2019年5月26日(日)

[J] ポスター発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

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

[O-03] 高校生によるポスター発表

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

[O03-P01] 「弘前藩庁日記」からみた江戸時代の青森の飢饉の要因

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

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

*上条 藍悠[1] (1.長野県松本深志高等学校　地学会)

[O03-P03] 新舞子浜における海岸侵食の影響

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

[O03-P04] 墓石地震学による考察

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

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

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

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

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

[O03-P07] 堀を組み合わせた防潮堤の検討

*青木 寿篤[1] (1.横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校)

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

*河野 葉子[1] (1.横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校)

[O03-P09] 自作ピンホール式プラネタリウム投影機の自動化

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

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

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

[O03-P11] 雷雲発生の観測

*増田 歩音[1] (1.横浜サイエンスフロンティア高等学校)

[O03-P12] 過去からつながる横浜の空

*赤井 里佳子[1] (1.横浜サイエンスフロンティア高等学校)

[O03-P13] 家具用免震装置の開発

*野間 鉄心[1]、*林 春太朗[1] (1.栄東高等学校)

[O03-P14] 校庭の土の活用方法

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

[O03-P15] 雲と大気と夜間の明るさの関係

*岡野 颯[1] (1.東京都立多摩科学技術高等学校)

[O03-P16] 土壌を用いた海水の淡水化

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

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

*三木 悠登[1] (1.東京都立多摩科学技術高等学校)

[O03-P18] 電磁波雑音による地震予知

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

[O03-P19] 岩盤構造の違いによる震動モデルの構築

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

[O03-P20] 照度計を用いた湧水中のFe濃度計測法の開発及び検証

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

[O03-P21] 流星電波観測におけるHROとVORの比較検証

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

[O03-P22] 回折格子を用いた流星の分光観測

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

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

*山下 鮎人[1]、*古田 詩乃[1] (1.熊本県立天草高等学校)

[O03-P24] ため池における管理負担を低減した低水位管理方法の提案

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

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

*池田 隼[1]、*岩崎 慎平[1] (1.海城高等学校)

[O03-P26] 波の周期と砂の粒径の違いによるウェーブリップルのでき方

*遠田 剛志[1]、*三井 隆太郎[1] (1.海城高等学校)

[O03-P27] 柱状節理の断面の形状と溶岩の粘性との関係

*高倉 幹太[1] (1.海城中学高等学校)

[O03-P28] ネオジム磁石を用いた地磁気水平分力の測定

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

[O03-P29] 太陽高度と太陽光RGB値の関係

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

[O03-P30] 下諏訪温泉における毒沢鉱泉の泉質についての研究

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

[O03-P31] 星空を見上げて天気を予測できるのか

*髙森 碧[1] (1.長野県諏訪清陵高等学校)

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

*横堀 朝香[1]、*三田 鈴[1] (1.群馬県立太田女子高等学校)

[O03-P33] 室戸ユネスコ世界ジオパークのシロウリガイ化石を文化財に

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

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

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

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

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

[O03-P36] どろだんごと苔玉の作成による森林教育

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

[O03-P37] 校有林の土壌圏における粘土鉱物の役割

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

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

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

[O03-P39] 森林研究に伴うヒューマンインパクトの把握とその回復

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

[O03-P40] 昨今の土砂災害を考える　～土壌圏における水の動態～

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

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

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

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

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

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

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

[O03-P44] 本影月食中の月の色

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

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

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

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

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

[O03-P47] 古狩野湾の復元

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

[O03-P48] **深層海流から世界環境へ**

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

[O03-P49] 暑くて寒い鳩山の謎

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

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

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

[O03-P51] 大阪の天気に合う観天望気とは

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

[O03-P52] 火山下を通る地震波への影響

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

[O03-P53] クレーターに伴うレイの構造の解明

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

[O03-P54] 塩害土壌を改良する

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

[O03-P55] 月光発電量の予測と実測　ー「日進月歩くん」の開発ー

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

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

*石坂 悠希[1] (1.中央大学附属高等学校)

[O03-P57] 部分日食の食分と日射量、照度の関係

*山本 智士[1] (1.本郷高等学校)

[O03-P58] 月の公転はケプラーの第二法則でどこまで説明できるか

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

[O03-P59] 岐阜県関市津保川にみられる露頭の形成年代と形成環境

*山田 佑哉[1]、*大野 啓介[1] (1.岐阜県立岐山高等学校)

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

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

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

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

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

*髙木 瑛登[1] (1.静岡県立磐田南高等学校)

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

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

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

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

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

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

[O03-P66] 変わる地球環境～止まる？琵琶湖の全循環～

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

[O03-P67] 北へ移動した環流の謎を解き明かせ！

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

[O03-P68] ISSの色変化から探る大気の性質

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

[O03-P69] 重力を変数として毛細管現象を再検討する　第2報

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

[O03-P70] 兜山の地質

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

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

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

[O03-P72] 福井地震断層の探究Ⅶ

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

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

*會田 幸樹[1] (1.武蔵高等学校中学校)

[O03-P74] なぜ附属高校大グラウンドの水はけは悪いのか

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

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

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

[O03-P76] 火星の極冠におけるダストストームの観測について

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

[O03-P77] (51)ネマウサの形状～恒星食・測光観測から～

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

[O03-P78] スプライトを発生させた雷放電の特徴

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

[O03-P79] スプライトとエルブスの謎に迫る

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

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

*小池 悠佳[1] (1.広尾学園高等学校)

[J] ポスター発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

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

[O-06] 激甚化する風水害にどう対応するか

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

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

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

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

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

[J] ポスター発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

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

[O-06] 激甚化する風水害にどう対応するか

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

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

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

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

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

[J] ポスター発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

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

[O-07] キッチン地球科学：手を動かす実験で頭脳を刺激しよう！

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

[O07-P01] **学際教育でのキッチン地球科学の活用**

*久利 美和[1] (1.東北大学災害科学国際研究所)

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

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

[O07-P03] 爆発するかりんとう

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

[J] ポスター発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

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

[O-07] キッチン地球科学：手を動かす実験で頭脳を刺激しよう！

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

[O07-P01] **学際教育でのキッチン地球科学の活用**

*久利 美和[1] (1.東北大学災害科学国際研究所)

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

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

[O07-P03] 爆発するかりんとう

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

[J] ポスター発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

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

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

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

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

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

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

*加賀谷 にれ[1] (1.洞爺湖有珠山ジオパーク推進協議会)

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

*加藤 聡美[1] (1.様似町役場)

[O08-P04] ジオサイト清掃活動から地球環境問題へ

*石川 智[1]、小池 拓矢[1] (1.下北ジオパーク推進協議会)

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

*川村 教一[1] (1.秋田大学教育文化学部)

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

*髙柳 春希[1] (1.湯沢市ジオパーク推進協議会)

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

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

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

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

[O08-P09] 磐梯山ジオパークにおけるジオサイトの再検討

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

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

*市橋 弥生[1] (1.佐渡ジオパーク推進協議会)

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

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

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

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

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

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

[O08-P14] ジオパーク秩父の34ジオサイトの評価とその活用

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

[O08-P16] さらなる飛躍を目指す箱根ジオパーク

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

*町 澄秋[1] (1.恐竜渓谷ふくい勝山ジオパーク推進協議会)

[O08-P23] 熊野古道大辺路刈り開き隊の活動概要

*神保 圭志[1] (1.南紀熊野ジオパーク ・ガイドの会)

[O08-P24] ジオ多様性が生み出す、自然遊びの多様性

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

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

*松原 典孝[1] (1.兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科)

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

*先山 徹[1] (1.兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科)

[O08-P27] 大地を魅せるサイエンスデザイン

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

*植木 岳雪[1] (1.千葉科学大学危機管理学部)

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

*森本 拓[1]、大野 希一[1] (1.島原半島ジオパーク協議会事務局)

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

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

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

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

[J] ポスター発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

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

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

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

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

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

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

*加賀谷 にれ[1] (1.洞爺湖有珠山ジオパーク推進協議会)

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

*加藤 聡美[1] (1.様似町役場)

[O08-P04] ジオサイト清掃活動から地球環境問題へ

*石川 智[1]、小池 拓矢[1] (1.下北ジオパーク推進協議会)

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

*川村 教一[1] (1.秋田大学教育文化学部)

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

*髙柳 春希[1] (1.湯沢市ジオパーク推進協議会)

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

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

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

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

[O08-P09] 磐梯山ジオパークにおけるジオサイトの再検討

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

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

*市橋 弥生[1] (1.佐渡ジオパーク推進協議会)

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

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

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

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

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

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

[O08-P14] ジオパーク秩父の34ジオサイトの評価とその活用

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

[O08-P16] さらなる飛躍を目指す箱根ジオパーク

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

*町 澄秋[1] (1.恐竜渓谷ふくい勝山ジオパーク推進協議会)

[O08-P23] 熊野古道大辺路刈り開き隊の活動概要

*神保 圭志[1] (1.南紀熊野ジオパーク ・ガイドの会)

[O08-P24] ジオ多様性が生み出す、自然遊びの多様性

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

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

*松原 典孝[1] (1.兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科)

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

*先山 徹[1] (1.兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科)

[O08-P27] 大地を魅せるサイエンスデザイン

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

*植木 岳雪[1] (1.千葉科学大学危機管理学部)

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

*森本 拓[1]、大野 希一[1] (1.島原半島ジオパーク協議会事務局)

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

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

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

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

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

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

[P-EM19] 太陽物理学の最前線

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

[PEM19-P01] サイクル24最大の太陽フレア発生過程

★招待講演

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

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

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

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

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

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

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

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

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

[PEM19-P06] 3Uキューブサットによる太陽中性子・ガンマ線観測

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

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

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

[PEM19-P08] 太陽対流層表層部における乱流パンピングの推定

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

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

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

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

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

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

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

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

*今田 晋亮[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所)

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

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

[P-EM19] 太陽物理学の最前線

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

[PEM19-P01] サイクル24最大の太陽フレア発生過程

★招待講演

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

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

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

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

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

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

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

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

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

[PEM19-P06] 3Uキューブサットによる太陽中性子・ガンマ線観測

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

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

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

[PEM19-P08] 太陽対流層表層部における乱流パンピングの推定

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

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

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

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

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

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

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

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

*今田 晋亮[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所)

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

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

[P-AE20] 系外惑星

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

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

*村瀬 清華[1]、田中 秀和[1] (1.東北大学)

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

*柴田 翔[1]、生駒 大洋[1] (1.東京大学大学院理学系研究科)

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

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

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

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

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

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

[PAE20-P06] 恒星フレアによる太陽系外惑星ハビタビリティー評価

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

[P-AE20] 系外惑星

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

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

*村瀬 清華[1]、田中 秀和[1] (1.東北大学)

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

*柴田 翔[1]、生駒 大洋[1] (1.東京大学大学院理学系研究科)

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

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

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

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

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

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

[PAE20-P06] 恒星フレアによる太陽系外惑星ハビタビリティー評価

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

[P-CG23] 宇宙における物質の形成と進化

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

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

*太田 憲雄[1] (1.筑波大学・数理物質科学研究科)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

[P-CG23] 宇宙における物質の形成と進化

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

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

*太田 憲雄[1] (1.筑波大学・数理物質科学研究科)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

[A-AS06] ミクロスケール気象の稠密観測・数値モデリングの新展開

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

[AAS06-P06] 低コスト吹雪観測装置の複数台連携による風速測定

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

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

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

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

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

[A-AS06] ミクロスケール気象の稠密観測・数値モデリングの新展開

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

[AAS06-P06] 低コスト吹雪観測装置の複数台連携による風速測定

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

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

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

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

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

[A-OS21] インド洋域の物理・生物地球化学・生態系と相互連関

コンビーナ:升本 順夫(東京大学大学院理学系研究科)、齊藤 宏明(東京大学大気海洋研究所)、植木 巌(国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[AOS21-P01] **Freshening of Indonesian Upper Water and Salinification of Indonesian Intermediate Water in the Indian Ocean during the last decade**

*ISKANDAR MOCHAMAD RIZA[1]、Toshio Suga[1] (1.Graduate School of Sciences, Tohoku University)

[AOS21-P02] 白鳳丸 KH-18-6 航海で観測された2018年のニンガルーニーニャに伴う海洋物理構造の特徴

*升本 順夫[1]、植木 巌[2]、安藤 健太郎[2]、堀井 孝憲[2]、名倉 元樹[2]、松岸 修平[1]、木戸 晶一郎[1]、松田 拓朗[1] (1.東京大学大学院理学系研究科、2.海洋研究開発機構)

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

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

[A-OS21] インド洋域の物理・生物地球化学・生態系と相互連関

コンビーナ:升本 順夫(東京大学大学院理学系研究科)、齊藤 宏明(東京大学大気海洋研究所)、植木 巌(国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[AOS21-P01] **Freshening of Indonesian Upper Water and Salinification of Indonesian Intermediate Water in the Indian Ocean during the last decade**

*ISKANDAR MOCHAMAD RIZA[1]、Toshio Suga[1] (1.Graduate School of Sciences, Tohoku University)

[AOS21-P02] 白鳳丸 KH-18-6 航海で観測された2018年のニンガルーニーニャに伴う海洋物理構造の特徴

*升本 順夫[1]、植木 巌[2]、安藤 健太郎[2]、堀井 孝憲[2]、名倉 元樹[2]、松岸 修平[1]、木戸 晶一郎[1]、松田 拓朗[1] (1.東京大学大学院理学系研究科、2.海洋研究開発機構)

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

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

[A-CG43] 気候変動への適応とその社会実装

コンビーナ:石川 洋一(海洋研究開発機構)、渡辺 真吾(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、大楽 浩司(防災科学技術研究所)

[ACG43-P01] Impact of urbanization on the surface air temperature across Bulgaria

*Lidia Lazarova Vitanova[1]、Hiroyuki Kusaka[2] (1.Graduate School of Life and Environmental Sciences, the University of Tsukuba、2.Center for Computational Sciences, the University of Tsukuba)

[ACG43-P02] 地球温暖化に伴う北太平洋の乱気流発生頻度の変化ー大規模アンサンブル気候予測データベースd2PDF解析

*渡辺 真吾[1]、藤田 実季子[1]、川添 祥[1]、杉本 志織[1]、岡田 靖子[1]、水田 亮[2]、石井 正好[2] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.気象庁気象研究所)

[ACG43-P03] 気候変動に伴う全国の砂浜消失将来予測とそ不確実性評価

*有働 恵子[1]、武田 百合子[1] (1.東北大学災害科学国際研究所)

[ACG43-P04] 相対湿度および風速の将来予測データを利用した我が国の将来の森林火災発生頻度の推定

*横尾 善之[1]、岩崎 連[1] (1.福島大学)

[ACG43-P05] 沿岸保全と海象予測情報の活用

*武若 聡[1] (1.筑波大学大学院システム情報工学研究科)

[ACG43-P06] **Present and Future Potential Distribution of Hill Glory Bower (*Clerodendrum infortunatum* Linn.) using Maximum Entropy Modeling in Doon Valley, Uttarakhand, India.**

*Saurabh Purohit[1,3]、Neelam Rawat[2] (1.Indian Institute of Remote Sensing, Dehradun, India、2.Uttarakhand Space Application Centre, Dehradun, India、3.Forest Research Institute Deemed University, Dehradun, India)

[ACG43-P07] CMIP5大気データを用いた日本近海の高解像度海洋将来予測データセットの構築

*西川 史朗[1]、若松 剛[2]、石川 洋一[1]、石崎 廣[1] (1.海洋研究開発機構、2.Nansen Environmental and Remote Sensing Center/Bjerknes Center for Climate Research)

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

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

[A-CG43] 気候変動への適応とその社会実装

コンビーナ:石川 洋一(海洋研究開発機構)、渡辺 真吾(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、大楽 浩司(防災科学技術研究所)

[ACG43-P01] Impact of urbanization on the surface air temperature across Bulgaria

*Lidia Lazarova Vitanova[1]、Hiroyuki Kusaka[2] (1.Graduate School of Life and Environmental Sciences, the University of Tsukuba、2.Center for Computational Sciences, the University of Tsukuba)

[ACG43-P02] 地球温暖化に伴う北太平洋の乱気流発生頻度の変化ー大規模アンサンブル気候予測データベースd2PDF解析

*渡辺 真吾[1]、藤田 実季子[1]、川添 祥[1]、杉本 志織[1]、岡田 靖子[1]、水田 亮[2]、石井 正好[2] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.気象庁気象研究所)

[ACG43-P03] 気候変動に伴う全国の砂浜消失将来予測とそ不確実性評価

*有働 恵子[1]、武田 百合子[1] (1.東北大学災害科学国際研究所)

[ACG43-P04] 相対湿度および風速の将来予測データを利用した我が国の将来の森林火災発生頻度の推定

*横尾 善之[1]、岩崎 連[1] (1.福島大学)

[ACG43-P05] 沿岸保全と海象予測情報の活用

*武若 聡[1] (1.筑波大学大学院システム情報工学研究科)

[ACG43-P06] **Present and Future Potential Distribution of Hill Glory Bower (*Clerodendrum infortunatum* Linn.) using Maximum Entropy Modeling in Doon Valley, Uttarakhand, India.**

*Saurabh Purohit[1,3]、Neelam Rawat[2] (1.Indian Institute of Remote Sensing, Dehradun, India、2.Uttarakhand Space Application Centre, Dehradun, India、3.Forest Research Institute Deemed University, Dehradun, India)

[ACG43-P07] CMIP5大気データを用いた日本近海の高解像度海洋将来予測データセットの構築

*西川 史朗[1]、若松 剛[2]、石川 洋一[1]、石崎 廣[1] (1.海洋研究開発機構、2.Nansen Environmental and Remote Sensing Center/Bjerknes Center for Climate Research)

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-QR 第四紀学

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

[H-QR05] 第四紀：ヒトと環境系の時系列ダイナミクス

コンビーナ:小荒井 衛(茨城大学理学部理学科地球環境科学コース)、池原 研(産業技術総合研究所地質情報研究部門)、兵頭 政幸(神戸大学　内海域環境教育研究センター)

[HQR05-P01] ルソン海峡および琉球列島における完新世のローカル海洋リザーバー年代変動

*平林 頌子[1,2,3]、横山 祐典[2,3]、鈴木 淳[4]、Tezer Esat[5]、宮入 陽介[2]、阿瀬 貴博[2]、Fernando Siringan[6]、前田 保夫[7]、菅 浩伸[1] (1.九州大学大学院比較社会文化研究院、2.東京大学大気海洋研究所、3.東京大学大学院理学系研究科、4.産業技術総合研究所、5.オーストラリア国立大学、6.フィリピン大学、7.兵庫大学)

[HQR05-P02] Holocene sea-level and paleoenvironmental reconstruction using radiocarbon local marine reservoir age and geophysical modeling in Tongatapu, Kingdom of Tonga

*福與 直人[1,2]、Anthony Purcell[3]、Geoffrey Clark[4]、 Phillip Parton[4]、横山 祐典[1,2]、宮入 陽介[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻、3.オーストラリア国立大学　地球科学研究所、4.オーストラリア国立大学　アジア太平洋学部)

[HQR05-P03] The environmental change from lagoon sediment along Nakai Trough in Japan during the past 2000 years.

*Cho Ara[1]、Kaoru Kashima[1]、Jonathan D Woodruff[3]、Koji Seto[2]、Kazuyoshi Yamada[4]、Kota Katsuki[2]、Takumi Sato[2]、Caroline Ladlow[3] (1.Kyushu University、2.Shimane University、3.University of Massachusetts、4.Museum of Natural and Environmental History)

[HQR05-P04] 青森県むつ市関根浜における海岸堆積物中の漂流軽石の発見と起源

*平峰 玲緒奈[1]、青木 かおり[2]、石村 大輔[1,2]、小林 淳[2] (1.首都大学東京大学院 都市環境科学研究科 地理環境学域、2.首都大学東京火山災害研究センター)

[HQR05-P05] **郡山盆地の3本のオールコアの層序対比と浅部地下地質構造解析**

*石原 武志[1]、鈴木 毅彦[2] (1.国立研究開発法人　産業技術総合研究所、2.首都大学東京)

[HQR05-P06] DEM-GIS解析からみた、氷期の開析地形による制約下での鬼怒川の完新世堆積作用と地形変化

*木森 大我[1]、須貝 俊彦[2] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻、2.東京大学)

[HQR05-P07] 関東平野中央部、茨城県境町と埼玉県久喜市 で掘削されたコアのXRF・テフラ・粒度分析に 基づく堆積層序（速報）

*宮本 樹[1]、須貝 俊彦[2]、遠藤 邦彦[3]、佐々木 夏来[2]、野口 真利江[4]、三橋 さゆり[5] (1.東京大学理学部地球惑星環境学科、2.東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻、3.日本大学、4.株式会社　パレオ・ラボ、5.国土交通省関東地方整備局利根川上流河川事務所)

[HQR05-P08] 地質層序システムを活用した武蔵野台地東部の武蔵野礫層の空間分布

*杉中 佑輔[1]、遠藤 邦彦[2]、石綿 しげ子、須貝 俊彦[3]、千葉 達朗[4]、舟津 太郎[3]、中山 俊雄[5]、堀 伸三郎[1] (1.株式会社計算力学研究センター、2.日本大学、3.東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻、4.アジア航測株式会社、5.東京都)

[HQR05-P09] 相模川（桂川）上流域における富士相模川泥流堆積物の堆積学的特徴

*白井 正明[1]、武原 未佳[2]、宇津川 喬子[3] (1.首都大学東京、2.八王子市役所、3.立正大学)

[HQR05-P10] 新潟県信濃川・魚野川合流域周辺における段丘区分および地形発達過程について

*小関 敏史[1]、小荒井 衛[1] (1.茨城大学理学部理学科地球環境科学コース)

[HQR05-P11] 福井県敦賀湾内における砂浜海岸堆積物の供給源の推定：粒度分析と砕屑粒子組成を中心として

*松本 誠子[1]、河尻 清和[2]、久保 純子[1] (1.早稲田大学教育学部、2.相模原市立博物館)

[HQR05-P12] 濃尾平野内陸域のコア堆積物にみられる沖積層の特徴

*羽佐田 紘大[1] (1.法政大学文学部)

[HQR05-P13] 鈴鹿市南部におけるMIS5e海成層の分布形態と推定される累積変位量

*佐藤 善輝[1] (1.産業技術総合研究所 地質情報研究部門 平野地質研究グループ)

[HQR05-P14] 志摩半島志島低地で発見された天城カワゴ平（Kg）テフラと津波履歴復元における意義

吉田 沙樹[1]、*宍倉 正展[2]、前杢 英明[1]、藤野 滋弘[3] (1.法政大学、2.産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門、3.筑波大学)

[HQR05-P15] バイオマーカー分析による完新統の大阪平野の環境変遷の評価

*石野 有妃子[1]、中村 英人[1]、三田村 宗樹[1] (1.大阪市立大学)

[HQR05-P16] 宮崎平野における鬼界アカホヤテフラ降下前後の環境変化

★招待講演

桒畑 光博[2,7]、足立 達朗[2]、田尻 義了[2]、*七山 太[1,8]、杉山 真二[6]、中西 利典[3]、大串 健一[5]、山口 龍彦[4] (1.産業技術総合研究所　地質調査総合センター、2.九州大学、3.京都大学、4.高知大学、5.神戸大学、6.（株）古環境研究センター、7.都城市教育委員会、8.熊本大学　くまもと水循環・減災研究教育センター)

[HQR05-P17] 広域テフラ対比に基づく日本列島の前期更新世～鮮新世火山噴火史－その２：南九州の火砕流堆積物の編年

*田村 糸子[1]、水野　清秀[2] (1.首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理学教室、2.産業技術総合研究所地質情報研究部門)

[HQR05-P18] 火山ガラスの微量元素組成に基づくKs5と類似するテフラの識別

*中里 裕臣[1]、七山 太[2]、伊藤 久敏[3]、上澤 真平[3]、古澤 明[4]、水野 清秀[2] (1.農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究部門、2.産業技術総合研究所、3.電力中央研究所、4.株式会社古澤地質)

[HQR05-P19] **Climate, vegetation and fire history of the last ~100 ka from archaeological sites of Belan valley, north-central India**

*Deepak Kumar Jha[1]、Rahul Samrat[1]、Prasanta Sanyal[1] (1.Department of Earth Scienes, Indian Institute of Science Education and Research Kolkata, Mohanpur -741246, India)

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-QR 第四紀学

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_16

[H-QR05] 第四紀：ヒトと環境系の時系列ダイナミクス

コンビーナ:小荒井 衛(茨城大学理学部理学科地球環境科学コース)、池原 研(産業技術総合研究所地質情報研究部門)、兵頭 政幸(神戸大学　内海域環境教育研究センター)

[HQR05-P01] ルソン海峡および琉球列島における完新世のローカル海洋リザーバー年代変動

*平林 頌子[1,2,3]、横山 祐典[2,3]、鈴木 淳[4]、Tezer Esat[5]、宮入 陽介[2]、阿瀬 貴博[2]、Fernando Siringan[6]、前田 保夫[7]、菅 浩伸[1] (1.九州大学大学院比較社会文化研究院、2.東京大学大気海洋研究所、3.東京大学大学院理学系研究科、4.産業技術総合研究所、5.オーストラリア国立大学、6.フィリピン大学、7.兵庫大学)

[HQR05-P02] Holocene sea-level and paleoenvironmental reconstruction using radiocarbon local marine reservoir age and geophysical modeling in Tongatapu, Kingdom of Tonga

*福與 直人[1,2]、Anthony Purcell[3]、Geoffrey Clark[4]、 Phillip Parton[4]、横山 祐典[1,2]、宮入 陽介[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻、3.オーストラリア国立大学　地球科学研究所、4.オーストラリア国立大学　アジア太平洋学部)

[HQR05-P03] The environmental change from lagoon sediment along Nakai Trough in Japan during the past 2000 years.

*Cho Ara[1]、Kaoru Kashima[1]、Jonathan D Woodruff[3]、Koji Seto[2]、Kazuyoshi Yamada[4]、Kota Katsuki[2]、Takumi Sato[2]、Caroline Ladlow[3] (1.Kyushu University、2.Shimane University、3.University of Massachusetts、4.Museum of Natural and Environmental History)

[HQR05-P04] 青森県むつ市関根浜における海岸堆積物中の漂流軽石の発見と起源

*平峰 玲緒奈[1]、青木 かおり[2]、石村 大輔[1,2]、小林 淳[2] (1.首都大学東京大学院 都市環境科学研究科 地理環境学域、2.首都大学東京火山災害研究センター)

[HQR05-P05] **郡山盆地の3本のオールコアの層序対比と浅部地下地質構造解析**

*石原 武志[1]、鈴木 毅彦[2] (1.国立研究開発法人　産業技術総合研究所、2.首都大学東京)

[HQR05-P06] DEM-GIS解析からみた、氷期の開析地形による制約下での鬼怒川の完新世堆積作用と地形変化

*木森 大我[1]、須貝 俊彦[2] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻、2.東京大学)

[HQR05-P07] 関東平野中央部、茨城県境町と埼玉県久喜市 で掘削されたコアのXRF・テフラ・粒度分析に 基づく堆積層序（速報）

*宮本 樹[1]、須貝 俊彦[2]、遠藤 邦彦[3]、佐々木 夏来[2]、野口 真利江[4]、三橋 さゆり[5] (1.東京大学理学部地球惑星環境学科、2.東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻、3.日本大学、4.株式会社　パレオ・ラボ、5.国土交通省関東地方整備局利根川上流河川事務所)

[HQR05-P08] 地質層序システムを活用した武蔵野台地東部の武蔵野礫層の空間分布

*杉中 佑輔[1]、遠藤 邦彦[2]、石綿 しげ子、須貝 俊彦[3]、千葉 達朗[4]、舟津 太郎[3]、中山 俊雄[5]、堀 伸三郎[1] (1.株式会社計算力学研究センター、2.日本大学、3.東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻、4.アジア航測株式会社、5.東京都)

[HQR05-P09] 相模川（桂川）上流域における富士相模川泥流堆積物の堆積学的特徴

*白井 正明[1]、武原 未佳[2]、宇津川 喬子[3] (1.首都大学東京、2.八王子市役所、3.立正大学)

[HQR05-P10] 新潟県信濃川・魚野川合流域周辺における段丘区分および地形発達過程について

*小関 敏史[1]、小荒井 衛[1] (1.茨城大学理学部理学科地球環境科学コース)

[HQR05-P11] 福井県敦賀湾内における砂浜海岸堆積物の供給源の推定：粒度分析と砕屑粒子組成を中心として

*松本 誠子[1]、河尻 清和[2]、久保 純子[1] (1.早稲田大学教育学部、2.相模原市立博物館)

[HQR05-P12] 濃尾平野内陸域のコア堆積物にみられる沖積層の特徴

*羽佐田 紘大[1] (1.法政大学文学部)

[HQR05-P13] 鈴鹿市南部におけるMIS5e海成層の分布形態と推定される累積変位量

*佐藤 善輝[1] (1.産業技術総合研究所 地質情報研究部門 平野地質研究グループ)

[HQR05-P14] 志摩半島志島低地で発見された天城カワゴ平（Kg）テフラと津波履歴復元における意義

吉田 沙樹[1]、*宍倉 正展[2]、前杢 英明[1]、藤野 滋弘[3] (1.法政大学、2.産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門、3.筑波大学)

[HQR05-P15] バイオマーカー分析による完新統の大阪平野の環境変遷の評価

*石野 有妃子[1]、中村 英人[1]、三田村 宗樹[1] (1.大阪市立大学)

[HQR05-P16] 宮崎平野における鬼界アカホヤテフラ降下前後の環境変化

★招待講演

来畑 光博[2,7]、足立 達朗[2]、田尻 義了[2]、*七山 太[1,8]、杉山 真二[6]、中西 利典[3]、大串 健一[5]、山口 龍彦[4] (1.産業技術総合研究所　地質調査総合センター、2.九州大学、3.京都大学、4.高知大学、5.神戸大学、6.（株）古環境研究センター、7.都城市教育委員会、8.熊本大学　くまもと水循環・減災研究教育センター)

[HQR05-P17] 広域テフラ対比に基づく日本列島の前期更新世～鮮新世火山噴火史－その２：南九州の火砕流堆積物の編年

*田村 糸子[1]、水野　清秀[2] (1.首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理学教室、2.産業技術総合研究所地質情報研究部門)

[HQR05-P18] 火山ガラスの微量元素組成に基づくKs5と類似するテフラの識別

*中里 裕臣[1]、七山 太[2]、伊藤 久敏[3]、上澤 真平[3]、古澤 明[4]、水野 清秀[2] (1.農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究部門、2.産業技術総合研究所、3.電力中央研究所、4.株式会社古澤地質)

[HQR05-P19] **Climate, vegetation and fire history of the last ~100 ka from archaeological sites of Belan valley, north-central India**

*Deepak Kumar Jha[1]、Rahul Samrat[1]、Prasanta Sanyal[1] (1.Department of Earth Scienes, Indian Institute of Science Education and Research Kolkata, Mohanpur -741246, India)

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

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_12

[H-TT24] 環境リモートセンシング

コンビーナ:島崎 彦人(独立行政法人国立高等専門学校機構 木更津工業高等専門学校)、近藤 昭彦(千葉大学環境リモートセンシング研究センター)、長谷川 均(国士舘大学)、石内 鉄平(宮城大学)

[HTT24-P01] ALOS/PALSARとLANDSAT8/OLIを用いた土地被覆分類の比較と実用化

*木村 圭司[1] (1.奈良大学文学部地理学科)

[HTT24-P02] 先進光学衛星(ALOS-3)による浅海域底質識別の可能性

*水上 陽誠[1] (1.国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構)

[HTT24-P03] GPS観測データに基づく遊牧と定住化による草原植生への影響評価

*額尓 徳尼[1]、王 勤学[1]、岡寺 智大[1]、Ochirbat Batkhishig[2] (1.国立研究開発法人　国立環境研究所、2.モンゴル科学院地理研究所)

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

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

[H-TT24] 環境リモートセンシング

コンビーナ:島崎 彦人(独立行政法人国立高等専門学校機構 木更津工業高等専門学校)、近藤 昭彦(千葉大学環境リモートセンシング研究センター)、長谷川 均(国士舘大学)、石内 鉄平(宮城大学)

[HTT24-P01] ALOS/PALSARとLANDSAT8/OLIを用いた土地被覆分類の比較と実用化

*木村 圭司[1] (1.奈良大学文学部地理学科)

[HTT24-P02] 先進光学衛星(ALOS-3)による浅海域底質識別の可能性

*水上 陽誠[1] (1.国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構)

[HTT24-P03] GPS観測データに基づく遊牧と定住化による草原植生への影響評価

*額尓 徳尼[1]、王 勤学[1]、岡寺 智大[1]、Ochirbat Batkhishig[2] (1.国立研究開発法人　国立環境研究所、2.モンゴル科学院地理研究所)

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

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

[H-CG29] 海岸低湿地における地形・生物・人為プロセス

コンビーナ:藤本 潔(南山大学)

[HCG29-P01] マングローブ泥炭堆積域における海面上昇の影響実態の把握－*Rhizophora*属の立木密度と地盤高変動の関係－

*藤本 潔[1]、小野 賢二[2]、渡辺 信[3]、谷口 真吾[3]、古川 恵太[4]、平田 泰雅[2]、羽佐田 紘大[5]、Saimon Lihpai[6] (1.南山大学、2.森林総合研究所、3.琉球大学、4.横浜国立大学　大学院教育強化推進センター、5.法政大学、6.ミクロネシア連邦ポンペイ州政府)

[HCG29-P02] マングローブ林における表層侵食・堆積測定の試み

*古川 恵太[1] (1.横浜国立大学　大学院教育強化推進センター)

[HCG29-P03] フィリピンパナイ島ヒルギダマシ属林における細根生産力の評価

*小野 賢二[1]、諏訪 錬平[2]、レネ ローロン[3]、アリエル ブランコ[3]、ギア アルバノ[3]、グリーン クルツ[3]、ヤスミン プリマヴェーラーチロール[4]、ローナルド マリオ[4]、灘岡 和夫[5] (1.国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所、2.国立研究開発法人 国際農林水産業研究センター、3.フィリピン大学、4.アクラン州立大学、5.東京工業大学)

[HCG29-P04] 東日本大震災後発生した湿地の生態系に復興事業が与えた影響 -宮城県塩竈市野々島の事例-

*山口 凜[1] (1.京都大学文学部)

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

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

[H-CG29] 海岸低湿地における地形・生物・人為プロセス

コンビーナ:藤本 潔(南山大学)

[HCG29-P01] マングローブ泥炭堆積域における海面上昇の影響実態の把握－*Rhizophora*属の立木密度と地盤高変動の関係－

*藤本 潔[1]、小野 賢二[2]、渡辺 信[3]、谷口 真吾[3]、古川 恵太[4]、平田 泰雅[2]、羽佐田 紘大[5]、Saimon Lihpai[6] (1.南山大学、2.森林総合研究所、3.琉球大学、4.横浜国立大学　大学院教育強化推進センター、5.法政大学、6.ミクロネシア連邦ポンペイ州政府)

[HCG29-P02] マングローブ林における表層侵食・堆積測定の試み

*古川 恵太[1] (1.横浜国立大学　大学院教育強化推進センター)

[HCG29-P03] フィリピンパナイ島ヒルギダマシ属林における細根生産力の評価

*小野 賢二[1]、諏訪 錬平[2]、レネ ローロン[3]、アリエル ブランコ[3]、ギア アルバノ[3]、グリーン クルツ[3]、ヤスミン プリマヴェーラーチロール[4]、ローナルド マリオ[4]、灘岡 和夫[5] (1.国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所、2.国立研究開発法人 国際農林水産業研究センター、3.フィリピン大学、4.アクラン州立大学、5.東京工業大学)

[HCG29-P04] 東日本大震災後発生した湿地の生態系に復興事業が与えた影響 -宮城県塩竈市野々島の事例-

*山口 凜[1] (1.京都大学文学部)

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

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

[H-CG30] 内陸地震と原子力発電所の安全性

コンビーナ:末次 大輔(海洋研究開発機構　地球深部ダイナミクス研究分野)、金嶋 聰(九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)、鷺谷 威(名古屋大学減災連携研究センター)、寿楽 浩太(東京電機大学工学部人間科学系列)

[HCG30-P01] Lessons from recent inland earthquakes in the Japan Islands

*鷺谷 威[1] (1.名古屋大学減災連携研究センター)

[HCG30-P02] A review of inland earthquakes unlinked to active faults

*末次 大輔[1] (1.海洋研究開発機構　地球深部ダイナミクス研究分野)

[HCG30-P03] Summary of 2018 JPGU session about the high-level radioactive waste disposal program

*金嶋 聰[1] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

[HCG30-P04] Calculation Automates the Decision?: Socio-Technical Perspectives of Simulation Technology for Nuclear Risk Evaluation

*寿楽 浩太[1] (1.東京電機大学工学部人間科学系列)

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

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_21

[H-CG30] 内陸地震と原子力発電所の安全性

コンビーナ:末次 大輔(海洋研究開発機構　地球深部ダイナミクス研究分野)、金嶋 聰(九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)、鷺谷 威(名古屋大学減災連携研究センター)、寿楽 浩太(東京電機大学工学部人間科学系列)

[HCG30-P01] Lessons from recent inland earthquakes in the Japan Islands

*鷺谷 威[1] (1.名古屋大学減災連携研究センター)

[HCG30-P02] A review of inland earthquakes unlinked to active faults

*末次 大輔[1] (1.海洋研究開発機構　地球深部ダイナミクス研究分野)

[HCG30-P03] Summary of 2018 JPGU session about the high-level radioactive waste disposal program

*金嶋 聰[1] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

[HCG30-P04] Calculation Automates the Decision?: Socio-Technical Perspectives of Simulation Technology for Nuclear Risk Evaluation

*寿楽 浩太[1] (1.東京電機大学工学部人間科学系列)

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

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

[H-CG32] 堆積・侵食・地形発達プロセスから読み取る地球表層環境変動

コンビーナ:清家 弘治(産業技術総合研究所・地質調査総合センター)、山口 直文(茨城大学　広域水圏環境科学教育研究センター)、成瀬 元(京都大学大学院理学研究科)、高柳 栄子(東北大学大学院理学研究科地学専攻)

[HCG32-P01] 新潟県上越地域における海浜礫の形状変化から考える礫の磨耗過程

*松風 潤[1]、白井 正明[1]、宇津川 喬子[2] (1.首都大学東京、2.立正大学)

[HCG32-P02] 千葉県小糸川上流の蛇行州の増水による変化

*岡崎 浩子[1] (1.千葉県立中央博物館生態学・環境研究科)

[HCG32-P03] 沖永良部島，徳之島，奄美大島周辺の底質分布と堆積環境

*天野 敦子[1] (1.産業技術総合研究所)

[HCG32-P04] Effect of organic matter input on bioturbation in submarine channel-levee deposits: an example of the Izaki Olistolith in the Oligocene Nichinan Group

*菊地 一輝[1]、成瀬 元[1] (1.京都大学大学院 理学研究科 地球惑星科学専攻)

[HCG32-P05] Effect of Freeze-Thaw Cycles on Bank Erosion Rate of Bedrock

*Jagriti Mishra[1]、Takuya Inoue[1] (1.Civil Engineering Research Institute for Cold Region, Sapporo - Hokkaido, Japan)

[HCG32-P06] Implications for paleoenvironment and tectonic setting of Khujirt area, Northern Mongolia

*Bat-Orshikh Erdenetsogt[1]、Ariunbold Erdene[2] (1.National University of Mongolia、2.ErdGeo LLC)

[HCG32-P07] Petrographic characteristics of Middle Permian sandstones in Southern Mongolia and their geological implications

*Enkhbayar Bolormaa[1]、Dashpuntsag Nansalmaa[1]、Bat-Orshikh Erdenetsogt[1]、Baigalmaa Norov[1]、Bat Bold[1]、Luvsanchultem Jargal[1]、Avirmed Tulga[1] (1.National Unniversity of Mongolia)

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

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

[H-CG32] 堆積・侵食・地形発達プロセスから読み取る地球表層環境変動

コンビーナ:清家 弘治(産業技術総合研究所・地質調査総合センター)、山口 直文(茨城大学　広域水圏環境科学教育研究センター)、成瀬 元(京都大学大学院理学研究科)、高柳 栄子(東北大学大学院理学研究科地学専攻)

[HCG32-P01] 新潟県上越地域における海浜礫の形状変化から考える礫の磨耗過程

*松風 潤[1]、白井 正明[1]、宇津川 喬子[2] (1.首都大学東京、2.立正大学)

[HCG32-P02] 千葉県小糸川上流の蛇行州の増水による変化

*岡崎 浩子[1] (1.千葉県立中央博物館生態学・環境研究科)

[HCG32-P03] 沖永良部島，徳之島，奄美大島周辺の底質分布と堆積環境

*天野 敦子[1] (1.産業技術総合研究所)

[HCG32-P04] Effect of organic matter input on bioturbation in submarine channel-levee deposits: an example of the Izaki Olistolith in the Oligocene Nichinan Group

*菊地 一輝[1]、成瀬 元[1] (1.京都大学大学院 理学研究科 地球惑星科学専攻)

[HCG32-P05] Effect of Freeze-Thaw Cycles on Bank Erosion Rate of Bedrock

*Jagriti Mishra[1]、Takuya Inoue[1] (1.Civil Engineering Research Institute for Cold Region, Sapporo - Hokkaido, Japan)

[HCG32-P06] Implications for paleoenvironment and tectonic setting of Khujirt area, Northern Mongolia

*Bat-Orshikh Erdenetsogt[1]、Ariunbold Erdene[2] (1.National University of Mongolia、2.ErdGeo LLC)

[HCG32-P07] Petrographic characteristics of Middle Permian sandstones in Southern Mongolia and their geological implications

*Enkhbayar Bolormaa[1]、Dashpuntsag Nansalmaa[1]、Bat-Orshikh Erdenetsogt[1]、Baigalmaa Norov[1]、Bat Bold[1]、Luvsanchultem Jargal[1]、Avirmed Tulga[1] (1.National Unniversity of Mongolia)

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

13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_6

[H-CG33] 圏外環境における閉鎖生態系と生物システム

コンビーナ:富田ー横谷 香織(筑波大学生命環境系)、篠原 正典(帝京科学大学)、木村 駿太(筑波大学大学院生命環境科学研究科)

[HCG33-P01] 宇宙環境長期居住を目指した地産地消の作物生産に必要な要素

*富田ー横谷 香織[1] (1.筑波大学生命環境系)

[HCG33-P02] 食用藍藻スピルリナが生産する細胞外高分子物質EPSの機能評価

*渡辺 智[1]、岩崎 拓海[1]、坂巻 裕[1]、兼崎 友[2]、大森 正之[3] (1.東京農大・バイオ、2.静岡大学・グリーン研、3.東京大学)

[HCG33-P03] The uniqueness of the dry heat tolerance of akinetes of terrestrial cyanobacterium *Nostoc* sp. HK-01

*木村 駿太[1,2,3]、富田ー横谷 香織[3] (1.東京大学大学院 農学生命科学研究科、2.日本学術振興会、3.筑波大学 生命環境系)

[HCG33-P04] 遺伝子から予想される陸棲藍藻*Nostoc*sp. HK-01の閉鎖生態系での利用の可能性

*加藤 浩[1]、木村 駿太[2,3]、富田ー横谷 香織[2] (1.三重大学、2.筑波大学、3.東京大学)

[HCG33-P05] 陸棲藍藻 *Nostoc* sp. HK-01の乾燥過程で特異的に見出される高分子物質（群）

*安部 智子[1]、髙澤 優佳[1]、本多 隆将[1]、市川 光雅[1]、吉田 菜都美[1]、木村 駿太[2,4]、加藤 浩[3]、富田ー横谷 香織[2] (1.東京電機大学理工学部、2.筑波大学生命環境系、3.三重大学地域イノベーション推進機構、4.東京大学農学生命科学研究科)

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

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_23

[H-CG33] 圏外環境における閉鎖生態系と生物システム

コンビーナ:富田ー横谷 香織(筑波大学生命環境系)、篠原 正典(帝京科学大学)、木村 駿太(筑波大学大学院生命環境科学研究科)

[HCG33-P01] 宇宙環境長期居住を目指した地産地消の作物生産に必要な要素

*富田ー横谷 香織[1] (1.筑波大学生命環境系)

[HCG33-P02] 食用藍藻スピルリナが生産する細胞外高分子物質EPSの機能評価

*渡辺 智[1]、岩崎 拓海[1]、坂巻 裕[1]、兼崎 友[2]、大森 正之[3] (1.東京農大・バイオ、2.静岡大学・グリーン研、3.東京大学)

[HCG33-P03] The uniqueness of the dry heat tolerance of akinetes of terrestrial cyanobacterium *Nostoc* sp. HK-01

*木村 駿太[1,2,3]、富田ー横谷 香織[3] (1.東京大学大学院 農学生命科学研究科、2.日本学術振興会、3.筑波大学 生命環境系)

[HCG33-P04] 遺伝子から予想される陸棲藍藻*Nostoc*sp. HK-01の閉鎖生態系での利用の可能性

*加藤 浩[1]、木村 駿太[2,3]、富田ー横谷 香織[2] (1.三重大学、2.筑波大学、3.東京大学)

[HCG33-P05] 陸棲藍藻 *Nostoc* sp. HK-01の乾燥過程で特異的に見出される高分子物質（群）

*安部 智子[1]、髙澤 優佳[1]、本多 隆将[1]、市川 光雅[1]、吉田 菜都美[1]、木村 駿太[2,4]、加藤 浩[3]、富田ー横谷 香織[2] (1.東京電機大学理工学部、2.筑波大学生命環境系、3.三重大学地域イノベーション推進機構、4.東京大学農学生命科学研究科)

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

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_14

[S-SS16] 地殻変動

コンビーナ:大園 真子(北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター)、落 唯史(国立研究開発法人産業技術総合研究所　地質調査総合センター　活断層・火山研究部門)、加納 将行(東北大学理学研究科)

[SSS16-P01] Earthquake Potential in Central Costa Rica based on Geodetic Observations

*Luis Alejandro Carvajal Soto[1]、Takeo Ito[1]、Hiroshi Kimura[1]、Marino Protti Quesada[2] (1.Nagoya University, Earthquake and Volcano Research Center、2.Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica, Universidad Nacional)

[SSS16-P02] Crustal deformation along the Liupanshan fault zone derived from GPS

*Weitao Chen[1,2]、Weijun Gan[2]、Genru Xiao[3]、Shiming Liang[2] (1.Development Research Center, China Earthquake Administration、2.Institute of Geology, China Earthquake Administration、3.East China University of Technology)

[SSS16-P03] 北海道北部における衝突帯位置と収束速度の推定

*伊藤 ちひろ[1]、高橋 浩晃[2]、大園 真子[2] (1.北海道大学大学院理学院、2.北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター)

[SSS16-P04] Vertical deformation and repeating earthquakes in southeastern Hokkaido in the last 100 years

*小林 広明[1,2]、纐纈 一起[1]、三宅 弘恵[1] (1.東京大学地震研究所、2.現・株式会社小堀鐸二研究所)

[SSS16-P05] 陸域GNSSデータによる釧路・根室沖の簡易的なプレート間固着の推定

*青田 裕樹[1]、大園 真子[2]、富田 史章[3]、高橋 浩晃[2] (1.北海道大学理学部地球惑星科学科、2.北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター、3.北海道大学大学院理学研究院)

[SSS16-P06] Estimation of the early afterslip location of the 2011 Tohoku-Oki earthquake using onshore GNSS and offshore pressure data

*Putra Maulida[1]、Yusaku Ohta[1]、Ryota Hino[1] (1.Graduate School of Science, Tohoku University)

[SSS16-P07] 2011年東北地方太平洋沖地震の余効変動に基づく不均質レオロジー構造

*伊藤 嘉秋[1,2]、三浦 哲[2]、武藤 潤[2]、太田 雄策[2]、飯沼 卓史[3]、James Moore[4] (1.三菱スペース・ソフトウエア株式会社、2.東北大学大学院理学研究科、3.海洋研究開発機構、4.南洋理工大学)

[SSS16-P08] 地震後余効変動における線形および非線形粘弾性効果の検討

*星野 宏行[1]、宮崎 真一[2,1]、平原 和朗[2] (1.京都大学大学院理学研究科、2.香川大学四国危機管理教育・研究・地域連携推進機構)

[SSS16-P09] GNSSデータに基づくΔCFSが最大となる断層面の推定

*深谷 俊太朗[1]、大園 真子[2] (1.北海道大学理学部地球惑星科学科、2.北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター)

[SSS16-P10] Coseismic deformation of the 2018 Lombok earthquake, Indonesia, revealed through InSAR measurements

*ERLAN SUMANJAYA[1]、MASATO FURUYA[1] (1.Hokkaido University)

[SSS16-P11] 干渉SAR時系列解析により明らかにする最近の吾妻山の地殻変動

*宗包 浩志[1]、小林 知勝[1] (1.国土地理院)

[SSS16-P12] 水準測量データから推定する2017年御嶽山東山麓でのM5.6地震の断層モデル

*村瀬 雅之[1]、北爪 直果[1]、山中 佳子[2]、松島 健[3]、木股 文昭[7]、森 済[1]、長谷 崇雅[1]、李 楊[1]、大渕 一樹[1]、國友 孝洋[2]、前田 裕太[2]、堀川 信一郎[2]、奥田 隆[2]、松廣 健二郎[2]、田ノ上 和志[2]、内田 和也[3]、手操 佳子[3]、宮町 凜太郎[3]、森田 花織[3]、吉川 慎[4]、井上 寛之[4]、影山 勇雄[5]、細川 周一[5]、簗田 高広[5]、田中 里奈[1]、道家 涼介[6] (1.日本大学文理学部地球科学科、2.名古屋大学大学院環境科学研究科、3.九州大学大学院理学研究院、4.京都大学大学院理学研究科、5.気象庁、6.神奈川県温泉地学研究所、7.東濃地震科学研究所)

[SSS16-P13] 南海トラフ沿いのゆっくりすべりに伴う地殻変動の検知能力

*宮岡 一樹[1]、甲斐 玲子[1]、木村 武志[2]、露木 貴裕[3] (1.気象庁、2.防災科学技術研究所、3.気象研究所)

[SSS16-P14] 東海地域のひずみ観測網によるゆっくり滑りの検知能力に関する研究

*楠城 一嘉[1] (1.静岡県立大学)

[SSS16-P15] 状態空間モデルを用いたひずみ観測データのトレンド成分推定手法の検討

*露木 貴裕[1] (1.気象庁気象研究所)

[SSS16-P16] 観測点の上流部からの流入を考慮したひずみ計データの降水補正の試み（２）

木村 一洋[1]、*小林 昭夫[2] (1.気象庁、2.気象庁気象研究所)

[SSS16-P17] 2017年から2018年にかけての志摩半島長期的スロースリップ

*小林 昭夫[1]、露木 貴裕[1] (1.気象庁気象研究所)

[SSS16-P18] 長期的SSE発生域における非断層すべり成分の存在可能性および、その巨大地震発生準備過程との関係性

*光井 能麻[1]、伊藤 武男[2] (1.公益財団法人 地震予知総合研究振興会 東濃地震科学研究所、2.名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター)

[SSS16-P19] **2016年熊本地震で停止していた南海トラフ沿いの長期的ＳＳＥの再活動**

*小沢 慎三郎[1]、矢来 博司[1] (1.国土交通省国土地理院)

[SSS16-P20] Crustal deformation in the San-in Shear Zone as observed by a dense GNSS network

*Angela Meneses-Gutierrez[1]、Takuya NISHIMURA[1] (1.Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University)

[SSS16-P21] 地表変形のフーリエ級数表現：異なるスケールの地殻変動

*野田 朱美[1]、齊藤 竜彦[1] (1.国立研究開発法人防災科学技術研究所)

[SSS16-P22] 九州南部のせん断帯におけるGNSS観測（第3報）

*渡部 豪[1]、雑賀 敦[2]、浅森 浩一[1]、小川 大輝[1]、島田 顕臣[1]、梅田 浩司[3] (1.日本原子力研究開発機構 東濃地科学センター、2.日本原子力研究開発機構 幌延深地層研究センター、3.弘前大学大学院 理工学研究科)

[SSS16-P23] Post-seismic deformation of 2016 Kumamoto Earthquake by continuous GNSS network (3)

*中尾 茂[1]、松島 健[2]、田部井 隆雄[3]、大久保 慎人[3]、山品 匡史[4]、大倉 敬宏[5]、西村 卓也[7,6]、澁谷 拓郎[6]、寺石 眞弘[6]、伊藤 武男[7]、鷺谷 威[8]、松廣 健二郎[7]、加藤 照之[9]、福田 淳一[9]、渡邉 篤志[9]、三浦 哲[10]、太田 雄策[10]、出町 知嗣[10]、高橋 浩晃[11]、大園 真子[11]、山口 照寛[11]、岡田 和見[11] (1.鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻、2.九州大学大学院理学研究院地震火山観測研究センター、3.高知大学自然科学系理学部門、4.高知大学理学部附属高知地震観測所、5.京都大学大学院理学研究科火山研究センター、6.京都大学防災研究所、7.名古屋大学大学院環境学研究科地震火山研究センター、8.名古屋大学減災連携研究センター、9.東京大学地震研究所、10.東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター、11.北海道大学大学院理学研究院地震火山研究観測センター)

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

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_26

[S-SS16] 地殻変動

コンビーナ:大園 真子(北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター)、落 唯史(国立研究開発法人産業技術総合研究所　地質調査総合センター　活断層・火山研究部門)、加納 将行(東北大学理学研究科)

[SSS16-P01] Earthquake Potential in Central Costa Rica based on Geodetic Observations

*Luis Alejandro Carvajal Soto[1]、Takeo Ito[1]、Hiroshi Kimura[1]、Marino Protti Quesada[2] (1.Nagoya University, Earthquake and Volcano Research Center、2.Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica, Universidad Nacional)

[SSS16-P02] Crustal deformation along the Liupanshan fault zone derived from GPS

*Weitao Chen[1,2]、Weijun Gan[2]、Genru Xiao[3]、Shiming Liang[2] (1.Development Research Center, China Earthquake Administration、2.Institute of Geology, China Earthquake Administration、3.East China University of Technology)

[SSS16-P03] 北海道北部における衝突帯位置と収束速度の推定

*伊藤 ちひろ[1]、高橋 浩晃[2]、大園 真子[2] (1.北海道大学大学院理学院、2.北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター)

[SSS16-P04] Vertical deformation and repeating earthquakes in southeastern Hokkaido in the last 100 years

*小林 広明[1,2]、纐纈 一起[1]、三宅 弘恵[1] (1.東京大学地震研究所、2.現・株式会社小堀鐸二研究所)

[SSS16-P05] 陸域GNSSデータによる釧路・根室沖の簡易的なプレート間固着の推定

*青田 裕樹[1]、大園 真子[2]、富田 史章[3]、高橋 浩晃[2] (1.北海道大学理学部地球惑星科学科、2.北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター、3.北海道大学大学院理学研究院)

[SSS16-P06] Estimation of the early afterslip location of the 2011 Tohoku-Oki earthquake using onshore GNSS and offshore pressure data

*Putra Maulida[1]、Yusaku Ohta[1]、Ryota Hino[1] (1.Graduate School of Science, Tohoku University)

[SSS16-P07] 2011年東北地方太平洋沖地震の余効変動に基づく不均質レオロジー構造

*伊藤 嘉秋[1,2]、三浦 哲[2]、武藤 潤[2]、太田 雄策[2]、飯沼 卓史[3]、James Moore[4] (1.三菱スペース・ソフトウエア株式会社、2.東北大学大学院理学研究科、3.海洋研究開発機構、4.南洋理工大学)

[SSS16-P08] 地震後余効変動における線形および非線形粘弾性効果の検討

*星野 宏行[1]、宮崎 真一[2,1]、平原 和朗[2] (1.京都大学大学院理学研究科、2.香川大学四国危機管理教育・研究・地域連携推進機構)

[SSS16-P09] GNSSデータに基づくΔCFSが最大となる断層面の推定

*深谷 俊太朗[1]、大園 真子[2] (1.北海道大学理学部地球惑星科学科、2.北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター)

[SSS16-P10] Coseismic deformation of the 2018 Lombok earthquake, Indonesia, revealed through InSAR measurements

*ERLAN SUMANJAYA[1]、MASATO FURUYA[1] (1.Hokkaido University)

[SSS16-P11] 干渉SAR時系列解析により明らかにする最近の吾妻山の地殻変動

*宗包 浩志[1]、小林 知勝[1] (1.国土地理院)

[SSS16-P12] 水準測量データから推定する2017年御嶽山東山麓でのM5.6地震の断層モデル

*村瀬 雅之[1]、北爪 直果[1]、山中 佳子[2]、松島 健[3]、木股 文昭[7]、森 済[1]、長谷 崇雅[1]、李 楊[1]、大渕 一樹[1]、國友 孝洋[2]、前田 裕太[2]、堀川 信一郎[2]、奥田 隆[2]、松廣 健二郎[2]、田ノ上 和志[2]、内田 和也[3]、手操 佳子[3]、宮町 凜太郎[3]、森田 花織[3]、吉川 慎[4]、井上 寛之[4]、影山 勇雄[5]、細川 周一[5]、簗田 高広[5]、田中 里奈[1]、道家 涼介[6] (1.日本大学文理学部地球科学科、2.名古屋大学大学院環境科学研究科、3.九州大学大学院理学研究院、4.京都大学大学院理学研究科、5.気象庁、6.神奈川県温泉地学研究所、7.東濃地震科学研究所)

[SSS16-P13] 南海トラフ沿いのゆっくりすべりに伴う地殻変動の検知能力

*宮岡 一樹[1]、甲斐 玲子[1]、木村 武志[2]、露木 貴裕[3] (1.気象庁、2.防災科学技術研究所、3.気象研究所)

[SSS16-P14] 東海地域のひずみ観測網によるゆっくり滑りの検知能力に関する研究

*楠城 一嘉[1] (1.静岡県立大学)

[SSS16-P15] 状態空間モデルを用いたひずみ観測データのトレンド成分推定手法の検討

*露木 貴裕[1] (1.気象庁気象研究所)

[SSS16-P16] 観測点の上流部からの流入を考慮したひずみ計データの降水補正の試み（２）

木村 一洋[1]、*小林 昭夫[2] (1.気象庁、2.気象庁気象研究所)

[SSS16-P17] 2017年から2018年にかけての志摩半島長期的スロースリップ

*小林 昭夫[1]、露木 貴裕[1] (1.気象庁気象研究所)

[SSS16-P18] 長期的SSE発生域における非断層すべり成分の存在可能性および、その巨大地震発生準備過程との関係性

*光井 能麻[1]、伊藤 武男[2] (1.公益財団法人 地震予知総合研究振興会 東濃地震科学研究所、2.名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター)

[SSS16-P19] **2016年熊本地震で停止していた南海トラフ沿いの長期的ＳＳＥの再活動**

*小沢 慎三郎[1]、矢来 博司[1] (1.国土交通省国土地理院)

[SSS16-P20] Crustal deformation in the San-in Shear Zone as observed by a dense GNSS network

*Angela Meneses-Gutierrez[1]、Takuya NISHIMURA[1] (1.Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University)

[SSS16-P21] 地表変形のフーリエ級数表現：異なるスケールの地殻変動

*野田 朱美[1]、齊藤 竜彦[1] (1.国立研究開発法人防災科学技術研究所)

[SSS16-P22] 九州南部のせん断帯におけるGNSS観測（第3報）

*渡部 豪[1]、雜賀 敦[2]、浅森 浩一[1]、小川 大輝[1]、島田 顕臣[1]、梅田 浩司[3] (1.日本原子力研究開発機構 東濃地科学センター、2.日本原子力研究開発機構 幌延深地層研究センター、3.弘前大学大学院 理工学研究科)

[SSS16-P23] Post-seismic deformation of 2016 Kumamoto Earthquake by continuous GNSS network (3)

*中尾 茂[1]、松島 健[2]、田部井 隆雄[3]、大久保 慎人[3]、山品 匡史[4]、大倉 敬宏[5]、西村 卓也[7,6]、澁谷 拓郎[6]、寺石 眞弘[6]、伊藤 武男[7]、鷺谷 威[8]、松廣 健二郎[7]、加藤 照之[9]、福田 淳一[9]、渡邉 篤志[9]、三浦 哲[10]、太田 雄策[10]、出町 知嗣[10]、高橋 浩晃[11]、大園 真子[11]、山口 照寛[11]、岡田 和見[11] (1.鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻、2.九州大学大学院理学研究院地震火山観測研究センター、3.高知大学自然科学系理学部門、4.高知大学理学部附属高知地震観測所、5.京都大学大学院理学研究科火山研究センター、6.京都大学防災研究所、7.名古屋大学大学院環境学研究科地震火山研究センター、8.名古屋大学減災連携研究センター、9.東京大学地震研究所、10.東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター、11.北海道大学大学院理学研究院地震火山研究観測センター)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-EM 固体地球電磁気学

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

[S-EM18] 地磁気・古地磁気・岩石磁気

コンビーナ:清水 久芳(東京大学地震研究所)、佐藤 雅彦(東京大学地球惑星科学専攻学専攻)

[SEM18-P01] 伊能忠敬山島方位記に基づく19世紀初頭の日本の地磁気偏角の解析　第13回報告

*辻本 元博[1]、面谷 明俊[2] (1.日本地図学会、2.山陰システムコンサルタント)

[SEM18-P02] Forecasting geomagnetic secular variation based on magnetic diffusion at the core-mantle boundary

*松島 政貴[1]、清水 久芳[2]、高橋 太[3]、南 拓人[2]、中野 慎也[4]、藤 浩明[5] (1.東京工業大学理学院地球惑星科学系、2.東京大学地震研究所、3.九州大学大学院理学研究院、4.統計数理研究所、5.京都大学大学院理学研究科附属地磁気世界資料解析センター)

[SEM18-P03] Candidate models of IGRF13-SV from Japanese team

*清水 久芳[1]、南 拓人[1]、中野 慎也[2]、高橋 太[3]、松島 政貴[4]、藤 浩明[5] (1.東京大学地震研究所、2.統計数理研究所、3.九州大学理学部地球惑星科学科、4.東京工業大学理学院地球惑星科学系、5.京都大学大学院理学研究科附属地磁気世界資料解析センター)

[SEM18-P04] **Preliminary report on the paleointensity variation during 38-50 Ma deduced from the marine sediments recovered from the northwest Atlantic**

*山本 裕二[1]、深見 洋仁[1,2]、谷口 若菜[1]、Lippert Peter[3] (1.高知大学 海洋コア総合研究センター、2.三洋テクノマリン株式会社、3.ユタ大学)

[SEM18-P05] 房総半島南端に分布する海成鮮新ー更新統千倉層群布良層におけるGauss-Matuyama地磁気逆転記録

*岡田 誠[1]、平岡 陽佑[2]、長谷川 大輔[2] (1.茨城大学理学部理学科、2.茨城大学大学院理工学研究科)

[SEM18-P06] 秋田県田沢湖の湖底堆積物に記録された完新世古地磁気永年変化

*安田 涼[1]、林田 明[1]、山田 和芳[2]、松岡 裕美[3]、岡村 眞[3]、石山 大三[4] (1.同志社大学、2.ふじのくに地球環境史ミュージアム、3.高知大学、4.秋田大学)

[SEM18-P07] 水月湖年縞堆積物に記録された最終氷期の地磁気エクスカーション

*田辺 祥汰[1]、三木 雅子[1]、兵頭 政幸[2]、中川 毅[3]、北場 育子[3]、山田 圭太郎[3]、北川 淳子[4]、Suigetsu 2014 Project Members[5] (1.神戸大学、2.神戸大学 内海域環境教育研究センター、3.立命館大学、4.福井県里山里海湖研究所、5.www.suigetsu.org)

[SEM18-P08] エチオピア・アファール凹地、プレート拡大境界軸域での地球電磁気学的探査

*石川 尚人[1]、吉村 令慧[2]、Tesfaye Kidane[11]、東野 伸一郎[3]、加々島 慎一[4]、望月 伸竜[6]、Ameha Muluneh[5]、北川 桐香[4]、角屋 守[7]、小原 徳昭[10]、乙藤 洋一郎[9]、船木 實、小木曽 哲[1]、藤井 昌和[8] (1.京都大学大学院人間・環境学研究科、2.京都大学防災研究所、3.九州大学工学研究院、4.山形大学、5.アジスアベバ大学、6.熊本大学、7.エクストリーム コンポジット ジャパン、8.国立極地研究所、9.地球年代学ネットワーク、10.ロボティスタ、11.University of KwaZulu Natal)

[SEM18-P09] 房総半島上総層群国本層の堆積岩における還元化学消磁の効果検証

*北村 天宏[1]、岡田 誠[1]、羽田 裕貴[1]、穴井 千里[2]、渋谷 秀敏[2] (1.茨城大学、2.熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門地球環境科学分野)

[SEM18-P10] Hole surface survey monitoring test using by rock magnetic analysis

*川村 紀子[1]、石川 尚人[2] (1.海上保安大学校　基礎教育講座、2.京都大学大学院人間・環境学研究科)

[SEM18-P11] 設楽火成複合岩体西縁の中新世岩脈群の岩石磁気

*山本 康平[1]、星 博幸[2] (1.愛知教育大学大学院教育学研究科、2.愛知教育大学)

[SEM18-P12] Eliminating spurious magnetic phases of sedimentary rocks using reductive chemical treatments – A thermomagnetic experiment study on the Upper Cretaceous Yezo Group-

*穴井 千里[1]、渋谷 秀敏[1]、望月 伸竜[1] (1.熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門地球環境科学分野)

[SEM18-P13] 沖縄トラフ海底熱水鉱床試料の岩石磁気測定

*加藤 千恵[1]、大野 正夫[1]、畠山 唯達[2]、石橋 純一郎[3]、戸塚 修平[4]、島田 和彦[3] (1.九州大学大学院比較社会文化研究院環境変動部門、2.岡山理科大学情報処理センター、3.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、4.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻)

[SEM18-P14] 幌満かんらん岩体の新鮮なダナイトの岩石磁気学的研究

*望月 伸竜[1]、石丸 聡子[1]、荒井 章司[2] (1.熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門、2.金沢大学理工研究域自然システム学系)

[SEM18-P15] 超伝導量子干渉素子（SQUID）顕微鏡の感度および実用性の改良

*久保田 勇祐[1]、Kirschvink Joseph[2,1]、Isaac Hilburn[2]、Jennifer Buz[3]、小林 厚子[1,2]、加藤 千恵[4] (1.東京工業大学、2.California Institute of Technology、3.Northern Arizona University、4.九州大学)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-EM 固体地球電磁気学

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_27

[S-EM18] 地磁気・古地磁気・岩石磁気

コンビーナ:清水 久芳(東京大学地震研究所)、佐藤 雅彦(東京大学地球惑星科学専攻学専攻)

[SEM18-P01] 伊能忠敬山島方位記に基づく19世紀初頭の日本の地磁気偏角の解析　第13回報告

*辻本 元博[1]、面谷 明俊[2] (1.日本地図学会、2.山陰システムコンサルタント)

[SEM18-P02] Forecasting geomagnetic secular variation based on magnetic diffusion at the core-mantle boundary

*松島 政貴[1]、清水 久芳[2]、高橋 太[3]、南 拓人[2]、中野 慎也[4]、藤 浩明[5] (1.東京工業大学理学院地球惑星科学系、2.東京大学地震研究所、3.九州大学大学院理学研究院、4.統計数理研究所、5.京都大学大学院理学研究科附属地磁気世界資料解析センター)

[SEM18-P03] Candidate models of IGRF13-SV from Japanese team

*清水 久芳[1]、南 拓人[1]、中野 慎也[2]、高橋 太[3]、松島 政貴[4]、藤 浩明[5] (1.東京大学地震研究所、2.統計数理研究所、3.九州大学理学部地球惑星科学科、4.東京工業大学理学院地球惑星科学系、5.京都大学大学院理学研究科附属地磁気世界資料解析センター)

[SEM18-P04] **Preliminary report on the paleointensity variation during 38-50 Ma deduced from the marine sediments recovered from the northwest Atlantic**

*山本 裕二[1]、深見 洋仁[1,2]、谷口 若菜[1]、Lippert Peter[3] (1.高知大学 海洋コア総合研究センター、2.三洋テクノマリン株式会社、3.ユタ大学)

[SEM18-P05] 房総半島南端に分布する海成鮮新ー更新統千倉層群布良層におけるGauss-Matuyama地磁気逆転記録

*岡田 誠[1]、平岡 陽佑[2]、長谷川 大輔[2] (1.茨城大学理学部理学科、2.茨城大学大学院理工学研究科)

[SEM18-P06] 秋田県田沢湖の湖底堆積物に記録された完新世古地磁気永年変化

*安田 涼[1]、林田 明[1]、山田 和芳[2]、松岡 裕美[3]、岡村 眞[3]、石山 大三[4] (1.同志社大学、2.ふじのくに地球環境史ミュージアム、3.高知大学、4.秋田大学)

[SEM18-P07] 水月湖年縞堆積物に記録された最終氷期の地磁気エクスカーション

*田辺 祥汰[1]、三木 雅子[1]、兵頭 政幸[2]、中川 毅[3]、北場 育子[3]、山田 圭太郎[3]、北川 淳子[4]、Suigetsu 2014 Project Members[5] (1.神戸大学、2.神戸大学 内海域環境教育研究センター、3.立命館大学、4.福井県里山里海湖研究所、5.www.suigetsu.org)

[SEM18-P08] エチオピア・アファール凹地、プレート拡大境界軸域での地球電磁気学的探査

*石川 尚人[1]、吉村 令慧[2]、Tesfaye Kidane[11]、東野 伸一郎[3]、加々島 慎一[4]、望月 伸竜[6]、Ameha Muluneh[5]、北川 桐香[4]、角屋 守[7]、小原 徳昭[10]、乙藤 洋一郎[9]、船木 實、小木曽 哲[1]、藤井 昌和[8] (1.京都大学大学院人間・環境学研究科、2.京都大学防災研究所、3.九州大学工学研究院、4.山形大学、5.アジスアベバ大学、6.熊本大学、7.エクストリーム コンポジット ジャパン、8.国立極地研究所、9.地球年代学ネットワーク、10.ロボティスタ、11.University of KwaZulu Natal)

[SEM18-P09] 房総半島上総層群国本層の堆積岩における還元化学消磁の効果検証

*北村 天宏[1]、岡田 誠[1]、羽田 裕貴[1]、穴井 千里[2]、渋谷 秀敏[2] (1.茨城大学、2.熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門地球環境科学分野)

[SEM18-P10] Hole surface survey monitoring test using by rock magnetic analysis

*川村 紀子[1]、石川 尚人[2] (1.海上保安大学校　基礎教育講座、2.京都大学大学院人間・環境学研究科)

[SEM18-P11] 設楽火成複合岩体西縁の中新世岩脈群の岩石磁気

*山本 康平[1]、星 博幸[2] (1.愛知教育大学大学院教育学研究科、2.愛知教育大学)

[SEM18-P12] Eliminating spurious magnetic phases of sedimentary rocks using reductive chemical treatments – A thermomagnetic experiment study on the Upper Cretaceous Yezo Group-

*穴井 千里[1]、渋谷 秀敏[1]、望月 伸竜[1] (1.熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門地球環境科学分野)

[SEM18-P13] 沖縄トラフ海底熱水鉱床試料の岩石磁気測定

*加藤 千恵[1]、大野 正夫[1]、畠山 唯達[2]、石橋 純一郎[3]、戸塚 修平[4]、島田 和彦[3] (1.九州大学大学院比較社会文化研究院環境変動部門、2.岡山理科大学情報処理センター、3.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、4.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻)

[SEM18-P14] 幌満かんらん岩体の新鮮なダナイトの岩石磁気学的研究

*望月 伸竜[1]、石丸 聡子[1]、荒井 章司[2] (1.熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門、2.金沢大学理工研究域自然システム学系)

[SEM18-P15] 超伝導量子干渉素子（SQUID）顕微鏡の感度および実用性の改良

*久保田 勇祐[1]、Kirschvink Joseph[2,1]、Isaac Hilburn[2]、Jennifer Buz[3]、小林 厚子[1,2]、加藤 千恵[4] (1.東京工業大学、2.California Institute of Technology、3.Northern Arizona University、4.九州大学)

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

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

[S-VC36] 火山・火成活動と長期予測

コンビーナ:及川 輝樹(国立研究開発法人産業技術総合研究所)、長谷川 健(茨城大学理学部地球環境科学コース)、三浦 大助(大阪府立大学 大学院理学系研究科 物理科学専攻)、下司 信夫(産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)

[SVC36-P01] トレンチ調査による雌阿寒岳の噴火史の再検討

*佐藤 鋭一[1]、和田 恵治[2]、南 裕介[3]、石塚 吉浩[3]、中川 光弘[4]、足立 佳子[4] (1.神戸大学大学教育推進機構、2.北海道教育大学旭川校、3.産業技術総合研究所 地質調査総合センター、4.北海道大学大学院理学研究院地球惑星システム科学分野)

[SVC36-P02] 掘削調査からみた雌阿寒岳ポンマチネシリにおける過去1000年間の火山活動史

*南 裕介[1]、中川 光弘[2]、佐藤 鋭一[3]、和田 恵治[4]、石塚 吉浩[1]、足立 佳子[2] (1.産業技術総合研究所　地質調査総合センター、2.北海道大学大学院理学研究院地球惑星システム科学分野、3.神戸大学大学教育推進機構、4.北海道教育大学旭川校)

[SVC36-P03] **摩周火山，過去14000年間におけるマグマ供給系の変遷**

*和田 恵治[1]、佐藤 鋭一[2]、佐野 恭平[3]、岡田 侑也[1] (1.北海道教育大学旭川校地学教室、2.神戸大学大学教育推進機構 、3.白滝ジオパーク)

[SVC36-P04] 北海道東部，摩周火山における7.6kaカルデラ形成噴火の推移

*柴田 翔平[1]、長谷川 健[1] (1.茨城大学理学部理学科地球環境科学コース)

[SVC36-P05] 北海道東部, 摩周火山の1000年前のMa-b噴火の火山地質学的研究：特に噴火様式の変化について.

*上野 健太[1]、中川 光弘[1] (1.北海道大学大学院理学院自然史科学専攻地球惑星科学システム科学講座)

[SVC36-P06] 北海道南西部，濁川火山のカルデラ形成期噴出物の岩石学的特徴

*金田 泰明[1]、長谷川 健[1] (1.茨城大学大学院)

[SVC36-P07] 姶良カルデラ形成における前駆プリニー式噴火の軽石の組織分析

*緒方 美季[1]、寅丸 敦志[2] (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

[SVC36-P08] 珪長質マグマ溜まりの長期熱収支モデルから推定する長期苦鉄質マグマ供給率

*上澤 真平[1] (1.電力中央研究所　地球工学研究所　地圏科学領域)

[SVC36-P09] 顕微ラマン分光・顕微赤外分光法に基づく高粘性マグマの開放系脱ガス・酸化組織形成過程

*佐野 恭平[1]、佐藤 鋭一[2]、和田 恵治[3]、壷井 基裕[4]、中岡 礼奈[5] (1.白滝ジオパーク、2.神戸大学大学教育推進機構、3.北海道教育大学旭川校、4.関西学院大学理工学部、5.神戸大学海洋底探査センター)

[SVC36-P10] 御嶽山2014年噴火による投出岩塊の分布

*及川 輝樹[1]、吉本 充宏[2]、竹下 欣宏[3]、前野 深[4]、小森 次郎[5]、中田 節也[9]、嶋野 岳人[10]、佐々木 寿[6]、岸本 博志[6]、千葉 達朗[6]、石峯 康浩[7]、常松 佳恵[8]、石塚 吉浩[1] (1.国立研究開発法人産業技術総合研究所、2.山梨県富士山科学研究所、3.信州大学教育学部、4.東京大学地震研究所、5.帝京平成大学、6.アジア航測株式会社、7.鹿児島大地震火山地域防災センター、8.山形大学理学部、9.研究開発法人　防災科学技術研究所、10.常葉大学大学院環境防災研究科)

[SVC36-P11] 2014年噴火以降の御嶽山における火山性地殻変動

*小池 遥之[1]、Ito Takeo[2]、松廣 健二郎[2]、堀川 信一郎[2]、奥田 隆[2]、國友 孝洋[2]、田ノ上 和志[2]、岩瀬 裕斗[1]、熊谷 光起[1] (1.Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University、2.Earthquake and Volcano Research Center, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University)

[SVC36-P12] 南西北海道，第四紀狩場火山群の地質学・岩石学的研究：山体形成史とマグマ変遷の解明

*田次 将太[1]、中川 光弘[2] (1.北海道大学大学院　理学院、2.北海道大学大学院　理学研究院)

[SVC36-P13] 岩手県西部, 小高倉火山の噴出物層序の検討とマグマ組成の変化要因の解明

*後藤 義瑛[1]、藤縄 明彦[2] (1.茨城大学大学院理工学研究科、2.茨城大学理学部)

[SVC36-P14] 蔵王火山，五色岳火砕岩類上部における噴火準備過程

*佐藤 初洋[1]、伴 雅雄[1] (1.山形大学大学院理工学研究科)

[SVC36-P15] 那須火山群，二岐火山の地質と岩石

*渡部 将太[1]、長谷川 健[1] (1.茨城大学)

[SVC36-P16] 榛名カルデラ形成噴火のマグマ―白川火砕流堆積物からの示唆―

*木谷 悟郎[1]、鈴木 由希[2]、大石 雅之[3] (1.早稲田大学, 教育学部, 地球科学専修、2.早稲田大学, 教育・総合科学学術院, 地球科学専修、3.気象庁, 仙台管区気象台)

[SVC36-P17] 榛名カルデラ形成噴火のマグマ―里見火砕流堆積物からの示唆―

*岡野 百花[1]、鈴木 由希[2] (1.早稲田大学，教育学部，地球科学専修、2.早稲田大学，教育・総合科学学術院, 地球科学専修)

[SVC36-P18] 白山火山，南竜ヶ馬場の岩石学

*宮下 太一郎[1]、海野 進[1]、茨木 柚季[2] (1.金沢大学、2.株式会社中研コンサルタント)

[SVC36-P19] Tephrochronological relations of Middle-Pleistocene tephra derived from Myoko Volcanic Group and the pumice and scoria fall deposits found in Kosha Volcano, Central Japan

*高杉 直彰[1]、齋藤 武士[1]、牧野 州明[1]、鈴木 毅彦[2] (1.信州大学　総合医理工学研究科　総合理工学専攻、2.首都大学東京　都市環境科学研究科　地理環境科学域)

[SVC36-P20] Geologic and petrologic study of the Kamo monogenetic volcanic field,Southern Kyushu,Japan

*Linus Anye Nche[1]、Takeshi - Hasegawa[1]、Tetsuo - Kobayashi[2]、Károly - Németh[3]、Festus Tongwa Aka[4] (1. Ibaraki Univ.、2.Kagoshima Univ.、3. Massey Univ.、4.IRGM)

[SVC36-P21] **富士山・万野溶岩流内の溶岩チューブ洞窟から得られる知見**

*本多 力[1] (1.火山洞窟学会)

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

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

[S-VC36] 火山・火成活動と長期予測

コンビーナ:及川 輝樹(国立研究開発法人産業技術総合研究所)、長谷川 健(茨城大学理学部地球環境科学コース)、三浦 大助(大阪府立大学 大学院理学系研究科 物理科学専攻)、下司 信夫(産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)

[SVC36-P01] トレンチ調査による雌阿寒岳の噴火史の再検討

*佐藤 鋭一[1]、和田 恵治[2]、南 裕介[3]、石塚 吉浩[3]、中川 光弘[4]、足立 佳子[4] (1.神戸大学大学教育推進機構、2.北海道教育大学旭川校、3.産業技術総合研究所 地質調査総合センター、4.北海道大学大学院理学研究院地球惑星システム科学分野)

[SVC36-P02] 掘削調査からみた雌阿寒岳ポンマチネシリにおける過去1000年間の火山活動史

*南 裕介[1]、中川 光弘[2]、佐藤 鋭一[3]、和田 恵治[4]、石塚 吉浩[1]、足立 佳子[2] (1.産業技術総合研究所　地質調査総合センター、2.北海道大学大学院理学研究院地球惑星システム科学分野、3.神戸大学大学教育推進機構、4.北海道教育大学旭川校)

[SVC36-P03] **摩周火山，過去14000年間におけるマグマ供給系の変遷**

*和田 恵治[1]、佐藤 鋭一[2]、佐野 恭平[3]、岡田 侑也[1] (1.北海道教育大学旭川校地学教室、2.神戸大学大学教育推進機構 、3.白滝ジオパーク)

[SVC36-P04] 北海道東部，摩周火山における7.6kaカルデラ形成噴火の推移

*柴田 翔平[1]、長谷川 健[1] (1.茨城大学理学部理学科地球環境科学コース)

[SVC36-P05] 北海道東部, 摩周火山の1000年前のMa-b噴火の火山地質学的研究：特に噴火様式の変化について.

*上野 健太[1]、中川 光弘[1] (1.北海道大学大学院理学院自然史科学専攻地球惑星科学システム科学講座)

[SVC36-P06] 北海道南西部，濁川火山のカルデラ形成期噴出物の岩石学的特徴

*金田 泰明[1]、長谷川 健[1] (1.茨城大学大学院)

[SVC36-P07] 姶良カルデラ形成における前駆プリニー式噴火の軽石の組織分析

*緒方 美季[1]、寅丸 敦志[2] (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

[SVC36-P08] 珪長質マグマ溜まりの長期熱収支モデルから推定する長期苦鉄質マグマ供給率

*上澤 真平[1] (1.電力中央研究所　地球工学研究所　地圏科学領域)

[SVC36-P09] 顕微ラマン分光・顕微赤外分光法に基づく高粘性マグマの開放系脱ガス・酸化組織形成過程

*佐野 恭平[1]、佐藤 鋭一[2]、和田 恵治[3]、壷井 基裕[4]、中岡 礼奈[5] (1.白滝ジオパーク、2.神戸大学大学教育推進機構、3.北海道教育大学旭川校、4.関西学院大学理工学部、5.神戸大学海洋底探査センター)

[SVC36-P10] 御嶽山2014年噴火による投出岩塊の分布

*及川 輝樹[1]、吉本 充宏[2]、竹下 欣宏[3]、前野 深[4]、小森 次郎[5]、中田 節也[9]、嶋野 岳人[10]、佐々木 寿[6]、岸本 博志[6]、千葉 達朗[6]、石峯 康浩[7]、常松 佳恵[8]、石塚 吉浩[1] (1.国立研究開発法人産業技術総合研究所、2.山梨県富士山科学研究所、3.信州大学教育学部、4.東京大学地震研究所、5.帝京平成大学、6.アジア航測株式会社、7.鹿児島大地震火山地域防災センター、8.山形大学理学部、9.研究開発法人　防災科学技術研究所、10.常葉大学大学院環境防災研究科)

[SVC36-P11] 2014年噴火以降の御嶽山における火山性地殻変動

*小池 遥之[1]、Ito Takeo[2]、松廣 健二郎[2]、堀川 信一郎[2]、奥田 隆[2]、國友 孝洋[2]、田ノ上 和志[2]、岩瀬 裕斗[1]、熊谷 光起[1] (1.Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University、2.Earthquake and Volcano Research Center, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University)

[SVC36-P12] 南西北海道，第四紀狩場火山群の地質学・岩石学的研究：山体形成史とマグマ変遷の解明

*田次 将太[1]、中川 光弘[2] (1.北海道大学大学院　理学院、2.北海道大学大学院　理学研究院)

[SVC36-P13] 岩手県西部, 小高倉火山の噴出物層序の検討とマグマ組成の変化要因の解明

*後藤 義瑛[1]、藤縄 明彦[2] (1.茨城大学大学院理工学研究科、2.茨城大学理学部)

[SVC36-P14] 蔵王火山，五色岳火砕岩類上部における噴火準備過程

*佐藤 初洋[1]、伴 雅雄[1] (1.山形大学大学院理工学研究科)

[SVC36-P15] 那須火山群，二岐火山の地質と岩石

*渡部 将太[1]、長谷川 健[1] (1.茨城大学)

[SVC36-P16] 榛名カルデラ形成噴火のマグマ―白川火砕流堆積物からの示唆―

*木谷 悟郎[1]、鈴木 由希[2]、大石 雅之[3] (1.早稲田大学, 教育学部, 地球科学専修、2.早稲田大学, 教育・総合科学学術院, 地球科学専修、3.気象庁, 仙台管区気象台)

[SVC36-P17] 榛名カルデラ形成噴火のマグマ―里見火砕流堆積物からの示唆―

*岡野 百花[1]、鈴木 由希[2] (1.早稲田大学，教育学部，地球科学専修、2.早稲田大学，教育・総合科学学術院, 地球科学専修)

[SVC36-P18] 白山火山，南竜ヶ馬場の岩石学

*宮下 太一郎[1]、海野 進[1]、茨木 柚季[2] (1.金沢大学、2.株式会社中研コンサルタント)

[SVC36-P19] Tephrochronological relations of Middle-Pleistocene tephra derived from Myoko Volcanic Group and the pumice and scoria fall deposits found in Kosha Volcano, Central Japan

*高杉 直彰[1]、齋藤 武士[1]、牧野 州明[1]、鈴木 毅彦[2] (1.信州大学　総合医理工学研究科　総合理工学専攻、2.首都大学東京　都市環境科学研究科　地理環境科学域)

[SVC36-P20] Geologic and petrologic study of the Kamo monogenetic volcanic field,Southern Kyushu,Japan

*Linus Anye Nche[1]、Takeshi - Hasegawa[1]、Tetsuo - Kobayashi[2]、Károly - Németh[3]、Festus Tongwa Aka[4] (1. Ibaraki Univ.、2.Kagoshima Univ.、3. Massey Univ.、4.IRGM)

[SVC36-P21] **富士山・万野溶岩流内の溶岩チューブ洞窟から得られる知見**

*本多 力[1] (1.火山洞窟学会)

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

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_20

[S-TT47] ハイパフォーマンスコンピューティングが拓く固体地球科学の未来

コンビーナ:堀 高峰(独立行政法人海洋研究開発機構・地震津波海域観測研究開発センター)、八木 勇治(国立大学法人筑波大学大学院 生命環境系)、汐見 勝彦(国立研究開発法人防災科学技術研究所)

[STT47-P01] Prototype of Green’s function library for geodetic slip inversion based on an integrated velocity structure model of Japan

*縣 亮一郎[1]、市村 強[2,3,4]、藤田 航平[2,3]、山口 拓真[2]、飯沼 卓史[1]、堀 高峰[1] (1.海洋研究開発機構、2.東京大学 地震研究所、3.理化学研究所 計算科学研究センター、4.理化学研究所 革新知能統合研究センター)

[STT47-P02] The Smoothed Particle Hydrodynamics on modern architectures

*細野 七月[1,2]、古市 幹人[1] (1.海洋研究開発機構、2.理化学研究所 計算科学研究センター)

[STT47-P03] Development of Monitoring and Forecasting Methods for Crustal Activity Utilizing Large-Scale High-Fidelity Finite Element Simulations with 3D Heterogeneous Medium

*堀 高峰[1]、市村 強[2]、藤田 航平[2]、山口 拓真[2]、縣 亮一郎[1]、飯沼 卓史[1] (1.独立行政法人海洋研究開発機構・地震津波海域観測研究開発センター、2.東京大学・地震研究所)

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

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_34

[S-TT47] ハイパフォーマンスコンピューティングが拓く固体地球科学の未来

コンビーナ:堀 高峰(独立行政法人海洋研究開発機構・地震津波海域観測研究開発センター)、八木 勇治(国立大学法人筑波大学大学院 生命環境系)、汐見 勝彦(国立研究開発法人防災科学技術研究所)

[STT47-P01] Prototype of Green's function library for geodetic slip inversion based on an integrated velocity structure model of Japan

*縣 亮一郎[1]、市村 強[2,3,4]、藤田 航平[2,3]、山口 拓真[2]、飯沼 卓史[1]、堀 高峰[1] (1.海洋研究開発機構、2.東京大学 地震研究所、3.理化学研究所 計算科学研究センター、4.理化学研究所 革新知能統合研究センター)

[STT47-P02] The Smoothed Particle Hydrodynamics on modern architectures

*細野 七月[1,2]、古市 幹人[1] (1.海洋研究開発機構、2.理化学研究所 計算科学研究センター)

[STT47-P03] Development of Monitoring and Forecasting Methods for Crustal Activity Utilizing Large-Scale High-Fidelity Finite Element Simulations with 3D Heterogeneous Medium

*堀 高峰[1]、市村 強[2]、藤田 航平[2]、山口 拓真[2]、縣 亮一郎[1]、飯沼 卓史[1] (1.独立行政法人海洋研究開発機構・地震津波海域観測研究開発センター、2.東京大学・地震研究所)

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

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

[S-CG62] 固体地球科学における機械学習の可能性

コンビーナ:内出 崇彦(産業技術総合研究所 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門)、小田 啓邦(産業技術総合研究所地質情報研究部門)

[SCG62-P01] Earthquake Magnitude Prediction with Seismic Nucleation Phase based on Machine Learning

*呉 康銘[1]、三宅 弘恵[2] (1.東京大学大学院学際情報学府、2.東京大学大学院情報学環)

[SCG62-P02] 教師なし学習による連続地震波形記録に対する自動信号分類：人工ノイズおよび低周波微動への応用

*小寺 祐貴[1]、酒井 慎一[2]、西宮 隆仁[1] (1.気象庁気象研究所、2.東京大学地震研究所)

[SCG62-P03] Detection of Gas Bubble signals recorded at the OBS Stations by Machine-Learning

*emmy TY CHANG[1] (1.Institute of Oceanography, National Taiwan University)

[SCG62-P04] 深層ニューラルネットワークによる地震波形の自動検測

*内出 崇彦[1] (1.産業技術総合研究所 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門)

[SCG62-P05] **Seismic event detection in time-frequency domain with CNN and phase picking with HED**

*Liping Fan[1] (1.Institute of Geophysics, China Earthquake Administration)

[SCG62-P06] 埋込み機械学習による長周期波形からの広帯域地震動合成

*岡崎 智久[1]、八谷 大岳[1]、上田 修功[1]、岩城 麻子[2]、前田 宜浩[2]、藤原 広行[2] (1.理化学研究所革新知能統合研究センター、2.防災科学技術研究所)

[SCG62-P07] LSTM and CNN Applications to Forecast Earthquake Magnitude Probability Distribution

*劉 齊[1]、三宅 弘恵[2]、鶴岡 弘[3] (1.東京大学大学院学際情報学府、2.東京大学大学院情報学環、3.東京大学地震研究所)

[SCG62-P08] FORCsensei: 機械学習を用いたFirst Order Reversal Curve (FORC)データ処理の最適化

David Heslop[1,2]、Andrew Roberts[1,2]、*小田 啓邦[2]、Xiang Zhao[1,2]、Richard Harrison[3]、Adrian Muxworthy[4]、Pengxiang Hu[1,2]、佐藤 哲郎[2] (1.オーストラリア国立大学、2.産業技術総合研究所地質情報研究部門、3.ケンブリッジ大学、4.インペリアルカレッジロンドン)

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

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_35

[S-CG62] 固体地球科学における機械学習の可能性

コンビーナ:内出 崇彦(産業技術総合研究所 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門)、小田 啓邦(産業技術総合研究所地質情報研究部門)

[SCG62-P01] Earthquake Magnitude Prediction with Seismic Nucleation Phase based on Machine Learning

*呉 康銘[1]、三宅 弘恵[2] (1.東京大学大学院学際情報学府、2.東京大学大学院情報学環)

[SCG62-P02] 教師なし学習による連続地震波形記録に対する自動信号分類：人工ノイズおよび低周波微動への応用

*小寺 祐貴[1]、酒井 慎一[2]、西宮 隆仁[1] (1.気象庁気象研究所、2.東京大学地震研究所)

[SCG62-P03] Detection of Gas Bubble signals recorded at the OBS Stations by Machine-Learning

*emmy TY CHANG[1] (1.Institute of Oceanography, National Taiwan University)

[SCG62-P04] 深層ニューラルネットワークによる地震波形の自動検測

*内出 崇彦[1] (1.産業技術総合研究所 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門)

[SCG62-P05] **Seismic event detection in time-frequency domain with CNN and phase picking with HED**

*Liping Fan[1] (1.Institute of Geophysics, China Earthquake Administration)

[SCG62-P06] 埋込み機械学習による長周期波形からの広帯域地震動合成

*岡崎 智久[1]、八谷 大岳[1]、上田 修功[1]、岩城 麻子[2]、前田 宜浩[2]、藤原 広行[2] (1.理化学研究所革新知能統合研究センター、2.防災科学技術研究所)

[SCG62-P07] LSTM and CNN Applications to Forecast Earthquake Magnitude Probability Distribution

*劉 齊[1]、三宅 弘恵[2]、鶴岡 弘[3] (1.東京大学大学院学際情報学府、2.東京大学大学院情報学環、3.東京大学地震研究所)

[SCG62-P08] FORCsensei: 機械学習を用いたFirst Order Reversal Curve (FORC)データ処理の最適化

David Heslop[1,2]、Andrew Roberts[1,2]、*小田 啓邦[2]、Xiang Zhao[1,2]、Richard Harrison[3]、Adrian Muxworthy[4]、Pengxiang Hu[1,2]、佐藤 哲郎[2] (1.オーストラリア国立大学、2.産業技術総合研究所地質情報研究部門、3.ケンブリッジ大学、4.インペリアルカレッジロンドン)

[J] ポスター発表 | セッション記号 G (教育・アウトリーチ)：教育・アウトリーチ

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_23

[G-01] 災害を乗り越えるための「総合的防災教育」

コンビーナ:中井 仁(小淵沢総合研究施設)、小森 次郎(帝京平成大学)、林 信太郎(秋田大学大学院教育学研究科)

[G01-P01] 防災教育への国土地理院のプロダクトの活用

*岡谷 隆基[1] (1.国土交通省国土地理院)

[G01-P02] 1898年八ヶ岳南麓で発生した土石流災害の災害像再構築とアウトリーチ

*中井 仁[1] (1.小淵沢総合研究施設)

[G01-P03] **中学生を対象とした自然災害の認識調査の予察的報告**

*川村 教一[1]、高橋 杏一[1] (1.秋田大学教育文化学部)

[G01-P04] 地震発生時のキャンパス内被害想定を教材にした防災教育

*山縣 毅[1] (1.駒澤大学総合教育研究部自然科学部門)

[G01-P05] 幼稚園での継続的な防災保育の実践報告

*山田 伸之[1]、丁子 かおる[2] (1.高知大学、2.和歌山大学)

[G01-P06] 防災学習と地学データを用いたデジタル教材の活用

*加藤 忠義[1] (1.横浜市立もえぎ野中学校)

[G01-P07] 災害の三角形－統合的・継続的な防災教育を理科の授業に実装するための概念装置の提案－

*野村 祐子[1] (1.消防大学校消防研究センター)

[G01-P08] 地理的特性に焦点をあてた防災教育への提言(「100年続く防災を考える」)

*川上 賢太[1]、松多 信尚[1] (1.国立大学法人岡山大学大学院)

[J] ポスター発表 | セッション記号 G (教育・アウトリーチ)：教育・アウトリーチ

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_37

[G-01] 災害を乗り越えるための「総合的防災教育」

コンビーナ:中井 仁(小淵沢総合研究施設)、小森 次郎(帝京平成大学)、林 信太郎(秋田大学大学院教育学研究科)

[G01-P01] 防災教育への国土地理院のプロダクトの活用

*岡谷 隆基[1] (1.国土交通省国土地理院)

[G01-P02] 1898年八ヶ岳南麓で発生した土石流災害の災害像再構築とアウトリーチ

*中井 仁[1] (1.小淵沢総合研究施設)

[G01-P03] **中学生を対象とした自然災害の認識調査の予察的報告**

*川村 教一[1]、高橋 杏一[1] (1.秋田大学教育文化学部)

[G01-P04] 地震発生時のキャンパス内被害想定を教材にした防災教育

*山縣 毅[1] (1.駒澤大学総合教育研究部自然科学部門)

[G01-P05] 幼稚園での継続的な防災保育の実践報告

*山田 伸之[1]、丁子 かおる[2] (1.高知大学、2.和歌山大学)

[G01-P06] 防災学習と地学データを用いたデジタル教材の活用

*加藤 忠義[1] (1.横浜市立もえぎ野中学校)

[G01-P07] 災害の三角形－統合的・継続的な防災教育を理科の授業に実装するための概念装置の提案－

*野村 祐子[1] (1.消防大学校消防研究センター)

[G01-P08] 地理的特性に焦点をあてた防災教育への提言(「100年続く防災を考える」)

*川上 賢太[1]、松多 信尚[1] (1.国立大学法人岡山大学大学院)

[J] ポスター発表 | セッション記号 G (教育・アウトリーチ)：教育・アウトリーチ

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_24

[G-02] 地球惑星科学のアウトリーチ

コンビーナ:植木 岳雪(千葉科学大学危機管理学部)、小森 次郎(帝京平成大学)、長谷川 直子(お茶の水女子大学)、大木 聖子(慶應義塾大学 環境情報学部)

[G02-P01] 砂つぶの地球　ー火山・地震の変動帯を砂から読む

*萩谷 宏[1] (1.東京都市大学知識工学部自然科学科)

[G02-P02] 生涯学習の「種」としての地形・地質

*植木 岳雪[1] (1.千葉科学大学危機管理学部)

[G02-P03] 卓上３Dプリンターによる立体地形模型をつかった地球惑星科学のアウトリーチ

*小森 次郎[1] (1.帝京平成大学)

[G02-P04] 地域の高精細地表情報を活用した環境教育の実践

*小倉 拓郎[1,2]、早川 裕弋[3,4]、田村 裕彦[4]、小口 千明[5]、守田 正志[6]、清水 きさら[5]、緒方 啓介[7]、山内 啓之[4] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科、2.北海道大学大学院環境科学院、3.北海道大学地球環境科学研究院、4.東京大学空間情報科学研究センター、5.埼玉大学大学院理工学研究科、6.横浜国立大学大学院イノベーション研究院、7.鶴見大学文学部)

[G02-P05] 背面投影型デジタル地球儀Dagik Earthのための半球面マルチタッチパネルの開発

*小山 幸伸[1]、廣田 直樹[1] (1.大分工業高等専門学校)

[G02-P06] Dagik EarthとJoy-Conを用いた地球観測衛星データ表示・操作システムの試作

*小菅生 文音[1]、山貫 緋称[1]、Zhiyan Liu[1]、市井 和仁[1] (1.千葉大学環境リモートセンシング研究センター)

[G02-P07] 地学オリンピックの現状と今後の課題 (2019)

*瀧上 豊[1] (1.関東学園大学)

[G02-P08] 第 19 回地震火山こどもサマースクール in 伊豆大島

*藤間 藍[1]、日色 知也[2]、地震火山子供サマースクール 運営委員会[3] (1.慶應義塾大学、2.信州大学大学院、3.日本地震学会・日本火山学会・ 日本地質学会)

[J] ポスター発表 | セッション記号 G (教育・アウトリーチ)：教育・アウトリーチ

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_38

[G-02] 地球惑星科学のアウトリーチ

コンビーナ:植木 岳雪(千葉科学大学危機管理学部)、小森 次郎(帝京平成大学)、長谷川 直子(お茶の水女子大学)、大木 聖子(慶應義塾大学 環境情報学部)

[G02-P01] 砂つぶの地球　ー火山・地震の変動帯を砂から読む

*萩谷 宏[1] (1.東京都市大学知識工学部自然科学科)

[G02-P02] 生涯学習の「種」としての地形・地質

*植木 岳雪[1] (1.千葉科学大学危機管理学部)

[G02-P03] 卓上３Dプリンターによる立体地形模型をつかった地球惑星科学のアウトリーチ

*小森 次郎[1] (1.帝京平成大学)

[G02-P04] 地域の高精細地表情報を活用した環境教育の実践

*小倉 拓郎[1,2]、早川 裕弋[3,4]、田村 裕彦[4]、小口 千明[5]、守田 正志[6]、清水 きさら[5]、緒方 啓介[7]、山内 啓之[4] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科、2.北海道大学大学院環境科学院、3.北海道大学地球環境科学研究院、4.東京大学空間情報科学研究センター、5.埼玉大学大学院理工学研究科、6.横浜国立大学大学院イノベーション研究院、7.鶴見大学文学部)

[G02-P05] 背面投影型デジタル地球儀Dagik Earthのための半球面マルチタッチパネルの開発

*小山 幸伸[1]、廣田 直樹[1] (1.大分工業高等専門学校)

[G02-P06] Dagik EarthとJoy-Conを用いた地球観測衛星データ表示・操作システムの試作

*小菅生 文音[1]、山貫 緋称[1]、Zhiyan Liu[1]、市井 和仁[1] (1.千葉大学環境リモートセンシング研究センター)

[G02-P07] 地学オリンピックの現状と今後の課題 (2019)

*瀧上 豊[1] (1.関東学園大学)

[G02-P08] 第 19 回地震火山こどもサマースクール in 伊豆大島

*藤間 藍[1]、日色 知也[2]、地震火山子供サマースクール 運営委員会[3] (1.慶應義塾大学、2.信州大学大学院、3.日本地震学会・日本火山学会・ 日本地質学会)

[J] ポスター発表 | セッション記号 G (教育・アウトリーチ)：教育・アウトリーチ

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

[G-03] 小・中・高等学校，大学の地球惑星科学教育

コンビーナ:畠山 正恒(聖光学院中学高等学校)

[G03-P01] 中等教育における海洋塩分濃度調査とその考察活動

*中村 亮[1] (1.宮城県利府高等学校)

[G03-P02] 海の出前授業と立方体地球の連携

*森岡 優志[1]、上野 洋路[2]、藤井 直紀[3]、仙田 明大[4]、小埜 恒夫[5]、安中 さやか[1] (1.海洋研究開発機構、2.北海道大学、3.佐賀大学、4.日本科学協会、5.水産研究・教育機構)

[G03-P03] 作図と三角関数で地球中心核を伝わる地震波を理解する

*加藤 護[1] (1.京都大学大学院人間・環境学研究科)

[G03-P04] 超簡易型地震観測装置の開発と超高速設置例

*酒井 慎一[1]、松本 聡[2]、飯尾 能久[3]、加藤 愛太郎[1] (1.東京大学地震研究所、2.九州大学大学院理学研究院付属地震火山観測研究センター、3.京都大学防災研究所)

[G03-P05] 「校庭で穴掘り隊」と「教室でコア見せ隊」：理科地学領域の学校内での体験授業

*植木 岳雪[1] (1.千葉科学大学危機管理学部)

[G03-P06] 研究データの初等中等および高等教育への適用

*梅村 宜生[1]、田中 良昌[2,3]、阿部 修司[4]、齊藤 泰雄[3]、中野 慎也[5]、新堀 淳樹[1]、南山 泰之[3] (1.名古屋大学 宇宙地球環境研究所、2.情報・システム研究機構 極域環境データサイエンスセンター、3.国立極地研究所、4.九州大学 国際宇宙天気科学・教育センター、5.統計数理研究所)

[G03-P07] 日本で先駆けとなった高等学校の探究活動における科学倫理教育

*川勝 和哉[1] (1.兵庫県立西脇高等学校)

[J] ポスター発表 | セッション記号 G (教育・アウトリーチ)：教育・アウトリーチ

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_39

[G-03] 小・中・高等学校，大学の地球惑星科学教育

コンビーナ:畠山 正恒(聖光学院中学高等学校)

[G03-P01] 中等教育における海洋塩分濃度調査とその考察活動

*中村 亮[1] (1.宮城県利府高等学校)

[G03-P02] 海の出前授業と立方体地球の連携

*森岡 優志[1]、上野 洋路[2]、藤井 直紀[3]、仙田 明大[4]、小埜 恒夫[5]、安中 さやか[1] (1.海洋研究開発機構、2.北海道大学、3.佐賀大学、4.日本科学協会、5.水産研究・教育機構)

[G03-P03] 作図と三角関数で地球中心核を伝わる地震波を理解する

*加藤 護[1] (1.京都大学大学院人間・環境学研究科)

[G03-P04] 超簡易型地震観測装置の開発と超高速設置例

*酒井 慎一[1]、松本 聡[2]、飯尾 能久[3]、加藤 愛太郎[1] (1.東京大学地震研究所、2.九州大学大学院理学研究院付属地震火山観測研究センター、3.京都大学防災研究所)

[G03-P05] 「校庭で穴掘り隊」と「教室でコア見せ隊」：理科地学領域の学校内での体験授業

*植木 岳雪[1] (1.千葉科学大学危機管理学部)

[G03-P06] 研究データの初等中等および高等教育への適用

*梅村 宜生[1]、田中 良昌[2,3]、阿部 修司[4]、齊藤 泰雄[3]、中野 慎也[5]、新堀 淳樹[1]、南山 泰之[3] (1.名古屋大学 宇宙地球環境研究所、2.情報・システム研究機構 極域環境データサイエンスセンター、3.国立極地研究所、4.九州大学 国際宇宙天気科学・教育センター、5.統計数理研究所)

[G03-P07] 日本で先駆けとなった高等学校の探究活動における科学倫理教育

*川勝 和哉[1] (1.兵庫県立西脇高等学校)

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

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_25

[M-IS24] 海底～海面を貫通する海域観測データの統合解析

コンビーナ:有吉 慶介(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、木戸 元之(東北大学 災害科学国際研究所)、稲津 大祐(東京海洋大学)、高橋 成実(防災科学技術研究所)

[MIS24-P01] 「ちきゅう」&DONETを活用した海底～大気の同時貫通観測

*有吉 慶介[1]、飯沼 卓史[1]、西田 周平[1]、町田 祐弥[1]、宮澤 泰正[1]、美山 透[1]、内田 裕[1]、永野 憲[1]、脇田 昌英[1]、藤田 実季子[1]、桑谷 立[1]、藤原 周[1]、木元 克典[1]、中野 善之[1]、川合 義美[1]、市川 香[2]、長谷川 拓也[5]、吉田 聡[3]、藤 亜希子[4] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.九州大学、3.京都大学、4.東京大学、5.東北大学)

[MIS24-P02] 紀伊半島沖黒潮域の海底水圧の時空間変動

*小松 幸生[1,2]、吉田 聡[3]、有吉 慶介[4] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科、2.東京大学大気海洋研究所、3.京都大学防災研究所、4.海洋研究開発機構)

[MIS24-P03] 内部重力波の影響を考慮したGPS-A観測について

*木戸 元之[1]、松井 凌[2]、丹羽 淑博[3]、本荘 千枝[2] (1.東北大学 災害科学国際研究所、2.東北大学大学院 理学研究科、3.東京大学 海洋アライアンス)

[MIS24-P04] 小型軽量なマイクロ波放射計を用いた潮岬における可降水量の観測

*箕輪 昌裕[1]、奥村 成皓[1]、井上 修平[1]、髙島 祐弥[1]、吉田 聡[2]、大石 哲[3]、大西 利和[4]、小川 英夫[4] (1.古野電気株式会社、2.京都大学、3.神戸大学、4.大阪府立大学)

[MIS24-P05] セイルドローンによる日本南岸黒潮大蛇行流路の横断観測

★招待講演

*永野 憲[1]、安藤 健太郎[1] (1.海洋研究開発機構)

[MIS24-P06] 北海道南東岸沖における親潮の後退に関係した海底圧力変動

*長谷川 拓也[1]、永野 憲[2]、松本 浩幸[2]、有吉 慶介[2]、脇田 昌英[2] (1.東北大学、2.海洋研究開発機構)

[MIS24-P07] ヒクランギ沈み込み帯における非潮汐成分の係数補正を用いた海底圧力計の地殻変動検出

*井上 智裕[1]、村本 智也[2]、稲津 大祐[3]、伊藤 喜宏[4]、日野 亮太[5]、太田 和晃[4]、鈴木 秀市[5] (1.京都大学、2.産業技術総合研究所、3.東京海洋大学、4.京都大学防災研究所、5.東北大学)

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

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_41

[M-IS24] 海底～海面を貫通する海域観測データの統合解析

コンビーナ:有吉 慶介(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、木戸 元之(東北大学 災害科学国際研究所)、稲津 大祐(東京海洋大学)、高橋 成実(防災科学技術研究所)

[MIS24-P01] 「ちきゅう」&DONETを活用した海底～大気の同時貫通観測

*有吉 慶介[1]、飯沼 卓史[1]、西田 周平[1]、町田 祐弥[1]、宮澤 泰正[1]、美山 透[1]、内田 裕[1]、永野 憲[1]、脇田 昌英[1]、藤田 実季子[1]、桑谷 立[1]、藤原 周[1]、木元 克典[1]、中野 善之[1]、川合 義美[1]、市川 香[2]、長谷川 拓也[5]、吉田 聡[3]、藤 亜希子[4] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.九州大学、3.京都大学、4.東京大学、5.東北大学)

[MIS24-P02] 紀伊半島沖黒潮域の海底水圧の時空間変動

*小松 幸生[1,2]、吉田 聡[3]、有吉 慶介[4] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科、2.東京大学大気海洋研究所、3.京都大学防災研究所、4.海洋研究開発機構)

[MIS24-P03] 内部重力波の影響を考慮したGPS-A観測について

*木戸 元之[1]、松井 凌[2]、丹羽 淑博[3]、本荘 千枝[2] (1.東北大学 災害科学国際研究所、2.東北大学大学院 理学研究科、3.東京大学 海洋アライアンス)

[MIS24-P04] 小型軽量なマイクロ波放射計を用いた潮岬における可降水量の観測

*箕輪 昌裕[1]、奥村 成皓[1]、井上 修平[1]、髙島 祐弥[1]、吉田 聡[2]、大石 哲[3]、大西 利和[4]、小川 英夫[4] (1.古野電気株式会社、2.京都大学、3.神戸大学、4.大阪府立大学)

[MIS24-P05] セイルドローンによる日本南岸黒潮大蛇行流路の横断観測

★招待講演

*永野 憲[1]、安藤 健太郎[1] (1.海洋研究開発機構)

[MIS24-P06] 北海道南東岸沖における親潮の後退に関係した海底圧力変動

*長谷川 拓也[1]、永野 憲[2]、松本 浩幸[2]、有吉 慶介[2]、脇田 昌英[2] (1.東北大学、2.海洋研究開発機構)

[MIS24-P07] ヒクランギ沈み込み帯における非潮汐成分の係数補正を用いた海底圧力計の地殻変動検出

*井上 智裕[1]、村本 智也[2]、稲津 大祐[3]、伊藤 喜宏[4]、日野 亮太[5]、太田 和晃[4]、鈴木 秀市[5] (1.京都大学、2.産業技術総合研究所、3.東京海洋大学、4.京都大学防災研究所、5.東北大学)

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

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_26

[M-IS25] 近年の気象災害：要因とその大気水圏・人間圏への影響

コンビーナ:西井 和晃(三重大学大学院生物資源学研究科)

[MIS25-P01] 2018年の台風活動に対する環境場の影響について

★招待講演

*飯塚 聡[1] (1.防災科学技術研究所)

[MIS25-P02] Impact of the Japan/East Sea on the heavy rain event of July 2018 in Japan

*ATSUYOSHI MANDA[1]、Satoshi Iizuka[3]、Tkafumi Miyasaka[2,4,5]、Hisashi Nakamura[2] (1.Mie University、2.The University of Tokyo、3.National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience、4.Japan Meteorological Agency, Meteorological Research Institute、5.Japan Meteorological Business Support Center)

[MIS25-P03] 2018年7月豪雨時の週間アンサンブル予報データによる簡易感度解析

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

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

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_42

[M-IS25] 近年の気象災害：要因とその大気水圏・人間圏への影響

コンビーナ:西井 和晃(三重大学大学院生物資源学研究科)

[MIS25-P01] 2018年の台風活動に対する環境場の影響について

★招待講演

*飯塚 聡[1] (1.防災科学技術研究所)

[MIS25-P02] **Impact of the Japan/East Sea on the heavy rain event of July 2018 in Japan**

*ATSUYOSHI MANDA[1]、Satoshi Iizuka[3]、Tkafumi Miyasaka[2,4,5]、Hisashi Nakamura[2] (1.Mie University、2.The University of Tokyo、3.National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience、4.Japan Meteorological Agency, Meteorological Research Institute、5.Japan Meteorological Business Support Center)

[MIS25-P03] 2018年7月豪雨時の週間アンサンブル予報データによる簡易感度解析

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

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-GI 地球科学一般・情報地球科学

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_27

[M-GI32] 地球科学とアート・デザイン

コンビーナ:久保 貴志(まいぶんKAN)、白石 智子(地球惑星工芸専攻)

[MGI32-P01] **地形学における写真撮影**

*早川 裕弋[1] (1.北海道大学地球環境科学研究院)

[MGI32-P02] 美術館と美術作家、博物館がともに作る地球科学の表現

*久保 貴志[1]、尺戸 智佳子[2] (1.まいぶんKAN、2.黒部市美術館)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-GI 地球科学一般・情報地球科学

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_44

[M-GI32] 地球科学とアート・デザイン

コンビーナ:久保 貴志(まいぶんKAN)、白石 智子(地球惑星工芸専攻)

[MGI32-P01] **地形学における写真撮影**

*早川 裕弋[1] (1.北海道大学地球環境科学研究院)

[MGI32-P02] 美術館と美術作家、博物館がともに作る地球科学の表現

*久保 貴志[1]、尺戸 智佳子[2] (1.まいぶんKAN、2.黒部市美術館)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-GI 地球科学一般・情報地球科学

10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_10

[M-GI37] 情報地球惑星科学と大量データ処理

コンビーナ:村田 健史(情報通信研究機構)、本田 理恵(高知大学自然科学系理工学部門)、野々垣 進(国立研究開発法人産業技術総合研究所　地質情報研究部門　情報地質研究グループ)、堀之内 武(北海道大学地球環境科学研究院)

[MGI37-P01] 気象庁防災情報XMLを機械可読化するための予報区ポリゴンデータの公開

*豊田 英司[1] (1.気象庁総務部企画課)

[MGI37-P02] 金星探査機あかつきのデータ検索閲覧システムの開発

*杉山 耕一朗[1]、村社 光誠[1]、大森 一輝[1,3]、青木 拓海[1,4]、村上 真也[2] (1.松江工業高等専門学校、2.JAXA 宇宙科学研究所、3.NTTデータMHIシステムズ、4.マツダE&T)

[MGI37-P03] 地球深部探査船「ちきゅう」を取り巻く大量データと科学支援活動について

*木戸 ゆかり[1]、杉原 孝充[1]、真田 佳典[1]、村山 達矢[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[MGI37-P04] 北極海のみらい観測航海MR18-05における予報・観測データの配信と可視化サービス

*照井 健志[1]、杉村 剛[1]、Liyanarachchi Waruna Arampath De Silva[2]、末吉 惣一郎[3]、猪上 淳[1] (1.国立極地研究所、2.東京大学、3.日本海洋事業株式会社)

[MGI37-P05] マルチスペクトル光学センサ画像の観測波長帯と空間の高分解能化による鉱物マッピング精度の向上

*小池 克明[1]、Hoang Nguyen[1]、野田 周帆[2]、淺野 友紀瑛[2]、川上 裕[2]、増田 一夫[2] (1.京都大学大学院工学研究科 都市社会工学専攻地殻環境工学分野、2.(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構)

[MGI37-P06] Analysis of vessel status information of past research cruises and prediction of downtime for future cruise

*山岸 保子[1]、谷津 健[2]、柏瀬 憲彦[2]、牧 哲司[2]、山室 悠太[2,3]、阪口 秀[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構 数理科学・先端技術研究分野、2.国立研究開発法人海洋研究開発機構 海洋工学センター、3.日本海洋事業株式会社)

[MGI37-P07] 気象衛星「ひまわり」を活用した海況状況監視システムの実証実験

*嘉賀 雄一[1]、渡部 重十[1] (1.北海道情報大学)

[MGI37-P08] 小天体への着陸地点選択のための平坦領域探索手法

藤井 祐貴[1]、*本田 理恵[1]、諸田 智克[4]、横田 康弘[2]、巽 瑛理[3]、坂谷 尚哉[2]、山田 学[9]、亀田 真吾[5]、神山 徹[10]、鈴木 秀彦[6]、本田 親寿[7]、早川 雅彦[2]、吉岡 和夫[3]、長 勇一郎[3]、山本 幸生[2]、平田 成[7]、平田 直之[8]、澤田 弘崇[2]、杉田 精司[3] (1.高知大学、2.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所 、3.東京大学、4.名古屋大学、5.立教大学、6.明治大学、7.会津大学、8.神戸大学、9.千葉工業大学、10.産業技術総合研究所)

[MGI37-P09] 宇宙データを活用するためのハッカソンイベント「SpaceHack 2019」の活動報告

*湯村 翼[1]、菊地 聡[1]、長妻 努[1]、村田 健史[1] (1.国立研究開発法人情報通信研究機構)

[MGI37-P10] Experimental Evaluation of High-Speed File Transfer over JHPCN

*Praphan Pavarangkoon[1]、Ken T. Murata[1]、Kazunori Yamamoto[1]、Takamichi Mizuhara[2]、Yuya Kagebayashi[2]、Ayahiro Takaki[2]、Kazuya Muranaga[3]、Keiichiro Fukazawa[4] (1.National Institute of Information and Communications Technology, Tokyo, Japan、2.CLEALINK TECHNOLOGY Co., Ltd., Kyoto, Japan、3.Systems Engineering Consultants Co., Ltd., Tokyo, Japan、4.Academic Center for Computing and Media Studies, Kyoto University, Kyoto, Japan)

[MGI37-P11] Raspberry Piによる映像IoTの独自プログラミング開発手法（２）

*水原 隆道[1]、村田 健史[2]、Pavarangkoon Praphan[2]、Phon-Amnuaisuk Somnuk[3]、山本 和憲[2]、村永 和哉[4]、青木 俊樹[1] (1.株式会社クレアリンクテクノロジー、2.国立研究開発法人情報通信研究機構、3.ブルネイ工科大学、4.株式会社セック)

[MGI37-P12] 映像IoTによる火山・雲・海洋などの地球環境リアルタイムモニタリング

*山本 和憲[1]、村田 健史[1]、水原 隆道[2]、Pavarangkoon Praphan[1]、村永 和哉[3]、青木 俊樹[2] (1.情報通信研究機構、2.株式会社クレアリンクテクノロジー、3.株式会社セック)

[MGI37-P13] ひまわりリアルタイムWebの国際展開(フィリピンミラーサイト)

村永 和哉[1]、Pavarangkoon Praphan[2]、山本 和憲[2]、*村田 健史[2]、樋口 篤志[3] (1.株式会社セック、2.情報通信研究機構、3.千葉大学)

[MGI37-P14] Visualization of Himawari-8 observation data using high resolution animation: The case studies of CEReS, Chiba University, Japan

*豊嶋 紘一[1]、樋口 篤志[1] (1.千葉大学　環境リモートセンシング研究センター)

[MGI37-P15] 大量の学習データに利用に向けたノード間MPI並列TensorFlowの性能評価

*深沢 圭一郎[1] (1.京都大学学術情報メディアセンター)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-GI 地球科学一般・情報地球科学

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_45

[M-GI37] 情報地球惑星科学と大量データ処理

コンビーナ:村田 健史(情報通信研究機構)、本田 理恵(高知大学自然科学系理工学部門)、野々垣 進(国立研究開発法人産業技術総合研究所　地質情報研究部門　情報地質研究グループ)、堀之内 武(北海道大学地球環境科学研究院)

[MGI37-P01] 気象庁防災情報XMLを機械可読化するための予報区ポリゴンデータの公開

*豊田 英司[1] (1.気象庁総務部企画課)

[MGI37-P02] 金星探査機あかつきのデータ検索閲覧システムの開発

*杉山 耕一朗[1]、村社 光誠[1]、大森 一輝[1,3]、青木 拓海[1,4]、村上 真也[2] (1.松江工業高等専門学校、2.JAXA 宇宙科学研究所、3.NTTデータMHIシステムズ、4.マツダE&T)

[MGI37-P03] 地球深部探査船「ちきゅう」を取り巻く大量データと科学支援活動について

*木戸 ゆかり[1]、杉原 孝充[1]、真田 佳典[1]、村山 達矢[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[MGI37-P04] 北極海のみらい観測航海MR18-05における予報・観測データの配信と可視化サービス

*照井 健志[1]、杉村 剛[1]、Liyanarachchi Waruna Arampath De Silva[2]、末吉 惣一郎[3]、猪上 淳[1] (1.国立極地研究所、2.東京大学、3.日本海洋事業株式会社)

[MGI37-P05] マルチスペクトル光学センサ画像の観測波長帯と空間の高分解能化による鉱物マッピング精度の向上

*小池 克明[1]、Hoang Nguyen[1]、野田 周帆[2]、淺野 友紀瑛[2]、川上 裕[2]、増田 一夫[2] (1.京都大学大学院工学研究科 都市社会工学専攻地殻環境工学分野、2.(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構)

[MGI37-P06] Analysis of vessel status information of past research cruises and prediction of downtime for future cruise

*山岸 保子[1]、谷津 健[2]、柏瀬 憲彦[2]、牧 哲司[2]、山室 悠太[2,3]、阪口 秀[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構 数理科学・先端技術研究分野、2.国立研究開発法人海洋研究開発機構 海洋工学センター、3.日本海洋事業株式会社)

[MGI37-P07] 気象衛星「ひまわり」を活用した海況状況監視システムの実証実験

*嘉賀 雄一[1]、渡部 重十[1] (1.北海道情報大学)

[MGI37-P08] 小天体への着陸地点選択のための平坦領域探索手法

藤井 祐貴[1]、*本田 理恵[1]、諸田 智克[4]、横田 康弘[2]、巽 瑛理[3]、坂谷 尚哉[2]、山田 学[9]、亀田 真吾[5]、神山 徹[10]、鈴木 秀彦[6]、本田 親寿[7]、早川 雅彦[2]、吉岡 和夫[3]、長 勇一郎[3]、山本 幸生[2]、平田 成[7]、平田 直之[8]、澤田 弘崇[2]、杉田 精司[3] (1.高知大学、2.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所 、3.東京大学、4.名古屋大学、5.立教大学、6.明治大学、7.会津大学、8.神戸大学、9.千葉工業大学、10.産業技術総合研究所)

[MGI37-P09] 宇宙データを活用するためのハッカソンイベント「SpaceHack 2019」の活動報告

*湯村 翼[1]、菊地 聡[1]、長妻 努[1]、村田 健史[1] (1.国立研究開発法人情報通信研究機構)

[MGI37-P10] Experimental Evaluation of High-Speed File Transfer over JHPCN

*Praphan Pavarangkoon[1]、Ken T. Murata[1]、Kazunori Yamamoto[1]、Takamichi Mizuhara[2]、Yuya Kagebayashi[2]、Ayahiro Takaki[2]、Kazuya Muranaga[3]、Keiichiro Fukazawa[4] (1.National Institute of Information and Communications Technology, Tokyo, Japan、2.CLEALINK TECHNOLOGY Co., Ltd., Kyoto, Japan、3.Systems Engineering Consultants Co., Ltd., Tokyo, Japan、4.Academic Center for Computing and Media Studies, Kyoto University, Kyoto, Japan)

[MGI37-P11] Raspberry Piによる映像IoTの独自プログラミング開発手法（２）

*水原 隆道[1]、村田 健史[2]、Pavarangkoon Praphan[2]、Phon-Amnuaisuk Somnuk[3]、山本 和憲[2]、村永 和哉[4]、青木 俊樹[1] (1.株式会社クレアリンクテクノロジー、2.国立研究開発法人情報通信研究機構、3.ブルネイ工科大学、4.株式会社セック)

[MGI37-P12] 映像IoTによる火山・雲・海洋などの地球環境リアルタイムモニタリング

*山本 和憲[1]、村田 健史[1]、水原 隆道[2]、Pavarangkoon Praphan[1]、村永 和哉[3]、青木 俊樹[2] (1.情報通信研究機構、2.株式会社クレアリンクテクノロジー、3.株式会社セック)

[MGI37-P13] ひまわりリアルタイムWebの国際展開(フィリピンミラーサイト)

村永 和哉[1]、Pavarangkoon Praphan[2]、山本 和憲[2]、*村田 健史[2]、樋口 篤志[3] (1.株式会社セック、2.情報通信研究機構、3.千葉大学)

[MGI37-P14] Visualization of Himawari-8 observation data using high resolution animation: The case studies of CEReS, Chiba University, Japan

*豊嶋 紘一[1]、樋口 篤志[1] (1.千葉大学　環境リモートセンシング研究センター)

[MGI37-P15] 大量の学習データに利用に向けたノード間MPI並列TensorFlowの性能評価

*深沢 圭一郎[1] (1.京都大学学術情報メディアセンター)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-TT 計測技術・研究手法

10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_11

[M-TT48] 地球化学の最前線

コンビーナ:角野 浩史(東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻相関基礎科学系)、横山 哲也(東京工業大学理学院地球惑星科学系)、小畑 元(東京大学大気海洋研究所海洋化学部門海洋無機化学分野)

[MTT48-P01] マルチターン飛行時間型質量分析計を用いた希ガス同位体比分析の試み

*角野 浩史[1]、秋山 良秀[1] (1.東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻)

[MTT48-P02] Determination of picomolar of zirconium, hafnium, niobium and tantalum in seawater using chelating resin and subsequent ICP-MS determination

*小畑 元[1]、Lutfi Firdaus[2]、真塩 麻彩実[3]、金 泰辰[4]、Jason McAlister[5]、蒲生 俊敬[1] (1.東京大学大気海洋研究所海洋化学部門海洋無機化学分野、2.ブンクル大学、3.金沢大学理工学部、4.ソウル国立大学、5.ブリティッシュコロンビア大学)

[MTT48-P03] トリチウムーヘリウム地下水年代測定法の開発

*野俣 直樹[1]、角野 浩史[1] (1. 東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻相関基礎科学系)

[MTT48-P04] 地球表層物質の宇宙線生成核種(10Be, 26Al)の分析方法の改良と地球科学研究

*横山 祐典[1,2,3]、山根 雅子[7]、中村 淳路[4]、宮入 陽介[1]、堀内 一穂[5]、阿瀬 貴博[1]、松崎 浩之[6]、白濱 吉起[4]、安藤 有加[1] (1.東京大学　大気海洋研究所 高解像度環境解析研究センター、2.東京大学　大学院理学系研究科　地球惑星科学専攻、3.海洋研究開発機構　生物地球化学研究分野、4.産業技術総合研究所　地質調査総合センター、5.弘前大学　理工学部、6.東京大学　総合研究博物館、7.名古屋大学　宇宙地球環境研究所 年代測定研究部)

[MTT48-P05] ダブルスパイク-TIMS法を用いた海水の高精度Ba安定同位体分析法開発

*若木 重行[1]、手塚 勇輝[2]、宮崎 隆[3]、堀川 恵司[2] (1.海洋研究開発機構 高知コア研究所、2.富山大学、3.海洋研究開発機構 地球内部物質循環研究分野)

[MTT48-P06] 泥炭ウイグルマッチングを用いた高精度^{14}C年代決定

*宮入 陽介[1]、近藤 玲介[2]、横田 彰宏[3]、重野 聖之[3]、冨士田 裕子[4]、横山 祐典[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.皇學館大学 教育開発センター、3.明治コンサルタント株式会社、4.北海道大学　北方生物圏フィールド科学センター　植物園)

[MTT48-P07] Preliminary analysis of nucleosynthetic Sr isotope anomalies in amoeboid olivine aggregates from the Allende meteorite

*増田 雄樹[1]、横山 哲也[1]、明星 邦弘[1]、岡林 識起[1] (1.東京工業大学)

[MTT48-P08] 小型の永久磁石を用いた有機物の反磁性磁化率測定および磁気分離と物質同定

*久好 圭治[1]、福山 紘基[2]、植田 千秋[2]、寺田 健太郎[2] (1.大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻, 大阪府立大手前高等学校、2.大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻)

[MTT48-P09] Geochemistory and chronology of five howardites, Y-7308, Y-003125, Y-000428, NWA 1929, and NWA 6920

*岡田 基[1]、羽場 麻希子[1]、長尾 敬介[2]、横山 哲也[1] (1.東京工業大学理学院地球惑星科学系、2.韓国極地研究所)

[MTT48-P10] Non-destructive elemental analysis of a carbonaceous chondrite with direct current Muon beam at MuSIC

*室田 雄太[1]、寺田 健太郎[1] (1.大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻)

[MTT48-P11] Nucleosynthetic Sr and Nd isotopic anomalies of bulk differentiated meteorites

*深井 稜汰[1]、杉本 圭[1]、横山 哲也[1] (1.東京工業大学　地球惑星科学系)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-TT 計測技術・研究手法

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_48

[M-TT48] 地球化学の最前線

コンビーナ:角野 浩史(東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻相関基礎科学系)、横山 哲也(東京工業大学理学院地球惑星科学系)、小畑 元(東京大学大気海洋研究所海洋化学部門海洋無機化学分野)

[MTT48-P01] マルチターン飛行時間型質量分析計を用いた希ガス同位体比分析の試み

*角野 浩史[1]、秋山 良秀[1] (1.東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻)

[MTT48-P02] Determination of picomolar of zirconium, hafnium, niobium and tantalum in seawater using chelating resin and subsequent ICP-MS determination

*小畑 元[1]、Lutfi Firdaus[2]、真塩 麻彩実[3]、金 泰辰[4]、Jason McAlister[5]、蒲生 俊敬[1] (1.東京大学大気海洋研究所海洋化学部門海洋無機化学分野、2.ブンクル大学、3.金沢大学理工学部、4.ソウル国立大学、5.ブリティッシュコロンビア大学)

[MTT48-P03] トリチウムーヘリウム地下水年代測定法の開発

*野俣 直樹[1]、角野 浩史[1] (1. 東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻相関基礎科学系)

[MTT48-P04] 地球表層物質の宇宙線生成核種(10Be, 26Al)の分析方法の改良と地球科学研究

*横山 祐典[1,2,3]、山根 雅子[7]、中村 淳路[4]、宮入 陽介[1]、堀内 一穂[5]、阿瀬 貴博[1]、松崎 浩之[6]、白濱 吉起[4]、安藤 有加[1] (1.東京大学　大気海洋研究所 高解像度環境解析研究センター、2.東京大学　大学院理学系研究科　地球惑星科学専攻、3.海洋研究開発機構　生物地球化学研究分野、4.産業技術総合研究所　地質調査総合センター、5.弘前大学　理工学部、6.東京大学　総合研究博物館、7.名古屋大学　宇宙地球環境研究所 年代測定研究部)

[MTT48-P05] ダブルスパイク-TIMS法を用いた海水の高精度Ba安定同位体分析法開発

*若木 重行[1]、手塚 勇輝[2]、宮崎 隆[3]、堀川 恵司[2] (1.海洋研究開発機構 高知コア研究所、2.富山大学、3.海洋研究開発機構 地球内部物質循環研究分野)

[MTT48-P06] 泥炭ウイグルマッチングを用いた高精度^{14}C年代決定

*宮入 陽介[1]、近藤 玲介[2]、横田 彰宏[3]、重野 聖之[3]、冨士田 裕子[4]、横山 祐典[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.皇學館大学 教育開発センター、3.明治コンサルタント株式会社、4.北海道大学　北方生物圏フィールド科学センター　植物園)

[MTT48-P07] Preliminary analysis of nucleosynthetic Sr isotope anomalies in amoeboid olivine aggregates from the Allende meteorite

*増田 雄樹[1]、横山 哲也[1]、明星 邦弘[1]、岡林 識起[1] (1.東京工業大学)

[MTT48-P08] 小型の永久磁石を用いた有機物の反磁性磁化率測定および磁気分離と物質同定

*久好 圭治[1]、福山 紘基[2]、植田 千秋[2]、寺田 健太郎[2] (1.大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻, 大阪府立大手前高等学校、2.大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻)

[MTT48-P09] Geochemistory and chronology of five howardites, Y-7308, Y-003125, Y-000428, NWA 1929, and NWA 6920

*岡田 基[1]、羽場 麻希子[1]、長尾 敬介[2]、横山 哲也[1] (1.東京工業大学理学院地球惑星科学系、2.韓国極地研究所)

[MTT48-P10] Non-destructive elemental analysis of a carbonaceous chondrite with direct current Muon beam at MuSIC

*室田 雄太[1]、寺田 健太郎[1] (1.大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻)

[MTT48-P11] Nucleosynthetic Sr and Nd isotopic anomalies of bulk differentiated meteorites

*深井 稜汰[1]、杉本 圭[1]、横山 哲也[1] (1.東京工業大学　地球惑星科学系)

[J] ポスター発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

2019年5月26日(日) 13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_1

[O-03] 高校生によるポスター発表

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

高校生が気象、地震、地球環境、地質、太陽系などの地球惑星科学分野で行った学習・研究活動をポスター形式で発表します。 地球惑星科学分野の第一線の研究者と同じ会場で発表し、研究者と議論できる機会を提供します。2006年から開催しているパブリックセッションです。

[O03-P01] 「弘前藩庁日記」からみた江戸時代の青森の飢饉の要因

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

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

*上条 藍悠[1] (1.長野県松本深志高等学校　地学会)

[O03-P03] 新舞子浜における海岸侵食の影響

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

[O03-P04] 墓石地震学による考察

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

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

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

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

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

[O03-P07] 堀を組み合わせた防潮堤の検討

*青木 寿篤[1] (1.横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校)

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

*河野 葉子[1] (1.横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校)

[O03-P09] 自作ピンホール式プラネタリウム投影機の自動化

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

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

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

[O03-P11] 雷雲発生の観測

*増田 歩音[1] (1.横浜サイエンスフロンティア高等学校)

[O03-P12] 過去からつながる横浜の空

*赤井 里佳子[1] (1.横浜サイエンスフロンティア高等学校)

[O03-P13] 家具用免震装置の開発

*野間 鉄心[1]、*林 春太朗[1] (1.栄東高等学校)

[O03-P14] 校庭の土の活用方法

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

[O03-P15] 雲と大気と夜間の明るさの関係

*岡野 颯[1] (1.東京都立多摩科学技術高等学校)

[O03-P16] 土壌を用いた海水の淡水化

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

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

*三木 悠登[1] (1.東京都立多摩科学技術高等学校)

[O03-P18] 電磁波雑音による地震予知

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

[O03-P19] 岩盤構造の違いによる震動モデルの構築

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

[O03-P20] 照度計を用いた湧水中のFe濃度計測法の開発及び検証

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

[O03-P21] 流星電波観測におけるHROとVORの比較検証

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

[O03-P22] 回折格子を用いた流星の分光観測

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

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

*山下 鮎人[1]、*古田 詩乃[1] (1.熊本県立天草高等学校)

[O03-P24] ため池における管理負担を低減した低水位管理方法の提案

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

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

*池田 隼[1]、*岩崎 慎平[1] (1.海城高等学校)

[O03-P26] 波の周期と砂の粒径の違いによるウェーブリップルのでき方

*遠田 剛志[1]、*三井 隆太郎[1] (1.海城高等学校)

[O03-P27] 柱状節理の断面の形状と溶岩の粘性との関係

*高倉 幹太[1] (1.海城中学高等学校)

[O03-P28] ネオジム磁石を用いた地磁気水平分力の測定

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

[O03-P29] 太陽高度と太陽光RGB値の関係

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

[O03-P30] 下諏訪温泉における毒沢鉱泉の泉質についての研究

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

[O03-P31] 星空を見上げて天気を予測できるのか

*髙森 碧[1] (1.長野県諏訪清陵高等学校)

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

*横堀 朝香[1]、*三田 鈴[1] (1.群馬県立太田女子高等学校)

[O03-P33] 室戸ユネスコ世界ジオパークのシロウリガイ化石を文化財に

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

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

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

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

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

[O03-P36] どろだんごと苔玉の作成による森林教育

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

[O03-P37] 校有林の土壌圏における粘土鉱物の役割

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

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

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

[O03-P39] 森林研究に伴うヒューマンインパクトの把握とその回復

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

[O03-P40] 昨今の土砂災害を考える　～土壌圏における水の動態～

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

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

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

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

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

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

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

[O03-P44] 本影月食中の月の色

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

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

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

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

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

[O03-P47] 古狩野湾の復元

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

[O03-P48] **深層海流から世界環境へ**

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

[O03-P49] 暑くて寒い鳩山の謎

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

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

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

[O03-P51] 大阪の天気に合う観天望気とは

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

[O03-P52] 火山下を通る地震波への影響

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

[O03-P53] クレーターに伴うレイの構造の解明

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

[O03-P54] 塩害土壌を改良する

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

[O03-P55] 月光発電量の予測と実測　ー「日進月歩くん」の開発ー

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

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

*石坂 悠希[1] (1.中央大学附属高等学校)

[O03-P57] 部分日食の食分と日射量、照度の関係

*山本 智士[1] (1.本郷高等学校)

[O03-P58] 月の公転はケプラーの第二法則でどこまで説明できるか

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

[O03-P59] 岐阜県関市津保川にみられる露頭の形成年代と形成環境

*山田 佑哉[1]、*大野 啓介[1] (1.岐阜県立岐山高等学校)

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

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

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

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

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

*髙木 瑛登[1] (1.静岡県立磐田南高等学校)

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

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

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

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

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

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

[O03-P66] 変わる地球環境～止まる？琵琶湖の全循環～

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

[O03-P67] 北へ移動した環流の謎を解き明かせ！

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

[O03-P68] ISSの色変化から探る大気の性質

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

[O03-P69] 重力を変数として毛細管現象を再検討する　第2報

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

[O03-P70] 兜山の地質

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

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

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

[O03-P72] 福井地震断層の探究Ⅶ

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

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

*會田 幸樹[1] (1.武蔵高等学校中学校)

[O03-P74] なぜ附属高校大グラウンドの水はけは悪いのか

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

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

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

[O03-P76] 火星の極冠におけるダストストームの観測について

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

[O03-P77] (51)ネマウサの形状～恒星食・測光観測から～

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

[O03-P78] スプライトを発生させた雷放電の特徴

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

[O03-P79] スプライトとエルブスの謎に迫る

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

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

*小池 悠佳[1] (1.広尾学園高等学校)

「弘前藩庁日記」からみた江戸時代の青森の飢饉の要因
Factors of the famine of Aomori in the Edo era viewed from the Hirosaki domain diarty

*坂元 真舟[1]、*鎌田 瑞葉[1]、*野口 愛天[1]
*Masyu Sakamoto[1], *Mizuha Kamata[1], *Aten Noguchi[1]

1. 池田学園池田高等学校
1. Ikedagakuen Ikeda Senior High School

「弘前藩庁日記」からみた江戸時代の飢饉の要因

研究の動機

古文書の日付に添えられた天気に着目をして、一昨々年から江戸時代に記された４つの古文書を使って気象の分析をしてきました。

今年は「弘前藩庁日記」を分析しました。「弘前藩庁日記」は、今の青森県にあった弘前藩が書き残した毎日の日記で、1661年から1868年までの日本で最古の公的な記録です。

研究の目的

過年度に調べた古文書のデータと合わせて、データベースを作ります。

江戸時代の飢饉を起こした原因を探ります。

研究の方法

天気は現代の気象庁の判断に近づけて、雪>雨>曇>晴れと分類しました。ただし、24時間のうち、9割以上曇っていれば「曇り」、9割(21.6時間)未満であれば「晴れ」と、雲量を時間に換算して判断しました。

天気以外の気象情報「雷」、「風」、「冷・涼」などの言葉も数えました。取得したデータは164年間で、58,781日でした。

データ①

1701年から1864年までの晴れと雨の出現率をみると、宝暦の飢饉の期間の晴れの出現率が急激に下がります。東北地方に冷害が発生した飢饉だと言われます。

天保の飢饉の原因は大雨、洪水と、それに伴う冷夏だったと言われます。グラフのように雨の出現率が高く、日照時間が低下し飢饉につながったと考えられます。

雪の出現率は1768年が最低で9.3%、最高は1706年の29.9%です。1706年には浅間山が噴火しています。

他の古文書との比較はデータ①-2のとおりでした。

データ②

1701年から1864年までの年間の雷の記録を調べました。

1787年は天明の飢饉の年でデータ④からみても「やませ」の影響が見られることから、日本海低気圧とオホーツク海高気圧の影響が強かった年だと考えられます。

データ③

雷の季節ごとの割合を見ると、晴れの出現率が高い30年間の夏に「熱雷」が発生しています。

天保の飢饉の30年は冬の雷の比率が高いので、シベリア寒気が優勢で冷たい空気が流れ込み雷が発生したと考えられます。

データ④

天明の飢饉のあった1776年から1789年の間に東よりの風、つまり、「やませ」と考えられる風の日数が多いです。「やませ」とは主に東北地方の太平洋側で春から6月～8月の夏に吹く冷たく湿った東よりの風のことです。

データ⑤

弘前藩庁日記の６月から８月の夏の間の「冷たい」「涼しい」という記録を調べました。「冷」または「涼」と記されているのは1701年から1864年までの夏に459日ありました。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

1782年から1785年の間と1833年から1839年まで続いた天保の飢饉の期間に「冷たい」「涼しい」と書かれた日数が多いです。「寒い」という言葉は記録にありませんでした。

天保の飢饉の原因は大雨、洪水と、それに伴う冷夏だったと言われ、グラフのように夏季の「冷たい」という記録が多く、冷夏を裏づけます。

考察

(1)享保の飢饉は西日本におけるウンカの発生と長雨であったと言われますが、青森ではこの影響が見られず、晴れの出現率は高いです。

しかし、データ①から、宝暦の飢饉の期間だけは晴れの出現率が低下し、飢饉が発生したと考えられます。

(2)データ②・④より、天明の飢饉の背景にはオホーツク海気団の影響で「やませ」が吹き、雷の発生数からみて寒冷前線が頻繁に通過した年でした。

(3)データ①・③より、天保の飢饉の期間を含む30年が、雨の出現率が一番高く気温の低い時期だったと考えられます。特に冬はシベリア気団の影響を受けました。

まとめ

(1)享保の飢饉は西日本を中心とする飢饉だと言われ、３０年間の晴れの出現率が高いことから、青森の気象の変動は少なかったと考えられます。

(2)晴れの出現率が高い中で、宝暦の飢饉の５年間は日照時間の低下に加え、雷が多発していることから、上空に寒気が流入して、不安定な大気の日が多くなり飢饉につながりました。

(3)天明の飢饉を含む期間はオホーツク海高気圧が発達して　「やませ」が発生し、夏季の気温が上がらなかったことが飢饉の原因だったと考えられます。

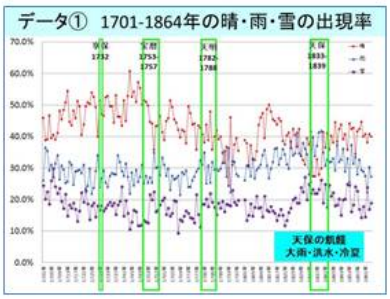
(4)天保の飢饉を含む期間３０年の雨の出現率が晴れの出現率を超えている。日照時間の低下で、気温も下がったことが飢饉を招きました。

今後の課題

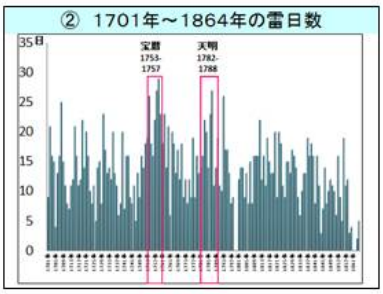
江戸時代の古文書、「盛岡藩家老席日記雑書」(岩手県)をデータ化して、東北地方の気象変動を調べ、今回の分析を裏づけます。

キーワード：弘前藩庁日記、飢饉、やませ
Keywords: The Hirosaki domain diarty, famine, yamase

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



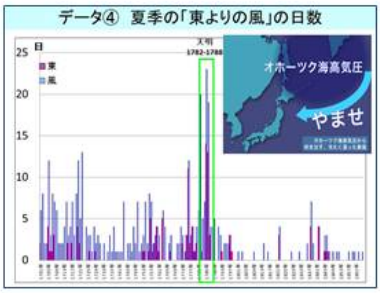


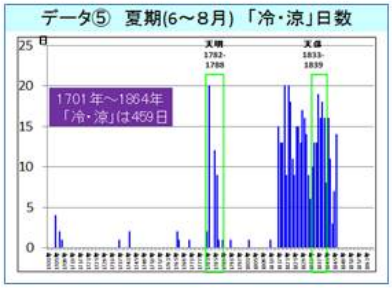


データ③　雷の季節ごとの割合と回数

	春	夏	秋	冬	合計	
1701～1726	17.5%	38.7%	34.1%	9.7%	349	
1727～1756	14.5%	42.4%	34.2%	8.9%	415	晴れ 熱雷
1757～1786	11.7%	41.4%	37.6%	9.3%	497	
1787～1816	21.6%	41.4%	40.2%	6.9%	403	オホーツク海気団
1817～1846	14.6%	36.5%	41.1%	15.4%	397	シベリア寒気
1847～1867	18.9%	37.1%	35.0%	9.1%	143	

宝暦 飢饉　天明 飢饉　天保 飢饉





©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Visual monitoring and surface wind analyzing clarified the importance of sea and valley wind in causing sudden shower in mountain basin

*上条 藍悠[1]
*Aihisa Kamijo[1]

1. 長野県松本深志高等学校　地学会
1. Geoscience Club, Matsumoto Fukashi Senior High School

松本盆地は中部山岳地帯内の盆地で，その西側には北アルプスがある．私は中学生の時，東西方向に延びる積乱雲の列が盆地南部で発生し，夕立をもたらしながら北上していく現象を体験した．その後も，この盆地では夏季，このような現象が時折起こった．また，晴れた日には山脈の尾根線上に対流雲がよく発達している様子も確認できた．高校生になってこの様子をタイムラプスカメラを撮影してみたところ，これらのことには松本盆地周辺の山地により起こされていると思われる熱的循環が関わっているのではないかと思われたため，松本盆地での夕立と地上風の関係を，タイムラプスカメラによる55日間の雲の観測，8年分のAMeDAS風データにクラスタリングを行うことで得た北アルプス周辺風パターンを用いた北アルプス周辺の地表風の解析，実際に山小屋に滞在することによる尾根線上での大気の安定度の日変化の調査，及び個々の事例についてのAMeDASやレーダーデータの解析によって調べた．

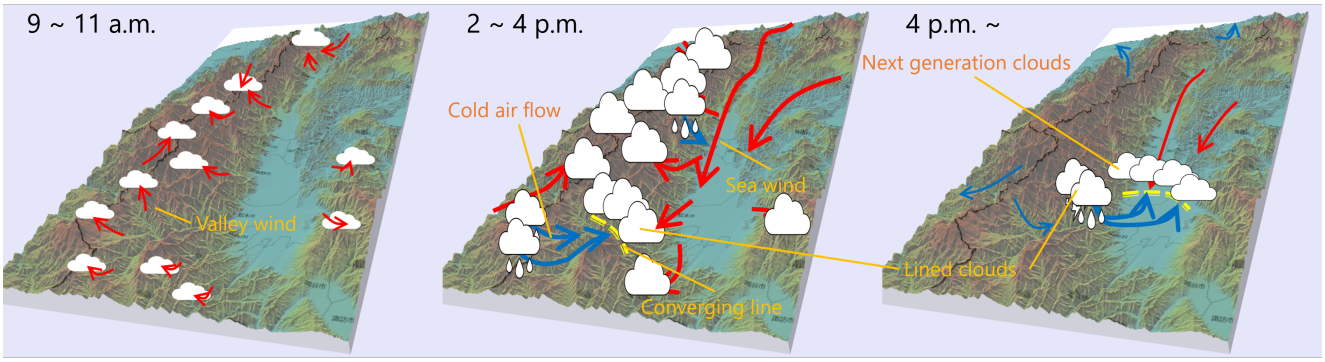
この研究で，日の出後，時間が経過するとともに北アルプス周辺では谷風及び海風が発達し，山脈では斜面滑昇流とそれに伴う積雲が発達することが分かった．また，それらの風には，水蒸気を尾根へと運び，尾根での大気の安定度を大きく下げる効果があることが分かった．さらに，尾根線上で発達した積乱雲が尾根での降水と共にもたらす冷気流が，盆地南西部につながる大きな谷を通して集まり，その時間まで吹いていた谷風と収束を起こすことで，その谷と盆地の境界付近で積乱雲の列が発生する場合がある．その雲列も同様に冷気流を吹き出すことにより，谷風の吹いてくる北東で収束を起こし新たな雲列を発生させることで降水域は盆地南西部へ移動し，盆地に出たのちは，海風が吹いてくる方向である北に，降水セルの世代交代を行いながら移動していくことも分かった．

この，積乱雲の列が移動していく現象は松本盆地特有のものではなく，周囲を山に囲まれた盆地において海風が入ってくる条件さえ整えば発生すると考えられる．実際に，ASOSやGOESによるデータでも，雨季のアメリカ合衆国アリゾナ州フェニックス周辺においてこの現象があることを確認できた．

このことから，山岳盆地の夕立の発生において，山脈とそれに伴う谷風，海風は主要な役割を果たしていることが分かった．

キーワード：夕立、山岳、海風
Keywords: sudden shower, mountains, sea wind

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



A) Development of valley wind and Formation of clouds on the mountain ridges

B) Blowing of sea wind into Matsumoto basin and Beginning of sudden shower on the ridge

C) Cold air flow by lined shower clouds and sea wind cause new lined clouds.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

新舞子浜における海岸侵食の影響
The effect of coastal erosion on Shinmaikohama Beach

*吉田 悠人[1]、*小野田 樹[1]、*齋藤 彩香[1]、*鈴木 一生[1]、*小宮 悠斗[1]、*佐々木 駿公[1]、*馬場 大輔[1]
*Yuuto Yoshida[1], *Izuki Onoda[1], *Ayaka Saitou[1], *Issei Suzuki[1], *Haruto Komiya[1], *Toshiki Sasaki[1], *Daisuke Baba[1]

1. 福島県立磐城高等学校
1. Fukushima Prefectural Iwaki High school

福島県にある新舞子浜海岸では海岸が侵食されていることが小林昭男氏の論文により、報告されている。そこで、私達は砂浜の一定の地点間の標高差を観測することによって新舞子浜海岸の現状の把握をし、解決策の発見をするためにこの研究を行った。昨年10月より、コンクリート造りの構造物を固定点として海に向かって東方向・北東方向に水準測量を行った結果、消波ブロックのある東側よりも消波ブロックのない北東方向の侵食が大きいことが分かった。また、大潮の後に観測した場合も侵食の影響が大きいことが分かった。

キーワード：海岸侵食
Keywords: Coastal erosion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

墓石地震学による考察
Consideration by Grave seismology

*梶 結翔[1]、小林 虹介[1]、石田 要[1]、鈴木 康浩[1]、上原 響一朗[1]
*Yuito Kaji[1], Kosuke Kobayashi[1], Kaname Ishida[1], Yasuhiro Suzuki[1], Kyoichiro Uehara[1]

1. 長野県屋代高等学校
1. Yashiro High School

墓石地震学とは地震の揺れによって倒壊した墓石の倒壊率・方向のデータから各種の考察を組み立てる学問である。私たちはそれを用いることで、大地震が起きた地点の地質に迫れるのではないか、と考え調査を開始した。具体的には二つの大震災、大阪北部地震と北海道胆振東部地震である。そして、私たちはフィールドワークを通して幾つかの考察に至った。現在の災害に対する扱い方の問題点、地域ごとの被災状況の差と地質の関係性、そして過去の事例・善光寺地震から見る故郷の地の特性。過去から何を学び、現在がどのようで、未来にどうしていくべきか。それらを考察したものが私たちの研究『墓石地震学による考察』である。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Analysis of metal ion concentration in the rivers of Yosemite Valley and comparison with Japanese rivers

*石田 要[1]、原田 能亜[1]、近藤 理彦[1]
*Kaname Ishida[1], Noa Harada[1], Michihiko Kondo[1]

1. 長野県屋代高等学校
1. Yashiro High School

ＳＳＨ事業として本校では２０１１年から実施している米国海外研修でカリフォルニア州にあるＹｏｓｅｍｉｔｅ国立公園を例年研修場所の一つとしており、Ｙｏｓｅｍｉｔｅ国立公園を流れるＭｅｒｃｅｄ川を中心とする河川数カ所で水を採取し、水中の金属イオン濃度の分析を行っている。今年度も水を採取して信州大学工学部環境機械工学科にご協力いただきＩＣＰ発行分光分析法によって数種類の金属イオン濃度を計測した。私たちは昨年の研究を引き継ぎ河川長と金属イオン濃度の相関を調べ、またさらにＹｏｓｅｍｉｔｅ国立公園の水と日本の河川の水に含まれている金属イオンの比較を行った。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Magnetic measurement of basalt dikes in the Sara river of Tsuyama

*間所 颯[1]、*江見 裕太[1]、*俣野 翔太[1]、*鷲田 尚行[1]
*Hayate Madokoro[1], *Yuta Emi[1], *Syota Matano[1], *Naoyuki Washida[1]

1. 岡山県立津山高等学校
1. Okayama prefectural Tsuyama High School

先行研究より，日本海が形成される約1600万年前～700万年前の津山は現在より暖かく亜熱帯のような環境の多島海であったことが示唆されているが，津山の海が消滅した要因や年代については詳細に解明されていない。そこで，私たちは津山市皿川に見られる南北走向の玄武岩岩脈の古地磁気を自作の無定位磁力計を用いて測定した。その結果，古地磁気が現在の磁北とほぼ一致したことから，南北圧縮により日本海の拡大が弱まり，脊梁山脈の隆起によって津山海が消滅したと考えた。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

堀を組み合わせた防潮堤の検討
The Study of Seawalls Combined with Moats

*青木 寿篤[1]
*Toshiatsu Aoki[1]

1. 横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校
1. Yokohama Science Frontier High School

2011年に起きた東日本大震災の津波の影響によって、約30万戸の建物が被害を受け、約1万6000人の死者を出した。今日、このような津波の被害を食い止めるために通常よりも大きい“巨大防潮堤”の建設が進んでいる。人々の命を守る上ではこの防潮堤はとても重要な役割を果たすが、とても高い防潮堤を建設することによって、景観が阻害され、観光業を財源としている自治体にとっては大きなダメージを負ってしまう。この2つの問題を解決するために、私の研究は「高さを変えずに従来の防潮堤での強化」するため、「堀」を防潮堤に組み合わせることを考えた。堀というアイデアは、宮城県の被災地を訪れた際、被災された方から「元々の波は高かったけれども、目の前に川があったおかげで波の威力が弱まった」という話を聞き、そこで私は、「川のようなものを防潮堤の後ろに取り付ければ、波の威力を軽減できるかもしれない」と考えた。

水槽（約1.2m）と発泡スチロールでモデルを作り模擬的に波を発生させ、波の高さと到達距離を測定し、堀の奥行きを対照区として実験を行った。波の高さを定量化し、再現性を高めるために、波の起こすための水量を一定化させ、実験を行った。

はじめに、どの程度の奥行が効果的であるのかを調査するために、奥行を3段階（0，5，10，15cm）にわけそれぞれ5回ずつ波の高さと到達の有無（波が水槽の端に届いた回数）を計測した。結果、どの程度の奥行が効果的であるかは不明であったが、堀がない場合よりも堀がある場合のほうが波の到達距離を軽減できることが分かった。

次に、データ数の増加を図り堀の奥行を5cmに絞って48回実験を行った。今度は、到達距離を数値化しより細かくデータを採取した。その結果を用いて散布図（横軸が波の高さ、縦軸が到達距離）を作成し、近似直線を描いた（ｙ=1.9592x-33.27 相関係数は0.73）。この数式を、実物大に拡張し、防潮堤の高さ5m、堀の奥行2mに固定して計算した。すると、堀がないとき6mの波に対して10m以上到達してしまう（最初の実験の堀無のデータを用いた）に対し、堀があると10mの波が押し寄せたとしても、5.3mの到達距離で済むという結果が得られた。

しかしながらこの実験にはいくつかの問題点があり、1つ目は津波本来の波長は数㎞から数百㎞に対し、研究装置が2mに満たないためこの結果が津波に対して有効であるかは疑問が残る。さらに、この実験には変数がとても多い（堤防の傾斜、高さ、堀の奥行、深さ、波の高さなど）ので条件を変えた時の変化は予想が難しい

今後の展望として、この実験をパソコン内で再現し、より多くの条件のもとでシミュレーションを行うことを考えている。

キーワード：地震、津波、防潮堤
Keywords: Earthquake, Tsunami, Seawall

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南海トラフ沈み込み帯遷移領域における地震モーメント解放率の時間変化と2011年東北地方太平洋沖地震の関係
Relationship between the seismic moment release rate in the Nankai subduction zone and the 2011 Tohoku earthquake

*河野 葉子[1]
*Yoko Kono[1]

1. 横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校
1. Yokohama Science Frontier High School

2011年東北地方太平洋沖地震（M9.0）は日本列島全体に大きな地殻変動を与え、各地の地震活動に大きな影響を与えている。本研究では、巨大地震の発生が想定される南海トラフのプレート境界遷移領域でのすべりに対して東北地方太平洋沖地震が及ぼす影響について調査した。

紀伊北部・中部・南部、四国東部・中部・西部の６地域において、東北地方太平洋沖地震前後におけるプレート境界遷移領域での地震モーメント解放率の変化を解析した。本研究に使用したデータは、2002年4月から2013年7月まで[Daiku et al.2018]および2013年8月から2017年2月まで[中本他，2018]の期間のうち長期的スロースリップイベント未発生時の深部低周波微動の大きさのデータである。深部低周波微動の大きさから地震モーメントへの換算には、[Daiku et al.2018]で報告されている換算率を用いる。東北地震太平洋沖地震前後の期間を対象として、ノンパラメトリックブートストラップ法を用いて、地震モーメント解放率の平均値や95%信頼区域を推定した。なお、東海地方は長期的スロースリップによる影響を受けている期間が長いため除外した。

東北地方太平洋沖地震前後におけるプレート境界遷移領域での地震モーメント解放率の平均値は、紀伊北部と四国西部では変化が無かった。四国東部・中部では地震後に平均値が大きく、紀伊南部では地震後に小さくなるものの有意な差ではなかった。紀伊中部では地震後に有意に平均値が小さくなった。さらに東北地方太平洋沖地震前の期間について調べたところ、紀伊中部・南部では平均値の有意な減少が認められた。

上記の結果より、東北地方太平洋沖地震前後における南海トラフのプレート境界遷移領域での地震モーメント解放率は紀伊中部を除いて有意な変化が無いことが分かる。紀伊中部においては東北地方太平洋沖地震前の期間でも東北地方太平洋沖地震前後と同様の変化が認められることから、東北地方太平洋沖地震前後の変化は東北地方太平洋沖地震とは関連していない可能性が高い。したがって、東北地方太平洋沖地震は地震モーメント解放率の変化を与えるような影響は及ぼさなかったと結論できる。これは、東北地方太平洋沖地震による応力変化が南海トラフにおいては地震発生に影響を及ぼすほど大きくないことを示した[Toda et al. 2013]の結果と整合的である。紀伊中部および東北地方太平洋沖地震前に紀伊南部に見られた地震モーメント解放率の有意な減少は、遷移領域での摩擦状態の変化を反映している可能性がある。

キーワード：地震、深部低周波微動
Keywords: Earthquake, Deep low-frequency tremors

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

自作ピンホール式プラネタリウム投影機の自動化
Automation of the self-made pinhole type planetarium projector

*菅野 雅彌[1]、*小森 朝陽[1]、*中村 温士[1]、牧山 雅乃[1]、*浅尾 宗洋[1]、*掛上 凌[1]、清水 晶加[1]、川本 朋佳[1]

*Masami Kanno[1], *Asahi Komori[1], *Haruhito Nakamura[1], Kano Makiyama[1], *Munehiro Asao[1], *Ryo Kakegami[1], Akika Shimizu[1], Tomoka Kawamoto[1]

1. 横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校
1. Yokohama Science Frontier High School

本校天文部の星作班では、文化祭や地域向けの天文教室でプラネタリウムの投影を行っており、多くの好評を得ている。しかし、投影機を手動で回すため、季節や時間帯を変化させて多様な投影を行うことが困難であるという問題がある。そこで、投影の多様化を目的として、市販で入手可能な材料を用いて投影機を自動で回転させることを目指した。

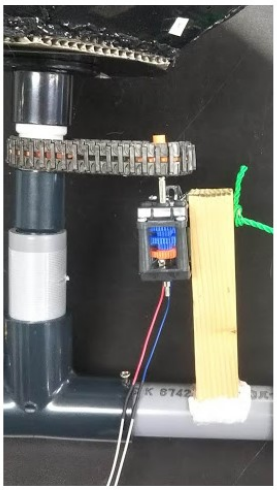
まず、投影機を自動で回転させるにあたって、どれくらいの速度で一回転させるかをきめた。指標として、天文部星作班員が不快に思わない速度で、手動で投影機を一回転させた。その結果を平均して、28.7sを目標時間とした。次に投影機を自動化するための機構を議論した。キャタピラが動く様子から着想を得て、モータを動力としたギヤボックスとベルトを用いて投影機を回転させることにした。目標時間で投影機を回転させるために、ギヤボックスのギヤ比を変え、それぞれのギヤ比における時間を計測した。ギヤ比を変えることで、回転数、回転トルクが変わるため、ギヤボックスの動力が変化し、投影機の回転速度が変わると考えたからである。その結果、今回使用したギヤボックスでは、回転数が一番小さくなるギヤ比1300.9:1で8.5sとなった。この時間は他のギヤ比で計測した時間の中で最も長かった。しかし、目標時間とした28.7sには及ばなかった。そこで、ギヤ比1300.9:1でかける電圧を3Vから1.5Vにすることで、回転時間が8.5sから倍の約17sになると考えた。結果、投影機は回転せず、目標時間に及ばなかった。

これはモータの適正電圧が３Vであったため、1.5Vではうまく動作しなかったのではないかと考えられる。

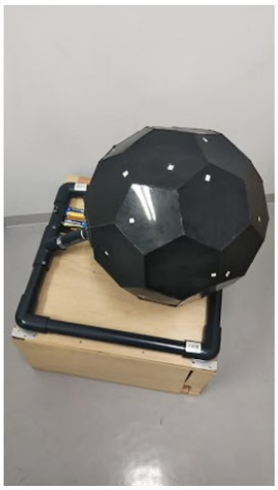
今後の展望として、ベルトの弛みの改善、モータの駆動音の対策、回転速度を減少させる方法の議論が挙げられる。

キーワード：プラネタリウム
Keywords: Planetarium

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.







©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地球照のスペクトルを用いたブルーシフトの捕捉-宇宙から眺める地球の大地

Capturing Blue-shift of Red Edge using the Spectrum of Earthshine -The Earth seen from the space-

*伊藤 乃愛[1]、*吉野 礼珠[1]
*Noa Itou[1], *Ayami Yoshino[1]

1. 横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校
1. Yokohama Science Frontier High School

本研究は、地球照のスペクトルを通してブルーシフトを観測することにより、地球の鉱化帯などの地化学的異常を地上から察知することを目的としている。

地球照とは、太陽光が地球で反射し、その光が月の暗い部分を照らす現象のことである。また、植物の反射スペクトルにおける赤色波長の反射率の急激な増加のことをレッドエッジといい、植物がストレスを感じることによりレッドエッジが青色波長側にシフトすることをブルーシフトという。ストレスとは、具体的には水ストレスや地化学ストレスのことである。本研究は、水ストレスと地化学ストレスの中でも金属ストレスに着目した。水ストレスとは、植物が干ばつ状態に置かれることで感じるストレスである。金属ストレスとは、植物が重金属塩の濃集域で育つことにより感じるストレスである。

大陸部分で反射した地球照のスペクトルには、植物の反射光が含まれる。そのため、地球照のスペクトルを用いてレッドエッジの検出が可能となる。本研究では、ブルーシフトも地球照を通して観測できると考えた。

本校屋上に設置されている口径30cmの望遠鏡に冷却CCDカメラと分光器をとりつけ、30秒露光した地球照のスペクトル(30秒を5枚) 取得した。観測は、2018年11月14日、2019年1月10、11日の3日間行った。その後、取得した画像を「すばる画像処理ソフトMakali‘i」で加算平均し、「Excel」を用いてグラフ化した。

結果は、レッドエッジと見られる反射率の増加を捉えることができたが、ブルーシフトについては不明瞭であった。

今回観測を行った3日間とも、地球照に反射する地球の地域はほとんど変わらなかったため、明らかなシフトが起こらないという結果は妥当であると考える。

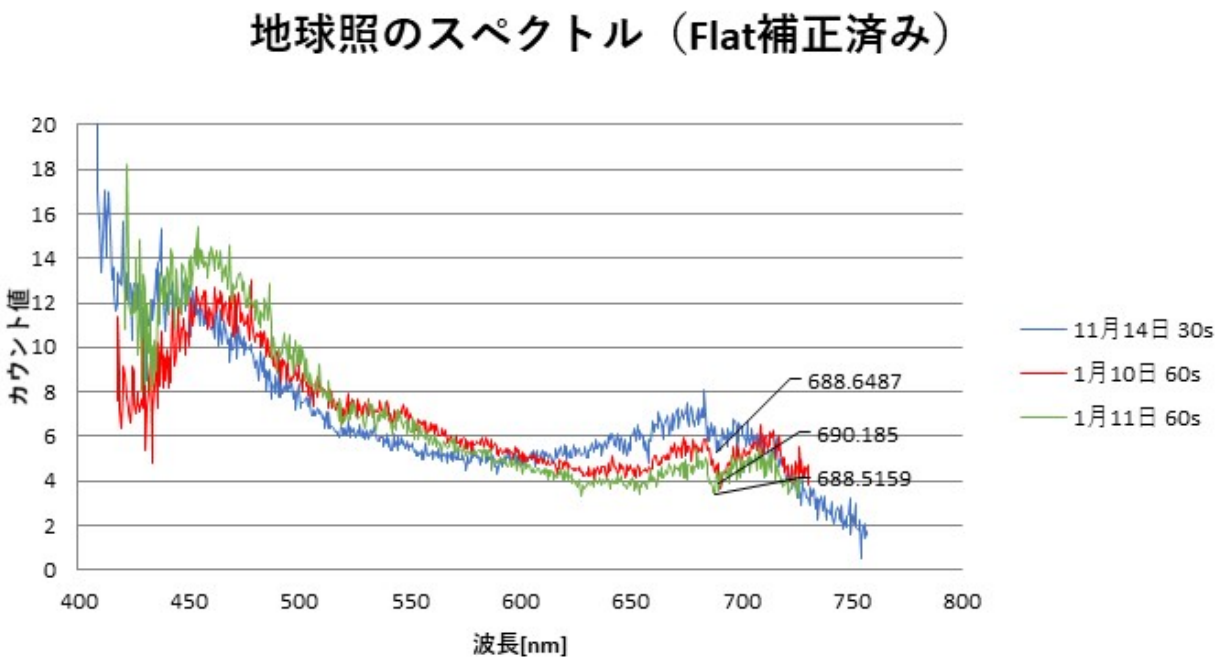
かいわれ大根を用いて、実際の植物におけるブルーシフトの観測を行った。水で育てた植物、重金属塩の溶液（硫酸銅、硫酸鉄）で育てた植物、水ストレスを与えて育てた植物を用意し、それぞれの反射スペクトルを取得した。

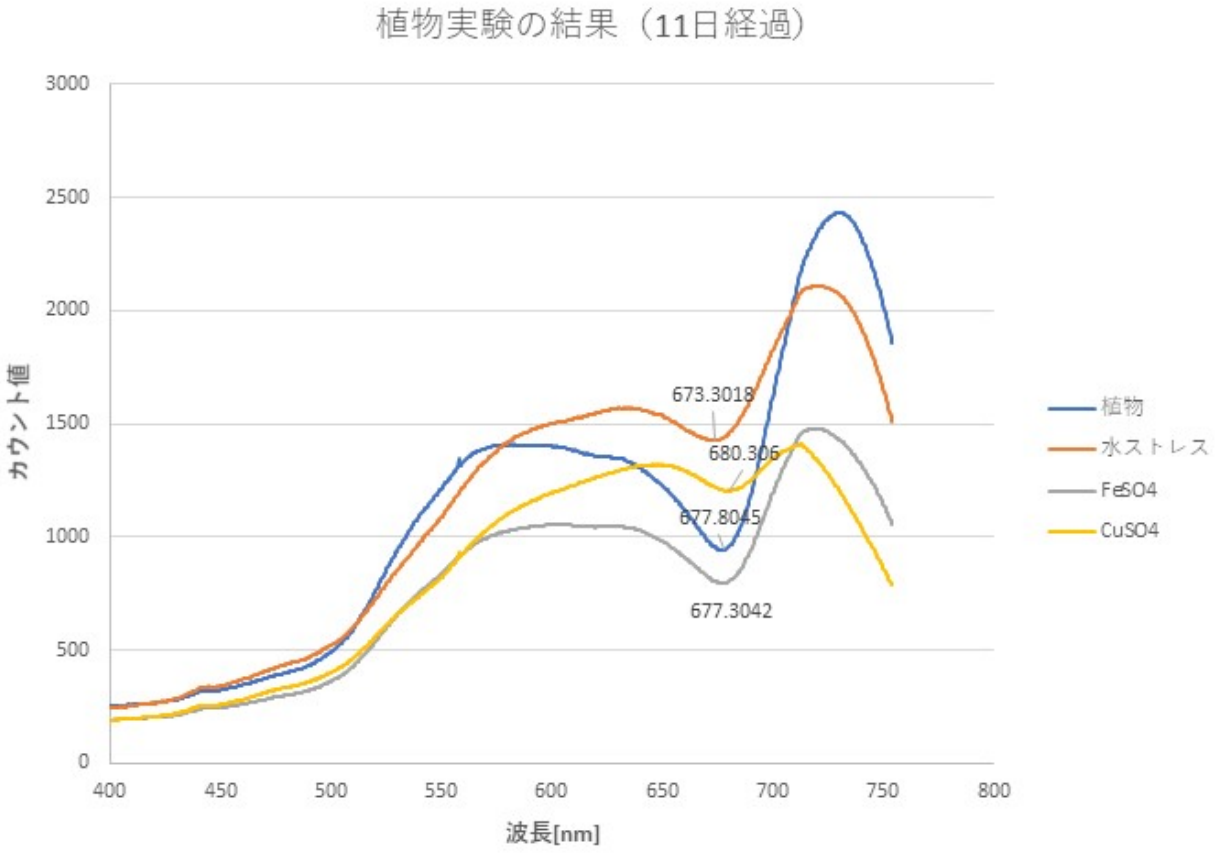
結果は、水ストレスを与えて育てた植物において、ブルーシフトが見られた。しかし、重金属塩で育てた植物においては、有意な差は見られなかった。

より正確なレッドエッジおよびブルーシフトの観測のために、海洋を反射する地球照の観測、月のスペクトルで除算を行うといった操作が必要となる。

キーワード：地球照、スペクトル、レッドエッジ、ブルーシフト
Keywords: Earthshine, Spectrum, Red Edge, Blue-shift

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.





©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

雷雲発生の観測
Observation of Thundercloud

*増田 歩音[1]
*Ayune Masuda[1]

1. 横浜サイエンスフロンティア高等学校
1. Yokohama Science Frontier High School

現在、雷雲を観測する方法は専門の機器を利用して観測されていて、その観測データはインターネットやラジオなどから情報を得ることができる。しかし、それらは利用者がいるところの詳しい情報は知りにくい。そこで、利用者の位置にあった詳しいデータを身近なものを使って得ることができたら、より多くの人が利用でき、落雷事故を未然に防ぐことができるのではないかと考えた。

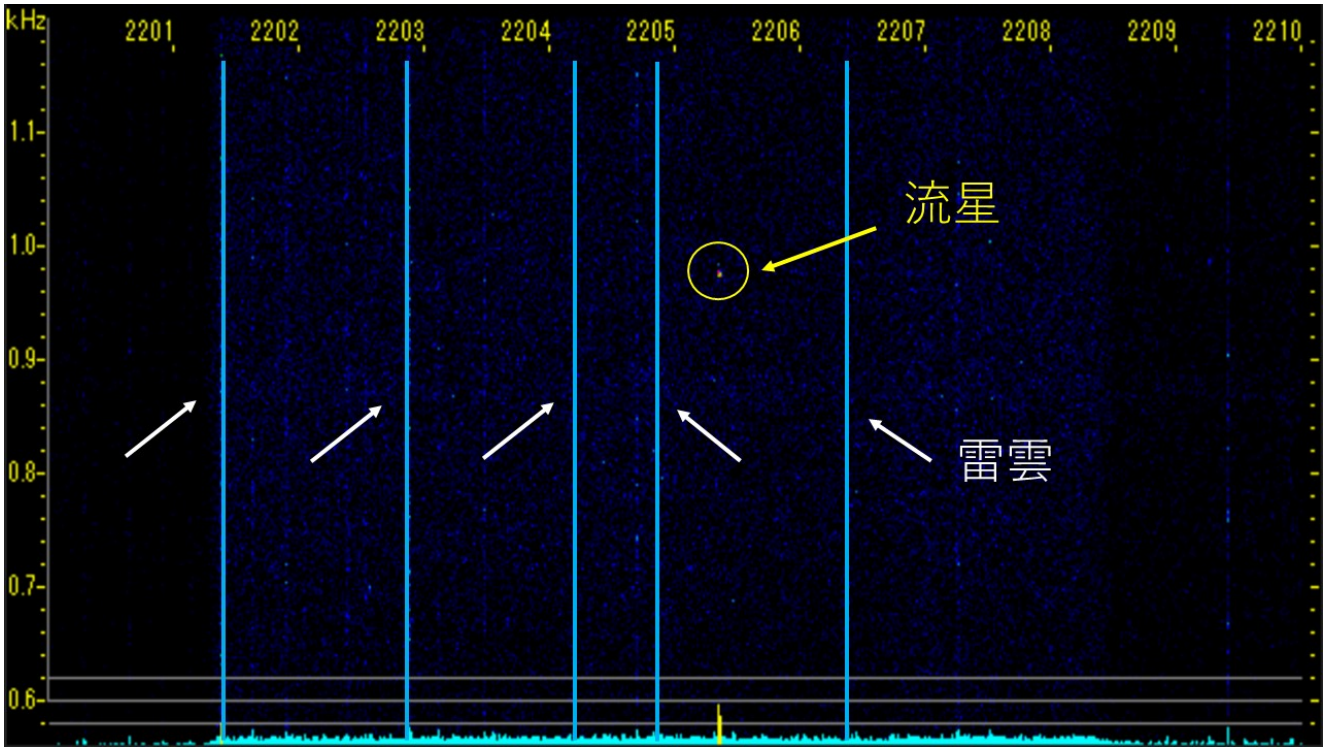
雷雲は、電波を跳ね返すという特性がある。その跳ね返した電波を観測することで雷雲の有無を確認することができると考え、本研究は電波を使用して観測を行った。電波は、多くの人が利用できるアマチュア無線の電波とAMラジオを使用した。電波を受信するだけだと音声しか得ることができず観測することが困難であるため、その音声データを画像化するソフト”HROFFT”を使用した。このソフト上の画像は横軸が時間、縦軸が周波数で送られてきた音声データを点や線であらわしている。例えば、流星の場合は点、飛行機の場合は曲線としてあらわれる。雷の場合は縦に長い一本の線であらわれる。このように画像上の点や線は観測した対象物によって大きく変わるため、雷雲の発生も確認することができる。

アマチュア無線の電波では、本校屋上（横浜市）では雷雲が発生しなかったため観測できなかった。新潟県妙高市での観測は成功し、画像でも確認できた。AMラジオでは、本校屋上で観測を行ったがノイズが多すぎて雷雲を確認することができなかった。

これらの結果から、観測できなかった要因の一つであるノイズは都市部のほうが多く出ることが分かった。このノイズを除去しない限り雷雲の観測は困難であると考えた。そこでノイズを除去する方法として、内的要因のノイズに関しては、受信機に流れている余分な電流を外部に逃がすことで電気信号によるノイズを除去しようと考えている。外的要因のノイズに関しては、受信感度を調整することでノイズをできる限り減らせるのではないかと考えている。そして最終的には周囲の環境に左右されずに雷雲を確認できるようにしようと考えている。

キーワード：雷雲、電波
Keywords: Thundercloud, Electric waves

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

過去からつながる横浜の空
A Historical Review of the Sky in Yokohama 1965 to 2014

*赤井 里佳子[1]
*Rikako akai[1]

1. 横浜サイエンスフロンティア高等学校
1. Yokohama Science Frontier High School

現在、世界各地でたくさんの環境問題対策が講じられているが、それが本当にその土地に合った対策なのかはわからない。例えば、森林減少を食い止めるために木を切るのをやめるという対策を取ったとしても、実際は木を切らないことが木々の腐敗を進めてしまっていることもある。このような対策の逆効果を受けないためには、環境という大きな対象に対しても、小さく区切って考えることが、より効率の良い環境問題対策を各地でするために必要なことなのではないかと思い、この研究を始めた。

研究の対象は、横浜サイエンスフロンティア高校のある横浜である。よって、横浜地方気象台のデータを用いて研究した。

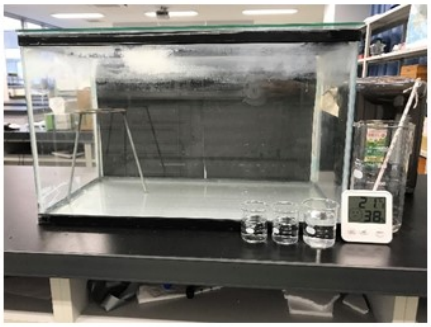
まず、横浜の1965年から2014年までの50年間の気候変動を調べた。横浜地方気象台の気象データや、緑被率のデータ、また気候変動や気象に関する文献を組み合わせて、調査を行った結果、分かったのは以下の4つのことである。1つ目は気温上昇とそれに伴う相対湿度の減少、2つ目は雲量・降水量・雷日数の増加である。これによって積乱雲が増えたと考えられる。3つ目は緑被率の減少（横浜地方気象台のある横浜市中区の緑被率のデータを用いた）、4つ目は霧日数の減少だ。もともと年間20日程あった霧日数が近年約2日となっている。この原因は気温上昇によって地面の温度が上昇したことだと考える。これら4つを総合して考えると、横浜ではヒートアイランド現象が起こっていると考えられる。ヒートアイランド現象は、緑が少なく、地面がコンクリートで覆われた大都市で、周囲よりも気温が高くなる現象のことである。

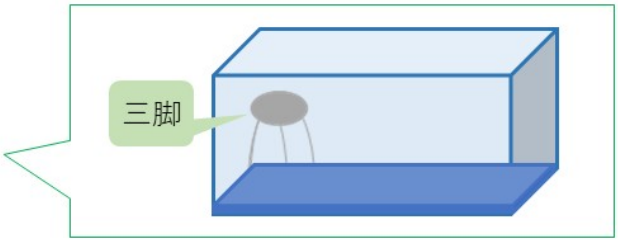
次に、ヒートアイランド現象対策のために、空気を冷やすクールスポットを置くことを考えた。そして、どのように設置すればより効率よく温度を下げられるかを考えるため、実験を行った。その方法は水槽に1.5ℓのお湯を入れ3分間の温度上昇を測るというもので、対照区は3つ設けた。1つ目は水槽にお湯のみを入れた。2つ目は水槽に水道水を入れた50㎖のビーカーを1つずつ両端に置いてからお湯を入れた。3つ目が50㎖のビーカーを2つ並べて中央に置いた。このビーカーは、クールスポットを表現している。この実験の結果、最も温度上昇が小さかったのは2つ目の実験区で、3分間の温度上昇は平均4.9℃だった。次に小さかったのは1つ目の実験区で5.4℃、そして最も温度上昇が大きかったのは3つ目の実験区で5.6℃だった。しかし、ここで疑問に思ったことは、ビーカー内の温度上昇が2つ目の実験区の方が3つ目よりも小さかったことだ。この点については今後考察を深めていきたい。
今後は、今回の実験の疑問点の解消のほかに、クールスポットの明確なイメージを作るための実験を進めたり、実際の地図を使ってどこにクールスポットを置けばいいかを考えたりしていきたい。

キーワード：気候変動、ヒートアイランド現象、対照実験、環境問題対策
Keywords: Climate Change, The Heat Island Phenomenon , Control Experiment, Environmental Measure

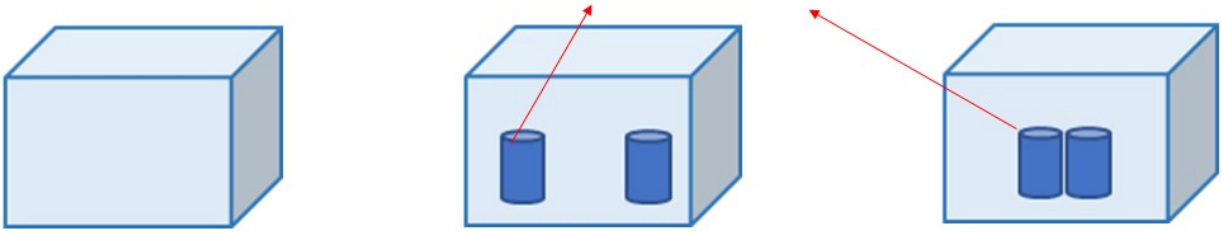
©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

実験のイメージ





クールスポットのモデル



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

家具用免震装置の開発
Seismic isolation system for furniture

*野間 鉄心[1]、*林 春太朗[1]
*Tesshin Noma[1], *Syuntaro Hayashi[1]

1. 栄東高等学校
1. Sakae-Higashi High school

近年、地震対策として、免震装置が注目を集め多用されている。免震装置は高層ビルのような背の高い建物に対して特にその効果を発揮する。それならば、建物と同じように、背の高い家具にも良い効果を発揮するのではないかと考え、この研究を始めることとなった。

寺屋・他(2015)によると、表1で示される２つの本棚には、床材がじゅうたんの場合は0.6Hzと1.0Hzで転倒、フローリングの場合は0.6Hzで加速度が大きくなるという傾向があった。つまり、0.6Hzから1.0Hzが背の高い家具が転倒しやすい周波数であることがわかる。

本研究では、積層ゴム構造という柔らかい素材と硬い素材とを層状に重ねたものを使用した。家具に伝わる揺れのうち、家具が転倒しやすい周波数の揺れを抑えることができれば、家具の転倒を防止できるのではないかと考えた。背の高い家具が転倒しやすい周波数の揺れを抑えることができる、免震装置の素材を見つけることを本研究の目的とする。

表１に示される２種類の免震装置は、今回実験で使ったものである。この免震装置を4つ並べて設置し、その上に背の高い家具の模型を設置した(図1)。

図1の３台のスマートフォンで、アプリ「加速度ロガー」(Naoki Kisara)を用いて加速度を計測した。図1の矢印の方向に実験装置を動かし、記録したデータをそれぞれフーリエ変換し、免震装置を使用していない方に対する、使用している方の揺れの大きさの倍率を示すグラフを作った（図２）。

図2において、ある周波数の倍率が１以上の時は+1、１より小さい時は-1を代入することで、免震装置によって揺れが大きくなったのか、もしくは小さくなったのかをその倍率に限らず、同じ価値として扱った。図3はこの方法でそれぞれ30回ずつ計測し、周波数ごとに代入した値の総和を求めそれをグラフにしたものである。本研究では、これをSS法(Sign Sum)と呼ぶ。

発泡P.Pとアルミの場合、1.0Hzまでのところで相対的に揺れの大きさが小さくなっている。本棚が転倒しやすい周波数はこの中に位置するので、この組み合わせ場合1800mmほどの高さがあるものに対して効果があると言える。

今後は素材の硬度などの観点からより良いものを探していきたい。

引用文献：寺屋充彦・田鍋憲一・尾嵜純,2015,長周期地震動等に伴う室内安全に関する検証（その１）,消防技術安全所報,52

キーワード：地震、免震装置、家具
Keywords: earthquake, seismic isolation system, furniture

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

表 1.家具と免震装置の詳細
Table.1 Details of furniture and seismic isolation system.

	寸法(mm) (幅×奥行き×高さ)	質量(kg)	備考	出典
本棚 1	900×300×1800	32.0	棚板耐荷量 20kg 地板は転倒防止の為 80mm 前方に突出	寺屋・他 (2015)
本棚 2	450×290×1800	18.5	棚板耐荷絵量 10kg	寺屋・他 (2015)
免震装置 1	50×50×25	0.1	2.0mm のゴム＋0.5mm のアルミ	本研究
免震装置 2	50×50×25	0.04	2.0mm の発泡 P.P＋0.5mm のアルミ	本研究

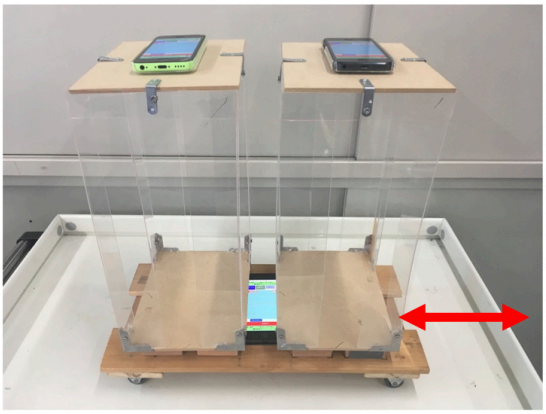


図 1 .家具の模型として作った実験装置
Fig.1 Experimental equipment which was made as models of furniture.

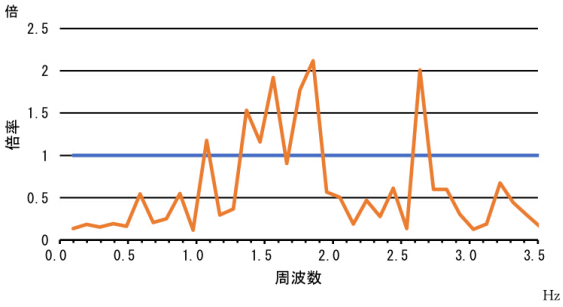


図 2 .免震装置を使用していない方に対する、
使用している方の加速度の倍率のグラフ(例)
Fig.2 Example of graphs of the magnification of the magnitude of the quake.

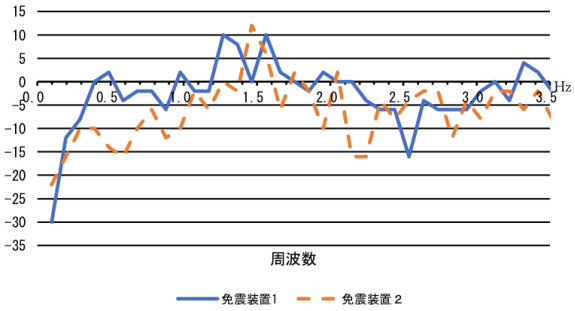


図 3 .SS 法で集計した結果
Fig.3 Graph of counting by SS method.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

校庭の土の活用方法
How to use soil of school

*朝日向 帆々子[1]、老沼 穂香[1]
*Hohoko Asahina[1], Honoka Oinuma[1]

1. 東京都立多摩科学技術高等学校
1. Tokyo Metropolitan Tama High School of Science and Technology

近年、少子化に伴い公立学校の廃校化が進んでいる。平成14年度 から平成27年度にかけて廃校になった公立学校の数は6,811校にものぼる。普段活用されていない施設は約1700校を超える。平均面積10,000㎡を超える広い運動場の土の活用方法を提案することを目的とし研究をはじめた。

研究の前に校庭がどのようにつくられているか本校、多摩科学技術高校の工事資料を確認させていただき断面図を作成した。真砂土塗装という一般的な方法で作られていて、山砂、真砂土、石灰スクリーニングスが使われていた。また砂埃が立つのを防ぐためにに苦汁（塩化カルシウム）がまかれていた。

校庭の土とほかの土の違いを調べるために培養土と畑の土と校庭の土を乾燥させ機器分析を行った。
蛍光X線分析装置
培養土、畑の土からはケイ素、鉄、アルミニウムがバランスよく含まれいた。しかし校庭の土からカルシウムが平均で50%も検出された。これは苦汁や校庭に引く石灰が原因だと考えられる。
電子顕微鏡
電子顕微鏡を用いて植物を育てるのに重要なP、N、Kについて調べた。培養土、畑の土には多く含まれていたが校庭の土にはほとんど見ることができなかった。

校庭の土と培養土の植物の生育実験をおこなった。
小松菜
7月19日にプランターに小松菜の種をまき、8月17日に収穫した。収穫した小松菜（培養土・７株　校庭・１６株）の各器官の長さを測定し、それぞれの平均をグラフにまとめ、比較した。培養土のほうが発芽と成長が早く、校庭の土でも芽は出たが大きくならなかった。全長の平均で21cmの大きに違いができた。

ソルゴー
校庭の端にソルゴーを植えて、収穫した7株の全長の平均をとった。ソルゴーを植ええることで土壌中の有機物が増加し、通気・排水が改善される。根を深く張るため、硬盤を破砕し、畑の透水性、通気性をよくする。槌に残った養分を多く吸収するため、土をクリーニングする働きがある。

本来1m育つ品種だが平均で16cmしか育たなかった。また生育前に校庭を耕したが水遣りをするたびに土が固まってしまった。

強熱減量試験をおこなった。

試料を2mmのふるいにかけて粒をそろえ、るつぼの質量(g)をはかる。試料（校庭の土、畑の土、培養

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

土）をるつぼに入れ、全質量(g)をはかる。るつぼを電気マッフル炉に入れ、徐々に加熱する。強熱停止後、るつぼをデシケータに写しほぼ室温になるまで冷ました後全質量（g）をはかる。恒量になるまで以上を繰り返す。強熱減量の数式で値を出した。

培養土は実験後灰に近い状態になり質量が大きく減った。また強熱減量の値も大きく変わり培養土は50%以上だが、畑の土と校庭の土には20%弱と差が大きく出なかった。

結果①より校庭の土から検出された多くのCaは強風時等の砂埃を抑えるために塩化カルシウムや苦汁等の散布が原因だと考えられる。 Caが多く含まれているため、土壌が強アルカリになり、マンガン、鉄、亜鉛、ホウ素などの吸収が阻害され欠乏症になることが心配される。また結果①、②より植物に必要な
P、N、K、H、O、C、Ca、Mg、Sが校庭の土には少ないことがわかる。 さらに結果③より水やりの後、校庭の土が固まってしまうことから、校庭の土には団粒構造があまりなく保水力が弱いのではないかと考えた。そのため結果④で育てたソルゴー（緑肥）は１ヵ月で1m弱育つ品種なのだが、30cm以上伸びていない。砕石自体にもCaが多く含まれていたので土による影響があるのではないかと考えられる。培養土が大きく燃焼したことから、発揮製物質が多く含まれていたことがわかる。

【参考文献】
土壌分析法 - 農林水産省 廃校施設の実態とその活用状況の把握-文部科学省 土壌環境調査・分析法入門-村田智吉– 2018/8/31
（KS自然科学書ピ-ス）

４．校庭の芝生化を実現する仕組みづくり～米国現地調査から探る～宮地史章子

５．本校グランド工事報告書

キーワード：土、廃校
Keywords: Soil, Abolished School

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

雲と大気と夜間の明るさの関係
Measurement of Cloud Cover at Night by Brightness

*岡野 颯[1]
*Soyoka Okano[1]

1. 東京都立多摩科学技術高等学校
1. Tokyo Metropolitan Tama High School of Science and Technology

背景

天気は私たちの生活に欠かすことができない情報である。現在、天気は雲量を基に決められているが、雲量は目視で測定されているため正確ではない。また、航空業界では夜間のフライトでの安全性を高めるために雲の厚さを知ることが重要である。しかし、夜間の雲の厚さを赤外線で測定しているため、正確性にかけると考えられている。

最近はPM2.5や黄砂、花粉などのエアロゾルによる人への影響も大きく夜間の街の光を利用して大気の状態を詳しく知ることができるのではないかと考えた。

目的

天気予報の信頼性をあげるために、雲量の測定を夜間の街の光を用いて行った。また、夜間の街の光による雲の厚さの測定は夜間のフライトの安全性の向上につながると考え、実験を行った。

実験方法

実験1,夜間の雲量の測定

本校（東京都立多摩科学技術高等学校：小金井市本町）屋上にSQM（Sky Quality Mater：夜間の空の明るさを測定する観測機器、星の等級にのっとって数値が設定されているため、数値が高いと暗く、低いと明るい）を設置した。SQMを用いて夜間の雲が反射した街の光を測定した。集めた数値のうち、快晴の日または曇りの日でかつ新月である日のデータを集めてグラフを作成した。

実験2,雲の厚さの測定

2つの大きさの違う箱A（300mm*300mm*300mm）,B(300mm*300mm*600mm)を用意した。それぞれの箱の中に液体窒素で発生させた水蒸気を入れ雲の再現をした。そして夜間の街を再現するために暗室で行い、下に光源を設置した。液体窒素が反射した光の大きさをSQMで測定した。

実験3,花粉による明るさの変化

実験2で使用した箱を用いて実験を行った。花粉がある大気の状態を再現するために、ブタクサの花粉を箱の中に入れ、②と同様の条件にして花粉が反射した光を測定した。

実験4,花粉の光の透過度

花粉の色素が光を吸収しているのか調べた。実験3で使用したブタクサの花粉1ｇをとりリン酸緩衝液の中で

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

潰した。2.3Mショ糖上に重層し遠心分離機に20分（1000× g ）かけた。遠心によって得られた上清を分光光度計にかけて光（250～550nm）の透過度を測定した。

実験結果

結果1

快晴の日は曇りの日に比べ、全体を通して高い値が得られた。このことから、雲のない日の夜間は暗いということが今回の観測でわかった。

結果2

どちらの箱も空き箱に比べてSQMの数値が小さかった。箱Bの数値は箱Aに比べてSQMの数値が低かった。このことから、箱Bの方が多く光を反射するということがわかった。

結果3

花粉の入っていた箱は空き箱に比べて、SQMの数値が高いこということが見られた。このことから、花粉の入っている箱のほうが暗いということがわかった。

結果4

花粉の色素は青色付近の色（350～500nm）を吸収することがわかった。実験3で花粉が光を吸収したのは、白色の光を用いたからだと考えられる。また、夜間の街の光は春や夏に夜間の街の光をSQMを用いて測定すると、光の大きさの変化にばらつきがあると考えられる。

考察

考察1

SQMで測定した結果より、夜間の明るさが17前後のとき快晴、13から15前後のとき曇りという傾向が見ら、このことより、SQMの値が大きいとき、雲がない快晴だと考えられる。また、SQMの値が小さいとき、曇りということがわかった。

考察2

箱Bの方が小さく、水蒸気の密度が大きくなったため、多く反射したと考えられる。ま

考察3

花粉の入った箱のほうがSQMの数値が大きかったことから花粉は光を吸収すると考えられる。

考察4

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

可視光の一部と紫外線の一部を吸収することが考えられる。

今後の展望

・雲の有無ではなく、具体的な雲量の測定。

・春や夏の湿度を考慮して、グラフを整える。

キーワード：雲量、大気、気象、SQM、花粉
Keywords: cloud covreage, atmosphere, weather, Sky Qyality Mater, pollen

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

土壌を用いた海水の淡水化
Application of ion-exchange reaction in soil for desalination system

*佐藤 勇志[1]、飯塚 凌大[1]、中野 斗憂矢[1]
*Yushi Sato[1], Ryota Iizuka[1], Toya Nakano[1]

1. 東京都立多摩科学技術高等学校
1. Tokyo Metropolitan Tama High School of Science and Technology

１．背景・目的

現在水不足は世界各地で問題となっている。特に、人口増加の激しい発展途上国では深刻な問題であり、食糧を生産するための農業用水を確保できない国も多く存在する。現在その対策方法として海水の淡水化が行われているが、巨大なプラントの建設や維持費が大きいことが問題になっており、発展途上国での利用が難しいのが現状である。そこで、海水の淡水化を発展途上国で行うためにイオン交換能をもつ土壌を用いて海水の淡水化の低コスト化を考えた。今回の研究では土壌として、泥炭土と火山灰土である鹿沼土と赤玉土を用いて実験を行った。泥炭土中には陽イオン吸着能をもつ腐植が多く含まれており、火山灰中には陰イオン吸着能を持つアロフェンが多く含まれていることで知られている。

そこで、今回の研究では海水の淡水化をより低コスト化するために陽イオン吸着能を持つ泥炭土と陰イオン吸着能を持つ火山灰土を利用し、海水中からナトリウムイオン、塩化物イオンを除去するためのフィルターを作製することを目的とした。

２．実験１

■方法

今回の実験で使用する試料として泥炭土（北海道江別市石狩川流域から採取）、火山灰土（鹿沼土・赤玉土）を乾燥機で乾燥させ、ミルサーを用いて粉末化した後、ふるいを用いて粒の大きさをそろえたものを試料とした。その後、泥炭土7g、鹿沼土7g、赤玉土10gをそれぞれ単体の場合と、泥炭土＋鹿沼土、泥炭土＋赤玉土の条件に分けてフィルターを作成し、そこに擬似海水として海水と同程度の塩分濃度である
NaClaq（3%）を25ml通水し、通水後の溶液のナトリウムイオン濃度を、ナトリウムイオン濃度計（HORIBA・LAQUAtwin-Na-11）、塩化物イオン濃度をイオンクロマトグラフ（島津製作所　prominence）を用いて測定した。

■結果

それぞれのフィルターに通水をした結果、泥炭土単体で作成したフィルターは通水を行うことができなかった。それに対し、鹿沼土、赤玉土単体で作成したフィルターは通水を行うことができ、ナトリウムイオンと塩化物イオンどちらも吸着することができた。また、混合して作成したフィルターは単体時よりも多くのナトリウムイオンを吸着することができた。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

■考察

泥炭土単体で通水を行うことが出来なかったのは、泥炭土が一度乾燥したことによって撥水性をもったことが原因だと考えられる。また、火山灰土が単体でも陽イオンを吸着したのは、火山灰土中に含まれるアロフェンの表面に存在するフェノール水酸基の変異荷電によるものであると考えられる。泥炭土と各種火山灰土を混合し通水したときに、ナトリウムイオンの除去率がどちらも上昇していたことから、泥炭土を混合することによって相乗の効果が得られると考えられる。

３．実験２

実験１の結果より、除去率が良かった泥炭土と各種火山灰土の混合フィルターに関して、実験１の通水後の溶液をもう一度新品のフィルターに通水し、通水後の溶液を同様に測定した。

■結果

二回目の通水を行った結果、泥炭土＋鹿沼土、泥炭土＋赤玉土どちらのフィルターにおいてもナトリウムイオンと塩化物イオンを除去することができた。また、どちらのフィルターにおいても一回目の通水時より二回目の通水時のほうが塩化物イオンの除去率が高かった。

■考察

通水２回目を行っても、ほぼ同様な割合で濃度が減少したことから、通水３回目を行っても同様に濃度が減少するのではないかと考えられる。また、一回目の通水時より二回目の通水時のほうが塩化物イオンの除去率が高かったことから、一回目の通水時に溶液中に水素イオンが溶け出し、それによって火山灰土に含まれるアロフェンの変位荷電の反応が起こりやすくなったと考えられる。

４．結論

擬似海水中のナトリウムイオン、塩化物イオンを泥炭土と火山灰土を用いて除去でき、また、二回目の通水を行っても濃度がさらに減少したことから、淡水化フィルターとしての有用性を見出すことができた。

５．参考文献

１、編集: 石渡良志,米林甲陽,宮島徹　監修,”日本腐植物質学会　2008年　環境中の腐植物質-その特徴と研究法“　三共出版

２、浅岡 聡,青野 求,　2005年“赤玉土および各種無機金属系吸着剤混合赤玉土による海水の脱塩”,名城大学農学部生物環境科学科環境分析化学研究室

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：水不足、淡水化、土壌のイオン交換能
Keywords: watershortage, desalination of seawater, ion-exchange ability of soil

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Investigation into agricultural utilization by the aluminum removal of the trass

*三木 悠登[1]
*Yuto Miki[1]

1. 東京都立多摩科学技術高等学校
1. Tokyo Metropolitan Tama High School of Science and Technology

1.背景

火山灰土は世界の地表の1%にも満たない非常に稀な土壌であり、特殊な土壌として認識されている。しかし日本では火山灰土は国土の25%を占めており豊富に存在する。火山灰土は軽く、保水性があり一見扱いやすい土であるが一概にそうとは言えない。火山灰土は鉄とアルミニウムが主成分であり、養分が少ない、酸性に傾きやすい、微生物が少ないという特徴がある。アルミニウムは酸性で溶解し肥料のリンと結合する。リン酸アルミニウムは栄養にならない上に、アルミニウムは植物の根等に損傷を与える。これらの問題を改善するために本研究では火山灰からアルミニウムをとりだすことに注目した。上記でも述べた通り火山灰は扱いやすい上に多量に存在する土である反面、世界的な絶対数が少ないことから研究される機会も少なく、肥料の過剰施用などの一時的な対策により回復の兆しが見えない火山灰土も増えている。これらの問題を解決すれば食料自給率の改善や経済基盤の安定などの日本に利益を与えると考えた。

２．研究目的

(1)火山灰による植物生育

火山灰だけで植物を育て,植物の栄養欠乏症状を調べることで植物的視点による栄養の欠乏を調べる。

(2)土壌の基礎調査

火山灰（桜島・三宅島）と火山灰土（鹿沼土）の組成の調査として,pH測定,定性と定量を行う。

(3)アルミニウムの溶出実験

土壌中のAlのpHに対する溶解度関係の調査としてAlの定性と定量を行った。

3．研究方法

(1)火山灰による植物生育

火山灰（桜島・三宅島）、火山灰土にそれぞれ小松菜と二十日大根を植えた。人工気象気を用いて、温度は

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

25℃設定にし、純水 20mlを与えた。

(2) Ⅰ.土壌のpH測定

火山灰（三宅島・桜島）、火山灰土 20gと純水 50ml

を振とうビンに入れ、振とうを30分間行った。

Ⅱ.土壌中元素の定性と定量

火山灰（三宅島・桜島）、火山灰土 20gと純水 50mlを浸透ビンにいれ、振とうを30分間行った。その後、蛍光X線分析装置(EDX)によって定性定量を行った。

(3)アルミニウム溶出実験

Alを溶出させる溶媒として、pH5.8,pH4.3,1mol/Lの塩酸 100mlと火山灰（三宅島・桜島）、火山灰土それぞれ50gを250rpmで振とうを24時間行った。それらをパックテストと蛍光X線分析装置(EDX)により定性と定量を行った。

4. 研究結果

(1)火山灰による植物生育

二週間以内に全て枯れ、症状として葉が小さい、葉が黄色い、赤色に染まる、茎が弱いなどの症状が出た。

(2) Ⅰ.pHの測定

全体としてpHが下げられたことが確認できた。

火山灰・桜島では4.8、火山灰・三宅島では4.0、火山灰土では6.63である。

Ⅱ. 土壌の定性、定量の結果

Si,Fe,Al,Ca,K,Sなどの定性ができた。特に、Si、Fe、Alが多く定量された。

(3)アルミニウム溶出実験

①パックテストによる定性・定量

5.8 塩酸　＋　火山灰土　0.1ppm

4.3 塩酸　＋ 火山灰土　0.2ppm

1mol/L 塩酸　＋　火山灰土　1ppm以上

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

②EDXによる定性・定量

5.8 塩酸　＋　火山灰土　1%

4.3 塩酸　＋ 火山灰土　5%

1mol/L 塩酸　＋　火山灰土　94%

４．考察

(1)結果で挙げた症状はすべて、P,N,Kから来る欠乏症状であり、三大要素が全て足りていないと考えられる。

(2) 火山灰土はアロフェンに構成されておりCECが高く、肥料がないので塩基飽和度が低かった為pHが低いと考えられる。また、火山灰は斑状組織でSi,Fe,Al,Sなどが存在する為、構成元素が定性できたと考察できる。また、火山灰土はアロフェン（SiO2・Al2O3・nH2O）で構成されるため構成元素が多く定量できたと考えられる。

(3)金属個体のAlと同様にアロフェン中のAlにおいてもpHが低いと溶けだしやすいという相関関係が確認できたと考えられる。また、作成した溶液においてpHが全て5.5付近に集中したことから火山灰土の緩衝性の強さが伺えた。

5.参考文献

・R.L.Parfitt,1984, Estimation of allophane and halloysite in three sequences of volcanic soils

・農林水産省,土壌分析法

・土壌中における重金属の動態

・土壌ー河川ー湖沼系におけるアルミニウムの動態と化学

キーワード：土壌改良、火山灰、アロフェン
Keywords: Soil improvement, Volcanic ash, Allophane

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

電磁波雑音による地震予知
Earthquake prediction by radio wave noise

*安田 創[1]、桐淵 泳亮[1]、林 寛盛[1]、山田 鈴太[1]、*田中 阿育[1]
*Sou - Yasuda[1], Ryosuke - Kiribuchi[1], Hiromori – Hayashi[1], Rinta - Yamada[1], *Aiku - Tanaka[1]

1. 東京都立多摩科学技術高等学校
1. Tokyo Metropolitan Tama High School of Science and Technology

この研究は、電磁気現象を観測、記録することで地震予知を試みるものである。また、地震の前兆に伴う地殻の圧力変化が起こす電磁気現象の発生源について、仮説を立てながら解明を進めている。

東京都立多摩科学技術高等学校の無線工作部では、電磁気現象の観測用アンテナを立川断層方向に向けているものと無指向性のもので前兆信号を観測している。結果として、記録された信号波形が100Hz程度で、送電経路に関係があると推測して、コロナ放電を発生させた際の波形に類似していることが分かった。

観測地点が大きく揺れる場合、電磁波雑音のベースレベルが低下する傾向がある。近年発生が増加している地震直前の観測装置基準レベル（零レベル）の変動と地震前兆との関連を東日本大震災の観測データと比較し、被害地震の前兆に成り得るかを研究している。基準レベルの変動とは、無信号時の電位で数ｍV～数十ｍV程度の値が、負または正に数時間～数十時間変化することが起こる事を示している。

キーワード：地震前兆、電磁波雑音
Keywords: Earthquake prediction, electromagnetic noise

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

岩盤構造の違いによる震動モデルの構築
Construct quaking models by the geological structure varieties

*菅原 一喜[1]、*佐藤 秀人[1]、八巻 修也[1]、小野 雅斗[1]、須藤 駿[1]
*Kazuki Sugawara[1], *Hideto Sato[1], Shuya Yamaki[1], Masato Ono[1], Shun Suto[1]

1. 宮城県利府高等学校
1. Miyagi Rifu high school

宮城県利府町の地盤構造の特徴としてとして利府ー長町断層の存在が挙げられる。この断層特有の崖の真上にある利府高校の地盤のボーリングコア試料を用いて調べた結果から、砂礫層と火山性降下物の層の互層であることを見いだした。

そこでこういった互層を震動させたときにどう地盤に変化が現れるのかを土や火山灰を菓子(クッキーやチョコチップ)に見立てて断層の上の地盤モデルを再現し，そこから火山灰の層の量によってどのような影響があるのか､その震動の結果について考察を行った。

一定数の震動を電気回路を作って与えた結果､火山灰層が複数ある方が崩れは大きいが地盤の沈下は安定していることを見いだした。

キーワード：長町利府断層、震動実験、キッチン地震学
Keywords: Nagamachi-Rifu Fault, Quaking model, Kitchen Seismology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

照度計を用いた湧水中のFe濃度計測法の開発及び検証
Fe concentration measurement method in spring water

*川原田 希[1]、*大場 友輔[1]、佐々木 悠杜[1]、*佐久間 千夏[1]、*佐藤 怜[1]、*白岳 航佑[1]、*菅原 利玖[1]、*村山 正樹[1]
*Nozomi Kawaharata[1], *Yusuke Oba [1], Yuto Sasaki [1], *Tika Sakuma [1], *Rei Sato[1], *Siratake Kosuke [1], *Riku Sugawara [1], *Masaki Murayama [1]

1. 宮城県古川黎明中学校・高等学校
1. Furukawa Reimi Junior and Senior High School

本研究はクエン酸を用いて，湧水に含まれる鉄濃度を計測する方法を開発・検証するものである。湧水とは，宮城県黒川郡大衡村駒場地区及び宮城県大崎市三本木に存在した三本木・戸口亜炭鉱が閉山した後に流れ出た「赤水」という水のことである。赤水には鉄が多く含まれており水中の溶解性鉄・鉄イオンが酸化することで赤色に変化することから「赤水」と呼ばれている。赤水は，作物の育成障害や河川の水質悪化等の影響を及ぼしてきた。しかし昭和52年に旧石炭鉱害事業団によって（臨時石炭鉱害復旧法）に基づき建設された「万葉まちづくりセンター 上北沢排水処理場」での石灰中和によって現在まで処理がなされ，河川に放流されている。赤水に含まれている鉄とクエン酸が反応することによって一時的に黄色に変化することを知り，この方法を応用することで鉄濃度を計測することが可能だと考え本研究に至った。赤水にクエン酸を混ぜ黄色に変化させる。その後市販の黄色い液体とクエン酸を混ぜ，光を当てて照度を計測する。赤水と黄色い液体の割合を変えることで照度に差が出る。そのデータをグラフに起こすことで規則性が出る可能性がある。その違いを利用して鉄の濃度計測をする研究である。

キーワード：水質、鉄
Keywords: Water quality, Iron

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

流星電波観測におけるHROとVORの比較検証
Cause of amateur radio failure in meteor radio observation and its substitution

*矢島 晶輝[1]、*阿部 こころ[1]、*佐藤 安純[1]、*遠藤 空[1]、*菅原 心海[1]
*Shoki Yashima[1], *Kokoro Abe[1], *Azumi Sato[1], *Sora Endo[1], *Kokomi Sugawara[1]

1. 宮城県古川黎明中学校・高等学校
1. Furukawa Reimei Junior and Senior High School

私たちは超短波全方向式無線標VORと，アマチュア無線HROの電波を使った流星の電波観測をしている。ところが，私たちが従来使っているHROでは大規模な流星群訪れても検知数の大幅な上昇が見られなかった。そこで，そのようなことが起きる原因を突き止めようと思い，この研究をした。

仮説としては，地形等の自然的要因と，HROの電波とVORの電波では出力が違うのではないかと考えた。

私たちが使用しているVORの電波は旭川空港のものである。HROの電波は福井県鯖江市福井工業高等学校から出ている。

結果は，出力については詳しく調べられなかった。また，自然的要因についても根拠のある具体的なデータが得られなかった。そのため今後の課題としては、距離や方角を揃えられる小松空港VORとHROの対照実験を行っていきたい。

キーワード：流星、電波観測
Keywords: meteor, Radio wave observation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

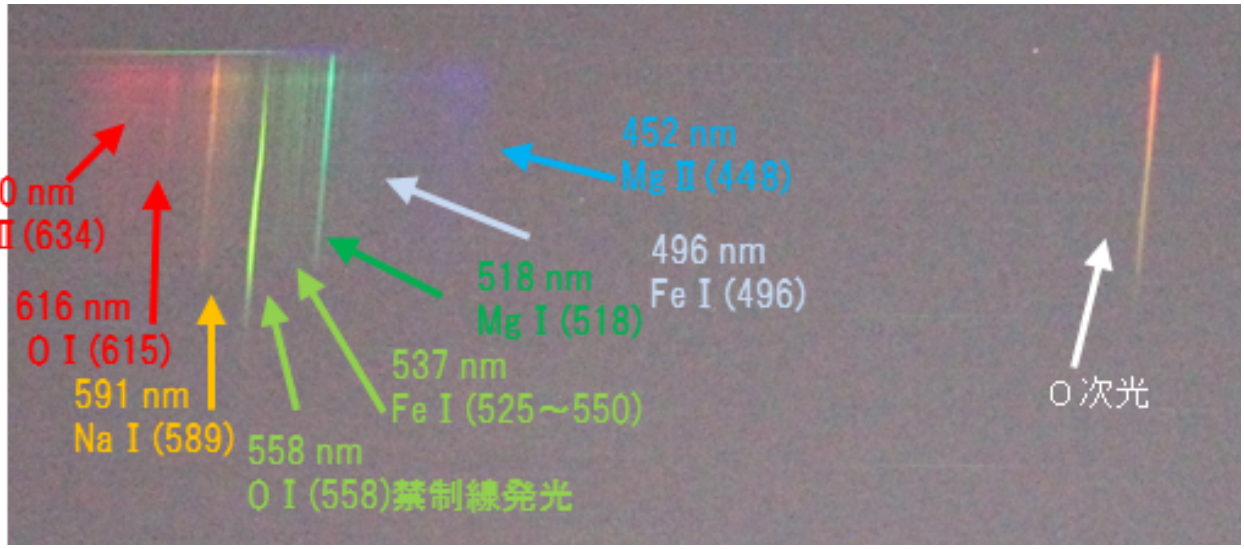
回折格子を用いた流星の分光観測
Spectroscopic observation of meteor using diffraction grating

*伊藤 颯矢[1]、*菅原 篤弥[1]、*操 知希[1]、*三野 正太郎[1]
*Soya Ito[1], *Atsuya Sugawara[1], *Tomoki Misao[1], *Shotaro Mino[1]

1. 宮城県古川黎明中学校・高等学校
1. Miyagi Furukawa Reimei Junior and Senior High School

わたしたちは流星の色が流れ始めと流れ終わりで変化している画像を見て、流星の発光に興味を持った。そこで、分光観測を行うことで、流星発光に起因する元素を特定できると考え、研究を行った。研究では、はじめに格子数が300本/mmのブレーズド回折格子をデジタル一眼レフカメラに装着し、その装置を用いて流星のスペクトル写真を撮影した。次に、暗室でスペクトル管を流星を撮影する状況に近づけて分光観測をし、回折格子のスケールを調べる校正作業を行った。その後、画像解析ソフトウェアを使い、写真上で流星本体からその流星の光の由来となる元素に対応する輝線スペクトルまでの距離（ピクセル数）を測定した。最後に、はじめに撮影したスペクトル写真と校正作業で得た画像を比較して流星発光の由来となる元素を特定した。今回の観測では、ペルセウス座流星群とオリオン座流星群を、宮城県内の4地点からリモートシャッターと接続して1.3秒露出で撮影した。観測方法は上の通りである。結果として、2018年6月から2019年4月までの期間で、6つの流星群で約12万1500枚撮影を行い、ペルセウス座流星群で10個、オリオン座流星群で6個の合計16個の分光画像を得られた。その内、ペルセウス群では9枚、オリオン群では5枚で酸素禁制線発光が見られた。酸素禁制線発光は流れる速度が速い流星に見られることが多く、ペルセウス座流星群とオリオン座流星群は他の流星群に比べて対地速度が速いことが知られている。このことをこの研究により示せた。

キーワード：流星、回折格子
Keywords: Meteor, Diffraction grating



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

50年後の熊本は･･･。～珪藻・花粉分析からの海水準変動予測～
Predicting the sea level change in the Ariake bay through analysis of diatoms and pollens

*山下 鮎人[1]、*古田 詩乃[1]
*Ayuto Yamashita[1], *Shino Furuta[1]

1. 熊本県立天草高等学校
1. Kumamoto prefectural Amakusa High School

＜研究の背景＞
私たちの住む天草は近年、地球温暖化による海水温の上昇により、サンゴの白化や南からの生物の流入など海の変化が発生している。また、地球温暖化による海面上昇が近い将来には問題になることも、ツバルなどの他の国々の状況を学ぶ中で知った。そこで、過去の有明海周辺の海水準変動の結果から将来の海水準変動を予測し、温暖化による海面上昇から天草を守るために研究を行った。

＜研究の目的＞
本研究の目的は2つある。1つ目は、天草における過去の海水準変動の解明。もう1つは、50年後の天草を含む有明海周辺の海水準変動の未来予測である。

＜コア概要＞
上天草市松島町合津、阿村でのハンドボーリング試料を10㎝間隔でサンプリングし、合津をKZ、阿村をKMとした。年代は、文献調査および放射性炭素年代測定によりそれぞれ図1のようになった。

＜研究方法＞
本研究は珪藻分析、花粉分析の2つを行った。珪藻分析は1試料200個体鑑定し、ダイアグラムなどの作成を行った。花粉分析はマツを除く木本類200個体を鑑定し、ダイアグラムの作成およびモダンアナログ法による古気温と降水量の算出を行った。加えて、珪藻分析、花粉分析の結果による考察だけでなく、郷土史などの歴史的資料を使った考古学的な考察も行った。この3つの手法を併用することにより、珪藻分析では水域、花粉分析では陸域の古環境の変化が分かり、環境変化による人間生活への影響が解明できる。

＜結果＞
珪藻分析では以下のような結果が得られた。全体的に、海水性種で内湾指標種の*Paralia sulcate*と淡水性種である*Cyclotella litoralis*の２種が多く産出した。さらに、*Tryblionella granulate*が鑑定した全試料で産出した。
花粉分析では以下のような結果が得られた。シイ類（*Castanopsis sieboldii*）、カシ類（*Lithocarpus glaber, Quercus salicina Blume,　Quercus sp,　Quercus phillyreoides*）が約80～90%と高い割合を占めた。さらに、モダンアナログ法により産出した気温は16.0～17.4℃の中で変動し、KM-11～10にかけて1℃上昇。降水量は約1800～2200㎜の値の中で推移していた。

＜考察＞
花粉分析の結果から天草では照葉樹林帯が形成されていたと考えられる。さらに、珪藻分析、花粉分析、郷土史、年代これらを複合的に考察すると、図4で示した結果となった。
①約7700～6500年前に海水性種の割合が非常に高かったことから縄文海進があった
②約500年前に海水性種の割合が低く、気温が0.7℃低下していたことから小氷期があった
③天草では大雨、洪水、干ばつなどが多発した時期があった（本研究ではこれをKM-10問題と名づけて、郷

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

土史などの調査を行い、考察を行った）

＜天草の海水準変動＞

珪藻分析で産出した、*Tryblionella granulate*は現地性の干潟指標種であり、佐藤（2014）よりこの珪藻が産出した地点は堆積当時の海水面を示すと言われている。この珪藻を使って過去の海水準変動を推測した。

＜未来予測＞

*Tryblionella granulate*が産出した地点が堆積当時の海水面を示すことと年代を考慮に入れると過去の海水準上昇速度を求めることができる。500年前から93年前までの海水準上昇速度は平均すると、0.18cm/年と分かった。KM-7から試料最上部にかけて海水面が2.5cm上昇していたことから、この間は14年間となる。KM-7から試料最上部にかけて気温は0.15℃上昇していたことから、このときの気温は平均して0.011℃/年と分かった。よって、この時の海水面の上昇と気温の上昇の関係は16.7cm/℃と分かった。

IPCC(2018年)の報告で、2030年までに気温が0.5℃上昇した場合、気温は平均0.042℃/年の速度で上昇し、50年後に気温は2.1℃上昇することになる。これに本研究の結果である16.7cm/℃を考慮すると、海水面は34.7cm上昇すると考えられる。また、2052年までに気温が0.5℃上昇した場合、気温は平均0.015℃/年の速度で上昇し、50年後に気温は0.73℃上昇することになる。よって、このとき海水面は12.2cm上昇すると考えられる。

＜結論＞

以上のことから、本研究の結論として以下の3つが挙げられる。1つ目は、約7700年前からの有明海の変遷を明らかにしたこと。2つ目は、天草における小氷期に気温は約0.7℃低下したこと。3つ目は、50年後の海水面は現在よりも最大で34cm高くなること。この3点である。

＜今後の展望＞

今後は、海水面の上昇による砂浜の消失面積の算出を行っていきたい。また、天草は中緯度地域に属しているため、世界的に見ると平均的な海水準変動が起こっていると考えられる。これを応用して高緯度地域の50年後の海水面の上昇についても検討を行っていきたいと考えている。

キーワード：海水準変動、珪藻分析、花粉分析
Keywords: Sea level change, Diatom analysis, Pollen analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

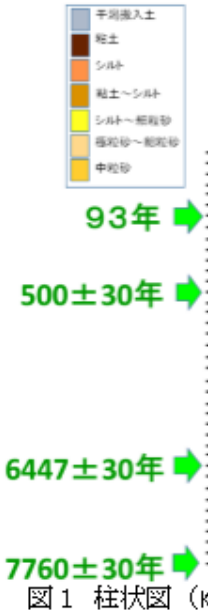


図１ 柱状図（KM）

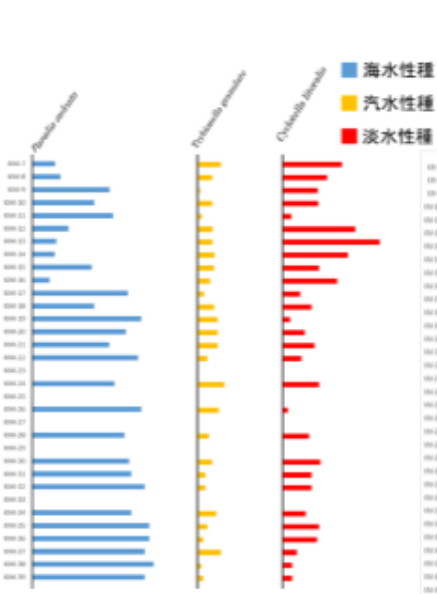


図２ 珪藻ダイアグラム（KM）



図３ 花粉ダイアグラム（KM）

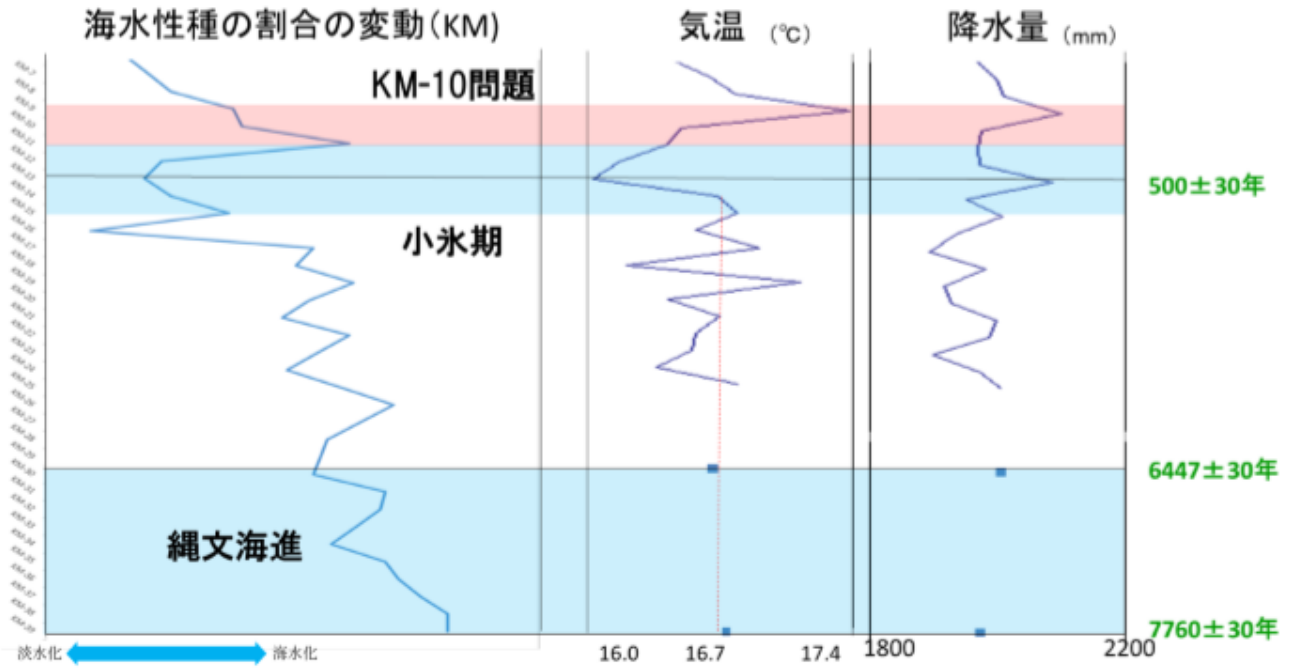
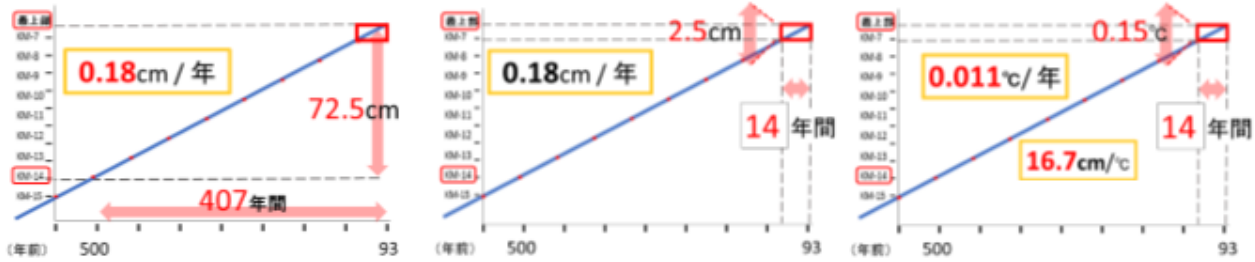


図４ 過去の環境変遷



	未来予測(50年後)	
	最大	最小
気温上昇速(℃/year)	0.042	0.015
気温(℃)	+2.1	+0.73
海水面(cm)	+34.7	+12.2

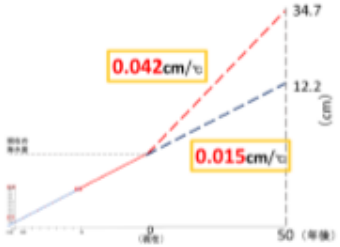


図５ 未来予測

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ため池における管理負担を低減した低水位管理方法の提案
Altering unused irrigation ponds to mitigate flooding, maintain habitats, and reduce maintenance burden

*福嶋 陸斗[1]、前田 菜緒[1]、米山 玲緒[1]、髙橋 侑希[1]、田畑 陽彩[1]、林 晃太郎[1]
*Rikuto Fukushima[1], Nao Maeda[1], Reo Yoneyama[1], Yuki Takahashi[1], Hiiro Tabata[1], Koutaro Hayashi[1]

1. 兵庫県立加古川東高等学校
1. Hyogo Prefectural Kakogawa Higashi High School

動機・目的

近年、農業の衰退や都市化などにともない，ため池の需要やため池管理者が減少している。こうしたことから，ため池の放置が進んでいる。また老朽化に伴い，ため池の廃止も進んでいる。しかしため池には，近年増加している異常気象の被害を低減するとして注目されている洪水調節機能や生物の生息地としての役割がある。そこで，これらの機能を保持した，新たなため池利用法として，「低水位管理」を提案し，その有効性を実証する。

研究対象の決定

本研究では，研究対象として，加古川市近郊にある農業使用外ため池である源太池を選んだ(図１）。この源太池は，ため池の本体である堤体，堤体の一部を切り下げて余分な水を池から安全に流す施設である洪水吐，池から取水する施設である斜樋，斜樋を囲っている土砂吐ゲートから成っている（図２）。斜樋は現在手動で開閉することでため池の水を取水できる。また，源太池には上流から一定の流入がみられる。

検証１

源太池のレベル測量をおこない縦断面図を作製し，これに基づいて，低水位管理をおこなった際の，洪水調節容量の現状との差を検証した。洪水調節容量とは，雨水を貯留できる容量のことであり，水面から洪水吐までの高さに，満水位面積をかけて求められる。検証の結果，現状は満水位状態であるため，洪水調節容量は0[m^3]であるが（図３），低水位管理として水位を0.5[m]下げると仮定すると，洪水調節容量は1500[m^3]に増加した(図４）。

検証２

低水位管理による洪水調節容量の増加がどれほど洪水防止に貢献するのかを検証した。雨が降った際の放流量の推移を加藤(2002)の式を用いて求め，現状の管理と低水位管理とで比較した。解析対象として，フィールドワークをおこなった日の付近で最大降水強度40mm/hを観測した2018年7月29日の降雨を用いた。検証の結果、低水位管理後の最大放流量は，現状の最大放流量と比較して約20%低下することがわかった（図５）。洪水調節容量が増加して最大放流量が減少したことから，ため池の低水位管理は有効であるといえる。

検証3

具体的な低水位管理方法として，ため池の底にある取水施設である斜樋と，それを囲う土砂吐ゲートの利用を提案する。しかし，現在の源太池の土砂吐ゲートは水面近くまで達しており，現状のまま低水位管理をおこなおうとしても土砂吐ゲートまでしか水位が下がらないため，低水位管理が不可能である。そこで，土砂吐ゲートの高さを低水位管理をおこなう際の水面の高さに切り下げることで，常に斜樋を開けたままでも，容易な低水位管理が可能になる（図６）という仮説を立て，平常時と降雨時に分けて検証をおこなった。

まず，平常時のため池への流入量と斜樋からの放流量を求めた。流入量は現地調査の結果から5.2×10^{-3}〔m^3/s〕と算出した。次に放流量は模型実験の結果から、1.2×10^{-2}〔m^3/s〕と算出されたことから、平常時は流入

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

量より放流量のほうが多いため低水位管理が可能になると考えられる。同様に降雨時の流入量は、2年確率の降雨4.3×10^{-2}〔m^3/s〕を加えると，放流量が流入量よりも小さくなり，水はため池に貯留されるため，検証２で求めたように最大放流量が減少することから洪水調節機能をもつと考えられる。以上より斜樋と土砂吐ゲートを用いた管理方法は防災的観点で有効であることがわかった。斜樋は手動であるが，今回の提案では，斜樋は常に開けたままでよく，管理負担を大きく減らすことができる。

検証4

手柄山温室植物園と協議し、低水位管理をおこなった際の生態系への影響を考察した。

低水位管理による懸念の１つ目として，悪臭やボウフラの発生が挙げられるが，水位を低く保つことで水中の酸素濃度が増加し，悪臭の原因である嫌気性微生物の活動が抑制されるため，ため池を低水位管理しても悪臭は発生しないことがわかった。また，ボウフラの発生原因は水が滞留することであるが，我々の提案する管理方法では斜樋からの放流により水は循環するため，ボウフラも大量発生しない。

また，懸念の２つ目として，現在の生態系に悪影響が及ぶ可能性が考えられる。しかし現地調査の結果，現在源太池にはジュズダマやオギなどの植物やアオモンイトトンボなどの水生昆虫が生息していることがわかった。これらは本来浅瀬を好むため，低水位管理は現在の生態系への悪影響は少ないといえる。もし，ため池を埋め立てると，客土に付着した外来種の侵入によりため池の生態系が破壊されてしまう。しかし，我々の提案する低水位管理方法ではそれは起こり得ない。

結論

この低水位管理方法は防災的観点や生態系の保護の観点から有効であり，かつ今までよりも負担なく管理できることを示した。

キーワード：ため池、低水位管理、洪水調節、生態系保全
Keywords: irrigation pond, low water level control, flood prevention, ecosystem preservation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



図１　源太池の位置

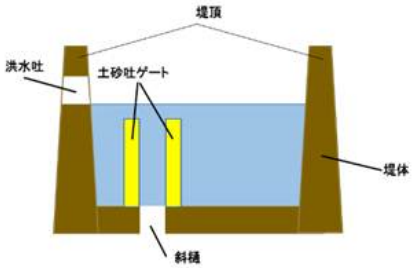


図２　ため池の構造

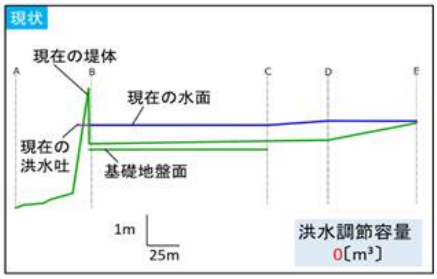


図３　源太池の現状の断面図

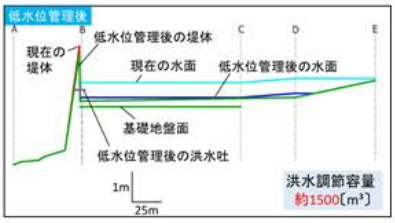


図４　源太池の低水位管理後の断面図

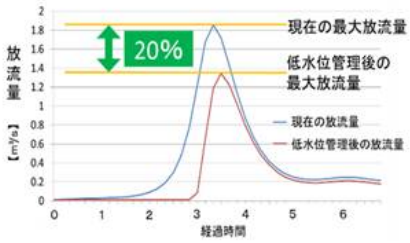


図５　低水位管理前後の
最大放流量の比較

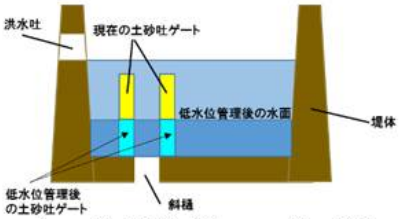


図６　低水位管理後のため池の構造

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

天体撮影初心者から上級者まで使える市販品より安い自作赤道儀
Development of the equatorial telescope for from the beginners to the advanced astrophotographer at low cost

*池田 隼[1]、*岩崎 慎平[1]
*Jun Ikeda[1], *Shimpei Iwasaki[1]

1. 海城高等学校
1. Kaijo Senior High School

天球の日周運動、年周運動に合わせカメラや望遠鏡を回転させる、天体観測には不可欠な赤道儀というものを自作した。回転速度を詳細に設定できるステッピングモーターに回転力が120倍になるよう歯車をつけ、重い観測機材を安定的に且つ正確に回転させることに成功した。今後は、骨組みの改良、スマホによる直感的操作、北極星への軸合わせの補助機構などによって、誰にでも簡単に作れ、使えるようにして組み立て手続き書を書きまとめる。また機能を取捨選択できるのが自作機の強みであるので、本機で様々な機能を試し、オプションとして手続き書にまとめる。

キーワード：赤道儀、天体撮影、望遠鏡
Keywords: Equatorial telescope, Astrophotography, Telescope

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

波の周期と砂の粒径の違いによるウェーブリップルのでき方
How ripples formation dependence on the size of sand grains and the amplitude of vibration cycle

*遠田 剛志[1]、*三井 隆太郎[1]
*Tsuyoshi Enta[1], *Ryutaro Mitsui[1]

1. 海城高等学校
1. Kaijo Senior High School

ウェーブリップルができる条件について、水と砂を入れたペットボトルを用いて実験した。レゴブロックのマインドストームを使い、ペットボトルを4パターンの周期（速度を揃えて振り幅を
2cm、3cm、4cm、5cmで実験）砂の粒径も5パターン（90㎛以下、125～250㎛、250～500㎛、未ふるい、90㎛以下+250～500㎛）に分けた。それぞれのパターンでできたウェーブリップルの山の部分の数を計測し、結果を考察した。

キーワード：リップルマーク、ウェーブリップル、堆積学
Keywords: Ripple mark, Wave ripples , Sedimentology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

柱状節理の断面の形状と溶岩の粘性との関係
Organizing the relation ship of the viscosity of lava flow and the shape of columnar joijnt

*高倉 幹太[1]
*Kanta Takakura[1]

1. 海城中学高等学校
1. Kaijo junior and senior high school

柱状節理とは、火山が噴火し流れ出た溶岩流が大気によって冷却されるときに体積収縮を起こすことで形成される地形です。

柱状節理の断面は基本的に6角形をとるということが知られていますが実際の柱状節理は6角形以外にも5、7角形などをとることが多くあります。私達海城中学地学部ではいびつな形を取る原因は溶岩流の粘性と関わりがあるのではないかという仮説を立て実験から仮説を証明しようと試みました。また、溶岩流の性質と断面の形の関係を見出すこともできるのではないかと考えました。

以上のことを調べるために、一度片栗粉を水に溶かしてから水分を蒸発させることで片栗粉の体積を収縮させ、柱状節理が形成されるプロセスと同じプロセスで作られた「柱状節理」を再現し実験を行うことで研究を行いました。また、溶岩の粘性の違いを再現するために水と片栗粉の重量比を変化させて実験を行いました。

キーワード：柱状節理、火山、地形
Keywords: Columnar joint, Volcano, Terrain

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ネオジム磁石を用いた地磁気水平分力の測定
Measurement of the geomagnetic horizontal component with a neodymium magnet

*宮本 悠史[1]、石黒 駿斗[1]、髙田 駿[1]、中山 賢人[1]
*Yushi Miyamoto[1], Hayato Ishiguro[1], Shun Takada[1], Kento Nakayama[1]

1. 札幌日本大学高等学校
1. Sapporo Nihon University Senior High School

本研究において、我々は外部電源を必要としない新たな地磁気の測定法を確立することを目的とした。ネオジム磁石を糸で吊るして自由振動させたとき、その周期は地磁気の水平分力、磁石の慣性モーメントおよび磁石の磁気モーメントで決まる。我々はネオジム磁石の磁気モーメントを異なる２つの方法から決定し、スマートフォンを用いて世界各地のネオジム磁石の単振動周期を測定した。その結果、地磁気の水平分力は周期の２乗に反比例し、我々が構築した単振動の理論式から予測される結果と一致した。磁気モーメントが既知の磁石を用いることで、外部電源なしで水平分力を測定できることがわかった。この方法は、宇宙において磁場を測定することにも応用できる。

キーワード：地磁気、ネオジム磁石、磁気モーメント
Keywords: earth’s magnetic field, neodymium magnet, magnetic moment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

太陽高度と太陽光RGB値の関係
Relationship between sun elevation and RGB values of sunlight color

*高田 駿[1]、竹村 康太郎[1]、小泉 泰央[1]、石黒 駿斗[1]
*Shun Takada[1], Kotaro Takemura[1], Taio Koizumi[1], Hayato Ishiguro[1]

1. 札幌日本大学高等学校
1. Sapporo Nihon University Senior High School

太陽光の色はRGB値を用いて数値化でき、太陽高度とともに変化することがわかっている。本研究では、太陽高度とRGB値の関係について詳しく調べことを目的とした。直径4mmの穴を開けた自作光量調節板を通して太陽を撮影し、adobe photoshopを用いてRGB値を解析した。太陽高度が９度よりも小さくなるとR値の割合が増加し、B値の割合が減少することがわかった。太陽高度と太陽光が通過する大気の厚さとの関係を表す理論式を導出し考察した。観測結果及び理論式から、地球大気の厚さを100kmと仮定すると、太陽高度が9度のとき、太陽光が通過する大気の厚さは約*500*kmになる。これは、地球大気の厚さが約*20*kmまで薄くなると、世界中で夕焼けが観測されなくなることを意味する。

キーワード：太陽光の色、RGB値、太陽高度
Keywords: sunlight color, RGB value, sun elevation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

下諏訪温泉における毒沢鉱泉の泉質についての研究
Reserch about Dokuzawa mineral spring on Shimouswa hot spring

*柳澤 良亮[1]、*桃井 義和[1]、*釜田 陽光[1]、*上條 琢巳[1]
*Ryosuke Yanagisawa[1], *Yoshito Momoi[1], *Yoko Kamata[1], *Takumi Kamijyo[1]

1. 長野県諏訪清陵高等学校
1. Naganoken Suwa Seiryo Senior High School

研究動機・目的

私たちの地元にある下諏訪温泉を入浴以外の目的で利用することができないかと調べていたところ，他の温泉に比べ，下諏訪温泉の毒沢鉱泉の泉質が特異的であった。この要因について，私たちは，毒沢鉱泉と他の下諏訪温泉では，水の起源が異なるという仮説を立てた。

本研究では，毒沢鉱泉と他の下諏訪温泉が同じ地区にあるのにも関わらず泉質が異なる要因を明らかにすることを目的とした。

2．水質・地質概要

下諏訪温泉・毒沢鉱泉は，長野県下諏訪町に位置している温泉・鉱泉である。毒沢鉱泉だけ強酸性（pH2.6）であり，鉄(Ⅱ)イオンも多い(117.5ppm)，下諏訪温泉は同じ地区にある弱アルカリ性温泉（pH8.10～8.36）であり，鉄(Ⅱ)イオンは検出されていない。

研究地域の基礎岩盤は，花崗閃緑岩であり，糸魚川・静岡構造線，中央構造線が交わる地域で，三波川変成体，安山岩質岩，石英閃緑岩，堆積岩が分布している。150万年前に大規模な火山活動があり，現在は静かである。

3．方法

・毒沢鉱泉，下諏訪温泉付近の各地点で，水質調査で採取した試料水をパックテスト・鉄(Ⅱ)・鉄(Ⅲ)・硫酸(共立理化学研究所) pH計 (堀場製作所)を使用し調べた。

・毒沢鉱泉付近の地質が毒沢鉱泉の特異性に関係しているか探るため，地質調査を行った。

・水の起源を探るため，酸素・水素安定同位体比測定を行った。

4．結果

水質調査から毒沢鉱泉以外で毒沢の成分と似ている地域が，毒沢鉱泉から北東300ｍ離れている一の沢でも確認することができた。この地域は，pHが低い，熱水変質をした岩石，岩石に付着した硫黄，また，赤褐色の鉄の固形物が共通して見られ，一部の地域では，硫化水素の臭いもした。この様な地域は，毒沢鉱泉から北東に帯状に分布していることも分かった。また，下諏訪温泉側の水質・地質を調べたところpHの値は7.42～7.91値を示し，熱水変質をした岩石，硫黄を確認することができなかった。

両温泉の酸素・水素安定同位体比測定し，高温火山ガスを含んでいる箱根温泉と世界天水線と比較したところ，両温泉は，天水であり，火山ガスを含んでいることが分かった。

4．結論

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

以上のことから，地上では確認できなかったが，断層が地下にあることが地質図から分かった。毒沢鉱泉は，断層を通ってきた火山ガスが，地下の高温・高圧下で，天水起源の地下水に混合することで，硫酸を生成したと推察できる。この硫酸によってpHが低くなり，鉄が溶けていると考えられる。

5．今後の課題

下諏訪温泉は，毒沢鉱泉と同様に火山ガスを含んでいるのに弱アルカリ性を示す要因をかつての造山運動により閉じ込められた化石海水，付加体に含まれる石灰岩のカルシウムイオンなどのアルカリ金属・アルカリ土類金属が関係していると仮説を立て，調査中である。

キーワード：温泉、成分分析、火山ガス
Keywords: Hot spring, Component analysis, Volcanic gas



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

星空を見上げて天気を予測できるのか
Can you predict the weaather when you see the starry sky

*髙森 碧[1]
*Aoi Takamori[1]

1. 長野県諏訪清陵高等学校
1. Naganoken Suwa Seiryo Senior High School

序論
天体観測において主に水蒸気が大きな影響を与えている。そのことを逆手に取り、星の見え方（明るさ）により上空の水蒸気量の推定をして、最終的には天気を予測することができると考えた。

GPS衛生にて水蒸気量が気象庁の天気予報の精密向上に役立っている。(宇宙側から水蒸気量を計測している)本研究は、地上から星を観測することによって、地上側から水蒸気量を推定できるか検証する。

観測の試行
最初の実験方法として、一つの星座（2018.12～2019.3はオリオン座）を決めて、肉眼の観測で星の明るさを判断し、風速温湿度計を用いて測定し、そのデータから統計を出すという方向性で研究を始めた。

しかし、風速温湿度計の不具合や星の明るさを肉眼で判断するには、その日によって目の見え方に誤差が生じてしまうのではないかと考えた。

結果、以下二つの改善をした。
肉眼ではなくカメラアプリで明るさを調節し撮影することによって、客観的に見え方を比較できるようにする。 新しい器具が届くまで、気温、湿度、風力を気象庁のホームページから調べる。
4．観測を行った結果

観測では、持参する風速温湿度計との比較確認をするため気象観測が近隣で行われている点と松本平での広がりや標高差を考慮して、以下の地点にて観測を行った。

地点1：松本市深志の松本特別地域気象観測所近隣公園（613ｍ）→気象庁観測地点

地点2：松本空港の近隣駐車場（658ｍ）→気象庁観測地点

地点3：塩尻市柿沢サンサンワイナリー近隣駐車場（873ｍ）→国土交通省長野国道事務所柿沢観測所

地点4：松本市内田体育館（727ｍ）→近隣観測所はない

※気象観測のデータがなくても水蒸気量の推定ができるかの対比ができるように内田体育館で観測を行っている

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地点１で明るさを落としていくごとにオリオン座の「サイフ」という星が写真では確認できなくなることが多かった（2／4）

地点3で雲が厚くて観測できない日があった。（3／4）

地点４で次の日が快晴の時はサイフまで星が確認できたのだが、次の日の雲量が晴れ～雨の場合は、曇っていて確認できないことがあった。

※(/)で表されているものは右が研究した日数、左がその結果が出た日数

６，まとめ

今回の観測結果から、水蒸気が星の観測を妨げることが確認できた。

それが標高差によって生じているのか、環境または季節によるものなのかを観測を続けて、気象観測データとの比較を行っていき、星の見え方の違いの原因を探っていきたい。

また、星の見え方が歴然と現れている部分があるので、他の地点との差など標高差以外にも見つけて、原因を探っていきたい。

キーワード：天気、星、水蒸気
Keywords: weather, star, water vapor



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

茨城県美浦村馬掛の下総層群から産出したクモヒトデの骨片化石と介形虫化石

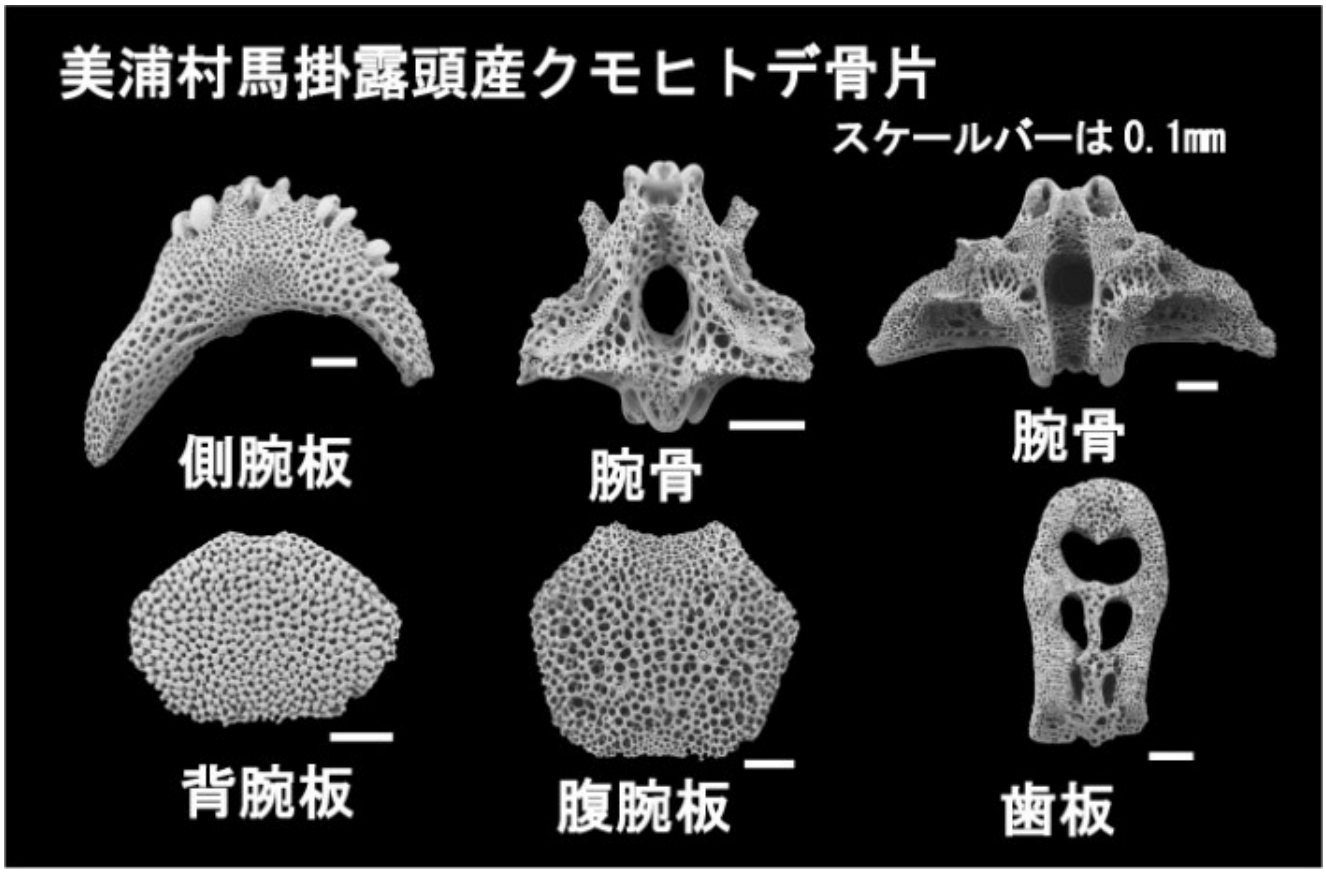
Fossil ophiuroid ossicles and ostracods from the Shimousa Group distributed around Magaki, Mihomura, Ibaraki Prefecture

*横堀 朝香[1]、*三田 鈴[1]
*Asaka Yokobori[1], *Rin Mita[1]

1. 群馬県立太田女子高等学校
1. Gunma Prefectural Ota Girls' High School

茨城県美浦村馬掛の下総層群の露頭から，4試料を分析した．産出した介形虫化石から，古環境は内湾の湾奥から湾中央部の環境であると推定された．また，処理の過程で，クモヒトデの骨片化石を拾い出すことができた．これらの骨片はクモヒトデの腕を作る骨片の一部で，腕骨と側腕板であることがわかった．この骨片はスナクモヒトデ科に同定できた．属種の同定は今後の課題である．クモヒトデ骨片化石の電子顕微鏡写真を図に示した．

キーワード：介形虫、クモヒトデ骨片化石、微化石、馬掛、下総層群
Keywords: stracode, fossil ophiuroid ossicles, microfossils, Magaki, Shimousa Group



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

室戸ユネスコ世界ジオパークのシロウリガイ化石を文化財に
Conservation activities for bivalve fossils by Muroto High School Students

*石谷 愁果[1]、大野 美空[1]、福岡 絵理[1]
*Shuka Ishitani[1], Miku Ōno[1], Fukuoka Eri[1]

1. 高知県立室戸高等学校
1. Muroto High School

室戸ユネスコ世界ジオパーク（高知県室戸市）の海岸でみられるシロウリガイ化石は、約1500万年前の深海底生物（二枚貝）の化石であり、室戸半島の大地が深海から隆起したことを示す証拠である。室戸の海岸の多くは国定公園に指定されているが、シロウリガイ化石そのものを保全する方策は今のところない。そこで、発表者ら（室戸高校生徒）は、シロウリガイ化石群を文化財として指定してもらうよう、室戸市役所に申請した。本発表では、シロウリガイ化石群の保全の意義と、文化財指定をめざす高校生の取り組みについて報告する。

キーワード：シロウリガイ化石、文化財、室戸ユネスコ世界ジオパーク
Keywords: fossil, natural monument, Muroto UNESCO Global Geopark

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

室戸ユネスコ世界ジオパークにおける室戸高校生徒の地域研究事例「室戸の神祭について」
Changes in Shinto Festivals in Muroto UNESCO Global Geopark

*福岡 絵理[1]、橋本 七海[1]、竹村 優衣[1]、新井 颯人[1]、濱田 大生[1]
*Eri Fukuoka[1], Nanami Hashimoto[1], Yui Takemura[1], Hayato Nii[1], Taisei Hamada[1]

1. 高知県立室戸高等学校
1. Muroto High School

高知県室戸市のような地方都市にとって、人口減少の影響は大きい。一方で、室戸市はユネスコ世界ジオパークにも認定されており、私たち地元高校生が地域の自然や歴史について調査する機会も与えられている。そこで、室戸の伝統行事である「神祭」（秋祭）について調べることで、少子高齢化の時代に高校生にできることはないかを考えてみたい。

神祭は人々の暮らしの中で自然と築き上げてきたものであり、豊作や豊漁、感謝などを神様に伝える伝統行事である。面積248平方キロメートルの室戸市には集落が多数あり、それぞれに神祭や伝統行事が残されている。その中でも、市街地中心にある浮津地域に伝わる八王子宮の神祭を中心に調査を行った。

浮津八王子宮の神祭は毎年10月（2018年は10月6～7日）に開催される。浮津は、かつて捕鯨で栄えた街であり、古式捕鯨で用いられた「鯨舟」や「ひき舟」にみたてた「花台」（花で飾られた山車）の巡行や、古式捕鯨時代より伝わる「鯨舟唄」が歌唱される。この神祭は、浮津地域に属する６つの町の代表者と八王子宮の宮司を中心に予算などを決定したうえで、準備が進められる。神祭は２日間にわたって行われ、老若男女様々な地域住民が参加する。

神祭の内容は世相を反映して変容してきたが、その原因は必ずしも少子高齢化だけではない。最大の変化は約60年前におきた。神祭の開催日が平日から休日に変更され、また、花台の巡行ルートも変更された。開催日の変化は、神祭の参加者にサラリーマンが増えたからであり、巡行ルートの変更は国道55号線が整備され交通量が増加したことに対応したものである。また、近年の少子高齢化の時代に参加人数を確保するため、それまで男性のみで行われていた行事に女性や子供が参加するようになった。それでも、若者の参加が少ないのが現時点での問題となっている。

神祭は今もなお続く伝統行事だが、時代の流れに合わせて変容してきた。このまま少子高齢化、人口減少がすすめば、継承が困難になるかもしれない。私たち若い世代は大人たちに協力し、「神祭」に積極的に参加し、伝統を引き継ぎ、さらに外部に向けて参加を呼びかけて行きたい。

キーワード：神祭、少子高齢化、室戸ユネスコ世界ジオパーク
Keywords: Shinto Festival, decreasing birthrate, Muroto UNESCO Global Geopark

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

古砂丘の砂の研究 砂像の砂は、なぜ固まるのか（Epilogue)
The Study of Old Tottori sand dunes. Why the sand become hard ? Epilogue

*田中 克樹[1]、*大﨑 蓮[1]、*杉浦 立暉[1]、有田 怜[1]、岡山 彰吾[1]、砂場 悠太[1]、橋川 蒼生[1]、廣岡 賢[1]
*katsuki takana[1], *ren osaki[1], *ritsuki sugiura[1], satosi arita[1], syogo okayama[1], yuta sunaba[1], aoi hashikawa[1], ken hirooka[1]

1. 鳥取県立鳥取東高等学校
1. Tottori Prefectural Tottorihigashi High School

鳥取県といえば「鳥取砂丘」が有名である。今年，鳥取砂丘は山陰海岸ジオパークにあり，「世界ジオパーク」に再認定された。その砂丘を活かした「砂の美術館」がある。人々を魅了する「砂像」は，砂と水のみで固まっていることがわかった。また，その砂像を形成している砂は，私たちがよく目にする砂丘の砂ではなく，『古砂丘層』という地層帯の砂であることを知った。過去の先輩方の研究では，「粒度」の個体，「砂による強度変化」，「個々の砂粒の表面や火山灰性の物質が含まれていること」などに着目されて研究がなされたが，私たちは，砂粒同士がどのように結着しているのかに焦点化し，これを今回の研究の目的とした。岩石薄片の作成と観察実験及び電子顕微鏡による実験によって，古砂丘砂は砂粒同士の間に粘土鉱物が入り込むことによって砂同士が結着することで，強度が増して固まっていることを確認した。

キーワード：地質、岩石、紛体工学
Keywords: geology, lithology, micromeritics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

古砂丘の砂の研究 ～なぜ砂は固まるのか（Epilogue）～

鳥取県立鳥取東高等学校　理数科3年　有田　怜　砂場悠太　廣岡　賢　橋川蒼生　　指導者　宮脇　進
岡山彰吾　大崎　蓮　杉浦立暉　田中克樹

はじめに

鳥取県といえば「鳥取砂丘」が有名である。今年，鳥取砂丘は山陰海岸ジオパークにあり，「世界ジオパーク」に再認定された。昨年は，人気アプリ「ポケモンGO」・NHK放送のプラタモリで注目を浴びた。その砂丘を活かした「砂の美術館」がある。人々を魅了する「砂像」は，砂と水のみで固まっていることがわかった。また，その砂像を形成している砂は，私たちがよく目にする砂丘の砂ではなく，『古砂丘層』という地層帯の砂であることを知った。先輩は，砂が固まるための三要素は，「砂の密度」+「火山灰の影響」+「水の作用」であるとの仮説をもとに結着のモデリングを考えた。そのモデリングをベースに，砂は実際にどのように固まっているのかという謎を解明するのが本研究の目的である。

先輩の研究

粒度分析

新砂丘砂　：比較的粒度がそろっている
砂の美術館の砂　：様々な粒度がある

同じ質量に対しての体積：新砂丘 ＞ 古砂丘

砂の美術館の砂の密度は，新砂丘砂に比べて大きい

砂の表面解析

新砂丘砂　古砂丘(砂像用)

古砂丘の表面に微粒子が存在している

顕微鏡の電子顕微鏡での観察 ※ＳＥＭ（走査型電子顕微鏡）

動的光散乱法によって粒子の表面の電荷を測定

火山灰質の粒子の表面の電荷は＋の電荷を帯びている

古砂丘の粒子の表面の電荷は－の電荷を帯びている

一軸圧縮試験よる強度分析

古砂丘砂（美術館）	881N(2429hPa)
古砂丘砂（地層）	534N (1497hPa)
古砂丘砂（未固結・平均）	500N (1379hPa)
火山灰層	214N (590hPa)
古砂丘砂（未固結・ゆるい）	147N (405hPa)
鳥取砂丘（再堆）	強度なし

XRDによる測定

付着物　カオリナイト

砂の美術館の砂の表面には粘土鉱物が存在している　粘土鉱物は結着に関わっている！

先輩方の仮説　固まるための三要素

「砂の密度」+「火山灰の影響」+「水の作用」

古砂丘砂の結着の様子（仮説モデル）

先輩は，個体の砂粒を上記のように観察して仮説を立てた。
（課題）本当は砂粒同士は，どのように結着しているか？

今年の研究・実験

岩石薄片の作成

【作成方法】
①砂と水を混ぜ，圧力をかけ，直径３cmパイプに砂を入れ1 cmの厚さの砂柱を作成する。
②乾燥後，新ベトロポキシ154で固める。
③岩石のようにーつにまとまり固くした砂柱を岩石カッターでスライスする。
④それをプレパラートに貼り付けた後，鉄板やガラス板上で研磨剤を使って，薄く研磨することでプレパラート（岩石薄片）を作成した。

光学顕微鏡での観察

落射、透過、偏光の三種類の方法で観察した

	落射	透過光	偏光板	スケッチ
新砂丘砂				
古砂丘砂				

観察結果

＜新砂丘砂＞
○粒の大きさが比較的そろっている
○隙間が多い
○古砂丘砂より小さく全体的にまばらに間隙が点在していた

＜古砂丘（美術館の砂）＞
○粒の大きさがバラバラ
○角張っている
○粒同士や、表面に黄色い物質があった
○空隙が見られた
○角閃石などの火山灰層に含まれる鉱物が多くみられる

電子顕微鏡での観察

光学顕微鏡の実験では平面での構造でしか観察できなかったため，電子顕微鏡を用いて立体的に結着の状況を観察しようと考えた。

観察結果
古砂丘砂の表面付着物が全体を覆うように何かがついている。また，全体的に砂粒同士が結着をしている様子がよくわかる。

新砂丘砂（550倍）　古砂丘砂（600倍）

付着物によって結着している！

考察「古砂丘砂が固まる理由」

「砂の密度と形状（円磨度）」

新砂丘砂　古砂丘砂

角張った様々な大きさの粒が組み合わさり砂粒同士の隙間を埋め，密度を上げる！

「粘土鉱物による影響」

（古砂丘砂）　（火山灰層）

斜長石・角閃石など　火山ガラス

風化

粘土鉱物

○美術館の砂は，砂粒全体を粘土鉱物が覆うように付着し，砂粒同士の結着も起こしていた。
○美術館の砂は，火山灰層が混ざっている可能性が高い。

粘土鉱物が砂粒同士の結着を強める働きをしている！！

「砂の密度」+「粘土鉱物」+「水の作用」によって，古砂丘は結着してることがわかった。

課題　①なぜ，美術館の砂だけに空隙がみられたのか？また，空隙があるにも関わらず，強度を保っているられるのか？
②風化するほど，砂粒が割られ，円磨度が高くなるのに，なぜ美術館の砂のほうが，砂粒が角ばっているのか？

今後の展望

鳥取市では，古砂丘砂の枯渇が問題となっており，砂像美術館の存続にも関わっている。私たちの研究によって古砂丘の結着の秘密がわかり，砂像を長期作成できるような一助となりたい。

【助言・実験協力】
○鳥取県環境交流部・生活環境部　山陰海岸ジオパーク海と大地の自然館　学芸員補(理学博士)　金山 恭子さん
○鳥取大学 農学部 生命環境農学科 地域学部 地域環境学科　講師(理学博士)　菅森 義晃 先生
○鳥取県産業技術センター電子・有機素材研究所　電子システム科　特任研究員(工学博士)　吉田 大一郎さん
○鳥取県立鳥取東高等学校　OB　坂本　直柔　さん（　東北大学大学院　卒業（多元物質科学研究所））

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

どろだんごと苔玉の作成による森林教育
Forest education by the making of a clay ball and a moss ball

*宮地 佑奈[1]、辻 有夏[1]、小林 柚稀[1]、高見 紗英[1]、森川 達貴[1]、山﨑 稜太[1]、楳田 優人[1]、松木 梨南[1]、久保 菜帆子[1]、佐山 葉[1]
*Yuna Miyachi[1], Arika Tsuji[1], Yuzuki Kobayashi[1], Sae Takami[1], Tatsuki Morikawa[1], Ryota Yamasaki[1], Yuto Umeda[1], Matsuki Rina[1], Nahoko Kubo[1], Yo Sayama[1]

1. 京都府立嵯峨野高等学校
1. Kyoto Prefectural Sagano High Scool

近年，森林での直接的な体験を通じて，循環型資源を育む地域の自然環境である森林について知り，森林と関わる技能や態度，感性，社会性，問題解決力などを養い，これからの社会の形成者として，持続的な社会の文化を担う人材教育を目指した森林教育(井上，2014)が行われてきた。本研究では、森林教育を行うにあたり、どろだんご作りと苔玉作りについて検討した。どろだんごについては、より簡単に光らせる方法の検討、苔玉については長期生育が可能な条件について明らかにすることを目的とした。どろだんごが光る理由の一つは粒子の配向性で説明され、磨くことによりその傾向が強まる。本研究において様々な材料を用いて検討したが、粒子の形状や粒子のサイズが小さい時には光らせることができなかった。今後、さらなる検討が必要であろう。苔玉に関しては、一般的に室内において苔を育てることは難しいといわれる。そこで、本研究では苔を長期間楽しむために苔の栄養源の検討が必要だと考えた。苔の健康度については、RGB値を用いて純水と雨水を与えたときの色の変化を比較した。様々な大きさ群落の3種類の苔を用いた結果、純水を与えた苔のほうが短期間で色が変化するということがわかった。このことから、雨水に含まれている成分が苔を長持ちさせていると推測でき、一定量の栄養源の供給が必要であることがわかった。

キーワード：コケ、森林、粘土
Keywords: Moss, Forestry, Clay

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

校有林の土壌圏における粘土鉱物の役割
The Roles of Clay Minerals in the Pedosphere of the Woods for Field Practice Owned by Sagano High School

*久保 菜帆子[1]、佐山 葉[1]、宮地 佑奈[1]、辻 有夏[1]、高見 紗英[1]、小林 柚稀[1]、楳田 優人[1]、森川 達貴[1]、山﨑 稜太[1]、松木 梨南[1]
*Nahoko Kubo[1], Yo Sayama[1], Yuna Miyachi[1], Arika Tsuji[1], Sae Takami[1], Yuzuki Kobayashi[1], Yuto Umeda[1], Tarsuki Morikawa[1], Ryota Yamasaki[1], Rina Matsuki[1]

1. 京都府立嵯峨野高等学校
1. Kyoto Prefectural Sagano High School

森林生態系の中心に土壌があり、土壌の構成物のひとつである粘土鉱物の特徴として、非常に大きな比表面積や荷電をもつこと、植物のための栄養の供給源であること、構造水や間隙水などの保水能が高いことがあげられる。また、粘土鉱物には多くの種類があり、それぞれの特性は大きく異なる。大久保(2015)は、校有林内の土壌断面にみられた赤色の特徴層位について、lepidocrociteが含まれることを報告している。そこで本研究では、先行研究と異なる地点において土壌断面中の粘土鉱物について、XRD法により明らかにし、土壌生成の観点およびその役割について明らかにすることを目的とした。XRD分析の結果、Vermiculite (Vt), Mica、Kaolinite, Gibbsite, Quartz , Hydroxyl interlayered vermiculite (HIV)が確認された。断面調査の結果、赤色土層は確認されたが、樹種、地形等の違いからlepidocrociteはみられなかった。現在、Okubo(2015)と松木(2019)の断面記載のデータ等との比較検討を行っている。

キーワード：粘土鉱物、土壌、森林
Keywords: Clay Minerals, Soil, Forestry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

For the development of brand-name products in WFS. ~ Selection of high quality Chamaecyparis and investigation of suitable drying method ~

*小林 柚稀[1]、高見 紗英[1]、松木 梨南[1]、山﨑 稜太[1]、楳田 優人[1]、森川 達貴[1]、久保 菜帆子[1]、佐山 葉[1]、辻 有夏[1]、宮地 佑奈[1]
*Yuzuki Kobayashi[1], Sae Takami[1], Rina Matsuki[1], Ryota Yamazaki[1], Yuto Umeda[1], Tatsuki Morikawa[1], Nahoko Kubo[1], Yo Sayama[1], Arika Tsuji[1], Yuna Miyachi[1]

1. 京都府立嵯峨野高等学校
1. Kyoto Prefectural Sagano High School

京都府立嵯峨野高等学校の所有する校有林の樹木は、約65年前に植林されてから、長年放置されてきた。そこで、間伐材を用いて商品開発をすることを考えた。木材を利用するとき樹心が中心にあるほうが、乾燥過程ではゆがみや割れが少なくなり、きれいな柾目が取れる。本研究では、樹心の推定と乾燥方法について研究した。樹木を伐らずに樹心をの推定するために、成長錘（インクリメントボア）を用いて様々な胸高直径の樹木のコアサンプルを得たが、樹心を正確に貫通させることは難しかった。樹心と断面の中心を考えると、樹木の断面の外形は自然作用や人的作用を受けて、樹心の位置と断面の中心の不一致が生じる。そのため、樹心を貫通させることは極めて困難である。現在は年輪の概形を簡略化し、樹心の位置を数学的に算出する方法を検討している。一方、良い乾燥とは、長持ちし割れないことである。本研究では、自然乾燥と樹液の浸出後に自然乾燥させる乾燥方法の有効性について評価した。検討項目は、乾燥にかかる時間、乾燥後のひび割れやゆがみの様子である。校有林から持ち帰ってきたヒノキ（*Chamaecyparis obtuse*）を、重量・体積を測定し、４つの方法で乾燥を行った。現在、比較検討を行っている。

キーワード：森林、ヒノキ
Keywords: Forestry, Chamaecyparis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

森林研究に伴うヒューマンインパクトの把握とその回復
Grasping the human impact following a forest research and its recovery

*佐山 葉[1]、宮地 佑奈[1]、辻 有夏[1]、高見 紗英[1]、小林 柚稀[1]、楳田 優人[1]、森川 達貴[1]、山﨑 稜太[1]、松木 梨南[1]、久保 菜帆子[1]
*Yo Sayama[1], Yuna Miyachi[1], Arika Tsuji[1], Sae Takami[1], Yuzuki Kobayashi[1], Yuto Umeda[1], Tatsuki Morikawa[1], Ryota Yamasaki[1], Rina Matsuki[1], Nahoko Kubo[1]

1. 京都府立嵯峨野高等学校
1. Kyoto Prefectural Sagano High School

京都府立嵯峨野高等学校の校有林では、5年前から現地調査に基づき、森林環境に関わる研究活動が行われている。そのため道の裸地化と土壌侵食が進んでいる。本研究では、校有林内に設置が簡便で、継続使用可能な登山道を整備し、調査活動の環境に対する影響の変化を評価することを目的とした。そこで、天然素材である礫を用いて、校有林内で３つの区画を設定し、実験を行った。 区画に直径3cmから4cmの黒砕石を敷き、普段校有林で調査を行っている高校生がその上を往復した。その後、区画内に残った礫の割合を求めた。区画①の傾斜は4˚、区画②の傾斜は27˚、区画③の傾斜は16˚である。その結果、残った礫の割合は、区画①で93%、区画②で43%、区画③で75%となった。また、実験後、区画②では礫が地面に半ば埋め込まれ、登山道として利用可能であることが示唆された。このことから、傾斜が大きい地点では、礫を地面に半ば埋まるまで均す必要性が示唆された。しかし、礫を運搬するのは非常に重労働で、広範囲に礫道を設置するのは非現実的であると考えられた。今後は、間伐材を併用した敷石について検討する。さらに、ロープを張って人を誘導した。登山経験の多い教員二名から、有効であると確認を得ている。

キーワード：森林、土壌侵食、ヒューマンインパクト
Keywords: Forestry, Soil Erosion, Human Impact

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

昨今の土砂災害を考える　～土壌圏における水の動態～
Considering the recent landslide disasters in Japan -Movement of water in pedosphere-

*松木 梨南[1]、久保 菜帆子[1]、佐山 葉[1]、辻 有夏[1]、宮地 佑奈[1]、小林 柚稀[1]、高見 紗英[1]、森川 達貴[1]、山﨑 稜太[1]、楳田 優人[1]
*Rina Matsuki[1], Nahoko Kubo[1], Yo Sayama[1], Arika Tsuji[1], Yuna Miyachi[1], Yuzuki Kobayashi[1], Sae Takami[1], Tatuki Morikawa[1], Ryota Yamasaki[1], Yuto Umeda[1]

1. 京都府立嵯峨野高等学校
1. Kyoto Prefectural Sagano High School

森林がもつダム機能の大切さについて叫ばれて久しく、日本各地での土砂災害の報告が続いている。本校の研究において、シカ（*Cervidae*）の食害による下層植生の衰退が報告されており、植物による蒸発散の減少および土壌の流亡の可能性から、土壌圏の保水性が失われることが危惧されている。これは、直接的に降雨が岩石圏に達することを意味し、土砂災害に繋がると考えられる。本研究では、土壌断面調査、土壌三相分布、土壌透水性を評価し、土壌の動態特に保水能について評価した。土壌断面調査の結果、日本に見られる一般的な土壌が確認され、深さ60 cmまでが土壌圏と考えられた。また、植物のための適度な保水能を土壌がもっていることがわかった。一方で、透水性は比較的良好であり、一定量を超えた降雨により土壌圏以下の岩石圏に水が供給される可能性が示唆された。

キーワード：森林、土砂災害、土壌
Keywords: Forestry, Landslide Disasters, Soil

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地理院地図と測量データの比較　～嵯峨野高校校有林を例として～
Comparison of GSI map data with the surveying data by targeting Woods for Field Practice Owned by Sagano High School

楳田 優人[1]、森川 達貴[1]、山﨑 稜太[1]、松木 梨南[1]、久保 菜帆子[1]、佐山 葉[1]、宮地 佑奈[1]、*辻 有夏[1]、高見 紗英[1]、小林 柚稀[1]
Yuto Umeda[1], Tatsuki Morikawa[1], Ryota Yamasaki[1], Rina Matsuki[1], Nahoko Kubo[1], Yo Sayama[1], Yuna Miyachi[1], *Arika Tsuji[1], Sae Takami[1], Yuzuki Kobayashi[1]

1. 京都府立嵯峨野高等学校
1. Kyoto Prefectural Sagano High School

　これまで嵯峨野高校校有林において50を越える調査研究活動を行ってきた。しかしながら各種現地データの整理は進んでいない。そこで本研究では、地理院地図の標高データより現地測量データの方がより正確であると想定し、現地測量をしつつ地理院地図の確からしさを明らかにすることを主目的とした。そして、平面測量を行い、緯度経度および標高を決定することを試みた。その結果、地理情報システムで処理することが可能になった。また3Dプリンターを用いて処理し、地理院地図より現地測量モデルの方が正確であることを確認した。3Dプリンターで立体モデルを作成する際は、適切な作成の仕方、どの樹脂がより良いモデルになるかなどを検討したり、近隣の小学校からの依頼により地理院地図のデータを元により広範囲をモデル化した。今後、校有林における様々な研究活動に利活用されることが見込まれる。また、大型の3Dプリンターモデルを作製し土砂災害などの実験をすることも可能であろう。

キーワード：地理院地図、森林、3Dプリンター
Keywords: GSI, Forestry, 3D Printer

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

嵯峨野高等学校校有林における研究活動の総括と今後の方向性
Summary of our activities and the future direction in the Woods for Field Practice Owned by Sagano High School

*藤本 健史[1]、木下 あこ[1]、松木 梨南[1]、佐山 葉[1]
*Takeshi Fujimoto[1], Ako Kinoshita[1], Rina Matsuki[1], Yo Sayama[1]

1. 京都府立嵯峨野高等学校
1. Kyoto Prefectural Sagano High School

本発表は5年間における約80人以上の生徒による嵯峨野高等学校校有林における研究活動の成果を取りまとめ、今後の方向性を提示することを目的とする。校有林は市街地と山地の境界に位置する里山地域と位置付けられる。一部約70年前にスギ・ヒノキの植林が行われた後は、適切な山林管理は行われていない。林内1.9 haの半分程度の平面測量を終えており、地理情報システムによる処理を行った。傾斜は20 –40度あるものの、適潤性褐色森林土に分類される土壌の明確な流出は見られない。一方で、シカ(*Cervus nippon*)による食害が顕著であり、下層植生の衰退による土壌侵食などの発生などが危惧される。しかしながら、土壌pHが低く、pHの発芽抑制が強く、シードバンクには期待できない。また、ドローンによる空撮映像から林冠は極めて密であり、間伐が喫緊の課題であることが分かった。昨今の森林にまつわる土砂災害の観点から、土壌断面調査および土壌透水性の調査を行った結果、ある一定レベルまでの降雨を土壌は保持できることが判明した。しかしながら、土壌透水性は比較的良いことから、激しい豪雨などの場合には土壌圏を通過し、岩石圏に到着することから、土砂災害の可能性が高まると考える。今後、校有林における水文学ならびに森林情報解析学の観点からのアプローチを試みる。

キーワード：森林、土壌
Keywords: Forestry, Soil

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

凍てつく大地に挑む　～カナダ・ケベック州におけるメープル林下の土壌生成～

Our challenge, the frozen earth : soil formation under the maple forests in Quebec

佐山 葉[1]、松木 梨南[1]、小林 柚稀[1]、*高見 紗英[1]、久保 菜帆子[1]
Yo Sayama[1], Rina Matsuki[1], Yuzuki Kobayashi[1], *Sae Takami[1], Nahoko Kubo[1]

1. 京都府立嵯峨野高等学校
1. Kyoto Prefectural Sagano High School

本研究では、カナダ・ケベック州の代表的な森林植生のひとつであるメープル人工林における土壌生成について明らかにすることを目的とした。調査地点は二地点、調査項目は土壌断面調査、土壌貫入強度、地温、土壌pH，土壌EC、土壌呼吸、樹冠観察とした。調査当日(3月下旬)は30 –40 cmの積雪があり、土壌のLFH層及びA層の上部において凍結状態が確認された。しかしながら、A層下部以深は乾燥状態にあり、凍結は確認されなかった。土壌は検土杖・長谷川式土壌貫入計ともに一般的な日本の森林土壌と比較してやわらかいことがわかった。現在、一般的なカナダの森林土壌との比較を試みている。

キーワード：カナダ、土壌、森林
Keywords: Canada, Soil, Forestry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

本影月食中の月の色
Color of the moon at the umbra lunar eclipse

*藤野 航大[1]、*齊藤 孝太朗[1]、*鯨岡 慶樹[1]、*土井 颯[1]、*安田 伊吹[1]
*Koudai Fujino[1], *Kotaro Saito[1], *Yoshiki Kujiraoka[1], *Hyate Doi[1], *Ibuki Yasuda[1]

1. 埼玉県立浦和高等学校
1. Saitama Prefectural Urawa High School

本影月食中の月は真っ暗にならず、赤銅色に見えることはよく知られている。また、本影の縁付近が写真で青く写ることから、「ターコイズフリンジ」と呼ばれている。しかし、これは画像処理による強調の可能性がある。そこで分光観測を行い，本影の縁は白色に近くターコイズ色ではないことが分かった。

キーワード：本影月食、ターコイズフリンジ
Keywords: Umbra lunar eclipse, Turquoise fringe

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

火山灰を含む地層の花粉分析に基づく植生変遷及び噴火年代の研究
Study on vegetation change and validity of eruption age based on pollen analysis of the strata containing volcanic ash

*鈴木 大凱[1]、*落合 陽紀[1]、*上野 敬太[1]、*渡邉 充司[1]
*Taiga Suzuki[1], *Haruki Otiai[1], *Keita Ueno[1], *Athushi Watanabe[1]

1. 静岡県立韮山高等学校
1. Nirayama HighSchool

Ⅰ　研究概要

伊豆半島の古環境復元に繋がる研究は多いが、我々は地層中に多く含まれる火山灰に注目した。

伊豆半島の地層は、ローム層などの層とさまざま火山灰層で構成されている。火山灰層は年代既知であるため、隣接するローム層の年代を把握することができる。ローム層には当時生息していた植物の花粉が存在しており、種別の花粉存在割合は当時の植生を反映しているといえる。したがって、花粉調査によって当時の植生を推定することができる。年代と植生のデータを組み合わせることにより、当時の植生変遷や気候変動の推測や、地層に火山灰を積もらせた火山の噴火年代の妥当性の検討をすることが可能である。

Ⅱ 研究方法

１つの地層から深度別に非火山灰層をサンプリングし、近隣の火山灰層から年代を推定。花粉抽出法を用いて各サンプルから花粉を抽出。抽出した花粉の種を同定して種別にカウントして割合を計算し、当時の植生のデータとする。そのデータを基に、当時の植生変遷や気候変動、噴火年代の妥当性についての考察をする。

Ⅲ　調査地点１　鉢窪山での調査

鉢窪山は浄蓮の滝付近に位置する火山で、山頂のすり鉢状の火口、その中に存在する湿地、表面の泥炭層の存在から、他の山の火山灰や飛んできた花粉が堆積しやすい点でサンプリングにおいて都合が良いと考えたため、鉢窪山の山頂から地層サンプルを採取した。

サンプルを花粉抽出法（参考：大分県立日田高等学校科学部の研究）で処理し観察したが花粉は少ししか観察されなかった。その後の採集で地層から人工物が発見されたため、人の手による地層撹乱の可能性が浮上し、研究の正確性を考え鉢窪山での調査を断念した。

Ⅳ 調査地点２　伊豆の国市大仁田原野の崖での調査と分析方法の改良

次の調査先として、伊豆の国市大仁の田原野にある崖を選んだ。時代範囲が広いので明確な植生変遷の期待が高いこと、火山灰層以外の層は日本で一般的なローム層であり花粉数の期待は鉢窪山山頂よりは低いがここからの花粉抽出に成功すれば調査可能な範囲が広がる事が利点である。ローム層を10 cm 毎に計18 区画をサンプリングした。不純物を取り除き、より多くの花 粉を観察するため、独自に改良した花粉抽出法を用いた。主な改良点は、遠心分離での回転速度と回転時間を増やしたことと、危険なフェノールの使用をやめて作業の安全性を向上させたことである。鉢窪山の時に比べ非常に見やすく花粉量も十分であるプレパラートの作成に成功した。この抽出法で鉢窪山泥炭層を処理したところ大量の花粉が観察されたので改良の正当性が示された。同定には日本産花粉図鑑に加え、花粉分類名検索
（http://pollen-5.sakura.ne.jp/bunruimeikensaku.html）の情報も用いた。

Ⅴ　結果

主に観察された花粉はスダジイ、ネコヤナギ、イチョウであった。

スダジイは新潟福島以南に分布している。12.5万年前の噴火以降消滅したが、10.3万年前の噴火以降に復活した。ネコヤナギは北海道～九州に分布している。全区画で生息が確認された。

イチョウは年平均気温0～20 ℃の範囲に生息している。最初は生息していなかったが、12.4万年前から現れて割合を増やした。

Ⅵ　考察

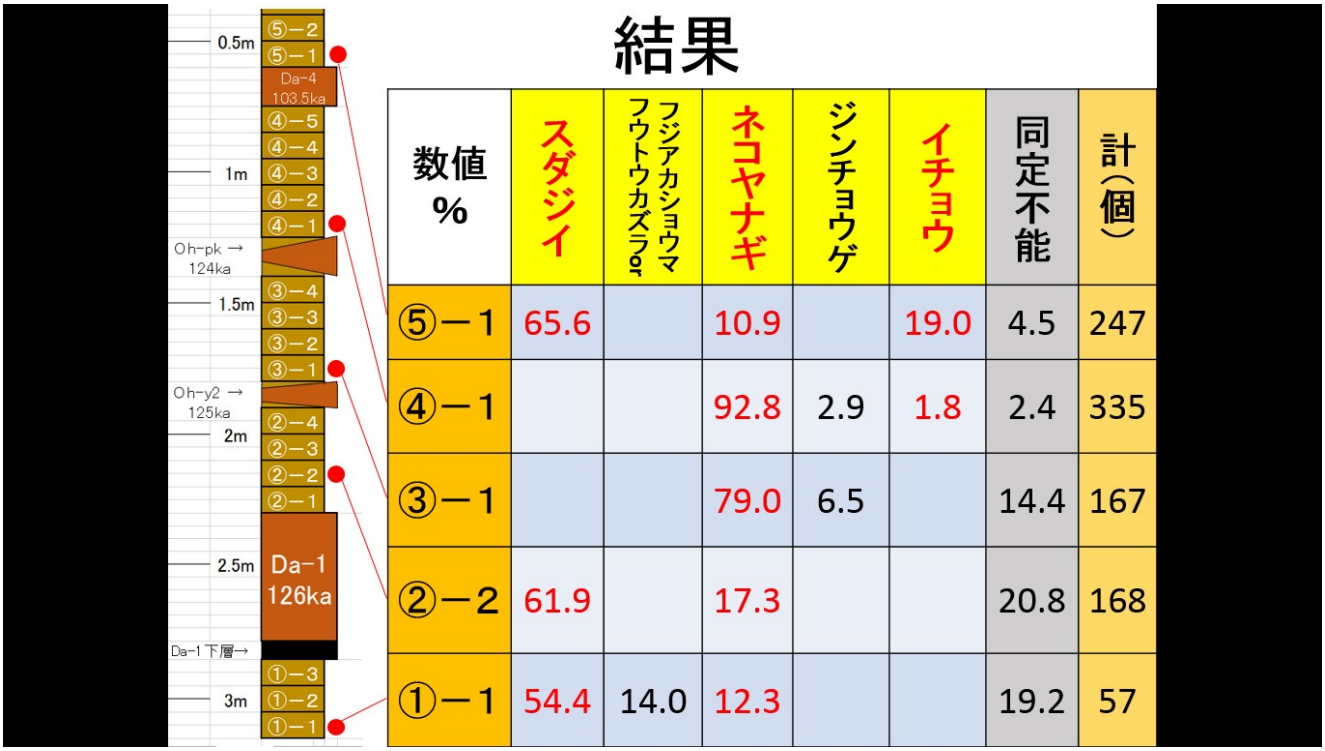
割合変動から、「12.5万年前の噴火以降、現在の東北北部～北海道南部並に気温が下がり、10.3万年前の噴

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

火あたりで気温が上がった。」と考察できた。南極の氷床解析から導き出された気温変動データと比較したところ、この考察は一致していた。

詳しく気温変動を見ていくため、全区画の分析を行っている。その際、同定における判断の個人差を小さくするため判断基準の一致を徹底した。

キーワード：火山灰、花粉
Keywords: Volcanic Ash, Pollen



数値 %	スダジイ	フジアカショウマ フウトウカズラ等	ネコヤナギ	ジンチョウゲ	イチョウ	同定不能	計（個）
⑤−1	65.6		10.9		19.0	4.5	247
④−1			92.8	2.9	1.8	2.4	335
③−1			79.0	6.5		14.4	167
②−2	61.9		17.3			20.8	168
①−1	54.4	14.0	12.3			19.2	57

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Statistical analysis of the columnar joints shape and study of its formation factor using high resolution 3D model by multicopter photos

*太田 昌仁[1]、*榎本 晃大[1]、*久保田 真帆[1]、*西島 美奈子[1]、*渡邉 充司[1]
*Akihito Oota[1], *Kouta Enomoto[1], *Maho Kubota[1], *Minako Nishijima[1], *Atsushi Watanabe[1]

1. 静岡県立韮山高等学校
1. Nirayama HighSchool

伊豆半島は火山活動により形成されたため、柱状節理が多く存在する。伊豆の国市に位置する、城山、白鳥山の柱状節理を観察したところ、六角形が主に存在している一方で、六角形以外も比較的多く存在していた。貴重な地質遺産でもある柱状節理を統計的に解析することで、その形状が安定して六角形にならない原因をはじめ、成因、形成状況を解明することを目的に本研究を行った。まず、自然界の柱状節理のデータを収集するために、下田市の爪木崎柱状節理に対して、緯度・経度・高度情報を持った空中写真を、ドローンを用いて413枚撮影した。空中写真から、3Dデータを作成し、次にその平面図であるオルソ画像を作成した。次に、複数人でGISを用いてオルソ画像の判読を行い、4957個の柱状節理の多角形データを手作業で作成した。多角形の角数の頻度分布を調べたところ、六角形が最も多かった。次いで、五角形、七角形の順に多かった。多角形の面積に着目すると、画数の多いものほど面積が大きい傾向が見られた。実際の爪木崎柱状節理と、そのデータから導いた重心を用いて作成したボロノイ図形(隣点の垂直二等分線をつなぎ合わせて作成する、点の最近隣領域を示す図形)を比較したところ、ほぼ一致したことから、ボロノイ図形の作成による柱状節理の再現が可能だと確かめられた。爪木崎柱状節理の解析から、自然界に存在する柱状節理の角数にはばらつきがあることが分かった。そこで、柱状節理の角数は冷却速度と関係があると考え、冷却速度以外の条件を揃えた柱状節理を作成する実験を行うことにした。

粉体と流体の混合物が乾燥し、収縮するとき、核が形成され、柱状節理が形成される。(遠藤徳考ほか,地形現象のモデリング)そこで、粉体に片栗粉、流体に水を使用し、その混合物をシャーレに入れ、乾燥機で乾燥させ、柱状節理を作成した。自然界の柱状節理における冷却速度は、片栗粉柱状節理における水の蒸発速度、つまり実験の温度と片栗粉の質量に関係すると考え、温度60℃,70℃,80℃に対しそれぞれ片栗粉の質量50g,70g,90gと変え、九つの条件で実験を行った。作成した片栗粉柱状節理を真上から撮影し、中央の3cm四方を資料とし、複数人でその形状を手作業でデータ化した。また、温度60℃、片栗粉の質量90gの条件では柱状節理が二層構造になってしまった。この際、片栗粉柱状節理の断面形状は細かい凹凸が多く、角数特定の信憑性がなかったので、データから導いた重心を用いて作成したボノロイ図形の角数をその柱状節理の角数とした。各条件における度数分布を比較したところ、全ての条件下で六角形の度数割合が高く、度数分布もほぼ一致したことから、角数と冷却速度の関係性は無いと考えた。そこで、角数のばらつきは冷却の不均質さに関係すると考え、完全に均質に冷却された場合と不均質に冷却された場合の二種類を比較することにした。

完全に均質に冷却された場合、収縮中心は等間隔に配列し、全ての柱状節理が正六角形となる。一方、不均質な冷却をシミュレーションするため、点同士を20cm以上離したランダムな点群を配置し、それを重心としたボノロイ図形を作成した。角数分布を比較したところ、ランダム点による柱状節理よりも爪木崎の方が六角形の度数の割合が多く、グラフの尖り度合いを数値化した尖度(数値が大きいほど尖っている)が爪木崎の方が大きいことから、爪木崎柱状節理の度数分布はランダム点による柱状節理の度数分布に比べ、六角形に集中していることがわかった。以上のことから、不均質な冷却が角数のばらつきの原因であると考え、柱状節理の角数と冷却の均質さには関係があると考えた。

本研究において、柱状節理の角数は冷却速度と関係はなく、柱状節理の角数と冷却の均質さに関係があると結論付けた。よって、均質に冷却されるほど六角形の柱状節理の度数割合が大きくなり、不均質に冷却される

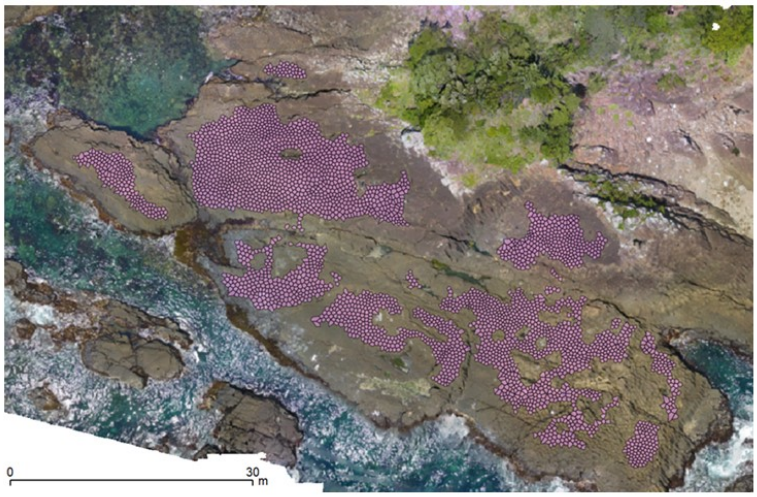
©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

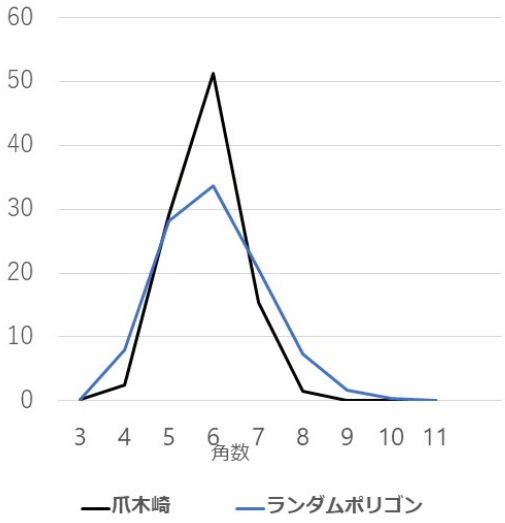
ほど六角形以外の柱状節理の度数割合が大きくなると考えられる。

謝辞

本研究を進めるにあたり、伊豆半島ジオパーク推進協議会事務局専任研究員、鈴木雄介様に多大なご協力を賜りましたことを深く御礼申し上げます。

キーワード：柱状節理
Keywords: columnar joints





©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

古狩野湾の復元
Restoration of the Paleo-Kano Bay

*小島 蒼太[1]、*久保田 真央[1]、*米山 夏生[1]、*山本 貴之[1]、*渡邉 充司[1]
*Souta Kojima[1], *Mao Kubota[1], *Natsuki Yoneyama[1], *Takayuki Yamamoto[1], *Athushi Watanabe[1]

1. 静岡県立韮山高等学校
1. Nirayama HighSchool

Ⅰ　研究背景

伊豆半島北部にある田方平野には、縄文海進により「古狩野湾」と呼ばれる海が広がっていた。その海岸線を復元する研究は行われてきたが、我々はその精度を向上させるべく研究を行っている。海岸線を復元する際には地形やボーリング調査の結果から行うことが通例であるが、我々は遺跡の分布やウバメガシの分布からの復元を試みた。

先行研究ではボーリング調査の結果から、土壌の硫黄濃度を測定する方法、ケイソウの種類を調べる方法、土壌の電気伝導度を調べる方法、の三つから陸成層と海成層を判別し海岸線の特定を試みている。1923年に発生した関東大震災において被害の集中した関東平野の低地は田方平野と同様に縄文時代は海であり、軟弱地盤地帯であった。そのため、当時の海岸線を復元することで地下数十メートル下にある軟弱な地盤の存在を予測でき、減災に役立つことが期待できる。

Ⅱ　研究内容

遺跡による復元

QGISを使用して、縄文時代から弥生時代までの遺跡の分布を調べ、地図にまとめた。

時代が進むにつれて山間部から平野部に遺跡が移動している。重要なことはこれまで海とされていた平野部に縄文時代の遺跡がなく、海が引き始めた年代から平野部へと遺跡が移行していることである。これにより、縄文時代の田方平野は非居住地域であったことが推測される。

2　ウバメガシによる復元

分布調査

ウバメガシは平地での生存競争に弱く、海岸線の岩場を好んで生息する植物である。しかし、田方平野には内陸部であるのにも関わらずウバメガシのコロニーが存在する場所がある。そこで、内陸部に存在するウバメガシを、縄文海進とともに内陸に進出し、その後の海退により取り残されたものだと仮定し、調査を行った。

田方平野全域と伊豆半島西海岸でフィールドワークを行い、ウバメガシのサンプルを新たに沿岸部で12ヶ所、内陸部で27ヶ所採取した。ほとんど全ての内陸部のウバメガシが沿岸部に似た崖や岩地などの植物の生息しにくい環境で生息していることが確認できた。

DNA調査

ウバメガシが海退により取り残されたものであると仮定すると、現在の沿岸部のコロニーとは6000年間にわたり隔絶されてきているため両者のDNAに何らかの違いが生じている可能性がある。その変化を見つけるために我々は内陸部と沿岸部のウバメガシのDNAを比較し、内陸部のウバメガシが縄文海進により取り残されたものであると証明することを試みた。

冷凍されたサンプルを粉末状にしDNeasy Plant Kitsを用いてDNAの抽出を行い、PCR法によって増幅を試みた。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Matk、*trnH-psbA*、*atpB-rbcL*を使用した。増幅後に電気泳動を行い各サンプルのDNAの比較を行った。すべてのサンプルにおいてバンドを出すことはできなかったが内陸部の守山と沿岸部の牛臥山の泳動結果にわずかながら差があるように見える。しかし、抽出したサンプルのDNA濃度が非常に小さく他のサンプルでの比較や再現が行えなかった。そこでDNA抽出キットを変え実験を行った。６箇所のサンプル（枯野公園、水晶山、白山堂、黄金崎、南蔵、長浜城）に対し、Lysis Solution SLSを使用しDNA抽出を行った。そのサンプルに対しDNAの確認実験を行った。

結果としてすべてのサンプルにおいてDNAの存在を示すバンドが見られた。

DNAの抽出には成功したが、すべてを増幅するまでには至らなかった。原因としてはDNAの濃度や不純物の混濁が考えられる。一部のDNAでは差異が見られた。塩基配列の解析やPCRの条件を検討するなど、さらなる遺伝子の解析が今後の課題である。

3ボーリング調査

先行研究と国土地盤情報検索サイトから精査すると、正確な南限は神島以南の水晶山付近である断定できる。

Ⅲ　結論

今回、多くのウバメガシのコロニーを発見することができたため、より細かく海岸線を推定できるようになった。先行研究では白山堂付近が南端であると推測したが、白山堂以南にウバメガシが多く生息していたため古狩野湾の南端は水晶山付近、もしくは水晶山以南であると今回の研究では推測した。また先行研究と今回の研究結果から海岸線は図のようになると考えられる。

Ⅳ　今後の展望

分布調査では南限と推定した水晶山付近の調査をさらに行うことでより詳しく海岸線を推定できると思われる。新たなサンプルではDNAの存在を確認することができ、比較ができる可能性が高いので、すべての配列でPCR条件の検討を行い遺伝子の解析をさらに進める必要がある。また、田方平野における堆積物の厚さや隆起や沈降を調べ当時の地形を再現していくとともに、先行研究で行われているボーリング調査の結果と比較し、我々がとった手法が海岸線を知るための指標として用いることができるかを検討していきたい。

Ⅵ　参考文献

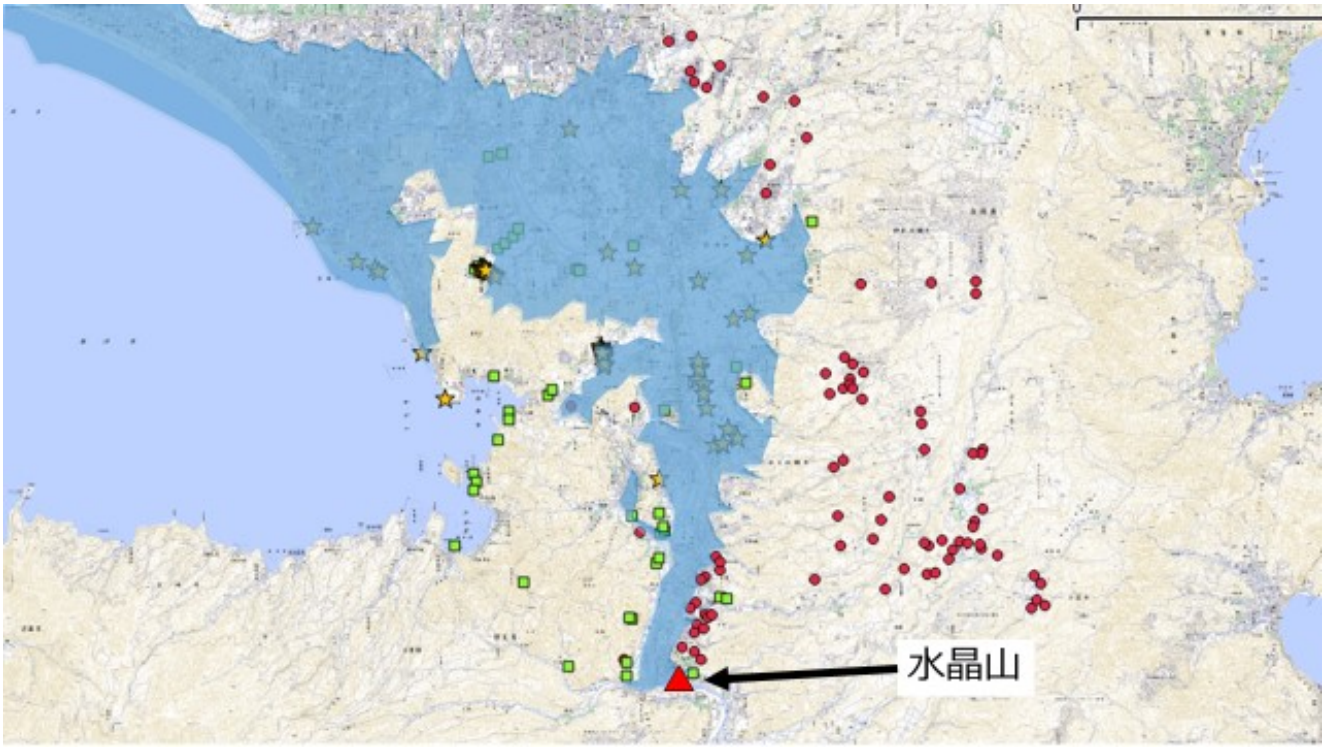
Genetic variation and structure of Ubame oak, Quercus phillyraeoides, In Japan revealed by chloroplast DNA and nuclear microsatellite markers

Ⅶ　謝辞

多大な協力を賜りました伊豆半島ジオパーク推進協議会事務局専任研究員　鈴木雄介様　、
国立遺伝学研究所　黒川顕様　豊田敦様　に深く御礼申し上げます。

キーワード：ウバメガシ、縄文時代
Keywords: Ubame Oak, Jomon period

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

深層海流から世界環境へ
From deep water circulation to the World's environment

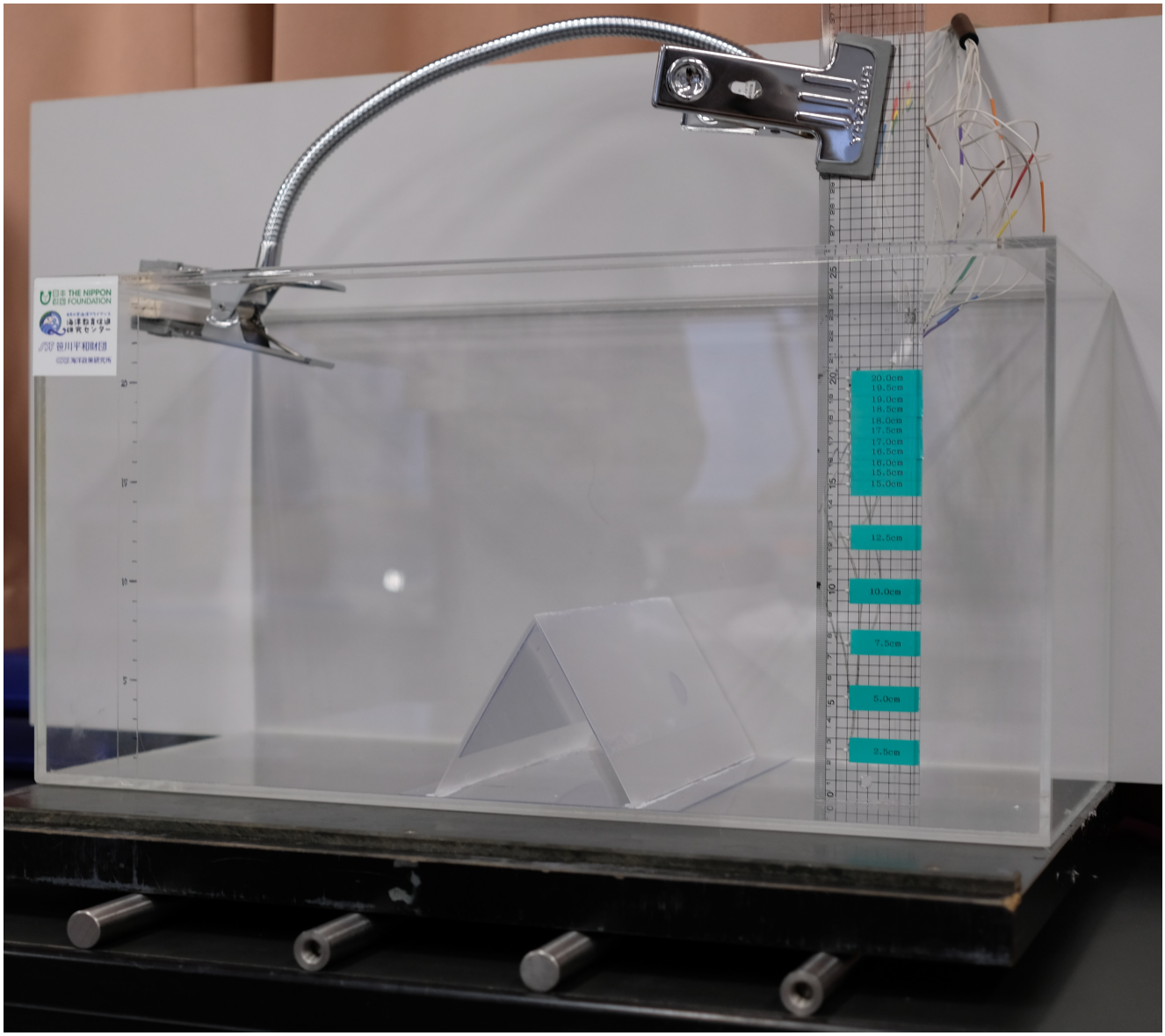
*小久保 太凱[1]、*塚田 惟人[1]、*中田 宙希[1]、*中田 光軌[1]、*藤田 光[1]
*Taiga Kokubo[1], *Yuito Tsukada[1], *Hiroki Nakada[1], *Mitsuki Nakada[1], *Hikaru Fujita[1]

1. 逗子開成高等学校
1. Zushi-Kaisei Senior High School

東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻の日比谷紀之教授より、海の深層循環に存在する深層熱塩循環が表層から深層へ熱を輸送することで、私たちにとって住みやすい環境を形作っており、その深層循環に月が生み出す潮汐流が影響を及ぼしているという報告がある。その潮汐流が海山に当たることによって水中で乱流が発生し、表層の熱が深層に伝えられ、深層水が浮力を得て湧昇するという仕組みである。私たちは、この仮説が正しいか確かめるため潮汐流によって海中で発生する乱流に着目し、海山や海をプラスチック板や水槽などを利用してモデル化して、温度変化を解析したり、流れを可視化したりなどの実験をして海山を駆動することにより上下層間での温度差が小さくなることを確かめたり、水槽中にインクを放って乱流が発生しているのを目視で確認したりして、鉛直上向きの熱輸送をする乱流の存在を確かめることにした。

キーワード：海
Keywords: sea

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

暑くて寒い鳩山の謎
Mystery of hot and cold Hatoyama

*山本 鷹平[1]、*吉村 友輔[1]、*町田 敦秀[1]、*篠田 将太郎[1]
*Yohei Yamamoto[1], *Yusuke Yoshimura[1], *Atsuhide Machida[1], *Syotarou Shinoda[1]

1. 埼玉県立熊谷高等学校
1. Saitama prefectural Kumagaya High School

埼玉県内陸部に位置する鳩山町は、内陸性の気候であり、夏暑くて冬寒い特徴がある。近年、特に冬季に盆地でかつ標高の高い秩父を下回る最低気温が観測されることが多い。熊谷高校地学部では、この謎についてアメダスデータ、地形模型、異なる土地利用の状態を再現した気温測定実験によって解明することを試みた。

キーワード：気温、土地利用、放射冷却
Keywords: air temperature, land use, radiative cooling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

クレーターを数えてみえてきた土星衛星ディオネの歴史 新考察
A New Story for Saturn Satellite Dione's History seen in Crater Counting

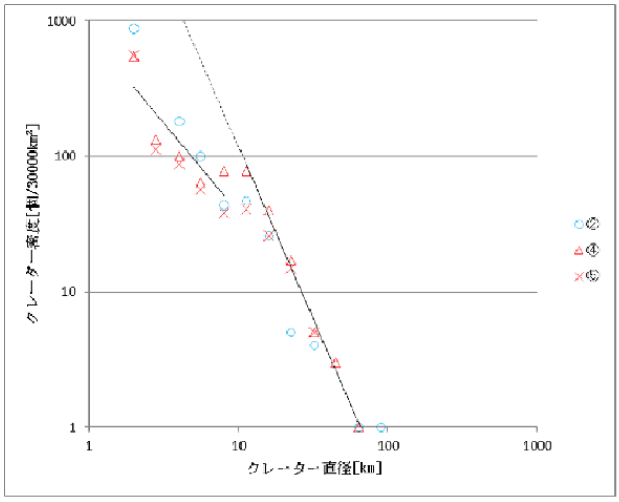
*石橋 志悠[1]、*河野 恭大[1]、*竹田 好汰[1]
*Shu Ishibashi[1], *Kyota Kono[1], *Kota Takeda[1]

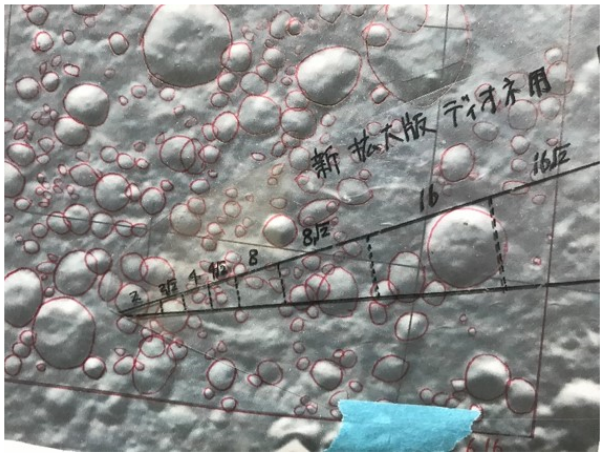
1. 大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎
1. Tennoji Senior High School Attached to Osaka Kyoiku University

土星の衛星ディオネの自転・公転周期は同期しており，ディオネにおいて「クレーターの多い場所」⇔「隕石の当たりやすい場所」と言える．隕石は一般に，衛星の公転の伴う進行方向の面に最も当たりやすいことが知られているが，ディオネの全体画像からは進行方向とは逆の面にクレーター分布が集中しているように見える．NASAはディオネの進行方向とその逆方向の面が入れ替わった可能性を示唆しているが，詳細な分析等は行われていない．本研究では経度・緯度別，直径別にクレーターカウントを行うことで，ディオネにおける新しい考察を行うことを試みた．併せてテチス(土星の衛星)のカウントを行い，比較を検討した．

なおディオネは氷衛星であるため，熱によってクレーターが消える可能性がある．氷衛星の熱源にも着目し，研究を進めた．

キーワード：クレーターカウント、氷衛星
Keywords: crater counting, icy satellite





©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

大阪の天気に合う観天望気とは
Which Weather Proverbs are Suitable for The Weather Forecast in Osaka

*島田 遼人[1]、*朝日 奈桜[1]、*山本 晶貴[1]
*Haruto Shimada[1], *Nao Asahi[1], *Aki Yamamoto[1]

1. 大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎
1. High School Attached to Osaka Kyoiku University (Tennoji Campus)

１.研究背景・目的

自然現象や生物の行動の様子から天気を予想する言葉や地域特有の気候を伝えるものを観天望気や天気俚諺という(以後、観天望気)。現在の日本の天気予報は主にスーパーコンピュータを用いて予測されているが、天気予報のシステムが導入される前は、観天望気を用いて天気を予想していた。古代から経験則として「夕焼けの翌日は晴れる。」などが使われており、的中率は約70%だと推定されている(オペレーションズ・リサーチ学会)。

観天望気は昔に作られた言葉なので気候変動が起こっている現代の天気には通じないものもある可能性がある。また観天望気には全国共通のものと地域別のものがある。そこで、大阪市における観天望気の的中率を、空の様子の観察や気象データから算出しようと考えた。本研究では大阪市で適用できる観天望気を選出することを目的とした。

２.方法

初めに研究の対象とする観天望気をリストアップした。そして、本校で4方位の空の様子を1日3回(授業時間の関係から8:30,12:30,15:10)撮影し、その様子を観測した。また、それに対応する9:00,12:00,15:00の3回の大阪のアメダスのデータ(天気、降水量、温度、風向、風速、湿度、気圧)を記録した。翌日以降も空の様子の観察とアメダスのデータを記録した。(2018年4月～2019年1月)

観天望気の条件と予想される天気が一致した場合を観天望気の「的中」として的中回数を調べた。また、観天望気の的中率を算出した。そして、観天望気の的中率が高いものを大阪市で適用できる観天望気に選出した。

３.結果

①「夕焼けは晴れ」

本研究では「夕焼け」の条件を「15時のアメダスで観測された天気が晴れの場合」とした。そのうち、翌日天気を観測する3回のうち1回でも「晴れ」または「快晴」が観測されれば的中として、的中率を算出した。15時に「晴れ」・「快晴」が観測されたのは113回、そのうち翌日「晴れ」は75回観測され、的中率は66.4%となり、観天望気の期待値に近い結果になった。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

②「四方に雲なきは3日の雨」
「四方に雲なき」の条件は、「空の様子の観察で4方位ともに雲が見られなかった場合」として、そこから3日以内に雨が
降った場合に的中とした。「四方に雲なき」は14回、そのうち3日以内に雨が降ったのは6回で、的中率は42.9%だった。
また、「四方に雲なき」は「快晴」だと解釈することができるため、条件を「アメダスで快晴が観測された場合」にして
的中率を算出した。すると、快晴が130回観測され、そのうち、快晴が観測された後3日以内に雨が46回観測され、的中率
は35.4%となった。

③「夏の南風は晴れ」
「南風」の条件は16方位での「南東」～「南西」の風が観測され、その後１日以内に晴れた場合に的中とした。この時の
「晴れ」とは、「晴れ」または「快晴」が観測された場合を示す。全体において、「南風」が214回観測され、その後１日
以内に「晴れ」たのは149回で的中率は69.6%だった。

これらの観天望気の月別の的中率や考察についてはポスターセッションで詳しく発表する。

４.考察
結果から、「夕焼けは晴れ」・「夏の南風は晴れ」のような的中率が推定的中率に近い、またはそれ以上の観天望気は大
阪では適用できると考えた。

５.今後の課題
現在の大阪における的中率の高い他の観天望気を見つけることや、観天望気を今の天気に合ったものに作り替えること
で、天気予報とともに天気の予測に用いる。そのために、多くの観天望気の的中率を調べることや、大阪の天気の傾向をア
メダスのデータや空の様子から見つけることが必要だと考える。
本研究では、8:30,12:30,15:10の空の写真および9:00,12:00,15:00のアメダスのデータを使用した。「夕焼け」、
「朝」などそれぞれの観天望気で判断の基準とされている時間帯に観測し、より精度の高い的中率を調べる必要がある。

キーワード：気象
Keywords: Meteorology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

火山下を通る地震波への影響
An Effect on Seismic Waves Beneath Active Volcanoes

*林田 天[1]、*米田 光希[1]、*山本 美薫[1]
*Ten Hayashida[1], *Mitsuki Komeda[1], *Miku Yamamoto[1]

1. 大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎
1. Tennoji Senior High School Attached to Osaka Kyoiku University

研究背景・目的

日本は世界有数の火山大国である。火山の下にはマグマだまりが形成されているが、その位置を正確に知ることは難しい。そこで、本研究では、地震波形を使ってマグマの位置を推測するため、２段階に分けて検証を行う。まず、火山下を通った地震波がどんな影響を受けるのか明らかにしたのち、その結果を使ってマグマだまりの位置を推測する。今回は熊本県を中心とする九州地方に対象を絞った。2016年に熊本県で大規模な地震が起こったため、余震を含めた多くの地震データを手に入れることができる。また、九州地方の地震波は比較的震の浅いものが多いため、後に記す地震データの選定条件に一致しやすい。

２．原理・仮説

地震波には初期微動を引き起こすP波と主要動を引き起こすS波の２種類が存在する。P波は個体・液体・気体のすべての物質内を伝播していくが、てS波は固体中のみしか伝播することができない。そのことを考えると、液体であるマグマだまりを通過した地震波は、波形の位相が不明瞭になると考えられる。「波形の位相が不明瞭」というのは、P波とS波の境目がはっきりしないような形になっているもののことをさす。また、断層と垂直方向に進む地震波は波形の位相が明瞭になることが明らかにされている（本多，1954）。つまり、断層と垂直方向に進む地震波で火山を通るものの位相が不明瞭ならば、その地震波はマグマから何等かの影響を受けていると考えられる。しかし断層とおよそ45度方向に進む地震波ではマグマに関係なく不明瞭になることも知られている（本多，1954）ため、今回は区別が明瞭に出るはずの断層から垂直な方向に進む地震波に着目する。

この仮説が正しければ、波形が不明瞭になっている地震波から、マグマだまりの位置や深さを推測することができる。

２．研究内容

検証１：火山下を通った地震波がどんな影響を受けるのか明らかにする。

・方法

①気象庁HP内の「震度データベース検索」を使い、以下の条件を設定して研究に使用できる地震を探す。この時、九州地方の火山の分布を調べておく。

・Ｍ３以上であること　・震源深さが30ｋｍ以下であること

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

・九州地方の陸地で発生した地震であること

・震源地から観測点に地震波が到達するまでに、火山下を通過すること

マグニチュードの制限は、規模が小さく波形の位相がもともと不明瞭になりやすい地震を選ばないようにするために設定した。震源深さについては、深さおよそ30ｋｍの位置にはモホロビチッチ不連続面があり、その面を境に波の性質が変わってしまうと考えて検証データから省いた。

②①で集めた地震について、気象庁HPからそれぞれの断層の動いた向きを調べ、断層の動きが比較的はっきりしているものだけを選ぶ。

③「防災科学技術研究所Hi-net高感度地震観測網」から、,で選定された地震のイベント波形数値データをダウンロードする。

④③で集められたデータを、WIN2という波形解析専用ソフトウェアを使って解析する。このソフトウェアを使うと、各観測点の波形・震源地情報・震源地と各観測点のマップを手に入れることができる。

⑤各地震について、位相が不明瞭になっている地震波を選びだし、その観測点をマップにプロットする(図７)。

⑥断層の方向と比較し、波形が不明瞭になることと火山の存在が関係するかについて考える。

・研究結果・考察

いくつかの地震で、断層に垂直な波線において、火山を通過する場合に位相が不明瞭になるという感触が得られた。本来ならば位相が明瞭になるはずの断層方向から垂直な波線で、逆のことが起きているということであるから、火山の下のマグマだまりによる影響があった可能性が高い。つまり、仮説通り、マグマを通る地震波は、位相が不明瞭になるということがいえる。この検証結果を使って次の検証を進めていく。

検証２：マグマだまりの位置を推測する

・方法

① 地図ソフトGMTを使用して、北九州地方の白地図を作る。

② 波形が不明瞭になった各観測点・震央の位置を、①の白地図にプロットして線で結ぶ。

・結果・考察

完成した地図を見るだけではマグマだまりの位置を明確にすることはできなかったが，波線が阿蘇山の付近で密度が高くなることは確認できた。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

５．今後の課題

検証１

データ数が少ないため、さらにデータ数を増やし結果をより強固なものにする。

また、発表の際結果を目に見えてわかる形にするための工夫が必要になる。

検証２

検証１と同様、データ数が少ないためさらにデータを増やす。

また、今の検証方法だとマグマの位置を検証することが困難なので、地震データの集め方やデータ処理の仕方を考え直す必要がある。

キーワード：地震、火山
Keywords: Eaerthquake, Volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

クレーターに伴うレイの構造の解明
The Research Analyzes Structure of Ray with Crater

*鈴木 万結子[1]、*岡田 美鈴[1]、金澤 涼夏[1]、*奥出 凪津子[1]、*澤井 美緒[1]、*南 芽依花[1]
*Mayuko Suzuki[1], *Mirei Okada[1], Suzuka Kanazawa[1], *Natsuko Okude[1], *Mio Sawai[1], *Meika Minami[1]

1. 大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎
1. Tennoji Senior High School Attached to Osaka Kyoiku University

研究背景・目的

研究レイ(Ray/光条)は月面等に見られる、クレーターから放射線状に広がる筋のことである。私たちは、クレーター形成の通説である隕石衝突説に基づいた再現実験が身近なもので実施できることから、クレーターの周囲にできるレイも再現することが出来ると考えた。本研究ではその手法を用いて、レイを構成する物質が隕石または地面のどちらに由来するのかを明らかにすることを目的に、多様な月面環境を想定した再現実験によって調査した。

方法

本実験ではスケール効果を考慮し、「隕石」には片栗粉、ベビーパウダーを使用した。その他いくつかの粉も試したが、実験の成功率や再現されるクレーターの形等から、これらの粉末が適していると判断した。衝突時の運動エネルギーを測定しやすくするため、高さを固定して隕石モデル(片栗粉の球体、鉄球)を自由落下させた。粉の球体は２つの計量スプーンを用いて作った。実験は三つのパターンを想定して行った。

1.何もない床に粉を落とす場合

1.計量スプーン２つを用いて落下隕石を想定した片栗粉の球体を作った。
2.高さ25､50､75､100㎝でそれぞれ5回ずつ黒シートに落とした。
3.粉の広がりをレイとして、落下点から８方向に番号をつけ、番号ごとに着地点からの飛距離を測定し記録した。また、８つの平均値をレイの半径とした。全体の写真を撮った。

2.粉を敷いた床に粉を落とす場合

1.食用色素を使って青い片栗粉と赤い片栗粉を作った。
2.半球型の計量スプーンで落下隕石を想定した赤い片栗粉の球体を作った。
3.月面を想定した青い片栗粉を直径が球体の4倍になるよう白いシートに敷いた。
4.2を3に落として、粉の広がりを写真で記録した。

3.粉を敷いた床に鉄球を落とす場合

1.月面を想定して一定の厚さ敷き詰めたベビーパウダーの上に、穴の開いた板を置いた。
2.穴に落下隕石を想定した鉄球を落とした。
3.穴から飛散したベビーパウダーの広がりを記録した。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

結果

実験1において衝突時の運動エネルギーとレイの直径のグラフに正の相関が見られた。この結果は先行研究と一致する。実験1・2どちらにおいてもレイに類似した模様を再現することができた。実験Ⅲの結果・考察についてはポスターセッションで詳しく発表する。

考察

再現した例の形より、レイを構成するイジェクタは隕石と地面の両方に由来する。しかし、レイ全体の内、地面由来の方が割合は高い。よってレイ形成には地面の物質が大きく関係していると考えられる。

今後の課題

本研究の実験は空気抵抗があったり地球の重力があったりと、月面とは違う環境下であった。このことから、再現実験の妥当性を検討する。

実験Ⅰ・Ⅱにおいて粉を落とす際の手動による作業を機械化できなかった。そのため、条件にばらつきがでてしまった。

実験Ⅱの実験結果が視覚的な判断であるため数値化など正確な情報処理方法を考えたい。

キーワード：月、レイ、隕石衝突説
Keywords: Moon, Ray, Meteorite collision

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

塩害土壌を改良する
The Way of Improving Salt-Damaged Soil

瀬﨑 花音[1]、上野 珠季[1]、*北西 愛[1]
Sezaki Kanon[1], Tamaki Ueno[1], *Ai Kitanishi[1]

1. 大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎
1. Tennoji Senior High School Attached to Osaka Kyoiku University

大地震などによって海水がかかり塩類集積が進んだ土壌は、作物が育ちにくくなる塩害土壌となる。しかしこの塩害土壌に薬品のカルシウム化合物を添加することで、土壌を改良できることを昨年度の研究によって明らかにした。 そこで本研究では、薬品ではなく人体に害のない天然由来のカルシウムでも、同様に塩害土壌を改良することができるのか、明らかにすることを目的として研究を進めた。廃棄物として問題になっている貝殻の主成分が炭酸カルシウムであることに注目し、もしこれらの天然カルシウムを塩害土壌の改良に役立てることができれば環境問題の解決にも繋がるのではないかと期待し、本研究を行った。

塩害とその改良方法の原理は次の通りである。土壌粒子は負の電化を帯びている（図１a）。その土壌に、津波などによって海水が侵入すると、正の電荷を帯びたナトリウムイオンは土壌粒子にひきつけられる（図１b）。その土壌を塩害土壌と呼ぶ。しかしその塩害土壌にカルシウム化合物をまくと、電離したカルシウムイオンが土壌中に発生する（図１ｃ）。そのカルシウムイオンと、土壌粒子に付着していたナトリウムイオンが置換し、土壌粒子から離れたナトリウムイオンが流れることで土壌が改良される（図１ｄ）。

今回はカルシウム化合物と同様に天然カルシウムでも塩害土壌を改良できるかを調べ、改良できた場合、天然カルシウムの種類による、土壌改良の効率の違いを明らかにした。

方法は昨年と同様、塩化ナトリウム水溶液を含ませた土壌に、くだいた牡蠣殻、卵殻、アサリ殻、薬品の炭酸カルシウムをまいてカイワレダイコンを育て、その発芽率と落ちてきた水に含まれるナトリウムイオン量の変化を土壌改良の指標として実験を行った。これらの指標にどのような変化が起きるのかを明らかにした。

結果として、発芽率を見ると土に対して０．１%、流出したナトリウムイオン量を見ると土に対して０．０５%の割合で天然カルシウムを添加したときに最も土壌が改良されていることがわかった。また添加量を上げていくと次第に改良の度合いが下がっていった。

これらのことから天然カルシウムでも塩害土壌を改良できたといえる。天然カルシウムの改良の度合いは薬品のカルシウム化合物より低いわけではないということもわかった。また天然カルシウムを土に対して０．０５%から０．１%ほどの低い割合でまくと塩害土壌に最も効果があると考えられる。

キーワード：塩害、土壌、カルシウム
Keywords: Salt damage, Soil, Calcium

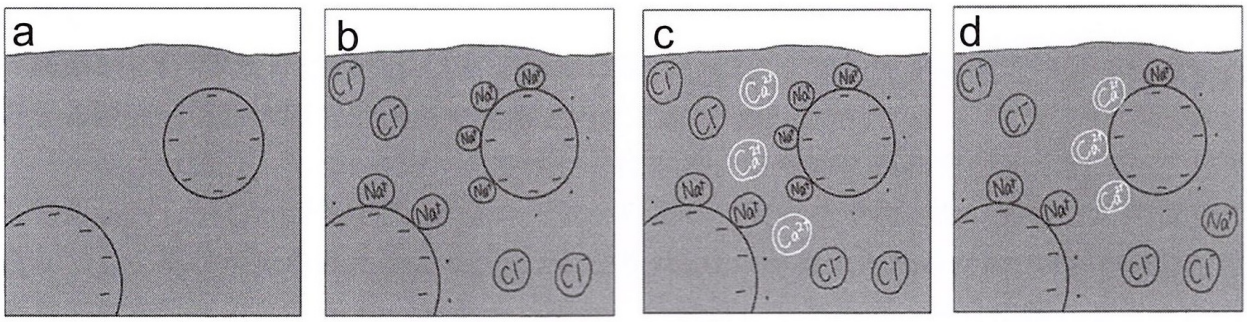


図１　塩害と土壌改良の原理

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

月光発電量の予測と実測　ー「日進月歩くん」の開発ー
Prediction and survey of moonlight power generation amounts –Development of new electricity generation system “Mr. Nisshin Geppo”

*石本 貴昭[1]、*鈴木 涼太[1]、*佐藤 弘一[1]、*米村 優輝[1]、*山元 源[1]、*雨宮 達也[1]、*雨宮 進也[1]
*Takaaki Ishimoto[1], *Ryota Suzuki[1], *Koichi Sato[1], *Yuki Yonemura[1], *Hajime Yamamoto[1], *Tatsuya Amamiya[1], *Shinya Amamiya[1]

1. 中央大学附属中学校・高等学校
1. Chuo University Junior and Senior High School

私たちは、天体望遠鏡用赤道儀に太陽光パネルを搭載した装置「日進月歩くん」を開発した。「日進月歩くん」は太陽と月を自動追尾しながら発電することができる。これまでの研究では、ＬＥＤ電球を用いて模擬月光発電を行うことで月光による発電量の予測式を作成した。しかし、この予測式を用いて算出した予測発電量と実測発電量の誤差が６４．５％であったため、予測式の精度に問題があったのではないかと考えた。そこで本研究では、月光による発電量の予測式を改良し、新たな予測式を作成した。

本研究では、２つの実験を行った：

実験１）模擬発電実験：実験１では、セロファンを用いてＬＥＤ電球の光の色を変え、セロファンの色ごとに発電量を測定した。この実験結果から、光の波長による太陽光パネルへの影響を考察した。月光の波長と光のエネルギーの関係（「月光のスペクトル」とする）をもとに、得られた発電量を月光による発電量に補正した。さらに、室内における明るさ（等級）をＳｋｙ　Ｑｕａｌｉｔｙ　Ｍｅｔｅｒ（ＳＱＭ）を用いて測定し、前述の発電量と組み合わせることで、従来の予測式を改良した。

実験２）実測実験：「日進月歩くん」を用いて実際に月光発電を行い、月光による発電量を実測した。同時に、ＳＱＭを用いて夜空の等級を測定し、得た等級と作成した予測式から予測発電量を算出した。
以上の実験結果から、予測発電量と実測発電量の誤差を算出し、新たな予測式の精度について更なる改善点や改善方法を考察した。本研究結果の詳細はポスターセッションにて発表する。

キーワード：月、発電、追尾
Keywords: Moon, Electricity Generation, Tracking

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Filtering capability of fossil coral skeletons *Porites* sp. and *Favia* sp.

*石坂 悠希[1]
*Yuki Ishisaka[1]

1. 中央大学附属高等学校
1. Chuo University Senior High School

本研究は、化石サンゴの資源活用としてサンゴ骨格のろ過能力に着目したものである。鹿児島県喜界島で採取した化石ハマサンゴと化石キクメイシを試料として3つの実験（通水実験・赤チョークを用いたろ過実験・墨汁を用いたろ過実験）を行なった。通水実験では、ハマサンゴ骨格のみ水を通すことが明らかとなった。ろ過実験では、ハマサンゴ骨格はろ過能力を持ち、キクメイシ骨格はろ過能力を持っていないことがわかった。ハマサンゴ骨格のろ過材としての能力は、チョーク粉末はろ過することができたが、墨汁（細かい粒子）はろ過できなかった。本研究によって、化石サンゴ骨格の一部はろ過材として資源利用できる可能性が示された。

キーワード：化石サンゴ骨格、ろ過能力、喜界島、資源活用
Keywords: fossil coral skeleton, filtering capability, Kikai Island, resource utilization

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

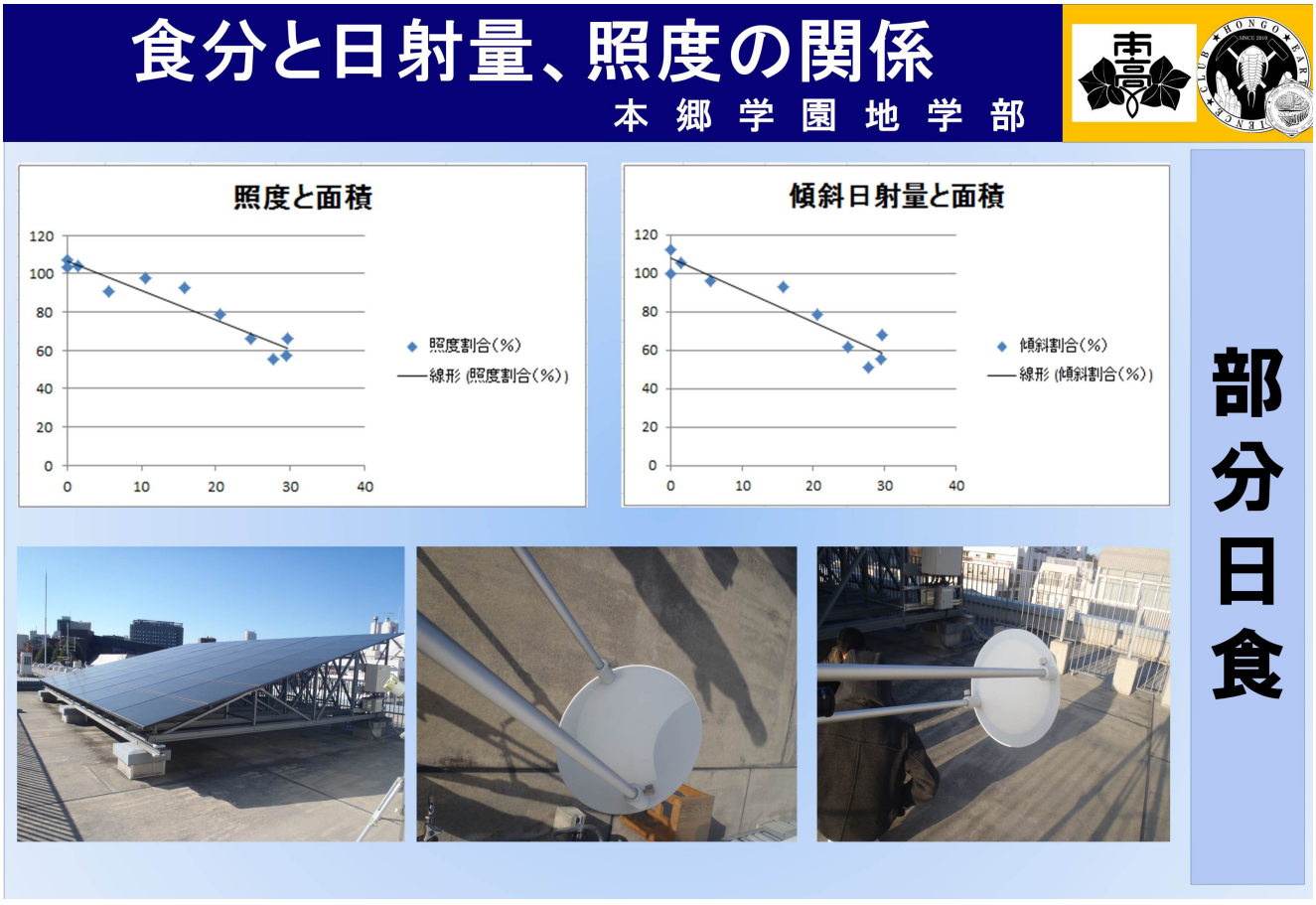
部分日食の食分と日射量、照度の関係
Relationship between the eclipse of partial eclipse and solar radiation and illumination intensity

*山本 智士[1]
*Satoshi Yamamoto[1]

1. 本郷高等学校
1. Hongo senior high school

2019年1月6日（日）、8時40分頃から11時半頃にかけて約三年ぶりに日本全国で部分日食が見られた。そこで1月6日、1月7日に、学校の屋上にて8時から12時まで10分ごとに日射量と照度を計測して比較した。なお、日射量は太陽光パネルを利用して計測し、照度は照度計を用いて手動で計測した。また、1月6日の10時20分以降は雲がかかってしまったため、正確な値を計測することができなかった。1月7日の日射量と照度に対する1月6日の日射量と照度の割合を求め、それらをグラフ化した。その結果、日射量、照度共に9時頃から徐々に減少し9時50分に最小値を記録した。計測結果から、太陽の欠けた面積の割合と日射量、照度の変化には何らかの関係があるのではないかと考えた。そこで、日食計算ソフトを用いて計測時間ごとの太陽と月の視直径及び食分を計算し、そのデータをもとに再現実験を行って考察した。

キーワード：部分日食、日射量、照度
Keywords: Partial solar eclipses, Solar radiation , Illuminance



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

月の公転はケプラーの第二法則でどこまで説明できるか
How much can the revolution of the moon be explained by the second law of Kepler?

*内田 佳那[1]、*古畑 羽瑠樹[1]、*服部 斗碧[1]、浅野 修平[1]、臼井 万美子[1]
*Kana Uchida[1], *Haruki Kobata[1], *Toa Hattori[1], Shuhei Asano[1], Mamiko Usui[1]

1. 岐阜県立岐山高等学校
1. GIZAN SENIOR HIGH SCHOOL

私たちは、平成28年度から月の満ち欠けについて研究を行っている。
月齢によって変化する月の光っている部分（＝月の明部面積）の割合を求めたものを輝面率とし、輝面率の変化を説明する計算式を等速円運動モデルで求めた。求めた値（計算値）と実際の月の画像から求めた輝面率と比較した結果、地球-月間の距離変化などによって、その値が一定でないことが確かめられた。これらはケプラーの第二法則の影響を受けているものだと考えられる。この仮説を検証するため、今回はモデルによる計算値と実際の月の公転（天文年鑑）の値をグラフを作成して比較した。

キーワード：月の満ち欠け、月の公転軌道、ケプラーの法則
Keywords: Waxing and waning of the Moon, Orbit of the Moon, Kepler's laws

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

岐阜県関市津保川にみられる露頭の形成年代と形成環境
The formation age and environment of the Tubo River outcrop,Seki in Gifu prefecture, Central Japan.

*山田 佑哉[1]、*大野 啓介[1]
*Yuya Yamada[1], *Keisuke Ohno[1]

1. 岐阜県立岐山高等学校
1. GIZAN SENIOR HIGH SCHOOL

2018年までの研究で我々は、岐阜県関市下倉知を流れる津保川の露頭は約6～9万年前に御岳山で噴出した軽石が、古木曽川によって運ばれた河川堆積物であると考えている。

今回、この露頭の軽石と長野県伊那市の露頭で採取した軽石を重鉱物組成と紫蘇輝石の特徴から比較した結果、本露頭には御岳第一、御岳伊那、御岳三岳に分類される軽石が含まれることが分かった。周辺地域の先行研究と、本露頭の堆積状況から総合すると、木曽川が現在の流路に変わったのは、約6万年前から5.5万年前であると考えられる。

キーワード：後期更新世、御岳火山、河川堆積物
Keywords: Late Pleistocene, Ontake volcano, Stream deposits

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

The change with time of the gigantic jet off the coast of Ibaraki on December 11, 2017 and comparison with the past jets

*山下 直也[1]、*平野 慎[1]、*松山 隼[1]、*大窪 佑弥[1]
*Naoya Yamashita[1], *Shin Hirano[1], *Hayato Matsuyama[1], *Yuya Okubo[1]

1. 静岡県立磐田南高等学校
1. Shizuoka Prefectural Iwata Minami High School

1.動機・目的

2017年12月11日22時47分13秒に本校から北東方向に設置したカメラにより高高度発光現象の一種である巨大ジェットを観測した．巨大ジェットは非常に発生頻度の低い現象であるため，この巨大ジェットの形態や成因を，発光の時間変化や気象条件，過去の巨大ジェットと比較させて解明することにした．

2.巨大ジェットとは

巨大ジェットは雷雲上空から中間圏にかけて発生する高高度発光現象の一種で，下端は高度約20km，上端は70～90㎞の逆円錐型の発光現象である．巨大ジェットはスプライトやエルブスなどの他の高高度発光現象と比較すると，非常に発生頻度の低い現象であるため不明な点が多い．

3.方法

高感度CCDカメラ（WAT-100N）で撮影された巨大ジェットの画像を，動体検知ソフトによりパソコンに自動記録をする．次に，高高度発光現象の共同観測ネットワークを介して，他観測点にて同時観測された同一巨大ジェットの観測記録から，三角測量の原理を用いて巨大ジェットの発生地点や高度を特定する．

4．結果

4-1　発生地点，高度

著者らが観測した巨大ジェットは，青山学院大学相模原校舎の段毛毛氏との同時観測であったので２観測点の仰角と方位角から巨大ジェットの発生地点を特定した．この結果，巨大ジェットは茨城県沖（北緯35.57°，東経139.40°）で発生し，その上端高度は66.3kmであることが分かった．さらに発光の強度や特徴から，この巨大ジェットを図１のとおり以下の5つに分けた．

A　高度 5～19km　下部で細い柱状に強く発光する部分

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

B　高度10～45km Aの上部で放射上に発光する部分

C　高度30～40km　BとDの間に見られる発光のない部分

D　高度36～53km　Eの下に見られる強く光る発光部分

E　高度44～69km　放射状に広がる非常に強く発光部分

次に動画のコマ送りにより発光に時間変化を分析した結果，図２のとおり巨大ジェットは単純に地上から上空に向かって発光するのではなく，まず上部のD,Eが発光し，一旦発光が弱まったあと，再び下部のAからEにかけて強く発光することがわかった．その後，最下部Aの積乱雲内の雲内放電と考えられる発光が継続する．また，巨大ジェットの上昇速度は240km/sであることも分かった．

4-2　気象条件との比較

気象条件の比較では，天気図より同日9時～15時で寒冷前線が通過したこと，衛星写真や雨雲レーダーより18時から22時の間に太平洋上空で雨雲が急速に発達したことが分かった．しかし，巨大ジェット発生地点に最も近い水戸の記録をみても降水が全く無かった．また，図３のとおり，スプライトは20時から翌日１時の間に関東沖で11件発生していたが，巨大ジェット発生時間帯の22時30分から23時では発生はなく，落雷も２件のみだった．さらに，対地雷の分布をみると，図４のとおり巨大ジェット発生前までは対地雷は周辺で多発しているが，巨大ジェット発生時間帯には対地雷はなく，巨大ジェット発生後は巨大ジェット発生地点で対地雷が発生していることが分かった．

5. 考察

今回発生した巨大ジェットと過去に磐田南高校が観測した３回の巨大ジェットとを比較した結果が，表１である．全ての巨大ジェットの共通点は，いずれも発生時期が11月下旬から12月中旬にかけての気圧配置が西高東低型の冬型で発生前に寒冷前線が通過していること，対地雷がなく発生前後に雨量がほぼないことである．以上から，海上に当たる強い日射と寒冷前線の通過により，積乱雲は成長したが，積乱雲内では落雷や降水による電荷の解消が起こらなかったために，積乱雲内に莫大な電荷が蓄積された．これが引き金となって，積乱雲内から電離圏にかけて次々と電荷が誘導され，これらの間で連鎖的に放電が繰り返されて，巨大ジェットが発生したと考えられる．

2010年11月と12月の巨大ジェットとの共通点は，発生地点がいずれも海上で発光時間が6/60秒～8/60秒，形状が一体状であることから，今回のジェットはこの２つのジェットとほぼ同じタイプと考えられる．ただし，上端高度か66.3kmと低く，発生地点が日本海側ではなく，太平洋側であることがこの２つのジェットと異なる．

6. 結論

2017年12月11日22時47分13秒に茨城県沖の北緯35.57°，東経139.40°の海上付近から最高度66.3kmで発生した巨大ジェットを観測した．この巨大ジェットの発生前には寒冷前線が通過していたが，発生地点の付近

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

や発生時刻の前後には，落雷が少なくスプライトなどの高高度発光現象も無かったことから，対流圏における大量の電荷の蓄積と雲内放電が原因と考えられる．

キーワード：巨大ジェット 、対流圏
Keywords: gigantic jet, troposphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

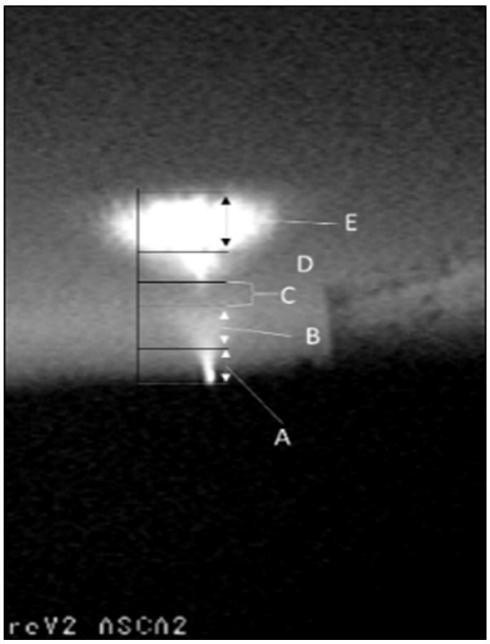


図1 ジェットの高度別の特徴
(青山学院大学段毛毛氏撮影)

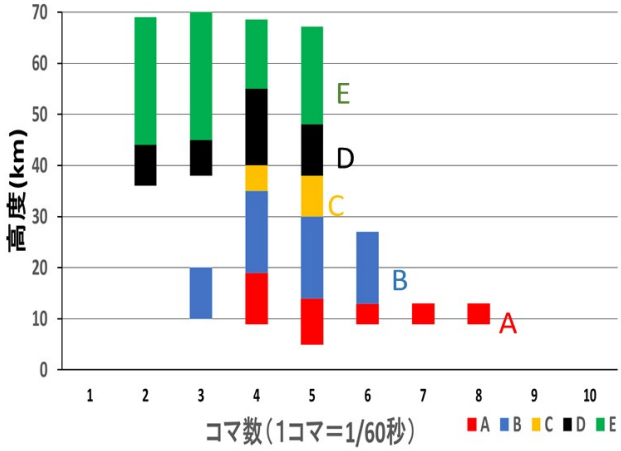


図2 ジェットの高度別の時間変化

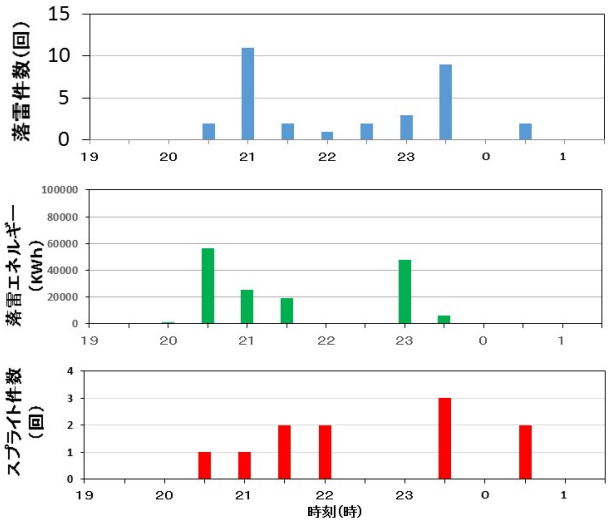


図3 落雷の発生回数とエネルギー，スプライトの発生回数の時間変化

表1 今回と過去三回の巨大ジェットの比較

	2008年の巨大ジェット	2010年11月の巨大ジェット	2010年12月の巨大ジェット	今回の巨大ジェット
発生地点	陸上（石川県）	海上（鳥取県沖）	海上（能登半島沖）	海上（茨城県沖）
上端高度	99.3km	120km	108.1km	66.3km
発光時間	約42/60秒	約8/60秒	約6/60秒	約7/60秒
形状	接木状	一体状	一体状	一体状
発生時期	11月下旬	11月下旬	12月上旬	12月中旬
前後の雨量	ほぼなし	ほぼなし	ほぼなし	ほぼなし
雲内放電	あり	不明	あり	あり
対地雷	なし	なし	不明	なし

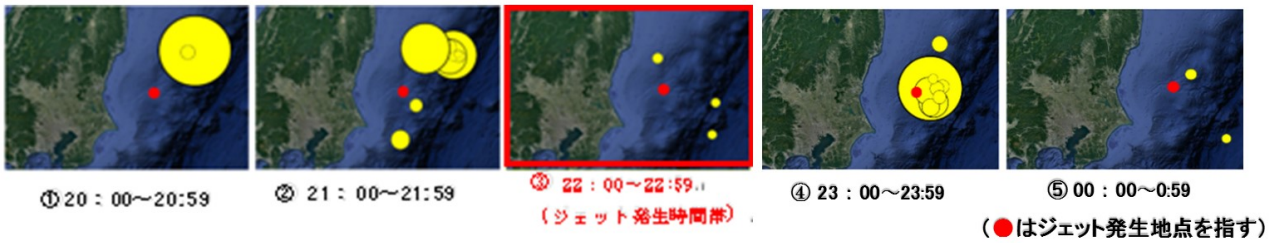


図4 落雷発生地点（半径＝√エネルギー値，Google Earth(https://www.google.co.jp/intl/ja/earth/)を使用）

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

静岡市清水区の海長寺のボーリングコアに基づく後期完新世の環境変化の復元

Reconstruction of Late Holocene environmental changes based on analysis ofcore sediments from Kaicho Temple

*伊奈 朋弥[1]、*鈴木 大介[1]、*蔦原 敬登[1]
*Tomoya Ina[1], *Daisuke Suzuki[1], *Keito Tsutahara[1]

1. 静岡県立磐田南高等学校
1. Shizuoka Prefectural Iwata Minami High School

1.動機・目的

駿河トラフの西岸(静岡市～御前崎市)は,フィリピン海プレートの沈み込みにより,6～8mm/年の速度で沈降しているが,西暦1854年の安政東海地震では約1mの隆起が起きた (石橋,1984;Katamura&Kobayasi,2014).1970年代に,安政東海地震から120年間も経過しているので,近い将来,東海地震が発生するとされた.その後の研究では1707年の宝永地震や1498年の明応地震で駿河トラフ西岸が隆起した証拠は得られず,安政東海地震のような駿河トラフ西岸を隆起させる地震（以後,安政型地震）の発生間隔は依然として不明である.そこで,本研究では,静岡県静岡市清水区の海長寺(図１)の地層記録から後期完新世の環境変化を復元し,安政東海地震の履歴を検討した.

2.方法

海長寺において，海岸線に対して垂直及び平行な測線の地層分布調査を行い，2本の14mボーリングコアを掘削した.コア試料は半裁し,堆積物と含有化石の記載,軟Ｘ線写真の撮影,柱状図の作成を行った.7試料の植物片の14C年代測定をBata Analytic社に依頼した.また採取したコア試料を1cmごとの裁断，保存した.裁断したコアは粒度組成,CNS比の測定に用いた.粒度組成はφスケール5～-1のふるいを用いて,粒径ごとの質量を計量，粒径から沈降速度を求めた.試料を10mg計量しC.N.S元素分析をふじのくに地球環境史ミュージアムにて行った.

3.結果

3-1.　地中レーダーによる測定

地中レーダーで平行に調査した測線間では地層の傾斜が見られなかった.一方，垂直に行なった測線では陸側から海側にかけて深度1～2mで傾斜が見られた.

3-2.　ボーリングコアの記載

図２は地点1.2の柱状図である．両地点ともに,堆積構造,粒径,色に基づいて3つの層に分けられた．下位より,貝化石を含む灰色の砂礫層,貝化石を含む灰色の粘土層,陸生の砂礫層が見られた.粘土層と砂礫層の境界は明瞭であった.

3-3.　14C年代測定

地点1の深度4.21ｍの粘土層から産した葉の試料，地点2の深度2.10mの木片密集層から産した葉の試料について14C年代を測定すると，それぞれ西暦398～539年，西暦258年～428年を示した.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

3-4. 貝化石の同定

地点1では粘土層から潮間帯に生息する巻貝である*Umbonium moniliferum*(イボキサゴ)を産した．その他にも地点2の砂層で多くの貝化石が産出し,*Umbonium moniliferum*(イボキサゴ)や*Batillaria multiformis*(ウミニナ)などの潮間帯に生息する巻き貝が見られた．

3-5. 粒度分析

地点1，2の砂礫層と粘土層の明瞭な境界において，その直上の砂層，直下の粘土堆積物，そこから5㎝離れた堆積物の計8試料について行った．沈降速度を比べると，粘土層と砂層の間には明らかな差が見られるため，境界を境に堆積環境が大きく変化している．

3-6. CNS元素分析

地点1，2のそれぞれにおいて，粘土層と砂礫層の明瞭な境界の直下の粘土層の堆積物及び，その5cm下と10cm下の粘土層の堆積物において，各2試料ずつ，計12試料の分析を行った．その結果，C.N.S元素分析から推定できる堆積環境は汽水域から内湾である．

4.考察

地点1,2の粘土層について,①地点1では潮間帯に生息する巻貝であるイボキサゴが産出したこと，②C.N.S元素分析のCN比，CS比の結果より汽水から内湾環境で堆積したと解釈されることから，堆積環境は内湾の干潟であると考えられる．また，潮間帯に生息する巻貝を産する粘土層と木片密集層の葉の14C年代は,それぞれ西暦398年～539年と西暦258～428年を示す.したがって,陸化した時代は,西暦398年から西暦428年の間の可能性が高い.この時代に汎世界的海水準の低下は起きていないので,陸化は堆積作用か地震性隆起のどちらかである.地震性隆起の場合には,安政型地震が発生したことになり,南海トラフの歴史地震の中で最古の西暦684年の白鳳地震よりも280年古い.

5.結論

地点1の深度4.20m(標高0.25m)，地点2の深度3.60m(標高0.20m)に粘土層と砂層の明瞭な境界があり，その下位の粘土層の堆積環境は内湾の干潟であると考えられる．

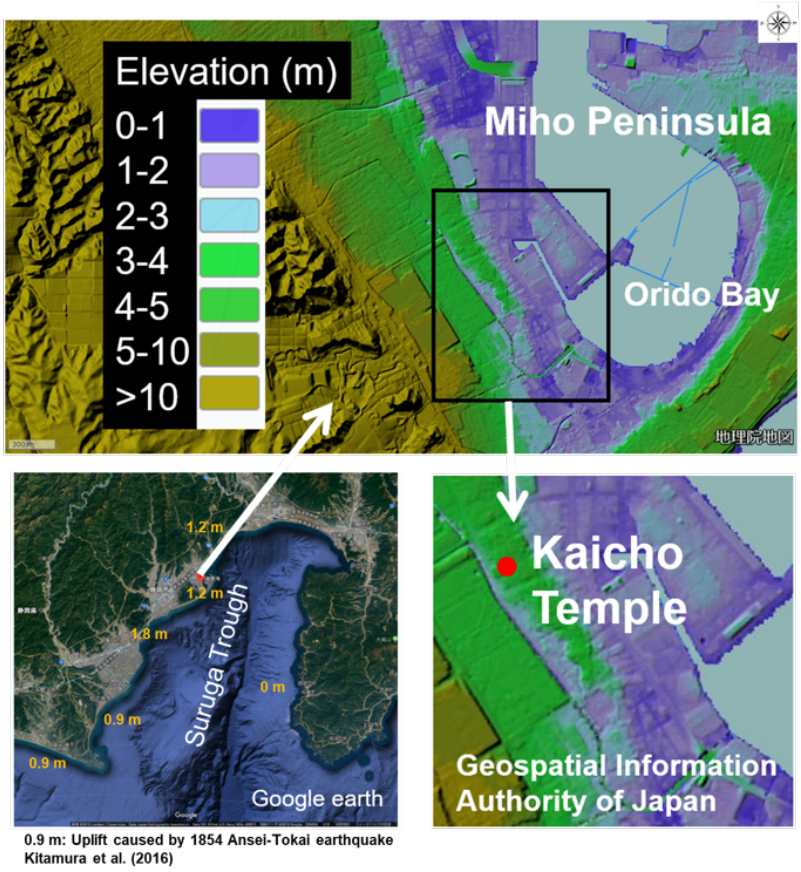
放射性炭素年代測定より調査地点の浜堤は西暦398年から西暦428年の間に堆積した可能性が高い．調査地点の浜堤が陸化した原因は，地震性隆起である．

6.参考文献

石橋克彦(1984);第四紀研究,23,105-110 ;Kitamura&Kobayasi (2014)The Holocene, 24 814-827 ;松原彰子(1989) 地理学評論, 62,A-2, 160-183;Kitamura (2018) Marine Geology 405 114-119;Sampei et al (1997) Geochemicalournal;藤原治 他 (2008) 活断層・古地震研究報告，No.8，p．163-185．;寒川旭 (1995) 日本文化財科学会誌，29-43;静岡県埋蔵文化財調査研究所 (1988) 原川遺跡Ⅰ;静岡県埋蔵文化財調査研究所 (1992) 坂尻遺跡

キーワード：地震性隆起、駿河南海トラフ、後期完新世、清水平野、層相解析
Keywords: coseismic uplift, Nankai and Suruga troughs, late Holocene, Shimizu Plain, facies analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



0.9 m: Uplift caused by 1854 Ansei-Tokai earthquake
Kitamura et al. (2016)

fig. 1 Study area

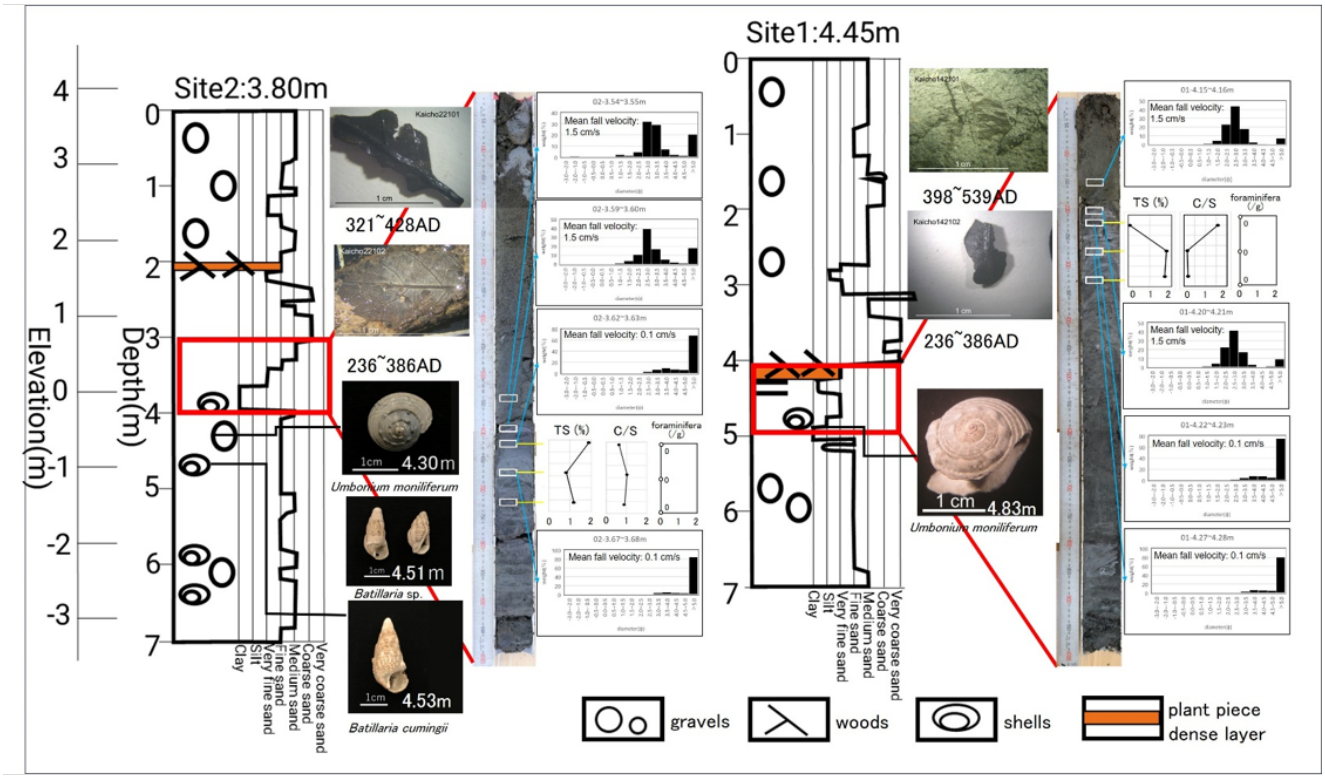


fig. 2 Columnar sections

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ドローンを用いた遠州灘鮫島海岸の三次元モデルの生成と海岸線の検出
generation of 3D model on the coast of Samejima,the sea of Enshu and detection of coastline by drones

*髙木 瑛登[1]
*Eito Takagi[1]

1. 静岡県立磐田南高等学校
1. Shizuoka Prefectural Iwata Minami High School

１．背景・目的

磐田南高校地学部では，海岸浸食が進行している遠州灘鮫島海岸（図１参照）を調査するために，オートレベルとハンドレベルによる水準測量を行ってきた．しかし，人の手による水準測量では多くの時間と労力が必要となる．そこで，ドローン（図２参照）を用いて測量を効率的に行うことはできないかと考え，これに取り組むことにした．

２．方法

（１）海岸微地形の三次元再構成

昨年は，ドローンによる海岸微地形の三次元再構成を行った．方法はまず，ドローンを用いて鮫島海岸を撮影する．次に撮影した動画から画像を抽出する．さらに三次元点群再構成処理ソフトを用いて取得した画像から三次元点群を生成する．最後に，海岸の再構成点群を作成する．なお，再構成点群のスケールは実際の海岸と異なるため，撮影の際に用いた実物のブルーシートの大きさを基準として，点群内に映るブルーシートに拡大・収縮の処理を施す．これにより，点群全体を実際と同じスケールに合わせることができる．また，再構成点群により作成した海岸微地形の精度を検証するために，にオートレベルとハンドレベルによる水準測量の結果と比較した．

（２）三次元点群からの汀線の検出

本年は，三次元点群からの汀線の検出を行った（図５参照）．まず，海岸の点群をｙ方向に細長い短冊状に切り分ける．次に，各短冊に対して，プログラムによる処理で一定の間隔でｚ方向に切り分ける．さらに，切られたものに対して，それぞれの範囲で分散を求める．最後に，閾値を決定し，分散の値が閾値を超えた場所を記録する．その後，描画を行う．これにより，汀線の検出と砂浜と海面の識別を行う．

３．結果

図３はドローンの撮影画像を用いて鮫島海岸の海岸微地形の三次元再構成行い，これを可視化した図である．これにより海岸微地形の三次元再構成に成功した．この結果を測量機器による水準測量の標高の値と比較したものが図４である．なお，この比較では測量機器を用いて取得した標高を基準とした．二つの方法による値を比較すると，海浜の砂丘と前浜付近では若干の誤差が見られるものの，後浜付近ではほぼ一致していた．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

次に，取得した三次元点群を用いて汀線の検出を行った．閾値を人為的に決定しているため，閾値を自在に変更することにより，実際の海岸により近い位置や形状の汀線を検出することができた．

４．結論

ドローンを用いた遠州灘鮫島海岸の画像をもとに海岸微地形の三次元再構成に成功した．さらに取得した三次元点群をもとに汀線の位置や形状の検出ができた．

５．今後の展望

水準測量と点群から取得した結果を比較すると，標高に誤差が生じている部分が確認された．これらは，ドローンに搭載予定のレーザスキャナを使用することにより，再構成の精度の向上が期待される．また，今回行った汀線の検出では，人為的な操作が多かった．そこで，この研究目的である「測量の効率化」のためには，これらを自動化する方法が必要である．

キーワード：ドローン、遠州灘鮫島海岸、三次元点群
Keywords: drone, the coast of Samejima, 3-D point clouds

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



図1　鮫島海岸の位置



図2　撮影に用いたドローン
（DJI　PHANTOM3 STANDARD）

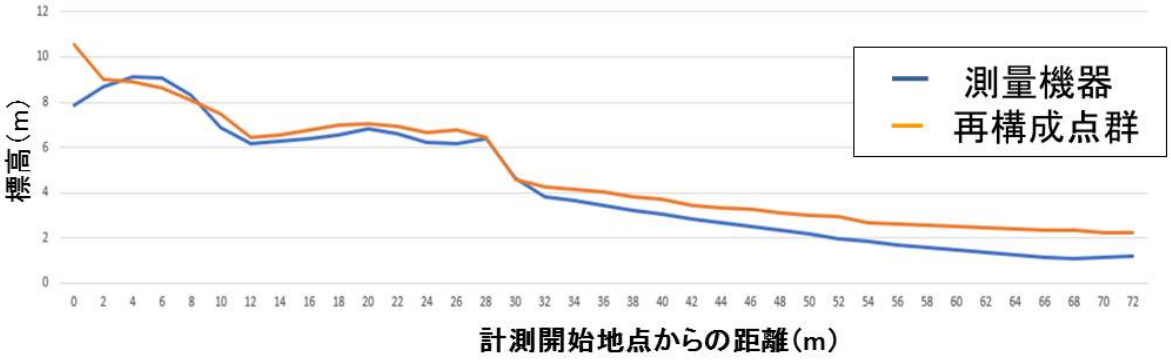


図4　測量結果の比較

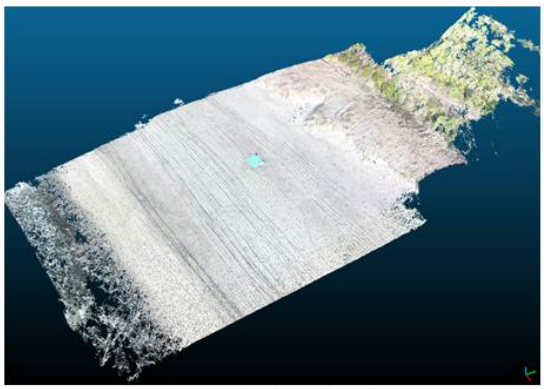


図3　鮫島海岸の
三次元点群画像

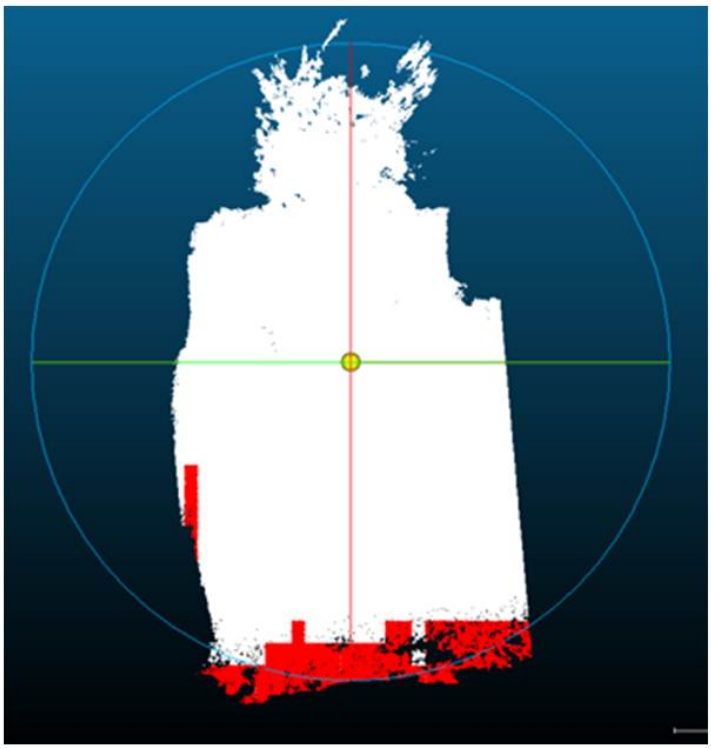


図5　海岸線が検出された海岸
海（赤色）　　陸（白色）

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

茨城県会瀬海岸で見られた3年間の海浜地形変動とその要因について
Factors of beach change on the Ose coast in Ibaraki prefecture

*高土 海都[1]、*島野 航輔[1]、*酒地 晴登[1]、*徳田 芙優[1]、*永山 俊輔[1]、*根本 浩希[1]、*村上 翔渉[1]、*三森 優希[1]、*和田 寧志[1]、小川 健巳[1]、吉田 衣里[1]
*Kaito Kotsuti[1], *Kosuke Shimano[1], *Haruto Sakachi[1], *Fuyu Tokuda[1], *Syunsuke Nagayama[1], *Hiroki Nemoto[1], *Towa Murakami[1], *Yuki Mimori[1], *Yasushi Wada[1], Takemi Ogawa[1], Eri Yoshida[1]

1. 茨城県立日立第一高等学校
1. Ibaraki Prefectural Hitachi First Senior High School

【はじめに】
近年，茨城県北部の沿岸地域で海岸侵食の報告がなされている（宇多ほか，2008）。私たちは本校に近い日立市会瀬海岸における現状に興味をもち，調査対象地として選んだ。まず，国土地理院ホームページ「地図・空中写真閲覧サービス」を利用し，1986年から2012年の海岸線の変化を調べた。その結果，海岸線が大幅に後退している様子が見られた。そこで，本格的に現地における測量調査を継続して実施してきた。
【目的】
会瀬海岸における地形変動の状況把握と，その地形変動の要因について考察することを目的とする。
【会瀬海岸の概要】
会瀬海岸は，茨城県JR日立駅の南約1㎞に位置し，背後に海蝕崖，北に海蝕台，南を会瀬漁港で囲まれた幅100ｍ弱の太平洋に面した砂浜海岸である。海岸線は北東一南西方向に伸び、南東方向に開いている。海岸の砂は，主に中～粗粒砂である。
【調査方法】
調査法は海岸50ｍ×30ｍ四方内を5.0ｍごとに測量し，等高線図，海浜地形断面図，平均標高を作成・算出した。測量調査は2015年7月～2019年2月までの間，約50～70日ごとに実施した。
【結果】
調査した3年間，平均標高の値は239.3～156.3㎝の間を変動していた。また，その変動量は特に，後浜よりも前浜部分で大きかった。なお，変動が大きい時期は，前浜の傾斜角度も大きくなった。その要因は，海側部分の侵食によるものであった。

【考察】
後浜部分が変動せず，変動の場が前浜部分に集中していた結果より，変動を引き起こす主な要因として，「海岸流」との考察を試みた。
〇海岸付近の海岸流
会瀬海岸沖約5㎞に位置する海洋ブイのデータ（国立研究開発法人水産研究・教育機構/東北区水産研究所）を利用し，過去4年間の海岸流の流向割合を調べた。結果，南東（10%），南（16%），南西（21%）の3つが優勢であり，この3つの海岸流をまとめて「南向き系海岸流」とした。この「南向き系海岸流」の割合は，平均標高の増減量と反比例の関係であった。沿岸流と平均標高の間には弱い負の相関関係がみられた。

〇南向き系海岸流とエルニーニョ現象

海岸流の変動が季節変動ではないことから,エルニーニョ現象との関連を調べた。エルニーニョ監視海域における平年値との水温差と南向き系海岸流の割合には弱い相関関係がみられた。よって,会瀬海岸の地形変動はエルニーニョ現象の発生と何らかの関係がある可能性がある。

キーワード：地形変動、海岸流、エルニーニョ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: beach change , coastal flow, El Nino

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

平尾台 広谷湿原 土壌硬度と水の起源を探る＋ラムサール条約
Hiraodai and Hirotani Wetland Research of soil hardness and water sources + Ramsar Convention

廣田 毬子[1]、*伊東 勇人[1]、*安部 夏生[1]
Mariko Hirota[1], *Yujin Ito[1], *Natsuki Abe[1]

1. 東筑紫学園高等学校
1. Higashichikushi Gakuen High school

1,はじめに
私たち理科部は1993年、カルスト台地､平尾台(写真1)を研究するため設立され、2001 年より、カルスト台地にあるはずのない広谷湿原について、成因・増減・再生の観点から研究を行っている。

昨年度は以下の３点に注目して研究を行った。

・土壌硬度による湿原境界の数値化

・安定同位体による水の流動分析

・ラムサール条約登録活動・・・平尾台＋広谷湿原の保全活動

2,成因
地表に水はないはずのカルスト台地になぜ湿原が存在するのか。そして、その湿原がなぜ維持されているのか。広谷湿原は、カルストならではの「広谷の穴」に本流の水を奪われたことによる『三日月湖的存在』であると考察し、流量観測、遷急点後退跡の測量からこれを証明した。2016年の３月、これらの成因から国の重要湿地に登録された。

3,増減
湿原の境界は植生から検討されることが多いが、面積測量とドローンを使った生物学的植生調査を比較することで、地学的測量でも湿原を表現できることを証明した。1994年から2010年までの測量の結果、湿原が半分以上も減少した。原因は1998年の県の保全工事と考えた。現在は再生活動が効果を上げ、2017年の面積測量の結果、2010年と比較して湿原は105%復活した。(図1)

4,再生活動
人間がずらした湿原の時間軸を元に戻すのは人間の責務と考え、「里山的手法」を元に、湿原下流側の石積み、上流側の堰板のメンテナンスを行っている。石積みは地下水面を上昇させ、堰板は北の沼地を広谷湿原の地下水の涵養源にする効果がある。

さらに、2011年からは福岡県保健環境研究所のご指導の下、「かきおこし」を行っている。かきおこしは、草原性植物を刈り取り、土壌をひっくり返し、地中に眠っている湿性植物の種子を復活させる試みで、人為的撹乱とも言える。その結果、湿原の植物種が大きく増加し、生物の多様性復活に大きく貢献した。さらに堰板で地下水管理を行うことで、かきおこし区の地下水位が上がり、湿原の復活が見られた。広谷湿原の不透

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

水層が残っていたためと考えている。

5,土壌硬度による湿原境界の数値化

土壌硬度によって湿原と草原の境界を数値化しようと、2017年の測量から山中式土壌硬度計を用いて、湿原境界の調査を行った。草原と湿原の境界は７mm（約80kPa）程であると考えたが、より普遍的なものにするため、大分県のラムサール条約登録地タデ原・坊ガツル湿原でも２回調査を行い、植生による土壌硬度のグラフを作成した。さらに、釧路湿原のデータもグラフに追加している(図２)。計測の結果、草原と湿原の土壌硬度の境界値は８～９mm(８mm＝約90kPa)となり、広谷湿原での境界値の妥当性が証明できた。測量という地学的アプローチによる湿原研究が大きく前進したと考えている。

6,安定同位体による水の流動分析

広谷湿原にある水の起源を調べるため、安定同位体を用いて水の分析を行った。北九州大学の原口先生のご厚意により広谷湿原周辺５ポイントの水の同位体比を分析していただいた。その結果から雨水に対して世界共通の線である天水線と広谷湿原の相対比のグラフを作成した(図３)。最小二乗法による近似線を引くと、天水線とほぼ傾きの等しい直線が得られたため、広谷湿原の地下水は雨水由来のものだと分かった。さらに近似線の切片から、７ヶ月前の雨ではないかと考察した。しかし、このような考察で良いのか不安であったため、東北大学で20年以上安定同位体を研究されている山田先生にご教示をいただいた。動的分別が関係して複雑な上、この分析の幅では詳しい考察はできない、とご指摘を受けた。やはり、分析機器を扱えない高校生が安定同位体を研究することは困難であると痛感した。

7,ラムサール条約登録活動

応用生態学の観点から平尾台と広谷湿原のラムサール条約登録活動を行っている。ラムサール条約は生物多様性に関連した、幅広い国際条約で、世界的には2,260ヶ所の登録地のうち122ヶ所がカルスト関連で、日本では山口県の秋吉台が登録されている。

ラムサール条約登録には地元の賛同が一番重要な条件である。理科部は2011年から県主催の広谷湿原自然観察会に計18回参加し、地元の方々に湿原について説明をする他、市主催のイベントや各企業でプレゼンをし、協賛や後援をいただいている。2017年８月には北九州市議会で陳情を行うことができた。高校生の陳情は初とのことで、マスコミ各社に取り上げられ、地元の方々に登録活動を広く知っていただくことができた。この陳情をきっかけに北九州市と福岡県もラムサール条約登録に向けて正式に動き出した。2021年の登録を目指して、今後も様々なアピール活動をしていきたい。誰にも相手にされなかった、高校生の国際条約への挑戦が実を結びそうである。そして広谷湿原も、その保全に大きく前進しそうである。

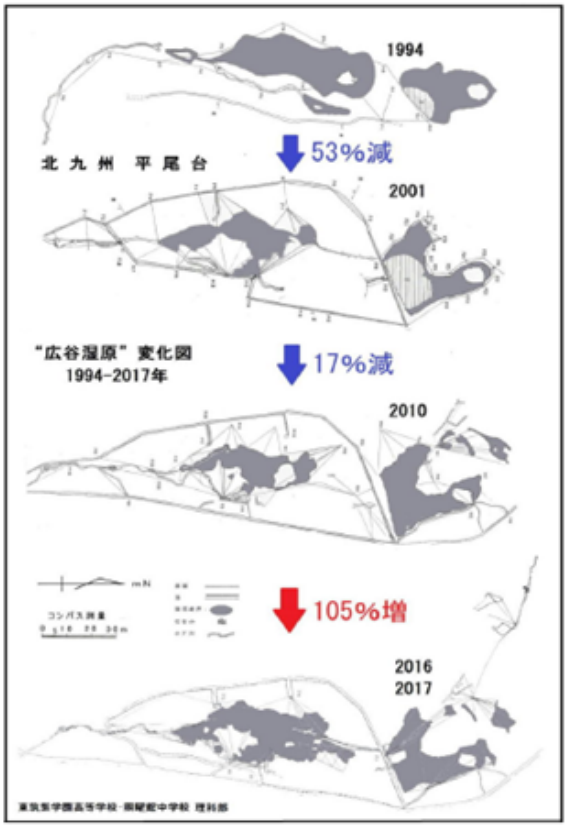
キーワード：平尾台カルスト、広谷湿原、土壌硬度、安定同位体、生物多様性、ラムサール条約
Keywords: Hiraodai karst, Hirotani Wetland, Soil hardness, Stable isotope, Biodiversity, Ramsar Convention

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

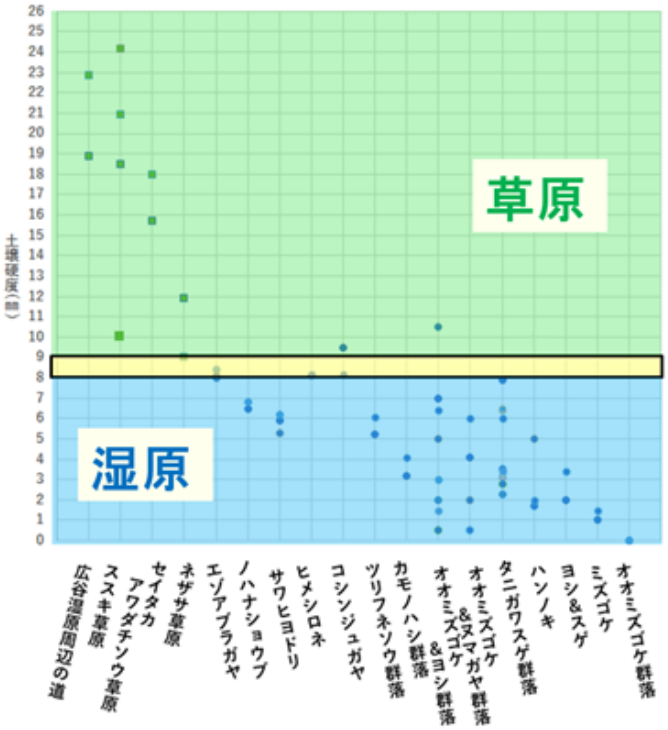
▼写真1　カルスト台地 平尾台



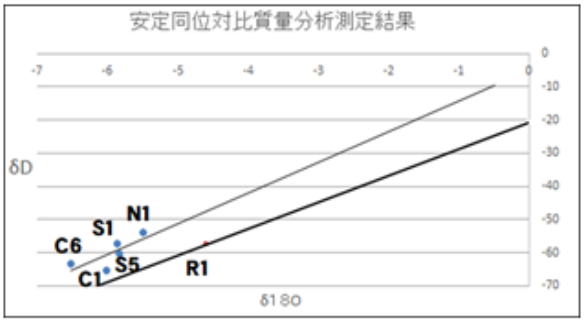
▼図1　湿原の増減図（1994～2017）



▼図2　植生による土壌硬度のグラフ



▼図3　天水線と広谷湿原の相対比グラフ



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Ecological study on *Micrasterias hardyi* recently invaded to Lake Biwa: its dependency on water temperature

*川井 彩音[1]、熊谷 道夫[2]
*Ayane Kawai[1], Michio Kumagai[2]

1. 滋賀県立石山高等学校、2. 認定ＮＰＯ法人びわ湖トラスト
1. Shiga Prefectural Ishiyama High School, 2. Authorised NPO Biwako Trust

１． はじめに

ミクラステリアス・ハーディは近年琵琶湖で発見された外来種のプランクトンであり2016年に琵琶湖で大発生し、2017年には小康状態となったが、2018年には再び大増殖した。

ミクラステリアス・ハーディは緑藻類ホシミドロ目ツヅミモ科ミクラステリアス属に位置付けられる。２つの半細胞で構成され、中央部に深い切れ込みがあり、この半細胞の側裂部は６本に見えるが大きく分けると３組の椀状突起からなっている。琵琶湖でもよく見られるミクラステリアス・マハブレッシュワレンシスと比較するとやや椀状突起が細くて、長いのが特徴である（一瀬諭　2016）。

これまでにミクラステリアス・ハーディの形状（大きさの計測）・鉛直分布（クロロフィルa濃度）・沈降速度について調べてきた。ミクラステリアス・ハーディが急激に増えたのは、近年の水温上昇と関連があるかもしれないと考えたので、本研究ではミクラステリアス・ハーディの水温依存性について培養実験を行った。

２． 方法

キャピラリーを用いて試験管にミクラステリアス・ハーディを10個体ずつ入れ、その試験管を水温の違う水槽に入れ、1日おきに5回、全体で10日間の計測を行った。試験管の水には琵琶湖の水を100㎛でろ過したものを使用した。さらに、水槽ろ過装置を用いて水槽内に穏やかな水の動きを発生させ試験管を常時小さく揺らし続けた。

◎準備したもの

水槽3つ、試験管15本、試験管立て3つ、温度計、ミクラステリアス・ハーディ150個体、水温コントローラー2台、水槽ろ過装置3つ、キャピラリー琵琶湖の水1.5L（100mL×15本）、顕微鏡（実体顕微鏡・光学顕微鏡）

３． 結果

・2日目…室温：10個体　25℃：14個体　30℃：10個体
・4日目…室温：14個体　25℃：27個体　30℃：18個体
・6日目…室温：43個体　25℃：28個体　30℃：22個体
・8日目…室温：28個体　25℃：12個体　30℃：22個体
・10日目…室温：12個体　25℃：21個体　30℃：108個体

2日目から4日目にかけて25℃が14個体、27個体と順調に増え続けていたが、6日目に室温（18℃）が14個体から43個体と急激に増加した。30℃では8日目までは他の水温に比べて大きくは増殖しなかったが、10日目に大きく増殖した（8日目との個体差86個体）。また、クンショウモの仲間がとても多く増殖していた（20ml中に1047個体）。室温（18℃）では最初、増加傾向にあったものの6日目を境に減少した。100mlのサンプル1本を計測するのに3時間程度かかり、3本を計測しきるのにかなり時間がかかってしまった。

４． 考察

ミクラステリアス・ハーディには水温によって増加の傾向が大きく異なる特性が見られることが分

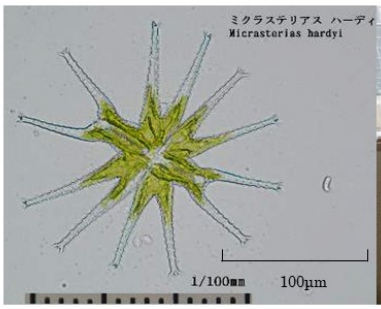
©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

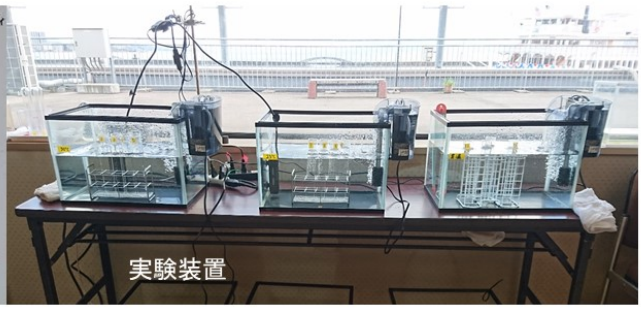
かった。ただ、試験管によって栄養の量が少しずつ違い、増殖スピードがずれた可能性があり、個々の試験管の個体数が変化したのかもしれない。30℃の試験管の8日目から10日目に大きく増殖したことから、増え続ける可能性がるため、10日目以降も調べてみたいと思った。30℃の試験管に多くクンショウモが増殖したことから、クンショウモの適性水温に近いのではないかと推測できた。

５． 今後の展望

培養実験で個体数が減少するとは予想出来なかったので今後、深く突き詰めたいと思う。さらに、30℃の試験管でクンショウモが大きく増殖した原因を調査してみたい。また、今年は琵琶湖の呼吸ともいわれる全循環が各地点で十分に行われていないので、鉛直分布調査や観察を続け、ミクラステリアス・ハーディだけでなく琵琶湖のプランクトンやそれを取り巻く環境に及ぼす影響について調査していきたい。さらに、観察していく中で稀に見る奇形のミクラステリアス・ハーディの割合も調査してみたいと、とても興味をもった。沈降実験についても新たな実験方法を模索中であり、実験と同時にミクラステリアス・ハーディの体積なども調査できたらよいと思う。

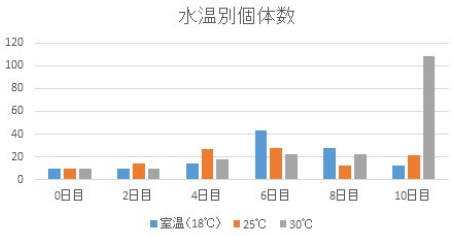
キーワード：ミクラステリアス　ハーディ、琵琶湖、水温
Keywords: Micrasterias hardyi, Lake Biwa, water temperature





水温別個体数変化（個体）

水温	0日目	2日目	4日目	6日目	8日目	10日目
室温(18℃)	10	10	14	43	28	12
25℃	10	14	27	28	12	21
30℃	10	10	18	22	22	108



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

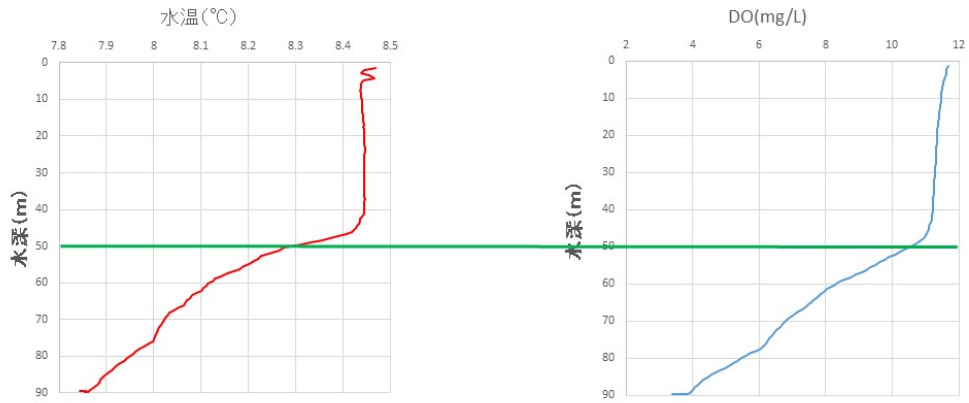
変わる地球環境～止まる？琵琶湖の全循環～
Changing environments on the earth –first termination of overturning in Lake Biwa

*宗 陽向[1]、熊谷 道夫[2]
*Hinata So[1], Michio Kumagai[2]

1. 滋賀県立膳所高等学校、2. 認定ＮＰＯ法人びわ湖トラスト
1. Shiga Prefectural Zeze High School, 2. Authorized NPO Biwako Trust

今年の暖冬によって、これまで毎年起こっていた琵琶湖の全循環が初めて止まった。このような深刻な状況は、過去100年間には報告されていない。もし全循環が止まると、琵琶湖湖底の生物や水質にどのような影響があるのだろうか。さらに、今年だけでなく、来年や再来年の琵琶湖の環境はどのようになっていくのだろうか。琵琶湖の過去のデータと今年のデータを比較解析し、近い未来に起こるかもしれない琵琶湖の環境変化について考察を行った。

キーワード：全循環、琵琶湖、環境
Keywords: overturning, Lake Biwa, environment



琵琶湖北湖第一湖盆での水温と溶存酸素濃度（2019年3月24日）
水深50m以深が混合していない！

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北へ移動した環流の謎を解き明かせ！
Let’s solve the mystery of gyre drift toward north !

*辻 雅基[1]、熊谷 道夫[2]
*Masaki Tsuji[1], Michio Kumagai[2]

1. 滋賀県立膳所高等学校、2. 認定ＮＰＯ法人びわ湖トラスト
1. Shiga Prefectural Zeze High School, 2. Authorized NPO Biwako Trust

この地球には海があり、海には海流という流れが存在する。では、湖には海流のような流れが存在するのかという疑問を感じたため、日本で最大の湖である琵琶湖で調査を行った。調査は2個の漂流ブイにGPSトラッカーを取り付け、それらを漂流させることで行った。また、同時期に水質計を用いて水温やクロロフィルa、溶存酸素濃度なども測定したので、環流との関連についても考察を行った。

琵琶湖には渦巻き流れが存在しており、一般的に環流と呼ばれている。環流とは圧力勾配と地球の自転によって発生する地衡流のことである。この環流については1925年に神戸気象台の須田氏らによって初めて確認されたのち、今日まで数多くの研究者によって調査が行われてきた。さらに、季節によって環流の向きが変化することも明らかにされた。

調査に用いた漂流ブイは大きく分けて３つから構成されている。上から浮き、抵抗板、重りである。抵抗板（60㎝×120㎝の塩ビ板を交差させた）は水面から6mの深さになるように設置し、常に漂流ブイの真下にくるように約20㎏の重りを取り付けた。漂流ブイの位置を記録するために取り付けたGPSトラッカーとバッテリーは浮きの上部に取り付けた。なお、GPSトラッカーの位置情報を知るために「EZFinder」というサイトを利用した。

漂流ブイは2018年8月12日から16日までの4日間漂流させ、環流を観測した。漂流開始位置は過去データをもとに、北緯35.32度、東経136.16度付近、安曇川河口より約7.7㎞の地点とした。また、2つの漂流ブイが接触するのを避けるために約100m間隔をあけて投入した。

2つの漂流ブイは投入地点をほぼ中心とする円状に約2周流れ、その後、大きな円を描きながら北上した。2つの漂流ブイが北上したのは8月15日であった。琵琶湖では8月15日未明から平均風速４～５ｍの東風が吹き続けていた。そのため私たちは漂流ブイが北上したのは、約24時間継続した東風によってエクマン吹送流が発生したためであると仮説を立てた。

エクマン吹送流とは風の応力によって起こされる流れのことで風向に対して表層流が北半球では右へ右への流れのことである。この流れによる正味の輸送をエクマン輸送といい、これは風向に対して直角右方向である。つまり、調査当時、東風が約24時間吹き続けていたため表層流は90度右の北へ動き、このことにより、環流は北へ移動したと考えた。

GPSトラッカーのデータより、北へ移動したのは8月15日の7時頃から同日22時30分頃であると考えられ、その間に約3.3㎞北上した。このことより、平均移動速度は0.06m/sであると考えられる。一方、エクマン吹送流は

$V=\tau_x/\rho f\ (N/m^2)$

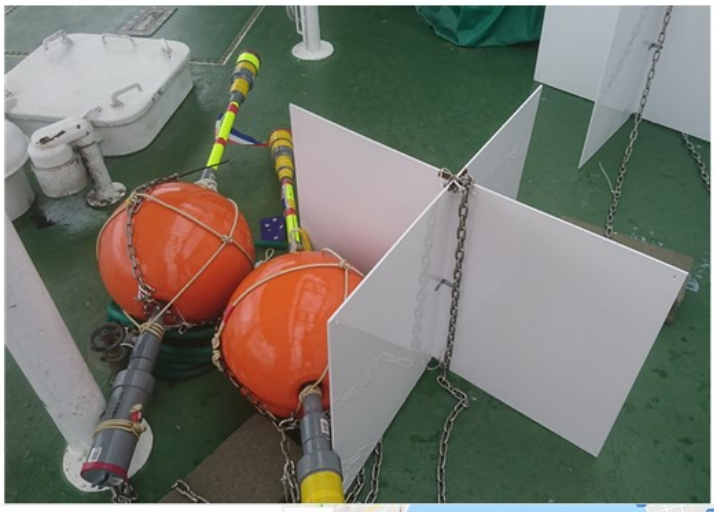
と表すことができ、ρは水の密度（1000kg/m^3）、ｆ＝2Ωsinφである。φは北緯35.35度であるので、ｆ＝ 2sin(35.35×3.1415/180)/24/3600＝0.84×10^{-4}　となる。これで北向きのエクマン輸送が求めら

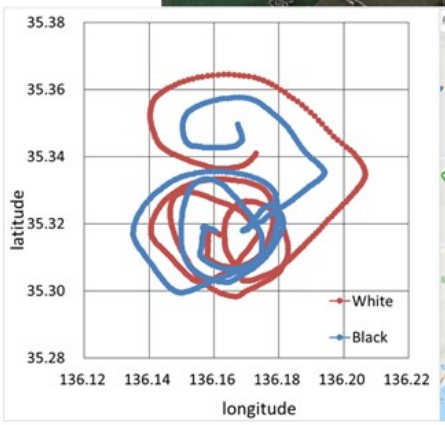
©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

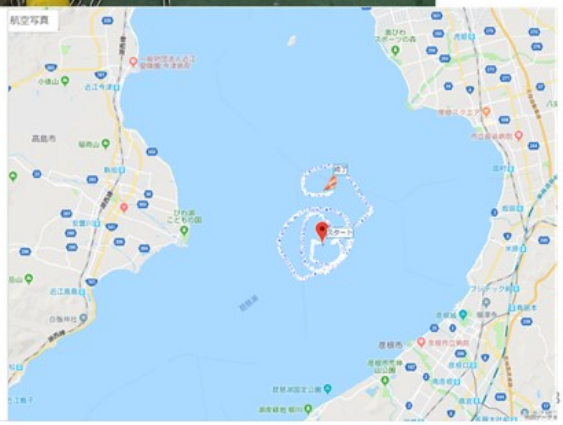
れる。なお、今回の事象とエクマン輸送との因果関係については現在検証中である。

　また、8月16日に行った水質調査により、水温の分布から環流の水中での運動を考察した。環流の中心付近から外縁に向かうにつれて水温躍層が深くなっていった。この水温躍層の変化により圧力勾配が生じ、地球の自転によるコリオリ力との釣り合いで環流が形成されていることがわかった。

キーワード：琵琶湖、環流、エクマン輸送
Keywords: Lake Biwa, gyre, Ekman transport







©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

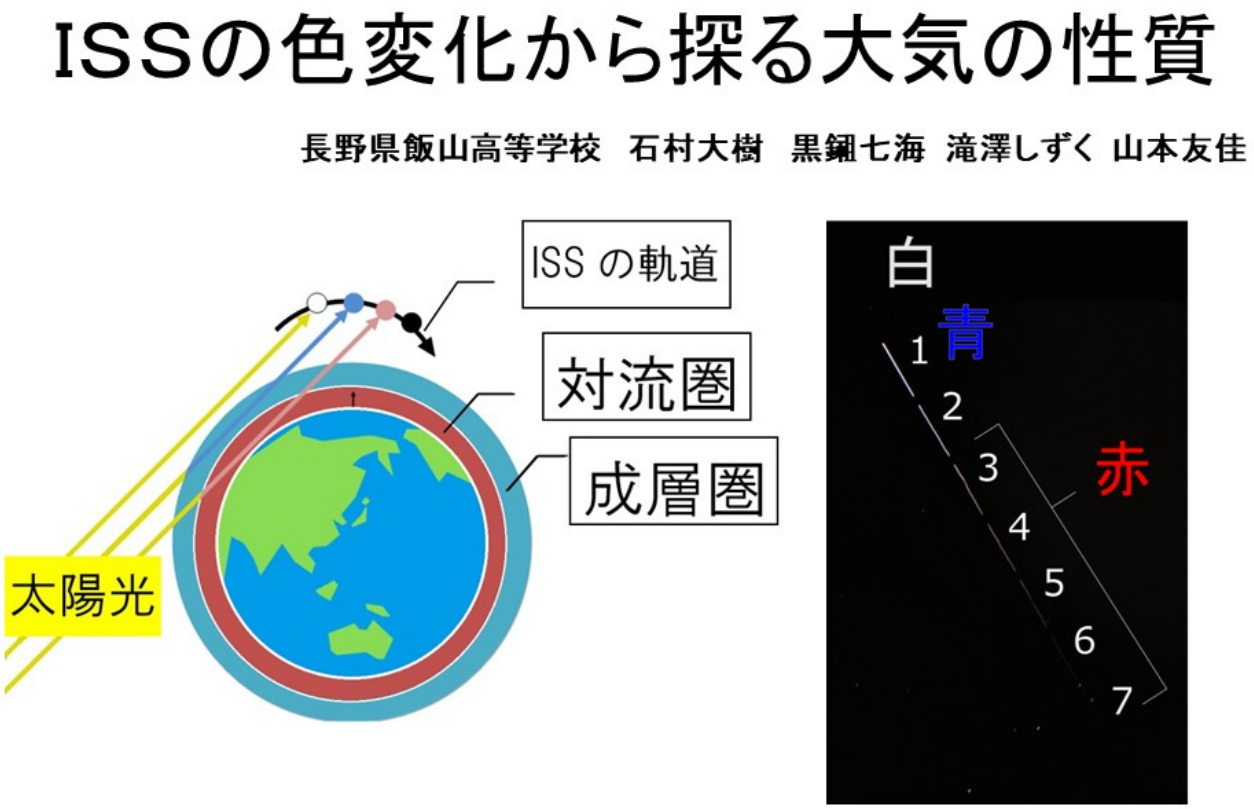
ISSの色変化から探る大気の性質
Exploring Atmospheric Properties from Color Change Observation of the International Space Station

黒岩 寛明[1]、*石村 大樹[1]、*黒鏑 七海[1]、*滝澤 しずく[1]、*山本 友佳[1]
Kuroiwa Hiroaki[1], *Ishimura Daiki[1], *Kurohabaki Nanami[1], *Takizawa Shizuku[1], *Yamamoto Yuka[1]

1. 長野県飯山高等学校
1. Iiyama Senior High School

ISS（国際宇宙ステーション）は出現および没入時に白・青・赤と色が変化する。NASAサイエンスニュースでは太陽光がオゾン層を通過すると青色が強くなると発表しており、本研究ではオゾン量が多いほどISSに映る青色が濃くなるという仮説を設定して研究を行った。まず、デジタルカメラを用いてISSの光跡を撮影し、そのR(赤)G(緑)B(青)値を測定し、特にB値に注目した。気象庁発表の日本付近におけるオゾン全量分布図とISS位置からオゾン層通過光を推定した。それらのデータから、オゾン量とISSの色変化の関係性について研究を行った。

キーワード：国際宇宙ステーション　ISS、オゾン層
Keywords: International Space Station, ozone layer



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

重力を変数として毛細管現象を再検討する　第2報
Re-examination of capillary phenomena with gravity as a variable : Second report

*橋本 晃志[1]、*小野 晴香[1]、*仲井間 陸[1]、*松田 孟男[1]、*澤崎 祥江[1]、*山下 飛子[1]、*若林 健流[1]
*Koushi Hashimoto[1], *Haruka Ono[1], *Riku Nakaima[1], *Takeo Matsuda[1], *Yoshie Sawazaki[1], *Takako Yamashita[1], *Takeru Wakabayashi[1]

1. 大阪府立大手前高等学校　定時制の課程
1. Otemae Senior High School of Osaka prefecture : the evening course

液体には表面積を小さくしようとする力である表面張力が働く．細い管の中にある液体は表面張力により液面が上昇する毛細管現象がよく知られている．理論によると，この液面の高さは，管の半径および重力に反比例している．管径を変化させた実験はこれまでに行われており，理論式に従うことが確認されている．われわれは，管径のかわりに，重力を変化させて同様の結果が得られるのかを確認するために実験を行った．液体試料に水を用いた場合，液面の高さは理論式に従わず，ある一定の重力値で上昇が停止した．ところが，試料にエタノールを用いたところ，理論式に従って液面の高さは上昇した．この実験結果を踏まえ，理論式，実験方法を考察する．

キーワード：毛細管現象、重力、重力可変装置
Keywords: Capillary phenomenon, gravity, Gravity variable apparatus

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

兜山の地質
The Study of Kabutoyama

*仲澤 愛美[1]、*奥山 雅大[1]、飯島 大[1]、森屋 遥大[1]、渡辺 彩人[1]
*Manami Nakazawa[1], *Masahiro Okuyama[1], Dai Iijima[1], Haruta Moriya[1], Ayato Watanabe[1]

1. 山梨県立日川高等学校
1. Yamanashi prefectural Hikawa Highschool

甲府盆地北部の兜山は、名前の通り兜の形をした丸い形状の山である。
過去にその北部に分布する水ヶ森火山について研究し、その活動時期を考察した。本研究は、水ヶ森火山との境界を探し、その特徴の違いについて明らかにすることを目的としている。
現在、野外での調査によって、泥岩と安山岩が分布していることが分かっており、地質図を作成している。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

三陸ジオパーク北部エリアの検討とジオの魅力を高め変動帯をわかりやすく伝える「ジオ紙しばい」の提案
Proposal of GEO-KAMISHIBAI that enhances the appeal of SANRIKU Geopark and conveys it in an easy-to-understand.

*安原 景星[1]、*加藤 花奈[1]、*権代 瑞歩[1]、*大久保 亜利沙[1]、*川崎 遼人[1]、*川端 真衣[1]、*吉田 聖矢[1]、*木村 ひとみ[1]
*Keisei Yasuhara[1], *Kana Kato[1], *Mizuho Gondai[1], *Arisa Okubo[1], *Haruto Kawasaki[1], *Mai Kawabata[1], *Seiya Yoshida[1], *Hitomi Kimura[1]

1. マリエント「ちきゅう」たんけんクラブ・シニア
1. Mariento Chikyu Tanken Club Senior

三陸ジオパークは、青森県から宮城県にかけての太平洋岸に設置されている。マリエント「ちきゅう」たんけんクラブ･シニアの属する八戸市水産科学館マリエントはその北端部にある。筆者らは、平成31年３月に郷土を学習する活動として三陸ジオパークについて学習した。八戸市水産科学館マリエントの近隣には７カ所のジオサイト（図１）がある。三陸ジオパーク認定ガイドから講義を受け、蕪島、是川縄文館、階上海成段丘、種差海岸の４つのジオサイトとその周辺を見学した。学習のふり返りとディスカッションの場で、興味深いがなじみが薄い、不明な言葉が多く仕組みが難しいという意見が出た。そこで、難しい用語を自分たちがわかりやすい説明に書き換える作業をした。分担して用語や現象、そのしくみを調べて一用語につき一枚の用語解説カードを作成して、互いに教えあった。その過程で、さらに疑問と興味が深まった。

当クラブの目標には、見聞きした事に疑問をもち、学び調べたことを発信するという目標がある。用語解説カードで学んだことを仲間に教えるだけでなく、多くの人に知ってもらうために「ジオ紙しばい」を作ることにした。図や解説は、三陸ジオパークの各種パンフレットを基本とした。伝えたい事に焦点を絞った図（図２）やグラフで理解しやすくなる。さまざまなレベルに合わせるため、 高校生用と小学生用の二段階の解説を考えた。裏の解説（図３）を読み上げながら説明するので、演者の負担が減る。持ち運びしやすく、小人数の対象となるので、聴衆の反応に応じた対応ができる。作成の過程でさらに理解が深まるなどの利点がある。さらに、実演しながら意見を交換して、工夫していくことにした。

八戸市水産科学館において、シニア会員とジュニア会員およびその保護者を対象に「ジオ紙しばい」を実演する機会を得て、アンケート調査を実施した。集計結果（グラフ１）から、おおよそ目標は達成できたと考えられた。自由記述では、興味がもてた、もっと知りたいなどの感想があった。「ジオ紙しばい」作りに参加したいという希望もあった。しかし、ジオパーク自体になじみがない、まだ用語が難しくわかりにくい、とても長い時間の話でイメージが湧かない、などさらに工夫を求める意見もあった。

アンケート結果と実演の反省で出た意見をもとにして改善の方向性を検討した。さらにやさしい説明を考える、図を単純にする、複数にわけるなどの意見が出た。また、ジュニア会員も参加してもらって部数を増やす、ジオサイトでのガイド、英語や中国語への対応という発展も考えられる。

簡単な用語を調べることからはじめて、「ジオ紙しばい」を作り実演した。それにより、「ジオ紙しばい」の有効性と改善点、発展させる方向性がわかった。

この活動を通じて、私たちは今も動いている大地に暮らしていることが理解できた。また、縄文の昔から人は、いろいろな大地の変化に何度も適応し、むしろ変化を革新の機会にしてきたことを知った。そして、大地の変化をむやみにおそれず、よく知って、それにそなえる知恵をジオパークから学んでいきたい。そして、こ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

の考えを「ジオ紙しばい」を使って多くの人に伝えていきたい。

謝辞
この研究にあたり、国立研究開発法人海洋研究開発機構（JAMSTEC）、八戸市、八戸市教育委員会、八戸市埋蔵文化財センター是川縄文館、国立研究開発法人海洋研究開発機構研究成果活用促進八戸市議会議員連盟、会員の所属する各高等学校はじめ多くの方々からご指導とご協力をいただいた。記してここに謝意を表する。

キーワード：ジオパーク、三陸ジオパーク北部エリア、地域活動、科学クラブ
Keywords: Geosites, Sanriku、Geopark, Regional activity, Club activities



Figuer 1　Geo-sites in the Sanriku Geopark northern area.



図１　三陸北部エリアのジオサイト



図２　ジオ紙しばい　表の一例



Figure 2　Picture of GEO-KAMISHIBAI

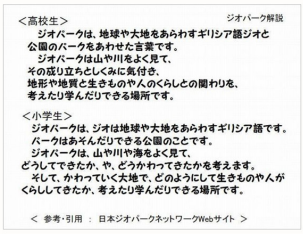
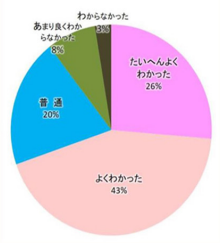


Figure 3 Description of GEO-KAMISHIBAI



グラフ１　アンケート集計結果

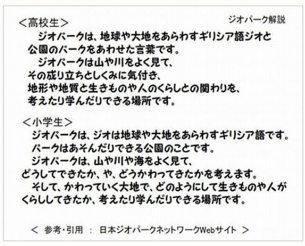


図３　ジオ紙しばい　裏の一例

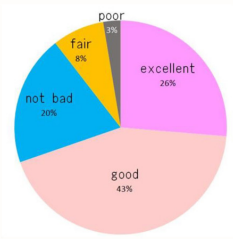


Chart 1　Questionnaire results

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

福井地震断層の探究Ⅶ
Research of the Fukui Earthquake Fault (Ⅶ)

*永田 修康[1]、*吉澤 卓馬[1]、梅田 慎太郎[1]、大東 怜司[1]、田嶋 真寛[1]、久保田 琉仁[1]
*Nobuyasu Nagata[1], *Takuma Yoshizawa[1], Shintaro Umeda[1], Reiji Ohigashi[1], Mahiro Tajima[1], Ryuto Kubota[1]

1. 福井県立藤島高等学校
1. Fujishima High School

福井地震発生から71年が経ち、数々の苦難を乗り越えて、惨状から復興し、今の福井がある。この先、かつての悲劇を繰り返さないためには ーー。

1948年、マグニチュード7.1を記録した福井地震は、福井県に甚大な被害をもたらした。日本初の近代都市直下型地震であった。死者は3769人にも及び、震度7導入のきっかけにもなった。

福井地震を引き起こした福井平野東縁断層帯をはじめとして、福井県付近には活断層も多く存在している。そのような福井平野の地下構造はまだまだ未知の点も多く、それを地震波の解析を通じて明らかにすることが、この研究の目的である。最終的には、福井県での防災にもつなげていきたいと考えている。また、この研究は、本校で6年間続いてきたものを引き継いだ研究であり、私たちの代で7年目となった。現在は、福井平野東縁断層帯付近の観測点6か所で地震波を観測している。

私たちの研究では、主に下記の3点について調べた。

（１）震源決定。研究の基礎となる地震データの蓄積のために、Win-systemを用いて集められた地震波のデータから、震源を決定した。今年度新しく決定した震源の数は47個で、7年間の累計では319個となっている。

（２）S波の最初の振動方向を用いた各観測点下の地下構造の推定。地震波形のデータから作成したホドグラフで、S波の最初の振動方向を特定した。それを用いて、観測点下のクラック等の存在を推定した。今年度は、昨年度までとは異なる傾向も見られたため、それについての考察も行った。

（３）後続波の走時解析による福井平野東縁断層破砕帯の構造の考察。私たちの観測網では、福井平野東縁断層帯内に位置する2つの観測点において、S波到達後に顕著な後続波の発生が確認されている。先輩の研究では、これは断層帯の延長線上で発生した地震の地震波が、断層に臨界角を超えて到達し、全反射することで発生すると考え、さらに、スペクトル解析によってS波と後続波の起源が同じであると結論づけている。このことを基に、私たちは断層帯の南北で発生した地震のS波と後続波の到達時刻の差を読み取り（走時解析）、それを基にして福井平野東縁断層破砕帯の構造について考察した。

キーワード：福井平野東縁断層帯、S波偏向異方性、後続波（コーダ波）、走時解析
Keywords: Fault zone at eastern margin of Fukui plain, S wave splitting, Coda wave, Travel-time analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



福井地震断層の探求Ⅶ

福井県立藤島高等学校

福井地震による被害統計（GHQ調査報告より）	
死者	5,268
負傷者	10,194
全壊家屋数	35,437
半壊家屋数	5,881
焼失家屋数	3,931





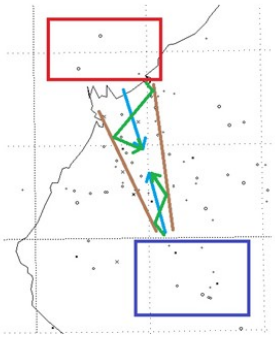


図　福井平野付近

北側の地震の範囲

南側の地震の範囲

S波

後続波

破砕帯の端（イメージ）

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

伊豆大島野増層における火山砕屑物の堆積環境と噴火口の位置の推定
Estimation of sedimentary environment of volcaniclastic deposit and location of craters in the Nomashi formation, Izu Oshima

*會田 幸樹[1]
*Kouki Aida[1]

1. 武蔵高等学校中学校
1. Musashi High School and Junior High School

伊豆大島は，東京の南南西約100㎞，伊豆半島の東方海上に浮かぶ活火山である．これまで何度も噴火しており，最近の記録は文書に，昔のものは大島の山体に地層として刻まれている．伊豆大島の噴火史は，主に地層の観察によって明らかにされてきており，Nakamura（1960，1961，1964）では，それぞれの噴火に対応するテフラに名前が付けられ区別された．小山・早川（1996）では，伊豆大島のカルデラ形成以降の噴出物全般に関して，詳細な調査・まとめがなされた．大島全体を調査し，いつどの範囲に火山灰やスコリアを堆積させたのかが等層厚線や柱状図にまとめられている．各地層の野外での色調や層厚，スコリアの粒径などのデータも示された．さらに，山頂の三原山火口の位置も等層厚線の楕円の焦点となるように推定されており，その位置は噴火ごとに変化する可能性が指摘されている．

このように，伊豆大島の噴火に関して，堆積物の分布やおよその火口の位置はまとめられてきたものの，噴火イベントごとに，どんな気象条件（風向）だったのか，どんな場所から噴火が起こったのか具体的にわかっていないことも多い．風向や噴火口からの方角・距離は，各地点の露頭で観察されるテフラの層厚やスコリア粒径に反映される．そのため，テフラの情報を異なる地点で比べれば，風向や噴火口の位置を推定することができると考えた．

そこで今回は，伊豆大島南麓を東西に横断する間伏林道という切通に露出する地層を調査した．間伏林道の露頭では，カルデラ形成以降に堆積した新期大島層群が観察でき，特にその中位にある野増層（N層）を複数の地点で観察した．そのデータをもとに柱状図を作成し，対比した．

対比の結果，同一層準と考えられるものでも東西方向で特徴が連続的に変化するものが見られた．今回の観察では，連続的に層厚のみが変化するものと，連続的にスコリア粒径のみが変化するものと，それらの特徴が併存するものが認められた．また，近くの地点に比べて特異的にスコリア粒径が大きくなり淘汰が悪くなる地点があった．

これらの結果をもとに，連続的な層厚の変化から噴火当時のおよその風向が，連続的なスコリア粒径の変化から噴火口がどの方角にあったのかがそれぞれ推測できた．また，周辺と比べて特異的な堆積をしている地点の様子から，そのスコリアの堆積は噴火前の地形を反映している可能性があることがわかった．

キーワード：伊豆大島火山、新期大島層群、テフラの層厚、スコリア粒径、噴火時の風向、噴火口の位置
Keywords: Izu Oshima volcano , Younger Oshima group, tephra thickness, scoria coarseness, wind direction of eruption, location of volcanic crater

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

なぜ附属高校大グラウンドの水はけは悪いのか
Why Is the Baseball Ground in Our School Badly Drained ?

*伊東 了宇[1]、*青島 秀多[1]、*水谷 友哉[1]、*石井 大智[1]、齋藤 洋輔[1]
*Ryou Ito[1], *Shuta Aoshima[1], *Tomoya Mizutani[1], *Daichi Ishii[1], Yosuke Saito[1]

1. 東京学芸大学附属高等学校
1. Tokyo Gakugei University Senior High School

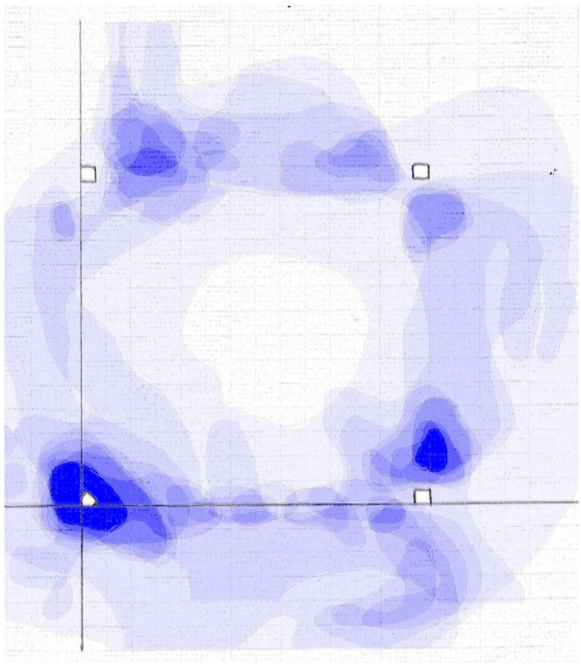
東京学芸大学附属高校硬式野球部は、活動場所である大グラウンドの水はけの悪さに長らく悩まされてきた。本研究では、大グラウンドの水はけを改善するための効果的な方法を考察することを最終的な目標とした上で、何故大グラウンドの水はけは悪いのかを明らかにすることを目指した。校内での先行研究では、①降雨後大グラウンドの観察、②大グラウンドの土の粒径を本校サッカーグラウンドと比較した実験、③大グラウンドの土の粒径を本校サッカーグラウンドと比較した実験の三つを行い、大グラウンドの水はけが悪い原因は、土質ではなく表面排水にあることを示唆した。

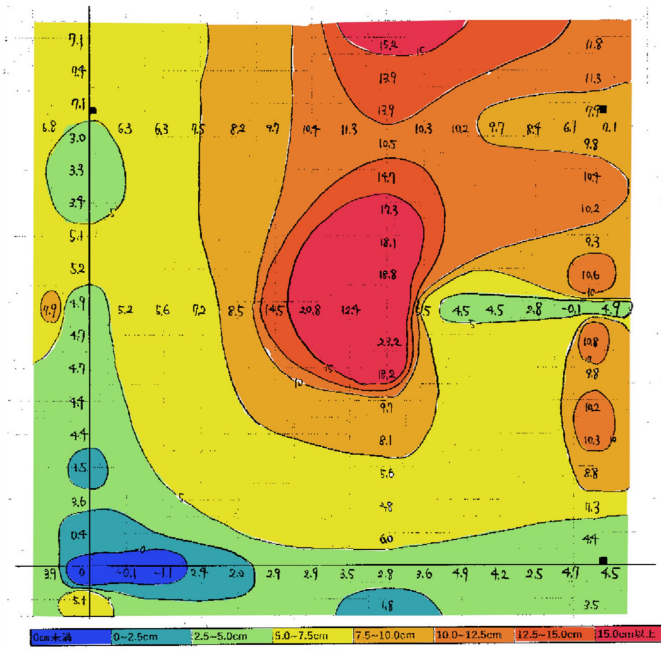
本研究における調査では、まず大グラウンドにできる水たまりの挙動を観察し、さらに大グラウンド地表面の凹凸と地下土への浸透雨水量について測量を行った。（水たまりの分布図、地表面の凹凸を表す段彩図を図表に示す。）結果より、大グラウンドにおける水たまりのできやすい地点は、周囲の地点に対する相対標高差が低くなる箇所であることが確かになった。大グラウンドの水はけが悪い理由について地表面を移動する雨水に着目して考えると、地表面の傾斜を原因として雨水の流路が形成され、形成された流路が大グラウンドの外へ連続せず大グラウンド内で淀むため、水たまりができやすいと言えることが分かった。結果より、水はけ改善のためのアプローチとしては、大グラウンドに既存の雨水の流路を大グラウンド外と連続させることで、大グラウンドの外へ排出する雨水の量を増やす、流路改修という方法が効果的であると結論付けた。

一方、本研究の調査では、地表面を移動する水量と地下土への浸透水量との間の定量的関係は検証することができなかった。今後、大グラウンドが受けた雨水全体の移動、すなわち大グラウンドにおける水はけのメカニズムの全体を理解するためには、降雨に対する大グラウンドに浸透する水量を定式化することが必要であると考えられる。

キーワード：水はけ、表面排水
Keywords: the movement of water , surface drainage

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.





©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ふたご群流星の分光観測～ビデオカメラと回折格子による観測～
Spectroscopic observations of Geminids with video cameras and diffraction grating

高村 裕三朗[1]、*林 萌百桜[1]、山岸 萌夏[1]、延時 慶祐[1]、武馬 由奈[1]、安福 芙由乃[1]
Yuzaburo Takamura[1], *Momoo Hayashi[1], Moeka Yamagishi[1], Keisuke Nobutoki[1], Yuna Buma[1], Fuyuno Anpuku[1]

1. 愛知県立一宮高校
1. Ichinomiya High School

(1)研究概要

2018年12月から2019年1月にかけて、本校の屋上で流星とスプライトの分光観測を実施した。観測にはビデオカメラWatec100Nと回折格子を使用した。スプライトの輝線は撮影することができなかったため、流星の輝線の同定のみを行った。

昨年の研究に引き続き、ふたご座流星群(12/15)のデータを取得し、水銀ランプとナトリウムランプの輝線を基に作成した式を用いて、その流星の輝線を三段階の高度ごとに同定した。そして、その結果から特定した分子・原子を比較した。

(2)研究内容

①画像の補正

流星の動画を静止画に変換する。ダークノイズや雲などを消すために、発光の前後約10枚ずつの平均画像を作成し、発光画像から、その画像を引く。

②輝度の計測

ⅰ　回折格子の取り付けが斜めだったため、スペクトルの傾きの角度θを求める。一番明るかった輝線と流星（0次光）重心位置をマカリの測光機能で求め、$\tan\theta$を得た。1枚の画像の輝度をグラフ機能で数値化し、エクセルで輝線の傾きを補正した。また今回はビデオカメラの特性上（インターレース）、y軸方向に１ピクセルおきに計測した。

ⅱ　ⅰの結果として$\tan\theta=6/29$という結果が出たので、x軸2ピクセルごとに輝度の数値をエクセル上でy軸負の方向に１ピクセルずらすと輝線がデータ上ではほぼ縦に並ぶことが分かった。

ⅲ　流星の3つの高度に分けてⅰと同様に輝度をエクセル上に表し、ⅱで求めた処理をそれぞれに施した。その後、0次光のx座標と輝線のx座標、0次光からの輝線の距離を計測した。

③式の作成

水銀ランプとナトリウムランプの輝線をもとに波長を求める式を作成する。

④輝線の同定

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

輝線の同定をし、流星の高度による変化を調べる。

(4)今後の展望

流星の分光観測・同定を続けていき、今回の解析済み流星の結果と比較研究していく。

スプライトの輝線を撮影するために今年から、本校の屋上の他に、観測場所を増やしたので、今回観測できなかったスプライトについても、観測でき次第研究を進めていきたいと考えている。

＜使用ソフト＞

すばる画像処理ソフト『マカリ』、ステライメージ、Microsoft Excel 2010

キーワード：流星、分光
Keywords: meteors, spectrum



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

火星の極冠におけるダストストームの観測について
Observation of the dust storm over the polar cap of Mars

高村 裕三朗[1]、*早川 莉乃[1]、大橋 壮真[1]、栗木 優菜[1]
Yuzaburo Takamura[1], *Rino Hayakawa[1], Soma Ohashi[1], Yuna Kuriki[1]

1. 愛知県立一宮高校
1. Ichinomiya High School

2018年7月31日に起こった火星の大接近に伴い、その前後にかけて火星の観測を行った。大接近と同時期に、火星において大規模なダストストームが発生していたことから、得られたデータ上のダストストームの影響を調べた。

観測にはCMOSカメラ(ZWO製ASI224MC)と20cmシュミットカセグレン望遠鏡を用いた。

調査方法

①Sharpcapを用い火星を動画形式で撮影した。

②Registax6を用いスタック処理を行い、一つの画像データとした。

③すばる処理ソフト マカリのグラフツールを用い、画像から極冠の最大付近を含んだ火星直径の輝度をグラフ化し出力した。

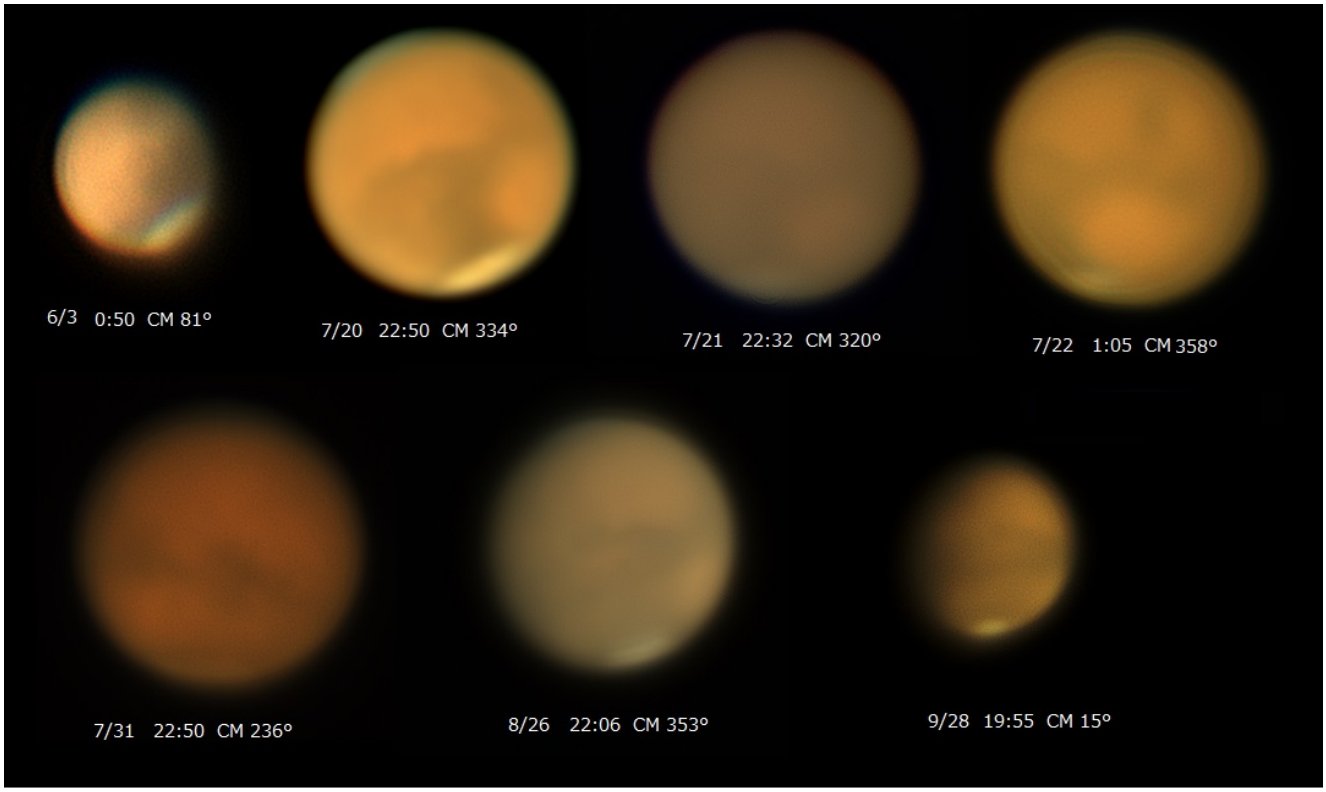
④グラフ上の数値をもとに極冠の最大輝度と端部分の輝度の比を求めた。

結果

観測日ごとの数値の変化を分析した結果、ダストストームの大きく発達した期間では極冠の最大輝度と端部分の輝度の数値が近くなることがわかった。特にダストストームが大きく極冠にかかっていた観測日では、極冠の輝度を判別することが出来なかった。

キーワード：火星極冠、CMOSカメラ、ダストストーム
Keywords: the polar cap of Mars, CMOS camera, the dust storm

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

(51)ネマウサの形状～恒星食・測光観測から～
Analyzing the shape of (51)Nemausa

*廣沢 大河[1]、岡田 卓[1]、鈴木 智貴[1]、柴山 智浩[1]
*Taiga Hirozawa[1], Suguru Okada[1], Tomoki Suzuki[1], Tomohiro Shibayama[1]

1. 愛知県立一宮高校
1. Ichinomiya High School

１．要旨

我々は、２０１８年４月１日に小惑星ネマウサ(５１　ｎｅｍａｕｓａ)によるＴＹＣ０８３０－００９３３－１(１０．１等星)の恒星食の観測に成功した。掩蔽観測者ネットワークJOINの方々から提供を受け、他の地域で得たデータも含め集約し、小惑星の断面図を推定した。後日、ネマウサの測光観測によってデータを収集し、ライトカーブを作成することで、ネマウサの自転周期を求めた。これら２つの結果から、計算を用いて形状を2パターン推定した。さらに、ネマウサの自転を再現した暗室実験を行うことで、ライトカーブを作成し、実際の観測から得たライトカーブと比較した。

2．方法

(1)観測
A・恒星食観測

場所：愛知県一宮市ほか6か所　日時:2018年4月1日

機材: CelestronC-8(口径20㎝F10)、WAT-120N　8フレーム蓄積、IOTA-VTI(GPS時計)
B・測光観測

場所:一宮高校屋上　日時:2018年4月9日、13日、18日、28日

機材:SBIG製ST-7XME、R,V,Bフィルター、CelestronC-8

(2)解析
A・恒星食観測

方法：Ｌｉｍｏｖｉｅにより現象時刻を解析

→一宮高校での減光開始は午前１時５１分００．３０秒、減光終了は1時５１分２０．８７秒

B・測光観測

ソフト：すばる画像処理ソフト「マカリ」、エクセル

方法：1)撮影画像の一次処理(ダーク・フラット処理)
2)比較星とチェック星の選定と決定

3)ライトカーブの作成・変光周期の決定

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

３．結果

A・恒星食観測

各地域で得たデータを基に掩蔽計算を行い、ネマウサの断面図を求めた。

B・測光観測

すべてのデータをV等級に換算してライトカーブを作成したところ、図１のようになった。

４．考察

測光観測で得たライトカーブ（図１）における1～3の光の量の比と基準線Aからの角度を求めることで、1～3の方向から見たネマウサの形状を推定した。このとき、２つの球が重なった形状を仮定して、図２のように定義をし、計算した。ライトカーブの後半の半周期分は天候の関係でデータをうまく得ることができなかったので、その部分にあたる形状は球形とした。

５．暗室実験

これらの結果からネマウサの模型を作成し、暗室でネマウサの自転を再現して撮影した。また、画像を測光してライトカーブを作成し、観測結果から作成したライトカーブと一致するかどうかを確かめた。その結果、図３の形状は、正しい形状の解のひとつであると考えた。

６．参考文献

・理科年表２０１６年版　・星食ハンドブック２０１６

キーワード：小惑星、測光観測
Keywords: asteroid, photometric observation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

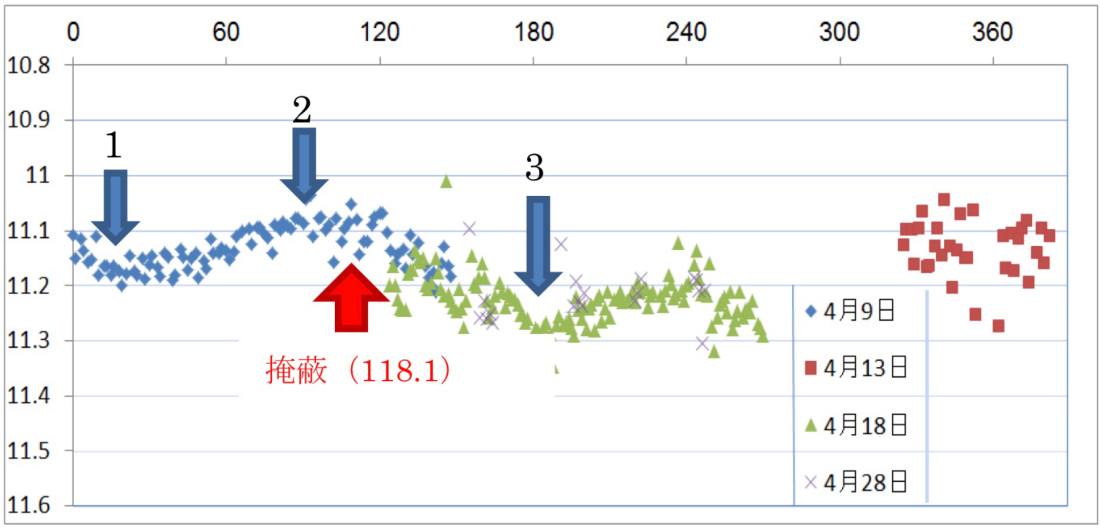
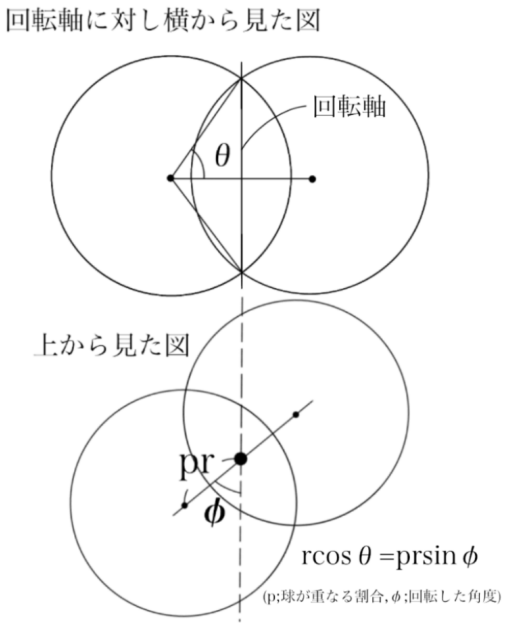
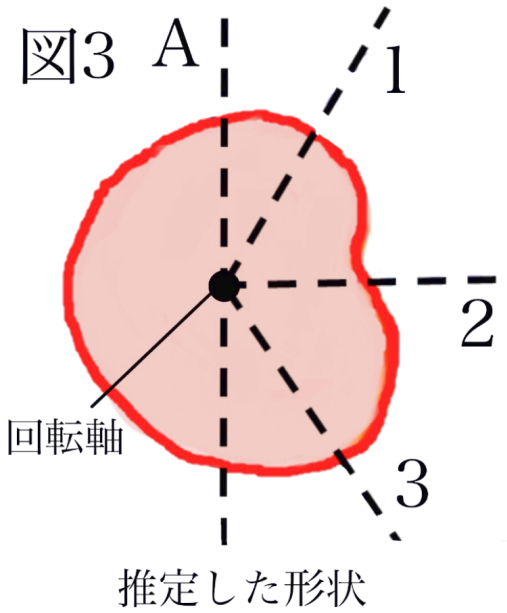


図1:観測したライトカーブ（縦軸：等級、横軸：分）

図2





©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

スプライトを発生させた雷放電の特徴
Characteristics of lightning discharge that generated sprites

小島 和樹[1]、井内 七海[1]、*中筋 美沙[1]、*中濵 庸充[1]
Kazuki KOJIMA[1], Nanami INOUCHI[1], *Misa NAKASUJI[1], *Yasumichi NAKAHAMA[1]

1. 香川県立三本松高等学校
1. Kagawa Prefectural Sambommatsu High School

私たちは、2007年から北陸地方で発生するスプライトの観測を行っている。2018年からは福井市の高校の協力を得て、雷鳴をICレコーダーを用いて観測した。この音から放電経路を推測した。その他、雲の様子、落雷情報などから、スプライト発生のメカニズムを考えた。

キーワード：スプライト、雷鳴
Keywords: sprite, thunder

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

スプライトとエルブスの謎に迫る
Get closer to the mustery of Sprites and Elves.

*西原 歩夢[1]、*川村 翔吾[1]、*岡 英寿[1]、入木 大地[1]、中尾 俊介[1]
*Ayumu Nishihara[1], *Shogo Kawamura[1], *Hidetoshi Oka[1], Daichi Iriki[1], Shunsuke Nakao[1]

1. 高知県立高知小津高等学校
1. Prefectural Kochi Ozu High School

私たちは、スプライトやエルブスといった高高度発光現象について研究を行っている。高高度発光現象とは高度約５０～１００ｋｍの中間圏において雷に伴って起こる発光現象であり、スプライトやエルブスなどがある。エルブスは高度約１００ｋｍ付近で発生するドーナツ状の発光現象である。スプライトより発生頻度が高いといわれているが、高高度発光現象の中でも発光継続時間が１ミリ秒以下と極めて短い為、私たちが実際に観測できているデータ数はスプライトに比べて少ない。また発光時間が短いゆえに、カメラのコマ数が合わず、明るさのピークが写っていないことも多い為、多くのエルブス画像は不鮮明である。私たちは、全国３２の高校と共同研究を行っている。これは世界最大の高高度発光現象観測チームとなっており、多くのデータを保有している。今回は本校で撮影されたデータと、共同観測校で撮影されたデータを用いて分析、考察を行った。

今回私たちはスプライトやエルブスの謎について研究を行った。スプライトは、落雷によって行き場を失った電子による発光現象なので、落雷の真上に発生するのが自然であるが、落雷地点と約50km程度ずれるという不自然な点があり、その理由が分かってない。そこで、私たちはエルブスとスプライトが同時に発生し、かつ、複数校で同時に観測された、撮影頻度が非常に低いイベントについて、スプライト、エルブス、落雷地点の位置を特定し、その位置関係について考察を行った。

また、エルブスを引き起こす電磁パルスは、電流の強弱の時間変化によって発生し、電流に対して直角に最も強く、上空の電子を動かすことで発光する事が分かっている。しかし、落雷地点とエルブスの中心が離れていることも多く、その理由が分かっていない。そこで、エルブスを発生する雷は雲内を数km水平に伸び、その後直下に落雷すると仮定し、水平に伸びた電流から発せられる電磁波の強度分布からエルブスの形状・発生場所を推測できないかと考え、簡易モデルを用いて実験を行った。

キーワード：高高度発光現象、雷
Keywords: TLEs, Lightning

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Prediction of the giant-squid movement around Japan using the dataset of ocean current and temperature.

*小池 悠佳[1]
*Yuka Koike[1]

1. 広尾学園高等学校
1. Hiroo Gakuen Senior High School

ダイオウイカとは世界最大級の無脊椎動物で、深度650m～900mに主に生息していると考えられている。日本では主に小笠原諸島周辺、日本海近海での生息が確認されている。しかし発見されている個体数が極端に少ないことから詳細な行動や生息分布についての研究は進んでおらず、ダイオウイカに対する移動経路・生息分布の予測は発見場所から大まかな移動経路を予測しているものの、定量的な解析がほぼ行われていない。

そこで本研究では地形データをもとにダイオウイカの移動経路・生態分布を特定することで今日までに行われている研究よりもさらに定量的にそれらを予測することを目的とする。最終目的は現在研究の進んでいない生物の、生物種によらない行動予測・生息分布特定を行える体系的な手法の確立である。

本研究では以下の二方向から研究を進める。

第一に海流と海水温のデータと発見場所を照らし合わせ、経路や分布について複数面から解析を行う。今回はGoogle Earth Engine (以下GEE)を用いて衛星から得られた海流と海水温のデータを地図上にマッピングし発見場所のデータと照らし合わせる。ダイオウイカの発見場所のデータについては2014年1月から2015年3月にかけて日本海側でダイオウイカが頻繁に発見された際の座標データを用いる[1]。発見場所のデータは一度Google my mapを用いて可視化を行う。これまでの研究では各データの採取場所の深度のばらつきを考慮し、海流・海水温について全て表層のデータを使用し大域的な予測を行った。海流データはHSV色空間に置き換え、色相で海流の方向、明度で海流の速度を表記した。結果、海流については全個体57体が海流の速度がほぼない、もしくは遅い領域で発見された。海水温に関しては全個体57体中48体が比較的海水温の低い領域で発見された。これよりダイオウイカは極端に食料の少ない深海でエネルギー消費を抑えるために海流の遅い領域に存在し、また深層に比べて比較的生物量の多い表層まで浮上していたところを捕獲されたと考えた。しかしGEEの操作が不十分だったため定量的な予測が行えなかった。そこで今回は地点毎の海流の速度と海水温を取得する方法を用いて各地点でのデータを収集する。得られた結果と先行研究で行われた大域的な予測を比較し、新たに定量的な予測を立てる。

第二に流体力学を用いて,海流と海水温をもとに、ダイオウイカの移動経路・生息分布を定量的に予測する。現時点では海流の流れを計算して可視化することを目標としている。そのために流体の微視的な振る舞いを記述するボルツマン方程式と、巨視的に記述するナビエ・ストークス方程式とがどのように対応しているかについて調査を進めている。

ナビエ・ストークス方程式とは流体の基礎方程式である。ナビエ・ストークス方程式は解の存在が示されていないため数値シミュレーションを行って得られた数値解の正当性が確認できないが、今回のスケールにおいては離散化することで得られる差分方程式を用いれば十分だと考える。最終的にはこれらを用いて発見場所からダイオウイカが今後どのように移動するかを定量的に予測する。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

この研究を応用することで、ダイオウイカのみならず未だ生態がわかっていない生物の移動経路・生息分布のモデルの確立が可能になり、漁業や研究への利用に期待ができる。

引用：
[1]Extraordinary numbers of giant squid, Architeuthis dux, encountered in Japanese coastal waters of the Sea of Japan from January 2014 to March 2015

キーワード：気象、海洋
Keywords: Meteorology, Oceanography

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

2019年5月26日(日) 10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_1

[O-06] 激甚化する風水害にどう対応するか

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

2018年は7月の西日本豪雨，9月の台風21号など，風水害の激甚化を実感する年となりました。地球温暖化の進行が懸念されるなか，風水害の激甚化は今後も進行するのか？またそれに対して，私たちの社会はどのように対応していったら良いのか？本セッションでは，このような疑問に答えるべく，大雨をもたらす原因となる気象，大雨で崩れる地面の地形・地質，豪雨で洪水を起こす河川，河川を流れた土砂や水が海洋にもたらす影響，それらを把握するリモートセンシングや地図・GIS等による現況把握，避難の問題点などについて，日本地球惑星科学連合（連合）の環境災害対応委員会に参加する学協会の専門家による講演をしていただきます。さらに2016年に設立され，連合も加盟している防災学術連携体に参加している学協会から，ダムによる洪水調節，建物・社会インフラの被害，公衆衛生・災害看護，災害復興，街づくりなどに関する講演をしていただき，今後の災害のさらなる激甚化に私たちはどう対応したら良いのかを探ります。また関連するポスター発表により，連合・防災学術連携体による多彩な防災への取組みに関する研究成果を紹介します。

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

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

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

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

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

Automatic extraction analysis of widespread sediment disasters from satellite images in the Heavy Rain Event of July 2018, Japan

*下村 博之[1]、望月 貫一郎[1]、板野 友和[1]、野田 敦夫[1]、本多 泰章[1]、宮崎 真由美[1]、小俣 雅志[1]、渋谷 典幸[1]
*Hiroyuki Shimomura[1], Kanichiro Mochizuki[1], Tomokazu Itano[1], Atsuo Noda[1], Yasuaki Honda[1], Mayumi Miyazaki[1], Masashi Omata[1], Noriyuki Shibuya[1]

1. 株式会社パスコ
1. PASCO CORPORATION

1.はじめに

前線および台風7号の影響により発生した平成30年7月豪雨は，西日本を中心に全国的に広い範囲で記録的な大雨をもたらした。この豪雨により，全国各地で河川の氾濫，浸水害，土砂災害等が発生し，死者，行方不明者が多数となる甚大な災害となった。広域における同時多発災害は，規模が大きいほど被害全容が捉えられなくなり，初期対応が遅れる可能性がある。我々は，早期に広範にわたる土砂災害箇所を把握すべく，広域撮影が可能な光学衛星画像を用いて自動抽出解析を試みたので、ここに報告する。

2.従来技術による対応と問題

大規模災害時には，被害状況把握のために上空からの空中写真撮影が有効であり，これまで多くの災害対応で実施されてきた。今回の災害においても土砂災害状況等を把握すべく，各種機関が災害撮影を実施した。国土地理院は7月9~19日に，広島県南部地区や愛媛県宇和島・大洲地区，山口県岩国地区などで空中（垂直）写真を撮影し，写真判読により崩壊地等分布図を作成している[1)]。株式会社パスコは，7月9~16日に光学衛星SPOT7により，広島県や岡山県，愛媛県等を撮影した。取得された画像を確認し，著しい被害集中が懸念される広島県呉市・坂町，愛媛県宇和島市域を対象に，土砂移動痕跡を判読して分布図を公表した[2)]。これらは撮影範囲あるいは判読対象範囲が限定され，また熟練した判読技術者による長い判読時間を要していることが，広域災害の早期対応においての問題として浮かび上がっている。

3.広域に発生した土砂災害箇所に対する自動抽出解析

SPOT光学衛星は，地上分解能1.5mと空中写真（分解能20cm）と比較して解像度は低いものの，一度の撮影幅60kmと広域撮影が可能であること，また多機運用でほぼ毎日撮影が可能であることを特長とする。今回撮影した岡山県，広島県，愛媛県の範囲11,400km^{2}について，被害状況の迅速な把握を目的に，土砂災害箇所の自動抽出解析を試みた。解析手法は，リモートセンシングの画像解析でよく用いる最尤法による教師付クラス分類である。取得画像内にある複数の崩壊地を教師として画像全体をクラス分類し，土砂災害箇所の候補を抽出した。これらには平地部にある運動場等の裸地も包含されることが見られたため，国土数値情報の森林域データを重ねて市街地を除外し、土砂災害箇所としての絞り込みを行った。解析結果は，一見して災害全体像が理解できるように，1km標準メッシュごとに土砂災害箇所の面積占有率（密度）を求め，密度の高低により色分けした分布図として作成した。これらの解析処理時間は１日程度であり，人海戦術で判読するのに比べて短時間での報告が可能となった。一方，抽出された土砂災害箇所を個別にみると，比較的広い面積を持つ崩壊源頭部は概ね抽出されているが，土石流の流送区間などの狭い範囲に連なる部分などは，未抽出となった場所がみられた。また，既存崩壊地や伐採跡地なども同時に誤抽出されることが確認されており，密度分布図として被害全体像把握には活用できるものの，個別の災害情報としては解決すべき課題があることも分かった。

4.おわりに

西日本豪雨は，被災範囲が非常に広範囲となり，従来から実施している空中写真撮影のみでは全体をカバーできない状況に見舞われたが，広域撮影に適した光学衛星の撮影画像を用いることで，土砂災害の全体概要が把握できる可能性を示した。一方で，1.5m分解能の光学衛星では空中写真ほど鮮明な画像は得られず，土

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

砂災害の詳細判読にどこまで利用できるのか，衛星画像情報での判別可否要件等の整理分析を今後実施予定である。また，今回用いた自動抽出解析手法では，誤抽出や未抽出箇所が多く発生しており，抽出精度の向上が望まれる。機械学習による画像解析技術が進歩している折であり，AIによる自動判読技術開発にも取り組んでいく。

参考文献
1) 国土地理院：ホームページhttp://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H30.taihuu7gou.html
2) 株式会社パスコ：ホームページhttps://www.pasco.co.jp/disaster_info/20180709/

キーワード：平成30年7月豪雨、土砂災害、衛星画像、自動抽出解析
Keywords: Heavy Rain Event of July 2018, sediment disasters, satellite images, automatic extraction analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

西日本豪雨災害における避難行動および復興感の影響要因の検討
Examination of the factors influencing the people's evacuation behaviors and cognition of reconstruction in the western Japan heavy rain disaster in July 2018

*大友 章司[1]、木村 玲欧[2]
*Shoji Ohtomo[1], Reo Kimura[2]

1. 甲南女子大学、2. 兵庫県立大学
1. Konan Women's University, 2. University of Hyogo

2018年の6月28日から7月8日の集中豪雨により、甚大な人的・物的被害をもたらした西日本豪雨災害(平成30年7月豪雨)が生じた。このような甚大な自然災害において、当時の避難行動やその後の復興プロセスを検討することは、被災地支援や今後の自然災害への防災として重要である。これまでにも、災害に対する知識が自然災害当時の避難行動やその後の災害に対する認識に影響を及ぼすことが示唆されている(e.g. Kimura et al., 2017)。そこで、本研究では、西日本豪雨災害の被災地域の人々の災害への知識といった特徴が、避難行動やその後のリスク認知や復興感に及ぼす影響について検討を加える。

2019年1月下旬から2月上旬にかけて、西日本豪雨災害で大きな被害を受けた広島県の13地区と岡山県の6地区の住民を対象に、合計1000名にweb調査を行った。調査フレームを図1aに示す。調査項目は、災害に関わる個人属性、被害状況、災害リスクの認識、復興カレンダーなどで構成されている。とくに、本研究では、豪雨災害に対する予期、避難行動、リスク認知、復興感の関連について分析を加えた。その主な結果は次の4つに集約できる。1つは、水害に対する予期と避難行動との関連(図1b)についてベイズ推定により分析したところ、水害に対する予期のレベルより、当時の避難行動に違いがあることが確認された(b=.13, 95%CI=.01～.25)。具体的には、水害による被害が生じないと思っていた人ほど、避難しない傾向がみられた。2つは、ハザードマップに対する知識と避難行動の関連(図1c)をベイズ推定により分析したところ、ハザードマップの知識レベルにより、当時の避難行動に違いがあることが確認された(b=.30, 95%CI=.19～.42)。具体的には、ハザードマップへの認識が少ない人ほど、避難しない傾向が示唆された。3つは、西日本豪雨災害の被害のレベルによるその後のリスク認知の違いについて比較を行った(図1d)。ベイズ推定の結果、水害の重篤性の認知において、被害を受けなかった人と床上浸水の被害を受けた人の間で差がみられた(b=-.62, 95%CI=-.92～-.32)。具体的には、被害を受けなかった人よりも、床上浸水の被害を受けた人の方が、豪雨が起きれば大きな被害が生じるだろうと認識をしていた。最後に、西日本豪雨災害の被害のレベルと復興感の違いについても比較を行った(図1e)。ベイズ推定の結果、復興感の認識において、被害を受けなかった人と床上浸水の被害を受けた人の間で差がみられた(b=2.70, 95%CI=1.53～4.38)。具体的には、被害を受けなかった人よりも、床上被害を受けた人の方が復興したと感じる傾向が低かった。

以上のように、西日本豪雨災害以前からの災害に対する認識の違いが、当時の避難行動を左右していたことが示唆された。災害に対する十分な知識がないと、避難行動には結びつかないといえる。また、被害の経験により、その後のリスク認知や復興感に違いが生じていることが示唆された。災害を経験したことより、災害に対する問題意識に変化が生じたといえる。したがって、豪雨災害への一般の人々の対応能力を高めるためには、災害時の経験の反映に加え、ハザードマップなど災害に対する事前の知識の普及が重要であるといえる。

キーワード：平成30年7月豪雨、復興感、避難行動
Keywords: Western Japan heavy rain disaster in July 2018, cognition of reconstruction, evacuation behaviors

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

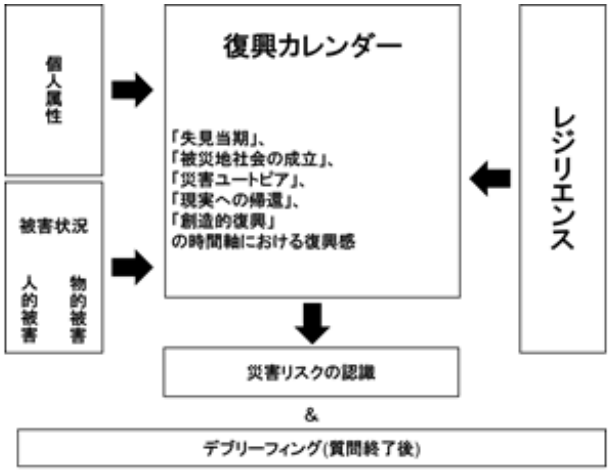


Figure 1a The framework of the web survey in the study

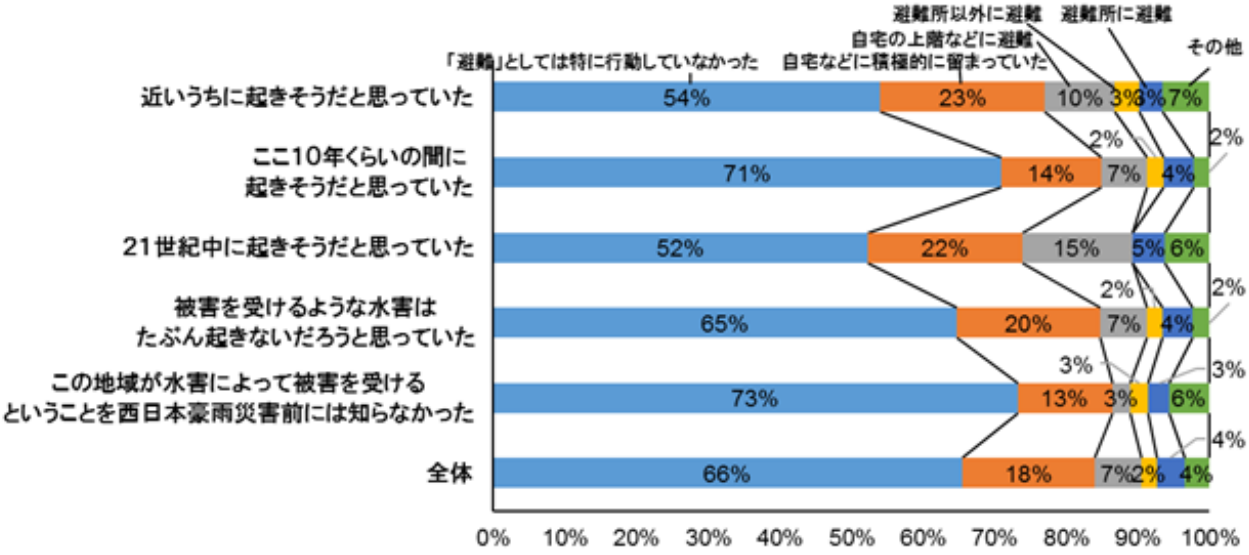


Figure 1b The cross table of prediction for flood damage by evacuation behavior

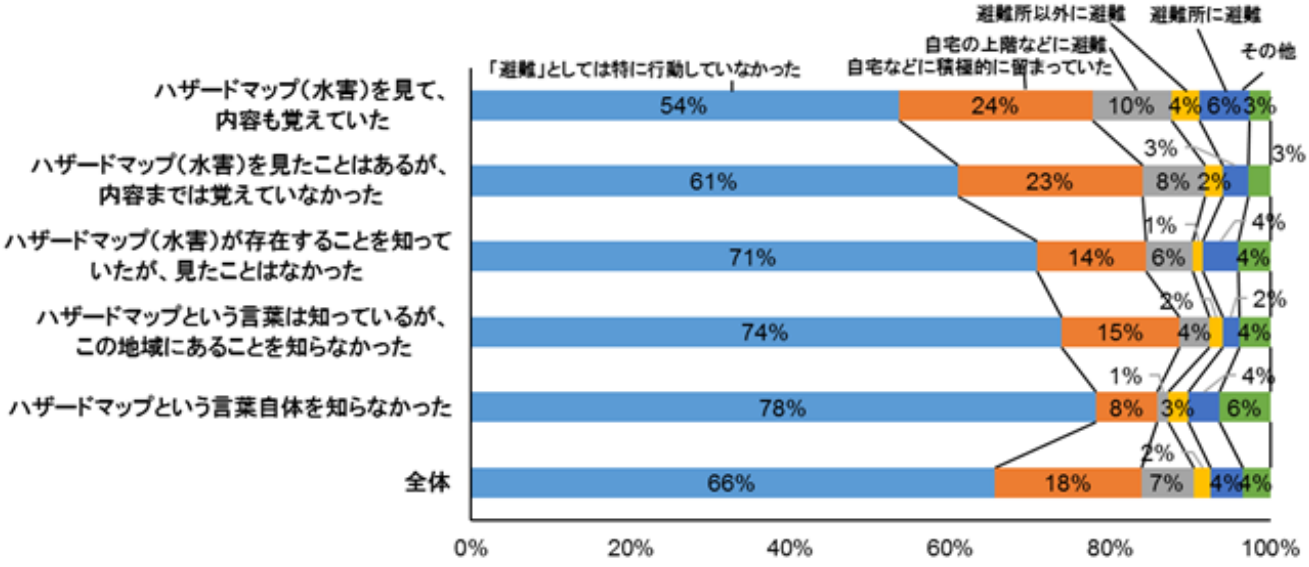
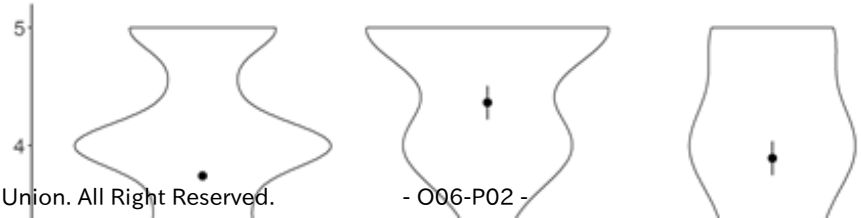


Figure 1c The cross table knowledge of hazard-map by evacuation behavior



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_1

[O-06] 激甚化する風水害にどう対応するか

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

2018年は7月の西日本豪雨，9月の台風21号など，風水害の激甚化を実感する年となりました。地球温暖化の進行が懸念されるなか，風水害の激甚化は今後も進行するのか？またそれに対して，私たちの社会はどのように対応していったら良いのか？本セッションでは，このような疑問に答えるべく，大雨をもたらす原因となる気象，大雨で崩れる地面の地形・地質，豪雨で洪水を起こす河川，河川を流れた土砂や水が海洋にもたらす影響，それらを把握するリモートセンシングや地図・GIS等による現況把握，避難の問題点などについて，日本地球惑星科学連合（連合）の環境災害対応委員会に参加する学協会の専門家による講演をしていただきます。さらに2016年に設立され，連合も加盟している防災学術連携体に参加している学協会から，ダムによる洪水調節，建物・社会インフラの被害，公衆衛生・災害看護，災害復興，街づくりなどに関する講演をしていただき，今後の災害のさらなる激甚化に私たちはどう対応したら良いのかを探ります。また関連するポスター発表により，連合・防災学術連携体による多彩な防災への取組みに関する研究成果を紹介します。

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

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

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

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

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

Automatic extraction analysis of widespread sediment disasters from satellite images in the Heavy Rain Event of July 2018, Japan

*下村 博之[1]、望月 貫一郎[1]、板野 友和[1]、野田 敦夫[1]、本多 泰章[1]、宮崎 真由美[1]、小俣 雅志[1]、渋谷 典幸[1]
*Hiroyuki Shimomura[1], Kanichiro Mochizuki[1], Tomokazu Itano[1], Atsuo Noda[1], Yasuaki Honda[1], Mayumi Miyazaki[1], Masashi Omata[1], Noriyuki Shibuya[1]

1. 株式会社パスコ
1. PASCO CORPORATION

1.はじめに

前線および台風7号の影響により発生した平成30年7月豪雨は，西日本を中心に全国的に広い範囲で記録的な大雨をもたらした。この豪雨により，全国各地で河川の氾濫，浸水害，土砂災害等が発生し，死者，行方不明者が多数となる甚大な災害となった。広域における同時多発災害は，規模が大きいほど被害全容が捉えられなくなり，初期対応が遅れる可能性がある。我々は，早期に広範にわたる土砂災害箇所を把握すべく，広域撮影が可能な光学衛星画像を用いて自動抽出解析を試みたので、ここに報告する。

2.従来技術による対応と問題

大規模災害時には，被害状況把握のために上空からの空中写真撮影が有効であり，これまで多くの災害対応で実施されてきた。今回の災害においても土砂災害状況等を把握すべく，各種機関が災害撮影を実施した。国土地理院は7月9~19日に，広島県南部地区や愛媛県宇和島・大洲地区，山口県岩国地区などで空中（垂直）写真を撮影し，写真判読により崩壊地等分布図を作成している[1)]。株式会社パスコは，7月9~16日に光学衛星SPOT7により，広島県や岡山県，愛媛県等を撮影した。取得された画像を確認し，著しい被害集中が懸念される広島県呉市・坂町，愛媛県宇和島市域を対象に，土砂移動痕跡を判読して分布図を公表した[2)]。これらは撮影範囲あるいは判読対象範囲が限定され，また熟練した判読技術者による長い判読時間を要していることが，広域災害の早期対応においての問題として浮かび上がっている。

3.広域に発生した土砂災害箇所に対する自動抽出解析

SPOT光学衛星は，地上分解能1.5mと空中写真（分解能20cm）と比較して解像度は低いものの，一度の撮影幅60kmと広域撮影が可能であること，また多機運用でほぼ毎日撮影が可能であることを特長とする。今回撮影した岡山県，広島県，愛媛県の範囲11,400km^{2}について，被害状況の迅速な把握を目的に，土砂災害箇所の自動抽出解析を試みた。解析手法は，リモートセンシングの画像解析でよく用いる最尤法による教師付クラス分類である。取得画像内にある複数の崩壊地を教師として画像全体をクラス分類し，土砂災害箇所の候補を抽出した。これらには平地部にある運動場等の裸地も包含されることが見られたため，国土数値情報の森林域データを重ねて市街地を除外し、土砂災害箇所としての絞り込みを行った。解析結果は，一見して災害全体像が理解できるように，1km標準メッシュごとに土砂災害箇所の面積占有率（密度）を求め，密度の高低により色分けした分布図として作成した。これらの解析処理時間は１日程度であり，人海戦術で判読するのに比べて短時間での報告が可能となった。一方，抽出された土砂災害箇所を個別にみると，比較的広い面積を持つ崩壊源頭部は概ね抽出されているが，土石流の流送区間などの狭い範囲に連なる部分などは，未抽出となった場所がみられた。また，既存崩壊地や伐採跡地なども同時に誤抽出されることが確認されており，密度分布図として被害全体像把握には活用できるものの，個別の災害情報としては解決すべき課題があることも分かった。

4.おわりに

西日本豪雨は，被災範囲が非常に広範囲となり，従来から実施している空中写真撮影のみでは全体をカバーできない状況に見舞われたが，広域撮影に適した光学衛星の撮影画像を用いることで，土砂災害の全体概要が把握できる可能性を示した。一方で，1.5m分解能の光学衛星では空中写真ほど鮮明な画像は得られず，土

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

砂災害の詳細判読にどこまで利用できるのか，衛星画像情報での判別可否要件等の整理分析を今後実施予定である。また，今回用いた自動抽出解析手法では，誤抽出や未抽出箇所が多く発生しており，抽出精度の向上が望まれる。機械学習による画像解析技術が進歩している折であり，AIによる自動判読技術開発にも取り組んでいく。

参考文献
1) 国土地理院：ホームページhttp://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H30.taihuu7gou.html
2) 株式会社パスコ：ホームページhttps://www.pasco.co.jp/disaster_info/20180709/

キーワード：平成30年7月豪雨、土砂災害、衛星画像、自動抽出解析
Keywords: Heavy Rain Event of July 2018, sediment disasters, satellite images, automatic extraction analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

西日本豪雨災害における避難行動および復興感の影響要因の検討
Examination of the factors influencing the people's evacuation behaviors and cognition of reconstruction in the western Japan heavy rain disaster in July 2018

*大友 章司[1]、木村 玲欧[2]
*Shoji Ohtomo[1], Reo Kimura[2]

1. 甲南女子大学、2. 兵庫県立大学
1. Konan Women's University, 2. University of Hyogo

2018年の6月28日から7月8日の集中豪雨により、甚大な人的・物的被害をもたらした西日本豪雨災害(平成30年7月豪雨)が生じた。このような甚大な自然災害において、当時の避難行動やその後の復興プロセスを検討することは、被災地支援や今後の自然災害への防災として重要である。これまでにも、災害に対する知識が自然災害当時の避難行動やその後の災害に対する認識に影響を及ぼすことが示唆されている(e.g. Kimura et al., 2017)。そこで、本研究では、西日本豪雨災害の被災地域の人々の災害への知識といった特徴が、避難行動やその後のリスク認知や復興感に及ぼす影響について検討を加える。

2019年1月下旬から2月上旬にかけて、西日本豪雨災害で大きな被害を受けた広島県の13地区と岡山県の6地区の住民を対象に、合計1000名にweb調査を行った。調査フレームを図1aに示す。調査項目は、災害に関わる個人属性、被害状況、災害リスクの認識、復興カレンダーなどで構成されている。とくに、本研究では、豪雨災害に対する予期、避難行動、リスク認知、復興感の関連について分析を加えた。その主な結果は次の4つに集約できる。1つは、水害に対する予期と避難行動との関連(図1b)についてベイズ推定により分析したところ、水害に対する予期のレベルより、当時の避難行動に違いがあることが確認された(b=.13, 95%CI=.01～.25)。具体的には、水害による被害が生じないと思っていた人ほど、避難しない傾向がみられた。2つは、ハザードマップに対する知識と避難行動の関連(図1c)をベイズ推定により分析したところ、ハザードマップの知識レベルにより、当時の避難行動に違いがあることが確認された(b=.30, 95%CI=.19～.42)。具体的には、ハザードマップへの認識が少ない人ほど、避難しない傾向が示唆された。3つは、西日本豪雨災害の被害のレベルによるその後のリスク認知の違いについて比較を行った(図1d)。ベイズ推定の結果、水害の重篤性の認知において、被害を受けなかった人と床上浸水の被害を受けた人の間で差がみられた(b=-.62, 95%CI=-.92～-.32)。具体的には、被害を受けなかった人よりも、床上浸水の被害を受けた人の方が、豪雨が起きれば大きな被害が生じるだろうと認識をしていた。最後に、西日本豪雨災害の被害のレベルと復興感の違いについても比較を行った(図1e)。ベイズ推定の結果、復興感の認識において、被害を受けなかった人と床上浸水の被害を受けた人の間で差がみられた(b=2.70, 95%CI=1.53～4.38)。具体的には、被害を受けなかった人よりも、床上被害を受けた人の方が復興したと感じる傾向が低かった。

以上のように、西日本豪雨災害以前からの災害に対する認識の違いが、当時の避難行動を左右していたことが示唆された。災害に対する十分な知識がないと、避難行動には結びつかないといえる。また、被害の経験により、その後のリスク認知や復興感に違いが生じていることが示唆された。災害を経験したことより、災害に対する問題意識に変化が生じたといえる。したがって、豪雨災害への一般の人々の対応能力を高めるためには、災害時の経験の反映に加え、ハザードマップなど災害に対する事前の知識の普及が重要であるといえる。

キーワード：平成30年7月豪雨、復興感、避難行動
Keywords: Western Japan heavy rain disaster in July 2018, cognition of reconstruction, evacuation behaviors

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

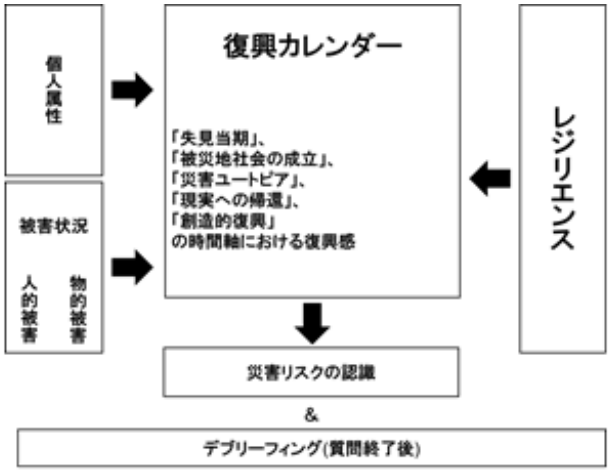


Figure 1a The framework of the web survey in the study

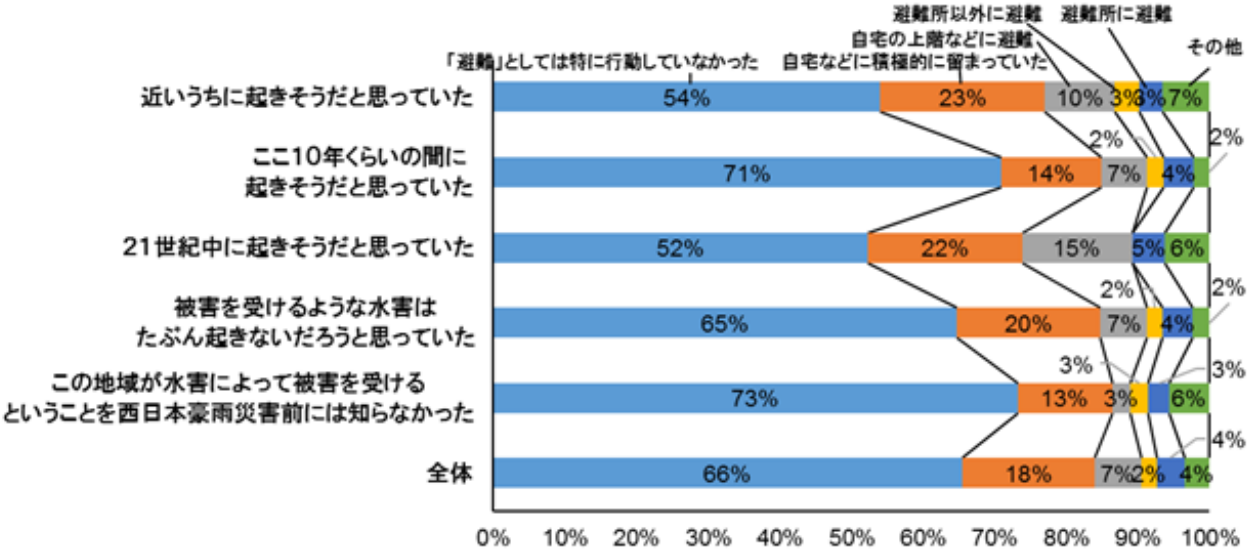


Figure 1b The cross table of prediction for flood damage by evacuation behavior

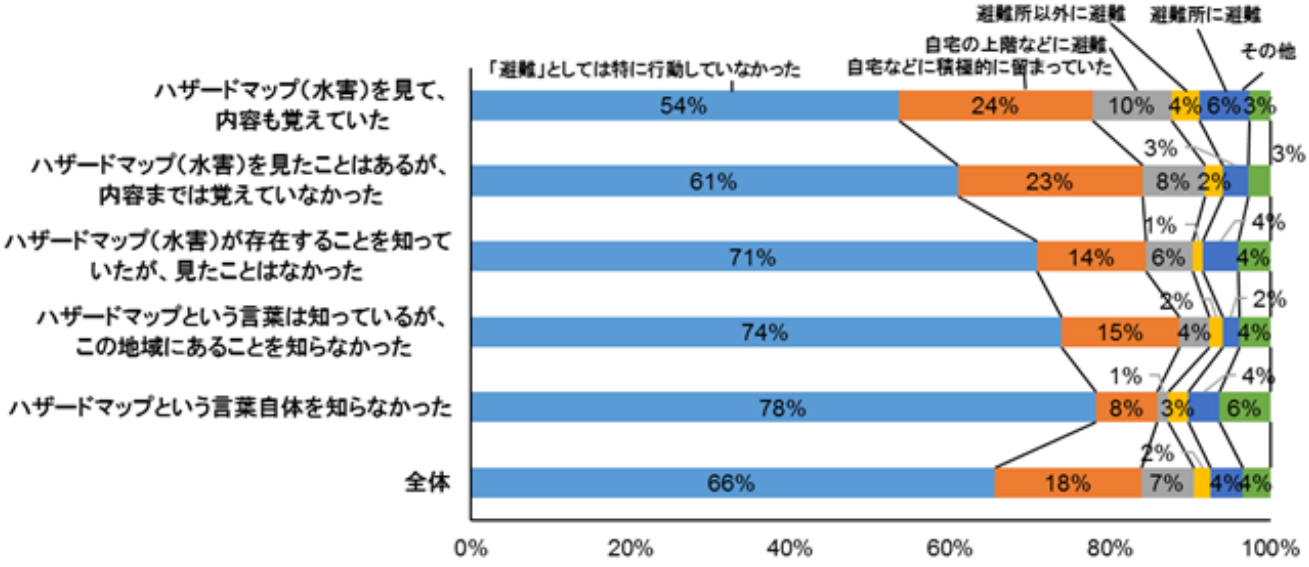
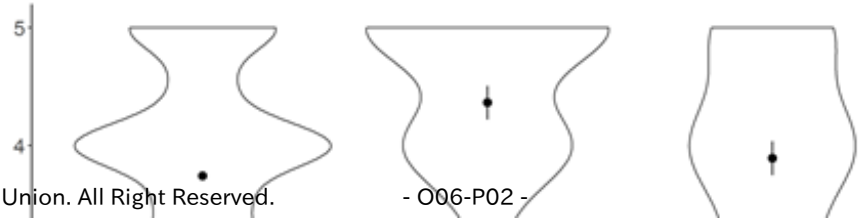


Figure 1c The cross table knowledge of hazard-map by evacuation behavior



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_1

[O-07] キッチン地球科学：手を動かす実験で頭脳を刺激しよう！

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

キッチン地球科学は、身の周りにある物や道具を用いたアナログ実験によって、地球惑星科学現象を理解することを目的としています。アナログ実験は、現象を支配する物理を明らかにするという重要な役割を持っていると同時に、自然の持つ不確定要素にも満ちており、ときに予期しない現象が観察されます。それらは、我々に驚きの発見や考える機会を与え、そして新たな問題を提起します。こうした経験は、地球惑星科学の若手研究者のみならず、科学的な思考が必要とされる現代人にとっても重要です。本セッションでは、「手を動かすことの利点」に着目し、「不確定要素の詰まった」、「結果のわからない」、「失敗を糧とする」実験をすることの重要性について考えたいと思います。初等・中等教育での地球惑星科学への導入として、高等教育での教養教育あるいは分野融合型の問題解決型課題として、さらにはアウトリーチ活動や地域社会の中での生涯教育の試みとしてなど、幅広い実験事例を募集します。「手を動かして頭脳を刺激する」キッチン地球科学への多くの皆様の積極的なご参加を歓迎いたします。

[O07-P01] 学際教育でのキッチン地球科学の活用

*久利 美和[1] (1.東北大学災害科学国際研究所)

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

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

[O07-P03] 爆発するかりんとう

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

学際教育でのキッチン地球科学の活用

Application of kitchen earth science for multidisciplinary and interdisciplinary education

*久利 美和[1]
*Miwa Kuri[1]

1. 東北大学災害科学国際研究所
1. International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University

課題解決型の研究・教育が求められる中、大学では分野融合や学際研究を目的としたセンターやその人材育成を目的とした教育プログラムの導入が行われている。参加型のプロジェクトベースの手法が導入も積極的に行われている。

これまでのJpGU「キッチン地球科学」セッションでは、特定の現象への関心喚起や理解の助けを目的とした教材開発に焦点があったが、本論では、チームプロジェクト型の教育への応用について、いくつかの事例の類型化を行った。

主専攻外の教育プログラムのため時間的制約が大きいにもかかわらず、地域の中での実践を重要視しており、結果的に地域からの期待が大きい。
キッチン地球科学型：簡易アナログ実験を用いて災害メカニズムの理解をすすめるとともに、歴史資料から災害の頻度や規模、液状化現象や河川氾濫など特定の現象を多面的に扱うことも、同一地域で起こりえる複数の現象を扱うことも可能であり、歴史、メカニズム、対策、対応など、複数の分野から多面的に検討した一連の教育カリキュラムを作る課程で、分野間での考え方の特徴を相互に理解できる点で優れていた。

リビングサイエンス：カードゲームや通信端末を活用した教材開発が行われた。年齢や関心に応じたフレキシブルな応用に優れているとともに、可搬性に優れた教材であり、地域での実践の機会も多く、地域の声を聴くきっかけとして優れているとともに、教育効果の検証作業を行いやすい点でも優れていた。ただし、キッチン地球科学が本来得意としていた、アナログ実験的思考の要素は乏しかった。

ガレージ地球科学型：キッチン地球科学よりは材料費が高価であるが、市販製品を活用しつつ、目的に応じてカスタマイズし、チーム内での専門に応じた役割分担と効率的分業計画作成を学ぶ機会として優れていた。

キーワード：キッチン地球科学、分野融合教育、学際教育
Keywords: kitchen earth science, multidisciplinary education, interdisciplinary education

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

水あめ噴火実験を通して噴火様式を決める条件について考える
Considering controlling factors of eruption styles through syrup eruption experiments

*市原 美恵[1]、山河 和也[1]、岩橋 くるみ[1]、西條 祥[1]、菅野 洋[1]
*Mie Ichihara[1], Kazuya Yamakawa[1], Kurumi Iwahashi[1], Akira Nishijo[1], Yo Kanno[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo

酢と重曹の反応による発泡を利用した噴火の模擬実験は，簡単な実験ながら，様々な噴火様式を発生させることができる（竹内, 2006）．我々は，この実験を発展させ，噴火前後のマグマ溜りの圧力変化や噴出に伴う空振に相当する信号をモニターしながら実験を進める試みを重ねてきた．また，「マグマの混合から噴火へ」というシナリオを再現するため，酢（クエン酸）と重曹（炭酸水素ナトリウム）をそれぞれ混入した２つの水あめ水溶液をボトル内で混合し，噴火を導く，という方式を採用した．この実験は，研究のアウトリーチ活動だけでなく，火山研究の種となる興味深い現象の発見にも役立っている(Kanno and Ichihara, 2018)．今回新たに加えた改良により，より実現象に近い形で噴火の多様性を実現することが可能になった．

模擬火山は，マグマだまりに相当するペットボトルと，火道に相当する透明耐圧チューブからなる．ボトルのキャップに，特製のコネクタを取り付け，火道チューブを接続する．チューブ先端はゴム栓で閉じ，発泡によってボトル内の圧力が高まると自然に開栓して噴出が始まる．

これまでの方法は，２つの点で実現象との乖離があるという指摘がされてきた．第一に，「マグマを注いでペットボトルの蓋を閉じる」という実験手順が，いかにも人為的であった．第二に，ボトル内部にもチューブを伸ばした構造が不自然な印象を与えるが，これがなければ，ボトル上部のガスだけが噴出し，噴火を継続させることができなかった．火山噴火のメカニズムという点では，それぞれに対応する現象は考えられる．しかし，専門知識，言い換えれば，先入観を持たずに噴火実験を見た場合，実際の火山現象を模擬するプロセスと実験の便宜上の手続きの間の切り分けが難しく，まして，便宜上の手続きの背後にある実現象を想像することは不可能である．従って，できる限り，人工的な部分を排して，マグマ混合から噴火までの一連の現象を模擬する実験が望ましい．

以上の必要性から，マグマの注入口と火道への流出口の２系統を，ペットボトルキャップの限られたスペースに配置するコネクタを考案した．これにより，マグマ溜りの底部から新しいマグマが供給され，上部から火道に出て行く場合など，任意に設定することができる．そして，多様な噴火様式を，より制御して，自然に近い（と思われる）形で再現することが可能となった．本システムを，「次世代火山研究者人材育成コンソーシアム」の一環として開催される実験火山学セミナーにおいて使用する予定である．本発表では，その結果や効果についても報告する．

キーワード：火山、アナログ実験、噴火ダイナミクス
Keywords: Volcano, Analog experiment, Eruption dynamics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

爆発するかりんとう
Cooking karinto, analogical link to magmatic vesiculation and explosion

*栗田 敬[1]、熊谷 一郎[3]、市原 美恵[1]、小川 歩実[2]、熊谷 美智世[2]、永田 裕作[2]、香西 みどり[2]
*Kei Kurita[1], Ichiro Kumagai[3], Mie Ichihara[1], Ayumi Ogawa[2], Michiyo Kumagai[2], yusaku nagata[2], Midori Kasai[2]

1. 東京大学、2. お茶の水女子大学、3. 明星大学
1. The University of Tokyo, 2. Ochanomizu University, 3. Meisei University

Karinto is one of the typical traditional sweets, which is classified as a puffed confectionery. When we examine the cross section of karinto we can recognize amazing resemblance to the texture of vesiculated pyroclastic materials. This gives us an idea that the formation mechanism of karinto seems collateral to that of pumice and scoria in volcanic process and it would help deep understanding of magmatic vesiculation process. This is the starting point of our research on karinto.
Here we report experimental investigation on the formation of karinto,cooking process. Particularly we focus on the sound generation during the cooking to characterize vesiculation process. The basic material of the starting dough is flour,baking soda,sugar and water. Baking soda and water determine volatility of the sample. Heating induces vaporization of water and thermal decomposition of baking soda, which result in volume-expansion and create a peculiar vesiculated texture. To see the control of this we tested following 4 sets of the composition;
Sample A:flour 50g,baking soda 2g,sugar 10g,water 25g
Sample B:flour 50g,baking soda 0g,sugar 0g,water 25g
Sample C:flour 50g,baking soda 2g,sugar 0g,water 25g
Sample E:flour 50g,baking soda 0g,sugar 0g,water 30g
Sample A is based on the standard recipe of karinto. Sample C and E seem interesting to see the effect of volatile components.

In the cooking experiment we put the dough of 50mm in length x 10mm in width x 6mm in thickness into hot oil at 180-170C. Soon after start of deep frying familiar cooking sound becomes audible. We recorded this and took movie by high speed camera to inspect size and location of bubbles which emanate from the dough. Common to all the composition the sound changes systematically; in the first several minutes continuous sound with flat spectrum to 25KHz emanates while after this high frequency component gradually decreases and prominent peaks in the spectrum appear in several hundreds Hz, which sound as "chant d'Oiseau". Associated with this transition size of bubbles which appear on the surface of dough changes from broad distribution to homogeneous. Also the vesiculation points become localized. All these observations are consistently interpreted that after 4-5minutes steady paths of the gas emission from the inside have been set up. The talented experienced patissier could discriminate the difference of the sound to inspect maturity.
Only in the case of Sample E destructive explosions were observed at about 2 minutes from the start. During heating two competing processes are working inside the dough:solidification which proceeds from the outside and gas formation. Both are driven by higher temperature. When the solidification advances ahead hard shell is formed to impede escape of gas, which results in accumulation of high vapour pressure inside. This is the cause of the explosion. The standard recipe smartly avoids this route by arranging combination of the ingredients but in our experiments we seek the condition for explosion.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

In the presentation we report progressive evolution of the spectrum of cooking sound with textural evolution in relation with magmatic process.

キーワード：マグマ発泡、膨化菓子、爆発
Keywords: magmatic vesiculation, puffed confectionery, explosion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_2

[O-07] キッチン地球科学：手を動かす実験で頭脳を刺激しよう！

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

キッチン地球科学は、身の周りにある物や道具を用いたアナログ実験によって、地球惑星科学現象を理解することを目的としています。アナログ実験は、現象を支配する物理を明らかにするという重要な役割を持っていると同時に、自然の持つ不確定要素にも満ちており、ときに予期しない現象が観察されます。それらは、我々に驚きの発見や考える機会を与え、そして新たな問題を提起します。こうした経験は、地球惑星科学の若手研究者のみならず、科学的な思考が必要とされる現代人にとっても重要です。本セッションでは、「手を動かすことの利点」に着目し、「不確定要素の詰まった」、「結果のわからない」、「失敗を糧とする」実験をすることの重要性について考えたいと思います。初等・中等教育での地球惑星科学への導入として、高等教育での教養教育あるいは分野融合型の問題解決型課題として、さらにはアウトリーチ活動や地域社会の中での生涯教育の試みとしてなど、幅広い実験事例を募集します。「手を動かして頭脳を刺激する」キッチン地球科学への多くの皆様の積極的なご参加を歓迎いたします。

[O07-P01] 学際教育でのキッチン地球科学の活用

*久利 美和[1] (1.東北大学災害科学国際研究所)

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

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

[O07-P03] 爆発するかりんとう

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

学際教育でのキッチン地球科学の活用

Application of kitchen earth science for multidisciplinary and interdisciplinary education

*久利 美和[1]
*Miwa Kuri[1]

1. 東北大学災害科学国際研究所
1. International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University

課題解決型の研究・教育が求められる中、大学では分野融合や学際研究を目的としたセンターやその人材育成を目的とした教育プログラムの導入が行われている。参加型のプロジェクトベースの手法が導入も積極的に行われている。

これまでのJpGU「キッチン地球科学」セッションでは、特定の現象への関心喚起や理解の助けを目的とした教材開発に焦点があったが、本論では、チームプロジェクト型の教育への応用について、いくつかの事例の類型化を行った。

主専攻外の教育プログラムのため時間的制約が大きいにもかかわらず、地域の中での実践を重要視しており、結果的に地域からの期待が大きい。
キッチン地球科学型：簡易アナログ実験を用いて災害メカニズムの理解をすすめるとともに、歴史資料から災害の頻度や規模、液状化現象や河川氾濫など特定の現象を多面的に扱うことも、同一地域で起こりえる複数の現象を扱うことも可能であり、歴史、メカニズム、対策、対応など、複数の分野から多面的に検討した一連の教育カリキュラムを作る課程で、分野間での考え方の特徴を相互に理解できる点で優れていた。

リビングサイエンス：カードゲームや通信端末を活用した教材開発が行われた。年齢や関心に応じたフレキシブルな応用に優れているとともに、可搬性に優れた教材であり、地域での実践の機会も多く、地域の声を聴くきっかけとして優れているとともに、教育効果の検証作業を行いやすい点でも優れていた。ただし、キッチン地球科学が本来得意としていた、アナログ実験的思考の要素は乏しかった。

ガレージ地球科学型：キッチン地球科学よりは材料費が高価であるが、市販製品を活用しつつ、目的に応じてカスタマイズし、チーム内での専門に応じた役割分担と効率的分業計画作成を学ぶ機会として優れていた。

キーワード：キッチン地球科学、分野融合教育、学際教育
Keywords: kitchen earth science, multidisciplinary education, interdisciplinary education

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

水あめ噴火実験を通して噴火様式を決める条件について考える
Considering controlling factors of eruption styles through syrup eruption experiments

*市原 美恵[1]、山河 和也[1]、岩橋 くるみ[1]、西條 祥[1]、菅野 洋[1]
*Mie Ichihara[1], Kazuya Yamakawa[1], Kurumi Iwahashi[1], Akira Nishijo[1], Yo Kanno[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo

酢と重曹の反応による発泡を利用した噴火の模擬実験は，簡単な実験ながら，様々な噴火様式を発生させることができる（竹内, 2006）．我々は，この実験を発展させ，噴火前後のマグマ溜りの圧力変化や噴出に伴う空振に相当する信号をモニターしながら実験を進める試みを重ねてきた．また，「マグマの混合から噴火へ」というシナリオを再現するため，酢（クエン酸）と重曹（炭酸水素ナトリウム）をそれぞれ混入した２つの水あめ水溶液をボトル内で混合し，噴火を導く，という方式を採用した．この実験は，研究のアウトリーチ活動だけでなく，火山研究の種となる興味深い現象の発見にも役立っている(Kanno and Ichihara, 2018)．今回新たに加えた改良により，より実現象に近い形で噴火の多様性を実現することが可能になった．

模擬火山は，マグマだまりに相当するペットボトルと，火道に相当する透明耐圧チューブからなる．ボトルのキャップに，特製のコネクタを取り付け，火道チューブを接続する．チューブ先端はゴム栓で閉じ，発泡によってボトル内の圧力が高まると自然に開栓して噴出が始まる．

これまでの方法は，２つの点で実現象との乖離があるという指摘がされてきた．第一に，「マグマを注いでペットボトルの蓋を閉じる」という実験手順が，いかにも人為的であった．第二に，ボトル内部にもチューブを伸ばした構造が不自然な印象を与えるが，これがなければ，ボトル上部のガスだけが噴出し，噴火を継続させることができなかった．火山噴火のメカニズムという点では，それぞれに対応する現象は考えられる．しかし，専門知識，言い換えれば，先入観を持たずに噴火実験を見た場合，実際の火山現象を模擬するプロセスと実験の便宜上の手続きの間の切り分けが難しく，まして，便宜上の手続きの背後にある実現象を想像することは不可能である．従って，できる限り，人工的な部分を排して，マグマ混合から噴火までの一連の現象を模擬する実験が望ましい．

以上の必要性から，マグマの注入口と火道への流出口の２系統を，ペットボトルキャップの限られたスペースに配置するコネクタを考案した．これにより，マグマ溜りの底部から新しいマグマが供給され，上部から火道に出て行く場合など，任意に設定することができる．そして，多様な噴火様式を，より制御して，自然に近い（と思われる）形で再現することが可能となった．本システムを，「次世代火山研究者人材育成コンソーシアム」の一環として開催される実験火山学セミナーにおいて使用する予定である．本発表では，その結果や効果についても報告する．

キーワード：火山、アナログ実験、噴火ダイナミクス
Keywords: Volcano, Analog experiment, Eruption dynamics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

爆発するかりんとう
Cooking karinto, analogical link to magmatic vesiculation and explosion

*栗田 敬[1]、熊谷 一郎[3]、市原 美恵[1]、小川 歩実[2]、熊谷 美智世[2]、永田 裕作[2]、香西 みどり[2]
*Kei Kurita[1], Ichiro Kumagai[3], Mie Ichihara[1], Ayumi Ogawa[2], Michiyo Kumagai[2], yusaku nagata[2], Midori Kasai[2]

1. 東京大学、2. お茶の水女子大学、3. 明星大学
1. The University of Tokyo, 2. Ochanomizu University, 3. Meisei University

Karinto is one of the typical traditional sweets, which is classified as a puffed confectionery. When we examine the cross section of karinto we can recognize amazing resemblance to the texture of vesiculated pyroclastic materials. This gives us an idea that the formation mechanism of karinto seems collateral to that of pumice and scoria in volcanic process and it would help deep understanding of magmatic vesiculation process. This is the starting point of our research on karinto.
Here we report experimental investigation on the formation of karinto,cooking process. Particularly we focus on the sound generation during the cooking to characterize vesiculation process. The basic material of the starting dough is flour,baking soda,sugar and water. Baking soda and water determine volatility of the sample. Heating induces vaporization of water and thermal decomposition of baking soda, which result in volume-expansion and create a peculiar vesiculated texture. To see the control of this we tested following 4 sets of the composition;
Sample A:flour 50g,baking soda 2g,sugar 10g,water 25g
Sample B:flour 50g,baking soda 0g,sugar 0g,water 25g
Sample C:flour 50g,baking soda 2g,sugar 0g,water 25g
Sample E:flour 50g,baking soda 0g,sugar 0g,water 30g
Sample A is based on the standard recipe of karinto. Sample C and E seem interesting to see the effect of volatile components.

In the cooking experiment we put the dough of 50mm in length x 10mm in width x 6mm in thickness into hot oil at 180-170C. Soon after start of deep frying familiar cooking sound becomes audible. We recorded this and took movie by high speed camera to inspect size and location of bubbles which emanate from the dough. Common to all the composition the sound changes systematically; in the first several minutes continuous sound with flat spectrum to 25KHz emanates while after this high frequency component gradually decreases and prominent peaks in the spectrum appear in several hundreds Hz, which sound as "chant d'Oiseau". Associated with this transition size of bubbles which appear on the surface of dough changes from broad distribution to homogeneous. Also the vesiculation points become localized. All these observations are consistently interpreted that after 4-5minutes steady paths of the gas emission from the inside have been set up. The talented experienced patissier could discriminate the difference of the sound to inspect maturity.
Only in the case of Sample E destructive explosions were observed at about 2 minutes from the start. During heating two competing processes are working inside the dough:solidification which proceeds from the outside and gas formation. Both are driven by higher temperature. When the solidification advances ahead hard shell is formed to impede escape of gas, which results in accumulation of high vapour pressure inside. This is the cause of the explosion. The standard recipe smartly avoids this route by arranging combination of the ingredients but in our experiments we seek the condition for explosion.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

In the presentation we report progressive evolution of the spectrum of cooking sound with textural evolution in relation with magmatic process.

キーワード：マグマ発泡、膨化菓子、爆発
Keywords: magmatic vesiculation, puffed confectionery, explosion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_2

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

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

ユネスコ世界ジオパークは，地球のジオ多様性を守ることの重要性と意義を広く世界へ発信している．地球活動を理解するためには，各地に分布するジオヘリテージ（地形・地質などの地球遺産）から，それぞれが記録する地球の多様な活動を読み取り，どのようなことが過去に起きたのかをイメージする必要があるが，専門的知識を有しない一般人や地域住民にとってそれは簡単ではない．各ジオパークでは，専門家やガイドなどの地域の方々が地球の活動に関わる現象や人と地球の関わりを解明し，ガイドツアーやアクティビティなどを通じて，一般の人にその楽しさや大切さを伝えている．本セッションでは，各ジオパークの活動例を通じて地球のジオ多様性がいかに素晴らしく，それを守ることにどういう意義があるのかを広く発信するとともに, どうすれば地球現象を一般住民にイメージさせることができるのかを議論する.

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

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

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

*加賀谷 にれ[1] (1.洞爺湖有珠山ジオパーク推進協議会)

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

*加藤 聡美[1] (1.様似町役場)

[O08-P04] ジオサイト清掃活動から地球環境問題へ

*石川 智[1]、小池 拓矢[1] (1.下北ジオパーク推進協議会)

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

*川村 教一[1] (1.秋田大学教育文化学部)

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

*髙柳 春希[1] (1.湯沢市ジオパーク推進協議会)

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

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

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

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

[O08-P09] 磐梯山ジオパークにおけるジオサイトの再検討

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

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

*市橋 弥生[1] (1.佐渡ジオパーク推進協議会)

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

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

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

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

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

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

[O08-P14] ジオパーク秩父の34ジオサイトの評価とその活用

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

[O08-P16] さらなる飛躍を目指す箱根ジオパーク

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

*町 澄秋[1] (1.恐竜渓谷ふくい勝山ジオパーク推進協議会)

[O08-P23] 熊野古道大辺路刈り開き隊の活動概要

*神保 圭志[1] (1.南紀熊野ジオパーク ・ガイドの会)

[O08-P24] ジオ多様性が生み出す、自然遊びの多様性

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

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

*松原 典孝[1] (1.兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科)

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

*先山 徹[1] (1.兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科)

[O08-P27] 大地を魅せるサイエンスデザイン

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

*植木 岳雪[1] (1.千葉科学大学危機管理学部)

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

*森本 拓[1]、大野 希一[1] (1.島原半島ジオパーク協議会事務局)

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

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

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

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

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

An analysis of the implementation of Mikasa Geopark`s experienced-based GeoTour and its impacts on recruitment and changes in the participant population.

*下村 圭[1,2]、上口 壮太[1,2]
*kei SHIMOMURA[1,2], souta KAMIGUCHI[1,2]

1. 三笠ジオパーク推進協議会、2. 三笠市経済建設部商工観光課　地域開発・ジオパーク推進係
1. Mikasa Geopark Promotion council, 2. Regional Development and Geopark Promotion Division, Mikasa City Office

三笠ジオパークは2013年に日本のジオパーク・ネットワーク（JGN）に加盟し、北海道のほぼ中心部に位置している。
三笠ジオパークでは、JGN加盟以後、体験型を中心とした様々なジオツアーを実施してきた。
近年では小学生以下の参加者が全体の割合として最も多くなり、ジオパークにおける「ジオ・エコ・ヒト」の取り組みについて多様な世代へのアプローチに成功している。
そこで本発表では、ジオツアーにおいて得られた情報やアンケート結果に基づき、参加年代の変化及びリピート率などからみた年次的変遷から、ジオパークのニーズや地域の歴史や風土を活用したジオツアーの有用性について分析を行い、今後の地域振興とジオパーク活動における考察を行う。

キーワード：ジオツアー、地域振興、三笠ジオパーク、ジオヘリテージ
Keywords: GeoTour, Regional Development , MikasaGeopark, GeoHeritage

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

SDGsを通じた洞爺湖有珠山ジオパークの再評価と利用促進のための戦略
Strategy for revaluation and promotion of Toya-Usu UNESCO Global Geopark through SDGs

*加賀谷 にれ[1]
*Nire Kagaya[1]

1. 洞爺湖有珠山ジオパーク推進協議会
1. Toya-Usu UNESCO Global Geopark Council

洞爺湖有珠山ジオパークは、北海道南西部の胆振地域にあり、伊達市、豊浦町、壮瞥町、洞爺湖町の全域がそのエリアに含まれています。当地域では、SDGs（エス・ディー・ジーズ、Sustainable Development Goals：持続可能な開発目標）と関係する以下の目標に対応するプログラムを実施しています。「目標4：質の高い教育をみんなに」には、ESD（持続可能な開発のための教育）の推進が、また「目標11：住み続けられるまちづくりを」には、自然災害における被災者の削減や、総合的な地域減災の実施等の内容が含まれています。火山マイスターは、散策路を歩きながら噴火口や災害遺構を観察する現地学習のガイドに加えて、噴火災害や避難生活などを伝える座学の講師も行っています。また、専用の野外学習テキスト、ハザードマップ（火山防災マップ）、火山の噴火を理解する実験装置などを利用して、火山活動や災害を、分かりやすく伝える活動に心がけています。

この他に、対象を限定して次の取り組みを実施しています。「目標10：人や国の不平等をなくそう」には、年齢、性別、障がい、民族間における不平等の解消が含まれますが、当地域では特にアイヌ民族の文化を紹介する活動に取り組んでいます。「目標15：陸の豊かさも守ろう」には、生物多様性、生態系の保全及び持続可能な利用を進める内容が含まれますが、当地域では有珠山の生態系を学ぶ学習の実施や、多機関と連携した保全、環境教育に取り組んでいます。また、「目標17：パートナーシップで目標を達成しよう」には、国際連携や多様な関係者との連携により、問題解決を図る項目が含まれますが、当地域ではジオパークの国際活動や、地域内の分野、業種を越えた連携体制作りに取り組んでいます。これらの取り組みについては、より多くの人が利用できるよう、今後さらに内容の充実をはかります。

ジオパークは、地球の活動に係わるさまざまな魅力を楽しむ場所であると同時に、持続可能な社会のあり方を、自然災害などの具体的な事例を通して考えることができる場所です。洞爺湖有珠山ジオパークは、噴火を繰り返す火山との共生をめざし、減災教育の実践が続けられてきた地域です。ユネスコ世界ジオパークとして、今後も地域内における教育の充実はもちろん、国内、海外に向けた情報発信と、受け入れ態勢の整備を進めます。この発表では、そのための具体的な戦略を紹介します。

キーワード：ジオパーク、減災教育、SDGs、ESD
Keywords: Geopark, Disaster Risk Reduction Education, SDGs, ESD

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Examination of the way to convey geo diversity of Mt. Apoi Geopark - Through efforts of geo tour outside the geopark area -

*加藤 聡美[1]
*KATO SATOMI[1]

1. 様似町役場
1. samani town office

アポイ岳ジオパークは、北海道日高山脈南端に位置する様似町全域をエリアとするユネスコ世界ジオパークである。ジオパークの名前になっているアポイ岳は町東部にそびえる標高810mの山であり、日高山脈の山である。日高山脈は北海道の中央部に南北140kmにわたりそびえる山脈であり、北米プレートとユーラシアプレートが衝突しめくれ上がって形成されたと考えられている。

アポイ岳ジオパークは、プレートテクトニクスや地球活動を理解する上で大事なフィールドである。しかしエリア内だけでは十分に理解をもらうことは厳しいという課題があった。アポイ岳ジオパークの地球活動のコアとなる話は、日高山脈のなりたち及び北海道のなりたちにあり、日高山脈周辺でのジオ多様性を活用したフィールドワークを取り入れることがこの問題解決に有効なのではないかと考えた。また、アポイ岳ジオパークに至るまでの移動中の楽しみ方を整理することで、より楽しめると思われるのだが楽しみ方が整理されていない課題があった。これを整理することでツーリズムにも活用することができ、この地域ならではの生活観を取り上げやすくなる。これらとジオとのかかわりを知ることで、ジオ多様性の大切さの理解につながるのではないかと考えた。このようなねらいをもってエリア外のツアーについて模索した。

本発表では、エリア外の日高山脈周辺のフィールドワーク・ジオ以外も含めた楽しみ方・地域の生活や生態系等の要素を組み合わせることで、どうやってジオ多様性の大切さを伝えるか、どうやって地球活動を理解してもらうかという課題を解決する一手法を提示する。

キーワード：プレートテクトニクス、ジオパーク、アポイ岳、ジオツーリズム、ジオ多様性、日高山脈
Keywords: plate tectonics, geopark, Mt. Apoi, geotourism, geodiversity, Hidaka mountain

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ジオサイト清掃活動から地球環境問題へ
Geosite Cleanup Activities Leading to Solutions for Global Environmental Problems

*石川 智[1]、小池 拓矢[1]
*Satoshi Ishikawa[1], Takuya Koike[1]

1. 下北ジオパーク推進協議会
1. Shimokita geopark promotion council

津軽海峡（日本海）と太平洋、内湾である陸奥湾に囲まれた下北地域は、海によって形作られるとともに海の恵みを受け取ってきた。日本海と他の海をつなぐ数少ない海峡の一つである津軽海峡には、対馬列島から流れてきた津軽暖流と、北海道から分岐した沿岸親潮が噴火湾周辺を経て入り込む。さらに東北地方の太平洋沿岸までやってくる黒潮の影響も見られる。これらの海流が津軽海峡で交錯することで豊かな漁場が形成され、年始の風物詩となった大間のマグロを始めとする様々な魚介が漁獲されている。

一方で海流は海を漂流する様々なものを海岸へ打ち上げる。下北地域の西海岸に位置する仏ヶ浦は、和語のホトケとアイヌ語のウダ（浜・浦）が合わさった地名が元であるが、“仏様が打ち上がる場所”という側面もある。津軽海峡に面した東通村の石持漁港周辺には、南洋に生息しているはずのアオイガイが対馬暖流に乗ってきて漂着するのが冬の風物詩となっている。2018年2月には陸奥湾東側の沿岸に大量のイワシが打ち上がるというできごともあった。同時に海洋を漂うゴミも大量に打ち上げられていることが各地で問題となっている。

打ち上がるゴミの問題に対し、各地の漁業者や地域住民によって海岸美化や海岸植生の保全を目的に清掃活動が行われている。下北ジオパーク推進協議会としても下北各地の海岸清掃に賛同し、広報活動やタイアップ企画の開催で協力している。特に一昨年度からは、ゴミの起源となる情報をまとめたり、漂着物で創作したアート作品やシーグラスの展示を行ったりした。参加者の中には漂着ゴミの問題から海洋ゴミ・マイクロプラスチックに着目した方もいた。その方を中心に清掃参加者の中で問題意識の共有が進み、マイクロプラスチックに関する世界の取組状況について国立研究開発法人海洋研究開発機構むつ研究所の上席研究員に講演を依頼するまでに機運が醸成された。

“海と生きる「まさかり」の大地”というテーマの下、推進している下北ジオパークにおいても海洋環境問題にも取り組むことが望ましい。ジオサイト・海岸の清掃活動から視野を広げたこの取り組みはまさに“Think Globally, Act Locally”であり、SDGsの「海の豊かさを守ろう」にも通じる。「ジオ」といえば大地（地圏）のことを想起しがちであるが、海洋（水圏）についても取り組むことは、豊かな恵みを享受している下北ジオパークにおいては必要である。

キーワード：下北ジオパーク、清掃活動、地球環境問題
Keywords: Shimokita geopark, cleanup activity, global environmental problem

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

質問の出るジオサイト・出ないジオサイト：男鹿半島・大潟ジオパークの例

Inspiring geosites and not-inspiring geosites: Case study of the Oga Peninsula-Ogata Geopark

*川村 教一[1]
*Norihito Kawamura[1]

1. 秋田大学教育文化学部
1. Faculty of Education and Human Studies, Akita University

１．はじめに

演者は、男鹿半島・大潟ジオパークのガイド養成講座の現地研修会を参与観察した際、参加者から講師に向けて質問が多く出されるジオサイトとそうでないサイトがあるように感じた。また、ジオサイトで講師による解説が行われている際、参加者の多くが非言語／非音声メッセージ（表情、視線）により、解説内容について関心を持っていないと思われる場面があることに気づいた。後者について客観的なデータとして得ることができていないが、前者については5th International UNESCO Conference on Geoparksにて、どのような質問が参加者からなされたかについて一部発表した（Kawamura、2012）。現在、この会議のAbstractはウェブサイトに掲載されていないので、内容を再整理して示すとともに、ジオパークを訪問する見学者に対する解説の在り方を議論する基礎資料としたい。

２．調査の実施

2011年に実施された男鹿半島・大潟ジオパーク推進協議会主催のガイド養成講座に同行し、現地研修での講義の様子を、許可を得てビデオで記録した。音声記録から、参加者（ガイド希望者）により質問された内容をジオサイトごとに抽出した。

３．調査結果

参加者はすべて成人であった。参加者から比較的質問が多く出された対象物（所在するジオサイト）は以下の通りである。

化石を含む地層の露頭（西黒沢、安田、鵜ノ崎）、火口（寒風山）、二ノ目潟のマール（八望台）、グリーンタフの露頭（椿）。

一方、質問が比較的少ない対象物（ジオサイト）は以下の通りである。

生痕化石（潮瀬崎）、花崗岩の露頭（入道崎）、溶結凝灰岩の露頭（入道崎）、凝灰岩（椿）、テフラの露頭（安田）、石灰華の露頭（男鹿温泉）、岩脈の露頭（入道崎の鬼の俵ころがし、戸賀の男鹿水族館横の露頭、潮瀬崎）、断層地形（男鹿温泉）、海岸段丘（入道崎）、海食洞（加茂青砂のカンカネ洞）、湧水（瀧ノ頭）。

４．質問内容の分析

現地での滞在時間や参加者数がジオサイトごとに異なるため、質問数の多寡を議論することはできない。そこで質問内容に焦点を当てて質的分析を行う。

質問が多かったジオサイトで出された内容を見ると、観察対象物の名称を尋ねるものが多い。例えば、化石の名称を聞く、などといったものである。これは参加者が対象物を化石と認識し、化石に属する知識をさらに得ようとする質問行動である。

一方、質問が少ないジオサイトの例には、溶結凝灰岩の露頭がある。凝灰岩は中学校理科の学習内容であるので、解説によりおおむね理解してもらえると期待できる。しかし、火砕流堆積物である溶結凝灰岩の解説には、カルデラ、大規模噴火、溶結作用といった高校理科の地学の内容が含まれる。このため、地球科学的な概

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

念の理解がなされてから、ようやく溶結凝灰岩の理解に至ると思われる。このように、岩石の理解に複数の科学概念が必要とされる場合、概念理解に専念するだけで現地での研修が終わってしまい、対象物そのものについての知識を深めようとする質問には至らなかった可能性がある。

５．より良いジオサイト解説のための視点

化石露頭などのジオサイトでの解説の場面では、対象物（化石）の認知が見学者にとって容易であるので、ガイドは知識伝達でその目的を果たせる可能性がある。一方、概念理解が必要な対象物での解説には、知識伝達だけではなく、身近な事物・現象からの類推をもとにした解説が必要になる。その際、理解のために見学者が獲得すべき概念が多すぎると誤った概念を持たせてしまいかねないので、見学者が持つ知識内容・理解状況を見極めて解説方針をその場で立てる必要があるだろう。

キーワード：地球科学認識、ジオパークガイド
Keywords: geocognition, geopark guide

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Are habitats such as fumaroles or areas with heavy snowfall suitable for organisms living in Yuzawa Geopark? Considering the efficacy of the Geopark Guides with a focus on Yamatanukiran and snow camellia.

*髙柳 春希[1]
*Haruki Takayanagi[1]

1. 湯沢市ジオパーク推進協議会
1. Yuzawa Geopark Promotion Council

要約

ゆざわジオパークの川原毛地獄の噴気孔付近にはヤマタヌキラン (*Carex angustisquama*) が生息し，特有の豪雪帯にはユキツバキ (*Camellia rusticana*) が生息する．これに対し「二種にとりそこが好ましい環境だからそこに生息する」という説明がよくなされるが，過去のいくつかの報告と照らし合わせながら考えてみると，二種の分布がその環境にのみ制限される理由についてうまく説明できておらず問題がある．本発表では，二種の分布が制限される理由を，ヤマタヌキランとタヌキラン (*Carex podogyna*)，ユキツバキとヤブツバキ (*Camellia japonica*) といった同属近縁種間で引き起こされる繁殖干渉によるものと位置付け，その内容を説くとともに，学術的な信憑性を重んずるジオパークのガイド案内の難しさについても考えていく．

概要

豊富な地熱や雪を有するゆざわジオパークでは，ジオ多様性の高さから，多様な生物が生息している．例えば，地熱および雪・天水等の影響で生じる川原毛地獄の噴気孔は，噴気ガスに含まれる硫化水素ガスにより，多くの動植物の生息を妨げる一方，希少種ヤマタヌキラン (*C. angustisquama*) を優占的に生息させる．また，ゆざわジオパークの豪雪は，雪圧による枝折れの少ないユキツバキ (*C. rusticana*) を生息させる．噴気孔付近など酸性の高い土壌でしかみられないヤマタヌキラン (辻村1982)，日本海側の雪が降る地域でしかみられないユキツバキ (酒井1977) は，いわば，その地域の特色を語る上で重要な存在と言える．

一方で，劣悪と考えられる環境に二種が生息する理由を，「その環境が，二種にとっては好ましい環境だから」あるいは，「二種の生育がその環境に対してのみ適しているから」と説明する様子が散見されるが，果たしてこういった説明は正しいのだろうか．誤りや説明の不足する部分はないだろうか．確かに，二種がその地域のみに生息する様子を見ると，あたかもその地域が二種の生育に適した地域のように見える．しかし，ヤマタヌキランを畑の土で育てたところよく育つという報告 (湯沢市立須川中学校2011) や，ユキツバキが太平洋側の植物園で育成されている事例 (例えば，小石川植物園2019) を鑑みると，少なくとも人工的におかれた環境下においては，二種にとって，噴気孔や豪雪の存在は必ずしも必要ないように考えられる．湯沢市立須川中学校 (2011) が行った川原毛地獄におけるヤマタヌキランの生育調査によると，噴気孔から遠く，かつ土壌pHが中性に近くなるほどヤマタヌキランの生育が旺盛になると示唆されている．すなわち，噴気孔に由来する土壌の酸性化はヤマタヌキランの生育に対して良い影響ではなく悪影響を及ぼすと言える．このことから，噴気孔はヤマタヌキランに悪影響を及ぼすと言えるし，雪崩を引き起こすような豪雪もユキツバキにとってけっして好適なものとは言い難いだろう．以上の観点を踏まえ，二種はこれら悪影響を上回るような周囲からの悪影響を被っているためにそこでの生息を余儀なくされているのだと判断した．二種の分布はある要因によって不適な環境に追いやられているのだ．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

二種の分布が劣悪な環境に制限される理由を，ユキツバキと太平洋側の陸地に生息するヤブツバキ (*C. japonica*，酒井1977)，ないしは，ヤマタヌキランと広域分布種タヌキラン (*C. podogyna*，藤原1997) との強い負の種間相互作用，特に繁殖干渉 (高倉・西田2018) により説明できると考えた．本発表では，繁殖干渉の概念を説くとともに，学術的な信憑性を重んずるジオパークのガイド案内の難しさについても考えていく．

引用文献
藤原陸夫 (1997) 秋田県植物分布図．秋田県環境と文化のむら協会.
小石川植物園 (2019) 花ごよみ：ツバキ園．URL: https://www.bg.s.u-tokyo.ac.jp/koishikawa/koyomi/camellia.html (2019年2月1日アクセス)
酒井 昭 (1977) 植物の積雪に対する適応. 低温科學. 生物篇34: 47-76.
高倉耕一・西田隆義 (2018) 繁殖干渉：理論と実態．名古屋大学出版会.
辻村東國 (1982) 硫気孔原植物ヤマタヌキランの生態学的研究: I. コロニー形成. 日本生態学会誌 32(2): 213-218.
湯沢市立須川中学校 川原毛地獄自然観察クラブ (2011) ジオサイト川原毛地獄の植生について．平成23年度斎藤憲三奨励賞金賞 (秋田県最優秀賞) 受賞報告書.

キーワード：繁殖干渉、生物地理、種間相互作用
Keywords: reproductive interference, biogeography, interspecific interactions

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ジオサイトの評価とその活用ー三陸ジオパークを例として
The evaluation of geosites in Sanriku Geopark

*長田 翔[1]、高木 秀雄[2]
*Sho Nagata[1], Hideo Takagi[2]

1. 早稲田大学教育学部理学科地球科学専修、2. 早稲田大学教育・総合科学学術院
1. Waseda University, 2. Department of Earth Science, Faculty of Education and Integrated Arts and Sciences, Waseda University

目的：国内最大の面積をもつ三陸ジオパークは，北部，中部，南部ブロックに区分されており，幅広いジオの多様性を有するとともに，津波被災遺構を活用した防災教育も重要視されている．協議会で選定されている合計48ジオサイト（旧定義）の中から特に地質・地形および津波に関連した36ジオサイトを選び，新たな定義のもとで細区分された中から合計65ジオサイトを選択した．それらについて，ジオサイトの評価法(Suzuki and Takagi，2017) を用いて，6つの主項目（教育的価値，科学的価値，観光価値，安全性とアクセス，保護・保全とサイトの持続可能性，情報の整備状況）からなる評価を実施した．その結果をもとに三陸ジオパークおよび各ジオサイトの現状を分析するとともに，今後の改善の方策の構築のための基礎資料とする．

背景：2011年3月の東北地方太平洋沖地震で甚大な津波災害を受けた三陸ジオパーク候補地は，2013年にジオパーク活動を復興に役立てることが期待されて日本ジオパークに認定された．その後2017年の再認定審査で条件付き再認定となったことから，2019年に予定されている再認定審査に向け整備が進められている．

結果：上記6主項目について各々3つずつの副項目の合計18項目を4段階評価で採点し，3副項目の平均値を主項目の点数として，正六角形のレーダーチャートに示した．また，6主項目を色分けして合算した棒グラフで，ジオサイトごとの評価を示した．24点満点の中で，特に優れているジオサイトを20点以上とした場合，北から7 大野海成段丘, 9-1 鏡岩, 11-1 琥珀, 13 野田玉川鉱山跡, 14 黒崎, 15-1 普代水門，18-1 北山崎, 18-2 鵜の巣断崖, 19-1 明戸海岸防潮堤, 22-2 龍泉洞, 23-1 浄土ヶ浜, 23-3 日出島, 25-2 たろう観光ホテル，32-1蓬莱島, 33釜石鉱山, 44-1高田松原の一本松，があげられる．一方15点未満の早急に対応が必要なジオサイトとしては，2-4 白岩, 4-2 寺下の滝，20 P-T境界層, 21-2 原地山層と宮古層群の不整合, 37-2 大森林道沿いの古生界露頭, 38-2 門之浜の防潮堤, 43-1 氷上花崗岩と壺の沢変成岩, 43-2 長部礫岩と気仙川花崗岩，などがあげられる．

結論： 今回の調査で，次の課題が浮かび上がった．

1．個人でジオサイトを訪れようとしても，詳細な位置や道筋に関する情報がない場合が少なくない．

2．個々のジオサイトの場所および名称を，新しいジオサイトの定義に則り，ある程度狭い範囲に設定すべきである．例えば，37–2 大森林道沿いの古生界露頭，43–1 氷上花崗岩などの名称では，どこに行ったら良いジオサイトが見られるのか，見当もつかない．

これらを踏まえて，位置情報を明確に示したジオパークの統一規格のパンフレットやガイドマップを整備して，三陸ジオパークとしての連携と一体感を醸成することが重要と考える．

文献：Suzuki, D. A. and Takagi, H., 2017, Geoheritage, 10, 123-135.

キーワード：ジオサイト、評価、ジオパーク、三陸ジオパーク
Keywords: geosite, evaluation, geopark, Sanriku Geopark

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

The nature experience program created by Geopark and National Youth Outdoor Learning Center

*原田 拓也[1]、小林 美月[1]、山田 健一[2]、安達 章美[2]
*Takuya Harada[1], Mizuki Kobayashi[1], Ken-ichi Yamada[2], Akiyoshi Adachi[2]

1. 栗駒山麓ジオパーク推進協議会、2. 国立花山青少年自然の家
1. Mt. Kurikoma Area Geopark Promotion Committee, 2. National Hanayama Youth Outdoor Learning Center

はじめに

国立花山青少年自然の家では，身近な自然に触れ，感じ，学ぶことのできるさまざまな自然体験プログラムを実施している。その中で，自然の中での体験を通じ，自然の仕組みへの理解を深めるとともに，その保護や活用について考える環境教育の推進を目指した「子ども環境探検隊」が行われている。特に，平成29年度からは，栗駒山麓ジオパークと三陸ジオパークを舞台とした「三陸ジオ編」と「栗駒山麓ジオ編」を実施し，より広い範囲の自然を楽しみ，考えていくような内容を展開した。本報告では，平成29年度以降に開催した4回の活動内容とその成果について紹介する。

「三陸ジオ編」について

「三陸ジオ編」では，各ジオパークのサイト見学やさまざまな実験・体験活動を通じて，海と山それぞれにおける自然の特徴や違いを感じ取ってもらうとともに，自然とくらしの関係性について考えていくことを目指した。

「栗駒山麓ジオ編」について

「栗駒山麓ジオ編」では，登山や現場見学，実験・体験プログラムを通じて，栗駒山麓ジオパークに広がる多様な景観，文化を見聞きしながら，自然とくらしの結びつきを実感し，それを守ることの重要性について考えていくことを目指した。

成果と展望

自然体験活動にジオパークが関与することで，自然を楽しむ・感じるだけでなく，くらしとのつながりの理解や新しい視点を取り入れることができた。アンケートでも，普段経験できない体験を通して，地域の自然に興味を持てたという声が大半であった。また，今回のプログラムに参加した子どもたちが，親を連れて再度ジオパークに訪れたということも報告されている。国立青少年自然の家とジオパークが協力することで，より多くの子どもたちが自然に触れ，興味・関心を持つことができる。そして，新しい発見や自然とくらしとの結びつきの理解につながるのではないかと考える。

キーワード：ジオパーク、環境学習
Keywords: geopark, environmental education

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

磐梯山ジオパークにおけるジオサイトの再検討
A review of geosites in the Bandaisan Geopark

*竹谷 陽二郎[1]、佐藤 公[2]、蓮岡 真[1]
*Yojiro Taketani[1], Hiroshi Sato[2], Makoto Hasuoka[1]

1. 磐梯山ジオパーク協議会、2. 磐梯山噴火記念館
1. Bandaisan Geopark Council, 2. Mt. Bandai Museum

磐梯山ジオパークは日本ジオパークに認定されて7年を経過した．現在，エリア内の既存のジオサイトが当ジオパークにとって妥当かどうかの見直し，および新たなジオサイトの掘り起こしの作業を，ガイドの人たちと共に進めている．そして，その結果に基づいた公開ジオサイトの追加と削除，重要なジオサイトの持続可能な保全，および新たなテーマによるジオツアーを計画している．

磐梯山ジオパークのジオサイトは，当ジオパークのメインテーマである「磐梯火山の誕生と変遷，特に山体崩壊と岩なだれがもたらした大規模な地形及び自然環境の変化について理解を深めるとともに，磐梯山が人々の生活や歴史そして独自の文化の形成に与えた影響について学ぶこと」に基づき，そのテーマに沿ったものを中心にこれまで選定してきた．

当ジオパークの北西部にある北塩原村大塩地域は，新第三紀中新世のグリーンタフを主とする地層で構成されており，その時代の地史を知る上での重要な露頭がある．しかし，それらは磐梯火山の形成や噴火活動とは直接関係がないため，これまでジオサイトやジオツアーの対象外であった．

しかしながら，第四紀火山の基盤を成す新第三系の地層の地史を学ぶことにより，日本海誕生から大地の隆起を経て第四紀火山の形成に到る，一連のプレート運動を理解する重要な機会を得ることができる．さらに，大塩地域には多くの利用客が訪れる大塩温泉がある．その温泉水から精製される塩は，江戸時代には会津藩に納める重要な地域資源であり，現在でも「山塩」として販売されている．「山塩」はグリーンタフ時代における海水を起源とするものであり，大地の遺産が地域の歴史や産業に果たした役割を，ジオツアーを通して展開できる．以上の理由により，当ジオパークにとって，大塩地域におけるジオサイトの新設が魅力的で意義あるものと考えられる．

大塩地域で新たに選定したジオサイトを巡るツアーを，2019年の「地質の日ジオツアー」として試行し，その効果，意義を検証したい．そしてその成果を，訪問者に対するストーリーをもったジオツアーの提供へと繋げていきたいと考える．

キーワード：磐梯山ジオパーク、ジオサイト、大塩温泉
Keywords: Bandaisan Geopark, geosite, Oshio hot spring

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

イエローカードを受けて～佐渡ジオパークの取り組みと今後～
Receiving a Yellow Card: Efforts and Future Actions of Sado Island Geopark

*市橋 弥生[1]
*Yayoi ICHIHASHI[1]

1. 佐渡ジオパーク推進協議会
1. Sado Islanad Geopark Promotion Office

2017年、佐渡ジオパークはJGCによる再審査を受け、条件付き再認定（イエローカード）となった。
イエローカードを受けた佐渡ジオパークにおける取り組みの変化と今後について述べる。

キーワード：ジオパーク、条件付再認定、佐渡
Keywords: geopark, yellow card, sado island

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

佐渡ジオパークにおけるジオサイトの設定手法と活用について
Method for resetting geosites and their use in Sado Island Geopark

*貞包 健良[1]、市橋 弥生[1]、相田 満久[1]
*Takeyoshi SADAKANE[1], Yayoi ICHIHASHI[1], Mituhisa AIDA[1]

1. 佐渡ジオパーク推進協議会
1. Sado Island Geopark Promotion Office

近年，日本のジオパークにおいては「サイト」の分類や意味について整理が行われており，JGC（日本ジオパーク委員会）からも一定の方針が出された．佐渡ジオパークではこれまで「ジオポイント」という用語で見どころの管理をしていた．この点は2017年の再認定審査結果報告においても「237のジオポイントをユネスコ世界ジオパークが提唱する地質，自然（もしくは生態），文化サイトを再設定すること」と指摘を受けた．

このため佐渡ジオパークにおいては旧来のジオポイントをどのようにジオサイトに再設定するか，基準や手順をまとめた「ジオサイト設定総合計画」を作成した．これに基づき237の旧ジオポイントからジオサイトの再設定に取り組んでいる．

「ジオサイト設定総合計画」では旧ジオポイントからジオサイトを再設定するために大きく分けて2つの基準を設けた．

1つ目は地質以外にも，自然（生態）,文化の価値も持つ場所を含んでいた「ジオポイント」から地球科学的価値を持つ「ジオサイト」を選抜するための基準である．

2つ目は選抜したジオサイトを実際に活用するのに適しているかという基準である．活用については「研究者向け」「学習向け」「一般（ツーリズム）向け」という目的別で評価した．

選抜したジオサイトの中で，3つの目的基準全てを満たしたものを優先的にホームページやパンフレットでの紹介，観光での利用などを行っていく計画となっている．

本発表においては佐渡ジオパークにおけるジオサイトを中心としたサイト設定の手法，これまでに決定したジオサイトと設定後の活用や課題について述べる．

キーワード：佐渡島、ジオパーク、ジオツーリズム、ジオサイト、地質遺産
Keywords: Sado Island, geopark, geotourism, geosite, geological heritage

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

統計データから振り返る糸魚川ユネスコ世界ジオパークの10年
Look back on the 10 years at the statistical data of the Itoigawa UNESCO Global Geopark

*小河原 孝彦[1]、竹之内 耕[1]、茨木 洋介[1]、小林 猛生[2]
*Takahiko Ogawara[1], Ko Takenouchi[1], Yousuke Ibaraki[1], Takeo Kobayashi[2]

1. フォッサマグナミュージアム、2. 糸魚川市ジオパーク推進室
1. Fossa Magna Museum, 2. Itoigawa Geopark Promotion Office

糸魚川は，2008年12月に日本ジオパークに認定，2009年８月に世界ジオパークに認定され，現在は糸魚川ユネスコ世界ジオパーク（以下，糸魚川ジオパーク）として活動している．本稿では，糸魚川ジオパークが歩んだ10年の軌跡について，糸魚川市の主要な観光地やジオパーク活動に関する統計データから考察する．

糸魚川市は，1987年に「フォッサマグナと地域開発構想」を制定し，自然景観を活かした，海水浴やスキーなどによる観光客誘致がなされてきた．糸魚川市への入込客数は，1997～2001年度は年間300万人程度であったが，2002年度から減少傾向が顕著になり，中越地震（2004年）や中越沖地震（2007年）をへて，2007年度の185万人まで一貫して減少傾向にあった(図１)．その後，日本ジオパーク認定(2008年)，世界ジオパーク認定(2009年)によって減少傾向に歯止めがかかり，北陸新幹線開業(2015年)により2015年度は249万人の入込客数を達成した．近年は，糸魚川市駅北大火(2016年)の影響や新幹線効果の縮小もあり，2017年度で214万人と再び減少傾向にある．

フォッサマグナミュージアムは1994年にオープンし2015年にリニューアルした，糸魚川ジオパークの中核施設である．オープン初年度(1994年度)の95,705人の年間入館者数は，2007年度には40,683人と半減している(図２)．これは，災害の影響に加え，博物館の常設展示物が更新されてこなかったことが影響していると考えられる．2008年に糸魚川が日本ジオパークに認定されると，フォッサマグナミュージアムのコンセプトであるヒスイや大地の成立ちにもう一度注目が集まるようになった．そのため，ジオパーク認定後は，入館者数が60,000人前後で推移するようになり，北陸新幹線開業と同時に実施した展示ニリューアルの結果，2015年度は101,725人の来館者があり，開館した1994年度の入館者数を超える結果となった．

高浪の池は，ヒスイ産地である小滝川ヒスイ峡ジオサイトをめぐる観光コーズ上にあり，糸魚川の代表的ジオサイトである．2007年度に19,360人の入込客数であったが，世界ジオパーク認定後の2009年度以降は，民間の観光バスツアーの増加により2012年度には28,940人の入込客数を記録している．しかし，観光バスツアーが減少した2014年は17,720人と大幅な減少を記録した．北陸新幹線開業も，二次交通のない高浪の池では増加の要因とはならず，2017年度の14,610人まで一貫して減少傾向にある．

糸魚川ジオパークでは，2010年に既存のガイド団体を母体に，ジオパーク観光ガイドの会と発足した．発足当初(2010年度)のガイド件数は年間97件，1,770人の利用であった．2011年度～2014年度のガイド利用者数は年間1,000人前後で推移していたが，北陸新幹線開業を受けて利用者は上昇傾向にあり，糸魚川市駅北大火を受けて，被災した町並みをまち歩きする依頼が増加したことから，2017年度は年間147件，3,645人と過去最高を記録している．

糸魚川ジオパーク検定は，2009年から実施しているご当地検定である．初年はジオパーク世界認定の年であり，464人の受験者を数えた(図３)．糸魚川ジオパークと香港ジオパークは姉妹ジオパークであり，相互に派遣事業を行っているが，2011年から糸魚川ジオパーク検定の初級に合格していることが，派遣事業に参加するための条件となった．そのため，初年に20名だった小中学生の受験者は，2011年に86名と大幅に増加し

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ている．検定受検者は，ジオパーク世界再認定(2013年)の年などに増加している(308名)が近年減少傾向にあり，新たな政策が期待される．

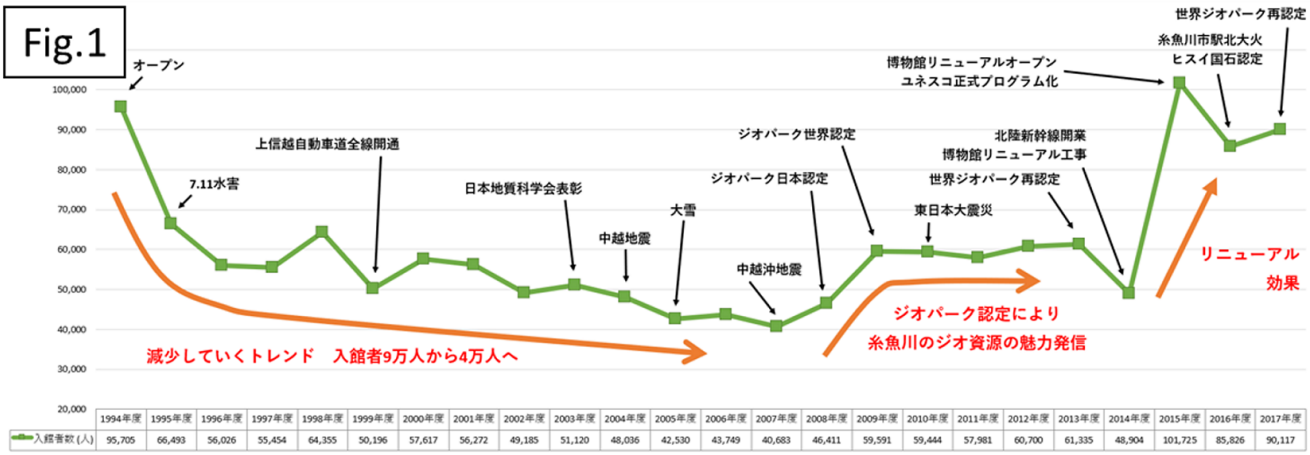
近年，インバウンドによる外国人観光客の増加が続いており，糸魚川市も例外ではない．2013年度に年間154人であった外国人宿泊客数(図４)は，ジオパークのユネスコ正式プログラム化(2015年)や，糸魚川シーフードシャトルバスの実施(2015年～)により2017年度は2,662人と，近隣市町村(白馬村)増加率を上回り拡大している．

糸魚川市全体の観光客数は，北陸新幹線開業で近年最高を記録したが，再び減少傾向にある(図１)．ハード面での整備は，一時的な入込客数の増加に繋がるが，持続的に地域を発展させるためには，ソフト面でのアプローチが必要である．例えば，2018年度のフォッサマグナミュージアムの入館者数は特別展「宝石の国展」の効果により，2017年度の90,117人を越える見込みである．特別展の誘導効果により，高浪の池の入込客数も17,230人と増加に転じており，地域全体を活性化させる取組みが持続可能な社会を作るといえる．

キーワード：糸魚川ユネスコ世界ジオパーク、フォッサマグナミュージアム、小滝川ヒスイ峡、持続可能な開発
Keywords: Itoigawa UNESCO Global Geopark, Fossa Magna Museum, Kotakigawa Jade Gorge, Sustainable Development

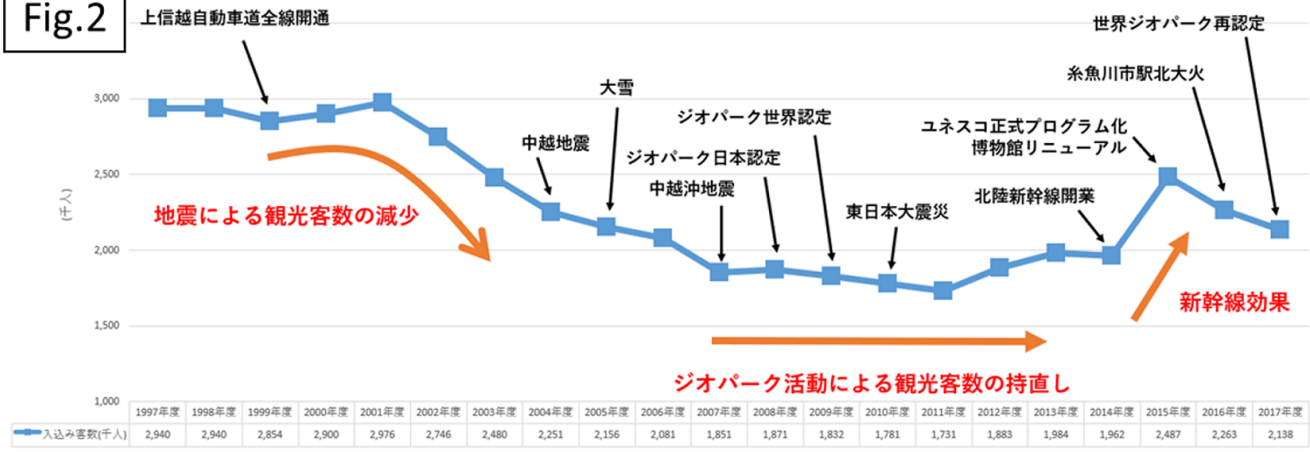
©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Fig.1



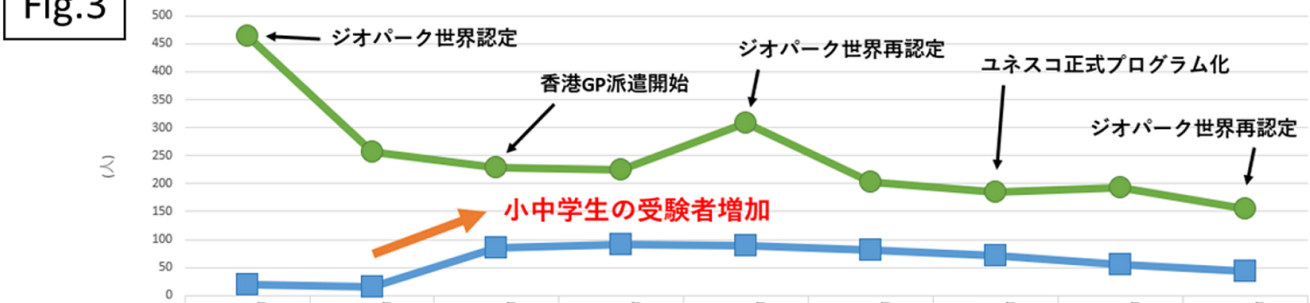
	1994年度	1995年度	1996年度	1997年度	1998年度	1999年度	2000年度	2001年度	2002年度	2003年度	2004年度	2005年度	2006年度	2007年度	2008年度	2009年度	2010年度	2011年度	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度
入館者数(人)	95,705	66,493	56,026	55,454	64,355	50,196	57,617	56,272	49,185	51,120	48,036	42,530	43,749	40,683	46,411	59,591	59,444	57,981	60,700	61,335	48,904	101,725	85,826	90,117

Fig.2



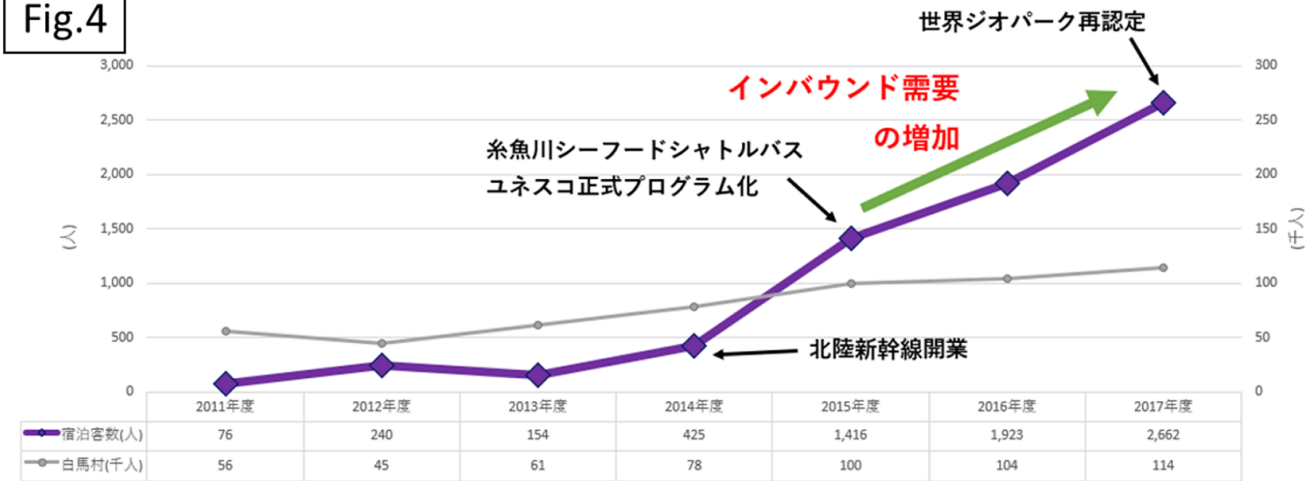
	1997年度	1998年度	1999年度	2000年度	2001年度	2002年度	2003年度	2004年度	2005年度	2006年度	2007年度	2008年度	2009年度	2010年度	2011年度	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度
入込み客数(千人)	2,940	2,940	2,854	2,900	2,976	2,746	2,480	2,251	2,156	2,081	1,851	1,871	1,832	1,781	1,731	1,883	1,984	1,962	2,487	2,263	2,138

Fig.3



	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年
合計受験者数(人)	464	257	229	225	308	202	184	193	155
小中学生受験者数(人)	20	16	86	92	90	81	72	55	43

Fig.4



	2011年度	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度
宿泊客数(人)	76	240	154	425	1,416	1,923	2,662
白馬村(千人)	56	45	61	78	100	104	114

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ジオサイトにおける地形表現の活用 ～茨城県北ジオパーク構想での事例～

Application of terrain representation in Geosite - Case study in North Ibaraki Geopark Project -

*石川 剛[1]、鈴木 敬子[1]、小荒井 衛[2]、今泉 利架[3]、武田 直樹[4]
*Go Ishikawa[1], Keiko SUZUKI[1], Mamoru Koarai[2], Rika Imaizumi[3], Naoki Takeda[4]

1. 株式会社 東京地図研究社、2. 茨城大学理学部、3. 朝日航洋 株式会社、4. 茨城大学ジオパーク推進室
1. Tokyo Map Research Inc., 2. College of Science, Ibaraki University, 3. Aero Asahi Corp., 4. Association for Promotion of North Ibaraki Geopark Project

ジオパークでは，見どころとなる「ジオサイト」における地質学および地形学的な価値を適確に表現し，広く周知できるかが重要になってくる．各地のジオパークではそれぞれで工夫を凝らしたチラシ等を用意しているが，地形表現に特化したマップを採用している例は少ない．

日本ジオパーク再認定に向けて活動中の「茨城県北ジオパーク（構想）」でもジオサイトのパンフレットを製作していたが，イラスト風の地図を用いており，親しみやすさはあるものの現地での場景と対比にはやや難があった．今回，デザインをリニューアルした冊子を新たに企画するにあたり，マップに5mDEM（基盤地図情報）をベースにした**新・多重光源陰影段彩図（凸凹地図Prm.）**を採用することとした．これによりリアリティのある表現となり，海成・河成段丘や断層などの地形的特徴も読み取りやすくなった．また陰影に地質図を重畳させることで，これにより地質構造の読み取りも可能となった．

※本研究は，茨城大学地質情報活用プロジェクトによる協力と，科学研究費補助金（課題番号：16K01213）の補助を受けている

キーワード：多重光源陰影段彩図、茨城県北ジオパーク構想、地形表現
Keywords: Relief Map created with Multiple Light Source, North Ibaraki Geopark Project, terrain representation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ジオパーク秩父の34ジオサイトの評価とその活用
Evaluation and utilization of 34 geosites in Geopark Chichibu

*高木 秀雄[1]、廣瀬 智美[2]
*Hideo Takagi[1], Satomi Hirose[2]

1. 早稲田大学教育・総合科学学術院、2. 早稲田大学教育学部
1. Department of Earth Science, Faculty of Education and Integrated Arts and Sciences, Waseda University, 2. School of Education, Waseda University

地質の多様性に恵まれたジオパーク秩父のジオサイトを幅広い層の人々が楽しく安全に楽しむための方策を探るべく，ジオパーク秩父の推進協議会が新しく設定した34ジオサイト（34は札所の数, 井上・富田，2018）を含む計39サイトを調査し，Suzuki and Takagi (2017) により開発されたジオサイトの評価法を用いて，6つの主項目（教育的価値，科学的価値，観光価値，安全性とアクセス，保護・保全とサイトの持続可能性，情報の整備状況）からなる評価を実施した．その結果を2018年11月12日にジオパーク秩父推進協議会メンバーの前で発表，一部修正を加えた．今回の結果をもとに検討事項を洗い出すことで，今後のジオパーク秩父のマネジメントに役立てていただくことが目的である．

2019年に予定されている再認定審査に向け，ジオサイトの定義の変化に対応すべく，従来の34ジオサイトを見直し，(1) ジオサイトは基本的にポイントととらえる，(2) ただし，非常に近接した場所にあり，一連のストーリー性をもつ複数のポイントについては，一つのジオサイトとしてまとめる，(3) ジオポイントという名称は用いない，（井上・富田，2018）という考え方をもとに新ジオサイトが提案された．また，ジオサイトをより地質・地形に特化したサイトとする新たな定義のもと，眺望サイト，生態サイト，文化・歴史サイトなどは別に定められている．上記6主項目について各々３つずつの副項目の合計18項目を4段階評価で採点し，副項目の平均値を主項目の点数として，正六角形のレーダーチャートに示した．また，6主項目を色分けして合算した棒グラフで，ジオサイトごとの評価を示した．

その結果，24点満点の中で，特に優れているジオサイトを20点以上とした場合，7.橋立堂の石灰岩体と橋立鍾乳洞，17.岩畳と秩父赤壁，18.虎岩，19.紅簾石片岩とポットホール，26.取方の大露頭，28.ようばけ，のほか，眺望サイトに移動した「美の山・絶景ポイント」が挙げられる．一方，15点未満の早急に対応が必要なジオサイトとしては10．安谷川マンガン採掘坑（新ジオサイト）が挙げられる．今回の39サイトの採点結果のうち，各主項目が平均3点以上（合計18点以上）の22か所は当面問題ないが，18点未満の17か所は今後改善されることにより，より良いジオツアーが展開できるであろう．発表では，新ジオサイトに対する改定案を提示するとともに，特に新しく追加されたジオサイトの課題について言及する．

文献： 井上素子・富田貴夫，2018，埼玉県立自然の博物館研究報告， No.12，41-48.
Suzuki, D. and Takagi, H., 2017, Geoheritage, 10, 123-135.

キーワード：ジオパーク秩父、ジオサイト 評価、ジオツーリズム
Keywords: Geopark Chichibu, evaluation of geosites, geotourism

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

さらなる飛躍を目指す箱根ジオパーク
Aiming for Further Development in Hakone Geopark

村山 一郎[1]、片野 忍[1]、*奥津 悠介[1]
Ichiro Murayama[1], Shinobu Katano[1], *Yusuke Okutsu[1]

1. 箱根ジオパーク推進協議会
1. Hakone Geopark Promotion Council

箱根ジオパークは、神奈川県西部の箱根町・小田原市・真鶴町・湯河原町・南足柄市の2市3町で活動を展開している。当初は、1市3町で活動しており、2011年に日本ジオパークに認定された。その後、隣接する南足柄市での箱根ジオパーク参画への機運が高まったことにより、2015年5月に南足柄市をはじめ南足柄ジオガイドの会などの関係団体が推進協議会へ入会した。これに伴い、プレートの衝突や若い深成岩体（矢倉岳）など大地の動きをよりダイナミックに捉え、古代の東西日本を結ぶ足柄道や金太郎伝説、また豊かな水資源を活用した産業など新たなジオストーリーが加わった。

そして、エリア拡大及び再認定を合わせた新規認定審査を行い、2016年9月に南足柄市を編入し、魅力を増した新たな箱根ジオパークが誕生した。行政や観光事業者、地域団体など95の協議会会員で連携して、ジオツアーの開催や教育活動、環境整備事業などに取り組んできた。

認定後もジオツアーの魅力向上やサイン・広報物の作成など地域の様々な団体が連携しながらジオパークの活動を推進しており、さらなるジオパーク活動の発展を目指している。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

住民科学による離島航路就航予報とその評価：伊豆大島を例に
Citizen Science Forecast and Evaluate Ship and Airplane Operation Success to a Remote Oceanic Island: a case study for Izu-oshima

中村 一弘[2]、橋本 樹里[1]、*臼井 里佳[1]、寺本 雄一郎[1]、西谷 香奈[3]
Kazuhiro Nakamura[2], Juri Hashimoto[1], *Rika Usui[1], Yuichiro Teramoto[1], Kana Nishitani[3]

1. 伊豆大島ジオパーク推進委員会、2. 元東京都立大島高等学校教諭、3. グローバルネイチャークラブ
1. Izu Oshima Geopark Promotion Committee, 2. Former Tokyo Metropolitan Oshima High School Teacher, 3. Corp. Global Sport Club

離島に住む人々にとって、毎日の天気の変化は生活に大きく関わる。荒天時には島外との交通機関である船や飛行機が欠航することもあり、外出予定もままならない。貨物船の欠航が続けば店先から生鮮食品が消え、新聞も配達されない。また、伊豆大島には旅客船の出帆港が二つあり、その日どちらの港を利用するかは天候・海況等によって当日の朝に決まる。当日の出帆港によって、港への送迎、路線バスの時刻表、港周辺店舗の営業／休業などに影響が現れる。

したがって、天気予報とそれに基づく航路就航予想は、離島に暮らす人々にとって極めて身近で重要な情報である。加えて、観光やビジネス目的で島を訪れる人々にとっても、旅行計画を立てる際に重要な情報源となるであろう。しかしながら、船舶や飛行機を運行する会社は、所々の理由から長期的な就航予報を公にしてはいない。

このような背景から、在島の気象予報士が、資格取得を契機に地域に役立つ気象情報の活用と自然を観察し情報提供することを目標に、伊豆大島と東京を結ぶ船と飛行機の航路就航予想を提供するサイト「伊豆大島気象と交通」を2004年に開設した。さらに、就航状況を記録し、就航予想の成績を評価し、その結果を併せて公開している。本発表では、伊豆大島ジオパークの活動と連携し、2004年から2018年までの就航予想とその的中率の評価を整理しながら、気象等条件と島および港の地理的条件による就航予想と出帆港予想について考察する。さらに、ジオツアーの推進と実施に適した季節について考察した結果を報告する。

サイトアドレス：http://www13.plala.or.jp/oosimakisyou/index.html

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南アルプスジオパーク　教育・普及活動のためのプログラムの開発
Minami-Alps Geopark Development of programs for education and spread activities

*小澤 恵理[1]、北原 孝浩[1]、唐澤 愛里[1]
*Eri Ozawa[1], Takahiro Kitahara[1], Airi Karasawa[1]

1. 南アルプス（中央構造線エリア）ジオパーク協議会
1. Minami-Alps MTL area Geopark Council

ジオパークをより深く知って楽しむには、実際に現地を見てガイド等の話を聞くことが有効だが、ジオパークを知らない人がいきなりジオツアー等に参加することはハードルが高いと考える。
そこで、南アルプスジオパークではジオパークを知ってもらうきっかけとして、楽しみながら気軽に参加できるプログラムを開発し、公民館での講座やイベント等で活用を行っている。また、小学生を対象にした教育ツアーの事前学習や雨の日用のプログラムとしての活用も検討している。
本発表では、新たに開発したプログラムと活用の様子を中心に紹介する。

キーワード：ジオパーク、教育
Keywords: Geopark, Education

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

立山黒部ジオパークの現状と課題　ー条件付き再認定を受けてー
Present situation and issues of the Tateyama Kurobe Geopark after Yellow card

*山岡 勇太[1]、竹内 章[1]、飯田 肇[2]、今井 喜義[1]、金子 一夫[1]、志村 幸光[1]、稲村 修[3]、王生 透[4]、今堀 喜一[1]、小谷 智志[1]
*Yuta Yamaoka[1], Akira Takeuchi[1], Hajime Iida[2], Kiyoshi Imai[1], Kazuo Kaneko[1], Yukimitsu Shimura[1], Osamu Inamura[3], Tohru Ikurumi[4], Kiichi Imahori[1], Satoshi Kotani[1]

1. 一般社団法人立山黒部ジオパーク協会、2. 富山県立山カルデラ砂防博物館、3. 魚津水族館、4. 黒部市教育委員会生涯学習課
1. Tateyama Kurobe Geopark Society, 2. Tateyama Caldera Sabo Museum, 3. Uozu Aquarium, 4. Lifelong Learning Division, The Board of Education, Kurobe City

立山黒部ジオパークは，富山県東部の9市町村と富山湾の一部から構成される日本ジオパークであり，標高3000 m級の立山連峰から水深1000 mの富山湾まで，高低差4000 mにも及ぶ空間的広がりをもつ．本ジオパークは，主に地域の研究者が呼びかけ，運営組織は立ち上げ時から地域の経済界が中心となり，行政がバックアップする形で進められた．こうした背景により，国内では唯一，民間組織（一般社団法人立山黒部ジオパーク協会）によって運営されているジオパークである．これまで本ジオパークは，自治体や大学，博物館等と連携しながら活動を展開してきた．現在では，地元の企業や民間団体が，ジオパークを取り入れた活動を行い始め，地域内でのジオパークが果たす役割は徐々に拡大しつつある．しかしながら，2018年の日本ジオパーク再認定審査の結果は，2年間の条件付き再認定となった．指摘された主な事項は（1）ジオパーク活動に対する関係者間の認識のばらつき，（2）保全に関する計画や取り組みが不明瞭な点，（3）主要な観光ルートでの可視化やジオパーク看板の数，（4）提供している解説内容の難しさである．これらの指摘に対して，日本ジオパーク委員会の助言を得ながら，課題解決に向け計画的に取り組んでいきたいと考える．今回は，立山黒部ジオパークのこれまでの取り組みと今後の課題について，再認定審査の結果を踏まえながら報告する．

キーワード：立山黒部ジオパーク、ジオパーク、保全、ツーリズム、教育
Keywords: Tateyama Kurobe Geopark, Geopark, Conservation, Tourism, Education

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

1 year survey conducted by Hakusan Tedorigawa Geopark regarding number of pamphlets taken from Roadside station Shirayamasan

*中野 加織里[1]、日比野 剛[1]、大西 龍一[1]
*Nakano Kaori[1], Tsuyoshi Hibino[1], Ryoichi Onishi[1]

1. 白山手取川ジオパーク推進協議会
1. Hakusan Tedorigawa Geopark Promotion Council

ジオパークの取り組みにおいてツーリズムは重要な活動の一つである。ツーリズムの基本は、まずその場所に多くの人が訪れることだと考えられる。また、人を呼び込むことのできるツールの一つとして、パンフレットが存在する。近年は電子端末による情報収集が主だっているが、紙媒体による周知の効果も未だに大きいと考えられる。

白山手取川ジオパーク推進協議会では、どのような大きさやデザインのものが最も持って行ってもらえるかを把握するため、２０１８年１月から、道の駅しらやまさんで設置している日本国内のジオパーク認定地域パンフレットの減少数を集計し始めた。今後新規のパンフレットを作成するにあたり、これらの情報が整理できれば、より多くの人が手に取りたくなるパンフレットを作成し、魅力発信を有効にすることができるはずである。

道の駅しらやまさんは国道１５７号線沿いの、平野部と白山麓地域をつなぐ地点に位置する。道の駅は石川県から白山麓を通過し、福井県や岐阜県へ抜けるルートの玄関口であり、電車やバスといった公共交通機関が接続されていない。また、近年の道の駅によくあるような飲食店やお土産販売なども行われていない。そのため利用者の大多数が、車や自転車といった車両移動の後、小休憩目的で立ち寄っていると考えられる。しかし、パンフレットを手にする人の年齢、性別、職業および社会的身分などの属性や、持ち帰る動機などの情報は得られていない。

集計の結果、毎月の減少数とデザインやラックの配置場所との関連性をはっきりとは認められなかったが、道の駅しらやまさんにおけるパンフレットの持ち帰りに影響が強いのは季節であるという傾向がみえた。一般的に仕事が休みとなりやすいGWや夏季休暇、比較的多くの人が出かけると考えられる紅葉シーズンの減少数が多くなっている。本発表では、開始から１年以上経過した現時点の集計で見えてきたことを報告する。

キーワード：パンフレット、ツーリズム、白山手取川ジオパーク、道の駅、普及・啓発
Keywords: pamphlet, tourism, Hakusan Tedorigawa Geopark, roadside station, public awareness

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Promotion of the earth science utilizing the Geopark “Making the stone specimen in Hakusan Tedorigawa Japanese Geopark”

*鬼頭 雄也[1]、平井 佐利[1]、玉村 清文[1]、日比野 剛[2]、中野 加織里[2]、森下 知晃[3]、平松 良浩[3]、浜田 麻希[3]

*Yuya Kitoh[1], Satoshi Hirai[1], Kiyofumi Tamamura[1], Tsuyoshi Hibino[2], Kaori Nakano[2], Tomoaki Morishita[3], Yoshihiro Hiramatsu[3], Maki Hamada[3]

1.（一社）石川県地質調査業協会、2. 白山手取川ジオパーク推進協議会、3. 金沢大学

1. Ishikawa Geological Survey Association, 2. Hakusan Tedorigawa Geopark Promotion Council, 3. Kanazawa University

近年，少子高齢化や理科離れなどにより，自然科学分野の担い手減少が進展している．一方，異常気象やそれに伴い発生する自然災害は近年多発する傾向にあり，自然科学分野へ進む研究者や技術者の育成だけでなく，国民ひとりひとりの自然環境に対する理解度の向上が，今後必要性を増すといえる．

（一社）石川県地質調査業協会，白山手取川ジオパーク推進協議会，金沢大学は2017年度より，小学生とその保護者を対象としたイベント「石の標本作りin白山手取川ジオパーク」を開催している．このイベントはジオパークというフィールドを活用し，次世代を担う子供達に対して，身近な自然に触れることから地球環境への理解を促し，自然科学への興味につなげてもらえるような活動を目指している．また，近年敬遠されがちである現地で直接自然を観察し考える活動を通して，子供達のフィールド活動への関心を高めたいと思っている．

2018年度は10月20日の土曜日に，抽選で選ばれた小学校4年生以上の児童とその保護者35組が参加して開催された．子供達は石の種類やその成り立ち，見分け方などを教わった後，学生や留学生などとともにハンマー，ルーペ，薬液なども体験しながら，石の標本づくりを行った．イベント終了後に参加児童が記入したアンケートの集計結果より，子供達の石や自然に対する好奇心の強さを知ることができたほか，石の判別の難しさと楽しさを味わってもらえたことなど，子供達の率直な意見を知ることができた。また，活動内容や説明の理解度・難易度などを検証し，今後の活動に反映させたいと考えている．私達はこのイベントを継続的に開催していくのは勿論のこと，子供達の好奇心をくすぐるような新たな試みも行っていきたいと考えている．

キーワード：担い手、ジオパーク、教育、自然災害、フィールド、アンケート
Keywords: New leaders, Geopark, Education, Natural disaster, Field study, Questionnaire

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

恐竜渓谷ふくい勝山ジオパークで受け入れた香港からの教育旅行：課題と展望

School Trip from Hong Kong to Dinosaur Valley Fukui Katsuyama Geopark : Challenges and Prospects

*町 澄秋[1]
*Sumiaki Machi[1]

1. 恐竜渓谷ふくい勝山ジオパーク推進協議会
1. Dinosaur Valley Fukui Katsuyama Geopark Promotion Council

Dinosaur Valley Fukui Katsuyama Geopark is located at mountainous region, Fukui Prefecture, Japan. As you can understand from the name of geopark, the region is famous for dinosaur fossils excavation. 5 named dinosaurs have been discovered from Tetori group (early Cretaceous) so far (Azuma & Currie, 2000; Kobayashi & Azuma, 2003; Azuma & Shibata, 2010; Shibata & Azuma, 2015; Azuma et al., 2016). And there are various beautiful landscapes, formed by old volcanic activities and river flows (Kuzuryu rive and its branches).
Fukui Prefectural Dinosaur Museum is very famous in Japan and probably there are many visitors for school trip every year. However, most of them visit there and leave Katsuyama. This has been an old problem of Katsuyama city since the museum was established. We accepted school trip from Hong Kong Chinese Women's Club Fung Yiu King Middle School. We report challenges and prospects about accepting the students trip and guiding them.

キーワード：恐竜渓谷ふくい勝山ジオパーク、教育旅行、香港ユネスコ世界ジオパーク
Keywords: Dinosauar Valley Fukui Katsuyama Geopark, school trip, Hong Kong UNESCO Global Geopark

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

熊野古道大辺路刈り開き隊の活動概要
Outline of the activities of the Kumano Kodo Ohechi Rangers

*神保 圭志[1]
*Keishi Jimbo[1]

1. 南紀熊野ジオパーク ・ガイドの会
1. Nanki Kumano Geopark Guide Club

熊野古道大辺路刈り開き隊の活動概要

これまでの活動

熊野信仰の中心地である熊野三山への参詣道（熊野古道）のうち、海岸回りで平地が少ない大辺路は近代になって古道の道筋に重なるかたちで鉄道や自動車道の敷設がすすみ、使われなくなった古道は、その道筋も不明になることが多かった。こうした中、失われた古道の探索活動を行なっていた有志が熊野古道大辺路刈り開き隊を2004年に結成。古老からの聞き取りや明治初期の古地図に残されたルートの探索などから海岸段丘を上下する古道を発見することができた。海岸段丘には住宅が建てられ、イモや麦をつくっていた耕作地は放棄され、古道は倒木や土砂に埋もれ、シダが茂って存在すら忘れられていた。こうして大辺路刈り開き隊の地道な活動によって、田辺市から那智勝浦町に至る約120kmに至る大辺路の道筋がほぼ明らかになり、古道、町道、県道、国道を繋いで歩くことができるようになった。こうした活動が実を結び、世界遺産「紀伊山地の霊場と参詣道」への大辺路の登録区間は当初登録の10kmに新たに4kmが2017年に追加された。大辺路の調査活動が一段落した2014年ごろから、かつて大辺路と並ぶ主要街道であった上富田町から串本町古座に至る古座街道80kmを調査し、ルートすべてを歩けるように整備した。大辺路と古座街道沿道には南紀熊野ジオパークの主要ジオサイトが点在し、また吉野熊野国立公園や県立自然公園エリアでもあり、大辺路刈り開き隊隊員の多くがジオパークガイド養成講座を終了、自然公園指導員にも登録するなどして、ガイドや自然保護活動を行なっている。また、大辺路沿線の熊野灘の古式捕鯨遺産が「日本遺産-鯨とともに生きる」に認定されたことから、隊員の多くが日本遺産のガイド講習も受講し、このガイド活動も合わせて行っている。

地域への効果、反響

中世以来、上皇の熊野詣ルートであった中辺路などと比べ、知名度、通行量で劣る大辺路であったが、隊員の手によるイラストマップの作成、道標設置、観光協会や旅行会社と協力したガイドウォーク実施、地域の高校の世界遺産学習の一環として生徒との道普請活動実施などを積極的に行い、普及啓発活動につとめている。とくに古座街道は古道としての目新しさが注目を集め、従来の古道歩きを経験した層にアピールして、旅行会社の主催ウォークで、３年間にのべ1500人以上の集客があった。

反省点、改善点

近年インバウンドの外国人客で賑わう中辺路などと比べ、大辺路への外国人の出足はあまり多くない。原因のひとつとして、英文など外国語のマップや道標などの情報発信力に劣る点があげられる。大辺路は海浜風景に優れ、ジオパーク、世界遺産、自然公園、日本遺産などの資源に恵まれており、こうした資産の有効活用を図っていく必要がある。

今後の課題

大辺路や古座街道の古道は、古道のほとんどが植林地内をたどる中辺路とは異なり、暖地性のシイ、カシ類

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

主体の紀伊半島ならではの照葉樹林に覆われた古道ウォークを楽しむことができる。自然豊かな天然林は人工林より自然災害に強いと思われがちだが、昭和30年代に始まった化石燃料へのエネルギー革命によって天然林に人が入ることがなくなり、林内は荒廃がすすみ、台風通過後の天然林沿いの古道は倒木に覆われることになる。さらにイノシシの給餌行動により古道はいたるところ掘削され、荒れてしまい、いくら整備しても、その都度掘り返され、いたちごっこが続く。山林の荒廃は豪雨に弱く、急な出水で谷に架けた丸木橋もしばしば流され、復旧や架け替えが必要になる。また、石畳を敷き詰めた古道は、山腹からの出水によって敷石が流出したり、土砂や木の枝などが流入し荒廃する。石畳道には古来から「あらいごし」という排水路が設けられているが、埋もれて用をなさない場合が多い。古道が現役だった時代は住民総出の道普請が当たり前であったが、車道が整備されるに伴い、それも行われなくなってしまった。大辺路刈り開き隊は世界遺産登録に伴い、古道の定期的にパトロールを行なっており、必要な道普請や道標整備を行なっているが、今後、古道の魅力を伝え、より快適な古道ウォークを提供していくために、一層の保全活動と隊員確保につとめていく必要があると感じている。

キーワード：ジオパーク、熊野古道、保全
Keywords: Geopark, Kumanokodo, maintenance

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ジオ多様性が生み出す、自然遊びの多様性
Diversity of Nature Activities Related Geodiversity

前田 敦司[2]、環境省 近畿地方環境事務所、*郡山 鈴夏[1]、松原 典孝[3]
maeda atsushi[2], Ministry of the Environment Kinki Regional Environment Office, *Suzuka Koriyama[1], Noritaka Matsubara[3]

1. 山陰海岸ジオパーク推進協議会、2. SGAR、3. 兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科
1. Sanin Kaigan Geopark Promotion Council, 2. SGAR, 3. Graduate School of Regional Resource Management, University of Hyogo

山陰海岸ジオパークは山陰海岸国立公園のエリアを中心とした京都府北西部から兵庫県北部、鳥取県北東部に位置する広大な面積を持つユネスコ世界ジオパークである。メインテーマは「日本海形成に伴う多様な地形・地質・風土と人々の暮らし」。

現在、山陰海岸国立公園および山陰海岸ジオパークエリア内には多様なアウトドアアクティビティを行う事業者が存在している。シーカヤック、シュノーケル、ダイビングなど海の活動、山間サイクリング、ツリーイングなど山の活動、スキー、スノーシューなど雪を使った活動、砂丘地を使ったサンドボードや岩場を使ったラバートレッキングなど様々なアクティビティが３府県内20を超える事業者によって営業されている。

それぞれのアクティビティにはそれぞれ適した地形要因が存在し、多様なアクティビティが存在する背景には多様な地形地質の存在が必要不可欠である。本発表では山陰海岸ジオパークで行われている多様なアクティビティとそれらを生み出した山陰海岸の多様な地形地質についてつながりを持って説明する。

また、エリア内のアクティビティ事業者は「山陰海岸ジオパークアクティビティ連絡会（SGAR）」を立ち上げ、合同で関西圏でのプロモーションや共通パンフレットの作成などを行っている。環境省・ジオパーク協議会・アクティビティ事業者の連携によって生まれた新たな活動についても合わせて報告をおこなう。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

住民による地域の科学的重要性の理解～山陰海岸ジオパークの例～
Understanding of regional scientific importance by local Residents –In case of San’ in Kaigan UNESCO Global Geopark

*松原 典孝[1]
*Noritaka Matsubara[1]

1. 兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科
1. Graduate School of Regional Resource Management, University of Hyogo

ジオパークでは，地球活動を理解し，多様な地球活動によって生じた地域の多様性を守り，地球との相互作用によって成長している地域そのものを持続することが求められる．多様な地域を持続させるためには，地域そのものの重要な構成要素である住民がそれぞれの地域で積極的に活動することが重要である．しかし，地球活動はその活動の時間スケールが長いこともあり認識することは難しく，地域の特性も多くの場合生活の一部として溶け込んでいるためにその特性や重要性に住民が気づくことは少ない．そのため，住民のジオパークへの積極参加は簡単ではない．

山陰海岸ユネスコ世界ジオパークでは，住民の積極参加と地域の地球科学的特性や重要性の理解を促進させるために，住民と対話しながらジオパーク活動を推進している．本講演では，住民とのコミュニケーションを重視したジオパーク活動とその成果について論ずる．

キーワード：ジオパーク、ジオ・コミュニケーション、地球現象
Keywords: geopark, geo-communication, earth's phenomenon

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

いくつかのジオパークにおける大名の墓に使用されている石材 ー山陰海岸、島根半島・宍道湖中海、萩ジオパークー Stones forming tombs of feudal lords during Edo period in some geoparks located along the coast of the Sea of Japan

*先山 徹[1]
*Tohru Sakiyama[1]

1. 兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科
1. Graduate School of Regional Resource Management, University of Hyogo

歴史的な石造物の中で製作年の明らかな石材について、その産地を同定することは過去の流通経路や経済圏などの変遷を知る手掛かりとなる。その中で大名の墓所には多数の墓石が存在し、それぞれに年号が入れられているため、年代ごとの使用石材の変遷が分かる。また、その大名家ごとに似たコンセプトで造られ、それによって石材の種類にもある程度まとまりが見られる傾向がある。中国地方の日本海沿岸にあたる山陰海岸ジオパーク、島根半島・宍道湖中海ジオパーク、萩ジオパークは、それぞれに大名の墓所を有し、当時の流通などを考えるときに重要な位置づけとなる。そこで、これらについてその産地推定のための調査を行った。

なお、石造物の石材を同定するためには非破壊での検討が必要となるため、帯磁率の測定と岩相の記載によって産地の推定を行った。

山陰海岸ジオパークでは、鳥取藩主池田家の墓所があり、初代光仲（1693年没）から11代慶栄（1850年没）までの藩主が祀られている。これらの墓は亀の形をした台の上に板状の碑が建てられている。これらの多くはカリ長石が白色の中粒黒雲母花崗岩からなる。帯磁率は0.1×10^{-3}SI以下の低帯磁率を有する。鳥取県教育委員会によると、これらの多くは鳥取市南部の用瀬地域の花崗岩石材とされている。用瀬花崗岩は山陰帯には希なチタン鉄鉱系花崗岩であり（Ishihara, 1984；先山, 1986・2005）、岩相もよく似ている。このことから多くの石材は用瀬花崗岩起源と考えられるが、一部亀の部分は帯磁率が２～３$\times10^{-3}$SI程度の花崗岩が存在する。これらはカリ長石が桃色を呈し、六甲花崗岩と類似する。これらの時代的変遷は不明瞭であった。

島根半島・宍道湖中海ジオパークでは、松江市の月照寺に松江藩主の初代松平直政（1666年没）から９代斉貴（1863年没）までの墓が存在する。これらのうち初代から４代透（1705年没）の墓石は全て0.1×10^{-3}SI程度の低帯磁率を有する粗粒黒雲母花崗岩である。これらと同様の岩石は松江周辺の山陽帯では見出されず、むしろ山陽帯の花崗岩に類似する。カリ長石が白色を呈する点も含めて考えると小豆島や北木島などの瀬戸内島嶼部の可能性が高い。それに対して５代目の宣維（1731年没）以降9代目斉貴までは全て同様の見かけの角閃石黒雲母花崗閃緑岩で苦鉄質包有岩を多く含む。帯磁率は17～21$\times10^{-3}$SI程度で山陰帯の花崗閃緑岩に相当する。山地を特定するには至らなかったが、4代目と5代目の境界である18世紀初頭に石材産地が山陽帯から地元である山陰帯に変化したと考えられる。

萩ジオパーク東部の須佐では、益田氏の20代元祥（1640年没）から33代親施（1864年）までの墓が存在する。益田氏は萩へ移動する前は益田市を拠点としていたため、これ以前の墓は益田市にある。益田市にある益田氏の墓は11代兼見（1392年没）から19代藤兼（1597年没）までのものがあり、これまでの調査でそれらの大部分は六甲山の花崗岩であることが知られている（市村編，2013）。その後に続く須佐の墓は、年代によって石材がばらつき、21・22・27・28代は主体が六甲花崗岩であるのに対し、20・29・30・31・32・33代は帯磁率が低い黒雲母花崗岩である。萩市の場合、萩城近くの指月山に採石場の跡が残されており、これらは帯磁率が低い山陽帯の花崗岩である。萩城の石垣を構成する岩石の大部分がこの産地からのものであり、毛利家墓所の岩石の大部分も指月山の花崗岩である。これらのことから、当初は六甲山の花崗岩の利用が多かったが、次第に地元の岩石の利用へ移り変わっていったことを示している。

山陰海岸、島根半島・宍道湖中海、萩の各ジオパークを見る限り、全体的な傾向として瀬戸内地域の花崗岩の利用から地元の花崗岩の利用へと移り変わる傾向が見られた。それは山陰地域における加工技術の進歩に依

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

存するものなのかもしれない。

キーワード：花崗岩、ジオパーク、石造物、帯磁率
Keywords: granite, geopark, stone material, magnetic susceptibility

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

大地を魅せるサイエンスデザイン
Science Design to make the earth attractive

*笹岡 美穂[1]、Mine秋吉台 ジオパーク[2]
*Miho Sasaoka[1], Mine-Akiyoshidai Geopark[2]

1. 高知大学／株式会社SASAMI-GEO-SCIENCE、2. Mine秋吉台ジオパーク
1. Kochi University / SASAMI-GEO-SCIENCE, Inc., 2. Mine-Akiyoshidai Karst Plateau Geopark

ジオパークは地球科学という科学の枠組みを超えて，大地と人々の暮らしとその地域の生業を関連づけ，過去から未来を示していく活動が期待されていると私は考えています．そのためには，多様な人々に対して多様な入り口を設けることが必要になってきます．

この発表では，サイエンスデザインの視点から，これまで私が一般に対して行ってきた全く新しい取り組みを紹介しながら，ジオパークのこれからの活動について一緒に考える機会を持ちたいと考えています．

キーワード：サイエンスデザイン、多様な視点
Keywords: science design, diverse perspectives

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Mine秋吉台ジオパークの「地球に寄り添い、人と支え合う」活動
‘Be one with the earth; help each other’ : the Geopark activities of Mine-Akiyoshidai Karst Plateau Geopark

*小原 北士[1]、村谷 智子[1]、Tristan Gray[1]、柚洞 一央[2]、脇田 浩二[3]
*Hokuto Obara[1], Tomoko Muratani[1], Tristan Gray[1], Kazuhiro Yuhora[2], Koji Wakita[3]

1. Mine秋吉台ジオパーク推進協議会、2. 公立鳥取環境大学、3. 山口大学
1. Mine-Akiyoshidai Karst Plateau Geopark Promotion Council, 2. Tottori University of Environmental Studies, 3. Yamaguchi University

Mine秋吉台ジオパークでは、ジオパーク活動は全て「地球に寄り添い、人と支え合う」というコンセプトのもとで行われる。これは、大自然が作り出した地球科学遺産を保全し、活用することで、人々の心の中に平和が生じるという、持続可能な開発目標（SDGs）の実現に向けた取組である。本発表では、このコンセプトが具体的に何を意味しているかを説明する。また、ユネスコ世界ジオパーク認定を目指しているMine秋吉台ジオパークが既に実施した活動とその効果、そしてこれからの活動を紹介する。

キーワード：Mine秋吉台ジオパーク、日本ジオパーク、ジオパーク活動、持続可能な開発目標
Keywords: Mine-Akiyoshidai Karst Plateau Geopark, Japanese Geoparks, geopark activity, Sustainable Development Goals

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

四国西予ジオパーク須崎海岸の見どころー黒瀬川構造帯4億年前の地層ー
Highlights of Suzaki Coast, Shikoku Seiyo Geopark - Kurosegawa Tectonic Zone, geologic strata of 400 million years ago -

*中村 千怜[1]、辻 智大[2]、- 四国西予ジオパーク推進協議会[3]
*Chisato Nakamura[1], Tomohiro Tsuji[2], Shikoku Seiyo Geopark Promotion Council -[3]

1.（株）ナイバ、2.（株）四国総合研究所、3. 西予市
1. NAIBA Co. Ltd., 2. Shikoku Research Institute INC., 3. Seiyo City

黒瀬川構造帯は主に大陸地殻を構成する岩石（花崗岩・変成岩）や大陸周辺の浅い海で堆積した地層（凝灰岩・石灰岩など）からなる．赤道近くにあった超大陸パンゲアが分裂した破片がプレートにのって大陸に衝突したものと考えられている．愛媛県の南西，西予市三瓶町にある須崎海岸は四国西予ジオパークのジオサイトである．ここでは，黒瀬川構造帯に属する4億年前の酸性凝灰岩の地層を，国内で唯一，遊歩道沿いに300mにも渡って観察でき，縦じまの地層によるダイナミックな景観を体感することができる．加えて，凝灰角礫岩や貫入岩が凝灰岩中に見られ，様々なイベントがあったことを示唆する．本発表では，これらの地層の見どころを紹介し，どのように地層が形成されたかを解説する．

【酸性凝灰岩】凝灰岩層は火山灰が固まってできた岩石であり，泥質部と砂質部の互層をなしている．級化や荷重痕といった混濁流堆積物（タービダイト）に見られる構造が見られる．槇坂・加藤（1983）で凝灰岩は北東側ほど上位層であると推定され、今回薄片においても級下を確認し，追認することができた．細粒な凝灰岩中に粗粒な火山灰由来の長石などの粒子が観察された．これらのことから，火山活動が活発な大陸もしくは成熟した島弧の近海で凝灰岩は形成されたと推定される．凝灰岩が300mも堆積したということは，長期にわたる火成活動が安定してあったことを意味する．また，保存状態の良い放散虫化石が認められる層準もあるため，放散虫化石の年代から火成活動の時期の特定が期待される．

【凝灰角礫岩】浅海に生息するサンゴの化石を含む凝灰角礫岩が不整合で凝灰岩を覆う．凝灰角礫岩層は淘汰が悪く，塊状無層理で，基底部に上方粗粒化が見られる．このことから，凝灰角礫岩層は山体崩壊あるいは海底地すべりで形成された崩壊堆積物であり，それらがより深海底に流れ込んだものであると推定される．

【貫入岩】遊歩道の西部にて，いくつかの貫入岩が見られた．貫入岩は凝灰岩層の層状構造を切り，塊状で板状節理が発達している．また，細粒で均質な組織を示す．貫入岩の存在は，酸性凝灰岩堆積場において火成活動があったことを意味するため，今後の詳細な検討が望まれる．

このように，須崎海岸では大陸ないし島弧周辺の海域で凝灰岩が堆積した様子を見ることができる大変珍しい場所である．須崎海岸は日本列島の生い立ちを解明するために学術的に重要な地質であるとともに，一般の方にも魅力を感じていただけるジオサイトでもある．発表では，その他にも須崎海岸で見られる様々な地球科学的な見どころを紹介する．

【引用文献】槇坂・加藤（1983）愛媛県三瓶町より中期古生代サンゴ化石の発見．地質学雑誌，89，723-726.

キーワード：四国西予ジオパーク、黒瀬川構造帯、酸性凝灰岩、貫入岩、崩壊堆積物、放散虫化石
Keywords: Shikoku Seiyo Geopark, Kurosegawa tectonic zone, acidic tuff, intrusive rock, debris flow deposit, radiolarian fossil

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

平成29年再認定審査および平成30年7月豪雨を受けての四国西予ジオパークにおける取り組み
The Efforts of the Shikoku Seiyo Geopark after the revalidation from JGN council and the 2018 Japan Floods.

*榊山 匠[1]、土居 文人[1]、宇都宮 弘志郎[1]、高橋 司[1]
*Takumi Sakakiyama[1], Fumito Doi[1], Koshiro Utsunomiya[1], Tsukasa Takahashi[1]

1. 四国西予ジオパーク推進協議会
1. Shikoku Seiyo Geopark Promotion Council

四国西予ジオパークでは、一昨年前に日本ジオパーク委員会による再認定審査を受け、平成29年12月22日に再認定された。再認定後も積極的なジオパーク活動を行っていたが、平成30年7月豪雨に見舞われ、西予市でも多数の斜面崩壊や家屋の浸水被害が生じ、6名の死者を出した。四国西予ジオパーク内においても23ヶ所あるジオサイトのうち5カ所が被害を受け、2ヶ所は現在でも一般の観光客の立ち入りを制限する状態が続いている。

このような事態を受けて、四国西予ジオパーク推進協議会ではより多くの人たちに、自分たちが住む土地の成り立ちへの一層の関心を向けるべく、「せいよ自然と暮らしのカレッジ」と題した講座を開催した。そこでは、郷土史や地形の成り立ちに詳しい講師とともにフィールドワークを行ったり、ガイドの養成やジオパークの活用方法について学ぶ講座を実施してきた。とりわけフィールドワークにおいて、参加者は普段から慣れ親しんだ地域の景色を見ながら土地の成り立ちの解説を受けることで、これまでと異なる「気付き」を得ることができた。また学校教育との連携においては、被災したジオサイトの学校見学を受け入れ、一年を通じたジオパーク学習を実施した学校で題材の一つとして取り扱った。

また指摘事項に対する取り組みとして、平成30年度の活動において一般観光客にも興味を持ってもらえるようなストーリーを模索している。協議会内の各部会やジオガイドネットワークの定例会においてキーワードを共有するとともに、カレッジにおける参加者とも検討を重ねている。さらに四国西予ジオパークガイドブックの作成や、市内の事業所と連携したジオパーク応援店の設置、新たな特産品のジオブランド化など、産業や商業との連携も実を結びつつある。一方で、行政としての災害対応とジオパーク推進室としての業務遂行の両立が困難であるという課題にも直面した。今後はこうした課題をJGNで共有していくこととともに、新たに製作した防災教材を活用して、自分たちが住んでいる地域の成り立ちに関心を向ける活動を充実させていく予定である。

キーワード：ジオパーク、西予市、再認定、平成30年7月豪雨
Keywords: Geopark, Seiyo City, revalidation, 2018 Japan floods

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

”四国のまんなか”で地球と人々の歴史文化のつながりを楽しむ方法
Method of enjoying relationships with the earth and culture in "the central Shikoku island".

*殿谷 梓[1,2]、中尾 佳那[1,2]、石井 和美[2]、阿佐 拓馬[3]、佐川 颯一朗[3]、西成 賢志[3]、山本 伊織[3]、平尾 尚史[3]、中川 敬司[3]
*Azusa Tonotani[1,2], Kana Nakao[1,2], Kazuyoshi Ishii[2], Takuma Asa[3], Soichiro Sagawa[3], Kenshi Nishinari[3], Iori Yamamoto[3], Hisashi Hirao[3], Keiji Nakagawa[3]

1. 三好市役所地方創生推進課、2. みよしジオガイドの会、3. 徳島県立池田高校
1. Miyoshi city office, 2. Geoguides of Miyoshi city, 3. Tokushima prefectural Ikeda high school

四国のまんなかと称される徳島県三好市は,ソラと呼ばれる四国山地・讃岐山脈からなる山間部のエリアと,マチと呼ばれる平野部のエリアから構成されている.ソラでは地すべりによって形成された緩やかな山の斜面に集落が点在しており,その地形の上で暮らすための数多くの工夫を農業・建築・風習の中で見つけることができる.一方でマチでは,吉野川によって築かれた河成段丘や中央構造線の活動によって形成された大地の上に人が住み,そこでは吉野川を活用した水運業や刻みたばこ産業が栄えた.

このように大地の活動と人々の文化の関係性を深く見ることのできる三好市は,現在日本ジオパーク認定を目指す活動を推進している.

三好市を訪れた人々や地域住民に,地球と人々の歴史文化のつながりを楽しんでもらうための取り組みの一つとして,ジオツアーを行っている.今回の発表では,１）研究者が行うジオツアー,２）専門員が行うジオツアー,３）ジオガイドが行うジオツアー,４）高校生が行うジオツアーの４つを紹介する.

キーワード：ジオツアー、中央構造線
Keywords: Geotour, Median Techtonic Line

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Bridge of scientific research to school education in a geopark, using a research fund of Muroto UNESCO Geopark

*植木 岳雪[1]
*Takeyuki Ueki[1]

1. 千葉科学大学危機管理学部
1. Faculty of Risk and Crisis Management, Chiba Institute of Science

ジオパークにおける活動は，保護・保全，教育，ジオツーリズムの3要素からなり，それらの順番に重なる．ジオパークにおける調査・研究は，保護・保全の活動に関係し，既存のジオサイトの価値づけや，価値のあるジオサイトの発掘のためにあると思われる．一方，調査・研究と教育を関係させ，学校教育や生涯学習の一環として地域の住民に成果を還元することも考えられる．そのような例として，成果報告会のような成人を対象とした講演会やセミナーが行われているが，学校と連携した活動はないようである．室戸ユネスコジオパークの研究助成によって，河成段丘の記載と編年を目的として，段丘上の小・中学校の敷地でボーリング掘削調査を行った．その際に，小・中学生はボーリング掘削の作業の様子を見学し，学校周辺を歩きながら地形地質を観察した．また，室内でボーリングコアを半割りして，コアを観察し，環境の変化を推定した．本発表では，このような研究と学校教育との橋渡しの実践を紹介する．

キーワード：橋渡し、研究、学校教育、研究助成、ボーリング掘削
Keywords: bridge, scientific research, school education, research fund, drilling survey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

New basic philosophy of Unzen Volcanic Area UNESCO Global Geopark made in union with local residents and government officers.

*森本 拓[1]、大野 希一[1]
*Taku MORIMOTO[1], Marekazu OHNO[1]

1. 島原半島ジオパーク協議会事務局
1. Unzen Volcanic Area Geopark Promotion Office

1.島原半島ジオパークの基本理念の改定に関わる背景

ジオパークの基本理念は、地域の未来に対する将来像を住民、行政、研究者等の多様なステークホルダー内で共有し、その将来像に対する認識をステークホルダー間で統一する上で必要不可欠なものである。またジオパークは地域の持続可能な発展を通じて地域資源を保護・保全することとした活動であるゆえ、その基本理念は地域住民にとってわかりやすく、賛同できるようなものであるべきである。

当時の島原半島ジオパーク推進連絡協議会は、2010年にジオパーク関係者の主導のもとで基本理念を策定した。しかし、ジオパークプログラムが2015年にユネスコの正式事業となって以降、ジオパークプログラムがユネスコの理念の実現に貢献する必要性が出てきた。そのため既存の基本理念は、現況のユネスコ世界ジオパークの理念とズレが生じてきた。

そこで、島原半島ジオパーク協議会は、2018年11月に地域住民や行政関係者等を通じて、ユネスコ世界ジオパークの理念の達成に貢献する島原半島ユネスコ世界ジオパークの新基本理念を策定した。今回は、どのようにこの新基本理念を作成し、それをどのように公表してきたかというプロセスを発表する。

2.新基本理念を考えるための方法とワークショップの流れ

新基本理念の作成には、普段からジオパークの業務に携わる事務局員に加え、様々な立場の人の意見を取り入れるため、環境省、長崎県、島原半島3市（島原市、雲仙市、南島原市）の行政関係者で議論されるプロジェクトチームを立ち上げ、既存の基本理念の問題点や地域の未来について議論を行った。なおこの議論には、ジオパーク認定当初の専門員は参加せず、チームメンバーによる主体的な新しい発想のもとで議論が進められた。全4回実施されたプロジェクト会議では「今後の島原半島をどうするか」をテーマに、KJ法を用いて各々の意見を洗い出し、そこで出された類似した意見をグループ化した。その上で新基本理念に含めるべき言葉を取捨選択し、基本理念の素案をつくっていた。

第1回プロジェクト会議では、「地域の未来像」をテーマに意見の洗い出しを行った。第2回プロジェクト会議では、これまで出た意見の深掘りを行い、それをもとに意見を9つにグループ化した。第3回プロジェクト会議では、今後のジオパークの基本・行動計画を照らし合わせるために、さらに4つのグループに意見を集約した。第4回プロジェクト会議では、これまでの意見から新基本理念に使用する言葉「笑顔」、「誇り」、「幸せ」を抽出、それらをより持続可能に実現するための言葉として「もっと」や「ずっと」というキーワードを加え、新基本理念『島原半島の「笑顔」「誇り」「幸せ」をもっと、そして、ずっと』の素案を作成した。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

3.地域住民に発信した新基本理念

島原半島の未来を考えるために、昨年11月に開催した日本ジオパーク認定10周年記念シンポジウムでは、約230人の高校生を含む幅広い年代の人が、これまでのジオパーク活動の振り返りと島原半島の未来について対話を行った。シンポジウムの参加者から出てきた言葉は、プロジェクトチームで考えた「笑顔」「誇り」「幸せ」等と共通する意見が多くあり、素案として作成した新基本理念は、結果として地域住民の意見を反映させるものになった。新基本理念の素案をシンポジウムの大会宣言とすることで、正式に島原半島ユネスコ世界ジオパークの新基本理念として決定した。

4.新基本理念を実現するための今後の展望

島原半島ジオパーク協議会の新基本理念『島原半島の「笑顔」「誇り」「幸せ」をもっと、そして、ずっと』は、地域の持続可能な発展を念頭においた地域住民が願う地域の未来に対する想いをかたちにした言葉である。地域住民、行政関係者等と一緒になって作成した新基本理念を、今後どのように実現していき、そして様々な人をどのようにジオパーク活動に巻き込むことができるかが課題である。

今後はそれを実現するための基本計画・行動計画を策定し、持続可能な地域作りを通じて地域資源の保護・保全を行なうジオパーク活動の担い手を増やしていきたい。

キーワード：ユネスコ、新基本理念、持続可能な発展、KJ法、プロジェクトチーム、地域住民
Keywords: UNESCO, New basic idea, Sustainable development, Affinity diagram, Project team, Local resident

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Evaluation of explanation panels settling at geopark’s sites –case study of the explanation panel at a memorial park of houses destroyed by debris flows in Unzen Volcanic Area UNESCO Global Geopark, Japan

太田 千愛[1]、森北 詩音[1]、鬼塚 空夢[1]、森田 達也[1]、大嶋 健心[1]、栗田 悠衣[1]、河添 未夕[1]、東内 敏紀[2]、大窄 紘章[2]、*大野 希一[3]
Sean OTA[1], Shion MORIKITA[1], Kuumu ONIDUKA[1], Tatsuya MORITA[1], Kenshin OSHIMA[1], Yui KURITA[1], Miyu KAWAZOE[1], Toshiki HIGASHIUCHI[2], Hiroaki OSAKO[2], *Marekazu OHNO[3]

1. 長崎県立口加高等学校グローカルコース、2. 長崎県立口加高等学校、3. 島原半島ジオパーク協議会事務局
1. Glocal Course, Nagasaki Prefecture Koka High School, 2. Nagasaki Prefecture Koka High School, 3. Unzen Volcanic Area Geopark Promotion Office

はじめに

地形や地質学に関する専門知識を持たない一般の人や土地勘のない観光客に、ジオパークのサイトの価値を正しく伝え、観光客にジオパークそのものを楽しんでもらうためには、正しくてわかりやすい解説看板（以下、看板）をサイトに設置することが必要不可欠となる。言い換えれば、ジオパークのサイトに設置されている看板は、サイトの価値を地域住民や観光客に伝えるための情報発信ツールである。しかしながら、サイトに設置した看板は、その作成に大変な労力と費用を要するにも関わらず、そこに記述された事柄が、看板閲覧者にどの程度正しく、かつ分かりやすく伝わっているのかを客観的に分析した事例はまだない。そこで我々は、島原半島ユネスコ世界ジオパークの主なサイトのひとつである「土石流被災家屋保存公園」に設置されている看板を例に、既存看板を閲覧した方を対象にヒアリング調査を行った。そしてその結果を踏まえて、デザインや内容を修正した看板を再設置し、閲覧者の看板に対する印象の変化を通じて、サイトにおける解説看板の評価を行った。

手法

今回調査地点としたサイト「土石流被災家屋保存公園」は、1990年から1995年にかけて雲仙火山で発生した平成噴火のうち、1992年8月に発生した土石流によって被災した家屋群を被災当時の姿で保存した公園で、噴火災害の伝承に加え、火山噴火で発生した土石流堆積物の特徴が観察できるという価値を持つ。またこの公園は、道の駅「みずなし本陣ふかえ」の中に位置しているため、観光客数も多く、看板閲覧者に対するヒアリングをしやすい、という利点もある。解析対象とした看板は、2011年3月に島原半島ジオパーク推進連絡協議会（当時の名称）が設置したもので、島原半島世界ジオパークの看板としては比較的初期に建てられたものである。

この既存看板を対象に、2018年8月10日および9月16日に、ビデオカメラを用いて、どのくらいの来訪者がどのくらいの時間看板を見ているのかを調査した。また看板閲覧者に直接ヒアリングを行い、性別、年代、発地に加え、看板の印象（文字数・文字サイズ・写真・説明文の内容）を6段階で評価していただいた。そしてこの評価結果をもとに作成した修正看板を、同年10月14日に設置し、修正看板の閲覧者に対して同様の調査を行った。そしてそれらの結果の比較を通じて、看板全体の質がどのように変化したかとその要因を分析した。

結果

既存看板を閲覧した人の数は、調査人数250名中52名（約21％）、閲覧平均時間は約22秒で、最も長く閲

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

覧した人は63秒であった。これに対し、修正看板は、調査人数204名中34名（約17%）が閲覧した。閲覧平均時間は約17秒、最も長く閲覧した人は62秒で、既存看板のそれより全体的に短くなった。

看板閲覧者の看板に対する印象を、6を最高に6段階で評価して頂いたところ、既存看板については全体印象が4.7、説明文は4.6、写真については4.6となった。これに対し、修正看板は、全体印象は4.6、説明文は4.8、写真については4.7となり、修正看板の方が既存看板に比べて説明文や写真の見やすさに対する評価が若干高くなった一方で、全体の印象は若干下がる、という結果になった。

文字数・文字サイズについては、3.5を文字数および文字サイズの最適値とし、文字数やサイズが多すぎたり大きすぎたりした場合を6、少なすぎたり小さすぎたりした場合を1として、閲覧者に評価していただいた。その結果、既存看板については、文字数の評価は4.1、文字サイズは3.7であったが、修正看板は文字数の評価が4.0、文字サイズは4.0となり、文字数は評価が若干上がった一方で、文字サイズに関する評価は下がる、という結果になった。

考察

既存看板に対する閲覧者の意見は、「文字数が多い」「どこから読み始めればよいかわからない」というものが多かった。そこで修正看板は敢えて文字数を減らし、写真を大きくするデザインとした。その結果、修正看板は既存看板に比べて「わかりやすくなった」という意見の閲覧者が増加した。説明文の評価が向上したにも関わらず、修正看板の閲覧時間が既存看板に比べて短くなったのは、文字数の減少に伴い、閲覧者が短時間で看板を見終えたためと考えられる。一方で、看板の文字数を減らしすぎると、サイトの持つ意義や価値を看板閲覧者に十分に伝えきれなくなる可能性が出てくる。看板の全体印象の低下は、そのデザインに加え、文字数を減らしたことにより、看板そのものが提供する情報が減少した事に起因した可能性がある。

今後の展望

ジオパークのサイトは、伝えるべき何らかの学術的価値を必ず有している。その価値を正しく、分かりやすく伝えることができる看板が、優れた看板であると言える。しかし今回は、サイトが有する価値やこのサイトを訪問する来訪者の背景やニーズを詳しく検討することなく、その内容及びデザインの変更を行っており、改善の余地がある。今後は、土石流被災家屋保存公園を訪れる訪問者のニーズと、このサイトが伝えるべき学術的価値を把握したうえで、看板のデザインや内容をさらに改良し、よりよい看板の作成に向けた調査を継続していく予定である。

キーワード：島原半島ユネスコ世界ジオパーク、ジオパーク、土石流被災家屋保存公園、解説看板、評価
Keywords: Unzen Volcanic Area UNESCO Global Geopark, Geopark, A memorial park of houses destroyed by debris flows, Explanation panels, Evaluation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

ESD-SDGs Promotion Model Development utilizing Geoparks including the basic research on the contents of educational programs in Geoparks in Japan

朝日 克彦[1]、市橋 弥生[1]、小河原 孝彦[1]、片野 忍[1]、栗原 憲一[1]、*郡山 鈴夏[1]、小林 猛生[1]、下村 圭[1]、鈴木 雄介[1]、竹之内 耕[1]、日比野 剛[1]、藤島 純[1]、古澤 加奈[1]、堀内 悠[1]、水野 恵美子[1]、三山 耕[1]、山岡 勇太[1]、山口 珠美[1]、山崎 由貴子[1]、山本 隆太[1]、横山 光[1]
Katsuhiko Asahi[1], Yayoi Ichihasi[1], Takahiko Ogawara[1], Shinobu Katano[1], Ken'ichi Kurihara[1], *Suzuka Koriyama[1], Takeo Kobayashi[1], kei Shimomura[1], Yusuke Suzuki[1], Ko Takenouchi[1], Tsuyoshi Hibino[1], Jun Fujishima[1], Kana Furusawa[1], Yu Horiuchi[1], Emiko Mizuno[1], Ko Miyama[1], Yuta Yamaoka[1], Tamami Yamaguchi[1], Yukiko Yamasaki[1], Ryuta Yamamoto[1], Hikaru Yokoyama[1]

1. 日本ジオパークネットワーク
1. Japanese Geoparks Network

日本ジオパークネットワーク（JGN）では、平成30年度日本ユネスコ国内委員会ユネスコ活動費補助金を活用し、ジオパークを活用したESD_SDGs実践モデルの開発・普及による持続可能な社会づくりの担い手育成を目的とした事業を開始した。日本国内の全ジオパークを対象に、ジオパークを活用した教育コンテンツ調査を実施し、ジオパーク教育コンテンツ活用のための基盤を固めた。また、調査結果を教育旅行の推進に活用すべく教育旅行ニーズ調査を実施した。

さらに、次の５つのジオパークESD実践モデル開発に着手した。

①ユネスコスクールジオパーク活用ESDモデル
②小中学校ジオパークESD実践モデル
③高校ジオパークESD実践モデル
④ミュージアムジオパークESDモデル
⑤ジオパークESD海外発信モデル

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 O (パブリック)：パブリック

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_3

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

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

ユネスコ世界ジオパークは，地球のジオ多様性を守ることの重要性と意義を広く世界へ発信している．地球活動を理解するためには，各地に分布するジオヘリテージ（地形・地質などの地球遺産）から，それぞれが記録する地球の多様な活動を読み取り，どのようなことが過去に起きたのかをイメージする必要があるが，専門的知識を有しない一般人や地域住民にとってそれは簡単ではない．各ジオパークでは，専門家やガイドなどの地域の方々が地球の活動に関わる現象や人と地球の関わりを解明し，ガイドツアーやアクティビティなどを通じて，一般の人にその楽しさや大切さを伝えている．本セッションでは，各ジオパークの活動例を通じて地球のジオ多様性がいかに素晴らしく，それを守ることにどういう意義があるのかを広く発信するとともに, どうすれば地球現象を一般住民にイメージさせることができるのかを議論する.

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

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

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

*加賀谷 にれ[1] (1.洞爺湖有珠山ジオパーク推進協議会)

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

*加藤 聡美[1] (1.様似町役場)

[O08-P04] ジオサイト清掃活動から地球環境問題へ

*石川 智[1]、小池 拓矢[1] (1.下北ジオパーク推進協議会)

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

*川村 教一[1] (1.秋田大学教育文化学部)

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

*髙柳 春希[1] (1.湯沢市ジオパーク推進協議会)

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

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

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

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

[O08-P09] 磐梯山ジオパークにおけるジオサイトの再検討

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

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

*市橋 弥生[1] (1.佐渡ジオパーク推進協議会)

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

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

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

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

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

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

[O08-P14] ジオパーク秩父の34ジオサイトの評価とその活用

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

[O08-P16] さらなる飛躍を目指す箱根ジオパーク

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

*町 澄秋[1] (1.恐竜渓谷ふくい勝山ジオパーク推進協議会)

[O08-P23] 熊野古道大辺路刈り開き隊の活動概要

*神保 圭志[1] (1.南紀熊野ジオパーク ・ガイドの会)

[O08-P24] ジオ多様性が生み出す、自然遊びの多様性

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

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

*松原 典孝[1] (1.兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科)

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

*先山 徹[1] (1.兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科)

[O08-P27] 大地を魅せるサイエンスデザイン

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

*植木 岳雪[1] (1.千葉科学大学危機管理学部)

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

*森本 拓[1]、大野 希一[1] (1.島原半島ジオパーク協議会事務局)

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

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

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

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

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

An analysis of the implementation of Mikasa Geopark`s experienced-based GeoTour and its impacts on recruitment and changes in the participant population.

*下村 圭[1,2]、上口 壮太[1,2]
*kei SHIMOMURA[1,2], souta KAMIGUCHI[1,2]

1. 三笠ジオパーク推進協議会、2. 三笠市経済建設部商工観光課　地域開発・ジオパーク推進係
1. Mikasa Geopark Promotion council, 2. Regional Development and Geopark Promotion Division, Mikasa City Office

三笠ジオパークは2013年に日本のジオパーク・ネットワーク（JGN）に加盟し、北海道のほぼ中心部に位置している。
三笠ジオパークでは、JGN加盟以後、体験型を中心とした様々なジオツアーを実施してきた。
近年では小学生以下の参加者が全体の割合として最も多くなり、ジオパークにおける「ジオ・エコ・ヒト」の取り組みについて多様な世代へのアプローチに成功している。
そこで本発表では、ジオツアーにおいて得られた情報やアンケート結果に基づき、参加年代の変化及びリピート率などからみた年次的変遷から、ジオパークのニーズや地域の歴史や風土を活用したジオツアーの有用性について分析を行い、今後の地域振興とジオパーク活動における考察を行う。

キーワード：ジオツアー、地域振興、三笠ジオパーク、ジオヘリテージ
Keywords: GeoTour, Regional Development , MikasaGeopark, GeoHeritage

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

SDGsを通じた洞爺湖有珠山ジオパークの再評価と利用促進のための戦略
Strategy for revaluation and promotion of Toya-Usu UNESCO Global Geopark through SDGs

*加賀谷 にれ[1]
*Nire Kagaya[1]

1. 洞爺湖有珠山ジオパーク推進協議会
1. Toya-Usu UNESCO Global Geopark Council

洞爺湖有珠山ジオパークは、北海道南西部の胆振地域にあり、伊達市、豊浦町、壮瞥町、洞爺湖町の全域がそのエリアに含まれています。当地域では、SDGs（エス・ディー・ジーズ、Sustainable Development Goals：持続可能な開発目標）と関係する以下の目標に対応するプログラムを実施しています。「目標4：質の高い教育をみんなに」には、ESD（持続可能な開発のための教育）の推進が、また「目標11：住み続けられるまちづくりを」には、自然災害における被災者の削減や、総合的な地域減災の実施等の内容が含まれています。火山マイスターは、散策路を歩きながら噴火口や災害遺構を観察する現地学習のガイドに加えて、噴火災害や避難生活などを伝える座学の講師も行っています。また、専用の野外学習テキスト、ハザードマップ（火山防災マップ）、火山の噴火を理解する実験装置などを利用して、火山活動や災害を、分かりやすく伝える活動に心がけています。

この他に、対象を限定して次の取り組みを実施しています。「目標10：人や国の不平等をなくそう」には、年齢、性別、障がい、民族間における不平等の解消が含まれますが、当地域では特にアイヌ民族の文化を紹介する活動に取り組んでいます。「目標15：陸の豊かさも守ろう」には、生物多様性、生態系の保全及び持続可能な利用を進める内容が含まれますが、当地域では有珠山の生態系を学ぶ学習の実施や、多機関と連携した保全、環境教育に取り組んでいます。また、「目標17：パートナーシップで目標を達成しよう」には、国際連携や多様な関係者との連携により、問題解決を図る項目が含まれますが、当地域ではジオパークの国際活動や、地域内の分野、業種を越えた連携体制作りに取り組んでいます。これらの取り組みについては、より多くの人が利用できるよう、今後さらに内容の充実をはかります。

ジオパークは、地球の活動に係わるさまざまな魅力を楽しむ場所であると同時に、持続可能な社会のあり方を、自然災害などの具体的な事例を通して考えることができる場所です。洞爺湖有珠山ジオパークは、噴火を繰り返す火山との共生をめざし、減災教育の実践が続けられてきた地域です。ユネスコ世界ジオパークとして、今後も地域内における教育の充実はもちろん、国内、海外に向けた情報発信と、受け入れ態勢の整備を進めます。この発表では、そのための具体的な戦略を紹介します。

キーワード：ジオパーク、減災教育、SDGs、ESD
Keywords: Geopark, Disaster Risk Reduction Education, SDGs, ESD

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Examination of the way to convey geo diversity of Mt. Apoi Geopark - Through efforts of geo tour outside the geopark area -

*加藤 聡美[1]
*KATO SATOMI[1]

1. 様似町役場
1. samani town office

アポイ岳ジオパークは、北海道日高山脈南端に位置する様似町全域をエリアとするユネスコ世界ジオパークである。ジオパークの名前になっているアポイ岳は町東部にそびえる標高810mの山であり、日高山脈の山である。日高山脈は北海道の中央部に南北140kmにわたりそびえる山脈であり、北米プレートとユーラシアプレートが衝突しめくれ上がって形成されたと考えられている。

アポイ岳ジオパークは、プレートテクトニクスや地球活動を理解する上で大事なフィールドである。しかしエリア内だけでは十分に理解をもらうことは厳しいという課題があった。アポイ岳ジオパークの地球活動のコアとなる話は、日高山脈のなりたち及び北海道のなりたちにあり、日高山脈周辺でのジオ多様性を活用したフィールドワークを取り入れることがこの問題解決に有効なのではないかと考えた。また、アポイ岳ジオパークに至るまでの移動中の楽しみ方を整理することで、より楽しめると思われるのだが楽しみ方が整理されていない課題があった。これを整理することでツーリズムにも活用することができ、この地域ならではの生活観を取り上げやすくなる。これらとジオとのかかわりを知ることで、ジオ多様性の大切さの理解につながるのではないかと考えた。このようなねらいをもってエリア外のツアーについて模索した。

本発表では、エリア外の日高山脈周辺のフィールドワーク・ジオ以外も含めた楽しみ方・地域の生活や生態系等の要素を組み合わせることで、どうやってジオ多様性の大切さを伝えるか、どうやって地球活動を理解してもらうかという課題を解決する一手法を提示する。

キーワード：プレートテクトニクス、ジオパーク、アポイ岳、ジオツーリズム、ジオ多様性、日高山脈
Keywords: plate tectonics, geopark, Mt. Apoi, geotourism, geodiversity, Hidaka mountain

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ジオサイト清掃活動から地球環境問題へ
Geosite Cleanup Activities Leading to Solutions for Global Environmental Problems

*石川 智[1]、小池 拓矢[1]
*Satoshi Ishikawa[1], Takuya Koike[1]

1. 下北ジオパーク推進協議会
1. Shimokita geopark promotion council

津軽海峡（日本海）と太平洋、内湾である陸奥湾に囲まれた下北地域は、海によって形作られるとともに海の恵みを受け取ってきた。日本海と他の海をつなぐ数少ない海峡の一つである津軽海峡には、対馬列島から流れてきた津軽暖流と、北海道から分岐した沿岸親潮が噴火湾周辺を経て入り込む。さらに東北地方の太平洋沿岸までやってくる黒潮の影響も見られる。これらの海流が津軽海峡で交錯することで豊かな漁場が形成され、年始の風物詩となった大間のマグロを始めとする様々な魚介が漁獲されている。

一方で海流は海を漂流する様々なものを海岸へ打ち上げる。下北地域の西海岸に位置する仏ヶ浦は、和語のホトケとアイヌ語のウダ（浜・浦）が合わさった地名が元であるが、“仏様が打ち上がる場所”という側面もある。津軽海峡に面した東通村の石持漁港周辺には、南洋に生息しているはずのアオイガイが対馬暖流に乗ってきて漂着するのが冬の風物詩となっている。2018年2月には陸奥湾東側の沿岸に大量のイワシが打ち上がるというできごともあった。同時に海洋を漂うゴミも大量に打ち上げられていることが各地で問題となっている。

打ち上がるゴミの問題に対し、各地の漁業者や地域住民によって海岸美化や海岸植生の保全を目的に清掃活動が行われている。下北ジオパーク推進協議会としても下北各地の海岸清掃に賛同し、広報活動やタイアップ企画の開催で協力している。特に一昨年度からは、ゴミの起源となる情報をまとめたり、漂着物で創作したアート作品やシーグラスの展示を行ったりした。参加者の中には漂着ゴミの問題から海洋ゴミ・マイクロプラスチックに着目した方もいた。その方を中心に清掃参加者の中で問題意識の共有が進み、マイクロプラスチックに関する世界の取組状況について国立研究開発法人海洋研究開発機構むつ研究所の上席研究員に講演を依頼するまでに機運が醸成された。

“海と生きる「まさかり」の大地”というテーマの下、推進している下北ジオパークにおいても海洋環境問題にも取り組むことが望ましい。ジオサイト・海岸の清掃活動から視野を広げたこの取り組みはまさに“Think Globally, Act Locally”であり、SDGsの「海の豊かさを守ろう」にも通じる。「ジオ」といえば大地（地圏）のことを想起しがちであるが、海洋（水圏）についても取り組むことは、豊かな恵みを享受している下北ジオパークにおいては必要である。

キーワード：下北ジオパーク、清掃活動、地球環境問題
Keywords: Shimokita geopark, cleanup activity, global environmental problem

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

質問の出るジオサイト・出ないジオサイト：男鹿半島・大潟ジオパークの例

Inspiring geosites and not-inspiring geosites: Case study of the Oga Peninsula-Ogata Geopark

*川村 教一[1]
*Norihito Kawamura[1]

1. 秋田大学教育文化学部
1. Faculty of Education and Human Studies, Akita University

１．はじめに

演者は、男鹿半島・大潟ジオパークのガイド養成講座の現地研修会を参与観察した際、参加者から講師に向けて質問が多く出されるジオサイトとそうでないサイトがあるように感じた。また、ジオサイトで講師による解説が行われている際、参加者の多くが非言語／非音声メッセージ（表情、視線）により、解説内容について関心を持っていないと思われる場面があることに気づいた。後者について客観的なデータとして得ることができていないが、前者については5th International UNESCO Conference on Geoparksにて、どのような質問が参加者からなされたかについて一部発表した（Kawamura、2012）。現在、この会議のAbstractはウェブサイトに掲載されていないので、内容を再整理して示すとともに、ジオパークを訪問する見学者に対する解説の在り方を議論する基礎資料としたい。

２．調査の実施

2011年に実施された男鹿半島・大潟ジオパーク推進協議会主催のガイド養成講座に同行し、現地研修での講義の様子を、許可を得てビデオで記録した。音声記録から、参加者（ガイド希望者）により質問された内容をジオサイトごとに抽出した。

３．調査結果

参加者はすべて成人であった。参加者から比較的質問が多く出された対象物（所在するジオサイト）は以下の通りである。

化石を含む地層の露頭（西黒沢、安田、鵜ノ崎）、火口（寒風山）、二ノ目潟のマール（八望台）、グリーンタフの露頭（椿）。

一方、質問が比較的少ない対象物（ジオサイト）は以下の通りである。

生痕化石（潮瀬崎）、花崗岩の露頭（入道崎）、溶結凝灰岩の露頭（入道崎）、凝灰岩（椿）、テフラの露頭（安田）、石灰華の露頭（男鹿温泉）、岩脈の露頭（入道崎の鬼の俵ころがし、戸賀の男鹿水族館横の露頭、潮瀬崎）、断層地形（男鹿温泉）、海岸段丘（入道崎）、海食洞（加茂青砂のカンカネ洞）、湧水（瀧ノ頭）。

４．質問内容の分析

現地での滞在時間や参加者数がジオサイトごとに異なるため、質問数の多寡を議論することはできない。そこで質問内容に焦点を当てて質的分析を行う。

質問が多かったジオサイトで出された内容を見ると、観察対象物の名称を尋ねるものが多い。例えば、化石の名称を聞く、などといったものである。これは参加者が対象物を化石と認識し、化石に属する知識をさらに得ようとする質問行動である。

一方、質問が少ないジオサイトの例には、溶結凝灰岩の露頭がある。凝灰岩は中学校理科の学習内容であるので、解説によりおおむね理解してもらえると期待できる。しかし、火砕流堆積物である溶結凝灰岩の解説には、カルデラ、大規模噴火、溶結作用といった高校理科の地学の内容が含まれる。このため、地球科学的な概

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

念の理解がなされてから、ようやく溶結凝灰岩の理解に至ると思われる。このように、岩石の理解に複数の科学概念が必要とされる場合、概念理解に専念するだけで現地での研修が終わってしまい、対象物そのものについての知識を深めようとする質問には至らなかった可能性がある。

５．より良いジオサイト解説のための視点

化石露頭などのジオサイトでの解説の場面では、対象物（化石）の認知が見学者にとって容易であるので、ガイドは知識伝達でその目的を果たせる可能性がある。一方、概念理解が必要な対象物での解説には、知識伝達だけではなく、身近な事物・現象からの類推をもとにした解説が必要になる。その際、理解のために見学者が獲得すべき概念が多すぎると誤った概念を持たせてしまいかねないので、見学者が持つ知識内容・理解状況を見極めて解説方針をその場で立てる必要があるだろう。

キーワード：地球科学認識、ジオパークガイド
Keywords: geocognition, geopark guide

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Are habitats such as fumaroles or areas with heavy snowfall suitable for organisms living in Yuzawa Geopark? Considering the efficacy of the Geopark Guides with a focus on Yamatanukiran and snow camellia.

*髙柳 春希[1]
*Haruki Takayanagi[1]

1. 湯沢市ジオパーク推進協議会
1. Yuzawa Geopark Promotion Council

要約

ゆざわジオパークの川原毛地獄の噴気孔付近にはヤマタヌキラン (*Carex angustisquama*) が生息し，特有の豪雪帯にはユキツバキ (*Camellia rusticana*) が生息する．これに対し「二種にとりそこが好ましい環境だからそこに生息する」という説明がよくなされるが，過去のいくつかの報告と照らし合わせながら考えてみると，二種の分布がその環境にのみ制限される理由についてうまく説明できておらず問題がある．本発表では，二種の分布が制限される理由を，ヤマタヌキランとタヌキラン (*Carex podogyna*)，ユキツバキとヤブツバキ (*Camellia japonica*) といった同属近縁種間で引き起こされる繁殖干渉によるものと位置付け，その内容を説くとともに，学術的な信憑性を重んずるジオパークのガイド案内の難しさについても考えていく．

概要

豊富な地熱や雪を有するゆざわジオパークでは，ジオ多様性の高さから，多様な生物が生息している．例えば，地熱および雪・天水等の影響で生じる川原毛地獄の噴気孔は，噴気ガスに含まれる硫化水素ガスにより，多くの動植物の生息を妨げる一方，希少種ヤマタヌキラン (*C. angustisquama*) を優占的に生息させる．また，ゆざわジオパークの豪雪は，雪圧による枝折れの少ないユキツバキ (*C. rusticana*) を生息させる．噴気孔付近など酸性の高い土壌でしかみられないヤマタヌキラン (辻村1982)，日本海側の雪が降る地域でしかみられないユキツバキ (酒井1977) は，いわば，その地域の特色を語る上で重要な存在と言える．

一方で，劣悪と考えられる環境に二種が生息する理由を，「その環境が，二種にとっては好ましい環境だから」あるいは，「二種の生育がその環境に対してのみ適しているから」と説明する様子が散見されるが，果たしてこういった説明は正しいのだろうか．誤りや説明の不足する部分はないだろうか．確かに，二種がその地域のみに生息する様子を見ると，あたかもその地域が二種の生育に適した地域のように見える．しかし，ヤマタヌキランを畑の土で育てたところよく育つという報告 (湯沢市立須川中学校2011) や，ユキツバキが太平洋側の植物園で育成されている事例 (例えば，小石川植物園2019) を鑑みると，少なくとも人工的におかれた環境下においては，二種にとって，噴気孔や豪雪の存在は必ずしも必要ないように考えられる．湯沢市立須川中学校 (2011) が行った川原毛地獄におけるヤマタヌキランの生育調査によると，噴気孔から遠く，かつ土壌pHが中性に近くなるほどヤマタヌキランの生育が旺盛になると示唆されている．すなわち，噴気孔に由来する土壌の酸性化はヤマタヌキランの生育に対して良い影響ではなく悪影響を及ぼすと言える．このことから，噴気孔はヤマタヌキランに悪影響を及ぼすと言えるし，雪崩を引き起こすような豪雪もユキツバキにとってけっして好適なものとは言い難いだろう．以上の観点を踏まえ，二種はこれら悪影響を上回るような周囲からの悪影響を被っているためにそこでの生息を余儀なくされているのだと判断した．二種の分布はある要因によって不適な環境に追いやられているのだ．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

二種の分布が劣悪な環境に制限される理由を，ユキツバキと太平洋側の陸地に生息するヤブツバキ (*C. japonica*，酒井1977)，ないしは，ヤマタヌキランと広域分布種タヌキラン (*C. podogyna*，藤原1997) との強い負の種間相互作用，特に繁殖干渉 (高倉・西田2018) により説明できると考えた．本発表では，繁殖干渉の概念を説くとともに，学術的な信憑性を重んずるジオパークのガイド案内の難しさについても考えていく．

引用文献
藤原陸夫 (1997) 秋田県植物分布図．秋田県環境と文化のむら協会.
小石川植物園 (2019) 花ごよみ：ツバキ園．URL: https://www.bg.s.u-tokyo.ac.jp/koishikawa/koyomi/camellia.html (2019年2月1日アクセス)
酒井 昭 (1977) 植物の積雪に対する適応. 低温科學. 生物篇34: 47-76.
高倉耕一・西田隆義 (2018) 繁殖干渉：理論と実態．名古屋大学出版会.
辻村東國 (1982) 硫気孔原植物ヤマタヌキランの生態学的研究: I. コロニー形成. 日本生態学会誌 32(2): 213-218.
湯沢市立須川中学校 川原毛地獄自然観察クラブ (2011) ジオサイト川原毛地獄の植生について．平成23年度斎藤憲三奨励賞金賞 (秋田県最優秀賞) 受賞報告書.

キーワード：繁殖干渉、生物地理、種間相互作用
Keywords: reproductive interference, biogeography, interspecific interactions

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ジオサイトの評価とその活用ー三陸ジオパークを例として
The evaluation of geosites in Sanriku Geopark

*長田 翔[1]、高木 秀雄[2]
*Sho Nagata[1], Hideo Takagi[2]

1. 早稲田大学教育学部理学科地球科学専修、2. 早稲田大学教育・総合科学学術院
1. Waseda University, 2. Department of Earth Science, Faculty of Education and Integrated Arts and Sciences, Waseda University

目的：国内最大の面積をもつ三陸ジオパークは，北部，中部，南部ブロックに区分されており，幅広いジオの多様性を有するとともに，津波被災遺構を活用した防災教育も重要視されている．協議会で選定されている合計48ジオサイト（旧定義）の中から特に地質・地形および津波に関連した36ジオサイトを選び，新たな定義のもとで細区分された中から合計65ジオサイトを選択した．それらについて，ジオサイトの評価法(Suzuki and Takagi，2017) を用いて，6つの主項目（教育的価値，科学的価値，観光価値，安全性とアクセス，保護・保全とサイトの持続可能性，情報の整備状況）からなる評価を実施した．その結果をもとに三陸ジオパークおよび各ジオサイトの現状を分析するとともに，今後の改善の方策の構築のための基礎資料とする．

背景：2011年3月の東北地方太平洋沖地震で甚大な津波災害を受けた三陸ジオパーク候補地は，2013年にジオパーク活動を復興に役立てることが期待されて日本ジオパークに認定された．その後2017年の再認定審査で条件付き再認定となったことから，2019年に予定されている再認定審査に向け整備が進められている．

結果：上記6主項目について各々3つずつの副項目の合計18項目を4段階評価で採点し，3副項目の平均値を主項目の点数として，正六角形のレーダーチャートに示した．また，6主項目を色分けして合算した棒グラフで，ジオサイトごとの評価を示した．24点満点の中で，特に優れているジオサイトを20点以上とした場合，北から7 大野海成段丘, 9-1 鏡岩, 11-1 琥珀, 13 野田玉川鉱山跡, 14 黒崎, 15-1 普代水門，18-1 北山崎, 18-2 鵜の巣断崖, 19-1 明戸海岸防潮堤, 22-2 龍泉洞, 23-1 浄土ヶ浜, 23-3 日出島, 25-2 たろう観光ホテル，32-1蓬莱島, 33釜石鉱山, 44-1高田松原の一本松，があげられる．一方15点未満の早急に対応が必要なジオサイトとしては，2-4 白岩, 4-2 寺下の滝，20 P-T境界層, 21-2 原地山層と宮古層群の不整合, 37-2 大森林道沿いの古生界露頭, 38-2 門之浜の防潮堤, 43-1 氷上花崗岩と壺の沢変成岩, 43-2 長部礫岩と気仙川花崗岩，などがあげられる．

結論： 今回の調査で，次の課題が浮かび上がった．

1．個人でジオサイトを訪れようとしても，詳細な位置や道筋に関する情報がない場合が少なくない．

2．個々のジオサイトの場所および名称を，新しいジオサイトの定義に則り，ある程度狭い範囲に設定すべきである．例えば，37–2 大森林道沿いの古生界露頭，43–1 氷上花崗岩などの名称では，どこに行ったら良いジオサイトが見られるのか，見当もつかない．

これらを踏まえて，位置情報を明確に示したジオパークの統一規格のパンフレットやガイドマップを整備して，三陸ジオパークとしての連携と一体感を醸成することが重要と考える．

文献：Suzuki, D. A. and Takagi, H., 2017, Geoheritage, 10, 123-135.

キーワード：ジオサイト、評価、ジオパーク、三陸ジオパーク
Keywords: geosite, evaluation, geopark, Sanriku Geopark

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

The nature experience program created by Geopark and National Youth Outdoor Learning Center

*原田 拓也[1]、小林 美月[1]、山田 健一[2]、安達 章美[2]
*Takuya Harada[1], Mizuki Kobayashi[1], Ken-ichi Yamada[2], Akiyoshi Adachi[2]

1. 栗駒山麓ジオパーク推進協議会、2. 国立花山青少年自然の家
1. Mt. Kurikoma Area Geopark Promotion Committee, 2. National Hanayama Youth Outdoor Learning Center

はじめに

国立花山青少年自然の家では，身近な自然に触れ，感じ，学ぶことのできるさまざまな自然体験プログラムを実施している。その中で，自然の中での体験を通じ，自然の仕組みへの理解を深めるとともに，その保護や活用について考える環境教育の推進を目指した「子ども環境探検隊」が行われている。特に，平成29年度からは，栗駒山麓ジオパークと三陸ジオパークを舞台とした「三陸ジオ編」と「栗駒山麓ジオ編」を実施し，より広い範囲の自然を楽しみ，考えていくような内容を展開した。本報告では，平成29年度以降に開催した4回の活動内容とその成果について紹介する。

「三陸ジオ編」について

「三陸ジオ編」では，各ジオパークのサイト見学やさまざまな実験・体験活動を通じて，海と山それぞれにおける自然の特徴や違いを感じ取ってもらうとともに，自然とくらしの関係性について考えていくことを目指した。

「栗駒山麓ジオ編」について

「栗駒山麓ジオ編」では，登山や現場見学，実験・体験プログラムを通じて，栗駒山麓ジオパークに広がる多様な景観，文化を見聞きしながら，自然とくらしの結びつきを実感し，それを守ることの重要性について考えていくことを目指した。

成果と展望

自然体験活動にジオパークが関与することで，自然を楽しむ・感じるだけでなく，くらしとのつながりの理解や新しい視点を取り入れることができた。アンケートでも，普段経験できない体験を通して，地域の自然に興味を持てたという声が大半であった。また，今回のプログラムに参加した子どもたちが，親を連れて再度ジオパークに訪れたということも報告されている。国立青少年自然の家とジオパークが協力することで，より多くの子どもたちが自然に触れ，興味・関心を持つことができる。そして，新しい発見や自然とくらしとの結びつきの理解につながるのではないかと考える。

キーワード：ジオパーク、環境学習
Keywords: geopark, environmental education

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

磐梯山ジオパークにおけるジオサイトの再検討
A review of geosites in the Bandaisan Geopark

*竹谷 陽二郎[1]、佐藤 公[2]、蓮岡 真[1]
*Yojiro Taketani[1], Hiroshi Sato[2], Makoto Hasuoka[1]

1. 磐梯山ジオパーク協議会、2. 磐梯山噴火記念館
1. Bandaisan Geopark Council, 2. Mt. Bandai Museum

磐梯山ジオパークは日本ジオパークに認定されて7年を経過した．現在，エリア内の既存のジオサイトが当ジオパークにとって妥当かどうかの見直し，および新たなジオサイトの掘り起こしの作業を，ガイドの人たちと共に進めている．そして，その結果に基づいた公開ジオサイトの追加と削除，重要なジオサイトの持続可能な保全，および新たなテーマによるジオツアーを計画している．

磐梯山ジオパークのジオサイトは，当ジオパークのメインテーマである「磐梯火山の誕生と変遷，特に山体崩壊と岩なだれがもたらした大規模な地形及び自然環境の変化について理解を深めるとともに，磐梯山が人々の生活や歴史そして独自の文化の形成に与えた影響について学ぶこと」に基づき，そのテーマに沿ったものを中心にこれまで選定してきた．

当ジオパークの北西部にある北塩原村大塩地域は，新第三紀中新世のグリーンタフを主とする地層で構成されており，その時代の地史を知る上での重要な露頭がある．しかし，それらは磐梯火山の形成や噴火活動とは直接関係がないため，これまでジオサイトやジオツアーの対象外であった．

しかしながら，第四紀火山の基盤を成す新第三系の地層の地史を学ぶことにより，日本海誕生から大地の隆起を経て第四紀火山の形成に到る，一連のプレート運動を理解する重要な機会を得ることができる．さらに，大塩地域には多くの利用客が訪れる大塩温泉がある．その温泉水から精製される塩は，江戸時代には会津藩に納める重要な地域資源であり，現在でも「山塩」として販売されている．「山塩」はグリーンタフ時代における海水を起源とするものであり，大地の遺産が地域の歴史や産業に果たした役割を，ジオツアーを通して展開できる．以上の理由により，当ジオパークにとって，大塩地域におけるジオサイトの新設が魅力的で意義あるものと考えられる．

大塩地域で新たに選定したジオサイトを巡るツアーを，2019年の「地質の日ジオツアー」として試行し，その効果，意義を検証したい．そしてその成果を，訪問者に対するストーリーをもったジオツアーの提供へと繋げていきたいと考える．

キーワード：磐梯山ジオパーク、ジオサイト、大塩温泉
Keywords: Bandaisan Geopark, geosite, Oshio hot spring

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

イエローカードを受けて～佐渡ジオパークの取り組みと今後～
Receiving a Yellow Card: Efforts and Future Actions of Sado Island Geopark

*市橋 弥生[1]
*Yayoi ICHIHASHI[1]

1. 佐渡ジオパーク推進協議会
1. Sado Islanad Geopark Promotion Office

2017年、佐渡ジオパークはJGCによる再審査を受け、条件付き再認定（イエローカード）となった。
イエローカードを受けた佐渡ジオパークにおける取り組みの変化と今後について述べる。

キーワード：ジオパーク、条件付再認定、佐渡
Keywords: geopark, yellow card, sado island

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

佐渡ジオパークにおけるジオサイトの設定手法と活用について
Method for resetting geosites and their use in Sado Island Geopark

*貞包 健良[1]、市橋 弥生[1]、相田 満久[1]
*Takeyoshi SADAKANE[1], Yayoi ICHIHASHI[1], Mituhisa AIDA[1]

1. 佐渡ジオパーク推進協議会
1. Sado Island Geopark Promotion Office

近年，日本のジオパークにおいては「サイト」の分類や意味について整理が行われており，JGC（日本ジオパーク委員会）からも一定の方針が出された．佐渡ジオパークではこれまで「ジオポイント」という用語で見どころの管理をしていた．この点は2017年の再認定審査結果報告においても「237のジオポイントをユネスコ世界ジオパークが提唱する地質，自然（もしくは生態），文化サイトを再設定すること」と指摘を受けた．

このため佐渡ジオパークにおいては旧来のジオポイントをどのようにジオサイトに再設定するか，基準や手順をまとめた「ジオサイト設定総合計画」を作成した．これに基づき237の旧ジオポイントからジオサイトの再設定に取り組んでいる．

「ジオサイト設定総合計画」では旧ジオポイントからジオサイトを再設定するために大きく分けて2つの基準を設けた．

1つ目は地質以外にも，自然（生態）,文化の価値も持つ場所を含んでいた「ジオポイント」から地球科学的価値を持つ「ジオサイト」を選抜するための基準である．

2つ目は選抜したジオサイトを実際に活用するのに適しているかという基準である．活用については「研究者向け」「学習向け」「一般（ツーリズム）向け」という目的別で評価した．

選抜したジオサイトの中で，3つの目的基準全てを満たしたものを優先的にホームページやパンフレットでの紹介，観光での利用などを行っていく計画となっている．

本発表においては佐渡ジオパークにおけるジオサイトを中心としたサイト設定の手法，これまでに決定したジオサイトと設定後の活用や課題について述べる．

キーワード：佐渡島、ジオパーク、ジオツーリズム、ジオサイト、地質遺産
Keywords: Sado Island, geopark, geotourism, geosite, geological heritage

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

統計データから振り返る糸魚川ユネスコ世界ジオパークの10年
Look back on the 10 years at the statistical data of the Itoigawa UNESCO Global Geopark

*小河原 孝彦[1]、竹之内 耕[1]、茨木 洋介[1]、小林 猛生[2]
*Takahiko Ogawara[1], Ko Takenouchi[1], Yousuke Ibaraki[1], Takeo Kobayashi[2]

1. フォッサマグナミュージアム、2. 糸魚川市ジオパーク推進室
1. Fossa Magna Museum, 2. Itoigawa Geopark Promotion Office

糸魚川は，2008年12月に日本ジオパークに認定，2009年８月に世界ジオパークに認定され，現在は糸魚川ユネスコ世界ジオパーク（以下，糸魚川ジオパーク）として活動している．本稿では，糸魚川ジオパークが歩んだ10年の軌跡について，糸魚川市の主要な観光地やジオパーク活動に関する統計データから考察する．

糸魚川市は，1987年に「フォッサマグナと地域開発構想」を制定し，自然景観を活かした，海水浴やスキーなどによる観光客誘致がなされてきた．糸魚川市への入込客数は，1997～2001年度は年間300万人程度であったが，2002年度から減少傾向が顕著になり，中越地震（2004年）や中越沖地震（2007年）をへて，2007年度の185万人まで一貫して減少傾向にあった(図１)．その後，日本ジオパーク認定(2008年)，世界ジオパーク認定(2009年)によって減少傾向に歯止めがかかり，北陸新幹線開業(2015年)により2015年度は249万人の入込客数を達成した．近年は，糸魚川市駅北大火(2016年)の影響や新幹線効果の縮小もあり，2017年度で214万人と再び減少傾向にある．

フォッサマグナミュージアムは1994年にオープンし2015年にリニューアルした，糸魚川ジオパークの中核施設である．オープン初年度(1994年度)の95,705人の年間入館者数は，2007年度には40,683人と半減している(図２)．これは，災害の影響に加え，博物館の常設展示物が更新されてこなかったことが影響していると考えられる．2008年に糸魚川が日本ジオパークに認定されると，フォッサマグナミュージアムのコンセプトであるヒスイや大地の成立ちにもう一度注目が集まるようになった．そのため，ジオパーク認定後は，入館者数が60,000人前後で推移するようになり，北陸新幹線開業と同時に実施した展示ニリューアルの結果，2015年度は101,725人の来館者があり，開館した1994年度の入館者数を超える結果となった．

高浪の池は，ヒスイ産地である小滝川ヒスイ峡ジオサイトをめぐる観光コーズ上にあり，糸魚川の代表的ジオサイトである．2007年度に19,360人の入込客数であったが，世界ジオパーク認定後の2009年度以降は，民間の観光バスツアーの増加により2012年度には28,940人の入込客数を記録している．しかし，観光バスツアーが減少した2014年は17,720人と大幅な減少を記録した．北陸新幹線開業も，二次交通のない高浪の池では増加の要因とはならず，2017年度の14,610人まで一貫して減少傾向にある．

糸魚川ジオパークでは，2010年に既存のガイド団体を母体に，ジオパーク観光ガイドの会と発足した．発足当初(2010年度)のガイド件数は年間97件，1,770人の利用であった．2011年度～2014年度のガイド利用者数は年間1,000人前後で推移していたが，北陸新幹線開業を受けて利用者は上昇傾向にあり，糸魚川市駅北大火を受けて，被災した町並みをまち歩きする依頼が増加したことから，2017年度は年間147件，3,645人と過去最高を記録している．

糸魚川ジオパーク検定は，2009年から実施しているご当地検定である．初年はジオパーク世界認定の年であり，464人の受験者を数えた(図３)．糸魚川ジオパークと香港ジオパークは姉妹ジオパークであり，相互に派遣事業を行っているが，2011年から糸魚川ジオパーク検定の初級に合格していることが，派遣事業に参加するための条件となった．そのため，初年に20名だった小中学生の受験者は，2011年に86名と大幅に増加し

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ている．検定受検者は，ジオパーク世界再認定(2013年)の年などに増加している(308名)が近年減少傾向にあり，新たな政策が期待される．

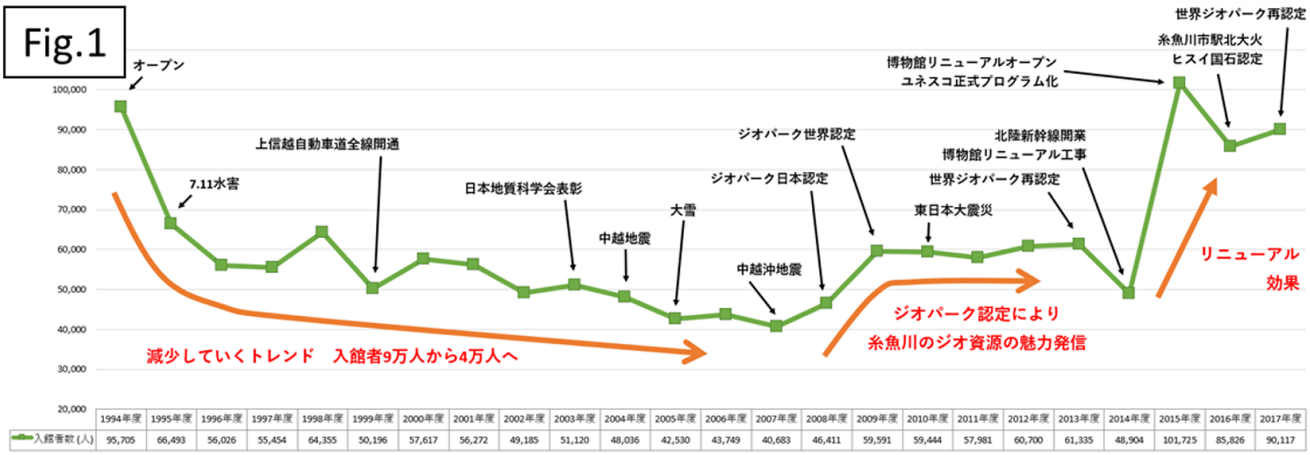
近年，インバウンドによる外国人観光客の増加が続いており，糸魚川市も例外ではない．2013年度に年間154人であった外国人宿泊客数(図４)は，ジオパークのユネスコ正式プログラム化(2015年)や，糸魚川シーフードシャトルバスの実施(2015年～)により2017年度は2,662人と，近隣市町村(白馬村)増加率を上回り拡大している．

糸魚川市全体の観光客数は，北陸新幹線開業で近年最高を記録したが，再び減少傾向にある(図１)．ハード面での整備は，一時的な入込客数の増加に繋がるが，持続的に地域を発展させるためには，ソフト面でのアプローチが必要である．例えば，2018年度のフォッサマグナミュージアムの入館者数は特別展「宝石の国展」の効果により，2017年度の90,117人を越える見込みである．特別展の誘導効果により，高浪の池の入込客数も17,230人と増加に転じており，地域全体を活性化させる取組みが持続可能な社会を作るといえる．

キーワード：糸魚川ユネスコ世界ジオパーク、フォッサマグナミュージアム、小滝川ヒスイ峡、持続可能な開発
Keywords: Itoigawa UNESCO Global Geopark, Fossa Magna Museum, Kotakigawa Jade Gorge, Sustainable Development

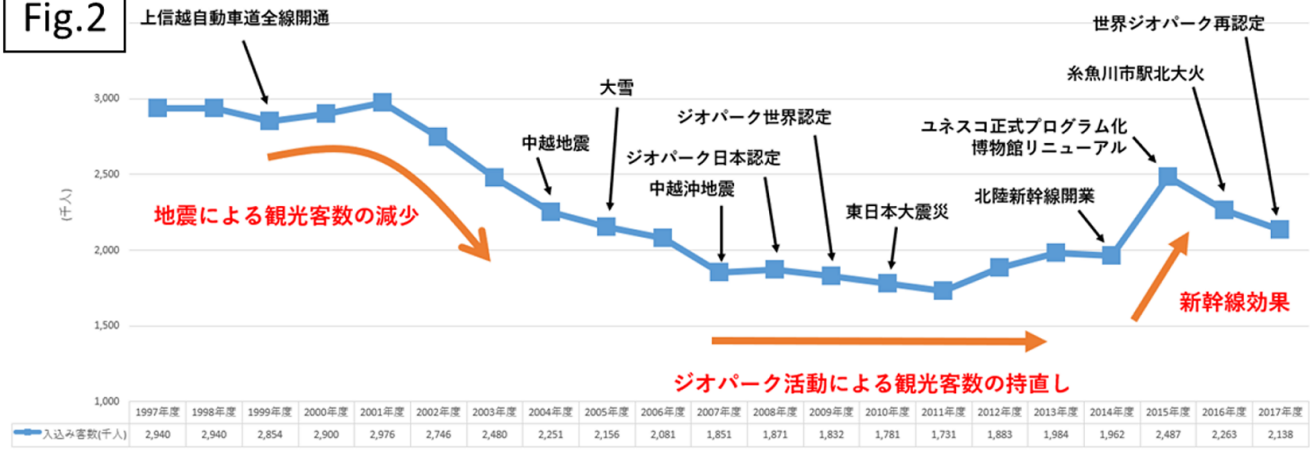
©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Fig.1



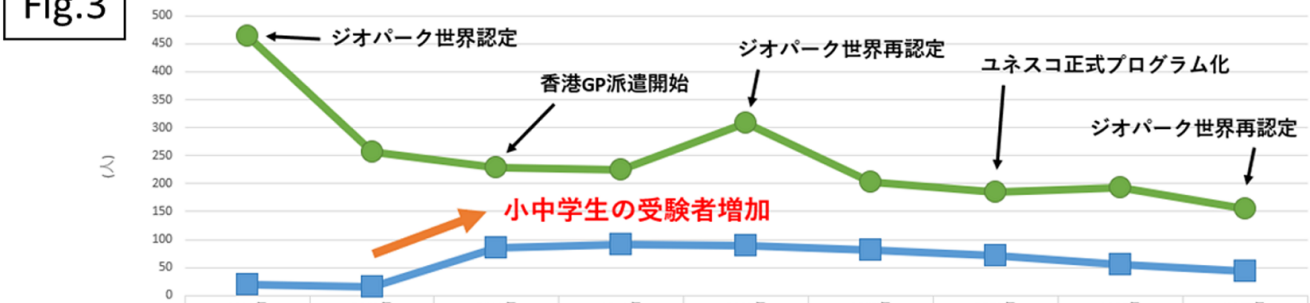
	1994年度	1995年度	1996年度	1997年度	1998年度	1999年度	2000年度	2001年度	2002年度	2003年度	2004年度	2005年度	2006年度	2007年度	2008年度	2009年度	2010年度	2011年度	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度
入館者数(人)	95,705	66,493	56,026	55,454	64,355	50,196	57,617	56,272	49,185	51,120	48,036	42,530	43,749	40,683	46,411	59,591	59,444	57,981	60,700	61,335	48,904	101,725	85,826	90,117

Fig.2



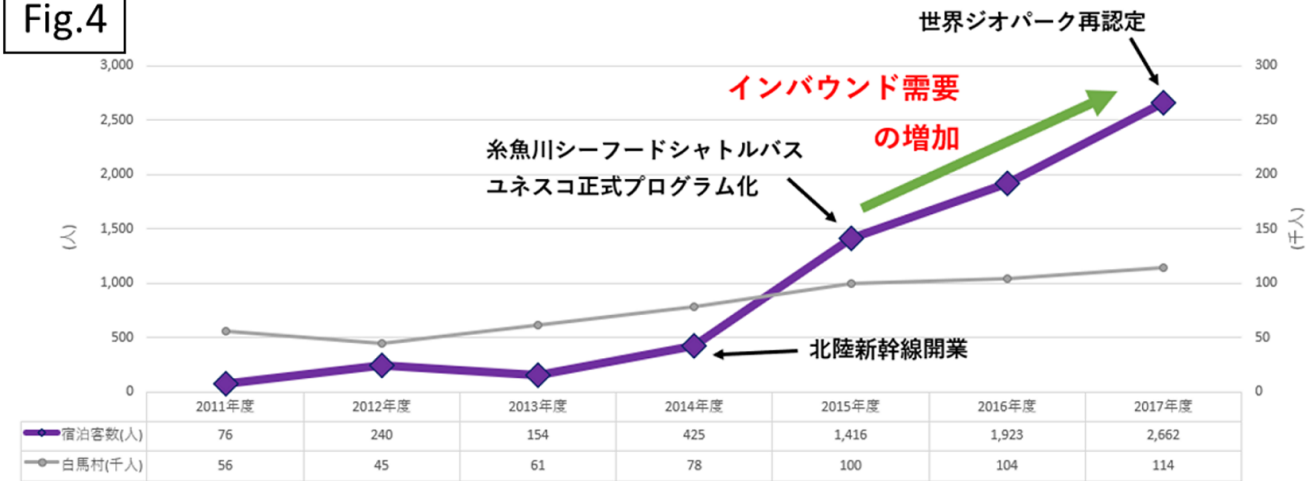
	1997年度	1998年度	1999年度	2000年度	2001年度	2002年度	2003年度	2004年度	2005年度	2006年度	2007年度	2008年度	2009年度	2010年度	2011年度	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度
入込み客数(千人)	2,940	2,940	2,854	2,900	2,976	2,746	2,480	2,251	2,156	2,081	1,851	1,871	1,832	1,781	1,731	1,883	1,984	1,962	2,487	2,263	2,138

Fig.3



	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年
合計受験者数(人)	464	257	229	225	308	202	184	193	155
小中学生受験者数(人)	20	16	86	92	90	81	72	55	43

Fig.4



	2011年度	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度
宿泊客数(人)	76	240	154	425	1,416	1,923	2,662
白馬村(千人)	56	45	61	78	100	104	114

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ジオサイトにおける地形表現の活用 ～茨城県北ジオパーク構想での事例～

Application of terrain representation in Geosite - Case study in North Ibaraki Geopark Project -

*石川 剛[1]、鈴木 敬子[1]、小荒井 衛[2]、今泉 利架[3]、武田 直樹[4]
*Go Ishikawa[1], Keiko SUZUKI[1], Mamoru Koarai[2], Rika Imaizumi[3], Naoki Takeda[4]

1. 株式会社 東京地図研究社、2. 茨城大学理学部、3. 朝日航洋 株式会社、4. 茨城大学ジオパーク推進室
1. Tokyo Map Research Inc., 2. College of Science, Ibaraki University, 3. Aero Asahi Corp., 4. Association for Promotion of North Ibaraki Geopark Project

ジオパークでは，見どころとなる「ジオサイト」における地質学および地形学的な価値を適確に表現し，広く周知できるかが重要になってくる．各地のジオパークではそれぞれで工夫を凝らしたチラシ等を用意しているが，地形表現に特化したマップを採用している例は少ない．

日本ジオパーク再認定に向けて活動中の「茨城県北ジオパーク（構想）」でもジオサイトのパンフレットを製作していたが，イラスト風の地図を用いており，親しみやすさはあるものの現地での場景と対比にはやや難があった．今回，デザインをリニューアルした冊子を新たに企画するにあたり，マップに5mDEM（基盤地図情報）をベースにした**新・多重光源陰影段彩図（凸凹地図Prm.）**を採用することとした．これによりリアリティのある表現となり，海成・河成段丘や断層などの地形的特徴も読み取りやすくなった．また陰影に地質図を重畳させることで，これにより地質構造の読み取りも可能となった．

※本研究は，茨城大学地質情報活用プロジェクトによる協力と，科学研究費補助金（課題番号：16K01213）の補助を受けている

キーワード：多重光源陰影段彩図、茨城県北ジオパーク構想、地形表現
Keywords: Relief Map created with Multiple Light Source, North Ibaraki Geopark Project, terrain representation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ジオパーク秩父の34ジオサイトの評価とその活用
Evaluation and utilization of 34 geosites in Geopark Chichibu

*高木 秀雄[1]、廣瀬 智美[2]
*Hideo Takagi[1], Satomi Hirose[2]

1. 早稲田大学教育・総合科学学術院、2. 早稲田大学教育学部
1. Department of Earth Science, Faculty of Education and Integrated Arts and Sciences, Waseda University, 2. School of Education, Waseda University

地質の多様性に恵まれたジオパーク秩父のジオサイトを幅広い層の人々が楽しく安全に楽しむための方策を探るべく，ジオパーク秩父の推進協議会が新しく設定した34ジオサイト（34は札所の数, 井上・富田，2018）を含む計39サイトを調査し，Suzuki and Takagi (2017) により開発されたジオサイトの評価法を用いて，6つの主項目（教育的価値，科学的価値，観光価値，安全性とアクセス，保護・保全とサイトの持続可能性，情報の整備状況）からなる評価を実施した．その結果を2018年11月12日にジオパーク秩父推進協議会メンバーの前で発表，一部修正を加えた．今回の結果をもとに検討事項を洗い出すことで，今後のジオパーク秩父のマネジメントに役立てていただくことが目的である．

2019年に予定されている再認定審査に向け，ジオサイトの定義の変化に対応すべく，従来の34ジオサイトを見直し，(1) ジオサイトは基本的にポイントととらえる，(2) ただし，非常に近接した場所にあり，一連のストーリー性をもつ複数のポイントについては，一つのジオサイトとしてまとめる，(3) ジオポイントという名称は用いない，（井上・富田，2018）という考え方をもとに新ジオサイトが提案された．また，ジオサイトをより地質・地形に特化したサイトとする新たな定義のもと，眺望サイト，生態サイト，文化・歴史サイトなどは別に定められている．上記6主項目について各々３つずつの副項目の合計18項目を4段階評価で採点し，副項目の平均値を主項目の点数として，正六角形のレーダーチャートに示した．また，6主項目を色分けして合算した棒グラフで，ジオサイトごとの評価を示した．

その結果，24点満点の中で，特に優れているジオサイトを20点以上とした場合，7.橋立堂の石灰岩体と橋立鍾乳洞，17.岩畳と秩父赤壁，18.虎岩，19.紅簾石片岩とポットホール，26.取方の大露頭，28.ようばけ，のほか，眺望サイトに移動した「美の山・絶景ポイント」が挙げられる．一方，15点未満の早急に対応が必要なジオサイトとしては10．安谷川マンガン採掘坑（新ジオサイト）が挙げられる．今回の39サイトの採点結果のうち，各主項目が平均3点以上（合計18点以上）の22か所は当面問題ないが，18点未満の17か所は今後改善されることにより，より良いジオツアーが展開できるであろう．発表では，新ジオサイトに対する改定案を提示するとともに，特に新しく追加されたジオサイトの課題について言及する．

文献： 井上素子・富田貴夫，2018，埼玉県立自然の博物館研究報告， No.12，41-48.
Suzuki, D. and Takagi, H., 2017, Geoheritage, 10, 123-135.

キーワード：ジオパーク秩父、ジオサイト 評価、ジオツーリズム
Keywords: Geopark Chichibu, evaluation of geosites, geotourism

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

さらなる飛躍を目指す箱根ジオパーク
Aiming for Further Development in Hakone Geopark

村山 一郎[1]、片野 忍[1]、*奥津 悠介[1]
Ichiro Murayama[1], Shinobu Katano[1], *Yusuke Okutsu[1]

1. 箱根ジオパーク推進協議会
1. Hakone Geopark Promotion Council

箱根ジオパークは、神奈川県西部の箱根町・小田原市・真鶴町・湯河原町・南足柄市の2市3町で活動を展開している。当初は、1市3町で活動しており、2011年に日本ジオパークに認定された。その後、隣接する南足柄市での箱根ジオパーク参画への機運が高まったことにより、2015年5月に南足柄市をはじめ南足柄ジオガイドの会などの関係団体が推進協議会へ入会した。これに伴い、プレートの衝突や若い深成岩体（矢倉岳）など大地の動きをよりダイナミックに捉え、古代の東西日本を結ぶ足柄道や金太郎伝説、また豊かな水資源を活用した産業など新たなジオストーリーが加わった。

そして、エリア拡大及び再認定を合わせた新規認定審査を行い、2016年9月に南足柄市を編入し、魅力を増した新たな箱根ジオパークが誕生した。行政や観光事業者、地域団体など95の協議会会員で連携して、ジオツアーの開催や教育活動、環境整備事業などに取り組んできた。

認定後もジオツアーの魅力向上やサイン・広報物の作成など地域の様々な団体が連携しながらジオパークの活動を推進しており、さらなるジオパーク活動の発展を目指している。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

住民科学による離島航路就航予報とその評価：伊豆大島を例に
Citizen Science Forecast and Evaluate Ship and Airplane Operation Success to a Remote Oceanic Island: a case study for Izu-oshima

中村 一弘[2]、橋本 樹里[1]、*臼井 里佳[1]、寺本 雄一郎[1]、西谷 香奈[3]
Kazuhiro Nakamura[2], Juri Hashimoto[1], *Rika Usui[1], Yuichiro Teramoto[1], Kana Nishitani[3]

1. 伊豆大島ジオパーク推進委員会、2. 元東京都立大島高等学校教諭、3. グローバルネイチャークラブ
1. Izu Oshima Geopark Promotion Committee, 2. Former Tokyo Metropolitan Oshima High School Teacher, 3. Corp. Global Sport Club

離島に住む人々にとって、毎日の天気の変化は生活に大きく関わる。荒天時には島外との交通機関である船や飛行機が欠航することもあり、外出予定もままならない。貨物船の欠航が続けば店先から生鮮食品が消え、新聞も配達されない。また、伊豆大島には旅客船の出帆港が二つあり、その日どちらの港を利用するかは天候・海況等によって当日の朝に決まる。当日の出帆港によって、港への送迎、路線バスの時刻表、港周辺店舗の営業／休業などに影響が現れる。

したがって、天気予報とそれに基づく航路就航予想は、離島に暮らす人々にとって極めて身近で重要な情報である。加えて、観光やビジネス目的で島を訪れる人々にとっても、旅行計画を立てる際に重要な情報源となるであろう。しかしながら、船舶や飛行機を運行する会社は、所々の理由から長期的な就航予報を公にしてはいない。

このような背景から、在島の気象予報士が、資格取得を契機に地域に役立つ気象情報の活用と自然を観察し情報提供することを目標に、伊豆大島と東京を結ぶ船と飛行機の航路就航予想を提供するサイト「伊豆大島気象と交通」を2004年に開設した。さらに、就航状況を記録し、就航予想の成績を評価し、その結果を併せて公開している。本発表では、伊豆大島ジオパークの活動と連携し、2004年から2018年までの就航予想とその的中率の評価を整理しながら、気象等条件と島および港の地理的条件による就航予想と出帆港予想について考察する。さらに、ジオツアーの推進と実施に適した季節について考察した結果を報告する。

サイトアドレス：http://www13.plala.or.jp/oosimakisyou/index.html

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南アルプスジオパーク　教育・普及活動のためのプログラムの開発
Minami-Alps Geopark Development of programs for education and spread activities

*小澤 恵理[1]、北原 孝浩[1]、唐澤 愛里[1]
*Eri Ozawa[1], Takahiro Kitahara[1], Airi Karasawa[1]

1. 南アルプス（中央構造線エリア）ジオパーク協議会
1. Minami-Alps MTL area Geopark Council

ジオパークをより深く知って楽しむには、実際に現地を見てガイド等の話を聞くことが有効だが、ジオパークを知らない人がいきなりジオツアー等に参加することはハードルが高いと考える。
そこで、南アルプスジオパークではジオパークを知ってもらうきっかけとして、楽しみながら気軽に参加できるプログラムを開発し、公民館での講座やイベント等で活用を行っている。また、小学生を対象にした教育ツアーの事前学習や雨の日用のプログラムとしての活用も検討している。
本発表では、新たに開発したプログラムと活用の様子を中心に紹介する。

キーワード：ジオパーク、教育
Keywords: Geopark, Education

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

立山黒部ジオパークの現状と課題　ー条件付き再認定を受けてー
Present situation and issues of the Tateyama Kurobe Geopark after Yellow card

*山岡 勇太[1]、竹内 章[1]、飯田 肇[2]、今井 喜義[1]、金子 一夫[1]、志村 幸光[1]、稲村 修[3]、王生 透[4]、今堀 喜一[1]、小谷 智志[1]
*Yuta Yamaoka[1], Akira Takeuchi[1], Hajime Iida[2], Kiyoshi Imai[1], Kazuo Kaneko[1], Yukimitsu Shimura[1], Osamu Inamura[3], Tohru Ikurumi[4], Kiichi Imahori[1], Satoshi Kotani[1]

1. 一般社団法人立山黒部ジオパーク協会、2. 富山県立山カルデラ砂防博物館、3. 魚津水族館、4. 黒部市教育委員会生涯学習課
1. Tateyama Kurobe Geopark Society, 2. Tateyama Caldera Sabo Museum, 3. Uozu Aquarium, 4. Lifelong Learning Division, The Board of Education, Kurobe City

立山黒部ジオパークは，富山県東部の9市町村と富山湾の一部から構成される日本ジオパークであり，標高3000 m級の立山連峰から水深1000 mの富山湾まで，高低差4000 mにも及ぶ空間的広がりをもつ．本ジオパークは，主に地域の研究者が呼びかけ，運営組織は立ち上げ時から地域の経済界が中心となり，行政がバックアップする形で進められた．こうした背景により，国内では唯一，民間組織（一般社団法人立山黒部ジオパーク協会）によって運営されているジオパークである．これまで本ジオパークは，自治体や大学，博物館等と連携しながら活動を展開してきた．現在では，地元の企業や民間団体が，ジオパークを取り入れた活動を行い始め，地域内でのジオパークが果たす役割は徐々に拡大しつつある．しかしながら，2018年の日本ジオパーク再認定審査の結果は，2年間の条件付き再認定となった．指摘された主な事項は（1）ジオパーク活動に対する関係者間の認識のばらつき，（2）保全に関する計画や取り組みが不明瞭な点，（3）主要な観光ルートでの可視化やジオパーク看板の数，（4）提供している解説内容の難しさである．これらの指摘に対して，日本ジオパーク委員会の助言を得ながら，課題解決に向け計画的に取り組んでいきたいと考える．今回は，立山黒部ジオパークのこれまでの取り組みと今後の課題について，再認定審査の結果を踏まえながら報告する．

キーワード：立山黒部ジオパーク、ジオパーク、保全、ツーリズム、教育
Keywords: Tateyama Kurobe Geopark, Geopark, Conservation, Tourism, Education

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

1 year survey conducted by Hakusan Tedorigawa Geopark regarding number of pamphlets taken from Roadside station Shirayamasan

*中野 加織里[1]、日比野 剛[1]、大西 龍一[1]
*Nakano Kaori[1], Tsuyoshi Hibino[1], Ryoichi Onishi[1]

1. 白山手取川ジオパーク推進協議会
1. Hakusan Tedorigawa Geopark Promotion Council

ジオパークの取り組みにおいてツーリズムは重要な活動の一つである。ツーリズムの基本は、まずその場所に多くの人が訪れることだと考えられる。また、人を呼び込むことのできるツールの一つとして、パンフレットが存在する。近年は電子端末による情報収集が主だっているが、紙媒体による周知の効果も未だに大きいと考えられる。

白山手取川ジオパーク推進協議会では、どのような大きさやデザインのものが最も持って行ってもらえるかを把握するため、２０１８年１月から、道の駅しらやまさんで設置している日本国内のジオパーク認定地域パンフレットの減少数を集計し始めた。今後新規のパンフレットを作成するにあたり、これらの情報が整理できれば、より多くの人が手に取りたくなるパンフレットを作成し、魅力発信を有効にすることができるはずである。

道の駅しらやまさんは国道１５７号線沿いの、平野部と白山麓地域をつなぐ地点に位置する。道の駅は石川県から白山麓を通過し、福井県や岐阜県へ抜けるルートの玄関口であり、電車やバスといった公共交通機関が接続されていない。また、近年の道の駅によくあるような飲食店やお土産販売なども行われていない。そのため利用者の大多数が、車や自転車といった車両移動の後、小休憩目的で立ち寄っていると考えられる。しかし、パンフレットを手にする人の年齢、性別、職業および社会的身分などの属性や、持ち帰る動機などの情報は得られていない。

集計の結果、毎月の減少数とデザインやラックの配置場所との関連性をはっきりとは認められなかったが、道の駅しらやまさんにおけるパンフレットの持ち帰りに影響が強いのは季節であるという傾向がみえた。一般的に仕事が休みとなりやすいGWや夏季休暇、比較的多くの人が出かけると考えられる紅葉シーズンの減少数が多くなっている。本発表では、開始から１年以上経過した現時点の集計で見えてきたことを報告する。

キーワード：パンフレット、ツーリズム、白山手取川ジオパーク、道の駅、普及・啓発
Keywords: pamphlet, tourism, Hakusan Tedorigawa Geopark, roadside station, public awareness

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Promotion of the earth science utilizing the Geopark “Making the stone specimen in Hakusan Tedorigawa Japanese Geopark”

*鬼頭 雄也[1]、平井 佐利[1]、玉村 清文[1]、日比野 剛[2]、中野 加織里[2]、森下 知晃[3]、平松 良浩[3]、浜田 麻希[3]

*Yuya Kitoh[1], Satoshi Hirai[1], Kiyofumi Tamamura[1], Tsuyoshi Hibino[2], Kaori Nakano[2], Tomoaki Morishita[3], Yoshihiro Hiramatsu[3], Maki Hamada[3]

1.（一社）石川県地質調査業協会、2. 白山手取川ジオパーク推進協議会、3. 金沢大学

1. Ishikawa Geological Survey Association, 2. Hakusan Tedorigawa Geopark Promotion Council, 3. Kanazawa University

近年，少子高齢化や理科離れなどにより，自然科学分野の担い手減少が進展している．一方，異常気象やそれに伴い発生する自然災害は近年多発する傾向にあり，自然科学分野へ進む研究者や技術者の育成だけでなく，国民ひとりひとりの自然環境に対する理解度の向上が，今後必要性を増すといえる．

（一社）石川県地質調査業協会，白山手取川ジオパーク推進協議会，金沢大学は2017年度より，小学生とその保護者を対象としたイベント「石の標本作りin白山手取川ジオパーク」を開催している．このイベントはジオパークというフィールドを活用し，次世代を担う子供達に対して，身近な自然に触れることから地球環境への理解を促し，自然科学への興味につなげてもらえるような活動を目指している．また，近年敬遠されがちである現地で直接自然を観察し考える活動を通して，子供達のフィールド活動への関心を高めたいと思っている．

2018年度は10月20日の土曜日に，抽選で選ばれた小学校4年生以上の児童とその保護者35組が参加して開催された．子供達は石の種類やその成り立ち，見分け方などを教わった後，学生や留学生などとともにハンマー，ルーペ，薬液なども体験しながら，石の標本づくりを行った．イベント終了後に参加児童が記入したアンケートの集計結果より，子供達の石や自然に対する好奇心の強さを知ることができたほか，石の判別の難しさと楽しさを味わってもらえたことなど，子供達の率直な意見を知ることができた。また，活動内容や説明の理解度・難易度などを検証し，今後の活動に反映させたいと考えている．私達はこのイベントを継続的に開催していくのは勿論のこと，子供達の好奇心をくすぐるような新たな試みも行っていきたいと考えている．

キーワード：担い手、ジオパーク、教育、自然災害、フィールド、アンケート
Keywords: New leaders, Geopark, Education, Natural disaster, Field study, Questionnaire

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

恐竜渓谷ふくい勝山ジオパークで受け入れた香港からの教育旅行：課題と展望

School Trip from Hong Kong to Dinosaur Valley Fukui Katsuyama Geopark : Challenges and Prospects

*町 澄秋[1]
*Sumiaki Machi[1]

1. 恐竜渓谷ふくい勝山ジオパーク推進協議会
1. Dinosaur Valley Fukui Katsuyama Geopark Promotion Council

Dinosaur Valley Fukui Katsuyama Geopark is located at mountainous region, Fukui Prefecture, Japan. As you can understand from the name of geopark, the region is famous for dinosaur fossils excavation. 5 named dinosaurs have been discovered from Tetori group (early Cretaceous) so far (Azuma & Currie, 2000; Kobayashi & Azuma, 2003; Azuma & Shibata, 2010; Shibata & Azuma, 2015; Azuma et al., 2016). And there are various beautiful landscapes, formed by old volcanic activities and river flows (Kuzuryu rive and its branches).
Fukui Prefectural Dinosaur Museum is very famous in Japan and probably there are many visitors for school trip every year. However, most of them visit there and leave Katsuyama. This has been an old problem of Katsuyama city since the museum was established. We accepted school trip from Hong Kong Chinese Women's Club Fung Yiu King Middle School. We report challenges and prospects about accepting the students trip and guiding them.

キーワード：恐竜渓谷ふくい勝山ジオパーク、教育旅行、香港ユネスコ世界ジオパーク
Keywords: Dinosauar Valley Fukui Katsuyama Geopark, school trip, Hong Kong UNESCO Global Geopark

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

熊野古道大辺路刈り開き隊の活動概要
Outline of the activities of the Kumano Kodo Ohechi Rangers

*神保 圭志[1]
*Keishi Jimbo[1]

1. 南紀熊野ジオパーク ・ガイドの会
1. Nanki Kumano Geopark Guide Club

熊野古道大辺路刈り開き隊の活動概要

これまでの活動

熊野信仰の中心地である熊野三山への参詣道（熊野古道）のうち、海岸回りで平地が少ない大辺路は近代になって古道の道筋に重なるかたちで鉄道や自動車道の敷設がすすみ、使われなくなった古道は、その道筋も不明になることが多かった。こうした中、失われた古道の探索活動を行なっていた有志が熊野古道大辺路刈り開き隊を2004年に結成。古老からの聞き取りや明治初期の古地図に残されたルートの探索などから海岸段丘を上下する古道を発見することができた。海岸段丘には住宅が建てられ、イモや麦をつくっていた耕作地は放棄され、古道は倒木や土砂に埋もれ、シダが茂って存在すら忘れられていた。こうして大辺路刈り開き隊の地道な活動によって、田辺市から那智勝浦町に至る約120kmに至る大辺路の道筋がほぼ明らかになり、古道、町道、県道、国道を繋いで歩くことができるようになった。こうした活動が実を結び、世界遺産「紀伊山地の霊場と参詣道」への大辺路の登録区間は当初登録の10kmに新たに4kmが2017年に追加された。大辺路の調査活動が一段落した2014年ごろから、かつて大辺路と並ぶ主要街道であった上富田町から串本町古座に至る古座街道80kmを調査し、ルートすべてを歩けるように整備した。大辺路と古座街道沿道には南紀熊野ジオパークの主要ジオサイトが点在し、また吉野熊野国立公園や県立自然公園エリアでもあり、大辺路刈り開き隊隊員の多くがジオパークガイド養成講座を終了、自然公園指導員にも登録するなどして、ガイドや自然保護活動を行なっている。また、大辺路沿線の熊野灘の古式捕鯨遺産が「日本遺産-鯨とともに生きる」に認定されたことから、隊員の多くが日本遺産のガイド講習も受講し、このガイド活動も合わせて行っている。

地域への効果、反響

中世以来、上皇の熊野詣ルートであった中辺路などと比べ、知名度、通行量で劣る大辺路であったが、隊員の手によるイラストマップの作成、道標設置、観光協会や旅行会社と協力したガイドウォーク実施、地域の高校の世界遺産学習の一環として生徒との道普請活動実施などを積極的に行い、普及啓発活動につとめている。とくに古座街道は古道としての目新しさが注目を集め、従来の古道歩きを経験した層にアピールして、旅行会社の主催ウォークで、３年間にのべ1500人以上の集客があった。

反省点、改善点

近年インバウンドの外国人客で賑わう中辺路などと比べ、大辺路への外国人の出足はあまり多くない。原因のひとつとして、英文など外国語のマップや道標などの情報発信力に劣る点があげられる。大辺路は海浜風景に優れ、ジオパーク、世界遺産、自然公園、日本遺産などの資源に恵まれており、こうした資産の有効活用を図っていく必要がある。

今後の課題

大辺路や古座街道の古道は、古道のほとんどが植林地内をたどる中辺路とは異なり、暖地性のシイ、カシ類

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

主体の紀伊半島ならではの照葉樹林に覆われた古道ウォークを楽しむことができる。自然豊かな天然林は人工林より自然災害に強いと思われがちだが、昭和30年代に始まった化石燃料へのエネルギー革命によって天然林に人が入ることがなくなり、林内は荒廃がすすみ、台風通過後の天然林沿いの古道は倒木に覆われることになる。さらにイノシシの給餌行動により古道はいたるところ掘削され、荒れてしまい、いくら整備しても、その都度掘り返され、いたちごっこが続く。山林の荒廃は豪雨に弱く、急な出水で谷に架けた丸木橋もしばしば流され、復旧や架け替えが必要になる。また、石畳を敷き詰めた古道は、山腹からの出水によって敷石が流出したり、土砂や木の枝などが流入し荒廃する。石畳道には古来から「あらいごし」という排水路が設けられているが、埋もれて用をなさない場合が多い。古道が現役だった時代は住民総出の道普請が当たり前であったが、車道が整備されるに伴い、それも行われなくなってしまった。大辺路刈り開き隊は世界遺産登録に伴い、古道の定期的にパトロールを行なっており、必要な道普請や道標整備を行なっているが、今後、古道の魅力を伝え、より快適な古道ウォークを提供していくために、一層の保全活動と隊員確保につとめていく必要があると感じている。

キーワード：ジオパーク、熊野古道、保全
Keywords: Geopark, Kumanokodo, maintenance

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ジオ多様性が生み出す、自然遊びの多様性
Diversity of Nature Activities Related Geodiversity

前田 敦司[2]、環境省 近畿地方環境事務所、*郡山 鈴夏[1]、松原 典孝[3]
maeda atsushi[2], Ministry of the Environment Kinki Regional Environment Office, *Suzuka Koriyama[1], Noritaka Matsubara[3]

1. 山陰海岸ジオパーク推進協議会、2. SGAR、3. 兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科
1. Sanin Kaigan Geopark Promotion Council, 2. SGAR, 3. Graduate School of Regional Resource Management, University of Hyogo

山陰海岸ジオパークは山陰海岸国立公園のエリアを中心とした京都府北西部から兵庫県北部、鳥取県北東部に位置する広大な面積を持つユネスコ世界ジオパークである。メインテーマは「日本海形成に伴う多様な地形・地質・風土と人々の暮らし」。

現在、山陰海岸国立公園および山陰海岸ジオパークエリア内には多様なアウトドアアクティビティを行う事業者が存在している。シーカヤック、シュノーケル、ダイビングなど海の活動、山間サイクリング、ツリーイングなど山の活動、スキー、スノーシューなど雪を使った活動、砂丘地を使ったサンドボードや岩場を使ったラバートレッキングなど様々なアクティビティが３府県内20を超える事業者によって営業されている。

それぞれのアクティビティにはそれぞれ適した地形要因が存在し、多様なアクティビティが存在する背景には多様な地形地質の存在が必要不可欠である。本発表では山陰海岸ジオパークで行われている多様なアクティビティとそれらを生み出した山陰海岸の多様な地形地質についてつながりを持って説明する。

また、エリア内のアクティビティ事業者は「山陰海岸ジオパークアクティビティ連絡会（SGAR）」を立ち上げ、合同で関西圏でのプロモーションや共通パンフレットの作成などを行っている。環境省・ジオパーク協議会・アクティビティ事業者の連携によって生まれた新たな活動についても合わせて報告をおこなう。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

住民による地域の科学的重要性の理解～山陰海岸ジオパークの例～
Understanding of regional scientific importance by local Residents –In case of San’ in Kaigan UNESCO Global Geopark

*松原 典孝[1]
*Noritaka Matsubara[1]

1. 兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科
1. Graduate School of Regional Resource Management, University of Hyogo

ジオパークでは，地球活動を理解し，多様な地球活動によって生じた地域の多様性を守り，地球との相互作用によって成長している地域そのものを持続することが求められる．多様な地域を持続させるためには，地域そのものの重要な構成要素である住民がそれぞれの地域で積極的に活動することが重要である．しかし，地球活動はその活動の時間スケールが長いこともあり認識することは難しく，地域の特性も多くの場合生活の一部として溶け込んでいるためにその特性や重要性に住民が気づくことは少ない．そのため，住民のジオパークへの積極参加は簡単ではない．

山陰海岸ユネスコ世界ジオパークでは，住民の積極参加と地域の地球科学的特性や重要性の理解を促進させるために，住民と対話しながらジオパーク活動を推進している．本講演では，住民とのコミュニケーションを重視したジオパーク活動とその成果について論ずる．

キーワード：ジオパーク、ジオ・コミュニケーション、地球現象
Keywords: geopark, geo-communication, earth's phenomenon

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

いくつかのジオパークにおける大名の墓に使用されている石材 ー山陰海岸、島根半島・宍道湖中海、萩ジオパークー Stones forming tombs of feudal lords during Edo period in some geoparks located along the coast of the Sea of Japan

*先山 徹[1]
*Tohru Sakiyama[1]

1. 兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科
1. Graduate School of Regional Resource Management, University of Hyogo

歴史的な石造物の中で製作年の明らかな石材について、その産地を同定することは過去の流通経路や経済圏などの変遷を知る手掛かりとなる。その中で大名の墓所には多数の墓石が存在し、それぞれに年号が入れられているため、年代ごとの使用石材の変遷が分かる。また、その大名家ごとに似たコンセプトで造られ、それによって石材の種類にもある程度まとまりが見られる傾向がある。中国地方の日本海沿岸にあたる山陰海岸ジオパーク、島根半島・宍道湖中海ジオパーク、萩ジオパークは、それぞれに大名の墓所を有し、当時の流通などを考えるときに重要な位置づけとなる。そこで、これらについてその産地推定のための調査を行った。

なお、石造物の石材を同定するためには非破壊での検討が必要となるため、帯磁率の測定と岩相の記載によって産地の推定を行った。

山陰海岸ジオパークでは、鳥取藩主池田家の墓所があり、初代光仲（1693年没）から11代慶栄（1850年没）までの藩主が祀られている。これらの墓は亀の形をした台の上に板状の碑が建てられている。これらの多くはカリ長石が白色の中粒黒雲母花崗岩からなる。帯磁率は0.1×10^{-3}SI以下の低帯磁率を有する。鳥取県教育委員会によると、これらの多くは鳥取市南部の用瀬地域の花崗岩石材とされている。用瀬花崗岩は山陰帯には希なチタン鉄鉱系花崗岩であり（Ishihara, 1984；先山, 1986・2005）、岩相もよく似ている。このことから多くの石材は用瀬花崗岩起源と考えられるが、一部亀の部分は帯磁率が２～３$\times10^{-3}$SI程度の花崗岩が存在する。これらはカリ長石が桃色を呈し、六甲花崗岩と類似する。これらの時代的変遷は不明瞭であった。

島根半島・宍道湖中海ジオパークでは、松江市の月照寺に松江藩主の初代松平直政（1666年没）から９代斉貴（1863年没）までの墓が存在する。これらのうち初代から４代透（1705年没）の墓石は全て0.1×10^{-3}SI程度の低帯磁率を有する粗粒黒雲母花崗岩である。これらと同様の岩石は松江周辺の山陽帯では見出されず、むしろ山陽帯の花崗岩に類似する。カリ長石が白色を呈する点も含めて考えると小豆島や北木島などの瀬戸内島嶼部の可能性が高い。それに対して５代目の宣維（1731年没）以降9代目斉貴までは全て同様の見かけの角閃石黒雲母花崗閃緑岩で苦鉄質包有岩を多く含む。帯磁率は17～21$\times10^{-3}$SI程度で山陰帯の花崗閃緑岩に相当する。山地を特定するには至らなかったが、4代目と5代目の境界である18世紀初頭に石材産地が山陽帯から地元である山陰帯に変化したと考えられる。

萩ジオパーク東部の須佐では、益田氏の20代元祥（1640年没）から33代親施（1864年）までの墓が存在する。益田氏は萩へ移動する前は益田市を拠点としていたため、これ以前の墓は益田市にある。益田市にある益田氏の墓は11代兼見（1392年没）から19代藤兼（1597年没）までのものがあり、これまでの調査でそれらの大部分は六甲山の花崗岩であることが知られている（市村編，2013）。その後に続く須佐の墓は、年代によって石材がばらつき、21・22・27・28代は主体が六甲花崗岩であるのに対し、20・29・30・31・32・33代は帯磁率が低い黒雲母花崗岩である。萩市の場合、萩城近くの指月山に採石場の跡が残されており、これらは帯磁率が低い山陽帯の花崗岩である。萩城の石垣を構成する岩石の大部分がこの産地からのものであり、毛利家墓所の岩石の大部分も指月山の花崗岩である。これらのことから、当初は六甲山の花崗岩の利用が多かったが、次第に地元の岩石の利用へ移り変わっていったことを示している。

山陰海岸、島根半島・宍道湖中海、萩の各ジオパークを見る限り、全体的な傾向として瀬戸内地域の花崗岩の利用から地元の花崗岩の利用へと移り変わる傾向が見られた。それは山陰地域における加工技術の進歩に依

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

存するものなのかもしれない。

キーワード：花崗岩、ジオパーク、石造物、帯磁率
Keywords: granite, geopark, stone material, magnetic susceptibility

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

大地を魅せるサイエンスデザイン
Science Design to make the earth attractive

*笹岡 美穂[1]、Mine秋吉台 ジオパーク[2]
*Miho Sasaoka[1], Mine-Akiyoshidai Geopark[2]

1. 高知大学／株式会社SASAMI-GEO-SCIENCE、2. Mine秋吉台ジオパーク
1. Kochi University / SASAMI-GEO-SCIENCE, Inc., 2. Mine-Akiyoshidai Karst Plateau Geopark

ジオパークは地球科学という科学の枠組みを超えて，大地と人々の暮らしとその地域の生業を関連づけ，過去から未来を示していく活動が期待されていると私は考えています．そのためには，多様な人々に対して多様な入り口を設けることが必要になってきます．

この発表では，サイエンスデザインの視点から，これまで私が一般に対して行ってきた全く新しい取り組みを紹介しながら，ジオパークのこれからの活動について一緒に考える機会を持ちたいと考えています．

キーワード：サイエンスデザイン、多様な視点
Keywords: science design, diverse perspectives

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Mine秋吉台ジオパークの「地球に寄り添い、人と支え合う」活動
‘Be one with the earth; help each other’ : the Geopark activities of Mine-Akiyoshidai Karst Plateau Geopark

*小原 北士[1]、村谷 智子[1]、Tristan Gray[1]、柚洞 一央[2]、脇田 浩二[3]
*Hokuto Obara[1], Tomoko Muratani[1], Tristan Gray[1], Kazuhiro Yuhora[2], Koji Wakita[3]

1. Mine秋吉台ジオパーク推進協議会、2. 公立鳥取環境大学、3. 山口大学
1. Mine-Akiyoshidai Karst Plateau Geopark Promotion Council, 2. Tottori University of Environmental Studies, 3. Yamaguchi University

Mine秋吉台ジオパークでは、ジオパーク活動は全て「地球に寄り添い、人と支え合う」というコンセプトのもとで行われる。これは、大自然が作り出した地球科学遺産を保全し、活用することで、人々の心の中に平和が生じるという、持続可能な開発目標（SDGs）の実現に向けた取組である。本発表では、このコンセプトが具体的に何を意味しているかを説明する。また、ユネスコ世界ジオパーク認定を目指しているMine秋吉台ジオパークが既に実施した活動とその効果、そしてこれからの活動を紹介する。

キーワード：Mine秋吉台ジオパーク、日本ジオパーク、ジオパーク活動、持続可能な開発目標
Keywords: Mine-Akiyoshidai Karst Plateau Geopark, Japanese Geoparks, geopark activity, Sustainable Development Goals

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

四国西予ジオパーク須崎海岸の見どころー黒瀬川構造帯4億年前の地層ー
Highlights of Suzaki Coast, Shikoku Seiyo Geopark - Kurosegawa Tectonic Zone, geologic strata of 400 million years ago -

*中村 千怜[1]、辻 智大[2]、- 四国西予ジオパーク推進協議会[3]
*Chisato Nakamura[1], Tomohiro Tsuji[2], Shikoku Seiyo Geopark Promotion Council -[3]

1.（株）ナイバ、2.（株）四国総合研究所、3. 西予市
1. NAIBA Co. Ltd., 2. Shikoku Research Institute INC., 3. Seiyo City

黒瀬川構造帯は主に大陸地殻を構成する岩石（花崗岩・変成岩）や大陸周辺の浅い海で堆積した地層（凝灰岩・石灰岩など）からなる．赤道近くにあった超大陸パンゲアが分裂した破片がプレートにのって大陸に衝突したものと考えられている．愛媛県の南西，西予市三瓶町にある須崎海岸は四国西予ジオパークのジオサイトである．ここでは，黒瀬川構造帯に属する4億年前の酸性凝灰岩の地層を，国内で唯一，遊歩道沿いに300mにも渡って観察でき，縦じまの地層によるダイナミックな景観を体感することができる．加えて，凝灰角礫岩や貫入岩が凝灰岩中に見られ，様々なイベントがあったことを示唆する．本発表では，これらの地層の見どころを紹介し，どのように地層が形成されたかを解説する．

【酸性凝灰岩】凝灰岩層は火山灰が固まってできた岩石であり，泥質部と砂質部の互層をなしている．級化や荷重痕といった混濁流堆積物（タービダイト）に見られる構造が見られる．槇坂・加藤（1983）で凝灰岩は北東側ほど上位層であると推定され、今回薄片においても級下を確認し，追認することができた．細粒な凝灰岩中に粗粒な火山灰由来の長石などの粒子が観察された．これらのことから，火山活動が活発な大陸もしくは成熟した島弧の近海で凝灰岩は形成されたと推定される．凝灰岩が300mも堆積したということは，長期にわたる火成活動が安定してあったことを意味する．また，保存状態の良い放散虫化石が認められる層準もあるため，放散虫化石の年代から火成活動の時期の特定が期待される．

【凝灰角礫岩】浅海に生息するサンゴの化石を含む凝灰角礫岩が不整合で凝灰岩を覆う．凝灰角礫岩層は淘汰が悪く，塊状無層理で，基底部に上方粗粒化が見られる．このことから，凝灰角礫岩層は山体崩壊あるいは海底地すべりで形成された崩壊堆積物であり，それらがより深海底に流れ込んだものであると推定される．

【貫入岩】遊歩道の西部にて，いくつかの貫入岩が見られた．貫入岩は凝灰岩層の層状構造を切り，塊状で板状節理が発達している．また，細粒で均質な組織を示す．貫入岩の存在は，酸性凝灰岩堆積場において火成活動があったことを意味するため，今後の詳細な検討が望まれる．

このように，須崎海岸では大陸ないし島弧周辺の海域で凝灰岩が堆積した様子を見ることができる大変珍しい場所である．須崎海岸は日本列島の生い立ちを解明するために学術的に重要な地質であるとともに，一般の方にも魅力を感じていただけるジオサイトでもある．発表では，その他にも須崎海岸で見られる様々な地球科学的な見どころを紹介する．

【引用文献】槇坂・加藤（1983）愛媛県三瓶町より中期古生代サンゴ化石の発見．地質学雑誌，89，723-726.

キーワード：四国西予ジオパーク、黒瀬川構造帯、酸性凝灰岩、貫入岩、崩壊堆積物、放散虫化石
Keywords: Shikoku Seiyo Geopark, Kurosegawa tectonic zone, acidic tuff, intrusive rock, debris flow deposit, radiolarian fossil

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

平成29年再認定審査および平成30年7月豪雨を受けての四国西予ジオパークにおける取り組み
The Efforts of the Shikoku Seiyo Geopark after the revalidation from JGN council and the 2018 Japan Floods.

*榊山 匠[1]、土居 文人[1]、宇都宮 弘志郎[1]、高橋 司[1]
*Takumi Sakakiyama[1], Fumito Doi[1], Koshiro Utsunomiya[1], Tsukasa Takahashi[1]

1. 四国西予ジオパーク推進協議会
1. Shikoku Seiyo Geopark Promotion Council

四国西予ジオパークでは、一昨年前に日本ジオパーク委員会による再認定審査を受け、平成29年12月22日に再認定された。再認定後も積極的なジオパーク活動を行っていたが、平成30年7月豪雨に見舞われ、西予市でも多数の斜面崩壊や家屋の浸水被害が生じ、6名の死者を出した。四国西予ジオパーク内においても23ヶ所あるジオサイトのうち5カ所が被害を受け、2ヶ所は現在でも一般の観光客の立ち入りを制限する状態が続いている。

このような事態を受けて、四国西予ジオパーク推進協議会ではより多くの人たちに、自分たちが住む土地の成り立ちへの一層の関心を向けるべく、「せいよ自然と暮らしのカレッジ」と題した講座を開催した。そこでは、郷土史や地形の成り立ちに詳しい講師とともにフィールドワークを行ったり、ガイドの養成やジオパークの活用方法について学ぶ講座を実施してきた。とりわけフィールドワークにおいて、参加者は普段から慣れ親しんだ地域の景色を見ながら土地の成り立ちの解説を受けることで、これまでと異なる「気付き」を得ることができた。また学校教育との連携においては、被災したジオサイトの学校見学を受け入れ、一年を通じたジオパーク学習を実施した学校で題材の一つとして取り扱った。

また指摘事項に対する取り組みとして、平成30年度の活動において一般観光客にも興味を持ってもらえるようなストーリーを模索している。協議会内の各部会やジオガイドネットワークの定例会においてキーワードを共有するとともに、カレッジにおける参加者とも検討を重ねている。さらに四国西予ジオパークガイドブックの作成や、市内の事業所と連携したジオパーク応援店の設置、新たな特産品のジオブランド化など、産業や商業との連携も実を結びつつある。一方で、行政としての災害対応とジオパーク推進室としての業務遂行の両立が困難であるという課題にも直面した。今後はこうした課題をJGNで共有していくこととともに、新たに製作した防災教材を活用して、自分たちが住んでいる地域の成り立ちに関心を向ける活動を充実させていく予定である。

キーワード：ジオパーク、西予市、再認定、平成30年7月豪雨
Keywords: Geopark, Seiyo City, revalidation, 2018 Japan floods

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

”四国のまんなか”で地球と人々の歴史文化のつながりを楽しむ方法
Method of enjoying relationships with the earth and culture in "the central Shikoku island".

*殿谷 梓[1,2]、中尾 佳那[1,2]、石井 和美[2]、阿佐 拓馬[3]、佐川 颯一朗[3]、西成 賢志[3]、山本 伊織[3]、平尾 尚史[3]、中川 敬司[3]
*Azusa Tonotani[1,2], Kana Nakao[1,2], Kazuyoshi Ishii[2], Takuma Asa[3], Soichiro Sagawa[3], Kenshi Nishinari[3], Iori Yamamoto[3], Hisashi Hirao[3], Keiji Nakagawa[3]

1. 三好市役所地方創生推進課、2. みよしジオガイドの会、3. 徳島県立池田高校
1. Miyoshi city office, 2. Geoguides of Miyoshi city, 3. Tokushima prefectural Ikeda high school

四国のまんなかと称される徳島県三好市は,ソラと呼ばれる四国山地・讃岐山脈からなる山間部のエリアと,マチと呼ばれる平野部のエリアから構成されている.ソラでは地すべりによって形成された緩やかな山の斜面に集落が点在しており,その地形の上で暮らすための数多くの工夫を農業・建築・風習の中で見つけることができる.一方でマチでは,吉野川によって築かれた河成段丘や中央構造線の活動によって形成された大地の上に人が住み,そこでは吉野川を活用した水運業や刻みたばこ産業が栄えた.

このように大地の活動と人々の文化の関係性を深く見ることのできる三好市は,現在日本ジオパーク認定を目指す活動を推進している.

三好市を訪れた人々や地域住民に,地球と人々の歴史文化のつながりを楽しんでもらうための取り組みの一つとして,ジオツアーを行っている.今回の発表では,１）研究者が行うジオツアー,２）専門員が行うジオツアー,３）ジオガイドが行うジオツアー,４）高校生が行うジオツアーの４つを紹介する.

キーワード：ジオツアー、中央構造線
Keywords: Geotour, Median Techtonic Line

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Bridge of scientific research to school education in a geopark, using a research fund of Muroto UNESCO Geopark

*植木 岳雪[1]
*Takeyuki Ueki[1]

1. 千葉科学大学危機管理学部
1. Faculty of Risk and Crisis Management, Chiba Institute of Science

ジオパークにおける活動は，保護・保全，教育，ジオツーリズムの3要素からなり，それらの順番に重なる．ジオパークにおける調査・研究は，保護・保全の活動に関係し，既存のジオサイトの価値づけや，価値のあるジオサイトの発掘のためにあると思われる．一方，調査・研究と教育を関係させ，学校教育や生涯学習の一環として地域の住民に成果を還元することも考えられる．そのような例として，成果報告会のような成人を対象とした講演会やセミナーが行われているが，学校と連携した活動はないようである．室戸ユネスコジオパークの研究助成によって，河成段丘の記載と編年を目的として，段丘上の小・中学校の敷地でボーリング掘削調査を行った．その際に，小・中学生はボーリング掘削の作業の様子を見学し，学校周辺を歩きながら地形地質を観察した．また，室内でボーリングコアを半割りして，コアを観察し，環境の変化を推定した．本発表では，このような研究と学校教育との橋渡しの実践を紹介する．

キーワード：橋渡し、研究、学校教育、研究助成、ボーリング掘削
Keywords: bridge, scientific research, school education, research fund, drilling survey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

New basic philosophy of Unzen Volcanic Area UNESCO Global Geopark made in union with local residents and government officers.

*森本 拓[1]、大野 希一[1]
*Taku MORIMOTO[1], Marekazu OHNO[1]

1. 島原半島ジオパーク協議会事務局
1. Unzen Volcanic Area Geopark Promotion Office

1.島原半島ジオパークの基本理念の改定に関わる背景

ジオパークの基本理念は、地域の未来に対する将来像を住民、行政、研究者等の多様なステークホルダー内で共有し、その将来像に対する認識をステークホルダー間で統一する上で必要不可欠なものである。またジオパークは地域の持続可能な発展を通じて地域資源を保護・保全することとした活動であるゆえ、その基本理念は地域住民にとってわかりやすく、賛同できるようなものであるべきである。

当時の島原半島ジオパーク推進連絡協議会は、2010年にジオパーク関係者の主導のもとで基本理念を策定した。しかし、ジオパークプログラムが2015年にユネスコの正式事業となって以降、ジオパークプログラムがユネスコの理念の実現に貢献する必要性が出てきた。そのため既存の基本理念は、現況のユネスコ世界ジオパークの理念とズレが生じてきた。

そこで、島原半島ジオパーク協議会は、2018年11月に地域住民や行政関係者等を通じて、ユネスコ世界ジオパークの理念の達成に貢献する島原半島ユネスコ世界ジオパークの新基本理念を策定した。今回は、どのようにこの新基本理念を作成し、それをどのように公表してきたかというプロセスを発表する。

2.新基本理念を考えるための方法とワークショップの流れ

新基本理念の作成には、普段からジオパークの業務に携わる事務局員に加え、様々な立場の人の意見を取り入れるため、環境省、長崎県、島原半島3市（島原市、雲仙市、南島原市）の行政関係者で議論されるプロジェクトチームを立ち上げ、既存の基本理念の問題点や地域の未来について議論を行った。なおこの議論には、ジオパーク認定当初の専門員は参加せず、チームメンバーによる主体的な新しい発想のもとで議論が進められた。全4回実施されたプロジェクト会議では「今後の島原半島をどうするか」をテーマに、KJ法を用いて各々の意見を洗い出し、そこで出された類似した意見をグループ化した。その上で新基本理念に含めるべき言葉を取捨選択し、基本理念の素案をつくっていた。

第1回プロジェクト会議では、「地域の未来像」をテーマに意見の洗い出しを行った。第2回プロジェクト会議では、これまで出た意見の深掘りを行い、それをもとに意見を9つにグループ化した。第3回プロジェクト会議では、今後のジオパークの基本・行動計画を照らし合わせるために、さらに4つのグループに意見を集約した。第4回プロジェクト会議では、これまでの意見から新基本理念に使用する言葉「笑顔」、「誇り」、「幸せ」を抽出、それらをより持続可能に実現するための言葉として「もっと」や「ずっと」というキーワードを加え、新基本理念『島原半島の「笑顔」「誇り」「幸せ」をもっと、そして、ずっと』の素案を作成した。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

3.地域住民に発信した新基本理念

島原半島の未来を考えるために、昨年11月に開催した日本ジオパーク認定10周年記念シンポジウムでは、約230人の高校生を含む幅広い年代の人が、これまでのジオパーク活動の振り返りと島原半島の未来について対話を行った。シンポジウムの参加者から出てきた言葉は、プロジェクトチームで考えた「笑顔」「誇り」「幸せ」等と共通する意見が多くあり、素案として作成した新基本理念は、結果として地域住民の意見を反映させるものになった。新基本理念の素案をシンポジウムの大会宣言とすることで、正式に島原半島ユネスコ世界ジオパークの新基本理念として決定した。

4.新基本理念を実現するための今後の展望

島原半島ジオパーク協議会の新基本理念『島原半島の「笑顔」「誇り」「幸せ」をもっと、そして、ずっと』は、地域の持続可能な発展を念頭においた地域住民が願う地域の未来に対する想いをかたちにした言葉である。地域住民、行政関係者等と一緒になって作成した新基本理念を、今後どのように実現していき、そして様々な人をどのようにジオパーク活動に巻き込むことができるかが課題である。

今後はそれを実現するための基本計画・行動計画を策定し、持続可能な地域作りを通じて地域資源の保護・保全を行なうジオパーク活動の担い手を増やしていきたい。

キーワード：ユネスコ、新基本理念、持続可能な発展、KJ法、プロジェクトチーム、地域住民
Keywords: UNESCO, New basic idea, Sustainable development, Affinity diagram, Project team, Local resident

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Evaluation of explanation panels settling at geopark’s sites –case study of the explanation panel at a memorial park of houses destroyed by debris flows in Unzen Volcanic Area UNESCO Global Geopark, Japan

太田 千愛[1]、森北 詩音[1]、鬼塚 空夢[1]、森田 達也[1]、大嶋 健心[1]、栗田 悠衣[1]、河添 未夕[1]、東内 敏紀[2]、大窄 紘章[2]、*大野 希一[3]
Sean OTA[1], Shion MORIKITA[1], Kuumu ONIDUKA[1], Tatsuya MORITA[1], Kenshin OSHIMA[1], Yui KURITA[1], Miyu KAWAZOE[1], Toshiki HIGASHIUCHI[2], Hiroaki OSAKO[2], *Marekazu OHNO[3]

1. 長崎県立口加高等学校グローカルコース、2. 長崎県立口加高等学校、3. 島原半島ジオパーク協議会事務局
1. Glocal Course, Nagasaki Prefecture Koka High School, 2. Nagasaki Prefecture Koka High School, 3. Unzen Volcanic Area Geopark Promotion Office

はじめに

地形や地質学に関する専門知識を持たない一般の人や土地勘のない観光客に、ジオパークのサイトの価値を正しく伝え、観光客にジオパークそのものを楽しんでもらうためには、正しくてわかりやすい解説看板（以下、看板）をサイトに設置することが必要不可欠となる。言い換えれば、ジオパークのサイトに設置されている看板は、サイトの価値を地域住民や観光客に伝えるための情報発信ツールである。しかしながら、サイトに設置した看板は、その作成に大変な労力と費用を要するにも関わらず、そこに記述された事柄が、看板閲覧者にどの程度正しく、かつ分かりやすく伝わっているのかを客観的に分析した事例はまだない。そこで我々は、島原半島ユネスコ世界ジオパークの主なサイトのひとつである「土石流被災家屋保存公園」に設置されている看板を例に、既存看板を閲覧した方を対象にヒアリング調査を行った。そしてその結果を踏まえて、デザインや内容を修正した看板を再設置し、閲覧者の看板に対する印象の変化を通じて、サイトにおける解説看板の評価を行った。

手法

今回調査地点としたサイト「土石流被災家屋保存公園」は、1990年から1995年にかけて雲仙火山で発生した平成噴火のうち、1992年8月に発生した土石流によって被災した家屋群を被災当時の姿で保存した公園で、噴火災害の伝承に加え、火山噴火で発生した土石流堆積物の特徴が観察できるという価値を持つ。またこの公園は、道の駅「みずなし本陣ふかえ」の中に位置しているため、観光客数も多く、看板閲覧者に対するヒアリングをしやすい、という利点もある。解析対象とした看板は、2011年3月に島原半島ジオパーク推進連絡協議会（当時の名称）が設置したもので、島原半島世界ジオパークの看板としては比較的初期に建てられたものである。

この既存看板を対象に、2018年8月10日および9月16日に、ビデオカメラを用いて、どのくらいの来訪者がどのくらいの時間看板を見ているのかを調査した。また看板閲覧者に直接ヒアリングを行い、性別、年代、発地に加え、看板の印象（文字数・文字サイズ・写真・説明文の内容）を6段階で評価していただいた。そしてこの評価結果をもとに作成した修正看板を、同年10月14日に設置し、修正看板の閲覧者に対して同様の調査を行った。そしてそれらの結果の比較を通じて、看板全体の質がどのように変化したかとその要因を分析した。

結果

既存看板を閲覧した人の数は、調査人数250名中52名（約21％）、閲覧平均時間は約22秒で、最も長く閲

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

覧した人は63秒であった。これに対し、修正看板は、調査人数204名中34名（約17%）が閲覧した。閲覧平均時間は約17秒、最も長く閲覧した人は62秒で、既存看板のそれより全体的に短くなった。

看板閲覧者の看板に対する印象を、6を最高に6段階で評価して頂いたところ、既存看板については全体印象が4.7、説明文は4.6、写真については4.6となった。これに対し、修正看板は、全体印象は4.6、説明文は4.8、写真については4.7となり、修正看板の方が既存看板に比べて説明文や写真の見やすさに対する評価が若干高くなった一方で、全体の印象は若干下がる、という結果になった。

文字数・文字サイズについては、3.5を文字数および文字サイズの最適値とし、文字数やサイズが多すぎたり大きすぎたりした場合を6、少なすぎたり小さすぎたりした場合を1として、閲覧者に評価していただいた。その結果、既存看板については、文字数の評価は4.1、文字サイズは3.7であったが、修正看板は文字数の評価が4.0、文字サイズは4.0となり、文字数は評価が若干上がった一方で、文字サイズに関する評価は下がる、という結果になった。

考察

既存看板に対する閲覧者の意見は、「文字数が多い」「どこから読み始めればよいかわからない」というものが多かった。そこで修正看板は敢えて文字数を減らし、写真を大きくするデザインとした。その結果、修正看板は既存看板に比べて「わかりやすくなった」という意見の閲覧者が増加した。説明文の評価が向上したにも関わらず、修正看板の閲覧時間が既存看板に比べて短くなったのは、文字数の減少に伴い、閲覧者が短時間で看板を見終えたためと考えられる。一方で、看板の文字数を減らしすぎると、サイトの持つ意義や価値を看板閲覧者に十分に伝えきれなくなる可能性が出てくる。看板の全体印象の低下は、そのデザインに加え、文字数を減らしたことにより、看板そのものが提供する情報が減少した事に起因した可能性がある。

今後の展望

ジオパークのサイトは、伝えるべき何らかの学術的価値を必ず有している。その価値を正しく、分かりやすく伝えることができる看板が、優れた看板であると言える。しかし今回は、サイトが有する価値やこのサイトを訪問する来訪者の背景やニーズを詳しく検討することなく、その内容及びデザインの変更を行っており、改善の余地がある。今後は、土石流被災家屋保存公園を訪れる訪問者のニーズと、このサイトが伝えるべき学術的価値を把握したうえで、看板のデザインや内容をさらに改良し、よりよい看板の作成に向けた調査を継続していく予定である。

キーワード：島原半島ユネスコ世界ジオパーク、ジオパーク、土石流被災家屋保存公園、解説看板、評価
Keywords: Unzen Volcanic Area UNESCO Global Geopark, Geopark, A memorial park of houses destroyed by debris flows, Explanation panels, Evaluation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

ESD-SDGs Promotion Model Development utilizing Geoparks including the basic research on the contents of educational programs in Geoparks in Japan

朝日 克彦[1]、市橋 弥生[1]、小河原 孝彦[1]、片野 忍[1]、栗原 憲一[1]、*郡山 鈴夏[1]、小林 猛生[1]、下村 圭[1]、鈴木 雄介[1]、竹之内 耕[1]、日比野 剛[1]、藤島 純[1]、古澤 加奈[1]、堀内 悠[1]、水野 恵美子[1]、三山 耕[1]、山岡 勇太[1]、山口 珠美[1]、山崎 由貴子[1]、山本 隆太[1]、横山 光[1]
Katsuhiko Asahi[1], Yayoi Ichihasi[1], Takahiko Ogawara[1], Shinobu Katano[1], Ken'ichi Kurihara[1], *Suzuka Koriyama[1], Takeo Kobayashi[1], kei Shimomura[1], Yusuke Suzuki[1], Ko Takenouchi[1], Tsuyoshi Hibino[1], Jun Fujishima[1], Kana Furusawa[1], Yu Horiuchi[1], Emiko Mizuno[1], Ko Miyama[1], Yuta Yamaoka[1], Tamami Yamaguchi[1], Yukiko Yamasaki[1], Ryuta Yamamoto[1], Hikaru Yokoyama[1]

1. 日本ジオパークネットワーク
1. Japanese Geoparks Network

日本ジオパークネットワーク（JGN）では、平成30年度日本ユネスコ国内委員会ユネスコ活動費補助金を活用し、ジオパークを活用したESD_SDGs実践モデルの開発・普及による持続可能な社会づくりの担い手育成を目的とした事業を開始した。日本国内の全ジオパークを対象に、ジオパークを活用した教育コンテンツ調査を実施し、ジオパーク教育コンテンツ活用のための基盤を固めた。また、調査結果を教育旅行の推進に活用すべく教育旅行ニーズ調査を実施した。

さらに、次の５つのジオパークESD実践モデル開発に着手した。

①ユネスコスクールジオパーク活用ESDモデル
②小中学校ジオパークESD実践モデル
③高校ジオパークESD実践モデル
④ミュージアムジオパークESDモデル
⑤ジオパークESD海外発信モデル

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

🏛2019年5月26日(日) 13:45 ~ 15:15 | 🏛ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_2

[P-EM19] 太陽物理学の最前線

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

「ひのとり」、「ようこう」、「ひので」と３機の太陽観測衛星ミッションが実施され、太陽大気中の微細構造やダイナミクスが明らかにされ、コロナ加熱や太陽フレアにおける太陽の磁気活動現象の本質的な理解には太陽外層大気を十分に空間分解(0.4")し、現象を十分に時間分解し（アルベン波伝搬時間以下）、さらに光球からコロナまでシームレスに観測する事が重要であることがわかった。これを受けて日本の太陽コミュニティは次世代太陽観測衛星Solar-C_EUVSTを２０２０年代中盤に打ち上げ予定である。一方、先日打ち上げられたParker Solar Probe (PSP)をはじめ、地上望遠鏡DKIST、SUNRISE気球実験など様々な太陽観測計画が２０２０年代中盤までに開始される。またPhoENiX等その先の計画も策定されている。そこで、各人の研究とともに太陽物理学における未解決問題を、現在の観測・理論より明確にし、今後どのような準備が必要かを議論する。なお、リモートセンシングによる太陽観測のみでなく、惑星間空間における直接その場観測もターゲットであり、SGEPSSなど太陽惑星圏分野からの講演も歓迎する。

[PEM19-P01] サイクル24最大の太陽フレア発生過程

★招待講演

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

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

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

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

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

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

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

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

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

[PEM19-P06] 3Uキューブサットによる太陽中性子・ガンマ線観測

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

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

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

[PEM19-P08] 太陽対流層表層部における乱流パンピングの推定

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

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

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

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

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

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

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

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

*今田 晋亮[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所)

サイクル24最大の太陽フレア発生過程
Onset Mechanism of the Largest Solar Flare in Solar Cycle 24

*伴場 由美[1,2]、井上 諭[1]、今田 晋亮[1]、草野 完也[1]
*Yumi Bamba[1,2], Satoshi Inoue[1], Shinsuke Imada[1], Kanya Kusano[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、2. 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所
1. Institute for Space-Earth Environmental Research/Nagoya University, 2. Institute if Space and Astronautical Science/Japan Aerospace Exploration Agency

2017年9月に太陽表面に現れた太陽活動域（AR）NOAA12673は、その急速な成長に伴い、4つのXクラスフレアを含む多くのフレアを生じた。特に、9月6日のX9.3フレアは、今太陽活動サイクル24最大のフレアで、磁気嵐・電離圏擾乱による電波通信途絶やGPS測位誤差を引き起こしたことから、宇宙天気的にも注目されたイベントであった。そこで我々は、このX9.3フレア、およびその直前 (約3時間前) に発生したX2.2フレアの2つのXクラスフレアの発生に至る物理過程を理解することを目的として、ひので衛星およびSolar Dynamics Observatory (SDO) 衛星のデータ解析を行った。また、観測データより得られた結果を、観測されたベクトル磁場データから外挿された非線形フォースフリー磁場 (nonlinear force-free field : NLFFF) と比較し、X2.2フレアからX9.3フレアへと至る磁気フラックスロープの噴出過程を考察した。

観測データ解析より、AR東側に浮上し、同西側の正極領域に急速に貫入する負極の磁場構造が、2つの連続するXクラスフレアを引き起こすうえで重要な構造であることを見出した。これらの正極・負極間の磁気中性線上には、シアした磁気アーケードが存在しており、シアした磁気アーケード同士が負極の貫入運動により押し付けられ、磁気リコネクションしたことで、連続するXクラスフレアが発生した可能性がある。ひので衛星は、最初のX2.2フレア発生の約2時間前に、負極の貫入運動に伴うコロナ中での下降流 (100 km/s 程度) を観測しており、これは前述のアーケード磁場同士のリコネクションに伴うプラズマの運動を捉えたものと考えられる。また、外挿されたNLFFFが、磁気中性線に沿った小さなフラックスロープを持つと共に、その磁場を初期条件とした電磁流体力学（MHD）シミュレーションではこれらのフラックスロープが噴出することが見出された。それゆえ、前述の負極の貫入運動がフラックスロープを駆動し、X2.2フレアの発生の原因となったことが可能性の一つとして考えられる。また、シミュレーションでは、X2.2フレアに伴う噴出によるフラックスロープ間の磁気リコネクションによって、より大きく、より捻れたフラックスロープが形成された。この新たに形成されたフラックスロープの噴出により、X9.3フレアが発生したと考えられる。負極の貫入運動は、X2.2フレア発生前からX9.3フレア発生後まで連続的に観測されており、シミュレーション結果と併せて、連続する2つのXクラスフレアのいずれの発生に対しても重要な役割を担ったと解釈できる。

キーワード：太陽フレア、ひので衛星、SDO衛星、フレアトリガ、太陽磁場、太陽黒点
Keywords: Solar Flare, Hinode, Solar Dynamics Observatory, Flare Trigger, Solar Magnetic Field, Sunspot

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

太陽フレアにおけるH-alpha偏光の発生可能性についての観測的検証
Infrequent Occurrence of Significant Linear Polarization in H-alpha Solar Flares

*川手 朋子[1]、花岡 庸一郎[2]
*Tomoko Kawate[1], Yoichiro Hanaoka[2]

1. 宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所、2. 国立天文台
1. Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency, 2. National Astronomical Observatory of Japan

本研究は太陽フレア中で発生しうるH-alpha直線偏光の起源と発生頻度を調査することを目的とする。

我々は国立天文台三鷹太陽フレア望遠鏡の撮像偏光装置で得られた71個のH-alphaフレア(うち64個はGOESフレア)について、H-alpha増光箇所における直線偏光を調査した。その結果、一つのイベントにおいてのみ有意な偏光シグナルが確認された。太陽フレアにおけるH-alpha線での直線偏光の統計研究はBianda et al. (2005)によって行われているが、彼らの結果では30イベントの中で有意な偏光シグナルは見つからなかった。本研究において1/71のイベントで直線偏光が確認されたという結果は、H-alphaフレア増光箇所で直線偏光が発生する現象は非常に稀であることを示しており、Bianda et al. (2005)の結果と一致する。

我々は有意な直線偏光シグナルが確認された1イベントを、同時観測された極端紫外線・X線・光球磁場データとともに詳細解析し、次の結果を得た。(1)直線偏光度の最大は1.16±0.06%であり、偏光方向の平均は太陽の北から反時計回りを正として-142.5±6.0度であった。(2)有意な直線偏光が確認された増光箇所は硬X線の増光箇所とは一致せず、偏光度の時間変化は軟X線・硬X線とも相関しなかった。(3)フレア領域の中でH-alpha線で最も明るいカーネル中には現れず、やや暗いカーネル中に現れていた。(4)直線偏光が確認されたカーネルは大規模コロナループの足元と接続しており、偏光方向は足元におけるループの向きと一致した。(5)軟X線ピーク直後から活動領域全体でコロナディミングが発生していた。

これらの観測的特徴はH-alpha直線偏光の起源を直接示しているものではないが、コロナ質量放出に伴う現象が偏光の発生において重要な役割を担っていることを示唆している。

キーワード：太陽フレア、原子偏光、可視光
Keywords: Solar flare, Atomic Polarization, visible light

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Statistical study of solar flares simultaneously observed with RHESSI and Nobeyama Radioheliograph

*増田 智[1]、Sam Krucker[2,3]、Stephen White[4]
*Satoshi Masuda[1], Sam Krucker[2,3], Stephen White[4]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、2. University of Applied Sciences Northwestern Switzerland、3. University of California, Berkeley、4. Air Force Research Laboratory
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. University of Applied Sciences Northwestern Switzerland, 3. University of California, Berkeley, 4. Air Force Research Laboratory

Solar flares give us a unique opportunity to make spatially resolved observations to study magnetic energy release and particle acceleration in space plasmas. The most direct diagnostics of electron acceleration are provided through radio and hard X-ray observations where we observe synchrotron emissions in the GHz range and non-thermal bremsstrahlung emissions above typically 10 keV. The two leading solar dedicated observatories in these two wavelength ranges are the Nobeyama Radioheliograph (NoRH) and the Reuven Ramaty High Energy Solar Spectroscopic Imager (RHESSI).
We present a statistical study of 35 jointly observed big (>GOES M7) flares. Initial results reveal a linear correlation between the hard X-ray flux above 50 keV and the microwave fluxes at 17 and 34 GHz. This result indicates that the population of accelerated electrons emit both of hard X-rays and microwaves. The correlation is too good even if this is true. Because the mechanism of these two emissions (hard X-rays and microwaves) are much different. Hard X-rays are emitted by Bremsstrahlung and its intensity simply depends on the flux of the accelerated electrons precipitating into the chromosphere in the case that the thick-target model is valid. However, microwaves emitted by gyro-synchrotron are a little complex. The microwave source is observed at different location for flare by flare, i.e. near the looptop, at the footpoint region, and in between them. Footpoint region has much stronger magnetic field than the looptop region. Gyro-synchrotron emission is very sensitive to magnetic field strength. Though the microwave intensity may strongly depend on the source location, however, microwave intensity without any selection by source location shows a very good correlation with hard X-rays. Another puzzle is the energy spectrum of accelerated electrons. Roughly speaking, 50 keV hard X-rays are manly emitted by below 100 keV electrons. On the other hand, 17GHz and 34GHz microwaves are typically emitted by ~1 MeV electrons (it depends on the magnetic field strength of the emitting region). Typically accelerated electrons show a power-law spectrum with the power-law index 3 –6. The power-law index is different in flare by flare. When the number of 100 keV electrons is fixed, the number of 1 MeV electrons changes in 3 order of magnitudes with the change of the power-law index from 3 to 6. The microwave intensity is proportional to the number of ~1 MeV electrons. So roughly thinking, the ratio between hard X-rays and microwave intensity easily change with the change of the power-law index. Without considering the spectral information, we choose the events. However, still there is a very good correlation. This is also a hard puzzle.
In order to understand this too good correlation between hard X-ray and microwave intensity, we need further analyses such as source location of hard X-ray and microwaves, hard X-ray spectrum, photospheric magnetic field at the footpoint region, location of the flare on the solar disc, and so on.

キーワード：太陽フレア、粒子加速、電波、硬X線
Keywords: solar flare, particle acceleration, radio, hard X-ray

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Microwave turn-over frequencies and emission temperatures for white-light solar flares

*鶴田 康介[1]、渡邉 恭子[1]、増田 智[2]、Säm Krucker[3]
*Kosuke Tsuruda[1], Kyoko Watanabe[1], Satoshi Masuda[2], Säm Krucker[3]

1. 防衛大学校、2. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、3. University of Applied Sciences Northwestern Switzerland, UC Berkeley
1. National Defense Academy , 2. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 3. University of Applied Sciences Northwestern Switzerland, UC Berkeley

特に大規模フレアに伴って可視連続光の増光が発生する「白色光フレア」の起源は、これまでの観測・研究により、フレアで加速された非熱的電子であると考えられている。高エネルギーの電子が発生していることや、フレアのエミッションメジャーと温度の関係（Watanabe et al., 2017）などから、白色光フレアでは加速域の磁場が強いと考えられる。フレアループトップの上部にあると考えられている加速域の磁場は測定されていないが、マイクロ波スペクトルの折れ曲がり周波数を用いることによって、その磁場強度を推定することができる（Dulk 1985）。先行研究（北川潤2015年、修士論文）では、野辺山強度偏波計（NoRP）のスペクトルより、白色光フレア（WLF）の折れ曲がり周波数が、非白色光フレア（NWL）のそれと比べて値が大きいことから、白色光フレアにおける強磁場の存在が示唆されていた。

そこで我々は、2010年1月から2017年12月の間に発生したM3クラス以上のフレアにおいて、NoRPで観測されたマイクロ波スペクトルの折れ曲がり周波数の統計解析を実施した。上記期間に白色光データ（*Hinode*/可視光磁場望遠鏡（SOT）, *SDO*/HMI)とNoRP のデータが同時に得られていたイベント（51例）の中から、野辺山電波ヘリオグラフ(NoRH)のイメージによりマイクロ波放射がループトップに存在していたイベント（29例、うちWLF：17例、NWL：12例）のみを取り出し、白色光の有無による折れ曲り周波数の違いが見られないかについて調べた。その結果、折れ曲がり周波数はWLFで4例、NWL で3例のみ17GHzよりも高くなっており、WLFとNWLで折れ曲がり周波数の違いは見られなかった。折れ曲り周波数は磁場強度だけでなくフレアの電子密度にも比例するため（Dulk 1985）、折れ曲がり周波数を用いて加速域の磁場強度を考察するには、電子密度の影響も考慮しなければならないと考えられる。

一方、先行研究（Watanabe et al., 2017）のなかでWLFとNWLで明確な違いが見られたのはフレアの立ち上がり時間（∝フレアの激しさ：Impulsivity）であり、WLFはNWLと比べて立ち上がり時間が短い（WLFはインパルシブフレアに伴っている）ことが報告されている。しかし、立ち上がり時間が短いにもかかわらず、白色光放射の増光が見られないイベントも見られた。そこで、この立ち上がり時間（Impulsivity）の違いが白色光放射自体に与えている影響を調べるため、*Hinode*/SOTの３色（赤・緑・青）データを用いて、上記期間中に白色光の増光が確認された約40例について白色光放射の温度を導出した。今回は、Impulsivityと放射温度の関係について議論する。

キーワード：太陽フレア、電波
Keywords: flares, radio radiation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

*木村 智樹[1]、岩切 渉[2]、山崎 敦[3]、村上 豪[3]、土屋 史紀[4]、吉岡 和夫[5]、鳥海 森[6]、北 元[3]、桑原 正輝[3]
*Tomoki Kimura[1], Wataru Iwakiri[2], Atsushi Yamazaki[3], Go Murakami[3], Fuminori Tsuchiya[4], Kazuo Yoshioka[5], Shin Toriumi[6], Hajime Kita[3], Masaki Kuwabara[3]

1. 東北大学学際科学フロンティア研究所、2. 中央大学理工学部、3. JAXA宇宙科学研究所、4. 東北大学惑星プラズマ大気研究センター、5. 東京大学新領域創成科学研究科、6. 国立天文台
1. Frontier Research Institute for Interdisciplinary Sciences, Tohoku University, 2. Faculty of Science and Engineering, Chuo University, 3. Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency, 4. Planetary Plasma and Atmospheric Research Center, Tohoku University, 5. Department of Complexity Science and Engineering, University of Tokyo, 6. National Astronomical Observatory of Japan

Dynamics of stellar flare is still not well understood compared to that of the sun because of lack of continuous monitoring of distant stars in multiple wavelengths. Here we present a flare event at a close binary system, UX Arietis, monitored with the planetary extreme ultraviolet (EUV) space telescope Hisaki during the coordinated observing campaign with the NICER X-ray Telescope from late 2018 to early 2019. Time variability in the EUV spectrum of the binary was successfully monitored from the begging to the end of flare. Emission power at the EUV wavelengths peaked at ~6x10^24 W, which is comparable with that measured in the previous X-ray observations by e.g., the Advanced Satellite for Cosmology and Astrophysics (ASCA) (Gudel et al., 1999). The EUV spectrum showed emission lines of carbon, nitrogen, oxygen, and silicon ions. Electron temperature and density, emission measure, and ion balance were reduced from the emission lines by EUV spectral diagnostics. Dynamics of the stellar flare will be discussed based on comparison of the reduced plasma parameters with the X-ray spectrum measured with NICER.

キーワード：恒星フレア、ひさき
Keywords: stellar flare, Hisaki

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

3Uキューブサットによる太陽中性子・ガンマ線観測
Solar Neutron and Gamma-ray Observations with a 3U CubeSat

*山岡 和貴[1]、田島 宏康[1]、宮田 喜久子[2]、稲守 孝哉[2]、佐々井 義矩[1]、中澤 知洋[3]、増田 智[1]、松下 幸司[4]、伊藤 和也[4]、高橋 弘充[5]、渡邉 恭子[6]
*Kazutaka Yamaoka[1], Hiroyasu Tajima[1], Kikuko Miyata[2], Takaya Inamori[2], Yoshinori Sasai[1], Kazuhiro Nakazawa[3], Satoshi Masuda[1], Koji Matsushita[4], Kazuya Itoh[4], Hiromitsu Takahashi[5], Kyoko Watanabe[6]

1. 名古屋大学 宇宙地球環境研究所、2. 名古屋大学 工学部、3. 名古屋大学 理学部、4. 名古屋大学 全学技術センター、5. 広島大学 理学部、6. 防衛大学校
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. School of Engineering, Nagoya University, 3. School of Science, Nagoya University, 4. Technical Center, Nagoya University, 5. School of Science, Hiroshima University, 6. National Defence Academy of Japan

太陽中性子の観測は太陽表面での粒子加速機構を理解する上で重要であるが、これまでの高地での地上観測では10m2の大きな面積の検出器にもかかわらず、地球大気での減衰のため、1980年の発見(Chuppら1982)以来約10例の検出にとどまっている。一方で宇宙空間では100cm2という小さな面積でも国際宇宙ステーション上の実験SEDA-APが2009年以来約30例の太陽中性子イベントを検出することに成功した(Muraki et al. 2014)。残念なことにSEDA-APの運用は昨年3月で終了している状況である。太陽中性子専用の検出器が今宇宙空間にない状況を打開するため、我々は3U(サイズ 30x10x10cm)の太陽中性子・ガンマ線検出器を開発してきた。2016年2月には50kg級のChubuSat-2衛星に太陽中性子観測装置を搭載して打ち上げ、さらに2021年を目指して小型の3Uキューブサットへと応用しているところである。検出器は、多層のプラスチックシンチレータとGAGG(Ce)無機シンチレータアレイからなり、両方のシンチレータは光センサであるシリコンフォトマルで読み出される。600以上のセンサからの信号は集積回路(ASIC)で読み出される。本講演では、科学目的、検出器の詳細と要素試作モデル(BBM)の現状について述べる。

キーワード：太陽、中性子、ガンマ線、検出器、超小型衛星
Keywords: sun, Neutron, gamma-ray, detector, micro-satellite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

*Alphonse Sterling[1], Ronald L Moore[1,2], Navdeep K Panesar[1]

1. NASA/MSFC, 2. CSPAR, University of Alabama Huntsville

We follow two small, magnetically isolated CME-producing solar active regions (ARs) from the time of their emergence until several days later, when their core regions erupt to produce the CMEs. In both cases, magnetograms show: (a) following an initial period where the poles of the emerging regions separate from each other, the poles then reverse direction and start to retract inward; (b) during the retraction period, flux cancelation occurs along the main neutral line of the regions, (c) this cancelation builds the sheared core field/flux rope that eventually erupts to make the CME. In the two cases, respectively 30% and 50% of the maximum flux of the region cancels prior to the eruption. Recent studies indicate that solar coronal jets frequently result from small-scale filaments eruptions (Sterling et al. 2015), with those “minifilament” eruptions also being built up and triggered by cancelation of magnetic flux (Panesar et al. 2016). Together, the small-AR eruptions here and the coronal jet results suggest that isolated bipolar regions tend to erupt when some threshold fraction, perhaps in the range of 50%, of the region’s maximum flux has canceled. Our observed erupting filaments/flux ropes form at sites of flux cancelation, in agreement with previous observations. Thus, the recent finding that minifilaments that erupt to form jets also form via flux cancelation is further evidence that minifilaments are small-scale versions of the long-studied full-sized filaments. (Details are in Sterling et al. 2018, ApJ, 864, 68.) This work was supported by the NASA HGI Program, and the NASA/MSFC NPP program.

Keywords: Sun: Filaments, prominences, Sun: Magnetic fields, Sun: Flares, Sun: CMEs

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

太陽対流層表層部における乱流パンピングの推定
Estimation of turbulent pumping in the solar near-surface convection zone

*飯島 陽久[1]、堀田 英之[2]、今田 晋亮[1]
*Haruhisa Iijima[1], Hideyuki Hotta[2], Shinsuke Imada[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、2. 千葉大学大学院理学系研究科
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. Graduate School of Science, Chiba University

本研究では、太陽ダイナモ過程の平均場モデルにおける乱流輸送係数を3次元輻射磁気対流計算により定量化した。太陽の大スケール磁場の時間発展をモデル化するため、多くの平均場ダイナモモデルが提案されてきた。このモデルにおける最大の不確定性の一つが、乱流拡散やアルファ効果、乱流パンピングに代表される磁場の乱流輸送係数である。これらの未知量を評価するため、数値的・観測的研究が行われてきたが、太陽表面付近における鉛直方向の輸送係数の評価はほぼなされてこなかった。これは太陽表面が対流層内部からの磁束の輸送を許容するか、というダイナモモデルの上部境界を特徴づけるパラメータである。そこで本研究では、現実的な太陽表面の対流運動を再現できる3次元輻射磁気流体シミュレーションを利用し、太陽対流層の最上部における鉛直乱流輸送係数を評価した。講演では、乱流係数の波長依存性や、太陽ダイナモモデルの適当な上部境界について報告する。

キーワード：太陽、乱流、ダイナモ
Keywords: Sun, Turbulence, Dynamo

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

表面磁束輸送モデルを用いた太陽黒点が次期太陽周期に与える影響の評価
Evaluation of the influence of the next solar cycle by sunspots using surface flux transport model

*渡邉 優作[1]、今田 晋亮[1]、飯島 陽久[1]、三好 由純[1]
*Yusaku Watanabe[1], Shinsuke Imada[1], Haruhisa Iijima[1], Yoshizumi Miyoshi[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所
1. Institute for Space–Earth Environmental Research, Nagoya University

次の太陽周期を予測することやそのスキームを見出すことは、長期にわたる宇宙天気研究の要である。最近の研究で、太陽極小期における極磁場と次の太陽活動との関係には相関があることが提言されている。 Iijima et al. (2017)は、表面磁束輸送モデル(SFT)を用いて太陽黒点の極輸送を計算し、極小期における極磁場を予測し、次の太陽周期は現在よりも弱いと結論づけている。その結果を評価するために、SFT による特定の活動領域の太陽磁場の時間発展を計算し、その結果と Helioseismic and Magnetic Imager(HMI)で得られた観測値との間の相違について議論した。観測データの特有の例の一つは、2017 年 9 月 6 日に X9.3 太陽フレアを発生させた活動領域 AR12673 があり、南極の負磁場を弱める役割を果たしている。一方で、それと同時期に現れた AR12674 は、北極の正磁場を強めるため、これらの活動領域出現の前後で予測結果が異なるという結果が得られた。なお、これ以降の活動領域に関しては、極小期に至るまでに極域への輸送が間に合わないために影響は少ないと考えられる。我々は 2010 年から 2018 年末までの実際の磁場分布を連続的に用いてモデルに極輸送の再現性を確認した上で予測したところ、再現性は 80 %であり、次期太陽周期の活動度は現在よりも 5~10 %程度強くなることがわかった。

キーワード：太陽、宇宙天気、磁場
Keywords: Sun, Space weather, Magnetic fields

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ダルトン極小期(1800年代)における黒点スケッチの画像解析
The image analysis of sunspot sketches in Dalton minimum(the early 1800s)

*采女 昇真[1]、今田 晋亮[1]、早川 尚志[2]、三好 由純[1]
*SHOMA UNEME[1], Shinsuke Imada[1], Hisashi Hayakawa[2], Yoshizumi Miyoshi[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所総合解析研究部、2. 大阪大学大学院文学研究科
1. Nagoya University Institute for Space Earth for Enviornmental research, 2. Osaka University School of Letters

太陽活動は１１年で活動が周期的に変動することが知られており、宇宙地球環境変動の起源である太陽活動を予測することは宇宙天気研究において重要である。これまでの研究によって、太陽極小期における極磁場の値が次期太陽活動度と良い相関を示すことが知られている。この相関は現在の太陽を精密に観測する事によって示されたものである。一方で、過去の太陽でも同じように相関があったかどうかは明らかになってはいない。そこで、本研究の目的は、過去の太陽においても同じように太陽極小期における極磁場の値が次期太陽活動度と良い相関があるかどうか検証するため、過去の黒点スケッチ画像を解析した。特に、1800年代前半の黒点数が少なかったダルトン極小期に注目して、解析を行った。1800年代前半の黒点スケッチより、黒点の緯度経度と黒点面積を抽出した。これらの解析結果を確認するため、黒点の緯度経度の分布が現在の太陽とどのように違うかを議論する。さらに、面積についても考察し、黒点の面責分布が現在の黒点面積とどのように違うかなどを議論する。追跡した黒点の速度を測ることにより得られたデータの妥当性について議論する。今後の計画として、これらの得られた黒点情報をもとに、表面磁束輸送モデル計算を行い、ダルトン極小期の太陽極小期における極磁場の値を推定する。

キーワード：太陽、ダルトン極小期、スケッチ、SFT
Keywords: sun, Dalton minimum, sketch, SFT

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Observations of Photospheric Magnetic Structure below a Solar Dark Filament

*横山 央明[1]、勝川 行雄[2]、下条 圭美[2]
*Takaaki Yokoyama[1], Yukio Katsukawa[2], Masumi Shimojo[2]

1. 東京大学大学院理学系研究科、2. 国立天文台
1. School of Science, The University of Tokyo, 2. National Astronomical Observatory of Japan

The structure of the photospheric vector magnetic field below a dark filament on the Sun is studied using the observations of the Spectro-Polarimeter attached to the Solar Optical Telescope onboard Hinode. Special attention is paid to discriminate the two suggested models, a flux rope or a bent arcade. "Inverse-polarity" orientation is possible below the filament in a flux rope, whereas "normal-polarity" can appear in both models. We study a filament in active region NOAA 10930, which appeared on the solar disk during 2006 December. To know whether it is in the normal orientation or in the inverse one under 180-degree ambiguity of the transverse field, the center-to-limb variation is used for the solution under an assumption that the filament does not drastically change its magnetic structure during the passage. When the filament is near the east limb, we found that the line-of-site magnetic component below is positive, while it is negative near the west limb. This change of sign indicates that the horizontal photospheric field perpendicular to the polarity inversion line beneath the filament has an "inverse-polarity", that is indicating a flux-rope structure of the filament supporting field.

キーワード：太陽、フィラメント、光球
Keywords: Sun, filament, photosphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

高感度 EUV/UV 分光望遠鏡衛星 (Solar-C EUVST):サイエンスターゲット及び観測要求性能
Science Target of Solar-C_EUVST Mission

*今田 晋亮[1]
*Shinsuke Imada[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University

Solar-C EUVST は高空間分解能(0.4 秒角)、高時間分解能(1 秒程度)、広い温度範囲 (104 - 107K) で観測する極端紫外・紫外域の分光撮像観測装置である。Solar-C EUVST の科学目的として、I) 彩層・コロナと太陽風の形成に必要なエネルギー・質量輸送機構および散逸機構の究明、II)II. 太陽面爆発現象の物理過程の解明、の 2 つがあげられる。太陽外層大気は、温度の異なる光球と彩層、彩層とコロナの間は磁力線でつながり、物質であ るプラズマとエネルギーがこれらの間でやり取りされる一つのシステムである。このシステムの中で発生する太 陽の磁気活動を本質的に理解するには、それを構成する基本構造を理解することはもちろん、基本構造間でやり とりされるプラズマのエネルギー・質量の流れを定量的に観測してその物理過程を把握することが重要である。 その理解に必要とされる物理量は、構造を把握する輝度分布のほかに、速度場、温度、密度などとその変動量で あり、太陽大気を網羅して行うシステマティックな観測を通して、宇宙プラズマの理解につながる太陽物理の重 要課題に Solar-C EUVST は挑む。また本講演では、科学課題の解明に必要な装置要求が、これまでの太陽観測・ 理論研究からどのように導き出されたかについて議論する。

キーワード：太陽、コロナ、分光観測
Keywords: Sun, corona, spectroscopy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_6

[P-EM19] 太陽物理学の最前線

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

「ひのとり」、「ようこう」、「ひので」と３機の太陽観測衛星ミッションが実施され、太陽大気中の微細構造やダイナミクスが明らかにされ、コロナ加熱や太陽フレアにおける太陽の磁気活動現象の本質的な理解には太陽外層大気を十分に空間分解(0.4")し、現象を十分に時間分解し（アルベン波伝搬時間以下）、さらに光球からコロナまでシームレスに観測する事が重要であることがわかった。これを受けて日本の太陽コミュニティは次世代太陽観測衛星Solar-C_EUVSTを２０２０年代中盤に打ち上げ予定である。一方、先日打ち上げられたParker Solar Probe (PSP)をはじめ、地上望遠鏡DKIST、SUNRISE気球実験など様々な太陽観測計画が２０２０年代中盤までに開始される。またPhoENiX等その先の計画も策定されている。そこで、各人の研究とともに太陽物理学における未解決問題を、現在の観測・理論より明確にし、今後どのような準備が必要かを議論する。なお、リモートセンシングによる太陽観測のみでなく、惑星間空間における直接その場観測もターゲットであり、SGEPSSなど太陽惑星圏分野からの講演も歓迎する。

[PEM19-P01] サイクル24最大の太陽フレア発生過程

★招待講演

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

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

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

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

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

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

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

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

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

[PEM19-P06] 3Uキューブサットによる太陽中性子・ガンマ線観測

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

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

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

[PEM19-P08] 太陽対流層表層部における乱流パンピングの推定

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

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

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

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

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

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

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

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

*今田 晋亮[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所)

サイクル24最大の太陽フレア発生過程
Onset Mechanism of the Largest Solar Flare in Solar Cycle 24

*伴場 由美[1,2]、井上 諭[1]、今田 晋亮[1]、草野 完也[1]
*Yumi Bamba[1,2], Satoshi Inoue[1], Shinsuke Imada[1], Kanya Kusano[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、2. 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所
1. Institute for Space-Earth Environmental Research/Nagoya University, 2. Institute if Space and Astronautical Science/Japan Aerospace Exploration Agency

2017年9月に太陽表面に現れた太陽活動域（AR）NOAA12673は、その急速な成長に伴い、4つのXクラスフレアを含む多くのフレアを生じた。特に、9月6日のX9.3フレアは、今太陽活動サイクル24最大のフレアで、磁気嵐・電離圏擾乱による電波通信途絶やGPS測位誤差を引き起こしたことから、宇宙天気的にも注目されたイベントであった。そこで我々は、このX9.3フレア、およびその直前 (約3時間前) に発生したX2.2フレアの2つのXクラスフレアの発生に至る物理過程を理解することを目的として、ひので衛星およびSolar Dynamics Observatory (SDO) 衛星のデータ解析を行った。また、観測データより得られた結果を、観測されたベクトル磁場データから外挿された非線形フォースフリー磁場 (nonlinear force-free field : NLFFF) と比較し、X2.2フレアからX9.3フレアへと至る磁気フラックスロープの噴出過程を考察した。

観測データ解析より、AR東側に浮上し、同西側の正極領域に急速に貫入する負極の磁場構造が、2つの連続するXクラスフレアを引き起こすうえで重要な構造であることを見出した。これらの正極・負極間の磁気中性線上には、シアした磁気アーケードが存在しており、シアした磁気アーケード同士が負極の貫入運動により押し付けられ、磁気リコネクションしたことで、連続するXクラスフレアが発生した可能性がある。ひので衛星は、最初のX2.2フレア発生の約2時間前に、負極の貫入運動に伴うコロナ中での下降流 (100 km/s 程度) を観測しており、これは前述のアーケード磁場同士のリコネクションに伴うプラズマの運動を捉えたものと考えられる。また、外挿されたNLFFFが、磁気中性線に沿った小さなフラックスロープを持つと共に、その磁場を初期条件とした電磁流体力学（MHD）シミュレーションではこれらのフラックスロープが噴出することが見出された。それゆえ、前述の負極の貫入運動がフラックスロープを駆動し、X2.2フレアの発生の原因となったことが可能性の一つとして考えられる。また、シミュレーションでは、X2.2フレアに伴う噴出によるフラックスロープ間の磁気リコネクションによって、より大きく、より捻れたフラックスロープが形成された。この新たに形成されたフラックスロープの噴出により、X9.3フレアが発生したと考えられる。負極の貫入運動は、X2.2フレア発生前からX9.3フレア発生後まで連続的に観測されており、シミュレーション結果と併せて、連続する2つのXクラスフレアのいずれの発生に対しても重要な役割を担ったと解釈できる。

キーワード：太陽フレア、ひので衛星、SDO衛星、フレアトリガ、太陽磁場、太陽黒点
Keywords: Solar Flare, Hinode, Solar Dynamics Observatory, Flare Trigger, Solar Magnetic Field, Sunspot

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

太陽フレアにおけるH-alpha偏光の発生可能性についての観測的検証
Infrequent Occurrence of Significant Linear Polarization in H-alpha Solar Flares

*川手 朋子[1]、花岡 庸一郎[2]
*Tomoko Kawate[1], Yoichiro Hanaoka[2]

1. 宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所、2. 国立天文台
1. Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency, 2. National Astronomical Observatory of Japan

本研究は太陽フレア中で発生しうるH-alpha直線偏光の起源と発生頻度を調査することを目的とする。

我々は国立天文台三鷹太陽フレア望遠鏡の撮像偏光装置で得られた71個のH-alphaフレア(うち64個はGOESフレア)について、H-alpha増光箇所における直線偏光を調査した。その結果、一つのイベントにおいてのみ有意な偏光シグナルが確認された。太陽フレアにおけるH-alpha線での直線偏光の統計研究はBianda et al. (2005)によって行われているが、彼らの結果では30イベントの中で有意な偏光シグナルは見つからなかった。本研究において1/71のイベントで直線偏光が確認されたという結果は、H-alphaフレア増光箇所で直線偏光が発生する現象は非常に稀であることを示しており、Bianda et al. (2005)の結果と一致する。

我々は有意な直線偏光シグナルが確認された1イベントを、同時観測された極端紫外線・X線・光球磁場データとともに詳細解析し、次の結果を得た。(1)直線偏光度の最大は1.16±0.06%であり、偏光方向の平均は太陽の北から反時計回りを正として-142.5±6.0度であった。(2)有意な直線偏光が確認された増光箇所は硬X線の増光箇所とは一致せず、偏光度の時間変化は軟X線・硬X線とも相関しなかった。(3)フレア領域の中でH-alpha線で最も明るいカーネル中には現れず、やや暗いカーネル中に現れていた。(4)直線偏光が確認されたカーネルは大規模コロナループの足元と接続しており、偏光方向は足元におけるループの向きと一致した。(5)軟X線ピーク直後から活動領域全体でコロナディミングが発生していた。

これらの観測的特徴はH-alpha直線偏光の起源を直接示しているものではないが、コロナ質量放出に伴う現象が偏光の発生において重要な役割を担っていることを示唆している。

キーワード：太陽フレア、原子偏光、可視光
Keywords: Solar flare, Atomic Polarization, visible light

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Statistical study of solar flares simultaneously observed with RHESSI and Nobeyama Radioheliograph

*増田 智[1]、Sam Krucker[2,3]、Stephen White[4]
*Satoshi Masuda[1], Sam Krucker[2,3], Stephen White[4]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、2. University of Applied Sciences Northwestern Switzerland、3. University of California, Berkeley、4. Air Force Research Laboratory
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. University of Applied Sciences Northwestern Switzerland, 3. University of California, Berkeley, 4. Air Force Research Laboratory

Solar flares give us a unique opportunity to make spatially resolved observations to study magnetic energy release and particle acceleration in space plasmas. The most direct diagnostics of electron acceleration are provided through radio and hard X-ray observations where we observe synchrotron emissions in the GHz range and non-thermal bremsstrahlung emissions above typically 10 keV. The two leading solar dedicated observatories in these two wavelength ranges are the Nobeyama Radioheliograph (NoRH) and the Reuven Ramaty High Energy Solar Spectroscopic Imager (RHESSI).
We present a statistical study of 35 jointly observed big (>GOES M7) flares. Initial results reveal a linear correlation between the hard X-ray flux above 50 keV and the microwave fluxes at 17 and 34 GHz. This result indicates that the population of accelerated electrons emit both of hard X-rays and microwaves. The correlation is too good even if this is true. Because the mechanism of these two emissions (hard X-rays and microwaves) are much different. Hard X-rays are emitted by Bremsstrahlung and its intensity simply depends on the flux of the accelerated electrons precipitating into the chromosphere in the case that the thick-target model is valid. However, microwaves emitted by gyro-synchrotron are a little complex. The microwave source is observed at different location for flare by flare, i.e. near the looptop, at the footpoint region, and in between them. Footpoint region has much stronger magnetic field than the looptop region. Gyro-synchrotron emission is very sensitive to magnetic field strength. Though the microwave intensity may strongly depend on the source location, however, microwave intensity without any selection by source location shows a very good correlation with hard X-rays. Another puzzle is the energy spectrum of accelerated electrons. Roughly speaking, 50 keV hard X-rays are manly emitted by below 100 keV electrons. On the other hand, 17GHz and 34GHz microwaves are typically emitted by ~1 MeV electrons (it depends on the magnetic field strength of the emitting region). Typically accelerated electrons show a power-law spectrum with the power-law index 3 –6. The power-law index is different in flare by flare. When the number of 100 keV electrons is fixed, the number of 1 MeV electrons changes in 3 order of magnitudes with the change of the power-law index from 3 to 6. The microwave intensity is proportional to the number of ~1 MeV electrons. So roughly thinking, the ratio between hard X-rays and microwave intensity easily change with the change of the power-law index. Without considering the spectral information, we choose the events. However, still there is a very good correlation. This is also a hard puzzle.
In order to understand this too good correlation between hard X-ray and microwave intensity, we need further analyses such as source location of hard X-ray and microwaves, hard X-ray spectrum, photospheric magnetic field at the footpoint region, location of the flare on the solar disc, and so on.

キーワード：太陽フレア、粒子加速、電波、硬X線
Keywords: solar flare, particle acceleration, radio, hard X-ray

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Microwave turn-over frequencies and emission temperatures for white-light solar flares

*鶴田 康介[1]、渡邉 恭子[1]、増田 智[2]、Säm Krucker[3]
*Kosuke Tsuruda[1], Kyoko Watanabe[1], Satoshi Masuda[2], Säm Krucker[3]

1. 防衛大学校、2. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、3. University of Applied Sciences Northwestern Switzerland, UC Berkeley
1. National Defense Academy , 2. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 3. University of Applied Sciences Northwestern Switzerland, UC Berkeley

特に大規模フレアに伴って可視連続光の増光が発生する「白色光フレア」の起源は、これまでの観測・研究により、フレアで加速された非熱的電子であると考えられている。高エネルギーの電子が発生していることや、フレアのエミッションメジャーと温度の関係（Watanabe et al., 2017）などから、白色光フレアでは加速域の磁場が強いと考えられる。フレアループトップの上部にあると考えられている加速域の磁場は測定されていないが、マイクロ波スペクトルの折れ曲がり周波数を用いることによって、その磁場強度を推定することができる（Dulk 1985）。先行研究（北川潤2015年、修士論文）では、野辺山強度偏波計（NoRP）のスペクトルより、白色光フレア（WLF）の折れ曲がり周波数が、非白色光フレア（NWL）のそれと比べて値が大きいことから、白色光フレアにおける強磁場の存在が示唆されていた。

そこで我々は、2010年1月から2017年12月の間に発生したM3クラス以上のフレアにおいて、NoRPで観測されたマイクロ波スペクトルの折れ曲がり周波数の統計解析を実施した。上記期間に白色光データ（*Hinode*/可視光磁場望遠鏡（SOT）, *SDO*/HMI)とNoRP のデータが同時に得られていたイベント（51例）の中から、野辺山電波ヘリオグラフ(NoRH)のイメージによりマイクロ波放射がループトップに存在していたイベント（29例、うちWLF：17例、NWL：12例）のみを取り出し、白色光の有無による折れ曲り周波数の違いが見られないかについて調べた。その結果、折れ曲がり周波数はWLFで4例、NWL で3例のみ17GHzよりも高くなっており、WLFとNWLで折れ曲がり周波数の違いは見られなかった。折れ曲り周波数は磁場強度だけでなくフレアの電子密度にも比例するため（Dulk 1985）、折れ曲がり周波数を用いて加速域の磁場強度を考察するには、電子密度の影響も考慮しなければならないと考えられる。

一方、先行研究（Watanabe et al., 2017）のなかでWLFとNWLで明確な違いが見られたのはフレアの立ち上がり時間（∝フレアの激しさ：Impulsivity）であり、WLFはNWLと比べて立ち上がり時間が短い（WLFはインパルシブフレアに伴っている）ことが報告されている。しかし、立ち上がり時間が短いにもかかわらず、白色光放射の増光が見られないイベントも見られた。そこで、この立ち上がり時間（Impulsivity）の違いが白色光放射自体に与えている影響を調べるため、*Hinode*/SOTの３色（赤・緑・青）データを用いて、上記期間中に白色光の増光が確認された約40例について白色光放射の温度を導出した。今回は、Impulsivityと放射温度の関係について議論する。

キーワード：太陽フレア、電波
Keywords: flares, radio radiation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

*木村 智樹[1]、岩切 渉[2]、山崎 敦[3]、村上 豪[3]、土屋 史紀[4]、吉岡 和夫[5]、鳥海 森[6]、北 元[3]、桑原 正輝[3]
*Tomoki Kimura[1], Wataru Iwakiri[2], Atsushi Yamazaki[3], Go Murakami[3], Fuminori Tsuchiya[4], Kazuo Yoshioka[5], Shin Toriumi[6], Hajime Kita[3], Masaki Kuwabara[3]

1. 東北大学学際科学フロンティア研究所、2. 中央大学理工学部、3. JAXA宇宙科学研究所、4. 東北大学惑星プラズマ大気研究センター、5. 東京大学新領域創成科学研究科、6. 国立天文台
1. Frontier Research Institute for Interdisciplinary Sciences, Tohoku University, 2. Faculty of Science and Engineering, Chuo University, 3. Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency, 4. Planetary Plasma and Atmospheric Research Center, Tohoku University, 5. Department of Complexity Science and Engineering, University of Tokyo, 6. National Astronomical Observatory of Japan

Dynamics of stellar flare is still not well understood compared to that of the sun because of lack of continuous monitoring of distant stars in multiple wavelengths. Here we present a flare event at a close binary system, UX Arietis, monitored with the planetary extreme ultraviolet (EUV) space telescope Hisaki during the coordinated observing campaign with the NICER X-ray Telescope from late 2018 to early 2019. Time variability in the EUV spectrum of the binary was successfully monitored from the begging to the end of flare. Emission power at the EUV wavelengths peaked at ~6x10^24 W, which is comparable with that measured in the previous X-ray observations by e.g., the Advanced Satellite for Cosmology and Astrophysics (ASCA) (Gudel et al., 1999). The EUV spectrum showed emission lines of carbon, nitrogen, oxygen, and silicon ions. Electron temperature and density, emission measure, and ion balance were reduced from the emission lines by EUV spectral diagnostics. Dynamics of the stellar flare will be discussed based on comparison of the reduced plasma parameters with the X-ray spectrum measured with NICER.

キーワード：恒星フレア、ひさき
Keywords: stellar flare, Hisaki

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

3Uキューブサットによる太陽中性子・ガンマ線観測
Solar Neutron and Gamma-ray Observations with a 3U CubeSat

*山岡 和貴[1]、田島 宏康[1]、宮田 喜久子[2]、稲守 孝哉[2]、佐々井 義矩[1]、中澤 知洋[3]、増田 智[1]、松下 幸司[4]、伊藤 和也[4]、高橋 弘充[5]、渡邉 恭子[6]
*Kazutaka Yamaoka[1], Hiroyasu Tajima[1], Kikuko Miyata[2], Takaya Inamori[2], Yoshinori Sasai[1], Kazuhiro Nakazawa[3], Satoshi Masuda[1], Koji Matsushita[4], Kazuya Itoh[4], Hiromitsu Takahashi[5], Kyoko Watanabe[6]

1. 名古屋大学 宇宙地球環境研究所、2. 名古屋大学 工学部、3. 名古屋大学 理学部、4. 名古屋大学 全学技術センター、5. 広島大学 理学部、6. 防衛大学校
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. School of Engineering, Nagoya University, 3. School of Science, Nagoya University, 4. Technical Center, Nagoya University, 5. School of Science, Hiroshima University, 6. National Defence Academy of Japan

太陽中性子の観測は太陽表面での粒子加速機構を理解する上で重要であるが、これまでの高地での地上観測では10m2の大きな面積の検出器にもかかわらず、地球大気での減衰のため、1980年の発見(Chuppら1982)以来約10例の検出にとどまっている。一方で宇宙空間では100cm2という小さな面積でも国際宇宙ステーション上の実験SEDA-APが2009年以来約30例の太陽中性子イベントを検出することに成功した(Muraki et al. 2014)。残念なことにSEDA-APの運用は昨年3月で終了している状況である。太陽中性子専用の検出器が今宇宙空間にない状況を打開するため、我々は3U(サイズ 30x10x10cm)の太陽中性子・ガンマ線検出器を開発してきた。2016年2月には50kg級のChubuSat-2衛星に太陽中性子観測装置を搭載して打ち上げ、さらに2021年を目指して小型の3Uキューブサットへと応用しているところである。検出器は、多層のプラスチックシンチレータとGAGG(Ce)無機シンチレータアレイからなり、両方のシンチレータは光センサであるシリコンフォトマルで読み出される。600以上のセンサからの信号は集積回路(ASIC)で読み出される。本講演では、科学目的、検出器の詳細と要素試作モデル(BBM)の現状について述べる。

キーワード：太陽、中性子、ガンマ線、検出器、超小型衛星
Keywords: sun, Neutron, gamma-ray, detector, micro-satellite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

*Alphonse Sterling[1], Ronald L Moore[1,2], Navdeep K Panesar[1]

1. NASA/MSFC, 2. CSPAR, University of Alabama Huntsville

We follow two small, magnetically isolated CME-producing solar active regions (ARs) from the time of their emergence until several days later, when their core regions erupt to produce the CMEs. In both cases, magnetograms show: (a) following an initial period where the poles of the emerging regions separate from each other, the poles then reverse direction and start to retract inward; (b) during the retraction period, flux cancelation occurs along the main neutral line of the regions, (c) this cancelation builds the sheared core field/flux rope that eventually erupts to make the CME. In the two cases, respectively 30% and 50% of the maximum flux of the region cancels prior to the eruption. Recent studies indicate that solar coronal jets frequently result from small-scale filaments eruptions (Sterling et al. 2015), with those “minifilament” eruptions also being built up and triggered by cancelation of magnetic flux (Panesar et al. 2016). Together, the small-AR eruptions here and the coronal jet results suggest that isolated bipolar regions tend to erupt when some threshold fraction, perhaps in the range of 50%, of the region’s maximum flux has canceled. Our observed erupting filaments/flux ropes form at sites of flux cancelation, in agreement with previous observations. Thus, the recent finding that minifilaments that erupt to form jets also form via flux cancelation is further evidence that minifilaments are small-scale versions of the long-studied full-sized filaments. (Details are in Sterling et al. 2018, ApJ, 864, 68.) This work was supported by the NASA HGI Program, and the NASA/MSFC NPP program.

Keywords: Sun: Filaments, prominences, Sun: Magnetic fields, Sun: Flares, Sun: CMEs

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

太陽対流層表層部における乱流パンピングの推定
Estimation of turbulent pumping in the solar near-surface convection zone

*飯島 陽久[1]、堀田 英之[2]、今田 晋亮[1]
*Haruhisa Iijima[1], Hideyuki Hotta[2], Shinsuke Imada[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、2. 千葉大学大学院理学系研究科
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. Graduate School of Science, Chiba University

本研究では、太陽ダイナモ過程の平均場モデルにおける乱流輸送係数を3次元輻射磁気対流計算により定量化した。太陽の大スケール磁場の時間発展をモデル化するため、多くの平均場ダイナモモデルが提案されてきた。このモデルにおける最大の不確定性の一つが、乱流拡散やアルファ効果、乱流パンピングに代表される磁場の乱流輸送係数である。これらの未知量を評価するため、数値的・観測的研究が行われてきたが、太陽表面付近における鉛直方向の輸送係数の評価はほぼなされてこなかった。これは太陽表面が対流層内部からの磁束の輸送を許容するか、というダイナモモデルの上部境界を特徴づけるパラメータである。そこで本研究では、現実的な太陽表面の対流運動を再現できる3次元輻射磁気流体シミュレーションを利用し、太陽対流層の最上部における鉛直乱流輸送係数を評価した。講演では、乱流係数の波長依存性や、太陽ダイナモモデルの適当な上部境界について報告する。

キーワード：太陽、乱流、ダイナモ
Keywords: Sun, Turbulence, Dynamo

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

表面磁束輸送モデルを用いた太陽黒点が次期太陽周期に与える影響の評価
Evaluation of the influence of the next solar cycle by sunspots using surface flux transport model

*渡邉 優作[1]、今田 晋亮[1]、飯島 陽久[1]、三好 由純[1]
*Yusaku Watanabe[1], Shinsuke Imada[1], Haruhisa Iijima[1], Yoshizumi Miyoshi[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所
1. Institute for Space–Earth Environmental Research, Nagoya University

次の太陽周期を予測することやそのスキームを見出すことは、長期にわたる宇宙天気研究の要である。最近の研究で、太陽極小期における極磁場と次の太陽活動との関係には相関があることが提言されている。 Iijima et al. (2017)は、表面磁束輸送モデル(SFT)を用いて太陽黒点の極輸送を計算し、極小期における極磁場を予測し、次の太陽周期は現在よりも弱いと結論づけている。その結果を評価するために、SFT による特定の活動領域の太陽磁場の時間発展を計算し、その結果と Helioseismic and Magnetic Imager(HMI)で得られた観測値との間の相違について議論した。観測データの特有の例の一つは、2017 年 9 月 6 日に X9.3 太陽フレアを発生させた活動領域 AR12673 があり、南極の負磁場を弱める役割を果たしている。一方で、それと同時期に現れた AR12674 は、北極の正磁場を強めるため、これらの活動領域出現の前後で予測結果が異なるという結果が得られた。なお、これ以降の活動領域に関しては、極小期に至るまでに極域への輸送が間に合わないために影響は少ないと考えられる。我々は 2010 年から 2018 年末までの実際の磁場分布を連続的に用いてモデルに極輸送の再現性を確認した上で予測したところ、再現性は 80 %であり、次期太陽周期の活動度は現在よりも 5~10 %程度強くなることがわかった。

キーワード：太陽、宇宙天気、磁場
Keywords: Sun, Space weather, Magnetic fields

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ダルトン極小期(1800年代)における黒点スケッチの画像解析
The image analysis of sunspot sketches in Dalton minimum(the early 1800s)

*采女 昇真[1]、今田 晋亮[1]、早川 尚志[2]、三好 由純[1]
*SHOMA UNEME[1], Shinsuke Imada[1], Hisashi Hayakawa[2], Yoshizumi Miyoshi[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所総合解析研究部、2. 大阪大学大学院文学研究科
1. Nagoya University Institute for Space Earth for Enviornmental research, 2. Osaka University School of Letters

太陽活動は１１年で活動が周期的に変動することが知られており、宇宙地球環境変動の起源である太陽活動を予測することは宇宙天気研究において重要である。これまでの研究によって、太陽極小期における極磁場の値が次期太陽活動度と良い相関を示すことが知られている。この相関は現在の太陽を精密に観測する事によって示されたものである。一方で、過去の太陽でも同じように相関があったかどうかは明らかになってはいない。そこで、本研究の目的は、過去の太陽においても同じように太陽極小期における極磁場の値が次期太陽活動度と良い相関があるかどうか検証するため、過去の黒点スケッチ画像を解析した。特に、1800年代前半の黒点数が少なかったダルトン極小期に注目して、解析を行った。1800年代前半の黒点スケッチより、黒点の緯度経度と黒点面積を抽出した。これらの解析結果を確認するため、黒点の緯度経度の分布が現在の太陽とどのように違うかを議論する。さらに、面積についても考察し、黒点の面責分布が現在の黒点面積とどのように違うかなどを議論する。追跡した黒点の速度を測ることにより得られたデータの妥当性について議論する。今後の計画として、これらの得られた黒点情報をもとに、表面磁束輸送モデル計算を行い、ダルトン極小期の太陽極小期における極磁場の値を推定する。

キーワード：太陽、ダルトン極小期、スケッチ、SFT
Keywords: sun, Dalton minimum, sketch, SFT

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Observations of Photospheric Magnetic Structure below a Solar Dark Filament

*横山 央明[1]、勝川 行雄[2]、下条 圭美[2]
*Takaaki Yokoyama[1], Yukio Katsukawa[2], Masumi Shimojo[2]

1. 東京大学大学院理学系研究科、2. 国立天文台
1. School of Science, The University of Tokyo, 2. National Astronomical Observatory of Japan

The structure of the photospheric vector magnetic field below a dark filament on the Sun is studied using the observations of the Spectro-Polarimeter attached to the Solar Optical Telescope onboard Hinode. Special attention is paid to discriminate the two suggested models, a flux rope or a bent arcade. "Inverse-polarity" orientation is possible below the filament in a flux rope, whereas "normal-polarity" can appear in both models. We study a filament in active region NOAA 10930, which appeared on the solar disk during 2006 December. To know whether it is in the normal orientation or in the inverse one under 180-degree ambiguity of the transverse field, the center-to-limb variation is used for the solution under an assumption that the filament does not drastically change its magnetic structure during the passage. When the filament is near the east limb, we found that the line-of-site magnetic component below is positive, while it is negative near the west limb. This change of sign indicates that the horizontal photospheric field perpendicular to the polarity inversion line beneath the filament has an "inverse-polarity", that is indicating a flux-rope structure of the filament supporting field.

キーワード：太陽、フィラメント、光球
Keywords: Sun, filament, photosphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

高感度 EUV/UV 分光望遠鏡衛星 (Solar-C EUVST):サイエンスターゲット及び観測要求性能
Science Target of Solar-C_EUVST Mission

*今田 晋亮[1]
*Shinsuke Imada[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University

Solar-C EUVST は高空間分解能(0.4 秒角)、高時間分解能(1 秒程度)、広い温度範囲 (104 - 107K) で観測する極端紫外・紫外域の分光撮像観測装置である。Solar-C EUVST の科学目的として、I) 彩層・コロナと太陽風の形成に必要なエネルギー・質量輸送機構および散逸機構の究明、II)II. 太陽面爆発現象の物理過程の解明、の 2 つがあげられる。太陽外層大気は、温度の異なる光球と彩層、彩層とコロナの間は磁力線でつながり、物質であ るプラズマとエネルギーがこれらの間でやり取りされる一つのシステムである。このシステムの中で発生する太 陽の磁気活動を本質的に理解するには、それを構成する基本構造を理解することはもちろん、基本構造間でやり とりされるプラズマのエネルギー・質量の流れを定量的に観測してその物理過程を把握することが重要である。 その理解に必要とされる物理量は、構造を把握する輝度分布のほかに、速度場、温度、密度などとその変動量で あり、太陽大気を網羅して行うシステマティックな観測を通して、宇宙プラズマの理解につながる太陽物理の重 要課題に Solar-C EUVST は挑む。また本講演では、科学課題の解明に必要な装置要求が、これまでの太陽観測・ 理論研究からどのように導き出されたかについて議論する。

キーワード：太陽、コロナ、分光観測
Keywords: Sun, corona, spectroscopy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_4

[P-AE20] 系外惑星

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

1995年にホットジュピターの発見で幕を開けた系外惑星科学は，ケプラー計画による多数のスーパーアースの発見によって大きな転換期を迎えている．さらに最近では，Proxima Centauri やTRAPPIST-1など太陽近傍星まわりに地球と同程度のサイズで同程度の中心星光照射を受ける（いわゆるハビタブルゾーンにある）惑星も発見されはじめた．それによって，太陽系外の地球型惑星の大気や表層環境に関する実証的な研究が始まりつつある．さらに，従来は発見が困難だった晩期型星・早期型星まわりの惑星発見数も増加しつつあり，主星のタイプに応じた惑星の存在頻度や軌道分布も明らかになりつつある．これにより包括的な汎惑星系形成論の土台となる観測的な知見も集まりつつあると言える．その結果，これまで主に天文学の対象とされてきた系外惑星も，いよいよ地球惑星科学が中心的貢献をすべき研究対象となったと言えるだろう．本セッションでは，そうした転換期にある系外惑星科学の最先端の研究成果を共有することを目的とする．

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

*村瀬 清華[1]、田中 秀和[1] (1.東北大学)

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

*柴田 翔[1]、生駒 大洋[1] (1.東京大学大学院理学系研究科)

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

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

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

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

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

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

[PAE20-P06] 恒星フレアによる太陽系外惑星ハビタビリティー評価

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

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

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

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

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

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

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

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

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

巨大惑星形成モデルによる系外惑星の質量・軌道半径分布の解釈
An interpretation of exoplanet masses and orbital radii with a theoretical model of gas giant formation

*村瀬 清華[1]、田中 秀和[1]
*Kiyoka Murase[1], Hidekazu Tanaka[1]

1. 東北大学
1. TOHOKU UNIVERSITY

約4千個の系外惑星が発見され、それらの質量や軌道の分布などの統計的性質が明らかになっている。しかし、惑星質量や軌道半径の分布が原始惑星系円盤においてどのようにしてつくられたかについては未だ説明されていない。本研究では、固体核の円盤ガス捕獲により巨大惑星が形成されたとするコアアクリーションモデルを採用する。これを観測された系外惑星に対し適用することで、系外惑星の質量・軌道半径の分布は説明可能かどうか、また可能な場合にはどのような原始惑星系円盤において可能となるのかを明らかにする。

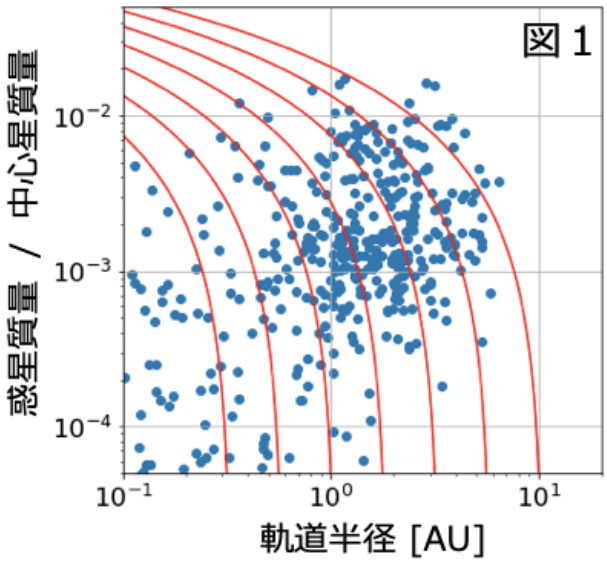
本研究で採用する巨大惑星形成の理論モデルは以下のようなものである。円盤ガス捕獲による巨大惑星成長率についてはTanigawa & Tanaka (2016)のモデルを用いる。惑星軌道落下についてはKanagawa et al.(2018)の最新モデルを用いる。これらの理論モデルは複数の数値流体計算の結果をよく再現しており信頼性は高い。一方、本研究では簡単のため複数惑星の間の相互作用は無視した。惑星の成長率や移動速度は惑星近傍の円盤ガス面密度に比例するので、原始惑星系円盤全体の時間進化モデルも必要である。本研究では単純な粘性降着円盤の自己相似解を採用した。さらに、惑星のガス捕獲による円盤面密度低下を考慮して自己相似解を修正した。円盤の散逸機構として光蒸発による円盤ガス消失も考慮した。このガス消失率はパラメータとした。

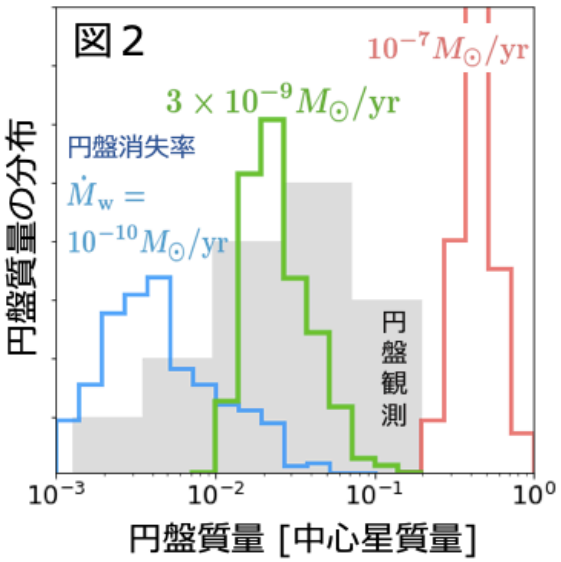
このような巨大惑星形成モデルから軌道半径-質量平面における惑星進化曲線を得た(図１）。この進化曲線は解析的な式で書くことができる。惑星質量と軌道半径の変化率はどちらも円盤面密度に比例することから、この進化曲線は原始惑星系円盤モデルの詳細には依存しない。図には各系外惑星のデータもプロットした。系外巨大惑星は2木星質量程度（中心星質量の1/500程度）のものが多いが、この質量の惑星を形成する際に軌道落下はほとんど起こらないことが進化曲線からわかる。中心星質量の1/50という最大の系外惑星においても軌道半径が1/10になる程度の軌道落下で済むことがわかった。また、系外巨大惑星の軌道半径は約2AUのものが多いが、これは円盤のスノーライン(～3AU)で固体コアがつくられやすいことで説明できる。

惑星の成長が進化曲線のどこで停止するかについては、主に円盤初期質量と、円盤消失を左右する光蒸発による円盤消失率の２つの量で決まる。よって、光蒸発による円盤消失率を与えれば、各系外惑星の質量に対してそれを生み出す円盤初期質量がそれぞれ決まる。このようにして、系外惑星の質量分布から本研究の理論モデルによって円盤初期質量分布を得た(図２）。図には比較のためにへびつかい座分子雲で得られた原始惑星系円盤の質量分布(Andrews et al. 2010)も示した。理論モデルから得られた円盤質量分布と観測から得られた分布とでピークを合わせるためには、光蒸発による円盤消失率は 3×10^{-9}太陽質量/年程度が適当であることがわかった。

キーワード：系外惑星、巨大惑星、原始惑星系円盤
Keywords: Exoplanet, giant planet, protoplanetary disk

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.





©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

短周期巨大ガス惑星の内部重元素量に惑星移動時の共鳴捕獲が与える影響
Impact of resonance trapping of planetesimals during planetary migration on metallicities of close-in gas giants

*柴田 翔[1]、生駒 大洋[1]
*Sho Shibata[1], Masahiro Ikoma[1]

1. 東京大学大学院理学系研究科
1. Graduate School of Science, The University of Tokyo

近年急速に進む系外惑星観測により、巨大ガス惑星の物理的特徴が次第に明らかになってきた。ガス惑星の内部構造モデルとこれらの観測量を組み合わせた一部の研究によると、巨大ガス惑星は一般に、水素とヘリウム以外の元素、いわゆる重元素を中心星よりも多く含んでいることがわかった（***巨大ガス惑星の重元素過剰***）。巨大ガス惑星の重元素過剰は、形成期における微惑星の捕獲によってもたらされたと考えられているが、この仮説には依然として問題がある。

巨大ガス惑星が質量成長する段階で獲得する微惑星量を見積もった研究によれば、この過程で獲得される重元素の量はたかだか十数地球質量程度であり、先の研究で示された系外ガス惑星の重元素過剰を説明するにはオーダーで足りない。本研究はこの問題を解決するために、巨大ガス惑星の質量成長過程とは別の、惑星移動過程における微惑星獲得を検証する。特にこれまで注目されてこなかった、微惑星の巨大ガス惑星の平均運動共鳴への捕獲（resonance trapping）に焦点をあて、微惑星の軌道計算を数値的に行うことで、この現象が巨大ガス惑星の微惑星獲得に与える影響を定量的に議論する。

キーワード：惑星形成、重元素、惑星移動、共鳴捕獲
Keywords: Planet Formation, Heavy Elements, Planet Migration, Resonance Trapping

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Theoretical modeling of hydrogen line emission from accreting gas giants: comparison with observations of LkCa15b and PDS70b

*青山 雄彦[1]、生駒 大洋[1]、Gabriel-Dominique Marleau[2]、Christoph Mordasini[3]
*Yuhiko Aoyama[1], Masahiro Ikoma[1], Gabriel-Dominique Marleau[2], Christoph Mordasini[3]

1. 東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻、2. テュービンゲン大学、3. ベルン大学
1. Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, The University of Tokyo, 2. Institute for Astronomy and Astrophysics, Eberhard Karls University of Tubingen, 3. Physics Institute, University of Bern

近年幾つかの質量集積期の巨大ガス惑星が、直接撮像法によって観測されている。そのほとんどは近赤外で観測されているが、LkCa15b と PDS70b の二つは可視光の水素の Hα 輝線でも観測されている。集積期の巨大ガス惑星の光球面温度は数千 K だと考えられており、これは近赤外の直接撮像の結果と整合的である。一方で可視光の観測光度は、この光球面からの放射と比べて桁で明るく、数万 K の高温ガスの存在を示唆している。このような高温ガスは、衝撃波加熱によって生まれると考えられる。先行研究の数値流体計算によると、巨大ガス惑星へ集積するガスは、その過程で様々な衝撃波を通過する。衝撃波加熱を受けたガスは瞬間的には数万 K の高温に到達できる。しかしこの高温ガスは、水素輝線放射によって即座に数千 K 以下にまで冷却すると考えられる。したがって、放射される Hα の光度を推定するには、冷却するガスの流体構造、輝線放射過程、放射輸送を同時に扱う必要がある。本研究ではこのようなモデルを開発し、衝撃波から放射されるHαの強度を、衝撃波の強度とガス密度の関数として推定した。また、巨大ガス惑星へ集積するガスがどのような流れであれば、観測されたHαの光度を再現できるか、検討した。

キーワード：LkCa15b、PDS70b、衝撃波加熱、水素輝線、Hα
Keywords: LkCa15b, PDS70b, Shock heating, Hydrogen line, Hα

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

系外惑星探査のためのライマンα線望遠鏡LAICA2の検討
Design of a Lyman alpha telescope LAICA2 for exoplanetary exploration

*村岡 徹[1]、村上 豪[2]、亀田 真吾[1]
*Toru Muraoka[1], Go Murakami[2], Shingo Kameda[1]

1. 立教大学、2. 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所
1. Rikkyo University, 2. Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency

現在、地球に似た系外惑星探査のターゲットとして、太陽より温度が低く・質量も小さい恒星の周りを回る惑星が注目されている。このような条件下にある小質量惑星は、主星が大きすぎないためにトランジット観測によって検出できる可能性がある。

さらに、極端紫外線(EUV)放射が強い恒星の周りを回っており、かつ酸素濃度の高い惑星では、酸素原子が非常に高高度まで広がることが示されている[Kulikov et al., 2007, Tian et al., 2008b]。

このことから、地球のような環境の系外惑星を検出する手段として、酸素輝線での波長でトランジットによる観測を行うことが有効であると考えられている。

しかし、酸素原子の広がりを見積もるのに必要な情報であるEUV量を直接観測することはできない。そこで、恒星の測定可能なライマンα線量からEUVスペクトルを推定できること[Linsky et al., 2014]を利用することとした。

超小型深宇宙探査機PROCYONには、ライマンα線望遠鏡LAICA(Lyman Alpha Imaging CAmera)が搭載されている。本研究では、このLAICAの設計を基にして遠方の恒星からのライマンα線量を測定できる望遠鏡LAICA2の設計を行った。

LAICAは地球近傍の広範囲を観測対象としていたのに対し、LAICA2は数画素以内に収まるほどの遠方の恒星を観測対象とする。このため、主鏡と副鏡の両方を球面形状としていたLAICAとは異なり、LAICA2では主鏡を楕円面形状とすることで、集光性能を維持しながら焦点距離を1.5倍に伸ばすように光学設計を行った。

さらに、光学設計の段階で意図していない光（迷光）を、その光路を遮るようにバッフルを設計することで削減した。その上で内部反射や光学系内での散乱による迷光を評価し、最終的にLAICA2の観測において迷光の影響は無視できることを確認した。

本発表では、上記の研究成果を報告する。

キーワード：系外惑星、光学設計
Keywords: exoplanet, optical design

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Numerical experiments on thermal convection of highly compressible fluids: Influences for mantle convection of super-Earths

*亀山 真典[1,2]
*Masanori Kameyama[1,2]

1. 国立大学法人愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、2. 国立研究開発法人海洋研究開発機構
1. Geodynamics Research Center, Ehime University, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

巨大な地球型惑星「スーパー地球」が近年に次々と発見されてきたことを受け、スーパー地球のマントルダイナミクスの研究が現実味のあるターゲットとなってきた。その際に考慮すべき重要な点の1つは、スーパー地球のマントルの「厚さ」である。厚いマントルの中では熱輸送の効率が低下するため、マントル内部が十分に排熱されないことも考えられる。加えて、スーパー地球のマントル内部では圧力が高くなったことを受けて物性値が大きく変化するだけでなく、断熱圧縮の効果が流れの様式に強く影響していると予想される。本研究では強い圧縮性に加え、粘性率・熱伝導率の空間変化や内部発熱を持つ流体の熱対流シミュレーションを行い、スーパー地球のマントル対流の様相を考察した。

本研究では地球の10倍の質量を持つスーパー地球のマントルを想定し、深さ6000km、縦横比1:4の2次元箱型領域内での圧縮性流体の熱対流を考える。ここでは非弾性流体近似を用いることにより、流体の上昇/下降に伴う断熱的温度変化の効果を取り入れている。さらにマントル物質の粘性率は温度とともに指数関数的に減少し、熱伝導率は深さとともに指数関数的に増加すると仮定した。これらの物性量の依存性や内部発熱の強さを系統的に変化させて熱対流シミュレーションを行い、内部の対流様式や熱構造の変化を観察した。

その結果、粘性率の温度依存性と熱伝導率の深さ依存性の双方とも十分に大きい場合には、上面沿いに発達する「冷たくて固いふた (stagnant lid)」に加えて、底面直上には「深部成層圏 (deep stratosphere)」とも呼ぶべき特異な層が形成されることが分かった。この層の内部は (i) 安定な温度成層と (ii) 鉛直方向の流れが非常に弱い、という点で特徴づけられ、気象学の「成層圏」の性質によく似ている。この特異な層が発達する理由は、上面で「冷たくて固いふた」が厚く発達したことに加え、深部での熱伝導率が高くなっていることである。この両者によってマントル内部の温度が全体的に上昇し、断熱温度変化が鉛直方向の流れを抑制する効果が強まった結果、安定な温度成層をもつ「深部成層圏」が形成されたと理解することができる。さらに内部熱源による発熱率が高くなるほど、「深部成層圏」の形成が促進されることも分かった。

本研究の結果より、粘性率の温度依存性と熱伝導率の深さ依存性の双方とも十分に大きいマントルをもつスーパー地球では、表面に「冷たくて固いふた」が、加えてマントル最下部には「深部成層圏」が形成されることが期待される。よって表面にプレート運動のない「スーパー地球」の中には、そのマントルの深部に「深部成層圏」を持っているものが含まれているのかもしれない。

キーワード：スーパー地球、マントル対流、断熱圧縮
Keywords: Super-Earths, mantle convection, adiabatic (de)compression

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

恒星フレアによる太陽系外惑星ハビタビリティー評価
Impact of Stellar Superflares on Planetary Habitability

*山敷 庸亮[1]、前原 裕之[2]、アイラペディアン ウラジミール[5]、野津 湧太[3]、佐藤 達彦[4]、野津 翔太[3]、黒木 龍介[1]、村嶋 慶哉[8]、佐藤 啓明[7]、行方 宏介[3]、佐々木 貴教[3]、スコット トーマス[9]、坂東 日菜[3]、梨元 昴[8]、高木 風香[6]、リング カサンドラ[1]、野上 大作[3]、柴田 一成[10]
*Yosuke Alexandre Yamashiki[1], Hiroyuki Maehara[2], Vladimir Airapetian[5], Yuta Notsu[3], Tatsuhiko Sato[4], Shota Notsu[3], Ryusuke Kuroki[1], keiya murashima[8], Hiroaki Sato[7], Kosuke Namekata[3], Takanori Sasaki[3], Thomas Scott[9], Hina Bando[3], Subaru Nashimoto[8], Fuka Takagi[6], Cassandra Ling[1], Daisaku Nogami[3], Kazunari Shibata[10]

1. 京都大学大学院総合生存学館、2. 国立天文台、3. 京都大学理学研究科宇宙物理学教室、4. 日本原子力研究開発機構、5. NASAゴダード宇宙飛行センター、6. 京都大学農学部、7. 京都大学工学部、8. 京都大学理学部、9. ブリストル大学、10. 京都大学天文台
1. Earth & Planetary Water Resources Assessment Laboratory Graduate School of Advanced Integrated Studies in Human Survivability Kyoto University, 2. National Astronomical Observatory of Japan, 3. Department of Astronomy, Kyoto University, 4. Japan Atomic Energy Agency, 5. NASA / GSFC, 6. Faculty of Agriculture, Kyoto University, 7. Faculty of Engineering, Kyoto University, 8. Faculty of Science, Kyoto University, 9. Interface Analysis Centre, University of Bristol, 10. Astronomical Observatory, Kyoto University

Environmental factors of crucial importance for exoplanetary habitability include the presence of bodies of liquid surface water, a dense atmosphere, planetary global magnetic field, and internal planetary dynamics . In addition, high-energy radiation due to exoplanetary space weather introduced by magnetic activity of a planet-hosting star can also play a crucial role in the definition of habitability.

Here, we present the first quantitative impact evaluation system of stellar activity on the habitability factors with an emphasis on Stellar Proton Events for several documented exoplanets examining the impact of CO2, H2, N2+O2 –rich atmospheres by introducing starspots of their hoststars, estimated using their rotational periods and lightcurves.

Simulations suggest that the estimated ground level dose for each planet, assuming a terrestrial-level atmospheric thickness, does not exceed the critical dose for complex (multi- cellular) life to persist, even for the planetary surface of Proxima Centauri b, Ross-128b and TRAPPIST-1 e. However when we consider the possible maximum flare for those host stars, at the terrestrial lowest atmospheric depth, the estimated dose reaches fatal levels on TRAPPIST-1 e and Ross-128 b. Continuous XUV radiation higher than that experienced by the Earth induces rapid atmospheric escape for those planetary systems , meaning the atmospheric depth might be substantially less than the Earth. In a scenario where the modelled planetary systems have 1/10 the atmospheric thickness of Earth, the radiation dose at Proxima Centauri b and TRAPPIST-1 e reaches near fatal levels just from relatively minor annually occurring flares from their hoststars.

キーワード：恒星フレア
Keywords: Stellar flare

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Studies of atmospheric structure in new very-hot Jupiter with high-resolution transmission spectroscopy

*川内 紀代恵[1]、佐藤 文衛[1]、成田 憲保[2]、平野 照幸[1]、川島 由依[3]
*Kiyoe Kawauchi[1], Bun'ei Sato[1], Norio Narita[2], Teruyuki Hirano[1], Yui Kawashima[3]

1. 東京工業大学、2. 東京大学、3. SRON - Netherlands Institute for Space Research
1. Tokyo Institute of Technology, 2. Tokyo University, 3. SRON - Netherlands Institute for Space Research

In the last decade, the understanding of exoplanetary atmospheres has advanced considerably through spectroscopic observations during planetary transit events, known as transmission spectroscopy.

Transmission spectroscopy done by Charbonneau et al. (2002) using Hubble Space Telescope first detected Na in the atmosphere of the hot Jupiter HD209458b. Currently, alkali metals have been detected in some hot Jupiter atmospheres. (e.g. Sing et al. 2012) Alkali metal lines are one of the most important key opacity sources because the Na I and K I resonance doublets are thought to be the cause of the generally low albedos, as the alkali metal's wide line wings absorb almost all of the incoming stellar irradiation.

Especially, high-resolution transmission spectroscopy of Na absorption lines can investigate temperature of a thermosphere where temperature is increased by stellar X-ray and EUV irradiation and the atmospheric escape is caused because the depth of Na absorption lines is deep and comparable to that of Hα absorption line which is formed in upper atmosphere (Huang et al. 2017).

We performed high-resolution transmission spectroscopy for WASP-76 with Subaru HDS. For WASP-76b, we detected strong Na D absorption lines and measured an average absorption depth of 0.427 ±0.018% for a 3.0 Åpassband. We derived the temperatures of the upper atmosphere as about 3700 K (Na D1) and 4000 K (Na D2) on the assumption of an atomic layer where an atomic hydrogen is dominated. As the equilibrium temperature is about 2160K, these results suggest the existence of a thermosphere.

キーワード：惑星大気
Keywords: Exoplanet atmosphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Doppler Tomographic Analysis for the Planetary Orbital Precession of WASP-33b

*渡辺 紀治[1]、成田 憲保[2]、Johnson Marshall[3]
*Noriharu Watanabe[1], Norio Narita[2], Marshall C. Johnson[3]

1. 総合研究大学院大学、2. 東京大学、3. オハイオ州立大学
1. The Graduate University for Advanced Studies, 2. The University of Tokyo, 3. The Ohio State University

The apparent angle between the stellar spin axis and the planetary orbital axis, which is called orbital obliquity (λ), is one of the important parameters for understanding the orbital evolution. If a planet has followed an orbital evolution like those in our solar planets evolve, its orbit will be aligned with the stellar spin. This orbit is called a prograde orbit ($|\lambda| < 90$ deg) and many exoplanets orbit with the direction. However, it is clear that there are few exoplanets with retrograde orbits ($|\lambda| > 90$ deg), which is the opposite case of our solar system. Doppler tomography (DT) is one of the methods to measure λ. In this method, when a planet covers part of the stellar surface during a planetary transit, a planetary shadow appears in the stellar line profile which is broadened by its rapid stellar spin. Then, λ can be derived by the track of the shadow. The distance between the center of the stellar surface, which is called the impact parameter (b), can be measured by DT. Moreover, The planetary shadow appears more easily when the central star spins faster, which makes the measurement of these parameters more easily.

The previous study [1] found that the values of λ and b of the hot Jupiter WASP-33b, which has a 1.2-day period retrograde circular orbit around a rapidly rotating and pulsating A-type star, changed slightly from 2008 and 2014. They detected its orbital precession due to its slightly flattened central star. However, only two observational epochs, from 2008 and 2014, were used in the previous study [1]. We aim to confirm and more precisely measure the precession using not only the dataset of 2008 and 2014 but also a previously unpublished dataset from 2011.

In our research, we used observational data of WASP-33 which was obtained using the High Dispersion Spectrograph (HDS) on the 8.2m Subaru telescope on 19th October 2011 (UT), as well as data sets of the previous study [1] which has already been analyzed up to their line profiles. First, we obtained the average line profile of each exposure from a large number of absorption lines by Least-Squares-Deconvolution (LSD). Subtracting the average stellar line profile of all exposures from the one from each exposure, we got the planetary shadow showing a retrograde orbit and a component from stellar pulsations. In order to make the measurement of the planetary parameters more easily, we extracted only the planetary shadow by Fourier filtering used in the previous study [1].

In order to make the measurement of the planetary parameters, we adopted an MCMC analysis for the three filtered data with our planetary shadow model with Fourier filtering. Considering b and λ of WASP-33b is changeable, our results show that b changed linearly, but the change of λ was not so that λ in 2011 was not intermediate between ones in 2008 and 2014. In the case that λ is fixed but b is changeable, we found that the change of b was comparable to one of the former case. In either case, our results indicated that the orbital precession seems to be different than one from the previous study [1].

[1] Johnson et al. 2015

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

IRSF/SIRIUSによるTESS惑星候補のフォローアップ観測
TESS Follow-up Observation with IRSF/SIRIUS

*森 万由子[1]、成田 憲保[1,2]、de Leon Jerome[1]、西海 拓[3]、福井 暁彦[1]、田村 元秀[1,2]、日下部 展彦[2]、森鼻 久美子[4]
*Mayuko Mori[1], Norio Narita[1,2], Jerome Pitogo de Leon[1], Taku Nishiumi[3], Akihiko Fukui[1], Motohide Tamura[1,2], Nobuhiko Kusakabe[2], Kumiko Morihana[4]

1. 東京大学、2. アストロバイオロジーセンター、3. 京都産業大学、4. 名古屋大学
1. The University of Tokyo, 2. Astrobiology Center, NINS, 3. Kyoto Sangyo University, 4. Nagoya University

トランジット系外惑星探索衛星(**TESS**) のフォローアッププログラム(**TFOP**) の一環として、南アフリカ共和国にある**1.4m望遠鏡IRSF**を使った惑星候補トランジットの赤外多色測光観測を行った。

TESSは惑星候補を数千個みつけると推測されているが、その中には、**食連星等による偽検出**が多数紛れ込む[1]。これらを見分けるために地上望遠鏡によるフォローアップ 観測が重要である。IRSFと、搭載された近赤外撮像カメラSIRIUSは、フォローアップ観測に適した装置である。

IRSF/SIRIUS を用いると、**TESS に比べて高い空間分解能**(0.453arcsec/pix) により、TESS の測光アパーチャー内に複数の星がある場合にそれぞれのライトカーブを描き、明るさの変化を起こしているターゲットを絞れる他、赤外領域の**J、H、Ks バンドで同時測光**することにより、トランジットの深さの波長依存性から、食連星による偽検出を排除することに役立つ。しかし、本来IRSF/SIRIUS はトランジット用の装置ではないため、得られた観測データから、トランジット解析用のデータや図に変換するための測光解析パイプラインを作成する必要があった。

我々の作成したパイプラインでは、視野内の検出可能なすべての星に関して測光を実行し、バンドごとのライトカーブを短い手順で作ることができる。それぞれの星とターゲットとの視距離・等級差も出力し、これは食連星の排除の計算に役立つ。また、トランジットによる星の明るさの変化と、その他の装置的な要因による変化の相関を判定し、簡単な一次モデルでフィットできるようになっている。このパイプラインにより効率的に解析を行えるようになり、観測後数日のうちに、求められるデータや図をTFOP チームに送ることができるようになった。

観測は2018年10月から11月 にかけて行い、TESS の最初の観測領域であるセクター1, 2 で発見された35個の惑星候補に対し、延べ45 回のトランジットを観測した。その結果、TOI 125, TOI 142, TOI 157, TOI 174, TOI 178, TOI 179, TOI 193, TOI 212 の計8個の惑星候補についてその観測結果をTFOPチームに報告し、食連星の排除と惑星の発見確認に貢献した。

この中でも**TOI 125**について、IRSF/SIRIUSでの観測が食連星の排除に大きな貢献を果たした。TFOPチームにより、K型星であるTOI 125のまわりには2つのsub-Neptuneサイズの惑星(2.76R_\oplus, 2.79R_\oplus)の存在が確認され、さらに3つ惑星候補が存在していることも分かった。この系は、惑星cとbの公転周期の比がわずかに2:1よりも小さいことが分かっており、力学的に興味深い系である。

ポスターでは、IRSF/SIRIUSでのTESSフォローアップ観測について、作成したパイプラインの詳細と、それにより得られた観測成果について紹介する。

[1] Sullivan et al.(2015), ApJ, 809, 77

キーワード：TESS、トランジット、測光、近赤外線、観測
Keywords: TESS, Transit, Photometry, Infrared, Observation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Status of the Multi-band Cameras for Transiting Exoplanets MuSCAT1,2 and New Results in 2018

*福井 暁彦[1]、成田 憲保[2]、日下部 展彦[2]、田村 元秀[2,1]、川内 紀代恵[1]、John Livingston[1]、Jerome de Leon[1]、渡辺 紀治[3]、寺田 由佳[1]、森 万由子[1]、西海 拓[4]
*Akihiko Fukui[1], Norio Narita[2], Nobuhiko Kusakabe[2], Motohide Tamura[2,1], Kiyoe Kawauchi[1], John Livingston[1], Jerome de Leon[1], Noriharu Watanabe[3], Yuka Terada[1], Mayuko Mori[1], Taku Nishiumi[4]

1. 東京大学、2. アストロバイオロジーセンター、3. 総合研究大学院大学、4. 京都産業大学
1. The University of Tokyo, 2. Astrobiology Center, 3. SOKENDAI, 4. Kyoto Sangyo University

MuSCATおよびMuSCAT2はトランジット系外惑星の観測を目的として開発した可視多バンド同時撮像装置である。MuSCATは国立天文台の岡山188cm望遠鏡向けに2014年に開発した装置で、可視3バンド（g, r, z_sバンド）で同時撮像が可能である。MuSCAT2はスペイン・カナリア諸島テイデ観測所のTCS1.52m望遠鏡向けに2017年に開発した装置で、可視4バンド（g, r, i, z_sバンド）での同時撮像が可能である。目指すサイエンスの一つは、2018年4月に打ち上げられた全天トランジット惑星探索衛星TESSで発見される惑星候補の発見確認およびその特徴付けである。

MuSCATは2018年度において、岡山188cm望遠鏡の運用体制が国立天文台による共同利用からユーザー主体の運用に替わる過渡期にあったことや、装置トラブルが重なったことなどの理由により、観測が出来ない期間が続いたが、2019年1月より、一月あたり1週間程度の観測を実施している。
MuSCAT2は2018年度において、カナリア天体物理学研究所（IAC）の共同研究者と協力し、250夜を越える夜数の観測を行った。また、観測の安定化およびリモート観測システムの改良を行い、観測者の負担を減らすとともに日本からでもスムーズに観測出来る体制を整えた。

TESSは打ち上げから最初の1年間は南天を探索しており、MuSCAT1,2で観測可能な惑星候補はまだ多くない。そのため、2018年度は主にKepler衛星による黄道面探索や地上のトランジット探索で発見された惑星候補の観測、および低密度惑星の大気観測などを実施した。

本講演では、2018年度のMuSCATおよびMuSCAT2の運用状況および、新たに得られた観測成果について紹介する。

キーワード：トランジット系外惑星、TESS、系外惑星大気
Keywords: transiting exoplanets, TESS, atmosphere of exoplanets

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_7

[P-AE20] 系外惑星

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

1995年にホットジュピターの発見で幕を開けた系外惑星科学は，ケプラー計画による多数のスーパーアースの発見によって大きな転換期を迎えている．さらに最近では，Proxima Centauri やTRAPPIST-1など太陽近傍星まわりに地球と同程度のサイズで同程度の中心星光照射を受ける（いわゆるハビタブルゾーンにある）惑星も発見されはじめた．それによって，太陽系外の地球型惑星の大気や表層環境に関する実証的な研究が始まりつつある．さらに，従来は発見が困難だった晩期型星・早期型星まわりの惑星発見数も増加しつつあり，主星のタイプに応じた惑星の存在頻度や軌道分布も明らかになりつつある．これにより包括的な汎惑星系形成論の土台となる観測的な知見も集まりつつあると言える．その結果，これまで主に天文学の対象とされてきた系外惑星も，いよいよ地球惑星科学が中心的貢献をすべき研究対象となったと言えるだろう．本セッションでは，そうした転換期にある系外惑星科学の最先端の研究成果を共有することを目的とする．

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

*村瀬 清華[1]、田中 秀和[1] (1.東北大学)

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

*柴田 翔[1]、生駒 大洋[1] (1.東京大学大学院理学系研究科)

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

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

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

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

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

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

[PAE20-P06] 恒星フレアによる太陽系外惑星ハビタビリティー評価

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

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

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

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

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

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

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

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

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

巨大惑星形成モデルによる系外惑星の質量・軌道半径分布の解釈
An interpretation of exoplanet masses and orbital radii with a theoretical model of gas giant formation

*村瀬 清華[1]、田中 秀和[1]
*Kiyoka Murase[1], Hidekazu Tanaka[1]

1. 東北大学
1. TOHOKU UNIVERSITY

約4千個の系外惑星が発見され、それらの質量や軌道の分布などの統計的性質が明らかになっている。しかし、惑星質量や軌道半径の分布が原始惑星系円盤においてどのようにしてつくられたかについては未だ説明されていない。本研究では、固体核の円盤ガス捕獲により巨大惑星が形成されたとするコアアクリーションモデルを採用する。これを観測された系外惑星に対し適用することで、系外惑星の質量・軌道半径の分布は説明可能かどうか、また可能な場合にはどのような原始惑星系円盤において可能となるのかを明らかにする。

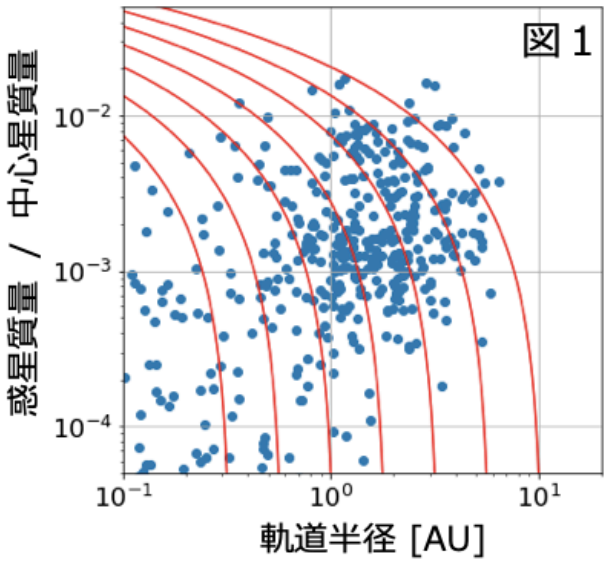
本研究で採用する巨大惑星形成の理論モデルは以下のようなものである。円盤ガス捕獲による巨大惑星成長率についてはTanigawa & Tanaka (2016)のモデルを用いる。惑星軌道落下についてはKanagawa et al.(2018)の最新モデルを用いる。これらの理論モデルは複数の数値流体計算の結果をよく再現しており信頼性は高い。一方、本研究では簡単のため複数惑星の間の相互作用は無視した。惑星の成長率や移動速度は惑星近傍の円盤ガス面密度に比例するので、原始惑星系円盤全体の時間進化モデルも必要である。本研究では単純な粘性降着円盤の自己相似解を採用した。さらに、惑星のガス捕獲による円盤面密度低下を考慮して自己相似解を修正した。円盤の散逸機構として光蒸発による円盤ガス消失も考慮した。このガス消失率はパラメータとした。

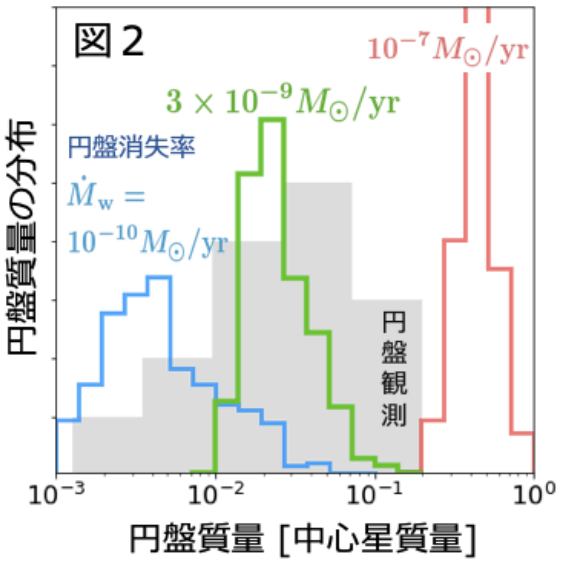
このような巨大惑星形成モデルから軌道半径-質量平面における惑星進化曲線を得た(図１）。この進化曲線は解析的な式で書くことができる。惑星質量と軌道半径の変化率はどちらも円盤面密度に比例することから、この進化曲線は原始惑星系円盤モデルの詳細には依存しない。図には各系外惑星のデータもプロットした。系外巨大惑星は2木星質量程度（中心星質量の1/500程度）のものが多いが、この質量の惑星を形成する際に軌道落下はほとんど起こらないことが進化曲線からわかる。中心星質量の1/50という最大の系外惑星においても軌道半径が1/10になる程度の軌道落下で済むことがわかった。また、系外巨大惑星の軌道半径は約2AUのものが多いが、これは円盤のスノーライン(～3AU)で固体コアがつくられやすいことで説明できる。

惑星の成長が進化曲線のどこで停止するかについては、主に円盤初期質量と、円盤消失を左右する光蒸発による円盤消失率の２つの量で決まる。よって、光蒸発による円盤消失率を与えれば、各系外惑星の質量に対してそれを生み出す円盤初期質量がそれぞれ決まる。このようにして、系外惑星の質量分布から本研究の理論モデルによって円盤初期質量分布を得た(図２）。図には比較のためにへびつかい座分子雲で得られた原始惑星系円盤の質量分布(Andrews et al. 2010)も示した。理論モデルから得られた円盤質量分布と観測から得られた分布とでピークを合わせるためには、光蒸発による円盤消失率は 3×10^{-9}太陽質量/年程度が適当であることがわかった。

キーワード：系外惑星、巨大惑星、原始惑星系円盤
Keywords: Exoplanet, giant planet, protoplanetary disk

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.





©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

短周期巨大ガス惑星の内部重元素量に惑星移動時の共鳴捕獲が与える影響
Impact of resonance trapping of planetesimals during planetary migration on metallicities of close-in gas giants

*柴田 翔[1]、生駒 大洋[1]
*Sho Shibata[1], Masahiro Ikoma[1]

1. 東京大学大学院理学系研究科
1. Graduate School of Science, The University of Tokyo

近年急速に進む系外惑星観測により、巨大ガス惑星の物理的特徴が次第に明らかになってきた。ガス惑星の内部構造モデルとこれらの観測量を組み合わせた一部の研究によると、巨大ガス惑星は一般に、水素とヘリウム以外の元素、いわゆる重元素を中心星よりも多く含んでいることがわかった（***巨大ガス惑星の重元素過剰***）。巨大ガス惑星の重元素過剰は、形成期における微惑星の捕獲によってもたらされたと考えられているが、この仮説には依然として問題がある。

巨大ガス惑星が質量成長する段階で獲得する微惑星量を見積もった研究によれば、この過程で獲得される重元素の量はたかだか十数地球質量程度であり、先の研究で示された系外ガス惑星の重元素過剰を説明するにはオーダーで足りない。本研究はこの問題を解決するために、巨大ガス惑星の質量成長過程とは別の、惑星移動過程における微惑星獲得を検証する。特にこれまで注目されてこなかった、微惑星の巨大ガス惑星の平均運動共鳴への捕獲（resonance trapping）に焦点をあて、微惑星の軌道計算を数値的に行うことで、この現象が巨大ガス惑星の微惑星獲得に与える影響を定量的に議論する。

キーワード：惑星形成、重元素、惑星移動、共鳴捕獲
Keywords: Planet Formation, Heavy Elements, Planet Migration, Resonance Trapping

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Theoretical modeling of hydrogen line emission from accreting gas giants: comparison with observations of LkCa15b and PDS70b

*青山 雄彦[1]、生駒 大洋[1]、Gabriel-Dominique Marleau[2]、Christoph Mordasini[3]
*Yuhiko Aoyama[1], Masahiro Ikoma[1], Gabriel-Dominique Marleau[2], Christoph Mordasini[3]

1. 東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻、2. テュービンゲン大学、3. ベルン大学
1. Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, The University of Tokyo, 2. Institute for Astronomy and Astrophysics, Eberhard Karls University of Tubingen, 3. Physics Institute, University of Bern

近年幾つかの質量集積期の巨大ガス惑星が、直接撮像法によって観測されている。そのほとんどは近赤外で観測されているが、LkCa15b と PDS70b の二つは可視光の水素の Hα 輝線でも観測されている。集積期の巨大ガス惑星の光球面温度は数千 K だと考えられており、これは近赤外の直接撮像の結果と整合的である。一方で可視光の観測光度は、この光球面からの放射と比べて桁で明るく、数万 K の高温ガスの存在を示唆している。このような高温ガスは、衝撃波加熱によって生まれると考えられる。先行研究の数値流体計算によると、巨大ガス惑星へ集積するガスは、その過程で様々な衝撃波を通過する。衝撃波加熱を受けたガスは瞬間的には数万 K の高温に到達できる。しかしこの高温ガスは、水素輝線放射によって即座に数千 K 以下にまで冷却すると考えられる。したがって、放射される Hα の光度を推定するには、冷却するガスの流体構造、輝線放射過程、放射輸送を同時に扱う必要がある。本研究ではこのようなモデルを開発し、衝撃波から放射されるHαの強度を、衝撃波の強度とガス密度の関数として推定した。また、巨大ガス惑星へ集積するガスがどのような流れであれば、観測されたHαの光度を再現できるか、検討した。

キーワード：LkCa15b、PDS70b、衝撃波加熱、水素輝線、Hα
Keywords: LkCa15b, PDS70b, Shock heating, Hydrogen line, Hα

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

系外惑星探査のためのライマンα線望遠鏡LAICA2の検討
Design of a Lyman alpha telescope LAICA2 for exoplanetary exploration

*村岡 徹[1]、村上 豪[2]、亀田 真吾[1]
*Toru Muraoka[1], Go Murakami[2], Shingo Kameda[1]

1. 立教大学、2. 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所
1. Rikkyo University, 2. Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency

現在、地球に似た系外惑星探査のターゲットとして、太陽より温度が低く・質量も小さい恒星の周りを回る惑星が注目されている。このような条件下にある小質量惑星は、主星が大きすぎないためにトランジット観測によって検出できる可能性がある。

さらに、極端紫外線(EUV)放射が強い恒星の周りを回っており、かつ酸素濃度の高い惑星では、酸素原子が非常に高高度まで広がることが示されている[Kulikov et al., 2007, Tian et al., 2008b]。

このことから、地球のような環境の系外惑星を検出する手段として、酸素輝線での波長でトランジットによる観測を行うことが有効であると考えられている。

しかし、酸素原子の広がりを見積もるのに必要な情報であるEUV量を直接観測することはできない。そこで、恒星の測定可能なライマンα線量からEUVスペクトルを推定できること[Linsky et al., 2014]を利用することとした。

超小型深宇宙探査機PROCYONには、ライマンα線望遠鏡LAICA(Lyman Alpha Imaging CAmera)が搭載されている。本研究では、このLAICAの設計を基にして遠方の恒星からのライマンα線量を測定できる望遠鏡LAICA2の設計を行った。

LAICAは地球近傍の広範囲を観測対象としていたのに対し、LAICA2は数画素以内に収まるほどの遠方の恒星を観測対象とする。このため、主鏡と副鏡の両方を球面形状としていたLAICAとは異なり、LAICA2では主鏡を楕円面形状とすることで、集光性能を維持しながら焦点距離を1.5倍に伸ばすように光学設計を行った。

さらに、光学設計の段階で意図していない光（迷光）を、その光路を遮るようにバッフルを設計することで削減した。その上で内部反射や光学系内での散乱による迷光を評価し、最終的にLAICA2の観測において迷光の影響は無視できることを確認した。

本発表では、上記の研究成果を報告する。

キーワード：系外惑星、光学設計
Keywords: exoplanet, optical design

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Numerical experiments on thermal convection of highly compressible fluids: Influences for mantle convection of super-Earths

*亀山 真典[1,2]
*Masanori Kameyama[1,2]

1. 国立大学法人愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、2. 国立研究開発法人海洋研究開発機構
1. Geodynamics Research Center, Ehime University, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

巨大な地球型惑星「スーパー地球」が近年に次々と発見されてきたことを受け、スーパー地球のマントルダイナミクスの研究が現実味のあるターゲットとなってきた。その際に考慮すべき重要な点の1つは、スーパー地球のマントルの「厚さ」である。厚いマントルの中では熱輸送の効率が低下するため、マントル内部が十分に排熱されないことも考えられる。加えて、スーパー地球のマントル内部では圧力が高くなったことを受けて物性値が大きく変化するだけでなく、断熱圧縮の効果が流れの様式に強く影響していると予想される。本研究では強い圧縮性に加え、粘性率・熱伝導率の空間変化や内部発熱を持つ流体の熱対流シミュレーションを行い、スーパー地球のマントル対流の様相を考察した。

本研究では地球の10倍の質量を持つスーパー地球のマントルを想定し、深さ6000km、縦横比1:4の2次元箱型領域内での圧縮性流体の熱対流を考える。ここでは非弾性流体近似を用いることにより、流体の上昇/下降に伴う断熱的温度変化の効果を取り入れている。さらにマントル物質の粘性率は温度とともに指数関数的に減少し、熱伝導率は深さとともに指数関数的に増加すると仮定した。これらの物性量の依存性や内部発熱の強さを系統的に変化させて熱対流シミュレーションを行い、内部の対流様式や熱構造の変化を観察した。

その結果、粘性率の温度依存性と熱伝導率の深さ依存性の双方とも十分に大きい場合には、上面沿いに発達する「冷たくて固いふた (stagnant lid)」に加えて、底面直上には「深部成層圏 (deep stratosphere)」とも呼ぶべき特異な層が形成されることが分かった。この層の内部は (i) 安定な温度成層と (ii) 鉛直方向の流れが非常に弱い、という点で特徴づけられ、気象学の「成層圏」の性質によく似ている。この特異な層が発達する理由は、上面で「冷たくて固いふた」が厚く発達したことに加え、深部での熱伝導率が高くなっていることである。この両者によってマントル内部の温度が全体的に上昇し、断熱温度変化が鉛直方向の流れを抑制する効果が強まった結果、安定な温度成層をもつ「深部成層圏」が形成されたと理解することができる。さらに内部熱源による発熱率が高くなるほど、「深部成層圏」の形成が促進されることも分かった。

本研究の結果より、粘性率の温度依存性と熱伝導率の深さ依存性の双方とも十分に大きいマントルをもつスーパー地球では、表面に「冷たくて固いふた」が、加えてマントル最下部には「深部成層圏」が形成されることが期待される。よって表面にプレート運動のない「スーパー地球」の中には、そのマントルの深部に「深部成層圏」を持っているものが含まれているのかもしれない。

キーワード：スーパー地球、マントル対流、断熱圧縮
Keywords: Super-Earths, mantle convection, adiabatic (de)compression

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

恒星フレアによる太陽系外惑星ハビタビリティー評価
Impact of Stellar Superflares on Planetary Habitability

*山敷 庸亮[1]、前原 裕之[2]、アイラペディアン ウラジミール[5]、野津 湧太[3]、佐藤 達彦[4]、野津 翔太[3]、黒木 龍介[1]、村嶋 慶哉[8]、佐藤 啓明[7]、行方 宏介[3]、佐々木 貴教[3]、スコット トーマス[9]、坂東 日菜[3]、梨元 昴[8]、高木 風香[6]、リング カサンドラ[1]、野上 大作[3]、柴田 一成[10]
*Yosuke Alexandre Yamashiki[1], Hiroyuki Maehara[2], Vladimir Airapetian[5], Yuta Notsu[3], Tatsuhiko Sato[4], Shota Notsu[3], Ryusuke Kuroki[1], keiya murashima[8], Hiroaki Sato[7], Kosuke Namekata[3], Takanori Sasaki[3], Thomas Scott[9], Hina Bando[3], Subaru Nashimoto[8], Fuka Takagi[6], Cassandra Ling[1], Daisaku Nogami[3], Kazunari Shibata[10]

1. 京都大学大学院総合生存学館、2. 国立天文台、3. 京都大学理学研究科宇宙物理学教室、4. 日本原子力研究開発機構、5. NASAゴダード宇宙飛行センター、6. 京都大学農学部、7. 京都大学工学部、8. 京都大学理学部、9. ブリストル大学、10. 京都大学天文台
1. Earth & Planetary Water Resources Assessment Laboratory Graduate School of Advanced Integrated Studies in Human Survivability Kyoto University, 2. National Astronomical Observatory of Japan, 3. Department of Astronomy, Kyoto University, 4. Japan Atomic Energy Agency, 5. NASA / GSFC, 6. Faculty of Agriculture, Kyoto University, 7. Faculty of Engineering, Kyoto University, 8. Faculty of Science, Kyoto University, 9. Interface Analysis Centre, University of Bristol, 10. Astronomical Observatory, Kyoto University

Environmental factors of crucial importance for exoplanetary habitability include the presence of bodies of liquid surface water, a dense atmosphere, planetary global magnetic field, and internal planetary dynamics . In addition, high-energy radiation due to exoplanetary space weather introduced by magnetic activity of a planet-hosting star can also play a crucial role in the definition of habitability.

Here, we present the first quantitative impact evaluation system of stellar activity on the habitability factors with an emphasis on Stellar Proton Events for several documented exoplanets examining the impact of CO2, H2, N2+O2 –rich atmospheres by introducing starspots of their hoststars, estimated using their rotational periods and lightcurves.

Simulations suggest that the estimated ground level dose for each planet, assuming a terrestrial-level atmospheric thickness, does not exceed the critical dose for complex (multi- cellular) life to persist, even for the planetary surface of Proxima Centauri b, Ross-128b and TRAPPIST-1 e. However when we consider the possible maximum flare for those host stars, at the terrestrial lowest atmospheric depth, the estimated dose reaches fatal levels on TRAPPIST-1 e and Ross-128 b. Continuous XUV radiation higher than that experienced by the Earth induces rapid atmospheric escape for those planetary systems , meaning the atmospheric depth might be substantially less than the Earth. In a scenario where the modelled planetary systems have 1/10 the atmospheric thickness of Earth, the radiation dose at Proxima Centauri b and TRAPPIST-1 e reaches near fatal levels just from relatively minor annually occurring flares from their hoststars.

キーワード：恒星フレア
Keywords: Stellar flare

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Studies of atmospheric structure in new very-hot Jupiter with high-resolution transmission spectroscopy

*川内 紀代恵[1]、佐藤 文衛[1]、成田 憲保[2]、平野 照幸[1]、川島 由依[3]
*Kiyoe Kawauchi[1], Bun'ei Sato[1], Norio Narita[2], Teruyuki Hirano[1], Yui Kawashima[3]

1. 東京工業大学、2. 東京大学、3. SRON - Netherlands Institute for Space Research
1. Tokyo Institute of Technology, 2. Tokyo University, 3. SRON - Netherlands Institute for Space Research

In the last decade, the understanding of exoplanetary atmospheres has advanced considerably through spectroscopic observations during planetary transit events, known as transmission spectroscopy.

Transmission spectroscopy done by Charbonneau et al. (2002) using Hubble Space Telescope first detected Na in the atmosphere of the hot Jupiter HD209458b. Currently, alkali metals have been detected in some hot Jupiter atmospheres. (e.g. Sing et al. 2012) Alkali metal lines are one of the most important key opacity sources because the Na I and K I resonance doublets are thought to be the cause of the generally low albedos, as the alkali metal's wide line wings absorb almost all of the incoming stellar irradiation.

Especially, high-resolution transmission spectroscopy of Na absorption lines can investigate temperature of a thermosphere where temperature is increased by stellar X-ray and EUV irradiation and the atmospheric escape is caused because the depth of Na absorption lines is deep and comparable to that of Hα absorption line which is formed in upper atmosphere (Huang et al. 2017).

We performed high-resolution transmission spectroscopy for WASP-76 with Subaru HDS. For WASP-76b, we detected strong Na D absorption lines and measured an average absorption depth of 0.427 ±0.018% for a 3.0 Åpassband. We derived the temperatures of the upper atmosphere as about 3700 K (Na D1) and 4000 K (Na D2) on the assumption of an atomic layer where an atomic hydrogen is dominated. As the equilibrium temperature is about 2160K, these results suggest the existence of a thermosphere.

キーワード：惑星大気
Keywords: Exoplanet atmosphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Doppler Tomographic Analysis for the Planetary Orbital Precession of WASP-33b

*渡辺 紀治[1]、成田 憲保[2]、Johnson Marshall[3]
*Noriharu Watanabe[1], Norio Narita[2], Marshall C. Johnson[3]

1. 総合研究大学院大学、2. 東京大学、3. オハイオ州立大学
1. The Graduate University for Advanced Studies, 2. The University of Tokyo, 3. The Ohio State University

The apparent angle between the stellar spin axis and the planetary orbital axis, which is called orbital obliquity (λ), is one of the important parameters for understanding the orbital evolution. If a planet has followed an orbital evolution like those in our solar planets evolve, its orbit will be aligned with the stellar spin. This orbit is called a prograde orbit ($|\lambda| < 90$ deg) and many exoplanets orbit with the direction. However, it is clear that there are few exoplanets with retrograde orbits ($|\lambda| > 90$ deg), which is the opposite case of our solar system. Doppler tomography (DT) is one of the methods to measure λ. In this method, when a planet covers part of the stellar surface during a planetary transit, a planetary shadow appears in the stellar line profile which is broadened by its rapid stellar spin. Then, λ can be derived by the track of the shadow. The distance between the center of the stellar surface, which is called the impact parameter (b), can be measured by DT. Moreover, The planetary shadow appears more easily when the central star spins faster, which makes the measurement of these parameters more easily.

The previous study [1] found that the values of λ and b of the hot Jupiter WASP-33b, which has a 1.2-day period retrograde circular orbit around a rapidly rotating and pulsating A-type star, changed slightly from 2008 and 2014. They detected its orbital precession due to its slightly flattened central star. However, only two observational epochs, from 2008 and 2014, were used in the previous study [1]. We aim to confirm and more precisely measure the precession using not only the dataset of 2008 and 2014 but also a previously unpublished dataset from 2011.

In our research, we used observational data of WASP-33 which was obtained using the High Dispersion Spectrograph (HDS) on the 8.2m Subaru telescope on 19th October 2011 (UT), as well as data sets of the previous study [1] which has already been analyzed up to their line profiles. First, we obtained the average line profile of each exposure from a large number of absorption lines by Least-Squares-Deconvolution (LSD). Subtracting the average stellar line profile of all exposures from the one from each exposure, we got the planetary shadow showing a retrograde orbit and a component from stellar pulsations. In order to make the measurement of the planetary parameters more easily, we extracted only the planetary shadow by Fourier filtering used in the previous study [1].

In order to make the measurement of the planetary parameters, we adopted an MCMC analysis for the three filtered data with our planetary shadow model with Fourier filtering. Considering b and λ of WASP-33b is changeable, our results show that b changed linearly, but the change of λ was not so that λ in 2011 was not intermediate between ones in 2008 and 2014. In the case that λ is fixed but b is changeable, we found that the change of b was comparable to one of the former case. In either case, our results indicated that the orbital precession seems to be different than one from the previous study [1].

[1] Johnson et al. 2015

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

IRSF/SIRIUSによるTESS惑星候補のフォローアップ観測
TESS Follow-up Observation with IRSF/SIRIUS

*森 万由子[1]、成田 憲保[1,2]、de Leon Jerome[1]、西海 拓[3]、福井 暁彦[1]、田村 元秀[1,2]、日下部 展彦[2]、森鼻 久美子[4]
*Mayuko Mori[1], Norio Narita[1,2], Jerome Pitogo de Leon[1], Taku Nishiumi[3], Akihiko Fukui[1], Motohide Tamura[1,2], Nobuhiko Kusakabe[2], Kumiko Morihana[4]

1. 東京大学、2. アストロバイオロジーセンター、3. 京都産業大学、4. 名古屋大学
1. The University of Tokyo, 2. Astrobiology Center, NINS, 3. Kyoto Sangyo University, 4. Nagoya University

トランジット系外惑星探索衛星(**TESS**) のフォローアッププログラム(**TFOP**) の一環として、南アフリカ共和国にある**1.4m望遠鏡IRSF**を使った惑星候補トランジットの赤外多色測光観測を行った。

TESSは惑星候補を数千個みつけると推測されているが、その中には、**食連星等による偽検出**が多数紛れ込む[1]。これらを見分けるために地上望遠鏡によるフォローアップ 観測が重要である。IRSFと、搭載された近赤外撮像カメラSIRIUSは、フォローアップ観測に適した装置である。

IRSF/SIRIUS を用いると、**TESS に比べて高い空間分解能**(0.453arcsec/pix) により、TESS の測光アパーチャー内に複数の星がある場合にそれぞれのライトカーブを描き、明るさの変化を起こしているターゲットを絞れる他、赤外領域の**J、H、Ks バンドで同時測光**することにより、トランジットの深さの波長依存性から、食連星による偽検出を排除することに役立つ。しかし、本来IRSF/SIRIUS はトランジット用の装置ではないため、得られた観測データから、トランジット解析用のデータや図に変換するための測光解析パイプラインを作成する必要があった。

我々の作成したパイプラインでは、視野内の検出可能なすべての星に関して測光を実行し、バンドごとのライトカーブを短い手順で作ることができる。それぞれの星とターゲットとの視距離・等級差も出力し、これは食連星の排除の計算に役立つ。また、トランジットによる星の明るさの変化と、その他の装置的な要因による変化の相関を判定し、簡単な一次モデルでフィットできるようになっている。このパイプラインにより効率的に解析を行えるようになり、観測後数日のうちに、求められるデータや図をTFOP チームに送ることができるようになった。

観測は2018年10月から11月 にかけて行い、TESS の最初の観測領域であるセクター1, 2 で発見された35個の惑星候補に対し、延べ45 回のトランジットを観測した。その結果、TOI 125, TOI 142, TOI 157, TOI 174, TOI 178, TOI 179, TOI 193, TOI 212 の計8個の惑星候補についてその観測結果をTFOPチームに報告し、食連星の排除と惑星の発見確認に貢献した。

この中でも**TOI 125**について、IRSF/SIRIUSでの観測が食連星の排除に大きな貢献を果たした。TFOPチームにより、K型星であるTOI 125のまわりには2つのsub-Neptuneサイズの惑星(2.76R_\oplus, 2.79R_\oplus)の存在が確認され、さらに3つ惑星候補が存在していることも分かった。この系は、惑星cとbの公転周期の比がわずかに2:1よりも小さいことが分かっており、力学的に興味深い系である。

ポスターでは、IRSF/SIRIUSでのTESSフォローアップ観測について、作成したパイプラインの詳細と、それにより得られた観測成果について紹介する。

[1] Sullivan et al.(2015), ApJ, 809, 77

キーワード：TESS、トランジット、測光、近赤外線、観測
Keywords: TESS, Transit, Photometry, Infrared, Observation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Status of the Multi-band Cameras for Transiting Exoplanets MuSCAT1,2 and New Results in 2018

*福井 暁彦[1]、成田 憲保[2]、日下部 展彦[2]、田村 元秀[2,1]、川内 紀代恵[1]、John Livingston[1]、Jerome de Leon[1]、渡辺 紀治[3]、寺田 由佳[1]、森 万由子[1]、西海 拓[4]
*Akihiko Fukui[1], Norio Narita[2], Nobuhiko Kusakabe[2], Motohide Tamura[2,1], Kiyoe Kawauchi[1], John Livingston[1], Jerome de Leon[1], Noriharu Watanabe[3], Yuka Terada[1], Mayuko Mori[1], Taku Nishiumi[4]

1. 東京大学、2. アストロバイオロジーセンター、3. 総合研究大学院大学、4. 京都産業大学
1. The University of Tokyo, 2. Astrobiology Center, 3. SOKENDAI, 4. Kyoto Sangyo University

MuSCATおよびMuSCAT2はトランジット系外惑星の観測を目的として開発した可視多バンド同時撮像装置である。MuSCATは国立天文台の岡山188cm望遠鏡向けに2014年に開発した装置で、可視3バンド（g, r, z_sバンド）で同時撮像が可能である。MuSCAT2はスペイン・カナリア諸島テイデ観測所のTCS1.52m望遠鏡向けに2017年に開発した装置で、可視4バンド（g, r, i, z_sバンド）での同時撮像が可能である。目指すサイエンスの一つは、2018年4月に打ち上げられた全天トランジット惑星探索衛星TESSで発見される惑星候補の発見確認およびその特徴付けである。

MuSCATは2018年度において、岡山188cm望遠鏡の運用体制が国立天文台による共同利用からユーザー主体の運用に替わる過渡期にあったことや、装置トラブルが重なったことなどの理由により、観測が出来ない期間が続いたが、2019年1月より、一月あたり1週間程度の観測を実施している。
MuSCAT2は2018年度において、カナリア天体物理学研究所（IAC）の共同研究者と協力し、250夜を越える夜数の観測を行った。また、観測の安定化およびリモート観測システムの改良を行い、観測者の負担を減らすとともに日本からでもスムーズに観測出来る体制を整えた。

TESSは打ち上げから最初の1年間は南天を探索しており、MuSCAT1,2で観測可能な惑星候補はまだ多くない。そのため、2018年度は主にKepler衛星による黄道面探索や地上のトランジット探索で発見された惑星候補の観測、および低密度惑星の大気観測などを実施した。

本講演では、2018年度のMuSCATおよびMuSCAT2の運用状況および、新たに得られた観測成果について紹介する。

キーワード：トランジット系外惑星、TESS、系外惑星大気
Keywords: transiting exoplanets, TESS, atmosphere of exoplanets

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_6

[P-CG23] 宇宙における物質の形成と進化

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

近年の天文観測・室内実験・惑星探査・理論的研究の進展は、銀河系・原始惑星系円盤・晩期型巨星周囲に存在する物質(ダスト・ガス)を、物質科学的観点から理解することを可能としている。特に、近年大きな成果を挙げているALMAや、SPICA・JWST・TMTなどの次世代大型望遠鏡により、天文観測により太陽系内外のフロンティアが拓かれると期待されている。銀河や星・惑星系の進化においてダストやガスが果たす役割を理解するためには、これまで以上に天文学的・宇宙物理学的研究と物質科学的研究をリンクさせることが重要である。本セッションでは、宇宙の物質進化や形成を理解するために、天文観測と物質科学からどのようなアプローチが可能なのかを双方向から議論する。
太陽系物質の起源や進化に関する発表は「太陽系における惑星物質の形成と進化」セッションへの投稿を推奨します。太陽系物質の研究にもとづいて宇宙での物質形成全般を議論する発表は、ぜひ本セッションにご投稿ください。

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

*太田 憲雄[1] (1.筑波大学・数理物質科学研究科)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

純炭素グラフェン分子による惑星状星雲の赤外スペクトル解析
Infrared spectrum of planetary-nebula analyzed by pure-carbon graphene molecule

*太田 憲雄[1]
*Norio Ota[1]

1. 筑波大学・数理物質科学研究科
1. University of Tsukuba,Graduate school of pure and applied sciences

恒星終末期の惑星状星雲は星間ダスト源の有力候補である。特にTc1やLin49などの炭素星では特徴的な赤外スペクトル（ＩＲ）が見られる[１]。これらは球状の炭素フラーレン分子（Ｃ６０やＣ７０など）によると理解されてきた[２]。しかしスペクトルにはフラーレンでは解釈しきれない多数のバンドがある。多くのフラーレン合成実験（地上）では、平板状の炭素分子であるグラフェンが付随することが多い。そこでグラフェンも炭素星大気中にあるのではないかと考え、その可能性を第一原理計算で探った。

グラフェンの一例として６員環７個からなる（Ｃ２４）分子を端緒に、量子化学計算を行った。用いたソフトはGaussian09で、最適構造と分子振動計算から赤外スペクトルを求めた。この際天体物理条件を課した。すなわち①恒星風（高速プロトンが主）によるグラフェン内部の空孔形成、②中心星からの紫外線照射による光イオン化（陽イオン）である。

計算の結果、観測スペクトルを最も良く再現できたのは、炭素５員環1個と６員環６個からなるグラフェン分子（Ｃ２３）であった。イオン状態としては中性および１価と２価の３状態の合算である。波長5～25ミクロンの範囲での観測バンドは16個である。フラーレンではこのうち8個が合致する。一方、グラフェン（Ｃ２３）では16個の全バンドで合致した。グラフェンが優位な理由としては、①炭素蒸気からの合成実験では収率が圧倒的に高いこと、②対称性がフラーレンより低く赤外活性バンドが多いことなどが挙げられる。以上から、炭素星ではグラフェンが重要なダスト成分になっていると考えられる[３]。

参考文献
[1] Otsuka M. , et al., Monthly notices of the royal astronomical society, vol.462 issue 1, p-12 (2016)

[2] Cami J. , et al., Science, vol.329, p-1180 (2010)
[3] Norio Ota, arXiv 1811.05043 (2018)

キーワード：惑星状星雲、グラフェン、赤外スペクトル
Keywords: planetary nebula, graphene, infrared spectrum

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Theory of Self-induced Desorption of Molecules from Cold Dust Surface

山本 哲生[1]、*三浦 均[2]、Osama Shalabiea[3]
Tetsuo Yamamoto[1], *Hitoshi Miura[2], Osama M. Shalabiea[3]

1. 北海道大学、2. 名古屋市立大学大学院システム自然科学研究科、3. カイロ大学
1. Hokkaido University, 2. Graduate School of Natural Sciences, Department of Information and Basic Science, Nagoya City University, 3. Cairo University

The observations of interstellar molecular clouds show the presence of various species of molecules in the gas phase. Recent observations have revealed the existence of complex organic molecules and terrestrial-type organic species such as methyl formate and dimethyl ether in cold dense cores and pre-stellar cores. On the other hand, it has been pointed out that the molecules in the gas must have benn lost from the gas phase by accretion onto dust surfaces in the time shorter than the life time of dense cold clouds. This is called a freeze-out paradox. The accretion timescale is ~$10^9/n$(H) yrs, where n(H) is number density of hydrogen. This indicates that there must be some desorption mechanism to maintain the observed gas-phase abundances. Several mechanisms have been proposed so far such as temperature elevation by grain-grain collisions (d'Hedecourt et al., 1982; Schutte & Greenberg, 1991; Shalabiea & Greenberg, 1994), heating by cosmic ray, X ray and UV photons (Leger et al., 1985, Ivrev et al. 2015), and so on.

We propose a new mechanism that is necessarily associated with exothermic reactions of molecules on grain surfaces even in cold environments like cold dense cores of molecular clouds. This mechanism consists of three steps that occur on the grain surface: (1) formation of new molecules by an exothermal grain-surface reaction, (2) heating of the dust surface due to release of the heat of formation, and (3) desorption of the newly formed molecules into the gas phase.

We formulate the desorption probability of molecules newly formed by exothermic reaction by calculating the temperature distribution on the grain surface as a function of the distance from the reaction site and time. Our formula of desorption probability P is a function of heat of formation Q, desorption energy E_d of a molecule from a substrate, and molecular weight μ of a desorbing molecule. We compare P with the experiments for reactions of various Q, E_d, and μ for three substrates of oxidized HOPG, nonporous amorphous water ice, and amorphous silicate. Here, we used the compilation of the experimental data by Minissale et al. (2016). We also show a method developed for the comparison of our theory with the experiments. Discussion is given on the comparison of our theory with other two theories of desorption (Garrod et al., 2007; Minissale et al., 2016).

キーワード：宇宙化学、分子雲、ダスト表面反応、脱離
Keywords: Astrochemistry, Molecular cloud, Grain-surface reaction, Desorption

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

GEMS粒子の合成を目指したMg-Fe-Si-S-Al-Ca-Ni-O系での凝縮実験
Synthesis of GEMS analogue particles by condensation experiments in the system Mg-Fe-Si-S-Al-Ca-Ni-O

*井村 悠登[1]、延寿 里美[1]、河野 颯[1]、土山 明[1]
*Yuto Imura[1], Satomi Enju[1], Hayate Kawano[1], Akira Tsuchiyama[1]

1. 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻
1. Division of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University

GEMS (Glass with Embedded Metal and Sulfide) は彗星由来の惑星間塵であるCP-IDPsの主成分である (Keller and Messenger, 2011)。GEMSは太陽系で最も始原的な物質の一つであると考えられており、その形成環境や形成過程の解明が、太陽系の起源を理解するうえで重要である。GEMSの起源については、星間塵が宇宙線の照射を受けて非晶質化したとする説 (Bradley and Dai, 2004)や、星周 (晩期型星星周あるいは原始惑星系円盤) でのガスの凝縮により生成されたという説 (Keller and Messenger, 2011)などがあるが、いまだ論争中である。先行研究では、星周ガスにおける凝縮過程を模擬した凝縮実験において、GEMS粒子に類似した微粒子が生成されている (Matsuno, 2015; Kim et al., 2017, 河野, 2019)。とくに、河野(2019)は主要元素からなる化学組成 (Mg-Fe-Si-S-O系)において、酸化還元雰囲気による生成物の系統的な変化を明らかにした。本研究では、これらの主要元素に次いで存在度の大きな元素 (Al,Ca,Ni)を含めたより天然に近い化学組成 (Mg-Fe-Si-S-Al-Ca-Ni-O系)において、酸化還元雰囲気を変化させて凝縮実験を行い、GEMSの形成についての理解を深めることを目指した。

凝縮実験には誘導熱プラズマ (ITP)装置を用いた。出発試料として、GEMSの平均組成比 (Keller and Messenger,2011)になるように試薬を混合した。その際、SiO_2とSiの比の異なる粉体試料を3種類用意し、これらを出発物質として酸化還元雰囲気を変化させた実験を行った。分析には粉末X線回折装置 (XRD), 走査型電子顕微鏡 (SEM), フーリエ変換赤外分光光度計 (FT-IR), 透過型電子顕微鏡 (TEM)を用いた。

XRDにより、非晶質珪酸塩によるハローパターンに加えて、酸化還元雰囲気の変化に従った鉱物のピークが実験生成物に認められた。FT-IRでも、非晶質珪酸塩による吸収が認められた。SEM観察によって、生成物は微細粒子 (数10~100 nm)の集合体である凝縮物と粗粒 (>~1μm)な蒸発残渣の大きく2種類に分けられることが分かった。そこで、TEM/STEM-EDSによる凝縮物の詳細観察に基づく考察を主に行った。

凝集物はすべての実験条件で、河野(2019)の実験と同様に、数10~100nm程度のサイズを持つ球状の非晶質珪酸塩粒子の集合体と、そこに含まれる<~10nmサイズのFeやNiを含むナノ粒子からなる。その組織は、大まかには天然のGEMSに類似するが、実験条件により非晶質珪酸塩の化学組成やナノ粒子包有物の鉱物相が異なる。酸化的条件では、Feが非晶質珪酸塩中に比較的多く含まれ、少量の(Fe,Ni)合金やNiに富むFe,Niの硫化物がナノ包有物として生成された。還元的条件になると、非晶質珪酸塩中にFeはほとんど含まれず、少量のNiを含むFe_3SiやFeSが包有物として出現した。一方、Al,Caは単独の鉱物相を形成することはなく、非晶質珪酸塩中にほぼ均一に含まれていた。

天然のGEMSはFeの少ない非晶質珪酸塩と(Fe,Ni)やFe(Ni)の硫化物のナノ包有物からなり、今回の実験ではこれと同じ生成物は得られなかった。天然のGEMSは、今回行った酸化的条件と中間的条件の間の環境で形成されたことが予想される。

キーワード：GEMS、凝縮実験、Mg-Fe-Si-S-Al-Ca-Ni-O系

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: GEMS, condensation experiment, system Mg-Fe-Si-S-Al-Ca-Ni-O

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

星間分子候補チオフェノキシラジカルの新しい吸収バンドの実験室検出
Laboratory Detection of New Absorption Bands of Interstellar-Molecule Candidate Thiophenoxy Radical

佐藤 遥香[1]、根岸 茉由[1]、*荒木 光典[1]、小山 貴裕[1]、築山 光一[1]
Haruka Sato[1], Mayu Negishi[1], *Mitsunori Araki[1], Takahiro Oyama[1], Koichi Tsukiyama[1]

1. 東京理科大学理学部第一部化学科
1. Department of Chemistry, Faculty of Science Division I, Tokyo University of Science

星間空間の希薄な分子雲の中にある分子による可視光領域の吸収線は、Diffuse Interstellar Bands（DIBs）と呼ばれている。これまでに600本程度報告されているが、その起源となる分子はフラーレンカチオンを除いてまだ明らかになっていない。最近、分子雲においてベンゾニトリル（C_6H_5CN）が発見された[1]。そこで我々はベンゼン誘導体であるチオフェノキシラジカル（C_6H_5S）に注目した。先行研究での$^2A_2$–X^2B_1電子遷移の蛍光励起スペクトル測定では、振動の影響を含まない純電子遷移であるオリジンバンドが最も強い吸収を示した[2,3]。しかし、近年我々が類似の分子であるフェノキシラジカル（C_6H_5O）の吸収スペクトルを測定した際には、オリジンバンドより強い振動バンドが確認された[4]。よって、チオフェノキシラジカルでも同様に強い振動バンドが現れると考えた。そこで本研究ではCavity Ring Down分光法でチオフェノキシラジカルの振動バンドの調査を473 –519 nmの範囲において行った。その結果、これまで高分解能測定で検出されたことのない振動バンド群$6a_0^n + 6b_0^1$（n = 0, 1, 2, 3）が出現した。最も強いバンドは4850 Åに現れる$6a_0^2 + 6b_0^1$バンドであった。よってこのバンドが星間空間のチオフェノキシラジカルの探査における有力な候補となる。

[1] McGuire *et al. Science*, **359**, 202 (2018). [2] Shibuya *et al.*, *J. Chem. Phys.* **121**, 237 (1988). [3] Araki *et al.*, *Astronomical J.* **148**, 87 (2014). [4] Araki *et al.*, *Astronomical J.* **150**, 113 (2015).

キーワード：星間分子、ぼやけた星間線、DIBs、キャビティーリングダウン、チオフェノキシラジカル
Keywords: Interstellar molecule, Diffuse Interstellar Bands, DIBs, Cavity Ring Down, thiophenoxy radical

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

フォルステライトガラス–アモルファス氷界面の構造とダイナミクス
Structure and dynamics of interface between forsterite glass and amorphous ice

*久保 文音[1]、西澤 隼哉[1]、深澤 倫子[1]
*Ayane Kubo[1], Junya Nishizawa[1], Tomoko Ikeda-Fukazawa[1]

1. 明治大学大学院理工学研究科応用化学専攻
1. Department of Applied Chemistry, Meiji University, Japan

Forsterite (Mg_2SiO_4) glass exists as dust grains in interstellar molecular clouds [1]. In interstellar molecular clouds, elements such as hydrogen, oxygen, carbon, and nitrogen deposit on the dust grains, and form various molecules (e.g., H_2O, CO, CO_2, NH_3, CH_4, H_2CO, CH_3OH, and so on) [2]. These molecules undergo chemical evolutions to organic molecules through various processes on the surface of dust grains [2]. The structure of forsterite glass is one of the important factors governing the chemical evolutions in interstellar molecular clouds. However, there are few studies for effects of coexisting molecules on the structure and properties of forsterite glass. To investigate the structure and dynamics of interface between forsterite glass and amorphous ice, molecular dynamics (MD) calculations were performed.

The MD calculations were performed using an atom-atom potential model with MXDORTO program [3]. The potential parameters were empirically determined by constraining the structure to reproduce the experimental results of density, thermal expansion coefficient, and bulk modulus [4, 5]. A fundamental orthorhombic cell consisting of 1176 Mg_2SiO_4 with two-dimensional periodic boundary conditions was used. The glass structure was prepared by quenching the liquid phase from 3000 to 10 K with 2 K/fs in rate. Then, an amorphous ice layer with 9–1580 H_2O, which was prepared by quenching a liquid phase from 290 to 10 K, was adsorbed on the glass surface. The MD code was run using NTP ensemble with constant area for the surface directions. The pressure was maintained at 0.1 MPa.

The result shows that the atomic displacement parameter (ADP) of each atomic species in forsterite (i.e., Mg, Si, and O) in the interface decreases as the number of H_2O molecules increases. For the forsterite glass without water adsorption, the ADP values of the surface layer are higher than those of internal part due to existence of dangling bonds in the surface layer [6]. To investigate the mechanisms of ADP decrease observed in the interface with amorphous ice, the structure of interface between forsterite glass and amorphous ice was analyzed. The result shows that MgO_xH_y units exist in the interface due to formation of covalent bonds between Mg and O in H_2O. The amplitude of thermal vibration of Mg decreases as the coordination number increases. The present results have important implications for the role of forsterite glass in chemical evolutions in the universe.

References:
[1] J. P. Bradley, L. P. Keller, T. P. Snow, M. S. Hanner, G. J. Flynn, J. C. Geno, S. J. Clemett, D. E. Brownlee, J. E. Bowey, *Science*, **285**, 1716 (1999).
[2] N. Watanabe, A. Kouchi, *Prog. Surf. Sci.*, **83**, 439 (2008).
[3] K. Kawamura, MXDORTO, *Japan Chemistry Program Exchange*, #029 (1996).
[4] T. Ikeda-Fukazawa, *J. Soc. Inorg. Mater. Jpn.*, **23**, 130 (2016).
[5] Y. Kumagai, T. Ikeda-Fukazawa, *Chem. Phys. Lett.*, **678**, 153 (2017).
[6] J. Nishizawa, T. Ikeda-Fukazawa, *Chem. Phys. Lett.*, **714**, 197 (2019).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：フォルステライト、アモルファス氷、界面、分子動力学
Keywords: Forsterite, Amorphous ice, Interface, Molecular dynamics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

紫外波長域スペクトルを用いた天体表面の有機物同定における宇宙風化の影響

Effect of Space Weathering on Identification of Organic Matter on Celestial Body Surface Using Ultraviolet Wavelength Region Spectrum

*荒尾 昇吾[1]、吉川 一朗[2]、吉岡 和夫[2]、左近 樹[1]、疋田 伶奈[1]、遠藤 いずみ[1]、勝瀬 陸[2]
*Shogo Arao[1], Ichiro Yoshikawa[2], Kazuo Yoshioka[2], Itsuki Sakon[1], Reina Hikida[1], Izumi Endo[1], Riku Katsuse[2]

1. 東京大学大学院理学系研究科、2. 東京大学大学院新領域創成科学研究科
1. Graduate School of Science, The University of Tokyo, 2. Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo

天体表面の組成同定に反射スペクトルの解析は常套手段と考えられているが、紫外光領域でのスペクトルの解析がなされた例は少ない。星間塵の吸収スペクトルや火星の衛星フォボスの紫外線反射スペクトルの解析から、多環芳香族炭化水素(PAH)の存在が示唆されている報告もあるが、追試は不十分である。地球上に存在する種々のPAHを含む混合物と星間塵やフォボスのスペクトルを比較すると、それぞれ波長210nmと217.5nm付近に輪郭の似た吸収帯が存在する。この吸収帯の類似性が星間塵やフォボス表面に PAH が存在するという仮説の根拠とされる。一方で、吸収帯のピーク波長が異なる点を問題視し、この類似性を根拠に吸収帯を PAH 由来だとする考えに否定的な意見も多くあり、現在まで決定的な結論は出ていない。この問題に対し、説明を与えうる現象の一つとして、宇宙風化に伴う吸収スペクトル変化がある。PAHのもつ波長210nm付近の吸収帯は芳香族性π電子の遷移に起因しており、芳香環が分子内に多数結合し、芳香族性π電子の軌道領域が大きい分子に対して顕著に表れる。PAH分子の芳香環に結合する水素原子が宇宙風化作用によって脱離した場合、芳香族性π電子の軌道領域が拡大し波長210nm 付近のピークはフォボスのピークに近づくことが理論的に示唆されている。本研究では、宇宙風化作用が PAH の光学特性に与える影響を評価するため、国際宇宙ステーションきぼう実験棟簡易曝露実験装置ExHAM利用研究テーマ「 炭素質固体微粒子の宇宙風化と有機物進化の実証研究」においてExHAMに搭載され、約1年間軌道上の宇宙環境に曝露された数種のPAH試料と非曝露の比較用試料の反射特性を100-300nmの波長域において比較した。その結果として宇宙風化後の試料は波長210-300nmの範囲では反射が抑えられることが解った。今回の発表では、この結果の評価と考察を主点に置き議論を行う。

キーワード：星間塵、フォボス、多環芳香族炭化水素、宇宙風化
Keywords: interstellar dust, Phobos, polycyclic aromatic hydrocarbon, Space Weathering

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

銀河中心Sagiturius B2(N)エンベロープにおけるCH_3CNの検出
Detection of CH_3CN in Envelope around Sagittarius B2(N)

*荒木 光典[1]、高野 秀路[2]、小山 貴裕[1]、久世 信彦[3]、亀谷 和久[4]、築山 光一[1]
*Mitsunori Araki[1], Shuro Takano[2], Takahiro Oyama[1], Nobuhiko Kuze[3], Kazuhisa Kamegai[4], Koichi Tsukiyama[1]

1. 東京理科大学、2. 日本大学、3. 上智大学、4. 国立天文台
1. Tokyo University of Science, 2. Nihon University, 3. Sophia University, 4. National Astronomical Observatory of Japan

これまで星間分子雲の進化は原子ガスから星形成領域の分子ガスへと濃度が増加する方向に考えられてきた。近年それに加えて、星形成領域からのガス流出や星形成後の恒星風により、濃度が減少する方向に分子雲が進化する逆進化も提唱されている[1]。逆進化の存在を検証するためには、希薄な分子雲での化学組成の探査が必要である。希薄な分子雲では、我々がこれまで定式化してきた特殊な回転分布Hot Axis Effect [2]により、CH_3CNの回転量子数$J = K$のレベルからの吸収線が強く観測できる可能性がある。昨年、我々は野辺山45m電波望遠鏡を用い、銀河中心Sagittarius B2(M)コアのエンベロープでCH_3CNの73 GHzに位置する$J = 4–3$回転遷移の観測を行い、それを検出した[3]。本研究では、ALMAデータアーカイブ[4]を用い、上記天体の隣に位置するSagittarius B2(N)コアのエンベロープで$J = 5–4$と6–5 回転遷移を用いてCH_3CNの吸収線の調査を行った。解析の結果、CH_3CNの柱密度は$(1.0 \pm 0.2) \times 10^{15}$ cm^{-2}となり、(N)コアのエンベロープには(M)コアのそれの7倍のCH_3CNが存在することが明らかになった。一方で、(N)コアそれ自身には(M)コアの11倍のCH_3CNが存在することが知られている[5]。さらに今回の解析から、HC_3Nでも同様の関係が見られた。すなわち、少なくとも2種のシアン化物において、コアの柱密度が大きければ、相対的に希薄な分子雲であるそのエンベロープの柱密度も大きいことが明らかになった。

[1] Price *et al.*, 2003, *MNRAS*, **343**, 1257. [2] Araki *et al.*, 2014, *Astronomical Journal*, **148**, 87. [3] Araki *et al.*, *JpGU 2018*, PPS09-01. [4] Project Code: 2016.1.00074.S. [5] Belloche *et al.*, 2013, A&A, **559**, 47

キーワード：Sagittarius B2、CH3CN、分子雲、Hot Axis Effect
Keywords: Sagittarius B2, CH3CN, molecular cloud, Hot Axis Effect

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_9

[P-CG23] 宇宙における物質の形成と進化

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

近年の天文観測・室内実験・惑星探査・理論的研究の進展は、銀河系・原始惑星系円盤・晩期型巨星周囲に存在する物質(ダスト・ガス)を、物質科学的観点から理解することを可能としている。特に、近年大きな成果を挙げているALMAや、SPICA・JWST・TMTなどの次世代大型望遠鏡により、天文観測により太陽系内外のフロンティアが拓かれると期待されている。銀河や星・惑星系の進化においてダストやガスが果たす役割を理解するためには、これまで以上に天文学的・宇宙物理学的研究と物質科学的研究をリンクさせることが重要である。本セッションでは、宇宙の物質進化や形成を理解するために、天文観測と物質科学からどのようなアプローチが可能なのかを双方向から議論する。
太陽系物質の起源や進化に関する発表は「太陽系における惑星物質の形成と進化」セッションへの投稿を推奨します。太陽系物質の研究にもとづいて宇宙での物質形成全般を議論する発表は、ぜひ本セッションにご投稿ください。

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

*太田 憲雄[1] (1.筑波大学・数理物質科学研究科)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

純炭素グラフェン分子による惑星状星雲の赤外スペクトル解析
Infrared spectrum of planetary-nebula analyzed by pure-carbon graphene molecule

*太田 憲雄[1]
*Norio Ota[1]

1. 筑波大学・数理物質科学研究科
1. University of Tsukuba,Graduate school of pure and applied sciences

恒星終末期の惑星状星雲は星間ダスト源の有力候補である。特にTc1やLin49などの炭素星では特徴的な赤外スペクトル（ＩＲ）が見られる[１]。これらは球状の炭素フラーレン分子（Ｃ６０やＣ７０など）によると理解されてきた[２]。しかしスペクトルにはフラーレンでは解釈しきれない多数のバンドがある。多くのフラーレン合成実験（地上）では、平板状の炭素分子であるグラフェンが付随することが多い。そこでグラフェンも炭素星大気中にあるのではないかと考え、その可能性を第一原理計算で探った。

グラフェンの一例として６員環７個からなる（Ｃ２４）分子を端緒に、量子化学計算を行った。用いたソフトはGaussian09で、最適構造と分子振動計算から赤外スペクトルを求めた。この際天体物理条件を課した。すなわち①恒星風（高速プロトンが主）によるグラフェン内部の空孔形成、②中心星からの紫外線照射による光イオン化（陽イオン）である。

計算の結果、観測スペクトルを最も良く再現できたのは、炭素５員環1個と６員環６個からなるグラフェン分子（Ｃ２３）であった。イオン状態としては中性および１価と２価の３状態の合算である。波長5～25ミクロンの範囲での観測バンドは16個である。フラーレンではこのうち8個が合致する。一方、グラフェン（Ｃ２３）では16個の全バンドで合致した。グラフェンが優位な理由としては、①炭素蒸気からの合成実験では収率が圧倒的に高いこと、②対称性がフラーレンより低く赤外活性バンドが多いことなどが挙げられる。以上から、炭素星ではグラフェンが重要なダスト成分になっていると考えられる[３]。

参考文献
[1] Otsuka M. , et al., Monthly notices of the royal astronomical society, vol.462 issue 1, p-12 (2016)

[2] Cami J. , et al., Science, vol.329, p-1180 (2010)
[3] Norio Ota, arXiv 1811.05043 (2018)

キーワード：惑星状星雲、グラフェン、赤外スペクトル
Keywords: planetary nebula, graphene, infrared spectrum

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Theory of Self-induced Desorption of Molecules from Cold Dust Surface

山本 哲生[1]、*三浦 均[2]、Osama Shalabiea[3]
Tetsuo Yamamoto[1], *Hitoshi Miura[2], Osama M. Shalabiea[3]

1. 北海道大学、2. 名古屋市立大学大学院システム自然科学研究科、3. カイロ大学
1. Hokkaido University, 2. Graduate School of Natural Sciences, Department of Information and Basic Science, Nagoya City University, 3. Cairo University

The observations of interstellar molecular clouds show the presence of various species of molecules in the gas phase. Recent observations have revealed the existence of complex organic molecules and terrestrial-type organic species such as methyl formate and dimethyl ether in cold dense cores and pre-stellar cores. On the other hand, it has been pointed out that the molecules in the gas must have benn lost from the gas phase by accretion onto dust surfaces in the time shorter than the life time of dense cold clouds. This is called a freeze-out paradox. The accretion timescale is ~$10^9/n$(H) yrs, where n(H) is number density of hydrogen. This indicates that there must be some desorption mechanism to maintain the observed gas-phase abundances. Several mechanisms have been proposed so far such as temperature elevation by grain-grain collisions (d'Hedecourt et al., 1982; Schutte & Greenberg, 1991; Shalabiea & Greenberg, 1994), heating by cosmic ray, X ray and UV photons (Leger et al., 1985, Ivrev et al. 2015), and so on.

We propose a new mechanism that is necessarily associated with exothermic reactions of molecules on grain surfaces even in cold environments like cold dense cores of molecular clouds. This mechanism consists of three steps that occur on the grain surface: (1) formation of new molecules by an exothermal grain-surface reaction, (2) heating of the dust surface due to release of the heat of formation, and (3) desorption of the newly formed molecules into the gas phase.

We formulate the desorption probability of molecules newly formed by exothermic reaction by calculating the temperature distribution on the grain surface as a function of the distance from the reaction site and time. Our formula of desorption probability P is a function of heat of formation Q, desorption energy E_d of a molecule from a substrate, and molecular weight μ of a desorbing molecule. We compare P with the experiments for reactions of various Q, E_d, and μ for three substrates of oxidized HOPG, nonporous amorphous water ice, and amorphous silicate. Here, we used the compilation of the experimental data by Minissale et al. (2016). We also show a method developed for the comparison of our theory with the experiments. Discussion is given on the comparison of our theory with other two theories of desorption (Garrod et al., 2007; Minissale et al., 2016).

キーワード：宇宙化学、分子雲、ダスト表面反応、脱離
Keywords: Astrochemistry, Molecular cloud, Grain-surface reaction, Desorption

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

GEMS粒子の合成を目指したMg-Fe-Si-S-Al-Ca-Ni-O系での凝縮実験
Synthesis of GEMS analogue particles by condensation experiments in the system Mg-Fe-Si-S-Al-Ca-Ni-O

*井村 悠登[1]、延寿 里美[1]、河野 颯[1]、土山 明[1]
*Yuto Imura[1], Satomi Enju[1], Hayate Kawano[1], Akira Tsuchiyama[1]

1. 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻
1. Division of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University

GEMS (Glass with Embedded Metal and Sulfide) は彗星由来の惑星間塵であるCP-IDPsの主成分である (Keller and Messenger, 2011)。GEMSは太陽系で最も始原的な物質の一つであると考えられており、その形成環境や形成過程の解明が、太陽系の起源を理解するうえで重要である。GEMSの起源については、星間塵が宇宙線の照射を受けて非晶質化したとする説 (Bradley and Dai, 2004)や、星周 (晩期型星星周あるいは原始惑星系円盤) でのガスの凝縮により生成されたという説 (Keller and Messenger, 2011)などがあるが、いまだ論争中である。先行研究では、星周ガスにおける凝縮過程を模擬した凝縮実験において、GEMS粒子に類似した微粒子が生成されている (Matsuno, 2015; Kim et al., 2017, 河野, 2019)。とくに、河野(2019)は主要元素からなる化学組成 (Mg-Fe-Si-S-O系)において、酸化還元雰囲気による生成物の系統的な変化を明らかにした。本研究では、これらの主要元素に次いで存在度の大きな元素 (Al,Ca,Ni)を含めたより天然に近い化学組成 (Mg-Fe-Si-S-Al-Ca-Ni-O系)において、酸化還元雰囲気を変化させて凝縮実験を行い、GEMSの形成についての理解を深めることを目指した。

凝縮実験には誘導熱プラズマ (ITP)装置を用いた。出発試料として、GEMSの平均組成比 (Keller and Messenger,2011)になるように試薬を混合した。その際、SiO_2とSiの比の異なる粉体試料を3種類用意し、これらを出発物質として酸化還元雰囲気を変化させた実験を行った。分析には粉末X線回折装置 (XRD), 走査型電子顕微鏡 (SEM), フーリエ変換赤外分光光度計 (FT-IR), 透過型電子顕微鏡 (TEM)を用いた。

XRDにより、非晶質珪酸塩によるハローパターンに加えて、酸化還元雰囲気の変化に従った鉱物のピークが実験生成物に認められた。FT-IRでも、非晶質珪酸塩による吸収が認められた。SEM観察によって、生成物は微細粒子 (数10~100 nm)の集合体である凝縮物と粗粒 (>~1μm)な蒸発残渣の大きく2種類に分けられることが分かった。そこで、TEM/STEM-EDSによる凝縮物の詳細観察に基づく考察を主に行った。

凝集物はすべての実験条件で、河野(2019)の実験と同様に、数10~100nm程度のサイズを持つ球状の非晶質珪酸塩粒子の集合体と、そこに含まれる<~10nmサイズのFeやNiを含むナノ粒子からなる。その組織は、大まかには天然のGEMSに類似するが、実験条件により非晶質珪酸塩の化学組成やナノ粒子包有物の鉱物相が異なる。酸化的条件では、Feが非晶質珪酸塩中に比較的多く含まれ、少量の(Fe,Ni)合金やNiに富むFe,Niの硫化物がナノ包有物として生成された。還元的条件になると、非晶質珪酸塩中にFeはほとんど含まれず、少量のNiを含むFe_3SiやFeSが包有物として出現した。一方、Al,Caは単独の鉱物相を形成することはなく、非晶質珪酸塩中にほぼ均一に含まれていた。

天然のGEMSはFeの少ない非晶質珪酸塩と(Fe,Ni)やFe(Ni)の硫化物のナノ包有物からなり、今回の実験ではこれと同じ生成物は得られなかった。天然のGEMSは、今回行った酸化的条件と中間的条件の間の環境で形成されたことが予想される。

キーワード：GEMS、凝縮実験、Mg-Fe-Si-S-Al-Ca-Ni-O系

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: GEMS, condensation experiment, system Mg-Fe-Si-S-Al-Ca-Ni-O

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

星間分子候補チオフェノキシラジカルの新しい吸収バンドの実験室検出
Laboratory Detection of New Absorption Bands of Interstellar-Molecule Candidate Thiophenoxy Radical

佐藤 遥香[1]、根岸 茉由[1]、*荒木 光典[1]、小山 貴裕[1]、築山 光一[1]
Haruka Sato[1], Mayu Negishi[1], *Mitsunori Araki[1], Takahiro Oyama[1], Koichi Tsukiyama[1]

1. 東京理科大学理学部第一部化学科
1. Department of Chemistry, Faculty of Science Division I, Tokyo University of Science

星間空間の希薄な分子雲の中にある分子による可視光領域の吸収線は、Diffuse Interstellar Bands（DIBs）と呼ばれている。これまでに600本程度報告されているが、その起源となる分子はフラーレンカチオンを除いてまだ明らかになっていない。最近、分子雲においてベンゾニトリル（C_6H_5CN）が発見された[1]。そこで我々はベンゼン誘導体であるチオフェノキシラジカル（C_6H_5S）に注目した。先行研究での$^2A_2$–X^2B_1電子遷移の蛍光励起スペクトル測定では、振動の影響を含まない純電子遷移であるオリジンバンドが最も強い吸収を示した[2,3]。しかし、近年我々が類似の分子であるフェノキシラジカル（C_6H_5O）の吸収スペクトルを測定した際には、オリジンバンドより強い振動バンドが確認された[4]。よって、チオフェノキシラジカルでも同様に強い振動バンドが現れると考えた。そこで本研究ではCavity Ring Down分光法でチオフェノキシラジカルの振動バンドの調査を473 –519 nmの範囲において行った。その結果、これまで高分解能測定で検出されたことのない振動バンド群$6a_0^n + 6b_0^1$（n = 0, 1, 2, 3）が出現した。最も強いバンドは4850 Åに現れる$6a_0^2 + 6b_0^1$バンドであった。よってこのバンドが星間空間のチオフェノキシラジカルの探査における有力な候補となる。

[1] McGuire *et al. Science*, **359**, 202 (2018). [2] Shibuya *et al.*, *J. Chem. Phys.* **121**, 237 (1988). [3] Araki *et al.*, *Astronomical J.* **148**, 87 (2014). [4] Araki *et al.*, *Astronomical J.* **150**, 113 (2015).

キーワード：星間分子、ぼやけた星間線、DIBs、キャビティーリングダウン、チオフェノキシラジカル
Keywords: Interstellar molecule, Diffuse Interstellar Bands, DIBs, Cavity Ring Down, thiophenoxy radical

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

フォルステライトガラス–アモルファス氷界面の構造とダイナミクス
Structure and dynamics of interface between forsterite glass and amorphous ice

*久保 文音[1]、西澤 隼哉[1]、深澤 倫子[1]
*Ayane Kubo[1], Junya Nishizawa[1], Tomoko Ikeda-Fukazawa[1]

1. 明治大学大学院理工学研究科応用化学専攻
1. Department of Applied Chemistry, Meiji University, Japan

Forsterite (Mg_2SiO_4) glass exists as dust grains in interstellar molecular clouds [1]. In interstellar molecular clouds, elements such as hydrogen, oxygen, carbon, and nitrogen deposit on the dust grains, and form various molecules (e.g., H_2O, CO, CO_2, NH_3, CH_4, H_2CO, CH_3OH, and so on) [2]. These molecules undergo chemical evolutions to organic molecules through various processes on the surface of dust grains [2]. The structure of forsterite glass is one of the important factors governing the chemical evolutions in interstellar molecular clouds. However, there are few studies for effects of coexisting molecules on the structure and properties of forsterite glass. To investigate the structure and dynamics of interface between forsterite glass and amorphous ice, molecular dynamics (MD) calculations were performed.

The MD calculations were performed using an atom-atom potential model with MXDORTO program [3]. The potential parameters were empirically determined by constraining the structure to reproduce the experimental results of density, thermal expansion coefficient, and bulk modulus [4, 5]. A fundamental orthorhombic cell consisting of 1176 Mg_2SiO_4 with two-dimensional periodic boundary conditions was used. The glass structure was prepared by quenching the liquid phase from 3000 to 10 K with 2 K/fs in rate. Then, an amorphous ice layer with 9–1580 H_2O, which was prepared by quenching a liquid phase from 290 to 10 K, was adsorbed on the glass surface. The MD code was run using NTP ensemble with constant area for the surface directions. The pressure was maintained at 0.1 MPa.

The result shows that the atomic displacement parameter (ADP) of each atomic species in forsterite (i.e., Mg, Si, and O) in the interface decreases as the number of H_2O molecules increases. For the forsterite glass without water adsorption, the ADP values of the surface layer are higher than those of internal part due to existence of dangling bonds in the surface layer [6]. To investigate the mechanisms of ADP decrease observed in the interface with amorphous ice, the structure of interface between forsterite glass and amorphous ice was analyzed. The result shows that MgO_xH_y units exist in the interface due to formation of covalent bonds between Mg and O in H_2O. The amplitude of thermal vibration of Mg decreases as the coordination number increases. The present results have important implications for the role of forsterite glass in chemical evolutions in the universe.

References:
[1] J. P. Bradley, L. P. Keller, T. P. Snow, M. S. Hanner, G. J. Flynn, J. C. Geno, S. J. Clemett, D. E. Brownlee, J. E. Bowey, *Science*, **285**, 1716 (1999).
[2] N. Watanabe, A. Kouchi, *Prog. Surf. Sci.*, **83**, 439 (2008).
[3] K. Kawamura, MXDORTO, *Japan Chemistry Program Exchange*, #029 (1996).
[4] T. Ikeda-Fukazawa, *J. Soc. Inorg. Mater. Jpn.*, **23**, 130 (2016).
[5] Y. Kumagai, T. Ikeda-Fukazawa, *Chem. Phys. Lett.*, **678**, 153 (2017).
[6] J. Nishizawa, T. Ikeda-Fukazawa, *Chem. Phys. Lett.*, **714**, 197 (2019).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：フォルステライト、アモルファス氷、界面、分子動力学
Keywords: Forsterite, Amorphous ice, Interface, Molecular dynamics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

紫外波長域スペクトルを用いた天体表面の有機物同定における宇宙風化の影響

Effect of Space Weathering on Identification of Organic Matter on Celestial Body Surface Using Ultraviolet Wavelength Region Spectrum

*荒尾 昇吾[1]、吉川 一朗[2]、吉岡 和夫[2]、左近 樹[1]、疋田 伶奈[1]、遠藤 いずみ[1]、勝瀬 陸[2]
*Shogo Arao[1], Ichiro Yoshikawa[2], Kazuo Yoshioka[2], Itsuki Sakon[1], Reina Hikida[1], Izumi Endo[1], Riku Katsuse[2]

1. 東京大学大学院理学系研究科、2. 東京大学大学院新領域創成科学研究科
1. Graduate School of Science, The University of Tokyo, 2. Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo

天体表面の組成同定に反射スペクトルの解析は常套手段と考えられているが、紫外光領域でのスペクトルの解析がなされた例は少ない。星間塵の吸収スペクトルや火星の衛星フォボスの紫外線反射スペクトルの解析から、多環芳香族炭化水素(PAH)の存在が示唆されている報告もあるが、追試は不十分である。地球上に存在する種々のPAHを含む混合物と星間塵やフォボスのスペクトルを比較すると、それぞれ波長210nmと217.5nm付近に輪郭の似た吸収帯が存在する。この吸収帯の類似性が星間塵やフォボス表面に PAH が存在するという仮説の根拠とされる。一方で、吸収帯のピーク波長が異なる点を問題視し、この類似性を根拠に吸収帯を PAH 由来だとする考えに否定的な意見も多くあり、現在まで決定的な結論は出ていない。この問題に対し、説明を与えうる現象の一つとして、宇宙風化に伴う吸収スペクトル変化がある。PAHのもつ波長210nm付近の吸収帯は芳香族性π電子の遷移に起因しており、芳香環が分子内に多数結合し、芳香族性π電子の軌道領域が大きい分子に対して顕著に表れる。PAH分子の芳香環に結合する水素原子が宇宙風化作用によって脱離した場合、芳香族性π電子の軌道領域が拡大し波長210nm 付近のピークはフォボスのピークに近づくことが理論的に示唆されている。本研究では、宇宙風化作用が PAH の光学特性に与える影響を評価するため、国際宇宙ステーションきぼう実験棟簡易曝露実験装置ExHAM利用研究テーマ「 炭素質固体微粒子の宇宙風化と有機物進化の実証研究」においてExHAMに搭載され、約1年間軌道上の宇宙環境に曝露された数種のPAH試料と非曝露の比較用試料の反射特性を100-300nmの波長域において比較した。その結果として宇宙風化後の試料は波長210-300nmの範囲では反射が抑えられることが解った。今回の発表では、この結果の評価と考察を主点に置き議論を行う。

キーワード：星間塵、フォボス、多環芳香族炭化水素、宇宙風化
Keywords: interstellar dust, Phobos, polycyclic aromatic hydrocarbon, Space Weathering

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

銀河中心Sagiturius B2(N)エンベロープにおけるCH_3CNの検出
Detection of CH_3CN in Envelope around Sagittarius B2(N)

*荒木 光典[1]、高野 秀路[2]、小山 貴裕[1]、久世 信彦[3]、亀谷 和久[4]、築山 光一[1]
*Mitsunori Araki[1], Shuro Takano[2], Takahiro Oyama[1], Nobuhiko Kuze[3], Kazuhisa Kamegai[4], Koichi Tsukiyama[1]

1. 東京理科大学、2. 日本大学、3. 上智大学、4. 国立天文台
1. Tokyo University of Science, 2. Nihon University, 3. Sophia University, 4. National Astronomical Observatory of Japan

これまで星間分子雲の進化は原子ガスから星形成領域の分子ガスへと濃度が増加する方向に考えられてきた。近年それに加えて、星形成領域からのガス流出や星形成後の恒星風により、濃度が減少する方向に分子雲が進化する逆進化も提唱されている[1]。逆進化の存在を検証するためには、希薄な分子雲での化学組成の探査が必要である。希薄な分子雲では、我々がこれまで定式化してきた特殊な回転分布Hot Axis Effect [2]により、CH_3CNの回転量子数$J = K$のレベルからの吸収線が強く観測できる可能性がある。昨年、我々は野辺山45m電波望遠鏡を用い、銀河中心Sagittarius B2(M)コアのエンベロープでCH_3CNの73 GHzに位置する$J = 4–3$回転遷移の観測を行い、それを検出した[3]。本研究では、ALMAデータアーカイブ[4]を用い、上記天体の隣に位置するSagittarius B2(N)コアのエンベロープで$J = 5–4$と6–5 回転遷移を用いてCH_3CNの吸収線の調査を行った。解析の結果、CH_3CNの柱密度は$(1.0 \pm 0.2) \times 10^{15}$ cm^{-2}となり、(N)コアのエンベロープには(M)コアのそれの7倍のCH_3CNが存在することが明らかになった。一方で、(N)コアそれ自身には(M)コアの11倍のCH_3CNが存在することが知られている[5]。さらに今回の解析から、HC_3Nでも同様の関係が見られた。すなわち、少なくとも2種のシアン化物において、コアの柱密度が大きければ、相対的に希薄な分子雲であるそのエンベロープの柱密度も大きいことが明らかになった。

[1] Price *et al.*, 2003, *MNRAS*, **343**, 1257. [2] Araki *et al.*, 2014, *Astronomical Journal*, **148**, 87. [3] Araki *et al.*, *JpGU 2018*, PPS09-01. [4] Project Code: 2016.1.00074.S. [5] Belloche *et al.*, 2013, A&A, **559**, 47

キーワード：Sagittarius B2、CH3CN、分子雲、Hot Axis Effect
Keywords: Sagittarius B2, CH3CN, molecular cloud, Hot Axis Effect

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_3

[A-AS06] ミクロスケール気象の稠密観測・数値モデリングの新展開

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

近年、サブキロメートルの気象観測や数値モデリングが急速に発達し、ミクロスケール大気現象の構造や実態が解明されつつある。突風や大雨などの極端現象も、局地的な収束やヒートアイランドといったマイクロスケールの現象との関連が議論されている。数値モデルの高精細化により、マイクロスケールの気象の再現や予測が可能になっている。本セッションでは、稠密観測や数値モデルにより明らかになりつつあるミクロスケール現象の最新の研究成果や今後の研究方策について議論する。

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

[AAS06-P06] 低コスト吹雪観測装置の複数台連携による風速測定

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

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

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

Assimilation of Wind Profiling Radar Data in GRAPES-MESO Model System

*Dan Wang[1], Zhen Ruan[2]

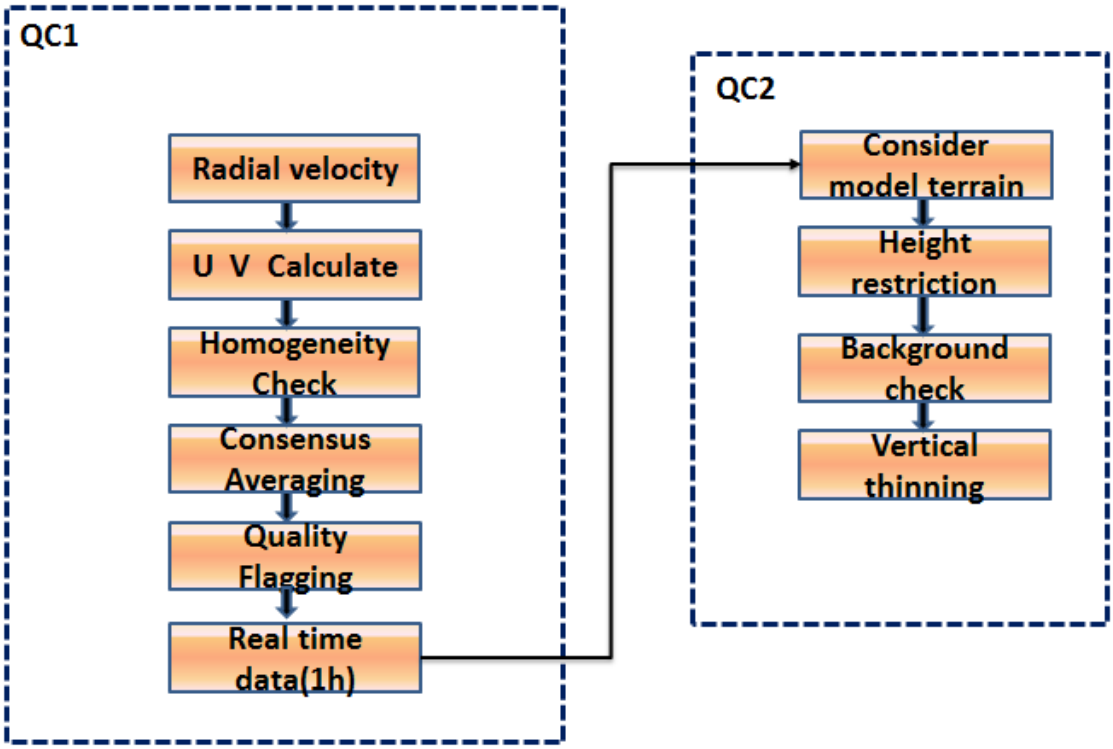
1. Numerical Weather Prediction Center, China Meteorological Administration, 2. Chinese Academy of Meteorological Sciences

Based on observational datasets of the wind profiling radars (WPR) in China during July 2015, a two-step quality control procedure for the WPR data is developed. Firstly, we start from the five-beam radial velocity, and recalculate the horizontal winds. After a series of processes including the spatial consistency check, time consistency averaging and vertical wind shear check, the hourly-resolution wind datasets were finally generated with quality indicator (QI) labels. We then use the ECMWF reanalysis data and radiosonde data to evaluate the newly generated WPR data. Results show that the method used for the QI labeling performs well. When its value is greater than 50, the root mean square error of u and v components are 2.29m/s and 2.37m/s respectively. This is consistent with previous research conclusions, and confirms the reliability of the pre-processing algorithm. Secondly, a second-round quality control based on the data assimilation is conducted. This procedure includes (1) removing the wind filed data located below the GRAPES model terrain, (2) configuring the effective height, (3) background check and (4) vertical thinning. The distributions of the innovations corresponding to observations after the QC are more close to a Gaussian distribution. The WPR observations after the QC were used in one-month continuous experiments based on the GRAPES modeling system. Results show that the assimilation of wind profiling radar data can effectively improve the wind state in the initial conditions. The corresponding 0-24h forecast of wind performs better. An analysis of 6-hourly verification scores like ETS and BIAS of the precipitation field suggests that the assimilation of wind profiling radar data makes a positive contribution to the rainfall forecast, especially in the short-range forecasting within 12 hours. The impact of assimilating WPR data on the case of typhoon “Linfa” is also investigated in this study. Results show that assimilating WPR data can effectively adjust the dynamic structure and water vapor conditions over the typhoon precipitation area, forming more favorable conditions for development of convective system and improving the forecast skill of precipitation.

Keywords: Wind profiling radar, Quality control, GRAPES-3DVAR, Impact experiment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Two-step QC Procedure for WPR



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Exploring aerosol-cloud interaction using satellite retrievals

*Xiaoyan Ma[1], hailing Jia[1], Johannes Quaas[2]

1. Nanjing University of Information Science and Technology, 2. Universität Leipzig

Long term MODIS level 3 data (MYD08_D3) from 2003 to 2016 was employed to investigate the correlation between aerosol and cloud properties over three major industrial regions in northern hemisphere (NH) and their adjacent oceans. Statistical analysis indicate that for liquid cloud, strong positive correlation between aerosol optical depth (AOD) and cloud effective radius (CER) is found over east China, i.e. CER increases with AOD, but becomes weak over east US and obscure over west Europe. In contrast, consistent negative correlation (i.e. CER decreases with AOD) is found over three adjacent oceans. Cloud properties such as cloud fraction (CF), cloud optical depth (COD), and liquid water path (LWP) and their relations with AOD were also examined. To understand the mechanisms leading to these findings, the ERA-interim reanalysis data was employed to investigate the impacts of lower tropospheric stability, vertical velocity, and precipitable water on the correlations between AOD and cloud properties. Possible explanations were discussed.

Keywords: aerosol, cloud, satellite retrievals

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Analysis of an EF4 supercell thunderstorm mesoscale structure

*HaiGuang Zhou[1]

1. Chinese Academy of Meteorological Sciences

The Enhanced Fujita 4 (EF4) Scale tornado outbroken in Funing county on 23 June 2016, was the strongest tornado in Jiangsu province since 1961. This paper addressed the synoptic environment, the thermodynamic condition, and the three-dimensional fine scale structure of the tornadic supercell thunderstorm. This thunderstorm developed under a convectively unstable environmental condition. The environmental wind vertical shear was intense at the low and middle level. Convergence lines and a γ -mesoscale cyclone were observed on the surface. The supercell thunderstorm was a left-moving supercell with a hook echo and an inflow notch at the low level. A strong mesocyclone, located in the top of the hook echo, was observed clearly in Doppler radar image at the low and middle level. It lasted for more than 90 minutes. The tornado vortex signature (TVS) lasted for 12 volume scans, which was 46 minutes before the tornado occurred. In the period of tornado formation and intensification, the center of the storm mass, the storm top, and the height of the maximum reflectivity rose remarkably. The vertical integrated liquid (VIL) of the storm increased, too. The tornado occurred in the first time of the above-mentioned parameters decreased synchronously. The dual-Doppler retrieval wind fields revealed a mesocyclone at the low level of the convective storm. This mesocyclone was situated at the low and middle level of the hook echo high-reflectivity region. Moreover, a weaker anticyclonic circulation was located on the south of mesocyclone. The vertical vorticity couplets played an important role in the tornado formation, intensification, and maintenance.

Keywords: Tornado, Mesocyclone, Supercell thunderstorm

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A Case Study of Seeding Condition Potential Forecast Using Cloud Resolving Model

*Yueqin SHI[1]

1. Chinese Academy of Meteorological Sciences

The cloud precipitation explicit forecast system (CPEFS_V1.0) was used to forecast the seeding condition potential on celebrating activities for the 70th anniversary of the founding of Inner Mongolia Autonomous Region. The results showed that due to eastward movement of short wave trough and low-level shear line, water vapor condition in Hohhot region was better, unstable energy was higher, and convective weather was easy to trigger. In the morning of Aug. 8, 2017, convective clouds were appeared in the northwest direction of the core zone. Convective clouds rapidly developed and moved eastward and southward to the core zone. Lifetime of convective clouds was about 1.5-3 hours, and horizontal scale was about tens of kilometers. The generation time of convective clouds of forecast was 1-2 hours later than the observation, and moving direction was consistent with observation. Moving speed was 10-20 $km \cdot h^{-1}$ slower. Convective clouds had vertical structure of cold-warm mixed clouds, with large updraft, high content of snow and graupel, low cloud water content in warm regions, cloud top height of 10 km, cloud bottom height of 3 km, 0℃ height of 4.3 km, maximum content of supercooled water of 0.7 $g \cdot kg^{-1}$, less ice crystals in areas with rich supercooled water, these characteristics were consistent with satellite, radar and airborne detection. In the afternoon of Aug. 7, key defense zone was chosen to the west of the core zone. AgI over-seeding would be implemented during 5100 –7000 m height. In the morning of Aug. 8, the aircraft would carry out detection in weak echo area of the first defense line. Ground operations would focus on the implementation of over-seeding in the initial stage of convective clouds in the third defense line to achieve the goal of mitigation rainfall. Based on forecast, additional five sets of ground mobile seeding equipment had been added temporarily to reinforce the capability of rain mitigation operated on Aug. 8. Seeding condition for the 70th anniversary celebration was better forecast.

Keywords: seeding condition potential forecast, seeding operation plan, convective cloud precipitation, major activity guarantee, weather modification

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ミクロスケール気象観測のためのドローン艦隊の経路計画と通信
Route planning and communication of drone fleet for microscale weather observation ×

*矢口 勇一[1]、中野 修三[3]、佐々木 陽[6]、板羽 昌之[4]、五百部 達也[5]、山岸 和彦[2]
*Yuichi Yaguchi[1], Shuzo Nakano[3], Akira Sasaki[6], Masayuki Itaha[4], Tatsuya Iyobe[5], Kazuhiko Yamagishi[2]

1. 会津大学、2. 株式会社eロボティクス福島、3. 株式会社東日本計算センター、4. 株式会社日本環境調査研究所、5. 五百部商事有限会社、6. 有限会社ジークルー
1. The University of Aizu, 2. e-Robotics Fukushima Co., Ltd., 3. East-Japan Accounting Center Co., Ltd., 4. Japan Environment Research Co., Ltd., 5. Iyobe Shoji Ltd., 6. GClue Inc.

本発表では、実際にドローン艦隊を用いてミクロスケールの定点観測を行う場合においてのドローンの運用と通信について考察する。複数台のドローンを同時に運用するケースは、エンターテイメントのフィールドではIntel 500等の事例があり、既に商用化されているが、これらの事例では約1%~5%程度のドローンは墜落、離陸しない、もしくは直下に不時着することがある。これらによる不測の事態を避けるため、これらのドローンでは500g以下等の小型化に加え、フレームを付けるなどの対策が行われている。しかしながら、雲ができる1000m~2000mの高さでの隊列飛行となると、耐風速20m/s程度の大型のドローンを用いる他なく、また、想定している沿岸域での計測では直下は海となる事から、ドローンの完全性を担保しながら、不備がある場合は帰還して安全に着陸できるようなシステムの設計が必要である。

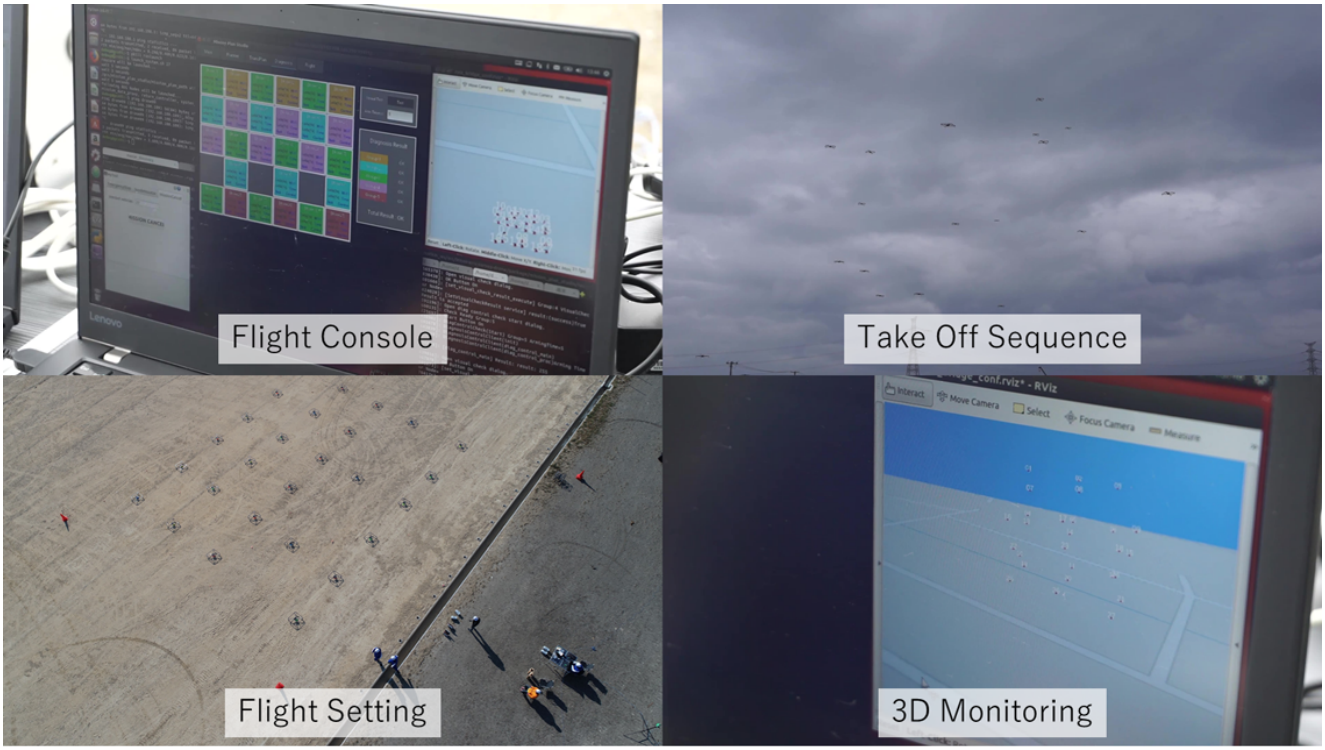
本研究では、27台のドローンを3x3x3の定点に送る際に、もし途中で不具合があり直下に墜落することがあっても、衝突しないように2次元的に交差することを排除した飛行制御について考察する。離陸時はできるだけ操縦者に近いところから離陸することを考慮すると、機体間3~4mの碁盤の目上にドローンを配置し、桂馬筋で離れたドローンを対にして、グループごとに離陸させるようにする。そこから一度横一列に開いたプールに移動し、そこから目的地を目指すことで、長距離フライト時の2次元的な交差を防ぐようにした。

本研究では加えて、ドローンの長距離テレメトリシステムのために、LoRa変調方式を用いた920MHz帯省電力小型無線機を作成し、データペイロードを定義して1秒に1回それぞれのデータを集約しつつ、地上局からの帰還等のコマンドを入れられるようにした。このデータペイロードには、ドローンの現在位置の緯度、経度、高度をドローン本体のGPSから取得するほか、気象観測装置から取得される風向、風力、気温、気圧、湿度のデータ、及び何らかの追加のセンサーのための20bit分の予備データ区間を設けた。

本年度の検証では、福島ロボットテストフィールドにて、高度100mまでの高さに対し、40m, 70m, 100mの30m間隔で3x3x3の隊列フライトが可能かを検証した。その結果、時折気流の乱れで下降するドローンがある中、十分に安全な機体間隔を保持して定点でホバリングすることができた。通信に関しては、直線150m程度の距離であれば、拡散率7, 周波数帯域500kHzで、28台分の通信を行った場合の1秒周期における1チャンネルのみでのキャリアセンスによる衝突は10%以下である。直線3km程度の距離に置き換えた場合、20mWの電波強度での通信は1台毎では可能であるが、通信速度の問題が発生するため、次年度では250mWの電波強度で試す必要がある。

キーワード：ドローン艦隊、無線通信、観測システム
Keywords: Drone fleet, Wireless Communication, Observation System

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

低コスト吹雪観測装置の複数台連携による風速測定
Wind speed estimation by low-cost visibility meter network

*小林 ゆい[1,2]、渡辺 恭也[1,3]、成瀬 延康[1,4]、高橋 幸弘[1,5]
*Yui Kobayashi [1,2], Kyoya Watanabe[1,3], Nobuyasu Naruse[1,4], Yukihiro Takahashi[1,5]

1. 北海道大学グローバルサイエンスキャンパス、2. 東北大学理学部、3. 北海道大学工学部、4. 滋賀医科大学医学部、5. 北海道大学大学院理学研究院
1. Global Science Campus, Hokkaido University, 2. Faculty of Science, Tohoku University, 3. School of Engineering, Hokkaido University, 4. Faculty of Medicine, Shiga University of Medical Science, 5. Graduate School of Science, Hokkaido University

Poor-visibility with the blowing snow sometimes causes serious troubles such as car crashes. Previously we reported the development of a low-cost visibility meter, which estimates visibility quantitatively, measuring the reduction of laser intensity caused by the laser blocking by snow particles. Those laser intensity data together with ambient temperature are sent to a personal computer via a wireless network. The remarkable characteristic of this apparatus is a very compact body, achieving enough length of the light path by reflecting laser light three times by mirrors facing each other. We confirmed the performance as poor-visibility meter, by investigating the correlation between the reduction of laser intensity and the visibility simultaneously recorded by the conventional video system.
In regard to wind speed, which is essential in order to predict poor-visibility caused by blowing snow, conventional propeller-type anemometer has been used up to now. However, such propeller anemometer has moving parts so that the low-cost type lacks durability. On the other hand, the hot-wire and thermocouple type anemometer needs relatively high-power consumption. In this study we developed a new methodology for wind speed measurement using densely placed visibility meters, making use of the time difference between the snow particle passing at different apparatus. Experiments were performed using a wind tunnel at Cryospheric Environment Simulator of the Shinjo Branch (Snow and Ice Research Center, National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience). The three units of the visibility meter were set at an interval of 4-5 m in the wind tunnel and connected with a computer for data collections by wireless communication. The time interval of data sampling was set to 0.5 s. The propeller type anemometer to measure the wind speed as a reference was set downstream of the three observation units. The wind speed can be measured by detecting the delay time for snow particles to move from one unit to the next one. The wind speed obtained by our system was 8.8 m s^{-1}, being averaged for data obtained at three points, while the wind speed measured by the anemometer was 9.1 m s^{-1}. These results mean only with this poor-visibility meter network we can estimate the wind velocity with an accuracy of 3 percent.

キーワード：吹雪、防災、装置開発
Keywords: Blowing snow, Disaster Prevention, Instrument Development

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

冬季晴天弱風夜間の東京における気温および風の周期的変動の地域性
Regional characteristics of periodic variations of temperature and wind in Tokyo under wintertime nocturnal clear and weak wind conditions

*中島 虹[1,2]、高橋 日出男[2]、常松 展充[1]
*Nakajima Ko[1,2], Hideo Takahashi[2], Nobumitsu Tsunematsu[1]

1. 公益社団法人東京都環境科学研究所、2. 首都大学東京
1. Tokyo Metropolitan Research Institute for Environmental Protection, Tokyo Environmental Public Service Corporation, 2. Tokyo Metropolitan University

Intermittent turbulence on time scales of a few minutes to 1 h is often observed in the nocturnal boundary layers. Previous observations were limited to one location (Yokoyama et al. 1981), or to homogeneous topographies within hundreds of square meters (Sun et al. 2015). The regional characteristics of these wavelike motions are unclear in metropolitan areas or in heterogeneous rural-urban areas that can be characterized by different surface conditions. Fujibe (2018) showed the climatological features of surface air temperature variations using 1 min data of the Automated Meteorological Data Acquisition System (AMeDAS) in Japan at horizontal intervals of approximately 17 km. In the Tokyo special wards, 1 min temperature and wind data have been recorded by the Air Pollution Monitoring Systems (APMS) at horizontal intervals of approximately 4.7 km. Therefore, these data can be used to analyze the characteristics of temperature and wind variations on time scales of 1 h or less and expected to investigate the regional characteristics of the variations in this area. The purpose of this study is to elucidate the temporal variations of temperature and wind and their regional characteristics over the Tokyo metropolitan area.

One-minute temperature, wind direction, and wind speed data from November 2016 to February 2017 obtained from the 44 APMS stations were used in this study. Additionally, the hourly wind speed, wind direction, cloud amounts, and precipitation data at the Tokyo District Meteorological Observatory (Kitanomaru) were used. We selected 17 clear and weak wind nights over the observation period using observational data at Kitanomaru by the same process as Nakajima et al. (2018).

The periodic variations of temperature and wind developed at several observational stations in several clear and weak winds nights. Especially, the periodic variations clearly developed on January 11-12, 2017. The winds and temperature fluctuated periodically in the western part of the Tokyo special wards from January 11 23:00 to 02:00 JST. The cycles of the variations were estimated as 20-50 mins from the wavelet analysis and were 5-10 times longer than that of the Brunt-Vaisala oscillation. This ratio agrees with the previous observational results (Yokoyama et al. 1981). On the contrary, the periodic variations were unclear in the central of the Tokyo special wards area such as Chiyoda ward.

In order to examine the regional characteristics of temporal variation of temperature, 20-50 mins band-pass filter was used to the temperature time series from 18:00 to 06:00 JST in each clear and weak wind night. The amplitudes of the band-passed filtered temperature variations in the non-urban area tended to be larger than 0.2˚C. However, the amplitudes in the urban area tended to be smaller than those in a non-urban area.

The difference of the temporal variations between the urban area and the non-urban area implies that the difference of the atmospheric stability between the urban area and the non-urban area. Over a non-urban area at nighttime, ground-based inversion layer grows. However, over an urban area, the atmospheric stability tends to be near neutral (Oke et al. 2017). Small turbulence might produce a large temperature

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

variation under a strong inversion layer, whereas the amplitude is expected to be small under a weak inversion layer (Fujibe 2018). Therefore, the smaller amplitude over urban area might develop under near neutral atmospheric stability.

キーワード：境界層、気温変動、風変動
Keywords: boundary layer, temperature variation, wind variation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_10

[A-AS06] ミクロスケール気象の稠密観測・数値モデリングの新展開

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

近年、サブキロメートルの気象観測や数値モデリングが急速に発達し、ミクロスケール大気現象の構造や実態が解明されつつある。突風や大雨などの極端現象も、局地的な収束やヒートアイランドといったマイクロスケールの現象との関連が議論されている。数値モデルの高精細化により、マイクロスケールの気象の再現や予測が可能になっている。本セッションでは、稠密観測や数値モデルにより明らかになりつつあるミクロスケール現象の最新の研究成果や今後の研究方策について議論する。

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

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

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

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

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

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

[AAS06-P04] A Case Study of Seeding Condition Potential Forecast Using Cloud Resolving Model

*Yueqin SHI[1] (1.Chinese Academy of Meteorological Sciences)

[AAS06-P05] ミクロスケール気象観測のためのドローン艦隊の経路計画と通信

*矢口 勇一[1]、中野 修三[3]、佐々木 陽[6]、板羽 昌之[4]、五百部 達也[5]、山岸 和彦[2] (1.会津大学、2.株式会社eロボティクス福島、3.株式会社東日本計算センター、4.株式会社日本環境調査研究所、5.五百部商事有限会社、6.有限会社ジークルー)

[AAS06-P06] 低コスト吹雪観測装置の複数台連携による風速測定

*小林 ゆい[1,2]、渡辺 恭也[1,3]、成瀬 延康[1,4]、高橋 幸弘[1,5] (1.北海道大学グローバルサイエンスキャンパス、2.東北大学理学部、3.北海道大学工学部、4.滋賀医科大学医学部、5.北海道大学大学院理学研究院)

[AAS06-P07] 冬季晴天弱風夜間の東京における気温および風の周期的変動の地域性

*中島 虹[1,2]、高橋 日出男[2]、常松 展充[1] (1.公益社団法人東京都環境科学研究所、2.首都大学東京)

Assimilation of Wind Profiling Radar Data in GRAPES-MESO Model System

*Dan Wang[1], Zhen Ruan[2]

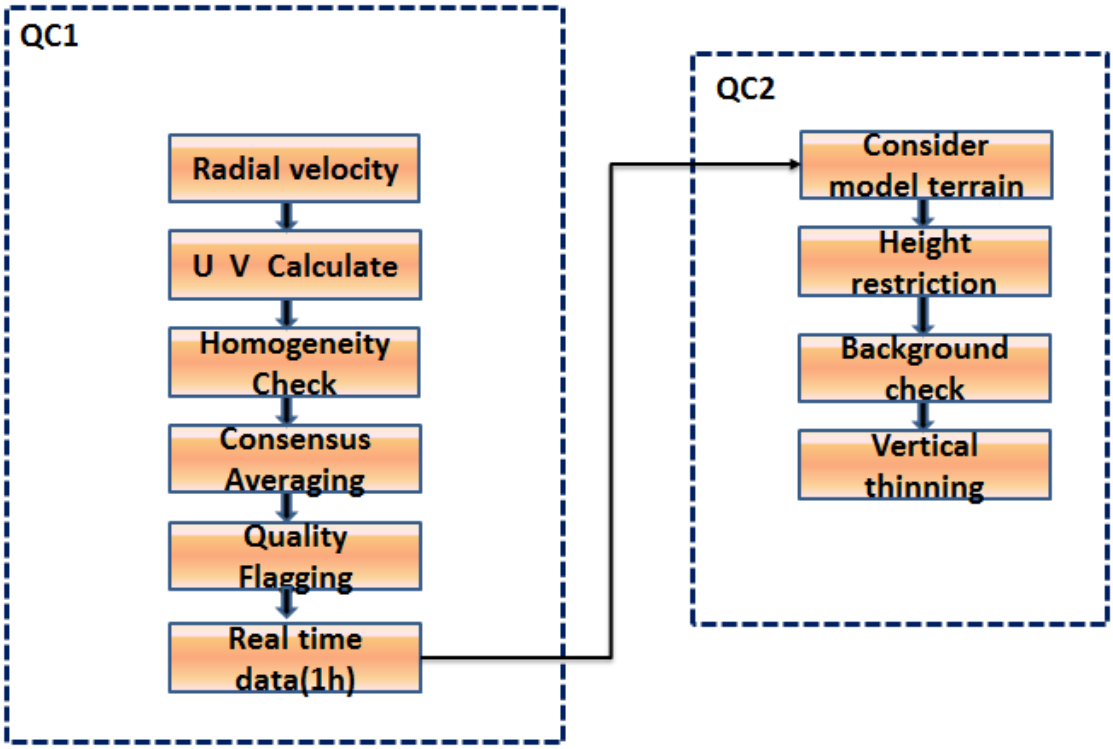
1. Numerical Weather Prediction Center, China Meteorological Administration, 2. Chinese Academy of Meteorological Sciences

Based on observational datasets of the wind profiling radars (WPR) in China during July 2015, a two-step quality control procedure for the WPR data is developed. Firstly, we start from the five-beam radial velocity, and recalculate the horizontal winds. After a series of processes including the spatial consistency check, time consistency averaging and vertical wind shear check, the hourly-resolution wind datasets were finally generated with quality indicator (QI) labels. We then use the ECMWF reanalysis data and radiosonde data to evaluate the newly generated WPR data. Results show that the method used for the QI labeling performs well. When its value is greater than 50, the root mean square error of u and v components are 2.29m/s and 2.37m/s respectively. This is consistent with previous research conclusions, and confirms the reliability of the pre-processing algorithm. Secondly, a second-round quality control based on the data assimilation is conducted. This procedure includes (1) removing the wind filed data located below the GRAPES model terrain, (2) configuring the effective height, (3) background check and (4) vertical thinning. The distributions of the innovations corresponding to observations after the QC are more close to a Gaussian distribution. The WPR observations after the QC were used in one-month continuous experiments based on the GRAPES modeling system. Results show that the assimilation of wind profiling radar data can effectively improve the wind state in the initial conditions. The corresponding 0-24h forecast of wind performs better. An analysis of 6-hourly verification scores like ETS and BIAS of the precipitation field suggests that the assimilation of wind profiling radar data makes a positive contribution to the rainfall forecast, especially in the short-range forecasting within 12 hours. The impact of assimilating WPR data on the case of typhoon “Linfa” is also investigated in this study. Results show that assimilating WPR data can effectively adjust the dynamic structure and water vapor conditions over the typhoon precipitation area, forming more favorable conditions for development of convective system and improving the forecast skill of precipitation.

Keywords: Wind profiling radar, Quality control, GRAPES-3DVAR, Impact experiment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Two-step QC Procedure for WPR



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Exploring aerosol-cloud interaction using satellite retrievals

*Xiaoyan Ma[1], hailing Jia[1], Johannes Quaas[2]

1. Nanjing University of Information Science and Technology, 2. Universität Leipzig

Long term MODIS level 3 data (MYD08_D3) from 2003 to 2016 was employed to investigate the correlation between aerosol and cloud properties over three major industrial regions in northern hemisphere (NH) and their adjacent oceans. Statistical analysis indicate that for liquid cloud, strong positive correlation between aerosol optical depth (AOD) and cloud effective radius (CER) is found over east China, i.e. CER increases with AOD, but becomes weak over east US and obscure over west Europe. In contrast, consistent negative correlation (i.e. CER decreases with AOD) is found over three adjacent oceans. Cloud properties such as cloud fraction (CF), cloud optical depth (COD), and liquid water path (LWP) and their relations with AOD were also examined. To understand the mechanisms leading to these findings, the ERA-interim reanalysis data was employed to investigate the impacts of lower tropospheric stability, vertical velocity, and precipitable water on the correlations between AOD and cloud properties. Possible explanations were discussed.

Keywords: aerosol, cloud, satellite retrievals

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Analysis of an EF4 supercell thunderstorm mesoscale structure

*HaiGuang Zhou[1]

1. Chinese Academy of Meteorological Sciences

The Enhanced Fujita 4 (EF4) Scale tornado outbroken in Funing county on 23 June 2016, was the strongest tornado in Jiangsu province since 1961. This paper addressed the synoptic environment, the thermodynamic condition, and the three-dimensional fine scale structure of the tornadic supercell thunderstorm. This thunderstorm developed under a convectively unstable environmental condition. The environmental wind vertical shear was intense at the low and middle level. Convergence lines and a γ -mesoscale cyclone were observed on the surface. The supercell thunderstorm was a left-moving supercell with a hook echo and an inflow notch at the low level. A strong mesocyclone, located in the top of the hook echo, was observed clearly in Doppler radar image at the low and middle level. It lasted for more than 90 minutes. The tornado vortex signature (TVS) lasted for 12 volume scans, which was 46 minutes before the tornado occurred. In the period of tornado formation and intensification, the center of the storm mass, the storm top, and the height of the maximum reflectivity rose remarkably. The vertical integrated liquid (VIL) of the storm increased, too. The tornado occurred in the first time of the above-mentioned parameters decreased synchronously. The dual-Doppler retrieval wind fields revealed a mesocyclone at the low level of the convective storm. This mesocyclone was situated at the low and middle level of the hook echo high-reflectivity region. Moreover, a weaker anticyclonic circulation was located on the south of mesocyclone. The vertical vorticity couplets played an important role in the tornado formation, intensification, and maintenance.

Keywords: Tornado, Mesocyclone, Supercell thunderstorm

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A Case Study of Seeding Condition Potential Forecast Using Cloud Resolving Model

*Yueqin SHI[1]

1. Chinese Academy of Meteorological Sciences

The cloud precipitation explicit forecast system (CPEFS_V1.0) was used to forecast the seeding condition potential on celebrating activities for the 70th anniversary of the founding of Inner Mongolia Autonomous Region. The results showed that due to eastward movement of short wave trough and low-level shear line, water vapor condition in Hohhot region was better, unstable energy was higher, and convective weather was easy to trigger. In the morning of Aug. 8, 2017, convective clouds were appeared in the northwest direction of the core zone. Convective clouds rapidly developed and moved eastward and southward to the core zone. Lifetime of convective clouds was about 1.5-3 hours, and horizontal scale was about tens of kilometers. The generation time of convective clouds of forecast was 1-2 hours later than the observation, and moving direction was consistent with observation. Moving speed was 10-20 $km \cdot h^{-1}$ slower. Convective clouds had vertical structure of cold-warm mixed clouds, with large updraft, high content of snow and graupel, low cloud water content in warm regions, cloud top height of 10 km, cloud bottom height of 3 km, 0℃ height of 4.3 km, maximum content of supercooled water of 0.7 $g \cdot kg^{-1}$, less ice crystals in areas with rich supercooled water, these characteristics were consistent with satellite, radar and airborne detection. In the afternoon of Aug. 7, key defense zone was chosen to the west of the core zone. AgI over-seeding would be implemented during 5100 –7000 m height. In the morning of Aug. 8, the aircraft would carry out detection in weak echo area of the first defense line. Ground operations would focus on the implementation of over-seeding in the initial stage of convective clouds in the third defense line to achieve the goal of mitigation rainfall. Based on forecast, additional five sets of ground mobile seeding equipment had been added temporarily to reinforce the capability of rain mitigation operated on Aug. 8. Seeding condition for the 70th anniversary celebration was better forecast.

Keywords: seeding condition potential forecast, seeding operation plan, convective cloud precipitation, major activity guarantee, weather modification

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ミクロスケール気象観測のためのドローン艦隊の経路計画と通信
Route planning and communication of drone fleet for microscale weather observation ×

*矢口 勇一[1]、中野 修三[3]、佐々木 陽[6]、板羽 昌之[4]、五百部 達也[5]、山岸 和彦[2]
*Yuichi Yaguchi[1], Shuzo Nakano[3], Akira Sasaki[6], Masayuki Itaha[4], Tatsuya Iyobe[5], Kazuhiko Yamagishi[2]

1. 会津大学、2. 株式会社eロボティクス福島、3. 株式会社東日本計算センター、4. 株式会社日本環境調査研究所、5. 五百部商事有限会社、6. 有限会社ジークルー
1. The University of Aizu, 2. e-Robotics Fukushima Co., Ltd., 3. East-Japan Accounting Center Co., Ltd., 4. Japan Environment Research Co., Ltd., 5. Iyobe Shoji Ltd., 6. GClue Inc.

本発表では、実際にドローン艦隊を用いてミクロスケールの定点観測を行う場合においてのドローンの運用と通信について考察する。複数台のドローンを同時に運用するケースは、エンターテイメントのフィールドではIntel 500等の事例があり、既に商用化されているが、これらの事例では約1%~5%程度のドローンは墜落、離陸しない、もしくは直下に不時着することがある。これらによる不測の事態を避けるため、これらのドローンでは500g以下等の小型化に加え、フレームを付けるなどの対策が行われている。しかしながら、雲ができる1000m~2000mの高さでの隊列飛行となると、耐風速20m/s程度の大型のドローンを用いる他なく、また、想定している沿岸域での計測では直下は海となる事から、ドローンの完全性を担保しながら、不備がある場合は帰還して安全に着陸できるようなシステムの設計が必要である。

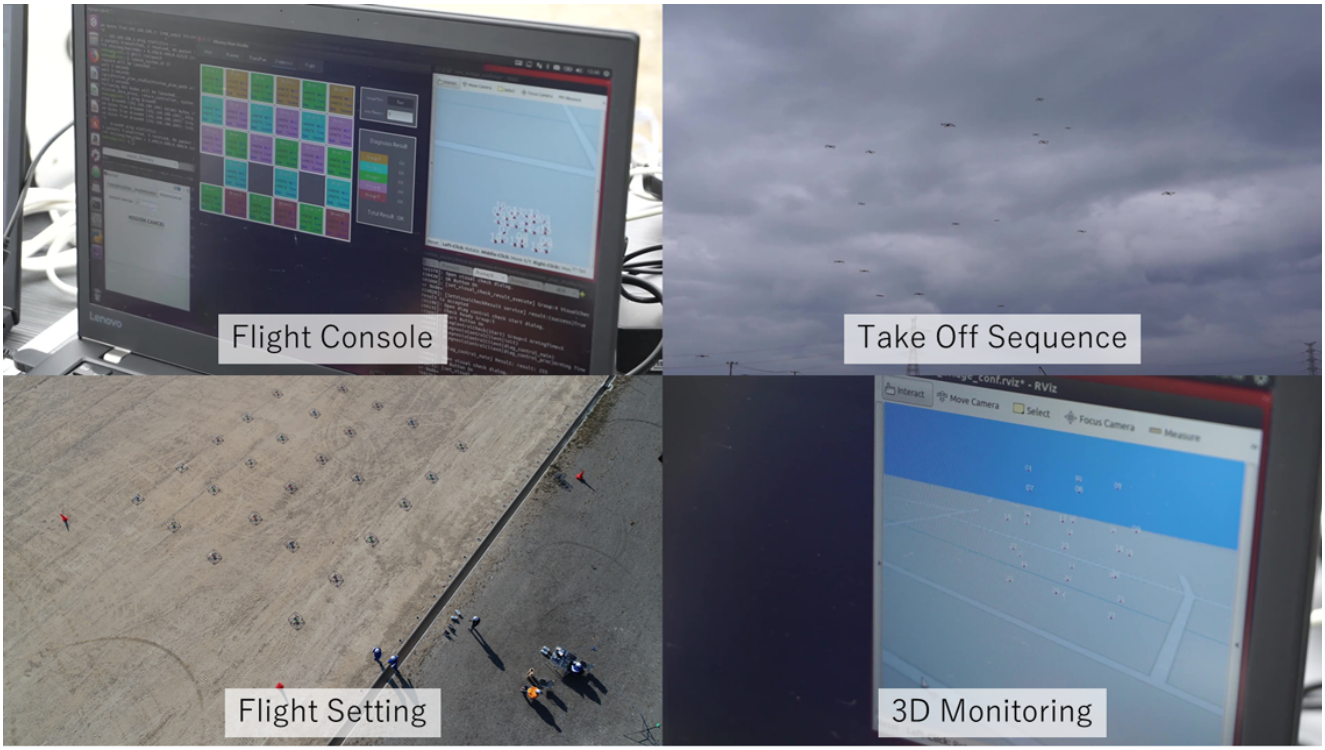
本研究では、27台のドローンを3x3x3の定点に送る際に、もし途中で不具合があり直下に墜落することがあっても、衝突しないように2次元的に交差することを排除した飛行制御について考察する。離陸時はできるだけ操縦者に近いところから離陸することを考慮すると、機体間3~4mの碁盤の目上にドローンを配置し、桂馬筋で離れたドローンを対にして、グループごとに離陸させるようにする。そこから一度横一列に開いたプールに移動し、そこから目的地を目指すことで、長距離フライト時の2次元的な交差を防ぐようにした。

本研究では加えて、ドローンの長距離テレメトリシステムのために、LoRa変調方式を用いた920MHz帯省電力小型無線機を作成し、データペイロードを定義して1秒に1回それぞれのデータを集約しつつ、地上局からの帰還等のコマンドを入れられるようにした。このデータペイロードには、ドローンの現在位置の緯度、経度、高度をドローン本体のGPSから取得するほか、気象観測装置から取得される風向、風力、気温、気圧、湿度のデータ、及び何らかの追加のセンサーのための20bit分の予備データ区間を設けた。

本年度の検証では、福島ロボットテストフィールドにて、高度100mまでの高さに対し、40m, 70m, 100mの30m間隔で3x3x3の隊列フライトが可能かを検証した。その結果、時折気流の乱れで下降するドローンがある中、十分に安全な機体間隔を保持して定点でホバリングすることができた。通信に関しては、直線150m程度の距離であれば、拡散率7, 周波数帯域500kHzで、28台分の通信を行った場合の1秒周期における1チャンネルのみでのキャリアセンスによる衝突は10%以下である。直線3km程度の距離に置き換えた場合、20mWの電波強度での通信は1台毎では可能であるが、通信速度の問題が発生するため、次年度では250mWの電波強度で試す必要がある。

キーワード：ドローン艦隊、無線通信、観測システム
Keywords: Drone fleet, Wireless Communication, Observation System

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

低コスト吹雪観測装置の複数台連携による風速測定
Wind speed estimation by low-cost visibility meter network

*小林 ゆい[1,2]、渡辺 恭也[1,3]、成瀬 延康[1,4]、高橋 幸弘[1,5]
*Yui Kobayashi [1,2], Kyoya Watanabe[1,3], Nobuyasu Naruse[1,4], Yukihiro Takahashi[1,5]

1. 北海道大学グローバルサイエンスキャンパス、2. 東北大学理学部、3. 北海道大学工学部、4. 滋賀医科大学医学部、5. 北海道大学大学院理学研究院
1. Global Science Campus, Hokkaido University, 2. Faculty of Science, Tohoku University, 3. School of Engineering, Hokkaido University, 4. Faculty of Medicine, Shiga University of Medical Science, 5. Graduate School of Science, Hokkaido University

Poor-visibility with the blowing snow sometimes causes serious troubles such as car crashes. Previously we reported the development of a low-cost visibility meter, which estimates visibility quantitatively, measuring the reduction of laser intensity caused by the laser blocking by snow particles. Those laser intensity data together with ambient temperature are sent to a personal computer via a wireless network. The remarkable characteristic of this apparatus is a very compact body, achieving enough length of the light path by reflecting laser light three times by mirrors facing each other. We confirmed the performance as poor-visibility meter, by investigating the correlation between the reduction of laser intensity and the visibility simultaneously recorded by the conventional video system.
In regard to wind speed, which is essential in order to predict poor-visibility caused by blowing snow, conventional propeller-type anemometer has been used up to now. However, such propeller anemometer has moving parts so that the low-cost type lacks durability. On the other hand, the hot-wire and thermocouple type anemometer needs relatively high-power consumption. In this study we developed a new methodology for wind speed measurement using densely placed visibility meters, making use of the time difference between the snow particle passing at different apparatus. Experiments were performed using a wind tunnel at Cryospheric Environment Simulator of the Shinjo Branch (Snow and Ice Research Center, National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience). The three units of the visibility meter were set at an interval of 4-5 m in the wind tunnel and connected with a computer for data collections by wireless communication. The time interval of data sampling was set to 0.5 s. The propeller type anemometer to measure the wind speed as a reference was set downstream of the three observation units. The wind speed can be measured by detecting the delay time for snow particles to move from one unit to the next one. The wind speed obtained by our system was 8.8 m s^{-1}, being averaged for data obtained at three points, while the wind speed measured by the anemometer was 9.1 m s^{-1}. These results mean only with this poor-visibility meter network we can estimate the wind velocity with an accuracy of 3 percent.

キーワード：吹雪、防災、装置開発
Keywords: Blowing snow, Disaster Prevention, Instrument Development

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

冬季晴天弱風夜間の東京における気温および風の周期的変動の地域性
Regional characteristics of periodic variations of temperature and wind in Tokyo under wintertime nocturnal clear and weak wind conditions

*中島 虹[1,2]、高橋 日出男[2]、常松 展充[1]
*Nakajima Ko[1,2], Hideo Takahashi[2], Nobumitsu Tsunematsu[1]

1. 公益社団法人東京都環境科学研究所、2. 首都大学東京
1. Tokyo Metropolitan Research Institute for Environmental Protection, Tokyo Environmental Public Service Corporation, 2. Tokyo Metropolitan University

Intermittent turbulence on time scales of a few minutes to 1 h is often observed in the nocturnal boundary layers. Previous observations were limited to one location (Yokoyama et al. 1981), or to homogeneous topographies within hundreds of square meters (Sun et al. 2015). The regional characteristics of these wavelike motions are unclear in metropolitan areas or in heterogeneous rural-urban areas that can be characterized by different surface conditions. Fujibe (2018) showed the climatological features of surface air temperature variations using 1 min data of the Automated Meteorological Data Acquisition System (AMeDAS) in Japan at horizontal intervals of approximately 17 km. In the Tokyo special wards, 1 min temperature and wind data have been recorded by the Air Pollution Monitoring Systems (APMS) at horizontal intervals of approximately 4.7 km. Therefore, these data can be used to analyze the characteristics of temperature and wind variations on time scales of 1 h or less and expected to investigate the regional characteristics of the variations in this area. The purpose of this study is to elucidate the temporal variations of temperature and wind and their regional characteristics over the Tokyo metropolitan area.

One-minute temperature, wind direction, and wind speed data from November 2016 to February 2017 obtained from the 44 APMS stations were used in this study. Additionally, the hourly wind speed, wind direction, cloud amounts, and precipitation data at the Tokyo District Meteorological Observatory (Kitanomaru) were used. We selected 17 clear and weak wind nights over the observation period using observational data at Kitanomaru by the same process as Nakajima et al. (2018).

The periodic variations of temperature and wind developed at several observational stations in several clear and weak winds nights. Especially, the periodic variations clearly developed on January 11-12, 2017. The winds and temperature fluctuated periodically in the western part of the Tokyo special wards from January 11 23:00 to 02:00 JST. The cycles of the variations were estimated as 20-50 mins from the wavelet analysis and were 5-10 times longer than that of the Brunt-Vaisala oscillation. This ratio agrees with the previous observational results (Yokoyama et al. 1981). On the contrary, the periodic variations were unclear in the central of the Tokyo special wards area such as Chiyoda ward.

In order to examine the regional characteristics of temporal variation of temperature, 20-50 mins band-pass filter was used to the temperature time series from 18:00 to 06:00 JST in each clear and weak wind night. The amplitudes of the band-passed filtered temperature variations in the non-urban area tended to be larger than 0.2˚C. However, the amplitudes in the urban area tended to be smaller than those in a non-urban area.

The difference of the temporal variations between the urban area and the non-urban area implies that the difference of the atmospheric stability between the urban area and the non-urban area. Over a non-urban area at nighttime, ground-based inversion layer grows. However, over an urban area, the atmospheric stability tends to be near neutral (Oke et al. 2017). Small turbulence might produce a large temperature

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

variation under a strong inversion layer, whereas the amplitude is expected to be small under a weak inversion layer (Fujibe 2018). Therefore, the smaller amplitude over urban area might develop under near neutral atmospheric stability.

キーワード：境界層、気温変動、風変動
Keywords: boundary layer, temperature variation, wind variation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-OS 海洋科学・海洋環境

2019年5月26日(日) 13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_3

[A-OS21] インド洋域の物理・生物地球化学・生態系と相互連関

コンビーナ:升本 順夫(東京大学大学院理学系研究科)、齊藤 宏明(東京大学大気海洋研究所)、植木 巌(国立研究開発法人海洋研究開発機構)

インド洋の海洋気候変動研究は、新たな気候変動モードの発見や近年の観測網の
整備などにより活発に進められている。このような中、IIOE-2やEIOURI等の国際的・
学際的な研究協力プログラムが本格化するとともに、2018年11月/12月には学術
研究船白鳳丸による東部インド洋の統合的観測が行われる予定であり、分野間
連携も含めた精力的な研究活動が国内外で進められている。本セッションは、
インド洋域の平均場と変動を海洋物理、生物地球化学、生態系、気候変動の様々な
視点から捉え、それらのメカニズムや関連性を考察し、統合的な理解の促進を図る
とともに、さらなる研究協力の推進を目的とする。また、観測の概要や初期解析
結果、研究協力の新たな方向性提案、今後の観測計画等の情報共有などに関する
発表も歓迎する。

[AOS21-P01] **Freshening of Indonesian Upper Water and Salinification of Indonesian Intermediate Water in the Indian Ocean during the last decade**

*ISKANDAR MOCHAMAD RIZA[1]、Toshio Suga[1] (1.Graduate School of Sciences, Tohoku University)

[AOS21-P02] 白鳳丸 KH-18-6 航海で観測された2018年のニンガルーニーニャに伴う海洋物理構造の特徴

*升本 順夫[1]、植木 巌[2]、安藤 健太郎[2]、堀井 孝憲[2]、名倉 元樹[2]、松岸 修平[1]、木戸 晶一郎[1]、松田 拓朗[1] (1.東京大学大学院理学系研究科、2.海洋研究開発機構)

Freshening of Indonesian Upper Water and Salinification of Indonesian Intermediate Water in the Indian Ocean during the last decade

*ISKANDAR MOCHAMAD RIZA[1], Toshio Suga[1]

1. Graduate School of Sciences, Tohoku University

The Indonesian region, also known as a central part of the “Maritime Continent” is located at the tropical region between the Pacific Ocean and the Indian Ocean. The water in Indonesian seas mostly consists of North Pacific waters (North Pacific Intermediate Water, NPIW and North Pacific Subtropical Water, NPSW) with the small fraction of South Pacific waters (South Pacific Intermediate Water, SPIW and South Pacific Subtropical Water, SPSW). During transit through the Indonesian seas, the saltier NPSW is modified due to atmospheric and oceanic forcing, i.e., evaporation/precipitation and tidal mixing, becoming fresher water.

The water from Indonesian seas can be distinguished in the Indian Ocean as low salinity water from the surface to the thermocline, called with Indonesian Throughflow water (ITW) or Indonesian Upper Water (IUW) and intermediate low salinity water known as Banda Seawater (BSW) or Indonesian Intermediate Water (IIW). Temporal variations of properties of these water masses in the South Eastern Indian Ocean over the last decade is investigated by using the gridded monthly mean of Argo dataset, MOAA-GPV and profile dataset in World Ocean Database (WOD). The freshening trend of the Indonesian Upper Water (IUW, 23 $\sigma\ \theta$) and salinification trend of the Indonesian Intermediate Water (IIW, 27.3 $\sigma\ \theta$) are detected. These trends are opposite with the salinification trend of North Pacific Subtropical Water (NPSW) and freshening trend of North Pacific Intermediate Water (NPIW) in the Pacific inflow region of ITF. The opposite trends between the inflow and outflow of ITF are at least partly explained as follows.

The freshening in the IUW is consistent with the low E-P within Indonesia region. High freshwater input in the Indonesian Seas from E-P on the last decade was proposed as one of the contributors to the freshening of IUW. Using simple Lagrangian estimation, as much as one to two third freshening are coming from this freshwater input. The salinification of IIW is drawn roughly by vertical salinity convergence due to vertical mixing between the top (400m) and bottom (1200m) of the intermediate layer. The enhanced vertical mixing due to salinification of water just above IIW is proposed as a major contributor to the salinification of IIW.

Keywords: Indonesian Seas, Indonesian Upper Water, Indonesian Intermediate Water

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

白鳳丸 KH-18-6 航海で観測された2018年のニンガルーニーニャに伴う海洋物理構造の特徴

Characteristics in the upper ocean physical properties associated with 2018 Ningaloo Nina observed during R/V Hakuho-Maru KH-18-6 cruise

*升本 順夫[1]、植木 巌[2]、安藤 健太郎[2]、堀井 孝憲[2]、名倉 元樹[2]、松岸 修平[1]、木戸 晶一郎[1]、松田 拓朗[1]
*Yukio Masumoto[1], Iwao Ueki[2], Kentaro Ando[2], Takanori Horii[2], Motoki Nagura[2], Shuhei Matsugishi[1], Shoichiro Kido[1], Takuro Matsuta[1]

1. 東京大学大学院理学系研究科、2. 海洋研究開発機構
1. Graduate School of Science, The University of Tokyo, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

R/V Hakuho-maru cruise, KH-18-6 Leg3, was conducted in December 2018 in a region between Indonesia and Australia. A relatively strong Ningaloo Nina took place during the cruise, showing negative sea surface temperature anomaly of the order of few degrees with strong southerly surface winds off northwest Australia. This presentation summarizes subsurface physical conditions observed during the cruise on a rare occasion, focusing on anomalies associated with the Ningaloo Nina and their relation with a large scale circulations and variations.

キーワード：ニンガルーニーニャ、海洋物理観測、白鳳丸航海
Keywords: Ningaloo Nina, Observation of physical conditions in the ocean, R/V Hakuho-Maru observation cruise

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-OS 海洋科学・海洋環境

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_12

[A-OS21] インド洋域の物理・生物地球化学・生態系と相互連関

コンビーナ:升本 順夫(東京大学大学院理学系研究科)、齊藤 宏明(東京大学大気海洋研究所)、植木 巌(国立研究開発法人海洋研究開発機構)

インド洋の海洋気候変動研究は、新たな気候変動モードの発見や近年の観測網の
整備などにより活発に進められている。このような中、IIOE-2やEIOURI等の国際的・
学際的な研究協力プログラムが本格化するとともに、2018年11月/12月には学術
研究船白鳳丸による東部インド洋の統合的観測が行われる予定であり、分野間
連携も含めた精力的な研究活動が国内外で進められている。本セッションは、
インド洋域の平均場と変動を海洋物理、生物地球化学、生態系、気候変動の様々な
視点から捉え、それらのメカニズムや関連性を考察し、統合的な理解の促進を図る
とともに、さらなる研究協力の推進を目的とする。また、観測の概要や初期解析
結果、研究協力の新たな方向性提案、今後の観測計画等の情報共有などに関する
発表も歓迎する。

[AOS21-P01] **Freshening of Indonesian Upper Water and Salinification of Indonesian Intermediate Water in the Indian Ocean during the last decade**

*ISKANDAR MOCHAMAD RIZA[1]、Toshio Suga[1] (1.Graduate School of Sciences, Tohoku University)

[AOS21-P02] 白鳳丸 KH-18-6 航海で観測された2018年のニンガルーニーニャに伴う海洋物理構造の特徴

*升本 順夫[1]、植木 巌[2]、安藤 健太郎[2]、堀井 孝憲[2]、名倉 元樹[2]、松岸 修平[1]、木戸 晶一郎[1]、松田 拓朗[1] (1.東京大学大学院理学系研究科、2.海洋研究開発機構)

Freshening of Indonesian Upper Water and Salinification of Indonesian Intermediate Water in the Indian Ocean during the last decade

*ISKANDAR MOCHAMAD RIZA[1], Toshio Suga[1]

1. Graduate School of Sciences, Tohoku University

The Indonesian region, also known as a central part of the “Maritime Continent” is located at the tropical region between the Pacific Ocean and the Indian Ocean. The water in Indonesian seas mostly consists of North Pacific waters (North Pacific Intermediate Water, NPIW and North Pacific Subtropical Water, NPSW) with the small fraction of South Pacific waters (South Pacific Intermediate Water, SPIW and South Pacific Subtropical Water, SPSW). During transit through the Indonesian seas, the saltier NPSW is modified due to atmospheric and oceanic forcing, i.e., evaporation/precipitation and tidal mixing, becoming fresher water.

The water from Indonesian seas can be distinguished in the Indian Ocean as low salinity water from the surface to the thermocline, called with Indonesian Throughflow water (ITW) or Indonesian Upper Water (IUW) and intermediate low salinity water known as Banda Seawater (BSW) or Indonesian Intermediate Water (IIW). Temporal variations of properties of these water masses in the South Eastern Indian Ocean over the last decade is investigated by using the gridded monthly mean of Argo dataset, MOAA-GPV and profile dataset in World Ocean Database (WOD). The freshening trend of the Indonesian Upper Water (IUW, 23 $\sigma\ \theta$) and salinification trend of the Indonesian Intermediate Water (IIW, 27.3 $\sigma\ \theta$) are detected. These trends are opposite with the salinification trend of North Pacific Subtropical Water (NPSW) and freshening trend of North Pacific Intermediate Water (NPIW) in the Pacific inflow region of ITF. The opposite trends between the inflow and outflow of ITF are at least partly explained as follows.

The freshening in the IUW is consistent with the low E-P within Indonesia region. High freshwater input in the Indonesian Seas from E-P on the last decade was proposed as one of the contributors to the freshening of IUW. Using simple Lagrangian estimation, as much as one to two third freshening are coming from this freshwater input. The salinification of IIW is drawn roughly by vertical salinity convergence due to vertical mixing between the top (400m) and bottom (1200m) of the intermediate layer. The enhanced vertical mixing due to salinification of water just above IIW is proposed as a major contributor to the salinification of IIW.

Keywords: Indonesian Seas, Indonesian Upper Water, Indonesian Intermediate Water

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

白鳳丸 KH-18-6 航海で観測された2018年のニンガルーニーニャに伴う海洋物理構造の特徴

Characteristics in the upper ocean physical properties associated with 2018 Ningaloo Nina observed during R/V Hakuho-Maru KH-18-6 cruise

*升本 順夫[1]、植木 巌[2]、安藤 健太郎[2]、堀井 孝憲[2]、名倉 元樹[2]、松岸 修平[1]、木戸 晶一郎[1]、松田 拓朗[1]
*Yukio Masumoto[1], Iwao Ueki[2], Kentaro Ando[2], Takanori Horii[2], Motoki Nagura[2], Shuhei Matsugishi[1], Shoichiro Kido[1], Takuro Matsuta[1]

1. 東京大学大学院理学系研究科、2. 海洋研究開発機構
1. Graduate School of Science, The University of Tokyo, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

R/V Hakuho-maru cruise, KH-18-6 Leg3, was conducted in December 2018 in a region between Indonesia and Australia. A relatively strong Ningaloo Nina took place during the cruise, showing negative sea surface temperature anomaly of the order of few degrees with strong southerly surface winds off northwest Australia. This presentation summarizes subsurface physical conditions observed during the cruise on a rare occasion, focusing on anomalies associated with the Ningaloo Nina and their relation with a large scale circulations and variations.

キーワード：ニンガルーニーニャ、海洋物理観測、白鳳丸航海
Keywords: Ningaloo Nina, Observation of physical conditions in the ocean, R/V Hakuho-Maru observation cruise

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-CG 大気海洋・環境科学複合領域・一般

2019年5月26日(日) 13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_4

[A-CG43] 気候変動への適応とその社会実装

コンビーナ:石川 洋一(海洋研究開発機構)、渡辺 真吾(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、大楽 浩司(防災科学技術研究所)

気候変動による影響は台風や集中豪雨等をはじめとした自然災害リスクの増大、高温障害など農林水産業における品質・収量の悪化などがあり、今後ますます多様化・深刻化する可能性が予想されているため、これらの問題に対応することは喫緊の課題である。我が国では2018年に「気候変動適応法」が成立した。気候変動の影響による被害を最小化あるいは回避し、持続可能な社会の構築を目指しており、今後地方自治体などに適応計画の策定の動きが加速していくことが期待される。
本セッションでは科学的知見に基づいた適応策の検討、策定に必要な気候変動予測データの創出やリスク評価に関する講演を期待するとともに、ステークホルダーとの共創などその社会実装に関する課題についても議論を行いたい。

[ACG43-P01] Impact of urbanization on the surface air temperature across Bulgaria

*Lidia Lazarova Vitanova[1]、Hiroyuki Kusaka[2] (1.Graduate School of Life and Environmental Sciences, the University of Tsukuba、2.Center for Computational Sciences, the University of Tsukuba)

[ACG43-P02] 地球温暖化に伴う北太平洋の乱気流発生頻度の変化－大規模アンサンブル気候予測データベースd2PDF解析

*渡辺 真吾[1]、藤田 実季子[1]、川添 祥[1]、杉本 志織[1]、岡田 靖子[1]、水田 亮[2]、石井 正好[2] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.気象庁気象研究所)

[ACG43-P03] 気候変動に伴う全国の砂浜消失将来予測とそ不確実性評価

*有働 恵子[1]、武田 百合子[1] (1.東北大学災害科学国際研究所)

[ACG43-P04] 相対湿度および風速の将来予測データを利用した我が国の将来の森林火災発生頻度の推定

*横尾 善之[1]、岩崎 連[1] (1.福島大学)

[ACG43-P05] 沿岸保全と海象予測情報の活用

*武若 聡[1] (1.筑波大学大学院システム情報工学研究科)

[ACG43-P06] **Present and Future Potential Distribution of Hill Glory Bower (*Clerodendrum infortunatum* Linn.) using Maximum Entropy Modeling in Doon Valley, Uttarakhand, India.**

*Saurabh Purohit[1,3]、Neelam Rawat[2] (1.Indian Institute of Remote Sensing, Dehradun, India、2.Uttarakhand Space Application Centre, Dehradun, India、3.Forest Research Institute Deemed University, Dehradun, India)

[ACG43-P07] CMIP5大気データを用いた日本近海の高解像度海洋将来予測データセットの構築

*西川 史朗[1]、若松 剛[2]、石川 洋一[1]、石崎 廣[1] (1.海洋研究開発機構、2.Nansen Environmental and Remote Sensing Center/Bjerknes Center for Climate Research)

Impact of urbanization on the surface air temperature across Bulgaria

*Lidia Lazarova Vitanova[1], Hiroyuki Kusaka[2]

1. Graduate School of Life and Environmental Sciences, the University of Tsukuba, 2. Center for Computational Sciences, the University of Tsukuba

This study investigated the impact of urbanization on the surface air temperatures across Bulgaria. Our target locations are the major Bulgarian cities –Sofia, Plovdiv and Varna. In this study, we use the Weather Research and Forecasting (WRF) model with 1-km horizontal resolution to simulate month of July between 2011 and 2013. First, the results from the control simulation were verified against observations. The results show that the WRF model reproduced reasonably the diurnal temperature distributions for both of urban and rural areas. The model mean biases ranged from −0.76 to 0.19 ˚C. Second, the impacts of the urbanization on the surface air temperatures are evaluated. The results showed significant nocturnal temperatures increases by 2.6, 2.9 and 2.2 ˚C in Sofia, Plovdiv and Varna compared to those in the rural areas, while in daytime these increases are around 1.0 ˚C.

Keywords: Urbanization, Weather Research and Forecasting model, Bulgarian cities

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地球温暖化に伴う北太平洋の乱気流発生頻度の変化ー大規模アンサンブル気候予測データベースd2PDF解析

Clear-air Turbulence over the North Pacific under 2-K Global Warming –Ensemble Projections using a 60-km Atmospheric General Circulation Model

*渡辺 真吾[1]、藤田 実季子[1]、川添 祥[1]、杉本 志織[1]、岡田 靖子[1]、水田 亮[2]、石井 正好[2]
*Shingo Watanabe[1], Mikiko Fujita[1], Sho Kawazoe[1], Shiori Sugimoto[1], Yasuko Okada[1], Ryo Mizuta[2], Masayoshi Ishii[2]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. 気象庁気象研究所
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency

産業革命以降全球平均地上気温が2℃上昇する近未来(2030-2050年頃)の気候を想定したアンサンブル気候予測データセット(d2PDF)に基づいて、北太平洋上空200hPaにおける晴天乱気流の発生頻度とその季節性の将来変化を推定した。その結果、現在気候において中緯度北太平洋に横たわる高発生頻度領域の南側に沿って、北太平洋中西部の広い範囲で晴天乱気流が減少することが予測された。一方、現在気候の高発生頻度領域の外側では現在気候に比して相対的な増加が目立つようになり、乱気流遭遇リスクの増加が示唆された。Climate Model Intercomparison Project Phase-5 (CMIP5)の6つの気候モデルの海面水温の将来変化パターンを用いて、海面水温の将来予測の不確実性に起因する晴天乱気流発生頻度の将来予測の不確実性について、初めて調査した。その不確実性は北半球冬季および春季に大きく、ジェット気流および上層の総観規模擾乱の活動の将来予測の不確実性と関連深いことが見出された。

キーワード：乱気流、地球温暖化
Keywords: Clear Air Turbulence, Climate Change

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

気候変動に伴う全国の砂浜消失将来予測とそ不確実性評価
Projections of future beach loss in Japan and uncertainties in projected beach loss

*有働 恵子[1]、武田 百合子[1]
*Keiko Udo[1], Yuriko Takeda[1]

1. 東北大学災害科学国際研究所
1. International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University

砂浜は防災・環境・利用のすべての機能を持ち合わせた重要な空間であるが，世界各地で海岸侵食が報告されている．我が国では，戦後の高度経済成長期の国土開発により急速な海岸侵食が生じ，現在も海岸侵食問題は解決していないが，将来はさらに気候変動に伴う海面上昇や台風巨大化の影響が危惧されている．本研究は，過去の海岸侵食について流砂系全体の土砂諸量データを用いて定量的に総括するとともに，将来の気候変動に伴う砂浜消失について不確実性とともに評価する．

キーワード：砂浜消失、土砂収支、海面上昇、土砂生産量
Keywords: Beach loss, Sediment budget, Sea level rise, Sediment yield

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

相対湿度および風速の将来予測データを利用した我が国の将来の森林火災発生頻度の推定

Future projection of forest fire frequency due to climate change in Japan by using predicted relative humidity and wind speed

*横尾 善之[1]、岩崎 連[1]
*Yoshiyuki Yokoo[1], Ren Iwasaki[1]

1. 福島大学
1. Fukushima University

本研究は，気候変動に伴う森林火災の発生頻度の変化を予測することを目的として実施した．まず，過去の森林火災数のデータとその時の気候・地理データから，単位森林面積あたりの火災発生頻度を月単位で推定する経験的モデルを構築した．このモデルに，排出シナリオであるRCP2.6およびRCP8.5を利用して合計4種類の気候モデル（GFDL-CM3, HadGEM2-ES, MIROC5, MRI-CGCM3.0）で計算した相対湿度および風速を統計的ダウンスケールしたデータを入力し，将来の森林火災の発生頻度を推定した．その結果，森林火災の発生頻度の年平均値は微増するものの，季節変化の方が大きいことが分かった．

キーワード：相対湿度、風速、地形
Keywords: relative humidity, wins speed, topography

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

沿岸保全と海象予測情報の活用
Coastal preservation and use of ocean and coastal climate prediction

*武若 聡[1]
*Satoshi Takewaka[1]

1. 筑波大学大学院システム情報工学研究科
1. University of Tsukuba

日本の沿岸保全は自治体により行われており，先ず，保全の観点（防護，利用，環境）を説明し，これらを検討する際に参照する海象情報（波浪，海水位，流れ，水温等）を紹介する．続いて，文部科学省の研究プロジェクトSI-CATで行われている海象情報の将来予測を自治体の担当技術者と検討した結果を報告する．

キーワード：沿岸保全、海象、将来予測
Keywords: coastal preservation, sea and coastal climate, prediciton

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Present and Future Potential Distribution of Hill Glory Bower (*Clerodendrum infortunatum* Linn.) using Maximum Entropy Modeling in Doon Valley, Uttarakhand, India.

*Saurabh Purohit[1,3], Neelam Rawat[2]

1. Indian Institute of Remote Sensing, Dehradun, India, 2. Uttarakhand Space Application Centre, Dehradun, India, 3. Forest Research Institute Deemed University, Dehradun, India

Spatial distribution of flora and fauna can help in its habitat restoration and conservation management. The present study was undertaken for identifying the current and future geographical extent in different climate change scenarios for *Clerodendrum infortunatum* Linn. (Verbenaceae), commonly known as Hill Glory Bower, which is an important medicinal shrub found in the Himalayan Foothills. We have used MaxEnt species distribution model for predicting the present and future distribution for Hill Glory Bower. Total of ninety-one occurrence records were collected using handheld GPS throughout the Doon Valley. Nineteen Bioclimatic layers, two topographic variables and one biophysical layer were initially used. We have also modeled the future distribution of Hill Glory Bower in valley based on two Climate Change projections (RCP 4.5 and RCP 8.5) using an General Circulation Model (MIROC5). The results have shown that the model was fairly accurate with Area Under Curve (AUC) being 0.842. Output indicates that current habitat would shrink in both the cases (RCP 4.5 and RCP 8.5) but in comparison to RCP 4.5 conducive habitat will increase in RCP 8.5. Our findings can be applied in identifying the currently suitable zones as well as future expansion of the habitat of Hill Glory Bower.

Keywords: C. infortunatum, Doon Valley, MIROC5, AUC, RCP 4.5, RCP 8.5

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

CMIP5大気データを用いた日本近海の高解像度海洋将来予測データセットの構築

Development of high-resolution ocean future projection dataset around Japan using CMIP5 atmospheric forcing

*西川 史朗[1]、若松 剛[2]、石川 洋一[1]、石崎 廣[1]
*Shiro Nishikawa[1], Tsuyoshi Wakamatsu[2], Yoichi Ishikawa[1], Hiroshi Ishizaki[1]

1. 海洋研究開発機構、2. Nansen Environmental and Remote Sensing Center/Bjerknes Center for Climate Research
1. JAMSTEC Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Nansen Environmental and Remote Sensing Center/Bjerknes Center for Climate Research

SI-CAT(気候変動適応技術社会実装プログラム：文部科学省)では、日本の地方自治体等の気候変動適応策策定に資する海洋近未来予測データベースの作成をサブテーマの1つとしている。その目的のため、我々は、水平解像度約10kmの北太平洋域モデル(SICAT10)を開発し、これを用いて、CMIP5から複数モデル(4つ)・複数予測シナリオ(historical, RCP8.5, RCP2.6)の大気データを海面外力として1980年～2100年に渡る海洋シミュレーションを実施することで、合計800年におよぶ高解像度海洋アンサンブル将来予測データセットを構築した。また、SI-CATにおけるニーズを踏まえてケースや期間を選定し、別途開発した水平解像度約2kmの日本近海ダウンスケーリング(DS)モデル(SICAT02)を用いたシミュレーションを実施することで、日本周辺海域でさらに高解像度化した海洋将来予測データセットを構築中である。SICAT10モデルは海洋再解析データFORAとスペックをある程度共通化してあり、また、大気再解析データJRA55を用いたSICAT10による現在気候再現データおよびFORAとJRA55を用いたSICAT02によるダウンスケーリングデータを参照データとして合わせて構築した。これらの現在気候再現の参照データも加えた相互比較・検証を可能としている点は、本海洋将来予測データセットの特徴の１つである。各データセットにおいて検証を行い、各CMIP5大気場の気候変化（温暖化等）に対応した海洋場の応答（北西太平洋域における海面水温や海面水位の上昇など）を確認するとともに、使用しているCMIP5モデル間におけるそれらの応答の違い（ばらつき）も見られた。ダウンスケーリング結果においては、各親モデルの気候変化の特徴を保ちつつ（ドリフト等なく）高解像度化できていることを確認した。各データセットや検証結果の詳細は講演時に報告する。

キーワード：海洋将来予測シミュレーション、ダウンスケーリング、CMIP5、SI-CAT
Keywords: Ocean future projection simulation, Downscaling, CMIP5, SI-CAT

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-CG 大気海洋・環境科学複合領域・一般

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_13

[A-CG43] 気候変動への適応とその社会実装

コンビーナ:石川 洋一(海洋研究開発機構)、渡辺 真吾(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、大楽 浩司(防災科学技術研究所)

気候変動による影響は台風や集中豪雨等をはじめとした自然災害リスクの増大、高温障害など農林水産業における品質・収量の悪化などがあり、今後ますます多様化・深刻化する可能性が予想されているため、これらの問題に対応することは喫緊の課題である。我が国では2018年に「気候変動適応法」が成立した。気候変動の影響による被害を最小化あるいは回避し、持続可能な社会の構築を目指しており、今後地方自治体などに適応計画の策定の動きが加速していくことが期待される。
本セッションでは科学的知見に基づいた適応策の検討、策定に必要な気候変動予測データの創出やリスク評価に関する講演を期待するとともに、ステークホルダーとの共創などその社会実装に関する課題についても議論を行いたい。

[ACG43-P01] Impact of urbanization on the surface air temperature across Bulgaria

*Lidia Lazarova Vitanova[1]、Hiroyuki Kusaka[2] (1.Graduate School of Life and Environmental Sciences, the University of Tsukuba、2.Center for Computational Sciences, the University of Tsukuba)

[ACG43-P02] 地球温暖化に伴う北太平洋の乱気流発生頻度の変化－大規模アンサンブル気候予測データベースd2PDF解析

*渡辺 真吾[1]、藤田 実季子[1]、川添 祥[1]、杉本 志織[1]、岡田 靖子[1]、水田 亮[2]、石井 正好[2] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.気象庁気象研究所)

[ACG43-P03] 気候変動に伴う全国の砂浜消失将来予測とそ不確実性評価

*有働 恵子[1]、武田 百合子[1] (1.東北大学災害科学国際研究所)

[ACG43-P04] 相対湿度および風速の将来予測データを利用した我が国の将来の森林火災発生頻度の推定

*横尾 善之[1]、岩崎 連[1] (1.福島大学)

[ACG43-P05] 沿岸保全と海象予測情報の活用

*武若 聡[1] (1.筑波大学大学院システム情報工学研究科)

[ACG43-P06] **Present and Future Potential Distribution of Hill Glory Bower (*Clerodendrum infortunatum* Linn.) using Maximum Entropy Modeling in Doon Valley, Uttarakhand, India.**

*Saurabh Purohit[1,3]、Neelam Rawat[2] (1.Indian Institute of Remote Sensing, Dehradun, India、2.Uttarakhand Space Application Centre, Dehradun, India、3.Forest Research Institute Deemed University, Dehradun, India)

[ACG43-P07] CMIP5大気データを用いた日本近海の高解像度海洋将来予測データセットの構築

*西川 史朗[1]、若松 剛[2]、石川 洋一[1]、石崎 廣[1] (1.海洋研究開発機構、2.Nansen Environmental and Remote Sensing Center/Bjerknes Center for Climate Research)

Impact of urbanization on the surface air temperature across Bulgaria

*Lidia Lazarova Vitanova[1], Hiroyuki Kusaka[2]

1. Graduate School of Life and Environmental Sciences, the University of Tsukuba, 2. Center for Computational Sciences, the University of Tsukuba

This study investigated the impact of urbanization on the surface air temperatures across Bulgaria. Our target locations are the major Bulgarian cities –Sofia, Plovdiv and Varna. In this study, we use the Weather Research and Forecasting (WRF) model with 1-km horizontal resolution to simulate month of July between 2011 and 2013. First, the results from the control simulation were verified against observations. The results show that the WRF model reproduced reasonably the diurnal temperature distributions for both of urban and rural areas. The model mean biases ranged from −0.76 to 0.19 ˚C. Second, the impacts of the urbanization on the surface air temperatures are evaluated. The results showed significant nocturnal temperatures increases by 2.6, 2.9 and 2.2 ˚C in Sofia, Plovdiv and Varna compared to those in the rural areas, while in daytime these increases are around 1.0 ˚C.

Keywords: Urbanization, Weather Research and Forecasting model, Bulgarian cities

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地球温暖化に伴う北太平洋の乱気流発生頻度の変化ー大規模アンサンブル気候予測データベースd2PDF解析

Clear-air Turbulence over the North Pacific under 2-K Global Warming –Ensemble Projections using a 60-km Atmospheric General Circulation Model

*渡辺 真吾[1]、藤田 実季子[1]、川添 祥[1]、杉本 志織[1]、岡田 靖子[1]、水田 亮[2]、石井 正好[2]
*Shingo Watanabe[1], Mikiko Fujita[1], Sho Kawazoe[1], Shiori Sugimoto[1], Yasuko Okada[1], Ryo Mizuta[2], Masayoshi Ishii[2]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. 気象庁気象研究所
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency

産業革命以降全球平均地上気温が2℃上昇する近未来(2030-2050年頃)の気候を想定したアンサンブル気候予測データセット(d2PDF)に基づいて、北太平洋上空200hPaにおける晴天乱気流の発生頻度とその季節性の将来変化を推定した。その結果、現在気候において中緯度北太平洋に横たわる高発生頻度領域の南側に沿って、北太平洋中西部の広い範囲で晴天乱気流が減少することが予測された。一方、現在気候の高発生頻度領域の外側では現在気候に比して相対的な増加が目立つようになり、乱気流遭遇リスクの増加が示唆された。Climate Model Intercomparison Project Phase-5 (CMIP5)の6つの気候モデルの海面水温の将来変化パターンを用いて、海面水温の将来予測の不確実性に起因する晴天乱気流発生頻度の将来予測の不確実性について、初めて調査した。その不確実性は北半球冬季および春季に大きく、ジェット気流および上層の総観規模擾乱の活動の将来予測の不確実性と関連深いことが見出された。

キーワード：乱気流、地球温暖化
Keywords: Clear Air Turbulence, Climate Change

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

気候変動に伴う全国の砂浜消失将来予測とそ不確実性評価
Projections of future beach loss in Japan and uncertainties in projected beach loss

*有働 恵子[1]、武田 百合子[1]
*Keiko Udo[1], Yuriko Takeda[1]

1. 東北大学災害科学国際研究所
1. International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University

砂浜は防災・環境・利用のすべての機能を持ち合わせた重要な空間であるが，世界各地で海岸侵食が報告されている．我が国では，戦後の高度経済成長期の国土開発により急速な海岸侵食が生じ，現在も海岸侵食問題は解決していないが，将来はさらに気候変動に伴う海面上昇や台風巨大化の影響が危惧されている．本研究は，過去の海岸侵食について流砂系全体の土砂諸量データを用いて定量的に総括するとともに，将来の気候変動に伴う砂浜消失について不確実性とともに評価する．

キーワード：砂浜消失、土砂収支、海面上昇、土砂生産量
Keywords: Beach loss, Sediment budget, Sea level rise, Sediment yield

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

相対湿度および風速の将来予測データを利用した我が国の将来の森林火災発生頻度の推定

Future projection of forest fire frequency due to climate change in Japan by using predicted relative humidity and wind speed

*横尾 善之[1]、岩崎 連[1]
*Yoshiyuki Yokoo[1], Ren Iwasaki[1]

1. 福島大学
1. Fukushima University

本研究は，気候変動に伴う森林火災の発生頻度の変化を予測することを目的として実施した．まず，過去の森林火災数のデータとその時の気候・地理データから，単位森林面積あたりの火災発生頻度を月単位で推定する経験的モデルを構築した．このモデルに，排出シナリオであるRCP2.6およびRCP8.5を利用して合計4種類の気候モデル（GFDL-CM3, HadGEM2-ES, MIROC5, MRI-CGCM3.0）で計算した相対湿度および風速を統計的ダウンスケールしたデータを入力し，将来の森林火災の発生頻度を推定した．その結果，森林火災の発生頻度の年平均値は微増するものの，季節変化の方が大きいことが分かった．

キーワード：相対湿度、風速、地形
Keywords: relative humidity, wins speed, topography

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

沿岸保全と海象予測情報の活用
Coastal preservation and use of ocean and coastal climate prediction

*武若 聡[1]
*Satoshi Takewaka[1]

1. 筑波大学大学院システム情報工学研究科
1. University of Tsukuba

日本の沿岸保全は自治体により行われており，先ず，保全の観点（防護，利用，環境）を説明し，これらを検討する際に参照する海象情報（波浪，海水位，流れ，水温等）を紹介する．続いて，文部科学省の研究プロジェクトSI-CATで行われている海象情報の将来予測を自治体の担当技術者と検討した結果を報告する．

キーワード：沿岸保全、海象、将来予測
Keywords: coastal preservation, sea and coastal climate, prediciton

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Present and Future Potential Distribution of Hill Glory Bower (*Clerodendrum infortunatum* Linn.) using Maximum Entropy Modeling in Doon Valley, Uttarakhand, India.

*Saurabh Purohit[1,3], Neelam Rawat[2]

1. Indian Institute of Remote Sensing, Dehradun, India, 2. Uttarakhand Space Application Centre, Dehradun, India, 3. Forest Research Institute Deemed University, Dehradun, India

Spatial distribution of flora and fauna can help in its habitat restoration and conservation management. The present study was undertaken for identifying the current and future geographical extent in different climate change scenarios for *Clerodendrum infortunatum* Linn. (Verbenaceae), commonly known as Hill Glory Bower, which is an important medicinal shrub found in the Himalayan Foothills. We have used MaxEnt species distribution model for predicting the present and future distribution for Hill Glory Bower. Total of ninety-one occurrence records were collected using handheld GPS throughout the Doon Valley. Nineteen Bioclimatic layers, two topographic variables and one biophysical layer were initially used. We have also modeled the future distribution of Hill Glory Bower in valley based on two Climate Change projections (RCP 4.5 and RCP 8.5) using an General Circulation Model (MIROC5). The results have shown that the model was fairly accurate with Area Under Curve (AUC) being 0.842. Output indicates that current habitat would shrink in both the cases (RCP 4.5 and RCP 8.5) but in comparison to RCP 4.5 conducive habitat will increase in RCP 8.5. Our findings can be applied in identifying the currently suitable zones as well as future expansion of the habitat of Hill Glory Bower.

Keywords: C. infortunatum, Doon Valley, MIROC5, AUC, RCP 4.5, RCP 8.5

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

CMIP5大気データを用いた日本近海の高解像度海洋将来予測データセットの構築

Development of high-resolution ocean future projection dataset around Japan using CMIP5 atmospheric forcing

*西川 史朗[1]、若松 剛[2]、石川 洋一[1]、石崎 廣[1]
*Shiro Nishikawa[1], Tsuyoshi Wakamatsu[2], Yoichi Ishikawa[1], Hiroshi Ishizaki[1]

1. 海洋研究開発機構、2. Nansen Environmental and Remote Sensing Center/Bjerknes Center for Climate Research
1. JAMSTEC Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Nansen Environmental and Remote Sensing Center/Bjerknes Center for Climate Research

SI-CAT(気候変動適応技術社会実装プログラム：文部科学省)では、日本の地方自治体等の気候変動適応策策定に資する海洋近未来予測データベースの作成をサブテーマの1つとしている。その目的のため、我々は、水平解像度約10kmの北太平洋域モデル(SICAT10)を開発し、これを用いて、CMIP5から複数モデル(4つ)・複数予測シナリオ(historical, RCP8.5, RCP2.6)の大気データを海面外力として1980年～2100年に渡る海洋シミュレーションを実施することで、合計800年におよぶ高解像度海洋アンサンブル将来予測データセットを構築した。また、SI-CATにおけるニーズを踏まえてケースや期間を選定し、別途開発した水平解像度約2kmの日本近海ダウンスケーリング(DS)モデル(SICAT02)を用いたシミュレーションを実施することで、日本周辺海域でさらに高解像度化した海洋将来予測データセットを構築中である。SICAT10モデルは海洋再解析データFORAとスペックをある程度共通化してあり、また、大気再解析データJRA55を用いたSICAT10による現在気候再現データおよびFORAとJRA55を用いたSICAT02によるダウンスケーリングデータを参照データとして合わせて構築した。これらの現在気候再現の参照データも加えた相互比較・検証を可能としている点は、本海洋将来予測データセットの特徴の１つである。各データセットにおいて検証を行い、各CMIP5大気場の気候変化（温暖化等）に対応した海洋場の応答（北西太平洋域における海面水温や海面水位の上昇など）を確認するとともに、使用しているCMIP5モデル間におけるそれらの応答の違い（ばらつき）も見られた。ダウンスケーリング結果においては、各親モデルの気候変化の特徴を保ちつつ（ドリフト等なく）高解像度化できていることを確認した。各データセットや検証結果の詳細は講演時に報告する。

キーワード：海洋将来予測シミュレーション、ダウンスケーリング、CMIP5、SI-CAT
Keywords: Ocean future projection simulation, Downscaling, CMIP5, SI-CAT

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-QR 第四紀学

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_9

[H-QR05] 第四紀：ヒトと環境系の時系列ダイナミクス

コンビーナ:小荒井 衛(茨城大学理学部理学科地球環境科学コース)、池原 研(産業技術総合研究所地質情報研究部門)、兵頭 政幸(神戸大学　内海域環境教育研究センター)

人類誕生以来、ヒトは環境に適応しながら進化すると共に、固有の文化により特異な発展を成し遂げてきた。本セッションでは、過去の人類に影響を与えてきた気候、地形、地層，海洋、生物相の変化の解明とそれらの相互関係を総合的に論じることを通じて、今日われわれが直面するヒトー環境系の問題を様々な観点から提起する。第四紀におけるヒト-環境系の変化とその時間軸決定に関わる幅広い研究分野からの参加を歓迎する。

[HQR05-P01] ルソン海峡および琉球列島における完新世のローカル海洋リザーバー年代変動

*平林 頌子[1,2,3]、横山 祐典[2,3]、鈴木 淳[4]、Tezer Esat[5]、宮入 陽介[2]、阿瀬 貴博[2]、Fernando Siringan[6]、前田 保夫[7]、菅 浩伸[1] (1.九州大学大学院比較社会文化研究院、2.東京大学大気海洋研究所、3.東京大学大学院理学系研究科、4.産業技術総合研究所、5.オーストラリア国立大学、6.フィリピン大学、7.兵庫大学)

[HQR05-P02] Holocene sea-level and paleoenvironmental reconstruction using radiocarbon local marine reservoir age and geophysical modeling in Tongatapu, Kingdom of Tonga

*福與 直人[1,2]、Anthony Purcell[3]、Geoffrey Clark[4]、 Phillip Parton[4]、横山 祐典[1,2]、宮入 陽介[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻、3.オーストラリア国立大学　地球科学研究所、4.オーストラリア国立大学　アジア太平洋学部)

[HQR05-P03] The environmental change from lagoon sediment along Nakai Trough in Japan during the past 2000 years.

*Cho Ara[1]、Kaoru Kashima[1]、Jonathan D Woodruff[3]、Koji Seto[2]、Kazuyoshi Yamada[4]、Kota Katsuki[2]、Takumi Sato[2]、Caroline Ladlow[3] (1.Kyushu University、2.Shimane University、3.University of Massachusetts、4.Museum of Natural and Environmental History)

[HQR05-P04] 青森県むつ市関根浜における海岸堆積物中の漂流軽石の発見と起源

*平峰 玲緒奈[1]、青木 かおり[2]、石村 大輔[1,2]、小林 淳[2] (1.首都大学東京大学院 都市環境科学研究科 地理環境学域、2.首都大学東京火山災害研究センター)

[HQR05-P05] **郡山盆地の3本のオールコアの層序対比と浅部地下地質構造解析**

*石原 武志[1]、鈴木 毅彦[2] (1.国立研究開発法人　産業技術総合研究所、2.首都大学東京)

[HQR05-P06] DEM-GIS解析からみた、氷期の開析地形による制約下での鬼怒川の完新世堆積作用と地形変化

*木森 大我[1]、須貝 俊彦[2] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻、2.東京大学)

[HQR05-P07] 関東平野中央部、茨城県境町と埼玉県久喜市 で掘削されたコアのXRF・テフラ・粒度分析に 基づく堆積層序（速報）

*宮本 樹[1]、須貝 俊彦[2]、遠藤 邦彦[3]、佐々木 夏来[2]、野口 真利江[4]、三橋 さゆり[5] (1.東京大学理学部地球惑星環境学科、2.東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻、3.日本大学、4.株式会社　パレオ・ラボ、5.国土交通省関東地方整備局利根川上流河川事務所)

[HQR05-P08] 地質層序システムを活用した武蔵野台地東部の武蔵野礫層の空間分布

*杉中 佑輔[1]、遠藤 邦彦[2]、石綿 しげ子、須貝 俊彦[3]、千葉 達朗[4]、舟津 太郎[3]、中山 俊雄[5]、堀 伸三郎[1] (1.株式会社計算力学研究センター、2.日本大学、3.東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻、4.アジア航測株式会社、5.東京都)

[HQR05-P09] 相模川（桂川）上流域における富士相模川泥流堆積物の堆積学的特徴

*白井 正明[1]、武原 未佳[2]、宇津川 喬子[3] (1.首都大学東京、2.八王子市役所、3.立正大学)

[HQR05-P10] 新潟県信濃川・魚野川合流域周辺における段丘区分および地形発達過程について

*小関 敏史[1]、小荒井 衛[1] (1.茨城大学理学部理学科地球環境科学コース)

[HQR05-P11] 福井県敦賀湾内における砂浜海岸堆積物の供給源の推定：粒度分析と砕屑粒子組成を中心として

*松本 誠子[1]、河尻 清和[2]、久保 純子[1] (1.早稲田大学教育学部、2.相模原市立博物館)

[HQR05-P12] 濃尾平野内陸域のコア堆積物にみられる沖積層の特徴

*羽佐田 紘大[1] (1.法政大学文学部)

[HQR05-P13] 鈴鹿市南部におけるMIS5e海成層の分布形態と推定される累積変位量

*佐藤 善輝[1] (1.産業技術総合研究所 地質情報研究部門 平野地質研究グループ)

[HQR05-P14] 志摩半島志島低地で発見された天城カワゴ平（Kg）テフラと津波履歴復元における意義

吉田 沙樹[1]、*宍倉 正展[2]、前杢 英明[1]、藤野 滋弘[3] (1.法政大学、2.産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門、3.筑波大学)

[HQR05-P15] バイオマーカー分析による完新統の大阪平野の環境変遷の評価

*石野 有妃子[1]、中村 英人[1]、三田村 宗樹[1] (1.大阪市立大学)

[HQR05-P16] 宮崎平野における鬼界アカホヤテフラ降下前後の環境変化
★招待講演

乗畑 光博[2,7]、足立 達朗[2]、田尻 義了[2]、*七山 太[1,8]、杉山 真二[6]、中西 利典[3]、大串 健一[5]、山口 龍彦[4] (1.産業技術総合研究所　地質調査総合センター、2.九州大学、3.京都大学、4.高知大学、5.神戸大学、6.（株）古環境研究センター、7.都城市教育委員会、8.熊本大学　くまもと水循環・減災研究教育センター)

[HQR05-P17] 広域テフラ対比に基づく日本列島の前期更新世～鮮新世火山噴火史－その２：南九州の火砕流堆積物の編年

*田村 糸子[1]、水野　清秀[2] (1.首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理学教室、2.産業技術総合研究所地質情報研究部門)

[HQR05-P18] 火山ガラスの微量元素組成に基づくKs5と類似するテフラの識別

*中里 裕臣[1]、七山 太[2]、伊藤 久敏[3]、上澤 真平[3]、古澤 明[4]、水野 清秀[2] (1.農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究部門、2.産業技術総合研究所、3.電力中央研究所、4.株式会社古澤地質)

[HQR05-P19] **Climate, vegetation and fire history of the last ~100 ka from archaeological sites of Belan valley, north-central India**

*Deepak Kumar Jha[1]、Rahul Samrat[1]、Prasanta Sanyal[1] (1.Department of Earth Scienes, Indian Institute of Science Education and Research Kolkata, Mohanpur -741246, India)

ルソン海峡および琉球列島における完新世のローカル海洋リザーバー年代変動

Local marine reservoir age variability at Luzon Strait and Ryukyu Islands during the Holocene

*平林 頌子[1,2,3]、横山 祐典[2,3]、鈴木 淳[4]、Tezer Esat[5]、宮入 陽介[2]、阿瀬 貴博[2]、Fernando Siringan[6]、前田 保夫[7]、菅 浩伸[1]
*Shoko Hirabayashi[1,2,3], Yusuke Yokoyama[2,3], Atsushi Suzuki[4], Tezer Esat[5], Yosuke Miyairi[2], Takahiro AZE[2], Fernando Siringan[6], Yasuo Maeda[7], Hironobu Kan[1]

1. 九州大学大学院比較社会文化研究院、2. 東京大学大気海洋研究所、3. 東京大学大学院理学系研究科、4. 産業技術総合研究所、5. オーストラリア国立大学、6. フィリピン大学、7. 兵庫大学
1. Graduate School of Social and Cultural Studies, Kyushu University, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute The University of Tokyo, 3. Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, The University of Tokyo, 4. Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), 5. Research School of Physics and Engineering, The Australian National University , 6. Marine Science Institute, University of the Philippines, 7. Institute of Natural and Environmental Sciences, University of Hyogo

The local marine reservoir age (ΔR) varies not only spatially, but also temporally because of changes in ocean circulation associated with climatic changes. Holocene ΔR values have mainly been reported from the South Pacific, while only a few spatio-temporal reconstructions of ΔR have been published in the western Pacific. Present day, short term variations in ΔR at the Ryukyu Islands, South Japan, were previously associated with variability in the El Nino-Southern Oscillation (ENSO) and the Pacific Decadal Oscillation (PDO). Further studies will better delineate this connection and establish the magnitude of the variability in ΔR in the western Pacific.

In this study, we measured high-resolution radiocarbon(^{14}C) ages and U/Th dates obtained from fossil corals on Luzon Island in the South China Sea (SCS) and Kikai and Kodakara Islands in Ryukyu Island Chain during the Holocene. A large ΔR variability of ~400 years was recorded at both Luzon Island and the Ryukyu Islands for the last 6000 years. An abrupt ΔR shift occurred between 5.5 ka BP and 4.0 ka BP in the northwest Pacific. Compared with the previously reported data from the Tropical East Pacific and Great Barrier reef, the timing of the shift was different because the ^{14}C content of the northwestern Pacific was affected by not only the intensity of upwelling at the Peru-Chile coast, but also by the East Asian monsoon.

This variability influences the calibration of local marine reservoir effect significantly when calibrating ^{14}C ages to calendar ages. High-resolution ^{14}C dating of marine samples became possible over the years, raising the need and importance of ΔR values to be reconsidered in high-resolution for different time periods.

Reference:

Hirabayashi et al. (2019) Local marine reservoir age variability at Luzon Strait in the South China Sea during the Holocene, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions*

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

with Materials and Atoms, in press.

キーワード：U/Th年代測定、放射性炭素年代測定、ローカル海洋リザーバー年代、サンゴ
Keywords: U/Th dating, Radiocarbon dating, Local marine reservoir age, Corals

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Holocene sea-level and paleoenvironmental reconstruction using radiocarbon local marine reservoir age and geophysical modeling in Tongatapu, Kingdom of Tonga

*福與 直人[1,2]、Anthony Purcell[3]、Geoffrey Clark[4]、 Phillip Parton[4]、横山 祐典[1,2]、宮入 陽介[1]
*Naoto Fukuyo[1,2], Anthony Purcell[3], Geoffrey Clark[4], Phillip Parton[4], Yusuke Yokoyama[1,2], Yosuke Miyairi[1]

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻、3. オーストラリア国立大学　地球科学研究所、4. オーストラリア国立大学　アジア太平洋学部
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, University of Tokyo, 3. Research School of Earth Sciences, The Australian National University, 4. College of Asia and the Pacific, Australian National University

Reconstructing the history of Holocene relative sea levels around Tonga is important for understanding geomorphological theories and also interpreting paleoenvironmental and archaeological studies in that area. However, neither continuous sea level reconstructions nor quantitative paleoenvironmental studies using geochemical/physical methods are available. In this study, we reconstructed Holocene sea level changes in Tongatapu island using radiocarbon local marine reservoir age (ΔR) and glacio-hydro adjustment (GIA) modeling. Furthermore, we interpreted the relationship between the reduction of the size of bivalves (*Gafrarium tumidum*) and changes in their paleoenvironment. We suggest that ΔR results showed a sea surface salinity (SSS) decrease in the islands lagoon as relative sea level have been risen during the period between ~2.6 cal kyr BP to the present, and this can be attributed as closure of the lagoon. Moreover, the maximum sea level in mid-Holocene using GIA modeling suggest that contribution of hydro-isostatic rebound to sea level changes were much smaller than previously reported values. We infer that the current rate of vertical land motion reported from instrumental observations at Tongatapu is inconsistent with the Holocene sea level record, and must have been responsible from recent tectonic events. Comparing ΔR results with paleotopographical maps, we suggest that ΔR can record the response to subtle environmental changes that cannot be reconstructed in the model. We also suggest that there is a possibility that SSS is an environmental stress factor for the growth of *G. tumidum* in Tongatapu for the past 2600 years and that this is due to the closure of the lagoon by RSL changes supporting the implication reported previously from an archaeological study (Clark et al., 2015).

キーワード：完新世、南太平洋、古環境、ローカル海洋リザーバー効果、GIAモデル、二枚貝
Keywords: Holocene, Southern Pacific, Paleoenvironment studies, Local marine reservoir effect, GIA modelling, Bivalves

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The environmental change from lagoon sediment along Nakai Trough in Japan during the past 2000 years.

*Cho Ara[1], Kaoru Kashima[1], Jonathan D Woodruff[3], Koji Seto[2], Kazuyoshi Yamada[4], Kota Katsuki[2], Takumi Sato[2], Caroline Ladlow[3]

1. Kyushu University, 2. Shimane University, 3. University of Massachusetts, 4. Museum of Natural and Environmental History

The lagoon sediment offers critical information for sea level change because lagoon reacts sensitively with a small fluctuation of sea level. In other words, the environment change in lagoon depends on sea level fluctuation. The sediment in the lagoon in Japan was continuously deposited and offer high-resolution results such as paleoclimate change and sea level change. The environmental change was reconstructed from three lakes, Lake Hamana, Lake Kawahara, Lake Ryuuoo, based on diatom assemblage. The 16Hm-1C core was taken from Lake Hamana. The environment is divided based on diatom assemblage. Zone 1 is dominant by *Cyclotella atomus* and *C. atomus* var. *gracilis*. It is suggested that the lake was a hypersaline lake. Then the lake was changed to Oligohaline lake in AD 200. Zone 3 and Zone 4 were dominant with freshwater species. Around mid of 14th century, the lake was changed to the brackish lagoon as consequences of creating inlet and paleoriver activity. KAW2 core was from Lake Kawahara. Zone1 was typical lagoon which is affected by sea water. After around AD 550, the lagoon changed to the brackish lagoon. Freshwater species in AD 1100 dominated the lake. The RYU core got taken from Lake Ryuuoo. The environmental changed from brackish lagoon to freshwater lake in AD 600. The environmental change happened at the same time in 3 lakes. The coastal deformation resulted in change RSL (relative sea level) and environmental change in lakes.

Keywords: Lagoon, Diatom, Environmental change

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

青森県むつ市関根浜における海岸堆積物中の漂流軽石の発見と起源
Discovery and these sources of drift pumices interbedded in coastal sediments at Sekinehama, in the northern part of Shimokita peninsula, Aomori prefecture

*平峰 玲緒奈[1]、青木 かおり[2]、石村 大輔[1,2]、小林 淳[2]
*Reona Hiramine[1], Kaori Aoki[2], Daisuke Ishimura[1,2], Makoto Kobayashi[2]

1. 首都大学東京大学院 都市環境科学研究科 地理環境学域、2. 首都大学東京火山災害研究センター
1. Department of Geography, Tokyo Metropolitan University, 2. Research Center for Volcanic Hazards and Their Mitigation, Tokyo Metropolitan University

火山砕屑物のひとつである軽石は，何らかの理由により海域での漂流を始めることがある．ひとたび漂流を開始した軽石は，海岸に打ち上げられるか，生物の付着や気孔内を水が充填したことなどにより浮力を失うまで，漂流し続けると考えられており（加藤，2009），このような軽石は「漂流軽石（漂着軽石）」と呼ばれている．白石ほか（1992）は，秋田県男鹿半島の海成段丘堆積物中に阿蘇4（Aso-4）テフラおよび三瓶木次（SK）テフラ起源の漂流軽石が存在することを報告し，Aso-4およびSKが堆積した7〜9万年前にも，現在と同様に日本海を北上する海流が存在した可能性を述べた．このように，漂流軽石は地形や海流等の影響を受けて漂流・漂着するため，地層中の漂流軽石は，漂着当時の古環境指標とその時代を示す年代指標となり得る．

本発表では，下北半島北部のむつ市関根浜において現地調査を行い，海岸に露出する堆積物中に複数の軽石が含まれていることを発見した．また，2層の軽石濃集層が認められ，火山ガラスの主元素組成より，それらの給源を推定した．また，それらの層相と層序より2層の軽石濃集層は漂流軽石であると考えられる．

下北半島は，第四紀後期の海成段丘群が取り巻くように分布しており（小池ほか，2005），関根浜周辺は海食崖前面に発達する長大な砂浜海岸で構成される．空中写真判読の結果，対象とした露頭は海成段丘を刻む小河川の河口付近の低地に位置し，海浜〜砂丘堆積物に一部覆われているように見える．本露頭では，幅10 m，高さ2.5 mで低地堆積物が露出する．

本研究では，関根浜の露頭において露頭記載と試料採取を行なった．採取した試料については火山ガラスの主元素組成分析を実施した．分析には高知大学海洋コア総合研究センター所有のEPMA（日本電子株式会社製JXA-8200）を使用した．

露頭では，低地堆積物を構成するシルト〜腐植質シルトとそれを覆う砂層を多く挟在する泥炭層が認められる．泥炭層の下部には軽石が密集する層準があり，それらは2層の軽石濃集層と1層の火山灰層に細分される．それらのうち最下位に位置する火山灰層は，層厚1.0 cm程度でパッチ状に分布し，淡紅色を呈する．その上部には同色の円磨された軽石濃集層（平均粒径1.5 cm）が層厚4〜5 cmで分布する．それら淡紅色火山灰層・軽石層から15 cmほど上に，円磨された褐色の軽石濃集層（平均粒径2.0 cm）が層厚3〜4cmで分布する．また，この軽石が密集する層準以外にも，その上下層準（腐植質シルト層と泥炭層の上部）にも軽石が散在する．

軽石が密集する層準を構成する淡紅色火山灰，淡紅色軽石，褐色軽石，並びに腐植質シルト中の2つの軽石，泥炭上部中の軽石の6試料について，火山ガラスの主元素組成分析を行なった．その結果，淡紅色火山灰と淡紅色軽石は，同様の値（淡紅色火山灰；SiO_2：74.5 wt.%，Na_2O：4.42 wt.%，K_2O：1.35 wt.%，淡紅色軽石；SiO_2：75.6 wt.%，Na_2O：4.21 wt.%，K_2O：1.38 wt.%）を示した．褐色軽石は，特徴的にSiO_2が60.7 wt.%と非常に低く，Al_2O_3が19.5 wt.%と非常に高い値を示した．また，淡紅色火山灰層直下から6000–5900 cal. yr BP（2σ）の^{14}C年代を得た．これらの分析結果と青木・町田（2006），Shiihara et al.（2011）の分析値との比較を行った結果，淡紅色火山灰と淡紅色軽石は十和田中掫（To-Cu）テフラに対比され，褐色軽石は鬱陵島のU-2（Shiihara et al., 2011）テフラに対比される可能性が高い．U-2テフラに関しては，5681-5619 cal. BP（McLean et al.,2018）と推定されており，To-Cuテフラ（5986-5899 cal. BP；McLean et al., 2018）のすぐ上位にあることと矛盾しない．なお，腐植質シルト中と泥炭上部中の3軽石

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

については，現時点では給源不明である．

淡紅色軽石と褐色軽石は，平均粒径が1.5 cm以上と大きく降下堆積物とは考え難い．したがって，両軽石は漂流軽石であると考えられる．また，淡紅色軽石は，降下堆積物である淡紅色火山灰層のすぐ上に堆積しており，漂流軽石である淡紅色軽石は噴火直後に漂着した可能性が高い．なお，これら漂流軽石は，湿地性堆積物である泥炭中に存在する．したがって，これらの漂着軽石は，海とつながる小河川等を通じて内陸部の堤間湿地や砂丘背後の湿地に漂着した可能性が考えられる．

キーワード：漂流軽石、十和田中掫テフラ、鬱陵島、下北半島
Keywords: drift pumice, Towada-Chuseri (To-Cu) tephra, Ulleungdo, Shimokita peninsula

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

郡山盆地の3本のオールコアの層序対比と浅部地下地質構造解析

Comparison of geological stratigraphy between three drilling cores and analysis of shallow geological structure in the Koriyama Basin, Northeast Japan

*石原 武志[1]、鈴木 毅彦[2]
*Takeshi ISHIHARA[1], Takehiko Suzuki[2]

1. 国立研究開発法人　産業技術総合研究所、2. 首都大学東京
1. Advanced Industrial Science and Technology, 2. Tokyo Metropolitan University

1.はじめに

産業技術総合研究所 福島再生可能エネルギー研究所では，郡山盆地において地中熱利用促進のための地中熱ポテンシャル評価研究の一環として，盆地浅部（深度100m程度）の地下地質調査を行っている．これまでに郡山盆地中央部において掘削したオールコア（GS-KR2015-1，37°24′4.9″N，140°20′1.6″E，+251.60m，深度100m）の層序について報告した（石原，2018）．また，郡山盆地北部では笠原ほか（2017）によるオールコア（KR-11-2，37°25′43.7″N，140°22′28.6″E，+248.60m，深度100.33m）の層序が報告されている．本発表では，2016年に郡山盆地南部で掘削したオールコア（GS-KRC-1，37°22′10.0″N，140°19′55.5″E，+249.40m，深度80m）の層序について報告するとともに，郡山盆地の深度100m程度までの地下地質構造について考察する．

2.GS-KRC-1コア

岩相：深度29mまでは，シルト～砂質シルト層を主体とし，砂の薄層が所々に挟在する．深度約3-8m，13.5-14m，18-24mは径10-30mmの中礫からなる砂礫層である．深度27.0-27.4mには，下部の粗砂サイズから上部のシルトサイズへ上方細粒化する軽石質火山灰層が挟まる．29m以深は砂礫層を主体とし，深度約52-65mにはシルト質～砂質の火砕流堆積物が見られる．

年代測定結果：^{14}C年代測定は株式会社加速器分析研究所に依頼した．深度1.78mおよび2.12mの砂質シルトから採取した木片は，いずれも約50,000 cal yBPの値を示し，測定限界を超えている可能性もある．FT年代測定は株式会社京都フィッショントラックに依頼し，深度55-59mの火砕流堆積物から3.4±0.4Maの値を得た．

3.　考察

GS-KRC-1コアの深度29mまでのシルト主体の地層は，岩相の特徴からGS-KR2015-1コアの深度1.5-22.6mおよびKR-11-1コアの深度0.5-46.3mの郡山層上部に対比される．深度約52-65mの火砕流堆積物は，GS-KR2015-1コアの深度41.9-49.0mに見られる火砕流堆積物(FT年代値: 3.2±1.3Ma)と岩相の特徴やFT年代が調和的であることから，同一の火砕流堆積物である可能性が高い．深度29-52mの礫層については，年代値が得られていないため詳細は不明であるが，郡山層下部または白河層（鈴木ほか，1967，笠原ほか，2017）の可能性が考えられる．テフラの分析および同定結果については，発表時に報告予定である．

石原(2018)は，GS-KR2015-1コアとKR-11-1コアの対比に基づき，郡山層および勝方火砕流(Sr-Kc-U8; Suzuki et al., 2017，白河層の一部)の堆積直前の地形が起伏に富む丘陵状の地形であった可能性を指摘した．GS-KRC-1とGS-KR2015-1に見られる約3Maの火砕流堆積物についても，両者が同一のものとするとその下面高度には10m以上の差があり，堆積直前に段丘あるいは丘陵状の地形が存在していたことが示唆される．

3本のコアの層序を基に既存のボーリング柱状図資料の地層を解釈し，郡山盆地の地下地質断面図を複数作成した．南北方向の断面図では，郡山層と白河層または鮮新統の地層との境界面が起伏に富む傾向が見られた．一方，東西方向の断面図では，境界面の起伏は少なく，緩やかに東へ傾く傾向が認められた．したがって，郡山層堆積直前の郡山盆地では，現在と同様に東流する水系が発達し，東西にのびる尾根と谷が発達

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

していた可能性が考えられる．

文献：石原 2018．日本地理学会発表要旨集, 94, 156．笠原ほか2017. 地学雑誌 126，665-684. Suzuki et al., 2017. Quaternary International, 456, 195-209.　鈴木ほか 1967．福島大学理科報告, 17, 49-67.

キーワード：郡山盆地、オールコア、地下地質層序、テフラ
Keywords: Koriyama Basin, drilling core, subsurface geological stratigraphy, tephra

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

DEM-GIS解析からみた、氷期の開析地形による制約下での鬼怒川の完新世堆積作用と地形変化
Holocene geomorphic development of the Kinu river system constrained by the dissected river valleys formed after MIS 5.

*木森 大我[1]、須貝 俊彦[2]
*Taiga Kimori[1], Toshihiko Sugai[2]

1. 東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻、2. 東京大学
1. The University of Tokyo,Graduate School of Frontier Sciences,Dept. of Natural Environmental Studies, 2. The University of Tokyo

1．はじめに

関東平野の北部に位置する鬼怒川低地は、比較的構造運動が安定しているとされ、MIS10以降の複数の異なる時代の河成段丘がほぼ同じ高度にそろうという特徴を持つ地域である(貝塚，1957；鈴木・小池，2000)。この地域には、両岸を山地・丘陵に挟まれる中で形成された制約扇状地(武藤，1986)的な性質を持つ段丘群が認められる。関東平野東部・中央部と異なり、この地域を対象とした古環境・地形発達史の復元事例は少ない。また、同地域における最終間氷期の海進範囲も、未だ明確になっていない(須貝ほか，2013)。さらに、台地を刻む谷の分布形態と地形発達の関係や、異なる構造環境下での地形発達史の比較は、平野北部地域においては、ほとんど行われていない。

本発表では鬼怒川低地北部(宇都宮市付近)から南部(茨城県猿島郡)を対象にGISを用いた地形解析を行ったうえで、既存ボーリング柱状図の分析をもとに、関東平野北部鬼怒川低地における河川の最終氷期以降の侵食・堆積作用の変化を推定した結果を発表する。

2．方法

5m/10mDEMデータ(国土地理院)から接峰面図を作成したのち、ラスタ演算ツールを用いて、接峰面データと現在の地形を示すDEMデータの差分値を求め、侵食深分布図を作成した。地形解析にはArcGIS(ESRI社)を用いた。また、防災科学技術研究所が整備する柱状図データベースGeo-Stationから、解析範囲の谷部を掘削する既存ボーリング柱状図を収集、そのPDFデータ(栃木県県土整備部・茨城県土木部・土木研究所)に記載された最上位の礫層の高度分布を把握し、併せて地理院地図の「明治期の低湿地」レイヤを参考に鬼怒川の旧流路を把握、河川・開析谷の蛇行度を求めた。

3．結果

接峰面との差分値分布より、現在鬼怒川が流下する谷（以下、谷Aと呼称)よりも西仁連川が流下する谷（以下、谷Bと呼称)において、見かけの侵食深の値が大きい傾向が確認できた。一方、ボーリング柱状図のデータから谷Aと谷Bの沖積層厚を比較したところ、谷Bよりも谷Aにおいて厚く堆積しており、地表高度も谷Aにおいて5~10ｍほど高くなる傾向が確認できた。また、西仁連川の谷と鬼怒川の旧流路(明治期)の蛇行度を比較したところ、極めて近似する値(0.83~0.84)を得ることができた。

4．考察

谷の蛇行度から、宝木台地(MIS4河成段丘)を刻む西仁連川の開析谷は、現在の鬼怒川と同様の規模(流量)の河川により原型が形成されたと考えられる。また、沖積層厚の傾向および接峰面の差分値分布から、最終氷期において谷Aは谷Bよりも大きな侵食力を持っていたこと、さらに完新世においても相対的に大きな土砂運搬能を持っていたことが推測できる。なお、宝木台地上の地形およびボーリング柱状図から、完新世における河道のつけ変わりを示す痕跡は認められなかった。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

以上のことから、宝木台地形成初期のMIS4~3にかけて、氾濫原的環境にあった現在の台地上には鬼怒川と同程度の流量を持つ河川が流入、その後MIS3~2のLGMに向かう時期には名残川となった河川が浅い谷を形成、その後完新世にかけて緩やかに谷の埋積を続けた。一方、谷AではMIS3~2において海水準の低下に対応する形で下刻が進行、BG(基底礫層)を伴う深い谷が形成された。その後完新世に入り、谷Aでは上流からの豊富な土砂供給もあり厚く埋積が進んだという解釈が可能である。

今後、谷Aにおいて今後も同様の堆積傾向が継続し、低地と台地との比高を減じ続けた場合、現在の台地上へと河川の流入が始まる可能性が示唆される。

キーワード：鬼怒川、宝木台地、開析谷、接峰面図
Keywords: Kinu River, Takaragi Terrace, Dissection Valley, Summit level map

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

関東平野中央部、茨城県境町と埼玉県久喜市 で掘削されたコアの XRF・テフラ・粒度分析に 基づく堆積層序（速報）
Depositional stratigraphy based on XRF, tephras and particle size analysis of core drilled in the central part of the Kanto plain, Sakai town, Ibaraki prefectural and Kuki city, Saitama prefecture (preliminary report)

*宮本 樹[1]、須貝 俊彦[2]、遠藤 邦彦[3]、佐々木 夏来[2]、野口 真利江[4]、三橋 さゆり[5]
*Tatsuki Miyamoto[1], Toshihiko Sugai[2], Kunihiko Endo[3], Natsuki Sasaki[2], Marie Noguchi[4], Sayuri Mitsuhashi[5]

1. 東京大学理学部地球惑星環境学科、2. 東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻、3. 日本大学、4. 株式会社パレオ・ラボ、5. 国土交通省関東地方整備局利根川上流河川事務所
1. Department of Earth and Planetary Environmental Science, The University of Tokyo, 2. Department of Natural Environmental Studies, Institute of Environmental Studies, Graduate School of Frontier Science, The University of Tokyo, 3. Nihon University, 4. Paleo Labo co.,ltd., 5. the Tone River Upstream River Office

関東平野では，氷河性海水準変動とプレートの沈み込みに伴う関東造盆地運動によって地形の大枠が形成されてきた．茨城県南西部から埼玉県東部にかけては造盆地運動の中心部にあたり，最終間氷期の堆積物が地下に埋積されている．本研究では，茨城県南西端の境町および埼玉県久喜市栗橋北において利根川上流河川事務所によって掘削されたボーリングコア（以下，S12コアおよびKHNコア）を用いて海成層の分布深度を調べた．層相観察，レーザー回折式粒度分析，WD-XRFによる硫黄分析，SEM-EDSによるテフラの火山ガラスの組成分析等を実施した．

S12コアは孔口標高12.19mで，深部から，貝殻片を多く含むシルト層（unit1a,b），暗灰色の上方粗粒化砂層(unit2)，やや有機質のシルト層(unit3)，スコリア混じりの粗砂(unit4)，色調変化が激しいシルト(unit5)，火山灰を多く含むローム層(unit6)で構成されていた．XRFを用いた硫黄分析の結果と参照すると，以下のように地形変化を復元できる．海底堆積物である貝殻片を含むシルト層(unit1)の上位に，海進末期に河川の影響が大きくなりデルタ砂(unit2)が堆積し，海退期に河成砂(unit4)が堆積したと考えられる．貝を含むシルト層から砂層下部では，上方粗粒化とともに硫黄の値が減少し，河川の影響が大きくなっていったことがうかがえる．深度20～26ｍ及び29m後半で硫黄の値が小さくなっていることから，当時は河口や潟湖のような汽水域に位置していた可能性がある．

KHNコアは孔口標高15.5mで，深度27.5m~28.5mに上記のUnit1よりも下位の層準の砂質堆積物中に，径数mmの未風化白色軽石の含有層が5枚見いだされ，浅いほうからKHN1~KHN5と名付けた．KHN1,KHN2は斜交葉理中に含まれており，KHN3,KHN4,KHN5は単層をなしていた．火山ガラスの主成分分析の結果，KHN1，KHN2，KHN3は複数のテフラが二次堆積した可能性がある．KHN4，KHN5は赤城火山の棚下火砕流の主成分分析結果とよく一致しており，これに対比できると考えられる．棚下火砕流（新井，1962；守屋，1968；竹本，1998）は赤城水沼8降下軽石（山元，2016）に対比されており，降下時期はMIS 5e最初期とされている（山元，2016）．したがって，Unit1はMIS 5eの海進時に堆積した古東京湾の湾奥泥層であると考えられる．

山元孝広（2016）赤城火山軽石噴火期のマグマ噴出率と組成の変化．地質学雑誌　第122巻　第3号, 109-126

新井房夫（1962）関東盆地北西部地域の第四紀編年．群馬大学紀要自然科学編6，1-79．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

鈴木毅彦（1990）テフロクロノロジーからみた赤城火山最近20万年間の噴火史．地学雑誌99，182-197.

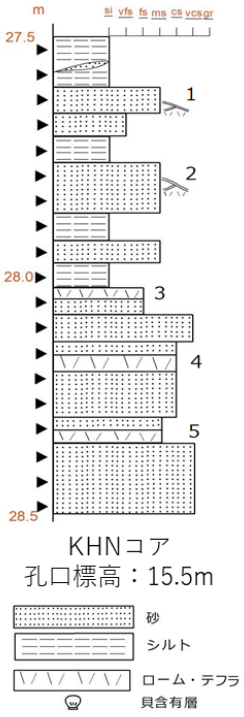
竹本弘幸（1998）利根川水系片品川流域の地形発達史ー赤城山の活動とその影響についてー

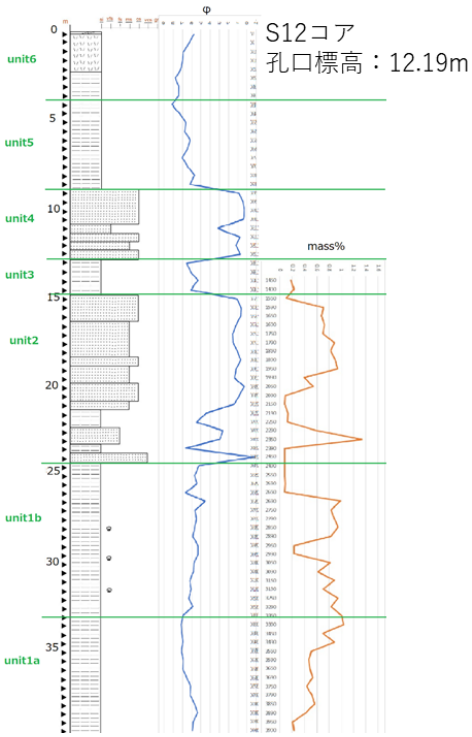
地理学評論71A, 783-804.

守屋以智雄（1968）赤城火山の地形及び地質．前橋営林局

キーワード：ボーリングコア、後期更新世、古東京湾
Keywords: boring core, late Pleistocene, Paleo-Tokyo bay







©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地質層序システムを活用した武蔵野台地東部の武蔵野礫層の空間分布
Spatial distribution of Musashino Gravel in Tokyo using an automated program analyzing geological sequence from a vast number of boring data.

*杉中 佑輔[1]、遠藤 邦彦[2]、石綿 しげ子、須貝 俊彦[3]、千葉 達朗[4]、舟津 太郎[3]、中山 俊雄[5]、堀 伸三郎[1]

*Suginaka Yusuke[1], Kunihiko Endo[2], Shigeko Ishiwata, Toshihiko Sugai[3], Tatsuro Chiba[4], Taro Funatsu[3], Toshio Nakayama[5], Shinzaburo Hori[1]

1. 株式会社計算力学研究センター、2. 日本大学、3. 東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻、4. アジア航測株式会社、5. 東京都
1. Research Center of Computational Mechanics, Inc., 2. Nihon University, 3. Department of Natural Environmental Studies, Institute of Environmental Studies, Graduate School of Frontier Science, The University of Tokyo, 4. Asia air survay , 5. Tokyo metropolitan

1.はじめに

武蔵野礫層は東京都西部に広がる武蔵野台地において支持地盤となりうる礫層の一つであり、その空間分布を明らかにすることは工学的にも意味が大きい。

本研究では主として主要幹線道路沿いに作成された地質断面図（遠藤ほか、2017）（杉中ほか、2017）などの成果を組み込んで作られた「地質層序システム」（堀ほか、2018）による多量のボーリングデータ処理による結果から、武蔵野礫層の空間的分布や礫層の上面・下面の形状を示すとともに杉中ほか（2018）で示した東京礫層上面形状との比較検討を試みた。

武蔵野台地についてはこれまでにも多く議論されているが（例えば、貝塚（1964）、久保（1988）、貝塚ほか（2000）など）、最近、遠藤ほか（2018）により、武蔵野面区分が見直され、武蔵野面の新区分が提唱されている。また、舟津ほか（2018）では武蔵野礫層堆積上面の傾斜角度などが報告されている。

これら既往研究成果との照合により、武蔵野台地及び武蔵野礫層の全容を明らかにすることが期待される。

尚、本研究の対象範囲は東京23区内の武蔵野台地東部とした。

また、本研究における東京層の定義は遠藤ほか（2017）に準じ、武蔵野台地の地形区分は遠藤ほか（2018）に準じた。

2.作業手順

本成果では、東京都建設局「東京の地盤」及び国土地盤情報検索サイト「Kunijiban」等で公開されている柱状図データを主に使用した。「地質層序システム」（堀ほか、2018）により判定した武蔵野礫層の上下面の標高値をGISプログラムで空間展開した。

3.抽出された武蔵野礫層の堆積面形状

武蔵野礫層上下面の等高線図及び武蔵野礫層等層厚線図を作成し、その形状について検討を行ったところ、全体的に等高線間隔は一様ではなく、所により粗密が生じていた。遠藤ほか（2018）の区分による小平面（M1a）は全体的に等高線間隔が広く平坦性が高い。目黒台面（M1b）は標高27mを境にして高位である西方では緩傾斜となるが、その他の面ではその境が標高30mであった。

上下面それぞれの等高線図からは等高線の形状から尾根・谷を明瞭に区別することができた。このうち尾根地形はその多くで尾根線延長上に下末吉面頂部が位置する。一方、谷地形は現在武蔵野台地を刻む河川形状に非常に調和的である。しかしながら、この谷地形を上流（西方）に追うと、下面では23区西限まで連続するのに対し、上面では概ね標高25m以上で谷が不明瞭になる。その範囲を等層厚線図で確認すると、礫層厚が周囲より大きい値を示した。層厚が大きな範囲は上面標高25m以下でもみられるが、上下面で等高線間隔の広い緩傾斜地に限定され、層厚のやや小さい範囲は上下面等高線図において等高線間隔の狭い範囲に位置した。層厚の小さな範囲は赤羽台・本郷台の一部及び目黒台面・仙川面の一部にみられた。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

4.考察

等高線間隔の変化する地点、すなわち武蔵野礫層の堆積面傾斜角度の変化点が武蔵野礫層上面でも下面でも大きな違いはなかった。上流側は谷埋めが為されているものの、刻まれた谷地形の位置に大きな変化がなかった。

また、得られた特徴について遠藤ほか（2018）の地形区分と照合したところ、層厚分布、上下面等高線図ともによく対応していた。

本解析結果から示した武蔵野礫層の空間分布より、小平面（M1a）の形成後、当時の多摩川が現在の石神井川沿いを流れ、小平面を浸食し、小平面の北側に厚い礫層を堆積させたと考えられ、この堆積面が石神井面（M2a）、田柄面（M2b）によく対応している。

引用文献

遠藤ほか（2017）ボーリング資料を活用した東京台地部の中・後期更新世地質断面の再検討　日本第四紀学会講演要旨集，47，10.

遠藤ほか（2018）東京台地部の東京層と、関連する地形：ボーリング資料に基づく再検討　日本地球惑星科学連合2018年大会講演要旨，HQR04-12.

船津ほか（2018）武蔵野礫層の堆積頂面および堆積構造からみた武蔵野礫層の堆積プロセス　地球惑星科学連合大会講演要旨，HQR04-07.

堀ほか（2018) 東京の地質構造研究を支援する地質層序システムの開発　日本第四紀学会講演要旨集，48，74.

貝塚爽平（1964）東京の自然史．紀伊国屋書店，186p.

貝塚ほか（2000）関東・伊豆小笠原.日本の地形,4,東大出版会,349p.

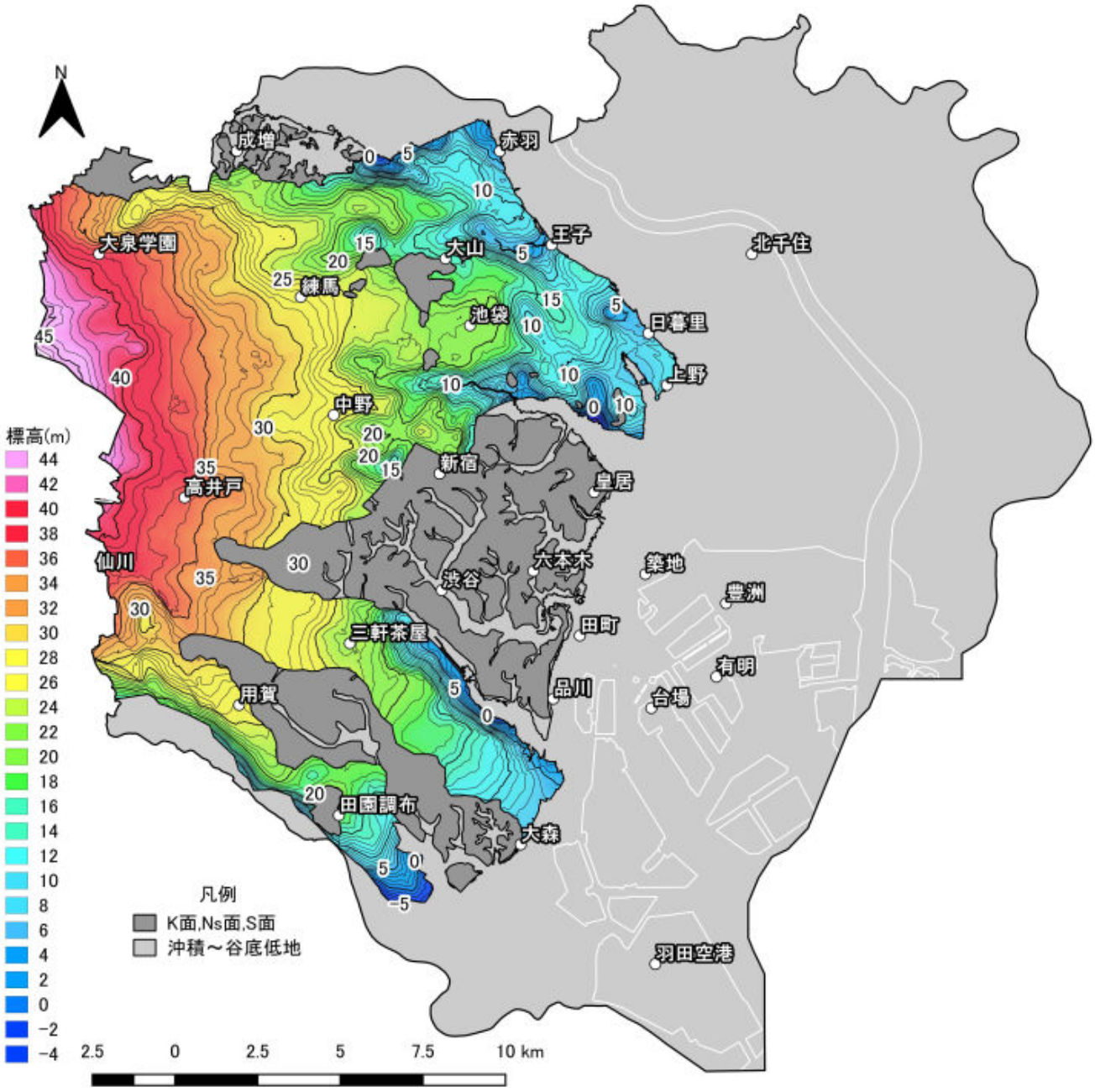
久保純子（1988）相模野台地・武蔵野台地を刻む谷の地形-風成テフラを供給された名残川の谷地形-．地理学評論，61(Ser. A)，25～48.

杉中ほか（2017）ボーリング資料を活用した東京台地部の東京礫層の空間展開　日本第四紀学会講演要旨集，47，99.

杉中ほか（2018）地質層序システムを活用した東京23区の東京層堆積期(MIS5e)の地形抽出　日本第四紀学会講演要旨集，48，73.

キーワード：武蔵野礫層、武蔵野台地、地質層序システム、ボーリング柱状図
Keywords: Musashino gravel layer, Musashino platform, automated program analyzing geological sequence , Borehole data

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

相模川（桂川）上流域における富士相模川泥流堆積物の堆積学的特徴
Sedimentological features of Fuji-Sagamigawa Lahar deposits from the upper reaches of Sagami River, central Japan

*白井 正明[1]、武原 未佳[2]、宇津川 喬子[3]
*Masaaki Shirai[1], Mika Takehara[2], Takako UTSUGAWA[3]

1. 首都大学東京、2. 八王子市役所、3. 立正大学
1. Tokyo Metropolitan University, 2. Hachioji-City Office, 3. Rissho University

ラハール（いわゆる火山泥流）とは，火山周辺で発生する火山砕屑物と水の混合物の急速な流動現象の総称である（例えば，Smith and Fritz，1989）．富士相模川泥流（ラハール）は，富士山北麓から相模川を流下した火山泥流であり，現在の富士山頂から約90km下流に位置する座間市付近までその露頭が確認されている（例えば，相模原市地形・地質調査会，1990）．その流下年代は，C-14 年代測定およびテフラとの層位関係に基づき，最終氷期極相期に近い約2.2 万年前とされている（町田，2009）．富士相模川泥流については，相模原市地形・地質調査会（1990）によって詳細な調査がなされており，少なくとも３回に及ぶ大規模なラハールの流下が発生したことなどが明らかになっている．

富士相模川泥流のラハール堆積物は，大月より上流の都留市を流れる桂川の支流，柄杓流川（しゃくながしがわ）沿いに露出することが，相模原市地形・地質調査会（1990）によって示されているが，詳細な記載はなされていない．現在の富士山頂から約25km下流に位置する柄杓流川沿いの高さ約20mの崖には，富士相模川泥流のラハール堆積物が露出する．本露頭のラハール堆積物は厚さ１m弱から３mほどの６以上のユニットに区分できるが，ハイパーコンセントレイテッド流堆積物特有の産状は示さず，また下部のユニット境界には平行層理～低角の斜交層理層がしばしば挟まれており，複数の流下イベントの産物であることを示す．本発表では柄杓流川沿いに露出する富士相模川泥流堆積物について，これらの堆積学的特徴を紹介する．

なお本発表は，第２発表者の武原が行った2015年卒業研究の一部と，首都大学東京火山災害研究センターの研究の一環としての調査結果を併せたものである．

引用文献
相模原市地形・地質調査会（1990）相模原の地形・地質調査報告書（第4報）．相模原市教育委員会：63p.
Smith and Fritz (1989) Geology, 17, 375-376.
町田洋（2009）相模原市史自然編．相模原市：159-165.

キーワード：ラハール堆積物、富士相模川泥流、桂川（相模川）
Keywords: lahar deposits, Fuji-Sagami River Mud Flow, Katsura River (Sagami River)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

新潟県信濃川・魚野川合流域周辺における段丘区分および地形発達過程について

Terrace classification and geomorphological development process around Shinano river and Uono river junction area in Niigata prefecture

*小関 敏史[1]、小荒井 衛[1]
*Koseki Toshifumi[1], Mamoru Koarai[1]

1. 茨城大学理学部理学科地球環境科学コース
1. Department of Earth Sciences, College of Science, Ibaraki University

新潟県信濃川流域は古くから活褶曲地帯とされ，周辺の河成段丘面が活褶曲の影響で山側や河川上流側へ異常傾斜していることが報告されている (池辺，1942）．そのため段丘編年を通じて地質学的，地形学的に地殻変動との関係についての研究や (中村ほか，1968など），水準点変位などの視点から測地学的な研究がなされている (大塚，1942など）．魚野川との合流域周辺の内ヶ巻地区は，AT (26~29ka）降下期前後以降に離水した，比較的新しいL面の段丘面が広がる (小荒井，2012）．しかし当地域の段丘区分は，その編年可能数での分類しかされていない．本研究では僅かな比高や段丘崖の発達度による詳細な段丘区分の再検討を行った．また，周辺には旧石器時代や縄文時代の遺跡が多く点在しており，年代も算出されていることから，遺跡年代を段丘の離水年代以後に形成したと仮定した編年を行った．さらにGIS等を使用した地形解析を行い，地形発達過程について考察した．

研究手法は，まず写真判読や等高線の読み取りにより段丘面を判読し実測調査にて面の連続性や遺跡がどの面に位置するかを確認しQ GIS2.18にて段丘区分図を作成した．地形解析は，国土地理院より提供していただいた航空レーザ測量データを使用した．この点群データを森林総合研究所より借用したENVY Lidarで1mDEMを作成した．1mDEMより戸田 (2012）を参考にした微地形図や傾斜方位図と，段丘区分を元に河床縦断面図をArc GIS10.5にて作成し考察を行った．

写真判読と現地調査より，河成段丘をL1～L11面の計11面に区分した．C14年代測定値から暦年補正で17,250年前の荒屋遺跡 (鹿又，2004）がL3面に，爪型文土器が発掘され10,000年前の遺跡とされた (佐藤，1988)西倉遺跡は対岸のL7面に位置した．続いて，Arc GISで作図した結果，以前より報告のある地形面の撓みや山本山断層等の推定断層を可視化することができたが，内ヶ巻地区には特徴的な地形は認められなかった．傾斜方位図からは，段丘崖の傾斜の痕が線上に表示された．段丘区分結果をもとに作成した内ヶ巻地区の河床縦断面図を作成すると，すべての面にて北東方向の傾斜が確認できた．また，各面ごとの傾斜度に着目するとL1面からL5面は現河床より急勾配で，L6面以降はすべて緩傾斜になる傾向が見られた．

作成した段丘区分図から，北東方向にいくにつれてより低位面が広がっていることがみてとれる．また，魚野川沿いには信濃川沿いのように何段にもL面が形成されていない．よって，当地域の段丘面は主に信濃川が離水して形成されたと考えられる．次に河床縦断面図で傾向がみられた勾配差について考えた．段丘面形成の要因として海水準の低下がある．貝塚 (1977）の河成段丘形成モデルでは，中流域では氷期に形成された面は急傾斜になり後氷期に形成された緩傾斜の面に埋没される．当地域に当てはめると，氷期の時代までに形成されたL5面以前が，後氷期に形成されたL6面以降の面に埋没された可能性が示唆される．編年データを組み込んで議論すると，17,250年以前までにL3面までが離水し，その後海進の影響を受ける前までにL4，L5面が離水した．その後海進により一部を残して埋没し，段丘の形成方向が北へシフトして10,000年前までにL6，L7面が離水したのではないかとみられる．

以上より信濃川の流路変遷を推察した．当初は北東方向から内ヶ巻神社あたりを南東方向に流れ相川口で魚野川に合流していた．L1，L2面が離水すると西から東へと流路を変える．17,250年より前にL3面が離水する頃から蛇行を始め，その後L4，L5面が離水した．後氷期によりL5面が一部を残して埋没しL６面が形成される

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

と，現在の流路に近い南西から北東方向になる．L7面以降も順次離水し，現在の流路になったと考えられる．

参考文献

池辺展生 (1942）越後油田褶曲構造の現世まで行はれていることに就いて(演旨）.石油技協誌，10，108-109.
貝塚爽平 (1977）日本の地形．東京大学出版社 163-169
小荒井衛 (2012）活褶曲地帯における地震に伴う斜面変動と地形発達過程に関する研究． 科研研究費補助金成果報告書
戸田健一郎 (2014）曲率と傾斜による立体図法 (CS立体図）を用いた地形判読. 森林立地学会 56，75-79

キーワード：信濃川、内ヶ巻、段丘区分、河床縦断面図
Keywords: Shinano River, Uchigamaki, Terrace division, Vertical section of riverbed

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

福井県敦賀湾内における砂浜海岸堆積物の供給源の推定：粒度分析と砕屑粒子組成を中心として

Estimation of the Source of Sand Beach Sediment in Tsuruga Bay, Fukui Prefecture: Focusing on Grain Size Analysis and Composition of Clastics

*松本 誠子[1]、河尻 清和[2]、久保 純子[1]
*Akiko MATSUMOTO[1], Kiyokazu KAWAJIRI[2], Sumiko KUBO[1]

1. 早稲田大学教育学部、2. 相模原市立博物館
1. School of Education, Waseda Univ., 2. Sagamihara City Museun

海浜砂の供給源を明らかにすることは、砂浜海岸の保全や利用のために非常に重要である。福井県敦賀市に位置する敦賀湾では、（気比の）松原海岸やほかの砂浜海岸で海岸侵食が問題となっており、行政の対策も行われている。松原海岸では砂浜の地形変化について海岸工学的研究が行われているが、海岸の保全のためには、海浜堆積物の特質を粒度分析や砕屑粒子組成分析などから把握して、供給源や移動の実態を知り、海岸環境を理解する必要がある。敦賀湾西岸は主に花崗岩体よりなり、敦賀湾東岸は付加体岩体からなる。このため、海浜堆積物の供給源や移動を把握しやすいのではないかと考えた。

以上より、松原海岸や敦賀湾の砂浜海岸の海浜砂の動態を明らかにすることを目的として、松原海岸のほか、敦賀湾西岸・東岸に分布する小規模な砂浜海岸の汀線堆積物と、松原海岸に流入する2河川の河床堆積物について、粒度分析、鉱物や岩片などの砕屑粒子組成分析、色彩分析を行った。また、松原海岸を含む敦賀平野の地形の特徴を知るため、空中写真判読により地形分類図を作成した。さらに松原海岸と、敦賀湾東岸の赤崎海岸においては養浜が行われているため、養浜砂の粒度分析データとの比較から養浜の影響について考察した。

粒度分析は各試料約100 g を-2 ～4 φの篩を用いて行った。分析の結果、平均粒径は敦賀湾西岸が-1.1 φ～1.1 φ、松原海岸が-0.6 φ～0.2 φ、敦賀湾東岸が2.2 φ～2.6 φであった。敦賀湾西岸よりも敦賀湾東岸のほうが細粒で淘汰が良く、松原海岸は中間的であった。また、松原海岸中央部では松原海岸西端・東端の河口付近の試料よりも淘汰が良かった。

砕屑粒子組成分析は薄片を作成後、偏光顕微鏡下でのポイント・カウンティング法により行った。分析の結果、敦賀湾西岸は石英と長石の合計が95 %以上を占め、松原海岸では石英と長石の合計が90 %弱であった。松原海岸に流入する2河川は石英と長石の合計が70 %強、岩片が20 %強であった。一方敦賀湾東岸では岩片が50 %近くを占めた。敦賀湾西岸、松原海岸、敦賀湾東岸それぞれの地域ごとに似通った組成を示した。

色彩分析は砂を敷き詰めたシャーレ底面をスキャナーで読み取り、画像分析をすることで行った。分析の結果、敦賀湾内の砂浜海岸毎に海浜砂の色彩に差があることがRGB値でも示された。ただし、地点ごとの差が大きく、粒度や砕屑粒子組成のような西岸と東岸の差は見られなかった。

敦賀平野の地形分類図を作成した結果、平野の南部には笙の川、黒河川、井ノ口川などに沿って開析扇状地、結合扇状地が分布し、平野中央部から北部にかけて後背湿地と三角州がみられ、気比の松原付近では3列ないし4列の浜堤列が形成されていることがわかった。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

以上の分析により、敦賀湾西岸や松原海岸では敦賀半島を構成する花崗岩由来の堆積物が卓越し、敦賀湾東岸では付加体由来の堆積物が卓越することがわかった。松原海岸では敦賀湾西岸の敦賀半島の花崗岩から砂が沿岸流によって運ばれ、一方、港湾施設の存在により、現在は敦賀湾東岸からの漂砂の影響はないと推定した。松原海岸でみられた付加体由来の砂は、流入する河川流域から運搬されたものと思われる。

また、敦賀湾内の砂浜海岸毎に海浜砂の色彩に差があり、松原海岸内でも西部と中央部・東部で色彩が異なることがわかった。その要因を明確にすることはできなかったものの、粒度分析と砕屑粒子組成分析から、松原海岸西部では敦賀湾西岸からの花崗岩由来の漂砂の影響が強く、東部では河川の影響がみられたことから、それらの砂の色彩への影響の可能性が示唆される。

松原海岸と敦賀湾東岸の赤崎海岸の両海岸において、養浜砂の粒度分析データを入手したが、今回の試料の分析結果とは一致しなかった。

今回の調査では、敦賀湾の砂浜海岸の砂の運搬・堆積過程は、各海岸とそこに流入する河川の中で完結するのではなく、沿岸流の影響を受ける場合があることが明らかにされた。より詳細に供給源について明らかにするためには、汀線堆積物以外の砂浜海岸堆積物の分析や、沿岸流の卓越方向について考慮することが必要である。また、養浜砂の影響が今回は明らかにできなかったため、より詳細な調査が必要である。

キーワード：砂浜海岸堆積物、粒度分析、砕屑粒子組成
Keywords: sand beach sediment, grain size analysis, composition of clastics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

濃尾平野内陸域のコア堆積物にみられる沖積層の特徴
Characteristics of Latest Pleistocene to Holocene deposits of two cores obtained from the inner part of the Nobi Plain, central Japan

*羽佐田 紘大[1]
*Kodai Hasada[1]

1. 法政大学文学部
1. Faculty of Letters, Hosei University

濃尾平野は、主に木曽三川（木曽川、長良川、揖斐川）の土砂供給により形成された、東西約35 km、南北約50 km、面積約1,300 km^2の沖積低地である。地形は上流から、扇状地、氾濫原、三角州に区分され（井関 1983）、臨海部には干拓地や埋立地がみられる。近年、濃尾平野ではオールコア堆積物を用いた研究が数多くなされ、海退期の堆積システムであるデルタの発達過程が把握されるようになってきた（山口ほか 2003；大上ほか 2009；Hori et al. 2011など）。河川から供給された土砂は、相対的海水準上昇期には潮間帯から陸側を中心に堆積し、海水準上昇期の終わりには上方へ累重しながら海側にも堆積する（斎藤 2011）。しかし、オールコア堆積物を用いた既存研究の多くは、プロデルタ堆積物が分布する範囲を対象としており、海水準上昇期の堆積中心である内陸域の堆積過程の十分な議論がなされておらず、海進から海退に転じる前後の堆積システムの発達過程を詳細に把握するまでには至っていない。本発表では、濃尾平野内陸域（現氾濫原内陸側）において機械ボーリングにより採取したオールコア堆積物の特徴を報告する。

2018年1～2月に木曽川左岸側の氾濫原2地点でコア堆積物（以下、KGコア、OZコア）を掘削した。コア堆積物については、半裁後、岩相の記載、湿潤・乾燥かさ密度測定、色調測定、泥分含有率測定を実施した。堆積物中の木片や植物片について、DirectAMSに依頼し、加速器質量分析（AMS）法による放射性炭素（^{14}C）年代測定を行った。さらに、一部の細粒堆積物に対し、パレオ・ラボに珪藻分析を依頼した。

2本のコア堆積物について、それぞれ3つの堆積ユニット（KG1～3、OZ1～3）に区分した。以下に各ユニットの特徴を述べる。KG1とOZ1、KG2とOZ2は、それぞれ共通の特徴がみられるため、まとめて記す。

KG1およびOZ1：礫径数十mmの円礫～亜円礫を主体とする砂礫層である。KG1の上部には有機物等を含まない細粒砂～中粒砂がみられる。本ユニットは河川流路を充填する堆積物と考えられる。また、砂礫層は沖積層基底礫層（井関 1983）に対比される。

KG2およびOZ2：植物片や生痕化石、マッドクラストが認められるシルト～中粒砂を主体とする。KG2の最下部で8.0 cal kyr BP、上部で7.1 cal kyr BP、OZ2の最下部から上部にかけて8.5～7.8 cal kyr BPの^{14}C年代値が得られた。珪藻化石については、KG2の最下部で多くの海水干潟指標種群が認められた。OZ2では、最下部で海水藻場指標種群や海水干潟指標種群、中部および最上部で海水砂質干潟指標種群が数多く検出された。本ユニットは河口に近い潮間帯から潮下帯において堆積したと解釈される。

KG3：植物片や植物根、有機質な層準がみられ、ところどころに砂層を挟むシルトが主体である。最下部および中部の^{14}C年代値は、それぞれ5.5 cal kyr BPと2.2 cal kyr BPを示す。最下部では、湖沼沼沢湿地指標群の珪藻化石が多産した。コアの掘削地点が現在の後背湿地にあたることを踏まえると、本ユニットは後背湿地堆積物と推定される。また、挟在する砂層は破堤堆積物の可能性がある。

OZ3：植物片の混入が相対的に少ない中粒砂～粗粒砂主体であり、上部では極細粒砂主体となる。最下部および中部では、それぞれ5.2 cal kyr BPと1.0 cal kyr BPの^{14}C年代値を示す。上方細粒化がみられるととも

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

に、コアの掘削地点が現河川流路から50 m程度離れた滑走斜面側の微高地に位置することから、本ユニットは河川流路からポイントバーへと変化する中で堆積したと考えられる。

KG2およびOZ2の堆積速度はそれぞれ約5 mm/yr、7～27 mm/yrと上位のユニットに比べて大きく、これらの堆積時期は汎世界的な海水準上昇期（Lambeck et al. 2014）にあたる。濃尾平野において海退が開始した時期は7.8～7.3 cal kyr BPと推定されている（大上ほか 2009）。したがって、対象地域は海水準上昇期の堆積中心であり、KG2およびOZ2の中に海進・海退境界が存在する可能性が高い。

謝辞　本研究には科学研究費補助金（課題番号：17H07151）を使用した。

文献　井関 1983. 東京大学出版会. 大上ほか 2009. 地学雑誌 118: 665-685. 斎藤 2011. 第四紀研究 50: 95-111. 山口ほか 2003. 第四紀研究 42: 335-346. Hori et al. 2011. Journal of Asian Sciences 41: 195-203. Lambeck et al. 2014. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 111: 15296-15303.

キーワード：堆積環境、放射性炭素年代、氾濫原、完新世、濃尾平野
Keywords: sedimentary environment, radiocarbon age, floodplain, Holocene, Nobi Plain

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

鈴鹿市南部におけるMIS5e海成層の分布形態と推定される累積変位量
Subsurface distribution of marine deposits during the MIS 5e and vertical displacement inferred from microfossil evidences and borehole logs in northern Ise Plain, central Japan

*佐藤 善輝[1]
*Yoshiki Sato[1]

1. 産業技術総合研究所 地質情報研究部門 平野地質研究グループ
1. Advanced Industrial Science and Technology, Geological Survey of Japan

本研究では，伊勢平野北部に位置する鈴鹿市南部を対象として，既存ボーリングコア資料・試料の解析に基づいて最終間氷期（MIS5e）に堆積した海成層を認定し，その分布形態から鉛直方向における累積変位量を推定した．

伊勢平野は伊勢湾の西岸～南西岸に広がる堆積平野で，平野北部には後期更新世以降に形成された河成・海成段丘が広く発達する（石村，2013など）．後期更新世段丘と沖積平野との地形境界には活断層が分布し，北側の養老ー四日市断層帯と南側の布引山地東縁断層帯東部とに大別される．鈴鹿市南部では南側から伸びる布引山地東縁断層帯東部と，北側伸びる養老ー四日市断層帯が近接するが，両断層帯間の活構造や関係性については，既存研究によって見解に差異があり，はっきりしたことが分かっていない．そこで，本研究では空中写真判読に基づく地形面区分と，既存ボーリング試料の^{14}C年代測定，珪藻化石分析，花粉化石分析を行い，MIS5e海成層を対比基準として地殻変動傾向を推定できないか試みた．

対象地域の後期更新世段丘面は大きく高位，中位，低位の3面に区分される．このうち中位面は標高5～15 mに分布する．御座ヶ池周辺の中位面は東縁部が南東側に撓曲変形し，その基部に断層が存在すると推定される．本研究の中位面は吉田（1987）の旧期中位段丘（tm1），吉田（1984）の神戸段丘（tmk）に相当する．

中位面基部に推定される断層を挟んで東西方向に長さ約1.6 kmの測線を設定し，計11地点の既存ボーリング資料・試料の特徴に基づいて，浅層地下地質を大きく3つのユニット（下位から順にA～C）に区分した．ユニットBはさらに4つのサブユニット（下位から順にB-1～4）に細分される．ユニットAは砂泥互層から成り，泥質部でもN値50以上で固結する．淡水生付着性珪藻が多産することから陸成層であると推定され，鮮新統の東海層群の一部であると考えられる．ユニットB-1はN値10～40の半固結する泥質堆積物から成る．貝殻片を多く含み，汽水～海水生の珪藻化石が多産することから，海成層であると考えられる．さらに，サルスベリ属の花粉化石が多産することから，MIS5eに対比される可能性が高い．ユニットB-2はシルトや礫を含む淘汰の悪い砂層から成り，N値は20～40程度で，粗粒部では50以上となる．層厚は5～10 mである．ユニットB-3はN値10前後の泥質堆積物から成り，淡水生珪藻を多産することから淡水環境で堆積したと推定される．本ユニットからは50,440±760 yrBPおよび53,940 yrBP以上の年代測定値が得られた．ユニットB-4はN値20～50程度の礫層で，中位面に連続すると考えられる．最上部のユニットCは，N値０～5程度の軟弱な泥質堆積物から成り，完新統であると考えられる．

ユニットB-1は断層を挟んだ両側に分布しており，いずれもMIS5e期の海成層と推定される．ユニットB-1上面の標高分布に基づくと，断層西側の段丘上では標高ー13.5～ー15.5 mに，断層東側の沖積低地下では標高ー17.5 m以深に分布する．従って，MIS5e以降の鉛直方向の累積変位量は2 m以上，平均変位速度は0.02 m/kyr以上と見積もることができる．また，ユニットB-3の基底分布からは，累積変位量は6.5 m以上，平均変位速度は0.05 m/kyr以上と見積もることができる．これらの推定値は地表面の変形から推定された千里断層の

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

平均変位速度（0.05～0.21 m/kyr；水谷，2017）とおおむね調和的である．

参考文献
石村大輔（2013）第四紀後期の伊勢湾西岸地域の段丘形成過程と地殻変動．地学雑誌，122，448-471．
水谷光太郎（2017）三重県中部布引山地東縁断層帯東部区間千里断層の活動性．日本地理学会発表要旨集 2017 年度日本地理学会秋季大会発表要旨．
吉田史郎 (1984) 四日市地域の地質．地域地質研究報告（5万分の1地質図幅）．地質調査所．81p.
吉田史郎 (1987) 津東部地域の地質．地域地質研究報告（5万分の1地質図幅）．地質調査所．72p.

キーワード：MIS5e、珪藻化石、花粉化石、養老－四日市断層帯、布引山地東縁断層帯、地下地質
Keywords: MIS5e, diatom fossil assemblage, pollen fossil, Yoro-Yokkaichi Fault Zone, Eastern margin Fault Zone of Nunobiki Mountains, subsrface geology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

志摩半島志島低地で発見された天城カワゴ平（Kg）テフラと津波履歴復元における意義

Detection of the Amagi-Kawagori tephra (Kg) in the Shijima lowland, the Shima Peninsula, and its significance to reconstruct tsunami history

吉田 沙樹[1]、*宍倉 正展[2]、前杢 英明[1]、藤野 滋弘[3]
Saki Yoshida[1], *Masanobu Shishikura[2], Hideaki Maemoku[1], Shigehiro Fujino[3]

1. 法政大学、2. 産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門、3. 筑波大学
1. Hosei University, 2. Institute of Earthquake and Volcano Geology, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 3. University of Tsukuba

紀伊半島東部から南部にかけての沿岸は，南海トラフの中部に面し，過去からくり返す巨大地震の東南海セグメントと南海セグメントの境界付近に位置する．このため本地域での津波履歴の復元は，過去の南海トラフ地震の破壊域を評価する上で非常に重要である．このため各地で津波堆積物調査が進められているが，それらの地域間の対比が課題となっている．我々は志摩半島の志島低地において掘削調査で得られた湿地堆積物中から，津波イベントの対比において有効な広域テフラである天城カワゴ平（Kg）テフラ（3100 cal yBP頃）を検出したので報告する．

志島低地ではFujino et al. (2018)によって，湿地堆積物中に10層のイベント砂層（上位からSand A～J）が認識され，津波履歴が論じられている．本研究では同低地において深度483 cmまでハンドコアラ–で掘削し，得られた試料から砂層を除いた260 cm分の有機質シルトについて，5 cmずつ分割して分析用の試料とした．これらは細粒物を取り除き，500～125μmの粗粒物質を抽出して顕微鏡で観察を行ってテフラの有無を探った．その結果，深度265-270 cmおよび275-280 cmからおもに軽石型の火山ガラスを検出した．特に深度276 cm付近はコア観察の段階で層厚5 mm程度の淡白色の層を肉眼で確認できる．一方でそれ以外の層準からは火山ガラスは検出できなかった．またFujino et al. (2018)におけるA2コアからもSand GとSand Hの間の有機質シルト層中に淡白色を帯びた部分が層厚5-8 mm程度で確認され，検鏡したところ同様の火山ガラスを検出した．

これらの火山ガラスについて，温度可変型屈折率測定装置（MAIOT）を使って屈折率測定を行った結果，屈折率は1.499～1.501の間に集中しており，町田・新井（2003）による天城カワゴ平（Kg）テフラの屈折率（1.495-1.502）と一致した．さらに株式会社古澤地質に依頼してEDXによる主成分分析も行い，天城カワゴ平（Kg）テフラに関するこれまでの研究成果と矛盾しないことを確認した．

今回天城カワゴ平（Kg）テフラを検出した層準は，Fujino et al. (2018)においてイベント年代が絞り込めていなかったSand GとSand Hの間にあり，年代推定において非常に大きな拘束力を持つ．本研究の結果，Sand Gは3100-2740 cal yBP，Sand Hは3600-3100 cal yBPと推定できる．

紀伊半島では，南端の串本でイベント砂層の挟まる湿地堆積物中から天城カワゴ平（Kg）テフラ検出の報告がある（北川ほか，2017）．串本のイベント砂層の場合，天城カワゴ平（Kg）テフラの上位の砂層は^{14}C年代から2950 –2470 cal yBP，下位の砂層は3390 –3100cal yBPと推定され（宍倉ほか，2014），それぞれ志島低地のイベント砂層と対比できる可能性がある．今後，紀伊半島東部沿岸各地において，天城カワゴ平（Kg）テフラを鍵層としてイベント砂層を対比していくことで，南海トラフ地震の発生パターンの解明につながると期待される．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

本研究は文部科学省（JAMSTEC委託）の南海トラフ広域地震防災研究プロジェクトの一環として実施している.

キーワード：志摩半島、志島低地、南海トラフ、天城カワゴ平テフラ、津波履歴、津波堆積物
Keywords: Shima Peninsula, Shijima Lowland, Nankai Trough, Amagi-Kawagodaira tephra, tsunami history, tsunami deposit

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

バイオマーカー分析による完新統の大阪平野の環境変遷の評価
Holocene paleoenvironmental changes based on biomarker analysis at the western part of the Kawachi plain, Osaka, Japan

*石野 有妃子[1]、中村 英人[1]、三田村 宗樹[1]
*Yukiko Ishino[1], Hideto Nakamura[1], Muneki Mitamura[1]

1. 大阪市立大学
1. Osaka City University

1．はじめに

大阪平野の第四紀層における環境変動を明らかにするために，有孔虫や貝形虫などの微化石の群集解析が行われてきた．これらの微化石は海域の水域環境変遷を詳細に推定できる一方で，その産出は主に海成層に限られる．そこで，本研究では，陸成層にも保存されている生物由来の有機化合物を対象とするバイオマーカー分析を行い，桜宮東コアの完新統堆積物中の堆積有機物の起源と堆積環境を評価した．

2．分析方法

桜宮東コアは，大阪市都島区の桜宮東公園（標高＋0.5 m）で掘削された掘削長18 mのコアである．桜宮東コアは難波累層で構成され，下位より順に，中粒砂–泥層（SH-1：標高-19.50～-17.60 m），中粒砂–細粒砂層（SH-2：標高-17.60～–16.00 m），泥層（SH-3：標高-16.00～–8.90 m），泥–細粒砂層（SH-4：標高-8.90～–1.60m）の4ユニットに区分される（梅田ら, 2018 JPGU). また，大城（2018MS）によって有孔虫を用いた群集解析が行われた．泥層や砂層を含む20層準の試料を溶媒抽出し，得られた成分を分画・誘導体化してガスクロマトグラフィーにより分析・定量を行った．

3．結果と考察

複数の起源を持つアルキル脂質（*n*-アルカン，*n*-アルコール，*n*-脂肪酸）や，陸上植物由来のフリーデリンやサワミレチンが検出された．アルキル脂質の炭素数分布と供給量の変化から海進・海退に伴う陸源有機物の寄与の変化や水域の生産の変動が明らかになった．*n*-アルカン，*n*-アルコールは主に陸上植物に由来する炭素数22（C_{22}）以上の長鎖成分が卓越し，大和川の旧河谷に位置する桜宮東コアでは海成層でも河川からの陸源有機物の供給が卓越していたことが示唆される．その中でも，*n*-アルコールの長鎖成分はSH-1からSH-3下部にかけて減少しており，これは海進に伴う陸源有機物の供給量の減少，すなわち内湾の拡大に伴い陸源有機物を供給する河口が後退したことを反映していると考えられる．また，SH-2（8ka）の陸源有機物の供給が減少する層準においてサワミレチンが高い割合で含まれ，これは当時の沿岸域の植生を反映していた可能性がある． SH-3の上部（6.4kaの最高海水準期）以降徐々に*n*-アルコールの長鎖成分が増加しており，河川からの影響が強まっていたと推測される．SH-4では，水生植物が高い割合でもつ C_{23}・C_{25} アルカンの割合（Paq）の増加が見られ，一時的に水生植物が生息するような環境が周囲に広がったと考えられる．対して，*n*-脂肪酸はプランクトンなどに由来する炭素数21（C_{21}）以下の短鎖成分も多く，特に*n*-アルコールの長鎖成分が増加するSH-3上部から短鎖成分の割合も大きくなっていた．SH-3上部は大城（2018MS）によって閉鎖的環境であったと推定されている層準であり，有機物量の高い環境に多産する腐食性有孔虫（*B. frigida*）が報告されている．したがって，SH-3上部は陸源有機物の供給増加に伴う水域の生物生産の増加で特徴づけられ，エスチュアリー循環の影響下で堆積したと考えられる．

キーワード：バイオマーカー、大阪平野、環境変遷
Keywords: Biomarker, Osaka plain, paleoenvironmental changes

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

宮崎平野における鬼界アカホヤテフラ降下前後の環境変化
Environmental change before and after Kikai-Akahoya tephra descent in the Miyazaki plain, Southern Kyushu

桑畑 光博[2,7]、足立 達朗[2]、田尻 義了[2]、*七山 太[1,8]、杉山 真二[6]、中西 利典[3]、大串 健一[5]、山口 龍彦[4]
Mitsuhiro Kuwahata[2,7], Tatsuro Adachi[2], Yoshinori Tajiri[2], *Futoshi Nanayama[1,8], Shinji Sugiyama[6], Nakanishi Toshimichi[3], Ken'ichi Ohkushi[5], Tatsuhiko Yamaguchi[4]

1. 産業技術総合研究所　地質調査総合センター、2. 九州大学、3. 京都大学、4. 高知大学、5. 神戸大学、6. （株）古環境研究センター、7. 都城市教育委員会、8. 熊本大学　くまもと水循環・減災研究教育センター
1. Geological Survey of Japan, AIST, 2. Kyushu Univ., 3. Kyoto Univ., 4. Kochi Univ., 5. Kobe Univ., 6. Paleoenvironment Research Center Co. Ltd., 7. School board of Miyakonojyo City, 8. CWMD, Kumamoto University

縄文時代早期（7.3 ka）に大隅半島南端から約 40 ㎞の海底で起こった鬼界カルデラ噴火では，九州本土南部まで達した大規模な火砕流（幸屋火砕流）が発生し，上空高く舞い上がった細粒火山灰は鬼界アカホヤ（K-Ah）テフラとして東北地方まで飛来したことが知られている．この噴火が当時の地形や植生などの自然環境へ与えた影響については，自然科学分野の調査研究の進展で，さまざまなアプローチがなされている．桑畑はこれまでの一連の研究で，K-Ahテフラの年代に関する研究をレビューしつつ，同テフラの考古編年上での位置付けについても検討を進めてきた（桑畑，2013）．今回は，K-Ahテフラが厚く堆積した宮崎平野の沖積層を対象に学術ボーリングを行ったので，その概要を報告する．

宮崎平野において，1次堆積のK-Ahテフラは厚さ 20～30 cmであり，橙色の中～細粒のガラス質降下火山灰として観察される．一方沖積層中に認められる2次堆積物は水流の影響で厚さ2 m程度まで厚層化し，淘汰された灰色の中粒のガラス質火山灰からなる． K-Ahテフラの2次堆積物の厚層化の原因については，降灰によって陸上植生が枯死し，貯水機能を失った山地・丘陵斜面の崩壊に伴う土石流や洪水流によってもたらされたものであるという推定が長岡ほか（1991）によってなされていた．近年では，K-Ah基底の砂層が同テフラ降灰直後の津波イベント堆積物であるという仮説も示されている（Matsuda et al., 2016）．

2017年 7 月，宮崎市の生目の杜運動公園内において，オールコアボーリングを実施した．その結果，現地表から掘削長15.55 m までのコアを採取することができた．採取されたコアを用いて，テフラ分析，放射性炭素年代測定，花粉分析，珪藻分析，種実分析，植物珪酸体分析，貝類分析，有孔虫分析等の各種分析を進めている．

コア層序はA~Eの5層に区分される．上位から盛り土直下の暗灰色の有機質土（A層），泥炭質の灰色シルト層（B層），K-Ah の水成堆積物（C層），K-Ahテフラの2次堆積物およびイベント砂層（D層），貝殻片を含む灰色のシルト層（E層）である．コアの各種自然科学分析を行った結果，K-Ahテフラ2次堆積物はほぼバブル型の火山ガラスで構成されていることが明らかとなり，その基底のイベント砂層にはK-Ah だけでなく姶良Tn（AT）テフラ 起源の火山ガラスも含まれていることが判明した．よって縄文海進によって宮崎平野に生じたエスチュアリー環境が，K-Ahの2次堆積によって急激に埋積されて陸化し，環境が大きく変化したことが想定される．

本研究はJSPS科研費 16K03159の助成を受けたものである．

（引用文献）桑畑，2013，第四紀研究 52，111-125．長岡ほか，1991，第四紀研究 30，59-78．Matsuda et al., 2016, JpGU 2016 abstract, MIS11-P16.

キーワード：鬼界アカホヤ噴火、宮崎平野、環境変化、南九州
Keywords: Kikai-Akahoya eruption, Miyazaki plain, Environmental change, Souhern Kyushu

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

広域テフラ対比に基づく日本列島の前期更新世～鮮新世火山噴火史－その２：南九州の火砕流堆積物の編年

The history of volcanic eruption based on tephrochronology at Plio-Pleistocene in Japan :2 Chronology of pyroclastic flow deposits in southern Kyushu

*田村 糸子[1]、水野　清秀[2]
*Itoko Tamura[1], Kiyohide Mizuno[2]

1. 首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理学教室、2. 産業技術総合研究所地質情報研究部門
1. Department of Geography,Graduate School of Urban Environmental Science,Tokyo Metropolitan University, 2. Research Institute of Geology and Geoinformation, Geological Survey of Japan, AIST

はじめに

日本列島における巨大噴火の発生頻度や規模の推定は，地層の長期的な安定性評価において重要な課題の一つである．後期更新世の巨大噴火復元は，火山近傍の火砕流堆積物と遠方に分布する広域テフラとの対比・編年により検討されてきた（30kaの入戸火砕流堆積物とAT火山灰との対比：町田・新井，1974等）．しかしながら，時代を遡ると噴出源の特定ができず，噴火の規模や時期の評価は困難な状況である．

前期更新世～後期鮮新世におけるテフロクロノロジーの進展と課題

テフロクロノロジーにおいて，1990年代から，従来の鉱物組成，岩相や層位データに加えて，火山ガラスの主成分・微量成分化学組成分析に基づくテフラの同定・対比が行われるようになった（吉川，1990など）．その結果，およそ5Ma～1Maにわたる中央日本の鮮新-更新統を中心とした広域テフラ編年が進んだ（水野，2000，Tamura and Yamazaki, 2004, Satoguchi and Nagahashi, 2012など）．水野（2001）は大規模火砕流堆積物の火山ガラス微量成分特性から，広域テフラの噴出源を中部山岳，九州，東北地域とある程度限定できることを示した．田村・山崎（2015）では，多くの研究者によって報告されたテフラ情報に独自のデータを加え，5Ma～1Maの36枚の広域テフラについて，テフラの岩石学的特徴と推定される噴火規模，噴出源，噴出年代を推定した．およその噴出年代は，東北起源が2Ma～1Ma，中部山岳起源が3Ma～1.5Maに集中していた．一方，前期更新世～後期鮮新世における北海道，九州起源の広域テフラに関しては，この地域の火砕流堆積物の情報が不足しており，これらの研究が課題となっていた．これを踏まえ，南九州に分布する火砕流堆積物について，更なる調査，研究を行い，中央日本に分布する九州起源と推定される広域テフラとの対比を検討した．

南九州の火砕流堆積物と九州起源の鮮新-更新世広域テフラ

南九州において，特に更新世後期は火山活動が激しく，大量の火砕流が噴出された．その結果，それ以前の噴出物が覆い隠され，前期更新世以前の火砕流堆積物の露出は断片的で，南九州の火砕流の対比や編年を困難にしている（宮地，1987）．水野ほか（2017）では，南九州の大規模火砕流堆積物と中央日本で対比が検討されている九州起源の特徴を示す広域テフラとの対比を層位，記載岩石学的特徴，火山ガラスの化学分析値等から検討した．その結果，薩摩川内地域に分布する川内火砕流堆積物（Snd：太田，1971）と広域テフラである土生滝Ⅰ-MT2テフラ（以下HbtⅠと記述：2.9Ma：富田・黒川，1999，Tamura et al., 2016），Sndの下位に位置する阿久根1火砕流堆積物（Akn1：宮地，1987：宮崎層群のHST-4火山灰との対比（鳥居・尾田，2001）から3.3Ma）と近畿・東海地域の土丸Ⅱ（吉川，1975），美鹿Ⅰ（吉川ほか，1988），天神池

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

L2（吉川・尾崎，1986）の各テフラ，Akn1より上位にある阿久根2火砕流堆積物（Akn2：宮地，1987）がHbt I より上位にある古琵琶湖層群の善福寺 I （吉川，1984），千葉県千倉層群のOkr7（2.7Ma：Tamura et al., 2016）テフラやHbt I より下位にある類似したテフラに，それぞれ対比される可能性を報告した．南九州において，大規模な火山噴火は3Ma前後に顕著であったといえる．今回，鹿児島県八重山地域の郡山層湯屋泥岩部層中の火砕流堆積物の新たな調査・記載を行い，2層準の火砕流堆積物（テフラ）について，九州起源と推定される広域テフラとの対比の可能性を検討した．

一つは宮脇火砕流堆積物（Myk：内村ほか，2007）で，模式地（郡山町花尾山山麓）では，下限が見えず上部の5mが露出している．全体的に白色細粒で，パミスは目立たない．重鉱物は角閃石に富み，斜方輝石，少量の黒雲母，単斜輝石が含まれる．模式地のMykは2.88±0.16Ma, 2.71±0.16MaというK-Ar年代が得られている（内村ほか，2007）．もう一方は，Mykより上位と判断される未記載のテフラ（分布地：川内市清浦ダム北方の山之口，Ymnと仮称）で，下限は不明だが，上部は泥層に覆われ．層厚10㎝が露出する．白色細粒で，発泡のよいbw型の火山ガラスが目立ち，重鉱物は角閃石，斜方輝石を含む．火山ガラスの化学組成は，MykはTiO_2が0.2%，CaOが0.9%，K_2Oが4.3%，YmnはTiO_2が0.3%，CaOが1.6%，K_2Oが3.4%であった．

Mykの年代や火山ガラスの化学組成が類似するテフラとして，古琵琶湖層群でHbt I に対比されている相模 I 火山灰から15m上位にある砂坂火山灰（Sns：横山ほか，1979）および東海層群でHbt I に対比されている長明寺 II 火山灰の約25m上位にある森火山灰（Mor：和田，1978）がある．しかしながら重鉱物組成で，Mykに含まれる黒雲母がSns，Morには含まれず，対比に課題が残る．また，Ymnに類似するテフラとして，朝代-友田2テフラ（Ass：2.6Ma：Tamura et al., 2008）がある．Assは，大阪層群や古琵琶湖層群，北陸層群など中央日本各地でHbt I の上位にある広域テフラで，Ymnと火山ガラスの化学組成，重鉱物組成が良く似る．今後，更なる調査が望まれる．本研究は藤原ナチュラルヒストリー振興財団の研究助成を受けた．

キーワード：広域テフラ、鮮新-更新世、噴火史、南九州、火砕流堆積物、編年
Keywords: Widespread tephra, Plio-Pleistocene, History of volcanic eruption, Southern Kyusyu, Pyroclastic flow deposit, Chronology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

火山ガラスの微量元素組成に基づくKs5と類似するテフラの識別
Identification of Ks5 tephra and similar tephras based on trace element composition of volcanic glass shards

*中里 裕臣[1]、七山 太[2]、伊藤 久敏[3]、上澤 真平[3]、古澤 明[4]、水野 清秀[2]
*Hiroomi Nakazato[1], Futoshi Nanayama[2], Hisatoshi Ito[3], Shimpei Uesawa[3], Akira Furusawa[4], Kiyohide Mizuno[2]

1. 農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究部門、2. 産業技術総合研究所、3. 電力中央研究所、4. 株式会社古澤地質
1. National Agriculture and Food Research Organization, 2. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 3. Central Research Institute of Electric Power Industry, 4. FURUSAWA Geological Survey

中期更新世のガラス質細粒テフラには，異なる層位で火山ガラスの主成分組成などが類似し，識別困難なものがある．本研究では火山ガラスの微量成分組成からこれらを識別する指標を検討した．

七山・中里(2018)は，MIS11の上位にある近畿地方のBT72相当層（埼玉県深谷コア，茨城県大古山テフラ；中里ほか，2005）と，下位にある上総層群Ks5とKs5に対比される男鹿半島脇本テフラ（鈴木,1999）を取り上げ，これらのテフラの給源とされる南九州の小田火砕流堆積物（以下pfd）（水野，1994）と辺川pfd（Nishizawa and Suzuki,2017）との対比を検討した．その結果，BT72，Ks5，脇本のガラスの微量成分組成に違いを認め，Ks5類似テフラがMIS11上位，MIS12の低海面層準，その下位層準の３層準にあることを示した．そして小田pfdは脇本に，辺川pfdはKs5に類似することを示した．辺川pfdのジルコンについては0.51±0.1MaのU-Pb年代が得られた（中里ほか，2018）．

本研究では上下関係が明かなKs5類似テフラである東灘コア（吉川ほか，2000）のK1-175とK1-223テフラの分析を加え，微量成分の分析平均値の差の有意性（5%水準）をTukey-Kramer法により評価し（Maruyama et al.,2017)，これらのテフラの対比について再検討した．火山ガラスのLA-ICP-MSは古澤ほか(2018)の手順によってSc～Uの34元素を定量し，ばらつきの大きいCr,Niを除く32元素について検討した．

Ks5に対するBT72と脇本の有意な差の無い元素数割合はいずれも53%であり，BT72に対する脇本では56%であり，これらのテフラの識別指標になると考えられる．一方，有意な差の無い元素数割合が75%以上となる組み合わせは，Ks5に対して辺川pfd，大古山テフラ，K1-223，脇本に対しては小田pfd，BT72に対してはK1-175の結果が得られ，これらのテフラは類似度が高いと考えられる．

K1-223は大阪層群の海成粘土間の低海面層準に挟在し，脇本との対比が予想されたが，ここではKs5に対比された．今後も分析事例を蓄積し，BT72の給源火砕流の検討などを進める必要がある．

文献：古澤ほか(2018)地雑124(6)；Maruyama et al.(2017)Quaternary International,456;水野(1997)地球惑星科学関連学会合同大会予稿集；中里ほか(2005)日本第四紀学会講演要旨集,35；中里ほか(2018)JpGU2018；七山・中里(2018)地学雑誌,127(6);Nishizawa and Suzuki(2017)JpGU-AGU2017;鈴木(1999)日本地質学会第106年学術大会講演要旨;吉川ほか(2000)第四紀研究39(6)

キーワード：LA-ICP-MS、U-Pb年代、テフラ
Keywords: LA-ICP-MS, U-Pb age, tephra

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Climate, vegetation and fire history of the last ~100 ka from archaeological sites of Belan valley, north-central India

*Deepak Kumar Jha[1], Rahul Samrat[1], Prasanta Sanyal[1]

1. Department of Earth Scienes, Indian Institute of Science Education and Research Kolkata, Mohanpur -741246, India

Late-Paleolithic to Neolithic archaeological sites situated in north-central India is known for its well-preserved artifacts and the first evidence of domesticated rice (*Oryza sativa*) from the Indian subcontinent. Therefore, these archaeological sites provide an ideal platform to understand the linkage of hominins with climate, vegetation and fire events during the late Quaternary period. As the fire disturbance in the modern ecosystem appears to be one of the important processes in shaping vegetation and landscape dynamics, its identification in paleo-records would enhance our understanding of the past environment. However, climate, as well as human, can equally induce the fire at the stand. Therefore, unraveling the natural and hominin induced factor is equally important to comprehend the paleoclimatic and paleovegetation conditions at a regional and global scale.

In this study, 49 paleosols sampled from six archaeological sites of Belan River. Paleosols were analyzed for *n*-alkane distribution, $dD_{n\text{-}alkane}$, $d^{13}C_{n\text{-}alkane}$ value and Charcoal count to reconstruct the climate, vegetation and fire events. *n*-Alkane distribution pattern, carbon preference index ($CPI_{25\text{-}33}$) and average chain length ($ACL_{15\text{-}33}$) used to delineate the source of organic matter (OM) in the paleosols which suggest a dominant contribution from terrestrial plants. Three samples of lower $CPI_{25\text{-}33}$ (~1.0) and $ACL_{15\text{-}33}$ (~23.0) observed that indicate enhanced degradation of OM. The lower $CPI_{25\text{-}33}$ sample showed a prevalence of mid to short-chain even-numbered carbon (maximum at *n*-C_{16} or n-C_{18}) which was also observed in the previous study from the archaeological site for fire events (Eckmeier et al., 2009). Additionally, macro-charcoal analyses (n=40) showed degraded paleosols exhibits higher charcoal which endorses its exposure to fire. The macro-charcoal analysis suggests paleofire events in the Belan valley at i) ~58ka BP, ii) ~26ka BP and iii) ~8ka BP. $dD_{n\text{-}alkane}$ values suggested lower rainfall condition during Large Glacial Maximum (LGM; ~20-25ka BP) and during the early-Holocene (~11ka BP). The intensification in rainfall observed at i) ~60ka BP, ii) ~26ka BP and iii) ~10-3ka BP which corresponds to observed fire events. The $d^{13}C_{n\text{-}alkane}$ values showed the dominance of grassland between ~30-25ka BP with the cool and dry environment due to LGM which was favorable for wildfires. Further, the fire event at ~26ka BP identified at Main Belan temporarily overlaps with Mahagara and Koldihwa archaeological site. The absence of any major sign of thermal alteration of paleosols (supported by *n*-alkanes) in Koldihwa and Mahagara with indicates the local nature of the paleofire events. Similarly, fire events observed in this study coincides with the high rainfall condition which is unconducive to natural wildfires. Further, fire disturbance increases in the early Holocene to mid-Holocene overlaps with the timing of domestication of agriculture in the Belan valley. Therefore, this study postulate that the paleofire events were mostly induced by hominin groups living in the Belan valley.

E. Eckmeier., GLB.Wiesenberg., 2009. Short-chain *n*-alkanes (C_{16}-C_{20}) in ancient soil are useful molecular markers for prehistoric biomass burning. Journal of Archaeological Science, 36, 7, 1590-1596.

Keywords: Archaeology, Stable Isotope, n-Alkane, Late Quaternary, Charcoal

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-QR 第四紀学

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_16

[H-QR05] 第四紀：ヒトと環境系の時系列ダイナミクス

コンビーナ:小荒井 衛(茨城大学理学部理学科地球環境科学コース)、池原 研(産業技術総合研究所地質情報研究部門)、兵頭 政幸(神戸大学　内海域環境教育研究センター)

人類誕生以来、ヒトは環境に適応しながら進化すると共に、固有の文化により特異な発展を成し遂げてきた。本セッションでは、過去の人類に影響を与えてきた気候、地形、地層，海洋、生物相の変化の解明とそれらの相互関係を総合的に論じることを通じて、今日われわれが直面するヒトー環境系の問題を様々な観点から提起する。第四紀におけるヒト-環境系の変化とその時間軸決定に関わる幅広い研究分野からの参加を歓迎する。

[HQR05-P01] ルソン海峡および琉球列島における完新世のローカル海洋リザーバー年代変動

*平林 頌子[1,2,3]、横山 祐典[2,3]、鈴木 淳[4]、Tezer Esat[5]、宮入 陽介[2]、阿瀬 貴博[2]、Fernando Siringan[6]、前田 保夫[7]、菅 浩伸[1] (1.九州大学大学院比較社会文化研究院、2.東京大学大気海洋研究所、3.東京大学大学院理学系研究科、4.産業技術総合研究所、5.オーストラリア国立大学、6.フィリピン大学、7.兵庫大学)

[HQR05-P02] Holocene sea-level and paleoenvironmental reconstruction using radiocarbon local marine reservoir age and geophysical modeling in Tongatapu, Kingdom of Tonga

*福與 直人[1,2]、Anthony Purcell[3]、Geoffrey Clark[4]、 Phillip Parton[4]、横山 祐典[1,2]、宮入 陽介[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻、3.オーストラリア国立大学　地球科学研究所、4.オーストラリア国立大学　アジア太平洋学部)

[HQR05-P03] The environmental change from lagoon sediment along Nakai Trough in Japan during the past 2000 years.

*Cho Ara[1]、Kaoru Kashima[1]、Jonathan D Woodruff[3]、Koji Seto[2]、Kazuyoshi Yamada[4]、Kota Katsuki[2]、Takumi Sato[2]、Caroline Ladlow[3] (1.Kyushu University、2.Shimane University、3.University of Massachusetts、4.Museum of Natural and Environmental History)

[HQR05-P04] 青森県むつ市関根浜における海岸堆積物中の漂流軽石の発見と起源

*平峰 玲緒奈[1]、青木 かおり[2]、石村 大輔[1,2]、小林 淳[2] (1.首都大学東京大学院 都市環境科学研究科 地理環境学域、2.首都大学東京火山災害研究センター)

[HQR05-P05] **郡山盆地の3本のオールコアの層序対比と浅部地下地質構造解析**

*石原 武志[1]、鈴木 毅彦[2] (1.国立研究開発法人　産業技術総合研究所、2.首都大学東京)

[HQR05-P06] DEM-GIS解析からみた、氷期の開析地形による制約下での鬼怒川の完新世堆積作用と地形変化

*木森 大我[1]、須貝 俊彦[2] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻、2.東京大学)

[HQR05-P07] 関東平野中央部、茨城県境町と埼玉県久喜市 で掘削されたコアのXRF・テフラ・粒度分析に 基づく堆積層序（速報）

*宮本 樹[1]、須貝 俊彦[2]、遠藤 邦彦[3]、佐々木 夏来[2]、野口 真利江[4]、三橋 さゆり[5] (1.東京大学理学部地球惑星環境学科、2.東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻、3.日本大学、4.株式会社　パレオ・ラボ、5.国土交通省関東地方整備局利根川上流河川事務所)

[HQR05-P08] 地質層序システムを活用した武蔵野台地東部の武蔵野礫層の空間分布

*杉中 佑輔[1]、遠藤 邦彦[2]、石綿 しげ子、須貝 俊彦[3]、千葉 達朗[4]、舟津 太郎[3]、中山 俊雄[5]、堀 伸三郎[1] (1.株式会社計算力学研究センター、2.日本大学、3.東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻、4.アジア航測株式会社、5.東京都)

[HQR05-P09] 相模川（桂川）上流域における富士相模川泥流堆積物の堆積学的特徴

*白井 正明[1]、武原 未佳[2]、宇津川 喬子[3] (1.首都大学東京、2.八王子市役所、3.立正大学)

[HQR05-P10] 新潟県信濃川・魚野川合流域周辺における段丘区分および地形発達過程について

*小関 敏史[1]、小荒井 衛[1] (1.茨城大学理学部理学科地球環境科学コース)

[HQR05-P11] 福井県敦賀湾内における砂浜海岸堆積物の供給源の推定：粒度分析と砕屑粒子組成を中心として

*松本 誠子[1]、河尻 清和[2]、久保 純子[1] (1.早稲田大学教育学部、2.相模原市立博物館)

[HQR05-P12] 濃尾平野内陸域のコア堆積物にみられる沖積層の特徴

*羽佐田 紘大[1] (1.法政大学文学部)

[HQR05-P13] 鈴鹿市南部におけるMIS5e海成層の分布形態と推定される累積変位量

*佐藤 善輝[1] (1.産業技術総合研究所 地質情報研究部門 平野地質研究グループ)

[HQR05-P14] 志摩半島志島低地で発見された天城カワゴ平（Kg）テフラと津波履歴復元における意義

吉田 沙樹[1]、*宍倉 正展[2]、前杢 英明[1]、藤野 滋弘[3] (1.法政大学、2.産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門、3.筑波大学)

[HQR05-P15] バイオマーカー分析による完新統の大阪平野の環境変遷の評価

*石野 有妃子[1]、中村 英人[1]、三田村 宗樹[1] (1.大阪市立大学)

[HQR05-P16] 宮崎平野における鬼界アカホヤテフラ降下前後の環境変化
★招待講演

乗畑 光博[2,7]、足立 達朗[2]、田尻 義了[2]、*七山 太[1,8]、杉山 真二[6]、中西 利典[3]、大串 健一[5]、山口 龍彦[4] (1.産業技術総合研究所　地質調査総合センター、2.九州大学、3.京都大学、4.高知大学、5.神戸大学、6.（株）古環境研究センター、7.都城市教育委員会、8.熊本大学　くまもと水循環・減災研究教育センター)

[HQR05-P17] 広域テフラ対比に基づく日本列島の前期更新世～鮮新世火山噴火史－その２：南九州の火砕流堆積物の編年

*田村 糸子[1]、水野　清秀[2] (1.首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理学教室、2.産業技術総合研究所地質情報研究部門)

[HQR05-P18] 火山ガラスの微量元素組成に基づくKs5と類似するテフラの識別

*中里 裕臣[1]、七山 太[2]、伊藤 久敏[3]、上澤 真平[3]、古澤 明[4]、水野 清秀[2] (1.農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究部門、2.産業技術総合研究所、3.電力中央研究所、4.株式会社古澤地質)

[HQR05-P19] **Climate, vegetation and fire history of the last ~100 ka from archaeological sites of Belan valley, north-central India**

*Deepak Kumar Jha[1]、Rahul Samrat[1]、Prasanta Sanyal[1] (1.Department of Earth Scienes, Indian Institute of Science Education and Research Kolkata, Mohanpur -741246, India)

ルソン海峡および琉球列島における完新世のローカル海洋リザーバー年代変動

Local marine reservoir age variability at Luzon Strait and Ryukyu Islands during the Holocene

*平林 頌子[1,2,3]、横山 祐典[2,3]、鈴木 淳[4]、Tezer Esat[5]、宮入 陽介[2]、阿瀬 貴博[2]、Fernando Siringan[6]、前田 保夫[7]、菅 浩伸[1]
*Shoko Hirabayashi[1,2,3], Yusuke Yokoyama[2,3], Atsushi Suzuki[4], Tezer Esat[5], Yosuke Miyairi[2], Takahiro AZE[2], Fernando Siringan[6], Yasuo Maeda[7], Hironobu Kan[1]

1. 九州大学大学院比較社会文化研究院、2. 東京大学大気海洋研究所、3. 東京大学大学院理学系研究科、4. 産業技術総合研究所、5. オーストラリア国立大学、6. フィリピン大学、7. 兵庫大学
1. Graduate School of Social and Cultural Studies, Kyushu University, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute The University of Tokyo, 3. Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, The University of Tokyo, 4. Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), 5. Research School of Physics and Engineering, The Australian National University , 6. Marine Science Institute, University of the Philippines, 7. Institute of Natural and Environmental Sciences, University of Hyogo

The local marine reservoir age (ΔR) varies not only spatially, but also temporally because of changes in ocean circulation associated with climatic changes. Holocene ΔR values have mainly been reported from the South Pacific, while only a few spatio-temporal reconstructions of ΔR have been published in the western Pacific. Present day, short term variations in ΔR at the Ryukyu Islands, South Japan, were previously associated with variability in the El Nino-Southern Oscillation (ENSO) and the Pacific Decadal Oscillation (PDO). Further studies will better delineate this connection and establish the magnitude of the variability in ΔR in the western Pacific.

In this study, we measured high-resolution radiocarbon(^{14}C) ages and U/Th dates obtained from fossil corals on Luzon Island in the South China Sea (SCS) and Kikai and Kodakara Islands in Ryukyu Island Chain during the Holocene. A large ΔR variability of ~400 years was recorded at both Luzon Island and the Ryukyu Islands for the last 6000 years. An abrupt ΔR shift occurred between 5.5 ka BP and 4.0 ka BP in the northwest Pacific. Compared with the previously reported data from the Tropical East Pacific and Great Barrier reef, the timing of the shift was different because the ^{14}C content of the northwestern Pacific was affected by not only the intensity of upwelling at the Peru-Chile coast, but also by the East Asian monsoon.

This variability influences the calibration of local marine reservoir effect significantly when calibrating ^{14}C ages to calendar ages. High-resolution ^{14}C dating of marine samples became possible over the years, raising the need and importance of ΔR values to be reconsidered in high-resolution for different time periods.

Reference:

Hirabayashi et al. (2019) Local marine reservoir age variability at Luzon Strait in the South China Sea during the Holocene, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions*

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

with Materials and Atoms, in press.

キーワード：U/Th年代測定、放射性炭素年代測定、ローカル海洋リザーバー年代、サンゴ
Keywords: U/Th dating, Radiocarbon dating, Local marine reservoir age, Corals

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Holocene sea-level and paleoenvironmental reconstruction using radiocarbon local marine reservoir age and geophysical modeling in Tongatapu, Kingdom of Tonga

*福與 直人[1,2]、Anthony Purcell[3]、Geoffrey Clark[4]、 Phillip Parton[4]、横山 祐典[1,2]、宮入 陽介[1]
*Naoto Fukuyo[1,2], Anthony Purcell[3], Geoffrey Clark[4], Phillip Parton[4], Yusuke Yokoyama[1,2], Yosuke Miyairi[1]

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻、3. オーストラリア国立大学　地球科学研究所、4. オーストラリア国立大学　アジア太平洋学部
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, University of Tokyo, 3. Research School of Earth Sciences, The Australian National University, 4. College of Asia and the Pacific, Australian National University

Reconstructing the history of Holocene relative sea levels around Tonga is important for understanding geomorphological theories and also interpreting paleoenvironmental and archaeological studies in that area. However, neither continuous sea level reconstructions nor quantitative paleoenvironmental studies using geochemical/physical methods are available. In this study, we reconstructed Holocene sea level changes in Tongatapu island using radiocarbon local marine reservoir age (ΔR) and glacio-hydro adjustment (GIA) modeling. Furthermore, we interpreted the relationship between the reduction of the size of bivalves (*Gafrarium tumidum*) and changes in their paleoenvironment. We suggest that ΔR results showed a sea surface salinity (SSS) decrease in the islands lagoon as relative sea level have been risen during the period between ~2.6 cal kyr BP to the present, and this can be attributed as closure of the lagoon. Moreover, the maximum sea level in mid-Holocene using GIA modeling suggest that contribution of hydro-isostatic rebound to sea level changes were much smaller than previously reported values. We infer that the current rate of vertical land motion reported from instrumental observations at Tongatapu is inconsistent with the Holocene sea level record, and must have been responsible from recent tectonic events. Comparing ΔR results with paleotopographical maps, we suggest that ΔR can record the response to subtle environmental changes that cannot be reconstructed in the model. We also suggest that there is a possibility that SSS is an environmental stress factor for the growth of *G. tumidum* in Tongatapu for the past 2600 years and that this is due to the closure of the lagoon by RSL changes supporting the implication reported previously from an archaeological study (Clark et al., 2015).

キーワード：完新世、南太平洋、古環境、ローカル海洋リザーバー効果、GIAモデル、二枚貝
Keywords: Holocene, Southern Pacific, Paleoenvironment studies, Local marine reservoir effect, GIA modelling, Bivalves

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The environmental change from lagoon sediment along Nakai Trough in Japan during the past 2000 years.

*Cho Ara[1], Kaoru Kashima[1], Jonathan D Woodruff[3], Koji Seto[2], Kazuyoshi Yamada[4], Kota Katsuki[2], Takumi Sato[2], Caroline Ladlow[3]

1. Kyushu University, 2. Shimane University, 3. University of Massachusetts, 4. Museum of Natural and Environmental History

The lagoon sediment offers critical information for sea level change because lagoon reacts sensitively with a small fluctuation of sea level. In other words, the environment change in lagoon depends on sea level fluctuation. The sediment in the lagoon in Japan was continuously deposited and offer high-resolution results such as paleoclimate change and sea level change. The environmental change was reconstructed from three lakes, Lake Hamana, Lake Kawahara, Lake Ryuuoo, based on diatom assemblage. The 16Hm-1C core was taken from Lake Hamana. The environment is divided based on diatom assemblage. Zone 1 is dominant by *Cyclotella atomus* and *C. atomus* var. *gracilis*. It is suggested that the lake was a hypersaline lake. Then the lake was changed to Oligohaline lake in AD 200. Zone 3 and Zone 4 were dominant with freshwater species. Around mid of 14th century, the lake was changed to the brackish lagoon as consequences of creating inlet and paleoriver activity. KAW2 core was from Lake Kawahara. Zone1 was typical lagoon which is affected by sea water. After around AD 550, the lagoon changed to the brackish lagoon. Freshwater species in AD 1100 dominated the lake. The RYU core got taken from Lake Ryuuoo. The environmental changed from brackish lagoon to freshwater lake in AD 600. The environmental change happened at the same time in 3 lakes. The coastal deformation resulted in change RSL (relative sea level) and environmental change in lakes.

Keywords: Lagoon, Diatom, Environmental change

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

青森県むつ市関根浜における海岸堆積物中の漂流軽石の発見と起源
Discovery and these sources of drift pumices interbedded in coastal sediments at Sekinehama, in the northern part of Shimokita peninsula, Aomori prefecture

*平峰 玲緒奈[1]、青木 かおり[2]、石村 大輔[1,2]、小林 淳[2]
*Reona Hiramine[1], Kaori Aoki[2], Daisuke Ishimura[1,2], Makoto Kobayashi[2]

1. 首都大学東京大学院 都市環境科学研究科 地理環境学域、2. 首都大学東京火山災害研究センター
1. Department of Geography, Tokyo Metropolitan University, 2. Research Center for Volcanic Hazards and Their Mitigation, Tokyo Metropolitan University

火山砕屑物のひとつである軽石は，何らかの理由により海域での漂流を始めることがある．ひとたび漂流を開始した軽石は，海岸に打ち上げられるか，生物の付着や気孔内を水が充填したことなどにより浮力を失うまで，漂流し続けると考えられており（加藤，2009），このような軽石は「漂流軽石（漂着軽石）」と呼ばれている．白石ほか（1992）は，秋田県男鹿半島の海成段丘堆積物中に阿蘇4（Aso-4）テフラおよび三瓶木次（SK）テフラ起源の漂流軽石が存在することを報告し，Aso-4およびSKが堆積した7〜9万年前にも，現在と同様に日本海を北上する海流が存在した可能性を述べた．このように，漂流軽石は地形や海流等の影響を受けて漂流・漂着するため，地層中の漂流軽石は，漂着当時の古環境指標とその時代を示す年代指標となり得る．

本発表では，下北半島北部のむつ市関根浜において現地調査を行い，海岸に露出する堆積物中に複数の軽石が含まれていることを発見した．また，2層の軽石濃集層が認められ，火山ガラスの主元素組成より，それらの給源を推定した．また，それらの層相と層序より2層の軽石濃集層は漂流軽石であると考えられる．

下北半島は，第四紀後期の海成段丘群が取り巻くように分布しており（小池ほか，2005），関根浜周辺は海食崖前面に発達する長大な砂浜海岸で構成される．空中写真判読の結果，対象とした露頭は海成段丘を刻む小河川の河口付近の低地に位置し，海浜〜砂丘堆積物に一部覆われているように見える．本露頭では，幅10 m，高さ2.5 mで低地堆積物が露出する．

本研究では，関根浜の露頭において露頭記載と試料採取を行なった．採取した試料については火山ガラスの主元素組成分析を実施した．分析には高知大学海洋コア総合研究センター所有のEPMA（日本電子株式会社製JXA-8200）を使用した．

露頭では，低地堆積物を構成するシルト〜腐植質シルトとそれを覆う砂層を多く挟在する泥炭層が認められる．泥炭層の下部には軽石が密集する層準があり，それらは2層の軽石濃集層と1層の火山灰層に細分される．それらのうち最下位に位置する火山灰層は，層厚1.0 cm程度でパッチ状に分布し，淡紅色を呈する．その上部には同色の円磨された軽石濃集層（平均粒径1.5 cm）が層厚4〜5 cmで分布する．それら淡紅色火山灰層・軽石層から15 cmほど上に，円磨された褐色の軽石濃集層（平均粒径2.0 cm）が層厚3〜4cmで分布する．また，この軽石が密集する層準以外にも，その上下層準（腐植質シルト層と泥炭層の上部）にも軽石が散在する．

軽石が密集する層準を構成する淡紅色火山灰，淡紅色軽石，褐色軽石，並びに腐植質シルト中の2つの軽石，泥炭上部中の軽石の6試料について，火山ガラスの主元素組成分析を行なった．その結果，淡紅色火山灰と淡紅色軽石は，同様の値（淡紅色火山灰；SiO_2：74.5 wt.%，Na_2O：4.42 wt.%，K_2O：1.35 wt.%，淡紅色軽石；SiO_2：75.6 wt.%，Na_2O：4.21 wt.%，K_2O：1.38 wt.%）を示した．褐色軽石は，特徴的にSiO_2が60.7 wt.%と非常に低く，Al_2O_3が19.5 wt.%と非常に高い値を示した．また，淡紅色火山灰層直下から6000–5900 cal. yr BP（2σ）の^{14}C年代を得た．これらの分析結果と青木・町田（2006），Shiihara et al.（2011）の分析値との比較を行った結果，淡紅色火山灰と淡紅色軽石は十和田中掫（To-Cu）テフラに対比され，褐色軽石は鬱陵島のU-2（Shiihara et al., 2011）テフラに対比される可能性が高い．U-2テフラに関しては，5681-5619 cal. BP（McLean et al.,2018）と推定されており，To-Cuテフラ（5986-5899 cal. BP；McLean et al., 2018）のすぐ上位にあることと矛盾しない．なお，腐植質シルト中と泥炭上部中の3軽石

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

については，現時点では給源不明である．

淡紅色軽石と褐色軽石は，平均粒径が1.5 cm以上と大きく降下堆積物とは考え難い．したがって，両軽石は漂流軽石であると考えられる．また，淡紅色軽石は，降下堆積物である淡紅色火山灰層のすぐ上に堆積しており，漂流軽石である淡紅色軽石は噴火直後に漂着した可能性が高い．なお，これら漂流軽石は，湿地性堆積物である泥炭中に存在する．したがって，これらの漂着軽石は，海とつながる小河川等を通じて内陸部の堤間湿地や砂丘背後の湿地に漂着した可能性が考えられる．

キーワード：漂流軽石、十和田中掫テフラ、鬱陵島、下北半島
Keywords: drift pumice, Towada-Chuseri (To-Cu) tephra, Ulleungdo, Shimokita peninsula

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

郡山盆地の3本のオールコアの層序対比と浅部地下地質構造解析

Comparison of geological stratigraphy between three drilling cores and analysis of shallow geological structure in the Koriyama Basin, Northeast Japan

*石原 武志[1]、鈴木 毅彦[2]
*Takeshi ISHIHARA[1], Takehiko Suzuki[2]

1. 国立研究開発法人　産業技術総合研究所、2. 首都大学東京
1. Advanced Industrial Science and Technology, 2. Tokyo Metropolitan University

1.はじめに

産業技術総合研究所 福島再生可能エネルギー研究所では，郡山盆地において地中熱利用促進のための地中熱ポテンシャル評価研究の一環として，盆地浅部（深度100m程度）の地下地質調査を行っている．これまでに郡山盆地中央部において掘削したオールコア（GS-KR2015-1，37°24′4.9″N，140°20′1.6″E，+251.60m，深度100m）の層序について報告した（石原，2018）．また，郡山盆地北部では笠原ほか（2017）によるオールコア（KR-11-2，37°25′43.7″N，140°22′28.6″E，+248.60m，深度100.33m）の層序が報告されている．本発表では，2016年に郡山盆地南部で掘削したオールコア（GS-KRC-1，37°22′10.0″N，140°19′55.5″E，+249.40m，深度80m）の層序について報告するとともに，郡山盆地の深度100m程度までの地下地質構造について考察する．

2.GS-KRC-1コア

岩相：深度29mまでは，シルト～砂質シルト層を主体とし，砂の薄層が所々に挟在する．深度約3-8m，13.5-14m，18-24mは径10-30mmの中礫からなる砂礫層である．深度27.0-27.4mには，下部の粗砂サイズから上部のシルトサイズへ上方細粒化する軽石質火山灰層が挟まる．29m以深は砂礫層を主体とし，深度約52-65mにはシルト質～砂質の火砕流堆積物が見られる．

年代測定結果：^{14}C年代測定は株式会社加速器分析研究所に依頼した．深度1.78mおよび2.12mの砂質シルトから採取した木片は，いずれも約50,000 cal yBPの値を示し，測定限界を超えている可能性もある．FT年代測定は株式会社京都フィッショントラックに依頼し，深度55-59mの火砕流堆積物から3.4±0.4Maの値を得た．

3.　考察

GS-KRC-1コアの深度29mまでのシルト主体の地層は，岩相の特徴からGS-KR2015-1コアの深度1.5-22.6mおよびKR-11-1コアの深度0.5-46.3mの郡山層上部に対比される．深度約52-65mの火砕流堆積物は，GS-KR2015-1コアの深度41.9-49.0mに見られる火砕流堆積物(FT年代値: 3.2±1.3Ma)と岩相の特徴やFT年代が調和的であることから，同一の火砕流堆積物である可能性が高い．深度29-52mの礫層については，年代値が得られていないため詳細は不明であるが，郡山層下部または白河層（鈴木ほか，1967，笠原ほか，2017）の可能性が考えられる．テフラの分析および同定結果については，発表時に報告予定である．

石原(2018)は，GS-KR2015-1コアとKR-11-1コアの対比に基づき，郡山層および勝方火砕流(Sr-Kc-U8; Suzuki et al., 2017，白河層の一部)の堆積直前の地形が起伏に富む丘陵状の地形であった可能性を指摘した．GS-KRC-1とGS-KR2015-1に見られる約3Maの火砕流堆積物についても，両者が同一のものとするとその下面高度には10m以上の差があり，堆積直前に段丘あるいは丘陵状の地形が存在していたことが示唆される．

3本のコアの層序を基に既存のボーリング柱状図資料の地層を解釈し，郡山盆地の地下地質断面図を複数作成した．南北方向の断面図では，郡山層と白河層または鮮新統の地層との境界面が起伏に富む傾向が見られた．一方，東西方向の断面図では，境界面の起伏は少なく，緩やかに東へ傾く傾向が認められた．したがって，郡山層堆積直前の郡山盆地では，現在と同様に東流する水系が発達し，東西にのびる尾根と谷が発達

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

していた可能性が考えられる．

文献：石原 2018．日本地理学会発表要旨集, 94, 156．笠原ほか2017. 地学雑誌 126，665-684. Suzuki et al., 2017. Quaternary International, 456, 195-209.　鈴木ほか 1967．福島大学理科報告, 17, 49-67.

キーワード：郡山盆地、オールコア、地下地質層序、テフラ
Keywords: Koriyama Basin, drilling core, subsurface geological stratigraphy, tephra

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

DEM-GIS解析からみた、氷期の開析地形による制約下での鬼怒川の完新世堆積作用と地形変化
Holocene geomorphic development of the Kinu river system constrained by the dissected river valleys formed after MIS 5.

*木森 大我[1]、須貝 俊彦[2]
*Taiga Kimori[1], Toshihiko Sugai[2]

1. 東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻、2. 東京大学
1. The University of Tokyo,Graduate School of Frontier Sciences,Dept. of Natural Environmental Studies, 2. The University of Tokyo

1．はじめに

関東平野の北部に位置する鬼怒川低地は、比較的構造運動が安定しているとされ、MIS10以降の複数の異なる時代の河成段丘がほぼ同じ高度にそろうという特徴を持つ地域である(貝塚，1957；鈴木・小池，2000)。この地域には、両岸を山地・丘陵に挟まれる中で形成された制約扇状地(武藤，1986)的な性質を持つ段丘群が認められる。関東平野東部・中央部と異なり、この地域を対象とした古環境・地形発達史の復元事例は少ない。また、同地域における最終間氷期の海進範囲も、未だ明確になっていない(須貝ほか，2013)。さらに、台地を刻む谷の分布形態と地形発達の関係や、異なる構造環境下での地形発達史の比較は、平野北部地域においては、ほとんど行われていない。

本発表では鬼怒川低地北部(宇都宮市付近)から南部(茨城県猿島郡)を対象にGISを用いた地形解析を行ったうえで、既存ボーリング柱状図の分析をもとに、関東平野北部鬼怒川低地における河川の最終氷期以降の侵食・堆積作用の変化を推定した結果を発表する。

2．方法

5m/10mDEMデータ(国土地理院)から接峰面図を作成したのち、ラスタ演算ツールを用いて、接峰面データと現在の地形を示すDEMデータの差分値を求め、侵食深分布図を作成した。地形解析にはArcGIS(ESRI社)を用いた。また、防災科学技術研究所が整備する柱状図データベースGeo-Stationから、解析範囲の谷部を掘削する既存ボーリング柱状図を収集、そのPDFデータ(栃木県県土整備部・茨城県土木部・土木研究所)に記載された最上位の礫層の高度分布を把握し、併せて地理院地図の「明治期の低湿地」レイヤを参考に鬼怒川の旧流路を把握、河川・開析谷の蛇行度を求めた。

3．結果

接峰面との差分値分布より、現在鬼怒川が流下する谷（以下、谷Aと呼称)よりも西仁連川が流下する谷（以下、谷Bと呼称)において、見かけの侵食深の値が大きい傾向が確認できた。一方、ボーリング柱状図のデータから谷Aと谷Bの沖積層厚を比較したところ、谷Bよりも谷Aにおいて厚く堆積しており、地表高度も谷Aにおいて5~10ｍほど高くなる傾向が確認できた。また、西仁連川の谷と鬼怒川の旧流路(明治期)の蛇行度を比較したところ、極めて近似する値(0.83~0.84)を得ることができた。

4．考察

谷の蛇行度から、宝木台地(MIS4河成段丘)を刻む西仁連川の開析谷は、現在の鬼怒川と同様の規模(流量)の河川により原型が形成されたと考えられる。また、沖積層厚の傾向および接峰面の差分値分布から、最終氷期において谷Aは谷Bよりも大きな侵食力を持っていたこと、さらに完新世においても相対的に大きな土砂運搬能を持っていたことが推測できる。なお、宝木台地上の地形およびボーリング柱状図から、完新世における河道のつけ変わりを示す痕跡は認められなかった。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

以上のことから、宝木台地形成初期のMIS4~3にかけて、氾濫原的環境にあった現在の台地上には鬼怒川と同程度の流量を持つ河川が流入、その後MIS3~2のLGMに向かう時期には名残川となった河川が浅い谷を形成、その後完新世にかけて緩やかに谷の埋積を続けた。一方、谷AではMIS3~2において海水準の低下に対応する形で下刻が進行、BG(基底礫層)を伴う深い谷が形成された。その後完新世に入り、谷Aでは上流からの豊富な土砂供給もあり厚く埋積が進んだという解釈が可能である。

今後、谷Aにおいて今後も同様の堆積傾向が継続し、低地と台地との比高を減じ続けた場合、現在の台地上へと河川の流入が始まる可能性が示唆される。

キーワード：鬼怒川、宝木台地、開析谷、接峰面図
Keywords: Kinu River, Takaragi Terrace, Dissection Valley, Summit level map

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

関東平野中央部、茨城県境町と埼玉県久喜市 で掘削されたコアの XRF・テフラ・粒度分析に 基づく堆積層序（速報）
Depositional stratigraphy based on XRF, tephras and particle size analysis of core drilled in the central part of the Kanto plain, Sakai town, Ibaraki prefectural and Kuki city, Saitama prefecture (preliminary report)

*宮本 樹[1]、須貝 俊彦[2]、遠藤 邦彦[3]、佐々木 夏来[2]、野口 真利江[4]、三橋 さゆり[5]
*Tatsuki Miyamoto[1], Toshihiko Sugai[2], Kunihiko Endo[3], Natsuki Sasaki[2], Marie Noguchi[4], Sayuri Mitsuhashi[5]

1. 東京大学理学部地球惑星環境学科、2. 東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻、3. 日本大学、4. 株式会社パレオ・ラボ、5. 国土交通省関東地方整備局利根川上流河川事務所
1. Department of Earth and Planetary Environmental Science, The University of Tokyo, 2. Department of Natural Environmental Studies, Institute of Environmental Studies, Graduate School of Frontier Science, The University of Tokyo, 3. Nihon University, 4. Paleo Labo co.,ltd., 5. the Tone River Upstream River Office

関東平野では，氷河性海水準変動とプレートの沈み込みに伴う関東造盆地運動によって地形の大枠が形成されてきた．茨城県南西部から埼玉県東部にかけては造盆地運動の中心部にあたり，最終間氷期の堆積物が地下に埋積されている．本研究では，茨城県南西端の境町および埼玉県久喜市栗橋北において利根川上流河川事務所によって掘削されたボーリングコア（以下，S12コアおよびKHNコア）を用いて海成層の分布深度を調べた．層相観察，レーザー回折式粒度分析，WD-XRFによる硫黄分析，SEM-EDSによるテフラの火山ガラスの組成分析等を実施した．

S12コアは孔口標高12.19mで，深部から，貝殻片を多く含むシルト層（unit1a,b），暗灰色の上方粗粒化砂層(unit2)，やや有機質のシルト層(unit3)，スコリア混じりの粗砂(unit4)，色調変化が激しいシルト(unit5)，火山灰を多く含むローム層(unit6)で構成されていた．XRFを用いた硫黄分析の結果と参照すると，以下のように地形変化を復元できる．海底堆積物である貝殻片を含むシルト層(unit1)の上位に，海進末期に河川の影響が大きくなりデルタ砂(unit2)が堆積し，海退期に河成砂(unit4)が堆積したと考えられる．貝を含むシルト層から砂層下部では，上方粗粒化とともに硫黄の値が減少し，河川の影響が大きくなっていったことがうかがえる．深度20～26ｍ及び29m後半で硫黄の値が小さくなっていることから，当時は河口や潟湖のような汽水域に位置していた可能性がある．

KHNコアは孔口標高15.5mで，深度27.5m~28.5mに上記のUnit1よりも下位の層準の砂質堆積物中に，径数mmの未風化白色軽石の含有層が5枚見いだされ，浅いほうからKHN1~KHN5と名付けた．KHN1,KHN2は斜交葉理中に含まれており，KHN3,KHN4,KHN5は単層をなしていた．火山ガラスの主成分分析の結果，KHN1，KHN2，KHN3は複数のテフラが二次堆積した可能性がある．KHN4，KHN5は赤城火山の棚下火砕流の主成分分析結果とよく一致しており，これに対比できると考えられる．棚下火砕流（新井，1962；守屋，1968；竹本，1998）は赤城水沼8降下軽石（山元，2016）に対比されており，降下時期はMIS 5e最初期とされている（山元，2016）．したがって，Unit1はMIS 5eの海進時に堆積した古東京湾の湾奥泥層であると考えられる．

山元孝広（2016）赤城火山軽石噴火期のマグマ噴出率と組成の変化．地質学雑誌　第122巻　第3号, 109-126

新井房夫（1962）関東盆地北西部地域の第四紀編年．群馬大学紀要自然科学編6，1-79．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

鈴木毅彦（1990）テフロクロノロジーからみた赤城火山最近20万年間の噴火史．地学雑誌99，182-197.

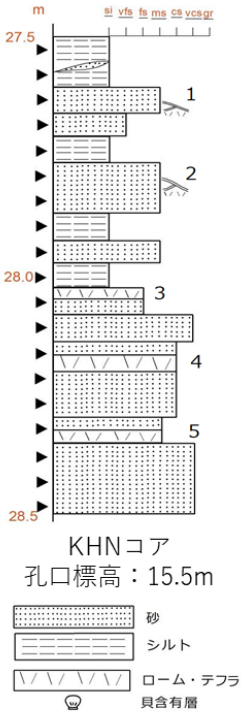
竹本弘幸（1998）利根川水系片品川流域の地形発達史ー赤城山の活動とその影響についてー

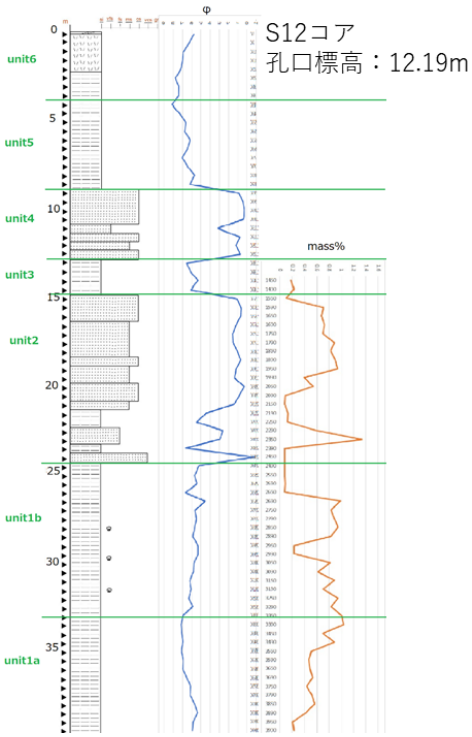
地理学評論71A, 783-804.

守屋以智雄（1968）赤城火山の地形及び地質．前橋営林局

キーワード：ボーリングコア、後期更新世、古東京湾
Keywords: boring core, late Pleistocene, Paleo-Tokyo bay







©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地質層序システムを活用した武蔵野台地東部の武蔵野礫層の空間分布
Spatial distribution of Musashino Gravel in Tokyo using an automated program analyzing geological sequence from a vast number of boring data.

*杉中 佑輔[1]、遠藤 邦彦[2]、石綿 しげ子、須貝 俊彦[3]、千葉 達朗[4]、舟津 太郎[3]、中山 俊雄[5]、堀 伸三郎[1]

*Suginaka Yusuke[1], Kunihiko Endo[2], Shigeko Ishiwata, Toshihiko Sugai[3], Tatsuro Chiba[4], Taro Funatsu[3], Toshio Nakayama[5], Shinzaburo Hori[1]

1. 株式会社計算力学研究センター、2. 日本大学、3. 東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻、4. アジア航測株式会社、5. 東京都
1. Research Center of Computational Mechanics, Inc., 2. Nihon University, 3. Department of Natural Environmental Studies, Institute of Environmental Studies, Graduate School of Frontier Science, The University of Tokyo, 4. Asia air survay , 5. Tokyo metropolitan

1.はじめに

武蔵野礫層は東京都西部に広がる武蔵野台地において支持地盤となりうる礫層の一つであり、その空間分布を明らかにすることは工学的にも意味が大きい。

本研究では主として主要幹線道路沿いに作成された地質断面図（遠藤ほか、2017）（杉中ほか、2017）などの成果を組み込んで作られた「地質層序システム」（堀ほか、2018）による多量のボーリングデータ処理による結果から、武蔵野礫層の空間的分布や礫層の上面・下面の形状を示すとともに杉中ほか（2018）で示した東京礫層上面形状との比較検討を試みた。

武蔵野台地についてはこれまでにも多く議論されているが（例えば、貝塚（1964）、久保（1988）、貝塚ほか（2000）など）、最近、遠藤ほか（2018）により、武蔵野面区分が見直され、武蔵野面の新区分が提唱されている。また、舟津ほか（2018）では武蔵野礫層堆積上面の傾斜角度などが報告されている。

これら既往研究成果との照合により、武蔵野台地及び武蔵野礫層の全容を明らかにすることが期待される。

尚、本研究の対象範囲は東京23区内の武蔵野台地東部とした。

また、本研究における東京層の定義は遠藤ほか（2017）に準じ、武蔵野台地の地形区分は遠藤ほか（2018）に準じた。

2.作業手順

本成果では、東京都建設局「東京の地盤」及び国土地盤情報検索サイト「Kunijiban」等で公開されている柱状図データを主に使用した。「地質層序システム」（堀ほか、2018）により判定した武蔵野礫層の上下面の標高値をGISプログラムで空間展開した。

3.抽出された武蔵野礫層の堆積面形状

武蔵野礫層上下面の等高線図及び武蔵野礫層等層厚線図を作成し、その形状について検討を行ったところ、全体的に等高線間隔は一様ではなく、所により粗密が生じていた。遠藤ほか（2018）の区分による小平面（M1a）は全体的に等高線間隔が広く平坦性が高い。目黒台面（M1b）は標高27mを境にして高位である西方では緩傾斜となるが、その他の面ではその境が標高30mであった。

上下面それぞれの等高線図からは等高線の形状から尾根・谷を明瞭に区別することができた。このうち尾根地形はその多くで尾根線延長上に下末吉面頂部が位置する。一方、谷地形は現在武蔵野台地を刻む河川形状に非常に調和的である。しかしながら、この谷地形を上流（西方）に追うと、下面では23区西限まで連続するのに対し、上面では概ね標高25m以上で谷が不明瞭になる。その範囲を等層厚線図で確認すると、礫層厚が周囲より大きい値を示した。層厚が大きな範囲は上面標高25m以下でもみられるが、上下面で等高線間隔の広い緩傾斜地に限定され、層厚のやや小さい範囲は上下面等高線図において等高線間隔の狭い範囲に位置した。層厚の小さな範囲は赤羽台・本郷台の一部及び目黒台面・仙川面の一部にみられた。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

4.考察

等高線間隔の変化する地点、すなわち武蔵野礫層の堆積面傾斜角度の変化点が武蔵野礫層上面でも下面でも大きな違いはなかった。上流側は谷埋めが為されているものの、刻まれた谷地形の位置に大きな変化がなかった。

また、得られた特徴について遠藤ほか（2018）の地形区分と照合したところ、層厚分布、上下面等高線図ともによく対応していた。

本解析結果から示した武蔵野礫層の空間分布より、小平面（M1a）の形成後、当時の多摩川が現在の石神井川沿いを流れ、小平面を浸食し、小平面の北側に厚い礫層を堆積させたと考えられ、この堆積面が石神井面（M2a）、田柄面（M2b）によく対応している。

引用文献

遠藤ほか（2017）ボーリング資料を活用した東京台地部の中・後期更新世地質断面の再検討　日本第四紀学会講演要旨集，47，10.

遠藤ほか（2018）東京台地部の東京層と、関連する地形：ボーリング資料に基づく再検討　日本地球惑星科学連合2018年大会講演要旨，HQR04-12.

船津ほか（2018）武蔵野礫層の堆積頂面および堆積構造からみた武蔵野礫層の堆積プロセス　地球惑星科学連合大会講演要旨，HQR04-07.

堀ほか（2018) 東京の地質構造研究を支援する地質層序システムの開発　日本第四紀学会講演要旨集，48，74.

貝塚爽平（1964）東京の自然史．紀伊国屋書店，186p.

貝塚ほか（2000）関東・伊豆小笠原.日本の地形,4,東大出版会,349p.

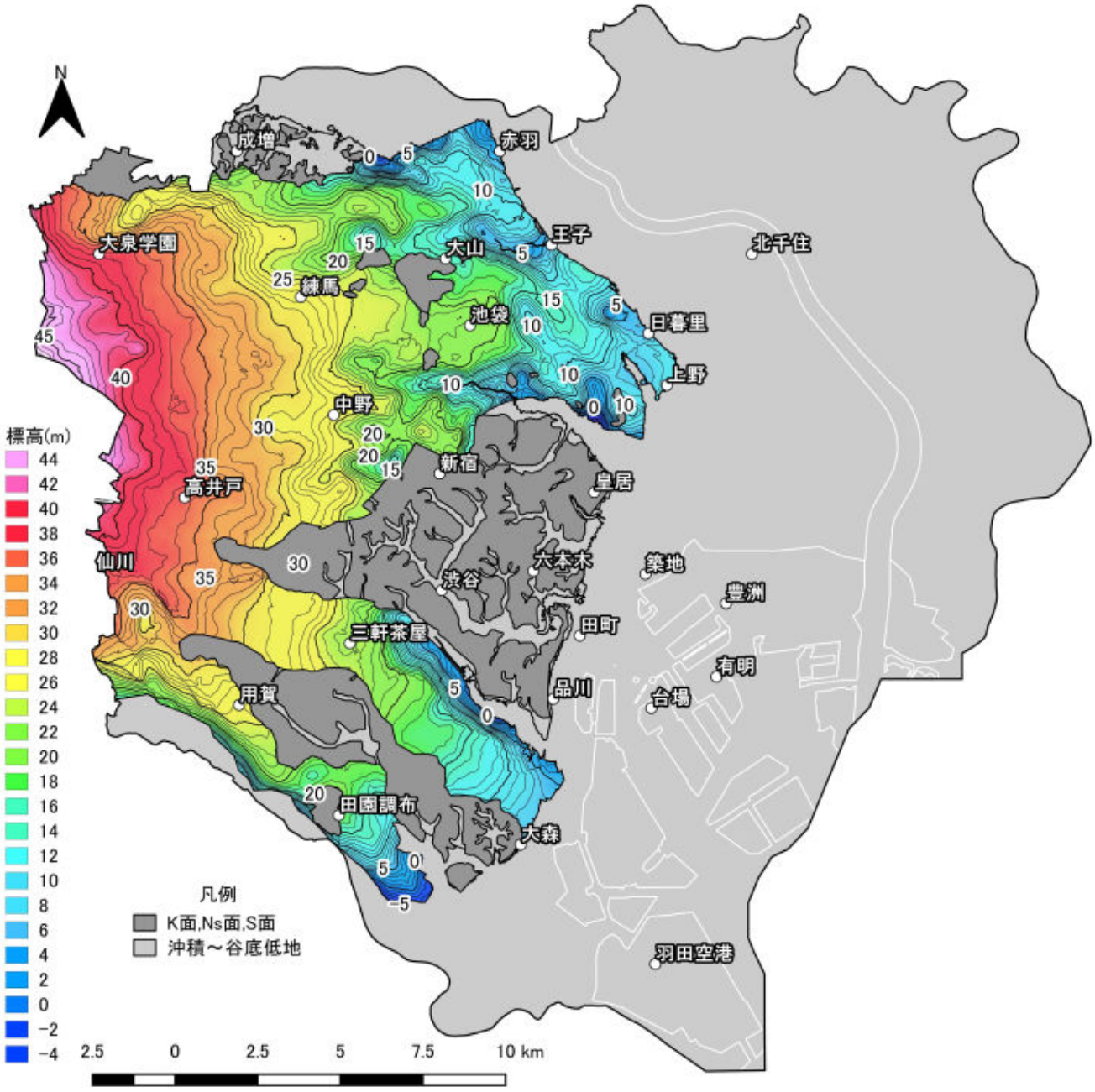
久保純子（1988）相模野台地・武蔵野台地を刻む谷の地形-風成テフラを供給された名残川の谷地形-．地理学評論，61(Ser. A)，25～48.

杉中ほか（2017）ボーリング資料を活用した東京台地部の東京礫層の空間展開　日本第四紀学会講演要旨集，47，99.

杉中ほか（2018）地質層序システムを活用した東京23区の東京層堆積期(MIS5e)の地形抽出　日本第四紀学会講演要旨集，48，73.

キーワード：武蔵野礫層、武蔵野台地、地質層序システム、ボーリング柱状図
Keywords: Musashino gravel layer, Musashino platform, automated program analyzing geological sequence , Borehole data

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

相模川（桂川）上流域における富士相模川泥流堆積物の堆積学的特徴
Sedimentological features of Fuji-Sagamigawa Lahar deposits from the upper reaches of Sagami River, central Japan

*白井 正明[1]、武原 未佳[2]、宇津川 喬子[3]
*Masaaki Shirai[1], Mika Takehara[2], Takako UTSUGAWA[3]

1. 首都大学東京、2. 八王子市役所、3. 立正大学
1. Tokyo Metropolitan University, 2. Hachioji-City Office, 3. Rissho University

ラハール（いわゆる火山泥流）とは，火山周辺で発生する火山砕屑物と水の混合物の急速な流動現象の総称である（例えば，Smith and Fritz，1989）．富士相模川泥流（ラハール）は，富士山北麓から相模川を流下した火山泥流であり，現在の富士山頂から約90km下流に位置する座間市付近までその露頭が確認されている（例えば，相模原市地形・地質調査会，1990）．その流下年代は，C-14 年代測定およびテフラとの層位関係に基づき，最終氷期極相期に近い約2.2 万年前とされている（町田，2009）．富士相模川泥流については，相模原市地形・地質調査会（1990）によって詳細な調査がなされており，少なくとも３回に及ぶ大規模なラハールの流下が発生したことなどが明らかになっている．

富士相模川泥流のラハール堆積物は，大月より上流の都留市を流れる桂川の支流，柄杓流川（しゃくながしがわ）沿いに露出することが，相模原市地形・地質調査会（1990）によって示されているが，詳細な記載はなされていない．現在の富士山頂から約25km下流に位置する柄杓流川沿いの高さ約20mの崖には，富士相模川泥流のラハール堆積物が露出する．本露頭のラハール堆積物は厚さ１m弱から３mほどの６以上のユニットに区分できるが，ハイパーコンセントレイテッド流堆積物特有の産状は示さず，また下部のユニット境界には平行層理～低角の斜交層理層がしばしば挟まれており，複数の流下イベントの産物であることを示す．本発表では柄杓流川沿いに露出する富士相模川泥流堆積物について，これらの堆積学的特徴を紹介する．

なお本発表は，第２発表者の武原が行った2015年卒業研究の一部と，首都大学東京火山災害研究センターの研究の一環としての調査結果を併せたものである．

引用文献
相模原市地形・地質調査会（1990）相模原の地形・地質調査報告書（第4報）．相模原市教育委員会：63p.
Smith and Fritz (1989) Geology, 17, 375-376.
町田洋（2009）相模原市史自然編．相模原市：159-165.

キーワード：ラハール堆積物、富士相模川泥流、桂川（相模川）
Keywords: lahar deposits, Fuji-Sagami River Mud Flow, Katsura River (Sagami River)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

新潟県信濃川・魚野川合流域周辺における段丘区分および地形発達過程について

Terrace classification and geomorphological development process around Shinano river and Uono river junction area in Niigata prefecture

*小関 敏史[1]、小荒井 衛[1]
*Koseki Toshifumi[1], Mamoru Koarai[1]

1. 茨城大学理学部理学科地球環境科学コース
1. Department of Earth Sciences, College of Science, Ibaraki University

新潟県信濃川流域は古くから活褶曲地帯とされ，周辺の河成段丘面が活褶曲の影響で山側や河川上流側へ異常傾斜していることが報告されている (池辺，1942）．そのため段丘編年を通じて地質学的，地形学的に地殻変動との関係についての研究や (中村ほか，1968など），水準点変位などの視点から測地学的な研究がなされている (大塚，1942など）．魚野川との合流域周辺の内ヶ巻地区は，AT (26~29ka）降下期前後以降に離水した，比較的新しいL面の段丘面が広がる (小荒井，2012）．しかし当地域の段丘区分は，その編年可能数での分類しかされていない．本研究では僅かな比高や段丘崖の発達度による詳細な段丘区分の再検討を行った．また，周辺には旧石器時代や縄文時代の遺跡が多く点在しており，年代も算出されていることから，遺跡年代を段丘の離水年代以後に形成したと仮定した編年を行った．さらにGIS等を使用した地形解析を行い，地形発達過程について考察した．

研究手法は，まず写真判読や等高線の読み取りにより段丘面を判読し実測調査にて面の連続性や遺跡がどの面に位置するかを確認しQ GIS2.18にて段丘区分図を作成した．地形解析は，国土地理院より提供していただいた航空レーザ測量データを使用した．この点群データを森林総合研究所より借用したENVY Lidarで1mDEMを作成した．1mDEMより戸田 (2012）を参考にした微地形図や傾斜方位図と，段丘区分を元に河床縦断面図をArc GIS10.5にて作成し考察を行った．

写真判読と現地調査より，河成段丘をL1～L11面の計11面に区分した．C14年代測定値から暦年補正で17,250年前の荒屋遺跡 (鹿又，2004）がL3面に，爪型文土器が発掘され10,000年前の遺跡とされた (佐藤，1988)西倉遺跡は対岸のL7面に位置した．続いて，Arc GISで作図した結果，以前より報告のある地形面の撓みや山本山断層等の推定断層を可視化することができたが，内ヶ巻地区には特徴的な地形は認められなかった．傾斜方位図からは，段丘崖の傾斜の痕が線上に表示された．段丘区分結果をもとに作成した内ヶ巻地区の河床縦断面図を作成すると，すべての面にて北東方向の傾斜が確認できた．また，各面ごとの傾斜度に着目するとL1面からL5面は現河床より急勾配で，L6面以降はすべて緩傾斜になる傾向が見られた．

作成した段丘区分図から，北東方向にいくにつれてより低位面が広がっていることがみてとれる．また，魚野川沿いには信濃川沿いのように何段にもL面が形成されていない．よって，当地域の段丘面は主に信濃川が離水して形成されたと考えられる．次に河床縦断面図で傾向がみられた勾配差について考えた．段丘面形成の要因として海水準の低下がある．貝塚 (1977）の河成段丘形成モデルでは，中流域では氷期に形成された面は急傾斜になり後氷期に形成された緩傾斜の面に埋没される．当地域に当てはめると，氷期の時代までに形成されたL5面以前が，後氷期に形成されたL6面以降の面に埋没された可能性が示唆される．編年データを組み込んで議論すると，17,250年以前までにL3面までが離水し，その後海進の影響を受ける前までにL4，L5面が離水した．その後海進により一部を残して埋没し，段丘の形成方向が北へシフトして10,000年前までにL6，L7面が離水したのではないかとみられる．

以上より信濃川の流路変遷を推察した．当初は北東方向から内ヶ巻神社あたりを南東方向に流れ相川口で魚野川に合流していた．L1，L2面が離水すると西から東へと流路を変える．17,250年より前にL3面が離水する頃から蛇行を始め，その後L4，L5面が離水した．後氷期によりL5面が一部を残して埋没しL６面が形成される

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

と，現在の流路に近い南西から北東方向になる．L7面以降も順次離水し，現在の流路になったと考えられる．

参考文献

池辺展生 (1942）越後油田褶曲構造の現世まで行はれていることに就いて(演旨）.石油技協誌，10，108-109.
貝塚爽平 (1977）日本の地形．東京大学出版社 163-169
小荒井衛 (2012）活褶曲地帯における地震に伴う斜面変動と地形発達過程に関する研究． 科研研究費補助金成果報告書
戸田健一郎 (2014）曲率と傾斜による立体図法 (CS立体図）を用いた地形判読. 森林立地学会 56，75-79

キーワード：信濃川、内ヶ巻、段丘区分、河床縦断面図
Keywords: Shinano River, Uchigamaki, Terrace division, Vertical section of riverbed

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

福井県敦賀湾内における砂浜海岸堆積物の供給源の推定：粒度分析と砕屑粒子組成を中心として

Estimation of the Source of Sand Beach Sediment in Tsuruga Bay, Fukui Prefecture: Focusing on Grain Size Analysis and Composition of Clastics

*松本 誠子[1]、河尻 清和[2]、久保 純子[1]
*Akiko MATSUMOTO[1], Kiyokazu KAWAJIRI[2], Sumiko KUBO[1]

1. 早稲田大学教育学部、2. 相模原市立博物館
1. School of Education, Waseda Univ., 2. Sagamihara City Museun

海浜砂の供給源を明らかにすることは、砂浜海岸の保全や利用のために非常に重要である。福井県敦賀市に位置する敦賀湾では、（気比の）松原海岸やほかの砂浜海岸で海岸侵食が問題となっており、行政の対策も行われている。松原海岸では砂浜の地形変化について海岸工学的研究が行われているが、海岸の保全のためには、海浜堆積物の特質を粒度分析や砕屑粒子組成分析などから把握して、供給源や移動の実態を知り、海岸環境を理解する必要がある。敦賀湾西岸は主に花崗岩体よりなり、敦賀湾東岸は付加体岩体からなる。このため、海浜堆積物の供給源や移動を把握しやすいのではないかと考えた。

以上より、松原海岸や敦賀湾の砂浜海岸の海浜砂の動態を明らかにすることを目的として、松原海岸のほか、敦賀湾西岸・東岸に分布する小規模な砂浜海岸の汀線堆積物と、松原海岸に流入する2河川の河床堆積物について、粒度分析、鉱物や岩片などの砕屑粒子組成分析、色彩分析を行った。また、松原海岸を含む敦賀平野の地形の特徴を知るため、空中写真判読により地形分類図を作成した。さらに松原海岸と、敦賀湾東岸の赤崎海岸においては養浜が行われているため、養浜砂の粒度分析データとの比較から養浜の影響について考察した。

粒度分析は各試料約100 g を-2 ～4 φの篩を用いて行った。分析の結果、平均粒径は敦賀湾西岸が-1.1 φ～1.1 φ、松原海岸が-0.6 φ～0.2 φ、敦賀湾東岸が2.2 φ～2.6 φであった。敦賀湾西岸よりも敦賀湾東岸のほうが細粒で淘汰が良く、松原海岸は中間的であった。また、松原海岸中央部では松原海岸西端・東端の河口付近の試料よりも淘汰が良かった。

砕屑粒子組成分析は薄片を作成後、偏光顕微鏡下でのポイント・カウンティング法により行った。分析の結果、敦賀湾西岸は石英と長石の合計が95 %以上を占め、松原海岸では石英と長石の合計が90 %弱であった。松原海岸に流入する2河川は石英と長石の合計が70 %強、岩片が20 %強であった。一方敦賀湾東岸では岩片が50 %近くを占めた。敦賀湾西岸、松原海岸、敦賀湾東岸それぞれの地域ごとに似通った組成を示した。

色彩分析は砂を敷き詰めたシャーレ底面をスキャナーで読み取り、画像分析をすることで行った。分析の結果、敦賀湾内の砂浜海岸毎に海浜砂の色彩に差があることがRGB値でも示された。ただし、地点ごとの差が大きく、粒度や砕屑粒子組成のような西岸と東岸の差は見られなかった。

敦賀平野の地形分類図を作成した結果、平野の南部には笙の川、黒河川、井ノ口川などに沿って開析扇状地、結合扇状地が分布し、平野中央部から北部にかけて後背湿地と三角州がみられ、気比の松原付近では3列ないし4列の浜堤列が形成されていることがわかった。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

以上の分析により、敦賀湾西岸や松原海岸では敦賀半島を構成する花崗岩由来の堆積物が卓越し、敦賀湾東岸では付加体由来の堆積物が卓越することがわかった。松原海岸では敦賀湾西岸の敦賀半島の花崗岩から砂が沿岸流によって運ばれ、一方、港湾施設の存在により、現在は敦賀湾東岸からの漂砂の影響はないと推定した。松原海岸でみられた付加体由来の砂は、流入する河川流域から運搬されたものと思われる。

また、敦賀湾内の砂浜海岸毎に海浜砂の色彩に差があり、松原海岸内でも西部と中央部・東部で色彩が異なることがわかった。その要因を明確にすることはできなかったものの、粒度分析と砕屑粒子組成分析から、松原海岸西部では敦賀湾西岸からの花崗岩由来の漂砂の影響が強く、東部では河川の影響がみられたことから、それらの砂の色彩への影響の可能性が示唆される。

松原海岸と敦賀湾東岸の赤崎海岸の両海岸において、養浜砂の粒度分析データを入手したが、今回の試料の分析結果とは一致しなかった。

今回の調査では、敦賀湾の砂浜海岸の砂の運搬・堆積過程は、各海岸とそこに流入する河川の中で完結するのではなく、沿岸流の影響を受ける場合があることが明らかにされた。より詳細に供給源について明らかにするためには、汀線堆積物以外の砂浜海岸堆積物の分析や、沿岸流の卓越方向について考慮することが必要である。また、養浜砂の影響が今回は明らかにできなかったため、より詳細な調査が必要である。

キーワード：砂浜海岸堆積物、粒度分析、砕屑粒子組成
Keywords: sand beach sediment, grain size analysis, composition of clastics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

濃尾平野内陸域のコア堆積物にみられる沖積層の特徴
Characteristics of Latest Pleistocene to Holocene deposits of two cores obtained from the inner part of the Nobi Plain, central Japan

*羽佐田 紘大[1]
*Kodai Hasada[1]

1. 法政大学文学部
1. Faculty of Letters, Hosei University

濃尾平野は、主に木曽三川（木曽川、長良川、揖斐川）の土砂供給により形成された、東西約35 km、南北約50 km、面積約1,300 km^2の沖積低地である。地形は上流から、扇状地、氾濫原、三角州に区分され（井関 1983）、臨海部には干拓地や埋立地がみられる。近年、濃尾平野ではオールコア堆積物を用いた研究が数多くなされ、海退期の堆積システムであるデルタの発達過程が把握されるようになってきた（山口ほか 2003；大上ほか 2009；Hori et al. 2011など）。河川から供給された土砂は、相対的海水準上昇期には潮間帯から陸側を中心に堆積し、海水準上昇期の終わりには上方へ累重しながら海側にも堆積する（斎藤 2011）。しかし、オールコア堆積物を用いた既存研究の多くは、プロデルタ堆積物が分布する範囲を対象としており、海水準上昇期の堆積中心である内陸域の堆積過程の十分な議論がなされておらず、海進から海退に転じる前後の堆積システムの発達過程を詳細に把握するまでには至っていない。本発表では、濃尾平野内陸域（現氾濫原内陸側）において機械ボーリングにより採取したオールコア堆積物の特徴を報告する。

2018年1～2月に木曽川左岸側の氾濫原2地点でコア堆積物（以下、KGコア、OZコア）を掘削した。コア堆積物については、半裁後、岩相の記載、湿潤・乾燥かさ密度測定、色調測定、泥分含有率測定を実施した。堆積物中の木片や植物片について、DirectAMSに依頼し、加速器質量分析（AMS）法による放射性炭素（^{14}C）年代測定を行った。さらに、一部の細粒堆積物に対し、パレオ・ラボに珪藻分析を依頼した。

2本のコア堆積物について、それぞれ3つの堆積ユニット（KG1～3、OZ1～3）に区分した。以下に各ユニットの特徴を述べる。KG1とOZ1、KG2とOZ2は、それぞれ共通の特徴がみられるため、まとめて記す。

KG1およびOZ1：礫径数十mmの円礫～亜円礫を主体とする砂礫層である。KG1の上部には有機物等を含まない細粒砂～中粒砂がみられる。本ユニットは河川流路を充填する堆積物と考えられる。また、砂礫層は沖積層基底礫層（井関 1983）に対比される。

KG2およびOZ2：植物片や生痕化石、マッドクラストが認められるシルト～中粒砂を主体とする。KG2の最下部で8.0 cal kyr BP、上部で7.1 cal kyr BP、OZ2の最下部から上部にかけて8.5～7.8 cal kyr BPの^{14}C年代値が得られた。珪藻化石については、KG2の最下部で多くの海水干潟指標種群が認められた。OZ2では、最下部で海水藻場指標種群や海水干潟指標種群、中部および最上部で海水砂質干潟指標種群が数多く検出された。本ユニットは河口に近い潮間帯から潮下帯において堆積したと解釈される。

KG3：植物片や植物根、有機質な層準がみられ、ところどころに砂層を挟むシルトが主体である。最下部および中部の^{14}C年代値は、それぞれ5.5 cal kyr BPと2.2 cal kyr BPを示す。最下部では、湖沼沼沢湿地指標群の珪藻化石が多産した。コアの掘削地点が現在の後背湿地にあたることを踏まえると、本ユニットは後背湿地堆積物と推定される。また、挟在する砂層は破堤堆積物の可能性がある。

OZ3：植物片の混入が相対的に少ない中粒砂～粗粒砂主体であり、上部では極細粒砂主体となる。最下部および中部では、それぞれ5.2 cal kyr BPと1.0 cal kyr BPの^{14}C年代値を示す。上方細粒化がみられるととも

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

に、コアの掘削地点が現河川流路から50 m程度離れた滑走斜面側の微高地に位置することから、本ユニットは河川流路からポイントバーへと変化する中で堆積したと考えられる。

KG2およびOZ2の堆積速度はそれぞれ約5 mm/yr、7～27 mm/yrと上位のユニットに比べて大きく、これらの堆積時期は汎世界的な海水準上昇期（Lambeck et al. 2014）にあたる。濃尾平野において海退が開始した時期は7.8～7.3 cal kyr BPと推定されている（大上ほか 2009）。したがって、対象地域は海水準上昇期の堆積中心であり、KG2およびOZ2の中に海進・海退境界が存在する可能性が高い。

謝辞　本研究には科学研究費補助金（課題番号：17H07151）を使用した。

文献　井関 1983. 東京大学出版会. 大上ほか 2009. 地学雑誌 118: 665-685. 斎藤 2011. 第四紀研究 50: 95-111. 山口ほか 2003. 第四紀研究 42: 335-346. Hori et al. 2011. Journal of Asian Sciences 41: 195-203. Lambeck et al. 2014. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 111: 15296-15303.

キーワード：堆積環境、放射性炭素年代、氾濫原、完新世、濃尾平野
Keywords: sedimentary environment, radiocarbon age, floodplain, Holocene, Nobi Plain

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

鈴鹿市南部におけるMIS5e海成層の分布形態と推定される累積変位量
Subsurface distribution of marine deposits during the MIS 5e and vertical displacement inferred from microfossil evidences and borehole logs in northern Ise Plain, central Japan

*佐藤 善輝[1]
*Yoshiki Sato[1]

1. 産業技術総合研究所 地質情報研究部門 平野地質研究グループ
1. Advanced Industrial Science and Technology, Geological Survey of Japan

本研究では，伊勢平野北部に位置する鈴鹿市南部を対象として，既存ボーリングコア資料・試料の解析に基づいて最終間氷期（MIS5e）に堆積した海成層を認定し，その分布形態から鉛直方向における累積変位量を推定した．

伊勢平野は伊勢湾の西岸～南西岸に広がる堆積平野で，平野北部には後期更新世以降に形成された河成・海成段丘が広く発達する（石村，2013など）．後期更新世段丘と沖積平野との地形境界には活断層が分布し，北側の養老ー四日市断層帯と南側の布引山地東縁断層帯東部とに大別される．鈴鹿市南部では南側から伸びる布引山地東縁断層帯東部と，北側伸びる養老ー四日市断層帯が近接するが，両断層帯間の活構造や関係性については，既存研究によって見解に差異があり，はっきりしたことが分かっていない．そこで，本研究では空中写真判読に基づく地形面区分と，既存ボーリング試料の^{14}C年代測定，珪藻化石分析，花粉化石分析を行い，MIS5e海成層を対比基準として地殻変動傾向を推定できないか試みた．

対象地域の後期更新世段丘面は大きく高位，中位，低位の3面に区分される．このうち中位面は標高5～15 mに分布する．御座ヶ池周辺の中位面は東縁部が南東側に撓曲変形し，その基部に断層が存在すると推定される．本研究の中位面は吉田（1987）の旧期中位段丘（tm1），吉田（1984）の神戸段丘（tmk）に相当する．

中位面基部に推定される断層を挟んで東西方向に長さ約1.6 kmの測線を設定し，計11地点の既存ボーリング資料・試料の特徴に基づいて，浅層地下地質を大きく3つのユニット（下位から順にA～C）に区分した．ユニットBはさらに4つのサブユニット（下位から順にB-1～4）に細分される．ユニットAは砂泥互層から成り，泥質部でもN値50以上で固結する．淡水生付着性珪藻が多産することから陸成層であると推定され，鮮新統の東海層群の一部であると考えられる．ユニットB-1はN値10～40の半固結する泥質堆積物から成る．貝殻片を多く含み，汽水～海水生の珪藻化石が多産することから，海成層であると考えられる．さらに，サルスベリ属の花粉化石が多産することから，MIS5eに対比される可能性が高い．ユニットB-2はシルトや礫を含む淘汰の悪い砂層から成り，N値は20～40程度で，粗粒部では50以上となる．層厚は5～10 mである．ユニットB-3はN値10前後の泥質堆積物から成り，淡水生珪藻を多産することから淡水環境で堆積したと推定される．本ユニットからは50,440±760 yrBPおよび53,940 yrBP以上の年代測定値が得られた．ユニットB-4はN値20～50程度の礫層で，中位面に連続すると考えられる．最上部のユニットCは，N値０～5程度の軟弱な泥質堆積物から成り，完新統であると考えられる．

ユニットB-1は断層を挟んだ両側に分布しており，いずれもMIS5e期の海成層と推定される．ユニットB-1上面の標高分布に基づくと，断層西側の段丘上では標高ー13.5～ー15.5 mに，断層東側の沖積低地下では標高ー17.5 m以深に分布する．従って，MIS5e以降の鉛直方向の累積変位量は2 m以上，平均変位速度は0.02 m/kyr以上と見積もることができる．また，ユニットB-3の基底分布からは，累積変位量は6.5 m以上，平均変位速度は0.05 m/kyr以上と見積もることができる．これらの推定値は地表面の変形から推定された千里断層の

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

平均変位速度（0.05～0.21 m/kyr；水谷，2017）とおおむね調和的である．

参考文献
石村大輔（2013）第四紀後期の伊勢湾西岸地域の段丘形成過程と地殻変動．地学雑誌，122，448-471．
水谷光太郎（2017）三重県中部布引山地東縁断層帯東部区間千里断層の活動性．日本地理学会発表要旨集 2017 年度日本地理学会秋季大会発表要旨．
吉田史郎 (1984) 四日市地域の地質．地域地質研究報告（5万分の1地質図幅）．地質調査所．81p.
吉田史郎 (1987) 津東部地域の地質．地域地質研究報告（5万分の1地質図幅）．地質調査所．72p.

キーワード：MIS5e、珪藻化石、花粉化石、養老－四日市断層帯、布引山地東縁断層帯、地下地質
Keywords: MIS5e, diatom fossil assemblage, pollen fossil, Yoro-Yokkaichi Fault Zone, Eastern margin Fault Zone of Nunobiki Mountains, subsrface geology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

志摩半島志島低地で発見された天城カワゴ平（Kg）テフラと津波履歴復元における意義

Detection of the Amagi-Kawagori tephra (Kg) in the Shijima lowland, the Shima Peninsula, and its significance to reconstruct tsunami history

吉田 沙樹[1]、*宍倉 正展[2]、前杢 英明[1]、藤野 滋弘[3]
Saki Yoshida[1], *Masanobu Shishikura[2], Hideaki Maemoku[1], Shigehiro Fujino[3]

1. 法政大学、2. 産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門、3. 筑波大学
1. Hosei University, 2. Institute of Earthquake and Volcano Geology, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 3. University of Tsukuba

紀伊半島東部から南部にかけての沿岸は，南海トラフの中部に面し，過去からくり返す巨大地震の東南海セグメントと南海セグメントの境界付近に位置する．このため本地域での津波履歴の復元は，過去の南海トラフ地震の破壊域を評価する上で非常に重要である．このため各地で津波堆積物調査が進められているが，それらの地域間の対比が課題となっている．我々は志摩半島の志島低地において掘削調査で得られた湿地堆積物中から，津波イベントの対比において有効な広域テフラである天城カワゴ平（Kg）テフラ（3100 cal yBP頃）を検出したので報告する．

志島低地ではFujino et al. (2018)によって，湿地堆積物中に10層のイベント砂層（上位からSand A～J）が認識され，津波履歴が論じられている．本研究では同低地において深度483 cmまでハンドコアラ–で掘削し，得られた試料から砂層を除いた260 cm分の有機質シルトについて，5 cmずつ分割して分析用の試料とした．これらは細粒物を取り除き，500～125μmの粗粒物質を抽出して顕微鏡で観察を行ってテフラの有無を探った．その結果，深度265-270 cmおよび275-280 cmからおもに軽石型の火山ガラスを検出した．特に深度276 cm付近はコア観察の段階で層厚5 mm程度の淡白色の層を肉眼で確認できる．一方でそれ以外の層準からは火山ガラスは検出できなかった．またFujino et al. (2018)におけるA2コアからもSand GとSand Hの間の有機質シルト層中に淡白色を帯びた部分が層厚5-8 mm程度で確認され，検鏡したところ同様の火山ガラスを検出した．

これらの火山ガラスについて，温度可変型屈折率測定装置（MAIOT）を使って屈折率測定を行った結果，屈折率は1.499～1.501の間に集中しており，町田・新井（2003）による天城カワゴ平（Kg）テフラの屈折率（1.495-1.502）と一致した．さらに株式会社古澤地質に依頼してEDXによる主成分分析も行い，天城カワゴ平（Kg）テフラに関するこれまでの研究成果と矛盾しないことを確認した．

今回天城カワゴ平（Kg）テフラを検出した層準は，Fujino et al. (2018)においてイベント年代が絞り込めていなかったSand GとSand Hの間にあり，年代推定において非常に大きな拘束力を持つ．本研究の結果，Sand Gは3100-2740 cal yBP，Sand Hは3600-3100 cal yBPと推定できる．

紀伊半島では，南端の串本でイベント砂層の挟まる湿地堆積物中から天城カワゴ平（Kg）テフラ検出の報告がある（北川ほか，2017）．串本のイベント砂層の場合，天城カワゴ平（Kg）テフラの上位の砂層は^{14}C年代から2950 –2470 cal yBP，下位の砂層は3390 –3100cal yBPと推定され（宍倉ほか，2014），それぞれ志島低地のイベント砂層と対比できる可能性がある．今後，紀伊半島東部沿岸各地において，天城カワゴ平（Kg）テフラを鍵層としてイベント砂層を対比していくことで，南海トラフ地震の発生パターンの解明につながると期待される．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

本研究は文部科学省（JAMSTEC委託）の南海トラフ広域地震防災研究プロジェクトの一環として実施している.

キーワード：志摩半島、志島低地、南海トラフ、天城カワゴ平テフラ、津波履歴、津波堆積物
Keywords: Shima Peninsula, Shijima Lowland, Nankai Trough, Amagi-Kawagodaira tephra, tsunami history, tsunami deposit

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

バイオマーカー分析による完新統の大阪平野の環境変遷の評価
Holocene paleoenvironmental changes based on biomarker analysis at the western part of the Kawachi plain, Osaka, Japan

*石野 有妃子[1]、中村 英人[1]、三田村 宗樹[1]
*Yukiko Ishino[1], Hideto Nakamura[1], Muneki Mitamura[1]

1. 大阪市立大学
1. Osaka City University

1．はじめに

大阪平野の第四紀層における環境変動を明らかにするために，有孔虫や貝形虫などの微化石の群集解析が行われてきた．これらの微化石は海域の水域環境変遷を詳細に推定できる一方で，その産出は主に海成層に限られる．そこで，本研究では，陸成層にも保存されている生物由来の有機化合物を対象とするバイオマーカー分析を行い，桜宮東コアの完新統堆積物中の堆積有機物の起源と堆積環境を評価した．

2．分析方法

桜宮東コアは，大阪市都島区の桜宮東公園（標高＋0.5 m）で掘削された掘削長18 mのコアである．桜宮東コアは難波累層で構成され，下位より順に，中粒砂–泥層（SH-1：標高-19.50～-17.60 m），中粒砂–細粒砂層（SH-2：標高-17.60～–16.00 m），泥層（SH-3：標高-16.00～–8.90 m），泥–細粒砂層（SH-4：標高-8.90～–1.60m）の4ユニットに区分される（梅田ら, 2018 JPGU). また，大城（2018MS）によって有孔虫を用いた群集解析が行われた．泥層や砂層を含む20層準の試料を溶媒抽出し，得られた成分を分画・誘導体化してガスクロマトグラフィーにより分析・定量を行った．

3．結果と考察

複数の起源を持つアルキル脂質（*n*-アルカン，*n*-アルコール，*n*-脂肪酸）や，陸上植物由来のフリーデリンやサワミレチンが検出された．アルキル脂質の炭素数分布と供給量の変化から海進・海退に伴う陸源有機物の寄与の変化や水域の生産の変動が明らかになった．*n*-アルカン，*n*-アルコールは主に陸上植物に由来する炭素数22（C_{22}）以上の長鎖成分が卓越し，大和川の旧河谷に位置する桜宮東コアでは海成層でも河川からの陸源有機物の供給が卓越していたことが示唆される．その中でも，*n*-アルコールの長鎖成分はSH-1からSH-3下部にかけて減少しており，これは海進に伴う陸源有機物の供給量の減少，すなわち内湾の拡大に伴い陸源有機物を供給する河口が後退したことを反映していると考えられる．また，SH-2（8ka）の陸源有機物の供給が減少する層準においてサワミレチンが高い割合で含まれ，これは当時の沿岸域の植生を反映していた可能性がある． SH-3の上部（6.4kaの最高海水準期）以降徐々に*n*-アルコールの長鎖成分が増加しており，河川からの影響が強まっていたと推測される．SH-4では，水生植物が高い割合でもつ C_{23}・C_{25} アルカンの割合（Paq）の増加が見られ，一時的に水生植物が生息するような環境が周囲に広がったと考えられる．対して，*n*-脂肪酸はプランクトンなどに由来する炭素数21（C_{21}）以下の短鎖成分も多く，特に*n*-アルコールの長鎖成分が増加するSH-3上部から短鎖成分の割合も大きくなっていた．SH-3上部は大城（2018MS）によって閉鎖的環境であったと推定されている層準であり，有機物量の高い環境に多産する腐食性有孔虫（*B. frigida*）が報告されている．したがって，SH-3上部は陸源有機物の供給増加に伴う水域の生物生産の増加で特徴づけられ，エスチュアリー循環の影響下で堆積したと考えられる．

キーワード：バイオマーカー、大阪平野、環境変遷
Keywords: Biomarker, Osaka plain, paleoenvironmental changes

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

宮崎平野における鬼界アカホヤテフラ降下前後の環境変化
Environmental change before and after Kikai-Akahoya tephra descent in the Miyazaki plain, Southern Kyushu

桑畑 光博[2,7]、足立 達朗[2]、田尻 義了[2]、*七山 太[1,8]、杉山 真二[6]、中西 利典[3]、大串 健一[5]、山口 龍彦[4]
Mitsuhiro Kuwahata[2,7], Tatsuro Adachi[2], Yoshinori Tajiri[2], *Futoshi Nanayama[1,8], Shinji Sugiyama[6], Nakanishi Toshimichi[3], Ken'ichi Ohkushi[5], Tatsuhiko Yamaguchi[4]

1. 産業技術総合研究所　地質調査総合センター、2. 九州大学、3. 京都大学、4. 高知大学、5. 神戸大学、6. （株）古環境研究センター、7. 都城市教育委員会、8. 熊本大学　くまもと水循環・減災研究教育センター
1. Geological Survey of Japan, AIST, 2. Kyushu Univ., 3. Kyoto Univ., 4. Kochi Univ., 5. Kobe Univ., 6. Paleoenvironment Research Center Co. Ltd., 7. School board of Miyakonojyo City, 8. CWMD, Kumamoto University

縄文時代早期（7.3 ka）に大隅半島南端から約 40 ㎞の海底で起こった鬼界カルデラ噴火では，九州本土南部まで達した大規模な火砕流（幸屋火砕流）が発生し，上空高く舞い上がった細粒火山灰は鬼界アカホヤ（K-Ah）テフラとして東北地方まで飛来したことが知られている．この噴火が当時の地形や植生などの自然環境へ与えた影響については，自然科学分野の調査研究の進展で，さまざまなアプローチがなされている．桑畑はこれまでの一連の研究で，K-Ahテフラの年代に関する研究をレビューしつつ，同テフラの考古編年上での位置付けについても検討を進めてきた（桑畑，2013）．今回は，K-Ahテフラが厚く堆積した宮崎平野の沖積層を対象に学術ボーリングを行ったので，その概要を報告する．

宮崎平野において，1次堆積のK-Ahテフラは厚さ 20～30 cmであり，橙色の中～細粒のガラス質降下火山灰として観察される．一方沖積層中に認められる2次堆積物は水流の影響で厚さ2 m程度まで厚層化し，淘汰された灰色の中粒のガラス質火山灰からなる． K-Ahテフラの2次堆積物の厚層化の原因については，降灰によって陸上植生が枯死し，貯水機能を失った山地・丘陵斜面の崩壊に伴う土石流や洪水流によってもたらされたものであるという推定が長岡ほか（1991）によってなされていた．近年では，K-Ah基底の砂層が同テフラ降灰直後の津波イベント堆積物であるという仮説も示されている（Matsuda et al., 2016）．

2017年 7 月，宮崎市の生目の杜運動公園内において，オールコアボーリングを実施した．その結果，現地表から掘削長15.55 m までのコアを採取することができた．採取されたコアを用いて，テフラ分析，放射性炭素年代測定，花粉分析，珪藻分析，種実分析，植物珪酸体分析，貝類分析，有孔虫分析等の各種分析を進めている．

コア層序はA~Eの5層に区分される．上位から盛り土直下の暗灰色の有機質土（A層），泥炭質の灰色シルト層（B層），K-Ah の水成堆積物（C層），K-Ahテフラの2次堆積物およびイベント砂層（D層），貝殻片を含む灰色のシルト層（E層）である．コアの各種自然科学分析を行った結果，K-Ahテフラ2次堆積物はほぼバブル型の火山ガラスで構成されていることが明らかとなり，その基底のイベント砂層にはK-Ah だけでなく姶良Tn（AT）テフラ 起源の火山ガラスも含まれていることが判明した．よって縄文海進によって宮崎平野に生じたエスチュアリー環境が，K-Ahの2次堆積によって急激に埋積されて陸化し，環境が大きく変化したことが想定される．

本研究はJSPS科研費 16K03159の助成を受けたものである．

（引用文献）桑畑，2013，第四紀研究 52，111-125．長岡ほか，1991，第四紀研究 30，59-78．Matsuda et al., 2016, JpGU 2016 abstract, MIS11-P16.

キーワード：鬼界アカホヤ噴火、宮崎平野、環境変化、南九州
Keywords: Kikai-Akahoya eruption, Miyazaki plain, Environmental change, Souhern Kyushu

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

広域テフラ対比に基づく日本列島の前期更新世～鮮新世火山噴火史－その２：南九州の火砕流堆積物の編年

The history of volcanic eruption based on tephrochronology at Plio-Pleistocene in Japan :2 Chronology of pyroclastic flow deposits in southern Kyushu

*田村 糸子[1]、水野　清秀[2]
*Itoko Tamura[1], Kiyohide Mizuno[2]

1. 首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理学教室、2. 産業技術総合研究所地質情報研究部門
1. Department of Geography,Graduate School of Urban Environmental Science,Tokyo Metropolitan University, 2. Research Institute of Geology and Geoinformation, Geological Survey of Japan, AIST

はじめに

日本列島における巨大噴火の発生頻度や規模の推定は，地層の長期的な安定性評価において重要な課題の一つである．後期更新世の巨大噴火復元は，火山近傍の火砕流堆積物と遠方に分布する広域テフラとの対比・編年により検討されてきた（30kaの入戸火砕流堆積物とAT火山灰との対比：町田・新井，1974等）．しかしながら，時代を遡ると噴出源の特定ができず，噴火の規模や時期の評価は困難な状況である．

前期更新世～後期鮮新世におけるテフロクロノロジーの進展と課題

テフロクロノロジーにおいて，1990年代から，従来の鉱物組成，岩相や層位データに加えて，火山ガラスの主成分・微量成分化学組成分析に基づくテフラの同定・対比が行われるようになった（吉川，1990など）．その結果，およそ5Ma～1Maにわたる中央日本の鮮新-更新統を中心とした広域テフラ編年が進んだ（水野，2000，Tamura and Yamazaki, 2004, Satoguchi and Nagahashi, 2012など）．水野（2001）は大規模火砕流堆積物の火山ガラス微量成分特性から，広域テフラの噴出源を中部山岳，九州，東北地域とある程度限定できることを示した．田村・山崎（2015）では，多くの研究者によって報告されたテフラ情報に独自のデータを加え，5Ma～1Maの36枚の広域テフラについて，テフラの岩石学的特徴と推定される噴火規模，噴出源，噴出年代を推定した．およその噴出年代は，東北起源が2Ma～1Ma，中部山岳起源が3Ma～1.5Maに集中していた．一方，前期更新世～後期鮮新世における北海道，九州起源の広域テフラに関しては，この地域の火砕流堆積物の情報が不足しており，これらの研究が課題となっていた．これを踏まえ，南九州に分布する火砕流堆積物について，更なる調査，研究を行い，中央日本に分布する九州起源と推定される広域テフラとの対比を検討した．

南九州の火砕流堆積物と九州起源の鮮新-更新世広域テフラ

南九州において，特に更新世後期は火山活動が激しく，大量の火砕流が噴出された．その結果，それ以前の噴出物が覆い隠され，前期更新世以前の火砕流堆積物の露出は断片的で，南九州の火砕流の対比や編年を困難にしている（宮地，1987）．水野ほか（2017）では，南九州の大規模火砕流堆積物と中央日本で対比が検討されている九州起源の特徴を示す広域テフラとの対比を層位，記載岩石学的特徴，火山ガラスの化学分析値等から検討した．その結果，薩摩川内地域に分布する川内火砕流堆積物（Snd：太田，1971）と広域テフラである土生滝Ⅰ-MT2テフラ（以下HbtⅠと記述：2.9Ma：富田・黒川，1999，Tamura et al., 2016），Sndの下位に位置する阿久根1火砕流堆積物（Akn1：宮地，1987：宮崎層群のHST-4火山灰との対比（鳥居・尾田，2001）から3.3Ma）と近畿・東海地域の土丸Ⅱ（吉川，1975），美鹿Ⅰ（吉川ほか，1988），天神池

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

L2（吉川・尾崎，1986）の各テフラ，Akn1より上位にある阿久根2火砕流堆積物（Akn2：宮地，1987）がHbt I より上位にある古琵琶湖層群の善福寺 I （吉川，1984），千葉県千倉層群のOkr7（2.7Ma：Tamura et al., 2016）テフラやHbt I より下位にある類似したテフラに，それぞれ対比される可能性を報告した．南九州において，大規模な火山噴火は3Ma前後に顕著であったといえる．今回，鹿児島県八重山地域の郡山層湯屋泥岩部層中の火砕流堆積物の新たな調査・記載を行い，2層準の火砕流堆積物（テフラ）について，九州起源と推定される広域テフラとの対比の可能性を検討した．

一つは宮脇火砕流堆積物（Myk：内村ほか，2007）で，模式地（郡山町花尾山山麓）では，下限が見えず上部の5mが露出している．全体的に白色細粒で，パミスは目立たない．重鉱物は角閃石に富み，斜方輝石，少量の黒雲母，単斜輝石が含まれる．模式地のMykは2.88±0.16Ma, 2.71±0.16MaというK-Ar年代が得られている（内村ほか，2007）．もう一方は，Mykより上位と判断される未記載のテフラ（分布地：川内市清浦ダム北方の山之口，Ymnと仮称）で，下限は不明だが，上部は泥層に覆われ．層厚10㎝が露出する．白色細粒で，発泡のよいbw型の火山ガラスが目立ち，重鉱物は角閃石，斜方輝石を含む．火山ガラスの化学組成は，MykはTiO_2が0.2%，CaOが0.9%，K_2Oが4.3%，YmnはTiO_2が0.3%，CaOが1.6%，K_2Oが3.4%であった．

Mykの年代や火山ガラスの化学組成が類似するテフラとして，古琵琶湖層群でHbt I に対比されている相模 I 火山灰から15m上位にある砂坂火山灰（Sns：横山ほか，1979）および東海層群でHbt I に対比されている長明寺 II 火山灰の約25m上位にある森火山灰（Mor：和田，1978）がある．しかしながら重鉱物組成で，Mykに含まれる黒雲母がSns，Morには含まれず，対比に課題が残る．また，Ymnに類似するテフラとして，朝代-友田2テフラ（Ass：2.6Ma：Tamura et al., 2008）がある．Assは，大阪層群や古琵琶湖層群，北陸層群など中央日本各地でHbt I の上位にある広域テフラで，Ymnと火山ガラスの化学組成，重鉱物組成が良く似る．今後，更なる調査が望まれる．本研究は藤原ナチュラルヒストリー振興財団の研究助成を受けた．

キーワード：広域テフラ、鮮新-更新世、噴火史、南九州、火砕流堆積物、編年
Keywords: Widespread tephra, Plio-Pleistocene, History of volcanic eruption, Southern Kyusyu, Pyroclastic flow deposit, Chronology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

火山ガラスの微量元素組成に基づくKs5と類似するテフラの識別
Identification of Ks5 tephra and similar tephras based on trace element composition of volcanic glass shards

*中里 裕臣[1]、七山 太[2]、伊藤 久敏[3]、上澤 真平[3]、古澤 明[4]、水野 清秀[2]
*Hiroomi Nakazato[1], Futoshi Nanayama[2], Hisatoshi Ito[3], Shimpei Uesawa[3], Akira Furusawa[4], Kiyohide Mizuno[2]

1. 農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究部門、2. 産業技術総合研究所、3. 電力中央研究所、4. 株式会社古澤地質
1. National Agriculture and Food Research Organization, 2. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 3. Central Research Institute of Electric Power Industry, 4. FURUSAWA Geological Survey

中期更新世のガラス質細粒テフラには，異なる層位で火山ガラスの主成分組成などが類似し，識別困難なものがある．本研究では火山ガラスの微量成分組成からこれらを識別する指標を検討した．

七山・中里(2018)は，MIS11の上位にある近畿地方のBT72相当層（埼玉県深谷コア，茨城県大古山テフラ；中里ほか，2005）と，下位にある上総層群Ks5とKs5に対比される男鹿半島脇本テフラ（鈴木,1999）を取り上げ，これらのテフラの給源とされる南九州の小田火砕流堆積物（以下pfd）（水野，1994）と辺川pfd（Nishizawa and Suzuki,2017）との対比を検討した．その結果，BT72，Ks5，脇本のガラスの微量成分組成に違いを認め，Ks5類似テフラがMIS11上位，MIS12の低海面層準，その下位層準の３層準にあることを示した．そして小田pfdは脇本に，辺川pfdはKs5に類似することを示した．辺川pfdのジルコンについては0.51±0.1MaのU-Pb年代が得られた（中里ほか，2018）．

本研究では上下関係が明かなKs5類似テフラである東灘コア（吉川ほか，2000）のK1-175とK1-223テフラの分析を加え，微量成分の分析平均値の差の有意性（5%水準）をTukey-Kramer法により評価し（Maruyama et al.,2017)，これらのテフラの対比について再検討した．火山ガラスのLA-ICP-MSは古澤ほか(2018)の手順によってSc～Uの34元素を定量し，ばらつきの大きいCr,Niを除く32元素について検討した．

Ks5に対するBT72と脇本の有意な差の無い元素数割合はいずれも53%であり，BT72に対する脇本では56%であり，これらのテフラの識別指標になると考えられる．一方，有意な差の無い元素数割合が75%以上となる組み合わせは，Ks5に対して辺川pfd，大古山テフラ，K1-223，脇本に対しては小田pfd，BT72に対してはK1-175の結果が得られ，これらのテフラは類似度が高いと考えられる．

K1-223は大阪層群の海成粘土間の低海面層準に挟在し，脇本との対比が予想されたが，ここではKs5に対比された．今後も分析事例を蓄積し，BT72の給源火砕流の検討などを進める必要がある．

文献：古澤ほか(2018)地雑124(6)；Maruyama et al.(2017)Quaternary International,456;水野(1997)地球惑星科学関連学会合同大会予稿集；中里ほか(2005)日本第四紀学会講演要旨集,35；中里ほか(2018)JpGU2018；七山・中里(2018)地学雑誌,127(6);Nishizawa and Suzuki(2017)JpGU-AGU2017;鈴木(1999)日本地質学会第106年学術大会講演要旨;吉川ほか(2000)第四紀研究39(6)

キーワード：LA-ICP-MS、U-Pb年代、テフラ
Keywords: LA-ICP-MS, U-Pb age, tephra

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Climate, vegetation and fire history of the last ~100 ka from archaeological sites of Belan valley, north-central India

*Deepak Kumar Jha[1], Rahul Samrat[1], Prasanta Sanyal[1]

1. Department of Earth Scienes, Indian Institute of Science Education and Research Kolkata, Mohanpur -741246, India

Late-Paleolithic to Neolithic archaeological sites situated in north-central India is known for its well-preserved artifacts and the first evidence of domesticated rice (*Oryza sativa*) from the Indian subcontinent. Therefore, these archaeological sites provide an ideal platform to understand the linkage of hominins with climate, vegetation and fire events during the late Quaternary period. As the fire disturbance in the modern ecosystem appears to be one of the important processes in shaping vegetation and landscape dynamics, its identification in paleo-records would enhance our understanding of the past environment. However, climate, as well as human, can equally induce the fire at the stand. Therefore, unraveling the natural and hominin induced factor is equally important to comprehend the paleoclimatic and paleovegetation conditions at a regional and global scale.

In this study, 49 paleosols sampled from six archaeological sites of Belan River. Paleosols were analyzed for *n*-alkane distribution, $dD_{n\text{-}alkane}$, $d^{13}C_{n\text{-}alkane}$ value and Charcoal count to reconstruct the climate, vegetation and fire events. *n*-Alkane distribution pattern, carbon preference index ($CPI_{25\text{-}33}$) and average chain length ($ACL_{15\text{-}33}$) used to delineate the source of organic matter (OM) in the paleosols which suggest a dominant contribution from terrestrial plants. Three samples of lower $CPI_{25\text{-}33}$ (~1.0) and $ACL_{15\text{-}33}$ (~23.0) observed that indicate enhanced degradation of OM. The lower $CPI_{25\text{-}33}$ sample showed a prevalence of mid to short-chain even-numbered carbon (maximum at *n*-C_{16} or n-C_{18}) which was also observed in the previous study from the archaeological site for fire events (Eckmeier et al., 2009). Additionally, macro-charcoal analyses (n=40) showed degraded paleosols exhibits higher charcoal which endorses its exposure to fire. The macro-charcoal analysis suggests paleofire events in the Belan valley at i) ~58ka BP, ii) ~26ka BP and iii) ~8ka BP. $dD_{n\text{-}alkane}$ values suggested lower rainfall condition during Large Glacial Maximum (LGM; ~20-25ka BP) and during the early-Holocene (~11ka BP). The intensification in rainfall observed at i) ~60ka BP, ii) ~26ka BP and iii) ~10-3ka BP which corresponds to observed fire events. The $d^{13}C_{n\text{-}alkane}$ values showed the dominance of grassland between ~30-25ka BP with the cool and dry environment due to LGM which was favorable for wildfires. Further, the fire event at ~26ka BP identified at Main Belan temporarily overlaps with Mahagara and Koldihwa archaeological site. The absence of any major sign of thermal alteration of paleosols (supported by *n*-alkanes) in Koldihwa and Mahagara with indicates the local nature of the paleofire events. Similarly, fire events observed in this study coincides with the high rainfall condition which is unconducive to natural wildfires. Further, fire disturbance increases in the early Holocene to mid-Holocene overlaps with the timing of domestication of agriculture in the Belan valley. Therefore, this study postulate that the paleofire events were mostly induced by hominin groups living in the Belan valley.

E. Eckmeier., GLB.Wiesenberg., 2009. Short-chain *n*-alkanes (C_{16}-C_{20}) in ancient soil are useful molecular markers for prehistoric biomass burning. Journal of Archaeological Science, 36, 7, 1590-1596.

Keywords: Archaeology, Stable Isotope, n-Alkane, Late Quaternary, Charcoal

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-TT 計測技術・研究手法

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_12

[H-TT24] 環境リモートセンシング

コンビーナ:島崎 彦人(独立行政法人国立高等専門学校機構 木更津工業高等専門学校)、近藤 昭彦(千葉大学環境リモートセンシング研究センター)、長谷川 均(国士舘大学)、石内 鉄平(宮城大学)

地球環境や地域環境に関わる諸問題の理解と解決は人類にとって喫緊の課題となっている。空間を広く俯瞰しその変動までを明らかにすることができるリモートセンシングは、問題解決のための強力なツールである。このセッションでは、日本および世界の諸地域を対象としてリモートセンシングによる環境変動および自然災害の発見、理解そして解決といった地球診断に関わる研究成果を報告頂き議論する。

[HTT24-P01] ALOS/PALSARとLANDSAT8/OLIを用いた土地被覆分類の比較と実用化

*木村 圭司[1] (1.奈良大学文学部地理学科)

[HTT24-P02] 先進光学衛星(ALOS-3)による浅海域底質識別の可能性

*水上 陽誠[1] (1.国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構)

[HTT24-P03] GPS観測データに基づく遊牧と定住化による草原植生への影響評価

*額尔 德尼[1]、王 勤学[1]、岡寺 智大[1]、Ochirbat Batkhishig[2] (1.国立研究開発法人　国立環境研究所、2.モンゴル科学院 地理研究所)

ALOS/PALSARとLANDSAT8/OLIを用いた土地被覆分類の比較と実用化
A comparison and practical use of the landcover classification using ALOS/PALSAR and LANDSAT8/OLI

*木村 圭司[1]
*Keiji Kimura[1]

1. 奈良大学文学部地理学科
1. Department of Geography, Nara University

本研究では、奈良県明日香村におけるALOS/PALSARのLバンドを用いたフルポラリメトリ解析による土地被覆分類図を作成した。そして従来の手法であるLANDSATによる分類の特性や精度などについて、現地調査も踏まえて比較検証を行った。結果、ALOS/PALSAR画像では、森林などの季節変化による影響を受けることはなく、どの季節でもほぼ同じ土地被覆分類図を作成することができた。しかし、電波が届かない山の影となる斜面や鏡面反射をする池などの場所では判別ができなかった。住宅が密集している地域では建築物と認識されるが、まばらな住宅地では建築物と認識されない場所もあった。また、水田では緩やかな地形では判別が十分に可能であった。

キーワード：土地被覆分類、ALOS/PALSAR、フルポラリメトリ
Keywords: land cover classification, ALOS/PALSAR, full polarimetry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

先進光学衛星(ALOS-3)による浅海域底質識別の可能性
A possibility of the identification of bottom sediment in shallow-water area using ALOS-3 image from a point of view for the environmental monitoring and protection in coastal areas

*水上 陽誠[1]
*YOSEI MIZUKAMI[1]

1. 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構
1. Japan Aerospace Exploration Agency

２０１１年に運用を終了したＡＬＯＳの広域・高分解能光学ミッションの後継機として、２０２０年度の打ち上げに向けて先進光学衛星（ＡＬＯＳ－３）の開発が進められている。ＡＬＯＳ－３はＡＬＯＳの直下観測幅７０ｋｍを継承しつつ、ＡＬＯＳ搭載センサであったＰＲＩＳＭ及びＡＶＮＩＲ－２を発展させた広域・高分解能光学センサ（ＷＩＳＨ）を搭載する。その地上空間分解能（直下）は、ＰＲＩＳＭの２．５ｍ、ＡＶＮＩＲ－２の　１０ｍに対し、０．８ｍ（パンクロマチック）、３．２ｍ（マルチバンド）であり、量子化ビット数もＡＬＯＳでは８ビットであったのに対し、１１ビットへ増加する。特にＡＬＯＳ－３のマルチバンド観測波長帯は、ＡＶＮＩＲ－２の可視光３バンド（青、緑、赤）と近赤外バンドの４バンドであったのに対し、これら４バンドに加え、コスタルとレッドエッジの２バンドを加えた計６バンドとなる。ＡＬＯＳ－３ミッションの主な目的は、防災・減災、災害発生後の被害状況把握への貢献、高精度な地理空間情報の整備・更新に貢献であるが、多様な観測機能による沿岸域の環境監視や植生域の環境保全への利用・研究等への活用も期待されている。本研究では沿岸域環境保全の観点から、ＡＬＯＳ－３観測性能相当にシミュレーション化した衛星画像を使い、浅海域における底質の識別分類の可能性にについて報告する。研究の対象域は、沿岸浅海域で比較的水質が安定している石垣島をはじめとした沖縄県八重山諸島のサンゴ礁域とした。特に石垣島においては既往研究や調査により文献があることから、解析結果の比較検証サイトとして適している。使用した衛星画像は、ＡＬＯＳ－３の観測性能に近いＤｉｇｔａｌＧｌｏｂｅ社のＷｏｒｌｄｖｉｅｗとした。

衛星リモートセンシングによる浅海域の底質識別では、水深（潮位）差による影響が問題とされ、その影響を軽減する手法の一つとして水深補正アルゴリズムが提案されている。このアルゴリズムは、同じ底質における２つの波長帯における画素値の対数値は水深に係らず傾きが一定となる基本原理（Ｌｙｚｅｎｇａ、１９７８）に基づき、水深の情報を除去した底質の指標を算出するものである。

ＡＬＯＳ－３センサの特徴であるＣｏＡｓｔＡＩとＲｅｄＥｄｇｅを使った解析結果についても報告する。環境省のＡＶＮＩＲ－２画像とＡＬＯＳ－３シミュレーション画像のそれぞれに対して行った結果は、ＡＬＯＳ－３の地上空間分解能３．２ｍにより、砂地部分とサンゴ、海藻等の生物群集との区別がこれまでのＡＶＮＩＲ－２（１０ｍ）より、より詳細に識別できることを示した。沿岸環境監視ツールとしてＡＬＯＳ－３データの活用が期待される。

キーワード：先進光学衛星、広域・高分解能光学センサ、陸域観測技術衛星、底質指標、サンゴ礁
Keywords: ALOS-3, WISH, ALOS, Bottom Index, Coral Reef

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

GPS観測データに基づく遊牧と定住化による草原植生への影響評価
Evaluation of the impact of nomadism and settlement on grassland based on GPS observation data

*額尔 徳尼[1]、王 勤学[1]、岡寺 智大[1]、Ochirbat Batkhishig[2]
*Deni Eer[1], Qinxue Wang[1], Tomohiro Okadera[1], Batkhishig Ochirbat[2]

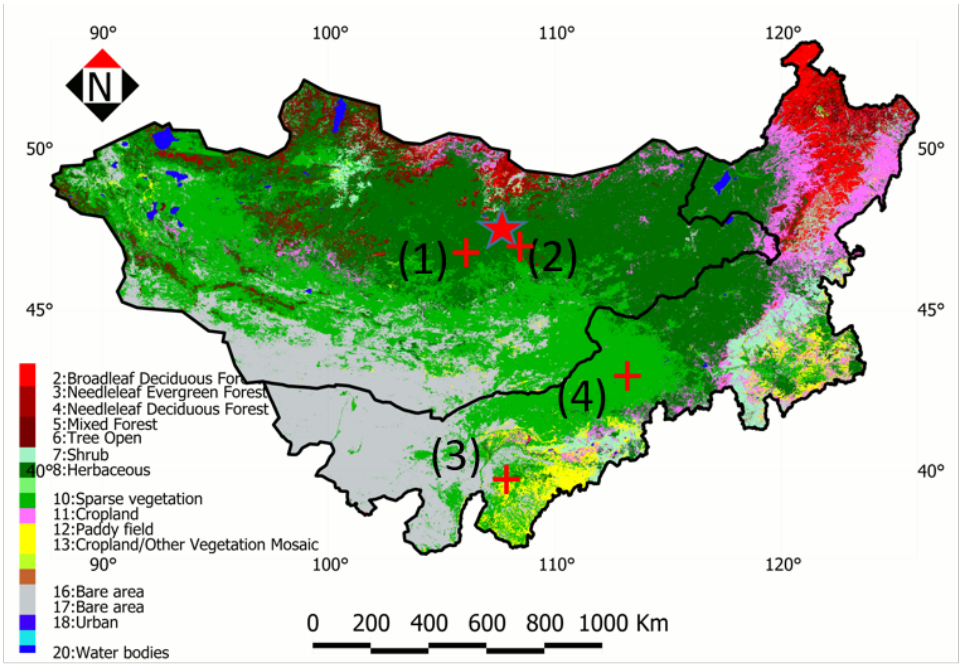
1. 国立研究開発法人　国立環境研究所、2. モンゴル科学院 地理研究所
1. National Institute for Environmental Studies, 2. Institute of Geography-Geoecology, Mongolian Academy of Sciences, Mongolia

モンゴル高原における草原生態系は、長く牧畜産業を営んできた。しかし、国境を挟んで、土地利用の制度が異なり、中国の内モンゴル自治区とモンゴル国の草原生態系における牧畜の管理法が大きく異なってきた。内モンゴル自治区においては、1978年以降市場経済が進行し、「草原法」における草地請負制度の導入により、定住化が進んできた。一方で、モンゴル国も1990年以来の市場経済の導入に伴い、家畜頭数が大きく増加し、従来の遊牧制度が変化しつつある。このような異なる牧草地の利用法が草原生態系の持続利用にどのような影響があるかを定量的に評価する必要がある。

本研究では、まず定住化が進んだ中国内モンゴル自治区と従来の遊牧制度下であるモンゴル国での家畜の採食活動の相違を示すために、アクティブセンサー、温度センサー、GPS記録を同時に記録できる最新のGPS装置をそれぞれ2サイトずつ約一年間の20分単位での高時間分解能の観測データを取得した。また、衛星データに基づく草原の植生変動や土地利用変化を解析し、遊牧と定住化による草原植生への影響評価を行った。その結果、まず遊牧であるモンゴル国での家畜所有頭数1100頭の農家のヒツジとヤギの採食範囲が年間約30km^{2}超えたことに対して、内モンゴル自治区のオルドス市とシリンゴル盟の300頭ずつ所有する定住農家の家畜の採食範囲より約30倍も大きく、それによる草地への採食頻度が大きく異なることが分かった（図-1）。また、定住地では井戸周辺の年間アクセス頻度が大きく。それに対して、遊牧地では夏は河川沿いに宿営し、冬は山地沿いに宿営し、秋と春営地は短く宿営していることが示された。さらに、長期の衛星植生指数データの解析から草原植生の長期トレンドの変化が見られ、遊牧と定住化による草原植生への異なる影響が示唆された。

キーワード：GPS、遊牧、定住化
Keywords: GPS, Nomadism, Settlement

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



(1): Hustai site (2): Nalaikh site (3): Ordos Site (4): Xilingol site

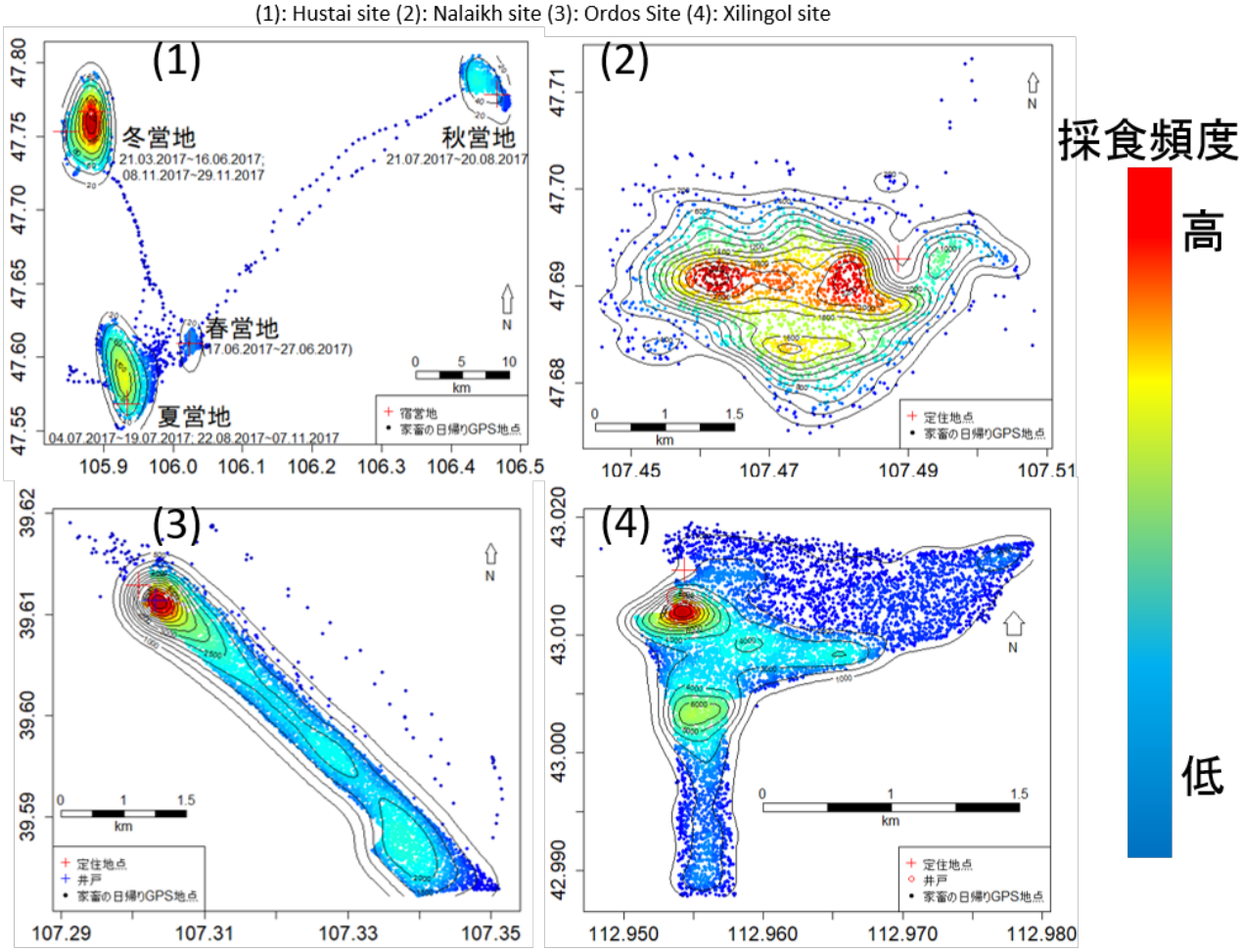


図-1　遊牧と定住化による放牧圧の相違

(1): Hustai site (2): Nalaikh site (3): Ordos Site (4): Xilingol site

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-TT 計測技術・研究手法

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_19

[H-TT24] 環境リモートセンシング

コンビーナ:島崎 彦人(独立行政法人国立高等専門学校機構 木更津工業高等専門学校)、近藤 昭彦(千葉大学環境リモートセンシング研究センター)、長谷川 均(国士舘大学)、石内 鉄平(宮城大学)

地球環境や地域環境に関わる諸問題の理解と解決は人類にとって喫緊の課題となっている。空間を広く俯瞰しその変動までを明らかにすることができるリモートセンシングは、問題解決のための強力なツールである。このセッションでは、日本および世界の諸地域を対象としてリモートセンシングによる環境変動および自然災害の発見、理解そして解決といった地球診断に関わる研究成果を報告頂き議論する。

[HTT24-P01] ALOS/PALSARとLANDSAT8/OLIを用いた土地被覆分類の比較と実用化

*木村 圭司[1] (1.奈良大学文学部地理学科)

[HTT24-P02] 先進光学衛星(ALOS-3)による浅海域底質識別の可能性

*水上 陽誠[1] (1.国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構)

[HTT24-P03] GPS観測データに基づく遊牧と定住化による草原植生への影響評価

*額尔 德尼[1]、王 勤学[1]、岡寺 智大[1]、Ochirbat Batkhishig[2] (1.国立研究開発法人　国立環境研究所、2.モンゴル科学院 地理研究所)

ALOS/PALSARとLANDSAT8/OLIを用いた土地被覆分類の比較と実用化
A comparison and practical use of the landcover classification using ALOS/PALSAR and LANDSAT8/OLI

*木村 圭司[1]
*Keiji Kimura[1]

1. 奈良大学文学部地理学科
1. Department of Geography, Nara University

本研究では、奈良県明日香村におけるALOS/PALSARのLバンドを用いたフルポラリメトリ解析による土地被覆分類図を作成した。そして従来の手法であるLANDSATによる分類の特性や精度などについて、現地調査も踏まえて比較検証を行った。結果、ALOS/PALSAR画像では、森林などの季節変化による影響を受けることはなく、どの季節でもほぼ同じ土地被覆分類図を作成することができた。しかし、電波が届かない山の影となる斜面や鏡面反射をする池などの場所では判別ができなかった。住宅が密集している地域では建築物と認識されるが、まばらな住宅地では建築物と認識されない場所もあった。また、水田では緩やかな地形では判別が十分に可能であった。

キーワード：土地被覆分類、ALOS/PALSAR、フルポラリメトリ
Keywords: land cover classification, ALOS/PALSAR, full polarimetry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

先進光学衛星(ALOS-3)による浅海域底質識別の可能性
A possibility of the identification of bottom sediment in shallow-water area using ALOS-3 image from a point of view for the environmental monitoring and protection in coastal areas

*水上 陽誠[1]
*YOSEI MIZUKAMI[1]

1. 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構
1. Japan Aerospace Exploration Agency

２０１１年に運用を終了したＡＬＯＳの広域・高分解能光学ミッションの後継機として、２０２０年度の打ち上げに向けて先進光学衛星（ＡＬＯＳ－３）の開発が進められている。ＡＬＯＳ－３はＡＬＯＳの直下観測幅７０ｋｍを継承しつつ、ＡＬＯＳ搭載センサであったＰＲＩＳＭ及びＡＶＮＩＲ－２を発展させた広域・高分解能光学センサ（ＷＩＳＨ）を搭載する。その地上空間分解能（直下）は、ＰＲＩＳＭの２．５ｍ、ＡＶＮＩＲ－２の　１０ｍに対し、０．８ｍ（パンクロマチック）、３．２ｍ（マルチバンド）であり、量子化ビット数もＡＬＯＳでは８ビットであったのに対し、１１ビットへ増加する。特にＡＬＯＳ－３のマルチバンド観測波長帯は、ＡＶＮＩＲ－２の可視光３バンド（青、緑、赤）と近赤外バンドの４バンドであったのに対し、これら４バンドに加え、コスタルとレッドエッジの２バンドを加えた計６バンドとなる。ＡＬＯＳ－３ミッションの主な目的は、防災・減災、災害発生後の被害状況把握への貢献、高精度な地理空間情報の整備・更新に貢献であるが、多様な観測機能による沿岸域の環境監視や植生域の環境保全への利用・研究等への活用も期待されている。本研究では沿岸域環境保全の観点から、ＡＬＯＳ－３観測性能相当にシミュレーション化した衛星画像を使い、浅海域における底質の識別分類の可能性にについて報告する。研究の対象域は、沿岸浅海域で比較的水質が安定している石垣島をはじめとした沖縄県八重山諸島のサンゴ礁域とした。特に石垣島においては既往研究や調査により文献があることから、解析結果の比較検証サイトとして適している。使用した衛星画像は、ＡＬＯＳ－３の観測性能に近いＤｉｇｔａｌＧｌｏｂｅ社のＷｏｒｌｄｖｉｅｗとした。

衛星リモートセンシングによる浅海域の底質識別では、水深（潮位）差による影響が問題とされ、その影響を軽減する手法の一つとして水深補正アルゴリズムが提案されている。このアルゴリズムは、同じ底質における２つの波長帯における画素値の対数値は水深に係らず傾きが一定となる基本原理（Ｌｙｚｅｎｇａ、１９７８）に基づき、水深の情報を除去した底質の指標を算出するものである。

ＡＬＯＳ－３センサの特徴であるＣｏＡｓｔＡＩとＲｅｄＥｄｇｅを使った解析結果についても報告する。環境省のＡＶＮＩＲ－２画像とＡＬＯＳ－３シミュレーション画像のそれぞれに対して行った結果は、ＡＬＯＳ－３の地上空間分解能３．２ｍにより、砂地部分とサンゴ、海藻等の生物群集との区別がこれまでのＡＶＮＩＲ－２（１０ｍ）より、より詳細に識別できることを示した。沿岸環境監視ツールとしてＡＬＯＳ－３データの活用が期待される。

キーワード：先進光学衛星、広域・高分解能光学センサ、陸域観測技術衛星、底質指標、サンゴ礁
Keywords: ALOS-3, WISH, ALOS, Bottom Index, Coral Reef

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

GPS観測データに基づく遊牧と定住化による草原植生への影響評価
Evaluation of the impact of nomadism and settlement on grassland based on GPS observation data

*額尔 徳尼[1]、王 勤学[1]、岡寺 智大[1]、Ochirbat Batkhishig[2]
*Deni Eer[1], Qinxue Wang[1], Tomohiro Okadera[1], Batkhishig Ochirbat[2]

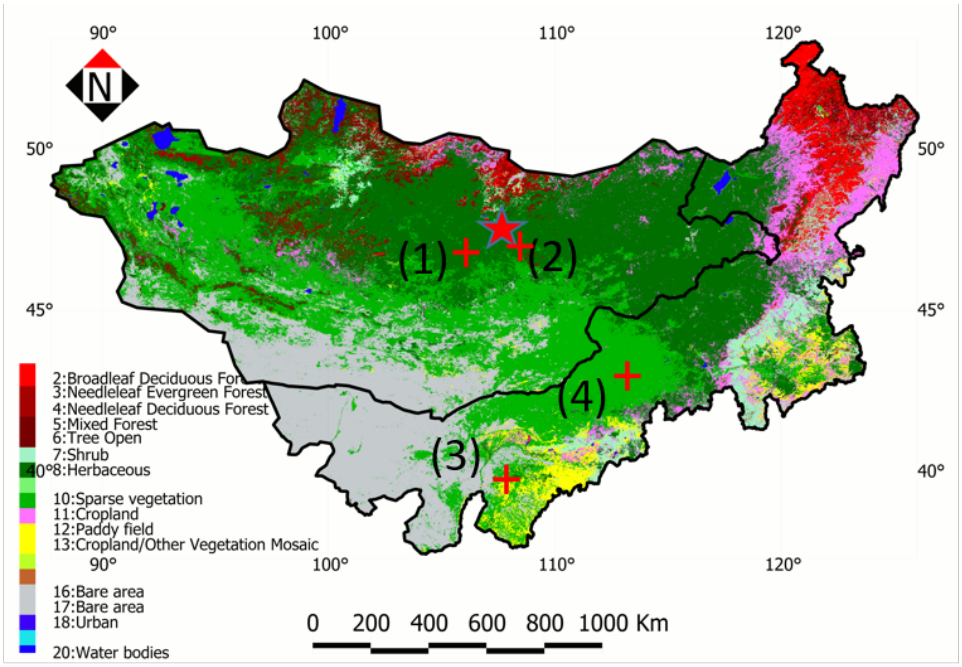
1. 国立研究開発法人　国立環境研究所、2. モンゴル科学院 地理研究所
1. National Institute for Environmental Studies, 2. Institute of Geography-Geoecology, Mongolian Academy of Sciences, Mongolia

モンゴル高原における草原生態系は、長く牧畜産業を営んできた。しかし、国境を挟んで、土地利用の制度が異なり、中国の内モンゴル自治区とモンゴル国の草原生態系における牧畜の管理法が大きく異なってきた。内モンゴル自治区においては、1978年以降市場経済が進行し、「草原法」における草地請負制度の導入により、定住化が進んできた。一方で、モンゴル国も1990年以来の市場経済の導入に伴い、家畜頭数が大きく増加し、従来の遊牧制度が変化しつつある。このような異なる牧草地の利用法が草原生態系の持続利用にどのような影響があるかを定量的に評価する必要がある。

本研究では、まず定住化が進んだ中国内モンゴル自治区と従来の遊牧制度下であるモンゴル国での家畜の採食活動の相違を示すために、アクティブセンサー、温度センサー、GPS記録を同時に記録できる最新のGPS装置をそれぞれ2サイトずつ約一年間の20分単位での高時間分解能の観測データを取得した。また、衛星データに基づく草原の植生変動や土地利用変化を解析し、遊牧と定住化による草原植生への影響評価を行った。その結果、まず遊牧であるモンゴル国での家畜所有頭数1100頭の農家のヒツジとヤギの採食範囲が年間約30km^{2}超えたことに対して、内モンゴル自治区のオルドス市とシリンゴル盟の300頭ずつ所有する定住農家の家畜の採食範囲より約30倍も大きく、それによる草地への採食頻度が大きく異なることが分かった（図-1）。また、定住地では井戸周辺の年間アクセス頻度が大きく。それに対して、遊牧地では夏は河川沿いに宿営し、冬は山地沿いに宿営し、秋と春営地は短く宿営していることが示された。さらに、長期の衛星植生指数データの解析から草原植生の長期トレンドの変化が見られ、遊牧と定住化による草原植生への異なる影響が示唆された。

キーワード：GPS、遊牧、定住化
Keywords: GPS, Nomadism, Settlement

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



(1): Hustai site (2): Nalaikh site (3): Ordos Site (4): Xilingol site

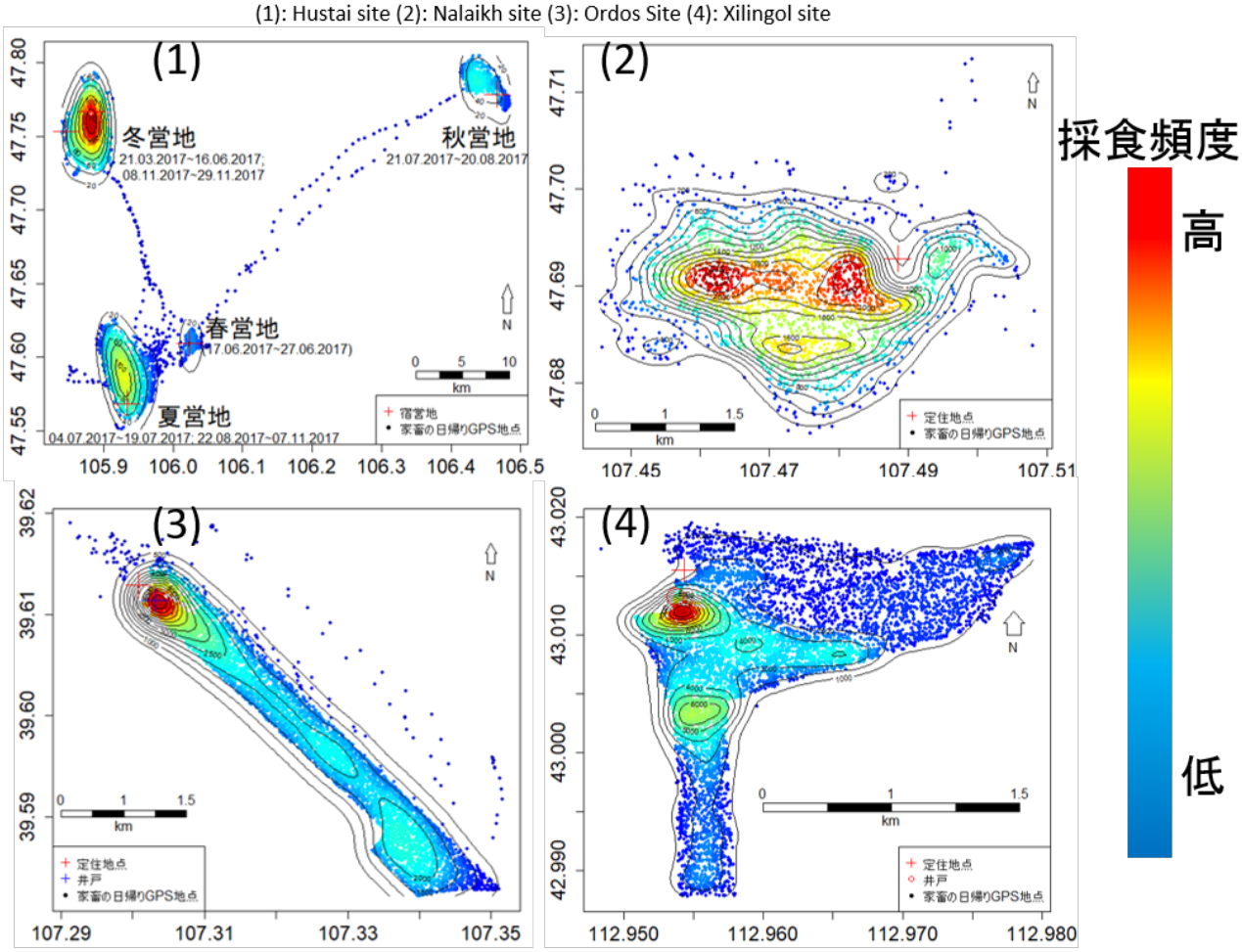


図-1　遊牧と定住化による放牧圧の相違

(1): Hustai site (2): Nalaikh site (3): Ordos Site (4): Xilingol site

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-CG 地球人間圏科学複合領域・一般

2019年5月26日(日) 10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_4

[H-CG29] 海岸低湿地における地形・生物・人為プロセス

コンビーナ:藤本 潔(南山大学)

海岸低湿地は海面上昇や人為インパクトなどの外部環境変化に対し大変脆弱な環境と言える。このセッションでは、様々な気候帯に属する海岸低湿地を対象に、主として完新世における地形・生物・人為プロセスについて議論する。例えば熱帯地域の海岸低湿地は、熱帯低湿地林（マングローブ林、泥炭湿地林、および淡水湿地林）の拡大に伴って形成されてきた。マングローブ林と泥炭湿地林の立地形成維持機構は、主として泥炭生産分解プロセスに支配されている。泥炭生産分解プロセスは温帯や冷帯の低湿地においても重要なプロセスであり、海岸低湿地は重要な炭素蓄積の場ともなっている。沖積平野では河川による堆積侵食作用、海岸平野では波浪や沿岸流による堆積侵食作用もその形成維持プロセスを担っている。しかしながら、海岸低湿地の自然環境は、森林伐採や農地開発、泥炭採掘、マングローブ域でのエビ養殖池の造成などの人間活動によってこれまでに大きく改変されてきた。そこで、このセッションでは海岸低湿地の持続可能な管理システムを構築することを目指し、自然科学のみならず人文・社会科学分野の研究発表も歓迎する。

[HCG29-P01] マングローブ泥炭堆積域における海面上昇の影響実態の把握－*Rhizophora*属の立木密度と地盤高変動の関係－

*藤本 潔[1]、小野 賢二[2]、渡辺 信[3]、谷口 真吾[3]、古川 恵太[4]、平田 泰雅[2]、羽佐田 紘大[5]、Saimon Lihpai[6] (1.南山大学、2.森林総合研究所、3.琉球大学、4.横浜国立大学　大学院教育強化推進センター、5.法政大学、6.ミクロネシア連邦ポンペイ州政府)

[HCG29-P02] マングローブ林における表層侵食・堆積測定の試み

*古川 恵太[1] (1.横浜国立大学　大学院教育強化推進センター)

[HCG29-P03] フィリピンパナイ島ヒルギダマシ属林における細根生産力の評価

*小野 賢二[1]、諏訪 錬平[2]、レネ ローロン[3]、アリエル ブランコ[3]、ギア アルバノ[3]、グリーン クルツ[3]、ヤスミン プリマヴェーラーチロール[4]、ローナルド マリオ[4]、灘岡 和夫[5] (1.国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所、2.国立研究開発法人 国際農林水産業研究センター、3.フィリピン大学、4.アクラン州立大学、5.東京工業大学)

[HCG29-P04] 東日本大震災後発生した湿地の生態系に復興事業が与えた影響 -宮城県塩竈市野々島の事例-

*山口 凜[1] (1.京都大学文学部)

マングローブ泥炭堆積域における海面上昇の影響実態の把握－*Rhizophora*属の立木密度と地盤高変動の関係－

Progressing influences of rapid sea-level rise in the mangrove peat depositional area: Relationship between tree density of *Rhizophora* species and ground level dynamics

*藤本 潔[1]、小野 賢二[2]、渡辺 信[3]、谷口 真吾[3]、古川 恵太[4]、平田 泰雅[2]、羽佐田 紘大[5]、Saimon Lihpai[6]
*Kiyoshi Fujimoto[1], Kenji Ono[2], Shin Watanabe[3], Shingo Taniguchi[3], Keita Furukawa[4], Yasumasa Hirata[2], Kodai Hasada[5], Saimon Lihpai[6]

1. 南山大学、2. 森林総合研究所、3. 琉球大学、4. 横浜国立大学　大学院教育強化推進センター、5. 法政大学、6. ミクロネシア連邦ポンペイ州政府
1. Nanzan University, 2. Forestry and Forest Products Research Institute, 3. University of the Ryukyus, 4. Yokohama National University, 5. Hosei University, 6. Pohnpei State Government, FSM

フィリピンからミクロネシアに至る西太平洋低緯度地域では、近年、年10mmを超す速度で海面が上昇しつつある（IPCC 2013）。島嶼マングローブ立地は一般に流入土砂量が少ないため、まず*Rhizophora*属の群落が成立し、マングローブ泥炭が堆積する。しかし、遷移が進むとその優占度が低下し、泥炭堆積速度は低下すると考えられる。泥炭堆積速度が低下した林分は海面上昇の影響をいち早く被る可能性が高い。ミクロネシア連邦ポンペイ島の*R. stylosa*林や*R. apiculata*林では今のところ海面上昇の影響はみられないものの、他の樹種が優占する林分では表層侵食が確認されている。本発表では、まずポンペイ島の主要群落に設置した侵食/堆積観測杭による1年間の地盤高変動について報告する。次にエスチュアリ型マングローブ林内に設置した1ha固定プロット（PE: 50m×200m）における20年間のモニタリングデータを用い、*Rhizophora*属の立木密度と地盤高変動の関係について分析する。

侵食/堆積観測杭には直径約5mmのステンレス製の棒を用い、*R. stylosa*、*R. apiculata*、*Sonneratia alba*、*Bruguiera gymnnorhiza*各群落内の既存固定プロット（それぞれ、PR, PC, PS, PK）の海側と内陸側（PCのみ中央部にも設置）に、基盤に達するまで、それぞれ5本ずつ設置した。各プロットの1年間の地盤高変化は、PRが0.98±0.86cm、-0.82±1.37、PCが0.88±0.82、0,18±0.79（中央部）、0.40±0.25、PSが-0.28±0.68、-0.04±0.36、PKが-0.18±1.85、-0.14±1.37で、*Rhizophora* 群落で堆積、*Sonneratia*と*Bruguiera*群落で侵食傾向にあることが確認された。なお、PEはエスチュアリ型立地にあり、泥炭層厚が５ｍを超えるため観測杭は設置できなかった。

PEでは*R. apiculata*の分布に粗密がみられるため、その立木密度と地盤高変化の関係を分析した。分析にあたっては、ArcGIS 3D Analystを用いて1994年と2014年の地盤高図を作成し、それぞれ10m×10mのサブプロット毎に平均地盤高を求め、その差を20年間の地盤高変化データとした。立木密度は各サブプロット内の*R. apiculata*の出現本数をカウントして求めた。その結果、海側から0-50mと150-200m区間では両者の間に強い正の相関がみられた（それぞれr=0.454、0.642）。クリークを挟む50-150mの間はほぼ全域が堆積傾向にあり、立木密度との関係はみられなかった。PEの堆積物は基本的にはマングローブ泥炭からなるが、河口部に位置するためやや無機物も混入する。プロット内では*S. alba*の呼吸根分布にも粗密がみられるほか、板根を持つ*Xylocarpus granatum*の分布にも偏りがみられる。土砂流入が期待される立地では、クリークとの位置関係や土砂捕捉力に影響を与える可能性があるこれらの樹種との関係も分析する必要があろう。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：マングローブ群落、マングローブ泥炭、海面上昇、表層侵食、大洋島
Keywords: Mangrove community, Mangrove peat, Sea-level rise, Surface erosion, Oceanic islands

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

マングローブ林における表層侵食・堆積測定の試み
Preliminary measurement of surface erosion and sedimentation in mangrove forests

*古川 恵太[1]
*Keita Furukawa[1]

1. 横浜国立大学　大学院教育強化推進センター
1. Graduate School Education Center, Yokohama National University

海面上昇によるマングローブ林への影響を定量的に評価するために、2018年に西表島、ミクロネシア連邦ポンペイ島において短期的な表層侵食・堆積速度の測定を試みた。海面上昇に対して林内の土砂の堆積速度が十分に早ければ、マングローブ林はその変化に適応できるが（藤本ほか 1989）、堆積速度が遅いか、侵食速度がそれを上回る場合には海面上昇への適応ができなくなる（Furukawa *et.al.* 2002）。

堆積速度については、林床に径7cmのセジメントラップを空間的に設置することで測定した。また、堆積物中の有機物を簡易に推定するために400度で燃焼させ秤量した。浮遊している土砂が水中で十分に混合している場合には、土砂供給源から自然対数関数に近似される堆積状況となる（Furukawa *et.al.* 1997）ことを利用して堆積状況を推測した。侵食速度は、海側の林分境界において濁度・水位を時間的に密（1分毎）に計測することで土砂の出入りを観測し、そこから堆積量を差し引くことで、侵食量を推算した。

特性の異なる観測地における結果から、堆積と同程度の侵食が発生している可能性が示された。なお、更なる検討のためには、1) 浸水・干出前後のシートフロー状の流れによる土砂輸送機構の解明、2) 潮汐の大小による輸送過程の変化、3) クリークなどによる輸送の評価などが必要であることが分かった。

本研究は、マングローブ林における群落レベルでの海面上昇影響の実態把握の一部として実施されたものである。

キーワード：海面上昇、生態系の適応、マングローブ林、土砂輸送
Keywords: Sea Level Rise, Adaptation of ecosystem, Mangrove forests, Sediment transport

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

フィリピンパナイ島ヒルギダマシ属林における細根生産力の評価
Estimation of fine root productivity of mangroves based on ingrowth core method on *Avicennia* forest in Panay Island, Philippines

*小野 賢二[1]、諏訪 錬平[2]、レネ ローロン[3]、アリエル ブランコ[3]、ギア アルバノ[3]、グリーン クルツ[3]、ヤスミン プリマヴェーラーチロール[4]、ローナルド マリオ[4]、灘岡 和夫[5]
*ONO Kenji[1], Rempei SUWA[2], Rene ROLLON[3], Ariel C. BLANCO[3], Giannina MARIE G. ALBANO[3], Green ANN A. CRUZ[3], Yasumin H. PRIMAVERA-TIROL[4], Ronald J. MALIO[4], Kazuo NADAOKA[5]

1. 国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所、2. 国立研究開発法人 国際農林水産業研究センター、3. フィリピン大学、4. アクラン州立大学、5. 東京工業大学
1. Forestry and Forest Products Research Institute, 2. Japan International Research Center for Agricultural Science, 3. University of the Philippines, 4. Aklan State University, 5. Tokyo Institute of Technology

To accurately evaluate the storing and sequestering processes of carbon of mangrove ecosystems in tropical and subtropical regions, it is necessary to determine the fine root productivity in mangrove forests. It is because high productivity of mangrove fine root highly contributes the huge carbon storage of mangrove ecosystem, especially their substratum. In the present study, we aimed to estimate the fine root productivity of *Avicennia* forest in KII eco-park in northern region of Panay Island, Philippines.

Ingrowth core experiment was conducted according to Fujimaki et al. (2004 PLSO) to estimate the annual production rate of fine root. Two transects (125 m in length) were set at each interior and seaside positions in KII eco-park, where have a different tidal frequency. Moreover, three plots were set up at respective transects and each twelve mesh cores, i.e., ingrowth cores were put on the mangrove forest floor in one plot at February, 2018. 4 cores had been already collected from the plots at September, 2018, picked up all fine roots from cores, determined their masses, and estimated their annual production rates.

Annual fine root production of *Avicennia* forest in KII eco-park were estimated to be 6.1 ±2.8 Mg ha^{-1} $year^{-1}$ at interior and 7.1 ±6.3 Mg ha^{-1} $year^{-1}$ at seaside respectively, which were based on the data of a half-year incubation cores.

These results indicate that FRP in mangrove forests was generally equal and/or relatively high compared with values previously recorded for *Avicennia* forests (Poungparn et al. 2012, 2015).

キーワード：細根生産量、ヒルギダマシ属、フィリピンパナイ島
Keywords: fine root productivity, Avicennia, Panay Island

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

東日本大震災後発生した湿地の生態系に復興事業が与えた影響 -宮城県塩竈市野々島の事例-

The impact of reconstruction work for the ecosystem of marshes which appeared after Great East Japan Earthquake. A case of Nonoshima island, Shiogama, Miyagi prefecture.

*山口 凛[1]
*Rin Yamaguchi[1]

1. 京都大学文学部
1. KyotoUniversity Faculty of letters

東北地方太平洋沖地震によって発生した地盤沈下と津波によって、三陸沿岸地域に多数の干潟や塩性湿地が出現した（以下、震災湿地）。環境省が行なった調査により一部の震災湿地ではゲンゴロウ（*Cybister cinensis*)やカワツルモ(*Ruppia rostellata*)など生物多様性保全上重要な動植物の生息が確認された。それに続いて、研究者によって多数の震災湿地で植物多様性の研究が行われ、希少な植物の生育が報告された。

一方で震災湿地を取り巻く現実は厳しい。震災後は地盤が隆起していることに加え、ほとんどの震災湿地が原型復帰および災害時の被害縮小のための復興事業の対象となったからである。被災地では海岸防災林復旧事業として防潮堤の陸側に隣接して幅200m以上、地下水位から2.9mの高さまで盛り土がされ多くの震災湿地が消失した。

復興事業の震災湿地生態系への影響を軽減するために、防潮堤のセットバックや12の保護区が設定された。保護区では植物多様性の継続的研究が行われており、保護区設定が保全上一定の効果を上げたことが報告されているが、保護区に設定されず復興事業を受けた震災湿地の経年変化を追った研究は行われておらず、復興事業の影響がどの程度であったかは詳しく分かっていない。

そこで本研究では、生物多様性保全上重要な生態系が確認されながらも復興事業の対象となった宮城県野々島の震災湿地を対象として、復興事業の影響を明らかにするために植生および動植物相の経年変化を調査した。調査方法としては、当湿地の震災前から現在にいたるまでの衛星写真をもとに植生図を作成しその変遷を追った。また、2017年・2018年に動植物相調査を行い、復興事業前に環境省が行なった調査結果と比較して生態系の変化を検討した。

その結果、多数形成された震災湿地はほとんどが埋め立てられたこと、現在でも解放水域は縮小傾向にあること、現在の植生は工事完了時点から遷移していること、侵略的外来種に指定されているアメリカザリガニ(*Pocambarus clarkii*)とセイタカアワダチソウ(*Solidago canadensis* var. *scabra*)が侵入したことがわかった。

キーワード：湿地、震災、生態系、震災湿地、植生図
Keywords: Marsh, Earthquake, Ecosystem, newly-formed salt marsh, vegetation map

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-CG 地球人間圏科学複合領域・一般

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_20

[H-CG29] 海岸低湿地における地形・生物・人為プロセス

コンビーナ:藤本 潔(南山大学)

海岸低湿地は海面上昇や人為インパクトなどの外部環境変化に対し大変脆弱な環境と言える。このセッションでは、様々な気候帯に属する海岸低湿地を対象に、主として完新世における地形・生物・人為プロセスについて議論する。例えば熱帯地域の海岸低湿地は、熱帯低湿地林（マングローブ林、泥炭湿地林、および淡水湿地林）の拡大に伴って形成されてきた。マングローブ林と泥炭湿地林の立地形成維持機構は、主として泥炭生産分解プロセスに支配されている。泥炭生産分解プロセスは温帯や冷帯の低湿地においても重要なプロセスであり、海岸低湿地は重要な炭素蓄積の場ともなっている。沖積平野では河川による堆積侵食作用、海岸平野では波浪や沿岸流による堆積侵食作用もその形成維持プロセスを担っている。しかしながら、海岸低湿地の自然環境は、森林伐採や農地開発、泥炭採掘、マングローブ域でのエビ養殖池の造成などの人間活動によってこれまでに大きく改変されてきた。そこで、このセッションでは海岸低湿地の持続可能な管理システムを構築することを目指し、自然科学のみならず人文・社会科学分野の研究発表も歓迎する。

[HCG29-P01] マングローブ泥炭堆積域における海面上昇の影響実態の把握－*Rhizophora*属の立木密度と地盤高変動の関係－

*藤本 潔[1]、小野 賢二[2]、渡辺 信[3]、谷口 真吾[3]、古川 恵太[4]、平田 泰雅[2]、羽佐田 紘大[5]、Saimon Lihpai[6] (1.南山大学、2.森林総合研究所、3.琉球大学、4.横浜国立大学　大学院教育強化推進センター、5.法政大学、6.ミクロネシア連邦ポンペイ州政府)

[HCG29-P02] マングローブ林における表層侵食・堆積測定の試み

*古川 恵太[1] (1.横浜国立大学　大学院教育強化推進センター)

[HCG29-P03] フィリピンパナイ島ヒルギダマシ属林における細根生産力の評価

*小野 賢二[1]、諏訪 錬平[2]、レネ ローロン[3]、アリエル ブランコ[3]、ギア アルバノ[3]、グリーン クルツ[3]、ヤスミン プリマヴェーラーチロール[4]、ローナルド マリオ[4]、灘岡 和夫[5] (1.国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所、2.国立研究開発法人 国際農林水産業研究センター、3.フィリピン大学、4.アクラン州立大学、5.東京工業大学)

[HCG29-P04] 東日本大震災後発生した湿地の生態系に復興事業が与えた影響 -宮城県塩竈市野々島の事例-

*山口 凜[1] (1.京都大学文学部)

マングローブ泥炭堆積域における海面上昇の影響実態の把握－*Rhizophora*属の立木密度と地盤高変動の関係－

Progressing influences of rapid sea-level rise in the mangrove peat depositional area: Relationship between tree density of *Rhizophora* species and ground level dynamics

*藤本 潔[1]、小野 賢二[2]、渡辺 信[3]、谷口 真吾[3]、古川 恵太[4]、平田 泰雅[2]、羽佐田 紘大[5]、Saimon Lihpai[6]
*Kiyoshi Fujimoto[1], Kenji Ono[2], Shin Watanabe[3], Shingo Taniguchi[3], Keita Furukawa[4], Yasumasa Hirata[2], Kodai Hasada[5], Saimon Lihpai[6]

1. 南山大学、2. 森林総合研究所、3. 琉球大学、4. 横浜国立大学　大学院教育強化推進センター、5. 法政大学、6. ミクロネシア連邦ポンペイ州政府
1. Nanzan University, 2. Forestry and Forest Products Research Institute, 3. University of the Ryukyus, 4. Yokohama National University, 5. Hosei University, 6. Pohnpei State Government, FSM

フィリピンからミクロネシアに至る西太平洋低緯度地域では、近年、年10mmを超す速度で海面が上昇しつつある（IPCC 2013）。島嶼マングローブ立地は一般に流入土砂量が少ないため、まず*Rhizophora*属の群落が成立し、マングローブ泥炭が堆積する。しかし、遷移が進むとその優占度が低下し、泥炭堆積速度は低下すると考えられる。泥炭堆積速度が低下した林分は海面上昇の影響をいち早く被る可能性が高い。ミクロネシア連邦ポンペイ島の*R. stylosa*林や*R. apiculata*林では今のところ海面上昇の影響はみられないものの、他の樹種が優占する林分では表層侵食が確認されている。本発表では、まずポンペイ島の主要群落に設置した侵食/堆積観測杭による1年間の地盤高変動について報告する。次にエスチュアリ型マングローブ林内に設置した1ha固定プロット（PE: 50m×200m）における20年間のモニタリングデータを用い、*Rhizophora*属の立木密度と地盤高変動の関係について分析する。

侵食/堆積観測杭には直径約5mmのステンレス製の棒を用い、*R. stylosa*、*R. apiculata*、*Sonneratia alba*、*Bruguiera gymnnorhiza*各群落内の既存固定プロット（それぞれ、PR, PC, PS, PK）の海側と内陸側（PCのみ中央部にも設置）に、基盤に達するまで、それぞれ5本ずつ設置した。各プロットの1年間の地盤高変化は、PRが0.98±0.86cm、-0.82±1.37、PCが0.88±0.82、0,18±0.79（中央部）、0.40±0.25、PSが-0.28±0.68、-0.04±0.36、PKが-0.18±1.85、-0.14±1.37で、*Rhizophora* 群落で堆積、*Sonneratia*と*Bruguiera*群落で侵食傾向にあることが確認された。なお、PEはエスチュアリ型立地にあり、泥炭層厚が５ｍを超えるため観測杭は設置できなかった。

PEでは*R. apiculata*の分布に粗密がみられるため、その立木密度と地盤高変化の関係を分析した。分析にあたっては、ArcGIS 3D Analystを用いて1994年と2014年の地盤高図を作成し、それぞれ10m×10mのサブプロット毎に平均地盤高を求め、その差を20年間の地盤高変化データとした。立木密度は各サブプロット内の*R. apiculata*の出現本数をカウントして求めた。その結果、海側から0-50mと150-200m区間では両者の間に強い正の相関がみられた（それぞれr=0.454、0.642）。クリークを挟む50-150mの間はほぼ全域が堆積傾向にあり、立木密度との関係はみられなかった。PEの堆積物は基本的にはマングローブ泥炭からなるが、河口部に位置するためやや無機物も混入する。プロット内では*S. alba*の呼吸根分布にも粗密がみられるほか、板根を持つ*Xylocarpus granatum*の分布にも偏りがみられる。土砂流入が期待される立地では、クリークとの位置関係や土砂捕捉力に影響を与える可能性があるこれらの樹種との関係も分析する必要があろう。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：マングローブ群落、マングローブ泥炭、海面上昇、表層侵食、大洋島
Keywords: Mangrove community, Mangrove peat, Sea-level rise, Surface erosion, Oceanic islands

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

マングローブ林における表層侵食・堆積測定の試み
Preliminary measurement of surface erosion and sedimentation in mangrove forests

*古川 恵太[1]
*Keita Furukawa[1]

1. 横浜国立大学　大学院教育強化推進センター
1. Graduate School Education Center, Yokohama National University

海面上昇によるマングローブ林への影響を定量的に評価するために、2018年に西表島、ミクロネシア連邦ポンペイ島において短期的な表層侵食・堆積速度の測定を試みた。海面上昇に対して林内の土砂の堆積速度が十分に早ければ、マングローブ林はその変化に適応できるが（藤本ほか 1989）、堆積速度が遅いか、侵食速度がそれを上回る場合には海面上昇への適応ができなくなる（Furukawa *et.al.* 2002）。

堆積速度については、林床に径7cmのセジメントラップを空間的に設置することで測定した。また、堆積物中の有機物を簡易に推定するために400度で燃焼させ秤量した。浮遊している土砂が水中で十分に混合している場合には、土砂供給源から自然対数関数に近似される堆積状況となる（Furukawa *et.al.* 1997）ことを利用して堆積状況を推測した。侵食速度は、海側の林分境界において濁度・水位を時間的に密（1分毎）に計測することで土砂の出入りを観測し、そこから堆積量を差し引くことで、侵食量を推算した。

特性の異なる観測地における結果から、堆積と同程度の侵食が発生している可能性が示された。なお、更なる検討のためには、1) 浸水・干出前後のシートフロー状の流れによる土砂輸送機構の解明、2) 潮汐の大小による輸送過程の変化、3) クリークなどによる輸送の評価などが必要であることが分かった。

本研究は、マングローブ林における群落レベルでの海面上昇影響の実態把握の一部として実施されたものである。

キーワード：海面上昇、生態系の適応、マングローブ林、土砂輸送
Keywords: Sea Level Rise, Adaptation of ecosystem, Mangrove forests, Sediment transport

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

フィリピンパナイ島ヒルギダマシ属林における細根生産力の評価
Estimation of fine root productivity of mangroves based on ingrowth core method on *Avicennia* forest in Panay Island, Philippines

*小野 賢二[1]、諏訪 錬平[2]、レネ ローロン[3]、アリエル ブランコ[3]、ギア アルバノ[3]、グリーン クルツ[3]、ヤスミン プリマヴェーラーチロール[4]、ローナルド マリオ[4]、灘岡 和夫[5]
*ONO Kenji[1], Rempei SUWA[2], Rene ROLLON[3], Ariel C. BLANCO[3], Giannina MARIE G. ALBANO[3], Green ANN A. CRUZ[3], Yasumin H. PRIMAVERA-TIROL[4], Ronald J. MALIO[4], Kazuo NADAOKA[5]

1. 国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所、2. 国立研究開発法人 国際農林水産業研究センター、3. フィリピン大学、4. アクラン州立大学、5. 東京工業大学
1. Forestry and Forest Products Research Institute, 2. Japan International Research Center for Agricultural Science, 3. University of the Philippines, 4. Aklan State University, 5. Tokyo Institute of Technology

To accurately evaluate the storing and sequestering processes of carbon of mangrove ecosystems in tropical and subtropical regions, it is necessary to determine the fine root productivity in mangrove forests. It is because high productivity of mangrove fine root highly contributes the huge carbon storage of mangrove ecosystem, especially their substratum. In the present study, we aimed to estimate the fine root productivity of *Avicennia* forest in KII eco-park in northern region of Panay Island, Philippines.

Ingrowth core experiment was conducted according to Fujimaki et al. (2004 PLSO) to estimate the annual production rate of fine root. Two transects (125 m in length) were set at each interior and seaside positions in KII eco-park, where have a different tidal frequency. Moreover, three plots were set up at respective transects and each twelve mesh cores, i.e., ingrowth cores were put on the mangrove forest floor in one plot at February, 2018. 4 cores had been already collected from the plots at September, 2018, picked up all fine roots from cores, determined their masses, and estimated their annual production rates.

Annual fine root production of *Avicennia* forest in KII eco-park were estimated to be 6.1 ±2.8 Mg ha^{-1} $year^{-1}$ at interior and 7.1 ±6.3 Mg ha^{-1} $year^{-1}$ at seaside respectively, which were based on the data of a half-year incubation cores.

These results indicate that FRP in mangrove forests was generally equal and/or relatively high compared with values previously recorded for *Avicennia* forests (Poungparn et al. 2012, 2015).

キーワード：細根生産量、ヒルギダマシ属、フィリピンパナイ島
Keywords: fine root productivity, Avicennia, Panay Island

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

東日本大震災後発生した湿地の生態系に復興事業が与えた影響 -宮城県塩竈市野々島の事例-

The impact of reconstruction work for the ecosystem of marshes which appeared after Great East Japan Earthquake. A case of Nonoshima island, Shiogama, Miyagi prefecture.

*山口 凛[1]
*Rin Yamaguchi[1]

1. 京都大学文学部
1. KyotoUniversity Faculty of letters

東北地方太平洋沖地震によって発生した地盤沈下と津波によって、三陸沿岸地域に多数の干潟や塩性湿地が出現した（以下、震災湿地）。環境省が行なった調査により一部の震災湿地ではゲンゴロウ（*Cybister cinensis*)やカワツルモ(*Ruppia rostellata*)など生物多様性保全上重要な動植物の生息が確認された。それに続いて、研究者によって多数の震災湿地で植物多様性の研究が行われ、希少な植物の生育が報告された。

一方で震災湿地を取り巻く現実は厳しい。震災後は地盤が隆起していることに加え、ほとんどの震災湿地が原型復帰および災害時の被害縮小のための復興事業の対象となったからである。被災地では海岸防災林復旧事業として防潮堤の陸側に隣接して幅200m以上、地下水位から2.9mの高さまで盛り土がされ多くの震災湿地が消失した。

復興事業の震災湿地生態系への影響を軽減するために、防潮堤のセットバックや12の保護区が設定された。保護区では植物多様性の継続的研究が行われており、保護区設定が保全上一定の効果を上げたことが報告されているが、保護区に設定されず復興事業を受けた震災湿地の経年変化を追った研究は行われておらず、復興事業の影響がどの程度であったかは詳しく分かっていない。

そこで本研究では、生物多様性保全上重要な生態系が確認されながらも復興事業の対象となった宮城県野々島の震災湿地を対象として、復興事業の影響を明らかにするために植生および動植物相の経年変化を調査した。調査方法としては、当湿地の震災前から現在にいたるまでの衛星写真をもとに植生図を作成しその変遷を追った。また、2017年・2018年に動植物相調査を行い、復興事業前に環境省が行なった調査結果と比較して生態系の変化を検討した。

その結果、多数形成された震災湿地はほとんどが埋め立てられたこと、現在でも解放水域は縮小傾向にあること、現在の植生は工事完了時点から遷移していること、侵略的外来種に指定されているアメリカザリガニ(*Pocambarus clarkii*)とセイタカアワダチソウ(*Solidago canadensis* var. *scabra*)が侵入したことがわかった。

キーワード：湿地、震災、生態系、震災湿地、植生図
Keywords: Marsh, Earthquake, Ecosystem, newly-formed salt marsh, vegetation map

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-CG 地球人間圏科学複合領域・一般

2019年5月26日(日) 13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_5

[H-CG30] 内陸地震と原子力発電所の安全性

コンビーナ:末次 大輔(海洋研究開発機構　地球深部ダイナミクス研究分野)、金嶋 聰(九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)、鷺谷 威(名古屋大学減災連携研究センター)、寿楽 浩太(東京電機大学工学部人間科学系列)

2013年JPGU大会以来、日本における原子力発電所（原発）の在り方について，地震科学的見地からのオープンな議論を行う場をつくり、年ごとに視点を変えながら議論を続けてきた。これまでのセッションでは、日本で頻発する地震・津波・火山噴火などに対する原発の安全性とリスクについて様々な議論がなされた。今回は日本の内陸地震を焦点にあてる。過去10年ほどの間だけでも、2007年新潟県中越沖地震（M6.8）、2008年岩手・宮城内陸地震（M6.9）、2016年熊本地震などが発生し、2018年にも北海道胆振地方東部地震（M6.7）が発生したことは記憶に新しい。この様に活発な近年の内陸地震活動を踏まえて、我が国の原発の安全性について様々な観点から議論し現行の安全対策について点検をすることは、意義深いと考えられる。
本大会では、前回に引き続き理学と工学の対話を促しつつ、この問題に関する議論を深めるため、内陸地震による強震動の評価や原発の耐震性に関する講演によるセッションを企画する。また地震科学と原発との関連についてのより一般的な講演も併せて募集する．

[HCG30-P01] Lessons from recent inland earthquakes in the Japan Islands

*鷺谷 威[1] (1.名古屋大学減災連携研究センター)

[HCG30-P02] A review of inland earthquakes unlinked to active faults

*末次 大輔[1] (1.海洋研究開発機構　地球深部ダイナミクス研究分野)

[HCG30-P03] Summary of 2018 JPGU session about the high-level radioactive waste disposal program

*金嶋 聰[1] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

[HCG30-P04] Calculation Automates the Decision?: Socio-Technical Perspectives of Simulation Technology for Nuclear Risk Evaluation

*寿楽 浩太[1] (1.東京電機大学工学部人間科学系列)

Lessons from recent inland earthquakes in the Japan Islands

*鷺谷 威[1]
*Takeshi Sagiya[1]

1. 名古屋大学減災連携研究センター
1. Disaster Mitigation Research Center, Nagoya University

Large earthquakes occurring inland are highly disastrous compared with their magnitude. In Japan, the 1995 Kobe Earthquake demonstrated how much tremendous damage such earthquakes could cause. Following this disaster, the Japanese government established the Headquarters for Earthquake Research Promotion (HERP) to promote investigation of earthquake research, including extensive investigation of active faults, for the purpose of better understand potential seismic hazard throughout the country. The achievements of HERP is summarized as the “Seismic hazard maps for Japan”, first published in 2005 and has been updated almost every year. In spite of such an effort, however, recent large earthquakes indicate that our knowledge about seismic hazard is still limited and thus our preparation is never complete. On 6 September 2018, a M_w6.6 earthquake occurred in the Iburi district of Hokkaido, named as the 2018 Eastern Iburi earthquake. The focal depth of this earthquake was 37 km. The largest intensity was JMA intensity VII and the observed largest acceleration was 1505 gal. 41 people were killed mainly due to landslides and liquefaction occurred over a wide area including a part of Tomakomai and Sapporo. Considering the earthquake magnitude and its focal depth, there was no surface rupture and active fault investigation is of no use to identify the potential of this earthquake. It is important to point out that even an earthquake of this size with the focal depth of 37 km can still cause such strong shaking. Evaluation of seismic potential and its possible disastrous consequences should be considered in the light of new seismic observations.

キーワード：地震ハザード、日本列島、内陸地震
Keywords: seismic hazard, Japan islands, inland earthquakes

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A review of inland earthquakes unlinked to active faults

*末次 大輔[1]
*Daisuke Suetsugu[1]

1. 海洋研究開発機構　地球深部ダイナミクス研究分野
1. Department of Deep Earth Structure and Dynamics Research, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

For a last decade, strong inland earthquakes occurred, such 2007 Off Niigata-Chuetsu earthquake (M6.8), 2008 Iwate-Miyagi earthquake (M6.9), 2016 Kumamoto earthquake, which did damage to regions near the earthquakes. Recently, 2018 Hokkaido east Iburi earthquake (M6.7) gave devastating effects to the epicentral area. Considering the high activity of inland earthquakes, it is important to reconsider the safety measures of nuclear power plants against strong inland earthquakes. In the presentation, we will review character and nature of the inland earthquakes that were not directly linked to active faults.

キーワード：原子力発電所、内陸地震、活断層
Keywords: Nuclear power plant, Inland earthquake, Active fault

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Summary of 2018 JPGU session about the high-level radioactive waste disposal program

*金嶋 聰[1]
*Satoshi Kaneshima[1]

1. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University

In this poster I revisit and summarize the discussions in the session about Japanese program for high-level radioactive waste disposal, which was held at the 2018 JPGU meeting. Geophysical and geological issues discussed in association with high level radioactive waste management underground were diverse: estimates of strong seismic ground motions intimately linked with capability of forecasting future inland large earthquakes, lack of accurate methods to detect active faults invisible at Earth’ s surface, need for accurate evaluations of underground geometry and future activity of the faults already recognized, predicting pass ways of ground water, maintaining redox state of underground disposal sites, and so on. The presentations given by the experts of each issue and the following discussions elucidated serious difficulty in making reliable scientific predictions that ensure long-term safety of disposal sites. A consensus appears to be shared on the urgent need for starting some disposal program as soon as possible, however, based on the recognition of the situation our country faces that plenty of nuclear wastes already produced await being disposed somehow and several power plants shut down after the 2011 Tohoku earthquake were recently brought into operation again. This is a conundrum that Japanese society needs to confront and on which public discussions are required in the places where people of many different fields and back grounds are involved. Earth science community at least needs to enhance conversations with engineering people.

キーワード：高レベル放射性廃棄物処理問題、公共空間における議論
Keywords: high-level radioactive waste disposal, public discussions

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Calculation Automates the Decision?: Socio-Technical Perspectives of Simulation Technology for Nuclear Risk Evaluation

*寿楽 浩太[1]
*Kohta Juraku[1]

1. 東京電機大学工学部人間科学系列
1. Department of Humanities, Social and Health Sciences, School of Engineering, Tokyo Denki University

It is a widespread notion that quantitative calculation of technological risk should help our better decisions concerning risk management and emergency response for nuclear utilization. However, sometimes it is believed more than to “help” the decision, but to “automate” it. After the Fukushima nuclear accident in 2011, it has been criticized that the Japanese nuclear community were overdependent on such a belief, while neglected to establish the capacity and institutional framework to utilize it in appropriate manner.

Our qualitative study revealed that this kind of belief is still alive, although a lot of efforts to overcome it. We have witnessed highly polarized and stereotyped disputes: for example, System for Prediction of Environmental Emergency Dose Information (SPEEDI) are deemed either totally useful, or utterly useless. The imaginaries held by relevant stakeholders on methods of risk quantification and its consequences are contested, but at the same time partly unanimous.

To analyze the mechanism which persistently reproduces the “Calculation Automates the Decision” belief, the author conducted a study on the policy process centering on those simulation techniques. He recently co-authored a book chapter on the SPEEDI case, in which they discussed the dysfunction of this belief, such as the obstruction of practical, effective implementation of such technologies. Socio-political interactions among relevant actors, technical concepts, legal frameworks and social atmosphere will be critically analyzed, to identify the key factors which encouraged the very particular evolution process of institutional psychological overdependence on the belief. The author believe that he could contribute to the discussion centering on the risk caused by possible strong ground motion by major inland earthquake.

キーワード：シミュレーション技術、不確実性、リスク評価、SPEEDI
Keywords: Simulation Technology, Uncertainty, Risk Evaluation, SPEEDI

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-CG 地球人間圏科学複合領域・一般

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_21

[H-CG30] 内陸地震と原子力発電所の安全性

コンビーナ:末次 大輔(海洋研究開発機構　地球深部ダイナミクス研究分野)、金嶋 聰(九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)、鷺谷 威(名古屋大学減災連携研究センター)、寿楽 浩太(東京電機大学工学部人間科学系列)

2013年JPGU大会以来、日本における原子力発電所（原発）の在り方について，地震科学的見地からのオープンな議論を行う場をつくり、年ごとに視点を変えながら議論を続けてきた。これまでのセッションでは、日本で頻発する地震・津波・火山噴火などに対する原発の安全性とリスクについて様々な議論がなされた。今回は日本の内陸地震を焦点にあてる。過去10年ほどの間だけでも、2007年新潟県中越沖地震（M6.8）、2008年岩手・宮城内陸地震（M6.9）、2016年熊本地震などが発生し、2018年にも北海道胆振地方東部地震（M6.7）が発生したことは記憶に新しい。この様に活発な近年の内陸地震活動を踏まえて、我が国の原発の安全性について様々な観点から議論し現行の安全対策について点検をすることは、意義深いと考えられる。
本大会では、前回に引き続き理学と工学の対話を促しつつ、この問題に関する議論を深めるため、内陸地震による強震動の評価や原発の耐震性に関する講演によるセッションを企画する。また地震科学と原発との関連についてのより一般的な講演も併せて募集する．

[HCG30-P01] Lessons from recent inland earthquakes in the Japan Islands

*鷺谷 威[1] (1.名古屋大学減災連携研究センター)

[HCG30-P02] A review of inland earthquakes unlinked to active faults

*末次 大輔[1] (1.海洋研究開発機構　地球深部ダイナミクス研究分野)

[HCG30-P03] Summary of 2018 JPGU session about the high-level radioactive waste disposal program

*金嶋 聰[1] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

[HCG30-P04] Calculation Automates the Decision?: Socio-Technical Perspectives of Simulation Technology for Nuclear Risk Evaluation

*寿楽 浩太[1] (1.東京電機大学工学部人間科学系列)

Lessons from recent inland earthquakes in the Japan Islands

*鷺谷 威[1]
*Takeshi Sagiya[1]

1. 名古屋大学減災連携研究センター
1. Disaster Mitigation Research Center, Nagoya University

Large earthquakes occurring inland are highly disastrous compared with their magnitude. In Japan, the 1995 Kobe Earthquake demonstrated how much tremendous damage such earthquakes could cause. Following this disaster, the Japanese government established the Headquarters for Earthquake Research Promotion (HERP) to promote investigation of earthquake research, including extensive investigation of active faults, for the purpose of better understand potential seismic hazard throughout the country. The achievements of HERP is summarized as the “Seismic hazard maps for Japan”, first published in 2005 and has been updated almost every year. In spite of such an effort, however, recent large earthquakes indicate that our knowledge about seismic hazard is still limited and thus our preparation is never complete. On 6 September 2018, a M_w6.6 earthquake occurred in the Iburi district of Hokkaido, named as the 2018 Eastern Iburi earthquake. The focal depth of this earthquake was 37 km. The largest intensity was JMA intensity VII and the observed largest acceleration was 1505 gal. 41 people were killed mainly due to landslides and liquefaction occurred over a wide area including a part of Tomakomai and Sapporo. Considering the earthquake magnitude and its focal depth, there was no surface rupture and active fault investigation is of no use to identify the potential of this earthquake. It is important to point out that even an earthquake of this size with the focal depth of 37 km can still cause such strong shaking. Evaluation of seismic potential and its possible disastrous consequences should be considered in the light of new seismic observations.

キーワード：地震ハザード、日本列島、内陸地震
Keywords: seismic hazard, Japan islands, inland earthquakes

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A review of inland earthquakes unlinked to active faults

*末次 大輔[1]
*Daisuke Suetsugu[1]

1. 海洋研究開発機構　地球深部ダイナミクス研究分野
1. Department of Deep Earth Structure and Dynamics Research, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

For a last decade, strong inland earthquakes occurred, such 2007 Off Niigata-Chuetsu earthquake (M6.8), 2008 Iwate-Miyagi earthquake (M6.9), 2016 Kumamoto earthquake, which did damage to regions near the earthquakes. Recently, 2018 Hokkaido east Iburi earthquake (M6.7) gave devastating effects to the epicentral area. Considering the high activity of inland earthquakes, it is important to reconsider the safety measures of nuclear power plants against strong inland earthquakes. In the presentation, we will review character and nature of the inland earthquakes that were not directly linked to active faults.

キーワード：原子力発電所、内陸地震、活断層
Keywords: Nuclear power plant, Inland earthquake, Active fault

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Summary of 2018 JPGU session about the high-level radioactive waste disposal program

*金嶋 聰[1]
*Satoshi Kaneshima[1]

1. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University

In this poster I revisit and summarize the discussions in the session about Japanese program for high-level radioactive waste disposal, which was held at the 2018 JPGU meeting. Geophysical and geological issues discussed in association with high level radioactive waste management underground were diverse: estimates of strong seismic ground motions intimately linked with capability of forecasting future inland large earthquakes, lack of accurate methods to detect active faults invisible at Earth’ s surface, need for accurate evaluations of underground geometry and future activity of the faults already recognized, predicting pass ways of ground water, maintaining redox state of underground disposal sites, and so on. The presentations given by the experts of each issue and the following discussions elucidated serious difficulty in making reliable scientific predictions that ensure long-term safety of disposal sites. A consensus appears to be shared on the urgent need for starting some disposal program as soon as possible, however, based on the recognition of the situation our country faces that plenty of nuclear wastes already produced await being disposed somehow and several power plants shut down after the 2011 Tohoku earthquake were recently brought into operation again. This is a conundrum that Japanese society needs to confront and on which public discussions are required in the places where people of many different fields and back grounds are involved. Earth science community at least needs to enhance conversations with engineering people.

キーワード：高レベル放射性廃棄物処理問題、公共空間における議論
Keywords: high-level radioactive waste disposal, public discussions

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Calculation Automates the Decision?: Socio-Technical Perspectives of Simulation Technology for Nuclear Risk Evaluation

*寿楽 浩太[1]
*Kohta Juraku[1]

1. 東京電機大学工学部人間科学系列
1. Department of Humanities, Social and Health Sciences, School of Engineering, Tokyo Denki University

It is a widespread notion that quantitative calculation of technological risk should help our better decisions concerning risk management and emergency response for nuclear utilization. However, sometimes it is believed more than to “help” the decision, but to “automate” it. After the Fukushima nuclear accident in 2011, it has been criticized that the Japanese nuclear community were overdependent on such a belief, while neglected to establish the capacity and institutional framework to utilize it in appropriate manner.

Our qualitative study revealed that this kind of belief is still alive, although a lot of efforts to overcome it. We have witnessed highly polarized and stereotyped disputes: for example, System for Prediction of Environmental Emergency Dose Information (SPEEDI) are deemed either totally useful, or utterly useless. The imaginaries held by relevant stakeholders on methods of risk quantification and its consequences are contested, but at the same time partly unanimous.

To analyze the mechanism which persistently reproduces the “Calculation Automates the Decision” belief, the author conducted a study on the policy process centering on those simulation techniques. He recently co-authored a book chapter on the SPEEDI case, in which they discussed the dysfunction of this belief, such as the obstruction of practical, effective implementation of such technologies. Socio-political interactions among relevant actors, technical concepts, legal frameworks and social atmosphere will be critically analyzed, to identify the key factors which encouraged the very particular evolution process of institutional psychological overdependence on the belief. The author believe that he could contribute to the discussion centering on the risk caused by possible strong ground motion by major inland earthquake.

キーワード：シミュレーション技術、不確実性、リスク評価、SPEEDI
Keywords: Simulation Technology, Uncertainty, Risk Evaluation, SPEEDI

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-CG 地球人間圏科学複合領域・一般

2019年5月26日(日) 10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_5

[H-CG32] 堆積・侵食・地形発達プロセスから読み取る地球表層環境変動

コンビーナ:清家 弘治(産業技術総合研究所・地質調査総合センター)、山口 直文(茨城大学　広域水圏環境科学教育研究センター)、成瀬 元(京都大学大学院理学研究科)、高柳 栄子(東北大学大学院理学研究科地学専攻)

地層の形成や地形発達のプロセスに注目し，地球表層環境のダイナミクスや変遷を議論するため，分野の垣根を越えた研究発表を募る．手法やあつかう時間スケールを問わず，野外観測・実験，理論に基づいた地形・堆積物・堆積岩組成・流体（河川・波浪・土石流・乱泥流・火砕流など）の研究を対象とする．防災や資源探査の観点からの議論も歓迎する．

[HCG32-P01] 新潟県上越地域における海浜礫の形状変化から考える礫の磨耗過程

*松風 潤[1]、白井 正明[1]、宇津川 喬子[2] (1.首都大学東京、2.立正大学)

[HCG32-P02] 千葉県小糸川上流の蛇行州の増水による変化

*岡崎 浩子[1] (1.千葉県立中央博物館生態学・環境研究科)

[HCG32-P03] 沖永良部島，徳之島，奄美大島周辺の底質分布と堆積環境

*天野 敦子[1] (1.産業技術総合研究所)

[HCG32-P04] Effect of organic matter input on bioturbation in submarine channel-levee deposits: an example of the Izaki Olistolith in the Oligocene Nichinan Group

*菊地 一輝[1]、成瀬 元[1] (1.京都大学大学院 理学研究科 地球惑星科学専攻)

[HCG32-P05] Effect of Freeze-Thaw Cycles on Bank Erosion Rate of Bedrock

*Jagriti Mishra[1]、Takuya Inoue[1] (1.Civil Engineering Research Institute for Cold Region, Sapporo - Hokkaido, Japan)

[HCG32-P06] Implications for paleoenvironment and tectonic setting of Khujirt area, Northern Mongolia

*Bat-Orshikh Erdenetsogt[1]、Ariunbold Erdene[2] (1.National University of Mongolia、2.ErdGeo LLC)

[HCG32-P07] Petrographic characteristics of Middle Permian sandstones in Southern Mongolia and their geological implications

*Enkhbayar Bolormaa[1]、Dashpuntsag Nansalmaa[1]、Bat-Orshikh Erdenetsogt[1]、Baigalmaa Norov[1]、Bat Bold[1]、Luvsanchultem Jargal[1]、Avirmed Tulga[1] (1.National Unniversity of Mongolia)

新潟県上越地域における海浜礫の形状変化から考える礫の磨耗過程
Abration process of gravel considered from shape change of beach gravel in Joetsu region, Niigata Prefecture,central Japan

*松風 潤[1]、白井 正明[1]、宇津川 喬子[2]
*Jun Matsukaze[1], Masaaki Shirai[1], Takako UTSUGAWA[2]

1. 首都大学東京、2. 立正大学
1. Tokyo Metropolitan University, 2. Rissho University

新潟県上越地域の河口周辺の海岸に分布する礫浜海岸では，多種多様な礫種を確認することができ，海浜礫の粒度分布や礫種組成についての研究がなされてきた．しかし河川から運搬されてきた礫がどのように海浜に堆積し，磨耗されていくかに関する研究はほとんど行われておらず，全国的にみてもこれに関する研究は多くない．海浜礫が河口から海岸を運搬されるに伴ってどのように破砕作用や磨耗作用を受けているかを研究することは，河川からの砕屑物の供給が海浜に及ぼす影響の評価につながると期待される．

新潟県上越地域は北部フォッサマグナ地域の最北部に位置し，フォッサマグナ西縁に伸びる糸魚川ー静岡構造線を境に，東側の地域と西側の地域とは地形的，地質的に大きく異なっている（たとえば，長森ほか 2010）．東部では能生川，早川などの5つの河川が流れており，糸魚川ー静岡構造線に沿うように姫川が流れている．

これらの礫浜で地域の養浜や護岸の状況を考慮して，姫川河口周辺（河口から西側に1800mまでの範囲で概ね500mごと）と，早川河口周辺・能生川河口周辺（共に河口付近と西側300m）で礫の測定を行った．各調査地点では前浜・後浜それぞれで海岸線に沿った50mのラインを設定し，各河川で特有かつ他の礫種と見分けがつきやすい礫種の礫を「特徴礫」として測定の対象とし，姫川河口周辺では3種類，早川河口周辺・能生川河口周辺ではそれぞれ１種類の特徴礫の粒径と円磨度を測定した．粒径の測定は長径（a），中間径（b），短径（c）の三軸を測定し，三軸の積の三乗根を平均粒径とした．また三軸を用いた礫の形状分類（Zingg，1935）を用いてその形状的特徴を評価した．円磨度は円磨度印象図（Krumbein，1941）と円磨度印象図のための補助フローチャート（宇津川・白井2016）に基づいて測定した．

その結果，河口から遠ざかるにつれて明らかな変化が確認されたものは粒径の減少のみであった．また，河口付近から遠ざかると礫の淘汰が良くなり，粒径が減少する際には長径，中間径，短径の順に破砕・磨耗しやすい規則性が見られることが分かった．

扁平度や円磨度は河口からの距離ではなく，粒径や礫種との相関が見られた．また，礫の形状は様々な形状の礫が破砕・磨耗作用によって，まず長径が急速に減少することによって円盤状となり，さらに中間径が減少することによって球状になることが分かった．

複数の礫種を測定対象とした姫川河口周辺の測定結果に着目すると，河口から離れるに従って粒径が減少しやすい順番と円磨度の低い順番は共に礫岩・花崗岩・蛇紋岩となった．礫岩の中に含まれる礫が脱落すると粒径は減少する一方で円磨度は低下することなどから，粒径の減少と円磨度には構成する粒子および鉱物の大きさが大きく関係していると思われる．

参考文献

Krumbein，W．C．1941．Measurement and geologic significance of shape and roundness of sedimentary　particles．Journal of Sedimentary Petrology 11:64ー72.

公文富士夫・立石雅昭1998．新版　砕屑物の研究法，地学双書29:399.

長森英明・竹内　誠・古川竜太・中澤　努・中野　俊2010．小滝地域の地質．地域地質研究報告（5万分の

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

1地質図幅）地質調査総合センター 金沢10:19.
宇津川喬子・白井正明2016．砕屑粒子の形状に関する研究史と今後の展望ー特に円磨度に注目してー，地理学評論 89(6):329ー346.
Zingg，T．1935．Beiträge zur Schotteranalyse． *Schweizerische Mineralogische und Petrographische*

キーワード：海浜礫、粒径、扁平度、円磨度
Keywords: Beach Gravel, Particle size, Flatness, Roundness

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

千葉県小糸川上流の蛇行州の増水による変化
A meander bar in the upper Koito River changed by floods

*岡崎 浩子[1]
*Hiroko Okazaki[1]

1. 千葉県立中央博物館生態学・環境研究科
1. Division of ecology & environmentology, Natural History and Institute, Chiba

小糸川は房総半島中央部の丘陵を源流とし北流して東京湾に注ぐ．上流域の丘陵は中新統～鮮新統安房層群の半固結した砂岩泥岩互層からなり，河道は丘陵を深く刻む穿入蛇行をなしている．河床は平滑な岩盤河床で薄い砂礫の集積がまれにみられる．調査地点（君津市豊英）では蛇行河道の凸側（滑走斜面）に砂礫からなる蛇行州が形成されている．この蛇行州では川の増水（2017年秋の台風）により，州の側方付加と，より径の大きい礫が下流方向に堆積する変化がみられた．

キーワード：蛇行州、小糸川、洪水
Keywords: meander bar, Koito River, flood

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

沖永良部島，徳之島，奄美大島周辺の底質分布と堆積環境
Depositional environment based on grain size of surface sediments around Okinoerabu-jima, Tokuno-shima and Amami-oshima Islands

*天野 敦子[1]
*Atsuko Amano[1]

1. 産業技術総合研究所
1. National institute of Advanced Industrial Science and Technology

沖縄島北方に位置する与論島，伊平屋島，沖永良部島，徳之島周辺の水深2200 m以浅の海域において，322地点でグラブ採泥器を用いた海底表層堆積物の採取と，採泥器に取り付けた海底カメラで海底面の撮影を行った．そして，採取された砂質，泥質堆積物を用いて粒度分析を行った．これら結果を基に，海底表層の底質変化と堆積環境について検討した．水深約600 m以浅の海域では，露岩や中～巨礫または生物性砕屑物を多く含む1φ以下の粗粒堆積物が分布する．水深600 m以深の海域では，斜面や凸地形周辺では2～4φの砂質堆積物が，与論海盆や沖永良部海盆を含む凹地形では4～7φのシルトが分布する．本調査海域の堆積環境は水深増加に伴い水理営力の影響が弱くなり，凹地形では半遠洋堆積物が分布する．また，本調査海域の66地点で海底にリップルが確認され，それら地点の水深はおおよそ1000 m以浅で，粒度は1-3φであった．リップルから推定される流向は複雑な変化を示し，微地形などの影響を受けて底層流は変化していると考えられる．

キーワード：粒度、海底写真、堆積環境
Keywords: grain size, seabed photography, sedimentary environment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Effect of organic matter input on bioturbation in submarine channel-levee deposits: an example of the Izaki Olistolith in the Oligocene Nichinan Group

*菊地 一輝[1]、成瀬 元[1]
*Kazuki Kikuchi[1], Hajime Naruse[1]

1. 京都大学大学院 理学研究科 地球惑星科学専攻
1. Division of Earth and Planetary Sciences, Guraduate School of Science, Kyoto University

This study focused on the variation of bioturbation intensity, ichnodiversity, and total organic carbon contents in actual submarine fan deposits, aiming to clarify their relationships. For sedimentological analysis, effects of sediment reworking by benthic animals have been estimated by indices of bioturbation intensity such as “ichnofabric indices” (*ii*; Droser and Bottjer, 1986) or “bioturbation indices” (BI; Taylor and Gorldring, 1993), which are represented by proportion of bioturbated area in outcrop surface. Recently, it was suggested that number of ichnotaxa (ichnodiversity) varies associated with changes of sedimentary environments, so that differences of ichnodiversity can also be an indicator of sedimentary environments (Buatois and Mángano, 2013; Callow et al., 2014). It is considered that various paleoenvironmental factors may affect the variation of bioturbation intensity or ichnodiversity (Orr, 2001). Particularly, fluctuation of organic matter input can significantly change the activities of benthic animals as shown in studies of biodiversity of recent shallow-marine benthic communities (e.g. Hyland et al., 2005). However, there are a few researches to discuss the relationships between ichnoassemblages and organic matter conditions (e.g. Wetzel and Uchman, 1998).

To this end, we observed the ichnoassemblage of the Izaki Olistolith within the Oligocene Nichinan Group in the southern part of Kyushu Island, southwest Japan. The Izaki Olistolith is composed of the alternating beds of turbidite sandstone and mudstone which are interpreted as deposits of a submarine channel-levee system. The lower part of the Izaki Olistolith consists of the mudstone dominated levee deposits and is overlain by the sandstone dominated channel-fill depoisits. A total of 22 ichnogenera and 24 ichnospecies occurred from the Izaki Olistolith. According to recent quantitative evaluation of ichnodiversity, the ichnodiversity in the channel-fill deposits was 1.74 times higher than that in the levee deposits (Kikuchi et al., 2018). The stratigraphic changes of bioturbation intensity and ichnodiversity were estimated by application of the image-resampling method proposed by Kikuchi et al. (2018). In addition, geochemical analysis was also examined in the Izaki Olistolith. The total organic carbon (TOC) and total nitrogen (TN) contents in 77 mudstone samples were measured with the element analyzer FLASH 2000 (Thermo Fisher Scientific).

Detailed analysis of ichnodiversity for each 1 m thick interval showed that the ichnodiversity in the Izaki Olistolith increased upward associated with paleoenvironmental changes from levee to channel environments and subsequent filling of the channel. In contrast, bioturbation intensity was constantly low, showing no significant trend in vertical changes. The TOC values range from 0.38 to 0.52wt.%. The mean values of TOC and TN were 0.46wt.% and 0.08wt.%, respectively. Both of TOC and TN values slightly increased upward.
The test of correlation suggested a significant positive correlation between the ichnodiversity and the mean of TOC for each 1 m thick interval. This implies that the variation of ichnodiversity in submarine fan deposits can be an indicator of organic matter input, especially under the condition of relatively low

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

amount of input (0.3–0.5wt.%). In future work, it is necessary to analyze the deposits that have higher organic matter contents and investigate how bioturbation intensity and ichnodiversity change under the high organic matter input.

キーワード：生痕化石、生痕多様性、生物攪拌強度、全有機炭素量
Keywords: ichnofossil, ichnodiversity, bioturbation intensity, total organic carbon

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Effect of Freeze-Thaw Cycles on Bank Erosion Rate of Bedrock

*Jagriti Mishra[1], Takuya Inoue[1]

1. Civil Engineering Research Institute for Cold Region, Sapporo - Hokkaido, Japan

Freeze-Thaw erosion happens when water penetrates through the cracks in rocks; freezes, and expands in volume, making the cracks bigger and eventually the rock weaker. Freeze-Thaw induced erosion accounts for 24% of the world land area and 55% of the total land area of the northern hemisphere making it the third major erosion type after water erosion and wind soil erosion. Even though, the effect of FT is massive, knowledge regarding how it effects rivers is scarce.

In this study, we have made an attempt to explore the change in the rate of erosion followed by a series of Freeze-Thaw cycles. We collected specimens from Rekifune river in Hokkaido, Japan. Each specimen was circular with a diameter of 220mm and height of 50mm. The specimens were immediately kept in air cushions to keep from drying, freezing or shock during transportation. In laboratory, until the test, the specimens were kept at room temperature, completely submerged in water to prevent the specimens from changes in water content.

Specimens were put through freeze-thaw cycle using a Freeze-Thaw Apparatus shown in Fig.1. The minimum temperature maintained to achieve freezing of the specimens was -18℃. The maximum temperature of the apparatus was maintained at 20℃ in order to achieve thawing of specimens. The time taken to achieve minimum and maximum temperatures was 3hours and 4hours respectively. The specimens were maintained at minimum and maximum temperature for 0.5 hours each. The total time taken for an entire cycle of freezing and thawing was 8 hours. After 1 cycle of FT, the surface layer peeled off; After 2^{nd} cycle, the surface started getting flaky and peeling off; After 3^{rd} cycle, a thin surface layer peeled off and the specimen disintegrated and couldn’ t be prepared for another FT cycle. The tensile strength of specimens decreased considerably after first FT cycle itself. The erosion rate of the specimens was measured using a rotation mill. The erosion rate of specimens decreased exponentially as shown in Fig.1. However, these samples were artificially frozen and thawed in a dry condition. In order to study the effect of FT cycles in wet conditions, we performed another set of experiments with specimens completely submerged in water. These specimens were kept outside the laboratory in order to study the effect of FT in natural conditions. The specimens were submerged under 400mm water depth. The top layer of the water was frozen within 1 night of setting up the specimens. After 1 month, the specimen was tested for its erosion rate. The erosion rate of the specimen became 2 times of specimen not put through FT cycle. Moreover, as shown in Fig.2; the specimens were flaking and disintegrating by itself due to FT. These results suggest that FT effects not only river banks, but river bed as well.

Keywords: Freeze-Thaw weathering, erosion rate, bedrock

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

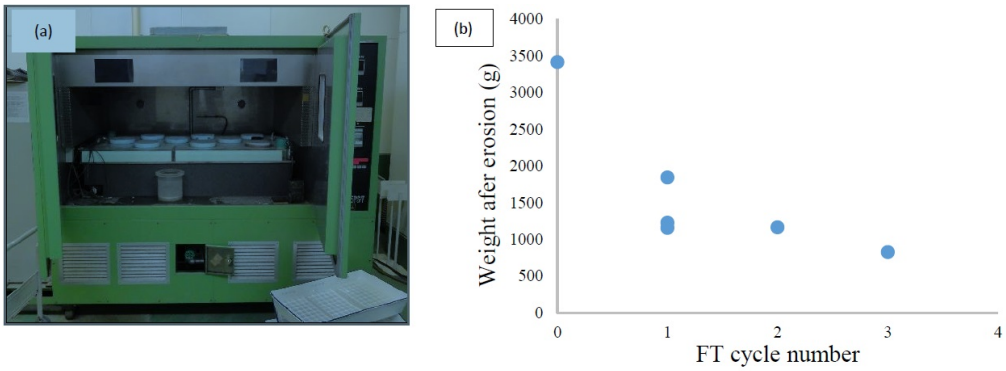


Fig.1 Experiment performed in dry conditions

(a) Apparatus used for mimicking FT cycle (b) Graph showing decrease erosion rate with respect to number of FT cycle.

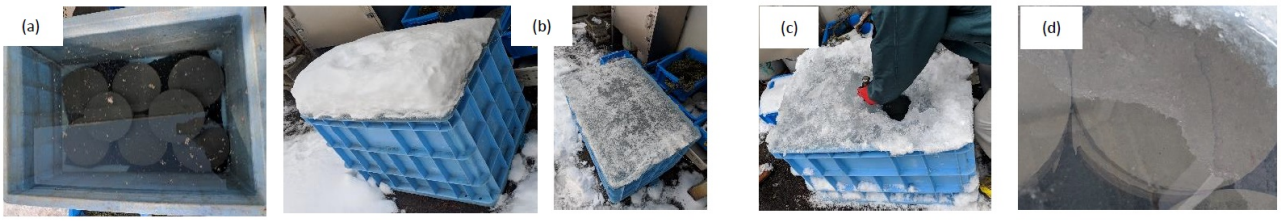


Fig.2 Completely submerged specimen in natural FT conditions

(a) Specimen submerged under 400mm water depth (b) The top layer of water is frozen (c) Breaking the top frozen layer using chisel and hammer to extract the specimen (d) It can be seen that the sample is flaking under water.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Implications for paleoenvironment and tectonic setting of Khujirt area, Northern Mongolia

*Bat-Orshikh Erdenetsogt[1], Ariunbold Erdene[2]

1. National University of Mongolia, 2. ErdGeo LLC

Khujirt is a syncline that hosts Jurassic coal deposit in Northern Mongolia. Nine coal samples collected from exploration borehole were selected for analyses of major oxide and trace and REE elements of coal ash. The analyses were performed at Central Geological Laboratory in Ulaanbaatar, Mongolia according to appropriate international standards.

The average value of CAI for the samples is 82.8±1.6, reflecting intensive weathering in the source area. The plotted data on A-CN-K diagram displays that rocks in coal were sourced mainly from Early Permian andesite and basalt and Early Paleozoic granodiorite, which borders Khujirt syncline. It is also supported by AlO2O3/TiO2 (avg. 18.4±0.3) and TiO2/Zr (63.4±2.4) ratios. To infer tectonic setting, two multi-dimensional discrimination diagrams were used. The results suggest that the tectonic setting of Khujirt was foreland basin that was probably formed by closure of Mongol-Okhotsk Ocean. This finding is consistent with generally accepted tectonic history of the region. Low Rb/Sr (0.02-0.04) and high Sr/Cu (13.8-30.6) ratios of the studied samples indicate that arid climate condition was dominant during the deposition of Khujirt peat accumulation. This conclusion is supported by C-values of the samples range from 0.1 to 0.3 as well. Due to arid condition, salinity was high reflecting substantially high Sr/Ba ratio varying from 1.7 to 2.7.

Keywords: sedimentology, geochemistry, Mongolia

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Petrographic characteristics of Middle Permian sandstones in Southern Mongolia and their geological implications

*Enkhbayar Bolormaa[1], Dashpuntsag Nansalmaa[1], Bat-Orshikh Erdenetsogt[1], Baigalmaa Norov[1], Bat Bold[1], Luvsanchultem Jargal[1], Avirmed Tulga[1]

1. National Unniversity of Mongolia

Middle Permian Tavantolgoi coal deposit lies in southern Mongolia and has more than 6 billion tons of coal including significant tonnage of coking coal. In 2017, exploration bore holes were drilled at Borteeg, the largest syncline of the deposit. Eighteen sandstone samples were collected from coal-bearing sequences that were intersected by 900 m deep bore holes. Standard thin sections were prepared from core samples and studied under polarizing microscope and point-counted using the Gazzi-Dickinson method.

Detrital grains of the studied samples consist of mineral grains and rock fragments. They are generally well-rounded and moderately sorted. Size of detrital grains ranges from 0.1 mm to 1.0 mm. Detrital minerals quartz and feldspar comprising 7-31% of the total constituents. Quartz comprises 13-24% and monocrystalline quartz dominates over polycrystalline quartz. In feldspar grains, plagioclase is more abundant than K-feldspar. Lithic fragment comprises 49-60%, of which volcanic rock fragments predominates. Cement is carbonates partly enriched in iron oxide, resulting in reddish color.

The sandstones of Middle Permian in Borteeg syncline are classified as litharenite suggesting that weathering intensity in source area was weak, probably due to relatively arid to semiarid climate conditions. Provenance analysis (Q-F-L, Qm-F-Lt, and Qp-Lvm-Lsm diagrams) suggests that the sandstones are recycled sediments derived from transitional arc and undissected arc that were formed during the closure of Paleoasian ocean between southern Mongolia and North China block.

Keywords: sandstone provenance, Middle Permian, Mongolia

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-CG 地球人間圏科学複合領域・一般

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_22

[H-CG32] 堆積・侵食・地形発達プロセスから読み取る地球表層環境変動

コンビーナ:清家 弘治(産業技術総合研究所・地質調査総合センター)、山口 直文(茨城大学　広域水圏環境科学教育研究センター)、成瀬 元(京都大学大学院理学研究科)、高柳 栄子(東北大学大学院理学研究科地学専攻)

地層の形成や地形発達のプロセスに注目し，地球表層環境のダイナミクスや変遷を議論するため，分野の垣根を越えた研究発表を募る．手法やあつかう時間スケールを問わず，野外観測・実験，理論に基づいた地形・堆積物・堆積岩組成・流体（河川・波浪・土石流・乱泥流・火砕流など）の研究を対象とする．防災や資源探査の観点からの議論も歓迎する．

[HCG32-P01] 新潟県上越地域における海浜礫の形状変化から考える礫の磨耗過程

*松風 潤[1]、白井 正明[1]、宇津川 喬子[2] (1.首都大学東京、2.立正大学)

[HCG32-P02] 千葉県小糸川上流の蛇行州の増水による変化

*岡崎 浩子[1] (1.千葉県立中央博物館生態学・環境研究科)

[HCG32-P03] 沖永良部島，徳之島，奄美大島周辺の底質分布と堆積環境

*天野 敦子[1] (1.産業技術総合研究所)

[HCG32-P04] Effect of organic matter input on bioturbation in submarine channel-levee deposits: an example of the Izaki Olistolith in the Oligocene Nichinan Group

*菊地 一輝[1]、成瀬 元[1] (1.京都大学大学院 理学研究科 地球惑星科学専攻)

[HCG32-P05] Effect of Freeze-Thaw Cycles on Bank Erosion Rate of Bedrock

*Jagriti Mishra[1]、Takuya Inoue[1] (1.Civil Engineering Research Institute for Cold Region, Sapporo - Hokkaido, Japan)

[HCG32-P06] Implications for paleoenvironment and tectonic setting of Khujirt area, Northern Mongolia

*Bat-Orshikh Erdenetsogt[1]、Ariunbold Erdene[2] (1.National University of Mongolia、2.ErdGeo LLC)

[HCG32-P07] Petrographic characteristics of Middle Permian sandstones in Southern Mongolia and their geological implications

*Enkhbayar Bolormaa[1]、Dashpuntsag Nansalmaa[1]、Bat-Orshikh Erdenetsogt[1]、Baigalmaa Norov[1]、Bat Bold[1]、Luvsanchultem Jargal[1]、Avirmed Tulga[1] (1.National Unniversity of Mongolia)

新潟県上越地域における海浜礫の形状変化から考える礫の磨耗過程
Abration process of gravel considered from shape change of beach gravel in Joetsu region, Niigata Prefecture,central Japan

*松風 潤[1]、白井 正明[1]、宇津川 喬子[2]
*Jun Matsukaze[1], Masaaki Shirai[1], Takako UTSUGAWA[2]

1. 首都大学東京、2. 立正大学
1. Tokyo Metropolitan University, 2. Rissho University

新潟県上越地域の河口周辺の海岸に分布する礫浜海岸では，多種多様な礫種を確認することができ，海浜礫の粒度分布や礫種組成についての研究がなされてきた．しかし河川から運搬されてきた礫がどのように海浜に堆積し，磨耗されていくかに関する研究はほとんど行われておらず，全国的にみてもこれに関する研究は多くない．海浜礫が河口から海岸を運搬されるに伴ってどのように破砕作用や磨耗作用を受けているかを研究することは，河川からの砕屑物の供給が海浜に及ぼす影響の評価につながると期待される．

新潟県上越地域は北部フォッサマグナ地域の最北部に位置し，フォッサマグナ西縁に伸びる糸魚川ー静岡構造線を境に，東側の地域と西側の地域とは地形的，地質的に大きく異なっている（たとえば，長森ほか 2010）．東部では能生川，早川などの5つの河川が流れており，糸魚川ー静岡構造線に沿うように姫川が流れている．

これらの礫浜で地域の養浜や護岸の状況を考慮して，姫川河口周辺（河口から西側に1800mまでの範囲で概ね500mごと）と，早川河口周辺・能生川河口周辺（共に河口付近と西側300m）で礫の測定を行った．各調査地点では前浜・後浜それぞれで海岸線に沿った50mのラインを設定し，各河川で特有かつ他の礫種と見分けがつきやすい礫種の礫を「特徴礫」として測定の対象とし，姫川河口周辺では3種類，早川河口周辺・能生川河口周辺ではそれぞれ１種類の特徴礫の粒径と円磨度を測定した．粒径の測定は長径（a），中間径（b），短径（c）の三軸を測定し，三軸の積の三乗根を平均粒径とした．また三軸を用いた礫の形状分類（Zingg，1935）を用いてその形状的特徴を評価した．円磨度は円磨度印象図（Krumbein，1941）と円磨度印象図のための補助フローチャート（宇津川・白井2016）に基づいて測定した．

その結果，河口から遠ざかるにつれて明らかな変化が確認されたものは粒径の減少のみであった．また，河口付近から遠ざかると礫の淘汰が良くなり，粒径が減少する際には長径，中間径，短径の順に破砕・磨耗しやすい規則性が見られることが分かった．

扁平度や円磨度は河口からの距離ではなく，粒径や礫種との相関が見られた．また，礫の形状は様々な形状の礫が破砕・磨耗作用によって，まず長径が急速に減少することによって円盤状となり，さらに中間径が減少することによって球状になることが分かった．

複数の礫種を測定対象とした姫川河口周辺の測定結果に着目すると，河口から離れるに従って粒径が減少しやすい順番と円磨度の低い順番は共に礫岩・花崗岩・蛇紋岩となった．礫岩の中に含まれる礫が脱落すると粒径は減少する一方で円磨度は低下することなどから，粒径の減少と円磨度には構成する粒子および鉱物の大きさが大きく関係していると思われる．

参考文献

Krumbein，W．C．1941．Measurement and geologic significance of shape and roundness of sedimentary　particles．Journal of Sedimentary Petrology 11:64ー72.

公文富士夫・立石雅昭1998．新版　砕屑物の研究法，地学双書29:399.

長森英明・竹内　誠・古川竜太・中澤　努・中野　俊2010．小滝地域の地質．地域地質研究報告（5万分の

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

1地質図幅）地質調査総合センター 金沢10:19.
宇津川喬子・白井正明2016．砕屑粒子の形状に関する研究史と今後の展望ー特に円磨度に注目してー，地理学評論 89(6):329ー346.
Zingg，T．1935．Beiträge zur Schotteranalyse． *Schweizerische Mineralogische und Petrographische*

キーワード：海浜礫、粒径、扁平度、円磨度
Keywords: Beach Gravel, Particle size, Flatness, Roundness

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

千葉県小糸川上流の蛇行州の増水による変化
A meander bar in the upper Koito River changed by floods

*岡崎 浩子[1]
*Hiroko Okazaki[1]

1. 千葉県立中央博物館生態学・環境研究科
1. Division of ecology & environmentology, Natural History and Institute, Chiba

小糸川は房総半島中央部の丘陵を源流とし北流して東京湾に注ぐ．上流域の丘陵は中新統～鮮新統安房層群の半固結した砂岩泥岩互層からなり，河道は丘陵を深く刻む穿入蛇行をなしている．河床は平滑な岩盤河床で薄い砂礫の集積がまれにみられる．調査地点（君津市豊英）では蛇行河道の凸側（滑走斜面）に砂礫からなる蛇行州が形成されている．この蛇行州では川の増水（2017年秋の台風）により，州の側方付加と，より径の大きい礫が下流方向に堆積する変化がみられた．

キーワード：蛇行州、小糸川、洪水
Keywords: meander bar, Koito River, flood

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

沖永良部島，徳之島，奄美大島周辺の底質分布と堆積環境
Depositional environment based on grain size of surface sediments around Okinoerabu-jima, Tokuno-shima and Amami-oshima Islands

*天野 敦子[1]
*Atsuko Amano[1]

1. 産業技術総合研究所
1. National institute of Advanced Industrial Science and Technology

沖縄島北方に位置する与論島，伊平屋島，沖永良部島，徳之島周辺の水深2200 m以浅の海域において，322地点でグラブ採泥器を用いた海底表層堆積物の採取と，採泥器に取り付けた海底カメラで海底面の撮影を行った．そして，採取された砂質，泥質堆積物を用いて粒度分析を行った．これら結果を基に，海底表層の底質変化と堆積環境について検討した．水深約600 m以浅の海域では，露岩や中～巨礫または生物性砕屑物を多く含む1φ以下の粗粒堆積物が分布する．水深600 m以深の海域では，斜面や凸地形周辺では2～4φの砂質堆積物が，与論海盆や沖永良部海盆を含む凹地形では4～7φのシルトが分布する．本調査海域の堆積環境は水深増加に伴い水理営力の影響が弱くなり，凹地形では半遠洋堆積物が分布する．また，本調査海域の66地点で海底にリップルが確認され，それら地点の水深はおおよそ1000 m以浅で，粒度は1-3φであった．リップルから推定される流向は複雑な変化を示し，微地形などの影響を受けて底層流は変化していると考えられる．

キーワード：粒度、海底写真、堆積環境
Keywords: grain size, seabed photography, sedimentary environment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Effect of organic matter input on bioturbation in submarine channel-levee deposits: an example of the Izaki Olistolith in the Oligocene Nichinan Group

*菊地 一輝[1]、成瀬 元[1]
*Kazuki Kikuchi[1], Hajime Naruse[1]

1. 京都大学大学院 理学研究科 地球惑星科学専攻
1. Division of Earth and Planetary Sciences, Guraduate School of Science, Kyoto University

This study focused on the variation of bioturbation intensity, ichnodiversity, and total organic carbon contents in actual submarine fan deposits, aiming to clarify their relationships. For sedimentological analysis, effects of sediment reworking by benthic animals have been estimated by indices of bioturbation intensity such as “ichnofabric indices” (*ii*; Droser and Bottjer, 1986) or “bioturbation indices” (BI; Taylor and Gorldring, 1993), which are represented by proportion of bioturbated area in outcrop surface. Recently, it was suggested that number of ichnotaxa (ichnodiversity) varies associated with changes of sedimentary environments, so that differences of ichnodiversity can also be an indicator of sedimentary environments (Buatois and Mángano, 2013; Callow et al., 2014). It is considered that various paleoenvironmental factors may affect the variation of bioturbation intensity or ichnodiversity (Orr, 2001). Particularly, fluctuation of organic matter input can significantly change the activities of benthic animals as shown in studies of biodiversity of recent shallow-marine benthic communities (e.g. Hyland et al., 2005). However, there are a few researches to discuss the relationships between ichnoassemblages and organic matter conditions (e.g. Wetzel and Uchman, 1998).

To this end, we observed the ichnoassemblage of the Izaki Olistolith within the Oligocene Nichinan Group in the southern part of Kyushu Island, southwest Japan. The Izaki Olistolith is composed of the alternating beds of turbidite sandstone and mudstone which are interpreted as deposits of a submarine channel-levee system. The lower part of the Izaki Olistolith consists of the mudstone dominated levee deposits and is overlain by the sandstone dominated channel-fill depoisits. A total of 22 ichnogenera and 24 ichnospecies occurred from the Izaki Olistolith. According to recent quantitative evaluation of ichnodiversity, the ichnodiversity in the channel-fill deposits was 1.74 times higher than that in the levee deposits (Kikuchi et al., 2018). The stratigraphic changes of bioturbation intensity and ichnodiversity were estimated by application of the image-resampling method proposed by Kikuchi et al. (2018). In addition, geochemical analysis was also examined in the Izaki Olistolith. The total organic carbon (TOC) and total nitrogen (TN) contents in 77 mudstone samples were measured with the element analyzer FLASH 2000 (Thermo Fisher Scientific).

Detailed analysis of ichnodiversity for each 1 m thick interval showed that the ichnodiversity in the Izaki Olistolith increased upward associated with paleoenvironmental changes from levee to channel environments and subsequent filling of the channel. In contrast, bioturbation intensity was constantly low, showing no significant trend in vertical changes. The TOC values range from 0.38 to 0.52wt.%. The mean values of TOC and TN were 0.46wt.% and 0.08wt.%, respectively. Both of TOC and TN values slightly increased upward.
The test of correlation suggested a significant positive correlation between the ichnodiversity and the mean of TOC for each 1 m thick interval. This implies that the variation of ichnodiversity in submarine fan deposits can be an indicator of organic matter input, especially under the condition of relatively low

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

amount of input (0.3–0.5wt.%). In future work, it is necessary to analyze the deposits that have higher organic matter contents and investigate how bioturbation intensity and ichnodiversity change under the high organic matter input.

キーワード：生痕化石、生痕多様性、生物攪拌強度、全有機炭素量
Keywords: ichnofossil, ichnodiversity, bioturbation intensity, total organic carbon

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Effect of Freeze-Thaw Cycles on Bank Erosion Rate of Bedrock

*Jagriti Mishra[1], Takuya Inoue[1]

1. Civil Engineering Research Institute for Cold Region, Sapporo - Hokkaido, Japan

Freeze-Thaw erosion happens when water penetrates through the cracks in rocks; freezes, and expands in volume, making the cracks bigger and eventually the rock weaker. Freeze-Thaw induced erosion accounts for 24% of the world land area and 55% of the total land area of the northern hemisphere making it the third major erosion type after water erosion and wind soil erosion. Even though, the effect of FT is massive, knowledge regarding how it effects rivers is scarce.

In this study, we have made an attempt to explore the change in the rate of erosion followed by a series of Freeze-Thaw cycles. We collected specimens from Rekifune river in Hokkaido, Japan. Each specimen was circular with a diameter of 220mm and height of 50mm. The specimens were immediately kept in air cushions to keep from drying, freezing or shock during transportation. In laboratory, until the test, the specimens were kept at room temperature, completely submerged in water to prevent the specimens from changes in water content.

Specimens were put through freeze-thaw cycle using a Freeze-Thaw Apparatus shown in Fig.1. The minimum temperature maintained to achieve freezing of the specimens was -18℃. The maximum temperature of the apparatus was maintained at 20℃ in order to achieve thawing of specimens. The time taken to achieve minimum and maximum temperatures was 3hours and 4hours respectively. The specimens were maintained at minimum and maximum temperature for 0.5 hours each. The total time taken for an entire cycle of freezing and thawing was 8 hours. After 1 cycle of FT, the surface layer peeled off; After 2^{nd} cycle, the surface started getting flaky and peeling off; After 3^{rd} cycle, a thin surface layer peeled off and the specimen disintegrated and couldn’ t be prepared for another FT cycle. The tensile strength of specimens decreased considerably after first FT cycle itself. The erosion rate of the specimens was measured using a rotation mill. The erosion rate of specimens decreased exponentially as shown in Fig.1. However, these samples were artificially frozen and thawed in a dry condition. In order to study the effect of FT cycles in wet conditions, we performed another set of experiments with specimens completely submerged in water. These specimens were kept outside the laboratory in order to study the effect of FT in natural conditions. The specimens were submerged under 400mm water depth. The top layer of the water was frozen within 1 night of setting up the specimens. After 1 month, the specimen was tested for its erosion rate. The erosion rate of the specimen became 2 times of specimen not put through FT cycle. Moreover, as shown in Fig.2; the specimens were flaking and disintegrating by itself due to FT. These results suggest that FT effects not only river banks, but river bed as well.

Keywords: Freeze-Thaw weathering, erosion rate, bedrock

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

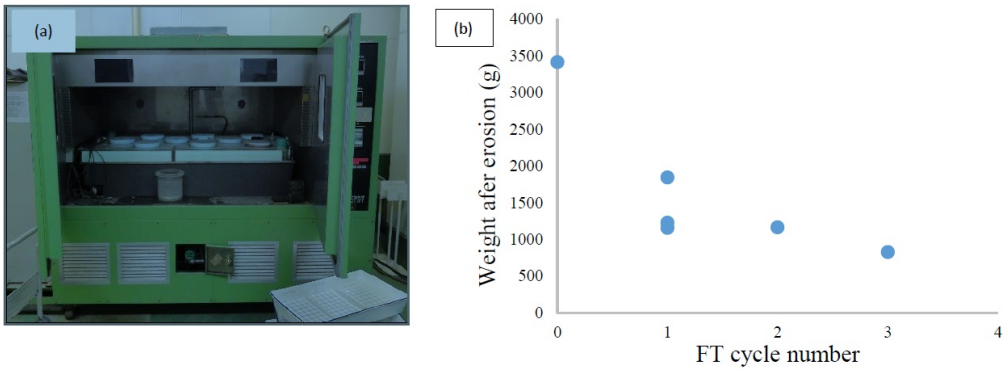


Fig.1 Experiment performed in dry conditions

(a) Apparatus used for mimicking FT cycle (b) Graph showing decrease erosion rate with respect to number of FT cycle.

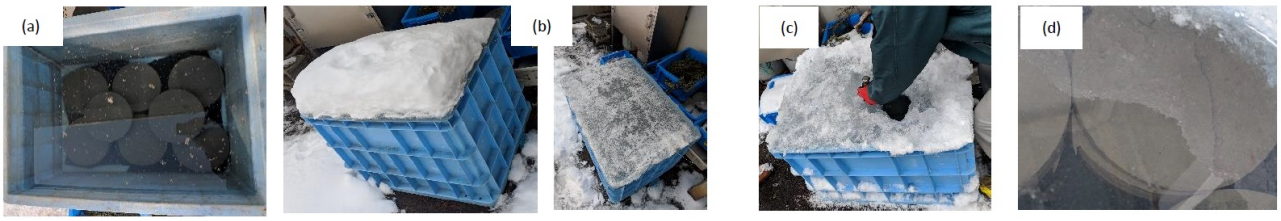


Fig.2 Completely submerged specimen in natural FT conditions

(a) Specimen submerged under 400mm water depth (b) The top layer of water is frozen (c) Breaking the top frozen layer using chisel and hammer to extract the specimen (d) It can be seen that the sample is flaking under water.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Implications for paleoenvironment and tectonic setting of Khujirt area, Northern Mongolia

*Bat-Orshikh Erdenetsogt[1], Ariunbold Erdene[2]

1. National University of Mongolia, 2. ErdGeo LLC

Khujirt is a syncline that hosts Jurassic coal deposit in Northern Mongolia. Nine coal samples collected from exploration borehole were selected for analyses of major oxide and trace and REE elements of coal ash. The analyses were performed at Central Geological Laboratory in Ulaanbaatar, Mongolia according to appropriate international standards.

The average value of CAI for the samples is 82.8±1.6, reflecting intensive weathering in the source area. The plotted data on A-CN-K diagram displays that rocks in coal were sourced mainly from Early Permian andesite and basalt and Early Paleozoic granodiorite, which borders Khujirt syncline. It is also supported by AlO2O3/TiO2 (avg. 18.4±0.3) and TiO2/Zr (63.4±2.4) ratios. To infer tectonic setting, two multi-dimensional discrimination diagrams were used. The results suggest that the tectonic setting of Khujirt was foreland basin that was probably formed by closure of Mongol-Okhotsk Ocean. This finding is consistent with generally accepted tectonic history of the region. Low Rb/Sr (0.02-0.04) and high Sr/Cu (13.8-30.6) ratios of the studied samples indicate that arid climate condition was dominant during the deposition of Khujirt peat accumulation. This conclusion is supported by C-values of the samples range from 0.1 to 0.3 as well. Due to arid condition, salinity was high reflecting substantially high Sr/Ba ratio varying from 1.7 to 2.7.

Keywords: sedimentology, geochemistry, Mongolia

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Petrographic characteristics of Middle Permian sandstones in Southern Mongolia and their geological implications

*Enkhbayar Bolormaa[1], Dashpuntsag Nansalmaa[1], Bat-Orshikh Erdenetsogt[1], Baigalmaa Norov[1], Bat Bold[1], Luvsanchultem Jargal[1], Avirmed Tulga[1]

1. National Unniversity of Mongolia

Middle Permian Tavantolgoi coal deposit lies in southern Mongolia and has more than 6 billion tons of coal including significant tonnage of coking coal. In 2017, exploration bore holes were drilled at Borteeg, the largest syncline of the deposit. Eighteen sandstone samples were collected from coal-bearing sequences that were intersected by 900 m deep bore holes. Standard thin sections were prepared from core samples and studied under polarizing microscope and point-counted using the Gazzi-Dickinson method.

Detrital grains of the studied samples consist of mineral grains and rock fragments. They are generally well-rounded and moderately sorted. Size of detrital grains ranges from 0.1 mm to 1.0 mm. Detrital minerals quartz and feldspar comprising 7-31% of the total constituents. Quartz comprises 13-24% and monocrystalline quartz dominates over polycrystalline quartz. In feldspar grains, plagioclase is more abundant than K-feldspar. Lithic fragment comprises 49-60%, of which volcanic rock fragments predominates. Cement is carbonates partly enriched in iron oxide, resulting in reddish color.

The sandstones of Middle Permian in Borteeg syncline are classified as litharenite suggesting that weathering intensity in source area was weak, probably due to relatively arid to semiarid climate conditions. Provenance analysis (Q-F-L, Qm-F-Lt, and Qp-Lvm-Lsm diagrams) suggests that the sandstones are recycled sediments derived from transitional arc and undissected arc that were formed during the closure of Paleoasian ocean between southern Mongolia and North China block.

Keywords: sandstone provenance, Middle Permian, Mongolia

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-CG 地球人間圏科学複合領域・一般

2019年5月26日(日) 13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_6

[H-CG33] 圏外環境における閉鎖生態系と生物システム

コンビーナ:富田ー横谷 香織(筑波大学生命環境系)、篠原 正典(帝京科学大学)、木村 駿太(筑波大学大学院生命環境科学研究科)

“惑星と閉鎖生態系における生物システム”をサブタイトルとして、2011年から続けているこのセッションは、地球の未来を見据えた話題を常に提供している。地球上の人間が生活するのに過酷な場や宇宙の環境の場は、おのずと閉鎖系が構築されることになる。その中で、人々はどのように暮らしていけるのだろうか。人間だけでなく多くの生物との共存となる。閉鎖生態系における生物のシステムは、個々の生物の細胞から、有人宇宙活動における工学的な物質循環に至るまで、実に広い分野を含む研究が必要である。それぞれの研究分野における個々のテーマを紹介し知り合い更に発展できる先を確認しあうことで、次世代に自然に継承される発展的研究となるだろう。このとき、必ずや世代を超えた討論の場が必要であると考えている。本セッションは、次世代への継承の場として、高く貢献できる可能性を秘めている。

[HCG33-P01] 宇宙環境長期居住を目指した地産地消の作物生産に必要な要素

*富田ー横谷 香織[1] (1.筑波大学生命環境系)

[HCG33-P02] 食用藍藻スピルリナが生産する細胞外高分子物質EPSの機能評価

*渡辺 智[1]、岩崎 拓海[1]、坂巻 裕[1]、兼崎 友[2]、大森 正之[3] (1.東京農大・バイオ、2.静岡大学・グリーン研、3.東京大学)

[HCG33-P03] The uniqueness of the dry heat tolerance of akinetes of terrestrial cyanobacterium *Nostoc* sp. HK-01

*木村 駿太[1,2,3]、富田ー横谷 香織[3] (1.東京大学大学院 農学生命科学研究科、2.日本学術振興会、3.筑波大学 生命環境系)

[HCG33-P04] 遺伝子から予想される陸棲藍藻*Nostoc*sp. HK-01の閉鎖生態系での利用の可能性

*加藤 浩[1]、木村 駿太[2,3]、富田ー横谷 香織[2] (1.三重大学、2.筑波大学、3.東京大学)

[HCG33-P05] 陸棲藍藻 *Nostoc* sp. HK-01の乾燥過程で特異的に見出される高分子物質（群）

*安部 智子[1]、髙澤 優佳[1]、本多 隆将[1]、市川 光雅[1]、吉田 菜都美[1]、木村 駿太[2,4]、加藤 浩[3]、富田ー横谷 香織[2] (1.東京電機大学理工学部、2.筑波大学生命環境系、3.三重大学地域イノベーション推進機構、4.東京大学農学生命科学研究科)

宇宙環境長期居住を目指した地産地消の作物生産に必要な要素
The important matter of food production for long term habitation in extraterrestrial environments

*富田ー横谷 香織[1]
*Kaori Tomita-Yokotani[1]

1. 筑波大学生命環境系
1. Faculty of Life and Environmental Sciences University of Tsukuba

宇宙環境における作物生産は、閉鎖生態系内で行われる。こでまでの地上研究で、環境応答に敏感な植物の生長が、異なる重力や圧力環境で、代謝への影響から、その生長や形態のみならず、作物として依存する有効な機能性成分の生産量の異なることが知られている。本発表は、これらの重要性を示すと供に、現地の閉鎖生態系内で効率的に生産と消費を行う可能性の検証と重要性を考察する。

キーワード：閉鎖生態系、圏外環境、作物生産
Keywords: closed bio-ecosystems, extraterrestrial environments, Food production

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

食用藍藻スピルリナが生産する細胞外高分子物質EPSの機能評価
Functional evaluation of extracellular polymer substance (EPS) produced by cyanobacterium *Arthrospira platensis*

*渡辺 智[1]、岩崎 拓海[1]、坂巻 裕[1]、兼崎 友[2]、大森 正之[3]
*Satoru Watanabe[1], Takumi Iwasaki[1], Yutaka Sakamaki[1], Yu Kanesaki[2], Masayuki Ohmori[3]

1. 東京農大・バイオ、2. 静岡大学・グリーン研、3. 東京大学
1. Dept. of Biosci., Tokyo Univ. of Agric., 2. RIGST, Shizuoka Univ., 3. Tokyo Univ.

植物と同様の酸素発生型光合成を行う藍藻は、様々な環境に生息し地球環境の維持に大きく貢献している。アフリカの塩湖であるチャド湖から単離された糸状性藍藻*Arthrosphila platensis*（通称、スピルリナ）は、古くから現地で食されており現在では健康食品や色素の材料として産業的に生産されている。塩湖から単離されたスピルリナは好塩性、好アルカリ性形質を有しており、開放環境においても無菌的に大量培養することが可能である。

細胞外高分子物質（Extracellular Polymeric Substances: EPS）は微生物が細胞外へと分泌する高分子の総称で、主に多糖類とタンパク質から構成される。環境中では微生物の細胞を保護する役割を持つが、粘性、保水性を示すことから素材業界においても注目されている。特にスピルリナはEPSの一種であるスピルランを生産する。スピルランは免疫調節作用などヒトに対して健康機能性を有することが示されており、その安全性も含め関心を集めているが、スピルラン生産の分子機構に関しては不明な点が多い。

我々はこれまでに、強光ストレスに曝されることによってスピルリナがEPS生産を促進することを見出した。スピルリナは強光ストレスによって生じた過剰な還元力を消費するために大量の糖を合成し、スピルランとして細胞外へ排出していると考えられる。本発表ではストレス時に生産されるスピルリナEPS の機能性、生産メカニズムを解析した。CE-TOF-MSを用いたメタボローム解析によりスピルリナEPSに含まれる代謝産物量を測定した結果、市販スピルリナ粉末に比べスピルリナEPSにはアミノ酸が多く含まれることが示された。またNGSを用いたトランスクリプトーム解析よりEPS形成過程の遺伝子発現変動を解析しEPSの生産に関わる遺伝子を絞り込んだ。

キーワード：シアノバクテリア、スピルリナ、細胞外高分子物質
Keywords: Cyanobacteria, Spirulina, Extracellular Polymeric Substances

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The uniqueness of the dry heat tolerance of akinetes of terrestrial cyanobacterium *Nostoc* sp. HK-01

*木村 駿太[1,2,3]、富田一横谷 香織[3]
*Shunta Kimura[1,2,3], Kaori Tomita-Yokotani[3]

1. 東京大学大学院 農学生命科学研究科、2. 日本学術振興会、3. 筑波大学 生命環境系
1. Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo, 2. Japan Society for the Promotion of Science, 3. Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba

Terrestrial cyanobacteria are useful for enabling bio-chemical circulation in closed bio-ecosystems, which is achieved though their photosynthetic ability, nitrogen fixing ability and utility as a food. Dried colonies of the terrestrial cyanobacterium *Nostoc* sp. HK-01 have a high tolerance to vacuum, UV, gamma-rays, heavy particle beams, and extreme temperatures. Tolerance to extraterrestrial environments is important for transportation in space. *Nostoc* sp. HK-01 was adopted as a biological material for space exposure experiments (“TANPOPO” mission), because of their high environmental tolerances. *Nostoc* sp. HK-01 has several different types of cells in its life cycle. We have revealed that the akinete (dormant cell) cell type of *Nostoc* sp. HK-01 shows tolerance to dry heat. In this study, we tested the dry heat tolerances of cyanobacterial akinetes of several species. We will discuss the uniqueness of the dry heat tolerance of *Nostoc* sp. HK-01.

キーワード：休眠細胞、乾熱耐性、Nostoc sp. HK-01、陸棲藍藻
Keywords: Akinete, Dry heat tolerance, Nostoc sp. HK-01, Terrestrial cyanobacteria

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

遺伝子から予想される陸棲藍藻*Nostoc*sp. HK-01の閉鎖生態系での利用の可能性

Potential application of cyanobacteria estimated by gene analysis of terrestrial cyanobacterium, *Nostoc* sp. HK-01, in closed-environment

*加藤 浩[1]、木村 駿太[2,3]、富田一横谷 香織[2]
*Hiroshi Katoh[1], Shunta Kimura[2,3], Kaori Tomita-Yokotani[2]

1. 三重大学、2. 筑波大学、3. 東京大学
1. Mie University, 2. University of Tsukuba, 3. The University of Tokyo

シアノバクテリア（藍藻）は様々な環境に棲息する光独立栄養生物である。その中でも、宇宙耐性能を持つ陸棲藍藻*Nostoc* sp.HK-01(NIES-2109、以下HK-01)について研究を進めてきた。HK-01は乾燥耐性を指標として単離された株であり、宇宙環境でも棲息可能な能力を有することから、地球圏外や閉鎖系環境でも利用可能ではないかと予想される。そこで、本発表ではHK-01の全ゲノム配列を用いて閉鎖生態系で有用な遺伝子を検索し、候補遺伝子をもとに利用方法を考察する予定である。

キーワード：シアノバクテリア、遺伝子、閉鎖生態系
Keywords: cyanobacteria, gene, closed ecosystem

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

陸棲藍藻 *Nostoc* sp. HK-01の乾燥過程で特異的に見出される高分子物質（群）

Analysis of macromolecular substances involved in the process of dehydration in a terrestrial cyanobacterium, *Nostoc* sp. HK-01.

*安部 智子[1]、髙澤 優佳[1]、本多 隆将[1]、市川 光雅[1]、吉田 菜都美[1]、木村 駿太[2,4]、加藤 浩[3]、富田一横谷 香織[2]
*Tomoko Abe[1], Yuka Takazawa[1], Ryusuke Honda[1], Kouga Ichikawa[1], Natsumi Yoshida[1], Shunta Kimura[2,4], Hiroshi Katoh[3], Kaori Tomita-Yokotani[2]

1. 東京電機大学理工学部、2. 筑波大学生命環境系、3. 三重大学地域イノベーション推進機構、4. 東京大学農学生命科学研究科
1. School of Science and Engineering, Tokyo Denki University, 2. Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, 3. Mie University, 4. Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo

【背景・目的】 陸棲藍藻 *Nostoc* sp. HK-01 は、兵庫県の土壌で採取された *Nostoc commune* の藻塊から、乾燥耐性を指標に Katoh[1)] らにより単離された株で、藻塊を乾燥後にデシケーター内の環境で８年間以上放置した後も、液体培養で蘇生し乾燥前と同様の増殖を示すことが確認されている[2)]。また、100ºCを超える温度に対して耐性を示すことも報告されている[3)]。*Nostoc* sp. HK-01の生活環の詳細が既に報告されている中で、前述の耐性を示す細胞は、アキネートと呼ばれる休眠細胞のみであることが示されている[3,4)]。乾燥状態の藻体の高い熱耐性が示されている一方で、湿潤状態から乾燥状態に移行する過程の熱環境耐性や関連する物質群の詳細はまだわかっていない。本菌株は有人宇宙活動における食資源としての利用も期待されており[2)]、そのために、乾燥耐性の獲得に関わる遺伝子群や長期培養における代謝の情報を得ることは重要である。本発表は、*Nostoc* sp. HK-01 株の乾燥耐性を得る過程に関与する物質のうち、特に高分子物質（群）を見出すことを目的として行った。

【方法】 *Nostoc* sp. HK-01 の藻体をBG-11の液体培養を行った後、藻体を採取し、デシケーター内で十分に乾燥させた。この過程で経時的に藻体を採取し、超音波で破砕した。破砕後、細胞抽出液をSDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動に供し、細胞タンパク質を解析した。

【結果および考察】 湿潤状態の藻体を、高温環境下で急速に乾燥させた場合と、大気中で自然に乾燥させた場合、その後の細胞蘇生率に相違が認められた。この蘇生率の相違は、乾燥過程で得られる乾燥耐性に関与していると考えられた。SDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動に供して解析した結果、乾燥過程で経時的に発現量が増加する複数のタンパク質の存在を確認した。これらのタンパク質は *Nostoc* sp. HK-01 株の乾燥耐性に関与している可能性がある。これらの乾燥耐性に関与する高分子物質（タンパク質）に関する情報は、閉鎖生態系における本菌株の食資源利用のための有益な情報となるだろう。

【参考文献】

1. Katoh, H. *et al.*, *Microbes and environments* **18**, 82-88, 2003.
2. Kimura, Y. *et al.*, *Biological Sciences in Space* **29**, 24-31, 2015.
3. Kimura, S. *et al.*, *Biological Sciences in Space* **29**, 12-18, 2015.
4. Kimura, S. *et al.*, *American Journal of Plant Sciences* **8**, 2695-2711, 2017.

キーワード：シアノバクテリア、乾燥耐性、ストレスタンパク質
Keywords: cyanobacteria, desiccation tolerance, stress protein

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-CG 地球人間圏科学複合領域・一般

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_23

[H-CG33] 圏外環境における閉鎖生態系と生物システム

コンビーナ:富田ー横谷 香織(筑波大学生命環境系)、篠原 正典(帝京科学大学)、木村 駿太(筑波大学大学院生命環境科学研究科)

“惑星と閉鎖生態系における生物システム”をサブタイトルとして、2011年から続けているこのセッションは、地球の未来を見据えた話題を常に提供している。地球上の人間が生活するのに過酷な場や宇宙の環境の場は、おのずと閉鎖系が構築されることになる。その中で、人々はどのように暮らしていけるのだろうか。人間だけでなく多くの生物との共存となる。閉鎖生態系における生物のシステムは、個々の生物の細胞から、有人宇宙活動における工学的な物質循環に至るまで、実に広い分野を含む研究が必要である。それぞれの研究分野における個々のテーマを紹介し知り合い更に発展できる先を確認しあうことで、次世代に自然に継承される発展的研究となるだろう。このとき、必ずや世代を超えた討論の場が必要であると考えている。本セッションは、次世代への継承の場として、高く貢献できる可能性を秘めている。

[HCG33-P01] 宇宙環境長期居住を目指した地産地消の作物生産に必要な要素

*富田ー横谷 香織[1] (1.筑波大学生命環境系)

[HCG33-P02] 食用藍藻スピルリナが生産する細胞外高分子物質EPSの機能評価

*渡辺 智[1]、岩崎 拓海[1]、坂巻 裕[1]、兼崎 友[2]、大森 正之[3] (1.東京農大・バイオ、2.静岡大学・グリーン研、3.東京大学)

[HCG33-P03] The uniqueness of the dry heat tolerance of akinetes of terrestrial cyanobacterium *Nostoc* sp. HK-01

*木村 駿太[1,2,3]、富田ー横谷 香織[3] (1.東京大学大学院 農学生命科学研究科、2.日本学術振興会、3.筑波大学 生命環境系)

[HCG33-P04] 遺伝子から予想される陸棲藍藻*Nostoc*sp. HK-01の閉鎖生態系での利用の可能性

*加藤 浩[1]、木村 駿太[2,3]、富田ー横谷 香織[2] (1.三重大学、2.筑波大学、3.東京大学)

[HCG33-P05] 陸棲藍藻 *Nostoc* sp. HK-01の乾燥過程で特異的に見出される高分子物質（群）

*安部 智子[1]、髙澤 優佳[1]、本多 隆将[1]、市川 光雅[1]、吉田 菜都美[1]、木村 駿太[2,4]、加藤 浩[3]、富田ー横谷 香織[2] (1.東京電機大学理工学部、2.筑波大学生命環境系、3.三重大学地域イノベーション推進機構、4.東京大学農学生命科学研究科)

宇宙環境長期居住を目指した地産地消の作物生産に必要な要素
The important matter of food production for long term habitation in extraterrestrial environments

*富田ー横谷 香織[1]
*Kaori Tomita-Yokotani[1]

1. 筑波大学生命環境系
1. Faculty of Life and Environmental Sciences University of Tsukuba

宇宙環境における作物生産は、閉鎖生態系内で行われる。こでまでの地上研究で、環境応答に敏感な植物の生長が、異なる重力や圧力環境で、代謝への影響から、その生長や形態のみならず、作物として依存する有効な機能性成分の生産量の異なることが知られている。本発表は、これらの重要性を示すと供に、現地の閉鎖生態系内で効率的に生産と消費を行う可能性の検証と重要性を考察する。

キーワード：閉鎖生態系、圏外環境、作物生産
Keywords: closed bio-ecosystems, extraterrestrial environments, Food production

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

食用藍藻スピルリナが生産する細胞外高分子物質EPSの機能評価
Functional evaluation of extracellular polymer substance (EPS) produced by cyanobacterium *Arthrospira platensis*

*渡辺 智[1]、岩崎 拓海[1]、坂巻 裕[1]、兼崎 友[2]、大森 正之[3]
*Satoru Watanabe[1], Takumi Iwasaki[1], Yutaka Sakamaki[1], Yu Kanesaki[2], Masayuki Ohmori[3]

1. 東京農大・バイオ、2. 静岡大学・グリーン研、3. 東京大学
1. Dept. of Biosci., Tokyo Univ. of Agric., 2. RIGST, Shizuoka Univ., 3. Tokyo Univ.

植物と同様の酸素発生型光合成を行う藍藻は、様々な環境に生息し地球環境の維持に大きく貢献している。アフリカの塩湖であるチャド湖から単離された糸状性藍藻*Arthrosphila platensis*（通称、スピルリナ）は、古くから現地で食されており現在では健康食品や色素の材料として産業的に生産されている。塩湖から単離されたスピルリナは好塩性、好アルカリ性形質を有しており、開放環境においても無菌的に大量培養することが可能である。

細胞外高分子物質（Extracellular Polymeric Substances: EPS）は微生物が細胞外へと分泌する高分子の総称で、主に多糖類とタンパク質から構成される。環境中では微生物の細胞を保護する役割を持つが、粘性、保水性を示すことから素材業界においても注目されている。特にスピルリナはEPSの一種であるスピルランを生産する。スピルランは免疫調節作用などヒトに対して健康機能性を有することが示されており、その安全性も含め関心を集めているが、スピルラン生産の分子機構に関しては不明な点が多い。

我々はこれまでに、強光ストレスに曝されることによってスピルリナがEPS生産を促進することを見出した。スピルリナは強光ストレスによって生じた過剰な還元力を消費するために大量の糖を合成し、スピルランとして細胞外へ排出していると考えられる。本発表ではストレス時に生産されるスピルリナEPS の機能性、生産メカニズムを解析した。CE-TOF-MSを用いたメタボローム解析によりスピルリナEPSに含まれる代謝産物量を測定した結果、市販スピルリナ粉末に比べスピルリナEPSにはアミノ酸が多く含まれることが示された。またNGSを用いたトランスクリプトーム解析よりEPS形成過程の遺伝子発現変動を解析しEPSの生産に関わる遺伝子を絞り込んだ。

キーワード：シアノバクテリア、スピルリナ、細胞外高分子物質
Keywords: Cyanobacteria, Spirulina, Extracellular Polymeric Substances

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The uniqueness of the dry heat tolerance of akinetes of terrestrial cyanobacterium *Nostoc* sp. HK-01

*木村 駿太[1,2,3]、富田一横谷 香織[3]
*Shunta Kimura[1,2,3], Kaori Tomita-Yokotani[3]

1. 東京大学大学院 農学生命科学研究科、2. 日本学術振興会、3. 筑波大学 生命環境系
1. Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo, 2. Japan Society for the Promotion of Science, 3. Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba

Terrestrial cyanobacteria are useful for enabling bio-chemical circulation in closed bio-ecosystems, which is achieved though their photosynthetic ability, nitrogen fixing ability and utility as a food. Dried colonies of the terrestrial cyanobacterium *Nostoc* sp. HK-01 have a high tolerance to vacuum, UV, gamma-rays, heavy particle beams, and extreme temperatures. Tolerance to extraterrestrial environments is important for transportation in space. *Nostoc* sp. HK-01 was adopted as a biological material for space exposure experiments (“TANPOPO” mission), because of their high environmental tolerances. *Nostoc* sp. HK-01 has several different types of cells in its life cycle. We have revealed that the akinete (dormant cell) cell type of *Nostoc* sp. HK-01 shows tolerance to dry heat. In this study, we tested the dry heat tolerances of cyanobacterial akinetes of several species. We will discuss the uniqueness of the dry heat tolerance of *Nostoc* sp. HK-01.

キーワード：休眠細胞、乾熱耐性、Nostoc sp. HK-01、陸棲藍藻
Keywords: Akinete, Dry heat tolerance, Nostoc sp. HK-01, Terrestrial cyanobacteria

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

遺伝子から予想される陸棲藍藻*Nostoc*sp. HK-01の閉鎖生態系での利用の可能性

Potential application of cyanobacteria estimated by gene analysis of terrestrial cyanobacterium, *Nostoc* sp. HK-01, in closed-environment

*加藤 浩[1]、木村 駿太[2,3]、富田一横谷 香織[2]
*Hiroshi Katoh[1], Shunta Kimura[2,3], Kaori Tomita-Yokotani[2]

1. 三重大学、2. 筑波大学、3. 東京大学
1. Mie University, 2. University of Tsukuba, 3. The University of Tokyo

シアノバクテリア（藍藻）は様々な環境に棲息する光独立栄養生物である。その中でも、宇宙耐性能を持つ陸棲藍藻*Nostoc* sp.HK-01(NIES-2109、以下HK-01)について研究を進めてきた。HK-01は乾燥耐性を指標として単離された株であり、宇宙環境でも棲息可能な能力を有することから、地球圏外や閉鎖系環境でも利用可能ではないかと予想される。そこで、本発表ではHK-01の全ゲノム配列を用いて閉鎖生態系で有用な遺伝子を検索し、候補遺伝子をもとに利用方法を考察する予定である。

キーワード：シアノバクテリア、遺伝子、閉鎖生態系
Keywords: cyanobacteria, gene, closed ecosystem

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

陸棲藍藻 *Nostoc* sp. HK-01の乾燥過程で特異的に見出される高分子物質（群）

Analysis of macromolecular substances involved in the process of dehydration in a terrestrial cyanobacterium, *Nostoc* sp. HK-01.

*安部 智子[1]、髙澤 優佳[1]、本多 隆将[1]、市川 光雅[1]、吉田 菜都美[1]、木村 駿太[2,4]、加藤 浩[3]、富田一横谷 香織[2]
*Tomoko Abe[1], Yuka Takazawa[1], Ryusuke Honda[1], Kouga Ichikawa[1], Natsumi Yoshida[1], Shunta Kimura[2,4], Hiroshi Katoh[3], Kaori Tomita-Yokotani[2]

1. 東京電機大学理工学部、2. 筑波大学生命環境系、3. 三重大学地域イノベーション推進機構、4. 東京大学農学生命科学研究科
1. School of Science and Engineering, Tokyo Denki University, 2. Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, 3. Mie University, 4. Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo

【背景・目的】 陸棲藍藻 *Nostoc* sp. HK-01 は、兵庫県の土壌で採取された *Nostoc commune* の藻塊から、乾燥耐性を指標に Katoh[1)] らにより単離された株で、藻塊を乾燥後にデシケーター内の環境で８年間以上放置した後も、液体培養で蘇生し乾燥前と同様の増殖を示すことが確認されている[2)]。また、100ºCを超える温度に対して耐性を示すことも報告されている[3)]。*Nostoc* sp. HK-01の生活環の詳細が既に報告されている中で、前述の耐性を示す細胞は、アキネートと呼ばれる休眠細胞のみであることが示されている[3,4)]。乾燥状態の藻体の高い熱耐性が示されている一方で、湿潤状態から乾燥状態に移行する過程の熱環境耐性や関連する物質群の詳細はまだわかっていない。本菌株は有人宇宙活動における食資源としての利用も期待されており[2)]、そのために、乾燥耐性の獲得に関わる遺伝子群や長期培養における代謝の情報を得ることは重要である。本発表は、*Nostoc* sp. HK-01 株の乾燥耐性を得る過程に関与する物質のうち、特に高分子物質（群）を見出すことを目的として行った。

【方法】 *Nostoc* sp. HK-01 の藻体をBG-11の液体培養を行った後、藻体を採取し、デシケーター内で十分に乾燥させた。この過程で経時的に藻体を採取し、超音波で破砕した。破砕後、細胞抽出液をSDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動に供し、細胞タンパク質を解析した。

【結果および考察】 湿潤状態の藻体を、高温環境下で急速に乾燥させた場合と、大気中で自然に乾燥させた場合、その後の細胞蘇生率に相違が認められた。この蘇生率の相違は、乾燥過程で得られる乾燥耐性に関与していると考えられた。SDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動に供して解析した結果、乾燥過程で経時的に発現量が増加する複数のタンパク質の存在を確認した。これらのタンパク質は *Nostoc* sp. HK-01 株の乾燥耐性に関与している可能性がある。これらの乾燥耐性に関与する高分子物質（タンパク質）に関する情報は、閉鎖生態系における本菌株の食資源利用のための有益な情報となるだろう。

【参考文献】

1. Katoh, H. *et al.*, *Microbes and environments* **18**, 82-88, 2003.
2. Kimura, Y. *et al.*, *Biological Sciences in Space* **29**, 24-31, 2015.
3. Kimura, S. *et al.*, *Biological Sciences in Space* **29**, 12-18, 2015.
4. Kimura, S. *et al.*, *American Journal of Plant Sciences* **8**, 2695-2711, 2017.

キーワード：シアノバクテリア、乾燥耐性、ストレスタンパク質
Keywords: cyanobacteria, desiccation tolerance, stress protein

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-SS 地震学

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_14

[S-SS16] 地殻変動

コンビーナ:大園 真子(北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター)、落 唯史(国立研究開発法人産業技術総合研究所　地質調査総合センター　活断層・火山研究部門)、加納 将行(東北大学理学研究科)

地球のダイナミクスに関する研究テーマには，地震・火山・プレート運動といった様々な時空間スケールのものがあるが，地殻変動の情報はどの研究テーマに対しても重要な役割を果たしている．本セッションでは現象の理解を進めることを目的として，地殻変動に関連のある話題を幅広く議論する．実際に観測された地殻変動の解釈や観測機器の開発といった観測面からの研究のみならず，解析手法の開発やシミュレーションなど理論面からの研究も歓迎する．

[SSS16-P01] Earthquake Potential in Central Costa Rica based on Geodetic Observations

*Luis Alejandro Carvajal Soto[1]、Takeo Ito[1]、Hiroshi Kimura[1]、Marino Protti Quesada[2] (1.Nagoya University, Earthquake and Volcano Research Center、2.Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica, Universidad Nacional)

[SSS16-P02] Crustal deformation along the Liupanshan fault zone derived from GPS

*Weitao Chen[1,2]、Weijun Gan[2]、Genru Xiao[3]、Shiming Liang[2] (1.Development Research Center, China Earthquake Administration、2.Institute of Geology, China Earthquake Administration、3.East China University of Technology)

[SSS16-P03] 北海道北部における衝突帯位置と収束速度の推定

*伊藤 ちひろ[1]、高橋 浩晃[2]、大園 真子[2] (1.北海道大学大学院理学院、2.北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター)

[SSS16-P04] Vertical deformation and repeating earthquakes in southeastern Hokkaido in the last 100 years

*小林 広明[1,2]、纐纈 一起[1]、三宅 弘恵[1] (1.東京大学地震研究所、2.現・株式会社小堀鐸二研究所)

[SSS16-P05] 陸域GNSSデータによる釧路・根室沖の簡易的なプレート間固着の推定

*青田 裕樹[1]、大園 真子[2]、富田 史章[3]、高橋 浩晃[2] (1.北海道大学理学部地球惑星科学科、2.北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター、3.北海道大学大学院理学研究院)

[SSS16-P06] Estimation of the early afterslip location of the 2011 Tohoku-Oki earthquake using onshore GNSS and offshore pressure data

*Putra Maulida[1]、Yusaku Ohta[1]、Ryota Hino[1] (1.Graduate School of Science, Tohoku University)

[SSS16-P07] 2011年東北地方太平洋沖地震の余効変動に基づく不均質レオロジー構造

*伊藤 嘉秋[1,2]、三浦 哲[2]、武藤 潤[2]、太田 雄策[2]、飯沼 卓史[3]、James Moore[4] (1.三菱スペース・ソフトウエア株式会社、2.東北大学大学院理学研究科、3.海洋研究開発機構、4.南洋理工大学)

[SSS16-P08] 地震後余効変動における線形および非線形粘弾性効果の検討

*星野 宏行[1]、宮崎 真一[2,1]、平原 和朗[2] (1.京都大学大学院理学研究科、2.香川大学四国危機管理教育・研究・地域連携推進機構)

[SSS16-P09] GNSSデータに基づくΔCFSが最大となる断層面の推定

*深谷 俊太朗[1]、大園 真子[2] (1.北海道大学理学部地球惑星科学科、2.北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター)

[SSS16-P10] Coseismic deformation of the 2018 Lombok earthquake, Indonesia, revealed through InSAR measurements

*ERLAN SUMANJAYA[1]、MASATO FURUYA[1] (1.Hokkaido University)

[SSS16-P11] 干渉SAR時系列解析により明らかにする最近の吾妻山の地殻変動

*宗包 浩志[1]、小林 知勝[1] (1.国土地理院)

[SSS16-P12] 水準測量データから推定する2017年御嶽山東山麓でのM5.6地震の断層モデル

*村瀬 雅之[1]、北爪 直果[1]、山中 佳子[2]、松島 健[3]、木股 文昭[7]、森 済[1]、長谷 崇雅[1]、李 楊[1]、大渕 一樹[1]、國友 孝洋[2]、前田 裕太[2]、堀川 信一郎[2]、奥田 隆[2]、松廣 健二郎[2]、田ノ上 和志[2]、内田 和也[3]、手操 佳子[3]、宮町 凜太郎[3]、森田 花織[3]、吉川 慎[4]、井上 寛之[4]、影山 勇雄[5]、細川 周一[5]、簗田 高広[5]、田中 里奈[1]、道家 涼介[6] (1.日本大学文理学部地球科学科、2.名古屋大学大学院環境科学研究科、3.九州大学大学院理学研究院、4.京都大学大学院理学研究科、5.気象庁、6.神奈川県温泉地学研究所、7.東濃地震科学研究所)

[SSS16-P13] 南海トラフ沿いのゆっくりすべりに伴う地殻変動の検知能力

*宮岡 一樹[1]、甲斐 玲子[1]、木村 武志[2]、露木 貴裕[3] (1.気象庁、2.防災科学技術研究所、3.気象研究所)

[SSS16-P14] 東海地域のひずみ観測網によるゆっくり滑りの検知能力に関する研究

*楠城 一嘉[1] (1.静岡県立大学)

[SSS16-P15] 状態空間モデルを用いたひずみ観測データのトレンド成分推定手法の検討

*露木 貴裕[1] (1.気象庁気象研究所)

[SSS16-P16] 観測点の上流部からの流入を考慮したひずみ計データの降水補正の試み（２）

木村 一洋[1]、*小林 昭夫[2] (1.気象庁、2.気象庁気象研究所)

[SSS16-P17] 2017年から2018年にかけての志摩半島長期的スロースリップ

*小林 昭夫[1]、露木 貴裕[1] (1.気象庁気象研究所)

[SSS16-P18] 長期的SSE発生域における非断層すべり成分の存在可能性および、その巨大地震発生準備過程との関係性

*光井 能麻[1]、伊藤 武男[2] (1.公益財団法人 地震予知総合研究振興会 東濃地震科学研究所、2.名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター)

[SSS16-P19] **2016年熊本地震で停止していた南海トラフ沿いの長期的ＳＳＥの再活動**

*小沢 慎三郎[1]、矢来 博司[1] (1.国土交通省国土地理院)

[SSS16-P20] Crustal deformation in the San-in Shear Zone as observed by a dense GNSS network

*Angela Meneses-Gutierrez[1]、Takuya NISHIMURA[1] (1.Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University)

[SSS16-P21] 地表変形のフーリエ級数表現：異なるスケールの地殻変動

*野田 朱美[1]、齊藤 竜彦[1] (1.国立研究開発法人防災科学技術研究所)

[SSS16-P22] 九州南部のせん断帯におけるGNSS観測（第3報）

*渡部 豪[1]、雑賀 敦[2]、浅森 浩一[1]、小川 大輝[1]、島田 顕臣[1]、梅田 浩司[3] (1.日本原子力研究開発機構 東濃地科学センター、2.日本原子力研究開発機構 幌延深地層研究センター、3.弘前大学大学院 理工学研究科)

[SSS16-P23] Post-seismic deformation of 2016 Kumamoto Earthquake by continuous GNSS network (3)

*中尾 茂[1]、松島 健[2]、田部井 隆雄[3]、大久保 慎人[3]、山品 匡史[4]、大倉 敬宏[5]、西村 卓也[7,6]、澁谷 拓郎[6]、寺石 眞弘[6]、伊藤 武男[7]、鷺谷 威[8]、松廣 健二郎[7]、加藤 照之[9]、福田 淳一[9]、渡邉 篤志[9]、三浦 哲[10]、太田 雄策[10]、出町 知嗣[10]、高橋 浩晃[11]、大園 真子[11]、山口 照寛[11]、岡田 和見[11] (1.鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻、2.九州大学大学院理学研究院地震火山観測研究センター、3.高知大学自然科学系理学部門、4.高知大

学理学部附属高知地震観測所、5.京都大学大学院理学研究科火山研究センター、6.京都大学防災研究所、7.名古屋大学大学院環境学研究科地震火山研究センター、8.名古屋大学減災連携研究センター、9.東京大学地震研究所、10.東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター、11.北海道大学大学院理学研究院地震火山研究観測センター)

Earthquake Potential in Central Costa Rica based on Geodetic Observations

*Luis Alejandro Carvajal Soto[1], Takeo Ito[1], Hiroshi Kimura[1], Marino Protti Quesada[2]

1. Nagoya University, Earthquake and Volcano Research Center, 2. Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica, Universidad Nacional

The Central Costa Rica Deformed Belt is the extension of the North Panama Deformed Belt, a diffuse predominant northwest dextral-strike and conjugated northeast sinistral-strike faulting area, that represents the western border of the Panama Microplate. This diffuse boundary crosses Central Costa Rica from the Caribbean Coast, including the active Cordillera Volcanica Central, the Metropolitan Area (most dense population area in Costa Rica) and the Central Pacific coastline to intersects the Meso American Trench along the subduction of the Cocos Plate.

We integrated interseismic geodetic data with seismicity records and inland faulting traces in other to evaluate earthquake potential in 4 kinematic models with different spatial geometries of the tectonic configuration around Central Costa Rica. Crustal deformation in Central Costa Rica and surroundings is modeled as result: i.kinematic effects of rigid block motions, ii.elastic deformation due to the interaction on subduction and inland tectonic interfaces and iii.internal strain of each tectonic block. We adopted the Markov Chain –Monte Carlo method in order to approximate the solution for each kinematic model.

Our estimation of the velocity field in Costa Rica suggests that the crustal deformation in Costa Rica is mainly arranged in three groups: 1). Northwestern Costa Rica is dominated by a northward deformation with rates up to 30 mm a^{-1}, rotating and decreasing up to 20 mm a^{-1} northwestward following the Central American Forearch. 2). Southeastern Costa Rica shows deformation to the North-east up 40 mm a^{-1} (opposite to northwestern Costa Rica). 3). Central Costa Rica is characterized by a diffuse deformation pattern oriented mainly to northward, with deformation rates up a half of those observed in northwestern and southeastern Costa Rica. According to the values of slip deficit in interfaces of each model and analysis of local seismicity, we provide results about the earthquake potential in Central Costa Rica, where it is possible to reach earthquakes higher than Mw. 6.5 in all models.

Keywords: Central Costa Rica, Earthquake potential Costa Rica, Crustal Deformation Costa Rica

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Crustal deformation along the Liupanshan fault zone derived from GPS

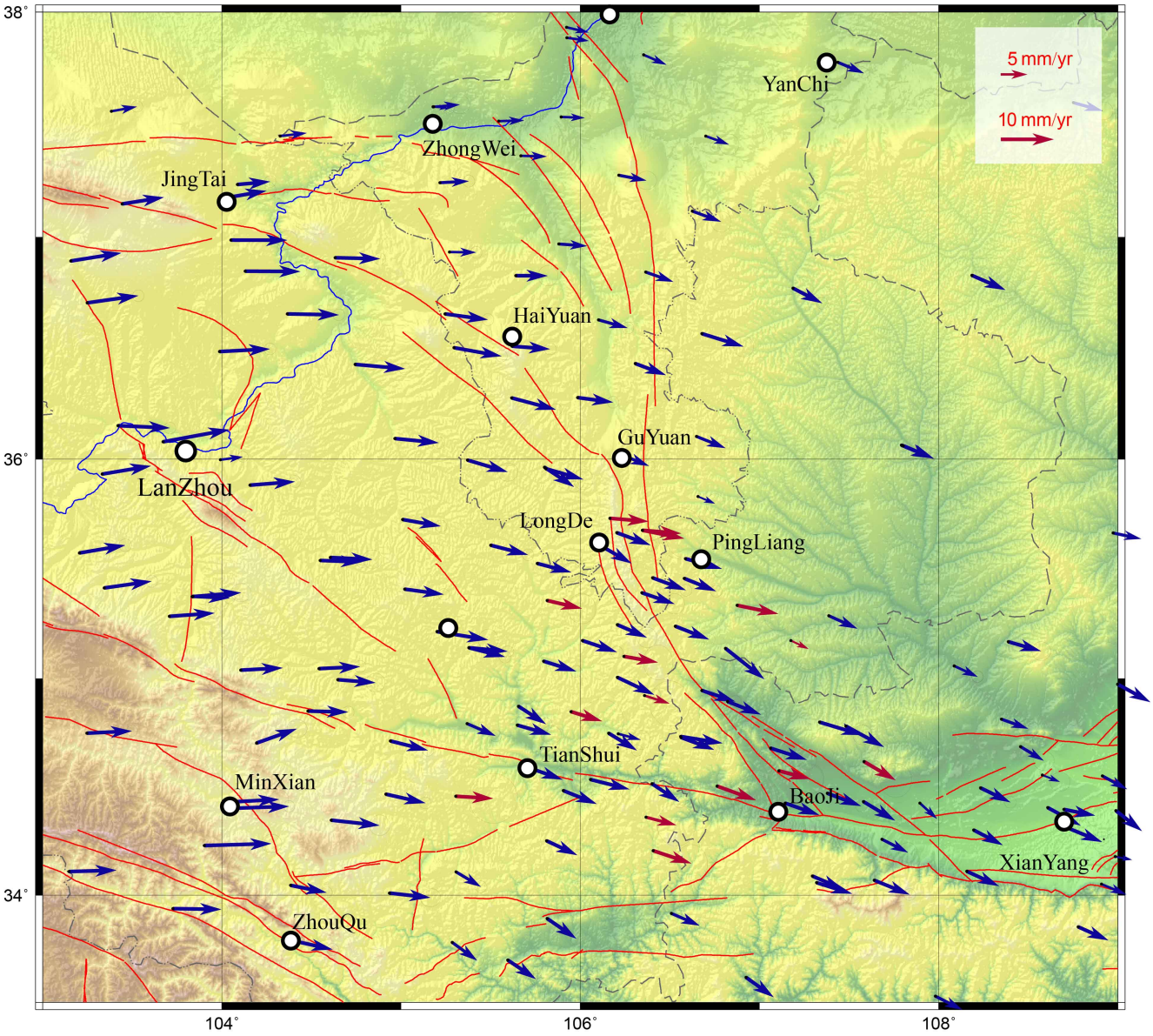
*Weitao Chen[1,2], Weijun Gan[2], Genru Xiao[3], Shiming Liang[2]

1. Development Research Center, China Earthquake Administration, 2. Institute of Geology, China Earthquake Administration, 3. East China University of Technology

The Liupanshan fault zone is located in North Central of North-South Seismic Belt, which is the boundary between the northeastern margin of the Tibetan Plateau and Ordos. This study collected 261 GPS stations distributed around the Liupanshan fault zone. 249 stations are belong to CMONOC and start to observe since 1999, 15 stations are constructed by this study and start to observe since 2013. GPS data are processed with the software GIPSY/OASIS (Version 6.0) from JPL, using the Precise Point Positioning (PPP) strategy and JPL products to obtain daily loosely constrained solutions. The result shows that the northern section of fault zone has a relatively weak left-lateral strike slip and 1.5mm/yr dip slip rate, but no significant difference motion is observed on both sides of the southern section. Furthermore, the maximum principal strain rates indicate that the deformation characteristic of the fault is extrusion, and the value gradually decreases from north to south.

Keywords: GPS, Crustal Deformation, Liupanshan Fault

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道北部における衝突帯位置と収束速度の推定
Convergence boundary and velocity between Amur and Okhotsk plates in northern Hokkaido inferred by GNSS velocity data

*伊藤 ちひろ[1]、高橋 浩晃[2]、大園 真子[2]
*Chihiro Ito[1], Hiroaki Takahashi[2], Mako Ohzono[2]

1. 北海道大学大学院理学院、2. 北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター
1. Graduate School of Science, Hokkaido University, 2. Institute of Seismology and Volcanology, Graduate School of Science, Hokkaido University

東アジア，特に日本列島周辺のテクトニクスはプレート運動の相互作用を受け複雑である．日本海東縁部で発生する地震はいくつかのプレートの相互作用によると考えられているが，北海道北部の西方沖，1940年積丹沖地震(M7.0)と1971年サハリン南西沖地震(M7.1)の間には地震空白域が存在する．また，陸域にあたる北海道北部の日本海側にはサロベツ断層帯が位置し，地震調査研究推進本部による長期評価においてM7.6程度の地震が発生する可能性が指摘されている．プレート境界モデルは多くの研究で提案されており，サハリン南部から北海道北部にかけての陸上にプレート境界が存在する可能性も示されている．さらに，震源分布や地質構造から，北海道は東西で異なる構造を持つこと明らかになっている．

この境界の有無を検証し，測地学，地震学，地質学の異なる側面からの見解を考慮した包括的な議論をするため，本研究ではGNSS観測による速度データを用いて境界の位置，走向，収束速度，弾性層厚さを同時推定した．国土地理院GEONET観測点44点のデータ，Shimazaki and Zhao (2000) による衝突帯ディスロケーションモデルを用いてパラメータ推定を行った．最適解の決定にはグリッドサーチを使用し，観測誤差を考慮した残差を表すカイ二乗値が最小になるパラメータの組み合わせを最終的な解とした．衝突境界は無限長，垂直断面であり，境界から無限に離れた場所では変位はないことを仮定している．対象地域は，南北での相違を見るため北海道北部の北半分，南半分，全域の3地域とした．

推定された境界位置は，東北東ー南南西方向で概ね震源分布，地質構造の境界と一致し、地質構造が力学境界として機能している可能性がある．弾性層厚さは北で21.6 km，南で26.5 km，全域で28.8 kmと推定された．地震発生下限の深さを示すD90は北海道北部で20-30 km，モホ面の深さはおよそ30 kmである．このモデルにおける厚さの推定精度はほかのパラメータに比べると低いが，地震学的な不連続面の深さと同程度の値であることから，境界位置や速度の推定精度を保証していると考えられる．推定された収束速度は北で13.7 mm/yr，南で17.9mm/yr，全域で18.6mm/yrである．この値は測地学的データを用いたプレート間相対速度を推定したいくつかの先行研究と一致する．本研究では測地学，地震学，地質学データ，3つの独立したデータにより推定された境界位置が概ね一致することから，この地域に何らかの境界が存在する可能性を支持する結果となった．

キーワード：GNSS観測、地殻変動、衝突帯、北海道北部
Keywords: GNSS measurements, crustal deformation, collision zone, northern Hokkaido

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Vertical deformation and repeating earthquakes in southeastern Hokkaido in the last 100 years

*小林 広明[1,2]、纐纈 一起[1]、三宅 弘恵[1]
*Hiroaki Kobayashi[1,2], Kazuki Koketsu[1], Hiroe Miyake[1]

1. 東京大学地震研究所、2. 現・株式会社小堀鐸二研究所
1. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 2. Now at Kobori Research Complex. Inc.

In the southernmost part of the Kuril subduction zone, six large to giant interplate earthquakes have occurred in the last 400 years. This includes the two M_w ~ 8 Tokachi-oki earthquakes that occurred in 1952 and 2003. In Hokkaido, instrumental seismic and geodetic observations began in the late 19th to early 20th centuries. Therefore, we are able to investigate more than a single M8 class earthquake cycle there using the observation data.
In this study, we investigated leveling data and repeating earthquakes in southeastern Hokkaido in the last 100 years. For the leveling data, we chose the survey route around Cape Erimo because the survey was conducted in 1952 and 1953 after the 1952 earthquake, the route has not changed since the first survey and is located near the coast, and there is likely no subsidence due to the pumping of underground water. We also estimated the crustal deformation due to medium-sized (M larger than or equal to 6.5) earthquakes since 1908 by simple uniform slip models. For some earthquakes, we estimated the focal mechanisms by analyzing the analog seismograms and the first motion polarity data.
For the investigation of the historical occurrences of repeating earthquakes, we chose two groups around Hokkaido whose average M_{JMA} is 5.4 from the catalogs of Uchida and Matsuzawa (2013) and Seismology and Volcanology Research Department of Meteorological Research Institute et al. (2014). Using the JMA catalog, we selected earthquakes occurring prior to 1993, whose epicentral distance from the known repeating earthquakes was less than 20 km and whose M_{JMA} was between 5.1 and 5.7. In addition, we checked a few earthquakes whose epicentral distances were less than 30 km. We used the the Headquarters for Earthquake Research Promotion data retrieval system to obtain copies of the analog seismograms and determined the repeating earthquakes by visual comparisons. We also estimated the aseismic slip rate around the groups.
The results of these investigations reveal that the afterslip of the 1952 earthquake may have continued until around 1980. Moreover, in the Tokachi-oki region, the state of the plate interface prior to the 1952 earthquake may be similar to that prior to the 2003 earthquake. Furthermore, the acceleration of aseismic slip around 1980 can be found in the west of Cape Erimo.

キーワード：水準測量、繰り返し地震、アナログ波形記録、十勝沖領域
Keywords: Leveling data, repeating earthquake, analog seismogram, Tokachi-oki region

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

陸域GNSSデータによる釧路・根室沖の簡易的なプレート間固着の推定
Simple estimation of interplate coupling in the Kushiro-oki and the Nemuro-oki regions, eastern Hokkaido in Japan from onshore GNSS data

*青田 裕樹[1]、大園 真子[2]、富田 史章[3]、高橋 浩晃[2]
*Hiroki Aota[1], Mako Ohzono[2], Fumiaki Tomita[3], Hiroaki Takahashi[2]

1. 北海道大学理学部地球惑星科学科、2. 北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター、3. 北海道大学大学院理学研究院
1. Department of Earth and Planetary Sciences, School of Science, Hokkaido University. , 2. ISV, Faculty of Science, Hokkaido University, 3. Graduate School of Science, Hokkaido University

北海道東部の釧路根室沖は千島海溝に沿った海溝型の大地震が繰り返し発生している地域であり，陸域の測地観測データを用いた先行研究から本地域が高いすべり欠損速度を持つことが示されている．また，過去の津波解析によっても海溝近傍での広域的な破壊の存在が示唆されており，この地域において将来的に巨大地震が発生する可能性が高いと考えられる．日本の周辺海域にはGNSS-A（GNSS音響結合方式） 観測網が展開されており，観測を重ねることで海溝付近での固着状態や地震発生前後の地殻変動をより精確に推定できるようになってきた．本研究対象領域にも今後GNSS-A観測点の設置が検討されており，これにより根室釧路沖の固着状態をより精確に推定することが可能になると期待される．本研究では，その予備研究として，陸域GNSS観測網 (GEONET) のデータから釧路・根室沖の固着状態をどの程度把握できるかの検討を行った．北海道における2013.2年から2018.0年にかけてのGEONET観測点のデータを用い，海溝軸に直交する方向の水平成分および鉛直成分それぞれの平均変位速度を算出し海溝軸に対しての直交する側線における二次元プロファイルを作成した．その上でバックスリップモデル（Savage, 1983）に基づき半無限均質弾性媒質中でのディスロケーションモデルを用いて，固着率および固着域の範囲を海溝軸に直交する二次元プロファイル下で計算し，観測値を最もよく説明する固着に関するパラメータを求めた．水平成分の解析の結果，固着率は1.0–1.1，固着域の上端は深さ0–5km，下端は50–55kmと推定された．推定される固着率は1.0を超え，値が高い傾向を持つ．これは，ITRF2014（Altami et al., 2016）によって与えたプレート収束速度 (8.4 cm/yr) が小さかったかもしれないこと，または弾性体ではなく粘弾性体を用いなければ過大評価になることなどが原因と考えられる．また，推定された固着域の下端は先行研究（Hashimoto et al., 2009）と比較して深い結果となっている．これは，仮定したプレートの形状が傾斜角15度の一枚の断層としているため生じたと考えられる．陸域の観測データのみからは，Hashimoto et al.（2009)によって指摘されている通り，海溝近くの浅部の固着については議論することが難しい．本研究においても仮定したプレートの形状や粘弾性の影響があった．現段階では，この地域では2点のGNSS-A観測点を設置する予定があるが，様々なケースを仮定した固着状態から計算される速度プロファイルの違いから，その差が大きくなる地点と，速度プロファイルの傾きが大きくなっている地点をGNSS-A観測点の候補地とすると，海溝軸から水平距離で25 km，40 kmの位置が該当する．しかし，固着域の推定を確実に行うためには，実際のプレート形状や粘弾性構造の考慮や，地震活動など他の先行研究の情報を取り入れるなどして，今後も検討する必要がある．

キーワード：地震、地殻変動、プレート間の固着
Keywords: Earthquake, Crustal deformation, Interplate coupling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Estimation of the early afterslip location of the 2011 Tohoku-Oki earthquake using onshore GNSS and offshore pressure data

*Putra Maulida[1], Yusaku Ohta[1], Ryota Hino[1]

1. Graduate School of Science, Tohoku University

Understanding of spatial and temporal development of the early afterslip just after the large earthquake is extremely important to characterize the frictional properties vicinity of an earthquake. Widely installed onshore geodetic data has been utilized to estimate the frictional properties along the plate interface (e.g. Miyazaki et al., 2004). One of the opportunity to study for early afterslip of the large event is 2011 Tohoku-Oki Earthquake. Dense continuous GNSS was installed nationwide, which had captured whole time period for this event successfully. Thus, we focus on the early afterslip of the 2011 Tohoku-Oki event in this study using both of onshore GNSS and offshore pressure data.

For the onshore GNSS data, we estimated the every 30 seconds kinematic time series until 18 hours after the mainshock. To enhance the signal-to-noise ratio of kinematic time series, we applied the principle component analysis (PCA) for kinematic PPP time series. We removed the lower contribution components from raw time series. For the offshore pressure data, we used the data-set by Hino et al. (2014). The raw OBP time series was sampled into 1 minute, after taking 1 minute average of raw data. Next, the resampled pressure data were de-tided, de-drifted and corrected by the ocean model to detect the seafloor deformation (Inazu et al, 2012). The time series of corrected OBP showed a strong signal of tsunami wave propagation. To clearly showed the tectonic deformation of the seafloor, we applied moving average of a window of (time with of windows) in length. The amount of displacement was estimated based on logarithmic functions fitted to the filtered pressure records.

To estimate the spatial and temporal development of early afterslip, we applied a conventional network inversion filter (NIF) (Segall and Matthews, 1997). We assumed an elastic half-space model (Okada, 1992) to calculate green functions of surface displacement due to slips on subfaults. We assumed local benchmark motions in unknown state vectors. To reduce the number of unknown parameters, we assumed pure reverse faulting. We omitted 10 minutes parts just after the mainshock from both onshore and offshore data because of the large disturbance caused by the seismic wave passage.

We estimated the early afterslip distribution using two different data sets for comparison. First one is the result from the onshore GNSS data only. Second one is the result both from the onshore GNSS and the offshore pressure data. Using only the onshore data, the estimated afterslip mainly concentrate on the deeper extension of the coseismic slip distribution. Spatial pattern of the estimated afterslip consistent with previous study (e.g. Munekane et al. 2012). In contrast, obtained early afterslip distribution completely difference when we included the offshore data. The estimated afterslip mainly concentrated in the shallower part of the subducting plate interface. Estimated moment release amount reached 2.37 x 10^{21} Nm (correspond to Mw 8.24) after the 18 hours from the mainshock. It clearly larger than the previous studies such as Munekane et al [2012]. It may be caused by the offshore pressure data. Just after the 2011 Tohoku-Oki event, all of the ocean bottom pressure time series indicate the clear subsidence signal. To explain this subsidence, afterslip cannot locate in the deeper part of the subducting plate interface because the afterslip in the deeper part generate the upward displacement in the ocean bottom pressure sites.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

We will discuss the more detail characteristic of the estimated early afterslip distribution. We also try to estimate the afterslip distribution using L1 regularization inversion (e.g. Evans et al., 2012) approach to illuminate the location of the afterslip just after the mainshock.

Keywords: Early afterslip, Ocean Bottom Pressure, GNSS, Network Inversion Filter

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2011年東北地方太平洋沖地震の余効変動に基づく不均質レオロジー構造
Heterogeneous rheology structure estimated by the postseismic deformation following the 2011 Tohoku-Oki earthquake (M_w9.0)

*伊藤 嘉秋[1,2]、三浦 哲[2]、武藤 潤[2]、太田 雄策[2]、飯沼 卓史[3]、James Moore[4]
*Yoshiaki Ito[1,2], Satoshi Miura[2], Jun Muto[2], Yusaku Ohta[2], Takeshi Iinuma[3], James Daniel Paul Moore[4]

1. 三菱スペース・ソフトウエア株式会社、2. 東北大学大学院理学研究科、3. 海洋研究開発機構、4. 南洋理工大学
1. Mitsubishi Space Software Co., Ltd., 2. Graduate School of Science, Tohoku University, 3. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 4. Nanyang Technological University

2011年3月11日に発生したMw9.0の東北地方太平洋沖地震（東北沖地震）は，広域かつ長期にわたる余効変動をもたらすなど，その後の日本列島の地殻変動に今なお多大な影響を与え続けている．余効変動に関してはこれまで数多くの研究がなされているが，その多くが余効すべりと粘弾性緩和の2種類の変形メカニズムを検討している．これらの先行研究では，均質半無限あるいは深さ方向のみに不均質な粘弾性構造が用いられており，地震波速度構造や地殻ひずみ分布などの様々な観測から示唆されている3次元的な不均質構造が十分に考慮されていない．また，レオロジーモデルはMaxwellモデルあるいはBurgersモデルのどちらかが用いられており，岩石室内実験に基づき実際の岩石の挙動に近いと考えられるべき乗流動則モデルはあまり用いられてこなかった．こうした背景を踏まえ本研究では，稠密なGNSS観測点が配置されている新潟県から福島県にかけて島弧を横断する磐越地域において，余効変動の累積変位とその時間発展という2つの観点から東北沖地震後の約5年間の余効変動を詳細に調べ，先行研究では採用されてこなかったべき乗則モデルに基づいて，不均質粘弾性構造の推定を行った．

本研究では，2011年3月12日から2016年4月1日までの5年間を，初めの約2年間とその後の3年間の2つの期間に分け，GNSS観測データから島弧横断方向の変位プロファイルを精査した．その結果，火山フロント（VF）周辺を境に，前弧域と背弧域で変位プロファイルの勾配が変化する特徴がみられた．また，初めの約2年間ではVF周辺で局所的な沈降が確認された．時間発展については，緩和率（5年間の水平変位量で規格化した水平成分の時系列）のプロファイルにおいて，背弧域と前弧域で緩和率が異なること，海溝軸からの距離（DFT）が350～400 kmの範囲でプロファイルが平坦になる特徴的な傾向が明らかになった．

これらの観測結果を再現可能な地下の粘弾性構造を求めるために，Lambert and Barbot (2016, GRL)による余効すべりと粘弾性緩和を考慮した余効変動の計算手法を3次元モデルに拡張したものを用い，各パラメータはグリッドサーチを用いた観測値との比較から最適値を探索した．その結果，マントルウェッジ浅部に低粘性領域（LVZ）を仮定した場合に観測データをよく再現できることが明らかになった．最適モデルとしてはVF下部にLVZが存在し，このLVZの近傍までcold nose（CN）と呼ばれる高粘性領域を仮定した構造が推定された．この構造は，Uyeshima et al. (2016)による比抵抗構造の推定結果やFreed et al. (2017)により推定されたCNの拡がりとも整合的であった．このモデルにより計算された変位プロファイルでは，観測データでみられたVF周辺における沈降と，東西及び南北成分で勾配が変化する傾向が再現された．緩和率においてもプロファイルの変化は概ね再現できているが，DFT＝350～400 kmの範囲でプロファイルが平坦になるという特徴的な変化は再現できなかった．この原因を調べるために，この領域深部にLVZを仮定したモデルを用いて調べたところ，深さ25～40 kmの範囲にLVZを仮定することにより，プロファイル形状が平坦になることがわかった．この領域は，新潟－神戸ひずみ集中帯の北端周辺に相当し，他の研究からも深部に構造の不均質が存在することが指摘されていることから，ひずみの集中機構と低粘性体の関連が示唆される．

本研究で得られた最適モデルを，先行研究により調べられている北部の鳴子測線にも適用し，島弧走向方向

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

の粘弾性構造の違いについて検討を行った．その結果，本研究で得られた磐越測線沿いの構造では，鳴子測線の変位・緩和率プロファイルの特徴を十分に説明できないことが明らかになり，南北で粘弾性構造が異なることが示唆された．特に上下変位成分に関して，南北のCN構造の違いについて調べたところ，深さ25〜40 kmでは南部の方が小さく，深さ40〜55 kmでは北部の方がCN領域が大きいという結果が得られた．このような南北にCN構造の異なるモデルにVF周辺のLVZを加えたモデルは，CN構造を南北で同じにしたモデル，あるいはLVZを仮定しないモデルに比べ，先行研究で得られている面積ひずみ分布をよく再現できている．以上から，本研究により，島弧横断方向の不均質粘弾性構造を考慮する重要性が明らかになった．今後得られたモデルをさらに高度化することにより，地震発生サイクルの研究等への応用が期待できる．

キーワード：余効変動、東北沖地震
Keywords: postseismic deformation, Tohoku-oki earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地震後余効変動における線形および非線形粘弾性効果の検討
Contribution of linear and non-linear viscoelastic relaxation as postseismic deformation following an earthquake

*星野 宏行[1]、宮崎 真一[2,1]、平原 和朗[2]
*Hiroyuki Hoshino[1], SHINICHI MIYAZAKI[2,1], Kazuro Hirahara[2]

1. 京都大学大学院理学研究科、2. 香川大学四国危機管理教育・研究・地域連携推進機構
1. Graduate school of science, Kyoto University, 2. Institute of Education, Research and Regional Cooperation for crisis Management Shikoku, Kagawa University

2011年東北地方太平洋沖地震の発生後、海溝近くの震源域に設置されたGPS/Acoustic観測点において地表面変位の時間発展データが得られ、地震直後の余効変動メカニズムにおける粘弾性緩和の寄与に関する議論が発展されてきた。しかし、地殻内の粘弾性モデルとして、Maxwell粘弾性体やBurgers粘弾性体、非線形粘弾性体などが想定され、どのレオロジーが適当であるかについて、現状はっきりとした知見は得られていない。

Barbot and Fialko (2010)は、地震の発生または何らかの応力擾乱によって生じる粘弾性緩和、アフタースリップ、及び、間隙弾性反発の時間発展を統一的に計算する理論を構築した。本研究では、この理論に基づき、地震の発生に伴う余効変動を計算する数値計算プログラムを作成した。具体的な手順は以下の通り。(1) Okada（1992）に基づいて地震時の変位場、弾性応力場を算出する。(2) タイムステップ毎に、地殻内部の弾性応力場によって各余効変動メカニズムが引き起こすモーメントデンシティの時間変化を解析的に計算する。(3) そのモーメントデンシティの時間変化が引き起こす地殻内の速度場及びひずみ速度場を算出する。(4)速度及びひずみ速度を時間積分することで、次のタイムステップにおける地殻内弾性応力場の計算を行う。この手法によって、粘弾性緩和については、線形粘弾性体に限らず非線形粘弾性体のレオロジーを用いた計算を行うことが可能である。

本発表では、作成した数値計算プログラムを用い、ストライク・スリップ及びディップ・スリップによって生じる余効変動について、様々なレオロジーを仮定して計算を行う。レオロジー構造やパラメータ値を変化させて得られた計算結果を比較し、余効変動時の観測データの特徴をよく再現するレオロジーについて検討する。また、2011年東北沖地震等の実際の地震に対する観測データとの比較も行いたい。

キーワード：レオロジー、余効変動、粘弾性緩和
Keywords: rheology, postseismic deformation, viscoelastic relaxation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

GNSSデータに基づくΔCFSが最大となる断層面の推定
Estimation of fault parameter with maximum ΔCFS based on GNSS data

*深谷 俊太朗[1]、大園 真子[2]
*Shuntaro Fukaya[1], Mako Ohzono[2]

1. 北海道大学理学部地球惑星科学科、2. 北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター
1. School of Science, Hokkaido University, 2. ISV, Faculty of Science Hokkaido University

日本には多数の内陸活断層が存在しているが，その危険性を評価するための指標の一つに静的クーロン破壊応力変化量 (ΔCFS) というものがある．ΔCFSは地震や火山活動を起源とする応力変化から，計算対象となる断層がすべりやすくなったか，すべりにくくなったかを評価するものであり，従来半無限弾性体を仮定したディスロケーションモデルなどにより断層を仮定して計算されていた．しかし上田・高橋 (2005) やNishimura (2018) ではGNSS観測点の変位データから直接ΔCFSを求める手法の有効性が示された．そこで本研究では上記の手法に基づいて，GNSS観測点の水平変位データから得られる各地域の地表応力場の元で任意の断層を想定し，ΔCFSが最大となるレシーバ断層のパラメータを計算するツールを作成した．この手法を用いると，実際に活断層などが存在しない地域でも，地震が発生するとどのようなメカニズムになるのかを推察することができる．本研究では，テストケースとして，まず山形盆地断層帯周辺のGNSSデータから2011年東北沖地震前後の期間について試算を行った．その結果，地震前の応力場から求めたΔCFSが最大を示す断層面が実際の活断層のジオメトリに近くなることがわかった．またこの試算により，観測点の上下変位を用いないことに起因すると考えられる，ΔCFSの傾斜角依存性が生じることがわかった．範囲を広げて東北地方のGEONET観測点の2004年9月～2007年9月の水平変位を用いて，傾斜角は固定するという制約のもと，各地域において同様の計算を行った．結果を地震本部発表の活断層長期評価と比較したところ，ΔCFSが大きい値を示す地域が長期評価の発生確率の高いSランク断層付近に加えて，データが少なく評価困難なXランク断層付近，活断層の存在が確認されていない場所などで見つかった．その中には奥羽脊梁山地ひずみ集中帯の中にある2008年に発生した岩手・宮城内陸地震の震源断層のパラメータを事前によく表現できていたものもあり，本手法の断層危険性評価に対する有効性とそれを可視化する方法を示すことができた．

キーワード：ΔCFS、GNSS、活断層
Keywords: ΔCFS, GNSS, active fault

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Coseismic deformation of the 2018 Lombok earthquake, Indonesia, revealed through InSAR measurements

*ERLAN SUMANJAYA[1], MASATO FURUYA[1]

1. Hokkaido University

Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR) is a space-based technique allowing to derive images of ground surface deformation. This method is based on repeated acquisitions by a Radar system onboard a satellite. We use Advanced Land Observing Satellite-2 (ALOS-2)/Phased Array-type L-band Synthetic Aperture Radar-2 (PALSAR-2) InSAR data sets from ascending stripmap mode and descending ScanSAR data. Meanwhile, we also use JAXA’ s AW3D DEM to correct for the topographic phase. These datasets allow us to more completely detect the deformation signal around the epicentral region caused by three Mw > 6 shallow earthquakes occurred in Lombok island, Indonesia. These events are of almost dominant thrust mechanism using GCMT solutions. The results show that the maximum amplitude of the line of sight (LOS) displacements are covering the mainshock of 35 cm in ascending and 30 cm in descending observations which is close to the epicenter of the earthquake. Both of which indicate that the surface was approaching toward the satellite. Because of ALOS-2 interferogram images are affected by ionospheric disturbances; therefore, we also perform ionospheric correction using split spectrum method (SSM), and the result shows that no signal of the ionosphere is detected there so that we can ignore the effect of the ionosphere. Meanwhile, to find slip distribution around the epicentral area, we plan to generate a fault source model using triangular dislocation element in an elastic halfspace.

Keywords: The 2018 Lombok earthquake , Coseismic deformation, InSAR

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

干渉SAR時系列解析により明らかにする最近の吾妻山の地殻変動
Recent crustal deformations around Mt. Azuma revealed by InSAR time-series analysis

*宗包 浩志[1]、小林 知勝[1]
*Hiroshi Munekane[1], Tomokazu Kobayashi[1]

1. 国土地理院
1. GSI of Japan

吾妻山は福島・山形県境にある火山群である。吾妻山では、2014年12月に火山性微動の発生や火山性地震の増加が見られ、噴火警戒レベルが2に引き上げられた。それに伴い、一切経山付近の膨張を示す緩やかな地殻変動が観測されているが、2015年7月頃から停滞または収縮の傾向になった。また、大穴火口では、2013年から2015年にかけて地熱域の拡大がみられ、2015年には大穴火口北西で新たに地熱域が確認されるなど、活発な熱活動が継続した（気象庁, 2016）。その後、一旦噴火計画レベルが1に引き下げられたものの、2018年9月に再び火山性地震の増加が見られ、噴火警戒レベルが2に引き上げられている。

本研究では、最近の吾妻山の地殻変動からその力源位置および時間変化を明らかにし、火山活動との関連を議論する。そのため、「だいち２号」および「Sentinel-1」データを用いた干渉SAR時系列解析を行った。

まず「だいち２号」データを用いて干渉SAR時系列解析を行った。解析に使用したデータは2015年～2018年にかけて撮像された8枚のSAR画像である。解析の結果、広域的な変動として、吾妻山山体の広い範囲にわたり、2015～2017年には衛星から遠ざかる変動、2017年～2018年には衛星に近づく変動が捉えられた。これらの変動は、2014年～2015年にかけて「だいち２号」のSAR干渉解析により観測された山体の膨張に対応する地殻変動（国土地理院, 2015）と空間パターンがほぼ一致していることから、その力源と考えられている山体下3kmの球状圧力源（国土地理院, 2015）によるものと考えられる。

次に「Sentinel-1」データを用いて干渉SAR時系列解析を行った。解析に使用したデータは、2018年4月～11月にかけて撮像された21枚のSAR画像である。解析の結果、局所的な変動として、大穴火口西側において膨張に対応している変動が明らかになった。この変動は、「だいち２号」の干渉SAR時系列解析により2015年および2018年に観測されている変動（国土地理院, 2018）と空間パターンがほぼ一致していることから、同一の力源によるものと考えられる。2018年の変動は、4月よりほぼ一様のレートで続いていたが、10月にはいって加速している。

本研究では、干渉SAR時系列解析により明らかになった広域的および局所的な変動について、力源を再決定するとともに、その時間発展と実際の火山活動との関連について議論する予定である。

＊謝辞

本研究で用いたALOS-2データは，火山噴火予知連絡会衛星解析グループ（火山WG）を通じて，（国研）宇宙航空研究開発機構（JAXA）から提供を受けました．原初データの所有権はJAXAにあります．

キーワード：干渉SAR、時系列解析、吾妻山

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: InSAR, Time-series analysis, Mt. Azuma

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

水準測量データから推定する2017年御嶽山東山麓でのM5.6地震の断層モデル

The Fault model of the 2017 earthquake (M5.6) in the Eastern flank of Mt. Ontake estimated from precise leveling survey data

*村瀬 雅之[1]、北爪 直果[1]、山中 佳子[2]、松島 健[3]、木股 文昭[7]、森 済[1]、長谷 崇雅[1]、李 楊[1]、大渕 一樹[1]、國友 孝洋[2]、前田 裕太[2]、堀川 信一郎[2]、奥田 隆[2]、松廣 健二郎[2]、田ノ上 和志[2]、内田 和也[3]、手操 佳子[3]、宮町 凜太郎[3]、森田 花織[3]、吉川 慎[4]、井上 寛之[4]、影山 勇雄[5]、細川 周一[5]、簗田 高広[5]、田中 里奈[1]、道家 涼介[6]

*Masayuki Murase[1], Naoka Kitazume[1], Yoshiko Yamanaka[2], Takeshi Matsushima[3], Fumiaki Kimata[7], Hitoshi Yamashita Mori[1], Takamasa Hase[1], Yang Li[1], Kazuki Ofuchi[1], Takahiro Kunitomo[2], Yuta Maeda[2], Shinichiro Horikawa[2], Takashi OKUDA[2], Kenjiro Matsuhiro[2], Kazushi Tanoue[2], Kazunari Uchida[3], Yoshiko Teguri[3], Rintaro Miyamachi[3], Kaori Morita[3], Yoshikawa Shin[4], Hiroyuki Inoue[4], Isao Kageyama[5], Syuichi Hosokawa[5], Takahiro Yanada[5], Rinah Tanaka[1], Ryosuke Doke[6]

1. 日本大学文理学部地球科学科、2. 名古屋大学大学院環境科学研究科、3. 九州大学大学院理学研究院、4. 京都大学大学院理学研究科、5. 気象庁、6. 神奈川県温泉地学研究所、7. 東濃地震科学研究所

1. Department of Earth and Environmental Sciences, College of Humanities and Sciences, NIHON University, 2. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 3. Graduate School of Sciences, Kyushu University, 4. Graduate School of Sciences, Kyoto University, 5. Japan Meteorological Agency, 6. Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture, 7. Tono Research Institute of Earthquake Science

2017年6月25日、御嶽山東山麓の長野県南部を震源とするM5.6の地震が発生し、最大震度5強（長野県王滝村および長野県木曽町）が観測された。御嶽山の東山麓では、1970年代後半から現在まで群発地震が継続しており、このM5.6 地震の震源は群発地震の震源域に位置する。

御嶽山の東山麓には水準路線が設置されており、精密水準測量を繰り返し実施してきた。東山麓には、路線距離38㎞・水準点数98点で構成される桟路線、屋敷野路線、木曽温泉路線、中の湯・御岳ロープウエイ路線が設置され、2017年4月・2018年4月には全路線の測量が実施されている。また、2017年9月にはM5.6 地震を受け、震源に近い一部路線の緊急観測が実施された。

M5.6 の地震を含む期間の2017年4月24日～27日と9月10日～11日の測量結果を比較すると、BM16を基準として屋敷野路線および木曽温泉路線に隆起が検出された。最大隆起は屋敷野路線のBM213の28mmである。

水準測量では、水準路線上のみでしか地殻変動が検出できず、M5.6地震による変動の広がりを面的にとらえることはできないため、地震を挟む期間のALOS-2/PALSAR-2のデータについて干渉SAR解析を行い、水準測量と干渉SAR解析で変動が検出された領域がほぼ同じであることを確認した。

この地震の断層モデルとして、1枚の矩形断層を仮定し、断層パラメータの推定を行った。断層パラメータの初期値として、地震発生から1ヵ月分のM>0の地震に対してDD法を用いて決定された合計42個の震源データを使用し断層の形状を決定した。断層パラメータの初期値を中心に最適パラメータの探索を遺伝的アルゴリズムによって行うことで、1枚の矩形断層によって水準測量で検出された上下変動はおおむね説明できることが明らかとなった。

地震発生後の2017年9月～2018年4月の測量結果の比較からも、BM16を基準として屋敷野路線および木曽温泉路線に約5㎜の隆起が検出された。群発地震域では、群発地震活動が比較的活発であった2002～2004年にかけて隆起が検出されており、球状圧力源も推定されている。地震後の隆起が今後も継続するのか測量を継続する必要であると考える。

謝辞：本研究で用いたPALSAR-2データはPIXEL (PALSAR Interferometry Consortium to Study our Evolving Land surface）において共有しているものであり、宇宙航空研究開発機構（JAXA）と東京大学地震研究所との共同研究契約によりJAXAから提供されたものである。PALSAR-2データの所有権はJAXAにある。干渉SAR解析

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

には小澤拓博士が開発したRINCを使用した。ここに記して感謝いたします。

キーワード：御嶽山、精密水準測量、断層モデル
Keywords: Mt. Ontake, precise leveling, Fault model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南海トラフ沿いのゆっくりすべりに伴う地殻変動の検知能力
Detection ability of Crustal deformation by Slow Slip Events along the Nankai Trough subduction zone

*宮岡 一樹[1]、甲斐 玲子[1]、木村 武志[2]、露木 貴裕[3]
*Kazuki Miyaoka[1], Reiko Kai[1], Takeshi Kimura[2], Takahiro Tsuyuki[3]

1. 気象庁、2. 防災科学技術研究所、3. 気象研究所
1. Japan Meteorological Agency, 2. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 3. Meteorological Research Institute

１．はじめに

気象庁では，南海トラフ沿いのプレート境界で発生するゆっくりすべりに伴う地殻変動を観測するために，東海地方に関しては気象庁，静岡県及び産業技術総合研究所（以下，産総研）が設置したひずみ計のデータを用いてリアルタイムで監視を行っている．一方，紀伊半島から四国地方にかけての西側の領域については産総研がひずみ計を設置しているものの，観測点数が少なく，プレート境界すべりの検知能力が東海地方に比べて著しく低い．このため，これら以外のデータも用いてゆっくりすべりの検知能力を向上させることが必要である．

防災科学技術研究所（以下，防災科研）のHi-net 観測点には高感度加速度計が併設されており，ゆっくりすべりに伴う地殻変動（傾斜）を観測している（文献）．ひずみ計に加え，これらの傾斜データを統合的に解析することでゆっくりすべりの検知能力が向上することが期待される．

そこで今回，気象庁，産総研のひずみ計データおよび防災科研の傾斜データにスタッキング手法（宮岡・横田，2012, 宮岡ほか, 2017）を適用した解析を行い，南海トラフ沿いのプレート境界のゆっくりすべりに伴う地殻変動の検知能力（検出可能な最小Mw）を調査したので，その結果を報告する．

２．データと解析方法

調査に用いた傾斜・ひずみデータは，地球潮汐，気圧，降水，地磁気等の影響を受けている．すべての観測データに対して潮汐補正（石黒ほか，1984），気圧補正（檜皮ほか，1983）を施し，また観測機器の特性により必要に応じて地磁気補正（宮岡，2011），降水補正（木村ほか，2015）を行ってノイズレベルの低減をはかった．

さらに，観測データからゆっくりすべりに伴うごく小さな変化を検知するため，観測データを重ね合わせてシグナルを増幅することができるスタッキング手法を用いてスタッキングデータを作成した．

スタッキング手法ではプレート境界に小断層を仮定し，そこでのゆっくりすべりによる観測データの変化の極性（プラス／マイナス）が同一になるよう，マイナスの変化となる観測点（成分）のデータの極性を反転させる．これらを足し合わせることでノイズは打ち消し合う一方で，プラスの変化となるシグナル成分が足しあわされ，より小さなゆっくりすべりが検出されることが期待される．

今回は東海地方から九州にかけての南海トラフ沿いにおいて，フィリピン海プレート上面に緯度経度0.15度

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

毎のグリッドを設定し，各グリッドには15km×15kmの小断層を仮定した．グリッド毎に異なる成分の組み合わせによるスタッキングデータが作られ，もしあるグリッドの小断層ですべりが生じた場合，該当するスタッキングデータに正の変化が現れることになる．この変化がノイズレベルに対して十分な大きさであればこのゆっくりすべりを検出できることになる．気象庁で行っているひずみデータによるスタッキング法を用いた監視（露木ほか，2015）では，スタッキングデータのノイズレベルの３倍を検出レベルとしている．そこで傾斜データ，ひずみデータを用いた本調査でも，各スタッキングデータの変化がそのノイズレベルの３倍を超えるMwの下限を全てのグリッドについて求めた．

３．結果

従来の東海地域のひずみデータのみを用いたスタッキング監視と比較して，防災科研の傾斜データを追加することで，紀伊半島から九州地方にかけての領域におけるゆっくりすべりの検知能力が向上することがわかった．

講演ではこの調査結果のほか，スタッキング解析による空間分解能等について発表する．

キーワード：ゆっくりすべり、スタッキング法、ひずみデータ、傾斜データ
Keywords: Slow Slip Event, Geodetic Data Stacking method, Strain-meter data, Tilt-meter data

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

東海地域のひずみ観測網によるゆっくり滑りの検知能力に関する研究
An investigation into slow-slip detection capability of the Tokai Strainmenter Network

*楠城 一嘉[1]
*Kazuyoshi Nanjo[1]

1. 静岡県立大学
1. University of Shizuoka

We studied the ability of the Tokai Strainmeter Network (hereinafter referred to as TSN) to detect slow slips on a plate boundary where the Nankai trough earthquakes occur. Referring the method of probability-based magnitude of completeness (hereinafter referred to as PMC) that has been applied to several seismic networks (e.g., [1,2,3]), we modified it to be applicable to TSN. While previous studies on slow-slip detection capability of TSN [4] and the network covering a wider region [5] were based on the model assumption that the medium is elastic and the strainmeters record elastic strain changes caused by slow slips, our study is not based on such model assumption, but uses only empirical data: slow-slip catalog, decfiles, and station information. Using slow-slip events with magnitude *M*5.1-5.8 during 2012-2016, we found spatial variability of network detection probability. In general, the detection probability for slow slips of any given *M* is high within the network or inland, whereas it decreases with distance from the coast to offshore. In more details, the detection probability for *M*5.1 in Suruga Bay is above 90%. Although no strainmeter included in TSN has been installed in Suruga Bay, operating strainmeters on land are located so as to surround this Bay. If we consider a large magnitude such as *M* 5.8, slow slips are detectable even in far offshore regions: for example, slow slips with *M*5.8 at the southern edge of the anticipated source region of the Tokai earthquake can be detected with high (>90%) detection probabilities, a consistent result with [5]. We further explored the possible use of our method as a network planning tool with simulation computations of installations of one or more virtual stations to identify appropriate locations for new station installations [2]. Our results show an illustrative example of the applicability of the PMC method to strainmeter networks.
Acknowledgements: This work was partially supported by JSPS KAKENHI Grant Number JP 17K18958.
References: [1] Schorlemmer and Woessner, 2008, Bull. Seism. Soc. Am. 98(5), 2103-2217; [2] Nanjo et al., 2010, Geophys. J. Int. 81(3), 1713-1724; [3] Schorlemmer et al., 2018, Bull. Seism. Soc. Am. 108 (2): 702-717; [4] Kobayashi, 2000, Quart. J. Seism. 63, 17-33; [5] http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/tyosabukai_wg/pdf/h281013shiryo06.pdf.

キーワード：ひずみ観測網、ゆっくり滑り、東海地域
Keywords: strainmeter network, slow slip, Tokai region

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

状態空間モデルを用いたひずみ観測データのトレンド成分推定手法の検討
A Study on Trend Component Estimation Method of Strain Time Series Data Using State Space Model

*露木 貴裕[1]
*Takahiro Tsuyuki[1]

1. 気象庁気象研究所
1. Meteorological Research Institute

ひずみ計による観測データから何らかの地殻変動を検知して、その変動源の推定を行う場合に、観測データに含まれる気圧や潮汐、降水などの影響を除去し、検知の対象とする地殻変動そのものの変化を把握することが必要である。通常、気圧の影響等による応答をあらかじめ調査しておき、観測値から分離することによって、真の地殻変動量を計算することが行われる。また、別の手法として、地殻変動観測時系列データを状態空間モデルとして表現し、観測値が与えられた条件下での状態ベクトルの分布を推定するものがある。（Matsumoto and Kitagawa(2003)、Peng et al.(2014)、高波他(2014)など）

本調査では、気象庁が観測しているひずみ計の時系列データを状態空間モデルとして表現し、カルマンフィルターのアルゴリズムと最尤パラメータによって状態の推定を行い、観測値のトレンド成分を分離することを試みた。ひずみ計による観測データの時系列を状態空間モデルとして定式化するにあたって、これまでの研究と同様、各時刻の観測値をトレンド成分、気圧応答成分、潮汐応答成分、降水応答成分、地震によるコサイスミックなステップや機器メンテナンスなどのジャンプ成分、および観測誤差の和として表現している。これに加えて、石井式ひずみ計の観測データには地磁気への応答成分の項も導入し、さらにジャンプ成分については、単純なステップ関数ではなく、地震による余効効果（これには地震による余効変動と急激なひずみ変化に対する計器の緩和的変動が含まれる）を表現してみた。

気圧応答成分などをあらかじめ調査しておき、観測値から分離することにより、真の地殻変動量を計算する従来の手法に比べて、状態空間モデルを用いる手法を使うことにより、検知の対象とするトレンド成分をより確率的にとらえることができる。この結果、何らかの地殻変動の開始や終了をより客観的に判定することが可能となり、ベイズ的な手法に基づく変動源のインバージョンを行う上でも利点がある。また、これまでに蓄積したデータに基づき、状態空間モデルのパラメータを適切に推定することができるならば、欠測値の補間や地殻変動のトレンド変化の検知とその変動源の推定をリアルタイムに行うことも可能であると考えられる。

キーワード：ひずみ観測、状態空間モデル、地殻変動の客観的検知手法
Keywords: Strain observation, State space model, Objective detection method of crustal change

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

観測点の上流部からの流入を考慮したひずみ計データの降水補正の試み（２）

Rainfall correction of strainmeter data in consideration of the flow from the upper reaches (2)

木村 一洋[1]、*小林 昭夫[2]
Kazuhiro Kimura[1], *Akio Kobayashi[2]

1. 気象庁、2. 気象庁気象研究所
1. Japan Meteorological Agency, 2. Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency

木村・他（2015）は、東海地域の体積ひずみ計16観測点の降水補正の結果から、観測点の上流部からの流入がない観測点では良好な降水補正が可能だが、観測点の上流部からの流入がある観測点では、観測点設置雨量計を用いた降水補正をしてもバラつきが大きいことを明らかにした。つまり、何らかの方法で観測点の上流部からの流入を把握すれば、降水補正の改善効果が見込まれる。そこで気象研究所では複数の手法による調査を行った（木村，2015）。

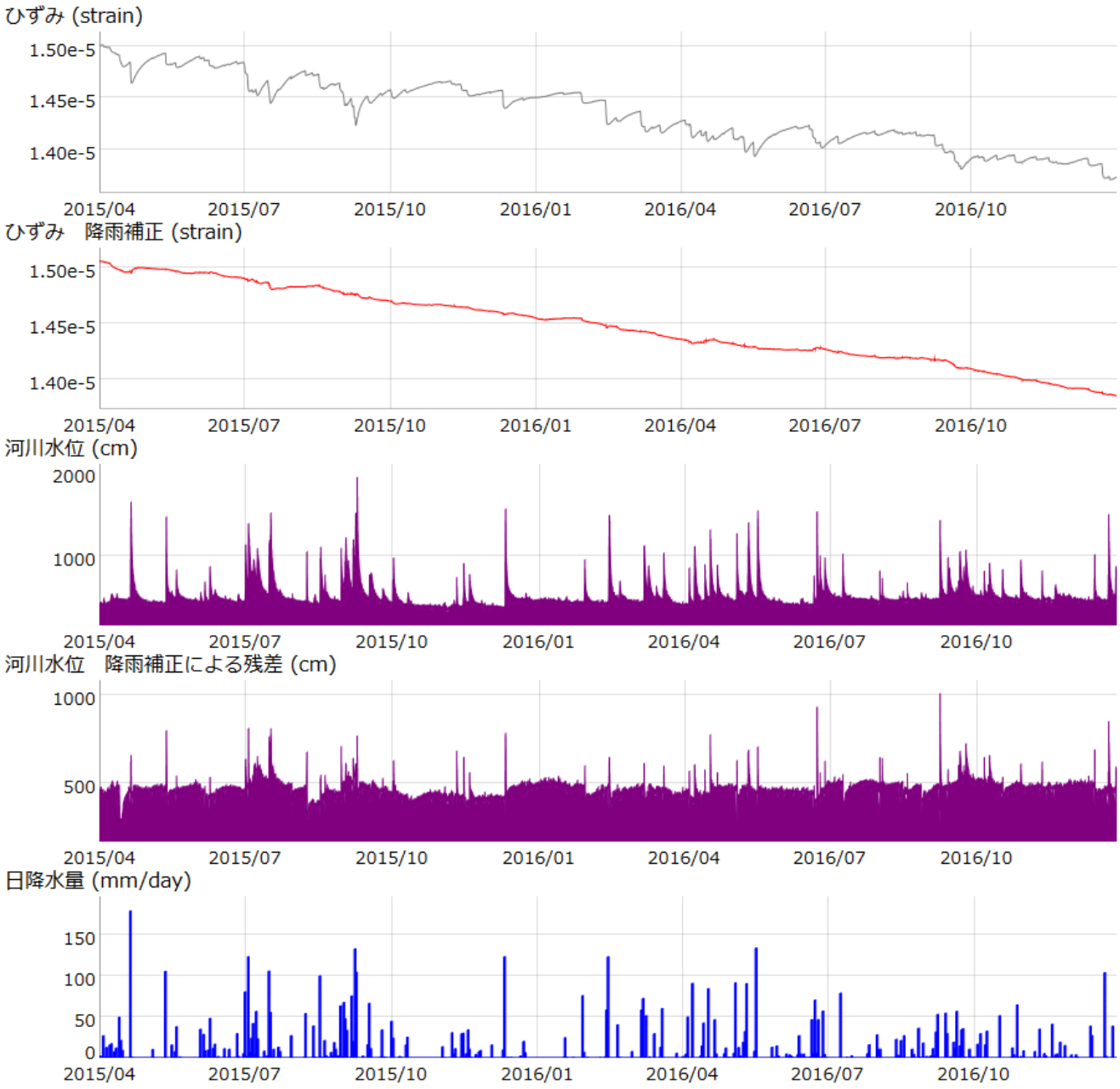
山の上流部に降った降水の影響を受けている観測点の１つである島田川根観測点は、大井川と身成川に挟まれた高台に位置しており特に身成川の影響を受けている可能性がある。そこで、気象研究所では身成川にかかる橋に超音波式水位計を設置し、2015年3月から2016年12月にかけて河川水位の連続観測を行った。

まず、この河川水位の観測データを直接タンクモデルの入力値として用いる手法について何通りかの方法を試みたが、どれもうまくいかなかった。この原因として降水量に対して河川水位のピークの値が大きすぎて重みを持ってしまい、降水量のようにタンクモデルの入力データとして取り扱うことが難しいためと考えられる。

次に、この河川水位データを、島田川根観測点の雨量計で観測された降水量データを用いて再現できるかどうかをタンクモデルを用いて試した。その結果、観測値と計算値の残差が、ひずみ計の降水補正の残差と関連していることが分かった。言い換えると、島田川根観測点の雨量計では説明しきれない変化が、ひずみ計と河川水位の両方に現れていることが分かった。まだ手法は見つけられてないが、河川水位観測からひずみ計の降水補正が改善できる可能性があることが示唆される。

キーワード：ひずみ計、降水補正、上流部からの流入
Keywords: strainmeter, rainfall correction, the flow from the upper

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2017年から2018年にかけての志摩半島長期的スロースリップ
Long-term slow slip event beneath the Shima Peninsula from 2017 to 2018

*小林 昭夫[1]、露木 貴裕[1]
*Akio Kobayashi[1], Takahiro Tsuyuki[1]

1. 気象庁気象研究所
1. Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency

南海トラフ沿いでは長期的スロースリップイベント(SSE)や短期的SSEなどのスロー地震が発生しており、その分布や規模、発生頻度などを把握することは、プレート境界の特性の時空間変化に関する理解をもたらすことが期待される。特に長期的SSEの発生領域は将来の巨大地震に関連する固着域に隣接しており、短期的SSEと比較して規模も大きい。長期的SSEの分布や発生頻度、規模などの情報は地震発生シミュレーションの再現対象にもなっており、より現実に近いモデルを構築する上でもSSEの詳細な把握は重要である。

GEONETのF3解座標値を用い、各点についてアンテナ交換などによるオフセット、地震によるオフセット、年周・半年周成分、直線トレンドの補正を行った。アンテナ交換などに伴うオフセットは、国土地理院による値(corrf3o.dat)を用いた。地震によるオフセットは、地震をはさむ前後10日間の平均値の差から求めた。非定常変位が小さく、2011年東北地震の余効変動が続いているため、2017年4月から2018年10月の変位から2016年1月から2017年4月の変位を差し引いた。両者の期間長は異なるが、Kobayashi (2017)による余効変動の近似関数によると、両期間の余効変動の違いは1%未満である。その結果、志摩半島に7-8 mm程度の南東向きの動きが見られた。志摩半島の北西にあたる丹後半島付近との基線長を見ると、志摩半島の志摩、南伊勢など数点には2017年後半から伸びが見られる。これらの点の周囲の点と丹後半島付近との基線長には特に傾向の変化は見られないため、2017年後半からの基線長の伸びは志摩半島側の非定常変位によると考えられる。非定常変位の原因としては一時的なオフセットや短期的SSEによるものではなく、長期的SSEが考えられる。

2017年4月から2018年10月の変位を用いてプレート境界上のすべりを推定したところ、志摩半島付近を中心とするすべり分布が推定され、すべりの規模はMw 6.5相当であった。すべり領域の中心の深さはプレート等深線30 km付近にあり、南海トラフ沿いの他の長期的SSEと同程度の深さである。

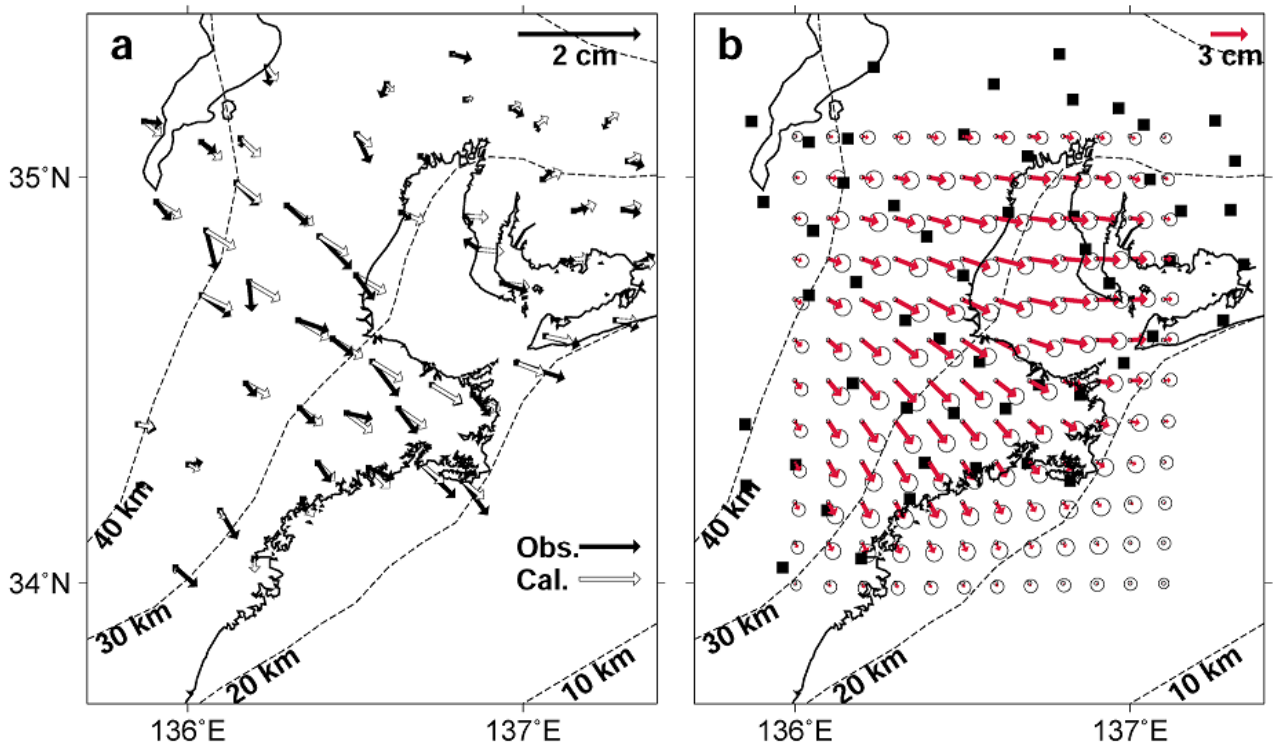
本調査には国土地理院GEONETの座標値およびオフセット値を使用させていただきました。

左図： 志摩半島付近の2017年4月から2018年10月の非定常変位。黒矢印は観測値、白矢印は右図から計算した理論値。

右図：左図の非定常変位から推定したプレート境界でのすべり分布。

キーワード：長期的スロースリップイベント、志摩半島、GNSS
Keywords: long-term slow slip event, Shima Peninsula, GNSS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

長期的SSE発生域における非断層すべり成分の存在可能性および、その巨大地震発生準備過程との関係性
non- fault slip source components of long-term SSE and the relation to interseismic process preparing for large earthquake generation

*光井 能麻[1]、伊藤 武男[2]
*Noa Mitsui[1], Takeo Ito[2]

1. 公益財団法人 地震予知総合研究振興会 東濃地震科学研究所、2. 名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター
1. Tono Research Institute of Earthquake Science, 2. Earthquake and Volcano Research Center, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

Various types of slow events including slow slip events (SSEs) are detected, and they are explained as fault slip at the plate boundary. However, the mechanism of how to generate a slow event is still open.

From the point of view of the fault strength, source area of slow slip events occurring at the deeper part of the seismogenic zone locate at the brittle-ductile transition zone. The transition from brittle fracture to ductile fracture (or ductile flow) accompany the increase of plastic deformation of rock at the plate interface, and the plastic deformation is not a fault slip at the fault plane but a bulk deformation. If this bulk deformation has an only simple shear component along the plate interface, it is assumed the same as fault slip. On the other hand, if the bulk deformation has the additional mode to the simple shear, the mode is expected to appear as the normal component to the fault plane. Therefore, non-fault slip deformation at the plate boundary, especially normal component, will help to understand the SSE generation mechanism.

Thus our purpose is to detect the non-fault slip deformation at SSE source from observation data, and we select the Tokai long slow slip event (LSSE) because the cumulative Mw is 7.1 and large detectable geodetic signals are expected at GNSS observation points. We examined deformation other than fault slip as Tokai LSSE source by using a finite rectangular fault model with GEONET F3 solution relative displacement in 2001-2003 to 1998-2000 as the reference one. Optimized Tokai LSSE source model of 2yr in 2001-2003 is the finite rectangular fault beneath eastern Aichi Prefecture with 1.6cm tensile dislocation & 9.7cm fault slip, that is, (tensile deformation) : (fault slip) =1:6. This result is better than the case which model has only fault slip component based on AIC (Akaike, 1974).

This result of tensile deformation with fault slip is similar to geological result (e.g., Ujiie et al., 2018). It will help to understand the SSE generation mechanism (e.g., comparing the ratio of tensile dislocation to fault slip). This results depend on the fault geometry; thus source model needs to be reexamined by using realistic plate boundary model along Nankai Trough.

キーワード：スローイベント、東海スロースリップイベント、発生メカニズム、伸張変形
Keywords: slow event, Tokai SSE, generation mechanism, tensile deformation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2016年熊本地震で停止していた南海トラフ沿いの長期的ＳＳＥの再活動
Restart of the long-term slow slip events along the Nankai trough after the 2016 Kumamoto earthquake, Japan

*小沢 慎三郎[1]、矢来 博司[1]
*Shinzaburo Ozawa[1], Hiroshi Yarai[1]

1. 国土交通省国土地理院
1. Geographical Survey Institute of Japan

要旨

GEONETにより、2018年６月頃から南海トラフ沿いで遷移的な地殻変動が観測されている。時間依存インバージョンによる解析は、長期的SSEが2018年6月頃から9月頃まで日向灘北部で発生し、その後50ｋｍ程北東の豊後水道に滑り域が移動したことを示している。2018年のSSEの滑り域は、2016年熊本地震の直前まで発生していた日向灘SSE及び豊後水道SSEの滑り残りの領域に相当している。2018年のケースは長期的SSEが応力擾乱に影響を受けた典型的な例といえ、SSEの物理的な発生機構に関する情報を与えてくれる。それに加えて、日向灘地震は前回の発生から20年程経っていること、また四国沖は地震の発生確率が今後３０年以内で70～80%であることを考慮すると、2018年のSSEによる当該地域への応力変化が懸念される。

はじめに

南海トラフ沿いの日向灘、豊後水道では繰り返し、長期的SSEが発生してきた。2016年熊本地震前にも、日向灘、豊後水道で長期的ＳＳＥが発生していたが、熊本地震の発生により、日向灘、豊後水道のSSEはその進行を停止した。このことは、長期的SSEが応力擾乱に対する影響を受けやすいためと考えられるが、その後滑り残りの領域がいつ活動を再開するのかが興味の対象となってきた。そのような中、2018年６月頃から、遷移的な地殻変動が九州北部で発生し、その領域が時間と共に四国西部まで拡大していく様子がGEONETによって捉えられた。本研究では、観測された地殻変動データから地下のプレート境界でどのような滑りが発生したのか、その時空間的な変化を時間依存のインバージョンで推定した。

解析手法

解析には四国、九州のGEONET観測点257点を使用した。2013年１月～2018年１月のデータから周期成分を推定し、時系列データから除去し、その後に2017年1月～2018年１月の一次トレンド成分を取り除いている。このようにして得られた座標時系列データに対して３日間の移動平均をかけ、３日毎にサンプリングして、時間依存のインバージョンに使用した。解析期間は、2018年１月から2019年１月までとしてある。東西、南北、上下変動成分の重みは５：５：１としている。プレート境界モデルは弘瀬他（2008）を採用し、スプライン曲面でモデル化している。空間スムージングと時間スムージングのハイパーパラメータは最尤法で推定した。

結果と考察

2018年６月頃から日向灘北部のプレート境界上で滑りが発生し、９月頃に収束している。滑りの大きさは最大で10cm程に達している。その後９月頃から滑り域は日向灘北部から豊後水道へ北東に50ｋｍ程移動している。2018年９月～2019年１月までの豊後水道の最大の滑りは7cmに達する。2018年のSSEで滑った領域は、2016年熊本地震直前まで発生していた長期的SSEですべりが始まりかけていた、あるいは及んでいな

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

かった領域に相当する。2016年熊本地震に伴う応力擾乱で長期的SSEが停止し、その後荷重が加わり続けたことと、粘弾性変形による応力緩和とのバランスにより、2年後の2018年に再活動が起きたと考えられる。この事例は、長期的ＳＳＥに対する応力擾乱の典型的な例であり、長期的ＳＳＥの物理的なプロセスを理解する上で重要な事例と考えられる。

キーワード：スロースリップ、日向灘、豊後水道
Keywords: slow slip event, Hyuga-nada seas, Bungo channel

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Crustal deformation in the San-in Shear Zone as observed by a dense GNSS network

*Angela Meneses-Gutierrez[1], Takuya NISHIMURA[1]

1. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

The San-in Shear Zone (SSZ) is a right-lateral shear zone in southwest Japan with a 30-50 km width, where active seismicity and high strain rates have been observed. No major active fault is identified in the SSZ, however, deformation in the area can be modeled by assuming a 5 mm/yr deep creep on a vertical fault with right lateral motion and conjugate Riedel shears within the shear zone can reconcile the seismotectonics in the area (Nishimura and Takada, 2017). A model having a deep creep on a vertical fault plane well explains observed GNSS velocity, yet it does not provide how wide aseismic motion is confined below a seismogenic depth. Thus, we evaluate the width of the shear zone beneath the SSZ using GNSS data available in the area.

We analyzed daily coordinates from 100 continuous GNSS stations around the SSZ in the postseismic period of the 2011 M_w9.0 Tohoku-oki earthquake (1 January 2014 to 1 April 2018). The network consists of 87 GEONET stations and original stations in the SSZ operated by Kyoto University since 2014 near the source regions the 2000 Western Tottori (M_w6.6) and the 2016 Central Tottori (M_w 6.2) earthquakes. Horizontal displacement rates are calculated for all stations using linear regression with respect to site 0344 (35.09ºN, 134.59ºE). During the analyzed period two major events affected the crustal deformation in the area: the 2016 Kumamoto earthquakes (M_w 7.0) and the 2016 Central Tottori earthquake. Coseismic and postseismic corrections were applied for the perturbed stations. Viscous relaxation associated with the 2011 Tohoku-oki earthquake is expected to affect the SSZ. This effect was removed employing the 3-dimensional viscosity model by Suito (2017).

The SSZ is characterized by strike-slip motion in the N80ºE direction, thus, we focus on deformation in that component. We evaluate deformation along two profiles, one corresponding to eastern Tottori, where the 2000 Western Tottori earthquake took place, and another considering Central and Eastern Tottori. In order to evaluate the width of the shear zone, we assumed multiple vertical faults located every 0.5 km across the region and optimized the slip rate by minimizing the sum of squares residuals. We fixed the depth of the dislocations to 13 km based on microseismicity studies (Omuralieva et al., 2012).

We found the best fitting models with a different width (i.e., 60 km and 21.5 km) for Western and Central-Eastern Tottori, respectively. They suggest that ductile flow in the lower crust is distributed in a channel beneath the SSZ. However, models with a single vertical fault in the middle of the shear zone are also within the confidence interval. GNSS data alone cannot constrain the width of the shear zone in the lower crust.

Keywords: San-in Shear Zone, GNSS data, The 2011 Tohoku-oki earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地表変形のフーリエ級数表現：異なるスケールの地殻変動
Two-dimensional Fourier series representation of surface deformation: Different scales of crustal deformation

*野田 朱美[1]、齊藤 竜彦[1]
*Akemi Noda[1], Tatsuhiko Saito[1]

1. 国立研究開発法人防災科学技術研究所
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

プレート沈み込み帯に位置する日本列島では、プレート境界のすべり／すべり遅れに起因する地殻変動と内陸の地殻内非弾性変形（脆性破壊や塑性流動）による地殻変動が重なった状態で観測される。日本列島で観測される地殻変動の要因を正しく理解するためには、これらの原因の異なる変動を適切に分離することが重要である。

陸上のInSARやGNSSの観測データには、プレート境界からある程度離れた場所での地殻変動が記録されるため、プレート間すべり／すべり遅れによる地殻変動は基本的に長波長の変動（～100kmスケール）として観測される。それに対し、地殻内非弾性変形は観測網内で生じるため短波長の変動（～10kmスケール）として観測される。既に、これら2種類の地殻変動の波長が異なることを利用した研究が行われている。Takada and Fukushima (2013 Nature Geo.) は、2011年東北沖地震時のInSARデータにローパスフィルタをかけた結果をプレート境界の地震時すべりによる地殻変動として除去し、地殻内のローカルな変動を抽出することに成功した。一方、データ間隔が等間隔でなく疎らなGNSS観測データに対しては、Meneses-Gutierrez and Sagiya (2016 EPSL) とMeneses-Gutierrez et al. (2018 JGR) がShen et al. (1996) の手法でGNSSデータから推定した歪みに対して移動平均フィルタをかけ、その結果をプレート境界のすべり／すべり遅れに起因する変動として除去している。

スケールの異なる地殻変動を分離するには、GNSS観測データをフーリエ振幅に基づきフィルタ処理することが有用である。変動源の空間的広がりや距離によって地表変形のスケールも変化するが、フーリエ振幅に基づくフィルタならばスケールの異なる変形を柔軟かつ系統的に取り出すことが可能である。そこで本研究では、不等間隔で分布するGNSS変位データをフーリエ変換し、任意の波数帯域の地殻変動を抽出した。具体的には、オリジナルの変位データを、様々な波数の三角関数を重ね合わせた2次元フーリエ級数で表現し、そのフーリエ係数をインバージョンで推定した。この際、波数の小さな項から順に逐次解析を行った。推定された係数が2次元波数領域における変位データのフーリエ変換である。そして、基底関数（三角関数）の導関数を使えば、フーリエ係数から水平歪み分布を直接計算することができる。実際のGNSS観測点の配置を用いて、既知の変位場をデータとした試解析を行い、等間隔データを離散フーリエ変換した場合と同様の波数領域の分布が得られることを確認した。

本手法の適用例として、九州地域の地震間のGNSS変位速度データ（2005～2011年）をフーリエ変換し、その結果から長波長（波長200km以上）と短波長（波長数10～200km）の水平歪み速度分布を推定した。長波長の歪み速度分布は、南海トラフ沿いのすべり遅れ速度分布 (Noda et al. 2018 JGR) から理論計算した歪み速度分布と同様のパターンを示した。また、短波長の歪み速度分布は別府一島原地溝帯や桜島の周辺にローカルな歪み集中を示した。

キーワード：GNSS、地震間地殻変動、フーリエ展開、歪み速度
Keywords: GNSS, interseismic crustal deformation, Fourier series expansion, strain rates

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

九州南部のせん断帯におけるGNSS観測（第3報）
GNSS observation around the shear zone in southern Kyushu (The third report)

*渡部 豪[1]、雑賀 敦[2]、浅森 浩一[1]、小川 大輝[1]、島田 顕臣[1]、梅田 浩司[3]
*Tsuyoshi Watanabe[1], Atsushi Saiga[2], Koichi Asamori[1], Hiroki Ogawa[1], Akiomi Shimada[1], Koji Umeda[3]

1. 日本原子力研究開発機構 東濃地科学センター、2. 日本原子力研究開発機構 幌延深地層研究センター、3. 弘前大学大学院 理工学研究科
1. JAEA, Tono Geoscience Center, 2. JAEA, Horonobe Underground Research Center, 3. Hirosaki University

本研究は、地層処分の調査・評価にとって重要となる、活断層地形が不明瞭な領域での活構造の分布や特徴を把握するための調査・評価技術の開発を目的として、九州南部のせん断帯を対象とした測地学的検討を行っている。同領域には、10^{-7} /yrを超えるせん断ひずみ速度の大きな領域が存在することがGNSS観測の結果から知られている。しかし、この大きなせん断ひずみ速度に対応するような明瞭な活断層は認められておらず、測地学的観点から地下深部でのすべりによって地表での大きな変形が生じていることが推測される。そこで、本研究では、せん断帯周辺の現行の地殻変動を詳細に推定するため、2016年2月に同せん断帯を南北に横切るような配置で10か所のGNSS観測点を構築し、同年の3月から観測を開始した。

GNSSデータ解析には、Bernese GNSS Software（ver.5.2）を用い、国土地理院GEONETの4観測点を基準として、2016年4月18日から2018年11月24日までの日毎の観測点座標値を推定した。なお、IGSの精密暦、地球回転パラメータ、CODEが作成した全地球的な電離層モデルのパラメータ、P1-C1のコードバイアスなども同解析の中で使用している。さらに、得られた日毎の座標値に関し、Wdowinski et al.（1997）の手法により、共通誤差成分の除去を行った後、年周・半年周変動の補正、2016年熊本地震による粘弾性緩和にともなう変動や桜島、霧島・新燃岳の噴火にともなう火山性変動の補正を行い、せん断帯周辺での変位速度成分の抽出をした。また、2016年熊本地震前についても、2007年10月1日から2009年3月1日までのGEONET F3解を用いて、上記と同様に共通誤差成分の除去、年周・半年周変動の補正、桜島の火山性変動の補正などを行い、変位速度成分の抽出をした。

本解析では、得られた結果を説明するため、同せん断帯の深部にブロック境界となるすべり面が存在すると仮定し、半無限弾性媒質中での鉛直横ずれ断層の断層運動モデル（Savage and Burford, 1973）の適用を試みた。このモデルは、断層をはさむ両側のブロックが剛体的な運動をし、その浅部延長の地殻が固着することによって、断層周囲に弾性変形が生じるというモデルであり、地表で観測される変位速度の分布は断層を境にarctangent形となることが知られている。しかし、固着域下限の深さが地殻の深さより深部に求まったことから、せん断帯の中心が現在の想定より北部に位置する可能性を考え、同モデルにせん断帯の位置が北にシフトすること、せん断帯が北にわずかに傾斜していることなどを考慮に加え、深部のすべり速度、浅部の固着域の深さ、せん断帯の鉛直方向の傾き、せん断帯中心からの水平シフト量を未知数として、再度、推定を行った。

ここでは、まず、観測値である変位速度の分布を満足するように、非線形の最小二乗法を用いて上記4つの未知数の初期値を求め、それらの値に従って、マルコフ連鎖モンテカルロ法のうちメトロポリス・ヘイスティング法により10万回のサンプリングを行い、未知数を推定した。その結果、熊本地震前後の変位速度プロファイルを比較すると、arctangent形の地殻変動パターンが誤差の範囲でよく一致していることが確認でき、せん断帯を境に地表から深さ15.6～16.6 kmで固着が起こり、12.4～14.3 mm/yr程度の相対速度で左横ずれの運動が地下深部で起こっていることが明らかとなった。この結果は、せん断帯の深部で生じていると考えられる定常的な変動が、熊本地震の発生後もほぼ同様に継続していることを示している。類似した事例として、Meneses-Gutierrez and Sagiya（2016）は、2011年東北地方太平洋沖地震前後の新潟県のひずみ集中帯周辺のGPSデータを用いて、大地震の発生に影響されない定常的な短縮変形を見出し、それが地殻内部で起こる断層深部のすべりで生じる非弾性的変形であることを示している。本観測の結果は、九州南部のせん断帯の

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地下深部においても同様の現象が進行していることを示唆している。また、北緯32°付近にせん断帯の中心が位置すると想定していたが、それよりも約数～十数km程度北側に中心が位置する可能性が観測より示された。ただし、サンプリングの事後分布から、固着域の深さやせん断帯の鉛直方向の傾きについては、明瞭なピークが見られなかったことから、不確定性が大きいことに留意する必要があると考えられる。

本発表は、経済産業省資源エネルギー庁からの委託事業である「平成30年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（地質環境長期安定性評価技術高度化開発）」の成果の一部である。

キーワード：九州南部のせん断帯、GNSS観測、左横ずれ断層運動、非弾性変形、2016年熊本地震
Keywords: active shear zone in southern Kyushu, GNSS observation, left-lateral strike slip, inelastic deformation, the 2016 Kumamoto earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Post-seismic deformation of 2016 Kumamoto Earthquake by continuous GNSS network (3)

*中尾 茂[1]、松島 健[2]、田部井 隆雄[3]、大久保 慎人[3]、山品 匡史[4]、大倉 敬宏[5]、西村 卓也[7,6]、澁谷 拓郎[6]、寺石 眞弘[6]、伊藤 武男[7]、鷺谷 威[8]、松廣 健二郎[7]、加藤 照之[9]、福田 淳一[9]、渡邉 篤志[9]、三浦 哲[10]、太田 雄策[10]、出町 知嗣[10]、高橋 浩晃[11]、大園 真子[11]、山口 照寛[11]、岡田 和見[11]
*Shigeru Nakao[1], Takeshi Matsushima[2], Takao Tabei[3], Makoto OKUBO[3], Tadashi Yamashina[4], Takahiro Ohkura[5], Takuya NISHIMURA[7,6], Takuo Shibutani[6], Masahiro Teraishi[6], Takeo Ito[7], Takeshi Sagiya[8], Kenjiro Matsuhiro[7], Teruyuki Kato[9], Jun'ichi Fukuda[9], Atsushi Watanabe[9], Satoshi Miura[10], Yusaku Ohta[10], Tomotsugu Demachi[10], Hiroaki Takahashi[11], Mako Ohzono[11], Teruhiro Yamaguchi[11], Kazumi Okada[11]

1. 鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻、2. 九州大学大学院理学研究院地震火山観測研究センター、3. 高知大学自然科学系理学部門、4. 高知大学理学部附属高知地震観測所、5. 京都大学大学院理学研究科火山研究センター、6. 京都大学防災研究所、7. 名古屋大学大学院環境学研究科地震火山研究センター、8. 名古屋大学減災連携研究センター、9. 東京大学地震研究所、10. 東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター、11. 北海道大学大学院理学研究院地震火山研究観測センター
1. Department of Earth and Environmental Sciences, Graduate School of Science and Engineering, Kagoshima University, 2. Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Sciences, Kyushu University, 3. Department of Global Environment and Disaster Prevenction, Faculty of Science and Technology, Kochi University,, 4. Kochi Earthquake Observatory, Faculty of Science and Technology ,Kochi University, 5. Aso Volcanological Laboratory, Institute for Geothermal Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University, 6. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 7. Earthquake and Volcano Research Center, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 8. Disaster Mitigation Research Center, Nagoya University, 9. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 10. Research Center for Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions, Graduate School of Science, Tohoku University,, 11. Institute of Seismology and Valcanology, Graduate School of Science, Hokkaido University

GNSS observation is ongoing in Kumamoto district to observe post-seismic deformation of 2016 Kumamoto Earthquake. We set up newly twenty continuous GNSS sites until April 30, 2016. Kyushu Univ., Kyoto Univ. and Kagoshima Univ. operate fifteen continuous GNSS sites before the earthquake. Daily coordinates of these sites are estimated by Bernese GNSS Software Ver. 5.2 with CODE precise orbit. ITRF2014 coordinate system is used. In our daily analysis, GEONET data by GSI and data at continuous GNSS sites in active volcanoes by JMA are also used. A dense continuous GNSS network is constructed.

To emphasize post-seismic deformation, trend at each site is removed. Trend is estimated by least squared method by using between 2004 to 2015. For GNSS sites occupied after the earthquake trend is interpolated by using trend at three neighbor sites.

Post-seismic deformation with large deformation is observed at sites which is located in the eastern side of Hinagu faults. Especially amount of deformation in NS component is large. Largest deformation is 13.5cm in the period from April, 2016 to December 2018 at MIFN. In EW component change in deformation occurred in January 2017. Velocity becomes smaller. In these sites post-seismic deformation is continuous at the moment.

キーワード：GNSS、余効変動
Keywords: GNSS, post-seismic deformation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-SS 地震学

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_26

[S-SS16] 地殻変動

コンビーナ:大園 真子(北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター)、落 唯史(国立研究開発法人産業技術総合研究所　地質調査総合センター　活断層・火山研究部門)、加納 将行(東北大学理学研究科)

地球のダイナミクスに関する研究テーマには，地震・火山・プレート運動といった様々な時空間スケールのものがあるが，地殻変動の情報はどの研究テーマに対しても重要な役割を果たしている．本セッションでは現象の理解を進めることを目的として，地殻変動に関連のある話題を幅広く議論する．実際に観測された地殻変動の解釈や観測機器の開発といった観測面からの研究のみならず，解析手法の開発やシミュレーションなど理論面からの研究も歓迎する．

[SSS16-P01] Earthquake Potential in Central Costa Rica based on Geodetic Observations

*Luis Alejandro Carvajal Soto[1]、Takeo Ito[1]、Hiroshi Kimura[1]、Marino Protti Quesada[2] (1.Nagoya University, Earthquake and Volcano Research Center、2.Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica, Universidad Nacional)

[SSS16-P02] Crustal deformation along the Liupanshan fault zone derived from GPS

*Weitao Chen[1,2]、Weijun Gan[2]、Genru Xiao[3]、Shiming Liang[2] (1.Development Research Center, China Earthquake Administration、2.Institute of Geology, China Earthquake Administration、3.East China University of Technology)

[SSS16-P03] 北海道北部における衝突帯位置と収束速度の推定

*伊藤 ちひろ[1]、高橋 浩晃[2]、大園 真子[2] (1.北海道大学大学院理学院、2.北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター)

[SSS16-P04] Vertical deformation and repeating earthquakes in southeastern Hokkaido in the last 100 years

*小林 広明[1,2]、纐纈 一起[1]、三宅 弘恵[1] (1.東京大学地震研究所、2.現・株式会社小堀鐸二研究所)

[SSS16-P05] 陸域GNSSデータによる釧路・根室沖の簡易的なプレート間固着の推定

*青田 裕樹[1]、大園 真子[2]、富田 史章[3]、高橋 浩晃[2] (1.北海道大学理学部地球惑星科学科、2.北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター、3.北海道大学大学院理学研究院)

[SSS16-P06] Estimation of the early afterslip location of the 2011 Tohoku-Oki earthquake using onshore GNSS and offshore pressure data

*Putra Maulida[1]、Yusaku Ohta[1]、Ryota Hino[1] (1.Graduate School of Science, Tohoku University)

[SSS16-P07] 2011年東北地方太平洋沖地震の余効変動に基づく不均質レオロジー構造

*伊藤 嘉秋[1,2]、三浦 哲[2]、武藤 潤[2]、太田 雄策[2]、飯沼 卓史[3]、James Moore[4] (1.三菱スペース・ソフトウエア株式会社、2.東北大学大学院理学研究科、3.海洋研究開発機構、4.南洋理工大学)

[SSS16-P08] 地震後余効変動における線形および非線形粘弾性効果の検討

*星野 宏行[1]、宮崎 真一[2,1]、平原 和朗[2] (1.京都大学大学院理学研究科、2.香川大学四国危機管理教育・研究・地域連携推進機構)

[SSS16-P09] GNSSデータに基づくΔCFSが最大となる断層面の推定

*深谷 俊太朗[1]、大園 真子[2] (1.北海道大学理学部地球惑星科学科、2.北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター)

[SSS16-P10] Coseismic deformation of the 2018 Lombok earthquake, Indonesia, revealed through InSAR measurements

*ERLAN SUMANJAYA[1]、MASATO FURUYA[1] (1.Hokkaido University)

[SSS16-P11] 干渉SAR時系列解析により明らかにする最近の吾妻山の地殻変動

*宗包 浩志[1]、小林 知勝[1] (1.国土地理院)

[SSS16-P12] 水準測量データから推定する2017年御嶽山東山麓でのM5.6地震の断層モデル

*村瀬 雅之[1]、北爪 直果[1]、山中 佳子[2]、松島 健[3]、木股 文昭[7]、森 済[1]、長谷 崇雅[1]、李 楊[1]、大渕 一樹[1]、國友 孝洋[2]、前田 裕太[2]、堀川 信一郎[2]、奥田 隆[2]、松廣 健二郎[2]、田ノ上 和志[2]、内田 和也[3]、手操 佳子[3]、宮町 凜太郎[3]、森田 花織[3]、吉川 慎[4]、井上 寛之[4]、影山 勇雄[5]、細川 周一[5]、簗田 高広[5]、田中 里奈[1]、道家 涼介[6] (1.日本大学文理学部地球科学科、2.名古屋大学大学院環境科学研究科、3.九州大学大学院理学研究院、4.京都大学大学院理学研究科、5.気象庁、6.神奈川県温泉地学研究所、7.東濃地震科学研究所)

[SSS16-P13] 南海トラフ沿いのゆっくりすべりに伴う地殻変動の検知能力

*宮岡 一樹[1]、甲斐 玲子[1]、木村 武志[2]、露木 貴裕[3] (1.気象庁、2.防災科学技術研究所、3.気象研究所)

[SSS16-P14] 東海地域のひずみ観測網によるゆっくり滑りの検知能力に関する研究

*楠城 一嘉[1] (1.静岡県立大学)

[SSS16-P15] 状態空間モデルを用いたひずみ観測データのトレンド成分推定手法の検討

*露木 貴裕[1] (1.気象庁気象研究所)

[SSS16-P16] 観測点の上流部からの流入を考慮したひずみ計データの降水補正の試み（２）

木村 一洋[1]、*小林 昭夫[2] (1.気象庁、2.気象庁気象研究所)

[SSS16-P17] 2017年から2018年にかけての志摩半島長期的スロースリップ

*小林 昭夫[1]、露木 貴裕[1] (1.気象庁気象研究所)

[SSS16-P18] 長期的SSE発生域における非断層すべり成分の存在可能性および、その巨大地震発生準備過程との関係性

*光井 能麻[1]、伊藤 武男[2] (1.公益財団法人 地震予知総合研究振興会 東濃地震科学研究所、2.名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター)

[SSS16-P19] **2016年熊本地震で停止していた南海トラフ沿いの長期的ＳＳＥの再活動**

*小沢 慎三郎[1]、矢来 博司[1] (1.国土交通省国土地理院)

[SSS16-P20] Crustal deformation in the San-in Shear Zone as observed by a dense GNSS network

*Angela Meneses-Gutierrez[1]、Takuya NISHIMURA[1] (1.Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University)

[SSS16-P21] 地表変形のフーリエ級数表現：異なるスケールの地殻変動

*野田 朱美[1]、齊藤 竜彦[1] (1.国立研究開発法人防災科学技術研究所)

[SSS16-P22] 九州南部のせん断帯におけるGNSS観測（第3報）

*渡部 豪[1]、雑賀 敦[2]、浅森 浩一[1]、小川 大輝[1]、島田 顕臣[1]、梅田 浩司[3] (1.日本原子力研究開発機構 東濃地科学センター、2.日本原子力研究開発機構 幌延深地層研究センター、3.弘前大学大学院 理工学研究科)

[SSS16-P23] Post-seismic deformation of 2016 Kumamoto Earthquake by continuous GNSS network (3)

*中尾 茂[1]、松島 健[2]、田部井 隆雄[3]、大久保 慎人[3]、山品 匡史[4]、大倉 敬宏[5]、西村 卓也[7,6]、澁谷 拓郎[6]、寺石 眞弘[6]、伊藤 武男[7]、鷺谷 威[8]、松廣 健二郎[7]、加藤 照之[9]、福田 淳一[9]、渡邉 篤志[9]、三浦 哲[10]、太田 雄策[10]、出町 知嗣[10]、高橋 浩晃[11]、大園 真子[11]、山口 照寛[11]、岡田 和見[11] (1.鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻、2.九州大学大学院理学研究院地震火山観測研究センター、3.高知大学自然科学系理学部門、4.高知大

学理学部附属高知地震観測所、5.京都大学大学院理学研究科火山研究センター、6.京都大学防災研究所、7.名古屋大学大学院環境学研究科地震火山研究センター、8.名古屋大学減災連携研究センター、9.東京大学地震研究所、10.東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター、11.北海道大学大学院理学研究院地震火山研究観測センター)

Earthquake Potential in Central Costa Rica based on Geodetic Observations

*Luis Alejandro Carvajal Soto[1], Takeo Ito[1], Hiroshi Kimura[1], Marino Protti Quesada[2]

1. Nagoya University, Earthquake and Volcano Research Center, 2. Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica, Universidad Nacional

The Central Costa Rica Deformed Belt is the extension of the North Panama Deformed Belt, a diffuse predominant northwest dextral-strike and conjugated northeast sinistral-strike faulting area, that represents the western border of the Panama Microplate. This diffuse boundary crosses Central Costa Rica from the Caribbean Coast, including the active Cordillera Volcanica Central, the Metropolitan Area (most dense population area in Costa Rica) and the Central Pacific coastline to intersects the Meso American Trench along the subduction of the Cocos Plate.

We integrated interseismic geodetic data with seismicity records and inland faulting traces in other to evaluate earthquake potential in 4 kinematic models with different spatial geometries of the tectonic configuration around Central Costa Rica. Crustal deformation in Central Costa Rica and surroundings is modeled as result: i.kinematic effects of rigid block motions, ii.elastic deformation due to the interaction on subduction and inland tectonic interfaces and iii.internal strain of each tectonic block. We adopted the Markov Chain –Monte Carlo method in order to approximate the solution for each kinematic model.

Our estimation of the velocity field in Costa Rica suggests that the crustal deformation in Costa Rica is mainly arranged in three groups: 1). Northwestern Costa Rica is dominated by a northward deformation with rates up to 30 mm a^{-1}, rotating and decreasing up to 20 mm a^{-1} northwestward following the Central American Forearch. 2). Southeastern Costa Rica shows deformation to the North-east up 40 mm a^{-1} (opposite to northwestern Costa Rica). 3). Central Costa Rica is characterized by a diffuse deformation pattern oriented mainly to northward, with deformation rates up a half of those observed in northwestern and southeastern Costa Rica. According to the values of slip deficit in interfaces of each model and analysis of local seismicity, we provide results about the earthquake potential in Central Costa Rica, where it is possible to reach earthquakes higher than Mw. 6.5 in all models.

Keywords: Central Costa Rica, Earthquake potential Costa Rica, Crustal Deformation Costa Rica

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Crustal deformation along the Liupanshan fault zone derived from GPS

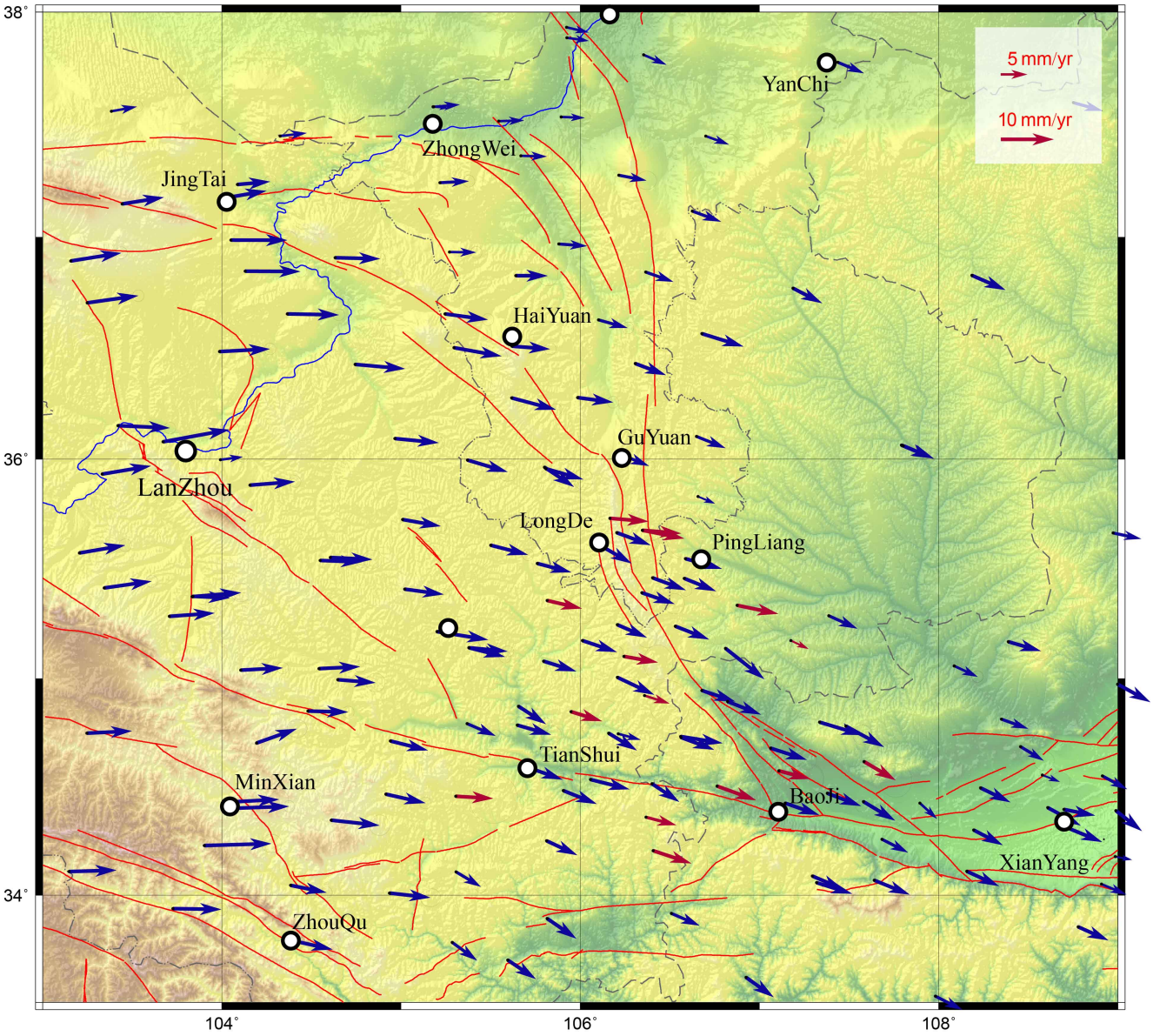
*Weitao Chen[1,2], Weijun Gan[2], Genru Xiao[3], Shiming Liang[2]

1. Development Research Center, China Earthquake Administration, 2. Institute of Geology, China Earthquake Administration, 3. East China University of Technology

The Liupanshan fault zone is located in North Central of North-South Seismic Belt, which is the boundary between the northeastern margin of the Tibetan Plateau and Ordos. This study collected 261 GPS stations distributed around the Liupanshan fault zone. 249 stations are belong to CMONOC and start to observe since 1999, 15 stations are constructed by this study and start to observe since 2013. GPS data are processed with the software GIPSY/OASIS (Version 6.0) from JPL, using the Precise Point Positioning (PPP) strategy and JPL products to obtain daily loosely constrained solutions. The result shows that the northern section of fault zone has a relatively weak left-lateral strike slip and 1.5mm/yr dip slip rate, but no significant difference motion is observed on both sides of the southern section. Furthermore, the maximum principal strain rates indicate that the deformation characteristic of the fault is extrusion, and the value gradually decreases from north to south.

Keywords: GPS, Crustal Deformation, Liupanshan Fault

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道北部における衝突帯位置と収束速度の推定
Convergence boundary and velocity between Amur and Okhotsk plates in northern Hokkaido inferred by GNSS velocity data

*伊藤 ちひろ[1]、高橋 浩晃[2]、大園 真子[2]
*Chihiro Ito[1], Hiroaki Takahashi[2], Mako Ohzono[2]

1. 北海道大学大学院理学院、2. 北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター
1. Graduate School of Science, Hokkaido University, 2. Institute of Seismology and Volcanology, Graduate School of Science, Hokkaido University

東アジア，特に日本列島周辺のテクトニクスはプレート運動の相互作用を受け複雑である．日本海東縁部で発生する地震はいくつかのプレートの相互作用によると考えられているが，北海道北部の西方沖，1940年積丹沖地震(M7.0)と1971年サハリン南西沖地震(M7.1)の間には地震空白域が存在する．また，陸域にあたる北海道北部の日本海側にはサロベツ断層帯が位置し，地震調査研究推進本部による長期評価においてM7.6程度の地震が発生する可能性が指摘されている．プレート境界モデルは多くの研究で提案されており，サハリン南部から北海道北部にかけての陸上にプレート境界が存在する可能性も示されている．さらに，震源分布や地質構造から，北海道は東西で異なる構造を持つこと明らかになっている．

この境界の有無を検証し，測地学，地震学，地質学の異なる側面からの見解を考慮した包括的な議論をするため，本研究ではGNSS観測による速度データを用いて境界の位置，走向，収束速度，弾性層厚さを同時推定した．国土地理院GEONET観測点44点のデータ，Shimazaki and Zhao (2000) による衝突帯ディスロケーションモデルを用いてパラメータ推定を行った．最適解の決定にはグリッドサーチを使用し，観測誤差を考慮した残差を表すカイ二乗値が最小になるパラメータの組み合わせを最終的な解とした．衝突境界は無限長，垂直断面であり，境界から無限に離れた場所では変位はないことを仮定している．対象地域は，南北での相違を見るため北海道北部の北半分，南半分，全域の3地域とした．

推定された境界位置は，東北東ー南南西方向で概ね震源分布，地質構造の境界と一致し、地質構造が力学境界として機能している可能性がある．弾性層厚さは北で21.6 km，南で26.5 km，全域で28.8 kmと推定された．地震発生下限の深さを示すD90は北海道北部で20-30 km，モホ面の深さはおよそ30 kmである．このモデルにおける厚さの推定精度はほかのパラメータに比べると低いが，地震学的な不連続面の深さと同程度の値であることから，境界位置や速度の推定精度を保証していると考えられる．推定された収束速度は北で13.7 mm/yr，南で17.9mm/yr，全域で18.6mm/yrである．この値は測地学的データを用いたプレート間相対速度を推定したいくつかの先行研究と一致する．本研究では測地学，地震学，地質学データ，3つの独立したデータにより推定された境界位置が概ね一致することから，この地域に何らかの境界が存在する可能性を支持する結果となった．

キーワード：GNSS観測、地殻変動、衝突帯、北海道北部
Keywords: GNSS measurements, crustal deformation, collision zone, northern Hokkaido

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Vertical deformation and repeating earthquakes in southeastern Hokkaido in the last 100 years

*小林 広明[1,2]、纐纈 一起[1]、三宅 弘恵[1]
*Hiroaki Kobayashi[1,2], Kazuki Koketsu[1], Hiroe Miyake[1]

1. 東京大学地震研究所、2. 現・株式会社小堀鐸二研究所
1. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 2. Now at Kobori Research Complex. Inc.

In the southernmost part of the Kuril subduction zone, six large to giant interplate earthquakes have occurred in the last 400 years. This includes the two M_w ~ 8 Tokachi-oki earthquakes that occurred in 1952 and 2003. In Hokkaido, instrumental seismic and geodetic observations began in the late 19th to early 20th centuries. Therefore, we are able to investigate more than a single M8 class earthquake cycle there using the observation data.
In this study, we investigated leveling data and repeating earthquakes in southeastern Hokkaido in the last 100 years. For the leveling data, we chose the survey route around Cape Erimo because the survey was conducted in 1952 and 1953 after the 1952 earthquake, the route has not changed since the first survey and is located near the coast, and there is likely no subsidence due to the pumping of underground water. We also estimated the crustal deformation due to medium-sized (M larger than or equal to 6.5) earthquakes since 1908 by simple uniform slip models. For some earthquakes, we estimated the focal mechanisms by analyzing the analog seismograms and the first motion polarity data.
For the investigation of the historical occurrences of repeating earthquakes, we chose two groups around Hokkaido whose average M_{JMA} is 5.4 from the catalogs of Uchida and Matsuzawa (2013) and Seismology and Volcanology Research Department of Meteorological Research Institute et al. (2014). Using the JMA catalog, we selected earthquakes occurring prior to 1993, whose epicentral distance from the known repeating earthquakes was less than 20 km and whose M_{JMA} was between 5.1 and 5.7. In addition, we checked a few earthquakes whose epicentral distances were less than 30 km. We used the the Headquarters for Earthquake Research Promotion data retrieval system to obtain copies of the analog seismograms and determined the repeating earthquakes by visual comparisons. We also estimated the aseismic slip rate around the groups.
The results of these investigations reveal that the afterslip of the 1952 earthquake may have continued until around 1980. Moreover, in the Tokachi-oki region, the state of the plate interface prior to the 1952 earthquake may be similar to that prior to the 2003 earthquake. Furthermore, the acceleration of aseismic slip around 1980 can be found in the west of Cape Erimo.

キーワード：水準測量、繰り返し地震、アナログ波形記録、十勝沖領域
Keywords: Leveling data, repeating earthquake, analog seismogram, Tokachi-oki region

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

陸域GNSSデータによる釧路・根室沖の簡易的なプレート間固着の推定
Simple estimation of interplate coupling in the Kushiro-oki and the Nemuro-oki regions, eastern Hokkaido in Japan from onshore GNSS data

*青田 裕樹[1]、大園 真子[2]、富田 史章[3]、高橋 浩晃[2]
*Hiroki Aota[1], Mako Ohzono[2], Fumiaki Tomita[3], Hiroaki Takahashi[2]

1. 北海道大学理学部地球惑星科学科、2. 北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター、3. 北海道大学大学院理学研究院
1. Department of Earth and Planetary Sciences, School of Science, Hokkaido University. , 2. ISV, Faculty of Science, Hokkaido University, 3. Graduate School of Science, Hokkaido University

北海道東部の釧路根室沖は千島海溝に沿った海溝型の大地震が繰り返し発生している地域であり，陸域の測地観測データを用いた先行研究から本地域が高いすべり欠損速度を持つことが示されている．また，過去の津波解析によっても海溝近傍での広域的な破壊の存在が示唆されており，この地域において将来的に巨大地震が発生する可能性が高いと考えられる．日本の周辺海域にはGNSS-A（GNSS音響結合方式） 観測網が展開されており，観測を重ねることで海溝付近での固着状態や地震発生前後の地殻変動をより精確に推定できるようになってきた．本研究対象領域にも今後GNSS-A観測点の設置が検討されており，これにより根室釧路沖の固着状態をより精確に推定することが可能になると期待される．本研究では，その予備研究として，陸域GNSS観測網 (GEONET) のデータから釧路・根室沖の固着状態をどの程度把握できるかの検討を行った．北海道における2013.2年から2018.0年にかけてのGEONET観測点のデータを用い，海溝軸に直交する方向の水平成分および鉛直成分それぞれの平均変位速度を算出し海溝軸に対しての直交する側線における二次元プロファイルを作成した．その上でバックスリップモデル（Savage, 1983）に基づき半無限均質弾性媒質中でのディスロケーションモデルを用いて，固着率および固着域の範囲を海溝軸に直交する二次元プロファイル下で計算し，観測値を最もよく説明する固着に関するパラメータを求めた．水平成分の解析の結果，固着率は1.0–1.1，固着域の上端は深さ0–5km，下端は50–55kmと推定された．推定される固着率は1.0を超え，値が高い傾向を持つ．これは，ITRF2014（Altami et al., 2016）によって与えたプレート収束速度 (8.4 cm/yr) が小さかったかもしれないこと，または弾性体ではなく粘弾性体を用いなければ過大評価になることなどが原因と考えられる．また，推定された固着域の下端は先行研究（Hashimoto et al., 2009）と比較して深い結果となっている．これは，仮定したプレートの形状が傾斜角15度の一枚の断層としているため生じたと考えられる．陸域の観測データのみからは，Hashimoto et al.（2009)によって指摘されている通り，海溝近くの浅部の固着については議論することが難しい．本研究においても仮定したプレートの形状や粘弾性の影響があった．現段階では，この地域では2点のGNSS-A観測点を設置する予定があるが，様々なケースを仮定した固着状態から計算される速度プロファイルの違いから，その差が大きくなる地点と，速度プロファイルの傾きが大きくなっている地点をGNSS-A観測点の候補地とすると，海溝軸から水平距離で25 km，40 kmの位置が該当する．しかし，固着域の推定を確実に行うためには，実際のプレート形状や粘弾性構造の考慮や，地震活動など他の先行研究の情報を取り入れるなどして，今後も検討する必要がある．

キーワード：地震、地殻変動、プレート間の固着
Keywords: Earthquake, Crustal deformation, Interplate coupling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Estimation of the early afterslip location of the 2011 Tohoku-Oki earthquake using onshore GNSS and offshore pressure data

*Putra Maulida[1], Yusaku Ohta[1], Ryota Hino[1]

1. Graduate School of Science, Tohoku University

Understanding of spatial and temporal development of the early afterslip just after the large earthquake is extremely important to characterize the frictional properties vicinity of an earthquake. Widely installed onshore geodetic data has been utilized to estimate the frictional properties along the plate interface (e.g. Miyazaki et al., 2004). One of the opportunity to study for early afterslip of the large event is 2011 Tohoku-Oki Earthquake. Dense continuous GNSS was installed nationwide, which had captured whole time period for this event successfully. Thus, we focus on the early afterslip of the 2011 Tohoku-Oki event in this study using both of onshore GNSS and offshore pressure data.

For the onshore GNSS data, we estimated the every 30 seconds kinematic time series until 18 hours after the mainshock. To enhance the signal-to-noise ratio of kinematic time series, we applied the principle component analysis (PCA) for kinematic PPP time series. We removed the lower contribution components from raw time series. For the offshore pressure data, we used the data-set by Hino et al. (2014). The raw OBP time series was sampled into 1 minute, after taking 1 minute average of raw data. Next, the resampled pressure data were de-tided, de-drifted and corrected by the ocean model to detect the seafloor deformation (Inazu et al, 2012). The time series of corrected OBP showed a strong signal of tsunami wave propagation. To clearly showed the tectonic deformation of the seafloor, we applied moving average of a window of (time with of windows) in length. The amount of displacement was estimated based on logarithmic functions fitted to the filtered pressure records.

To estimate the spatial and temporal development of early afterslip, we applied a conventional network inversion filter (NIF) (Segall and Matthews, 1997). We assumed an elastic half-space model (Okada, 1992) to calculate green functions of surface displacement due to slips on subfaults. We assumed local benchmark motions in unknown state vectors. To reduce the number of unknown parameters, we assumed pure reverse faulting. We omitted 10 minutes parts just after the mainshock from both onshore and offshore data because of the large disturbance caused by the seismic wave passage.

We estimated the early afterslip distribution using two different data sets for comparison. First one is the result from the onshore GNSS data only. Second one is the result both from the onshore GNSS and the offshore pressure data. Using only the onshore data, the estimated afterslip mainly concentrate on the deeper extension of the coseismic slip distribution. Spatial pattern of the estimated afterslip consistent with previous study (e.g. Munekane et al. 2012). In contrast, obtained early afterslip distribution completely difference when we included the offshore data. The estimated afterslip mainly concentrated in the shallower part of the subducting plate interface. Estimated moment release amount reached 2.37 x 10^{21} Nm (correspond to Mw 8.24) after the 18 hours from the mainshock. It clearly larger than the previous studies such as Munekane et al [2012]. It may be caused by the offshore pressure data. Just after the 2011 Tohoku-Oki event, all of the ocean bottom pressure time series indicate the clear subsidence signal. To explain this subsidence, afterslip cannot locate in the deeper part of the subducting plate interface because the afterslip in the deeper part generate the upward displacement in the ocean bottom pressure sites.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

We will discuss the more detail characteristic of the estimated early afterslip distribution. We also try to estimate the afterslip distribution using L1 regularization inversion (e.g. Evans et al., 2012) approach to illuminate the location of the afterslip just after the mainshock.

Keywords: Early afterslip, Ocean Bottom Pressure, GNSS, Network Inversion Filter

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2011年東北地方太平洋沖地震の余効変動に基づく不均質レオロジー構造
Heterogeneous rheology structure estimated by the postseismic deformation following the 2011 Tohoku-Oki earthquake (M_w9.0)

*伊藤 嘉秋[1,2]、三浦 哲[2]、武藤 潤[2]、太田 雄策[2]、飯沼 卓史[3]、James Moore[4]
*Yoshiaki Ito[1,2], Satoshi Miura[2], Jun Muto[2], Yusaku Ohta[2], Takeshi Iinuma[3], James Daniel Paul Moore[4]

1. 三菱スペース・ソフトウエア株式会社、2. 東北大学大学院理学研究科、3. 海洋研究開発機構、4. 南洋理工大学
1. Mitsubishi Space Software Co., Ltd., 2. Graduate School of Science, Tohoku University, 3. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 4. Nanyang Technological University

2011年3月11日に発生したMw9.0の東北地方太平洋沖地震（東北沖地震）は，広域かつ長期にわたる余効変動をもたらすなど，その後の日本列島の地殻変動に今なお多大な影響を与え続けている．余効変動に関してはこれまで数多くの研究がなされているが，その多くが余効すべりと粘弾性緩和の2種類の変形メカニズムを検討している．これらの先行研究では，均質半無限あるいは深さ方向のみに不均質な粘弾性構造が用いられており，地震波速度構造や地殻ひずみ分布などの様々な観測から示唆されている3次元的な不均質構造が十分に考慮されていない．また，レオロジーモデルはMaxwellモデルあるいはBurgersモデルのどちらかが用いられており，岩石室内実験に基づき実際の岩石の挙動に近いと考えられるべき乗流動則モデルはあまり用いられてこなかった．こうした背景を踏まえ本研究では，稠密なGNSS観測点が配置されている新潟県から福島県にかけて島弧を横断する磐越地域において，余効変動の累積変位とその時間発展という2つの観点から東北沖地震後の約5年間の余効変動を詳細に調べ，先行研究では採用されてこなかったべき乗則モデルに基づいて，不均質粘弾性構造の推定を行った．

本研究では，2011年3月12日から2016年4月1日までの5年間を，初めの約2年間とその後の3年間の2つの期間に分け，GNSS観測データから島弧横断方向の変位プロファイルを精査した．その結果，火山フロント（VF）周辺を境に，前弧域と背弧域で変位プロファイルの勾配が変化する特徴がみられた．また，初めの約2年間ではVF周辺で局所的な沈降が確認された．時間発展については，緩和率（5年間の水平変位量で規格化した水平成分の時系列）のプロファイルにおいて，背弧域と前弧域で緩和率が異なること，海溝軸からの距離（DFT）が350～400 kmの範囲でプロファイルが平坦になる特徴的な傾向が明らかになった．

これらの観測結果を再現可能な地下の粘弾性構造を求めるために，Lambert and Barbot (2016, GRL)による余効すべりと粘弾性緩和を考慮した余効変動の計算手法を3次元モデルに拡張したものを用い，各パラメータはグリッドサーチを用いた観測値との比較から最適値を探索した．その結果，マントルウェッジ浅部に低粘性領域（LVZ）を仮定した場合に観測データをよく再現できることが明らかになった．最適モデルとしてはVF下部にLVZが存在し，このLVZの近傍までcold nose（CN）と呼ばれる高粘性領域を仮定した構造が推定された．この構造は，Uyeshima et al. (2016)による比抵抗構造の推定結果やFreed et al. (2017)により推定されたCNの拡がりとも整合的であった．このモデルにより計算された変位プロファイルでは，観測データでみられたVF周辺における沈降と，東西及び南北成分で勾配が変化する傾向が再現された．緩和率においてもプロファイルの変化は概ね再現できているが，DFT＝350～400 kmの範囲でプロファイルが平坦になるという特徴的な変化は再現できなかった．この原因を調べるために，この領域深部にLVZを仮定したモデルを用いて調べたところ，深さ25～40 kmの範囲にLVZを仮定することにより，プロファイル形状が平坦になることがわかった．この領域は，新潟－神戸ひずみ集中帯の北端周辺に相当し，他の研究からも深部に構造の不均質が存在することが指摘されていることから，ひずみの集中機構と低粘性体の関連が示唆される．

本研究で得られた最適モデルを，先行研究により調べられている北部の鳴子測線にも適用し，島弧走向方向

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

の粘弾性構造の違いについて検討を行った．その結果，本研究で得られた磐越測線沿いの構造では，鳴子測線の変位・緩和率プロファイルの特徴を十分に説明できないことが明らかになり，南北で粘弾性構造が異なることが示唆された．特に上下変位成分に関して，南北のCN構造の違いについて調べたところ，深さ25〜40 kmでは南部の方が小さく，深さ40〜55 kmでは北部の方がCN領域が大きいという結果が得られた．このような南北にCN構造の異なるモデルにVF周辺のLVZを加えたモデルは，CN構造を南北で同じにしたモデル，あるいはLVZを仮定しないモデルに比べ，先行研究で得られている面積ひずみ分布をよく再現できている．以上から，本研究により，島弧横断方向の不均質粘弾性構造を考慮する重要性が明らかになった．今後得られたモデルをさらに高度化することにより，地震発生サイクルの研究等への応用が期待できる．

キーワード：余効変動、東北沖地震
Keywords: postseismic deformation, Tohoku-oki earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地震後余効変動における線形および非線形粘弾性効果の検討
Contribution of linear and non-linear viscoelastic relaxation as postseismic deformation following an earthquake

*星野 宏行[1]、宮崎 真一[2,1]、平原 和朗[2]
*Hiroyuki Hoshino[1], SHINICHI MIYAZAKI[2,1], Kazuro Hirahara[2]

1. 京都大学大学院理学研究科、2. 香川大学四国危機管理教育・研究・地域連携推進機構
1. Graduate school of science, Kyoto University, 2. Institute of Education, Research and Regional Cooperation for crisis Management Shikoku, Kagawa University

2011年東北地方太平洋沖地震の発生後、海溝近くの震源域に設置されたGPS/Acoustic観測点において地表面変位の時間発展データが得られ、地震直後の余効変動メカニズムにおける粘弾性緩和の寄与に関する議論が発展されてきた。しかし、地殻内の粘弾性モデルとして、Maxwell粘弾性体やBurgers粘弾性体、非線形粘弾性体などが想定され、どのレオロジーが適当であるかについて、現状はっきりとした知見は得られていない。

Barbot and Fialko (2010)は、地震の発生または何らかの応力擾乱によって生じる粘弾性緩和、アフタースリップ、及び、間隙弾性反発の時間発展を統一的に計算する理論を構築した。本研究では、この理論に基づき、地震の発生に伴う余効変動を計算する数値計算プログラムを作成した。具体的な手順は以下の通り。(1) Okada（1992）に基づいて地震時の変位場、弾性応力場を算出する。(2) タイムステップ毎に、地殻内部の弾性応力場によって各余効変動メカニズムが引き起こすモーメントデンシティの時間変化を解析的に計算する。(3) そのモーメントデンシティの時間変化が引き起こす地殻内の速度場及びひずみ速度場を算出する。(4)速度及びひずみ速度を時間積分することで、次のタイムステップにおける地殻内弾性応力場の計算を行う。この手法によって、粘弾性緩和については、線形粘弾性体に限らず非線形粘弾性体のレオロジーを用いた計算を行うことが可能である。

本発表では、作成した数値計算プログラムを用い、ストライク・スリップ及びディップ・スリップによって生じる余効変動について、様々なレオロジーを仮定して計算を行う。レオロジー構造やパラメータ値を変化させて得られた計算結果を比較し、余効変動時の観測データの特徴をよく再現するレオロジーについて検討する。また、2011年東北沖地震等の実際の地震に対する観測データとの比較も行いたい。

キーワード：レオロジー、余効変動、粘弾性緩和
Keywords: rheology, postseismic deformation, viscoelastic relaxation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

GNSSデータに基づくΔCFSが最大となる断層面の推定
Estimation of fault parameter with maximum ΔCFS based on GNSS data

*深谷 俊太朗[1]、大園 真子[2]
*Shuntaro Fukaya[1], Mako Ohzono[2]

1. 北海道大学理学部地球惑星科学科、2. 北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター
1. School of Science, Hokkaido University, 2. ISV, Faculty of Science Hokkaido University

日本には多数の内陸活断層が存在しているが，その危険性を評価するための指標の一つに静的クーロン破壊応力変化量 (ΔCFS) というものがある．ΔCFSは地震や火山活動を起源とする応力変化から，計算対象となる断層がすべりやすくなったか，すべりにくくなったかを評価するものであり，従来半無限弾性体を仮定したディスロケーションモデルなどにより断層を仮定して計算されていた．しかし上田・高橋 (2005) やNishimura (2018) ではGNSS観測点の変位データから直接ΔCFSを求める手法の有効性が示された．そこで本研究では上記の手法に基づいて，GNSS観測点の水平変位データから得られる各地域の地表応力場の元で任意の断層を想定し，ΔCFSが最大となるレシーバ断層のパラメータを計算するツールを作成した．この手法を用いると，実際に活断層などが存在しない地域でも，地震が発生するとどのようなメカニズムになるのかを推察することができる．本研究では，テストケースとして，まず山形盆地断層帯周辺のGNSSデータから2011年東北沖地震前後の期間について試算を行った．その結果，地震前の応力場から求めたΔCFSが最大を示す断層面が実際の活断層のジオメトリに近くなることがわかった．またこの試算により，観測点の上下変位を用いないことに起因すると考えられる，ΔCFSの傾斜角依存性が生じることがわかった．範囲を広げて東北地方のGEONET観測点の2004年9月～2007年9月の水平変位を用いて，傾斜角は固定するという制約のもと，各地域において同様の計算を行った．結果を地震本部発表の活断層長期評価と比較したところ，ΔCFSが大きい値を示す地域が長期評価の発生確率の高いSランク断層付近に加えて，データが少なく評価困難なXランク断層付近，活断層の存在が確認されていない場所などで見つかった．その中には奥羽脊梁山地ひずみ集中帯の中にある2008年に発生した岩手・宮城内陸地震の震源断層のパラメータを事前によく表現できていたものもあり，本手法の断層危険性評価に対する有効性とそれを可視化する方法を示すことができた．

キーワード：ΔCFS、GNSS、活断層
Keywords: ΔCFS, GNSS, active fault

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Coseismic deformation of the 2018 Lombok earthquake, Indonesia, revealed through InSAR measurements

*ERLAN SUMANJAYA[1], MASATO FURUYA[1]

1. Hokkaido University

Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR) is a space-based technique allowing to derive images of ground surface deformation. This method is based on repeated acquisitions by a Radar system onboard a satellite. We use Advanced Land Observing Satellite-2 (ALOS-2)/Phased Array-type L-band Synthetic Aperture Radar-2 (PALSAR-2) InSAR data sets from ascending stripmap mode and descending ScanSAR data. Meanwhile, we also use JAXA’ s AW3D DEM to correct for the topographic phase. These datasets allow us to more completely detect the deformation signal around the epicentral region caused by three Mw > 6 shallow earthquakes occurred in Lombok island, Indonesia. These events are of almost dominant thrust mechanism using GCMT solutions. The results show that the maximum amplitude of the line of sight (LOS) displacements are covering the mainshock of 35 cm in ascending and 30 cm in descending observations which is close to the epicenter of the earthquake. Both of which indicate that the surface was approaching toward the satellite. Because of ALOS-2 interferogram images are affected by ionospheric disturbances; therefore, we also perform ionospheric correction using split spectrum method (SSM), and the result shows that no signal of the ionosphere is detected there so that we can ignore the effect of the ionosphere. Meanwhile, to find slip distribution around the epicentral area, we plan to generate a fault source model using triangular dislocation element in an elastic halfspace.

Keywords: The 2018 Lombok earthquake , Coseismic deformation, InSAR

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

干渉SAR時系列解析により明らかにする最近の吾妻山の地殻変動
Recent crustal deformations around Mt. Azuma revealed by InSAR time-series analysis

*宗包 浩志[1]、小林 知勝[1]
*Hiroshi Munekane[1], Tomokazu Kobayashi[1]

1. 国土地理院
1. GSI of Japan

吾妻山は福島・山形県境にある火山群である。吾妻山では、2014年12月に火山性微動の発生や火山性地震の増加が見られ、噴火警戒レベルが2に引き上げられた。それに伴い、一切経山付近の膨張を示す緩やかな地殻変動が観測されているが、2015年7月頃から停滞または収縮の傾向になった。また、大穴火口では、2013年から2015年にかけて地熱域の拡大がみられ、2015年には大穴火口北西で新たに地熱域が確認されるなど、活発な熱活動が継続した（気象庁, 2016）。その後、一旦噴火計画レベルが1に引き下げられたものの、2018年9月に再び火山性地震の増加が見られ、噴火警戒レベルが2に引き上げられている。

本研究では、最近の吾妻山の地殻変動からその力源位置および時間変化を明らかにし、火山活動との関連を議論する。そのため、「だいち２号」および「Sentinel-1」データを用いた干渉SAR時系列解析を行った。

まず「だいち２号」データを用いて干渉SAR時系列解析を行った。解析に使用したデータは2015年～2018年にかけて撮像された8枚のSAR画像である。解析の結果、広域的な変動として、吾妻山山体の広い範囲にわたり、2015～2017年には衛星から遠ざかる変動、2017年～2018年には衛星に近づく変動が捉えられた。これらの変動は、2014年～2015年にかけて「だいち２号」のSAR干渉解析により観測された山体の膨張に対応する地殻変動（国土地理院, 2015）と空間パターンがほぼ一致していることから、その力源と考えられている山体下3kmの球状圧力源（国土地理院, 2015）によるものと考えられる。

次に「Sentinel-1」データを用いて干渉SAR時系列解析を行った。解析に使用したデータは、2018年4月～11月にかけて撮像された21枚のSAR画像である。解析の結果、局所的な変動として、大穴火口西側において膨張に対応している変動が明らかになった。この変動は、「だいち２号」の干渉SAR時系列解析により2015年および2018年に観測されている変動（国土地理院, 2018）と空間パターンがほぼ一致していることから、同一の力源によるものと考えられる。2018年の変動は、4月よりほぼ一様のレートで続いていたが、10月にはいって加速している。

本研究では、干渉SAR時系列解析により明らかになった広域的および局所的な変動について、力源を再決定するとともに、その時間発展と実際の火山活動との関連について議論する予定である。

＊謝辞

本研究で用いたALOS-2データは，火山噴火予知連絡会衛星解析グループ（火山WG）を通じて，（国研）宇宙航空研究開発機構（JAXA）から提供を受けました．原初データの所有権はJAXAにあります．

キーワード：干渉SAR、時系列解析、吾妻山

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: InSAR, Time-series analysis, Mt. Azuma

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

水準測量データから推定する2017年御嶽山東山麓でのM5.6地震の断層モデル

The Fault model of the 2017 earthquake (M5.6) in the Eastern flank of Mt. Ontake estimated from precise leveling survey data

*村瀬 雅之[1]、北爪 直果[1]、山中 佳子[2]、松島 健[3]、木股 文昭[7]、森 済[1]、長谷 崇雅[1]、李 楊[1]、大渕 一樹[1]、國友 孝洋[2]、前田 裕太[2]、堀川 信一郎[2]、奥田 隆[2]、松廣 健二郎[2]、田ノ上 和志[2]、内田 和也[3]、手操 佳子[3]、宮町 凜太郎[3]、森田 花織[3]、吉川 慎[4]、井上 寛之[4]、影山 勇雄[5]、細川 周一[5]、簗田 高広[5]、田中 里奈[1]、道家 涼介[6]

*Masayuki Murase[1], Naoka Kitazume[1], Yoshiko Yamanaka[2], Takeshi Matsushima[3], Fumiaki Kimata[7], Hitoshi Yamashita Mori[1], Takamasa Hase[1], Yang Li[1], Kazuki Ofuchi[1], Takahiro Kunitomo[2], Yuta Maeda[2], Shinichiro Horikawa[2], Takashi OKUDA[2], Kenjiro Matsuhiro[2], Kazushi Tanoue[2], Kazunari Uchida[3], Yoshiko Teguri[3], Rintaro Miyamachi[3], Kaori Morita[3], Yoshikawa Shin[4], Hiroyuki Inoue[4], Isao Kageyama[5], Syuichi Hosokawa[5], Takahiro Yanada[5], Rinah Tanaka[1], Ryosuke Doke[6]

1. 日本大学文理学部地球科学科、2. 名古屋大学大学院環境科学研究科、3. 九州大学大学院理学研究院、4. 京都大学大学院理学研究科、5. 気象庁、6. 神奈川県温泉地学研究所、7. 東濃地震科学研究所

1. Department of Earth and Environmental Sciences, College of Humanities and Sciences, NIHON University, 2. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 3. Graduate School of Sciences, Kyushu University, 4. Graduate School of Sciences, Kyoto University, 5. Japan Meteorological Agency, 6. Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture, 7. Tono Research Institute of Earthquake Science

2017年6月25日、御嶽山東山麓の長野県南部を震源とするM5.6の地震が発生し、最大震度5強（長野県王滝村および長野県木曽町）が観測された。御嶽山の東山麓では、1970年代後半から現在まで群発地震が継続しており、このM5.6 地震の震源は群発地震の震源域に位置する。

御嶽山の東山麓には水準路線が設置されており、精密水準測量を繰り返し実施してきた。東山麓には、路線距離38㎞・水準点数98点で構成される桟路線、屋敷野路線、木曽温泉路線、中の湯・御岳ロープウエイ路線が設置され、2017年4月・2018年4月には全路線の測量が実施されている。また、2017年9月にはM5.6 地震を受け、震源に近い一部路線の緊急観測が実施された。

M5.6 の地震を含む期間の2017年4月24日～27日と9月10日～11日の測量結果を比較すると、BM16を基準として屋敷野路線および木曽温泉路線に隆起が検出された。最大隆起は屋敷野路線のBM213の28mmである。

水準測量では、水準路線上のみでしか地殻変動が検出できず、M5.6地震による変動の広がりを面的にとらえることはできないため、地震を挟む期間のALOS-2/PALSAR-2のデータについて干渉SAR解析を行い、水準測量と干渉SAR解析で変動が検出された領域がほぼ同じであることを確認した。

この地震の断層モデルとして、1枚の矩形断層を仮定し、断層パラメータの推定を行った。断層パラメータの初期値として、地震発生から1ヵ月分のM>0の地震に対してDD法を用いて決定された合計42個の震源データを使用し断層の形状を決定した。断層パラメータの初期値を中心に最適パラメータの探索を遺伝的アルゴリズムによって行うことで、1枚の矩形断層によって水準測量で検出された上下変動はおおむね説明できることが明らかとなった。

地震発生後の2017年9月～2018年4月の測量結果の比較からも、BM16を基準として屋敷野路線および木曽温泉路線に約5㎜の隆起が検出された。群発地震域では、群発地震活動が比較的活発であった2002～2004年にかけて隆起が検出されており、球状圧力源も推定されている。地震後の隆起が今後も継続するのか測量を継続する必要であると考える。

謝辞：本研究で用いたPALSAR-2データはPIXEL (PALSAR Interferometry Consortium to Study our Evolving Land surface）において共有しているものであり、宇宙航空研究開発機構（JAXA）と東京大学地震研究所との共同研究契約によりJAXAから提供されたものである。PALSAR-2データの所有権はJAXAにある。干渉SAR解析

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

には小澤拓博士が開発したRINCを使用した。ここに記して感謝いたします。

キーワード：御嶽山、精密水準測量、断層モデル
Keywords: Mt. Ontake, precise leveling, Fault model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南海トラフ沿いのゆっくりすべりに伴う地殻変動の検知能力
Detection ability of Crustal deformation by Slow Slip Events along the Nankai Trough subduction zone

*宮岡 一樹[1]、甲斐 玲子[1]、木村 武志[2]、露木 貴裕[3]
*Kazuki Miyaoka[1], Reiko Kai[1], Takeshi Kimura[2], Takahiro Tsuyuki[3]

1. 気象庁、2. 防災科学技術研究所、3. 気象研究所
1. Japan Meteorological Agency, 2. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 3. Meteorological Research Institute

１．はじめに

気象庁では，南海トラフ沿いのプレート境界で発生するゆっくりすべりに伴う地殻変動を観測するために，東海地方に関しては気象庁，静岡県及び産業技術総合研究所（以下，産総研）が設置したひずみ計のデータを用いてリアルタイムで監視を行っている．一方，紀伊半島から四国地方にかけての西側の領域については産総研がひずみ計を設置しているものの，観測点数が少なく，プレート境界すべりの検知能力が東海地方に比べて著しく低い．このため，これら以外のデータも用いてゆっくりすべりの検知能力を向上させることが必要である．

防災科学技術研究所（以下，防災科研）のHi-net 観測点には高感度加速度計が併設されており，ゆっくりすべりに伴う地殻変動（傾斜）を観測している（文献）．ひずみ計に加え，これらの傾斜データを統合的に解析することでゆっくりすべりの検知能力が向上することが期待される．

そこで今回，気象庁，産総研のひずみ計データおよび防災科研の傾斜データにスタッキング手法（宮岡・横田，2012, 宮岡ほか, 2017）を適用した解析を行い，南海トラフ沿いのプレート境界のゆっくりすべりに伴う地殻変動の検知能力（検出可能な最小Mw）を調査したので，その結果を報告する．

２．データと解析方法

調査に用いた傾斜・ひずみデータは，地球潮汐，気圧，降水，地磁気等の影響を受けている．すべての観測データに対して潮汐補正（石黒ほか，1984），気圧補正（檜皮ほか，1983）を施し，また観測機器の特性により必要に応じて地磁気補正（宮岡，2011），降水補正（木村ほか，2015）を行ってノイズレベルの低減をはかった．

さらに，観測データからゆっくりすべりに伴うごく小さな変化を検知するため，観測データを重ね合わせてシグナルを増幅することができるスタッキング手法を用いてスタッキングデータを作成した．

スタッキング手法ではプレート境界に小断層を仮定し，そこでのゆっくりすべりによる観測データの変化の極性（プラス／マイナス）が同一になるよう，マイナスの変化となる観測点（成分）のデータの極性を反転させる．これらを足し合わせることでノイズは打ち消し合う一方で，プラスの変化となるシグナル成分が足しあわされ，より小さなゆっくりすべりが検出されることが期待される．

今回は東海地方から九州にかけての南海トラフ沿いにおいて，フィリピン海プレート上面に緯度経度0.15度

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

毎のグリッドを設定し，各グリッドには15km×15kmの小断層を仮定した．グリッド毎に異なる成分の組み合わせによるスタッキングデータが作られ，もしあるグリッドの小断層ですべりが生じた場合，該当するスタッキングデータに正の変化が現れることになる．この変化がノイズレベルに対して十分な大きさであればこのゆっくりすべりを検出できることになる．気象庁で行っているひずみデータによるスタッキング法を用いた監視（露木ほか，2015）では，スタッキングデータのノイズレベルの３倍を検出レベルとしている．そこで傾斜データ，ひずみデータを用いた本調査でも，各スタッキングデータの変化がそのノイズレベルの３倍を超えるMwの下限を全てのグリッドについて求めた．

３．結果

従来の東海地域のひずみデータのみを用いたスタッキング監視と比較して，防災科研の傾斜データを追加することで，紀伊半島から九州地方にかけての領域におけるゆっくりすべりの検知能力が向上することがわかった．

講演ではこの調査結果のほか，スタッキング解析による空間分解能等について発表する．

キーワード：ゆっくりすべり、スタッキング法、ひずみデータ、傾斜データ
Keywords: Slow Slip Event, Geodetic Data Stacking method, Strain-meter data, Tilt-meter data

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

東海地域のひずみ観測網によるゆっくり滑りの検知能力に関する研究
An investigation into slow-slip detection capability of the Tokai Strainmenter Network

*楠城 一嘉[1]
*Kazuyoshi Nanjo[1]

1. 静岡県立大学
1. University of Shizuoka

We studied the ability of the Tokai Strainmeter Network (hereinafter referred to as TSN) to detect slow slips on a plate boundary where the Nankai trough earthquakes occur. Referring the method of probability-based magnitude of completeness (hereinafter referred to as PMC) that has been applied to several seismic networks (e.g., [1,2,3]), we modified it to be applicable to TSN. While previous studies on slow-slip detection capability of TSN [4] and the network covering a wider region [5] were based on the model assumption that the medium is elastic and the strainmeters record elastic strain changes caused by slow slips, our study is not based on such model assumption, but uses only empirical data: slow-slip catalog, decfiles, and station information. Using slow-slip events with magnitude *M*5.1-5.8 during 2012-2016, we found spatial variability of network detection probability. In general, the detection probability for slow slips of any given *M* is high within the network or inland, whereas it decreases with distance from the coast to offshore. In more details, the detection probability for *M*5.1 in Suruga Bay is above 90%. Although no strainmeter included in TSN has been installed in Suruga Bay, operating strainmeters on land are located so as to surround this Bay. If we consider a large magnitude such as *M* 5.8, slow slips are detectable even in far offshore regions: for example, slow slips with *M*5.8 at the southern edge of the anticipated source region of the Tokai earthquake can be detected with high (>90%) detection probabilities, a consistent result with [5]. We further explored the possible use of our method as a network planning tool with simulation computations of installations of one or more virtual stations to identify appropriate locations for new station installations [2]. Our results show an illustrative example of the applicability of the PMC method to strainmeter networks.
Acknowledgements: This work was partially supported by JSPS KAKENHI Grant Number JP 17K18958.
References: [1] Schorlemmer and Woessner, 2008, Bull. Seism. Soc. Am. 98(5), 2103-2217; [2] Nanjo et al., 2010, Geophys. J. Int. 81(3), 1713-1724; [3] Schorlemmer et al., 2018, Bull. Seism. Soc. Am. 108 (2): 702-717; [4] Kobayashi, 2000, Quart. J. Seism. 63, 17-33; [5] http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/tyosabukai_wg/pdf/h281013shiryo06.pdf.

キーワード：ひずみ観測網、ゆっくり滑り、東海地域
Keywords: strainmeter network, slow slip, Tokai region

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

状態空間モデルを用いたひずみ観測データのトレンド成分推定手法の検討
A Study on Trend Component Estimation Method of Strain Time Series Data Using State Space Model

*露木 貴裕[1]
*Takahiro Tsuyuki[1]

1. 気象庁気象研究所
1. Meteorological Research Institute

ひずみ計による観測データから何らかの地殻変動を検知して、その変動源の推定を行う場合に、観測データに含まれる気圧や潮汐、降水などの影響を除去し、検知の対象とする地殻変動そのものの変化を把握することが必要である。通常、気圧の影響等による応答をあらかじめ調査しておき、観測値から分離することによって、真の地殻変動量を計算することが行われる。また、別の手法として、地殻変動観測時系列データを状態空間モデルとして表現し、観測値が与えられた条件下での状態ベクトルの分布を推定するものがある。（Matsumoto and Kitagawa(2003)、Peng et al.(2014)、高波他(2014)など）

本調査では、気象庁が観測しているひずみ計の時系列データを状態空間モデルとして表現し、カルマンフィルターのアルゴリズムと最尤パラメータによって状態の推定を行い、観測値のトレンド成分を分離することを試みた。ひずみ計による観測データの時系列を状態空間モデルとして定式化するにあたって、これまでの研究と同様、各時刻の観測値をトレンド成分、気圧応答成分、潮汐応答成分、降水応答成分、地震によるコサイスミックなステップや機器メンテナンスなどのジャンプ成分、および観測誤差の和として表現している。これに加えて、石井式ひずみ計の観測データには地磁気への応答成分の項も導入し、さらにジャンプ成分については、単純なステップ関数ではなく、地震による余効効果（これには地震による余効変動と急激なひずみ変化に対する計器の緩和的変動が含まれる）を表現してみた。

気圧応答成分などをあらかじめ調査しておき、観測値から分離することにより、真の地殻変動量を計算する従来の手法に比べて、状態空間モデルを用いる手法を使うことにより、検知の対象とするトレンド成分をより確率的にとらえることができる。この結果、何らかの地殻変動の開始や終了をより客観的に判定することが可能となり、ベイズ的な手法に基づく変動源のインバージョンを行う上でも利点がある。また、これまでに蓄積したデータに基づき、状態空間モデルのパラメータを適切に推定することができるならば、欠測値の補間や地殻変動のトレンド変化の検知とその変動源の推定をリアルタイムに行うことも可能であると考えられる。

キーワード：ひずみ観測、状態空間モデル、地殻変動の客観的検知手法
Keywords: Strain observation, State space model, Objective detection method of crustal change

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

観測点の上流部からの流入を考慮したひずみ計データの降水補正の試み（２）

Rainfall correction of strainmeter data in consideration of the flow from the upper reaches (2)

木村 一洋[1]、*小林 昭夫[2]
Kazuhiro Kimura[1], *Akio Kobayashi[2]

1. 気象庁、2. 気象庁気象研究所
1. Japan Meteorological Agency, 2. Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency

木村・他（2015）は、東海地域の体積ひずみ計16観測点の降水補正の結果から、観測点の上流部からの流入がない観測点では良好な降水補正が可能だが、観測点の上流部からの流入がある観測点では、観測点設置雨量計を用いた降水補正をしてもバラつきが大きいことを明らかにした。つまり、何らかの方法で観測点の上流部からの流入を把握すれば、降水補正の改善効果が見込まれる。そこで気象研究所では複数の手法による調査を行った（木村，2015）。

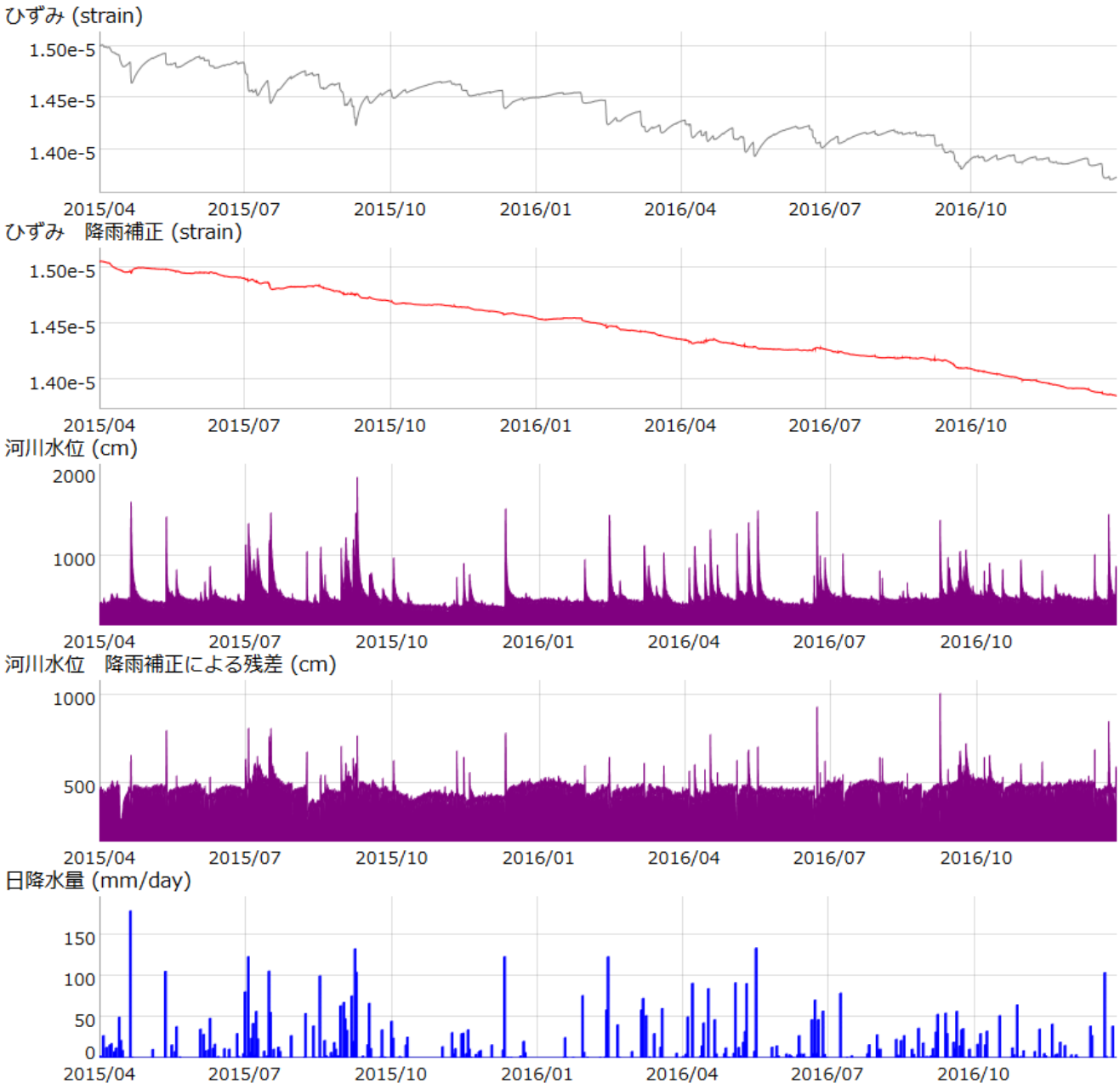
山の上流部に降った降水の影響を受けている観測点の１つである島田川根観測点は、大井川と身成川に挟まれた高台に位置しており特に身成川の影響を受けている可能性がある。そこで、気象研究所では身成川にかかる橋に超音波式水位計を設置し、2015年3月から2016年12月にかけて河川水位の連続観測を行った。

まず、この河川水位の観測データを直接タンクモデルの入力値として用いる手法について何通りかの方法を試みたが、どれもうまくいかなかった。この原因として降水量に対して河川水位のピークの値が大きすぎて重みを持ってしまい、降水量のようにタンクモデルの入力データとして取り扱うことが難しいためと考えられる。

次に、この河川水位データを、島田川根観測点の雨量計で観測された降水量データを用いて再現できるかどうかをタンクモデルを用いて試した。その結果、観測値と計算値の残差が、ひずみ計の降水補正の残差と関連していることが分かった。言い換えると、島田川根観測点の雨量計では説明しきれない変化が、ひずみ計と河川水位の両方に現れていることが分かった。まだ手法は見つけられてないが、河川水位観測からひずみ計の降水補正が改善できる可能性があることが示唆される。

キーワード：ひずみ計、降水補正、上流部からの流入
Keywords: strainmeter, rainfall correction, the flow from the upper

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2017年から2018年にかけての志摩半島長期的スロースリップ
Long-term slow slip event beneath the Shima Peninsula from 2017 to 2018

*小林 昭夫[1]、露木 貴裕[1]
*Akio Kobayashi[1], Takahiro Tsuyuki[1]

1. 気象庁気象研究所
1. Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency

南海トラフ沿いでは長期的スロースリップイベント(SSE)や短期的SSEなどのスロー地震が発生しており、その分布や規模、発生頻度などを把握することは、プレート境界の特性の時空間変化に関する理解をもたらすことが期待される。特に長期的SSEの発生領域は将来の巨大地震に関連する固着域に隣接しており、短期的SSEと比較して規模も大きい。長期的SSEの分布や発生頻度、規模などの情報は地震発生シミュレーションの再現対象にもなっており、より現実に近いモデルを構築する上でもSSEの詳細な把握は重要である。

GEONETのF3解座標値を用い、各点についてアンテナ交換などによるオフセット、地震によるオフセット、年周・半年周成分、直線トレンドの補正を行った。アンテナ交換などに伴うオフセットは、国土地理院による値(corrf3o.dat)を用いた。地震によるオフセットは、地震をはさむ前後10日間の平均値の差から求めた。非定常変位が小さく、2011年東北地震の余効変動が続いているため、2017年4月から2018年10月の変位から2016年1月から2017年4月の変位を差し引いた。両者の期間長は異なるが、Kobayashi (2017)による余効変動の近似関数によると、両期間の余効変動の違いは1%未満である。その結果、志摩半島に7-8 mm程度の南東向きの動きが見られた。志摩半島の北西にあたる丹後半島付近との基線長を見ると、志摩半島の志摩、南伊勢など数点には2017年後半から伸びが見られる。これらの点の周囲の点と丹後半島付近との基線長には特に傾向の変化は見られないため、2017年後半からの基線長の伸びは志摩半島側の非定常変位によると考えられる。非定常変位の原因としては一時的なオフセットや短期的SSEによるものではなく、長期的SSEが考えられる。

2017年4月から2018年10月の変位を用いてプレート境界上のすべりを推定したところ、志摩半島付近を中心とするすべり分布が推定され、すべりの規模はMw 6.5相当であった。すべり領域の中心の深さはプレート等深線30 km付近にあり、南海トラフ沿いの他の長期的SSEと同程度の深さである。

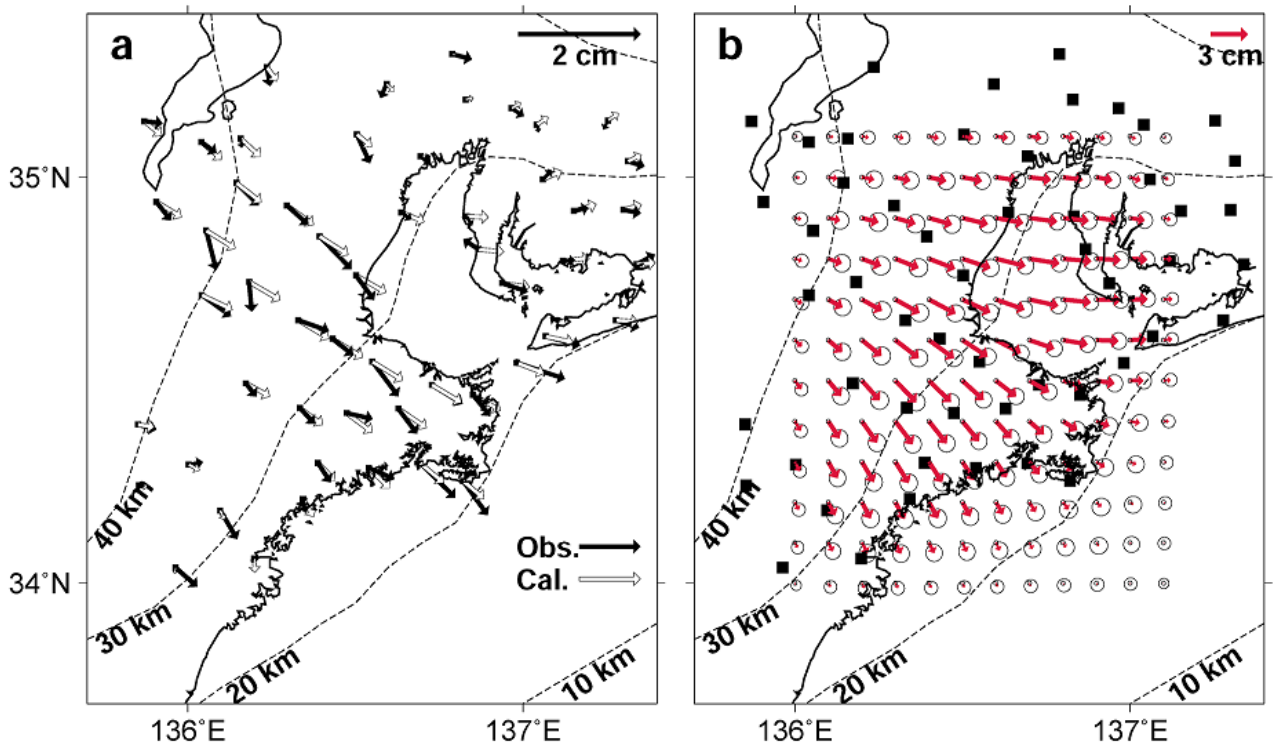
本調査には国土地理院GEONETの座標値およびオフセット値を使用させていただきました。

左図： 志摩半島付近の2017年4月から2018年10月の非定常変位。黒矢印は観測値、白矢印は右図から計算した理論値。

右図：左図の非定常変位から推定したプレート境界でのすべり分布。

キーワード：長期的スロースリップイベント、志摩半島、GNSS
Keywords: long-term slow slip event, Shima Peninsula, GNSS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

長期的SSE発生域における非断層すべり成分の存在可能性および、その巨大地震発生準備過程との関係性
non- fault slip source components of long-term SSE and the relation to interseismic process preparing for large earthquake generation

*光井 能麻[1]、伊藤 武男[2]
*Noa Mitsui[1], Takeo Ito[2]

1. 公益財団法人 地震予知総合研究振興会 東濃地震科学研究所、2. 名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター
1. Tono Research Institute of Earthquake Science, 2. Earthquake and Volcano Research Center, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

Various types of slow events including slow slip events (SSEs) are detected, and they are explained as fault slip at the plate boundary. However, the mechanism of how to generate a slow event is still open.

From the point of view of the fault strength, source area of slow slip events occurring at the deeper part of the seismogenic zone locate at the brittle-ductile transition zone. The transition from brittle fracture to ductile fracture (or ductile flow) accompany the increase of plastic deformation of rock at the plate interface, and the plastic deformation is not a fault slip at the fault plane but a bulk deformation. If this bulk deformation has an only simple shear component along the plate interface, it is assumed the same as fault slip. On the other hand, if the bulk deformation has the additional mode to the simple shear, the mode is expected to appear as the normal component to the fault plane. Therefore, non-fault slip deformation at the plate boundary, especially normal component, will help to understand the SSE generation mechanism.

Thus our purpose is to detect the non-fault slip deformation at SSE source from observation data, and we select the Tokai long slow slip event (LSSE) because the cumulative Mw is 7.1 and large detectable geodetic signals are expected at GNSS observation points. We examined deformation other than fault slip as Tokai LSSE source by using a finite rectangular fault model with GEONET F3 solution relative displacement in 2001-2003 to 1998-2000 as the reference one. Optimized Tokai LSSE source model of 2yr in 2001-2003 is the finite rectangular fault beneath eastern Aichi Prefecture with 1.6cm tensile dislocation & 9.7cm fault slip, that is, (tensile deformation) : (fault slip) =1:6. This result is better than the case which model has only fault slip component based on AIC (Akaike, 1974).

This result of tensile deformation with fault slip is similar to geological result (e.g., Ujiie et al., 2018). It will help to understand the SSE generation mechanism (e.g., comparing the ratio of tensile dislocation to fault slip). This results depend on the fault geometry; thus source model needs to be reexamined by using realistic plate boundary model along Nankai Trough.

キーワード：スローイベント、東海スロースリップイベント、発生メカニズム、伸張変形
Keywords: slow event, Tokai SSE, generation mechanism, tensile deformation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2016年熊本地震で停止していた南海トラフ沿いの長期的ＳＳＥの再活動
Restart of the long-term slow slip events along the Nankai trough after the 2016 Kumamoto earthquake, Japan

*小沢 慎三郎[1]、矢来 博司[1]
*Shinzaburo Ozawa[1], Hiroshi Yarai[1]

1. 国土交通省国土地理院
1. Geographical Survey Institute of Japan

要旨

GEONETにより、2018年６月頃から南海トラフ沿いで遷移的な地殻変動が観測されている。時間依存インバージョンによる解析は、長期的SSEが2018年6月頃から9月頃まで日向灘北部で発生し、その後50ｋｍ程北東の豊後水道に滑り域が移動したことを示している。2018年のSSEの滑り域は、2016年熊本地震の直前まで発生していた日向灘SSE及び豊後水道SSEの滑り残りの領域に相当している。2018年のケースは長期的SSEが応力擾乱に影響を受けた典型的な例といえ、SSEの物理的な発生機構に関する情報を与えてくれる。それに加えて、日向灘地震は前回の発生から20年程経っていること、また四国沖は地震の発生確率が今後３０年以内で70～80%であることを考慮すると、2018年のSSEによる当該地域への応力変化が懸念される。

はじめに

南海トラフ沿いの日向灘、豊後水道では繰り返し、長期的SSEが発生してきた。2016年熊本地震前にも、日向灘、豊後水道で長期的ＳＳＥが発生していたが、熊本地震の発生により、日向灘、豊後水道のSSEはその進行を停止した。このことは、長期的SSEが応力擾乱に対する影響を受けやすいためと考えられるが、その後滑り残りの領域がいつ活動を再開するのかが興味の対象となってきた。そのような中、2018年６月頃から、遷移的な地殻変動が九州北部で発生し、その領域が時間と共に四国西部まで拡大していく様子がGEONETによって捉えられた。本研究では、観測された地殻変動データから地下のプレート境界でどのような滑りが発生したのか、その時空間的な変化を時間依存のインバージョンで推定した。

解析手法

解析には四国、九州のGEONET観測点257点を使用した。2013年１月～2018年１月のデータから周期成分を推定し、時系列データから除去し、その後に2017年1月～2018年１月の一次トレンド成分を取り除いている。このようにして得られた座標時系列データに対して３日間の移動平均をかけ、３日毎にサンプリングして、時間依存のインバージョンに使用した。解析期間は、2018年１月から2019年１月までとしてある。東西、南北、上下変動成分の重みは５：５：１としている。プレート境界モデルは弘瀬他（2008）を採用し、スプライン曲面でモデル化している。空間スムージングと時間スムージングのハイパーパラメータは最尤法で推定した。

結果と考察

2018年６月頃から日向灘北部のプレート境界上で滑りが発生し、９月頃に収束している。滑りの大きさは最大で10cm程に達している。その後９月頃から滑り域は日向灘北部から豊後水道へ北東に50ｋｍ程移動している。2018年９月～2019年１月までの豊後水道の最大の滑りは7cmに達する。2018年のSSEで滑った領域は、2016年熊本地震直前まで発生していた長期的SSEですべりが始まりかけていた、あるいは及んでいな

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

かった領域に相当する。2016年熊本地震に伴う応力擾乱で長期的SSEが停止し、その後荷重が加わり続けたことと、粘弾性変形による応力緩和とのバランスにより、2年後の2018年に再活動が起きたと考えられる。この事例は、長期的ＳＳＥに対する応力擾乱の典型的な例であり、長期的ＳＳＥの物理的なプロセスを理解する上で重要な事例と考えられる。

キーワード：スロースリップ、日向灘、豊後水道
Keywords: slow slip event, Hyuga-nada seas, Bungo channel

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Crustal deformation in the San-in Shear Zone as observed by a dense GNSS network

*Angela Meneses-Gutierrez[1], Takuya NISHIMURA[1]

1. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

The San-in Shear Zone (SSZ) is a right-lateral shear zone in southwest Japan with a 30-50 km width, where active seismicity and high strain rates have been observed. No major active fault is identified in the SSZ, however, deformation in the area can be modeled by assuming a 5 mm/yr deep creep on a vertical fault with right lateral motion and conjugate Riedel shears within the shear zone can reconcile the seismotectonics in the area (Nishimura and Takada, 2017). A model having a deep creep on a vertical fault plane well explains observed GNSS velocity, yet it does not provide how wide aseismic motion is confined below a seismogenic depth. Thus, we evaluate the width of the shear zone beneath the SSZ using GNSS data available in the area.

We analyzed daily coordinates from 100 continuous GNSS stations around the SSZ in the postseismic period of the 2011 M_w9.0 Tohoku-oki earthquake (1 January 2014 to 1 April 2018). The network consists of 87 GEONET stations and original stations in the SSZ operated by Kyoto University since 2014 near the source regions the 2000 Western Tottori (M_w6.6) and the 2016 Central Tottori (M_w 6.2) earthquakes. Horizontal displacement rates are calculated for all stations using linear regression with respect to site 0344 (35.09ºN, 134.59ºE). During the analyzed period two major events affected the crustal deformation in the area: the 2016 Kumamoto earthquakes (M_w 7.0) and the 2016 Central Tottori earthquake. Coseismic and postseismic corrections were applied for the perturbed stations. Viscous relaxation associated with the 2011 Tohoku-oki earthquake is expected to affect the SSZ. This effect was removed employing the 3-dimensional viscosity model by Suito (2017).

The SSZ is characterized by strike-slip motion in the N80ºE direction, thus, we focus on deformation in that component. We evaluate deformation along two profiles, one corresponding to eastern Tottori, where the 2000 Western Tottori earthquake took place, and another considering Central and Eastern Tottori. In order to evaluate the width of the shear zone, we assumed multiple vertical faults located every 0.5 km across the region and optimized the slip rate by minimizing the sum of squares residuals. We fixed the depth of the dislocations to 13 km based on microseismicity studies (Omuralieva et al., 2012).

We found the best fitting models with a different width (i.e., 60 km and 21.5 km) for Western and Central-Eastern Tottori, respectively. They suggest that ductile flow in the lower crust is distributed in a channel beneath the SSZ. However, models with a single vertical fault in the middle of the shear zone are also within the confidence interval. GNSS data alone cannot constrain the width of the shear zone in the lower crust.

Keywords: San-in Shear Zone, GNSS data, The 2011 Tohoku-oki earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地表変形のフーリエ級数表現：異なるスケールの地殻変動
Two-dimensional Fourier series representation of surface deformation: Different scales of crustal deformation

*野田 朱美[1]、齊藤 竜彦[1]
*Akemi Noda[1], Tatsuhiko Saito[1]

1. 国立研究開発法人防災科学技術研究所
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

プレート沈み込み帯に位置する日本列島では、プレート境界のすべり／すべり遅れに起因する地殻変動と内陸の地殻内非弾性変形（脆性破壊や塑性流動）による地殻変動が重なった状態で観測される。日本列島で観測される地殻変動の要因を正しく理解するためには、これらの原因の異なる変動を適切に分離することが重要である。

陸上のInSARやGNSSの観測データには、プレート境界からある程度離れた場所での地殻変動が記録されるため、プレート間すべり／すべり遅れによる地殻変動は基本的に長波長の変動（～100kmスケール）として観測される。それに対し、地殻内非弾性変形は観測網内で生じるため短波長の変動（～10kmスケール）として観測される。既に、これら2種類の地殻変動の波長が異なることを利用した研究が行われている。Takada and Fukushima (2013 Nature Geo.) は、2011年東北沖地震時のInSARデータにローパスフィルタをかけた結果をプレート境界の地震時すべりによる地殻変動として除去し、地殻内のローカルな変動を抽出することに成功した。一方、データ間隔が等間隔でなく疎らなGNSS観測データに対しては、Meneses-Gutierrez and Sagiya (2016 EPSL) とMeneses-Gutierrez et al. (2018 JGR) がShen et al. (1996) の手法でGNSSデータから推定した歪みに対して移動平均フィルタをかけ、その結果をプレート境界のすべり／すべり遅れに起因する変動として除去している。

スケールの異なる地殻変動を分離するには、GNSS観測データをフーリエ振幅に基づきフィルタ処理することが有用である。変動源の空間的広がりや距離によって地表変形のスケールも変化するが、フーリエ振幅に基づくフィルタならばスケールの異なる変形を柔軟かつ系統的に取り出すことが可能である。そこで本研究では、不等間隔で分布するGNSS変位データをフーリエ変換し、任意の波数帯域の地殻変動を抽出した。具体的には、オリジナルの変位データを、様々な波数の三角関数を重ね合わせた2次元フーリエ級数で表現し、そのフーリエ係数をインバージョンで推定した。この際、波数の小さな項から順に逐次解析を行った。推定された係数が2次元波数領域における変位データのフーリエ変換である。そして、基底関数（三角関数）の導関数を使えば、フーリエ係数から水平歪み分布を直接計算することができる。実際のGNSS観測点の配置を用いて、既知の変位場をデータとした試解析を行い、等間隔データを離散フーリエ変換した場合と同様の波数領域の分布が得られることを確認した。

本手法の適用例として、九州地域の地震間のGNSS変位速度データ（2005～2011年）をフーリエ変換し、その結果から長波長（波長200km以上）と短波長（波長数10～200km）の水平歪み速度分布を推定した。長波長の歪み速度分布は、南海トラフ沿いのすべり遅れ速度分布 (Noda et al. 2018 JGR) から理論計算した歪み速度分布と同様のパターンを示した。また、短波長の歪み速度分布は別府一島原地溝帯や桜島の周辺にローカルな歪み集中を示した。

キーワード：GNSS、地震間地殻変動、フーリエ展開、歪み速度
Keywords: GNSS, interseismic crustal deformation, Fourier series expansion, strain rates

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

九州南部のせん断帯におけるGNSS観測（第3報）
GNSS observation around the shear zone in southern Kyushu (The third report)

*渡部 豪[1]、雑賀 敦[2]、浅森 浩一[1]、小川 大輝[1]、島田 顕臣[1]、梅田 浩司[3]
*Tsuyoshi Watanabe[1], Atsushi Saiga[2], Koichi Asamori[1], Hiroki Ogawa[1], Akiomi Shimada[1], Koji Umeda[3]

1. 日本原子力研究開発機構 東濃地科学センター、2. 日本原子力研究開発機構 幌延深地層研究センター、3. 弘前大学大学院 理工学研究科
1. JAEA, Tono Geoscience Center, 2. JAEA, Horonobe Underground Research Center, 3. Hirosaki University

本研究は、地層処分の調査・評価にとって重要となる、活断層地形が不明瞭な領域での活構造の分布や特徴を把握するための調査・評価技術の開発を目的として、九州南部のせん断帯を対象とした測地学的検討を行っている。同領域には、10^{-7} /yrを超えるせん断ひずみ速度の大きな領域が存在することがGNSS観測の結果から知られている。しかし、この大きなせん断ひずみ速度に対応するような明瞭な活断層は認められておらず、測地学的観点から地下深部でのすべりによって地表での大きな変形が生じていることが推測される。そこで、本研究では、せん断帯周辺の現行の地殻変動を詳細に推定するため、2016年2月に同せん断帯を南北に横切るような配置で10か所のGNSS観測点を構築し、同年の3月から観測を開始した。

GNSSデータ解析には、Bernese GNSS Software（ver.5.2）を用い、国土地理院GEONETの4観測点を基準として、2016年4月18日から2018年11月24日までの日毎の観測点座標値を推定した。なお、IGSの精密暦、地球回転パラメータ、CODEが作成した全地球的な電離層モデルのパラメータ、P1-C1のコードバイアスなども同解析の中で使用している。さらに、得られた日毎の座標値に関し、Wdowinski et al.（1997）の手法により、共通誤差成分の除去を行った後、年周・半年周変動の補正、2016年熊本地震による粘弾性緩和にともなう変動や桜島、霧島・新燃岳の噴火にともなう火山性変動の補正を行い、せん断帯周辺での変位速度成分の抽出をした。また、2016年熊本地震前についても、2007年10月1日から2009年3月1日までのGEONET F3解を用いて、上記と同様に共通誤差成分の除去、年周・半年周変動の補正、桜島の火山性変動の補正などを行い、変位速度成分の抽出をした。

本解析では、得られた結果を説明するため、同せん断帯の深部にブロック境界となるすべり面が存在すると仮定し、半無限弾性媒質中での鉛直横ずれ断層の断層運動モデル（Savage and Burford, 1973）の適用を試みた。このモデルは、断層をはさむ両側のブロックが剛体的な運動をし、その浅部延長の地殻が固着することによって、断層周囲に弾性変形が生じるというモデルであり、地表で観測される変位速度の分布は断層を境にarctangent形となることが知られている。しかし、固着域下限の深さが地殻の深さより深部に求まったことから、せん断帯の中心が現在の想定より北部に位置する可能性を考え、同モデルにせん断帯の位置が北にシフトすること、せん断帯が北にわずかに傾斜していることなどを考慮に加え、深部のすべり速度、浅部の固着域の深さ、せん断帯の鉛直方向の傾き、せん断帯中心からの水平シフト量を未知数として、再度、推定を行った。

ここでは、まず、観測値である変位速度の分布を満足するように、非線形の最小二乗法を用いて上記4つの未知数の初期値を求め、それらの値に従って、マルコフ連鎖モンテカルロ法のうちメトロポリス・ヘイスティング法により10万回のサンプリングを行い、未知数を推定した。その結果、熊本地震前後の変位速度プロファイルを比較すると、arctangent形の地殻変動パターンが誤差の範囲でよく一致していることが確認でき、せん断帯を境に地表から深さ15.6～16.6 kmで固着が起こり、12.4～14.3 mm/yr程度の相対速度で左横ずれの運動が地下深部で起こっていることが明らかとなった。この結果は、せん断帯の深部で生じていると考えられる定常的な変動が、熊本地震の発生後もほぼ同様に継続していることを示している。類似した事例として、Meneses-Gutierrez and Sagiya（2016）は、2011年東北地方太平洋沖地震前後の新潟県のひずみ集中帯周辺のGPSデータを用いて、大地震の発生に影響されない定常的な短縮変形を見出し、それが地殻内部で起こる断層深部のすべりで生じる非弾性的変形であることを示している。本観測の結果は、九州南部のせん断帯の

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地下深部においても同様の現象が進行していることを示唆している。また、北緯32°付近にせん断帯の中心が位置すると想定していたが、それよりも約数～十数km程度北側に中心が位置する可能性が観測より示された。ただし、サンプリングの事後分布から、固着域の深さやせん断帯の鉛直方向の傾きについては、明瞭なピークが見られなかったことから、不確定性が大きいことに留意する必要があると考えられる。

本発表は、経済産業省資源エネルギー庁からの委託事業である「平成30年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（地質環境長期安定性評価技術高度化開発）」の成果の一部である。

キーワード：九州南部のせん断帯、GNSS観測、左横ずれ断層運動、非弾性変形、2016年熊本地震
Keywords: active shear zone in southern Kyushu, GNSS observation, left-lateral strike slip, inelastic deformation, the 2016 Kumamoto earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Post-seismic deformation of 2016 Kumamoto Earthquake by continuous GNSS network (3)

*中尾 茂[1]、松島 健[2]、田部井 隆雄[3]、大久保 慎人[3]、山品 匡史[4]、大倉 敬宏[5]、西村 卓也[7,6]、澁谷 拓郎[6]、寺石 眞弘[6]、伊藤 武男[7]、鷺谷 威[8]、松廣 健二郎[7]、加藤 照之[9]、福田 淳一[9]、渡邉 篤志[9]、三浦 哲[10]、太田 雄策[10]、出町 知嗣[10]、高橋 浩晃[11]、大園 真子[11]、山口 照寛[11]、岡田 和見[11]
*Shigeru Nakao[1], Takeshi Matsushima[2], Takao Tabei[3], Makoto OKUBO[3], Tadashi Yamashina[4], Takahiro Ohkura[5], Takuya NISHIMURA[7,6], Takuo Shibutani[6], Masahiro Teraishi[6], Takeo Ito[7], Takeshi Sagiya[8], Kenjiro Matsuhiro[7], Teruyuki Kato[9], Jun'ichi Fukuda[9], Atsushi Watanabe[9], Satoshi Miura[10], Yusaku Ohta[10], Tomotsugu Demachi[10], Hiroaki Takahashi[11], Mako Ohzono[11], Teruhiro Yamaguchi[11], Kazumi Okada[11]

1. 鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻、2. 九州大学大学院理学研究院地震火山観測研究センター、3. 高知大学自然科学系理学部門、4. 高知大学理学部附属高知地震観測所、5. 京都大学大学院理学研究科火山研究センター、6. 京都大学防災研究所、7. 名古屋大学大学院環境学研究科地震火山研究センター、8. 名古屋大学減災連携研究センター、9. 東京大学地震研究所、10. 東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター、11. 北海道大学大学院理学研究院地震火山研究観測センター
1. Department of Earth and Environmental Sciences, Graduate School of Science and Engineering, Kagoshima University, 2. Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Sciences, Kyushu University, 3. Department of Global Environment and Disaster Prevenction, Faculty of Science and Technology, Kochi University,, 4. Kochi Earthquake Observatory, Faculty of Science and Technology ,Kochi University, 5. Aso Volcanological Laboratory, Institute for Geothermal Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University, 6. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 7. Earthquake and Volcano Research Center, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 8. Disaster Mitigation Research Center, Nagoya University, 9. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 10. Research Center for Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions, Graduate School of Science, Tohoku University,, 11. Institute of Seismology and Valcanology, Graduate School of Science, Hokkaido University

GNSS observation is ongoing in Kumamoto district to observe post-seismic deformation of 2016 Kumamoto Earthquake. We set up newly twenty continuous GNSS sites until April 30, 2016. Kyushu Univ., Kyoto Univ. and Kagoshima Univ. operate fifteen continuous GNSS sites before the earthquake. Daily coordinates of these sites are estimated by Bernese GNSS Software Ver. 5.2 with CODE precise orbit. ITRF2014 coordinate system is used. In our daily analysis, GEONET data by GSI and data at continuous GNSS sites in active volcanoes by JMA are also used. A dense continuous GNSS network is constructed.

To emphasize post-seismic deformation, trend at each site is removed. Trend is estimated by least squared method by using between 2004 to 2015. For GNSS sites occupied after the earthquake trend is interpolated by using trend at three neighbor sites.

Post-seismic deformation with large deformation is observed at sites which is located in the eastern side of Hinagu faults. Especially amount of deformation in NS component is large. Largest deformation is 13.5cm in the period from April, 2016 to December 2018 at MIFN. In EW component change in deformation occurred in January 2017. Velocity becomes smaller. In these sites post-seismic deformation is continuous at the moment.

キーワード：GNSS、余効変動
Keywords: GNSS, post-seismic deformation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-EM 固体地球電磁気学

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_15

[S-EM18] 地磁気・古地磁気・岩石磁気

コンビーナ:清水 久芳(東京大学地震研究所)、佐藤 雅彦(東京大学地球惑星科学専攻学専攻)

本セッションでは、現在および過去の地球・惑星磁場、岩石磁気・古地磁気とそれらの応用に関する研究の発表と議論の場を提供する。本セッションは、地球・惑星磁場の観測・解析、自然試料・考古遺物による過去の地球・惑星磁場の変動・変遷の復元、数値実験による地球・惑星磁場の生成・変動メカニズムの研究、岩石・鉱物・隕石などの磁気特性の測定と理論、地球表層および掘削試料の磁気的情報に基づく気候変動やテクトニクスの研究、地球・惑星の磁気異常観測と地殻磁化モデル、これらを実現するために必要な測定技術・解析手法の開発などについての発表を歓迎する。
このセッションは、SEDI-Japan（SEDI:Study of the Earth's Deep Interiorの日本版）コミュニティーの発展に貢献している。

[SEM18-P01] 伊能忠敬山島方位記に基づく19世紀初頭の日本の地磁気偏角の解析　第13回報告

*辻本 元博[1]、面谷 明俊[2] (1.日本地図学会、2.山陰システムコンサルタント)

[SEM18-P02] Forecasting geomagnetic secular variation based on magnetic diffusion at the core-mantle boundary

*松島 政貴[1]、清水 久芳[2]、高橋 太[3]、南 拓人[2]、中野 慎也[4]、藤 浩明[5] (1.東京工業大学理学院地球惑星科学系、2.東京大学地震研究所、3.九州大学大学院理学研究院、4.統計数理研究所、5.京都大学大学院理学研究科附属地磁気世界資料解析センター)

[SEM18-P03] Candidate models of IGRF13-SV from Japanese team

*清水 久芳[1]、南 拓人[1]、中野 慎也[2]、高橋 太[3]、松島 政貴[4]、藤 浩明[5] (1.東京大学地震研究所、2.統計数理研究所、3.九州大学理学部地球惑星科学科、4.東京工業大学理学院地球惑星科学系、5.京都大学大学院理学研究科附属地磁気世界資料解析センター)

[SEM18-P04] **Preliminary report on the paleointensity variation during 38-50 Ma deduced from the marine sediments recovered from the northwest Atlantic**

*山本 裕二[1]、深見 洋仁[1,2]、谷口 若菜[1]、Lippert Peter[3] (1.高知大学 海洋コア総合研究センター、2.三洋テクノマリン株式会社、3.ユタ大学)

[SEM18-P05] 房総半島南端に分布する海成鮮新ー更新統千倉層群布良層におけるGauss-Matuyama地磁気逆転記録

*岡田 誠[1]、平岡 陽佑[2]、長谷川 大輔[2] (1.茨城大学理学部理学科、2.茨城大学大学院理工学研究科)

[SEM18-P06] 秋田県田沢湖の湖底堆積物に記録された完新世古地磁気永年変化

*安田 涼[1]、林田 明[1]、山田 和芳[2]、松岡 裕美[3]、岡村 眞[3]、石山 大三[4] (1.同志社大学、2.ふじのくに地球環境史ミュージアム、3.高知大学、4.秋田大学)

[SEM18-P07] 水月湖年縞堆積物に記録された最終氷期の地磁気エクスカーション

*田辺 祥汰[1]、三木 雅子[1]、兵頭 政幸[2]、中川 毅[3]、北場 育子[3]、山田 圭太郎[3]、北川 淳子[4]、Suigetsu 2014 Project Members[5] (1.神戸大学、2.神戸大学 内海域環境教育研究センター、3.立命館大学、4.福井県里山里海湖研究所、5.www.suigetsu.org)

[SEM18-P08] エチオピア・アファール凹地、プレート拡大境界軸域での地球電磁気学的探査

*石川 尚人[1]、吉村 令慧[2]、Tesfaye Kidane[11]、東野 伸一郎[3]、加々島 慎一[4]、望月 伸竜[6]、Ameha Muluneh[5]、北川 桐香[4]、角屋 守[7]、小原 徳昭[10]、乙藤 洋一郎[9]、船木 實、小木曽 哲[1]、藤井 昌和[8] (1.京都大学大学院人間・環境学研究科、2.京都大学防災研究所、3.九州大学工学研究院、4.山形大学、5.アジスアベバ大学、6.熊本大学、7.エクストリーム コンポジット ジャパン、8.国立極地研究所、9.地球年代学ネットワーク、10.ロボティスタ、11.University of KwaZulu Natal)

[SEM18-P09] 房総半島上総層群国本層の堆積岩における還元化学消磁の効果検証

*北村 天宏[1]、岡田 誠[1]、羽田 裕貴[1]、穴井 千里[2]、渋谷 秀敏[2] (1.茨城大学、2.熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門地球環境科学分野)

[SEM18-P10] Hole surface survey monitoring test using by rock magnetic analysis

*川村 紀子[1]、石川 尚人[2] (1.海上保安大学校　基礎教育講座、2.京都大学大学院人間・環境学研究科)

[SEM18-P11] 設楽火成複合岩体西縁の中新世岩脈群の岩石磁気

*山本 康平[1]、星 博幸[2] (1.愛知教育大学大学院教育学研究科、2.愛知教育大学)

[SEM18-P12] Eliminating spurious magnetic phases of sedimentary rocks using reductive chemical treatments – A thermomagnetic experiment study on the Upper Cretaceous Yezo Group-

*穴井 千里[1]、渋谷 秀敏[1]、望月 伸竜[1] (1.熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門地球環境科学分野)

[SEM18-P13] 沖縄トラフ海底熱水鉱床試料の岩石磁気測定

*加藤 千恵[1]、大野 正夫[1]、畠山 唯達[2]、石橋 純一郎[3]、戸塚 修平[4]、島田 和彦[3] (1.九州大学大学院比較社会文化研究院環境変動部門、2.岡山理科大学情報処理センター、3.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、4.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻)

[SEM18-P14] 幌満かんらん岩体の新鮮なダナイトの岩石磁気学的研究

*望月 伸竜[1]、石丸 聡子[1]、荒井 章司[2] (1.熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門、2.金沢大学理工研究域自然システム学系)

[SEM18-P15] 超伝導量子干渉素子（SQUID）顕微鏡の感度および実用性の改良

*久保田 勇祐[1]、Kirschvink Joseph[2,1]、Isaac Hilburn[2]、Jennifer Buz[3]、小林 厚子[1,2]、加藤 千恵[4] (1.東京工業大学、2.California Institute of Technology、3.Northern Arizona University、4.九州大学)

伊能忠敬山島方位記に基づく19世紀初頭の日本の地磁気偏角の解析　第13回報告

Analyzing the early 19th cenytury's geomagnetic declination in Japan from Tadataka Inoh's Santou-Houi-Ki the 13th roeport.

*辻本 元博[1]、面谷 明俊[2]
*Motohiro Tsujimoto[1], Akitoshi Omotani[2]

1. 日本地図学会、2. 山陰システムコンサルタント
1. Japan Cartographers Association, 2. San-in System Consultant

国宝「山島方位記」は伊能忠敬による1800年から1816年迄の北海道東岸から屋久島迄の推計約20万件の精度0°05′単位の陸上磁針測量方位角を記録した67巻でなる原簿である。1917年に詳細な位置が既知であった江戸(東京)深川伊能隠宅位置での1802年と1803年の磁針測量方位角データからの地磁気偏角平均値の唯一解析以後頓挫した解析を私は地磁気学、測量学、古地図学、郷土史を横断する学際同時解析により再開した。(1)学際同時解析 各分野別の伝統的な研究方法よりも真北方位、地磁気偏角及び山島方位記に記述の磁針測量実施基点や測量対象地点の位置を遥かに正確に解明する詳細根拠を増やすことができる。(2)解析手順 景観再現ソフトと国土地理院GSI地理院地図により個々の測量対象地点の緯度経度と測量実施基点概略位置の緯度経度を知り、各測量実施基点から各測量対象地点への真方位角の概略を把握する。地磁気偏角=真北方位角－ 山島方位記に記載の磁針測量方位角。 測量実施基点概略位置(緯度経度秒単位)から複数の測量対象地点位置(緯度経度0.1秒単位)への真方位角から磁針測量方位角を差し引いた総ての地磁気偏角(0.01秒単位)が互いにより近似になる測量実施基点詳細位置の緯度経度(0.01秒単位)を逆算計算し、測量当日の測量基点での個々の解析の地磁気偏角の平均値を分単位で発表する。計算速度向上と精度確保の為にエクセルの連続式を使用した。可能な限り測量実施基点の現地に行き実景を確認し、GPS送受信器で緯度経度を測り、地磁気偏角の数値を再計算する。 (3)伊能測量当時の日本列島の等偏角線の概要と西日本沿岸での0°15′毎の偏角の分布が現れ始めた。この分布を米国海洋大気庁NOAA作成Historical Magnetic Declination Mapの等偏角線と比較すると概ね同一ではあるが、NOAAの西偏は5年程度遅い傾向がある。(4)「山島方位記」の解析からは地域的な磁気異常も北海道東部南岸、能登半島の一部、伊勢の朝熊山,九州の延岡等、そして新たに対馬西岸でも判明した。これらはNOAAのHistorical Magnetic Declination Mapには記載されていない。解析は沿岸から本州の内陸に向かっている。

(5)郷土史上で重要な伊能忠敬の測量実施基点詳細位置、測量対象地点の緯度経度秒単位以下の正確な復元が可能になった。他の研究方法では不可能な程に正確である。(6)「山島方位記」を解析し、日本を地磁気偏角データの過疎地から19世紀初頭の地磁気偏角データの集中地域に変え、北東アジアに新しいデータを提供することができる。合計解析地点数は229を超えた。(7)我々はこれらの解析結果を日本古地磁気データベース及びNOAAのHistorical Declination Viewerに役立つデータベースとして編集することを検討し始めた。今年は石川県から佐渡島を含む新潟県に注目してみる。

キーワード：地磁気偏角、伊能忠敬、山島方位記、測量基点、測量対象地点、学際
Keywords: geomagnetic declination , Tadataka Inoh, Santou-Houi-Ki, reference point , target point, interdiciplinary

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Forecasting geomagnetic secular variation based on magnetic diffusion at the core-mantle boundary

*松島 政貴[1]、清水 久芳[2]、高橋 太[3]、南 拓人[2]、中野 慎也[4]、藤 浩明[5]
*Masaki Matsushima[1], Hisayoshi Shimizu[2], Futoshi Takahashi[3], Takuto Minami[2], Shin ya Nakano[4], Hiroaki Toh[5]

1. 東京工業大学理学院地球惑星科学系、2. 東京大学地震研究所、3. 九州大学大学院理学研究院、4. 統計数理研究所、5. 京都大学大学院理学研究科附属地磁気世界資料解析センター
1. Department of Earth and Planetary Sciences, School of Science, Tokyo Institute of Technology, 2. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 3. Faculty of Science, Kyushu University, 4. Institute of Statistical Mathematics, 5. Data Analysis Center for Geomagnetism and Space Magnetism, Graduate School of Science, Kyoto University

The International Geomagnetic Reference Field (IGRF) is a standard mathematical description in terms of spherical harmonic coefficients, known as the Gauss coefficients, for the Earth's main magnetic field and its secular variation, updated every five years. In the next IGRF revision, the 13th generation of IGRF (IGRF-13), the Definitive Geomagnetic Reference Field for 2015 (DGRF-2015), the IGRF for 2020 (IGRF-2020), and the Secular Variation (SV) from 2020 to 2025 (SV-2020-2025) are to be released. We are planning to submit a model of SV-2020-2025 using our strong points, such as geodynamo numerical simulations, data assimilation, and core surface flow modeling.

Forecasts of geomagnetic SV are likely to require geomagnetic secular acceleration (SA), which can be expressed in terms of core fluid velocity and acceleration in the first time derivative of induction equation. In fact, Whaler and Beggan (2015) pointed out that forecasts of the Earth's main magnetic field and its temporal changes are improved for a model in which fluid velocity and acceleration are included. They also suggested that the quality of forecasts might be lowered for a period during which a geomagnetic jerk, a sudden temporal change in the geomagnetic acceleration, occurs. On the other hand, however, Fournier et al. (2015) pointed out that core flow acceleration could be neglected to forecast SV through data assimilation. Thus it is important to clarify the necessity of employing core flow acceleration.

In this presentation, we investigate whether or not geomagnetic SA is of importance to forecast geomagnetic SV, taking into account geomagnetic jerks occurred in 2003 and 2007 (e.g. Olsen and Mandea 2007; Chulliat et al. 2010). We assume that geomagnetic SV is caused only by magnetic diffusion at the core-mantle boundary, because core flow should vanish at the core surface on the no-slip boundary condition. We also show that the present method of forecasting the Earth's main magnetic field and its SV is consistent with simple analytical extrapolation of geomagnetic field. In other words, such simple extrapolation is based on a physical phenomenon of magnetic diffusion.

キーワード：国際標準地球磁場、地磁気永年変化、磁気拡散
Keywords: IGRF, geomagnetic secular variation, magnetic diffusion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Candidate models of IGRF13-SV from Japanese team

*清水 久芳[1]、南 拓人[1]、中野 慎也[2]、高橋 太[3]、松島 政貴[4]、藤 浩明[5]
*Hisayoshi Shimizu[1], Takuto Minami[1], Shin ya Nakano[2], Futoshi Takahashi[3], Masaki Matsushima[4], Hiroaki TOH[5]

1. 東京大学地震研究所、2. 統計数理研究所、3. 九州大学理学部地球惑星科学科、4. 東京工業大学理学院地球惑星科学系、5. 京都大学大学院理学研究科附属地磁気世界資料解析センター
1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 2. Institute of Statistical Mathematics, 3. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Kyushu University, 4. Department of Earth and Planetary Sciences, School of Science, Tokyo Institute of Technology , 5. Data Analysis Center for Geomagnetism and Space Magnetism, Kyoto University

International Geomagnetic Reference Field (IGRF) and its secular variation models are open to public every five years. Next IGRF models, the Gauss coefficients to represent the spatial distribution of the field at epoch 2020.0 and its secular variation (first time derivatives) in the period from 2020.0 to 2025.0, will be determined and published around December, 2019, by Working Group of IAGA V-MOD. The IGRF and its secular variation models are determined based on candidate models submitted by research groups for Working Group V-MOD. We plan to submit a candidate secular variation model to contribute for determining IGRF13-SV.
Prediction of the main geomagnetic field is necessary to obtain a candidate model for IGRF and its secular variation. Although purely statistical prediction, which had been a usual procedure in the past, can be a possible method, we employ physics-based modeling for the prediction. Since the parameters used for geodynamo calculations are not "realistic" values for the Earth's core, it is not appropriate to take geodynamo solutions as they are for the predictions. Nevertheless, it is possible to select parameter set and appropriate normalizing time-scales to obtain modeled magnetic field that is similar to the geomagnetic field. In this presentation, we are going to show candidate models of secular variation obtained by geodynamo data assimilation with discussions on the time-scales, the method of assimilation, and data-set employed for the modeling.

キーワード：国際標準地球磁場、地球ダイナモモデリング、データ同化
Keywords: IGRF, geodynamo modeling, geodynamo data assimilation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Preliminary report on the paleointensity variation during 38-50 Ma deduced from the marine sediments recovered from the northwest Atlantic

*山本 裕二[1]、深見 洋仁[1,2]、谷口 若菜[1]、Lippert Peter[3]
*Yuhji Yamamoto[1], Hiroto Fukami[1,2], Wakana Taniguchi[1], Peter C. Lippert[3]

1. 高知大学 海洋コア総合研究センター、2. 三洋テクノマリン株式会社、3. ユタ大学
1. Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, 2. Sanyo Techno Marine Co., Ltd., 3. Department of Geology and Geophysics, University of Utah

Variations of the intensity of the paleomagnetic field (paleointensity), which provide clues about the evolution of the geodynamo, are recorded in rocks and sediments. Marine sediments give relative paleointensity (RPI) continuously in time. For the period of 0-2 Ma global RPI stacks [1][2] have been reported based on numerous regional RPI records. For the period of 2-3 Ma there have been increasing number of regional RPI records [3][4]. However, published RPI records older than ~3 Ma are very limited in time and space: 14.5-18.5 Ma [5], 17.5-26.5 Ma [6], 23-41 Ma [7] from the equatorial Pacific; 23-34 Ma from the South Atlantic [8]. We have conducted a paleomagnetic study on the marine sediments recovered in the northwest Atlantic to extend our knowledge of the RPI variation in further geologic past, and report on the preliminary RPI results for the period of about 38-50 Ma.

Integrated Ocean Drilling Program (IODP) Expedition 342 recovered hemipelagic sediment drifts from Sites U1403 and U1408 in the northwest Atlantic, off the coast of Newfoundland [9]. Piston cores of the two sites were subjected to a series of the paleomagnetic measurements including analyses of natural, anhysteretic, and isothermal remanent magnetizations (NRM, ARM, and IRM). Excluding the intervals showing signs of probable dissolution of primary magnetic minerals (low ARM intensity intervals) and inhomogeneous magnetic grain sizes (mainly for low ARM/IRM intervals), RPIs were estimated based on ratios of NRM/ARM and NRM/IRM.

Considering age models of the studied cores [10][11], the resultant RPI records cover the Chrons 18 (38.5-41.1 Ma), 19 (41.1-42.9 Ma), 20 (42.9-46.4 Ma), 21r (47.8-48.6 Ma), and 22n (48.6-49.3 Ma). These records are characterized by RPI minima always at chron boundaries and large fluctuations between highs and lows during each chron. Such charactersistics are commonly recognized in the published RPI records back to 41 Ma [1-8]; this is first record to show that they persist at least since 49.3 Ma.

For the Chron 18 interval, we obtained RPI results from both sites, which are approximately 380 km apart (Figure 1). Our results show common features, including RPIs that are generally high during C18n.2n (39.6-40.0 Ma) and low during C18r (40.0-41.1 Ma). Prominent RPI lows, which appear to be almost equivalent to the RPI minima at other chron boundaries (*i.e.*, during Chrons 19, 20, 21r, and 22n), are also commonly recognized at ~40.5 Ma. We suggest that the RPI lows might be related to a failed geomagnetic reversal.

References: [1] Channell, J.E.T. et al., *Earth planet. Sci. Lett.*, **283**, 14–23 (2009). [2] Valet, J.-P. et al., *Nature*, **435**, 802–805 (2005). [3] Yamazaki, T. and Oda, H., *Geochem. Geophys. Geosyst.*, **6**, Q11H20

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

(2005). [4] Sakuramoto, Y. et al., *J. Geophys. Res. Solid Earth*, **122**, 7525–7543 (2017). [5] Ohneiser, C. et al., *Earth planet. Sci. Lett.*, **374**, 227–238 (2013). [6] Channell, J.E.T. and Lanci, L., *Earth planet. Sci. Lett.*, **387**, 77–88 (2014). [7] Yamamoto, Y. et al., *Geophys. J. Int.,* **196**, 694–711 (2014). [8] Tauxe, L. and Hartl, P., *Geophys. J. Int.*, **128**, 217–229 (1997). [9] Norris, R.D. et al., *Proc. IODP*, **342**, doi:10.2204/iodp.proc.342.101.2014 (2014). [10] Boulila, S. et al., *Earth Planet. Sci. Lett.*, **486**, 94–107 (2018). [11] Yamamoto, Y. et al., *Proc. IODP*, **342**, doi:10.2204/iodp.proc.342.207.2018 (2018).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

房総半島南端に分布する海成鮮新ー更新統千倉層群布良層における Gauss-Matuyama地磁気逆転記録
The Gauss-Matuyama polarity transition record from the Plio-Pleistocene marine sequence of the Mera Formation, Chikura Group, in the southernmost part of the Boso Peninsula

*岡田 誠[1]、平岡 陽佑[2]、長谷川 大輔[2]
*Makoto Okada[1], Yosuke Hiraoka[2], Daisuke Hasegawa[2]

1. 茨城大学理学部理学科、2. 茨城大学大学院理工学研究科
1. Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Ibaraki University, 2. Graduate School of Science and Engineering, Ibaraki University

本研究では，千倉層群布良層を対象に古地磁気学的研究を行い，松山ーブルン境界と比べて研究事例の少ないガウスー松山 (G-M)境界における詳細な地磁気変化を復元することを目的としている．

G-M境界を含む布良層中部の層厚36.4の区間において，古地磁気測定用試料を12.1~19.1mの層準区間において約5~30cm間隔で，25.4-36.4mの層準区間において約1m間隔で，合計72層準より採取した．岩石磁気学的測定の結果，層厚19.1mより下位と上位では明らかな磁性鉱物の変化を捉えた．また，復元したVGP変動より12.5-13.3mの層準区間において正磁極から逆磁極への磁化方位の遷移を捉えた．その時の相対古地磁気強度は通常時の約1/4まで減衰することから，本層準にG-M境界が記録されていると考えた．復元したVGP変動は，逆転後に中緯度帯での停滞が確認できる．これはOhno et al.(2012)で復元されたガウスー松山境界の記録と整合的であった．

キーワード：ガウスー松山逆転境界、千倉層群
Keywords: Gauss-Matuyama boundary, Chikura Group

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

秋田県田沢湖の湖底堆積物に記録された完新世古地磁気永年変化
Holocene paleomagentic secular variation recorded in sediments from Lake Tazawa in Akita Prefecure, Northeast Japan

*安田 涼[1]、林田 明[1]、山田 和芳[2]、松岡 裕美[3]、岡村 眞[3]、石山 大三[4]
*Ryo Yasuda[1], Akira Hayashida[1], Kazuyoshi Yamada[2], Hiromi Matsuoka[3], Makoto Okamura[3], Daizo Ishiyama[4]

1. 同志社大学、2. ふじのくに地球環境史ミュージアム、3. 高知大学、4. 秋田大学
1. Doshisha University, 2. Museum of Natural and Environmental history, Shizuoka, 3. Kochi University, 4. Akita University

東北日本，秋田県田沢湖から採取された3本のピストンコア試料について残留磁化の測定を行い，完新世古地磁気永年変化の復元を試みた．これらのコアの年代は，放射性炭素年代に基づく年代モデルにより，約7500 cal yr BPまで遡ることが示されている．

自然残留磁化（NRM）と非履歴性残留磁化（ARM）の測定には2G社製の超伝導磁力計を使用し，U-channel試料から1 cm間隔のパススルー測定によって得た結果について，UDECON（Xuan and Oda, 2015）を用いてデコンボリューションを行った．UDECONは，堆積物の磁化の変化が平滑であると仮定し，最適な条件をABIC最小化によって求めるアルゴリズムを実装したソフトウェアである．また，本研究では初磁化率のパススルー測定も行い，そのデコンボリューションを行うために，試料全体で一定の平滑度パラメーターを設定するプログラム（mono-decon），および特定の層準に二つ目の平滑度パラメーターを導入するプログラム（dual-decon）を作成した．dual-deconでは，磁化率が急激に上昇するテフラや砂質イベント層の層準に二つ目の平滑度を設定した．キューブ試料を連結して作成した模擬試料を用いて行ったパススルー測定と個別測定の結果の比較実験では，たとえばB-Tmテフラを含むセクションにおいてmono-deconよりもdual-deconの方が個別測定と調和的な結果を生み出した．このように，テフラなどに起因するピークが試料全体の平滑度に与える影響は，第２のパラメーターの設定によって軽減されることが示唆された．

UDECONによるデコンボリューションで得たNRMの段階交流消磁結果を主成分分析することで特徴的残留磁化の方位求めたところ，特に3000 cal yr BP以降の偏角の変動についてコア間での再現性が認められた．この変動は考古地磁気モデルARCH3k.1や琵琶湖の湖底堆積物から復元されたBIWA SV-3と類似する特徴を示し，東北日本の古地磁気永年変化を復元するための資料となると考えられる．一方で，ARMと初磁化率及びARM磁化率と初磁化率の比の変動から読み取れる磁性鉱物の含有量と粒子サイズの不均一性から，相対古地磁気強度の推定は困難であることが示された．

キーワード：古地磁気永年変化、完新世、デコンボリューション
Keywords: paleomagnetic secular variation, Holocene, deconvolution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

水月湖年縞堆積物に記録された最終氷期の地磁気エクスカーション
Geomagnetic excursions observed in Lake Suigetsu varved sediments during the latest stage of the last glacial period

*田辺 祥汰[1]、三木 雅子[1]、兵頭 政幸[2]、中川 毅[3]、北場 育子[3]、山田 圭太郎[3]、北川 淳子[4]、Suigetsu 2014 Project Members[5]
*Shota Tanabe[1], Masako Miki[1], Masayuki Hyodo[2], Takeshi Nakagawa[3], Ikuko Kitaba[3], Keitaro Yamada[3], Junko Kitagawa[4], Suigetsu 2014 Project Members[5]

1. 神戸大学、2. 神戸大学 内海域環境教育研究センター、3. 立命館大学、4. 福井県里山里海湖研究所、5. www.suigetsu.org
1. Kobe University, 2. Research Center for Inland Seas, Kobe University, 3. Ritsumeikan University, 4. Fukui Prefectural Satoyama-Satoumi Research Institute, 5. www.suigetsu.org

地磁気エクスカーションは通常の地磁気方向から大きく逸脱する、一般的に2000年未満の短い地磁気イベントである。相対古地磁気強度データスタックSint-800により、Brunhes期のエクスカーションは双極子磁場強度が50%以下に減少した時に起こることが明らかになった。しかし、過去の研究では地磁気強度の低下と関連しない可能性がある地磁気エクスカーションがいくつか報告されている。私たちは20kaの未発見の地磁気エクスカーションを探査するために、水月湖年縞堆積物の古地磁気分析を行った。

2014年に水月湖から掘削したFukui-SG14コアを分析した。2cm×2cm、1m長の重なったセクションとなっているLL-channel試料を用いて、深度900cm～2100cmまで深さ1cm(年代約14年)間隔で段階交流消磁による古地磁気分析を行った。852層準について消磁データの主成分分析を行い、仮想地磁気極(VGP)の位置を計算した。その結果、深度約1700cm～2000cmの間で、VGPの緯度が45°以下になる方向を含む一連の地磁気エクスカーションを3つ発見した。3つのエクスカーションを上位から順にA、B、C(仮称)とした。SG06年代モデルによる高解像度の対比に基づいたFukui-SG14の詳細な年代層序により、それぞれの中心年代(継続期間)は約15.3 $SG06_{2012}$ kyr BP(約370yr)、17.7 $SG06_{2012}$ kyr BP(約130yr)、19.4 $SG06_{2012}$ kyr BP(約380yr)であった。発見した地磁気エクスカーションの地磁気強度は減少していない。

地磁気エクスカーションの期間について段階熱消磁実験を行った。その結果、熱消磁実験の結果からも地磁気エクスカーションが見つかった。

IRM獲得実験、及び熱磁気分析の結果から、磁化を担う磁性鉱物はマグネタイトとグレイガイトであることが分かった。

キーワード：地磁気エクスカーション
Keywords: geomagnetic excursion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

エチオピア・アファール凹地、プレート拡大境界軸域での地球電磁気学的探査

Geo-electromagnetic research at a spreading center of a divergent plate boundary in Afar depression, Ethiopia

*石川 尚人[1]、吉村 令慧[2]、Tesfaye Kidane[11]、東野 伸一郎[3]、加々島 慎一[4]、望月 伸竜[6]、Ameha Muluneh[5]、北川 桐香[4]、角屋 守[7]、小原 徳昭[10]、乙藤 洋一郎[9]、船木 實、小木曽 哲[1]、藤井 昌和[8]
*Naoto Ishikawa[1], Ryokei Yoshimura[2], Tesfaye Kidane[11], Shin-ichiro Higashino[3], Shin-ichi Kagashima[4], Nobutatsu Mochizuki[6], Ameha A. Muluneh[5], Kirika Kitagawa[4], Mamoru Kadoya[7], Noriaki Obara[10], Yo-ichiro Otofuji[9], Minoru Funaki, Tetsu Kogiso[1], Masakazu Fujii[8]

1. 京都大学大学院人間・環境学研究科、2. 京都大学防災研究所、3. 九州大学工学研究院、4. 山形大学、5. アジスアベバ大学、6. 熊本大学、7. エクストリーム コンポジット ジャパン、8. 国立極地研究所、9. 地球年代学ネットワーク、10. ロボティスタ、11. University of KwaZulu Natal
1. Graduate School of Human and Environmental Studies, Kyoto University, 2. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 3. Graduate School of Engineering, Kyushu University, 4. Yamagata University, 5. Addis Ababa University, 6. Kumamoto University, 7. X-TREME COMPOSITE JAPAN, 8. National Institute of Polar Research, 9. Japan Geochronology Network, 10. Robotista, 11. University of KwaZulu Natal

エチオピア・アファール凹地は、大陸リフティングから進行して、現在海洋底拡大現象の開始時期の段階にあり、中央海嶺が陸上に露出していると考えられている。そのため、アファール凹地は、そのほとんどが海洋下で起こっているプレート拡大境界での地学現象を陸上で直接的に探査することができるユニークな地域である。そこで我々は、プレート拡大軸域での磁気異常の分布と構造、その形成過程を明らかにする目的で、磁気探査、MT探査といった地球電磁気学的探査を主体とする調査研究を行っている。その計画の概要、2016~2018年度の調査と予察的な解析結果を報告する。

調査対象地域はアファール凹地のDabbahu火山周辺域（Dabbahu Rift）である。そこでは、2005-09年にかけて活発な地震活動と正断層系の形成があり、一部に溶岩の噴出が見られた。 GPS/地震観測のデータ解析により、長さ10～60km、幅1～3mの局所的な伸長（岩脈貫入）が繰り返され、総計として巾8m、長さ60km、深さ2～10kmの範囲で岩脈の貫入があったと推定されている。よって、この地域は海洋底拡大軸域の地下構造や磁気異常の獲得形成過程を探るための絶好のフィールドである。そこで我々は、小型無人飛行機を活用した航空探査と、地形的制約で地域は限定されるものの試料採取を伴う直接的な地上調査を計画している。航空探査では、低飛行高度（複数高度）での広域で詳細な空中磁気探査を行う。地上探査では、磁気探査、MT探査、地表溶岩流の試料採取を行う。空中・地上磁気探査から詳細な磁気異常マップを構築し、MT探査結果とあわせて、地下構造を地球電磁気学的視点から明らかにする。採取岩石の古地磁気・岩石磁気学的解析、および岩石学的解析からの情報も加味して、Dabbahu Riftの磁気異常の分布と構造、その形成過程の解明を目指す。

2016～2018年度の現地調査では、岩脈貫入推定位置の延長線上を横切る測線（約55km）を設定し、徒歩による地上磁気探査と14地点でMT探査を行った。また、42地点で古地磁気試料（160個）、38地点で化学分析等の岩石学的解析用の試料（70個）を採取した。磁気探査により測線中央部を軸として対称的な正負の磁気異常が観測され、MT探査により測線中央に熱源の存在を示唆する低比抵抗域、その両側に高比抵抗域が認められた。溶岩流の古地磁気解析では中央部で正極性、測線東端で逆極性の残留磁化が検出され、岩石学的解析からは中央部から外側への化学組成の系統的な変化が認められた。2019年度は、エチオピア政府より許可が得られたことから小型無人飛行機を用いた広域での航空磁気探査を実施する。また、既存測線を延長し、各観測点で長時間でのMT観測を行うことで、より深部の詳細な比抵抗構造の解析を目指す。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：プレート拡大境界、海洋底拡大、磁気異常、地球電磁気学的調査、小型無人飛行機
Keywords: divergent plate boundary, sea-floor spreading, maginetic anomaly, geo-electromagnetic research, small unmanned aircraft

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

房総半島上総層群国本層の堆積岩における還元化学消磁の効果検証
Verification of reducitive chemical demagnetization effect on the sedimentary rocks from the Kokumoto Formation, Kazusa Group, Boso Peninsula

*北村 天宏[1]、岡田 誠[1]、羽田 裕貴[1]、穴井 千里[2]、渋谷 秀敏[2]
*Takahiro Kitamura[1], Makoto Okada[1], Yuki Haneda[1], Chisato Anai[2], Hidetoshi Shibuya[2]

1. 茨城大学、2. 熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門地球環境科学分野
1. Ibaraki University, 2. Dep't Earth & Env. Sci., Kumamoto Univ.

上総層群国本層から構成される下部–中部更新統境界GSSP候補地である千葉複合セクションではMatuyama-Brunhes境界(M-B境界)が確認されており、古地磁気に関する研究が盛んに行われている。地磁気の極性遷移が起こる時期は地磁気強度が著しく低下するため、一般に堆積岩に記録される初生的な磁化は微弱になる。国本層では二次的にできた磁性鉱物による化学残留磁化が二次磁化を担っていると考えられ、交流消磁では初生磁化と二次磁化を分離することができない。一方、熱消磁では400 ℃以上の加熱で二次磁化が消磁されるが、二次磁化を担う磁性鉱物などの熱分解により、消磁中に新たな磁性鉱物が生成されるため、相対古地磁気強度の復元ができない。Okada et al. (2017)では、磁性鉱物の熱分解を避けるため組み合わせ消磁(300 ℃熱消磁 + 段階交流消磁)で古地磁気層序を復元している。しかし、堆積岩に二次磁化の原因となる鉱物が残されたままであり、ノイズとして初生磁化の復元の妨げとなっている可能性がある。そこで本研究では穴井ほか (2017)で確立された手法である、還元化学消磁(RCD)を行い、二次的な磁化を担う鉱物の化学的除去を試みた。

本研究では千葉複合セクションにおいて、Okada et al. (2017)で極性反転が確認されている火山灰鍵層Byk-EとByk-Aの間で採取された４試料を対象にRCDを行った。RCDには、５％のアスコルビン酸水溶液に炭酸水素ナトリウムでpH調整したエッチャント溶液を用いた。４試料中２試料に溶液を滴下、残り２試料は溶液に浸漬することでRCDを実施した。そしてRCDの実施をした試料と、実施をしていない試料の両方で熱磁気測定を実施し、空気雰囲気における飽和磁化の温度変化を測定した。RCDの実施をしていない試料の全てで、温度上昇とともに緩やかに減少していた飽和磁化が400 ℃付近で大幅に上昇することが確認された。それに対し、RCDの実施をした試料では、400 ℃付近での飽和磁化の上昇が抑制される試料を確認した。しかし、溶液に浸漬した２試料のうち１試料ではRCDの実施をした試料で、飽和磁化の上昇の抑制が見られなかった。これらの結果は、RCDにより熱変質を起こす鉱物が溶出していること、RCDの手法として浸漬より滴下が適していることを示唆している。

キーワード：還元科学消磁、化学残留磁化、Matuyama-Brunhes境界、千葉複合セクション
Keywords: Reductive chemical demagnetization, chemical remanent magnetization, Matuyama-Brunhes boundary, Chiba composite section

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Hole surface survey monitoring test using by rock magnetic analysis

*川村 紀子[1]、石川 尚人[2]
*Noriko Kawamura[1], Naoto Ishikawa[2]

1. 海上保安大学校　基礎教育講座、2. 京都大学大学院人間・環境学研究科
1. Japan Coast Guard Academy, 2. Graduate School of Human and Environmental Studies, Kyoto University

For a successful criminal conviction to occur, it is essential to locate forensically important evidences which are disposed in soil. In this study, we attempted rock magnetic method as a forensic search tool to detect evidences in soil. A 2.5 m long survey line was provided in the campus ground of Japan coast guard academy, 0.1 m×0.2 m×0.7 m sized hole was created and was buried into the sand soil. Magnetic susceptibility (MS) was measured using by a ZH instruments magnetometer every 0.1 m along the line, and was measured six times at every position. MS indicates relative higher values at the disturbed ground. A core sample in 7 cm length was collected using by a soil sampler at around the disturbed ground. The soil core was consisted of silty sand with granule, and the grain size of soil increases with burial depth. Dried soil samples were packed into 1 cm^3 plastic cubes every 1 cm from the core. Rock magnetic measurements, MS, anhysteretic remanent magnetization (ARM), isothermal remanent magnetization (IRM) were conducted for the cube samples. The powder soil samples of isothermal magnetization (M_{rs}), saturation magnetization (M_s), coercivity (H_c), and remanence corecivity (H_{cr}) were measured. MS shows a peak at 2 cm in depth. Values of ARM and IRM gradually decrease with depth. It is implied that the relative high MS of disturbed ground was caused by the mixed lower soil. In order to identify magnetic minerals in the soil samples, thermomagnetic analysis (Js-T) was performed on four samples which are collected from the soil core of surface (0-0.2 m), middle (0.3-0.5 m) and deep parts (0.6-0.7 m) and the surface soil at the disturbed ground. All samples indicate declines of Js-T curves at 580°C and 680°C. A slight inflection in Js-T curves at around 300°C -400°C is also recognized, the presence of maghemite and hematite is thus suggested. M_{rs}/M_s and H_{cr}/H_c values of the core samples are plotted in the pseudo-single domain (PSD) region for (titano-) magnetite on the Day plot, and indicate that grain size of magnetic minerals downward decrease. The values of disturbed ground are located the central part of all samples which are implied that the mixed lower soils were contributed. The MS peak have been recognized after eight months although the disturbed ground covered by weeds and the hole is invisible. This result proves that MS can detect the location of disturbed ground over eight months post-disturbance. It is suggested that MS is effective for detecting the location of disturbed ground.

キーワード：法地質学、岩石磁気学、環境磁気学
Keywords: forensic science, rock magnetism, environmental magnetism

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

設楽火成複合岩体西縁の中新世岩脈群の岩石磁気
Rock magnetic measurements of Miocene dikes at the western margin of the Shitara Igneous Complex, central Japan

*山本 康平[1]、星 博幸[2]
*Kohei Yamamoto[1], Hiroyuki Hoshi[2]

1. 愛知教育大学大学院教育学研究科、2. 愛知教育大学
1. Graduate School of Education, Aichi University of Education, 2. Aichi University of Education

設楽火成複合岩体は中期中新世に活動した設楽火山岩類の一部で，その最終ステージには貫入岩類が貫入した．この火成岩体の西縁部にあたる愛知県新城市西部には，領家帯の変成岩と花崗岩類に貫入するいくつかの火山岩岩脈が報告されている．これらの岩脈は設楽火成複合岩体の最終ステージに属すると考えられている（尾崎・西岡，2008；山崎・尾崎，2012）．この岩脈群の岩石は様々な程度の熱水変質を受けており，鏡下で元の組織が判別できない岩石もある．また，同じ岩脈内でも強く変質を受けている部分と、比較的変質の程度が弱い部分が見られる場合もある．筆者らはこれらの岩石の古地磁気学的研究を進めているが（残留磁化方位の予察的結果は去年の大会で報告した），今回はこれらの岩石（筆者らの未公表データによると安山岩が多い）に対して高温帯磁率測定，3軸IRM段階熱消磁実験，帯磁率異方性（AMS）測定などを行ったのでその結果を報告する．

自然残留磁化（NRM）の段階消磁結果から，磁鉄鉱を示唆する550℃～600℃でアンブロックされる試料と磁硫鉄鉱を示唆する300℃～350℃でアンブロックされる試料の両方が見られた（両方含まれると解釈できる試料もあった）．高温帯磁率測定を行ったところ，加熱曲線と冷却曲線が可逆的な挙動を示す試料と非可逆な挙動を示す試料の両方があった．両曲線が非可逆な試料は全体的に冷却曲線が加熱曲線に比べて大きく，この結果からも硫化鉄鉱物の存在が示唆される．以上の結果と3軸IRM段階熱消磁実験の結果から，試料を採取したすべての地点に変質の程度に関係なく磁硫鉄鉱とチタン磁鉄鉱(多くの試料は磁鉄鉱)が含まれていると判断される．また，NRMの段階消磁結果と合わせると，ほとんどの試料で残留磁化を担っている主要な強磁性鉱物はチタン磁鉄鉱であると判断される．1地点のみ，肉眼観察で新鮮に見える岩石であっても残留磁化を担う主要な鉱物が磁硫鉄鉱と判断された．AMS測定は，見た目は新鮮な岩石の地点では磁化容易軸が貫入面近くに集中する傾向があり，解釈可能な結果が得られた．一方，変質を受けて変色した岩石の地点では解釈可能な結果がほとんど得られなかった．

キーワード：設楽火成複合岩体、岩脈、古地磁気、岩石磁気、磁性鉱物
Keywords: Shitara Igneous Complex, dikes, paleomagnetism, rock magnetism, magnetic minerals

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Eliminating spurious magnetic phases of sedimentary rocks using reductive chemical treatments –A thermomagnetic experiment study on the Upper Cretaceous Yezo Group-

*穴井 千里[1]、渋谷 秀敏[1]、望月 伸竜[1]
*Chisato Anai[1], Hidetoshi Shibuya[1], Nobutatsu Mochizuki[1]

1. 熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門地球環境科学分野
1. Kumamoto University

Sedimentary rocks often have secondary components of chemical remanent magnetizations (CRM) during post-depositional processes, lithification, diagenesis, and/or later chemical events, in addition to the primary detrital remanent magnetization (DRM). These secondary components are carried by secondarily formed minerals of iron-oxides, hydroxides, and/or sulfides. These secondary minerals are produced by Fe-ions contained in pore water and/or sedimentary rocks itself. Therefore, secondary CRM carriers precipitate in the space between mineral particles and/or the voids of the sedimentary rocks, since these parts are reached first by pore water from outside of the samples. The secondary minerals often have a large thermal alteration during thermal demagnetization experiments. Thermal alterations at high temperature steps often introduce large laboratory-CRM, which masks the primary component. Those CRM acquired in the furnace could be reduced by removing secondary magnetic minerals using reductive chemical demagnetization (RCD) beforehand (Anai et al., 2018). In this study, we show the results of rock magnetic and paleomagnetic experiments of samples from the Upper Cretaceous Yezo Group, in order to see whether the RCD is effective reducing such spurious magnetic components.
A pair of chip samples were prepared from paleomagnetic cores. One of the chip samples was subjected to RCD, and the other remained intact. The RCD is performed by dipping the chip sample in the etchant for 72 hours (recipe: Ascorbic acid 5%, buffered by sodium bicarbonate, and adjusted to pH= ~5.6, ORP= -150 to -50 mv). Strong-field thermomagnetic analyses were conducted on both chip samples with and without the RCD. Thermomagnetic curve of the samples without RCD show 4 types of thermal alternation behavior. As a characteristic example of the result Type-C is as follows: magnetization (Js) increases around 400˚C. The increase of Js makes a peak at 450˚C and then Js gradually decreases to zero at 580˚C. Abrupt increases of Js around 450˚C was not observed for the RCD sample, while the Js drops at 150˚C and 580˚C are the same as those observed for the samples without RCD. These results suggest that the iron-containing minerals, which changed to minerals carrying CRM around 450˚C, had been effectively removed by RCD. The results suggested that the RCD pretreatment may suppress thermal alteration of sedimentary rocks. This approach seems to have potential for reducing spurious secondary magnetic components effectively, though the relation between the thermal alteration and spurious magnetic components is not well understood.

キーワード：蝦夷層群、還元化学消磁
Keywords: Yezo Group, Reductive chemical demagnetization

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

沖縄トラフ海底熱水鉱床試料の岩石磁気測定
Rock-magnetic studies on seafloor hydrothermal deposits in the Okinawa Trough

*加藤 千恵[1]、大野 正夫[1]、畠山 唯達[2]、石橋 純一郎[3]、戸塚 修平[4]、島田 和彦[3]
*Chie Kato[1], Masao Ohno[1], Tadahiro Hatakeyama[2], Jun-ichiro Ishibashi[3], Shuhei Totsuka[4], Kazuhiko Shimada[3]

1. 九州大学大学院比較社会文化研究院環境変動部門、2. 岡山理科大学情報処理センター、3. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、4. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻
1. Department of Environmental Changes, Faculty of Social and Cultural Studies, Kyushu University, 2. Information Processing Center, Okayama University of Science, 3. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Kyushu University, 4. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Sciences, Kyushu University

Investigation of the mineral assemblage of seafloor hydrothermal deposits are crucial for understanding its formation environment and process. Rock-magnetic measurements of the deposits are quick and effective to detect magnetic metal sulfides which are sensitive to the environment. We report our results of rock-magnetic measurements conducted on sulfide ores from seafloor hydrothermal deposits in the Okinawa Trough. One sample is a sulfide ore of chimney structure collected from hydrothermal mound in the Noho Site and others are sediment core samples drilled at the Izena Hole.
X-ray diffraction (XRD) measurements and chemical analyses indicate that the chimney structured ore mainly consist of pyrrhotite and a Cu-Fe-S sulfide. Crystal structure of the Cu-Fe-S sulfide is similar to that of sphalerite and its chemical composition is close to $CuFe_2S_3$. From these characters, $CuFe_2S_3$ isocubanite is the candidate for the Cu-Fe-S sulfide.
Since the magnetic properties of $CuFe_2S_3$ isocubanite were rarely found in the literature, we first conducted low-temperature magnetometry measurements and magnetic hysteresis measurements of isocubanite. Isocubanite was synthesized by heating a cubanite sample (from Henderson No.2 mine, Chibougaman, Qubec, Canada) at 300 ℃ in vacuum (e.g. Sawada et al., 1962; Nenasheva and Kravchenko, 2015). Results of the magnetic measurements showed that isocubanite is weakly ferromagnetic at room temperature, and undergo a magnetic transition to relatively strong ferromagnetic at ~100 K. Saturation magnetization was 0.09 Am^2/kg at room temperature and 0.4 Am^2/kg at 50 K. Similar magnetic measurements were performed on the Cu-Fe-S sulfide in the chimney ore which was magnetically separated from pyrrhotite. The Cu-Fe-S sulfide was paramagnetic at room temperature and became ferromagnetic at below ~100 K. Saturation magnetization at 50 K was ~20 Am^2/kg. Such strong magnetization and sharp magnetic transition at low temperature is inconsistent with the behavior of isocubanite, but rather comparable to that of $Cu_{1-\varepsilon}Fe_{3+\varepsilon}S_4$ 'new phase' reported by Wintenberger et al. (1994) as an ageing product of isocubanite. Results of our magnetic measurements indicate that 'new phase' is a solid solution which includes $CuFe_2S_3$ composition.
Some of the sediment core samples contain a Cu-Fe-S sulfide with similar XRD pattern and chemical composition to that found in the chimney ore. Those sediment core samples also show a magnetic transition at ~100 K. Intensity of the magnetization at low temperature could be explained by assuming that the Cu-Fe-S sulfide in the sediment core samples is isocubanite, based on rough estimate of mineral proportion from XRD.

キーワード：熱水鉱床、Cu-Fe-S硫化物、低温磁気測定
Keywords: Hydrothermal deposits, Cu-Fe-S sulfide, Low-temperature magnetometry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

幌満かんらん岩体の新鮮なダナイトの岩石磁気学的研究
Rock-magnetic study of fresh dunite in the Horoman peridotite complex, Hokkaido, Japan

*望月 伸竜[1]、石丸 聡子[1]、荒井 章司[2]
*Nobutatsu Mochizuki[1], Satoko Ishimaru[1], Shoji Arai[2]

1. 熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門、2. 金沢大学理工研究域自然システム学系
1. Department of Earth and Environmental Science, Faculty of Advanced Science and Technology, Kumamoto University, 2. Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Kanazawa University

Magnetic anomalies observed on Earth are originated from remanent/induced magnetizations of the crust and probably those of the uppermost lithospheric mantle. For the lithospheric mantle, rock-magnetic data were mostly reported from serpentinized peridotites although some data were available for fresh mantle xenoliths from a few volcanoes. Since fresh peridotite samples are relatively scarce, the original magnetic properties of peridotite are not well studied. Rock-magnetic studies on fresh peridotites are required to characterize magnetization of the lithospheric mantle. In the present study, we report rock magnetic properties of fresh dunite samples and discuss the possibility of a source of magnetic anomaly on Earth and the other planets. The samples used in this study are collected from spinel-rich dunite-wehrlite (SDW) suite, mainly composed of clinopyroxene-bearing dunite, in the Horoman peridotite complex, Hokkaido, Japan (Takahashi, 1991). Fresh dunite samples were collected from a 20 m wide outcrop of SDW suite. Minute magnetite inclusions, which show elongated rod-like shapes, were observed in olivine grains under the microscope. It should be noted that the elongated magnetite inclusions are not associated with serpentinization. Densities of the samples mostly ranged in 3250-3350 kg/m^3, which correspond to typical values of fresh peridotite. A diagram of natural remanent magnetization (NRM) versus susceptibility shows that the data of the samples are clearly different from the data reported from serpentinized peridotites. Several samples have NRM values of 1-20 A/m, which are comparable to NRM values of volcanic rocks. A dunite layer of such strong NRM could be a potential source of magnetic anomalies.

キーワード：磁化、ダナイト、幌満かんらん岩
Keywords: magnetization, dunite, Horoman peridotite complex

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

超伝導量子干渉素子（SQUID）顕微鏡の感度および実用性の改良
Improvements of sensitivity and utility in the scanning superconducting quantum interference device (SQUID) microscope

*久保田 勇祐[1]、Kirschvink Joseph[2,1]、Isaac Hilburn[2]、Jennifer Buz[3]、小林 厚子[1,2]、加藤 千恵[4]
*Yusuke Kubota[1], Joseph Kirschvink[2,1], Isaac Hilburn[2], Jennifer Buz[3], Atsuko Kobayashi[1,2], Chie Kato[4]

1. 東京工業大学、2. California Institute of Technology、3. Northern Arizona University、4. 九州大学
1. Tokyo Institute of Technology, 2. California Institute of Technology, 3. Northern Arizona University, 4. Kyushu University

Superconducting quantum interference device (SQUID) microscopes have been used for mapping the distribution of ferromagnetic materials in a variety of industrial, biological, and geological materials. The advantage of the SQUID microscope is the wide dynamic range and spatial resolution down to the 25 μm scale, as well as the ability to quantify the direction and intensity of extraordinarily tiny magnetic dipoles. However, a major drawback of earlier versions of this instrument has been the need to cool the superconducting sensors with liquid helium and nitrogen, which limits the system’ s utility and drives up maintenance costs. One previous instrument (at Caltech) incorporated a closed-cycle pulse-tube cryocooler and managed to achieve good sensitivity by averaging precisely over one pulse cycle to remove the periodic magnetic signal from the pulse tube ferrite chain. In this study, we report a new design of SQUID microscope at TokyoTech that improves substantially on this. First, a large-volume μ-metal shielded room provides an environment with low spatial magnetic gradients, although it does allow ~ 5 nT low-frequency signals from local train lines to penetrate. Next, the pulse-tube is encased in a superconducting shield made of Pb, lowering the noise from that source. Finally, we placed a second SQUID sensor, parallel to the axis, ~4 cm from the first and calibrated it to correct for background fluctuations. The final system is approximately 5-10 times more sensitive than the previous configuration and is being applied to a variety of biological and single-crystal rock magnetic studies.

キーワード：SQUID顕微鏡、岩石磁気学
Keywords: SQUID microscope, Rock magnetism

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-EM 固体地球電磁気学

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_27

[S-EM18] 地磁気・古地磁気・岩石磁気

コンビーナ:清水 久芳(東京大学地震研究所)、佐藤 雅彦(東京大学地球惑星科学専攻学専攻)

本セッションでは、現在および過去の地球・惑星磁場、岩石磁気・古地磁気とそれらの応用に関する研究の発表と議論の場を提供する。本セッションは、地球・惑星磁場の観測・解析、自然試料・考古遺物による過去の地球・惑星磁場の変動・変遷の復元、数値実験による地球・惑星磁場の生成・変動メカニズムの研究、岩石・鉱物・隕石などの磁気特性の測定と理論、地球表層および掘削試料の磁気的情報に基づく気候変動やテクトニクスの研究、地球・惑星の磁気異常観測と地殻磁化モデル、これらを実現するために必要な測定技術・解析手法の開発などについての発表を歓迎する。
このセッションは、SEDI-Japan（SEDI:Study of the Earth's Deep Interiorの日本版）コミュニティーの発展に貢献している。

[SEM18-P01] 伊能忠敬山島方位記に基づく19世紀初頭の日本の地磁気偏角の解析　第13回報告

*辻本 元博[1]、面谷 明俊[2] (1.日本地図学会、2.山陰システムコンサルタント)

[SEM18-P02] Forecasting geomagnetic secular variation based on magnetic diffusion at the core-mantle boundary

*松島 政貴[1]、清水 久芳[2]、高橋 太[3]、南 拓人[2]、中野 慎也[4]、藤 浩明[5] (1.東京工業大学理学院地球惑星科学系、2.東京大学地震研究所、3.九州大学大学院理学研究院、4.統計数理研究所、5.京都大学大学院理学研究科附属地磁気世界資料解析センター)

[SEM18-P03] Candidate models of IGRF13-SV from Japanese team

*清水 久芳[1]、南 拓人[1]、中野 慎也[2]、高橋 太[3]、松島 政貴[4]、藤 浩明[5] (1.東京大学地震研究所、2.統計数理研究所、3.九州大学理学部地球惑星科学科、4.東京工業大学理学院地球惑星科学系、5.京都大学大学院理学研究科附属地磁気世界資料解析センター)

[SEM18-P04] **Preliminary report on the paleointensity variation during 38-50 Ma deduced from the marine sediments recovered from the northwest Atlantic**

*山本 裕二[1]、深見 洋仁[1,2]、谷口 若菜[1]、Lippert Peter[3] (1.高知大学 海洋コア総合研究センター、2.三洋テクノマリン株式会社、3.ユタ大学)

[SEM18-P05] 房総半島南端に分布する海成鮮新ー更新統千倉層群布良層におけるGauss-Matuyama地磁気逆転記録

*岡田 誠[1]、平岡 陽佑[2]、長谷川 大輔[2] (1.茨城大学理学部理学科、2.茨城大学大学院理工学研究科)

[SEM18-P06] 秋田県田沢湖の湖底堆積物に記録された完新世古地磁気永年変化

*安田 涼[1]、林田 明[1]、山田 和芳[2]、松岡 裕美[3]、岡村 眞[3]、石山 大三[4] (1.同志社大学、2.ふじのくに地球環境史ミュージアム、3.高知大学、4.秋田大学)

[SEM18-P07] 水月湖年縞堆積物に記録された最終氷期の地磁気エクスカーション

*田辺 祥汰[1]、三木 雅子[1]、兵頭 政幸[2]、中川 毅[3]、北場 育子[3]、山田 圭太郎[3]、北川 淳子[4]、Suigetsu 2014 Project Members[5] (1.神戸大学、2.神戸大学 内海域環境教育研究センター、3.立命館大学、4.福井県里山里海湖研究所、5.www.suigetsu.org)

[SEM18-P08] エチオピア・アファール凹地、プレート拡大境界軸域での地球電磁気学的探査

*石川 尚人[1]、吉村 令慧[2]、Tesfaye Kidane[11]、東野 伸一郎[3]、加々島 慎一[4]、望月 伸竜[6]、Ameha Muluneh[5]、北川 桐香[4]、角屋 守[7]、小原 徳昭[10]、乙藤 洋一郎[9]、船木 實、小木曽 哲[1]、藤井 昌和[8] (1.京都大学大学院人間・環境学研究科、2.京都大学防災研究所、3.九州大学工学研究院、4.山形大学、5.アジスアベバ大学、6.熊本大学、7.エクストリーム コンポジット ジャパン、8.国立極地研究所、9.地球年代学ネットワーク、10.ロボティスタ、11.University of KwaZulu Natal)

[SEM18-P09] 房総半島上総層群国本層の堆積岩における還元化学消磁の効果検証

*北村 天宏[1]、岡田 誠[1]、羽田 裕貴[1]、穴井 千里[2]、渋谷 秀敏[2] (1.茨城大学、2.熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門地球環境科学分野)

[SEM18-P10] Hole surface survey monitoring test using by rock magnetic analysis

*川村 紀子[1]、石川 尚人[2] (1.海上保安大学校　基礎教育講座、2.京都大学大学院人間・環境学研究科)

[SEM18-P11] 設楽火成複合岩体西縁の中新世岩脈群の岩石磁気

*山本 康平[1]、星 博幸[2] (1.愛知教育大学大学院教育学研究科、2.愛知教育大学)

[SEM18-P12] Eliminating spurious magnetic phases of sedimentary rocks using reductive chemical treatments – A thermomagnetic experiment study on the Upper Cretaceous Yezo Group-

*穴井 千里[1]、渋谷 秀敏[1]、望月 伸竜[1] (1.熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門地球環境科学分野)

[SEM18-P13] 沖縄トラフ海底熱水鉱床試料の岩石磁気測定

*加藤 千恵[1]、大野 正夫[1]、畠山 唯達[2]、石橋 純一郎[3]、戸塚 修平[4]、島田 和彦[3] (1.九州大学大学院比較社会文化研究院環境変動部門、2.岡山理科大学情報処理センター、3.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、4.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻)

[SEM18-P14] 幌満かんらん岩体の新鮮なダナイトの岩石磁気学的研究

*望月 伸竜[1]、石丸 聡子[1]、荒井 章司[2] (1.熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門、2.金沢大学理工研究域自然システム学系)

[SEM18-P15] 超伝導量子干渉素子（SQUID）顕微鏡の感度および実用性の改良

*久保田 勇祐[1]、Kirschvink Joseph[2,1]、Isaac Hilburn[2]、Jennifer Buz[3]、小林 厚子[1,2]、加藤 千恵[4] (1.東京工業大学、2.California Institute of Technology、3.Northern Arizona University、4.九州大学)

伊能忠敬山島方位記に基づく19世紀初頭の日本の地磁気偏角の解析　第13回報告

Analyzing the early 19th cenytury's geomagnetic declination in Japan from Tadataka Inoh's Santou-Houi-Ki the 13th roeport.

*辻本 元博[1]、面谷 明俊[2]
*Motohiro Tsujimoto[1], Akitoshi Omotani[2]

1. 日本地図学会、2. 山陰システムコンサルタント
1. Japan Cartographers Association, 2. San-in System Consultant

国宝「山島方位記」は伊能忠敬による1800年から1816年迄の北海道東岸から屋久島迄の推計約20万件の精度0°05′単位の陸上磁針測量方位角を記録した67巻でなる原簿である。1917年に詳細な位置が既知であった江戸(東京)深川伊能隠宅位置での1802年と1803年の磁針測量方位角データからの地磁気偏角平均値の唯一解析以後頓挫した解析を私は地磁気学、測量学、古地図学、郷土史を横断する学際同時解析により再開した。(1)学際同時解析 各分野別の伝統的な研究方法よりも真北方位、地磁気偏角及び山島方位記に記述の磁針測量実施基点や測量対象地点の位置を遥かに正確に解明する詳細根拠を増やすことができる。(2)解析手順 景観再現ソフトと国土地理院GSI地理院地図により個々の測量対象地点の緯度経度と測量実施基点概略位置の緯度経度を知り、各測量実施基点から各測量対象地点への真方位角の概略を把握する。地磁気偏角=真北方位角－ 山島方位記に記載の磁針測量方位角。 測量実施基点概略位置(緯度経度秒単位)から複数の測量対象地点位置(緯度経度0.1秒単位)への真方位角から磁針測量方位角を差し引いた総ての地磁気偏角(0.01秒単位)が互いにより近似になる測量実施基点詳細位置の緯度経度(0.01秒単位)を逆算計算し、測量当日の測量基点での個々の解析の地磁気偏角の平均値を分単位で発表する。計算速度向上と精度確保の為にエクセルの連続式を使用した。可能な限り測量実施基点の現地に行き実景を確認し、GPS送受信器で緯度経度を測り、地磁気偏角の数値を再計算する。 (3)伊能測量当時の日本列島の等偏角線の概要と西日本沿岸での0°15′毎の偏角の分布が現れ始めた。この分布を米国海洋大気庁NOAA作成Historical Magnetic Declination Mapの等偏角線と比較すると概ね同一ではあるが、NOAAの西偏は5年程度遅い傾向がある。(4)「山島方位記」の解析からは地域的な磁気異常も北海道東部南岸、能登半島の一部、伊勢の朝熊山,九州の延岡等、そして新たに対馬西岸でも判明した。これらはNOAAのHistorical Magnetic Declination Mapには記載されていない。解析は沿岸から本州の内陸に向かっている。

(5)郷土史上で重要な伊能忠敬の測量実施基点詳細位置、測量対象地点の緯度経度秒単位以下の正確な復元が可能になった。他の研究方法では不可能な程に正確である。(6)「山島方位記」を解析し、日本を地磁気偏角データの過疎地から19世紀初頭の地磁気偏角データの集中地域に変え、北東アジアに新しいデータを提供することができる。合計解析地点数は229を超えた。(7)我々はこれらの解析結果を日本古地磁気データベース及びNOAAのHistorical Declination Viewerに役立つデータベースとして編集することを検討し始めた。今年は石川県から佐渡島を含む新潟県に注目してみる。

キーワード：地磁気偏角、伊能忠敬、山島方位記、測量基点、測量対象地点、学際
Keywords: geomagnetic declination , Tadataka Inoh, Santou-Houi-Ki, reference point , target point, interdiciplinary

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Forecasting geomagnetic secular variation based on magnetic diffusion at the core-mantle boundary

*松島 政貴[1]、清水 久芳[2]、高橋 太[3]、南 拓人[2]、中野 慎也[4]、藤 浩明[5]
*Masaki Matsushima[1], Hisayoshi Shimizu[2], Futoshi Takahashi[3], Takuto Minami[2], Shin ya Nakano[4], Hiroaki Toh[5]

1. 東京工業大学理学院地球惑星科学系、2. 東京大学地震研究所、3. 九州大学大学院理学研究院、4. 統計数理研究所、5. 京都大学大学院理学研究科附属地磁気世界資料解析センター
1. Department of Earth and Planetary Sciences, School of Science, Tokyo Institute of Technology, 2. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 3. Faculty of Science, Kyushu University, 4. Institute of Statistical Mathematics, 5. Data Analysis Center for Geomagnetism and Space Magnetism, Graduate School of Science, Kyoto University

The International Geomagnetic Reference Field (IGRF) is a standard mathematical description in terms of spherical harmonic coefficients, known as the Gauss coefficients, for the Earth's main magnetic field and its secular variation, updated every five years. In the next IGRF revision, the 13th generation of IGRF (IGRF-13), the Definitive Geomagnetic Reference Field for 2015 (DGRF-2015), the IGRF for 2020 (IGRF-2020), and the Secular Variation (SV) from 2020 to 2025 (SV-2020-2025) are to be released. We are planning to submit a model of SV-2020-2025 using our strong points, such as geodynamo numerical simulations, data assimilation, and core surface flow modeling.

Forecasts of geomagnetic SV are likely to require geomagnetic secular acceleration (SA), which can be expressed in terms of core fluid velocity and acceleration in the first time derivative of induction equation. In fact, Whaler and Beggan (2015) pointed out that forecasts of the Earth's main magnetic field and its temporal changes are improved for a model in which fluid velocity and acceleration are included. They also suggested that the quality of forecasts might be lowered for a period during which a geomagnetic jerk, a sudden temporal change in the geomagnetic acceleration, occurs. On the other hand, however, Fournier et al. (2015) pointed out that core flow acceleration could be neglected to forecast SV through data assimilation. Thus it is important to clarify the necessity of employing core flow acceleration.

In this presentation, we investigate whether or not geomagnetic SA is of importance to forecast geomagnetic SV, taking into account geomagnetic jerks occurred in 2003 and 2007 (e.g. Olsen and Mandea 2007; Chulliat et al. 2010). We assume that geomagnetic SV is caused only by magnetic diffusion at the core-mantle boundary, because core flow should vanish at the core surface on the no-slip boundary condition. We also show that the present method of forecasting the Earth's main magnetic field and its SV is consistent with simple analytical extrapolation of geomagnetic field. In other words, such simple extrapolation is based on a physical phenomenon of magnetic diffusion.

キーワード：国際標準地球磁場、地磁気永年変化、磁気拡散
Keywords: IGRF, geomagnetic secular variation, magnetic diffusion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Candidate models of IGRF13-SV from Japanese team

*清水 久芳[1]、南 拓人[1]、中野 慎也[2]、高橋 太[3]、松島 政貴[4]、藤 浩明[5]
*Hisayoshi Shimizu[1], Takuto Minami[1], Shin ya Nakano[2], Futoshi Takahashi[3], Masaki Matsushima[4], Hiroaki TOH[5]

1. 東京大学地震研究所、2. 統計数理研究所、3. 九州大学理学部地球惑星科学科、4. 東京工業大学理学院地球惑星科学系、5. 京都大学大学院理学研究科附属地磁気世界資料解析センター
1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 2. Institute of Statistical Mathematics, 3. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Kyushu University, 4. Department of Earth and Planetary Sciences, School of Science, Tokyo Institute of Technology , 5. Data Analysis Center for Geomagnetism and Space Magnetism, Kyoto University

International Geomagnetic Reference Field (IGRF) and its secular variation models are open to public every five years. Next IGRF models, the Gauss coefficients to represent the spatial distribution of the field at epoch 2020.0 and its secular variation (first time derivatives) in the period from 2020.0 to 2025.0, will be determined and published around December, 2019, by Working Group of IAGA V-MOD. The IGRF and its secular variation models are determined based on candidate models submitted by research groups for Working Group V-MOD. We plan to submit a candidate secular variation model to contribute for determining IGRF13-SV.
Prediction of the main geomagnetic field is necessary to obtain a candidate model for IGRF and its secular variation. Although purely statistical prediction, which had been a usual procedure in the past, can be a possible method, we employ physics-based modeling for the prediction. Since the parameters used for geodynamo calculations are not "realistic" values for the Earth's core, it is not appropriate to take geodynamo solutions as they are for the predictions. Nevertheless, it is possible to select parameter set and appropriate normalizing time-scales to obtain modeled magnetic field that is similar to the geomagnetic field. In this presentation, we are going to show candidate models of secular variation obtained by geodynamo data assimilation with discussions on the time-scales, the method of assimilation, and data-set employed for the modeling.

キーワード：国際標準地球磁場、地球ダイナモモデリング、データ同化
Keywords: IGRF, geodynamo modeling, geodynamo data assimilation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Preliminary report on the paleointensity variation during 38-50 Ma deduced from the marine sediments recovered from the northwest Atlantic

*山本 裕二[1]、深見 洋仁[1,2]、谷口 若菜[1]、Lippert Peter[3]
*Yuhji Yamamoto[1], Hiroto Fukami[1,2], Wakana Taniguchi[1], Peter C. Lippert[3]

1. 高知大学 海洋コア総合研究センター、2. 三洋テクノマリン株式会社、3. ユタ大学
1. Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, 2. Sanyo Techno Marine Co., Ltd., 3. Department of Geology and Geophysics, University of Utah

Variations of the intensity of the paleomagnetic field (paleointensity), which provide clues about the evolution of the geodynamo, are recorded in rocks and sediments. Marine sediments give relative paleointensity (RPI) continuously in time. For the period of 0-2 Ma global RPI stacks [1][2] have been reported based on numerous regional RPI records. For the period of 2-3 Ma there have been increasing number of regional RPI records [3][4]. However, published RPI records older than ~3 Ma are very limited in time and space: 14.5-18.5 Ma [5], 17.5-26.5 Ma [6], 23-41 Ma [7] from the equatorial Pacific; 23-34 Ma from the South Atlantic [8]. We have conducted a paleomagnetic study on the marine sediments recovered in the northwest Atlantic to extend our knowledge of the RPI variation in further geologic past, and report on the preliminary RPI results for the period of about 38-50 Ma.

Integrated Ocean Drilling Program (IODP) Expedition 342 recovered hemipelagic sediment drifts from Sites U1403 and U1408 in the northwest Atlantic, off the coast of Newfoundland [9]. Piston cores of the two sites were subjected to a series of the paleomagnetic measurements including analyses of natural, anhysteretic, and isothermal remanent magnetizations (NRM, ARM, and IRM). Excluding the intervals showing signs of probable dissolution of primary magnetic minerals (low ARM intensity intervals) and inhomogeneous magnetic grain sizes (mainly for low ARM/IRM intervals), RPIs were estimated based on ratios of NRM/ARM and NRM/IRM.

Considering age models of the studied cores [10][11], the resultant RPI records cover the Chrons 18 (38.5-41.1 Ma), 19 (41.1-42.9 Ma), 20 (42.9-46.4 Ma), 21r (47.8-48.6 Ma), and 22n (48.6-49.3 Ma). These records are characterized by RPI minima always at chron boundaries and large fluctuations between highs and lows during each chron. Such charactersistics are commonly recognized in the published RPI records back to 41 Ma [1-8]; this is first record to show that they persist at least since 49.3 Ma.

For the Chron 18 interval, we obtained RPI results from both sites, which are approximately 380 km apart (Figure 1). Our results show common features, including RPIs that are generally high during C18n.2n (39.6-40.0 Ma) and low during C18r (40.0-41.1 Ma). Prominent RPI lows, which appear to be almost equivalent to the RPI minima at other chron boundaries (*i.e.*, during Chrons 19, 20, 21r, and 22n), are also commonly recognized at ~40.5 Ma. We suggest that the RPI lows might be related to a failed geomagnetic reversal.

References: [1] Channell, J.E.T. et al., *Earth planet. Sci. Lett.*, **283**, 14–23 (2009). [2] Valet, J.-P. et al., *Nature*, **435**, 802–805 (2005). [3] Yamazaki, T. and Oda, H., *Geochem. Geophys. Geosyst.*, **6**, Q11H20

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

(2005). [4] Sakuramoto, Y. et al., *J. Geophys. Res. Solid Earth*, **122**, 7525–7543 (2017). [5] Ohneiser, C. et al., *Earth planet. Sci. Lett.*, **374**, 227–238 (2013). [6] Channell, J.E.T. and Lanci, L., *Earth planet. Sci. Lett.*, **387**, 77–88 (2014). [7] Yamamoto, Y. et al., *Geophys. J. Int.,* **196**, 694–711 (2014). [8] Tauxe, L. and Hartl, P., *Geophys. J. Int.*, **128**, 217–229 (1997). [9] Norris, R.D. et al., *Proc. IODP*, **342**, doi:10.2204/iodp.proc.342.101.2014 (2014). [10] Boulila, S. et al., *Earth Planet. Sci. Lett.*, **486**, 94–107 (2018). [11] Yamamoto, Y. et al., *Proc. IODP*, **342**, doi:10.2204/iodp.proc.342.207.2018 (2018).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

房総半島南端に分布する海成鮮新ー更新統千倉層群布良層における Gauss-Matuyama地磁気逆転記録
The Gauss-Matuyama polarity transition record from the Plio-Pleistocene marine sequence of the Mera Formation, Chikura Group, in the southernmost part of the Boso Peninsula

*岡田 誠[1]、平岡 陽佑[2]、長谷川 大輔[2]
*Makoto Okada[1], Yosuke Hiraoka[2], Daisuke Hasegawa[2]

1. 茨城大学理学部理学科、2. 茨城大学大学院理工学研究科
1. Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Ibaraki University, 2. Graduate School of Science and Engineering, Ibaraki University

本研究では，千倉層群布良層を対象に古地磁気学的研究を行い，松山ーブルン境界と比べて研究事例の少ないガウスー松山 (G-M)境界における詳細な地磁気変化を復元することを目的としている．

G-M境界を含む布良層中部の層厚36.4の区間において，古地磁気測定用試料を12.1~19.1mの層準区間において約5~30cm間隔で，25.4-36.4mの層準区間において約1m間隔で，合計72層準より採取した．岩石磁気学的測定の結果，層厚19.1mより下位と上位では明らかな磁性鉱物の変化を捉えた．また，復元したVGP変動より12.5-13.3mの層準区間において正磁極から逆磁極への磁化方位の遷移を捉えた．その時の相対古地磁気強度は通常時の約1/4まで減衰することから，本層準にG-M境界が記録されていると考えた．復元したVGP変動は，逆転後に中緯度帯での停滞が確認できる．これはOhno et al.(2012)で復元されたガウスー松山境界の記録と整合的であった．

キーワード：ガウスー松山逆転境界、千倉層群
Keywords: Gauss-Matuyama boundary, Chikura Group

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

秋田県田沢湖の湖底堆積物に記録された完新世古地磁気永年変化
Holocene paleomagentic secular variation recorded in sediments from Lake Tazawa in Akita Prefecure, Northeast Japan

*安田 涼[1]、林田 明[1]、山田 和芳[2]、松岡 裕美[3]、岡村 眞[3]、石山 大三[4]
*Ryo Yasuda[1], Akira Hayashida[1], Kazuyoshi Yamada[2], Hiromi Matsuoka[3], Makoto Okamura[3], Daizo Ishiyama[4]

1. 同志社大学、2. ふじのくに地球環境史ミュージアム、3. 高知大学、4. 秋田大学
1. Doshisha University, 2. Museum of Natural and Environmental history, Shizuoka, 3. Kochi University, 4. Akita University

東北日本，秋田県田沢湖から採取された3本のピストンコア試料について残留磁化の測定を行い，完新世古地磁気永年変化の復元を試みた．これらのコアの年代は，放射性炭素年代に基づく年代モデルにより，約7500 cal yr BPまで遡ることが示されている．

自然残留磁化（NRM）と非履歴性残留磁化（ARM）の測定には2G社製の超伝導磁力計を使用し，U-channel試料から1 cm間隔のパススルー測定によって得た結果について，UDECON（Xuan and Oda, 2015）を用いてデコンボリューションを行った．UDECONは，堆積物の磁化の変化が平滑であると仮定し，最適な条件をABIC最小化によって求めるアルゴリズムを実装したソフトウェアである．また，本研究では初磁化率のパススルー測定も行い，そのデコンボリューションを行うために，試料全体で一定の平滑度パラメーターを設定するプログラム（mono-decon），および特定の層準に二つ目の平滑度パラメーターを導入するプログラム（dual-decon）を作成した．dual-deconでは，磁化率が急激に上昇するテフラや砂質イベント層の層準に二つ目の平滑度を設定した．キューブ試料を連結して作成した模擬試料を用いて行ったパススルー測定と個別測定の結果の比較実験では，たとえばB-Tmテフラを含むセクションにおいてmono-deconよりもdual-deconの方が個別測定と調和的な結果を生み出した．このように，テフラなどに起因するピークが試料全体の平滑度に与える影響は，第２のパラメーターの設定によって軽減されることが示唆された．

UDECONによるデコンボリューションで得たNRMの段階交流消磁結果を主成分分析することで特徴的残留磁化の方位求めたところ，特に3000 cal yr BP以降の偏角の変動についてコア間での再現性が認められた．この変動は考古地磁気モデルARCH3k.1や琵琶湖の湖底堆積物から復元されたBIWA SV-3と類似する特徴を示し，東北日本の古地磁気永年変化を復元するための資料となると考えられる．一方で，ARMと初磁化率及びARM磁化率と初磁化率の比の変動から読み取れる磁性鉱物の含有量と粒子サイズの不均一性から，相対古地磁気強度の推定は困難であることが示された．

キーワード：古地磁気永年変化、完新世、デコンボリューション
Keywords: paleomagnetic secular variation, Holocene, deconvolution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

水月湖年縞堆積物に記録された最終氷期の地磁気エクスカーション
Geomagnetic excursions observed in Lake Suigetsu varved sediments during the latest stage of the last glacial period

*田辺 祥汰[1]、三木 雅子[1]、兵頭 政幸[2]、中川 毅[3]、北場 育子[3]、山田 圭太郎[3]、北川 淳子[4]、Suigetsu 2014 Project Members[5]
*Shota Tanabe[1], Masako Miki[1], Masayuki Hyodo[2], Takeshi Nakagawa[3], Ikuko Kitaba[3], Keitaro Yamada[3], Junko Kitagawa[4], Suigetsu 2014 Project Members[5]

1. 神戸大学、2. 神戸大学 内海域環境教育研究センター、3. 立命館大学、4. 福井県里山里海湖研究所、5. www.suigetsu.org
1. Kobe University, 2. Research Center for Inland Seas, Kobe University, 3. Ritsumeikan University, 4. Fukui Prefectural Satoyama-Satoumi Research Institute, 5. www.suigetsu.org

地磁気エクスカーションは通常の地磁気方向から大きく逸脱する、一般的に2000年未満の短い地磁気イベントである。相対古地磁気強度データスタックSint-800により、Brunhes期のエクスカーションは双極子磁場強度が50%以下に減少した時に起こることが明らかになった。しかし、過去の研究では地磁気強度の低下と関連しない可能性がある地磁気エクスカーションがいくつか報告されている。私たちは20kaの未発見の地磁気エクスカーションを探査するために、水月湖年縞堆積物の古地磁気分析を行った。

2014年に水月湖から掘削したFukui-SG14コアを分析した。2cm×2cm、1m長の重なったセクションとなっているLL-channel試料を用いて、深度900cm～2100cmまで深さ1cm(年代約14年)間隔で段階交流消磁による古地磁気分析を行った。852層準について消磁データの主成分分析を行い、仮想地磁気極(VGP)の位置を計算した。その結果、深度約1700cm～2000cmの間で、VGPの緯度が45°以下になる方向を含む一連の地磁気エクスカーションを3つ発見した。3つのエクスカーションを上位から順にA、B、C(仮称)とした。SG06年代モデルによる高解像度の対比に基づいたFukui-SG14の詳細な年代層序により、それぞれの中心年代(継続期間)は約15.3 $SG06_{2012}$ kyr BP(約370yr)、17.7 $SG06_{2012}$ kyr BP(約130yr)、19.4 $SG06_{2012}$ kyr BP(約380yr)であった。発見した地磁気エクスカーションの地磁気強度は減少していない。

地磁気エクスカーションの期間について段階熱消磁実験を行った。その結果、熱消磁実験の結果からも地磁気エクスカーションが見つかった。

IRM獲得実験、及び熱磁気分析の結果から、磁化を担う磁性鉱物はマグネタイトとグレイガイトであることが分かった。

キーワード：地磁気エクスカーション
Keywords: geomagnetic excursion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

エチオピア・アファール凹地、プレート拡大境界軸域での地球電磁気学的探査

Geo-electromagnetic research at a spreading center of a divergent plate boundary in Afar depression, Ethiopia

*石川 尚人[1]、吉村 令慧[2]、Tesfaye Kidane[11]、東野 伸一郎[3]、加々島 慎一[4]、望月 伸竜[6]、Ameha Muluneh[5]、北川 桐香[4]、角屋 守[7]、小原 徳昭[10]、乙藤 洋一郎[9]、船木 實、小木曽 哲[1]、藤井 昌和[8]
*Naoto Ishikawa[1], Ryokei Yoshimura[2], Tesfaye Kidane[11], Shin-ichiro Higashino[3], Shin-ichi Kagashima[4], Nobutatsu Mochizuki[6], Ameha A. Muluneh[5], Kirika Kitagawa[4], Mamoru Kadoya[7], Noriaki Obara[10], Yo-ichiro Otofuji[9], Minoru Funaki, Tetsu Kogiso[1], Masakazu Fujii[8]

1. 京都大学大学院人間・環境学研究科、2. 京都大学防災研究所、3. 九州大学工学研究院、4. 山形大学、5. アジスアベバ大学、6. 熊本大学、7. エクストリーム コンポジット ジャパン、8. 国立極地研究所、9. 地球年代学ネットワーク、10. ロボティスタ、11. University of KwaZulu Natal
1. Graduate School of Human and Environmental Studies, Kyoto University, 2. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 3. Graduate School of Engineering, Kyushu University, 4. Yamagata University, 5. Addis Ababa University, 6. Kumamoto University, 7. X-TREME COMPOSITE JAPAN, 8. National Institute of Polar Research, 9. Japan Geochronology Network, 10. Robotista, 11. University of KwaZulu Natal

エチオピア・アファール凹地は、大陸リフティングから進行して、現在海洋底拡大現象の開始時期の段階にあり、中央海嶺が陸上に露出していると考えられている。そのため、アファール凹地は、そのほとんどが海洋下で起こっているプレート拡大境界での地学現象を陸上で直接的に探査することができるユニークな地域である。そこで我々は、プレート拡大軸域での磁気異常の分布と構造、その形成過程を明らかにする目的で、磁気探査、MT探査といった地球電磁気学的探査を主体とする調査研究を行っている。その計画の概要、2016~2018年度の調査と予察的な解析結果を報告する。

調査対象地域はアファール凹地のDabbahu火山周辺域（Dabbahu Rift）である。そこでは、2005-09年にかけて活発な地震活動と正断層系の形成があり、一部に溶岩の噴出が見られた。 GPS/地震観測のデータ解析により、長さ10～60km、幅1～3mの局所的な伸長（岩脈貫入）が繰り返され、総計として巾8m、長さ60km、深さ2～10kmの範囲で岩脈の貫入があったと推定されている。よって、この地域は海洋底拡大軸域の地下構造や磁気異常の獲得形成過程を探るための絶好のフィールドである。そこで我々は、小型無人飛行機を活用した航空探査と、地形的制約で地域は限定されるものの試料採取を伴う直接的な地上調査を計画している。航空探査では、低飛行高度（複数高度）での広域で詳細な空中磁気探査を行う。地上探査では、磁気探査、MT探査、地表溶岩流の試料採取を行う。空中・地上磁気探査から詳細な磁気異常マップを構築し、MT探査結果とあわせて、地下構造を地球電磁気学的視点から明らかにする。採取岩石の古地磁気・岩石磁気学的解析、および岩石学的解析からの情報も加味して、Dabbahu Riftの磁気異常の分布と構造、その形成過程の解明を目指す。

2016～2018年度の現地調査では、岩脈貫入推定位置の延長線上を横切る測線（約55km）を設定し、徒歩による地上磁気探査と14地点でMT探査を行った。また、42地点で古地磁気試料（160個）、38地点で化学分析等の岩石学的解析用の試料（70個）を採取した。磁気探査により測線中央部を軸として対称的な正負の磁気異常が観測され、MT探査により測線中央に熱源の存在を示唆する低比抵抗域、その両側に高比抵抗域が認められた。溶岩流の古地磁気解析では中央部で正極性、測線東端で逆極性の残留磁化が検出され、岩石学的解析からは中央部から外側への化学組成の系統的な変化が認められた。2019年度は、エチオピア政府より許可が得られたことから小型無人飛行機を用いた広域での航空磁気探査を実施する。また、既存測線を延長し、各観測点で長時間でのMT観測を行うことで、より深部の詳細な比抵抗構造の解析を目指す。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：プレート拡大境界、海洋底拡大、磁気異常、地球電磁気学的調査、小型無人飛行機
Keywords: divergent plate boundary, sea-floor spreading, maginetic anomaly, geo-electromagnetic research, small unmanned aircraft

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

房総半島上総層群国本層の堆積岩における還元化学消磁の効果検証
Verification of reducitive chemical demagnetization effect on the sedimentary rocks from the Kokumoto Formation, Kazusa Group, Boso Peninsula

*北村 天宏[1]、岡田 誠[1]、羽田 裕貴[1]、穴井 千里[2]、渋谷 秀敏[2]
*Takahiro Kitamura[1], Makoto Okada[1], Yuki Haneda[1], Chisato Anai[2], Hidetoshi Shibuya[2]

1. 茨城大学、2. 熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門地球環境科学分野
1. Ibaraki University, 2. Dep't Earth & Env. Sci., Kumamoto Univ.

上総層群国本層から構成される下部–中部更新統境界GSSP候補地である千葉複合セクションではMatuyama-Brunhes境界(M-B境界)が確認されており、古地磁気に関する研究が盛んに行われている。地磁気の極性遷移が起こる時期は地磁気強度が著しく低下するため、一般に堆積岩に記録される初生的な磁化は微弱になる。国本層では二次的にできた磁性鉱物による化学残留磁化が二次磁化を担っていると考えられ、交流消磁では初生磁化と二次磁化を分離することができない。一方、熱消磁では400 ℃以上の加熱で二次磁化が消磁されるが、二次磁化を担う磁性鉱物などの熱分解により、消磁中に新たな磁性鉱物が生成されるため、相対古地磁気強度の復元ができない。Okada et al. (2017)では、磁性鉱物の熱分解を避けるため組み合わせ消磁(300 ℃熱消磁 + 段階交流消磁)で古地磁気層序を復元している。しかし、堆積岩に二次磁化の原因となる鉱物が残されたままであり、ノイズとして初生磁化の復元の妨げとなっている可能性がある。そこで本研究では穴井ほか (2017)で確立された手法である、還元化学消磁(RCD)を行い、二次的な磁化を担う鉱物の化学的除去を試みた。

本研究では千葉複合セクションにおいて、Okada et al. (2017)で極性反転が確認されている火山灰鍵層Byk-EとByk-Aの間で採取された４試料を対象にRCDを行った。RCDには、５％のアスコルビン酸水溶液に炭酸水素ナトリウムでpH調整したエッチャント溶液を用いた。４試料中２試料に溶液を滴下、残り２試料は溶液に浸漬することでRCDを実施した。そしてRCDの実施をした試料と、実施をしていない試料の両方で熱磁気測定を実施し、空気雰囲気における飽和磁化の温度変化を測定した。RCDの実施をしていない試料の全てで、温度上昇とともに緩やかに減少していた飽和磁化が400 ℃付近で大幅に上昇することが確認された。それに対し、RCDの実施をした試料では、400 ℃付近での飽和磁化の上昇が抑制される試料を確認した。しかし、溶液に浸漬した２試料のうち１試料ではRCDの実施をした試料で、飽和磁化の上昇の抑制が見られなかった。これらの結果は、RCDにより熱変質を起こす鉱物が溶出していること、RCDの手法として浸漬より滴下が適していることを示唆している。

キーワード：還元科学消磁、化学残留磁化、Matuyama-Brunhes境界、千葉複合セクション
Keywords: Reductive chemical demagnetization, chemical remanent magnetization, Matuyama-Brunhes boundary, Chiba composite section

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Hole surface survey monitoring test using by rock magnetic analysis

*川村 紀子[1]、石川 尚人[2]
*Noriko Kawamura[1], Naoto Ishikawa[2]

1. 海上保安大学校　基礎教育講座、2. 京都大学大学院人間・環境学研究科
1. Japan Coast Guard Academy, 2. Graduate School of Human and Environmental Studies, Kyoto University

For a successful criminal conviction to occur, it is essential to locate forensically important evidences which are disposed in soil. In this study, we attempted rock magnetic method as a forensic search tool to detect evidences in soil. A 2.5 m long survey line was provided in the campus ground of Japan coast guard academy, 0.1 m×0.2 m×0.7 m sized hole was created and was buried into the sand soil. Magnetic susceptibility (MS) was measured using by a ZH instruments magnetometer every 0.1 m along the line, and was measured six times at every position. MS indicates relative higher values at the disturbed ground. A core sample in 7 cm length was collected using by a soil sampler at around the disturbed ground. The soil core was consisted of silty sand with granule, and the grain size of soil increases with burial depth. Dried soil samples were packed into 1 cm^3 plastic cubes every 1 cm from the core. Rock magnetic measurements, MS, anhysteretic remanent magnetization (ARM), isothermal remanent magnetization (IRM) were conducted for the cube samples. The powder soil samples of isothermal magnetization (M_{rs}), saturation magnetization (M_s), coercivity (H_c), and remanence corecivity (H_{cr}) were measured. MS shows a peak at 2 cm in depth. Values of ARM and IRM gradually decrease with depth. It is implied that the relative high MS of disturbed ground was caused by the mixed lower soil. In order to identify magnetic minerals in the soil samples, thermomagnetic analysis (Js-T) was performed on four samples which are collected from the soil core of surface (0-0.2 m), middle (0.3-0.5 m) and deep parts (0.6-0.7 m) and the surface soil at the disturbed ground. All samples indicate declines of Js-T curves at 580°C and 680°C. A slight inflection in Js-T curves at around 300°C -400°C is also recognized, the presence of maghemite and hematite is thus suggested. M_{rs}/M_s and H_{cr}/H_c values of the core samples are plotted in the pseudo-single domain (PSD) region for (titano-) magnetite on the Day plot, and indicate that grain size of magnetic minerals downward decrease. The values of disturbed ground are located the central part of all samples which are implied that the mixed lower soils were contributed. The MS peak have been recognized after eight months although the disturbed ground covered by weeds and the hole is invisible. This result proves that MS can detect the location of disturbed ground over eight months post-disturbance. It is suggested that MS is effective for detecting the location of disturbed ground.

キーワード：法地質学、岩石磁気学、環境磁気学
Keywords: forensic science, rock magnetism, environmental magnetism

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

設楽火成複合岩体西縁の中新世岩脈群の岩石磁気
Rock magnetic measurements of Miocene dikes at the western margin of the Shitara Igneous Complex, central Japan

*山本 康平[1]、星 博幸[2]
*Kohei Yamamoto[1], Hiroyuki Hoshi[2]

1. 愛知教育大学大学院教育学研究科、2. 愛知教育大学
1. Graduate School of Education, Aichi University of Education, 2. Aichi University of Education

設楽火成複合岩体は中期中新世に活動した設楽火山岩類の一部で，その最終ステージには貫入岩類が貫入した．この火成岩体の西縁部にあたる愛知県新城市西部には，領家帯の変成岩と花崗岩類に貫入するいくつかの火山岩岩脈が報告されている．これらの岩脈は設楽火成複合岩体の最終ステージに属すると考えられている（尾崎・西岡，2008；山崎・尾崎，2012）．この岩脈群の岩石は様々な程度の熱水変質を受けており，鏡下で元の組織が判別できない岩石もある．また，同じ岩脈内でも強く変質を受けている部分と、比較的変質の程度が弱い部分が見られる場合もある．筆者らはこれらの岩石の古地磁気学的研究を進めているが（残留磁化方位の予察的結果は去年の大会で報告した），今回はこれらの岩石（筆者らの未公表データによると安山岩が多い）に対して高温帯磁率測定，3軸IRM段階熱消磁実験，帯磁率異方性（AMS）測定などを行ったのでその結果を報告する．

自然残留磁化（NRM）の段階消磁結果から，磁鉄鉱を示唆する550℃～600℃でアンブロックされる試料と磁硫鉄鉱を示唆する300℃～350℃でアンブロックされる試料の両方が見られた（両方含まれると解釈できる試料もあった）．高温帯磁率測定を行ったところ，加熱曲線と冷却曲線が可逆的な挙動を示す試料と非可逆な挙動を示す試料の両方があった．両曲線が非可逆な試料は全体的に冷却曲線が加熱曲線に比べて大きく，この結果からも硫化鉄鉱物の存在が示唆される．以上の結果と3軸IRM段階熱消磁実験の結果から，試料を採取したすべての地点に変質の程度に関係なく磁硫鉄鉱とチタン磁鉄鉱(多くの試料は磁鉄鉱)が含まれていると判断される．また，NRMの段階消磁結果と合わせると，ほとんどの試料で残留磁化を担っている主要な強磁性鉱物はチタン磁鉄鉱であると判断される．1地点のみ，肉眼観察で新鮮に見える岩石であっても残留磁化を担う主要な鉱物が磁硫鉄鉱と判断された．AMS測定は，見た目は新鮮な岩石の地点では磁化容易軸が貫入面近くに集中する傾向があり，解釈可能な結果が得られた．一方，変質を受けて変色した岩石の地点では解釈可能な結果がほとんど得られなかった．

キーワード：設楽火成複合岩体、岩脈、古地磁気、岩石磁気、磁性鉱物
Keywords: Shitara Igneous Complex, dikes, paleomagnetism, rock magnetism, magnetic minerals

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Eliminating spurious magnetic phases of sedimentary rocks using reductive chemical treatments –A thermomagnetic experiment study on the Upper Cretaceous Yezo Group-

*穴井 千里[1]、渋谷 秀敏[1]、望月 伸竜[1]
*Chisato Anai[1], Hidetoshi Shibuya[1], Nobutatsu Mochizuki[1]

1. 熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門地球環境科学分野
1. Kumamoto University

Sedimentary rocks often have secondary components of chemical remanent magnetizations (CRM) during post-depositional processes, lithification, diagenesis, and/or later chemical events, in addition to the primary detrital remanent magnetization (DRM). These secondary components are carried by secondarily formed minerals of iron-oxides, hydroxides, and/or sulfides. These secondary minerals are produced by Fe-ions contained in pore water and/or sedimentary rocks itself. Therefore, secondary CRM carriers precipitate in the space between mineral particles and/or the voids of the sedimentary rocks, since these parts are reached first by pore water from outside of the samples. The secondary minerals often have a large thermal alteration during thermal demagnetization experiments. Thermal alterations at high temperature steps often introduce large laboratory-CRM, which masks the primary component. Those CRM acquired in the furnace could be reduced by removing secondary magnetic minerals using reductive chemical demagnetization (RCD) beforehand (Anai et al., 2018). In this study, we show the results of rock magnetic and paleomagnetic experiments of samples from the Upper Cretaceous Yezo Group, in order to see whether the RCD is effective reducing such spurious magnetic components.
A pair of chip samples were prepared from paleomagnetic cores. One of the chip samples was subjected to RCD, and the other remained intact. The RCD is performed by dipping the chip sample in the etchant for 72 hours (recipe: Ascorbic acid 5%, buffered by sodium bicarbonate, and adjusted to pH= ~5.6, ORP= -150 to -50 mv). Strong-field thermomagnetic analyses were conducted on both chip samples with and without the RCD. Thermomagnetic curve of the samples without RCD show 4 types of thermal alternation behavior. As a characteristic example of the result Type-C is as follows: magnetization (Js) increases around 400˚C. The increase of Js makes a peak at 450˚C and then Js gradually decreases to zero at 580˚C. Abrupt increases of Js around 450˚C was not observed for the RCD sample, while the Js drops at 150˚C and 580˚C are the same as those observed for the samples without RCD. These results suggest that the iron-containing minerals, which changed to minerals carrying CRM around 450˚C, had been effectively removed by RCD. The results suggested that the RCD pretreatment may suppress thermal alteration of sedimentary rocks. This approach seems to have potential for reducing spurious secondary magnetic components effectively, though the relation between the thermal alteration and spurious magnetic components is not well understood.

キーワード：蝦夷層群、還元化学消磁
Keywords: Yezo Group, Reductive chemical demagnetization

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

沖縄トラフ海底熱水鉱床試料の岩石磁気測定
Rock-magnetic studies on seafloor hydrothermal deposits in the Okinawa Trough

*加藤 千恵[1]、大野 正夫[1]、畠山 唯達[2]、石橋 純一郎[3]、戸塚 修平[4]、島田 和彦[3]
*Chie Kato[1], Masao Ohno[1], Tadahiro Hatakeyama[2], Jun-ichiro Ishibashi[3], Shuhei Totsuka[4], Kazuhiko Shimada[3]

1. 九州大学大学院比較社会文化研究院環境変動部門、2. 岡山理科大学情報処理センター、3. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、4. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻
1. Department of Environmental Changes, Faculty of Social and Cultural Studies, Kyushu University, 2. Information Processing Center, Okayama University of Science, 3. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Kyushu University, 4. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Sciences, Kyushu University

Investigation of the mineral assemblage of seafloor hydrothermal deposits are crucial for understanding its formation environment and process. Rock-magnetic measurements of the deposits are quick and effective to detect magnetic metal sulfides which are sensitive to the environment. We report our results of rock-magnetic measurements conducted on sulfide ores from seafloor hydrothermal deposits in the Okinawa Trough. One sample is a sulfide ore of chimney structure collected from hydrothermal mound in the Noho Site and others are sediment core samples drilled at the Izena Hole.
X-ray diffraction (XRD) measurements and chemical analyses indicate that the chimney structured ore mainly consist of pyrrhotite and a Cu-Fe-S sulfide. Crystal structure of the Cu-Fe-S sulfide is similar to that of sphalerite and its chemical composition is close to $CuFe_2S_3$. From these characters, $CuFe_2S_3$ isocubanite is the candidate for the Cu-Fe-S sulfide.
Since the magnetic properties of $CuFe_2S_3$ isocubanite were rarely found in the literature, we first conducted low-temperature magnetometry measurements and magnetic hysteresis measurements of isocubanite. Isocubanite was synthesized by heating a cubanite sample (from Henderson No.2 mine, Chibougaman, Qubec, Canada) at 300 ℃ in vacuum (e.g. Sawada et al., 1962; Nenasheva and Kravchenko, 2015). Results of the magnetic measurements showed that isocubanite is weakly ferromagnetic at room temperature, and undergo a magnetic transition to relatively strong ferromagnetic at ~100 K. Saturation magnetization was 0.09 Am^2/kg at room temperature and 0.4 Am^2/kg at 50 K. Similar magnetic measurements were performed on the Cu-Fe-S sulfide in the chimney ore which was magnetically separated from pyrrhotite. The Cu-Fe-S sulfide was paramagnetic at room temperature and became ferromagnetic at below ~100 K. Saturation magnetization at 50 K was ~20 Am^2/kg. Such strong magnetization and sharp magnetic transition at low temperature is inconsistent with the behavior of isocubanite, but rather comparable to that of $Cu_{1-\varepsilon}Fe_{3+\varepsilon}S_4$ 'new phase' reported by Wintenberger et al. (1994) as an ageing product of isocubanite. Results of our magnetic measurements indicate that 'new phase' is a solid solution which includes $CuFe_2S_3$ composition.
Some of the sediment core samples contain a Cu-Fe-S sulfide with similar XRD pattern and chemical composition to that found in the chimney ore. Those sediment core samples also show a magnetic transition at ~100 K. Intensity of the magnetization at low temperature could be explained by assuming that the Cu-Fe-S sulfide in the sediment core samples is isocubanite, based on rough estimate of mineral proportion from XRD.

キーワード：熱水鉱床、Cu-Fe-S硫化物、低温磁気測定
Keywords: Hydrothermal deposits, Cu-Fe-S sulfide, Low-temperature magnetometry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

幌満かんらん岩体の新鮮なダナイトの岩石磁気学的研究
Rock-magnetic study of fresh dunite in the Horoman peridotite complex, Hokkaido, Japan

*望月 伸竜[1]、石丸 聡子[1]、荒井 章司[2]
*Nobutatsu Mochizuki[1], Satoko Ishimaru[1], Shoji Arai[2]

1. 熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門、2. 金沢大学理工研究域自然システム学系
1. Department of Earth and Environmental Science, Faculty of Advanced Science and Technology, Kumamoto University, 2. Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Kanazawa University

Magnetic anomalies observed on Earth are originated from remanent/induced magnetizations of the crust and probably those of the uppermost lithospheric mantle. For the lithospheric mantle, rock-magnetic data were mostly reported from serpentinized peridotites although some data were available for fresh mantle xenoliths from a few volcanoes. Since fresh peridotite samples are relatively scarce, the original magnetic properties of peridotite are not well studied. Rock-magnetic studies on fresh peridotites are required to characterize magnetization of the lithospheric mantle. In the present study, we report rock magnetic properties of fresh dunite samples and discuss the possibility of a source of magnetic anomaly on Earth and the other planets. The samples used in this study are collected from spinel-rich dunite-wehrlite (SDW) suite, mainly composed of clinopyroxene-bearing dunite, in the Horoman peridotite complex, Hokkaido, Japan (Takahashi, 1991). Fresh dunite samples were collected from a 20 m wide outcrop of SDW suite. Minute magnetite inclusions, which show elongated rod-like shapes, were observed in olivine grains under the microscope. It should be noted that the elongated magnetite inclusions are not associated with serpentinization. Densities of the samples mostly ranged in 3250-3350 kg/m^3, which correspond to typical values of fresh peridotite. A diagram of natural remanent magnetization (NRM) versus susceptibility shows that the data of the samples are clearly different from the data reported from serpentinized peridotites. Several samples have NRM values of 1-20 A/m, which are comparable to NRM values of volcanic rocks. A dunite layer of such strong NRM could be a potential source of magnetic anomalies.

キーワード：磁化、ダナイト、幌満かんらん岩
Keywords: magnetization, dunite, Horoman peridotite complex

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

超伝導量子干渉素子（SQUID）顕微鏡の感度および実用性の改良
Improvements of sensitivity and utility in the scanning superconducting quantum interference device (SQUID) microscope

*久保田 勇祐[1]、Kirschvink Joseph[2,1]、Isaac Hilburn[2]、Jennifer Buz[3]、小林 厚子[1,2]、加藤 千恵[4]
*Yusuke Kubota[1], Joseph Kirschvink[2,1], Isaac Hilburn[2], Jennifer Buz[3], Atsuko Kobayashi[1,2], Chie Kato[4]

1. 東京工業大学、2. California Institute of Technology、3. Northern Arizona University、4. 九州大学
1. Tokyo Institute of Technology, 2. California Institute of Technology, 3. Northern Arizona University, 4. Kyushu University

Superconducting quantum interference device (SQUID) microscopes have been used for mapping the distribution of ferromagnetic materials in a variety of industrial, biological, and geological materials. The advantage of the SQUID microscope is the wide dynamic range and spatial resolution down to the 25 μm scale, as well as the ability to quantify the direction and intensity of extraordinarily tiny magnetic dipoles. However, a major drawback of earlier versions of this instrument has been the need to cool the superconducting sensors with liquid helium and nitrogen, which limits the system’ s utility and drives up maintenance costs. One previous instrument (at Caltech) incorporated a closed-cycle pulse-tube cryocooler and managed to achieve good sensitivity by averaging precisely over one pulse cycle to remove the periodic magnetic signal from the pulse tube ferrite chain. In this study, we report a new design of SQUID microscope at TokyoTech that improves substantially on this. First, a large-volume μ-metal shielded room provides an environment with low spatial magnetic gradients, although it does allow ~ 5 nT low-frequency signals from local train lines to penetrate. Next, the pulse-tube is encased in a superconducting shield made of Pb, lowering the noise from that source. Finally, we placed a second SQUID sensor, parallel to the axis, ~4 cm from the first and calibrated it to correct for background fluctuations. The final system is approximately 5-10 times more sensitive than the previous configuration and is being applied to a variety of biological and single-crystal rock magnetic studies.

キーワード：SQUID顕微鏡、岩石磁気学
Keywords: SQUID microscope, Rock magnetism

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-VC 火山学

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_18

[S-VC36] 火山・火成活動と長期予測

コンビーナ:及川 輝樹(国立研究開発法人産業技術総合研究所)、長谷川 健(茨城大学理学部地球環境科学コース)、三浦 大助(大阪府立大学 大学院理学系研究科 物理科学専攻)、下司 信夫(産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)

マグマ発生から移動・蓄積、マントルや地殻との相互作用、脱ガス、噴火様式、火山活動の長期予測、噴出物の運搬・定置過程など、マグマの挙動の各過程に関する話題を議論する．また、噴火の確率論的な研究、短・長期的な火山・火成活動史、マグマの物性や各種技術の開発に関する話題も対象とする．

[SVC36-P01] トレンチ調査による雌阿寒岳の噴火史の再検討

*佐藤 鋭一[1]、和田 恵治[2]、南 裕介[3]、石塚 吉浩[3]、中川 光弘[4]、足立 佳子[4] (1.神戸大学大学教育推進機構、2.北海道教育大学旭川校、3.産業技術総合研究所 地質調査総合センター、4.北海道大学大学院理学研究院地球惑星システム科学分野)

[SVC36-P02] 掘削調査からみた雌阿寒岳ポンマチネシリにおける過去1000年間の火山活動史

*南 裕介[1]、中川 光弘[2]、佐藤 鋭一[3]、和田 恵治[4]、石塚 吉浩[1]、足立 佳子[2] (1.産業技術総合研究所　地質調査総合センター、2.北海道大学大学院理学研究院地球惑星システム科学分野、3.神戸大学大学教育推進機構、4.北海道教育大学旭川校)

[SVC36-P03] **摩周火山，過去14000年間におけるマグマ供給系の変遷**

*和田 恵治[1]、佐藤 鋭一[2]、佐野 恭平[3]、岡田 侑也[1] (1.北海道教育大学旭川校地学教室、2.神戸大学大学教育推進機構 、3.白滝ジオパーク)

[SVC36-P04] 北海道東部，摩周火山における7.6kaカルデラ形成噴火の推移

*柴田 翔平[1]、長谷川 健[1] (1.茨城大学理学部理学科地球環境科学コース)

[SVC36-P05] 北海道東部, 摩周火山の1000年前のMa-b噴火の火山地質学的研究：特に噴火様式の変化について.

*上野 健太[1]、中川 光弘[1] (1.北海道大学大学院理学院自然史科学専攻地球惑星科学システム科学講座)

[SVC36-P06] 北海道南西部，濁川火山のカルデラ形成期噴出物の岩石学的特徴

*金田 泰明[1]、長谷川 健[1] (1.茨城大学大学院)

[SVC36-P07] 姶良カルデラ形成における前駆プリニー式噴火の軽石の組織分析

*緒方 美季[1]、寅丸 敦志[2] (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

[SVC36-P08] 珪長質マグマ溜まりの長期熱収支モデルから推定する長期苦鉄質マグマ供給率

*上澤 真平[1] (1.電力中央研究所　地球工学研究所　地圏科学領域)

[SVC36-P09] 顕微ラマン分光・顕微赤外分光法に基づく高粘性マグマの開放系脱ガス・酸化組織形成過程

*佐野 恭平[1]、佐藤 鋭一[2]、和田 恵治[3]、壷井 基裕[4]、中岡 礼奈[5] (1.白滝ジオパーク、2.神戸大学大学教育推進機構、3.北海道教育大学旭川校、4.関西学院大学理工学部、5.神戸大学海洋底探査センター)

[SVC36-P10] 御嶽山2014年噴火による投出岩塊の分布

*及川 輝樹[1]、吉本 充宏[2]、竹下 欣宏[3]、前野 深[4]、小森 次郎[5]、中田 節也[9]、嶋野 岳人[10]、佐々木 寿[6]、岸本 博志[6]、千葉 達朗[6]、石峯 康浩[7]、常松 佳恵[8]、石塚 吉浩[1] (1.国立研究開発法人産業技術総合研究所、2.山梨県富士山科学研究所、3.信州大学教育学部、4.東京大学地震研究所、5.帝京平成大学、6.アジア航測株式会社、7.鹿児島大地震火山地域防災センター、8.山形大学理学部、9.研究開発法人　防災科学技術研究所、10.常葉大学大学院環境防災研究科)

[SVC36-P11] 2014年噴火以降の御嶽山における火山性地殻変動

*小池 遥之[1]、Ito Takeo[2]、松廣 健二郎[2]、堀川 信一郎[2]、奥田 隆[2]、國友 孝洋[2]、田ノ上 和志[2]、岩瀬 裕斗[1]、熊谷 光起[1] (1.Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University、2.Earthquake and Volcano Research Center, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University)

[SVC36-P12] 南西北海道，第四紀狩場火山群の地質学・岩石学的研究：山体形成史とマグマ変遷の解明

*田次 将太[1]、中川 光弘[2] (1.北海道大学大学院　理学院、2.北海道大学大学院　理学研究院)

[SVC36-P13] 岩手県西部, 小高倉火山の噴出物層序の検討とマグマ組成の変化要因の解明

*後藤 義瑛[1]、藤縄 明彦[2] (1.茨城大学大学院理工学研究科、2.茨城大学理学部)

[SVC36-P14] 蔵王火山，五色岳火砕岩類上部における噴火準備過程

*佐藤 初洋[1]、伴 雅雄[1] (1.山形大学大学院理工学研究科)

[SVC36-P15] 那須火山群，二岐火山の地質と岩石

*渡部 将太[1]、長谷川 健[1] (1.茨城大学)

[SVC36-P16] 榛名カルデラ形成噴火のマグマ―白川火砕流堆積物からの示唆―

*木谷 悟郎[1]、鈴木 由希[2]、大石 雅之[3] (1.早稲田大学, 教育学部, 地球科学専修、2.早稲田大学, 教育・総合科学学術院, 地球科学専修、3.気象庁, 仙台管区気象台)

[SVC36-P17] 榛名カルデラ形成噴火のマグマ―里見火砕流堆積物からの示唆―

*岡野 百花[1]、鈴木 由希[2] (1.早稲田大学，教育学部，地球科学専修、2.早稲田大学，教育・総合科学学術院, 地球科学専修)

[SVC36-P18] 白山火山，南竜ヶ馬場の岩石学

*宮下 太一郎[1]、海野 進[1]、茨木 柚季[2] (1.金沢大学、2.株式会社中研コンサルタント)

[SVC36-P19] Tephrochronological relations of Middle-Pleistocene tephra derived from Myoko Volcanic Group and the pumice and scoria fall deposits found in Kosha Volcano, Central Japan

*高杉 直彰[1]、齋藤 武士[1]、牧野 州明[1]、鈴木 毅彦[2] (1.信州大学　総合医理工学研究科　総合理工学専攻、2.首都大学東京　都市環境科学研究科　地理環境科学域)

[SVC36-P20] Geologic and petrologic study of the Kamo monogenetic volcanic field,Southern Kyushu,Japan

*Linus Anye Nche[1]、Takeshi - Hasegawa[1]、Tetsuo - Kobayashi[2]、Károly - Németh[3]、Festus Tongwa Aka[4] (1. Ibaraki Univ.、2.Kagoshima Univ.、3. Massey Univ.、4.IRGM)

[SVC36-P21] **富士山・万野溶岩流内の溶岩チューブ洞窟から得られる知見**

*本多 力[1] (1.火山洞窟学会)

トレンチ調査による雌阿寒岳の噴火史の再検討
Reinvestigation of the eruptive history of Me-akan volcano, eastern Hokkaido, using trench survey

*佐藤 鋭一[1]、和田 恵治[2]、南 裕介[3]、石塚 吉浩[3]、中川 光弘[4]、足立 佳子[4]
*Eiichi Sato[1], Keiji Wada[2], Yusuke Minami[3], Yoshihiro Ishizuka[3], Mitsuhiro Nakagawa[4], Yoshiko Adachi[4]

1. 神戸大学大学教育推進機構、2. 北海道教育大学旭川校、3. 産業技術総合研究所 地質調査総合センター、4. 北海道大学大学院理学研究院地球惑星システム科学分野
1. Institute for Promotion of Higher Education, Kobe University, 2. Earth Science Laboratory, Hokkaido University of Education at Asahikawa, 3. Geological Survey of Japan, AIST, 4. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Hokkaido University

雌阿寒岳は北海道東部の阿寒火山地域にある活火山であり，阿寒カルデラの後カルデラ火山（フレベツ岳，フップシ岳，雄阿寒岳，雌阿寒岳）の一つとして，阿寒カルデラの南西壁上に成長した．雌阿寒岳の噴火活動は数万年から開始したと考えられており，その後，少なくとも8箇所の噴出中心から噴火を繰り返し，現在の姿に至った．

雌阿寒岳12000年前以降の噴火史は，和田・他（1997）によってその概要が示された．その中で，中マチネシリを火口として 3 回の火砕流の流出（中マチネシリI：約12000年前，中マチネシリII：約9000年前，中マチネシリIII：約5000～6000年前）があったことが報告された．噴出量は，中マチネシリIが最大であり，火口から全方位に流出したが，中マチネシリIIとIIIについては，西山麓の一部で確認されたのみである．中マチネシリ以外の山体については，数1000年前からポンマチネシリ，北山，西山，阿寒富士が活動し，溶岩や降下火砕物を噴出した．約1000年前からはポンマチネシリで断続的に活動が生じている．

我々は，雌阿寒岳の12000年前以降の噴火史を明らかにする目的で，2018年からトレンチ調査行っている．2018年は東山麓において 9 地点のトレンチ調査を行った．本研究では，トレンチ調査および^{14}C年代から12000年前以降の雌阿寒岳の噴火史の再検討を行った．また従来提唱されてきた活動年代は，暦年代補正を行っていない放射性炭素同位体年代（Libby age）に基づいたものであり（和田・他，1997），実際の活動年代については不明な点が残る．そのため本研究では新たな放射性炭素年代を報告し，暦年校正を行うことで活動年代の再検討を試みた．

トレンチ調査では，最下位に火砕流堆積物が確認された．堆積物の特徴および堆積物中に含まれる炭化木片から12000±40yrBP（δ^{13}補正済み，以下同）（暦年校正年代：13991calBP-13745calBP（95.4%；2σ），以下同）の年代値が得られたことから，この火砕流堆積物は，中マチネシリI（和田・他，1997）に対比される．その上に土壌を挟み，数枚の火砕サージ堆積物が確認できた．最下位の火砕サージ堆積物の直下の土壌からは6410±30yrBP（7420calBP-7277calBP（95.4%））），最上位の火砕サージ堆積物の直上の土壌からは2710±20yrBP（2855calBP-2761calBP（95.4%））の年代値が得られた．下位の火砕サージ堆積物の年代値は，中マチネシリIII（和田・他，1997）に対比できるものである．したがって，これまで西山麓の一部で確認されたのみであった中マチネシリIIIは，少なくとも東山麓に火砕サージとして分布している可能性がある．また，本研究で確認された火砕流・火砕サージ堆積物は約7400年前から2800年前の幅広い年代値を示し，野外においても複数のフローユニットが確認される．したがって，これまで想定されてきた単一の火砕流イベントではなく，火砕サージを伴う火砕流が2800年前までに数回発生した可能性も明らかになった．火砕サージ堆積物の上位には，数mmから数cmの火山灰質土壌を挟在し，阿寒富士の降下スコリア堆積物が少なくとも13枚堆積していた．また，阿寒富士の最下位の堆積物の直下の土壌からは2430±

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

20yrBP（2694calBP-2635calBP（16.7%），2614calBP-2593calBP（4.7%），2502calBP-2355calBP（74.0%））の年代値が得られた．したがって，阿寒富士の活動は約2700年前以降に開始したことになる．この結果は佐藤・和田（2017）が示した阿寒富士の活動開始年代とおよそ調和的である．阿寒富士の堆積物の上位には，薄い土壌を挟んでポンマチネシリ火口を由来とする3枚の火山灰層が確認できた．最下位の火山灰層（Pon-1，南・他，2019）には摩周火山由来の火山灰（Ma-b：約1000年前）がパッチ状に含まれていた．したがって，阿寒富士の活動は約1000年前までには終了しており，約1000年前には，雌阿寒岳のポンマチネシリと摩周火山で同時に噴火していたことも明らかとなった．

本研究の一部は文部科学省「次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト」の資金の提供により行われました．記して感謝致します．

キーワード：雌阿寒岳、噴火史、トレンチ調査
Keywords: Me-akan volcano, Eruption history, Trench survey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

掘削調査からみた雌阿寒岳ポンマチネシリにおける過去1000年間の火山活動史

Eruptive history at Ponmachineshiri in Meakan volcano during the last 1000 years: Implication from trench surveys

*南 裕介[1]、中川 光弘[2]、佐藤 鋭一[3]、和田 恵治[4]、石塚 吉浩[1]、足立 佳子[2]
*Yusuke Minami[1], Mitsuhiro Nakagawa[2], Eiichi Sato[3], Keiji Wada[4], Yoshihiro Ishizuka[1], Yoshiko Adachi[2]

1. 産業技術総合研究所　地質調査総合センター、2. 北海道大学大学院理学研究院地球惑星システム科学分野、3. 神戸大学大学教育推進機構、4. 北海道教育大学旭川校
1. Geological Survey of Japan, AIST, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Hokkaido University, 3. Institute for Promotion of Higher Education, Kobe University, 4. Earth Science Laboratory, Hokkaido University of Education at Asahikawa

活火山の山頂部付近では新規の堆積物による埋設や削剥により，正確な層序の構築が困難である場合が多い．このような火山において，山頂から山麓部における掘削調査は，ごく小規模な噴火堆積物の検出が可能であり，火山噴火履歴を構築する上で重要である。

本研究では，雌阿寒岳火山において，阿寒富士活動期以後のポンマチネシリ新期活動期に着目し，山頂部における野外調査と人力による掘削調査を行った．その結果，本研究において，古土壌で境される4枚のテフラ層を確認した．また最初期のテフラ層にMa-b(10世紀)が狭在することから，活動開始時期をおよそ1000年前と見積もった．本研究で確認された4枚のテフラ層を便宜上，下位からPon-1，Pon-2，Pon-3，Pon-4と呼称する．

Pon-1：山頂付近で最大層厚15ｍ，山頂から東南東6㎞の地点では8cm厚である．新鮮なスコリア(60 vol.%)と変質岩片(30 vol.%)，遊離結晶(10 vol.%)からなり，野外では多量のパン皮状火山弾を含む黒色ないし黄褐色の凝灰角礫岩(近傍相)および火山礫凝灰岩(遠方相)として産する．遠方では広域テフラ(Ma-b: 10世紀)をレンズ状ないしパッチ状に含むことから，噴火年代は10世紀頃と推定される．層序に基づきポンマチネシリ降下スコリア(和田ほか，1997)に対比される．

Pon-2：山頂付近で最大層厚3.5ｍ，山頂から東南東6㎞の地点では4cm厚である．スコリア(50 vol.%)と変質岩片(40 vol.%)，遊離結晶(10 vol.%)からなり，スコリアの一部は赤色を呈する．野外では主に赤褐色の凝灰角礫岩ないし火山礫凝灰岩として産し，火口近傍では最低でも6枚のfall-unitからなる．直下の土壌からは710±20 yrBP (δ^{13} C補正済みLibby age以下同)，670±20 yrBPの年代が得られ，噴火年代は13-14世紀と推定される．

Pon-3：山頂付近で最大層厚2ｍ，山頂から東南東6㎞の地点では6cm厚である．ほとんどが白色から黄褐色の変質岩片(90 vol.%)からなり，ごく少量のスコリア (3 vol.%)と灰色軽石(2 vol.%)および遊離結晶(5 vol.%)からなる．野外では主に黄褐色から褐色の火山礫凝灰岩として産し，火口近傍では最低でも3枚のfall-unitからなる．直下の土壌からは380±20 yrBPの年代が得られ，噴火年代は16-17世紀と推定される．年代値に基づき，Po-14(和田ほか，1997)に対比される．

Pon-4：山頂付近で最大層厚0.5ｍ，山頂から東北東2㎞の地点では3cm厚である．大部分が白色から黄褐色の変質岩片(92 vol.%)からなり，ブロック状岩片(2 vol.%)および遊離結晶(6 vol.%)を含む．野外では主に青灰色ないし灰色の火山礫凝灰岩として産し，火口近傍では最低でも7枚のfall-unitからなる．Ko-c2(AD1694)と

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Ta-a(AD1739)の上位に産し，直下の土壌からはmodernの年代が得られた．このことから，AD1739以降の水蒸気噴火の内，比較的規模の大きい活動によるものと推定される．

以上から，過去1000年間における雌阿寒岳の活動により，地層中から検出出来うる規模の噴火はAD10世紀(Pon-1)，AD13-14世紀(Pon-2)，AD16-17世紀(Pon-3)，18世紀以降(Pon-4)に，計4回発生したことが明らかになった．Pon-1，Pon-2，Pon-3には新鮮なスコリアが含まれ，マグマ噴火ないしマグマ水蒸気噴火であったことが示唆される．一方で， Pon-4は構成物の大部分が変質岩片によって占められ，マグマ性物質の含有は確認されないことから，水蒸気噴火による噴出物であると考えられる

本研究は文部科学省「次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト」の資金等の提供を受けた．記して感謝いたします．

キーワード：雌阿寒岳、マグマ水蒸気噴火、水蒸気噴火
Keywords: Meakan volcano, phreatomagmatic eruption, phreatic eruption

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

摩周火山，過去14000年間におけるマグマ供給系の変遷
Transition of magma plumbing system during the past 14 thousand years of Mashu volcano, eastern Hokkaido

*和田 恵治[1]、佐藤 鋭一[2]、佐野 恭平[3]、岡田 侑也[1]
*Keiji Wada[1], Eiichi Sato[2], Kyohei Sano[3], Yuya Okada[1]

1. 北海道教育大学旭川校地学教室、2. 神戸大学大学教育推進機構 、3. 白滝ジオパーク
1. Earth Science Laboratory, Hokkaido University of Education at Asahikawa, 2. Institute for Promotion of Higher Education, Kobe University, 3. Shirataki-Geopark

摩周火山では約7500年前のプリニー式噴火や火砕流噴火など規模の大きな一連の爆発的噴火により径6km×7ｋｍのカルデラが形成された（Katsui et al.,1975；勝井他，1986：岸本他，2009）。カルデラ形成前にも摩周火山では爆発的な噴火が過去4万年間を通して頻繁に繰り返されてきたことが指摘された（隅田，1990；長谷川他，2009）。本研究はカルデラ形成前後からカルデラ形成後の過去14000年間におけるマグマ供給系の変遷を考察する。

摩周火山過去14000年間のマグマ噴出量の積算変化図を見ると，噴出量が多い３つの噴火イベントが約7000年の間隔で起こった（Ma-l：14000年前，Ma-f～j：カルデラ形成7500年前，Ma-b:1000年前）。カルデラ形成後は溶岩の噴出や爆発的な噴火を数百年程度以下の間隔で小刻みに繰り返した。約4000年前にカムイヌプリ中央火口丘が形成されてからは後カルデラ期で最も長い休止期間（約1500年）を経てMa-cの断続的な噴火が起こった。後カルデラ期を通した噴火履歴の特性から考えると，1000年前の最新噴火（Ma-b）から1000年の休止期間を経た現在は，マグマ蓄積の準備が整って新たな噴火イベントが始まる時期にあると言える。

約7500年前のカルデラ形成期においては石質岩片の種類の変化や鉱物組成の変化から複数のマグマ溜まりからの同時噴火の可能性が指摘された（和田他，2017：講演要旨）。全岩化学組成のTiO_2-K_2O図で見ると，カルデラ形成を引き起こしたマグマは，後カルデラ期と約14000年前のMa-l期のマグマとは異なる組成領域にあって，約7500年前の時期だけマグマ供給系が異なっていたことが推定される。

MELTSプログラムと鉱物温度計から推定すると，斑晶鉱物（斜長石-直方輝石-普通輝石-鉄チタン酸化物）が平衡に存在できる摩周火山の珪長質マグマ溜まりは圧力４～５kb，H_2O 4～5%，温度930℃～970℃の条件が最も適合し，これは過去14000年間を通して大きく変化していなかった可能性がある。

キーワード：摩周カルデラ、マグマ供給系、マグマ溜まり
Keywords: Mashu caldera, magma plumbing system, magma chamber

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道東部，摩周火山における7.6kaカルデラ形成噴火の推移
Eruption sequence of 7.6 ka caldera-forming eruption from Mashu-volcano eastern Hokkaido, japan

*柴田 翔平[1]、長谷川 健[1]
*Shibata Shohei[1], Takeshi Hasegawa[1]

1. 茨城大学理学部理学科地球環境科学コース
1. Department of Earth Sciences, College of Science, Ibarbki University

摩周火山は，北海道東部に位置し，山頂部に径7.5 km×5.5 kmのカルデラを有する．このカルデラは約7,600年前の大規模噴火(噴出量約20 km^3)によって形成された(岸本ほか，2009，山元ほか，2010)．従来の研究によるカルデラ形成噴出物の層序は，降下火砕堆積物(Ma-j～Ma-g)とそれを覆う火砕流堆積物(Ma-f)からなる（Katsui et al.1975）．摩周カルデラ形成噴火の推移は，岸本ほか(2009)によって，マグマ水蒸気噴火(Ma-j)からはじまり，プリニー式噴火に移行，3層の降下軽石(Ma-i～Ma-g)を堆積させた後，噴煙柱崩壊による火砕流(Ma-f)が流下，摩周カルデラが形成されたと考えられている．一方，長谷川ほか(2017)は，Ma-fを層相の違いから7層(上位からMa-f1～Ma-f7)に細分し，摩周カルデラ形成噴火は従来の噴火推移よりも複雑であった可能性を指摘した．そこで，著者らは地質調査，カルデラ形成噴出物の粒度分析および構成物分析を行い摩周カルデラ形成噴火の推移を再検討した．粒度分析は-5Φ～4Φまでの範囲を1Φ間隔で行い，構成物分析は2～32 mmの粒子を肉眼観察で分類し，重量%を求めた．

Ma-f6，Ma-f7は層相の類似する火砕物密度流堆積物(以下，堆積物を省略)で灰色軽石，縞状軽石に富み(それぞれ40~60wt%，5~21wt%)，中央粒径(以下，MdΦ）は-1.00Φ～0.89Φ である．Ma-f5(降下火砕物）およびMa-f4(火砕物密度流)は火山豆石を多く含み(それぞれ89wt%，82wt%)，軽石，石質岩片には例外なくシルト質火山灰が付着し，マグマ水蒸気噴火堆積物の特徴を有する．Ma-f4のMdΦは，-0.55Φ～3.22Φ であり，下位のMa-f6，Ma-f7よりも細粒な火砕物密度流である．Ma-f3は石質岩片を大量に含む(90wt%以上)礫支持の火砕物密度流で，デイサイト質岩片のほか，深成岩片，変質岩片も含み，しばしば下位層を著しく削り込む．MdΦは，-3.47Φ～-1.37Φ で，極細粒砂～シルト粒子を欠く．Ma-f2はしばしば斜交葉理をともなう火砕物密度流で，細礫サイズの石質岩片を多く含み(70wt%)，軽石も含まれる(30wt%)．MdΦは，-1.84Φ～1.16Φである．Ma-f1は褐色の火山灰層で，軽石および石質岩片を含み(それぞれ52wt%，48wt%)，Ma-f2との層境界は不明瞭で漸移的に色調・粒径が変化する．MdΦは，-1.22Φ～1.80Φである．Ma-f3の上位には例外なくMa-f2，Ma-f1が堆積し，これらは分布域の広さからMa-fの体積の大部分を占めることが分かる．Ma-f下位の降下火砕物の構成物に目を向けると，Ma-i～Ma-gにかけて優勢な本質物質が白色軽石から，縞状軽石，灰色軽石へと変化する．

Ma-f1～Ma-f7は，粒度組成および構成物組成からMa-f7～6，Ma-f5～4，Ma-f3～1にグループ分けすることができ，それぞれの境界で噴火様式が変化したと考えられる．Ma-f7～6は灰色軽石と縞状軽石が優勢で，これは下位のMa-i～Ma-gにかけて見られる本質物質の量比変化と連続的であることや石質岩片の種類も一致することから，Ma-i～Ma-f6までは一連の噴出物であると考えられる．噴出率の低下により噴煙柱が崩壊し，Ma-f7，6が流下したと考えられるが，その後，火道への外来水の相対的な流入量が増加し，噴火様式がマグマ水蒸気噴火に変化してMa-f5～4を発生したと考えられる．つづくMa-f3～1では石質岩片量が急増することと， Ma-fの大部分を占めることからカルデラ陥没開始が示唆される。Ma-f3の上位にはMa-f2，Ma-f1が例外なく堆積しており，これらに含まれる構成物は石質岩片の量比が変化するものの，その種類は変化せず，上位にかけてMdΦが細粒になることから，Ma-f3～Ma-f1は高速の火砕物密度流の流動単位，Layer 1~Layer 3(Wilson,1985)に対応すると考えられる．

従来の噴火推移と合わせると，摩周カルデラ形成噴火はマグマ水蒸気噴火(Ma-j)にはじまり，プリニー式噴火に移行，降下軽石(Ma-i～Ma-g)を堆積させ，噴煙柱崩壊による火砕物密度流(Ma-f7～Ma-f6)を流下させた．その後，マグマ水蒸気噴火に移行(Ma-f5~Ma-f4)，カルデラ陥没にともなう岩塊の放出と火砕物密度流が

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

流下し(Ma-f3～Ma-f1)，摩周カルデラが形成されたと考えられる．

キーワード：テフラ、カルデラ、マグマ水蒸気噴火、噴火推移
Keywords: tephra, caldera, Phreatomagmatic-eruption, eruption-sepuence

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道東部, 摩周火山の1000年前のMa-b噴火の火山地質学的研究：特に噴火様式の変化について.
Geological study of the 1000 yBP Ma-b eruption, Mashu volcano, eastern Hokkaido: Especially for the change of eruption style.

*上野 健太[1]、中川 光弘[1]
*Kenta Ueno[1], Mitsuhiro Nakagawa[1]

1. 北海道大学大学院理学院自然史科学専攻地球惑星科学システム科学講座
1. Depatment of Natural History of Sciences, Graduate School of Science, Hokkido University

摩周火山は，北海道東部・屈斜路カルデラ火山の約3.5万年前の屈斜路火砕流I(Kpl)の噴火後, 屈斜路カルデラ南東部で活動を開始したと考えられている(*1). 1.7万年前頃以降の活動は, 成層火山形成期, カルデラ形成期, 中央火口丘形成期の３つに大別されている(*2). その中で約1000年前に発生したMa-b噴火は, VEIが５クラスの中央火口丘形成期最大の噴火である．Ma-bテフラは先行研究(*3, *4)によってMa-b1～Ma-b6の６つのサブユニットに分類されているが, その噴火様式・推移および噴出マグマの時間変化の詳細は明らかではない. 本研究ではMa-b噴火の噴火推移を再検討し, 地質調査, 各サブユニットの粒度組成及び構成物量比の測定, 全岩化学組成分析を実施したので報告する.

今回, 我々は層相と構成物の種類および量比に着目してMa-bテフラのサブユニット区分を再検討した. その結果, (*4)と同様に上位からb1～b6の6つのサブユニットに区分した. 以下に下位から記述する. b6は薄い灰褐色火山灰層であり, 砂サイズの軽石, 鉱物片および岩片から構成される. 本研究では摩周火山の北方向の1地点のみで確認された. b5は黄白色の軽石を主体とするクラスト支持の降下軽石層である. 本ユニットの分布域はMa-b噴火で最大であり, 北方向へ広く分布する. b4は，淘汰の比較的良いシルトサイズの火山灰層と, シルトサイズ火山灰からなる基質に軽石が散在する淘汰のやや悪い火山礫凝灰岩層の互層である. 各層では火山豆石も普通に認められる．b4の下部は各単層の水平方向の連続性は悪く斜交葉理状の構造が見られ, 上部では単層中の軽石の比率が高くなる. これからb4ユニットは火砕サージ堆積物および降下火山灰から構成されると判断した．b3は黄白色の軽石からなる淘汰の良い降下軽石層であり, 摩周火山の西南西方向に分布する. b2は淘汰の比較的良いシルトサイズの火山灰層であり, 火山豆石を多く含む. b1は，褐色のシルトサイズ火山灰でコーティングされた軽石からならなる淘汰の悪い降下軽石層であり, 摩周火山の西南西方向に分布する. Ma-bテフラの本質物は，発泡度の良い軽石の他に, 塊状～フレーク状の青灰色～黒色岩片からなる．岩片の基質は新鮮なガラス質であり, 微小な気泡が多く認められる. Ma-b噴出物中には，これらの本質物の他に少量の変質岩片も認められる. 本質物としてb6, b5及びb3では軽石が90%以上を占めるが, b4及びb2は岩片が70%以上を占める.一方でb1は軽石が約70%を占めるが, 岩片も約20%含まれる. これらの本質物は両輝石デイサイト(全岩SiO_2=67.3~69.7%, K_2O=0.6~0.7%)であり, b5からb1にかけてSiO_2量が1%ほど減少する.

上記のMa-bテフラの各ユニットの層相変化から噴火推移は以下のとおりと推定される. 最初期のb6は分布がごく限定的であることから, 噴火の詳細は不明であるが, 小規模な爆発的噴火で噴火が開始されたと考えられる. その後のb5は大規模な降下軽石層であることから, 噴火はすぐにプリニー式噴火に発展した. この噴火がMa-b噴火の最盛期であったと考えられる.そしてb4では火砕サージの発生および火山豆石の存在から, マグマと外来水の相互作用によりマグマ水蒸気噴火に推移したと考えられる. そのことは, b4中の本質物で多数を占める岩片がフレーク状を呈すること（*5）やガラス質で気泡の成長が進んでいない基質の特徴からも,マグマと外来水の接触が示唆されることと調和的である. その後のb3は降下軽石層であることからマグマと外来水の相互作用は低下して噴煙柱が立ち上がったようであるが, その後のb2では再びマグマ水蒸気噴火へと変化した. そしてb1は火山灰でコーティングされた降下軽石堆積物であることから, フレアトプリニアン式の噴火でMa-bの噴火は終了したと考えられる. このように，Ma-b噴火ではマグマ水蒸気噴火が頻発しており, 火口が存在したカムイ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ヌプリ山体の地下に豊富な帯水層が存在していたと考えられる. Ma-bの噴火推移は上昇するマグマと外来水の反応の有無で支配されており, それはマグマの上昇速度あるいは噴出率の大小と関係しているようである.

引用文献
*1:長谷川他 (2009)地質学雑, 115, 369-390
*2: Katsui *et al*.(1975)*J. Fac. Sci. Hokkaido Univ.*, 16, 533-552.
*3: 勝井(1962) 5 万分の 1 地質図幅「屈斜路湖」.
*4: 岸本他（2009）火山，54, 15-36.
*5: Wohletz (1983) *J. Geotherm. Res.*, 17, 31-63.

キーワード：摩周火山、テフラ層序学、マグマ水蒸気噴火、活火山
Keywords: Mashu volcano, tephrostratigraphy, phreatomagmatic eruption, active volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道南西部，濁川火山のカルデラ形成期噴出物の岩石学的特徴
Petrology of the caldera-forming eruption of Nigorikawa Caldera, Southwest Hokkaido, Japan

*金田 泰明[1]、長谷川 健[1]
*Yasuaki Kaenda[1], Takeshi Hasegawa[1]

1. 茨城大学大学院
1. University of Ibaraki

濁川火山は北海道南西部に位置し，直径約3 kmのカルデラ (濁川カルデラ) を有する火山である．濁川カルデラは，約1万2千年前に発生した一連の大規模噴火により形成され，その噴出物は，柳井ほか (1992)により4つに細分された (下位よりNg-c, Ng-b, Ng-a fall, Ng-a flow)．これらのユニットに含まれる火山ガラスの屈折率は，上位に向かって大きくなること (柳井ほか, 1992)が報告されている (n = 1.489から1.504)．一般に火山ガラスの屈折率とSiO_2量には負の相関が認められるため，上位のユニットに向かい，噴出物が珪長質から苦鉄質へと変化したことが推測されるが，濁川カルデラ噴出物 (Ng) の全岩および火山ガラスの化学組成を系統的に分析した報告例は無く，本噴火に伴うマグマ系変遷の詳細は分かっていない．そこで本発表では，濁川カルデラ周辺で行った地質調査の結果と本質物質の岩石学的特徴から見たマグマ供給系について議論する．

濁川カルデラ周辺において，噴出物の記載，試料採取を行った．Ngはいずれのユニットにおいても，角閃石に富む特徴を示す．Ng-cは青灰色から黄土色の細粒火山灰が主体の火砕サージ堆積物 (以下，堆積物を省略)であり，1 cm程度の軽石をわずかに含む．Ng-bは，下部の降下火砕物 (Ng-b fall)と上部の火砕サージ (Ng-b surge)からなることが新たに確認できた．Ng-a fall は上方粗粒化を示す降下火砕物で，それを覆うNg-a flowは，塊状無層理の火砕流である．Ng-a flowは，従来研究でカルデラの周縁約5 kmに分布が限られていたが，野外調査の結果，より遠方に堆積することを確認した (火口より東北東13 km離れた露頭で層厚約1,1 m，北東に15 km離れた露頭で層厚2.1 m)．Ng-a flowの上位には，斜交層理の発達した火砕サージも認められた．本研究では，これをNg-a surgeと呼ぶ．さらに本研究では，カルデラより北東約4.5 kmの露頭において，Ng-a surgeの上位に土壌を挟んで火砕流を発見した．本層は後述する火山ガラスや，角閃石に富む特徴から，濁川カルデラ由来と考えられ，本発表では新たにNg-xと呼ぶ．Ng-x直下の土壌層の放射性炭素年代は現在測定中であるが，いずれにせよNg-xと下位のNg-a surgeとの間に土壌が挟在することから，濁川カルデラの形成噴火は少なくとも2回に及んだ可能性が指摘できる．

濁川カルデラ噴出物に含まれる本質物質は，肉眼的特徴から白色軽石，灰色軽石，縞状軽石の3種類に分けられる．これらはいずれのユニットにも認められるが，全体を通して白色軽石が量的に大半を占める．なお，Ng-cは細粒なため，本質物質の岩石学データが十分に得られていない．白色軽石は，斑晶組み合わせが斜長石 + 普通角閃石 ±単斜輝石 ±直方輝石 ±不透明鉱物 ±石英で，石基組織はハイアロピリティックである．灰色軽石の斑晶組み合わせは白色軽石とほぼ同様であるが，石英を含まない点が異なり，石基組織はハイアロオフティックである．全岩主化学組成のハーカー図においては，白色軽石はSiO_2量61.2~63.7 wt.%, 灰色軽石はSiO_2量54.6~57.4 wt.%で，縞状軽石のそれは両者の中間に位置する．柳井ほか (1992)から示唆されるような化学組成の系統的な垂直変化は，現時点では確認できない．これらの組成変化トレンドはほぼ同一の直線上に点示されるが，Ng-b中の灰色軽石は，最も苦鉄質 (SiO_2 = 54.6~55.5 wt.%)で，特にNa_2O-SiO_2図, Ba-SiO_2図, Zr-SiO_2図において全体の直線トレンドとは異なる傾向を示す (苦鉄質側で，比較的高いNa_2O, Ba, Zr値を示す)．一方の火山ガラスの主化学組成は，白色軽石と，縞状軽石の白色部がSiO_2量71.2~78.2 wt.%で，その多くは76~78 wt.%に集中する．灰色軽石，および縞状軽石の灰色部は，SiO2量59.7~71.9 wt.%であり，これら火山ガラスの主化学組成は全岩化学組成と概ね同様の変化傾向を示す．すべてのユニット内に，灰色軽石や縞状軽石が存在することから，本カルデラ形成噴火では，複数のマグマの混合・混交が主なプロセスと考えられる．全岩・火山ガラス化学組成のハーカー図において，珪長質側は収束するが，苦鉄質側でNg-bとそれより上位のユニットで異なる2つの変化傾向が認められることから，白色軽石を形成した1つの珪長質端成分マグマ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

と，灰色軽石を形成した2種類の苦鉄質端成分マグマが想定できる．量的に大半を占める珪長質マグマは，活動の開始から終息まで存在していたが，それに貫入したと思われる苦鉄質マグマは，Ng-b以前とNg-a以降で入れ替わった可能性が指摘できる．

キーワード：濁川カルデラ、岩石学
Keywords: Nigorikawa caldera , Petrology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

姶良カルデラ形成における前駆プリニー式噴火の軽石の組織分析
Textual analyses for pumice from precursory Plinian eruption of Aira caldera forming eruption

*緒方 美季[1]、寅丸 敦志[2]
*Miki Ogata[1], Atsushi Toramaru[2]

1. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Kyushu University

Aira caldera is located in northern part of Kagoshima bay, southern Kyushu. The caldera forming eruption (29,000 BP) produced Osumi pumice fall (+Tarumizu pyroclastic flow), Tsumaya pyroclastic flow, Kamewarizaka breccia, and Ito pyroclastic flow (+ AT ash). In this study, we focus on bubbles in the ejecta because the vesiculation of magma is a driving force of magma ascent and it is expected that vesicular textures reflect the condition in the magma chamber and in the conduit. The aim of this study is to quantitatively describe the vesicle textures in Osumi pumice fall from Aira caldera forming eruption.
We sampled Osumi pumice fall in Tarumizu, Kagoshima, where the deposits are inclined to the ground, showing a typical mantle bedding structure. Samples were basically taken horizontally by intervals of 50 cm from the lower boundary to the welded part of Ata pyroclastic flow in the total horizontal length of the deposits of 850 cm (totally 18 layers), separately for characteristic two fine grain-rich thin layers (fine 1 and fine 2). Near the upper boundary to the Tarumizu pyroclastic flow, samples were taken vertically by intervals of 30 cm (3 layers).
We selected 8 layers by the equal interval (0 cm, 150 cm, fine1, 300 cm, 450 cm, 600 cm, fine2, 750 cm, +30 cm and +90 cm) and two fine-rich layers for the analysis of grain size distribution by using sieves(-5≦Φ≦1). For bulk density measurements, we selected ten pumices with size range 8~16 mm for each layer (4 pumices for fine 1). The bulk density measurements were conducted by using 3D laser scanner DAVID (3D model construction software) and Hira 3D viewer (calculation software of bulk volume). For the textual analysis, we made 8 chips (each chip includes 2 pumices (maximum and minimum bulk densities)) for 8 layers. We observed vesicle textures by SEM (HITACHI TM3030Plus:15keV). After image processing, we conducted vesicle textual analyses and phenocrysts area measurements by imageJ software.
The bulk density of 10 layers ranges from 0.46 to 1.18 g/cm^3 (maximum difference of 0.6 g/cm^3 at 300 cm layer, minimum difference of 0.2 g/cm^3 at fine 2 layer). We define a bubble with an area of 0.01 mm^2 or more as a pheno-bubble and a bubble with an area less than 0.01 mm^2 as a matrix-bubble.
Matrix-bubbles had three characteristic textures: 1. Single spherical bubbles, 2. Elongated bubbles, 3. Connected bubbles. The vesicularity of 8 layers ranges from 64.8 to 92.7 %. There is a correlation between pheno-bubble abundance and bulk density but no correlation between amount of phenocrysts and bulk density.
The presence of elongated bubbles indicates that bubbles experience a sort of deformation. Connected bubbles in small scale suggest that pheno-bubbles increase their sizes by the coalescence process of bubbles. The correlation between pheno-bubble abundance and bulk density suggests that bulk density is determined by pheno-bubbles. The differences in bulk density in one layer can be thought to result from the differences in pheno-bubble abundance. If pheno-bubbles are the relic of bubbles in the magma chamber before eruption, it is expected that pheno-bubbles heterogeneously distribute by spatial scales of several millimeters in the magma chamber, which triggered the eruption.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：カルデラ、発泡度、フェノバブル
Keywords: caldera, vesicularity, pheno-bubble

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

珪長質マグマ溜まりの長期熱収支モデルから推定する長期苦鉄質マグマ供給率

Long-term input rate of mafic magma inferred from a long-term heat balance model of silicic magma reservoir

*上澤 真平[1]
*Shimpei Uesawa[1]

1. 電力中央研究所　地球工学研究所　地圏科学領域
1. Central Research Institute of Electric Power Industry

珪長質マグマ溜まりは，上部地殻に生成されたメルトに乏しい結晶質マッシュが，下部地殻に停滞して溜まった苦鉄質マグマ溜まりからのマグマの貫入により部分溶融することで、噴火可能マグマ溜まりとして生成するというモデルが一般化しつつある(例えば，Sparks et al., 2019)．このモデルに従えば，珪長質な噴出可能マグマの噴出は，苦鉄質マグマの供給に支配されている可能性が高く，苦鉄質マグマの供給率を知ることは長期的な噴火可能性評価にとっても重要である．Koyaguchi and Kaneko (2000)はすでにその描像を提案しており，珪長質マグマダまりの発達過程を，苦鉄質マグマの貫入による珪長質マグマ溜まり温度の急激な上昇，溶融，擾乱，急速な冷却のステージ（Convection and Melting (C&M) mode)とその後の熱拡散による冷却ステージ（Conductive Cooling (CC) mode)に区別して論じた．本研究では，この2つのステージのうち，CCステージの長期的熱収支モデルを改良して用い，最近数千~数万年間の噴出率が分かっている火山直下のマグマ溜まりサイズを知ることで、長期の苦鉄質マグマ供給率を推定できる可能性を指摘する．

モデルの基本式は下記である．

$\varDelta Q = I\rho\{cT_b + L(1-\phi_{crit})\} - E\rho cT_{eft,}$　(1)

$Q_{loss} = 2\pi\{a + b(tanh^{-1}e/e)\}k(T_{eft} - T_{wrt})$．(2)

ここで、$\varDelta Q$は噴出マグマ(E：長期噴出率; km^3/kyr)と供給マグマ(I：長期供給率; km^3/kyr)の仕事率の差，Q_{loss}はマグマ溜まりを扁球回転楕円体とした時の表面からの放熱の仕事率である．aは回転楕円体の長径、bは短径、eは離心率である．また，ρ *は岩石の密度，*c*は岩石の比熱，*L*は溶融潜熱，*k*は熱伝導率，*ϕ_{crit}は噴火可能マグマのメルト分率，T_bは苦鉄質マグマの温度，T_{eft}*は噴火可能マグマの実効温度，*T_{wrt}はマグマ溜まり周辺の地殻温度である．さらに，$\varDelta Q$がQ_{loss}で消費しきれなかった場合を仮定するとその残差Q_{ex}は，$Q_{ex} = \varDelta Q - Q_{loss}$ (3)であり，残差の体積増加率(R_{ex}; km^3/kyr)は$R_{ex} = Q_{ex}/\rho cT_{eft}$ (4)である．

次にこのモデルを用いて，具体的事例を仮定し，苦鉄質マグマの供給率を算出してみたい．例えばある火山において、地質学的に得られた長期噴出率が0.1 (km^3/kyr)であったとし，T_{wrt} = 100℃，マグマ溜まりの偏平率を0.7（1-b/a），その他のパラメータはKoyaguchi and Kaneko (2000)に基づくと，仮にa = 3600mが観測された場合に，そのマグマ溜まりサイズを維持するため（Q_{ex} = 0）のマグマ供給率は0.5 (km^3/kyr)と算出される．ただし，このモデルはT_{wrt}の依存性が大きく，例えば同じ噴出・供給収支を仮定したときに，T_{wrt} = 500℃であるならば，a = ~20 kmでバランスする．この様に，周辺地殻温度に対する依存性はあるものの，長期噴出率既知の火山直下の現在のマグマ溜まりのサイズを知ることで、最近数千年間におけるの苦鉄質マグマの長期的供給率を推定できる可能性が示された．

キーワード：熱収支モデル、長期噴出率、長期マグマ供給率、マグマ溜まりサイズ
Keywords: heat balance model, long-term eruption rate , long-term magma input rate, size of magma reservoir

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

顕微ラマン分光・顕微赤外分光法に基づく高粘性マグマの開放系脱ガス・酸化組織形成過程

Outgassing and Oxidation processes of viscous magmas inferred from micro-Raman and IR spectroscopy

*佐野 恭平[1]、佐藤 鋭一[2]、和田 恵治[3]、壷井 基裕[4]、中岡 礼奈[5]
*Kyohei Sano[1], Eiichi Sato[2], Keiji Wada[3], Motohiro Tsuboi[4], Reina NAKAOKA[5]

1. 白滝ジオパーク、2. 神戸大学大学教育推進機構、3. 北海道教育大学旭川校、4. 関西学院大学理工学部、5. 神戸大学海洋底探査センター
1. Shirataki-Geopark, 2. Kobe University Institute for Promotion of Higher Education, 3. Hokkaido University of Education at Asahikawa, 4. School of Science and Technology, Kwansei Gakuin University, 5. Kobe Ocean-Bottom Exploration Center, Kobe University

Silicic volcanism ranges from explosive to effusive. Understanding what controls in such activity is an important issue to explain the explosive-effusive transition. The recent observation on Cordon Caulle (Chile, 2011-12) reported the explosive-effusive hybrid activity (Schipper et al., 2013), and we can consider that this eruption style reflects heterogeneous processes such as vesiculation and outgassing in volcanic conduit. Obsidian can be observed as pyroclastic and effusive-lava products of such a silicic and viscous magma eruption, and we can consider that obsidian contains the heterogeneities in rock textures such as crystallinity, water concentration oxidation state, and structure of glass networks. Thus, we performed the micro-Raman and IR spectroscopy on obsidian in order to discuss the heterogeneous processes recorded in rock texture.
At the Akaishiyama obsidian lava on Shirataki, northern Hokkaido, Japan, we can observe the red-colored oxidized obsidian mingled with black-colored obsidian. The mingled obsidian shows various contrasts and distributions on the hand specimen, and we can consider that such various oxidation texture reflects the different mechanisms of outgassing and oxidation during the eruption. In this study, we used the microRaman and IR spectroscopy to characterize the oxidation state in the obsidian. We obtained the 2 types of Raman spectra of oxide microlites in red and black obsidians, respectively. Compared with referential spectra, we identified the captured spectrum as magnetite and hematite. Furthermore, the height of 470 cm^{-1} on the glassy part shows the degrees of oxidation. The IR spectroscopy shows the different water concentration between red-colored and black-colored obsidian glasses. The red-colored oxidized glass shows lower water concentration than black-colored obsidian glasses. Based on the analytical results of microRaman and IR spectroscopy and, we discuss the formation process of heterogeneous oxidation textures during the eruption.

キーワード：酸化組織、ラマン分光、赤外分光、黒曜石
Keywords: Oxidation texture, Raman spectroscopy, IR spectroscopy, obsidian

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

御嶽山2014年噴火による投出岩塊の分布
Distribution of ballistic blocks during the 2014 eruption of Ontake Volcano, central Japan

*及川 輝樹[1]、吉本 充宏[2]、竹下 欣宏[3]、前野 深[4]、小森 次郎[5]、中田 節也[9]、嶋野 岳人[10]、佐々木 寿[6]、岸本 博志[6]、千葉 達朗[6]、石峯 康浩[7]、常松 佳恵[8]、石塚 吉浩[1]
*Teruki Oikawa[1], Mitsuhiro Yoshimoto[2], Yoshihiro Takeshita[3], Fukashi Maeno[4], Jiro Komori[5], Setsuya Nakada[9], Taketo Shimano[10], Hisashi Sasaki[6], Kishimoto Hiroshi[6], Tatsuro Chiba[6], Yasuhiro Ishimine[7], Kae Tsunematsu[8], Yoshihiro Ishizuka[1]

1. 国立研究開発法人産業技術総合研究所、2. 山梨県富士山科学研究所、3. 信州大学教育学部、4. 東京大学地震研究所、5. 帝京平成大学、6. アジア航測株式会社、7. 鹿児島大地震火山地域防災センター、8. 山形大学理学部、9. 研究開発法人　防災科学技術研究所、10. 常葉大学大学院環境防災研究科
1. GSJ, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology , 2. Mt. Fuji Reserch Institute, Yamanashi Prifectural Goverment, 3. Faculty of Education, Shinshu University, 4. Earthquake Reserch Institute, University of Tokyo, 5. Teikyo Heisei University, 6. Asia Air Survey Co., Ltd., 7. Reserch and Education Center for Natural Hazards, Kagoshima University, 8. Yamagata University, 9. National Reserch Insitute for Earth Science and Disaster Resilience, 10. Graduate School of Environment and Disaearch, Tokoha University

個々の噴火で発生する投出岩塊の分布や密度についての記載例はそれほど多くなく，十分明らかになっているとは言えない状況である．粗粒な投出岩塊は，多くの場合，火砕丘をつくる主要な構成物である．その分布や落下密度の記載は，防災上のみならず火砕丘の成長過程を明らかにするうえでも重要である．御嶽山2014年噴火では，この粗粒な投出岩塊で大きな被害が生じた．新聞報道等によると，56名の方の死因が飛来した岩塊による損傷死であると特定されている．我々は，その御嶽山2014年噴火の噴火直後から山頂付近に調査に入り，投出岩塊の分布や密度などを明らかにした．

御嶽山2014年噴火では，北西-南東方向に伸びた長さ0.8㎞の範囲内に剣ヶ峰西側山腹斜面，地獄谷内の火口群，奥の院下の火口群の3つの地域に分かれる火口列が形成された．映像や証言などから，噴火開始直後からこれら火口より投出岩塊が飛来し始めたことが明らかになっている．この2014年噴火の噴出物は，火口付近では，火山岩塊サイズの岩片と粘土質火山灰からなる塊状の堆積物として認められる．火山岩塊サイズ以上の投出岩塊が高密度（1個/m^2以上）に分布する地域は，地獄谷内の火口群を中心とした半径900m以内であり，その形状は地獄谷の谷地形に規制され，その伸長方向（北北東-南南西方向）に伸びる形状をしている．それより外側の投出岩塊の分布密度は急速に少なくなる．新聞報道に基づくと，死亡者もこの投出岩塊の密度が高い地域内で発生している．今回，明らかになった投出岩塊の分布密度の変化傾向から，投出岩塊は火口列の一部分である地獄谷内の火口から主にもたらされたことがわかった．なお，確認された火山岩塊サイズ以上の投出岩塊の最大到達距離も地獄谷の火口群から，約1.3㎞北北西であるが，その地点で確認される投出岩塊はまれである．確認された最大の投出岩塊は96 ×70 ×64 cmであり，長径が1mを超えたものは無かった．火口からおよそ1㎞以内に高密度に投出岩塊が降る傾向は，他の水蒸気噴火の事例と整合的である．つまり経験的には水蒸気噴火でもたらされる投出岩塊による甚大な被害を防ぐには，少なくとも火口から1㎞以上は離れる必要がある．

キーワード：御嶽山、噴火、噴石、分布密度、被害、減災
Keywords: Mt. Ontake, eruption, ejected material, distribution density, damaege, hazard mitigation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2014年噴火以降の御嶽山における火山性地殻変動
After 2014 eruption, The volcanic crustal deformation around Mt. Ontake

*小池 遥之[1]、Ito Takeo[2]、松廣 健二郎[2]、堀川 信一郎[2]、奥田 隆[2]、國友 孝洋[2]、田ノ上 和志[2]、岩瀬 裕斗[1]、熊谷 光起[1]
*Haruno Koike[1], Takeo Ito[2], Kenjiro Matsuhiro[2], Shinichiro Horikawa[2], Takashi OKUDA[2], Takahiro Kunitomo[2], kazushi tanoue[2], Yuto Iwase[1], Koki Kumagai[1]

1. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University、2. Earthquake and Volcano Research Center, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University
1. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 2. Earthquake and Volcano Research Center, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

2014年9月27日に発生した水蒸気噴火によって60人以上の犠牲者を出し、戦後最大の火山災害となった。一般的に、水蒸気噴火はマグマの変動を伴った噴火と比較して噴火に先行する地殻活動のシグナルが小さく、噴火予測が難しい。よって、水蒸気噴火に伴って生じた地殻変動を詳細に解析し、山体内の地殻変動の原因となった現象を突き止めることは今後の火山防災にとって非常に重要である。

2007年の御嶽山の小規模噴火に伴う比較的広域的な地殻変動が、GPSによって観測された。特に、剣ヶ峰を南東・北西方向に挟む気象庁のGNSS観測点の落合唐谷・御嶽田野原基線は2007年の小規模噴火時に2cm程度の伸長が観測され、2014年以降は年間1cm程度の短縮が継続して観測されている。この基線長の短縮は現在も継続しており、2007年の噴火以前の水準まで達している。この地殻変動の特徴として、2014年の御嶽山の水蒸気噴火に伴う地殻変動は2007年の地殻変動と比較すると比較的狭い範囲でのみ観測されたことが指摘されている。そこで、Takagi and Onizawa （2016）は2007年の噴火に伴う地殻変動の観測結果から、ダイク圧力源モデルを提唱し、2014年の御嶽山の水蒸気噴火では新たに浅部の圧力源があったことを提唱した。しかしながら、Takagi and Onizawa（2016）は山頂から約４km離れた山麓部のGNSS観測点を使用して解析しており、浅部の圧力源の推定には地形の影響を考慮し、評価する必要があると考えられる。

一方、2014年の噴火以降、名古屋大学は山麓付近に5箇所の連続GNSS観測点を新設し、2016年から山頂付近で11箇所のキャンペーンGNSS観測を実施している。これらの観測結果から、2014年火口を挟む北西ー南東の約１kmのGNSS観測基線では2017年と2018年の間に約10cmの短縮が得られ、その範囲は局所的であることが明らかになった。このことは、浅部の圧力源の存在を示唆しており、山頂付近での観測が重要であることが伺える。また、浅部の圧力源は、地形の影響を強く受けると考えられる。よって、本研究では、三次元有限要素法を用いて山体地形の影響を評価した上で、圧力源の推定にどのような影響があるかについて発表を行う。

キーワード：Mt.ontake
Keywords: Mt.ontake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南西北海道，第四紀狩場火山群の地質学・岩石学的研究：山体形成史とマグマ変遷の解明

Geological and petrological study of Kariba volcanic group: Elucidation of the volcanic history and changes of magma

*田次 将太[1]、中川 光弘[2]
*Shota Taji[1], Mitsuhiro Nakagawa[2]

1. 北海道大学大学院　理学院、2. 北海道大学大学院　理学研究院
1. Graduate School of Science, Hokkaido University, 2. Faculty of Science, Hokkaido University

狩場火山群は南西北海道，渡島半島北西部の日本海側に位置する火山群で，更新世の複数の火山から構成される．個々の山体の噴出中心は東西10㎞，南北7㎞に分布し，現在の最高点は標高1520mの狩場山である．狩場火山群については，山岸・黒沢(1987)によって本火山群を含む地域の地質図幅が作成されたほか，Kaneoka et al.(1987)によって2試料のK-Ar年代測定が行われている．それによると，狩場火山群は穴床前溶岩および狩場山溶岩の大きく２つに分類され，それぞれ0.7Maと0.25Maの年代値が報告されている．また，Nakagawa (1992)や小杉ら(2013)によって本火山群噴出物の全岩化学組成が測定されており，背弧火山的特徴を示すと述べられている．しかしこれらの先行研究では，火山群全体の形成史について報告されていないほか，その岩石学的特徴を掴むためには分析試料が非常に少ないという問題点があった．そこで本研究では，狩場火山群の形成史とマグマの変遷を明らかにすることを目的とした．まず航空写真による地形判読から，本火山群噴出物のユニット分類や地形の保存状態，被覆関係の観察を行った．続いて地形判読結果を基に地質調査を行い，各ユニットの産状や被覆関係を確認した．また，同時に試料採取を行い，鏡下観察および全岩の主要・微量化学組成分析およびSr-Nd同位体比分析を行った．さらに現在，5試料のK-Ar年代測定を実施中である．

その結果，本研究では狩場火山群噴出物を推定火口位置および被覆関係から12のユニットに分類し，さらに既存の年代値，被覆関係および侵食の程度から推定した活動時期，そして岩石学的特徴からこれらを3つのステージに分類した．ステージ１では火山体北西部の火口から西方に溶岩が流出しており，それらの産状から水中火山活動もしくは溶岩の先端が水中に流下したと考えられる．その後ステージ2では陸上での活動に移行し，噴出中心も火山群全域に散らばって溶岩を流出しているが，ステージ3では火山群中央部のみから溶岩を噴出した．これらの活動によって，平坦な山容で特徴づけられる楯状火山が形成された．

狩場火山群噴出物は，高カリウム系列，カルクアルカリ岩系列に分類される玄武岩～安山岩からなり，全ステージに共通して苦鉄質包有物が認められる．Nb, Taの負異常や枯渇したSr-Nd同位体組成を示すなど，東北日本弧の背弧火山(特に渡島小島; 小杉ら, 2013)と似た特徴を示す．母岩の岩石学的特徴はステージごとに異なっており，ステージ1は石英黒雲母かんらん石玄武岩質安山岩であり，母岩のSiO_2組成幅は小さい．またステージ1は，ステージ2・ステージ3と比べてSr同位体比が高くNd同位体比が低いことで特徴づけられる．ステージ2は斜方輝石含有かんらん石石英角閃石単斜輝石黒雲母安山岩，ステージ3は斜方輝石含有石英単斜輝石角閃石かんらん石黒雲母安山岩であり，ステージ2・ステージ3は多くのハーカー図でそれぞれ異なる直線トレンドを形成しており，ステージ3の方がMgOが高い．一方で苦鉄質包有物は，母岩と比較して多様な組成を持つが，ステージごとの大きな違いは認められなかった。試料を採取できた全ユニットにおいて，苦鉄質包有物や，石英とかんらん石といった非平衡な鉱物組み合わせ，斜長石の汚濁帯や波動累帯構造など，マグマ混合を示す証拠が多く認められることから，各ステージの噴出物は主にマグマ混合によって形成されていたと考えられる．また，各ステージの母岩がそれぞれ異なる組成トレンドを示すことは，ステージ毎に苦鉄質端成分マグマと珪長質端成分マグマが異なっていたことを示唆している．すなわち，ステージ1では玄武岩質安山岩と玄武岩，ステージ2，3は玄武岩と安山岩の混合であり、ステージ3はステージ2と比較してMgOが高いマグマであったと考えられる．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

引用文献

Kaneoka, I., Yamagishi, H., Yahata, M. (1987). K-Ar Ages of the Neogene Submarine Volcanic Rocks and Overlying Quaternary subaerial Lavas from the Mt. Karibayama Area, Southwest Hokkaido, Bull. Volcanol. Soc. Japan, Ser. 2, 32, 329-333

小杉安由美，中川光弘，清野寛子(2013)．西南北海道，更新世渡島小島火山の地質と岩石学的特徴, 地質学雑誌, 119, 743-758

Nakagawa M. (1992). Spatial Variation in Chemical Composition of Pliocene and Quaternary Volcanic Rocks in Southwestern and Quaternary Volcanic Rocks in Southwestern Hokkaido, Northeastern Japan Arc, Jour.Fac.Sci., Hokkaido Univ., Ser.Ⅳ,23,175,175-197

山岸宏光・黒沢邦彦．(1987)． 5万分の1地質図幅「原歌および狩場山」および同説明書北海道立地下資源調査所

キーワード：狩場火山群、南西北海道、K-Ar年代測定、全岩化学組成、背弧火山
Keywords: Kariba volcanic group, Southwestern Hokkaido, K-Ar dating, whole-rock chemistry, back-arc volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

岩手県西部, 小高倉火山の噴出物層序の検討とマグマ組成の変化要因の解明

Stratigraphy and evolutionary mechanism for the low-K tholeiitic magmas at Kotakakura volcano in the Sengan geothermal field, Northeast Japan arc

*後藤 義瑛[1]、藤縄 明彦[2]
*Goto Yoshiaki[1], Akihiko Fujinawa[2]

1. 茨城大学大学院理工学研究科、2. 茨城大学理学部
1. Graduate school of Science and Engineering, Ibaraki University, 2. Faculty of Science, Ibaraki University

研究背景･目的

小高倉火山は岩手県西部, 仙岩地熱地域に位置する, 低アルカリソレアイト系列岩から成る第四紀成層火山である. 本火山の形成開始年代は1.2~2.3 Ma (K-Ar年代) とされる (須藤･石井, 1987). 東北日本に広く分布する低アルカリソレアイトマグマの組成多様性や組成変化メカニズムを理解する目的のために本火山の噴出物層序を明らかにし, 岩石学的データを蓄積してマグマ組成の時系列変化を高解像度で解明した. ソレアイトマグマの進化において, 従来主要とされてきた結晶分化作用に加え, 基盤岩の混染もしくはそれに由来する珪長質マグマの混入が本火山のマグマの組成変化に影響している事が判ったのでここに報告する.

地質概説

本火山の山体は主に溶岩流で構成され, 推定噴出中心および流下方向の違いにより, 小高倉東部溶岩類 (KTE) と小高倉北部溶岩類 (KTN) に大別される. 野外で確認される被覆関係, 舌状地形の形状を基に岩相や全岩化学組成などの違いとクロスチェックする事でKTEは16層, KTNは7層に細分できた. 直接的な被覆関係は確認出来ていないが, 境界部では地形の残存状況からKTNはKTEに覆われると推測できる. また, KTNはKTEに比べ噴出物の風化, 露頭の侵食が著しい. よってKTNはKTEより早期の噴出物と考えられる.

岩石学的特徴

記載岩石学的特徴

KTEには斑晶鉱物として斜長石 (Pl), 直方輝石 (Opx), 単斜輝石 (Cpx), 不透明鉱物 (Opq) が共通して認められ, 下位のKTE1~3にはかんらん石 (Ol) が加わる. 斑晶量は16.9~48.5%と多様である.

KTNには斑晶鉱物としてPl, Cpx, Opx, Opqが共通して認められ, 下位のKTN1, KTN1' には石英 (Qrz) が少量含まれる. 斑晶量は19.8~41.5%と幅広い値を取るが, KTEに比べ平均斑晶量では5%程低い.

全岩主化学組成

SiO量は49.1~60.9%の組成幅を持ち, ほぼ全ての噴出物がGill (1981) によるハーカー図によればlow-Kの玄武岩～安山岩である. また, Miyashiro (1974) 図によればKTN1, N1'を除きすべてソレアイト系列にプロットされる. KTEはSiO量の増加に伴いFeO*/MgOが増加する典型的なソレアイト系列の変化傾向を示す. 反対にKTNはSiO量の増加に伴いFeO*/MgOが減少する傾向を示す.

KTE及びKTNは那須火山帯北帯に見られるソレアイト系列岩の組成範囲 (kawano et al., 1961) 内にプロットされる. また,同程度のSiO量で比較すると, AlO, CaO, 量は多くFeO*, MgO, NaO, 量は少ないといった特徴を示す.

全岩微量成分組成

KTEの液相濃集元素は, ソレアイト系列の特徴を有し, SiO量の増加に伴い増加する. KTNでも基本的にその傾向が認められる. しかし, Y (イットリウム) の含有量はSiOの変化によらず, 全体を通じてほぼ一定の値を示す. つまり珪長質な組成の下位噴出物は, 同程度のSiO量を持つKTEの噴出物に比べ低い値を示す. その結果, Zr/YやRb/Yは他の噴出物とは異なり,1.2~1.5倍ほど高い値を示す.

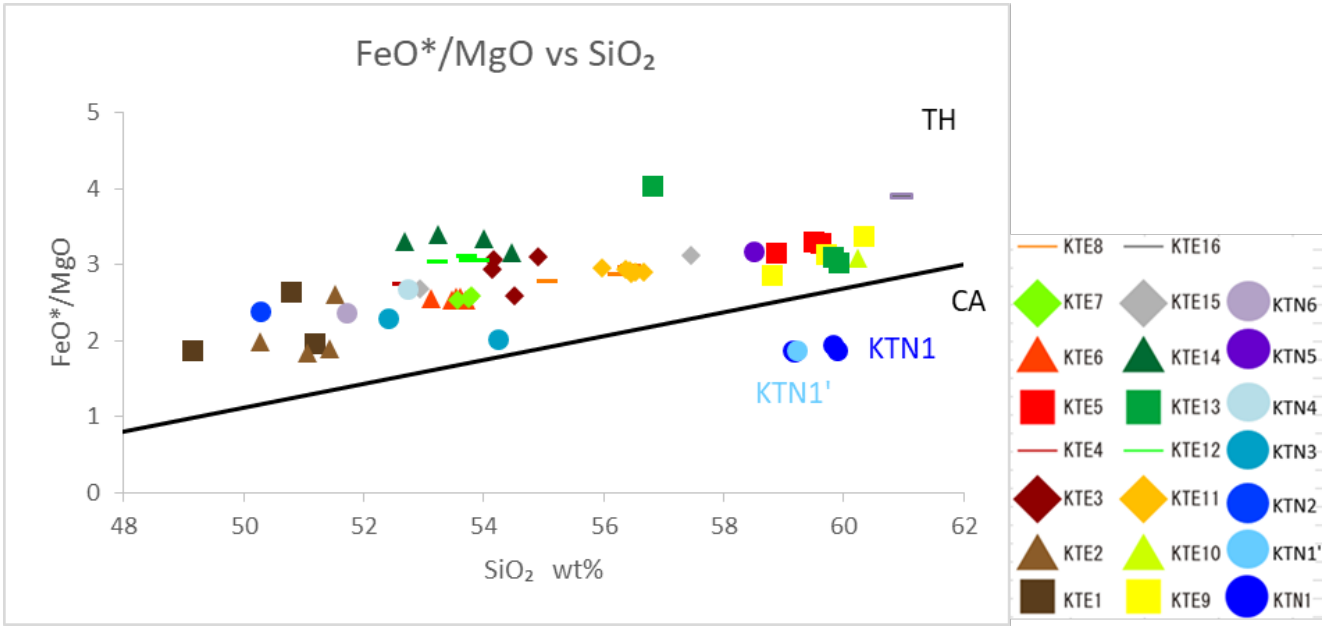
考察

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

KTEは島弧における一般的なソレアイト系列マグマの組成変化傾向を示すので, 最小二乗法を用いたマスバランス計算を用いて結晶分化の可能性を検討した. 結果大部分でKTEの組成変化は, 斑晶として見られる鉱物の分別作用で説明が出来る事が分かった. 組成が苦鉄質に戻る変化も複数回見られたものの, KTEマグマの組成のトレンドに影響を与えるようなものは無かった. KTEの組成変化は主に結晶分化作用によるものである. ただし, 液相分化作用又は同一起源未分化マグマの貫入等も起こっていた事が解釈出きる.

KTNはKTEとトレンドが異なり, 一般的なソレアイト系列マグマとはFeO*/MgOがSiO量の増加に伴い減少する事や, 液相濃集元素比が変化する点で異なる. ここでKTNの初期の噴出物であるKTN1, N1'に着目する. これらは他の噴出物には見られない石英斑晶の存在, 液相濃集元素比が他の噴出物と異なり高く, ハーカー図上で他の噴出物が形成するトレンドと一致しないといった特異な挙動を示す. 以上のことはKTNのマグマの初期は単一のマグマ溜りから生成された者では無いことを示唆している.つまりKTNマグマの初期の組成変化の要因はマグマ混合であると考えられる. 今回珪長質成分として, 本火山の基盤岩の1つであり, この地域に広く分布する玉川溶結凝灰岩由来の地殻物質または珪長質マグマを想定したところ, KTN1, N1'の組成のマグマを生成出来る事が分かった.

キーワード：噴出物層序、ソレアイト系列マグマ、結晶分化作用、マグマ混合
Keywords: stratigraphy, tholeiitic magmas, crystallization differentiation, magma mixing



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

蔵王火山，五色岳火砕岩類上部における噴火準備過程
Pre-eruptive magmatic processes of upper part of Goshikidake pyroclastic rocks, Zao volcano

*佐藤 初洋[1]、伴 雅雄[1]
*Motohiro Sato[1], Masao Ban[1]

1. 山形大学大学院理工学研究科
1. Graduate School of Science and Technology, Yamagata University

蔵王火山は東北地方において最も噴火履歴の多い火山である．最新の山体である五色岳は約2 kaから活動を開始し，0.8 kaからは御釜に火口を移して現在も活動を続けている．2013年以降火山性微動や火山性地震の一時的な増加などの前兆的現象が観測されており，噴火準備過程の解明は急務である．近年，斑晶鉱物の累帯構造などを詳しく解析することによってマグマ供給系の噴火準備過程をより深く理解する試みが幾つかの火山で行われている．そこで本研究では蔵王火山の御釜火口から噴出した過去800年間の噴出物を対象に噴火準備過程の詳細な解明を目的として，斑晶鉱物の組成累帯構造の解析と熱力学的手法とを組み合わせた検討を行った．

噴出物はマグマ水蒸気爆発に伴う多数のサージ堆積物とスコリア質の降下火砕物からなる．噴火の休止期と考えられる水蒸気爆発堆積物や崖錐堆積物から6つのphaseに細分し，本質物と考えられる発泡度の高い降下火砕物を系統的に採取して分析に用いた．噴出物はすべて玄武岩質安山岩～安山岩（SiO_2=56-57 wt.%）かつ中間カリウム・カルクアルカリ系列に分類されハーカー図において直線的なトレンドを示す．主な斑晶鉱物は斜長石, 直方輝石, 単斜輝石, 磁鉄鉱である．稀にカンラン石が含まれるが，単斜輝石の反応縁が観察されることから，メルトとは非平衡であったと考えられる．

鉱物化学組成は，斜長石はコアで$An_{64\text{-}86}$ (ピーク値$An_{68, 74}$)，リムで$An_{60\text{-}86}$ ($An_{64, 70, 76}$)，石基コアで$An_{57\text{-}80}$ (An_{63}) である．直方輝石はコアでMg#=60-75 (Mg#=65)，リムでMg#=63-76 (Mg#=65, 71) ，石基コアでMg#=63-67 (Mg#=64) である．単斜輝石はコアMg#=64-67，リムMg#=64-76である．磁鉄鉱はMg/Mn=7-20 (Mg/Mn=9, 14) である．斜長石と直方輝石について組織と組成累帯によって類型化を行い，斜長石は4種類に分類された；C-type：溶融組織はみられず正累帯あるいは均質（コア組成$An_{70\text{-}80}$）．P-type：パッチ状包有物（BSE像の明色部$An_{70\text{-}75}$，暗色部$An_{60\text{-}66}$）をもつ．多くの場合波動累帯構造をもつ．D-type：均質（$An_{60\text{-}70}$）またはpatchyなコアをもち，リムにdusty zone（$An_{75\text{-}90}$）をもつ．H-type：コアに高An（$An_{75\text{-}85}$）のhoneycomb textureをもち，均質な低Anリム（An_{65}）をもつ．直方輝石はMg#だけでなく拡散係数の小さいAlのゾーニングプロファイルを参考に6種類に分類した；L-type：低Mg（Mg#=64-67）で均質または波動累帯構造をもつ．R-type：逆累帯をもつ（コアMg#=60-67→リムMg#=65-76）．R-typeはさらに3種類のsubtypeに細分され，逆累帯の幅が狭く（<数um）高Mg（Mg#=71-76）かつAlの逆累帯が見られるsubtype I，逆累帯の幅が広く（数十um），中Mg（Mg#=69-70）でAlの細い逆累帯が見られるsubtype II，subtype IIと同様に逆累帯の幅が広く中Mgだが Alは均質な組成累帯をもつsubtype IIIに細分される．M-type：中Mgのコア組成（Mg#=69-70）をもち，多くが微斑晶（<50um）として存在する．H-type：不均質で高Mg（Mg#=76-70）コアをもつ．先行研究を参考に圧力を1.5-2.0 kbarとして両輝石温度計を適用した結果，マグマ温度は低Mgで950-1000℃，中Mgで1010-1040℃，高Mgで1030-1060℃と推定された．

記載岩石学的証拠から噴出物は高温マグマと低温マグマの2端成分混合によって形成したと考えられる．全岩化学組成における一連のトレンド上に端成分マグマが存在すると仮定し，rhyolite-MELTSによる繰り返し計算を行って端成分マグマの組成を求めた．このとき低温マグマは低Mg直方輝石の温度（950-1000℃）かつ低温マグマ由来（低An斜長石，低Mg輝石）の斑晶モード組成を満たすこと，高温マグマは高Mg直方輝石の温度（1030-1060℃）以上かつカンラン石および高An（$An_{>80}$）斜長石が平衡に存在することなどから制約すると，低温マグマの組成はSiO_2=59.0-62.0 wt.%, T=953-999℃, P=1.5 kbar, H_2O=1.0-2.0 wt.%程度，高温マ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

グマの組成はSiO_2=48.0-50.0 wt.%，T=1060-1126℃，P=1.5-2.0 kbar，H_2O=1.0-2.0 wt.%程度という結果が得られた．得られた端成分マグマの条件から直方輝石の組成累帯構造から混合マグマについて検討する．低Mgな直方輝石は珪長質マグマと平衡で，高および中Mgな直方輝石は高温マグマと平衡共存しないため混合マグマ由来であると考えられる．最も普遍的に観察されるR-type (I) のMg#のゾーニングプロファイルは，リムで高Mgに増加した後に最外縁リムで中Mg程度まで減少する．このことから混合マグマは高Mgな直方輝石と平衡な条件（1030-1060℃）でいるのはマグマ混合直後のごく短時間で，それ以外の期間は中Mgな直方輝石と平衡な条件（1010-1040℃）で存在していると考えられる．マグマプロセスのタイムスケールを推定するため，直方輝石斑晶の滞留時間をゾーニングプロファイルから推定した．滞留していたマグマの温度は中Mgの直方輝石と平衡（1025℃）で，酸素分圧はNNO-bufferであると仮定して拡散係数を求め，Mg#の初期プロファイルはAl組成から推定して計算した．その結果，R-type (I) は半日ー2年程度，R-type (II) やR-type (III) では5-20年程度の滞留時間が見積もられた．一方斜長石では直方輝石よりも複雑な組成累帯が観察される．微量元素であるMgに着目すると，Anと同期して変化する場合としない場合があり，大半は逆相関を示すが一部斑晶のリムではAnとMgがともに増加する．この成因としては拡散によってMgの組成プロファイルが均質化した可能性，噴火の直前に注入が活発化した可能性，斑晶が対流によってマグマ溜まりの混合が活発な領域に移動した可能性など複数の要因が考えられる．

キーワード：マグマ供給系、滞留時間、rhyolite-MELTS、組成累帯構造、直方輝石、蔵王火山
Keywords: magma plumbing system, residence time, rhyolite-MELTS, chemical zoning, orthopyroxene, Zao volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

那須火山群，二岐火山の地質と岩石
Geology and petrology of Futamata volcano, Nasu volcano group, NE Japan

*渡部 将太[1]、長谷川 健[1]
*Shota Watanabe[1], Takeshi Hasegawa[1]

1. 茨城大学
1. Ibaraki Univ.

二岐火山は，那須成層火山群を構成する火山の一つとされる．那須成層火山群の活動は，甲子旭岳（540～420ka）に始まり，噴出源を南下させながら，三本槍岳（360～270ka），朝日岳（170～70ka），南月山（210～80ka），茶臼岳（16ka～現在）を形成したが，二岐火山（140～90ka）はこの傾向に逆行するように北部に独立して形成された（伴・高岡，1995；藤田，1988；山元，1999）．本火山が形成された那須成層火山群北部は，白河火砕流を供給した塔のへつりカルデラや，大白森山溶岩円頂丘群などの珪長質な火山活動が卓越するが，これらのマグマと二岐火山との関係も不明である．本研究では，那須成層火山群の中でも不明点が多い二岐火山について，地質学的・岩石学的手法を用いて，その形成史やマグマプロセスを詳しく検討したので報告する．

二岐火山の噴出物については，山元（1999）でその層序の概要が示され，下位から岩山溶岩，二俣火砕流堆積物（以下，堆積物を省略），二岐山溶岩（溶岩円頂丘）とされた．本研究では地形判読や地質調査から，二岐火山の詳しい噴出物層序を構築し，地質図を作成した．これまで一括されていた岩山溶岩は，流下方向の違いにより大きく3つのグループ（二岐北部溶岩：FLN，二岐西部溶岩：FLW，二岐南部溶岩：FLS）に分けられ，それぞれFLNは3つ，FLWは3つ，FLSは６つのフローユニットからなる．その上位に位置する二俣火砕流は，分布と岩相などから2つのユニット（二岐西部火砕流：FBW；二岐東部火砕流：FBE）に細分でき，FBEは二岐山溶岩の近傍に明瞭な地形的高まりを形成する．二岐山溶岩は，地形や斑晶鉱物組み合わせの違いから２つのユニット（二岐男岳溶岩円頂丘：FOD；二岐女岳溶岩円頂丘：FMD）に細分できる．本研究では，後述する岩石学的特徴も加味して，本火山の活動を溶岩流出期（前期）と溶岩円頂丘形成期（後期）の２ステージに大別した．前期噴出物はFLN，FLW，FLS，FBWであり，後期噴出物はFOD，FMD，FBEである．

全ての噴出物には球粒状の苦鉄質包有物が認められる．これらは母岩との接触部に急冷縁を持つものも認められる．母岩の斑晶鉱物組み合わせは，前期では主に石英含有カンラン石単斜輝石直方輝石安山岩～デイサイトである．後期では主に単斜輝石直方輝石安山岩～デイサイトで，特徴的に普通角閃石を含む場合がある．苦鉄質包有物の斑晶鉱物組み合わせは，ステージ間に有意な差はなく，主にカンラン石単斜輝石直方輝石玄武岩～玄武岩質安山岩である．母岩と苦鉄質包有物のSiO_2量は，それぞれ53.5～68.4wt.%と50.6～59.3wt.%である．

都城図（FeO*/MgO-SiO_2図）において，前期噴出物と後期噴出物はほぼ平行で異なる組成変化トレンドを示し，同程度のSiO_2量で比較した場合，後期は前期よりも高いFeO*/MgO値を示す（たとえばSiO_2= 64.1wt.%のとき，前期：FeO*/MgO = 1.9；後期：FeO*/MgO = 2.2）．K_2Oのハーカー図では，全体に，SiO_2量の増加とともに低カリウムから中間カリウム系列に遷移する．両ステージの噴出物は苦鉄質側で収束するものの，珪長質側では発散する組成変化トレンドを示し，前期は後期噴出物よりも高いK_2O値である（SiO_2= 63.8wt.%のとき，前期：K_2O = 1.6wt.%；後期：K_2O = 1.3wt.%）．また，Crのハーカー図において，SiO_2= 55wt.%以下の苦鉄質側で，前期噴出物は高いCr値（Cr = 120～180ppm）を示す一方，後期では明瞭に低いCr値（Cr = 32～66ppm）を示す．

FeO*/MgO-SiO_2図で，両ステージの組成変化トレンドはほぼ平行で互いに交わらないことから，前期と後期でマグマ供給系が入れ替わったと考えられる．また全ての噴出物に苦鉄質包有物が含まれていることや，ハーカー図上で直線的な組成変化傾向を示すことなどから，本火山ではマグマ混合のプロセスが支配的であったと考えられる．ステージごとにマグマ供給系が異なり，かつマグマ混合が起きていたことを考慮する

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

と，２つのステージでそれぞれ苦鉄質と珪長質，すなわち４つの端成分マグマの存在が示唆される（S1-mafic，S1-felsic，S2-mafic，S2-felsic）．斑晶鉱物組み合わせから，S1-felsicとS2-felsicは，それぞれ特徴的に，石英および普通角閃石を含むマグマと考えられる．苦鉄質包有物については，前期（S1-mafic）から後期（S2-mafic）にかけてCrの含有量が著しく低下する一方，両方の不適合元素比が変わらないから，後期では前期より結晶分化が進んだ苦鉄質マグマがS2-felsicマグマと混合したと考えられる．

キーワード：二岐火山、那須火山群、噴出物層序、マグマ供給系
Keywords: Futamata volcano, Nasu volcano group, ejecta stratigraphy, magma plumbing system

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

榛名カルデラ形成噴火のマグマ－白川火砕流堆積物からの示唆－
Magma of the Haruna-Caldera forming eruption in view of Shirakawa pyroclastic flow deposits-

*木谷 悟郎[1]、鈴木 由希[2]、大石 雅之[3]
*Goro Kitani[1], Yuki Suzuki[2], Masayuki Oishi[3]

1. 早稲田大学, 教育学部, 地球科学専修、2. 早稲田大学, 教育・総合科学学術院, 地球科学専修、3. 気象庁, 仙台管区気象台
1. Department of Earth Sciences, School of Education , Waseda University, 2. Department of Earth Sciences, Faculty of Education and Integrated Arts of Sciences, Waseda University, 3. Sendai Regional Headquarters, Japan Meteorological Agency

榛名火山は東北日本弧最南端に位置する成層火山である。下司・竹内（2012）はその活動史を主成層火山体の形成が起きた古期榛名火山（～240ka）と、約20万年の休止期、溶岩ドームの形成を主とした新期榛名火山（45ka～）に区分した。新期榛名火山の活動は、山頂に現存する榛名カルデラを形成する噴火から始まった。新井（1962）は、この噴火において軽石流堆積物（1.0km^3 DRE）と降下軽石堆積物（0.2km^3 DRE）が生成したことを示した（噴出量は山元（2013））。大石・他（2011）は火砕流堆積物を、斜長石の屈折率に基づき白川火砕流堆積物と里見火砕流堆積物の2つに区分した。本研究ではカルデラ形成噴火直前のマグマ溜まりでのプロセスや、噴火誘発過程の解明を主たる目的とし、白川火砕流堆積物の調査と、本質物質である軽石の岩石学的検討を実施した。さらに本研究で得た白川火砕流堆積物のデータを、岡野・鈴木（2019;本大会）で得られた里見火砕流堆積物のデータと比較することで、2つの火砕流堆積物の差異の解明を行った。

大石・他（2011）の他、下司・竹内（2012）や高橋・他（2016）で記載例のある、山頂、北麓、南東～南麓の12露頭を調査した。そのうち南麓の荒神露頭は火砕流堆積物の基底部が唯一観察され、この露頭の上位層と比較することで噴出したマグマの時間変化も推定した。調査した露頭のうち8露頭では本質軽石をサンプルとして採取した。採取した軽石は室内での肉眼観察で白色と灰色の2タイプに分けられた。灰色軽石は荒神露頭の基底部のみに存在し、そこでは白色軽石も共存していた。採取したサンプルの内44サンプルについて東大地震研にて外西・他（2015）の方法で全岩化学組成分析を行った。全岩化学組成より、軽石はデイサイト（SiO_2= 61.9～65.4 wt.%）であることが判明した。また灰色軽石(N=3) の組成（SiO_2=64.2～64.7 wt.%）は狭い範囲に集中するものの、白色軽石の範囲内にあることも判明した。荒神露頭では、基底部（SiO_2 = 62.3～64.8 wt.%）と上位層（SiO_2= 62.6～64.6 wt.%）とで組成差がないことも分かった。白川火砕流堆積物の軽石の組成は、里見火砕流堆積物のもの（SiO_2= 62.8～66.3 wt.%）と区別がつかない。

全岩組成や色彩を網羅する合計10サンプルについて2枚ずつ薄片を製作し顕微鏡記載を行った。軽石には斑晶として、斜長石、石英、角閃石、斜方輝石、カミングトン閃石、Fe-Ti酸化物が含まれており、全てが集斑晶をなしていた。これら鉱物が、類似した組成の珪長質マグマから晶出したことを示唆する。マフィック鉱物として角閃石、斜方輝石は多く存在し、カミングトン閃石は顕著に少なかった。斑晶毎に有無はあるが、石英の融食組織、斜長石の汚濁帯、斜方輝石微結晶集合体（角閃石等の脱水分解組織）といった、メルトとの非平衡を示す組織が観察された。ほとんどの組織はメルトが未分化になることにより引き起こされるが、角閃石の分解は減圧によっても引き起こされる（Rutherford and Hill, 1993）。しかし、ほとんどの軽石の石基には結晶が存在せず、マグマが火道を急上昇した可能性が高いことから、メルト組成の変化により形成されたものといえる。メルトが未分化になった要因として、高温マグマによる珪長質マグマの加熱、または高温マグマとの混合が挙げられる。マグマ混合の場合、高温マグマが無斑晶質であることが斑晶組み合わせから推定できる。一方、斜方輝石斑晶は、通常の斑晶・微結晶集合体のいずれにおいても角閃石縁を持つことがあり、これは温度低下を示唆する。以上で述べた斑晶組み合わせや組織は、軽石の色彩、荒神露頭の基底部・上位層により差異がなく、さらに、里見火砕流の軽石とも良く似ている。

これらを元に白川火砕流噴出直前のマグマ溜まりでのプロセスを提案する。まず高温マグマによる加熱もしくはマグマ混合により、珪長質マグマ溜り内に、温度上昇・メルト組成変化の程度の異なるゾーンが発生した

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

（石英・斜長石の反応縁、角閃石の脱水分解の有無）。噴火時に、火道等で、異なるゾーンに由来したマグマが混合し、温度上昇・メルト組成変化の履歴の異なる斑晶が、同一噴出物にて共存するに至った。斜方輝石微結晶集合体に対して角閃石反応縁の有無があるのは、異なるゾーンのマグマが混合してから噴出するまでの時間の長短を示している可能性がある。

白川火砕流堆積物における、白色軽石と灰色軽石の唯一の違いは、石基にある。白色軽石がガラス質なのに対して、灰色軽石ではわずかにマイクロライトが認められた。色彩の差は、石基結晶度の違いによるもの（Gardner *et al.*,1998）だと判断した。灰色軽石が堆積物の基底部で顕著に産出したことから、噴火前に火道を開栓しながら低速で上昇したマグマで、減圧脱水による結晶化が顕著に起き、灰色軽石になったと推測した。

キーワード：榛名火山、火砕流、マグマ混合、高温マグマによる加熱、噴火誘発
Keywords: Haruna volcano, Pyroclastic flow, Magma mixing, Heating from hotter magma, Eruption trigger

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

榛名カルデラ形成噴火のマグマ―里見火砕流堆積物からの示唆―
Magma plumbing system in the caldera-forming eruption of Haruna volcano indicated by Satomi pyroclastic flow deposit

*岡野 百花[1]、鈴木 由希[2]
*Momoka Okano[1], Yuki Suzuki[2]

1. 早稲田大学，教育学部，地球科学専修、2. 早稲田大学，教育・総合科学学術院, 地球科学専修
1. Department of Earth Sciences, School of Education, Waseda University, 2. Department of Earth Sciences, Faculty of Education and Integrated Arts of Sciences, Waseda University

榛名火山は東北日本弧の火山フロント最南端に位置する大型成層火山である。下司・竹内（2012）は榛名火山の活動を古期と新期の2つの活動期に区分した。古期から約20万年間の休止期を経て、約4万5千年前にカルデラ形成噴火により新期の活動が開始した。この噴火では降下軽石と火砕流を併せて約1.2km^3 DREが噴出した。大石・他（2011）はこの噴火で噴出した火砕流を、軽石に含まれる斜長石斑晶の屈折率の高低により、里見火砕流と白川火砕流に区分した。

火山毎の噴火の特徴を把握するためには、マグマ供給系の構造と噴火誘発過程の解明が必要であり、そのために噴出物の岩石学的な解析が用いられてきた。噴火の特徴の理解は、将来の噴火のタイプや噴火推移の予測を行う上で不可欠であり、これは社会的要請が非常に大きい。榛名火山においては、6世紀後半の二ツ岳の噴火の研究 (Suzuki and Nakada, 2007) を除き、記載岩石学的特徴を用いたマグマ供給系の構造と噴火誘発過程の検討が不足している。そこで本研究では、約4万5千年前のカルデラ噴火の里見火砕流を対象として、露頭調査および岩石学的検討を行った。調査したのは榛名火山南麓の6露頭である。また、解析の結果をもとに、白川火砕流堆積物との岩石学的な関係を議論した。

里見火砕流堆積物には、白色、灰色、白がかった灰色および灰がかった白色の4種類の軽石が含まれている。全岩化学組成はSiO_2=62.8-66.3 wt.%の範囲にあり、デイサイトである。松之沢にて採取した軽石は、全岩SiO_2で3.6 wt.%の比較的広い組成幅を持つ。色彩ごとに違いはなく、同時期に噴出したとされる白川火砕流堆積物（木谷・鈴木，2019；本大会）とも差は見られない。軽石中の斑晶の全ては、集斑晶での共存関係から単一もしくは類似の条件を持つマグマから晶出したと考えられ、その鉱物組み合わせは斜長石、石英、普通角閃石、カミングトン閃石、斜方輝石、Fe-Ti酸化物である。この記載岩石学的特徴は、全岩SiO_2量および軽石の色彩毎により系統的に変化しない。汚濁帯を持つ斜長石斑晶および融食形の石英斑晶の存在からは、マグマ溜まりが温度上昇プロセスを経ていることが明らかになった。温度上昇の原因としては、高温苦鉄質マグマと混合したこと、もしくは高温苦鉄質マグマによりマグマ溜まりが加熱されたことが推測される。ここで、軽石にはかんらん石などの苦鉄質マグマ由来の斑晶が含まれていないことから、混合の場合には、苦鉄質マグマは無斑晶質であったと考えられる。また、斜方輝石の斑晶組織は温度の上昇に加え、下降プロセスも記録していることから、マグマ溜まりは進化の過程で、温度の上下変動を経験したと解釈できる。

全岩SiO_2量が比較的広い幅を持つ松之沢の白色軽石は、薄片において斑晶量の違いが観察されたため、その関係を検証するために斑晶モード分析を実施した。その結果、斑晶量は52.3-71.7 vol. %であり、全岩SiO_2量が大きいほど全斑晶量も大きいという正の相関が見られた。また、斑晶鉱物相の比率にも相関があり、全岩SiO_2量が大きいほど石英斑晶量が大きくなり、Fe-Ti酸化物斑晶量が小さくなる。苦鉄質マグマとの混合があった場合、その混合比の違いを反映していると考えられる。また、斑晶量が多いため、里見火砕流を発生させたマグマ溜まりはマッシュ状であるといえる。以上のことから、カルデラ形成噴火に関与したマグマ供給系の構成を推定した。まず、マッシュ状の珪長質マグマが存在し、そこには前述の鉱物が結晶として含まれていた。そこに、外部から高温の苦鉄質マグマが供給され、混合もしくは加熱が発生した。この温度上昇イベントが噴火を誘発した可能性がある。

また、軽石には破砕形の斑晶が多量に含まれる。破砕結晶はマグマが火道を上昇する際に、火道壁との摩擦により生じたせん断応力を受けることによって形成されたと考えられる。白色軽石よりも破砕結晶に富む灰色

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

軽石は、相対的に大きなせん断応力を受けたマグマを起源とする可能性が大きい。したがって、灰色軽石を生成したマグマは火道壁付近を、白色軽石を生成したマグマは火道中心部付近を流れたと考えられる。

キーワード：榛名火山、カルデラ形成、火砕流、マッシュ状珪長質マグマ、マグマ混合、高温マグマによる加熱
Keywords: Haruna volcano, Caldera-forming eruption, Pyroclastic flow, Mush-like felsic magma, Magma mixing, Heating from hotter magma

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

白山火山，南竜ヶ馬場の岩石学
Petrology of the Minamiryu-ga-banba in Hakusan Volcano

*宮下 太一郎[1]、海野 進[1]、茨木 柚季[2]
*Taichiro Miyashita[1], Susumu Umino[1], Yuzuki Ibaraki[2]

1. 金沢大学、2. 株式会社中研コンサルタント
1. Kanazawa University, 2. Chuken Consultant Co., Ltd

The Minamiryu-ga-banba Lava dated at 30 Ka extends from 100 m below a scoria cone on the southern foot of Gozengamine 4 km downslope to Nakahanba. A scoria raft was found on the Minamiryu-ga-banba Lava 1.5 km from the vent, which has identical whole-rock and mineral compositions to the remnants of a scoria cone on the southern slope of Gozengamine. This indicates that the scoria cone is the source vent of the Minamiryu-ga-banba Lava. We report results of whole-rock and mineral analyses of Minamiryu-ga-banba Lava and the scoria cone at the foot of Gozengamine.

Thirty-six samples of scoria clasts from the cone and raft and Minamiryu-ga-banba Lava were examined under an optical microscope and analyzed by XRF and by EPMA. Lava samples contain phenocrysts of plagioclase, orthopyroxene, hornblende and magnetite set in the groundmass of plagioclase, clinopyroxene, olivine, quartz, ilmenite and glass. Scoria carries phenocrysts of plagioclase and olivine with a small amount of hornblende and orthopyroxene. Plagioclase with or without dusty zone is present. Hornblende phenocrysts are opacitized. The groundmass contains abundant glass and vesicles. Scoria raft contains plagioclase and olivine phenocrysts in the groundmass of abundant glass and vesicles.

Whole-rock SiO2 of scoriae of the raft and cone largely overlaps, ranging from 55 wt%–60 wt%, while the Minamiryu-ga-banba Lava shows a limited range of 60 wt%–62 wt%. The lava and the scoriae form a single liquid line of descent with decreasing TiO2, FeO, MnO, MgO, CaO and P2O5, increasing Al2O3 and K2O and invariant Na2O, with increasing SiO2. These variations could be interpreted by crystallization differentiation of phenocrystic phases except TiO2 and K2O, which requires end component with higher TiO2 and K2O. The whole-rock compositions of the Nohi Ryolite, basement of the Hakusan Volcano, plot on the extension of lines connecting the scoriae and the Minamiryu-ga-banba Lava. This strongly suggests contamination of the Minamiryu-ga-banba Lava by the Nohi Ryolite.

Plagioclase has An34-61 with a peak An42 in the raft and An36-61 with a peak An42 in the cone. Olivines in the raft and the cone have Fo69-86 with a peak Fo85 and Fo76-86 with a peak Fo84, respectively, and orthopyroxenes in the raft and the cone show Mg#62-84 with a peak Mg#64 and Mg#62-75 with a peak Mg#63, respectively.

Whole-rock and mineral compositions of the scoriae of the raft and the summit cone are essentially identical and were parts of a scoria cone formed by an earlier Strombolian phase, which was subsequently destroyed by extruding Minamiryu-ga-banba Lava.

Although the Minamiryu-ga-banba Lava is dated to 30 Ka by K-Ar method, the lava preserves the original flow morphology as clear as the 2.2 Ka Shiramizunotaki Lava. In addition to this, the summit scoria cone exposes on the surface and is neither covered by soil nor later tephras. Besides this scoria cone, the only

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

known mafic tephra carrying olivine phenocrysts is the Minamiryu Tephra, that has a easterly dispersal axis and widely covers Murodo, Midagahara and Minamiryu-ga-banba. Although the source vent of Minamiryu Tephra is considered to be in the summit region now buried by the Kengamine, our observations suggest a correlation of the summit scoria cone and the Minamiryu Tephra. This means that the Hakusan Minamiryu eruption at 2.2 Ka was much larger in magnitude and formed not only the Shiramizunotaki Lava, Kengamine and the Hakusan Minamiryu Tephra, but also the Minamiryu-ga-banba Lava.

キーワード：白山火山、スコリア、スコリアラフト、溶岩流
Keywords: Hakusan volcano, scoria, scoria raft, lava flow

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Tephrochronological relations of Middle-Pleistocene tephra derived from Myoko Volcanic Group and the pumice and scoria fall deposits found in Kosha Volcano, Central Japan

*高杉 直彰[1]、齋藤 武士[1]、牧野 州明[1]、鈴木 毅彦[2]
*Naoaki TAKASUGI[1], Takeshi Saito[1], Kuniaki Makino[1], Takehiko Suzuki[2]

1. 信州大学　総合医理工学研究科　総合理工学専攻、2. 首都大学東京　都市環境科学研究科　地理環境科学域
1. Shinshu University, 2. Tokyo Metropolitan University

Kosha Volcano, locating between Iiyama Basin and Nagano Basin, is a small stratovolcano erupted between 0.3 and 0.2 Ma (Kaneko et al. 1989). There are no geological studies about this volcano after Saito (1955) until Kaneko et al. (1989). Togashi and Akabane (1991) reported two tephra groups within Kosha Volcano. The lower is named Kosha Pumice flow and fall deposits (Kf/Kp), which consists of four pumice layers (A1-A4) with hornblende crystals. The upper consists of four pyroxene-rich scoria layers (A5-A8). They inferred A5- A8 are derived from another volcano locating in the west. They presumed that Kf/Kp originated in Iimori-yama Lava Dome (IM) which is the last product of Kosha Volcano because of presence of hornblende crystals. However, Kf/Kp does not include clinopyroxene crystals, which are common mineral in all of the Kosha products including IM. Hayatsu et al. (1994) and Suzuki (2001) reported several tephra layers distributed around Myoko Volcanic Group. In particular, Ojika Scoria Group (OS) derived from Kurohime volcano and Iz-KT tephra group derived from Iizuna Volcano is possible to correlate to tephra layers at Kosha Volcano.

In order to clarify the origin of these tephra layers, we carried out mineralogical analysis (Takasugi et al. 2018, Fall meeting of the volcanological society of Japan). The results indicated that A5-A8 scoria groups are correlated to OS. Chemical compositions of orthopyroxene and hornblende of A3 and A4 tephra differed from those of Kosha products including IM, suggesting that A3 and A4 are not originated from Kosha volcano. Geological occurrences, mineral assemblages and chemical compositions of orthopyroxene and hornblende crystals of A3 and A4 tephra were very similar to those of KTa tephra, which composes the upper most layer of Iz-KT, suggesting that A3 and A4 tephra are correlated to Iz-KT tephra group. This time, we determined chemical compositions of Iz-KT layers to correlate tephra layers at Kosha Volcano.

Titanomagnetite crystals of three tephra layers of Iz-KT (KTa, KTb, KTc) showed distinct chemical compositions. Particularly, three tephra layers showed different Al contents, suggesting that KTa was correlated to A3 and A4, KTb was correlated to A2, and KTc was correlated to A1. Because A1-A8 tephras are covering the pyroclastic flow deposits and lavas of Kosha Volcano, this result suggests the age of the activities of Kosha Volcano is to be

guessed to be elder than the production of KTc, which considered to be supplied around 160 ka according to Suzuki (2001).

キーワード：妙高火山群、テフラ層序学、SEM-EDS、斜方輝石、チタン磁鉄鉱、第四紀学
Keywords: Myoko Volcanic Chain, tephrochronology, SEM-EDS, orthopyroxene, titanomagnetite, Quaternary research

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Geologic and petrologic study of the Kamo monogenetic volcanic field,Southern Kyushu,Japan

*Linus Anye Nche[1], Takeshi - Hasegawa[1], Tetsuo - Kobayashi[2], Károly - Németh[3], Festus Tongwa Aka[4]

1. Ibaraki Univ., 2. Kagoshima Univ., 3. Massey Univ., 4. IRGM

Kamo monogenetic volcanic field consists of small-volume basaltic volcanoes forming part of the volcanic front of Southern Kyushu that extend to the Southern Island of Japan. These volcanoes include the late Pleistocene Aojiki volcano formed at about ~100ka and two Holocene maar volcanoes, the Sumiyoshiike(SM:0.5km in diameter) and Yonemaru (YM:1.2km in diameter) that erupted at 8.2ka and 8.1ka respectively (Nagaoka 1988, Nagaoka et al.2001, Moriwaki et al,2016). These two maars were formed through phreatomagmatic eruptions during sea level high stand along the northern edge of the Kagoshima graben, where large caldera forming volcanism has been concentrated, leading to the accumulation of widespread dacitic and rhyolitic tephras (Nagaoka 1988).While the volume of erupted basaltic magma in this area is low, they have played a significant role in the evolution of the felsic magmas in the Kagoshima graben (Kimura et al.2015).

Lithostratigraphic studies for these maars have been reported by Moriwaki et al. (1986) and Moriwaki (1992) in which different lithofacies were identified and described. In this study, we present geologic and petrologic examinations of the products in order to understand the mafic magma process with focus on the maar forming eruptions. In addition, we also provide data for the older Aojiki volcano identified in between the two maars.

From our field investigations, most of the pyroclastic sequence from the two maars were stratified and consists of thin beds of volcanic ash, scoriaceous lapilli and bombs. These tephra deposits are generally rich in accidental clasts, made up of brown pumice and laminated silts sediments, especially at the proximal part of the maar crater. The brown pumice clasts are the product of Ito Ignimbrites coming from the Aira caldera that erupted ~29ka covering a vast area around Southern Kyushu (Aramaki, 1984), while laminated silts sediments formally grouped into the Kamo Formation, considered to be the basement rock of the area (Kobayashi et al.2004, Kagawa and Otsuka,2000).

At YM, the lower outcrop consists of alternating thin beds of ash and lapilli of base surge origin with characteristics cross and planar laminated structures.

The upper outcrops for both maars are richer in juvenile pyroclasts especially at SM. The scoria cone of Aojiki volcano, at attitude of 213m, consists of variable pyroclast sizes ranging from ash to bomb and block. Meanwhile, the Aojiki lava found below the cone is characterized by clinkery aa lava surface textures and massive blocky lava structure.

Petrological features of the juvenile pyroclasts from the two maars are variable with common phenocrysts of plagioclase and clinopyroxene and microphenocryst of olivine set within a glassy groundmass of same minerals exhibiting mostly hyalo-ophitic to intersertal textures. Honey comb texture defined by numerous small melt inclusions in plagioclase phenocrysts are common in the YM products.

Whole rock geochemical data indicates that the juvenile pyroclasts are composed of mostly basalts and

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

minor basaltic andesites. All the juvenile pyroclasts can be defined as tholeiitic magma series of mainly medium K characteristic. Distinct chemical trends among the three volcanoes suggest independent magmatic evolution within each volcano. Compositional ranges are narrow for SM (SiO_2 :47.03wt.%-48.01wt.%, MgO: 6.10-6.51 wt.%),Aojiki scoria(SiO_2:50.30 wt.%-50.90 wt.%, MgO: 4.48-4.68 wt.%) and lava(SiO_2:48.06 wt.%-48.81wt.%, MgO: 5.47-5.66wt.%), while a wide compositional range can be recognized in the YM products(from lower to upper). The eruptive products of the upper section (distal products) of the YM are more evolved with SiO_2 content ranging from 51.43 wt.% to 52.10wt.% with low concentration of Ni, Cr, Co compared to the lower and middle products with almost similar concentration of major and trace elements.

Highly Incompatible trace element ratios such as Y versus Zr and Ba versus Y diagrams indicate a distinct correlation line within YM products, which implies fractional crystallization (FC) was not the main magmatic process. While no differences are observed in the SM and Aojiki samples suggesting that these products were formed by FC. REE patterns between the mafic and most evolved samples of YM are remarkably different, while those of SM and Aojiki are almost similar. Mineral chemistry data for core composition of plagioclase phenocrysts for YM is broad showing Anorthite content of 36-90% and 60 -90 % for upper and lower products respectively. These petrologic features of YM products strongly suggests magma mixing process derived from at least two distinct magma sources.

Keywords: monogenetic, maars, Kagoshima graben, basalt, mixing

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

富士山・万野溶岩流内の溶岩チューブ洞窟から得られる知見
Investigation on Lava Tube Caves in Manno lava flow of Mt.Fuji

*本多 力[1]
*Tsutomu Honda[1]

1. 火山洞窟学会
1. Vulcano-speleological Society

[はじめに]

富士山・万野溶岩流はBC10000以前といわれきわめて古い溶岩流で、珪酸重量分率は49.7%と低い値を示している[1)]。万野溶岩流内には万野風穴（別名称は大日穴）、屋敷穴、弘法穴、窓穴、銀河風穴、観音穴（すでに埋没）の存在が知られている[2,3)]。これらは一連の溶岩チューブシステムと考えられ、富士山では最も年代が古いとみなされている溶岩チューブ洞窟群である。なかでも万野風穴は総延長距離908mで万野溶岩流では最長の溶岩チューブ洞窟である[2,3)]。ここでは測量図[2,3)]のある万野風穴（大日穴）に注目して万野溶岩流の降伏値と表面張力の推定を行った。

[万野風穴（大日穴）と溶岩降伏値]

万野風穴（大日穴）の内部の写真を写真１に、水平断面と縦断面の測量図を図１に示す。縦断面図の高低差(30m)と洞窟長さ(700m)から傾斜角度α=2.5˚が得られる。洞窟高さはほぼ5mである。傾斜した円管内を流れるビンガム流体の流動限界条件により、溶岩降伏値f_Bは$f_B=H(\rho g \sin\alpha)/4$から推定される[4)]。　溶岩密度を2.5g/cm^{3}とすると前記条件からf_B=　1.32x10^4 dyne/cm^{2}が得られる。珪酸重量分率49.7%の玄武岩溶岩としては妥当な値と考えられる。

[溶岩鍾乳と表面張力値]

万野風穴（大日穴）の天井部には多くの溶岩鍾乳がみられる。溶岩チューブから溶岩が抜け出るときそ天井にのこされた残存溶融溶岩が天井から垂れ下がり形成されるのが溶岩鍾乳である。この溶岩鍾乳のピッチから溶岩の表面張力を推定することができる[5)]。すなわち天井に付着している液膜の安定性限界条件から、液膜の波動の固有ピッチ$P=2\pi(\gamma/g\rho)^{1/2}$が得られる。ここで$\gamma$は溶岩の表面張力、gは重力加速度、$\rho$は溶岩の密度である。　したがって天井からたれ下がる溶岩鍾乳の凹凸のピッチPを測ることにより溶岩の表面張力$\gamma=P^2 g\rho/4\pi^2$を求めることが出来る[5)]。万野風穴で計測されたピッチはおおよそP=3~4cmであり(写真２参照)、表面張力としてγ=560～990 dyne/cmが得られる。表面張力としては妥当な値と考えられる。

[おわりに]

万野風穴(大日穴)のチューブ形状と内部構造により万野溶岩流の降伏値と表面張力を推定した。得られた両数値とも玄武岩として妥当な値と考えられる。降伏値、表面張力ともに他の富士山の溶岩流の他の例と同様である[4,5)]。今後も未検討の富士山の溶岩チューブ洞窟について引き続き調査検討を進めてゆく予定である。

参考文献：

1)高田亮、山元孝広、石塚吉浩、中野俊(2016):富士火山地質図(第2版)説明書,産業技術総合研究所,地質調査総合センター

2)小川孝徳(1980)：「富士山の溶岩洞穴・溶岩樹型の地質学的観察」洞人第２巻第３号、日本洞窟協会、1980年8月。

3)富士宮市郷土資料館(1991):「富士宮の火山洞窟」、富士宮市郷土資料館調査報告書、第2号、富士宮市。

4)本多力(2018):溶岩チューブ洞窟と溶岩樹型による富士山・溶岩流の降伏値の推定、地球惑星科学連合2018年大会,SVC43-02

5)本多力(2015):溶岩チューブ洞窟と溶岩樹型の空洞内部に見る溶岩鍾乳と溶岩石筍から推定される溶岩の表

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

面張力.地球惑星科学連合2015年大会,SVC46-07

キーワード：富士山、溶岩チューブ、溶岩流、溶岩鍾乳
Keywords: Fuji, lava tube, lava flow, lava staractite



写真１　万野風穴内部

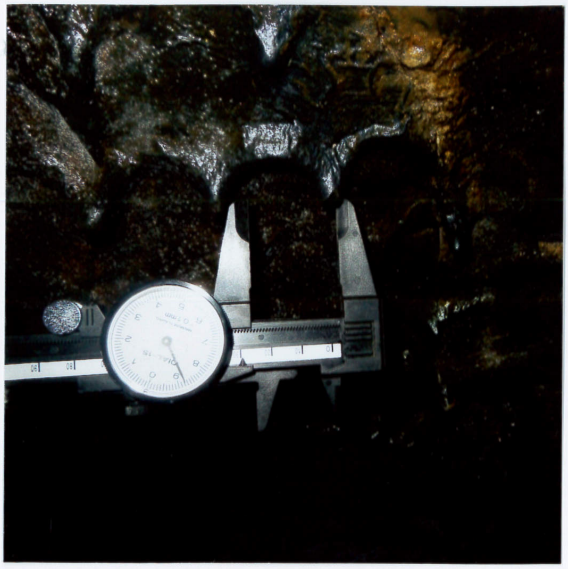


写真２　万野風穴天井の溶岩鍾乳

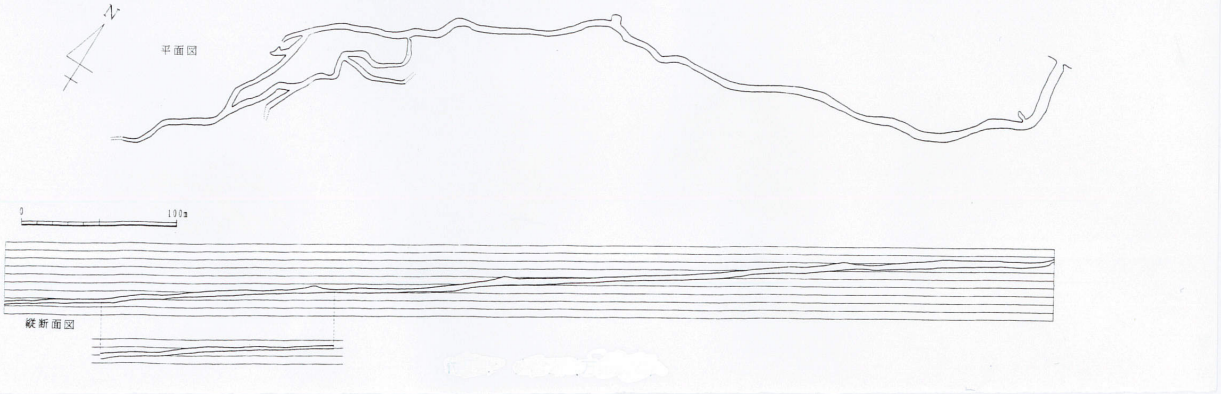


図１　万野風穴の水平及び縦断面図

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-VC 火山学

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_31

[S-VC36] 火山・火成活動と長期予測

コンビーナ:及川 輝樹(国立研究開発法人産業技術総合研究所)、長谷川 健(茨城大学理学部地球環境科学コース)、三浦 大助(大阪府立大学 大学院理学系研究科 物理科学専攻)、下司 信夫(産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)

マグマ発生から移動・蓄積、マントルや地殻との相互作用、脱ガス、噴火様式、火山活動の長期予測、噴出物の運搬・定置過程など、マグマの挙動の各過程に関する話題を議論する．また、噴火の確率論的な研究、短・長期的な火山・火成活動史、マグマの物性や各種技術の開発に関する話題も対象とする．

[SVC36-P01] トレンチ調査による雌阿寒岳の噴火史の再検討

*佐藤 鋭一[1]、和田 恵治[2]、南 裕介[3]、石塚 吉浩[3]、中川 光弘[4]、足立 佳子[4] (1.神戸大学大学教育推進機構、2.北海道教育大学旭川校、3.産業技術総合研究所 地質調査総合センター、4.北海道大学大学院理学研究院地球惑星システム科学分野)

[SVC36-P02] 掘削調査からみた雌阿寒岳ポンマチネシリにおける過去1000年間の火山活動史

*南 裕介[1]、中川 光弘[2]、佐藤 鋭一[3]、和田 恵治[4]、石塚 吉浩[1]、足立 佳子[2] (1.産業技術総合研究所　地質調査総合センター、2.北海道大学大学院理学研究院地球惑星システム科学分野、3.神戸大学大学教育推進機構、4.北海道教育大学旭川校)

[SVC36-P03] **摩周火山，過去14000年間におけるマグマ供給系の変遷**

*和田 恵治[1]、佐藤 鋭一[2]、佐野 恭平[3]、岡田 侑也[1] (1.北海道教育大学旭川校地学教室、2.神戸大学大学教育推進機構 、3.白滝ジオパーク)

[SVC36-P04] 北海道東部，摩周火山における7.6kaカルデラ形成噴火の推移

*柴田 翔平[1]、長谷川 健[1] (1.茨城大学理学部理学科地球環境科学コース)

[SVC36-P05] 北海道東部, 摩周火山の1000年前のMa-b噴火の火山地質学的研究：特に噴火様式の変化について.

*上野 健太[1]、中川 光弘[1] (1.北海道大学大学院理学院自然史科学専攻地球惑星科学システム科学講座)

[SVC36-P06] 北海道南西部，濁川火山のカルデラ形成期噴出物の岩石学的特徴

*金田 泰明[1]、長谷川 健[1] (1.茨城大学大学院)

[SVC36-P07] 姶良カルデラ形成における前駆プリニー式噴火の軽石の組織分析

*緒方 美季[1]、寅丸 敦志[2] (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

[SVC36-P08] 珪長質マグマ溜まりの長期熱収支モデルから推定する長期苦鉄質マグマ供給率

*上澤 真平[1] (1.電力中央研究所　地球工学研究所　地圏科学領域)

[SVC36-P09] 顕微ラマン分光・顕微赤外分光法に基づく高粘性マグマの開放系脱ガス・酸化組織形成過程

*佐野 恭平[1]、佐藤 鋭一[2]、和田 恵治[3]、壷井 基裕[4]、中岡 礼奈[5] (1.白滝ジオパーク、2.神戸大学大学教育推進機構、3.北海道教育大学旭川校、4.関西学院大学理工学部、5.神戸大学海洋底探査センター)

[SVC36-P10] 御嶽山2014年噴火による投出岩塊の分布

*及川 輝樹[1]、吉本 充宏[2]、竹下 欣宏[3]、前野 深[4]、小森 次郎[5]、中田 節也[9]、嶋野 岳人[10]、佐々木 寿[6]、岸本 博志[6]、千葉 達朗[6]、石峯 康浩[7]、常松 佳恵[8]、石塚 吉浩[1] (1.国立研究開発法人産業技術総合研究所、2.山梨県富士山科学研究所、3.信州大学教育学部、4.東京大学地震研究所、5.帝京平成大学、6.アジア航測株式会社、7.鹿児島大地震火山地域防災センター、8.山形大学理学部、9.研究開発法人　防災科学技術研究所、10.常葉大学大学院環境防災研究科)

[SVC36-P11] 2014年噴火以降の御嶽山における火山性地殻変動

*小池 遥之[1]、Ito Takeo[2]、松廣 健二郎[2]、堀川 信一郎[2]、奥田 隆[2]、國友 孝洋[2]、田ノ上 和志[2]、岩瀬 裕斗[1]、熊谷 光起[1] (1.Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University、2.Earthquake and Volcano Research Center, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University)

[SVC36-P12] 南西北海道，第四紀狩場火山群の地質学・岩石学的研究：山体形成史とマグマ変遷の解明

*田次 将太[1]、中川 光弘[2] (1.北海道大学大学院　理学院、2.北海道大学大学院　理学研究院)

[SVC36-P13] 岩手県西部, 小高倉火山の噴出物層序の検討とマグマ組成の変化要因の解明

*後藤 義瑛[1]、藤縄 明彦[2] (1.茨城大学大学院理工学研究科、2.茨城大学理学部)

[SVC36-P14] 蔵王火山，五色岳火砕岩類上部における噴火準備過程

*佐藤 初洋[1]、伴 雅雄[1] (1.山形大学大学院理工学研究科)

[SVC36-P15] 那須火山群，二岐火山の地質と岩石

*渡部 将太[1]、長谷川 健[1] (1.茨城大学)

[SVC36-P16] 榛名カルデラ形成噴火のマグマ―白川火砕流堆積物からの示唆―

*木谷 悟郎[1]、鈴木 由希[2]、大石 雅之[3] (1.早稲田大学, 教育学部, 地球科学専修、2.早稲田大学, 教育・総合科学学術院, 地球科学専修、3.気象庁, 仙台管区気象台)

[SVC36-P17] 榛名カルデラ形成噴火のマグマ―里見火砕流堆積物からの示唆―

*岡野 百花[1]、鈴木 由希[2] (1.早稲田大学，教育学部，地球科学専修、2.早稲田大学，教育・総合科学学術院, 地球科学専修)

[SVC36-P18] 白山火山，南竜ヶ馬場の岩石学

*宮下 太一郎[1]、海野 進[1]、茨木 柚季[2] (1.金沢大学、2.株式会社中研コンサルタント)

[SVC36-P19] Tephrochronological relations of Middle-Pleistocene tephra derived from Myoko Volcanic Group and the pumice and scoria fall deposits found in Kosha Volcano, Central Japan

*高杉 直彰[1]、齋藤 武士[1]、牧野 州明[1]、鈴木 毅彦[2] (1.信州大学　総合医理工学研究科　総合理工学専攻、2.首都大学東京　都市環境科学研究科　地理環境科学域)

[SVC36-P20] Geologic and petrologic study of the Kamo monogenetic volcanic field,Southern Kyushu,Japan

*Linus Anye Nche[1]、Takeshi - Hasegawa[1]、Tetsuo - Kobayashi[2]、Károly - Németh[3]、Festus Tongwa Aka[4] (1. Ibaraki Univ.、2.Kagoshima Univ.、3. Massey Univ.、4.IRGM)

[SVC36-P21] **富士山・万野溶岩流内の溶岩チューブ洞窟から得られる知見**

*本多 力[1] (1.火山洞窟学会)

トレンチ調査による雌阿寒岳の噴火史の再検討
Reinvestigation of the eruptive history of Me-akan volcano, eastern Hokkaido, using trench survey

*佐藤 鋭一[1]、和田 恵治[2]、南 裕介[3]、石塚 吉浩[3]、中川 光弘[4]、足立 佳子[4]
*Eiichi Sato[1], Keiji Wada[2], Yusuke Minami[3], Yoshihiro Ishizuka[3], Mitsuhiro Nakagawa[4], Yoshiko Adachi[4]

1. 神戸大学大学教育推進機構、2. 北海道教育大学旭川校、3. 産業技術総合研究所 地質調査総合センター、4. 北海道大学大学院理学研究院地球惑星システム科学分野
1. Institute for Promotion of Higher Education, Kobe University, 2. Earth Science Laboratory, Hokkaido University of Education at Asahikawa, 3. Geological Survey of Japan, AIST, 4. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Hokkaido University

雌阿寒岳は北海道東部の阿寒火山地域にある活火山であり，阿寒カルデラの後カルデラ火山（フレベツ岳，フップシ岳，雄阿寒岳，雌阿寒岳）の一つとして，阿寒カルデラの南西壁上に成長した．雌阿寒岳の噴火活動は数万年から開始したと考えられており，その後，少なくとも8箇所の噴出中心から噴火を繰り返し，現在の姿に至った．

雌阿寒岳12000年前以降の噴火史は，和田・他（1997）によってその概要が示された．その中で，中マチネシリを火口として 3 回の火砕流の流出（中マチネシリI：約12000年前，中マチネシリII：約9000年前，中マチネシリIII：約5000～6000年前）があったことが報告された．噴出量は，中マチネシリIが最大であり，火口から全方位に流出したが，中マチネシリIIとIIIについては，西山麓の一部で確認されたのみである．中マチネシリ以外の山体については，数1000年前からポンマチネシリ，北山，西山，阿寒富士が活動し，溶岩や降下火砕物を噴出した．約1000年前からはポンマチネシリで断続的に活動が生じている．

我々は，雌阿寒岳の12000年前以降の噴火史を明らかにする目的で，2018年からトレンチ調査行っている．2018年は東山麓において 9 地点のトレンチ調査を行った．本研究では，トレンチ調査および^{14}C年代から12000年前以降の雌阿寒岳の噴火史の再検討を行った．また従来提唱されてきた活動年代は，暦年代補正を行っていない放射性炭素同位体年代（Libby age）に基づいたものであり（和田・他，1997），実際の活動年代については不明な点が残る．そのため本研究では新たな放射性炭素年代を報告し，暦年校正を行うことで活動年代の再検討を試みた．

トレンチ調査では，最下位に火砕流堆積物が確認された．堆積物の特徴および堆積物中に含まれる炭化木片から12000±40yrBP（δ^{13}補正済み，以下同）（暦年校正年代：13991calBP-13745calBP（95.4%；2σ），以下同）の年代値が得られたことから，この火砕流堆積物は，中マチネシリI（和田・他，1997）に対比される．その上に土壌を挟み，数枚の火砕サージ堆積物が確認できた．最下位の火砕サージ堆積物の直下の土壌からは6410±30yrBP（7420calBP-7277calBP（95.4%））），最上位の火砕サージ堆積物の直上の土壌からは2710±20yrBP（2855calBP-2761calBP（95.4%））の年代値が得られた．下位の火砕サージ堆積物の年代値は，中マチネシリIII（和田・他，1997）に対比できるものである．したがって，これまで西山麓の一部で確認されたのみであった中マチネシリIIIは，少なくとも東山麓に火砕サージとして分布している可能性がある．また，本研究で確認された火砕流・火砕サージ堆積物は約7400年前から2800年前の幅広い年代値を示し，野外においても複数のフローユニットが確認される．したがって，これまで想定されてきた単一の火砕流イベントではなく，火砕サージを伴う火砕流が2800年前までに数回発生した可能性も明らかになった．火砕サージ堆積物の上位には，数mmから数cmの火山灰質土壌を挟在し，阿寒富士の降下スコリア堆積物が少なくとも13枚堆積していた．また，阿寒富士の最下位の堆積物の直下の土壌からは2430±

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

20yrBP（2694calBP-2635calBP（16.7%），2614calBP-2593calBP（4.7%），2502calBP-2355calBP（74.0%））の年代値が得られた．したがって，阿寒富士の活動は約2700年前以降に開始したことになる．この結果は佐藤・和田（2017）が示した阿寒富士の活動開始年代とおよそ調和的である．阿寒富士の堆積物の上位には，薄い土壌を挟んでポンマチネシリ火口を由来とする3枚の火山灰層が確認できた．最下位の火山灰層（Pon-1，南・他，2019）には摩周火山由来の火山灰（Ma-b：約1000年前）がパッチ状に含まれていた．したがって，阿寒富士の活動は約1000年前までには終了しており，約1000年前には，雌阿寒岳のポンマチネシリと摩周火山で同時に噴火していたことも明らかとなった．

本研究の一部は文部科学省「次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト」の資金の提供により行われました．記して感謝致します．

キーワード：雌阿寒岳、噴火史、トレンチ調査
Keywords: Me-akan volcano, Eruption history, Trench survey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

掘削調査からみた雌阿寒岳ポンマチネシリにおける過去1000年間の火山活動史

Eruptive history at Ponmachineshiri in Meakan volcano during the last 1000 years: Implication from trench surveys

*南 裕介[1]、中川 光弘[2]、佐藤 鋭一[3]、和田 恵治[4]、石塚 吉浩[1]、足立 佳子[2]
*Yusuke Minami[1], Mitsuhiro Nakagawa[2], Eiichi Sato[3], Keiji Wada[4], Yoshihiro Ishizuka[1], Yoshiko Adachi[2]

1. 産業技術総合研究所　地質調査総合センター、2. 北海道大学大学院理学研究院地球惑星システム科学分野、3. 神戸大学大学教育推進機構、4. 北海道教育大学旭川校
1. Geological Survey of Japan, AIST, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Hokkaido University, 3. Institute for Promotion of Higher Education, Kobe University, 4. Earth Science Laboratory, Hokkaido University of Education at Asahikawa

活火山の山頂部付近では新規の堆積物による埋設や削剥により，正確な層序の構築が困難である場合が多い．このような火山において，山頂から山麓部における掘削調査は，ごく小規模な噴火堆積物の検出が可能であり，火山噴火履歴を構築する上で重要である。

本研究では，雌阿寒岳火山において，阿寒富士活動期以後のポンマチネシリ新期活動期に着目し，山頂部における野外調査と人力による掘削調査を行った．その結果，本研究において，古土壌で境される4枚のテフラ層を確認した．また最初期のテフラ層にMa-b(10世紀)が狭在することから，活動開始時期をおよそ1000年前と見積もった．本研究で確認された4枚のテフラ層を便宜上，下位からPon-1，Pon-2，Pon-3，Pon-4と呼称する．

Pon-1：山頂付近で最大層厚15ｍ，山頂から東南東6㎞の地点では8cm厚である．新鮮なスコリア(60 vol.%)と変質岩片(30 vol.%)，遊離結晶(10 vol.%)からなり，野外では多量のパン皮状火山弾を含む黒色ないし黄褐色の凝灰角礫岩(近傍相)および火山礫凝灰岩(遠方相)として産する．遠方では広域テフラ(Ma-b: 10世紀)をレンズ状ないしパッチ状に含むことから，噴火年代は10世紀頃と推定される．層序に基づきポンマチネシリ降下スコリア(和田ほか，1997)に対比される．

Pon-2：山頂付近で最大層厚3.5ｍ，山頂から東南東6㎞の地点では4cm厚である．スコリア(50 vol.%)と変質岩片(40 vol.%)，遊離結晶(10 vol.%)からなり，スコリアの一部は赤色を呈する．野外では主に赤褐色の凝灰角礫岩ないし火山礫凝灰岩として産し，火口近傍では最低でも6枚のfall-unitからなる．直下の土壌からは710±20 yrBP (δ^{13} C補正済みLibby age以下同)，670±20 yrBPの年代が得られ，噴火年代は13-14世紀と推定される．

Pon-3：山頂付近で最大層厚2ｍ，山頂から東南東6㎞の地点では6cm厚である．ほとんどが白色から黄褐色の変質岩片(90 vol.%)からなり，ごく少量のスコリア (3 vol.%)と灰色軽石(2 vol.%)および遊離結晶(5 vol.%)からなる．野外では主に黄褐色から褐色の火山礫凝灰岩として産し，火口近傍では最低でも3枚のfall-unitからなる．直下の土壌からは380±20 yrBPの年代が得られ，噴火年代は16-17世紀と推定される．年代値に基づき，Po-14(和田ほか，1997)に対比される．

Pon-4：山頂付近で最大層厚0.5ｍ，山頂から東北東2㎞の地点では3cm厚である．大部分が白色から黄褐色の変質岩片(92 vol.%)からなり，ブロック状岩片(2 vol.%)および遊離結晶(6 vol.%)を含む．野外では主に青灰色ないし灰色の火山礫凝灰岩として産し，火口近傍では最低でも7枚のfall-unitからなる．Ko-c2(AD1694)と

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Ta-a(AD1739)の上位に産し，直下の土壌からはmodernの年代が得られた．このことから，AD1739以降の水蒸気噴火の内，比較的規模の大きい活動によるものと推定される．

以上から，過去1000年間における雌阿寒岳の活動により，地層中から検出出来うる規模の噴火はAD10世紀(Pon-1)，AD13-14世紀(Pon-2)，AD16-17世紀(Pon-3)，18世紀以降(Pon-4)に，計4回発生したことが明らかになった．Pon-1，Pon-2，Pon-3には新鮮なスコリアが含まれ，マグマ噴火ないしマグマ水蒸気噴火であったことが示唆される．一方で， Pon-4は構成物の大部分が変質岩片によって占められ，マグマ性物質の含有は確認されないことから，水蒸気噴火による噴出物であると考えられる

本研究は文部科学省「次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト」の資金等の提供を受けた．記して感謝いたします．

キーワード：雌阿寒岳、マグマ水蒸気噴火、水蒸気噴火
Keywords: Meakan volcano, phreatomagmatic eruption, phreatic eruption

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

摩周火山，過去14000年間におけるマグマ供給系の変遷
Transition of magma plumbing system during the past 14 thousand years of Mashu volcano, eastern Hokkaido

*和田 恵治[1]、佐藤 鋭一[2]、佐野 恭平[3]、岡田 侑也[1]
*Keiji Wada[1], Eiichi Sato[2], Kyohei Sano[3], Yuya Okada[1]

1. 北海道教育大学旭川校地学教室、2. 神戸大学大学教育推進機構 、3. 白滝ジオパーク
1. Earth Science Laboratory, Hokkaido University of Education at Asahikawa, 2. Institute for Promotion of Higher Education, Kobe University, 3. Shirataki-Geopark

摩周火山では約7500年前のプリニー式噴火や火砕流噴火など規模の大きな一連の爆発的噴火により径6km×7ｋｍのカルデラが形成された（Katsui et al.,1975；勝井他，1986：岸本他，2009）。カルデラ形成前にも摩周火山では爆発的な噴火が過去4万年間を通して頻繁に繰り返されてきたことが指摘された（隅田，1990；長谷川他，2009）。本研究はカルデラ形成前後からカルデラ形成後の過去14000年間におけるマグマ供給系の変遷を考察する。

摩周火山過去14000年間のマグマ噴出量の積算変化図を見ると，噴出量が多い３つの噴火イベントが約7000年の間隔で起こった（Ma-l：14000年前，Ma-f～j：カルデラ形成7500年前，Ma-b:1000年前）。カルデラ形成後は溶岩の噴出や爆発的な噴火を数百年程度以下の間隔で小刻みに繰り返した。約4000年前にカムイヌプリ中央火口丘が形成されてからは後カルデラ期で最も長い休止期間（約1500年）を経てMa-cの断続的な噴火が起こった。後カルデラ期を通した噴火履歴の特性から考えると，1000年前の最新噴火（Ma-b）から1000年の休止期間を経た現在は，マグマ蓄積の準備が整って新たな噴火イベントが始まる時期にあると言える。

約7500年前のカルデラ形成期においては石質岩片の種類の変化や鉱物組成の変化から複数のマグマ溜まりからの同時噴火の可能性が指摘された（和田他，2017：講演要旨）。全岩化学組成のTiO_2-K_2O図で見ると，カルデラ形成を引き起こしたマグマは，後カルデラ期と約14000年前のMa-l期のマグマとは異なる組成領域にあって，約7500年前の時期だけマグマ供給系が異なっていたことが推定される。

MELTSプログラムと鉱物温度計から推定すると，斑晶鉱物（斜長石-直方輝石-普通輝石-鉄チタン酸化物）が平衡に存在できる摩周火山の珪長質マグマ溜まりは圧力４～５kb，H_2O 4～5%，温度930℃～970℃の条件が最も適合し，これは過去14000年間を通して大きく変化していなかった可能性がある。

キーワード：摩周カルデラ、マグマ供給系、マグマ溜まり
Keywords: Mashu caldera, magma plumbing system, magma chamber

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道東部，摩周火山における7.6kaカルデラ形成噴火の推移
Eruption sequence of 7.6 ka caldera-forming eruption from Mashu-volcano eastern Hokkaido, japan

*柴田 翔平[1]、長谷川 健[1]
*Shibata Shohei[1], Takeshi Hasegawa[1]

1. 茨城大学理学部理学科地球環境科学コース
1. Department of Earth Sciences, College of Science, Ibarbki University

摩周火山は，北海道東部に位置し，山頂部に径7.5 km×5.5 kmのカルデラを有する．このカルデラは約7,600年前の大規模噴火(噴出量約20 km^3)によって形成された(岸本ほか，2009，山元ほか，2010)．従来の研究によるカルデラ形成噴出物の層序は，降下火砕堆積物(Ma-j～Ma-g)とそれを覆う火砕流堆積物(Ma-f)からなる（Katsui et al.1975）．摩周カルデラ形成噴火の推移は，岸本ほか(2009)によって，マグマ水蒸気噴火(Ma-j)からはじまり，プリニー式噴火に移行，3層の降下軽石(Ma-i～Ma-g)を堆積させた後，噴煙柱崩壊による火砕流(Ma-f)が流下，摩周カルデラが形成されたと考えられている．一方，長谷川ほか(2017)は，Ma-fを層相の違いから7層(上位からMa-f1～Ma-f7)に細分し，摩周カルデラ形成噴火は従来の噴火推移よりも複雑であった可能性を指摘した．そこで，著者らは地質調査，カルデラ形成噴出物の粒度分析および構成物分析を行い摩周カルデラ形成噴火の推移を再検討した．粒度分析は-5Φ～4Φまでの範囲を1Φ間隔で行い，構成物分析は2～32 mmの粒子を肉眼観察で分類し，重量%を求めた．

Ma-f6，Ma-f7は層相の類似する火砕物密度流堆積物(以下，堆積物を省略)で灰色軽石，縞状軽石に富み(それぞれ40~60wt%，5~21wt%)，中央粒径(以下，MdΦ）は-1.00Φ～0.89Φ である．Ma-f5(降下火砕物）およびMa-f4(火砕物密度流)は火山豆石を多く含み(それぞれ89wt%，82wt%)，軽石，石質岩片には例外なくシルト質火山灰が付着し，マグマ水蒸気噴火堆積物の特徴を有する．Ma-f4のMdΦは，-0.55Φ～3.22Φ であり，下位のMa-f6，Ma-f7よりも細粒な火砕物密度流である．Ma-f3は石質岩片を大量に含む(90wt%以上)礫支持の火砕物密度流で，デイサイト質岩片のほか，深成岩片，変質岩片も含み，しばしば下位層を著しく削り込む．MdΦは，-3.47Φ～-1.37Φ で，極細粒砂～シルト粒子を欠く．Ma-f2はしばしば斜交葉理をともなう火砕物密度流で，細礫サイズの石質岩片を多く含み(70wt%)，軽石も含まれる(30wt%)．MdΦは，-1.84Φ～1.16Φである．Ma-f1は褐色の火山灰層で，軽石および石質岩片を含み(それぞれ52wt%，48wt%)，Ma-f2との層境界は不明瞭で漸移的に色調・粒径が変化する．MdΦは，-1.22Φ～1.80Φである．Ma-f3の上位には例外なくMa-f2，Ma-f1が堆積し，これらは分布域の広さからMa-fの体積の大部分を占めることが分かる．Ma-f下位の降下火砕物の構成物に目を向けると，Ma-i～Ma-gにかけて優勢な本質物質が白色軽石から，縞状軽石，灰色軽石へと変化する．

Ma-f1～Ma-f7は，粒度組成および構成物組成からMa-f7～6，Ma-f5～4，Ma-f3～1にグループ分けすることができ，それぞれの境界で噴火様式が変化したと考えられる．Ma-f7～6は灰色軽石と縞状軽石が優勢で，これは下位のMa-i～Ma-gにかけて見られる本質物質の量比変化と連続的であることや石質岩片の種類も一致することから，Ma-i～Ma-f6までは一連の噴出物であると考えられる．噴出率の低下により噴煙柱が崩壊し，Ma-f7，6が流下したと考えられるが，その後，火道への外来水の相対的な流入量が増加し，噴火様式がマグマ水蒸気噴火に変化してMa-f5～4を発生したと考えられる．つづくMa-f3～1では石質岩片量が急増することと， Ma-fの大部分を占めることからカルデラ陥没開始が示唆される。Ma-f3の上位にはMa-f2，Ma-f1が例外なく堆積しており，これらに含まれる構成物は石質岩片の量比が変化するものの，その種類は変化せず，上位にかけてMdΦが細粒になることから，Ma-f3～Ma-f1は高速の火砕物密度流の流動単位，Layer 1~Layer 3(Wilson,1985)に対応すると考えられる．

従来の噴火推移と合わせると，摩周カルデラ形成噴火はマグマ水蒸気噴火(Ma-j)にはじまり，プリニー式噴火に移行，降下軽石(Ma-i～Ma-g)を堆積させ，噴煙柱崩壊による火砕物密度流(Ma-f7～Ma-f6)を流下させた．その後，マグマ水蒸気噴火に移行(Ma-f5~Ma-f4)，カルデラ陥没にともなう岩塊の放出と火砕物密度流が

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

流下し(Ma-f3～Ma-f1)，摩周カルデラが形成されたと考えられる．

キーワード：テフラ、カルデラ、マグマ水蒸気噴火、噴火推移
Keywords: tephra, caldera, Phreatomagmatic-eruption, eruption-sepuence

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道東部, 摩周火山の1000年前のMa-b噴火の火山地質学的研究：特に噴火様式の変化について.
Geological study of the 1000 yBP Ma-b eruption, Mashu volcano, eastern Hokkaido: Especially for the change of eruption style.

*上野 健太[1]、中川 光弘[1]
*Kenta Ueno[1], Mitsuhiro Nakagawa[1]

1. 北海道大学大学院理学院自然史科学専攻地球惑星科学システム科学講座
1. Depatment of Natural History of Sciences, Graduate School of Science, Hokkido University

摩周火山は，北海道東部・屈斜路カルデラ火山の約3.5万年前の屈斜路火砕流I(Kpl)の噴火後, 屈斜路カルデラ南東部で活動を開始したと考えられている(*1). 1.7万年前頃以降の活動は, 成層火山形成期, カルデラ形成期, 中央火口丘形成期の３つに大別されている(*2). その中で約1000年前に発生したMa-b噴火は, VEIが５クラスの中央火口丘形成期最大の噴火である．Ma-bテフラは先行研究(*3, *4)によってMa-b1～Ma-b6の６つのサブユニットに分類されているが, その噴火様式・推移および噴出マグマの時間変化の詳細は明らかではない. 本研究ではMa-b噴火の噴火推移を再検討し, 地質調査, 各サブユニットの粒度組成及び構成物量比の測定, 全岩化学組成分析を実施したので報告する.

今回, 我々は層相と構成物の種類および量比に着目してMa-bテフラのサブユニット区分を再検討した. その結果, (*4)と同様に上位からb1～b6の6つのサブユニットに区分した. 以下に下位から記述する. b6は薄い灰褐色火山灰層であり, 砂サイズの軽石, 鉱物片および岩片から構成される. 本研究では摩周火山の北方向の1地点のみで確認された. b5は黄白色の軽石を主体とするクラスト支持の降下軽石層である. 本ユニットの分布域はMa-b噴火で最大であり, 北方向へ広く分布する. b4は，淘汰の比較的良いシルトサイズの火山灰層と, シルトサイズ火山灰からなる基質に軽石が散在する淘汰のやや悪い火山礫凝灰岩層の互層である. 各層では火山豆石も普通に認められる．b4の下部は各単層の水平方向の連続性は悪く斜交葉理状の構造が見られ, 上部では単層中の軽石の比率が高くなる. これからb4ユニットは火砕サージ堆積物および降下火山灰から構成されると判断した．b3は黄白色の軽石からなる淘汰の良い降下軽石層であり, 摩周火山の西南西方向に分布する. b2は淘汰の比較的良いシルトサイズの火山灰層であり, 火山豆石を多く含む. b1は，褐色のシルトサイズ火山灰でコーティングされた軽石からならなる淘汰の悪い降下軽石層であり, 摩周火山の西南西方向に分布する. Ma-bテフラの本質物は，発泡度の良い軽石の他に, 塊状～フレーク状の青灰色～黒色岩片からなる．岩片の基質は新鮮なガラス質であり, 微小な気泡が多く認められる. Ma-b噴出物中には，これらの本質物の他に少量の変質岩片も認められる. 本質物としてb6, b5及びb3では軽石が90%以上を占めるが, b4及びb2は岩片が70%以上を占める.一方でb1は軽石が約70%を占めるが, 岩片も約20%含まれる. これらの本質物は両輝石デイサイト(全岩SiO_2=67.3~69.7%, K_2O=0.6~0.7%)であり, b5からb1にかけてSiO_2量が1%ほど減少する.

上記のMa-bテフラの各ユニットの層相変化から噴火推移は以下のとおりと推定される. 最初期のb6は分布がごく限定的であることから, 噴火の詳細は不明であるが, 小規模な爆発的噴火で噴火が開始されたと考えられる. その後のb5は大規模な降下軽石層であることから, 噴火はすぐにプリニー式噴火に発展した. この噴火がMa-b噴火の最盛期であったと考えられる.そしてb4では火砕サージの発生および火山豆石の存在から, マグマと外来水の相互作用によりマグマ水蒸気噴火に推移したと考えられる. そのことは, b4中の本質物で多数を占める岩片がフレーク状を呈すること（*5）やガラス質で気泡の成長が進んでいない基質の特徴からも,マグマと外来水の接触が示唆されることと調和的である. その後のb3は降下軽石層であることからマグマと外来水の相互作用は低下して噴煙柱が立ち上がったようであるが, その後のb2では再びマグマ水蒸気噴火へと変化した. そしてb1は火山灰でコーティングされた降下軽石堆積物であることから, フレアトプリニアン式の噴火でMa-bの噴火は終了したと考えられる. このように，Ma-b噴火ではマグマ水蒸気噴火が頻発しており, 火口が存在したカムイ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ヌプリ山体の地下に豊富な帯水層が存在していたと考えられる. Ma-bの噴火推移は上昇するマグマと外来水の反応の有無で支配されており, それはマグマの上昇速度あるいは噴出率の大小と関係しているようである.

引用文献
*1:長谷川他 (2009)地質学雑, 115, 369-390
*2: Katsui *et al*.(1975)*J. Fac. Sci. Hokkaido Univ.*, 16, 533-552.
*3: 勝井(1962) 5 万分の 1 地質図幅「屈斜路湖」.
*4: 岸本他（2009）火山，54, 15-36.
*5: Wohletz (1983) *J. Geotherm. Res.*, 17, 31-63.

キーワード：摩周火山、テフラ層序学、マグマ水蒸気噴火、活火山
Keywords: Mashu volcano, tephrostratigraphy, phreatomagmatic eruption, active volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道南西部，濁川火山のカルデラ形成期噴出物の岩石学的特徴
Petrology of the caldera-forming eruption of Nigorikawa Caldera, Southwest Hokkaido, Japan

*金田 泰明[1]、長谷川 健[1]
*Yasuaki Kaenda[1], Takeshi Hasegawa[1]

1. 茨城大学大学院
1. University of Ibaraki

濁川火山は北海道南西部に位置し，直径約3 kmのカルデラ (濁川カルデラ) を有する火山である．濁川カルデラは，約1万2千年前に発生した一連の大規模噴火により形成され，その噴出物は，柳井ほか (1992)により4つに細分された (下位よりNg-c, Ng-b, Ng-a fall, Ng-a flow)．これらのユニットに含まれる火山ガラスの屈折率は，上位に向かって大きくなること (柳井ほか, 1992)が報告されている (n = 1.489から1.504)．一般に火山ガラスの屈折率とSiO_2量には負の相関が認められるため，上位のユニットに向かい，噴出物が珪長質から苦鉄質へと変化したことが推測されるが，濁川カルデラ噴出物 (Ng) の全岩および火山ガラスの化学組成を系統的に分析した報告例は無く，本噴火に伴うマグマ系変遷の詳細は分かっていない．そこで本発表では，濁川カルデラ周辺で行った地質調査の結果と本質物質の岩石学的特徴から見たマグマ供給系について議論する．

濁川カルデラ周辺において，噴出物の記載，試料採取を行った．Ngはいずれのユニットにおいても，角閃石に富む特徴を示す．Ng-cは青灰色から黄土色の細粒火山灰が主体の火砕サージ堆積物 (以下，堆積物を省略)であり，1 cm程度の軽石をわずかに含む．Ng-bは，下部の降下火砕物 (Ng-b fall)と上部の火砕サージ (Ng-b surge)からなることが新たに確認できた．Ng-a fall は上方粗粒化を示す降下火砕物で，それを覆うNg-a flowは，塊状無層理の火砕流である．Ng-a flowは，従来研究でカルデラの周縁約5 kmに分布が限られていたが，野外調査の結果，より遠方に堆積することを確認した (火口より東北東13 km離れた露頭で層厚約1,1 m，北東に15 km離れた露頭で層厚2.1 m)．Ng-a flowの上位には，斜交層理の発達した火砕サージも認められた．本研究では，これをNg-a surgeと呼ぶ．さらに本研究では，カルデラより北東約4.5 kmの露頭において，Ng-a surgeの上位に土壌を挟んで火砕流を発見した．本層は後述する火山ガラスや，角閃石に富む特徴から，濁川カルデラ由来と考えられ，本発表では新たにNg-xと呼ぶ．Ng-x直下の土壌層の放射性炭素年代は現在測定中であるが，いずれにせよNg-xと下位のNg-a surgeとの間に土壌が挟在することから，濁川カルデラの形成噴火は少なくとも2回に及んだ可能性が指摘できる．

濁川カルデラ噴出物に含まれる本質物質は，肉眼的特徴から白色軽石，灰色軽石，縞状軽石の3種類に分けられる．これらはいずれのユニットにも認められるが，全体を通して白色軽石が量的に大半を占める．なお，Ng-cは細粒なため，本質物質の岩石学データが十分に得られていない．白色軽石は，斑晶組み合わせが斜長石 + 普通角閃石 ±単斜輝石 ±直方輝石 ±不透明鉱物 ±石英で，石基組織はハイアロピリティックである．灰色軽石の斑晶組み合わせは白色軽石とほぼ同様であるが，石英を含まない点が異なり，石基組織はハイアロオフティックである．全岩主化学組成のハーカー図においては，白色軽石はSiO_2量61.2~63.7 wt.%, 灰色軽石はSiO_2量54.6~57.4 wt.%で，縞状軽石のそれは両者の中間に位置する．柳井ほか (1992)から示唆されるような化学組成の系統的な垂直変化は，現時点では確認できない．これらの組成変化トレンドはほぼ同一の直線上に点示されるが，Ng-b中の灰色軽石は，最も苦鉄質 (SiO_2 = 54.6~55.5 wt.%)で，特にNa_2O-SiO_2図, Ba-SiO_2図, Zr-SiO_2図において全体の直線トレンドとは異なる傾向を示す (苦鉄質側で，比較的高いNa_2O, Ba, Zr値を示す)．一方の火山ガラスの主化学組成は，白色軽石と，縞状軽石の白色部がSiO_2量71.2~78.2 wt.%で，その多くは76~78 wt.%に集中する．灰色軽石，および縞状軽石の灰色部は，SiO2量59.7~71.9 wt.%であり，これら火山ガラスの主化学組成は全岩化学組成と概ね同様の変化傾向を示す．すべてのユニット内に，灰色軽石や縞状軽石が存在することから，本カルデラ形成噴火では，複数のマグマの混合・混交が主なプロセスと考えられる．全岩・火山ガラス化学組成のハーカー図において，珪長質側は収束するが，苦鉄質側でNg-bとそれより上位のユニットで異なる2つの変化傾向が認められることから，白色軽石を形成した1つの珪長質端成分マグマ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

と，灰色軽石を形成した2種類の苦鉄質端成分マグマが想定できる．量的に大半を占める珪長質マグマは，活動の開始から終息まで存在していたが，それに貫入したと思われる苦鉄質マグマは，Ng-b以前とNg-a以降で入れ替わった可能性が指摘できる．

キーワード：濁川カルデラ、岩石学
Keywords: Nigorikawa caldera , Petrology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

姶良カルデラ形成における前駆プリニー式噴火の軽石の組織分析
Textual analyses for pumice from precursory Plinian eruption of Aira caldera forming eruption

*緒方 美季[1]、寅丸 敦志[2]
*Miki Ogata[1], Atsushi Toramaru[2]

1. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Kyushu University

Aira caldera is located in northern part of Kagoshima bay, southern Kyushu. The caldera forming eruption (29,000 BP) produced Osumi pumice fall (+Tarumizu pyroclastic flow), Tsumaya pyroclastic flow, Kamewarizaka breccia, and Ito pyroclastic flow (+ AT ash). In this study, we focus on bubbles in the ejecta because the vesiculation of magma is a driving force of magma ascent and it is expected that vesicular textures reflect the condition in the magma chamber and in the conduit. The aim of this study is to quantitatively describe the vesicle textures in Osumi pumice fall from Aira caldera forming eruption.
We sampled Osumi pumice fall in Tarumizu, Kagoshima, where the deposits are inclined to the ground, showing a typical mantle bedding structure. Samples were basically taken horizontally by intervals of 50 cm from the lower boundary to the welded part of Ata pyroclastic flow in the total horizontal length of the deposits of 850 cm (totally 18 layers), separately for characteristic two fine grain-rich thin layers (fine 1 and fine 2). Near the upper boundary to the Tarumizu pyroclastic flow, samples were taken vertically by intervals of 30 cm (3 layers).
We selected 8 layers by the equal interval (0 cm, 150 cm, fine1, 300 cm, 450 cm, 600 cm, fine2, 750 cm, +30 cm and +90 cm) and two fine-rich layers for the analysis of grain size distribution by using sieves(-5≦Φ≦1). For bulk density measurements, we selected ten pumices with size range 8~16 mm for each layer (4 pumices for fine 1). The bulk density measurements were conducted by using 3D laser scanner DAVID (3D model construction software) and Hira 3D viewer (calculation software of bulk volume). For the textual analysis, we made 8 chips (each chip includes 2 pumices (maximum and minimum bulk densities)) for 8 layers. We observed vesicle textures by SEM (HITACHI TM3030Plus:15keV). After image processing, we conducted vesicle textual analyses and phenocrysts area measurements by imageJ software.
The bulk density of 10 layers ranges from 0.46 to 1.18 g/cm^3 (maximum difference of 0.6 g/cm^3 at 300 cm layer, minimum difference of 0.2 g/cm^3 at fine 2 layer). We define a bubble with an area of 0.01 mm^2 or more as a pheno-bubble and a bubble with an area less than 0.01 mm^2 as a matrix-bubble.
Matrix-bubbles had three characteristic textures: 1. Single spherical bubbles, 2. Elongated bubbles, 3. Connected bubbles. The vesicularity of 8 layers ranges from 64.8 to 92.7 %. There is a correlation between pheno-bubble abundance and bulk density but no correlation between amount of phenocrysts and bulk density.
The presence of elongated bubbles indicates that bubbles experience a sort of deformation. Connected bubbles in small scale suggest that pheno-bubbles increase their sizes by the coalescence process of bubbles. The correlation between pheno-bubble abundance and bulk density suggests that bulk density is determined by pheno-bubbles. The differences in bulk density in one layer can be thought to result from the differences in pheno-bubble abundance. If pheno-bubbles are the relic of bubbles in the magma chamber before eruption, it is expected that pheno-bubbles heterogeneously distribute by spatial scales of several millimeters in the magma chamber, which triggered the eruption.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：カルデラ、発泡度、フェノバブル
Keywords: caldera, vesicularity, pheno-bubble

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

珪長質マグマ溜まりの長期熱収支モデルから推定する長期苦鉄質マグマ供給率

Long-term input rate of mafic magma inferred from a long-term heat balance model of silicic magma reservoir

*上澤 真平[1]
*Shimpei Uesawa[1]

1. 電力中央研究所　地球工学研究所　地圏科学領域
1. Central Research Institute of Electric Power Industry

珪長質マグマ溜まりは，上部地殻に生成されたメルトに乏しい結晶質マッシュが，下部地殻に停滞して溜まった苦鉄質マグマ溜まりからのマグマの貫入により部分溶融することで、噴火可能マグマ溜まりとして生成するというモデルが一般化しつつある(例えば，Sparks et al., 2019)．このモデルに従えば，珪長質な噴出可能マグマの噴出は，苦鉄質マグマの供給に支配されている可能性が高く，苦鉄質マグマの供給率を知ることは長期的な噴火可能性評価にとっても重要である．Koyaguchi and Kaneko (2000)はすでにその描像を提案しており，珪長質マグマダまりの発達過程を，苦鉄質マグマの貫入による珪長質マグマ溜まり温度の急激な上昇，溶融，擾乱，急速な冷却のステージ（Convection and Melting (C&M) mode)とその後の熱拡散による冷却ステージ（Conductive Cooling (CC) mode)に区別して論じた．本研究では，この2つのステージのうち，CCステージの長期的熱収支モデルを改良して用い，最近数千~数万年間の噴出率が分かっている火山直下のマグマ溜まりサイズを知ることで、長期の苦鉄質マグマ供給率を推定できる可能性を指摘する．

モデルの基本式は下記である．

$\varDelta Q = I\rho\{cT_b + L(1-\phi_{crit})\} - E\rho cT_{eft,}$　(1)

$Q_{loss} = 2\pi\{a + b(tanh^{-1}e/e)\}k(T_{eft} - T_{wrt})$．(2)

ここで、$\varDelta Q$は噴出マグマ(E：長期噴出率; km^3/kyr)と供給マグマ(I：長期供給率; km^3/kyr)の仕事率の差，Q_{loss}はマグマ溜まりを扁球回転楕円体とした時の表面からの放熱の仕事率である．aは回転楕円体の長径、bは短径、eは離心率である．また，ρ *は岩石の密度，*c*は岩石の比熱，*L*は溶融潜熱，*k*は熱伝導率，*ϕ_{crit}は噴火可能マグマのメルト分率，T_bは苦鉄質マグマの温度，T_{eft}*は噴火可能マグマの実効温度，*T_{wrt}はマグマ溜まり周辺の地殻温度である．さらに，$\varDelta Q$がQ_{loss}で消費しきれなかった場合を仮定するとその残差Q_{ex}は，$Q_{ex} = \varDelta Q - Q_{loss}$ (3)であり，残差の体積増加率(R_{ex}; km^3/kyr)は$R_{ex} = Q_{ex}/\rho cT_{eft}$ (4)である．

次にこのモデルを用いて，具体的事例を仮定し，苦鉄質マグマの供給率を算出してみたい．例えばある火山において、地質学的に得られた長期噴出率が0.1 (km^3/kyr)であったとし，T_{wrt} = 100℃，マグマ溜まりの偏平率を0.7（1-b/a），その他のパラメータはKoyaguchi and Kaneko (2000)に基づくと，仮にa = 3600mが観測された場合に，そのマグマ溜まりサイズを維持するため（Q_{ex} = 0）のマグマ供給率は0.5 (km^3/kyr)と算出される．ただし，このモデルはT_{wrt}の依存性が大きく，例えば同じ噴出・供給収支を仮定したときに，T_{wrt} = 500℃であるならば，a = ~20 kmでバランスする．この様に，周辺地殻温度に対する依存性はあるものの，長期噴出率既知の火山直下の現在のマグマ溜まりのサイズを知ることで、最近数千年間におけるの苦鉄質マグマの長期的供給率を推定できる可能性が示された．

キーワード：熱収支モデル、長期噴出率、長期マグマ供給率、マグマ溜まりサイズ
Keywords: heat balance model, long-term eruption rate , long-term magma input rate, size of magma reservoir

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

顕微ラマン分光・顕微赤外分光法に基づく高粘性マグマの開放系脱ガス・酸化組織形成過程

Outgassing and Oxidation processes of viscous magmas inferred from micro-Raman and IR spectroscopy

*佐野 恭平[1]、佐藤 鋭一[2]、和田 恵治[3]、壷井 基裕[4]、中岡 礼奈[5]
*Kyohei Sano[1], Eiichi Sato[2], Keiji Wada[3], Motohiro Tsuboi[4], Reina NAKAOKA[5]

1. 白滝ジオパーク、2. 神戸大学大学教育推進機構、3. 北海道教育大学旭川校、4. 関西学院大学理工学部、5. 神戸大学海洋底探査センター
1. Shirataki-Geopark, 2. Kobe University Institute for Promotion of Higher Education, 3. Hokkaido University of Education at Asahikawa, 4. School of Science and Technology, Kwansei Gakuin University, 5. Kobe Ocean-Bottom Exploration Center, Kobe University

Silicic volcanism ranges from explosive to effusive. Understanding what controls in such activity is an important issue to explain the explosive-effusive transition. The recent observation on Cordon Caulle (Chile, 2011-12) reported the explosive-effusive hybrid activity (Schipper et al., 2013), and we can consider that this eruption style reflects heterogeneous processes such as vesiculation and outgassing in volcanic conduit. Obsidian can be observed as pyroclastic and effusive-lava products of such a silicic and viscous magma eruption, and we can consider that obsidian contains the heterogeneities in rock textures such as crystallinity, water concentration oxidation state, and structure of glass networks. Thus, we performed the micro-Raman and IR spectroscopy on obsidian in order to discuss the heterogeneous processes recorded in rock texture.
At the Akaishiyama obsidian lava on Shirataki, northern Hokkaido, Japan, we can observe the red-colored oxidized obsidian mingled with black-colored obsidian. The mingled obsidian shows various contrasts and distributions on the hand specimen, and we can consider that such various oxidation texture reflects the different mechanisms of outgassing and oxidation during the eruption. In this study, we used the microRaman and IR spectroscopy to characterize the oxidation state in the obsidian. We obtained the 2 types of Raman spectra of oxide microlites in red and black obsidians, respectively. Compared with referential spectra, we identified the captured spectrum as magnetite and hematite. Furthermore, the height of 470 cm^{-1} on the glassy part shows the degrees of oxidation. The IR spectroscopy shows the different water concentration between red-colored and black-colored obsidian glasses. The red-colored oxidized glass shows lower water concentration than black-colored obsidian glasses. Based on the analytical results of microRaman and IR spectroscopy and, we discuss the formation process of heterogeneous oxidation textures during the eruption.

キーワード：酸化組織、ラマン分光、赤外分光、黒曜石
Keywords: Oxidation texture, Raman spectroscopy, IR spectroscopy, obsidian

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

御嶽山2014年噴火による投出岩塊の分布
Distribution of ballistic blocks during the 2014 eruption of Ontake Volcano, central Japan

*及川 輝樹[1]、吉本 充宏[2]、竹下 欣宏[3]、前野 深[4]、小森 次郎[5]、中田 節也[9]、嶋野 岳人[10]、佐々木 寿[6]、岸本 博志[6]、千葉 達朗[6]、石峯 康浩[7]、常松 佳恵[8]、石塚 吉浩[1]
*Teruki Oikawa[1], Mitsuhiro Yoshimoto[2], Yoshihiro Takeshita[3], Fukashi Maeno[4], Jiro Komori[5], Setsuya Nakada[9], Taketo Shimano[10], Hisashi Sasaki[6], Kishimoto Hiroshi[6], Tatsuro Chiba[6], Yasuhiro Ishimine[7], Kae Tsunematsu[8], Yoshihiro Ishizuka[1]

1. 国立研究開発法人産業技術総合研究所、2. 山梨県富士山科学研究所、3. 信州大学教育学部、4. 東京大学地震研究所、5. 帝京平成大学、6. アジア航測株式会社、7. 鹿児島大地震火山地域防災センター、8. 山形大学理学部、9. 研究開発法人　防災科学技術研究所、10. 常葉大学大学院環境防災研究科
1. GSJ, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology , 2. Mt. Fuji Reserch Institute, Yamanashi Prifectural Goverment, 3. Faculty of Education, Shinshu University, 4. Earthquake Reserch Institute, University of Tokyo, 5. Teikyo Heisei University, 6. Asia Air Survey Co., Ltd., 7. Reserch and Education Center for Natural Hazards, Kagoshima University, 8. Yamagata University, 9. National Reserch Insitute for Earth Science and Disaster Resilience, 10. Graduate School of Environment and Disaearch, Tokoha University

個々の噴火で発生する投出岩塊の分布や密度についての記載例はそれほど多くなく，十分明らかになっているとは言えない状況である．粗粒な投出岩塊は，多くの場合，火砕丘をつくる主要な構成物である．その分布や落下密度の記載は，防災上のみならず火砕丘の成長過程を明らかにするうえでも重要である．御嶽山2014年噴火では，この粗粒な投出岩塊で大きな被害が生じた．新聞報道等によると，56名の方の死因が飛来した岩塊による損傷死であると特定されている．我々は，その御嶽山2014年噴火の噴火直後から山頂付近に調査に入り，投出岩塊の分布や密度などを明らかにした．

御嶽山2014年噴火では，北西-南東方向に伸びた長さ0.8㎞の範囲内に剣ヶ峰西側山腹斜面，地獄谷内の火口群，奥の院下の火口群の3つの地域に分かれる火口列が形成された．映像や証言などから，噴火開始直後からこれら火口より投出岩塊が飛来し始めたことが明らかになっている．この2014年噴火の噴出物は，火口付近では，火山岩塊サイズの岩片と粘土質火山灰からなる塊状の堆積物として認められる．火山岩塊サイズ以上の投出岩塊が高密度（1個/m^2以上）に分布する地域は，地獄谷内の火口群を中心とした半径900m以内であり，その形状は地獄谷の谷地形に規制され，その伸長方向（北北東-南南西方向）に伸びる形状をしている．それより外側の投出岩塊の分布密度は急速に少なくなる．新聞報道に基づくと，死亡者もこの投出岩塊の密度が高い地域内で発生している．今回，明らかになった投出岩塊の分布密度の変化傾向から，投出岩塊は火口列の一部分である地獄谷内の火口から主にもたらされたことがわかった．なお，確認された火山岩塊サイズ以上の投出岩塊の最大到達距離も地獄谷の火口群から，約1.3㎞北北西であるが，その地点で確認される投出岩塊はまれである．確認された最大の投出岩塊は96 ×70 ×64 cmであり，長径が1mを超えたものは無かった．火口からおよそ1㎞以内に高密度に投出岩塊が降る傾向は，他の水蒸気噴火の事例と整合的である．つまり経験的には水蒸気噴火でもたらされる投出岩塊による甚大な被害を防ぐには，少なくとも火口から1㎞以上は離れる必要がある．

キーワード：御嶽山、噴火、噴石、分布密度、被害、減災
Keywords: Mt. Ontake, eruption, ejected material, distribution density, damaege, hazard mitigation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2014年噴火以降の御嶽山における火山性地殻変動
After 2014 eruption, The volcanic crustal deformation around Mt. Ontake

*小池 遥之[1]、Ito Takeo[2]、松廣 健二郎[2]、堀川 信一郎[2]、奥田 隆[2]、國友 孝洋[2]、田ノ上 和志[2]、岩瀬 裕斗[1]、熊谷 光起[1]
*Haruno Koike[1], Takeo Ito[2], Kenjiro Matsuhiro[2], Shinichiro Horikawa[2], Takashi OKUDA[2], Takahiro Kunitomo[2], kazushi tanoue[2], Yuto Iwase[1], Koki Kumagai[1]

1. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University、2. Earthquake and Volcano Research Center, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University
1. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 2. Earthquake and Volcano Research Center, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

2014年9月27日に発生した水蒸気噴火によって60人以上の犠牲者を出し、戦後最大の火山災害となった。一般的に、水蒸気噴火はマグマの変動を伴った噴火と比較して噴火に先行する地殻活動のシグナルが小さく、噴火予測が難しい。よって、水蒸気噴火に伴って生じた地殻変動を詳細に解析し、山体内の地殻変動の原因となった現象を突き止めることは今後の火山防災にとって非常に重要である。

2007年の御嶽山の小規模噴火に伴う比較的広域的な地殻変動が、GPSによって観測された。特に、剣ヶ峰を南東・北西方向に挟む気象庁のGNSS観測点の落合唐谷・御嶽田野原基線は2007年の小規模噴火時に2cm程度の伸長が観測され、2014年以降は年間1cm程度の短縮が継続して観測されている。この基線長の短縮は現在も継続しており、2007年の噴火以前の水準まで達している。この地殻変動の特徴として、2014年の御嶽山の水蒸気噴火に伴う地殻変動は2007年の地殻変動と比較すると比較的狭い範囲でのみ観測されたことが指摘されている。そこで、Takagi and Onizawa （2016）は2007年の噴火に伴う地殻変動の観測結果から、ダイク圧力源モデルを提唱し、2014年の御嶽山の水蒸気噴火では新たに浅部の圧力源があったことを提唱した。しかしながら、Takagi and Onizawa（2016）は山頂から約４km離れた山麓部のGNSS観測点を使用して解析しており、浅部の圧力源の推定には地形の影響を考慮し、評価する必要があると考えられる。

一方、2014年の噴火以降、名古屋大学は山麓付近に5箇所の連続GNSS観測点を新設し、2016年から山頂付近で11箇所のキャンペーンGNSS観測を実施している。これらの観測結果から、2014年火口を挟む北西ー南東の約１kmのGNSS観測基線では2017年と2018年の間に約10cmの短縮が得られ、その範囲は局所的であることが明らかになった。このことは、浅部の圧力源の存在を示唆しており、山頂付近での観測が重要であることが伺える。また、浅部の圧力源は、地形の影響を強く受けると考えられる。よって、本研究では、三次元有限要素法を用いて山体地形の影響を評価した上で、圧力源の推定にどのような影響があるかについて発表を行う。

キーワード：Mt.ontake
Keywords: Mt.ontake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南西北海道，第四紀狩場火山群の地質学・岩石学的研究：山体形成史とマグマ変遷の解明

Geological and petrological study of Kariba volcanic group: Elucidation of the volcanic history and changes of magma

*田次 将太[1]、中川 光弘[2]
*Shota Taji[1], Mitsuhiro Nakagawa[2]

1. 北海道大学大学院　理学院、2. 北海道大学大学院　理学研究院
1. Graduate School of Science, Hokkaido University, 2. Faculty of Science, Hokkaido University

狩場火山群は南西北海道，渡島半島北西部の日本海側に位置する火山群で，更新世の複数の火山から構成される．個々の山体の噴出中心は東西10㎞，南北7㎞に分布し，現在の最高点は標高1520mの狩場山である．狩場火山群については，山岸・黒沢(1987)によって本火山群を含む地域の地質図幅が作成されたほか，Kaneoka et al.(1987)によって2試料のK-Ar年代測定が行われている．それによると，狩場火山群は穴床前溶岩および狩場山溶岩の大きく２つに分類され，それぞれ0.7Maと0.25Maの年代値が報告されている．また，Nakagawa (1992)や小杉ら(2013)によって本火山群噴出物の全岩化学組成が測定されており，背弧火山的特徴を示すと述べられている．しかしこれらの先行研究では，火山群全体の形成史について報告されていないほか，その岩石学的特徴を掴むためには分析試料が非常に少ないという問題点があった．そこで本研究では，狩場火山群の形成史とマグマの変遷を明らかにすることを目的とした．まず航空写真による地形判読から，本火山群噴出物のユニット分類や地形の保存状態，被覆関係の観察を行った．続いて地形判読結果を基に地質調査を行い，各ユニットの産状や被覆関係を確認した．また，同時に試料採取を行い，鏡下観察および全岩の主要・微量化学組成分析およびSr-Nd同位体比分析を行った．さらに現在，5試料のK-Ar年代測定を実施中である．

その結果，本研究では狩場火山群噴出物を推定火口位置および被覆関係から12のユニットに分類し，さらに既存の年代値，被覆関係および侵食の程度から推定した活動時期，そして岩石学的特徴からこれらを3つのステージに分類した．ステージ１では火山体北西部の火口から西方に溶岩が流出しており，それらの産状から水中火山活動もしくは溶岩の先端が水中に流下したと考えられる．その後ステージ2では陸上での活動に移行し，噴出中心も火山群全域に散らばって溶岩を流出しているが，ステージ3では火山群中央部のみから溶岩を噴出した．これらの活動によって，平坦な山容で特徴づけられる楯状火山が形成された．

狩場火山群噴出物は，高カリウム系列，カルクアルカリ岩系列に分類される玄武岩～安山岩からなり，全ステージに共通して苦鉄質包有物が認められる．Nb, Taの負異常や枯渇したSr-Nd同位体組成を示すなど，東北日本弧の背弧火山(特に渡島小島; 小杉ら, 2013)と似た特徴を示す．母岩の岩石学的特徴はステージごとに異なっており，ステージ1は石英黒雲母かんらん石玄武岩質安山岩であり，母岩のSiO_2組成幅は小さい．またステージ1は，ステージ2・ステージ3と比べてSr同位体比が高くNd同位体比が低いことで特徴づけられる．ステージ2は斜方輝石含有かんらん石石英角閃石単斜輝石黒雲母安山岩，ステージ3は斜方輝石含有石英単斜輝石角閃石かんらん石黒雲母安山岩であり，ステージ2・ステージ3は多くのハーカー図でそれぞれ異なる直線トレンドを形成しており，ステージ3の方がMgOが高い．一方で苦鉄質包有物は，母岩と比較して多様な組成を持つが，ステージごとの大きな違いは認められなかった。試料を採取できた全ユニットにおいて，苦鉄質包有物や，石英とかんらん石といった非平衡な鉱物組み合わせ，斜長石の汚濁帯や波動累帯構造など，マグマ混合を示す証拠が多く認められることから，各ステージの噴出物は主にマグマ混合によって形成されていたと考えられる．また，各ステージの母岩がそれぞれ異なる組成トレンドを示すことは，ステージ毎に苦鉄質端成分マグマと珪長質端成分マグマが異なっていたことを示唆している．すなわち，ステージ1では玄武岩質安山岩と玄武岩，ステージ2，3は玄武岩と安山岩の混合であり、ステージ3はステージ2と比較してMgOが高いマグマであったと考えられる．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

引用文献

Kaneoka, I., Yamagishi, H., Yahata, M. (1987). K-Ar Ages of the Neogene Submarine Volcanic Rocks and Overlying Quaternary subaerial Lavas from the Mt. Karibayama Area, Southwest Hokkaido, Bull. Volcanol. Soc. Japan, Ser. 2, 32, 329-333

小杉安由美，中川光弘，清野寛子(2013)．西南北海道，更新世渡島小島火山の地質と岩石学的特徴, 地質学雑誌, 119, 743-758

Nakagawa M. (1992). Spatial Variation in Chemical Composition of Pliocene and Quaternary Volcanic Rocks in Southwestern and Quaternary Volcanic Rocks in Southwestern Hokkaido, Northeastern Japan Arc, Jour.Fac.Sci., Hokkaido Univ., Ser.Ⅳ,23,175,175-197

山岸宏光・黒沢邦彦．(1987)． 5万分の1地質図幅「原歌および狩場山」および同説明書北海道立地下資源調査所

キーワード：狩場火山群、南西北海道、K-Ar年代測定、全岩化学組成、背弧火山
Keywords: Kariba volcanic group, Southwestern Hokkaido, K-Ar dating, whole-rock chemistry, back-arc volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

岩手県西部, 小高倉火山の噴出物層序の検討とマグマ組成の変化要因の解明

Stratigraphy and evolutionary mechanism for the low-K tholeiitic magmas at Kotakakura volcano in the Sengan geothermal field, Northeast Japan arc

*後藤 義瑛[1]、藤縄 明彦[2]
*Goto Yoshiaki[1], Akihiko Fujinawa[2]

1. 茨城大学大学院理工学研究科、2. 茨城大学理学部
1. Graduate school of Science and Engineering, Ibaraki University, 2. Faculty of Science, Ibaraki University

研究背景･目的

小高倉火山は岩手県西部, 仙岩地熱地域に位置する, 低アルカリソレアイト系列岩から成る第四紀成層火山である. 本火山の形成開始年代は1.2~2.3 Ma (K-Ar年代) とされる (須藤･石井, 1987). 東北日本に広く分布する低アルカリソレアイトマグマの組成多様性や組成変化メカニズムを理解する目的のために本火山の噴出物層序を明らかにし, 岩石学的データを蓄積してマグマ組成の時系列変化を高解像度で解明した. ソレアイトマグマの進化において, 従来主要とされてきた結晶分化作用に加え, 基盤岩の混染もしくはそれに由来する珪長質マグマの混入が本火山のマグマの組成変化に影響している事が判ったのでここに報告する.

地質概説

本火山の山体は主に溶岩流で構成され, 推定噴出中心および流下方向の違いにより, 小高倉東部溶岩類 (KTE) と小高倉北部溶岩類 (KTN) に大別される. 野外で確認される被覆関係, 舌状地形の形状を基に岩相や全岩化学組成などの違いとクロスチェックする事でKTEは16層, KTNは7層に細分できた. 直接的な被覆関係は確認出来ていないが, 境界部では地形の残存状況からKTNはKTEに覆われると推測できる. また, KTNはKTEに比べ噴出物の風化, 露頭の侵食が著しい. よってKTNはKTEより早期の噴出物と考えられる.

岩石学的特徴

記載岩石学的特徴

KTEには斑晶鉱物として斜長石 (Pl), 直方輝石 (Opx), 単斜輝石 (Cpx), 不透明鉱物 (Opq) が共通して認められ, 下位のKTE1~3にはかんらん石 (Ol) が加わる. 斑晶量は16.9~48.5%と多様である.

KTNには斑晶鉱物としてPl, Cpx, Opx, Opqが共通して認められ, 下位のKTN1, KTN1' には石英 (Qrz) が少量含まれる. 斑晶量は19.8~41.5%と幅広い値を取るが, KTEに比べ平均斑晶量では5%程低い.

全岩主化学組成

SiO量は49.1~60.9%の組成幅を持ち, ほぼ全ての噴出物がGill (1981) によるハーカー図によればlow-Kの玄武岩～安山岩である. また, Miyashiro (1974) 図によればKTN1, N1'を除きすべてソレアイト系列にプロットされる. KTEはSiO量の増加に伴いFeO*/MgOが増加する典型的なソレアイト系列の変化傾向を示す. 反対にKTNはSiO量の増加に伴いFeO*/MgOが減少する傾向を示す.

KTE及びKTNは那須火山帯北帯に見られるソレアイト系列岩の組成範囲 (kawano et al., 1961) 内にプロットされる. また,同程度のSiO量で比較すると, AlO, CaO, 量は多くFeO*, MgO, NaO, 量は少ないといった特徴を示す.

全岩微量成分組成

KTEの液相濃集元素は, ソレアイト系列の特徴を有し, SiO量の増加に伴い増加する. KTNでも基本的にその傾向が認められる. しかし, Y (イットリウム) の含有量はSiOの変化によらず, 全体を通じてほぼ一定の値を示す. つまり珪長質な組成の下位噴出物は, 同程度のSiO量を持つKTEの噴出物に比べ低い値を示す. その結果, Zr/YやRb/Yは他の噴出物とは異なり,1.2~1.5倍ほど高い値を示す.

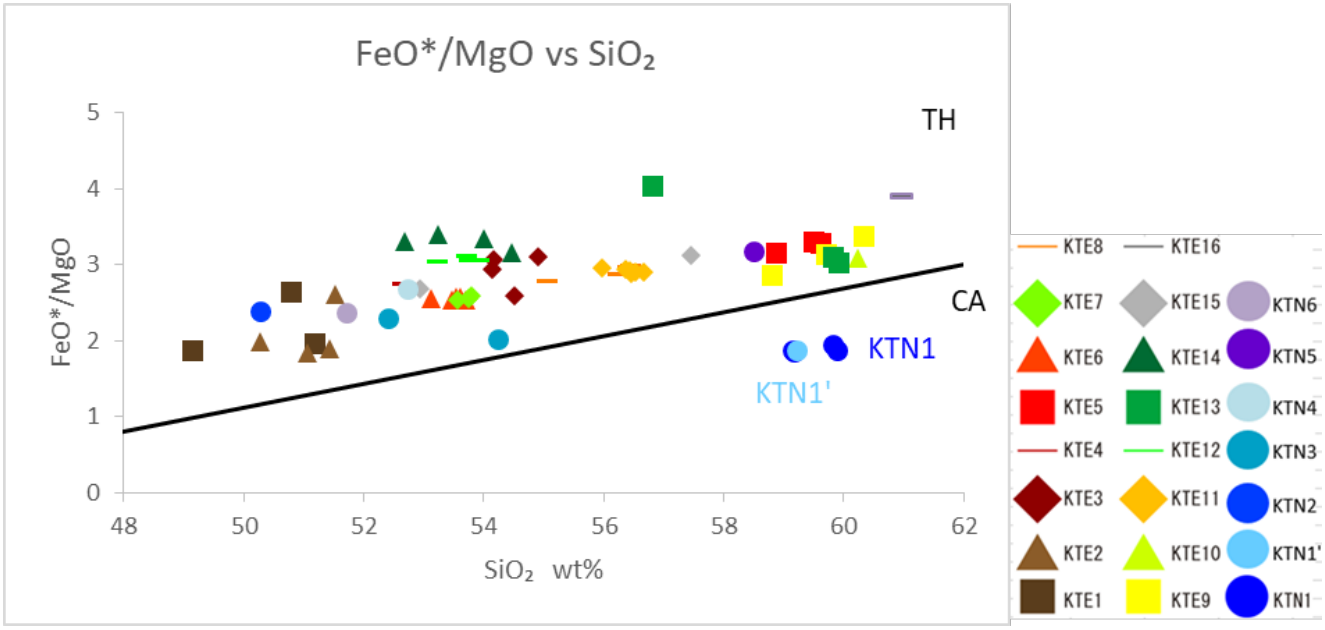
考察

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

KTEは島弧における一般的なソレアイト系列マグマの組成変化傾向を示すので, 最小二乗法を用いたマスバランス計算を用いて結晶分化の可能性を検討した. 結果大部分でKTEの組成変化は, 斑晶として見られる鉱物の分別作用で説明が出来る事が分かった. 組成が苦鉄質に戻る変化も複数回見られたものの, KTEマグマの組成のトレンドに影響を与えるようなものは無かった. KTEの組成変化は主に結晶分化作用によるものである. ただし, 液相分化作用又は同一起源未分化マグマの貫入等も起こっていた事が解釈出きる.

KTNはKTEとトレンドが異なり, 一般的なソレアイト系列マグマとはFeO*/MgOがSiO量の増加に伴い減少する事や, 液相濃集元素比が変化する点で異なる. ここでKTNの初期の噴出物であるKTN1, N1'に着目する. これらは他の噴出物には見られない石英斑晶の存在, 液相濃集元素比が他の噴出物と異なり高く, ハーカー図上で他の噴出物が形成するトレンドと一致しないといった特異な挙動を示す. 以上のことはKTNのマグマの初期は単一のマグマ溜りから生成された者では無いことを示唆している.つまりKTNマグマの初期の組成変化の要因はマグマ混合であると考えられる. 今回珪長質成分として, 本火山の基盤岩の1つであり, この地域に広く分布する玉川溶結凝灰岩由来の地殻物質または珪長質マグマを想定したところ, KTN1, N1'の組成のマグマを生成出来る事が分かった.

キーワード：噴出物層序、ソレアイト系列マグマ、結晶分化作用、マグマ混合
Keywords: stratigraphy, tholeiitic magmas, crystallization differentiation, magma mixing



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

蔵王火山，五色岳火砕岩類上部における噴火準備過程
Pre-eruptive magmatic processes of upper part of Goshikidake pyroclastic rocks, Zao volcano

*佐藤 初洋[1]、伴 雅雄[1]
*Motohiro Sato[1], Masao Ban[1]

1. 山形大学大学院理工学研究科
1. Graduate School of Science and Technology, Yamagata University

蔵王火山は東北地方において最も噴火履歴の多い火山である．最新の山体である五色岳は約2 kaから活動を開始し，0.8 kaからは御釜に火口を移して現在も活動を続けている．2013年以降火山性微動や火山性地震の一時的な増加などの前兆的現象が観測されており，噴火準備過程の解明は急務である．近年，斑晶鉱物の累帯構造などを詳しく解析することによってマグマ供給系の噴火準備過程をより深く理解する試みが幾つかの火山で行われている．そこで本研究では蔵王火山の御釜火口から噴出した過去800年間の噴出物を対象に噴火準備過程の詳細な解明を目的として，斑晶鉱物の組成累帯構造の解析と熱力学的手法とを組み合わせた検討を行った．

噴出物はマグマ水蒸気爆発に伴う多数のサージ堆積物とスコリア質の降下火砕物からなる．噴火の休止期と考えられる水蒸気爆発堆積物や崖錐堆積物から6つのphaseに細分し，本質物と考えられる発泡度の高い降下火砕物を系統的に採取して分析に用いた．噴出物はすべて玄武岩質安山岩～安山岩（SiO_2=56-57 wt.%）かつ中間カリウム・カルクアルカリ系列に分類されハーカー図において直線的なトレンドを示す．主な斑晶鉱物は斜長石, 直方輝石, 単斜輝石, 磁鉄鉱である．稀にカンラン石が含まれるが，単斜輝石の反応縁が観察されることから，メルトとは非平衡であったと考えられる．

鉱物化学組成は，斜長石はコアで$An_{64\text{-}86}$ (ピーク値$An_{68, 74}$)，リムで$An_{60\text{-}86}$ ($An_{64, 70, 76}$)，石基コアで$An_{57\text{-}80}$ (An_{63}) である．直方輝石はコアでMg#=60-75 (Mg#=65)，リムでMg#=63-76 (Mg#=65, 71) ，石基コアでMg#=63-67 (Mg#=64) である．単斜輝石はコアMg#=64-67，リムMg#=64-76である．磁鉄鉱はMg/Mn=7-20 (Mg/Mn=9, 14) である．斜長石と直方輝石について組織と組成累帯によって類型化を行い，斜長石は4種類に分類された；C-type：溶融組織はみられず正累帯あるいは均質（コア組成$An_{70\text{-}80}$）．P-type：パッチ状包有物（BSE像の明色部$An_{70\text{-}75}$，暗色部$An_{60\text{-}66}$）をもつ．多くの場合波動累帯構造をもつ．D-type：均質（$An_{60\text{-}70}$）またはpatchyなコアをもち，リムにdusty zone（$An_{75\text{-}90}$）をもつ．H-type：コアに高An（$An_{75\text{-}85}$）のhoneycomb textureをもち，均質な低Anリム（An_{65}）をもつ．直方輝石はMg#だけでなく拡散係数の小さいAlのゾーニングプロファイルを参考に6種類に分類した；L-type：低Mg（Mg#=64-67）で均質または波動累帯構造をもつ．R-type：逆累帯をもつ（コアMg#=60-67→リムMg#=65-76）．R-typeはさらに3種類のsubtypeに細分され，逆累帯の幅が狭く（<数um）高Mg（Mg#=71-76）かつAlの逆累帯が見られるsubtype I，逆累帯の幅が広く（数十um），中Mg（Mg#=69-70）でAlの細い逆累帯が見られるsubtype II，subtype IIと同様に逆累帯の幅が広く中Mgだが Alは均質な組成累帯をもつsubtype IIIに細分される．M-type：中Mgのコア組成（Mg#=69-70）をもち，多くが微斑晶（<50um）として存在する．H-type：不均質で高Mg（Mg#=76-70）コアをもつ．先行研究を参考に圧力を1.5-2.0 kbarとして両輝石温度計を適用した結果，マグマ温度は低Mgで950-1000℃，中Mgで1010-1040℃，高Mgで1030-1060℃と推定された．

記載岩石学的証拠から噴出物は高温マグマと低温マグマの2端成分混合によって形成したと考えられる．全岩化学組成における一連のトレンド上に端成分マグマが存在すると仮定し，rhyolite-MELTSによる繰り返し計算を行って端成分マグマの組成を求めた．このとき低温マグマは低Mg直方輝石の温度（950-1000℃）かつ低温マグマ由来（低An斜長石，低Mg輝石）の斑晶モード組成を満たすこと，高温マグマは高Mg直方輝石の温度（1030-1060℃）以上かつカンラン石および高An（$An_{>80}$）斜長石が平衡に存在することなどから制約すると，低温マグマの組成はSiO_2=59.0-62.0 wt.%, T=953-999℃, P=1.5 kbar, H_2O=1.0-2.0 wt.%程度，高温マ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

グマの組成はSiO_2=48.0-50.0 wt.%，T=1060-1126℃，P=1.5-2.0 kbar，H_2O=1.0-2.0 wt.%程度という結果が得られた．得られた端成分マグマの条件から直方輝石の組成累帯構造から混合マグマについて検討する．低Mgな直方輝石は珪長質マグマと平衡で，高および中Mgな直方輝石は高温マグマと平衡共存しないため混合マグマ由来であると考えられる．最も普遍的に観察されるR-type (I) のMg#のゾーニングプロファイルは，リムで高Mgに増加した後に最外縁リムで中Mg程度まで減少する．このことから混合マグマは高Mgな直方輝石と平衡な条件（1030-1060℃）でいるのはマグマ混合直後のごく短時間で，それ以外の期間は中Mgな直方輝石と平衡な条件（1010-1040℃）で存在していると考えられる．マグマプロセスのタイムスケールを推定するため，直方輝石斑晶の滞留時間をゾーニングプロファイルから推定した．滞留していたマグマの温度は中Mgの直方輝石と平衡（1025℃）で，酸素分圧はNNO-bufferであると仮定して拡散係数を求め，Mg#の初期プロファイルはAl組成から推定して計算した．その結果，R-type (I) は半日ー2年程度，R-type (II) やR-type (III) では5-20年程度の滞留時間が見積もられた．一方斜長石では直方輝石よりも複雑な組成累帯が観察される．微量元素であるMgに着目すると，Anと同期して変化する場合としない場合があり，大半は逆相関を示すが一部斑晶のリムではAnとMgがともに増加する．この成因としては拡散によってMgの組成プロファイルが均質化した可能性，噴火の直前に注入が活発化した可能性，斑晶が対流によってマグマ溜まりの混合が活発な領域に移動した可能性など複数の要因が考えられる．

キーワード：マグマ供給系、滞留時間、rhyolite-MELTS、組成累帯構造、直方輝石、蔵王火山
Keywords: magma plumbing system, residence time, rhyolite-MELTS, chemical zoning, orthopyroxene, Zao volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

那須火山群，二岐火山の地質と岩石
Geology and petrology of Futamata volcano, Nasu volcano group, NE Japan

*渡部 将太[1]、長谷川 健[1]
*Shota Watanabe[1], Takeshi Hasegawa[1]

1. 茨城大学
1. Ibaraki Univ.

二岐火山は，那須成層火山群を構成する火山の一つとされる．那須成層火山群の活動は，甲子旭岳（540～420ka）に始まり，噴出源を南下させながら，三本槍岳（360～270ka），朝日岳（170～70ka），南月山（210～80ka），茶臼岳（16ka～現在）を形成したが，二岐火山（140～90ka）はこの傾向に逆行するように北部に独立して形成された（伴・高岡，1995；藤田，1988；山元，1999）．本火山が形成された那須成層火山群北部は，白河火砕流を供給した塔のへつりカルデラや，大白森山溶岩円頂丘群などの珪長質な火山活動が卓越するが，これらのマグマと二岐火山との関係も不明である．本研究では，那須成層火山群の中でも不明点が多い二岐火山について，地質学的・岩石学的手法を用いて，その形成史やマグマプロセスを詳しく検討したので報告する．

二岐火山の噴出物については，山元（1999）でその層序の概要が示され，下位から岩山溶岩，二俣火砕流堆積物（以下，堆積物を省略），二岐山溶岩（溶岩円頂丘）とされた．本研究では地形判読や地質調査から，二岐火山の詳しい噴出物層序を構築し，地質図を作成した．これまで一括されていた岩山溶岩は，流下方向の違いにより大きく3つのグループ（二岐北部溶岩：FLN，二岐西部溶岩：FLW，二岐南部溶岩：FLS）に分けられ，それぞれFLNは3つ，FLWは3つ，FLSは６つのフローユニットからなる．その上位に位置する二俣火砕流は，分布と岩相などから2つのユニット（二岐西部火砕流：FBW；二岐東部火砕流：FBE）に細分でき，FBEは二岐山溶岩の近傍に明瞭な地形的高まりを形成する．二岐山溶岩は，地形や斑晶鉱物組み合わせの違いから２つのユニット（二岐男岳溶岩円頂丘：FOD；二岐女岳溶岩円頂丘：FMD）に細分できる．本研究では，後述する岩石学的特徴も加味して，本火山の活動を溶岩流出期（前期）と溶岩円頂丘形成期（後期）の２ステージに大別した．前期噴出物はFLN，FLW，FLS，FBWであり，後期噴出物はFOD，FMD，FBEである．

全ての噴出物には球粒状の苦鉄質包有物が認められる．これらは母岩との接触部に急冷縁を持つものも認められる．母岩の斑晶鉱物組み合わせは，前期では主に石英含有カンラン石単斜輝石直方輝石安山岩～デイサイトである．後期では主に単斜輝石直方輝石安山岩～デイサイトで，特徴的に普通角閃石を含む場合がある．苦鉄質包有物の斑晶鉱物組み合わせは，ステージ間に有意な差はなく，主にカンラン石単斜輝石直方輝石玄武岩～玄武岩質安山岩である．母岩と苦鉄質包有物のSiO_2量は，それぞれ53.5～68.4wt.%と50.6～59.3wt.%である．

都城図（FeO*/MgO-SiO_2図）において，前期噴出物と後期噴出物はほぼ平行で異なる組成変化トレンドを示し，同程度のSiO_2量で比較した場合，後期は前期よりも高いFeO*/MgO値を示す（たとえばSiO_2= 64.1wt.%のとき，前期：FeO*/MgO = 1.9；後期：FeO*/MgO = 2.2）．K_2Oのハーカー図では，全体に，SiO_2量の増加とともに低カリウムから中間カリウム系列に遷移する．両ステージの噴出物は苦鉄質側で収束するものの，珪長質側では発散する組成変化トレンドを示し，前期は後期噴出物よりも高いK_2O値である（SiO_2= 63.8wt.%のとき，前期：K_2O = 1.6wt.%；後期：K_2O = 1.3wt.%）．また，Crのハーカー図において，SiO_2= 55wt.%以下の苦鉄質側で，前期噴出物は高いCr値（Cr = 120～180ppm）を示す一方，後期では明瞭に低いCr値（Cr = 32～66ppm）を示す．

FeO*/MgO-SiO_2図で，両ステージの組成変化トレンドはほぼ平行で互いに交わらないことから，前期と後期でマグマ供給系が入れ替わったと考えられる．また全ての噴出物に苦鉄質包有物が含まれていることや，ハーカー図上で直線的な組成変化傾向を示すことなどから，本火山ではマグマ混合のプロセスが支配的であったと考えられる．ステージごとにマグマ供給系が異なり，かつマグマ混合が起きていたことを考慮する

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

と，２つのステージでそれぞれ苦鉄質と珪長質，すなわち４つの端成分マグマの存在が示唆される（S1-mafic，S1-felsic，S2-mafic，S2-felsic）．斑晶鉱物組み合わせから，S1-felsicとS2-felsicは，それぞれ特徴的に，石英および普通角閃石を含むマグマと考えられる．苦鉄質包有物については，前期（S1-mafic）から後期（S2-mafic）にかけてCrの含有量が著しく低下する一方，両方の不適合元素比が変わらないから，後期では前期より結晶分化が進んだ苦鉄質マグマがS2-felsicマグマと混合したと考えられる．

キーワード：二岐火山、那須火山群、噴出物層序、マグマ供給系
Keywords: Futamata volcano, Nasu volcano group, ejecta stratigraphy, magma plumbing system

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

榛名カルデラ形成噴火のマグマ－白川火砕流堆積物からの示唆－
Magma of the Haruna-Caldera forming eruption in view of Shirakawa pyroclastic flow deposits-

*木谷 悟郎[1]、鈴木 由希[2]、大石 雅之[3]
*Goro Kitani[1], Yuki Suzuki[2], Masayuki Oishi[3]

1. 早稲田大学, 教育学部, 地球科学専修、2. 早稲田大学, 教育・総合科学学術院, 地球科学専修、3. 気象庁, 仙台管区気象台
1. Department of Earth Sciences, School of Education , Waseda University, 2. Department of Earth Sciences, Faculty of Education and Integrated Arts of Sciences, Waseda University, 3. Sendai Regional Headquarters, Japan Meteorological Agency

榛名火山は東北日本弧最南端に位置する成層火山である。下司・竹内（2012）はその活動史を主成層火山体の形成が起きた古期榛名火山（～240ka）と、約20万年の休止期、溶岩ドームの形成を主とした新期榛名火山（45ka～）に区分した。新期榛名火山の活動は、山頂に現存する榛名カルデラを形成する噴火から始まった。新井（1962）は、この噴火において軽石流堆積物（1.0km^3 DRE）と降下軽石堆積物（0.2km^3 DRE）が生成したことを示した（噴出量は山元（2013））。大石・他（2011）は火砕流堆積物を、斜長石の屈折率に基づき白川火砕流堆積物と里見火砕流堆積物の2つに区分した。本研究ではカルデラ形成噴火直前のマグマ溜まりでのプロセスや、噴火誘発過程の解明を主たる目的とし、白川火砕流堆積物の調査と、本質物質である軽石の岩石学的検討を実施した。さらに本研究で得た白川火砕流堆積物のデータを、岡野・鈴木（2019;本大会）で得られた里見火砕流堆積物のデータと比較することで、2つの火砕流堆積物の差異の解明を行った。

大石・他（2011）の他、下司・竹内（2012）や高橋・他（2016）で記載例のある、山頂、北麓、南東～南麓の12露頭を調査した。そのうち南麓の荒神露頭は火砕流堆積物の基底部が唯一観察され、この露頭の上位層と比較することで噴出したマグマの時間変化も推定した。調査した露頭のうち8露頭では本質軽石をサンプルとして採取した。採取した軽石は室内での肉眼観察で白色と灰色の2タイプに分けられた。灰色軽石は荒神露頭の基底部のみに存在し、そこでは白色軽石も共存していた。採取したサンプルの内44サンプルについて東大地震研にて外西・他（2015）の方法で全岩化学組成分析を行った。全岩化学組成より、軽石はデイサイト（SiO_2= 61.9～65.4 wt.%）であることが判明した。また灰色軽石(N=3) の組成（SiO_2=64.2～64.7 wt.%）は狭い範囲に集中するものの、白色軽石の範囲内にあることも判明した。荒神露頭では、基底部（SiO_2 = 62.3～64.8 wt.%）と上位層（SiO_2= 62.6～64.6 wt.%）とで組成差がないことも分かった。白川火砕流堆積物の軽石の組成は、里見火砕流堆積物のもの（SiO_2= 62.8～66.3 wt.%）と区別がつかない。

全岩組成や色彩を網羅する合計10サンプルについて2枚ずつ薄片を製作し顕微鏡記載を行った。軽石には斑晶として、斜長石、石英、角閃石、斜方輝石、カミングトン閃石、Fe-Ti酸化物が含まれており、全てが集斑晶をなしていた。これら鉱物が、類似した組成の珪長質マグマから晶出したことを示唆する。マフィック鉱物として角閃石、斜方輝石は多く存在し、カミングトン閃石は顕著に少なかった。斑晶毎に有無はあるが、石英の融食組織、斜長石の汚濁帯、斜方輝石微結晶集合体（角閃石等の脱水分解組織）といった、メルトとの非平衡を示す組織が観察された。ほとんどの組織はメルトが未分化になることにより引き起こされるが、角閃石の分解は減圧によっても引き起こされる（Rutherford and Hill, 1993）。しかし、ほとんどの軽石の石基には結晶が存在せず、マグマが火道を急上昇した可能性が高いことから、メルト組成の変化により形成されたものといえる。メルトが未分化になった要因として、高温マグマによる珪長質マグマの加熱、または高温マグマとの混合が挙げられる。マグマ混合の場合、高温マグマが無斑晶質であることが斑晶組み合わせから推定できる。一方、斜方輝石斑晶は、通常の斑晶・微結晶集合体のいずれにおいても角閃石縁を持つことがあり、これは温度低下を示唆する。以上で述べた斑晶組み合わせや組織は、軽石の色彩、荒神露頭の基底部・上位層により差異がなく、さらに、里見火砕流の軽石とも良く似ている。

これらを元に白川火砕流噴出直前のマグマ溜まりでのプロセスを提案する。まず高温マグマによる加熱もしくはマグマ混合により、珪長質マグマ溜り内に、温度上昇・メルト組成変化の程度の異なるゾーンが発生した

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

（石英・斜長石の反応縁、角閃石の脱水分解の有無）。噴火時に、火道等で、異なるゾーンに由来したマグマが混合し、温度上昇・メルト組成変化の履歴の異なる斑晶が、同一噴出物にて共存するに至った。斜方輝石微結晶集合体に対して角閃石反応縁の有無があるのは、異なるゾーンのマグマが混合してから噴出するまでの時間の長短を示している可能性がある。

白川火砕流堆積物における、白色軽石と灰色軽石の唯一の違いは、石基にある。白色軽石がガラス質なのに対して、灰色軽石ではわずかにマイクロライトが認められた。色彩の差は、石基結晶度の違いによるもの（Gardner *et al.*,1998）だと判断した。灰色軽石が堆積物の基底部で顕著に産出したことから、噴火前に火道を開栓しながら低速で上昇したマグマで、減圧脱水による結晶化が顕著に起き、灰色軽石になったと推測した。

キーワード：榛名火山、火砕流、マグマ混合、高温マグマによる加熱、噴火誘発
Keywords: Haruna volcano, Pyroclastic flow, Magma mixing, Heating from hotter magma, Eruption trigger

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

榛名カルデラ形成噴火のマグマ―里見火砕流堆積物からの示唆―
Magma plumbing system in the caldera-forming eruption of Haruna volcano indicated by Satomi pyroclastic flow deposit

*岡野 百花[1]、鈴木 由希[2]
*Momoka Okano[1], Yuki Suzuki[2]

1. 早稲田大学，教育学部，地球科学専修、2. 早稲田大学，教育・総合科学学術院, 地球科学専修
1. Department of Earth Sciences, School of Education, Waseda University, 2. Department of Earth Sciences, Faculty of Education and Integrated Arts of Sciences, Waseda University

榛名火山は東北日本弧の火山フロント最南端に位置する大型成層火山である。下司・竹内（2012）は榛名火山の活動を古期と新期の2つの活動期に区分した。古期から約20万年間の休止期を経て、約4万5千年前にカルデラ形成噴火により新期の活動が開始した。この噴火では降下軽石と火砕流を併せて約1.2km^3 DREが噴出した。大石・他（2011）はこの噴火で噴出した火砕流を、軽石に含まれる斜長石斑晶の屈折率の高低により、里見火砕流と白川火砕流に区分した。

火山毎の噴火の特徴を把握するためには、マグマ供給系の構造と噴火誘発過程の解明が必要であり、そのために噴出物の岩石学的な解析が用いられてきた。噴火の特徴の理解は、将来の噴火のタイプや噴火推移の予測を行う上で不可欠であり、これは社会的要請が非常に大きい。榛名火山においては、6世紀後半の二ツ岳の噴火の研究 (Suzuki and Nakada, 2007) を除き、記載岩石学的特徴を用いたマグマ供給系の構造と噴火誘発過程の検討が不足している。そこで本研究では、約4万5千年前のカルデラ噴火の里見火砕流を対象として、露頭調査および岩石学的検討を行った。調査したのは榛名火山南麓の6露頭である。また、解析の結果をもとに、白川火砕流堆積物との岩石学的な関係を議論した。

里見火砕流堆積物には、白色、灰色、白がかった灰色および灰がかった白色の4種類の軽石が含まれている。全岩化学組成はSiO_2=62.8-66.3 wt.%の範囲にあり、デイサイトである。松之沢にて採取した軽石は、全岩SiO_2で3.6 wt.%の比較的広い組成幅を持つ。色彩ごとに違いはなく、同時期に噴出したとされる白川火砕流堆積物（木谷・鈴木，2019；本大会）とも差は見られない。軽石中の斑晶の全ては、集斑晶での共存関係から単一もしくは類似の条件を持つマグマから晶出したと考えられ、その鉱物組み合わせは斜長石、石英、普通角閃石、カミングトン閃石、斜方輝石、Fe-Ti酸化物である。この記載岩石学的特徴は、全岩SiO_2量および軽石の色彩毎により系統的に変化しない。汚濁帯を持つ斜長石斑晶および融食形の石英斑晶の存在からは、マグマ溜まりが温度上昇プロセスを経ていることが明らかになった。温度上昇の原因としては、高温苦鉄質マグマと混合したこと、もしくは高温苦鉄質マグマによりマグマ溜まりが加熱されたことが推測される。ここで、軽石にはかんらん石などの苦鉄質マグマ由来の斑晶が含まれていないことから、混合の場合には、苦鉄質マグマは無斑晶質であったと考えられる。また、斜方輝石の斑晶組織は温度の上昇に加え、下降プロセスも記録していることから、マグマ溜まりは進化の過程で、温度の上下変動を経験したと解釈できる。

全岩SiO_2量が比較的広い幅を持つ松之沢の白色軽石は、薄片において斑晶量の違いが観察されたため、その関係を検証するために斑晶モード分析を実施した。その結果、斑晶量は52.3-71.7 vol. %であり、全岩SiO_2量が大きいほど全斑晶量も大きいという正の相関が見られた。また、斑晶鉱物相の比率にも相関があり、全岩SiO_2量が大きいほど石英斑晶量が大きくなり、Fe-Ti酸化物斑晶量が小さくなる。苦鉄質マグマとの混合があった場合、その混合比の違いを反映していると考えられる。また、斑晶量が多いため、里見火砕流を発生させたマグマ溜まりはマッシュ状であるといえる。以上のことから、カルデラ形成噴火に関与したマグマ供給系の構成を推定した。まず、マッシュ状の珪長質マグマが存在し、そこには前述の鉱物が結晶として含まれていた。そこに、外部から高温の苦鉄質マグマが供給され、混合もしくは加熱が発生した。この温度上昇イベントが噴火を誘発した可能性がある。

また、軽石には破砕形の斑晶が多量に含まれる。破砕結晶はマグマが火道を上昇する際に、火道壁との摩擦により生じたせん断応力を受けることによって形成されたと考えられる。白色軽石よりも破砕結晶に富む灰色

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

軽石は、相対的に大きなせん断応力を受けたマグマを起源とする可能性が大きい。したがって、灰色軽石を生成したマグマは火道壁付近を、白色軽石を生成したマグマは火道中心部付近を流れたと考えられる。

キーワード：榛名火山、カルデラ形成、火砕流、マッシュ状珪長質マグマ、マグマ混合、高温マグマによる加熱
Keywords: Haruna volcano, Caldera-forming eruption, Pyroclastic flow, Mush-like felsic magma, Magma mixing, Heating from hotter magma

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

白山火山，南竜ヶ馬場の岩石学
Petrology of the Minamiryu-ga-banba in Hakusan Volcano

*宮下 太一郎[1]、海野 進[1]、茨木 柚季[2]
*Taichiro Miyashita[1], Susumu Umino[1], Yuzuki Ibaraki[2]

1. 金沢大学、2. 株式会社中研コンサルタント
1. Kanazawa University, 2. Chuken Consultant Co., Ltd

The Minamiryu-ga-banba Lava dated at 30 Ka extends from 100 m below a scoria cone on the southern foot of Gozengamine 4 km downslope to Nakahanba. A scoria raft was found on the Minamiryu-ga-banba Lava 1.5 km from the vent, which has identical whole-rock and mineral compositions to the remnants of a scoria cone on the southern slope of Gozengamine. This indicates that the scoria cone is the source vent of the Minamiryu-ga-banba Lava. We report results of whole-rock and mineral analyses of Minamiryu-ga-banba Lava and the scoria cone at the foot of Gozengamine.

Thirty-six samples of scoria clasts from the cone and raft and Minamiryu-ga-banba Lava were examined under an optical microscope and analyzed by XRF and by EPMA. Lava samples contain phenocrysts of plagioclase, orthopyroxene, hornblende and magnetite set in the groundmass of plagioclase, clinopyroxene, olivine, quartz, ilmenite and glass. Scoria carries phenocrysts of plagioclase and olivine with a small amount of hornblende and orthopyroxene. Plagioclase with or without dusty zone is present. Hornblende phenocrysts are opacitized. The groundmass contains abundant glass and vesicles. Scoria raft contains plagioclase and olivine phenocrysts in the groundmass of abundant glass and vesicles.

Whole-rock SiO2 of scoriae of the raft and cone largely overlaps, ranging from 55 wt%–60 wt%, while the Minamiryu-ga-banba Lava shows a limited range of 60 wt%–62 wt%. The lava and the scoriae form a single liquid line of descent with decreasing TiO2, FeO, MnO, MgO, CaO and P2O5, increasing Al2O3 and K2O and invariant Na2O, with increasing SiO2. These variations could be interpreted by crystallization differentiation of phenocrystic phases except TiO2 and K2O, which requires end component with higher TiO2 and K2O. The whole-rock compositions of the Nohi Ryolite, basement of the Hakusan Volcano, plot on the extension of lines connecting the scoriae and the Minamiryu-ga-banba Lava. This strongly suggests contamination of the Minamiryu-ga-banba Lava by the Nohi Ryolite.

Plagioclase has An34-61 with a peak An42 in the raft and An36-61 with a peak An42 in the cone. Olivines in the raft and the cone have Fo69-86 with a peak Fo85 and Fo76-86 with a peak Fo84, respectively, and orthopyroxenes in the raft and the cone show Mg#62-84 with a peak Mg#64 and Mg#62-75 with a peak Mg#63, respectively.

Whole-rock and mineral compositions of the scoriae of the raft and the summit cone are essentially identical and were parts of a scoria cone formed by an earlier Strombolian phase, which was subsequently destroyed by extruding Minamiryu-ga-banba Lava.

Although the Minamiryu-ga-banba Lava is dated to 30 Ka by K-Ar method, the lava preserves the original flow morphology as clear as the 2.2 Ka Shiramizunotaki Lava. In addition to this, the summit scoria cone exposes on the surface and is neither covered by soil nor later tephras. Besides this scoria cone, the only

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

known mafic tephra carrying olivine phenocrysts is the Minamiryu Tephra, that has a easterly dispersal axis and widely covers Murodo, Midagahara and Minamiryu-ga-banba. Although the source vent of Minamiryu Tephra is considered to be in the summit region now buried by the Kengamine, our observations suggest a correlation of the summit scoria cone and the Minamiryu Tephra. This means that the Hakusan Minamiryu eruption at 2.2 Ka was much larger in magnitude and formed not only the Shiramizunotaki Lava, Kengamine and the Hakusan Minamiryu Tephra, but also the Minamiryu-ga-banba Lava.

キーワード：白山火山、スコリア、スコリアラフト、溶岩流
Keywords: Hakusan volcano, scoria, scoria raft, lava flow

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Tephrochronological relations of Middle-Pleistocene tephra derived from Myoko Volcanic Group and the pumice and scoria fall deposits found in Kosha Volcano, Central Japan

*高杉 直彰[1]、齋藤 武士[1]、牧野 州明[1]、鈴木 毅彦[2]
*Naoaki TAKASUGI[1], Takeshi Saito[1], Kuniaki Makino[1], Takehiko Suzuki[2]

1. 信州大学　総合医理工学研究科　総合理工学専攻、2. 首都大学東京　都市環境科学研究科　地理環境科学域
1. Shinshu University, 2. Tokyo Metropolitan University

Kosha Volcano, locating between Iiyama Basin and Nagano Basin, is a small stratovolcano erupted between 0.3 and 0.2 Ma (Kaneko et al. 1989). There are no geological studies about this volcano after Saito (1955) until Kaneko et al. (1989). Togashi and Akabane (1991) reported two tephra groups within Kosha Volcano. The lower is named Kosha Pumice flow and fall deposits (Kf/Kp), which consists of four pumice layers (A1-A4) with hornblende crystals. The upper consists of four pyroxene-rich scoria layers (A5-A8). They inferred A5- A8 are derived from another volcano locating in the west. They presumed that Kf/Kp originated in Iimori-yama Lava Dome (IM) which is the last product of Kosha Volcano because of presence of hornblende crystals. However, Kf/Kp does not include clinopyroxene crystals, which are common mineral in all of the Kosha products including IM. Hayatsu et al. (1994) and Suzuki (2001) reported several tephra layers distributed around Myoko Volcanic Group. In particular, Ojika Scoria Group (OS) derived from Kurohime volcano and Iz-KT tephra group derived from Iizuna Volcano is possible to correlate to tephra layers at Kosha Volcano.

In order to clarify the origin of these tephra layers, we carried out mineralogical analysis (Takasugi et al. 2018, Fall meeting of the volcanological society of Japan). The results indicated that A5-A8 scoria groups are correlated to OS. Chemical compositions of orthopyroxene and hornblende of A3 and A4 tephra differed from those of Kosha products including IM, suggesting that A3 and A4 are not originated from Kosha volcano. Geological occurrences, mineral assemblages and chemical compositions of orthopyroxene and hornblende crystals of A3 and A4 tephra were very similar to those of KTa tephra, which composes the upper most layer of Iz-KT, suggesting that A3 and A4 tephra are correlated to Iz-KT tephra group. This time, we determined chemical compositions of Iz-KT layers to correlate tephra layers at Kosha Volcano.

Titanomagnetite crystals of three tephra layers of Iz-KT (KTa, KTb, KTc) showed distinct chemical compositions. Particularly, three tephra layers showed different Al contents, suggesting that KTa was correlated to A3 and A4, KTb was correlated to A2, and KTc was correlated to A1. Because A1-A8 tephras are covering the pyroclastic flow deposits and lavas of Kosha Volcano, this result suggests the age of the activities of Kosha Volcano is to be

guessed to be elder than the production of KTc, which considered to be supplied around 160 ka according to Suzuki (2001).

キーワード：妙高火山群、テフラ層序学、SEM-EDS、斜方輝石、チタン磁鉄鉱、第四紀学
Keywords: Myoko Volcanic Chain, tephrochronology, SEM-EDS, orthopyroxene, titanomagnetite, Quaternary research

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Geologic and petrologic study of the Kamo monogenetic volcanic field,Southern Kyushu,Japan

*Linus Anye Nche[1], Takeshi - Hasegawa[1], Tetsuo - Kobayashi[2], Károly - Németh[3], Festus Tongwa Aka[4]

1. Ibaraki Univ., 2. Kagoshima Univ., 3. Massey Univ., 4. IRGM

Kamo monogenetic volcanic field consists of small-volume basaltic volcanoes forming part of the volcanic front of Southern Kyushu that extend to the Southern Island of Japan. These volcanoes include the late Pleistocene Aojiki volcano formed at about ~100ka and two Holocene maar volcanoes, the Sumiyoshiike(SM:0.5km in diameter) and Yonemaru (YM:1.2km in diameter) that erupted at 8.2ka and 8.1ka respectively (Nagaoka 1988, Nagaoka et al.2001, Moriwaki et al,2016). These two maars were formed through phreatomagmatic eruptions during sea level high stand along the northern edge of the Kagoshima graben, where large caldera forming volcanism has been concentrated, leading to the accumulation of widespread dacitic and rhyolitic tephras (Nagaoka 1988).While the volume of erupted basaltic magma in this area is low, they have played a significant role in the evolution of the felsic magmas in the Kagoshima graben (Kimura et al.2015).

Lithostratigraphic studies for these maars have been reported by Moriwaki et al. (1986) and Moriwaki (1992) in which different lithofacies were identified and described. In this study, we present geologic and petrologic examinations of the products in order to understand the mafic magma process with focus on the maar forming eruptions. In addition, we also provide data for the older Aojiki volcano identified in between the two maars.

From our field investigations, most of the pyroclastic sequence from the two maars were stratified and consists of thin beds of volcanic ash, scoriaceous lapilli and bombs. These tephra deposits are generally rich in accidental clasts, made up of brown pumice and laminated silts sediments, especially at the proximal part of the maar crater. The brown pumice clasts are the product of Ito Ignimbrites coming from the Aira caldera that erupted ~29ka covering a vast area around Southern Kyushu (Aramaki, 1984), while laminated silts sediments formally grouped into the Kamo Formation, considered to be the basement rock of the area (Kobayashi et al.2004, Kagawa and Otsuka,2000).

At YM, the lower outcrop consists of alternating thin beds of ash and lapilli of base surge origin with characteristics cross and planar laminated structures.

The upper outcrops for both maars are richer in juvenile pyroclasts especially at SM. The scoria cone of Aojiki volcano, at attitude of 213m, consists of variable pyroclast sizes ranging from ash to bomb and block. Meanwhile, the Aojiki lava found below the cone is characterized by clinkery aa lava surface textures and massive blocky lava structure.

Petrological features of the juvenile pyroclasts from the two maars are variable with common phenocrysts of plagioclase and clinopyroxene and microphenocryst of olivine set within a glassy groundmass of same minerals exhibiting mostly hyalo-ophitic to intersertal textures. Honey comb texture defined by numerous small melt inclusions in plagioclase phenocrysts are common in the YM products.

Whole rock geochemical data indicates that the juvenile pyroclasts are composed of mostly basalts and

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

minor basaltic andesites. All the juvenile pyroclasts can be defined as tholeiitic magma series of mainly medium K characteristic. Distinct chemical trends among the three volcanoes suggest independent magmatic evolution within each volcano. Compositional ranges are narrow for SM (SiO_2 :47.03wt.%-48.01wt.%, MgO: 6.10-6.51 wt.%),Aojiki scoria(SiO_2:50.30 wt.%-50.90 wt.%, MgO: 4.48-4.68 wt.%) and lava(SiO_2:48.06 wt.%-48.81wt.%, MgO: 5.47-5.66wt.%), while a wide compositional range can be recognized in the YM products(from lower to upper). The eruptive products of the upper section (distal products) of the YM are more evolved with SiO_2 content ranging from 51.43 wt.% to 52.10wt.% with low concentration of Ni, Cr, Co compared to the lower and middle products with almost similar concentration of major and trace elements.

Highly Incompatible trace element ratios such as Y versus Zr and Ba versus Y diagrams indicate a distinct correlation line within YM products, which implies fractional crystallization (FC) was not the main magmatic process. While no differences are observed in the SM and Aojiki samples suggesting that these products were formed by FC. REE patterns between the mafic and most evolved samples of YM are remarkably different, while those of SM and Aojiki are almost similar. Mineral chemistry data for core composition of plagioclase phenocrysts for YM is broad showing Anorthite content of 36-90% and 60 -90 % for upper and lower products respectively. These petrologic features of YM products strongly suggests magma mixing process derived from at least two distinct magma sources.

Keywords: monogenetic, maars, Kagoshima graben, basalt, mixing

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

富士山・万野溶岩流内の溶岩チューブ洞窟から得られる知見
Investigation on Lava Tube Caves in Manno lava flow of Mt.Fuji

*本多 力[1]
*Tsutomu Honda[1]

1. 火山洞窟学会
1. Vulcano-speleological Society

[はじめに]

富士山・万野溶岩流はBC10000以前といわれきわめて古い溶岩流で、珪酸重量分率は49.7%と低い値を示している[1)]。万野溶岩流内には万野風穴（別名称は大日穴）、屋敷穴、弘法穴、窓穴、銀河風穴、観音穴（すでに埋没）の存在が知られている[2,3)]。これらは一連の溶岩チューブシステムと考えられ、富士山では最も年代が古いとみなされている溶岩チューブ洞窟群である。なかでも万野風穴は総延長距離908mで万野溶岩流では最長の溶岩チューブ洞窟である[2,3)]。ここでは測量図[2,3)]のある万野風穴（大日穴）に注目して万野溶岩流の降伏値と表面張力の推定を行った。

[万野風穴（大日穴）と溶岩降伏値]

万野風穴（大日穴）の内部の写真を写真１に、水平断面と縦断面の測量図を図１に示す。縦断面図の高低差(30m)と洞窟長さ(700m)から傾斜角度α=2.5˚が得られる。洞窟高さはほぼ5mである。傾斜した円管内を流れるビンガム流体の流動限界条件により、溶岩降伏値f_Bは$f_B=H(\rho g \sin\alpha)/4$から推定される[4)]。　溶岩密度を2.5g/cm^{3}とすると前記条件からf_B=　1.32x10^4 dyne/cm^{2}が得られる。珪酸重量分率49.7%の玄武岩溶岩としては妥当な値と考えられる。

[溶岩鍾乳と表面張力値]

万野風穴（大日穴）の天井部には多くの溶岩鍾乳がみられる。溶岩チューブから溶岩が抜け出るときそ天井にのこされた残存溶融溶岩が天井から垂れ下がり形成されるのが溶岩鍾乳である。この溶岩鍾乳のピッチから溶岩の表面張力を推定することができる[5)]。すなわち天井に付着している液膜の安定性限界条件から、液膜の波動の固有ピッチ$P=2\pi(\gamma/g\rho)^{1/2}$が得られる。ここで$\gamma$は溶岩の表面張力、gは重力加速度、$\rho$は溶岩の密度である。　したがって天井からたれ下がる溶岩鍾乳の凹凸のピッチPを測ることにより溶岩の表面張力$\gamma=P^2 g\rho/4\pi^2$を求めることが出来る[5)]。万野風穴で計測されたピッチはおおよそP=3~4cmであり(写真２参照)、表面張力としてγ=560～990 dyne/cmが得られる。表面張力としては妥当な値と考えられる。

[おわりに]

万野風穴(大日穴)のチューブ形状と内部構造により万野溶岩流の降伏値と表面張力を推定した。得られた両数値とも玄武岩として妥当な値と考えられる。降伏値、表面張力ともに他の富士山の溶岩流の他の例と同様である[4,5)]。今後も未検討の富士山の溶岩チューブ洞窟について引き続き調査検討を進めてゆく予定である。

参考文献：

1)高田亮、山元孝広、石塚吉浩、中野俊(2016):富士火山地質図(第2版)説明書,産業技術総合研究所,地質調査総合センター

2)小川孝徳(1980)：「富士山の溶岩洞穴・溶岩樹型の地質学的観察」洞人第２巻第３号、日本洞窟協会、1980年8月。

3)富士宮市郷土資料館(1991):「富士宮の火山洞窟」、富士宮市郷土資料館調査報告書、第2号、富士宮市。

4)本多力(2018):溶岩チューブ洞窟と溶岩樹型による富士山・溶岩流の降伏値の推定、地球惑星科学連合2018年大会,SVC43-02

5)本多力(2015):溶岩チューブ洞窟と溶岩樹型の空洞内部に見る溶岩鍾乳と溶岩石筍から推定される溶岩の表

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

面張力.地球惑星科学連合2015年大会,SVC46-07

キーワード：富士山、溶岩チューブ、溶岩流、溶岩鍾乳
Keywords: Fuji, lava tube, lava flow, lava staractite



写真１　万野風穴内部

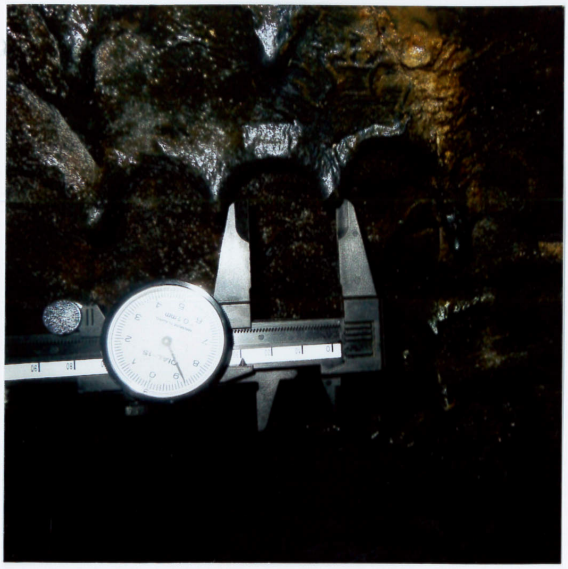


写真２　万野風穴天井の溶岩鍾乳

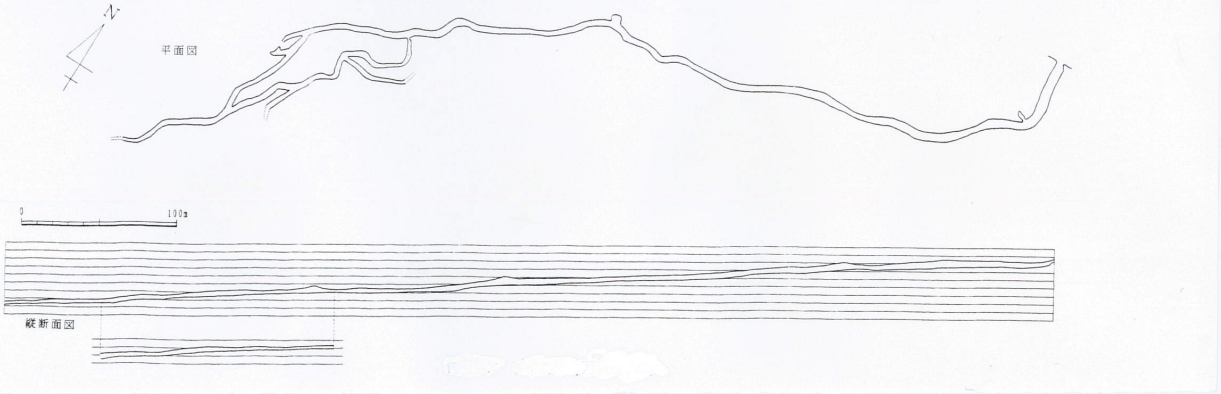


図１　万野風穴の水平及び縦断面図

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-TT 計測技術・研究手法

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_20

[S-TT47] ハイパフォーマンスコンピューティングが拓く固体地球科学の未来

コンビーナ:堀 高峰(独立行政法人海洋研究開発機構・地震津波海域観測研究開発センター)、八木 勇治(国立大学法人　筑波大学大学院 生命環境系)、汐見 勝彦(国立研究開発法人防災科学技術研究所)

近年の計算機科学・計算科学の発達によって、様々な分野で従来は困難と考えられてきたフォワード計算やそれを利用した逆解析が可能になりつつある。固体地球科学においても、高密度化する観測データをフルに活用した高詳細なモデルでの地震波伝播や地殻変動・津波伝播の計算、多数回計算を行うことによる物性や構造の誤差の影響の検討、誤差にガウス分布以外の一般的な分布を許した断層すべりの逆解析などが行われつつある。そこで、フォワード計算や逆解析を行っている方々に、実際の活用例を紹介頂くと共に、さらに進展させるための課題を提起して頂く。また、計算機科学・計算科学についての最新の動向も共有することで、固体地球科学分野の様々なフォワード計算や逆解析にフルに活用して解決していく方向性について議論したい。こうした方向性に関心のある方々（特に学生や若い研究者）の積極的な講演申し込みを期待する。

[STT47-P01] Prototype of Green’s function library for geodetic slip inversion based on an integrated velocity structure model of Japan

*縣 亮一郎[1]、市村 強[2,3,4]、藤田 航平[2,3]、山口 拓真[2]、飯沼 卓史[1]、堀 高峰[1] (1.海洋研究開発機構、2.東京大学地震研究所、3.理化学研究所 計算科学研究センター、4.理化学研究所 革新知能統合研究センター)

[STT47-P02] The Smoothed Particle Hydrodynamics on modern architectures

*細野 七月[1,2]、古市 幹人[1] (1.海洋研究開発機構、2.理化学研究所 計算科学研究センター)

[STT47-P03] Development of Monitoring and Forecasting Methods for Crustal Activity Utilizing Large-Scale High-Fidelity Finite Element Simulations with 3D Heterogeneous Medium

*堀 高峰[1]、市村 強[2]、藤田 航平[2]、山口 拓真[2]、縣 亮一郎[1]、飯沼 卓史[1] (1.独立行政法人海洋研究開発機構・地震津波海域観測研究開発センター、2.東京大学・地震研究所)

Prototype of Green’s function library for geodetic slip inversion based on an integrated velocity structure model of Japan

*縣 亮一郎[1]、市村 強[2,3,4]、藤田 航平[2,3]、山口 拓真[2]、飯沼 卓史[1]、堀 高峰[1]
*Ryoichiro Agata[1], Tsuyoshi Ichimura[2,3,4], Kohei Fujita[2,3], Takuma Yamaguchi[2], Takeshi Iinuma[1], Takane Hori[1]

1. 海洋研究開発機構、2. 東京大学 地震研究所、3. 理化学研究所 計算科学研究センター、4. 理化学研究所 革新知能統合研究センター
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 3. Center for Computational Science, RIKEN, 4. Center for Advanced Intelligence Project, RIKEN

全球測位衛星システム(GNSS)や、GNSS-Acoustic技術などにより得られる陸域・海底の測地変位・速度データを用いた逆解析により、地震時・地震後・地震間のすべりやプレート間固着などの分布に対する情報を得ることが可能となる。広域に分布する測地点を逆解析に用いる場合に弾性不均質構造や地形の影響を考慮した測地逆解析を行うことの重要性が指摘されている(例えばIchimura et al. 2013, Kyriakopoulos et al. 2013)。一方で、これらの要素を考慮した地殻変動計算にくらべ半無限弾性体を用いた地殻変動計算はより簡便かつ少ない計算負荷で実行できるため、研究の場と国や自治体による被害推定の双方において、後者を用いた測地逆解析が現在でも一般的である。本研究では、測地逆解析に用いるグリーン関数ライブラリを、標準的な速度構造モデル（全国一次地下構造モデル（暫定版）(Koketsu et al. 2008)）に基づき構築することを試みる。グリーン関数の計算には、入力となる速度構造モデルに対して忠実なメッシュ生成が可能な手法と、高速かつスケーラブルな有限要素ソルバを導入する(Ichimura et al. 2014, 2016)。最終的な目標はライブラリを東北・房総・南海の三つの沈み込み帯地震震源域に対して整備することである。これにより多くの研究で、弾性不均質構造や地形の影響を考慮した計算が複雑な操作を抜きに導入できるようになることが期待される。現在、東北地方において試験的にグリーン関数の計算を行い、2011年東北地方太平洋沖地震の地震時すべり推定への適用を行っている(Iinuma et al.. 本大会)。発表当日には、ライブラリ作成のフレームワークの詳細とライブラリのプロトタイプについて示す。

キーワード：測地すべり逆解析、地殻変動、グリーン関数、有限要素法
Keywords: Geodetic slip inversion, Crustal deformation, Green's function, Finite element method

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The Smoothed Particle Hydrodynamics on modern architectures

*細野 七月[1,2]、古市 幹人[1]
*Natsuki Hosono[1,2], Mikito Furuichi[1]

1. 海洋研究開発機構、2. 理化学研究所 計算科学研究センター
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. RIKEN Center for Computational Science

Numerical simulations of large-scale disasters, e.g., tsunamis, are important because such phenomena are difficult to carry out laboratory experiments.
Amongst several candidates for the numerical method, a particle-based numerical simulation method which is named Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH) method is one of the most attractive methods.
In SPH, fluid is represented as a collection of hypothetical particles and governing equations for the fluid are converted into a sum of interactions between surrounding particles, which means that one SPH particle must interact with multiple numbers of particles.
This results in a large amount of memory access.

Note that architectures on which numerical simulations are performed are characterized by their B/F value, which is the ratio between the bandwidth and FLOPs.
For example, the B/F value for the post-K computer would be 0.5 and that for recent NVIDIA's GPUs is 0.1.
Note that the low-B/F value means that memory transfer limits the calculation speed.
Since SPH requires intensive memory access, a straightforward implementation of SPH on low-B/F architectures would result in low efficiency.
Hence, in order to effectively use such modern architectures, we need techniques to reduce the number of memory access in SPH.

In this work, we aimed at implementing an effective method to apply low B/F architectures to SPH.
We implemented the so-called ``multi-walk'' method to SPH.
The multi-walk method a method for particle-based methods to effectively use low B/F architectures.
We will report the predicted efficiency of our implementation on modern architectures, such as the K computer and NVIDIA GPUs.

キーワード：流体数値計算手法
Keywords: Numerical hydro dynamics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Development of Monitoring and Forecasting Methods for Crustal Activity Utilizing Large-Scale High-Fidelity Finite Element Simulations with 3D Heterogeneous Medium

*堀 高峰[1]、市村 強[2]、藤田 航平[2]、山口 拓真[2]、縣 亮一郎[1]、飯沼 卓史[1]
*Takane Hori[1], Tsuyoshi Ichimura[2], Kohei Fujita[2], Takuma Yamaguchi[2], Ryoichiro Agata[1], Takeshi Iinuma[1]

1. 独立行政法人海洋研究開発機構・地震津波海域観測研究開発センター、2. 東京大学・地震研究所
1. R&D Center for Earthquake and Tsunami, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

To analyze crustal activity in the Earth's interior, such as spatio-temporal variation in slip velocity on the plate interface including ordinary and slow earthquakes, we need to use the data observed mostly on the Earth's surface. If the data are limited on land that is far from the deformation sources, it would be enough to use simple model as elastic homogeneous half space. However, it is becoming intrinsic to consider 3D heterogeneous structure of the interior, especially in subduction zones, since we can obtain dense surface deformation data on land and partly on the seafloor. Thus, to fully utilize such fruitful data, it is necessary to develop physics-based data analysis methods including (1) a structural model with the 3D geometry of the plate interface and the material properties such as elasticity and viscosity, (2) calculation codes for crustal deformation and seismic wave propagation using (1), (3) inverse analysis or data assimilation codes both for structure and fault slip using (1) and (2). To accomplish this, it is at least necessary to develop highly reliable large-scale simulation code to calculate crustal deformation and seismic wave propagation for 3D heterogeneous structure. Unstructured finite element (FE) non-linear seismic wave simulation code has been developed (Ichimura et al. [2015]). This achieved physics-based urban earthquake simulation enhanced by 1.08 T DOF x 6.6 K time-step. A high-fidelity FE simulation code with mesh generator has also been developed to calculate crustal deformation in and around Japan with complicated surface topography and subducting plate geometry for 1 km mesh (Ichimura et al. [2016]). This code has been improved for higher resolution in calculation of crustal deformation and achieved 2.05 T-DOF with 45 m resolution on the plate interface (Fujita et al. [2016]. This high-resolution analysis enables evaluation of change in the stress acting on the plate interface. For inverse analyses, a waveform inversion code for modelling 3D crustal structure has been developed (Ichimura et al. [2017]). Furthermore, such large-scale simulation codes have been implemented on a GPU cluster and analysis tools have been developed to estimate fault slip distribution with considering uncertainty in structural models (Yamaguchi et al. [2017a, 2017b]). Utilizing them, we are developing the data assimilation method for monitoring and forecasting the slip velocity variation on the plate interface with 3D heterogeneous structure.

キーワード：地震発生予測、不均質構造、高詳細
Keywords: Earthquake forecasting, 3D heterogeneous medium, High fidelity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-TT 計測技術・研究手法

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_34

[S-TT47] ハイパフォーマンスコンピューティングが拓く固体地球科学の未来

コンビーナ:堀 高峰(独立行政法人海洋研究開発機構・地震津波海域観測研究開発センター)、八木 勇治(国立大学法人　筑波大学大学院 生命環境系)、汐見 勝彦(国立研究開発法人防災科学技術研究所)

近年の計算機科学・計算科学の発達によって、様々な分野で従来は困難と考えられてきたフォワード計算やそれを利用した逆解析が可能になりつつある。固体地球科学においても、高密度化する観測データをフルに活用した高詳細なモデルでの地震波伝播や地殻変動・津波伝播の計算、多数回計算を行うことによる物性や構造の誤差の影響の検討、誤差にガウス分布以外の一般的な分布を許した断層すべりの逆解析などが行われつつある。そこで、フォワード計算や逆解析を行っている方々に、実際の活用例を紹介頂くと共に、さらに進展させるための課題を提起して頂く。また、計算機科学・計算科学についての最新の動向も共有することで、固体地球科学分野の様々なフォワード計算や逆解析にフルに活用して解決していく方向性について議論したい。こうした方向性に関心のある方々（特に学生や若い研究者）の積極的な講演申し込みを期待する。

[STT47-P01] Prototype of Green’s function library for geodetic slip inversion based on an integrated velocity structure model of Japan

*縣 亮一郎[1]、市村 強[2,3,4]、藤田 航平[2,3]、山口 拓真[2]、飯沼 卓史[1]、堀 高峰[1] (1.海洋研究開発機構、2.東京大学地震研究所、3.理化学研究所 計算科学研究センター、4.理化学研究所 革新知能統合研究センター)

[STT47-P02] The Smoothed Particle Hydrodynamics on modern architectures

*細野 七月[1,2]、古市 幹人[1] (1.海洋研究開発機構、2.理化学研究所 計算科学研究センター)

[STT47-P03] Development of Monitoring and Forecasting Methods for Crustal Activity Utilizing Large-Scale High-Fidelity Finite Element Simulations with 3D Heterogeneous Medium

*堀 高峰[1]、市村 強[2]、藤田 航平[2]、山口 拓真[2]、縣 亮一郎[1]、飯沼 卓史[1] (1.独立行政法人海洋研究開発機構・地震津波海域観測研究開発センター、2.東京大学・地震研究所)

Prototype of Green’s function library for geodetic slip inversion based on an integrated velocity structure model of Japan

*縣 亮一郎[1]、市村 強[2,3,4]、藤田 航平[2,3]、山口 拓真[2]、飯沼 卓史[1]、堀 高峰[1]
*Ryoichiro Agata[1], Tsuyoshi Ichimura[2,3,4], Kohei Fujita[2,3], Takuma Yamaguchi[2], Takeshi Iinuma[1], Takane Hori[1]

1. 海洋研究開発機構、2. 東京大学 地震研究所、3. 理化学研究所 計算科学研究センター、4. 理化学研究所 革新知能統合研究センター
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 3. Center for Computational Science, RIKEN, 4. Center for Advanced Intelligence Project, RIKEN

全球測位衛星システム(GNSS)や、GNSS-Acoustic技術などにより得られる陸域・海底の測地変位・速度データを用いた逆解析により、地震時・地震後・地震間のすべりやプレート間固着などの分布に対する情報を得ることが可能となる。広域に分布する測地点を逆解析に用いる場合に弾性不均質構造や地形の影響を考慮した測地逆解析を行うことの重要性が指摘されている(例えばIchimura et al. 2013, Kyriakopoulos et al. 2013)。一方で、これらの要素を考慮した地殻変動計算にくらべ半無限弾性体を用いた地殻変動計算はより簡便かつ少ない計算負荷で実行できるため、研究の場と国や自治体による被害推定の双方において、後者を用いた測地逆解析が現在でも一般的である。本研究では、測地逆解析に用いるグリーン関数ライブラリを、標準的な速度構造モデル（全国一次地下構造モデル（暫定版）(Koketsu et al. 2008)）に基づき構築することを試みる。グリーン関数の計算には、入力となる速度構造モデルに対して忠実なメッシュ生成が可能な手法と、高速かつスケーラブルな有限要素ソルバを導入する(Ichimura et al. 2014, 2016)。最終的な目標はライブラリを東北・房総・南海の三つの沈み込み帯地震震源域に対して整備することである。これにより多くの研究で、弾性不均質構造や地形の影響を考慮した計算が複雑な操作を抜きに導入できるようになることが期待される。現在、東北地方において試験的にグリーン関数の計算を行い、2011年東北地方太平洋沖地震の地震時すべり推定への適用を行っている(Iinuma et al.. 本大会)。発表当日には、ライブラリ作成のフレームワークの詳細とライブラリのプロトタイプについて示す。

キーワード：測地すべり逆解析、地殻変動、グリーン関数、有限要素法
Keywords: Geodetic slip inversion, Crustal deformation, Green's function, Finite element method

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The Smoothed Particle Hydrodynamics on modern architectures

*細野 七月[1,2]、古市 幹人[1]
*Natsuki Hosono[1,2], Mikito Furuichi[1]

1. 海洋研究開発機構、2. 理化学研究所 計算科学研究センター
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. RIKEN Center for Computational Science

Numerical simulations of large-scale disasters, e.g., tsunamis, are important because such phenomena are difficult to carry out laboratory experiments.
Amongst several candidates for the numerical method, a particle-based numerical simulation method which is named Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH) method is one of the most attractive methods.
In SPH, fluid is represented as a collection of hypothetical particles and governing equations for the fluid are converted into a sum of interactions between surrounding particles, which means that one SPH particle must interact with multiple numbers of particles.
This results in a large amount of memory access.

Note that architectures on which numerical simulations are performed are characterized by their B/F value, which is the ratio between the bandwidth and FLOPs.
For example, the B/F value for the post-K computer would be 0.5 and that for recent NVIDIA's GPUs is 0.1.
Note that the low-B/F value means that memory transfer limits the calculation speed.
Since SPH requires intensive memory access, a straightforward implementation of SPH on low-B/F architectures would result in low efficiency.
Hence, in order to effectively use such modern architectures, we need techniques to reduce the number of memory access in SPH.

In this work, we aimed at implementing an effective method to apply low B/F architectures to SPH.
We implemented the so-called ``multi-walk'' method to SPH.
The multi-walk method a method for particle-based methods to effectively use low B/F architectures.
We will report the predicted efficiency of our implementation on modern architectures, such as the K computer and NVIDIA GPUs.

キーワード：流体数値計算手法
Keywords: Numerical hydro dynamics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Development of Monitoring and Forecasting Methods for Crustal Activity Utilizing Large-Scale High-Fidelity Finite Element Simulations with 3D Heterogeneous Medium

*堀 高峰[1]、市村 強[2]、藤田 航平[2]、山口 拓真[2]、縣 亮一郎[1]、飯沼 卓史[1]
*Takane Hori[1], Tsuyoshi Ichimura[2], Kohei Fujita[2], Takuma Yamaguchi[2], Ryoichiro Agata[1], Takeshi Iinuma[1]

1. 独立行政法人海洋研究開発機構・地震津波海域観測研究開発センター、2. 東京大学・地震研究所
1. R&D Center for Earthquake and Tsunami, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

To analyze crustal activity in the Earth's interior, such as spatio-temporal variation in slip velocity on the plate interface including ordinary and slow earthquakes, we need to use the data observed mostly on the Earth's surface. If the data are limited on land that is far from the deformation sources, it would be enough to use simple model as elastic homogeneous half space. However, it is becoming intrinsic to consider 3D heterogeneous structure of the interior, especially in subduction zones, since we can obtain dense surface deformation data on land and partly on the seafloor. Thus, to fully utilize such fruitful data, it is necessary to develop physics-based data analysis methods including (1) a structural model with the 3D geometry of the plate interface and the material properties such as elasticity and viscosity, (2) calculation codes for crustal deformation and seismic wave propagation using (1), (3) inverse analysis or data assimilation codes both for structure and fault slip using (1) and (2). To accomplish this, it is at least necessary to develop highly reliable large-scale simulation code to calculate crustal deformation and seismic wave propagation for 3D heterogeneous structure. Unstructured finite element (FE) non-linear seismic wave simulation code has been developed (Ichimura et al. [2015]). This achieved physics-based urban earthquake simulation enhanced by 1.08 T DOF x 6.6 K time-step. A high-fidelity FE simulation code with mesh generator has also been developed to calculate crustal deformation in and around Japan with complicated surface topography and subducting plate geometry for 1 km mesh (Ichimura et al. [2016]). This code has been improved for higher resolution in calculation of crustal deformation and achieved 2.05 T-DOF with 45 m resolution on the plate interface (Fujita et al. [2016]. This high-resolution analysis enables evaluation of change in the stress acting on the plate interface. For inverse analyses, a waveform inversion code for modelling 3D crustal structure has been developed (Ichimura et al. [2017]). Furthermore, such large-scale simulation codes have been implemented on a GPU cluster and analysis tools have been developed to estimate fault slip distribution with considering uncertainty in structural models (Yamaguchi et al. [2017a, 2017b]). Utilizing them, we are developing the data assimilation method for monitoring and forecasting the slip velocity variation on the plate interface with 3D heterogeneous structure.

キーワード：地震発生予測、不均質構造、高詳細
Keywords: Earthquake forecasting, 3D heterogeneous medium, High fidelity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_21

[S-CG62] 固体地球科学における機械学習の可能性

コンビーナ:内出 崇彦(産業技術総合研究所 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門)、小田 啓邦(産業技術総合研究所地質情報研究部門)

近年の機械学習技術（深層学習を含む）は様々な分野で革新的な成果を挙げつつある．このような技術の固体地球科学への応用は，例えば，データ分類，パターン認識，データ回帰といった方法によって，研究分野の新たな地平を切り開くものとして期待されているところである．一方，深層学習の結果がどうして得られたのか解釈することが難しいという問題も抱えている．
このセッションは，固体地球科学の様々な分野における機械学習の応用例を一堂に会することで，今後の発展に向けて互いに刺激し合う場を提供する．深層学習の「ブラックボックス問題」に対する取り組みについての報告も期待する．

[SCG62-P01] Earthquake Magnitude Prediction with Seismic Nucleation Phase based on Machine Learning

*呉 康銘[1]、三宅 弘恵[2] (1.東京大学大学院学際情報学府、2.東京大学大学院情報学環)

[SCG62-P02] 教師なし学習による連続地震波形記録に対する自動信号分類：人工ノイズおよび低周波微動への応用

*小寺 祐貴[1]、酒井 慎一[2]、西宮 隆仁[1] (1.気象庁気象研究所、2.東京大学地震研究所)

[SCG62-P03] Detection of Gas Bubble signals recorded at the OBS Stations by Machine-Learning

*emmy TY CHANG[1] (1.Institute of Oceanography, National Taiwan University)

[SCG62-P04] 深層ニューラルネットワークによる地震波形の自動検測

*内出 崇彦[1] (1.産業技術総合研究所 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門)

[SCG62-P05] **Seismic event detection in time-frequency domain with CNN and phase picking with HED**

*Liping Fan[1] (1.Institute of Geophysics, China Earthquake Administration)

[SCG62-P06] 埋込み機械学習による長周期波形からの広帯域地震動合成

*岡崎 智久[1]、八谷 大岳[1]、上田 修功[1]、岩城 麻子[2]、前田 宜浩[2]、藤原 広行[2] (1.理化学研究所革新知能統合研究センター、2.防災科学技術研究所)

[SCG62-P07] LSTM and CNN Applications to Forecast Earthquake Magnitude Probability Distribution

*劉 齊[1]、三宅 弘恵[2]、鶴岡 弘[3] (1.東京大学大学院学際情報学府、2.東京大学大学院情報学環、3.東京大学地震研究所)

[SCG62-P08] FORCsensei: 機械学習を用いたFirst Order Reversal Curve (FORC)データ処理の最適化

David Heslop[1,2]、Andrew Roberts[1,2]、*小田 啓邦[2]、Xiang Zhao[1,2]、Richard Harrison[3]、Adrian Muxworthy[4]、Pengxiang Hu[1,2]、佐藤 哲郎[2] (1.オーストラリア国立大学、2.産業技術総合研究所地質情報研究部門、3.ケンブリッジ大学、4.インペリアルカレッジロンドン)

Earthquake Magnitude Prediction with Seismic Nucleation Phase based on Machine Learning

*呉 康銘[1]、三宅 弘恵[2]
*Kangming Wu[1], Hiroe Miyake[2]

1. 東京大学大学院学際情報学府、2. 東京大学大学院情報学環
1. GSII, The University of Tokyo, 2. III, The University of Tokyo

Understanding the mechanism of earthquake generation and predicting magnitude is an important research direction in seismology. In seismology, there are typical two models to explain how rupture grows and becomes an earthquake: nucleation model and cascade model. The nucleation model considers earthquakes start from weak faults pre-slip, then grow up. According to the hypothesis, the duration of seismic nucleation phase is proportional to the eventual size of the earthquake. We try to verify it with machine learning approaches and try to implement it on real magnitude predictions.

Machine learning, especially deep learning, has been proved that they can solve many problems that traditional algorithm cannot or hard to solve, but require higher computational power to train models to learn patterns in dataset. Hardware performance improvement in recent years energizes it and boom at about 2010. Machine learning have many applications like Autopilot, NPL (Natural Language Processing), stock market prediction, but seismic researches based on machine learning are few. Implement machine learning in seismology may bring some progresses in researches and applications.

In this research, we used the NIED Hi-net data, the JMA unified hypocenter catalogs, and the NIED seismic stations information to create the dataset of the model to detect seismic nucleation phase. Wave segments of seismic nucleation phase will become input, earthquake magnitudes will become output. Fourier transform is planned to be used for filter noise in wave. We are planning to use seismic wave data collected from Hi-net since 2004, but lack of high magnitude earthquakes might be a problem to build the dataset, which makes the trained model have bad performance in high magnitude earthquakes. Some Deep Learning models like MLP (multilayer perceptron), RNN (Recurrent Neural Network) and traditional Machine Learning models will be implemented to compare their performance. We have not decided to treat it as a regression problem, a classification problem or both. Magnitude or amount of energy release from earthquakes can be used as labels in a regression algorithm, while rounding magnitude can be used as labels in a classification problem. Some indicators of model performance like Mean Square Error and Confusion Matrix are used to evaluate and improve the model.

キーワード：machine learning、seismic nucleation phase
Keywords: machine learning, seismic nucleation phase

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

教師なし学習による連続地震波形記録に対する自動信号分類：人工ノイズおよび低周波微動への応用

Automatic signal classification for continuous seismic waveform records based on an unsupervised learning algorithm: Application to artificial noises and low-frequency tremors

*小寺 祐貴[1]、酒井 慎一[2]、西宮 隆仁[1]
*Yuki Kodera[1], Shin'ichi Sakai[2], Takahito Nishimiya[1]

1. 気象庁気象研究所、2. 東京大学地震研究所
1. Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency, 2. Earthquake Research Institute, the University of Tokyo

Continuous seismic records catch various signals such as earthquakes, human activities, and instrumental noises. Extracting and analyzing these signals are important for earthquake early warning (EEW) operations. Using earthquake signals, we can evaluate the detection capability of the seismometer and calibrate the site amplification factor. Artificial noise signals tell us about the current data quality of the seismometer and the possibility of false alarm issuance. In addition to the EEW purpose, classifying natural and non-natural signals may contribute to the better understanding of geophysical phenomena around the observation network. In this study, we have developed an automatic classification algorithm for continuous records based on a machine learning method.

An unsupervised learning algorithm is employed in our approach because observed signals in continuous records vary depending on every seismometer. We assume that we do not have the knowledge of the recorded signals in advance and that labeled training data are not available that can be used for a supervised learning. The method is based on clustering in the frequency and time domains. First, features are obtained by computing running spectra with a 4-s time window and 0.1-s interval, applying a triangular filter bank with 10 bands. After that, the features are clustered in the 10-dimensional feature space using the k-means algorithm. Then, the spectral clustering algorithm is performed with the assumption of the transition matrix of a Markov chain. Ten time-series models are finally obtained and used for the classification.

We applied the method to continuous waveforms recorded at (1) Station E.JDJM, which is a seismometer of the Metropolitan Seismic Observation network (MeSO-net) located close to the subway and (2) a temporary ocean-bottom seismometer (OBS) to observe aftershocks of the 2004 M7.4 off the Kii Peninsula Earthquake (Yamazaki et al., 2008). For the record of Station E.JDJM, the algorithm discriminated earthquake signals and train noises from background noises. For the OBS record, low-frequency tremors with large amplitudes were automatically detected in addition to regular earthquakes. The method successfully classified continuous records of the MeSO-net station and OBS although those seismometers had unique observation environments and diverse recorded signals. This indicates the potential for the wide applicability of the unsupervised learning approach and the contribution of monitoring seismometer conditions and geophysical phenomena.

キーワード：機械学習、緊急地震速報、低周波微動、自動分類、MeSO-net、海底地震計

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Machine learning, Earthquake early warning, Low-frequency tremor, Automatic classification, MeSO-net, Ocean-bottom seismometer

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Detection of Gas Bubble signals recorded at the OBS Stations by Machine-Learning

*emmy TY CHANG[1]

1. Institute of Oceanography, National Taiwan University

Along the OBS seismograms, the waveforms of gas emission signals exhibit a high-frequency resonant vibration alike the bubble bursting at the free surface of a non-Newtonian fluid. Every single signal is a short-duration event (hereafter termed as “SDE”, <1.0 second). In this study, we shall develop the computer algorithm to detect the SDE signals along the OBS seismograms. Our work carried out in 2018 has been laid on the mathematical matching of the bubble signals. We conclude that even though the bubbles exhibit a specific waveform, the mathematical equation cannot perfectly describe the bubble with all ambient conditions at the seafloor. Our strategy is to adopt the Machine Learning (ML) to identify bubbles by images. In the following years, two phases of our project are designed as (i) Establishing the method to quantify the SDE signals by means of ML modeling: we shall train a neural network model with varied parameters to gain a complete estimation of the bubble signals within our OBS records. (ii) The experiments with OBS instruments will also be used for tests of generating different waveforms in water tanks of the ifremer as well as a constrained offshore area (e.g. lake), to provide referenced waveforms for the SDE or bubble signals.

Keywords: gas emission, bubble, machine learning, Ocean bottom seismometer

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

深層ニューラルネットワークによる地震波形の自動検測
Automatic Phase Picking of Seismograms by Deep Neural Network

*内出 崇彦[1]
*Takahiko Uchide[1]

1. 産業技術総合研究所 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門
1. Research Institute of Earthquake and Volcano Geology, Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

P波やS波の到達時刻を決めることは、地震波形解析の初めの一歩となることが多い。整合フィルタ解析のような相互相関に基づく手法は、イベント検出や相対的な地震波到達時刻を測るのによく用いられているが、この場合、雛型となる地震が必要であったり、大量の相互相関係数計算が必要であったりといった問題がある。特に、臨時観測データの場合などは、雛型の地震を用意するための手動検測が非常に大変な作業になる。

そこで、インセプションモジュールを導入した深層ニューラルネットワークによる自動検測システムを構築した。初めの試みとして、茨城県北部・福島県浜通り地域の地震を記録した防災科学技術研究所のHi-netの地震波形を用いた。この地域は、2011年東北地方太平洋沖地震以降、急激に地震活動が活発になっている。気象庁一元化処理震源カタログの手動検測の情報をone-hotベクトル化して、学習に用いた。

学習済みニューラルネットワークは検証データの70 %以上に対して、気象庁の検測値から0.02秒以内のP波到達時刻を出力することができた。出力結果を経験的に確率と結び付けることで、検測精度の評価につなげる。

謝辞

本研究では国立研究開発法人 防災科学技術研究所のHi-netの地震波形データと気象庁一元化処理震源カタログの検測値を利用した。本研究の遂行に当たっては、PyTorchライブラリ、国立研究開発法人 産業技術総合研究所(産総研)の計算機ABCI及びAAICを使用した。本研究は、公益財団法人 三菱財団 自然科学研究助成及び産総研エッジランナーズ事業の支援を受けて実施した。

キーワード：地震、自動検測、深層学習
Keywords: Earthquakes, Automatic Phase Picking, Deep Learning

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Seismic event detection in time-frequency domain with CNN and phase picking with HED

*Liping Fan[1]

1. Institute of Geophysics, China Earthquake Administration

The P-wave and S-wave arrivals are critical data in seismic research. The quantity, accuracy and consistency of these greatly affect the final result of imaging of faults, earthquake early warning, and the inversion of Earth structure. Generally, earthquake phases are picked manually by analysts. On the one hand, poor data consistency maybe exists resulting from changes of analysts; on the other hand, the amount of seismic data increases exponentially, and it overwhelms analysts. It is urgent to develop an efficient and stable method of event detection and phase picking.

Traditional automatic event detection and phase picking methods are mainly divided into two categories: 1) Methods based on waveform characteristics such as amplitude, frequency and waveform envelope, which are the STA/LTA method, the regression method, the high-order statistics method, the main cycle method, the envelope function method, and the neural network method; 2) Various waveform correlation methods proposed according to waveform similarity, such as the waveform autocorrelation technique, the template matching technique, and the fingerprint and similarity threshold (FAST) method. Although these methods have achieved great success, they still have inherent disadvantages. For example, it’ s hard to set the threshold relative to varied noise level in the LTA/STA method; detected earthquakes in the template matching method are restricted to locations of the template earthquake position. Methods extracting waveform features automatically independent of the noise level and waveform similarity meet our requirements.

Deep Neural Network (DNN) is a breakthrough in feature learning methods in recent years. It has excellent automatic feature learning ability and the model is able to represent the essential characteristics of the data. Perol et al. trained a convolutional neural network for earthquake detection (ConvNetQuake), which gives a higher efficiency and precision than previous traditional methods. Ross et al. gave a convolutional neural network to detect seismic body-wave phases. Dokht et al. divided the automatic earthquake phases detection process into two steps: a pretrained model detecting earthquakes from continuous waveforms in the time-frequency domain and a supervised classification system discriminating between P and S waves. The first-part model enhanced the detection accuracy compared with ConvNetQuake. Inspired by the work of Dokht et al. and the latest progress in edge detection algorithms (the holistically-nested edge detection method), we propose a two-step phase picking framework. It is a former convolutional neural network for earthquake detection and a later network based on holistically-nested edge detection method (HED) for phase picking.

The data set used for training earthquake-detection model is 7,719 earthquake waveforms recorded by Xichang seismic array in Sichuan province of China during January 2013 to December 2016. The local magnitudes M_L range from -1.1 to 5.8. The number of noise records is 7,000. The time window length is 40 seconds. These earthquake waveforms are preprocessed by the following steps: removing instrument response, high-pass filtering above 1Hz, manually checking and removing low quality data, short-time Fourier transforming and normalization. The network contains 4 convolutional layers, 4 max pooling layers and 2 fully connected layers. The amount of P-wave arrival is 40,464 and that of S-wave arrive is 39,967. Ground truths of those 10-seconds-length windows are used for training network for phase picking. This

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

network structure is built based on VGG16.

Providing continuous waveforms to seismic event detection model as input, it gives the start time of detected event windows. Feed these detected windows to the phase picking model and it export time of phase arrivals. Our models detect more seismic events and pick more accurate arrival time in comparison with previous models.

Keywords: event detection, phase picking, convolutional neural network, holistically-nested edge detection method

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

埋込み機械学習による長周期波形からの広帯域地震動合成
Broadband ground-motion synthesis using embeddig machine learning

*岡崎 智久[1]、八谷 大岳[1]、上田 修功[1]、岩城 麻子[2]、前田 宜浩[2]、藤原 広行[2]
*Tomohisa Okazaki[1], Hirotaka Hachiya[1], Naonori Ueda[1], Asako Iwaki[2], Takahiro Maeda[2], Hiroyuki Fujiwara[2]

1. 理化学研究所革新知能統合研究センター、2. 防災科学技術研究所
1. Center for Advanced Intelligence Project, RIKEN, 2. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

将来起こると想定される大地震の被害推定を目的として、広帯域地震動予測が行われている。現在、標準的に用いられるハイブリッド合成法では、長周期帯域を数値シミュレーション、短周期領域を統計的手法により計算し合成している。しかし、両帯域の波形が独立な計算で得られるため、走時や周波数特性に不整合が見られることがあるという課題がある。

そこで、観測記録から長周期帯域と短周期帯域の関係性を抽出することで、長周期帯域のシミュレーション結果を元に短周期成分を生成し、広帯域地震動を合成する手法が提案されている(Iwaki et al., 2016; Paolucci et al., 2018)。Iwaki et al. (2016)では、異なる帯域間における時刻歴包絡波の関係性を、対象の地震に類似した地震の観測記録からモデル化してしている。本発表ではこの関係性を、機械学習を用いてK-NETに蓄積された多数の観測記録からモデル化する方法を試みた。

まず、観測波形にフィルタ処理を施し、長・短周期帯域の包絡波の対を生成する。各帯域において、異なる観測波形の包絡波間の類似度を最適輸送理論におけるWasserstein距離で測定する。このように得られる長・短周期のWasserstein空間の間の関係性を抽出するために、t-SNE(van der Maaten and Hinton, 2008)を拡張した埋込み手法により、各観測記録を共通の埋込み空間で表現した。埋込み空間は両帯域の波形の距離関係を保つように構成され、帯域間の関係性を反映している。よって、長周期シミュレーション波形が得られると、埋込み空間に写像することで、近傍の要素から短周期の包絡波を内挿することができる。この内挿は、最適輸送理論のBarycenterの概念を用いて自然に構成することができる。

また、周波数特性はニューラル・ネットワークを用いて推定した。入力を地震マグニチュードと長周期の振幅スペクトル3成分、出力を短周期の振幅スペクトル3成分に設計した。訓練時には、まず多数の観測点での記録を、座標系を回転して増大させることでデータ数を確保し、過学習を防いだ。次に推論対象となる観測点での記録のみを用いて学習し、サイト特性を表現できるように工夫した。最後に、推定した包絡波と振幅スペクトルから、乱数位相を用いて短周期帯域の時刻歴波形を作成し、長周期シミュレーション波形と組み合わせて広帯域地震動を合成する。

本発表では、2008年に茨城県沖で発生したM7.0の地震を対象に、手法の有効性を検証した。長周期波形にはシミュレーション波形の代わりに観測波形を用いた。提案手法は経時特性の再現性に優れ、応答スペクトル特性も同等以上の性能を示した。本手法には、別の地震や想定地震を扱う際に、地盤モデルや地震の選択といった任意性を伴わないという利点がある。

キーワード：地震動予測、埋込み
Keywords: ground motion prediction, embedding

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

LSTM and CNN Applications to Forecast Earthquake Magnitude Probability Distribution

*劉 齊[1]、三宅 弘恵[2]、鶴岡 弘[3]
*Qi Liu[1], Hiroe Miyake[2], Hiroshi Tsuruoka[3]

1. 東京大学大学院学際情報学府、2. 東京大学大学院情報学環、3. 東京大学地震研究所
1. GSII, The University of Tokyo, 2. III, The University of Tokyo, 3. ERI, The University of Tokyo

An earthquake is one of the most dangerous natural disasters. And for us, earthquake is not only resulted in economic loss, but also the physiological and psychological trauma. There are two main ways to avert these kinds of loss: One is earthquake early warning, the other is earthquake prediction. Compare to the earthquake early warning, the earthquake prediction seems to be more useful for disaster mitigation, decrease damage by earthquakes, but unfortunately it is more difficult to predict with accurate physics-based ways, even sometimes is thought to be impossible. Spatial distribution of earthquakes has some relationships with the structure of the Earth. Temporal distribution of earthquakes has some relationships with mechanical properties and stress state of the Earth. There are a lot of studies that count earthquake events for finding several laws of earthquakes with great achievements: Omori formula, Modified Omori formula, ETAS model, and etc. These traditional models had good performance on the aftershock forecasting, but are not good enough to the mainshock forecasting. The earthquake occurrence is generally according to the Poisson distribution which follows the power law. This kind of distribution is meaningful because the earthquake event has same probability of occurrence per unit time. This is one of reasons why it is difficult to forecast mainshocks.

With the development of computer science, several new technologies have been created: liner regression, nonlinear regression, and classification based on machine learning. According to updates of computer hardware, not only original machine learning such as Random Forest (RF), Support Vector Machines (SVM), and Neural Network (NN) has been used for the earthquake data mining but also several Neural Network deep learning methods has been abundantly used for these forecasting problems. Nowadays imagine identification technology based on Convolutional Neural Network (CNN) and text generation technology based on Recurrent Neural Network (RNN) are the most representative technologies. These two kinds of most useful Neural Network models are also widely used for spatial data mining as well as temporal data mining. We consider to combine these two Neural Networks to find spatio-temporal relationship among earthquakes at different positions and to perform earthquake event forecasting by taking advantage of this relationship.

At 14:46 on 11 March 2011, the Tohoku earthquake occurred. It is well-known that predicting this kind of a giant earthquake is most helpful to us for disaster mitigation. In this study, we use earthquake event data within 100 km depth in 2000-2010 from the JMA (Japan Meteorological Agency) unified catalog, and sort out one-day JMA magnitude probability distribution values (events number, magnitude average value, maximum magnitude value, and standard value) as one dataset per spatial grid to cover the catalog over Japan. Through supervised learning, we forecast earthquake magnitude probability distribution based on LSTM RNN (Long-Short Term Memory Recurrent Neural Network) and CNN (Convolutional Neural Network) prior to the 2011 Tohoku earthquake.

キーワード：machine learning 、earthquake forecasting、Recurrent Neural Network

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: machine learning , earthquake forecasting, Recurrent Neural Network

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

FORCsensei: 機械学習を用いたFirst Order Reversal Curve (FORC)データ処理の最適化

FORCsensei: A machine learning framework to estimate optimized first-order reversal curve distributions

David Heslop[1,2]、Andrew Roberts[1,2]、*小田 啓邦[2]、Xiang Zhao[1,2]、Richard Harrison[3]、Adrian Muxworthy[4]、Pengxiang Hu[1,2]、佐藤 哲郎[2]
David Heslop[1,2], Andrew Roberts[1,2], *Hirokuni Oda[2], Xiang Zhao[1,2], Richard Harrison[3], Adrian Muxworthy[4], Pengxiang Hu[1,2], Tetsuro Sato[2]

1. オーストラリア国立大学、2. 産業技術総合研究所地質情報研究部門、3. ケンブリッジ大学、4. インペリアルカレッジロンドン
1. Australian National University, 2. Institute of Geology and Geoinformation, Geological Survey of Japan, AIST, 3. University of Cambridge, 4. Imperial College London

First-order reversal curve (FORC) distributions are a powerful diagnostic tool for characterizing and quantifying magnetization processes in fine magnetic particle systems. Estimation of FORC distributions requires computation of the second-order mixed derivative of noisy magnetic hysteresis data. This operation amplifies measurement noise and for weakly magnetic systems it can compromise estimation of a FORC distribution. Several processing schemes, typically based on local polynomial regression, have been developed to produce smoothed FORC distributions that suppress detrimental noise. As FORC analysis has become more quantitative, the smoothed distribution needs to be consistent with the measurement data from which it was estimated. This can be a challenging task even for expert users, who must subjectively adjust parameters that define the form and extent of smoothing until a satisfactory FORC distribution is obtained. For non-expert users, estimation of FORC distributions using inappropriate smoothing parameters can produce heavily distorted results corrupted by processing artifacts, which in turn can lead to spurious inferences concerning the magnetic system under investigation. We have developed a statistical machine learning framework based on probabilistic model comparison to guide estimation of FORC distributions. An intuitive approach is presented that reveals which regions of a FORC distribution may have been smoothed inappropriately. Our machine learning approach will objectively select an optimal FORC distribution probabilistically, which will automate the derivative estimation process for both expert and non-expert users.

キーワード：機械学習、FORC、磁気ヒステリシス、2次微分
Keywords: machine learning, First Order Reversal Curve, magnetic hysteresis, mixed second derivative

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_35

[S-CG62] 固体地球科学における機械学習の可能性

コンビーナ:内出 崇彦(産業技術総合研究所 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門)、小田 啓邦(産業技術総合研究所地質情報研究部門)

近年の機械学習技術（深層学習を含む）は様々な分野で革新的な成果を挙げつつある．このような技術の固体地球科学への応用は，例えば，データ分類，パターン認識，データ回帰といった方法によって，研究分野の新たな地平を切り開くものとして期待されているところである．一方，深層学習の結果がどうして得られたのか解釈することが難しいという問題も抱えている．
このセッションは，固体地球科学の様々な分野における機械学習の応用例を一堂に会することで，今後の発展に向けて互いに刺激し合う場を提供する．深層学習の「ブラックボックス問題」に対する取り組みについての報告も期待する．

[SCG62-P01] Earthquake Magnitude Prediction with Seismic Nucleation Phase based on Machine Learning

*呉 康銘[1]、三宅 弘恵[2] (1.東京大学大学院学際情報学府、2.東京大学大学院情報学環)

[SCG62-P02] 教師なし学習による連続地震波形記録に対する自動信号分類：人工ノイズおよび低周波微動への応用

*小寺 祐貴[1]、酒井 慎一[2]、西宮 隆仁[1] (1.気象庁気象研究所、2.東京大学地震研究所)

[SCG62-P03] Detection of Gas Bubble signals recorded at the OBS Stations by Machine-Learning

*emmy TY CHANG[1] (1.Institute of Oceanography, National Taiwan University)

[SCG62-P04] 深層ニューラルネットワークによる地震波形の自動検測

*内出 崇彦[1] (1.産業技術総合研究所 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門)

[SCG62-P05] **Seismic event detection in time-frequency domain with CNN and phase picking with HED**

*Liping Fan[1] (1.Institute of Geophysics, China Earthquake Administration)

[SCG62-P06] 埋込み機械学習による長周期波形からの広帯域地震動合成

*岡崎 智久[1]、八谷 大岳[1]、上田 修功[1]、岩城 麻子[2]、前田 宜浩[2]、藤原 広行[2] (1.理化学研究所革新知能統合研究センター、2.防災科学技術研究所)

[SCG62-P07] LSTM and CNN Applications to Forecast Earthquake Magnitude Probability Distribution

*劉 齊[1]、三宅 弘恵[2]、鶴岡 弘[3] (1.東京大学大学院学際情報学府、2.東京大学大学院情報学環、3.東京大学地震研究所)

[SCG62-P08] FORCsensei: 機械学習を用いたFirst Order Reversal Curve (FORC)データ処理の最適化

David Heslop[1,2]、Andrew Roberts[1,2]、*小田 啓邦[2]、Xiang Zhao[1,2]、Richard Harrison[3]、Adrian Muxworthy[4]、Pengxiang Hu[1,2]、佐藤 哲郎[2] (1.オーストラリア国立大学、2.産業技術総合研究所地質情報研究部門、3.ケンブリッジ大学、4.インペリアルカレッジロンドン)

Earthquake Magnitude Prediction with Seismic Nucleation Phase based on Machine Learning

*呉 康銘[1]、三宅 弘恵[2]
*Kangming Wu[1], Hiroe Miyake[2]

1. 東京大学大学院学際情報学府、2. 東京大学大学院情報学環
1. GSII, The University of Tokyo, 2. III, The University of Tokyo

Understanding the mechanism of earthquake generation and predicting magnitude is an important research direction in seismology. In seismology, there are typical two models to explain how rupture grows and becomes an earthquake: nucleation model and cascade model. The nucleation model considers earthquakes start from weak faults pre-slip, then grow up. According to the hypothesis, the duration of seismic nucleation phase is proportional to the eventual size of the earthquake. We try to verify it with machine learning approaches and try to implement it on real magnitude predictions.

Machine learning, especially deep learning, has been proved that they can solve many problems that traditional algorithm cannot or hard to solve, but require higher computational power to train models to learn patterns in dataset. Hardware performance improvement in recent years energizes it and boom at about 2010. Machine learning have many applications like Autopilot, NPL (Natural Language Processing), stock market prediction, but seismic researches based on machine learning are few. Implement machine learning in seismology may bring some progresses in researches and applications.

In this research, we used the NIED Hi-net data, the JMA unified hypocenter catalogs, and the NIED seismic stations information to create the dataset of the model to detect seismic nucleation phase. Wave segments of seismic nucleation phase will become input, earthquake magnitudes will become output. Fourier transform is planned to be used for filter noise in wave. We are planning to use seismic wave data collected from Hi-net since 2004, but lack of high magnitude earthquakes might be a problem to build the dataset, which makes the trained model have bad performance in high magnitude earthquakes. Some Deep Learning models like MLP (multilayer perceptron), RNN (Recurrent Neural Network) and traditional Machine Learning models will be implemented to compare their performance. We have not decided to treat it as a regression problem, a classification problem or both. Magnitude or amount of energy release from earthquakes can be used as labels in a regression algorithm, while rounding magnitude can be used as labels in a classification problem. Some indicators of model performance like Mean Square Error and Confusion Matrix are used to evaluate and improve the model.

キーワード：machine learning、seismic nucleation phase
Keywords: machine learning, seismic nucleation phase

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

教師なし学習による連続地震波形記録に対する自動信号分類：人工ノイズおよび低周波微動への応用

Automatic signal classification for continuous seismic waveform records based on an unsupervised learning algorithm: Application to artificial noises and low-frequency tremors

*小寺 祐貴[1]、酒井 慎一[2]、西宮 隆仁[1]
*Yuki Kodera[1], Shin'ichi Sakai[2], Takahito Nishimiya[1]

1. 気象庁気象研究所、2. 東京大学地震研究所
1. Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency, 2. Earthquake Research Institute, the University of Tokyo

Continuous seismic records catch various signals such as earthquakes, human activities, and instrumental noises. Extracting and analyzing these signals are important for earthquake early warning (EEW) operations. Using earthquake signals, we can evaluate the detection capability of the seismometer and calibrate the site amplification factor. Artificial noise signals tell us about the current data quality of the seismometer and the possibility of false alarm issuance. In addition to the EEW purpose, classifying natural and non-natural signals may contribute to the better understanding of geophysical phenomena around the observation network. In this study, we have developed an automatic classification algorithm for continuous records based on a machine learning method.

An unsupervised learning algorithm is employed in our approach because observed signals in continuous records vary depending on every seismometer. We assume that we do not have the knowledge of the recorded signals in advance and that labeled training data are not available that can be used for a supervised learning. The method is based on clustering in the frequency and time domains. First, features are obtained by computing running spectra with a 4-s time window and 0.1-s interval, applying a triangular filter bank with 10 bands. After that, the features are clustered in the 10-dimensional feature space using the k-means algorithm. Then, the spectral clustering algorithm is performed with the assumption of the transition matrix of a Markov chain. Ten time-series models are finally obtained and used for the classification.

We applied the method to continuous waveforms recorded at (1) Station E.JDJM, which is a seismometer of the Metropolitan Seismic Observation network (MeSO-net) located close to the subway and (2) a temporary ocean-bottom seismometer (OBS) to observe aftershocks of the 2004 M7.4 off the Kii Peninsula Earthquake (Yamazaki et al., 2008). For the record of Station E.JDJM, the algorithm discriminated earthquake signals and train noises from background noises. For the OBS record, low-frequency tremors with large amplitudes were automatically detected in addition to regular earthquakes. The method successfully classified continuous records of the MeSO-net station and OBS although those seismometers had unique observation environments and diverse recorded signals. This indicates the potential for the wide applicability of the unsupervised learning approach and the contribution of monitoring seismometer conditions and geophysical phenomena.

キーワード：機械学習、緊急地震速報、低周波微動、自動分類、MeSO-net、海底地震計

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Machine learning, Earthquake early warning, Low-frequency tremor, Automatic classification, MeSO-net, Ocean-bottom seismometer

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Detection of Gas Bubble signals recorded at the OBS Stations by Machine-Learning

*emmy TY CHANG[1]

1. Institute of Oceanography, National Taiwan University

Along the OBS seismograms, the waveforms of gas emission signals exhibit a high-frequency resonant vibration alike the bubble bursting at the free surface of a non-Newtonian fluid. Every single signal is a short-duration event (hereafter termed as “SDE”, <1.0 second). In this study, we shall develop the computer algorithm to detect the SDE signals along the OBS seismograms. Our work carried out in 2018 has been laid on the mathematical matching of the bubble signals. We conclude that even though the bubbles exhibit a specific waveform, the mathematical equation cannot perfectly describe the bubble with all ambient conditions at the seafloor. Our strategy is to adopt the Machine Learning (ML) to identify bubbles by images. In the following years, two phases of our project are designed as (i) Establishing the method to quantify the SDE signals by means of ML modeling: we shall train a neural network model with varied parameters to gain a complete estimation of the bubble signals within our OBS records. (ii) The experiments with OBS instruments will also be used for tests of generating different waveforms in water tanks of the ifremer as well as a constrained offshore area (e.g. lake), to provide referenced waveforms for the SDE or bubble signals.

Keywords: gas emission, bubble, machine learning, Ocean bottom seismometer

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

深層ニューラルネットワークによる地震波形の自動検測
Automatic Phase Picking of Seismograms by Deep Neural Network

*内出 崇彦[1]
*Takahiko Uchide[1]

1. 産業技術総合研究所 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門
1. Research Institute of Earthquake and Volcano Geology, Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

P波やS波の到達時刻を決めることは、地震波形解析の初めの一歩となることが多い。整合フィルタ解析のような相互相関に基づく手法は、イベント検出や相対的な地震波到達時刻を測るのによく用いられているが、この場合、雛型となる地震が必要であったり、大量の相互相関係数計算が必要であったりといった問題がある。特に、臨時観測データの場合などは、雛型の地震を用意するための手動検測が非常に大変な作業になる。

そこで、インセプションモジュールを導入した深層ニューラルネットワークによる自動検測システムを構築した。初めの試みとして、茨城県北部・福島県浜通り地域の地震を記録した防災科学技術研究所のHi-netの地震波形を用いた。この地域は、2011年東北地方太平洋沖地震以降、急激に地震活動が活発になっている。気象庁一元化処理震源カタログの手動検測の情報をone-hotベクトル化して、学習に用いた。

学習済みニューラルネットワークは検証データの70 %以上に対して、気象庁の検測値から0.02秒以内のP波到達時刻を出力することができた。出力結果を経験的に確率と結び付けることで、検測精度の評価につなげる。

謝辞

本研究では国立研究開発法人 防災科学技術研究所のHi-netの地震波形データと気象庁一元化処理震源カタログの検測値を利用した。本研究の遂行に当たっては、PyTorchライブラリ、国立研究開発法人 産業技術総合研究所(産総研)の計算機ABCI及びAAICを使用した。本研究は、公益財団法人 三菱財団 自然科学研究助成及び産総研エッジランナーズ事業の支援を受けて実施した。

キーワード：地震、自動検測、深層学習
Keywords: Earthquakes, Automatic Phase Picking, Deep Learning

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Seismic event detection in time-frequency domain with CNN and phase picking with HED

*Liping Fan[1]

1. Institute of Geophysics, China Earthquake Administration

The P-wave and S-wave arrivals are critical data in seismic research. The quantity, accuracy and consistency of these greatly affect the final result of imaging of faults, earthquake early warning, and the inversion of Earth structure. Generally, earthquake phases are picked manually by analysts. On the one hand, poor data consistency maybe exists resulting from changes of analysts; on the other hand, the amount of seismic data increases exponentially, and it overwhelms analysts. It is urgent to develop an efficient and stable method of event detection and phase picking.

Traditional automatic event detection and phase picking methods are mainly divided into two categories: 1) Methods based on waveform characteristics such as amplitude, frequency and waveform envelope, which are the STA/LTA method, the regression method, the high-order statistics method, the main cycle method, the envelope function method, and the neural network method; 2) Various waveform correlation methods proposed according to waveform similarity, such as the waveform autocorrelation technique, the template matching technique, and the fingerprint and similarity threshold (FAST) method. Although these methods have achieved great success, they still have inherent disadvantages. For example, it’ s hard to set the threshold relative to varied noise level in the LTA/STA method; detected earthquakes in the template matching method are restricted to locations of the template earthquake position. Methods extracting waveform features automatically independent of the noise level and waveform similarity meet our requirements.

Deep Neural Network (DNN) is a breakthrough in feature learning methods in recent years. It has excellent automatic feature learning ability and the model is able to represent the essential characteristics of the data. Perol et al. trained a convolutional neural network for earthquake detection (ConvNetQuake), which gives a higher efficiency and precision than previous traditional methods. Ross et al. gave a convolutional neural network to detect seismic body-wave phases. Dokht et al. divided the automatic earthquake phases detection process into two steps: a pretrained model detecting earthquakes from continuous waveforms in the time-frequency domain and a supervised classification system discriminating between P and S waves. The first-part model enhanced the detection accuracy compared with ConvNetQuake. Inspired by the work of Dokht et al. and the latest progress in edge detection algorithms (the holistically-nested edge detection method), we propose a two-step phase picking framework. It is a former convolutional neural network for earthquake detection and a later network based on holistically-nested edge detection method (HED) for phase picking.

The data set used for training earthquake-detection model is 7,719 earthquake waveforms recorded by Xichang seismic array in Sichuan province of China during January 2013 to December 2016. The local magnitudes M_L range from -1.1 to 5.8. The number of noise records is 7,000. The time window length is 40 seconds. These earthquake waveforms are preprocessed by the following steps: removing instrument response, high-pass filtering above 1Hz, manually checking and removing low quality data, short-time Fourier transforming and normalization. The network contains 4 convolutional layers, 4 max pooling layers and 2 fully connected layers. The amount of P-wave arrival is 40,464 and that of S-wave arrive is 39,967. Ground truths of those 10-seconds-length windows are used for training network for phase picking. This

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

network structure is built based on VGG16.

Providing continuous waveforms to seismic event detection model as input, it gives the start time of detected event windows. Feed these detected windows to the phase picking model and it export time of phase arrivals. Our models detect more seismic events and pick more accurate arrival time in comparison with previous models.

Keywords: event detection, phase picking, convolutional neural network, holistically-nested edge detection method

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

埋込み機械学習による長周期波形からの広帯域地震動合成
Broadband ground-motion synthesis using embeddig machine learning

*岡崎 智久[1]、八谷 大岳[1]、上田 修功[1]、岩城 麻子[2]、前田 宜浩[2]、藤原 広行[2]
*Tomohisa Okazaki[1], Hirotaka Hachiya[1], Naonori Ueda[1], Asako Iwaki[2], Takahiro Maeda[2], Hiroyuki Fujiwara[2]

1. 理化学研究所革新知能統合研究センター、2. 防災科学技術研究所
1. Center for Advanced Intelligence Project, RIKEN, 2. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

将来起こると想定される大地震の被害推定を目的として、広帯域地震動予測が行われている。現在、標準的に用いられるハイブリッド合成法では、長周期帯域を数値シミュレーション、短周期領域を統計的手法により計算し合成している。しかし、両帯域の波形が独立な計算で得られるため、走時や周波数特性に不整合が見られることがあるという課題がある。

そこで、観測記録から長周期帯域と短周期帯域の関係性を抽出することで、長周期帯域のシミュレーション結果を元に短周期成分を生成し、広帯域地震動を合成する手法が提案されている(Iwaki et al., 2016; Paolucci et al., 2018)。Iwaki et al. (2016)では、異なる帯域間における時刻歴包絡波の関係性を、対象の地震に類似した地震の観測記録からモデル化してしている。本発表ではこの関係性を、機械学習を用いてK-NETに蓄積された多数の観測記録からモデル化する方法を試みた。

まず、観測波形にフィルタ処理を施し、長・短周期帯域の包絡波の対を生成する。各帯域において、異なる観測波形の包絡波間の類似度を最適輸送理論におけるWasserstein距離で測定する。このように得られる長・短周期のWasserstein空間の間の関係性を抽出するために、t-SNE(van der Maaten and Hinton, 2008)を拡張した埋込み手法により、各観測記録を共通の埋込み空間で表現した。埋込み空間は両帯域の波形の距離関係を保つように構成され、帯域間の関係性を反映している。よって、長周期シミュレーション波形が得られると、埋込み空間に写像することで、近傍の要素から短周期の包絡波を内挿することができる。この内挿は、最適輸送理論のBarycenterの概念を用いて自然に構成することができる。

また、周波数特性はニューラル・ネットワークを用いて推定した。入力を地震マグニチュードと長周期の振幅スペクトル3成分、出力を短周期の振幅スペクトル3成分に設計した。訓練時には、まず多数の観測点での記録を、座標系を回転して増大させることでデータ数を確保し、過学習を防いだ。次に推論対象となる観測点での記録のみを用いて学習し、サイト特性を表現できるように工夫した。最後に、推定した包絡波と振幅スペクトルから、乱数位相を用いて短周期帯域の時刻歴波形を作成し、長周期シミュレーション波形と組み合わせて広帯域地震動を合成する。

本発表では、2008年に茨城県沖で発生したM7.0の地震を対象に、手法の有効性を検証した。長周期波形にはシミュレーション波形の代わりに観測波形を用いた。提案手法は経時特性の再現性に優れ、応答スペクトル特性も同等以上の性能を示した。本手法には、別の地震や想定地震を扱う際に、地盤モデルや地震の選択といった任意性を伴わないという利点がある。

キーワード：地震動予測、埋込み
Keywords: ground motion prediction, embedding

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

LSTM and CNN Applications to Forecast Earthquake Magnitude Probability Distribution

*劉 齊[1]、三宅 弘恵[2]、鶴岡 弘[3]
*Qi Liu[1], Hiroe Miyake[2], Hiroshi Tsuruoka[3]

1. 東京大学大学院学際情報学府、2. 東京大学大学院情報学環、3. 東京大学地震研究所
1. GSII, The University of Tokyo, 2. III, The University of Tokyo, 3. ERI, The University of Tokyo

An earthquake is one of the most dangerous natural disasters. And for us, earthquake is not only resulted in economic loss, but also the physiological and psychological trauma. There are two main ways to avert these kinds of loss: One is earthquake early warning, the other is earthquake prediction. Compare to the earthquake early warning, the earthquake prediction seems to be more useful for disaster mitigation, decrease damage by earthquakes, but unfortunately it is more difficult to predict with accurate physics-based ways, even sometimes is thought to be impossible. Spatial distribution of earthquakes has some relationships with the structure of the Earth. Temporal distribution of earthquakes has some relationships with mechanical properties and stress state of the Earth. There are a lot of studies that count earthquake events for finding several laws of earthquakes with great achievements: Omori formula, Modified Omori formula, ETAS model, and etc. These traditional models had good performance on the aftershock forecasting, but are not good enough to the mainshock forecasting. The earthquake occurrence is generally according to the Poisson distribution which follows the power law. This kind of distribution is meaningful because the earthquake event has same probability of occurrence per unit time. This is one of reasons why it is difficult to forecast mainshocks.

With the development of computer science, several new technologies have been created: liner regression, nonlinear regression, and classification based on machine learning. According to updates of computer hardware, not only original machine learning such as Random Forest (RF), Support Vector Machines (SVM), and Neural Network (NN) has been used for the earthquake data mining but also several Neural Network deep learning methods has been abundantly used for these forecasting problems. Nowadays imagine identification technology based on Convolutional Neural Network (CNN) and text generation technology based on Recurrent Neural Network (RNN) are the most representative technologies. These two kinds of most useful Neural Network models are also widely used for spatial data mining as well as temporal data mining. We consider to combine these two Neural Networks to find spatio-temporal relationship among earthquakes at different positions and to perform earthquake event forecasting by taking advantage of this relationship.

At 14:46 on 11 March 2011, the Tohoku earthquake occurred. It is well-known that predicting this kind of a giant earthquake is most helpful to us for disaster mitigation. In this study, we use earthquake event data within 100 km depth in 2000-2010 from the JMA (Japan Meteorological Agency) unified catalog, and sort out one-day JMA magnitude probability distribution values (events number, magnitude average value, maximum magnitude value, and standard value) as one dataset per spatial grid to cover the catalog over Japan. Through supervised learning, we forecast earthquake magnitude probability distribution based on LSTM RNN (Long-Short Term Memory Recurrent Neural Network) and CNN (Convolutional Neural Network) prior to the 2011 Tohoku earthquake.

キーワード：machine learning 、earthquake forecasting、Recurrent Neural Network

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: machine learning , earthquake forecasting, Recurrent Neural Network

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

FORCsensei: 機械学習を用いたFirst Order Reversal Curve (FORC)データ処理の最適化

FORCsensei: A machine learning framework to estimate optimized first-order reversal curve distributions

David Heslop[1,2]、Andrew Roberts[1,2]、*小田 啓邦[2]、Xiang Zhao[1,2]、Richard Harrison[3]、Adrian Muxworthy[4]、Pengxiang Hu[1,2]、佐藤 哲郎[2]
David Heslop[1,2], Andrew Roberts[1,2], *Hirokuni Oda[2], Xiang Zhao[1,2], Richard Harrison[3], Adrian Muxworthy[4], Pengxiang Hu[1,2], Tetsuro Sato[2]

1. オーストラリア国立大学、2. 産業技術総合研究所地質情報研究部門、3. ケンブリッジ大学、4. インペリアルカレッジロンドン
1. Australian National University, 2. Institute of Geology and Geoinformation, Geological Survey of Japan, AIST, 3. University of Cambridge, 4. Imperial College London

First-order reversal curve (FORC) distributions are a powerful diagnostic tool for characterizing and quantifying magnetization processes in fine magnetic particle systems. Estimation of FORC distributions requires computation of the second-order mixed derivative of noisy magnetic hysteresis data. This operation amplifies measurement noise and for weakly magnetic systems it can compromise estimation of a FORC distribution. Several processing schemes, typically based on local polynomial regression, have been developed to produce smoothed FORC distributions that suppress detrimental noise. As FORC analysis has become more quantitative, the smoothed distribution needs to be consistent with the measurement data from which it was estimated. This can be a challenging task even for expert users, who must subjectively adjust parameters that define the form and extent of smoothing until a satisfactory FORC distribution is obtained. For non-expert users, estimation of FORC distributions using inappropriate smoothing parameters can produce heavily distorted results corrupted by processing artifacts, which in turn can lead to spurious inferences concerning the magnetic system under investigation. We have developed a statistical machine learning framework based on probabilistic model comparison to guide estimation of FORC distributions. An intuitive approach is presented that reveals which regions of a FORC distribution may have been smoothed inappropriately. Our machine learning approach will objectively select an optimal FORC distribution probabilistically, which will automate the derivative estimation process for both expert and non-expert users.

キーワード：機械学習、FORC、磁気ヒステリシス、2次微分
Keywords: machine learning, First Order Reversal Curve, magnetic hysteresis, mixed second derivative

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 G (教育・アウトリーチ)：教育・アウトリーチ

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_23

[G-01] 災害を乗り越えるための「総合的防災教育」

コンビーナ:中井 仁(小淵沢総合研究施設)、小森 次郎(帝京平成大学)、林 信太郎(秋田大学大学院教育学研究科)

大きな災害が起こるたびに防災教育の必要性が叫ばれ、実際に被災地とその周辺では活発に実践されることがあります。しかし、全国的にそれが広がることは、今日までは有りませんでした。また、被災地であっても、発災から10年、20年と経ち、災害を直接体験した人が少なくなってくると、災害を後世に伝えようという当初の熱意は陰ってくるのが常です。それに対し、災害の方は、数十年、数百年を経て繰り返されます。その間の世代交代を乗り越えて、被災体験を伝承し続けることは容易ではありません。このように、防災教育が、空間的には被災地域とその近辺に限られ、時間的には発災から１世代およそ20年間に限られがちであることが、日本の多くの地域で防災教育の空洞化をもたらしています。そこで、当セッションは、次の問いかけを行います。普遍性と継続性を兼ね備えた防災教育とはどのようなものか。また、それを教育現場に実装するにはどうすればよいか。これらの問題意識をもって、新たな防災教育を創造しようとする意欲のある方の発表を求めます。

[G01-P01] 防災教育への国土地理院のプロダクトの活用

*岡谷 隆基[1] (1.国土交通省国土地理院)

[G01-P02] 1898年八ヶ岳南麓で発生した土石流災害の災害像再構築とアウトリーチ

*中井 仁[1] (1.小淵沢総合研究施設)

[G01-P03] **中学生を対象とした自然災害の認識調査の予察的報告**

*川村 教一[1]、高橋 杏一[1] (1.秋田大学教育文化学部)

[G01-P04] 地震発生時のキャンパス内被害想定を教材にした防災教育

*山縣 毅[1] (1.駒澤大学総合教育研究部自然科学部門)

[G01-P05] 幼稚園での継続的な防災保育の実践報告

*山田 伸之[1]、丁子 かおる[2] (1.高知大学、2.和歌山大学)

[G01-P06] 防災学習と地学データを用いたデジタル教材の活用

*加藤 忠義[1] (1.横浜市立もえぎ野中学校)

[G01-P07] 災害の三角形－統合的・継続的な防災教育を理科の授業に実装するための概念装置の提案－

*野村 祐子[1] (1.消防大学校消防研究センター)

[G01-P08] 地理的特性に焦点をあてた防災教育への提言(「100年続く防災を考える」)

*川上 賢太[1]、松多 信尚[1] (1.国立大学法人岡山大学大学院)

防災教育への国土地理院のプロダクトの活用
Application of GSI’s Products for Disaster Prevention Education

*岡谷 隆基[1]
*Takaki Okatani[1]

1. 国土交通省国土地理院
1. Geospatial Information Authority of Japan, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

平成28～29年度にかけて告示された次期学習指導要領では、高等学校で地理が新たに必履修化され、地図・GISの活用に重点が置かれるなど、学校教育における地理空間情報の重要性が高まってきている。他方、昨年発生した西日本豪雨や北海道胆振東部地震など、自然災害は近年頻発するとともに激甚化の様相を示している。

国土地理院では、従前より出前授業の実施、教員研修への講師派遣など、教育に対する支援に取組んできたが、地図や地理空間情報を用いて地域を理解することは防災の基本であり、幼少期から身のまわりの地形や土地の成り立ち、災害履歴に関心を持ち、災害に備える心構えと知識を身につける防災教育支援の取組の強化が求められている。

地理院地図は、国土地理院が整備する基本図や主題図といった地理空間情報について広く提供することを目的として運用しているものだが、コンテンツとして含まれる地形や土地の成り立ちに関わる地形分類、明治期の低湿地等の情報、機能として含まれる地形表現や二画面表示機能など、災害リスクを考える上で有用な情報・機能が豊富である。

国土地理院では、こうした状況も踏まえ平成29～30年度にわたり地理教育支援について求められる役割を議論する地理教育支援検討部会を学識経験者の協力の下実施してきた。情報発信の改善・強化が必要との指摘を踏まえ、現在対応を進めている。

当日は、本発表を通して防災教育の推進に対する国土地理院の役割について議論したい。

キーワード：防災教育、地図・GIS、国土地理院
Keywords: Disaster Prevention Education, Maps and Geographical Information System, Geospatial Information Authority of Japan

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

1898年八ヶ岳南麓で発生した土石流災害の災害像再構築とアウトリーチ
Reconstruction of the image of the debris flow of the1898 disaster at the southern foot of Yatsugatake and the possibility of raising awareness of the local residents

*中井 仁[1]
*Hitoshi Nakai[1]

1. 小淵沢総合研究施設
1. Kobuchisawa Research Institute for Nature and Education

1898年（明治31年）9月6日から7日にかけて、台風の影響によって降り続いた雨のために山梨県全域で洪水等による甚大な被害が生じた。中でも7日午前1時30分頃、八ヶ岳南麓の山岳崩壊によって発生した土石流は、麓の北巨摩郡大泉村谷戸（当時）において死者55名、負傷者51名の犠牲者を出した。筆者は、県立図書館にマイクロフィルムで保管されている当時の新聞や、宮内庁保管の「諸国災害実況写真」「暴風雨被害取調表」を参照すると共に、ドローンによる調査を含む現地視察によって、災害の詳しい様相の再現を試みた。歴史的資料から、土石流は宮川の谷の出口で三方に流下したことが分かる。一つは沢の出口が向く南東方向だが、他の二つは南、および南西向きに流下した。そのうち南向きに流下した土石流が谷戸集落を襲い、甚大な被害をもたらした。この災害からすでに110年が経ち、詳しい災害像はもちろん、災害があったことすら大方の地元民の記憶からは消えている。本論文では、歴史資料ならびに土石流シミュレーション等の現代の手段を用いて災害像を再構築することによって、地域住民や行政へのアウトリーチの可能性を探る。

キーワード：防災教育、土石流災害、歴史資料
Keywords: disaster prevention education, Debris flow disaster, Historical document

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.


北巨摩郡大泉村字原谷戸組人家耕地流失ノ状

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

中学生を対象とした自然災害の認識調査の予察的報告

Provisional report of the questionnair survey results to junior high school students regarding to natural disaster

*川村 教一[1]、高橋 杏一[1]
*Norihito Kawamura[1], Kyoichi Takahashi[1]

1. 秋田大学教育文化学部
1. Faculty of Education and Human Studies, Akita University

1　はじめに

国土交通省によると，近年時間雨量が50mmを越える豪雨が全国的に増加していることが分かっている。また，それに伴い毎年風水害・土砂災害の被害も全国的に発生しており，2017年には秋田県で土砂災害の発生件数全国5位を記録している。中学校学習指導要領理科(文部科学省，2018)では，「自然と人間」で地域の自然災害についての学習が取り上げられている。土砂災害を回避するためにはまず自然現象についての理解が必要だが，このことに焦点を当てた最近の授業実践研究例は見出せていない。そこで，筆者らは，授業実践に先立ち中学生を対象として自然災害の認識に関する調査を行った。本報告では，生徒の持つ自然災害の認識の実態例を秋田県内陸部（南部）と千葉市とを比較して示すとともに，若干の分析を試みる。

2　研究方法

秋田県湯沢市のA中学校（36名）と千葉県千葉市のB中学校（34名）の1年生計70名を対象に自然災害の認識に関するアンケート調査を2019年1月に行った。

調査用紙には5項目の設問を掲載した。回答にあたり，いずれの設問も選択肢から災害の起因となる自然現象（㋐がけくずれ・土砂くずれ，㋑火山噴火，㋒強風，㋓こう水（川のはん濫），㋔地震，㋕地すべり，㋖津波，㋗土石流，㋘雪崩，㋙その他）から選択させた。

設問（1～5）の目的は，大きく3つに分けた。設問1では，今一番怖いと思う自然災害を回答させ，生徒が持つ自然災害に対してのリスクの違いを明らかにする。設問2～4では，生徒が得た自然災害についての情報源を調査する。設問5では，大雨時に発生する可能性のある自然災害についての認識を明らかにする。

3　結果

（1）設問1:あなたが怖いと思う自然災害を怖い順に5つ

A中学校で，高率の回答は火山噴火で全体の25%，次いで地震が22%である。一方，B中学校で割合が高い回答は地震50%，次いで津波の24%である。

（以下A・Bで示す）

（2）設問2：小学校で習ったことがある自然災害

A中学校では，地震94%，次いで土砂くずれ・がけくずれが83%である。B中学校では，地震82%，次いで土石流が59%である。

（3）設問3：家族から聞いたことがある自然災害

A中学校では，地震100%，次いで強風と津波の94%である。B中学校では，地震91%，次いで津波の76%である。

（4）設問4：テレビ番組（ニュース番組を含む）で聞いたことがある自然災害

A中学校では，がけくずれ・土砂くずれ，火山噴火，こう水（川のはん濫），地震，津波が100%，次いで強風が94%である。B中学校では，火山噴火，津波が97%，次いでがけくずれ・土砂くずれ，強風，こう水

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

（川のはん濫）が94%である。
（５）設問5：大雨時に発生する可能性のある自然災害
回答率が50%を超えた項目は、A中学校では、がけくずれ・土砂くずれが100%，地すべり97%，土石流94%，こう水（川のはん濫）75%である．一方、B中学校では、がけくずれ・土砂くずれが91%，こう水（川のはん濫），土石流が59%，地すべりが56%である．

４　分析

設問1では，A中学校で火山噴火，B中学校で地震が一番大きな割合を占めた。考えられる理由としては、秋田県には活火山があるが千葉県にはないことや，千葉付近で大きな地震が起きた場合に津波や液状化現象による被害も大きいということが挙げられる。
設問2～4では，A中学校とB中学校を比較すると土砂災害の起因となる自然現象（がけくずれ・土砂くずれ，地すべり，土石流）の認識について差が目立った。考えられる理由としては，生活圏内の山地の有無が挙げられる。
設問5では，回答率が50%を上回った選択肢がA・B中学校ともに同じであった。しかし，設問2～4と同様に地すべり，土石流で差が見られた。これも，身の回りに山地がないとイメージが難しいということが理由として考えられた。

５　課題

地域によって自然災害の種類に特性があるが，小学校の学習ではそれが反映されていない可能性がある。以上の結果をもとに，秋田県の生徒向けの自然災害に関する教材開発と授業設計を行い、授業実践の成果を明らかにしたい。

引用文献・Webサイト

１）国土交通省関東整備局
http://www.ktr.mlit.go.jp/bousai/index00000028.html
２）国土交通省砂防部
http://www.mlit.go.jp/river/sabo/jirei/h29dosha/h29dosha.html
３）文部科学省（2018）『中学校学習指導要領解説理科編』，学校図書

キーワード：アンケート調査、秋田県、千葉県
Keywords: questionanire survey, Akita Prefecture, Chiba Prefecture

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地震発生時のキャンパス内被害想定を教材にした防災教育
Disaster prevention education on estimation of earthquake damage on the campus

*山縣 毅[1]
*Takeshi Yamagata[1]

1. 駒澤大学総合教育研究部自然科学部門
1. Department of Natural Sciences, Komazawa university

関東地域では，現在，M7クラスの地震を発生させる活断層が活動期に入っている．特に，関東地域南部の首都圏の各都市では，震度6弱以上の地震が30年以内に発生する確率が48－85%に上昇している（地震調査研究推進本部、2018）．中央防災会議首都直下地震対策検討ワーキンググループ（2013）は，首都直下でM7クラスの地震が起こった場合の被害想定を，死者数最大約23,000人，経済的被害約95兆円としている．駒澤大学駒沢キャンパス（世田谷区）も，大きな地震災害に見舞われる可能性がある．

駒沢キャンパスでの直近の震災は，1923年の関東大震災であり，この時は震度6強で揺れたと推定される．但し，現在この震災の跡としては，復興事業として建設された耐震建造物（耕雲館）が残っているのみで，他に震災の痕跡はない．この様な状況では，震災の記憶は薄くなり，これによる災害に対する被害想定の甘さ，仮想的安心感などにより，地震発生時に被害の一層の拡大を引き起こしかねない（文部科学省防災教育支援に関する懇談会，2007）．これを軽減する防災教育では，継続的に，「それぞれが暮らす地域の、災害・社会の特性や防災科学技術等についての知識を備え、減災のために事前に必要な準備をする能力」や，「自然災害から身を守り、被災した場合でもその後の生活を乗り切る能力」などを修得し，能動的に防災に対応することのできるよう教育を行うことが必要である（文部科学省防災教育支援に関する懇談会，2007）．特に，減災のため重要な地震発生時の初期対応については、自ら判断して安全を確保できることが重要である（文部科学省東日本大震災における学校等の対応等に関する調査報告書，2012）．さらに，大学においては、地域の防災活動やその企画等に貢献できるよう、防災に対する知識・理解と技能を深めるための教育を行うことが望まれる（文部科学省東日本大震災を受けた防災教育・防災管理等に関する有識者会議最終報告，2012）．

以上の防災教育の必要とされる事項を踏まえ，次の実践を目標に地震災害についてアクティブラーニングを用いた授業を行った．

１．地震・地震動のメカニズム，及び，地震災害の理解
２．震度6弱以上の地震動の仮想体験
３．地震発生時に各自が危険を察知できるようにするイメージトレーニング

授業は，2018年年度前期に，駒沢大学地理学科の学生が受講する初年次教育科目のクラス（受講生40人）において試みた．授業内容は，以下の通りである．また，教育効果を測るため，本授業の第1回前と，第7回後に，受講学生に対しアンケート調査を行った．

第１回　地震発生のメカニズム・地震動・地震災害に関する対面授業

第２,３回 東京消防庁本所防災館（江東区本所）の地震動シミュレーターやその他教材による地震の仮想体験

第４～７回 キャンパス内の教室等の地震発生時の被害状況想定，地震後の教室等 から一時集合場所への避難経路の被害状況の想定．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

①3～4人の班毎に，震度6弱以上での，キャンパス内の班担当の教室等の被害想定と，教室等からキャンパス内一時集合場所までの避難経路の実地調査
②実地調査のデータによる被害状況の想定と，各教室等・避難経路の地震発生時の危険個所の把握.
③班毎に，調査データ・被害想定の発表

本授業の前後に行った学生へのアンケート調査から，地震災害は自分自身の問題であるとの，学生への意識付けは達成できたと思われる.

キーワード：実践的授業、地震、アクティブ・ラーニング、教養教育、大学
Keywords: practical lesson, earthquake, active learning, cultural education, university

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

幼稚園での継続的な防災保育の実践報告
Report of disaster mitigation childcare in kindergarten

*山田 伸之[1]、丁子 かおる[2]
*Nobuyuki Yamada[1], Kaoru Choji[2]

1. 高知大学、2. 和歌山大学
1. Kochi University, 2. Wakayama University

本報告では，著者らが数年来取り組んできた各種園での地震防災保育の実践活動のうち，和歌山市の幼稚園での同一園において，1～2年毎に複数回の実施による実践報告と実践後のアンケート等の調査結果を報告する。

防災保育では，日常の活動との関わりを重視し，遊びや体感，関わりあいを交えた各種防災体験ツールを活用し，その中では，ペープサートの劇を見たり，身を守るための姿勢を，歌とダンスを交えて学んだり，揺れや煙・暗やみなどを体験したり，危険物から回避したりする活動をコースのアトラクションとして用意し，それらを園児が１つずつ乗り越えていくように設定した。５才児クラスなどでは，保育者による「ふり返り活動」を行ってもらい，参加したすべての子どもたちへの活動の印象づけを強くし，家庭でも話題提供のきっかけにすることも行った。一連の各種の体験活動などは，0～6歳までの子どもの発達に合わせて適用し，ほぼすべての子どもたちが取り組むことができていた。また，防災保育終了後には，保護者と保育者への教室も実施した。

保護者向けと保育者向けのアンケートは，無記名形式で行った。保護者向けのアンケート結果では，ほとんどの家庭で，もしものときのことを話し合った経験があると答え，防災への関心の高さがうかがえた。園での防災保育の必要性については，大部分の保護者は肯定的であるが，一部の保護者は，負担を感じているようでもあった。全般的に概ね好評であり，子どもたちが成長していく段階に合わせた防災教育の継続性も必要であることをあらためて認識させられた。

今後も，防災保育研究を推進するにあたって，保護者の不安も考慮しながら，子どもたちを守るための取り組み実践を蓄積・継続し，保育園や認定こども園なども含めた乳幼児を対象とした防災保育への新たな方向性についての議論を高め，新たな展開をしたいと考えている。

なお，本研究は，JSPS科研費（基盤研究(C): 16K00971）の一部を活用しました。関係者各位に記して感謝いたします。

キーワード：防災保育、幼稚園
Keywords: disaster mitigation childcare, kindergarten

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

防災学習と地学データを用いたデジタル教材の活用
Utilization of Digital Resources to Facilitate Disaster Prevention Comprehension

*加藤 忠義[1]
*Tadayoshi Kato[1]

1. 横浜市立もえぎ野中学校
1. Moegino JHS.

世界で発生する地震のうち約2割は日本列島周辺で発生していることが知られており、2018年に発生した大阪北部地震（2018年6月18日）や北海道胆振東部地震（2018年9月6日）は記憶に新しい。巨大地震の発生をいち早くとらえるために、日本では、GNSS連続観測システム（GEONET）や高感度地震観測網（Hi-net）などが整備されており、緊急地震速報などに役立てられている。また、東北地方太平洋沖地震以降は、地震・津波観測監視システム（DONET）によって、海底の地殻変動も分かるようになってきた。これらの観測網で得られたデータは一般に公開されており、誰でも日本列島の地殻変動や地震活動について考えることができる。しかし、膨大なデータの処理やデータの可視化が困難なことから、なかなか教育現場で活用されていない。一方で、地球や惑星を立体的に表示することができるダジック・アース（http://earth.dagik.org）をはじめとするデジタル教材も登場してきており、近年重視されている、生徒に知識や情報を与えるだけでなく、生徒が課題を見つけ結論までを導き出す、能動的な学習方法（アクティブラーニング）への効果が期待されている。

2017年3月に公示された新学習指導要領において、中学校理科では学習内容の再編成に伴い「自然災害との関連付け」が強化され、中学校3年間を通して「地球」分野の中で学習するようになった。さらに、地域や学校の周辺環境に応じた教科横断的な視点から「防災学習」を組み立てていくことの必要性が明示された。学習指導要領の改訂によって「防災学習」は、生徒が自然現象について、そこに隠れた科学的な事象を見つけたり、災害を予想した備えや想定外のできごとに対応するためにはどうしたらよいかを考えたりすることが必要になってきた。そのために、教師は「空間的・時間的に大きなスケールでの変動」をいかにして可視化し、その知識や情報をもとに、災害時にどのような行動をとるべきかを考えさせることが重要になってくるだろう。生徒にとって、博物館や野外観察など本物に触れることは、自然現象をとらえるうえで重要であるが、学校環境によってはこれらの学習活動が困難であることが多い。そこで、直感的に変化をとらえることができるデジタル教材の作成は重要であると考えられる。

「地球規模の自然現象と身近な防災」を生徒が主体となって考えるためには、地球規模の変動を直接的にとらえることができるデジタル教材と、得られた知識や情報をもとに災害時について、生徒が主体的に考えて行動したり、災害に備えたりことができる体験型教材が必要だろう。今回は、国土地理院が公開している観測データをもとに、自分たちが生活している地域の地学的特徴を考えられるようなデジタル教材を作成した。生徒が生活している地域に即したデジタル教材はこれから起こると予想されている自然災害に対する防災・減災を考えるうえで極めて重要だろう。また、地域に即した視点から視野を広げていくことで、理科教育で設定されている「地球」の分野における特徴的な見方である“地球や宇宙に関する自然の事物・現象を主として時間的・空間的な視点で捉える”ことの強化につながるだろう。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：防災学習、デジタル教材
Keywords: Disaster prevention learning, Digital materials

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

災害の三角形ー統合的・継続的な防災教育を理科の授業に実装するための概念装置の提案ー
Disaster Triangle –A Conceptual Device for Implementing Comprehensive and Continuous Disaster Education into School Science –

*野村 祐子[1]
*Yuko Nomura[1]

1. 消防大学校消防研究センター
1. National Researcn Institute of Fire and Disaster

明確な物理現象を観測する場合には地震計などの「物的装置」が用いられるのに対し、複雑で曖昧な現象を理解する場合には心的イメージを脳内に構成するための「概念装置」が用いられる。例えば、「災害」という概念装置は、火山学者の脳内に噴火を想起し、防火工学者の脳内に火災を想起する。学問の専門分化が進む一方で、防災には多くの分野が関係している。個人や社会が大局観を持った選択をしなければならない場面において、個々の専門家が自身の分野を超えた大局観を提供することは、ますます困難になっている。人類がチームワークで災害を乗り越えるためには、分野を超えた見通しの良さを与える、多様な災害に共通する普遍性を備えた領域横断的な概念装置を開発し、共有する必要がある。消防の世界では、「燃焼の３要素（可燃物・酸素・熱）」が、複雑な火災現象を理解するための概念装置の役割を果たしてきた。著者は、要素間の相互作用による状態間の遷移（着火や消火）を説明できない燃焼の３要素の欠点を指摘し、多数の要素が非線形相互作用を及ぼし合う複雑系の概念装置の１つである「自己組織化」概念を用いることによって、社会現象と自然現象を統合的に理解できることを示した（野村、2019）。

自然界の現象は、自然界の一部である人間社会の現象も含めてすべて、「物質」・「エネルギー」・「運動」の３つの要素間の相互作用によって支配されている。これら３要素間の相互作用を三角形で表現し、「災害の三角形」という名前を与えることによって、日常生活を送る中で矮小化されやすい災害の概念を、システム思考に基づく分析が可能な普遍的概念に進化させることができるというのが、本講演の焦点である。例えば、水蒸気噴火を災害の三角形を用いて分析すると、熱水（物質）の持つ内部エネルギーが周囲環境の変化によって運動エネルギーに変換される現象として描き出される。すると、火山学者は原油タンクのボイルオーバーの危険性を容易に理解できるようになると考えられる。別の例を挙げると、木村（2017）は台風を燃焼現象の類推として説明している。積乱雲は、水蒸気（物質）の持つ内部エネルギーを凝結熱として放出することによって空気を加熱し、その浮力で上昇気流（運動）を維持している。火災の場合、可燃物（物質）が燃焼するときに内部エネルギーを反応熱として放出することによって空気を加熱し、その浮力で煙突効果が生じる。木村（2017）によれば、「積乱雲は煙突のようなものである」。

「災害の三角形」が社会に広く共有される概念装置となって、自然災害、人災、複合災害を統合的に理解できるようになれば、日常の中で見落とされている災害の可能性を、体系的に発想させることが可能になると期待される。本講演では、理科の授業における「災害の三角形」を活用した防災教育の可能性について、考えてみたい。

キーワード：防災教育、理科教育、防火教育、災害概念、災害の三角形、科学コミュニケーション
Keywords: disaster education, science education, fire safety education, concept of disaster, disaster triangle, science communication

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地理的特性に焦点をあてた防災教育への提言(「100年続く防災を考える」)
RECOMMENDATIONS FOR DISASTER EDUCATION FOCUSING ON GEOGRAPHICAL CHARACTERISTICS

*川上 賢太[1]、松多 信尚[1]
*Kenta Kawakami[1], Nobuhisa Matsuta[1]

1. 国立大学法人岡山大学大学院
1. Okayama University Graduate School

今日、日本で多く発生する災害に対しては、広くは都道府県から小さくは自治体単位までの各スケールでのハザードマップが作成され、対象範囲での被害の減少が望まれている。また、各学校種でも避難訓練の実施や防災マップの作成等を通じて、有事に対する知識を身に付けさせようと様々な取り組みがなされている。

これらは「災害への対応」を常に念頭に置いた上で様々な取り組みがなされるが「ハザードマップを知っていたのに逃げなかった」という、取り組みを上手く活かせなかった事例は、先の平成30年7月豪雨でも記憶に新しい話である。また、そもそもこれらの取り組みに自ら何らかの強い意志を持って参加したり、自身の記憶に留めていたりする人は恐らく多く無く、自身が生活する地域の避難経路等を知らない人もいるであろう。

人は自身の興味に基づいて情報を得ようとするものであり、特に今日の「ネット社会」では、自身の興味に応じて最低限のキーワードのみで求める情報に辿り着くことが出来るため、ある個人の情報の取捨範囲は非常に狭くなっている。このような社会背景の下では、個人の興味に応じ切れない情報はその価値が認められにくく、「防災」はこの社会の下ではどれほど「自ら調べて得ようとする情報」となっているのであろうか。

先の例のように、防災としての取り組みがなされていながらも上手く機能しないことから、これらの情報の入り口が「防災」となっているため、人は少し身構えてしまったり、面白みが無いと思ってしまったりして、情報の受け入れを遮断してしまっていることが想像される。

そこで、著者は防災を念頭に置きながらも、その情報の入り口を「防災」としない取り組みを提唱したい。その入り口とは「その土地の地理的特性」である。そもそも、ある自然現象が発生して災害となる場合、その受け手となる社会は、ライフラインをはじめとして多くのものが機能せずに、発生以前の状態になってしまう。有事に活きる情報とは、自然現象の受け手となるその地域がどのような地理的条件の下に成立してきたのかを知った上で発生し得る災害に備え、発生後も「何も無い状態」からどのようにして生活に必要なものを手にすればいいかと考えられるような情報(知識)ではないだろうか。

本取り組みでは、岡山市東区幸島地区を対象地域として、各種文献調査・昭和南海地震体験者へのインタビュー調査を中心に行い、幸島地区の成立の歴史や生活体系、文化の変遷を追いかけた。これらの情報を1枚の地図(A1版)上に記し、インタビュー調査への協力者による語りや、それに基づく学生による語りを1分程度の動画に収め、QRコードを参照して再生できるようにした。なお、幸島地区は昭和南海地震による被害報告も残っていることや、江戸時代の干拓によって陸化した場所に人々の定住を始めた地理的な特性があることなどから対象地域として選定し、調査を行った。また、岡山市主催の「平成30年度大学生まちづくりチャレンジ事業」に頂いた助成金を使わせていただいた。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 G (教育・アウトリーチ)：教育・アウトリーチ

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_37

[G-01] 災害を乗り越えるための「総合的防災教育」

コンビーナ:中井 仁(小淵沢総合研究施設)、小森 次郎(帝京平成大学)、林 信太郎(秋田大学大学院教育学研究科)

大きな災害が起こるたびに防災教育の必要性が叫ばれ、実際に被災地とその周辺では活発に実践されることがあります。しかし、全国的にそれが広がることは、今日までは有りませんでした。また、被災地であっても、発災から10年、20年と経ち、災害を直接体験した人が少なくなってくると、災害を後世に伝えようという当初の熱意は陰ってくるのが常です。それに対し、災害の方は、数十年、数百年を経て繰り返されます。その間の世代交代を乗り越えて、被災体験を伝承し続けることは容易ではありません。このように、防災教育が、空間的には被災地域とその近辺に限られ、時間的には発災から１世代およそ20年間に限られがちであることが、日本の多くの地域で防災教育の空洞化をもたらしています。そこで、当セッションは、次の問いかけを行います。普遍性と継続性を兼ね備えた防災教育とはどのようなものか。また、それを教育現場に実装するにはどうすればよいか。これらの問題意識をもって、新たな防災教育を創造しようとする意欲のある方の発表を求めます。

[G01-P01] 防災教育への国土地理院のプロダクトの活用

*岡谷 隆基[1] (1.国土交通省国土地理院)

[G01-P02] 1898年八ヶ岳南麓で発生した土石流災害の災害像再構築とアウトリーチ

*中井 仁[1] (1.小淵沢総合研究施設)

[G01-P03] **中学生を対象とした自然災害の認識調査の予察的報告**

*川村 教一[1]、高橋 杏一[1] (1.秋田大学教育文化学部)

[G01-P04] 地震発生時のキャンパス内被害想定を教材にした防災教育

*山縣 毅[1] (1.駒澤大学総合教育研究部自然科学部門)

[G01-P05] 幼稚園での継続的な防災保育の実践報告

*山田 伸之[1]、丁子 かおる[2] (1.高知大学、2.和歌山大学)

[G01-P06] 防災学習と地学データを用いたデジタル教材の活用

*加藤 忠義[1] (1.横浜市立もえぎ野中学校)

[G01-P07] 災害の三角形－統合的・継続的な防災教育を理科の授業に実装するための概念装置の提案－

*野村 祐子[1] (1.消防大学校消防研究センター)

[G01-P08] 地理的特性に焦点をあてた防災教育への提言(「100年続く防災を考える」)

*川上 賢太[1]、松多 信尚[1] (1.国立大学法人岡山大学大学院)

防災教育への国土地理院のプロダクトの活用
Application of GSI’s Products for Disaster Prevention Education

*岡谷 隆基[1]
*Takaki Okatani[1]

1. 国土交通省国土地理院
1. Geospatial Information Authority of Japan, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

平成28～29年度にかけて告示された次期学習指導要領では、高等学校で地理が新たに必履修化され、地図・GISの活用に重点が置かれるなど、学校教育における地理空間情報の重要性が高まってきている。他方、昨年発生した西日本豪雨や北海道胆振東部地震など、自然災害は近年頻発するとともに激甚化の様相を示している。

国土地理院では、従前より出前授業の実施、教員研修への講師派遣など、教育に対する支援に取組んできたが、地図や地理空間情報を用いて地域を理解することは防災の基本であり、幼少期から身のまわりの地形や土地の成り立ち、災害履歴に関心を持ち、災害に備える心構えと知識を身につける防災教育支援の取組の強化が求められている。

地理院地図は、国土地理院が整備する基本図や主題図といった地理空間情報について広く提供することを目的として運用しているものだが、コンテンツとして含まれる地形や土地の成り立ちに関わる地形分類、明治期の低湿地等の情報、機能として含まれる地形表現や二画面表示機能など、災害リスクを考える上で有用な情報・機能が豊富である。

国土地理院では、こうした状況も踏まえ平成29～30年度にわたり地理教育支援について求められる役割を議論する地理教育支援検討部会を学識経験者の協力の下実施してきた。情報発信の改善・強化が必要との指摘を踏まえ、現在対応を進めている。

当日は、本発表を通して防災教育の推進に対する国土地理院の役割について議論したい。

キーワード：防災教育、地図・GIS、国土地理院
Keywords: Disaster Prevention Education, Maps and Geographical Information System, Geospatial Information Authority of Japan

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

1898年八ヶ岳南麓で発生した土石流災害の災害像再構築とアウトリーチ
Reconstruction of the image of the debris flow of the1898 disaster at the southern foot of Yatsugatake and the possibility of raising awareness of the local residents

*中井 仁[1]
*Hitoshi Nakai[1]

1. 小淵沢総合研究施設
1. Kobuchisawa Research Institute for Nature and Education

1898年（明治31年）9月6日から7日にかけて、台風の影響によって降り続いた雨のために山梨県全域で洪水等による甚大な被害が生じた。中でも7日午前1時30分頃、八ヶ岳南麓の山岳崩壊によって発生した土石流は、麓の北巨摩郡大泉村谷戸（当時）において死者55名、負傷者51名の犠牲者を出した。筆者は、県立図書館にマイクロフィルムで保管されている当時の新聞や、宮内庁保管の「諸国災害実況写真」「暴風雨被害取調表」を参照すると共に、ドローンによる調査を含む現地視察によって、災害の詳しい様相の再現を試みた。歴史的資料から、土石流は宮川の谷の出口で三方に流下したことが分かる。一つは沢の出口が向く南東方向だが、他の二つは南、および南西向きに流下した。そのうち南向きに流下した土石流が谷戸集落を襲い、甚大な被害をもたらした。この災害からすでに110年が経ち、詳しい災害像はもちろん、災害があったことすら大方の地元民の記憶からは消えている。本論文では、歴史資料ならびに土石流シミュレーション等の現代の手段を用いて災害像を再構築することによって、地域住民や行政へのアウトリーチの可能性を探る。

キーワード：防災教育、土石流災害、歴史資料
Keywords: disaster prevention education, Debris flow disaster, Historical document

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.


北巨摩郡大泉村字原谷戸組人家耕地流失ノ状

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

中学生を対象とした自然災害の認識調査の予察的報告

Provisional report of the questionnair survey results to junior high school students regarding to natural disaster

*川村 教一[1]、高橋 杏一[1]
*Norihito Kawamura[1], Kyoichi Takahashi[1]

1. 秋田大学教育文化学部
1. Faculty of Education and Human Studies, Akita University

1　はじめに

国土交通省によると，近年時間雨量が50mmを越える豪雨が全国的に増加していることが分かっている。また，それに伴い毎年風水害・土砂災害の被害も全国的に発生しており，2017年には秋田県で土砂災害の発生件数全国5位を記録している。中学校学習指導要領理科(文部科学省，2018)では，「自然と人間」で地域の自然災害についての学習が取り上げられている。土砂災害を回避するためにはまず自然現象についての理解が必要だが，このことに焦点を当てた最近の授業実践研究例は見出せていない。そこで，筆者らは，授業実践に先立ち中学生を対象として自然災害の認識に関する調査を行った。本報告では，生徒の持つ自然災害の認識の実態例を秋田県内陸部（南部）と千葉市とを比較して示すとともに，若干の分析を試みる。

2　研究方法

秋田県湯沢市のA中学校（36名）と千葉県千葉市のB中学校（34名）の1年生計70名を対象に自然災害の認識に関するアンケート調査を2019年1月に行った。

調査用紙には5項目の設問を掲載した。回答にあたり，いずれの設問も選択肢から災害の起因となる自然現象（㋐がけくずれ・土砂くずれ，㋑火山噴火，㋒強風，㋓こう水（川のはん濫），㋔地震，㋕地すべり，㋖津波，㋗土石流，㋘雪崩，㋙その他）から選択させた。

設問（1～5）の目的は，大きく3つに分けた。設問1では，今一番怖いと思う自然災害を回答させ，生徒が持つ自然災害に対してのリスクの違いを明らかにする。設問2～4では，生徒が得た自然災害についての情報源を調査する。設問5では，大雨時に発生する可能性のある自然災害についての認識を明らかにする。

3　結果

（1）設問1:あなたが怖いと思う自然災害を怖い順に5つ

A中学校で，高率の回答は火山噴火で全体の25%，次いで地震が22%である。一方，B中学校で割合が高い回答は地震50%，次いで津波の24%である。

（以下A・Bで示す）

（2）設問2：小学校で習ったことがある自然災害

A中学校では，地震94%，次いで土砂くずれ・がけくずれが83%である。B中学校では，地震82%，次いで土石流が59%である。

（3）設問3：家族から聞いたことがある自然災害

A中学校では，地震100%，次いで強風と津波の94%である。B中学校では，地震91%，次いで津波の76%である。

（4）設問4：テレビ番組（ニュース番組を含む）で聞いたことがある自然災害

A中学校では，がけくずれ・土砂くずれ，火山噴火，こう水（川のはん濫），地震，津波が100%，次いで強風が94%である。B中学校では，火山噴火，津波が97%，次いでがけくずれ・土砂くずれ，強風，こう水

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

（川のはん濫）が94%である。
（５）設問5：大雨時に発生する可能性のある自然災害
回答率が50%を超えた項目は、A中学校では、がけくずれ・土砂くずれが100%，地すべり97%，土石流94%，こう水（川のはん濫）75%である．一方、B中学校では、がけくずれ・土砂くずれが91%，こう水（川のはん濫），土石流が59%，地すべりが56%である．

４　分析

設問1では，A中学校で火山噴火，B中学校で地震が一番大きな割合を占めた。考えられる理由としては、秋田県には活火山があるが千葉県にはないことや，千葉付近で大きな地震が起きた場合に津波や液状化現象による被害も大きいということが挙げられる。
設問2～4では，A中学校とB中学校を比較すると土砂災害の起因となる自然現象（がけくずれ・土砂くずれ，地すべり，土石流）の認識について差が目立った。考えられる理由としては，生活圏内の山地の有無が挙げられる。
設問5では，回答率が50%を上回った選択肢がA・B中学校ともに同じであった。しかし，設問2～4と同様に地すべり，土石流で差が見られた。これも，身の回りに山地がないとイメージが難しいということが理由として考えられた。

５　課題

地域によって自然災害の種類に特性があるが，小学校の学習ではそれが反映されていない可能性がある。以上の結果をもとに，秋田県の生徒向けの自然災害に関する教材開発と授業設計を行い、授業実践の成果を明らかにしたい。

引用文献・Webサイト

１）国土交通省関東整備局
http://www.ktr.mlit.go.jp/bousai/index00000028.html
２）国土交通省砂防部
http://www.mlit.go.jp/river/sabo/jirei/h29dosha/h29dosha.html
３）文部科学省（2018）『中学校学習指導要領解説理科編』，学校図書

キーワード：アンケート調査、秋田県、千葉県
Keywords: questionanire survey, Akita Prefecture, Chiba Prefecture

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地震発生時のキャンパス内被害想定を教材にした防災教育
Disaster prevention education on estimation of earthquake damage on the campus

*山縣 毅[1]
*Takeshi Yamagata[1]

1. 駒澤大学総合教育研究部自然科学部門
1. Department of Natural Sciences, Komazawa university

関東地域では，現在，M7クラスの地震を発生させる活断層が活動期に入っている．特に，関東地域南部の首都圏の各都市では，震度6弱以上の地震が30年以内に発生する確率が48－85%に上昇している（地震調査研究推進本部、2018）．中央防災会議首都直下地震対策検討ワーキンググループ（2013）は，首都直下でM7クラスの地震が起こった場合の被害想定を，死者数最大約23,000人，経済的被害約95兆円としている．駒澤大学駒沢キャンパス（世田谷区）も，大きな地震災害に見舞われる可能性がある．

駒沢キャンパスでの直近の震災は，1923年の関東大震災であり，この時は震度6強で揺れたと推定される．但し，現在この震災の跡としては，復興事業として建設された耐震建造物（耕雲館）が残っているのみで，他に震災の痕跡はない．この様な状況では，震災の記憶は薄くなり，これによる災害に対する被害想定の甘さ，仮想的安心感などにより，地震発生時に被害の一層の拡大を引き起こしかねない（文部科学省防災教育支援に関する懇談会，2007）．これを軽減する防災教育では，継続的に，「それぞれが暮らす地域の、災害・社会の特性や防災科学技術等についての知識を備え、減災のために事前に必要な準備をする能力」や，「自然災害から身を守り、被災した場合でもその後の生活を乗り切る能力」などを修得し，能動的に防災に対応することのできるよう教育を行うことが必要である（文部科学省防災教育支援に関する懇談会，2007）．特に，減災のため重要な地震発生時の初期対応については、自ら判断して安全を確保できることが重要である（文部科学省東日本大震災における学校等の対応等に関する調査報告書，2012）．さらに，大学においては、地域の防災活動やその企画等に貢献できるよう、防災に対する知識・理解と技能を深めるための教育を行うことが望まれる（文部科学省東日本大震災を受けた防災教育・防災管理等に関する有識者会議最終報告，2012）．

以上の防災教育の必要とされる事項を踏まえ，次の実践を目標に地震災害についてアクティブラーニングを用いた授業を行った．

１．地震・地震動のメカニズム，及び，地震災害の理解
２．震度6弱以上の地震動の仮想体験
３．地震発生時に各自が危険を察知できるようにするイメージトレーニング

授業は，2018年年度前期に，駒沢大学地理学科の学生が受講する初年次教育科目のクラス（受講生40人）において試みた．授業内容は，以下の通りである．また，教育効果を測るため，本授業の第1回前と，第7回後に，受講学生に対しアンケート調査を行った．

第１回　地震発生のメカニズム・地震動・地震災害に関する対面授業

第２,３回 東京消防庁本所防災館（江東区本所）の地震動シミュレーターやその他教材による地震の仮想体験

第４～７回 キャンパス内の教室等の地震発生時の被害状況想定，地震後の教室等 から一時集合場所への避難経路の被害状況の想定．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

①3～4人の班毎に，震度6弱以上での，キャンパス内の班担当の教室等の被害想定と，教室等からキャンパス内一時集合場所までの避難経路の実地調査
②実地調査のデータによる被害状況の想定と，各教室等・避難経路の地震発生時の危険個所の把握.
③班毎に，調査データ・被害想定の発表

本授業の前後に行った学生へのアンケート調査から，地震災害は自分自身の問題であるとの，学生への意識付けは達成できたと思われる.

キーワード：実践的授業、地震、アクティブ・ラーニング、教養教育、大学
Keywords: practical lesson, earthquake, active learning, cultural education, university

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

幼稚園での継続的な防災保育の実践報告
Report of disaster mitigation childcare in kindergarten

*山田 伸之[1]、丁子 かおる[2]
*Nobuyuki Yamada[1], Kaoru Choji[2]

1. 高知大学、2. 和歌山大学
1. Kochi University, 2. Wakayama University

本報告では，著者らが数年来取り組んできた各種園での地震防災保育の実践活動のうち，和歌山市の幼稚園での同一園において，1～2年毎に複数回の実施による実践報告と実践後のアンケート等の調査結果を報告する。

防災保育では，日常の活動との関わりを重視し，遊びや体感，関わりあいを交えた各種防災体験ツールを活用し，その中では，ペープサートの劇を見たり，身を守るための姿勢を，歌とダンスを交えて学んだり，揺れや煙・暗やみなどを体験したり，危険物から回避したりする活動をコースのアトラクションとして用意し，それらを園児が１つずつ乗り越えていくように設定した。５才児クラスなどでは，保育者による「ふり返り活動」を行ってもらい，参加したすべての子どもたちへの活動の印象づけを強くし，家庭でも話題提供のきっかけにすることも行った。一連の各種の体験活動などは，0～6歳までの子どもの発達に合わせて適用し，ほぼすべての子どもたちが取り組むことができていた。また，防災保育終了後には，保護者と保育者への教室も実施した。

保護者向けと保育者向けのアンケートは，無記名形式で行った。保護者向けのアンケート結果では，ほとんどの家庭で，もしものときのことを話し合った経験があると答え，防災への関心の高さがうかがえた。園での防災保育の必要性については，大部分の保護者は肯定的であるが，一部の保護者は，負担を感じているようでもあった。全般的に概ね好評であり，子どもたちが成長していく段階に合わせた防災教育の継続性も必要であることをあらためて認識させられた。

今後も，防災保育研究を推進するにあたって，保護者の不安も考慮しながら，子どもたちを守るための取り組み実践を蓄積・継続し，保育園や認定こども園なども含めた乳幼児を対象とした防災保育への新たな方向性についての議論を高め，新たな展開をしたいと考えている。

なお，本研究は，JSPS科研費（基盤研究(C): 16K00971）の一部を活用しました。関係者各位に記して感謝いたします。

キーワード：防災保育、幼稚園
Keywords: disaster mitigation childcare, kindergarten

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

防災学習と地学データを用いたデジタル教材の活用
Utilization of Digital Resources to Facilitate Disaster Prevention Comprehension

*加藤 忠義[1]
*Tadayoshi Kato[1]

1. 横浜市立もえぎ野中学校
1. Moegino JHS.

世界で発生する地震のうち約2割は日本列島周辺で発生していることが知られており、2018年に発生した大阪北部地震（2018年6月18日）や北海道胆振東部地震（2018年9月6日）は記憶に新しい。巨大地震の発生をいち早くとらえるために、日本では、GNSS連続観測システム（GEONET）や高感度地震観測網（Hi-net）などが整備されており、緊急地震速報などに役立てられている。また、東北地方太平洋沖地震以降は、地震・津波観測監視システム（DONET）によって、海底の地殻変動も分かるようになってきた。これらの観測網で得られたデータは一般に公開されており、誰でも日本列島の地殻変動や地震活動について考えることができる。しかし、膨大なデータの処理やデータの可視化が困難なことから、なかなか教育現場で活用されていない。一方で、地球や惑星を立体的に表示することができるダジック・アース（http://earth.dagik.org）をはじめとするデジタル教材も登場してきており、近年重視されている、生徒に知識や情報を与えるだけでなく、生徒が課題を見つけ結論までを導き出す、能動的な学習方法（アクティブラーニング）への効果が期待されている。

2017年3月に公示された新学習指導要領において、中学校理科では学習内容の再編成に伴い「自然災害との関連付け」が強化され、中学校3年間を通して「地球」分野の中で学習するようになった。さらに、地域や学校の周辺環境に応じた教科横断的な視点から「防災学習」を組み立てていくことの必要性が明示された。学習指導要領の改訂によって「防災学習」は、生徒が自然現象について、そこに隠れた科学的な事象を見つけたり、災害を予想した備えや想定外のできごとに対応するためにはどうしたらよいかを考えたりすることが必要になってきた。そのために、教師は「空間的・時間的に大きなスケールでの変動」をいかにして可視化し、その知識や情報をもとに、災害時にどのような行動をとるべきかを考えさせることが重要になってくるだろう。生徒にとって、博物館や野外観察など本物に触れることは、自然現象をとらえるうえで重要であるが、学校環境によってはこれらの学習活動が困難であることが多い。そこで、直感的に変化をとらえることができるデジタル教材の作成は重要であると考えられる。

「地球規模の自然現象と身近な防災」を生徒が主体となって考えるためには、地球規模の変動を直接的にとらえることができるデジタル教材と、得られた知識や情報をもとに災害時について、生徒が主体的に考えて行動したり、災害に備えたりことができる体験型教材が必要だろう。今回は、国土地理院が公開している観測データをもとに、自分たちが生活している地域の地学的特徴を考えられるようなデジタル教材を作成した。生徒が生活している地域に即したデジタル教材はこれから起こると予想されている自然災害に対する防災・減災を考えるうえで極めて重要だろう。また、地域に即した視点から視野を広げていくことで、理科教育で設定されている「地球」の分野における特徴的な見方である“地球や宇宙に関する自然の事物・現象を主として時間的・空間的な視点で捉える”ことの強化につながるだろう。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：防災学習、デジタル教材
Keywords: Disaster prevention learning, Digital materials

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

災害の三角形ー統合的・継続的な防災教育を理科の授業に実装するための概念装置の提案ー
Disaster Triangle –A Conceptual Device for Implementing Comprehensive and Continuous Disaster Education into School Science –

*野村 祐子[1]
*Yuko Nomura[1]

1. 消防大学校消防研究センター
1. National Researcn Institute of Fire and Disaster

明確な物理現象を観測する場合には地震計などの「物的装置」が用いられるのに対し、複雑で曖昧な現象を理解する場合には心的イメージを脳内に構成するための「概念装置」が用いられる。例えば、「災害」という概念装置は、火山学者の脳内に噴火を想起し、防火工学者の脳内に火災を想起する。学問の専門分化が進む一方で、防災には多くの分野が関係している。個人や社会が大局観を持った選択をしなければならない場面において、個々の専門家が自身の分野を超えた大局観を提供することは、ますます困難になっている。人類がチームワークで災害を乗り越えるためには、分野を超えた見通しの良さを与える、多様な災害に共通する普遍性を備えた領域横断的な概念装置を開発し、共有する必要がある。消防の世界では、「燃焼の３要素（可燃物・酸素・熱）」が、複雑な火災現象を理解するための概念装置の役割を果たしてきた。著者は、要素間の相互作用による状態間の遷移（着火や消火）を説明できない燃焼の３要素の欠点を指摘し、多数の要素が非線形相互作用を及ぼし合う複雑系の概念装置の１つである「自己組織化」概念を用いることによって、社会現象と自然現象を統合的に理解できることを示した（野村、2019）。

自然界の現象は、自然界の一部である人間社会の現象も含めてすべて、「物質」・「エネルギー」・「運動」の３つの要素間の相互作用によって支配されている。これら３要素間の相互作用を三角形で表現し、「災害の三角形」という名前を与えることによって、日常生活を送る中で矮小化されやすい災害の概念を、システム思考に基づく分析が可能な普遍的概念に進化させることができるというのが、本講演の焦点である。例えば、水蒸気噴火を災害の三角形を用いて分析すると、熱水（物質）の持つ内部エネルギーが周囲環境の変化によって運動エネルギーに変換される現象として描き出される。すると、火山学者は原油タンクのボイルオーバーの危険性を容易に理解できるようになると考えられる。別の例を挙げると、木村（2017）は台風を燃焼現象の類推として説明している。積乱雲は、水蒸気（物質）の持つ内部エネルギーを凝結熱として放出することによって空気を加熱し、その浮力で上昇気流（運動）を維持している。火災の場合、可燃物（物質）が燃焼するときに内部エネルギーを反応熱として放出することによって空気を加熱し、その浮力で煙突効果が生じる。木村（2017）によれば、「積乱雲は煙突のようなものである」。

「災害の三角形」が社会に広く共有される概念装置となって、自然災害、人災、複合災害を統合的に理解できるようになれば、日常の中で見落とされている災害の可能性を、体系的に発想させることが可能になると期待される。本講演では、理科の授業における「災害の三角形」を活用した防災教育の可能性について、考えてみたい。

キーワード：防災教育、理科教育、防火教育、災害概念、災害の三角形、科学コミュニケーション
Keywords: disaster education, science education, fire safety education, concept of disaster, disaster triangle, science communication

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地理的特性に焦点をあてた防災教育への提言(「100年続く防災を考える」)
RECOMMENDATIONS FOR DISASTER EDUCATION FOCUSING ON GEOGRAPHICAL CHARACTERISTICS

*川上 賢太[1]、松多 信尚[1]
*Kenta Kawakami[1], Nobuhisa Matsuta[1]

1. 国立大学法人岡山大学大学院
1. Okayama University Graduate School

今日、日本で多く発生する災害に対しては、広くは都道府県から小さくは自治体単位までの各スケールでのハザードマップが作成され、対象範囲での被害の減少が望まれている。また、各学校種でも避難訓練の実施や防災マップの作成等を通じて、有事に対する知識を身に付けさせようと様々な取り組みがなされている。

これらは「災害への対応」を常に念頭に置いた上で様々な取り組みがなされるが「ハザードマップを知っていたのに逃げなかった」という、取り組みを上手く活かせなかった事例は、先の平成30年7月豪雨でも記憶に新しい話である。また、そもそもこれらの取り組みに自ら何らかの強い意志を持って参加したり、自身の記憶に留めていたりする人は恐らく多く無く、自身が生活する地域の避難経路等を知らない人もいるであろう。

人は自身の興味に基づいて情報を得ようとするものであり、特に今日の「ネット社会」では、自身の興味に応じて最低限のキーワードのみで求める情報に辿り着くことが出来るため、ある個人の情報の取捨範囲は非常に狭くなっている。このような社会背景の下では、個人の興味に応じ切れない情報はその価値が認められにくく、「防災」はこの社会の下ではどれほど「自ら調べて得ようとする情報」となっているのであろうか。

先の例のように、防災としての取り組みがなされていながらも上手く機能しないことから、これらの情報の入り口が「防災」となっているため、人は少し身構えてしまったり、面白みが無いと思ってしまったりして、情報の受け入れを遮断してしまっていることが想像される。

そこで、著者は防災を念頭に置きながらも、その情報の入り口を「防災」としない取り組みを提唱したい。その入り口とは「その土地の地理的特性」である。そもそも、ある自然現象が発生して災害となる場合、その受け手となる社会は、ライフラインをはじめとして多くのものが機能せずに、発生以前の状態になってしまう。有事に活きる情報とは、自然現象の受け手となるその地域がどのような地理的条件の下に成立してきたのかを知った上で発生し得る災害に備え、発生後も「何も無い状態」からどのようにして生活に必要なものを手にすればいいかと考えられるような情報(知識)ではないだろうか。

本取り組みでは、岡山市東区幸島地区を対象地域として、各種文献調査・昭和南海地震体験者へのインタビュー調査を中心に行い、幸島地区の成立の歴史や生活体系、文化の変遷を追いかけた。これらの情報を1枚の地図(A1版)上に記し、インタビュー調査への協力者による語りや、それに基づく学生による語りを1分程度の動画に収め、QRコードを参照して再生できるようにした。なお、幸島地区は昭和南海地震による被害報告も残っていることや、江戸時代の干拓によって陸化した場所に人々の定住を始めた地理的な特性があることなどから対象地域として選定し、調査を行った。また、岡山市主催の「平成30年度大学生まちづくりチャレンジ事業」に頂いた助成金を使わせていただいた。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 G (教育・アウトリーチ)：教育・アウトリーチ

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_24

[G-02] 地球惑星科学のアウトリーチ

コンビーナ:植木 岳雪(千葉科学大学危機管理学部)、小森 次郎(帝京平成大学)、長谷川 直子(お茶の水女子大学)、大木 聖子(慶應義塾大学 環境情報学部)

本セッションは、高校・大学・研究機関・博物館などにおいて、児童・生徒および社会人への地球惑星科学の教育研究および知識普及に関する内容を扱います。この中には、研究者と教育者との関係を構築することだけでなく、研究者間や教育者間でのアウトリーチ情報の共有をはかることも含まれます。また、防災・減災や科学コミュニケーションなど、研究者と教育者と社会とのコミュニケーションに関する活動も歓迎します。会場・日程の都合上、講演内容に応じてポスター発表にまわっていただくこともあります。

[G02-P01] 砂つぶの地球　ー火山・地震の変動帯を砂から読む

*萩谷 宏[1] (1.東京都市大学知識工学部自然科学科)

[G02-P02] 生涯学習の「種」としての地形・地質

*植木 岳雪[1] (1.千葉科学大学危機管理学部)

[G02-P03] 卓上３Dプリンターによる立体地形模型をつかった地球惑星科学のアウトリーチ

*小森 次郎[1] (1.帝京平成大学)

[G02-P04] 地域の高精細地表情報を活用した環境教育の実践

*小倉 拓郎[1,2]、早川 裕弋[3,4]、田村 裕彦[4]、小口 千明[5]、守田 正志[6]、清水 きさら[5]、緒方 啓介[7]、山内 啓之[4] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科、2.北海道大学大学院環境科学院、3.北海道大学地球環境科学研究院、4.東京大学空間情報科学研究センター、5.埼玉大学大学院理工学研究科、6.横浜国立大学大学院イノベーション研究院、7.鶴見大学文学部)

[G02-P05] 背面投影型デジタル地球儀Dagik Earthのための半球面マルチタッチパネルの開発

*小山 幸伸[1]、廣田 直樹[1] (1.大分工業高等専門学校)

[G02-P06] Dagik EarthとJoy-Conを用いた地球観測衛星データ表示・操作システムの試作

*小菅生 文音[1]、山貫 緋称[1]、Zhiyan Liu[1]、市井 和仁[1] (1.千葉大学環境リモートセンシング研究センター)

[G02-P07] 地学オリンピックの現状と今後の課題 (2019)

*瀧上 豊[1] (1.関東学園大学)

[G02-P08] 第 19 回地震火山こどもサマースクール in 伊豆大島

*藤間 藍[1]、日色 知也[2]、地震火山子供サマースクール 運営委員会[3] (1.慶應義塾大学、2.信州大学大学院、3.日本地震学会・日本火山学会・ 日本地質学会)

砂つぶの地球　ー火山・地震の変動帯を砂から読む
Sand grain and the Earth - an educational attempt to show the crustal character by sand grain composition

*萩谷 宏[1]
*Hiroshi Hagiya[1]

1. 東京都市大学知識工学部自然科学科
1. Tokyo City University

海岸砂や河川砂など、砂は身近な存在でありながら、砂の粒子を拡大して見るということは、日常においても学校教育においてもほとんどなされていない。砂の粒子の一粒ずつについて、鉱物種や岩石片の種類を識別し、あるいは粒子の形状を観察することで、その土地がどのような地殻の性質を持ち、またどんな気候条件にあったのか、急峻な地形なのか平坦な大陸なのか、様々な情報を得ることができる。自分の住む土地の砂がどんな組成であるかを知ることは、土地の性格を知る第一歩になり得る。火山灰鉱物を多く含む砂、スコリアや軽石片を多く含む砂の分布は、火山と密接に結びついている。また、浸食が早く風化が充分に進まないまま供給される砂は、急速な隆起を反映し、断層活動や地殻の変形の進行を暗示する。これらは日本の砂の一般的な特徴である。

砂の粒子識別には特別な訓練は必要ないが、石英、長石類、輝石類など、造岩鉱物の特徴の理解が不可欠であり、火山灰鉱物の洗い出しなどを授業で扱うことがある中等教育での展開が無理がないものと思われる。粒子組成を厳密に出そうとすると、樹脂固定した砂の薄片の観察やEPMA等の機器分析が必要となるが、無色鉱物と有色鉱物、岩石片などの分け方では充分に砂の違いを識別可能であり、中学生・高校生でもそれほどの困難はない。

世界各地の、特に安定大陸の砂と比較して日本の砂を観察することは、変動帯としての日本の特性を理解するのに端的でわかりやすい材料となり得る。自分の住む土地の特性を知ることは、防災教育の上での一番の基礎である。砂を見て、土地の成り立ちを読むことを広めたい。そのためには、学校教育での活用方法を提示し教育現場に教材として提供することを進めたい。また大学・博物館等を通じて、各地の砂を標本として確保し蓄積すると同時に、それらのデータの公開・普及を進めていくことが望ましい。

キーワード：砂、変動帯、火山、中等教育
Keywords: sand, active margin, volcano, secondary education

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

生涯学習の「種」としての地形・地質
Geology and geomorphology as seeds of lifelong learning

*植木 岳雪[1]
*Takeyuki Ueki[1]

1. 千葉科学大学危機管理学部
1. Faculty of Risk and Crisis Management, Chiba Institute of Science

生涯学習（教育）は，人々が自発的意志に基づいて自己の充実，生活の向上，職業能力の向上のために自ら学ぶ内容を選び，充実した人生を送ることを目指し，生涯にわたって行う学習のことであり，その特徴として内発性，自己決定，継続性の3つが挙げられる．生涯学習は，1960年代半ばから提唱された比較的新しい教育概念であり，近年はまちづくり，地域活性化，地域振興のための地域理解，地域学習が求められている．文系私立大学の教職志望学生に対して，生涯学習に関する授業を行った．授業には，大学周辺を徒歩で，あるいは列車とバスを乗り継いで，歴史，生活・文化，産業，自然に関するフィールドワークを2日間取り入れた．そして，人間活動に関わる事象は，地形・地質を基盤として成り立っていること，あるいは地形・地質に影響されていることを伝えた．地域理解，地域学習の一環として，地形・地質は生涯学習の「種（シーズ）」とみなすことができる．本発表では，フィールドワークの実践と大学生による評価を紹介する．

キーワード：生涯学習、フィールドワーク、シーズ、地質、地形、地域学習
Keywords: lifelong education, field work, seeds, geology, geomorphology, local study

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

卓上３Dプリンターによる立体地形模型をつかった地球惑星科学のアウトリーチ

Educational effects in geoscience outreach through solid terrain models by desktop 3D printer

*小森 次郎[1]
*Jiro Komori[1]

1. 帝京平成大学
1. Teikyo Heisei University

2012年頃から３Dプリンターによる立体印刷物を使った地球惑星科学のアウトリーチが行われてきた（芝原，2013など）．このような事例はプリンターが大がかりであったり，高価であったことから一般的ではなかったが，特にこの２，３年の低価格化により小規模な研究機関や学校，個人でも導入が現実的となってきた（2016，本弓）．したがって，今後は導入，印刷，および活用のノウハウや実施による効果の共有が更に必要となる．

今回，実際に小型・低価格のプリンターによる印刷物をつかって中学，高校，大学，および生涯教育での地学・地理教育を行った．印刷した対象は活火山のほか，花崗岩や石灰岩等の特徴的な地質，氷河，活断層，河岸段丘等の特徴的な地形，および小惑星である．本発表では，今回導入した数万円台の卓上プリンターの概要，印刷と活用例，受講者側の反応について報告する．

・本研究は科学研究費補助金　基盤研究（C）16K04706-A「ボーリングコアを用いた理科地学領域の授業改善：野外自然体験学習の代替として（研究代表者　植木岳雪）」による助成を受けた．
・参考文献：本弓（2016）筑波大附属坂戸高校研究紀要，芝原（２０１３）地質ニュース）
・本大会内での関連の発表:「山岳地形の理解に対する立体表現地図と３D模型の活用とその効果」（セッション　M-IS20　山の科学）

キーワード：学校教育、生涯教育、GSI電子国土Web、ハンズオン、火山地形、事例紹介
Keywords: school education, lifelong education, GSI digital web maps, hands-on, volcanic topography, case studies

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地域の高精細地表情報を活用した環境教育の実践
Practice of environmental study utilizing local high-definition topographic data

*小倉 拓郎[1,2]、早川 裕弌[3,4]、田村 裕彦[4]、小口 千明[5]、守田 正志[6]、清水 きさら[5]、緒方 啓介[7]、山内 啓之[4]
*Takuro Ogura[1,2], Yuichi S. Hayakawa[3,4], Yasuhiko Tamura[4], Chiaki T. Oguchi[5], Masashi Morita[6], Kisara Shimizu[5], OGATA KEISUKE[7], Hiroyuki Yamauchi[4]

1. 東京大学大学院新領域創成科学研究科、2. 北海道大学大学院環境科学院、3. 北海道大学地球環境科学研究院、4. 東京大学空間情報科学研究センター、5. 埼玉大学大学院理工学研究科、6. 横浜国立大学大学院イノベーション研究院、7. 鶴見大学文学部
1. Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo, 2. Graduate School of Environmental Sciences, Hokkaido University, 3. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, 4. Center of Spatial Information Science, The University Of Tokyo , 5. Graduate School of Science and Engineering, Saitama University, 6. Faculty of Urban Innovation, Yokohama National University, 7. School of literature, Tsurumi University

小学校の総合的な学習の時間では，身の回りにある様々な問題状況について，問題の解決や探究活動に主体的，創造的，協同的に取り組む態度を育て，自己の生き方を考えることができるようにすることを目標としている（文部科学省 2008）．この目標を達成するために，地域や学校の実態に応じて，自然体験や観察・実験などの体験的学習や，地域との連携を積極的に行うことが求められている．演者らは，自然地理学・地理教育・空間情報科学・建築学・歴史学・文化財科学などの専門分野を生かし，横浜市登録地域文化財に指定されている「田谷の洞窟」保存プロジェクトを実施している．このなかで，UAS（Unmanned Aerial System，通称ドローン）を用いたSfM多視点ステレオ写真測量や，地上レーザ測量（TLS: Terrestrial Laser Scanning）などを用いた高精細地表情報を基盤に，洞窟保全や文化財保護などの研究を通して，地域の地表・地下環境情報のアーカイブに取り組んでいる．本研究では，横浜市田谷町「田谷の洞窟」とその周辺域を対象とし，高精細地表情報の取得方法や利活用事例に触れることを通した課題発見型・体験型の地域学習を実践し，児童たちの学習効果について検証する．

本授業は，横浜市立千秀小学校第6学年の総合的な学習の時間および図画工作科を利用して実施した．当該校では，田谷の洞窟を主題として，1年間を通して地域の歴史や文化財の保存，環境についての学習を発展させてきた．学習のまとめとして，3学期にUAS-SfMやTLS由来の地表データから大型3Ｄ地形模型を製作した．地形模型作成プロセスを通して，児童たちは地形の凹凸や微細な構造を手で感じ取り，1・2学期に学習した地域学習の内容を喚起させた．その上で，デジタルで高精細な地形モデルや，アナログな立体模型を自由に俯瞰したり，近づいて観察したりすることで，さまざまなスケールにおける地域の構造物や自然環境の位置関係，規模について再認識することができた．

本授業のまとめとして地域で報告会を開催し，作成した大型3Ｄ地形模型を利用しながら地域住民や参画する大学教員・大学院生と意見交換を行った．生徒たちは意見交換を通して1年間の学習の整理だけでなく，多様な学問分野の視点や時空間スケールで地域を見つめなおし，自ら立てた課題の再考察や新たな課題を発見することができた．

キーワード：地域学習、高精細地表情報、総合的な学習の時間、小大連携、探究学習
Keywords: Regional Study, High-definition surface data, the Period of Integrated Study, Collaboration between elementary school and university, Exploration learning

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

背面投影型デジタル地球儀Dagik Earthのための半球面マルチタッチパネルの開発

Development of the hemispherical multi-touch panel for the rear-projection digital globe "Dagik Earth"

*小山 幸伸[1]、廣田 直樹[1]
*Yukinobu Koyama[1], Naoki Hirota[1]

1. 大分工業高等専門学校
1. National Institute of Technology, Oita College

JpGUの展示によく利用されていることから分かるように，デジタル地球儀Dagik Earthは地球物理のアウトリーチに効果的である．これまで，マウス，トラックボール，そしてWii リモコンなどの様々なコントローラーがDagik Earthに試行されてきた．

しかしながら、デジタル地球儀自体に触れることによってコンテンツを操作するユーザインタフェースは実現されていなかった。そこで我々は，背面投影型デジタル地球儀Dagik Earthのための半球面マルチタッチパネルを開発した．安価な赤外線方式によって実現したこのマルチタッチパネルは、蛍光灯の下でも動作可能である。

キーワード：ダジック・アース、タッチパネル、赤外線方式
Keywords: Dagik Earth, Touch panel, Infrared system

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Dagik EarthとJoy-Conを用いた地球観測衛星データ表示・操作システムの試作

An interactive visualization system of earth observation satellite data using Dagik Earth and Joy-Con

*小菅生 文音[1]、山貫 緋称[1]、Zhiyan Liu[1]、市井 和仁[1]
*Ayane Kosugo[1], Hina Yamanuki[1], Zhiyan Liu[1], Kazuhito Ichii[1]

1. 千葉大学環境リモートセンシング研究センター
1. Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University

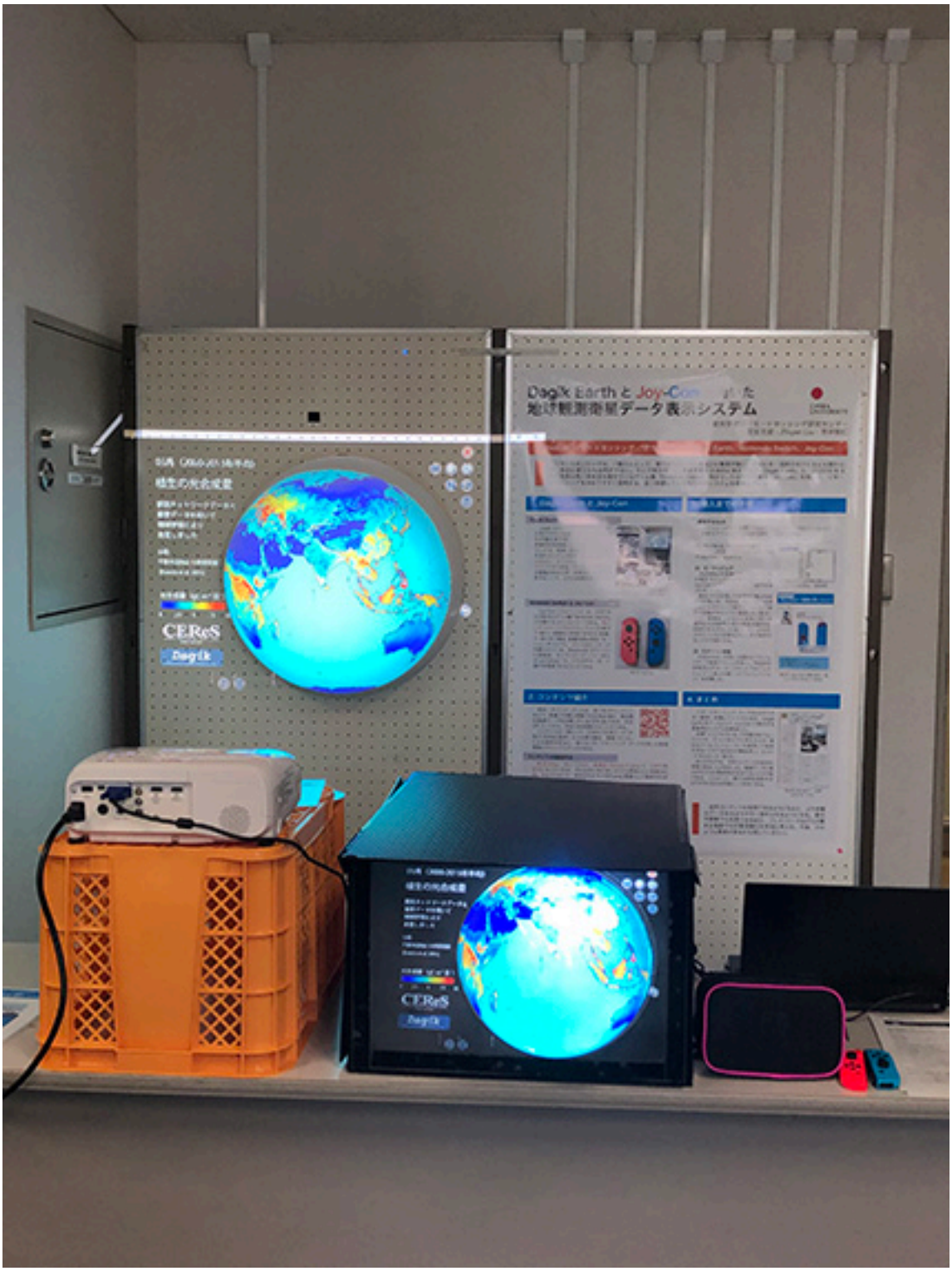
宇宙からの地球観測である「リモートセンシング」は、地球環境とその変動を広範囲でとらえることができ、地球環境変動を伝えるためのアウトリーチには適している。しかしながら、リモートセンシングは、一般人にとって、専門家が思っている以上に敷居が高い。日常に多く活用されているにも関わらず、身近に感じられる例が少ない。そこで我々は、(1)衛星画像を立体的に表示できる「Dagik Earth」と、(2)2016年3月に発売以降人気を保ち続けているゲーム機「Nintendo Switch」用のコントローラである「Joy-Con」を用いて、リモートセンシングを分かりやすく説明する、且つ体感してもらうためのシステムを構築した。

本研究では、リモートセンシングデータを分かりやすく説明し体験してもらうために、Dagik Earthをベースとして Joy-Conで操作する画像表示システムを構築した。Joy-ConについてはBluetoothを介してソフトウェアを用いてキーの割当を行うことで、コンピュータを操作できるようにした。また、本研究では、千葉大学環境リモートセンシング研究センター(CEReS)における研究成果として、光合成量の月別変化データなど独自コンテンツを追加した。

本システムでは、自作コンテンツの追加も容易であることが分かった。衛星データに限らずモデル計算結果を追加することも可能である。したがって、様々な研究成果を分かりやすく伝える手段として有効である。自作コンテンツを利用できるようになると、より多様なデータを分かりやすく見せられるようになる。展示や授業でも利用できるほか、プレスリリースなど人の集まる場面での広報活動にも有効である。実際「エコプロ2018」で本展示を行なったところ、大人に加えて小学生からも「身近なゲームコントローラーを使用して地球を見ることができるのが興味深い」とコメントをもらった。今後、どのような需要があるかも探していきたい。

キーワード：リモートセンシング、ダジック・アース、Joy-Con、Nintendo Switch、アウトリーチ
Keywords: Remote Sensing, Dagik Earth, Joy-Con, Nintendo Switch, Outreach

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地学オリンピックの現状と今後の課題 (2019)
The report of the International Earth Science Olympiad (IESO),2019

*瀧上 豊[1]
*Yutaka Takigami[1]

1. 関東学園大学
1. Kanto Gakuen University

今までの地学オリ ン ピ ッ ク の活動と 今後の計画や課題について報告し ま

す。

１ ） 今ま でのあ ゆみ（2012-2018）と今後の予定(2019-2021)

第1 回　韓国大会　７ か国・地域　２ ４ 名参加　日本はオブザーバー参加

第2 回　フ ィ リ ピ ン 大会　６ か国・地域　２ ４ 名参加　銀３ 、 銅１

第3 回　台湾大会　１ ４ か国・地域　５ ０ 名参加　銀４

第4 回　イ ン ド ネシア 大会　１ ７ か国・地域　６ ３ 名参加　金１ 、 銀３

第5 回　イ タ リ ア 大会　２ ６ か国・地域　１ ０ ４ 名参加　金１ 、 銀２ 、 銅１

第6 回　ア ルゼン チン 大会　１ ７ か国・地域　６ ６ 名参加　金１ 、 銀３

第7 回　インド 大会　２ ３か国・地域　９０ 名参加　金１ 、 銀３

第8 回　スペイン 大会　２１ か国・地域　８２ 名参加　金３ 、銅１

第9 回　ブラジル 大会　２２ か国・地域　８５ 名参加　金１ 、 銀１、銅２

第10 回　日本 大会　２６ か国　１００ 名参加　金３ 、 銀１

第11回　フランス 大会　２９ か国　１０８ 名参加　金２ 、 銀２

第12回　タイ大会、　３８ か国　１３９ 名参加　金３ 、 銀１

第13回　韓国大会、第14回　ロシア大会、　第15回　中国大会　予定

２) 日本地オリンピック（国際大会予選）について

毎年9月1日～15日募集

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

予選　12月中旬　全国約75会場、約2000人応募ー＞60名選出

本選　3月中旬　つくば市、60名　ー＞金賞、銀賞、銅賞　各10名

代表選抜　3月中旬　つくば市　金賞10名ー＞4名国際大会代表

2018年度より予選上位200名以内に奨励賞授与（HPよりダウンロード）

3）計画・課題

・女子参加者の増加

・一般地球科学愛好者への宣伝

・事務局メンバーの高齢化、

文部科学省の支援金の減少　など。

＝＞

事業のスリム化、OB/OGの活用、高校・大学教員の積極的協力

キーワード：国際地学オリンピック
Keywords: International Earth Science Olympiad

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

第 19 回地震火山こどもサマースクール in 伊豆大島
19th Children’s Summer School on Earthquake and Volcanoes in Izu-Oshima Geopark

*藤間 藍[1]、日色 知也[2]、地震火山子供サマースクール 運営委員会[3]
*ai toma[1], tomoya hiiro[2], committee for children's Summer School on Earthquake and Volcanoes [3]

1. 慶應義塾大学、2. 信州大学大学院、3. 日本地震学会・日本火山学会・ 日本地質学会
1. Keio University, 2. Graduate school of Shinshu University, 3. Seismological Society of japan・Volcanological Society of japan・Geological Society of japan

地震火山こどもサマースクールは、日本地震学会, 日本火山学会, 日本地質学会を主催として、1999 年から毎年夏休みに全国各地で開催されている. このイベントの目的は, 研究の最前線にいる専門 家が、 こどもたちに地震・火山現象の発生要因と自然の大きな恵みについてわかりやすく伝えるこ とである(日色ほか, 2018)。

平成 30 年度は伊豆大島を舞台に地元の小学生から高校生まで 34 名を迎え実施した。 当初8 月 7 日, 8 日の 2 日間の開催を予定していたが、天候不順のため, 8 月 7 日の 1 日間に短縮しての開催とした。伊豆大島は, 一般に伊豆・小笠原弧上に位置し、太平洋プレートの沈み込みに伴うマグマの発生に より、現在まで火山活動が生じている火山島であると考えられている。最近の火山活動としては、1986 年の三原山噴火が挙げられる。

今回は「火山島 伊豆大島のヒミツ」をテーマに、島の誕生から現在までの歴史やそこに成立した 地域社会との関係について、野外観察や身近な材料を使った実験, 研究者との対話を通して、こどもたちが火山噴火の仕組みを理解し、自然の恵みや観光, 自然災害についての理解を深めるとともに、島の過去, 現在, そして未来を考えることを活動の目的とした。こどもたちは1日の中で地形, 地層, および溶岩に関する野外観察, 室内実験と講義を通じて学習し、島の成り立ちについて理解を深めた。地形観察では、伊豆大島西側の溶岩台地や元町地区の街並み、カルデラ内部の構造を観察し、自分た ちが住んでいる島の土地について学んだ。地層観察では、 大島温泉ホテル付近の露頭にて火山灰を観察した。 火山灰中には神津島由来の灰白 色の火山灰が挟まれており、短い期間に別の島でも噴火していたことを学んだ。溶岩の観察では、パホイホイ溶岩とアア溶岩の産状の違いについて学んだ。室内では、カルデラ形成のメカニズムを再現したカルデラ実験, マグマの性質と上昇過程を再現し たマグマだまり実験, パホイホイ溶岩の移動と形成を再現した溶岩実験, 炭酸を用いて噴火様式に ついて再現した噴火実験を行った。

1日の最後には、こどもたちはチームごとに学んだことをまとめ, 発表を行った。今回のサマースクール終了後、実行委員会はこどもたちからのアンケートや発表内容、および携 わったスタッフの意見をもとに、来年度のサマースクールの方針を議論した。実行委員会のスタッフの意見では、地元スタッフの長年の経験や機転の利いた行動で、運営をス ムーズに進められたことが挙げられた。また、こどもたちのアンケート結果からは、4つの実験のうち3つで「よかった」と回答した人が 80%を超えており、こどもたちは実験に対して高い関心があったことを示している。さらに、地形および地層の観察でも 22 人(65%)が「よかった」と回答しており、地形地質学的な 諸現象への関心の高さがうかがえる。こどもたちの発表では、活火山は常に活動しており、生活する上で不便なこともあるが、温泉や良い 漁場など多くの恩恵の受けているという意見が挙げられた。

毎年2日間かけて行われるプログラムを1日に短縮しての開催となったが、こどもたちは観察や 実験、講義を通して火山現象の発生要因を解き明かし, 火山島で住むことで得られる自然の恵み, 自然災害との共生のしかた, 伊豆大島の過去, 現在, そして未来について考え、有意義なサマース クールとなったと考えられる。

キーワード：地震火山こどもサマースクール、伊豆大島ジオパーク、地域防災、野外教育、キッチン火山学
Keywords: Committee for Children's Summer school on Earthquake and Volcanoes, Izu Oshima Geopark, Regional disaster prevention, Outdoor education, Kitchen Volcanology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 G (教育・アウトリーチ)：教育・アウトリーチ

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_38

[G-02] 地球惑星科学のアウトリーチ

コンビーナ:植木 岳雪(千葉科学大学危機管理学部)、小森 次郎(帝京平成大学)、長谷川 直子(お茶の水女子大学)、大木 聖子(慶應義塾大学 環境情報学部)

本セッションは、高校・大学・研究機関・博物館などにおいて、児童・生徒および社会人への地球惑星科学の教育研究および知識普及に関する内容を扱います。この中には、研究者と教育者との関係を構築することだけでなく、研究者間や教育者間でのアウトリーチ情報の共有をはかることも含まれます。また、防災・減災や科学コミュニケーションなど、研究者と教育者と社会とのコミュニケーションに関する活動も歓迎します。会場・日程の都合上、講演内容に応じてポスター発表にまわっていただくこともあります。

[G02-P01] 砂つぶの地球　ー火山・地震の変動帯を砂から読む

*萩谷 宏[1] (1.東京都市大学知識工学部自然科学科)

[G02-P02] 生涯学習の「種」としての地形・地質

*植木 岳雪[1] (1.千葉科学大学危機管理学部)

[G02-P03] 卓上３Dプリンターによる立体地形模型をつかった地球惑星科学のアウトリーチ

*小森 次郎[1] (1.帝京平成大学)

[G02-P04] 地域の高精細地表情報を活用した環境教育の実践

*小倉 拓郎[1,2]、早川 裕弋[3,4]、田村 裕彦[4]、小口 千明[5]、守田 正志[6]、清水 きさら[5]、緒方 啓介[7]、山内 啓之[4] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科、2.北海道大学大学院環境科学院、3.北海道大学地球環境科学研究院、4.東京大学空間情報科学研究センター、5.埼玉大学大学院理工学研究科、6.横浜国立大学大学院イノベーション研究院、7.鶴見大学文学部)

[G02-P05] 背面投影型デジタル地球儀Dagik Earthのための半球面マルチタッチパネルの開発

*小山 幸伸[1]、廣田 直樹[1] (1.大分工業高等専門学校)

[G02-P06] Dagik EarthとJoy-Conを用いた地球観測衛星データ表示・操作システムの試作

*小菅生 文音[1]、山貫 緋称[1]、Zhiyan Liu[1]、市井 和仁[1] (1.千葉大学環境リモートセンシング研究センター)

[G02-P07] 地学オリンピックの現状と今後の課題 (2019)

*瀧上 豊[1] (1.関東学園大学)

[G02-P08] 第 19 回地震火山こどもサマースクール in 伊豆大島

*藤間 藍[1]、日色 知也[2]、地震火山子供サマースクール 運営委員会[3] (1.慶應義塾大学、2.信州大学大学院、3.日本地震学会・日本火山学会・ 日本地質学会)

砂つぶの地球　ー火山・地震の変動帯を砂から読む
Sand grain and the Earth - an educational attempt to show the crustal character by sand grain composition

*萩谷 宏[1]
*Hiroshi Hagiya[1]

1. 東京都市大学知識工学部自然科学科
1. Tokyo City University

海岸砂や河川砂など、砂は身近な存在でありながら、砂の粒子を拡大して見るということは、日常においても学校教育においてもほとんどなされていない。砂の粒子の一粒ずつについて、鉱物種や岩石片の種類を識別し、あるいは粒子の形状を観察することで、その土地がどのような地殻の性質を持ち、またどんな気候条件にあったのか、急峻な地形なのか平坦な大陸なのか、様々な情報を得ることができる。自分の住む土地の砂がどんな組成であるかを知ることは、土地の性格を知る第一歩になり得る。火山灰鉱物を多く含む砂、スコリアや軽石片を多く含む砂の分布は、火山と密接に結びついている。また、浸食が早く風化が充分に進まないまま供給される砂は、急速な隆起を反映し、断層活動や地殻の変形の進行を暗示する。これらは日本の砂の一般的な特徴である。

砂の粒子識別には特別な訓練は必要ないが、石英、長石類、輝石類など、造岩鉱物の特徴の理解が不可欠であり、火山灰鉱物の洗い出しなどを授業で扱うことがある中等教育での展開が無理がないものと思われる。粒子組成を厳密に出そうとすると、樹脂固定した砂の薄片の観察やEPMA等の機器分析が必要となるが、無色鉱物と有色鉱物、岩石片などの分け方では充分に砂の違いを識別可能であり、中学生・高校生でもそれほどの困難はない。

世界各地の、特に安定大陸の砂と比較して日本の砂を観察することは、変動帯としての日本の特性を理解するのに端的でわかりやすい材料となり得る。自分の住む土地の特性を知ることは、防災教育の上での一番の基礎である。砂を見て、土地の成り立ちを読むことを広めたい。そのためには、学校教育での活用方法を提示し教育現場に教材として提供することを進めたい。また大学・博物館等を通じて、各地の砂を標本として確保し蓄積すると同時に、それらのデータの公開・普及を進めていくことが望ましい。

キーワード：砂、変動帯、火山、中等教育
Keywords: sand, active margin, volcano, secondary education

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

生涯学習の「種」としての地形・地質
Geology and geomorphology as seeds of lifelong learning

*植木 岳雪[1]
*Takeyuki Ueki[1]

1. 千葉科学大学危機管理学部
1. Faculty of Risk and Crisis Management, Chiba Institute of Science

生涯学習（教育）は，人々が自発的意志に基づいて自己の充実，生活の向上，職業能力の向上のために自ら学ぶ内容を選び，充実した人生を送ることを目指し，生涯にわたって行う学習のことであり，その特徴として内発性，自己決定，継続性の3つが挙げられる．生涯学習は，1960年代半ばから提唱された比較的新しい教育概念であり，近年はまちづくり，地域活性化，地域振興のための地域理解，地域学習が求められている．文系私立大学の教職志望学生に対して，生涯学習に関する授業を行った．授業には，大学周辺を徒歩で，あるいは列車とバスを乗り継いで，歴史，生活・文化，産業，自然に関するフィールドワークを2日間取り入れた．そして，人間活動に関わる事象は，地形・地質を基盤として成り立っていること，あるいは地形・地質に影響されていることを伝えた．地域理解，地域学習の一環として，地形・地質は生涯学習の「種（シーズ）」とみなすことができる．本発表では，フィールドワークの実践と大学生による評価を紹介する．

キーワード：生涯学習、フィールドワーク、シーズ、地質、地形、地域学習
Keywords: lifelong education, field work, seeds, geology, geomorphology, local study

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

卓上３Dプリンターによる立体地形模型をつかった地球惑星科学のアウトリーチ

Educational effects in geoscience outreach through solid terrain models by desktop 3D printer

*小森 次郎[1]
*Jiro Komori[1]

1. 帝京平成大学
1. Teikyo Heisei University

2012年頃から３Dプリンターによる立体印刷物を使った地球惑星科学のアウトリーチが行われてきた（芝原，2013など）．このような事例はプリンターが大がかりであったり，高価であったことから一般的ではなかったが，特にこの２，３年の低価格化により小規模な研究機関や学校，個人でも導入が現実的となってきた（2016，本弓）．したがって，今後は導入，印刷，および活用のノウハウや実施による効果の共有が更に必要となる．

今回，実際に小型・低価格のプリンターによる印刷物をつかって中学，高校，大学，および生涯教育での地学・地理教育を行った．印刷した対象は活火山のほか，花崗岩や石灰岩等の特徴的な地質，氷河，活断層，河岸段丘等の特徴的な地形，および小惑星である．本発表では，今回導入した数万円台の卓上プリンターの概要，印刷と活用例，受講者側の反応について報告する．

・本研究は科学研究費補助金　基盤研究（C）16K04706-A「ボーリングコアを用いた理科地学領域の授業改善：野外自然体験学習の代替として（研究代表者　植木岳雪）」による助成を受けた．
・参考文献：本弓（2016）筑波大附属坂戸高校研究紀要，芝原（２０１３）地質ニュース）
・本大会内での関連の発表:「山岳地形の理解に対する立体表現地図と３D模型の活用とその効果」（セッション　M-IS20　山の科学）

キーワード：学校教育、生涯教育、GSI電子国土Web、ハンズオン、火山地形、事例紹介
Keywords: school education, lifelong education, GSI digital web maps, hands-on, volcanic topography, case studies

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地域の高精細地表情報を活用した環境教育の実践
Practice of environmental study utilizing local high-definition topographic data

*小倉 拓郎[1,2]、早川 裕弌[3,4]、田村 裕彦[4]、小口 千明[5]、守田 正志[6]、清水 きさら[5]、緒方 啓介[7]、山内 啓之[4]
*Takuro Ogura[1,2], Yuichi S. Hayakawa[3,4], Yasuhiko Tamura[4], Chiaki T. Oguchi[5], Masashi Morita[6], Kisara Shimizu[5], OGATA KEISUKE[7], Hiroyuki Yamauchi[4]

1. 東京大学大学院新領域創成科学研究科、2. 北海道大学大学院環境科学院、3. 北海道大学地球環境科学研究院、4. 東京大学空間情報科学研究センター、5. 埼玉大学大学院理工学研究科、6. 横浜国立大学大学院イノベーション研究院、7. 鶴見大学文学部
1. Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo, 2. Graduate School of Environmental Sciences, Hokkaido University, 3. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, 4. Center of Spatial Information Science, The University Of Tokyo , 5. Graduate School of Science and Engineering, Saitama University, 6. Faculty of Urban Innovation, Yokohama National University, 7. School of literature, Tsurumi University

小学校の総合的な学習の時間では，身の回りにある様々な問題状況について，問題の解決や探究活動に主体的，創造的，協同的に取り組む態度を育て，自己の生き方を考えることができるようにすることを目標としている（文部科学省 2008）．この目標を達成するために，地域や学校の実態に応じて，自然体験や観察・実験などの体験的学習や，地域との連携を積極的に行うことが求められている．演者らは，自然地理学・地理教育・空間情報科学・建築学・歴史学・文化財科学などの専門分野を生かし，横浜市登録地域文化財に指定されている「田谷の洞窟」保存プロジェクトを実施している．このなかで，UAS（Unmanned Aerial System，通称ドローン）を用いたSfM多視点ステレオ写真測量や，地上レーザ測量（TLS: Terrestrial Laser Scanning）などを用いた高精細地表情報を基盤に，洞窟保全や文化財保護などの研究を通して，地域の地表・地下環境情報のアーカイブに取り組んでいる．本研究では，横浜市田谷町「田谷の洞窟」とその周辺域を対象とし，高精細地表情報の取得方法や利活用事例に触れることを通した課題発見型・体験型の地域学習を実践し，児童たちの学習効果について検証する．

本授業は，横浜市立千秀小学校第6学年の総合的な学習の時間および図画工作科を利用して実施した．当該校では，田谷の洞窟を主題として，1年間を通して地域の歴史や文化財の保存，環境についての学習を発展させてきた．学習のまとめとして，3学期にUAS-SfMやTLS由来の地表データから大型3Ｄ地形模型を製作した．地形模型作成プロセスを通して，児童たちは地形の凹凸や微細な構造を手で感じ取り，1・2学期に学習した地域学習の内容を喚起させた．その上で，デジタルで高精細な地形モデルや，アナログな立体模型を自由に俯瞰したり，近づいて観察したりすることで，さまざまなスケールにおける地域の構造物や自然環境の位置関係，規模について再認識することができた．

本授業のまとめとして地域で報告会を開催し，作成した大型3Ｄ地形模型を利用しながら地域住民や参画する大学教員・大学院生と意見交換を行った．生徒たちは意見交換を通して1年間の学習の整理だけでなく，多様な学問分野の視点や時空間スケールで地域を見つめなおし，自ら立てた課題の再考察や新たな課題を発見することができた．

キーワード：地域学習、高精細地表情報、総合的な学習の時間、小大連携、探究学習
Keywords: Regional Study, High-definition surface data, the Period of Integrated Study, Collaboration between elementary school and university, Exploration learning

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

背面投影型デジタル地球儀Dagik Earthのための半球面マルチタッチパネルの開発

Development of the hemispherical multi-touch panel for the rear-projection digital globe "Dagik Earth"

*小山 幸伸[1]、廣田 直樹[1]
*Yukinobu Koyama[1], Naoki Hirota[1]

1. 大分工業高等専門学校
1. National Institute of Technology, Oita College

JpGUの展示によく利用されていることから分かるように，デジタル地球儀Dagik Earthは地球物理のアウトリーチに効果的である．これまで，マウス，トラックボール，そしてWii リモコンなどの様々なコントローラーがDagik Earthに試行されてきた．

しかしながら、デジタル地球儀自体に触れることによってコンテンツを操作するユーザインタフェースは実現されていなかった。そこで我々は，背面投影型デジタル地球儀Dagik Earthのための半球面マルチタッチパネルを開発した．安価な赤外線方式によって実現したこのマルチタッチパネルは、蛍光灯の下でも動作可能である。

キーワード：ダジック・アース、タッチパネル、赤外線方式
Keywords: Dagik Earth, Touch panel, Infrared system

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Dagik EarthとJoy-Conを用いた地球観測衛星データ表示・操作システムの試作

An interactive visualization system of earth observation satellite data using Dagik Earth and Joy-Con

*小菅生 文音[1]、山貫 緋称[1]、Zhiyan Liu[1]、市井 和仁[1]
*Ayane Kosugo[1], Hina Yamanuki[1], Zhiyan Liu[1], Kazuhito Ichii[1]

1. 千葉大学環境リモートセンシング研究センター
1. Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University

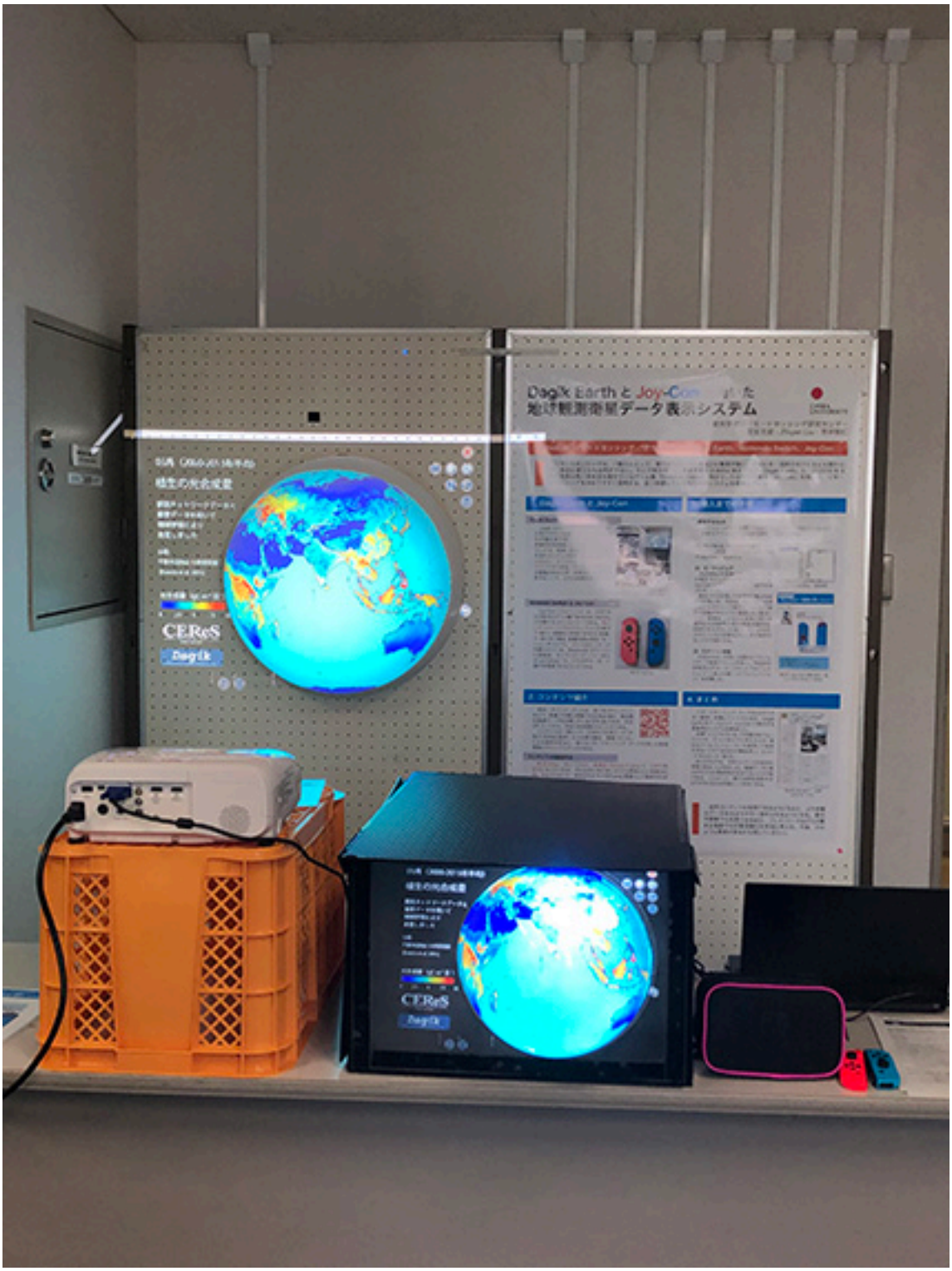
宇宙からの地球観測である「リモートセンシング」は、地球環境とその変動を広範囲でとらえることができ、地球環境変動を伝えるためのアウトリーチには適している。しかしながら、リモートセンシングは、一般人にとって、専門家が思っている以上に敷居が高い。日常に多く活用されているにも関わらず、身近に感じられる例が少ない。そこで我々は、(1)衛星画像を立体的に表示できる「Dagik Earth」と、(2)2016年3月に発売以降人気を保ち続けているゲーム機「Nintendo Switch」用のコントローラである「Joy-Con」を用いて、リモートセンシングを分かりやすく説明する、且つ体感してもらうためのシステムを構築した。

本研究では、リモートセンシングデータを分かりやすく説明し体験してもらうために、Dagik Earthをベースとして Joy-Conで操作する画像表示システムを構築した。Joy-ConについてはBluetoothを介してソフトウェアを用いてキーの割当を行うことで、コンピュータを操作できるようにした。また、本研究では、千葉大学環境リモートセンシング研究センター(CEReS)における研究成果として、光合成量の月別変化データなど独自コンテンツを追加した。

本システムでは、自作コンテンツの追加も容易であることが分かった。衛星データに限らずモデル計算結果を追加することも可能である。したがって、様々な研究成果を分かりやすく伝える手段として有効である。自作コンテンツを利用できるようになると、より多様なデータを分かりやすく見せられるようになる。展示や授業でも利用できるほか、プレスリリースなど人の集まる場面での広報活動にも有効である。実際「エコプロ2018」で本展示を行なったところ、大人に加えて小学生からも「身近なゲームコントローラーを使用して地球を見ることができるのが興味深い」とコメントをもらった。今後、どのような需要があるかも探していきたい。

キーワード：リモートセンシング、ダジック・アース、Joy-Con、Nintendo Switch、アウトリーチ
Keywords: Remote Sensing, Dagik Earth, Joy-Con, Nintendo Switch, Outreach

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地学オリンピックの現状と今後の課題 (2019)
The report of the International Earth Science Olympiad (IESO),2019

*瀧上 豊[1]
*Yutaka Takigami[1]

1. 関東学園大学
1. Kanto Gakuen University

今までの地学オリ ン ピ ッ ク の活動と 今後の計画や課題について報告し ま

す。

１ ） 今ま でのあ ゆみ（2012-2018）と今後の予定(2019-2021)

第1 回　韓国大会　７ か国・地域　２ ４ 名参加　日本はオブザーバー参加

第2 回　フ ィ リ ピ ン 大会　６ か国・地域　２ ４ 名参加　銀３ 、 銅１

第3 回　台湾大会　１ ４ か国・地域　５ ０ 名参加　銀４

第4 回　イ ン ド ネシア 大会　１ ７ か国・地域　６ ３ 名参加　金１ 、 銀３

第5 回　イ タ リ ア 大会　２ ６ か国・地域　１ ０ ４ 名参加　金１ 、 銀２ 、 銅１

第6 回　ア ルゼン チン 大会　１ ７ か国・地域　６ ６ 名参加　金１ 、 銀３

第7 回　インド 大会　２ ３か国・地域　９０ 名参加　金１ 、 銀３

第8 回　スペイン 大会　２１ か国・地域　８２ 名参加　金３ 、銅１

第9 回　ブラジル 大会　２２ か国・地域　８５ 名参加　金１ 、 銀１、銅２

第10 回　日本 大会　２６ か国　１００ 名参加　金３ 、 銀１

第11回　フランス 大会　２９ か国　１０８ 名参加　金２ 、 銀２

第12回　タイ大会、　３８ か国　１３９ 名参加　金３ 、 銀１

第13回　韓国大会、第14回　ロシア大会、　第15回　中国大会　予定

２) 日本地オリンピック（国際大会予選）について

毎年9月1日～15日募集

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

予選　12月中旬　全国約75会場、約2000人応募ー＞60名選出

本選　3月中旬　つくば市、60名　ー＞金賞、銀賞、銅賞　各10名

代表選抜　3月中旬　つくば市　金賞10名ー＞4名国際大会代表

2018年度より予選上位200名以内に奨励賞授与（HPよりダウンロード）

3）計画・課題

・女子参加者の増加

・一般地球科学愛好者への宣伝

・事務局メンバーの高齢化、

文部科学省の支援金の減少　など。

＝＞

事業のスリム化、OB/OGの活用、高校・大学教員の積極的協力

キーワード：国際地学オリンピック
Keywords: International Earth Science Olympiad

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

第 19 回地震火山こどもサマースクール in 伊豆大島
19th Children’s Summer School on Earthquake and Volcanoes in Izu-Oshima Geopark

*藤間 藍[1]、日色 知也[2]、地震火山子供サマースクール 運営委員会[3]
*ai toma[1], tomoya hiiro[2], committee for children's Summer School on Earthquake and Volcanoes [3]

1. 慶應義塾大学、2. 信州大学大学院、3. 日本地震学会・日本火山学会・ 日本地質学会
1. Keio University, 2. Graduate school of Shinshu University, 3. Seismological Society of japan・Volcanological Society of japan・Geological Society of japan

地震火山こどもサマースクールは、日本地震学会, 日本火山学会, 日本地質学会を主催として、1999 年から毎年夏休みに全国各地で開催されている. このイベントの目的は, 研究の最前線にいる専門 家が、 こどもたちに地震・火山現象の発生要因と自然の大きな恵みについてわかりやすく伝えるこ とである(日色ほか, 2018)。

平成 30 年度は伊豆大島を舞台に地元の小学生から高校生まで 34 名を迎え実施した。 当初8 月 7 日, 8 日の 2 日間の開催を予定していたが、天候不順のため, 8 月 7 日の 1 日間に短縮しての開催とした。伊豆大島は, 一般に伊豆・小笠原弧上に位置し、太平洋プレートの沈み込みに伴うマグマの発生に より、現在まで火山活動が生じている火山島であると考えられている。最近の火山活動としては、1986 年の三原山噴火が挙げられる。

今回は「火山島 伊豆大島のヒミツ」をテーマに、島の誕生から現在までの歴史やそこに成立した 地域社会との関係について、野外観察や身近な材料を使った実験, 研究者との対話を通して、こどもたちが火山噴火の仕組みを理解し、自然の恵みや観光, 自然災害についての理解を深めるとともに、島の過去, 現在, そして未来を考えることを活動の目的とした。こどもたちは1日の中で地形, 地層, および溶岩に関する野外観察, 室内実験と講義を通じて学習し、島の成り立ちについて理解を深めた。地形観察では、伊豆大島西側の溶岩台地や元町地区の街並み、カルデラ内部の構造を観察し、自分た ちが住んでいる島の土地について学んだ。地層観察では、 大島温泉ホテル付近の露頭にて火山灰を観察した。 火山灰中には神津島由来の灰白 色の火山灰が挟まれており、短い期間に別の島でも噴火していたことを学んだ。溶岩の観察では、パホイホイ溶岩とアア溶岩の産状の違いについて学んだ。室内では、カルデラ形成のメカニズムを再現したカルデラ実験, マグマの性質と上昇過程を再現し たマグマだまり実験, パホイホイ溶岩の移動と形成を再現した溶岩実験, 炭酸を用いて噴火様式に ついて再現した噴火実験を行った。

1日の最後には、こどもたちはチームごとに学んだことをまとめ, 発表を行った。今回のサマースクール終了後、実行委員会はこどもたちからのアンケートや発表内容、および携 わったスタッフの意見をもとに、来年度のサマースクールの方針を議論した。実行委員会のスタッフの意見では、地元スタッフの長年の経験や機転の利いた行動で、運営をス ムーズに進められたことが挙げられた。また、こどもたちのアンケート結果からは、4つの実験のうち3つで「よかった」と回答した人が 80%を超えており、こどもたちは実験に対して高い関心があったことを示している。さらに、地形および地層の観察でも 22 人(65%)が「よかった」と回答しており、地形地質学的な 諸現象への関心の高さがうかがえる。こどもたちの発表では、活火山は常に活動しており、生活する上で不便なこともあるが、温泉や良い 漁場など多くの恩恵の受けているという意見が挙げられた。

毎年2日間かけて行われるプログラムを1日に短縮しての開催となったが、こどもたちは観察や 実験、講義を通して火山現象の発生要因を解き明かし, 火山島で住むことで得られる自然の恵み, 自然災害との共生のしかた, 伊豆大島の過去, 現在, そして未来について考え、有意義なサマース クールとなったと考えられる。

キーワード：地震火山こどもサマースクール、伊豆大島ジオパーク、地域防災、野外教育、キッチン火山学
Keywords: Committee for Children's Summer school on Earthquake and Volcanoes, Izu Oshima Geopark, Regional disaster prevention, Outdoor education, Kitchen Volcanology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 G (教育・アウトリーチ)：教育・アウトリーチ

2019年5月26日(日) 10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_8

[G-03] 小・中・高等学校，大学の地球惑星科学教育

コンビーナ:畠山 正恒(聖光学院中学高等学校)

いろいろな教育実践報告を通じて、初等中等教育の地球惑星科学教育を考えていきます。小・中・高等学校に出向いて実施されたアウトリーチ報告も歓迎致します。 また、大学学部の特に教養レベルの地球惑星科学教育について、現状の問題点や今後の展望も検討していきます。 皆様からの様々な提案を募集します。

[G03-P01] 中等教育における海洋塩分濃度調査とその考察活動

*中村 亮[1] (1.宮城県利府高等学校)

[G03-P02] 海の出前授業と立方体地球の連携

*森岡 優志[1]、上野 洋路[2]、藤井 直紀[3]、仙田 明大[4]、小埜 恒夫[5]、安中 さやか[1] (1.海洋研究開発機構、2.北海道大学、3.佐賀大学、4.日本科学協会、5.水産研究・教育機構)

[G03-P03] 作図と三角関数で地球中心核を伝わる地震波を理解する

*加藤 護[1] (1.京都大学大学院人間・環境学研究科)

[G03-P04] 超簡易型地震観測装置の開発と超高速設置例

*酒井 慎一[1]、松本 聡[2]、飯尾 能久[3]、加藤 愛太郎[1] (1.東京大学地震研究所、2.九州大学大学院理学研究院付属地震火山観測研究センター、3.京都大学防災研究所)

[G03-P05] 「校庭で穴掘り隊」と「教室でコア見せ隊」：理科地学領域の学校内での体験授業

*植木 岳雪[1] (1.千葉科学大学危機管理学部)

[G03-P06] 研究データの初等中等および高等教育への適用

*梅村 宜生[1]、田中 良昌[2,3]、阿部 修司[4]、齊藤 泰雄[3]、中野 慎也[5]、新堀 淳樹[1]、南山 泰之[3] (1.名古屋大学 宇宙地球環境研究所、2.情報・システム研究機構 極域環境データサイエンスセンター、3.国立極地研究所、4.九州大学 国際宇宙天気科学・教育センター、5.統計数理研究所)

[G03-P07] 日本で先駆けとなった高等学校の探究活動における科学倫理教育

*川勝 和哉[1] (1.兵庫県立西脇高等学校)

中等教育における海洋塩分濃度調査とその考察活動
The ocean saline monitoring activities in the high school classes and science club activities as the ocean science education

*中村 亮[1]
*Ryo S Nakamura[1]

1. 宮城県利府高等学校
1. Miyagi Rifu high school

海洋塩分濃度は高等学校教科書では3.5%程度と教える内容になっている。しかしその塩分濃度は固定性のものではなく，季節差や地域変動もあるであろう。学校の地学教育，また科学系部活動の中での経年観測のさせ方について以下の2つについて論じたい。

(1)海洋塩分濃度を測るのに適した場所

陸水からの影響をできるだけ排除し，純粋に潮流などの変化を見たい。そのため生徒が制作した海洋収集機器についてまとめた。

(2)注目すべき塩分

塩化物イオンやアルカリ金属のイオンが多く含まれる。ではどの成分を用いれば海洋の塩分の変化が如実に表れるのか。特に多いNa^+とK^+のイオンの傾向について述べる。

キーワード：海洋塩分、教育的観察活動、経年変化
Keywords: Ocean saline, educational observation, Year-term alteration

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

海の出前授業と立方体地球の連携
Collaboration between Visiting Lectures on Marine Science and Cubic Earth

*森岡 優志[1]、上野 洋路[2]、藤井 直紀[3]、仙田 明大[4]、小埜 恒夫[5]、安中 さやか[1]
*Yushi Morioka[1], Hiromichi Ueno[2], Naoki Fujii[3], Akihiro Senda[4], Tsuneo Ono[5], Sayaka Yasunaka[1]

1. 海洋研究開発機構、2. 北海道大学、3. 佐賀大学、4. 日本科学協会、5. 水産研究・教育機構
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Hokkaido University, 3. Saga University, 4. Japan Science Society, 5. Japan Fisheries Research and Education Agency

日本海洋学会では2016年度より、小学校、中学校、高等学校や市民講座などに海の専門家である学会員を派遣して講義を行うプログラム「海の出前授業」を開始し、海洋科学のリテラシーの向上に貢献する活動を行っています。全国で44名の学会員が派遣講師として登録され、これまでに18件の出前授業が実施（または予定）されています。受講者は、小学生から中高校生、教員、一般市民までと幅広く、授業の内容も、学習指導要領（社会や理科、地学など）に沿ったものから最先端の海洋科学、情報科学までと様々です。2018年度に実施された出前授業の例として、受講者と一緒に海岸でマイクロプラスチックを採集し、海洋シミュレーションを用いてマイクロプラスチックがどこから漂着したのか、海の流れについて考察する体験授業や、進行する地球温暖化や海洋酸性化が海洋の生態系に与える影響について議論する市民講座などがあります。

また、2018年度より、日本科学協会が推進してきた科学に関する出前授業「Cubic Earth-もしも地球が立方体だったら」と連携し、立方体地球に関する出前授業も実施することになりました。この授業は、現実にはあり得ない立方体の地球を仮定して、地球環境の仕組みを考えることにより、私たちが現在住んでいる丸い地球の環境がどのように作られているか、理解を深めることを目的としています。海の分布が大気や海洋の変動を通して、生物やヒトの活動にどのような影響を与えるか、海の役割が十分に議論されています。2018年度には立方体地球に関する授業の依頼が2件あり、高校生だけでなく教員を対象とした出前授業も実施しました。
本発表では、これまで行ってきた海の出前授業や立方体地球に関する情報を共有し、より多くの学生や教員に海洋学の魅力を伝えることを目的としています。

キーワード：出前授業、海洋科学、立方体地球
Keywords: Visiting lectures, Marine Science, Cubic Earth

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

作図と三角関数で地球中心核を伝わる地震波を理解する
Understanding seismic waves propagating through the Earth's core graphically

*加藤 護[1]
*Mamoru Kato[1]

1. 京都大学大学院人間・環境学研究科
1. Graduate School of Human and Environmental Studies Kyoto University

高校地学では地球内部構造を地震波を用いて知ることができることを学ぶ。この中で地球中心核の発見が扱われ、シャドーゾーンなどの概念が扱われる。しかし地球深部を伝播する地震波の挙動を直感的に理解することは簡単ではなく、教えにくい話題の一つとも言える。

本発表では簡略化した地球速度構造モデルを用いて地球中心核が地震波伝播に与える影響を整理する。提案するのは三角関数を用いた図解法である。これは地震波形データを用いて地球に核があることを初めて提案したOldhamや内核の存在を示したLehmannが用いた方法に倣ったものである。高校地学では核の存在を地震学史と関連づけて教えることも多いが、この図解法を用いることでその関連を強くすることが可能となる。

発表では簡略化した地球速度構造モデルを用いて、中心核がある場合の走時曲線を図示と三角関数を用いて求める。その上で核の影響がどのように観測されるかのエッセンスを整理する。

キーワード：地球中心核、高校地学
Keywords: Earth's core, High School Earth Scieneces

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

超簡易型地震観測装置の開発と超高速設置例
Development of easy seismometer and fastest observations

*酒井 慎一[1]、松本 聡[2]、飯尾 能久[3]、加藤 愛太郎[1]
*Shin'ichi Sakai[1], Satoshi Matsumoto[2], Yoshihisa Iio[3], Aitaro Kato[1]

1. 東京大学地震研究所、2. 九州大学大学院理学研究院付属地震火山観測研究センター、3. 京都大学防災研究所
1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 2. Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Seiences, Kyushu University, 3. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

地震の研究は、地震を観測することから始まる。現在は、Hi-netやS-netのような基盤的地震観測網が日本全国に整備され、そのデータを用いて多くの研究がなされている。そのような状況の中で、さらに分解能を高めたり検知能力を高めたりするための多点稠密観測も必要である。そこで、簡単に利用できる超簡易型地震観測装置を開発した（新学術研究領域研究「地殻ダイナミクス（代表：飯尾能久）」）。2000年鳥取県西部地震の震源域周辺では、現在も余震活動が続いている。それらの規模は小さいものの多数の地震が発生しているため、稠密な観測（約1km間隔で1000点の観測）を行うことで、その断層面やすべり方向を高精度で推定することができる。その結果と、地質調査で明らかになった地表で見られる断層との対比から、断層帯の発達過程を研究してきた。

この観測装置の特徴の一つは、超低消費電力である。単一乾電池48本（DCB48）で1年間の観測が可能である。さらにSIMカードを利用することでデータ伝送も可能である。データ回収や電池交換等の必要がないため、山間部や離島等、立ち入りが困難な場所での長期連続観測が可能である。もうひとつの特徴は、設置と運用が簡単であることである。地面に刺すだけで設置可能な地震計（固有周波数は2Hzと4.5Hzの2種類）が接続されていて、パソコン等での面倒な設定の必要はなく、ディップスイッチだけで、収録を開始させることができる。そのため、特別な技術の習得の必要はなく、地元の方々と一緒に設置作業を行うことができた。

現在、この簡単に利用できる観測装置が1000台ある。簡単に設置できるため、準備も簡単で、すぐに現地に持っていくことが可能である。そのため、これまで以上に迅速な臨時観測に赴くことができるようになった。この3年間で、2016年熊本地震、2017年鳥取県中部地震、2018年島根県東部の地震、2018年大阪府北部の地震等において、臨時観測を行うことができた。なお、設置が易しいため、高校生たちの理科実習にも利用している。
この超簡易型地震観測装置と超高速観測の事例を紹介する。

キーワード：簡単設置、稠密地震観測、低消費電力
Keywords: easy installation, dence seismic observation, ultra-low power consumption

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

「校庭で穴掘り隊」と「教室でコア見せ隊」：理科地学領域の学校内での体験授業

Proposing an educationally supporting system, “rent a core” and “extract a core” service

*植木 岳雪[1]
*Takeyuki Ueki[1]

1. 千葉科学大学危機管理学部
1. Faculty of Risk and Crisis Management, Chiba Institute of Science

小中高等学校の理科地学領域では，観察，観測，調査，巡検などの野外自然体験学習が求められ，その有用性も明らかである．しかし，都市化，時間の制約，安全確保などの問題によって，野外自然体験学習の実施率は低い．そこで，野外自然体験学習の代替となる教育方法・教材として，ボーリングコアの活用を挙げる．研究者が学校に出向いて，さまざまな機材・方法で短いコアを採取する「校庭で穴掘り隊」と，標準ボーリングコアを学校に持ち込み，生徒に観察させる「教室でコア見せ隊」の2つのサービスを始めた．本発表では，いくつかの中学校と高校における授業実践と生徒による評価を報告する．

キーワード：ボーリングコア、授業、アクティブ　ラーニング、地学教育、野外観察授業の代替
Keywords: boring core, class, active learning, earth science education, substitution of field work

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

研究データの初等中等および高等教育への適用
Application of research data to junior high school, high school and university educations

*梅村 宜生[1]、田中 良昌[2,3]、阿部 修司[4]、齊藤 泰雄[3]、中野 慎也[5]、新堀 淳樹[1]、南山 泰之[3]
*Norio Umemura[1], Yoshimasa Tanaka[2,3], Shuji Abe[4], Yasuo Saito[3], Shin ya Nakano[5], Atsuki Shinbori[1], Yasuyuki Minamiyama[3]

1. 名古屋大学 宇宙地球環境研究所、2. 情報・システム研究機構 極域環境データサイエンスセンター、3. 国立極地研究所、4. 九州大学 国際宇宙天気科学・教育センター、5. 統計数理研究所
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. Polar Environment Data Science Center, Research Organization of Information and Systems, 3. National Institute of Polar Research, 4. International Center for Space Weather Science and Education, Kyushu University, 5. The Institute of Statistical Mathematics

Society5.0の実現に向けて内閣府が推進する情報活用能力の育成および数理人材・データ関連人材の育成計画に則して、情報・システム研究機構は、機構が推進するデータサイエンス事業の一環として、2020年度に、大学および研究機関の研究データを、初等中等および高等教育（大学・大学院、高専教育、専修学校）に提供する活動を開始する。

その試行として、名古屋大学と九州大学を含めた先行プロジェクトは、試験用プラットフォームを構築して、まず、機構下の国立極地研究所が保有する極域の観測および採取データ（気候・環境、地質、宇宙、生物データ等）を対象に、

・データ管理：研究データを定常的に提供するためのオンライン管理
・データ情報整備：データ基本情報と、どのようなことが分かるか、どのような場面での利用が効果的か等の付帯情報の付与、可視化結果の付与
・データ陳列：実際のデータ提供（発見、識別、選択、入手）
・データ変換：一般的なソフトウェアでも取扱可能とするためのフォーマット変更
・データ融合：データ間の関連性の導出

を進めている。特にデータ変換は、バイナリ形式など研究の都合で採用されることの多いデータフォーマットを普遍的なアスキー形式に変換して取扱いを容易にする仕組みであり、データ情報と合わせて、科学への接触機会を増やすものである。データ融合は、データ駆動（Data-Driven）をキーワードに、関連性の高いデータを計算機がリストアップする仕組みであり、研究および教育の現場にて、科学の本質であるメカニズム解明のための数理的追求活動を訴求するものである。

2020年度の本展開では、取り扱うデータを全分野・全大学へ拡大して、上述のプラットフォームを公開するとともに、例えば、出前授業の開催、教材への適用、課外・課題活動への導入提案、人材育成プログラムの開講など、教育現場と連携して人的プロモーションを開始する。ニーズとシーズの連携、ハードとソフトの両インフラにより、包括的な知識高度化システムを起動し、循環させ、初等中等および高等教育課程における人材の情報処理能力および情報活用能力の向上を目指すとともに、科学本質およびそのプロセッシングに接触する機会を増やして、高度情報化社会を牽引するための高度知見を備えた人材の輩出を目指す。

キーワード：Society5.0、初等中等教育、高等教育、人材育成、情報活用、データサイエンス
Keywords: Society5.0, elementary and secondary education, higher education, human resource development, information utilization, data science

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日本で先駆けとなった高等学校の探究活動における科学倫理教育
The Education of Scientific Ethics of Science Research in Senior High School, a Pioneer in Japan

*川勝 和哉[1]
*Kazuya Kawakatsu[1]

1. 兵庫県立西脇高等学校
1. Hyogo Prefectural Nishiwaki senior high school

１．はじめに～科学倫理教育を始めた原点

平成18年に課題研究の指導を始めてすぐに感じたのは、科学倫理観の育成教育の必要性であった。当時は、全国でもまだ実施されていなかった「科学倫理」を学校設定科目として、初めて開講した。教科書は、筆者自らが執筆した。たとえば、石棺に関する研究の過程でこのようなことがあった。勤務校の敷地内の古代の大王のための石棺の研究を論文にまとめる際に、石棺の大きさを実感として示す目的で、生徒が中に横たわった写真を撮影して掲載した。この論文を、JSEC（Japan Science and Engineering Challenge）に応募したところ、この写真が倫理的に問題であるとの指摘を受けた。その後STAP細胞問題が報道され、これを機に、科学者にとって重要な倫理観について社会的に議論が活発になった。2021年から実施される高等学校の新学習指導要領でも、新教科「理数探求」が設定される。ここでは、科学倫理についても一定の紙面が割かれることになっている。高等学校で課題研究などの探究活動が実施されている以上、研究倫理の教育は必須である。

２．具体的な指導内容と方法

科学者には、必要な適性や資質としての専門的知識や技能を学ぶことが求められるが、より広く社会人としても、科学に対する基本的な知識や倫理観が求められる。将来科学者や技術者になろうとする生徒はもちろんのこと、科学者や技術者を将来の職業としない生徒に対しても、社会で起こっている、あるいは起ころうとしているさまざまな問題について正しく判断することができる知識を身につけ、個人としての客観的な判断が可能になるような考察の訓練をしておく必要がある。

科学倫理の学習は、探求活動が本格的に始まる前から始め、探究活動が一通り終わるまで研究と平行して実施する。倫理の基礎を学習した後、４～５名程度のグループに分かれて、生徒自らが設定するテーマについてグループワークをおこなう。教員はできる限り口出しせず、生徒の自発的な議論を見守るようにする。倫理観は、生徒相互の議論と、そこからあらたに見いだされる問題の共有によって醸成されるものであり、教員が一方的に教え込むことができるようなものではない。このグループワークは、１年間に３回にわけて実施する。議論の結果は、第１回目は口頭発表、第２回目はポスター発表、第３回目は論文発表という形で公開する。論文は、生徒ごとの進路に応じたテーマで、ひとりひとりの生徒が書く。発表会はすべて、他校の教員や生徒、保護者や地域住民に公開している。また、生徒がまとめた論文は、生徒研究論文集としてまとめ、無償配布する。

科学倫理の授業は、複数の教員によるチームティーチングの形式で実施する。筆者を中心に、理科、数学科、公民科、情報科、国語科、英語科などと連携して進め、自然科学を日常生活や社会とのつながりの中でとらえ、教育内容から生徒に対するコメントまで、複数の異なる目でチェックしながら進める。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

３．科学倫理教育の成果と評価

科学倫理の教育が進むにつれて、生徒が報道を見聞きする姿勢が明らかに変化する。報道に対しても批判的な視点で見るようになり、複眼的視点で物事を判断するようになる。一方、教師の日ごろの言動にも変化がみられる。教師は、これまで何気なく発言していた内容や発言方法に注意を払うようになるなどし、明らかに教員自身の倫理観や人権意識が向上している。科学倫理のような科目は、評価の方法が難しい。毎時間のグループ研究にどのようにかかわったかとか、発表会での言動など、具体的な評価項目で総合的に評価する。

キーワード：探究活動、科学倫理、グループワーク、チームティーチング、複眼的視点
Keywords: Science Research, Scientific Ethics, Group Work, Team Teaching, Compound Eye Viewpoint

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 G (教育・アウトリーチ)：教育・アウトリーチ

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_39

[G-03] 小・中・高等学校，大学の地球惑星科学教育

コンビーナ:畠山 正恒(聖光学院中学高等学校)

いろいろな教育実践報告を通じて、初等中等教育の地球惑星科学教育を考えていきます。小・中・高等学校に出向いて実施されたアウトリーチ報告も歓迎致します。 また、大学学部の特に教養レベルの地球惑星科学教育について、現状の問題点や今後の展望も検討していきます。 皆様からの様々な提案を募集します。

[G03-P01] 中等教育における海洋塩分濃度調査とその考察活動

*中村 亮[1] (1.宮城県利府高等学校)

[G03-P02] 海の出前授業と立方体地球の連携

*森岡 優志[1]、上野 洋路[2]、藤井 直紀[3]、仙田 明大[4]、小埜 恒夫[5]、安中 さやか[1] (1.海洋研究開発機構、2.北海道大学、3.佐賀大学、4.日本科学協会、5.水産研究・教育機構)

[G03-P03] 作図と三角関数で地球中心核を伝わる地震波を理解する

*加藤 護[1] (1.京都大学大学院人間・環境学研究科)

[G03-P04] 超簡易型地震観測装置の開発と超高速設置例

*酒井 慎一[1]、松本 聡[2]、飯尾 能久[3]、加藤 愛太郎[1] (1.東京大学地震研究所、2.九州大学大学院理学研究院付属地震火山観測研究センター、3.京都大学防災研究所)

[G03-P05] 「校庭で穴掘り隊」と「教室でコア見せ隊」：理科地学領域の学校内での体験授業

*植木 岳雪[1] (1.千葉科学大学危機管理学部)

[G03-P06] 研究データの初等中等および高等教育への適用

*梅村 宜生[1]、田中 良昌[2,3]、阿部 修司[4]、齊藤 泰雄[3]、中野 慎也[5]、新堀 淳樹[1]、南山 泰之[3] (1.名古屋大学 宇宙地球環境研究所、2.情報・システム研究機構 極域環境データサイエンスセンター、3.国立極地研究所、4.九州大学 国際宇宙天気科学・教育センター、5.統計数理研究所)

[G03-P07] 日本で先駆けとなった高等学校の探究活動における科学倫理教育

*川勝 和哉[1] (1.兵庫県立西脇高等学校)

中等教育における海洋塩分濃度調査とその考察活動
The ocean saline monitoring activities in the high school classes and science club activities as the ocean science education

*中村 亮[1]
*Ryo S Nakamura[1]

1. 宮城県利府高等学校
1. Miyagi Rifu high school

海洋塩分濃度は高等学校教科書では3.5%程度と教える内容になっている。しかしその塩分濃度は固定性のものではなく，季節差や地域変動もあるであろう。学校の地学教育，また科学系部活動の中での経年観測のさせ方について以下の2つについて論じたい。

(1)海洋塩分濃度を測るのに適した場所

陸水からの影響をできるだけ排除し，純粋に潮流などの変化を見たい。そのため生徒が制作した海洋収集機器についてまとめた。

(2)注目すべき塩分

塩化物イオンやアルカリ金属のイオンが多く含まれる。ではどの成分を用いれば海洋の塩分の変化が如実に表れるのか。特に多いNa^+とK^+のイオンの傾向について述べる。

キーワード：海洋塩分、教育的観察活動、経年変化
Keywords: Ocean saline, educational observation, Year-term alteration

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

海の出前授業と立方体地球の連携
Collaboration between Visiting Lectures on Marine Science and Cubic Earth

*森岡 優志[1]、上野 洋路[2]、藤井 直紀[3]、仙田 明大[4]、小埜 恒夫[5]、安中 さやか[1]
*Yushi Morioka[1], Hiromichi Ueno[2], Naoki Fujii[3], Akihiro Senda[4], Tsuneo Ono[5], Sayaka Yasunaka[1]

1. 海洋研究開発機構、2. 北海道大学、3. 佐賀大学、4. 日本科学協会、5. 水産研究・教育機構
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Hokkaido University, 3. Saga University, 4. Japan Science Society, 5. Japan Fisheries Research and Education Agency

日本海洋学会では2016年度より、小学校、中学校、高等学校や市民講座などに海の専門家である学会員を派遣して講義を行うプログラム「海の出前授業」を開始し、海洋科学のリテラシーの向上に貢献する活動を行っています。全国で44名の学会員が派遣講師として登録され、これまでに18件の出前授業が実施（または予定）されています。受講者は、小学生から中高校生、教員、一般市民までと幅広く、授業の内容も、学習指導要領（社会や理科、地学など）に沿ったものから最先端の海洋科学、情報科学までと様々です。2018年度に実施された出前授業の例として、受講者と一緒に海岸でマイクロプラスチックを採集し、海洋シミュレーションを用いてマイクロプラスチックがどこから漂着したのか、海の流れについて考察する体験授業や、進行する地球温暖化や海洋酸性化が海洋の生態系に与える影響について議論する市民講座などがあります。

また、2018年度より、日本科学協会が推進してきた科学に関する出前授業「Cubic Earth-もしも地球が立方体だったら」と連携し、立方体地球に関する出前授業も実施することになりました。この授業は、現実にはあり得ない立方体の地球を仮定して、地球環境の仕組みを考えることにより、私たちが現在住んでいる丸い地球の環境がどのように作られているか、理解を深めることを目的としています。海の分布が大気や海洋の変動を通して、生物やヒトの活動にどのような影響を与えるか、海の役割が十分に議論されています。2018年度には立方体地球に関する授業の依頼が2件あり、高校生だけでなく教員を対象とした出前授業も実施しました。
本発表では、これまで行ってきた海の出前授業や立方体地球に関する情報を共有し、より多くの学生や教員に海洋学の魅力を伝えることを目的としています。

キーワード：出前授業、海洋科学、立方体地球
Keywords: Visiting lectures, Marine Science, Cubic Earth

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

作図と三角関数で地球中心核を伝わる地震波を理解する
Understanding seismic waves propagating through the Earth's core graphically

*加藤 護[1]
*Mamoru Kato[1]

1. 京都大学大学院人間・環境学研究科
1. Graduate School of Human and Environmental Studies Kyoto University

高校地学では地球内部構造を地震波を用いて知ることができることを学ぶ。この中で地球中心核の発見が扱われ、シャドーゾーンなどの概念が扱われる。しかし地球深部を伝播する地震波の挙動を直感的に理解することは簡単ではなく、教えにくい話題の一つとも言える。

本発表では簡略化した地球速度構造モデルを用いて地球中心核が地震波伝播に与える影響を整理する。提案するのは三角関数を用いた図解法である。これは地震波形データを用いて地球に核があることを初めて提案したOldhamや内核の存在を示したLehmannが用いた方法に倣ったものである。高校地学では核の存在を地震学史と関連づけて教えることも多いが、この図解法を用いることでその関連を強くすることが可能となる。

発表では簡略化した地球速度構造モデルを用いて、中心核がある場合の走時曲線を図示と三角関数を用いて求める。その上で核の影響がどのように観測されるかのエッセンスを整理する。

キーワード：地球中心核、高校地学
Keywords: Earth's core, High School Earth Scieneces

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

超簡易型地震観測装置の開発と超高速設置例
Development of easy seismometer and fastest observations

*酒井 慎一[1]、松本 聡[2]、飯尾 能久[3]、加藤 愛太郎[1]
*Shin'ichi Sakai[1], Satoshi Matsumoto[2], Yoshihisa Iio[3], Aitaro Kato[1]

1. 東京大学地震研究所、2. 九州大学大学院理学研究院付属地震火山観測研究センター、3. 京都大学防災研究所
1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 2. Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Seiences, Kyushu University, 3. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

地震の研究は、地震を観測することから始まる。現在は、Hi-netやS-netのような基盤的地震観測網が日本全国に整備され、そのデータを用いて多くの研究がなされている。そのような状況の中で、さらに分解能を高めたり検知能力を高めたりするための多点稠密観測も必要である。そこで、簡単に利用できる超簡易型地震観測装置を開発した（新学術研究領域研究「地殻ダイナミクス（代表：飯尾能久）」）。2000年鳥取県西部地震の震源域周辺では、現在も余震活動が続いている。それらの規模は小さいものの多数の地震が発生しているため、稠密な観測（約1km間隔で1000点の観測）を行うことで、その断層面やすべり方向を高精度で推定することができる。その結果と、地質調査で明らかになった地表で見られる断層との対比から、断層帯の発達過程を研究してきた。

この観測装置の特徴の一つは、超低消費電力である。単一乾電池48本（DCB48）で1年間の観測が可能である。さらにSIMカードを利用することでデータ伝送も可能である。データ回収や電池交換等の必要がないため、山間部や離島等、立ち入りが困難な場所での長期連続観測が可能である。もうひとつの特徴は、設置と運用が簡単であることである。地面に刺すだけで設置可能な地震計（固有周波数は2Hzと4.5Hzの2種類）が接続されていて、パソコン等での面倒な設定の必要はなく、ディップスイッチだけで、収録を開始させることができる。そのため、特別な技術の習得の必要はなく、地元の方々と一緒に設置作業を行うことができた。

現在、この簡単に利用できる観測装置が1000台ある。簡単に設置できるため、準備も簡単で、すぐに現地に持っていくことが可能である。そのため、これまで以上に迅速な臨時観測に赴くことができるようになった。この3年間で、2016年熊本地震、2017年鳥取県中部地震、2018年島根県東部の地震、2018年大阪府北部の地震等において、臨時観測を行うことができた。なお、設置が易しいため、高校生たちの理科実習にも利用している。
この超簡易型地震観測装置と超高速観測の事例を紹介する。

キーワード：簡単設置、稠密地震観測、低消費電力
Keywords: easy installation, dence seismic observation, ultra-low power consumption

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

「校庭で穴掘り隊」と「教室でコア見せ隊」：理科地学領域の学校内での体験授業

Proposing an educationally supporting system, “rent a core” and “extract a core” service

*植木 岳雪[1]
*Takeyuki Ueki[1]

1. 千葉科学大学危機管理学部
1. Faculty of Risk and Crisis Management, Chiba Institute of Science

小中高等学校の理科地学領域では，観察，観測，調査，巡検などの野外自然体験学習が求められ，その有用性も明らかである．しかし，都市化，時間の制約，安全確保などの問題によって，野外自然体験学習の実施率は低い．そこで，野外自然体験学習の代替となる教育方法・教材として，ボーリングコアの活用を挙げる．研究者が学校に出向いて，さまざまな機材・方法で短いコアを採取する「校庭で穴掘り隊」と，標準ボーリングコアを学校に持ち込み，生徒に観察させる「教室でコア見せ隊」の2つのサービスを始めた．本発表では，いくつかの中学校と高校における授業実践と生徒による評価を報告する．

キーワード：ボーリングコア、授業、アクティブ　ラーニング、地学教育、野外観察授業の代替
Keywords: boring core, class, active learning, earth science education, substitution of field work

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

研究データの初等中等および高等教育への適用
Application of research data to junior high school, high school and university educations

*梅村 宜生[1]、田中 良昌[2,3]、阿部 修司[4]、齊藤 泰雄[3]、中野 慎也[5]、新堀 淳樹[1]、南山 泰之[3]
*Norio Umemura[1], Yoshimasa Tanaka[2,3], Shuji Abe[4], Yasuo Saito[3], Shin ya Nakano[5], Atsuki Shinbori[1], Yasuyuki Minamiyama[3]

1. 名古屋大学 宇宙地球環境研究所、2. 情報・システム研究機構 極域環境データサイエンスセンター、3. 国立極地研究所、4. 九州大学 国際宇宙天気科学・教育センター、5. 統計数理研究所
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. Polar Environment Data Science Center, Research Organization of Information and Systems, 3. National Institute of Polar Research, 4. International Center for Space Weather Science and Education, Kyushu University, 5. The Institute of Statistical Mathematics

Society5.0の実現に向けて内閣府が推進する情報活用能力の育成および数理人材・データ関連人材の育成計画に則して、情報・システム研究機構は、機構が推進するデータサイエンス事業の一環として、2020年度に、大学および研究機関の研究データを、初等中等および高等教育（大学・大学院、高専教育、専修学校）に提供する活動を開始する。

その試行として、名古屋大学と九州大学を含めた先行プロジェクトは、試験用プラットフォームを構築して、まず、機構下の国立極地研究所が保有する極域の観測および採取データ（気候・環境、地質、宇宙、生物データ等）を対象に、

・データ管理：研究データを定常的に提供するためのオンライン管理
・データ情報整備：データ基本情報と、どのようなことが分かるか、どのような場面での利用が効果的か等の付帯情報の付与、可視化結果の付与
・データ陳列：実際のデータ提供（発見、識別、選択、入手）
・データ変換：一般的なソフトウェアでも取扱可能とするためのフォーマット変更
・データ融合：データ間の関連性の導出

を進めている。特にデータ変換は、バイナリ形式など研究の都合で採用されることの多いデータフォーマットを普遍的なアスキー形式に変換して取扱いを容易にする仕組みであり、データ情報と合わせて、科学への接触機会を増やすものである。データ融合は、データ駆動（Data-Driven）をキーワードに、関連性の高いデータを計算機がリストアップする仕組みであり、研究および教育の現場にて、科学の本質であるメカニズム解明のための数理的追求活動を訴求するものである。

2020年度の本展開では、取り扱うデータを全分野・全大学へ拡大して、上述のプラットフォームを公開するとともに、例えば、出前授業の開催、教材への適用、課外・課題活動への導入提案、人材育成プログラムの開講など、教育現場と連携して人的プロモーションを開始する。ニーズとシーズの連携、ハードとソフトの両インフラにより、包括的な知識高度化システムを起動し、循環させ、初等中等および高等教育課程における人材の情報処理能力および情報活用能力の向上を目指すとともに、科学本質およびそのプロセッシングに接触する機会を増やして、高度情報化社会を牽引するための高度知見を備えた人材の輩出を目指す。

キーワード：Society5.0、初等中等教育、高等教育、人材育成、情報活用、データサイエンス
Keywords: Society5.0, elementary and secondary education, higher education, human resource development, information utilization, data science

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日本で先駆けとなった高等学校の探究活動における科学倫理教育
The Education of Scientific Ethics of Science Research in Senior High School, a Pioneer in Japan

*川勝 和哉[1]
*Kazuya Kawakatsu[1]

1. 兵庫県立西脇高等学校
1. Hyogo Prefectural Nishiwaki senior high school

１．はじめに～科学倫理教育を始めた原点

平成18年に課題研究の指導を始めてすぐに感じたのは、科学倫理観の育成教育の必要性であった。当時は、全国でもまだ実施されていなかった「科学倫理」を学校設定科目として、初めて開講した。教科書は、筆者自らが執筆した。たとえば、石棺に関する研究の過程でこのようなことがあった。勤務校の敷地内の古代の大王のための石棺の研究を論文にまとめる際に、石棺の大きさを実感として示す目的で、生徒が中に横たわった写真を撮影して掲載した。この論文を、JSEC（Japan Science and Engineering Challenge）に応募したところ、この写真が倫理的に問題であるとの指摘を受けた。その後STAP細胞問題が報道され、これを機に、科学者にとって重要な倫理観について社会的に議論が活発になった。2021年から実施される高等学校の新学習指導要領でも、新教科「理数探求」が設定される。ここでは、科学倫理についても一定の紙面が割かれることになっている。高等学校で課題研究などの探究活動が実施されている以上、研究倫理の教育は必須である。

２．具体的な指導内容と方法

科学者には、必要な適性や資質としての専門的知識や技能を学ぶことが求められるが、より広く社会人としても、科学に対する基本的な知識や倫理観が求められる。将来科学者や技術者になろうとする生徒はもちろんのこと、科学者や技術者を将来の職業としない生徒に対しても、社会で起こっている、あるいは起ころうとしているさまざまな問題について正しく判断することができる知識を身につけ、個人としての客観的な判断が可能になるような考察の訓練をしておく必要がある。

科学倫理の学習は、探求活動が本格的に始まる前から始め、探究活動が一通り終わるまで研究と平行して実施する。倫理の基礎を学習した後、４～５名程度のグループに分かれて、生徒自らが設定するテーマについてグループワークをおこなう。教員はできる限り口出しせず、生徒の自発的な議論を見守るようにする。倫理観は、生徒相互の議論と、そこからあらたに見いだされる問題の共有によって醸成されるものであり、教員が一方的に教え込むことができるようなものではない。このグループワークは、１年間に３回にわけて実施する。議論の結果は、第１回目は口頭発表、第２回目はポスター発表、第３回目は論文発表という形で公開する。論文は、生徒ごとの進路に応じたテーマで、ひとりひとりの生徒が書く。発表会はすべて、他校の教員や生徒、保護者や地域住民に公開している。また、生徒がまとめた論文は、生徒研究論文集としてまとめ、無償配布する。

科学倫理の授業は、複数の教員によるチームティーチングの形式で実施する。筆者を中心に、理科、数学科、公民科、情報科、国語科、英語科などと連携して進め、自然科学を日常生活や社会とのつながりの中でとらえ、教育内容から生徒に対するコメントまで、複数の異なる目でチェックしながら進める。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

３．科学倫理教育の成果と評価

科学倫理の教育が進むにつれて、生徒が報道を見聞きする姿勢が明らかに変化する。報道に対しても批判的な視点で見るようになり、複眼的視点で物事を判断するようになる。一方、教師の日ごろの言動にも変化がみられる。教師は、これまで何気なく発言していた内容や発言方法に注意を払うようになるなどし、明らかに教員自身の倫理観や人権意識が向上している。科学倫理のような科目は、評価の方法が難しい。毎時間のグループ研究にどのようにかかわったかとか、発表会での言動など、具体的な評価項目で総合的に評価する。

キーワード：探究活動、科学倫理、グループワーク、チームティーチング、複眼的視点
Keywords: Science Research, Scientific Ethics, Group Work, Team Teaching, Compound Eye Viewpoint

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_25

[M-IS24] 海底～海面を貫通する海域観測データの統合解析

コンビーナ:有吉 慶介(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、木戸 元之(東北大学 災害科学国際研究所)、稲津 大祐(東京海洋大学)、高橋 成実(防災科学技術研究所)

海底圧力計は，地殻変動・海洋変動・潮汐変動・大気圧変動・機器特性ドリフトなど，様々な成分を含んでいる．そのため，地震学者にとって海洋変動などはノイズとして扱われることになるが，専門外の海洋変動を定量的に除去することは現実的に困難である．同様に，海洋物理学者にとっては，地殻変動成分を除去することは困難である．このような問題は，海中音響測距での海水密度変化などにも当てはまる．そこで本セッションでは，これらの相補的な関係に注目して，領域を超えた共同研究の在り方・進め方について議論を行う場とすべく，冒頭の諸現象について幅広い投稿を歓迎する．

[MIS24-P01] 「ちきゅう」&DONETを活用した海底～大気の同時貫通観測

*有吉 慶介[1]、飯沼 卓史[1]、西田 周平[1]、町田 祐弥[1]、宮澤 泰正[1]、美山 透[1]、内田 裕[1]、永野 憲[1]、脇田 昌英[1]、藤田 実季子[1]、桑谷 立[1]、藤原 周[1]、木元 克典[1]、中野 善之[1]、川合 義美[1]、市川 香[2]、長谷川 拓也[5]、吉田 聡[3]、藤 亜希子[4] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.九州大学、3.京都大学、4.東京大学、5.東北大学)

[MIS24-P02] 紀伊半島沖黒潮域の海底水圧の時空間変動

*小松 幸生[1,2]、吉田 聡[3]、有吉 慶介[4] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科、2.東京大学大気海洋研究所、3.京都大学防災研究所、4.海洋研究開発機構)

[MIS24-P03] 内部重力波の影響を考慮したGPS-A観測について

*木戸 元之[1]、松井 凌[2]、丹羽 淑博[3]、本荘 千枝[2] (1.東北大学 災害科学国際研究所、2.東北大学大学院 理学研究科、3.東京大学 海洋アライアンス)

[MIS24-P04] 小型軽量なマイクロ波放射計を用いた潮岬における可降水量の観測

*箕輪 昌裕[1]、奥村 成皓[1]、井上 修平[1]、髙島 祐弥[1]、吉田 聡[2]、大石 哲[3]、大西 利和[4]、小川 英夫[4] (1.古野電気株式会社、2.京都大学、3.神戸大学、4.大阪府立大学)

[MIS24-P05] セイルドローンによる日本南岸黒潮大蛇行流路の横断観測

★招待講演

*永野 憲[1]、安藤 健太郎[1] (1.海洋研究開発機構)

[MIS24-P06] 北海道南東岸沖における親潮の後退に関係した海底圧力変動

*長谷川 拓也[1]、永野 憲[2]、松本 浩幸[2]、有吉 慶介[2]、脇田 昌英[2] (1.東北大学、2.海洋研究開発機構)

[MIS24-P07] ヒクランギ沈み込み帯における非潮汐成分の係数補正を用いた海底圧力計の地殻変動検出

*井上 智裕[1]、村本 智也[2]、稲津 大祐[3]、伊藤 喜宏[4]、日野 亮太[5]、太田 和晃[4]、鈴木 秀市[5] (1.京都大学、2.産業技術総合研究所、3.東京海洋大学、4.京都大学防災研究所、5.東北大学)

「ちきゅう」&DONET を活用した海底～大気の同時貫通観測
A simultaneous observation from seafloor to atmosphere by using “Chikyu” and DONET

*有吉 慶介[1]、飯沼 卓史[1]、西田 周平[1]、町田 祐弥[1]、宮澤 泰正[1]、美山 透[1]、内田 裕[1]、永野 憲[1]、脇田 昌英[1]、藤田 実季子[1]、桑谷 立[1]、藤原 周[1]、木元 克典[1]、中野 善之[1]、川合 義美[1]、市川 香[2]、長谷川 拓也[5]、吉田 聡[3]、藤 亜希子[4]
*Keisuke Ariyoshi[1], Takeshi Iinuma[1], Shuhei Nishida[1], Yuya Machida[1], Yasumasa Miyazawa[1], Toru Miyama[1], Hiroshi Uchida[1], Akira Nagano[1], Masahide Wakita[1], Mikiko Fujita[1], Tatsu Kuwatani[1], Amane Fujiwara[1], Katsunori Kimoto[1], Yoshiyuki Nakano[1], Yoshimi Kawai[1], Kaoru Ichikawa[2], Takuya Hasegawa[5], Akira Kuwano-Yoshida[3], Akiko Toh[4]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. 九州大学、3. 京都大学、4. 東京大学、5. 東北大学
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Kyusyu University, 3. Kyoto University, 4. The University of Tokyo, 5. Tohoku University

南海トラフ沿いで発生する ”ゆっくり地震” [1] の一種である超低周波地震は，地震発生帯の深部側遷移域に位置する30kmの等深線上に沿って分布しており，その震源が移動する現象が陸上の稠密観測網から捉えられている [2].

この”ゆっくり地震”は，地震発生帯の浅部側の遷移域でも起きると考えられており [3]，海溝型巨大地震の発生過程を観測から直接捉える上で重要な情報となることが期待される.

これまで我々は，海底圧力の時系列データから海底地殻変動と海洋変動それぞれの成分を高精度で分離することを目的とした，海底～上空での同時観測を実施すべく，海底地震津波観測網が敷設されているDONETの直上において「ちきゅう」を使った大気海洋観測を試験的に行ってきた.

2018年度は，IODP Expedition 358 の機会を狙って，同じ領域(孔内観測点C0002)で実施される長期掘削作業期間中（2018/10/7～2019/03/21）に，前回と同様の（気象・海面高度・可降水量・海洋特性）同時観測に加え、新たに表層海水の蛍光光度およびpHの連続観測を実施中である．本講演では，連携して同時実施したキャンペーン観測との関連性も含めて，その概要について紹介する予定である.

参考文献： [1] S. Ide et al., *Nature* 447, 76-79 (2007). [2] K. Obara & S. Sekine, *Earth Planets Space* 61, 853-862 (2009). [3] S.Y. Schwartz & J.M. Rokosky, *Rev. Geophys.* 45, RC3004 (2007).

キーワード：沈み込み帯、海溝型巨大地震、海洋変動
Keywords: subduction zone, megathrust earthquake, ocean current

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

紀伊半島沖黒潮域の海底水圧の時空間変動
Spatio-temporal variation of water pressure on the sea bottom in the Kuroshio region south of Kii Peninsula

*小松 幸生[1,2]、吉田 聡[3]、有吉 慶介[4]
*Kosei Komatsu[1,2], Akira Kuwano-Yoshida[3], Keisuke Ariyoshi[4]

1. 東京大学大学院新領域創成科学研究科、2. 東京大学大気海洋研究所、3. 京都大学防災研究所、4. 海洋研究開発機構
1. Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 3. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 4. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Profiles of water mass and horizontal current-velocity were observed from the sea surface down to the bottom on the 13 points of the Dense Ocean floor Network system for Earthquakes and Tsunamis (DONET) arranged south of Kii Peninsula, in the cruise of the R/V Shinsei-maru conducted in October 10-21, 2018. The cruise also conducted one-day continuous profiling on the two DONET points. The main purposes of this cruise were to elucidate the spatio-temporal variation of water pressure on the sea bottom associated with the mesoscale eddies and sub-mesoscale frontal disturbances in the Kuroshio region, and to validate the accuracy of detecting several oceanic events followed by fluctuation of the Kuroshio current-path by DONET from the ocean floor, as part of the observational campaigns. In the cruise period, the Kuroshio has taken a large meander path for the first time in twelve years. Therefore, the Kuroshio flowed far away from Kii Peninsula and all the DONET points were covered with the slope waters. We will discuss the capability of DONET to detect relatively calm events in the slope waters on the northern side of the Kuroshio front as an exceptionally rare case.

キーワード：黒潮、DONET、水圧、黒潮大蛇行
Keywords: Kuroshio, DONET, water pressure, Kuroshio large meander

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

内部重力波の影響を考慮したGPS-A観測について
GPS-A measurement considering the existence of internal gravity wave

*木戸 元之[1]、松井 凌[2]、丹羽 淑博[3]、本荘 千枝[2]
*Motoyuki Kido[1], Ryo Matsui[2], Yoshihiro Niwa[3], Chie Honsho[2]

1. 東北大学 災害科学国際研究所、2. 東北大学大学院 理学研究科、3. 東京大学 海洋アライアンス
1. International Research Institute for Disaster Science, Tohoku University, 2. School of Science, Tohoku University, 3. Ocean Alliance, the University of Tokyo

GPS-A観測の測位精度に直結する海中音速の取り扱いについて、水平成層構造を仮定した従来の「成層モデル」から、水平方向の長波長空間不均質を傾斜構造で近似した「勾配モデル」を適用する取り組みが本格化しつつある。キャンペーン観測中持続するような time-invariant な勾配については、海底局３局以上なら移動観測で、5局以上なら定点観測で解く方法が定式化され、実データでも補正効果が実証されている。一方、5局以上の定点観測の場合、時間変化する勾配についても原理的には解けることが示されているが、実データへの適用では効果を上げていない。我々は、走時残差の周期的なゆらぎから、時間変化する空間不均質の要因が内部重力波であると考え、実在する内部重力波の典型的な波長が勾配近似に耐え得るかどうかを、数値実験により検証した。

はじめに、傾斜近似が破綻する内部波の波長について数値的に調べ、波長が海底局アレイの広がり（水深と同程度）と同程度以下になると、モデル誤差が許容できない量になることを見出した。次に、そのような短波長の内部波が観測点付近に存在するかどうかを、次に示す手順で検証した。内部波の励起源である伊豆・小笠原リッジからGPS-A観測点のある熊野灘を通り、主な潮汐流の向きともほぼ平行な２次元断面について、主要４分潮による順圧潮汐流と海底地形との相互作用で励起される内部波を数値シミュレーションにより再現した。M_2分潮に相当する波長100km程度の半日周期の内部波が卓越する中、非線形相互作用でカスケードダウンされた短波長の内部波も無視し得ない振幅で存在することがわかった。得られた内部波によって振動するポテンシャル密度プロファイルから音速場を時間の関数として算出し、それに基づいたGPS-Aの疑似観測走時を作成して測位解の時系列を求めたところ、実測で得られる測位解のゆらぎと同程度の周期・振幅を持つことがわかった。さらに詳しく見ると、浅い部分の内部波は周期１時間程度のゆらぎのため、振幅は大きくてもある程度の時間平均で除去できるのに対し、深い部分の内部波は比較的周期が長く時間平均による除去が困難で、測位解の系統誤差の最大の原因となっていることを突き止めた。

この深い部分の内部波をモデル化し解析に組み入れるために、空間不均質の形状を規定せずに、個々の海底局周辺の水塊ごとに音速の時間変化を推定する「各局擾乱モデル」を提案した。推定すべき未知数が勾配モデルより多くなるため、海上局を２つにして走時データを増やす方法を採用する。最近では自律観測可能な海上プラットフォームの開発も進んでおり、海上多点観測は近い将来実現可能な方法であると考えている。現在、最適な海上局配置について、数値実験および解析的手法により検討中である。

キーワード：GPS音響、海中音速、内部重力波、海底地殻変動
Keywords: GPS-Acoustic, sound speed in ocean, internal gravity wave, seafloor crustal deformation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

小型軽量なマイクロ波放射計を用いた潮岬における可降水量の観測
Measurement of precipitable water vapor using small and lightweight microwave radiometer

*箕輪 昌裕[1]、奥村 成皓[1]、井上 修平[1]、髙島 祐弥[1]、吉田 聡[2]、大石 哲[3]、大西 利和[4]、小川 英夫[4]
*Masahiro Minowa[1], Shigeaki Okumura[1], Shuhei Inoue[1], Yuya Takashima[1], Akira Kuwano-Yoshida[2], Satoru Oishi[3], Toshikazu Onishi[4], Hideo Ogawa[4]

1. 古野電気株式会社、2. 京都大学、3. 神戸大学、4. 大阪府立大学
1. FURUNO ELECTRIC CO., LTD., 2. Kyoto Univ., 3. Kobe Univ., 4. Osaka Pref. Univ.

マイクロ波放射計は上空に存在する水蒸気からの放射を観測する装置である。現在、小型・軽量なマイクロ波放射計の試験観測を京都大学防災研究所潮岬風力実験所(latitude: 33.4466, longitude: 135.7563)にて実施しており、リアルタイムかつ補正情報を必要とせず、直上の可降水量を推定可能な装置を目指して開発を進めている。小型軽量であるため、船舶等の移動体への搭載も容易である。本発表では熊野灘掘削中の「ちきゅう」、「新青丸」、「勢水丸」、潮岬風力実験所での大気海洋海陸同時観測期間を含む2018年9月27日から2019年1月14日までの観測結果を発表する。

リファレンスとして、気象庁潮岬特別地域気象観測所にて計測されるラジオゾンデの観測データを用いた。ラジオゾンデの観測データはIntegrated Global Radiosonde Archiveにて公開されているものを使用した。なお，2018年10月11日から10月20日、11月5日から11月15日の期間は京都大学潮岬風力実験所から独自に打ち上げられたラジオゾンデのデータも使用した。ラジオゾンデに加えて、GNSSを用いた推定可降水量も使用した。具体的には、RTNet (Hitachi Zosen, Osaka, Japan)を用いて天頂対流圏遅延量を計測し、地上の気圧、気温から可降水量を推定した。解析の結果、降雨中を除けば、マイクロ波放射計の観測結果とラジオゾンデおよびGNSSの観測結果とが高い相関であることを確認した。これは、小型軽量なマイクロ波放射計試作機でも可降水量を推定出来る可能性があることを示唆している。

キーワード：マイクロ波放射計、可降水量
Keywords: microwave radiometer, precipitable water vapor

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

セイルドローンによる日本南岸黒潮大蛇行流路の横断観測
Observation Across the Large-meander Path of the Kuroshio South of Japan by a Saildrone

*永野 憲[1]、安藤 健太郎[1]
*Akira Nagano[1], Kentaro Ando[1]

1. 海洋研究開発機構
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC)

日本南岸の黒潮は，2017年9月以降，大蛇行流路を取っている．過去のほとんどの大蛇行流路とは異なり，今回の大蛇行流路は流路が不安定である点で特異である (Nagano et al., 2018)．この特異性は，黒潮の流速構造に起因すると予想される．この大蛇行流路の力学機構を理解するためには，ポテンシャル渦度に基づく解析が必要であり，空間的に高い解像度の流速ベクトル場の観測が必須である．セイルドローンは，長さ7m，高さ5mの自律型無人艇であり，数ヵ月の洋上観測を衛星通信による制御で行う観測プラットフォームである．取得したデータは，衛星通信を通して我々のもとに転送される．HYCOMリアルタイムナウキャストデータを用いて黒潮の位置をモニターすることで，不安定タイプ大蛇行流路のような変動性に富む海流の観測を行うこともできる．海面から深度約100mまでの流速ベクトルをセイルドローンに取り付けた300kHz音響式ドップラー流速プロファイラー（ADCP）で1分毎に取得した．さらに，水温と塩分，および気象要素（風向風速，湿度，気温等）もセイルドローンに取り付けたセンサーで計測した．ナウキャスト表層流速マップをもとに，黒潮の大まかな場所を特定し，5回の横断観測ADCP流速データが得られた．このデータを用いて，大蛇行流路の力学機構を議論する．

キーワード：黒潮、大蛇行流路、セイルドローン
Keywords: Kuroshio, Large-meander path, Saildrone

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道南東岸沖における親潮の後退に関係した海底圧力変動
Variations in ocean bottom pressure associated with the retreat of the Oyashio current off the southeastern coast of Hokkaido, Japan

*長谷川 拓也[1]、永野 憲[2]、松本 浩幸[2]、有吉 慶介[2]、脇田 昌英[2]
*Takuya Hasegawa[1], Akira Nagano[2], Hiroyuki Matsumoto[2], Keisuke Ariyoshi[2], Masahide Wakita[2]

1. 東北大学、2. 海洋研究開発機構
1. Tohoku University, 2. JAMSTEC

To investigate the impact of Oyashio current variation on bottom pressure (BP) at observation stations PG1 (41.7040N, 144.4375E) and PG2 (42.2365N, 144.8454E), which are located in the onshore region of the Kuril Trench off Kushiro-Tokachi, altimetric sea surface height (SSH) and ocean bottom pressure (OBP) gauge data were evaluated. Two and a half years after El Nino, during 2007–2008 and 2012–2013, the Oyashio retreated toward the northeast due to warm-core rings, which were inferred from SSH elevations at both stations. Due to the barotropic nature of the Oyashio, BP at PG1 near the offshore edge of the continental shelf is enhanced corresponding to the SSH elevations. Meanwhile, at PG2, BP remained relatively unchanged in spite of the high SSH variability because the main pycnocline adjusted rapidly to the SSH elevations. BP changes at PG1 caused by the northeastward retreat of the Oyashio cannot be neglected to detect BP change by crustal deformations.

Acknowledgements: The authors would like to thank Prof. D. Inazu (Tokyo University of Marine Science and Technology) and Dr. Y. Itoh (Kyoto Univerisity) for their insightful comments. This work was partly supported by the Japan Society for the Promotion of Science (JSPS), Grant-in-Aid for Scientific Research (15H04228, 15H02835, 17K05660).

キーワード：海底圧力、親潮、海面高度、エルニーニョ
Keywords: ocean bottom pressure, Oyashio current, sea surface height, El Nino

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ヒクランギ沈み込み帯における非潮汐成分の係数補正を用いた海底圧力計の地殻変動検出

Detection of seafloor crustal deformation from ocean bottom pressure data after applying amplitude corrections on non-tidal components in Hikurangi subduction margin

*井上 智裕[1]、村本 智也[2]、稲津 大祐[3]、伊藤 喜宏[4]、日野 亮太[5]、太田 和晃[4]、鈴木 秀市[5]
*Tomohiro Inoue[1], Tomoya Muramoto[2], Daisuke Inazu[3], Yoshihiro Ito[4], Ryota Hino[5], Kazuaki Ohta[4], Syuichi Suzuki[5]

1. 京都大学、2. 産業技術総合研究所、3. 東京海洋大学、4. 京都大学防災研究所、5. 東北大学
1. Kyoto University, 2. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 3. Tokyo University of Marine Science and Technology, 4. Disaster Prevention Research Institute, 5. Tohoku University

Seafloor observation networks with ocean bottom pressure gauges (OBPG) are widely deployed to detect seafloor crustal deformation derived from tectonic events, such as slow slip events (SSE) now observed in many subduction zones worldwide. Data processing to detect SSE from OBPG data has, however, a serious issue, in which the observed pressure data as the height of the water column above OBPGs includes both the tidal and non-tidal components from oceanic mass shifts, as well as the tectonic components. Because the non-tidal component has amplitude and duration comparable to those of tectonic component, it should be removed from the observed data appropriately for detecting SSE. A global barotropic ocean model has been recently utilized to detect vertical displacement during SSEs from observed pressure data (e.g. Muramoto et al., 2019). Driven by assimilated surface wind vectors and air pressure at the sea surface from atmospheric disturbances (Inazu et al., 2012), the model simulates the total pressure field at the bottom of the sea. However, the modeled non-tidal components are not necessarily coincident with those of the observed records especially in amplitudes. We here propose a novel correction method to reduce the effect of non-tidal component on observed OBP records in the Hikurangi subduction margin.

To reduce the non-tidal component on observed data, we minimize differences between observed and modeled non-tidal components on OBPG data using amplitude correction factor. The observed and modeled components show high correlation with no phase difference, whereas their amplitudes are not completely consistent with each other; the amplitude of the modeled component is generally smaller than that of the observed one in the target area. After removing tidal components and instrumental drift with BAYTAP08 (Tamura et al., 2008), we calculate a correction factor that is a scaling factor of observed/modeled amplitudes of non-tidal components by minimizing the total residual between observed and corrected model amplitude. After multiplying the correction factor to the modeled one, we remove it from the observed OBPG data to reduce the non-tidal variations more effectively than previous works. As the results, variances of time series of OBP record after removal of tide and non-tidal components decreased ~ 30% at most. It is expected that detection ability of tectonic movement is improved by taking pressure differences from the record at a reference site, which is also processed by the same procedure.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_41

[M-IS24] 海底～海面を貫通する海域観測データの統合解析

コンビーナ:有吉 慶介(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、木戸 元之(東北大学 災害科学国際研究所)、稲津 大祐(東京海洋大学)、高橋 成実(防災科学技術研究所)

海底圧力計は，地殻変動・海洋変動・潮汐変動・大気圧変動・機器特性ドリフトなど，様々な成分を含んでいる．そのため，地震学者にとって海洋変動などはノイズとして扱われることになるが，専門外の海洋変動を定量的に除去することは現実的に困難である．同様に，海洋物理学者にとっては，地殻変動成分を除去することは困難である．このような問題は，海中音響測距での海水密度変化などにも当てはまる．そこで本セッションでは，これらの相補的な関係に注目して，領域を超えた共同研究の在り方・進め方について議論を行う場とすべく，冒頭の諸現象について幅広い投稿を歓迎する．

[MIS24-P01] 「ちきゅう」&DONETを活用した海底～大気の同時貫通観測

*有吉 慶介[1]、飯沼 卓史[1]、西田 周平[1]、町田 祐弥[1]、宮澤 泰正[1]、美山 透[1]、内田 裕[1]、永野 憲[1]、脇田 昌英[1]、藤田 実季子[1]、桑谷 立[1]、藤原 周[1]、木元 克典[1]、中野 善之[1]、川合 義美[1]、市川 香[2]、長谷川 拓也[5]、吉田 聡[3]、藤 亜希子[4] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.九州大学、3.京都大学、4.東京大学、5.東北大学)

[MIS24-P02] 紀伊半島沖黒潮域の海底水圧の時空間変動

*小松 幸生[1,2]、吉田 聡[3]、有吉 慶介[4] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科、2.東京大学大気海洋研究所、3.京都大学防災研究所、4.海洋研究開発機構)

[MIS24-P03] 内部重力波の影響を考慮したGPS-A観測について

*木戸 元之[1]、松井 凌[2]、丹羽 淑博[3]、本荘 千枝[2] (1.東北大学 災害科学国際研究所、2.東北大学大学院 理学研究科、3.東京大学 海洋アライアンス)

[MIS24-P04] 小型軽量なマイクロ波放射計を用いた潮岬における可降水量の観測

*箕輪 昌裕[1]、奥村 成皓[1]、井上 修平[1]、髙島 祐弥[1]、吉田 聡[2]、大石 哲[3]、大西 利和[4]、小川 英夫[4] (1.古野電気株式会社、2.京都大学、3.神戸大学、4.大阪府立大学)

[MIS24-P05] セイルドローンによる日本南岸黒潮大蛇行流路の横断観測

★招待講演

*永野 憲[1]、安藤 健太郎[1] (1.海洋研究開発機構)

[MIS24-P06] 北海道南東岸沖における親潮の後退に関係した海底圧力変動

*長谷川 拓也[1]、永野 憲[2]、松本 浩幸[2]、有吉 慶介[2]、脇田 昌英[2] (1.東北大学、2.海洋研究開発機構)

[MIS24-P07] ヒクランギ沈み込み帯における非潮汐成分の係数補正を用いた海底圧力計の地殻変動検出

*井上 智裕[1]、村本 智也[2]、稲津 大祐[3]、伊藤 喜宏[4]、日野 亮太[5]、太田 和晃[4]、鈴木 秀市[5] (1.京都大学、2.産業技術総合研究所、3.東京海洋大学、4.京都大学防災研究所、5.東北大学)

「ちきゅう」&DONET を活用した海底～大気の同時貫通観測
A simultaneous observation from seafloor to atmosphere by using “Chikyu” and DONET

*有吉 慶介[1]、飯沼 卓史[1]、西田 周平[1]、町田 祐弥[1]、宮澤 泰正[1]、美山 透[1]、内田 裕[1]、永野 憲[1]、脇田 昌英[1]、藤田 実季子[1]、桑谷 立[1]、藤原 周[1]、木元 克典[1]、中野 善之[1]、川合 義美[1]、市川 香[2]、長谷川 拓也[5]、吉田 聡[3]、藤 亜希子[4]
*Keisuke Ariyoshi[1], Takeshi Iinuma[1], Shuhei Nishida[1], Yuya Machida[1], Yasumasa Miyazawa[1], Toru Miyama[1], Hiroshi Uchida[1], Akira Nagano[1], Masahide Wakita[1], Mikiko Fujita[1], Tatsu Kuwatani[1], Amane Fujiwara[1], Katsunori Kimoto[1], Yoshiyuki Nakano[1], Yoshimi Kawai[1], Kaoru Ichikawa[2], Takuya Hasegawa[5], Akira Kuwano-Yoshida[3], Akiko Toh[4]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. 九州大学、3. 京都大学、4. 東京大学、5. 東北大学
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Kyusyu University, 3. Kyoto University, 4. The University of Tokyo, 5. Tohoku University

南海トラフ沿いで発生する ”ゆっくり地震” [1] の一種である超低周波地震は，地震発生帯の深部側遷移域に位置する30kmの等深線上に沿って分布しており，その震源が移動する現象が陸上の稠密観測網から捉えられている [2].

この”ゆっくり地震”は，地震発生帯の浅部側の遷移域でも起きると考えられており [3]，海溝型巨大地震の発生過程を観測から直接捉える上で重要な情報となることが期待される.

これまで我々は，海底圧力の時系列データから海底地殻変動と海洋変動それぞれの成分を高精度で分離することを目的とした，海底～上空での同時観測を実施すべく，海底地震津波観測網が敷設されているDONETの直上において「ちきゅう」を使った大気海洋観測を試験的に行ってきた.

2018年度は，IODP Expedition 358 の機会を狙って，同じ領域(孔内観測点C0002)で実施される長期掘削作業期間中（2018/10/7～2019/03/21）に，前回と同様の（気象・海面高度・可降水量・海洋特性）同時観測に加え、新たに表層海水の蛍光光度およびpHの連続観測を実施中である．本講演では，連携して同時実施したキャンペーン観測との関連性も含めて，その概要について紹介する予定である.

参考文献： [1] S. Ide et al., *Nature* 447, 76-79 (2007). [2] K. Obara & S. Sekine, *Earth Planets Space* 61, 853-862 (2009). [3] S.Y. Schwartz & J.M. Rokosky, *Rev. Geophys.* 45, RC3004 (2007).

キーワード：沈み込み帯、海溝型巨大地震、海洋変動
Keywords: subduction zone, megathrust earthquake, ocean current

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

紀伊半島沖黒潮域の海底水圧の時空間変動
Spatio-temporal variation of water pressure on the sea bottom in the Kuroshio region south of Kii Peninsula

*小松 幸生[1,2]、吉田 聡[3]、有吉 慶介[4]
*Kosei Komatsu[1,2], Akira Kuwano-Yoshida[3], Keisuke Ariyoshi[4]

1. 東京大学大学院新領域創成科学研究科、2. 東京大学大気海洋研究所、3. 京都大学防災研究所、4. 海洋研究開発機構
1. Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 3. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 4. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Profiles of water mass and horizontal current-velocity were observed from the sea surface down to the bottom on the 13 points of the Dense Ocean floor Network system for Earthquakes and Tsunamis (DONET) arranged south of Kii Peninsula, in the cruise of the R/V Shinsei-maru conducted in October 10-21, 2018. The cruise also conducted one-day continuous profiling on the two DONET points. The main purposes of this cruise were to elucidate the spatio-temporal variation of water pressure on the sea bottom associated with the mesoscale eddies and sub-mesoscale frontal disturbances in the Kuroshio region, and to validate the accuracy of detecting several oceanic events followed by fluctuation of the Kuroshio current-path by DONET from the ocean floor, as part of the observational campaigns. In the cruise period, the Kuroshio has taken a large meander path for the first time in twelve years. Therefore, the Kuroshio flowed far away from Kii Peninsula and all the DONET points were covered with the slope waters. We will discuss the capability of DONET to detect relatively calm events in the slope waters on the northern side of the Kuroshio front as an exceptionally rare case.

キーワード：黒潮、DONET、水圧、黒潮大蛇行
Keywords: Kuroshio, DONET, water pressure, Kuroshio large meander

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

内部重力波の影響を考慮したGPS-A観測について
GPS-A measurement considering the existence of internal gravity wave

*木戸 元之[1]、松井 凌[2]、丹羽 淑博[3]、本荘 千枝[2]
*Motoyuki Kido[1], Ryo Matsui[2], Yoshihiro Niwa[3], Chie Honsho[2]

1. 東北大学 災害科学国際研究所、2. 東北大学大学院 理学研究科、3. 東京大学 海洋アライアンス
1. International Research Institute for Disaster Science, Tohoku University, 2. School of Science, Tohoku University, 3. Ocean Alliance, the University of Tokyo

GPS-A観測の測位精度に直結する海中音速の取り扱いについて、水平成層構造を仮定した従来の「成層モデル」から、水平方向の長波長空間不均質を傾斜構造で近似した「勾配モデル」を適用する取り組みが本格化しつつある。キャンペーン観測中持続するような time-invariant な勾配については、海底局３局以上なら移動観測で、5局以上なら定点観測で解く方法が定式化され、実データでも補正効果が実証されている。一方、5局以上の定点観測の場合、時間変化する勾配についても原理的には解けることが示されているが、実データへの適用では効果を上げていない。我々は、走時残差の周期的なゆらぎから、時間変化する空間不均質の要因が内部重力波であると考え、実在する内部重力波の典型的な波長が勾配近似に耐え得るかどうかを、数値実験により検証した。

はじめに、傾斜近似が破綻する内部波の波長について数値的に調べ、波長が海底局アレイの広がり（水深と同程度）と同程度以下になると、モデル誤差が許容できない量になることを見出した。次に、そのような短波長の内部波が観測点付近に存在するかどうかを、次に示す手順で検証した。内部波の励起源である伊豆・小笠原リッジからGPS-A観測点のある熊野灘を通り、主な潮汐流の向きともほぼ平行な２次元断面について、主要４分潮による順圧潮汐流と海底地形との相互作用で励起される内部波を数値シミュレーションにより再現した。M_2分潮に相当する波長100km程度の半日周期の内部波が卓越する中、非線形相互作用でカスケードダウンされた短波長の内部波も無視し得ない振幅で存在することがわかった。得られた内部波によって振動するポテンシャル密度プロファイルから音速場を時間の関数として算出し、それに基づいたGPS-Aの疑似観測走時を作成して測位解の時系列を求めたところ、実測で得られる測位解のゆらぎと同程度の周期・振幅を持つことがわかった。さらに詳しく見ると、浅い部分の内部波は周期１時間程度のゆらぎのため、振幅は大きくてもある程度の時間平均で除去できるのに対し、深い部分の内部波は比較的周期が長く時間平均による除去が困難で、測位解の系統誤差の最大の原因となっていることを突き止めた。

この深い部分の内部波をモデル化し解析に組み入れるために、空間不均質の形状を規定せずに、個々の海底局周辺の水塊ごとに音速の時間変化を推定する「各局擾乱モデル」を提案した。推定すべき未知数が勾配モデルより多くなるため、海上局を２つにして走時データを増やす方法を採用する。最近では自律観測可能な海上プラットフォームの開発も進んでおり、海上多点観測は近い将来実現可能な方法であると考えている。現在、最適な海上局配置について、数値実験および解析的手法により検討中である。

キーワード：GPS音響、海中音速、内部重力波、海底地殻変動
Keywords: GPS-Acoustic, sound speed in ocean, internal gravity wave, seafloor crustal deformation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

小型軽量なマイクロ波放射計を用いた潮岬における可降水量の観測
Measurement of precipitable water vapor using small and lightweight microwave radiometer

*箕輪 昌裕[1]、奥村 成皓[1]、井上 修平[1]、髙島 祐弥[1]、吉田 聡[2]、大石 哲[3]、大西 利和[4]、小川 英夫[4]
*Masahiro Minowa[1], Shigeaki Okumura[1], Shuhei Inoue[1], Yuya Takashima[1], Akira Kuwano-Yoshida[2], Satoru Oishi[3], Toshikazu Onishi[4], Hideo Ogawa[4]

1. 古野電気株式会社、2. 京都大学、3. 神戸大学、4. 大阪府立大学
1. FURUNO ELECTRIC CO., LTD., 2. Kyoto Univ., 3. Kobe Univ., 4. Osaka Pref. Univ.

マイクロ波放射計は上空に存在する水蒸気からの放射を観測する装置である。現在、小型・軽量なマイクロ波放射計の試験観測を京都大学防災研究所潮岬風力実験所(latitude: 33.4466, longitude: 135.7563)にて実施しており、リアルタイムかつ補正情報を必要とせず、直上の可降水量を推定可能な装置を目指して開発を進めている。小型軽量であるため、船舶等の移動体への搭載も容易である。本発表では熊野灘掘削中の「ちきゅう」、「新青丸」、「勢水丸」、潮岬風力実験所での大気海洋海陸同時観測期間を含む2018年9月27日から2019年1月14日までの観測結果を発表する。

リファレンスとして、気象庁潮岬特別地域気象観測所にて計測されるラジオゾンデの観測データを用いた。ラジオゾンデの観測データはIntegrated Global Radiosonde Archiveにて公開されているものを使用した。なお，2018年10月11日から10月20日、11月5日から11月15日の期間は京都大学潮岬風力実験所から独自に打ち上げられたラジオゾンデのデータも使用した。ラジオゾンデに加えて、GNSSを用いた推定可降水量も使用した。具体的には、RTNet (Hitachi Zosen, Osaka, Japan)を用いて天頂対流圏遅延量を計測し、地上の気圧、気温から可降水量を推定した。解析の結果、降雨中を除けば、マイクロ波放射計の観測結果とラジオゾンデおよびGNSSの観測結果とが高い相関であることを確認した。これは、小型軽量なマイクロ波放射計試作機でも可降水量を推定出来る可能性があることを示唆している。

キーワード：マイクロ波放射計、可降水量
Keywords: microwave radiometer, precipitable water vapor

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

セイルドローンによる日本南岸黒潮大蛇行流路の横断観測
Observation Across the Large-meander Path of the Kuroshio South of Japan by a Saildrone

*永野 憲[1]、安藤 健太郎[1]
*Akira Nagano[1], Kentaro Ando[1]

1. 海洋研究開発機構
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC)

日本南岸の黒潮は，2017年9月以降，大蛇行流路を取っている．過去のほとんどの大蛇行流路とは異なり，今回の大蛇行流路は流路が不安定である点で特異である (Nagano et al., 2018)．この特異性は，黒潮の流速構造に起因すると予想される．この大蛇行流路の力学機構を理解するためには，ポテンシャル渦度に基づく解析が必要であり，空間的に高い解像度の流速ベクトル場の観測が必須である．セイルドローンは，長さ7m，高さ5mの自律型無人艇であり，数ヵ月の洋上観測を衛星通信による制御で行う観測プラットフォームである．取得したデータは，衛星通信を通して我々のもとに転送される．HYCOMリアルタイムナウキャストデータを用いて黒潮の位置をモニターすることで，不安定タイプ大蛇行流路のような変動性に富む海流の観測を行うこともできる．海面から深度約100mまでの流速ベクトルをセイルドローンに取り付けた300kHz音響式ドップラー流速プロファイラー（ADCP）で1分毎に取得した．さらに，水温と塩分，および気象要素（風向風速，湿度，気温等）もセイルドローンに取り付けたセンサーで計測した．ナウキャスト表層流速マップをもとに，黒潮の大まかな場所を特定し，5回の横断観測ADCP流速データが得られた．このデータを用いて，大蛇行流路の力学機構を議論する．

キーワード：黒潮、大蛇行流路、セイルドローン
Keywords: Kuroshio, Large-meander path, Saildrone

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道南東岸沖における親潮の後退に関係した海底圧力変動
Variations in ocean bottom pressure associated with the retreat of the Oyashio current off the southeastern coast of Hokkaido, Japan

*長谷川 拓也[1]、永野 憲[2]、松本 浩幸[2]、有吉 慶介[2]、脇田 昌英[2]
*Takuya Hasegawa[1], Akira Nagano[2], Hiroyuki Matsumoto[2], Keisuke Ariyoshi[2], Masahide Wakita[2]

1. 東北大学、2. 海洋研究開発機構
1. Tohoku University, 2. JAMSTEC

To investigate the impact of Oyashio current variation on bottom pressure (BP) at observation stations PG1 (41.7040N, 144.4375E) and PG2 (42.2365N, 144.8454E), which are located in the onshore region of the Kuril Trench off Kushiro-Tokachi, altimetric sea surface height (SSH) and ocean bottom pressure (OBP) gauge data were evaluated. Two and a half years after El Nino, during 2007–2008 and 2012–2013, the Oyashio retreated toward the northeast due to warm-core rings, which were inferred from SSH elevations at both stations. Due to the barotropic nature of the Oyashio, BP at PG1 near the offshore edge of the continental shelf is enhanced corresponding to the SSH elevations. Meanwhile, at PG2, BP remained relatively unchanged in spite of the high SSH variability because the main pycnocline adjusted rapidly to the SSH elevations. BP changes at PG1 caused by the northeastward retreat of the Oyashio cannot be neglected to detect BP change by crustal deformations.

Acknowledgements: The authors would like to thank Prof. D. Inazu (Tokyo University of Marine Science and Technology) and Dr. Y. Itoh (Kyoto Univerisity) for their insightful comments. This work was partly supported by the Japan Society for the Promotion of Science (JSPS), Grant-in-Aid for Scientific Research (15H04228, 15H02835, 17K05660).

キーワード：海底圧力、親潮、海面高度、エルニーニョ
Keywords: ocean bottom pressure, Oyashio current, sea surface height, El Nino

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ヒクランギ沈み込み帯における非潮汐成分の係数補正を用いた海底圧力計の地殻変動検出

Detection of seafloor crustal deformation from ocean bottom pressure data after applying amplitude corrections on non-tidal components in Hikurangi subduction margin

*井上 智裕[1]、村本 智也[2]、稲津 大祐[3]、伊藤 喜宏[4]、日野 亮太[5]、太田 和晃[4]、鈴木 秀市[5]
*Tomohiro Inoue[1], Tomoya Muramoto[2], Daisuke Inazu[3], Yoshihiro Ito[4], Ryota Hino[5], Kazuaki Ohta[4], Syuichi Suzuki[5]

1. 京都大学、2. 産業技術総合研究所、3. 東京海洋大学、4. 京都大学防災研究所、5. 東北大学
1. Kyoto University, 2. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 3. Tokyo University of Marine Science and Technology, 4. Disaster Prevention Research Institute, 5. Tohoku University

Seafloor observation networks with ocean bottom pressure gauges (OBPG) are widely deployed to detect seafloor crustal deformation derived from tectonic events, such as slow slip events (SSE) now observed in many subduction zones worldwide. Data processing to detect SSE from OBPG data has, however, a serious issue, in which the observed pressure data as the height of the water column above OBPGs includes both the tidal and non-tidal components from oceanic mass shifts, as well as the tectonic components. Because the non-tidal component has amplitude and duration comparable to those of tectonic component, it should be removed from the observed data appropriately for detecting SSE. A global barotropic ocean model has been recently utilized to detect vertical displacement during SSEs from observed pressure data (e.g. Muramoto et al., 2019). Driven by assimilated surface wind vectors and air pressure at the sea surface from atmospheric disturbances (Inazu et al., 2012), the model simulates the total pressure field at the bottom of the sea. However, the modeled non-tidal components are not necessarily coincident with those of the observed records especially in amplitudes. We here propose a novel correction method to reduce the effect of non-tidal component on observed OBP records in the Hikurangi subduction margin.

To reduce the non-tidal component on observed data, we minimize differences between observed and modeled non-tidal components on OBPG data using amplitude correction factor. The observed and modeled components show high correlation with no phase difference, whereas their amplitudes are not completely consistent with each other; the amplitude of the modeled component is generally smaller than that of the observed one in the target area. After removing tidal components and instrumental drift with BAYTAP08 (Tamura et al., 2008), we calculate a correction factor that is a scaling factor of observed/modeled amplitudes of non-tidal components by minimizing the total residual between observed and corrected model amplitude. After multiplying the correction factor to the modeled one, we remove it from the observed OBPG data to reduce the non-tidal variations more effectively than previous works. As the results, variances of time series of OBP record after removal of tide and non-tidal components decreased ~ 30% at most. It is expected that detection ability of tectonic movement is improved by taking pressure differences from the record at a reference site, which is also processed by the same procedure.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_26

[M-IS25] 近年の気象災害：要因とその大気水圏・人間圏への影響

コンビーナ:西井 和晃(三重大学大学院生物資源学研究科)

平成30年7月豪雨では，6月28日から7月8日にかけての総降水量が四国地方で1800ミリ、東海地方で1200ミリを超えるなど，西日本を中心に広い範囲で記録的な大雨となった．これにより各地で水害や土砂災害が引き起こされ，死者・行方不明者は200名を超えた．気象庁は1府10県に特別警報を発表し警戒を呼びかけたが，この情報が十分活かされたとは言い難い．豪雨の後は一転して記録的な猛暑となり，埼玉県熊谷市では日最高気温の歴代全国1位となる41.1度を記録した．この夏の熱中症による救急搬送者は2008年の調査開始以降過去最多となり，これも一種の気象災害と言えるだろう．平成30年度はこの他にも台風による被害も目立った．また，その前年の平成29年7月九州北部豪雨でも顕著な被害が発生した．本セッションでは，近年の顕著な気象災害をもたらした豪雨や猛暑について，個々の積乱雲から地球温暖化までの様々な時空間スケールの要因を包括的に議論するとともに，その大気水圏・人間圏への影響の実態解明を目指す．

[MIS25-P01] 2018年の台風活動に対する環境場の影響について

★招待講演

*飯塚 聡[1] (1.防災科学技術研究所)

[MIS25-P02] Impact of the Japan/East Sea on the heavy rain event of July 2018 in Japan

*ATSUYOSHI MANDA[1]、Satoshi Iizuka[3]、Tkafumi Miyasaka[2,4,5]、Hisashi Nakamura[2] (1.Mie University、2.The University of Tokyo、3.National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience、4.Japan Meteorological Agency, Meteorological Research Institute、5.Japan Meteorological Business Support Center)

[MIS25-P03] 2018年7月豪雨時の週間アンサンブル予報データによる簡易感度解析

*川合 義美[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構　地球環境観測研究開発センター)

2018年の台風活動に対する環境場の影響について
Environmental Factors affecting 2018 Western North Pacific Tropical Cyclone Activity

*飯塚 聡[1]
*Satoshi Iizuka[1]

1. 防災科学技術研究所
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

Tropical cyclone (TC) activity over the western North Pacific in 2018 is documented. Among 29 TCs in 2018, the number of typhoon ranked on violent typhoon intensity with a maximum wind speed more than 105 knot were seven, which is the largest over the past 40 years since 1979. All of the violent typhoons, including Typhoon 1821 and 1824 making landfall on Japan, were generated over the southeastern quadrant of the western North Pacific, as a TC has enough time to intensify after its formation over the warm tropical ocean. The increase in TC formation frequency over the southeastern quadrant seems to be related to the eastward extension of monsoonal westerlies associated with El Niño. Additionally, the comparison among intense landfalling typhoons implies that the track of Typhoon 1821 was favorable for keeping its intensity owing to a passage over the North Pacific subtropical gyre with large ocean thermal energy.

キーワード：2018年の台風、エルニーニョ現象、猛烈な台風
Keywords: 2018 Typhoons, El Nino, Violent Typhoon

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Impact of the Japan/East Sea on the heavy rain event of July 2018 in Japan

*ATSUYOSHI MANDA[1], Satoshi Iizuka[3], Tkafumi Miyasaka[2,4,5], Hisashi Nakamura[2]

1. Mie University, 2. The University of Tokyo, 3. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 4. Japan Meteorological Agency, Meteorological Research Institute, 5. Japan Meteorological Business Support Center

A role of the neighboring waters in the torrential rainfalls in mid-latitudes during a warm season is debatable and under active research. A torrential rainfall that occurred from 28 June to 8 July 2018 caused widespread and devastating floods, landslides, and mudflows and they led to severe damages over wide areas in Japan, especially in its western part. Approximately 9,000 houses were inundated above the floor level and more than 6,000 buildings were destroyed. From the beginning of the July 2018, the Okhotsk high pressure system intensified, bringing the cold air mass southward to the Japan/East Sea (JES). The southward migration of this cold air-mass and high sea surface temperature in JES caused anomalous upward latent heat flux. We examine the impact of this anomalous latent heat flux on the torrential rainfall, through the numerical simulations with a regional atmospheric model. A simulated rainfall has drastically decreased in the western part of Japan when the latent heat flux is artificially reduced in the JES, indicating that the latent heat flux in the JES plays a role in the torrential rainfall event. A reduced latent heat flux intensifies the static stability of the air-mass flowing into the rainfall areas and modifies the structure of meso-scale fronts, leading to the decrease in rainfall in the western part of Japan. The detailed discussion on the role of the latent heat fluxes in the JES in the rainfall event will be given in this presentation.

Keywords: torrential rain, sea surface temperature, Japan/East Sea

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2018年7月豪雨時の週間アンサンブル予報データによる簡易感度解析
Simple sensitivity analysis using weekly ensemble forecasts during the heavy rain event in July 2017

*川合 義美[1]
*Yoshimi Kawai[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構　地球環境観測研究開発センター
1. Research and Development Center for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

It has been pointed out that the heavy rain event that struck a wide area of Japan in the beginning of July 2018 was mainly ascribed to the development of the Okhotsk High and the North Pacific High on a synoptic scale, although meso-scale physics was also important, and that a stationary Rossby wave train that is referred to as the Silk Road pattern appeared over the Eurasian Continent and contributed to strengthening the North Pacific High. The author attempted to identify which area was responsible for the forecast around Japan during the event using a simple sensitivity analysis technique.
The method used here was the ensemble singular-vector sensitivity analysis proposed by Enomoto et al. (2015), based on ensemble forecast data. This technique assumes that initial perturbations growing optimally in a verification domain at a given forecast time can be expressed in a linear combination of the ensemble initial perturbations. They can identify a particular set of coefficients that maximizes a “norm” of forecast perturbations within the verification domain, by solving an eigenvalue problem under the constraint that the norm of the initial perturbations equals unity. The norm was here defined in terms of dry total energy.
For 72-hour forecasts around Japan from the end of June to the beginning of July, sensitivity of their initial conditions was large south of Japan, around Mongol and East Siberia. These signals was able to be traced back to areas west of the Ural Mountains four or five days before the forecast time, and the sensitivity around Caspian Sea was especially large. This is consistent with the Silk Road pattern. The sensitivity signal was able to be tracked back to West Europe, but was no longer clear over the Atlantic Ocean.

キーワード：感度解析、週間アンサンブル予報、2018年7月豪雨
Keywords: sensitivity analysis, weekly ensemble forecasts, heavy rain event in July 2017

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_42

[M-IS25] 近年の気象災害：要因とその大気水圏・人間圏への影響

コンビーナ:西井 和晃(三重大学大学院生物資源学研究科)

平成30年7月豪雨では，6月28日から7月8日にかけての総降水量が四国地方で1800ミリ、東海地方で1200ミリを超えるなど，西日本を中心に広い範囲で記録的な大雨となった．これにより各地で水害や土砂災害が引き起こされ，死者・行方不明者は200名を超えた．気象庁は1府10県に特別警報を発表し警戒を呼びかけたが，この情報が十分活かされたとは言い難い．豪雨の後は一転して記録的な猛暑となり，埼玉県熊谷市では日最高気温の歴代全国1位となる41.1度を記録した．この夏の熱中症による救急搬送者は2008年の調査開始以降過去最多となり，これも一種の気象災害と言えるだろう．平成30年度はこの他にも台風による被害も目立った．また，その前年の平成29年7月九州北部豪雨でも顕著な被害が発生した．本セッションでは，近年の顕著な気象災害をもたらした豪雨や猛暑について，個々の積乱雲から地球温暖化までの様々な時空間スケールの要因を包括的に議論するとともに，その大気水圏・人間圏への影響の実態解明を目指す．

[MIS25-P01] 2018年の台風活動に対する環境場の影響について

★招待講演

*飯塚 聡[1] (1.防災科学技術研究所)

[MIS25-P02] Impact of the Japan/East Sea on the heavy rain event of July 2018 in Japan

*ATSUYOSHI MANDA[1]、Satoshi Iizuka[3]、Tkafumi Miyasaka[2,4,5]、Hisashi Nakamura[2] (1.Mie University、2.The University of Tokyo、3.National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience、4.Japan Meteorological Agency, Meteorological Research Institute、5.Japan Meteorological Business Support Center)

[MIS25-P03] 2018年7月豪雨時の週間アンサンブル予報データによる簡易感度解析

*川合 義美[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構　地球環境観測研究開発センター)

2018年の台風活動に対する環境場の影響について
Environmental Factors affecting 2018 Western North Pacific Tropical Cyclone Activity

*飯塚 聡[1]
*Satoshi Iizuka[1]

1. 防災科学技術研究所
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

Tropical cyclone (TC) activity over the western North Pacific in 2018 is documented. Among 29 TCs in 2018, the number of typhoon ranked on violent typhoon intensity with a maximum wind speed more than 105 knot were seven, which is the largest over the past 40 years since 1979. All of the violent typhoons, including Typhoon 1821 and 1824 making landfall on Japan, were generated over the southeastern quadrant of the western North Pacific, as a TC has enough time to intensify after its formation over the warm tropical ocean. The increase in TC formation frequency over the southeastern quadrant seems to be related to the eastward extension of monsoonal westerlies associated with El Niño. Additionally, the comparison among intense landfalling typhoons implies that the track of Typhoon 1821 was favorable for keeping its intensity owing to a passage over the North Pacific subtropical gyre with large ocean thermal energy.

キーワード：2018年の台風、エルニーニョ現象、猛烈な台風
Keywords: 2018 Typhoons, El Nino, Violent Typhoon

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Impact of the Japan/East Sea on the heavy rain event of July 2018 in Japan

*ATSUYOSHI MANDA[1], Satoshi Iizuka[3], Tkafumi Miyasaka[2,4,5], Hisashi Nakamura[2]

1. Mie University, 2. The University of Tokyo, 3. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 4. Japan Meteorological Agency, Meteorological Research Institute, 5. Japan Meteorological Business Support Center

A role of the neighboring waters in the torrential rainfalls in mid-latitudes during a warm season is debatable and under active research. A torrential rainfall that occurred from 28 June to 8 July 2018 caused widespread and devastating floods, landslides, and mudflows and they led to severe damages over wide areas in Japan, especially in its western part. Approximately 9,000 houses were inundated above the floor level and more than 6,000 buildings were destroyed. From the beginning of the July 2018, the Okhotsk high pressure system intensified, bringing the cold air mass southward to the Japan/East Sea (JES). The southward migration of this cold air-mass and high sea surface temperature in JES caused anomalous upward latent heat flux. We examine the impact of this anomalous latent heat flux on the torrential rainfall, through the numerical simulations with a regional atmospheric model. A simulated rainfall has drastically decreased in the western part of Japan when the latent heat flux is artificially reduced in the JES, indicating that the latent heat flux in the JES plays a role in the torrential rainfall event. A reduced latent heat flux intensifies the static stability of the air-mass flowing into the rainfall areas and modifies the structure of meso-scale fronts, leading to the decrease in rainfall in the western part of Japan. The detailed discussion on the role of the latent heat fluxes in the JES in the rainfall event will be given in this presentation.

Keywords: torrential rain, sea surface temperature, Japan/East Sea

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2018年7月豪雨時の週間アンサンブル予報データによる簡易感度解析
Simple sensitivity analysis using weekly ensemble forecasts during the heavy rain event in July 2017

*川合 義美[1]
*Yoshimi Kawai[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構　地球環境観測研究開発センター
1. Research and Development Center for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

It has been pointed out that the heavy rain event that struck a wide area of Japan in the beginning of July 2018 was mainly ascribed to the development of the Okhotsk High and the North Pacific High on a synoptic scale, although meso-scale physics was also important, and that a stationary Rossby wave train that is referred to as the Silk Road pattern appeared over the Eurasian Continent and contributed to strengthening the North Pacific High. The author attempted to identify which area was responsible for the forecast around Japan during the event using a simple sensitivity analysis technique.
The method used here was the ensemble singular-vector sensitivity analysis proposed by Enomoto et al. (2015), based on ensemble forecast data. This technique assumes that initial perturbations growing optimally in a verification domain at a given forecast time can be expressed in a linear combination of the ensemble initial perturbations. They can identify a particular set of coefficients that maximizes a “norm” of forecast perturbations within the verification domain, by solving an eigenvalue problem under the constraint that the norm of the initial perturbations equals unity. The norm was here defined in terms of dry total energy.
For 72-hour forecasts around Japan from the end of June to the beginning of July, sensitivity of their initial conditions was large south of Japan, around Mongol and East Siberia. These signals was able to be traced back to areas west of the Ural Mountains four or five days before the forecast time, and the sensitivity around Caspian Sea was especially large. This is consistent with the Silk Road pattern. The sensitivity signal was able to be tracked back to West Europe, but was no longer clear over the Atlantic Ocean.

キーワード：感度解析、週間アンサンブル予報、2018年7月豪雨
Keywords: sensitivity analysis, weekly ensemble forecasts, heavy rain event in July 2017

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-GI 地球科学一般・情報地球科学

2019年5月26日(日) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_27

[M-GI32] 地球科学とアート・デザイン

コンビーナ:久保 貴志(まいぶんKAN)、白石 智子(地球惑星工芸専攻)

このセッションでは「サイエンスと表現」という視点から、地球惑星科学を伝えるデザイン、地球惑星科学から生み出されるアート、その先に期待される次世代の地球惑星科学のあり方について様々に議論します。研究者を取り巻く現状として、研究成果を的確に端的に伝える技術を専門的に学ぶ機会や、発信した成果からアートという異分野に対して何をもたらしたのかを知る機会はほとんどありません。セッション当日は、我々地球惑星科学の研究者が研究の有用性や研究成果を効果的（魅力的）に伝える際に有用な「表現ツール」を、アートやデザインといった表現の専門家から紹介いただきます。さらに地球惑星科学がアート・デザインとコラボレーションした事例から将来期待される地球惑星科学の新しい学問視点について議論します。

[MGI32-P01] 地形学における写真撮影

*早川 裕弋[1] (1.北海道大学地球環境科学研究院)

[MGI32-P02] 美術館と美術作家、博物館がともに作る地球科学の表現

*久保 貴志[1]、尺戸 智佳子[2] (1.まいぶんKAN、2.黒部市美術館)

地形学における写真撮影
Photography in geomorphology

*早川 裕弌[1]
*Yuichi S. Hayakawa[1]

1. 北海道大学地球環境科学研究院
1. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University

地形学は地表の形状を調査する学問であり、地形を示す景観写真は地形学研究において必要不可欠のものとなっている。本発表では、著者によるいくつかの学術的記述をともなう地形景観写真の例を紹介する。これらの写真と記述は、地形学の知識や考え方を一般に広めるためにも効果的であると考えられる。地形学的な目的のための写真撮影術は、基本的な技術があれば充分である。しかしながら、基本的および応用的な写真撮影のスキルをもてば、地形学者によるプレゼンテーションの幅も広がるであろう。また、もしプロフェッショナルな写真家と地形学者とのコラボレーションする機会が多くあれば、地形変化の理解を多くの人にしてもらうことにつながると考えられる。

キーワード：写真、景観、地形プロセス
Keywords: photography, landscape, geomorphological process

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

美術館と美術作家、博物館がともに作る地球科学の表現
Co-create Expression of the Earth Science with an Art museum and artist and Natural history museum.

*久保 貴志[1]、尺戸 智佳子[2]
*kubo takashi[1], chikako syakudo[2]

1. まいぶんKAN、2. 黒部市美術館
1. MAIBUNKAN, 2. Kurobe City Art Museum

地球科学は、発展する過程で解き明かした事実によって人々の宇宙観や生命観に影響を与え、自然を理解して社会生活を営む上で欠かす事のできない概念を形成し続けている。一方で、芸術は、人類の誕生以来続いている抽象概念に基づく創造的営みであり、人類の精神的発展に貢献し続けている。科学が解き明かしてきたことは、時に芸術作品の素材となり、人々に精神的な広がりをもたらしてきた。

黒部市美術館と朝日町埋蔵文化財保存活用施設「まいぶんKAN」は、2016年から美術作家と協力して地域の考古学や地球科学から着想を得た作品を制作し、展示やイベントなどを行っている。

２０１８年は、現代美術作家の河口龍夫氏を迎え、学芸員とともに野外観察を行い、化石や岩石、地球科学的概念から着想を得た作品が制作され、これらの作品と岩石標本などが黒部市美術館とまいぶんKANで展示された。この企画は、美術作家が地球科学的な野外観察を行い、美術作家の感性と表現力によって生み出された作品を通じて人々が芸術と地球科学の双方向性を認識する企画である。

この企画を行った結果、普段は美術館・まいぶんKANのどちらかしか利用しない客層が相互の館にに訪れた。

発表会場では黒部市美術館のカタログと作品の素材となった下部ジュラ系の堆積物である来馬層群から得られる軟体動物化石を含む岩塊を展示する。

キーワード：芸術と科学
Keywords: Art&Science

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-GI 地球科学一般・情報地球科学

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_44

[M-GI32] 地球科学とアート・デザイン

コンビーナ:久保 貴志(まいぶんKAN)、白石 智子(地球惑星工芸専攻)

このセッションでは「サイエンスと表現」という視点から、地球惑星科学を伝えるデザイン、地球惑星科学から生み出されるアート、その先に期待される次世代の地球惑星科学のあり方について様々に議論します。研究者を取り巻く現状として、研究成果を的確に端的に伝える技術を専門的に学ぶ機会や、発信した成果からアートという異分野に対して何をもたらしたのかを知る機会はほとんどありません。セッション当日は、我々地球惑星科学の研究者が研究の有用性や研究成果を効果的（魅力的）に伝える際に有用な「表現ツール」を、アートやデザインといった表現の専門家から紹介いただきます。さらに地球惑星科学がアート・デザインとコラボレーションした事例から将来期待される地球惑星科学の新しい学問視点について議論します。

[MGI32-P01] 地形学における写真撮影

*早川 裕弋[1] (1.北海道大学地球環境科学研究院)

[MGI32-P02] 美術館と美術作家、博物館がともに作る地球科学の表現

*久保 貴志[1]、尺戸 智佳子[2] (1.まいぶんKAN、2.黒部市美術館)

地形学における写真撮影
Photography in geomorphology

*早川 裕弌[1]
*Yuichi S. Hayakawa[1]

1. 北海道大学地球環境科学研究院
1. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University

地形学は地表の形状を調査する学問であり、地形を示す景観写真は地形学研究において必要不可欠のものとなっている。本発表では、著者によるいくつかの学術的記述をともなう地形景観写真の例を紹介する。これらの写真と記述は、地形学の知識や考え方を一般に広めるためにも効果的であると考えられる。地形学的な目的のための写真撮影術は、基本的な技術があれば充分である。しかしながら、基本的および応用的な写真撮影のスキルをもてば、地形学者によるプレゼンテーションの幅も広がるであろう。また、もしプロフェッショナルな写真家と地形学者とのコラボレーションする機会が多くあれば、地形変化の理解を多くの人にしてもらうことにつながると考えられる。

キーワード：写真、景観、地形プロセス
Keywords: photography, landscape, geomorphological process

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

美術館と美術作家、博物館がともに作る地球科学の表現
Co-create Expression of the Earth Science with an Art museum and artist and Natural history museum.

*久保 貴志[1]、尺戸 智佳子[2]
*kubo takashi[1], chikako syakudo[2]

1. まいぶんKAN、2. 黒部市美術館
1. MAIBUNKAN, 2. Kurobe City Art Museum

地球科学は、発展する過程で解き明かした事実によって人々の宇宙観や生命観に影響を与え、自然を理解して社会生活を営む上で欠かす事のできない概念を形成し続けている。一方で、芸術は、人類の誕生以来続いている抽象概念に基づく創造的営みであり、人類の精神的発展に貢献し続けている。科学が解き明かしてきたことは、時に芸術作品の素材となり、人々に精神的な広がりをもたらしてきた。

黒部市美術館と朝日町埋蔵文化財保存活用施設「まいぶんKAN」は、2016年から美術作家と協力して地域の考古学や地球科学から着想を得た作品を制作し、展示やイベントなどを行っている。

２０１８年は、現代美術作家の河口龍夫氏を迎え、学芸員とともに野外観察を行い、化石や岩石、地球科学的概念から着想を得た作品が制作され、これらの作品と岩石標本などが黒部市美術館とまいぶんKANで展示された。この企画は、美術作家が地球科学的な野外観察を行い、美術作家の感性と表現力によって生み出された作品を通じて人々が芸術と地球科学の双方向性を認識する企画である。

この企画を行った結果、普段は美術館・まいぶんKANのどちらかしか利用しない客層が相互の館にに訪れた。

発表会場では黒部市美術館のカタログと作品の素材となった下部ジュラ系の堆積物である来馬層群から得られる軟体動物化石を含む岩塊を展示する。

キーワード：芸術と科学
Keywords: Art&Science

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-GI 地球科学一般・情報地球科学

2019年5月26日(日) 10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_10

[M-GI37] 情報地球惑星科学と大量データ処理

コンビーナ:村田 健史(情報通信研究機構)、本田 理恵(高知大学自然科学系理工学部門)、野々垣 進(国立研究開発法人　産業技術総合研究所　地質情報研究部門　情報地質研究グループ)、堀之内 武(北海道大学地球環境科学研究院)

地球惑星科学分野の観測および数値シミュレーションによって生成される数値データは、観測技術の高度化や計算スケールの大規模化に伴ってますます複雑化しています。このセッションの目的は、新しい観測・計測手法、大規模データ処理および数値シミュレーション技法、データ保存および公開技術、データ転送および収集などのデータ技術について、幅広い視点で議論を行うことです。これによるデータ指向型科学、すなわち地球惑星情報科学を進化させることを視野に入れています。発表内容はこれらの技法に限定していません。実際の観測や数値計算の立場から地球惑星情報科学に期待する提案も歓迎します。

[MGI37-P01] 気象庁防災情報XMLを機械可読化するための予報区ポリゴンデータの公開

*豊田 英司[1] (1.気象庁総務部企画課)

[MGI37-P02] 金星探査機あかつきのデータ検索閲覧システムの開発

*杉山 耕一朗[1]、村社 光誠[1]、大森 一輝[1,3]、青木 拓海[1,4]、村上 真也[2] (1.松江工業高等専門学校、2.JAXA 宇宙科学研究所、3.NTTデータMHIシステムズ、4.マツダE&T)

[MGI37-P03] 地球深部探査船「ちきゅう」を取り巻く大量データと科学支援活動について

*木戸 ゆかり[1]、杉原 孝充[1]、真田 佳典[1]、村山 達矢[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[MGI37-P04] 北極海のみらい観測航海MR18-05における予報・観測データの配信と可視化サービス

*照井 健志[1]、杉村 剛[1]、Liyanarachchi Waruna Arampath De Silva[2]、末吉 惣一郎[3]、猪上 淳[1] (1.国立極地研究所、2.東京大学、3.日本海洋事業株式会社)

[MGI37-P05] マルチスペクトル光学センサ画像の観測波長帯と空間の高分解能化による鉱物マッピング精度の向上

*小池 克明[1]、Hoang Nguyen[1]、野田 周帆[2]、淺野 友紀瑛[2]、川上 裕[2]、増田 一夫[2] (1.京都大学大学院工学研究科 都市社会工学専攻地殻環境工学分野、2.(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構)

[MGI37-P06] Analysis of vessel status information of past research cruises and prediction of downtime for future cruise

*山岸 保子[1]、谷津 健[2]、柏瀬 憲彦[2]、牧 哲司[2]、山室 悠太[2,3]、阪口 秀[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構 数理科学・先端技術研究分野、2.国立研究開発法人海洋研究開発機構 海洋工学センター、3.日本海洋事業株式会社)

[MGI37-P07] 気象衛星「ひまわり」を活用した海況状況監視システムの実証実験

*嘉賀 雄一[1]、渡部 重十[1] (1.北海道情報大学)

[MGI37-P08] 小天体への着陸地点選択のための平坦領域探索手法

藤井 祐貴[1]、*本田 理恵[1]、諸田 智克[4]、横田 康弘[2]、巽 瑛理[3]、坂谷 尚哉[2]、山田 学[9]、亀田 真吾[5]、神山 徹[10]、鈴木 秀彦[6]、本田 親寿[7]、早川 雅彦[2]、吉岡 和夫[3]、長 勇一郎[3]、山本 幸生[2]、平田 成[7]、平田 直之[8]、澤田 弘崇[2]、杉田 精司[3] (1.高知大学、2.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所 、3.東京大学、4.名古屋大学、5.立教大学、6.明治大学、7.会津大学、8.神戸大学、9.千葉工業大学、10.産業技術総合研究所)

[MGI37-P09] 宇宙データを活用するためのハッカソンイベント「SpaceHack 2019」の活動報告

*湯村 翼[1]、菊地 聡[1]、長妻 努[1]、村田 健史[1] (1.国立研究開発法人情報通信研究機構)

[MGI37-P10] Experimental Evaluation of High-Speed File Transfer over JHPCN

*Praphan Pavarangkoon[1]、Ken T. Murata[1]、Kazunori Yamamoto[1]、Takamichi Mizuhara[2]、Yuya Kagebayashi[2]、Ayahiro Takaki[2]、Kazuya Muranaga[3]、Keiichiro Fukazawa[4] (1.National Institute of Information and Communications Technology, Tokyo, Japan、2.CLEALINK TECHNOLOGY Co., Ltd., Kyoto, Japan、3.Systems Engineering Consultants Co., Ltd., Tokyo, Japan、4.Academic Center for Computing and Media Studies, Kyoto University, Kyoto, Japan)

[MGI37-P11] Raspberry Piによる映像IoTの独自プログラミング開発手法（２）

*水原 隆道[1]、村田 健史[2]、Pavarangkoon Praphan[2]、Phon-Amnuaisuk Somnuk[3]、山本 和憲[2]、村永 和哉[4]、青木 俊樹[1] (1.株式会社クレアリンクテクノロジー、2.国立研究開発法人情報通信研究機構、3.ブルネイ工科大学、4.株式会社セック)

[MGI37-P12] 映像IoTによる火山・雲・海洋などの地球環境リアルタイムモニタリング

*山本 和憲[1]、村田 健史[1]、水原 隆道[2]、Pavarangkoon Praphan[1]、村永 和哉[3]、青木 俊樹[2] (1.情報通信研究機構、2.株式会社クレアリンクテクノロジー、3.株式会社セック)

[MGI37-P13] ひまわりリアルタイムWebの国際展開(フィリピンミラーサイト)

村永 和哉[1]、Pavarangkoon Praphan[2]、山本 和憲[2]、*村田 健史[2]、樋口 篤志[3] (1.株式会社セック、2.情報通信研究機構、3.千葉大学)

[MGI37-P14] Visualization of Himawari-8 observation data using high resolution animation: The case studies of CEReS, Chiba University, Japan

*豊嶋 紘一[1]、樋口 篤志[1] (1.千葉大学　環境リモートセンシング研究センター)

[MGI37-P15] 大量の学習データに利用に向けたノード間MPI並列TensorFlowの性能評価

*深沢 圭一郎[1] (1.京都大学学術情報メディアセンター)

気象庁防災情報XMLを機械可読化するための予報区ポリゴンデータの公開

Publication of georeferenced polygon data to make JMA XML machine-readable

*豊田 英司[1]
*Eizi TOYODA[1]

1. 気象庁総務部企画課
1. Administration Department, Japan Meteorological Agency

気象庁では警報や注意報などに用いられる従来のプレーンテキスト電報「かな漢字電文」による情報を構造化するため「気象庁防災情報XMLフォーマット」を開発し、平成30年3月に移行を完了した。気象庁XMLによりプレーンテキストの情報ごとに特化した解読処理の必要が縮減されたが、位置情報を機械的に取得できるようにすること（ジオロケーション）が課題であった。府県や市町村などの地理的領域に対して発表される情報は領域のコード番号だけが記載されており、可視化を行うためにはその位置のデータ（ポリゴンデータ）を利用者が用意する必要があった。

2019年1月、気象庁は予報区ポリゴンデータをシェープファイル形式で公開した。セッションでは準備にあたっての課題、水平解像度の選択や不明瞭な地理的領域の扱いについて報告する。このポリゴンデータにより、気象庁防災XMLデータのより使いやすい形式での再提供や、他の地理情報と組み合わせた利用が広がることを期待している。

キーワード：気象庁防災情報XML、地理情報ポリゴンデータ、オープンデータ
Keywords: JMA XML, geospatial polygon data, open data

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

金星探査機あかつきのデータ検索閲覧システムの開発
Development of a web system for search, browsing and download of Akatsuki's observation data

*杉山 耕一朗[1]、村社 光誠[1]、大森 一輝[1,3]、青木 拓海[1,4]、村上 真也[2]
*Ko-ichiro SUGIYAMA[1], Kosei Murakoso[1], Kazuki Oomori[1,3], Takumi Aoki[1,4], Shin-ya Murakami[2]

1. 松江工業高等専門学校、2. JAXA 宇宙科学研究所、3. NTTデータMHIシステムズ、4. マツダE&T
1. National Institute of Technology, Matsue College, 2. ISAS/JAXA, 3. NTT DATA MHI Systems Corporation, 4. Mazda E&T

金星探査機「あかつき」は異なる波長の狭帯域フィルタを備えた 5 台のカメラを使用して異なる高度の雲を観測している. あかつきの撮影した画像は一定期間が経過した後に NASA の PDS (Planetary Data System) [1] やISAS/JAXA の DARTS (Data ARchives and Transmission System) [2] 内のAKATSUKI Science Data Archive [3] において公開されている. しかしながら, データが機器ごとに異なるディレクトリに存在するため, 多波長で協調的に観測して得られたデータについて, 全体的な描像を得にくいという問題がある.

そこで我々は, Akatsuki Data Search [4] と名付けた新たな Web システムを Ruby on Rails を用いて開発した. そのシステムは上記サイトで公開されている全てのデータの簡易な検索・表示・ダウンロードを可能としている. Akatsuki プロジェクトの目的である 3 次元的な運動の時間変化の把握のために, データファイルのヘッダに記述されている観測プログラム名とその実行時間を利用して画像一覧ページを生成する機能を実装した. この機能により, 同時に撮影された異なる高度の雲画像の比較や, 同じ高度で雲分布の時間変化の把握が可能となった. さらに, データのヘッダに書かれていない情報 (例えば, とある論文に使った画像など) で検索したいという要望に応えるために, 「お気に入り機能」を実装した. この機能を用いることで, 気に入った画像やそれを得るために使った検索条件を保存し, それをユーザ同士で共有することが可能となった.

本発表では "Akatsuki Data Search" の詳細な説明とデモンストレーションを行う.

参考文献

[1] The Planetary Data System (PDS), https://pds.nasa.gov

[2] Data ARchives and Transmission System (DARTS), https://www.darts.isas.jaxa.jp/

[3] AKATSUKI Science Data Archive, https://www.darts.isas.jaxa.jp/planet/project/akatsuki/

[4] Akatsuki Data Search, https://vco.epi.it.matsue-ct.jp/

キーワード：金星探査機あかつき、Web システム、ビッグデータ
Keywords: Venus climate orbiter "Akatsuki", Web System, big data

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地球深部探査船「ちきゅう」を取り巻く大量データと科学支援活動について

Large amount of data related to D/V Chikyu and science support activities

*木戸 ゆかり[1]、杉原 孝充[1]、真田 佳典[1]、村山 達矢[1]
*Yukari Kido[1], Takamitsu Sugihara[1], Yoshinori Sanada[1], Tatsuya Murayama[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

地球深部探査船「ちきゅう」は，2005年7月に海洋研究開発機構に引き渡されてから14年目を迎えようとしている．国際深海掘削計画がスタートして2018年でちょうど50周年，その枠組みの中の主力船の１つとし洋上の実験室は少しずつリニューアルし，老朽化・陳腐化した実験器具も刷新し，ラボのリニューアル『ラボ改善』や科学支援活動に着手してきた．国際就航第1回目の第314次航海（2007年9月）から16航海を経て，航海日数全1000日，のべ乗船者数27か国から350名が，「ちきゅう」による科学掘削プロジェクトに参加したことになる．米国主導で運用している現在も現役のジョイデス・レゾリューション号を初期モデルとし，毎回の航海終了時に行うラボへのアンケート，要望を吟味しながら，改善の優先順位づけを行う．実験室以外にもデータサービスのクオリティを一定レベルに保つようデータマネジメントやQCシステムや研究者へのデータ配信サービスを行っている．14年間のオペレーションの工夫や改善点の一つ一つが安全な航海を支える貴重なデータとなっている．科学掘削の事前調査から掘削安全の吟味のための資料作成，検層データの計画，現場立会い，データQC，配信，レポート作成サポートだけでなく，幅広い活動が実施されてきている．同じ海域で取得した過去データを持ち寄り，船上で研究者が集中して論文作成に打ち込むワークショップや様々なオペレーションの合間に短期間で実施できる海底表層ピストンコア取得の提案を受付，実施実績もある．次世代育成のための様々なカテゴリーのコアスクールも行なっている．中でもロギングスクールは，10年を超えるロングランであり，海外とのコラボレーションも行っている．科学支援の立場から，「ちきゅう」を取り巻く大量データと研究者，技術者を繋ぐ支援活動について，議論を深め，さらに推進する糧としたい．

キーワード：地球深部探査船「ちきゅう」、国際深海掘削計画、科学掘削支援
Keywords: Drilling Vessel Chikyu, IODP, Science Drilling Support

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北極海のみらい観測航海MR18-05における予報・観測データの配信と可視化サービス

Data delivery and visualization service for climate forecast data in the Arctic Ocean during R/V Mirai cruise MR18-05

*照井 健志[1]、杉村 剛[1]、Liyanarachchi Waruna Arampath De Silva[2]、末吉 惣一郎[3]、猪上 淳[1]
*Takeshi Terui[1], Takeshi Sugimura[1], Liyanarachchi Waruna Arampath De Silva[2], Souichiro Sueyoshi[3], Jun Inoue[1]

1. 国立極地研究所、2. 東京大学、3. 日本海洋事業株式会社
1. National Institute of Polar Research, 2. The University of Tokyo, 3. Nippon Marine Enterprises

Understanding of the weather situation is the most important issue for observation cruse in the sea ice area. In particular, overviewed information of 1000 km scale is a good indication to determine a safe route and plan, and the weather forecast and observation data is required. However, limited satellite telecommunication line on the ship makes on-demand data delivery difficult. And more, if the compressed data would be sent via this line, a professional staff for decoding and visualizing the data must always be needed on the ship. In order to reduce these anxiety and burden, automatically system integrating these processes (delivery, decoding, and visualizing data) is needed. ADS (Arctic Data archive System) has been developed the new integrated system for the ship to delivery and visualize data, which is called VENUS (VEssele Navigator by Unitized Systems). This system has been implemented to R/V Mirai cruise in the Arctic Ocean since MR16-06. MR18-05 cruse was a winter observation in the Arctic Ocean, and we delivered 10 days weather forecast data produced byECMWF, and high resolution sea ice forecast model output from IcePOM developed in the University of Tokyo. Total size of delivered data via e-mail was reached to about 100 MB/day, and more than 100 e-mails were delivered to Mirai every day. Our system was always in a high load condition due to visualization processing. We need to In this research, we want to introduce technical performances and advantages of this system. For safe cruse, we must complete the transmission and visualization of such massive data by the scheduled time. Therefore, we devised a lot of solutions to solve the technical difficulties. In this research, we introduce what we did to solve these problems and discuss various issues of data distribution and processing in ship.

キーワード：北極海、船舶観測、IoT、予報データ、可視化、衛星通信
Keywords: Arctic Ocean, Ship Observation, IoT, Forecast Data, Visualization, Satellite communication

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

マルチスペクトル光学センサ画像の観測波長帯と空間の高分解能化による鉱物マッピング精度の向上

Improvement of mineral mapping accuracy by increasing spectral band and spatial resolutions of multispectral optical sensor imagery

*小池 克明[1]、Hoang Nguyen[1]、野田 周帆[2]、淺野 友紀瑛[2]、川上 裕[2]、増田 一夫[2]
*Katsuaki Koike[1], Nguyen Tien Hoang[1], Shuho Noda[2], Yukie Asano[2], Yuu Kawakami[2], Kazuo Masuda[2]

1. 京都大学大学院工学研究科 都市社会工学専攻地殻環境工学分野、2. (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構
1. Laboratory of Environmental Geosphere Engineering, Department of Urban Management, Graduate School of Engineering, Kyoto University, 2. Japan Oil, Gas and Metals National Corporation (JOGMEC)

地質分野で広く用いられる光学センサによるマルチスペクトル衛星画像は，地球表面のほぼ全域をカバーしているが，画像の観測波長数は少なく，鉱物や地質の識別精度は低いのに加えて，地表の詳細がわかるほど空間分解能が高くはない。これらが詳細にわかる多波長数のハイパースペクトル画像や高解像度画像が利用できるのはごく狭い範囲に限られ，コストが高い。そこで本研究では，一般のマルチスペクトル衛星画像をその撮影範囲全体にわたって，①ハイパースペクトル画像に変換できる手法，および②地質リモートセンシング分野で現在の最高水準の空間分解能まで画像を鮮明化できる手法の開発を進めている。最終的には高分解能でハイパースペクトル画像のシミュレーションを目指す。これによって，リモートセンシングによる金属・地熱資源探査と地質環境監視の精度・有効性の大幅向上を図る。以下，マルチスペクトル画像，ハイパースペクトル画像，マルチスペクトルの高分解能画像をそれぞれMS，HP，HSRと略し，各代表として
ASTER（MS），AVIRIS（HP），WorldView-3（WV-3：HSR）を選んだ。鉱物識別で特に重要となる短波長赤外域（SWIR）でのASTER，WV-3の空間分解能はそれぞれ30 m，7.5 mである。

観測波長帯の高分解能化①に関しては著者らが開発した手法であるPHITA（Pseudo-Hyperspectral Image Transformation Algorithm: Hoang and Koike, 2017; 2018）を用いた。これはMSとHPバンドの反射率を多変量回帰式によって関連付け，最適なモデルをベイズ理論によって選択するという原理である。正確な位置合わせを施したMSとHSRでは，MSの1ピクセルはHSRの複数のピクセルに対応する。例えばASTER画像の1ピクセルはWV-3画像の4×4ピクセルからなる。画像1ピクセルのサイズを小さくするという②では，まず太陽照射方向やバンドのスペクトル応答などを考慮してMSとHSRのラジアンスを補正した。次に，MSの1ピクセルのラジアンスはHSRの複数のラジアンスの和であるという仮定を設け，これらの関係を汎用性の高い多変量回帰モデルであるGeneralized additive model（Stasinopoulos et al., 2018）で表した。

ASTER，WV-3，AVIRIS画像のいずれもが利用可能であり，代表的な熱水変質帯として知られているアメリカ西部ネバダ州のキュープライトをトレーニングエリアとし，機械学習のアルゴリズムを適用した。①・②ともにターゲットは，キュープライトの近くにあり浅熱水鉱床域のゴールドフィールドである。①ではASTER画像をAVIRIS画像とPHITAによってHPに変換し，それらの関係をゴールドフィールドでのASTER画像のHP化に用いた。その結果，ASTER画像よりも明礬石，カオリナイトなどの変質鉱物の識別精度が大幅に向上した。また，②に関してはASTERとWV-3で共通するSWIRの4つのバンドをダウンスケーリングに用いた。①と同様にキュープライトでの規則性をゴールドフィールドに適用し，ASTER画像をWV-3画像の空間分解能まで向上させたところ，ASTER画像の空間分解能以上に明礬石などの分布域を詳細に推定できた。これら①と②の結果は，2018年10月～11月にかけて実施した現地調査，それによるサンプルのXRD分析により検証でき，本研究によるHP化とHSR化の有効性が確かめられた。

Hoang, N. T., Koike, K. (2018) Comparison of hyperspectral transformation accuracies of multispectral Landsat TM, ETM+, OLI and EO-1 ALI images for detecting minerals in a geothermal prospect area. *ISPRS*

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

J. Photogramm. Remote Sens., v. 137, pp. 15-28.

Hoang, N. T., Koike, K. (2017) Transformation of Landsat imagery into pseudo-hyperspectral imagery by a multiple regression-based model with application to metal deposit-related minerals mapping. *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.*, v. 133, pp. 157-173.

Stasinopoulos, M. D., Rigby, R. A., Bastiani, F. D. (2018) GAMLSS: A distributional regression approach. *Stat. Modelling*, v. 18, pp. 248-273.

キーワード：ハイパースペクトル画像、熱水変質鉱物、多変量回帰モデル、短波長赤外域、キュープライト、ゴールドフィールド

Keywords: Hyperspectral imagery, Hydrothermal alteration mineral, Multiple regression model, Short-wave infrared region, Cuprite, Goldfield

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Analysis of vessel status information of past research cruises and prediction of downtime for future cruise

*山岸 保子[1]、谷津 健[2]、柏瀬 憲彦[2]、牧 哲司[2]、山室 悠太[2,3]、阪口 秀[1]
*Yasuko Yamagishi[1], Ken Yatsu[2], Kazuhiko Kashiwase[2], Tetsuji Maki[2], Yuta Yamamuro[2,3], Hide Sakaguchi[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構 数理科学・先端技術研究分野、2. 国立研究開発法人海洋研究開発機構 海洋工学センター、3. 日本海洋事業株式会社
1. MAT, JAMSTEC, 2. MARITEC, JAMSTEC, 3. Nippon Marine Enterprises, Ltd.

Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC) owns several research vessels and is responsible for the operation of the research cruise by these vessels. The ship time of research vessels belonging to JAMSTEC has declined over the last 10 years due to decrease in the number of vessels and the budget for research cruises. On the other hand, the occurrence of trench type large earthquake, global warming, and seabed resource exploration have increased the importance of the oceanic observation. Under these circumstances, it is indispensable to plan the most optimal research cruises to carry out the necessary oceanic observations. At present, JAMSTEC has to plan all research cruises for next fiscal year one year before. In order to perform the most effective research cruises, our project aims to provide useful information when planning future research cruise. Our project started in FY 2016. We first started to investigate the efficiency of the past research cruises. We have compiled time-sequence data of vessel status and performed observations in the past cruise, and estimated downtime for each cruise, which is a period when the observation or cruise is interrupted due to rough weather, machine trouble, etc. The downtime is one of the indicators for the efficiency of the research cruise. We also have developed database system to store the time-sequence data and information of each research cruises including downtime. The time-sequence data has been compiled based on E-mail sent from vessel to ground management office in the cruise. In E-mail, the information is written in text, ie in natural language. Therefore, the time-sequence data should be compiled by manually, it takes a lot of time to digitize it. Currently, we are also developing an application that automatically create the time-sequence data of vessel status and performed observation. Next, we have analyzed the downtime and the information of the past research cruises and searched for important factors that affect the downtime. And then, we have developed an application to predict the downtime of future cruises by using machine learning. In this study, we will introduce the analysis results of the downtime and the progress of the application development. Acknowledgments: we are grateful to Mr. Morisaki and Ms. Sada for their supports to make data stored into the database system.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

気象衛星「ひまわり」を活用した海況状況監視システムの実証実験
Verification of an ocean monitoring system using a climate satellite "Himawari"

*嘉賀 雄一[1]、渡部 重十[1]
*YUUICHI KAGA[1], SHIGETO WATANABE[1]

1. 北海道情報大学
1. Hokkaido Information University

我が国において，少子高齢化の影響による第１次産業の跡継ぎ問題が深刻化している。離漁師が増加する一方、若者が漁師として定着していない。漁師の勘や長年の経験で行われていた（可視化できない）作業や知識を引き継ぎ出来ない現状がある。若者の漁師不足は日本の水産業を維持・発展する上で深刻な問題である。

地方の漁師の漁獲量の変化は大きく，また空振漁は燃料代の無駄になり，魚師の生活を圧迫しかねない。漁獲量は海上の風向・速度、海流の方向・速度、海水温、植物性プランクトンの分布状況に左右されている。これらのパラメータは、気象庁やJAXAが取得している膨大なデータ（ビッグデータ）から推定できる。しかし、漁師の期待に沿うようなデータではなくデータの扱いも困難である。

地方の活性化を図る目的で、iPadやiPhoneで日本近海の海況を監視できるアプリ（海況状況監視システム）を我々は開発を進めている。海況状況監視システムの実証を含め漁師関係者にお願いし、海況データや漁獲量を収集・分析を実施した。本講演では、これらの解析結果を紹介する。

キーワード：気象衛星ひまわり、海況状況、ビッグデータ
Keywords: meteorological satellite "Himawari", ocean monitoring, big data

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

小天体への着陸地点選択のための平坦領域探索手法
Development of smooth area detection method for selection of landing site on a small body

藤井 祐貴[1]、*本田 理恵[1]、諸田 智克[4]、横田 康弘[2]、巽 瑛理[3]、坂谷 尚哉[2]、山田 学[9]、亀田 真吾[5]、神山 徹[10]、鈴木 秀彦[6]、本田 親寿[7]、早川 雅彦[2]、吉岡 和夫[3]、長 勇一郎[3]、山本 幸生[2]、平田 成[7]、平田 直之[8]、澤田 弘崇[2]、杉田 精司[3]
Yuki Fujii[1], *Rie Honda[1], Tomokatsu Morota[4], yokota yasuhiro[2], ERI TATSUMI[3], Naoya Sakatani[2], Manabu Yamada[9], Shingo Kameda[5], Toru Kouyama[10], Hidehiko Suzuki[6], Chikatoshi Honda[7], Masahiko Hayakawa[2], Kazuo Yoshioka[3], Yuichiro Cho[3], Yukio Yamamoto[2], Naru Hirata[7], Naoyuki Hirata[8], Hirotaka Sawada[2], Seiji Sugita[3]

1. 高知大学、2. 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所 、3. 東京大学、4. 名古屋大学、5. 立教大学、6. 明治大学、7. 会津大学、8. 神戸大学、9. 千葉工業大学、10. 産業技術総合研究所
1. Kochi University, 2. ISAS/JAXA, 3. University of Tokyo, 4. Nagoya University, 5. Rikkyo University, 6. Meiji University, 7. Aizu University, 8. Kobe University, 9. Chiba Institute of Technology, 10. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

2018年6月はやぶさ２が小惑星リュウグウに到着した。リュウグウの表面はおびただしいボルダーに覆われ、着陸に影響を及ぼす数十mスケールのボルダーが存在しない空白領域を簡易に発見することは難しかった。このため、人間の視覚による精査の前に、迅速にボルダの存在しない空白領域を機械的に抽出するための手法を画像処理、機械学習の手法を組み合わせて検討した。まず大まかな有望領域の探索には、クラック解析などにも使用されるメディアンフィルタ画像と原画像の差分画像を使用した。この手法は１ピクセルサイズの異常領域を抽出することができるが、より大きなサイズの特徴にも対応するため、1/2, 1/4の階層化画像を用いた。また負の異常領域と正の異常領域は別々に抽出した。この結果に対して、着陸精度に相当する円形の窓を配置し、その中の危険画素の被覆率を計算し、しきい値処理をすることによって、平坦領域をピックアップした。また、表面のテクスチャのクラスタリングによって平坦領域を粗く識別する手法も開発した。このような手法は地球観測衛星などに対する地滑り領域の探索などにも使用できると考えられる。

キーワード：自動抽出、平坦地、クラスタリング、メディアンフィルタ
Keywords: automatic detection, smooth area, clustering, median filter

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

宇宙データを活用するためのハッカソンイベント「SpaceHack 2019」の活動報告

Activity Report of Hackathon Event "SpaceHack 2019" for Utilization of Space Data

*湯村 翼[1]、菊地 聡[1]、長妻 努[1]、村田 健史[1]
*Tsubasa Yumura[1], Satoshi Kikuchi[1], Tsutomu Nagatsuma[1], Ken T. Murata[1]

1. 国立研究開発法人情報通信研究機構
1. National Institute of Information and Communications Technology

情報通信研究機構では，各研究グループにおいて宇宙に関する様々な観測データを蓄積している．それらのデータの一部はWebサイトにて一般公開している．このデータの活用を促進するため，我々は，宇宙データを活用するためのハッカソンイベント「SpaceHack 2019」を企画した．ハッカソンとは，数日程度の短い期間でシステムやアプリケーションの制作を行うイベントの総称で，有志団体や企業，自治体などによって数多く開催されている．SpaceHack 2019は，機構外の一般参加者を募り，2日間の開催とした．1日目には，イベント概要説明と利用できるデータの説明の後，参加者同士でアイデアをブラッシュアップするアイデアソンを実施する．アイデアソンの結果をもとに，参加者でチームを結成し，開発を始める．開発は2日目の昼まで行い，終了後は成果発表のプレゼンテーションと審査，表彰を行う．SpaceHackでは，科学研究目的に特化したクラウドシステム「サイエンスクラウド」の他，データの転送や処理のために超高速研究開発ネットワークテストベッド「JGN」と大規模エミュレーションテストベッド「StarBED」を参加者に提供する．発表では，SpaceHack 2019の開催概要を報告し，ハッカソンを通じたデータ利活用促進の可能性について議論する．

キーワード：データ利活用、ハッカソン、開催報告
Keywords: Data Utilization, Hackathon, Event Report

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Experimental Evaluation of High-Speed File Transfer over JHPCN

*Praphan Pavarangkoon[1], Ken T. Murata[1], Kazunori Yamamoto[1], Takamichi Mizuhara[2], Yuya Kagebayashi[2], Ayahiro Takaki[2], Kazuya Muranaga[3], Keiichiro Fukazawa[4]

1. National Institute of Information and Communications Technology, Tokyo, Japan, 2. CLEALINK TECHNOLOGY Co., Ltd., Kyoto, Japan, 3. Systems Engineering Consultants Co., Ltd., Tokyo, Japan, 4. Academic Center for Computing and Media Studies, Kyoto University, Kyoto, Japan

With the rapid growth of data amount, big data processing imposes a substantial burden on computation, storage, and communication in data centers. The file transfer tool is used to provide the users with the ease of transferring files across the network, e.g., between data centers. In practical long distance networks, the amount of packet loss is not negligible to seriously affecting the file transfer. In general, the file transfer tool is based on transmission control protocol (TCP) and user datagram protocol (UDP). To the best of our knowledge, however, no file transfer tools based on TCP and UDP have succeeded in higher throughput than 10 Gbps on long distance networks with packet loss. In this research, we introduce a high-speed data transfer protocol for inter-data center transport network, namely high-performance and flexible protocol 2 (HpFP2). The HpFP2 is an improved version of the HpFP and is more suitable for real network environments. To accommodate different usage scenarios, we complete four operating modes of HpFP2: aggressive, fair, fast-start, and modest modes. The aggressive mode is to maximize its own throughput without regard to fairness or network stability. The fair mode is to maintain the fairness among all network connections and balance the speed of each network connection by gradually increasing the amount of data transmitted until it finds the network’ s maximum carrying capacity. The fast-start mode is to improve the properties of fair mode by providing a fast and stable experience. The modest mode is to improve the estimation of the fair transmission rate and prevent the rate oscillation which is occurred by the aggressive mode. Based on HpFP2, we implement a file transfer tool, called high-performance copy (HCP), to improve file transfer performance over Japan high performance computing and networking (JHPCN). The performance of our file transfer tool is evaluated using real datasets collected from supercomputer resources. The results show that the HCP achieves notably better performance than the conventional tool for file transfer over JHPCN.

Keywords: High-Speed File Transfer, Big Data, JHPCN, HpFP

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Raspberry Piによる映像IoTの独自プログラミング開発手法（２）
Programming Environment of Visual IoT Tools Working on Single-Board Computer (Raspberry Pi) (2)

*水原 隆道[1]、村田 健史[2]、Pavarangkoon Praphan[2]、Phon-Amnuaisuk Somnuk[3]、山本 和憲[2]、村永 和哉[4]、青木 俊樹[1]
*Takamichi Mizuhara[1], Ken T. Murata[2], Praphan Pavarangkoon[2], Somnuk Phon-Amnuaisuk[3], Kazunori Yamamoto[2], Kazuya Muranaga[4], Toshiki Aoki[1]

1. 株式会社クレアリンクテクノロジー、2. 国立研究開発法人情報通信研究機構、3. ブルネイ工科大学、4. 株式会社セック
1. CLEALINK TECHNOLOGY CO., LTD., 2. National Institute of Information and Communications Technology, 3. Universiti Teknologi Brunei, 4. Systems Engineering Consultants Co., LTD.

近年、インターネットゲートウェイとクラウドサービスへの接続の有効な小型デバイスとして、Raspberry PiやArduinoなどの低コストシングルボードコンピュータが登場した。これらは、プログラミング可能なInternet of Things（IoT）のためのアーキテクチャとして期待されている映像IoT（Visual IoT）はIoTの1つであり、映像・画像データを基にしたリモートセンシング手法である。映像IoTの重要な役割の1つは、画像認識技術を用いて画像から情報をリアルタイム抽出することである。モバイル環境での映像伝送は容易ではないが、リアルタイム抽出れた情報をモバイル等の低帯域ネットワークでクラウドサーバに伝送することは現実的な手法である。言い換えると、遠隔カメラを映像伝送ではなくリモートセンシング用センサーとして利用するという考え方である。本稿では、ラズベリーパイによる映像IoTのプログラミング環境を紹介し、いくつかのアプリケーションを開発する。例えばリアルタイム情報抽出のためのアプリケーションや、拡張現実感（AR）に基づくアプリケーションである。 4G LTEモバイルネットワークを使用した屋外のフィールドで、両方のアプリケーションのパフォーマンスを検証し、映像IoTによる環境センシングデバイス開発の可能性を探る。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

映像IoTによる火山・雲・海洋などの地球環境リアルタイムモニタリング
Real-Time Monitoring Technique of Earth Environment via Visual IoT

*山本 和憲[1]、村田 健史[1]、水原 隆道[2]、Pavarangkoon Praphan[1]、村永 和哉[3]、青木 俊樹[2]
*Kazunori Yamamoto[1], Ken T. Murata[1], Takamichi Mizuhara[2], Praphan Pavarangkoon[1], Kazuya Muranaga[3], Toshiki Aoki[2]

1. 情報通信研究機構、2. 株式会社クレアリンクテクノロジー、3. 株式会社セック
1. National Institute of Information and Communications Technology, 2. CLEALINK TECHNOLOGY Co., Ltd., 3. Systems Engineering Consultants Co.,LTD.

Visual Internet of Things (IoT) is a class of IoT that collects rich visual data. In general, the visual IoT device is equipped with a video transmission equipment such as a camera. The involved technologies are advanced video transmission techniques and information extraction from images by image recognition techniques. However, since the video data size is larger than the sensor data size, one of the issues of visual IoT is high-performance video transmission in networks in which the bandwidths are limited. In this paper, we design and develop a real-time monitoring system using visual IoT device. Our system is based on a novel protocol, named high-performance video transmission (HpVT), for field monitoring via 4G LTE mobile networks. The performance of our system is evaluated in real fields to conclude that we can achieve full high-definition (full-HD) resolution video transmission with as high frame rate as 30 fps.

キーワード：映像IoT、モバイルネットワーク、H.264映像伝送技術
Keywords: Visual IoT, Mobile Network, High-Performance Video Transmission

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ひまわりリアルタイムWebの国際展開(フィリピンミラーサイト)
International Deployment of real-time web of Himawari (meteorological satellite) data: A case of mirroring to Philippines

村永 和哉[1]、Pavarangkoon Praphan[2]、山本 和憲[2]、*村田 健史[2]、樋口 篤志[3]
Kazuya Muranaga[1], Praphan Pavarangkoon[2], Kazunori Yamamoto[2], *Ken T. Murata[2], Atsushi Higuchi[3]

1. 株式会社セック、2. 情報通信研究機構、3. 千葉大学
1. Systems Engineering Consultants Co., LTD., 2. National Institute of Information and Communications Technology, 3. Chiba University

The third-generation meteorological satellites equipped with highly-improved imagers provide a large amount of Earth observation data. The Himawari-8 satellite is the first unit of the Japan Meteorological Agency's third-generation meteorological satellite. After its starting operation in 2015, there are many websites that provide remotely sensed images in real time. In general, the real-time and full-resolution websites are hard to be developed due to the large amount of data to be transferred. The Himawari-8 real-time web provided by the National Institute of Information and Communications Technology (NICT) is only a website that provides remotely sensed images with full resolution in real time. However, to reduce network traffic and increase the access speed of it from other countries out of Japan, mirror websites of each country are needed. This paper presents a mirroring system of the Himawari-8 real-time web. We propose a model for mirroring to avoid the CPU power consumption problem of big data processing in the mirror websites. In addition, we also introduce a file copy tool based on high-performance and flexible protocol (HpFP) to transfer meteorological satellite data between the Himawari-8 real-time web and the mirror websites. The contribution of this paper is to provide a cost-effective solution for the mirror websites. Our first target is an institution in Philippines (ASTI) connected via an international network, called Japan Gigabit Network (JGN) and the Asia Pacific Advanced Network (APAN). The results show that the proposed mirroring system is able to overcome the big data issue by eliminating the CPU power consumption in the mirror websites and transferring data files at high speed over the international network even under packet loss conditions. This suggests that our mirroring system has a potential for deployment in other Asian countries.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Visualization of Himawari-8 observation data using high resolution animation: The case studies of CEReS, Chiba University, Japan

Visualization of Himawari-8 observation data using high resolution animation: The case studies of CEReS, Chiba University, Japan

*豊嶋 紘一[1]、樋口 篤志[1]
*Koichi Toyoshima[1], Atsushi Higuchi[1]

1. 千葉大学　環境リモートセンシング研究センター
1. Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University

Hiamwari-8 called as third generation geostationary satellite, equipped with a multispectral imager with a higher spatial resolution and a rapid observation frequency. The observation data amount is very large, not only handled as a still image, be handled and treated as an animation is useful to understand the observation event. In this presentation, in order to make full use of the advantages of wide-area high-definition observation data, we introduce the processing of animation for real-time monitoring display with 7K / 6K high-definition display consisting of multiple 4K monitors at Chiba University. We convert the case on environmental issues and notable weather phenomena in high-resolution video, and upload to YouTube. We also refer to efforts to educate and publicity of satellite observation cases.

キーワード：Geostationary 、meteorological satellites、Environmental studies
Keywords: Geostationary , meteorological satellites, Environmental studies

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

大量の学習データに利用に向けたノード間MPI並列TensorFlowの性能評価

Performance evaluation of inter-node MPI parallel TensorFlow for massive learning data

*深沢 圭一郎[1]
*Keiichiro Fukazawa[1]

1. 京都大学学術情報メディアセンター
1. Academic Center for Computing and Media Studies, Kyoto University

Recently machine learning (ML) achieves great works in the recognition, and it plays an essential role in the AI (artificial intelligence) area. In general, the learning data is one of the most critical keys for the ML since the feature extraction from each learning data affects strongly to the accuracy of recognition. Thus, the large amount of learning data is required for ML to avoid bias recognition. However, it takes a long time and needs many computer memory to learn from the massive data. In this talk, the inter-node MPI parallel TensorFlow is introduced.

TensorFlow is the one of ML framework developed by Google, and it is used in the world. Google has developed the inter-node parallel TensorFlow however it is not suitable for the supercomputer such as picking up the local computing node directly to participate in the calculation. To overcome this problem, Horovod MPI based TensorFlow has released by Uber, and it can use the MPI tuned for the supercomputer. As the collaboration of Cray and Kyoto University, more optimized MPI based TensorFlow which is called as CPE ML Plugin has been introduced to the supercomputer of Kyoto University. In this talk the performance evaluation of this MPI based TensorFlow.

キーワード：機械学習、ノード間並列
Keywords: machine learning, inter-node parallel

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-GI 地球科学一般・情報地球科学

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_45

[M-GI37] 情報地球惑星科学と大量データ処理

コンビーナ:村田 健史(情報通信研究機構)、本田 理恵(高知大学自然科学系理工学部門)、野々垣 進(国立研究開発法人　産業技術総合研究所　地質情報研究部門　情報地質研究グループ)、堀之内 武(北海道大学地球環境科学研究院)

地球惑星科学分野の観測および数値シミュレーションによって生成される数値データは、観測技術の高度化や計算スケールの大規模化に伴ってますます複雑化しています。このセッションの目的は、新しい観測・計測手法、大規模データ処理および数値シミュレーション技法、データ保存および公開技術、データ転送および収集などのデータ技術について、幅広い視点で議論を行うことです。これによるデータ指向型科学、すなわち地球惑星情報科学を進化させることを視野に入れています。発表内容はこれらの技法に限定していません。実際の観測や数値計算の立場から地球惑星情報科学に期待する提案も歓迎します。

[MGI37-P01] 気象庁防災情報XMLを機械可読化するための予報区ポリゴンデータの公開

*豊田 英司[1] (1.気象庁総務部企画課)

[MGI37-P02] 金星探査機あかつきのデータ検索閲覧システムの開発

*杉山 耕一朗[1]、村社 光誠[1]、大森 一輝[1,3]、青木 拓海[1,4]、村上 真也[2] (1.松江工業高等専門学校、2.JAXA 宇宙科学研究所、3.NTTデータMHIシステムズ、4.マツダE&T)

[MGI37-P03] 地球深部探査船「ちきゅう」を取り巻く大量データと科学支援活動について

*木戸 ゆかり[1]、杉原 孝充[1]、真田 佳典[1]、村山 達矢[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[MGI37-P04] 北極海のみらい観測航海MR18-05における予報・観測データの配信と可視化サービス

*照井 健志[1]、杉村 剛[1]、Liyanarachchi Waruna Arampath De Silva[2]、末吉 惣一郎[3]、猪上 淳[1] (1.国立極地研究所、2.東京大学、3.日本海洋事業株式会社)

[MGI37-P05] マルチスペクトル光学センサ画像の観測波長帯と空間の高分解能化による鉱物マッピング精度の向上

*小池 克明[1]、Hoang Nguyen[1]、野田 周帆[2]、淺野 友紀瑛[2]、川上 裕[2]、増田 一夫[2] (1.京都大学大学院工学研究科 都市社会工学専攻地殻環境工学分野、2.(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構)

[MGI37-P06] Analysis of vessel status information of past research cruises and prediction of downtime for future cruise

*山岸 保子[1]、谷津 健[2]、柏瀬 憲彦[2]、牧 哲司[2]、山室 悠太[2,3]、阪口 秀[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構 数理科学・先端技術研究分野、2.国立研究開発法人海洋研究開発機構 海洋工学センター、3.日本海洋事業株式会社)

[MGI37-P07] 気象衛星「ひまわり」を活用した海況状況監視システムの実証実験

*嘉賀 雄一[1]、渡部 重十[1] (1.北海道情報大学)

[MGI37-P08] 小天体への着陸地点選択のための平坦領域探索手法

藤井 祐貴[1]、*本田 理恵[1]、諸田 智克[4]、横田 康弘[2]、巽 瑛理[3]、坂谷 尚哉[2]、山田 学[9]、亀田 真吾[5]、神山 徹[10]、鈴木 秀彦[6]、本田 親寿[7]、早川 雅彦[2]、吉岡 和夫[3]、長 勇一郎[3]、山本 幸生[2]、平田 成[7]、平田 直之[8]、澤田 弘崇[2]、杉田 精司[3] (1.高知大学、2.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所 、3.東京大学、4.名古屋大学、5.立教大学、6.明治大学、7.会津大学、8.神戸大学、9.千葉工業大学、10.産業技術総合研究所)

[MGI37-P09] 宇宙データを活用するためのハッカソンイベント「SpaceHack 2019」の活動報告

*湯村 翼[1]、菊地 聡[1]、長妻 努[1]、村田 健史[1] (1.国立研究開発法人情報通信研究機構)

[MGI37-P10] Experimental Evaluation of High-Speed File Transfer over JHPCN

*Praphan Pavarangkoon[1]、Ken T. Murata[1]、Kazunori Yamamoto[1]、Takamichi Mizuhara[2]、Yuya Kagebayashi[2]、Ayahiro Takaki[2]、Kazuya Muranaga[3]、Keiichiro Fukazawa[4] (1.National Institute of Information and Communications Technology, Tokyo, Japan、2.CLEALINK TECHNOLOGY Co., Ltd., Kyoto, Japan、3.Systems Engineering Consultants Co., Ltd., Tokyo, Japan、4.Academic Center for Computing and Media Studies, Kyoto University, Kyoto, Japan)

[MGI37-P11] Raspberry Piによる映像IoTの独自プログラミング開発手法（２）

*水原 隆道[1]、村田 健史[2]、Pavarangkoon Praphan[2]、Phon-Amnuaisuk Somnuk[3]、山本 和憲[2]、村永 和哉[4]、青木 俊樹[1] (1.株式会社クレアリンクテクノロジー、2.国立研究開発法人情報通信研究機構、3.ブルネイ工科大学、4.株式会社セック)

[MGI37-P12] 映像IoTによる火山・雲・海洋などの地球環境リアルタイムモニタリング

*山本 和憲[1]、村田 健史[1]、水原 隆道[2]、Pavarangkoon Praphan[1]、村永 和哉[3]、青木 俊樹[2] (1.情報通信研究機構、2.株式会社クレアリンクテクノロジー、3.株式会社セック)

[MGI37-P13] ひまわりリアルタイムWebの国際展開(フィリピンミラーサイト)

村永 和哉[1]、Pavarangkoon Praphan[2]、山本 和憲[2]、*村田 健史[2]、樋口 篤志[3] (1.株式会社セック、2.情報通信研究機構、3.千葉大学)

[MGI37-P14] Visualization of Himawari-8 observation data using high resolution animation: The case studies of CEReS, Chiba University, Japan

*豊嶋 紘一[1]、樋口 篤志[1] (1.千葉大学　環境リモートセンシング研究センター)

[MGI37-P15] 大量の学習データに利用に向けたノード間MPI並列TensorFlowの性能評価

*深沢 圭一郎[1] (1.京都大学学術情報メディアセンター)

気象庁防災情報XMLを機械可読化するための予報区ポリゴンデータの公開

Publication of georeferenced polygon data to make JMA XML machine-readable

*豊田 英司[1]
*Eizi TOYODA[1]

1. 気象庁総務部企画課
1. Administration Department, Japan Meteorological Agency

気象庁では警報や注意報などに用いられる従来のプレーンテキスト電報「かな漢字電文」による情報を構造化するため「気象庁防災情報XMLフォーマット」を開発し、平成30年3月に移行を完了した。気象庁XMLによりプレーンテキストの情報ごとに特化した解読処理の必要が縮減されたが、位置情報を機械的に取得できるようにすること（ジオロケーション）が課題であった。府県や市町村などの地理的領域に対して発表される情報は領域のコード番号だけが記載されており、可視化を行うためにはその位置のデータ（ポリゴンデータ）を利用者が用意する必要があった。

2019年1月、気象庁は予報区ポリゴンデータをシェープファイル形式で公開した。セッションでは準備にあたっての課題、水平解像度の選択や不明瞭な地理的領域の扱いについて報告する。このポリゴンデータにより、気象庁防災XMLデータのより使いやすい形式での再提供や、他の地理情報と組み合わせた利用が広がることを期待している。

キーワード：気象庁防災情報XML、地理情報ポリゴンデータ、オープンデータ
Keywords: JMA XML, geospatial polygon data, open data

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

金星探査機あかつきのデータ検索閲覧システムの開発
Development of a web system for search, browsing and download of Akatsuki's observation data

*杉山 耕一朗[1]、村社 光誠[1]、大森 一輝[1,3]、青木 拓海[1,4]、村上 真也[2]
*Ko-ichiro SUGIYAMA[1], Kosei Murakoso[1], Kazuki Oomori[1,3], Takumi Aoki[1,4], Shin-ya Murakami[2]

1. 松江工業高等専門学校、2. JAXA 宇宙科学研究所、3. NTTデータMHIシステムズ、4. マツダE&T
1. National Institute of Technology, Matsue College, 2. ISAS/JAXA, 3. NTT DATA MHI Systems Corporation, 4. Mazda E&T

金星探査機「あかつき」は異なる波長の狭帯域フィルタを備えた 5 台のカメラを使用して異なる高度の雲を観測している. あかつきの撮影した画像は一定期間が経過した後に NASA の PDS (Planetary Data System) [1] やISAS/JAXA の DARTS (Data ARchives and Transmission System) [2] 内のAKATSUKI Science Data Archive [3] において公開されている. しかしながら, データが機器ごとに異なるディレクトリに存在するため, 多波長で協調的に観測して得られたデータについて, 全体的な描像を得にくいという問題がある.

そこで我々は, Akatsuki Data Search [4] と名付けた新たな Web システムを Ruby on Rails を用いて開発した. そのシステムは上記サイトで公開されている全てのデータの簡易な検索・表示・ダウンロードを可能としている. Akatsuki プロジェクトの目的である 3 次元的な運動の時間変化の把握のために, データファイルのヘッダに記述されている観測プログラム名とその実行時間を利用して画像一覧ページを生成する機能を実装した. この機能により, 同時に撮影された異なる高度の雲画像の比較や, 同じ高度で雲分布の時間変化の把握が可能となった. さらに, データのヘッダに書かれていない情報 (例えば, とある論文に使った画像など) で検索したいという要望に応えるために, 「お気に入り機能」を実装した. この機能を用いることで, 気に入った画像やそれを得るために使った検索条件を保存し, それをユーザ同士で共有することが可能となった.

本発表では "Akatsuki Data Search" の詳細な説明とデモンストレーションを行う.

参考文献

[1] The Planetary Data System (PDS), https://pds.nasa.gov

[2] Data ARchives and Transmission System (DARTS), https://www.darts.isas.jaxa.jp/

[3] AKATSUKI Science Data Archive, https://www.darts.isas.jaxa.jp/planet/project/akatsuki/

[4] Akatsuki Data Search, https://vco.epi.it.matsue-ct.jp/

キーワード：金星探査機あかつき、Web システム、ビッグデータ
Keywords: Venus climate orbiter "Akatsuki", Web System, big data

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地球深部探査船「ちきゅう」を取り巻く大量データと科学支援活動について

Large amount of data related to D/V Chikyu and science support activities

*木戸 ゆかり[1]、杉原 孝充[1]、真田 佳典[1]、村山 達矢[1]
*Yukari Kido[1], Takamitsu Sugihara[1], Yoshinori Sanada[1], Tatsuya Murayama[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

地球深部探査船「ちきゅう」は，2005年7月に海洋研究開発機構に引き渡されてから14年目を迎えようとしている．国際深海掘削計画がスタートして2018年でちょうど50周年，その枠組みの中の主力船の１つとし洋上の実験室は少しずつリニューアルし，老朽化・陳腐化した実験器具も刷新し，ラボのリニューアル『ラボ改善』や科学支援活動に着手してきた．国際就航第1回目の第314次航海（2007年9月）から16航海を経て，航海日数全1000日，のべ乗船者数27か国から350名が，「ちきゅう」による科学掘削プロジェクトに参加したことになる．米国主導で運用している現在も現役のジョイデス・レゾリューション号を初期モデルとし，毎回の航海終了時に行うラボへのアンケート，要望を吟味しながら，改善の優先順位づけを行う．実験室以外にもデータサービスのクオリティを一定レベルに保つようデータマネジメントやQCシステムや研究者へのデータ配信サービスを行っている．14年間のオペレーションの工夫や改善点の一つ一つが安全な航海を支える貴重なデータとなっている．科学掘削の事前調査から掘削安全の吟味のための資料作成，検層データの計画，現場立会い，データQC，配信，レポート作成サポートだけでなく，幅広い活動が実施されてきている．同じ海域で取得した過去データを持ち寄り，船上で研究者が集中して論文作成に打ち込むワークショップや様々なオペレーションの合間に短期間で実施できる海底表層ピストンコア取得の提案を受付，実施実績もある．次世代育成のための様々なカテゴリーのコアスクールも行なっている．中でもロギングスクールは，10年を超えるロングランであり，海外とのコラボレーションも行っている．科学支援の立場から，「ちきゅう」を取り巻く大量データと研究者，技術者を繋ぐ支援活動について，議論を深め，さらに推進する糧としたい．

キーワード：地球深部探査船「ちきゅう」、国際深海掘削計画、科学掘削支援
Keywords: Drilling Vessel Chikyu, IODP, Science Drilling Support

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北極海のみらい観測航海MR18-05における予報・観測データの配信と可視化サービス

Data delivery and visualization service for climate forecast data in the Arctic Ocean during R/V Mirai cruise MR18-05

*照井 健志[1]、杉村 剛[1]、Liyanarachchi Waruna Arampath De Silva[2]、末吉 惣一郎[3]、猪上 淳[1]
*Takeshi Terui[1], Takeshi Sugimura[1], Liyanarachchi Waruna Arampath De Silva[2], Souichiro Sueyoshi[3], Jun Inoue[1]

1. 国立極地研究所、2. 東京大学、3. 日本海洋事業株式会社
1. National Institute of Polar Research, 2. The University of Tokyo, 3. Nippon Marine Enterprises

Understanding of the weather situation is the most important issue for observation cruse in the sea ice area. In particular, overviewed information of 1000 km scale is a good indication to determine a safe route and plan, and the weather forecast and observation data is required. However, limited satellite telecommunication line on the ship makes on-demand data delivery difficult. And more, if the compressed data would be sent via this line, a professional staff for decoding and visualizing the data must always be needed on the ship. In order to reduce these anxiety and burden, automatically system integrating these processes (delivery, decoding, and visualizing data) is needed. ADS (Arctic Data archive System) has been developed the new integrated system for the ship to delivery and visualize data, which is called VENUS (VEssele Navigator by Unitized Systems). This system has been implemented to R/V Mirai cruise in the Arctic Ocean since MR16-06. MR18-05 cruse was a winter observation in the Arctic Ocean, and we delivered 10 days weather forecast data produced byECMWF, and high resolution sea ice forecast model output from IcePOM developed in the University of Tokyo. Total size of delivered data via e-mail was reached to about 100 MB/day, and more than 100 e-mails were delivered to Mirai every day. Our system was always in a high load condition due to visualization processing. We need to In this research, we want to introduce technical performances and advantages of this system. For safe cruse, we must complete the transmission and visualization of such massive data by the scheduled time. Therefore, we devised a lot of solutions to solve the technical difficulties. In this research, we introduce what we did to solve these problems and discuss various issues of data distribution and processing in ship.

キーワード：北極海、船舶観測、IoT、予報データ、可視化、衛星通信
Keywords: Arctic Ocean, Ship Observation, IoT, Forecast Data, Visualization, Satellite communication

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

マルチスペクトル光学センサ画像の観測波長帯と空間の高分解能化による鉱物マッピング精度の向上

Improvement of mineral mapping accuracy by increasing spectral band and spatial resolutions of multispectral optical sensor imagery

*小池 克明[1]、Hoang Nguyen[1]、野田 周帆[2]、淺野 友紀瑛[2]、川上 裕[2]、増田 一夫[2]
*Katsuaki Koike[1], Nguyen Tien Hoang[1], Shuho Noda[2], Yukie Asano[2], Yuu Kawakami[2], Kazuo Masuda[2]

1. 京都大学大学院工学研究科 都市社会工学専攻地殻環境工学分野、2. (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構
1. Laboratory of Environmental Geosphere Engineering, Department of Urban Management, Graduate School of Engineering, Kyoto University, 2. Japan Oil, Gas and Metals National Corporation (JOGMEC)

地質分野で広く用いられる光学センサによるマルチスペクトル衛星画像は，地球表面のほぼ全域をカバーしているが，画像の観測波長数は少なく，鉱物や地質の識別精度は低いのに加えて，地表の詳細がわかるほど空間分解能が高くはない。これらが詳細にわかる多波長数のハイパースペクトル画像や高解像度画像が利用できるのはごく狭い範囲に限られ，コストが高い。そこで本研究では，一般のマルチスペクトル衛星画像をその撮影範囲全体にわたって，①ハイパースペクトル画像に変換できる手法，および②地質リモートセンシング分野で現在の最高水準の空間分解能まで画像を鮮明化できる手法の開発を進めている。最終的には高分解能でハイパースペクトル画像のシミュレーションを目指す。これによって，リモートセンシングによる金属・地熱資源探査と地質環境監視の精度・有効性の大幅向上を図る。以下，マルチスペクトル画像，ハイパースペクトル画像，マルチスペクトルの高分解能画像をそれぞれMS，HP，HSRと略し，各代表として
ASTER（MS），AVIRIS（HP），WorldView-3（WV-3：HSR）を選んだ。鉱物識別で特に重要となる短波長赤外域（SWIR）でのASTER，WV-3の空間分解能はそれぞれ30 m，7.5 mである。

観測波長帯の高分解能化①に関しては著者らが開発した手法であるPHITA（Pseudo-Hyperspectral Image Transformation Algorithm: Hoang and Koike, 2017; 2018）を用いた。これはMSとHPバンドの反射率を多変量回帰式によって関連付け，最適なモデルをベイズ理論によって選択するという原理である。正確な位置合わせを施したMSとHSRでは，MSの1ピクセルはHSRの複数のピクセルに対応する。例えばASTER画像の1ピクセルはWV-3画像の4×4ピクセルからなる。画像1ピクセルのサイズを小さくするという②では，まず太陽照射方向やバンドのスペクトル応答などを考慮してMSとHSRのラジアンスを補正した。次に，MSの1ピクセルのラジアンスはHSRの複数のラジアンスの和であるという仮定を設け，これらの関係を汎用性の高い多変量回帰モデルであるGeneralized additive model（Stasinopoulos et al., 2018）で表した。

ASTER，WV-3，AVIRIS画像のいずれもが利用可能であり，代表的な熱水変質帯として知られているアメリカ西部ネバダ州のキュープライトをトレーニングエリアとし，機械学習のアルゴリズムを適用した。①・②ともにターゲットは，キュープライトの近くにあり浅熱水鉱床域のゴールドフィールドである。①ではASTER画像をAVIRIS画像とPHITAによってHPに変換し，それらの関係をゴールドフィールドでのASTER画像のHP化に用いた。その結果，ASTER画像よりも明礬石，カオリナイトなどの変質鉱物の識別精度が大幅に向上した。また，②に関してはASTERとWV-3で共通するSWIRの4つのバンドをダウンスケーリングに用いた。①と同様にキュープライトでの規則性をゴールドフィールドに適用し，ASTER画像をWV-3画像の空間分解能まで向上させたところ，ASTER画像の空間分解能以上に明礬石などの分布域を詳細に推定できた。これら①と②の結果は，2018年10月～11月にかけて実施した現地調査，それによるサンプルのXRD分析により検証でき，本研究によるHP化とHSR化の有効性が確かめられた。

Hoang, N. T., Koike, K. (2018) Comparison of hyperspectral transformation accuracies of multispectral Landsat TM, ETM+, OLI and EO-1 ALI images for detecting minerals in a geothermal prospect area. *ISPRS*

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

J. Photogramm. Remote Sens., v. 137, pp. 15-28.

Hoang, N. T., Koike, K. (2017) Transformation of Landsat imagery into pseudo-hyperspectral imagery by a multiple regression-based model with application to metal deposit-related minerals mapping. *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.*, v. 133, pp. 157-173.

Stasinopoulos, M. D., Rigby, R. A., Bastiani, F. D. (2018) GAMLSS: A distributional regression approach. *Stat. Modelling*, v. 18, pp. 248-273.

キーワード：ハイパースペクトル画像、熱水変質鉱物、多変量回帰モデル、短波長赤外域、キュープライト、ゴールドフィールド

Keywords: Hyperspectral imagery, Hydrothermal alteration mineral, Multiple regression model, Short-wave infrared region, Cuprite, Goldfield

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Analysis of vessel status information of past research cruises and prediction of downtime for future cruise

*山岸 保子[1]、谷津 健[2]、柏瀬 憲彦[2]、牧 哲司[2]、山室 悠太[2,3]、阪口 秀[1]
*Yasuko Yamagishi[1], Ken Yatsu[2], Kazuhiko Kashiwase[2], Tetsuji Maki[2], Yuta Yamamuro[2,3], Hide Sakaguchi[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構 数理科学・先端技術研究分野、2. 国立研究開発法人海洋研究開発機構 海洋工学センター、3. 日本海洋事業株式会社
1. MAT, JAMSTEC, 2. MARITEC, JAMSTEC, 3. Nippon Marine Enterprises, Ltd.

Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC) owns several research vessels and is responsible for the operation of the research cruise by these vessels. The ship time of research vessels belonging to JAMSTEC has declined over the last 10 years due to decrease in the number of vessels and the budget for research cruises. On the other hand, the occurrence of trench type large earthquake, global warming, and seabed resource exploration have increased the importance of the oceanic observation. Under these circumstances, it is indispensable to plan the most optimal research cruises to carry out the necessary oceanic observations. At present, JAMSTEC has to plan all research cruises for next fiscal year one year before. In order to perform the most effective research cruises, our project aims to provide useful information when planning future research cruise. Our project started in FY 2016. We first started to investigate the efficiency of the past research cruises. We have compiled time-sequence data of vessel status and performed observations in the past cruise, and estimated downtime for each cruise, which is a period when the observation or cruise is interrupted due to rough weather, machine trouble, etc. The downtime is one of the indicators for the efficiency of the research cruise. We also have developed database system to store the time-sequence data and information of each research cruises including downtime. The time-sequence data has been compiled based on E-mail sent from vessel to ground management office in the cruise. In E-mail, the information is written in text, ie in natural language. Therefore, the time-sequence data should be compiled by manually, it takes a lot of time to digitize it. Currently, we are also developing an application that automatically create the time-sequence data of vessel status and performed observation. Next, we have analyzed the downtime and the information of the past research cruises and searched for important factors that affect the downtime. And then, we have developed an application to predict the downtime of future cruises by using machine learning. In this study, we will introduce the analysis results of the downtime and the progress of the application development. Acknowledgments: we are grateful to Mr. Morisaki and Ms. Sada for their supports to make data stored into the database system.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

気象衛星「ひまわり」を活用した海況状況監視システムの実証実験
Verification of an ocean monitoring system using a climate satellite "Himawari"

*嘉賀 雄一[1]、渡部 重十[1]
*YUUICHI KAGA[1], SHIGETO WATANABE[1]

1. 北海道情報大学
1. Hokkaido Information University

我が国において，少子高齢化の影響による第１次産業の跡継ぎ問題が深刻化している。離漁師が増加する一方、若者が漁師として定着していない。漁師の勘や長年の経験で行われていた（可視化できない）作業や知識を引き継ぎ出来ない現状がある。若者の漁師不足は日本の水産業を維持・発展する上で深刻な問題である。

地方の漁師の漁獲量の変化は大きく，また空振漁は燃料代の無駄になり，魚師の生活を圧迫しかねない。漁獲量は海上の風向・速度、海流の方向・速度、海水温、植物性プランクトンの分布状況に左右されている。これらのパラメータは、気象庁やJAXAが取得している膨大なデータ（ビッグデータ）から推定できる。しかし、漁師の期待に沿うようなデータではなくデータの扱いも困難である。

地方の活性化を図る目的で、iPadやiPhoneで日本近海の海況を監視できるアプリ（海況状況監視システム）を我々は開発を進めている。海況状況監視システムの実証を含め漁師関係者にお願いし、海況データや漁獲量を収集・分析を実施した。本講演では、これらの解析結果を紹介する。

キーワード：気象衛星ひまわり、海況状況、ビッグデータ
Keywords: meteorological satellite "Himawari", ocean monitoring, big data

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

小天体への着陸地点選択のための平坦領域探索手法
Development of smooth area detection method for selection of landing site on a small body

藤井 祐貴[1]、*本田 理恵[1]、諸田 智克[4]、横田 康弘[2]、巽 瑛理[3]、坂谷 尚哉[2]、山田 学[9]、亀田 真吾[5]、神山 徹[10]、鈴木 秀彦[6]、本田 親寿[7]、早川 雅彦[2]、吉岡 和夫[3]、長 勇一郎[3]、山本 幸生[2]、平田 成[7]、平田 直之[8]、澤田 弘崇[2]、杉田 精司[3]
Yuki Fujii[1], *Rie Honda[1], Tomokatsu Morota[4], yokota yasuhiro[2], ERI TATSUMI[3], Naoya Sakatani[2], Manabu Yamada[9], Shingo Kameda[5], Toru Kouyama[10], Hidehiko Suzuki[6], Chikatoshi Honda[7], Masahiko Hayakawa[2], Kazuo Yoshioka[3], Yuichiro Cho[3], Yukio Yamamoto[2], Naru Hirata[7], Naoyuki Hirata[8], Hirotaka Sawada[2], Seiji Sugita[3]

1. 高知大学、2. 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所 、3. 東京大学、4. 名古屋大学、5. 立教大学、6. 明治大学、7. 会津大学、8. 神戸大学、9. 千葉工業大学、10. 産業技術総合研究所
1. Kochi University, 2. ISAS/JAXA, 3. University of Tokyo, 4. Nagoya University, 5. Rikkyo University, 6. Meiji University, 7. Aizu University, 8. Kobe University, 9. Chiba Institute of Technology, 10. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

2018年6月はやぶさ２が小惑星リュウグウに到着した。リュウグウの表面はおびただしいボルダーに覆われ、着陸に影響を及ぼす数十mスケールのボルダーが存在しない空白領域を簡易に発見することは難しかった。このため、人間の視覚による精査の前に、迅速にボルダの存在しない空白領域を機械的に抽出するための手法を画像処理、機械学習の手法を組み合わせて検討した。まず大まかな有望領域の探索には、クラック解析などにも使用されるメディアンフィルタ画像と原画像の差分画像を使用した。この手法は１ピクセルサイズの異常領域を抽出することができるが、より大きなサイズの特徴にも対応するため、1/2, 1/4の階層化画像を用いた。また負の異常領域と正の異常領域は別々に抽出した。この結果に対して、着陸精度に相当する円形の窓を配置し、その中の危険画素の被覆率を計算し、しきい値処理をすることによって、平坦領域をピックアップした。また、表面のテクスチャのクラスタリングによって平坦領域を粗く識別する手法も開発した。このような手法は地球観測衛星などに対する地滑り領域の探索などにも使用できると考えられる。

キーワード：自動抽出、平坦地、クラスタリング、メディアンフィルタ
Keywords: automatic detection, smooth area, clustering, median filter

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

宇宙データを活用するためのハッカソンイベント「SpaceHack 2019」の活動報告

Activity Report of Hackathon Event "SpaceHack 2019" for Utilization of Space Data

*湯村 翼[1]、菊地 聡[1]、長妻 努[1]、村田 健史[1]
*Tsubasa Yumura[1], Satoshi Kikuchi[1], Tsutomu Nagatsuma[1], Ken T. Murata[1]

1. 国立研究開発法人情報通信研究機構
1. National Institute of Information and Communications Technology

情報通信研究機構では，各研究グループにおいて宇宙に関する様々な観測データを蓄積している．それらのデータの一部はWebサイトにて一般公開している．このデータの活用を促進するため，我々は，宇宙データを活用するためのハッカソンイベント「SpaceHack 2019」を企画した．ハッカソンとは，数日程度の短い期間でシステムやアプリケーションの制作を行うイベントの総称で，有志団体や企業，自治体などによって数多く開催されている．SpaceHack 2019は，機構外の一般参加者を募り，2日間の開催とした．1日目には，イベント概要説明と利用できるデータの説明の後，参加者同士でアイデアをブラッシュアップするアイデアソンを実施する．アイデアソンの結果をもとに，参加者でチームを結成し，開発を始める．開発は2日目の昼まで行い，終了後は成果発表のプレゼンテーションと審査，表彰を行う．SpaceHackでは，科学研究目的に特化したクラウドシステム「サイエンスクラウド」の他，データの転送や処理のために超高速研究開発ネットワークテストベッド「JGN」と大規模エミュレーションテストベッド「StarBED」を参加者に提供する．発表では，SpaceHack 2019の開催概要を報告し，ハッカソンを通じたデータ利活用促進の可能性について議論する．

キーワード：データ利活用、ハッカソン、開催報告
Keywords: Data Utilization, Hackathon, Event Report

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Experimental Evaluation of High-Speed File Transfer over JHPCN

*Praphan Pavarangkoon[1], Ken T. Murata[1], Kazunori Yamamoto[1], Takamichi Mizuhara[2], Yuya Kagebayashi[2], Ayahiro Takaki[2], Kazuya Muranaga[3], Keiichiro Fukazawa[4]

1. National Institute of Information and Communications Technology, Tokyo, Japan, 2. CLEALINK TECHNOLOGY Co., Ltd., Kyoto, Japan, 3. Systems Engineering Consultants Co., Ltd., Tokyo, Japan, 4. Academic Center for Computing and Media Studies, Kyoto University, Kyoto, Japan

With the rapid growth of data amount, big data processing imposes a substantial burden on computation, storage, and communication in data centers. The file transfer tool is used to provide the users with the ease of transferring files across the network, e.g., between data centers. In practical long distance networks, the amount of packet loss is not negligible to seriously affecting the file transfer. In general, the file transfer tool is based on transmission control protocol (TCP) and user datagram protocol (UDP). To the best of our knowledge, however, no file transfer tools based on TCP and UDP have succeeded in higher throughput than 10 Gbps on long distance networks with packet loss. In this research, we introduce a high-speed data transfer protocol for inter-data center transport network, namely high-performance and flexible protocol 2 (HpFP2). The HpFP2 is an improved version of the HpFP and is more suitable for real network environments. To accommodate different usage scenarios, we complete four operating modes of HpFP2: aggressive, fair, fast-start, and modest modes. The aggressive mode is to maximize its own throughput without regard to fairness or network stability. The fair mode is to maintain the fairness among all network connections and balance the speed of each network connection by gradually increasing the amount of data transmitted until it finds the network’ s maximum carrying capacity. The fast-start mode is to improve the properties of fair mode by providing a fast and stable experience. The modest mode is to improve the estimation of the fair transmission rate and prevent the rate oscillation which is occurred by the aggressive mode. Based on HpFP2, we implement a file transfer tool, called high-performance copy (HCP), to improve file transfer performance over Japan high performance computing and networking (JHPCN). The performance of our file transfer tool is evaluated using real datasets collected from supercomputer resources. The results show that the HCP achieves notably better performance than the conventional tool for file transfer over JHPCN.

Keywords: High-Speed File Transfer, Big Data, JHPCN, HpFP

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Raspberry Piによる映像IoTの独自プログラミング開発手法（２）
Programming Environment of Visual IoT Tools Working on Single-Board Computer (Raspberry Pi) (2)

*水原 隆道[1]、村田 健史[2]、Pavarangkoon Praphan[2]、Phon-Amnuaisuk Somnuk[3]、山本 和憲[2]、村永 和哉[4]、青木 俊樹[1]
*Takamichi Mizuhara[1], Ken T. Murata[2], Praphan Pavarangkoon[2], Somnuk Phon-Amnuaisuk[3], Kazunori Yamamoto[2], Kazuya Muranaga[4], Toshiki Aoki[1]

1. 株式会社クレアリンクテクノロジー、2. 国立研究開発法人情報通信研究機構、3. ブルネイ工科大学、4. 株式会社セック
1. CLEALINK TECHNOLOGY CO., LTD., 2. National Institute of Information and Communications Technology, 3. Universiti Teknologi Brunei, 4. Systems Engineering Consultants Co., LTD.

近年、インターネットゲートウェイとクラウドサービスへの接続の有効な小型デバイスとして、Raspberry PiやArduinoなどの低コストシングルボードコンピュータが登場した。これらは、プログラミング可能なInternet of Things（IoT）のためのアーキテクチャとして期待されている映像IoT（Visual IoT）はIoTの1つであり、映像・画像データを基にしたリモートセンシング手法である。映像IoTの重要な役割の1つは、画像認識技術を用いて画像から情報をリアルタイム抽出することである。モバイル環境での映像伝送は容易ではないが、リアルタイム抽出れた情報をモバイル等の低帯域ネットワークでクラウドサーバに伝送することは現実的な手法である。言い換えると、遠隔カメラを映像伝送ではなくリモートセンシング用センサーとして利用するという考え方である。本稿では、ラズベリーパイによる映像IoTのプログラミング環境を紹介し、いくつかのアプリケーションを開発する。例えばリアルタイム情報抽出のためのアプリケーションや、拡張現実感（AR）に基づくアプリケーションである。 4G LTEモバイルネットワークを使用した屋外のフィールドで、両方のアプリケーションのパフォーマンスを検証し、映像IoTによる環境センシングデバイス開発の可能性を探る。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

映像IoTによる火山・雲・海洋などの地球環境リアルタイムモニタリング
Real-Time Monitoring Technique of Earth Environment via Visual IoT

*山本 和憲[1]、村田 健史[1]、水原 隆道[2]、Pavarangkoon Praphan[1]、村永 和哉[3]、青木 俊樹[2]
*Kazunori Yamamoto[1], Ken T. Murata[1], Takamichi Mizuhara[2], Praphan Pavarangkoon[1], Kazuya Muranaga[3], Toshiki Aoki[2]

1. 情報通信研究機構、2. 株式会社クレアリンクテクノロジー、3. 株式会社セック
1. National Institute of Information and Communications Technology, 2. CLEALINK TECHNOLOGY Co., Ltd., 3. Systems Engineering Consultants Co.,LTD.

Visual Internet of Things (IoT) is a class of IoT that collects rich visual data. In general, the visual IoT device is equipped with a video transmission equipment such as a camera. The involved technologies are advanced video transmission techniques and information extraction from images by image recognition techniques. However, since the video data size is larger than the sensor data size, one of the issues of visual IoT is high-performance video transmission in networks in which the bandwidths are limited. In this paper, we design and develop a real-time monitoring system using visual IoT device. Our system is based on a novel protocol, named high-performance video transmission (HpVT), for field monitoring via 4G LTE mobile networks. The performance of our system is evaluated in real fields to conclude that we can achieve full high-definition (full-HD) resolution video transmission with as high frame rate as 30 fps.

キーワード：映像IoT、モバイルネットワーク、H.264映像伝送技術
Keywords: Visual IoT, Mobile Network, High-Performance Video Transmission

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ひまわりリアルタイムWebの国際展開(フィリピンミラーサイト)
International Deployment of real-time web of Himawari (meteorological satellite) data: A case of mirroring to Philippines

村永 和哉[1]、Pavarangkoon Praphan[2]、山本 和憲[2]、*村田 健史[2]、樋口 篤志[3]
Kazuya Muranaga[1], Praphan Pavarangkoon[2], Kazunori Yamamoto[2], *Ken T. Murata[2], Atsushi Higuchi[3]

1. 株式会社セック、2. 情報通信研究機構、3. 千葉大学
1. Systems Engineering Consultants Co., LTD., 2. National Institute of Information and Communications Technology, 3. Chiba University

The third-generation meteorological satellites equipped with highly-improved imagers provide a large amount of Earth observation data. The Himawari-8 satellite is the first unit of the Japan Meteorological Agency's third-generation meteorological satellite. After its starting operation in 2015, there are many websites that provide remotely sensed images in real time. In general, the real-time and full-resolution websites are hard to be developed due to the large amount of data to be transferred. The Himawari-8 real-time web provided by the National Institute of Information and Communications Technology (NICT) is only a website that provides remotely sensed images with full resolution in real time. However, to reduce network traffic and increase the access speed of it from other countries out of Japan, mirror websites of each country are needed. This paper presents a mirroring system of the Himawari-8 real-time web. We propose a model for mirroring to avoid the CPU power consumption problem of big data processing in the mirror websites. In addition, we also introduce a file copy tool based on high-performance and flexible protocol (HpFP) to transfer meteorological satellite data between the Himawari-8 real-time web and the mirror websites. The contribution of this paper is to provide a cost-effective solution for the mirror websites. Our first target is an institution in Philippines (ASTI) connected via an international network, called Japan Gigabit Network (JGN) and the Asia Pacific Advanced Network (APAN). The results show that the proposed mirroring system is able to overcome the big data issue by eliminating the CPU power consumption in the mirror websites and transferring data files at high speed over the international network even under packet loss conditions. This suggests that our mirroring system has a potential for deployment in other Asian countries.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Visualization of Himawari-8 observation data using high resolution animation: The case studies of CEReS, Chiba University, Japan

Visualization of Himawari-8 observation data using high resolution animation: The case studies of CEReS, Chiba University, Japan

*豊嶋 紘一[1]、樋口 篤志[1]
*Koichi Toyoshima[1], Atsushi Higuchi[1]

1. 千葉大学　環境リモートセンシング研究センター
1. Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University

Hiamwari-8 called as third generation geostationary satellite, equipped with a multispectral imager with a higher spatial resolution and a rapid observation frequency. The observation data amount is very large, not only handled as a still image, be handled and treated as an animation is useful to understand the observation event. In this presentation, in order to make full use of the advantages of wide-area high-definition observation data, we introduce the processing of animation for real-time monitoring display with 7K / 6K high-definition display consisting of multiple 4K monitors at Chiba University. We convert the case on environmental issues and notable weather phenomena in high-resolution video, and upload to YouTube. We also refer to efforts to educate and publicity of satellite observation cases.

キーワード：Geostationary 、meteorological satellites、Environmental studies
Keywords: Geostationary , meteorological satellites, Environmental studies

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

大量の学習データに利用に向けたノード間MPI並列TensorFlowの性能評価

Performance evaluation of inter-node MPI parallel TensorFlow for massive learning data

*深沢 圭一郎[1]
*Keiichiro Fukazawa[1]

1. 京都大学学術情報メディアセンター
1. Academic Center for Computing and Media Studies, Kyoto University

Recently machine learning (ML) achieves great works in the recognition, and it plays an essential role in the AI (artificial intelligence) area. In general, the learning data is one of the most critical keys for the ML since the feature extraction from each learning data affects strongly to the accuracy of recognition. Thus, the large amount of learning data is required for ML to avoid bias recognition. However, it takes a long time and needs many computer memory to learn from the massive data. In this talk, the inter-node MPI parallel TensorFlow is introduced.

TensorFlow is the one of ML framework developed by Google, and it is used in the world. Google has developed the inter-node parallel TensorFlow however it is not suitable for the supercomputer such as picking up the local computing node directly to participate in the calculation. To overcome this problem, Horovod MPI based TensorFlow has released by Uber, and it can use the MPI tuned for the supercomputer. As the collaboration of Cray and Kyoto University, more optimized MPI based TensorFlow which is called as CPE ML Plugin has been introduced to the supercomputer of Kyoto University. In this talk the performance evaluation of this MPI based TensorFlow.

キーワード：機械学習、ノード間並列
Keywords: machine learning, inter-node parallel

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-TT 計測技術・研究手法

2019年5月26日(日) 10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_11

[M-TT48] 地球化学の最前線

コンビーナ:角野 浩史(東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻相関基礎科学系)、横山 哲也(東京工業大学理学院地球惑星科学系)、小畑 元(東京大学大気海洋研究所海洋化学部門海洋無機化学分野)

地球惑星科学は、新しい化学分析技術を導入し、化学の視点を取り入れることにより、大きな発展を遂げ、新たなフロンティアを開拓することに成功してきた。分析技術の発展により、我々は大量の情報、あるいは全く新しい測定結果を得ることが可能となったが、データは複雑化し、その解析にはより精密かつ高度な専門知識が必要となりつつある。そのため、日本の地球惑星科学がさらに大きく発展し、世界の先導的立場であり続けるためには、最先端の化学的手法を開発する研究者と、それを応用する研究者が分野の垣根を越えて知識を共有し、相互に意思疎通を図りながら新たなブレークスルーを目指していくことが必要である。 本セッションでは、萌芽的なものも含めた先端的分析技術、最新の研究成果を持ち寄って、その意義や問題点を検討し、将来の研究の方向性や研究協力の可能性を議論する機会を提供することを目的とする。 また、今後の地球化学をリードする研究計画の提案を含んだ発表や、地球化学の将来を長期的に展望した発表の申込みを歓迎する。地球惑星科学の様々な分野の研究者が参加し、分野を横断した議論を行うことを期待する。

[MTT48-P01] マルチターン飛行時間型質量分析計を用いた希ガス同位体比分析の試み

*角野 浩史[1]、秋山 良秀[1] (1.東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻)

[MTT48-P02] Determination of picomolar of zirconium, hafnium, niobium and tantalum in seawater using chelating resin and subsequent ICP-MS determination

*小畑 元[1]、Lutfi Firdaus[2]、真塩 麻彩実[3]、金 泰辰[4]、Jason McAlister[5]、蒲生 俊敬[1] (1.東京大学大気海洋研究所海洋化学部門海洋無機化学分野、2.ブンクル大学、3.金沢大学理工学部、4.ソウル国立大学、5.ブリティッシュコロンビア大学)

[MTT48-P03] トリチウムーヘリウム地下水年代測定法の開発

*野俣 直樹[1]、角野 浩史[1] (1. 東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻相関基礎科学系)

[MTT48-P04] 地球表層物質の宇宙線生成核種(10Be, 26Al)の分析方法の改良と地球科学研究

*横山 祐典[1,2,3]、山根 雅子[7]、中村 淳路[4]、宮入 陽介[1]、堀内 一穂[5]、阿瀬 貴博[1]、松崎 浩之[6]、白濱 吉起[4]、安藤 有加[1] (1.東京大学　大気海洋研究所 高解像度環境解析研究センター、2.東京大学　大学院理学系研究科　地球惑星科学専攻、3.海洋研究開発機構　生物地球化学研究分野、4.産業技術総合研究所　地質調査総合センター、5.弘前大学　理工学部、6.東京大学　総合研究博物館、7.名古屋大学　宇宙地球環境研究所 年代測定研究部)

[MTT48-P05] ダブルスパイク-TIMS法を用いた海水の高精度Ba安定同位体分析法開発

*若木 重行[1]、手塚 勇輝[2]、宮崎 隆[3]、堀川 恵司[2] (1.海洋研究開発機構 高知コア研究所、2.富山大学、3.海洋研究開発機構 地球内部物質循環研究分野)

[MTT48-P06] 泥炭ウイグルマッチングを用いた高精度^{14}C年代決定

*宮入 陽介[1]、近藤 玲介[2]、横田 彰宏[3]、重野 聖之[3]、冨士田 裕子[4]、横山 祐典[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.皇學館大学 教育開発センター、3.明治コンサルタント株式会社、4.北海道大学　北方生物圏フィールド科学センター　植物園)

[MTT48-P07] Preliminary analysis of nucleosynthetic Sr isotope anomalies in amoeboid olivine aggregates from the Allende meteorite

*増田 雄樹[1]、横山 哲也[1]、明星 邦弘[1]、岡林 識起[1] (1.東京工業大学)

[MTT48-P08] 小型の永久磁石を用いた有機物の反磁性磁化率測定および磁気分離と物質同定

*久好 圭治[1]、福山 紘基[2]、植田 千秋[2]、寺田 健太郎[2] (1.大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻, 大阪府立大手前高等学校、2.大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻)

[MTT48-P09] Geochemistory and chronology of five howardites, Y-7308, Y-003125, Y-000428, NWA 1929, and NWA 6920

*岡田 基[1]、羽場 麻希子[1]、長尾 敬介[2]、横山 哲也[1] (1.東京工業大学理学院地球惑星科学系、2.韓国極地研究所)

[MTT48-P10] Non-destructive elemental analysis of a carbonaceous chondrite with direct current Muon beam at MuSIC

*室田 雄太[1]、寺田 健太郎[1] (1.大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻)

[MTT48-P11] **Nucleosynthetic Sr and Nd isotopic anomalies of bulk differentiated meteorites**

*深井 稜汰[1]、杉本 圭[1]、横山 哲也[1] (1.東京工業大学　地球惑星科学系)

マルチターン飛行時間型質量分析計を用いた希ガス同位体比分析の試み
Noble gas isotope analysis using a multi-turn time-of-flight mass spectrometer

*角野 浩史[1]、秋山 良秀[1]
*Hirochika Sumino[1], Yoshihide Akiyama[1]

1. 東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻
1. Department of Basic Science, Graduate School of Arts and Sciences, The University of Tokyo

Active volcanoes can cause devastating destruction, and as such, it would be desirable to be able to predict these disasters before their occurrence. One possibility involves measuring helium isotope ratio (^{3}He/^{4}He), which shows different values in geochemical reservoirs such as the atmosphere, ocean, crust, and mantle depending on the balance of primordial (relatively enriched in ^{3}He compared to the atmosphere) and radiogenic (predominantly ^{4}He) helium. The ^{3}He/^{4}He ratios of hot springs and groundwater around a volcano have values between magmatic (up to 1.1 $\times 10^{-5}$ or more) and crustal (less than 1 $\times 10^{-7}$) helium isotope ratios, the latter resulting from dissolution of radiogenic helium into groundwater from crustal rocks. When magma becomes active, the ^{3}He/^{4}He ratios of nearby hot springs/groundwater may increase as the relative contribution of magmatic helium is expected to be higher. Such ^{3}He/^{4}He increases preceding volcanic eruptions have been reported for El Hierro, Canary Islands [1], Mt. Etna, Italy [2], and Ontake, Japan [3]. The ^{3}He/^{4}He ratio of hot springs/groundwater around a volcano has great potential for monitoring magmatic activity. Currently, magnetic-sector mass spectrometry is used to measure ^{3}He/^{4}He, however, adequate mass resolution to discriminate ^{3}He$^+$ from HD$^+$ and a high-vacuum line to purify and separate helium from other gaseous species are required to measure ^{3}He/^{4}He ratios because helium concentration is generally quite low (1-100 ppmv in gas samples or 1-100 ppt in water samples) [4, 5]. Moreover, ^{3}He accounts for only 0.1-10 ppm of total helium. For these reasons, helium isotope analysis is limited to a suitable laboratory, and on-site, real-time monitoring of ^{3}He/^{4}He around a volcano is almost impossible.

We have been developing a new technique of noble gas analysis using “infiTOF” (infiTOF-UHV, MSI-Tokyo, Inc., Tokyo, Japan), which is a small, portable, time-of-flight (TOF) mass spectrometer derived from the MULTUM-S II multi-turn TOF mass spectrometer and is capable of high mass resolution [6, 7], in order to monitor ^{3}He/^{4}He ratio in volcanic gas on site. The high mass resolution achieved by infiTOF (>30,000) is more than enough to distinguish ^{3}He$^+$ and ^{20}Ne$^+$ from their interferences, HD$^+$ and ^{40}Ar^{++}, respectively. However, sensitivity of normal infiTOF was not high enough to analyze noble gases in volcanic gas because most of the noble gas molecules admitted to the infiTOF were pumped out by a vacuum pump before ionized by an electron ionization source. To increase ionization efficiency by suppressing the number of exhausted gas molecules, we installed a gate valve between the ion source and pump. A getter pump, which absorbs active gases but not noble gases, was also installed to keep the pressure in the ion source low during the operation. Furthermore, we made an attempt to improve sensitivity by making a smaller aperture between the ion source and mass analyzer to reduce the number of noble gas molecules leaking out to the mass analyzer before ionized. Currently the 140 times sensitivity compared to that of normal infiTOF has been achieved. Although ^{3}He in natural samples has not yet been observed with our infiTOF, of which ion current signals collected by a secondary electron multiplier are averaged for each flight cycle, it is expected to be detected in the future by processing the signals with pulse counting method [8, 9].

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[1] Padrón *et al.*, *Geology* 2013. [2] Paonita *et al.*, *Geology* 2016. [3] Sano *et al.*, *Sci. Rep.* 2014. [4] Sumino *et al.*, *J. Mass Spectrom. Soc. Jpn.* 2001. [5] Sumino, *J. Mass Spectrom. Soc. Jpn.* 2015. [6] Toyoda *et al.*, *J. Mass Spectrom.* 2003. [7] Shimma *et al.*, *Anal. Chem.* 2010. [8] Jensen *et al.*, *Anal. Chem.* 2017. [9] Kawai *et al.*, *J. Am. Soc. Mass Spectrom.* 2018.

キーワード：希ガス、マルチターン飛行時間型質量分析計、火山ガス、同位体比
Keywords: noble gas, multi-turn time-of-flight mass spectrometer, volcanic gas, isotope ratio

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Determination of picomolar of zirconium, hafnium, niobium and tantalum in seawater using chelating resin and subsequent ICP-MS determination

*小畑 元[1]、Lutfi Firdaus[2]、真塩 麻彩実[3]、金 泰辰[4]、Jason McAlister[5]、蒲生 俊敬[1]
*Hajime Obata[1], Lutfi M. Firdaus[2], Asami S. Mashio[3], Taejin Kim[4], Jason McAlister[5], Toshitaka Gamo[1]

1. 東京大学大気海洋研究所海洋化学部門海洋無機化学分野、2. ブンクル大学、3. 金沢大学理工学部、4. ソウル国立大学、5. ブリティッシュコロンビア大学
1. Marine inorganic chemistry division, Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo, 2. Graduate School of Science Education, University of Bengkulu, Bengkulu, Indonesia, 3. College of Science and Engineering, Kanazawa University, Kanazawa, Japan, 4. School of Earth and Environmental Sciences, Seoul National University, Korea, 5. Department of Earth, Ocean, and Atmospheric Sciences, University of British Columbia, Canada

It has been known that Zr, Hf, Nb and Ta are high field strength elements (HFSE) belonging to group IV and V in the periodic table. Among these elements, Zr-Hf and Nb-Ta are geochemical twin elements who have similar chemical properties (i.e., ionic charge and radius) in crustal materials and rocks. Contrastingly, the ratios of Zr/Hf and Nb/Ta in seawater are strongly fractionated, and can be used as chemical tracers for the movement of water masses in the modern ocean and as a proxy for paleo-ocean circulation (Firdaus et al., 2011; Frank, 2011). However, for example, the average Zr concentration is 250 pmol/kg in deep seawater, which is more than 6 order of magnitude lower than those in rock materials. It is still challenging for us to determine sub-picomolar to picomolar of HFSE in seawater.

In this study, we developed a simple method to determine sub-picomolar to picomolar of dissolved Zr, Hf, Nb and Ta in seawater using chelating resin column preconcentration and ICP-MS. With mini-columns filled with commercially available chelating resin, HFSE were preconcentrated by 50 times. We obtained low blank values and good recovery enough to determine HFSE in open ocean surface waters. The detection limits, calculated from the procedural blank values, were 0.15 pmol/kg for Zr, 0.03 pmol/kg for Hf, 0.06 pmol/kg for Nb and 0.03 pmol/kg for Ta, respectively.

Using the new method, we revealed distributions of Zr, Hf, Nb and Ta in open ocean, the North Pacific Ocean, North Atlantic Ocean, Indian Ocean and in the marginal sea, Andaman Sea and Gulf of Thailand. We will discuss the fractionations of Zr–Hf and Nb–Ta in the marine environments.

キーワード：Zr, Hf, Nb and Ta、high field strength elements、海水
Keywords: Zr, Hf, Nb and Ta, high field strength elements, seawater

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

トリチウムーヘリウム地下水年代測定法の開発
Development of ^{3}H-^{3}He groundwater dating method

*野俣 直樹[1]、角野 浩史[1]
*Nomata Naoki[1], Hirochika Sumino[1]

1. 東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻相関基礎科学系
1. Department of Basic Science, Graduate School of Arts and Sciences, The University of Tokyo

Residence time of groundwater is an important parameter to elucidate groundwater flow system. We are developing the ^{3}H-^{3}He method, which is one of dating methods to estimate groundwater residence time ranging from several months to 120 years. In regions where water circulation is relatively active like those in Japan, this method is useful because it is considered that there are few groundwater with residence time more than several thousand years. The best advantage of this method is that it is applicable to accurately determine an age of young water compared to other methods (CFC & SF_6method and ^{36}Cl method, etc.), because initial ^{3}H concentration is directly determined as the sum of ^{3}He and ^{3}H in the water at present, if the groundwater flow system has been a closed system for ^{3}He and ^{3}H until its discharge. The age determined by the ^{3}H analysis only requires an assumption of the initial ^{3}H concentration based on the record of the past precipitation, therefore it is difficult to determine unambiguous groundwater age (Mahara *et al.*, 1993). In the ^{3}H-^{3}He dating method,^{3}He concentration in a water sample is measured first by degassing of water in vacuum, and after a few months' storage, ^{3}He produced from the decay of ^{3}H in the sample is measured to determine^{3}H concentration at the time of degassing. Thus, how the water sample is well degassed during the first analysis and how leaking of ambient helium into the degassed water is suppressed are crucial to determine small amount of ^{3}H. We analyzed standard water samples provided by IAEA with known ^{3}H concentrations to evaluate accuracy and precision of our method. When we compared the ^{4}He concentrations of the samples analyzed just after degassing and those analyzed after storage for one month, the ^{4}He concentration was extremely large in the samples stored for one month. As this indicates that the air helium intruded into the degassed sample during storage, we examined various ways to seal the sample container to prevent intrusion. This presentation will discuss developing of this method and how it will be applied to groundwater study in the future.

キーワード：地下水
Keywords: groundwater

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地球表層物質の宇宙線生成核種(10Be, 26Al)の分析方法の改良と地球科学研究

In-situ and meteoric 10Be and 26Al measurements: Improved preparation and application at the University of Tokyo

*横山 祐典[1,2,3]、山根 雅子[7]、中村 淳路[4]、宮入 陽介[1]、堀内 一穂[5]、阿瀬 貴博[1]、松崎 浩之[6]、白濱 吉起[4]、安藤 有加[1]
*Yusuke Yokoyama[1,2,3], Masako Yamane[7], Atsunori Nakamura[4], Yosuke Miyairi[1], Kazuho Horiuchi[5], Takahiro AZE[1], Hiroyuki Matsuzaki[6], Yoshiki Shirahama[4], Yuka Ando[1]

1. 東京大学　大気海洋研究所 高解像度環境解析研究センター、2. 東京大学　大学院理学系研究科　地球惑星科学専攻、3. 海洋研究開発機構　生物地球化学研究分野、4. 産業技術総合研究所　地質調査総合センター、5. 弘前大学　理工学部、6. 東京大学　総合研究博物館、7. 名古屋大学　宇宙地球環境研究所 年代測定研究部
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo, 2. Department of Earth and Planetary Science, University of Tokyo, 3. Department of Biogeochemistry, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 4. Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 5. Graduate School of Science and Technology, Hirosaki University, 6. Micro Analysis Laboratory, Tandem Accelerator, University of Tokyo, 7. Division for Chronological Research, Institute for Space–Earth, Environmental Research, Nagoya University

Cosmogenic radionuclides have been widely used to decipher Earth surface processes. At the University of Tokyo Accelerator Mass Spectrometry facility (5 MV Tandem accelerator), we have been measuring both in-situ and meteoric cosmogenic 10Be and 26Al. In this presentation, we report some development of methodology, including how to prepare target samples chemically to reduce their background. We then introduce some examples using the method to provide further insights into earth surface processes. These studies include: i) exposure to reveal the history of the growths and decays of the Antarctic ice sheet, ii) studying ice shelf collapse history, iii) palaeomagnetic excursion reconstructions using ice cores, iv) understanding the erosion rates using depth profiles of mid latitude outcrops, v) providing the timing of impact crater formation.

Reference: Yokoyama et al (2019) *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atom*. https://doi.org/10.1016/j.nimb.2019.01.026.

キーワード：宇宙線生成核種、加速器質量分析
Keywords: Cosmogenic nuclides, Accelerator Mass Spectrometry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ダブルスパイク-TIMS法を用いた海水の高精度Ba安定同位体分析法開発
Development of seawater stable Ba isotope analysis by DS-TIMS technique

*若木 重行[1]、手塚 勇輝[2]、宮崎 隆[3]、堀川 恵司[2]
*Shigeyuki Wakaki[1], Yuki Tezuka[2], Takashi Miyazaki[3], Keiji Horikawa[2]

1. 海洋研究開発機構 高知コア研究所、2. 富山大学、3. 海洋研究開発機構 地球内部物質循環研究分野
1. Kochi Institute for Core Sample Research, JAMSTEC, 2. Univ. of Toyama , 3. Department of Solid Earth Geochemistry, JAMSTEC

海洋においてBaは、表層において濃度が低く深部に向かって濃度が増加する、いわゆる栄養塩型の鉛直分布を示す。これは、海洋表層においてバライトが生成されることでBaが海水から除去され、また、除去されたバライト粒子が沈降していく過程で一部溶解することでBaが鉛直方向に輸送されることを反映している。海水からバライトが生成する際には、Baの安定同位体分別が生じる（von Allmen et al, 2010）。このため、海洋には鉛直方向にBa安定同位体組成の分布が存在する（Horner et al, 2015）。また、表層海水のBa安定同位体組成は河川からのインプットに敏感に反応し、有用な水塊指標となりうることが示されている（Cao et al., 2016）。

海洋におけるBa安定同位体組成の変化はサブパーミルオーダーと小さい。したがって、その検出には精度の高い同位体分析手法が必要となる。本研究では、ダブルスパイク-表面電離質量分析法（DS-TIMS）を採用し、高精度・高確度にBa安定同位体組成を分析する手法開発を行なった。本研究では^{134}Ba-^{136}Baダブルスパイクを採用し、^{134}Ba/^{136}Ba = 2.5 となるようにスパイクの調合を行なった。Ba同位体比測定には、高知コアセンター設置の表面電離型質量分析計 Tritonを使用した。Ba試薬（NIST SRM3104a および in-house 試薬）の分析を繰り返し行い、同位体比測定条件およびダブルスパイク法解析条件の徹底した最適化を行った。その結果、Ba試薬の$\delta^{138/134}$Ba値に対して、+/- 0.01 ‰（2SD）の繰り返し再現性を実現した。発表では、海水分析にあたっての残された問題点についても議論する。

キーワード：Ba安定同位体比、ダブルスパイク法、海水
Keywords: Ba stable isotopes, double spike technique, seawater

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

泥炭ウイグルマッチングを用いた高精度^{14}C年代決定
Sequential radiocarbon measurement on peaty sediments to reconstruct high precision age model of mash deposits

*宮入 陽介[1]、近藤 玲介[2]、横田 彰宏[3]、重野 聖之[3]、冨士田 裕子[4]、横山 祐典[1]
*Yosuke Miyairi[1], Reisuke Kondo[2], Akihiro Yokota[3], Kiyoyuki Shigeno[3], Hiroko Fujita[4], Yusuke Yokoyama[1]

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 皇學館大学 教育開発センター、3. 明治コンサルタント株式会社、4. 北海道大学　北方生物圏フィールド科学センター　植物園
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. Kogakkan University, 3. Meiji consultant co.,ltd., 4. The Field Science Center for Northern Biosphere, Hokkaido University

湿地帯に発達する泥炭堆積物は、炭素を多く含むため放射性炭素年代測定が容易である。しかしながら、泥炭は有機物が生物遺体ではなく、生物遺体の分解変質した物質を主とするため、炭素の供給起源が2次的であるという堆積年代を年代推定する上での不確実性がある。泥炭が堆積するような嫌気的な環境では生物擾乱が生じにくい。さらに堆積速度が大きく変化しないことが多い。たとえ堆積速度に変化を生じたとしても、地層累重の法則により、下層の堆積物ほど古い堆積物あることが担保されているため、放射性炭素濃度の変動周期より十分短い年代間隔で試料採取を行えば、高精度年代決定が可能となる。

Blaauwら（2003,QSR）は、泥炭層の堆積速度が一定期間変化しないと仮定すれば、暦年較正曲線と連続サンプリングした放射性炭素年代値を比較して（ウイグルマッチング）最適な堆積速度及び堆積年を推定できることを示した。本手法は泥炭堆積物中に含まれる津波堆積物の高精度年代決定への応用が試みられている（例えば、Ishizawa etal.,2017,QG）が、年代既知の層準を用いた確度の検証はなされてこなかった。そこで、本研究では、歴史記録により噴火年代が明らかなテフラ包含層を泥炭ウイグルマッチング法により年代を求め、その年代決定精度を検証することを目的とした。

本研究では、北海道北部の猿払川湿原において採取されたボーリングコア試料を用いて、泥炭試料を用いた湿原堆積物の高精度放射性炭素年代決定法を検討した。分析に用いた試料は北海道大学と中心とする研究グループが、北海道宗谷郡猿払村の猿払川周辺に発達した湿原で行ったボーリング調査にて採取されたコア試料である。本研究ではその中でも猿払川中湿原で採取されたコア試料「試料名：HU-SRN-1」を用いた。同コアは海岸線から約10 km内陸にある猿払川中流域（北緯45°11’ 59”，東経142°9’ 03”）で2015年11月に掘削された。全長は31ｍであるが、本研究では、そのコアの最上部のみ（深度０－１ｍ）の試料を用いた。

同コアは深度57cmに、樽前火山起源のテフラ樽前火山（Ta-a）テフラを含む。Ta-aテフラは、樽前火山の1739年噴火に伴って堆積したテフラで、その噴火時期は、文献記録によって、1739年8月から噴火開始したことが記録されており、テフラの堆積時期が正確に判明しているテフラを含む試料を用いることで泥炭ウイグルマッチング法の年代決定精度を検証する。

泥炭コア試料を1cm間隔でサンプリングを行った。サンプリングはTa-aテフラの上下層を含むように深度41～95cmまでの1cm間隔でサンプリング、均質化のち、2cm毎に試料を放射性炭素分析を行った。前処理は１M HClで酸処理を行った。試料をエレメンター社製元素分析計「キューブミクロ」を用いて酸化した。酸化後の真空ラインを用いて、CO2ガスを精製した。東京大学大気海洋研究所高解像度環境解析センター所有のシングルステージ加速器質量分析計（YS-AMS）をもちいて^{14}C濃度を測定した。得られた放射性炭素年代値を用いて、泥炭の堆積が連続して生じたと仮定した場合に、各測定層準の年代値と実年代の差が最小になる堆積速度を求めた。

Ta-aテフラの含まれる層準の堆積年代は、泥炭ウイグルマッチングによる暦年較正の結果と歴史記録から求められる年代の差は数十年以内であった。本コアのTa-aテフラ直下の泥炭のみから求めた暦年較正値は1670-1950calBP（1σ）であり、従来の手法では、Ta-aテフラの噴火年代が江戸時代中期以降以降であることしか特定できないが、泥炭ウイグルマッチング法での年代は十分な時期決定精度があるといえる。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Ta-aテフラ層の泥炭ウイグルマッチングによる暦年較正の結果を歴史年代と比較すると、歴史年代とわずかな違いであり、本手法の確度は非常に高いことが示唆される。この結果は、本手法がテフラ層や津波堆積物等イベント性堆積物の高精度年代決定に有効な手段であると考えられる。

キーワード：放射性炭素年代測定、ウイグルマッチング、テフラ
Keywords: Radiocarbon dating, Wiggle matching, Tephra

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Preliminary analysis of nucleosynthetic Sr isotope anomalies in amoeboid olivine aggregates from the Allende meteorite

*増田 雄樹[1]、横山 哲也[1]、明星 邦弘[1]、岡林 識起[1]
*Yuki Masuda[1], Tetsuya Yokoyama[1], Kunihiro Myojo[1], Satoki Okabayashi[1]

1. 東京工業大学
1. Tokyo Institute of Technology

Recent innovations in mass spectrometric technology revealed that chondrites and their components possess distinct stable isotope ratios from the terrestrial values for various heavy elements including Ti, Cr, Sr, Mo, Ru, Ba, and Nd [1,2]. The isotopic variabilities, which are recognized as nucleosynthetic isotope anomalies in meteorites, suggest that the isotopic compositions of these elements were not homogeneous in the early Solar System as was previously believed. In particular, the extent of nucleosynthetic isotope anomalies in calcium and aluminum rich inclusions (CAIs) from carbonaceous chondrites, the oldest substance that condensed from a gaseous reservoir in the early Solar System, are larger than those in bulk aliquots of chondrites. Most recently, Myojo et al. [3] discovered that different groups of CAIs from the Allende meteorites show variable $^{84}Sr/^{86}Sr$ ratios, indicating the presence of multiple CAI source reservoirs with distinct isotopic compositions in the early Solar System.

In contrast to CAIs, little is known regarding nucleosynthetic isotope anomalies in amoeboid olivine aggregates (AOAs) from carbonaceous chondrites. AOAs are mostly composed of olivine with small refractory minerals including spinel and calcic pyroxene [4]. Their highly irregular shapes indicate that they are unmelted aggregates that condensed from a gaseous reservoir, although the bulk chemical compositions of AOAs are distinct from those of CAIs. Rather, their chemical compositions straddle CAIs and chondrules, making AOAs intriguing target to investigate the isotopic evolution for heavy elements in the early Solar System.

In this study, we report the $^{84}Sr/^{86}Sr$ ratios in AOAs from the Allende meteorite. Unlike CAIs and chondrules, it is difficult to sample irregular shaped AOAs by handpicking without including the other components such as matrix. To overcome this problem, we collected the powdered AOA sample by the micro-milling technique [3]. Additionally, we ablated the same AOA sample by a femto-second laser with He gas flow to capture the aerosol sample with a membrane filter. The collected samples were dissolved with acid, followed by the separation of Sr by extraction chromatography using Sr Resin (Eichrom). The $^{84}Sr/^{86}Sr$ ratios in the AOA samples were measured by TIMS (TRITON plus, Thermo Fisher Scientific) with the dynamic multicollection method. The obtained $^{84}Sr/^{86}Sr$ ratios are reported as $\mu^{84}Sr$ notation that represents the 10^6 relative deviation from a standard material, NIST 987. The two AOA samples showed positive $\mu^{84}Sr$ values (micro-milling: 70 ±156 ppm; laser ablation: 108 ±91 ppm). This result indicates that refractory inclusions in the AOA sample possess nucleosynthetic Sr isotope anomalies akin to those in Type B CAIs [3]. Therefore, the refractory inclusions in AOAs would have condensed from a gaseous reservoir from which the precursor of type B CAIs have condensed.

References: [1] Dauphas, N. and Schauble, E.A. (2016) *Ann. Rev. Earth Planet. Sci.* **44**, 709. [2] Yokoyama, T and Walker, R.J. (2016) *Rev. Mineral. Geochem.* **81**, 107. [3] Myojo, K. et al. (2018) *Astrophys. J.* **853**, 48. [4] MacPherson, G. (2014) *Treatise Geochem.* **1**, 139.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

小型の永久磁石を用いた有機物の反磁性磁化率測定および磁気分離と物質同定

Measurement of diamagnetic susceptibility and magnetic separation and material identification of organic matter using small permanent magnet

*久好 圭治[1]、福山 紘基[2]、植田 千秋[2]、寺田 健太郎[2]
*Keiji Hisayoshi[1], Hiroki Fukuyama[2], Chiaki Uyeda[2], Kentaro Terada[2]

1. 大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻, 大阪府立大手前高等学校、2. 大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻
1. Dept. of Earth and Space Science, School of Science, Osaka University, Otemae High School of Osaka prefecture, 2. Dept. of Earth and Space Science School of Science, Osaka University

一般に，微小重力空間に開放された固体粒子は磁気的ポテンシャルによる並進運動を引き起こすが，その速度は粒子の質量に依存せず，物質固有の磁化率のみに依存する．したがって得られた磁化率を文献値と対応することで，単一粒子において物質同定が可能となる[1][2][3]．これまでに私たちはmm ~ sub-mmサイズの反磁性鉱物について，上記の同定が可能であることを確認してきた．さらに揮発性固体である氷（H_2O）とドライアイス（CO_2）でも並進運動を観測した．今回，同じ原理を用いて，様々な有機物質の反磁性磁化率を測定し，磁場勾配による有機物の分離・識別の可能性について考察した．

実験に必要な微小重力は,小型の落下ボックス（30×30×20cm）内に発生させた．落下距離は1.8mで，有効な微小重力継続時間は約0.5秒である．落下ボックス内に小型の磁気回路(B～0.8T)，照明器具およびハイスピードカメラを配置した．試料を磁場勾配力が最大になる位置にセットし，微小重力空間に解放した．反磁性有機物試料は磁場の外へ並進し，その運動から磁化率を求めた．

本研究のために高画質な高速度カメラとして天体観測に使われるカメラを用いたことにより，試料の位置の精度が大幅に向上し，磁化率の精度を上げることができた[4].

固体の有機物を同定・識別し，有機物の混合物を物質ごとに異なる速度で運動させて分離する手法の実用可能性が新たに示された．従来の測定条件では，磁化率の違いが10^{-7}emu/gのレベルでしか識別できなかったが， 今回のセッティングにより，10^{-8}emu/gの違いが識別できた．この手法は簡便な装置を用いて非破壊で行えること，他のクロマトグラフィーの手法と異なり有機物の固体の塊のままで混合物分離ができることにおいて，分析手法として有用であると考える．地上での微小重力環境では時間に制約されるが，その制約内で精度よく，かつ低予算で測定が可能である．この手法は，他の短時間の現象を高速で捉えることが要求される一部の学術研究・企業研究でも，分野を問わず応用できる可能性がある．

微小重力と磁場勾配さえあれば物質の磁化率を求めることができるこの手法は，物質を持ち帰る必要なくその場で分析ができるという面から宇宙探査に貢献できる可能性がある．地上で分析に使われる装置を宇宙探査機に搭載する場合には，大きさ，重量の制限や性能の制約が大きな課題となる．しかし，この装置は，微小重力環境である宇宙空間や小さな重力しかない小惑星では，弱い磁場勾配で長い時間をかけて試料を運動させることができる．そのため，装置を小型で軽量にできるので，探査機への搭載で大きな利点となる．ESAのRosettaミッションでは実際に彗星において有機物が検出されており，有機物をその場で詳しく分析する手法は宇宙探査において大きな需要となりうる．

References
[1] K. Hisayoshi, S. Kanou and C. Uyeda : Phys.:Conf. Ser., 156 (2009) 012021.
[2] C. Uyeda, K. Hisayoshi, and S. Kanou : Jpn. Phys. Soc. Jpn. 79 (2010) 064709.
[3] K. Hisayoshi, C. Uyeda and K. Terada : Scientific Reports,(Nature Pub) 6 (2016) 38431
[4] H.Fukuyama, K. Hisayoshi, W. Yamaguchi and C. Uyeda : IEE Trans. Magne. 55 (2019) 6000304

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：有機物、磁気分離、微小重力、反磁性磁化率、物質同定、永久磁石
Keywords: organic matter, magnetic separation, microgravity, diamagnetic susceptibility, identification, permanent magnet

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Geochemistory and chronology of five howardites, Y-7308, Y-003125, Y-000428, NWA 1929, and NWA 6920

*岡田 基[1]、羽場 麻希子[1]、長尾 敬介[2]、横山 哲也[1]
*Motoi Okada[1], Makiko K. Haba[1], Keisuke Nagao[2], Tetsuya Yokoyama[1]

1. 東京工業大学理学院地球惑星科学系、2. 韓国極地研究所
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology, 2. Korea Polar research Institute

Howardites are polymict breccias composed of eucrites and diogenites that are most likely originated from the crust of asteroid 4-Vesta. The global mapping with high resolution imagery conducted during the NASA's Dawn mission revealed that the Vestan surface is largely covered with howarditic materials (Ammannito et al., 2013). Thus, howardites would provide information on the crustal and surface evolution of Vesta entailing impact events. Here, we attempt to obtain multiple chronological data of howardites including ^{244}Pu-Xe, ^{40}K-^{40}Ar, and (U-Th)/He ages. Since these decay systems have diverse closure temperatures of ≧900, ~300, 100–200℃, respectively (Shukolyukov and Begemann, 1996; Cassata et al., 2009; Reiners et al., 2012), the multi-chronology of howardites are useful to discuss the timing of thermal events on Vesta during a long period. Additionally, we obtained major and trace element compositions and cosmic-ray exposure (CRE) ages of howardites to identify the geochemical characteristics of each howardite sample and to determine the ejection timing from the parent body.

Five howardites, Northwest Africa (NWA) 1929, NWA 6920, Yamato (Y) -7308, Y-000428, and Y-003125, were used in this study. Textual observations were performed by field emission-electron probe micro analysis (FE-EPMA). The major and trace element compositions of bulk samples (~50 mg) were measured with inductively coupled plasma-mass spectrometry (ICP-MS). All noble gas compositions were measured using a noble gas mass spectrometer, modified-VG5400/MS-3, with a sample amount of ~200 mg.

The proportion of eucrite and diogenite that contributed to the howardite samples were estimated by using the Al and Ca contents in individual howardites with an assumption that the two end-members are represented by a basaltic eucrite Juvinas and a diogenite Tatahouine. The five howardites are composed of basaltic eucrite and diogenite with a proportion of 95:5 for NWA 1929, 47:53 for NWA 6920, 39:61 for Y-000428, 37:63 for Y-003125, and 22:78 for Y-7308.

NWA 6920 and Y-003125 yielded the ^{244}Pu-Xe ages of ~4550 Ma, which corresponds to the timing of the initial crystallization of eucritic crust or global crustal metamorphism that were deduced from the of zircon ages of basaltic eucrites (e.g., Misawa et al., 2005; Iizuka et al., 2015). In contrast, younger ^{244}Pu-Xe ages (~4470 Ma) were obtained from NWA 1929, Y-7308, and Y-000428, indicating the timing of high-temperature reheating possibly due to impact events. The ^{40}K-^{40}Ar ages of NWA 1929, NWA 6920, and Y-003125 are 3.6 ±0.2, 3.6 ±0.2, and 3.2 ±0.2 Ga, respectively, which are consistent with the ^{39}Ar-^{40}Ar ages of brecciated eucrites (3.3–4.1 Ga; Bogard, 2011). The ages obtained in this study represent the timing of reheating by impacts, which reached a temperature above ~300 ℃, after the initial magmatism of eucritic crust. The (U-Th)/He ages of NWA 1929, NWA 6920, and Y-003125 are 2.3 ±0.2, 0.8 ±0.1, and 2.3 ±0.2 Ga, respectively. The (U-Th)/He systematics in the howardites could have been disturbed by degassing events that occurred at some points during the ejection from Vesta and delivery to the Earth, in addition to the impact events on Vesta. Some HED (Howardite-Eucrite-Diogenite) meteorites are considered to have derived from vestoids that were ejected from the Vesta's south pole craters (e.g., Clenet et al., 2014). Because the (U-Th)/He age of NWA 6920 is in good agreement with the age of the

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

southern crater Rheasilvia (1.0 ±0.2 Ga, Schenk et al., 2012), NWA 6920 might have been severely suffered from the impact event that formed the Rheasilvia crater. The ^{81}Kr-Kr CRE ages vary from ~10 to 45 Ma, which is consistent with the previously reported CRE ages of howardites (~11–76 Ma, Eugster and Michel, 1995). Since the CRE ages of howardites cluster at the same period to those of eucrites and diogenites, the HED meteorite clan might have been launched from vestoids or Vestan surface at the same time.

キーワード：ホワルダイト、希ガス、年代学
Keywords: Howardite, noble gas, chronology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Non-destructive elemental analysis of a carbonaceous chondrite with direct current Muon beam at MuSIC

*室田 雄太[1]、寺田 健太郎[1]
*Murota Yuta[1], Kentaro Terada[1]

1. 大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻
1. Department of Earth and Space Science, Graduate School of Science, Osaka University

Electron- or X-ray-induced characteristic X-ray analysis has been widely used to determine chemical compositions of materials in vast research fields. In recent years, analysis of characteristic X-rays from muonic atoms, in which a muon is captured, has attracted attention because both a muon beam and a muon-induced characteristic X-ray have high transmission abilities. Here we report the first nondestructive elemental analysis of a carbonaceous chondrite using one of the world-leading intense direct current muon beam source (MuSIC; MUon Science Innovative Channel). We successfully detected characteristic muonic X-rays of Mg, Si, Fe, O, S and C from CI chondrite, of which carbon content is about 3 wt%. Because of its high sensitivity to carbon, non-destructive elemental analysis with a muon beam can be a novel powerful tool to characterize future retuned samples from carbonaceous asteroids.

キーワード：ミューオン、非破壊元素分析、はやぶさ2
Keywords: muon, non-destructive elemental analysis, Hayabusa2

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Nucleosynthetic Sr and Nd isotopic anomalies of bulk differentiated meteorites

*深井 稜汰[1]、杉本 圭[1]、横山 哲也[1]
*Ryota Fukai[1], Kei Sugimoto[1], Tetsuya Yokoyama[1]

1. 東京工業大学　地球惑星科学系
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology

Nucleosynthetic isotope anomalies have been discovered in bulk meteorites for refractory heavy elements (e.g., Cr, Ru [1, 2]). In the most cases, the extent of isotope anomalies is variable across different types of meteorites. These results point to the existence of planetary-scale isotope heterogeneities, which are most likely caused by the heterogeneous distribution of presolar dust grains in the early Solar System.

Although nucleosynthetic isotopic anomalies of bulk chondrites have been extensively studied in the last decade (e.g., [3]), the high-precision isotopic data of trans-iron elements in differentiated meteorites are still limited. Commonly, the parent bodies of differentiated meteorites possessed earlier accretional ages than those of chondrites. The comparison for the nucleosynthetic isotopic anomalies between chondrites and differentiated meteorites must provide vital information for understanding the physicochemical evolution of the early Solar System. Here we focus on refractory lithophile elements (Sr and Nd), whose carrier grains are silicate dust grains that were main constituents in the protoplanetary disk. In this study, we report high precision Sr and Nd isotope data of bulk differentiated meteorites.

We investigated two eucrites (Béréba and Millbillillie), an aubrite (Norton County), and an angrite (D'Orbigny). Powdered samples were treated with H_2O and distilled acetone to reduce the effects of terrestrial alteration. Subsequently, these meteorite samples were digested with HF and HNO_3 under high temperature and high pressure using a high pressure digestion system (DAB-2, Berghof). After the high-pressure digestion, samples were dissolved with $HClO_4$ and HNO_3. For Sr and Nd isotope analysis, a 5-step column separation procedure was conducted. Sr and Nd isotopic compositions were measured with TIMS (Triton *Plus*). Sr and Nd isotopic ratio measurements were conducted with the 2-line and 3-line dynamic multi-collection methods, respectively, in which $^{84}Sr/^{86}Sr$, $^{142}Nd/^{144}Nd$, $^{143}Nd/^{144}Nd$, $^{145}Nd/^{144}Nd$, $^{148}Nd/^{144}Nd$, and $^{150}Nd/^{144}Nd$ ratios can be obtained by reducing the effect of Faraday cup deterioration. The Sr and Nd isotope ratios are reported in the μM notation that is parts par 10^6 relative deviations from the terrestrial rocks.

Most of the samples we measured showed Sr and Nd isotopic ratios indistinguishable from the terrestrial rocks. Béréba (eucrite) possessed the most deviated isotopic compositions from the terrestrial rocks (μ^{84}Sr = 16 ±24 ppm, μ^{145}Nd = 5.5 ±1.9 ppm, μ^{148}Nd = 9.6 ±11 ppm, and μ^{150}Nd = 9.4 ±22 ppm, 2SDs). The inconsistency of the isotopic compositions for the same meteorite group (Béréba and Millbillillie) would be attributed to the possible terrestrial alteration for Millbillillie [4].

The nucleosynthetic Sr and Nd isotope anomalies for Béréba were indistinguishable from the data for non-carbonaceous meteorites (enstatite and ordinary chondrites) [3]. In the μ^{84}Sr versus $\mu^{145, 148, 150}$Nd diagrams, Béréba are plotted on the mixing line of the isotopic compositions for terrestrial rocks and presolar SiC [5]. These data imply that the parent bodies for enstatite chondrites, ordinary chondrites, and eucrites were formed within homogeneous isotopic reservoir with respect to Sr and Nd in which a part of building blocks of the Earth were not formed.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[1] Trinquier, A. et al. (2007) *ApJ,* **655**, 1179. [2] Fischer-Gödde, M. and Kleine, T. (2017) *Nature*, **541**, 525. [3] Fukai, R. and Yokoyama, T. (2019), *LPSC abstract*, 1171. [4] Kitts, K. and Lodders, K. (1998) *MAPS*, **33**, 197. [5] Qin, L. et al. (2011) *GCA*, **75**, 7806.

キーワード：初期太陽系、同位体不均質、エコンドライト
Keywords: early Solar System, isotopic heterogeneity, achondrites

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-TT 計測技術・研究手法

2019年5月26日(日) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_48

[M-TT48] 地球化学の最前線

コンビーナ:角野 浩史(東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻相関基礎科学系)、横山 哲也(東京工業大学理学院地球惑星科学系)、小畑 元(東京大学大気海洋研究所海洋化学部門海洋無機化学分野)

地球惑星科学は、新しい化学分析技術を導入し、化学の視点を取り入れることにより、大きな発展を遂げ、新たなフロンティアを開拓することに成功してきた。分析技術の発展により、我々は大量の情報、あるいは全く新しい測定結果を得ることが可能となったが、データは複雑化し、その解析にはより精密かつ高度な専門知識が必要となりつつある。そのため、日本の地球惑星科学がさらに大きく発展し、世界の先導的立場であり続けるためには、最先端の化学的手法を開発する研究者と、それを応用する研究者が分野の垣根を越えて知識を共有し、相互に意思疎通を図りながら新たなブレークスルーを目指していくことが必要である。 本セッションでは、萌芽的なものも含めた先端的分析技術、最新の研究成果を持ち寄って、その意義や問題点を検討し、将来の研究の方向性や研究協力の可能性を議論する機会を提供することを目的とする。 また、今後の地球化学をリードする研究計画の提案を含んだ発表や、地球化学の将来を長期的に展望した発表の申込みを歓迎する。地球惑星科学の様々な分野の研究者が参加し、分野を横断した議論を行うことを期待する。

[MTT48-P01] マルチターン飛行時間型質量分析計を用いた希ガス同位体比分析の試み

*角野 浩史[1]、秋山 良秀[1] (1.東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻)

[MTT48-P02] Determination of picomolar of zirconium, hafnium, niobium and tantalum in seawater using chelating resin and subsequent ICP-MS determination

*小畑 元[1]、Lutfi Firdaus[2]、真塩 麻彩実[3]、金 泰辰[4]、Jason McAlister[5]、蒲生 俊敬[1] (1.東京大学大気海洋研究所海洋化学部門海洋無機化学分野、2.ブンクル大学、3.金沢大学理工学部、4.ソウル国立大学、5.ブリティッシュコロンビア大学)

[MTT48-P03] トリチウムーヘリウム地下水年代測定法の開発

*野俣 直樹[1]、角野 浩史[1] (1. 東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻相関基礎科学系)

[MTT48-P04] 地球表層物質の宇宙線生成核種(10Be, 26Al)の分析方法の改良と地球科学研究

*横山 祐典[1,2,3]、山根 雅子[7]、中村 淳路[4]、宮入 陽介[1]、堀内 一穂[5]、阿瀬 貴博[1]、松崎 浩之[6]、白濱 吉起[4]、安藤 有加[1] (1.東京大学　大気海洋研究所 高解像度環境解析研究センター、2.東京大学　大学院理学系研究科　地球惑星科学専攻、3.海洋研究開発機構　生物地球化学研究分野、4.産業技術総合研究所　地質調査総合センター、5.弘前大学　理工学部、6.東京大学　総合研究博物館、7.名古屋大学　宇宙地球環境研究所 年代測定研究部)

[MTT48-P05] ダブルスパイク-TIMS法を用いた海水の高精度Ba安定同位体分析法開発

*若木 重行[1]、手塚 勇輝[2]、宮崎 隆[3]、堀川 恵司[2] (1.海洋研究開発機構 高知コア研究所、2.富山大学、3.海洋研究開発機構 地球内部物質循環研究分野)

[MTT48-P06] 泥炭ウイグルマッチングを用いた高精度^{14}C年代決定

*宮入 陽介[1]、近藤 玲介[2]、横田 彰宏[3]、重野 聖之[3]、冨士田 裕子[4]、横山 祐典[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.皇學館大学 教育開発センター、3.明治コンサルタント株式会社、4.北海道大学　北方生物圏フィールド科学センター　植物園)

[MTT48-P07] Preliminary analysis of nucleosynthetic Sr isotope anomalies in amoeboid olivine aggregates from the Allende meteorite

*増田 雄樹[1]、横山 哲也[1]、明星 邦弘[1]、岡林 識起[1] (1.東京工業大学)

[MTT48-P08] 小型の永久磁石を用いた有機物の反磁性磁化率測定および磁気分離と物質同定

*久好 圭治[1]、福山 紘基[2]、植田 千秋[2]、寺田 健太郎[2] (1.大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻, 大阪府立大手前高等学校、2.大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻)

[MTT48-P09] Geochemistory and chronology of five howardites, Y-7308, Y-003125, Y-000428, NWA 1929, and NWA 6920

*岡田 基[1]、羽場 麻希子[1]、長尾 敬介[2]、横山 哲也[1] (1.東京工業大学理学院地球惑星科学系、2.韓国極地研究所)

[MTT48-P10] Non-destructive elemental analysis of a carbonaceous chondrite with direct current Muon beam at MuSIC

*室田 雄太[1]、寺田 健太郎[1] (1.大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻)

[MTT48-P11] **Nucleosynthetic Sr and Nd isotopic anomalies of bulk differentiated meteorites**

*深井 稜汰[1]、杉本 圭[1]、横山 哲也[1] (1.東京工業大学　地球惑星科学系)

マルチターン飛行時間型質量分析計を用いた希ガス同位体比分析の試み
Noble gas isotope analysis using a multi-turn time-of-flight mass spectrometer

*角野 浩史[1]、秋山 良秀[1]
*Hirochika Sumino[1], Yoshihide Akiyama[1]

1. 東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻
1. Department of Basic Science, Graduate School of Arts and Sciences, The University of Tokyo

Active volcanoes can cause devastating destruction, and as such, it would be desirable to be able to predict these disasters before their occurrence. One possibility involves measuring helium isotope ratio (^{3}He/^{4}He), which shows different values in geochemical reservoirs such as the atmosphere, ocean, crust, and mantle depending on the balance of primordial (relatively enriched in ^{3}He compared to the atmosphere) and radiogenic (predominantly ^{4}He) helium. The ^{3}He/^{4}He ratios of hot springs and groundwater around a volcano have values between magmatic (up to 1.1 $\times 10^{-5}$ or more) and crustal (less than 1 $\times 10^{-7}$) helium isotope ratios, the latter resulting from dissolution of radiogenic helium into groundwater from crustal rocks. When magma becomes active, the ^{3}He/^{4}He ratios of nearby hot springs/groundwater may increase as the relative contribution of magmatic helium is expected to be higher. Such ^{3}He/^{4}He increases preceding volcanic eruptions have been reported for El Hierro, Canary Islands [1], Mt. Etna, Italy [2], and Ontake, Japan [3]. The ^{3}He/^{4}He ratio of hot springs/groundwater around a volcano has great potential for monitoring magmatic activity. Currently, magnetic-sector mass spectrometry is used to measure ^{3}He/^{4}He, however, adequate mass resolution to discriminate ^{3}He$^+$ from HD$^+$ and a high-vacuum line to purify and separate helium from other gaseous species are required to measure ^{3}He/^{4}He ratios because helium concentration is generally quite low (1-100 ppmv in gas samples or 1-100 ppt in water samples) [4, 5]. Moreover, ^{3}He accounts for only 0.1-10 ppm of total helium. For these reasons, helium isotope analysis is limited to a suitable laboratory, and on-site, real-time monitoring of ^{3}He/^{4}He around a volcano is almost impossible.

We have been developing a new technique of noble gas analysis using “infiTOF” (infiTOF-UHV, MSI-Tokyo, Inc., Tokyo, Japan), which is a small, portable, time-of-flight (TOF) mass spectrometer derived from the MULTUM-S II multi-turn TOF mass spectrometer and is capable of high mass resolution [6, 7], in order to monitor ^{3}He/^{4}He ratio in volcanic gas on site. The high mass resolution achieved by infiTOF (>30,000) is more than enough to distinguish ^{3}He$^+$ and ^{20}Ne$^+$ from their interferences, HD$^+$ and ^{40}Ar^{++}, respectively. However, sensitivity of normal infiTOF was not high enough to analyze noble gases in volcanic gas because most of the noble gas molecules admitted to the infiTOF were pumped out by a vacuum pump before ionized by an electron ionization source. To increase ionization efficiency by suppressing the number of exhausted gas molecules, we installed a gate valve between the ion source and pump. A getter pump, which absorbs active gases but not noble gases, was also installed to keep the pressure in the ion source low during the operation. Furthermore, we made an attempt to improve sensitivity by making a smaller aperture between the ion source and mass analyzer to reduce the number of noble gas molecules leaking out to the mass analyzer before ionized. Currently the 140 times sensitivity compared to that of normal infiTOF has been achieved. Although ^{3}He in natural samples has not yet been observed with our infiTOF, of which ion current signals collected by a secondary electron multiplier are averaged for each flight cycle, it is expected to be detected in the future by processing the signals with pulse counting method [8, 9].

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[1] Padrón *et al.*, *Geology* 2013. [2] Paonita *et al.*, *Geology* 2016. [3] Sano *et al.*, *Sci. Rep.* 2014. [4] Sumino *et al.*, *J. Mass Spectrom. Soc. Jpn.* 2001. [5] Sumino, *J. Mass Spectrom. Soc. Jpn.* 2015. [6] Toyoda *et al.*, *J. Mass Spectrom.* 2003. [7] Shimma *et al.*, *Anal. Chem.* 2010. [8] Jensen *et al.*, *Anal. Chem.* 2017. [9] Kawai *et al.*, *J. Am. Soc. Mass Spectrom.* 2018.

キーワード：希ガス、マルチターン飛行時間型質量分析計、火山ガス、同位体比
Keywords: noble gas, multi-turn time-of-flight mass spectrometer, volcanic gas, isotope ratio

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Determination of picomolar of zirconium, hafnium, niobium and tantalum in seawater using chelating resin and subsequent ICP-MS determination

*小畑 元[1]、Lutfi Firdaus[2]、真塩 麻彩実[3]、金 泰辰[4]、Jason McAlister[5]、蒲生 俊敬[1]
*Hajime Obata[1], Lutfi M. Firdaus[2], Asami S. Mashio[3], Taejin Kim[4], Jason McAlister[5], Toshitaka Gamo[1]

1. 東京大学大気海洋研究所海洋化学部門海洋無機化学分野、2. ブンクル大学、3. 金沢大学理工学部、4. ソウル国立大学、5. ブリティッシュコロンビア大学
1. Marine inorganic chemistry division, Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo, 2. Graduate School of Science Education, University of Bengkulu, Bengkulu, Indonesia, 3. College of Science and Engineering, Kanazawa University, Kanazawa, Japan, 4. School of Earth and Environmental Sciences, Seoul National University, Korea, 5. Department of Earth, Ocean, and Atmospheric Sciences, University of British Columbia, Canada

It has been known that Zr, Hf, Nb and Ta are high field strength elements (HFSE) belonging to group IV and V in the periodic table. Among these elements, Zr-Hf and Nb-Ta are geochemical twin elements who have similar chemical properties (i.e., ionic charge and radius) in crustal materials and rocks. Contrastingly, the ratios of Zr/Hf and Nb/Ta in seawater are strongly fractionated, and can be used as chemical tracers for the movement of water masses in the modern ocean and as a proxy for paleo-ocean circulation (Firdaus et al., 2011; Frank, 2011). However, for example, the average Zr concentration is 250 pmol/kg in deep seawater, which is more than 6 order of magnitude lower than those in rock materials. It is still challenging for us to determine sub-picomolar to picomolar of HFSE in seawater.

In this study, we developed a simple method to determine sub-picomolar to picomolar of dissolved Zr, Hf, Nb and Ta in seawater using chelating resin column preconcentration and ICP-MS. With mini-columns filled with commercially available chelating resin, HFSE were preconcentrated by 50 times. We obtained low blank values and good recovery enough to determine HFSE in open ocean surface waters. The detection limits, calculated from the procedural blank values, were 0.15 pmol/kg for Zr, 0.03 pmol/kg for Hf, 0.06 pmol/kg for Nb and 0.03 pmol/kg for Ta, respectively.

Using the new method, we revealed distributions of Zr, Hf, Nb and Ta in open ocean, the North Pacific Ocean, North Atlantic Ocean, Indian Ocean and in the marginal sea, Andaman Sea and Gulf of Thailand. We will discuss the fractionations of Zr–Hf and Nb–Ta in the marine environments.

キーワード：Zr, Hf, Nb and Ta、high field strength elements、海水
Keywords: Zr, Hf, Nb and Ta, high field strength elements, seawater

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

トリチウムーヘリウム地下水年代測定法の開発
Development of ^{3}H-^{3}He groundwater dating method

*野俣 直樹[1]、角野 浩史[1]
*Nomata Naoki[1], Hirochika Sumino[1]

1. 東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻相関基礎科学系
1. Department of Basic Science, Graduate School of Arts and Sciences, The University of Tokyo

Residence time of groundwater is an important parameter to elucidate groundwater flow system. We are developing the ^{3}H-^{3}He method, which is one of dating methods to estimate groundwater residence time ranging from several months to 120 years. In regions where water circulation is relatively active like those in Japan, this method is useful because it is considered that there are few groundwater with residence time more than several thousand years. The best advantage of this method is that it is applicable to accurately determine an age of young water compared to other methods (CFC & SF_6method and ^{36}Cl method, etc.), because initial ^{3}H concentration is directly determined as the sum of ^{3}He and ^{3}H in the water at present, if the groundwater flow system has been a closed system for ^{3}He and ^{3}H until its discharge. The age determined by the ^{3}H analysis only requires an assumption of the initial ^{3}H concentration based on the record of the past precipitation, therefore it is difficult to determine unambiguous groundwater age (Mahara *et al.*, 1993). In the ^{3}H-^{3}He dating method,^{3}He concentration in a water sample is measured first by degassing of water in vacuum, and after a few months' storage, ^{3}He produced from the decay of ^{3}H in the sample is measured to determine^{3}H concentration at the time of degassing. Thus, how the water sample is well degassed during the first analysis and how leaking of ambient helium into the degassed water is suppressed are crucial to determine small amount of ^{3}H. We analyzed standard water samples provided by IAEA with known ^{3}H concentrations to evaluate accuracy and precision of our method. When we compared the ^{4}He concentrations of the samples analyzed just after degassing and those analyzed after storage for one month, the ^{4}He concentration was extremely large in the samples stored for one month. As this indicates that the air helium intruded into the degassed sample during storage, we examined various ways to seal the sample container to prevent intrusion. This presentation will discuss developing of this method and how it will be applied to groundwater study in the future.

キーワード：地下水
Keywords: groundwater

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地球表層物質の宇宙線生成核種(10Be, 26Al)の分析方法の改良と地球科学研究

In-situ and meteoric 10Be and 26Al measurements: Improved preparation and application at the University of Tokyo

*横山 祐典[1,2,3]、山根 雅子[7]、中村 淳路[4]、宮入 陽介[1]、堀内 一穂[5]、阿瀬 貴博[1]、松崎 浩之[6]、白濱 吉起[4]、安藤 有加[1]
*Yusuke Yokoyama[1,2,3], Masako Yamane[7], Atsunori Nakamura[4], Yosuke Miyairi[1], Kazuho Horiuchi[5], Takahiro AZE[1], Hiroyuki Matsuzaki[6], Yoshiki Shirahama[4], Yuka Ando[1]

1. 東京大学　大気海洋研究所 高解像度環境解析研究センター、2. 東京大学　大学院理学系研究科　地球惑星科学専攻、3. 海洋研究開発機構　生物地球化学研究分野、4. 産業技術総合研究所　地質調査総合センター、5. 弘前大学　理工学部、6. 東京大学　総合研究博物館、7. 名古屋大学　宇宙地球環境研究所 年代測定研究部
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo, 2. Department of Earth and Planetary Science, University of Tokyo, 3. Department of Biogeochemistry, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 4. Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 5. Graduate School of Science and Technology, Hirosaki University, 6. Micro Analysis Laboratory, Tandem Accelerator, University of Tokyo, 7. Division for Chronological Research, Institute for Space–Earth, Environmental Research, Nagoya University

Cosmogenic radionuclides have been widely used to decipher Earth surface processes. At the University of Tokyo Accelerator Mass Spectrometry facility (5 MV Tandem accelerator), we have been measuring both in-situ and meteoric cosmogenic 10Be and 26Al. In this presentation, we report some development of methodology, including how to prepare target samples chemically to reduce their background. We then introduce some examples using the method to provide further insights into earth surface processes. These studies include: i) exposure to reveal the history of the growths and decays of the Antarctic ice sheet, ii) studying ice shelf collapse history, iii) palaeomagnetic excursion reconstructions using ice cores, iv) understanding the erosion rates using depth profiles of mid latitude outcrops, v) providing the timing of impact crater formation.

Reference: Yokoyama et al (2019) *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atom*. https://doi.org/10.1016/j.nimb.2019.01.026.

キーワード：宇宙線生成核種、加速器質量分析
Keywords: Cosmogenic nuclides, Accelerator Mass Spectrometry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ダブルスパイク-TIMS法を用いた海水の高精度Ba安定同位体分析法開発
Development of seawater stable Ba isotope analysis by DS-TIMS technique

*若木 重行[1]、手塚 勇輝[2]、宮崎 隆[3]、堀川 恵司[2]
*Shigeyuki Wakaki[1], Yuki Tezuka[2], Takashi Miyazaki[3], Keiji Horikawa[2]

1. 海洋研究開発機構 高知コア研究所、2. 富山大学、3. 海洋研究開発機構 地球内部物質循環研究分野
1. Kochi Institute for Core Sample Research, JAMSTEC, 2. Univ. of Toyama , 3. Department of Solid Earth Geochemistry, JAMSTEC

海洋においてBaは、表層において濃度が低く深部に向かって濃度が増加する、いわゆる栄養塩型の鉛直分布を示す。これは、海洋表層においてバライトが生成されることでBaが海水から除去され、また、除去されたバライト粒子が沈降していく過程で一部溶解することでBaが鉛直方向に輸送されることを反映している。海水からバライトが生成する際には、Baの安定同位体分別が生じる（von Allmen et al, 2010）。このため、海洋には鉛直方向にBa安定同位体組成の分布が存在する（Horner et al, 2015）。また、表層海水のBa安定同位体組成は河川からのインプットに敏感に反応し、有用な水塊指標となりうることが示されている（Cao et al., 2016）。

海洋におけるBa安定同位体組成の変化はサブパーミルオーダーと小さい。したがって、その検出には精度の高い同位体分析手法が必要となる。本研究では、ダブルスパイク-表面電離質量分析法（DS-TIMS）を採用し、高精度・高確度にBa安定同位体組成を分析する手法開発を行なった。本研究では^{134}Ba-^{136}Baダブルスパイクを採用し、^{134}Ba/^{136}Ba = 2.5 となるようにスパイクの調合を行なった。Ba同位体比測定には、高知コアセンター設置の表面電離型質量分析計 Tritonを使用した。Ba試薬（NIST SRM3104a および in-house 試薬）の分析を繰り返し行い、同位体比測定条件およびダブルスパイク法解析条件の徹底した最適化を行った。その結果、Ba試薬の$\delta^{138/134}$Ba値に対して、+/- 0.01 ‰（2SD）の繰り返し再現性を実現した。発表では、海水分析にあたっての残された問題点についても議論する。

キーワード：Ba安定同位体比、ダブルスパイク法、海水
Keywords: Ba stable isotopes, double spike technique, seawater

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

泥炭ウイグルマッチングを用いた高精度^{14}C年代決定
Sequential radiocarbon measurement on peaty sediments to reconstruct high precision age model of mash deposits

*宮入 陽介[1]、近藤 玲介[2]、横田 彰宏[3]、重野 聖之[3]、冨士田 裕子[4]、横山 祐典[1]
*Yosuke Miyairi[1], Reisuke Kondo[2], Akihiro Yokota[3], Kiyoyuki Shigeno[3], Hiroko Fujita[4], Yusuke Yokoyama[1]

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 皇學館大学 教育開発センター、3. 明治コンサルタント株式会社、4. 北海道大学　北方生物圏フィールド科学センター　植物園
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. Kogakkan University, 3. Meiji consultant co.,ltd., 4. The Field Science Center for Northern Biosphere, Hokkaido University

湿地帯に発達する泥炭堆積物は、炭素を多く含むため放射性炭素年代測定が容易である。しかしながら、泥炭は有機物が生物遺体ではなく、生物遺体の分解変質した物質を主とするため、炭素の供給起源が2次的であるという堆積年代を年代推定する上での不確実性がある。泥炭が堆積するような嫌気的な環境では生物擾乱が生じにくい。さらに堆積速度が大きく変化しないことが多い。たとえ堆積速度に変化を生じたとしても、地層累重の法則により、下層の堆積物ほど古い堆積物あることが担保されているため、放射性炭素濃度の変動周期より十分短い年代間隔で試料採取を行えば、高精度年代決定が可能となる。

Blaauwら（2003,QSR）は、泥炭層の堆積速度が一定期間変化しないと仮定すれば、暦年較正曲線と連続サンプリングした放射性炭素年代値を比較して（ウイグルマッチング）最適な堆積速度及び堆積年を推定できることを示した。本手法は泥炭堆積物中に含まれる津波堆積物の高精度年代決定への応用が試みられている（例えば、Ishizawa etal.,2017,QG）が、年代既知の層準を用いた確度の検証はなされてこなかった。そこで、本研究では、歴史記録により噴火年代が明らかなテフラ包含層を泥炭ウイグルマッチング法により年代を求め、その年代決定精度を検証することを目的とした。

本研究では、北海道北部の猿払川湿原において採取されたボーリングコア試料を用いて、泥炭試料を用いた湿原堆積物の高精度放射性炭素年代決定法を検討した。分析に用いた試料は北海道大学と中心とする研究グループが、北海道宗谷郡猿払村の猿払川周辺に発達した湿原で行ったボーリング調査にて採取されたコア試料である。本研究ではその中でも猿払川中湿原で採取されたコア試料「試料名：HU-SRN-1」を用いた。同コアは海岸線から約10 km内陸にある猿払川中流域（北緯45°11’ 59”，東経142°9’ 03”）で2015年11月に掘削された。全長は31ｍであるが、本研究では、そのコアの最上部のみ（深度０－１ｍ）の試料を用いた。

同コアは深度57cmに、樽前火山起源のテフラ樽前火山（Ta-a）テフラを含む。Ta-aテフラは、樽前火山の1739年噴火に伴って堆積したテフラで、その噴火時期は、文献記録によって、1739年8月から噴火開始したことが記録されており、テフラの堆積時期が正確に判明しているテフラを含む試料を用いることで泥炭ウイグルマッチング法の年代決定精度を検証する。

泥炭コア試料を1cm間隔でサンプリングを行った。サンプリングはTa-aテフラの上下層を含むように深度41～95cmまでの1cm間隔でサンプリング、均質化のち、2cm毎に試料を放射性炭素分析を行った。前処理は１M HClで酸処理を行った。試料をエレメンター社製元素分析計「キューブミクロ」を用いて酸化した。酸化後の真空ラインを用いて、CO2ガスを精製した。東京大学大気海洋研究所高解像度環境解析センター所有のシングルステージ加速器質量分析計（YS-AMS）をもちいて^{14}C濃度を測定した。得られた放射性炭素年代値を用いて、泥炭の堆積が連続して生じたと仮定した場合に、各測定層準の年代値と実年代の差が最小になる堆積速度を求めた。

Ta-aテフラの含まれる層準の堆積年代は、泥炭ウイグルマッチングによる暦年較正の結果と歴史記録から求められる年代の差は数十年以内であった。本コアのTa-aテフラ直下の泥炭のみから求めた暦年較正値は1670-1950calBP（1σ）であり、従来の手法では、Ta-aテフラの噴火年代が江戸時代中期以降以降であることしか特定できないが、泥炭ウイグルマッチング法での年代は十分な時期決定精度があるといえる。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Ta-aテフラ層の泥炭ウイグルマッチングによる暦年較正の結果を歴史年代と比較すると、歴史年代とわずかな違いであり、本手法の確度は非常に高いことが示唆される。この結果は、本手法がテフラ層や津波堆積物等イベント性堆積物の高精度年代決定に有効な手段であると考えられる。

キーワード：放射性炭素年代測定、ウイグルマッチング、テフラ
Keywords: Radiocarbon dating, Wiggle matching, Tephra

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Preliminary analysis of nucleosynthetic Sr isotope anomalies in amoeboid olivine aggregates from the Allende meteorite

*増田 雄樹[1]、横山 哲也[1]、明星 邦弘[1]、岡林 識起[1]
*Yuki Masuda[1], Tetsuya Yokoyama[1], Kunihiro Myojo[1], Satoki Okabayashi[1]

1. 東京工業大学
1. Tokyo Institute of Technology

Recent innovations in mass spectrometric technology revealed that chondrites and their components possess distinct stable isotope ratios from the terrestrial values for various heavy elements including Ti, Cr, Sr, Mo, Ru, Ba, and Nd [1,2]. The isotopic variabilities, which are recognized as nucleosynthetic isotope anomalies in meteorites, suggest that the isotopic compositions of these elements were not homogeneous in the early Solar System as was previously believed. In particular, the extent of nucleosynthetic isotope anomalies in calcium and aluminum rich inclusions (CAIs) from carbonaceous chondrites, the oldest substance that condensed from a gaseous reservoir in the early Solar System, are larger than those in bulk aliquots of chondrites. Most recently, Myojo et al. [3] discovered that different groups of CAIs from the Allende meteorites show variable $^{84}Sr/^{86}Sr$ ratios, indicating the presence of multiple CAI source reservoirs with distinct isotopic compositions in the early Solar System.

In contrast to CAIs, little is known regarding nucleosynthetic isotope anomalies in amoeboid olivine aggregates (AOAs) from carbonaceous chondrites. AOAs are mostly composed of olivine with small refractory minerals including spinel and calcic pyroxene [4]. Their highly irregular shapes indicate that they are unmelted aggregates that condensed from a gaseous reservoir, although the bulk chemical compositions of AOAs are distinct from those of CAIs. Rather, their chemical compositions straddle CAIs and chondrules, making AOAs intriguing target to investigate the isotopic evolution for heavy elements in the early Solar System.

In this study, we report the $^{84}Sr/^{86}Sr$ ratios in AOAs from the Allende meteorite. Unlike CAIs and chondrules, it is difficult to sample irregular shaped AOAs by handpicking without including the other components such as matrix. To overcome this problem, we collected the powdered AOA sample by the micro-milling technique [3]. Additionally, we ablated the same AOA sample by a femto-second laser with He gas flow to capture the aerosol sample with a membrane filter. The collected samples were dissolved with acid, followed by the separation of Sr by extraction chromatography using Sr Resin (Eichrom). The $^{84}Sr/^{86}Sr$ ratios in the AOA samples were measured by TIMS (TRITON plus, Thermo Fisher Scientific) with the dynamic multicollection method. The obtained $^{84}Sr/^{86}Sr$ ratios are reported as $\mu^{84}Sr$ notation that represents the 10^6 relative deviation from a standard material, NIST 987. The two AOA samples showed positive $\mu^{84}Sr$ values (micro-milling: 70 ±156 ppm; laser ablation: 108 ±91 ppm). This result indicates that refractory inclusions in the AOA sample possess nucleosynthetic Sr isotope anomalies akin to those in Type B CAIs [3]. Therefore, the refractory inclusions in AOAs would have condensed from a gaseous reservoir from which the precursor of type B CAIs have condensed.

References: [1] Dauphas, N. and Schauble, E.A. (2016) *Ann. Rev. Earth Planet. Sci.* **44**, 709. [2] Yokoyama, T and Walker, R.J. (2016) *Rev. Mineral. Geochem.* **81**, 107. [3] Myojo, K. et al. (2018) *Astrophys. J.* **853**, 48. [4] MacPherson, G. (2014) *Treatise Geochem.* **1**, 139.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

小型の永久磁石を用いた有機物の反磁性磁化率測定および磁気分離と物質同定

Measurement of diamagnetic susceptibility and magnetic separation and material identification of organic matter using small permanent magnet

*久好 圭治[1]、福山 紘基[2]、植田 千秋[2]、寺田 健太郎[2]
*Keiji Hisayoshi[1], Hiroki Fukuyama[2], Chiaki Uyeda[2], Kentaro Terada[2]

1. 大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻, 大阪府立大手前高等学校、2. 大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻
1. Dept. of Earth and Space Science, School of Science, Osaka University, Otemae High School of Osaka prefecture, 2. Dept. of Earth and Space Science School of Science, Osaka University

一般に，微小重力空間に開放された固体粒子は磁気的ポテンシャルによる並進運動を引き起こすが，その速度は粒子の質量に依存せず，物質固有の磁化率のみに依存する．したがって得られた磁化率を文献値と対応することで，単一粒子において物質同定が可能となる[1][2][3]．これまでに私たちはmm ~ sub-mmサイズの反磁性鉱物について，上記の同定が可能であることを確認してきた．さらに揮発性固体である氷（H_2O）とドライアイス（CO_2）でも並進運動を観測した．今回，同じ原理を用いて，様々な有機物質の反磁性磁化率を測定し，磁場勾配による有機物の分離・識別の可能性について考察した．

実験に必要な微小重力は,小型の落下ボックス（30×30×20cm）内に発生させた．落下距離は1.8mで，有効な微小重力継続時間は約0.5秒である．落下ボックス内に小型の磁気回路(B～0.8T)，照明器具およびハイスピードカメラを配置した．試料を磁場勾配力が最大になる位置にセットし，微小重力空間に解放した．反磁性有機物試料は磁場の外へ並進し，その運動から磁化率を求めた．

本研究のために高画質な高速度カメラとして天体観測に使われるカメラを用いたことにより，試料の位置の精度が大幅に向上し，磁化率の精度を上げることができた[4].

固体の有機物を同定・識別し，有機物の混合物を物質ごとに異なる速度で運動させて分離する手法の実用可能性が新たに示された．従来の測定条件では，磁化率の違いが10^{-7}emu/gのレベルでしか識別できなかったが， 今回のセッティングにより，10^{-8}emu/gの違いが識別できた．この手法は簡便な装置を用いて非破壊で行えること，他のクロマトグラフィーの手法と異なり有機物の固体の塊のままで混合物分離ができることにおいて，分析手法として有用であると考える．地上での微小重力環境では時間に制約されるが，その制約内で精度よく，かつ低予算で測定が可能である．この手法は，他の短時間の現象を高速で捉えることが要求される一部の学術研究・企業研究でも，分野を問わず応用できる可能性がある．

微小重力と磁場勾配さえあれば物質の磁化率を求めることができるこの手法は，物質を持ち帰る必要なくその場で分析ができるという面から宇宙探査に貢献できる可能性がある．地上で分析に使われる装置を宇宙探査機に搭載する場合には，大きさ，重量の制限や性能の制約が大きな課題となる．しかし，この装置は，微小重力環境である宇宙空間や小さな重力しかない小惑星では，弱い磁場勾配で長い時間をかけて試料を運動させることができる．そのため，装置を小型で軽量にできるので，探査機への搭載で大きな利点となる．ESAのRosettaミッションでは実際に彗星において有機物が検出されており，有機物をその場で詳しく分析する手法は宇宙探査において大きな需要となりうる．

References
[1] K. Hisayoshi, S. Kanou and C. Uyeda : Phys.:Conf. Ser., 156 (2009) 012021.
[2] C. Uyeda, K. Hisayoshi, and S. Kanou : Jpn. Phys. Soc. Jpn. 79 (2010) 064709.
[3] K. Hisayoshi, C. Uyeda and K. Terada : Scientific Reports,(Nature Pub) 6 (2016) 38431
[4] H.Fukuyama, K. Hisayoshi, W. Yamaguchi and C. Uyeda : IEE Trans. Magne. 55 (2019) 6000304

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：有機物、磁気分離、微小重力、反磁性磁化率、物質同定、永久磁石
Keywords: organic matter, magnetic separation, microgravity, diamagnetic susceptibility, identification, permanent magnet

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Geochemistory and chronology of five howardites, Y-7308, Y-003125, Y-000428, NWA 1929, and NWA 6920

*岡田 基[1]、羽場 麻希子[1]、長尾 敬介[2]、横山 哲也[1]
*Motoi Okada[1], Makiko K. Haba[1], Keisuke Nagao[2], Tetsuya Yokoyama[1]

1. 東京工業大学理学院地球惑星科学系、2. 韓国極地研究所
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology, 2. Korea Polar research Institute

Howardites are polymict breccias composed of eucrites and diogenites that are most likely originated from the crust of asteroid 4-Vesta. The global mapping with high resolution imagery conducted during the NASA's Dawn mission revealed that the Vestan surface is largely covered with howarditic materials (Ammannito et al., 2013). Thus, howardites would provide information on the crustal and surface evolution of Vesta entailing impact events. Here, we attempt to obtain multiple chronological data of howardites including ^{244}Pu-Xe, ^{40}K-^{40}Ar, and (U-Th)/He ages. Since these decay systems have diverse closure temperatures of ≧900, ~300, 100–200℃, respectively (Shukolyukov and Begemann, 1996; Cassata et al., 2009; Reiners et al., 2012), the multi-chronology of howardites are useful to discuss the timing of thermal events on Vesta during a long period. Additionally, we obtained major and trace element compositions and cosmic-ray exposure (CRE) ages of howardites to identify the geochemical characteristics of each howardite sample and to determine the ejection timing from the parent body.

Five howardites, Northwest Africa (NWA) 1929, NWA 6920, Yamato (Y) -7308, Y-000428, and Y-003125, were used in this study. Textual observations were performed by field emission-electron probe micro analysis (FE-EPMA). The major and trace element compositions of bulk samples (~50 mg) were measured with inductively coupled plasma-mass spectrometry (ICP-MS). All noble gas compositions were measured using a noble gas mass spectrometer, modified-VG5400/MS-3, with a sample amount of ~200 mg.

The proportion of eucrite and diogenite that contributed to the howardite samples were estimated by using the Al and Ca contents in individual howardites with an assumption that the two end-members are represented by a basaltic eucrite Juvinas and a diogenite Tatahouine. The five howardites are composed of basaltic eucrite and diogenite with a proportion of 95:5 for NWA 1929, 47:53 for NWA 6920, 39:61 for Y-000428, 37:63 for Y-003125, and 22:78 for Y-7308.

NWA 6920 and Y-003125 yielded the ^{244}Pu-Xe ages of ~4550 Ma, which corresponds to the timing of the initial crystallization of eucritic crust or global crustal metamorphism that were deduced from the of zircon ages of basaltic eucrites (e.g., Misawa et al., 2005; Iizuka et al., 2015). In contrast, younger ^{244}Pu-Xe ages (~4470 Ma) were obtained from NWA 1929, Y-7308, and Y-000428, indicating the timing of high-temperature reheating possibly due to impact events. The ^{40}K-^{40}Ar ages of NWA 1929, NWA 6920, and Y-003125 are 3.6 ±0.2, 3.6 ±0.2, and 3.2 ±0.2 Ga, respectively, which are consistent with the ^{39}Ar-^{40}Ar ages of brecciated eucrites (3.3–4.1 Ga; Bogard, 2011). The ages obtained in this study represent the timing of reheating by impacts, which reached a temperature above ~300 ℃, after the initial magmatism of eucritic crust. The (U-Th)/He ages of NWA 1929, NWA 6920, and Y-003125 are 2.3 ±0.2, 0.8 ±0.1, and 2.3 ±0.2 Ga, respectively. The (U-Th)/He systematics in the howardites could have been disturbed by degassing events that occurred at some points during the ejection from Vesta and delivery to the Earth, in addition to the impact events on Vesta. Some HED (Howardite-Eucrite-Diogenite) meteorites are considered to have derived from vestoids that were ejected from the Vesta's south pole craters (e.g., Clenet et al., 2014). Because the (U-Th)/He age of NWA 6920 is in good agreement with the age of the

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

southern crater Rheasilvia (1.0 ±0.2 Ga, Schenk et al., 2012), NWA 6920 might have been severely suffered from the impact event that formed the Rheasilvia crater. The ^{81}Kr-Kr CRE ages vary from ~10 to 45 Ma, which is consistent with the previously reported CRE ages of howardites (~11–76 Ma, Eugster and Michel, 1995). Since the CRE ages of howardites cluster at the same period to those of eucrites and diogenites, the HED meteorite clan might have been launched from vestoids or Vestan surface at the same time.

キーワード：ホワルダイト、希ガス、年代学
Keywords: Howardite, noble gas, chronology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Non-destructive elemental analysis of a carbonaceous chondrite with direct current Muon beam at MuSIC

*室田 雄太[1]、寺田 健太郎[1]
*Murota Yuta[1], Kentaro Terada[1]

1. 大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻
1. Department of Earth and Space Science, Graduate School of Science, Osaka University

Electron- or X-ray-induced characteristic X-ray analysis has been widely used to determine chemical compositions of materials in vast research fields. In recent years, analysis of characteristic X-rays from muonic atoms, in which a muon is captured, has attracted attention because both a muon beam and a muon-induced characteristic X-ray have high transmission abilities. Here we report the first nondestructive elemental analysis of a carbonaceous chondrite using one of the world-leading intense direct current muon beam source (MuSIC; MUon Science Innovative Channel). We successfully detected characteristic muonic X-rays of Mg, Si, Fe, O, S and C from CI chondrite, of which carbon content is about 3 wt%. Because of its high sensitivity to carbon, non-destructive elemental analysis with a muon beam can be a novel powerful tool to characterize future retuned samples from carbonaceous asteroids.

キーワード：ミューオン、非破壊元素分析、はやぶさ2
Keywords: muon, non-destructive elemental analysis, Hayabusa2

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Nucleosynthetic Sr and Nd isotopic anomalies of bulk differentiated meteorites

*深井 稜汰[1]、杉本 圭[1]、横山 哲也[1]
*Ryota Fukai[1], Kei Sugimoto[1], Tetsuya Yokoyama[1]

1. 東京工業大学　地球惑星科学系
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology

Nucleosynthetic isotope anomalies have been discovered in bulk meteorites for refractory heavy elements (e.g., Cr, Ru [1, 2]). In the most cases, the extent of isotope anomalies is variable across different types of meteorites. These results point to the existence of planetary-scale isotope heterogeneities, which are most likely caused by the heterogeneous distribution of presolar dust grains in the early Solar System.

Although nucleosynthetic isotopic anomalies of bulk chondrites have been extensively studied in the last decade (e.g., [3]), the high-precision isotopic data of trans-iron elements in differentiated meteorites are still limited. Commonly, the parent bodies of differentiated meteorites possessed earlier accretional ages than those of chondrites. The comparison for the nucleosynthetic isotopic anomalies between chondrites and differentiated meteorites must provide vital information for understanding the physicochemical evolution of the early Solar System. Here we focus on refractory lithophile elements (Sr and Nd), whose carrier grains are silicate dust grains that were main constituents in the protoplanetary disk. In this study, we report high precision Sr and Nd isotope data of bulk differentiated meteorites.

We investigated two eucrites (Béréba and Millbillillie), an aubrite (Norton County), and an angrite (D'Orbigny). Powdered samples were treated with H_2O and distilled acetone to reduce the effects of terrestrial alteration. Subsequently, these meteorite samples were digested with HF and HNO_3 under high temperature and high pressure using a high pressure digestion system (DAB-2, Berghof). After the high-pressure digestion, samples were dissolved with $HClO_4$ and HNO_3. For Sr and Nd isotope analysis, a 5-step column separation procedure was conducted. Sr and Nd isotopic compositions were measured with TIMS (Triton *Plus*). Sr and Nd isotopic ratio measurements were conducted with the 2-line and 3-line dynamic multi-collection methods, respectively, in which $^{84}Sr/^{86}Sr$, $^{142}Nd/^{144}Nd$, $^{143}Nd/^{144}Nd$, $^{145}Nd/^{144}Nd$, $^{148}Nd/^{144}Nd$, and $^{150}Nd/^{144}Nd$ ratios can be obtained by reducing the effect of Faraday cup deterioration. The Sr and Nd isotope ratios are reported in the μM notation that is parts par 10^6 relative deviations from the terrestrial rocks.

Most of the samples we measured showed Sr and Nd isotopic ratios indistinguishable from the terrestrial rocks. Béréba (eucrite) possessed the most deviated isotopic compositions from the terrestrial rocks (μ^{84}Sr = 16 ±24 ppm, μ^{145}Nd = 5.5 ±1.9 ppm, μ^{148}Nd = 9.6 ±11 ppm, and μ^{150}Nd = 9.4 ±22 ppm, 2SDs). The inconsistency of the isotopic compositions for the same meteorite group (Béréba and Millbillillie) would be attributed to the possible terrestrial alteration for Millbillillie [4].

The nucleosynthetic Sr and Nd isotope anomalies for Béréba were indistinguishable from the data for non-carbonaceous meteorites (enstatite and ordinary chondrites) [3]. In the μ^{84}Sr versus $\mu^{145, 148, 150}$Nd diagrams, Béréba are plotted on the mixing line of the isotopic compositions for terrestrial rocks and presolar SiC [5]. These data imply that the parent bodies for enstatite chondrites, ordinary chondrites, and eucrites were formed within homogeneous isotopic reservoir with respect to Sr and Nd in which a part of building blocks of the Earth were not formed.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[1] Trinquier, A. et al. (2007) *ApJ,* **655**, 1179. [2] Fischer-Gödde, M. and Kleine, T. (2017) *Nature*, **541**, 525. [3] Fukai, R. and Yokoyama, T. (2019), *LPSC abstract*, 1171. [4] Kitts, K. and Lodders, K. (1998) *MAPS*, **33**, 197. [5] Qin, L. et al. (2011) *GCA*, **75**, 7806.

キーワード：初期太陽系、同位体不均質、エコンドライト
Keywords: early Solar System, isotopic heterogeneity, achondrites

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.