励司 (2018a): 最近の地震に関するスライド教材の試作ー2018年9月6日北海道胆振地方中東部の地震を例にー, 日本地震学会2018年秋季大会, S25-P27. （緊急セッション「S25. 2018 年 9 月 6 日北海道胆振地方中東部の地震」のため要旨なし）
小林励司 (2018b): 日本で発生した最近の地震に関するスライド教材の開発, 鹿児島大学理学部紀要, 51, 43-51.

キーワード：teachable moment、2019年1月3日熊本地方の地震
Keywords: teachable moment, the 3 January 2019 Kumamoto earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

偏光顕微鏡観察の学習のためのWebアプリケーションの開発
Development of web application for polarizing microscope observation

*森里 文哉[1]
*Fumitoshi Morisato[1]

1. 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻
1. Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, The University of Tokyo

地学教育を通じて科学的な自然観を養うために，実際の自然現象や天然の試料を扱うことは必要不可欠である。しかしその目的達成の補助や普及の観点から，誰でも，いつでも，どこでも利用可能な良質な地学教材もまた必要であると考える。

例えば岩石や鉱物は多様な産状を示すため，それらの鑑定方法を習得するためには，複数の試料を比較しながら観察することが必要である。その中でも，偏光顕微鏡を用いた鑑定に関しては，特に自学自習において，顕微鏡や薄片試料の準備にかかる費用と手間が障壁となりえる。今回演者はその解決のため，偏光顕微鏡による岩石・鉱物の観察をインタラクティブに体験できるWebアプリケーション “SCOPin rock” (URL: https://microscope.fumipo-theta.com) を開発した。現段階ではサンプルの選択，視野の回転と拡大，オープンニコルとクロスニコルの切り替え，および可変スケールの表示を実装している。

偏光顕微鏡シミュレータとしての本アプリケーション独自の試みは，スマートフォンやタブレットを含む様々な端末への対応と，データ転送量の削減である。まず，本アプリケーションは，モダンブラウザ (Google Chrome, Safari, Microsoft Edge 等) がインストールされていれば端末を選ばず利用可能であり，端末のスクリーンサイズに合わせて最適なレイアウトで表示されるようになっている。また，視野画像のスムーズな回転を維持しつつ，オープンニコルとクロスニコルを合わせて１試料に必要な画像は１２~２４枚に抑えている。その結果，1280×1280 pxのJPEG画像を用いる場合のデータサイズは2~3.5MB程度で，かつサーバへのリクエスト回数が１回で済むよう工夫している。

このアプリケーションに対し, 次のようなユースケースを想定している。

１．授業において，教員はプロジェクタがあれば偏光顕微鏡写真をスクリーンに映し出すことができる。

２．授業において，生徒は全員同じ薄片写真を手元で確認し，操作することができる。

３．地質巡検において，案内時に岩石薄片写真を共有することができる。

今後は，ユーザーによる偏光顕微鏡画像データのアップロード機能の公開や，画像データのプライベートリポジトリ作成機能の提供を通じ，コンテンツの拡充や様々なユースケースへの対応を実現したい。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：偏光顕微鏡、Webアプリケーション、地学教材
Keywords: polarizing microscope, Web application, teaching materials

Link to SCOPin rock



https://microscope.fumipo-theta.com

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地形コレクションしませんか　地理院地図３Ｄの使い方と楽しみ方
Usage and Utilization of 3D display function on GSI Maps

*小白井 亮一[1]
*Ryoichi Kojiroi[1]

1. 国土交通省国土地理院
1. Geospatial Information Authority of Japan

国土地理院のウエッブ地図システム「地理院地図」は、３Ｄ表示機能(以下、地理院地図３Ｄ)を有し、いろいろな地形をビジュアルに把握することができる。また、地理院地図３Ｄはインターネットのブラウザのみで使え、スマートフォンにも対応している。このため、高校(場合によっては大学)の地学や地理における、教材作成ツールとしての活用が期待される。その一方で、地理院地図をほとんど知らない、あるいは使っていないという教育関係者も多いと聞く。このような関係者には、まず地理院地図３Ｄでバーチャルな地形を楽しみ、３Ｄ表示のストックを増やし、そして教材作成につなげていくといった利用の仕方を提案したい。

発表では最初に、地理院地図３Ｄの使い方に触れる。説明を聞きながら、その場でスマホを操作し３Ｄ機能が使えるように紹介したい。
発表の後半においては、３Ｄ表示した地形について、いくつかの事例を紹介する。この際、実際の地形写真と見比べて、３Ｄ表示の有用性などを検討したい。また、主題図を重ねた３Ｄ表示が地形への理解を深めてくれることについても説明する。さらに、地理院地図を使った資料作成における勘どころのようなものにも触れる。紹介する事例としては、火山地形、組織地形、段丘地形、断層地形などを対象に、できるだけ多くのものを取り上げる。

地理院地図は、いろいろな地形をいろいろに表現することが可能であり、また機能や情報なども随時追加されている。今後とも地球惑星科学教育に役立ちそうな事例を追求していきたい。

キーワード：地理院地図、地形、3D表示、地学教育、教材
Keywords: GSI Maps, topography, 3D, Geoscience education, teaching materials

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Bringing field- and laboratory work into the classroom by using online modules in the edX platform

*Alejandra Quintanilla-Terminel[1], Matej Pec[1], Oliver Jagoutz[1]

1. Massachusetts Institute of Technology

We present two projects that aim at enhancing geoscience education in the classroom through the use of online modules in the edX platform. “Deform the earth” and “Virtual field trip” are two online modules that the department of Earth, Planetary, and Atmospheric sciences is developing in collaboration with MITx . These two modules will be used residentially at MIT, and by being freely accessible through the edX platform, also aim at expanding access to geoscience education worldwide. Each module addresses different challenges in geoscience education. How to teach laboratory skills in the classroom, particularly in a field that is both dangerous and difficult to access? How to teach field skills in a dynamic and effective way and how to make sure the students make the most out of their field experience?

Experimental rock deformation studies allow us to acquire data by measuring mechanical properties of rocks and minerals under a broad range of conditions. This data is essential for geodynamical models and tectonic interpretations. However, because the experimental protocols are difficult to explain in a classroom, and only few rock deformation laboratories exist world-wide, students overlook this component of Earth Sciences and often lack the knowledge to critically evaluate experimental results. Through “Deform the Earth” we want to introduce students to experimental rock deformation. An online module will allow us to both build and assess an experimentalist skill-set without ever needing to enter a real laboratory. The module is built on how-to videos explaining each step in the experimental procedure and analytical explanations of the data analysis. This module will allow us to experiment on ideal methods on how to teach a skill-set by scaffolding the experience for students. In addition, we plan to use pre- and post-testing to find out the most common misconceptions and worked and faded examples to teach how to interpret experimental data. The module will be freely accessible online and could be used by teaching institutions that do not have access to experimental rock deformation facilities.

An essential part of the geology training is learning how to make reliable field observations. This skill, however, is extremely difficult to teach in a traditional classroom setting. It is usually taught through field trips and it is a fundamental part of the curriculum that motivates and excites students into pursuing further studies in geology and earth sciences in general. In introductory classes, students are still learning to distinguish important characteristics in outcrops and may not be able to make important connections during the field trip. “Virtual field trip” aims at recreating the learning experience of the Introduction to geology class in the edX platform. It will be used residentially to provide the students access to the information learned in the field at different stages of the semester-long class, and allow them to consolidate their learning by strengthening connections between concepts they learned in the field and in the classroom. We plan to use pre- and post-testing and compare them with previous runs of the class that did not have access to the online module in order to evaluate its effectivity. The broader audience will benefit from a curated field experience that can be replicated by going to the sites.

Keywords: online learning, field trip, laboratory skills, blended learning

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_9

[M-IS01] Environmental, socio-economic and climatic changes in Northern Eurasia

コンビーナ:Groisman Pavel(NC State University Research Scholar at NOAA National Centers for Environmental Information, Asheville, North Carolina, USA)、Shamil Maksyutov(National Institute for Environmental Studies)、Evgeny P Gordov(Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS)、Dmitry A Streletskiy(George Washington University)

We invite presentations on the biogeochemical cycles, the surface energy budget and water cycle, and climate and ecosystem interactions in Northern Eurasia (land-cover and land-use change, atmospheric aerosols, soil, and permafrost changes that affect and are being affected by climate and ecosystem change), human dimension, and tools to address the Northern Eurasia studies. In environmental studies, our Session foci are on the carbon cycle of Northern Eurasia and on the permafrost changes in Siberia, Asian Mountains, and the Arctic coastal regions.
In the regional water cycle studies, our Session foci are on the changing distribution of precipitation intensity, frequency, especially, in the cold/shoulder season transition periods when surface air temperature is close to 0 deg.C, and on the pattern and seasonal cycle changes of runoff.
In the human dimension studies, our Session foci are on assessments of impact of the ongoing environmental changes in Northern Eurasia on the human well-being and on mitigation strategies development in response to harmful consequences of these changes
The particular foci of this Session will be the studies of changes that impacts regional sustainable development in the Dry Latitudinal Belt of Northern Eurasia that expands through the continent from Pannonian Steppes in the west to the drylands of northern China in the east.
We invite also early career scientists associated with (or interested in) the Northern Eurasia Earth Science Partnership Initiative and its continuation, Northern Eurasia Future Initiative (http://nefi-neespi.org/NEFI-WhitePaper.pdf).

Conveners:
Pavel Groisman, NC State University, USA (pasha.groisman@noaa.gov)
Shamil Maksyutov, National Institute for Environmental JAPAN (shamil@nies.go.jp)
Evgeny Gordov, Siberian Center for Environmental Research and Training, RUSSIA (gordov@scert.ru)
Yizhao Chen, Nanjing Forestry University, CHINA (chenyzvest@gmail.com)

[MIS01-P01] Effects of clear-cutting on carbon dioxide fluxes in a boreal forest ecosystem - results of numerical experiments with a three-dimensional turbulent exchange model

Yulia Mukhartova[3]、Maria Dyachenko[3]、Polina Mangura[3]、Alexander Krupenko[3]、*Alexander Olchev[1,2] (1.Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University、2.A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences、3.Faculty of Physics, Lomonosov Moscow State University)

[MIS01-P02] Retrieving the forest species composition from remote sensing data using a three-dimensional radiative transfer model

*Alexander Olchev[1,2]、Natalia Levashova[3]、Dmitry Lukyanenko[3] (1.Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University 、2.Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Science、3.Faculty of Physics, Lomonosov Moscow State University)

[MIS01-P03] Satellite-derived Burned Area for Siberia (1979 – 2000)

*Soja Amber[1]、Stocks Brian[2]、Potter Stefano[3]、Rogers Brendan[3]、Cahoon Donald[4]、Jurko Natasha[5]、Conard Susan[6]、deGroot William 'Bill'[5]、Tchebakova Nadezhda[7] (1.National Iinstitute of Aerospace / NASA Langley Research Center、2.B.J. Stocks Wildfire Investigations Ltd.、3.Woods Hole Research Center 、4.Terra Systems Research、5.Canadian Forest Service/Service canadien des forêts、6.George Mason University,Fairfax, VA、7.Sukachev Institute of Forestry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences)

[MIS01-P04] Analysis and prediction of hazardous hydrometeorological phenomena in the coastal areas of the Arctic

*Irina Repina[1,2] (1.A.M.Obukhov Institute of Atmospheric Physics RAS、2.Lomonosov Moscow State University)

[MIS01-P05] **Recent baric and climatic conditions over East Europe with a focus on Belarus**

*Irina Danilovich[1]、Vladimir Loginov[1]、Pavel Groisman[2] (1. Institute for Nature Management National Academy of Science, Minsk, Belarus、2. NC State University at NOAA National Centers for Environmental Information, Asheville, USA)

[MIS01-P06] **Assessment of climatic and environmental conditions along the track of projected Kyzyl-Kuragino railway line (the Western Sayan Mountains)**

★Invited Papers

*Aleksandra Alekseevna Mikheeva[1]、Margarita Syromyatina[1]、Yurii Kurochkin[1] (1.Institute of Earth Sciences, Saint Petersburg State University, Russia)

[MIS01-P07] **Assessment of interlinkages among industrialization, climate change, and forest fire activity: Thematic study of the Republic of Sakha (Yakutia), Russia**

*Kiunnei Kirillina[1]、Wanglin Yan[1] (1.Graduate School of Media and Governance, Keio University SFC)

[MIS01-P08] 北日本の冬季日降水量の定量評価

*増田 南波[1]、谷田貝 亜紀代[1]、仲江川 敏之[2]、上口 賢治[3] (1.弘前大学大学院理工学研究科、2.気象庁気象研究所、3.気象庁)

[MIS01-P09] Seasonal variation of wetland carbon dioxide and methane fluxes measured by automatic chambers at the Bakchar bog, West Siberia

*Shamil Maksyutov[1]、Alexandre Fofonov[2]、Denis Davydov[2]、Oleg Krasnov[2]、Tadanobu Nakayama[1]、Mikhail Glagolev[3] (1.National Institute for Environmental Studies、2.V.E. Zuev Institute of Atmospheric Optics、3.M.V. Lomonosov Moscow State University)

[MIS01-P10] Climatic distances between origin and labor locations for migrants in a changing climate in Siberia by the end of the 21st century

*Elena I. Parfenova[1]、Nadezhda M. Tchebakova[1] (1.V.N.Sukachev Institute of Forest SB RAS, FRC SB RAS)

Effects of clear-cutting on carbon dioxide fluxes in a boreal forest ecosystem - results of numerical experiments with a three-dimensional turbulent exchange model

Yulia Mukhartova[3], Maria Dyachenko[3], Polina Mangura[3], Alexander Krupenko[3], *Alexander Olchev[1,2]

1. Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University, 2. A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences, 3. Faculty of Physics, Lomonosov Moscow State University

To estimate the possible effects of clear-cutting on the air flow disturbances within the atmospheric surface layer as well as on the spatial patterns of vertical carbon dioxide (CO2) fluxes and horizontal advection terms within and around the clear-cut area a process-based three-dimensional (3D) hydrodynamic momentum, energy and CO2 exchange model was developed. Clear-cutting is one of the most widespread logging practice, which can substantially transform the energy, water vapor and CO2 exchange between forest ecosystems and atmosphere and affect the climate system at multiple scales. Developed 3D hydrodynamic model is based on a 1.5-order closure scheme and uses a system of averaged Navier-Stokes and continuity equations for the mean wind speed components, as well as the reaction-advection-diffusion equation for CO2 transfer within the atmospheric surface layer (Mukhartova et al. 2015). The model applies Reynolds's decomposition and expresses the wind speed and concentrations of CO2 as sums of their mean values and deviations. The 1.5-closure scheme assumes that the turbulent fluxes can be expressed using the turbulent exchange coefficients (that depend on turbulent kinetic energy and its dissipation rate) and the gradients of corresponding functions (wind speed components and CO2 concentrations).
The clear-cut area selected for the study is situated in the south-western part of Valdai Hills in European Russia. The area of the clear-cut is about 4.5 ha and it is surrounded by a mixed forest stand represented mainly by Norway spruce, White birch and Eurasian aspen species with tree heights ranged between 18 and 22 m (Mamkin et al. 2016, 2019). The vegetation at the clear-cut area is mainly represented by herbaceous species and a small number of juvenile aspen trees.
Results of numerical experiments with the developed 3D model showed that clear-cutting has significant effect on spatial distributions of wind speed components as well as atmospheric momentum and CO2 fluxes. Spatial flux heterogeneity is also enhanced by complex shape of the clear-cut boundary. The largest effect of the clear-cut on the air flows is mainly appeared along the windward forest edge whereas at the leeward forest edge this effect is less pronounced. The leeward part of the clear-cut is characterized by prevailed downward air flows (with negative values of vertical wind component) whereas the upward air flows (with prevailed positive values of vertical wind component) are appeared at its windward part. It is very important to point out that the horizontal gradients of vertical and horizontal wind velocities at the lowest part of the atmospheric surface layer (up to the height 3-4 m above the ground surface) as well as horizontal turbulent and non-turbulent CO2 advection terms in the central part of the clear-cut is relatively small that can be used as important criteria indicating sufficient reestablishing of the air flow in this part of the clear-cut after its disturbance at the leeward forest edge.

Reference

Mamkin V., Kurbatova J., Avilov V., Mukhartova Yu, Krupenko A., Ivanov D., Levashova N., Olchev A. Changes in net ecosystem exchange of CO2, latent and sensible heat fluxes in a recently clear-cut spruce forest in western Russia: results from an experimental and modeling analysis. 2016. Environmental

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Research Letters. 11(12). 125012
Mamkin V., Kurbatova J., Avilov V., Ivanov D., Kuricheva O., Varlagin A., Yaseneva I., Olchev A. 2019 Energy and CO2 exchange in an undisturbed spruce forest and clear-cut in the Southern Taiga. Agricultural and Forest Meteorology, 265, 252-268
Mukhartova Yu. V., Levashova N. T., Olchev A. V., Shapkina N. E. 2015 Application of a 2D model for describing the turbulent transfer of CO2 in a spatially heterogeneous vegetation cover. Moscow University Physics Bulletin 70(1), 14-21

Keywords: turbulent exchange model, clear-cut, momentum fluxes, CO2 fluxes

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Retrieving the forest species composition from remote sensing data using a three-dimensional radiative transfer model

*Alexander Olchev[1,2], Natalia Levashova[3], Dmitry Lukyanenko[3]

1. Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University , 2. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Science, 3. Faculty of Physics, Lomonosov Moscow State University

A three-dimensional model was developed to derive the reflection, absorption and transmission of photosynthetically active radiation (PAR) by a non-uniform forest canopy with a multi-species structure (Levashova et al., 2018). The model algorithm describing solar radiation transfer through a forest canopy considers direct and diffuse radiation penetrating through gaps in the canopy, transmitted by leaves and reflected from leaves, bark and soil surface. To estimate the canopy the reflection, absorption and transmission the model uses external data about 3D structure of each tree species in the forest stand, about the spectral properties of photosynthesizing and non-photosynthesizing parts of the different trees species, and about spectral reflectance of soil surface. Moreover it uses also information about incoming solar radiation, sun elevation, the ratio of incoming direct and diffuse solar radiation, and surface topography. The model is based on steady-state transport equations initially suggested by Ross (Ross, 1981) and further developed and described by Myneni and Knyazikhin (Myneni et al., 1990; Knyazikhin et al., 2005). Calculation of the direct solar radiation fluxes within the canopy is based on estimation of the probability that a ray of light passing through the foliage reaches a given location within the canopy without interception. Diffuse solar radiation is calculated taking into account both diffuse solar radiation from the sky penetrating through foliage gaps and direct and diffuse radiation scattered by canopy foliage and woody components. The numerical scheme for solving the integro-differential equations is based on the discrete ordinates method.

The model was used to describe the spatial patterns of solar radiation reflection and transmission by non-uniform mixed forest canopy and to develop an algorithm that allows to retrieve the proportion of different tree species in a mixed forest stand from measured canopy reflection coefficients for blue, green, red and near-infrared spectral bands (obtained from e.g. the Landsat satellite imagery). This approach allowed us to quantify the proportion of different tree species (both coniferous and deciduous) in a forest stand in case if their spectral reflection properties of the leaves are not the same. The accuracy of assessing the proportion of vegetation species using this method depended on the number of reflection measurements under various solar conditions (e.g. different sun elevations) that can reached by several measurements during the growing seasons. An increase of the input data volume (determined by the number of the measurements) resulted in higher accuracies for prediction of the proportions of different tree species.

References

Knyazikhin Y., Marshak A., Myneni R.B. Three dimensional radiative transfer in vegetation canopies. In: Three Dimensional Radiative Transfer in the Cloudy Atmosphere, Marshak, A., Davis, A.B., Eds., Springer Verlag: Berlin, Heidelberg, 2005, 617-652.

Levashova N., Lukyanenko D., Mukhartova Y., Olchev A. Application of a three-dimensional radiative transfer model to retrieve the species composition of a mixed forest stand from canopy reflected radiation. Remote Sensing, 2018, 10 (10), 1661.

Myneni R.B., Asrar G., Gerstl S.A.W. Radiative transfer in three dimensional leaf canopies. Transport Theory and Statistical Physics, 1990, 19, 205–250.

Ross J. The radiation regime and architecture of plant stands; Dr. W. Junk Publishers: The Hague,

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Netherlands, 1981, 390 p.

Keywords: radiative transfer, three-dimensional model, mixed forest, canopy reflection, inverse problem

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Satellite-derived Burned Area for Siberia (1979 –2000)
Satellite-derived Burned Area for Siberia (1979 –2000)

*Soja Jeanine Amber[1]、Stocks Brian[2]、Potter Stefano[3]、Rogers Brendan[3]、Cahoon Donald[4]、Jurko Natasha[5]、Conard Susan[6]、deGroot William 'Bill'[5]、Tchebakova Nadezhda[7]
*Amber Jeanine Soja[1], Brian J. Stocks[2], Stefano Potter[3], Brendan Rogers[3], Donald R. Cahoon[4], Natasha Jurko[5], Susan G. Conard[6], William 'Bill' deGroot[5], Nadezhda Tchebakova[7]

1. National Iinstitute of Aerospace / NASA Langley Research Center、2. B.J. Stocks Wildfire Investigations Ltd.、3. Woods Hole Research Center 、4. Terra Systems Research、5. Canadian Forest Service/Service canadien des forêts、6. George Mason University,Fairfax, VA、7. Sukachev Institute of Forestry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
1. National Iinstitute of Aerospace / NASA Langley Research Center, 2. B.J. Stocks Wildfire Investigations Ltd., 3. Woods Hole Research Center , 4. Terra Systems Research, 5. Canadian Forest Service/Service canadien des forêts, 6. George Mason University,Fairfax, VA, 7. Sukachev Institute of Forestry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

Siberia is a distinct and crucial region because it has the physical size necessary to effect regional and global climate. The circumboreal zone contains the largest stock of terrestrial carbon on Earth, and Russia holds roughly two-thirds of that carbon pool. Fire is the primary natural disturbance in boreal forest, which acts to cycle carbon and maintain ecosystem diversity in sync with the climate. Under current climate change scenarios, the Russian boreal is expected to experience temperature increases that exceed the global mean. We have developed a long-term burned area database that will enable novel analyses on the multi-decadal time scale that is ultimately required for robust assessments, including those focused on carbon cycling, fire emissions, and importantly the links between fire regimes, fire weather, ecosystems, and climate.

In this presentation, we present a long-term burned area database that has been developed using Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) Global Area Coverage (GAC) data from 1979-2000. Burned area has been verified using Total Ozone Mapping Spectrometer data and validated using available Landsat imagery (160 scenes thus far representing 5.6 Mha of burned area, 219 fire events, and 11% of the total area burned in the AVHRR database). Visually the burned scar data compare well. Validation is in ongoing, though initial analyses show an intersection of 42% with commission and omission errors of 31% and 25%, respectively. Most commission and omission errors are related to spatial inconsistencies using imagery with significantly different spatial resolutions. Of the fire events missed by AVHRR (i.e., omissions), 86% are related to fires <10,000 ha (~ 6 AVHRR pixels) and 44% are related to fires <3,000ha (~ 2 AVHRR pixels). Total burned area compares well, with the AVHRR database under-representing burned area by 10% compared to the Landsat data analyzed. Correlation in burned scar area between the AVHRR and Landsat data is 0.98 for all fires and 0.68 for fires that are < 0.1 Mha.

キーワード：Wildland Fire、Remote Sensing、Biomass Burning、Russia
Keywords: Wildland Fire, Remote Sensing, Biomass Burning, Russia

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Analysis and prediction of hazardous hydrometeorological phenomena in the coastal areas of the Arctic

*Irina Repina[1,2]

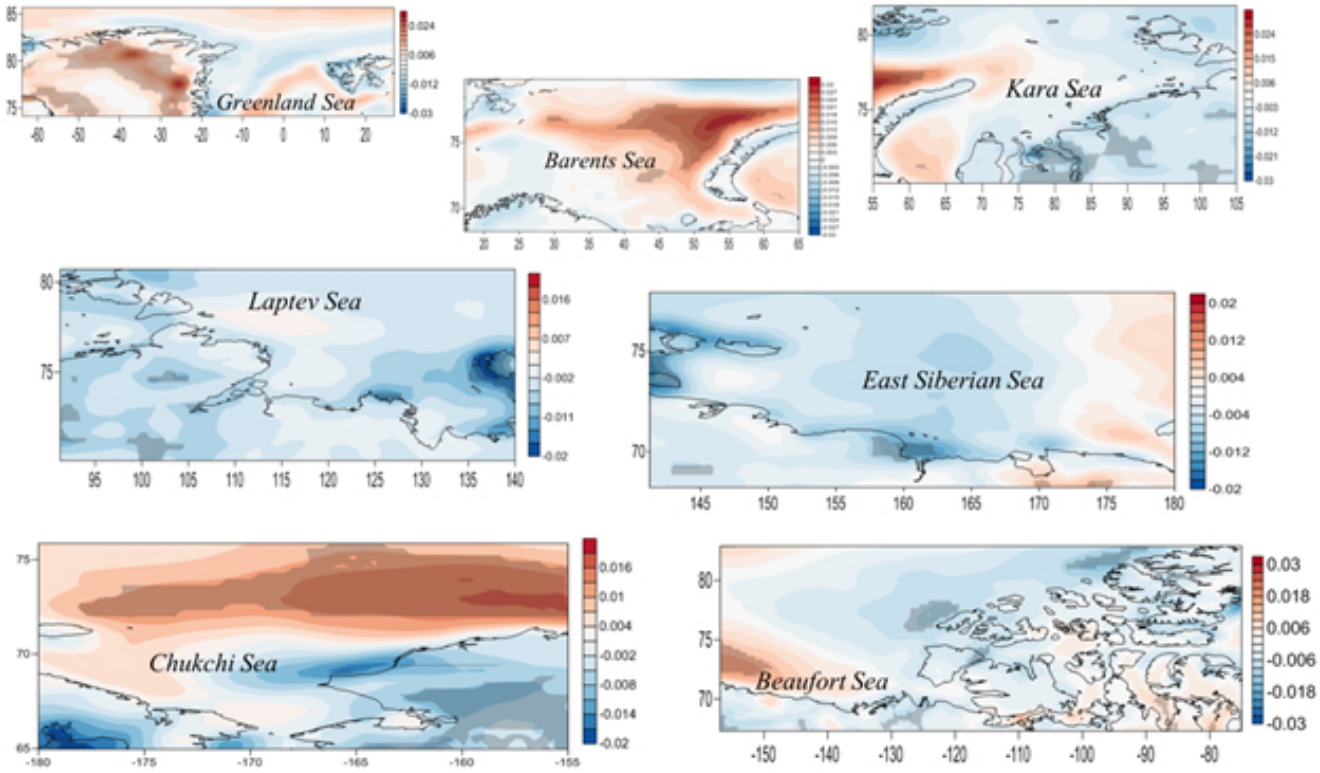
1. A.M.Obukhov Institute of Atmospheric Physics RAS, 2. Lomonosov Moscow State University

Currently, the Arctic is attracting increased attention not only as a region with the most noticeable climate change, but also as a world mineral storage, whose development prospects are being actively discussed. For Russia, which owns the bulk of the Arctic shelf, the Arctic is also a promising trade and transport artery, as in recent decades new opportunities for using the Northern Sea Route have been discovered. But climate change can lead to less favorable consequences. The increase in the ice-free sea surface enhances the role of wind waves in the Arctic basin, which threatens platforms for the extraction of hydrocarbons on the continental shelf, vessels navigating the Northern Sea Route or its sections, as well as onshore structures, including by increasing the rate of erosion shore. Reducing the duration of the ice season activates the dynamics of ice, increasing its hummocking, and, as a result, the effect of drifting formations drifting to the ice in the ice fields increases. The development of important economic sectors in the difficult climatic conditions of the Arctic is impossible without the development of reliable systems for forecasting regional changes in weather and climate. The main objective of the work is to analyze changes in wind-wave conditions and mesoscale atmospheric processes in the coastal regions of the Russian Arctic in recent decades and forecast their dynamics under conditions of a decrease in the ice extent of the Arctic Ocean. Unique archives of satellite and hydrometeorological data, reanalysis data, climatic, regional and wind-wave models are used. The main goal of the work is to improve the accuracy of regional forecasts of hazardous hydrometeorological phenomena in the polar regions based on the development of integrated monitoring technology for mesoscale atmospheric processes in the coastal zones of the Arctic seas of the Russian Federation based on a joint analysis of ground and satellite observations and mathematical modeling results. Most of the work's tasks - namely, the development of forecasting systems for leeward storms, mesoscale cyclones, assessment of the risks of their occurrence in the context of modern climate changes, are being solved for the first time.Currently, the Arctic is attracting increased attention not only as a region with the most noticeable climate change, but also as a world mineral storage, whose development prospects are being actively discussed. For Russia, which owns the bulk of the Arctic shelf, the Arctic is also a promising trade and transport artery, as in recent decades new opportunities for using the Northern Sea Route have been discovered.
But climate change can lead to less favorable consequences. The increase in the ice-free sea surface enhances the role of wind waves in the Arctic basin, which threatens platforms for the extraction of hydrocarbons on the continental shelf, vessels navigating the Northern Sea Route or its sections, as well as onshore structures, including by increasing the rate of erosion shore. Reducing the duration of the ice season activates the dynamics of ice, increasing its hummocking, and, as a result, the effect of drifting formations drifting to the ice in the ice fields increases. The development of important economic sectors in the difficult climatic conditions of the Arctic is impossible without the development of reliable systems for forecasting regional changes in weather and climate. The main objective of the work is to analyze changes in wind-wave conditions and mesoscale atmospheric processes in the coastal regions of the Russian Arctic in recent decades and forecast their dynamics under conditions of a decrease in the ice extent of the Arctic Ocean. Unique archives of satellite and hydrometeorological data, reanalysis data, climatic, regional and wind-wave models are used. The main goal of the work is to improve the accuracy of regional forecasts of hazardous hydrometeorological phenomena in the polar regions based on the development of integrated monitoring technology for mesoscale atmospheric processes in the coastal

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

zones of the Arctic seas of the Russian Federation based on a joint analysis of ground and satellite observations and mathematical modeling results. Most of the work's tasks - namely, the development of forecasting systems for leeward storms, mesoscale cyclones, assessment of the risks of their occurrence in the context of modern climate changes, are being solved for the first time.
The figure shows the linear trend of the average for December-February wind speed (m / s / year) in different regions of the Arctic according to the CFSR data from 1979 to 2017. Gray indicates significant trends.

Keywords: Arctic climate, wind-wave-ice interaction, polar low



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Recent baric and climatic conditions over East Europe with a focus on Belarus

*Irina Danilovich[1], Vladimir Loginov[1], Pavel Groisman[2]

1. Institute for Nature Management National Academy of Science, Minsk, Belarus, 2. NC State University at NOAA National Centers for Environmental Information, Asheville, USA

The global and regional climate changes are the object of intent monitoring and research works. The results of climatic investigations are highly demanded and taken into account in projecting of any kinds of economic and social activities. At the same time the reasons of climate changes still remain as a point of scientific discussion. Despite the heightened attention to the anthropogenic contribution to the climate change, the natural factors still lead in the climatic system fluctuations. In this connection the aim of the present study is an analysis of current peculiarities of the atmospheric circulation as a main natural climatic driver, estimation of the prevailing cyclonic passes over East Europe region and its climatology.

The hypothesis of the research work is that climatic changes observed in the study region in the recent decades (increase of air temperature, especially in winter season, regional changes of the moistening pattern, number and spatial distribution of extreme events) are caused by changes in the frequency of cyclones of different origin which led to various hydrometeorological conditions on their passes. According to the pattern of cyclones movement over the Atlantic-European region, we analyzed cyclonic activity by approaching cyclone selection in groups by their origin: (a) cyclones originated in the North Atlantic and sampled by two sub-groups: the West (with zonal west-east pass from Atlantic to the continent) and the Scandinavian (with meridian pass from the Scandinavia to the south); (b) cyclones that originate in the Mediterranean Sea, the Balkan Peninsula, and the Black Sea and are moving in the northward direction. The frequency of occurrence, radius, duration, and atmospheric pressure in the cyclone center (cyclone depth) have been studied for all types of cyclones.

The input information for the study is presented as two data-sets of cyclone tracks derived with the algorithms developed by different groups of authors: (1) the P.P. Shirshov Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences and (2) the A.M. Obukhov Institute of Atmospheric Physics of the Russian Academy of Sciences. Both algorithms were applied to the ECMWF Era-Interim reanalysis. The study period is 1979-2016 (37 years). The cyclonic data-sets presented as coordinates and sea level pressure in the cyclone center during their life. The correspondent meteorological phenomena are used to investigate the long-term climatological anomalies in the study region such as invasions of warm and cold air masses, severe droughts, intensive precipitation, etc.

In our previous study (Partasenok *et al* 2014), we established some peculiarities of cyclone tracks change in the Atlantic-European region in winter season and in this connection the streamflow freshet formation in Belarus. The main feature of the study was an increase of the West cyclones number in the Atlantic-European region and detection the third sub-group of the Atlantic cyclones named the North cyclones. The increase this type of cyclones and its shift to the northward led to the precipitation growth in the northern part of Belarus in winter and formation the special hydrometeorological conditions for smaller than average snow-melting floods in the country during recent decades. The present study is a continuation of this research work with spreading calculations to all seasons of the year and emphasizing on the long-living climatological anomalies and extreme events connected with cyclones of the different origin.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Reference: Partasenok (Danilovich) I.S., P. Ya. Groisman, R.S. Chekan, and V. I. Melnik, 2014: Winter cyclone frequency and following freshet streamflow formation on the rivers in Belarus. *Environ. Res. Lett.*, **9,** 09005 (13 pp). doi:10.1088/1748-9326/9/9/095005 *Environ. Res. Lett.* **9** (2014) 109602 (2 pp) doi:10.1088/1748-9326/9/10/109602

Keywords: East Europe, regional climatic change, regional changes in atmospheric circulation, Belarus

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Assessment of climatic and environmental conditions along the track of projected Kyzyl-Kuragino railway line (the Western Sayan Mountains)

*Aleksandra Alekseevna Mikheeva[1], Margarita Syromyatina[1], Yurii Kurochkin[1]

1. Institute of Earth Sciences, Saint Petersburg State University, Russia

Currently there is a large investment project of the Kyzyl-Kuragino railway line construction mostly along the mountainous territory of Tuva and Krasnoyarsk Krai. The main relevance of the project is the possibility of more active involvement of the Tuva coal complex in commercial operation, which means economic development of the region. At the same time it is planned also to extend the road to Mongolia with the prospect to reach China thereby take into account international interests.

Despite the positive economic and social effects there are significant difficulties in the realization of the project due to the natural and climatic conditions. The projected railway track is mostly located in the Western Sayan Mountains and is characterized by complex environmental conditions, in particular geological and geomorphological, as well as extreme climatic characteristics, permafrost etc. The main goal of this research was to conduct an independent scientific expertise of assessment of the environmental conditions during the implementation of one the largest transport projects in Siberian region.

The natural conditions were assessed according to the following indicators: extreme values of air temperature and precipitation, strong winds, snow cover thickness, avalanche danger, seismicity and some slope processes. Analysis was made using various map documents, statistical data, results of expert interviews with the representatives of regional ministries of transport and ministries of economic development, universities and research institutes. For the analysis of extreme climatic characteristics data from weather stations of the study region were used. The entire area of projected road construction was divided into several sections, where it is necessary to take into account certain parameters mainly extreme natural phenomena. As a result the assessment of the potential natural risks during the construction and further operation of the railway was made.

Keywords: natural conditions, railway line construction, mountains, Tuva and Krasnoyarsk Krai

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Assessment of interlinkages among industrialization, climate change, and forest fire activity: Thematic study of the Republic of Sakha (Yakutia), Russia

*Kiunnei Kirillina[1], Wanglin Yan[1]

1. Graduate School of Media and Governance, Keio University SFC

Forest fires play a critical role in shaping the ecosystem and atmospheric patterns. In turn, fire regimes are highly influenced by climate and human activities. Natural cycles, human activities like land-use changes and fire exclusion, and human-caused climate change can also influence the likelihood of fires. This study aimed to identify the causes underlying the increase of fire activity in one of the most fire-hazardous regions of Russia, the Republic of Sakha (Yakutia). The forest in this republic is performing the important function of permafrost protection. Deforestation might cause a catastrophic permafrost degradation, as the decrease of forests there mainly occurs due to fires.

To understand the patterns of historical fire activity, we analyzed the past history of fire events in the Sakha Republic through a newly developed approach for historical fire regimes characterization. Then, to identify the exact cause of intensification of fire activity was constructed an analytical approach for the assessment of interlinkages among industrialization, climate change, and forest fire activity. The study found that the main contributor to the increased historical fire activity in the republic was climate warming documented there since the 1960s, especially in spring season, which affected the overall duration of the fire season. As one main cause of recent expansion of fires, this research identified as significant the socioeconomic and land use changes undergone on the territory of the republic since the 2000s, which have resulted in extensive use of forest and forested land, and increased number of anthropogenic fires and related atmospheric changes.

Keywords: forest fires and climate change, land use changes, anthropogenic fires, GHG emissions

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北日本の冬季日降水量の定量評価
Quantitative Evaluation of Winter Daily Precipitation over Northern Japan

*増田 南波[1]、谷田貝 亜紀代[1]、仲江川 敏之[2]、上口 賢治[3]
*Minami Masuda[1], Akiyo Yatagai[1], Toshiyuki Nakaegawa[2], Kenji Kamiguchi[3]

1. 弘前大学大学院理工学研究科、2. 気象庁気象研究所、3. 気象庁
1. Graduate School of Science and Technology, Hirosaki University, 2. Meteorological Research Institute/Japan Meteorological Agency, 3. Japan Meteorological Agency

Snowfall is an important parameter for water resources. An accurate, quantitative evaluation is needed to clarify the impact of global warming on snowfall and vice versa. For that evaluation, a gridded precipitation data set based on rain-gauges is suitable, because rain-gauges measure precipitation directly. However, rain-gauge data include systematic biases due to interpolation and observation biases. For example, the long-term average, daily gridded precipitation data from APHRO_JP (P) underestimates by 30% the sum of evapotranspiration (E) and inflow (R) from dam catchments located in Northern Japan. We know this because if APHRO_JP was accurate, P should be equal to $R+E$ and it is not. It was reported that the annual mean precipitation of Japan was well simulated in the non-hydrostatic regional climate model (NHRCM, spatial resolutions 5 km/2 km) produced by the Meteorological Research Institute (MRI). From the above, we validated the interpolation bias of APHRO_JP using precipitation from the NHRCM to quantitatively evaluate winter precipitation over Northern Japan. The bias in the water balance from the dam catchments was reduced to 1% after adjusting for three systematic biases.

First, we validated and adjusted the interpolation bias. We created daily precipitation gridded data based on the distribution of the Automated Meteorological Data Acquisition System (AMeDAS) using hourly precipitation from the NHRCM (spatial distribution 2 km) and we compared it with precipitation from the NHRCM. We found that precipitation from the Mesh precipitation climatology which is used in APHRO_JP underestimated precipitation over mountain areas where rain-gauges were not set up. Because of this, APHRO_JP underestimated winter precipitation over mountain areas by approximately 3 mm/day. This daily precipitation bias over mountain areas was halved when we used climatology based on precipitation from the NHRCM instead of Mesh precipitation climatology.

Even with this adjustment, precipitation over mountain areas was still underestimated. This stemmed from the interpolation method used to predict rainfall, because the climatology indicate that the ratio of precipitation increases seasonally with elevation over mountain areas. This underestimation was controlled by an adjustment to the interpolation bias from the precipitation pattern detected by an Empirical Orthogonal Function (EOF) analysis.

On the basis of these validation results, we created daily precipitation gridded data based on the AMeDAS rain-gauge. We then applied the three adjustments from the climatology, precipitation pattern and precipitation undercatch and evaluated their contribution. We found that the annual precipitation over Japan was 2054 mm/year, which was an 18% increase on APHRO_JP. Furthermore, at the four dam catchments in Northern Japan, this adjusted precipitation explained 99% of the precipitation estimated by inflow from the dam catchments and evapotranspiration.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Finally, we measured the contribution of the systematic bias in winter precipitation in Northern Japan (138.5–141˚E, 36.8–38.8˚N). Precipitation was increased 11% by changing the climatology and increased 12% by adjusting for precipitation undercatch. The impact of the precipitation pattern adjustment was small. For extreme events, the adjustment effect was different. On average, in the four dam catchments, precipitation was increased 18% by the change of climatology 7% by adjustment for precipitation undercatch. However, these ratios were different at each dam, and in dams where the catchments were in high mountain regions, there was a much greater effect from a change in the climatology. Because there are few rain-gauges in high mountain regions, it important to change climatology used in APHRO_JP. Furthermore, our results indicate uncertainty in precipitation from internal variability when the precipitation pattern adjustment was not used. Our application of these adjustments to APHRO_JP reduced systematic bias and improved precipitation measurements.

キーワード：APHRO_JP、冬季降水、水資源
Keywords: APHRO_JP, winter precipitation, water resource

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Seasonal variation of wetland carbon dioxide and methane fluxes measured by automatic chambers at the Bakchar bog, West Siberia

*Shamil Maksyutov[1], Alexandre Fofonov[2], Denis Davydov[2], Oleg Krasnov[2], Tadanobu Nakayama[1], Mikhail Glagolev[3]

1. National Institute for Environmental Studies, 2. V.E. Zuev Institute of Atmospheric Optics, 3. M.V. Lomonosov Moscow State University

Wetland CO_2 and CH_4 fluxes were observed at the Bakchar bog (N56˚, E82˚), West Siberia. Measurements were performed by two solar powered automated systems, each consisting of NDIR Li-820 CO_2 analyzer, an SnO_2-based methane sensor, six static chambers installed along transects, the air drying and distribution unit, and a datalogger. Observations were made during the May to October period in 2014 to 2017 at two types of open wetlands: mesotrophic open bog and patterned wetland with forested ridges, flat hollows and water pool. Each chamber is automatically opened and closed with pneumatic actuator. Water level is measured in the wetland and surrounding forest locations. Net uptake of CO_2 is observed from the beginning of June through the end of August with a maximum from mid-June through the end of July. Seasonal pattern of methane fluxes showed that CH_4 emission increases at the beginning of June, then weakens gradually in autumn. Seasonal variation of the emissions correlates well with the soil temperature at 5-10 cm depth. Carbon dioxide and methane fluxes correlate spatially; higher methane emissions are observed at wet mesotrophic locations with higher photosynthesis/respiration rates. Lower CH_4 emissions were observed on oligotrophic patterned wetland.

Keywords: methane emissions, wetland, Siberia, CO2 fluxes

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Climatic distances between origin and labor locations for migrants in a changing climate in Siberia by the end of the 21st century

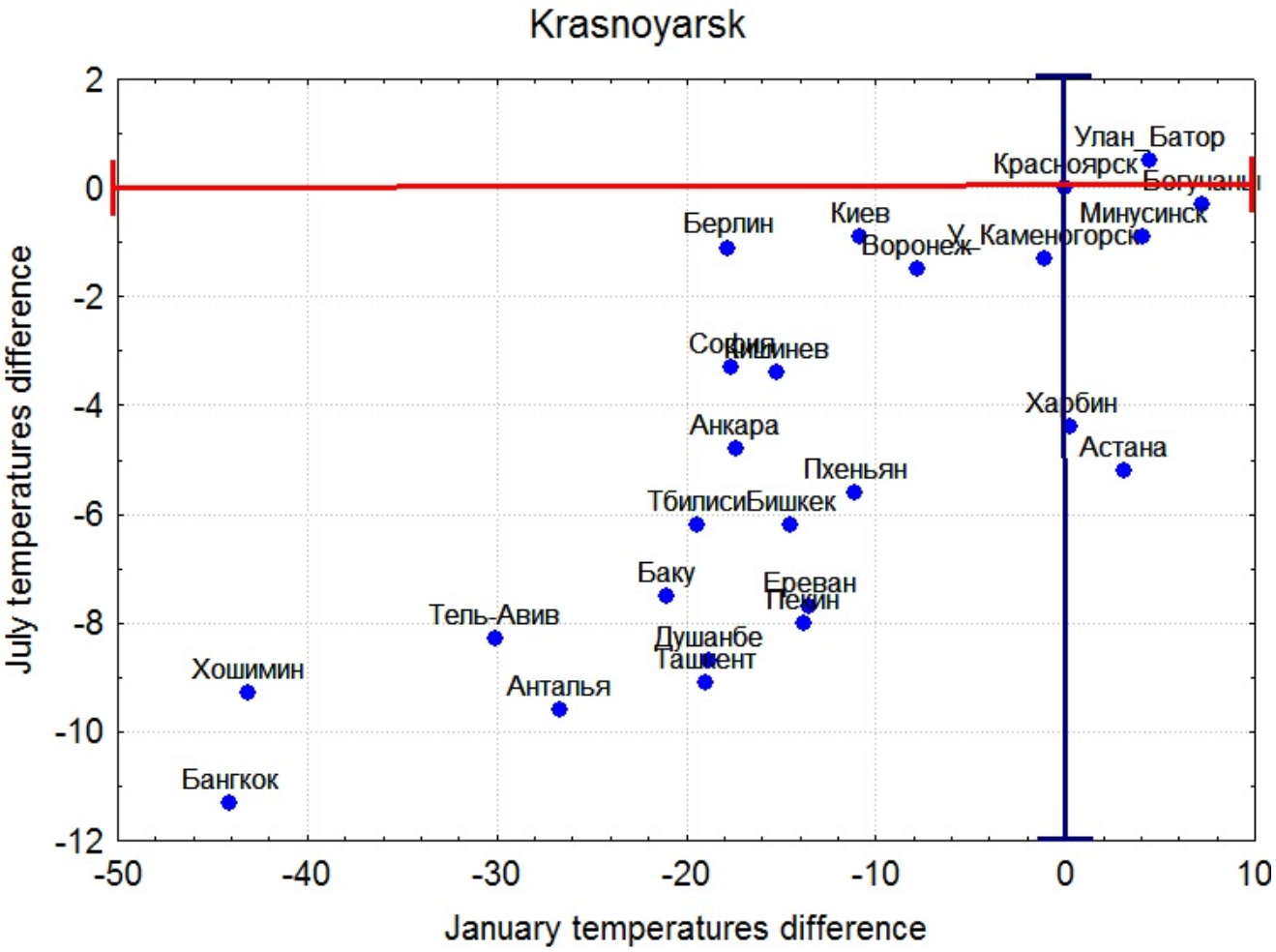
*Elena I. Parfenova[1], Nadezhda M. Tchebakova[1]

1. V.N.Sukachev Institute of Forest SB RAS, FRC SB RAS

The goals of our work were to evaluate climatic distances between climates from which potential migrants originate and climates of various regions over Siberia for which they migrate; and evaluate Siberian regions from view points of comfort-discomfort for migrants in current and future climates by the end of the century. We have completed this research from the example of the Krasnoyarsk Territory that is located in the center of Siberia and stretches from the south to north at a distance 2,000 km. Statistics on migrations show that migrants arrive to the Krasnoyarsk Territory from the European Russia and far abroad: Northern Korea, China, Vietnam. We studied four large industrial regions of the Territory for labor migrations. We used two climate variables that reflect winter and summer conditions: mean January and July temperatures. In total, 30 cities were ordinated in the axes of the differences in these temperatures between migrants' origins and migration locations. To characterize the future climates by the end of the century we used January and July temperature departure means from the ensemble of twenty general circulation models from the CMIP5. Two scenarios were used to characterize the range of climate change: a mild RCP 2.6 and a sharp RCP 8.5 climate scenarios. In total, 12 portraits of potential labor migrations were outlined in current and future climates. The "null" point in each portrait showed conditions for the natives of a particular region and the distance from the null to a country of origin showed physiological and psychological discrepancy that migrants should overcome to live in new climate.

Keywords: migration, climate change, transfer function, Siberia, January and July temperatures

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_40

[M-IS01] Environmental, socio-economic and climatic changes in Northern Eurasia

コンビーナ:Groisman Pavel(NC State University Research Scholar at NOAA National Centers for Environmental Information, Asheville, North Carolina, USA)、Shamil Maksyutov(National Institute for Environmental Studies)、Evgeny P Gordov(Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS)、Dmitry A Streletskiy(George Washington University)

We invite presentations on the biogeochemical cycles, the surface energy budget and water cycle, and climate and ecosystem interactions in Northern Eurasia (land-cover and land-use change, atmospheric aerosols, soil, and permafrost changes that affect and are being affected by climate and ecosystem change), human dimension, and tools to address the Northern Eurasia studies. In environmental studies, our Session foci are on the carbon cycle of Northern Eurasia and on the permafrost changes in Siberia, Asian Mountains, and the Arctic coastal regions.
In the regional water cycle studies, our Session foci are on the changing distribution of precipitation intensity, frequency, especially, in the cold/shoulder season transition periods when surface air temperature is close to 0 deg.C, and on the pattern and seasonal cycle changes of runoff.
In the human dimension studies, our Session foci are on assessments of impact of the ongoing environmental changes in Northern Eurasia on the human well-being and on mitigation strategies development in response to harmful consequences of these changes
The particular foci of this Session will be the studies of changes that impacts regional sustainable development in the Dry Latitudinal Belt of Northern Eurasia that expands through the continent from Pannonian Steppes in the west to the drylands of northern China in the east.
We invite also early career scientists associated with (or interested in) the Northern Eurasia Earth Science Partnership Initiative and its continuation, Northern Eurasia Future Initiative (http://nefi-neespi.org/NEFI-WhitePaper.pdf).

Conveners:
Pavel Groisman, NC State University, USA (pasha.groisman@noaa.gov)
Shamil Maksyutov, National Institute for Environmental JAPAN (shamil@nies.go.jp)
Evgeny Gordov, Siberian Center for Environmental Research and Training, RUSSIA (gordov@scert.ru)
Yizhao Chen, Nanjing Forestry University, CHINA (chenyzvest@gmail.com)

[MIS01-P01] Effects of clear-cutting on carbon dioxide fluxes in a boreal forest ecosystem - results of numerical experiments with a three-dimensional turbulent exchange model

Yulia Mukhartova[3]、Maria Dyachenko[3]、Polina Mangura[3]、Alexander Krupenko[3]、*Alexander Olchev[1,2] (1.Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University、2.A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences、3.Faculty of Physics, Lomonosov Moscow State University)

[MIS01-P02] Retrieving the forest species composition from remote sensing data using a three-dimensional radiative transfer model

*Alexander Olchev[1,2]、Natalia Levashova[3]、Dmitry Lukyanenko[3] (1.Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University 、2.Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Science、3.Faculty of Physics, Lomonosov Moscow State University)

[MIS01-P03] Satellite-derived Burned Area for Siberia (1979 – 2000)

*Soja Amber[1]、Stocks Brian[2]、Potter Stefano[3]、Rogers Brendan[3]、Cahoon Donald[4]、Jurko Natasha[5]、Conard Susan[6]、deGroot William 'Bill'[5]、Tchebakova Nadezhda[7] (1.National Iinstitute of Aerospace / NASA Langley Research Center、2.B.J. Stocks Wildfire Investigations Ltd.、3.Woods Hole Research Center 、4.Terra Systems Research、5.Canadian Forest Service/Service canadien des forêts、6.George Mason University,Fairfax, VA、7.Sukachev Institute of Forestry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences)

[MIS01-P04] Analysis and prediction of hazardous hydrometeorological phenomena in the coastal areas of the Arctic

*Irina Repina[1,2] (1.A.M.Obukhov Institute of Atmospheric Physics RAS、2.Lomonosov Moscow State University)

[MIS01-P05] **Recent baric and climatic conditions over East Europe with a focus on Belarus**

*Irina Danilovich[1]、Vladimir Loginov[1]、Pavel Groisman[2] (1. Institute for Nature Management National Academy of Science, Minsk, Belarus、2. NC State University at NOAA National Centers for Environmental Information, Asheville, USA)

[MIS01-P06] **Assessment of climatic and environmental conditions along the track of projected Kyzyl-Kuragino railway line (the Western Sayan Mountains)**

★Invited Papers

*Aleksandra Alekseevna Mikheeva[1]、Margarita Syromyatina[1]、Yurii Kurochkin[1] (1.Institute of Earth Sciences, Saint Petersburg State University, Russia)

[MIS01-P07] **Assessment of interlinkages among industrialization, climate change, and forest fire activity: Thematic study of the Republic of Sakha (Yakutia), Russia**

*Kiunnei Kirillina[1]、Wanglin Yan[1] (1.Graduate School of Media and Governance, Keio University SFC)

[MIS01-P08] 北日本の冬季日降水量の定量評価

*増田 南波[1]、谷田貝 亜紀代[1]、仲江川 敏之[2]、上口 賢治[3] (1.弘前大学大学院理工学研究科、2.気象庁気象研究所、3.気象庁)

[MIS01-P09] Seasonal variation of wetland carbon dioxide and methane fluxes measured by automatic chambers at the Bakchar bog, West Siberia

*Shamil Maksyutov[1]、Alexandre Fofonov[2]、Denis Davydov[2]、Oleg Krasnov[2]、Tadanobu Nakayama[1]、Mikhail Glagolev[3] (1.National Institute for Environmental Studies、2.V.E. Zuev Institute of Atmospheric Optics、3.M.V. Lomonosov Moscow State University)

[MIS01-P10] Climatic distances between origin and labor locations for migrants in a changing climate in Siberia by the end of the 21st century

*Elena I. Parfenova[1]、Nadezhda M. Tchebakova[1] (1.V.N.Sukachev Institute of Forest SB RAS, FRC SB RAS)

Effects of clear-cutting on carbon dioxide fluxes in a boreal forest ecosystem - results of numerical experiments with a three-dimensional turbulent exchange model

Yulia Mukhartova[3], Maria Dyachenko[3], Polina Mangura[3], Alexander Krupenko[3], *Alexander Olchev[1,2]

1. Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University, 2. A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences, 3. Faculty of Physics, Lomonosov Moscow State University

To estimate the possible effects of clear-cutting on the air flow disturbances within the atmospheric surface layer as well as on the spatial patterns of vertical carbon dioxide (CO2) fluxes and horizontal advection terms within and around the clear-cut area a process-based three-dimensional (3D) hydrodynamic momentum, energy and CO2 exchange model was developed. Clear-cutting is one of the most widespread logging practice, which can substantially transform the energy, water vapor and CO2 exchange between forest ecosystems and atmosphere and affect the climate system at multiple scales. Developed 3D hydrodynamic model is based on a 1.5-order closure scheme and uses a system of averaged Navier-Stokes and continuity equations for the mean wind speed components, as well as the reaction-advection-diffusion equation for CO2 transfer within the atmospheric surface layer (Mukhartova et al. 2015). The model applies Reynolds's decomposition and expresses the wind speed and concentrations of CO2 as sums of their mean values and deviations. The 1.5-closure scheme assumes that the turbulent fluxes can be expressed using the turbulent exchange coefficients (that depend on turbulent kinetic energy and its dissipation rate) and the gradients of corresponding functions (wind speed components and CO2 concentrations).
The clear-cut area selected for the study is situated in the south-western part of Valdai Hills in European Russia. The area of the clear-cut is about 4.5 ha and it is surrounded by a mixed forest stand represented mainly by Norway spruce, White birch and Eurasian aspen species with tree heights ranged between 18 and 22 m (Mamkin et al. 2016, 2019). The vegetation at the clear-cut area is mainly represented by herbaceous species and a small number of juvenile aspen trees.
Results of numerical experiments with the developed 3D model showed that clear-cutting has significant effect on spatial distributions of wind speed components as well as atmospheric momentum and CO2 fluxes. Spatial flux heterogeneity is also enhanced by complex shape of the clear-cut boundary. The largest effect of the clear-cut on the air flows is mainly appeared along the windward forest edge whereas at the leeward forest edge this effect is less pronounced. The leeward part of the clear-cut is characterized by prevailed downward air flows (with negative values of vertical wind component) whereas the upward air flows (with prevailed positive values of vertical wind component) are appeared at its windward part. It is very important to point out that the horizontal gradients of vertical and horizontal wind velocities at the lowest part of the atmospheric surface layer (up to the height 3-4 m above the ground surface) as well as horizontal turbulent and non-turbulent CO2 advection terms in the central part of the clear-cut is relatively small that can be used as important criteria indicating sufficient reestablishing of the air flow in this part of the clear-cut after its disturbance at the leeward forest edge.

Reference

Mamkin V., Kurbatova J., Avilov V., Mukhartova Yu, Krupenko A., Ivanov D., Levashova N., Olchev A. Changes in net ecosystem exchange of CO2, latent and sensible heat fluxes in a recently clear-cut spruce forest in western Russia: results from an experimental and modeling analysis. 2016. Environmental

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Research Letters. 11(12). 125012
Mamkin V., Kurbatova J., Avilov V., Ivanov D., Kuricheva O., Varlagin A., Yaseneva I., Olchev A. 2019 Energy and CO2 exchange in an undisturbed spruce forest and clear-cut in the Southern Taiga. Agricultural and Forest Meteorology, 265, 252-268
Mukhartova Yu. V., Levashova N. T., Olchev A. V., Shapkina N. E. 2015 Application of a 2D model for describing the turbulent transfer of CO2 in a spatially heterogeneous vegetation cover. Moscow University Physics Bulletin 70(1), 14-21

Keywords: turbulent exchange model, clear-cut, momentum fluxes, CO2 fluxes

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Retrieving the forest species composition from remote sensing data using a three-dimensional radiative transfer model

*Alexander Olchev[1,2], Natalia Levashova[3], Dmitry Lukyanenko[3]

1. Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University , 2. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Science, 3. Faculty of Physics, Lomonosov Moscow State University

A three-dimensional model was developed to derive the reflection, absorption and transmission of photosynthetically active radiation (PAR) by a non-uniform forest canopy with a multi-species structure (Levashova et al., 2018). The model algorithm describing solar radiation transfer through a forest canopy considers direct and diffuse radiation penetrating through gaps in the canopy, transmitted by leaves and reflected from leaves, bark and soil surface. To estimate the canopy the reflection, absorption and transmission the model uses external data about 3D structure of each tree species in the forest stand, about the spectral properties of photosynthesizing and non-photosynthesizing parts of the different trees species, and about spectral reflectance of soil surface. Moreover it uses also information about incoming solar radiation, sun elevation, the ratio of incoming direct and diffuse solar radiation, and surface topography. The model is based on steady-state transport equations initially suggested by Ross (Ross, 1981) and further developed and described by Myneni and Knyazikhin (Myneni et al., 1990; Knyazikhin et al., 2005). Calculation of the direct solar radiation fluxes within the canopy is based on estimation of the probability that a ray of light passing through the foliage reaches a given location within the canopy without interception. Diffuse solar radiation is calculated taking into account both diffuse solar radiation from the sky penetrating through foliage gaps and direct and diffuse radiation scattered by canopy foliage and woody components. The numerical scheme for solving the integro-differential equations is based on the discrete ordinates method.

The model was used to describe the spatial patterns of solar radiation reflection and transmission by non-uniform mixed forest canopy and to develop an algorithm that allows to retrieve the proportion of different tree species in a mixed forest stand from measured canopy reflection coefficients for blue, green, red and near-infrared spectral bands (obtained from e.g. the Landsat satellite imagery). This approach allowed us to quantify the proportion of different tree species (both coniferous and deciduous) in a forest stand in case if their spectral reflection properties of the leaves are not the same. The accuracy of assessing the proportion of vegetation species using this method depended on the number of reflection measurements under various solar conditions (e.g. different sun elevations) that can reached by several measurements during the growing seasons. An increase of the input data volume (determined by the number of the measurements) resulted in higher accuracies for prediction of the proportions of different tree species.

References

Knyazikhin Y., Marshak A., Myneni R.B. Three dimensional radiative transfer in vegetation canopies. In: Three Dimensional Radiative Transfer in the Cloudy Atmosphere, Marshak, A., Davis, A.B., Eds., Springer Verlag: Berlin, Heidelberg, 2005, 617-652.

Levashova N., Lukyanenko D., Mukhartova Y., Olchev A. Application of a three-dimensional radiative transfer model to retrieve the species composition of a mixed forest stand from canopy reflected radiation. Remote Sensing, 2018, 10 (10), 1661.

Myneni R.B., Asrar G., Gerstl S.A.W. Radiative transfer in three dimensional leaf canopies. Transport Theory and Statistical Physics, 1990, 19, 205–250.

Ross J. The radiation regime and architecture of plant stands; Dr. W. Junk Publishers: The Hague,

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Netherlands, 1981, 390 p.

Keywords: radiative transfer, three-dimensional model, mixed forest, canopy reflection, inverse problem

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Satellite-derived Burned Area for Siberia (1979 –2000)
Satellite-derived Burned Area for Siberia (1979 –2000)

*Soja Jeanine Amber[1]、Stocks Brian[2]、Potter Stefano[3]、Rogers Brendan[3]、Cahoon Donald[4]、Jurko Natasha[5]、Conard Susan[6]、deGroot William 'Bill'[5]、Tchebakova Nadezhda[7]
*Amber Jeanine Soja[1], Brian J. Stocks[2], Stefano Potter[3], Brendan Rogers[3], Donald R. Cahoon[4], Natasha Jurko[5], Susan G. Conard[6], William 'Bill' deGroot[5], Nadezhda Tchebakova[7]

1. National Iinstitute of Aerospace / NASA Langley Research Center、2. B.J. Stocks Wildfire Investigations Ltd.、3. Woods Hole Research Center 、4. Terra Systems Research、5. Canadian Forest Service/Service canadien des forêts、6. George Mason University,Fairfax, VA、7. Sukachev Institute of Forestry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
1. National Iinstitute of Aerospace / NASA Langley Research Center, 2. B.J. Stocks Wildfire Investigations Ltd., 3. Woods Hole Research Center , 4. Terra Systems Research, 5. Canadian Forest Service/Service canadien des forêts, 6. George Mason University,Fairfax, VA, 7. Sukachev Institute of Forestry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

Siberia is a distinct and crucial region because it has the physical size necessary to effect regional and global climate. The circumboreal zone contains the largest stock of terrestrial carbon on Earth, and Russia holds roughly two-thirds of that carbon pool. Fire is the primary natural disturbance in boreal forest, which acts to cycle carbon and maintain ecosystem diversity in sync with the climate. Under current climate change scenarios, the Russian boreal is expected to experience temperature increases that exceed the global mean. We have developed a long-term burned area database that will enable novel analyses on the multi-decadal time scale that is ultimately required for robust assessments, including those focused on carbon cycling, fire emissions, and importantly the links between fire regimes, fire weather, ecosystems, and climate.

In this presentation, we present a long-term burned area database that has been developed using Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) Global Area Coverage (GAC) data from 1979-2000. Burned area has been verified using Total Ozone Mapping Spectrometer data and validated using available Landsat imagery (160 scenes thus far representing 5.6 Mha of burned area, 219 fire events, and 11% of the total area burned in the AVHRR database). Visually the burned scar data compare well. Validation is in ongoing, though initial analyses show an intersection of 42% with commission and omission errors of 31% and 25%, respectively. Most commission and omission errors are related to spatial inconsistencies using imagery with significantly different spatial resolutions. Of the fire events missed by AVHRR (i.e., omissions), 86% are related to fires <10,000 ha (~ 6 AVHRR pixels) and 44% are related to fires <3,000ha (~ 2 AVHRR pixels). Total burned area compares well, with the AVHRR database under-representing burned area by 10% compared to the Landsat data analyzed. Correlation in burned scar area between the AVHRR and Landsat data is 0.98 for all fires and 0.68 for fires that are < 0.1 Mha.

キーワード：Wildland Fire、Remote Sensing、Biomass Burning、Russia
Keywords: Wildland Fire, Remote Sensing, Biomass Burning, Russia

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Analysis and prediction of hazardous hydrometeorological phenomena in the coastal areas of the Arctic

*Irina Repina[1,2]

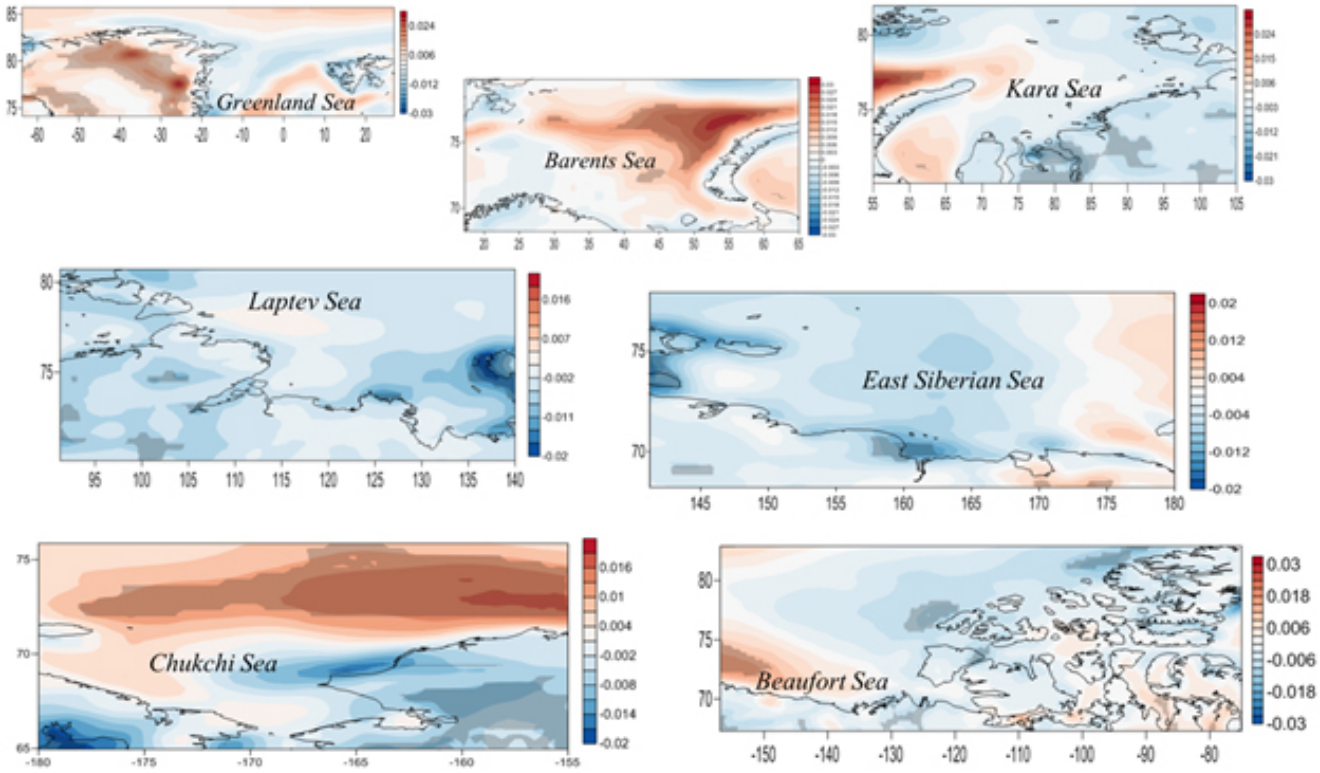
1. A.M.Obukhov Institute of Atmospheric Physics RAS, 2. Lomonosov Moscow State University

Currently, the Arctic is attracting increased attention not only as a region with the most noticeable climate change, but also as a world mineral storage, whose development prospects are being actively discussed. For Russia, which owns the bulk of the Arctic shelf, the Arctic is also a promising trade and transport artery, as in recent decades new opportunities for using the Northern Sea Route have been discovered. But climate change can lead to less favorable consequences. The increase in the ice-free sea surface enhances the role of wind waves in the Arctic basin, which threatens platforms for the extraction of hydrocarbons on the continental shelf, vessels navigating the Northern Sea Route or its sections, as well as onshore structures, including by increasing the rate of erosion shore. Reducing the duration of the ice season activates the dynamics of ice, increasing its hummocking, and, as a result, the effect of drifting formations drifting to the ice in the ice fields increases. The development of important economic sectors in the difficult climatic conditions of the Arctic is impossible without the development of reliable systems for forecasting regional changes in weather and climate. The main objective of the work is to analyze changes in wind-wave conditions and mesoscale atmospheric processes in the coastal regions of the Russian Arctic in recent decades and forecast their dynamics under conditions of a decrease in the ice extent of the Arctic Ocean. Unique archives of satellite and hydrometeorological data, reanalysis data, climatic, regional and wind-wave models are used. The main goal of the work is to improve the accuracy of regional forecasts of hazardous hydrometeorological phenomena in the polar regions based on the development of integrated monitoring technology for mesoscale atmospheric processes in the coastal zones of the Arctic seas of the Russian Federation based on a joint analysis of ground and satellite observations and mathematical modeling results. Most of the work's tasks - namely, the development of forecasting systems for leeward storms, mesoscale cyclones, assessment of the risks of their occurrence in the context of modern climate changes, are being solved for the first time.Currently, the Arctic is attracting increased attention not only as a region with the most noticeable climate change, but also as a world mineral storage, whose development prospects are being actively discussed. For Russia, which owns the bulk of the Arctic shelf, the Arctic is also a promising trade and transport artery, as in recent decades new opportunities for using the Northern Sea Route have been discovered.
But climate change can lead to less favorable consequences. The increase in the ice-free sea surface enhances the role of wind waves in the Arctic basin, which threatens platforms for the extraction of hydrocarbons on the continental shelf, vessels navigating the Northern Sea Route or its sections, as well as onshore structures, including by increasing the rate of erosion shore. Reducing the duration of the ice season activates the dynamics of ice, increasing its hummocking, and, as a result, the effect of drifting formations drifting to the ice in the ice fields increases. The development of important economic sectors in the difficult climatic conditions of the Arctic is impossible without the development of reliable systems for forecasting regional changes in weather and climate. The main objective of the work is to analyze changes in wind-wave conditions and mesoscale atmospheric processes in the coastal regions of the Russian Arctic in recent decades and forecast their dynamics under conditions of a decrease in the ice extent of the Arctic Ocean. Unique archives of satellite and hydrometeorological data, reanalysis data, climatic, regional and wind-wave models are used. The main goal of the work is to improve the accuracy of regional forecasts of hazardous hydrometeorological phenomena in the polar regions based on the development of integrated monitoring technology for mesoscale atmospheric processes in the coastal

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

zones of the Arctic seas of the Russian Federation based on a joint analysis of ground and satellite observations and mathematical modeling results. Most of the work's tasks - namely, the development of forecasting systems for leeward storms, mesoscale cyclones, assessment of the risks of their occurrence in the context of modern climate changes, are being solved for the first time.
The figure shows the linear trend of the average for December-February wind speed (m / s / year) in different regions of the Arctic according to the CFSR data from 1979 to 2017. Gray indicates significant trends.

Keywords: Arctic climate, wind-wave-ice interaction, polar low



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Recent baric and climatic conditions over East Europe with a focus on Belarus

*Irina Danilovich[1], Vladimir Loginov[1], Pavel Groisman[2]

1. Institute for Nature Management National Academy of Science, Minsk, Belarus, 2. NC State University at NOAA National Centers for Environmental Information, Asheville, USA

The global and regional climate changes are the object of intent monitoring and research works. The results of climatic investigations are highly demanded and taken into account in projecting of any kinds of economic and social activities. At the same time the reasons of climate changes still remain as a point of scientific discussion. Despite the heightened attention to the anthropogenic contribution to the climate change, the natural factors still lead in the climatic system fluctuations. In this connection the aim of the present study is an analysis of current peculiarities of the atmospheric circulation as a main natural climatic driver, estimation of the prevailing cyclonic passes over East Europe region and its climatology.

The hypothesis of the research work is that climatic changes observed in the study region in the recent decades (increase of air temperature, especially in winter season, regional changes of the moistening pattern, number and spatial distribution of extreme events) are caused by changes in the frequency of cyclones of different origin which led to various hydrometeorological conditions on their passes. According to the pattern of cyclones movement over the Atlantic-European region, we analyzed cyclonic activity by approaching cyclone selection in groups by their origin: (a) cyclones originated in the North Atlantic and sampled by two sub-groups: the West (with zonal west-east pass from Atlantic to the continent) and the Scandinavian (with meridian pass from the Scandinavia to the south); (b) cyclones that originate in the Mediterranean Sea, the Balkan Peninsula, and the Black Sea and are moving in the northward direction. The frequency of occurrence, radius, duration, and atmospheric pressure in the cyclone center (cyclone depth) have been studied for all types of cyclones.

The input information for the study is presented as two data-sets of cyclone tracks derived with the algorithms developed by different groups of authors: (1) the P.P. Shirshov Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences and (2) the A.M. Obukhov Institute of Atmospheric Physics of the Russian Academy of Sciences. Both algorithms were applied to the ECMWF Era-Interim reanalysis. The study period is 1979-2016 (37 years). The cyclonic data-sets presented as coordinates and sea level pressure in the cyclone center during their life. The correspondent meteorological phenomena are used to investigate the long-term climatological anomalies in the study region such as invasions of warm and cold air masses, severe droughts, intensive precipitation, etc.

In our previous study (Partasenok *et al* 2014), we established some peculiarities of cyclone tracks change in the Atlantic-European region in winter season and in this connection the streamflow freshet formation in Belarus. The main feature of the study was an increase of the West cyclones number in the Atlantic-European region and detection the third sub-group of the Atlantic cyclones named the North cyclones. The increase this type of cyclones and its shift to the northward led to the precipitation growth in the northern part of Belarus in winter and formation the special hydrometeorological conditions for smaller than average snow-melting floods in the country during recent decades. The present study is a continuation of this research work with spreading calculations to all seasons of the year and emphasizing on the long-living climatological anomalies and extreme events connected with cyclones of the different origin.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Reference: Partasenok (Danilovich) I.S., P. Ya. Groisman, R.S. Chekan, and V. I. Melnik, 2014: Winter cyclone frequency and following freshet streamflow formation on the rivers in Belarus. *Environ. Res. Lett.*, **9,** 09005 (13 pp). doi:10.1088/1748-9326/9/9/095005 *Environ. Res. Lett.* **9** (2014) 109602 (2 pp) doi:10.1088/1748-9326/9/10/109602

Keywords: East Europe, regional climatic change, regional changes in atmospheric circulation, Belarus

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Assessment of climatic and environmental conditions along the track of projected Kyzyl-Kuragino railway line (the Western Sayan Mountains)

*Aleksandra Alekseevna Mikheeva[1], Margarita Syromyatina[1], Yurii Kurochkin[1]

1. Institute of Earth Sciences, Saint Petersburg State University, Russia

Currently there is a large investment project of the Kyzyl-Kuragino railway line construction mostly along the mountainous territory of Tuva and Krasnoyarsk Krai. The main relevance of the project is the possibility of more active involvement of the Tuva coal complex in commercial operation, which means economic development of the region. At the same time it is planned also to extend the road to Mongolia with the prospect to reach China thereby take into account international interests.

Despite the positive economic and social effects there are significant difficulties in the realization of the project due to the natural and climatic conditions. The projected railway track is mostly located in the Western Sayan Mountains and is characterized by complex environmental conditions, in particular geological and geomorphological, as well as extreme climatic characteristics, permafrost etc. The main goal of this research was to conduct an independent scientific expertise of assessment of the environmental conditions during the implementation of one the largest transport projects in Siberian region.

The natural conditions were assessed according to the following indicators: extreme values of air temperature and precipitation, strong winds, snow cover thickness, avalanche danger, seismicity and some slope processes. Analysis was made using various map documents, statistical data, results of expert interviews with the representatives of regional ministries of transport and ministries of economic development, universities and research institutes. For the analysis of extreme climatic characteristics data from weather stations of the study region were used. The entire area of projected road construction was divided into several sections, where it is necessary to take into account certain parameters mainly extreme natural phenomena. As a result the assessment of the potential natural risks during the construction and further operation of the railway was made.

Keywords: natural conditions, railway line construction, mountains, Tuva and Krasnoyarsk Krai

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Assessment of interlinkages among industrialization, climate change, and forest fire activity: Thematic study of the Republic of Sakha (Yakutia), Russia

*Kiunnei Kirillina[1], Wanglin Yan[1]

1. Graduate School of Media and Governance, Keio University SFC

Forest fires play a critical role in shaping the ecosystem and atmospheric patterns. In turn, fire regimes are highly influenced by climate and human activities. Natural cycles, human activities like land-use changes and fire exclusion, and human-caused climate change can also influence the likelihood of fires. This study aimed to identify the causes underlying the increase of fire activity in one of the most fire-hazardous regions of Russia, the Republic of Sakha (Yakutia). The forest in this republic is performing the important function of permafrost protection. Deforestation might cause a catastrophic permafrost degradation, as the decrease of forests there mainly occurs due to fires.

To understand the patterns of historical fire activity, we analyzed the past history of fire events in the Sakha Republic through a newly developed approach for historical fire regimes characterization. Then, to identify the exact cause of intensification of fire activity was constructed an analytical approach for the assessment of interlinkages among industrialization, climate change, and forest fire activity. The study found that the main contributor to the increased historical fire activity in the republic was climate warming documented there since the 1960s, especially in spring season, which affected the overall duration of the fire season. As one main cause of recent expansion of fires, this research identified as significant the socioeconomic and land use changes undergone on the territory of the republic since the 2000s, which have resulted in extensive use of forest and forested land, and increased number of anthropogenic fires and related atmospheric changes.

Keywords: forest fires and climate change, land use changes, anthropogenic fires, GHG emissions

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北日本の冬季日降水量の定量評価
Quantitative Evaluation of Winter Daily Precipitation over Northern Japan

*増田 南波[1]、谷田貝 亜紀代[1]、仲江川 敏之[2]、上口 賢治[3]
*Minami Masuda[1], Akiyo Yatagai[1], Toshiyuki Nakaegawa[2], Kenji Kamiguchi[3]

1. 弘前大学大学院理工学研究科、2. 気象庁気象研究所、3. 気象庁
1. Graduate School of Science and Technology, Hirosaki University, 2. Meteorological Research Institute/Japan Meteorological Agency, 3. Japan Meteorological Agency

Snowfall is an important parameter for water resources. An accurate, quantitative evaluation is needed to clarify the impact of global warming on snowfall and vice versa. For that evaluation, a gridded precipitation data set based on rain-gauges is suitable, because rain-gauges measure precipitation directly. However, rain-gauge data include systematic biases due to interpolation and observation biases. For example, the long-term average, daily gridded precipitation data from APHRO_JP (P) underestimates by 30% the sum of evapotranspiration (E) and inflow (R) from dam catchments located in Northern Japan. We know this because if APHRO_JP was accurate, P should be equal to $R+E$ and it is not. It was reported that the annual mean precipitation of Japan was well simulated in the non-hydrostatic regional climate model (NHRCM, spatial resolutions 5 km/2 km) produced by the Meteorological Research Institute (MRI). From the above, we validated the interpolation bias of APHRO_JP using precipitation from the NHRCM to quantitatively evaluate winter precipitation over Northern Japan. The bias in the water balance from the dam catchments was reduced to 1% after adjusting for three systematic biases.

First, we validated and adjusted the interpolation bias. We created daily precipitation gridded data based on the distribution of the Automated Meteorological Data Acquisition System (AMeDAS) using hourly precipitation from the NHRCM (spatial distribution 2 km) and we compared it with precipitation from the NHRCM. We found that precipitation from the Mesh precipitation climatology which is used in APHRO_JP underestimated precipitation over mountain areas where rain-gauges were not set up. Because of this, APHRO_JP underestimated winter precipitation over mountain areas by approximately 3 mm/day. This daily precipitation bias over mountain areas was halved when we used climatology based on precipitation from the NHRCM instead of Mesh precipitation climatology.

Even with this adjustment, precipitation over mountain areas was still underestimated. This stemmed from the interpolation method used to predict rainfall, because the climatology indicate that the ratio of precipitation increases seasonally with elevation over mountain areas. This underestimation was controlled by an adjustment to the interpolation bias from the precipitation pattern detected by an Empirical Orthogonal Function (EOF) analysis.

On the basis of these validation results, we created daily precipitation gridded data based on the AMeDAS rain-gauge. We then applied the three adjustments from the climatology, precipitation pattern and precipitation undercatch and evaluated their contribution. We found that the annual precipitation over Japan was 2054 mm/year, which was an 18% increase on APHRO_JP. Furthermore, at the four dam catchments in Northern Japan, this adjusted precipitation explained 99% of the precipitation estimated by inflow from the dam catchments and evapotranspiration.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Finally, we measured the contribution of the systematic bias in winter precipitation in Northern Japan (138.5–141˚E, 36.8–38.8˚N). Precipitation was increased 11% by changing the climatology and increased 12% by adjusting for precipitation undercatch. The impact of the precipitation pattern adjustment was small. For extreme events, the adjustment effect was different. On average, in the four dam catchments, precipitation was increased 18% by the change of climatology 7% by adjustment for precipitation undercatch. However, these ratios were different at each dam, and in dams where the catchments were in high mountain regions, there was a much greater effect from a change in the climatology. Because there are few rain-gauges in high mountain regions, it important to change climatology used in APHRO_JP. Furthermore, our results indicate uncertainty in precipitation from internal variability when the precipitation pattern adjustment was not used. Our application of these adjustments to APHRO_JP reduced systematic bias and improved precipitation measurements.

キーワード：APHRO_JP、冬季降水、水資源
Keywords: APHRO_JP, winter precipitation, water resource

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Seasonal variation of wetland carbon dioxide and methane fluxes measured by automatic chambers at the Bakchar bog, West Siberia

*Shamil Maksyutov[1], Alexandre Fofonov[2], Denis Davydov[2], Oleg Krasnov[2], Tadanobu Nakayama[1], Mikhail Glagolev[3]

1. National Institute for Environmental Studies, 2. V.E. Zuev Institute of Atmospheric Optics, 3. M.V. Lomonosov Moscow State University

Wetland CO_2 and CH_4 fluxes were observed at the Bakchar bog (N56˚, E82˚), West Siberia. Measurements were performed by two solar powered automated systems, each consisting of NDIR Li-820 CO_2 analyzer, an SnO_2-based methane sensor, six static chambers installed along transects, the air drying and distribution unit, and a datalogger. Observations were made during the May to October period in 2014 to 2017 at two types of open wetlands: mesotrophic open bog and patterned wetland with forested ridges, flat hollows and water pool. Each chamber is automatically opened and closed with pneumatic actuator. Water level is measured in the wetland and surrounding forest locations. Net uptake of CO_2 is observed from the beginning of June through the end of August with a maximum from mid-June through the end of July. Seasonal pattern of methane fluxes showed that CH_4 emission increases at the beginning of June, then weakens gradually in autumn. Seasonal variation of the emissions correlates well with the soil temperature at 5-10 cm depth. Carbon dioxide and methane fluxes correlate spatially; higher methane emissions are observed at wet mesotrophic locations with higher photosynthesis/respiration rates. Lower CH_4 emissions were observed on oligotrophic patterned wetland.

Keywords: methane emissions, wetland, Siberia, CO2 fluxes

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Climatic distances between origin and labor locations for migrants in a changing climate in Siberia by the end of the 21st century

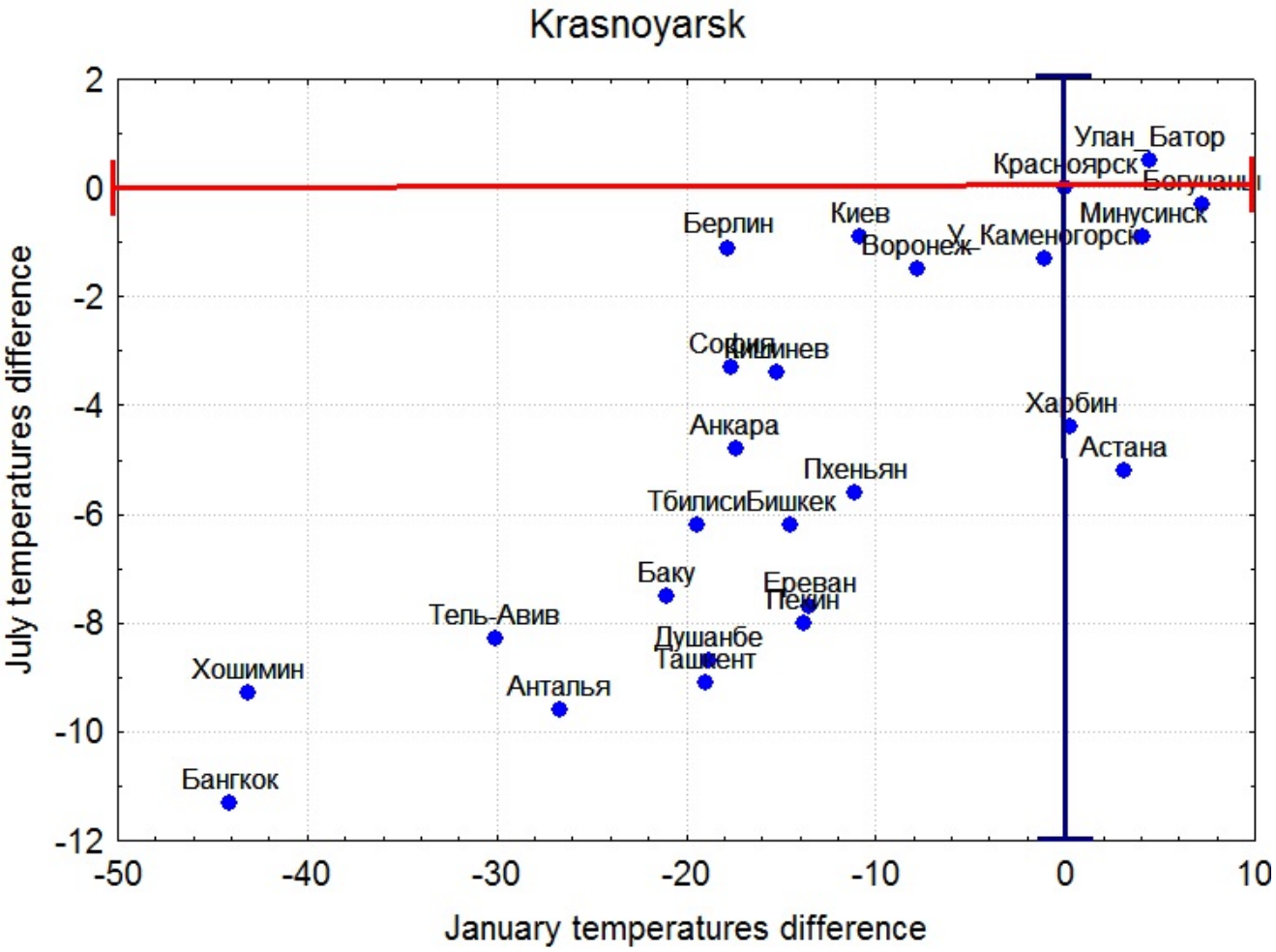
*Elena I. Parfenova[1], Nadezhda M. Tchebakova[1]

1. V.N.Sukachev Institute of Forest SB RAS, FRC SB RAS

The goals of our work were to evaluate climatic distances between climates from which potential migrants originate and climates of various regions over Siberia for which they migrate; and evaluate Siberian regions from view points of comfort-discomfort for migrants in current and future climates by the end of the century. We have completed this research from the example of the Krasnoyarsk Territory that is located in the center of Siberia and stretches from the south to north at a distance 2,000 km. Statistics on migrations show that migrants arrive to the Krasnoyarsk Territory from the European Russia and far abroad: Northern Korea, China, Vietnam. We studied four large industrial regions of the Territory for labor migrations. We used two climate variables that reflect winter and summer conditions: mean January and July temperatures. In total, 30 cities were ordinated in the axes of the differences in these temperatures between migrants' origins and migration locations. To characterize the future climates by the end of the century we used January and July temperature departure means from the ensemble of twenty general circulation models from the CMIP5. Two scenarios were used to characterize the range of climate change: a mild RCP 2.6 and a sharp RCP 8.5 climate scenarios. In total, 12 portraits of potential labor migrations were outlined in current and future climates. The "null" point in each portrait showed conditions for the natives of a particular region and the distance from the null to a country of origin showed physiological and psychological discrepancy that migrants should overcome to live in new climate.

Keywords: migration, climate change, transfer function, Siberia, January and July temperatures

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月26日(日) 13:45 ~ 15:15 | 304 3F

[M-IS01] Environmental, socio-economic and climatic changes in Northern Eurasia

コンビーナ:Groisman Pavel(NC State University Research Scholar at NOAA National Centers for Environmental Information, Asheville, North Carolina, USA)、Shamil Maksyutov(National Institute for Environmental Studies)、Evgeny P Gordov(Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS)、Dmitry A Streletskiy(George Washington University)、座長:Shamil Maksyutov(National Institute for Environmental Studies, Japan)、Pavel Groisman(NC State University, USA)、Yoshihiro Iijima(Mie University, Japan)

We invite presentations on the biogeochemical cycles, the surface energy budget and water cycle, and climate and ecosystem interactions in Northern Eurasia (land-cover and land-use change, atmospheric aerosols, soil, and permafrost changes that affect and are being affected by climate and ecosystem change), human dimension, and tools to address the Northern Eurasia studies. In environmental studies, our Session foci are on the carbon cycle of Northern Eurasia and on the permafrost changes in Siberia, Asian Mountains, and the Arctic coastal regions.
In the regional water cycle studies, our Session foci are on the changing distribution of precipitation intensity, frequency, especially, in the cold/shoulder season transition periods when surface air temperature is close to 0 deg.C, and on the pattern and seasonal cycle changes of runoff.
In the human dimension studies, our Session foci are on assessments of impact of the ongoing environmental changes in Northern Eurasia on the human well-being and on mitigation strategies development in response to harmful consequences of these changes
The particular foci of this Session will be the studies of changes that impacts regional sustainable development in the Dry Latitudinal Belt of Northern Eurasia that expands through the continent from Pannonian Steppes in the west to the drylands of northern China in the east.
We invite also early career scientists associated with (or interested in) the Northern Eurasia Earth Science Partnership Initiative and its continuation, Northern Eurasia Future Initiative (http://nefi-neespi.org/NEFI-WhitePaper.pdf).

Conveners:
Pavel Groisman, NC State University, USA (pasha.groisman@noaa.gov)
Shamil Maksyutov, National Institute for Environmental JAPAN (shamil@nies.go.jp)
Evgeny Gordov, Siberian Center for Environmental Research and Training, RUSSIA (gordov@scert.ru)
Yizhao Chen, Nanjing Forestry University, CHINA (chenyzvest@gmail.com)

13:45 ~ 14:00

[MIS01-01] Progress and Opportunities in Measurement and Modeling of Arctic Carbon Cycling under a Changing Climate

★Invited Papers

*Qianlai Zhuang[1]、Narasinha Shurpali[2]、Torsten Sachs[3] (1.Purdue University、2.University of Eastern Finland、3.Helmholtz Centre Potsdam GFZ German Research Centre for Geosciences)

14:00 ~ 14:15

[MIS01-02] Potential climate change effects on biosystems in Siberia by the 2100s predicted from CMIP5

*Nadezhda Tchebakova[1]、Elena Parfenova[1]、Amber J Soja[2] (1.Sukachev Institute of Forests, Federal Research Center KSC, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences、2.National Institute of Aerospace, NASA Langley Research Center,)

14:15 ~ 14:30

[MIS01-03] Climate Change and Permafrost Degradation in Northern Eurasia: Geographic Impact Assesment

*Dmitry A Streletskiy[1] (1.George Washington University)

14:30 ~ 14:45

[MIS01-04] Effects of deforestation of boreal forests on atmospheric fluxes and weather conditions at the local and regional scales

*Alexander Olchev[1,2]、Vadim Mamkin[2]、Inna Rozinkina[3]、Yulia Mukhartova[4]、Mikhail Nikitin[3]、Ekaterina Tatarinovich[3]、Julia Kurbatova[2] (1.Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography、2.A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences、3.Hydrometeorological Research Center of Russian Federation、4.Lomonosov Moscow State University, Faculty of Physics)

14:45 ~ 15:00

[MIS01-05] **Changes in mountain glacier systems and the distribution of main climatic parameters on the territory of Russia (XX -XXI century)**

*Tatiana Khromova[1]、Gennady Nosenko[1]、Valeria Popova[1]、Anton Muraviev[1]、Stanislav Nikitin[1] (1.Institute of Geography Russian Academy of Sciences)

15:00 ~ 15:15

[MIS01-06] Projection of changes in water balance components across irrigated lands of Central Asia using a high-resolution modeling system

*Anastasiia Pikaleva[1]、Ekaterina Nadyozhina[1]、Alexandra Sternzat[1]、Boris Egorov[1]、Sergey Efimov[1]、Igor Shkolnik[1] (1.Voeikov Main Geophysical Observatory)

Progress and Opportunities in Measurement and Modeling of Arctic Carbon Cycling under a Changing Climate

*Qianlai Zhuang[1], Narasinha Shurpali[2], Torsten Sachs[3]

1. Purdue University, 2. University of Eastern Finland, 3. Helmholtz Centre Potsdam GFZ German Research Centre for Geosciences

Tremendous progress has been made in the observation and quantification of Arctic carbon cycling with various approaches. A session organized during the 2019 European Geoscience Union meeting showcased this progress with highlights from 17 studies representing different regions of the Arctic. A number of studies investigated the effects of soil freezing on carbon dioxide and methane production, consumption and emissions and the carbon budget in Arctic ecosystems using chamber and eddy flux tower observation techniques. Some of those studies focused on the role of moss, snow and permafrost thawing in carbon fluxes. There were studies that reviewed the methodology of measuring carbon fluxes from Arctic lakes, while several studies examined methane evasions from sea shelves and oceanic environments. Satellite and isotopic data as well as atmospheric transport and inversion modeling have been used in various studies. Several studies used earth system and biogeochemistry models to quantify methane fluxes and wetland area dynamics. The challenges of scaling up carbon balances in fragmented Arctic landscapes were presented, including characterizing and modeling landscape dynamics (e.g., peatland expansion). Based on these EGU session contributions and our own research progress, we present here observations and modeling results on Arctic carbon cycling and identify the challenges and opportunities in this field.

Keywords: Arctic, Carbon dioxide and methane , permafrost, wetlands and lakes, oceanic environment, earth system and biogeochemistry modeling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Potential climate change effects on biosystems in Siberia by the 2100s predicted from CMIP5

*Nadezhda Tchebakova[1], Elena Parfenova[1], Amber J Soja[2]

1. Sukachev Institute of Forests, Federal Research Center KSC, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, 2. National Institute of Aerospace, NASA Langley Research Center,

Regional Siberian studies have already registered climate warming over the last half century from 1960 to 2015 in Siberia. The CMIP5 model simulations show that by the end of the century Siberia would be characterized by a milder climate, with less permafrost coverage: temperature would increase by 3.4˚C (RCP 2.6 scenario) to 9.1˚C (RCP 8.5 scenario) in mid-winter and by 1.9˚C (RCP 2.6) to 5.7˚C (RCP 8.5) in mid-summer; and precipitation would increase by 60 mm (RCP 2.6) to 140 mm (RCP 8.5).

Our goal was to evaluate climate warming consequences for biological systems in Siberia by the 2080s. We developed and used large-scale bioclimatic models and statistical models to evaluate climate effects on vegetation shifts, changes in forest structure and productivity, drylands, agricultural benefits of warming, biotic disturbances, such as infestations of the Siberian moth (*Dendrolimus suprans sibiricus* Tschetv) and a related pathogen needle cast (*Lophodermium pinastri* Chev) in Siberia for the baseline period 1961-1990 and for the 2080s using the RCP 2.6 and RCP 8.5 scenarios of 20 general circulation models from CMIP5.

Principal results are:

Siberian forests are predicted to decrease and shift northwards and forest-steppe and steppe ecosystems are predicted to dominate 50% of Siberia due to the 2080 RCP 8.5 drier climate. Dark taiga would follow the permafrost retreat. Dahurian larch taiga would continue to dominate over continuous permafrost. New temperate broadleaf forest and forest-steppe habitats are predicted in the south;

Agriculture in Siberia would likely benefit from climate warming although potential croplands would be limited by the availability of suitable soils. Traditional crop production may increase by twofold and new crops (maize for grain, gourds) may be introduced in the south, depending on additional irrigation in a drier 2080 climate;

Biotic disturbances. Under the extremely warm RCP 8.5 scenario Siberian moth habitats would considerably shrink and be limited by the main food resources (*Larix spp., Abies sibirica, and Pinus sibirica*) and by future mild winters with frequent thaws that would damage the Siberian moth larvae. Needle-cast of *Pinus sylvestris* was found to be strongly related to precipitation including snow depth rather than summer temperature. In the predicted drier climate, it would shift northwards followed sufficient water and the tree-host *Pinus sylvistris* distribution;

Ecological Landscape Potential for human settlements would improve for 1 (RCP 2.6) to 2 (RCP 8.5) categories over most of Asian Russia, which could lead to a 5- to 7-fold increase in the capacity of the territory to sustain and become attractive to human populations and lead to increased migrations.

Keywords: climate change, CMIP5 , climate warming consequences , biological systems , Siberia

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Climate Change and Permafrost Degradation in Northern Eurasia: Geographic Impact Assesment

*Dmitry A Streletskiy[1]

1. George Washington University

The Arctic regions of Norther Eurasia are progressively warming. One of the major concerned of observed and projected warming is presence of permafrost. Limited permafrost observations show that following climatic trends permafrost is warming across the region. The active layer, the layer just above permafrost that is subject to seasonal thawing and freezing, is also increasing. These changes are important for many natural ecosystem processes and also critical in design of the infrastructure on permafrost. This work is utilizing latest available climate input and permafrost-geotechnical modeling in order to locate the areas where permafrost degradation and associated hazards may negatively impact critical infrastructure. The cost of various types of infrastructure is then used to estimate the monetary value of impacted infrastructure and to evaluate the ability of regions to absorb the cost required to maintain infrastructure on permafrost. The results can be used to inform decision makers and planers in areas occupied by permafrost.

Keywords: permafrost, climate change, economics , Arctic

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Effects of deforestation of boreal forests on atmospheric fluxes and weather conditions at the local and regional scales

*Alexander Olchev[1,2], Vadim Mamkin[2], Inna Rozinkina[3], Yulia Mukhartova[4], Mikhail Nikitin[3], Ekaterina Tatarinovich[3], Julia Kurbatova[2]

1. Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography , 2. A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences, 3. Hydrometeorological Research Center of Russian Federation, 4. Lomonosov Moscow State University, Faculty of Physics

Effects of clear-cutting and forest disturbances on weather conditions and atmospheric fluxes at the local and regional scales were investigated by an aggregated approach that includes continuous field measurements of energy and CO_2 fluxes at the recently clear-cut area and in an undisturbed forest stand, as well as modeling experiments using process-based regional and local scale models. Field measurements of energy and CO_2 fluxes were provided at clear-cut area using the eddy covariance method over the three year period following harvest. Results showed a clear dependence of clear-cut net radiation and energy fluxes on surface albedo and amount of grassy and woody vegetation actively regenerated within the clear-cut area after the harvest. The energy budget of the clear-cut area is characterized by higher latent heat (LE) comparing with sensible heat (H) fluxes over the entire period of flux measurements. The seasonal pattern of the Bowen ratio (β=H/LE) is characterized by its gradual decrease from spring to summer. Whereas in the spring and in the first half of June the β value varied usually around 1.0, in the middle of summer the β value decreased to 0.3-0.5. The mean β values for period from May to October were 0.5 in 2016, 0.3 - in 2017 and 0.4 - in 2018. Analysis of cumulative Net Ecosystem Exchange (*NEE*) rates for the entire growing season from May to October for 2016, 2017 and 2018 years showed that the clear-cur area for the periods was a source of CO_2 for the atmosphere. Comparisons of the sensible and latent heat fluxes measured at the clear-cut area and in an undisturbed spruce forest stand situated not far away from the clear-cut area showed that the largest differences in sensible heat, H_2O and CO_2 fluxes between both sites were observed during the first year (2016) after timber harvesting, and were mainly influenced by differences in surface albedo (Mamkin et al 2019). Comparisons of the sensible and latent heat fluxes measured at the clear-cut area and in the spruce forest stand showed that in the undisturbed forest the latent heat fluxes are steadily exceeded the corresponding clear-cut fluxes even in periods with sufficient soil moisture conditions promoting active regeneration and growth of grassy and woody vegetation at the cleared area. Comparisons of the NEE components for the clear-cut and undisturbed spruce forest are revealed significant differences in NEE rates for the first year after forest clearing, and gradual decrease of their disparities in the following years. Whereas the clear-cut area during the first three years after timber harvesting is functioned as a CO_2 source for the atmosphere, the CO_2 balance of undisturbed mature spruce forest in the period was close to zero (Mamkin et al., 2016, 2019).

All obtained results are well agreed with flux estimations provided by a local 3D turbulent exchange model and the COSMO-Ru-NWR model for regional weather predictions. In particular the numerical experiments provided using the COSMO-Ru-NWR model for several modeling scenarios imitating total deforestation of a large area situated within European southern taiga zone showed that total forest disturbances can result in changes of radiation and energy budgets of the area and consequently in increasing the annual amplitude of the air temperature (decrease of winter temperatures and their growth in summer) and in reducing the precipitation amount in all seasons of the year (projected annual decrease is about 4%) (Olchev et al., 2018).

The results obtained in the present study can be very useful for better understanding the effects of forest

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

disturbances on atmospheric fluxes at land surface - atmosphere interface and estimating their possible influence on regional weather conditions.

References

Mamkin V., Kurbatova J., Avilov V., Mukhartova Yu, Krupenko A., Ivanov D., Levashova N., Olchev A. 2016. Changes in net ecosystem exchange of CO2, latent and sensible heat fluxes in a recently clear-cut spruce forest in western Russia: results from an experimental and modeling analysis. Environmental Research Letters. 11(12). 125012

Mamkin V., Kurbatova J., Avilov V., Ivanov D., Kuricheva O., Varlagin A., Yaseneva I., Olchev A. 2019. Energy and CO2 exchange in an undisturbed spruce forest and clear-cut in the Southern Taiga. Agricultural and Forest Meteorology, 265, P. 252-268

Olchev A.V., Rozinkina I.A., Kuzmina E.V., Nikitin M.A., Rivin G.S. 2018. Influence of forest cover changes on regional weather conditions: estimations using the mesoscale model COSMO. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 107, 012105

Keywords: deforestation, boreal forest, clear-cut, eddy covariance, COSMO model, net ecosystem exchange of CO2

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Changes in mountain glacier systems and the distribution of main climatic parameters on the territory of Russia (XX -XXI century)

*Tatiana Khromova[1], Gennady Nosenko[1], Valeria Popova[1], Anton Muraviev[1], Stanislav Nikitin[1]

1. Institute of Geography Russian Academy of Sciences

Mountain glaciers are vital sources of water worldwide to many densely-populated regions including North Eurasia. Most glaciers are now shrinking, resulting in variable water supplies and sustained sea level rise. Rapid glacier change threatens water, energy and food security. Further glacier mass loss is likely in response to recent climate change, driven by global increases in air temperatures and the production of atmospheric pollutants. However, high altitudes and rugged topography generate regional weather systems that complicate the investigation of the relationship between climate and glacier change. Predictive models need to move beyond the state-of-the-art to couple advanced climate models with accurate representations of glacier processes, and more detailed and reliable data describing the state of mountain glaciers are required to constrain these models, both from monitoring individual glaciers and regional remote-sensing observations.

Glaciation exists on the territory of Russia for thousands of years. Glaciers are located now on islands and archipelagoes of Russian Arctic and in mountain regions of continental part of the country and currently cover the area of about 3,480,000 km². Now there are 18 mountain glacier regions on the territory of continental Russia. We present recent data on glaciers state and changes in these regions based on remote sensing and in situ studies and distribution of main climatic parameters that affect the existence of glaciers: summer air temperature and winter precipitation.

Acknowledgements. This presentation includes the results of research project №. 0148-2019-0004 of the Research Plan of the Institute of Geography, RAS and research project supported by the Russian Geographical Society (grant number 05/2017/RGS-RFBR).

Keywords: mountain glaciers , climate change, Russia, glacier changes

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Projection of changes in water balance components across irrigated lands of Central Asia using a high-resolution modeling system

*Anastasiia Pikaleva[1], Ekaterina Nadyozhina[1], Alexandra Sternzat[1], Boris Egorov[1], Sergey Efimov[1], Igor Shkolnik[1]

1. Voeikov Main Geophysical Observatory

The economy of arid regions in Central Asia is largely based on irrigated agriculture, which critically depends on the amount of regional water deficit. The insufficiency of water resources requires an accurate estimation of water balance components from irrigated lands in order to develop the optimal strategy of water consumption across Central Asia in a changing climate. This is particularly important for irrigated areas with typical spatial scales several kilometers, not captured by up-to-date regional climate models and thus requiring an explicit description of subgrid processes using a sophisticated high-resolution atmospheric boundary layer model.
A series of climate simulations using MGO regional climate model (RCM) at 25 km resolution and a 150-level atmospheric boundary layer model (ABLM) have been carried out aimed to improve the estimation of evapotranspiration from irrigated lands. It has been shown that the detailed description of boundary layer structure over the irrigated area pushes the RCM simulated temperature towards observations (assuming that CRU observational analysis to some extent accounts for the effect of irrigation on temperature).
A sensitivity study has been conducted in order to assess the impact of the changes in the Aral sea mirror during the second half of the 20th century –early 21st century on regional heat and moisture balance. This helps to build a methodology for optimizing the land use on the coastal areas of internal water bodies in the arid zones.
A series of ensemble (30 members) regional climate change projections by 2050-2059 relative to 1990-1999 has been conducted using the RCM-ABLM chain under IPCC RCP8.5 scenario. The analysis shows that the deficit of moisture over the irrigated areas increases by the mid-21st century during the growing season. This implies that the conditions for cultivating traditional agricultural crops in the region will deteriorate if the sources of irrigation water remain unchanged.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | 304 3F

[M-IS01] Environmental, socio-economic and climatic changes in Northern Eurasia

コンビーナ:Groisman Pavel(NC State University Research Scholar at NOAA National Centers for Environmental Information, Asheville, North Carolina, USA)、Shamil Maksyutov(National Institute for Environmental Studies)、Evgeny P Gordov(Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS)、Dmitry A Streletskiy(George Washington University)、座長:Dmitry Streletskiy(George Washington University)、Pavel Groisman(NC State University, USA)、Tetsuya Hiyama(Nagoya University, Japan)

We invite presentations on the biogeochemical cycles, the surface energy budget and water cycle, and climate and ecosystem interactions in Northern Eurasia (land-cover and land-use change, atmospheric aerosols, soil, and permafrost changes that affect and are being affected by climate and ecosystem change), human dimension, and tools to address the Northern Eurasia studies. In environmental studies, our Session foci are on the carbon cycle of Northern Eurasia and on the permafrost changes in Siberia, Asian Mountains, and the Arctic coastal regions.
In the regional water cycle studies, our Session foci are on the changing distribution of precipitation intensity, frequency, especially, in the cold/shoulder season transition periods when surface air temperature is close to 0 deg.C, and on the pattern and seasonal cycle changes of runoff.
In the human dimension studies, our Session foci are on assessments of impact of the ongoing environmental changes in Northern Eurasia on the human well-being and on mitigation strategies development in response to harmful consequences of these changes
The particular foci of this Session will be the studies of changes that impacts regional sustainable development in the Dry Latitudinal Belt of Northern Eurasia that expands through the continent from Pannonian Steppes in the west to the drylands of northern China in the east.
We invite also early career scientists associated with (or interested in) the Northern Eurasia Earth Science Partnership Initiative and its continuation, Northern Eurasia Future Initiative (http://nefi-neespi.org/NEFI-WhitePaper.pdf).

Conveners:
Pavel Groisman, NC State University, USA (pasha.groisman@noaa.gov)
Shamil Maksyutov, National Institute for Environmental JAPAN (shamil@nies.go.jp)
Evgeny Gordov, Siberian Center for Environmental Research and Training, RUSSIA (gordov@scert.ru)
Yizhao Chen, Nanjing Forestry University, CHINA (chenyzvest@gmail.com)

15:30 ~ 15:45

[MIS01-07] Rises and Falls of the Socioeconomic-Ecological Systems along the Silk Road

★Invited Papers

*Jiquan Chen[1]、Zutao Ouyang[1]、Changliang Shao[2]、Ranjeet John[1]、Geoffrey M Henebry[1]、Pavel Groisman[3] (1.Center for Global Changes and Earth Observation, Department of Geography, Environment, and Spatial Sciences, Michigan State University、2.Institute of Agricultural Resources and Regional Planning, Chinese Academy of Agricultural Sciences、3.NC State University Research Scholar, NOAA National Centers for Environment Information)

15:45 ~ 16:00

[MIS01-08] Interdisciplinary study of the mountain geosystems in the Altay-Sayan region

*Margarita Syromyatina[1]、Yurii Kurochkin[1]、Mariia Andreeva[1]、Kirill Chistyakov[1] (1.Institute of Earth Sciences, Saint Petersburg State University, Russia)

16:00 ~ 16:15

[MIS01-09] Where in High Mountain Pastures does Snow Seasonality Link Most Closely with Subsequent Land Surface Phenology?

*Geoffrey M Henebry[1]、Monika A Tomaszewska[2] (1.Michigan State University、2.South Dakota State University)

16:15 ~ 16:30

[MIS01-10] Evaluation of orographic precipitation over Central Asia and its simulated change under a warming environment

*谷田貝 亜紀代[1]、千田 彩乃[1]、増田 南波[1]、Kumar Vinay[2] (1.弘前大学大学院理工学研究科、2.Texas A&M University)

16:30 ~ 16:45

[MIS01-11] The impact factor of surface spectral albedo in an arid area

*Jiaxi Yang[1]、Zhenchao Li[2]、Xiaoqing Gao[2]、Panmao Zhai[3] (1.University of Chinese Academy of Sciences、2.Key Laboratory of Land Surface Process and Climate Change in Cold and Arid Regions, Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, CAS, Lanzhou, China、3.Chinese Academy of Meteorological Sciences)

16:45 ~ 17:00

[MIS01-12] **Northern Eurasia Future Initiative (NEFI) Focus on Human-Associated Extreme Events**

*Pavel Groisman[1,2,3]、Alexander Shiklomanov[4]、Irina Yesserkepova[5]、Sergey Gulev[2]、Ildan Kaipov[6] (1. NC State University Research Scholar at NOAA National Centers for Environmental Information, Asheville, North Carolina, USA、2. Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia 、3. Hydrology Science and Services Corporation, Asheville, North Carolina, USA、4. University of New Hampshire, Durham, New Hampshire, USA 、5.Joint Stock Company "Zhasyl Damu", Almaty, Kazakhstan、6. National Center for Space Research and Technologies, Almaty, Kazakhstan)

Rises and Falls of the Socioeconomic-Ecological Systems along the Silk Road

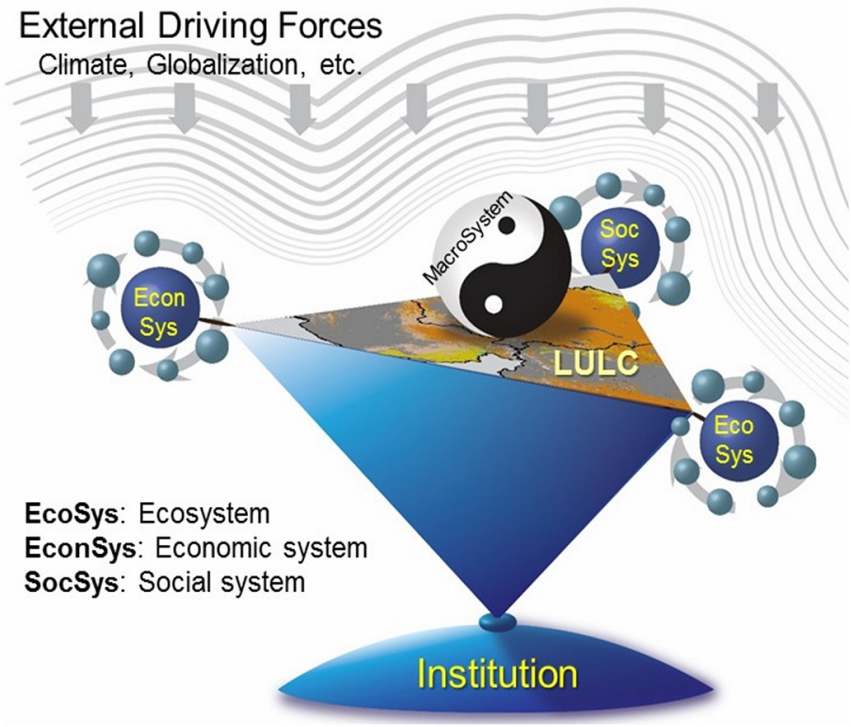
*Jiquan Chen[1], Zutao Ouyang[1], Changliang Shao[2], Ranjeet John[1], Geoffrey M Henebry[1], Pavel Groisman[3]

1. Center for Global Changes and Earth Observation, Department of Geography, Environment, and Spatial Sciences, Michigan State University, 2. Institute of Agricultural Resources and Regional Planning, Chinese Academy of Agricultural Sciences, 3. NC State University Research Scholar, NOAA National Centers for Environment Information

Our focus is recent fluctuations in the Socioeconomic-Ecological Systems (SES) within the Asian Dryland Belt (ADB) –a region that contains the ancient Silk Road that was, for centuries, the primary route for migration and cultural exchange across Eurasia, as well as trade between east Asia and Europe. Our study advances sustainability science by including institutions as the essential foundation of the three-pillared SES to understand changes in 22 political entities in 17 countries during 1992-2016 (hereafter MacroSES). The ADB includes three broadly-defined subregions: Middle East, Central Asia, and East Asia. Land degradation and land use conversion have occurred at an alarming rate across the region, with shrublands and savannas showing a high degree of turnover across the ADB. Meanwhile, the long term changes in annual precipitation and temperature showed uneven spatial distributions with the numerous hotspots of drying or wetting trends that do not always correspond with the land use. We calculated the relative values of LEI (life expectancy index) , GDPp (gross domestic production per capita), and GPPp (gross primary production per capita) to represent “EconSys”, “EcoSys”, and “SocSys”, respectively. A new sustainable index (SI) was calculated for the 17 MacroSES within the ADB. The balance of the three systems (EconSys, EcoSys SocSys) exhibits distinct temporal trends over the study period. Changes in relationships among LEI, GDPp, and GPPp show that MacroSESs in East Asia were very directional and dynamic, but more stable for the Central Asian MacroSESs, and more variable for the Middle East. One of the major findings is changes in the SI over the study period were attributable to armed conflicts (Iraq, Afghanistan, and Syria) or to reorientation toward a market-driven economy (Mongolia and China). Nevertheless, the three systems in 1992 are in disequilibrium and tilted in favor of ecosystem function, but during 2001-2016, the MacroSESs appear to move in a direction of equilibrium.

Keywords: Sustainability, Asian Drylands Belt, Socioeconomic-ecological systems

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Interdisciplinary study of the mountain geosystems in the Altay-Sayan region

*Margarita Syromyatina[1], Yurii Kurochkin[1], Mariia Andreeva[1], Kirill Chistyakov[1]

1. Institute of Earth Sciences, Saint Petersburg State University, Russia

The results of several projects funded by Russian geographical society and RFBR are presented. The main objective of this regional research is to reveal current state and changes of mountain geosystems mainly under the influence of natural factors as well as socio-economic factors during the last several decades.

Study region is partly located in the Dry Latitudinal Belt of Northern Eurasia and includes several key sites in the Russian, Mongolian and Kazakhstan Altai, in the Tuva Mountains and the Western Sayan Mountains. These mountain systems are the watershed between the Arctic Ocean basin (upper parts of Yenisei and Ob river basins) and Inner Asia closed drainage area (Grate Lake Depression).

Complex geographical field work was conducted during last several years including glaciological, hydrometeorological, hydrochemical, dendrochronological measurements as well as interviewing. Analysis of weather stations' data, remote sensing data acquired from satellites, various map documents and statistical data also was made.

There is positive mean annual air temperature trend in the region during the last several decades (0.2-0.6 degrees Celsius/10ys). But at the same time in recent years the warming trend is weakening in some areas. As for precipitation there is no any statistically significant trend. Such combination of climatic parameters in some areas, for example in the Khovd river basin in Great Lake Depression plays a critical role and we see a tendency to aridization. These facts are well confirmed by dendrochronological streamflow and temperature reconstructions for a longer period.

Dendrochronological analysis results in four regional ring-width chronologies, the longest one is since 1463. Chronologies demonstrate similar year-by-year and long-term variability and contain 10-14 and 29-33-yr cycles. The tree-ring growth is limited mostly by June-July air temperature (R=0.5–0.7). At the same time, chronologies are sensitive to the variability of circulation, hydrological, and glaciological parameters. Strong signal of nature factors permit to use these regional tree-ring chronologies for reconstructions of hydrometeorological parameters.

The water discharge formation in the upper parts of river basins in this region is associated mainly with glaciers. Glacier area and tongue regression was fixed mainly under temperature influence. Large glaciers such as Kozlov and Potanin were retreating at an average rate of 28-34 m/year during last years. At the same time there are some synchronous and non-synchronous changes of glacier retreat rate in different key sites associated basically with location, aspect of a slope, morphological and geomorphological patterns.

Hydrochemical TDS (Total Dissolved Solids) measurements show the dependence on source of nourishment and usually TDS changes from 0-7 ppm in the high-mountain headwaters near glaciers to 65-90 ppm along the river towards the mouth. The water type usually is hydrocarbonate-calcium or hydrocarbonate-magnesian.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Our research also has an applied aspect. We made an independent scientific expertise consisting in assessment of the natural conditions during the realization of large transport projects in the Siberian region, for example construction of the Elegest-Kyzyl-Kuragino railway line along the mountainous territory. Analysis of such parameters as extreme values of air temperature and precipitation, strong winds, snow cover thickness, avalanche danger and others makes it possible to assess the potential natural risks during the construction and further operation of the transportation systems.

Keywords: mountains, changes, Inner Asia, assesment, interdisciplinary study, physical geography

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Where in High Mountain Pastures does Snow Seasonality Link Most Closely with Subsequent Land Surface Phenology?

*Geoffrey M Henebry[1], Monika A Tomaszewska[2]

1. Michigan State University, 2. South Dakota State University

Within the context of a NASA LCLUC project, we have been working to detect significant changes in metrics of snow seasonality in high mountain pastures across Kyrgyzstan and to associate them, with metrics of land surface phenology in the subsequent growing season, as modulated by terrain features. There are multiple challenges to address including reconciling spatial and temporal scales of observation, topographic normalization of reflectance, seeking ecological signal amidst a welter of variation across multinomial stratifications, and limitations on statistical tests due to autocorrelation, very large sample sizes, and inappropriate neutral model expectations. Working in mountainous landscapes can pose special challenges because terrain features—elevation, slope, aspect, and landform—as well as geographic context can interact to change the ecological expectations of their interactions. We use two types of MODIS products—land surface temperature (MOD11A2, MYD11A2) and snow cover (MOD10A2)—to track the seasonal progression of thermal time and the seasonality of snow cover. We model land surface phenology using NDVI data from Landsat TM/ETM+/OLI sensors as a quadratic function of accumulated growing degree-day calculated from MODIS LST products. Phenological metrics derived from the fitted parameter coefficients include Peak Height (PH) of NDVI and the Thermal Time to Peak (TTP) NDVI. Snow cover seasonality metrics include First Date of Snow (FDoS), Last Date of Snow (LDoS), and Duration of Snow Season (DoSS). We explore how the phenological metrics (PH, TTP) are linked to the seasonality metrics (FDoS, LDoS, DoSS) and how these relationships change as a function of terrain, particularly in contrasting aspects on moderate to steep slopes. The analyses reveal those parts of the landscape where pasture productivity is more vulnerable to changing snow seasonality.

Keywords: Kyrgyzstan, environmental change, land surface phenology, snow seasonality, MODIS, Landsat

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Evaluation of orographic precipitation over Central Asia and its simulated change under a warming environment

*谷田貝 亜紀代[1]、千田 彩乃[1]、増田 南波[1]、Kumar Vinay[2]
*Akiyo Yatagai[1], Ayano Senda[1], Minami Masuda[1], Vinay Kumar[2]

1. 弘前大学大学院理工学研究科、2. Texas A&M University
1. Graduate School of Science and Technology/Hirosaki University, 2. Texas A&M University

The Central Asia (CA) region located in the central part of the Eurasian Continent receives little precipitation and thus most parts are classified as arid/semiarid. Here, life and ecosystems largely depend on river discharge from the western Tibetan Plateau. As agricultural water stress has caused shrinkage of the Aral Sea, CA is fragile environment where human–nature interaction plays a key role in hydrological sustainability. It is believed that glaciological water is an important water resource for the CA region; however, if glacier accumulation decreases because of reduced precipitation, water stress could become an increasing problem.

According to the IPCC report based on CMIP5 models, CA precipitation by 2080–2100 is expected to increase by about 10%; however, this prediction is unreliable because numerical simulations are inconsistent. Furthermore, because CA largely depends on mountain water resources, we need to predict future precipitation change for mountain areas. For most models, representation of orographic precipitation is difficult because of resolution limitations. Thus, CMIP results must be downscaled with reference to quantitative observational data. To create an ensemble of multiple models, especially when using “teacher” data, the performance of the multimodel superensemble (MMSE) technique provides excellent results for monsoon Asia.

This study applied the MMSE technique to monthly precipitation data of CA (35˚–60˚N, 50˚–85˚E), focusing on spring (March–May), which is the rainy season in CA. First, we applied the MMSE to CMIP5 “historical” monthly precipitation in spring in accordance with APHRODITE data. Although the APHRODITE dataset can represent the orographic pattern well, it has fewer input data recently; hence, we only used data for 1980–1990 (11 years). We used all 20 registered climate models from the CMIP5 archive. We used 10 years’ data for “training” to decide weighting parameters in accordance with APHRODITE. Then, we “simulated” the final year using the derived parameters. We compared the “simulated” values with APHRODITE data of that year. We repeated this process 11 times such that the data for each year were forecasted by the MMSE.

Comparison of the precipitation pattern of each model to APHRODITE revealed higher correlation coefficients (CCs) for the MMSE result (SUP) (0.6–0.8) than for each model (0.2–0.6) for all years.

The MMSE result for the Middle East (Yatagai et al., 2018) showed the SUP produced the best pattern for each year; however, the long-term trend did not match the observations. Hence, we tried used an SUP with the top six models that showed high CCs between the time series of CA mean precipitation and each model. We selected those models that simulated interannual variation of total precipitation in the CA area as a reflection of how each model simulated the dynamic structure based on the observed forcing. Based on this selection, we applied the MMSE using APHRODITE observational data. The CCs of the top six models in terms of temporal correlation were 0.55, 0.53, 0.48, 0.47, 0.34 and 0.33. Among the other models, some showed strong negative correlation with APHRODITE (CC = −0.65, −0.49 and −0.38); thus,

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

we could exclude them from the MMSE.

We determined the weighting using two sets: a) the 6 models superior in representing the horizontal variation and b) the 6 models superior in representing the temporal variation for the 11 years. Then, we applied each weighting to the superensemble for RCP8.5 scenario precipitation over CA, especially the high-mountain area. Set a) showed a trend of increasing precipitation in some months in spring; however, set b) showed a robust decreasing trend in all months.

Considering it reasonable to place greater trust in model outputs that are good at representing interannual precipitation variation in CA, we pessimistically predict that spring precipitation in the 2100s will be reduced in the mountain region of CA.

キーワード：Multimodel Superensemble、CMIP、APHRODITE、Glaciological water resources
Keywords: Multimodel Superensemble, CMIP, APHRODITE, Glaciological water resources

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The impact factor of surface spectral albedo in an arid area

*Jiaxi Yang[1], Zhenchao Li[2], Xiaoqing Gao[2], Panmao Zhai[3]

1. University of Chinese Academy of Sciences, 2. Key Laboratory of Land Surface Process and Climate Change in Cold and Arid Regions, Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, CAS, Lanzhou, China, 3. Chinese Academy of Meteorological Sciences

Climate is very sensitive to surface albedo. Subtle changes in surface albedo can affect the energy balance of land atmosphere system and cause climate change. Therefore, accurate acquisition of surface albedo parameters and the study of their distribution characteristics are of great significance to regional climate change and to the improvement and validation of land surface process models. As the past studies on the surface albedo are mostly focus on the full-spetrum radiation. And in the third generation of land-surface process models, such as the CLM, LSM, and the later-released CLM4.0 and CLM4.5, the solar radiation is divided into visible and near-infrared radiation, with a wavelength of 0.7 μm as a divide, as well as being divided into direct radiation and scattered radiation in the parameterization process of the surface albedo. However, the absorption and reflection of different wavelengths of sunlight would change by the change of underlying surface. In order to understand the impact factors of surface spectral albedo and provide theory basis for the parameterization of surface albedo, the observational data on the spectral radiation and 2cm soil moisture in Dunhuang, China from July 2017 to December 2018 were analyzed. The reason of choosing Gobi area instead of other areas is it can minimize the impact of cloud cover and other weather conditions on the solar radiation. During the observation period, the surface albedo increased with the wavelength in each season except winter. The surface albedo was affected by the solar altitude and soil moisture, and they exhibited obvious anti-correlations. The annual mean surface albedo of GR, UV, VIS and NIR was 0.25, 0.13, 0.25 and 0.43, while the correlation coefficient with solar altitude was -0.41, -0.08, -0.29 and -0.30, and the correlation coefficient with 2cm soil moisture was -0.60, -0.60, -0.59 and -0.46, respectively. Longer wavelengths correspond to stronger relationship between the surface albedo and solar altitude. In contrast, shorter wavelengths correspond to stronger relationship between the surface albedo and 2cm soil moisture.

Keywords: surface spectral albedo, solar altitude, soil moisture, arid area

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Northern Eurasia Future Initiative (NEFI) Focus on Human-Associated Extreme Events

*Pavel Groisman[1,2,3], Alexander Shiklomanov[4], Irina Yesserkepova[5], Sergey Gulev[2], Ildan Kaipov[6]

1. NC State University Research Scholar at NOAA National Centers for Environmental Information, Asheville, North Carolina, USA, 2. Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia , 3. Hydrology Science and Services Corporation, Asheville, North Carolina, USA, 4. University of New Hampshire, Durham, New Hampshire, USA , 5. Joint Stock Company "Zhasyl Damu", Almaty, Kazakhstan, 6. National Center for Space Research and Technologies, Almaty, Kazakhstan

NEFI was conceived at the Workshop “*Ten years of Northern Eurasia Earth Science Partnership Initiative (NEESPI): Synthesis and Future Plans*” in April 2015. One year later, a NEFI White Paper was posted at http://nefi-neespi.org/ and, thereafter, the peer-reviewed NEFI Science Plan paper was published (Groisman et al. 2017). NEFI is a continuation of NEESPI and addresses two significant and intertwined changes with focus on Northern Eurasia: 1) continued and exacerbated change in the global Earth system, and 2) societal changes with need for mitigation and adaptation approaches. The changes have already occurred and keep growing. Their impacts on (and feedbacks to) atmospheric, biospheric, cryospheric, hydrologic, oceanic, and macro-socioeconomic processes are ongoing. To develop effective mitigation and adaptation strategies, future NEFI activities will need to consider three unique features of Northern Eurasia: (1) the sensitivity of land surface characteristics to global change that feedback to influence the global energy budget; (2) potential changes in the Dryland Belt of Northern Eurasia that will have a large influence on the availability of water for food, energy, industry, and transportation; and (3) the role of the evolving social institutions and economies.

While natural processes (except the high amplitude of their variations) are mainly the same as in other parts of the World, human factors and changes in land cover and land use in Northern Eurasia during the past decades were dramatic and unique. They have ultimately transformed human-environment interactions. This in turn has transformed regional land cover and water resources towards conditions that endanger the resilience of natural ecosystems. Institutional changes in Northern Eurasia over the past few decades have led to large changes in the socio-economic fabric of the societies in the region, affecting land use and the natural environment. One overarching challenge has been the transition from command-driven to “transitional” and more market-driven economics in the countries of the region. This phenomenon has occurred at different rates, with differing levels of success, and often with societal costs.

The core motivation of NEFI is to best use science to serve the decision-making process to maintain Earth system health and to sustain society. Therefore, we have to reconsider/expand the definition of term “extreme events” from rare events (as it was used in climatology) to events that are “human-related”, i.e., are important for human well-being and are not necessary rare. The Earth climatic system does not know extremes. Unusually rare weather situations can be named disturbances or deviations and these terms do not have emotional connotations. Term “extremes” is used by humans when some events or their anomalous manifestations affect quality of human life, prevent or restrict socioeconomic activities, or endanger human life and/or man-made infrastructure. Using this anthropocentric paradigm, we would rather name “extreme” a gradual thawing of the ground under roads and buildings that causes their destruction than the temperature anomalies above the upper 5% of their daily values. This presentation has a particular focus on several types of human-associated extreme events. They are not necessarily rare,

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

but such events can be legitimately named as “human-associated extremes” (HAE) and deserve our attention, when their occurrence cause serious disruption in socioeconomic activity and/or endangers human life and/or when we observed significant changes in their occurrence and intensity. In our presentation, we present a few examples of HAE and their changes over Northern Eurasia.

Reference: Groisman, Shugart, Kicklighter *et al* 2017: Northern Eurasia Future Initiative (NEFI): facing the challenges and pathways of global change in the twenty-first century. *Progress in Earth and Planetary Science,* **4**:41; doi:10.1186/s40645-017-0154-5

Keywords: human-associated extreme events, Northern Eurasia, environmental and socioeconomic changes



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 9:00 ~ 10:30 | 301B 3F

[M-IS24] 海底～海面を貫通する海域観測データの統合解析

コンビーナ:有吉 慶介(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、木戸 元之(東北大学 災害科学国際研究所)、稲津 大祐(東京海洋大学)、高橋 成実(防災科学技術研究所)、座長:有吉 慶介、木戸 元之

海底圧力計は，地殻変動・海洋変動・潮汐変動・大気圧変動・機器特性ドリフトなど，様々な成分を含んでいる．そのため，地震学者にとって海洋変動などはノイズとして扱われることになるが，専門外の海洋変動を定量的に除去することは現実的に困難である．同様に，海洋物理学者にとっては，地殻変動成分を除去することは困難である．このような問題は，海中音響測距での海水密度変化などにも当てはまる．そこで本セッションでは，これらの相補的な関係に注目して，領域を超えた共同研究の在り方・進め方について議論を行う場とすべく，冒頭の諸現象について幅広い投稿を歓迎する．

9:00 ~ 9:15

[MIS24-01] ちきゅう・新青丸・勢水丸と連携した潮岬での陸域気象観測

*吉田 聡[1]、有吉 慶介[2]、小松 幸生[3]、立花 義裕[4]、藤田 実季子[2]、野津 雅人[5]、西川 はつみ[10]、川合 義美[2]、木下 直樹[6]、Lyndon Olaguera[5]、久保 美晴[8]、長谷 健太郎[7]、松山 祐矢[6]、増田 南波[9]、入江 健太[11]、吉田 哲治[10]、渡部 友祐[7]、松田 康佑[12]、青木 俊輔[7]、渡辺 真吾[2]、栗栖 朗[13]、山崎 聖太[7]、平田 英隆[14]、秋山 静佳[7]、重田 祥範[15]、宮田 昌[15]、松原 甲斐[15]、多田 楽空[15]、渡来 靖[16]、中村 祐輔[16] (1.京都大学防災研究所、2.海洋研究開発機構、3.東京大学大学院新領域創成科学研究科、4.三重大学大学院生物資源学研究科、5.首都大学東京、6.九州大学、7.京都大学、8.琉球大学、9.弘前大学、10.北海道大学、11.東京学芸大学、12.東京海洋大学、13.岡山大学、14.名古屋大学、15.公立鳥取環境大学、16.立正大学)

9:15 ~ 9:30

[MIS24-02] GNSS-A海底地殻変動観測による海中音速構造の推定

*石川 直史[1]、横田 裕輔[2]、渡邉 俊一[1] (1.海上保安庁海洋情報部、2.東京大学生産技術研究所)

9:30 ~ 9:45

[MIS24-03] 環太平洋地震帯における海底圧力観測データと実海洋変動予測モデルの比較

*土橋 陽一朗[1]、稲津 大祐[2] (1.東京海洋大学大学院　海洋科学技術研究科、2.東京海洋大学　海洋資源エネルギー学部門)

9:45 ~ 10:00

[MIS24-04] Experimental challenges for interpretation of in-situ observation of bottom pressure recorders (BPRs) at the seafloor

★Invited Papers

*Hiroyuki Matsumoto[1]、Toshinori Kimura[1]、Shuhei Nishida[1]、Yuya Machida[1]、Eiichiro Araki[1] (1.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC))

10:00 ~ 10:15

[MIS24-05] 津波・地殻変動観測ブイシステムを用いた海底圧力連続観測

*高橋 成実[1]、今井 健太郎[2]、木戸 元之[3]、太田 雄策[3]、福田 達也[2]、石原 靖久[2]、越智 寛[2]、鈴木 健介[2]、日野 亮太[3] (1.防災科学技術研究所、2.海洋研究開発機構、3.東北大学)

10:15 ~ 10:30

[MIS24-06] 海底から海洋を見上げ地球内部を覗き込む

★招待講演

*深尾 良夫[1] (1.地震津波海域観測研究開発センター/海洋研究開発機構)

ちきゅう・新青丸・勢水丸と連携した潮岬での陸域気象観測
Meteorological Observations at Shionomisaki in cooperation with “Chikyu”, Shinsei-maru and Seisui-maru

*吉田 聡[1]、有吉 慶介[2]、小松 幸生[3]、立花 義裕[4]、藤田 実季子[2]、野津 雅人[5]、西川 はつみ[10]、川合 義美[2]、木下 直樹[6]、Lyndon Olaguera[5]、久保 美晴[8]、長谷 健太郎[7]、松山 祐矢[6]、増田 南波[9]、入江 健太[11]、吉田 哲治[10]、渡部 友祐[7]、松田 康佑[12]、青木 俊輔[7]、渡辺 真吾[2]、栗栖 朗[13]、山崎 聖太[7]、平田 英隆[14]、秋山 静佳[7]、重田 祥範[15]、宮田 昌[15]、松原 甲斐[15]、多田 楽空[15]、渡来 靖[16]、中村 祐輔[16]
*Akira Kuwano-Yoshida[1], Keisuke Ariyoshi[2], Kosei Komatsu[3], Yoshihiro Tachibana[4], Mikiko Fujita[2], Masato I. Nodzu[5], Hatsumi Nishikawa[10], Yoshimi Kawai[2], Naoki Kishita[6], Lyndon Mark Olaguera[5], MIHARU KUBO[8], Kentaro Hase[7], Yuya Matsuyama[6], Minami Masuda[9], Kenta Irie[11], Tetsuji Yoshida[10], Yusuke Watanabe[7], Kosuke Matsuda[12], Syunsuke Aoki[7], Shingo Watanabe[2], Akira Kurisu[13], Shota Yamasaki[7], Hidetaka Hirata[14], Shizuka Akiyama[7], Yoshinori Shigeta[15], Akira Miyata[15], Kai Matsubara[15], Yoshitaka Tada[15], Yasushi Watarai[16], Yusuke Nakamura[16]

1. 京都大学防災研究所、2. 海洋研究開発機構、3. 東京大学大学院新領域創成科学研究科、4. 三重大学大学院生物資源学研究科、5. 首都大学東京、6. 九州大学、7. 京都大学、8. 琉球大学、9. 弘前大学、10. 北海道大学、11. 東京学芸大学、12. 東京海洋大学、13. 岡山大学、14. 名古屋大学、15. 公立鳥取環境大学、16. 立正大学
1. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo, 4. Faculty of Bioresources, Mie University,, 5. Tokyo Metropolitan University, 6. Kyushu University, 7. Kyoto University, 8. University of The Ryukyus, 9. Hirosaki University, 10. Hokkaido University, 11. Tokyo Gakugei University, 12. Tokyo University of Marine Science and Technology, 13. Okayama University, 14. Nagoya University, 15. Tottori University of Environmental Studies, 16. Rissho University

紀伊半島沖は南海トラフ地震の発生源として、地震・津波観測監視システムDONETが展開され、海底圧力がリアルタイムで観測されている。この海底圧力データには地殻変動成分だけでなく、大気海洋変動成分も含まれており、各成分を分離抽出できれば、地震学だけでなく、気象学、海洋学に活用することが可能となる。このためには、DONET直上での大気海洋観測が必要である。また、近年、黒潮からの大気境界層への熱・水蒸気供給が海上風や降水、低気圧発達に影響を与えることが明らかになりつつあり、黒潮付近での大気海洋同時観測による実態解明が必要である。今回、地球深部探査船「ちきゅう」が熊野灘で長期掘削する機会に合わせて、東京大学/海洋研究開発機構の「新青丸」、三重大学の「勢水丸」、京都大学防災研究所潮岬風力実験所での大気海洋同時観測を実施した。観測期間は2018年10月11日～20日（観測1）、11月5日～9日（観測2）、11月12日～16日（観測3）の3期間で、それぞれ、新青丸KS-18-13航海、勢水丸1826次航海、1827次航海に当たる。潮岬風力実験所では3期間とも1日2回（日本時間03時、15時）のGPSゾンデ観測を実施した。また、観測1ではドローンに搭載した気象センサーによる気象観測、観測2と観測3では、ドップラーライダーによる大気境界層観測、観測3ではパイロットバルーンによる風観測も実施した。観測期間中、紀伊半島沖で同時観測していた新青丸、勢水丸では海上竜巻が観測されたが、潮岬はおおむね北よりの風で、晴れまたは曇りの天候が続き、降水が観測されたのは数日であった。ゾンデ観測はおおむね高度20km弱まで観測できており、上空の西風に乗って、静岡沖まで到達、落下していた。本発表では、観測の概要と初期解析結果について紹介する。

謝辞
本研究は近畿建設協会研究助成、京都大学防災研究所一般共同研究、JSPS科研費17K19093の支援を受けた。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：黒潮、DONET、大気海洋相互作用
Keywords: Kuroshio, DONET, air-sea interaction

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

GNSS-A海底地殻変動観測による海中音速構造の推定
GNSS-A data analysis to estimate the sound speed profile

*石川 直史[1]、横田 裕輔[2]、渡邉 俊一[1]
*Tadashi Ishikawa[1], Yusuke Yokota[2], Shun-ichi Watanabe[1]

1. 海上保安庁海洋情報部、2. 東京大学生産技術研究所
1. Hydrographic and Oceanographic Department, Japan Coast Guard, 2. Institute of Industrial Science, the University of Tokyo

GNSS一音響測距結合方式による海底地殻変動観測（GNSS一A）は、海底に設置した音響トランスポンダー（海底局）の世界測地系に準拠した位置座標を求める、いわば海底版のGNSSともいうべき観測技術である。

この観測では、音波によって船と海底局の間の距離を測定する。そのため、海中の音速構造の正確性が最終的な測位精度に影響し、センチメートルレベルの測位のためには、音速を0.1m/s以下の精度で与える必要がある。現状の観測機器の能力から、この精度内での測定自体は難しいものではないが、実際に必要とされるのは観測海域の平均的な値ではなく、音線の通った場所・時間における音速である。時間・空間で複雑に変化する音速を、全ての音線について、要求精度内で計測することは事実上不可能である。

一方で、音波の往復走時には、距離だけではなくその途中経路の音速場の情報も含まれているため、解析を工夫することで、音速の情報を取り出すことが可能となる。現在の解析では、音速を補正する関数を導入し、海底局の位置ともに補正関数の係数の推定を同時に行うことで精度を向上させている。この手法は、GNSS測位における水蒸気量の推定に類似している。GNSSの分野では、測位のノイズとなる水蒸気量をシグナルとして捉えるGNSS気象学が発展した。今後、GNSS一A観測においても、ノイズとして推定された海中の音速場を海洋学的なシグナルとして捉えるGNSS一A海洋学ともいうべき分野に繋ることも期待される。

音響データの持つばらつきの中から如何に音速の情報を取り出すかが、精度向上の鍵となる。この観測では、船が2～5km四方程度の領域内を6～20時間程度、航走しながら音響観測を行っている。解析では、こうした時間・空間的な広がりを持つ音響データも持つ残差情報から、海中音速の時間・空間的な変動を推定を行っている。このときに、船の航跡の形状が音速推定に大きな影響を与えるため、測線を適切に設定する必要がある。

本講演では、測線配置が音速と海底局位置の推定に与える影響について調査した結果について報告を行う。また、解析の初期値として与える音速の観測値の影響についての評価も行う。これらの評価は、船のオペレーションと音速観測についての適切な観測システムの設計に繋がることが期待される。

キーワード：GNSS-A海底地殻変動観測、海中音速構造
Keywords: GNSS-A seafloor geodesy, Sound speed profile

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

環太平洋地震帯における海底圧力観測データと実海洋変動予測モデルの比較

Comparison of Ocean Bottom Pressure Observation Timeseries with Result of Real Ocean Estimating Models around the Pacific Rim Earthquake Zone

*土橋 陽一朗[1]、稲津 大祐[2]
*Yoichiro Dobashi[1], Daisuke Inazu[2]

1. 東京海洋大学大学院　海洋科学技術研究科、2. 東京海洋大学　海洋資源エネルギー学部門
1. Tokyo University of Marine Science and Technology, 2. Tokyo University of Marine Science and Technology department of marine resouces and energy

Ocean Bottom Pressure gauge observation (OBP) has an ability to detect centimeter scale seafloor vertical deformations near the plate boundaries. However, timeseries of OBP contain not only crustal deformation signal but also ocean tide or other oceanic variations, so detection of vertical displacements from OBP variation is not easy task. Especially, non-tidal oceanic variations have common timescale (several days to weeks) with seafloor deformations related to slow earthquakes which have different features from usual earthquake we know. Therefore, removing non-tidal oceanic variations is demanded and one possibility to solve this question is estimating the non-tidal oceanic variations by real ocean estimation model simulations. Actually, this method has already applied to some observation areas.

In this research, we used two realistic ocean estimation models and evaluated how these can reduce the amplitude of non-tidal oceanic variations by applying to multiple ocean area around the Pacific Rim Earthquake Zone.
We introduced a data assimilated product, ECCO (Estimating the Circulation of the Ocean assimilated by JPL) in addition to the single layer-barotropic ocean model (Inazu et al, 2012) and compared these two calculation result with observed OBP time series. In this comparison, we collected OBP timeseries mainly from IRIS Data Management Center and Ocean Networks Canada including Hikurangi Subduction Zone, Cascadia Subduction Zone and Chile Trench.

As a result, we can see the different characteristics of two models and timeseries variation of each sites and evaluate the variation amplitude because 1hPa change means 1cm change in seawater height and seafloor vertical displacement. In case of Hikurangi subduction zone, ECCO can reduce OBP amplitude about 15-25% and standard deviation of after correction is 1.5-2.5 (hPa), and single layer-barotropic ocean model can reduce OBP amplitude about 30%-40% and standard deviation after correction is 1.1-1.8 (hPa). In case of south area of Cascadia subduction zone, the reducing rate is common to each model about 5-15% which isn't so high as Hikurangi subduction zone however standard deviation after correction is 0.9-2.0 (hPa) which is almost same as after correction of Hikurangi subduction zone but in north area of Cascadia subduction zone, standard deviation after correction is 1.6-2.6 (hPa) though two model can reduce amplitude10-20%.
This implies that using model is effective at Hikurangi site and also Cascadia subduction zone is suitable site to detect centimeter scale seafloor vertical deformation from the viewpoint of simple amplitude variation analysis.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：地殻変動、海底圧力、海洋物理モデリング
Keywords: Crustal deformation, Ocean Bottom Pressure , Physical ocean modeling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Experimental challenges for interpretation of in-situ observation of bottom pressure recorders (BPRs) at the seafloor

*Hiroyuki Matsumoto[1], Toshinori Kimura[1], Shuhei Nishida[1], Yuya Machida[1], Eiichiro Araki[1]

1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC)

The Japan Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC) involves various underwater technologies related to long-term seafloor or borehole observatories in the seismogenic zone, by which real-time measurement by BPRs (Bottom Pressure Recorders) can contribute to early tsunami detection, slow-slip seismic event monitoring, or possibly crustal deformation’ s measurement etc. JAMSTEC has used the ocean-bottom borehole temperature and pressure simulator for the recent one decade in order to promote our knowledges taking place in the in-situ BPRs’ observations. In the presentation, we present the recent experiment which characterize the hydro-dynamic pressure at the seafloor during an earthquake. A moderately strong earthquake occurred while the authors were evaluating the long-term stabilities of bottom pressure recorders (BPRs) in conjunction with a broadband seismometer in JAMSTEC. In this experiment, a hydro-static pressure simulating that at the seafloor with a depth of 1000 m was applied by using a pressure standard (i.e., a piston gauge). Consequently, the pressurized BPRs were able to completely record the pressure fluctuations induced by the vibrations of a dead weight on the piston-cylinder during the earthquake. The experiment effectively demonstrated the aspects of the hydro-dynamic pressure data obtained through in situ observations during the same earthquake. We were also able to simultaneously obtain records from unpressurized BPRs; these data suggest that the internal mechanics of the BPRs were unaffected by the earthquake. This experimental evidence that BPRs can record true in situ pressure changes without instrumentally induced contamination may be useful for more thorough interpretations of in situ BPR observations by those communities that utilize BPRs.

Keywords: Bottom pressure recorder (BPR), Pressure standard, Broadband seismometer

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

津波・地殻変動観測ブイシステムを用いた海底圧力連続観測
Continuous bottom pressure observation by real-time buoy system for tsunami and crustal displacement

*高橋 成実[1]、今井 健太郎[2]、木戸 元之[3]、太田 雄策[3]、福田 達也[2]、石原 靖久[2]、越智 寛[2]、鈴木 健介[2]、日野 亮太[3]
*Narumi Takahashi[1], Kentaro Imai[2], Motoyuki Kido[3], Yusaku Ohta[3], Tatsuya Fukuda[2], Yasuhisa Ishihara[2], Hiroshi OCHI[2], Kensuke Suzuki[2], Ryota Hino[3]

1. 防災科学技術研究所、2. 海洋研究開発機構、3. 東北大学
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. Tohoku Univerisity

We have developed real-time observation buoy system for tsunami and crustal displacements and carried out one-year continuous observation around eastern Nankai Trough area. Already we reported a part of the records, for example, tsunami signals brought by Off Southeastern Mie prefecture at 1st April 2016. In general, seafloor pressure observation includes many types of signals, which are crustal displacement, long-term seismic signals, tsunamis, density variation brought by sea current, ocean tide, atmospheric pressure and so on. Therefore, we attached many sensors on the buoy system. Atmospheric sensors to measure pressure, wind speed, wind direction were attached on the buoy, and their data was collected with a sampling of 10 minutes. Precise point positioning, a navigation system using four antennas, and gyro compass were also set on the buoy, and we collected navigation data including buoy position with 2 Hz sampling. Sea floor pressure data using low pass filtered of 0.023 Hz was collected with a sampling of 15 seconds and they were sent to the buoy via the wire end station using acoustic data transmission (Takahashi et al., 2015). The crustal displacement data was also collected, and the buoy has a transducer to communicate with seafloor transponders (Imano et al., 2017; Kido et al., 2018). Many types of observation were succeeded, and next step of our actions is to distinguish these signals. We applied bandpass filter changing the frequencies to the seafloor pressure data. As the results, we found that various signals with relative low frequency were recorded. Although these amplitudes were approximately 0.5 hPa, there were cases with signals with a low frequency of a few minutes, or that from approximately one hour to two hours and with relative short duration. It is possible that slow slip events with various frequencies distribute around off Enshu-nada. In addition, much disturbance was recorded on the pressure sensor during low atmospheric pressure. Such phenomena were recorded by Dense Oceanfloor Network system for Earthquakes and Tsunamis (DONET; Kaneda et al., 2015; Kawaguchi et al., 2015), it is possible that micro tsunami produced by sea surface fluctuation due to variation of atmospheric pressure. In order to clarify the cause of such phenomena, it is essential to observe from seafloor to sea surface. We have successfully observed various physical data both seafloor and sea level in this observatory system. In this presentation, we will introduce various signals recorded by many types of sensors on the real-time buoy system.

キーワード：津波・地殻変動、リアルタイム観測、ブイ
Keywords: Tsunami and crustal displacement, real-time observaion, buoy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

海底から海洋を見上げ地球内部を覗き込む
Looking into the ocean and Earth’s interior from their boundary

*深尾 良夫[1]
*Yoshio Fukao[1]

1. 地震津波海域観測研究開発センター/海洋研究開発機構
1. CEAT / Japan Agency for Marine-Earth Science & Technology

序

表 1 は自身も関わった海底観測の最近の成果をまとめたものである。これら観測は地震学研究者によってなされたものだが、得られた成果の半分以上は、津波、長周期重力波（IG波）、内部潮汐波、内部ボアなど海洋現象に関するものである。残りが超低周波地震、極浅部定常微小地震活動、海底ゆっくり変動など固体地球現象に関する成果である。この事実は、特に海底観測においては海洋物理学分野と地震学分野との共同研究が重要であることを示す。ここでは表１のトピックスの中から本セッションの趣旨に沿った研究例を紹介し、今後の発展を議論したい。

研究例

No. 2. 青ヶ島東方沖海底に展開した圧力計アレー（A-array）に記録された分散性IG波を地震波（表面波）伝播のコードを用いて逆伝播させ波源域を探索した研究。逆伝播結果と第３世代波浪推算モデル（WW3）のIG波への拡張版とを組み合わせることにより、青ヶ島に入射するIG波が遠く南米西海岸で生まれ太平洋を横断して到来した（北半球の夏）ことを明らかにした。IG波は海底地形とカップリングして固体地球側に常時地球自由振動を励起する能力を持つことから、この研究は地震学にも貢献することが期待される。

No. 2. 宮城県沖海底に設置した新型水晶式３成分加速度計及びBBOBSの傾斜成分出力を用い平均して月４回発生する傾斜イベントを捉えた。これは斜面に沿って海溝側から陸側に海底が傾斜する現象であるが、これが実際には海底の傾斜運動ではなく、海底斜面に沿って陸側に進む内部孤立波の通過（ボア）によって測器の支柱が傾く現象であることを明らかにした。これは、期間限定ながら流速測定・温度測定等の海洋物理観測を傾斜測定と並行したことによって初めて得られた結果であり、海底地震観測の際に海洋物理観測装置を付設することの有用性が示された。

No. 6. 青ヶ島東方沖海底圧力計アレー（A-array）を用いて内部潮汐波の励起源付近における挙動を明らかにした研究。検出された内部潮汐波は青ヶ島の海底斜面に沿って海側に進行する伝播性の成分と節が斜面に固定された定常振動の成分とからなる。この解釈は、潮汐現象を取り込んだ海洋循環モデル（JCOPE-T）から抽出した内部潮汐波の挙動と非常に整合的である。JCOPE-Tは海底圧力観測との比較だけでなく、海底下の反射構造探査記録を再解析して得られる海洋内部の音響反射断面図を解釈するのにも有用である。本研究は地震学的観測と海洋物理学的シミュレーションとの組み合わせが成果をもたらした良い例と考える。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

No.11. 鳥島はるか東方沖の海底水圧計アレー記録を用いて、伊豆小笠原海溝近傍における時間スケール数千秒・変動量数センチメートルのゆっくりした海底上下変動の検出を試みている。今回は、アレーのごく近傍に発生した小地震をきっかけに始まった海底面の上昇運動の検出を報告する。こうしたゆっくりイベントは、潮汐変動や大気圧変動に由来する超長周期・大振幅の大きな海底圧力変動に隠されて、その信号の抽出が一般に困難である。ここでは大気・海洋起源の大きな圧力変動成分を除去し、固体地球変動成分を取り出す手法について議論する。

議論

以上の限られた経験をもとに、海洋物理学研究者と地震学研究者との可能な連携を考える。例えば（No. 2）からは、（日本のDONETやS-Net及びカナダのNEPTUNEなどの）海底ネットワーク水圧計出力を用いて、太平洋のIG波の波動場を準リアルタイムでモニターすること、その結果を海洋物理学分野の波浪+IG波の波高分布モデリングや、グローバル地震観測網から抽出した常時地球自由振動場と比較し、固体地球と海洋地球と繋ぐことが考えられる。（No. 3）からは、ボアの発生を検知した深海底に海洋観測装置をアレーで長期展開することにより、よくわかっていない深海底におけるボアの生成伝播の実態が明らかになると期待される。（No. 6）からは、DONETやS-Netの海底水圧計群の外部潮汐・内部潮汐情報をJCOPE-Tのようなシミュレーションモデルに取り込んで海洋モデルを逐次改良するなどして、海底ネットワークと海洋シミュレーションモデルとの定常的な連携発展を図る。（No.11）からは、こうしたシミュレーションモデルを用いて大気・海洋起源の大きな海底圧力成分をできるだけ除去し、固体地球起源の海底変動の有無を検出しやすくすることなどが考えられる。今後は、海洋物理研究者と地震学研究者が当初から共同して海底観測に臨むケースが増えると予想される。

キーワード：海底観測、水圧計、アレー観測
Keywords: ocean bottom observation, pressure gauge, array observation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Table 1. Recent results from our ocean bottom observations

Phenomenon	No	Observation target	Instrument	Sytem	Authors	Year	Journal	Other tools
Ocean	1	Infragravity waves	OBP	DONET	Tono et al.	2014	EPS	
	2	Infragravity waves	OBP	A-array	Tonegawa et al.	2016	JGR-Oceans	HINDCAST/ GLOBAL_IG
	3	Frontal bores	OBA+OBT	Off-Miyagi	Fukao et al.	2016	JGR-Oceans	Currentmeter+ Thermometers
	4	Tsunamis	OBP	A- array	Fukao et al.	2018	Sci. Adv.	JAGURS code
	5	Tsunamis	OBP	A- array	Sandanbata et al.	2018	PAGEOPH	
	6	Internal tide	OBP	A-array	Fukao et al.	2019	JGR-Oceans under review	JCOPE-T
Ocean/ Solid Earth	7	Island deformation by tsunamis	OBP	A-array	Nishida et al.	2019	JGR	BBS on Aogashima Is.
Solid Earth	8	VLF earthquakes	BBOBS	Off-Kii array	Sugioka et al.	2014	Nature Geo.	
	9	VLF earthquakes	BBOBS	DONET	To et al.	2015	PEPI	
	10	Ambient HF seafloor noise	OBS	Off Shikoku array	Tonegawa et al.	2015	Nature Com.	
	11	Slow seafloor uplift	OBP+ BBOBS	B-array	Fukao et al.	2019	in progress	

OBP: Ocean Bottom Pressure Gauge BBS: BroadBand Seismometer on land (3-components)
OBS: Short-period Ocean Bottom Seismometer (3-components)
BBOBS: BroadBand Ocean Bottom Seismometer (3-components)
OBT: Tilt-outputs from BBOBS (2-components)
A-array: Off Aogashima array of OBPs with BBOBS at one site
B-array: Far-off Torishima array of OBPs with BBOBS at one site

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_25

[M-IS24] 海底～海面を貫通する海域観測データの統合解析

コンビーナ:有吉 慶介(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、木戸 元之(東北大学 災害科学国際研究所)、稲津 大祐(東京海洋大学)、高橋 成実(防災科学技術研究所)

海底圧力計は，地殻変動・海洋変動・潮汐変動・大気圧変動・機器特性ドリフトなど，様々な成分を含んでいる．そのため，地震学者にとって海洋変動などはノイズとして扱われることになるが，専門外の海洋変動を定量的に除去することは現実的に困難である．同様に，海洋物理学者にとっては，地殻変動成分を除去することは困難である．このような問題は，海中音響測距での海水密度変化などにも当てはまる．そこで本セッションでは，これらの相補的な関係に注目して，領域を超えた共同研究の在り方・進め方について議論を行う場とすべく，冒頭の諸現象について幅広い投稿を歓迎する．

[MIS24-P01] 「ちきゅう」&DONETを活用した海底～大気の同時貫通観測

*有吉 慶介[1]、飯沼 卓史[1]、西田 周平[1]、町田 祐弥[1]、宮澤 泰正[1]、美山 透[1]、内田 裕[1]、永野 憲[1]、脇田 昌英[1]、藤田 実季子[1]、桑谷 立[1]、藤原 周[1]、木元 克典[1]、中野 善之[1]、川合 義美[1]、市川 香[2]、長谷川 拓也[5]、吉田 聡[3]、藤 亜希子[4] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.九州大学、3.京都大学、4.東京大学、5.東北大学)

[MIS24-P02] 紀伊半島沖黒潮域の海底水圧の時空間変動

*小松 幸生[1,2]、吉田 聡[3]、有吉 慶介[4] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科、2.東京大学大気海洋研究所、3.京都大学防災研究所、4.海洋研究開発機構)

[MIS24-P03] 内部重力波の影響を考慮したGPS-A観測について

*木戸 元之[1]、松井 凌[2]、丹羽 淑博[3]、本荘 千枝[2] (1.東北大学 災害科学国際研究所、2.東北大学大学院 理学研究科、3.東京大学 海洋アライアンス)

[MIS24-P04] 小型軽量なマイクロ波放射計を用いた潮岬における可降水量の観測

*箕輪 昌裕[1]、奥村 成皓[1]、井上 修平[1]、髙島 祐弥[1]、吉田 聡[2]、大石 哲[3]、大西 利和[4]、小川 英夫[4] (1.古野電気株式会社、2.京都大学、3.神戸大学、4.大阪府立大学)

[MIS24-P05] セイルドローンによる日本南岸黒潮大蛇行流路の横断観測

★招待講演

*永野 憲[1]、安藤 健太郎[1] (1.海洋研究開発機構)

[MIS24-P06] 北海道南東岸沖における親潮の後退に関係した海底圧力変動

*長谷川 拓也[1]、永野 憲[2]、松本 浩幸[2]、有吉 慶介[2]、脇田 昌英[2] (1.東北大学、2.海洋研究開発機構)

[MIS24-P07] ヒクランギ沈み込み帯における非潮汐成分の係数補正を用いた海底圧力計の地殻変動検出

*井上 智裕[1]、村本 智也[2]、稲津 大祐[3]、伊藤 喜宏[4]、日野 亮太[5]、太田 和晃[4]、鈴木 秀市[5] (1.京都大学、2.産業技術総合研究所、3.東京海洋大学、4.京都大学防災研究所、5.東北大学)

「ちきゅう」&DONET を活用した海底～大気の同時貫通観測
A simultaneous observation from seafloor to atmosphere by using “Chikyu” and DONET

*有吉 慶介[1]、飯沼 卓史[1]、西田 周平[1]、町田 祐弥[1]、宮澤 泰正[1]、美山 透[1]、内田 裕[1]、永野 憲[1]、脇田 昌英[1]、藤田 実季子[1]、桑谷 立[1]、藤原 周[1]、木元 克典[1]、中野 善之[1]、川合 義美[1]、市川 香[2]、長谷川 拓也[5]、吉田 聡[3]、藤 亜希子[4]
*Keisuke Ariyoshi[1], Takeshi Iinuma[1], Shuhei Nishida[1], Yuya Machida[1], Yasumasa Miyazawa[1], Toru Miyama[1], Hiroshi Uchida[1], Akira Nagano[1], Masahide Wakita[1], Mikiko Fujita[1], Tatsu Kuwatani[1], Amane Fujiwara[1], Katsunori Kimoto[1], Yoshiyuki Nakano[1], Yoshimi Kawai[1], Kaoru Ichikawa[2], Takuya Hasegawa[5], Akira Kuwano-Yoshida[3], Akiko Toh[4]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. 九州大学、3. 京都大学、4. 東京大学、5. 東北大学
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Kyusyu University, 3. Kyoto University, 4. The University of Tokyo, 5. Tohoku University

南海トラフ沿いで発生する ”ゆっくり地震” [1] の一種である超低周波地震は，地震発生帯の深部側遷移域に位置する30kmの等深線上に沿って分布しており，その震源が移動する現象が陸上の稠密観測網から捉えられている [2].

この”ゆっくり地震”は，地震発生帯の浅部側の遷移域でも起きると考えられており [3]，海溝型巨大地震の発生過程を観測から直接捉える上で重要な情報となることが期待される.

これまで我々は，海底圧力の時系列データから海底地殻変動と海洋変動それぞれの成分を高精度で分離することを目的とした，海底～上空での同時観測を実施すべく，海底地震津波観測網が敷設されているDONETの直上において「ちきゅう」を使った大気海洋観測を試験的に行ってきた.

2018年度は，IODP Expedition 358 の機会を狙って，同じ領域(孔内観測点C0002)で実施される長期掘削作業期間中（2018/10/7～2019/03/21）に，前回と同様の（気象・海面高度・可降水量・海洋特性）同時観測に加え、新たに表層海水の蛍光光度およびpHの連続観測を実施中である．本講演では，連携して同時実施したキャンペーン観測との関連性も含めて，その概要について紹介する予定である.

参考文献： [1] S. Ide et al., *Nature* 447, 76-79 (2007). [2] K. Obara & S. Sekine, *Earth Planets Space* 61, 853-862 (2009). [3] S.Y. Schwartz & J.M. Rokosky, *Rev. Geophys.* 45, RC3004 (2007).

キーワード：沈み込み帯、海溝型巨大地震、海洋変動
Keywords: subduction zone, megathrust earthquake, ocean current

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

紀伊半島沖黒潮域の海底水圧の時空間変動
Spatio-temporal variation of water pressure on the sea bottom in the Kuroshio region south of Kii Peninsula

*小松 幸生[1,2]、吉田 聡[3]、有吉 慶介[4]
*Kosei Komatsu[1,2], Akira Kuwano-Yoshida[3], Keisuke Ariyoshi[4]

1. 東京大学大学院新領域創成科学研究科、2. 東京大学大気海洋研究所、3. 京都大学防災研究所、4. 海洋研究開発機構
1. Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 3. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 4. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Profiles of water mass and horizontal current-velocity were observed from the sea surface down to the bottom on the 13 points of the Dense Ocean floor Network system for Earthquakes and Tsunamis (DONET) arranged south of Kii Peninsula, in the cruise of the R/V Shinsei-maru conducted in October 10-21, 2018. The cruise also conducted one-day continuous profiling on the two DONET points. The main purposes of this cruise were to elucidate the spatio-temporal variation of water pressure on the sea bottom associated with the mesoscale eddies and sub-mesoscale frontal disturbances in the Kuroshio region, and to validate the accuracy of detecting several oceanic events followed by fluctuation of the Kuroshio current-path by DONET from the ocean floor, as part of the observational campaigns. In the cruise period, the Kuroshio has taken a large meander path for the first time in twelve years. Therefore, the Kuroshio flowed far away from Kii Peninsula and all the DONET points were covered with the slope waters. We will discuss the capability of DONET to detect relatively calm events in the slope waters on the northern side of the Kuroshio front as an exceptionally rare case.

キーワード：黒潮、DONET、水圧、黒潮大蛇行
Keywords: Kuroshio, DONET, water pressure, Kuroshio large meander

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

内部重力波の影響を考慮したGPS-A観測について
GPS-A measurement considering the existence of internal gravity wave

*木戸 元之[1]、松井 凌[2]、丹羽 淑博[3]、本荘 千枝[2]
*Motoyuki Kido[1], Ryo Matsui[2], Yoshihiro Niwa[3], Chie Honsho[2]

1. 東北大学 災害科学国際研究所、2. 東北大学大学院 理学研究科、3. 東京大学 海洋アライアンス
1. International Research Institute for Disaster Science, Tohoku University, 2. School of Science, Tohoku University, 3. Ocean Alliance, the University of Tokyo

GPS-A観測の測位精度に直結する海中音速の取り扱いについて、水平成層構造を仮定した従来の「成層モデル」から、水平方向の長波長空間不均質を傾斜構造で近似した「勾配モデル」を適用する取り組みが本格化しつつある。キャンペーン観測中持続するような time-invariant な勾配については、海底局３局以上なら移動観測で、5局以上なら定点観測で解く方法が定式化され、実データでも補正効果が実証されている。一方、5局以上の定点観測の場合、時間変化する勾配についても原理的には解けることが示されているが、実データへの適用では効果を上げていない。我々は、走時残差の周期的なゆらぎから、時間変化する空間不均質の要因が内部重力波であると考え、実在する内部重力波の典型的な波長が勾配近似に耐え得るかどうかを、数値実験により検証した。

はじめに、傾斜近似が破綻する内部波の波長について数値的に調べ、波長が海底局アレイの広がり（水深と同程度）と同程度以下になると、モデル誤差が許容できない量になることを見出した。次に、そのような短波長の内部波が観測点付近に存在するかどうかを、次に示す手順で検証した。内部波の励起源である伊豆・小笠原リッジからGPS-A観測点のある熊野灘を通り、主な潮汐流の向きともほぼ平行な２次元断面について、主要４分潮による順圧潮汐流と海底地形との相互作用で励起される内部波を数値シミュレーションにより再現した。M_2分潮に相当する波長100km程度の半日周期の内部波が卓越する中、非線形相互作用でカスケードダウンされた短波長の内部波も無視し得ない振幅で存在することがわかった。得られた内部波によって振動するポテンシャル密度プロファイルから音速場を時間の関数として算出し、それに基づいたGPS-Aの疑似観測走時を作成して測位解の時系列を求めたところ、実測で得られる測位解のゆらぎと同程度の周期・振幅を持つことがわかった。さらに詳しく見ると、浅い部分の内部波は周期１時間程度のゆらぎのため、振幅は大きくてもある程度の時間平均で除去できるのに対し、深い部分の内部波は比較的周期が長く時間平均による除去が困難で、測位解の系統誤差の最大の原因となっていることを突き止めた。

この深い部分の内部波をモデル化し解析に組み入れるために、空間不均質の形状を規定せずに、個々の海底局周辺の水塊ごとに音速の時間変化を推定する「各局擾乱モデル」を提案した。推定すべき未知数が勾配モデルより多くなるため、海上局を２つにして走時データを増やす方法を採用する。最近では自律観測可能な海上プラットフォームの開発も進んでおり、海上多点観測は近い将来実現可能な方法であると考えている。現在、最適な海上局配置について、数値実験および解析的手法により検討中である。

キーワード：GPS音響、海中音速、内部重力波、海底地殻変動
Keywords: GPS-Acoustic, sound speed in ocean, internal gravity wave, seafloor crustal deformation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

小型軽量なマイクロ波放射計を用いた潮岬における可降水量の観測
Measurement of precipitable water vapor using small and lightweight microwave radiometer

*箕輪 昌裕[1]、奥村 成皓[1]、井上 修平[1]、髙島 祐弥[1]、吉田 聡[2]、大石 哲[3]、大西 利和[4]、小川 英夫[4]
*Masahiro Minowa[1], Shigeaki Okumura[1], Shuhei Inoue[1], Yuya Takashima[1], Akira Kuwano-Yoshida[2], Satoru Oishi[3], Toshikazu Onishi[4], Hideo Ogawa[4]

1. 古野電気株式会社、2. 京都大学、3. 神戸大学、4. 大阪府立大学
1. FURUNO ELECTRIC CO., LTD., 2. Kyoto Univ., 3. Kobe Univ., 4. Osaka Pref. Univ.

マイクロ波放射計は上空に存在する水蒸気からの放射を観測する装置である。現在、小型・軽量なマイクロ波放射計の試験観測を京都大学防災研究所潮岬風力実験所(latitude: 33.4466, longitude: 135.7563)にて実施しており、リアルタイムかつ補正情報を必要とせず、直上の可降水量を推定可能な装置を目指して開発を進めている。小型軽量であるため、船舶等の移動体への搭載も容易である。本発表では熊野灘掘削中の「ちきゅう」、「新青丸」、「勢水丸」、潮岬風力実験所での大気海洋海陸同時観測期間を含む2018年9月27日から2019年1月14日までの観測結果を発表する。

リファレンスとして、気象庁潮岬特別地域気象観測所にて計測されるラジオゾンデの観測データを用いた。ラジオゾンデの観測データはIntegrated Global Radiosonde Archiveにて公開されているものを使用した。なお，2018年10月11日から10月20日、11月5日から11月15日の期間は京都大学潮岬風力実験所から独自に打ち上げられたラジオゾンデのデータも使用した。ラジオゾンデに加えて、GNSSを用いた推定可降水量も使用した。具体的には、RTNet (Hitachi Zosen, Osaka, Japan)を用いて天頂対流圏遅延量を計測し、地上の気圧、気温から可降水量を推定した。解析の結果、降雨中を除けば、マイクロ波放射計の観測結果とラジオゾンデおよびGNSSの観測結果とが高い相関であることを確認した。これは、小型軽量なマイクロ波放射計試作機でも可降水量を推定出来る可能性があることを示唆している。

キーワード：マイクロ波放射計、可降水量
Keywords: microwave radiometer, precipitable water vapor

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

セイルドローンによる日本南岸黒潮大蛇行流路の横断観測
Observation Across the Large-meander Path of the Kuroshio South of Japan by a Saildrone

*永野 憲[1]、安藤 健太郎[1]
*Akira Nagano[1], Kentaro Ando[1]

1. 海洋研究開発機構
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC)

日本南岸の黒潮は，2017年9月以降，大蛇行流路を取っている．過去のほとんどの大蛇行流路とは異なり，今回の大蛇行流路は流路が不安定である点で特異である (Nagano et al., 2018)．この特異性は，黒潮の流速構造に起因すると予想される．この大蛇行流路の力学機構を理解するためには，ポテンシャル渦度に基づく解析が必要であり，空間的に高い解像度の流速ベクトル場の観測が必須である．セイルドローンは，長さ7m，高さ5mの自律型無人艇であり，数ヵ月の洋上観測を衛星通信による制御で行う観測プラットフォームである．取得したデータは，衛星通信を通して我々のもとに転送される．HYCOMリアルタイムナウキャストデータを用いて黒潮の位置をモニターすることで，不安定タイプ大蛇行流路のような変動性に富む海流の観測を行うこともできる．海面から深度約100mまでの流速ベクトルをセイルドローンに取り付けた300kHz音響式ドップラー流速プロファイラー（ADCP）で1分毎に取得した．さらに，水温と塩分，および気象要素（風向風速，湿度，気温等）もセイルドローンに取り付けたセンサーで計測した．ナウキャスト表層流速マップをもとに，黒潮の大まかな場所を特定し，5回の横断観測ADCP流速データが得られた．このデータを用いて，大蛇行流路の力学機構を議論する．

キーワード：黒潮、大蛇行流路、セイルドローン
Keywords: Kuroshio, Large-meander path, Saildrone

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道南東岸沖における親潮の後退に関係した海底圧力変動
Variations in ocean bottom pressure associated with the retreat of the Oyashio current off the southeastern coast of Hokkaido, Japan

*長谷川 拓也[1]、永野 憲[2]、松本 浩幸[2]、有吉 慶介[2]、脇田 昌英[2]
*Takuya Hasegawa[1], Akira Nagano[2], Hiroyuki Matsumoto[2], Keisuke Ariyoshi[2], Masahide Wakita[2]

1. 東北大学、2. 海洋研究開発機構
1. Tohoku University, 2. JAMSTEC

To investigate the impact of Oyashio current variation on bottom pressure (BP) at observation stations PG1 (41.7040N, 144.4375E) and PG2 (42.2365N, 144.8454E), which are located in the onshore region of the Kuril Trench off Kushiro-Tokachi, altimetric sea surface height (SSH) and ocean bottom pressure (OBP) gauge data were evaluated. Two and a half years after El Nino, during 2007–2008 and 2012–2013, the Oyashio retreated toward the northeast due to warm-core rings, which were inferred from SSH elevations at both stations. Due to the barotropic nature of the Oyashio, BP at PG1 near the offshore edge of the continental shelf is enhanced corresponding to the SSH elevations. Meanwhile, at PG2, BP remained relatively unchanged in spite of the high SSH variability because the main pycnocline adjusted rapidly to the SSH elevations. BP changes at PG1 caused by the northeastward retreat of the Oyashio cannot be neglected to detect BP change by crustal deformations.

Acknowledgements: The authors would like to thank Prof. D. Inazu (Tokyo University of Marine Science and Technology) and Dr. Y. Itoh (Kyoto Univerisity) for their insightful comments. This work was partly supported by the Japan Society for the Promotion of Science (JSPS), Grant-in-Aid for Scientific Research (15H04228, 15H02835, 17K05660).

キーワード：海底圧力、親潮、海面高度、エルニーニョ
Keywords: ocean bottom pressure, Oyashio current, sea surface height, El Nino

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ヒクランギ沈み込み帯における非潮汐成分の係数補正を用いた海底圧力計の地殻変動検出

Detection of seafloor crustal deformation from ocean bottom pressure data after applying amplitude corrections on non-tidal components in Hikurangi subduction margin

*井上 智裕[1]、村本 智也[2]、稲津 大祐[3]、伊藤 喜宏[4]、日野 亮太[5]、太田 和晃[4]、鈴木 秀市[5]
*Tomohiro Inoue[1], Tomoya Muramoto[2], Daisuke Inazu[3], Yoshihiro Ito[4], Ryota Hino[5], Kazuaki Ohta[4], Syuichi Suzuki[5]

1. 京都大学、2. 産業技術総合研究所、3. 東京海洋大学、4. 京都大学防災研究所、5. 東北大学
1. Kyoto University, 2. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 3. Tokyo University of Marine Science and Technology, 4. Disaster Prevention Research Institute, 5. Tohoku University

Seafloor observation networks with ocean bottom pressure gauges (OBPG) are widely deployed to detect seafloor crustal deformation derived from tectonic events, such as slow slip events (SSE) now observed in many subduction zones worldwide. Data processing to detect SSE from OBPG data has, however, a serious issue, in which the observed pressure data as the height of the water column above OBPGs includes both the tidal and non-tidal components from oceanic mass shifts, as well as the tectonic components. Because the non-tidal component has amplitude and duration comparable to those of tectonic component, it should be removed from the observed data appropriately for detecting SSE. A global barotropic ocean model has been recently utilized to detect vertical displacement during SSEs from observed pressure data (e.g. Muramoto et al., 2019). Driven by assimilated surface wind vectors and air pressure at the sea surface from atmospheric disturbances (Inazu et al., 2012), the model simulates the total pressure field at the bottom of the sea. However, the modeled non-tidal components are not necessarily coincident with those of the observed records especially in amplitudes. We here propose a novel correction method to reduce the effect of non-tidal component on observed OBP records in the Hikurangi subduction margin.

To reduce the non-tidal component on observed data, we minimize differences between observed and modeled non-tidal components on OBPG data using amplitude correction factor. The observed and modeled components show high correlation with no phase difference, whereas their amplitudes are not completely consistent with each other; the amplitude of the modeled component is generally smaller than that of the observed one in the target area. After removing tidal components and instrumental drift with BAYTAP08 (Tamura et al., 2008), we calculate a correction factor that is a scaling factor of observed/modeled amplitudes of non-tidal components by minimizing the total residual between observed and corrected model amplitude. After multiplying the correction factor to the modeled one, we remove it from the observed OBPG data to reduce the non-tidal variations more effectively than previous works. As the results, variances of time series of OBP record after removal of tide and non-tidal components decreased ~ 30% at most. It is expected that detection ability of tectonic movement is improved by taking pressure differences from the record at a reference site, which is also processed by the same procedure.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_41

[M-IS24] 海底～海面を貫通する海域観測データの統合解析

コンビーナ:有吉 慶介(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、木戸 元之(東北大学 災害科学国際研究所)、稲津 大祐(東京海洋大学)、高橋 成実(防災科学技術研究所)

海底圧力計は，地殻変動・海洋変動・潮汐変動・大気圧変動・機器特性ドリフトなど，様々な成分を含んでいる．そのため，地震学者にとって海洋変動などはノイズとして扱われることになるが，専門外の海洋変動を定量的に除去することは現実的に困難である．同様に，海洋物理学者にとっては，地殻変動成分を除去することは困難である．このような問題は，海中音響測距での海水密度変化などにも当てはまる．そこで本セッションでは，これらの相補的な関係に注目して，領域を超えた共同研究の在り方・進め方について議論を行う場とすべく，冒頭の諸現象について幅広い投稿を歓迎する．

[MIS24-P01] 「ちきゅう」&DONETを活用した海底～大気の同時貫通観測

*有吉 慶介[1]、飯沼 卓史[1]、西田 周平[1]、町田 祐弥[1]、宮澤 泰正[1]、美山 透[1]、内田 裕[1]、永野 憲[1]、脇田 昌英[1]、藤田 実季子[1]、桑谷 立[1]、藤原 周[1]、木元 克典[1]、中野 善之[1]、川合 義美[1]、市川 香[2]、長谷川 拓也[5]、吉田 聡[3]、藤 亜希子[4] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.九州大学、3.京都大学、4.東京大学、5.東北大学)

[MIS24-P02] 紀伊半島沖黒潮域の海底水圧の時空間変動

*小松 幸生[1,2]、吉田 聡[3]、有吉 慶介[4] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科、2.東京大学大気海洋研究所、3.京都大学防災研究所、4.海洋研究開発機構)

[MIS24-P03] 内部重力波の影響を考慮したGPS-A観測について

*木戸 元之[1]、松井 凌[2]、丹羽 淑博[3]、本荘 千枝[2] (1.東北大学 災害科学国際研究所、2.東北大学大学院 理学研究科、3.東京大学 海洋アライアンス)

[MIS24-P04] 小型軽量なマイクロ波放射計を用いた潮岬における可降水量の観測

*箕輪 昌裕[1]、奥村 成皓[1]、井上 修平[1]、髙島 祐弥[1]、吉田 聡[2]、大石 哲[3]、大西 利和[4]、小川 英夫[4] (1.古野電気株式会社、2.京都大学、3.神戸大学、4.大阪府立大学)

[MIS24-P05] セイルドローンによる日本南岸黒潮大蛇行流路の横断観測

★招待講演

*永野 憲[1]、安藤 健太郎[1] (1.海洋研究開発機構)

[MIS24-P06] 北海道南東岸沖における親潮の後退に関係した海底圧力変動

*長谷川 拓也[1]、永野 憲[2]、松本 浩幸[2]、有吉 慶介[2]、脇田 昌英[2] (1.東北大学、2.海洋研究開発機構)

[MIS24-P07] ヒクランギ沈み込み帯における非潮汐成分の係数補正を用いた海底圧力計の地殻変動検出

*井上 智裕[1]、村本 智也[2]、稲津 大祐[3]、伊藤 喜宏[4]、日野 亮太[5]、太田 和晃[4]、鈴木 秀市[5] (1.京都大学、2.産業技術総合研究所、3.東京海洋大学、4.京都大学防災研究所、5.東北大学)

「ちきゅう」&DONET を活用した海底～大気の同時貫通観測
A simultaneous observation from seafloor to atmosphere by using “Chikyu” and DONET

*有吉 慶介[1]、飯沼 卓史[1]、西田 周平[1]、町田 祐弥[1]、宮澤 泰正[1]、美山 透[1]、内田 裕[1]、永野 憲[1]、脇田 昌英[1]、藤田 実季子[1]、桑谷 立[1]、藤原 周[1]、木元 克典[1]、中野 善之[1]、川合 義美[1]、市川 香[2]、長谷川 拓也[5]、吉田 聡[3]、藤 亜希子[4]
*Keisuke Ariyoshi[1], Takeshi Iinuma[1], Shuhei Nishida[1], Yuya Machida[1], Yasumasa Miyazawa[1], Toru Miyama[1], Hiroshi Uchida[1], Akira Nagano[1], Masahide Wakita[1], Mikiko Fujita[1], Tatsu Kuwatani[1], Amane Fujiwara[1], Katsunori Kimoto[1], Yoshiyuki Nakano[1], Yoshimi Kawai[1], Kaoru Ichikawa[2], Takuya Hasegawa[5], Akira Kuwano-Yoshida[3], Akiko Toh[4]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. 九州大学、3. 京都大学、4. 東京大学、5. 東北大学
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Kyusyu University, 3. Kyoto University, 4. The University of Tokyo, 5. Tohoku University

南海トラフ沿いで発生する ”ゆっくり地震” [1] の一種である超低周波地震は，地震発生帯の深部側遷移域に位置する30kmの等深線上に沿って分布しており，その震源が移動する現象が陸上の稠密観測網から捉えられている [2].

この”ゆっくり地震”は，地震発生帯の浅部側の遷移域でも起きると考えられており [3]，海溝型巨大地震の発生過程を観測から直接捉える上で重要な情報となることが期待される.

これまで我々は，海底圧力の時系列データから海底地殻変動と海洋変動それぞれの成分を高精度で分離することを目的とした，海底～上空での同時観測を実施すべく，海底地震津波観測網が敷設されているDONETの直上において「ちきゅう」を使った大気海洋観測を試験的に行ってきた.

2018年度は，IODP Expedition 358 の機会を狙って，同じ領域(孔内観測点C0002)で実施される長期掘削作業期間中（2018/10/7～2019/03/21）に，前回と同様の（気象・海面高度・可降水量・海洋特性）同時観測に加え、新たに表層海水の蛍光光度およびpHの連続観測を実施中である．本講演では，連携して同時実施したキャンペーン観測との関連性も含めて，その概要について紹介する予定である.

参考文献： [1] S. Ide et al., *Nature* 447, 76-79 (2007). [2] K. Obara & S. Sekine, *Earth Planets Space* 61, 853-862 (2009). [3] S.Y. Schwartz & J.M. Rokosky, *Rev. Geophys.* 45, RC3004 (2007).

キーワード：沈み込み帯、海溝型巨大地震、海洋変動
Keywords: subduction zone, megathrust earthquake, ocean current

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

紀伊半島沖黒潮域の海底水圧の時空間変動
Spatio-temporal variation of water pressure on the sea bottom in the Kuroshio region south of Kii Peninsula

*小松 幸生[1,2]、吉田 聡[3]、有吉 慶介[4]
*Kosei Komatsu[1,2], Akira Kuwano-Yoshida[3], Keisuke Ariyoshi[4]

1. 東京大学大学院新領域創成科学研究科、2. 東京大学大気海洋研究所、3. 京都大学防災研究所、4. 海洋研究開発機構
1. Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 3. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 4. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Profiles of water mass and horizontal current-velocity were observed from the sea surface down to the bottom on the 13 points of the Dense Ocean floor Network system for Earthquakes and Tsunamis (DONET) arranged south of Kii Peninsula, in the cruise of the R/V Shinsei-maru conducted in October 10-21, 2018. The cruise also conducted one-day continuous profiling on the two DONET points. The main purposes of this cruise were to elucidate the spatio-temporal variation of water pressure on the sea bottom associated with the mesoscale eddies and sub-mesoscale frontal disturbances in the Kuroshio region, and to validate the accuracy of detecting several oceanic events followed by fluctuation of the Kuroshio current-path by DONET from the ocean floor, as part of the observational campaigns. In the cruise period, the Kuroshio has taken a large meander path for the first time in twelve years. Therefore, the Kuroshio flowed far away from Kii Peninsula and all the DONET points were covered with the slope waters. We will discuss the capability of DONET to detect relatively calm events in the slope waters on the northern side of the Kuroshio front as an exceptionally rare case.

キーワード：黒潮、DONET、水圧、黒潮大蛇行
Keywords: Kuroshio, DONET, water pressure, Kuroshio large meander

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

内部重力波の影響を考慮したGPS-A観測について
GPS-A measurement considering the existence of internal gravity wave

*木戸 元之[1]、松井 凌[2]、丹羽 淑博[3]、本荘 千枝[2]
*Motoyuki Kido[1], Ryo Matsui[2], Yoshihiro Niwa[3], Chie Honsho[2]

1. 東北大学 災害科学国際研究所、2. 東北大学大学院 理学研究科、3. 東京大学 海洋アライアンス
1. International Research Institute for Disaster Science, Tohoku University, 2. School of Science, Tohoku University, 3. Ocean Alliance, the University of Tokyo

GPS-A観測の測位精度に直結する海中音速の取り扱いについて、水平成層構造を仮定した従来の「成層モデル」から、水平方向の長波長空間不均質を傾斜構造で近似した「勾配モデル」を適用する取り組みが本格化しつつある。キャンペーン観測中持続するような time-invariant な勾配については、海底局３局以上なら移動観測で、5局以上なら定点観測で解く方法が定式化され、実データでも補正効果が実証されている。一方、5局以上の定点観測の場合、時間変化する勾配についても原理的には解けることが示されているが、実データへの適用では効果を上げていない。我々は、走時残差の周期的なゆらぎから、時間変化する空間不均質の要因が内部重力波であると考え、実在する内部重力波の典型的な波長が勾配近似に耐え得るかどうかを、数値実験により検証した。

はじめに、傾斜近似が破綻する内部波の波長について数値的に調べ、波長が海底局アレイの広がり（水深と同程度）と同程度以下になると、モデル誤差が許容できない量になることを見出した。次に、そのような短波長の内部波が観測点付近に存在するかどうかを、次に示す手順で検証した。内部波の励起源である伊豆・小笠原リッジからGPS-A観測点のある熊野灘を通り、主な潮汐流の向きともほぼ平行な２次元断面について、主要４分潮による順圧潮汐流と海底地形との相互作用で励起される内部波を数値シミュレーションにより再現した。M_2分潮に相当する波長100km程度の半日周期の内部波が卓越する中、非線形相互作用でカスケードダウンされた短波長の内部波も無視し得ない振幅で存在することがわかった。得られた内部波によって振動するポテンシャル密度プロファイルから音速場を時間の関数として算出し、それに基づいたGPS-Aの疑似観測走時を作成して測位解の時系列を求めたところ、実測で得られる測位解のゆらぎと同程度の周期・振幅を持つことがわかった。さらに詳しく見ると、浅い部分の内部波は周期１時間程度のゆらぎのため、振幅は大きくてもある程度の時間平均で除去できるのに対し、深い部分の内部波は比較的周期が長く時間平均による除去が困難で、測位解の系統誤差の最大の原因となっていることを突き止めた。

この深い部分の内部波をモデル化し解析に組み入れるために、空間不均質の形状を規定せずに、個々の海底局周辺の水塊ごとに音速の時間変化を推定する「各局擾乱モデル」を提案した。推定すべき未知数が勾配モデルより多くなるため、海上局を２つにして走時データを増やす方法を採用する。最近では自律観測可能な海上プラットフォームの開発も進んでおり、海上多点観測は近い将来実現可能な方法であると考えている。現在、最適な海上局配置について、数値実験および解析的手法により検討中である。

キーワード：GPS音響、海中音速、内部重力波、海底地殻変動
Keywords: GPS-Acoustic, sound speed in ocean, internal gravity wave, seafloor crustal deformation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

小型軽量なマイクロ波放射計を用いた潮岬における可降水量の観測
Measurement of precipitable water vapor using small and lightweight microwave radiometer

*箕輪 昌裕[1]、奥村 成皓[1]、井上 修平[1]、髙島 祐弥[1]、吉田 聡[2]、大石 哲[3]、大西 利和[4]、小川 英夫[4]
*Masahiro Minowa[1], Shigeaki Okumura[1], Shuhei Inoue[1], Yuya Takashima[1], Akira Kuwano-Yoshida[2], Satoru Oishi[3], Toshikazu Onishi[4], Hideo Ogawa[4]

1. 古野電気株式会社、2. 京都大学、3. 神戸大学、4. 大阪府立大学
1. FURUNO ELECTRIC CO., LTD., 2. Kyoto Univ., 3. Kobe Univ., 4. Osaka Pref. Univ.

マイクロ波放射計は上空に存在する水蒸気からの放射を観測する装置である。現在、小型・軽量なマイクロ波放射計の試験観測を京都大学防災研究所潮岬風力実験所(latitude: 33.4466, longitude: 135.7563)にて実施しており、リアルタイムかつ補正情報を必要とせず、直上の可降水量を推定可能な装置を目指して開発を進めている。小型軽量であるため、船舶等の移動体への搭載も容易である。本発表では熊野灘掘削中の「ちきゅう」、「新青丸」、「勢水丸」、潮岬風力実験所での大気海洋海陸同時観測期間を含む2018年9月27日から2019年1月14日までの観測結果を発表する。

リファレンスとして、気象庁潮岬特別地域気象観測所にて計測されるラジオゾンデの観測データを用いた。ラジオゾンデの観測データはIntegrated Global Radiosonde Archiveにて公開されているものを使用した。なお，2018年10月11日から10月20日、11月5日から11月15日の期間は京都大学潮岬風力実験所から独自に打ち上げられたラジオゾンデのデータも使用した。ラジオゾンデに加えて、GNSSを用いた推定可降水量も使用した。具体的には、RTNet (Hitachi Zosen, Osaka, Japan)を用いて天頂対流圏遅延量を計測し、地上の気圧、気温から可降水量を推定した。解析の結果、降雨中を除けば、マイクロ波放射計の観測結果とラジオゾンデおよびGNSSの観測結果とが高い相関であることを確認した。これは、小型軽量なマイクロ波放射計試作機でも可降水量を推定出来る可能性があることを示唆している。

キーワード：マイクロ波放射計、可降水量
Keywords: microwave radiometer, precipitable water vapor

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

セイルドローンによる日本南岸黒潮大蛇行流路の横断観測
Observation Across the Large-meander Path of the Kuroshio South of Japan by a Saildrone

*永野 憲[1]、安藤 健太郎[1]
*Akira Nagano[1], Kentaro Ando[1]

1. 海洋研究開発機構
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC)

日本南岸の黒潮は，2017年9月以降，大蛇行流路を取っている．過去のほとんどの大蛇行流路とは異なり，今回の大蛇行流路は流路が不安定である点で特異である (Nagano et al., 2018)．この特異性は，黒潮の流速構造に起因すると予想される．この大蛇行流路の力学機構を理解するためには，ポテンシャル渦度に基づく解析が必要であり，空間的に高い解像度の流速ベクトル場の観測が必須である．セイルドローンは，長さ7m，高さ5mの自律型無人艇であり，数ヵ月の洋上観測を衛星通信による制御で行う観測プラットフォームである．取得したデータは，衛星通信を通して我々のもとに転送される．HYCOMリアルタイムナウキャストデータを用いて黒潮の位置をモニターすることで，不安定タイプ大蛇行流路のような変動性に富む海流の観測を行うこともできる．海面から深度約100mまでの流速ベクトルをセイルドローンに取り付けた300kHz音響式ドップラー流速プロファイラー（ADCP）で1分毎に取得した．さらに，水温と塩分，および気象要素（風向風速，湿度，気温等）もセイルドローンに取り付けたセンサーで計測した．ナウキャスト表層流速マップをもとに，黒潮の大まかな場所を特定し，5回の横断観測ADCP流速データが得られた．このデータを用いて，大蛇行流路の力学機構を議論する．

キーワード：黒潮、大蛇行流路、セイルドローン
Keywords: Kuroshio, Large-meander path, Saildrone

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道南東岸沖における親潮の後退に関係した海底圧力変動
Variations in ocean bottom pressure associated with the retreat of the Oyashio current off the southeastern coast of Hokkaido, Japan

*長谷川 拓也[1]、永野 憲[2]、松本 浩幸[2]、有吉 慶介[2]、脇田 昌英[2]
*Takuya Hasegawa[1], Akira Nagano[2], Hiroyuki Matsumoto[2], Keisuke Ariyoshi[2], Masahide Wakita[2]

1. 東北大学、2. 海洋研究開発機構
1. Tohoku University, 2. JAMSTEC

To investigate the impact of Oyashio current variation on bottom pressure (BP) at observation stations PG1 (41.7040N, 144.4375E) and PG2 (42.2365N, 144.8454E), which are located in the onshore region of the Kuril Trench off Kushiro-Tokachi, altimetric sea surface height (SSH) and ocean bottom pressure (OBP) gauge data were evaluated. Two and a half years after El Nino, during 2007–2008 and 2012–2013, the Oyashio retreated toward the northeast due to warm-core rings, which were inferred from SSH elevations at both stations. Due to the barotropic nature of the Oyashio, BP at PG1 near the offshore edge of the continental shelf is enhanced corresponding to the SSH elevations. Meanwhile, at PG2, BP remained relatively unchanged in spite of the high SSH variability because the main pycnocline adjusted rapidly to the SSH elevations. BP changes at PG1 caused by the northeastward retreat of the Oyashio cannot be neglected to detect BP change by crustal deformations.

Acknowledgements: The authors would like to thank Prof. D. Inazu (Tokyo University of Marine Science and Technology) and Dr. Y. Itoh (Kyoto Univerisity) for their insightful comments. This work was partly supported by the Japan Society for the Promotion of Science (JSPS), Grant-in-Aid for Scientific Research (15H04228, 15H02835, 17K05660).

キーワード：海底圧力、親潮、海面高度、エルニーニョ
Keywords: ocean bottom pressure, Oyashio current, sea surface height, El Nino

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ヒクランギ沈み込み帯における非潮汐成分の係数補正を用いた海底圧力計の地殻変動検出

Detection of seafloor crustal deformation from ocean bottom pressure data after applying amplitude corrections on non-tidal components in Hikurangi subduction margin

*井上 智裕[1]、村本 智也[2]、稲津 大祐[3]、伊藤 喜宏[4]、日野 亮太[5]、太田 和晃[4]、鈴木 秀市[5]
*Tomohiro Inoue[1], Tomoya Muramoto[2], Daisuke Inazu[3], Yoshihiro Ito[4], Ryota Hino[5], Kazuaki Ohta[4], Syuichi Suzuki[5]

1. 京都大学、2. 産業技術総合研究所、3. 東京海洋大学、4. 京都大学防災研究所、5. 東北大学
1. Kyoto University, 2. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 3. Tokyo University of Marine Science and Technology, 4. Disaster Prevention Research Institute, 5. Tohoku University

Seafloor observation networks with ocean bottom pressure gauges (OBPG) are widely deployed to detect seafloor crustal deformation derived from tectonic events, such as slow slip events (SSE) now observed in many subduction zones worldwide. Data processing to detect SSE from OBPG data has, however, a serious issue, in which the observed pressure data as the height of the water column above OBPGs includes both the tidal and non-tidal components from oceanic mass shifts, as well as the tectonic components. Because the non-tidal component has amplitude and duration comparable to those of tectonic component, it should be removed from the observed data appropriately for detecting SSE. A global barotropic ocean model has been recently utilized to detect vertical displacement during SSEs from observed pressure data (e.g. Muramoto et al., 2019). Driven by assimilated surface wind vectors and air pressure at the sea surface from atmospheric disturbances (Inazu et al., 2012), the model simulates the total pressure field at the bottom of the sea. However, the modeled non-tidal components are not necessarily coincident with those of the observed records especially in amplitudes. We here propose a novel correction method to reduce the effect of non-tidal component on observed OBP records in the Hikurangi subduction margin.

To reduce the non-tidal component on observed data, we minimize differences between observed and modeled non-tidal components on OBPG data using amplitude correction factor. The observed and modeled components show high correlation with no phase difference, whereas their amplitudes are not completely consistent with each other; the amplitude of the modeled component is generally smaller than that of the observed one in the target area. After removing tidal components and instrumental drift with BAYTAP08 (Tamura et al., 2008), we calculate a correction factor that is a scaling factor of observed/modeled amplitudes of non-tidal components by minimizing the total residual between observed and corrected model amplitude. After multiplying the correction factor to the modeled one, we remove it from the observed OBPG data to reduce the non-tidal variations more effectively than previous works. As the results, variances of time series of OBP record after removal of tide and non-tidal components decreased ~ 30% at most. It is expected that detection ability of tectonic movement is improved by taking pressure differences from the record at a reference site, which is also processed by the same procedure.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 10:45 ~ 12:15 | 301A 3F

[M-IS25] 近年の気象災害：要因とその大気水圏・人間圏への影響

コンビーナ:西井 和晃(三重大学大学院生物資源学研究科)、座長:西井 和晃(三重大学)

平成30年7月豪雨では，6月28日から7月8日にかけての総降水量が四国地方で1800ミリ、東海地方で1200ミリを超えるなど，西日本を中心に広い範囲で記録的な大雨となった．これにより各地で水害や土砂災害が引き起こされ，死者・行方不明者は200名を超えた．気象庁は1府10県に特別警報を発表し警戒を呼びかけたが，この情報が十分活かされたとは言い難い．豪雨の後は一転して記録的な猛暑となり，埼玉県熊谷市では日最高気温の歴代全国1位となる41.1度を記録した．この夏の熱中症による救急搬送者は2008年の調査開始以降過去最多となり，これも一種の気象災害と言えるだろう．平成30年度はこの他にも台風による被害も目立った．また，その前年の平成29年7月九州北部豪雨でも顕著な被害が発生した．本セッションでは，近年の顕著な気象災害をもたらした豪雨や猛暑について，個々の積乱雲から地球温暖化までの様々な時空間スケールの要因を包括的に議論するとともに，その大気水圏・人間圏への影響の実態解明を目指す．

10:45 ~ 11:00

[MIS25-01] 2018年12月8－9日ベトナム中部での豪雨とベトナム水文気象局でのQPE/QPF

★招待講演

*斉藤 和雄[1,2,3]、Le Duc[4,3]、Du Duc Tien[5]、Mai Khanh Hung[5] (1.気象業務支援センター、2.東京大学大気海洋研究所、3.気象研究所、4.海洋研究開発機構、5.ベトナム水文気象局水文気象予測センター)

11:00 ~ 11:15

[MIS25-02] 台風21号による琵琶湖高解像度流動シミュレーション：琵琶湖南湖における大規模水草消失

★招待講演

*中田 聡史[1]、芳賀 裕樹[2]、岩木 真帆[1]、波多野 圭亮[3]、馬渕 浩司[1]、高村 典子[1] (1.国立環境研究所、2.滋賀県立琵琶湖博物館、3.水資源機構)

11:15 ~ 11:30

[MIS25-03] 結合モデルで予測された半年以上継続する2018年北半球中緯度高温偏差

*小林 ちあき[1]、石川 一郎[1] (1.気象研究所)

11:30 ~ 11:45

[MIS25-04] 2018年7月豪雨の総観場予測可能性

*吉田 聡[1] (1.京都大学防災研究所)

11:45 ~ 12:00

[MIS25-05] 平成30年7月豪雨における水蒸気輸送および海面蒸発偏差の解析

*関澤 偲温[1]、宮坂 貴文[1,2]、中村 尚[1]、Akihiko Shinpo[3]、Kazuto Takemura[3]、前田 修平[3] (1.東京大学先端科学技術研究センター、2.気象研究所、3.気象庁)

12:00 ~ 12:15

[MIS25-06] 平成30年 7 月豪雨期間中の大気循環の主要変動モード

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

2018年12月8ー9日ベトナム中部での豪雨とベトナム水文気象局でのQPE/QPF

Heavy Rainfall Event in Middle Viet Nam on 8-9 December 2018 and current QPE/QPF at VNMHA

*斉藤 和雄[1,2,3]、Le Duc[4,3]、Du Duc Tien[5]、Mai Khanh Hung[5]
*Kazuo Saito[1,2,3], Le Duc[4,3], Du Duc Tien[5], Mai Khanh Hung[5]

1. 気象業務支援センター、2. 東京大学大気海洋研究所、3. 気象研究所、4. 海洋研究開発機構、5. ベトナム水文気象局水文気象予測センター
1. Japan Meteorological Business Suport Center, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, the University of Tokyo, 3. Meteorological Research Institute, 4. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 5. National Center for Hydro-Meteorological Forecasting, Viet Nam Meteorological and Hydrological Administration

ベトナムでは、毎年のように大きな気象災害が発生しており、その軽減は重要な課題となっている。国際協力機構(JICA)の無償資金協力の一環として、ベトナム北部のハイフォン（フーリエン）及びヴィンの両市にSバンド気象ドップラーレーダーが設置され2017年11月から稼働している。同レーダーの活用を中心として包括的な気象サービスの能力向上を目指して、2018年からJICA有償勘定技術支援「ベトナム国気象予測及び洪水早期警報システム運営能力強化プロジェクト」が始まっており、一般財団法人気象業務支援センターなどが参加している。この業務では、日本の気象庁とも連携して同国における①気象観測機材の保守点検及び校正、②気象観測レーダーデータの解析及び品質管理、③大雨・台風に関する監視・予報業務、④情報伝達、の各能力の向上を目指している。③の活動内容の一つとして、ナウキャスト・短期降水予報について、水文気象セクター開発戦略の実施上の課題の特定及び将来の開発計画についての提言を行うことが挙げられており、同国における降雨ナウキャストおよび数値予報、降水ガイダンスを含む降水予報業務の現状と問題点の把握を始めたところである。

ベトナム水文気象局では国内176ヶ所の有人気象観測所が1日4回（1時、7時、13時、19時）通報する前6時間積算雨量を5km格子に内挿した積算雨量図を作成しているほか、2018年8月からは国内約1000箇所のAWSによる毎時地上降水、上述のSバンドレーダーを含む12か所の気象レーダー、衛星（ひまわり）データからの推定降水量のデータに基づき、前3時間解析雨量の作成を開始している。平均雨量と最大雨量の二種類の解析を行っており、平均雨量では解析格子（5km解像度）内にAWSの観測がある場合はその観測値（複数ある場合はその平均値）を用い、無い場合はレーダー反射率から求めた雨量を用い、レーダーデータが無い場合は衛星（ひまわり8号）のデータから推定した雨量を用いる。最大雨量では、上記3つのデータの内の最大値を用いている。

2018年12月、ベトナム中部ではダナン市で8日午後7時からの24時間に635mmと1975年に統計を取り始めてから最大の雨量が計測される記録的豪雨があった。当日は、解析雨量作成方法の詳細や課題、気象庁全球モデルを含む数値予報の現状と課題などについてポスター発表する。

キーワード：豪雨、JICAプロジェクト、QPE/QPF、数値予報、ベトナム
Keywords: heavy rainfall, JICA project, QPE/QPF, numerical weather prediction, Viet Nam

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

台風21号による琵琶湖高解像度流動シミュレーション：琵琶湖南湖における大規模水草消失
High-resolution flow-simulation in Typhoon 21, 2018: tremendous loss of water plants in South Lake Biwa

*中田 聡史[1]、芳賀 裕樹[2]、岩木 真帆[1]、波多野 圭亮[3]、馬渕 浩司[1]、高村 典子[1]
*Satoshi Nakada[1], Hiroki Haga[2], Maho Iwaki[1], Keisuke Hatano[3], Koji Mabuchi[1], Noriko Takamura[1]

1. 国立環境研究所、2. 滋賀県立琵琶湖博物館、3. 水資源機構
1. National Institute for Environmental Studies, 2. Lake Biwa Museum, 3. Japan Water Agency

昨年(2018年)9月4日に「非常に強い」勢力(カテゴリー５)の台風21号(Jebi)が日本に上陸し、近畿地方を中心に大きな被害を与えた。琵琶湖南湖においては1961年の第二室戸台風以来となる異常に大きな水位変動が観測され、水草(主に沈水植物)が大規模に消失した。南湖では近年、水草が大量に繁茂する年があり、湖底の泥化や水質と底質の悪化等が懸念されているが、水中の栄養塩を吸収する水質浄化やコイ・フナ類の産卵場といった良い面もあり、琵琶湖水環境にとって水草消失は重大なインパクトがあるだろう。将来気候において台風凶暴化が予想されており、水草の流失メカニズムを理解することは重要である。そこで本研究では、台風21号襲来時における発生した水位異常変動の再現するため琵琶湖内の流動シミュレーションを実施して大規模水草消失の原因を調べた。シミュレーションに用いたモデルはFVCOM(Finite-Volume Community Ocean Model)であり、入力データは気象庁提供の気象データGPV/MSM、および国土交通省提供の瀬田川洗堰放流量と流入河川流量である。計算期間は8月28日から9月10日までの2週間として、8月下旬の現場観測水温場を与えた静止状態から計算開始した。計算検証用データとして11地点の琵琶湖水位データを関係機関から収集した。シミュレーション結果は水位の異常変動をよく再現しており(観測と計算データの相関係数0.9以上)、台風接近後の水位が顕著に下がった時には、南湖のほぼ全域において強流帯(流速が1m/s以上)が形成されていたことがわかった。この計算結果を用いて底面せん断応力と水草流体抵抗力を計算したところ、底面せん断応力は洗堀を起こさない程度に小さかったが、水草にかかる流れの抵抗力は水草群落が大きい場所で高い値を示し、水草の消失分布と極めて似たパターンを示した。これらの結果から、強い水平流によって水草に圧力抵抗が働いた結果、水草が流れに耐え切れず根本から引き抜かれて流されたことが推察される。したがって、湖面風が平均して20m/s程度の南風である場合、水草が流失する可能性が示唆された。

キーワード：琵琶湖、水草、流動シミュレーション、台風
Keywords: Lake Biwa, water plants, flow-simulation, Typhoon

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

結合モデルで予測された半年以上継続する2018年北半球中緯度高温偏差
Northern mid-latitude warming prolonged for more than 6 months in 2018 well-predicted by the JMA’s operational seasonal prediction system

*小林 ちあき[1]、石川 一郎[1]
*Chiaki Kobayashi[1], Ichiro Ishikawa[1]

1. 気象研究所
1. Meteorological Research Institute

日本では、2018年7月初めに西日本を中心に各地で記録的な大雨となり（Tsuguchi et al, 2018）その後、東・西日本を中心に異常高温が続いた。東日本の夏季平均気温は1946年の統計開始以降最高を記録した(気象庁, 2018)。このような猛暑をもたらした要因の一つとして、北半球中緯度で東西平均気温偏差が高温であったこと、があげられている（気象庁, 2018）。この北半球中緯度域の高温偏差に着目し、気象庁現業季節予測システム(JMA/MRI-CPS2; Takaya et al., 2018)による実験結果を用いて、この偏差の形成と継続についての要因を考察した。

200hPa高度場を対流圏気温の指標とし、2018年夏季平均の平年偏差分布をみると、北半球中緯度域は広く高温偏差に覆われた。特にモンゴルから中国北部にかけてと、アラスカ湾、ラブラドル半島付近とスカンジナビア半島南部では正偏差が大きかった。帯状平均高度場で見ても北半球中緯度域は正偏差が顕著であり、時系列でみると、この北半球中緯度の正偏差は2017年秋ごろから続いている現象であった。

この半年以上継続する北半球中緯度正偏差は、2017年10月を初期値とした結合モデルによる再予測実験において再現されており、6か月以上前の初期値からの予測にもかかわらず、大気偏差場をよく予測できていた。

2017年の終わりから2018年の春にかけて、太平洋赤道域の海面水温は、ラニーニャタイプの偏差を示しており、その後、2018年夏にかけてENSOは中立になったが、春から夏にかけて赤道の北半球側で正偏差、南半球側で負偏差となりの偏差パターンが続いており、モデルはこれもよく予測できた。このSSTパターンが大気偏差場に与える影響を調べるため、熱帯太平洋域のSSTを気候値にナッジングした実験を行った。この実験(感度実験)と再予報実験との差をみると、予報初期から2018年夏にかけて、北半球中緯度高度は再予報実験より低くなっていた。再予報実験では赤道の北側で対流活発が持続したこともよく予測された一方で、感度実験では対流活発偏差が弱かった。これは、再予報実験で見られた顕著な北半球中緯度正偏差の形成に熱帯太平洋域のSST偏差が対流活動の偏差を通じて重要な役割をはたしていたことを示唆している。

キーワード：2018夏、北半球中緯度温暖現象、北極振動
Keywords: summer of 2018, northern mid-latitudes tropospheric warming, AO

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2018年7月豪雨の総観場予測可能性
Synoptic-scale Predictability of Heavy Rain over Western Japan in July 2018

*吉田 聡[1]
*Akira Kuwano-Yoshida[1]

1. 京都大学防災研究所
1. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

2018年7月豪雨は気象庁が豪雨発生前の7月5日14時に「西日本と東日本における８日頃にかけての大雨について」という報道発表を行っており、実際の雨も8日まで持続した。本研究では気象庁週間アンサンブル予報データと気象庁長期再解析データJRA-55を用いて、梅雨前線の形成要因である対流圏中層ジェットと下層水蒸気フラックスに着目し、この豪雨の始まりと持続の予測を左右した要因について解析した。豪雨発生期では、対流圏中層ジェットの南下の予測可能性が低く、予測のばらつきが小さくなったのは6月30日以降であった。これは中国大陸から伝搬してくるトラフの発達が関係していた。一方、対流圏下層水蒸気フラックスはその時点では東シナ海に流れ込む予測で、7月1日に台風7号の位置が定まった時点で西日本への流入が予測された。しかしまだ豪雨の持続と終息時期については、バイアスと不確実性が大きく、中層ジェット、水蒸気フラックスともに7月２日まで予測精度が低かった。特に水蒸気フラックスについては、台風7号の発達とユーラシア大陸上からのリッジの伝搬が関係しており、予測を難しくしていた。

キーワード：梅雨前線、予測可能性、アンサンブル予測
Keywords: Baiu front, Predictability, Ensemble prediction

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

平成30年7月豪雨における水蒸気輸送および海面蒸発偏差の解析
Anomalous Moisture Transport and Oceanic Evaporation during a Torrential Rainfall Event over Western Japan in Early July 2018

*関澤 偲温[1]、宮坂 貴文[1,2]、中村 尚[1]、Akihiko Shinpo[3]、Kazuto Takemura[3]、前田 修平[3]
*Shion Sekizawa[1], Takafumi Miyasaka[1,2], Hisashi Nakamura[1], Akihiko Shinpo[3], Kazuto Takemura[3], Shuhei Maeda[3]

1. 東京大学先端科学技術研究センター、2. 気象研究所、3. 気象庁
1. Research Center for Advanced Science and Technology, University of Tokyo, 2. Meteorological Research Institute, 3. Japan Meteorological Agency

Western Japan experienced torrential rainfall in early July 2018, which caused severe floods and landslides especially over western Japan. Japan Meteorological Agency (JMA) reported that this extreme event was associated with extreme enhancement of northward moisture flux and its convergence over western Japan. Some recent studies have pointed out an essential role of surrounding oceans for extreme rainfall events through the anomalous heat and moisture supply to the warm, moist monsoonal airflow. This study investigates anomalous oceanic evaporation during the torrential rainfall event over western Japan based on the objective analysis data from the JMA Meso-Scale Model. We have found that the heavy rainfall was associated with enhanced oceanic evaporation extensively around Japan, especially along the Kuroshio and entirely over the Japan Sea. We then conducted a linear decomposition of local surface latent heat flux anomalies based on the bulk formula to determine factors for the enhanced evaporation. Our results show that the enhanced evaporation under the pronounced southerly inflow toward the extreme rainfall region was mainly due to increase in the surface wind speed along the Kuroshio south of Japan, with an additional contribution from warm SST anomalies to the enhanced moisture inflow into central Japan. In order to quantitatively assess contribution of the enhanced evaporation to anomalous moisture transport in the mixed layer, we also performed a backward trajectory analysis for moist air parcels. It reveals that anomalous moisture supply from the ocean to air parcels along trajectories is dominated by enhanced evaporation due to the stronger surface wind speed, which corresponds to about 20 % of the column water vapor anomaly and about 5 % of the total column water vapor.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

平成30年７月豪雨期間中の大気循環の主要変動モード
Leading modes of atmospheric circulation variability during the heavy rain event in July 2018

*西井 和晃[1]、田口 文明[2]、中村 尚[2]
*Kazuaki Nishii[1], Bunmei Taguchi[2], Hisashi Nakamura[2]

1. 三重大学大学院生物資源学研究科、2. 東京大学先端科学技術研究センター
1. Graduate School of Bioresources, Mie University, 2. Research Center for Advanced Science and Technology, The University of Tokyo

平成30年7月豪雨では，西日本を中心に持続的な大雨が7月上旬に観測された．本研究ではこの持続的な大雨をもたらした大気循環場を，大気循環変動モードの観点から調査し，その外部強制要因との関係性を明らかにすることを目的とする．7月上旬平均300hPa西風の日本周辺での年々変動に対し経験直交関数(EOF)解析を施すと，第1モードが日本上空での西風と梅雨降水帯の強弱を表し，2018年のこの主成分得点は西風弱化と気候平均位置での梅雨降水帯の弱化を示している．一方，第2モードは西風ジェット軸と梅雨降水帯の南北変位を伴い，2018年のこの主成分得点は西風軸と梅雨前線の北上を示している．さらに，5種類の境界条件を与えた大気大循環モデルアンサンブル実験を行なった．第1モードと第2モードのパターンの再現性は観測と整合的であった．特に第1モードの出現傾向は中高緯度に観測値を与えた実験で観測と整合的であり，一方，第2モードの出現傾向は，熱帯に観測されたSSTを与えた実験で観測と整合的であった．ただし，第2モードの主成分得点の絶対値は観測よりも小さい傾向にあった．この第2モードの得点の小ささが，アンサンブル平均として7月豪雨を再現できなかった理由の一つと考えられる．

キーワード：大気循環変動モード、豪雨
Keywords: modes of atmospheric circulation variability, heavy rain

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_26

[M-IS25] 近年の気象災害：要因とその大気水圏・人間圏への影響

コンビーナ:西井 和晃(三重大学大学院生物資源学研究科)

平成30年7月豪雨では，6月28日から7月8日にかけての総降水量が四国地方で1800ミリ、東海地方で1200ミリを超えるなど，西日本を中心に広い範囲で記録的な大雨となった．これにより各地で水害や土砂災害が引き起こされ，死者・行方不明者は200名を超えた．気象庁は1府10県に特別警報を発表し警戒を呼びかけたが，この情報が十分活かされたとは言い難い．豪雨の後は一転して記録的な猛暑となり，埼玉県熊谷市では日最高気温の歴代全国1位となる41.1度を記録した．この夏の熱中症による救急搬送者は2008年の調査開始以降過去最多となり，これも一種の気象災害と言えるだろう．平成30年度はこの他にも台風による被害も目立った．また，その前年の平成29年7月九州北部豪雨でも顕著な被害が発生した．本セッションでは，近年の顕著な気象災害をもたらした豪雨や猛暑について，個々の積乱雲から地球温暖化までの様々な時空間スケールの要因を包括的に議論するとともに，その大気水圏・人間圏への影響の実態解明を目指す．

[MIS25-P01] 2018年の台風活動に対する環境場の影響について

★招待講演

*飯塚 聡[1] (1.防災科学技術研究所)

[MIS25-P02] Impact of the Japan/East Sea on the heavy rain event of July 2018 in Japan

*ATSUYOSHI MANDA[1]、Satoshi Iizuka[3]、Tkafumi Miyasaka[2,4,5]、Hisashi Nakamura[2] (1.Mie University、2.The University of Tokyo、3.National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience、4.Japan Meteorological Agency, Meteorological Research Institute、5.Japan Meteorological Business Support Center)

[MIS25-P03] 2018年7月豪雨時の週間アンサンブル予報データによる簡易感度解析

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

2018年の台風活動に対する環境場の影響について
Environmental Factors affecting 2018 Western North Pacific Tropical Cyclone Activity

*飯塚 聡[1]
*Satoshi Iizuka[1]

1. 防災科学技術研究所
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

Tropical cyclone (TC) activity over the western North Pacific in 2018 is documented. Among 29 TCs in 2018, the number of typhoon ranked on violent typhoon intensity with a maximum wind speed more than 105 knot were seven, which is the largest over the past 40 years since 1979. All of the violent typhoons, including Typhoon 1821 and 1824 making landfall on Japan, were generated over the southeastern quadrant of the western North Pacific, as a TC has enough time to intensify after its formation over the warm tropical ocean. The increase in TC formation frequency over the southeastern quadrant seems to be related to the eastward extension of monsoonal westerlies associated with El Niño. Additionally, the comparison among intense landfalling typhoons implies that the track of Typhoon 1821 was favorable for keeping its intensity owing to a passage over the North Pacific subtropical gyre with large ocean thermal energy.

キーワード：2018年の台風、エルニーニョ現象、猛烈な台風
Keywords: 2018 Typhoons, El Nino, Violent Typhoon

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Impact of the Japan/East Sea on the heavy rain event of July 2018 in Japan

*ATSUYOSHI MANDA[1], Satoshi Iizuka[3], Tkafumi Miyasaka[2,4,5], Hisashi Nakamura[2]

1. Mie University, 2. The University of Tokyo, 3. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 4. Japan Meteorological Agency, Meteorological Research Institute, 5. Japan Meteorological Business Support Center

A role of the neighboring waters in the torrential rainfalls in mid-latitudes during a warm season is debatable and under active research. A torrential rainfall that occurred from 28 June to 8 July 2018 caused widespread and devastating floods, landslides, and mudflows and they led to severe damages over wide areas in Japan, especially in its western part. Approximately 9,000 houses were inundated above the floor level and more than 6,000 buildings were destroyed. From the beginning of the July 2018, the Okhotsk high pressure system intensified, bringing the cold air mass southward to the Japan/East Sea (JES). The southward migration of this cold air-mass and high sea surface temperature in JES caused anomalous upward latent heat flux. We examine the impact of this anomalous latent heat flux on the torrential rainfall, through the numerical simulations with a regional atmospheric model. A simulated rainfall has drastically decreased in the western part of Japan when the latent heat flux is artificially reduced in the JES, indicating that the latent heat flux in the JES plays a role in the torrential rainfall event. A reduced latent heat flux intensifies the static stability of the air-mass flowing into the rainfall areas and modifies the structure of meso-scale fronts, leading to the decrease in rainfall in the western part of Japan. The detailed discussion on the role of the latent heat fluxes in the JES in the rainfall event will be given in this presentation.

Keywords: torrential rain, sea surface temperature, Japan/East Sea

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2018年7月豪雨時の週間アンサンブル予報データによる簡易感度解析
Simple sensitivity analysis using weekly ensemble forecasts during the heavy rain event in July 2017

*川合 義美[1]
*Yoshimi Kawai[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構　地球環境観測研究開発センター
1. Research and Development Center for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

It has been pointed out that the heavy rain event that struck a wide area of Japan in the beginning of July 2018 was mainly ascribed to the development of the Okhotsk High and the North Pacific High on a synoptic scale, although meso-scale physics was also important, and that a stationary Rossby wave train that is referred to as the Silk Road pattern appeared over the Eurasian Continent and contributed to strengthening the North Pacific High. The author attempted to identify which area was responsible for the forecast around Japan during the event using a simple sensitivity analysis technique.
The method used here was the ensemble singular-vector sensitivity analysis proposed by Enomoto et al. (2015), based on ensemble forecast data. This technique assumes that initial perturbations growing optimally in a verification domain at a given forecast time can be expressed in a linear combination of the ensemble initial perturbations. They can identify a particular set of coefficients that maximizes a “norm” of forecast perturbations within the verification domain, by solving an eigenvalue problem under the constraint that the norm of the initial perturbations equals unity. The norm was here defined in terms of dry total energy.
For 72-hour forecasts around Japan from the end of June to the beginning of July, sensitivity of their initial conditions was large south of Japan, around Mongol and East Siberia. These signals was able to be traced back to areas west of the Ural Mountains four or five days before the forecast time, and the sensitivity around Caspian Sea was especially large. This is consistent with the Silk Road pattern. The sensitivity signal was able to be tracked back to West Europe, but was no longer clear over the Atlantic Ocean.

キーワード：感度解析、週間アンサンブル予報、2018年7月豪雨
Keywords: sensitivity analysis, weekly ensemble forecasts, heavy rain event in July 2017

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_42

[M-IS25] 近年の気象災害：要因とその大気水圏・人間圏への影響

コンビーナ:西井 和晃(三重大学大学院生物資源学研究科)

平成30年7月豪雨では，6月28日から7月8日にかけての総降水量が四国地方で1800ミリ、東海地方で1200ミリを超えるなど，西日本を中心に広い範囲で記録的な大雨となった．これにより各地で水害や土砂災害が引き起こされ，死者・行方不明者は200名を超えた．気象庁は1府10県に特別警報を発表し警戒を呼びかけたが，この情報が十分活かされたとは言い難い．豪雨の後は一転して記録的な猛暑となり，埼玉県熊谷市では日最高気温の歴代全国1位となる41.1度を記録した．この夏の熱中症による救急搬送者は2008年の調査開始以降過去最多となり，これも一種の気象災害と言えるだろう．平成30年度はこの他にも台風による被害も目立った．また，その前年の平成29年7月九州北部豪雨でも顕著な被害が発生した．本セッションでは，近年の顕著な気象災害をもたらした豪雨や猛暑について，個々の積乱雲から地球温暖化までの様々な時空間スケールの要因を包括的に議論するとともに，その大気水圏・人間圏への影響の実態解明を目指す．

[MIS25-P01] 2018年の台風活動に対する環境場の影響について

★招待講演

*飯塚 聡[1] (1.防災科学技術研究所)

[MIS25-P02] Impact of the Japan/East Sea on the heavy rain event of July 2018 in Japan

*ATSUYOSHI MANDA[1]、Satoshi Iizuka[3]、Tkafumi Miyasaka[2,4,5]、Hisashi Nakamura[2] (1.Mie University、2.The University of Tokyo、3.National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience、4.Japan Meteorological Agency, Meteorological Research Institute、5.Japan Meteorological Business Support Center)

[MIS25-P03] 2018年7月豪雨時の週間アンサンブル予報データによる簡易感度解析

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

2018年の台風活動に対する環境場の影響について
Environmental Factors affecting 2018 Western North Pacific Tropical Cyclone Activity

*飯塚 聡[1]
*Satoshi Iizuka[1]

1. 防災科学技術研究所
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

Tropical cyclone (TC) activity over the western North Pacific in 2018 is documented. Among 29 TCs in 2018, the number of typhoon ranked on violent typhoon intensity with a maximum wind speed more than 105 knot were seven, which is the largest over the past 40 years since 1979. All of the violent typhoons, including Typhoon 1821 and 1824 making landfall on Japan, were generated over the southeastern quadrant of the western North Pacific, as a TC has enough time to intensify after its formation over the warm tropical ocean. The increase in TC formation frequency over the southeastern quadrant seems to be related to the eastward extension of monsoonal westerlies associated with El Niño. Additionally, the comparison among intense landfalling typhoons implies that the track of Typhoon 1821 was favorable for keeping its intensity owing to a passage over the North Pacific subtropical gyre with large ocean thermal energy.

キーワード：2018年の台風、エルニーニョ現象、猛烈な台風
Keywords: 2018 Typhoons, El Nino, Violent Typhoon

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Impact of the Japan/East Sea on the heavy rain event of July 2018 in Japan

*ATSUYOSHI MANDA[1], Satoshi Iizuka[3], Tkafumi Miyasaka[2,4,5], Hisashi Nakamura[2]

1. Mie University, 2. The University of Tokyo, 3. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 4. Japan Meteorological Agency, Meteorological Research Institute, 5. Japan Meteorological Business Support Center

A role of the neighboring waters in the torrential rainfalls in mid-latitudes during a warm season is debatable and under active research. A torrential rainfall that occurred from 28 June to 8 July 2018 caused widespread and devastating floods, landslides, and mudflows and they led to severe damages over wide areas in Japan, especially in its western part. Approximately 9,000 houses were inundated above the floor level and more than 6,000 buildings were destroyed. From the beginning of the July 2018, the Okhotsk high pressure system intensified, bringing the cold air mass southward to the Japan/East Sea (JES). The southward migration of this cold air-mass and high sea surface temperature in JES caused anomalous upward latent heat flux. We examine the impact of this anomalous latent heat flux on the torrential rainfall, through the numerical simulations with a regional atmospheric model. A simulated rainfall has drastically decreased in the western part of Japan when the latent heat flux is artificially reduced in the JES, indicating that the latent heat flux in the JES plays a role in the torrential rainfall event. A reduced latent heat flux intensifies the static stability of the air-mass flowing into the rainfall areas and modifies the structure of meso-scale fronts, leading to the decrease in rainfall in the western part of Japan. The detailed discussion on the role of the latent heat fluxes in the JES in the rainfall event will be given in this presentation.

Keywords: torrential rain, sea surface temperature, Japan/East Sea

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2018年7月豪雨時の週間アンサンブル予報データによる簡易感度解析
Simple sensitivity analysis using weekly ensemble forecasts during the heavy rain event in July 2017

*川合 義美[1]
*Yoshimi Kawai[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構　地球環境観測研究開発センター
1. Research and Development Center for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

It has been pointed out that the heavy rain event that struck a wide area of Japan in the beginning of July 2018 was mainly ascribed to the development of the Okhotsk High and the North Pacific High on a synoptic scale, although meso-scale physics was also important, and that a stationary Rossby wave train that is referred to as the Silk Road pattern appeared over the Eurasian Continent and contributed to strengthening the North Pacific High. The author attempted to identify which area was responsible for the forecast around Japan during the event using a simple sensitivity analysis technique.
The method used here was the ensemble singular-vector sensitivity analysis proposed by Enomoto et al. (2015), based on ensemble forecast data. This technique assumes that initial perturbations growing optimally in a verification domain at a given forecast time can be expressed in a linear combination of the ensemble initial perturbations. They can identify a particular set of coefficients that maximizes a “norm” of forecast perturbations within the verification domain, by solving an eigenvalue problem under the constraint that the norm of the initial perturbations equals unity. The norm was here defined in terms of dry total energy.
For 72-hour forecasts around Japan from the end of June to the beginning of July, sensitivity of their initial conditions was large south of Japan, around Mongol and East Siberia. These signals was able to be traced back to areas west of the Ural Mountains four or five days before the forecast time, and the sensitivity around Caspian Sea was especially large. This is consistent with the Silk Road pattern. The sensitivity signal was able to be tracked back to West Europe, but was no longer clear over the Atlantic Ocean.

キーワード：感度解析、週間アンサンブル予報、2018年7月豪雨
Keywords: sensitivity analysis, weekly ensemble forecasts, heavy rain event in July 2017

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-GI 地球科学一般・情報地球科学

2019年5月26日(日) 9:00 ~ 10:30 | 302 3F

[M-GI31] Open Science in Action: Research Data Sharing, Infrastructure, Transparency, and International Cooperation

コンビーナ:村山 泰啓(国立研究開発法人情報通信研究機構 戦略的プログラムオフィス)、近藤 康久(総合地球環境学研究所)、Shelley Stall(American Geophysical Union)、Cecconi Baptiste(LESIA, Observatoire de Paris, CNRS, PSL Research University)、座長:村山 泰啓(情報通信研究機構)

Open Science is growing up as a new research paradigm to accelerate scientific innovation. Deployed by ICSU-WDS (2008), G8 Open Data Charter (2013), deployment of Research Data Alliance (2013), OECD Global Science Forum's research projects (2016), and G7 Science Ministers' Communique (2017), it commonly refers to the top-down policies to make results of publicly-funded research freely available and accessible. On the other hand, this term also refers to the participatory bottom-up approaches such as citizen science, crowdfunding, and transdisciplinary research (Kitamoto 2016). It is noted that both approaches envision the transformation of research process to more findable, accessible, interoperable, and reusable one (Wilkinson et al. 2016).
After the JpGU-AGU Great Debate "Role of open data and open science in Geoscience" in JpGU Annual Meeting 2018 and a follow-up session in the AGU Fall Meeting 2018, this session reviews the current broad spectrum of Open Science in an international context. The session welcomes a wide range of papers and posters covering (but not limited to) open research data, open source licenses, data papers and journals, data repository, data sharing infrastructures and platforms, citizen science, crowdsourcing, crowdfunding, transdisciplinary research, capacity building, international networking, and deployment in earth and planetary sciences.

9:00 ~ 9:15

[MGI31-01] WDS: International Coordination for Sustainable FAIR Data, for Science and Society

*村山 泰啓[1] (1.国立研究開発法人情報通信研究機構 戦略的プログラムオフィス)

9:15 ~ 9:30

[MGI31-02] Japan Data Repository Network (JDARN)：データリポジトリの信頼性向上を中心としたコミュニティ活動

*北本 朝展[1,2,4]、絹谷 弘子[3] (1.国立情報学研究所、2.ROIS-DS人文学オープンデータ共同利用センター、3.東京大学地球観測データ統融合連携研究機構、4.総合研究大学院大学)

9:30 ~ 9:45

[MGI31-03] Data Sharing and Open Science: Practice, Expectation, Transparency, and Credit

*Shelley Stall[1] (1.American Geophysical Union)

9:45 ~ 10:00

[MGI31-04] Ethical issues in open science

*近藤 康久[1] (1.総合地球環境学研究所)

10:00 ~ 10:15

[MGI31-05] 統合イノベーション政策と学術情報流通の現状のギャップから見通すオープンサイエンスの展望

*林 和弘[1] (1.文部科学省科学技術・学術政策研究所)

10:15 ~ 10:30

[MGI31-06] Future evolution of open archives for preprints, posters, and presentations as a key component of open science in the Earth and space sciences

*Brooks Hanson[1] (1.American Geophysical Union)

WDS: International Coordination for Sustainable FAIR Data, for Science and Society

*村山 泰啓[1]
*Yasuhiro Murayama[1]

1. 国立研究開発法人情報通信研究機構 戦略的プログラムオフィス
1. Strategic Program Produce Office, National Institute of Information and Communications Technology

The author's personal consideration on the international academic data enterprise World Data System (WDS) is given in the talk, to discuss the value of international coordination work for sustainable FAIR data, based on the community interest and community-based initiative. Digital data is especially of academic and societal concern today.

キーワード：open science、research data sharing 、WDS、international coordination
Keywords: open science, research data sharing , WDS, international coordination

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Japan Data Repository Network (JDARN)：データリポジトリの信頼性向上を中心としたコミュニティ活動
Japan Data Repository Network (JDARN): Community-based activities for improving the trustworthiness of data repositories

*北本 朝展[1,2,4]、絹谷 弘子[3]
*Asanobu Kitamoto[1,2,4], Hiroko Kinutani[3]

1. 国立情報学研究所、2. ROIS-DS人文学オープンデータ共同利用センター、3. 東京大学地球観測データ統融合連携研究機構、4. 総合研究大学院大学
1. National Institute of Informatics, 2. ROIS-DS Center for Open Data in the Humanities, 3. EDITORIA, The University of Tokyo, 4. SOKENDAI

1. JDARNの設立と経緯

Japan Data Repository Network (JDARN)とは、日本のデータリポジトリを対象として、世界の最新動向を共有しながら、信頼性を向上させるための取り組みを進める、コミュニティ活動である。その源流は、ジャパンリンクセンター（JaLC）が2014年10月から2015年9月にかけておこなった「研究データへのDOI登録実験プロジェクト」にある。このプロジェクトは、研究データに関する専門家が分野を越えて集まったという点では日本初とも言える画期的な場となった。この活動を引き継ぐものとして研究データ利活用協議会が2016年6月に設立され、その後いくつかの小委員会が提案されることとなった。その一つとして2017年10月に我々が立ち上げたのが「国内の分野リポジトリ関係者のネットワーク構築」小委員会である。2018年10月からは、より多くの分野と関係者を対象とするために「ジャパン･データリポジトリ･ネットワーク(Japan DAta Repository Network : JDARN)」と名称を変更した。

JDARNはデータリポジトリに関する動向を共有することが目的の一つであるが、中でも焦点となっているのがデータリポジトリの信頼性という問題である。研究データの生産者がデータを外部サービスに預ける際に、どこに預けるべきかを意思決定する基準として、データリポジトリの信頼性は重要な役割を果たす。そうした信頼性を示す基準の一つにCoreTrustSeal (CTS)がある。CTSはデータリポジトリに関する国際的な認証の一つであり、2019年2月現在で140あまりのデータリポジトリが認証を受けているが、日本ではまだ認証を受けているケースが少ない。CTSの認証が日本では少ない理由を探るため、2017年12月にセミナー「信頼できるデータリポジトリ～CoreTrustSeal認証に関する実践的情報共有の場～」を主催し、日本の有力なデータリポジトリがCTSの要求要件を用いて自己評価（self-assessment）してみる試みを行った。その結果、CTSの背景となる考え方がわからないとCTSによる自己評価も難しいことが判明した。そこでまずCTSを理解するための資料の作成を開始し、これが小委員会の主要な活動となった。そしてさらに議論を重ねた結果、CTSありきでなく利活用の側面も考慮したデータリポジトリのガイドラインを作成する課題に活動がシフトしていった。

2. データリポジトリのガイドライン

現在作成中のデータリポジトリガイドラインは、基本的にCTSの要求要件（16項目）を参考にしつつ、CTSを直訳するのではなくJDARNが独自に構成を提案するものである。このようにCTSを再考するきっかけとなったのが、バイオサイエンスデータベースセンター（NBDC）の八塚茂氏によるCTSのアイテム単位の整理である。CTSの審査過程では、様々なドキュメントを用意しそれを公開していることが透明性の一つの証拠となる。そこでCTSを実際に獲得したデータリポジトリの申請書を分析し、そこで言及されているドキュメントの種類を整理することで、CTSに必要なドキュメントを準備するという次のアクションがわかりやすくなると考えた。CTSの抽象的な項目を具体的なヒト・モノなどに落とし込むことで、より理解しやすいガイドラ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

インを作れる可能性が生まれたのである。

しかしドキュメントの整理に比べると、データリポジトリに関わる人に関する項目の整理はより困難である。データリポジトリではどんな職務が必要なのか、それを担うのは誰なのか。しかも職務については、その職務を専門家として何と呼ぶかという名称の問題もある。データ専門家として近年提唱される職名には、データライブラリアン、データキュレーター、データサイエンティスト、データエンジニアなどがあり、その意味も人によって異なる。これらの職務の概念を整理し、それらの長期的なキャリアパスを示すこと、それができければデータリポジトリを基盤としたオープンサイエンスの展開はおぼつかない。こうした問題についてはまだ確固たるモデルがあるとは言えず、我々は現在も議論を続けている。

3. 今後の展開

JDARNは設立以来、毎月1回ほどの会合を開きながら活発な議論を交わしてきた。そうした議論に参加するデータリポジトリの数が増えれば、日本のデータリポジトリの品質を高め、世界の中での存在感も高め、オープンサイエンスのための基盤としての価値も向上するであろう。そのためにはデータリポジトリが研究に不可欠な存在となる必要がある。データリポジトリというデータのコンテナとしての信頼性・持続性の向上がCTSの焦点であるが、それに加えてデータの統合、分析、可視化、社会実装などコンテンツの利活用に向けた多様な専門家も必要になる。これを単独で担える組織は限られるため、データリポジトリ間のコラボレーションも重要な課題であり、そこにデータリポジトリのネットワークが活きてくると考えている。

キーワード：ジャパン･データリポジトリ･ネットワーク、データリポジトリ、信頼性、CoreTrustSeal、ガイドライン、データ専門家
Keywords: Japan Data Repository Network, Data repository, Trustworthiness , CoreTrustSeal, Guideline, Data expert

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Data Sharing and Open Science: Practice, Expectation, Transparency, and Credit

*Shelley Stall[1]

1. American Geophysical Union

The data that underpins our research is a valuable part of the research process. Determining what data is needed in order to analyze the scientific question at hand is a critical part of our work. That data has incredible value to those interested in our research and building upon it.

Research data is best preserved in a trusted digital repository with robust descriptive information. Attribution and credit for data created, used, and reused is an important part of encouraging researchers to share their data and make it available to others. Including persistent, unique, global identifiers for the researchers that created the data as well as the links to associated publications where the data is cited allows us to discover, understand, and increase the possibly of that data being reused for new research in the future.

Within the Earth, space, and environmental sciences a large community of stakeholders has come together to require that data supporting a publication be placed in a trusted repository and properly cited in the publication. Many journals are now transitioning to this requirement and more are joining every day.

The infrastructure is being solidified to give creators of data the attribution and credit that recognizes the importance of the contribution to the scientific record for possible reuse in the future. Making data more findable, accessible, interoperable, and reusable (FAIR) is an important step towards more open science. We will describe what is expected by the Enabling FAIR Data project and the value of attribution and credit in encouraging researchers to share their data.

Keywords: FAIR Data, Trusted Repository, Data Sharing, Data Credit, ORCID, Persistent Identifier

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Ethical issues in open science

*近藤 康久[1]
*Yasuhisa Kondo[1]

1. 総合地球環境学研究所
1. Research Institute for Humanity and Nature

This paper discusses ethical equity in open science as an emerging issue in promoting civic participatory science for social issues. Open science is understood as a conceptual complex of top-down policies and bottom-up actions. The bottom-up actions are represented by citizen science, wherein non-expert civil actors provide data or participate in fieldwork. Civic participatory science is becoming popular around the world, yet it does have an issue with ethical inequity in it. When holding a civic participatory workshop, such as an *ideathon*to co-create solutions for a given social issue, organizers, such as research experts or governmen agents, invite civic participants so that they can exploit their labor, knowledge, and ideas. Organizers give low, fixed-rate rewards and some entertainment in exchange. In my actual experience, some participants found this to be unbalanced and unfair. A detailed investigation revealed that incentives for researchers, including academic publication and promotion, would not be applicable to civic volunteers because they have different motivations. Even though it is voluntary, this work should be properly acknowledged. I would like to explore and discuss this ethical issue with participants in the Open Science international session.

キーワード：オープンサイエンス、倫理的衡平
Keywords: open science, ethical equity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

統合イノベーション政策と学術情報流通の現状のギャップから見通すオープンサイエンスの展望

The perspective of Open Science with consideration of the gap between the Integrated Innovation Strategy and the current state of scholarly communication

*林 和弘[1]
*Kazuhiro Hayashi[1]

1. 文部科学省科学技術・学術政策研究所
1. National Institute of Science and Technology Policy

Author introdces the Integrated Innovation Strategy as the latest documment which includes Open Science policy. It aims to develop the source of innovation or knowledge base for innovation with several data platforms including research data platofom of managing, sharing, and distributing data. On the other hand, some new evolutons occur in the scholarly publishing such as preprint servier, open research platform and registered report, which affects researchers directly, but not directly to connect to the research data platform. Author discusses the gap between them to find a way to transform Science as Open Science policy indicates.

キーワード：オープンサイエンス、統合イノベーション戦略、研究データプラットフォーム、学術出版
Keywords: Open Science, Integrated Innovation Strategy, Research Data Platform, Scholarly publishing

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Future evolution of open archives for preprints, posters, and presentations as a key component of open science in the Earth and space sciences

*Brooks Hanson[1]

1. American Geophysical Union

A culture of using preprint servers has been widely established in astronomy, physics, computer sciences, and the social sciences for several decades. Studies of these have shown that sharing of manuscripts on these servers accelerates citations and the pace of science. Further alignment and standardization around this process, and broad cultural adoption would help accelerate these benefits. Servers have been established in other disciplines more recently, and usage has been growing gradually.

Use of preprint servers was slow to catch on in most of the Earth and space sciences, except for disciplines closely aligned with physics and astronomy, although most of the EGU journals are open-review journals and act in many ways like preprint servers. Two open archives were established for the Earth and space sciences in 2017: http://ESSOAr.org and http://EarthArxiv.org. ESSOAr (Earth and Space Science open Archive) was one of the first major archives to include posters presented at meetings. Uptake of both has been growing gradually; about 5% of posters presented at the 2018 Fall AGU meeting were posted on ESSOAr. Several are also including links to data sets or other resources (e.g., e-posters). Deposition was accelerated by automatic transfer of metadata from the meeting abstract system. Similar automated transfer is nearly implemented from major editorial systems for ESSOAr, BioArxiv and several others servers. This process should accelerate uptake and cultural adoption. Further adoption of standards by the broader community would further help adoption, including permission and encouragement from most journals, citation and credit standards, regularly connecting preprints with ORCID and later publications, broader awareness and adoption of standards on sharing code, data, and samples, and expansion to include oral presentations at meetings as technology improves to include audio and capture presentation information regularly. Support open science by adopting these best practices and archive your posters and draft manuscripts.

Keywords: Preprints, Open Science, Sharing Data

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-GI 地球科学一般・情報地球科学

2019年5月26日(日) 10:45 ~ 12:15 | 302 3F

[M-GI31] Open Science in Action: Research Data Sharing, Infrastructure, Transparency, and International Cooperation

コンビーナ:村山 泰啓(国立研究開発法人情報通信研究機構 戦略的プログラムオフィス)、近藤 康久(総合地球環境学研究所)、Shelley Stall(American Geophysical Union)、Cecconi Baptiste(LESIA, Observatoire de Paris, CNRS, PSL Research University)、座長:Shelley Stall(American Geophysics Union)

Open Science is growing up as a new research paradigm to accelerate scientific innovation. Deployed by ICSU-WDS (2008), G8 Open Data Charter (2013), deployment of Research Data Alliance (2013), OECD Global Science Forum's research projects (2016), and G7 Science Ministers' Communique (2017), it commonly refers to the top-down policies to make results of publicly-funded research freely available and accessible. On the other hand, this term also refers to the participatory bottom-up approaches such as citizen science, crowdfunding, and transdisciplinary research (Kitamoto 2016). It is noted that both approaches envision the transformation of research process to more findable, accessible, interoperable, and reusable one (Wilkinson et al. 2016).
After the JpGU-AGU Great Debate "Role of open data and open science in Geoscience" in JpGU Annual Meeting 2018 and a follow-up session in the AGU Fall Meeting 2018, this session reviews the current broad spectrum of Open Science in an international context. The session welcomes a wide range of papers and posters covering (but not limited to) open research data, open source licenses, data papers and journals, data repository, data sharing infrastructures and platforms, citizen science, crowdsourcing, crowdfunding, transdisciplinary research, capacity building, international networking, and deployment in earth and planetary sciences.

10:45 ~ 11:00

[MGI31-07] Cloud Computing Needs for Earth Observation Data Analysis: EGI and the European Open Science Cloud

★Invited Papers

Björn Backeberg[1]、Yin Chen[1]、*Tiziana Ferrari[1]、Pedro Gonçalves[4]、Paolo Mazzetti[3]、Anabela Oliveira[2]、Diego Scardaci[1]、Gergely Sipos[1] (1.EGI Foundation、2.LNEC、3.CNR、4.Terradue)

11:00 ~ 11:15

[MGI31-08] Open third generation geostationary satellites accelerate environmental studies: Case studies of CEReS, Chiba University, Japan

*樋口 篤志[1,3]、豊嶋 紘一[1]、広瀬 民志[1]、竹中 栄晶[2,1] (1.千葉大学環境リモートセンシング研究センター、2.JAXA EORC、3.NICT)

11:15 ~ 11:30

[MGI31-09] Scientific data chain for better data publication and preservation

*堀之内 武[1] (1.北海道大学地球環境科学研究院)

11:30 ~ 11:45

[MGI31-10] 測地観測データ提供の現状と問題

*大坪 俊通[1]、横田 裕輔[2]、石川 直史[3]、関戸 衛[4]、宮崎 隆幸[5]、栗原 忍[5] (1.一橋大学、2.東京大学生産技術研究所、3.海上保安庁海洋情報部、4.情報通信研究機構、5.国土地理院)

11:45 ~ 12:00

[MGI31-11] Recent activity of data publication and data citation in the international community of geomagnetism

*能勢 正仁[1]、村山 泰啓[2] (1.名古屋大学 宇宙地球環境研究所、2.情報通信研究機構 戦略的プログラムオフィス)

12:00 ~ 12:15

[MGI31-12] IGSN: International Collaboration Makes Samples and Sample Data FAIR

*Kerstin Lehnert[1]、Jens Klump[2]、Lesley Wyborn[3]、Sarah Ramdeen[4] (1.Columbia University、2.CSIRO Kensington, Australia、3.Australian National University, Canberra, Australia、4.Ronin Institute, USA)

Cloud Computing Needs for Earth Observation Data Analysis: EGI and the European Open Science Cloud

Björn Backeberg[1], Yin Chen[1], *Tiziana Ferrari[1], Pedro Gonçalves[4], Paolo Mazzetti[3], Anabela Oliveira[2], Diego Scardaci[1], Gergely Sipos[1]

1. EGI Foundation, 2. LNEC, 3. CNR, 4. Terradue

Over recent years, the vision of Open Science has emerged as a new paradigm of transparent, data-driven science capable of accelerating competitiveness and innovation. The embodiment of this vision in Europe is the European Open Science Cloud (EOSC), first proposed by the European Commission in April 2016 as part of the Communication on the ‘European Cloud Initiative’, one of the pillars of the Digital Single Market Strategy. The EOSC puts into practice the European vision for Open Innovation, Open Science and Open to the World by bringing together services and research products such as computing, storage, data, publications, software and workflows from national and international research infrastructures, research performing organisations, collaborations and projects.

Within EOSC and the EOSC-hub H2020 project, the European GEOSS community of the EuroGEOSS initiative, aims at demonstrating the benefit of Earth Observation for the society. Earth Observation data is being used to create the new knowledge needed to support informed decision-making for sustainable development and policy making. In addition, the GEOSS is contributing to EOSC by providing mediation and harmonisation services for accessing information and knowledge from in-situ and Earth Observation data, opening access to models for the generation of indicators.

EOSC will be instrumental in providing the large computation and storage capabilities needed to run scientific models at local, national, regional and potentially global scale. Within EOSC, EGI is the European digital infrastructure respondible for providing a distributed platform for scientific computing. The EGI Federation is the publicly funded e-infrastructure that brings together hundreds of data centres worldwide and also includes the largest community of research clouds in Europe with more than 20 cloud providers across 12 European countries offering IaaS cloud and storage services. The EGI cloud infrastructure is based on open standards allowing a seamless user experience over the cloud sites belonging to the federation through standardised interfaces. Advanced services are available to manage computing services and datasets in a distributed environment hiding the complexity of the geographical distribution to the developers of scientific applications and services.

The EGI Federated Cloud will give scientists the possibility to access and run analytic models in a transparent way, without the need of a local infrastructure hosting data and computing facilities. In this presentaiton, we will introduce the EGI technical solutions which provide the following capabilities: (1) the federation of services, data and resources; (2) the provision of geographically distributed large capacity computing resources and specialized computing facilities; (3) Jupyter notebooks data analysis capabilities integrated with federated Authentication and Authorization and the EGI Cloud; and (4) the support of added-value services, like the the OpenCoastS - for the production on-demand circulation forecast systems, the GEOSS Web Portal - for discovering and accessing GEOSS data from than 170 data systems globally, the Geohazards Thematic Exploitation Platform GEP - providing access to a set of on-demand terrain motion services supporting interferogram generation, co-seismic displacement mapping, landslide rapid mapping and landslide displacement field monitoring with Copernicus Sentinel-1 and Sentinel-2 data.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Open Science, EOSC, EGI, Earth observation data analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Open third generation geostationary satellites accelerate environmental studies: Case studies of CEReS, Chiba University, Japan

*樋口 篤志[1,3]、豊嶋 紘一[1]、広瀬 民志[1]、竹中 栄晶[2,1]
*Atsushi Higuchi[1,3], Koichi Toyoshima[1], Hitoshi Hirose[1], Hideaki Takenaka[2,1]

1. 千葉大学環境リモートセンシング研究センター、2. JAXA EORC、3. NICT
1. Center for Environmental Remote Sensing (CEReS), Chiba University, Japan, 2. EORC, JAXA, 3. NICT

Geostationary satellites, such as well-known Himawari and GOES series, have advantages to capture the surface and the atmospheric status by relatively high-frequent scanning. Himawari-8/9 (Bessho et al., 2016) and GOES-R (Schmit et al., 2017) and GOES-S called as the third- generation geostationary satellites (3rd GEO) of which have capabilities of more-highly temporal scanning intervals (10 min. or 15min. in Full-Disk scan mode, 2.5 min. or 1 min. over target regions) with improved multiple spectral bands (16 bands). We will demonstrate possibility and capabilities by the utilizations of 3rd GEO data through our research and outreach activities, and we will show several research results through the open data policy of 3rd GEO. In addition, we will discuss potential and limitations for the acceleration of open science and contributions for the society.

References: Bessho et al., (2016): JMSJ, 94 (2), 151-183; Schmit et al., (2017): BAMS, 98, 681-698.

キーワード：静止気象衛星、環境研究
Keywords: Geostationary meteorological satellites, Environmental studies

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Scientific data chain for better data publication and preservation

*堀之内 武[1]
*Takeshi Horinouchi[1]

1. 北海道大学地球環境科学研究院
1. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University

In this presentation, I will discuss some of the current issues and thoughts on data publication and preservation from the viewpoint of an atmospheric scientist in Japan. Earth observation data are not only experimental data but also are historical data, so their preservation and sharing are no less important than those from laboratory experiments. However, the current status is not satisfactory. I will introduce a way that might improve the situation.

In our field, we have “big” data and “small” data in two aspects. Data from big projects such as satellite observations, coordinated observations for weather forecast, climate prediction for IPCC are big in size and well preserved and shared. On the other hand, data from small projects such as field observations are not necessarily well-shared, and their preservation may be at risk. These longtail data are also important. For them, use of public or institutional data repository (and data journal) may be a solution, but to use it (them) is not yet our common conduct. More incentive and familiarity would be needed.

The other aspect of the big-and-small issue is on the level of process. For example, numerical values visualized in figures (such as line charts) in peer-reviewed papers can be regarded to be on a highest process level. They are normally small and derived from lower-level data, which can be big. This process is usually multi-staged, and to reproduce it is often difficult even when the original data are open.

Considering these issues, one can envision a digital scientific data chain (like food chain) in which research paper is on the top. Here, a plot in a figure is linked to a digital table (like CSV) stored in journal’ s site. The table is further linked to a data repository content or a data paper (through which data repository can be linked). A well-organized data chain can realize reproducibility through documentation and digital operations. The latter can be helped by scripting. An example would be to script data screening and processing such as averaging. The data link in this chain can be multifold, starting from big low-level data.

This chain will make scientists familiar with data repository and data paper. It can also give incentive to write data paper to cite, so it can encourage documentation that increases the usability of data. It can also provide a good example of data usage. Therefore, it can promote data publication and preservation.

キーワード：data publication、open data
Keywords: data publication, open data

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

測地観測データ提供の現状と問題
Current status and problems of geodetic observation data distribution

*大坪 俊通[1]、横田 裕輔[2]、石川 直史[3]、関戸 衛[4]、宮崎 隆幸[5]、栗原 忍[5]
*Toshimichi Otsubo[1], Yusuke Yokota[2], Tadashi Ishikawa[3], Mamoru Sekido[4], Takayuki Miyazaki[5], Shinobu Kurihara[5]

1. 一橋大学、2. 東京大学生産技術研究所、3. 海上保安庁海洋情報部、4. 情報通信研究機構、5. 国土地理院
1. Hitotsubashi University, 2. Institute of Industrial Science, the University of Tokyo, 3. Hydrographic and Oceanographic Department, Japan Coast Guard, 4. National Institute of Information and Communications Technology, 5. Geospatial Information Authority of Japan

Geodetic technologies and geodetic data are now regarded as key infrastructure in the modern society. Space geodetic techniques such as GNSS, VLBI, SLR and DORIS totally rely on the global observation network, and therefore the 'service' organizations are formed under International Association of Geodesy to manage the international scientific/technological activities. Each service has its own data centres where the observation data and the analysis products are stored. Users can download them for free of charge.

Considering the fact that the worldwide institutes have spent a lot of expenses and efforts on the geodetic observations, we need to find a way to somehow reward them so that they can continue the operation or upgrade the system. One possibility for the future is the use of data DOI (Digital Object Identifier) which can be assigned to any style of data sets. When users publish their papers etc, they will be requested to cite the data DOI provided by each geodetic service in the reference section of their publication. By clicking the URL link, the readers can directly be guided to the landing page where the detailed description and contributors are given as well as the link to the data set. The data DOI scheme is expected to make the data providers more visible and even promote the usage of the data and the technology.

Early examples in sea-floor crustal deformation (Yokota et al., 2018, doi:10.1594/PANGAEA.885139), and a just-begun activity in GGOS (Global Geodetic Observing System) will be introduced.

キーワード：測地学、宇宙測地学、測位、全球統合測地観測システム、データ DOI
Keywords: Geodesy, Space Geodesy, Navigation, GGOS, Data DOI

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Recent activity of data publication and data citation in the international community of geomagnetism

*能勢 正仁[1]、村山 泰啓[2]
*Masahito Nose[1], Yasuhiro Murayama[2]

1. 名古屋大学 宇宙地球環境研究所、2. 情報通信研究機構 戦略的プログラムオフィス
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. Strategic Program Produce Office, National Institute for Information Communications Technology

Data-DOI (digital object identifier), data publication, and data citation will promote “Open Science”. Recognizing their importance, solar-terrestrial physics (STP) data centers in Japan have been working to mint DOI to their database. We participated from October 2014 in a 1-year pilot program for DOI-minting to science data launched by Japan Link Center, which is one of the DOI registration agencies. In the pilot program, a procedure of the DOI-minting for STP data was established. As a result of close collaboration with Japan Link Center, the first case of data-DOI in Japan (doi:10.17591/55838dbd6c0ad) was created in June 2015. As of February 2019, there are 18 data-DOIs for the STP data in Japan. Four of them are related to geomagnetic field data: the Dst index (doi:10.17593/14515-74000), the AE index (doi:10.17593/15031-54800), the Wp index (doi:10.17593/13437-46800), and magnetotelluric data at Muroto, Japan (doi:10.17593/13882-05900).

In the International Association of Geomagnetism and Aeronomy (IAGA), scientists who are working for data centers or observatories started discussion about DOI-minting to their data and a task force was formed in August 2013. In the latest IAGA assembly that was held at Cape Town in August 2017, the task force reported about "Present Status of DOI-minting to Geomagnetic Data/Indices" that is available from https://www.ngdc.noaa.gov/IAGA/vdat/. The report found that there are different types of activities of DOI-minting in individual data centers or observatories. In the field of geophysics including geomagnetism, interests to the DOI-minting are rapidly growing. At the next International Union Geodesy and Geophysics General Assemblies that will be held in Montreal, Canada, in July 2019, a joint session entitled “Geoscience data licensing, producing, publication and citation” is planned. This session solicits contributions presenting actual practices and future plans of data licensing, producing, publication, and citation of scientific data, and possible related topics. The international effort will be continued for DOI-minting to scientific data in geophysics.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

IGSN: International Collaboration Makes Samples and Sample Data FAIR

*Kerstin Lehnert[1], Jens Klump[2], Lesley Wyborn[3], Sarah Ramdeen[4]

1. Columbia University, 2. CSIRO Kensington, Australia, 3. Australian National University, Canberra, Australia, 4. Ronin Institute, USA

In recent years, the International Geo Sample Number (IGSN) has seen increasing uptake as a Persistent Identifier (PID) for physical samples because there is growing recognition that unambiguous citation and tracking of physical samples allows previously impossible linking of samples to data and publications, linking and integration of sample-based observations across data systems, and paves the road toward advanced data mining of sample-based data. The IGSN leverages the existing Handle system as its technical basis, while following the example of DataCite for its governance structure and technical architecture.

The IGSN was originally developed for the solid Earth Sciences as a centralized system, but has evolved into an international PID system that is now adopted by a growing number and range of stakeholders worldwide, including researchers, collection curators, and data managers, and by other disciplines that need to refer to physical samples. More than 6.7 million samples have been registered so far.

The recent expansion of the IGSN beyond the geosciences confirms the power of its concept and implementation, but imposes substantial pressures on the existing capacity and capabilities of the IGSN architecture and its governing organization. Significant updates to the IGSN organizational and technical architecture are necessary at this point to keep pace with the growing demand and expectations. As stated by Wittenburg et al. [2017], *“in order to be useful and reliable, PID registration and resolution systems need to be trustworthy and sustainable”*. Essential criteria for trustworthiness include an organizational foundation that ensures longevity, sustainability, proper governance, and regular quality assessment of registration services, as well as a reliable and secure technical platform based on open standards that is sufficiently scalable and flexible to accommodate the growing diversity of specimen types, use cases, and stakeholder requirements.

A major planning activity is currently underway funded by a recent award from the Sloan Foundation with participation of an international group of experts to re-design and improve the existing organization and technical architecture of the IGSN for it to be able to respond to, and support in a sustainable manner, the rapidly growing demands of a global and increasingly multi-disciplinary user community in a landscape of maturing research data infrastructures. This will include a revision of the current business model of the IGSN e.V. as it is no longer able to sustain the organization through the necessary professionalization of its operations. The goal is to ensure that the IGSN will be a trustworthy, stable, and adaptable persistent identifier system for material samples, both technically and organizationally, that attracts, facilitates, and satisfies participation within and beyond the Geosciences, that will be a reliable component of the evolving research data ecosystem, and that is recognized as a trusted partner by data infrastructure providers and the science community alike.

Keywords: Research data , Samples, Persistent Identifier, FAIR

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-GI 地球科学一般・情報地球科学

2019年5月26日(日) 13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_7

[M-GI31] Open Science in Action: Research Data Sharing, Infrastructure, Transparency, and International Cooperation

コンビーナ:村山 泰啓(国立研究開発法人情報通信研究機構 戦略的プログラムオフィス)、近藤 康久(総合地球環境学研究所)、Shelley Stall(American Geophysical Union)、Cecconi Baptiste(LESIA, Observatoire de Paris, CNRS, PSL Research University)

Open Science is growing up as a new research paradigm to accelerate scientific innovation. Deployed by ICSU-WDS (2008), G8 Open Data Charter (2013), deployment of Research Data Alliance (2013), OECD Global Science Forum's research projects (2016), and G7 Science Ministers' Communique (2017), it commonly refers to the top-down policies to make results of publicly-funded research freely available and accessible. On the other hand, this term also refers to the participatory bottom-up approaches such as citizen science, crowdfunding, and transdisciplinary research (Kitamoto 2016). It is noted that both approaches envision the transformation of research process to more findable, accessible, interoperable, and reusable one (Wilkinson et al. 2016).
After the JpGU-AGU Great Debate "Role of open data and open science in Geoscience" in JpGU Annual Meeting 2018 and a follow-up session in the AGU Fall Meeting 2018, this session reviews the current broad spectrum of Open Science in an international context. The session welcomes a wide range of papers and posters covering (but not limited to) open research data, open source licenses, data papers and journals, data repository, data sharing infrastructures and platforms, citizen science, crowdsourcing, crowdfunding, transdisciplinary research, capacity building, international networking, and deployment in earth and planetary sciences.

[MGI31-P01] Open Science, Community Science, and AGU’s Thriving Earth Exchange.

*Shelley Stall[1]、Raj Pandya[1] (1.American Geophysical Union)

[MGI31-P02] 研究データ利活用協議会（RDUF)の活動紹介：研究データに関わるオープンサイエンス、データ問題の議論のために

武田 英明[2]、*村山 泰啓[1]、研究データ利活用協議会 事務局[3] (1.国立研究開発法人情報通信研究機構 戦略的プログラムオフィス、2.国立情報学研究所、3.科学技術振興機構)

[MGI31-P03] Query string-controlled web service for sharable and reproducible data visualization of earth, planetary and space sciences

*今井 弘二[1]、村山 泰啓[1] (1.情報通信研究機構)

[MGI31-P04] Development of ground pipeline system for high-level scientific data products of the Hisaki satellite mission and its application to planetary space weather

*木村 智樹[1]、山崎 敦[2]、吉岡 和夫[3]、村上 豪[2]、土屋 史紀[4]、北 元[2]、垰 千尋[5]、吉川 一朗[3]、熊本 篤志[6]、山内 千里[7] (1.東北大学学際科学フロンティア研究所、2.JAXA宇宙科学研究所、3.東京大学新領域創成科学研究科、4.東北大学惑星プラズマ大気研究センター、5.情報通信研究機構、6.東北大学宇宙地球電磁気学講座、7.みさと天文台)

[MGI31-P05] Recent activities of the IUGONET for accelerating the integrated solar terrestrial science

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

[MGI31-P06] Attempt for Research Data Sharing and Citation in context of Open Science - Sharing Atmospheric MF Radar Observation Database as a Case Study

*磯田 総子[1]、村山 泰啓[1]、今井 弘二[1] (1.国立研究開発法人　情報通信研究機構)

[MGI31-P07] A case example of sharing meteor radio observational data by small laboratory

*小山 幸伸[1]、宮成 祐輔[1] (1.大分工業高等専門学校)

[MGI31-P08] 地球科学における市民参加型オープンサイエンスの推進：流星の超低周波帯における電波放射と異常聴音の観測・データ解析プロジェクト

*渡辺 堯[1] (1.ISC World Data System International Programme Office)

[MGI31-P09] Current status of minting DOIs for research data in JAMSTEC

*福田 和代[1]、川上 創[1]、佐々木 朋樹[1]、堀川 博紀[1]、齋藤 秀亮[1]、齊藤 千鶴[1]、園田 朗[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[MGI31-P10] Application of Web and GIS Technology to Develop Military's Differential Action Information Platform

*Chien Hao Chang[1]、Ch Yu Liu[1]、Chun Ta Wei[1] (1.Department of Computer Science and Information Engineering,CCIT)

Open Science, Community Science, and AGU’s Thriving Earth Exchange.

*Shelley Stall[1], Raj Pandya[1]

1. American Geophysical Union

Climate change, environmental degradation, and increased vulnerability to natural hazards place humanity, and the planet, in a precarious position. Science is necessary, but not sufficient, to addresses these challenges and chart a course to a sustainable future. Traditional models of scientific research need be augmented with new models of engagement and application that are more open, more transparent, and better connect scientific evidence, data, and ways of thinking to civic action.

One such model of engagement is community science, in which scientist and community leaders design and carry out scientific activities to advance community priorities. Thriving Earth Exchange, a five-year old program of the AGU, contributes to open science by advancing Community Science. Thriving Earth Exchange has launched over 90 community science projects all over the United States and world. Projects include working with community leaders to improve the carbon inventories so that cities can identify and mitigate emissions by sector or region and working with neighborhood residents to design rain gardens that prevent local flooding and sequester carbon. AGU is seeking to expand Thriving Earth Exchange internationally and advance the practice of community science around the world.

Drawing on experience in Thriving Earth Exchange, this poster will document the practices of successful community science projects. Successful projects involve partnership and shared decision making at every stage of the scientific process—from defining scientific questions, to deciding how and what data to collect, to applying new understanding to local issues. The most successful projects put scientific knowledge in a larger context and offer science with awareness of and respect for local decision processes. Community science, therefor, appreciates other ways of knowing and deciding, and never insists on the superiority of scientific perspectives. Finally, successful community science projects advance equity by providing a way for communities—especially communities who have been historically neglected, marginalized or oppressed—to help guide and use science to advance their priorities.
This poster will offer also offer scientists tips for doing community science- tips gleaned from AGU’s experience with the Thriving Earth Exchange. These tips involve practicing humility, being willing to balance research and application, attending to equity and power, and respecting local and community knowledge. Community science also requires a willingness to work across disciplines, to get comfortable with messy problems, and to apply systems perspectives. Some of the things that scientists bring to this work, in addition to the deep expertise, are their ability to frame problems, their ability to find and access scientific knowledge and data, and the professional and personal networks that come with being part of privileged institutions.

Keywords: Community Science, Open Science

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

研究データ利活用協議会（RDUF)の活動紹介：研究データに関わるオープンサイエンス、データ問題の議論のために

RDUF (Research Data Utilization Forum): an arena for community discussion of international and regional research data sharing and management

武田 英明[2]、*村山 泰啓[1]、研究データ利活用協議会 事務局[3]
Hideaki Takeda[2], *Yasuhiro Murayama[1], RDUF secretary office[3]

1. 国立研究開発法人情報通信研究機構 戦略的プログラムオフィス、2. 国立情報学研究所、3. 科学技術振興機構
1. Strategic Program Produce Office, National Institute of Information and Communications Technology, 2. National Institute of Informatics, 3. Japan Science and Technology Agency

2013年G8科学大臣会合を契機として、オープンサイエンスの推進が 国際的な大きなトピックとなっている。G8やOECD、AGU等でもとりあげられ ている研究データの共有や識別子、相互利用などへ向けた国際フォーラム Research Data Alliance（RDA)の活動が、国際的なデータ流通の デファクト標準化や国際合意の場として活発化している。 こうした活動を国内でも展開する重要性から、データへのDOI付与を 検討するグループから発展して、研究データ利活用協議会（RDUF)が 設立された。会員はオンラインで無料入会可能で、とくに 義務はなく、自発的なコミュニティ活動、情報交換の場として 機能している。ぜひ多くの方に興味を持っていただき参加いただ ければ幸いである。

キーワード：研究データ管理、オープンサイエンス
Keywords: research data management, open science

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Query string-controlled web service for sharable and reproducible data visualization of earth, planetary and space sciences

*今井 弘二[1]、村山 泰啓[1]
*Koji Imai[1], Yasuhiro Murayama[1]

1. 情報通信研究機構
1. National Institute of Information and Communications Technology

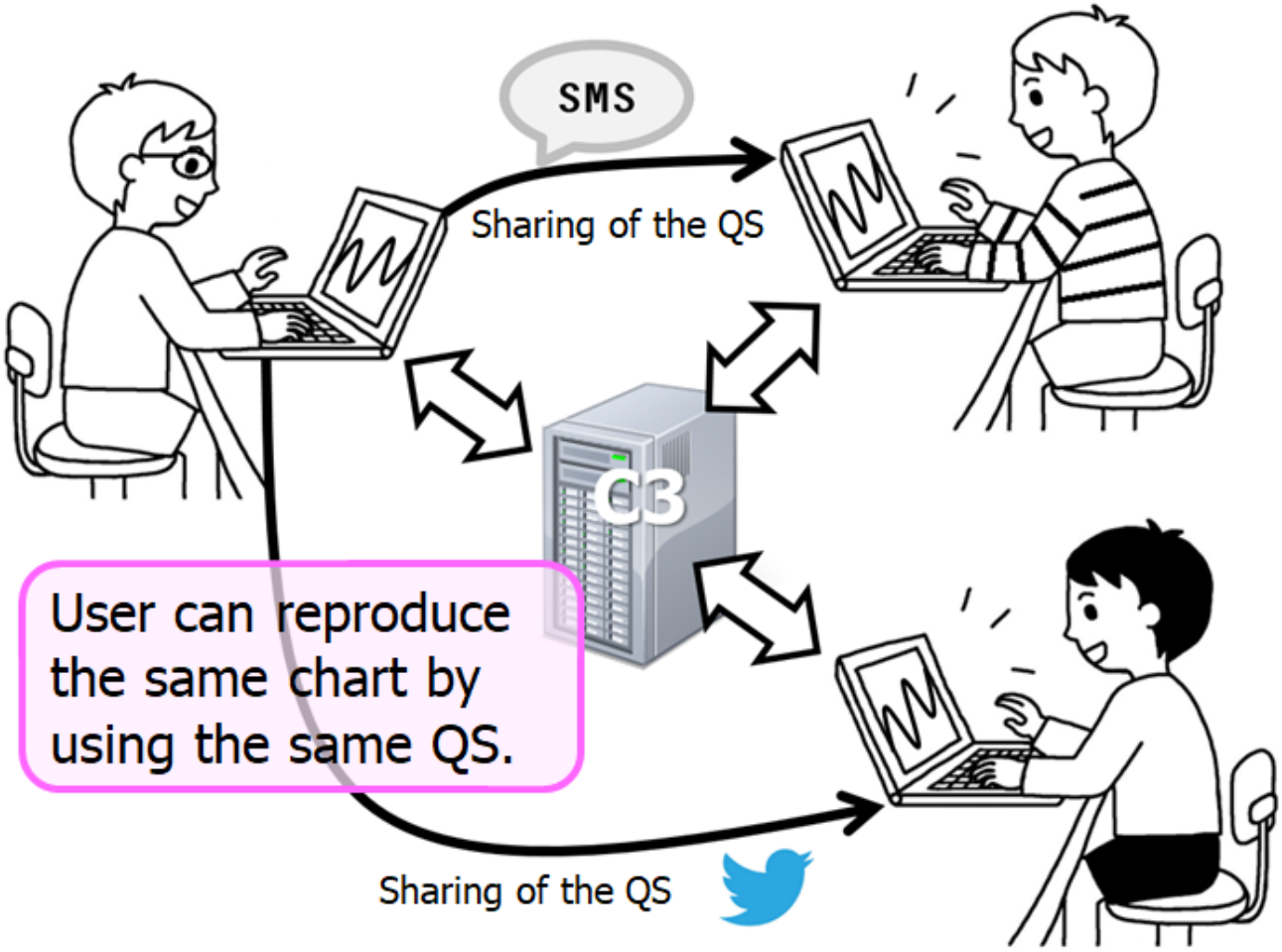
We propose a new method for sharable and reproducible data visualization on a web browser. Reproducibility is one of the foundations of the scientific method. Reproducible evidence is imperative to build new scientific knowledge. Most natural scientists use figures, graphs, plots or diagrams to understand a phenomenon in detail. Therefore, information and communication technology for reproducible charts needs to promote scientific development. However, it is not easy especially for studies dealing with scientific data of different fields, because each data set is usually stored in a different place and a different format. For this reason, we have been building a web service, Cross-Cutting Comparisons (C3; Imai et al., 2018; doi/10.20637/JAXA-RR-17-009/0001; https://www.darts.isas.jaxa.jp/C3/).
One of the features of C3 is the interactive interface. By the inductive entry form, it is easy to make flexible charts of earth, planetary and space sciences on a web browser. C3 also has a query string (QS)-controllable system which includes information of data handling procedures in the QS in an orderly manner as follow:

(URL of CGI program)?(header)+(data selection)+(data extraction)+(option).

The QS consists of four parts separated by plusses (+): header, data selection, data extraction, and option. The information of data set and figure type is described in the data selection part. The information of data extraction is in the data extraction part. By explicitly showing the inputted setting in an orderly manner in the URL, it is easy to understand how the charts are made. User can make the charts by directly enter the QS in an address bar and also share the QS with text-based communication tools.

キーワード：オープンサイエンス、データ可視化、共有、再現、ウェブサービス、クエリ文字列
Keywords: open science, data visualization, sharable, reproducible, web service, query string

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Development of ground pipeline system for high-level scientific data products of the Hisaki satellite mission and its application to planetary space weather

*木村 智樹[1]、山崎 敦[2]、吉岡 和夫[3]、村上 豪[2]、土屋 史紀[4]、北 元[2]、垰 千尋[5]、吉川 一朗[3]、熊本 篤志[6]、山内 千里[7]
*Tomoki Kimura[1], Atsushi Yamazaki[2], Kazuo Yoshioka[3], Go Murakami[2], Fuminori Tsuchiya[4], Hajime Kita[2], Chihiro Tao[5], Ichiro Yoshikawa[3], Atsushi Kumamoto[6], Yamauchi Chisato[7]

1. 東北大学学際科学フロンティア研究所、2. JAXA宇宙科学研究所、3. 東京大学新領域創成科学研究科、4. 東北大学惑星プラズマ大気研究センター、5. 情報通信研究機構、6. 東北大学宇宙地球電磁気学講座、7. みさと天文台
1. Frontier Research Institute for Interdisciplinary Sciences, Tohoku University, 2. Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency, 3. Department of Complexity Science and Engineering, University of Tokyo, 4. Planetary Plasma and Atmospheric Research Center, Tohoku University, 5. National Institute of Information and Communications Technology, 6. Space and Terrestrial Plasma Physics Laboratory, Tohoku University, 7. Misato Observatory

The Hisaki satellite is the first-ever space telescope mission that is dedicated to planetary sciences. Atmospheres and magnetospheres of our solar system planets are continuously monitored by the extreme ultraviolet (EUV) spectrometer onboard Hisaki. Here we describe a data pipeline system developed for processing high-level scientific and ancillary data products of the Hisaki mission. The telemetry data downlinked from the satellite is stored in a ground telemetry database, processed to imaging spectral data with a 1-min temporal resolution and ancillary data products in the pipeline, and archived in a public database. The imaging spectra are further reduced to higher-level data products for practical scientific use. For example, light curves of the power emitted from Jupiter’s aurora and plasma torus with a temporal resolution of 10 minutes are reduced from the imaging spectral data. The reduced light curve revealed transport process of energy and mass in Jupiter’s magnetosphere and associated interplanetary solar wind conditions. The continuous monitoring with Hisaki largely contributes to understanding of space weather the planets in our solar system.

キーワード：惑星宇宙天気、ひさき
Keywords: Planetary Space Weather, Hisaki

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Recent activities of the IUGONET for accelerating the integrated solar terrestrial science

*阿部 修司[1]、田中 良昌[2]、梅村 宜生[3]、新堀 淳樹[3]、上野 悟[4]、能勢 正仁[3]
*Shuji Abe[1], Yoshimasa Tanaka[2], Norio Umemura[3], Atsuki Shinbori[3], Satoru UeNo[4], Masahito Nose[3]

1. 九州大学 国際宇宙天気科学・教育センター、2. 国立極地研究所、3. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、4. 京都大学大学院理学研究科附属天文台
1. International Center for Space Weather Science and Education, Japan, 2. National Institute of Polar Research, 3. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 4. Kwasan & Hida Observatories, School of Science, Kyoto University

The Inter-university Upper atmosphere Global Observation NETwork (IUGONET) is a scientific community by many Japanese institutes conducting observational research for upper atmosphere with 80km altitude and more. This region is a complex research field affected by both upper, for example solar radiations, and lower, for example atmospheric waves. Therefore, accelerating our science is not possible without data sharing infrastructures and platform for cross-sectional research. For the above reason, five Japanese institutes established IUGONET at 2009. IUGONET released many results for promoting the multidisciplinary research by using various kinds of data in the solar terrestrial science. IUGONET Type-A is a one-stop web service to provide data information (metadata) and visualization (quick look images and plots). Users can analysis data and make plots as you see on IUGONET Type-A by performing the indicated process on the analysis software, introduced below. UDAS (iUgonet Data Analysis Software) is a data analysis software written in Interactive Data Language (IDL). It works under SPEDAS (Space Physics Environment Data Analysis Software) as a plug-in. In addition, we developed program templates, called as UDAS egg (UDAS Easy Guide to Generate your load routines), for easily reading various kinds of data on SPEDAS. Users can easily load, analyze and visualize the data owned by each researcher by replacing a few codes (about 10 lines in total) marked on the template according to the instructions. This function is equipped to the latest version of the SPEDAS executables for users who do not own IDL licenses. It allows users to utilize data for interdisciplinary study, and supports the development of integrated solar terrestrial science. We also consider that it is one of our essential task for the future and development of the research field to develop both Japanese and foreign young researchers who can handle data easily. It is so difficult to accomplish it by only one project. Therefore, we holds many data analysis workshops each year in Japan and overseas countries in collaboration with other programs related to scientific research and data, for example ISELION, ISELLI, VarSITI, and WDS, etc. IUGONET developers join workshops and have lecture courses on these, and participants can practically learn how to get and analyze data. In last fiscal year, we held two times domestic lecture courses in Japan, and four international lecture courses in Malaysia, India, China, and Indonesia. The effects of this activity are very clear from the increase of scientific papers by using IUGONET products. In conclusion, Open Data activities of IUGONET mainly intend at the development of solar-terrestrial science, and make many scientific and educational results in our domain. We hope our activity will be helpful for other fields.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Attempt for Research Data Sharing and Citation in context of Open Science - Sharing Atmospheric MF Radar Observation Database as a Case Study

*磯田 総子[1]、村山 泰啓[1]、今井 弘二[1]
*Isoda Fusako[1], Yasuhiro Murayama[1], Koji Imai[1]

1. 国立研究開発法人　情報通信研究機構
1. National Institute of Information and Communications Technology

Research Data Sharing is one element that constitutes Open Science. In recent discussion, it is said that scientists should share data that they collect and/or generate, to allow free and open access [1)].

Scientific data sharing are often carried out for responding to requests by funding agencies to open research data, for raising the transparency and fairness of research, for validation of research results, for increasing new research opportunities using shared data from multi-domains and interdisciplinary fields, and for increasing recognition of and rewarding achievement of scientists and experts of data management and publication [2)].

It is being promoted to cite research data like citing other articles in a research paper[3)]. When the data is cited, the DOI (Digital Object Identifier) is becoming to be used widely[4)]. Minting DOIs to a research paper or document is prevailing already. In the examples of data citations, the data is increasingly often cited with its DOI in the acknowledgement or the reference of a paper[5)]. It is expected that recognition of data creators, providers, curators, and managers will increase with help of data DOI through automatic surveillance of cited data DOIs on Internet [6)].

We are preparing sharing on a Web site of the neutral wind data observed with MF (Medium Frequency) radars at Wakkanai (45.36N, 141.81E) and Yamawaga (31.20N, 130.62E) of Japan. The 30 min. averaged data will be provided which is useful with increased confidence to analyze atmospheric dynamical phenomena (Original time interval of the observation are 3-4 min.). Currently FAIR data principle (Findable, Accessible, Interoperable and Re-usable) [7)] is being discussed to be a preferable condition for research data sharing. We are trying to increase FAIR-principle compliance level of the MF Radar data. Currently the data is: described in ASCII text format (difficult to lose readability if a human reads the data file), including the simple description in each data field in the file (although technical terms need to be improved since some are not very intelligible like "AVERAGED VELOCITY" "DATA COUNT” are to be , simpler HTML page having static URLs (dynamic data/web page generation can be a barrier for citability of online data objects). Minting the DOI is being planned.

In future, of open science activity, it is thought that research data sharing will become an important "building block" for researchers and stakeholders. This experiment in the present paper is a case study of simple data sharing, which is expected to lead to a case study for helping development of a research data sharing framework, our target is that what we will learn from this study will contribute to knowledge and techniques more universally adaptable to other data sharing practices in future.

キーワード：研究データ共有、デジタルオブジェクト識別子、中間圏・下部熱圏

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Research Data Sharing, Digital Object Identifier, Mesosphere and Lower Thermosphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A case example of sharing meteor radio observational data by small laboratory

*小山 幸伸[1]、宮成 祐輔[1]
*Yukinobu Koyama[1], Yusuke Miyanari[1]

1. 大分工業高等専門学校
1. National Institute of Technology, Oita College

As a result of being ionized by the meteor, the ionospheric electrical conductivity increases so much as to reflect the 50MHz radio waves which penetrates the ionosphere usually. We have been observing it in Oita of Japan for two years. However, there is not much information on the ionosphere obtained from one observatory. How to share data with other groups become the key in order to construct multipoint observation network to investigate the ionosphere in detail. In this presentation, we show a case example of data sharing, aware of FAIR principles, by using Google Drive with Google Apps Scripts.

キーワード：流星電波観測、データ共有、メタデータ、画像処理、深層学習
Keywords: Meteor radio observation, Data sharing, Metadata, Image processing, Deep learning

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地球科学における市民参加型オープンサイエンスの推進：流星の超低周波帯における電波放射と異常聴音の観測・データ解析プロジェクト
Promotion of an Open-Science Activity of the Earth Science - Coordinated Observations and Data Analyses of meteor-associated Low-Frequency Radio Emission and Anomalous Hearing

*渡辺 堯[1]
*Takashi Watanabe[1]

1. ISC World Data System International Programme Office
1. ISC World Data System International Programme Office

オープンサイエンスに関連した主要な活動として、市民参加型科学研究の推進が謳われているが、超高層物理学などの物理系地球科学分野では、一般市民の関心を呼ぶテーマの設定は容易で無い。しかし流星の研究においては、眼視観測など特別な装置を必要としない観測が主流であったことなどから、大学や高校の天文クラブなどのアマチュア観測者の寄与が大きく、研究面においても高レベルの市民科学者を輩出している。一方流星観測者の間では、明るい流星（火球）の発生と同時に「音」が聞こえたような感覚があるという、流星異常聴音が長年の「謎」となっており、流星によって放射される強いkHz領域（ELF/VLF帯）における電波が、何らかの理由によって聴覚として感じられる可能性が示唆されていた（Keay, 1980）。そして1981年8月13日03時53分41秒前後に紀伊半島上空に出現した、-6等級の火球（ペルセウス流星群）に伴い、当時の名古屋大学空電研究所佐久島観測所と豊川市内において、通常の雷起源の空電とは異なる特異な周波数スペクトルを持った、強いVLF帯電波が観測された（Watanabe et al., 1988; Keay, 1992). その後同様の観測が各国で行われているが、個々の流星との対応は余り考慮されておらず、通常の空電との区別が明確でない。そこで上記のペルセウス群などの顕著な流星群の活動期に、アマチュア観測者によって全国的に行われる眼視、ビデオ、VHF流星エコーなどによる流星観測とELF/VLF帯電波研究者との連携態勢を構築し、流星電波放射の観測例を増やすとともに、流星異常聴音に関する情報も収集して、現象の解明を目指す。我が国では日本流星研究会を中心としたアマチュア流星観測者の組織化と観測データの保全が行われているため、市民参加型科学研究活動の好例として、流星電波放射と異常聴音に関わる現象の解明が進むことが期待される。なおこの研究は、大矢浩代（千葉大）、塩川和夫（名大ISEE）、加藤泰男（名大ISEE）、鈴木和博（日本流星研究会）の各氏との共同で推進される。

Keay C. S. L., Anomalous Sounds from the Entry of Meteor Fireballs, Science, Vol. 210, 11-15, 1980.

Watanabe T., Okada T. and Suzuki K., Meteors and Radio Waves, HAM Journal, No. 54, 109-115, 1988.

Keay, C. S. L., Asteroids, Comets, Meteors 1991, Lunar and Planetary Institute, Houston, 297 300, 1992

キーワード：オープンサイエンス、流星電波放射、流星異常聴音
Keywords: Open Science, Meteoric Radio Emission, Meteoric Anomalous Hereing

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Current status of minting DOIs for research data in JAMSTEC

*福田 和代[1]、川上 創[1]、佐々木 朋樹[1]、堀川 博紀[1]、齋藤 秀亮[1]、齊藤 千鶴[1]、園田 朗[1]
*Kazuyo Fukuda[1], Hajime Kawakami[1], Tomoki Sasaki[1], Hiroki Horikawa[1], Hideaki Saito[1], Chizuru Saito[1], Sonoda Akira[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC) has collected information of several precedent examples to clarify effective data Digital Object Identifier (DOI) workflow since 2015, and started to assign DOI to an oceanographic research data in 2017. In JpGU2018, we introduced development of the Data DOI Management System to manage DOI metadata and generate landing pages. We will report the current status including following topics in this presentation.

- Functional enhancement for related database
The Data and Sample Research System for Whole Cruise Information (DARWIN) disseminates information of research cruise, dive, observation data and samples obtained by JAMSTEC's research vessels and submersibles. DARWIN has been enhanced to allow linkage of DOI metadata with the Data DOI Management System via Web API to achieve effective DOI maintenance for a large amount of content.

- Survey of DOI for research data
A wide variety of databases depending on the disciplines, research project, and types of data are disseminated by several departments and groups within JAMSTEC. Therefore, a survey of minting DOI for research data is being conducted to grasp data creators' needs. We extracted the target databases from catalog metadata published in JAMSTEC data catalog. The questions in this survey ask about ownership of data, conditions for data usage, granularity of DOI assignment, and continuity of database services.

The first edition of guidelines for minting DOIs for research data in JAMSTEC will be developed based on the practical operation of systems and the survey results by the end of the year 2019.

Related URLs
JAMSTEC Data DOI, http://www.jamstec.go.jp/datadoi/doi/10.17596/e/about.html
DARWIN, http://www.godac.jamstec.go.jp/darwin/e
JAMSTEC data catalog, http://www.godac.jamstec.go.jp/catalog/data_catalog/e/

キーワード：オープンサイエンス、オープンリサーチデータ、DOI
Keywords: open science, open research data, DOI

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Application of Web and GIS Technology to Develop Military's Differential Action Information Platform

*Chien Hao Chang[1], Ch Yu Liu[1], Chun Ta Wei[1]

1. Department of Computer Science and Information Engineering,CCIT

Taiwan is located in a special environment where geographical location and plate transfer, rainfall and earthquakes occur frequently, geological disasters are diverse and complex, and disaster prevention is an important issue that cannot be evaded by the whole people. In the face of such frequent natural disasters, the government’ s disaster prevention and relief work is particularly important.
On July 13, 1999, the Legislative Yuan officially read the "Disaster Prevention Act" [1] sub-amendment amendment, which not only allowed the Fire Department to transform into a disaster prevention and rescue department, but also assigned the national army to prevent disasters. Source of law. In keeping with the "disaster relief as a warfare" attitude, the National Army can, in response to each exercise and drill, be able to give full play to the rapid relief efforts of the national army in the golden rescue moment of major disasters, and avoid the national social disaster caused by environmental safety issues. The National Army has followed the policy guidance of "advance deployment, pre-set strength, and always-time rescue" for disaster relief, and is on standby to carry out disaster prevention and rescue missions such as preventive evacuation to protect the lives and property of the people.
To construct a multi-disaster information platform from the forward-looking command post to the users of the various levels of command posts at the back-end, to provide real-time information on the disaster relief center, to facilitate the disaster, and to control and issue orders through the information platform. For the officers and men, the mission is smooth and the delivery time is shortened. After the National Army has been refined, the number of people has been greatly reduced. In the future, in the implementation of disaster prevention, it is necessary to integrate and properly use the resources of the entire army to meet the needs of the people.

Keywords: disaster relief, military, information platform

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-GI 地球科学一般・情報地球科学

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_43

[M-GI31] Open Science in Action: Research Data Sharing, Infrastructure, Transparency, and International Cooperation

コンビーナ:村山 泰啓(国立研究開発法人情報通信研究機構 戦略的プログラムオフィス)、近藤 康久(総合地球環境学研究所)、Shelley Stall(American Geophysical Union)、Cecconi Baptiste(LESIA, Observatoire de Paris, CNRS, PSL Research University)

Open Science is growing up as a new research paradigm to accelerate scientific innovation. Deployed by ICSU-WDS (2008), G8 Open Data Charter (2013), deployment of Research Data Alliance (2013), OECD Global Science Forum's research projects (2016), and G7 Science Ministers' Communique (2017), it commonly refers to the top-down policies to make results of publicly-funded research freely available and accessible. On the other hand, this term also refers to the participatory bottom-up approaches such as citizen science, crowdfunding, and transdisciplinary research (Kitamoto 2016). It is noted that both approaches envision the transformation of research process to more findable, accessible, interoperable, and reusable one (Wilkinson et al. 2016).
After the JpGU-AGU Great Debate "Role of open data and open science in Geoscience" in JpGU Annual Meeting 2018 and a follow-up session in the AGU Fall Meeting 2018, this session reviews the current broad spectrum of Open Science in an international context. The session welcomes a wide range of papers and posters covering (but not limited to) open research data, open source licenses, data papers and journals, data repository, data sharing infrastructures and platforms, citizen science, crowdsourcing, crowdfunding, transdisciplinary research, capacity building, international networking, and deployment in earth and planetary sciences.

[MGI31-P01] Open Science, Community Science, and AGU’s Thriving Earth Exchange.

*Shelley Stall[1]、Raj Pandya[1] (1.American Geophysical Union)

[MGI31-P02] 研究データ利活用協議会（RDUF)の活動紹介：研究データに関わるオープンサイエンス、データ問題の議論のために

武田 英明[2]、*村山 泰啓[1]、研究データ利活用協議会 事務局[3] (1.国立研究開発法人情報通信研究機構 戦略的プログラムオフィス、2.国立情報学研究所、3.科学技術振興機構)

[MGI31-P03] Query string-controlled web service for sharable and reproducible data visualization of earth, planetary and space sciences

*今井 弘二[1]、村山 泰啓[1] (1.情報通信研究機構)

[MGI31-P04] Development of ground pipeline system for high-level scientific data products of the Hisaki satellite mission and its application to planetary space weather

*木村 智樹[1]、山崎 敦[2]、吉岡 和夫[3]、村上 豪[2]、土屋 史紀[4]、北 元[2]、垰 千尋[5]、吉川 一朗[3]、熊本 篤志[6]、山内 千里[7] (1.東北大学学際科学フロンティア研究所、2.JAXA宇宙科学研究所、3.東京大学新領域創成科学研究科、4.東北大学惑星プラズマ大気研究センター、5.情報通信研究機構、6.東北大学宇宙地球電磁気学講座、7.みさと天文台)

[MGI31-P05] Recent activities of the IUGONET for accelerating the integrated solar terrestrial science

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

[MGI31-P06] Attempt for Research Data Sharing and Citation in context of Open Science - Sharing Atmospheric MF Radar Observation Database as a Case Study

*磯田 総子[1]、村山 泰啓[1]、今井 弘二[1] (1.国立研究開発法人　情報通信研究機構)

[MGI31-P07] A case example of sharing meteor radio observational data by small laboratory

*小山 幸伸[1]、宮成 祐輔[1] (1.大分工業高等専門学校)

[MGI31-P08] 地球科学における市民参加型オープンサイエンスの推進：流星の超低周波帯における電波放射と異常聴音の観測・データ解析プロジェクト

*渡辺 堯[1] (1.ISC World Data System International Programme Office)

[MGI31-P09] Current status of minting DOIs for research data in JAMSTEC

*福田 和代[1]、川上 創[1]、佐々木 朋樹[1]、堀川 博紀[1]、齋藤 秀亮[1]、齊藤 千鶴[1]、園田 朗[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[MGI31-P10] Application of Web and GIS Technology to Develop Military's Differential Action Information Platform

*Chien Hao Chang[1]、Ch Yu Liu[1]、Chun Ta Wei[1] (1.Department of Computer Science and Information Engineering,CCIT)

Open Science, Community Science, and AGU’s Thriving Earth Exchange.

*Shelley Stall[1], Raj Pandya[1]

1. American Geophysical Union

Climate change, environmental degradation, and increased vulnerability to natural hazards place humanity, and the planet, in a precarious position. Science is necessary, but not sufficient, to addresses these challenges and chart a course to a sustainable future. Traditional models of scientific research need be augmented with new models of engagement and application that are more open, more transparent, and better connect scientific evidence, data, and ways of thinking to civic action.

One such model of engagement is community science, in which scientist and community leaders design and carry out scientific activities to advance community priorities. Thriving Earth Exchange, a five-year old program of the AGU, contributes to open science by advancing Community Science. Thriving Earth Exchange has launched over 90 community science projects all over the United States and world. Projects include working with community leaders to improve the carbon inventories so that cities can identify and mitigate emissions by sector or region and working with neighborhood residents to design rain gardens that prevent local flooding and sequester carbon. AGU is seeking to expand Thriving Earth Exchange internationally and advance the practice of community science around the world.

Drawing on experience in Thriving Earth Exchange, this poster will document the practices of successful community science projects. Successful projects involve partnership and shared decision making at every stage of the scientific process—from defining scientific questions, to deciding how and what data to collect, to applying new understanding to local issues. The most successful projects put scientific knowledge in a larger context and offer science with awareness of and respect for local decision processes. Community science, therefor, appreciates other ways of knowing and deciding, and never insists on the superiority of scientific perspectives. Finally, successful community science projects advance equity by providing a way for communities—especially communities who have been historically neglected, marginalized or oppressed—to help guide and use science to advance their priorities.
This poster will offer also offer scientists tips for doing community science- tips gleaned from AGU’s experience with the Thriving Earth Exchange. These tips involve practicing humility, being willing to balance research and application, attending to equity and power, and respecting local and community knowledge. Community science also requires a willingness to work across disciplines, to get comfortable with messy problems, and to apply systems perspectives. Some of the things that scientists bring to this work, in addition to the deep expertise, are their ability to frame problems, their ability to find and access scientific knowledge and data, and the professional and personal networks that come with being part of privileged institutions.

Keywords: Community Science, Open Science

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

研究データ利活用協議会（RDUF)の活動紹介：研究データに関わるオープンサイエンス、データ問題の議論のために

RDUF (Research Data Utilization Forum): an arena for community discussion of international and regional research data sharing and management

武田 英明[2]、*村山 泰啓[1]、研究データ利活用協議会 事務局[3]
Hideaki Takeda[2], *Yasuhiro Murayama[1], RDUF secretary office[3]

1. 国立研究開発法人情報通信研究機構 戦略的プログラムオフィス、2. 国立情報学研究所、3. 科学技術振興機構
1. Strategic Program Produce Office, National Institute of Information and Communications Technology, 2. National Institute of Informatics, 3. Japan Science and Technology Agency

2013年G8科学大臣会合を契機として、オープンサイエンスの推進が 国際的な大きなトピックとなっている。G8やOECD、AGU等でもとりあげられ ている研究データの共有や識別子、相互利用などへ向けた国際フォーラム Research Data Alliance（RDA)の活動が、国際的なデータ流通の デファクト標準化や国際合意の場として活発化している。 こうした活動を国内でも展開する重要性から、データへのDOI付与を 検討するグループから発展して、研究データ利活用協議会（RDUF)が 設立された。会員はオンラインで無料入会可能で、とくに 義務はなく、自発的なコミュニティ活動、情報交換の場として 機能している。ぜひ多くの方に興味を持っていただき参加いただ ければ幸いである。

キーワード：研究データ管理、オープンサイエンス
Keywords: research data management, open science

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Query string-controlled web service for sharable and reproducible data visualization of earth, planetary and space sciences

*今井 弘二[1]、村山 泰啓[1]
*Koji Imai[1], Yasuhiro Murayama[1]

1. 情報通信研究機構
1. National Institute of Information and Communications Technology

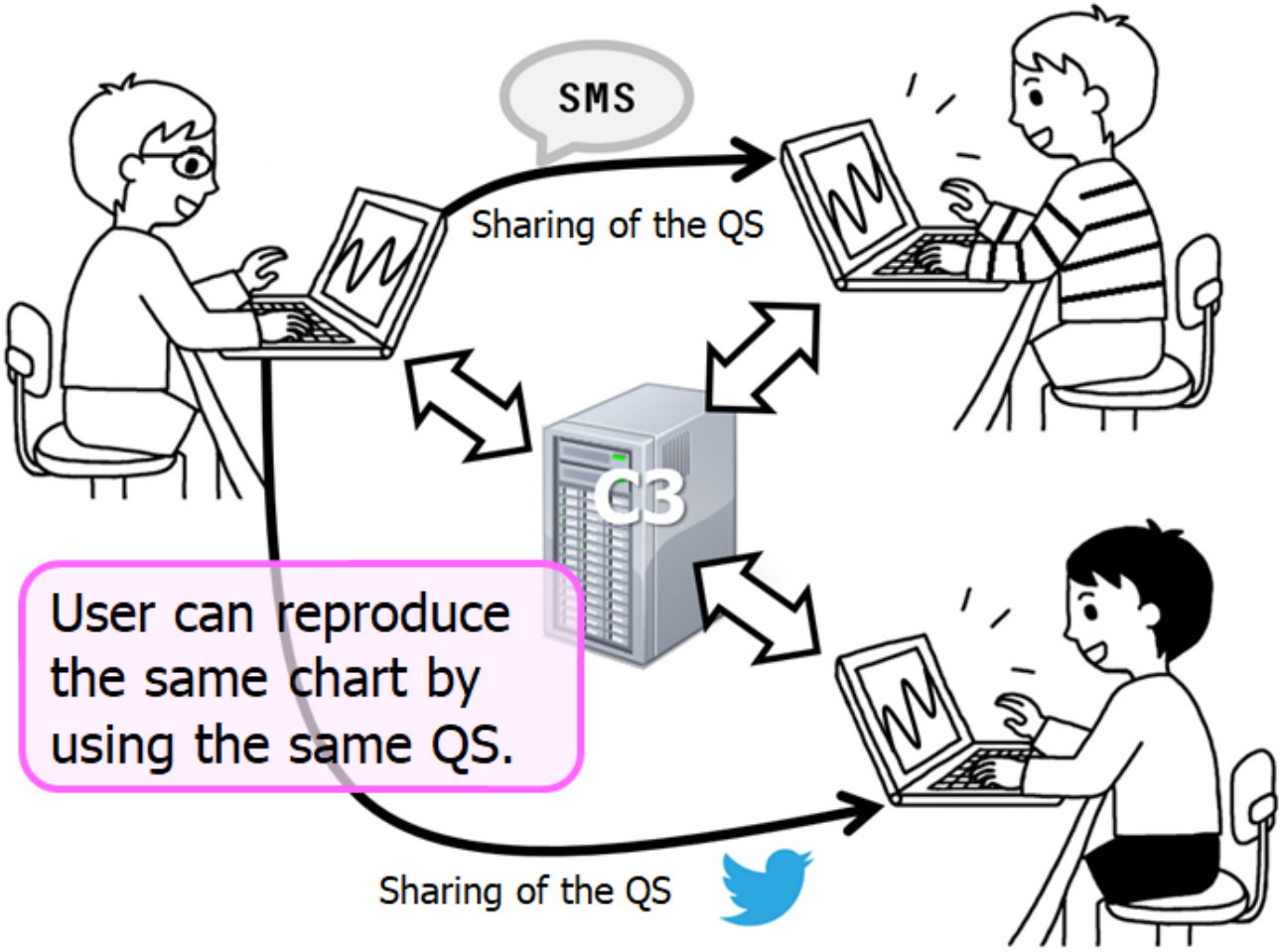
We propose a new method for sharable and reproducible data visualization on a web browser. Reproducibility is one of the foundations of the scientific method. Reproducible evidence is imperative to build new scientific knowledge. Most natural scientists use figures, graphs, plots or diagrams to understand a phenomenon in detail. Therefore, information and communication technology for reproducible charts needs to promote scientific development. However, it is not easy especially for studies dealing with scientific data of different fields, because each data set is usually stored in a different place and a different format. For this reason, we have been building a web service, Cross-Cutting Comparisons (C3; Imai et al., 2018; doi/10.20637/JAXA-RR-17-009/0001; https://www.darts.isas.jaxa.jp/C3/).
One of the features of C3 is the interactive interface. By the inductive entry form, it is easy to make flexible charts of earth, planetary and space sciences on a web browser. C3 also has a query string (QS)-controllable system which includes information of data handling procedures in the QS in an orderly manner as follow:

(URL of CGI program)?(header)+(data selection)+(data extraction)+(option).

The QS consists of four parts separated by plusses (+): header, data selection, data extraction, and option. The information of data set and figure type is described in the data selection part. The information of data extraction is in the data extraction part. By explicitly showing the inputted setting in an orderly manner in the URL, it is easy to understand how the charts are made. User can make the charts by directly enter the QS in an address bar and also share the QS with text-based communication tools.

キーワード：オープンサイエンス、データ可視化、共有、再現、ウェブサービス、クエリ文字列
Keywords: open science, data visualization, sharable, reproducible, web service, query string

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Development of ground pipeline system for high-level scientific data products of the Hisaki satellite mission and its application to planetary space weather

*木村 智樹[1]、山崎 敦[2]、吉岡 和夫[3]、村上 豪[2]、土屋 史紀[4]、北 元[2]、垰 千尋[5]、吉川 一朗[3]、熊本 篤志[6]、山内 千里[7]
*Tomoki Kimura[1], Atsushi Yamazaki[2], Kazuo Yoshioka[3], Go Murakami[2], Fuminori Tsuchiya[4], Hajime Kita[2], Chihiro Tao[5], Ichiro Yoshikawa[3], Atsushi Kumamoto[6], Yamauchi Chisato[7]

1. 東北大学学際科学フロンティア研究所、2. JAXA宇宙科学研究所、3. 東京大学新領域創成科学研究科、4. 東北大学惑星プラズマ大気研究センター、5. 情報通信研究機構、6. 東北大学宇宙地球電磁気学講座、7. みさと天文台
1. Frontier Research Institute for Interdisciplinary Sciences, Tohoku University, 2. Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency, 3. Department of Complexity Science and Engineering, University of Tokyo, 4. Planetary Plasma and Atmospheric Research Center, Tohoku University, 5. National Institute of Information and Communications Technology, 6. Space and Terrestrial Plasma Physics Laboratory, Tohoku University, 7. Misato Observatory

The Hisaki satellite is the first-ever space telescope mission that is dedicated to planetary sciences. Atmospheres and magnetospheres of our solar system planets are continuously monitored by the extreme ultraviolet (EUV) spectrometer onboard Hisaki. Here we describe a data pipeline system developed for processing high-level scientific and ancillary data products of the Hisaki mission. The telemetry data downlinked from the satellite is stored in a ground telemetry database, processed to imaging spectral data with a 1-min temporal resolution and ancillary data products in the pipeline, and archived in a public database. The imaging spectra are further reduced to higher-level data products for practical scientific use. For example, light curves of the power emitted from Jupiter’s aurora and plasma torus with a temporal resolution of 10 minutes are reduced from the imaging spectral data. The reduced light curve revealed transport process of energy and mass in Jupiter’s magnetosphere and associated interplanetary solar wind conditions. The continuous monitoring with Hisaki largely contributes to understanding of space weather the planets in our solar system.

キーワード：惑星宇宙天気、ひさき
Keywords: Planetary Space Weather, Hisaki

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Recent activities of the IUGONET for accelerating the integrated solar terrestrial science

*阿部 修司[1]、田中 良昌[2]、梅村 宜生[3]、新堀 淳樹[3]、上野 悟[4]、能勢 正仁[3]
*Shuji Abe[1], Yoshimasa Tanaka[2], Norio Umemura[3], Atsuki Shinbori[3], Satoru UeNo[4], Masahito Nose[3]

1. 九州大学 国際宇宙天気科学・教育センター、2. 国立極地研究所、3. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、4. 京都大学大学院理学研究科附属天文台
1. International Center for Space Weather Science and Education, Japan, 2. National Institute of Polar Research, 3. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 4. Kwasan & Hida Observatories, School of Science, Kyoto University

The Inter-university Upper atmosphere Global Observation NETwork (IUGONET) is a scientific community by many Japanese institutes conducting observational research for upper atmosphere with 80km altitude and more. This region is a complex research field affected by both upper, for example solar radiations, and lower, for example atmospheric waves. Therefore, accelerating our science is not possible without data sharing infrastructures and platform for cross-sectional research. For the above reason, five Japanese institutes established IUGONET at 2009. IUGONET released many results for promoting the multidisciplinary research by using various kinds of data in the solar terrestrial science. IUGONET Type-A is a one-stop web service to provide data information (metadata) and visualization (quick look images and plots). Users can analysis data and make plots as you see on IUGONET Type-A by performing the indicated process on the analysis software, introduced below. UDAS (iUgonet Data Analysis Software) is a data analysis software written in Interactive Data Language (IDL). It works under SPEDAS (Space Physics Environment Data Analysis Software) as a plug-in. In addition, we developed program templates, called as UDAS egg (UDAS Easy Guide to Generate your load routines), for easily reading various kinds of data on SPEDAS. Users can easily load, analyze and visualize the data owned by each researcher by replacing a few codes (about 10 lines in total) marked on the template according to the instructions. This function is equipped to the latest version of the SPEDAS executables for users who do not own IDL licenses. It allows users to utilize data for interdisciplinary study, and supports the development of integrated solar terrestrial science. We also consider that it is one of our essential task for the future and development of the research field to develop both Japanese and foreign young researchers who can handle data easily. It is so difficult to accomplish it by only one project. Therefore, we holds many data analysis workshops each year in Japan and overseas countries in collaboration with other programs related to scientific research and data, for example ISELION, ISELLI, VarSITI, and WDS, etc. IUGONET developers join workshops and have lecture courses on these, and participants can practically learn how to get and analyze data. In last fiscal year, we held two times domestic lecture courses in Japan, and four international lecture courses in Malaysia, India, China, and Indonesia. The effects of this activity are very clear from the increase of scientific papers by using IUGONET products. In conclusion, Open Data activities of IUGONET mainly intend at the development of solar-terrestrial science, and make many scientific and educational results in our domain. We hope our activity will be helpful for other fields.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Attempt for Research Data Sharing and Citation in context of Open Science - Sharing Atmospheric MF Radar Observation Database as a Case Study

*磯田 総子[1]、村山 泰啓[1]、今井 弘二[1]
*Isoda Fusako[1], Yasuhiro Murayama[1], Koji Imai[1]

1. 国立研究開発法人　情報通信研究機構
1. National Institute of Information and Communications Technology

Research Data Sharing is one element that constitutes Open Science. In recent discussion, it is said that scientists should share data that they collect and/or generate, to allow free and open access [1)].

Scientific data sharing are often carried out for responding to requests by funding agencies to open research data, for raising the transparency and fairness of research, for validation of research results, for increasing new research opportunities using shared data from multi-domains and interdisciplinary fields, and for increasing recognition of and rewarding achievement of scientists and experts of data management and publication [2)].

It is being promoted to cite research data like citing other articles in a research paper[3)]. When the data is cited, the DOI (Digital Object Identifier) is becoming to be used widely[4)]. Minting DOIs to a research paper or document is prevailing already. In the examples of data citations, the data is increasingly often cited with its DOI in the acknowledgement or the reference of a paper[5)]. It is expected that recognition of data creators, providers, curators, and managers will increase with help of data DOI through automatic surveillance of cited data DOIs on Internet [6)].

We are preparing sharing on a Web site of the neutral wind data observed with MF (Medium Frequency) radars at Wakkanai (45.36N, 141.81E) and Yamawaga (31.20N, 130.62E) of Japan. The 30 min. averaged data will be provided which is useful with increased confidence to analyze atmospheric dynamical phenomena (Original time interval of the observation are 3-4 min.). Currently FAIR data principle (Findable, Accessible, Interoperable and Re-usable) [7)] is being discussed to be a preferable condition for research data sharing. We are trying to increase FAIR-principle compliance level of the MF Radar data. Currently the data is: described in ASCII text format (difficult to lose readability if a human reads the data file), including the simple description in each data field in the file (although technical terms need to be improved since some are not very intelligible like "AVERAGED VELOCITY" "DATA COUNT” are to be , simpler HTML page having static URLs (dynamic data/web page generation can be a barrier for citability of online data objects). Minting the DOI is being planned.

In future, of open science activity, it is thought that research data sharing will become an important "building block" for researchers and stakeholders. This experiment in the present paper is a case study of simple data sharing, which is expected to lead to a case study for helping development of a research data sharing framework, our target is that what we will learn from this study will contribute to knowledge and techniques more universally adaptable to other data sharing practices in future.

キーワード：研究データ共有、デジタルオブジェクト識別子、中間圏・下部熱圏

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Research Data Sharing, Digital Object Identifier, Mesosphere and Lower Thermosphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A case example of sharing meteor radio observational data by small laboratory

*小山 幸伸[1]、宮成 祐輔[1]
*Yukinobu Koyama[1], Yusuke Miyanari[1]

1. 大分工業高等専門学校
1. National Institute of Technology, Oita College

As a result of being ionized by the meteor, the ionospheric electrical conductivity increases so much as to reflect the 50MHz radio waves which penetrates the ionosphere usually. We have been observing it in Oita of Japan for two years. However, there is not much information on the ionosphere obtained from one observatory. How to share data with other groups become the key in order to construct multipoint observation network to investigate the ionosphere in detail. In this presentation, we show a case example of data sharing, aware of FAIR principles, by using Google Drive with Google Apps Scripts.

キーワード：流星電波観測、データ共有、メタデータ、画像処理、深層学習
Keywords: Meteor radio observation, Data sharing, Metadata, Image processing, Deep learning

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地球科学における市民参加型オープンサイエンスの推進：流星の超低周波帯における電波放射と異常聴音の観測・データ解析プロジェクト
Promotion of an Open-Science Activity of the Earth Science - Coordinated Observations and Data Analyses of meteor-associated Low-Frequency Radio Emission and Anomalous Hearing

*渡辺 堯[1]
*Takashi Watanabe[1]

1. ISC World Data System International Programme Office
1. ISC World Data System International Programme Office

オープンサイエンスに関連した主要な活動として、市民参加型科学研究の推進が謳われているが、超高層物理学などの物理系地球科学分野では、一般市民の関心を呼ぶテーマの設定は容易で無い。しかし流星の研究においては、眼視観測など特別な装置を必要としない観測が主流であったことなどから、大学や高校の天文クラブなどのアマチュア観測者の寄与が大きく、研究面においても高レベルの市民科学者を輩出している。一方流星観測者の間では、明るい流星（火球）の発生と同時に「音」が聞こえたような感覚があるという、流星異常聴音が長年の「謎」となっており、流星によって放射される強いkHz領域（ELF/VLF帯）における電波が、何らかの理由によって聴覚として感じられる可能性が示唆されていた（Keay, 1980）。そして1981年8月13日03時53分41秒前後に紀伊半島上空に出現した、-6等級の火球（ペルセウス流星群）に伴い、当時の名古屋大学空電研究所佐久島観測所と豊川市内において、通常の雷起源の空電とは異なる特異な周波数スペクトルを持った、強いVLF帯電波が観測された（Watanabe et al., 1988; Keay, 1992). その後同様の観測が各国で行われているが、個々の流星との対応は余り考慮されておらず、通常の空電との区別が明確でない。そこで上記のペルセウス群などの顕著な流星群の活動期に、アマチュア観測者によって全国的に行われる眼視、ビデオ、VHF流星エコーなどによる流星観測とELF/VLF帯電波研究者との連携態勢を構築し、流星電波放射の観測例を増やすとともに、流星異常聴音に関する情報も収集して、現象の解明を目指す。我が国では日本流星研究会を中心としたアマチュア流星観測者の組織化と観測データの保全が行われているため、市民参加型科学研究活動の好例として、流星電波放射と異常聴音に関わる現象の解明が進むことが期待される。なおこの研究は、大矢浩代（千葉大）、塩川和夫（名大ISEE）、加藤泰男（名大ISEE）、鈴木和博（日本流星研究会）の各氏との共同で推進される。

Keay C. S. L., Anomalous Sounds from the Entry of Meteor Fireballs, Science, Vol. 210, 11-15, 1980.

Watanabe T., Okada T. and Suzuki K., Meteors and Radio Waves, HAM Journal, No. 54, 109-115, 1988.

Keay, C. S. L., Asteroids, Comets, Meteors 1991, Lunar and Planetary Institute, Houston, 297 300, 1992

キーワード：オープンサイエンス、流星電波放射、流星異常聴音
Keywords: Open Science, Meteoric Radio Emission, Meteoric Anomalous Hereing

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Current status of minting DOIs for research data in JAMSTEC

*福田 和代[1]、川上 創[1]、佐々木 朋樹[1]、堀川 博紀[1]、齋藤 秀亮[1]、齊藤 千鶴[1]、園田 朗[1]
*Kazuyo Fukuda[1], Hajime Kawakami[1], Tomoki Sasaki[1], Hiroki Horikawa[1], Hideaki Saito[1], Chizuru Saito[1], Sonoda Akira[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC) has collected information of several precedent examples to clarify effective data Digital Object Identifier (DOI) workflow since 2015, and started to assign DOI to an oceanographic research data in 2017. In JpGU2018, we introduced development of the Data DOI Management System to manage DOI metadata and generate landing pages. We will report the current status including following topics in this presentation.

- Functional enhancement for related database
The Data and Sample Research System for Whole Cruise Information (DARWIN) disseminates information of research cruise, dive, observation data and samples obtained by JAMSTEC's research vessels and submersibles. DARWIN has been enhanced to allow linkage of DOI metadata with the Data DOI Management System via Web API to achieve effective DOI maintenance for a large amount of content.

- Survey of DOI for research data
A wide variety of databases depending on the disciplines, research project, and types of data are disseminated by several departments and groups within JAMSTEC. Therefore, a survey of minting DOI for research data is being conducted to grasp data creators' needs. We extracted the target databases from catalog metadata published in JAMSTEC data catalog. The questions in this survey ask about ownership of data, conditions for data usage, granularity of DOI assignment, and continuity of database services.

The first edition of guidelines for minting DOIs for research data in JAMSTEC will be developed based on the practical operation of systems and the survey results by the end of the year 2019.

Related URLs
JAMSTEC Data DOI, http://www.jamstec.go.jp/datadoi/doi/10.17596/e/about.html
DARWIN, http://www.godac.jamstec.go.jp/darwin/e
JAMSTEC data catalog, http://www.godac.jamstec.go.jp/catalog/data_catalog/e/

キーワード：オープンサイエンス、オープンリサーチデータ、DOI
Keywords: open science, open research data, DOI

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Application of Web and GIS Technology to Develop Military's Differential Action Information Platform

*Chien Hao Chang[1], Ch Yu Liu[1], Chun Ta Wei[1]

1. Department of Computer Science and Information Engineering,CCIT

Taiwan is located in a special environment where geographical location and plate transfer, rainfall and earthquakes occur frequently, geological disasters are diverse and complex, and disaster prevention is an important issue that cannot be evaded by the whole people. In the face of such frequent natural disasters, the government’ s disaster prevention and relief work is particularly important.
On July 13, 1999, the Legislative Yuan officially read the "Disaster Prevention Act" [1] sub-amendment amendment, which not only allowed the Fire Department to transform into a disaster prevention and rescue department, but also assigned the national army to prevent disasters. Source of law. In keeping with the "disaster relief as a warfare" attitude, the National Army can, in response to each exercise and drill, be able to give full play to the rapid relief efforts of the national army in the golden rescue moment of major disasters, and avoid the national social disaster caused by environmental safety issues. The National Army has followed the policy guidance of "advance deployment, pre-set strength, and always-time rescue" for disaster relief, and is on standby to carry out disaster prevention and rescue missions such as preventive evacuation to protect the lives and property of the people.
To construct a multi-disaster information platform from the forward-looking command post to the users of the various levels of command posts at the back-end, to provide real-time information on the disaster relief center, to facilitate the disaster, and to control and issue orders through the information platform. For the officers and men, the mission is smooth and the delivery time is shortened. After the National Army has been refined, the number of people has been greatly reduced. In the future, in the implementation of disaster prevention, it is necessary to integrate and properly use the resources of the entire army to meet the needs of the people.

Keywords: disaster relief, military, information platform

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-GI 地球科学一般・情報地球科学

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | A04 東京ベイ幕張ホール

[M-GI31] Open Science in Action: Research Data Sharing, Infrastructure, Transparency, and International Cooperation

コンビーナ:村山 泰啓(国立研究開発法人情報通信研究機構 戦略的プログラムオフィス)、近藤 康久(総合地球環境学研究所)、Shelley Stall(American Geophysical Union)、Cecconi Baptiste(LESIA, Observatoire de Paris, CNRS, PSL Research University)、座長:Baptiste Cecconi(LESIA - Observatoire de Paris)

Open Science is growing up as a new research paradigm to accelerate scientific innovation. Deployed by ICSU-WDS (2008), G8 Open Data Charter (2013), deployment of Research Data Alliance (2013), OECD Global Science Forum's research projects (2016), and G7 Science Ministers' Communique (2017), it commonly refers to the top-down policies to make results of publicly-funded research freely available and accessible. On the other hand, this term also refers to the participatory bottom-up approaches such as citizen science, crowdfunding, and transdisciplinary research (Kitamoto 2016). It is noted that both approaches envision the transformation of research process to more findable, accessible, interoperable, and reusable one (Wilkinson et al. 2016).
After the JpGU-AGU Great Debate "Role of open data and open science in Geoscience" in JpGU Annual Meeting 2018 and a follow-up session in the AGU Fall Meeting 2018, this session reviews the current broad spectrum of Open Science in an international context. The session welcomes a wide range of papers and posters covering (but not limited to) open research data, open source licenses, data papers and journals, data repository, data sharing infrastructures and platforms, citizen science, crowdsourcing, crowdfunding, transdisciplinary research, capacity building, international networking, and deployment in earth and planetary sciences.

15:30 ~ 15:45

[MGI31-13] Adoption of IGSN in the International Ocean Discovery Program (IODP)

*Sean Toczko[1] (1.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)

15:45 ~ 16:00

[MGI31-14] Oceanogrpahic Data and Information Exchange for Open Science

*鈴木 亨[1] (1.海洋情報研究センター)

16:00 ~ 16:15

[MGI31-15] The International Heliophysics Data Environment Alliance (IHDEA) initiative

★Invited Papers

*Arnaud Masson[1]、Aaron Roberts[2]、Shing Fung[2]、Bob McGuire[2]、Jack Ireland[2]、Jeremy Faden[12]、Jim Lewis[9]、Baptiste Cecconi[7]、Vincent Genot[8]、J.C. Malapert[4]、Keiichi Matsuzaki[3]、Todd King[5]、Daniel Mueller[6]、Jon Vandegriff[10]、Miyoshi Yoshizumi[11] (1.ESAC Science Data Center, European Space Agency, Madrid, Spain、2.NASA/GSFC, USA、3.JAXA, ISAS, Tokyo、4.CNES, Toulouse、5.UCLA, USA、6.ESTEC, European Space Agency, Noordwijk, The Netherlands、7.LESIA, Observatoire de Paris, France、8.IRAP, CNRS, Toulouse、9.Berkeley University, USA、10.John Hopkins, APL, USA、11.ISEE, Nagoya University, Nagoya 464-8601, Japan、12.Cottage Systems, University of Iowa, USA)

16:15 ~ 16:30

[MGI31-16] **VESPA: Progress on the Planetary Science Virtual Observatory**

*Stephane Erard[1] (1.Observatoire de Paris / LESIA)

16:30 ~ 16:45

[MGI31-17] Publishing planetary science data following FAIR principles

*pierre le sidaner[1]、Baptiste Cecconi[2]、Stephane Erard[2]、Cyril Chauvin[1]、Albert Shih[1]、Stephane Aicardi[1]、Philippe Hamy[1]、Alan Loh[2] (1.DIO - Observatoire de Paris, Universite PSL, CNRS UMS2201、2.LESIA, Observatoire de Paris, Universite PSL, CNRS, Sorbonne Université, Univ. Paris Diderot, Sorbonne Paris Cite)

16:45 ~ 17:00

[MGI31-18] Community-developed open tools for supporting the ESA JUICE space mission preparation

*Baptiste Cecconi[1]、Alan Loh[1]、Stephane Aicardi[2]、Corentin Louis[3] (1.LESIA, Observatoire de Paris, CNRS, PSL Research University, Meudon, France、2.DIO, Observatoire de Paris, CNRS, PSL Research University, Paris, France、3.IRAP, CNRS-Université Paul Sabatier, Toulouse, France)

Adoption of IGSN in the International Ocean Discovery Program (IODP)

*Sean Toczko[1]

1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

The International Ocean Discovery Program (IODP) has moved to adopt the International Geo Sample Number (IGSN). This describes some of the details in adpoting this system to an existing subseafloor core sample respository at the Kochi Core Center (KCC), JAMSTEC.

Keywords: IODP, IGSN, KCC, JAMSTEC

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Oceanogrpahic Data and Information Exchange for Open Science

*鈴木 亨[1]
*Toru Suzuki[1]

1. 海洋情報研究センター
1. Marine Information Research Center

For more than 50 years, the International Oceanographic Data and Information Exchange (IODE) of the Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC) of UNESCO has promoted and facilitated the exchange of oceanographic data and information between Member States for development and enhancement of marine research. The IODE system consists of 80 and more National Oceanographic Data Centres (NODC), Associated Data Units (ADU; former Designated National Agencies (DNAs)), and those data centres have been responsible for the collection, management, quality control and archive oceanographic data observed in each Member States. The World Ocean Database (WOD), gathering oceanographic data through IODE system, is most useable data product by National Centers for Environmental Information (former US-NODC), NOAA, and is also one of achievements by IODE projects for WOD and Global Oceanographic Data Archeology and Rescue (GODAR). Japan Oceanographic Data Center (JODC) is a representative of Japan for IODE and is the second largest contributor to WOD. The Ocean Biogeographic Information System (OBIS) joined as one of IODE projects in June 2009 after the successful decade-long Census of Marine Life project. The IODE system have many other projects for oceanographic data and information collection, quality control and dissemination managed by steering groups or task teams, and has a role of technical support to the Joint Technical Commission for Oceanography and Marine Meteorology (JCOMM) by World Meteorological Organization (WMO) and IOC. The IODE joined as one of network members of World Data Systems (WDS) in 2013. At the same time IODE has started the Quality Management Framework project to identify a set of quality management criteria for NODCs taking into account those defined for the WDS, and JODC received NODC accreditation in 2019. In 2003 the IOC Assembly adopted Resolution IOC-XXII-6 entitled “IOC Oceanographic Data Exchange Policy” which is mentioned about the timely, free and unrestricted access to all oceanographic data and associated metadata and products. It is nevertheless known that there are many non-disclosure or non-digitized historical data and needs to progress a data publication and citation system for evaluating data management works.

キーワード：海洋データ、データ交換、品質管理
Keywords: Oceanographic data, Data and information exchange, Quality control

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The International Heliophysics Data Environment Alliance (IHDEA) initiative

*Arnaud Masson[1], Aaron Roberts[2], Shing Fung[2], Bob McGuire[2], Jack Ireland[2], Jeremy Faden[12], Jim Lewis[9], Baptiste Cecconi[7], Vincent Genot[8], J.C. Malapert[4], Keiichi Matsuzaki[3], Todd King[5], Daniel Mueller[6], Jon Vandegriff[10], Miyoshi Yoshizumi[11]

1. ESAC Science Data Center, European Space Agency, Madrid, Spain, 2. NASA/GSFC, USA, 3. JAXA, ISAS, Tokyo, 4. CNES, Toulouse, 5. UCLA, USA, 6. ESTEC, European Space Agency, Noordwijk, The Netherlands, 7. LESIA, Observatoire de Paris, France, 8. IRAP, CNRS, Toulouse, 9. Berkeley University, USA, 10. John Hopkins, APL, USA, 11. ISEE, Nagoya University, Nagoya 464-8601, Japan, 12. Cottage Systems, University of Iowa, USA

The IHDEA was formed as a result of the first International Heliophysics Data Environment (IHDE) meeting held at the European Space and Astronomy Centre (ESAC), Madrid, Spain, on October 17-18, 2018. Meeting attendees representing NASA, ESA, JAXA, and CNES have all agreed that increasing collaboration and coordination through the use of standard formats (for both data and metadata) and community-based data tools are critical for enabling interoperability of data systems and services and improving sharing of space-based, ground-based, and model-based heliophysics data sets.

The newly created International Heliophysics Data Environment Alliance (IHDEA) is a collaborative organization whose goal is to guide the development of a data environment in which the international heliophysics and space weather research community can seamlessly find, access, and use all electronically accessible, heliophysics relevant data sets.

The specific mission of the IHDEA is to facilitate global access to, and exchange of, high quality scientific data products managed across international boundaries. This will be achieved by adhering to, and promote the use of, a set of governing data standards, data exchange protocols, visualization and data analysis tools.

The role of the IHDEA is to serve as the focal point to engage the heliophysics data centres and the scientific community, foster communication, and identify and identify the standards and services that will best serve the heliophysics and space weather science needs.

Practical examples will be provided, illustrating the mutual interest to foster collaboration between key heliophysics data providers.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

VESPA: Progress on the Planetary Science Virtual Observatory

*Stephane Erard[1]

1. Observatoire de Paris / LESIA

The Europlanet-2020 programme, started Sept 1st, 2015 for 4 years, includes an activity called VESPA which focuses on adapting Virtual Observatory (VO) techniques to handle Planetary Science data. The main objectives of VESPA are to facilitate searches both in big archives and in small databases, to enable data analysis by providing simple data access and on-line visualization functions, and to allow research teams to publish derived data in an interoperable environment as easily as possible. VESPA encompasses a wide scope, including surfaces, atmospheres, magnetospheres and planetary plasmas, small bodies, heliophysics, exoplanets, and spectroscopy in solid phase. This system relies in particular on standards and tools developed for the Astronomy VO (IVOA) and extends them where required to handle specificities of Solar System studies. It also aims at making the VO compatible with tools and protocols developed in different contexts, for instance GIS for planetary surfaces, or time series tools for plasma-related measurements. An essential part of the activity is to publish a significant amount of high-quality data in this system, with a focus on derived products resulting from data analysis or simulations

[1] Erard et al 2014, *Astronomy & Computing* **7-8**, 71-80. http://arxiv.org/abs/1407.4886

Keywords: Solar System, Virtual Observatory , GIS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Publishing planetary science data following FAIR principles

*pierre le sidaner[1], Baptiste Cecconi[2], Stephane Erard[2], Cyril Chauvin[1], Albert Shih[1], Stephane Aicardi[1], Philippe Hamy[1], Alan Loh[2]

1. DIO - Observatoire de Paris, Universite PSL, CNRS UMS2201, 2. LESIA, Observatoire de Paris, Universite PSL, CNRS, Sorbonne Université, Univ. Paris Diderot, Sorbonne Paris Cite

On the frame of Europlanet-2020-RI VESPA program we have developed an infrastructure to publish Solar System data. Our pipeline and tools follow the Open Data and FAIR (Findable Accessible Interoperable Reusable) principles. It uses protocols and infrastructures developed and maintained by the IVOA (International Virtual Observatory Alliance). It takes advantage of 15 years of experience in astronomical data sharing with interoperable data centers distributed all over the world. VESPA follows the IVOA models that define an interoperable system to describe, discover and search data collections and services. It uses standard data access protocols, formats and metadata descriptions. The specificity of the IVOA model is to propose a distributed system. The data are stored at each provider data center with interoperable layers on top of them. This model allows exponential increasing in data volume. One the next largest current project, SKA (Square Kilometer Array) is planning to produce more data than Google, Facebook and Youtube together. IVOA models will have to face this. VESPA proposes an extension to IVOA protocoles for handling Solar System data, namely: a data model for Solar System data product metadata. I will present TAP (Table Access Protocol) as a toolkit to publish a large type of data. This protocol can be associated to a data model to publish planetary data (surface, atmosphere), plasma physics, solar physics, spectroscopic property, time series, exoplanetary dataset, etc. I will also describe how the VESPA project makes use of it to publish any type of planetary science data.

VESPA is part of the Europlanet H2020 Research Infrastructure project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 654208

Keywords: interoperability, virtual observatory, FAIR, Planetary science data

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Community-developed open tools for supporting the ESA JUICE space mission preparation

*Baptiste Cecconi[1], Alan Loh[1], Stephane Aicardi[2], Corentin Louis[3]

1. LESIA, Observatoire de Paris, CNRS, PSL Research University, Meudon, France, 2. DIO, Observatoire de Paris, CNRS, PSL Research University, Paris, France, 3. IRAP, CNRS-Université Paul Sabatier, Toulouse, France

The MASER (Measurements, Analysis and Simulation of Emissions in the Radio range) and VESPA (Virtual European Solar and Planetary Access) teams are proposing a set of tools and dataset used for preparing the ESA-lead JUICE (Jupiter Icy moon Explorer) space mission, with a focus on magnetospheric science topics. The case of the observation planning and science mode assessment in the frame of the JUICE mission is described. This case shows how Jovian radio emissions observations and simulations are used by the JUICE science and operation teams. Developments using the EOSC (European Open Science Cloud) infrastructure are also envisaged in the near future.

Keywords: Radio astronomy, Space mission, Jupiter

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-GI 地球科学一般・情報地球科学

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_27

[M-GI32] 地球科学とアート・デザイン

コンビーナ:久保 貴志(まいぶんKAN)、白石 智子(地球惑星工芸専攻)

このセッションでは「サイエンスと表現」という視点から、地球惑星科学を伝えるデザイン、地球惑星科学から生み出されるアート、その先に期待される次世代の地球惑星科学のあり方について様々に議論します。研究者を取り巻く現状として、研究成果を的確に端的に伝える技術を専門的に学ぶ機会や、発信した成果からアートという異分野に対して何をもたらしたのかを知る機会はほとんどありません。セッション当日は、我々地球惑星科学の研究者が研究の有用性や研究成果を効果的（魅力的）に伝える際に有用な「表現ツール」を、アートやデザインといった表現の専門家から紹介いただきます。さらに地球惑星科学がアート・デザインとコラボレーションした事例から将来期待される地球惑星科学の新しい学問視点について議論します。

[MGI32-P01] 地形学における写真撮影

*早川 裕弋[1] (1.北海道大学地球環境科学研究院)

[MGI32-P02] 美術館と美術作家、博物館がともに作る地球科学の表現

*久保 貴志[1]、尺戸 智佳子[2] (1.まいぶんKAN、2.黒部市美術館)

地形学における写真撮影
Photography in geomorphology

*早川 裕弌[1]
*Yuichi S. Hayakawa[1]

1. 北海道大学地球環境科学研究院
1. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University

地形学は地表の形状を調査する学問であり、地形を示す景観写真は地形学研究において必要不可欠のものとなっている。本発表では、著者によるいくつかの学術的記述をともなう地形景観写真の例を紹介する。これらの写真と記述は、地形学の知識や考え方を一般に広めるためにも効果的であると考えられる。地形学的な目的のための写真撮影術は、基本的な技術があれば充分である。しかしながら、基本的および応用的な写真撮影のスキルをもてば、地形学者によるプレゼンテーションの幅も広がるであろう。また、もしプロフェッショナルな写真家と地形学者とのコラボレーションする機会が多くあれば、地形変化の理解を多くの人にしてもらうことにつながると考えられる。

キーワード：写真、景観、地形プロセス
Keywords: photography, landscape, geomorphological process

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

美術館と美術作家、博物館がともに作る地球科学の表現
Co-create Expression of the Earth Science with an Art museum and artist and Natural history museum.

*久保 貴志[1]、尺戸 智佳子[2]
*kubo takashi[1], chikako syakudo[2]

1. まいぶんKAN、2. 黒部市美術館
1. MAIBUNKAN, 2. Kurobe City Art Museum

地球科学は、発展する過程で解き明かした事実によって人々の宇宙観や生命観に影響を与え、自然を理解して社会生活を営む上で欠かす事のできない概念を形成し続けている。一方で、芸術は、人類の誕生以来続いている抽象概念に基づく創造的営みであり、人類の精神的発展に貢献し続けている。科学が解き明かしてきたことは、時に芸術作品の素材となり、人々に精神的な広がりをもたらしてきた。

黒部市美術館と朝日町埋蔵文化財保存活用施設「まいぶんKAN」は、2016年から美術作家と協力して地域の考古学や地球科学から着想を得た作品を制作し、展示やイベントなどを行っている。

２０１８年は、現代美術作家の河口龍夫氏を迎え、学芸員とともに野外観察を行い、化石や岩石、地球科学的概念から着想を得た作品が制作され、これらの作品と岩石標本などが黒部市美術館とまいぶんKANで展示された。この企画は、美術作家が地球科学的な野外観察を行い、美術作家の感性と表現力によって生み出された作品を通じて人々が芸術と地球科学の双方向性を認識する企画である。

この企画を行った結果、普段は美術館・まいぶんKANのどちらかしか利用しない客層が相互の館にに訪れた。

発表会場では黒部市美術館のカタログと作品の素材となった下部ジュラ系の堆積物である来馬層群から得られる軟体動物化石を含む岩塊を展示する。

キーワード：芸術と科学
Keywords: Art&Science

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-GI 地球科学一般・情報地球科学

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_44

[M-GI32] 地球科学とアート・デザイン

コンビーナ:久保 貴志(まいぶんKAN)、白石 智子(地球惑星工芸専攻)

このセッションでは「サイエンスと表現」という視点から、地球惑星科学を伝えるデザイン、地球惑星科学から生み出されるアート、その先に期待される次世代の地球惑星科学のあり方について様々に議論します。研究者を取り巻く現状として、研究成果を的確に端的に伝える技術を専門的に学ぶ機会や、発信した成果からアートという異分野に対して何をもたらしたのかを知る機会はほとんどありません。セッション当日は、我々地球惑星科学の研究者が研究の有用性や研究成果を効果的（魅力的）に伝える際に有用な「表現ツール」を、アートやデザインといった表現の専門家から紹介いただきます。さらに地球惑星科学がアート・デザインとコラボレーションした事例から将来期待される地球惑星科学の新しい学問視点について議論します。

[MGI32-P01] 地形学における写真撮影

*早川 裕弋[1] (1.北海道大学地球環境科学研究院)

[MGI32-P02] 美術館と美術作家、博物館がともに作る地球科学の表現

*久保 貴志[1]、尺戸 智佳子[2] (1.まいぶんKAN、2.黒部市美術館)

地形学における写真撮影
Photography in geomorphology

*早川 裕弌[1]
*Yuichi S. Hayakawa[1]

1. 北海道大学地球環境科学研究院
1. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University

地形学は地表の形状を調査する学問であり、地形を示す景観写真は地形学研究において必要不可欠のものとなっている。本発表では、著者によるいくつかの学術的記述をともなう地形景観写真の例を紹介する。これらの写真と記述は、地形学の知識や考え方を一般に広めるためにも効果的であると考えられる。地形学的な目的のための写真撮影術は、基本的な技術があれば充分である。しかしながら、基本的および応用的な写真撮影のスキルをもてば、地形学者によるプレゼンテーションの幅も広がるであろう。また、もしプロフェッショナルな写真家と地形学者とのコラボレーションする機会が多くあれば、地形変化の理解を多くの人にしてもらうことにつながると考えられる。

キーワード：写真、景観、地形プロセス
Keywords: photography, landscape, geomorphological process

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

美術館と美術作家、博物館がともに作る地球科学の表現
Co-create Expression of the Earth Science with an Art museum and artist and Natural history museum.

*久保 貴志[1]、尺戸 智佳子[2]
*kubo takashi[1], chikako syakudo[2]

1. まいぶんKAN、2. 黒部市美術館
1. MAIBUNKAN, 2. Kurobe City Art Museum

地球科学は、発展する過程で解き明かした事実によって人々の宇宙観や生命観に影響を与え、自然を理解して社会生活を営む上で欠かす事のできない概念を形成し続けている。一方で、芸術は、人類の誕生以来続いている抽象概念に基づく創造的営みであり、人類の精神的発展に貢献し続けている。科学が解き明かしてきたことは、時に芸術作品の素材となり、人々に精神的な広がりをもたらしてきた。

黒部市美術館と朝日町埋蔵文化財保存活用施設「まいぶんKAN」は、2016年から美術作家と協力して地域の考古学や地球科学から着想を得た作品を制作し、展示やイベントなどを行っている。

２０１８年は、現代美術作家の河口龍夫氏を迎え、学芸員とともに野外観察を行い、化石や岩石、地球科学的概念から着想を得た作品が制作され、これらの作品と岩石標本などが黒部市美術館とまいぶんKANで展示された。この企画は、美術作家が地球科学的な野外観察を行い、美術作家の感性と表現力によって生み出された作品を通じて人々が芸術と地球科学の双方向性を認識する企画である。

この企画を行った結果、普段は美術館・まいぶんKANのどちらかしか利用しない客層が相互の館にに訪れた。

発表会場では黒部市美術館のカタログと作品の素材となった下部ジュラ系の堆積物である来馬層群から得られる軟体動物化石を含む岩塊を展示する。

キーワード：芸術と科学
Keywords: Art&Science

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-GI 地球科学一般・情報地球科学

2019年5月26日(日) 10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_10

[M-GI37] 情報地球惑星科学と大量データ処理

コンビーナ:村田 健史(情報通信研究機構)、本田 理恵(高知大学自然科学系理工学部門)、野々垣 進(国立研究開発法人　産業技術総合研究所　地質情報研究部門　情報地質研究グループ)、堀之内 武(北海道大学地球環境科学研究院)

地球惑星科学分野の観測および数値シミュレーションによって生成される数値データは、観測技術の高度化や計算スケールの大規模化に伴ってますます複雑化しています。このセッションの目的は、新しい観測・計測手法、大規模データ処理および数値シミュレーション技法、データ保存および公開技術、データ転送および収集などのデータ技術について、幅広い視点で議論を行うことです。これによるデータ指向型科学、すなわち地球惑星情報科学を進化させることを視野に入れています。発表内容はこれらの技法に限定していません。実際の観測や数値計算の立場から地球惑星情報科学に期待する提案も歓迎します。

[MGI37-P01] 気象庁防災情報XMLを機械可読化するための予報区ポリゴンデータの公開

*豊田 英司[1] (1.気象庁総務部企画課)

[MGI37-P02] 金星探査機あかつきのデータ検索閲覧システムの開発

*杉山 耕一朗[1]、村社 光誠[1]、大森 一輝[1,3]、青木 拓海[1,4]、村上 真也[2] (1.松江工業高等専門学校、2.JAXA 宇宙科学研究所、3.NTTデータMHIシステムズ、4.マツダE&T)

[MGI37-P03] 地球深部探査船「ちきゅう」を取り巻く大量データと科学支援活動について

*木戸 ゆかり[1]、杉原 孝充[1]、真田 佳典[1]、村山 達矢[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[MGI37-P04] 北極海のみらい観測航海MR18-05における予報・観測データの配信と可視化サービス

*照井 健志[1]、杉村 剛[1]、Liyanarachchi Waruna Arampath De Silva[2]、末吉 惣一郎[3]、猪上 淳[1] (1.国立極地研究所、2.東京大学、3.日本海洋事業株式会社)

[MGI37-P05] マルチスペクトル光学センサ画像の観測波長帯と空間の高分解能化による鉱物マッピング精度の向上

*小池 克明[1]、Hoang Nguyen[1]、野田 周帆[2]、淺野 友紀瑛[2]、川上 裕[2]、増田 一夫[2] (1.京都大学大学院工学研究科 都市社会工学専攻地殻環境工学分野、2.(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構)

[MGI37-P06] Analysis of vessel status information of past research cruises and prediction of downtime for future cruise

*山岸 保子[1]、谷津 健[2]、柏瀬 憲彦[2]、牧 哲司[2]、山室 悠太[2,3]、阪口 秀[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構 数理科学・先端技術研究分野、2.国立研究開発法人海洋研究開発機構 海洋工学センター、3.日本海洋事業株式会社)

[MGI37-P07] 気象衛星「ひまわり」を活用した海況状況監視システムの実証実験

*嘉賀 雄一[1]、渡部 重十[1] (1.北海道情報大学)

[MGI37-P08] 小天体への着陸地点選択のための平坦領域探索手法

藤井 祐貴[1]、*本田 理恵[1]、諸田 智克[4]、横田 康弘[2]、巽 瑛理[3]、坂谷 尚哉[2]、山田 学[9]、亀田 真吾[5]、神山 徹[10]、鈴木 秀彦[6]、本田 親寿[7]、早川 雅彦[2]、吉岡 和夫[3]、長 勇一郎[3]、山本 幸生[2]、平田 成[7]、平田 直之[8]、澤田 弘崇[2]、杉田 精司[3] (1.高知大学、2.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所 、3.東京大学、4.名古屋大学、5.立教大学、6.明治大学、7.会津大学、8.神戸大学、9.千葉工業大学、10.産業技術総合研究所)

[MGI37-P09] 宇宙データを活用するためのハッカソンイベント「SpaceHack 2019」の活動報告

*湯村 翼[1]、菊地 聡[1]、長妻 努[1]、村田 健史[1] (1.国立研究開発法人情報通信研究機構)

[MGI37-P10] Experimental Evaluation of High-Speed File Transfer over JHPCN

*Praphan Pavarangkoon[1]、Ken T. Murata[1]、Kazunori Yamamoto[1]、Takamichi Mizuhara[2]、Yuya Kagebayashi[2]、Ayahiro Takaki[2]、Kazuya Muranaga[3]、Keiichiro Fukazawa[4] (1.National Institute of Information and Communications Technology, Tokyo, Japan、2.CLEALINK TECHNOLOGY Co., Ltd., Kyoto, Japan、3.Systems Engineering Consultants Co., Ltd., Tokyo, Japan、4.Academic Center for Computing and Media Studies, Kyoto University, Kyoto, Japan)

[MGI37-P11] Raspberry Piによる映像IoTの独自プログラミング開発手法（２）

*水原 隆道[1]、村田 健史[2]、Pavarangkoon Praphan[2]、Phon-Amnuaisuk Somnuk[3]、山本 和憲[2]、村永 和哉[4]、青木 俊樹[1] (1.株式会社クレアリンクテクノロジー、2.国立研究開発法人情報通信研究機構、3.ブルネイ工科大学、4.株式会社セック)

[MGI37-P12] 映像IoTによる火山・雲・海洋などの地球環境リアルタイムモニタリング

*山本 和憲[1]、村田 健史[1]、水原 隆道[2]、Pavarangkoon Praphan[1]、村永 和哉[3]、青木 俊樹[2] (1.情報通信研究機構、2.株式会社クレアリンクテクノロジー、3.株式会社セック)

[MGI37-P13] ひまわりリアルタイムWebの国際展開(フィリピンミラーサイト)

村永 和哉[1]、Pavarangkoon Praphan[2]、山本 和憲[2]、*村田 健史[2]、樋口 篤志[3] (1.株式会社セック、2.情報通信研究機構、3.千葉大学)

[MGI37-P14] Visualization of Himawari-8 observation data using high resolution animation: The case studies of CEReS, Chiba University, Japan

*豊嶋 紘一[1]、樋口 篤志[1] (1.千葉大学　環境リモートセンシング研究センター)

[MGI37-P15] 大量の学習データに利用に向けたノード間MPI並列TensorFlowの性能評価

*深沢 圭一郎[1] (1.京都大学学術情報メディアセンター)

気象庁防災情報XMLを機械可読化するための予報区ポリゴンデータの公開

Publication of georeferenced polygon data to make JMA XML machine-readable

*豊田 英司[1]
*Eizi TOYODA[1]

1. 気象庁総務部企画課
1. Administration Department, Japan Meteorological Agency

気象庁では警報や注意報などに用いられる従来のプレーンテキスト電報「かな漢字電文」による情報を構造化するため「気象庁防災情報XMLフォーマット」を開発し、平成30年3月に移行を完了した。気象庁XMLによりプレーンテキストの情報ごとに特化した解読処理の必要が縮減されたが、位置情報を機械的に取得できるようにすること（ジオロケーション）が課題であった。府県や市町村などの地理的領域に対して発表される情報は領域のコード番号だけが記載されており、可視化を行うためにはその位置のデータ（ポリゴンデータ）を利用者が用意する必要があった。

2019年1月、気象庁は予報区ポリゴンデータをシェープファイル形式で公開した。セッションでは準備にあたっての課題、水平解像度の選択や不明瞭な地理的領域の扱いについて報告する。このポリゴンデータにより、気象庁防災XMLデータのより使いやすい形式での再提供や、他の地理情報と組み合わせた利用が広がることを期待している。

キーワード：気象庁防災情報XML、地理情報ポリゴンデータ、オープンデータ
Keywords: JMA XML, geospatial polygon data, open data

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

金星探査機あかつきのデータ検索閲覧システムの開発
Development of a web system for search, browsing and download of Akatsuki's observation data

*杉山 耕一朗[1]、村社 光誠[1]、大森 一輝[1,3]、青木 拓海[1,4]、村上 真也[2]
*Ko-ichiro SUGIYAMA[1], Kosei Murakoso[1], Kazuki Oomori[1,3], Takumi Aoki[1,4], Shin-ya Murakami[2]

1. 松江工業高等専門学校、2. JAXA 宇宙科学研究所、3. NTTデータMHIシステムズ、4. マツダE&T
1. National Institute of Technology, Matsue College, 2. ISAS/JAXA, 3. NTT DATA MHI Systems Corporation, 4. Mazda E&T

金星探査機「あかつき」は異なる波長の狭帯域フィルタを備えた 5 台のカメラを使用して異なる高度の雲を観測している. あかつきの撮影した画像は一定期間が経過した後に NASA の PDS (Planetary Data System) [1] やISAS/JAXA の DARTS (Data ARchives and Transmission System) [2] 内のAKATSUKI Science Data Archive [3] において公開されている. しかしながら, データが機器ごとに異なるディレクトリに存在するため, 多波長で協調的に観測して得られたデータについて, 全体的な描像を得にくいという問題がある.

そこで我々は, Akatsuki Data Search [4] と名付けた新たな Web システムを Ruby on Rails を用いて開発した. そのシステムは上記サイトで公開されている全てのデータの簡易な検索・表示・ダウンロードを可能としている. Akatsuki プロジェクトの目的である 3 次元的な運動の時間変化の把握のために, データファイルのヘッダに記述されている観測プログラム名とその実行時間を利用して画像一覧ページを生成する機能を実装した. この機能により, 同時に撮影された異なる高度の雲画像の比較や, 同じ高度で雲分布の時間変化の把握が可能となった. さらに, データのヘッダに書かれていない情報 (例えば, とある論文に使った画像など) で検索したいという要望に応えるために, 「お気に入り機能」を実装した. この機能を用いることで, 気に入った画像やそれを得るために使った検索条件を保存し, それをユーザ同士で共有することが可能となった.

本発表では "Akatsuki Data Search" の詳細な説明とデモンストレーションを行う.

参考文献

[1] The Planetary Data System (PDS), https://pds.nasa.gov

[2] Data ARchives and Transmission System (DARTS), https://www.darts.isas.jaxa.jp/

[3] AKATSUKI Science Data Archive, https://www.darts.isas.jaxa.jp/planet/project/akatsuki/

[4] Akatsuki Data Search, https://vco.epi.it.matsue-ct.jp/

キーワード：金星探査機あかつき、Web システム、ビッグデータ
Keywords: Venus climate orbiter "Akatsuki", Web System, big data

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地球深部探査船「ちきゅう」を取り巻く大量データと科学支援活動について

Large amount of data related to D/V Chikyu and science support activities

*木戸 ゆかり[1]、杉原 孝充[1]、真田 佳典[1]、村山 達矢[1]
*Yukari Kido[1], Takamitsu Sugihara[1], Yoshinori Sanada[1], Tatsuya Murayama[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

地球深部探査船「ちきゅう」は，2005年7月に海洋研究開発機構に引き渡されてから14年目を迎えようとしている．国際深海掘削計画がスタートして2018年でちょうど50周年，その枠組みの中の主力船の１つとし洋上の実験室は少しずつリニューアルし，老朽化・陳腐化した実験器具も刷新し，ラボのリニューアル『ラボ改善』や科学支援活動に着手してきた．国際就航第1回目の第314次航海（2007年9月）から16航海を経て，航海日数全1000日，のべ乗船者数27か国から350名が，「ちきゅう」による科学掘削プロジェクトに参加したことになる．米国主導で運用している現在も現役のジョイデス・レゾリューション号を初期モデルとし，毎回の航海終了時に行うラボへのアンケート，要望を吟味しながら，改善の優先順位づけを行う．実験室以外にもデータサービスのクオリティを一定レベルに保つようデータマネジメントやQCシステムや研究者へのデータ配信サービスを行っている．14年間のオペレーションの工夫や改善点の一つ一つが安全な航海を支える貴重なデータとなっている．科学掘削の事前調査から掘削安全の吟味のための資料作成，検層データの計画，現場立会い，データQC，配信，レポート作成サポートだけでなく，幅広い活動が実施されてきている．同じ海域で取得した過去データを持ち寄り，船上で研究者が集中して論文作成に打ち込むワークショップや様々なオペレーションの合間に短期間で実施できる海底表層ピストンコア取得の提案を受付，実施実績もある．次世代育成のための様々なカテゴリーのコアスクールも行なっている．中でもロギングスクールは，10年を超えるロングランであり，海外とのコラボレーションも行っている．科学支援の立場から，「ちきゅう」を取り巻く大量データと研究者，技術者を繋ぐ支援活動について，議論を深め，さらに推進する糧としたい．

キーワード：地球深部探査船「ちきゅう」、国際深海掘削計画、科学掘削支援
Keywords: Drilling Vessel Chikyu, IODP, Science Drilling Support

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北極海のみらい観測航海MR18-05における予報・観測データの配信と可視化サービス

Data delivery and visualization service for climate forecast data in the Arctic Ocean during R/V Mirai cruise MR18-05

*照井 健志[1]、杉村 剛[1]、Liyanarachchi Waruna Arampath De Silva[2]、末吉 惣一郎[3]、猪上 淳[1]
*Takeshi Terui[1], Takeshi Sugimura[1], Liyanarachchi Waruna Arampath De Silva[2], Souichiro Sueyoshi[3], Jun Inoue[1]

1. 国立極地研究所、2. 東京大学、3. 日本海洋事業株式会社
1. National Institute of Polar Research, 2. The University of Tokyo, 3. Nippon Marine Enterprises

Understanding of the weather situation is the most important issue for observation cruse in the sea ice area. In particular, overviewed information of 1000 km scale is a good indication to determine a safe route and plan, and the weather forecast and observation data is required. However, limited satellite telecommunication line on the ship makes on-demand data delivery difficult. And more, if the compressed data would be sent via this line, a professional staff for decoding and visualizing the data must always be needed on the ship. In order to reduce these anxiety and burden, automatically system integrating these processes (delivery, decoding, and visualizing data) is needed. ADS (Arctic Data archive System) has been developed the new integrated system for the ship to delivery and visualize data, which is called VENUS (VEssele Navigator by Unitized Systems). This system has been implemented to R/V Mirai cruise in the Arctic Ocean since MR16-06. MR18-05 cruse was a winter observation in the Arctic Ocean, and we delivered 10 days weather forecast data produced byECMWF, and high resolution sea ice forecast model output from IcePOM developed in the University of Tokyo. Total size of delivered data via e-mail was reached to about 100 MB/day, and more than 100 e-mails were delivered to Mirai every day. Our system was always in a high load condition due to visualization processing. We need to In this research, we want to introduce technical performances and advantages of this system. For safe cruse, we must complete the transmission and visualization of such massive data by the scheduled time. Therefore, we devised a lot of solutions to solve the technical difficulties. In this research, we introduce what we did to solve these problems and discuss various issues of data distribution and processing in ship.

キーワード：北極海、船舶観測、IoT、予報データ、可視化、衛星通信
Keywords: Arctic Ocean, Ship Observation, IoT, Forecast Data, Visualization, Satellite communication

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

マルチスペクトル光学センサ画像の観測波長帯と空間の高分解能化による鉱物マッピング精度の向上

Improvement of mineral mapping accuracy by increasing spectral band and spatial resolutions of multispectral optical sensor imagery

*小池 克明[1]、Hoang Nguyen[1]、野田 周帆[2]、淺野 友紀瑛[2]、川上 裕[2]、増田 一夫[2]
*Katsuaki Koike[1], Nguyen Tien Hoang[1], Shuho Noda[2], Yukie Asano[2], Yuu Kawakami[2], Kazuo Masuda[2]

1. 京都大学大学院工学研究科 都市社会工学専攻地殻環境工学分野、2. (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構
1. Laboratory of Environmental Geosphere Engineering, Department of Urban Management, Graduate School of Engineering, Kyoto University, 2. Japan Oil, Gas and Metals National Corporation (JOGMEC)

地質分野で広く用いられる光学センサによるマルチスペクトル衛星画像は，地球表面のほぼ全域をカバーしているが，画像の観測波長数は少なく，鉱物や地質の識別精度は低いのに加えて，地表の詳細がわかるほど空間分解能が高くはない。これらが詳細にわかる多波長数のハイパースペクトル画像や高解像度画像が利用できるのはごく狭い範囲に限られ，コストが高い。そこで本研究では，一般のマルチスペクトル衛星画像をその撮影範囲全体にわたって，①ハイパースペクトル画像に変換できる手法，および②地質リモートセンシング分野で現在の最高水準の空間分解能まで画像を鮮明化できる手法の開発を進めている。最終的には高分解能でハイパースペクトル画像のシミュレーションを目指す。これによって，リモートセンシングによる金属・地熱資源探査と地質環境監視の精度・有効性の大幅向上を図る。以下，マルチスペクトル画像，ハイパースペクトル画像，マルチスペクトルの高分解能画像をそれぞれMS，HP，HSRと略し，各代表として
ASTER（MS），AVIRIS（HP），WorldView-3（WV-3：HSR）を選んだ。鉱物識別で特に重要となる短波長赤外域（SWIR）でのASTER，WV-3の空間分解能はそれぞれ30 m，7.5 mである。

観測波長帯の高分解能化①に関しては著者らが開発した手法であるPHITA（Pseudo-Hyperspectral Image Transformation Algorithm: Hoang and Koike, 2017; 2018）を用いた。これはMSとHPバンドの反射率を多変量回帰式によって関連付け，最適なモデルをベイズ理論によって選択するという原理である。正確な位置合わせを施したMSとHSRでは，MSの1ピクセルはHSRの複数のピクセルに対応する。例えばASTER画像の1ピクセルはWV-3画像の4×4ピクセルからなる。画像1ピクセルのサイズを小さくするという②では，まず太陽照射方向やバンドのスペクトル応答などを考慮してMSとHSRのラジアンスを補正した。次に，MSの1ピクセルのラジアンスはHSRの複数のラジアンスの和であるという仮定を設け，これらの関係を汎用性の高い多変量回帰モデルであるGeneralized additive model（Stasinopoulos et al., 2018）で表した。

ASTER，WV-3，AVIRIS画像のいずれもが利用可能であり，代表的な熱水変質帯として知られているアメリカ西部ネバダ州のキュープライトをトレーニングエリアとし，機械学習のアルゴリズムを適用した。①・②ともにターゲットは，キュープライトの近くにあり浅熱水鉱床域のゴールドフィールドである。①ではASTER画像をAVIRIS画像とPHITAによってHPに変換し，それらの関係をゴールドフィールドでのASTER画像のHP化に用いた。その結果，ASTER画像よりも明礬石，カオリナイトなどの変質鉱物の識別精度が大幅に向上した。また，②に関してはASTERとWV-3で共通するSWIRの4つのバンドをダウンスケーリングに用いた。①と同様にキュープライトでの規則性をゴールドフィールドに適用し，ASTER画像をWV-3画像の空間分解能まで向上させたところ，ASTER画像の空間分解能以上に明礬石などの分布域を詳細に推定できた。これら①と②の結果は，2018年10月～11月にかけて実施した現地調査，それによるサンプルのXRD分析により検証でき，本研究によるHP化とHSR化の有効性が確かめられた。

Hoang, N. T., Koike, K. (2018) Comparison of hyperspectral transformation accuracies of multispectral Landsat TM, ETM+, OLI and EO-1 ALI images for detecting minerals in a geothermal prospect area. *ISPRS*

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

J. Photogramm. Remote Sens., v. 137, pp. 15-28.

Hoang, N. T., Koike, K. (2017) Transformation of Landsat imagery into pseudo-hyperspectral imagery by a multiple regression-based model with application to metal deposit-related minerals mapping. *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.*, v. 133, pp. 157-173.

Stasinopoulos, M. D., Rigby, R. A., Bastiani, F. D. (2018) GAMLSS: A distributional regression approach. *Stat. Modelling*, v. 18, pp. 248-273.

キーワード：ハイパースペクトル画像、熱水変質鉱物、多変量回帰モデル、短波長赤外域、キュープライト、ゴールドフィールド

Keywords: Hyperspectral imagery, Hydrothermal alteration mineral, Multiple regression model, Short-wave infrared region, Cuprite, Goldfield

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Analysis of vessel status information of past research cruises and prediction of downtime for future cruise

*山岸 保子[1]、谷津 健[2]、柏瀬 憲彦[2]、牧 哲司[2]、山室 悠太[2,3]、阪口 秀[1]
*Yasuko Yamagishi[1], Ken Yatsu[2], Kazuhiko Kashiwase[2], Tetsuji Maki[2], Yuta Yamamuro[2,3], Hide Sakaguchi[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構 数理科学・先端技術研究分野、2. 国立研究開発法人海洋研究開発機構 海洋工学センター、3. 日本海洋事業株式会社
1. MAT, JAMSTEC, 2. MARITEC, JAMSTEC, 3. Nippon Marine Enterprises, Ltd.

Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC) owns several research vessels and is responsible for the operation of the research cruise by these vessels. The ship time of research vessels belonging to JAMSTEC has declined over the last 10 years due to decrease in the number of vessels and the budget for research cruises. On the other hand, the occurrence of trench type large earthquake, global warming, and seabed resource exploration have increased the importance of the oceanic observation. Under these circumstances, it is indispensable to plan the most optimal research cruises to carry out the necessary oceanic observations. At present, JAMSTEC has to plan all research cruises for next fiscal year one year before. In order to perform the most effective research cruises, our project aims to provide useful information when planning future research cruise. Our project started in FY 2016. We first started to investigate the efficiency of the past research cruises. We have compiled time-sequence data of vessel status and performed observations in the past cruise, and estimated downtime for each cruise, which is a period when the observation or cruise is interrupted due to rough weather, machine trouble, etc. The downtime is one of the indicators for the efficiency of the research cruise. We also have developed database system to store the time-sequence data and information of each research cruises including downtime. The time-sequence data has been compiled based on E-mail sent from vessel to ground management office in the cruise. In E-mail, the information is written in text, ie in natural language. Therefore, the time-sequence data should be compiled by manually, it takes a lot of time to digitize it. Currently, we are also developing an application that automatically create the time-sequence data of vessel status and performed observation. Next, we have analyzed the downtime and the information of the past research cruises and searched for important factors that affect the downtime. And then, we have developed an application to predict the downtime of future cruises by using machine learning. In this study, we will introduce the analysis results of the downtime and the progress of the application development. Acknowledgments: we are grateful to Mr. Morisaki and Ms. Sada for their supports to make data stored into the database system.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

気象衛星「ひまわり」を活用した海況状況監視システムの実証実験
Verification of an ocean monitoring system using a climate satellite "Himawari"

*嘉賀 雄一[1]、渡部 重十[1]
*YUUICHI KAGA[1], SHIGETO WATANABE[1]

1. 北海道情報大学
1. Hokkaido Information University

我が国において，少子高齢化の影響による第１次産業の跡継ぎ問題が深刻化している。離漁師が増加する一方、若者が漁師として定着していない。漁師の勘や長年の経験で行われていた（可視化できない）作業や知識を引き継ぎ出来ない現状がある。若者の漁師不足は日本の水産業を維持・発展する上で深刻な問題である。

地方の漁師の漁獲量の変化は大きく，また空振漁は燃料代の無駄になり，魚師の生活を圧迫しかねない。漁獲量は海上の風向・速度、海流の方向・速度、海水温、植物性プランクトンの分布状況に左右されている。これらのパラメータは、気象庁やJAXAが取得している膨大なデータ（ビッグデータ）から推定できる。しかし、漁師の期待に沿うようなデータではなくデータの扱いも困難である。

地方の活性化を図る目的で、iPadやiPhoneで日本近海の海況を監視できるアプリ（海況状況監視システム）を我々は開発を進めている。海況状況監視システムの実証を含め漁師関係者にお願いし、海況データや漁獲量を収集・分析を実施した。本講演では、これらの解析結果を紹介する。

キーワード：気象衛星ひまわり、海況状況、ビッグデータ
Keywords: meteorological satellite "Himawari", ocean monitoring, big data

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

小天体への着陸地点選択のための平坦領域探索手法
Development of smooth area detection method for selection of landing site on a small body

藤井 祐貴[1]、*本田 理恵[1]、諸田 智克[4]、横田 康弘[2]、巽 瑛理[3]、坂谷 尚哉[2]、山田 学[9]、亀田 真吾[5]、神山 徹[10]、鈴木 秀彦[6]、本田 親寿[7]、早川 雅彦[2]、吉岡 和夫[3]、長 勇一郎[3]、山本 幸生[2]、平田 成[7]、平田 直之[8]、澤田 弘崇[2]、杉田 精司[3]
Yuki Fujii[1], *Rie Honda[1], Tomokatsu Morota[4], yokota yasuhiro[2], ERI TATSUMI[3], Naoya Sakatani[2], Manabu Yamada[9], Shingo Kameda[5], Toru Kouyama[10], Hidehiko Suzuki[6], Chikatoshi Honda[7], Masahiko Hayakawa[2], Kazuo Yoshioka[3], Yuichiro Cho[3], Yukio Yamamoto[2], Naru Hirata[7], Naoyuki Hirata[8], Hirotaka Sawada[2], Seiji Sugita[3]

1. 高知大学、2. 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所 、3. 東京大学、4. 名古屋大学、5. 立教大学、6. 明治大学、7. 会津大学、8. 神戸大学、9. 千葉工業大学、10. 産業技術総合研究所
1. Kochi University, 2. ISAS/JAXA, 3. University of Tokyo, 4. Nagoya University, 5. Rikkyo University, 6. Meiji University, 7. Aizu University, 8. Kobe University, 9. Chiba Institute of Technology, 10. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

2018年6月はやぶさ２が小惑星リュウグウに到着した。リュウグウの表面はおびただしいボルダーに覆われ、着陸に影響を及ぼす数十mスケールのボルダーが存在しない空白領域を簡易に発見することは難しかった。このため、人間の視覚による精査の前に、迅速にボルダの存在しない空白領域を機械的に抽出するための手法を画像処理、機械学習の手法を組み合わせて検討した。まず大まかな有望領域の探索には、クラック解析などにも使用されるメディアンフィルタ画像と原画像の差分画像を使用した。この手法は１ピクセルサイズの異常領域を抽出することができるが、より大きなサイズの特徴にも対応するため、1/2, 1/4の階層化画像を用いた。また負の異常領域と正の異常領域は別々に抽出した。この結果に対して、着陸精度に相当する円形の窓を配置し、その中の危険画素の被覆率を計算し、しきい値処理をすることによって、平坦領域をピックアップした。また、表面のテクスチャのクラスタリングによって平坦領域を粗く識別する手法も開発した。このような手法は地球観測衛星などに対する地滑り領域の探索などにも使用できると考えられる。

キーワード：自動抽出、平坦地、クラスタリング、メディアンフィルタ
Keywords: automatic detection, smooth area, clustering, median filter

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

宇宙データを活用するためのハッカソンイベント「SpaceHack 2019」の活動報告

Activity Report of Hackathon Event "SpaceHack 2019" for Utilization of Space Data

*湯村 翼[1]、菊地 聡[1]、長妻 努[1]、村田 健史[1]
*Tsubasa Yumura[1], Satoshi Kikuchi[1], Tsutomu Nagatsuma[1], Ken T. Murata[1]

1. 国立研究開発法人情報通信研究機構
1. National Institute of Information and Communications Technology

情報通信研究機構では，各研究グループにおいて宇宙に関する様々な観測データを蓄積している．それらのデータの一部はWebサイトにて一般公開している．このデータの活用を促進するため，我々は，宇宙データを活用するためのハッカソンイベント「SpaceHack 2019」を企画した．ハッカソンとは，数日程度の短い期間でシステムやアプリケーションの制作を行うイベントの総称で，有志団体や企業，自治体などによって数多く開催されている．SpaceHack 2019は，機構外の一般参加者を募り，2日間の開催とした．1日目には，イベント概要説明と利用できるデータの説明の後，参加者同士でアイデアをブラッシュアップするアイデアソンを実施する．アイデアソンの結果をもとに，参加者でチームを結成し，開発を始める．開発は2日目の昼まで行い，終了後は成果発表のプレゼンテーションと審査，表彰を行う．SpaceHackでは，科学研究目的に特化したクラウドシステム「サイエンスクラウド」の他，データの転送や処理のために超高速研究開発ネットワークテストベッド「JGN」と大規模エミュレーションテストベッド「StarBED」を参加者に提供する．発表では，SpaceHack 2019の開催概要を報告し，ハッカソンを通じたデータ利活用促進の可能性について議論する．

キーワード：データ利活用、ハッカソン、開催報告
Keywords: Data Utilization, Hackathon, Event Report

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Experimental Evaluation of High-Speed File Transfer over JHPCN

*Praphan Pavarangkoon[1], Ken T. Murata[1], Kazunori Yamamoto[1], Takamichi Mizuhara[2], Yuya Kagebayashi[2], Ayahiro Takaki[2], Kazuya Muranaga[3], Keiichiro Fukazawa[4]

1. National Institute of Information and Communications Technology, Tokyo, Japan, 2. CLEALINK TECHNOLOGY Co., Ltd., Kyoto, Japan, 3. Systems Engineering Consultants Co., Ltd., Tokyo, Japan, 4. Academic Center for Computing and Media Studies, Kyoto University, Kyoto, Japan

With the rapid growth of data amount, big data processing imposes a substantial burden on computation, storage, and communication in data centers. The file transfer tool is used to provide the users with the ease of transferring files across the network, e.g., between data centers. In practical long distance networks, the amount of packet loss is not negligible to seriously affecting the file transfer. In general, the file transfer tool is based on transmission control protocol (TCP) and user datagram protocol (UDP). To the best of our knowledge, however, no file transfer tools based on TCP and UDP have succeeded in higher throughput than 10 Gbps on long distance networks with packet loss. In this research, we introduce a high-speed data transfer protocol for inter-data center transport network, namely high-performance and flexible protocol 2 (HpFP2). The HpFP2 is an improved version of the HpFP and is more suitable for real network environments. To accommodate different usage scenarios, we complete four operating modes of HpFP2: aggressive, fair, fast-start, and modest modes. The aggressive mode is to maximize its own throughput without regard to fairness or network stability. The fair mode is to maintain the fairness among all network connections and balance the speed of each network connection by gradually increasing the amount of data transmitted until it finds the network’ s maximum carrying capacity. The fast-start mode is to improve the properties of fair mode by providing a fast and stable experience. The modest mode is to improve the estimation of the fair transmission rate and prevent the rate oscillation which is occurred by the aggressive mode. Based on HpFP2, we implement a file transfer tool, called high-performance copy (HCP), to improve file transfer performance over Japan high performance computing and networking (JHPCN). The performance of our file transfer tool is evaluated using real datasets collected from supercomputer resources. The results show that the HCP achieves notably better performance than the conventional tool for file transfer over JHPCN.

Keywords: High-Speed File Transfer, Big Data, JHPCN, HpFP

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Raspberry Piによる映像IoTの独自プログラミング開発手法（２）
Programming Environment of Visual IoT Tools Working on Single-Board Computer (Raspberry Pi) (2)

*水原 隆道[1]、村田 健史[2]、Pavarangkoon Praphan[2]、Phon-Amnuaisuk Somnuk[3]、山本 和憲[2]、村永 和哉[4]、青木 俊樹[1]
*Takamichi Mizuhara[1], Ken T. Murata[2], Praphan Pavarangkoon[2], Somnuk Phon-Amnuaisuk[3], Kazunori Yamamoto[2], Kazuya Muranaga[4], Toshiki Aoki[1]

1. 株式会社クレアリンクテクノロジー、2. 国立研究開発法人情報通信研究機構、3. ブルネイ工科大学、4. 株式会社セック
1. CLEALINK TECHNOLOGY CO., LTD., 2. National Institute of Information and Communications Technology, 3. Universiti Teknologi Brunei, 4. Systems Engineering Consultants Co., LTD.

近年、インターネットゲートウェイとクラウドサービスへの接続の有効な小型デバイスとして、Raspberry PiやArduinoなどの低コストシングルボードコンピュータが登場した。これらは、プログラミング可能なInternet of Things（IoT）のためのアーキテクチャとして期待されている映像IoT（Visual IoT）はIoTの1つであり、映像・画像データを基にしたリモートセンシング手法である。映像IoTの重要な役割の1つは、画像認識技術を用いて画像から情報をリアルタイム抽出することである。モバイル環境での映像伝送は容易ではないが、リアルタイム抽出れた情報をモバイル等の低帯域ネットワークでクラウドサーバに伝送することは現実的な手法である。言い換えると、遠隔カメラを映像伝送ではなくリモートセンシング用センサーとして利用するという考え方である。本稿では、ラズベリーパイによる映像IoTのプログラミング環境を紹介し、いくつかのアプリケーションを開発する。例えばリアルタイム情報抽出のためのアプリケーションや、拡張現実感（AR）に基づくアプリケーションである。 4G LTEモバイルネットワークを使用した屋外のフィールドで、両方のアプリケーションのパフォーマンスを検証し、映像IoTによる環境センシングデバイス開発の可能性を探る。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

映像IoTによる火山・雲・海洋などの地球環境リアルタイムモニタリング
Real-Time Monitoring Technique of Earth Environment via Visual IoT

*山本 和憲[1]、村田 健史[1]、水原 隆道[2]、Pavarangkoon Praphan[1]、村永 和哉[3]、青木 俊樹[2]
*Kazunori Yamamoto[1], Ken T. Murata[1], Takamichi Mizuhara[2], Praphan Pavarangkoon[1], Kazuya Muranaga[3], Toshiki Aoki[2]

1. 情報通信研究機構、2. 株式会社クレアリンクテクノロジー、3. 株式会社セック
1. National Institute of Information and Communications Technology, 2. CLEALINK TECHNOLOGY Co., Ltd., 3. Systems Engineering Consultants Co.,LTD.

Visual Internet of Things (IoT) is a class of IoT that collects rich visual data. In general, the visual IoT device is equipped with a video transmission equipment such as a camera. The involved technologies are advanced video transmission techniques and information extraction from images by image recognition techniques. However, since the video data size is larger than the sensor data size, one of the issues of visual IoT is high-performance video transmission in networks in which the bandwidths are limited. In this paper, we design and develop a real-time monitoring system using visual IoT device. Our system is based on a novel protocol, named high-performance video transmission (HpVT), for field monitoring via 4G LTE mobile networks. The performance of our system is evaluated in real fields to conclude that we can achieve full high-definition (full-HD) resolution video transmission with as high frame rate as 30 fps.

キーワード：映像IoT、モバイルネットワーク、H.264映像伝送技術
Keywords: Visual IoT, Mobile Network, High-Performance Video Transmission

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ひまわりリアルタイムWebの国際展開(フィリピンミラーサイト)
International Deployment of real-time web of Himawari (meteorological satellite) data: A case of mirroring to Philippines

村永 和哉[1]、Pavarangkoon Praphan[2]、山本 和憲[2]、*村田 健史[2]、樋口 篤志[3]
Kazuya Muranaga[1], Praphan Pavarangkoon[2], Kazunori Yamamoto[2], *Ken T. Murata[2], Atsushi Higuchi[3]

1. 株式会社セック、2. 情報通信研究機構、3. 千葉大学
1. Systems Engineering Consultants Co., LTD., 2. National Institute of Information and Communications Technology, 3. Chiba University

The third-generation meteorological satellites equipped with highly-improved imagers provide a large amount of Earth observation data. The Himawari-8 satellite is the first unit of the Japan Meteorological Agency's third-generation meteorological satellite. After its starting operation in 2015, there are many websites that provide remotely sensed images in real time. In general, the real-time and full-resolution websites are hard to be developed due to the large amount of data to be transferred. The Himawari-8 real-time web provided by the National Institute of Information and Communications Technology (NICT) is only a website that provides remotely sensed images with full resolution in real time. However, to reduce network traffic and increase the access speed of it from other countries out of Japan, mirror websites of each country are needed. This paper presents a mirroring system of the Himawari-8 real-time web. We propose a model for mirroring to avoid the CPU power consumption problem of big data processing in the mirror websites. In addition, we also introduce a file copy tool based on high-performance and flexible protocol (HpFP) to transfer meteorological satellite data between the Himawari-8 real-time web and the mirror websites. The contribution of this paper is to provide a cost-effective solution for the mirror websites. Our first target is an institution in Philippines (ASTI) connected via an international network, called Japan Gigabit Network (JGN) and the Asia Pacific Advanced Network (APAN). The results show that the proposed mirroring system is able to overcome the big data issue by eliminating the CPU power consumption in the mirror websites and transferring data files at high speed over the international network even under packet loss conditions. This suggests that our mirroring system has a potential for deployment in other Asian countries.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Visualization of Himawari-8 observation data using high resolution animation: The case studies of CEReS, Chiba University, Japan

Visualization of Himawari-8 observation data using high resolution animation: The case studies of CEReS, Chiba University, Japan

*豊嶋 紘一[1]、樋口 篤志[1]
*Koichi Toyoshima[1], Atsushi Higuchi[1]

1. 千葉大学　環境リモートセンシング研究センター
1. Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University

Hiamwari-8 called as third generation geostationary satellite, equipped with a multispectral imager with a higher spatial resolution and a rapid observation frequency. The observation data amount is very large, not only handled as a still image, be handled and treated as an animation is useful to understand the observation event. In this presentation, in order to make full use of the advantages of wide-area high-definition observation data, we introduce the processing of animation for real-time monitoring display with 7K / 6K high-definition display consisting of multiple 4K monitors at Chiba University. We convert the case on environmental issues and notable weather phenomena in high-resolution video, and upload to YouTube. We also refer to efforts to educate and publicity of satellite observation cases.

キーワード：Geostationary 、meteorological satellites、Environmental studies
Keywords: Geostationary , meteorological satellites, Environmental studies

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

大量の学習データに利用に向けたノード間MPI並列TensorFlowの性能評価

Performance evaluation of inter-node MPI parallel TensorFlow for massive learning data

*深沢 圭一郎[1]
*Keiichiro Fukazawa[1]

1. 京都大学学術情報メディアセンター
1. Academic Center for Computing and Media Studies, Kyoto University

Recently machine learning (ML) achieves great works in the recognition, and it plays an essential role in the AI (artificial intelligence) area. In general, the learning data is one of the most critical keys for the ML since the feature extraction from each learning data affects strongly to the accuracy of recognition. Thus, the large amount of learning data is required for ML to avoid bias recognition. However, it takes a long time and needs many computer memory to learn from the massive data. In this talk, the inter-node MPI parallel TensorFlow is introduced.

TensorFlow is the one of ML framework developed by Google, and it is used in the world. Google has developed the inter-node parallel TensorFlow however it is not suitable for the supercomputer such as picking up the local computing node directly to participate in the calculation. To overcome this problem, Horovod MPI based TensorFlow has released by Uber, and it can use the MPI tuned for the supercomputer. As the collaboration of Cray and Kyoto University, more optimized MPI based TensorFlow which is called as CPE ML Plugin has been introduced to the supercomputer of Kyoto University. In this talk the performance evaluation of this MPI based TensorFlow.

キーワード：機械学習、ノード間並列
Keywords: machine learning, inter-node parallel

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-GI 地球科学一般・情報地球科学

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_45

[M-GI37] 情報地球惑星科学と大量データ処理

コンビーナ:村田 健史(情報通信研究機構)、本田 理恵(高知大学自然科学系理工学部門)、野々垣 進(国立研究開発法人　産業技術総合研究所　地質情報研究部門　情報地質研究グループ)、堀之内 武(北海道大学地球環境科学研究院)

地球惑星科学分野の観測および数値シミュレーションによって生成される数値データは、観測技術の高度化や計算スケールの大規模化に伴ってますます複雑化しています。このセッションの目的は、新しい観測・計測手法、大規模データ処理および数値シミュレーション技法、データ保存および公開技術、データ転送および収集などのデータ技術について、幅広い視点で議論を行うことです。これによるデータ指向型科学、すなわち地球惑星情報科学を進化させることを視野に入れています。発表内容はこれらの技法に限定していません。実際の観測や数値計算の立場から地球惑星情報科学に期待する提案も歓迎します。

[MGI37-P01] 気象庁防災情報XMLを機械可読化するための予報区ポリゴンデータの公開

*豊田 英司[1] (1.気象庁総務部企画課)

[MGI37-P02] 金星探査機あかつきのデータ検索閲覧システムの開発

*杉山 耕一朗[1]、村社 光誠[1]、大森 一輝[1,3]、青木 拓海[1,4]、村上 真也[2] (1.松江工業高等専門学校、2.JAXA 宇宙科学研究所、3.NTTデータMHIシステムズ、4.マツダE&T)

[MGI37-P03] 地球深部探査船「ちきゅう」を取り巻く大量データと科学支援活動について

*木戸 ゆかり[1]、杉原 孝充[1]、真田 佳典[1]、村山 達矢[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[MGI37-P04] 北極海のみらい観測航海MR18-05における予報・観測データの配信と可視化サービス

*照井 健志[1]、杉村 剛[1]、Liyanarachchi Waruna Arampath De Silva[2]、末吉 惣一郎[3]、猪上 淳[1] (1.国立極地研究所、2.東京大学、3.日本海洋事業株式会社)

[MGI37-P05] マルチスペクトル光学センサ画像の観測波長帯と空間の高分解能化による鉱物マッピング精度の向上

*小池 克明[1]、Hoang Nguyen[1]、野田 周帆[2]、淺野 友紀瑛[2]、川上 裕[2]、増田 一夫[2] (1.京都大学大学院工学研究科 都市社会工学専攻地殻環境工学分野、2.(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構)

[MGI37-P06] Analysis of vessel status information of past research cruises and prediction of downtime for future cruise

*山岸 保子[1]、谷津 健[2]、柏瀬 憲彦[2]、牧 哲司[2]、山室 悠太[2,3]、阪口 秀[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構 数理科学・先端技術研究分野、2.国立研究開発法人海洋研究開発機構 海洋工学センター、3.日本海洋事業株式会社)

[MGI37-P07] 気象衛星「ひまわり」を活用した海況状況監視システムの実証実験

*嘉賀 雄一[1]、渡部 重十[1] (1.北海道情報大学)

[MGI37-P08] 小天体への着陸地点選択のための平坦領域探索手法

藤井 祐貴[1]、*本田 理恵[1]、諸田 智克[4]、横田 康弘[2]、巽 瑛理[3]、坂谷 尚哉[2]、山田 学[9]、亀田 真吾[5]、神山 徹[10]、鈴木 秀彦[6]、本田 親寿[7]、早川 雅彦[2]、吉岡 和夫[3]、長 勇一郎[3]、山本 幸生[2]、平田 成[7]、平田 直之[8]、澤田 弘崇[2]、杉田 精司[3] (1.高知大学、2.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所 、3.東京大学、4.名古屋大学、5.立教大学、6.明治大学、7.会津大学、8.神戸大学、9.千葉工業大学、10.産業技術総合研究所)

[MGI37-P09] 宇宙データを活用するためのハッカソンイベント「SpaceHack 2019」の活動報告

*湯村 翼[1]、菊地 聡[1]、長妻 努[1]、村田 健史[1] (1.国立研究開発法人情報通信研究機構)

[MGI37-P10] Experimental Evaluation of High-Speed File Transfer over JHPCN

*Praphan Pavarangkoon[1]、Ken T. Murata[1]、Kazunori Yamamoto[1]、Takamichi Mizuhara[2]、Yuya Kagebayashi[2]、Ayahiro Takaki[2]、Kazuya Muranaga[3]、Keiichiro Fukazawa[4] (1.National Institute of Information and Communications Technology, Tokyo, Japan、2.CLEALINK TECHNOLOGY Co., Ltd., Kyoto, Japan、3.Systems Engineering Consultants Co., Ltd., Tokyo, Japan、4.Academic Center for Computing and Media Studies, Kyoto University, Kyoto, Japan)

[MGI37-P11] Raspberry Piによる映像IoTの独自プログラミング開発手法（２）

*水原 隆道[1]、村田 健史[2]、Pavarangkoon Praphan[2]、Phon-Amnuaisuk Somnuk[3]、山本 和憲[2]、村永 和哉[4]、青木 俊樹[1] (1.株式会社クレアリンクテクノロジー、2.国立研究開発法人情報通信研究機構、3.ブルネイ工科大学、4.株式会社セック)

[MGI37-P12] 映像IoTによる火山・雲・海洋などの地球環境リアルタイムモニタリング

*山本 和憲[1]、村田 健史[1]、水原 隆道[2]、Pavarangkoon Praphan[1]、村永 和哉[3]、青木 俊樹[2] (1.情報通信研究機構、2.株式会社クレアリンクテクノロジー、3.株式会社セック)

[MGI37-P13] ひまわりリアルタイムWebの国際展開(フィリピンミラーサイト)

村永 和哉[1]、Pavarangkoon Praphan[2]、山本 和憲[2]、*村田 健史[2]、樋口 篤志[3] (1.株式会社セック、2.情報通信研究機構、3.千葉大学)

[MGI37-P14] Visualization of Himawari-8 observation data using high resolution animation: The case studies of CEReS, Chiba University, Japan

*豊嶋 紘一[1]、樋口 篤志[1] (1.千葉大学　環境リモートセンシング研究センター)

[MGI37-P15] 大量の学習データに利用に向けたノード間MPI並列TensorFlowの性能評価

*深沢 圭一郎[1] (1.京都大学学術情報メディアセンター)

気象庁防災情報XMLを機械可読化するための予報区ポリゴンデータの公開

Publication of georeferenced polygon data to make JMA XML machine-readable

*豊田 英司[1]
*Eizi TOYODA[1]

1. 気象庁総務部企画課
1. Administration Department, Japan Meteorological Agency

気象庁では警報や注意報などに用いられる従来のプレーンテキスト電報「かな漢字電文」による情報を構造化するため「気象庁防災情報XMLフォーマット」を開発し、平成30年3月に移行を完了した。気象庁XMLによりプレーンテキストの情報ごとに特化した解読処理の必要が縮減されたが、位置情報を機械的に取得できるようにすること（ジオロケーション）が課題であった。府県や市町村などの地理的領域に対して発表される情報は領域のコード番号だけが記載されており、可視化を行うためにはその位置のデータ（ポリゴンデータ）を利用者が用意する必要があった。

2019年1月、気象庁は予報区ポリゴンデータをシェープファイル形式で公開した。セッションでは準備にあたっての課題、水平解像度の選択や不明瞭な地理的領域の扱いについて報告する。このポリゴンデータにより、気象庁防災XMLデータのより使いやすい形式での再提供や、他の地理情報と組み合わせた利用が広がることを期待している。

キーワード：気象庁防災情報XML、地理情報ポリゴンデータ、オープンデータ
Keywords: JMA XML, geospatial polygon data, open data

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

金星探査機あかつきのデータ検索閲覧システムの開発
Development of a web system for search, browsing and download of Akatsuki's observation data

*杉山 耕一朗[1]、村社 光誠[1]、大森 一輝[1,3]、青木 拓海[1,4]、村上 真也[2]
*Ko-ichiro SUGIYAMA[1], Kosei Murakoso[1], Kazuki Oomori[1,3], Takumi Aoki[1,4], Shin-ya Murakami[2]

1. 松江工業高等専門学校、2. JAXA 宇宙科学研究所、3. NTTデータMHIシステムズ、4. マツダE&T
1. National Institute of Technology, Matsue College, 2. ISAS/JAXA, 3. NTT DATA MHI Systems Corporation, 4. Mazda E&T

金星探査機「あかつき」は異なる波長の狭帯域フィルタを備えた 5 台のカメラを使用して異なる高度の雲を観測している. あかつきの撮影した画像は一定期間が経過した後に NASA の PDS (Planetary Data System) [1] やISAS/JAXA の DARTS (Data ARchives and Transmission System) [2] 内のAKATSUKI Science Data Archive [3] において公開されている. しかしながら, データが機器ごとに異なるディレクトリに存在するため, 多波長で協調的に観測して得られたデータについて, 全体的な描像を得にくいという問題がある.

そこで我々は, Akatsuki Data Search [4] と名付けた新たな Web システムを Ruby on Rails を用いて開発した. そのシステムは上記サイトで公開されている全てのデータの簡易な検索・表示・ダウンロードを可能としている. Akatsuki プロジェクトの目的である 3 次元的な運動の時間変化の把握のために, データファイルのヘッダに記述されている観測プログラム名とその実行時間を利用して画像一覧ページを生成する機能を実装した. この機能により, 同時に撮影された異なる高度の雲画像の比較や, 同じ高度で雲分布の時間変化の把握が可能となった. さらに, データのヘッダに書かれていない情報 (例えば, とある論文に使った画像など) で検索したいという要望に応えるために, 「お気に入り機能」を実装した. この機能を用いることで, 気に入った画像やそれを得るために使った検索条件を保存し, それをユーザ同士で共有することが可能となった.

本発表では "Akatsuki Data Search" の詳細な説明とデモンストレーションを行う.

参考文献

[1] The Planetary Data System (PDS), https://pds.nasa.gov

[2] Data ARchives and Transmission System (DARTS), https://www.darts.isas.jaxa.jp/

[3] AKATSUKI Science Data Archive, https://www.darts.isas.jaxa.jp/planet/project/akatsuki/

[4] Akatsuki Data Search, https://vco.epi.it.matsue-ct.jp/

キーワード：金星探査機あかつき、Web システム、ビッグデータ
Keywords: Venus climate orbiter "Akatsuki", Web System, big data

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地球深部探査船「ちきゅう」を取り巻く大量データと科学支援活動について

Large amount of data related to D/V Chikyu and science support activities

*木戸 ゆかり[1]、杉原 孝充[1]、真田 佳典[1]、村山 達矢[1]
*Yukari Kido[1], Takamitsu Sugihara[1], Yoshinori Sanada[1], Tatsuya Murayama[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

地球深部探査船「ちきゅう」は，2005年7月に海洋研究開発機構に引き渡されてから14年目を迎えようとしている．国際深海掘削計画がスタートして2018年でちょうど50周年，その枠組みの中の主力船の１つとし洋上の実験室は少しずつリニューアルし，老朽化・陳腐化した実験器具も刷新し，ラボのリニューアル『ラボ改善』や科学支援活動に着手してきた．国際就航第1回目の第314次航海（2007年9月）から16航海を経て，航海日数全1000日，のべ乗船者数27か国から350名が，「ちきゅう」による科学掘削プロジェクトに参加したことになる．米国主導で運用している現在も現役のジョイデス・レゾリューション号を初期モデルとし，毎回の航海終了時に行うラボへのアンケート，要望を吟味しながら，改善の優先順位づけを行う．実験室以外にもデータサービスのクオリティを一定レベルに保つようデータマネジメントやQCシステムや研究者へのデータ配信サービスを行っている．14年間のオペレーションの工夫や改善点の一つ一つが安全な航海を支える貴重なデータとなっている．科学掘削の事前調査から掘削安全の吟味のための資料作成，検層データの計画，現場立会い，データQC，配信，レポート作成サポートだけでなく，幅広い活動が実施されてきている．同じ海域で取得した過去データを持ち寄り，船上で研究者が集中して論文作成に打ち込むワークショップや様々なオペレーションの合間に短期間で実施できる海底表層ピストンコア取得の提案を受付，実施実績もある．次世代育成のための様々なカテゴリーのコアスクールも行なっている．中でもロギングスクールは，10年を超えるロングランであり，海外とのコラボレーションも行っている．科学支援の立場から，「ちきゅう」を取り巻く大量データと研究者，技術者を繋ぐ支援活動について，議論を深め，さらに推進する糧としたい．

キーワード：地球深部探査船「ちきゅう」、国際深海掘削計画、科学掘削支援
Keywords: Drilling Vessel Chikyu, IODP, Science Drilling Support

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北極海のみらい観測航海MR18-05における予報・観測データの配信と可視化サービス

Data delivery and visualization service for climate forecast data in the Arctic Ocean during R/V Mirai cruise MR18-05

*照井 健志[1]、杉村 剛[1]、Liyanarachchi Waruna Arampath De Silva[2]、末吉 惣一郎[3]、猪上 淳[1]
*Takeshi Terui[1], Takeshi Sugimura[1], Liyanarachchi Waruna Arampath De Silva[2], Souichiro Sueyoshi[3], Jun Inoue[1]

1. 国立極地研究所、2. 東京大学、3. 日本海洋事業株式会社
1. National Institute of Polar Research, 2. The University of Tokyo, 3. Nippon Marine Enterprises

Understanding of the weather situation is the most important issue for observation cruse in the sea ice area. In particular, overviewed information of 1000 km scale is a good indication to determine a safe route and plan, and the weather forecast and observation data is required. However, limited satellite telecommunication line on the ship makes on-demand data delivery difficult. And more, if the compressed data would be sent via this line, a professional staff for decoding and visualizing the data must always be needed on the ship. In order to reduce these anxiety and burden, automatically system integrating these processes (delivery, decoding, and visualizing data) is needed. ADS (Arctic Data archive System) has been developed the new integrated system for the ship to delivery and visualize data, which is called VENUS (VEssele Navigator by Unitized Systems). This system has been implemented to R/V Mirai cruise in the Arctic Ocean since MR16-06. MR18-05 cruse was a winter observation in the Arctic Ocean, and we delivered 10 days weather forecast data produced byECMWF, and high resolution sea ice forecast model output from IcePOM developed in the University of Tokyo. Total size of delivered data via e-mail was reached to about 100 MB/day, and more than 100 e-mails were delivered to Mirai every day. Our system was always in a high load condition due to visualization processing. We need to In this research, we want to introduce technical performances and advantages of this system. For safe cruse, we must complete the transmission and visualization of such massive data by the scheduled time. Therefore, we devised a lot of solutions to solve the technical difficulties. In this research, we introduce what we did to solve these problems and discuss various issues of data distribution and processing in ship.

キーワード：北極海、船舶観測、IoT、予報データ、可視化、衛星通信
Keywords: Arctic Ocean, Ship Observation, IoT, Forecast Data, Visualization, Satellite communication

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

マルチスペクトル光学センサ画像の観測波長帯と空間の高分解能化による鉱物マッピング精度の向上

Improvement of mineral mapping accuracy by increasing spectral band and spatial resolutions of multispectral optical sensor imagery

*小池 克明[1]、Hoang Nguyen[1]、野田 周帆[2]、淺野 友紀瑛[2]、川上 裕[2]、増田 一夫[2]
*Katsuaki Koike[1], Nguyen Tien Hoang[1], Shuho Noda[2], Yukie Asano[2], Yuu Kawakami[2], Kazuo Masuda[2]

1. 京都大学大学院工学研究科 都市社会工学専攻地殻環境工学分野、2. (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構
1. Laboratory of Environmental Geosphere Engineering, Department of Urban Management, Graduate School of Engineering, Kyoto University, 2. Japan Oil, Gas and Metals National Corporation (JOGMEC)

地質分野で広く用いられる光学センサによるマルチスペクトル衛星画像は，地球表面のほぼ全域をカバーしているが，画像の観測波長数は少なく，鉱物や地質の識別精度は低いのに加えて，地表の詳細がわかるほど空間分解能が高くはない。これらが詳細にわかる多波長数のハイパースペクトル画像や高解像度画像が利用できるのはごく狭い範囲に限られ，コストが高い。そこで本研究では，一般のマルチスペクトル衛星画像をその撮影範囲全体にわたって，①ハイパースペクトル画像に変換できる手法，および②地質リモートセンシング分野で現在の最高水準の空間分解能まで画像を鮮明化できる手法の開発を進めている。最終的には高分解能でハイパースペクトル画像のシミュレーションを目指す。これによって，リモートセンシングによる金属・地熱資源探査と地質環境監視の精度・有効性の大幅向上を図る。以下，マルチスペクトル画像，ハイパースペクトル画像，マルチスペクトルの高分解能画像をそれぞれMS，HP，HSRと略し，各代表として
ASTER（MS），AVIRIS（HP），WorldView-3（WV-3：HSR）を選んだ。鉱物識別で特に重要となる短波長赤外域（SWIR）でのASTER，WV-3の空間分解能はそれぞれ30 m，7.5 mである。

観測波長帯の高分解能化①に関しては著者らが開発した手法であるPHITA（Pseudo-Hyperspectral Image Transformation Algorithm: Hoang and Koike, 2017; 2018）を用いた。これはMSとHPバンドの反射率を多変量回帰式によって関連付け，最適なモデルをベイズ理論によって選択するという原理である。正確な位置合わせを施したMSとHSRでは，MSの1ピクセルはHSRの複数のピクセルに対応する。例えばASTER画像の1ピクセルはWV-3画像の4×4ピクセルからなる。画像1ピクセルのサイズを小さくするという②では，まず太陽照射方向やバンドのスペクトル応答などを考慮してMSとHSRのラジアンスを補正した。次に，MSの1ピクセルのラジアンスはHSRの複数のラジアンスの和であるという仮定を設け，これらの関係を汎用性の高い多変量回帰モデルであるGeneralized additive model（Stasinopoulos et al., 2018）で表した。

ASTER，WV-3，AVIRIS画像のいずれもが利用可能であり，代表的な熱水変質帯として知られているアメリカ西部ネバダ州のキュープライトをトレーニングエリアとし，機械学習のアルゴリズムを適用した。①・②ともにターゲットは，キュープライトの近くにあり浅熱水鉱床域のゴールドフィールドである。①ではASTER画像をAVIRIS画像とPHITAによってHPに変換し，それらの関係をゴールドフィールドでのASTER画像のHP化に用いた。その結果，ASTER画像よりも明礬石，カオリナイトなどの変質鉱物の識別精度が大幅に向上した。また，②に関してはASTERとWV-3で共通するSWIRの4つのバンドをダウンスケーリングに用いた。①と同様にキュープライトでの規則性をゴールドフィールドに適用し，ASTER画像をWV-3画像の空間分解能まで向上させたところ，ASTER画像の空間分解能以上に明礬石などの分布域を詳細に推定できた。これら①と②の結果は，2018年10月～11月にかけて実施した現地調査，それによるサンプルのXRD分析により検証でき，本研究によるHP化とHSR化の有効性が確かめられた。

Hoang, N. T., Koike, K. (2018) Comparison of hyperspectral transformation accuracies of multispectral Landsat TM, ETM+, OLI and EO-1 ALI images for detecting minerals in a geothermal prospect area. *ISPRS*

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

J. Photogramm. Remote Sens., v. 137, pp. 15-28.

Hoang, N. T., Koike, K. (2017) Transformation of Landsat imagery into pseudo-hyperspectral imagery by a multiple regression-based model with application to metal deposit-related minerals mapping. *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.*, v. 133, pp. 157-173.

Stasinopoulos, M. D., Rigby, R. A., Bastiani, F. D. (2018) GAMLSS: A distributional regression approach. *Stat. Modelling*, v. 18, pp. 248-273.

キーワード：ハイパースペクトル画像、熱水変質鉱物、多変量回帰モデル、短波長赤外域、キュープライト、ゴールドフィールド

Keywords: Hyperspectral imagery, Hydrothermal alteration mineral, Multiple regression model, Short-wave infrared region, Cuprite, Goldfield

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Analysis of vessel status information of past research cruises and prediction of downtime for future cruise

*山岸 保子[1]、谷津 健[2]、柏瀬 憲彦[2]、牧 哲司[2]、山室 悠太[2,3]、阪口 秀[1]
*Yasuko Yamagishi[1], Ken Yatsu[2], Kazuhiko Kashiwase[2], Tetsuji Maki[2], Yuta Yamamuro[2,3], Hide Sakaguchi[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構 数理科学・先端技術研究分野、2. 国立研究開発法人海洋研究開発機構 海洋工学センター、3. 日本海洋事業株式会社
1. MAT, JAMSTEC, 2. MARITEC, JAMSTEC, 3. Nippon Marine Enterprises, Ltd.

Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC) owns several research vessels and is responsible for the operation of the research cruise by these vessels. The ship time of research vessels belonging to JAMSTEC has declined over the last 10 years due to decrease in the number of vessels and the budget for research cruises. On the other hand, the occurrence of trench type large earthquake, global warming, and seabed resource exploration have increased the importance of the oceanic observation. Under these circumstances, it is indispensable to plan the most optimal research cruises to carry out the necessary oceanic observations. At present, JAMSTEC has to plan all research cruises for next fiscal year one year before. In order to perform the most effective research cruises, our project aims to provide useful information when planning future research cruise. Our project started in FY 2016. We first started to investigate the efficiency of the past research cruises. We have compiled time-sequence data of vessel status and performed observations in the past cruise, and estimated downtime for each cruise, which is a period when the observation or cruise is interrupted due to rough weather, machine trouble, etc. The downtime is one of the indicators for the efficiency of the research cruise. We also have developed database system to store the time-sequence data and information of each research cruises including downtime. The time-sequence data has been compiled based on E-mail sent from vessel to ground management office in the cruise. In E-mail, the information is written in text, ie in natural language. Therefore, the time-sequence data should be compiled by manually, it takes a lot of time to digitize it. Currently, we are also developing an application that automatically create the time-sequence data of vessel status and performed observation. Next, we have analyzed the downtime and the information of the past research cruises and searched for important factors that affect the downtime. And then, we have developed an application to predict the downtime of future cruises by using machine learning. In this study, we will introduce the analysis results of the downtime and the progress of the application development. Acknowledgments: we are grateful to Mr. Morisaki and Ms. Sada for their supports to make data stored into the database system.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

気象衛星「ひまわり」を活用した海況状況監視システムの実証実験
Verification of an ocean monitoring system using a climate satellite "Himawari"

*嘉賀 雄一[1]、渡部 重十[1]
*YUUICHI KAGA[1], SHIGETO WATANABE[1]

1. 北海道情報大学
1. Hokkaido Information University

我が国において，少子高齢化の影響による第１次産業の跡継ぎ問題が深刻化している。離漁師が増加する一方、若者が漁師として定着していない。漁師の勘や長年の経験で行われていた（可視化できない）作業や知識を引き継ぎ出来ない現状がある。若者の漁師不足は日本の水産業を維持・発展する上で深刻な問題である。

地方の漁師の漁獲量の変化は大きく，また空振漁は燃料代の無駄になり，魚師の生活を圧迫しかねない。漁獲量は海上の風向・速度、海流の方向・速度、海水温、植物性プランクトンの分布状況に左右されている。これらのパラメータは、気象庁やJAXAが取得している膨大なデータ（ビッグデータ）から推定できる。しかし、漁師の期待に沿うようなデータではなくデータの扱いも困難である。

地方の活性化を図る目的で、iPadやiPhoneで日本近海の海況を監視できるアプリ（海況状況監視システム）を我々は開発を進めている。海況状況監視システムの実証を含め漁師関係者にお願いし、海況データや漁獲量を収集・分析を実施した。本講演では、これらの解析結果を紹介する。

キーワード：気象衛星ひまわり、海況状況、ビッグデータ
Keywords: meteorological satellite "Himawari", ocean monitoring, big data

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

小天体への着陸地点選択のための平坦領域探索手法
Development of smooth area detection method for selection of landing site on a small body

藤井 祐貴[1]、*本田 理恵[1]、諸田 智克[4]、横田 康弘[2]、巽 瑛理[3]、坂谷 尚哉[2]、山田 学[9]、亀田 真吾[5]、神山 徹[10]、鈴木 秀彦[6]、本田 親寿[7]、早川 雅彦[2]、吉岡 和夫[3]、長 勇一郎[3]、山本 幸生[2]、平田 成[7]、平田 直之[8]、澤田 弘崇[2]、杉田 精司[3]
Yuki Fujii[1], *Rie Honda[1], Tomokatsu Morota[4], yokota yasuhiro[2], ERI TATSUMI[3], Naoya Sakatani[2], Manabu Yamada[9], Shingo Kameda[5], Toru Kouyama[10], Hidehiko Suzuki[6], Chikatoshi Honda[7], Masahiko Hayakawa[2], Kazuo Yoshioka[3], Yuichiro Cho[3], Yukio Yamamoto[2], Naru Hirata[7], Naoyuki Hirata[8], Hirotaka Sawada[2], Seiji Sugita[3]

1. 高知大学、2. 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所 、3. 東京大学、4. 名古屋大学、5. 立教大学、6. 明治大学、7. 会津大学、8. 神戸大学、9. 千葉工業大学、10. 産業技術総合研究所
1. Kochi University, 2. ISAS/JAXA, 3. University of Tokyo, 4. Nagoya University, 5. Rikkyo University, 6. Meiji University, 7. Aizu University, 8. Kobe University, 9. Chiba Institute of Technology, 10. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

2018年6月はやぶさ２が小惑星リュウグウに到着した。リュウグウの表面はおびただしいボルダーに覆われ、着陸に影響を及ぼす数十mスケールのボルダーが存在しない空白領域を簡易に発見することは難しかった。このため、人間の視覚による精査の前に、迅速にボルダの存在しない空白領域を機械的に抽出するための手法を画像処理、機械学習の手法を組み合わせて検討した。まず大まかな有望領域の探索には、クラック解析などにも使用されるメディアンフィルタ画像と原画像の差分画像を使用した。この手法は１ピクセルサイズの異常領域を抽出することができるが、より大きなサイズの特徴にも対応するため、1/2, 1/4の階層化画像を用いた。また負の異常領域と正の異常領域は別々に抽出した。この結果に対して、着陸精度に相当する円形の窓を配置し、その中の危険画素の被覆率を計算し、しきい値処理をすることによって、平坦領域をピックアップした。また、表面のテクスチャのクラスタリングによって平坦領域を粗く識別する手法も開発した。このような手法は地球観測衛星などに対する地滑り領域の探索などにも使用できると考えられる。

キーワード：自動抽出、平坦地、クラスタリング、メディアンフィルタ
Keywords: automatic detection, smooth area, clustering, median filter

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

宇宙データを活用するためのハッカソンイベント「SpaceHack 2019」の活動報告

Activity Report of Hackathon Event "SpaceHack 2019" for Utilization of Space Data

*湯村 翼[1]、菊地 聡[1]、長妻 努[1]、村田 健史[1]
*Tsubasa Yumura[1], Satoshi Kikuchi[1], Tsutomu Nagatsuma[1], Ken T. Murata[1]

1. 国立研究開発法人情報通信研究機構
1. National Institute of Information and Communications Technology

情報通信研究機構では，各研究グループにおいて宇宙に関する様々な観測データを蓄積している．それらのデータの一部はWebサイトにて一般公開している．このデータの活用を促進するため，我々は，宇宙データを活用するためのハッカソンイベント「SpaceHack 2019」を企画した．ハッカソンとは，数日程度の短い期間でシステムやアプリケーションの制作を行うイベントの総称で，有志団体や企業，自治体などによって数多く開催されている．SpaceHack 2019は，機構外の一般参加者を募り，2日間の開催とした．1日目には，イベント概要説明と利用できるデータの説明の後，参加者同士でアイデアをブラッシュアップするアイデアソンを実施する．アイデアソンの結果をもとに，参加者でチームを結成し，開発を始める．開発は2日目の昼まで行い，終了後は成果発表のプレゼンテーションと審査，表彰を行う．SpaceHackでは，科学研究目的に特化したクラウドシステム「サイエンスクラウド」の他，データの転送や処理のために超高速研究開発ネットワークテストベッド「JGN」と大規模エミュレーションテストベッド「StarBED」を参加者に提供する．発表では，SpaceHack 2019の開催概要を報告し，ハッカソンを通じたデータ利活用促進の可能性について議論する．

キーワード：データ利活用、ハッカソン、開催報告
Keywords: Data Utilization, Hackathon, Event Report

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Experimental Evaluation of High-Speed File Transfer over JHPCN

*Praphan Pavarangkoon[1], Ken T. Murata[1], Kazunori Yamamoto[1], Takamichi Mizuhara[2], Yuya Kagebayashi[2], Ayahiro Takaki[2], Kazuya Muranaga[3], Keiichiro Fukazawa[4]

1. National Institute of Information and Communications Technology, Tokyo, Japan, 2. CLEALINK TECHNOLOGY Co., Ltd., Kyoto, Japan, 3. Systems Engineering Consultants Co., Ltd., Tokyo, Japan, 4. Academic Center for Computing and Media Studies, Kyoto University, Kyoto, Japan

With the rapid growth of data amount, big data processing imposes a substantial burden on computation, storage, and communication in data centers. The file transfer tool is used to provide the users with the ease of transferring files across the network, e.g., between data centers. In practical long distance networks, the amount of packet loss is not negligible to seriously affecting the file transfer. In general, the file transfer tool is based on transmission control protocol (TCP) and user datagram protocol (UDP). To the best of our knowledge, however, no file transfer tools based on TCP and UDP have succeeded in higher throughput than 10 Gbps on long distance networks with packet loss. In this research, we introduce a high-speed data transfer protocol for inter-data center transport network, namely high-performance and flexible protocol 2 (HpFP2). The HpFP2 is an improved version of the HpFP and is more suitable for real network environments. To accommodate different usage scenarios, we complete four operating modes of HpFP2: aggressive, fair, fast-start, and modest modes. The aggressive mode is to maximize its own throughput without regard to fairness or network stability. The fair mode is to maintain the fairness among all network connections and balance the speed of each network connection by gradually increasing the amount of data transmitted until it finds the network’ s maximum carrying capacity. The fast-start mode is to improve the properties of fair mode by providing a fast and stable experience. The modest mode is to improve the estimation of the fair transmission rate and prevent the rate oscillation which is occurred by the aggressive mode. Based on HpFP2, we implement a file transfer tool, called high-performance copy (HCP), to improve file transfer performance over Japan high performance computing and networking (JHPCN). The performance of our file transfer tool is evaluated using real datasets collected from supercomputer resources. The results show that the HCP achieves notably better performance than the conventional tool for file transfer over JHPCN.

Keywords: High-Speed File Transfer, Big Data, JHPCN, HpFP

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Raspberry Piによる映像IoTの独自プログラミング開発手法（２）
Programming Environment of Visual IoT Tools Working on Single-Board Computer (Raspberry Pi) (2)

*水原 隆道[1]、村田 健史[2]、Pavarangkoon Praphan[2]、Phon-Amnuaisuk Somnuk[3]、山本 和憲[2]、村永 和哉[4]、青木 俊樹[1]
*Takamichi Mizuhara[1], Ken T. Murata[2], Praphan Pavarangkoon[2], Somnuk Phon-Amnuaisuk[3], Kazunori Yamamoto[2], Kazuya Muranaga[4], Toshiki Aoki[1]

1. 株式会社クレアリンクテクノロジー、2. 国立研究開発法人情報通信研究機構、3. ブルネイ工科大学、4. 株式会社セック
1. CLEALINK TECHNOLOGY CO., LTD., 2. National Institute of Information and Communications Technology, 3. Universiti Teknologi Brunei, 4. Systems Engineering Consultants Co., LTD.

近年、インターネットゲートウェイとクラウドサービスへの接続の有効な小型デバイスとして、Raspberry PiやArduinoなどの低コストシングルボードコンピュータが登場した。これらは、プログラミング可能なInternet of Things（IoT）のためのアーキテクチャとして期待されている映像IoT（Visual IoT）はIoTの1つであり、映像・画像データを基にしたリモートセンシング手法である。映像IoTの重要な役割の1つは、画像認識技術を用いて画像から情報をリアルタイム抽出することである。モバイル環境での映像伝送は容易ではないが、リアルタイム抽出れた情報をモバイル等の低帯域ネットワークでクラウドサーバに伝送することは現実的な手法である。言い換えると、遠隔カメラを映像伝送ではなくリモートセンシング用センサーとして利用するという考え方である。本稿では、ラズベリーパイによる映像IoTのプログラミング環境を紹介し、いくつかのアプリケーションを開発する。例えばリアルタイム情報抽出のためのアプリケーションや、拡張現実感（AR）に基づくアプリケーションである。 4G LTEモバイルネットワークを使用した屋外のフィールドで、両方のアプリケーションのパフォーマンスを検証し、映像IoTによる環境センシングデバイス開発の可能性を探る。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

映像IoTによる火山・雲・海洋などの地球環境リアルタイムモニタリング
Real-Time Monitoring Technique of Earth Environment via Visual IoT

*山本 和憲[1]、村田 健史[1]、水原 隆道[2]、Pavarangkoon Praphan[1]、村永 和哉[3]、青木 俊樹[2]
*Kazunori Yamamoto[1], Ken T. Murata[1], Takamichi Mizuhara[2], Praphan Pavarangkoon[1], Kazuya Muranaga[3], Toshiki Aoki[2]

1. 情報通信研究機構、2. 株式会社クレアリンクテクノロジー、3. 株式会社セック
1. National Institute of Information and Communications Technology, 2. CLEALINK TECHNOLOGY Co., Ltd., 3. Systems Engineering Consultants Co.,LTD.

Visual Internet of Things (IoT) is a class of IoT that collects rich visual data. In general, the visual IoT device is equipped with a video transmission equipment such as a camera. The involved technologies are advanced video transmission techniques and information extraction from images by image recognition techniques. However, since the video data size is larger than the sensor data size, one of the issues of visual IoT is high-performance video transmission in networks in which the bandwidths are limited. In this paper, we design and develop a real-time monitoring system using visual IoT device. Our system is based on a novel protocol, named high-performance video transmission (HpVT), for field monitoring via 4G LTE mobile networks. The performance of our system is evaluated in real fields to conclude that we can achieve full high-definition (full-HD) resolution video transmission with as high frame rate as 30 fps.

キーワード：映像IoT、モバイルネットワーク、H.264映像伝送技術
Keywords: Visual IoT, Mobile Network, High-Performance Video Transmission

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ひまわりリアルタイムWebの国際展開(フィリピンミラーサイト)
International Deployment of real-time web of Himawari (meteorological satellite) data: A case of mirroring to Philippines

村永 和哉[1]、Pavarangkoon Praphan[2]、山本 和憲[2]、*村田 健史[2]、樋口 篤志[3]
Kazuya Muranaga[1], Praphan Pavarangkoon[2], Kazunori Yamamoto[2], *Ken T. Murata[2], Atsushi Higuchi[3]

1. 株式会社セック、2. 情報通信研究機構、3. 千葉大学
1. Systems Engineering Consultants Co., LTD., 2. National Institute of Information and Communications Technology, 3. Chiba University

The third-generation meteorological satellites equipped with highly-improved imagers provide a large amount of Earth observation data. The Himawari-8 satellite is the first unit of the Japan Meteorological Agency's third-generation meteorological satellite. After its starting operation in 2015, there are many websites that provide remotely sensed images in real time. In general, the real-time and full-resolution websites are hard to be developed due to the large amount of data to be transferred. The Himawari-8 real-time web provided by the National Institute of Information and Communications Technology (NICT) is only a website that provides remotely sensed images with full resolution in real time. However, to reduce network traffic and increase the access speed of it from other countries out of Japan, mirror websites of each country are needed. This paper presents a mirroring system of the Himawari-8 real-time web. We propose a model for mirroring to avoid the CPU power consumption problem of big data processing in the mirror websites. In addition, we also introduce a file copy tool based on high-performance and flexible protocol (HpFP) to transfer meteorological satellite data between the Himawari-8 real-time web and the mirror websites. The contribution of this paper is to provide a cost-effective solution for the mirror websites. Our first target is an institution in Philippines (ASTI) connected via an international network, called Japan Gigabit Network (JGN) and the Asia Pacific Advanced Network (APAN). The results show that the proposed mirroring system is able to overcome the big data issue by eliminating the CPU power consumption in the mirror websites and transferring data files at high speed over the international network even under packet loss conditions. This suggests that our mirroring system has a potential for deployment in other Asian countries.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Visualization of Himawari-8 observation data using high resolution animation: The case studies of CEReS, Chiba University, Japan

Visualization of Himawari-8 observation data using high resolution animation: The case studies of CEReS, Chiba University, Japan

*豊嶋 紘一[1]、樋口 篤志[1]
*Koichi Toyoshima[1], Atsushi Higuchi[1]

1. 千葉大学　環境リモートセンシング研究センター
1. Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University

Hiamwari-8 called as third generation geostationary satellite, equipped with a multispectral imager with a higher spatial resolution and a rapid observation frequency. The observation data amount is very large, not only handled as a still image, be handled and treated as an animation is useful to understand the observation event. In this presentation, in order to make full use of the advantages of wide-area high-definition observation data, we introduce the processing of animation for real-time monitoring display with 7K / 6K high-definition display consisting of multiple 4K monitors at Chiba University. We convert the case on environmental issues and notable weather phenomena in high-resolution video, and upload to YouTube. We also refer to efforts to educate and publicity of satellite observation cases.

キーワード：Geostationary 、meteorological satellites、Environmental studies
Keywords: Geostationary , meteorological satellites, Environmental studies

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

大量の学習データに利用に向けたノード間MPI並列TensorFlowの性能評価

Performance evaluation of inter-node MPI parallel TensorFlow for massive learning data

*深沢 圭一郎[1]
*Keiichiro Fukazawa[1]

1. 京都大学学術情報メディアセンター
1. Academic Center for Computing and Media Studies, Kyoto University

Recently machine learning (ML) achieves great works in the recognition, and it plays an essential role in the AI (artificial intelligence) area. In general, the learning data is one of the most critical keys for the ML since the feature extraction from each learning data affects strongly to the accuracy of recognition. Thus, the large amount of learning data is required for ML to avoid bias recognition. However, it takes a long time and needs many computer memory to learn from the massive data. In this talk, the inter-node MPI parallel TensorFlow is introduced.

TensorFlow is the one of ML framework developed by Google, and it is used in the world. Google has developed the inter-node parallel TensorFlow however it is not suitable for the supercomputer such as picking up the local computing node directly to participate in the calculation. To overcome this problem, Horovod MPI based TensorFlow has released by Uber, and it can use the MPI tuned for the supercomputer. As the collaboration of Cray and Kyoto University, more optimized MPI based TensorFlow which is called as CPE ML Plugin has been introduced to the supercomputer of Kyoto University. In this talk the performance evaluation of this MPI based TensorFlow.

キーワード：機械学習、ノード間並列
Keywords: machine learning, inter-node parallel

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-GI 地球科学一般・情報地球科学

2019年5月26日(日) 13:45 ~ 15:15 | 301B 3F

[M-GI37] 情報地球惑星科学と大量データ処理

コンビーナ:村田 健史(情報通信研究機構)、本田 理恵(高知大学自然科学系理工学部門)、野々垣 進(国立研究開発法人　産業技術総合研究所　地質情報研究部門　情報地質研究グループ)、堀之内 武(北海道大学地球環境科学研究院)、座長:野々垣 進、村田 健史(情報通信研究機構)

地球惑星科学分野の観測および数値シミュレーションによって生成される数値データは、観測技術の高度化や計算スケールの大規模化に伴ってますます複雑化しています。このセッションの目的は、新しい観測・計測手法、大規模データ処理および数値シミュレーション技法、データ保存および公開技術、データ転送および収集などのデータ技術について、幅広い視点で議論を行うことです。これによるデータ指向型科学、すなわち地球惑星情報科学を進化させることを視野に入れています。発表内容はこれらの技法に限定していません。実際の観測や数値計算の立場から地球惑星情報科学に期待する提案も歓迎します。

13:45 ~ 14:00

[MGI37-01] 気象衛星「ひまわり」を用いた地球環境の探査

*安藤 隆太[1]、渡部 重十[1]、村田 健史[2] (1.北海道情報大学、2.情報通信研究機構)

14:00 ~ 14:15

[MGI37-02] Xバンド小型レーダーによる高知レーダーネットワーク

*佐々 浩司[1]、高木 敏明[2]、村田 健史[3] (1.高知大学教育研究部自然科学系理工学部門、2.古野電気株式会社、3.情報通信研究機構)

14:15 ~ 14:30

[MGI37-03] フェーズドアレイ気象レーダーの観測ビッグデータを用いた深層学習による降雨エコーの分類

*佐藤 晋介[1]、花土 弘[1]、川村 誠治[1]、紺野 友彦[1]、岩爪 道昭[1]、大塚 成徳[2]、三好 建正[2] (1.情報通信研究機構、2.理化学研究所計算科学研究センター)

14:30 ~ 14:45

[MGI37-04] 千曲市循環バスを利用した低電力広域通信LoRa環境計測と通信エリアマップ

*水谷 耕平[1]、村田 健史[1]、室山 嘉昭[1]、山本 和憲[1]、村永 和哉[2]、水原 隆道[3]、Praphan Pavarangkoon[1] (1.国立研究開発法人情報通信研究機構、2.㈱セック、3.㈱クレアリンクテクノロジー)

14:45 ~ 15:00

[MGI37-05] 安価で小型な気球観測装置の開発と地球高層大気観測への利用の試み

*高田 拓[1]、笹岡 由唯[1]、上田 真也[1]、村田 健史[2]、鈴木 秀彦[3] (1.高知工業高等専門学校、2.国立研究開発法人情報通信研究機構、3.明治大学)

15:00 ~ 15:15

Discussion

気象衛星「ひまわり」を用いた地球環境の探査
Exploration of the earth environment using meteorological satellite "Himawari"

*安藤 隆太[1]、渡部 重十[1]、村田 健史[2]
*ryuta ando[1], Shigeto Watanabe[1], Ken T. Murata[2]

1. 北海道情報大学、2. 情報通信研究機構
1. Hokkaido Information University, 2. National Institute of Information and Communications Technology

静止気象衛星「ひまわり8号」のデータと人工知能を用いて地球環境の探査を試みた。一般に人工知能を用いた画像認識では数万単位以上の画像を使用している。しかし、本研究では気象衛星「ひまわり8号」の16波長(可視～赤外)で撮像したスペクトル画像データの画素ごとに抽出したスペクトルデータを人工知能の入力・教師データとした。スペクトルデータと地球環境を特徴付けることで、地球環境を学習し地球環境変動を認識するアルゴリズムを考案した。画素ごとの16波長のスペクトルデータを学習し地球環境を探査するのは、本研究が初めてである。しかも、本研究の手法では数百単位のデータセットで、緯度・経度、昼夜、季節など全ての空間・時間で地球環境を認識できる。気象衛星「ひまわり」のスペクトルデータを利用した人工知能は、台風や流氷などの予測にも有効であるとともに、地球や惑星の環境探査で人工衛星や探査機の能力を大きく引き出す有効な手法になると考える。

キーワード：気象衛星ひまわり8号、スペクトルデータ、16波長、人工知能
Keywords: Meteorological Satellite Himawari-8, Spectral Data, 16 wavelengths, Artificial intelligence

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Xバンド小型レーダーによる高知レーダーネットワーク
Kochi radar network composed of compact X-band radars

*佐々 浩司[1]、高木 敏明[2]、村田 健史[3]
*Koji Sassa[1], Toshiaki Takaki[2], Ken T Murata[3]

1. 高知大学教育研究部自然科学系理工学部門、2. 古野電気株式会社、3. 情報通信研究機構
1. Natural Science Cluster, Kochi University, 2. Furuno Electric Co.,Ltd., 3. National Institute of Information and Communication Technology

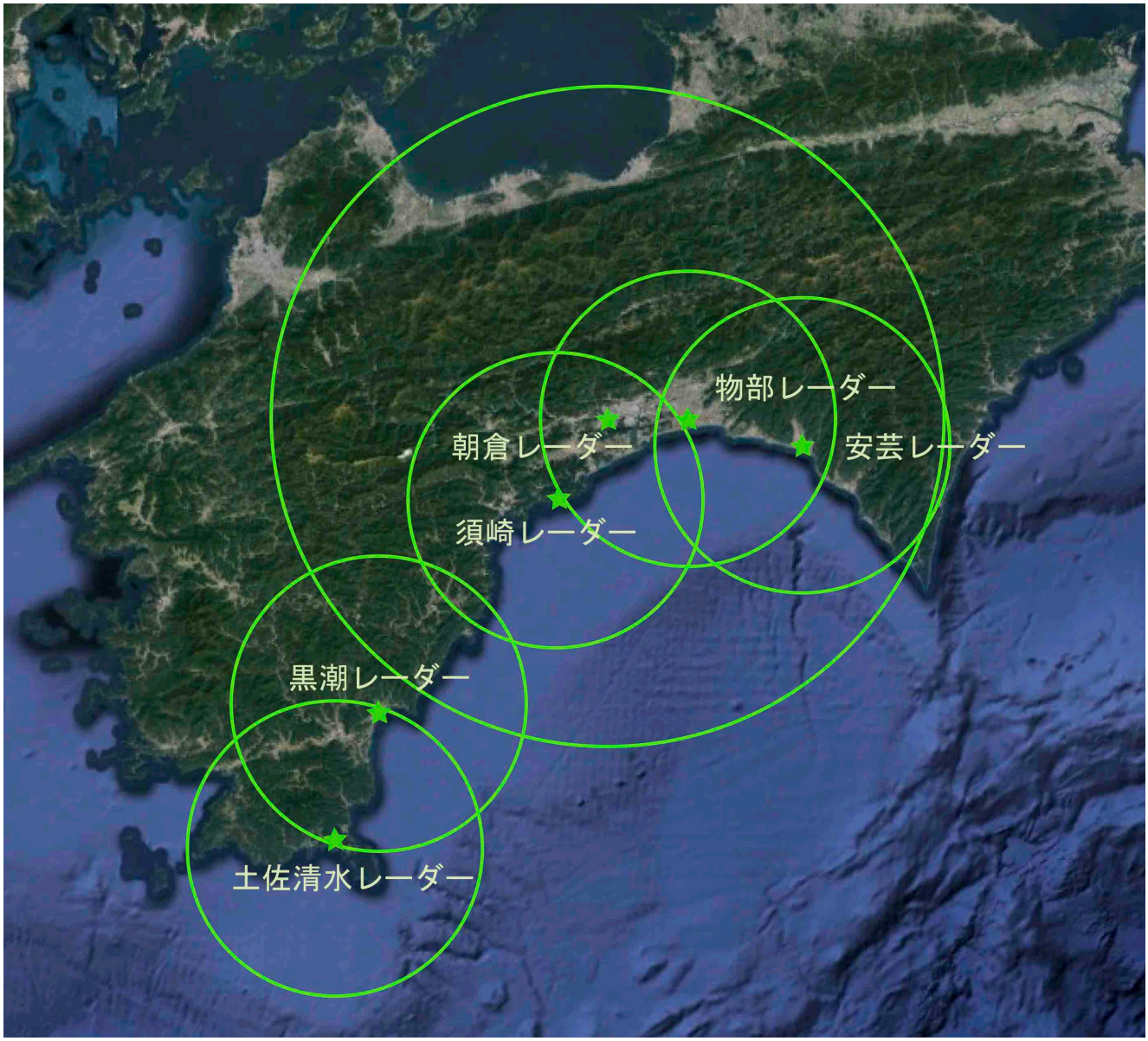
高知県は全国有数の多雨地域であり、気象災害を引き起こす大雨や突風が頻繁に発生する地域であるが、雨雲を監視する気象レーダーは気象庁Cバンド室戸ドップラーレーダーと国土交通省XRAINに属するCバンドMPレーダー２基によりカバーされているのみで、特に大気下層に生じる暖かい雨の監視は十分ではない。

そこで、これらを補完する高分解能レーダーネットワークを構築するため、高知県内に６台の小型XバンドMPレーダーを設置し、常時観測を開始した。いずれも固体化レーダーで、１基は探査範囲80km、ビーム幅2度、他の５基は探査範囲30km、ビーム幅2.7度のもので、1分毎に低仰角を中心にボリュームスキャンを行い、1kmCAPPIデータを作成する。また、各レーダーサイトには４方向の雨雲の様子を監視する監視カメラが設置されており、１分毎に画像を記録している。これら常時収集される膨大なデータを処理するため、各レーダーサイトにWONMを設置し、これを介してNICTのサイエンスクラウドにデータを集約している。現段階では観測から４分以内に1分毎の1kmCAPPIデータを提供することが可能である。

観測事例として、西日本豪雨時には５台のレーダーにより線状降水帯などの組織化された雨雲の変遷を捉えることに成功した。また、竜巻をもたらす雨雲も高解像度で捉えている。

キーワード：レーダーネットワーク、小型レーダー、クラウド
Keywords: radar network, compact radar, cloud

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

フェーズドアレイ気象レーダーの観測ビッグデータを用いた深層学習による降雨エコーの分類

Rain Echo Classification by Deep Learning Using Observation Big Data of Phased Array Weather Radar

*佐藤 晋介[1]、花土 弘[1]、川村 誠治[1]、紺野 友彦[1]、岩爪 道昭[1]、大塚 成徳[2]、三好 建正[2]
*Shinsuke Satoh[1], Hiroshi HANADO[1], Seiji Kawamura[1], Tomohiko Konno[1], Michiaki Iwazume[1], Shigenori Otsuka[2], Takemasa Miyoshi[2]

1. 情報通信研究機構、2. 理化学研究所計算科学研究センター
1. National Institute of Information and Communications Technology, 2. RIKEN Center for Computational Science

フェーズドアレイ気象レーダー（PAWR）は、ゲリラ豪雨や竜巻・突風等による突発的気象災害の早期検知や予測を行うことを目標として開発された。吹田、神戸、沖縄に設置されたPAWRでは、30秒毎の３次元観測を定常的に行っており、これまでに2PBを超える観測ビッグデータが蓄積されている。リアルタイム観測データはスマホアプリの「3D雨雲ウォッチ」や「理研3Dナウキャスト」で利用されており、顕著事例のデータ解析やデータ同化に関する研究成果も出ているが、ゲリラ豪雨予測が実現できたとは言えない。また、多くのアーカイブされた過去データも有効に利用されているとは言えない。近年急速に発展している深層学習により、人間が脳を使って行う判断を計算機が実現できる時代となった。深層学習は大量のデータを用いて学習する必要があるが、人間が処理するデータ解析では得られないような成果も期待される。そこで本研究では、畳み込みニューラルネットワーク(CNN)という深層学習技術を用いることで、ゲリラ豪雨予測につながるような前兆現象の自動抽出を試みることを目標とする。今回は最初の試みとして、PAWRで観測された降雨分布の２次元画像データから降雨エコーの分類を試みる。降雨エコー分類というと対流性あるいは層状性という降雨タイプの違いも重要であるが、それに加えて、降雨エコーの形態として孤立状、線状、団塊状という降雨分布の分類を試みる。

PAWRのオリジナル観測データは極座標のバイナリデータとして保管しているが、今回の深層学習にはWeb Pageでリアルタイム公開している高度2 kmのエコー強度の水平分布を示すクイックルック(QL)画像を用いる。今回用いる神戸PAWRの蓄積されたQL画像の数を調べたところ、2014年が24万枚(稼働率90%)、2015年が102万枚(97%)、2016年が101万枚(96%)、2017年が78万枚(75%)、2018年が85万枚(292日分まで)で、合計390万枚のQL画像が存在することが分かったが、半数以上は直径120kmのレーダー観測範囲に降雨が存在しないQL画像であり、降雨エコー分類には利用できない。深層学習を行うためにはQL画像にラベルを付ける必要があり、たとえ１万枚の画像でも人間が手動でラベル付けするのは容易ではない。幸いなことに、Web公開している降雨サマリーグラフ作成のために、それぞれのQL画像に対応する平均降雨量・最大降雨量・降雨面積の数値情報をテキストファイルで保存しているので、それを用いて大まかなラベル付けを行った後で最終的には人間の目で判断する（特に線状と塊状の違い）。最終的には強い/弱い孤立対流性、線状対流性、塊状対流性、および層状性、降雨無しの８種類に分類を行い、2016年6、７，８月の50日間のデータからそれぞれ900サンプル以上を確保した上で、シンプルな７層のCNNを使って1000回程度反復学習させた結果、72%の精度で降雨エコー分類を行うことができた。曖昧なラベリングのサンプルを除いたり、より複雑なCNNネットワークを用いたりすることで精度を上げることは可能と考えている。将来的には、３次元データと時系列データを用いることで豪雨予測につながるような研究を進めたい。

キーワード：フェーズドアレイ気象レーダー、観測ビッグデータ、深層学習、降雨エコー分類
Keywords: Phased Array Weather Radar, Observation Big Data, Deep Learning, Rain Echo Classification

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

千曲市循環バスを利用した低電力広域通信LoRa環境計測と通信エリアマップ

Communication area map of LoRa in Chikuma city using community bus services

*水谷 耕平[1]、村田 健史[1]、室山 嘉昭[1]、山本 和憲[1]、村永 和哉[2]、水原 隆道[3]、Praphan Pavarangkoon[1]
*Kohei Mizuani[1], Ken T. Murata[1], Yoshiaki Muroyama[1], Kazunori Yamamoto[1], Kazuya Muranaga[2], Takamichi Mizuhara[3], Praphan Pavarangkoon[1]

1. 国立研究開発法人情報通信研究機構、2. ㈱セック、3. ㈱クレアリンクテクノロジー
1. National Institute of Information and Communications Technology, 2. Systems Engineering Consultants Co., LTD., 3. CLEALINK TECHNOLOGY Co.,Ltd.

多くのセンサーをインターネットに接続しデータを集める IoTは重要な基盤技術の一つであり，様々な地域IoT技術開発が進められ、データ利活用によるサービスの充実や地域課題解決のためのツールとして期待されている。我々は低電力広域通信技術 LPWA（Low Power Wide Area）の一つであるプライベートLoRaによりコミュニティ循環バスを利用し長野県千曲市全域の通信環境計測実験を行った。実験では市北部に立地する更埴庁舎、市南部に立地する戸倉庁舎、市東部に立地する雨宮排水機場の３か所に LoRa中継局を設置した。さらにビーコン発信機を千曲市コミュニティ循環バス（全 9路線） に設置し、路線から中継局を通じてリアルタイムでクラウド サーバにバス位置を伝送しデータベス化した。その結果をエリアマップとして可視化したところ全バス路線の多くのエリアで通信に成功し、LPWAによる市全体の見守りの可能性が確認できた。この実験における不感地帯においても、数台の中継器を追加すれば通信が行える見通しが立った。

キーワード：IoT、LPWA、LoRa、エリアマップ
Keywords: IoT, LPWA, LoRa, area map

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

安価で小型な気球観測装置の開発と地球高層大気観測への利用の試み
Development of an inexpensive and small balloon observation device, and its application in observing the Earth's upper atmosphere

*高田 拓[1]、笹岡 由唯[1]、上田 真也[1]、村田 健史[2]、鈴木 秀彦[3]
*Taku Takada[1], Yui Sasaoka[1], Shiya Ueta[1], Ken T. Murata[2], Hidehiko Suzuki[3]

1. 高知工業高等専門学校、2. 国立研究開発法人情報通信研究機構、3. 明治大学
1. National Institute of Technology, Kochi College, 2. National Institute of Information and Communications Technology, 3. Meiji University

本発表では、安価で小型な気球観測装置の開発状況と、それらの地球高層大気（対流圏から成層圏）観測への利用について紹介する。気象観測などで利用されるゴム気球にヘリウムなどを封入して放球することで、対流圏を超えて、成層圏に至る領域に、観測装置を飛行させることができる。我々は、2014年頃から学生主体の取り組みとして、気球観測装置の開発と放球実験を行ってきた。2018年度は、気球飛行経路の把握のために、920 MHz帯のLoRa (Long Range)変調による通信機を用いて、３～４の地上局（移動局を含む）を設置することで、気球の飛行経路を常に監視できるシステムを目指した。LoRa通信機による、見通しの良い長距離（約28 km程度まで）の通信実験を行い、LoRa変調による通信状況を把握することでき、気球監視に十分適用できることを確認した。さらに、現在、気球切り離しシステムを検討中であり、指定した高度近くで気球を切り離すことで、水平方向に流される距離を短くし、最適高度での観測時間を長くすることができる。本気球観測システムでは、様々な地球高層大気観測に利用されることを目指しており、主に３つの観測パターンに分類できる。３つのパターンは、（１）気球の破裂高度である高度約25 km程度の成層圏へ到達させ、破裂後はパラシュート降下する場合、（２）大気密度が十分小さくなる高度15 km程度に到達後に気球を切り離してパラシュート降下する場合、（３）対流圏の雲を完全に抜けた後に、高度7-10 km程度で気球を切り離し、パラシュート降下する場合である。我々は、様々な観測対象に適した気球観測が実現することを望んでいる。

キーワード：気球観測、小型気球、超高層大気、成層圏、対流圏、LoRa変調通信
Keywords: Balloon observation, small balloon, upper atmosphere, stratosphere, troposphere, LoRa communication

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-GI 地球科学一般・情報地球科学

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | 301B 3F

[M-GI37] 情報地球惑星科学と大量データ処理

コンビーナ:村田 健史(情報通信研究機構)、本田 理恵(高知大学自然科学系理工学部門)、野々垣 進(国立研究開発法人　産業技術総合研究所　地質情報研究部門　情報地質研究グループ)、堀之内 武(北海道大学地球環境科学研究院)、座長:本田 理恵、村田 健史(情報通信研究機構)

地球惑星科学分野の観測および数値シミュレーションによって生成される数値データは、観測技術の高度化や計算スケールの大規模化に伴ってますます複雑化しています。このセッションの目的は、新しい観測・計測手法、大規模データ処理および数値シミュレーション技法、データ保存および公開技術、データ転送および収集などのデータ技術について、幅広い視点で議論を行うことです。これによるデータ指向型科学、すなわち地球惑星情報科学を進化させることを視野に入れています。発表内容はこれらの技法に限定していません。実際の観測や数値計算の立場から地球惑星情報科学に期待する提案も歓迎します。

15:30 ~ 15:45

[MGI37-06] 協調ワークスペースドライバChOWDERによるタイルドディスプレイ構築と地球惑星科学分野での応用事例

*川鍋 友宏[1]、小野 謙二[2]、樋口 篤志[3]、豊嶋 紘一[3]、山本 和憲[4]、村永 和哉[5]、村田 健史[4] (1.国立研究開発法人理化学研究所、2.国立大学法人九州大学、3.国立大学法人千葉大学、4.国立研究開発法人情報通信研究機構、5.株式会社セック)

15:45 ~ 16:00

[MGI37-07] Data archive and integrated data analysis tools developed by ERG Science Center

*堀 智昭[1]、三好 由純[1]、小路 真史[1]、寺本 万里子[1]、Chang Tzu-Fang[1]、栗田 怜[1]、松田 昇也[2]、津川 靖基[1]、瀬川 朋紀[1]、梅村 宜生[1]、西谷 望[1]、近藤 誉子[1]、與那覇 公泰[1]、宮下 幸長[3]、桂華 邦裕[4]、関 華奈子[4]、田中 良昌[5]、篠原 育[2] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所、3.韓国天文研究院、4.東京大学大学院理学系研究科、5.極地研究所)

16:00 ~ 16:15

[MGI37-08] KOSEN-1 CubeSat mission for Jupiter's radio science

*今井 一雅[1]、平社 信人[2]、高田 拓[1]、北村 健太郎[3]、今井 雅文[4]、KOSEN-1 Team[5]、Higgins Charles[6]、Thieman James[7]、NASA Radio JOVE Team[8] (1.高知工業高等専門学校・ソーシャルデザイン工学科、2.群馬工業高等専門学校・機械工学科、3.徳山工業高等専門学校・機械電気工学科、4.University of Iowa、5.KOSEN-1 Team、6.Middle Tennessee State University、7.University of Maryland Baltimore County、8.NASA Radio JOVE Team)

16:15 ~ 16:30

[MGI37-09] オーロラ画像データ取得とデータ処理の諸問題

*片岡 龍峰[1]、村田 健史[2]、三好 由純[3]、内田 ヘルベルト陽仁[1]、福田 陽子[4]、山下 淳[5]、田中 正行[6] (1.国立極地研究所、2.情報通信研究機構、3.名古屋大学、4.国立環境研究所、5.東京大学、6.東京工業大学)

16:30 ~ 16:45

[MGI37-10] Innovative progress in ground observation of snow crystals and weather conditions by citizen science

★Invited Papers

*荒木 健太郎[1] (1.気象研究所)

16:45 ~ 17:00

[MGI37-11] 地すべり分野における斜面の危険度評価の取り組み

*林 一成[1]、若井 明彦[2]、佐藤 剛[3]、木村 誇[4]、村田 健史[5]、渡邉 暁乃[2] (1.奥山ボーリング株式会社、2.群馬大学、3.帝京平成大学、4.防災科学技術研究所、5.情報通信研究機構)

協調ワークスペースドライバChOWDERによるタイルドディスプレイ構築と地球惑星科学分野での応用事例
Introduction of “ChOWDER”: A tiled display driver that augment large scale visualization of geoscience.

*川鍋 友宏[1]、小野 謙二[2]、樋口 篤志[3]、豊嶋 紘一[3]、山本 和憲[4]、村永 和哉[5]、村田 健史[4]
*Tomohiro Kawanabe[1], Kenji Ono[2], Atsushi Higuchi[3], Koichi Toyoshima[3], Kazunori Yamamoto[4], Kazuya Muranaga[5], Ken T. Murata[4]

1. 国立研究開発法人理化学研究所、2. 国立大学法人九州大学、3. 国立大学法人千葉大学、4. 国立研究開発法人情報通信研究機構、5. 株式会社セック
1. RIKEN , 2. Kyushu Univ., 3. Chiba Univ., 4. NICT, 5. Systems Engineering Consultants Co.,LTD.

1. はじめに

タイルドディスプレイとは、複数の物理ディスプレイを並べて大きなピクセル空間を提供する仕組みである。地球惑星科学のような大規模かつ高解像度な可視化を必要とするデータを扱う研究分野において、今後タイルドディスプレイの需要は増えると予想される。本稿では、タイルドディスプレイをソフトウェア的に実現するシステム、「ChOWDER」の概要についてまず説明し、続いて地球惑星科学分野でのChOWDER応用事例を紹介する。最後にChOWDERソフトウェアの入手方法について述べる。

2. ChOWDER

理化学研究所と九州大学が共同で研究開発を進めるオープンソースソフトウェア「ChOWDER」は、Windows, Linux, macOSに対応したタイルドディスプレイドライバであり、他の主要なタイルドディスプレイドライバには無い、「Virtual Display Area」（以降、VDA）と呼ぶユニークな仕組みを実装している。VDAはChOWDERサーバが管理する仮想的な二次元空間で、ここに表示コンテンツを任意の位置、縮尺に配置することができる。加えてコンテンツ表示先であるディスプレイデバイスも任意の位置・縮尺でVDA上に配置可能なため、これを用いることで、異なる解像度、アスペクト比のディスプレイが混在するような、自由度の高いタイルドディスプレイを構築することが可能である。（Fig.1）

また、表示側デバイスに必要なソフトウェアはFirefox, Chromeのような通常のWebブラウザだけであり、特別なソフトウェアのインストールや、複数ディスプレイ接続に対応した高価なグラフィックボードは必要ない。WebブラウザはChOWDERサーバに接続すると全画面表示状態となり、物理ディスプレイ全体をChOWDERの表示エリアとして利用する。つまりWebブラウザが動くデバイスであれば何でもChOWDERタイルドディスプレイ（の一部）として機能する。

表示コンテンツ送出側のデバイスもWebブラウザのみで動作する。テキストファイル、画像ファイル、PDFファイルなどの静的なコンテンツと、動画ファイル、送出側デバイスのデスクトップ画面、Webカメラなどのストリーミングコンテンツ がChOWDERタイルドディスプレイ上で表示可能である。

さらに、ChOWDERは複数拠点のタイルドディスプレイを連携させることができる。前述のVDA上で各拠点のディスプレイデバイス位置を重ね合わせることで、複数拠点間でコンテンツ共有表示が可能である。

これらの特徴により、ChOWDERは比較的小規模な投資でタイルドディスプレイを構築可能な、柔軟性に優れたソフトウェアであると言える。

3. 利用事例

気象シミュレータNICAMの「京」コンピュータ全系（88,128CPU）による並列計算結果を、理研が開発する可視化ソフトウェアHIVEにより16K解像度画像にレンダリングし、ChOWDERを通じて４Kディスプレイ12枚で構成されるタイルドディスプレイ（総解像度15,360 ×6,480ピクセル）に等倍表示した（Fig.2）。HIVEにはレンダリング結果画像をChOWDERに直接送信する機能があるため、スーパーコン

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ピュータを利用した大規模シミュレーションによる生成される高解像度データを間引きすることなく、全体俯瞰と詳細部分の観察が同時に可能である。

千葉大学環境リモートセンシング研究センターが所有するフルHDディスプレイ36枚で構成されるタイルドディスプレイ（総解像度17,280 ×5,120ピクセル）に、情報通信研究機構が提供するAMATERASS（http://amaterass.nict.go.jp/index.html）の画面２つと、ひまわり8号からの画像を表示している(Fig.3)。AMATERASSの画面はユーザの手元のPC画面をChOWDERにストリーミング送信しており、手元のPC上でAMATERASSを操作するとタイルドディスプレイ上の表示もリアルタイムで追従する。複数ユーザのPCがコンテンツ送出元となってそれぞれの情報を１つのタイルドディスプレイに並べて表示できるため、情報を俯瞰した共同作業が可能である。

4. ソフトウェアの入手方法

ChOWDERはBSD修正２条項ライセンスで配布されるオープンソースソフトウェアであり、学術・商用を問わず無償で利用できる。GitHubからソフトウェアと利用者向けドキュメントがダウンロードできる。（https://github.com/SIPupstreamDesign/ChOWDER）

キーワード：タイルドディスプレイ、可視化、ウェブブラウザ、共同作業
Keywords: Tiled Display, Visualization, Web Browser, Collaborative work

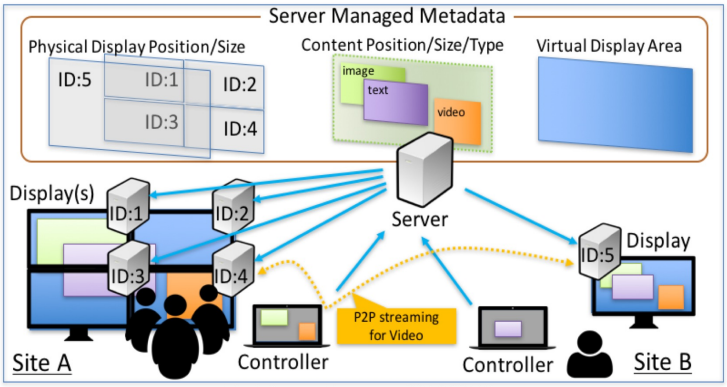


Fig.1 System Diagram of ChOWDER



Fig.2 A Displaying Example of a 16K Resolution Image



Fig.3 A Displaying Example of Multiple Application Windows Streaming from Multiple Users PC.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Data archive and integrated data analysis tools developed by ERG Science Center

*堀 智昭[1]、三好 由純[1]、小路 真史[1]、寺本 万里子[1]、Chang Tzu-Fang[1]、栗田 怜[1]、松田 昇也[2]、津川 靖基[1]、瀬川 朋紀[1]、梅村 宜生[1]、西谷 望[1]、近藤 誉子[1]、與那覇 公泰[1]、宮下 幸長[3]、桂華 邦裕[4]、関 華奈子[4]、田中 良昌[5]、篠原 育[2]
*Tomoaki Hori[1], Yoshizumi Miyoshi[1], Masafumi Shoji[1], Mariko Teramoto[1], Tzu-Fang Chang[1], Satoshi Kurita[1], Shoya Matsuda[2], Yasunori Tsugawa[1], Tomonori Segawa[1], Norio Umemura[1], Nozomu Nishitani[1], Takako Kondo[1], Hiroyasu Yonaha[1], Yukinaga Miyashita[3], Kunihiro Keika[4], Kanako Seki[4], Yoshimasa Tanaka[5], Iku Shinohara[2]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、2. 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所、3. 韓国天文研究院、4. 東京大学大学院理学系研究科、5. 極地研究所
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. Japan Aerospace Exploration Agency / Institute of Space and Astronautical Science, 3. Korea Astronomy and Space Science Institute, 4. Graduate School of Science, The University of Tokyo, 5. National Institute of Polar Research

The ERG (Exploration of energization and Radiation in Geospace) is a Japanese geospace exploration project. Its core component is the ERG satellite, also known as Arase, an inner magnetosphere satellite with the full set of particle and field instruments launched on December, 2016. The ERG project consists of the satellite observation team, the ground-based network observation team, and the integrated data analysis/simulation team. Besides these research teams, ERG Science Center (ERG-SC) has been organized and operated by ISAS/JAXA and ISEE/Nagoya University from the very beginning of the ERG project. Since then, ERG-SC has been playing an essential role in managing the data center for all kinds of scientific data as well as promoting close collaborations of the three teams and other research projects, maximizing scientific output from the ERG project. For studies of Geospace, where different plasma populations are interacted with each other via cross-energy and cross-regional coupling processes, the integrated data analysis combining various kinds of data sets is key to comprehensive understanding of multiscale dynamical processes. For these purposes, the level-2 (calibrated, in physical unit) science data and higher level data products of the Arase satellite as well as the ground observation network data are archived in the Common Data format (CDF), which was developed by NASA, and are basically open freely to the international science community from the ERG-SC data repository. The integrated data analysis tool is also developed on the basis of the Space Physics Environment Data Analysis Software (SPEDAS), which is de facto standard software of the space physics community, enabling the data users to combine Arase data with the other satellite, ground, modeling data seamlessly in plotting and manipulating them.

キーワード：あらせ衛星、放射線帯、宇宙プラズマ
Keywords: Arase satellite, Radiation belt, Space plasma

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

KOSEN-1 CubeSat mission for Jupiter's radio science

*今井 一雅[1]、平社 信人[2]、高田 拓[1]、北村 健太郎[3]、今井 雅文[4]、KOSEN-1 Team[5]、Higgins Charles[6]、Thieman James[7]、NASA Radio JOVE Team[8]
*Kazumasa Imai[1], Nobuto Hirakoso[2], Taku Takada[1], Kentarou Kitamura[3], Masafumi Imai[4], KOSEN-1 Team[5], Charles A. Higgins[6], James R. Thieman[7], NASA Radio JOVE Team[8]

1. 高知工業高等専門学校・ソーシャルデザイン工学科、2. 群馬工業高等専門学校・機械工学科、3. 徳山工業高等専門学校・機械電気工学科、4. University of Iowa、5. KOSEN-1 Team、6. Middle Tennessee State University、7. University of Maryland Baltimore County、8. NASA Radio JOVE Team
1. Department of Social Design Engineering, National Institute of Technology, Kochi College, 2. Department of Mechanical Engineering, National Institute of Technology, Gunma College, 3. Department of Mechanical and Electrical Engineering, National Institute of Technology, Tokuyama College, 4. University of Iowa, 5. KOSEN-1 Team, 6. Middle Tennessee State University, 7. University of Maryland Baltimore County, 8. NASA Radio JOVE Team

Since the discovery of Jupiter's decametric radio emissions in 1955, important details of its radiation mechanism have not yet been elucidated. In order to investigate the beaming structure of Jupiter's radio emission to clarify aspects of the emission mechanism, we plan to launch a 2U-size CubeSat for observation of Jupiter's radio waves and observe simultaneously in outer space and on the ground. The purpose of this project is to measure the emission delay time by using a correlation analysis method. The delay time can be measured by the correlation analysis of waveform data obtained by simultaneous observations of Jupiter's radio S-bursts between this satellite and the ground. If the beam of Jupiter's radio S-bursts is moving together with the rotation of Jupiter, we can calculate a time difference of about 70 milliseconds at the baseline length of 8000 km. Using the proposed simultaneous observations, it is possible to test whether the Jovian S-bursts are emitted like a 'beacon', rotating with Jupiter's magnetic field and sweeping by the Earth, or like a 'flashlight', an instantaneous emission with a 0 millisecond time delay. This information is very important to determine the nature of the Jupiter's radio emission mechanism.

Our application for the launch of a 2U-CubeSat named KOSEN-1 by a JAXA Epsilon rocket was selected on Dec. 12, 2018, as a CubeSat candidate for JAXA's innovative satellite technology demonstration program. This rocket launch including our KOSEN-1 project is scheduled at the end of 2020. The worldwide ground-based observations together with the KOSEN-1 satellite will be supported by the NASA Radio JOVE project, an education and outreach program for planetary radio astronomy.

The KOSEN-1 project is supported by the Coordination Funds for Promoting AeroSpace Utilization of the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT), JAPAN.

キーワード：超小型衛星、木星電波、デカメートル波、ビーム構造
Keywords: CubeSat, Jupiter radio, decametric wave, beam structures

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

オーロラ画像データ取得とデータ処理の諸問題
Problems of acquisition of auroral image data and data processing

*片岡 龍峰[1]、村田 健史[2]、三好 由純[3]、内田 ヘルベルト陽仁[1]、福田 陽子[4]、山下 淳[5]、田中 正行[6]
*Ryuho Kataoka[1], Ken T. Murata[2], Yoshizumi Miyoshi[3], Herbert Akihito Uchida[1], Yoko Fukuda[4], Atsushi Yamashita[5], Masayuki Tanaka[6]

1. 国立極地研究所、2. 情報通信研究機構、3. 名古屋大学、4. 国立環境研究所、5. 東京大学、6. 東京工業大学
1. National Institute of Polar Research, 2. National Institute of Information and Communication Technology, 3. Nagoya University, 4. National Institute for Environmental Studies, 5. The University of Tokyo, 6. Tokyo Institute of Techonology

世界各地で様々な撮影スタイルでオーロラ画像データを大量に取得してきた。本講演では、そのデータ処理の諸問題について、まとめて報告する。現在取り組んでいる実験は、オーロラのリアルタイム画像処理と4K・8Kストリーミングの可能性、EMCCDカメラによる100 fpsのシーズン連続画像データ取得とデータ公開、赤外カメラを用いた無人機からのオーロラ撮影などがある。過去の市販デジタルカメラを用いた試みとしては、アウトリーチ目的では4Kドームマスター形式3Dタイムラプス映像、20Kのオーロラ VR撮影データの他、科学観測目的ではオーロラの自動検出手法による数100 fpsオーロラ画像データ取得制限などの例がある。

キーワード：オーロラ、画像処理、高速撮像
Keywords: aurora, image processing, high-speed imaging

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Innovative progress in ground observation of snow crystals and weather conditions by citizen science

*荒木 健太郎[1]
*Kentaro Araki[1]

1. 気象研究所
1. Meteorological Research Institute

To improve forecasts of snowfall events, a better understanding of the horizontal distribution of precipitation types and the microphysical properties of snow clouds is required. Observations of cloud microphysical properties, however, has been limited because of the sparse observation network. Recently, ground observations of precipitation types are performed by citizen science approaches especially in United States. In this study, ground observations of snow crystals and weather conditions are conducted by citizen science in Japan, and we would like to introduce recent progress in ground observation study and discuss the potentialities and challenges of citizen science big data.

The Meteorological Research Institute (MRI) has conducted the "#KantoSnowCrystal Project" to collect images of snow crystals from citizens during snowfall events in the Kanto and Koshin regions in Japan from November 2016. Smartphone cameras were used to capture the images, which were mainly collected through social networking services. Through the project, we were able to establish an easy method for snow crystal observation and data collection. More than 10,000 snow crystal images were gathered throughout the 2016-2017 winter, of which 73% were analyzable. In the case of heavy snowfall event in the Kanto plain on 22 January 2018, more than 40,000 snow crystal images were gathered in only a day. The #KantoSnowCrystal Project thereby realized spatiotemporally ultra-dense observations of snow crystals in these metropolitan areas, and the observation dataset should contribute to investigations of snowfall mechanisms in these areas and the verification and improvement of numerical weather models, etc. The amount of data, however, varied considerably between heavily populated central urban areas and less-populated inland areas. As the number of the data became enormous, it was also a challenge to efficiently collect and analyze the big data.

To investigate the characteristics of citizen science data, an existing dataset obtained from citizens of the "10-minute weather report" provided by Weathernews Inc. was examined. In this data, weather types are classified into 15 categories based on citizens' experiences. From the result of the examination of about 60 million weather reports from 2012 to 2017, it was found that the number of citizen science data and the population were proportional and the number of the data highly depended on human activity. The number of the data tended to increase in the case of rare and severe storm events in the metropolitan areas, such as heavy snowfall events in Tokyo in winter. From the comparison of the data between citizen science and the Japan Meteorological Agency, about 90 % of the weather types of rain and snow agreed in each data. The coincidence rate of weather type, however, declined for graupel and mixed rain and snow. These results indicate that citizen science data is effective in the snowfall study in the metropolitan areas and greatly contributes to the snowfall study if there is objective information such as photographs of precipitation.

Based on the results of these studies, the #KantoSnowCrystal Project of the MRI has started to use the App "SoraWatch by 3D AmagumoWatch" (https://sora-watch.3d-amagumo.com/) for smartphone and tablet devices and to gather the information of weather type and snow depth images in addition to snow

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

crystals from all over Japan from February 2019. Citizen scientists are able to select 16 weather types (sunny, cloudy, rain, mixed rain and snow, snow, ice pellet, hail, thunder, tornado, fog, frost, burnt sky, rainbow, cloud iridescence, halo and arc, and the other), 11 snow crystal types, and snow depth with these photographs on the App. The database is also available for the purpose of scientific research and education. Big data obtained from citizen scientists through the App has possibility to contribute to not only the snowfall study but also various meteorological research fields, educations, commercials, etc.

キーワード：シチズンサイエンス、ビッグデータ、気象観測
Keywords: citizen science, big data, meteorological observation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地すべり分野における斜面の危険度評価の取り組み
Efforts of landslide susceptibility mapping for slope disaster risk evaluation

*林 一成[1]、若井 明彦[2]、佐藤 剛[3]、木村 誇[4]、村田 健史[5]、渡邉 暁乃[2]
*Kazunori Hayashi[1], Akihiko Wakai[2], Go Sato[3], Takashi Kimura[4], Ken T. Murata[5], Akino Watanabe[2]

1. 奥山ボーリング株式会社、2. 群馬大学、3. 帝京平成大学、4. 防災科学技術研究所、5. 情報通信研究機構
1. Okuyama Boring Co., Ltd., 2. Gunma University, 3. Teikyo Heisei University, 4. National Research Institute for Earth Science and Disaster, 5. National Institute of Information and Communications Technology

本発表では，斜面のリスク評価に必要な地すべり危険度評価手法の現状や取り組みについて事例を紹介したい．斜面災害の発生様式は，地質・地形的な素因によってコントロールされる．例えば，未固結な火山噴出物からなる斜面では，表層崩壊や流動性の高い地すべりが発生する。また，層理面の連続性に富んだ堆積岩地域では，流れ盤斜面における大規模な並進すべりや，急崖をなす受け盤斜面において表層崩壊が発生し易い．すなわち，地すべりの危険度評価に用いられる要因データやその重みづけは，地域の地質・地形条件を背景とした地すべりの発生様式に対応したものとなる．一方で，実効雨量や土壌雨量指数といった雨量指標が土砂災害警戒情報の発表に利用されているが，地域の地質・地形条件を十分に考慮したものではない．このため，評価単位としての空間分解能は5km四方にとどまっており，斜面単位での地すべり危険度評価や危険領域の区分には課題が残されている．また，複雑な地質構造や地下水文条件を背景として発生するすべり面の深い大規模な地すべりの評価は一般には困難である．

本発表では，地質・地形条件を考慮した斜面の危険度評価手法の検討事例として，（公社）日本地すべり学会によるAHP法を用いた地すべり地形の危険度評価，地震時の地すべり危険度評価，および火山地域における豪雨時の斜面崩壊の危険度評価手法の開発，また，最新の取り組みとして，斜面浅部の地下水位上昇量の簡易予測式による評価手法などを紹介したい．

キーワード：地すべり、斜面、豪雨、地震、災害、危険度評価
Keywords: landslide, slope, heavy rainfall, earthquake, disaster, susceptibility mapping

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-AG 応用地球科学

2019年5月26日(日) 13:45 ~ 15:15 | 302 3F

[M-AG41] 福島原発事故により放出された放射性核種の環境動態

コンビーナ:高橋 嘉夫(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、北 和之(茨城大学理学部)、恩田 裕一(筑波大学アイソトープ環境動態研究センター)、津旨 大輔(一般財団法人　電力中央研究所)、座長:高橋 嘉夫(東京大学)、恩田 裕一(筑波大学アイソトープ環境動態研究センター)

東日本大地震および津波の発生を契機として起こった東京電力福島第一原子力発電所事故により、放射性核種が飛散し、大気の拡散輸送過程により全球に拡散した。その後も、地表面に沈着した放射性物質の大気への再飛散や、放射性物質の吸着した土砂の海洋や河川湖沼への移動、森林・農作物、陸・海洋生物への移行など、地球環境中でさまざまな循環・相互作用が進行している。さらに、原発から放出されたセシウム濃集粒子について、近年多くの研究がなされ、炉内で起きた現象の解析やこの粒子の環境中での移行について多くの研究がなされてつつある。これら放射性核種の環境動態を理解し汚染の長期的な影響予測を行なうため、本セッションでは、地球環境科学の多くの分野に、放射化学や放射線計測技術などを加えた分野横断的な議論を行い、最新成果を広め、研究交流を深める場としたい。

13:45 ~ 14:00

[MAG41-01] 放射性Cs微粒子の基礎物性解明

*五十嵐 康人[1]、北 和之[2]、佐藤 志彦[3]、奥田 知明[4]、阿部 善也[5]、末木 啓介[6]、篠原 厚[7]、二宮 和彦[7]、大槻 勤[1]、高宮 幸一[1] (1.京都大学複合原子力科学研究所、2.茨城大学大学院理工学研究科、3.原子力機構国際廃炉研究センター、4.慶應義塾大学理工学部、5.東京理科大学理学部第一部、6.筑波大学アイソトープ環境動態研究センター、7.大阪大学大学院理学研究科)

14:00 ~ 14:15

[MAG41-02] 福島原発事故により発生した放射性微粒子の環境動態：加熱および溶解特性について

★招待講演

*奥村 大河[1]、山口 紀子[2]、土肥 輝美[3]、藤原 健壮[3]、飯島 和毅[3]、小暮 敏博[1] (1.東京大学、2.農業・食品産業技術総合研究機構、3.日本原子力研究開発機構)

14:15 ~ 14:30

[MAG41-03] 福島第一原発事故直後の大気中放射性ヨウ素の動態

*鶴田 治雄[1]、森口 祐一[2]、中島 映至[3] (1.リモート・センシング技術センター、2.東京大学、3.宇宙航空研究開発機構)

14:30 ~ 14:45

[MAG41-04] 福島県陸域におけるネプツニウム-237とプルトニウム同位体分布

*福田 美保[1]、Zheng Jian[1]、山崎 慎之介[1]、青野 辰雄[1] (1.量子技術研究開発機構　放射線医学総合研究所)

14:45 ~ 15:00

[MAG41-05] 山岳湖沼の群馬県榛名湖をフィールドとした放射性セシウムの大気から淡水環境への沈着に関する研究

*長尾 誠也[1]、宮坂 將平[2]、渡辺 峻[3]、鈴木 究真[3]、落合 伸也[1] (1.金沢大学環日本海域環境研究センター、2.金沢大学大学院自然科学研究科、3.群馬県水産試験場)

15:00 ~ 15:15

[MAG41-06] Spatial variability of radiocesium deposition through the tree canopy via branchflow and stemflow

*Zul Hilmi Saidin[1]、Yuichi Onda[2]、Hiroaki Kato[2]、Momo Kurihara[2]、Kazuki Nanko[3]、Delphis F. Levia[4] (1.Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, Tsukuba, Ibaraki, Japan、2.Center for Research in Isotopes and Environmental Dynamics, University of Tsukuba, Tsukuba, Ibaraki, Japan、3.Department of Disaster Prevention, Meteorology and Hydrology, Forestry and Forest Products

Research Institute, Tsukuba, Ibaraki, Japan、4.Departments of Geography, University of Delaware, Newark, Delaware, USA)

放射性Cs微粒子の基礎物性解明
Investigation on basic physical and chemical properties of radio-Cs micro particles

*五十嵐 康人[1]、北 和之[2]、佐藤 志彦[3]、奥田 知明[4]、阿部 善也[5]、末木 啓介[6]、篠原 厚[7]、二宮 和彦[7]、大槻 勤[1]、高宮 幸一[1]
*Yasuhito Igarashi[1], Kazuyuki Kita[2], Yukihiko Satou[3], Tomoaki Okuda[4], Yoshinari Abe[5], Keisuke Sueki[6], SHINOHARA ATSUSHI[7], Kazuhiko Ninomiya[7], Tsutomu Ohtshuki[1], Koichi Takamiya[1]

1. 京都大学複合原子力科学研究所、2. 茨城大学大学院理工学研究科、3. 原子力機構国際廃炉研究センター、4. 慶應義塾大学理工学部、5. 東京理科大学理学部第一部、6. 筑波大学アイソトープ環境動態研究センター、7. 大阪大学大学院理学研究科
1. Institute for Integrated Radiation and Nuclear Science, Kyoto University, 2. Graduate School of Science and Engineering, Ibaraki University, 3. Collaborative Laboratories for Advanced Decommissioning Science, Japan Atomic Energy Agency, 4. Department of Applied Chemistry, Keio University, 5. Faculty of Science,Tokyo University of Science, 6. Center for Research in Isotopes and Environmental Dynamics, University of Tsukuba, 7. Graduate School of Science, Osaka University

The 2011 Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant (F1NPP) accident caused several significant releases of radioactive particulates into the environment.The physical and chemical properties of these particles, which have not been known before,have been an area of significant study. It is suggested that these fine particulates could also remain,in significant amounts,inside the nuclear reactor cores where the accidents occurred. Though appropriate samples cannot currently be obtained from the inside of the stricken reactor cores, radioactive particles collected near to the site serve as a valuable evidence for elucidation of the accident events for each reactor unit explosion and as micro-scale samples of the residual fuel debris inside the reactors. Study of these particles can help to better establish an acceptable procedure for decommissioning (collection of molten fuel, etc., decontamination inside the reactor, safety of workers, etc.). Thus, it is necessary to investigate the physical and chemical properties using advanced micro-scale analytical methods, at the same time as examining effective separation and collection methods for the radioactive particles based on the obtained property information. This will all contribute to risk reduction of the whole "decommissioning" plan. Thus, we started the analysis of such radioactive particles by using the state-of-the-art technologies such as micro-X-ray analysis, Kelvin force microscopy, induced flourescent microscopy, etc. along with radiochemical analysis.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

福島原発事故により発生した放射性微粒子の環境動態：加熱および溶解特性について

Dynamics of radioactive microparticles released from the Fukushima nuclear plant: heating and dissolution characteristics

*奥村 大河[1]、山口 紀子[2]、土肥 輝美[3]、藤原 健壮[3]、飯島 和毅[3]、小暮 敏博[1]
*Taiga Okumura[1], Noriko Yamaguchi[2], Terumi Dohi[3], Kenso Fujiwara[3], Kazuki Iijima[3], Toshihiro Kogure[1]

1. 東京大学、2. 農業・食品産業技術総合研究機構、3. 日本原子力研究開発機構
1. The University of Tokyo, 2. National Agriculture and Food Research Organization, 3. Japan Atomic Energy Agency

2011年3月に発生した福島第一原子力発電所事故により大量の放射性セシウムが放出され、東日本一帯が汚染された。放射性セシウムの多くはガス状で放出され、雨水とともに降下し土壌中の粘土鉱物等に吸着されたと考えられている。一方、一部の放射性セシウムは珪酸塩ガラスを主成分とする微粒子（radiocesium-bearing microparticle，CsMP）に含まれて飛散したことが明らかとなった。CsMPの多くは直径数ミクロンの球体であり、珪酸塩ガラスにCsとともにCl，K，Fe，Zn，Mn，Rb，Sn等が固溶している。放射性セシウムを吸着した土壌粒子に比べてCsMPは一粒子あたりの放射能が非常に高く、粒子近傍への放射線の影響が懸念されるが、CsMPの環境中での動態はほとんどわかっておらず、早急に解明する必要がある。本発表では、我々がこのCsMPの加熱、および溶解特性について調べた最近の結果を報告する。

CsMPを含む可能性がある高放射線量の汚泥や除染廃棄物等は減容化のために焼却処理が検討されている。そこで本研究ではCsMPを単離して大気中で加熱し、その挙動を調べた。加熱による放射能の変化を調べた結果、CsMPの放射能は600 ˚Cから徐々に減少し、1000 ˚Cまで加熱するとほぼ消失することがわかった。走査電子顕微鏡（SEM）でその形態と組成の変化を調べると、加熱後も形態には変化がないが、CsやKといったアルカリ元素、およびClはCsMPから脱離していた。一方、透過電子顕微鏡（TEM）で内部構造を調べるとFeやZn、SnはCsMP内部で酸化物の微結晶を形成していた。さらに福島で採取したマサ土とともにCsMPを加熱すると、脱離した放射性セシウムはマサ土中の鉱物に吸着されることがわかった。以上の加熱実験の結果から、十分に高温で焼却処理された廃棄物中にはCsMPのように放射能の高い粒子は残らないことが示唆された。

一方、これまでCsMPは“不溶性”粒子と報告されてきたが、その主成分は珪酸塩ガラスであるため、湿潤な環境では徐々に溶解が進むはずである。そこで我々は環境中から採取したCsMPを用いて溶解実験を行い、CsMPの溶解挙動や環境中での寿命を調べた。溶解実験ではCsMPを様々な温度条件で純水，人工海水，塩酸の3種類の溶液に浸潤し、放射能の減衰量からCsMPの溶解速度を見積もった。さらにアレニウスプロットを作成することで、各溶液での溶解の活性化エネルギーを算出した。こうして求められた活性化エネルギーは純水（ただし大気中の二酸化炭素の吸収によりpHは約5.2）で65 kJ/mol、海水で88 kJ/molであった。これより福島のおおよその平均気温および平均海水温である13 ˚CでのCsMPの溶解速度を推定した結果、海水中では純水中よりも1桁程度速く溶解することがわかった。海水中では10年程度で完全に溶解することが予想され、事故直後に海に落下したCsMPの多くは、現在では溶解され消失していることが示唆された。溶解実験前後のCsMPをSEMにより分析すると、純水ではガラスが溶解したことによりそのサイズが小さくなっており、形態は球形から複雑に変化していた。一方、海水中で溶解されたCsMPの場合、FeとMgに富む板状の二次鉱物が析出して殻を形成しており、その内部に溶け残ったガラスが存在していた。さらにpHを3に調整した塩酸にCsMPを浸潤した場合、初期は大きく放射能が減少したが、時間とともにその変化量は小さくなった。塩酸溶解後のCsMPの表面にはほぼSiO_2のみで構成された層が形成されており、これが不動態層となって溶解を妨げたと考えられる。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：微粒子、珪酸塩ガラス、セシウム、加熱、溶解、福島原発事故
Keywords: microparticle, silicate glass, cesium, thermal characteristics, dissolution, Fukushima nuclear plant accident

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

福島第一原発事故直後の大気中放射性ヨウ素の動態
Dynamics of atmospheric ^{131}I just after the Fukushima accident related to ^{137}Cs by analysis of published data

*鶴田 治雄[1]、森口 祐一[2]、中島 映至[3]
*Haruo Tsuruta[1], Yuichi Moriguchi[2], Teruyuki Nakajima[3]

1. リモート・センシング技術センター、2. 東京大学、3. 宇宙航空研究開発機構
1. Remote Sensing Technology Center of Japan, 2. The University of Tokyo, 3. Japan Aerospace Exploration Agency

東電福島第一原子力発電所事故直後における放射性ヨウ素については、地表面への沈着量分布は多くのデータベースがあるが、大気中での観測データは非常に限られていたので、その動態はまだよくわからず、呼吸による内部被ばく量の評価の不確実性は大きい。一方、大気中の放射性セシウム(^{134}Cs, ^{137}Cs)は、事故直後のSPMテープろ紙中の分析により、その時空間分布が解明されてきた(Tsuruta et al., 2014)。そこで、^{131}Iの時空間分布の復元を目標に、事故直後に独立に測定された大気中の^{131}Iの公表データを、^{137}Csとともに総合的に解析し、新たに明らかになったことを報告する。解析に用いたデータは、JAEA-原子力科学研究所(NSRI:Ohkura et al., 2012)、文部科学省(MEXT, 2012)、米国エネルギー省/国家核安全保障局(USDOE/NNSA, 2011)、東京電力(TEPCO, 2011)などで、福島県東部と関東地方で独立に測定された。なお^{131}Iは、その半減期が約8日間と短いので、すべてのデータを原発が停止した3月11日午後に半減期補正して用いた(^{131}I*と表記した)。(1)多くの機関では、大気中の粒子状の放射性物質を第一段目のフィルター(HE-40TあるいはHE-40TA)で採取し、揮発性物質を第二段目のフィルターカートリッジ(CHC-50、ガス状ヨウ素の採取効率を高めるために10%のTEDAを添着)で別々に採取された。NSRIでは、これらのフィルターの分析も別々に実施され、第二段目のフィルターにも^{137}Csが測定されたので、この原因を詳細に検討した結果、主に放射性プルームの到達により測定/採取システムが汚染されたためと推定した(Ohkura et al., 2013;Tsuruta et al., to be submitted)。そこで、別々に分析された地点では、^{137}Cs濃度は第一段目のフィルターのデータだけを使用し、^{131}I濃度は両方のデータをそのまま使用した(粒子状とガス状のヨウ素は各^{131}I(a)と^{131}(g)と表記)。(2)高濃度の放射性プルーム中の^{131}(a+g)*/^{137}Csは、3グループ(A, B, C)に大別され、各10、75、360だった。また、^{131}(a)*/^{131}(a+g)* も同様に3グループで異なった。(3)これらは、測定地域に関係なくプルーム毎に異なった。グループAは、3月15日(プルームP2)と3月20日(P7、P8)および21日の午前中(P9)で、これらの比(10)はNishihara et al. (2012)の2号機と3号機のインベントリデータの比(9.7と9.2)に近かった。グループBは関東地方で3月16日(P4)に測定され、グループAより比が大きかった。グループCは3月21日午後から3月25日まで連続的に測定され、低濃度を示した^{137}Csに対して^{131}I(a+g)*が非常に高濃度だった。(4)グループCは、3月21日の午前中に炉内での何らかの変化により、相対的に高濃度の^{131}(a+g)*を含む放射性物質が放出され、少なくとも数日間継続されたと推測される。その原因の一つとして、注水作業の影響(例えば、Hidaka & Ishikawa, 2014)が考えられるが、この現象はこれまで注目されておらず、炉内事象を含めた詳細な検討が必要である。

謝辞：この研究の一部は、文部科学省科研費「ISET-R」および環境省推進費「5-1501」と「1-1802」および「S-12」で実施した。

キーワード：福島第一原子力発電所、大気中放射性ヨウ素、ヨウ素セシウム比、注水の影響
Keywords: Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant, Atmospheric 131I, Ratios of 131I/137Cs, Effect of water supply

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

福島県陸域におけるネプツニウム-237とプルトニウム同位体分布
Distribution of ^{237}Np and Plutonium isotope in terrestrial environment in Fukushima Prefecture

*福田 美保[1]、Zheng Jian[1]、山崎 慎之介[1]、青野 辰雄[1]
*Miho Fukuda[1], Zheng Jian[1], yamazaki Shinnnosuke[1], Tatsuo Aono[1]

1. 量子技術研究開発機構　放射線医学総合研究所
1. National Institute for Quantum and Radiological Science and Technology, National Institute of Radiological Science

After the accident at the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Station (FDNPS) happened in March 2011, large amounts of radionuclides released from the FDNPS into the atmosphere and marine environments.The total amounts of ^{134}Cs and ^{137}Cs, which are volatile materials, released from the accident were estimated as 18 PBq and 15 PBq, respectively. In contrast, those of ^{238}Pu,^{239}Pu and^{240}Pu, which are non-volatile materials, amounts were estimated as 0.0019 PBq, 0.0000032 PBq and 0.0000032 PBq and these amounts were not many compared to abundance before the accident (Report of Japan government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear safety, 2011). ^{241}Pu, half-life of which is about 14 year, detected in forest litter samples at some stations collected in April and May, 2011 and it is suggested that these samples were originated from the FDNPS accident also using the results of ^{240}Pu/^{239}Pu and^{241}Pu/^{239}Pu atomic ratio (Zheng et al., 2013). It is possible to identify origin to Pu and Np isotopes using not only Pu isotope atomic ratio such as ^{240}Pu/^{239}Pu and^{241}Pu/^{239}Pu but also ^{237}Np/^{239}Pu atomic ratio. Shozugawa et al (2012) reported that many radionuclides including^{239}Np in terrestrial environment soil and pine leaf collected in front of FDNPS and Iiidate Villege were measured. Other than Shozugawa et al (2012), reports for Np in Environment after the FDNPS accident was almost nothing. In this study, we discussed spatial distributions and origin for Neptunium (Np) and Pulutonium (Pu) based on the results of the Neptuniumand plutonium atom ratios (^{237}Np/^{239}Pu,^{240}Pu/^{239}Pu, ^{241}Pu/^{239}Pu) in soil samples collected in Fukushima Prefecture.Collected soil samples were air-dried,and then, ashed using muffle furnace at 450˚C at least 4 hours to decompose the organic matter (Wang et al., 2015). 0.57 pg of ^{242}Pu was used as recovery tracer for^{237}Np and Pu isotopes. Then, the anion-exchange resin AG MP-1M was used separated of ^{237}Np and Pu isotopes from u, Th and other interfaces (details for Haung et al. prepared).^{237}Np and Pu isotope measured using the Sector-Field ICP-MS. The ^{237}Np activity concentrations in soil samples were 1/100-1/1000 values compared to those of ^{239}Pu and ^{240}Pu. The rough profiles for these all radionuclide decreased with increasing core depth. Both ^{237}Np/^{239}Pu and ^{240}Pu/^{239}Pu atomic ratios were generally within global fallout ranges. Hereafter, it is necessary to elucidate factor controlling a values of outside the range in some layer were outside value.

This work was partially supported by Research and Development to Radiological Sciences in Fukushima Prefecture.

キーワード：福島第一原発事故、ネプツニウム-237、プルトニウム同位体
Keywords: Fukushima Dai-ichi Nuclear accident, 237Np, Pu isotope

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

山岳湖沼の群馬県榛名湖をフィールドとした放射性セシウムの大気から淡水環境への沈着に関する研究
Study on deposition of ^{134}Cs and ^{137}Cs from atmosphere to freshwater environment using a mountainous lake, Lake Haruna in Gunma Prefecture, Japan

*長尾 誠也[1]、宮坂 將平[2]、渡辺 峻[3]、鈴木 究真[3]、落合 伸也[1]
*Seiya Nagao[1], Shouhei Miyasaka[2], Shun Watanabe[3], Kyuma Suzuki[3], Shinya Ochiai[1]

1. 金沢大学環日本海域環境研究センター、2. 金沢大学大学院自然科学研究科、3. 群馬県水産試験場
1. Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, 2. Graduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa University, 3. Gunma Prefectural Fisheries Experimental Station

The Great East Japan Earthquake occurred on 11 March 2011 and damaged the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant (FDNPP) seriously. Through the FDNPP accident, a large amount of radiocesium was released to the environment. It is important to elucidate the short-term and long-term impacts of the accident on terrestrial environments.

This study investigated the deposition of ^{134}Cs and ^{137}Cs at a mountainous lake, Lake Haruna, which is located at 1084 m height in Gunma Prefecture, Japan. The lake has a small inflow stream and one outflow river with watershed of relatively high radiocesium accumulation area. The lake sediments were collected at two sites from northern part (HR1) and central part (HR2) of the lake by using a gravity corer in September 2015. The sediment core samples were sectioned for 1 cm interval. The sediment core was also collected at HR3 from central part of the lake in October 2017. After freeze-drying of the sectioned samples, the radioactivity of ^{134}Cs and ^{137}Cs were measured by a low background Ge detector of Low Level Radioactivity Laboratory, Kanazawa University and shows as Bq/kg in dry-sediment basis at the sampling date.

Radioactivity of ^{134}Cs and ^{137}Cs ranged from D.L. to 2,922 Bq/kg and from D.L. to 34,000 Bq/kg, respectively. Two peaks of the radioactivity are observed for the HR1 sediments at 2-3 cm and 5-6 cm depth in core. One distinct peak of the radioactivity of ^{134}Cs and ^{137}Cs is observed at 3-4 cm depth in the core of HR2. Maximum of the radioactivity is also detected for the HR3 sediment core (2,920 and 23,760 Bq/kg) at 4-5 cm depth. The sedimentation rate based on ^{210}Pb for the HR1, HR2 and HR3 was 0.14, 0.031and 0.026 g/cm^2/y, respectively. The higher sedimentation rate at HR1 shows two peaks, but lower sedimentation rate at HR2 and HR3 show one peak of radiocesium concentration. However, the inventory of ^{134}Cs is almost constant (2.1-2.3 x10^4 Bq/m^2) for the three sampling sites. Two major deposition was observed in the middle of March and the early of April 2011 from the monitoring data of air gamma-ray dose rate at Takasaki and the fallout analysis of radiocesium at Maebashi in Gunma Prefecture. These results suggest that the accumulation of rediocesium at Lake Haruna mainly results from atmospheric deposition and shows short-term deposition to the bottom sediment at early stage of the accident.

キーワード：湖底堆積物、堆積速度、放射性セシウム
Keywords: lake sediment, sedimentation rate, radiocesium

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Spatial variability of radiocesium deposition through the tree canopy via branchflow and stemflow

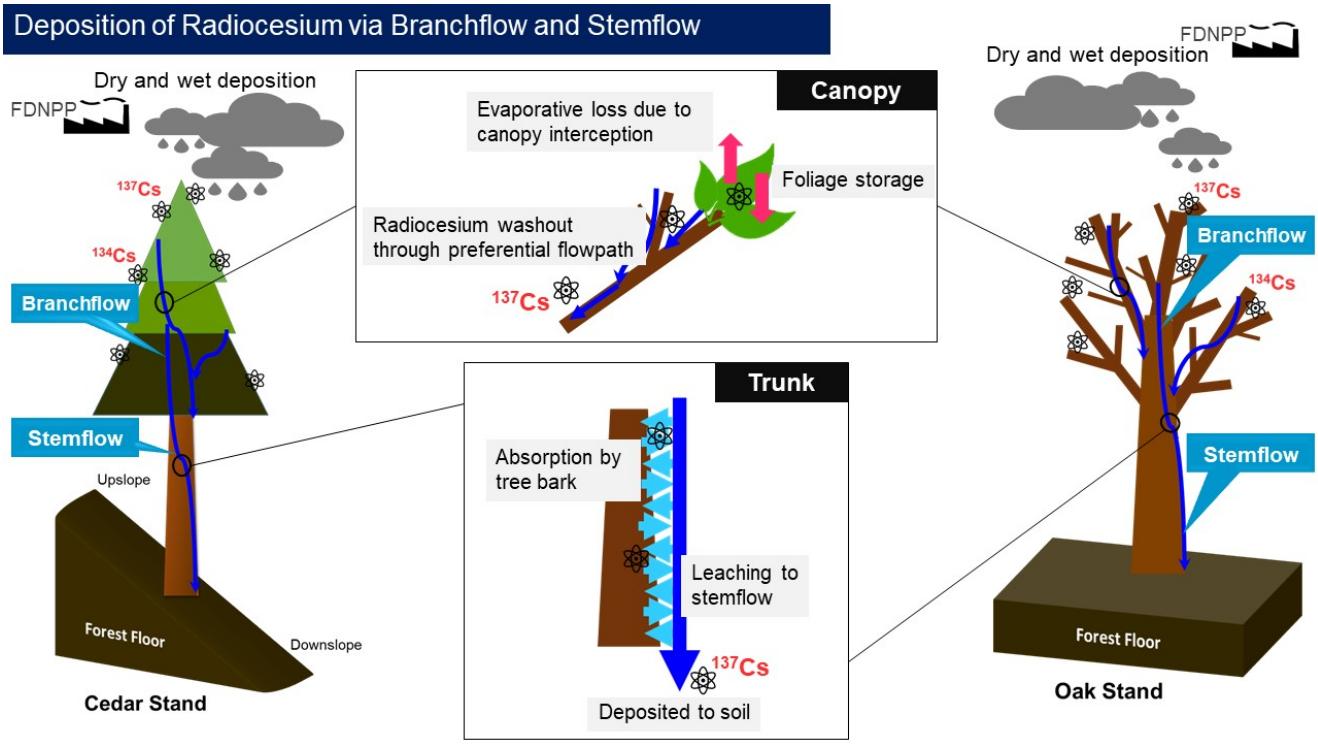
*Zul Hilmi Saidin[1], Yuichi Onda[2], Hiroaki Kato[2], Momo Kurihara[2], Kazuki Nanko[3], Delphis F. Levia[4]

1. Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, Tsukuba, Ibaraki, Japan, 2. Center for Research in Isotopes and Environmental Dynamics, University of Tsukuba, Tsukuba, Ibaraki, Japan, 3. Department of Disaster Prevention, Meteorology and Hydrology, Forestry and Forest Products Research Institute, Tsukuba, Ibaraki, Japan, 4. Departments of Geography, University of Delaware, Newark, Delaware, USA

This study aims to clarify the spatial variability radiocesium deposition through the tree canopy via branchflow and stemflow in the aftermath of the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident. Working in both a coniferous forest (*Cryptomeria japonica*, young Japanese cedar stands, mean height is 10.9 m, mean DBH is 0.560 m) and a mixed deciduous broadleaved forest (*Quercus serrata*, Japanese oak stands, mean height is 14.3 m, mean DBH is 0.789 m), we investigated the fate of radiocesium transported by branchflow from upper and lower portions of canopy and deposited by stemflow at trunk-based. Particular attention was paid to the leachable radiocesium at the tree canopy and the mechanism of radiocesium transport via stemflow and branchflow. In addition, we used isotopes to clarify the signature of evaporation loss via branchflow and stemflow on its routing through the canopy. Significant variability of ^{137}Cs concentration was detected among the sampling periods and differed between the two forests, with the oak stand generally exhibiting higher a ^{137}Cs concentration than the cedar stand. The preliminary results further revealed that the ^{137}Cs concentration was larger from dead foliage as compared to mixed and young foliage at the branchflow of cedar stand. Radiocesium leached more in lower stemflow of the trunk compared to upper trunk stemflow, possibly due to the increased residence time of stemflow on the lower reaches of the trunk. We also found that the isotopic composition of branchflow was generally enriched in δ^{18}O and δD compared to open rainfall and throughfall. However, the differences in enrichment between branchflow and stemflow remain unclear. Canopy architecture and canopy cover affected the cycling of radiocesium in stemflow and branchflow by foliage storage and washout capacity.

Keywords: Radiocesium leaching, Isotopic composition, Stemflow and branchflow, Coniferous and broadleaved forests, Canopy architecture, Canopy cover

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-AG 応用地球科学

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | 302 3F

[M-AG41] 福島原発事故により放出された放射性核種の環境動態

コンビーナ:高橋 嘉夫(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、北 和之(茨城大学理学部)、恩田 裕一(筑波大学アイソトープ環境動態研究センター)、津旨 大輔(一般財団法人　電力中央研究所)、座長:北 和之(茨城大学)、津旨 大輔(一般財団法人　電力中央研究所)

東日本大地震および津波の発生を契機として起こった東京電力福島第一原子力発電所事故により、放射性核種が飛散し、大気の拡散輸送過程により全球に拡散した。その後も、地表面に沈着した放射性物質の大気への再飛散や、放射性物質の吸着した土砂の海洋や河川湖沼への移動、森林・農作物、陸・海洋生物への移行など、地球環境中でさまざまな循環・相互作用が進行している。さらに、原発から放出されたセシウム濃集粒子について、近年多くの研究がなされ、炉内で起きた現象の解析やこの粒子の環境中での移行について多くの研究がなされてつつある。これら放射性核種の環境動態を理解し汚染の長期的な影響予測を行なうため、本セッションでは、地球環境科学の多くの分野に、放射化学や放射線計測技術などを加えた分野横断的な議論を行い、最新成果を広め、研究交流を深める場としたい。

15:30 ~ 15:45

[MAG41-07] 福島第一原子力発電所事故後の森林土壌中放射性セシウム深度分布の経年変化

★招待講演

*高橋 純子[1]、日原 大智[1]、佐々木 拓哉[1]、恩田 裕一[1] (1.筑波大学アイソトープ環境動態研究センター)

15:45 ~ 16:00

[MAG41-08] 新田川流域における除染による河川の放射性物質濃度・フラックスの変化とモデル化

*恩田 裕一[1]、山中 邑樹[1]、脇山 義史[2]、谷口 圭輔[3]、久保 貴旺[1] (1.筑波大学アイソトープ環境動態研究センター、2.福島大学環境放射能研究所、3.福島県環境創造センター)

16:00 ~ 16:15

[MAG41-09] 新田川河口海域における台風Wilpaによる出水イベントに伴う懸濁態放射性セシウムの沿岸輸送について

*徳永 夏樹[1]、内山 雄介[1]、津旨 大輔[2]、山田 正俊[5]、立田 穣[2]、伊藤 友加里　[3]、石丸 隆[3]、渡邉 豊[7]、池原 研[4]、福田 美保[6] (1.神戸大学、2.電力中央研究所、3.東京海洋大学、4.国立研究開発法人産業技術総合研究所、5.弘前大学、6.放射線医学総合研究所、7.北海道大学)

16:15 ~ 16:30

[MAG41-10] 福島県沖陸棚海域の海底近傍における高濁度層を構成する粒子の粒径分布ならびに放射性セシウム濃度

*帰山 秀樹[1]、古市 尚基[2]、杉松 宏一[3]、重信 祐弥[1]、三木 志津帆[1]、森田 貴己[1]、安倍 大介[1]、市川 忠史[1] (1.水産研究・教育機構　中央水産研究所、2.水産研究・教育機構　水産工学研究所、3.水産研究・教育機構　西海区水産研究所)

16:30 ~ 16:45

[MAG41-11] 2017年夏季の北太平洋亜寒帯域における福島第一原子力発電所事故由来放射性セシウムの分布

★招待講演

*熊本 雄一郎[1]、青山 道夫[2]、浜島 靖典[3]、村田 昌彦[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.福島大学、3.金沢大学)

16:45 ~ 17:00

[MAG41-12] Temporal and spatial variations of radiocaesium in the East China Sea and Sea of Japan until 2018

*青山 道夫[1]、猪股 弥生[2]、浜島 靖典[2] (1.福島大学環境放射能研究所、2.金沢大学環日本海域環境研究センター)

福島第一原子力発電所事故後の森林土壌中放射性セシウム深度分布の経年変化

Temporal changes in vertical distributions of radiocesium in forest soils after the FDNPP accident

*高橋 純子[1]、日原 大智[1]、佐々木 拓哉[1]、恩田 裕一[1]
*Junko Takahashi[1], Daichi Hihara[1], Takuya Sasaki[1], Yuichi Onda[1]

1. 筑波大学アイソトープ環境動態研究センター
1. Center for Research in Isotopes and Environmental Dynamics, University of Tsukuba

日常的に人が立ち入らない森林については積極的な除染が行われないことから、森林環境中の放射性セシウムの長期的な動態予測と影響評価が求められている。とくに、福島の場合はチェルノブイリ事故の影響地域と比較して、リター層から鉱質土層への放射性セシウムの移行が早いことが示されつつあり、鉱質土層内での下方移行や挙動の把握が重要である。そこで、福島県川俣町山木屋地区（旧計画的避難区域）に位置する3つの森林（混交林、スギ壮齢林、スギ若齢林）において、2011年6月から土壌中の放射性セシウム濃度について詳細な深度分布モニタリングを実施した。リターおよび土壌は、スクレーパープレートを用いて0-5cmを0.5cm間隔、5-10cmを1cm間隔、10-20cmを5cm間隔で採取した。また、2017年からはテンションフリーライシメータにより定期的にリター浸透水および土壌浸透水を採取し、溶存態の形態で下方移行している放射性セシウム量の評価を試みた。得られた試料は乾燥・篩別、あるいはろ過後、ゲルマニウム半導体検出器でセシウム137を測定した。

スギ若齢林では、林床（リター層＋土壌20cmまで）のセシウム137存在量は、樹冠からの二次的な沈着を反映して、時間とともに増加した。一方、混交林とスギ壮齢林では明確な傾向は認められなかった。林床のセシウム137存在量に占めるリター層中セシウム137存在量の割合については、いずれの地点でも時間に対して指数関数に減少する傾向を示した。リター層中のセシウム137濃度についても、若齢林を除いて時間とともに指数関数に減少する傾向が示され、いずれの地点でも、事故後2-3年の間にリター層中の濃度は土壌最表層（0-0.5cm）の濃度を下回った。スギ壮齢林では、2017年8月から1年間でリターから土壌へ降雨後の重力水により浸透したセシウム137は約0.60 kBq m^{-2}であり、深度分布の変化から予想される下方移行の約7%を占めていた。同様に土壌5cm深、10cm深、20cm深を通過したセシウム137は1年間にそれぞれ0.12 kBq m^{-2}, 0.011 kBq m^{-2}, 0.015 kBq m^{-2}であり、約3-6%が降雨後の浸透水とともに下方移行していたと推測された。セシウム137濃度、フラックスともに夏に高くなる傾向が認められ、浸透水中の溶存有機炭素も同様の傾向であったことから、リターや土壌有機物の分解に伴ってセシウム137が溶出し、下方浸透した可能性が示唆された。

鉱質土壌中のセシウム137濃度は、調査期間を通じて深くなるにつれて指数関数的に減少する分布となり、指数関数式でよく近似された。セシウム137濃度に対する緩衝深度は、スギ壮齢林とスギ若齢林では1年間に0.08 cmという一定の速度での増加が認められた。一方、混交林では、5cm以下のセシウム137存在量が明確に増加しているにも関わらず、緩衝深度の経時変化は認められなかった。

キーワード：福島第一原子力発電所事故、森林土壌、セシウム137、スクレーパープレート、テンションフリーライシメーター
Keywords: Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident , forest soil, Cs-137, scraper plate, tension-free lysimeter

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

新田川流域における除染による河川の放射性物質濃度・フラックスの変化とモデル化

Change of sediment sources in suspended sediments due to surface decontamination in the Niida river catchment area affected by the Fukushima Daiichi nuclear power plant accident

*恩田 裕一[1]、山中 邑樹[1]、脇山 義史[2]、谷口 圭輔[3]、久保 貴旺[1]
*Yuichi Onda[1], Yuki Yamanaka[1], Yoshifumi Wakiyama[2], Keisuke Taniguchi[3], Takaaki Kubo[1]

1. 筑波大学アイソトープ環境動態研究センター、2. 福島大学環境放射能研究所、3. 福島県環境創造センター
1. Center for Research on Isotopes and Environmental Dynamics, University of Tsukuba, 2. Institute of Environmental Radioactivity, Fukushima University, 3. Fukushima Prefectural Centre for Environmental Creation

福島第一原子力発電所の事故により放射性物質が多量に沈着した地域では，国谷地法自治体により，除染作業が行われてきた。このような除染により空間線量率の低下が期待される一方で，除染による地表面状態の変化から，下流へ土砂移動に変化がおこる可能性がある。そこで，本研究においては，除染による土砂動態の変化および^{137}Cs 動態との関係解明を目的として、新田川での観測および過去のデータの解析を行った。

新田川下流の原町地点では2012年から、鮭川橋地点、野手上北地点、蕨平地点では 2014 年から、浮遊土砂^{137}Cs 濃度、水流出量、浮遊土砂流出量の観測を行っている。浮遊土砂^{137}Cs 濃度はいずれの地点でも指数関数的な減少傾向を示した。原町地点では、浮遊土砂の年間流出量が、2013 年から 2015 年まで増加傾向を示したのち、2016 年から 2018 年にかけて減少傾向を示した。除染作業が 2012 年から 2016 年まで行われていたことから、除染によって浮遊土砂の流出が促進されたと考えられた。一方で同地点における^{137}Cs 流出量は 2015 年に最大となり、2016 年には除染地から^{137}Cs 濃度の低い土砂が流出したと考えられた。野手上北地点では除染期間中には陸上に土砂供給源があったことを示すヒステリシスループが見られたが、除染終了後にはそのようなヒステリシスループの頻度が小さくなった。さらに、USLEを用いて除染を行った場合と除染を行わなかった場合の土砂流出量を推定した結果、除染を行った場合の土砂流出量推定値の方が大きかった。以上のことから、除染は河川中の土砂の^{137}Cs　濃度を低下させる一方で、土砂流出が促進されたことが明らかになった。

キーワード：セシウム137、浮遊砂、新田川、除染
Keywords: Cs-137, suspended sediment, Niida river, Decontamination works

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

新田川河口海域における台風Wilpaによる出水イベントに伴う懸濁態放射性セシウムの沿岸輸送について

Neasrshore transport of suspended radiocesium In the Fuksima Coast derived from Niida River induced by Typhoon Wipha

*徳永 夏樹[1]、内山 雄介[1]、津旨 大輔[2]、山田 正俊[5]、立田 穣[2]、伊藤 友加里 [3]、石丸 隆[3]、渡邉 豊[7]、池原 研[4]、福田 美保[6]
*Natsuki Tokunaga[1], Yusuke Uchiyama[1], Daisuke Tsumune[2], Masatoshi Yamada[5], Yutaka Tateda[2], Yukari Ito[3], Takashi Ishimaru[3], Yutaka Watanabe[7], Ken Ikehara[4], Miho Fukuda[6]

1. 神戸大学、2. 電力中央研究所、3. 東京海洋大学、4. 国立研究開発法人産業技術総合研究所、5. 弘前大学、6. 放射線医学総合研究所、7. 北海道大学
1. Kobe University, 2. Central Research Institute of Electric Power Industry, 3. Tokyo University of Marine Science and Technology, 4. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 5. Hirosaki University, 6. National Institute of Radiological Sciences, 7. Hokkaido University

The Fukushima Nuclear Power Plant (FNPP) accidentally leaked substantial amount of radiocesium to the environment in March 2011. The radiocesium is known to have three input pathways to the marine environment: atmospheric deposition,direct discharge from the FNPP, and river discharges. The last process has lagged behind the accident by occasional floods that have delivered terrestrial deposition through hydrological processes, while the other two processes occurred immediately after the accident. Therefore, the local coastal seas have suffered from continuous contamination due to riverine suspended radiocesium inputs that must be assessed carefully. Niida River,Fukushima,has been a source of riverine suspended radiocesium even after the FNPP accident, as its watershed was prominently covered with the atmospheric deposition at the accident.

In this study, we examined the oceanic dispersal and inventories of the sediments and suspended radiocesium deposited in the ocean floor derived from Niida River byusing a quadruple nested JCOPE2-ROMS 3D oceanic circulation model in a high-resolution configuration at the lateral grid spacing of 50 m.This model is coupled with a 3D multi-class sediment transport model along with a two-layer stratigraphy model of the marine bed,the iRIC-Nays 2DH river sediment transport model,the SWAN spectral wave model,and a static radiocesium absorption model. A particular attention was paid to the storm and subsequent flood event associated with Typhoon 201326 (Wipha)passed off the Fukushima Coast in October 2013,which provoked an enormous amount of precipitation,subsequent increase of the riverine freshwater discharge, and associated sediment and suspended radiocesium fluxes to the ocean. The model results were diagnosed with a guide of several in situ observed data collected in the Fukushima Coast after the storm. We found that the modeled and observed lateral and vertical distributions of sediment grain sizes and attached radiocesium concentrations were reasonably well correlated and consistent each other. We then investigated the accumulation and erosion of the sediments and resultant suspended radiocesium distribution around the river mouth and nearshore areas along the Fukushima Coast.

キーワード：懸濁態放射性セシウム、ROMS
Keywords: suspended radiocesium, ROMS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

福島県沖陸棚海域の海底近傍における高濁度層を構成する粒子の粒径分布ならびに放射性セシウム濃度

Particle size distribution and radiocesium concentration in suspended particles within the high turbidity layer at near sea bottom off Fukushima prefecture

*帰山 秀樹[1]、古市 尚基[2]、杉松 宏一[3]、重信 祐弥[1]、三木 志津帆[1]、森田 貴己[1]、安倍 大介[1]、市川 忠史[1]
*Hideki Kaeriyama[1], Naoki Furuichi[2], Kouichi Sugimatsu[3], Yuya Shigenobu[1], Shizuho Miki[1], Takami Morita[1], Daisuke Ambe[1], Tadafumi Ichikawa[1]

1. 水産研究・教育機構　中央水産研究所、2. 水産研究・教育機構　水産工学研究所、3. 水産研究・教育機構　西海区水産研究所
1. National Research Institute of Fisheries Science, Japan Fisheries Research and Education Agency, 2. National Research Institute of Fisheries Engineering, Japan Fisheries Research and Education Agency, 3. Seikai National Research Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency

The Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident of March 2011 resulted in the release of radiocesium to the ocean. The concentration of Fukushima-derived ^{137}Cs in pelagic fishes had been decreased drastically during two years from the accident, associated with the concentration of dissolved ^{137}Cs due to the dispersion and dilution of seawater. The concentration of ^{137}Cs in demersal fishes had also been decreasing for eight years, although the decreasing rates of them are slower than those of pelagic fishes. The seabed sediment in the coastal region of Fukushima revealed higher concentration of ^{137}Cs than those observed before the accident. To elucidate the fate of Fukushima-derived radiocesium in the oceanic environment, the benthic ecosystem in the coastal region of Fukushima is the most important study area.

In this study, we focused on the high turbidity layer observed at near sea bottom as a possible source of radiocesium for the benthic organisms in the coastal region of Fukushima. Field observation was conducted in the coastal region off Fukushima and nearby prefectures during June–July 2018. The LISST-200X was used for obtaining the vertical profiles of volumetric concentration of particles and particle size frequency at 28 stations. LISST-HOLO was used concurrently at some stations shallower than 200 m to obtain holographic image of particle. To measure the concentration of ^{137}Cs in suspended materials, large volume *in-situ* pump was deployed on the sea bottom for collecting suspended materials just above the sea bottom (ca. 80 cm above bottom) at three stations.
The volumetric concentration of particle (especially >100 μm) was increased with depth and formed a peak at pycnocline and was decreased with depth. From holography images, diatom colonies and crustacean plankton (copepod) frequently observed at this peak may represent the sub-surface chlorophyll peak was developed around pycnocline. The increase of volumetric concentration of particle were also observed at near sea bottom at some stations located around continental shelf (ca. 100–200 m depth). The particles of 10–100 μm were abundant at this high turbidity sea bottom boundary layer, on the other hands the particles within this size range were less abundant in the above water column. The holography images of particles represented variable forms including crustacean plankton (copepod), rod shape fragment and amorphous detritus at the high turbidity sea bottom boundary layer. The ^{137}Cs concentration of suspended particle collected at near sea bottom ranged from 0.1 to 0.2 Bq g-dry^{-1} and

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

was 2 to 13 times higher than that in the sea bottom sediment at same location. These results (10–100 μm particles abundant in sea bottom boundary layer and relatively high ^{137}Cs concentration in this particles) revealed the high turbidity layer at near sea bottom could be one of the sources for radiocesium uptake by the benthic organisms. Further studies needed to verify the role of this suspended particles not only the variability of ^{137}Cs concentration, but also portion of organic fraction, particle size distribution, and the horizontal distribution of particles in the continental shelf area off Fukushima.

キーワード：福島第一原子力発電所事故、放射性セシウム、高濁度層、粒径分布
Keywords: Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident, Radiocesium, high turbidity layer, particle size distribution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2017年夏季の北太平洋亜寒帯域における福島第一原子力発電所事故由来放射性セシウムの分布

Fukushima-derived radiocesium in the subarctic region of the North Pacific Ocean in the summer of 2017

*熊本 雄一郎[1]、青山 道夫[2]、浜島 靖典[3]、村田 昌彦[1]
*Yuichiro Kumamoto[1], Michio Aoyama[2], Yasunori Hamajima[3], Akihiko Murata[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. 福島大学、3. 金沢大学
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Fukushima University, 3. Kanazawa University

2011年3月に発生した福島第一原子力発電所事故によって、20--40 PBqの放射性セシウムが環境中に放出されたと推定されている。そのうちの7–8割は北太平洋に沈着・流出したと見積もられているが、それらのほとんどは海水に溶けた状態で存在する。そのため福島事故由来の放射性セシウムは、海水混合によって希釈されながら表層水の流れに沿って北太平洋全域に広がりつつある。これまでの研究によって、日本近海に沈着・流出した放射性セシウムは北太平洋の中緯度を表面海流に乗って東に運ばれ、事故から約4年が経過した2015年には北米大陸の西海岸に到達したことが分かっている。演者らは2017年夏季に北太平洋亜寒帯域において実施された海洋研究開発機構「白鳳丸」航海において海水試料を採取し、その中の放射性セシウム濃度を測定した。福島事故起源^{134}Csの濃度は、希釈と放射壊変（半減期は約2年）によって現在1 Bq m^{-3}以下まで低下しているため、濃縮しなければ測定することができない。濃縮には、仏国Triskem社製のCsレジン（potassium nickel ferrocyanate on polyacrylnitrile, KNiFC-PAN）を用いた。海水試料約40 Lを50 ml min^{-1}の流速で5 ml（約1 g）のCsレジンに通水することで、レジンに放射性セシウムを濃縮した。海水試料にはキャリアとして塩化セシウム（^{133}Cs）を加え（濃度約100 ppb）、その通水前と通水後の濃度差から放射性セシウムの回収率を約95%と見積もった。陸上実験室に持ち帰ったCsレジンは洗浄後、海洋研究開発機構むつ研究所、または金沢大学環日本海域環境研究センター低レベル放射能実験施設の低バックグランドGe半導体検出器を用いてγ線分析に供され、^{134}Csの放射能濃度が求められた。東部北太平洋のアラスカ湾を横断する東西（北緯47度線）と南北（西経145度線）の2本の観測線に沿った鉛直断面図によると、深度300mまでの表層において東側及び北側の観測点、すなわち北米大陸沿岸により近い観測点で事故起源^{134}Csの濃度が高くなっていた（放射壊変を補正した濃度で最高6 Bq m^{-3}）。これは北米大陸に到達した福島事故起源^{134}Csが北米大陸に沿って北上し、さらに北太平洋の高緯度（北緯50--60度）を西向きに運ばれていることを示唆している。本研究によって得られた結果から、今後数年以内に福島事故起源^{134}Csが北太平洋亜寒帯の反時計周りの循環流、すなわち北太平洋亜寒帯循環流に沿って日本近海に回帰してくることが予測された。

キーワード：福島第一原子力発電所事故、放射性セシウム、北太平洋
Keywords: Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident, radiocesium, North Pacific

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Temporal and spatial variations of radiocaesium in the East China Sea and Sea of Japan until 2018

*青山 道夫[1]、猪股 弥生[2]、浜島 靖典[2]
*Michio Aoyama[1], Yayoi Inomata[2], Yasunori Hamajima[2]

1. 福島大学環境放射能研究所、2. 金沢大学環日本海域環境研究センター
1. Institute of Environmnetal Radioactivity, Fukushima University, 2. Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University

The temporal and spatial variations of radiocaesium activity concentrations in the Sea of Japan (SOJ) and the East China Sea were investigated. We also investigated transport process from the North Pacific Ocean to the SOJ through the East China Sea (ECS) during 2012–2018. Since 2012, increase of Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant derived ^{137}Cs activity concentrations were observed in the East China Sea (ECS) and Sea of Japan (SOJ) and reached maxima in 2014/2015 in the ECS and in 2015/2016 in the SOJ. In the ECS, the FNPP1-^{137}Cs activity concentrations tend to decrease after 2016. In 2017 and 2018, decreasing trend of FNPP1-^{137}Cs activity concentrations were also found in the SOJ. The propagation of Fukushima-derived radiocaesium in surface seawater from the ECS into the SOJ required approximately one year. The maximum FNPP1-^{137}Cs activity concentration at each monitoring station was 0.9-1.4 Bqm^{-3}, which contribute to about 40-49% increase against those to the ^{137}Cs activity concentration derived from the global fallout. It appeared that ^{134}Cs/^{137}Cs activity ratios indicated that part of the FNPP1-derived ^{137}Cs and ^{134}Cs was transported with 4-5 years-time scale to the ECS and then to the SOJ via Subtropical Mode Water from the North Pacific southern part of Japan (Inomata et al., 2018). In the ECS, clear meridional distribution of radiocaesium was observed in 2018. ^{137}Cs activity concentrations was low at Yonaguni and Ishigaki, south of ECS and high at west of Kyushu, north of ECS.

キーワード：放射性セシウム、福島原発事故、日本海、東シナ海
Keywords: Radiocaesium, Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident, Sea of Japan, East China Sea

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] Eveningポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-AG 応用地球科学

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_46

[M-AG41] 福島原発事故により放出された放射性核種の環境動態

コンビーナ:高橋 嘉夫(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、北 和之(茨城大学理学部)、恩田 裕一(筑波大学アイソトープ環境動態研究センター)、津旨 大輔(一般財団法人　電力中央研究所)

東日本大地震および津波の発生を契機として起こった東京電力福島第一原子力発電所事故により、放射性核種が飛散し、大気の拡散輸送過程により全球に拡散した。その後も、地表面に沈着した放射性物質の大気への再飛散や、放射性物質の吸着した土砂の海洋や河川湖沼への移動、森林・農作物、陸・海洋生物への移行など、地球環境中でさまざまな循環・相互作用が進行している。さらに、原発から放出されたセシウム濃集粒子について、近年多くの研究がなされ、炉内で起きた現象の解析やこの粒子の環境中での移行について多くの研究がなされてつつある。これら放射性核種の環境動態を理解し汚染の長期的な影響予測を行なうため、本セッションでは、地球環境科学の多くの分野に、放射化学や放射線計測技術などを加えた分野横断的な議論を行い、最新成果を広め、研究交流を深める場としたい。

[MAG41-P01] 放射光X線を用いた福島第一原子力発電所1号機由来の不溶性セシウム粒子中のウラン-ジルコニウム粒子の発見

*三浦 輝[1]、栗原 雄一[2]、山本 政儀[3]、坂口 綾[4]、田中 万也[2]、桧垣 正吾[5]、高橋 嘉夫[5] (1.電力中央研究所、2.原子力研究開発機構、3.金沢大学、4.筑波大学、5.東京大学)

[MAG41-P02] バイオエアロゾルによる放射性セシウム大気再飛散とそのフラックス推定の試み

★招待講演

*北 和之[1]、林 奈穂[1]、南 光太郎[1]、木村 茉央[1]、五十嵐 康人[1,7]、足立 光司[2]、牧 輝弥[3]、反町 篤行[4]、石塚 正秀[5]、古川 純[6]、二宮 和彦[8]、篠原 厚[8]、Masson Olivier[9] (1.茨城大学理工学研究科、2.気象研究所、3.金沢大学、4.福島県立医科大学、5.香川大学、6.筑波大学、7.京都大学、8.大阪大学、9.IRSN)

[MAG41-P03] 樹冠遮断プロセスが林内雨中の放射性セシウム及び溶存物質濃度に与える影響

*篠塚 友輝[1]、加藤 弘亮[2]、赤岩 哲[1]、恩田 裕一[2] (1.筑波大学生命環境学群地球学類、2.筑波大学アイソトープ環境動態研究センター)

[MAG41-P04] 土壌中のRCs移動におけるRCs濃度と溶存有機物の影響

*辰野 宇大 [1]、濱本 昌一郎[1]、二瓶 直登[1]、西村 拓[1] (1.東京大学　大学院農学生命科学研究科　生物・環境工学専攻)

[MAG41-P05] 落葉広葉樹の有機物の分解度合の違いにおける溶存態放射性セシウムの挙動

*佐々木 祥人[1]、新里 忠史[1]、三田地 勝昭[2]、伊藤 聡美[1]、渡辺 貴善[1] (1.国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、2.エイ・ティ・エス株式会社)

[MAG41-P06] 森林源頭部における粗大有機物が渓流水の溶存態放射性セシウム濃度に及ぼす影響

*赤岩 哲[1]、加藤 弘亮[2]、篠塚 友輝[1]、恩田 裕一[2] (1.筑波大学生命環境学群地球学類、2.筑波大学アイソトープ環境動態研究センター)

[MAG41-P07] **福島第一原発事故から8年間の森林環境における放射性セシウムの移行状況**

*加藤 弘亮[1]、恩田 裕一[1]、Saidin Zul[1]、栗原 モモ[1]、篠塚 友輝[2]、赤岩 哲[2] (1.筑波大学アイソトープ環境動態研究センター、2.筑波大学生命環境学群地球学類)

[MAG41-P08] 森林流域における放射性セシウム濃度の季節変化とその要因

★招待講演

*神林 翔太[1]、青野 辰雄[1]、浜島 大輝[1]、高橋 博路[1]、山村 充[2]、山田 裕[1] (1.量子科学技術研究開発機構　放射線医学総合研究所、2.国土防災技術株式会社)

[MAG41-P09] Research of discharge radioactive Cs-bearing microparticles from a small forested catchment

*羽田野 聡[1]、濱本 昌一郎[1]、二瓶 直登[1]、奥村 大河[1]、小暮 敏博[1]、西村 拓[1] (1.東京大学)

[MAG41-P10] Estimating impacts of direct release and riverine discharge on oceanic ^{137}Cs derived from the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident by an regional ocean model
★Invited Papers

*津旨 大輔[1]、坪野 考樹[1]、三角 和弘[1]、立田 穣[1]、恩田 裕一[2]、青山 道夫[3] (1.一般財団法人　電力中央研究所、2.筑波大学・アイソトープ環境動態研究センター、3.福島大学・環境放射能研究所)

[MAG41-P11] FNPP1 accident derived radiocaesium and tritium in Fukushima coast through the end of 2018

*青山 道夫[1]、浜島 靖典[2]、猪股 弥生[2]、熊本 雄一郎[3]、坪野 考樹[4]、津旨 大輔[4] (1.福島大学環境放射能研究所、2.金沢大学環日センター、3.国立研究開発法人海洋研究開発機構、4.電力中央研究所環境科学研究所)

[MAG41-P12] 日本海沿岸における東電福島第一原発事故由来の放射性Csについて

*高田 兵衛[1]、井上 睦夫[2]、工藤 なつみ[1]、城谷 勇陛[1] (1.公益財団法人海洋生物環境研究所、2.金沢大学)

[MAG41-P13] Numerical simulation of Cs-137 activity in the North Pacific using two atmospheric deposition fluxes estimated by atmospheric chemical transport models

*坪野 考樹[1]、三角 和弘[1]、津旨 大輔[1]、青山 道夫[2]、廣瀬 勝己[3] (1.一般財団法人　電力中央研究所、2.福島大学環境放射能研究所、3.上智大学)

[MAG41-P14] Seasonal deposition of radiocesium in wooden houses from summer to winter seven years after the Fukushima nuclear accident

*高倉 凌[1]、小豆川 勝見[1]、堀 まゆみ[1]、松尾 基之[1] (1.東京大学　大学院　総合文化研究科)

放射光X線を用いた福島第一原子力発電所1号機由来の不溶性セシウム粒子中のウラン-ジルコニウム粒子の発見
Discovering U particle with Zr from CsMP emitted from Unit 1 of FDNPP using synchrotron radiation X-ray analyses

*三浦 輝[1]、栗原 雄一[2]、山本 政儀[3]、坂口 綾[4]、田中 万也[2]、桧垣 正吾[5]、高橋 嘉夫[5]
*Hikaru Miura[1], Yuichi Kurihara[2], Masayoshi Yamamoto[3], Aya Sakaguchi[4], Kazuya Tanaka[2], Shogo Higaki[5], Yoshio Takahashi[5]

1. 電力中央研究所、2. 原子力研究開発機構、3. 金沢大学、4. 筑波大学、5. 東京大学
1. Central Research Institute of Electric Power Industry, 2. JAEA, 3. University of Kanazawa, 4. University of Tsukuba, 5. The University of Tokyo

Introduction: A large amount of radiocesium (Cs) was emitted into environment by the Fukushima Nuclear Power Plant (FDNPP) accident in March, 2011. Adachi et al. (2013) reported glassy water-insoluble microparticles including radiocesium, called as radiocesium-bearing microparticles (Type-A particles). Based on the $^{134}Cs/^{137}Cs$ ratio calculated by Nishihara et al. (2012), Type-A particle is thought to be emitted from Unit 2 or 3 of FDNPP (Higaki et al., 2017; Miura et al., 2018). Abe et al. (2014) detected uranium (U) in Type-A particle by synchrotron radiation measurement. In addition, Ochiai et al. (2018) reported that Type-A particle has UO_2 with zirconium (Zr). In contrast, Ono et al. (2017) reported new particles called as Type-B particles emitted from Unit 1. Type-B particle is different from Type-A particle in size, shape, Cs concentration and so on. We measured some Type-A and Type-B particles to clarify chemical condition of U by synchrotron radiation measurement. Difference in chemical condition of U in each particle may represent the difference of generating process or condition of each reactor unit at the accident.

Method: In this study, we collected Type-A and B particles from road dusts and non-woven fabric cloths from Fukushima by a wet separation method. After measurement of radioactivity with a high-purity germanium semiconductor detector, scanning electron microscope and energy dispersive X-ray spectroscopy analyses were performed to confirm that separated particles were Type-A or Type-B particles. X-ray fluorescence (XRF) mapping and X-ray adsorption near edge structure (XANES) measurement were performed at BL37XU (SPring-8, Hyogo). Bent Crystal Laue Analyzer (BCLA) was used to detect U peaks, because energy of U Lα emission is close to energies of rubidium Kα and strontium Kα emissions.

Results: We could detect U in Type-A and B particles using BCLA which decreased background contribution about one tenth. U-enriched area in the Type-B particle was about several microns, which is much bigger than U nano-particle in Type-A particle reported by Ochiai et al. (2018). This difference in size possibly suggested that U particle in Type-B particle was derived from melt in contrast to that in Type-A particle possibly produced from vapor. XANES measurement showed the presence of U(IV) in Type-B particle but also U(VI) in Type-A and B particles, which suggested $U(VI)O_2$ fuel was oxidized possibly due to its exposure to air at the surface of the particles. In the spots of detecting U, we also detected Zr which is used for fuel cladding tube. It is needed to identify chemical-states of Zr and U as a future study.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：福島原発事故、不溶性セシウム粒子、放射光X線分析
Keywords: FDNPP accident, Cesium-bearing microparticle, Synchrotron radiation X-ray analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

バイオエアロゾルによる放射性セシウム大気再飛散とそのフラックス推定の試み

Atmospheric re-emission of radio-cesium with bioaerosols and trial for estimateing their emission flux

*北 和之[1]、林 奈穂[1]、南 光太郎[1]、木村 茉央[1]、五十嵐 康人[1,7]、足立 光司[2]、牧 輝弥[3]、反町 篤行[4]、石塚 正秀[5]、古川 純[6]、二宮 和彦[8]、篠原 厚[8]、Masson Olivier[9]
*Kazuyuki Kita[1], Naho Hayashi[1], Koutaro Minami[1], Mao Kimura[1], Yasuhito Igarashi[1,7], Kouji Adachi[2], Teruya Maki[3], Atsuyuki Sorimachi[4], Ishizuka Masahide[5], Jun Furukawa[6], Kazuhiko Ninomiya[8], Atsushi Shinohara[8], Olivier Masson[9]

1. 茨城大学理工学研究科、2. 気象研究所、3. 金沢大学、4. 福島県立医科大学、5. 香川大学、6. 筑波大学、7. 京都大学、8. 大阪大学、9. IRSN
1. Graduate School of Science and Engineering, Ibaraki University, 2. Meteorological Research Laboratory, 3. Kanazakwa University, 4. Fukushima Medical Univeristy, 5. Kagawa University, 6. Tsukuba University, 7. Kyoto University, 8. Osaka University, 9. IRSN

背景・目的

東京電力福島第一原子力発電所の事故によって、原子炉施設から多量の放射性物質が周辺地域に飛散・拡散し土壌や植生に沈着した。地表に沈着した放射性核種が今後どのように移行するか定量的に理解していくことが、モデル等により今後の推移を理解する上で重要である。重要な移行経路の一つとして地表から大気への再飛散がある。我々のグループのこれまでの観測で、山間部にある高線量地域では、夏季に大気中の放射性セシウムが増加していることが明らかになっている。夏季の森林生態系からの放射性セシウム再飛散過程を明らかにし、また放出フラックスを定量的に見積もることがが本研究の目的である。

観測

2012年12月より浪江町下津島地区グラウンドにおいて約10台のハイボリュームエアサンプラーによって大気エアロゾルを高時間分解能でサンプリングし、Ge検出器で放射能濃度を測定している。この大気エアロゾルサンプルの一部を取り出し化学分析及び顕微鏡観察を行っている。2015年よりグラウンドおよび林内で、バイオエアロゾルサンプリングを月に1-2回程度実施している。また、感雨センサーを用い、降水時・非降水時に分けたサンプリングも行っている。200mくらい離れた林内でも同様の観測を行っている。さらに、パッシブサンプラーによる放射性核種の沈着フラックスを測定するとともに、土壌水分と風速など気象要素を自動気象ステーション（AWS）にて、エアロゾル粒子の粒径別濃度を電子式陰圧インパクタ(Electric Low-Pressure Impactor, ELPI)、黒色炭素エアロゾル濃度および硫酸エアロゾル濃度をそれぞれブラックカーボンモニタおよびサルフェートモニタにて連続的に測定している。
フラックス推定のために、６ｍタワーを立て、放射性セシウムおよびバイオエアロゾルを２高度でサンプリングするとともに、超音波風速計を設置して緩和渦集積法によるフラックス推定を試みる。

結果と考察

2015年夏季に行った観測と、そのサンプルのSEM-EDS分析により、夏季の大気セシウム放射能濃度は炭素質粒子濃度と正相関していることが分かった。夏季には粒径5μm程度の炭素質粒子が多く、バイオエアゾルサンプリングとその分析の結果、真菌類の胞子、特にキノコが主な担子菌類胞子が多数を占めていることが分かった。但し、降水中には、カビが多い子嚢菌類胞子がむしろ多い。大気粒子サンプルの抽出実験を行った結

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

果、夏季には放射性セシウムの半分以上が純水で抽出される形態(水溶性あるいは水溶性物質で付着した微小粒子)であることもわかった。

そこで、2016年夏季には、大気粒子サンプル中の真菌類胞子の数密度と大気放射能濃度の関係を調べるとともに、キノコを採取してその胞子の放射能濃度を測定して、大気放射能濃度が説明できるか、また大気粒子サンプルと同様に、半分程度の純水抽出性を持つか調べた。その結果、大気放射能濃度と胞子と思われる粒子の個数とは明瞭な正相関を示し、降水時には子嚢菌類が増加することが示され、このような胞子の飛散により夏季の大気再飛散が説明できることが分かったた。
現在、放出フラックス推定について解析しており、その結果も報告したい。

キーワード：放射性セシウム、大気再飛散、バイオエアロゾル
Keywords: Radiocesium, atmospheric reemission, bioaerosol

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

樹冠遮断プロセスが林内雨中の放射性セシウム及び溶存物質濃度に与える影響

The effect of canopy interception processes on radiocesium and dissolved matter concentrations in throughfall

*篠塚 友輝[1]、加藤 弘亮[2]、赤岩 哲[1]、恩田 裕一[2]
*Tomoki Shinozuka[1], Hiroaki Kato[2], Satoru Akaiwa[1], Yuichi Onda[2]

1. 筑波大学生命環境学群地球学類、2. 筑波大学アイソトープ環境動態研究センター
1. College of Geoscience, School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, 2. Center for Research in Isotopes and Environmental Dynamics, University of Tsukuba

本研究では、樹冠遮断プロセスが樹冠下の雨量や溶存物質の濃度特性に及ぼす影響を明らかにするため、福島県浪江町のスギ林を調査対象森林として、林外雨及び林内雨の雨量と雨水に含まれるセシウム137濃度及び各種溶存イオン濃度を測定した。また、樹冠通過雨の採取地点の直上の樹冠構造を測量することにより、樹冠下での雨量及び溶存イオンの空間偏在性の発生要因について考察を行った。調査期間は、2018年6月25日から11月5日の約4か月間とした。その結果、樹冠通過雨量は樹冠開空度が高い地点で多くなる傾向が認められた。一方、樹冠通過雨に含まれるセシウム137は、雨量が多い地点ほど濃度が低くなる傾向が確認された。そのため、雨水にともなって樹冠から林床へのセシウム137移行フラックスは、雨量が多い地点で必ずしも移行量が多くなるわけではないことが分かった。樹冠通過雨に含まれるセシウム137の存在形態についてみると、樹冠通過雨量の増加とともに懸濁態のセシウム137の割合が小さくなる傾向が認められた。しかし、イベント降水量が大きい台風時には、樹冠通過雨量に関わらず懸濁態セシウム137濃度が高くなることが確認された。一方、溶存態セシウム137濃度及びMg^{2+}、Ca^{2+}、K^{+}の溶存イオン濃度は、樹冠開空度が大きい地点で低くなる傾向が認められた。以上の結果から、降雨特性や樹冠構造の違いが樹体から雨水への放射性セシウム及び溶存物質の溶出フラックスに及ぼす影響が示唆された。なお、調査期間中 (6月25日から9月13日)の樹冠から林床への樹冠通過雨にともなうセシウム137移行量は初期沈着量の0.25%であった。

キーワード：樹冠遮断プロセス、放射性セシウム、樹冠通過雨、モニタリング
Keywords: radiocesium, canopy interception process, throughfall, monitoring

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

土壌中のRCs移動におけるRCs濃度と溶存有機物の影響
Effects of RCs concentration and dissolved organic matter on RCs migration in soil under flowing condition

*辰野 宇大[1]、濱本 昌一郎[1]、二瓶 直登[1]、西村 拓[1]
*Takahiro Tatsuno[1], Shoichiro Hamamoto[1], Naoto Nihei[1], Taku Nishimura[1]

1. 東京大学　大学院農学生命科学研究科　生物・環境工学専攻
1. Deptartment of Biological and Environmental Engineering, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, University of Tokyo

INTRODUCTION

To understand migration of radiocesium (RCs) in soils is an important issue after the accident of Fukushima Dai-ichi nuclear power plant, Japan. In general, RCs strongly adsorb to soils, especially clay minerals in the soil. Frayed Edge Site (FES), siloxane ditrigonal cavity (SDC), and clay plane are known as RCs adsorption sites of clay minerals. The clay planes have much more adsorption sites than FES and SDC, while RCs adsorbed on the clay plane is relatively easy exchanged with other cations. On the other hand, RCs fixed on high affinity site such as SDC and FES cannot be readily exchanged with other cations. RCs concentration of the applied solution may affect effective sites for RCs adsorption. The lower RCs concentration in the soil solution, the greater the contribution of high affinity sites such as SDC and FES is expected.

Dissolved organic matters (DOMs) alter sorption and transport of RCs in soils. There are three possible processes in regard to DOM-induced RCs transport. First, DOMs in soil solution can complex with RCs and the RCs-DOM complexes enhance RCs transport to deeper layer or prevent it due to their adsorption to the soil. Second, DOMs in the soil solution may remove RCs adsorbed on the soils and promote RCs migration. Third, DOMs adsorbed on the soil can prevent RCs to access to high affinity sites (i e., FES and SDC).

There are many previous studies on the effects of RCs concentration and soil organic matters on RCs adsorption based on batch experiments with high DOM concentration. However, these studies are not enough for fully understanding RCs migration in a real soil system where water flow should occur and DOM concentration is low. In this study, we investigated the effect of DOM on the migration of RCs using two different concentrations of RCs solution by laboratory column experiments.

MATERIALS and METHODS

Soil sample was a weathered granite called as Masa-soil in local dialect. It was collected at an abandoned forest in Iitate, Fukushima, Japan. DOM solution was extracted from a litter which was collected from forest floor of university forest of the University of Tokyo in Chichibu city, Saitama prefecture, Japan in 2008. Dissolved organic carbon (DOC) in the DOM solution was adjusted to 20mg-C/L.

The Cs solutions with two different concentrations, 1.5×10^{-4} mol/L prepared by using stable CsCl (^{133}Cs) as the high one and 4.5×10^{-17} mol/L made by diluting the ^{137} Cs solution as low concentration solution. The Cs-DOM mixture was also used as a percolation solution.

An acrylic plastic column was used for the transport experiments. The soil column was prepared by packing air dried soil sample. Then, different solutions were applied with a constant ponding depth. Four different sequences of flowing solution were as follows ; (i) NaCl solution (pH6, ionic strength of 1mM) followed by Cs solution, (ii) NaCl solution followed by Cs-DOM mixed solution, (iii) DOM solution followed by Cs solution, and (iv) NaCl solution followed by Cs solution in soil which was adsorbed DOM in advance.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Cs concentration of the effluent was measured. Some effluent solution was divided into water-soluble Cs and Cs-DOM complexes by ultrafiltration.

RESULTS and DISCUSSION

During the experiment using the high concentration Cs solution, there was no significant difference in the effluent Cs concentration among all conditions ((i) - (iv)). On the other hand, when using the low Cs concentration solution, effluent Cs concentrations of the column (ii) and (iv) were higher than that of (i). The ultrafiltration for some selected effluent samples of the column experiment with Cs-DOM mixture as supplied solution, and effluents of (ii) and (iv) showed all the Cs in the effluents were water-soluble form. These findings suggest DOM did not work as a carrier for Cs, but rather promoted Cs migration by inhibiting Cs adsorption to high selective sites.

ACKNNOWLEDGEMENT

This work was supported by JSPS grant Number 15H02467.

キーワード：福島、セシウム、溶存有機物

Keywords: Fukushima, cesium, dissolved organic matter

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

落葉広葉樹の有機物の分解度合の違いにおける溶存態放射性セシウムの挙動

Behavior of dissolved radiocesium in the decay degree of organic matter of deciduous broad-leaved trees

*佐々木 祥人[1]、新里 忠史[1]、三田地 勝昭[2]、伊藤 聡美[1]、渡辺 貴善[1]
*Yoshito Sasaki[1], Tadafumi Niizato[1], Katsuaki Mitachi[2], Satomi Ito[1], Takayoshi Watanabe[1]

1. 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、2. エイ・ティ・エス株式会社
1. Japan Atomic Energy Agency , 2. ATOM TRANSPORT SERVICE CO., LTD

はじめに

東京電力ホールディングス福島第一原子力発電所事故により放出された放射性物質のうち、7割近くが森林に沈着した。現在も半減期の比較的長い放射性セシウム(Cs-134、Cs-137)が環境中に残っている。また、これまでの長期観測から森林からの放射性セシウムの流出は、ほとんどないことが示されている[1]。 現在、森林が除染される予定はなく、森林内に放射性セシウムは長期的に残るものと考えられる。森林において事故後、放射性セシウムはリター層に多く存在したものの、数年で土壌層に移行した。それらは、放射性セシウムが土壌中の粘土鉱物に強く吸着される性質を持つため、表層土壌にその多くが留まっている。しかしながら、現在も放射性セシウムが新葉においても含まれており、落葉として林床に供給されている。リター等の有機物には放射性セシウムが粘土鉱物のように強く吸着されないため生物に取り込まれやすい溶存態放射性セシウムとして溶出するものと考えられる。林床の有機物層は、その分解度合によって次のように分類される：Litter(L) 比較的新しくほとんど分解されていない、もとの形を保持している。Fermentation(F) 肉眼による観察で元の形がわかる程度に分解されている。Humus(H) 肉眼による観察で元の形がわからない程度分解されている。しかし、これらの有機物の分解度合の違いによる放射性セシウムの移行挙動の違いについてはこれまでほとんど報告がない。本報告では、落葉広葉樹の有機物の分解度合の違いにおける溶存態放射性セシウムの移行挙動について調査した結果について報告する。

材料および方法

使用したリターは、福島県内の落葉広葉樹林で採取した。2016年3月に集めた大きな枝を除いたリター（L）を、リターの分解を促進させるために容量160Lのコンポスターに入れ、蓋を開けたまま2016年10月まで林内に放置した。コンポスター内の腐葉土化した有機物の一部をさらに分解させるために、約10Lの容器中に腐葉土と腐葉土を餌とする甲虫の幼虫を入れ、2017年4月3日まで屋内で静置し肉眼による観察で元の形がわからない程度分解まで、腐葉土を分解させ腐植化した有機物（H）を得た。この際、腐葉土に甲虫を入れず静置した有機物をFとした。分解度合は、有機物の表面積を測定し確認した。それぞれ、分解度合の異なる有機物を風乾後に容量500ｍＬの容器に約10ｇずつ分注し10倍量（約100ｍＬ）の純水を加えた。その後、ロータリーシェーカー（25℃、150rpm）で48時間旋回振盪した。溶液を集めた後、孔径0.45μmのメンブレンフィルターでろ過し、ろ過液は、容量100ｍＬの容器（U8容器）に入れ溶存態放射性セシウムの濃度をGe半導体検出器で測定した。ろ過残渣は、105℃で乾燥した後粉砕し、U8容器に入れ放射能測定に供した。有機物からのCs-137溶出率は、有機物に含まれていたCs-137量に対する溶出したCs-137量の百分率とした。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

結果

コンポスター内でリターを分解させた過程で、体積は約1/2に減少した。甲虫の幼虫による分解では、さらに体積が約1/2に減少した。リターの表面積も減少は、LからFに分解する際に約1/10になり、FからHでは約1/1000になった。甲虫の幼虫により腐葉土は、粉砕され分解が進み、葉の形が肉眼で観察できない程度にまで分解が進んだ。有機物の放射性セシウム濃度は、FからHの分解に伴って約6ｋBq/kg-乾燥重量から約8ｋBq/kg-乾燥重量に増加した。次に得られた分解度合の異なるリターからの溶存態放射性セシウムの溶出について調べた。分解度合の異なる有機物　L, F, Hから溶出してきた溶存態放射性セシウムの溶出率は、それぞれ14, 1.6, 0.5 %であり、Lが最も高く、分解が進んだF, HにおいてはLの溶出率の1/10程度になっていた。このことから、林床における有機物からの溶存態放射性セシウムの溶出においては、その分解段階により溶出しやすさが異なることが明らかになった。

[1]Niizato et al., 2016, J. Environ. Radioact. 161, 11-21.

キーワード：福島第一原子力発電所事故、放射性セシウム、落葉広葉樹、リター層
Keywords: Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident, radiocesium, deciduous broad-leaved tree, litter layer

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

森林源頭部における粗大有機物が渓流水の溶存態放射性セシウム濃度に及ぼす影響

Effect of Coarse Organic Matter on the Dissolved Radioactive Cesium Concentration in Stream Water from headwater catchment

*赤岩 哲[1]、加藤 弘亮[2]、篠塚 友輝[1]、恩田 裕一[2]
*Satoru Akaiwa[1], Hiroaki Kato[2], Tomoki Shinozuka[1], Yuichi Onda[2]

1. 筑波大学生命環境学群地球学類、2. 筑波大学アイソトープ環境動態研究センター
1. College of Geoscience, School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, 2. Center for Research on Isotopes and Environmental Dynamics, University of Tsukuba

本研究では、森林流域から渓流水への放射性セシウムの溶出メカニズムを明らかにするために、福島県双葉郡浪江町の森林源頭部流域において、渓流水の流量観測を行うとともに、湧水・渓流水・土壌水に含まれる溶存態セシウム137濃度及び各種溶存イオン濃度、懸濁粒子及び粗大有機物の放射性セシウム濃度を測定した。調査期間は2018年6月25日から9月13日の約3か月間とし、6回のサンプリングを行った。渓流水は、試験流域内の湧水点とその下流部、そして試験流域が合流する中規模流域と大規模流域の4点で採水を行った。土壌水は、堆積有機物層のみ、もしくは堆積有機物層と表層土壌 (0-10 cm) からなるゼロテンションライシメータを3つずつ設置し、通過した雨水を採水した。粗大有機物は、試験流域の最下流部の河道に設置したネットで回収した。渓流水及び土壌水に含まれる溶存態セシウム137濃度は、7月にやや濃度が高くなる同様な時間変化傾向を示した。また、渓流水の溶存態セシウム137濃度は、ほとんどの場合で湧水よりも高い値を示し、渓流水が流下する過程で溶存態セシウム137濃度が上昇することが示唆された。試験流域でのモニタリング調査に加えて、2018年8月1日に福島県川俣町と二本松市の計25箇所の流域において渓流水を採取し、各流域の渓流水に含まれる溶存態セシウム137濃度と流域の土地利用の関係を調査した。その結果、渓流水中の溶存態セシウム137濃度は、流域内の森林面積の割合の増加にともなって高くなる傾向が示された。以上のことから、渓流水中の溶存態セシウム137濃度の形成過程において、森林流域からの溶出が溶存態セシウム137濃度の上昇に寄与している可能性が示唆された。

キーワード：福島第一原子力発電所、 溶存態セシウム137、渓流水
Keywords: Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant, dissolved cesium 137, stream water

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

福島第一原発事故から8年間の森林環境における放射性セシウムの移行状況

Eight-year monitoring study of radiocesium transfer in forest environments after the FDNPP accident

*加藤 弘亮[1]、恩田 裕一[1]、Saidin Zul[1]、栗原 モモ[1]、篠塚 友輝[2]、赤岩 哲[2]
*Hiroaki Kato[1], Yuichi Onda[1], Zul Hilmi Saidin[1], Momo Kurihara[1], Tomoki Shinozuka[2], Satoru Akaiwa[2]

1. 筑波大学アイソトープ環境動態研究センター、2. 筑波大学生命環境学群地球学類
1. Center for Research in Isotopes and Environmental Dynamics, University of Tsukuba, 2. College of Geoscience, School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba

本研究では、原発事故からの8年間における、森林環境で採取した試料のセシウム137濃度の時間変化傾向を調査した。福島県川俣町山木屋地区の森林で採取した全ての環境サンプルからセシウム137が検出されたが、その濃度は時間とともに指数関数的に減少する傾向を示した。セシウム137濃度の減少傾向は、スギやコナラの葉や外樹皮で異なっており、樹体表面での自己浄化や樹体内での転流プロセスが樹種や樹体部位ごとに異なることが示唆された。また、福島県双葉郡浪江町の高沈着量地域のスギ林を対象林分に選定し、林内雨（樹冠通過雨および樹幹流）に含まれる溶存態（0.45μmフィルター通過水）および懸濁態セシウム137濃度を調査し、樹冠から林内雨への放射性セシウムの取り込みのメカニズムを明らかにするとともに、時間経過にともなう変化傾向について考察を行った。

キーワード：福島第一原子力発電所事故、森林、放射性セシウム
Keywords: Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident, Forest, Radiocesium

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

森林流域における放射性セシウム濃度の季節変化とその要因
Seasonal change of radiocaesium and its factor in the forest catchment contaminated by the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Station Accident

*神林 翔太[1]、青野 辰雄[1]、浜島 大輝[1]、高橋 博路[1]、山村 充[2]、山田 裕[1]
*Shota Kambayashi[1], Tatsuo Aono[1], Hiroki Hamajima[1], Hiroyuki Takahashi[1], Mitsuru Yamamura[2], Yutaka Yamada[1]

1. 量子科学技術研究開発機構　放射線医学総合研究所、2. 国土防災技術株式会社
1. National Institute of Radiological Sciences, National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology, 2. Japan Conservation Engineers & Co.,LTD Inc.

東京電力福島第一原子力発電所の事故によって放射性セシウム（Cs）を含む大量の放射性物質が大気に放出され、陸域にも沈着した。福島県の面積の約70%が森林で覆われており、除染が行われていない森林には多くの放射性Csが未だ残存している。そのため、除染が行われていない森林を水源とする沢水中の放射性Csの挙動や流出プロセスを明らかにすることは、沢水や河川水を飲料用水・農業用水などとして利用する際に必要となる。本研究では、森林流域から河川への放射性Csの影響を解明するために、2017年12月から福島県双葉郡浪江町を流下する猿田川と猿田川が流入する高瀬川において放射性Cs濃度から流出フラックスのモニタリングを行い、以下の知見が得られた。

1) 高瀬川及び猿田川の溶存態^{137}Cs濃度範囲はそれぞれ10.3 - 37.2 mBq L^{-1}及び 44.3 - 322.9 mBq L^{-1}であった。この濃度差の主な要因は、集水域の^{137}Cs沈着量の違いによるものと考えられる。また、夏季には溶存態^{137}Cs濃度が高いなどの季節変化が確認された。高瀬川と猿田川上流では溶存態^{137}Cs濃度と水温に正の関係性が認められたことから夏季の溶存態放射性Cs濃度増加の主な要因として、降水と河川水量の増加及び気温や水温の上昇による近傍エリアのリター層からの溶出が考えられる。
2) 溶存態^{137}Csフラックスを算出した結果、猿田川では支流の流入が溶存態^{137}Csフラックスに大きく影響を与えていることが推測された。また、流下の過程で通過する白砂子第一ため池で採取された堆積物から抽出した間隙水はため池水に比べて3 - 10倍ほど高い値を示した。フィックの法則を用いてフラックスの計算を行った結果、堆積物表層から直上水へ逸出する^{137}Csは支流から供給される溶存態^{137}Csフラックスに相当することから、溶存態放射性Cs収支を考える上で堆積物からの溶出と間隙水の逸出も無視できないことが推察された。しかしながら、高瀬川の溶存態^{137}Csフラックスに対する猿田川の寄与は約1割であったことから、猿田川から高瀬川への溶存態放射性Cs負荷は小さいことが示唆された。

本研究の成果は福島県放射線医学研究開発事業補助金の一部である。

キーワード：放射性セシウム、動態、沢水、森林流域
Keywords: Radiocaesium, Behavior, Stream water, Forest catchment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Research of discharge radioactive Cs-bearing microparticles from a small forested catchment

*羽田野 聡[1]、濱本 昌一郎[1]、二瓶 直登[1]、奥村 大河[1]、小暮 敏博[1]、西村 拓[1]
*Satoshi Hadano[1], Shoichiro Hamamoto[1], Naoto Nihei[1], Taiga Okumura[1], Toshihiro Kogure[1], Taku Nishimura[1]

1. 東京大学
1. The University of Tokyo

INTRODUCTION

Vast amount of radioactive cesium (RCs) deposited by the accident of Fukushima Dai-Ichi Nuclear Power Plant (FDNPP). Fate of the RCs in the environments is important since RCs has long half-life. Previous studies estimated annual RCs runoff as about 0.1% or less of the total RCs deposition in the forest. Many previous studies reported concentration of suspended solids and RCs concentrations in water samples had linear correlation. However, there were still some extremely high RCs concentration was observed among water samples. Few studies analyzed such high RCs concentration water samples. Radioactive Cs-microparticles (CsMPs) are one of particulate RCs released from FDNPP. They are about 1-10 μm in size. The matrix is SiO2 glass which contains Cs and other elements such as iron, zinc and tin. One of the remarkable features of CsMPs is high radioactivity per volume compared with soil particles that absorb RCs. There is a possibility that a water sample showing high radioactivity may contain CsMPS. But few studies focused on CsMPs in suspended solids in river water from forested catchment. The aim of this study is to consider whether there is an outflow of CsMPs from forested catchment focusing CsPMs in suspended matter.

METHODS

Study site is a small forested catchment in Iitate village, Fukushima prefecture. Catchment area is around 56 ha. Estimated RCs deposition was 1 MBq m-2. Water level gauge, a turbidity meter, and automatic water sampler was installed for stream water monitoring and sampling. Water samples were brought to the laboratory and filtered to separate suspended matter and supernatant. RCs radioactivity of suspended matter, and Imaging Plate (IP) images were taken for suspended matter whose radioactivity was higher than the average. When expected microparticles which seemed to be CsMPs was detected on the IP image it was fractionated and isolated from suspended matter. Isolated particles were observed using a scanning transmission electron microscope (SEM, Hitachi S-4500) with an energy-dispersive X-ray detector (EDS, Kevex, SIGMA).

RESULTS

We isolated two CsMPs from all samples from stream water samples during summer of 2018. SEM image and gamma counter suggested small particles with a diameter of 2.4 μm emitted relatively high radioactivity. As a result of examining chemical composition of each CsMPs by EDS, such elements as

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

silicon, zinc, and iron which were confirmed in previous research were confirmed. Also, they were isolated from the same sample, and RCs radioactivity of each CsMPs is 2.33 and 2.22 Bq which was about 12% against total RCs radioactivity of the water sample. On the other hand, approximately, the mass of the two CsMPs were 50 pg which was about 5.7×10^{-9} % against the total mass of the suspended matter in the water sample. It suggests that the contribution of CsMPs to RCs radioactivity of the water sample. From the view of suspended matter concentrations in the stream water sample, the sample from which we isolated CsMPs was collected at relatively frequent intensity rainfall and the out flow of CsMPs can be considered in the future.

AKNNOWLEDGEMENT

Authors would like to appreciate nonprofit organization Resurrection of Fukushima for their help to install water sampling facilities at Iitate village. This study was supported by Grants-in-Aid for Scientific Research (15H02467). SEM work was conducted at Advanced Characterization Nanotechnology Platform of the University of Tokyo, supported by "Nanotechnology Platform" of the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT), Japan.

キーワード：福島、セシウムボール、河川モニタリング
Keywords: Fukushima, radioactive Cs-bearing microparticles, stream water monitoring and sampling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Estimating impacts of direct release and riverine discharge on oceanic ^{137}Cs derived from the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident by an regional ocean model

*津旨 大輔[1]、坪野 考樹[1]、三角 和弘[1]、立田 穣[1]、恩田 裕一[2]、青山 道夫[3]
*Daisuke Tsumune[1], Tsubono Takaki[1], Kazuhiro Misumi[1], Yutaka Tateda[1], Yuichi Onda[2], Michio Aoyama[3]

1. 一般財団法人　電力中央研究所、2. 筑波大学・アイソトープ環境動態研究センター、3. 福島大学・環境放射能研究所
1. Central Research Institute of Electric Power Industry, 2. Center for Research in Isotopes and Environmental Dynamics, University of Tsukuba, 3. Institute of Environmental Radioactivity, Fukushima University

A series of accidents at the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant (1F NPP) following the Great East Japan Earthquake and tsunami of 11 March 2011 resulted in the release of radioactive materials to the ocean. Measured ^{137}Cs activities in the coastal zone adjacent to the 1F NPP are still higher than the one before the accident because sources to the ocean are still existing. The Regional Ocean Model System (ROMS) was employed for regional-scale simulation of ^{137}Cs activity in the ocean offshore of Fukushima, the sources of radioactivity being direct release, atmospheric deposition, the inflow of ^{137}Cs deposited into the ocean by atmospheric deposition outside the domain of the model, and river discharges. Direct release of ^{137}Cs was estimated for 7 years after the accident by comparing simulated results and measured activities adjacent to the accident site. In addition, riverine discharge rates ^{137}Cs were also estimated by multiplication between river flow simulation rate and measured ^{137}Cs activities. Simulated atmospheric deposition to the ocean was employed by atmospheric transport model. Inflow of ^{137}Cs from boundary sections was set by the results of the North Pacific scale ocean model. Sensitivity experiments were carried out to investigate the contributions of each source to measured ^{137}Cs activities in the ocean. We focused on the term from 2013 to 2016 because there were few data in the river before 2012, and also focused on dissolved ^{137}Cs because most of ^{137}Cs is dissolved form in the ocean.

Simulated ^{137}Cs activity attributable to direct release were in good agreement with measured data in the coast zone adjacent to the 1F NPP, because the effect of direct release was dominant from 2013 to 2016. On the other hands, simulated results attributable to inflow from boundary sections were slightly underestimated to the measured data offshore area. This suggests that recirculation of subducted ^{137}Cs to the surface layer was underestimated in the North Pacific model. Apparent half-life of direct released and river discharged ^{137}Cs activity were estimated to be about 1 year and 2 years, respectively. And apparent half-life of inflow of ^{137}Cs activity was much longer due to time scale of dilution process in the North Pacific. Apparent half-life of each source should be similar to the measured one attributable to each source. Apparent half-life of measured ^{137}Cs activity adjacent to the 1F NPP was about 1 year, on the other hand, the ones increased with increasing distance from the 1F NPP. Apparent half-life of measured data was about 2 years in front of the Uda river mouth where is far from the 1F NPP. Although ^{137}Cs activity in this area was mainly affected by the river input, simulated ^{137}Cs activities with river input were one fifth of observations. There is a brackish lagoon, Matsukawa-ura in front of Uda river mouth. The observed ^{137}Cs activities in the Matsukawa-ura were 3-5 times larger than the one in the Uda river. This suggests the removal process from particle ^{137}Cs to dissolved form in the brackish lagoon may be important.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：福島第一原子力発電所事故、セシウム１３７、領域海洋モデル、直接漏洩、河川供給
Keywords: Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident, Cs-137, Regional Ocean Model, Direct release, River input

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

FNPP1 accident derived radiocaesium and tritium in Fukushima coast through the end of 2018

*青山 道夫[1]、浜島 靖典[2]、猪股 弥生[2]、熊本 雄一郎[3]、坪野 考樹[4]、津旨 大輔[4]
*Michio Aoyama[1], Yasunori Hamajima[2], Yayoi Inomata[2], Yuichiro Kumamoto[3], Tsubono Takaki[4], Daisuke Tsumune[4]

1. 福島大学環境放射能研究所、2. 金沢大学環日センター、3. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、4. 電力中央研究所環境科学研究所
1. Institute of Environmnetal Radioactivity, Fukushima University, 2. Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa university, 3. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 4. Environmental Science Research Laboratory, Central Research Institute of Electric Power Industry

The temporal variation of 137Cs activity concentration are similar and 137Cs activity concentration was low in winter (January - February) and high in summer-fall (July - October) both at the inside the port and 56N canal of Fukushima Dai-ichi nuclear power plant (FNPP1). 137Cs at both stations might be originated from the same source. The concentration in the port drops about one order of magnitude lower when the installation of the sea side barrier wall in 2015, while 137Cs activity concentration at 56 N canal did not follow a trend in the port, so the leakage route to the port and 56N canal may be different. After 2016, 137Cs activity concentration at 56N canal did not change very much and annual average of 137Cs activity concentration was 100-140 Bq m-3 in 2016, 2017 and 2018. At Tomioka (10 km to the south from FNPP1), 137Cs activity concentration was about 1/10 of the 137Cs activity concentration at 56N canal and showed the same tendency. At Soma (48 km to the north from FNPP1), 137Cs activity concentration was about half of those at Tomioka in general. 137Cs activity concentration was 34 Bq m-3 at Tomioka River in June 2018 while 137Cs activity concentration in seawater was 11 Bq m-3 in June 2018.
3H activity concentration in Tomioka River decreased from ca. 1000 Bq m-3 in 2013 to ca. 400 Bq m-3 in 2018. 3H activity concentration in seawater collected at Tomioka did not change and ranged from 90 to 160 Bq m-3 during the period from 2014 to 2018. Good linear relationship between 137Cs and 3H in 2014 indicates that the source of both radionuclides should be liquid form and originated from same place.

キーワード：放射性セシウム、トリチウム、福島原発事故、福島沿岸
Keywords: radiocaesium, tritium, Fukuhsima accident, fukushima coast

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日本海沿岸における東電福島第一原発事故由来の放射性Csについて
Radiocesium in the swash zones off the coast of the Japan Sea

*高田 兵衛[1]、井上 睦夫[2]、工藤 なつみ[1]、城谷 勇陛[1]
*Hyoe Takata[1], Mutsuo Inoue[2], Natsumi Kudo[1], Yuhei Shirotani[1]

1. 公益財団法人海洋生物環境研究所、2. 金沢大学
1. Marine Ecoloy Research Institute, 2. Kanazawa Univ.

東電福島第一原発（FDNPP）事故以降、放射性セシウム（Cs-134及びCs-137）のうち、同事故の起源を示すCs-134が日本海の海水試料で検出されたことが報告されている。その濃度は遅くとも2013年に増加し始めたことが分かっている。しかし、この増加傾向は日本海の沖合及び外洋で観察されたものの、海岸線付近での放射性セシウム濃度（塩分<33）レベルやその起源についてはよくわかっていない。
そこで、本研究では、日本海側の海岸線付近の海水及び海底堆積物、並びに周辺の河川水中の放射性セシウムの濃度レベルの把握並びに起源について調査することを目的とする。

調査海域は、日本海側の石川県の海岸線（調査日：2016年9月21日、2017年8月7日）と新潟県の海岸線（調査日：2016年9月28日）に沿って海水及び海底堆積物を採取した。また、2017年4月に信濃川と阿賀野川の河川水を採取した。水試料は採取後、ろ過を行い、ろ液に酸を加えた。ろ液については、リンモリブデン酸アンモニウム（AMP）法により、分離濃縮後、共沈物をプラスチック容器に詰めて、測定用試料とした。河川水試料のうち、ろ紙上に残った懸濁粒子を、ろ紙と共にプラスチック容器に封入した。採取した海底堆積物は105度で乾燥させた後、プラスチック容器に詰め測定用試料とした。これらの測定用試料は、ゲルマニウム半導体検出器にてCs-134及びCs-137を測定した。得られた結果は調査日に減衰補正した。

海水中のCs-134及びCs-137は全試料で検出されたが、両海域での濃度に違いはみられず、両海域とも狭い濃度範囲で変動した（両海域での濃度レベル：Cs-134、0.1-0.2 mBq/L；Cs-137、1.5-2.1 mBq/L）。これらの濃度は近年報告された日本海の沖合及び外洋海水中の濃度レベルと一致することから、海岸線における海水中の放射性セシウムはFDNPP事故由来の放射性セシウムを含む沖合及び外洋水を起源としていることが明らかとなった。一方、日本海側での河川水中の放射性セシウム濃度はCs-134が不検出、Cs-137が1 mBq/L未満であることから、河川を経由したFDNPP由来の放射性セシウムが、海岸線での海水中の濃度レベルに影響を与えていなかったことを示唆している。

海底堆積物については、Cs-134がすべての試料で不検出であった。一方、Cs-137濃度は両海域において検出され、石川及び新潟でそれぞれ0.20-0.43 Bq/kg-dry及び0.55-0.91 Bq/kg-dryと、新潟において僅かに高かった。その要因として、河川から輸送された粒子態の放射性セシウムが影響していると考えられる。新潟海域の海底堆積物中で検出されたCs-137は、大気圏内核実験由来に加え、阿賀野川（懸濁物試料にてCs-137が検出されたため）を介して輸送されたFDNPP事故由来の放射性セシウムが周辺の海底堆積物中に沈着したものと考えられる。一方、石川海域周辺の手取川でのCs-137は不検出との報告があることから、石川の海岸線での海底堆積物で検出された Cs-137は1960年代の大気圏内核実験由来と推定される。

本研究は金沢大学環日本海域環境研究センター共同研究（採択番号：23及び17034）のもとで実施された。

キーワード：日本海、Cs-134
Keywords: Japan Sea, Cs-134

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Numerical simulation of Cs-137 activity in the North Pacific using two atmospheric deposition fluxes estimated by atmospheric chemical transport models

*坪野 考樹[1]、三角 和弘[1]、津旨 大輔[1]、青山 道夫[2]、廣瀬 勝己[3]
*Tsubono Takaki[1], Kazuhiro Misumi[1], Daisuke Tsumune[1], Michio Aoyama[2], Katsumi Hirose[3]

1. 一般財団法人　電力中央研究所、2. 福島大学　環境放射能研究所、3. 上智大学
1. Central Research Institute of Electric Power Industry, 2. Fukushima University, 3. Sophia University

We investigated the difference in the ^{137}Cs activity in the North Pacific Ocean (NPO) water after the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant (1F NPP) accident using two atmospheric deposition fluxes estimated by atmospheric chemical transport models; Model of Aerosol Species IN the Global Atmosphere (: MASINGAR MK-II) (Aoyama et al, 2015) and Meteorological Research Institute Passive-tracers Model for radionuclides (MRI-PM/r) (Kajino et al, 2012). The difference between both models is the total deposition amount into the NPO water in March and April 2011; 6.4 PBq for MASINGAR, 5.0 PBq for MPI-PM/r. In addition, The MASINGAR estimated larger (smaller) total deposition in north (south) of Kuroshio Extension than MPI-PM/r.
We conducted two five-ensemble simulations of ^{137}Cs activity in the North Pacific Ocean (NPO) from 2011 to 2020 due to the direct discharge (Tsumune et al., 2013) from the power plant and the atmospheric deposition flux by using the Regional Ocean Model System (ROMS) with variable mesh of 1/12º-1/4º in horizontal.
Since the calculated ^{134}Cs using the original atmospheric deposition fluxes showed smaller than the observations in the surface water in almost whole NPO from 2011 to 2014, we calculated the magnifications for the fluxes by the regression analysis between the observed and calculated ^{134}Cs. The magnifications provided the increase in the total amounts of ^{134}Cs and ^{137}Cs activity in NPO water after the accident, which is 16±1.5 PBq for MASINGAR, 21±2 PBq for MPI-PM/r. The Comparison between the observations and the ^{137}Cs calculated with the magnified fluxes represented that the correlation coefficient and the root mean square error are 0.86 and 5.7 Bq/ m^{-3} for MASINGAR, 0.75 and 7.3 Bq/ m^{-3} for MPI-PM/r.
The vertical distributions of the ^{137}Cs for the model with MPI-PM/r flux represented relatively larger in the Subtropical Mode Water in 165 ºE in 2012 than that for the model with MASINGAR flux. The model with MPI-PM/r flux consequentially represented that the^{137}Cs activity was able to be detected west of Okinawa Islands until 2014, while MASINGAR until 2012.

キーワード：Cs-137、北太平洋、降下フラックス
Keywords: Cs-137, North Pacific ocean, atmospheric deposition fluxes

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Seasonal deposition of radiocesium in wooden houses from summer to winter seven years after the Fukushima nuclear accident

*高倉 凌[1]、小豆川 勝見[1]、堀 まゆみ[1]、松尾 基之[1]
*Ryo Takakura[1], Katsumi Shozugawa[1], Mayumi Hori[1], Motoyuki Matsuo[1]

1. 東京大学　大学院　総合文化研究科
1. Graduate school of arts and sciences, the university of Tokyo

As the evacuation zone covering around the Fukushima nuclear plant will be re-opened, some of residents would return to their houses. Nevertheless reports on the contamination in their houses are limited [1], especially the information of short-time scale contamination is completely insufficient. Due to the diversity of residents' lifestyles, to provide information of deposition interior the house is very important from the perspective of radiation protection prior to cancellation of the evacuation order.

In this study, seasonal deposition of radiocesium contamination interior the wooden houses in the evacuation zone, Fukushima, Japan, has been investigated from Sep. 2018 to Feb. 2019.

Because electric power has been interrupted since the Fukushima accident in 2011, dust sampler could not use for sampling over research period. Thus, a method of collecting radiocesium using cloths was applied. Although this method is capable of long-term sampling, it is not as efficient as the method using basin. Therefore, the results of this research may be underestimated than the actual deposition.

Two representative results are shown below:

[A case in Okuma town] The house to be surveyed is located about 5 km from the Fukushima nuclear plant and was a wooden house built in 2007. In this house, deposition has been confirmed to range from 3.2e-4 to 4.1e-5 $Bq^{\bullet}cm^{-2\bullet}day^{-1}$ from summer to winter season, 2018 and it was found that this range was one order of magnitude less than the outside deposition of the same period. During the survey period, there was a positive correlation between the number of days with no precipitation and the amount of deposition.

[A case in Namie town] One of the houses in Namie Town is located about 11 km away from the Fukushima nuclear plant and was a typical Japanese-style house. From the end of August to the beginning of September, deposition was higher than that in other seasons, which was 4.0e-4 $Bq^{\bullet}cm^{-2\bullet}day^{-1}$. This may be caused by frequent entry of residents for the care of the house.

[1] N. Shinohara and H. Yoshida-Ohuchi, Radiocesium contamination in house dust within evacuation areas close to the Fukushima Daiichi nuclear power plant, Environment international, 114, 107-114, 2018.

キーワード：福島原発事故、ハウスダスト、放射性セシウム、ライフスタイル
Keywords: Fukushima nuclear accident, house dust, radiocesium, lifestyle

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-SD 宇宙開発・地球観測

2019年5月26日(日) 13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_8

[M-SD42] A new era of international space collaboration using microsatellites

コンビーナ:栗原 純一(北海道大学 大学院理学研究院)、Joel Joseph Jr Marciano(Advanced Science and Technology Institute, Department of Science and Technology, Philippines)、Huy Xuan Le(Vietnam National Space Center)

Microsatellites have great potential as remote sensing platforms, because of the cost-effective implementation of satellite constellations, which increase their overall temporal resolution and ground coverage for Earth observation. However, it is difficult for one single university or institution to maintain a satellite constellation composed of many microsatellites. Recently, the Asian Microsatellite Consortium (AMC) comprising 16 space agencies and universities from nine Asian nations has been created to develop microsatellite technologies and use collected data relating to the environment and natural disasters, etc. This international framework is the first step to share remote sensing data from the microsatellites by the members of the consortium, instead of making a satellite constellation by a single owner. The microsatellites such as the DIWATA-2 (Philippines), MicroDragon (Vietnam), and RISESAT (Japan) developed by the AMC members will be launched in the last quarter of 2018. This session is a unique opportunity to discuss microsatellite development and utilization in terms of international collaboration and data sharing. This session welcomes presentations on microsatellite remote sensing including satellite development and operation, sensor development and calibration, data analysis and utilization. We also seek presentations on ground and information systems, international collaborations, and educational programs using microsatellites.

[MSD42-P01] A high spatial resolution multispectral remote sensing by the RISESAT microsatellite

*栗原 純一[1]、桒原 聡文[2]、藤田 伸哉[2]、坂本 祐二[2]、高橋 幸弘[1] (1.北海道大学 大学院理学研究院、2.東北大学 大学院工学研究科)

[MSD42-P02] Initial check out and experiment plan of Very Small Optical Transmitter (VSOTA) on board a micro satellite RISESAT for Space-Ground Optical Communication

*國森 裕生[1]、竹中 秀樹[1]、桒原 聡文[2]、坂本 祐二[2]、藤田 伸哉[2]、冨尾 蓮花[2]、サカル モロコット[2]、栗原 純一[3] (1.情報通信研究機構、2.東北大学、3.北海道大学)

[MSD42-P03] 東北大地上局および運用システムの10年間の実績

*坂本 祐二[1]、桒原 聡文[1]、藤田 伸哉[1] (1.東北大学)

[MSD42-P04] Development of Thermal Infrared Sensor Camera on board LAPAN-A4 for Thunderstorm Cloud Observation

*Purwadi Purwadi[1,2]、高橋 幸弘[1]、栗原 純一[1]、M. Arif Saifudin[3] (1.Department of Cosmosciences, Hokkaido University, Sapporo 0600810, Japan、2.Agency for Assessment and Application of Technology (BPPT), Jakarta 10340, Indonesia、3.Indonesian National Institute of Aeronautics and Space (LAPAN), Jawa Barat, 16310, Indonesia)

A high spatial resolution multispectral remote sensing by the RISESAT microsatellite

*栗原 純一[1]、桒原 聡文[2]、藤田 伸哉[2]、坂本 祐二[2]、高橋 幸弘[1]
*Junichi Kurihara[1], Toshinori Kuwahara[2], Shinya Fujita[2], Yuji Sakamoto[2], Yukihiro Takahashi[1]

1. 北海道大学 大学院理学研究院、2. 東北大学 大学院工学研究科
1. Graduate School of Science, Hokkaido University, 2. Graduate School of Engineering

Microsatellites for Earth observation have been developed jointly by Hokkaido and Tohoku Universities in Japan. The High-Precision Telescope (HPT), which is a high (3-5 m) spatial resolution multispectral sensor, was developed by Hokkaido University. The HPT has been installed on the RISING-2 (launched in 2014), DIWATA-1 (2016), and DIWATA-2 (2018) microsatellites developed mainly by Tohoku University. However, the HPT installed on the RISESAT microsatellite using the liquid crystal tunable filter (LCTF) technology for wavelength scanning in the visible (420–700 nm) and the near-infrared region (650–1050 nm) is the greatest in terms of number of spectral bands. The advantages offered by the LCTF technology are reductions in the size, weight, and power consumption of the sensor, the flexibility of the spectral bands and data volume, and compatibility with off-nadir pointing. The central wavelength of the spectral bands is electrically tunable for every image acquisition; hence, the data volume could be reduced by choosing appropriate spectral bands for specific purposes. This flexibility allows a single multispectral sensor on a nano/microsatellite to be applied to various remote sensing fields, making it comparable with hyperspectral sensors.

The RISESAT microsatellite was successfully launched by the Epsilon-4 launch vehicle on 18 January 2019 from Uchinoura Space Center, Kagoshima, Japan. The satellite was injected into a Sun-synchronous, low Earth orbit at about 500 km. In this paper, we present preliminary results of multispectral imaging by the HPT and review its performance evaluation. We also discuss the scientific collaboration with other microsatellites and the possible contribution to the Asian Microsatellite Consortium.

キーワード：地球観測、超小型衛星、マルチスペクトルセンサ、リモートセンシング
Keywords: Earth observation, microsatellite, multispectral sensor, remote sensing

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Initial check out and experiment plan of Very Small Optical Transmitter (VSOTA) on board a micro satellite RISESAT for Space-Ground Optical Communication

Initial check out and experiment plan of Very Small Optical Transmitter (VSOTA) on board a micro satellite RISESAT for Space-Ground Optical Communication

*國森 裕生[1]、竹中 秀樹[1]、桒原 聡文[2]、坂本 祐二[2]、藤田 伸哉[2]、冨尾 蓮花[2]、サカル モロコット[2]、栗原 純一[3]
*Hiroo Kunimori[1], Hideki Takenaka[1], Toshinori Kuwahara[2], Yuji Sakamoto[2], Shinya Fujita[2], Hannah Tomio[2], MOROKOT SAKAL[2], Junichi Kurihara[3]

1. 情報通信研究機構、2. 東北大学、3. 北海道大学
1. National Institute of Information and Communications Technology, 2. Tohoku Univ., 3. Hokkaido Univ.

A 1 kg class optical transmitter on board a 50 kg class satellite Rapid International Scientific Experiment Satellite (RISESAT) launched by Epsilon rocket #4 in January 18, 2019. The transmitter named Very Small Optical Transmitter (VSOTA) has heritage from NICT space optical communication development over 2 decades and most recently the Small Optical Transponder (SOTA) equipped on board a micro satellite SOCRATES which NICT conducted demonstration from 2014 to 2016 between satellite and optical ground station in Japan and international partners.

VSOTA has 2 wavelengths laser diodes for optical downlink with no gimbal tracking function. The communication speed can be selected in the range from 10 kbps to a 6 Mbps. A retro reflector is located to assist satellite pointing and orbit prediction as well.

It is the most compact and lightweight optical communication device onboard for satellite developed in Japan so far. It narrowed down its function to the simplest form to adapt limited resource on satellite in size, weight and power consumption, aiming to expand its downlink capability for micro sat at the same time with lower cost. The goal of the mission is to acquire optical communication technology in micro satellites to apply an on-demand type remote sensing with featuring the high attitude control system such as target pointing needed as well for the optical communication to target ground station.

The orientation to the ground is based on satellite attitude control. It has a function of performing the guide beam for laser ranging from the ground using a camera for science such as High Precision Telescope (HPT) on board.

On January 21 and February 13, we confirmed that the electrical parts including Laser Diode (LD) was turned on and it operated normally by checking telemetry of power and temperature sensors built in LD circuit board.

We describe the features of communication and ranging experiment plan and initial check out result for the satellite as well as for the ground station.

キーワード：Micro satellite、Optical Space Communication、Satellite Laser Ranging
Keywords: Micro satellite, Optical Space Communication, Satellite Laser Ranging

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

東北大地上局および運用システムの10年間の実績
Ten years history of Tohoku University ground station and operation system for micro and nano satellites

*坂本 祐二[1]、桒原 聡文[1]、藤田 伸哉[1]
*Yuji Sakamoto[1], Toshinori Kuwahara[1], Shinya Fujita[1]

1. 東北大学
1. Tohoku University

東北大学が主として開発または協力した3衛星、DIWATA-2、RISESAT、ALE-1が2018年10月からの3か月間で、立て続けに打ち上げられた。東北大学構内に設置している2.4m口径パラボラアンテナを有する地上局を用いて、3衛星を日々観測している。本講演では、2009年より継続・発展してきた運用システムをハード・ソフトの両面で解説する。また、フィリピン、スウェーデン、函館、福井など、連携中または準備中の地上局ネットワークについても紹介する。

本地上局は、東北大学の1号機衛星SPRITE-SATのために整備され、超小型衛星を対象として使用を開始した。基本的に低高度地球周回衛星が対象であり、約10～12分のパスにおいて、アンテナ指向方向を制御し、送受信機の周波数を制御して、通信を確立する。衛星追尾は対象衛星を登録するだけで、自動的に最新の軌道を収集し、上空通過時に自動追跡を開始・終了する。運用者は、衛星との通信に集中し、地上局の管理に気を払う必要はない。

現在、前期の最新3衛星に加え、DIWATA-1、RISING-2、SPRITE-SATとの通信も不定期に実施している。本地上局が対応できる通信仕様は、ITU国際通信連合にJCUBES-Bの群衛星として登録されており、今後も兄弟衛星が打ち上げられる予定である。国際機関への電波申請には申請準備も含めて、1年以上の時間を要する。企画から打上まで1年半以内で実現できる現状において、電波申請作業はプロジェクトにおいてトラブル要因となりうる。本地上局を使用する衛星ネットワークの輪が広がることで、衛星開発者に大きなメリットをもたらすと考えている。

キーワード：超小型衛星、衛星運用、地上局
Keywords: microsatellite, satellite operation, ground station

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Development of Thermal Infrared Sensor Camera on board LAPAN-A4 for Thunderstorm Cloud Observation

*Purwadi Purwadi[1,2]、高橋 幸弘[1]、栗原 純一[1]、M. Arif Saifudin[3]
*Purwadi Purwadi[1,2], Yukihiro Takahashi[1], Junichi Kurihara[1], M. Arif Saifudin[3]

1. Department of Cosmosciences, Hokkaido University, Sapporo 0600810, Japan、2. Agency for Assessment and Application of Technology (BPPT), Jakarta 10340, Indonesia、3. Indonesian National Institute of Aeronautics and Space (LAPAN), Jawa Barat, 16310, Indonesia
1. Department of Cosmosciences, Hokkaido University, Sapporo 0600810, Japan, 2. Agency for Assessment and Application of Technology (BPPT), Jakarta 10340, Indonesia, 3. Indonesian National Institute of Aeronautics and Space (LAPAN), Jawa Barat, 16310, Indonesia

Thunderstorm cloud, which growth vertically, has potential disaster risk like heavy rainfall, hail, micro-burst, and lightning. Cloud top altitude, volume, and growth speeds of thunderstorm cloud could be the parameter to predict its potential hazard. In this session, we will show our methodology to observe thunderstorm cloud using thermal infrared sensors camera which will be installed in the LAPAN-A4. This micro-satellite will be launched in 2020 FSY in the altitude ~ 500 kilometer with sun-synchronous polar orbit and inclination 97°. So, thermal infrared sensor camera will provide a temperature distribution with a resolution of ~ 180 meters and a field of view of ~ 56.3 x 42.2 kilometers. Using this high resolution thermal infrared sensor camera, the cloud top altitude can be estimated, assuming a temperature profile of the ambient atmosphere. By making such observation at some time interval, the developing speed of the thunderstorm cloud can be calculated in 3D.

Acknowledgement: This work was supported by Japan Society for the Promotion of Science (JSPS), Core-to-Core Program, B. Asia-Africa Science Platforms, by Japan Science and Technology Agency(JST) together with Technology and Higher Education(RISTEKDIKTI) of the of Indonesia under the e-ASIA Joint Research Program, and by Japan International Cooperation Agency (JICA) and JST, SATREPS.

キーワード：Thunderstorm cloud、thermal infrared sensor camera、LAPAN-A4
Keywords: Thunderstorm cloud, thermal infrared sensor camera, LAPAN-A4

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-SD 宇宙開発・地球観測

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_47

[M-SD42] A new era of international space collaboration using microsatellites

コンビーナ:栗原 純一(北海道大学 大学院理学研究院)、Joel Joseph Jr Marciano(Advanced Science and Technology Institute, Department of Science and Technology, Philippines)、Huy Xuan Le(Vietnam National Space Center)

Microsatellites have great potential as remote sensing platforms, because of the cost-effective implementation of satellite constellations, which increase their overall temporal resolution and ground coverage for Earth observation. However, it is difficult for one single university or institution to maintain a satellite constellation composed of many microsatellites. Recently, the Asian Microsatellite Consortium (AMC) comprising 16 space agencies and universities from nine Asian nations has been created to develop microsatellite technologies and use collected data relating to the environment and natural disasters, etc. This international framework is the first step to share remote sensing data from the microsatellites by the members of the consortium, instead of making a satellite constellation by a single owner. The microsatellites such as the DIWATA-2 (Philippines), MicroDragon (Vietnam), and RISESAT (Japan) developed by the AMC members will be launched in the last quarter of 2018. This session is a unique opportunity to discuss microsatellite development and utilization in terms of international collaboration and data sharing. This session welcomes presentations on microsatellite remote sensing including satellite development and operation, sensor development and calibration, data analysis and utilization. We also seek presentations on ground and information systems, international collaborations, and educational programs using microsatellites.

[MSD42-P01] A high spatial resolution multispectral remote sensing by the RISESAT microsatellite

*栗原 純一[1]、桒原 聡文[2]、藤田 伸哉[2]、坂本 祐二[2]、高橋 幸弘[1] (1.北海道大学 大学院理学研究院、2.東北大学 大学院工学研究科)

[MSD42-P02] Initial check out and experiment plan of Very Small Optical Transmitter (VSOTA) on board a micro satellite RISESAT for Space-Ground Optical Communication

*國森 裕生[1]、竹中 秀樹[1]、桒原 聡文[2]、坂本 祐二[2]、藤田 伸哉[2]、冨尾 蓮花[2]、サカル モロコット[2]、栗原 純一[3] (1.情報通信研究機構、2.東北大学、3.北海道大学)

[MSD42-P03] 東北大地上局および運用システムの10年間の実績

*坂本 祐二[1]、桒原 聡文[1]、藤田 伸哉[1] (1.東北大学)

[MSD42-P04] Development of Thermal Infrared Sensor Camera on board LAPAN-A4 for Thunderstorm Cloud Observation

*Purwadi Purwadi[1,2]、高橋 幸弘[1]、栗原 純一[1]、M. Arif Saifudin[3] (1.Department of Cosmosciences, Hokkaido University, Sapporo 0600810, Japan、2.Agency for Assessment and Application of Technology (BPPT), Jakarta 10340, Indonesia、3.Indonesian National Institute of Aeronautics and Space (LAPAN), Jawa Barat, 16310, Indonesia)

A high spatial resolution multispectral remote sensing by the RISESAT microsatellite

*栗原 純一[1]、桒原 聡文[2]、藤田 伸哉[2]、坂本 祐二[2]、高橋 幸弘[1]
*Junichi Kurihara[1], Toshinori Kuwahara[2], Shinya Fujita[2], Yuji Sakamoto[2], Yukihiro Takahashi[1]

1. 北海道大学 大学院理学研究院、2. 東北大学 大学院工学研究科
1. Graduate School of Science, Hokkaido University, 2. Graduate School of Engineering

Microsatellites for Earth observation have been developed jointly by Hokkaido and Tohoku Universities in Japan. The High-Precision Telescope (HPT), which is a high (3-5 m) spatial resolution multispectral sensor, was developed by Hokkaido University. The HPT has been installed on the RISING-2 (launched in 2014), DIWATA-1 (2016), and DIWATA-2 (2018) microsatellites developed mainly by Tohoku University. However, the HPT installed on the RISESAT microsatellite using the liquid crystal tunable filter (LCTF) technology for wavelength scanning in the visible (420–700 nm) and the near-infrared region (650–1050 nm) is the greatest in terms of number of spectral bands. The advantages offered by the LCTF technology are reductions in the size, weight, and power consumption of the sensor, the flexibility of the spectral bands and data volume, and compatibility with off-nadir pointing. The central wavelength of the spectral bands is electrically tunable for every image acquisition; hence, the data volume could be reduced by choosing appropriate spectral bands for specific purposes. This flexibility allows a single multispectral sensor on a nano/microsatellite to be applied to various remote sensing fields, making it comparable with hyperspectral sensors.

The RISESAT microsatellite was successfully launched by the Epsilon-4 launch vehicle on 18 January 2019 from Uchinoura Space Center, Kagoshima, Japan. The satellite was injected into a Sun-synchronous, low Earth orbit at about 500 km. In this paper, we present preliminary results of multispectral imaging by the HPT and review its performance evaluation. We also discuss the scientific collaboration with other microsatellites and the possible contribution to the Asian Microsatellite Consortium.

キーワード：地球観測、超小型衛星、マルチスペクトルセンサ、リモートセンシング
Keywords: Earth observation, microsatellite, multispectral sensor, remote sensing

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Initial check out and experiment plan of Very Small Optical Transmitter (VSOTA) on board a micro satellite RISESAT for Space-Ground Optical Communication

Initial check out and experiment plan of Very Small Optical Transmitter (VSOTA) on board a micro satellite RISESAT for Space-Ground Optical Communication

*國森 裕生[1]、竹中 秀樹[1]、桒原 聡文[2]、坂本 祐二[2]、藤田 伸哉[2]、冨尾 蓮花[2]、サカル モロコット[2]、栗原 純一[3]
*Hiroo Kunimori[1], Hideki Takenaka[1], Toshinori Kuwahara[2], Yuji Sakamoto[2], Shinya Fujita[2], Hannah Tomio[2], MOROKOT SAKAL[2], Junichi Kurihara[3]

1. 情報通信研究機構、2. 東北大学、3. 北海道大学
1. National Institute of Information and Communications Technology, 2. Tohoku Univ., 3. Hokkaido Univ.

A 1 kg class optical transmitter on board a 50 kg class satellite Rapid International Scientific Experiment Satellite (RISESAT) launched by Epsilon rocket #4 in January 18, 2019. The transmitter named Very Small Optical Transmitter (VSOTA) has heritage from NICT space optical communication development over 2 decades and most recently the Small Optical Transponder (SOTA) equipped on board a micro satellite SOCRATES which NICT conducted demonstration from 2014 to 2016 between satellite and optical ground station in Japan and international partners.

VSOTA has 2 wavelengths laser diodes for optical downlink with no gimbal tracking function. The communication speed can be selected in the range from 10 kbps to a 6 Mbps. A retro reflector is located to assist satellite pointing and orbit prediction as well.

It is the most compact and lightweight optical communication device onboard for satellite developed in Japan so far. It narrowed down its function to the simplest form to adapt limited resource on satellite in size, weight and power consumption, aiming to expand its downlink capability for micro sat at the same time with lower cost. The goal of the mission is to acquire optical communication technology in micro satellites to apply an on-demand type remote sensing with featuring the high attitude control system such as target pointing needed as well for the optical communication to target ground station.

The orientation to the ground is based on satellite attitude control. It has a function of performing the guide beam for laser ranging from the ground using a camera for science such as High Precision Telescope (HPT) on board.

On January 21 and February 13, we confirmed that the electrical parts including Laser Diode (LD) was turned on and it operated normally by checking telemetry of power and temperature sensors built in LD circuit board.

We describe the features of communication and ranging experiment plan and initial check out result for the satellite as well as for the ground station.

キーワード：Micro satellite、Optical Space Communication、Satellite Laser Ranging
Keywords: Micro satellite, Optical Space Communication, Satellite Laser Ranging

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

東北大地上局および運用システムの10年間の実績
Ten years history of Tohoku University ground station and operation system for micro and nano satellites

*坂本 祐二[1]、桒原 聡文[1]、藤田 伸哉[1]
*Yuji Sakamoto[1], Toshinori Kuwahara[1], Shinya Fujita[1]

1. 東北大学
1. Tohoku University

東北大学が主として開発または協力した3衛星、DIWATA-2、RISESAT、ALE-1が2018年10月からの3か月間で、立て続けに打ち上げられた。東北大学構内に設置している2.4m口径パラボラアンテナを有する地上局を用いて、3衛星を日々観測している。本講演では、2009年より継続・発展してきた運用システムをハード・ソフトの両面で解説する。また、フィリピン、スウェーデン、函館、福井など、連携中または準備中の地上局ネットワークについても紹介する。

本地上局は、東北大学の1号機衛星SPRITE-SATのために整備され、超小型衛星を対象として使用を開始した。基本的に低高度地球周回衛星が対象であり、約10～12分のパスにおいて、アンテナ指向方向を制御し、送受信機の周波数を制御して、通信を確立する。衛星追尾は対象衛星を登録するだけで、自動的に最新の軌道を収集し、上空通過時に自動追跡を開始・終了する。運用者は、衛星との通信に集中し、地上局の管理に気を払う必要はない。

現在、前期の最新3衛星に加え、DIWATA-1、RISING-2、SPRITE-SATとの通信も不定期に実施している。本地上局が対応できる通信仕様は、ITU国際通信連合にJCUBES-Bの群衛星として登録されており、今後も兄弟衛星が打ち上げられる予定である。国際機関への電波申請には申請準備も含めて、1年以上の時間を要する。企画から打上まで1年半以内で実現できる現状において、電波申請作業はプロジェクトにおいてトラブル要因となりうる。本地上局を使用する衛星ネットワークの輪が広がることで、衛星開発者に大きなメリットをもたらすと考えている。

キーワード：超小型衛星、衛星運用、地上局
Keywords: microsatellite, satellite operation, ground station

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Development of Thermal Infrared Sensor Camera on board LAPAN-A4 for Thunderstorm Cloud Observation

*Purwadi Purwadi[1,2]、高橋 幸弘[1]、栗原 純一[1]、M. Arif Saifudin[3]
*Purwadi Purwadi[1,2], Yukihiro Takahashi[1], Junichi Kurihara[1], M. Arif Saifudin[3]

1. Department of Cosmosciences, Hokkaido University, Sapporo 0600810, Japan、2. Agency for Assessment and Application of Technology (BPPT), Jakarta 10340, Indonesia、3. Indonesian National Institute of Aeronautics and Space (LAPAN), Jawa Barat, 16310, Indonesia
1. Department of Cosmosciences, Hokkaido University, Sapporo 0600810, Japan, 2. Agency for Assessment and Application of Technology (BPPT), Jakarta 10340, Indonesia, 3. Indonesian National Institute of Aeronautics and Space (LAPAN), Jawa Barat, 16310, Indonesia

Thunderstorm cloud, which growth vertically, has potential disaster risk like heavy rainfall, hail, micro-burst, and lightning. Cloud top altitude, volume, and growth speeds of thunderstorm cloud could be the parameter to predict its potential hazard. In this session, we will show our methodology to observe thunderstorm cloud using thermal infrared sensors camera which will be installed in the LAPAN-A4. This micro-satellite will be launched in 2020 FSY in the altitude ~ 500 kilometer with sun-synchronous polar orbit and inclination 97°. So, thermal infrared sensor camera will provide a temperature distribution with a resolution of ~ 180 meters and a field of view of ~ 56.3 x 42.2 kilometers. Using this high resolution thermal infrared sensor camera, the cloud top altitude can be estimated, assuming a temperature profile of the ambient atmosphere. By making such observation at some time interval, the developing speed of the thunderstorm cloud can be calculated in 3D.

Acknowledgement: This work was supported by Japan Society for the Promotion of Science (JSPS), Core-to-Core Program, B. Asia-Africa Science Platforms, by Japan Science and Technology Agency(JST) together with Technology and Higher Education(RISTEKDIKTI) of the of Indonesia under the e-ASIA Joint Research Program, and by Japan International Cooperation Agency (JICA) and JST, SATREPS.

キーワード：Thunderstorm cloud、thermal infrared sensor camera、LAPAN-A4
Keywords: Thunderstorm cloud, thermal infrared sensor camera, LAPAN-A4

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-SD 宇宙開発・地球観測

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | A01 東京ベイ幕張ホール

[M-SD42] A new era of international space collaboration using microsatellites

コンビーナ:栗原 純一(北海道大学 大学院理学研究院)、Joel Joseph Jr Marciano(Advanced Science and Technology Institute, Department of Science and Technology, Philippines)、Huy Xuan Le(Vietnam National Space Center)、座長:栗原 純一(Hokkaido University)、石田 哲朗(北海道大学)

Microsatellites have great potential as remote sensing platforms, because of the cost-effective implementation of satellite constellations, which increase their overall temporal resolution and ground coverage for Earth observation. However, it is difficult for one single university or institution to maintain a satellite constellation composed of many microsatellites. Recently, the Asian Microsatellite Consortium (AMC) comprising 16 space agencies and universities from nine Asian nations has been created to develop microsatellite technologies and use collected data relating to the environment and natural disasters, etc. This international framework is the first step to share remote sensing data from the microsatellites by the members of the consortium, instead of making a satellite constellation by a single owner. The microsatellites such as the DIWATA-2 (Philippines), MicroDragon (Vietnam), and RISESAT (Japan) developed by the AMC members will be launched in the last quarter of 2018. This session is a unique opportunity to discuss microsatellite development and utilization in terms of international collaboration and data sharing. This session welcomes presentations on microsatellite remote sensing including satellite development and operation, sensor development and calibration, data analysis and utilization. We also seek presentations on ground and information systems, international collaborations, and educational programs using microsatellites.

15:30 ~ 15:45

[MSD42-01] Present status of Asian Micro-satellite Consortium

*高橋 幸弘[1] (1.北海道大学・大学院理学院・宇宙理学専攻)

15:45 ~ 16:00

[MSD42-02] **Updates on the Development of the Image Acquisition and Scheduler Portal for the Asian Microsatellite Consortium (AMC) from the Philippines' STAMINA4Space Program**

*Mark Edwin Tupas[1]、Alvin Retamar[2]、Gay Jane Perez[1]、Joel Joseph Jr Marciano[2]、Romer Kristi Aranas[1]、Benjamin Joseph Jiao[1] (1.University of the Philippines - Diliman、2.Department of Science and Technology - Advanced Science and Technology Institute)

16:00 ~ 16:15

[MSD42-03] **Overview of MicroDragon, a microsatellite for ocean color observation**

*Le Huy[1]、Nguyen Thao[1]、Kurihara Junichi[2] (1.Vietnam National Space Center、2.Graduate School of Science, Hokkaido University)

16:15 ~ 16:30

[MSD42-04] Updates on Philippines microsatellites DIWATA-1 and DIWATA-2

*石田 哲朗[1]、Felix Mark[2]、Castro Ellison[2]、Namuco Shielo[2]、Felicio Francisco[2]、Merida Harry[2]、Vergel Kaye[2]、Perez Gay[2]、Marciano Joel[3,4]、高橋 幸弘[1] (1.Faculty of Science, Hokkaido University、2.Institute of Environmental Science and Meteorology, University of the Philippines Diliman、3.Advanced Science and Technology Institute, Department of Science and Technology、4.Electrical and Electronics Engineering Institute, University of the Philippines Diliman)

16:30 ~ 16:45

[MSD42-05] MICROSATELLITE TECHNOLOGY DEVELOPMENT STATUS IN MONGOLIA BASED ON ITS NEEDS

*Erdenebaatar Dashdondog[1]、Begzsuren Tumendemberel[2]、Turtogtokh Tumenjargal[3]、Ulam-Orgikh Duger[4] (1.Senior Lecturer of the National University of Mongolia、2.Hokkaido University、3.Researcher National University of Mongolia、4.Professor National University of Mongolia)

16:45 ~ 17:00

[MSD42-06] Potential Agricultural Applications of Microsatellites for Malaysian Agriculture

*Abdul Rashid Bin Mohamed Shariff[1]、Ahmad Shaqeer Mohamed Thaheer[2] (1.Universiti Putra Malaysia、2.Hokkaido University)

Present status of Asian Micro-satellite Consortium

*高橋 幸弘[1]
*Yukihiro Takahashi[1]

1. 北海道大学・大学院理学院・宇宙理学専攻
1. Department of Cosmosciences, Graduate School of Science, Hokkaido University

Satellite remote-sensing is useful for global monitoring. However, since the revisiting period by the most of the conventional satellite is relatively long compared to the time scale of disasters, etc., its application has been very limited. Here we promote “Asian Micro-satellite Consortium (AMC)” with a concept of “sharing”, namely, the sharing of satellite technology, data and applications. If the target pointing is possible, we can take images for any location once or twice a day only with one very small satellite. Therefore, on-demand image acquisition with several tens of micro-satellite under international agreement provides the continuous monitoring. We are developing the request system for disaster and environmental monitoring among the member countries, as well as 50-kg micro-satellites together with member countries. They can get frequent imaging opportunity at very low cost. Now the member institutions have several micro-satellites in space: RISING-2, DIWATA-1, DIWATA-2, RISESAT and MicroDragon with cutting edge spectral imagers. Moreover, we are negotiating some project with other few members as well. This world first system will provide revolutionary changes in the disaster and environmental management.

キーワード：超小型衛星、アジア、コンソーシアム
Keywords: micro-satellite, Asia, Consortium

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Updates on the Development of the Image Acquisition and Scheduler Portal for the Asian Microsatellite Consortium (AMC) from the Philippines' STAMINA4Space Program

*Mark Edwin Tupas[1], Alvin Retamar[2], Gay Jane Perez[1], Joel Joseph Jr Marciano[2], Romer Kristi Aranas[1], Benjamin Joseph Jiao[1]

1. University of the Philippines - Diliman, 2. Department of Science and Technology - Advanced Science and Technology Institute

The Asian Microsatellite Consortium (AMC) is a platform for forging meaningful scientific collaborations among Asian nations in space technology through the development and operation of small satellites for scientific earth observation. The Department of Science and Technology and its attached agencies –the Advanced Science and Technology Institute (DOST-ASTI) and the Philippine Council for Industry, Energy and Emerging Technology Research & Development (PCIEERD), together with the University of the Philippines (UP) participates in and contributes to the AMC through scientific research and development programs such as the PHL-Microsat and its successor, the Space Technology & Applications Mastery, Innovation and Advancement (STAMINA4Space). Through PHL-Microsat and STAMINA4Space, UP and DOST support the interaction and exchange of Filipino researchers with partners and enables access to the country's existing space assets, namely the microsatellites, DIWATA-1 and DIWATA-2, and ground receiving stations.

DIWATA-1 is a 50 kg. microsatellite that was deployed from the Japanese Kibo module in the International Space Station (ISS) on April 2016. In orbit for almost three (3) years and nearing the end of its orbital lifetime, DIWATA-1 has acquired more than 21,000 images of the Philippines and a total of over 36,000 including other parts of the world to support both scientific research and operational objectives. DIWATA-2, another 50 kg. microsatellite, on the other hand, was launched on October 29, 2018 by the JAXA HII-A rocket mission no. 40 to a Sun Synchronous Orbit (SSO) at approximately 600km. The optical cameras onboard DIWATA-2 consists of the HPT and the SMI with LCTF that were carried over end refined from the DIWATA-1 mission and Enhanced Resolution Camera (ERC) at 52.9m resolution to enhance imaging capability. With an expected orbital life of five (5) years, DIWATA-2 is expected to contribute to the AMC through target tasking and the reception, processing and distribution of relevant data.

In this regard, the STAMINA4Space program, through the Ground Receiving, Archiving, Science Product Development and Distribution (GRASPED) component, is currently undertaking the development of the satellite tasking and image acquisition scheduler software, which is expected to be part of a portal that will be accessed by the AMC members. The image acquisition scheduler works like a booking system by allowing AMC members and stakeholders to lodge image acquisition requests. The platform has been designed to follow a service oriented architecture in order to maintain a single source of information and to have flexibility in presentation. The core component of the distribution platform is the WebAPI , which handles geospatial queries through polygons or points. The user facing component of the platform is the web frontend, which consumes data from the WebAPI. It is based on Javascript and LeafletJS, a Javascript framework for interactive maps. Upon lodging of the image acquisition request, the system then identifies available satellites and ground segments for tasking and the member providers are subsequently notified and given the option to accept the tasks. According to the principles of cooperation under the AMC, acceptance and undertaking of the tasks by members is on a best-effort basis with certain requests

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

gaining priority over others, e.g. in case of emergencies or natural disasters. The cycle ends with the delivery and acceptance of data. More than a resource for facilitating the sharing of both space and ground assets, the AMC portal is expected to contribute towards achieving sustainability of the consortium and of the space technology activities in the region. This presentation provides an update from the GRASPED project component of the Philippines STAMINA4Space program on the development of the scheduler along with related progress of DIWATA-1 and DIWATA-2 microsatellites.

Keywords: Asian Microsatellite Consortium, DIWATA-1, DIWATA-2, Image Acquisition Tasking

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Overview of MicroDragon, a microsatellite for ocean color observation

*Le Xuan Huy[1]、Nguyen Thao[1]、Kurihara Junichi[2]
*Huy Xuan Le[1], Thao Thi Nguyen[1], Junichi Kurihara[2]

1. Vietnam National Space Center、2. Graduate School of Science, Hokkaido University
1. Vietnam National Space Center, 2. Graduate School of Science, Hokkaido University

MicroDragon is an Earth observation satellite with the weight of 50kg and size of 50x50x50 centimeters cube. MicroDragon was developed with participation of 36 Vietnamese engineers from Vietnam National Space Center, Vietnam Academy of Science and Technology, who studied space technology in five Japanese universities (The University of Tokyo, Keio University, Tohoku University, Kyushu Institute of Technology, and Hokkaido University). Starting the manufacturing in 2013, MicroDragon has successfully been completed and tested in 2018 with the strong support of Japanese professors and experts.

The main mission of MicroDragon satellite is ocean color observation to assess coastal water quality and locate living resource. The target of the MicroDragon is to enhance observation of the ocean color and the phenomena in the coastal region as well as the cloud detection and the atmospheric correction. The system will provide data that researchers and scientists in fishery field and oceanography use to analysis and distribute information to fishermen and environmental managers.

For applications in the coastal zone, high spatial resolution, high spectral resolution, and many spectral bands are required. Image data of the old sensors can provide each of them but not all. With advantages of a new technique of Liquid Crystal Tunable Filter (LCTF), all three parameters can be included by a sensor. The LCTFs are optical filters that use electronically controlled liquid crystal elements to transmit a selectable wavelength of light and exclude others. The LCTFs are often used in multispectral imaging or hyperspectral imaging systems because of their high image quality and rapid tuning in small increments (1 nm) over the wide range of wavelengths. Moreover, the LCTF sensor that is small, light and low power consumption is suitable to install in a micro-satellite.

The MicroDragon carries two main scientific instruments including a Space-borne Multispectral Imager (SMI) and a Triple Polarization Imager (TPI). The SMI uses two LCTFs with one in the visible spectrum and another in the near-infrared spectrum for the ocean color observation. The TPI consists of three LCTF cameras, each camera’s polarizer tilted 60° to the others to observe the polarized solar radiance reflected from the predefined targets for atmospheric correction.

MicroDragon was successfully launched on 18 January 2019 with 6 other technology demonstration satellites by Epsilon rocket from the Uchinoura Space Center in southwestern Japan. After launching, satellite also already communicated and controlled by a ground station and control center in ISAS/JAXA and the University of Tokyo. First images of satellite were sent to ground station after 4 days from launch time.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Updates on Philippines microsatellites DIWATA-1 and DIWATA-2
Updates on Philippines microsatellites DIWATA-1 and DIWATA-2

*石田 哲朗[1]、Felix Mark[2]、Castro Ellison[2]、Namuco Shielo[2]、Felicio Francisco[2]、Merida Harry[2]、Vergel Kaye[2]、Perez Gay[2]、Marciano Joel[3,4]、高橋 幸弘[1]
*Tetsuro Ishida[1], Mark Jayson Felix[2], Ellison Caparas Castro[2], Shielo Baes Namuco[2], Francisco Miguel Felicio[2], Harry Casimir Merida[2], Kaye Kristine Vergel[2], Gay Jane Perez[2], Joel Joseph Marciano[3,4], Yukihiro Takahashi[1]

1. Faculty of Science, Hokkaido University、2. Institute of Environmental Science and Meteorology, University of the Philippines Diliman、3. Advanced Science and Technology Institute, Department of Science and Technology、4. Electrical and Electronics Engineering Institute, University of the Philippines Diliman
1. Faculty of Science, Hokkaido University, 2. Institute of Environmental Science and Meteorology, University of the Philippines Diliman, 3. Advanced Science and Technology Institute, Department of Science and Technology, 4. Electrical and Electronics Engineering Institute, University of the Philippines Diliman

The PHL-Microsat program, funded by the Department of Science and Technology (DOST) through the Philippine Council for Industry, Energy and Emerging Technology Research and Development (PCIEERD), is a collaboration between the University of the Philippines Diliman, Hokkaido University, Tohoku University, and the Advanced Science and Technology Institute (ASTI) of the DOST. Under this program, two 50-kg class microsatellites, DIWATA-1 and DIWATA-2 were designed and developed and the continuing development of small satellites is now being pursued by the Space Technology & Applications Mastery, Innovation and Advancement (STAMINA4Space) Program as a successor to PHL-Microsat.

DIWATA-1 was released into orbit from the International Space Station on April 27, 2016 and is currently operated at an altitude of ~346 km. More than two years after the release of DIWATA-1, DIWATA-2 was launched via H-IIA rocket from Japan’s Tanegashima Space Center on October 29, 2018. The second microsatellite has a sun-synchronous orbit with an altitude of ~595 km. Both satellites carry advanced optical systems namely, the High Precision Telescope (HPT) and the Spaceborne Multispectral Imager (SMI) in addition to other cameras. The HPT in both microsatellites can simultaneously capture an image in the blue, green, red, and near-infrared range. It has a ground sampling distance (GSD) of ~2.6 m and ~4.5 m at nadir for DIWATA-1 and DIWATA-2, respectively. On the other hand, the SMI is capable of sensing several spectral bands between 450nm to 1050nm with ~53.1 m and ~121.6 m GSD for DIWATA-1 and DIWATA-2, respectively. The Wide Field Camera (WFC) is a fish eye camera with a field of view of 180 x 134 degrees. This is used in imaging cloud patterns and weather disturbances. Since the start of operation, both DIWATA-1 and DIWATA-2 have been capturing images of various locations in the Philippines. These images are processed to derive geophysical and application products that are useful in monitoring agricultural and aquatic resources. In this presentation, we will highlight land products and coastal and inland water applications. Land applications were produced from the visible and near infrared bands of SMI where vegetation indices namely NDVI and GNDVI. These are used to assess the health and density of vegetation as well as classify areas of agriculture, built-ups, bare soil and river or inland water networks. For water applications, potential capability to assess the health and quality of coastal and inland waters in the Philippines is shown. Retrievals of water quality parameters such as water leaving reflectance and turbidity were done. Furthermore, HPT, SMI and WFC were used to observe cloud patterns and estimate cloud top height. The accuracy assessment and limitations of these satellite-derived products will also be presented.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Acknowledgements: The control, operation, and acquisition of the satellite data are currently being handled by the Philippine Earth Data Resource Observation Center (PEDRO), which is managed by the Department of Science and Technology Advanced Science and Technology Institute (DOST-ASTI). This work was also supported by Japan Science and Technology Agency (JST) and Japan International Cooperation Agency (JICA) under SATREPS.

キーワード：超小型衛星、地球観測、リモートセンシング
Keywords: Microsatellite, Earth Observation, Remote Sensing

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

MICROSATELLITE TECHNOLOGY DEVELOPMENT STATUS IN MONGOLIA BASED ON ITS NEEDS

*Erdenebaatar Dashdondog[1], Begzsuren Tumendemberel[2], Turtogtokh Tumenjargal[3], Ulam-Orgikh Duger[4]

1. Senior Lecturer of the National University of Mongolia, 2. Hokkaido University, 3. Researcher National University of Mongolia, 4. Professor National University of Mongolia

The National University of Mongolia is one of the main players on space technology development in Mongolia. The Laboratory of National University of Mongolia successfully launched Mongolian very first satellite (1U cubesat) in 2017 under BIRDS project. The project outcome was to prepare experienced initial engineers in the satellite engineering field. After the project, country had to make next steps toward to space technology. One step is Microsatellite technology development in Mongolia collaborating with the Hokkaido University of Japan. In the framework of this collaboration, some universities, including National University of Mongolia, have enrolled to the Asian Microsatellite Consortium (AMC). In January of 2018, National University of Mongolia organized a Microsatellite mission and needs definition workshop at first time. The low population density, wide land, rich natural resources and nomadic life culture make unique needs of space technology and its application for Mongolia. Also, Hyperspectral imagery of the Microsatellite could be the best suitable solution of the Mongolian Space Technology field. Applications of the hyperspectral imagery of the Microsatellite shall be well-developed. Researches and development of applications are being conducted on imagery of LCTF camera which is the main payload of the Microsatellite with the cutting-edge technology and the Unmanned Airborne Vehicle measurement method. In this presentation, Mongolian current status of the Microsatellite technology development and needs will be presented.

Keywords: Microsatellite, Hyper-spectral imagery, Space Collaboration

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Potential Agricultural Applications of Microsatellites for Malaysian Agriculture

*Abdul Rashid Bin Mohamed Shariff [1]、Ahmad Shaqeer Mohamed Thaheer[2]
*Abdul Rashid Bin Mohamed Shariff [1], Ahmad Shaqeer Mohamed Thaheer[2]

1. Universiti Putra Malaysia 、2. Hokkaido University
1. Universiti Putra Malaysia , 2. Hokkaido University

Malaysia is 330,803 km^2 and located in Southeast asia. It comprises two major land masses, that is Peninsular Malaysia and the states of Sabah/Sarawak in the island of Borneo. The South China Sea separates these two land masses. Flying distances between Kuala Lumpur, the capital city located in Peninsular Malaysia to Kota Kinabalu, the capital of Sabah and to Kuching, the capital of Sarawak are 2 hrs 30 minutes and 1 hr 45 minutes respectively. As can be seen this is a fairly wide coverage for which imaging from space is necessary to support viability of agriculture, fisheries, environment, meterology, natural disasters and so on. Malaysia’ s early imaging from space satellites used the Tiungsat and Razaksat satellites respectively. Valuable lessons were learnt which clearly demonstrated the need for future image data from space.

With current developments, the idea of using microsatellites as platforms for image acquisitions becomes very attractive as a practical and low cost approach is made available. Though there are a multitude of applications possible with data acquired by microsatellites, this presentation will focus on agriculture applications. Malaysia has 5 millon ha of land under oil palm cultivation. Oil palm is an important food for most of the world, it is the most versatile and efficient vegetable oil in the world, yielding more per hectare than any other edible vegetable oil crop. Currently environmental and nature groups based in Europe have been critical about oil palm cultivation in Malaysia and Indonesia. However, oil palm is cultivated in a systematic and regulatory manner in Malaysia, with 50% of the country still remaining intact as forest. Use of microsatellite data will ensure efficient and effective monitoring of this forest areas from illegal land clearance, illegal logging and other activities detrimental to the environment. Up to date information on landuse for oil palm and forestry can be obtained at very frequent temporal intervals to counter any criticisms on concerns on oil palm cultivation in Malaysia.

Use of such imageries will also help in the precision agriculture applications particularly on using variable rate applications in the oil palm plantations and in paddy farming particularly, with potential applications for example for rubber cultivation, cocoa and pineapples. Apart from fertilizer applications, crop growth monitoring, surveillance against pests and diseases and harvesting are further applications of the imaging technologies. Based on these requirements, the critical bands, its spectral and spatial resolutions identified through local research will be used in the collaborative development of sensors in the satellite building program. Such positive and synergistic efforts will lead to appropriate images being acquired for the needs being addressed.
As crops planted in Malaysia have commonality with crops in Southeast Asia, primarily with Indonesia, Thailand, Philippines, Vietnam and Cambodia, collaborative efforts can be made to share and exchange vital information on the related crops. Thus the microsatellites will not only help to acquire data, but will help bring these neighboring nations closer together.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-TT 計測技術・研究手法

2019年5月26日(日) 10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_11

[M-TT48] 地球化学の最前線

コンビーナ:角野 浩史(東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻相関基礎科学系)、横山 哲也(東京工業大学理学院地球惑星科学系)、小畑 元(東京大学大気海洋研究所海洋化学部門海洋無機化学分野)

地球惑星科学は、新しい化学分析技術を導入し、化学の視点を取り入れることにより、大きな発展を遂げ、新たなフロンティアを開拓することに成功してきた。分析技術の発展により、我々は大量の情報、あるいは全く新しい測定結果を得ることが可能となったが、データは複雑化し、その解析にはより精密かつ高度な専門知識が必要となりつつある。そのため、日本の地球惑星科学がさらに大きく発展し、世界の先導的立場であり続けるためには、最先端の化学的手法を開発する研究者と、それを応用する研究者が分野の垣根を越えて知識を共有し、相互に意思疎通を図りながら新たなブレークスルーを目指していくことが必要である。 本セッションでは、萌芽的なものも含めた先端的分析技術、最新の研究成果を持ち寄って、その意義や問題点を検討し、将来の研究の方向性や研究協力の可能性を議論する機会を提供することを目的とする。 また、今後の地球化学をリードする研究計画の提案を含んだ発表や、地球化学の将来を長期的に展望した発表の申込みを歓迎する。地球惑星科学の様々な分野の研究者が参加し、分野を横断した議論を行うことを期待する。

[MTT48-P01] マルチターン飛行時間型質量分析計を用いた希ガス同位体比分析の試み

*角野 浩史[1]、秋山 良秀[1] (1.東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻)

[MTT48-P02] Determination of picomolar of zirconium, hafnium, niobium and tantalum in seawater using chelating resin and subsequent ICP-MS determination

*小畑 元[1]、Lutfi Firdaus[2]、真塩 麻彩実[3]、金 泰辰[4]、Jason McAlister[5]、蒲生 俊敬[1] (1.東京大学大気海洋研究所海洋化学部門海洋無機化学分野、2.ブンクル大学、3.金沢大学理工学部、4.ソウル国立大学、5.ブリティッシュコロンビア大学)

[MTT48-P03] トリチウムーヘリウム地下水年代測定法の開発

*野俣 直樹[1]、角野 浩史[1] (1. 東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻相関基礎科学系)

[MTT48-P04] 地球表層物質の宇宙線生成核種(10Be, 26Al)の分析方法の改良と地球科学研究

*横山 祐典[1,2,3]、山根 雅子[7]、中村 淳路[4]、宮入 陽介[1]、堀内 一穂[5]、阿瀬 貴博[1]、松崎 浩之[6]、白濱 吉起[4]、安藤 有加[1] (1.東京大学　大気海洋研究所 高解像度環境解析研究センター、2.東京大学　大学院理学系研究科　地球惑星科学専攻、3.海洋研究開発機構　生物地球化学研究分野、4.産業技術総合研究所　地質調査総合センター、5.弘前大学　理工学部、6.東京大学　総合研究博物館、7.名古屋大学　宇宙地球環境研究所 年代測定研究部)

[MTT48-P05] ダブルスパイク-TIMS法を用いた海水の高精度Ba安定同位体分析法開発

*若木 重行[1]、手塚 勇輝[2]、宮崎 隆[3]、堀川 恵司[2] (1.海洋研究開発機構 高知コア研究所、2.富山大学、3.海洋研究開発機構 地球内部物質循環研究分野)

[MTT48-P06] 泥炭ウイグルマッチングを用いた高精度^{14}C年代決定

*宮入 陽介[1]、近藤 玲介[2]、横田 彰宏[3]、重野 聖之[3]、冨士田 裕子[4]、横山 祐典[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.皇學館大学 教育開発センター、3.明治コンサルタント株式会社、4.北海道大学　北方生物圏フィールド科学センター　植物園)

[MTT48-P07] Preliminary analysis of nucleosynthetic Sr isotope anomalies in amoeboid olivine aggregates from the Allende meteorite

*増田 雄樹[1]、横山 哲也[1]、明星 邦弘[1]、岡林 識起[1] (1.東京工業大学)

[MTT48-P08] 小型の永久磁石を用いた有機物の反磁性磁化率測定および磁気分離と物質同定

*久好 圭治[1]、福山 紘基[2]、植田 千秋[2]、寺田 健太郎[2] (1.大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻, 大阪府立大手前高等学校、2.大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻)

[MTT48-P09] Geochemistory and chronology of five howardites, Y-7308, Y-003125, Y-000428, NWA 1929, and NWA 6920

*岡田 基[1]、羽場 麻希子[1]、長尾 敬介[2]、横山 哲也[1] (1.東京工業大学理学院地球惑星科学系、2.韓国極地研究所)

[MTT48-P10] Non-destructive elemental analysis of a carbonaceous chondrite with direct current Muon beam at MuSIC

*室田 雄太[1]、寺田 健太郎[1] (1.大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻)

[MTT48-P11] **Nucleosynthetic Sr and Nd isotopic anomalies of bulk differentiated meteorites**

*深井 稜汰[1]、杉本 圭[1]、横山 哲也[1] (1.東京工業大学　地球惑星科学系)

マルチターン飛行時間型質量分析計を用いた希ガス同位体比分析の試み
Noble gas isotope analysis using a multi-turn time-of-flight mass spectrometer

*角野 浩史[1]、秋山 良秀[1]
*Hirochika Sumino[1], Yoshihide Akiyama[1]

1. 東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻
1. Department of Basic Science, Graduate School of Arts and Sciences, The University of Tokyo

Active volcanoes can cause devastating destruction, and as such, it would be desirable to be able to predict these disasters before their occurrence. One possibility involves measuring helium isotope ratio (^{3}He/^{4}He), which shows different values in geochemical reservoirs such as the atmosphere, ocean, crust, and mantle depending on the balance of primordial (relatively enriched in ^{3}He compared to the atmosphere) and radiogenic (predominantly ^{4}He) helium. The ^{3}He/^{4}He ratios of hot springs and groundwater around a volcano have values between magmatic (up to 1.1 $\times 10^{-5}$ or more) and crustal (less than 1 $\times 10^{-7}$) helium isotope ratios, the latter resulting from dissolution of radiogenic helium into groundwater from crustal rocks. When magma becomes active, the ^{3}He/^{4}He ratios of nearby hot springs/groundwater may increase as the relative contribution of magmatic helium is expected to be higher. Such ^{3}He/^{4}He increases preceding volcanic eruptions have been reported for El Hierro, Canary Islands [1], Mt. Etna, Italy [2], and Ontake, Japan [3]. The ^{3}He/^{4}He ratio of hot springs/groundwater around a volcano has great potential for monitoring magmatic activity. Currently, magnetic-sector mass spectrometry is used to measure ^{3}He/^{4}He, however, adequate mass resolution to discriminate ^{3}He$^+$ from HD$^+$ and a high-vacuum line to purify and separate helium from other gaseous species are required to measure ^{3}He/^{4}He ratios because helium concentration is generally quite low (1-100 ppmv in gas samples or 1-100 ppt in water samples) [4, 5]. Moreover, ^{3}He accounts for only 0.1-10 ppm of total helium. For these reasons, helium isotope analysis is limited to a suitable laboratory, and on-site, real-time monitoring of ^{3}He/^{4}He around a volcano is almost impossible.

We have been developing a new technique of noble gas analysis using “infiTOF” (infiTOF-UHV, MSI-Tokyo, Inc., Tokyo, Japan), which is a small, portable, time-of-flight (TOF) mass spectrometer derived from the MULTUM-S II multi-turn TOF mass spectrometer and is capable of high mass resolution [6, 7], in order to monitor ^{3}He/^{4}He ratio in volcanic gas on site. The high mass resolution achieved by infiTOF (>30,000) is more than enough to distinguish ^{3}He$^+$ and ^{20}Ne$^+$ from their interferences, HD$^+$ and ^{40}Ar^{++}, respectively. However, sensitivity of normal infiTOF was not high enough to analyze noble gases in volcanic gas because most of the noble gas molecules admitted to the infiTOF were pumped out by a vacuum pump before ionized by an electron ionization source. To increase ionization efficiency by suppressing the number of exhausted gas molecules, we installed a gate valve between the ion source and pump. A getter pump, which absorbs active gases but not noble gases, was also installed to keep the pressure in the ion source low during the operation. Furthermore, we made an attempt to improve sensitivity by making a smaller aperture between the ion source and mass analyzer to reduce the number of noble gas molecules leaking out to the mass analyzer before ionized. Currently the 140 times sensitivity compared to that of normal infiTOF has been achieved. Although ^{3}He in natural samples has not yet been observed with our infiTOF, of which ion current signals collected by a secondary electron multiplier are averaged for each flight cycle, it is expected to be detected in the future by processing the signals with pulse counting method [8, 9].

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[1] Padrón *et al.*, *Geology* 2013. [2] Paonita *et al.*, *Geology* 2016. [3] Sano *et al.*, *Sci. Rep.* 2014. [4] Sumino *et al.*, *J. Mass Spectrom. Soc. Jpn.* 2001. [5] Sumino, *J. Mass Spectrom. Soc. Jpn.* 2015. [6] Toyoda *et al.*, *J. Mass Spectrom.* 2003. [7] Shimma *et al.*, *Anal. Chem.* 2010. [8] Jensen *et al.*, *Anal. Chem.* 2017. [9] Kawai *et al.*, *J. Am. Soc. Mass Spectrom.* 2018.

キーワード：希ガス、マルチターン飛行時間型質量分析計、火山ガス、同位体比
Keywords: noble gas, multi-turn time-of-flight mass spectrometer, volcanic gas, isotope ratio

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Determination of picomolar of zirconium, hafnium, niobium and tantalum in seawater using chelating resin and subsequent ICP-MS determination

*小畑 元[1]、Lutfi Firdaus[2]、真塩 麻彩実[3]、金 泰辰[4]、Jason McAlister[5]、蒲生 俊敬[1]
*Hajime Obata[1], Lutfi M. Firdaus[2], Asami S. Mashio[3], Taejin Kim[4], Jason McAlister[5], Toshitaka Gamo[1]

1. 東京大学大気海洋研究所海洋化学部門海洋無機化学分野、2. ブンクル大学、3. 金沢大学理工学部、4. ソウル国立大学、5. ブリティッシュコロンビア大学
1. Marine inorganic chemistry division, Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo, 2. Graduate School of Science Education, University of Bengkulu, Bengkulu, Indonesia, 3. College of Science and Engineering, Kanazawa University, Kanazawa, Japan, 4. School of Earth and Environmental Sciences, Seoul National University, Korea, 5. Department of Earth, Ocean, and Atmospheric Sciences, University of British Columbia, Canada

It has been known that Zr, Hf, Nb and Ta are high field strength elements (HFSE) belonging to group IV and V in the periodic table. Among these elements, Zr-Hf and Nb-Ta are geochemical twin elements who have similar chemical properties (i.e., ionic charge and radius) in crustal materials and rocks. Contrastingly, the ratios of Zr/Hf and Nb/Ta in seawater are strongly fractionated, and can be used as chemical tracers for the movement of water masses in the modern ocean and as a proxy for paleo-ocean circulation (Firdaus et al., 2011; Frank, 2011). However, for example, the average Zr concentration is 250 pmol/kg in deep seawater, which is more than 6 order of magnitude lower than those in rock materials. It is still challenging for us to determine sub-picomolar to picomolar of HFSE in seawater.

In this study, we developed a simple method to determine sub-picomolar to picomolar of dissolved Zr, Hf, Nb and Ta in seawater using chelating resin column preconcentration and ICP-MS. With mini-columns filled with commercially available chelating resin, HFSE were preconcentrated by 50 times. We obtained low blank values and good recovery enough to determine HFSE in open ocean surface waters. The detection limits, calculated from the procedural blank values, were 0.15 pmol/kg for Zr, 0.03 pmol/kg for Hf, 0.06 pmol/kg for Nb and 0.03 pmol/kg for Ta, respectively.

Using the new method, we revealed distributions of Zr, Hf, Nb and Ta in open ocean, the North Pacific Ocean, North Atlantic Ocean, Indian Ocean and in the marginal sea, Andaman Sea and Gulf of Thailand. We will discuss the fractionations of Zr–Hf and Nb–Ta in the marine environments.

キーワード：Zr, Hf, Nb and Ta、high field strength elements、海水
Keywords: Zr, Hf, Nb and Ta, high field strength elements, seawater

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

トリチウムーヘリウム地下水年代測定法の開発
Development of ^{3}H-^{3}He groundwater dating method

*野俣 直樹[1]、角野 浩史[1]
*Nomata Naoki[1], Hirochika Sumino[1]

1. 東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻相関基礎科学系
1. Department of Basic Science, Graduate School of Arts and Sciences, The University of Tokyo

Residence time of groundwater is an important parameter to elucidate groundwater flow system. We are developing the ^{3}H-^{3}He method, which is one of dating methods to estimate groundwater residence time ranging from several months to 120 years. In regions where water circulation is relatively active like those in Japan, this method is useful because it is considered that there are few groundwater with residence time more than several thousand years. The best advantage of this method is that it is applicable to accurately determine an age of young water compared to other methods (CFC & SF_6method and ^{36}Cl method, etc.), because initial ^{3}H concentration is directly determined as the sum of ^{3}He and ^{3}H in the water at present, if the groundwater flow system has been a closed system for ^{3}He and ^{3}H until its discharge. The age determined by the ^{3}H analysis only requires an assumption of the initial ^{3}H concentration based on the record of the past precipitation, therefore it is difficult to determine unambiguous groundwater age (Mahara *et al.*, 1993). In the ^{3}H-^{3}He dating method,^{3}He concentration in a water sample is measured first by degassing of water in vacuum, and after a few months' storage, ^{3}He produced from the decay of ^{3}H in the sample is measured to determine^{3}H concentration at the time of degassing. Thus, how the water sample is well degassed during the first analysis and how leaking of ambient helium into the degassed water is suppressed are crucial to determine small amount of ^{3}H. We analyzed standard water samples provided by IAEA with known ^{3}H concentrations to evaluate accuracy and precision of our method. When we compared the ^{4}He concentrations of the samples analyzed just after degassing and those analyzed after storage for one month, the ^{4}He concentration was extremely large in the samples stored for one month. As this indicates that the air helium intruded into the degassed sample during storage, we examined various ways to seal the sample container to prevent intrusion. This presentation will discuss developing of this method and how it will be applied to groundwater study in the future.

キーワード：地下水
Keywords: groundwater

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地球表層物質の宇宙線生成核種(10Be, 26Al)の分析方法の改良と地球科学研究

In-situ and meteoric 10Be and 26Al measurements: Improved preparation and application at the University of Tokyo

*横山 祐典[1,2,3]、山根 雅子[7]、中村 淳路[4]、宮入 陽介[1]、堀内 一穂[5]、阿瀬 貴博[1]、松崎 浩之[6]、白濱 吉起[4]、安藤 有加[1]
*Yusuke Yokoyama[1,2,3], Masako Yamane[7], Atsunori Nakamura[4], Yosuke Miyairi[1], Kazuho Horiuchi[5], Takahiro AZE[1], Hiroyuki Matsuzaki[6], Yoshiki Shirahama[4], Yuka Ando[1]

1. 東京大学　大気海洋研究所 高解像度環境解析研究センター、2. 東京大学　大学院理学系研究科　地球惑星科学専攻、3. 海洋研究開発機構　生物地球化学研究分野、4. 産業技術総合研究所　地質調査総合センター、5. 弘前大学　理工学部、6. 東京大学　総合研究博物館、7. 名古屋大学　宇宙地球環境研究所 年代測定研究部
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo, 2. Department of Earth and Planetary Science, University of Tokyo, 3. Department of Biogeochemistry, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 4. Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 5. Graduate School of Science and Technology, Hirosaki University, 6. Micro Analysis Laboratory, Tandem Accelerator, University of Tokyo, 7. Division for Chronological Research, Institute for Space–Earth, Environmental Research, Nagoya University

Cosmogenic radionuclides have been widely used to decipher Earth surface processes. At the University of Tokyo Accelerator Mass Spectrometry facility (5 MV Tandem accelerator), we have been measuring both in-situ and meteoric cosmogenic 10Be and 26Al. In this presentation, we report some development of methodology, including how to prepare target samples chemically to reduce their background. We then introduce some examples using the method to provide further insights into earth surface processes. These studies include: i) exposure to reveal the history of the growths and decays of the Antarctic ice sheet, ii) studying ice shelf collapse history, iii) palaeomagnetic excursion reconstructions using ice cores, iv) understanding the erosion rates using depth profiles of mid latitude outcrops, v) providing the timing of impact crater formation.

Reference: Yokoyama et al (2019) *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atom*. https://doi.org/10.1016/j.nimb.2019.01.026.

キーワード：宇宙線生成核種、加速器質量分析
Keywords: Cosmogenic nuclides, Accelerator Mass Spectrometry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ダブルスパイク-TIMS法を用いた海水の高精度Ba安定同位体分析法開発
Development of seawater stable Ba isotope analysis by DS-TIMS technique

*若木 重行[1]、手塚 勇輝[2]、宮崎 隆[3]、堀川 恵司[2]
*Shigeyuki Wakaki[1], Yuki Tezuka[2], Takashi Miyazaki[3], Keiji Horikawa[2]

1. 海洋研究開発機構 高知コア研究所、2. 富山大学、3. 海洋研究開発機構 地球内部物質循環研究分野
1. Kochi Institute for Core Sample Research, JAMSTEC, 2. Univ. of Toyama , 3. Department of Solid Earth Geochemistry, JAMSTEC

海洋においてBaは、表層において濃度が低く深部に向かって濃度が増加する、いわゆる栄養塩型の鉛直分布を示す。これは、海洋表層においてバライトが生成されることでBaが海水から除去され、また、除去されたバライト粒子が沈降していく過程で一部溶解することでBaが鉛直方向に輸送されることを反映している。海水からバライトが生成する際には、Baの安定同位体分別が生じる（von Allmen et al, 2010）。このため、海洋には鉛直方向にBa安定同位体組成の分布が存在する（Horner et al, 2015）。また、表層海水のBa安定同位体組成は河川からのインプットに敏感に反応し、有用な水塊指標となりうることが示されている（Cao et al., 2016）。

海洋におけるBa安定同位体組成の変化はサブパーミルオーダーと小さい。したがって、その検出には精度の高い同位体分析手法が必要となる。本研究では、ダブルスパイク-表面電離質量分析法（DS-TIMS）を採用し、高精度・高確度にBa安定同位体組成を分析する手法開発を行なった。本研究では^{134}Ba-^{136}Baダブルスパイクを採用し、^{134}Ba/^{136}Ba = 2.5 となるようにスパイクの調合を行なった。Ba同位体比測定には、高知コアセンター設置の表面電離型質量分析計 Tritonを使用した。Ba試薬（NIST SRM3104a および in-house 試薬）の分析を繰り返し行い、同位体比測定条件およびダブルスパイク法解析条件の徹底した最適化を行った。その結果、Ba試薬の$\delta^{138/134}$Ba値に対して、+/- 0.01 ‰（2SD）の繰り返し再現性を実現した。発表では、海水分析にあたっての残された問題点についても議論する。

キーワード：Ba安定同位体比、ダブルスパイク法、海水
Keywords: Ba stable isotopes, double spike technique, seawater

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

泥炭ウイグルマッチングを用いた高精度^{14}C年代決定
Sequential radiocarbon measurement on peaty sediments to reconstruct high precision age model of mash deposits

*宮入 陽介[1]、近藤 玲介[2]、横田 彰宏[3]、重野 聖之[3]、冨士田 裕子[4]、横山 祐典[1]
*Yosuke Miyairi[1], Reisuke Kondo[2], Akihiro Yokota[3], Kiyoyuki Shigeno[3], Hiroko Fujita[4], Yusuke Yokoyama[1]

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 皇學館大学 教育開発センター、3. 明治コンサルタント株式会社、4. 北海道大学　北方生物圏フィールド科学センター　植物園
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. Kogakkan University, 3. Meiji consultant co.,ltd., 4. The Field Science Center for Northern Biosphere, Hokkaido University

湿地帯に発達する泥炭堆積物は、炭素を多く含むため放射性炭素年代測定が容易である。しかしながら、泥炭は有機物が生物遺体ではなく、生物遺体の分解変質した物質を主とするため、炭素の供給起源が2次的であるという堆積年代を年代推定する上での不確実性がある。泥炭が堆積するような嫌気的な環境では生物擾乱が生じにくい。さらに堆積速度が大きく変化しないことが多い。たとえ堆積速度に変化を生じたとしても、地層累重の法則により、下層の堆積物ほど古い堆積物あることが担保されているため、放射性炭素濃度の変動周期より十分短い年代間隔で試料採取を行えば、高精度年代決定が可能となる。

Blaauwら（2003,QSR）は、泥炭層の堆積速度が一定期間変化しないと仮定すれば、暦年較正曲線と連続サンプリングした放射性炭素年代値を比較して（ウイグルマッチング）最適な堆積速度及び堆積年を推定できることを示した。本手法は泥炭堆積物中に含まれる津波堆積物の高精度年代決定への応用が試みられている（例えば、Ishizawa etal.,2017,QG）が、年代既知の層準を用いた確度の検証はなされてこなかった。そこで、本研究では、歴史記録により噴火年代が明らかなテフラ包含層を泥炭ウイグルマッチング法により年代を求め、その年代決定精度を検証することを目的とした。

本研究では、北海道北部の猿払川湿原において採取されたボーリングコア試料を用いて、泥炭試料を用いた湿原堆積物の高精度放射性炭素年代決定法を検討した。分析に用いた試料は北海道大学と中心とする研究グループが、北海道宗谷郡猿払村の猿払川周辺に発達した湿原で行ったボーリング調査にて採取されたコア試料である。本研究ではその中でも猿払川中湿原で採取されたコア試料「試料名：HU-SRN-1」を用いた。同コアは海岸線から約10 km内陸にある猿払川中流域（北緯45°11’ 59”，東経142°9’ 03”）で2015年11月に掘削された。全長は31ｍであるが、本研究では、そのコアの最上部のみ（深度０－１ｍ）の試料を用いた。

同コアは深度57cmに、樽前火山起源のテフラ樽前火山（Ta-a）テフラを含む。Ta-aテフラは、樽前火山の1739年噴火に伴って堆積したテフラで、その噴火時期は、文献記録によって、1739年8月から噴火開始したことが記録されており、テフラの堆積時期が正確に判明しているテフラを含む試料を用いることで泥炭ウイグルマッチング法の年代決定精度を検証する。

泥炭コア試料を1cm間隔でサンプリングを行った。サンプリングはTa-aテフラの上下層を含むように深度41～95cmまでの1cm間隔でサンプリング、均質化のち、2cm毎に試料を放射性炭素分析を行った。前処理は１M HClで酸処理を行った。試料をエレメンター社製元素分析計「キューブミクロ」を用いて酸化した。酸化後の真空ラインを用いて、CO2ガスを精製した。東京大学大気海洋研究所高解像度環境解析センター所有のシングルステージ加速器質量分析計（YS-AMS）をもちいて^{14}C濃度を測定した。得られた放射性炭素年代値を用いて、泥炭の堆積が連続して生じたと仮定した場合に、各測定層準の年代値と実年代の差が最小になる堆積速度を求めた。

Ta-aテフラの含まれる層準の堆積年代は、泥炭ウイグルマッチングによる暦年較正の結果と歴史記録から求められる年代の差は数十年以内であった。本コアのTa-aテフラ直下の泥炭のみから求めた暦年較正値は1670-1950calBP（1σ）であり、従来の手法では、Ta-aテフラの噴火年代が江戸時代中期以降以降であることしか特定できないが、泥炭ウイグルマッチング法での年代は十分な時期決定精度があるといえる。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Ta-aテフラ層の泥炭ウイグルマッチングによる暦年較正の結果を歴史年代と比較すると、歴史年代とわずかな違いであり、本手法の確度は非常に高いことが示唆される。この結果は、本手法がテフラ層や津波堆積物等イベント性堆積物の高精度年代決定に有効な手段であると考えられる。

キーワード：放射性炭素年代測定、ウイグルマッチング、テフラ
Keywords: Radiocarbon dating, Wiggle matching, Tephra

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Preliminary analysis of nucleosynthetic Sr isotope anomalies in amoeboid olivine aggregates from the Allende meteorite

*増田 雄樹[1]、横山 哲也[1]、明星 邦弘[1]、岡林 識起[1]
*Yuki Masuda[1], Tetsuya Yokoyama[1], Kunihiro Myojo[1], Satoki Okabayashi[1]

1. 東京工業大学
1. Tokyo Institute of Technology

Recent innovations in mass spectrometric technology revealed that chondrites and their components possess distinct stable isotope ratios from the terrestrial values for various heavy elements including Ti, Cr, Sr, Mo, Ru, Ba, and Nd [1,2]. The isotopic variabilities, which are recognized as nucleosynthetic isotope anomalies in meteorites, suggest that the isotopic compositions of these elements were not homogeneous in the early Solar System as was previously believed. In particular, the extent of nucleosynthetic isotope anomalies in calcium and aluminum rich inclusions (CAIs) from carbonaceous chondrites, the oldest substance that condensed from a gaseous reservoir in the early Solar System, are larger than those in bulk aliquots of chondrites. Most recently, Myojo et al. [3] discovered that different groups of CAIs from the Allende meteorites show variable $^{84}Sr/^{86}Sr$ ratios, indicating the presence of multiple CAI source reservoirs with distinct isotopic compositions in the early Solar System.

In contrast to CAIs, little is known regarding nucleosynthetic isotope anomalies in amoeboid olivine aggregates (AOAs) from carbonaceous chondrites. AOAs are mostly composed of olivine with small refractory minerals including spinel and calcic pyroxene [4]. Their highly irregular shapes indicate that they are unmelted aggregates that condensed from a gaseous reservoir, although the bulk chemical compositions of AOAs are distinct from those of CAIs. Rather, their chemical compositions straddle CAIs and chondrules, making AOAs intriguing target to investigate the isotopic evolution for heavy elements in the early Solar System.

In this study, we report the $^{84}Sr/^{86}Sr$ ratios in AOAs from the Allende meteorite. Unlike CAIs and chondrules, it is difficult to sample irregular shaped AOAs by handpicking without including the other components such as matrix. To overcome this problem, we collected the powdered AOA sample by the micro-milling technique [3]. Additionally, we ablated the same AOA sample by a femto-second laser with He gas flow to capture the aerosol sample with a membrane filter. The collected samples were dissolved with acid, followed by the separation of Sr by extraction chromatography using Sr Resin (Eichrom). The $^{84}Sr/^{86}Sr$ ratios in the AOA samples were measured by TIMS (TRITON plus, Thermo Fisher Scientific) with the dynamic multicollection method. The obtained $^{84}Sr/^{86}Sr$ ratios are reported as $\mu^{84}Sr$ notation that represents the 10^6 relative deviation from a standard material, NIST 987. The two AOA samples showed positive $\mu^{84}Sr$ values (micro-milling: 70 ±156 ppm; laser ablation: 108 ±91 ppm). This result indicates that refractory inclusions in the AOA sample possess nucleosynthetic Sr isotope anomalies akin to those in Type B CAIs [3]. Therefore, the refractory inclusions in AOAs would have condensed from a gaseous reservoir from which the precursor of type B CAIs have condensed.

References: [1] Dauphas, N. and Schauble, E.A. (2016) *Ann. Rev. Earth Planet. Sci.* **44**, 709. [2] Yokoyama, T and Walker, R.J. (2016) *Rev. Mineral. Geochem.* **81**, 107. [3] Myojo, K. et al. (2018) *Astrophys. J.* **853**, 48. [4] MacPherson, G. (2014) *Treatise Geochem.* **1**, 139.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

小型の永久磁石を用いた有機物の反磁性磁化率測定および磁気分離と物質同定

Measurement of diamagnetic susceptibility and magnetic separation and material identification of organic matter using small permanent magnet

*久好 圭治[1]、福山 紘基[2]、植田 千秋[2]、寺田 健太郎[2]
*Keiji Hisayoshi[1], Hiroki Fukuyama[2], Chiaki Uyeda[2], Kentaro Terada[2]

1. 大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻, 大阪府立大手前高等学校、2. 大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻
1. Dept. of Earth and Space Science, School of Science, Osaka University, Otemae High School of Osaka prefecture, 2. Dept. of Earth and Space Science School of Science, Osaka University

一般に，微小重力空間に開放された固体粒子は磁気的ポテンシャルによる並進運動を引き起こすが，その速度は粒子の質量に依存せず，物質固有の磁化率のみに依存する．したがって得られた磁化率を文献値と対応することで，単一粒子において物質同定が可能となる[1][2][3]．これまでに私たちはmm ~ sub-mmサイズの反磁性鉱物について，上記の同定が可能であることを確認してきた．さらに揮発性固体である氷（H_2O）とドライアイス（CO_2）でも並進運動を観測した．今回，同じ原理を用いて，様々な有機物質の反磁性磁化率を測定し，磁場勾配による有機物の分離・識別の可能性について考察した．

実験に必要な微小重力は,小型の落下ボックス（30×30×20cm）内に発生させた．落下距離は1.8mで，有効な微小重力継続時間は約0.5秒である．落下ボックス内に小型の磁気回路(B～0.8T)，照明器具およびハイスピードカメラを配置した．試料を磁場勾配力が最大になる位置にセットし，微小重力空間に解放した．反磁性有機物試料は磁場の外へ並進し，その運動から磁化率を求めた．

本研究のために高画質な高速度カメラとして天体観測に使われるカメラを用いたことにより，試料の位置の精度が大幅に向上し，磁化率の精度を上げることができた[4].

固体の有機物を同定・識別し，有機物の混合物を物質ごとに異なる速度で運動させて分離する手法の実用可能性が新たに示された．従来の測定条件では，磁化率の違いが10^{-7}emu/gのレベルでしか識別できなかったが， 今回のセッティングにより，10^{-8}emu/gの違いが識別できた．この手法は簡便な装置を用いて非破壊で行えること，他のクロマトグラフィーの手法と異なり有機物の固体の塊のままで混合物分離ができることにおいて，分析手法として有用であると考える．地上での微小重力環境では時間に制約されるが，その制約内で精度よく，かつ低予算で測定が可能である．この手法は，他の短時間の現象を高速で捉えることが要求される一部の学術研究・企業研究でも，分野を問わず応用できる可能性がある．

微小重力と磁場勾配さえあれば物質の磁化率を求めることができるこの手法は，物質を持ち帰る必要なくその場で分析ができるという面から宇宙探査に貢献できる可能性がある．地上で分析に使われる装置を宇宙探査機に搭載する場合には，大きさ，重量の制限や性能の制約が大きな課題となる．しかし，この装置は，微小重力環境である宇宙空間や小さな重力しかない小惑星では，弱い磁場勾配で長い時間をかけて試料を運動させることができる．そのため，装置を小型で軽量にできるので，探査機への搭載で大きな利点となる．ESAのRosettaミッションでは実際に彗星において有機物が検出されており，有機物をその場で詳しく分析する手法は宇宙探査において大きな需要となりうる．

References
[1] K. Hisayoshi, S. Kanou and C. Uyeda : Phys.:Conf. Ser., 156 (2009) 012021.
[2] C. Uyeda, K. Hisayoshi, and S. Kanou : Jpn. Phys. Soc. Jpn. 79 (2010) 064709.
[3] K. Hisayoshi, C. Uyeda and K. Terada : Scientific Reports,(Nature Pub) 6 (2016) 38431
[4] H.Fukuyama, K. Hisayoshi, W. Yamaguchi and C. Uyeda : IEE Trans. Magne. 55 (2019) 6000304

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：有機物、磁気分離、微小重力、反磁性磁化率、物質同定、永久磁石
Keywords: organic matter, magnetic separation, microgravity, diamagnetic susceptibility, identification, permanent magnet

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Geochemistory and chronology of five howardites, Y-7308, Y-003125, Y-000428, NWA 1929, and NWA 6920

*岡田 基[1]、羽場 麻希子[1]、長尾 敬介[2]、横山 哲也[1]
*Motoi Okada[1], Makiko K. Haba[1], Keisuke Nagao[2], Tetsuya Yokoyama[1]

1. 東京工業大学理学院地球惑星科学系、2. 韓国極地研究所
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology, 2. Korea Polar research Institute

Howardites are polymict breccias composed of eucrites and diogenites that are most likely originated from the crust of asteroid 4-Vesta. The global mapping with high resolution imagery conducted during the NASA's Dawn mission revealed that the Vestan surface is largely covered with howarditic materials (Ammannito et al., 2013). Thus, howardites would provide information on the crustal and surface evolution of Vesta entailing impact events. Here, we attempt to obtain multiple chronological data of howardites including ^{244}Pu-Xe, ^{40}K-^{40}Ar, and (U-Th)/He ages. Since these decay systems have diverse closure temperatures of ≧900, ~300, 100–200℃, respectively (Shukolyukov and Begemann, 1996; Cassata et al., 2009; Reiners et al., 2012), the multi-chronology of howardites are useful to discuss the timing of thermal events on Vesta during a long period. Additionally, we obtained major and trace element compositions and cosmic-ray exposure (CRE) ages of howardites to identify the geochemical characteristics of each howardite sample and to determine the ejection timing from the parent body.

Five howardites, Northwest Africa (NWA) 1929, NWA 6920, Yamato (Y) -7308, Y-000428, and Y-003125, were used in this study. Textual observations were performed by field emission-electron probe micro analysis (FE-EPMA). The major and trace element compositions of bulk samples (~50 mg) were measured with inductively coupled plasma-mass spectrometry (ICP-MS). All noble gas compositions were measured using a noble gas mass spectrometer, modified-VG5400/MS-3, with a sample amount of ~200 mg.

The proportion of eucrite and diogenite that contributed to the howardite samples were estimated by using the Al and Ca contents in individual howardites with an assumption that the two end-members are represented by a basaltic eucrite Juvinas and a diogenite Tatahouine. The five howardites are composed of basaltic eucrite and diogenite with a proportion of 95:5 for NWA 1929, 47:53 for NWA 6920, 39:61 for Y-000428, 37:63 for Y-003125, and 22:78 for Y-7308.

NWA 6920 and Y-003125 yielded the ^{244}Pu-Xe ages of ~4550 Ma, which corresponds to the timing of the initial crystallization of eucritic crust or global crustal metamorphism that were deduced from the of zircon ages of basaltic eucrites (e.g., Misawa et al., 2005; Iizuka et al., 2015). In contrast, younger ^{244}Pu-Xe ages (~4470 Ma) were obtained from NWA 1929, Y-7308, and Y-000428, indicating the timing of high-temperature reheating possibly due to impact events. The ^{40}K-^{40}Ar ages of NWA 1929, NWA 6920, and Y-003125 are 3.6 ±0.2, 3.6 ±0.2, and 3.2 ±0.2 Ga, respectively, which are consistent with the ^{39}Ar-^{40}Ar ages of brecciated eucrites (3.3–4.1 Ga; Bogard, 2011). The ages obtained in this study represent the timing of reheating by impacts, which reached a temperature above ~300 ℃, after the initial magmatism of eucritic crust. The (U-Th)/He ages of NWA 1929, NWA 6920, and Y-003125 are 2.3 ±0.2, 0.8 ±0.1, and 2.3 ±0.2 Ga, respectively. The (U-Th)/He systematics in the howardites could have been disturbed by degassing events that occurred at some points during the ejection from Vesta and delivery to the Earth, in addition to the impact events on Vesta. Some HED (Howardite-Eucrite-Diogenite) meteorites are considered to have derived from vestoids that were ejected from the Vesta's south pole craters (e.g., Clenet et al., 2014). Because the (U-Th)/He age of NWA 6920 is in good agreement with the age of the

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

southern crater Rheasilvia (1.0 ±0.2 Ga, Schenk et al., 2012), NWA 6920 might have been severely suffered from the impact event that formed the Rheasilvia crater. The ^{81}Kr-Kr CRE ages vary from ~10 to 45 Ma, which is consistent with the previously reported CRE ages of howardites (~11–76 Ma, Eugster and Michel, 1995). Since the CRE ages of howardites cluster at the same period to those of eucrites and diogenites, the HED meteorite clan might have been launched from vestoids or Vestan surface at the same time.

キーワード：ホワルダイト、希ガス、年代学
Keywords: Howardite, noble gas, chronology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Non-destructive elemental analysis of a carbonaceous chondrite with direct current Muon beam at MuSIC

*室田 雄太[1]、寺田 健太郎[1]
*Murota Yuta[1], Kentaro Terada[1]

1. 大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻
1. Department of Earth and Space Science, Graduate School of Science, Osaka University

Electron- or X-ray-induced characteristic X-ray analysis has been widely used to determine chemical compositions of materials in vast research fields. In recent years, analysis of characteristic X-rays from muonic atoms, in which a muon is captured, has attracted attention because both a muon beam and a muon-induced characteristic X-ray have high transmission abilities. Here we report the first nondestructive elemental analysis of a carbonaceous chondrite using one of the world-leading intense direct current muon beam source (MuSIC; MUon Science Innovative Channel). We successfully detected characteristic muonic X-rays of Mg, Si, Fe, O, S and C from CI chondrite, of which carbon content is about 3 wt%. Because of its high sensitivity to carbon, non-destructive elemental analysis with a muon beam can be a novel powerful tool to characterize future retuned samples from carbonaceous asteroids.

キーワード：ミューオン、非破壊元素分析、はやぶさ2
Keywords: muon, non-destructive elemental analysis, Hayabusa2

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Nucleosynthetic Sr and Nd isotopic anomalies of bulk differentiated meteorites

*深井 稜汰[1]、杉本 圭[1]、横山 哲也[1]
*Ryota Fukai[1], Kei Sugimoto[1], Tetsuya Yokoyama[1]

1. 東京工業大学　地球惑星科学系
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology

Nucleosynthetic isotope anomalies have been discovered in bulk meteorites for refractory heavy elements (e.g., Cr, Ru [1, 2]). In the most cases, the extent of isotope anomalies is variable across different types of meteorites. These results point to the existence of planetary-scale isotope heterogeneities, which are most likely caused by the heterogeneous distribution of presolar dust grains in the early Solar System.

Although nucleosynthetic isotopic anomalies of bulk chondrites have been extensively studied in the last decade (e.g., [3]), the high-precision isotopic data of trans-iron elements in differentiated meteorites are still limited. Commonly, the parent bodies of differentiated meteorites possessed earlier accretional ages than those of chondrites. The comparison for the nucleosynthetic isotopic anomalies between chondrites and differentiated meteorites must provide vital information for understanding the physicochemical evolution of the early Solar System. Here we focus on refractory lithophile elements (Sr and Nd), whose carrier grains are silicate dust grains that were main constituents in the protoplanetary disk. In this study, we report high precision Sr and Nd isotope data of bulk differentiated meteorites.

We investigated two eucrites (Béréba and Millbillillie), an aubrite (Norton County), and an angrite (D'Orbigny). Powdered samples were treated with H_2O and distilled acetone to reduce the effects of terrestrial alteration. Subsequently, these meteorite samples were digested with HF and HNO_3 under high temperature and high pressure using a high pressure digestion system (DAB-2, Berghof). After the high-pressure digestion, samples were dissolved with $HClO_4$ and HNO_3. For Sr and Nd isotope analysis, a 5-step column separation procedure was conducted. Sr and Nd isotopic compositions were measured with TIMS (Triton *Plus*). Sr and Nd isotopic ratio measurements were conducted with the 2-line and 3-line dynamic multi-collection methods, respectively, in which $^{84}Sr/^{86}Sr$, $^{142}Nd/^{144}Nd$, $^{143}Nd/^{144}Nd$, $^{145}Nd/^{144}Nd$, $^{148}Nd/^{144}Nd$, and $^{150}Nd/^{144}Nd$ ratios can be obtained by reducing the effect of Faraday cup deterioration. The Sr and Nd isotope ratios are reported in the μM notation that is parts par 10^6 relative deviations from the terrestrial rocks.

Most of the samples we measured showed Sr and Nd isotopic ratios indistinguishable from the terrestrial rocks. Béréba (eucrite) possessed the most deviated isotopic compositions from the terrestrial rocks (μ^{84}Sr = 16 ±24 ppm, μ^{145}Nd = 5.5 ±1.9 ppm, μ^{148}Nd = 9.6 ±11 ppm, and μ^{150}Nd = 9.4 ±22 ppm, 2SDs). The inconsistency of the isotopic compositions for the same meteorite group (Béréba and Millbillillie) would be attributed to the possible terrestrial alteration for Millbillillie [4].

The nucleosynthetic Sr and Nd isotope anomalies for Béréba were indistinguishable from the data for non-carbonaceous meteorites (enstatite and ordinary chondrites) [3]. In the μ^{84}Sr versus $\mu^{145, 148, 150}$Nd diagrams, Béréba are plotted on the mixing line of the isotopic compositions for terrestrial rocks and presolar SiC [5]. These data imply that the parent bodies for enstatite chondrites, ordinary chondrites, and eucrites were formed within homogeneous isotopic reservoir with respect to Sr and Nd in which a part of building blocks of the Earth were not formed.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[1] Trinquier, A. et al. (2007) *ApJ,* **655**, 1179. [2] Fischer-Gödde, M. and Kleine, T. (2017) *Nature*, **541**, 525. [3] Fukai, R. and Yokoyama, T. (2019), *LPSC abstract*, 1171. [4] Kitts, K. and Lodders, K. (1998) *MAPS*, **33**, 197. [5] Qin, L. et al. (2011) *GCA*, **75**, 7806.

キーワード：初期太陽系、同位体不均質、エコンドライト
Keywords: early Solar System, isotopic heterogeneity, achondrites

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-TT 計測技術・研究手法

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_48

[M-TT48] 地球化学の最前線

コンビーナ:角野 浩史(東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻相関基礎科学系)、横山 哲也(東京工業大学理学院地球惑星科学系)、小畑 元(東京大学大気海洋研究所海洋化学部門海洋無機化学分野)

地球惑星科学は、新しい化学分析技術を導入し、化学の視点を取り入れることにより、大きな発展を遂げ、新たなフロンティアを開拓することに成功してきた。分析技術の発展により、我々は大量の情報、あるいは全く新しい測定結果を得ることが可能となったが、データは複雑化し、その解析にはより精密かつ高度な専門知識が必要となりつつある。そのため、日本の地球惑星科学がさらに大きく発展し、世界の先導的立場であり続けるためには、最先端の化学的手法を開発する研究者と、それを応用する研究者が分野の垣根を越えて知識を共有し、相互に意思疎通を図りながら新たなブレークスルーを目指していくことが必要である。 本セッションでは、萌芽的なものも含めた先端的分析技術、最新の研究成果を持ち寄って、その意義や問題点を検討し、将来の研究の方向性や研究協力の可能性を議論する機会を提供することを目的とする。 また、今後の地球化学をリードする研究計画の提案を含んだ発表や、地球化学の将来を長期的に展望した発表の申込みを歓迎する。地球惑星科学の様々な分野の研究者が参加し、分野を横断した議論を行うことを期待する。

[MTT48-P01] マルチターン飛行時間型質量分析計を用いた希ガス同位体比分析の試み

*角野 浩史[1]、秋山 良秀[1] (1.東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻)

[MTT48-P02] Determination of picomolar of zirconium, hafnium, niobium and tantalum in seawater using chelating resin and subsequent ICP-MS determination

*小畑 元[1]、Lutfi Firdaus[2]、真塩 麻彩実[3]、金 泰辰[4]、Jason McAlister[5]、蒲生 俊敬[1] (1.東京大学大気海洋研究所海洋化学部門海洋無機化学分野、2.ブンクル大学、3.金沢大学理工学部、4.ソウル国立大学、5.ブリティッシュコロンビア大学)

[MTT48-P03] トリチウムーヘリウム地下水年代測定法の開発

*野俣 直樹[1]、角野 浩史[1] (1. 東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻相関基礎科学系)

[MTT48-P04] 地球表層物質の宇宙線生成核種(10Be, 26Al)の分析方法の改良と地球科学研究

*横山 祐典[1,2,3]、山根 雅子[7]、中村 淳路[4]、宮入 陽介[1]、堀内 一穂[5]、阿瀬 貴博[1]、松崎 浩之[6]、白濱 吉起[4]、安藤 有加[1] (1.東京大学　大気海洋研究所 高解像度環境解析研究センター、2.東京大学　大学院理学系研究科　地球惑星科学専攻、3.海洋研究開発機構　生物地球化学研究分野、4.産業技術総合研究所　地質調査総合センター、5.弘前大学　理工学部、6.東京大学　総合研究博物館、7.名古屋大学　宇宙地球環境研究所 年代測定研究部)

[MTT48-P05] ダブルスパイク-TIMS法を用いた海水の高精度Ba安定同位体分析法開発

*若木 重行[1]、手塚 勇輝[2]、宮崎 隆[3]、堀川 恵司[2] (1.海洋研究開発機構 高知コア研究所、2.富山大学、3.海洋研究開発機構 地球内部物質循環研究分野)

[MTT48-P06] 泥炭ウイグルマッチングを用いた高精度^{14}C年代決定

*宮入 陽介[1]、近藤 玲介[2]、横田 彰宏[3]、重野 聖之[3]、冨士田 裕子[4]、横山 祐典[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.皇學館大学 教育開発センター、3.明治コンサルタント株式会社、4.北海道大学　北方生物圏フィールド科学センター　植物園)

[MTT48-P07] Preliminary analysis of nucleosynthetic Sr isotope anomalies in amoeboid olivine aggregates from the Allende meteorite

*増田 雄樹[1]、横山 哲也[1]、明星 邦弘[1]、岡林 識起[1] (1.東京工業大学)

[MTT48-P08] 小型の永久磁石を用いた有機物の反磁性磁化率測定および磁気分離と物質同定

*久好 圭治[1]、福山 紘基[2]、植田 千秋[2]、寺田 健太郎[2] (1.大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻, 大阪府立大手前高等学校、2.大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻)

[MTT48-P09] Geochemistory and chronology of five howardites, Y-7308, Y-003125, Y-000428, NWA 1929, and NWA 6920

*岡田 基[1]、羽場 麻希子[1]、長尾 敬介[2]、横山 哲也[1] (1.東京工業大学理学院地球惑星科学系、2.韓国極地研究所)

[MTT48-P10] Non-destructive elemental analysis of a carbonaceous chondrite with direct current Muon beam at MuSIC

*室田 雄太[1]、寺田 健太郎[1] (1.大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻)

[MTT48-P11] **Nucleosynthetic Sr and Nd isotopic anomalies of bulk differentiated meteorites**

*深井 稜汰[1]、杉本 圭[1]、横山 哲也[1] (1.東京工業大学　地球惑星科学系)

マルチターン飛行時間型質量分析計を用いた希ガス同位体比分析の試み
Noble gas isotope analysis using a multi-turn time-of-flight mass spectrometer

*角野 浩史[1]、秋山 良秀[1]
*Hirochika Sumino[1], Yoshihide Akiyama[1]

1. 東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻
1. Department of Basic Science, Graduate School of Arts and Sciences, The University of Tokyo

Active volcanoes can cause devastating destruction, and as such, it would be desirable to be able to predict these disasters before their occurrence. One possibility involves measuring helium isotope ratio (^{3}He/^{4}He), which shows different values in geochemical reservoirs such as the atmosphere, ocean, crust, and mantle depending on the balance of primordial (relatively enriched in ^{3}He compared to the atmosphere) and radiogenic (predominantly ^{4}He) helium. The ^{3}He/^{4}He ratios of hot springs and groundwater around a volcano have values between magmatic (up to 1.1 $\times 10^{-5}$ or more) and crustal (less than 1 $\times 10^{-7}$) helium isotope ratios, the latter resulting from dissolution of radiogenic helium into groundwater from crustal rocks. When magma becomes active, the ^{3}He/^{4}He ratios of nearby hot springs/groundwater may increase as the relative contribution of magmatic helium is expected to be higher. Such ^{3}He/^{4}He increases preceding volcanic eruptions have been reported for El Hierro, Canary Islands [1], Mt. Etna, Italy [2], and Ontake, Japan [3]. The ^{3}He/^{4}He ratio of hot springs/groundwater around a volcano has great potential for monitoring magmatic activity. Currently, magnetic-sector mass spectrometry is used to measure ^{3}He/^{4}He, however, adequate mass resolution to discriminate ^{3}He$^+$ from HD$^+$ and a high-vacuum line to purify and separate helium from other gaseous species are required to measure ^{3}He/^{4}He ratios because helium concentration is generally quite low (1-100 ppmv in gas samples or 1-100 ppt in water samples) [4, 5]. Moreover, ^{3}He accounts for only 0.1-10 ppm of total helium. For these reasons, helium isotope analysis is limited to a suitable laboratory, and on-site, real-time monitoring of ^{3}He/^{4}He around a volcano is almost impossible.

We have been developing a new technique of noble gas analysis using “infiTOF” (infiTOF-UHV, MSI-Tokyo, Inc., Tokyo, Japan), which is a small, portable, time-of-flight (TOF) mass spectrometer derived from the MULTUM-S II multi-turn TOF mass spectrometer and is capable of high mass resolution [6, 7], in order to monitor ^{3}He/^{4}He ratio in volcanic gas on site. The high mass resolution achieved by infiTOF (>30,000) is more than enough to distinguish ^{3}He$^+$ and ^{20}Ne$^+$ from their interferences, HD$^+$ and ^{40}Ar^{++}, respectively. However, sensitivity of normal infiTOF was not high enough to analyze noble gases in volcanic gas because most of the noble gas molecules admitted to the infiTOF were pumped out by a vacuum pump before ionized by an electron ionization source. To increase ionization efficiency by suppressing the number of exhausted gas molecules, we installed a gate valve between the ion source and pump. A getter pump, which absorbs active gases but not noble gases, was also installed to keep the pressure in the ion source low during the operation. Furthermore, we made an attempt to improve sensitivity by making a smaller aperture between the ion source and mass analyzer to reduce the number of noble gas molecules leaking out to the mass analyzer before ionized. Currently the 140 times sensitivity compared to that of normal infiTOF has been achieved. Although ^{3}He in natural samples has not yet been observed with our infiTOF, of which ion current signals collected by a secondary electron multiplier are averaged for each flight cycle, it is expected to be detected in the future by processing the signals with pulse counting method [8, 9].

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[1] Padrón *et al.*, *Geology* 2013. [2] Paonita *et al.*, *Geology* 2016. [3] Sano *et al.*, *Sci. Rep.* 2014. [4] Sumino *et al.*, *J. Mass Spectrom. Soc. Jpn.* 2001. [5] Sumino, *J. Mass Spectrom. Soc. Jpn.* 2015. [6] Toyoda *et al.*, *J. Mass Spectrom.* 2003. [7] Shimma *et al.*, *Anal. Chem.* 2010. [8] Jensen *et al.*, *Anal. Chem.* 2017. [9] Kawai *et al.*, *J. Am. Soc. Mass Spectrom.* 2018.

キーワード：希ガス、マルチターン飛行時間型質量分析計、火山ガス、同位体比
Keywords: noble gas, multi-turn time-of-flight mass spectrometer, volcanic gas, isotope ratio

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Determination of picomolar of zirconium, hafnium, niobium and tantalum in seawater using chelating resin and subsequent ICP-MS determination

*小畑 元[1]、Lutfi Firdaus[2]、真塩 麻彩実[3]、金 泰辰[4]、Jason McAlister[5]、蒲生 俊敬[1]
*Hajime Obata[1], Lutfi M. Firdaus[2], Asami S. Mashio[3], Taejin Kim[4], Jason McAlister[5], Toshitaka Gamo[1]

1. 東京大学大気海洋研究所海洋化学部門海洋無機化学分野、2. ブンクル大学、3. 金沢大学理工学部、4. ソウル国立大学、5. ブリティッシュコロンビア大学
1. Marine inorganic chemistry division, Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo, 2. Graduate School of Science Education, University of Bengkulu, Bengkulu, Indonesia, 3. College of Science and Engineering, Kanazawa University, Kanazawa, Japan, 4. School of Earth and Environmental Sciences, Seoul National University, Korea, 5. Department of Earth, Ocean, and Atmospheric Sciences, University of British Columbia, Canada

It has been known that Zr, Hf, Nb and Ta are high field strength elements (HFSE) belonging to group IV and V in the periodic table. Among these elements, Zr-Hf and Nb-Ta are geochemical twin elements who have similar chemical properties (i.e., ionic charge and radius) in crustal materials and rocks. Contrastingly, the ratios of Zr/Hf and Nb/Ta in seawater are strongly fractionated, and can be used as chemical tracers for the movement of water masses in the modern ocean and as a proxy for paleo-ocean circulation (Firdaus et al., 2011; Frank, 2011). However, for example, the average Zr concentration is 250 pmol/kg in deep seawater, which is more than 6 order of magnitude lower than those in rock materials. It is still challenging for us to determine sub-picomolar to picomolar of HFSE in seawater.

In this study, we developed a simple method to determine sub-picomolar to picomolar of dissolved Zr, Hf, Nb and Ta in seawater using chelating resin column preconcentration and ICP-MS. With mini-columns filled with commercially available chelating resin, HFSE were preconcentrated by 50 times. We obtained low blank values and good recovery enough to determine HFSE in open ocean surface waters. The detection limits, calculated from the procedural blank values, were 0.15 pmol/kg for Zr, 0.03 pmol/kg for Hf, 0.06 pmol/kg for Nb and 0.03 pmol/kg for Ta, respectively.

Using the new method, we revealed distributions of Zr, Hf, Nb and Ta in open ocean, the North Pacific Ocean, North Atlantic Ocean, Indian Ocean and in the marginal sea, Andaman Sea and Gulf of Thailand. We will discuss the fractionations of Zr–Hf and Nb–Ta in the marine environments.

キーワード：Zr, Hf, Nb and Ta、high field strength elements、海水
Keywords: Zr, Hf, Nb and Ta, high field strength elements, seawater

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

トリチウムーヘリウム地下水年代測定法の開発
Development of ^{3}H-^{3}He groundwater dating method

*野俣 直樹[1]、角野 浩史[1]
*Nomata Naoki[1], Hirochika Sumino[1]

1. 東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻相関基礎科学系
1. Department of Basic Science, Graduate School of Arts and Sciences, The University of Tokyo

Residence time of groundwater is an important parameter to elucidate groundwater flow system. We are developing the ^{3}H-^{3}He method, which is one of dating methods to estimate groundwater residence time ranging from several months to 120 years. In regions where water circulation is relatively active like those in Japan, this method is useful because it is considered that there are few groundwater with residence time more than several thousand years. The best advantage of this method is that it is applicable to accurately determine an age of young water compared to other methods (CFC & SF_6method and ^{36}Cl method, etc.), because initial ^{3}H concentration is directly determined as the sum of ^{3}He and ^{3}H in the water at present, if the groundwater flow system has been a closed system for ^{3}He and ^{3}H until its discharge. The age determined by the ^{3}H analysis only requires an assumption of the initial ^{3}H concentration based on the record of the past precipitation, therefore it is difficult to determine unambiguous groundwater age (Mahara *et al.*, 1993). In the ^{3}H-^{3}He dating method,^{3}He concentration in a water sample is measured first by degassing of water in vacuum, and after a few months' storage, ^{3}He produced from the decay of ^{3}H in the sample is measured to determine^{3}H concentration at the time of degassing. Thus, how the water sample is well degassed during the first analysis and how leaking of ambient helium into the degassed water is suppressed are crucial to determine small amount of ^{3}H. We analyzed standard water samples provided by IAEA with known ^{3}H concentrations to evaluate accuracy and precision of our method. When we compared the ^{4}He concentrations of the samples analyzed just after degassing and those analyzed after storage for one month, the ^{4}He concentration was extremely large in the samples stored for one month. As this indicates that the air helium intruded into the degassed sample during storage, we examined various ways to seal the sample container to prevent intrusion. This presentation will discuss developing of this method and how it will be applied to groundwater study in the future.

キーワード：地下水
Keywords: groundwater

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地球表層物質の宇宙線生成核種(10Be, 26Al)の分析方法の改良と地球科学研究

In-situ and meteoric 10Be and 26Al measurements: Improved preparation and application at the University of Tokyo

*横山 祐典[1,2,3]、山根 雅子[7]、中村 淳路[4]、宮入 陽介[1]、堀内 一穂[5]、阿瀬 貴博[1]、松崎 浩之[6]、白濱 吉起[4]、安藤 有加[1]
*Yusuke Yokoyama[1,2,3], Masako Yamane[7], Atsunori Nakamura[4], Yosuke Miyairi[1], Kazuho Horiuchi[5], Takahiro AZE[1], Hiroyuki Matsuzaki[6], Yoshiki Shirahama[4], Yuka Ando[1]

1. 東京大学　大気海洋研究所 高解像度環境解析研究センター、2. 東京大学　大学院理学系研究科　地球惑星科学専攻、3. 海洋研究開発機構　生物地球化学研究分野、4. 産業技術総合研究所　地質調査総合センター、5. 弘前大学　理工学部、6. 東京大学　総合研究博物館、7. 名古屋大学　宇宙地球環境研究所 年代測定研究部
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo, 2. Department of Earth and Planetary Science, University of Tokyo, 3. Department of Biogeochemistry, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 4. Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 5. Graduate School of Science and Technology, Hirosaki University, 6. Micro Analysis Laboratory, Tandem Accelerator, University of Tokyo, 7. Division for Chronological Research, Institute for Space–Earth, Environmental Research, Nagoya University

Cosmogenic radionuclides have been widely used to decipher Earth surface processes. At the University of Tokyo Accelerator Mass Spectrometry facility (5 MV Tandem accelerator), we have been measuring both in-situ and meteoric cosmogenic 10Be and 26Al. In this presentation, we report some development of methodology, including how to prepare target samples chemically to reduce their background. We then introduce some examples using the method to provide further insights into earth surface processes. These studies include: i) exposure to reveal the history of the growths and decays of the Antarctic ice sheet, ii) studying ice shelf collapse history, iii) palaeomagnetic excursion reconstructions using ice cores, iv) understanding the erosion rates using depth profiles of mid latitude outcrops, v) providing the timing of impact crater formation.

Reference: Yokoyama et al (2019) *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atom*. https://doi.org/10.1016/j.nimb.2019.01.026.

キーワード：宇宙線生成核種、加速器質量分析
Keywords: Cosmogenic nuclides, Accelerator Mass Spectrometry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ダブルスパイク-TIMS法を用いた海水の高精度Ba安定同位体分析法開発
Development of seawater stable Ba isotope analysis by DS-TIMS technique

*若木 重行[1]、手塚 勇輝[2]、宮崎 隆[3]、堀川 恵司[2]
*Shigeyuki Wakaki[1], Yuki Tezuka[2], Takashi Miyazaki[3], Keiji Horikawa[2]

1. 海洋研究開発機構 高知コア研究所、2. 富山大学、3. 海洋研究開発機構 地球内部物質循環研究分野
1. Kochi Institute for Core Sample Research, JAMSTEC, 2. Univ. of Toyama , 3. Department of Solid Earth Geochemistry, JAMSTEC

海洋においてBaは、表層において濃度が低く深部に向かって濃度が増加する、いわゆる栄養塩型の鉛直分布を示す。これは、海洋表層においてバライトが生成されることでBaが海水から除去され、また、除去されたバライト粒子が沈降していく過程で一部溶解することでBaが鉛直方向に輸送されることを反映している。海水からバライトが生成する際には、Baの安定同位体分別が生じる（von Allmen et al, 2010）。このため、海洋には鉛直方向にBa安定同位体組成の分布が存在する（Horner et al, 2015）。また、表層海水のBa安定同位体組成は河川からのインプットに敏感に反応し、有用な水塊指標となりうることが示されている（Cao et al., 2016）。

海洋におけるBa安定同位体組成の変化はサブパーミルオーダーと小さい。したがって、その検出には精度の高い同位体分析手法が必要となる。本研究では、ダブルスパイク-表面電離質量分析法（DS-TIMS）を採用し、高精度・高確度にBa安定同位体組成を分析する手法開発を行なった。本研究では^{134}Ba-^{136}Baダブルスパイクを採用し、^{134}Ba/^{136}Ba = 2.5 となるようにスパイクの調合を行なった。Ba同位体比測定には、高知コアセンター設置の表面電離型質量分析計 Tritonを使用した。Ba試薬（NIST SRM3104a および in-house 試薬）の分析を繰り返し行い、同位体比測定条件およびダブルスパイク法解析条件の徹底した最適化を行った。その結果、Ba試薬の$\delta^{138/134}$Ba値に対して、+/- 0.01 ‰（2SD）の繰り返し再現性を実現した。発表では、海水分析にあたっての残された問題点についても議論する。

キーワード：Ba安定同位体比、ダブルスパイク法、海水
Keywords: Ba stable isotopes, double spike technique, seawater

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

泥炭ウイグルマッチングを用いた高精度^{14}C年代決定
Sequential radiocarbon measurement on peaty sediments to reconstruct high precision age model of mash deposits

*宮入 陽介[1]、近藤 玲介[2]、横田 彰宏[3]、重野 聖之[3]、冨士田 裕子[4]、横山 祐典[1]
*Yosuke Miyairi[1], Reisuke Kondo[2], Akihiro Yokota[3], Kiyoyuki Shigeno[3], Hiroko Fujita[4], Yusuke Yokoyama[1]

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 皇學館大学 教育開発センター、3. 明治コンサルタント株式会社、4. 北海道大学　北方生物圏フィールド科学センター　植物園
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. Kogakkan University, 3. Meiji consultant co.,ltd., 4. The Field Science Center for Northern Biosphere, Hokkaido University

湿地帯に発達する泥炭堆積物は、炭素を多く含むため放射性炭素年代測定が容易である。しかしながら、泥炭は有機物が生物遺体ではなく、生物遺体の分解変質した物質を主とするため、炭素の供給起源が2次的であるという堆積年代を年代推定する上での不確実性がある。泥炭が堆積するような嫌気的な環境では生物擾乱が生じにくい。さらに堆積速度が大きく変化しないことが多い。たとえ堆積速度に変化を生じたとしても、地層累重の法則により、下層の堆積物ほど古い堆積物あることが担保されているため、放射性炭素濃度の変動周期より十分短い年代間隔で試料採取を行えば、高精度年代決定が可能となる。

Blaauwら（2003,QSR）は、泥炭層の堆積速度が一定期間変化しないと仮定すれば、暦年較正曲線と連続サンプリングした放射性炭素年代値を比較して（ウイグルマッチング）最適な堆積速度及び堆積年を推定できることを示した。本手法は泥炭堆積物中に含まれる津波堆積物の高精度年代決定への応用が試みられている（例えば、Ishizawa etal.,2017,QG）が、年代既知の層準を用いた確度の検証はなされてこなかった。そこで、本研究では、歴史記録により噴火年代が明らかなテフラ包含層を泥炭ウイグルマッチング法により年代を求め、その年代決定精度を検証することを目的とした。

本研究では、北海道北部の猿払川湿原において採取されたボーリングコア試料を用いて、泥炭試料を用いた湿原堆積物の高精度放射性炭素年代決定法を検討した。分析に用いた試料は北海道大学と中心とする研究グループが、北海道宗谷郡猿払村の猿払川周辺に発達した湿原で行ったボーリング調査にて採取されたコア試料である。本研究ではその中でも猿払川中湿原で採取されたコア試料「試料名：HU-SRN-1」を用いた。同コアは海岸線から約10 km内陸にある猿払川中流域（北緯45°11’ 59”，東経142°9’ 03”）で2015年11月に掘削された。全長は31ｍであるが、本研究では、そのコアの最上部のみ（深度０－１ｍ）の試料を用いた。

同コアは深度57cmに、樽前火山起源のテフラ樽前火山（Ta-a）テフラを含む。Ta-aテフラは、樽前火山の1739年噴火に伴って堆積したテフラで、その噴火時期は、文献記録によって、1739年8月から噴火開始したことが記録されており、テフラの堆積時期が正確に判明しているテフラを含む試料を用いることで泥炭ウイグルマッチング法の年代決定精度を検証する。

泥炭コア試料を1cm間隔でサンプリングを行った。サンプリングはTa-aテフラの上下層を含むように深度41～95cmまでの1cm間隔でサンプリング、均質化のち、2cm毎に試料を放射性炭素分析を行った。前処理は１M HClで酸処理を行った。試料をエレメンター社製元素分析計「キューブミクロ」を用いて酸化した。酸化後の真空ラインを用いて、CO2ガスを精製した。東京大学大気海洋研究所高解像度環境解析センター所有のシングルステージ加速器質量分析計（YS-AMS）をもちいて^{14}C濃度を測定した。得られた放射性炭素年代値を用いて、泥炭の堆積が連続して生じたと仮定した場合に、各測定層準の年代値と実年代の差が最小になる堆積速度を求めた。

Ta-aテフラの含まれる層準の堆積年代は、泥炭ウイグルマッチングによる暦年較正の結果と歴史記録から求められる年代の差は数十年以内であった。本コアのTa-aテフラ直下の泥炭のみから求めた暦年較正値は1670-1950calBP（1σ）であり、従来の手法では、Ta-aテフラの噴火年代が江戸時代中期以降以降であることしか特定できないが、泥炭ウイグルマッチング法での年代は十分な時期決定精度があるといえる。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Ta-aテフラ層の泥炭ウイグルマッチングによる暦年較正の結果を歴史年代と比較すると、歴史年代とわずかな違いであり、本手法の確度は非常に高いことが示唆される。この結果は、本手法がテフラ層や津波堆積物等イベント性堆積物の高精度年代決定に有効な手段であると考えられる。

キーワード：放射性炭素年代測定、ウイグルマッチング、テフラ
Keywords: Radiocarbon dating, Wiggle matching, Tephra

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Preliminary analysis of nucleosynthetic Sr isotope anomalies in amoeboid olivine aggregates from the Allende meteorite

*増田 雄樹[1]、横山 哲也[1]、明星 邦弘[1]、岡林 識起[1]
*Yuki Masuda[1], Tetsuya Yokoyama[1], Kunihiro Myojo[1], Satoki Okabayashi[1]

1. 東京工業大学
1. Tokyo Institute of Technology

Recent innovations in mass spectrometric technology revealed that chondrites and their components possess distinct stable isotope ratios from the terrestrial values for various heavy elements including Ti, Cr, Sr, Mo, Ru, Ba, and Nd [1,2]. The isotopic variabilities, which are recognized as nucleosynthetic isotope anomalies in meteorites, suggest that the isotopic compositions of these elements were not homogeneous in the early Solar System as was previously believed. In particular, the extent of nucleosynthetic isotope anomalies in calcium and aluminum rich inclusions (CAIs) from carbonaceous chondrites, the oldest substance that condensed from a gaseous reservoir in the early Solar System, are larger than those in bulk aliquots of chondrites. Most recently, Myojo et al. [3] discovered that different groups of CAIs from the Allende meteorites show variable $^{84}Sr/^{86}Sr$ ratios, indicating the presence of multiple CAI source reservoirs with distinct isotopic compositions in the early Solar System.

In contrast to CAIs, little is known regarding nucleosynthetic isotope anomalies in amoeboid olivine aggregates (AOAs) from carbonaceous chondrites. AOAs are mostly composed of olivine with small refractory minerals including spinel and calcic pyroxene [4]. Their highly irregular shapes indicate that they are unmelted aggregates that condensed from a gaseous reservoir, although the bulk chemical compositions of AOAs are distinct from those of CAIs. Rather, their chemical compositions straddle CAIs and chondrules, making AOAs intriguing target to investigate the isotopic evolution for heavy elements in the early Solar System.

In this study, we report the $^{84}Sr/^{86}Sr$ ratios in AOAs from the Allende meteorite. Unlike CAIs and chondrules, it is difficult to sample irregular shaped AOAs by handpicking without including the other components such as matrix. To overcome this problem, we collected the powdered AOA sample by the micro-milling technique [3]. Additionally, we ablated the same AOA sample by a femto-second laser with He gas flow to capture the aerosol sample with a membrane filter. The collected samples were dissolved with acid, followed by the separation of Sr by extraction chromatography using Sr Resin (Eichrom). The $^{84}Sr/^{86}Sr$ ratios in the AOA samples were measured by TIMS (TRITON plus, Thermo Fisher Scientific) with the dynamic multicollection method. The obtained $^{84}Sr/^{86}Sr$ ratios are reported as $\mu^{84}Sr$ notation that represents the 10^6 relative deviation from a standard material, NIST 987. The two AOA samples showed positive $\mu^{84}Sr$ values (micro-milling: 70 ±156 ppm; laser ablation: 108 ±91 ppm). This result indicates that refractory inclusions in the AOA sample possess nucleosynthetic Sr isotope anomalies akin to those in Type B CAIs [3]. Therefore, the refractory inclusions in AOAs would have condensed from a gaseous reservoir from which the precursor of type B CAIs have condensed.

References: [1] Dauphas, N. and Schauble, E.A. (2016) *Ann. Rev. Earth Planet. Sci.* **44**, 709. [2] Yokoyama, T and Walker, R.J. (2016) *Rev. Mineral. Geochem.* **81**, 107. [3] Myojo, K. et al. (2018) *Astrophys. J.* **853**, 48. [4] MacPherson, G. (2014) *Treatise Geochem.* **1**, 139.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

小型の永久磁石を用いた有機物の反磁性磁化率測定および磁気分離と物質同定

Measurement of diamagnetic susceptibility and magnetic separation and material identification of organic matter using small permanent magnet

*久好 圭治[1]、福山 紘基[2]、植田 千秋[2]、寺田 健太郎[2]
*Keiji Hisayoshi[1], Hiroki Fukuyama[2], Chiaki Uyeda[2], Kentaro Terada[2]

1. 大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻, 大阪府立大手前高等学校、2. 大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻
1. Dept. of Earth and Space Science, School of Science, Osaka University, Otemae High School of Osaka prefecture, 2. Dept. of Earth and Space Science School of Science, Osaka University

一般に，微小重力空間に開放された固体粒子は磁気的ポテンシャルによる並進運動を引き起こすが，その速度は粒子の質量に依存せず，物質固有の磁化率のみに依存する．したがって得られた磁化率を文献値と対応することで，単一粒子において物質同定が可能となる[1][2][3]．これまでに私たちはmm ~ sub-mmサイズの反磁性鉱物について，上記の同定が可能であることを確認してきた．さらに揮発性固体である氷（H_2O）とドライアイス（CO_2）でも並進運動を観測した．今回，同じ原理を用いて，様々な有機物質の反磁性磁化率を測定し，磁場勾配による有機物の分離・識別の可能性について考察した．

実験に必要な微小重力は,小型の落下ボックス（30×30×20cm）内に発生させた．落下距離は1.8mで，有効な微小重力継続時間は約0.5秒である．落下ボックス内に小型の磁気回路(B～0.8T)，照明器具およびハイスピードカメラを配置した．試料を磁場勾配力が最大になる位置にセットし，微小重力空間に解放した．反磁性有機物試料は磁場の外へ並進し，その運動から磁化率を求めた．

本研究のために高画質な高速度カメラとして天体観測に使われるカメラを用いたことにより，試料の位置の精度が大幅に向上し，磁化率の精度を上げることができた[4].

固体の有機物を同定・識別し，有機物の混合物を物質ごとに異なる速度で運動させて分離する手法の実用可能性が新たに示された．従来の測定条件では，磁化率の違いが10^{-7}emu/gのレベルでしか識別できなかったが， 今回のセッティングにより，10^{-8}emu/gの違いが識別できた．この手法は簡便な装置を用いて非破壊で行えること，他のクロマトグラフィーの手法と異なり有機物の固体の塊のままで混合物分離ができることにおいて，分析手法として有用であると考える．地上での微小重力環境では時間に制約されるが，その制約内で精度よく，かつ低予算で測定が可能である．この手法は，他の短時間の現象を高速で捉えることが要求される一部の学術研究・企業研究でも，分野を問わず応用できる可能性がある．

微小重力と磁場勾配さえあれば物質の磁化率を求めることができるこの手法は，物質を持ち帰る必要なくその場で分析ができるという面から宇宙探査に貢献できる可能性がある．地上で分析に使われる装置を宇宙探査機に搭載する場合には，大きさ，重量の制限や性能の制約が大きな課題となる．しかし，この装置は，微小重力環境である宇宙空間や小さな重力しかない小惑星では，弱い磁場勾配で長い時間をかけて試料を運動させることができる．そのため，装置を小型で軽量にできるので，探査機への搭載で大きな利点となる．ESAのRosettaミッションでは実際に彗星において有機物が検出されており，有機物をその場で詳しく分析する手法は宇宙探査において大きな需要となりうる．

References
[1] K. Hisayoshi, S. Kanou and C. Uyeda : Phys.:Conf. Ser., 156 (2009) 012021.
[2] C. Uyeda, K. Hisayoshi, and S. Kanou : Jpn. Phys. Soc. Jpn. 79 (2010) 064709.
[3] K. Hisayoshi, C. Uyeda and K. Terada : Scientific Reports,(Nature Pub) 6 (2016) 38431
[4] H.Fukuyama, K. Hisayoshi, W. Yamaguchi and C. Uyeda : IEE Trans. Magne. 55 (2019) 6000304

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：有機物、磁気分離、微小重力、反磁性磁化率、物質同定、永久磁石
Keywords: organic matter, magnetic separation, microgravity, diamagnetic susceptibility, identification, permanent magnet

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Geochemistory and chronology of five howardites, Y-7308, Y-003125, Y-000428, NWA 1929, and NWA 6920

*岡田 基[1]、羽場 麻希子[1]、長尾 敬介[2]、横山 哲也[1]
*Motoi Okada[1], Makiko K. Haba[1], Keisuke Nagao[2], Tetsuya Yokoyama[1]

1. 東京工業大学理学院地球惑星科学系、2. 韓国極地研究所
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology, 2. Korea Polar research Institute

Howardites are polymict breccias composed of eucrites and diogenites that are most likely originated from the crust of asteroid 4-Vesta. The global mapping with high resolution imagery conducted during the NASA's Dawn mission revealed that the Vestan surface is largely covered with howarditic materials (Ammannito et al., 2013). Thus, howardites would provide information on the crustal and surface evolution of Vesta entailing impact events. Here, we attempt to obtain multiple chronological data of howardites including ^{244}Pu-Xe, ^{40}K-^{40}Ar, and (U-Th)/He ages. Since these decay systems have diverse closure temperatures of ≧900, ~300, 100–200℃, respectively (Shukolyukov and Begemann, 1996; Cassata et al., 2009; Reiners et al., 2012), the multi-chronology of howardites are useful to discuss the timing of thermal events on Vesta during a long period. Additionally, we obtained major and trace element compositions and cosmic-ray exposure (CRE) ages of howardites to identify the geochemical characteristics of each howardite sample and to determine the ejection timing from the parent body.

Five howardites, Northwest Africa (NWA) 1929, NWA 6920, Yamato (Y) -7308, Y-000428, and Y-003125, were used in this study. Textual observations were performed by field emission-electron probe micro analysis (FE-EPMA). The major and trace element compositions of bulk samples (~50 mg) were measured with inductively coupled plasma-mass spectrometry (ICP-MS). All noble gas compositions were measured using a noble gas mass spectrometer, modified-VG5400/MS-3, with a sample amount of ~200 mg.

The proportion of eucrite and diogenite that contributed to the howardite samples were estimated by using the Al and Ca contents in individual howardites with an assumption that the two end-members are represented by a basaltic eucrite Juvinas and a diogenite Tatahouine. The five howardites are composed of basaltic eucrite and diogenite with a proportion of 95:5 for NWA 1929, 47:53 for NWA 6920, 39:61 for Y-000428, 37:63 for Y-003125, and 22:78 for Y-7308.

NWA 6920 and Y-003125 yielded the ^{244}Pu-Xe ages of ~4550 Ma, which corresponds to the timing of the initial crystallization of eucritic crust or global crustal metamorphism that were deduced from the of zircon ages of basaltic eucrites (e.g., Misawa et al., 2005; Iizuka et al., 2015). In contrast, younger ^{244}Pu-Xe ages (~4470 Ma) were obtained from NWA 1929, Y-7308, and Y-000428, indicating the timing of high-temperature reheating possibly due to impact events. The ^{40}K-^{40}Ar ages of NWA 1929, NWA 6920, and Y-003125 are 3.6 ±0.2, 3.6 ±0.2, and 3.2 ±0.2 Ga, respectively, which are consistent with the ^{39}Ar-^{40}Ar ages of brecciated eucrites (3.3–4.1 Ga; Bogard, 2011). The ages obtained in this study represent the timing of reheating by impacts, which reached a temperature above ~300 ℃, after the initial magmatism of eucritic crust. The (U-Th)/He ages of NWA 1929, NWA 6920, and Y-003125 are 2.3 ±0.2, 0.8 ±0.1, and 2.3 ±0.2 Ga, respectively. The (U-Th)/He systematics in the howardites could have been disturbed by degassing events that occurred at some points during the ejection from Vesta and delivery to the Earth, in addition to the impact events on Vesta. Some HED (Howardite-Eucrite-Diogenite) meteorites are considered to have derived from vestoids that were ejected from the Vesta's south pole craters (e.g., Clenet et al., 2014). Because the (U-Th)/He age of NWA 6920 is in good agreement with the age of the

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

southern crater Rheasilvia (1.0 ±0.2 Ga, Schenk et al., 2012), NWA 6920 might have been severely suffered from the impact event that formed the Rheasilvia crater. The ^{81}Kr-Kr CRE ages vary from ~10 to 45 Ma, which is consistent with the previously reported CRE ages of howardites (~11–76 Ma, Eugster and Michel, 1995). Since the CRE ages of howardites cluster at the same period to those of eucrites and diogenites, the HED meteorite clan might have been launched from vestoids or Vestan surface at the same time.

キーワード：ホワルダイト、希ガス、年代学
Keywords: Howardite, noble gas, chronology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Non-destructive elemental analysis of a carbonaceous chondrite with direct current Muon beam at MuSIC

*室田 雄太[1]、寺田 健太郎[1]
*Murota Yuta[1], Kentaro Terada[1]

1. 大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻
1. Department of Earth and Space Science, Graduate School of Science, Osaka University

Electron- or X-ray-induced characteristic X-ray analysis has been widely used to determine chemical compositions of materials in vast research fields. In recent years, analysis of characteristic X-rays from muonic atoms, in which a muon is captured, has attracted attention because both a muon beam and a muon-induced characteristic X-ray have high transmission abilities. Here we report the first nondestructive elemental analysis of a carbonaceous chondrite using one of the world-leading intense direct current muon beam source (MuSIC; MUon Science Innovative Channel). We successfully detected characteristic muonic X-rays of Mg, Si, Fe, O, S and C from CI chondrite, of which carbon content is about 3 wt%. Because of its high sensitivity to carbon, non-destructive elemental analysis with a muon beam can be a novel powerful tool to characterize future retuned samples from carbonaceous asteroids.

キーワード：ミューオン、非破壊元素分析、はやぶさ2
Keywords: muon, non-destructive elemental analysis, Hayabusa2

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Nucleosynthetic Sr and Nd isotopic anomalies of bulk differentiated meteorites

*深井 稜汰[1]、杉本 圭[1]、横山 哲也[1]
*Ryota Fukai[1], Kei Sugimoto[1], Tetsuya Yokoyama[1]

1. 東京工業大学　地球惑星科学系
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology

Nucleosynthetic isotope anomalies have been discovered in bulk meteorites for refractory heavy elements (e.g., Cr, Ru [1, 2]). In the most cases, the extent of isotope anomalies is variable across different types of meteorites. These results point to the existence of planetary-scale isotope heterogeneities, which are most likely caused by the heterogeneous distribution of presolar dust grains in the early Solar System.

Although nucleosynthetic isotopic anomalies of bulk chondrites have been extensively studied in the last decade (e.g., [3]), the high-precision isotopic data of trans-iron elements in differentiated meteorites are still limited. Commonly, the parent bodies of differentiated meteorites possessed earlier accretional ages than those of chondrites. The comparison for the nucleosynthetic isotopic anomalies between chondrites and differentiated meteorites must provide vital information for understanding the physicochemical evolution of the early Solar System. Here we focus on refractory lithophile elements (Sr and Nd), whose carrier grains are silicate dust grains that were main constituents in the protoplanetary disk. In this study, we report high precision Sr and Nd isotope data of bulk differentiated meteorites.

We investigated two eucrites (Béréba and Millbillillie), an aubrite (Norton County), and an angrite (D'Orbigny). Powdered samples were treated with H_2O and distilled acetone to reduce the effects of terrestrial alteration. Subsequently, these meteorite samples were digested with HF and HNO_3 under high temperature and high pressure using a high pressure digestion system (DAB-2, Berghof). After the high-pressure digestion, samples were dissolved with $HClO_4$ and HNO_3. For Sr and Nd isotope analysis, a 5-step column separation procedure was conducted. Sr and Nd isotopic compositions were measured with TIMS (Triton *Plus*). Sr and Nd isotopic ratio measurements were conducted with the 2-line and 3-line dynamic multi-collection methods, respectively, in which $^{84}Sr/^{86}Sr$, $^{142}Nd/^{144}Nd$, $^{143}Nd/^{144}Nd$, $^{145}Nd/^{144}Nd$, $^{148}Nd/^{144}Nd$, and $^{150}Nd/^{144}Nd$ ratios can be obtained by reducing the effect of Faraday cup deterioration. The Sr and Nd isotope ratios are reported in the μM notation that is parts par 10^6 relative deviations from the terrestrial rocks.

Most of the samples we measured showed Sr and Nd isotopic ratios indistinguishable from the terrestrial rocks. Béréba (eucrite) possessed the most deviated isotopic compositions from the terrestrial rocks (μ^{84}Sr = 16 ±24 ppm, μ^{145}Nd = 5.5 ±1.9 ppm, μ^{148}Nd = 9.6 ±11 ppm, and μ^{150}Nd = 9.4 ±22 ppm, 2SDs). The inconsistency of the isotopic compositions for the same meteorite group (Béréba and Millbillillie) would be attributed to the possible terrestrial alteration for Millbillillie [4].

The nucleosynthetic Sr and Nd isotope anomalies for Béréba were indistinguishable from the data for non-carbonaceous meteorites (enstatite and ordinary chondrites) [3]. In the μ^{84}Sr versus $\mu^{145, 148, 150}$Nd diagrams, Béréba are plotted on the mixing line of the isotopic compositions for terrestrial rocks and presolar SiC [5]. These data imply that the parent bodies for enstatite chondrites, ordinary chondrites, and eucrites were formed within homogeneous isotopic reservoir with respect to Sr and Nd in which a part of building blocks of the Earth were not formed.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[1] Trinquier, A. et al. (2007) *ApJ,* **655**, 1179. [2] Fischer-Gödde, M. and Kleine, T. (2017) *Nature*, **541**, 525. [3] Fukai, R. and Yokoyama, T. (2019), *LPSC abstract*, 1171. [4] Kitts, K. and Lodders, K. (1998) *MAPS*, **33**, 197. [5] Qin, L. et al. (2011) *GCA*, **75**, 7806.

キーワード：初期太陽系、同位体不均質、エコンドライト
Keywords: early Solar System, isotopic heterogeneity, achondrites

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-TT 計測技術・研究手法

2019年5月26日(日) 13:45 ~ 15:15 | 201A 2F

[M-TT48] 地球化学の最前線

コンビーナ:角野 浩史(東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻相関基礎科学系)、横山 哲也(東京工業大学理学院地球惑星科学系)、小畑 元(東京大学大気海洋研究所海洋化学部門海洋無機化学分野)、座長:角野 浩史、小畑 元(東京大学大気海洋研究所)、横山 哲也(東京工業大学)

地球惑星科学は、新しい化学分析技術を導入し、化学の視点を取り入れることにより、大きな発展を遂げ、新たなフロンティアを開拓することに成功してきた。分析技術の発展により、我々は大量の情報、あるいは全く新しい測定結果を得ることが可能となったが、データは複雑化し、その解析にはより精密かつ高度な専門知識が必要となりつつある。そのため、日本の地球惑星科学がさらに大きく発展し、世界の先導的立場であり続けるためには、最先端の化学的手法を開発する研究者と、それを応用する研究者が分野の垣根を越えて知識を共有し、相互に意思疎通を図りながら新たなブレークスルーを目指していくことが必要である。 本セッションでは、萌芽的なものも含めた先端的分析技術、最新の研究成果を持ち寄って、その意義や問題点を検討し、将来の研究の方向性や研究協力の可能性を議論する機会を提供することを目的とする。 また、今後の地球化学をリードする研究計画の提案を含んだ発表や、地球化学の将来を長期的に展望した発表の申込みを歓迎する。地球惑星科学の様々な分野の研究者が参加し、分野を横断した議論を行うことを期待する。

13:45 ~ 14:00

[MTT48-01] データ科学の手法による地球化学データ解析

★招待講演

*上木 賢太[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

14:00 ~ 14:15

[MTT48-02] SIMSによる玄武岩質ガラスの水素、硫黄同位体比分析法とその応用

*清水 健二[1]、牛久保 孝行[1]、村居 呂一[2]、松浦 史宏[2]、上野 雄一郎[2] (1.海洋研究開発機構　高知コア研究所、2.東京工業大学)

14:15 ~ 14:30

[MTT48-03] 高速多点レーザーアブレーション-ICP-MS法による金属中の親鉄性元素分析

*槇納 好岐[1]、黒木 康生[2]、平田 岳史[1] (1.東京大学大学院　理学系研究科　地殻化学実験施設、2.Thermo Fisher Scientific)

14:30 ~ 14:45

[MTT48-04] Iron isotopic compositions of Luna 16, 20, 24 soils

★Invited Papers

*岡林 識起[1]、横山 哲也[1]、平田 岳史[2]、寺門 和夫[3]、Erick Galimov[4] (1.東京工業大学理学院、2.東京大学大学院理学系研究科、3.日本宇宙フォーラム、4.ロシア科学アカデミー地球化学研究所)

14:45 ~ 15:00

[MTT48-05] 非晶質炭酸カルシウムの結晶化による局所U–Pb年代測定のための標準カルサイトの合成

*宮嶋 佑典[1]、斉藤 綾花[1]、鍵 裕之[1]、横山 立憲[2]、平田 岳史[1] (1.東京大学大学院理学系研究科地殻化学実験施設、2.日本原子力研究開発機構東濃地科学センター)

15:00 ~ 15:15

[MTT48-06] Magnetic mapping of a speleothem from the southern Pacific with a scanning SQUID microscopy and its magnetic mineralogy

*福與 直人[1,2]、小田 啓邦[3]、横山 祐典[1,2]、Geoffrey Clark[4]、山本 裕二[5] (1.東京大学大気海洋研究所、2.東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻、3.産業技術総合研究所地質情報研究部門、4.オーストラリア国立大学アジア太平洋学部、5.高知大学 海洋コア総合研究センター)

データ科学の手法による地球化学データ解析
Data science approaches to geochemical data analysis

*上木 賢太[1]
*Kenta Ueki[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

近年の計測時術の進展、データベースの急速な充実や計算機速度の向上を背景として、様々な分野で「データ科学」が急速に発展しつつある。地球科学においても、機械学習、多変量解析や人工知能といったデータ科学の手法を用いたデータ解析手法が発展しつつある。地球化学データは、多変量・多サンプルの複雑なデータである。データ科学の手法をもちいることで、多量のデータから、客観的かつ再現性がある形で特徴やパターンを抽出し、それらの特徴やパターンをもたらした地球科学プロセスの議論を行うことが可能となる。本講演では、著者らが進めてきた、異なるテクトニックセッティングに算出するマグマの化学組成に基づいた判別と特徴抽出や、岩石化学組成の統計的モデリングに基づいた日本列島地殻化学組成分布などの例を示しながら、地球化学におけるデータ科学の可能性について議論する。

キーワード：データ科学、地球化学データ
Keywords: Data science, Geochemical data

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

SIMSによる玄武岩質ガラスの水素、硫黄同位体比分析法とその応用
Rapid *in situ* analyses of hydrogen and sulfur isotope ratios in basaltic glass by SIMS and their appilications

*清水 健二[1]、牛久保 孝行[1]、村居 呂一[2]、松浦 史宏[2]、上野 雄一郎[2]
*Kenji Shimizu[1], Takayuki Ushikubo[1], Tomokazu Murai[2], Fumihiro Matsuura[2], Yuichiro Ueno[2]

1. 海洋研究開発機構　高知コア研究所、2. 東京工業大学
1. Kochi Core Center, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Tokyo Institute of Technology

We developed rapid and accurate *in situ* analyses of hydrogen and sulfur isotope ratios of basaltic glass using high-resolution, multi-collection secondary ion mass spectrometry (CAMECA IMS-1280HR). Hydrogen and sulfur isotopes of standard basaltic glasses were determined by a high-temperature conversion elemental analyzer/isotope ratio mass spectrometer (IRMS) and IRMS, respectively. For the *in situ* analysis of sulfur isotopes, a defocused Cs beam (~0.5 nA; ~10 μm diameter) was used, but for hydrogen isotopes, we used a larger defocused beam (~5 nA; ~15 μm diameter) to decrease the hydrogen background. For analyses of D/H ($^{34}S/^{32}S$) ratios, ^{16}OH (^{32}S) and ^{16}OD (^{34}S) were measured in multi-detection mode with a Faraday cup and an axial electron multiplier, respectively. Each measurement lasted 6–7 minutes. Precisions (2 standard errors) for D/H and $^{34}S/^{32}S$ ratios were ~6 ‰(H_2O > 1 wt%) and ~0.6 ‰(S > 1000 ppm), respectively. Our developed method for rapid and high spatial resolution analysis can determine concentrations of volatiles, hydrogen and sulfur isotopes in a single small melt inclusion of ~30 μm diameter. Using this method, we analyzed hydrogen and sulfur isotope ratios of submarine basaltic glasses from mid-oceanic ridges and oceanic islands of Hawaii and confirmed that their D/H and S isotope ratios were consistent with reported values.

キーワード：SIMS、水素同位体比、硫黄同位体比、玄武岩質ガラス
Keywords: SIMS, hydrogen isotope, sulfur isotope, basaltic glass

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

高速多点レーザーアブレーション-ICP-MS法による金属中の親鉄性元素分析

Determination of siderophile elements in metallic materials using multiple spot laser ablation-ICP-MS technique

*槇納 好岐[1]、黒木 康生[2]、平田 岳史[1]
*Yoshiki Makino[1], Yasuo Kuroki[2], Takafumi Hirata[1]

1. 東京大学大学院　理学系研究科　地殻化学実験施設、2. Thermo Fisher Scientific
1. Geochemical Research Center, Graduate School of Science, The University of Tokyo, 2. Thermo Fisher Scientific

Abundances of siderophile elements in metallic phase of the meteorites can provide various cosmochemical information for the formation sequence of the core formation on the small planets including planetesimals[1]. Among the siderophile elements, fractionation pattern of Mo and W relative to other refractory siderophiles of similar volatility (Re, Os, Ir, Ru, Pt) reflects the oxygen fugacity or the partial pressure of oxygen in early solar system[2]. Despite this, sensitive and precise elemental analysis on metallic materials have been retarded mainly due to analytical difficulties, originating from low concentration of the elements and matrix effects.

Laser ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry (LA-ICP-MS) has been used as a method to directly determine trace elemental composition in a metallic iron[3, 4]. With the LA-ICP-MS technique, multi-element determinations for trace-elements can be achieved. Moreover, with the newly developed multiple spot laser ablation protocol, elemental sensitivity and analysis repeatability can be further improved, and now the elemental determinations for trace-elements with concentrations of lower than ng g^{-1} can be made.

One of the major analytical difficulty to obtain reliable abundance data for analytes would be the availability of calibration standard with proper concentration ranges. This is the main reason why resulting abundance values for the trace-elements became erroneous. Faced with this, we have developed new analytical protocol using multi-spot laser ablation technique using a Galvanometric optics (msLA-ICP-MS). With the multiple spot ablation, two or more solid samples can be ablated almost at a same time, and the laser ablation induced sample aerosol could be mixed and introduced into the ICP-MS, suggesting that mixing, dilution of analytes, and spiking of second elements can be made just like a treatment of solution samples. This suggests that concentration ranges of the analytes can be adjusted, and therefore, the ranges of the calibration curve can be fit to the concentration range of the analytes.

In this study, present msLA-ICP-MS was applied for elemental determinations of 35 trace elements (B, C, Mg, Al, Si, P, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Zr, Nb, Mo, Ru, Rh, Pd, Sn, Sb, La, Ce, Ta, W, Re, Os, Ir, Pt, Pb) in 13 various metallic materials (iron meteorite, low alloy steel, stainless steel, tool steel). Hence, concentration range for the analytes were adjusted by mixing two standard materials (JSS 654 stainless steel and Hoba IV iron meteorite). To evaluate the accuracy of the measurements, abundances of Cr in various materials were measured by the msLA-ICP-MS technique. The resulting abundance values for Cr was 7080±120 $\mu g\ g^{-1}$ for NIST SRM 661 (low alloy steel), 15.78±0.41 % for JSS 650 (stainless steel), 23270±430 $\mu g\ g^{-1}$ for JSS 603 (tool steel). These results exhibited good agreement with the literature values within 5 %. The detection limit calculated from the calibration curve is about 1 $\mu g\ g^{-1}$, thus the measurement with about 6 orders of magnitude in dynamic range could be made. The precision of the

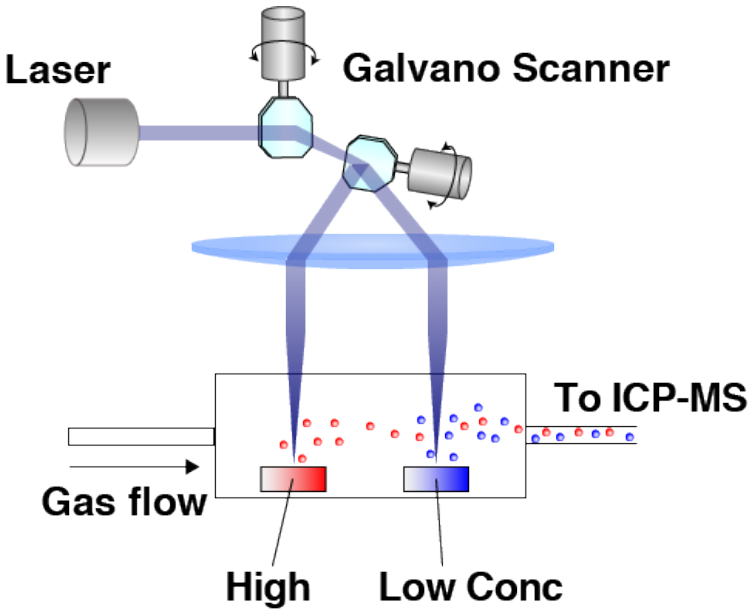
©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

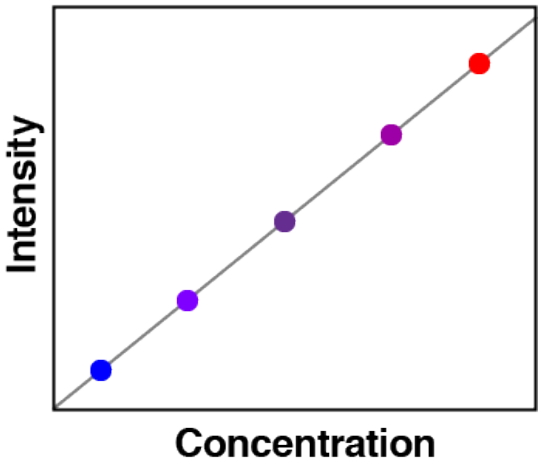
measurements defined by repeatability of the measurements from 5 times repeated analysis was better than 3 %. The precision and accuracy of the results obtained by the msLA-ICP-MS technique were comparable to those obtained by the solution based ICP-MS. In addition, similar accuracy and precision were obtained for other trace elements acquired simultaneously.

These data obtained here clearly demonstrate that msLA-ICP-MS can become a powerful tool for elemental analysis in solid samples. In this presentation, we will describe both the principle of msLA-ICP-MS and its application for the trace elemental analysis in metallic irons.

Reference
1. E R D Scott, GCA, 1205-1236, 36, 1972.
2. B Fegley and H Palme, EPSL, 311-326, 72, 1985.
3. A J Campbell and M Humayun, Anal Chem, 939-946, 71, 1999.
4. Okabayashi*et al.*, GCA, 197-215, 244, 2019.

キーワード：宇宙化学、レーザーアブレーション-誘導結合プラズマ質量分析法、微量元素、金属、親鉄性元素、隕石
Keywords: cosmochemistry, LA-ICP-MS, trace element, metal, siderophile element, meteorite





©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Iron isotopic compositions of Luna 16, 20, 24 soils

*岡林 識起[1]、横山 哲也[1]、平田 岳史[2]、寺門 和夫[3]、Erick Galimov[4]
*Satoki Okabayashi[1], Tetsuya Yokoyama[1], Takafumi Hirata[2], Kazuo Terakado[3], Erick M. Galimov[4]

1. 東京工業大学理学院、2. 東京大学大学院理学系研究科、3. 日本宇宙フォーラム、4. ロシア科学アカデミー地球化学研究所
1. Tokyo Institute of Technology, 2. The University of Tokyo, 3. Japan Space Forum, 4. Russian Academy of Science

Iron is one of the most abundant elements in the Moon. The Fe exhibits not only siderophile property but also lithophile and chalcophile properties, thus, it is included in most of the minerals and rocks that compose the Moon. Therefore, Fe isotopic composition of the Moon potentially record the fractionation process that occurred during the formation of the Moon and the differentiation or alteration after the Moon formation. Previous works on Fe isotopic analyses of lunar samples suggested that the observed Fe isotopic compositions record fractionation during evaporation of Fe related to giant impact [1], differentiation of lunar magma ocean [2]–[4], and space weathering [5]–[7].

At present, there are no lunar meteorites collected as fall, thus, returned samples of the Moon are important for lunar Fe isotopic studies. In this study, we have measured Fe isotopic ratios of soil samples from the Soviet Luna missions, Luna 16, 20, and 24, using MC-ICP-MS. A highly matured sample from Luna 16 shows clearly distinguished Fe isotopic compositions between the fine-grain and coarse-grain fractions, while such Fe isotopic discrepancies among different size fractions were much smaller in submature (Luna 20) and immature (Luna 24) samples. The Fe isotopic ratios of separated grains show that agglutinates have higher δ^{57}Fe values than the bulk and monomineralic grains, indicating the abundant np-Fe^0s in agglutinates and the partial evaporation of Fe during its melting.

The δ^{57}Fe value for the coarsest grain fraction of very low-Ti basalt from Luna 24 was found to be 0.08 ± 0.04‰, which is the first Fe isotopic composition reported for very low-Ti mare basalts. This value is clearly lower than previously reported δ^{57}Fe values for high-Ti and low-Ti basalts, and is nearly identical to those of Mg-suites. This observation is consistent with the Fe isotopic evolution model during differentiation of lunar magma ocean [3]. Furthermore, the Fe isotopic ratio of the very low-Ti basalt is indistinguishable from that of the Earth’ s mantle, thus, the bulk silicate Earth and Moon are considered to possess an identical or very close Fe isotopic composition.

References: [1] Poitrasson et al. (2009), *EPSL, 223*, 253-266. [2] Liu et al. (2010), *GCA, 74*, 6249-6262. [3] Sossi and Moynier (2017), *EPSL, 471*, 125-135. [4] Wang et al. (2015), *EPSL, 430*, 202-208. [5] Wiesli et al. (2003), *EPSL, 216*, 457-465. [6] Moynier et al. (2006), *GCA, 70*, 6103-6117. [7] Wang et al. (2012), *EPSL, 337-338*, 17-24.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

非晶質炭酸カルシウムの結晶化による局所U–Pb年代測定のための標準カルサイトの合成

Synthesis of calcite reference materials for *in situ* U–Pb dating through crystallization from amorphous calcium carbonates

*宮嶋 佑典[1]、斉藤 綾花[1]、鍵 裕之[1]、横山 立憲[2]、平田 岳史[1]
*Yusuke Miyajima[1], Ayaka Saito[1], Hiroyuki Kagi[1], Tatsunori Yokoyama[2], Takafumi Hirata[1]

1. 東京大学大学院理学系研究科地殻化学実験施設、2. 日本原子力研究開発機構東濃地科学センター
1. Geochemical Research Center, Graduate School of Science, The University of Tokyo, 2. Tono Geoscience Center, Japan Atomic Energy Agency (JAEA)

炭酸塩は生物殻や鍾乳石を構成するほか、断層沿いや海底の熱水・冷湧水域で地球史を通じて形成されてきた。それらの形成年代を直接求めることができれば、炭酸塩が記録する古環境情報やテクトニクス、地殻内の水・物質循環に詳細な時間軸を入れることができる。生層序やSr同位体層序が適用できない断層カルサイト脈などの年代測定には、レーザーアブレーション-誘導結合プラズマ質量分析計（LA-ICP-MS）を用いた高空間分解能なU–Pb放射年代測定が有効である（Roberts & Walker, 2016; Beaudoin et al., 2018）。LA-ICP-MSを用いた年代測定では、アブレーション時やICP内で起こるUとPbの元素分別が試料の主成分（マトリックス）に応じて異なるため、それを補正するための標準物質が必要である。天然のカルサイト標準物質として、Roberts et al. (2017) によりWC-1（254.4 ±6.4 Ma）が提案されているが、UやPbの濃度、同位体比が不均質であるという問題点がある。そこで本研究では、濃度・同位体比が均質なU、Pbを含むカルサイト標準物質の合成を行った。元素を添加した母液から非晶質炭酸カルシウム（ACC）を沈殿させ、それを加圧または加熱し結晶化させることで、Srなどの不適合元素をカルサイト中に取り込むことができる（Matsunuma et al., 2014; 斉藤ほか、2017）。この手法を応用し、UとPbを含む溶液を添加したACCを経ることで、U、Pbが取り込まれたカルサイトを合成した。LA-四重極型ICP-MS（LA-Q-ICP-MS）を用いて、合成したU、Pb添加カルサイト中の元素の均質性を評価したところ、10点分析の標準偏差（2SD）でU/Ca比は8%以下、Pb/Ca比は13%以下の均質性があることがわかった。LA-多重検出器型ICP-MS（LA-MC-ICP-MS）を用いて、合成カルサイトのU、Pb同位体比の均質性を評価した結果、$^{207}Pb/^{206}Pb$比は1%程度均質である一方、$^{238}U/^{206}Pb$比は3%〜11%の不均質があることがわかった。後者のU/Pb比の不均質は、未知試料の年代測定精度に伝播される。U、Pb添加カルサイトの元素分別補正への実用性を確かめるため、WC-1カルサイトの年代測定テストを行った。Caを内標準としLA-Q-ICP-MSで測定した合成カルサイトのU、Pb濃度から$^{238}U/^{206}Pb$比を計算し、これを参照値とした。参照値とLA-MC-ICP-MSで測定した同位体比とのずれから補正係数を求めてWC-1に適用したところ、参照年代と約3%の精度内で一致する年代値（246.6 ±7.3 Ma）が得られた。今後同位体希釈法によってU、Pb添加カルサイトの同位体比の正確な値付けを行うことで、少なくとも約10%以内の精度での年代測定が可能と期待される。

キーワード：非晶質炭酸カルシウム、LA-ICP-MS、標準物質、U–Pb年代測定
Keywords: Amorphous calcium carbonate, LA-ICP-MS, Reference material, U–Pb geochronology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Magnetic mapping of a speleothem from the southern Pacific with a scanning SQUID microscopy and its magnetic mineralogy

*福與 直人[1,2]、小田 啓邦[3]、横山 祐典[1,2]、Geoffrey Clark[4]、山本 裕二[5]
*Naoto Fukuyo[1,2], Hirokuni Oda[3], Yusuke Yokoyama[1,2], Geoffrey Clark[4], Yuhji Yamamoto[5]

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻、3. 産業技術総合研究所地質情報研究部門、4. オーストラリア国立大学アジア太平洋学部、5. 高知大学 海洋コア総合研究センター
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. Department of Earth and Planetary Science, The University of Tokyo, 3. Institute of Geology and Geoinformation, 4. College of Asia and the Pacific,The Australian National University, 5. Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University

Speleothems can be an ideal record of paleomagnetism since they retain continuous geomagnetic records in stable condition as well as having applicability of high-precision radiometric dating via U-series and radiocarbon techniques. Although their weak magnetic signals hinder this archive to be widely used in the field, Lascu et al. (2016) successfully reconstructed paleomagnetic signatures during the Laschamp excursion from a stalagmite. A scanning SQUID Microscope (SSM) can image very weak magnetic fields at high spatial resolution, and hence could potentially solve this obstacle. However, only a primitive paleomagnetic mapping without interpretation has been made on a speleothem using SSM (Myre et al., 2019). In this study, we have conducted magnetic imagings at submillimeter scale with an SSM at Geological Survey of Japan, AIST on a speleothem collected at Anahulu cave in Tongatapu Island, the Kingdom of Tonga. The ^{14}C age of the surface part of the stalagmite is around 10 ka. The stalagmite block samples were cut perpendicular to the growing direction and shaped to a thickness of ca.0.2 mm before measurements with the SSM. The measured magnetic field is ~±1.5 nT at a senor-to-sample distance of ~200 μm. In association with the laminated structures of the speleothem, we observe stronger magnetic field for the surface layer compared with that of the inner layers. Furthermore, we conducted several magnetic experiments; i.e. first-order reversal curve (FORC) measurements, and low temperature magnetometry. We also conducted decomposition of Isothermal Remanent Magnetization (IRM) acquisition curves at a room temperature and a temperature below Verwey transition. These results show that the speleothem contains a mixture of magnetite and maghemite with different magnetic domain states. The proportion of magnetite and maghemite are shown to be different between the surface layer and the inner layers. These observations are consistent with the magnetic image of a rock magnetic parameter representing coercivity (S-ratio) calculated by inversion of a series of IRM measurements with the SSM.

キーワード：走査型SQUID顕微鏡、古地磁気、鍾乳石
Keywords: Scanning SQUID microscopy, paleomagnetism, speleothem

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-TT 計測技術・研究手法

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | 201A 2F

[M-TT48] 地球化学の最前線

コンビーナ:角野 浩史(東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻相関基礎科学系)、横山 哲也(東京工業大学理学院地球惑星科学系)、小畑 元(東京大学大気海洋研究所海洋化学部門海洋無機化学分野)、座長:角野 浩史、小畑 元(東京大学大気海洋研究所)、横山 哲也(東京工業大学)

地球惑星科学は、新しい化学分析技術を導入し、化学の視点を取り入れることにより、大きな発展を遂げ、新たなフロンティアを開拓することに成功してきた。分析技術の発展により、我々は大量の情報、あるいは全く新しい測定結果を得ることが可能となったが、データは複雑化し、その解析にはより精密かつ高度な専門知識が必要となりつつある。そのため、日本の地球惑星科学がさらに大きく発展し、世界の先導的立場であり続けるためには、最先端の化学的手法を開発する研究者と、それを応用する研究者が分野の垣根を越えて知識を共有し、相互に意思疎通を図りながら新たなブレークスルーを目指していくことが必要である。 本セッションでは、萌芽的なものも含めた先端的分析技術、最新の研究成果を持ち寄って、その意義や問題点を検討し、将来の研究の方向性や研究協力の可能性を議論する機会を提供することを目的とする。 また、今後の地球化学をリードする研究計画の提案を含んだ発表や、地球化学の将来を長期的に展望した発表の申込みを歓迎する。地球惑星科学の様々な分野の研究者が参加し、分野を横断した議論を行うことを期待する。

15:30 ~ 15:45

[MTT48-07] Uptake and accumulation of methylmercury by marine phytoplankton

★Invited Papers

*多田 雄哉[1]、丸本 幸治[1] (1.国立水俣病総合研究センター)

15:45 ~ 16:00

[MTT48-08] 順相HPLC/ESI-MSによる古細菌コア脂質・極性脂質の一斉分析法

*宝来 俊育[1]、奈良岡 浩[1,2] (1.九州大学、2.惑星微量有機化合物研究センター)

16:00 ~ 16:15

[MTT48-09] Assessment of Northeastern Japan Tree-Ring Oxygen Isotopes for Reconstructing Early Summer Hydroclimate and Spring Arctic Oscillation

*坂下 渉[1,2,3]、横山 祐典[3]、宮原 ひろ子[2]、阿瀬 貴博[3]、オブラクタ スティーブン[4]、大山 幹成[5]、米延 仁志[6] (1.国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所、2.武蔵野美術大学、3.東京大学大気海洋研究所、4.秋田大学、5.東北大学、6.鳴門教育大学)

16:15 ~ 16:30

[MTT48-10] **Development of the rotational diamond anvil cell for high-pressure deformation experiments and its measurement systems**

★Invited Papers

*東 真太郎[1,2]、野村 龍一[3,4]、上杉 健太朗[5]、西原 遊[4]、土居 峻太[4]、有本 岳史[4]、入舩 徹男[4] (1.東京工業大学、2.九州大学、3.京都大学、4.愛媛大学、5.公益財団法人高輝度光科学研究センター)

16:30 ~ 16:45

[MTT48-11] 水圏での金属イオンのスペシエーション：HSAB理論における中程度にハードな配位子の更なる分類

*長澤 真[1]、田中 雅人[1]、宮地 亜沙美[2]、高橋 嘉夫[1] (1.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、2.広島大学)

16:45 ~ 17:00

[MTT48-12] ニッケルラテライト鉱床におけるスカンジウムと他の希土類元素の化学種と分配挙動の違い

Haibo Qin[1]、実松 健造[2]、Arcilla Carlo[3]、*高橋 嘉夫[1] (1.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、2.産業技術総合研究所地質調査総合センター、3.フィリピン大学)

Uptake and accumulation of methylmercury by marine phytoplankton

*多田 雄哉[1]、丸本 幸治[1]
*Yuya Tada[1], Kohji Marumoto[1]

1. 国立水俣病総合研究センター
1. National Institute For Minamata Disease

Introduction: Eating marine fish are the main source of the toxic and bioaccumulative methylmercury (MeHg) exposure in human. However, information about the accumulation process of MeHg through marine food webs is severely limited. Phytoplankton serve as a main entry for dissolved methylmercury (MeHg) into aquatic food webs. Thus, measuring uptake ratio and accumulation of MeHg by marine phytoplankton is critical for understanding mercury risks for marine organisms and human. To date, most research on the algal uptake of MeHg were conducted using freshwater phytoplankton, and there is few studies on marine species. In this study, we examined the uptake and accumulation of MeHg using 5 marine phytoplankton cultures affiliated with different algal lineages (2 diatoms, cyanobacteria, pelagophyte, and haptophyte), and evaluated that the differences of bioaccumulation between dead and live cells.

Materials and methods: Five axenic phytoplankton cultures *Thalassiosira pseudonana* (CCMP1335), *Thalassiosira oceanica* (CCMP1005), *Synechococcus* sp. (CCMP1334) *Pelagomonas calceolate* (CCMP1756), *Emiliania huxleyi* (CCMP374) were used for incubation experiments with MeHg addition. After preculture in L1 medium, all species were cultured axenically in the L1 medium with MeHg (ca. 1,000 pg / l) at 22ºC under light or light:dark (12 h: 12 h) conditions. Incubation time was varied from several hours (short term) to days (long term). During incubation experiments, we collected subsamples of cultures several times. Phytoplankton cells (particulate fraction) were collected using the GF-75 glass-fiber filter, and stored at -80 ºC until further analysis. Filtrate (dissolved fraction) was amended with H_2SO_4 and stored at 4 ºC. To evaluate the bioaccumulation of dead and live cells, we used the *T. pseudonana* cells killed by heating (100 ºC for 20 min). Particulate and dissolved MeHg concentration were analyzed using a combined technique of dithizone extraction and the EPA method 1630.

Results and discussion: Incubation experiments revealed that all phytoplankton cultures incorporated and accumulated MeHg during incubation. In addition, incorporated MeHg would not be released from phytoplankton cells during incubation experiment. Short term incubation experiments revealed that phytoplankton cells took up 60 to 87% of the amended MeHg within 1 hour. Cellular MeHg concentration varied among phytoplankton cultures, and those of *Synechococcus* sp. (0.1-0.2 ag MeHg / cell) were relatively lower than those of other cultures. Experiments using dead and live cells showed that MeHg concentrations of dead cells were obviously lower than those of live cells, suggesting that a active MeHg uptake for this culture. Our results suggest that phytoplankton cells could actively take up and accumulate MeHg, and bioaccumulation ratio varied among phytoplankton species.

キーワード：海洋、メチル水銀、植物プランクトン
Keywords: Marine, Methylmercury, phytoplankton

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

順相HPLC/ESI-MSによる古細菌コア脂質・極性脂質の一斉分析法
A protocol for simultaneous analysis of archaeal core and intact polar lipids using normal-phase HPLC/ESI-MS

*宝来 俊育[1]、奈良岡 浩[1,2]
*Shunsuke Horai[1], Hiroshi Naraoka[1,2]

1. 九州大学、2. 惑星微量有機化合物研究センター
1. Kyushu University, 2. Research Center for Planetary Trace Organic Compounds

Isoprenoidal glycerol core lipids (CLs) from archaeal cell membranes have been utilized as proxies for paleo-environmental reconstruction (e.g., Schouten et al., 2002), and their intact forms (i.e., intact polar lipids: IPLs) can provide information on *in situ* archaeal activities in natural ecosystems (e.g., Lipp et al., 2008). Each form has been analyzed with normal phase (NP)-HPLC/ESI-MS for IPLs (Sturt et al., 2004) and with NP-HPLC/APCI-MS for CLs (Hopmans et al., 2000; Schouten et al., 2007) after the sample preparation (i.e. pre-separation of the total lipid extract into a polar and an apolar fraction, followed by acid hydrolysis of the polar fraction). However, such analytical protocols require relatively large amount of sample with great time and effort for the sample preparation. Furthermore, the acid hydrolysis of polar head groups and the APCI often cause degradation of labile lipids (e.g., hydroxyarchaeol) and byproduct formation (Liu et al., 2012; Sprott et al., 1990; Koga and Morii, 2005).

To overcome these shortcomings of traditional lipid analysis, we developed a novel NP-HPLC/ESI-MS protocol for simultaneous characterization of the distribution of CLs and IPLs from total lipid extracts in one analytical run. In order to cover the broad range of archaeal lipids in natural samples, the chromatographic separation and MS detection were optimized using the total lipid extracts of archaeal cultures having greatly different lipid compositions (*Methanosarcina barkeri* and *Sulfolobus acidcaldarius*).

With this protocol, CLs were separated according to structural variation of the alkyl chains and subsequently IPLs according to polar head group polarity into individual lipid classes. The distinct partitioning of separation part of CLs and IPLs is an important advantage when screening archaeal lipids in complex natural samples. Moreover, hydroxyarchaeol and their intact polar derivatives, which were lost in the conventional NP-HPLC/APCI-MS protocol, were detected in the total lipid extract from *M. bakeri*.

We also compared the quantitative accuracy and sensitivity on the detection of CLs between APCI and ESI-MS by using core GDGTs isolated and purified from a culture of *S.acidcaldarius*. As a result, the relative distributions of core GDGTs with NP-HPLC/ESI-MS were similar to those when analyzing with NP-HPLC/APCI-MS. This result suggests that our protocol can be applied to the study of core GDGT-based environmental proxies.

In addition to development of this protocol, we plan to apply the simultaneously chromatographic separation of this protocol to the preparation for compound-specific isotope analysis and structural identification of archaeal lipids, which will contribute for the study of archaeal activities in the environment that sample amounts are limited.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：古細菌、極性膜脂質、コア脂質、一斉分析法
Keywords: Archaea, Intact polar lipids (IPLs), Core lipids (CLs), Simultaneous analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Assessment of Northeastern Japan Tree-Ring Oxygen Isotopes for Reconstructing Early Summer Hydroclimate and Spring Arctic Oscillation

*坂下 渉[1,2,3]、横山 祐典[3]、宮原 ひろ子[2]、阿瀬 貴博[3]、オブラクタ スティーブン[4]、大山 幹成[5]、米延 仁志[6]
*Wataru Sakashita[1,2,3], Yusuke Yokoyama[3], Hiroko Miyahara[2], Takahiro AZE[3], Stephen Obrochta[4], Motonari Ohyama[5], Hitoshi Yonenobu[6]

1. 国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所、2. 武蔵野美術大学、3. 東京大学大気海洋研究所、4. 秋田大学、5. 東北大学、6. 鳴門教育大学
1. Forestry and Forest Products Research Institute, 2. Musashino Art University, 3. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 4. Akita Univeristy, 5. Tohoku University, 6. Naruto University of Education

The spring Arctic Oscillation (AO) significantly affects the subsequent summer rainfall in the East Asian Summer Monsoon (EASM) region, and analysis of meteorological data indicates this teleconnection strength varied on interdecadal timescales during the late 20th century. Tree-ring records may be able to extend the relatively short observational record, but the extent to which these proxy reconstructions correspond to AO variability has yet to be explored in this region. Therefore, we present new tree-ring cellulose oxygen isotope ($\delta^{18}O$) records from northeastern Japan (Akita, northern limit of EASM), spanning AD 1950 to 2003 which overlaps with the instrumental record. Tree-ring $\delta^{18}O$ is used for reconstructing the past hydroclimate variability and allows us to consider whether tree-ring $\delta^{18}O$ has the potential to clarify the longer-term interdecadal changes in the spring AO-EASM relationship. Measurements and analyses show that our tree-ring $\delta^{18}O$ datasets have a significant negative correlation with May-June-July relative humidity, and the tree-ring $\delta^{18}O$ in northeastern Japan also significantly correlates with the summer EASM index. Temporal comparisons between our record and observed monthly AO index indicate that reconstructed following early summer relative humidity significantly correlates to the previous March-April-May AO. This linkage changes on interdecadal timescales, and the linkage is relatively strong during early 1970s through early 1990s. Similar results are also obtained using a separate tree-ring $\delta^{18}O$ record from a separate location about 200 km to the southeast, suggesting that tree-ring cellulose $\delta^{18}O$ in northeastern Japan is indeed useful for better understanding the long-term teleconnection between the spring AO and EASM.

キーワード：樹木年輪、酸素同位体、東北地方、北極振動、東アジア夏季モンスーン
Keywords: Tree-ring, Oxygen isotopes, Northeastern Japan, Arctic Oscillation, East Asian summer monsoon

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Development of the rotational diamond anvil cell for high-pressure deformation experiments and its measurement systems

*東 真太郎[1,2]、野村 龍一[3,4]、上杉 健太朗[5]、西原 遊[4]、土居 峻太[4]、有本 岳史[4]、入舩 徹男[4]
*Shintaro Azuma[1,2], Ryuichi Nomura[3,4], Kentaro Uesugi[5], Yu Nishihara[4], Doi Shunta[4], Takeshi Arimoto[4], Tetsuo Irifune[4]

1. 東京工業大学、2. 九州大学、3. 京都大学、4. 愛媛大学、5. 公益財団法人高輝度光科学研究センター
1. Tokyo Tech., 2. Kyushu Univ., 3. Kyoto Univ., 4. Ehime Univ., 5. JASRI

The mechanical properties of lower mantle materials are key to understanding the dynamics and evolution in the Earth’s interior. However, the pressure range of deformation apparatuses which can achieve large strain is limited to ~30–40 GPa due to a technical reason. We developed a new deformation apparatus named rotational diamond anvil cell (rDAC). This deformation apparatus can apply the torsional deformation to a sample, thus the rDAC can theoretically produces an infinite strain within the sample under ultra-high pressure conditions, corresponding to those of core-mantle boundary [Nomura et al., 2017]. The rDAC is the most suitable deformation apparatus with which to investigate the mechanical properties of deep-Earth materials. In this presentation, we will mainly present the measurement systems, technology and idea which were applied to the rDAC.

Deformation apparatuses used in Earth science need high-pressure and high-temperature techniques, the constant strain rate, and the measurement systems of the stress and strain. The rDAC can apply high pressure and torsional deformation to a sample with constant strain rate by a gearbox and diamond anvils with grooves [Azuma et al., 2018]. *In situ* strain measurements are conducted using X-ray laminography techniques at BL47XU, SPring-8 [Nomura and Uesugi, 2016]. High-temperature conditions and stress measurements have not been achieved in rDAC. Recently, however, the vacuum chamber newly designed for rDAC was installed for high temperature experiments, and stress measurements using X-ray Diffraction (XRD) were applied to deformation experiments in rDAC at SPring-8 (Japan).

To test the high temperature technique and stress measurements using XRD with the new vacuum chamber, the mixture of bridgmanite (Mg,Fe)SiO_3 and ferropericlase (Mg,Fe)O, which was synthesized from San Carlos olivine, was deformed under torsion geometry using the rDAC at BL47XU, SPring-8. The vacuum chamber has a removable Kapton window for incident and diffracted X-ray, and can keep the vacuum state (<~10 Pa) to prevent the diamond anvils from oxidation during high-temperature deformation experiments. Platinum wires were used as a resistance heater surrounding the sample and Rhenium gasket. Stress was measured by collecting X-ray diffraction pattern at twelve different azimuthal angles, Ψ= 0º, ±30º, ±60º, ±90º, ±120º, ±150º, and 180º.

In heating experiments using new vacuum chamber, temperature was monitored by Pt/Rh thermocouple placed close to the sample and we succeeded in increasing temperature up to ~1000 K. However, the resistance heater (Pt) was unstable in vacuum. In the future, high-temperature deformation experiments using rDAC will be performed in reducing atmosphere produced by inactive gas (e.g., Argon gas) or internal heating system should be developed for the rDAC .

Stress in bridgmanite was estimated by using diffraction peaks (110) and (112) at P= 50 GPa and T= 673 K. Shear stress in bridgmanite was relatively constant values, whereas uniaxial stress changed during deformation experiments. This preliminary experiment was performed under low-temperature and

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

high-pressure conditions, thus the equivalent stress in bridgmanite was about three times higher than that in previous studies [e.g., Girard et al., 2016].

キーワード：高圧、変形、ダイヤモンドアンビルセル
Keywords: High pressure, Deformation, Diamond anvil cell

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

水圏での金属イオンのスペシエーション：HSAB理論における中程度にハードな配位子の更なる分類

Speciation of metal ions in hydrosphere: Further classification of intermediately hard ligands in HSAB theory

*長澤 真[1]、田中 雅人[1]、宮地 亜沙美[2]、高橋 嘉夫[1]
*Makoto Nagasawa[1], Masato Tanaka[1], Asami Miyaji[2], Yoshio Takahashi[1]

1. 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、2. 広島大学
1. Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, The University of Tokyo, 2. Hiroshima University

Complexation of metal cations with oxygen donor ligands such as hydroxide ion, carbonate ion, phosphate ion, and carboxylate ion is one of the most important factors controlling their behaviors in hydrosphere. Turner (1981) classified these ligands as “intermediately hard ligands” in HSAB (hard and soft acids and bases) theory. However, we found that the reactivity of hydroxide ion greatly depends on cation’s ionic radius, which results in distinguishing this ligand from the other intermediately hard ligands. Taking divalent alkaline earth metal ions as an example, Mg^{2+} mainly precipitates as hydroxide (brucite), whereas Ca^{2+} prefers carbonate (calcite) or phosphate (apatite) to hydroxide, but quantitative discussion on the mechanism has not been performed.

In this study, we evaluated the standard Gibbs free energy change of reaction ($\Delta G^0_R = \Delta H^0_R - T\Delta S^0_R$) on the complexation of hydrated metal cations with above ligands, based on thermodynamic data. The results revealed that the entropic contribution to the stabilization was large for hydroxide complexes of smaller cations. Since the entropy in aqueous complexation reaction is controlled by the number of water molecules released to the solution possibly due to replacement of the water molecules by inner-sphere complexation, it is suggested that hydroxide complexes of larger cations are less stable due to the small effect of the dehydration.

In order to support this suggestion, we conducted quantum chemical calculation, using Gaussian 09. The distance between hydrated metal cation (M) and oxygen of ligand (O) was calculated for several ions. The results showed that the average M-O distance of hydroxide complex increased with the increase of cation’s ionic radius more remarkably than that of the other complexes such as carbonate ion. This means that hydroxide favors to form outer-sphere complex for larger cations, which is consistent with our suggestion based on the thermodynamic data.

キーワード：スペシエーション、HSAB理論、量子化学計算、内圏錯体、外圏錯体
Keywords: Speciation, HSAB theory, Quantum chemical calculation, Inner-sphere complex, Outer-sphere complex

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ニッケルラテライト鉱床におけるスカンジウムと他の希土類元素の化学種と分配挙動の違い

Difference in the partition behaviors and speciation between scandium and other rare earth elements in nickel laterite ore deposits

Haibo Qin[1]、実松 健造[2]、Arcilla Carlo[3]、*高橋 嘉夫[1]
Haibo Qin[1], Kenzo Sanematsu[2], Arcilla Carlo[3], *Yoshio Takahashi[1]

1. 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、2. 産業技術総合研究所地質調査総合センター、3. フィリピン大学
1. Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, The University of Tokyo, 2. Institute for Geo-Resources and Environment, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), 3. National Institute of Geological Sciences, College of Science, University of the Philippines

Scandium (Sc) is a critical metal with wide applications in modern industrial applications. Consequently, the enrichment of Sc at earth surface has been of great interest in resource geology. It has been reported that laterite enriched with nickel (Ni laterite) contained significant amounts of Sc (about 80-100 ppm). The vertical profile of Ni laterite mainly consists of bed rock, saprolite, and limonite layers from bottom to the top. Generally speaking, Ni remobilized downward during weathering processes leads to the enrichment of Ni in the saprolite layer, while maximum Sc enrichment is found in the limonite layer mainly consisting of goethite. However, distribution and speciation of Sc in the limonite layer are not clear at present, which was examined by μ-XRF mapping and X-ray absorption fine structure (XAFS) spectroscopy in this study. In addition, similar information such as abundances and speciation was obtained also for other rare earth elements including yttrium (REY) to compare geochemical behaviors between Sc and REY.

Micro-XRF analysis revealed that Sc and Y are distributed to goethite in the limonite layer. Sequential extraction revealed that Sc remains in the residual phase which goethite is still present even after the treatments by reducing agents and aqua regia. XANES and EXAFS analyses for Sc in the limonite layer and its comparison with synthetic samples of Sc coprecipitated with goethite and Sc adsorbed on goethite revealed that Sc was incorporated within the goethite structure replacing Fe^{3+} site. This result is reasonable considering the similar ionic radii (6 coordination number) of Sc^{3+} (0.75 Å) and Fe^{3+} (0.65 Å). On the contrary, EXAFS for the Y samples synthesized similarly to Sc showed that Y cannot be incorporated within the goethite structure, possibly due to its large size (ionic radius of Y^{3+}: 0.90 Å) compared with Fe^{3+}. The sequential extraction showed that most of Y was present as ion-exchangeable species or Y in amorphous Fe and Mn oxides, which are consistent with the fact that Y is mainly present as adsorbed species on goethite. These results clearly explain fractionation of REY and Sc in limonite layer, with steep increase from Yb^{3+} to Sc^{3+} when we plot Sc at right of Lu in REY pattern.

The high concentration of Sc in Ni laterite is caused by (i) high concentration of Sc in the original rock (peridotite) and (ii) effective fixation of Sc^{3+} within goethite by substitution of Fe^{3+} site by Sc^{3+} during intense weathering to form laterite.

キーワード：スカンジウム、希土類元素、ラテライト
Keywords: scandium, rare earth elements, laterite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.