

年報

Center for Advanced Marine Core Research Kochi University

高知大学 海洋コア総合研究センター

高知大学海洋コア総合研究センターの平成28年度の活動報告書をお届けします。

当センターは、国際深海科学掘削計画 (IODP) で得られたコアサンプルを中核にした海底試料の分析・計測および保管を任務とする共同利用・共同研究拠点としての役割を果たすべく、国立研究開発法人海洋研究開発機構 (JAMSTEC) との協力・連携の下、施設の整備と拡充、運営体制の改善に努めてまいりました。その結果、本年度から6年間、共同利用・共同研究拠点に継続して認定されました。ユーザーはじめ皆様のご支援のお陰と感謝致します。本年度は第2期の初年度ですが、研究課題件数は134件と過去最大数となり、共同利用・共同研究拠点による成果が国際誌に約70編程度掲載されました。このことは、拠点による研究活動が着実に成果に結びついているものと考えております。また、更なる拠点機能の充実を目指し、JAMSTECと共同で文部科学省先端研究基盤共用促進事業に採択され、JAMSTECが所有する一部の最先端機器を一般企業の方々にも利用して頂けるようになりました。

組織・体制では、学部改組により本年度に立ち上がった農林海洋科学部の設立を支援するため、3名のセンター専任教員が異動し、それに伴い新たに3名の教員を迎えました。また、特任教員として朝倉キャンパスから1名が異動、および文部科学省卓越研究員事業に応募し、卓越研究員1名の新規採用がありました。さらに特任専門職員として1名が新たに加わりました。

研究面では、「4次元統合黒潮圏資源学の創成」(文部科学省特別経費；プロジェクト分) が採択されました。このプロジェクトは高知沖黒潮域をモデル海域とし、北赤道海流域～黒潮流流域に至る海域の水中から海底深部に存在する多様な資源(海底鉱物・エネルギー・海洋天然物・地下生物・海洋深層水)の成因と利用法に時間軸を加えた総合的解明を目指したものです。また、地元・高知県に着目した研究として、684年

南海トラフ地震の際に沈水したと伝承される黒田郡の調査から、巨大地震にともなう沈降プロセスを解明する研究も昨年度に引き続き実施しました。このほか、古海洋学、地球化学、古地磁気学分野等の多くの成果が国際誌に掲載されました。

研究支援では、地球深部探査船「ちきゅう」、ライザーレス掘削船「JOIDES Resolution」に乗船予定の若手研究者、および掘削コアを用いた研究を希望する国内外の大学院生を対象に、日本地球掘削科学コンソーシアム (J-DESC) と連携してJ-DESCコアスクール等を実施しました。

アウトリーチでは、毎年恒例となった一般市民を対象とした高知コアセンター講演会を「ちきゅう」の室戸沖掘削に合わせて開催し、研究航海中の「ちきゅう」と会場をネット中継するなど工夫を凝らし、1,055名の方々に足を運んで頂きました。一方、県内外の小中高生、大学生、外国人留学生の施設見学や実習対応、またスーパーサイエンスハイスクール事業への協力、その他多くの産官学民への講演および施設見学を実施しました。さらに室戸ジオパーク運営や高知市に平成30年夏に開館予定の「高知みらい科学館」立ち上げへの参画など、前年度から継続して活動しました。

平成29年度は共同利用・共同研究拠点の新たな中期計画の2年度目になります。これまで積み重ねてきた実績をもとに、平成29年度末に予定される中間評価に向けて、外部評価委員会、ユーザーから指摘された点の改善を図り、更なる飛躍を致したいと考えております。今後とも引き続き当センターの活動についてご理解いただき、今後の活動に資するご意見、ご助言を頂くことができれば幸いです。

海洋コア総合研究センター長
徳山 英一

今年度のトピックス



高円宮妃久子殿下ご視察（平成28年10月2日）



国立極地研究所と協定締結（平成28年4月12日）

白石 和行 所長（左）と徳山 英一 海洋コア総合研究センター長

Contents	
Foreword	<p>まえがき</p> <p>今年度のトピックス</p> <ul style="list-style-type: none"> ・高円宮妃久子殿下ご視察（平成28年10月2日） ・国立極地研究所と協定締結（平成28年4月12日）
Introduction	<p>1. はじめに…………… 1</p> <ul style="list-style-type: none"> 1-1. 運用体制…………… 1 1-2. 連携協定…………… 1 1-3. 国際活動…………… 1 1-4. 来訪者状況…………… 1
Joint Usage	<p>2. センター共同利用…………… 2</p> <ul style="list-style-type: none"> 2-1. 共同利用・共同研究拠点活動…………… 2 <li style="padding-left: 20px;">採択課題一覧 2-2. 学内共同利用…………… 6
Special Lecture	<p>3. シンポジウム・セミナー等…………… 9</p> <ul style="list-style-type: none"> 3-1. 国際ワークショップ「2017 Kochi International Workshop on paleo-, rock and environmental magnetism "Celebrating 35 years of research in Kochi"」…………… 9 3-2. IODPプロポーザル863A-pre "PePSI-SO" 箱根ミニワークショップ…………… 9 3-3. 4th International Geoscience Symposium "Precambrian World 2017"……………10 3-4. 地磁気・古地磁気・岩石磁気「夏の学校」……………11 3-5. 文部科学省特別経費「4次元統合黒潮圏資源学の創成」キックオフシンポジウム……………12 3-6. 共同利用・共同研究成果発表会……………13 3-7. 高知大学研究拠点プロジェクト（地球探求拠点）の成果報告会……………14 3-8. KCCセミナー実施一覧……………14
Social Activity	<p>4. 社会活動……………16</p> <ul style="list-style-type: none"> 4-1. 科学啓発活動……………16 <ul style="list-style-type: none"> (1) J-DESCコアスクール……………16 <ul style="list-style-type: none"> i) 「古地磁気コース」……………16 ii) 「コア解析基礎コース」……………19 iii) 「コア同位体分析コース」……………21 (2) スーパーサイエンスハイスクール……………22 <ul style="list-style-type: none"> i) 大阪府立豊中高等学校……………22 ii) 高知県立高知小津高等学校……………24 (3) 平成28年度高大連携交流事業「高校生のためのおもしろ科学講座」……………27 (4) センター一日公開……………28 (5) 視察・見学一覧……………31 4-2. 国際深海科学掘削計画（IODP）関連委員活動……………32

Contents	
Social Activity	4-3. 学会等及び諸委員会における活動状況……………32 (1) 学会等……………32 (2) 外部委員等……………33 4-4. 一般講演……………34 4-5. 公開講座……………36
Member	5. 構成員……………37
Research Achievement	6. 研究業績……………38 6-1. 学会誌等掲載件数……………38 6-2. 学会発表件数……………38 6-3. 徳山 英一（特任教授）……………38 6-4. 小玉 一人（教授）……………38 6-5. 安田 尚登（教授）……………39 6-6. 岩井 雅夫（教授）……………39 6-7. 池原 実（教授）……………40 6-8. 山本 裕二（准教授）……………41 6-9. 氏家 由利香（准教授）……………41 6-10. KARS, Myriam（助教）……………42 6-11. 白井 朗（特任教授）……………43 6-12. 浦本 豪一郎（特任助教, 卓越研究員）……………43 6-13. 山口 龍彦（特任助教）……………44 6-14. 津田 正史（教授）……………44 6-15. 村山 雅史（教授）……………45 6-16. 岡村 慶（教授）……………45 6-17. 西岡 孝（教授）……………48 6-18. 足立 真佐雄（教授）……………46 6-19. 橋本 善孝（准教授）……………47 6-20. 市榮 智明（准教授）……………47 6-21. 野口 拓郎（准教授）……………48 6-22. 西尾 嘉朗（准教授）……………49 6-23. 櫻井 哲也（准教授）……………50 6-24. 藤内 智士（助教）……………50 6-25. ULANOVA, Dana（助教）……………51 6-26. 田中 秀則（特任助教）……………51 6-27. 眞中 卓也（ポスドク研究員）……………51
Research Activities	7. 研究活動……………52 7-1. 研究費受け入れ状況……………52 (1) 特別運営費交付金対象事業費……………52 (2) 学内競争資金……………52 (3) 科学研究費補助金……………52 (4) 受託研究……………55 (5) 共同研究……………56 (6) 助成金……………56 (7) 奨学寄附金……………56 (8) 委託研究……………57

Contents	
Research Activities	(9) 研究助成……………57 (10) 委託事業……………57 (11) その他……………57 7-2. 乗船研究航海実績……………57 (1) 国際深海科学掘削計画 (IODP) 研究航海……………57 (2) 国内研究船による研究航海……………57
Education	8. 教育活動 ……………59 8-1. 担当講義一覧……………59 8-2. 博士論文題目一覧……………62 8-3. 修士論文題目一覧……………62 8-4. 卒業論文題目一覧……………63 8-5. 非常勤講師……………63
Press Release	9. マスコミ報道 ……………64
Appendix	(別添) 平成28年度共同利用・共同研究成果報告書 ……………70

1 はじめに

1-1 運用体制

- ・地球掘削科学共同利用・共同研究拠点
- ・国立大学法人 高知大学と国立研究開発法人 海洋研究開発機構との包括連携協定に基づく国際深海科学掘削計画 (IODP) のコア保管・管理および施設の共同運営
- ・先端研究基盤共用促進事業(新たな共用システム導入支援プログラム)「高知コアセンター分析装置群共用システム」4月運用開始
- ・日本地球掘削科学コンソーシアム (J-DESC) 正会員

1-2 連携協定

締結年月日	相手機関名	協定名	新規継続
H29/3/10	神戸大学 海洋底探査センター	教育・研究に関する協定	新規
H28/4/1	国立極地研究所	教育・研究に関する協定	新規
H26/11/4	秋田大学 国際資源学部	教育・研究に関する協定	継続
H26/3/1	東北大学 学術資源研究公開センター	教育・研究に関する協定	継続
H21/9/29	中華人民共和国 中国科学院 地球環境研究所	学術・学生交流協定	継続
H19/8/8	韓国 地質資源研究院 石油海洋資源部	学術・学生交流協定	継続

1-3 国際活動

国際シンポジウム等の主催・参加状況一覧表

区分	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度	平成28年度
主催件数	1件	0件	1件	1件	2件
参加件数	12件	12件	13件	3件	5件

1-4 来訪者状況

〔所属別一覧表〕

摘要	件数	延べ人数
大学	231	1,836
研究機関	44	198
小学校・中学校・高等学校	19	679
国の行政機関(官公庁など)	21	79
地方自治体(県市町村など)	10	25
民間企業・財団法人	103	264
一般(個人・団体)	10	1,846
高知大学および関連施設	200	872
国外の研究機関・企業・大学等	28	195

〔目的別一覧表〕

摘要	件数	延べ人数
共同利用・共同研究	196	1,531
学内機器利用	98	547
高校生の実習(SSHなど)	5	152
コアスクール	3	138
シンポ・WS・セミナーなど	11	315
見学	37	908

2 センター共同利用

2-1 共同利用・共同研究拠点活動

○高知大学海洋コア総合研究センター協議会

委員（任期：平成27年12月1日－平成29年11月30日）

磯部 雅彦 高知工科大学 学長
高橋 孝三 北星学園大学 社会福祉学部 教授
林田 明 同志社大学 理工学部長／大学院 理工学研究科長
徳山 英一 高知大学 海洋コア総合研究センター長 特任教授
小玉 一人 高知大学 海洋コア総合研究センター 副センター長 教授

（任期：平成28年7月1日－平成29年11月30日）

富樫 茂子 産業技術総合研究所 理事

開催日程

平成29年3月17日

○高知大学海洋コア総合研究センター課題選定委員会

委員（任期：平成28年3月1日－平成30年2月28日）

池原 研 産業技術総合研究所 地質調査総合センター地質情報研究部門 首席研究員(委員長)
岡田 誠 茨城大学 理学部 地球環境科学領域 教授
廣野 哲朗 大阪大学 理学研究科 宇宙地球科学専攻 准教授
牛久保 孝行 海洋研究開発機構 高知コア研究所 技術研究員
西尾 嘉朗 高知大学 教育研究部 総合科学系複合領域科学部門 准教授
岩井 雅夫 高知大学 海洋コア総合研究センター 教授
池原 実 高知大学 海洋コア総合研究センター 教授
山本 裕二 高知大学 海洋コア総合研究センター 教授

開催日程

平成28年3月25日（平成28年度前期，前期・後期募集分）

平成28年9月15日（平成28年度後期募集分）

平成28年度前期/後期共同利用・共同研究採択課題一覧

採択番号	課題名	代表申請者	申請者所属・職名	担当教員
16A001 16B001	長野県、中新世別所層と青木層に産する大サイズ苦灰石ノジュールおよび苦灰岩レンズ状層の成因	石田 朋志	信州大学大学院理工学系研究科 M2	村山
16A002 16B002	地磁気と気候のリンク	兵頭 政幸	神戸大学内海域環境教育研究センター教授	山本
16A003 16B003	プレート収束帯における島弧地殻変形に関する研究	星 博幸	愛知教育大学教育学部 准教授	小玉 山本
16A004 16B004	川砂ジルコンを用いた古地磁気強度研究	佐藤 雅彦	産業技術総合研究所地質情報研究部門 研究員	山本
16A005 16B005	仙台湾堆積物中の鉄量及び強磁性鉱物分布に基づく津波堆積物保存と海底環境回復程度の解明	川村 紀子	海上保安庁海上保安大学校 准教授	山本
16A006 16B006	高知県横倉山産のコノドント化石と天然アパタイト結晶との関連性に関する分析学的解析	三島 弘幸	高知学園短期大学医療衛生学科歯科衛生専攻 教授	山本
16A007 16B007	氷期-間氷期変動に対する太平洋熱帯域の水温躍層深度の応答	佐川 拓也	金沢大学理工研究域自然システム学系 助教	村山 岡村
16A008 16B008	非破壊分析手法を用いた津波堆積物同定技術の開発	後藤 和久	東北大学災害科学国際研究所 准教授	村山 山本
16A009 16B009	花崗岩のジルコンを用いた古地磁気強度の復元	加藤 千恵	東京工業大学大学院理工学研究科地球惑星科学専攻 D2	山本
16A010 16B010	太平洋赤色粘土の古地磁気・岩石磁気研究	山崎 俊嗣	東京大学大気海洋研究所 教授	山本
16A011 16B011	環境記録媒体としての利用を目指した温泉堆積物の動態研究	堀 真子	大阪教育大学教養学科自然研究専攻 准教授	村山 山本
16A012 16B012	IODP Exp. 353堆積物試料の古地磁気および岩石磁気的特徴	白井 洋一	国立研究開発法人海洋研究開発機構 研究員	山本
16A013	X線CT構造解析と古地磁気による太古代海洋環境の推定	白井 洋一	国立研究開発法人海洋研究開発機構 研究員	村山
16A014 16B013	沿岸域～深海平原における生物源堆積構造とその古環境学的意義の解明	清家 弘治	東京大学大気海洋研究所海洋生態系動態部門底生生物分野 助教	村山 山本
16A015 16B014	岩石磁気分析に基づく熱水鉱床の形成モデルの構築	大野 正夫	九州大学大学院比較社会文化研究院 教授	山本
16A016 16B015	北大西洋海底掘削コア試料の古地磁気・岩石磁気研究	大野 正夫	九州大学大学院比較社会文化研究院 教授	山本
16A017 16B016	深海冷湧水チムニーの形成過程を解明し海底地質との関連を明らかにする	石井 輝秋	静岡大学防災総合センター 客員教授	村山 山本
16A018 16B017	日本海の縞々堆積物 (IODP Exp. 346) が記録する堆積環境の酸化還元状態の変動史：炭素と窒素の安定同位体組成からの制約	山口 耕生	東邦大学理学部化学科 准教授	池原
16A019 16B018	南大洋の最終氷期の暗色堆積物の地球化学：炭素と窒素の安定同位体組成からみた海洋環境の変遷	山口 耕生	東邦大学理学部化学科 准教授	池原
16A020	国史跡江戸城外堀跡の堀底堆積物から見た江戸・東京の古環境復元	榎木 真	新宿区地域文化部文化観光課 文化資源主査 学芸員	村山 山本
16A021 16B019	還元化学消磁による堆積岩中の磁性鉱物の変化と磁気層序	穴井 千里	熊本大学大学院自然科学研究科 D3	山本
16A022 16B020	エチオピア洪水玄武岩を対象にした約30Maの地球磁場変動の解析	石川 尚人	京都大学大学院人間環境学研究科 教授	山本
16A023 16B021	房総半島に分布する鮮新-更新統を用いた精密古地磁気記録の復元	岡田 誠	茨城大学理学部 教授	村山 山本
16A024 16B022	フランスおよびベトナムにおける白亜紀・デボン紀海洋無酸素事変の高解像度解析	西 弘嗣	東北大学学術資源研究公開センター 教授	村山
16A025 16B023	凝灰岩のアパタイト微量元素組成を用いたテフクロノロジーの樹立	高嶋 礼詩	東北大学学術資源研究公開センター 准教授	山本
16A026 16B024	海底熱水性重晶石及び硬石膏の放射非平衡年代測定	豊田 新	岡山理科大学理学部 教授	村山

採択番号	課題名	代表申請者	申請者所属・職名	担当教員
16A027 16B025	2011年東北地方太平洋沖地震時の液化ー流動化の地中での実態解明とそのメカニズム解明に関する研究	風岡 修	千葉県環境研究センター地質環境研究室 主席研究員	村山 山本
16A028 16B026	難透水層中における流動移動に関する研究	風岡 修	千葉県環境研究センター地質環境研究室 主席研究員	村山 山本
16A029 16B027	北太平洋およびベーリング海の第四紀テフラ層序の確立	青木 かおり	立正大学地球環境科学部 客員研究員	山本
16A030 16B028	新生成代の縞状鉄鉱層形成作用：エジプトEl Dabbah地域	鈴木 大志	九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻 M2	池原 村山 山本
16A031 16B076	草津白根火山の火口周辺浅部構造の物理・化学的解	寺田 暁彦	東京工業大学火山流体研究センター 講師	村山
16A032	Carbon and oxygen stable isotope composition of benthic and planktonic foraminifera from Pleistocene-Holocene, Oki Trough, southern Japan Sea	SAEIDI ORTAKAND MAHSA	明治大学ガスハイドレート研究所 研究推進員	池原
16A033 16B029	非破壊検査および堆積学的分析によるイベント堆積物認定の高精度化	澤井 祐紀	産業技術総合研究所活断層火山研究部門 上級主任研究員	村山
16A034 16B030	考古学資料を用いた古地磁気強度・方位測定による完新世地球磁場の復元	畠山 唯達	岡山理科大学情報処理センター 准教授	山本
16A035 16B031	IODP Exp.346で採取された日本海半遠洋性堆積物の高解像度元素測定と古海洋復元	多田 隆治	東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻 教授	村山 池原
16A036 16B032	琉球海溝域堆積物の詳細分析による堆積機構の推定	池原 研	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 首席研究員	村山
16A037 16B033	湖沼・内湾堆積物の残留磁化測定による完新世古地磁気永年変化の復元	林田 明	同志社大学理工学部大学院理工学研究科 教授	山本
16A038 16B034	地球史を通じた海底環境復元プロジェクト4：古原生代ガーナベリミアン帯におけるGHC掘削コア	清川 昌一	九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門 准教授	村山 池原 山本
16A039 16B035	小型哺乳類の骨格3Dデル作製に関する研究	谷内森 秀二	認定特定非営利活動法人四国自然史科学研究センター センター長	村山
16A040 16B036	日本海溝におけるプレート境界断層発達過程の堆積学的研究	山口 飛鳥	東京大学大気海洋研究所 助教	村山
16A041 16B037	栄養塩と土砂流入が造礁性サンゴ骨格成長率に及ぼしてきた影響評価	岨 康輝	東邦大学理学部 博士研究員	村山
16A042 16B038	完新世における東アジアモンスーン変動の復元	山田 桂	信州大学学術研究院理学系 准教授	池原
16A043 16B039	後期鮮新世における貝形虫化石のMg/Caを用いた温度勾配の復元	山田 桂	信州大学学術研究院理学系 准教授	岡村
16A044	白亜紀の温暖期から寒冷期への移行期に認められた深海循環の逆転	大河原 秀祐	東北大学大学院理学研究科地学専攻 D1	池原
16A045 16B040	海底堆積物を用いた放射性同位体Be分布の解明	永井 尚生	日本大学文理学部 教授	村山
16A046	過去2000年間の日本における3次元地磁気永年変化曲線の構築と考古遺物の年代決定への応用	北原 優	九州大学大学院地球社会統合科学府 D2	山本
16A047 16B041	背弧型・島弧型・超苦鉄質岩型海底熱水・湧水系の磁気的特徴を探る	藤井 昌和	東京大学大気海洋研究所 D3	山本
16A048 16B042	表層型ガスハイドレート産出域の岩石磁気学的研究	下野 貴也	明治大学ガスハイドレート研究所 研究推進員	山本
16A049 16B043	西オーストラリア・ビルバラ及び南アフリカ・バーバートン地域の環境復元	三木 翼	九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻 D2	池原 村山 山本
16A050 16B044	亜寒帯北太平洋における海水中鉛の安定同位体組成の分布解明	則末 和宏	新潟大学理学部 准教授	岡村
16A051 16B045	三疊紀層状チャートを対象とした古地磁気・化石統合層序の確立	尾上 哲治	熊本大学大学院自然科学研究科 准教授	小玉 山本

採択番号	課題名	代表申請者	申請者所属・職名	担当教員
16A052 16B046	美濃帯三畳系層状チャートの有機炭素同位体比変動に記録された古海洋情報の解読	尾上 哲治	熊本大学大学院自然科学研究科 准教授	池原
16A053 16B047	プレート沈み込み境界断層に含まれる炭質物の元素組成の特徴と地震滑りパラメータとの関係について	廣野 哲朗	大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻 准教授	池原 山本
16A054 16B074	有機化学分析を用いた中生代珪質堆積物の堆積テクトニクス（継続）	鎌田 祥仁	筑波大学生命環境系 准教授	池原
16A055 16B048	鉄沈澱作用1：現世海洋における水酸化鉄の沈澱様式を探る	清川 昌一	九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門 准教授	村山 池原 山本
16B049	化学分析を用いた津波堆積物同定手法の開発	後藤 和久	東北大学災害科学国際研究所 准教授	池原
16B050	南北両半球における偏西風長期変動の復元	長島 佳菜	国立研究開発法人海洋研究開発機構 技術研究員	村山
16B051	北太平洋における第四紀の古環境変動の研究	大串 健一	神戸大学人間発達環境学研究所 准教授	池原
16B052	インドネシア通過流の表層環境の解明とその気候変動との関係に関する研究	井上 麻夕里	岡山大学大学院自然科学研究科地球科学専攻 助教	池原
16B053	南東太平洋から採取されたYK0408-PC5コアの酸素安定同位体比層序	河瀨 俊吾	横浜国立大学教育人間科学部 教授	池原
16B054	北海道大沼の年縞湖底堆積物から探る過去数千年間におけるアジア中緯度域の気候変動と太陽活動との関係性	長谷川 精	名古屋大学博物館 特任准教授	村山
16B055	IODP Exp. 342 (北大西洋) での始新世～漸新世の浮遊性有孔虫の安定同位体比層序	品田 拓真	東北大学大学院理学研究科地学専攻 D2	池原
16B056	延岡衝上断層学術掘削	木村 学	東京海洋大学学術研究院 特任教授	村山
16B057	東京湾内湾における柱状採泥に基づく有機汚濁底質の時空間堆積特性に関する研究	呉 海鍾	東京大学大学院新領域創成科学研究科社会文化環境学専攻 特任研究員	村山 池原
16B058	地下生物圏における木材劣化挙動の解明	大村 和香子	国立研究開発法人森林総合研究所木材研究部門木材改質研究領域 領域長	村山 山本
16B059	地震性泥質タービダイトの堆積構造及び化学組成の理解	奥津 なつみ	東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻 D1	村山 山本
16B060	第四紀環境変動に対するサンゴ礁・サンゴ礁生態系の応答の解明（COREF計画）	井龍 康文	東北大学大学院理学研究科地学専攻 教授	村山 池原
16B061	浅海生態系における堆積物中の埋没炭素量とその起源の解明	桑江 朝比呂	国立研究開発法人港湾空港技術研究所沿岸環境研究領域・沿岸環境研究グループ長	村山 山本
16B062	沈み込み帯で採取された堆積物の微細組織の変化プロセスの研究	川村 喜一郎	山口大学大学院創成科学研究科 准教授	村山 山本
16B063	北西太平洋で採取された炭酸塩岩の堆積学的研究	石黒 敦子	東北大学大学院理学研究科地学専攻 D2	岡村
16B064	Carbon and oxygen stable isotope composition of benthic and planktonic foraminifera from late Quaternary, Oki and Hidaka Trough	SAEIDI ORTAKAND MAHSA	明治大学ガスハイドレート研究所 研究推進員	池原
16B065	中・低緯度域における三畳紀前期の安定炭素同位体比と気候変動：古風化強度の測定	吉田 孝紀	信州大学理学部理学科 教授	村山 山本
16B066	中・低緯度域における三畳紀前期の安定炭素同位体比と気候変動：安定炭素同位体比の測定	吉田 孝紀	信州大学理学部理学科 教授	村山
16B067	IODP Exp. 354-ペンガルフアン堆積物における重鉍物分布と粒度特性	吉田 孝紀	信州大学理学部理学科 教授	村山 山本
16B068	現生爬虫類の眼球における各組織の相関関係の解明と化石爬虫類の視覚機能の復元	山下 桃	東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻 D3	村山 山本
16B069	富士五湖掘削試料を用いた古環境復元	横山 祐典	東京大学大気海洋研究所 教授	村山 山本

採択番号	課 題 名	代 表 申請者	申請者所属・職名	担当教員
16B070	南海トラフ周辺活断層の古地震学的調査	鈴木 康弘	名古屋大学減災連携研究センター 教授	池原 村山 山本 岩井
16B071	メタン由来炭酸塩に見られる酸素同位体比異常の原因から、底層水の水温変化による可能性を排除する	蛭田 明宏	明治大学ガスハイドレート研究所 特任講師	村山 池原
16B072	鮮新世中頃から末の温暖期に関連した日本海での暖流系浮遊性有孔虫化石の産出とその意義	山崎 誠	秋田大学大学院国際資源学研究所 地球科学専攻 准教授	池原
16B073	過去2000年間の日本における3次元地磁気永年変化曲線の構築と考古遺物の年代決定への応用	北原 優	九州大学大学院地球社会統合科学府 D2	山本
16B075	琵琶湖堆積物による高分解能・高信頼性古地磁気記録の復元	小田 啓邦	産業技術総合研究所 地質情報研究部門 主任研究員	山本

2-2 学内共同利用

日 付	所 属	教員名	他	利 用 機 器
4/11, 21, 28	教育学部学校教育教員養成課程 理科教育コース	西脇 芳典	4名	FE-SEM, 炭素蒸着機, 実体顕微鏡
4/28	理学部理学科地球科学コース	川畑 博	1名	インテリジェント顕微鏡 DM6000/Power Mosaic Plus
5/9	理学部理学科地球科学コース	川畑 博	1名	XRF
5/9, 17	農林海洋科学部農林資源環境科学科	市榮 智明	2名	精密天秤, 元素分析オンライン 質量分析計
5/11	理学部附属水熱化学実験所	柳澤 和道	2名	FE-SEM・EDS
5/12	教育学部学校教育教員養成課程 理科教育コース	西脇 芳典	4名	FE-SEM, 炭素蒸着機, 実体顕微鏡
5/20-31	理学部理学科地球科学コース	川畑 博	1名	XRF
6/1-17	理学部理学科地球科学コース	川畑 博	1名	XRF
6/3	理学部附属水熱化学実験所	柳澤 和道	2名	FE-SEM・EDS
6/14-15	農林海洋科学部海洋資源科学科海洋生物生産学コース	足立 真佐雄	5名	FE-SEM・EDS
6/20, 22, 24	農林海洋科学部海洋資源科学科海洋生命科学コース	寺本 真紀	2名	ガスクロマトグラフ質量分析計
7/12, 27, 28	理学部附属水熱化学実験所	柳澤 和道	4名	FE-SEM・EDS
7/24	農林海洋科学部海洋資源科学科海底資源環境学コース	岡村 慶	29名	実体顕微鏡, 偏光顕微鏡
7/26-27	理学部応用理学科災害科学コース	藤内 智士	2名	凍結乾燥機
8/4	理学部応用理学科応用化学コース	波多野 慎吾	3名	FE-SEM, 白金蒸着装置
8/4	理学部応用理学科災害科学コース	藤内 智士	4名	X線CTスキャナー
8/15, 17-18	理学部附属水熱化学実験所	柳澤 和道	6名	FE-SEM・EDS
8/25-26	教育学部学校教育教員養成課程 理科教育コース	西脇 芳典	4名	FE-SEM, 炭素蒸着機, 実体顕微鏡
9/5-6	農林海洋科学部海洋資源科学科海洋生命科学コース	寺本 真紀	2名	ガスクロマトグラフ質量分析計
9/8-9, 29	農林海洋科学部海洋資源科学科海底資源環境学コース	西尾 嘉朗	2名	イオンクロマトグラフィー
9/13	農林海洋科学部海洋資源科学科海洋生命科学コース	長崎 慶三	2名	蛍光位相差顕微鏡, 蛍光顕微鏡
9/16, 20	理学部附属水熱化学実験所	柳澤 和道	3名	FE-SEM・EDS
9/21, 23	農林海洋科学部海洋資源科学科海洋生物生産学コース	足立 真佐雄	4名	FE-SEM・EDS
9/26-27	農林海洋科学部海洋資源科学科海洋生命科学コース	寺本 真紀	2名	ガスクロマトグラフ質量分析計
9/28-29	医学部医学科皮膚科学	大湖 健太郎	2名	FE-SEM, 白金蒸着装置
9/29-30	教育学部学校教育教員養成課程 理科教育コース	西脇 芳典	4名	炭素蒸着機, 実体顕微鏡
10/3-7, 11	理学部応用理学科災害科学コース	藤内 智士	2名	X線CTスキャナー

日付	所属	教員名	他	利用機器
10/4-5, 14, 18-21	農林海洋科学部海洋資源科学科海底資源環境学コース	西尾 嘉朗	2名	イオンクロマトグラフィー
10/5	農林海洋科学部海洋資源科学科海洋生命科学コース	長崎 慶三	2名	蛍光位相差顕微鏡, 蛍光顕微鏡
10/5-11	教育学部学校教育教員養成課程 理科教育コース	西脇 芳典	4名	FE-SEM, 炭素蒸着機, 実体顕微鏡
10/14	理学部附属水熱化学実験所	柳澤 和道	3名	FE-SEM・EDS
10/19-20	教育学部学校教育教員養成課程 理科教育コース	西脇 芳典	4名	FE-SEM, 炭素蒸着機, 実体顕微鏡
10/26-27	理学部応用理学科災害科学コース	藤内 智士	1名	凍結乾燥機
10/26-28	理学部応用理学科災害科学コース	藤内 智士	1名	X線CTスキャナー
10/27	農林海洋科学部海洋資源科学科海洋生命科学コース	三浦 収	3名	FE-SEM, 白銀蒸着装置
10/27-38	農林海洋科学部海洋資源科学科海洋生命科学コース	寺本 真紀	2名	ガスクロマトグラフ質量分析計
10/28, 31-11/1	理学部理学科地球科学コース	川畑 博	2名	インテリジェント顕微鏡 DM6000/Power Mosaic Plus
11/2, 4, 15, 18, 25	教育学部学校教育教員養成課程 理科教育コース	西脇 芳典	3名	FE-SEM, 炭素蒸着機, 実体顕微鏡
11/7	農林海洋科学部海洋資源科学科海洋生命科学コース	三浦 収	2名	FE-SEM, 白銀蒸着装置
11/9	理学部応用理学科海洋生命分子工学コース	藤原 滋樹	1名	BAS-2500
11/21	理学部理学科物理科学コース	島内 理恵	4名	FE-SEM・EDS
11/21-22	理学部理学科地球科学コース	川畑 博	1名	インテリジェント顕微鏡 DM6000/Power Mosaic Plus
11/24	理学部理学科地球科学コース	奈良 正和	4名	X線CTスキャナー
11/24	理学部附属水熱化学実験所	柳澤 和道	4名	FE-SEM・EDS
11/29	理学部応用理学科海洋生命分子工学コース	藤原 滋樹	3名	BAS-2500
12/2, 7, 12, 14, 21, 27	教育学部学校教育教員養成課程 理科教育コース	西脇 芳典	3名	FE-SEM, 炭素蒸着機, 実体顕微鏡
12/5	理学部応用理学科海洋生命分子工学コース	藤原 滋樹	3名	BAS-2500
12/6	理学部理学科物理科学コース	島内 理恵	3名	FE-SEM・EDS
12. 9	理学部理学科物理科学コース	島内 理恵	4名	FE-SEM・EDS
12/9, 13-15	農林海洋科学部農林資源環境科学科	市榮 智明	3名	精密天秤, 元素分析オンライン 質量分析計
12/9, 16	理学部理学科地球科学コース	川畑 博	1名	インテリジェント顕微鏡 DM6000/Power Mosaic Plus
12/12, 14-15	農林海洋科学部海洋資源科学科海洋生命科学コース	寺本 真紀	2名	ガスクロマトグラフ質量分析計
12/15, 19, 21	理学部附属水熱化学実験所	柳澤 和道	3名	FE-SEM・EDS
12/16, 20-21	総合研究センター生命・機能物質部門遺伝子実験施設	大西 浩平	2名	蛍光顕微鏡
12/19-20	理学部応用理学科災害科学コース	藤内 智士	1名	X線CTスキャナー
1/5, 12	理学部附属水熱化学実験所	柳澤 和道	3名	FE-SEM・EDS
1/6, 10	理学部応用理学科災害科学コース	藤内 智士	4名	X線CTスキャナー
1/10, 16-18	教育学部学校教育教員養成課程 理科教育コース	西脇 芳典	3名	FE-SEM, 炭素蒸着機, 実体顕微鏡
1. 13, 16-17, 23-24, 27, 30-31	理学部応用理学科海洋生命分子工学コース	藤原 滋樹	3名	BAS-2500
1/20	農林海洋科学部海洋資源科学科海洋生命科学コース	長崎 慶三	2名	蛍光位相差顕微鏡, 蛍光顕微鏡
1/30-31	理学部理学科物理科学コース	島内 理恵	4名	FE-SEM・EDS
2/1	理学部附属水熱化学実験所	柳澤 和道	2名	FE-SEM・EDS
2/2, 9	理学部応用理学科応用化学コース	波多野 慎吾	3名	FE-SEM, 白金蒸着装置
2/7, 9	農林海洋科学部海洋資源科学科海洋生命科学コース	三浦 収	1名	マイクロフォーカスX線CT
2/10, 17	総合研究センター生命・機能物質部門遺伝子実験施設	大西 浩平	2名	FE-SEM・EDS

日付	所属	教員名	他	利用機器
2/16	理学部理学科物理科学コース	島内 理恵	4名	FE-SEM・EDS
2/17	教育学部学校教育教員養成課程 理科教育コース	西脇 芳典	3名	炭素蒸着機, 実体顕微鏡
2/20-21	理学部理学科地球科学コース	川畑 博	1名	インテリジェント顕微鏡 DM6000/Power Mosaic Plus
2/27	理学部応用理学科海洋生命分子工学コース	藤原 滋樹	3名	BAS-2500
2/27	理学部理学科地球科学コース	川畑 博	1名	LA-ICP-MS (iCAP)
2/28	農林海洋科学部海洋資源科学科海洋生命科学コース	長崎 慶三	2名	蛍光位相差顕微鏡, 蛍光顕微鏡
3/1	農林海洋科学部海洋資源科学科海洋生命科学コース	寺本 真紀	2名	ガスクロマトグラフ質量分析計
3/7	理学部応用理学科海洋生命分子工学コース	藤原 滋樹	1名	BAS-2500
3/21	理学部応用理学科応用化学コース	波多野 慎吾	1名	FE-SEM, 白金蒸着装置
3/23-24, 27-28	農林海洋科学部海洋資源科学科海洋生命科学コース	三浦 収	1名	マイクロフォーカスX線CT
3/28	教育学部学校教育教員養成課程 理科教育コース	西脇 芳典	2名	炭素蒸着機, 実体顕微鏡
3/28	農林海洋科学部海洋資源科学科海洋生命科学コース	長崎 慶三	2名	FE-SEM・EDS

3 シンポジウム・セミナー等

3-1

国際ワークショップ「2017 Kochi International Workshop on paleo-, rock and environmental magnetism "Celebrating 35 years of research in Kochi"」

開催日：平成29年2月28日(火) - 3月1日(水)

場所：海洋コア総合研究センター セミナー室

主催：海洋コア総合研究センター

世話人：小玉 一人, 山本 裕二, KARS Myriam
(海洋コア)

出席者：32名

概要：地球掘削科学において、古地磁気学・岩石磁気学・環境磁気学分野は基盤をなす重要な学問分野であるにもかかわらず、研究者人口は少ない。そのため、国際連携・研究協力を推進することは必要不可欠である。高知大学に古地磁気学研究室が開設されて35年という節目を迎えるにあたって、国内およびオーストラリア・韓国・中国・ノルウェー・ロシアから研究者を招聘し、2日間にわたって国際シンポジウムを開催した。英語にて23件の研究発表が行われ、活発な議論と情報交換が行われた。



研究発表の様子



発表者による集合写真

3-2

IODPプロポーザル863A-pre "PePSI-SO" 箱根ミニワークショップ

開催日：平成28年7月1日(金) - 3日(日)

場所：文部科学省共済組合箱根宿泊所「強羅静雲荘」会議室 (神奈川県箱根町)

世話人：池原 実 (海洋コア)

出席者：9名

概要：2016年4月にIODPに提出したプロポーザル863A-preの改訂について討議することを目的としたミニワークショップを開催した。IODPからの科学評価コメントに基づき、フランス船でのロングピストンコアリングを主目的としたプロポーザルを大幅改訂し、南大洋インド洋区を「掘削」することを目的としたプロポーザルを再度編成し、2017年4月に提出することとした。そのための掘削候補地点の絞り込みと科学目的の再検討を行うとともに

に、事前研究として進めているピストンコアの解析データに関して議論した。



3-3 4th International Geoscience Symposium "Precambrian World 2017"

開催日：平成29年3月3日(金)－10日(金)

場所：九州大学 西新プラザ

主催：Project A (All History of Earth Research Project Team), 日本学術振興会

共催：九州大学, 茨城大学 教育学部, 高知大学 海洋コア総合研究センター, 東邦大学 理学部, 熊本大学 理学部, 北海道大学, 東京大学 地震研究所, 日本地質学会, 海洋研究開発機構, 東京大学大学院 総合文化研究科教養学部, 鹿児島県三島村

世話人：清川 昌一 (九州大学・海洋コア客員教授), 伊藤 孝 (茨城大学), 池原 実 (海洋コア), 山口 耕生 (東邦大学), 渡邊 剛 (北海道大学) 小宮 剛 (東京大学), 尾上 哲治 (熊本大学), 前野 深 (東京大学)

出席者：約65名



概要：2009年に成功裏に終わった「Precambrian World」の第二弾となる国際シンポジウム「Precambrian World 2017」を九州大学にて開催した。初期地球、微生物、現代海洋、古海洋、生物地球化学など様々な分野の中堅～若手～院生が福岡に集い、多様な成果報告が行われた。海外からはJoe Kirschvink教授 (Caltech), Axel Hofmann博士 (ヨハネスブルク大学) など9名の研究者を招聘し、今後

の国際共同研究への進展も見据えた活発な議論が展開された。本シンポジウムの成果を基盤としたIsland Arc誌の特集号を出版予定である。なお、シンポジウム終了後には九州縦断巡検が行われ、阿蘇カルデラ、熊本地震の地滑り、菱刈鉱山、桜島、薩摩硫黄島などを巡り、連日連夜の国際交流が行われた。

http://www.kochi-u.ac.jp/marine-core/precambrian_world/PW2017/

3-4 地磁気・古地磁気・岩石磁気「夏の学校」

開催日：平成28年8月31日(水)－9月2日(金)

場 所：海洋コア総合研究センター

世話人：小玉 一人，山本 裕二(海洋コア)

出席者：35名



概 要：地磁気・古地磁気・岩石磁気「夏の学校」は地球電磁気・地球惑星圏学会の分科会活動として、毎年、夏季に持ち回りで開催している研究会である。高知での開催は平成16年(7月29～31日)に続いて2回目であり、学生17名を含む35名が参加し、1件の特別講演を含めて、各17件の口頭およびポスターによる一般講演が行われた。

初日の午後は、まず、火山噴出物・溶岩・海底堆積物に関わる古地磁気・岩石磁気研究、古地球磁場変動および地磁気ダイナモに関わる研究、統計解析や機器開発に関わる研究などの9件の一般講演が行われた。引き続き、小玉教授による特別講演として、2日目に巡検で訪れる室戸岬の火成岩体に関する古地磁気・岩石磁気の研究成果の紹介が行われた。



小玉教授による特別講演

その後は、会場であるセミナー室にてポスター講演のコアタイムを兼ねた親睦会を開催し、午後11時近くまで参加者同士の白熱した議論が展開された。ポスター講演の多くは学生による発表であり、学生同士の研究交流も大いに進んだようである。

2日目は、理学部の藤内助教に案内役をお願いして、高知県東部の手結メランジュおよび室戸ジオパークに足を延ばしての地質巡検を行った。天候にも恵まれ、日差しは厳しいながらも露頭見学を行うことができた。とくに室戸岬の火成岩体の露頭においては、小玉教授を中心として、古地磁気試料採取のノウハウなどについて活発な意見交換が行われた。会場の海洋コア総合研究センターに帰着後も参加者同士でさらに交流を深めた。



ポスター講演のコアタイムを兼ねた親睦会

最終日となる3日目は、磁気層序や地域テクニクスに関わる研究、千葉セクションとGSSP（国際標準模式層断面および地点）選定に関わる経過の紹介、岩石磁気の基礎研究や古環境変動に関わる研究などの8件の一般口頭講演が行われた。うち2件の講演は英語によるものであった。半分以上の講演は博士課程学生および若手研究者による発表であり、質疑応答にはゆったりと時間をとったため、彼らにとっては得られるものが多かったのではな

いかと推察される。



室戸ジオパークでの地質巡検

3-5 文部科学省特別経費「4次元統合黒潮圏資源学の創成」キックオフシンポジウム

開催日：平成28年10月7日(金)
場 所：高知会館「飛鳥の間」
主 催：海洋コア総合研究センター
協 力：国立研究開発法人 海洋研究開発機構、
 文部科学省、高知県教育委員会
出席者：約120名
概 要：高知大学は、第3期中期計画や農林海洋科学部発足に合わせ、海洋資源の維持・管理・有効活用を包括的に研究するプロジェクト（4次元統合黒潮圏資源学の創成；略称“4次元黒潮資源学”）を平成28年度より6ヶ年計画で開始した。本プロジェクトの趣旨・目標を多くの方に知って頂く事を目的とするキックオフシンポジウム「4次元統合黒潮圏資源学の創成ー総合的的海洋管理新時代の幕開けー」を開催した。

文部科学省研究振興局学術機関課の石崎 宏明 学術研究調整官を来賓にむかえ、プロジェクトリーダー 徳山 英一 海洋コア総合研究センター長による趣旨説明後、寺島 紘士 海洋政策研究所長による基調講演「海洋の開発利用、保全、管理を担う人材育成への期待」と、プロジェクト各課題（課題1：海底鉱物資源、課題2：海洋生物資源、課題3：時空間資源環境変遷、課題4：総合的的海洋管理教育プログラムICOM）担当者による講演が行われた。講

演終了後は、高知県教育委員会より来賓をむかえ、講演者一同が登壇し人材育成への研究成果還元を目的を絞った総合討論を行った。

200海里海域面積世界第6位の日本において、海洋の総合的管理と持続可能な開発にむけた体制構築は喫緊の課題である。東南アジアから日本にかけての「黒潮圏」をケーススタディの場として、様々な時間尺度（“4次元”）で地域資源の評価・有効活用・マネジメントを体系化し人材育成を実践しようとするプロジェ

クトが開始した。

当日は、東アジア海域環境管理パートナーシップ (PEMSEA) の初代議長Chua Thia-Eng 博士もシンポジウムに参加し、学生・地域住民を含む総勢約120名が、講演や討論に耳を傾けた。総合討論では会場の学生から、大学教

育の目指すべき姿等、我々に対し極めて本質的な質問が投げかけられ、人材育成に関する議論を盛り上げた。休憩時間やシンポジウム終了後の情報交換会においても、様々な立場の参加者が一同に会し活発な意見交換が行われた。

3-6 共同利用・共同研究成果発表会

開催日：平成29年2月27日(月) - 28日(火)

場 所：海洋コア総合研究センター セミナー室

主 催：海洋コア総合研究センター

協 力：国立研究開発法人 海洋研究開発機構 (JAMSTEC)

世話人：小玉 一人，山本 裕二 (海洋コア)

出席者：60名

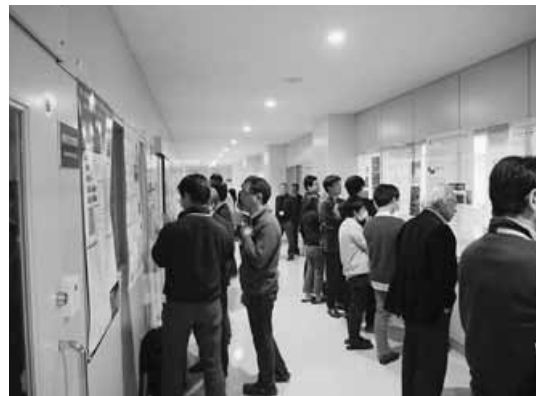
概 要：平成27・28年度に実施された、古海洋学、古地磁気・岩石磁気学、地球化学、地質学などの地球掘削科学諸分野の多岐にわたる共同利用・共同研究課題の成果について、27件の口頭発表講演および22件のポスター発表講演が行われた。

分野を異とする研究者が一堂に会しての発表会となり、質疑応答の時間はもちろん、セッション合間の休憩時間や新たに開催した懇親会などにも活発な議論が行われ、参加者同士の交流が深まると同時に、共同利用研究の更なる発展的展開を期待させる有意義な発表会となった。

Center for Advanced Marine Core Research
平成 28 年度 高知大学 海洋コア総合研究センター
共同利用・共同研究成果発表会
日時：平成 29 年 2 月 27 日 (月) 12:30 ~ 18:30
平成 29 年 2 月 28 日 (火) 9:10 ~ 12:30
会場：高知大学 海洋コア総合研究センター セミナー室



口頭発表



ポスター発表コアタイム

開催日：平成29年3月24日(金)

場 所：海洋コア総合研究センター セミナー室

主 催：高知大学研究拠点プロジェクト「地球探究拠点：海洋と陸域
に記録された環境・地震・レアメタルの過去・現在・未来」

共 催：海洋コア総合研究センター

世話人：池原 実(海洋コア)

出席者：約20名

概 要：本研究拠点はこれまでの高知大学研究拠点プロジェクト「地球掘削コアを用いた地球環境・地球ダイナミクス・地下圏微生物の総合的研究」(第1期：平成16年度～平成21年度)、「掘削コア科学による地球環境システム変動研究拠点」(第2期：平成22年度～平成27年度)の成果と運営基盤を土台とし、社会的ニーズと地域への貢献が期待される課題であり、かつ、高知大学から世界に向けて成果

を発信することができる地球探究拠点を新たに構築するものである。

この度、平成28年度の成果報告会を実施、①黒潮圏環境変動グループ、②沈み込みプレート境界地震発生機構研究グループ、③海底鉱物資源研究グループの3グループより合計16件(口頭発表11件、ポスター発表5件)の発表を行った。



3-8 KCCセミナー実施一覧

KCCセミナーは、当センターの客員教員や来訪者等による特別公開セミナーで、海洋研究開発機構高知コア研究所と共同開催している。今年度は13回(発表20件)開催された。

開催一覧表

開催日	講師(所属, 職名) 「講演題目」
H28. 6. 13	香月 興太(島根大学 汽水域研究センター, 特任講師) 「韓国東岸の海跡湖堆積物を利用した台風頻度の復元と変動要因の解明」
	池原 実(高知大学 海洋コア総合研究センター, 教授) 「南大洋(インド洋区)における白鳳丸KH-16-1次航海の成果：IODPプロポーザルと南大洋古海洋学の動向」
H28. 9. 6	Lisa Tauxe (Distinguished Professor of Geophysics, Scripps Institution of Oceanography, University California, San Diego) 「History of the geomagnetic field: what do we know and how do we know it」
H28. 10. 25	臼井 寛裕(東京工業大学 地球生命研究所, 准教授) 「火星の起源・進化に関する現状認識および日本の探査戦略」
H28. 11. 10	Prof. Patrick De Deckker (Australian National University) 「Comparison between Marine Isotopic Stages 2 and 4 in the Australian region based on a core obtained from Sprigg Canyon, south of Australia」
	Dr. Jan-Berend W. Stuut(NIOZ - Royal Netherlands Institute for Sea Research and Utrecht University) 「Comparison of modern and late Quaternary aeolian activity in northern West Australia」

開催日	講師（所属，職名） 「講演題目」
H28. 12. 20	奥地 拓生（岡山大学 惑星物質研究所，准教授） 「地球内部の水をJ-RARCの中性子で探る」
H29. 1. 13	白石 和也（海洋研究開発機構 海洋掘削科学研究開発センター 掘削データ統合研究グループ） 「2006熊野灘3D反射法探査データから得られた新たな南海トラフ地震発生帯の地殻構造イメージ」
	岡崎 啓史（海洋研究開発機構 高知コア研究所 断層物性研究グループ） 「沈み込み帯に産する含水鉱物の脱水弱化和脆性化：やや深発地震の発生メカニズムとなりうるか？」
H29. 1. 16	増田 昌敬（東京大学 人工物工学研究センター，教授） 「メタンハイドレート開発研究フェーズ3の課題と将来展望」
H29. 1. 23	Dr. Supriyo Kumar Das（UGC-Assistant Professor, Department of Geology, Presidency University in Kolkata, India） 「From land to the sea: How organic biogeochemistry reveals environment and climate changes」
	公文 富士夫（高知大学 海洋コア総合研究センター，客員教授） 「日本海の第四紀堆積物に認められる有機炭素濃度の層序的変動と気候変動」
H29. 1. 26	菅 大暉（広島大学 理学研究科） 「走査型透過X線顕微鏡（STXM）による隕石中の有機物分析－装置概要と得られる結果について－」
H29. 2. 28	鈴木 志野（海洋研究開発機構 高知コア研究所 地球深部生命研究グループ） 「Exp. 366 Mariana Convergent Margin航海終了報告：マリアナ前弧域に点在する蛇紋岩泥火山の地質学的，化学的特性」
H29. 3. 13	清川 昌一（九州大学大学院 理学研究院，准教授） 「7億年前の縞状鉄鉱層：エジプトヌビアグリーンストーン帯の例」
	Wouter Bleeker（カナダ地質調査所 カナダ） 「カナダ北部北極海地域のテクトニクスについて」
	Frank Nyame（ガーナ大学 ガーナ共和国） 「ガーナにおける古原生代のマンガン鉱床について」
	George Teeteh（タクワ鉱山大学 ガーナ共和国） 「ガーナ最大のマンガン鉱床ヌスタ鉱山について」
H29. 3. 14	佐野 有司（東京大学 大気海洋研究所，教授） 「ヘリウム同位体比を用いた火山・地震の研究」
H29. 3. 29	高橋 太（九州大学大学院 理学研究院，准教授） 「地球ダイナモの数値シミュレーション」

4 社会活動

4-1 科学啓発活動

(1) J-DESCコアスクール

i) 「古地磁気コース」

開催日：平成28年8月29日(月) - 31日(水)

会場：海洋コア総合研究センター

主催：日本地球掘削科学コンソーシアム
(J-DESC)

共催：高知大学 海洋コア総合研究センター
海洋研究開発機構 高知コア研究所
古地磁気・岩石磁気研究会
(地球電磁気・地球惑星圏学会分科会)

世話人：小玉 一人，山本 裕二 (海洋コア)

参加者：12名

<1日目：全体レクチャー/サンプリング実習>

小玉教授による開会挨拶に引き続いて、世話人の山本からスクール内容の概要と諸注意の説明があり、全員が簡単な自己紹介を行った。その後、講師による全体レクチャー「パスルー型超伝導磁力計システム」「磁性鉱物決定に関する概論」「低温-高温磁気特性解析：種類同定」「常温での磁気パラメータ：量・粒径パラメータ，保磁力解析」が、各5分程度の休み時間を挟んで16時半過ぎまで行われた。

引き続いて、場所をサンプリング室に移し、海洋研究開発機構が管理するコアを利用して、2グループに分かれての入れ替え制で2種類のサンプリング実習を行った。一つは、「みらい」



参加者全員の集合写真

航海で回収されたフローインコアから1mのu-channelを採取する実習である。古地磁気研究においてu-channel試料を測定する機会は多いものの、実際にサンプリングする機会はそれほど多くないため、u-channel試料をどのように採取するのか実際に体験・学習してもらうことを目的とした。もう一つは、「かわいい」航海で採取されたコアのワーキングハーフから、スパチュラで各1cc程度の試料を採取する実習である。24層準から採取を行い、真空デシケーターに入れて一晩かけて乾燥を行った。これらの試料は2日目の岩石磁気測定に供した。

夜は、高知名物の皿鉢料理を囲んで懇親会



全体レクチャー



u-channelを採取する実習



懇親会

を行った。自由な歓談を挟んで改めて各自が詳細な自己紹介を行い、2日目以降の実習に向けてコミュニケーションと結束を図った。

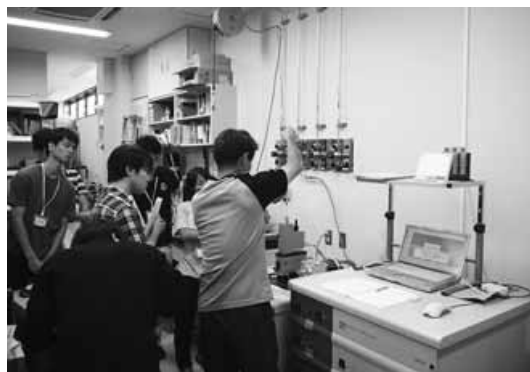
<2日目：測定実習>

朝9時から昼のレクチャー（「IODP航海における船上古地磁気・岩石磁気研究」）・昼食を挟んで各3時間半ずつ、2グループ入れ替え制でパススルー磁力計での実習と岩石磁気測定実習を行った。

パススルー磁力計での実習は、磁力計の校正用として利用している微小磁化針（ポイントソース）の標準試料と、一番最近の地磁気逆転（Brunhes-Matuyama逆転）を記録している層準を挟んだ40個のキューブ試料を教材として行った。まず、講師より磁力計の仕組みと使用方法に関する説明、参加者による残留磁化測定が行われた。最初に、ポイントソースを連続試料モードで測定して、連続測定の実際について考察を行った。続けて、キューブ試料を連結して90cm長の仮想的なu-channel試



パススルー測定



MPMS測定

料を準備して測定を行い、さらにこれらのキューブ試料を8個×5セットに分けて個別試料として測定を行った。参加者には、連続測定と個別測定の結果を比較して考察するという課題を課した。初日に採取した「みらい」航海フローインコアからの1m長U-channel試料の自然残留磁化測定も行い、これらの結果について、講師を交えてその場で考察を行った。

岩石磁気測定実習は、MPMS、磁気天秤、振動試料磁力計（VSM）を用いて行った。各装置にはそれぞれ特有の試料準備方法および使用法があるため、これらについて講師から詳細な説明が行われた後、実際の堆積物試料の測定を行った。測定内容としては、(1) 6Kで獲得させた等温残留磁化IRMの6～300Kでの温度変化、(2) 室温～700度における誘導磁化の温度変化、(3) 室温での磁気ヒステリシス曲線の描画である。時間の制約上、(1)、(2)については各グループ1層準からの試料を用いて行った。参加者には、これら全てのデータの作図・解析および磁性鉱物の推定が課題とし



班ごとに課題発表の準備

て課された。

実習終了後の夕刻以降、2グループをさらに4つの小班に分割し、参加者は最終日の課題発表に向けた準備に取り組んだ。講師陣が立ち会ってアドバイスや議論を交えての作業は午後11時頃までに及び、その後、さらに参加者のみによる作業は深夜にまで及んだ。

<3日目：プレゼンテーション>

前日に引き続き、まず、参加者は各小班単位で課題発表の最終準備を進め、午前10時から各15分程度で発表を行った。主要な結論は

全ての小班の発表でほぼ同一であったが、同じ測定データをそれぞれが違う切り口で考察・紹介してくれるなど、各班の個性が出ていて興味深いプレゼンであった。その後は40分ほど、各講師により、講評・測定結果の解釈などの紹介が行われた。最後に、小玉教授から修了証授与と閉会挨拶があり、集合写真を撮影した。昼食を食べながら歓談し、12時半にスクールの終了となった。全ての講師・参加者ともに、様々な面で生き生きと今回のスクールを楽しんでいた様子を感じられ、世話人としては嬉しい限りであった。



課題発表



修了証授与

実施体制

講師

氏名	職名	所属
石川 尚人	教授	京都大学大学院 人間・環境学研究科
臼井 洋一	研究員	海洋研究開発機構 地球深部ダイナミクス研究分野
金松 敏也	上席技術研究員	海洋研究開発機構 地震津波海域観測研究開発センター
小玉 一人	教授	海洋コア総合研究センター
山本 裕二	准教授	海洋コア総合研究センター

サポーター

氏名	職名	所属
柳本 志津	技術補佐員	海洋コア総合研究センター
西森 知佐	技術補佐員	海洋コア総合研究センター
藤村 由紀	技術補佐員	海洋コア総合研究センター
小松 朋子	技術補佐員	海洋コア総合研究センター

ii) 「コア解析基礎コース」

開催日：平成29年3月9日(木) - 12日(日)

会場：海洋コア総合研究センター

主催：日本地球掘削科学コンソーシアム
(J-DESC)

共催：高知大学 海洋コア総合研究センター、
海洋研究開発機構 高知コア研究所、
産業技術総合研究所 地質調査総合センター

協力：株式会社マリン・ワーク・ジャパン

世話人：池原 実 (海洋コア)

参加者：16名 (国内13名, 海外3名 (韓国3名))

<実習の概要>

1日目午後、「堆積物コア記載の基本」、「非破壊計測概論」、「スミアスライド概論」と題する3つのレクチャーを行った。その後サンプリング室に移動し、スミアスライド作成法の解説と実技指導を行った。また、2日目と3日目に、IODPの概要とJAMSTECコアキュレーションの紹介を行った。

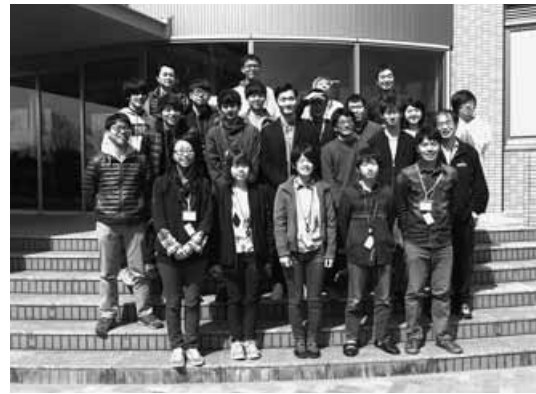
韓国から3名が参加していたが、国内参加者の理解度を高めることを優先し、日本語でレクチャーを行った。なお、レクチャーノートは全て英語で表記し、海外からの参加者に対しては、レクチャー後と実習中に英語で補足説明をすることで対応した。

<実習の概要>

3つのグループにそれぞれ長さ1mのコアを2



全体レクチャー



参加者全員の集合写真

本与え、約2時間をコアタイムとしてローテーションしながら、肉眼岩相記載、スミアスライド観察、マルチセンサーコアロガー計測の実習を行った。また、分光測色計による色測定実習を随時行った。

例年開催してきたコアスクールと同様に、各実習では、担当講師が観察法のノウハウ、装置の概要、測定の原理、具体的な計測法、マニュアルだけではわからない細かいノウハウ、データ解析法などをレクチャーした。マルチセンサーコアロガー、分光測色計を使ってコアから各種物性パラメーターを計測する実習では、参加者が装置の概要、原理を理解することと、実践で役立つノウハウを実体験することに主眼を置いた。また、コアの肉眼岩相観察と構成粒子の顕微鏡観察も重要視し、スミアスライドの作成法および観察法を伝授することに多くの時間を割いた。3日目は、スミアスライド観察と岩相との対比をグループごとに行うとともに、非破壊計測データと岩相・堆積物組成との関係などについて議論を展開していった。実習やデータのまとめ方をリードする役割として、各グループにチューターを一人ずつ置いた。

最終日(4日目)には、それぞれのグループごとに実習・計測結果をとりまとめ、プレゼンテーションを行った。基本的にはそれぞれ

のグループが日本語もしくは英語で報告を行い、その後講師陣を交えて質疑応答やアドバイスをを行った。また、最後に池原 研氏が日本海堆積物を用いた古環境変動解析の例を紹介し、実習コアからわかる具体的な研究例を示した。

<成果と今後の展望・課題>

指導教員や他の研究者が採取してきたコアから既に切り分けられた状態の堆積物を与えられて研究をすすめている学部学生や大学院生が、コアとはどんなものか、普段利用して

いる岩相記載や物性データはどうやって観察・計測されているのか、などを実体験する機会として、コア解析基礎コースは非常に重要である。また、掘削コアに関連した業務に従事していながら、大学などで専門的な基礎教育を受けていない研究者や社会人などが、コアを用いた研究や掘削科学を疑似体験する機会としても重要な役割を担っている。今回も学部生の参加が大半を占めていることから、今後も地球科学および掘削科学の導入的なスクールとして機能していくことが求められているようである。



コア観察



スミアスライドの観察

実施体制

講師

氏名	職名	所属
池原 研	首席研究員	産業技術総合研究所 地質情報研究部門
池原 実	教授	海洋コア総合研究センター
L. P. Gupta	グループリーダー代理 IODPキュレーター	海洋研究開発機構 高知コア研究所
久光 敏夫	グループリーダー代理	海洋研究開発機構 高知コア研究所
阿波根 直一	グループリーダー	海洋研究開発機構 高知コア研究所
浦本 豪一郎	特任助教	海洋コア総合研究センター
多田井 修	支援員	株式会社マリン・ワーク・ジャパン

チューター

氏名	職名	所属
山口 龍彦	特任助教	海洋コア総合研究センター
高木 悠花	特任研究員	東京大学 大気海洋研究所
松井 浩紀	大学院生	東北大学大学院 理学研究科 地学専攻

サポーター

氏名	職名	所属
松崎 琢也	技術職員	海洋コア総合研究センター
新井 和乃	特任専門職員	海洋コア総合研究センター
柳本 志津	技術補佐員	海洋コア総合研究センター
西森 知佐	技術補佐員	海洋コア総合研究センター
藤村 由紀	技術補佐員	海洋コア総合研究センター
小松 朋子	技術補佐員	海洋コア総合研究センター

iii) 「コア同位体分析コース」

開催日：平成29年3月6日(月)－8日(水)

会場：海洋コア総合研究センター

主催：日本地球掘削科学コンソーシアム
(J-DESC)

共催：高知大学 海洋コア総合研究センター、
海洋研究開発機構 高知コア研究所

協力：株式会社マリン・ワーク・ジャパン

世話人：池原 実 (海洋コア)

阿波根 直一 (海洋研究開発機構 高知コア研究所)

参加者：8名

<実習の概要>

コア同位体分析コースには、下記の2つのコースを設定した。

1. 炭酸塩の酸素・炭素同位体比分析(酸素・炭素)コース
2. 炭酸塩のストロンチウム同位体分析(ストロンチウム)コース

講義・実習は、両コースに共通する内容の講義(共通レクチャー)の後、各コースに分かれて講義・実習を行った。3日目は、2日間の実習で分析した結果をまとめ、コース毎にプレゼンテーションを行った。

実施内容

<共通レクチャー>

両コースに共通する、質量分析計、真空ポンプ、真空計、データ解析のための統計処理についてのレクチャーで身近な話題を交えながら同位体分析と質量分析計の基礎を学んでもらった。



参加者全員の集合写真

<炭酸塩の酸素・炭素同位体比分析>

酸素・炭素同位体比分析について、サンプリングから分析・解釈に至るまでを実際の手順に沿ってレクチャーした。具体的には、地球科学における酸素同位体の有用性、応用例、また前処理や測定の手法・原理に関して学んでもらった。実習では、講師が準備した日本周辺の海底表層で採取された有孔虫化石試料を用いて同位体測定に必要な一連の作業を行った。最終日には、測定データを地球科学的に解釈し、その結果を30分程度のプレゼンテーションにまとめ発表してもらった。

<炭酸塩のストロンチウム同位体比分析>

ストロンチウム同位体比に関する講義を行うとともに、炭酸塩試料中のストロンチウムを化学分離し、表面電離型質量分析装置(TIMS)を用いてストロンチウム同位体比を測定する実習を行った。分析試料は炭酸塩標準試料および講師が三重県内で採取した温泉水を用い

た.ストロンチウムの化学分離はクリーンルーム内にて湿式化学分離（イオン交換法）を用いて行い、TIMSによるストロンチウム同位体比測定は、タンタルアクチベータを用いたシングルフィラメント法によって行った。最終日には、測定データを地球科学的に解釈し、その結果を30分程度のプレゼンテーションにまとめ、発表してもらった。

<スクールの成果と今後の展望など>

コア同位体分析コースは少人数で実践的なコア解析技術をマスターすることを目的としている。酸素・炭素同位体分析コース、ストロンチウム同位体分析コース各4名(機材・実験スペースの制約による)を募集した。酸素・

炭素同位体比分析コースでは、近年K-IODPからの受講生受入を実施しているが、原則として国内応募者を優先し、半数を超えない程度かつ定員に余裕がある場合に受け付けることとしている。また、ストロンチウム同位体分析コースでは表面電離型質量分析計の操作実習を伴うため、外為法に抵触しないように同コース受講者は国内の教育・研究機関に所属することを応募条件とした(さらに留学生の場合は居住者として6ヶ月以上の滞在歴があることが必要となる)。結果的に定員のとおりの酸素・炭素同位体比分析コース4名(うち2名がK-IODPからの派遣)、ストロンチウム同位体分析コース4名(全員国内)の計8名の参加となった。

実施体制

講師

氏名	職名	所属
池原 実	教授	海洋コア総合研究センター
石川 剛志	上席技術研究員	海洋研究開発機構 高知コア研究所
井上 麻夕里	准教授	岡山大学
中田 亮一	技術研究員	海洋研究開発機構 高知コア研究所
谷水 雅治	教授	関西学院大学
若木 重行	技術研究員	海洋研究開発機構 高知コア研究所
永石 一弥	課員	株式会社マリン・ワーク・ジャパン
川合 達也	課員	株式会社マリン・ワーク・ジャパン

(2) スーパーサイエンスハイスクール (SSH)

i) 大阪府立豊中高等学校

「地球環境大変動ー海（海洋コア）から解き明かす地球の営みー」

開催日：平成28年7月27日(水) 9:00-12:00

会場：海洋コア総合研究センター

主催：国立研究開発法人 科学技術振興機構

参加者：16名

概要：大阪府立豊中高等学校1年生がスーパーサイエンスハイスクール(SSH)事業の取組の一つである地学研修旅行の一貫として来訪され、「地球環境大変動ー



海(海洋コア)から解き明かす地球の営み」と題する実習プログラムを実施した。

実習内容

[講義] 9:00-10:00@セミナー室

地球環境大変動-海(海洋コア)から解き明かす地球の営み-

[施設見学] 10:00-10:25

B棟水密扉, エントランス(ちきゅう模型等), コアロギング室(非破壊計測装置), A棟第1コア保管庫(冷蔵4°C・冷凍-20°C), 実験棟内一周



講義



コアロギング室



冷蔵保管庫(4°C)

[実習] 10:30-12:00

2グループ構成・各8名40分交代

①流速と砂の堆積作用@微化石画像処理室

津波堆積物は強い流れを受けて堆積する。流速と砂の粒度の関係を知るために砂が入ったビーカーをかき混ぜて、ビーカー中心部と周辺部の砂を観察した。流速が低い中心部と流速が高い周辺部では堆積する砂の粒径が異なることを実体顕微鏡観察で確認した。この実験で津波堆積物の特徴の一つである粒径の増大を示すことができた。



流速と砂の粒度の関係の観察

②地層を変形させる:砂箱実験@サンプリング室

地層の変形についての講義後, 砂箱実験を行った。異なる砂を重ねて, 層を作った砂箱で, 側面に加圧する実験と底面を引っ張る実験で, 砂層(=模擬地層)がどう変わるかを観察し, 地層の変形に対する理解を深め, 砂の粒径の影響等を考察した。



地層の変形について講義



砂箱実験の様子

実施体制

講師

氏名	職名	所属
徳山 英一	特任教授	海洋コア総合研究センター
氏家 由利香	准教授	海洋コア総合研究センター
山口 龍彦	特任助教	海洋コア総合研究センター
藤内 智士	助教	理学部 応用理学科 災害科学コース
松崎 琢也	技術職員	海洋コア総合研究センター

サポーター

氏名	職名	所属
柳本 志津	技術補佐員	海洋コア総合研究センター
西森 知佐	技術補佐員	海洋コア総合研究センター
小松 朋子	技術補佐員	海洋コア総合研究センター

ii) 高知県立高知小津高等学校理数科

「海洋試料から探る地球環境～3つの目で海底堆積物を見てみよう！～」

開催日：平成28年10月21日(金) 9:30-15:30

会場：高知大学 海洋コア総合研究センター

主催：国立研究開発法人 科学技術振興機構

世話人：池原 実 (海洋コア)

参加者：28名

概要：高知小津高等学校のスーパーサイエンスハイスクール(SSH)事業の一つであるサイエンスフィールドワークIとして、「3つの目で海底堆積物を見てみよう！」と題する実習プログラムを実施した。3つの眼と

は、1倍の眼、100倍の眼、1万倍の眼であり、それぞれ肉眼、実体顕微鏡、電子顕微鏡を使って海底堆積物を観察し、分布や組成について理解しようという実習である。

実施内容

[講義] 9:30-10:00

- ・「海洋コア研究最前線」
- ・「地震発生帯の研究について」



講義中の風景

[施設見学] 10:00-10:30 保管庫や実習用コア・実験室・サンプリング室の見学



コアの観察



コア保管庫



コアロギング室

[実習] 10:40-14:50 3つの眼で海底堆積物を見てみよう！

3グループ構成・各実習50分

① 1倍の眼：肉眼

- ・「高知の地質イベント表」作成
- ・「高知の砂めぐりマップ」作成



高知の地質イベント表作成



高知の砂めぐりマップ作成

② 100倍の眼：実体顕微鏡

- ・実体顕微鏡で陸源と生物源堆積物の観察
- ・観察シートを使って「記載」実習
- ・マンセル表色系を使って堆積物の色を評価する



実体顕微鏡による観察



堆積物の色を評価

③ 1万倍の眼：電子顕微鏡

- ・電子顕微鏡で堆積物（微化石）を観察・撮影
- ・蒸着デモンストレーション
- ・科学の眼で観て描く「科学スケッチ」



電子顕微鏡実習



科学スケッチ

[まとめ] 14:50-15:10

実施体制

講師

氏名	職名	所属
池原 実	教授	海洋コア総合研究センター
山口 龍彦	特任助教	海洋コア総合研究センター
松崎 琢也	技術職員	海洋コア総合研究センター
笹岡 美穂	短期研究員	海洋コア総合研究センター

サポーター・ティーチングアシスタント

氏名	学年	所属
柳本 志津	技術補佐員	海洋コア総合研究センター
小松 朋子	技術補佐員	海洋コア総合研究センター
藤村 由紀	技術補佐員	海洋コア総合研究センター
佐多 美香	修士2年	高知大学大学院 総合人間自然科学研究科
杉山 禎実	修士2年	高知大学大学院 総合人間自然科学研究科
泉 孟	学部3年	高知大学 理学部 理学科 地球科学コース

(3) 平成28年度高大連携交流事業「高校生のためのおもしろ科学講座」

海洋コア実習「深海堆積物から黒潮の変動を探る」

開催日：平成28年9月3日(土) - 4日(日)

会場：高知大学 海洋コア総合研究センター サンプルング室ほか

世話人：池原 実 (海洋コア)

参加者：高知県立高知小津高等学校7名 (引率教員2名)

実施内容

海洋コア総合研究センターに冷蔵保管されている海底堆積物を材料として、深海底に分布する堆積物の種類や化学的特徴を理解することを目的とした。また、四国沖の

海洋コアの有機炭素量、炭酸カルシウム量、浮遊性有孔虫の群集解析などの分析を行い、最終氷期から現在までの黒潮と深層水循環の変動を復元し、気候変動について考察した。

実習1：浮遊性有孔虫群集解析および微化石・堆積粒子の電子顕微鏡観察



コアの観察



実体顕微鏡による観察

実習2：元素分析 (有機炭素分析・全炭素分析)



試料の秤量



試料の準備

実施体制

講師

氏名	職名	所属
池原 実	教授	海洋コア総合研究センター
山口 龍彦	特任助教	海洋コア総合研究センター
松崎 琢也	技術職員	海洋コア総合研究センター

ティーチングアシスタント

氏名	職名	所属
佐多 美香	修士2年	高知大学大学院 総合人間自然科学研究科
杉山 禎実	修士2年	高知大学大学院 総合人間自然科学研究科
泉 孟	学部3年	高知大学 理学部 理学科 地球科学コース

(4) センター一日公開

テーマ：「見る、さわる、わかる地球掘削科学の世界」

開催日：平成28年11月3日（木・祝）

主催：高知大学 物部キャンパス

来訪者：約1,700名

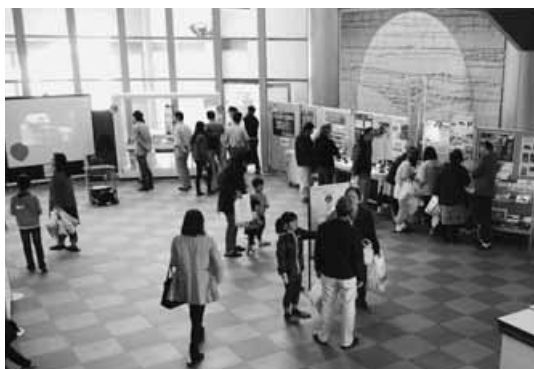
概要：高知大学物部キャンパス一日公開の開催に合わせ、海洋研究開発機構高知コア研究所と連携し、「高知コアセンター」として施設・設備の公開および研究内容の紹介を行った。本年は室戸沖でのIODP掘削航海（T-limit）が実施されている期間と重なって一部の施設に立ち入り制限が必要であったが、地球・海・掘削を身近に体験して頂けるよう新規の研究紹介も多く企画された。

実施内容

【エントランス】

*センターおよびIODPなどの紹介

コアのレプリカや地球深部探査船「ちきゅう」の模型などを用いて、センターやIODPについて紹介した。



*室戸沖に広がる地震観測ネットワーク

DONET!

室戸沖の地震観測ネットワークについて展示紹介を行い、南海トラフ地震に対する防災意識を高めた。

*大きな海の小さな主役たち

沖縄に所在する海洋研究開発機構・国際海洋環境情報センターの協力を得て、沖縄の砂浜の試料からサンゴや貝などの生物片などを子供達に実際に拾い出してもらって体験型学習を行った。多くの子供達が拾い出しに夢中になり賑わっていた。

【コアロギング室】

*海底レアメタルの探索と成因

海洋底に眠る貴重かつ希少な資源であるレアメタルの実物の展示と、探索にまつわる研究紹介を行った。

*地震の歴史をCGで見てみよう

太古の地震により一夜にして海中へ沈んだと言われる高知県のミステリー「黒田郡」、その調査で発見された海底遺跡をCG化し、視覚的に体験してもらった。

*歌う砂・踊る砂

石英粒の多い砂に摩擦を与えると音を出すことがある。こうした砂を乳鉢に入れ、来場者にこすってもらって砂の音楽を聞いてもらった。また、地震の際に起きる噴砂現象がどのように起きるのか、ペットボトルに粒子サイズの異なる砂と水を入れ、来場者にボトルをたたってもらって砂が噴き上がる様子を観察してもらった。



【サンプリング室】

*カップめんのカップは深海でどうなるの？

海に潜れば潜るほど圧力（水圧）が高くなる。この現象を実感してもらうため、水深1000mに相当する水圧をかけることができる装置に、発泡スチロール製のカップを入れ、圧力が加わるにつれてカップが縮小される実験を体験してもらった。

*砂粒・微化石の世界を覗いてみよう

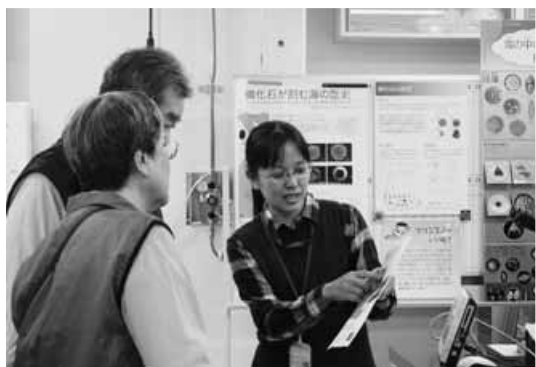
～観察コーナー～

世界各地で採取された色とりどりの砂を展示し、その中に含まれる砂粒や微化石を実体顕微鏡で観察してもらった。また、南極海で採取した氷山の氷を展示し、実際に触れてもらった。



*海の生き物—微化石生物たち—

微化石になるのはどんな生き物なのか？有孔虫・放射虫・珪藻・円石藻の「生きている時」と「化石になった時」の画像をパネル式で紹介し、実際に生きている有孔虫を実体顕微鏡で、また化石となった円石藻を偏光顕微鏡で観察してもらった。



*海の微生物を拡大してみよう！

海水や海底から採取した微生物はどのような生き物なのか？様々な色をもつ微生物の培養株の観察、カメラ付き顕微鏡での拡大画像を実際に観察してもらった。



*科学を図解し魅せる！サイエンティフィック・イラストレーション

科学的事実のイラスト化は、研究成果を記録・表現し、伝達する手段になる。自分で観察した物をどのように描くかを説明した後、実際に図鑑などを見ながらイラストを描いてもらった。



【冷蔵・冷凍コア保管庫】

*マイナス20度体験

研究試料を保管する冷蔵・冷凍保管庫内を見学するツアーを行った。マイナス20℃の温度を体感することは大変珍しいため本ツアーは毎年人気がある。本年も多くの来場者に防寒着を着用してもらい、氷点下の世界を体験してもらった。



*海のサンプルってどうやってとるの？

一船を使った海での調査一

冷蔵・冷凍コア保管庫にある試料はどのように採取しているのか、一般の方々にはなかなか見てもらう機会がない。そこでセンターの研究者らが乗船した研究航海の写真などを用い、海洋調査の様子を展示紹介した。



【古地磁気実験室】

*磁石で遊んでみよう

様々な磁石をたくさん用意し、それらの引き合う力や反発する力を利用して、様々な形をかたどるなど磁石の不思議を体験してもらった。多くの子供達が磁石で楽しく遊び賑わっていた。



【スーパークリーンルーム】

*スーパークリーンルーム・ツアー

室戸沖で実施されたIODP掘削航海(T-limit)では、一日公開当日にヘリコプターによって船とセンター間の試料輸送が行われ、センター内で陸上研究チームがスーパークリーンルームにて研究を行っていた。まさに研究を行っている現場を見学するツアーを行った。

【微小領域ラボ】

*研究者になってみよう！&ミクロの世界を覗いてみよう！

来場者にクリーンルーム用の防護服を着て「研究者」になってもらった。また、電子顕微鏡を操作してもらい、微生物など微小な世界を観察してもらった。

(5) 視察・見学一覧

日付	名称等	人数
<平成28年>		
4月16日	農林海洋科学部 海底資源環境学コース1年生	14名
4月19日	香川県長寿大学植物同好会	48名
4月20日	環境省 水・大気環境局と高知県職員	6名
4月27日	高知県立高知南中学校3年生と引率職員	127名
5月16日	高知県 総務部政策企画課ほか	6名
5月26日	奈良県立青翔高等学校2年生と引率職員	129名
6月2日	戸谷文部科学審議官	1名
6月4日	地域安全学会	76名
7月1日	佐賀大学 海洋エネルギー研究センター 池上 康之 副センター長	1名
7月8日	安芸市立川北小学校6年生, 保護者と引率職員	59名
7月21日	高知大学留学生 (メキシコ, スウェーデン, アメリカ)	13名
7月27日	スーパーサイエンスハイスクール 大阪府立豊中等高等学校	16名
	高知県立青少年センター 野外活動体験事業「自由研究お助け隊」(高知県の小学4~6年生と保護者, および職員)	34名
8月5日	南国市立教育研究所	36名
9月3-4日	高大連携交流事業「高校生のためのおもしろ科学講座」海洋コア実習「深海堆積物から黒潮の変動を探る」高知県立小津高等学校生と引率教員	9名
9月6日	文部科学省 法人支援課 課長補佐	1名
9月16日	北陸冷蔵倉庫協議会	12名
9月22日	筑波大学 地球学類	21名
9月29日	九州大学 グローバル人材養成プログラム	40名
10月2日	高円宮妃久子殿下ほか	35名
10月4日	文部科学省 生涯学習政策局	1名
10月7日	文部科学省 研究推進局学術機関課 学術研究調整官	1名
10月21日	スーパーサイエンスハイスクール 高知県立高知小津高等学校	28名
10月24日	土佐町立土佐町小学校5・6年生と引率職員	49名
10月26-27日	中学生の職場体験学習	1名
10月27日	日本海洋資源・エネルギー開発協会 (J-DREAM) の方ほか	4名
11月8日	さくらサイエンスプラン参加者の海外研修生	26名
11月16日	グローバル安全学トップリーダー育成プログラム (東北大学)	6名
11月17日	文部科学省 法人支援課 課長補佐	1名
12月1日	香美市立大宮小学校5年生と引率職員	32名
12月16日	土佐女子中学・高等学校と引率職員	50名
<平成29年>		
1月17日	黒潮圏総合科学専攻受け入れのさくらサイエンスプラン参加者 (フィリピン・台湾の若手研究者)	15名
1月20日	海上保安庁 海上保安部 海洋情報部	6名
2月16日	高知県立高知南高等学校2年生と引率職員	30名
2月17日	東京大学 大気海洋研究所 技術職員	6名
2月23日	南国市立長岡小学校4年生と引率教員・南国法人会	50名
3月2日	研究開発基盤制作俯瞰WS参加者	14名
3月2日	文部科学省 学術研究助成課長補佐	1名
3月8日	大豊町立大豊町中学校3年生と引率教員	19名
3月9日	南国市立香南中学校3年生と引率教員	33名
3月13日	財務省 主計局主査, 文部科学省 法人支援課長補佐及び係長	3名
3月29日	海上保安庁 大陸棚調査室長, 技術・国際課長補佐	2名

4-2 IODP（国際深海科学掘削計画）関連委員活動

●海洋コア総合研究センター：日本地球掘削科学コンソーシアム（J-DESC）正会員

●各種委員活動

○徳山 英一

- ・日本地球掘削科学コンソーシアム（J-DESC）役員
- ・国立研究開発法人 海洋研究開発機構 地球掘削科学推進委員会 委員

○小玉 一人

- ・日本地球掘削科学コンソーシアム（J-DESC）IODP部会 幹事

○池原 実

- ・IODP Science Evaluation Panel 委員

○村山 雅史

- ・日本地球掘削科学コンソーシアム（J-DESC）IODP部会執行部 委員（部会長補佐）

○岡村 慶

- ・日本地球掘削科学コンソーシアム（J-DESC）掘削航海専門部会 委員

4-3 学会等及び諸委員会における活動状況

(1) 学会等

○徳山 英一

- ・海洋調査技術学会 会長
- ・海中海底工学フォーラム・コンビーナー
- ・海洋工学会 理事
- ・海洋工学シンポジウム実行委員長
- ・海洋工学パネル運営委員

○池原 実

- ・Polar Science 編集委員
- ・Island Arc 編集委員
- ・地質学雑誌 IODP 特集号ゲスト編集委員
- ・地球環境史学会 評議員

○氏家 由利香

- ・Plankton and Benthos Research: Associate editor

○白井 朗

- ・International Marine Minerals Society Executive Board Member

○村山 雅史

- ・一般社団法人 日本地質学会 代議員
- ・地球環境史学会 評議員

○足立 真佐雄

- ・公益社団法人 日本水産学会 水産環境保全委員会 委員
- ・公益社団法人 日本水産学会 中国・四国支部 幹事

(2) 外部委員等

○徳山 英一

- ・内閣官房総合海洋政策本部 大陸棚延長助言会議 委員
- ・海上保安庁 政策アドバイザー
- ・海上保安庁 海洋情報部 海底地形の名称に関する検討会 主査
- ・海上保安庁 船舶建造等整備事業評価委員会 委員
- ・独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構 海底熱水鉱床開発委員会 委員
- ・独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構 海底熱水鉱床開発委員会 資源量評価ワーキンググループ 委員長
- ・一般社団法人 海洋調査協会 SIP推進アドバイザー
- ・一般財団法人 日本水路協会 非常勤理事
- ・一般財団法人 日本水路協会 パラオ支援プログラム委員会 委員長
- ・東京大学 地震研究所協議会 協議員
- ・佐賀大学 海洋エネルギー研究センター 協議員
- ・早稲田大学 文部科学省受託研究「熱水鉱床の探査手法の開発」 評価委員会 委員
- ・都立戸山高等学校 SSH「第4回生徒研究成果合同発表会」助言指導者
- ・株式会社 地球科学総合研究所 SIP調査計画策定に関するアドバイザー
- ・笹川平和財団 海洋政策研究所 統合的海洋政策研究委員会 委員

○岩井 雅夫

- ・国立研究開発法人 産業技術総合研究所 客員研究員
- ・室戸ジオパーク推進協議会 顧問
- ・高知市立高知みらい科学館 アドバイザー

○池原 実

- ・国立極地研究所運営会議 南極観測審議委員会 重点研究観測専門部会 委員
- ・国立研究開発法人 海洋研究開発機構 海洋研究課題審査部会 部会員

○臼井 朗

- ・独立行政法人 石油天然ガス・金属資源機構 深海底鉱物資源探査検討委員会 委員
- ・深海底鉱物資源開発（株）深海底鉱物資源探査等検討委員会 委員

○村山 雅史

- ・室戸ジオパーク推進協議会 顧問

- ・東京大学 大気海洋研究所 白鳳丸代船委員会 委員
- ・京都大学 化学研究所 水圏環境解析化学研究領域 客員教授

○足立 真佐雄

- ・広島大学 生物生産学部 附属練習船豊潮丸 共同利用運営協議会 委員

○市榮 智明

- ・公益社団法人 高知県森と緑の会 理事

○櫻井 哲也

- ・JSTライフサイエンスデータベース統合推進事業「統合化推進プログラム」アドバイザー委員

○藤内 智士

- ・土佐国道管内事前通行規制区間検討委員会 委員

4-4 一般講演

本年度は、下記の18件の一般講演を実施した。

「地球深部探査船「ちきゅう」の挑戦 南海トラフ地震発生帯，東日本太平洋沖地震震源域，熊本地震や過去の地震に学ぶ」

日 時：平成28年4月16日

講 座 名：高知県建築士会高知支部会総会

講演者名：池原 実

場 所：高知県建設会館

主 催：高知県建築士会高知支部

人 数：100名

「海洋の地質と環境－海洋コアから解き明かす地球の営み－」

日 時：平成28年5月12日

講 座 名：高知県立追手前高等学校
サイエンスレクチャーⅠ

講演者名：徳山 英一

場 所：追手前高等学校 講堂

主 催：高知県立追手前高等学校

人 数：200名

「東南アジアの熱帯雨林に埋蔵される知的資源の効果的活用」

日 時：平成28年5月16日

講 座 名：市栄FS「東南アジアの熱帯雨林に埋蔵される知的資源の効果的活用－生物多様性がもたらす非金銭的利益－」

講演者名：市榮 智明

場 所：総合地球環境学研究所（京都市）

主 催：総合地球環境学研究所
市栄FSプロジェクト

人 数：25名

「マリントキシンについて」

日 時：平成28年5月27日

講 座 名：平成28年度中・四国中核市衛生検査関係課協議会におけるマリントキシンに関する講義

講演者名：足立 真佐雄

場 所：高知市総合あんしんセンター

主 催：中・四国中核市衛生検査関係課協議会
事務局

人 数：20名

「南極海から探る気候変動の謎 諏訪から7つの海へ」

日 時：平成28年8月23日

講 座 名：第159回清陵勉強会

講演者名：池原 実

場 所：剛堂会館（東京都）

主 催：東京清陵会

人 数：30名

「熱帯雨林の消失と地球温暖化」

日 時：平成28年10月18日

講 座 名：第80期高知市民の大学

講演者名：市榮 智明

場 所：高知市文化プラザかるぼーと
主 催：高知市民の大学運営委員会
高知市文化振興事業団
高知市教育委員会
人 数：50名

「地震・津波にそなえて 一生きぬくために」

日 時：平成28年10月29日
講 座 名：蒔絵台防災セミナー
講演者名：村山 雅史
場 所：蒔絵台集会所
主 催：蒔絵台町内会
人 数：30名

「地球46億年、驚異の進化」

日 時：平成28年11月18日
講 座 名：東京都立立川国際中等教育学校
講演者名：徳山 英一
場 所：東京都立立川国際中等教育学校
主 催：東京都立立川国際中等教育学校
人 数：30名

「下北沖海底下2500mまでの国際深海掘削プロジェクトー地下生命圏の実態解明に向けてー」

日 時：平成28年12月3日
講 座 名：京都化学者クラブ2016例会
講演者名：村山 雅史
場 所：京都大学楽友会館京都大学楽友会館
主 催：近畿化学協会
共 催：公益財団法人海洋科学研究所
人 数：20名

「高知で今考える、『日の丸海洋産業はきっと金銀財宝ではなく、“海の健康を計るモノ・ヒト・シクミ”が柱であろうと。』」

日 時：平成28年12月7日
講 座 名：第4回海洋鉱物資源探査の民間技術移転セミナー～民間技術移転へのステップアップ～
講演者名：岡村 慶，野口 拓郎
場 所：東京大学生産技術研究所
主 催：東京大学生産技術研究所
海中観測実装工学研究センター
人 数：150名

「2億1500万年前の巨大隕石衝突による海洋生物絶滅を例とした古海洋学の進展について」

日 時：平成28年12月10日
講 座 名：高知地区分析技術懇談会平成28年度講演会

講演者名：池原 実
場 所：高知大学
主 催：高知地区分析技術懇談会
人 数：30名

「南海トラフ地震の概観」

日 時：平成29年1月19日
講 座 名：南海トラフ地震時の海上対応のためのセミナー
講演者名：徳山 英一
場 所：高知県庁第2応接室
主 催：海洋調査技術学会
人 数：25名

「四国南西海域における有殻プランクトンの多様性および生態調査」

日 時：平成29年2月3日
講 座 名：第3回四国5大学連携女性研究者研究交流発表会
講演者名：氏家 由利香
場 所：グランディ鳴門・ザ・ロッジ
主 催：徳島大学 男女共同参画/AWAサポートセンター
人 数：44名

「我が国のメタンハイドレード(MH)開発・研究」

日 時：平成29年2月14日
講 座 名：高知ニュービジネス協議会講演
講演者名：徳山 英一
場 所：高知ニュービジネス協議会事務局
主 催：高知ニュービジネス協議会 会議室
人 数：20名

「海の幸、山の幸の自然毒を知ろう！」

日 時：平成29年3月8日
講 座 名：高知市食の安全に関するリスクコミュニケーション～自然毒とその対策について～
講演者名：足立 真佐雄
場 所：高知市総合あんしんセンター
主 催：高知県・高知市
人 数：65名

第5回高知コアセンター講演会

「ちきゅう」が高知にやってくる！～地震の謎から海底下の生物まで～

開催日：平成28年10月15日（土）

会場：高知市文化プラザ かるぽーと 大ホール

共同主催：国立大学法人 高知大学海洋コア総合研究センター，国立研究開発法人 海洋研究開発機構 高知コア研究所

共催：高知県，高知市

後援：高知県教育委員会，高知市教育委員会，南国市，高知新聞社，NHK高知放送局，KUTV テレビ高知，RKC高知放送，KSSさんさんテレビ，エフエム高知

参加者：1,055名

趣旨：今年度は、地球深部探査船「ちきゅう」によるIODP科学掘削Exp.370が室戸沖で行われること、また、高知新港で「ちきゅう」の一般公開があることを踏まえた内容で開催されました。

JAMSTEC高知コア研究所断層物性研究グループの谷川亘主任研究員，同研究所地球深部生命研究グループの諸野祐樹グループリーダー

代理，高知大学防災推進センターの岡村眞特任教授が講演しました。加えて，室戸沖にて研究航海中の地球深部探査船「ちきゅう」と会場をネット中継し，乗船中の高知コア研究所の稲垣史生所長代理および高知大学の藤内智士助教が，県内の小中高校生との質疑応答を行いました。



5 構成員

教 員

徳山 英一	特任教授, センター長	西尾 嘉朗	複合領域科学部門 准教授
小玉 一人	教授, 副センター長	櫻井 哲也	複合領域科学部門 准教授
安田 尚登	教授	藤内 智士	理学部門 助教
岩井 雅夫	教授	ULANOVA, Dana	複合領域科学部門 助教
池原 実	教授	田中 秀則	総合研究センター 海洋部門 特任助教
山本 裕二	准教授		
氏家 由利香	准教授		
KARS, Myriam	助教	<客員教授>	
臼井 朗	特任教授	佐野 有司	東京大学 大気海洋研究所 海洋化学部門 教授
浦本 豪一郎	特任助教 (卓越研究員 平成28年11月~)	増田 昌敬	東京大学 人工物工学研究センター 教授
山口 龍彦	特任助教	清川 昌一	九州大学大学院 理学研究院 地球惑星科学部門 准教授
<兼務教員>		TAUXE, Lisa	カリフォルニア大学 サンディエゴ校 スクリップス海洋学研究所 特別教授
津田 正史	複合領域科学部門 教授	公文 富士夫	信州大学 名誉教授
村山 雅史	理学部門 教授	<客員講師>	
岡村 慶	複合領域科学部門 教授	萩野 恭子	
西岡 孝	理学部門 教授		
足立 真佐雄	農学部門 教授		
橋本 善孝	理学部門 准教授		
市榮 智明	農学部門 准教授		
野口 拓郎	複合領域科学部門 准教授		

研究員

眞中 卓也	ポスドク研究員
中山 健	短期研究員
笹岡 美穂	短期研究員

技術員

松崎 琢也	技術職員
新井 和乃	特任専門職員 (新共用システム 平成28年9月~)
柳本 志津	技術補佐員
西森 知佐	技術補佐員
小松 朋子	技術補佐員
藤村 由紀	技術補佐員
川村 美智子	技術補佐員
八田 万有美	技術補佐員 (受託研究費)
矢生 晋介	技術補佐員
小林 美智代	技術補佐員 (新共用システム 平成28年8月~)
山下 昌代	技術補佐員 (学内プロジェクト 平成28年8月~)
緒方 南海子	技術補佐員 (学内プロジェクト 平成29年1月~)

事務員

岡村 一也	室長
橋本 直子	係長
千頭 理恵	事務補佐員

6 研究業績

6-1 学会誌等掲載件数

	総数	国際学会誌	国内学会誌	責任著者
査読有論文	72	68	4	13
査読無論文	12	7	5	2

6-2 学会発表件数

	発表件数	招待講演	一般講演
国際学会	52	0	52
国内学会	160	9	151

6-3 徳山 英一（特任教授）

専門分野 海洋底科学

研究テーマ

「海底熱水鉱床の成因に関する研究」
「海底活断層の認定と活動史に関する研究」

6-4 小玉 一人（教授）

専門分野 岩石磁気学

研究テーマ

「岩石磁性に関する基礎的研究」

学会誌等（査読あり）

- Abrajevitch, A., Kondratyeva, L. M., Golubeva, E. M., Kodama, K. and Hori, R. S., Magnetic properties of iron minerals produced by natural iron- and manganese-reducing groundwater bacteria, *Geophysical Journal International*, 206, 2, 1340-1351, 2016.
- Chang, L., Bolton, C. T., Dekkers, M. J., Hayashida, A., Heslop, D., Krijgsman, W., Kodama, K., Paterson, G. A., Roberts, A. P., Rohling, E. J., Yamamoto, Y. and Zhao, X., Asian monsoon modulation of non-steady state diagenesis in hemipelagic marine sediments offshore of Japan, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 17, 11, 4383-4398, 2016.
- Sato, M., Yamamoto, Y., Nishioka, T., Kodama, K., Mochizuki, N. and Tsunakawa, H., Hydrostatic pressure effect on magnetic hysteresis parameters of pseudo-single-domain magnetite, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 17, 7, 2825-2834, 2016.

6-5 安田 尚登 (教授)

専門分野 海洋地質学

研究テーマ

「メタンハイドレート開発における海洋地質学的研究」

学会誌等 (査読あり)

畠 俊郎, 高橋 裕里香, 西田 洋巳, 安田 尚登, 日本近海のメタンハイドレート胚胎層から単離した微生物を用いた土の強度増進効果に関する実験的検討, *地盤工学ジャーナル*, 12, 1, 151-160, 10.3208/jgs.12.151, 2017.

特許等

特許名称: 施設園芸用ハウスの統合環境制御システム及び統合環境制御方法

発明者: 安田 尚登, 戸木 文雄, 富田 正浩

権利者: 安田 尚登, 株式会社桂精機製作所

出願番号: 特許出願2016-206200

出願日: 2016年9月

6-6 岩井 雅夫 (教授)

専門分野 層位学, 微古生物学

研究テーマ

「新生代南極氷床発達史に関する研究」

「南海トラフにおける古地震・海底活断層に関する研究」

学会誌等 (査読あり)

Hagino, K., Utsunomiya, M., Tanaka, Y. and Iwai, M., Reference samples to learn calcareous nannofossil biostratigraphy from Miocene to Pleistocene, *Bulletin of the National Museum of Nature and Science Series C (Geology/Paleontology)*, 42, 5-17, 2016.

Pandey, D. K., Clift, P. D., Kulhanek, D. K., Andò, S., Bendle, J. A. P., Bratenkov, S., Griffith, E. M., Gurumurthy, G. P., Hahn, A., Iwai, M., Khim, B.-K., Kumar, A., Kumar, A. G., Liddy, H. M., Lu, H., Lyle, M. W., Mishra, R., Radhakrishna, T., Routledge, C. M., Saraswat, R., Saxena, R., Scardia, G., Sharma, G. K., Singh, A. D., Steinke, S., Suzuki, K., Tauxe, L., Tiwari, M., Xu, Z. and Yu, Z., Arabian Sea Monsoon, *Proceedings of the International Ocean Discovery Program, 355: College Station, TX (International Ocean Discovery Program)*, 2016.

Iwatani, H., Kondo, Y., Irizuki, T., Iwai, M. and Ikehara, M., Orbital obliquity cycles recorded in Kuroshio Current region, eastern Asia, around Plio-Pleistocene boundary, *Quaternary Science Reviews*, 140, 67-74, 2016.

その他の雑誌・報告書 (査読なし)

岩井 雅夫, 鈴木 健太, Expedition 355 Scientists, アラビア海モンスーン: インド周辺海底堆積物

から読み解く新生代モンスーンとヒマラヤのテクトニクス, *J-DESC*ニュースレター, 9, 6, 2016.

著書等

岩井 雅夫, 10.7 微化石分析, トピックス: 微古生物資料・標本レファレンスセンター, *海洋底科学の基礎*, 日本地質学会「海洋底科学の基礎」編集委員会編, 共立出版, 2016.

6-7 池原 実 (教授)

専門分野 古海洋学, 有機地球化学, 海洋地質学

研究テーマ

「第四紀後期における黒潮流路・勢力変動の実態とアジアモンスーンとの相互作用の解明」
「南極寒冷圏変動史の解読～第四紀の全球気候システムにおける南大洋の役割評価～」
「オホーツク海・ベーリング海における新生代古海洋変動の復元」
「太古代－原生代の海洋底断面復元プロジェクト: 海底熱水系・生物生息場変遷史を解く」

学会誌等 (査読あり)

Ishiwa, T., Yokoyama, Y., Miyairi, Y., Ikehara, M. and Obrochta, S., Sedimentary environmental change induced from late Quaternary sea-level change in the Bonaparte Gulf, northwestern Australia, *Geoscience Letters*, 3, 1, 33, 2016.

Kaneki, S., Hirono, T., Mukoyoshi, H., Sampei, Y. and Ikehara, M., Organochemical characteristics of carbonaceous materials as indicators of heat recorded on an ancient plate-subduction fault, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 17, 7, 2855-2868, 2016.

Matsui, H., Nishi, H., Takashima, R., Kuroyanagi, A., Ikehara, M., Takayanagi, H. and Iryu, Y., Changes in the depth habitat of the Oligocene planktic foraminifera (*Dentoglobigerina venezuelana*) induced by thermocline deepening in the eastern equatorial Pacific, *Paleoceanography*, 31, 6, 715-731, 2016.

Ohkushi, K., Hara, N., Ikehara, M., Uchida, M. and Ahagon, N., Intensification of North Pacific intermediate water ventilation during the Younger Dryas, *Geo-Marine Letters*, 36, 5, 353-360, 2016.

Onoue, T., Sato, H., Yamashita, D., Ikehara, M., Yasukawa, K., Fujinaga, K., Kato, Y. and Matsuoka, A., Bolide impact triggered the Late Triassic extinction event in equatorial Panthalassa, *Scientific Reports*, 6, 29609, 2016.

Shinozaki, T., Sawai, Y., Hara, J., Ikehara, M., Matsumoto, D. and Tanigawa, K., Geochemical characteristics of deposits from the 2011 Tohoku-oki tsunami at Hasunuma, Kujukuri coastal plain, Japan, *Island Arc*, 25, 5, 350-368, 2016.

その他の雑誌・報告書 (査読なし)

池原 研, 池原 実, 村山 雅史, 歴代講師, 世話人, チューター, サポーター一同, コアスクールコア解析基礎コース: その概要と沿革, *GSJ 地質ニュース*, 5, 10, 320-327, 2016.

清川 昌一, 原田 拓人, 池原 実, 伊藤 孝, 鬼界カルデラにおける表層堆積物の主成分元素組成, *茨城大学教育学部紀要 (自然科学)*, 65, 81-94, 2016.

6-8 山本 裕二 (准教授)

専門分野 古地磁気学, 岩石磁気学

研究テーマ

- 「古地球磁場変動の解明」
- 「古地球磁場強度測定法の開発・改良」
- 「岩石古地磁気学的手法による地球科学的プロセスの解明」

学会誌等 (査読あり)

- Chang, L., Bolton, C. T., Dekkers, M. J., Hayashida, A., Heslop, D., Krijgsman, W., Kodama, K., Paterson, G. A., Roberts, A. P., Rohling, E. J., Yamamoto, Y. and Zhao, X., Asian monsoon modulation of non-steady state diagenesis in hemipelagic marine sediments offshore of Japan, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 17, 11, 4383-4398, 2016.
- Oda, H., Kawai, J., Miyamoto, M., Miyagi, I., Sato, M., Noguchi, A., Yamamoto, Y., Fujihira, J., Natsuhara, N., Aramaki, Y., Masuda, T. and Xuan, C., Scanning SQUID microscope system for geological samples: system integration and initial evaluation, *Earth, Planets and Space*, 68, 1, 179, 2016.
- Oda, H., Xuan, C. and Yamamoto, Y., Toward robust deconvolution of pass-through paleomagnetic measurements: new tool to estimate magnetometer sensor response and laser interferometry of sample positioning accuracy, *Earth, Planets and Space*, 68, 1, 109, 2016.
- Sato, M., Yamamoto, Y., Nishioka, T., Kodama, K., Mochizuki, N. and Tsunakawa, H., Hydrostatic pressure effect on magnetic hysteresis parameters of pseudo-single-domain magnetite, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 17, 7, 2825-2834, 2016.
- Tanaka, H. and Yamamoto, Y., Palaeointensities from Pliocene lava sequences in Iceland: emphasis on the problem of Arai plot with two linear segments, *Geophysical Journal International*, 205, 2, 694-714, 2016.
- 星 博幸, 山本 裕二, 渋谷 秀敏, 磁極と地磁気極, *地学教育*, 68, 4, 197-203, 2016.

6-9 氏家 由利香 (准教授)

専門分野 分子系統進化学, 微古生物学, 古海洋学

研究テーマ

- 「海洋に生息する単細胞真核生物 (特に有孔虫) の分子系統地理・生態」
- 「単細胞真核生物のバイオミネラリゼーション」

学会誌等 (査読あり)

- Ujiié, Y., Asahi, H., Sagawa, T. and Bassinot, F., Evolution of the North Pacific Subtropical Gyre during the past 190 kyr through the interaction of the Kuroshio Current with the surface and intermediate waters, *Paleoceanography*, 31, 11, 1498-1513, 2016.
- Ujiié, Y. and Ishitani, Y., Evolution of a Planktonic Foraminifer during Environmental Changes in the Tropical Oceans, *PLoS ONE*, 11, 2, e0148847, 2016.

Weiner, A. K. M., Morard, R., Weinkauf, M. F. G., Darling, K. F., André, A., Quillévéré, F., Ujiié, Y., Douady, C. J., de Vargas, C. and Kucera, M., Methodology for Single-Cell Genetic Analysis of Planktonic Foraminifera for Studies of Protist Diversity and Evolution, *Frontiers in Marine Science*, 3, 255, 2016.

Morard, R., Escarguel, G., Weiner, A. K. M., André, A., Douady, C. J., Wade, C. M., Darling, K. F., Ujiié, Y., Sears, H. A., Quillévéré, F., de Garidel-Thoron, T., de Vargas, C. and Kucera, M., Nomenclature for the Nameless: A Proposal for an Integrative Molecular Taxonomy of Cryptic Diversity Exemplified by Planktonic Foraminifera, *Systematic Biology*, 65, 5, 925-940, 2016.

6-10 KARS, Myriam (助教)

専門分野 岩石磁気学—古地磁気学

研究テーマ

「磁性鉱物の続成作用」

「環境磁気学」

学会誌等 (査読あり)

Bezaeva, N. S., Chareev, D. A., Rochette, P., Kars, M., Gattacceca, J., Feinberg, J. M., Sadykov, R. A., Kuzina, D. M. and Axenov, S. N., Magnetic characterization of non-ideal single-domain monoclinic pyrrhotite and its demagnetization under hydrostatic pressure up to 2 GPa with implications for impact demagnetization, *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 257, 79-90, 2016.

Bezaeva, N. S., Swanson-Hysell, N. L., Tikoo, S. M., Badyukov, D. D., Kars, M., Egli, R., Chareev, D. A., Fairchild, L. M., Khakhalova, E., Strauss, B. E. and Lindquist, A. K., The effects of 10 to >160 GPa shock on the magnetic properties of basalt and diabase, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 17, 11, 4753-4771, 2016.

Gailhanou, H., Lerouge, C., Debure, M., Gaboreau, S., Gaucher, E. C., Grangeon, S., Grenèche, J. M., Kars, M., Madé, B., Marty, N. C. M., Warmont, F. and Tournassat, C., Effects of a thermal perturbation on mineralogy and pore water composition in a clay-rock: An experimental and modeling study, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 197, 193-214, 2017.

Musgrave, R. J. and Kars, M., Recognizing magnetostratigraphy in overprinted and altered marine sediments: Challenges and solutions from IODP Site U1437, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 17, 8, 3190-3206, 2016.

Vautravers, M.J., and the Expedition 350 Scientists, Data report: Pleistocene planktonic foraminiferal oxygen and carbon stable isotope records and their use to improve the age model of Hole U1436C cores recovered east of the Aogashima Volcano. In Tamura, Y., Busby, C.J., Blum, P., and the Expedition 350 Scientists, *Izu-Bonin-Mariana Rear Arc. Proceedings of the International Ocean Discovery Program, 350: College Station, TX (International Ocean Discovery Program)*, 2016.

その他の雑誌・報告書（査読なし）

- Bezaeva, N. S., Swanson-Hysell, N. L., Tikoo, S. M., Kars, M. and Egli, R., On discrimination of thermal versus mechanical effects of shock on rock magnetic properties of spherically shocked up to ~10-140 GPa basalt and diabase, *Meteoritics & Planetary Science*, 51(S1), A166, 2016.
- Chareev, D. A., Bezaeva, N. S., Rochette, P., Kars, M., Gattacceca, J. and Feinberg, J. M., Magnetic characterization of non-ideal single-domain monoclinic pyrrhotite and its demagnetization under hydrostatic pressure up to 2 GPa with implications for impact demagnetization, *Meteoritics & Planetary Science*, 51(S1), A201, 2016.

6-11 臼井 朗（特任教授）

専門分野 海洋地質学, 地球化学, 応用鉱物学

研究テーマ

「海底鉱物資源に関する地球科学的研究」

学会誌等（査読あり）

- Amakawa, H., Usui, A., Iijima, K. and Suzuki, K., Surface layer Nd isotopic composition of ferromanganese crusts collected from the Takuyo-Daigo Seamount reflects ambient seawater, *Geochemical Journal*, 51, 1, e1-e7, 2017.
- Nitahara, S., Kato, S., Usui, A., Urabe, T., Suzuki, K. and Yamagishi, A., Archaeal and bacterial communities in deep-sea hydrogenetic ferromanganese crusts on old seamounts of the northwestern Pacific, *PLoS ONE*, 12, 2, e0173071, 2017.
- Nishi, K., Usui, A., Nakasato, Y. and Yasuda, H., Formation age of the dual structure and environmental change recorded in hydrogenetic ferromanganese crusts from Northwest and Central Pacific seamounts, *Ore Geology Reviews*, (in press).
- Yamaoka, K., Ma, L., Hishikawa, K. and Usui, A., Geochemistry and U-series dating of Holocene and fossil marine hydrothermal manganese deposits from the Izu-Ogasawara arc, *Ore Geology Reviews*, 87, 114-125, 2017.

その他の雑誌・報告書（査読なし）

臼井 朗, 高知出版学術賞の受賞, *高知大学リサーチマガジン*, 12, 2017.

著書等

臼井 朗, 「レアメタルを生み出す海洋」と地球科学, 高知大学レアメタルプロジェクト研究メンバー, (in press).

6-12 浦本 豪一郎（特任助教, 卓越研究員）

専門分野 堆積学, 層序学

研究テーマ

「深海堆積物中の微小金属鉱物塊の形成機構に関する研究」

学会誌等（査読あり）

Marsaglia, K. M., Browne, G. H., George, S. C., Kemp, D. B., Jaeger, J. M., Carson, D., Richaud, M. and IODP Expedition 317 Scientific Party, The Transformation of Sediment Into Rock: Insights From IODP Site U1352, Canterbury Basin, New Zealand, *Journal of Sedimentary Research*, 87, 3, 272-287, 2017.

6-13 山口 龍彦（特任助教）

専門分野 微古生物学

研究テーマ

「北西大西洋の古第三紀の海洋環境に関する研究」

学会誌等（査読あり）

Yamaguchi, T., Goedert, J. L. and Kiel, S., Marine ostracodes from Paleogene hydrocarbon seep deposits in Washington State, USA and their ecological structure, *Geobios*, 49, 5, 407-422, 2016.

Yamaguchi, T., Matsui, H. and Nishi, H., Taxonomy of Maastrichtian—Thanetian Deep-Sea Ostracodes from U1407, IODP Exp 342, Off Newfoundland, Northwestern Atlantic, Part 1: Families Cytherellidae, Bairdiidae, Pontocyprididae, Bythocytheridae, and Cytheruridae, *Paleontological Research*, 21, 1, 54-75, 2017.

Yamaguchi, T., Terada, T. and Morono, Y., Osmium Plasma Coating for Observation of Microfossils, Using Optical and Scanning Electron Microscopes, *Paleontological Research*, 20, 4, 296-301, 2016.

6-14 津田 正史（複合領域科学部門 教授）

専門分野 天然物化学

研究テーマ

「海洋天然物に関する研究」

学会誌等（査読あり）

Akakabe, M., Kumagai, K., Tsuda, M., Konishi, Y., Tominaga, A., Kaneno, D., Fukushi, E., Kawabata, J., Masuda, A. and Tsuda, M., Iriomoteolides-10a and 12a, Cytotoxic Macrolides from Marine Dinoflagellate *Amphidinium Species*, *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 64, 7, 1019-1023, 2016.

Kanto, M., Sato, S., Tsuda, M. and Sasaki, M., Stereodivergent Synthesis and Configurational Assignment of the C1-C15 Segment of Amphirionin-5, *The Journal of Organic Chemistry*, 81, 19, 9105-9121, 2016.

Uchimasu, H., Matsumura, K., Tsuda, M., Kumagai, K., Akakabe, M., Fujita, M. J. and Sakai, R., Mellpaladines and dopargimine, novel neuroactive guanidine alkaloids from a Palauan Didemnidae tunicate, *Tetrahedron*, 72, 45, 7185-7193, 2016.

6-15 村山 雅史 (理学部門 教授)

専門分野 同位体地球化学, 古海洋学, 海洋地質学

研究テーマ

「海洋コアにおける複数年代法を使った高精度年代測定法の確立」

「海底付近における水圏-地圏境界層の物質循環の解明」

「太平洋-インド洋-南極海域における古海洋学」

学会誌等 (査読あり)

Inagaki, F., Hinrichs, K. U., Kubo, Y. and the IODP Expedition Scientists, IODP Expedition 337: Deep Coalbed Biosphere off Shimokita - Microbial processes and hydrocarbon system associated with deeply buried coalbed in the ocean, *Scientific Drilling*, 21, 17-28, 2016.

Kawahata, H., Matsuoka, M., Togami, A., Harada, N., Murayama, M., Yokoyama, Y., Miyairi, Y., Matsuzaki, H. and Tanaka, Y., Climatic change and its influence on human society in western Japan during the Holocene, *Quaternary International*, (in press).

Kawamura, K., Oishi, M., Shishikura, M., Saito, S., Murayama, M. and Kanamatsu, T., Geologic ages and magnetic fabrics of deep-sea sediments in the Sagami Trough, central Japan, *JAMSTEC Report of Research and Development*, 23, 12-26, 2016.

その他の雑誌・報告書 (査読なし)

池原 研, 池原 実, 村山 雅史, 歴代講師, 世話人, チューター, サポーター一同, コアスクールコア解析基礎コース: その概要と沿革, *GSJ 地質ニュース*, 5, 10, 320-327, 2016.

6-16 岡村 慶 (複合領域科学部門 教授)

専門分野 分析・地球化学

研究テーマ

「海底熱水鉱床の化学探査法に関する研究」

学会誌等 (査読あり)

Kawagucci, S., Miyazaki, J., Noguchi, T., Okamura, K., Shibuya, T., Watsuji, T., Nishizawa, M., Watanabe, H., Okino, K., Takahata, N., Sano, Y., Nakamura, K., Shuto, A., Abe, M., Takaki, Y., Nunoura, T., Koonjul, M., Singh, M., Beedessee, G., Khishma, M., Bhoyroo, V., Bissessur, D., Kumar, L. S., Marie, D., Tamaki, K. and Takai, K., Fluid chemistry in the Solitaire and Dodo hydrothermal fields of the Central Indian Ridge, *Geofluids*, 16, 5, 988-1005, 2016.

Mito, S., Okamura, K., and Kimoto, H., Colorimetric pH Measurement of Pressurized Groundwater Containing CO₂, *Analytical Sciences*, 32, 4, 437-442, 10.2116/analsci.32.437, 2016.

Nakamura-Kusakabe, I., Nagasaki, T., Kinjo, A., Sassa, M., Koito, T., Okamura, K., Yamagami, S., Yamanaka, T., Tsuchida, S., and Inoue, K., Effect of sulfide, osmotic, and thermal stresses on taurine transporter mRNA levels in the gills of the hydrothermal vent-specific mussel *Bathymodiolus septemdierum*, *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular &*

6-17 西岡 孝 (理学部門 教授)

専門分野 物性物理学

研究テーマ

「希土類化合物の磁性に関する研究」

学会誌等 (査読あり)

Kawamura, Y., Hayashi, J., Takeda, K., Sekine, C., Tanida, H., Sera, M. and Nishioka, T., Structural Analysis of Novel Antiferromagnetic Material $CeRu_2Al_{10}$ and Its Related Compounds under Pressure, *Journal of the Physical Society of Japan*, 85, 4, 044601, 2016.

Kondo, A., Kindo, K., Nohara, H., Nakamura, M., Tanida, H., Sera, M. and Nishioka, T., Fe Substitution Effect on the High-Field Magnetization in the Kondo Semiconductor $CeRu_2Al_{10}$, *Journal of the Physical Society of Japan*, 86, 2, 023705, 2017.

Sato, M., Yamamoto, Y., Nishioka, T., Kodama, K., Mochizuki, N. and Tsunakawa, H., Hydrostatic pressure effect on magnetic hysteresis parameters of pseudo-single-domain magnetite, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 17, 7, 2825-2834, 2016.

Tanida, H., Nohara, H., Nakagawa, F., Yoshida, K., Sera, M. and Nishioka, T., Drastic changes in electronic properties of Kondo semiconductor $CeRu_2Al_{10}$ induced by Rh doping: Anisotropic transport properties in the antiferromagnetic ordered state, *Physical Review B*, 94, 16, 165137, 2016.

その他の雑誌・報告書 (査読なし)

西岡 孝, 4K GM冷凍機の温度振動低減と1K環境の実現, *ケミカルエンジニアリング*, 67, 8, 564-568, 2016.

6-18 足立 真佐雄 (複合領域科学部門 教授)

専門分野 海洋微生物学, 水族環境学, 海洋バイオテクノロジー

研究テーマ

「シガテラをはじめとする熱帯・亜熱帯性魚毒の原因となる微細藻類の生理・生態解明」

「植物プランクトンへの高効率な革新的遺伝子導入法の開発」

「バイオ燃料高生産型植物プランクトンの有効利用」

学会誌等 (査読あり)

Pisapia, F., Holland, W. C., Hardison, D. R., Litaker, R. W., Fraga, S., Nishimura, T., Adachi, M., Nguyen-Ngoc, L., Séchet, V., Amzil, Z., Herrenknecht, C. and Hess, P., Toxicity screening of 13 Gambierdiscus strains using neuro-2a and erythrocyte lysis bioassays, *Harmful Algae*, 63, 173-183, 2017.

Yamaguchi, H., Arisaka, H., Seki, M., Adachi, M., Kimura, K. and Tomaru, Y., Phosphotriesterase

- activity in marine bacteria of the genera *Phaeobacter*, *Ruegeria*, and *Thalassospira*, *International Biodeterioration & Biodegradation*, 115, 186-191, 2016.
- Yamaguchi, H., Tanimoto, Y., Hayashi, Y., Suzuki, S., Yamaguchi, M. and Adachi, M., Bloom dynamics of noxious *Chattonella* spp. (Raphidophyceae) in contrastingly enclosed coastal environments: a comparative study of two coastal regions, *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 1-7, 2017.
- Yoshimatsu, T., Tie, C., Yamaguchi, H., Funaki, H., Honma, C., Tanaka, K. and Adachi, M., The effects of light intensity on the growth of Japanese *Gambierdiscus* spp. (Dinophyceae), *Harmful Algae*, 60, 107-115, 2016.
- 山口 晴生, 早川 由真, 関 美紀, 足立 真佐雄, 木村 圭, 外丸 裕司, 滅菌処理した表面微細凸凹寒天培地による有害赤潮藻類の培養, *藻類*, 64, 89-93, 2016.
- 足立 真佐雄, 角野 貴志, 遺伝子改変海産珪藻を用いた有用物質生産に向けて, *化学工学*, 80, 272-274, 2016.

特許等

特許名称：ベクター、遺伝子組み換え海産珪藻及びフコキサンチンの生成方法

発明者：足立 真佐雄, 角野 貴志, 鈴木 健吾, 岩田 修

権利者：国立大学法人 高知大学
株式会社ユーグレナ

出願番号：特願2015-135550

出願日：平成27年7月6日

公開日：平成29年1月19日

公開番号：特開2017-012135

6-19 橋本 善孝（理学部門 准教授）

専門分野 構造地質学

研究テーマ

「付加体の変形および物性に関する研究」

学会誌等（査読あり）

Ito, S., Hashimoto, Y., Tamura, H. and Tomioka, N., Complete ⁴⁰Ar resetting in an ultracataclasite by reactivation of a fossil seismogenic fault along the subducting plate interface in the Mugi Mélange of the Shimanto accretionary complex, southwest Japan, *Journal of Structural Geology*, 89, 19-29, 2016.

林 為人, 高橋 学, 佐東 大作, 葉 恩肇, 橋本 善孝, 谷川 亘, 水銀圧入法による岩石の空隙寸法分布測定, *応用地質*, 57, No. 5特別号「岩石内空隙」, 201-212, 2016.

6-20 市榮 智明（複合領域科学部門 准教授）

専門分野 樹木生理生態学

研究テーマ

「樹木の生理生態的特性や環境ストレス応答に関する研究」

学会誌等（査読あり）

- Ichie, T., Inoue, Y., Takahashi, N., Kamiya, K. and Kenzo, T., Ecological distribution of leaf stomata and trichomes among tree species in a Malaysian lowland tropical rain forest, *Journal of Plant Research*, 129, 4, 625-635, 2016.
- Inoue, Y., Ichie, T., Kenzo, T., Yoneyama, A., Kumagai, T. and Nakashizuka, T., Effects of rainfall exclusion on leaf gas exchange traits and osmotic adjustment in mature canopy trees of *Dryobalanops aromatica* (Dipterocarpaceae) in a Malaysian tropical rain forest, *Tree Physiology*, (in press).
- Kenzo, T., Ichie, T., Norichika, Y., Kamiya, K., Nanami, S., Igarashi, S., Sano, M., Yoneda, R. and Lum, S. K. Y., Growth and survival of hybrid dipterocarp seedlings in a tropical rain forest fragment in Singapore, *Plant Ecology & Diversity*, 9, 5-6, 447-457, 2016.
- Tanaka-Oda, A., Kenzo, T., Inoue, Y., Yano, M., Koba, K. and Ichie, T., Variation in leaf and soil $\delta^{15}\text{N}$ in diverse tree species in a lowland dipterocarp rainforest, Malaysia, *Trees*, 30, 2, 509-522, 2016.

その他の雑誌・報告書（査読なし）

- Kenzo, T., Inoue, Y., Yoshimura, M., Yamashita, M., Tanaka-Oda, A. and Ichie, T., Vertical changes in leaf ecophysiological traits in diverse tropical rainforest tree species in Lambir Hills National Park in Sarawak, *Proceedings of the symposium on Frontier in Tropical Forest Research: Progress in Joint Projects between the Forest Department Sarawak and the Japan Research Consortium for Tropical Forests in Sarawak*, 71-83, 2016.
- Kenzo, T., Ichie, T. and Kendawang, J. J., Allometric equations for accurate estimation of forest biomass in tropical logged-over and early successional secondary forests in Sarawak, Malaysia, *Proceedings of the symposium on Frontier in Tropical Forest Research: Progress in Joint Projects between the Forest Department Sarawak and the Japan Research Consortium for Tropical Forests in Sarawak*, 60-70, 2016.
- Kenzo, T., Ichie, T., Inoue, Y., Kendawang, J. J. and Chann, S., Wood density and water content in diverse species from lowland dipterocarp rainforest and dry dipterocarp forest, *Proceedings of the symposium on Frontier in Tropical Forest Research: Progress in Joint Projects between the Forest Department Sarawak and the Japan Research Consortium for Tropical Forests in Sarawak*, 94-103, 2016.
- Inoue, Y., Ichie, T., Kenzo, T., Yoneyama, A., Kumagai, T. and Nakashizuka, T., Effect of through-fall exclusion on leaf water use in the tropical canopy tree species, *Dryobalanops aromatica*, *Proceedings of the symposium on Frontier in Tropical Forest Research: Progress in Joint Projects between the Forest Department Sarawak and the Japan Research Consortium for Tropical Forests in Sarawak*, 104-113, 2016.

6-21 野口 拓郎（複合領域科学部門 准教授）

専門分野 地球化学

研究テーマ

「海底熱水鉱床に関する地球化学的研究」

学会誌等（査読あり）

- Kawagucci, S., Miyazaki, J., Noguchi, T., Okamura, K., Shibuya, T., Watsuji, T., Nishizawa, M., Watanabe, H., Okino, K., Takahata, N., Sano, Y., Nakamura, K., Shuto, A., Abe, M., Takaki, Y., Nunoura, T., Koonjul, M., Singh, M., Beedessee, G., Khishma, M., Bhoyroo, V., Bissessur, D., Kumar, L. S., Marie, D., Tamaki, K. and Takai, K., Fluid chemistry in the Solitaire and Dodo hydrothermal fields of the Central Indian Ridge, *Geofluids*, 16, 5, 988-1005, 2016.
- Makita, H., Kikuchi, S., Mitsunobu, S., Takaki, Y., Yamanaka, T., Toki, T., Noguchi, T., Nakamura, K., Abe, M., Hirai, M., Yamamoto, M., Uematsu, K., Miyazaki, J., Nunoura, T., Takahashi, Y. and Takai, K., Comparative Analysis of Microbial Communities in Iron-Dominated Flocculent Mats in Deep-Sea Hydrothermal Environments, *Applied and Environmental Microbiology*, 82, 19, 5741-5755, 2016.
- Yanagawa, K., Ijiri, A., Breuker, A., Sakai, S., Miyoshi, Y., Kawagucci, S., Noguchi, T., Hirai, M., Schippers, A., Ishibashi, J.-i., Takaki, Y., Sunamura, M., Urabe, T., Nunoura, T. and Takai, K., Defining boundaries for the distribution of microbial communities beneath the sediment-buried, hydrothermally active seafloor, *ISME J*, 11, 2, 529-542, 2017.

6-22 西尾 嘉朗（複合領域科学部門 准教授）

専門分野 同位体地球科学

研究テーマ

「地殻流体に関する研究」

学会誌等（査読あり）

- Araoka, D., Nishio, Y., Gamo, T., Yamaoka, K. and Kawahata, H., Lithium isotopic systematics of submarine vent fluids from arc and back-arc hydrothermal systems in the western Pacific, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 17, 10, 3835-3853, 2016.
- Fujinaga, K., Yasukawa, K., Nakamura, K., Machida, S., Takaya, Y., Ohta, J., Araki, S., Liu, H., Usami, R., Maki, R., Haraguchi, S., Nishio, Y., Usui, Y., Nozaki, T., Yamazaki, T., Ichiyama, Y., Ijiri, A., Inagaki, F., Machiyama, H., Iijima, K., Suzuki, K., Kato, Y., Kr, M. R. E. L. and Members, K. R. C., Geochemistry of REY-rich mud in the Japanese Exclusive Economic Zone around Minamitorishima Island, *Geochemical Journal*, 50, 6, 575-590, 2016.
- Iijima, K., Yasukawa, K., Fujinaga, K., Nakamura, K., Machida, S., Takaya, Y., Ohta, J., Haraguchi, S., Nishio, Y., Usui, Y., Nozaki, T., Yamazaki, T., Ichiyama, Y., Ijiri, A., Inagaki, F., Machiyama, H., Suzuki, K., Kato, Y. and KR13-02 Cruise Members, Discovery of extremely REY-rich mud in the western North Pacific Ocean, *Geochemical Journal*, 50, 6, 557-573, 2016.
- Kagoshima, T., Sano, Y., Takahata, N., Ishida, A., Tomonaga, Y., Roulleau, E., Pinti, D. L., Fischer, T. P., Lan, T., Nishio, Y., Tsunogai, U. and Guo, Z., Spatial and temporal variations of gas geochemistry at Mt. Ontake, Japan, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 325, 179-188, 2016.

6-23 櫻井 哲也 (複合領域科学部門 准教授)

専門分野 ゲノム情報科学**研究テーマ**

「藻類等の生命情報を網羅的に用いたゲノム研究」

学会誌等 (査読あり)

- Kurotani, A., Yamada, Y. and Sakurai, T., Alga-PrAS (Algal Protein Annotation Suite): A Database of Comprehensive Annotation in Algal Proteomes, *Plant and Cell Physiology*, 58, 1, e6-e6, 2017.
- Maruyama, K., Ogata, T., Kanamori, N., Yoshiwara, K., Goto, S., Yamamoto, Y. Y., Tokoro, Y., Noda, C., Takaki, Y., Urawa, H., Iuchi, S., Urano, K., Yoshida, T., Sakurai, T., Kojima, M., Sakakibara, H., Shinozaki, K. and Yamaguchi-Shinozaki, K., Design of an optimal promoter involved in the heat-induced transcriptional pathway in Arabidopsis, soybean, rice and maize, *The Plant Journal*, 89, 4, 671-680, 2017.
- Mochida, K., Sakurai, T., Seki, H., Yoshida, T., Takahagi, K., Sawai, S., Uchiyama, H., Muranaka, T. and Saito, K., Draft genome assembly and annotation of *Glycyrrhiza uralensis*, a medicinal legume, *The Plant Journal*, 89, 2, 181-194, 2017.
- Nomura, T., Sakurai, T., Osakabe, Y., Osakabe, K. and Sakakibara, H., Efficient and Heritable Targeted Mutagenesis in Mosses Using the CRISPR/Cas9 System, *Plant and Cell Physiology*, 57, 12, 2600-2610, 2016.
- Takahagi, K., Uehara-Yamaguchi, Y., Yoshida, T., Sakurai, T., Shinozaki, K., Mochida, K. and Saisho, D., Analysis of single nucleotide polymorphisms based on RNA sequencing data of diverse bio-geographical accessions in barley, *Scientific Reports*, 6, 33199, 2016.
- Utsumi, Y., Tanaka, M., Kurotani, A., Yoshida, T., Mochida, K., Matsui, A., Ishitani, M., Sraphet, S., Whankaew, S., Asvarak, T., Narangajavana, J., Triwitayakorn, K., Sakurai, T. and Seki, M., Cassava (*Manihot esculenta*) transcriptome analysis in response to infection by the fungus *Colletotrichum gloeosporioides* using an oligonucleotide-DNA microarray, *Journal of Plant Research*, 129, 4, 711-726, 2016.

6-24 藤内 智士 (理学部門 助教)

専門分野 構造地質学**研究テーマ**

「岩石の変形および地殻変動に関する研究」

学会誌等 (査読あり)

- Tonai, S., Ito, S., Hashimoto, Y., Tamura, H. and Tomioka, N., Complete ⁴⁰Ar resetting in an ultracataclite by reactivation of a fossil seismogenic fault along the subducting plate interface in the Mugi Mélange of the Shimanto accretionary complex, southwest Japan, *Journal of Structural Geology*, 89, 19-29, 2016.

その他の雑誌・報告書（査読なし）

Heuer, V. B., Inagaki, F., Morono, Y., Kubo, Y., Maeda, L. and Expedition 370 Scientists, International Ocean Discovery Program Expedition 370 Preliminary Report: Temperature Limit of the Deep Biosphere off Muroto, *International Ocean Discovery Program*, 29, 2016.

6-25 ULANOVA, Dana（複合領域科学部門 助教）

専門分野 分子微生物学

研究テーマ

「海底に存在する微生物とその二次代謝産物に関する研究」

学会誌等（査読あり）

Locatelli, F. M., Goo, K.-S. and Ulanova, D., Effects of trace metal ions on secondary metabolism and the morphological development of streptomycetes, *Metallomics*, 8, 5, 469-480, 2016.

6-26 田中 秀則（複合領域科学部門 特任助教）

専門分野 有機合成化学, 糖鎖工学, バイオマス化学

研究テーマ

「有機合成化学的手法による海洋性バイオマス資源の利活用に関する研究」

「無保護合成法を基盤とする生理活性物質の高効率合成」

学会誌等（査読あり）

Tanaka, H., Hamaya, Y. and Kotsuki, H., A Direct Method for β -Selective Glycosylation with an N-Acetylglucosamine Donor Armed by a 4-O-TBDMS Protecting Group, *Molecules*, 22, 3, 429, 2017.

6-27 眞中 卓也（ポスドク研究員）

専門分野 生物地球化学

研究テーマ

「海底マンガン鉱床に関する研究」

7 研究活動

7-1 研究費受け入れ状況

(1) 特別運営費交付金対象事業費

代表

・機能強化促進経費

研究課題：地球掘削科学共同利用・共同研究拠点の機能強化と国際化

研究期間：平成28-33年度

研究代表者：池原 実

研究経費：19,957千円

・特別教育研究経費

(平成28年度防災推進センタープロジェクト経費)

研究課題：砂箱実験を用いた間欠的地殻変動の定量的理解

研究期間：平成28年度

研究代表者：藤内 智士

研究経費：212千円

・特別教育研究経費

(平成28年度防災推進センタープロジェクト経費)

研究課題：K-Ar年代を用いたプレート収束帯地質境界断層の地震活動特性の解明

研究期間：平成28年度

研究代表者：藤内 智士

研究経費：1,580千円

・機能強化経費

(機能強化促進分)

研究課題：4次元統合黒潮圏資源学の創成

研究期間：平成28-33年度

研究代表者：徳山 英一

研究分担者：村山 雅史, 白井 朗, 津田 正史, 岡村 慶, 岩井 雅夫, 池原 実, 氏家 由利香, ほか

研究経費：3,098千円

分担 (研究経費については掲載せず)

・特別経費 (プロジェクト分)

研究課題：レアメタル戦略グリーンテクノロジー創出への学際的教育研究拠点の形成

研究期間：平成25-29年度

研究代表者：上田 忠治 (農林海洋科学部)

研究分担者：白井 朗, 村山 雅史, 橋本 善孝, ほか

・特別経費 (プロジェクト分)

研究課題：海洋性藻類を中心とした地域バイオマスファイナリーの実現に向けた新技術の創出

研究期間：平成28年度

研究代表者：恩田 歩武 (理学部)

研究分担者：足立 真佐雄

(2) 学内競争資金

・研究拠点プロジェクト (学長裁量経費)

研究課題：地球探求拠点：海洋と陸域に記録された環境・地震・レアメタルの過去・現在・未来

研究期間：平成28-33年度

研究代表者：池原 実

研究分担者：岩井 雅夫, 山本 裕二, 村山 雅史, 藤内 智士, 野口 拓郎, ほか

研究経費：270千円

・学内拠点形成支援プログラム (学長裁量経費)

研究課題：海洋微生物資源を用いた生命・創薬研究拠点の形成

研究期間：平成28年度

研究代表者：ULANOVA, Dana

研究分担者：津田 正史, 櫻井 哲也, 田中 秀則, ほか

研究経費：1,500千円

・自然科学系サブプロジェクト

研究課題：バイオマス～TOSA, 熱帯・亜熱帯性魚毒の原因となる微生物の発生状況ならびに発生条件の解明

研究期間：平成28年度

研究代表者：足立 真佐雄

研究経費：560千円

(3) 科学研究費補助金

代表

・新学術領域研究 (研究領域提案型)

研究課題：多元素同位体指標を用いた西南日本前弧の海底泥火山流体の起源の解明

研究期間：平成27-28年度

研究代表者：西尾 嘉朗

研究経費：3,380千円

・基盤研究 (B)

研究課題：「黒田郡」水没伝承の科学的解明－歴史南海地震の時空規模の推定

研究期間：平成28-30年度

研究代表者：徳山 英一

研究分担者：山本 裕二, 村山 雅史

研究経費：8,710千円

- **基盤研究 (B)**
 研究課題：動的磁化率の測定と応用：線形応答理論にもとづく新しい磁化率解析法
 研究期間：平成27-29年度
 研究代表者：小玉 一人
 研究分担者：山本 裕二
 研究経費：1,690千円
- **基盤研究 (B)**
 研究課題：低逆転頻度期の古地球磁場強度長期連続変動の解明—外核プロセスへの新たな制約
 研究期間：平成28-31年度
 研究代表者：山本 裕二
 研究分担者：小玉 一人
 研究経費：8,320千円
- **基盤研究 (B)**
 研究課題：沈み込み帯の地震サイクルに伴う古応力の変化と弾性歪・破壊組織の定量的対比
 研究期間：平成27-30年度
 研究代表者：橋本 善孝
 研究経費：平成28年度：3,900千円
- **基盤研究 (B)**
 研究課題：シガテラの発生機構解明を目指して—水深10m以深に発生する原因藻の生理・生態
 研究期間：平成27-30年度
 研究代表者：足立 真佐雄
 研究経費：4,290千円
- **基盤研究 (C)**
 研究課題：グローバル～ナノスケールで解き明かす海底マンガングラスト・マンガング塊の地球科学
 研究期間：平成28-30年度
 研究代表者：白井 朗
 研究経費：2,300千円
- **基盤研究 (C)**
 研究課題：浮遊性有孔虫の新規環境指標の確立：遺伝子・安定同位体・形態の複合解析から
 研究期間：平成26-28年度
 研究代表者：氏家 由利香
 研究経費：平成28年度：1,790千円
- **基盤研究 (C)**
 研究課題：植物プランクトンのブルーミングの起源
 研究期間：平成28-30年度
- 研究代表者：山口 龍彦
 研究経費：1,300千円
- **基盤研究 (C)**
 研究課題：海洋渦鞭毛藻からの細胞増殖制御物質の探索と開発
 研究期間：平成27-29年度
 研究代表者：津田 正史
 研究経費：平成28年度：195千円
- **基盤研究 (C)**
 研究課題：高速配列決定技術を用いたコケ植物の金属元素耐性等有用形質に関するオミクス解析
 研究期間：平成27-29年度
 研究代表者：櫻井 哲也
 研究経費：2,600千円
- **挑戦的萌芽研究**
 研究課題：古地球磁場強度研究の新試料の開拓：海底堆積物中の火山ガラス
 研究期間：平成27-29年度
 研究代表者：山本 裕二
 研究分担者：村山 雅史
 研究経費：1,300千円
- **挑戦的萌芽研究**
 研究課題：珪藻感染性ウイルスに由来する超高度発現型新奇プロモーターの分離
 研究期間：平成27-28年度
 研究代表者：足立 真佐雄
 研究経費：1,040千円
- **若手研究 (B)**
 研究課題：放線菌における休眠生成遺伝子の発現に向けて効率的な培養方法の確立
 研究期間：平成28-30年度
 研究代表者：ULANOVA, Dana
 研究経費：1,300千円
- **研究活動スタート支援**
 研究課題：マイクロマンガングジュールの成因による分別：古海洋環境復元を目指して
 研究期間：平成28-29年度
 研究代表者：眞中 卓也
 研究経費：1,560千円
- **特別研究員奨励費**
 研究課題：海底堆積物内の微小空間可視化解析による地下微生物の地質学的生息限界の探究
 研究期間：平成26-28年度
 研究代表者：浦本 豪一郎

研究経費：1,560千円

・国際共同研究加速基金（国際共同研究強化）

研究課題：沈み込み帯の地震サイクルに伴う古応力の変化と弾性歪・破壊組織の定量的対比

研究期間：平成27-29年度

研究代表者：橋本 善孝

研究経費：3,380千円

分担（研究経費については掲載せず）

・新学術領域研究（研究領域提案型）

研究課題：地殻ダイナミクスー東北沖地震後の内陸変動の統一的理解ー

研究期間：平成27-30年度

研究代表者：飯尾 能久（京都大学）

研究分担者：藤内 智士

・新学術領域研究（研究領域提案型）

研究課題：スロー地震の地質学的描像と摩擦・水理特性の解明

研究期間：平成27-31年度

研究代表者：氏家 恒太郎（筑波大学）

研究分担者：橋本 善孝

・基盤研究（S）

研究課題：時空間的探索による一酸化炭素資化菌の包括的研究とその応用基盤の構築

研究期間：平成28-32年度

研究代表者：左子 芳彦（京都大学）

研究分担者：安田 尚登

・基盤研究（A）

研究課題：過去1,000万年間の長期的な地磁気変動の解明

研究期間：平成28-29年度

研究代表者：山崎 俊嗣（東京大学）

研究分担者：山本 裕二

・基盤研究（A）

研究課題：新指標による遺跡の年代測定：考古地磁気方位・強度永年変化標準曲線の確立

研究期間：平成28-30年度

研究代表者：大野 正夫（九州大学）

研究分担者：山本 裕二

・基盤研究（A）

研究課題：海洋環境・生態系を理解するための重金属安定同位体海洋化学の育成

研究期間：平成27-30年度

研究代表者：宗林 由樹（京都大学）

研究分担者：村山 雅史

・基盤研究（A）

研究課題：数百～数千年スケールの東アジアモンスーン変動の出現時期，時代変化とその制御要因

研究期間：平成28-30年度

研究代表者：多田 隆治（東京大学）

研究分担者：村山 雅史

・基盤研究（A）

研究課題：アブラヤシ農園の拡大が東南アジア熱帯林の水・炭素循環に与えるインパクト

研究期間：平成27-30年度

研究代表者：熊谷 朝臣（名古屋大学）

研究分担者：市榮 智明

・基盤研究（A）

研究課題：開花遺伝子発現量と土壌・植物養分条件の統合分析による一斉開花機構の解明

研究期間：平成26-28年度

研究代表者：佐竹 暁子（九州大学）

研究分担者：市榮 智明

・基盤研究（A）

研究課題：気候システムにおける氷床変動の役割の解明

研究期間：平成25-28年度

研究代表者：横山 祐典（東京大学）

研究分担者：池原 実

・基盤研究（A）

研究課題：地球史海洋底断面復元プロジェクト：太古代から原生代への環境大変動解明

研究期間：平成25-29年度

研究代表者：清川 昌一（九州大学）

研究分担者：池原 実

・基盤研究（A）

研究課題：別府湾柱状堆積物の解析にもとづく過去8,000年間の太平洋十年規模変動の復元

研究期間：平成28-29年度

研究代表者：山本 正伸（北海道大学）

研究分担者：池原 実

・基盤研究（B）

研究課題：最終氷期以降の太平洋子午面循環と気候変動

研究期間：平成28-29年度

研究代表者：岡崎 裕典（九州大学）

研究分担者：池原 実

・基盤研究（B）

研究課題：ガーナ国ボルタ川流域におけるイネのモレキュラーモニタリング
研究期間：平成27-31年度
研究代表者：圓山 恭之進（国立研究開発法人 国際農林水産業研究センター）
研究分担者：櫻井 哲也

・基盤研究（C）

研究課題：SIMS分析による海底プラチナ資源生成環境の解明
研究期間：平成27-29年度
研究代表者：森下 祐一（静岡大学）
研究分担者：白井 朗

・基盤研究（C）

研究課題：東南アジアの熱帯山地林と低地熱帯雨林樹木の高湿・乾燥耐性の解明
研究期間：平成28-30年度
研究代表者：田中 憲蔵（国立研究開発法人 森林総合研究所）
研究分担者：市榮 智明

・挑戦的萌芽研究

研究課題：三次元形状復元技術による南海地震津波碑の判読：歴史地震研究と防災教育への活用
研究期間：平成27-28年度
研究代表者：谷川 亘（国立研究開発法人 海洋研究開発機構）
研究分担者：浦本 豪一郎

・挑戦的萌芽研究

研究課題：縞状堆積物のバイオマーカーイメージングによる超高時間分解古気候復元
研究期間：平成27-28年度
研究代表者：井尻 暁（国立研究開発法人 海洋研究開発機構）
研究分担者：池原 実

(4) 受託研究

代表

・国立研究開発法人産業技術総合研究所

研究課題：地質学的分類に基づく貯留層特性の実践的評価
研究期間：平成28年度
研究代表者：安田 尚登
研究経費：2,800千円

・内閣府戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)次世代海洋資源調査技術(海のジパング計画)「既存事業の充実にに向けた取組み」

研究課題：潜頭性熱水鉱床の規模・品位探査に資

する物理化学・生物観測技術の創出

研究期間：平成27-29年度
研究代表者：岡村 慶
研究経費：70,900千円

・「次世代農林水産業創造技術」(アグリイノベーション創出)

研究課題：未利用藻類の高度利用を基盤とする略型次世代水産業の創出に向けた研究開発
研究期間：平成28年度
研究代表者：足立 真佐雄
研究経費：6,500千円

・住鉱資源開発株式会社

研究課題：深海底資源基礎調査事業に係るコバルトリッチクラスト岩石コア試料解析
研究期間：平成28年度
研究代表者：白井 朗
研究経費：1,200千円

・国立研究開発法人 海洋研究開発機構

研究課題：レアメタルを含む海底マンガニ鉱床の多様性に関する地球科学的研究
研究期間：平成27-29年度
研究代表者：白井 朗
研究分担者：村山 雅史, 池原 実, 山本 裕二, 岡村 慶, 西尾 嘉朗, 眞中 卓也
研究経費：15,970千円

・(株)ダイヤコンサルタントジオエンジニアリング事業本部

研究課題：海上ボーリングコアに関する学術研究補助金
研究期間：平成28年度
研究代表者：徳山 英一
研究経費：1,550千円

・日本学術振興会・二国間交流事業 オープンパートナーシップセミナー

研究課題：有用天然物の効率的探索に向けた革新的技術ワークショップ
研究期間：平成28年度
研究代表者：ULANOVA, Dana
研究経費：2,600千円

分担（研究経費については掲載せず）

・農林水産技術会議委託プロジェクト研究（気候変動対応関連）

研究課題：有害プランクトンに対応した迅速診断技術の開発，包括課題
研究期間：平成28年度
研究代表者：長崎 慶三（農林海洋科学部）

研究分担者：足立 真佐雄

・農林水産技術会議委託プロジェクト研究
(気候変動対応関連)

研究課題：有害プランクトンに対応した迅速診断技術の開発，個別課題

研究期間：平成28年度

研究代表者：長崎 慶三（農林海洋科学部）

研究分担者：足立 真佐雄

・国立研究開発法人 海洋研究開発機構

研究課題：鉱床モデルの構築に向けた熱水化学反応の解明

研究期間：平成28年度

研究代表者：石橋 純一郎（九州大学）

研究分担者：野口 拓郎

・温暖化適応・異常気象対応のための研究開発，農林水産省

研究課題：温暖化の進行に適応する品種・育種素材の開発

研究期間：平成27-31年度

研究代表者：圓山 恭之進（国立研究開発法人 国際農林水産業研究センター）

研究分担者：櫻井 哲也

(5) 共同研究

・文部科学省科学技術人材育成費補助事業・女性研究者研究活動支援事業（連携型）

研究課題：四国南海域における有殻プランクトンの多様性および生態調査

研究期間：平成28年度

研究代表者：氏家 由利香

研究分担者：萩野 恭子

研究経費：250千円

・株式会社ユーグレナ

研究課題：高発現型新奇遺伝子導入法によるフコキサンチン大量生産海産珪藻の創製

研究期間：平成28年度

研究代表者：足立 真佐雄

研究経費：500千円

・エフコン株式会社

研究課題：海洋観測に資する海中現場観測機器

研究期間：平成28年度

研究代表者：岡村 慶

研究分担者：野口 拓郎

研究経費：432千円

・ロックゲート（株）

研究課題：1K及びサブケルビン領域用クライオスタットの開発

研究期間：平成28-31年度

研究代表者：西岡 孝

研究経費：110千円

・独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構

研究課題：東部南海トラフ海域のコア試料を用いた年代推定の精度向上に関する研究

研究期間：平成28年度

研究代表者：安田 尚登

研究経費：3,980千円

・桂精機製作所共同研究・株式会社桂精機製作所

研究課題：ガスもしくはガス改質燃料を用いた園芸ハウスの統合環境制御機の開発

研究代表者：安田 尚登

研究経費：3,500千円

(6) 助成金

・国際研究集会助成金

研究課題：バイオマーカーの分子・同位体組成から読み解く有機地球化学 (Biomarker and Molecular Isotopes, International Workshop of Organic Geochemistry)

研究期間：平成28年度

研究代表者：池原 実

研究経費：1,000千円

・藤原ナチュラリストリー振興財団 第24回学術研究助成（地学）

研究課題：深海生物の性の化石記録

研究期間：平成28年度

研究代表者：山口 龍彦

研究経費：305千円

・アイスランド大学 渡邊信託基金奨学金

研究課題：アイスランドのLundarhals地域に分布する溶岩からの古地磁気試料採取

研究代表者：山本 裕二

研究経費：430千円

(7) 奨学寄附金

・ニッセイ財団 若手研究・奨励研究助成

研究課題：ケヤキの環境応答メカニズムと地理的変異に関する統合的解析研究

研究期間：平成27-28年度

研究代表者：市榮 智明

研究経費：416千円

・桂精機製作所学術研究助成金・株式会社桂精機製作所

研究課題：高知大学 教育研究部自然科学系理学部 安田教授の研究全般に対する助成

研究期間：平成28年度
研究代表者：安田 尚登
研究経費：1,500千円

・日鉄鉱コンサルタント

研究課題：岩石磁気研究
研究期間：平成28年度
研究代表者：小玉 一人
研究経費：500千円

(8) 委託研究

代表

・J-DESC, IODP航海後支援経費

研究課題：Exp.355新生代におけるヒマラヤ山脈とアラビアモンスーン発達史・相互作用の解明
研究期間：平成28年度
研究代表者：岩井 雅夫
研究経費：659千円

分担（研究経費については掲載せず）

・文部科学省委託事業「海洋資源利用促進技術開発プログラム」

研究課題：海洋鉱物資源広域探査システム開発
研究期間：平成25-29年度
研究代表者：浅田 昭
研究分担者：岡村 慶
研究経費：18,700千円

(9) 研究助成

・大学共同利用機関法人 人間文化研究機構 総合地球環境学研究所 実践プロジェクト 予備研究（実践FS2）

研究課題：東南アジアの熱帯雨林に埋蔵される知的資源の効果的活用－生物多様性がもたらす非金銭的利益－

研究期間：平成28年度
研究代表者：市榮 智明
研究経費：4,000千円

・日本科学協会 平成28年度笹川科学研究助成

研究課題：海藻ヒトエグサに含まれる生物活性硫酸化多糖の化学合成と構造活性相関研究

研究期間：平成28年度
研究代表者：田中 秀則
研究経費：600千円

(10) 委託事業

・四万十市

研究課題：天然スジアオノリの生産量アップの実証実験事業
研究期間：平成25-28年度
研究代表者：平岡 雅規
研究分担者：岡村 慶
研究経費：400千円

(11) その他

・二国間共同研究 韓国との共同研究（NRF）

研究課題：アラビア海モンスーンの第四紀後期における強度変動：堆積物供給源と生物生産量の変動
研究期間：平成28-29年度
研究代表者：池原 実
研究経費：1,090千円

7-2 乗船研究航海実績

(1) 国際深海科学掘削計画（IODP）研究航海

・IODP Exp. 370（ちきゅう，海洋研究開発機構）

（平成28年9月13日－11月11日，清水－高知）

[研究課題] 室戸沖限界生命圏掘削調査

[海 域] 室戸沖

[乗 船 者] 藤内 智士

(2) 国内研究船による研究航海

・KS-16-J05（新青丸，海洋研究開発機構）

（平成28年4月18日－23日，横須賀－横須賀）

[研究課題] 伊豆小笠原海域における海底熱水活動探査

[海 域] 伊豆小笠原

[乗船者] 岡村 慶

・KR16-13 (かいいい, 海洋研究開発機構)

(平成28年10月8日-23日, 横須賀-サイパン)

[研究課題] 拓洋第5海山におけるコバルトリッチクラストの生成・成長過程の解明~ROV潜航調査とレアメタル吸着・クラスト成長の現場実験~

[海 域] 拓洋第5海山・海形海山

[乗船者] 臼井 朗, 眞中 卓也, 清水 栄里, 山内 友里子

・KH-16-05 (白鳳丸, 海洋研究開発機構)

(平成28年11月1日-8日, 高知-高知)

[研究課題] ターミナル海盆の堆積記録による南海トラフの地震活動の研究

[海 域] 日向灘, 南海トラフ

[乗船者] 村山 雅史, 河田 晃靖

・KH-16-06 (白鳳丸, 海洋研究開発機構)

(平成28年11月11日-28日, 高知-横須賀)

[研究課題] 北部九州-パラオ海嶺の海底下地質構造解析 (IODPプロポーザル事前調査) 及び黒潮大蛇行変遷史の復元と黒曜石考古学との関連探究

[海 域] 伊豆小笠原, 四国海盆, 九州-パラオ海嶺

[乗船者] 池原 実, 氏家 由利香, 佐多 美香, 杉山 禎実, 泉 孟, 政岡 浩平

・SIP開発機器の実証試験 (第一開洋丸, 海洋エンジニアリング株式会社)

(平成29年1月4日-10日, 鹿児島-鹿児島)

[研究課題] SIP開発機器の実証試験

[海 域] 沖縄トラフ

[乗船者] 岡村 慶, 野口 拓郎

8 教育活動

8-1 担当講義一覧

講 義 名	担 当 教 員
共通教育・初年次科目	
学問基礎論（理学部）（分担）	岩井 雅夫, 池原 実, 藤内 智士, 岡村 慶 ほか
物質の科学（分担）	岡村 慶 ほか
課題探求実践セミナー（分担）	藤内 智士 ほか
大学基礎論（分担）	岩井 雅夫 ほか
課題探求実践セミナー（分担）	櫻井 哲也 ほか
学問基礎論（分担）	西尾 嘉朗, 足立 真佐雄, 市榮 智明 ほか
学問基礎論（農林海洋科学部）（分担）	津田 正史 ほか
学問基礎論（コース別）（分担）	津田 正史, 櫻井 哲也 ほか
情報処理	白井 朗 ほか
フィールドサイエンス実習	西尾 嘉朗
共通教育・教養科目	
地球と宇宙（分担）	白井 朗 ほか
地球科学入門（分担）	白井 朗, 岩井 雅夫, 藤内 智士 ほか
魚と食と健康（分担）	足立 真佐雄 ほか
自然環境と人間（分担）	足立 真佐雄 ほか
自然科学の歴史（分担）	西岡 孝 ほか
共通教育・基礎科目	
地球科学概論Ⅰ（物部キャンパス）	村山 雅史
地球科学概論Ⅰ（分担）	山本 裕二 ほか
地球科学概論Ⅱ	池原 実
基礎地学実験（分担：第1学期）	岩井 雅夫, 藤内 智士 ほか
基礎地学実験（分担：第2学期）	岩井 雅夫, 藤内 智士 ほか
化学概論Ⅰ	岡村 慶
森林と地球環境	市榮 智明 ほか
地球科学の基礎（分担）	白井 朗, 藤内 智士 ほか
地域の農林資源と環境科学（分担）	市榮 智明 ほか
地球化学入門	西尾 嘉朗
理学部・専門科目	
資源地学	白井 朗, 浦本 豪一郎, 中山 健
古地磁気学	小玉 一人, 山本 裕二
機器分析学	津田 正史
古海洋学	安田 尚登
海洋地質学	村山 雅史
海洋化学	岡村 慶
地球掘削科学	池原 実
ケーススタディⅠ（分担）	岩井 雅夫 ほか
ケーススタディⅢ（分担）	白井 朗 ほか
ケーススタディⅣ	小玉 一人, 池原 実, 山本 裕二, 村山 雅史
基礎ゼミナール（分担）	小玉 一人, 安田 尚登, 池原 実, 山本 裕二, 岩井 雅夫, 村山 雅史, 氏家 由利香 ほか

講 義 名	担 当 教 員
地球史環境科学 (分担)	安田 尚登 ほか
層位古生物学実習 (分担)	岩井 雅夫, 池原 実, 山本 裕二, 村山 雅史
地球科学英語ゼミナール	白井 朗
専門地球科学実験Ⅰ (分担)	藤内 智士 ほか
専門地球科学実験Ⅱ (分担)	白井 朗 ほか
層位学	岩井 雅夫
卒業研究 (分担)	岩井 雅夫, 池原 実, 藤内 智士 ほか
野外巡検Ⅰ (分担)	白井 朗, 岩井 雅夫 ほか
物理科学実験ⅠA (分担)	西岡 孝 ほか
物理科学実験Ⅱ (分担)	西岡 孝 ほか
固体物理学Ⅰ・Ⅱ	西岡 孝
物理科学演習Ⅱ (分担)	西岡 孝 ほか
物理科学基礎ゼミナール(分担)	西岡 孝
野外調査法 (分担)	藤内 智士 ほか
災害科学 (分担)	藤内 智士 ほか
災害調査法 (分担)	藤内 智士 ほか
基礎ゼミナール (災害科学) (分担)	藤内 智士 ほか
専門地球科学実験Ⅰ (分担)	藤内 智士 ほか
自然災害調査実習	藤内 智士 ほか
災害科学ケーススタディ	藤内 智士 ほか
災害科学課題演習 (分担)	藤内 智士 ほか
構造地質学	藤内 智士
農学部・専門科目	
科学英語Ⅱ (分担)	足立 真佐雄 ほか
水族環境学	足立 真佐雄
水族環境学実験 (分担)	足立 真佐雄 ほか
分子生物学実験 (分担)	足立 真佐雄 ほか
海洋観測実習 (分担)	足立 真佐雄 ほか
環境微生物工学	足立 真佐雄
フィールドサイエンス実習 (分担)	足立 真佐雄 ほか
卒業論文演習Ⅰ・Ⅱ	足立 真佐雄
卒業論文演習Ⅰ・Ⅱ	市榮 智明
樹木学実習	市榮 智明
森林保護学	市榮 智明
熱帯林業論 (分担)	市榮 智明 ほか
フィールドサイエンス実習 (分担)	市榮 智明 ほか
海外フィールドサイエンス実習Ⅰ(分担)	市榮 智明 ほか
栽培学 (分担)	市榮 智明 ほか
森林生産技術実習 (分担)	市榮 智明 ほか
植物生理学 (分担)	市榮 智明 ほか
外国書購読Ⅰ・Ⅱ (分担)	市榮 智明 ほか
海外課題研究	市榮 智明
海外課題研究演習Ⅰ・Ⅱ	市榮 智明
第1学期・集中	
樹病学実験	市榮 智明 ほか

講 義 名	担 当 教 員
修士課程	
海洋鉱物資源科学特論	徳山 英一
地球惑星電磁気学特論	小玉 一人, 山本 裕二
天然有機分子特論	津田 正史
活性天然有機分子特論	津田 正史
海洋変遷史学特論	安田 尚登
同位体地球科学特論	村山 雅史
古海洋学特論	池原 実
水圏環境化学特論	岡村 慶
理学ゼミナールⅡ	池原 実
応用理学ゼミナールⅠ・Ⅱ	藤内 智士 ほか
自然環境科学ゼミナールⅠ・Ⅱ (分担)	小玉 一人, 安田 尚登, 岩井 雅夫, 池原 実, 山本 裕二, 村山 雅史 ほか
微古生物学特論	岩井 雅夫
理学ゼミナールⅠ・Ⅱ	小玉 一人, 安田 尚登, 池原 実, 岩井 雅夫, 村山 雅史, 氏家 由利香 ほか
理学特別研究	岩井 雅夫 ほか
応用理学ゼミナールⅠ・Ⅱ (分担)	藤内 智士 ほか
応用理学実習Ⅰ (分担)	藤内 智士 ほか
地質構造解析特論	藤内 智士
資源地学特論	白井 朗
資源地学序論	白井 朗
海洋環境変遷史学特講	安田 尚登
磁性物理学特論	西岡 孝
理学特別研究	西岡 孝
理学ゼミナールⅠ・Ⅱ	西岡 孝
研究プレゼンテーション技法Ⅰ・Ⅱ (分担)	足立 真佐雄 ほか
農学実験・調査Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ (分担)	足立 真佐雄
科学実験計画法	足立 真佐雄
科学論文作成法	足立 真佐雄
水族環境学演習Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ・Ⅳ (分担)	足立 真佐雄 ほか
水族環境学特論Ⅰ	足立 真佐雄
熱帯樹木生理生態学特別演習	市榮 智明
熱帯樹木生理生態学特論	市榮 智明
研究プレゼンテーション技法Ⅰ・Ⅱ (分担)	市榮 智明 ほか
国際支援学特別セミナーⅠ・Ⅱ・Ⅲ・Ⅳ (分担)	市榮 智明 ほか
海外フィールドサイエンス特別実習Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ・Ⅳ (分担)	市榮 智明 ほか
科学実験計画法	市榮 智明
科学論文作成法	市榮 智明
AAP 生物資源管理研究計画法	足立 真佐雄
AAP 生物資源管理実験・調査Ⅰ	足立 真佐雄
AAP 生物資源管理特別演習Ⅰ	足立 真佐雄
博士課程	
海洋底変動学特論 (分担)	小玉 一人 ほか

講 義 名	担 当 教 員
海洋環境変遷学特論	村山 雅史
古海洋生物学特論	岩井 雅夫
地球環境システム学特論	池原 実
水域環境動態化学特論	岡村 慶
海底鉱床形成学特論	白井 朗
強相関電子物理学特論	西岡 孝
熱帯樹木生理生態学特別演習	市榮 智明
熱帯樹木生理生態学特論	市榮 智明
研究プレゼンテーション技法Ⅰ・Ⅱ (分担)	市榮 智明 ほか
国際支援学特別セミナーⅠ・Ⅱ・Ⅲ・Ⅳ (分担)	市榮 智明 ほか
海外フィールドサイエンス特別実習Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ・Ⅳ (分担)	市榮 智明 ほか
科学実験計画法	市榮 智明
科学論文作成法	市榮 智明
黒潮圏総合科学特論 (分担)	西尾 嘉朗
農林海洋科学部・専門科目	
海洋ケミカルバイオロジー	津田 正史 ほか
フィールドサイエンス実習 (分担)	津田 正史 ほか

8-2 博士論文題目一覧

論 文 題 目	指導教員
中部・北西太平洋域の二重構造を有する海水起源-マンガンクラストの形成年代と古海洋環境-	白井 朗

8-3 修士論文題目一覧

論 文 題 目	指導教員
メタンハイドレートコアにおける岩相とその物理特性に関する研究	安田 尚登
浮遊性有孔虫群集と酸素同位体比に基づく本州南方黒潮流域におけるMIS 5からMIS 6の古環境変動	池原 実
最終氷期最寒期における黒潮蛇行に関する数値実験	池原 実
走査型SQUID顕微鏡を用いた鉄マンガンクラストの微細古地磁気層序	山本 裕二
海水中における二酸化炭素分圧の微量分析法の開発	岡村 慶
高温・高圧下における強磁性鉱物の磁化率測定	西岡 孝
本邦産付着性渦鞭毛藻 <i>Amphidinium</i> 属の動態ならびにその分子系統	足立 真佐雄
メランジュ内にみられるblock-in-matrix構造に関する研究：成因判別の新指標とブロック化メカニズム	藤内 智士

8-4 卒業論文題目一覧

論文題目	指導教員
土佐ばえ海盆の完新統-KY13-17航海コアの対比-	岩井 雅夫
磁性細菌の純粋培養と残留磁化獲得実験	山本 裕二
北西太平洋域「拓洋第5海山」の深海域に分布するマンガンクラストの微細構造と生成環境	白井 朗
マンガン団塊と堆積物コアの層序学的対比の試み：南太平洋ペンリン海盆の例	白井 朗
YbFe ₂ Al ₁₀ 型GdT ₂ Al ₁₀ , DyT ₂ Al ₁₀ (T=Fe, Ru) の磁性	西岡 孝
0.1W GM冷凍機による倒立型クライオスタット製作の試み	西岡 孝
正方晶 α -ThSi ₂ 型PrSi _{2-x} Al _x の試料作成と交流磁化率測定	西岡 孝
斜方晶La ₃ Al ₁₁ 型Pr ₃ Al ₁₁ のベクトル磁化測定	西岡 孝
底生性新奇有毒渦鞭毛藻 <i>Alexandrium</i> 属に特異的な定量PCR法の開発	足立 真佐雄
有毒渦鞭毛藻 <i>Proocentrum lima</i> 株の増殖能の検討	足立 真佐雄
有光層中部より発見された <i>Gambierdiscus</i> 属新奇種の <i>semi-quantitative</i> PCR法確立の試み	足立 真佐雄
フタバガキ科巨大高木種の葉のリン濃度に影響を及ぼす要因	市榮 智明
絶滅危惧種ビロードムラサキの生理生態特性	市榮 智明
高知県不寒冬山産地試験地における20年生ケヤキの成長に影響を与える要因	市榮 智明
マルチコプター撮影を用いた地層の構造解析:高知県室戸市黒耳海岸に露出する古第三系室戸層の例	藤内 智士
高知県室戸市羽根岬の古第三系室戸半島層群に見られる砕屑注入岩の分布と形成過程	藤内 智士
地球深部からの水みちとしての四国中央構造線	西尾 嘉朗 藤内 智士
堆積層の変形における粒子の形が与える効果-砂箱実験を用いた研究-	藤内 智士
砂箱実験で作ったクーロンウェッジのX線CT画像による構造解析	藤内 智士

8-5 非常勤講師

○村山 雅史

- ・香川大学 工学部「資源・エネルギー論」
- ・京都大学 化学研究所「2011東日本大震災後において浅海から深海までの海底で何が起こったのか？」
- ・愛媛県立宇和島南高等学校「農林水産資源と海底下微生物の世界」

○白井 朗

- ・高知県立高知南高等学校 科学の目から見た「海と私たちの暮らし」

○岩井 雅夫

- ・島根大学 理工学部 地球資源環境学科 地球資源環境学特論
- ・放送大学 高知学習センター ジオのリテラシー入門 (専門科目: 自然と環境)

9 マスコミ報道

報道日	報道機関名称	記事タイトル
<平成28年> 6月29日	文教速報	戸谷文科審議官が高知大を視察
7月8日	テレビ高知	イブニングKOCHI
	高知さんさんテレビ	SUNSUNみんなのニュース
7月9日	朝日新聞	隕石で海洋生物が大絶滅 証拠発見
	熊本日日新聞	2億1500万年前プランクトン大量絶滅
7月31日	高知新聞	2億年前 隕石で生物絶滅
9月27日	毎日新聞	130度での生物の生存 深部探査船「ちきゅう」調査
10月3日	毎日新聞	高円宮久子さま海洋センター視察
	読売新聞	久子さま 地層資料に関心 高知大海洋研究施設を見学
10月5日	高知新聞	高知大が「黒潮圏資源学」7日シンポジウム
10月8日	高知新聞	黒潮の恵み4次元で考察 高知大新資源学創設シンポジウム
10月16日	高知新聞	地震のメカニズム解説「ちきゅう」来高で講演会
10月20日	高知新聞	読もっか こども高知新聞 読もっか!?探検
	毎日新聞	地球深部探査船「ちきゅう」公開 来月12・13日、高知新港
11月10日	高知新聞	太古の黒潮大蛇行探れ 海底の堆積物採取
	毎日新聞	黒潮大蛇行「謎」迫る 房総半島沖へ学術航海
11月11日	読売新聞	黒潮の流れの謎迫る 産業に影響 気候変動関連
11月12日	高知新聞	海底下550メートルに微生物 「ちきゅう」室戸沖掘削終了
11月21日	文教ニュース	シンポジウム「4次元統合黒潮圏資源学」
	文教速報	高円宮妃殿下が高知大海洋コアセンターをご視察
11月30日	文教速報	4次元統合黒潮圏資源学の創成 高知大がキックオフシンポジウム
12月2日	文教速報	高知大「物部キャンパス一日公開」に多数の市民ら
12月5日	文教速報	「ちきゅう」による調査と一般公開
12月17日	高知新聞	四国形成の過程に迫る 高知大・藤内助教「ちきゅう」掘削に参加
12月16日	文教速報	地球深部探査船「ちきゅう」教員が海底調査、一般公開も（高知大）
12月21日	産経新聞	CO ₂ のメタン化に活躍の期待

太古の黒潮大蛇行探れ

高知大など

高知大学海洋コア総合研究センター(南国市物部)の池原実教授らのグループが、太古の黒潮の実像を解明する研究に取り組んでいる。海底の堆積物から過去の黒潮の流れや水温などを探る研究で、氷河期だった約2万年前以降の気候変動と黒潮の関係が明らかになる可能性がある。九州・四国沖から房総半島(千葉)沖までの広範囲で黒潮の変遷を探る研究は世界で初めて。グループは11日に高知市の高知港を研究船「白鳳丸」で出港する。(笹島康仁)

海底の堆積物採取 研究船あす出港



白鳳丸に乗る池原実教授と海底の堆積物を採る機械(高知市の高知港)



黒潮の流れと今回の主な海底調査地点

黒潮は東南アジアから日本近海に流れ込む世界最大規模の暖流。熱帯から膨大な熱と水蒸気を運ぶため、東アジアの気候に大きな影響を与えている。池原教授によると、黒潮は四国・本州南岸に沿って

東に直進する流れ(非大蛇行流路)と、途中で南下し(大蛇行流路)と、途中で南下し、東海地方周辺で再び本州に接する流れ(大蛇行流路)を周期的に繰り返している。2005年以降は非大蛇行が継続している。

今回の研究には高知大のほか東京大や九州大、中国や韓国の研究者ら計26人が参加。四国から関東の南方の海域を約2週間航海し、約10地点の水深2千〜3千メートルの海底から堆積物を採取する。池原教授は「今後温暖化が進んだ時の黒潮を予測する助けにもなる」と話す。

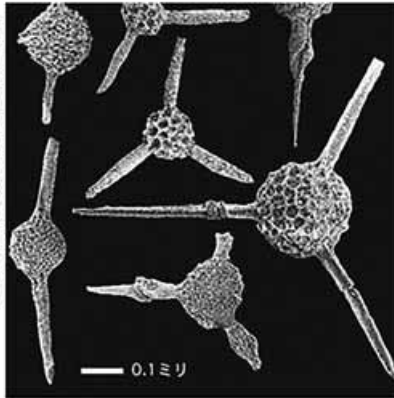
海底の砂や泥の粒子のサイズ、プランクトンの種類などから年代を特定し、それらの分布状況などから、約2万年前の最終氷期から現代に至る黒潮の流れや水温を推定する。温暖だった弥生時代は日本で稲作が発達しており、

隕石で海洋生物が大絶滅 証拠発見

今から約2億1500万年前(三疊紀後期)の巨大隕石の衝突によって、海洋生物の大規模な絶滅が起きた証拠を見つけたと熊本大や東京大、高知大などの研究チームが発表した。英科学誌サイエンス・フィジック・リポーツに8日、論文が掲載された。研究チームによると、この隕石は推定で直径3・3〜7・8キロ。恐竜絶滅の原因とされる6

熊本大など

2億1500万年前の化石



巨大隕石の衝突で絶滅したとみられる放散虫の化石(電子顕微鏡写真) 熊本大の尾上哲治准教授提供

6000万年前の天体衝突に次ぐ規模の環境変動が起きた可能性があるが、生態系への影響はよくわかっていなかった。研究チームは、岐阜県内にある三疊紀後期の地層を調査。海にすむ動物フランクトンで大きさが1ミリの以下「放散虫」の化石の数や種類を分析した。その結果、衝突前の地層から見つかった21種のうち18種が、隕石の衝突を機に絶滅していたという。放散虫は、ケイ素などでできた骨格をもつため化石が残りにやすく、こうした分析に適している。高知大の池原史教授(古海洋学)は、隕石衝突で気候が急変したり、海水の成分が大きく変わった可能性がある。熊本大の尾上哲治准教授(地質学)は「陸上も含めた生物全体にどんな影響を与えたのか、解明しなくては必要がある」と話す。(山本智之)

平成28年7月9日 朝日新聞

朝日新聞社 無断複製転載を禁じます。 著作権法並びに国際条約により保護されています。

四国形成の過程に迫る

室戸沖で9〜11月に行われた海洋研究開発機構の地球深部探査船「ちきゅう」の掘削航海に、高知大学理学部助教授の藤内智士さん(36)が、地方大学から唯一参加していた。地質学的に四国の形成過程を研究する藤内さんは「どういった地殻変動を経て今の高知県ができたのか、今回採取したコア(試料)が解明の一助になる」と分析を進めている。(小笠原敏浩)

高知大・藤内助教「ちきゅう」掘削に参加



「断層の活動時期を調べれば、四国形成のプロセスが分かる」と話す藤内智士さん(高知市朝倉の高知大学)

人の一人に選ばれ、乗船で分析にめどをつけた」が実現。掘削では、希望する部分のコアが採取できたという。県内には、数千万年前に起こったとみられるプレート型巨大地震の断層が高岡郡四万十町や中土佐町、須賀川と交錯。船上では、崎市に残されており、「今回、学際を超えた研究が行われる分析結果を基に、発生時期、ものすごく刺激になった」と藤内さん。「2〜3年したい」と話した。

藤内さんの専攻する構造地質学は「平たく言えば、日本列島がどうできたかを調べる研究。四国がある場所が約4億年前まで海だったが、地殻変動で隆起と沈降を重ねて今に至り、その過程を調べる手掛かりが断層となる。しかし、陸上に無数にある断層の年代を推定する方法は技術的に限られた状況だ」という。

その中で発表されたのが、今回の室戸掘削。生命圏の限界調査を主な調査目的としたが、南海トラフのプレートが沈み込む先端部を掘削する点に藤内さんは着目した。

「先端部(は)地殻変動が起き始めたばかりの、若い断層。加えて、室戸沖は過去の掘削歴から地層の素性も良く分かっている。この断層のコアを分析することが、古い断層の活動期を推し量る手法の開発につながる」という。

こうした考えを提案書にまとめ、乗船に応募したところ、世界各国から集まった研究員32人(日本人8

久子さま 地層試料に関心 高知大海洋研究施設を見学

四万十町で開催された第28回「星空の街・あおぞらの街」全国大会にあわせて来県した高円宮妃久子さま

は2日、南国市物部の高知大学海洋コア総合研究センターを訪れ、海底の地層試料「コア」などをご覧にな



海底の試料について説明を受けられる久子さま(南国市の高知大海洋コア総合研究センターで)

つた。徳山英一・同センター長の案内を受け、太平洋西部からインド洋にかけての海域で掘削されたコアが保管される大型の冷蔵施設などを約1時間半かけて見学された。

南極大陸近くの海底から採取された泥の映像がデジタル顕微鏡で映し出されると、久子さまは、泥に多く含まれる石英がきらきらと輝く様子に「きれいですね」と関心を示されていた。また、動物プランクトンの有孔虫の化石の映像を見て、「画面の中に何種類くらいのプランクトンがいるのですか」と興味深そうに質問をされていたという。

平成28年10月3日 読売新聞

高円宮妃久子さま海洋センター視察
「星空の街・あおぞらの街」全国大会に参加するため、来県された高円宮妃久子さまは2日、高知大海洋コア総合研究センター(南国市)を視察、帰京された。



高知大の池原実教授(右)から説明を受ける久子さま—南国市物部の高知大海洋コア総合研究センターで

で保管する保管庫などを視察。続いて研究に使用されている試料を見ながら、研究者が研究内容を説明した。

久子さまは池原実教授(古海洋学)が、各地で採取した砂の試料を顕微鏡で観察。透明なガラス質の火山灰や石英質の砂を見て「きれいですね」と話し、各地の試料や動物プランクトンの化石なども観察された。

紙面編集 小槌 大介

平成28年10月3日 毎日新聞



池原教授(海洋コア総合研究センター)から「コア試料」について説明を受ける戸谷文科審議官

省の戸谷文科審議官が去る6月2日と3日の両日、高知大学を訪問した。海洋コア総合研究センターでは、徳山英一海洋コア総合研究セン



脇口学長ら高知大幹部と懇談する戸谷文科審議官(左から2人目)

戸谷文科審議官が高知大を視察

一長、東垣海洋研究開発機構理事らの出迎えを受けた後、同センターで実施しているさまざまな研究の概要や成果などの説明を受けた。続いて、国際深海科学掘削計画(IODP)に基づき掘削された「コア試料」、世界に数十台しかない超高分解度同位体顕微鏡などの「先端分析機器」、世界で保管場所が3カ所しかない「コア保管庫」などを視察。各研究者からの説明に熱心に耳を傾け、説明内容について質問を寄せた。

また、脇口宏学長、執印太郎理事(研究・医療担当)、箱田規雄理事(財務・労務担当)との懇談では、学部の改組や昨年度発足した「地域協働学部」など高知大の特色ある取組等について、活発に意見を交わした。

医学部では、先端医療学推進センターで履修した学生の研究内容や次世代医療創造センターでの研究成果などに関して説明を受け、熱のこもった意見交換を行った。戸谷文科審議官の視察には、同省から坂場学術機関課補佐が同行した。



先端医療学推進センターで履修した学生から研究内容について説明を受ける戸谷文科審議官

平成28年6月29日
文教速報

文 教 ニ ュ ー ス

第2420号(第三種郵便物認可)平成28年11月21日(月曜日)

|| 高知大学 ||
シンボ「4次元統合黒潮圏資源学」



省学術研究調整官 石崎文科審議官



脇口学長

平成28年度から6ヶ年計画で開始した海洋資源の維持・管理・有効活用を包括的に研究するプロジェクト(4次元統合黒潮圏資源学)の趣旨・創成を略称「4次元黒潮資源学」の趣旨・目標を多くの人々に知ってもらうことを目的として実施されたもの。

200海里海域面積世界第6位の日本にお

いて、海洋の総合的管理と持続可能な開発にむけた体制構築は、喫緊の課題とされており、東南アジアから日本にかけての「黒潮圏」をケーススタディの場として、様々な時間尺度(4次元)で地域資源の評価・有効活用・マネジメントを体系化し人材育成を実践しようとするプロジェクトとして開始された。当日は、東アジア海域環境管理パートナーシップ(PEMSEA)の初代議長(Chunahang博士)もシンボジウムに参加し、学生・地域住民を含む総勢約120名が、講演や討論に耳を傾けた。

脇口宏学長の開会挨拶、文部科学省研究振興局学術機関課の石崎宏明学術研究調整官の来賓挨拶、プロジェクトリーダー徳山英一海洋コア総合研究センター長による趣旨説明の後、寺島紘土海洋政策研究所長の基調講演「海洋の開発利用、保全、管理を担う人事育成への期待」、プロジェクト各課題(課題1:海底鉱物資源、課題2:海洋生物資源、課題3:時空間資源環境変遷、課題4:総合的海洋管理教育プログラムICOM)担当者による講演がそれぞれ行われた。

平成28年11月21日
文教ニュース

平成28年度 高知大学海洋コア総合研究センター

共同利用・共同研究成果報告書

採択番号 16A001, 16B001

研究課題名 長野県, 中新世別所層と青木層に産する大サイズ苦灰石ノジュールおよび苦灰岩レンズ状層の成因

氏名・所属(職名) 石田 朋志・信州大学大学院 理工学系研究科 地球生物圏科学専攻(修士2年)

研究期間 H28/10/3-6, 11/7-11, 12/12-16

共同研究分担者組織 森清 寿郎(信州大学), 他 学生3名

【研究目的・期待される成果】

研究の意義と目的: 苦灰岩は世界各地に産出するけれども, サブカを除く現世の海洋では苦灰石の晶出が知られていないため, 大方の研究者は, 当初石灰岩として形成された岩石が, 苦灰岩化作用を受けて苦灰岩となったと考えている。しかし, 苦灰岩化作用の実体および苦灰岩の成因は, 現在でも完全に理解されていない(苦灰岩問題)。長野県の松本-上田地域に分布する中期中新世の別所層と青木層には, 長径1~2mに達する大サイズの苦灰石ノジュールや, 長さ数mに及ぶレンズ状層の産出が知られている。これらの苦灰岩は, 砕屑物質と苦灰石から成るので, 堆積物中で形成されたことは明らかであるが, 苦灰石の体積割合が非常に高いので, 堆積物のごく浅所, 海水起源間隙水と共存しつつ形成されたことが結論されている。したがって, 別所層・青木層に分布する大サイズ苦灰石ノジュール・レンズ状層の成因を明らかにすることは, 苦灰岩問題の解明に寄与できる可能性がある。

方法: 本研究では, 別所層と青木層に産する大サイズ苦灰石ノジュール・レンズ状層の炭素・酸素同位体比を多数求めることにより, これらの岩石の成因を研究する。

予想される成果: 大サイズ苦灰石ノジュール・レンズ状層の $\delta^{13}\text{C}$ は, 0~+10‰付近の海成石灰岩相当値から, 有機物の値である $\delta^{13}\text{C}$ -25‰前後まで, 連続的な値をとることを予想している。そのことは, 苦灰石の晶出が, 堆積物のごく浅所から始まる硫酸塩還元の前段階の進行によって, 間隙水における苦灰石成分の過飽和度の上昇に原因があることを示す。別所層に産する貝化石や玄能石が苦灰石化していないという事実とそれらの炭素・酸素同位体比も考慮することにより, 苦灰石ノジュール・レンズ状層の苦灰石は高Mg/Caの海水起源間隙水からの直接晶出であることを結論できる。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

長野県松本~上田地域に分布する中部中新統別所層には, 苦灰石, 菱鉄鉱, 方解石, 燐灰石, 黄鉄鉱などからなる極めて多種多様なノジュールが産出する。本研究では, ノジュール炭酸塩の炭素・酸素同位体比を基にして, 別所層炭酸塩ノジュールの成因の解明をめざした。別所層炭酸塩ノジュールの炭素・酸素同位体比は次のような特徴を持つことが明らかになった。①得られた同位体比全部を $\delta^{13}\text{C}$ 対 $\delta^{18}\text{O}$ 図にプロットすると, データ点は δC 14, δO 31‰ (vs. SMOW) 付近を起点として左下方に向かう幅を

もつ帯を形成している。その帯の左下端は δC -6, δO 20‰付近である。この δC 対 δO 図上で右上方から左下方に伸びる帯を, 別所アレイ(列)と名付ける。②別所アレイの右上端には, 苦灰石ノジュール(特に大型ノジュール)が分布する。③しかし苦灰石は, アレイの右上端(すなわち高 δC)から左下端(低 δC)までの全域に分布する。④菱鉄鉱は, アレイの中ほど, 中高 δC 域に分布する。⑤方解石はアレイの左下端, 低 δC 域に分布するものが多いが, そうでないものもある。⑥苦灰石-方解石共存試料では, 苦灰石が方解石よりも δC と δO が常に高く, 両鉱物の結線の傾きは, 別所アレイと平行である。⑦苦灰石-菱鉄鉱共存試料では, 菱鉄鉱の方が δC , δO ともに高い。結線は別所アレイと平行である。これら試料の苦灰石は低 δC 苦灰石である。⑧方解石-菱鉄鉱共存試料では, 菱鉄鉱の方が δC , δO とも高い。結線は別所アレイと平行である。

以上の同位体比データを, ノジュールの炭酸塩含有量(TCC%)や他のデータ(別所層ではメタン酸化起源石灰岩が分布すること, 緑泥石ノジュールの発見)も加えて考察した結果, 次の見解に至った。1) 別所アレイは, 別所層の炭酸塩ノジュールを生成した続成反応が, メタン発酵から有機物熱分解へと移行していることを表している。別所層堆積物中では, 表層付近においてもメタン発酵が起こっていた。アレイが示す δO 低下は埋没進行に伴う温度上昇の結果, δC 低下は有機物熱分解の進行の結果である。2) 高 δC 大型苦灰石ノジュールは, 堆積物表層付近で生成した。その高 δC という性質はメタン発酵のため, 晶出炭酸塩が苦灰石であるのは, 間隙水が高Mg/Caの海水であるためである。炭酸塩の晶出は, メタン発酵起源 CO_2 の間隙水への付加による炭酸塩過飽和度の上昇のためであろう。3) 堆積物埋没の進行とともに, 晶出する炭酸塩が苦灰石から方解石に変わった。そのことは, 自生緑泥石の晶出のため, 間隙水のMg/Ca比が低下した結果である。自生緑泥石の晶出は, 緑泥石ノジュールの産出から裏付けられる。4) 菱鉄鉱の晶出は, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ の還元の進行に加えて, 埋没初期に大型苦灰石ノジュールが生成したため, 間隙水中のCa, Mgイオンが枯渇した結果と推測される。なぜなら, 菱鉄鉱は別所アレイの中高 δC 域に分布するのに対し, 最高 δC を示す試料はすべて苦灰石であるからである。5) 苦灰石晶出量が多くなかった場合, 間隙水はMg, Caに富んだままである。そのため, 埋没が進行しても, 晶出する炭酸塩は苦灰石のままである。中~低 δC 苦灰石はこのようにして生成した。

採択番号 16A002, 16B002

研究課題名 地磁気と気候のリンク

氏名・所属(職名) 兵頭 政幸・神戸大学 内海域環境教育研究センター(教授)

研究期間 H28/4/20-22, 7/4-7, 9/12-14, 11/24-25, H29/2/13-18, 3/21-24

共同研究分担者組織 Balácz Bradák(神戸大学), 他 学生4名

【研究目的・期待される成果】

地磁気と気候への影響に関する研究は20世紀半ばから続く未解決の重要課題である。しかし、1996年に銀河宇宙線量と下雲量の正の相関(スベンスマルク効果)が発見され、この問題は新たな局面にきている。宇宙線と雲量の相関に関する研究は素粒子や宇宙線物理学の分野でも研究され、最近CERNでも実験が行われている。地球温暖化問題の解釈にも関係するため気候学の分野でも注目を浴びている。本研究は地質時代の気候を利用して、スベンスマルク効果が気候に影響を及ぼしたかを調べ、同効果の不偏性を検証するものである。

本研究では、地磁気の逆転、エクスカージョン、永年変化の詳細な磁場変化を復元し、古地磁気強度(銀河宇宙線量)と気候との相関を調べて、強度減少期に気候変化が起こった証拠を出す。また古地磁気学の基礎としてレスや湖沼・海成堆積物の岩石磁気の研究も行う。

地磁気強度減少期に寒冷化、降水量変化が起こることが期待される。得られる地磁気と気候の高解像度記録は、地球電磁気学や第四紀学の重要な基礎データとなる。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

水月湖年縞堆積物コア(FukuiSG14)の磁気分析により、過去20,000年間の地磁気永年変化を明らかにした。パススルー型超伝導磁力計を用いた交流消磁による古地磁気分析結果と、discrete試料の段階熱消磁実験による古地磁気分析結果は、原点に向かう初生磁化成分についてはほぼ一致した古地磁気方向を示すことが分かった。分析したコアに水月湖SG06コア年代モデルSG062012yrを用いて過去2万年間について誤差58yrBPで年代決定した。そして、高精度年代の地磁気永年変化曲線を得ることに成功した。同曲線は、日本の琵琶湖や中国のErhai Lakeから報告されている永年変化記録と1,000年スケールの特徴はほぼ一致することが分かった。さらに、100年スケールの特徴についてもいくつかは一致することが分かった。このことは、地磁気永年変化を使って、東アジアにおける他の地域の堆積物コアに水月湖SG06コア

年代モデルSG062012yrを提供できることを示唆する。

千葉セクションの上総層群のコアTB2の古地磁気データを補強するために、露頭で採取した定方位キューブ試料の古地磁気分析を行った。岩石磁気実験から、基本的にコアと同じ、マグネタイト、ヘマタイト、グレイタイトが磁化を担っていることが分かった。古地磁気方位も熱消磁の結果はコアのデータと一致する。交流消磁も一部を除いてほぼ一致することが分かった。今後、未測定試料の分析も進めて最終的に両データを合わせた海洋同位体ステージ(MIS)19の地磁気変動の標準データを作成する。そして、化学元素データ、環境磁気データ、酸素同位体データと比較して、地磁気と気候、海洋環境の関係を明らかにする。

中国黄土高原Lingtaiの岩石磁気分析により、土壌化生成磁性ナノ粒子の存在と粒径分布の関係を明らかにした。また、ハンガリーのPaksで採取したレス・古土壌の定方位試料の古地磁気分析を行った。岩石磁気実験により、マグネタイト、ヘマタイト、マグヘタイトが磁化を担っていることが分かった。段階熱消磁と段階交流消磁は基本的に同じ初生磁化成分を示すが、一部一致しない層準があった。それは、Matuyama-Brunhes地磁気逆転境界付近である。おそらく初生磁化成分に対し、高保磁力の二次磁化成分が卓越しているためと思われる。帯磁率が示す夏季モンスーン変動における同地磁気逆転境界の位置は、中国レスとほぼ一致することが分かった。今後、粒度分析も行って、冬季モンスーンとの層序関係も明らかにし、地磁気と気候の関係を解明していく。

その他の分析として、東北の津波堆積物の帯磁率異方性と岩石磁気分析を行った。その結果、2つのタイプの磁気構造の存在を明らかにした。一つは鱗状配列や回転を伴う高エネルギー応力場の環境、もう一つは流れのピークを越した重力に支配された静かな環境である。そして、津波の遡上過程とこれらがどのような関係にあるかを明らかにした。

採択番号 16A003, 16B003

研究課題名 プレート収束帯における島弧地殻変形に関する研究

氏名・所属(職名) 星 博幸・愛知教育大学 教育学部(准教授)

研究期間 H28/9/26-10/1, 11/4-7

共同研究分担者組織 学生6名

【研究目的・期待される成果】

西南日本の帯状地質配列は、伊豆弧衝突による地殻変形を受けて、本州中部で八の字型に大きく屈曲している。この構造はたいへん特徴的であるため、さまざまなアプローチから形成過程を解明する努力がされてきた。形成時期は、地質調査と屈曲東側(糸静線の東側)の数少ない古地磁気データから、15Ma頃かそれ以降と考えられている。

一方、申請者がこれまで本共同利用の支援を受けて進めてきた研究は、屈曲西側(糸静線の西側)について次の点を明らかにした。すなわち、18~17Maに帯状配列は直線状だったが、その後ノ型に湾曲した(星・小川2012; 酒向・星2014)。ノ型湾曲は15Maまでの200~300万年間に形成された可能性が高い。この成果は伊豆弧衝突開始が15Maよりも前であることを示唆し(Hoshi & Sano 2013)、糸静線の東側で推定されている15Ma頃かそれ以降という見解と一致しない。この不一致は屈曲の西側と東側が異なるタイミングで観音開きに回転した可能性を示唆するが、他方、年代や古地磁気にデータ不足や信頼性の問題があるため見かけ上一致しないという可能性もある。この不一致の原因を追究することは、伊豆弧衝突開始時期と本州弧地殻変形の実体に迫るポイントになる。

本研究では屈曲東側(関東山地側)に焦点を当てる。関東山地では中新世に90°に達する時計回り回転が起こったが、回転を示すデータはわずか2地域から得られているだけで(Takahashi & Watanabe 1993)、回転像の解明には中新世以降の古地磁気データを系統的に取得し、回転の時間変化を詳しく調べる必要がある。その上で、関東山地側に存在する約15Maの広域不整合(庭谷不整合)との関連を探ることが島弧衝突による地殻の回転・昇降を解明するポイントになる。庭谷不整合(大石・高橋1990)は島弧衝突に呼応して本州弧に水平圧縮が働き、地殻が広域に隆起して生じたと考えられている。従って伊豆弧衝突開始、関東山地回転、不整合形成は互いに関連しているはずで、その関連性の有無は不整合を挟む地質断面で古地磁気の層序変化を系統的に調査することによって検証できるはずだ。

H26年度とH27年度は群馬県富岡地域の約15Maの地層について調査した。信頼度の高い古地磁気方位は40°程度の東偏を示しているようである。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

本州弧と伊豆弧の衝突に伴う本州中部(特に関東

山地)の地殻回転の実体を解明し、「地殻回転運動」と衝突によって生じたとされる「約15Maの広域不整合(庭谷不整合)」との関連性の有無を検証するために、本年度はこれまでに取得した古地磁気データを野外地質調査結果を踏まえて定量解析し、各地域における回転運動を求めた。

五日市盆地では新たに追加測定した古地磁気データを加えて古地磁気層序を検討し、地層の堆積年代を約17~16Maと推定した。ただし微化石データの不足により、古地磁気極性逆転層準の年代をきちんと決定することができなかった。それでも庭谷不整合形成より前の地層であることは間違いない。古地磁気方位は約90°の東偏を示した。この結果は同じ関東山地の秩父盆地の方位と整合する。関東山地は約17Ma以降に90°にも達する時計回り回転を受けたことが確実となった。

一方、富岡地域では庭谷不整合よりも上位の地層(庭谷層と原市層、約15Ma以降)で30~40°の古地磁気東偏を確認した。古地磁気極性の逆転層準が認められたが、やはり微化石データの不足により、その年代を厳密に決定することができなかった。特筆的なのは、五日市盆地中新統(庭谷不整合より下位の地層)よりも東偏量が50°前後小さいことである。これは庭谷不整合形成期に地殻の垂直運動だけでなく50°前後の時計回り回転も起こったことを意味する。庭谷不整合は地殻の垂直運動だけでなく大規模な水平回転も伴う変動だったことが判明した。

比企丘陵地域の土塩層と楊井層(約10Ma)でも、本年度の追加測定結果を加えて再検討した結果、30~40°の古地磁気東偏を確認した。東偏量が富岡地域の庭谷層・原市層とほぼ同じであることから、関東山地東縁部では約15Maの庭谷不整合形成期から約10Maまでの間に地殻の回転がほとんどなく、約10Ma以降に30~40°の時計回り回転が起こったようだ。これは後期中新世以降の時計回り回転が房総半島で確認されていることと整合する。

微化石年代の精度向上を目指す古地磁気測定も行った。三重県一志地域では浮遊性有孔虫化石層序が高精度で確立されつつあるため、その化石層序と古地磁気層序の関係を明らかにし、地磁気年代尺度との対比を行えば、浮遊性有孔虫化石層序に信頼できる年代値を入れることができる。堆積岩試料を約20サイトから採取し、その磁気測定を行った。その結果、複数の極性反転層準を含む古地磁気極性層序が明らかになった。測定データは現在解析中である。

採択番号 16A004, 16B004

研究課題名 川砂ジルコンを用いた古地磁気強度研究

氏名・所属(職名) 佐藤 雅彦・産業技術総合研究所(研究員)

研究期間 H28/8/31-9/4

共同研究分担者組織 山本 伸次(横浜国立大学), 山本 裕二(海洋コア)

【研究目的・期待される成果】

地球磁場の変動を知る事で、過去の地球内部構造や表層環境に関する情報を得る事が出来る。現在までに、全岩試料或いは岩石試料から取り出した鉱物単結晶を使った古地磁気強度実験が行われている。これらの研究では、採取可能な岩石試料に限られるため地球史を通じた磁場強度変化を議論するために十分なデータが得られない事が問題となっている。本研究では、川砂から採取したジルコン単結晶を用いた古地磁気強度実験を行う。川砂中に含まれるジルコンは、地殻中の様々な岩石を起源とするため、上記目的を達成するのに十分な試料が得られると期待される。

前年度までに、丹沢山地中川及び長江で採取したジルコンを用いて、系統的な岩石磁気測定を行った。丹沢のジルコン試料では、自然残留磁化強度、等温残留磁化強度、磁気ヒステリシスパラメータ、磁気変態温度を組み合わせる事で、マグネタイトとピロータイトを含む試料に分類する事に成功した。マグネタイトのみを含む試料を用いて予察的な古地磁気強度実験を行った結果、過去500万年間の丹沢地域の磁場と調和的な古地磁気強度を示す事が分かった。長江のジルコン試料では、自然残留磁化強度、等温残留磁化強度の測定が一部終了し、丹沢のジルコン試料と似た傾向を示す事が分かった。

本年度は、長江とミシシッピ川で採取したジルコン結晶を用いて各種の岩石磁気測定を行い、その結果から古地磁気強度実験に適した試料の選別を行う。また、丹沢のジルコン試料を用いて熱残留磁化の着磁・段階消磁を行い、古地磁気強度実験を行う。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

申請時においては、中華人民共和国上海市の長江河口でサンプリングした川砂中に含まれるジルコン、アメリカ合衆国ルイジアナ州のミシシッピ川河口でサンプリングした川砂中に含まれるジルコン、神奈川県丹沢山地の中川でサンプリングした川砂中に含まれるジルコンの各種磁気測定を行うと記載を行った。しかし、神奈川県丹沢山地の中川で採取したジルコン試料の母岩となるトーナル岩から直接試料を

採取して、古地磁気測定を行い、川砂中のジルコン試料から得られた磁気測定結果を比較・検討を行う必要が生じた。そのため本年度は、神奈川県丹沢山地のトーナル岩体で予察的にサンプリングした花崗岩12試料について、磁気特性測定装置(MPMS-XL5)を用いて、zero-field cooling remanence (ZFC remanence) 曲線, field cooling remanence (FC remanence) 曲線, room-temperature saturation isothermal remanent magnetization (RT-SIRM) 曲線の測定を行った。低温磁気測定の結果、ZFC remanence 曲線と FC remanence 曲線において、35K付近と120K付近での低温変態温度が確認された。またRT-SIRM 曲線においては120K付近での低温変態温度が確認された。35K付近及び120K付近の低温変態温度の存在から、分析した試料中にはピロータイト及びマグネタイトが含まれていると推定される。

今回の測定では神奈川県丹沢山地のトーナル岩体のうち、用木沢、東沢、西沢、石棚沢において採取された試料の分析を行った。ほとんどの試料において ZFC remanence 曲線と FC remanence 曲線に35K付近の低温変態温度が検出された。一方で、東沢で採取された試料では120K付近の低温変態温度のみが検出された。この結果から、用木沢、西沢、石棚沢の試料ではピロータイトとマグネタイトを両方含んでおり、東沢の試料ではピロータイトを含まずマグネタイトのみを含んでいると推定される。また、西沢の試料とその他の試料では、10Kにおける ZFC remanence 曲線と FC remanence 曲線の比が大きく異なっており、西沢の試料では ZFC remanence 曲線と FC remanence 曲線が1に近く、より細粒なマグネタイトを含んでいると推定される。今後の実験では上記結果を基にしてトーナル岩試料の採取を行い、全岩での磁気分析及びジルコン等単結晶試料を用いた磁気測定を進め、川砂ジルコン試料の磁気分析結果との比較を行っていく予定である。

採択番号 16A005, 16B005

研究課題名 仙台湾堆積物中の鉄量及び強磁性鉱物分布に基づく津波堆積物保存と海底環境回復程度の解明

氏名・所属(職名) 川村 紀子・海上保安庁 海上保安大学校(准教授)

研究期間 H28/10/6-11, H29/2/27-3/1

共同研究分担者組織 なし

【研究目的・期待される成果】

海底堆積物は、過去の海底での津波についての情報を有しているが、仙台湾の海底堆積物から津波情報を得るためには2点の問題がある。1つには、海底堆積物は津波以外の季節変化による物質供給変化についての情報も有しているという問題である。2つ目には、仙台湾には定常的な底層流が存在することが海洋観測によって確認されており、この底層流によって物質が移動し、津波記録が失われつつあるという問題である。

申請者はこれまでの研究において、2002年から2011年の間に仙台湾の5つの観測点から毎年採取された海底堆積物試料の主要元素分析を行い、東日本大震災で発生した津波前後の元素分布を比較して変化量を調べてきた。以上の結果から、陸を起源とする元素が津波後に増加したことを明らかにした。特に、鉄の供給量が増加し、鉄を主成分とする磁性鉱物の種類、粒形が変化したことが判った。

本研究では2012-2015年間に採取された海底堆積物試料の主要元素分析を継続して行う。特に強磁性鉱物種の同定を行い、津波前後で採取された試料との結果を比較する。以上から津波堆積物の保存状態程度と底層流との関係、仙台湾海底環境の回復程度を明らかにすることを目的とする。

【利用・研究実施内容】

本申請研究では、仙台湾海底から採取された堆積物を研究対象として低温磁気測定を実施した。また高知大学海洋コア総合研究センターでは、ビードサンプラの使用の許可をいただいて、海底表層から採取された堆積物粉末試料のガラスビードを作成した。以下2つの実施内容の詳細と結果を記す。

1. MPMS

仙台湾海底堆積物の低温磁気測定を行い、磁性鉱物の同定を行った。この結果、仙台湾堆積物試料の磁化を担う主な磁性鉱物は、マグネタイト (Fe_3O_4) であることが判った。しかし仙台湾において底層流の支配する観測地点においては、津波発生から1年後に採取された試料ではマグネタイト (Fe_3O_4) の表面が酸化して、マグヘマイト ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) になったと考えられる結果が示された。以前の研究結果では、津波によってマグネタイト (Fe_3O_4) が供給されたことが明らかとなっていたが、今回の測定結果において

は、マグネタイト (Fe_3O_4) が海底に堆積した1年後に酸化したことが示されたことから、津波記録としてのマグネタイト (Fe_3O_4) は1年間で失われる可能性があることを示すことが出来た。

2. ガラスビード作成とXRF結果

仙台湾海底堆積物試料(粉末) 0.500 gに対して四ホウ酸リチウムを5.500 g加えて加熱し、XRF分析用のガラスビードを作成した。

以上の要領で高知大学海洋コア総合研究センターにおいて作成したガラスビードを本学へ持ち帰り、本学所有のXRFにて主要元素分析を行った。東日本大震災後に採取された堆積物試料中には津波前の試料と比較し、鉄が増加したことが以前の研究により明らかになっていたが、津波発生から3年後には鉄の量は大きく減少し、津波発生以前の値へと近づいた。鉄は陸を起源とする元素として知られており、津波によって陸から海側へ物質が移動したことを示す有力な証拠であったが、この証拠は比較的速度の速い底層流によって移動されて失われている可能性があることが判った。

以上のように、低温磁気特性とガラスビードによるXRFの主要元素分析の結果、仙台湾海底に分布する津波記録は1-3年間の経年変化によって失われたことが明らかとなった。

【得られた成果】

国内の学会及びワークショップにおいて、以下2件の口頭発表を行った。以上の磁気測定や主要元素の他にも、本学所有のCHNS分析、粒度分析及び磁性鉱物のEDX分析を加えて、様々なデータに基づいて議論を展開した。

1. Noriko Kawamura and Naoto Ishikawa, (2016), Preservation states monitoring of the 2011 Tohoku tsunami sediments, as determined by geochemical and rock magnetic analyses, *地球電磁気・地球惑星圏学会第140回総会*, R004-07.

2. Noriko Kawamura, Naoto Ishikawa, and Tetsu Kogiso, (2017), Monitoring of the 2011 Tohoku tsunami deposits by geochemical and rock magnetic analyses in Sendai bay sediments, *2017 Kochi International workshop on paleo-, rock, and environmental magnetism*, O-06.

採択番号 16A006, 16B006

研究課題名 高知県横倉山産のコノドント化石と天然アパタイト結晶との関連性に関する分析学的解析

氏名・所属(職名) 三島 弘幸・高知学園短期大学 医療衛生学科 歯科衛生専攻(教授)

研究期間 H28/7/26, 9/12, 10/18, 10/25

共同研究分担者組織 笥 光夫(明海大学), 安井 敏夫(横倉山自然の森博物館), 他 学生1名

【研究目的・期待される成果】

生体鉱物において、カンブリア紀初期に炭酸カルシウムの結晶(方解石)の殻が出現し、同時にリン酸カルシウムの結晶(アパタイト結晶)の殻も出現した。ヒトでは、炭酸カルシウムの結晶は耳石に存在し、アパタイト結晶は歯や骨に存在する。アパタイト結晶は天然の鉱物と生体内で作られる生体鉱物とがある。コノドントConodontは1856年に発見され、カンブリア紀～三畳紀まで世界各地で発見されており、示準化石である。高知県横倉山のシルル紀の地層から産出しており、日本では最古のものである。コノドント動物は、脊椎動物の祖先系として再評価され、コノドントは口腔内の捕食器官であり、無顎類の歯という説がある。サケの稚魚に似ており、頭部先端近くにコノドント器官があり、噛み切りの機能を持ち、表面に微小な擦痕が見られる。組織的には表層にエナメロイド、内層に象牙質があり、結晶は脊椎動物の硬組織とは異なり、fluorapatiteであることがこれまでに判明した。コノドントは生体鉱物の起源を探る上で、重要な試料である。生体アパタイト結晶は天然に産するハイドロキシアパタイトとは、微量元素の成分に差があることがこれまでの研究で判明している。しかし、その形成機構の詳細な解析はなされていない。顕微レーザーラマン分光装置、EPMAやSEM-EDSは微細な領域の極微量分析に有効である。コノドントの生体アパタイト結晶と天然のハイドロキシアパタイト結晶との関連性を検索することにより、生体アパタイト結晶のより精密な基礎データが得られることが期待される。肉鱗類エウステノプテロンの歯や皮甲、高知県登層魚類耳石、さらに現生ラットやヒトの歯などと比較検討している。得られたデータを解析することにより、硬組織の進化の研究に寄与し、さらに歯や骨の代替材料の研究や再生医療に貢献できる。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

顕微レーザーラマン分光装置において、これまで PO_4^{3-} のピーク値は4種類が報告されている(Penel *et al.*, 2005)。v1:960 cm^{-1} 、v2:430 cm^{-1} と450 cm^{-1} 、v3:1035、1048、1073 cm^{-1} 、v4:587 cm^{-1} と604 cm^{-1} である。

我々の研究でもラットやヒトの歯や骨を含め、硬組織の生体アパタイト結晶ではv1の960-961 cm^{-1} に PO_4^{3-} の一番鋭いピークが検出された。この波形はCarbonated-apatite (CHA)に近似するピークである。フローラアパタイトfluorapatite結晶(FAp)では964-967 cm^{-1} に PO_4^{3-} のピークが検出され、Fの含有によるピークシフトが起こり、差異が見出された。サメのエナメロイド(FAp)では963 cm^{-1} であった。コノドント化石や*Eusthenopteron*の歯の外層エナメロイドの結晶は965-967 cm^{-1} であった。またX線回折法で結晶がFApであることが確認された。シルル紀以降の両生類の歯の結晶は960-961 cm^{-1} のピークで、CHAであり、biological apatite結晶と報告した(Kakei *et al.*, 2016)。ハイドロキシアパタイト結晶HapやCHAはシルル紀以降に出現したと考察した。チリやブラジルなど世界各地天然アパタイト結晶15種全てのサンプルからSEM-EDS分析によりFが検出され、FApで有ることが示された。顕微レーザーラマン分光装置でも鋭いピークv1は964-967 cm^{-1} であり、フローラアパタイト(FAp)と同定された。またX線回折法でもフローラアパタイト(FAp)と同定された。骨のアパタイト結晶でv1:960 cm^{-1} 、v2:430 cm^{-1} と450 cm^{-1} 、v3:1035、1048、1073 cm^{-1} 、v4:587 cm^{-1} と604 cm^{-1} であった。その4種のピークは天然アパタイト結晶でも確認でき、骨代替材料の人工材料をインプラント後に、その周囲に形成される骨組織の結晶成熟度の比較対照試料としての可能性が示唆された。(三島ほか,2014;2015;2016;2017)。

*Eusthenopteron*の化石では下層から、層板骨、脈管に富む骨、象牙質、エナメロイドに区分され、皮甲表層や歯のエナメロイドはFAp結晶であり、その下層の象牙質や骨組織はHap結晶とFAp結晶が混在していた。透過型電子顕微鏡ではエナメロイドの結晶は中心線が存在しない。形態学的にはFAp結晶であった。それに対し下層の象牙質や骨組織は中心線が存在する結晶であり、Hap結晶であった。象牙質や骨の化石のFAp結晶の存在は、海水中のFが長い化石化作用の間に歯髄から象牙質の象牙細管にあるいは骨髄から骨細管に浸み込み、二次的にOH基にF基が置換され、FAp結晶が形成されたと考察している。ま

たに *Eusthenopteron* は歯の硬組織のエナメル質、エナメロイドの起源を探る上で、貴重な標本である。今後エナメロイドの微細構造を検討していきたい (Mishima *et al.*, 2013, 三島ほか2014)。さらに現生の歯の試料の biological apatite 結晶では、天然のアパタイト結晶より、多くの CO_3^{2-} を含有しているとの報告があるが、ラマン分析において、 CO_3^{2-} のピークを明瞭に検出できていない。この点は、耳石の炭酸カルシウムを対照試料にして検索しているが、まだ明らかにできていない。TEMの観察から、コノドント化石の硬組織の結晶は柱状であり、硬組織は2層性(外層と内層)であることが確認できた。外層のエナメロイドは結晶の大きさが大きく、内層の象牙質の結晶は小さかった。SEMにおいて、エナメロイドでは、エナメル質と異なり、成長線が認められなかった。組織構造的にも、従来の報告と異なり、外層がエナメロイドであることが確認できた。EPMAにおいてはコノドント化石では、CaとP、微量元素として、Fが検出された。Ca/P比は外層で1.60~1.62、内層で1.60~1.96であった。Fは外層で $3.803 \pm 0.236 \sim 4.137 \pm 0.089 \text{weight\%}$ で、内層は $3.203 \pm 0.646 \sim 5.456 \pm 0.185 \text{weight\%}$ であった。外層が内層に比較し、F含有量が多かった。コノドント化石の硬組織の結晶はFAp結晶と考察される。ガーなどの鱗に存在する硬組織ガノインはエナメル質に相当する組織であり、結晶は biological apatite 結晶である。コノドント化石の組織構造で、内層は骨様象牙質、あるいは細管を持つ真正象牙質であり、外層はエナメル質ではなく、成長線が認められないエナメロイドである。この組織は魚類の歯に特徴的に存在するものであるので、コノドント化石は口腔内の捕食器官であるという説は妥当であると考察される。さらに我々の結果はコノドント動物が最初に石灰化組織を持つ生物との説を支持するものである (Venkatesh *et al.*, 2014)。しかし、Duncan *et al.*, (2013) が収斂の一例であり、歯ではないとする見解を報告した。今後精査し、歯と相同器官であることを追求していきたい。

歯と顎骨との関係で、歯槽やセメント質がワニや哺乳類しか存在しないとの見解が一般的だが、海生爬虫類化石のモササウルス類ではすでに歯槽の原形が存在し、セメント質があるとの報告もあり、歯槽の起源も追及していきたい。

採択番号 16A007, 16B007

研究課題名 氷期-間氷期変動に対する太平洋熱帯域の水温躍層深度の応答

氏名・所属(職名) 佐川 拓也・金沢大学 理工研究域自然システム学系(助教)

研究期間 H28/7/4-7

共同研究分担者組織 村山 雅史, 岡村 慶(海洋コア)

【研究目的・期待される成果】

西部熱帯太平洋域(WPWP)は全海洋で最も水温が高い海域であり、大気に大量の熱と水蒸気を供給することで地球気候システムのエンジンとして働いている。よって、長期的な気候変動を理解するにはWPWPの表層水温記録は必要不可欠である。過去40万年間のWPWPの表層水温変動は氷床コアから復元された大気二酸化炭素濃度の変動と酷似しており、WPWPが二酸化炭素による放射強制の影響をダイレクトに受ける海域であることが知られている。一方で、WPWPの水温躍層深度には顕著な年々スケール変動が観測され、エルニーニョ南方振動(El Nino-Southern Oscillation: ENSO)と深く関わっていることがわかっている。しかしながら、水温躍層深度の長期的な記録は数少なく氷期-間氷期スケールにおける変動に関して未だ理解されていない。水温躍層の変動は、躍層付近に生息する浮遊性有孔虫のMg/Ca古水温に記録されていると期待できるので、表層から水温躍層にかけて生息する複数の浮遊性有孔虫種のMg/Ca古水温が復元できれば、WPWPにおける鉛直的な水温構造が遂げてきた変化の理解に繋がる。平成27年度までに、PC1コアについて過去37万年間の底生有孔虫の酸素炭素同位体分析、浮遊性有孔虫躍層種の同位体分析とMg/Ca分析を実施した。当初の計画通り4cm間隔で分析していたところ、千年スケールの変動が見えてきた。今後さらに詳しく鉛直構造の変化を見るためには、時間解像度を上げること、表層のMg/Ca古水温が必要である。また、より正確な年代モデルを構築するために、底生有孔虫の酸素同位体比を分析する必要がある。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

平成28年7月4日から7日にかけて安定同位体質量分析計MAT253とKiel炭酸塩自動前処理装置を利用し、底生有孔虫殻の炭素・酸素同位体組成を分析した。分析試料は西部熱帯太平洋にて水深3226mから採取された海底堆積物コアKR05-15 PC1である。平成27年度までに4cm間隔で底生・浮遊性有孔虫殻の化学組成を分析した。PC1コアの堆積年代は浮遊性有孔虫殻の放射性炭素年代と、底生有孔虫化石の酸素同位

体層序によって決定されている。これまでに得られた結果に基づくとPC1コアは過去約37万年間の記録を欠落無く連続的に保存している。また、MIS3における浮遊性有孔虫殻の酸素同位体組成にはグリーンランド氷床コアの酸素同位体変動に見られるような千年スケールの急激な気候変動が記録されている可能性が指摘された。今年度はPC1コアの年代モデルの高精度化と記録の高解像度化を目指して、2cm間隔のサンプリングと有孔虫データの追加を行った。

分析に用いた底生有孔虫は*Uvigerina sp.*であり250-355 μ mのサイズ分画から約10個体を拾い出した。顕微鏡下でガラスプレート2枚を用いて粉碎した後、有孔虫殻の破片をマイクロチューブに移し、超純水とメタノールを用いて超音波洗浄を行った。今年度は約100試料の同位体分析を行い、MIS3における2cm間隔の底生有孔虫同位体記録を完成させた。得られた同位体データはNBS-19を用いて補正された。これまでに得られたデータと今回のデータを合わせると明瞭な千年スケールの変動が確認された。3-6万年前の底生有孔虫酸素同位体組成は4.3-4.8‰の値を示し、約0.25‰の振幅で千年スケール変動を示した。一方、浮遊性有孔虫酸素同位体組成は-0.1-1.1‰の値を示し、約0.5‰の振幅で千年スケール変動を示した。浮遊性有孔虫の変動パターンはグリーンランド氷床コアの酸素同位体変動と類似しており、鋸歯状の増減とハインリッヒイベントに対応するような寒冷期が確認された。一方、底生有孔虫の千年スケール変動パターンには浮遊性有孔虫のそれと類似する部分の確認されたが、増減のタイミングは浮遊性有孔虫のそれと数百年程度の時間差があることが明らかとなった。

PC1コアは氷期-間氷期変動の時間スケールのみならず、千年スケールの海洋環境変動についても良く記録していることが明らかになった。今後は表層-深層の変動パターンの違いを引き起こす要因について考察を進めて行く予定である。

採択番号 16A008, 16B008

研究課題名 非破壊分析手法を用いた津波堆積物同定技術の開発

氏名・所属(職名) 後藤 和久・東北大学 災害科学国際研究所(准教授)

研究期間 H28/6/5-10, 10/12-14, 10/24-25, H29/1/22-27, 2/22-24

共同研究分担者組織 駒井 武, Catherine Chague-Goff(東北大学), 藤野 滋弘(筑波大学)他 学生5名

【研究目的・期待される成果】

津波堆積物の認定は、これまで堆積学的、古生物学的手法を用いて行われてきた。しかしながら、これらの分析には多大な時間を要し、津波堆積物研究を津波防災計画に反映するという社会の要求に対して迅速に対応することが現状では難しい。また、通常環境での堆積物と明瞭に異なるイベント堆積物(土壌層中の砂質堆積物など)であれば肉眼で観察することができ、津波による堆積の可能性を検討することができるが、近年の研究では津波が浸水しても堆積学的に明瞭な痕跡を残さないことが明らかになりつつある(例えば, Goto *et al.*, 2011)。そのため、迅速かつ高精度でイベント堆積物を地層試料中から識別し、かつ津波起源である可能性を評価するための手法の開発が望まれる。こうした考えに基づき、申請者らは高知大学海洋コア総合研究センターの共同利用申請を行い、CT画像、帯磁率、XRFコアスキャナ等の情報から、津波堆積物の識別が可能かを検討してきた。そして、特にCT画像は肉眼では観察されないイベント堆積物の識別に適していること、海水由来の元素の濃集が見られる場合があることなどが明らかになってきた。

本計画では、未測定分の試料分析を進めるとともに、新たに導入されたITRAXも利用させて頂き、より高精度の津波堆積物認定法について検討することを目的とする。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

本年度の全国共同利用では、主に北海道、東北、関東、九州地方から採取した試料について分析を行った。各地域での具体的な成果は以下のとおりである。

1. 北海道地方：道東地方において採取した試料を用いてITRAXおよびCT分析を行った結果、17世紀の火山灰層より上位に2層の砂層を見出すことができた。これらは、19世紀以降の歴史津波により堆積した可能性があり、詳細な年代測定を行って特定する予定である。
2. 東北地方：宮城県岩沼市の試料は主に泥質・泥炭質の堆積物からなるが、津波起源と考えられる砂層が狭在している。このコアについてITRAX分析を行ったところ、目視では観察できなかった泥質

の津波堆積物と思われる堆積物を検出することができた。具体的には、他の泥質層とは組成が異なりMo Inc/cohも低い。また、ITRAXを用いることで砂層の鉱物学的情報を引き出すことが可能であり、砂の供給源の違いを検討できるようになった。さらに、カルシウムやストロンチウムの変動などに注目することで、例えば淡水から海水環境への変化など、古環境解析にも活用することができた。そのほか、八戸市などで採取した試料についても同様の結果を得ることができた。今後は、粒度などの情報と組み合わせて、堆積物の起源や古環境解析などを進めていく予定である。

3. 関東地方：銚子市の試料について、ITRAXおよびCT分析を行った。その結果、砂層上部に津波後の再堆積層が存在する可能性を見出すことができた。この層準から年代測定試料を採取すると津波発生前を正しく推定できない可能性があり、CTを用いて試料採取層準を検討することができることがわかった。また、目視では観察できなかったものの、カルシウムやストロンチウムのピークが見られる層準があり、かつ帯磁率の値も高いことがわかった。この層準は海水流入の痕跡を反映している可能性があり、今後さらなる分析を行う予定である。
4. 九州地方：大分県速見郡日出町の沿岸低地で採取されたコア試料に対して、肉眼では観察できない微細な砂層や堆積構造を観察するためのCT撮影、泥層に含まれる砂層(津波堆積物)の正確な層準を確認するための帯磁率測定(MSCL)、堆積物の形成環境を推定するための地球化学分析(ITRAXコアスキャナ)を行った。堆積物コア試料の表面を整形したのち、帯磁率測定は1cm間隔、地球化学分析は0.5cm間隔で実施した。堆積物コアには、有機質泥層中に層厚約12cmの砂層が含まれており、CT撮影により上下の泥層と明瞭な地層境界で区切られていることが明らかになった。また、これらの砂層は高い帯磁率を示し、カルシウムや臭素、ストロンチウム、バリウムなどに特徴的なピークが認められた。これらのことは、砂層を構成する粒子が上下の泥層とは異なる堆積環境から供給されたことを示唆している。

採択番号 16A009, 16B009

研究課題名 花崗岩のジルコンを用いた古地磁気強度の復元

氏名・所属(職名) 加藤 千恵・東京工業大学大学院 理工学研究科地球惑星科学専攻(博士課程2年)

研究期間 H28/5/9-11, 9/30-10/7, 11/2-12, 12/7-9, H29/1/17-30, 3/1-3

共同研究分担者組織 廣瀬 敬(東京工業大学), 佐藤 雅彦(産業技術総合研究所), 山本 裕二(海洋コア)

【研究目的・期待される成果】

地球深部の構造進化に起因する地球磁場強度の変遷は、表層環境や生命に大きな影響を与えてきたと考えられる。しかし、古原生代以前の古地球磁場強度はより新しい時代と比較してわずかしこ報告されておらず、地球史を通じた変遷を議論することはできないのが現状である。その理由の一つは、時代が古くなるにつれ岩石が変成・変質を受けている割合が高くなり、古地磁気測定に適した岩石試料の入手が困難になるためである。

そこで本研究では古原生代以前の古地磁気強度データを増やすため、花崗岩中のジルコンを用いた古地磁気強度復元を行う。ジルコンは磁性鉱物を包有物として含む場合があり、古地磁気情報を保持しているため、近年古地磁気研究に用いられている。花崗岩中のジルコンを用いることには、(1)花崗岩は冷却時間が長いので、地球磁場の短周期の変動を平均化して記録していると考えられる、(2)ジルコンは風化や熱変質に強いので、二次的な化学残留磁化を獲得しにくい、(3)母岩である花崗岩の産状や分析から熱履歴がある程度制約できる、というメリットがある。

本研究ではまず、全岩の保持する古地磁気・岩石磁気情報が既知である花崗岩試料(福島県阿武隈山地, 100Ma)からジルコンを分離し、種々の磁気測定を行う。複数の古地磁気強度測定手法をジルコン試料に適応し、全岩から得られている古地磁気強度と比較・検討する事で、花崗岩中のジルコン試料に適した古地磁気強度測定手法を確立する。その後、確立した手法を古い時代の試料(西オーストラリア・ノースポール, 3.4Ga)に適用して古地磁気強度測定を行う。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

全岩の岩石磁気的性質及び古地磁気強度が既知の花崗岩試料(福島県阿武隈地域入遠野, 100Ma)から分離したジルコン・石英・斜長石の岩石磁気測定を行い、古地磁気強度測定が適用可能かどうか評価した。その結果、斜長石が最も適していることがわかったので、綱川-ショー法による古地磁気強度測定を行い、結果を全岩の文献値と比較した。

測定には海洋コア総合研究センターの古地磁気・岩石磁気実験室設置の以下の機器を用いた。残留磁化測定には、個別試料型超伝導岩石磁力計を用いた。鉱物単結晶に包有される磁性鉱物の推定は、磁気特

性測定装置(MPMS)を用いた低温磁気測定、熱消磁装置を用いた段階熱消磁、パルス磁化器による飽和等温残留磁化の着磁、および磁場勾配磁力計(AGM)を用いた磁気ヒステリシス測定により行った。古地磁気強度測定には個別試料型超伝導岩石磁力計に加え熱消磁装置、交流消磁装置を用いた。

ジルコン単結晶約1,000粒について、自然残留磁化(NRM)測定を行い、有意な残留磁化をもつ試料を選別した。有意なNRM強度をもつジルコンは全体の1%未満であった。比較的強いNRM強度を示す試料に対し、段階熱消磁及び低温磁気測定を行い、ジルコンに包有されている磁性鉱物の推定を行った。その結果、測定が成功した試料では、含まれる磁性鉱物はピロタイトであることがわかった。このため、今回用いた入遠野花崗岩に関しては、ジルコンは古地磁気強度測定に適さないと判断した。

先行研究ではジルコン以外にも石英や長石、輝石といった鉱物を用いた古地磁気強度測定が報告されていることから、石英及び斜長石の測定を行うことにした。ジルコンと同様にNRM強度測定を行った結果、石英の1%未満と斜長石の44%が有意なNRM強度を示した。石英は、段階熱消磁の結果からマグネタイトを含むものとピロタイトを含むものの両方があることが分かった。斜長石は低温磁気測定、飽和等温残留磁化測定及び磁気ヒステリシス測定の結果から単磁区-擬単磁区サイズのマグネタイトを含むことが分かり、古地磁気強度測定に適していると判断した。これは、斜長石が離溶によって生成した微小なマグネタイトを含むためであると考えられる。そこで、斜長石17粒に対し、綱川-ショー法による古地磁気強度測定を行った。得られた古地磁気強度は $57.7 \pm 23.3 \mu\text{T}$ (2σ)で、全岩での測定結果 $58.4 \pm 7.3 \mu\text{T}$ (Tsunakawa *et al.*, 2009)と比較して平均値は整合的だが個々の試料のばらつきが大きいといえる。また、古地磁気強度測定の合格率は53%であった。このことから、花崗岩から分離した斜長石単結晶を用いた綱川-ショー法による古地磁気強度測定は有効であり、信頼できる測定結果を得るためには多数の試料の測定結果を平均する必要があることがわかった。今後この手法を用い、様々な時代の花崗岩試料で古地磁気強度測定を行うことで、地球磁場の長期スケールの変動を明らかにすることが可能となると期待される。

採択番号 16A010, 16B010

研究課題名 太平洋赤色粘土の古地磁気・岩石磁気研究

氏名・所属(職名) 山崎 俊嗣・東京大学 大気海洋研究所(教授)

研究期間 H28/6/13-14, 7/28-8/1, 12/2-5, H29/2/3-6

共同研究分担者組織 杉崎 彩子(産業技術総合研究所)

【研究目的・期待される成果】

南鳥島周辺海域の赤色粘土は、レアアース資源ポテンシャルから最近注目されており、2013年から集中的なピストンコア採取が行われている。本研究では以下のような古地磁気・環境磁気学的研究を行う。

(1) 古地磁気層序

これまでの研究により、約3Maより古い堆積物ではごく一部でしか古地磁気層序は復元できないことが判明している。しかし、その理由は不明である。堆積速度が極端に遅いために正逆帯磁の分離が困難であるか、あるいは何らかの二次的磁化の影響を受けていると考えられる。本研究では、岩石磁気分析と組み合わせて、古地磁気層序の保持を何がコントロールしているかを明らかにする。

(2) 環境磁気

環境磁気学手法により高レアアース層形成と底層流等の古海洋変動との関係を明らかにすることを目指す。これまでの研究により、高レアアース層は2層存在し、浅い方の層は、高磁化率ゾーンのすぐ下、かつ陸源・生物源磁性鉱物の割合のプロクシであるARM/SIRM比の急変部に近いこと、高レアアース層付近は極端に堆積速度が遅くコンデンスしている、あるいはハイエイタスになっている場所もあることが推定された。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

調査船「みらい」MR15E-01及びMR15-02航海において南鳥島周辺海域から採取された赤色粘土コアのうち4本について、磁化率異方性測定、及び自然残留磁化(NRM)、非履歴性残留磁化(ARM)の段階交流消磁実験を行った。これまでの研究により、数Maより古い年代の赤色粘土では、古地磁気層序を復元できない場合が多いことが明らかとなっていたが、ARM保磁力や磁性鉱物には古地磁気層序が復元できる部分と大きな違いはない。また、個々の試料の磁化方位は、ばらつきは多いもののanti-podalに近い2つのグループを形成するように見える。これらのことから、堆積速度が極端に小さいことによりサンプルサイズの約2cmの中に正帯磁・逆帯磁成分の両方が含まれるために、古地磁気層序復元が困難になって

いると推定した。始新世～漸新世と推定される高レアアース含有層より下位には、後期白亜紀と推定される暗赤色と褐色の縞状を呈するユニットが存在し、その一部からは古地磁気層序を復元できることが判明した。後期白亜紀には生物生産量が高い赤道域に位置した可能性があり、堆積速度がやや大きいため古地磁気層序の復元が可能になっているのかもしれない。

南鳥島周辺海域の赤色粘土に関する知見が増すにつれ、他の海域の赤色粘土との比較が重要となってきた。陸源・生物源マグネタイトの量比のプロクシであるARM/SIRM比(SIRM: 飽和等温残留磁化)が、高レアアース含有層付近で深さが増加することなど、南鳥島周辺海域で明らかとなった環境岩石磁気的現象がグローバルなイベントであるか等を確認するため、南太平洋の既存の赤色粘土コア試料の中で古い年代まで達していると推定される3本のコアについて、ARM着磁・消磁実験を行った。今後、東大大気海洋研でSIRM測定を実施する予定である。

赤色粘土中の磁性鉱物は、主として生物源マグネタイトであり、少なくとも表面は低温酸化によりマグヘマイト化していると考えられている。透過電子顕微鏡観察では、生物源マグネタイトの表面がナノメートルサイズの微粒子で覆われている場合が多い。この微粒子の正体を解明するため、還元剤を用いた還元実験を行った。72時間の還元剤適用により微粒子は溶解した。しかし、飽和残留磁化及び低温磁気測定結果にほとんど変化がないことから、溶解したのはマグヘマイトではなく、またマグヘマイトの還元も起きていないと推定された。微粒子は、低温酸化で拡散した鉄に酸素が結合してできた超常磁性のヘマタイトと推定される。

採択番号 16A011, 16B011

研究課題名 環境記録媒体としての利用を目指した温泉堆積物の動態研究

氏名・所属(職名) 堀 真子・大阪教育大学(准教授)

研究期間 H28/9/5-16, 11/28-12/9

共同研究分担者組織 他 学生2名

【研究目的・期待される成果】

奈良県入之波温泉を対象に、炭酸水素塩泉の温泉水と石灰質堆積物(石灰華・トラバーチン)の調査を行い、堆積物に記録される酸素安定同位体比や金属元素比を利用して、地球表層の環境情報を抽出することを目的とする。温泉で発達する石灰質堆積物には、水酸化鉄に富む薄層が挟在し、しばしば明瞭な縞状組織が発達する。過去の観測では、これが日周期で形成していることが明らかとなった。この日周期変化は、光合成微生物の代謝サイクルによるものであると考えられる。そこで、申請者は堆積物中の水酸化鉄濃度が過去の日射量の指標となるのではないかと着想した。そこで、本研究では、鉄水酸化物の沈殿量をEPMAで分析し、気象庁が公表している日射量と対比する。この結果を元に、温泉堆積物の表層環境記録媒体としての可能性を探るとともに、さらに古い堆積物試料への拡張を目指す。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

温泉堆積物は、大阪教育大学にて粉末にした後、高知大学の安定同位体比質量分析計MAT253を用いて、酸素・炭素安定同位体比を分析した。堆積物の酸素安定同位体比は、試料を採集した季節に関係なく、 $-12.5\text{‰ VPDB} \sim -11.7\text{‰ VPDB}$ の間で比較的安定していた。一方、炭素安定同位体比は、 $-0.3\text{‰ VPDB} \sim 1.0\text{‰ VPDB}$ の間でシフトした。例外的に、10月に採集した試料では、約15mm毎に等間隔で炭素同位体比が $2.0\text{‰} \sim 3.0\text{‰}$ までスパイク状に上昇する特徴が認められた。これは、夏の間にレジオネラ等の細菌の繁殖を防ぐため、温泉施設側が湯元に散布した塩素の影響であると考えられる。

次に、堆積物の酸素安定同位体比を、東京大学のキャピティリングダウン分光式同位体分析計で測定した温泉水の酸素安定同位体比と比較した。この結果、4月、9月、10月に採集した温泉堆積物の酸素安定同位体比は、過去の研究で得られている酸素安定同位体分別曲線(O'Neil *et al.*, 1969; Gabitov *et al.*, 2012)の範囲に集中していることがわかった。このことから、温泉堆積物の酸素安定同位体比は、水と

の同位体平衡が成立しており、古水温計として利用できる可能性が高いことが示唆された(五島, 2017MS)。また、炭素安定同位体比は、マントル起源の二酸化炭素か、海成炭酸塩の値に近い。このことは、温泉水に含まれる炭酸化学種の起源が、有機物ではなく、プレートの沈み込みに関係して発生した二酸化炭素である可能性を示唆する。

薄片は、4月に採集したコア試料の表層部から、底部に向けて連続して5枚の薄片を作成し、高知大学のEPMA(JXA8200)を用いて、鉄・カルシウム・ケイ素の3元素を $10\mu\text{m}$ のグリッド解像度でマッピングした。マッピングの結果、表面から深さ1cmの部分に約0.2mm間隔の鉄の縞状分布が認められた。それより深部では、方解石の杉の葉状構造が卓越し、縞状構造は観察できなかった。これは、堆積物が深くなると、鉄還元細菌の働きなどにより、表面の水酸化鉄が分解されたためであると考えられる。そこで、予定を変更し、9月と10月に採集した堆積物試料については、表面付近にのみ注目してマッピングを行った。この結果、9月の試料表面では、鉄とケイ素の大規模な濃集が認められた(三島, 2017MS)。温泉水に含まれる溶存鉄の濃度はイオンクロマトグラフやICP-MSでは測定できなかったため、現在、比色法で分析を進めている。また、堆積物の採集も継続しており、表面付近の鉄水酸化物の沈殿と日射量の関係について明らかにしていく予定である。

以上の内容をまとめて、2017年の日本地球化学会年會にて口頭発表を行う。

採択番号 16A012, 16B012

研究課題名 IODP Exp.353堆積物試料の古地磁気および岩石磁気的特徴

氏名・所属(職名) 白井 洋一・海洋研究開発機構(研究員)

研究期間 H29/2/7-13

共同研究分担者組織 なし

【研究目的・期待される成果】

本研究の目的は、約1,000-2,500万年前の堆積物の古地磁気・岩石磁気測定を通じ、赤道東インド洋の掘削サイトにおいて、(1)堆積物の年代を決定すること、(2)古地磁気強度変動を復元すること、(3)古環境変動を復元すること、である。年代決定により、同一サイトの試料を対象にした、安定同位体比など古環境プロキシを用いた研究の基盤を提供する。古地磁気強度復元により、数値シミュレーションと比較可能なデータを、これまでほとんどデータが得られていなかったインド洋域の中新世以前に対し取得する。古環境変動に関しては、帯磁率変動などを地球軌道要素と比較することで、地磁気極性年代以上に解像度の高い年代を得られると期待される。これらの目的を達成するために、今回の申請では岩石磁気測定を行った。

【利用・研究実施内容】

北インド洋東部Ninety-East Ridge上のIODP Site U1443の掘削試料より採取した試料について岩石磁気測定を行った。船上で古地磁気測定を行った、Hole Aのディスクリットサンプルを凍結乾燥し瑪瑙乳鉢で軽く粉碎することで、粉末状試料を作成した。このうち、おおよそ3m間隔で選びだした23試料について、高知コアセンターにてAGMを用いたヒステリシス解析を行った。1Tまでのメジャーloop測定に加え、IRM着磁とDC消磁を行った。また5試料についてはMPMS測定による低温磁気転移点の探索を行った。またこれらの試料を採取したインターバルを含む範囲のu-channel試料を採取し、JAMSTEC横須賀本部にてNRMの交流消磁測定と帯磁率測定を行った。

【得られた成果】

デプロット上にヒステリシスパラメータをプロットしたところ、いずれの試料も疑似単磁区の領域にプロットされた。ただしチタノマグネタイトの単磁区-疑似単磁区混合曲線よりも上側にプロットされ、やや高保持力な鉱物の存在が示唆される。特に2つの試料(127.5, 201.6 CSF-A m)は、他の試料に比べ M_s/M_r の値が高い。IRM着磁曲線では、いずれの試料

も1Tでほぼ磁化が飽和する。ほとんどの試料の磁化は0.3Tでほぼ飽和するが、 M_s/M_r の値が高かった2試料の磁化は0.7T程度まで飽和せず、ヒステリシスパラメータと同じく高保持力な鉱物の存在を示唆する。さらにIRM着磁曲線の端成分解析を行ったところ、その他の試料の保磁力の変化も高保磁力な磁性鉱物の混合比の変化でよく説明できることがわかった。MPMSでは顕著なVerwey転移は見られず、主要な磁性鉱物は酸化したチタノマグネタイトであると考えられる。

U-channel試料の交流消磁測定では、測定した全層準を通して古地磁気極性が記録されていそうであった。岩石磁気測定で見られたような保磁力の違いはMDFの変化と調和的ではあるが、変動幅は非常に少なく、高保持力な磁性鉱物はあまりNRMには寄与していないのかもしれない。特に、際立って保磁力が高かった試料に対応するような変化は、はっきりとは見られない。帯磁率測定ではサイクル的な変動が見られた。この変動はコアの色変化と対応しているようであり、明るいインターバルのほうが、帯磁率が低い。これはカーボネートの希釈によるものだと考えられる。このサイクルと保磁力の変化のサイクルは一致していないようであり、それぞれ別の古環境情報を記録していると思われる。今後、u-channel試料のARM, IRM測定を行うことで保磁力の連続的な変化を推定し、コアセンターでの詳細な岩石磁気測定結果と合わせることで、磁性変化の原因を考察する。

採択番号 16A013

研究課題名 X線CT構造解析と古地磁気による太古代海洋環境の推定

氏名・所属(職名) 白井 洋一・海洋研究開発機構(研究員)

研究期間 H28/8/29

共同研究分担者組織 なし

【研究目的・期待される成果】

太古代から原生代にはチャートや縞状鉄鉱層といった化学堆積物が広く分布しており、その鉱物組成は過去の海洋環境を反映していると期待されている。特に、磁鉄鉱や赤鉄鉱といった三価の鉄を含む鉱物は溶存酸素が存在しない水から沈殿しない。そのため、これらの存在を検出できれば生物などの関与による局所的な酸化反応が示唆される。本研究では、西オーストラリアで採取した34.6億年前の赤色チャートを対象に、三価鉄を含む鉱物が初生的なものであるかどうか判定することを最終的な目的とする。鉱物が担っている磁化が初生的であることは、鉱物が初生的である十分条件と考えられる。そこで本研究では特に、10cm程度のスケールの褶曲を用い古地磁気褶曲テストを行うことで、鉄酸化物の形成年代を調べる。褶曲の様子を把握するために、コアセンターのX線CT装置を用いる。

本研究を完成させれば、太古代のチャート中の三価の鉄が初生的なものであるかを判定する新たな方法が確立できると期待される。また、X線トモグラフィによる構造の正確な把握を通じ小スケールの変形を用いた古地磁気褶曲テストを行う、という新たなアプローチの可能性も示すことができる。

【利用・研究実施内容】

西オーストラリア州ビルバラ地域Talga Talga Subgroup, Duffer Formationより、チャート・石灰岩互層を採取した。Duffer Formationの年代は、先行研究により34.6-4.8億年前程度であると見積もられている。試料中のチャートは赤色および白色を呈し、全体が10cm以下のスケールで褶曲している。このうち褶曲軸を含む20cm四方程度のブロック試料を樹脂で固定し、高知コアセンターにてCT画像処理装置(GE LightSpeed Ultra16)を用いて測定を行い、連続的な断層画像を取得した。得られたCT画像を用い、ソフトウェアOsirixやImageJによる3次元構造の分析を行った。その後、JAMSTEC横須賀本部にて試料を切断し、赤色チャート層から定方位で約2cm四方の試料を複数切り出した。切り出した試料に熱消磁・交流消磁を行い、古地磁気褶曲テストを試みた。

【得られた成果】

CT観察では外形は問題なく解像されたが、内部構造のコントラストは総じて低く、主要な目的であった非破壊三次元内部構造観察はできなかった。これは、本試料中のチャートと石灰岩との間の密度差があまりないことを意味する。CT観察で内部構造を観察することはできなかったものの、外観から大まかな褶曲の様子を推定することはできたので、当初の目的通り古地磁気測定を行った。熱消磁・交流消磁のいずれの手法からも複数の磁化成分が検出された。いずれの試料も熱消磁において、500-550°Cで磁化のほとんどが失われた。このことは、試料の赤色に関わらず、赤鉄鉱は古地磁気を担う主要な鉱物ではなく、チタノマグネタイトが主要な磁性鉱物であることを意味する。またいくつかの試料は100-150°Cで大きく磁化が減少し、風化による鉄水酸化物の生成を示唆する。鉄水酸化物以外には、おおむね3つの磁化成分が認定される。交流消磁では5-15mT程度で南・上向きの磁化成分(LC)が消磁される。その後150mTまでで消磁される成分(MC)があるが、ザイダーベルト図上で原点には向かわず高保持力の磁化成分(HC)が残る。熱消磁ではLCに相当する方位は見られず、350°C程度までの磁化(LT)と、そこから550°C程度までの磁化(HT)が分離される。HTとMCの方位は近く、これはチタノマグネタイトに担われていると考えられる。またLTとHCの方位も近く、おそらくマグヘマイト化したチタノマグネタイトに担われていると考えられる。いずれの成分も褶曲テストを通らず、磁性鉱物が堆積当時のものであるという証拠は今のところ得られていない。ただし近接する試料の磁化方位もかなりばらばらについているため、今後試料数を増やし統計的検討を進める必要がある。

採択番号 16A014, 16B013

研究課題名 沿岸域～深海平原における生物源堆積構造とその古環境学的意義の解明

氏名・所属(職名) 清家 弘治・東京大学 大気海洋研究所 底生生物分野(助教)

研究期間 H28/6/20-24, 10/24-27, 11/15-22, 12/5-9, H29/2/27-3/2

共同研究分担者組織 なし

【研究目的・期待される成果】

地質時代の生物が形成した這いあとや巣穴などが地層中に保存されたものを生痕化石という。生痕化石の群集組成(生痕相)を解析することで、地層形成時の堆積環境や堆積作用を復元できると考えられている。しかしながら、生痕化石から古環境情報を得るためには、現世生痕についての知見を得て検証する必要がある。以上のことから、本研究課題では今現在の海底に発達する生物源堆積構造(現世生痕)についての調査を実施し、地質記録中の生痕化石が持つ古環境学的意義を解明することを目標としている。現世生痕の調査には、堆積学分野での観察手法(X線CT画像撮影, MSCLによる密度測定, 粒度分析, および可視光下での観察など)を用いる。

2013・2014・2015年度の共同利用研究では、三陸沖大陸棚のコア試料を対象として、水深および環境の違いによって発達する生痕相がどのように変化するかを調べた。また西部太平洋の深海平原にどのような生痕相が存在しているかを明らかにした。

今年度の申請課題では、2016年の三陸内湾の海底コア試料を調べる。それにより、2011年に形成された津波堆積物が、震災から5年後の今現在どのような状況であるかを明らかにする。また、主要な生痕形成者であるスナモグリ類やナマコ類の体内部や外部形態を詳細に観察し、それらの生態学的知見を得る。それにより、生痕化石とその形成者の生態の関係性をも解明していく。前年度までに得られている成果をすべて合わせ、沿岸域～深海平原における生痕相とその対応する生痕化石の古環境学的意義、さらには、津波堆積物の保存ポテンシャルを解明していく。

【利用・研究実施内容】

平成28年度・高知大学海洋コア総合研究センターでの分析項目としては、X線CT画像撮影(CT画像処理装置を使用)、粒度分析(レーザー粒度分布測定器を使用)、コア半割面可視光撮影(コア連続画像撮影装置を使用)等を実施した。上記の項目を南海トラフの沿岸～深海域で得られたマルチプルコアラー採泥試料、岩手県大槌湾・釜石湾および宮城県女川湾の内湾で得られたマルチプルコアラー採泥試料、そして岩手県船越湾・宮城県鮫浦湾で潜水作業により採取したコア試料について実施した。

【得られた成果】

①南海トラフにおける生痕群集

生痕化石の群集組成(生痕相: ichnofacies)を解析することで、地層形成時の堆積環境(水深帯)を復元できると考えられている。そのため、生痕化石は古環境復元の有用なツールとして用いられている。しかしながら、潮間帯などのアクセスしやすい環境を除けば現世生痕の研究例は少なく、その有用性についての検証が十分になされているとは言えない。

今年度は、学術研究船白鳳丸KH-16-5航海において南海トラフで採取したマルチプルコアラー採泥試料のX線CT解析を行った。それにより、当海域の深度方向の生痕相変化を調べた。その結果、南海トラフという同じ海域内でも、水深に応答して、生痕相の構成種が明瞭に異なることがわかった。また、南海トラフに見られる生痕種は、三陸沖や琉球海溝周辺など他の海域(三陸沖など)で見られるそれとは異なっていた。このことは、地層中の生痕相から、地層が形成された水深のみならず、その形成場が位置していた気候帯を復元できる可能性を示唆している。今後、得られた結果を学術論文としてまとめることで、生痕学のみならず堆積学・古生物学に大きなインパクトを与えることが期待できる。

②津波堆積物の保存ポテンシャルに関する研究

地層中の津波堆積物の存在から、過去の津波の発生前隔や規模を推測することができる。しかしながら、近年に形成された津波堆積物が地質記録としてどのように保存されるかを検証した例は少ない。そこで本研究では、三陸の内湾底において2011年3月に形成された津波堆積物が、今現在(2016年)も海底でどのような状態で存在しているかを調べた。対象としたのは三陸沿岸の5つの湾: 宮城県女川湾, 宮城県鮫浦湾, 岩手県釜石湾, 岩手県大槌湾, 岩手県船越湾である。コアの構造解析の結果、上記の全ての湾において2011年の津波堆積物(砂層+平行葉理)を確認できた。一方で、2011年津波堆積物の上部は生物攪拌によって破壊されていた。このような生物攪拌作用によって、近い将来には2011年津波堆積物に見られる平行葉理などの堆積構造は消滅すると予想される。

採択番号 16A015, 16B014

研究課題名 岩石磁気分析に基づく熱水鉱床の形成モデルの構築

氏名・所属(職名) 大野 正夫・九州大学大学院 比較社会文化研究院(教授)

研究期間 H28/8/31-9/2, 10/31-11/1, H29/3/20-23

共同研究分担者組織 学生1名

【研究目的・期待される成果】

本研究は、熱水活動域周辺の岩石磁気プロファイルの作成に基づき、熱水鉱床の成因の解明を目指すものである。研究に用いる試料は、戦略的イノベーション創出プログラム「次世代海洋資源調査技術」の、テーマ「海洋資源成因研究に基づく鉱床モデルの構築に向けた新たな指標の提案」によって、2016年3月および11月から12月に沖縄トラフで掘削された試料である。

熱水鉱床の形成場では、熱水の活動によって磁性鉱物に変質するため、残留磁化や初磁化率などが変化すると考えられる。本研究では、沖縄トラフの熱水活動域で掘削される複数の孔井のコア試料の岩石磁気分析に基づき、熱水活動域の磁気プロファイルを明らかにする。

本研究で明らかにされる熱水活動域の3次元磁気プロファイルは、同地域で計画されている磁気探査のデータ解析の基礎データを提供し、熱水鉱床探査方法の開発に資するものと考えられる。また、磁性鉱物の鉱物種が同定できれば、熱水鉱床の成因の探求にも貢献するものと考えられる。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

本年度は試料の掘削航海に参加した後、コア試料の状態での帯磁率の測定や、粉末試料を用いての岩石磁気実験を行った。

まず掘削航海は、沖縄トラフにおいて、平成29年3月と11月から12月にかけての2回、地球深部探査船「ちきゅう」で行われた。本研究計画のメンバーは、3月の航海に榎尾が、11～12月の航海に大野が乗船した。3月の航海では掘削地点が高温であったため、掘削に際しアルミのライナーが使用された。このため、コア試料の帯磁率測定は実施出来なかった。11～12月の航海ではプラスチックのライナーで掘削できたため、総掘削長1,034.5mのコア試料について、船上でMSCLを用いた帯磁率測定が実施された。また密度や熱伝導率などの他の物理量も同時に測定された。その結果、熱水変質した軽石の層で、帯磁率の正の異常が観察された。

下船後、C9025およびC9026のコア試料については、

鉱体とみられる層準から採取した4つの試料について、熱磁気分析と低温磁気分析を行った。熱磁気分析は磁気天秤を用い真空中での加熱・冷却測定を行った。低温磁気分析は、MPMSを用いて、IRMcycle, FC, ZFCの測定を行った。分析には船上でXRD分析を行った試料の残りをを用いた。熱磁気分析の結果は、加熱に伴い140℃付近から磁化は増加し始め、240℃付近でピークを示した。その後、320℃付近まで磁化は急激に減少したのち、緩やかな減少に転じた。さらに450℃付近から磁化はもう一度増加に転じ550℃付近をピークとする増加・減少の後、700℃まで緩やかな減少が観察された。高温側のピークは、低温側のピークに比べて小さい。また低温磁気分析では、35Kから75K付近で、転移に伴うとみられる磁化の変化が認められた。その変化の温度は試料によって異なる。これらの試料の船上のXRD分析では、鉄や銅などの硫化物が報告されており、特にピロータイトやパイライトが卓越することが報告されている。熱磁気曲線の低温側のピークは、これらの鉱物の加熱による分解で説明できると思われる。また低温磁気分析の35Kの転移は、ピロータイトの存在と調和的である。しかし、50K付近や70K付近の転移は対応する磁性鉱物の報告が見当たらない。今後、詳細な鉱物分析と岩石磁気分析を組み合わせ、これらの試料の分析を進める予定である。

採択番号 16A016, 16B015

研究課題名 北大西洋海底掘削コア試料の古地磁気・岩石磁気研究

氏名・所属(職名) 大野 正夫・九州大学大学院 比較社会文化研究院(教授)

研究期間 H28/8/31-9/2, H29/3/20-23

共同研究分担者組織 佐藤 雅彦(産業技術総合研究所), 林 辰弥(御船町恐竜博物館)
他 学生1名

【研究目的・期待される成果】

本研究はIODP(統合国際深海掘削計画)第306航海で採取された堆積物コア試料の岩石磁気・古地磁気研究により、過去数百万年間の地球磁場変動や古環境変動を明らかにすることを目的としている。

特にU-channel試料の詳細な古地磁気・岩石磁気測定により、地磁気エクスカージョンや地磁気逆転時の磁場の振る舞いや、地磁気方向・強度の永年変化など、過去数百万年間の地球磁場変動の解明に大きく貢献することが期待される。

また、環境磁気学的な研究によって、北半球の氷床発達に伴う古気候・古海洋の高分解能の変動記録が明らかになると期待される。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

本研究は、地球磁場の変動の古地磁気学的研究に加え、岩石磁気学的研究により北半球の大陸氷床の出現・発達時における海洋循環の変遷史を明らかにすることを目的として行ってきた。これまでの研究では、2.2~2.7Maの間の氷期-間氷期サイクルの変動を明らかにするとともに、大陸氷床が初めて大規模に発達したとされる海洋酸素同位体ステージ(MIS)100付近(2.50~2.55Ma)に加え、それ以前の氷期MIS104付近(2.58~2.62Ma)、MIS G2付近(2.64~2.66Ma)、MIS G4付近(2.68~2.70Ma)の数千年スケールの詳細な分析を行った。そして今年度は、これらの氷期の間の間氷期の分析を行うとともに、これに加えてMISG7まで遡って分析を行い、MIS100からG7まで(2.50~2.74Ma)の数千年スケールの連続な記録を得た。さらに今年度はMIS96付近(2.41~2.46Ma)の数千年スケールの分析に取り掛かった。

研究に用いた試料の掘削地点は、アイスランドの南方およそ千キロメートルに位置し、アイスランド周辺の海底から深層流によって運ばれてきた陸源の砕屑物を多く含む。これまでさまざまな岩石磁気測定の結果、堆積物中の磁性鉱物の保磁力の変動が、海洋循環の変動を反映していると解釈できることが明らかになった。保磁力は、間氷期に増加し氷期に低下する氷期・間氷期サイクルに対応した変化に加

え、MIS100, 104, G2, G4の氷期中に発生したIRD(氷床由来の漂流岩屑)の増加イベントの際には、イベントの発生時に保磁力が急激に減少し、その後徐々に回復するパターンが観察された。これらの保磁力の変化は、北大西洋深層水(NADW)がアイスランド周辺から運んでくる高保磁力な玄武岩起源の砕屑物と、南方から運ばれてくるとされる低保磁力の成分の量比の変化によって説明でき、IRDイベントに伴う保磁力の低下は、NADWの流れが弱くなったことを示していると解釈される。我々は等温残留磁化の獲得曲線の解析により、高保磁力成分と低保磁力成分を分離してその割合の変動を求めたが、その結果はこの解釈を裏付けるものであった。さらに今回新たに分析したMIS G6においては、小規模なIRDイベントは確認されたものの、MIS G4以降に見られるような本格的なIRDイベントは無く、また、この小規模なイベントに伴う保磁力の変化は明確には認められなかった。また、MIS96の分析はまだ終わっていないが、複数のIRDイベントとそれに伴う保磁力の変化が認められており、引き続き分析・解析を行う予定である。

採択番号 16A017, 16B016

研究課題名 深海冷湧水チムニーの形成過程を解明し海底地質との関連を明らかにする

氏名・所属(職名) 石井 輝秋・静岡大学 防災総合センター(客員教授)

研究期間 H29/2/27-3/2

共同研究分担者組織 小原 泰彦(海上保安庁)

【研究目的・期待される成果】

研究主題：深海冷湧水チムニーの形成過程を解明し海底地質との関連を明らかにする。

現有するA, B 2種類の深海冷湧水チムニーの内部構造の解析から各々の特色を明らかにし、両者の比較研究から形成過程の解明を行い、両者の類似点・差異から、チムニー形成に関与した冷湧水の特色・起源を地質学的背景と関連づけて議論することをめざす。

A：中部マリアナ，コニカル蛇紋岩海山産チムニー(水深約4,000m，アルビン号で採取)

チムニーAは採取後手付かずの円柱形を保持していたが、昨年CTスキャン観察で内部構造の方向性を観察の後、最適な面で切断した。さらにスラブをも切り出した。切断面上の元素組成分布測定を行って全体像を把握後、岩石薄片作成用試料の切り出しを行う。

B：南部マリアナ海溝内側斜面(水深約5,500m)，しんかい湧水域(=SSF)産チムニー(しんかい6KDive 1365等の潜航調査で採取)

チムニーBは円柱形チムニーを縦方向に半割した半円柱形を呈していた。昨年CTスキャン観察で内部構造の方向性を観察の後、最適な面で切断した。さらにスラブをも切り出した。切断面上の元素組成分布測定を行って全体像を把握後、岩石薄片作成用試料の切り出しを行う。

産出時の状態を保持したままの非破壊測定観察に努める。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

利用した装置：

(ア) GEヘルスケア・ジャパン株式会社製Light Speed Ultra16 CT画像処理装置および、(イ) 日本電子(JEOL)社製JSX-3600CAZ XRFコアスキャナー(TATSCAN - F2)である。(ア)のCT画像処理装置での撮影条件は以下の通りである。(ア-1)Scout(2次元透過画像)では120kV, 100mA, 画素数=幅888で固定、長さは撮影長に準ずる。(ア-2a)Helical(断層画像, 3D, スパイラル撮影)では120kV, 100mA, スライス厚さおよび画像再構築間隔=0.625mm, 画

素数=512×512である。(ア-2b)Axial(断層画像, 3D, 断面撮影)ではHelicalではない点を除けば(ア-2a)の条件と同じである。(イ)のXRFコアスキャナーの線分析の測定条件は以下の通りである。線分析でのビーム径は(イ-1)10×7mm, 又は(イ-2)1×0.8mm, いずれも1点5分(従って1時間で12点, 8時間で96点), ステップ間隔は1mm以上, 30kV, 0.01mA, Heガス雰囲気, 測定元素はNa, Mg, Al, Si, K, Ca, Ti, Mn, Feの9元素。

研究実施内容・得られた成果：

(ア) CTスキャナーによる観察

(1) R/V「かいれい」KR16-14航海(小原泰彦が主席研究員, 石井も乗船)は, 10/26サイパン出港-11/03那覇入港で行われた。南部マリアナしんかい湧水域(=SSF)で「かいこう7K」により新たに数個体の炭酸塩チムニーを採取し, その一部をCTスキャナー観察に供した。

(2) 上記航海ではSSF海域から「かいこう7K」により蛇紋岩化したマントル橄欖岩も採取された。CTスキャン観察ではマントル橄欖岩の蛇紋岩化作用の進行の程度がある一定方向に顕著であることが三次元的に理解できた。今後既に採集済みマントル橄欖岩のCTスキャン観察を試みたい。

(3) 既に共同研究で化学分析済み(論文発表済; Yasukawa *et al.*, 2014)のDSDP第213節で採取され, KCCに保管されている, インド洋産REE含有遠洋性粘土コア試料のCTスキャン観察を行った。アーカイブ3本, ワーキング3本のコア(全て長さ1.5m)は肉眼及び薄片観察と同様, 均質・無層理であることが確認された。逆にこの様に内部構造に乏しい堆積物が形成される地質過程解明が新たな研究対象になるように思われた。

(イ) XRFコアスキャナー(TATSCAN)による測定

(1) チムニーはCaOを主成分とする炭酸塩で, 微量のMgO, Fe₂O₃を不均質に含んでいる。

(2) 蛇紋岩化したマントル橄欖岩の切断面で格子状組成マッピングを行った。(XRFマッピング装置の設置を希望します。)

採択番号 16A018, 16B017

研究課題名 日本海の縞々堆積物 (IODP Exp. 346) が記録する堆積環境の酸化還元状態の変動史：炭素と窒素の安定同位体組成からの制約

氏名・所属 (職名) 山口 耕生・東邦大学 理学部 (准教授)

研究期間 H28/11/11-15, H29/1/29-2/4

共同研究分担者組織 池原 実 (海洋コア), 岨 康輝 (東邦大学), 多田 隆治, 高橋 聡 (東京大学)
他 学生4名

【研究目的・期待される成果】

東邦大学ではこれまでに、海洋の酸化還元状態の解明を行うため、堆積岩/堆積物中のFe・S・C・N・Pの化学形態別の存在量と安定同位体組成 (Pは除く) に関する多角的な研究を展開してきた。その一貫として、炭素と窒素の存在量および安定同位体分析に関して、継続的に貴センターの共同利用・共同研究にお世話になってきた。

2015年度に、東大の高橋聡助教から日本海のIODP Exp. 346の堆積物試料の提供を受け、地球化学分析を始めた。まずは硫黄の化学形態別の存在量と安定同位体組成を測定して、卒業論文としてまとめた。2016年度は、リンと鉄の化学形態別の存在量の測定を行い、修士論文および卒業論文としてまとめる予定である。その際、有機炭素と窒素の存在量および安定同位体組成の測定が必須となる。

そこで本申請研究では、従来の貴センターでの共同利用・共同研究での手法と経験を活かして、上記IODP日本海堆積物試料の炭素と窒素の形態別存在量と同位体組成の測定を行う。そして、Fe・S・Pの化学形態別の存在量と安定同位体組成 (Pは除く) のデータと比較および検討することによって、日本海の酸化還元状態の変遷およびそれに依存する微生物代謝の様相の解明に挑む事を、研究の目的とする。

嫌氣的堆積物中で生じる脱窒過程やメタン発酵および嫌氣的酸化 (AOM) 等が堆積物の窒素や有機炭素の安定同位体組成として記録されることを利用して、堆積環境の酸化還元状態の数値化を行う事が研究の特色である。従来、堆積物の明暗や黄鉄鉱の有無で二元論的に議論されてきた堆積環境の酸化還元状態の変遷が、連続した数値として把握することが期待される成果である。

本研究は、モンスーン気候システムの発達史の制約が可能である点で、研究を実行する意義は高いと言える。

【研究実施内容】

1) 炭素と窒素の形態別存在量 (有機炭素, 無機炭素,

全窒素), および

- 2) 有機物の炭素・窒素の安定同位体組成
- 3) 炭酸塩成分の炭素と酸素の安定同位体組成の測定

【測定試料】

IODP Exp. 346 Asian Monsoon 航海で日本海で採取された堆積物

【得られた成果】

1) に関しては、年度をまたぐ測定となったが、2017年度前半にて測定を完了した。全岩試料の炭素存在量 (有機炭素+無機炭素) と、全岩試料に関して東邦大学にて塩酸処理 (2N HCl, 3days) を施して脱炭酸を行った試料の炭素量を測定し、有機炭素および無機炭素存在量を求めた。その結果は、2017年度の現在修士1年の学生 (本研究の分担者: 増田沙恵佳) の修士論文としてまとめる予定であり、予察的な結果を2017年度のAGU Fall Meeting (New Orleans) にてポスター発表をする予定である。

2) に関しても、年度をまたぐ測定となったが、2017年度前半にて測定を完了した。脱炭酸を施した試料に関して炭素・窒素の安定同位体組成を測定した。窒素に関しては、有機態窒素+無機態窒素を合わせたものであることを付記しておく。有機炭素同位体組成に関しては-25‰付近で、堆積層の明暗の差に呼応する値が得られた。このことは、海洋環境、特に酸化還元状態に応じた生態系あるいは続成作用の違いを反映しているものと推察される。バルクの窒素同位体組成に関しても、バルクであるが故に現段階では解釈に限界があるが、堆積層の明暗の差に呼応する値が得られている。

3) に関しても、年度をまたぐ測定となったが、2017年度前半にて測定を完了した。IsoPrimeを用いて、バルク試料の炭酸塩成分の炭素と酸素の安定同位体組成を分析した。酸素同位体組成は続成作用 (酸素の (同位体) 交換反応) を反映するために堆積環境の復元に適しているとは言えないとする向きもあるが、

本試料に関しては、同じく続成作用の指標であるMn存在量と相関が無く、試料も極めて新しい時代のものであることから、その心配は無いと言える。炭素同位体組成に関しては、一部の試料において有機炭素同位体組成との相関が見られ、堆積層の明暗の差に呼応する値が得られた。このことは、試料中の炭酸塩成分の一部は続成作用中の有機物分解に起源をもつ炭素を含む炭酸塩が形成されていることを示唆する。

本研究の日本海試料に関して、担当学生とは異なる別の学生が、硫黄の化学形態別存在量とその安定同位体組成に関する測定を2015年度に行った。残りの試料を2016年度に本研究に使用する予定だったが、IODP試料ということで試料量が限られており、前述の2015年度の硫黄分析にある程度の量の試料を使用したため、2016年度はリンの化学形態別存在量分析を優先して行わざるを得なくなった。以上が理由で、上記の各分析を2017年度にまたいで実施することとなった。上述のように、本報告書の執筆時点で、かなりの量の分析を進めることが出来ている。この進捗報告に関しては、2017年度の報告書で改めて書くこととする。

採択番号 16A019, 16B018

研究課題名 南大洋の最終氷期の暗色堆積物の地球化学：炭素と窒素の安定同位体組成からみた海洋環境の変遷

氏名・所属（職名） 山口 耕生・東邦大学 理学部（准教授）

研究期間 H28/6/26-7/4, 11/11-15

共同研究分担者組織 池原 実（海洋コア）、他 学生5名

【研究目的・期待される成果】

申請者は、これまで、貴センターの全国共同利用研究にて、陸上掘削で得られた黒色頁岩を試料として、池原教授が管理担当の元素分析計ーオンライン安定同位体質量分析装置（EA-irMS）を用いて、有機態と無機態の窒素の存在量と窒素同位体組成の測定を行い、海洋中での窒素循環、特に脱窒および窒素固定に関する研究を行ってきた。

2014年度より、池原教授による試料提供を受け、南大洋インド洋区コンラッドライズの堆積物コア試料（COR-1bPC）の分析を始めた。この試料は、最終氷期以降の環境変動を記録しており、上部の明色層および下部の暗色層からなる。季節的な海氷成長に伴う海洋表面の部分的カバーにより大気-海洋相互作用が減少して、溶存酸素が深海まで行き渡りにくくなる。当時の海底で形成された嫌氣的暗色（有機物に富む）堆積物（コア観察より明らか）は、この過程によるものである可能性がある。

そこで東邦大学では、当時の海洋の酸化還元状態の解明を行うため、Fe・S・C・Pの存在形態別の存在量と安定同位体組成（Pは除く）に関する多角的な研究を展開している。本申請研究では、上記の全国共同利用研究での手法と経験を活かして、窒素の形態別存在量と同位体組成を測定し、南大洋の最終氷期（以降）の酸化還元状態に依存する窒素代謝の様相の解明に挑む事が研究の目的である。

嫌氣的堆積物中で生じる脱窒過程やメタン発酵等が堆積物の窒素や有機炭素の安定同位体組成として記録されることを利用して、堆積環境の酸化還元状態の数値化を行う事が研究の特色である。従来、堆積物の明暗や黄鉄鉱の有無で二元論的に議論されてきた堆積環境の酸化還元状態の変遷が、連続した数値として把握することが期待される成果である。

本研究は、氷期から間氷期への遷移期での $p\text{CO}_2$ の変遷の制約が可能である等の点で、研究を実行する意義は高いと言える。

【研究実施内容】

EA-irMSを用いた有機炭素量、および有機物の炭素同位体組成の測定

【測定試料】

南大洋におけるKH10-07航海で採取されたCOR-1bPCコア

【得られた成果】

リンおよび鉄の化学形態別存在量分析の結果と合

わせて、以下に報告する。

大陸からの流入量を示すPdet (Detrital Phosphorus) の存在量は、最終氷期の方が間氷期よりもわずかに多く、それぞれ平均で0.004 wt.%, 0.002 wt.%であった。 $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ 値は、最終氷期は間氷期よりも低く、それぞれ平均で-23.63‰, -21.73‰であった。

最終氷期では、還元的な堆積環境で生成する黄鉄鉱が存在したため、海氷によって大気-海洋相互作用が制限されて海中の溶存酸素濃度が減少したことが原因で、還元的な堆積環境を形成したと考えられる。さらに、 P_{Fe} (Iron-bound Phosphorus), Fe_{ox} (Oxide-phase Iron) 存在量の増減の繰り返しは、最終氷期の間に短期的な酸化イベントが起こっていたことを示唆する。

最終氷期から完新世への遷移期にあたるDeglacial Period (融氷期) では、完新世に移行するにつれて C_{org} 量は減少するが、制限栄養塩元素のリンの各形態と Fe_{ox} , Fe_{HCl} (HCl-soluble Iron) の存在量は急激に増大した後で減少した。これは、海氷の融解量が増加して栄養塩供給が増大し、同時に溶存酸素の供給も増加して急激に酸化的な環境に変化し、鉄酸化物量が増大し有機物分解が促進されたため、と考えられる。この溶存酸素の供給の増加は成層化の解消、南極周極流の南下に起因していると考えられる。

本研究により、最終氷期では、海氷の存在が還元的な堆積環境を形成したが、鉄酸化物量の増減により、短期的な酸化イベントも起こっていたと示唆される。融氷期では、成層化の解消と南極周極流の南下による溶存酸素の供給増大が、リン・鉄の形態別存在量・有機物存在量の変化に反映されていたのであろう。

窒素存在量および窒素同位体組成の測定も試みた。全窒素存在量は極微量で、ほとんどの試料において測定限界に近かった。したがって、他の各種パラメータとの比較検討は困難であったが、最終氷期の暗色堆積物においてある程度の有機物存在量があったにもかかわらず、全窒素存在量がゼロ、という重要な結果が得られた。これは、嫌氣的な環境下での続成作用にて有機物分解が進行したため、堆積場の地理的な状況（大陸から遠いインド洋中央部）から評価して海洋起源の窒素分が分解されて間隙水あるいは底層水中に放出され、比較的リフラクトリーな有機炭素が残ったことを示唆する。窒素同位体組成の測定に関しては、窒素含有量が極微量だったため、数試料分の燃焼ガス試料を集めて分析する等の工夫を凝らしたが、精度的に満足に行く結果が得られなかった。

採択番号 16A020

研究課題名 国史跡江戸城外堀跡の堀底堆積物から見た江戸・東京の古環境復元

氏名・所属（職名） 榎木 真・新宿区地域文化部文化観光課 文化資源主査（学芸員）

研究期間 H28/5/31-6/1

共同研究分担者組織 美濃部 達也（新宿区）、小杉 由希子（千代田区）、森 将志（株式会社パレオ・ラボ）

【研究目的・期待される成果】

分析対象は、国史跡江戸城外堀跡の発掘調査により、地下8.5m付近から採取したブロック試料である。発掘調査では、外堀底面に厚さ60cm程の砂、シルトを主体とする堀底堆積物が確認されている。その年代は、江戸城外堀普請の行われた寛永13年（1636）を上限とし、調査地の外堀が関東大震災の瓦礫により埋められたことから大正12年（1923）を下限とすると想定される。なお、堆積層の下端から12cm程の部分に宝永スコリア（1707）の集積が認められる。

以上のことから、当該試料は約287年間の江戸城外堀の古環境を示すものと位置付けられる。X線CTスキャナーにより、試料の堆積構造を把握することにより、微細層位の内容物（鉱物及び微化石）の同定を通じて、成因、時間幅の特定を行ない、その堆積順位を基に植生、水質の変化を捉えることにより、江戸・東京の環境変遷を明らかにする。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

貴センターにおいて実施したX線CTスキャナー画像と発掘調査時に作成した土層断面を照合し、堆積構造を検討した。この検討を踏まえ、テフラ分析、元素マッピング分析、蛍光X線分析、放射性炭素年代測定、珪藻分析、花粉分析、寄生虫卵同定等を実施した。

この結果、堀底堆積物下底面より10cmに堆積するテフラが宝永スコリア（1707）であること、サンプル上部に炭酸カルシウムが含有されること、寄生虫卵の算出量は概して少なく下水等が流れ込む環境になかったこと等が確認された。

環境変遷については、珪藻分析・花粉分析の結果に基づきI～V帯に大別される。

I帯は、宝永スコリア降灰以前で、湖沼浮遊性珪藻の算出が少なく、水深は比較的浅かったと推測される。この時期にはガマ属花粉の増減が見られ、最下層のIa帯ではガマ属は縮小、Ib帯では繁茂、Ic帯では縮小と変化する。これと同調するように緑藻類、付着性珪藻も増減している。ガマ属の繁茂により光環境が変化した可能性がある。なお、Ic帯では珪藻の多様性が低下する。II帯になると浮遊性珪藻が増加す

るため水深が増したと推測される。ガマ属や藻類が繁茂し、水中の光環境は暗かったと思われる。但し、河川性珪藻が産出され、何らかの河川水の影響があったと思われる。珪藻の多様性はIc帯に比して回復し以降安定する。III帯は、湖沼浮遊性珪藻の算出が変動する。水位が不安定な状態にあった可能性が考えられる。ガマ属、緑藻類の産出は少ない。このIII帯には炭酸カルシウムの白色粒子が散在している。同粒子の成因は不明であるが、生物群集への何らかの影響を及ぼしたことが想定される。IV帯は、炭酸カルシウムを主体とする層である。湖沼浮遊性珪藻は産出されず、付着性珪藻が増加する傾向にある。ガマ属もほとんど産出されず、代わってフサモ属や緑藻類が繁茂する。V帯もIV帯に似るが、河川性珪藻が産出され河川の影響を受ける水環境であったと考えられる。但し、珪藻の多様性指数は比較的低位多様性はIII帯以前に回復しない。

III～V帯に含まれる炭酸カルシウムについては、元素マッピング、 $\delta^{13}\text{C}$ 値の検討等を行ったがその成因は明らかにできなかった。堆積状況からは人為的なものと想定されるが、江戸市中の漆喰（貝起源・石灰岩起源）、水質改善目的の散布、近代における地盤改良もしくは、混凝土プラント由来等の可能性が上げられる。

江戸城外堀は人為的に造られた環境であり、維持管理をはじめとする様々な人間活動の影響を受けている。今回の分析結果からも珪藻の多様性の急激な変化をはじめ自然的要因のみならず人為的要因で形成されたであろう現象が窺えた。今回の調査は、外堀の極々一部であり、今後、他地点でも同様の検討を行うことにより、外堀の環境変遷と人為的作用を具体的にしていける必要がある。

採択番号 16A021, 16B019

研究課題名 還元化学消磁による堆積岩中の磁性鉱物の変化と磁気層序

氏名・所属(職名) 六井 千里・熊本大学大学院 自然科学研究科 理学専攻(博士課程3年)

研究期間 H29/2/22-28

共同研究分担者組織 小玉 一人(海洋コア), 渋谷 秀敏, 望月 伸竜(熊本大学), 他 学生1名

【研究目的・期待される成果】

透水性のある堆積岩および堆積物は、同様のプロセスで二次磁化を得ている可能性が推測できる。また、火山岩や火山性堆積物と比べると一般的に残留磁化強度が弱く、二次磁化のノイズが測定結果に影響を及ぼすことが多い。二次磁化を担う磁性鉱物にはヘマタイトやゲーサイトなど高保磁力のものもあり、これらを含む堆積物は交流消磁では消磁できず、熱消磁で初性磁化成分を確認しなければならない。一方で、熱消磁により熱変質する磁性鉱物も存在するため、主要な2つの消磁法では、初性磁化成分の取り出しが困難な堆積岩や堆積物が存在する。そこで、今回の共同利用では主に蝦夷層群についてRCDの効果の検証を行う。蝦夷層群は橋本(2012MS)により磁気層序の検討が行われた。白亜紀スーパークローン後の逆磁極期との境界が白亜紀の年代区分であるサントニアン-カンパニアン境界(Sn/Cm境界)と年代が極めて近いことを利用して境界を設定する議論を行っている。研究も礁性石灰岩と同様に二次磁化の影響を大きく受けており、 α_{95} 信頼限界に疑問を残すとしている。

RCDを利用することで蝦夷層群の磁気層序議論の疑問点を解消出来れば、蝦夷層群のSn/Cm境界は全球的に対比が可能な年代指標となり意義深い。また、礁性石灰岩以外の堆積岩や堆積物にRCDが有効であることが明らかとなれば、古地磁気学的な議論が困難であった試料への新たなアプローチ法となることが期待できる。

【利用・研究実施内容】

蝦夷層群から採取した50試料を測定した。内訳は、全試料NRM測定、15試料を段階交流消磁+測定(パススルー型磁力計)、15試料を段階熱消磁+測定(同機)、20試料を還元化学消磁(RCD)+段階交流消磁+測定(同機)とした。交流消磁はパススルー型磁力計に搭載された3軸交流消磁装置を用い、熱消磁は熱消磁装置(夏原技研製TDS-1)を用いた。還元化学消磁は $C_6H_8O_6 + NaHCO_3$ 溶液のpHを調整したものをを用い、磁気シールドルーム内で72時間浸透させたものを乾燥し、その後段階交流消磁を行った。還元化

学消磁に用いたエッチング液は、昨年および一昨年の共同利用にて行った礁性石灰岩の化学消磁手法で開発したアスコルビン酸還元液を用いた。また、還元化学消磁を行う試料と行わない試料は、比較のため、1つの磁化測定用コア試料を2分割にしたものを用いた。パススルー型磁力計での測定は、試料のポジションを変更して2回測定し、機器による方位の誤差を考慮できるようにしている。

【得られた成果】

蝦夷層群の試料は先行研究により熱消磁の途中段階(400°C前後)で熱変質を起こし初生磁化方位の取り出しが困難であることがわかっている。我々は、RCDにより熱変質の元となる磁性粒子の選択的除去が可能であるかを確認するため予察的に研究を行った。高知コアセンターでの測定において、還元化学消磁の有効性を一部確認することができた。RCD前後の試料表面の色調を調べると、消磁前は薄い赤褐色を呈していた試料が消磁後は暗灰色を示した。交流消磁とRCD+交流消磁の比較では、消磁曲線に違いが見られた。交流消磁のみのザイダーベルト図では原点に向かう方位が得られず、また、80mTにおいても磁化が完全に消磁されない。一方でRCDを施した試料に対する交流消磁の結果では原点へ向かう直線がいくつかの試料では確認でき、また磁化が消磁される割合も交流消磁のみと比べて高い。

熱消磁の結果は450°Cにおいて磁化の増加がみられ、その後の消磁曲線は原点へ向かう磁化方位を捉えることはできなかった。今回はRCD+熱消磁を用いた測定ができていないため、今後はこの手法の結果を確認していく必要がある。

熱磁気天秤を用いた測定では、400°C付近で見られる熱変質による磁化の増加がRCDを行った試料ではみられなくなる。これらの結果から、還元化学消磁により高保磁力成分の消磁、および熱変質の原因となる成分が取り除かれ、熱消磁による熱変質を抑制できることが明らかとなった。

採択番号 16A022, 16B020

研究課題名 エチオピア洪水玄武岩を対象にした約30Maの地球磁場変動の解析

氏名・所属(職名) 石川 尚人・京都大学大学院 人間・環境学研究所(教授)

研究期間 H28/8/8-18, 9/7-22, 9/28-10/3

共同研究分担者組織 山本 裕二(海洋コア), Tesfaye Kidane(アジスアベバ大学),
乙藤 洋一郎(神戸大学), 他 学生1名

【研究目的・期待される成果】

本研究の目的は約30Maに約100万年間という短期間におきた火山活動であると考えられているエチオピア洪水玄武岩を対象にして、地球磁場変動、特に地磁気強度の変動を詳細に明らかにすることである。試料は、エチオピア・Lima Limo地域の約2,000mの溶岩層に対して、98層準の溶岩流から採取した。93層準から得られた古地磁気方位からは、主たる傾向として下位より逆-正-逆の地磁気極性の変化があり、加えて、各磁極期内の短期間の極性変化と極性移行期と思われる方向変化が多数認められた。そこで本研究では、古地球磁場強度の推定を行うことで、方向だけからはわからない地磁気の変動期(極性逆転期や短期間の地磁気変動)の特定を行う。

本研究によりこの溶岩層が記録している地磁気変動を極短期間の地磁気変動を含めて詳細に解明することで、約30Maの地球磁場変動(方向・強度)の詳細な様相を提示できること、30Ma頃の地磁気層序の検証と高精度化ができること、古地磁気層序によるこの溶岩層の火山活動時期の推定が明確になること、長いタイムスケールでの地磁気強度の変動を明らかにする目的に資するデータの提供ができること、が期待される。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

貴センターの古地磁気・岩石磁気実験室のスピナー磁力計、熱消磁装置、交流消磁装置、非履歴残留磁化着磁装置、低温消磁装置を利用して、低温消磁-2回加熱ショー法による絶対古地磁気強度の推定のための実験、相対古地磁気強度を求めるための自然残留磁化と非履歴残留磁化の交流消磁実験を行った。今年度においては、21層準の21試料に対して絶対古地磁気強度の推定のため実験を行い、9試料から絶対古地磁気強度を求めることができ、前年度と合わせて24層準の25試料からデータが得られた。また、上記実験を行った層準に加えて、12層準の12試料に対して相対古地磁気強度を求める実験を行い、前年度と合わせて、45層準の45試料から相対古地磁気強度を求めることができた。絶対古地磁気強度と相対古

地磁気強度がともに得られた試料においては、両強度に高い正の相関関係が認められたことから、その関係に基づき、絶対古地磁気強度が得られなかった試料に対しても古地磁気強度値を推定した。以上の結果から、45層準中46個の古地磁気強度を推定することができた。

約30Maのエチオピア洪水玄武岩の溶岩層が記録している古地磁気強度は、全体の平均として、 $13.2 \pm 10.9 \mu\text{T}$ であり、仮想双極子モーメント(VDM)の平均は $2.7 \pm 2.3 \times 10^{22} \text{Am}^2$ であった。過去1億年間の古地磁気強度データと比較すると、エチオピア洪水玄武岩から得られた約30Maの地球磁場強度は弱いことがわかった。本研究で解析した溶岩層で認められた7つの磁極期において、極めて弱い強度を示し、その強度の変動も小さい正磁極期があり、地球磁場強度が正磁極期の方が逆磁極期より弱い傾向が認められた。また、地磁気極性が短期間で変化する期間においては、強度変動が大きく、古地磁気極からの仮想地磁気極(VGP)のずれ(余緯度)が大きくても強いVDMを示す場合も認められた。

採択番号 16A023, 16B021

研究課題名 房総半島に分布する鮮新-更新統を用いた精密古地磁気記録の復元

氏名・所属(職名) 岡田 誠・茨城大学 理学部(教授)

研究期間 H29/2/27-3/1, 3/13-15

共同研究分担者組織 学生3名

【研究目的・期待される成果】

本研究では、房総半島およびその周辺域に分布する鮮新-更新統の詳細な古地磁気記録を得ることで、磁場反転層準および地磁気エクスカージョンを検出し、さらにそれらの特徴的な古地磁気変動と酸素同位体カーブとの対比を行うことで、それらのタイミングを精密に復元することを目的とする。

堆積物が獲得する残留磁化は、堆積面より下位20cm程度の部分で獲得されることが様々な研究より明らかになっている。この磁化獲得深度の存在が原因となり、現在言われている地磁気反転層準の年代は、実際よりも古く算出されている可能性が高い。磁化獲得深度が一定ならば、堆積速度が速いほど堆積面と磁化獲得との間の時間差は小さくなる。本研究では、通常の深海底堆積物と比べ、格段に速い堆積速度を持つ地層を用いることで、地磁気極性反転およびエクスカージョンの年代をより確かに求めることができると期待される。一昨年度および昨年度の共同利用では、GSSP候補地となっている千葉セクションのM-B境界付近における磁化記録から古地磁気強度の復元を試み、熱消磁と交流消磁を組み合わせる手法を用いることで、地磁気反転境界付近における相対古地磁気強度を部分的に復元した。M-B境界の年代は、酸素同位体層序と火山灰の放射年代を用いて決定することを試みているが、さらに古地磁気強度変化を他の記録と対比することで、これらとは独立した年代指標を得ることができる。今後グローバル対比が可能な長期間の相対古地磁気強度記録を復元することで、千葉セクションにおいてより信頼できる年代モデルの構築ができると期待される。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

測定試料：下部-中部更新統境界GSSP候補である千葉複合セクションの主要部分を構成する田淵地区で採取されたMatuyama-Brunhes磁場反転境界層準付近の古地磁気試料を用い、以下の測定を実施した。

利用実施内容：平成29年2月27日から3月1日、および3月13日から15日までの間、熱磁気天秤を用い、計10試料に対して熱磁気分析を行った。

測定結果および考察：古地磁気測定用試料は、砂質

シルト岩露頭において、Byk-Eの上位1,500cmから下位-1,460cmまでの区間を、層厚間隔約10cmで採取した直径1インチの定方位ミニコア試料を用いた。古地磁気測定は国立極地研所有の超伝導磁力計2G SRM-760Rを、熱磁気分析・ヒステリシス実験は高知コアセンターの共同利用(ヒステリシス実験は平成27年度利用)により実施した。

今回の測定結果では、35cmより下位の層準全てにおいて逆極性を示し、深海底コア等で報告されている“precursor”イベントは見られなかった。VGP緯度は、45cmから195cmの間で南極から北極へと移動し、そこから上位層準において赤道と北極付近の間を何度も行き来する振る舞いを示し、1,150cmから上位層準において北極周辺に定置している。一方、平均値で規格化した相対古地磁気強度は200cm付近より下位層準では概ね1を超える値を取っているが、そこから上位では1/4程度の値で推移し、VGP緯度が北極周辺に定置する1,150cmより上位層準において一旦1を超える値となり、再び減少を示した。以上より、VGP緯度から見た地磁気逆転の推移は、35-195cmの間で極性反転が起こり、その後何度かVGPのふらつきが見られ、1,150cm付近で安定した正極性となっている。また相対古地磁気強度は、極性反転が起こる前から減少を開始し、安定な正極性を示すまでは弱い状態が続くような変化となった。酸素同位体カーブの対比を元にした千葉複合セクションの年代モデル(Okada *et al.*, 2017:成果報告済み)を用いると、極性反転が見られる層準は、774-771kaに、安定した正極性となるのは764ka以降に対比される。また相対古地磁気強度が弱い区間は、777-764kaの間の13kyrにあたることを示される。現状の年代モデルは、用いている酸素同位体カーブの解像度が低く発展途上であるが、酸素同位体カーブとVGP緯度および相対古地磁気強度との関係は、インド洋や北大西洋の深海底コア記録(Valet *et al.*, 2014, Channell *et al.*, 2010)と整合的であり大局的にはグローバルな対比が可能と判断できる。

採択番号 16A024, 16B022

研究課題名 フランスおよびベトナムにおける白亜紀・デボン紀海洋無酸素事変の高解像度解析

氏名・所属(職名) 西 弘嗣・東北大学 学術資源研究公開センター(教授)

研究期間 H28/11/21-24

共同研究分担者組織 小松 俊文(熊本大学), 高嶋 礼詩(東北大学), 村山 雅史, 山口 龍彦(海洋コア)

【研究目的・期待される成果】

デボン紀後期および白亜紀中期は二酸化炭素濃度の上昇により温暖化が進行したことが知られている。この温暖化の極大期に両時代で海洋の酸素が枯渇する海洋無酸素事変が発生した。デボン紀後期の海洋無酸素事変は、上部・下部Kellwasserイベント、Hangenbergイベントと名付けられ、白亜紀の海洋無酸素事変はOAE1a~1d、OAE2などが知られている。この両時代における海洋無酸素事変の発生は海洋生物の絶滅を引き起こしただけでなく、石油根源岩の形成にも大きく寄与したことから、資源の観点からも重要なイベントである。

本研究では、温室期における無酸素水塊の拡大がどのような原因で発生するのかを解明するため、海洋生態系の異なる白亜紀とデボン紀の海洋無酸素事変に焦点を当て、両時代の海洋無酸素事変の共通点を明らかにする。扱う試料は、デボン系に関してはベトナムの上部・下部Kellwasserイベント、Hangenbergイベント、白亜系に関してはフランス南東部のOAE1bを予定している。本研究により、急激な温暖化が海洋の環境や生態系に及ぼす影響を明らかにすることができると期待される。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

北部ベトナムのハーザン省(Ha Giang Prov.)北部にあるシーファイ地域(Si Phai area)には、デボン系~石炭系が広く分布している。上部デボン系を主体とするトクタット層(Toc Tat Fm.)は、フラスニアン階とファーメニアン階からなり、大量絶滅などで知られているフラスニアン・ファーメニアン境界(F-F境界)が挟まれている。本研究では、シーファイ地域におけるトクタット層下部の岩相やコノドント生層序を樹立するとともに、2度に渡って大量絶滅を引き起こしたとされる下部・上部ケルワッサー事変(Kellwasser events)を含む層準を安定炭素同位体比の変動パターンを用いて検討した。

調査地域では、主に2つの露頭で調査を行った(S11, S12)。これらの露頭におけるトクタット層は、やや厚めの塊状石灰岩やマールと石灰岩の互層を主体とし、薄い石灰角礫岩や珪質泥岩を伴う。産出化石は、

コノドントが多く、層準によっては介形虫やテナタキユロイドなどを伴い、石灰角礫岩中にはサンゴ片なども含まれている。

単層ごとに採取した石灰岩を酢酸で処理した結果、5属21種のコノドント化石を識別し、S12からは*Palmatolepis nasuta*, *Pa. rhenana*, *Pa. linguiformis*, *Pa. triangularis*などが産出した。S11からはこれらの4種のコノドントの他に*Pa. juntianensis*や*Pa. delicatula*などの地質年代を決める上で重要なコノドント化石を得ることができ、*Pa. nasuta*, *Pa. linguiformis*, *Pa. triangularis*帯の3帯を認めた。F-F境界は、一般的に*Pa. triangularis*の初産出層準で定められており、ある程度の時間間隙がある可能性は否定できないものの、S11とS12の両露頭でF-F境界を確認することができた。

安定炭素同位体比については、S11(層厚約40m)で76試料を採取し、高知大学海洋コア総合研究センターのFinnigan MAT 253を用いて分析を進めた。その結果、*Pa. nasuta*帯の中部と*Pa. triangularis*帯の基底部付近で、炭素同位体比曲線における顕著な正のシフトを確認することができた。これらの正のシフトは、世界各地から報告されている下部と上部ケルワッサー事変に相当すると考えられる。なお、上部ケルワッサー事変はF-F境界と概ね一致している。

採択番号 16A025, 16B023

研究課題名 凝灰岩のアパタイト微量元素組成を用いたテフロクロロジーの樹立

氏名・所属(職名) 高嶋 礼詩・東北大学 学術資源研究公開センター(准教授)

研究期間 H29/2/21-24

共同研究分担者組織 伊藤 康人(大阪府立大学), 他 学生1名

【研究目的・期待される成果】

本研究は、変質に強いアパタイトの微量元素組成を用いて、火山ガラスの残存していない古い時代の凝灰岩のテフロクロロジーを樹立することを目的としている。昨年の共同利用においては、高知大学海洋コア総合研究センターのEPMA(JXA-8200)を用いて、標準試料の測定と、申請者が他機関のEPMAで測定したアパタイトの微量元素組成の測定を行い、分析値において大きな差異が生じないことを確認することができた。そこで、本年度は未知試料の分析を開始する。

本研究では、第四紀火砕流およびテフラ(阿蘇1, 2, 3, 4, 入戸, 始良Tnなど)において、溶結した火砕流堆積物, 非溶結の火砕流堆積物, 海洋コアのテフラ中のアパタイト微量元素を分析し, 対比可能かを検討する。また, 北海道に露出する白亜系蝦夷層群および根室層群の凝灰岩に含まれるアパタイトの微量元素組成を測定し, 各凝灰岩の識別および対比を行う。

この方法が成功すれば, すべての時代の凝灰岩に対しても同様の成果が得られ, 古い時代の層序対比研究に大きな進展をもたらすことが期待される。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

テフロクロロジーは第四紀において重要な年代決定の方法のひとつとして知られている。第四紀のテフロクロロジーにおいては, 基本的にテフラの同定には火山ガラスの形態・化学組成・屈折率と鉱物組み合わせを基に行われているが, 第四紀よりも古い時代の凝灰岩や溶結凝灰岩では, 火山ガラスが完全に変質しており, 初生的な化学組成や形態は残存しておらず, 対比は困難であった。

一方, テフラに含まれる重鉱物の中でも, アパタイトはジルコンと同様に埋没続成に強く, マグマの様々な状態を反映して微量元素組成が変化することが知られている。近年では, このアパタイトの微量元素組成を用いて北米・北欧地域のオールドビス系凝灰岩の対比にも応用されるようになっており, 従来, 岩相や鉱物組み合わせ, 炭素同位体比層序, U-Pb年代などに基づいて行われてきた凝灰岩の対比が大幅

に改定されるようになった。

本研究では, アパタイト微量元素組成を用いた古い時代のテフロクロロジーの樹立を行うために, 広域対比が確立している日本の第四紀の広域テフラ・火砕流堆積物を用いて, アパタイト微量元素組成における火砕流-広域テフラの基礎的研究を行った。本研究で検討に用いたのは, 日本の主要な第四紀の火砕流・広域テフラ(始良カルデラ, 阿蘇カルデラ, 猪牟田カルデラ, 洞爺カルデラ)である。これらの各堆積物に含まれるアパタイトの微量元素組成に関して以下の3つの点について検証を行った。測定に際しては, 東北大学金属材料研究所の波長分散型電子プローブマイクロアナライザー(JEOL JXA-8530F)および高知大学海洋コア総合研究センターの波長分散型電子プローブマイクロアナライザー(JEOL JXA-8200)を用いた。

- 1) 主要な第四紀の広域テフラの識別・対比
- 2) 溶結によるアパタイト微量元素組成の影響の有無
- 3) 一連の火砕流堆積物の中におけるアパタイト微量元素組成の層序学的な変化の有無

これらの検討に基づくと, 各カルデラ由来の各広域テフラはCl, Mg, Mn, Fe含有量において識別可能で, 猪牟田ピンクと猪牟田アズキ, Aso-1とAso-4テフラのような同一カルデラ由来の異なるテフラでも明瞭に識別できることが分かった。また, Aso-4については, 強溶結・非溶結火砕流堆積物および海洋コアに挟まる新鮮なテフラの間でアパタイトの微量元素組成は一致し, 溶結による影響は見られない。以上のことから, アパタイト微量元素組成はテフラやテフラ-溶結凝灰岩の対比に重要なツールであるといえる。ただし, 火砕流堆積物に関しては, 下位から上位に向かって微量元素組成のうち, 特に鉄の含有量が有意に変化する場合があります。火砕流堆積物の対比に際しては注意が必要である。

採択番号 16A026, 16B024

研究課題名 海底熱水性重晶石及び硬石膏の放射非平衡年代測定

氏名・所属(職名) 豊田 新・岡山理科大学 理学部(教授)

研究期間 H28/7/20-29, 12/12-19

共同研究分担者組織 石橋 純一郎(九州大学), 他 学生2名

【研究目的・期待される成果】

海底熱水の年代測定を行うことは、それに伴う海底熱水鉱床の成因を解明するために、また、化学合成生態系の進化を議論する上で重要である。海底熱水活動に伴って生成する塊状硫化物にはしばしば重晶石が含まれ、これを用いた放射非平衡年代測定は、硫化鉱物のウラン非平衡年代測定と並んで、海底熱水活動の有力な年代測定法である。一方、申請者らは、重晶石についてESR(電子スピン共鳴)年代測定によっても実用的に可能であることを示した。昨年度20試料程度の重晶石の放射非平衡年代を本共同研究によって求め、ESR年代と比較した。年代が整合的でない試料に関して調査を進めた結果、1つの塊状堆積物が年代の異なる複数回の熱水活動によって生成した可能性が考えられ、一定の成長モデルでは、その差異を説明できることがわかった。今年度はこの方向性での測定をさらに進め、定量的にその複数回の熱水活動イベント、あるいは連続的な活動の消長の年代を求めることを試みたい。それと共に、地球化学的な沖縄熱水域の進化を議論できる年代についての蓄積データ数を確保し、また、より熱水活動の発達が発達が単純であると考えられる伊豆小笠原の熱水域の試料の年代測定、さらに同様の硫酸塩として普遍的にみられる硬石膏の非平衡年代測定を試みたい。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

沖縄トラフ及び伊豆小笠原弧の海底熱水域を調査したNT06-21, NT07-08, NT13-09, NT14-06の各航海において、明神海丘、ベヨネーズ海丘、明神礁カルデラ、水曜海丘から採取された硫化物堆積物試料から重晶石及び硬石膏を抽出し、 ^{226}Ra - ^{210}Pb 年代を求めするために高知大学海洋コア総合研究センターの低バックグラウンド純ゲルマニウム半導体ガンマ線分光装置を利用した。岡山理科大学において測定を行って得られたESR(電子スピン共鳴)年代、 ^{226}Ra - ^{228}Th 年代と比較して各試料の年代を議論した。

重晶石については、 ^{226}Ra - ^{210}Pb 年代として、明神海丘の試料で42-53年及び測定限界以下、ベヨネーズ海丘の試料で4.8年、明神礁カルデラの試料で5.8-6.1年、水曜海丘の試料で7.6-33年の年代が得られた。適用範囲が約10年までの ^{226}Ra - ^{228}Th 年代として、明神海丘の上記測定限界以下の試料で3.2-10年、ベヨネー

ズ海丘の試料では測定限界以上、明神礁カルデラの試料から6.1-6.4年、水曜海丘の試料で7.1-13年の年代が得られた。一方、ESR法によって、 ^{226}Ra - ^{210}Pb 年代の年代の得られた明神海丘の試料で36-1,030年、ベヨネーズ海丘の試料で290年、明神礁カルデラの試料で8-9年、水曜海山の試料で測定限界以下から50年の年代が得られた。これらは、いずれも伊豆小笠原弧の海底熱水域の年代として初めて得られたものである。

平成28年度に得られた上記の結果は、これまでに得られていた結果と同様に、同じ試料について年代を求めた場合には、年代が古くなるに従って各年代の差が開き、ESR年代が古くなるという傾向がみられた。これは、重晶石は複数の熱水活動によって生成したものが混合していると考えれば、ESR年代がそれらの平均を示すのに対し、放射非平衡年代では親核種が減衰することによって、平均よりも若い年代を示しているということで説明できる。これらの年代の差異から予想される硫化物堆積物試料の生成過程、また、これらの年代から議論される伊豆小笠原弧の海底熱水域の発達史の議論は今後の課題である。また、重晶石中のBaに対する、置換した初期の(年代を補正した) ^{226}Ra の原子数比は 0.05 - 2.0×10^{-10} を示し、沖縄トラフに比べて1桁程度低いことがわかった。熱水域ごとの特徴が示唆される。

一方、重晶石と同様の硫酸塩鉱物である硬石膏の非平衡年代測定に、前年度世界で初めて成功していた。KIV#673R03試料で0.3年が得られていたが、これについて、実際の経過時間に対する年代を求めてみたところ、実際の経過時間とともに同様の増加を示し整合的であったことが観察できた。一方、 ^{226}Ra は検出されたがRaの娘核種の ^{210}Pb は検出されず、 ^{226}Ra - ^{210}Pb 年代は0年を示したことから、こうした経過時間では検出できるほどの ^{210}Pb が親核種から壊変していない可能性が考えられる。また、硬石膏は純粋な分離が難しいため、 ^{226}Ra - ^{210}Pb 年代が ^{226}Ra - ^{228}Th 年代より大きくなっているのは、初生の ^{210}Pb を同時に測定しているためである可能性が高い。今後、初生鉛の測定などを試みる必要がある。硬石膏は重晶石よりより普遍的にみられるため、汎用的に年代が得られる可能性がある。

採択番号 16A027, 16B025

研究課題名 2011年東北地方太平洋沖地震時の液状化一流動化の地中での実態解明とそのメカニズム解明に関する研究

氏名・所属(職名) 風岡 修・千葉県環境研究センター 地質環境研究室(主席研究員)

研究期間 H29/1/16-20

共同研究分担者組織 吉田 剛, 荻津 達, 八武崎 寿史, 潮崎 翔一(千葉県環境研究センター)

【研究目的・期待される成果】

意義:地震時に液状化一流動化が発生した地点においては、オールコアボーリング試料が採取された例が少なく、その発生メカニズムが必ずしも明らかになっているわけではない。近年、コア採取技術が進展し、非常に緩い砂層でも乱さず採取できるようになってきた。

本研究は、液状化一流動化が起こりやすい人工地層を中心に、採取できたオールコアのCTスキャン画像により、初生的な堆積構造の乱れから、液状化一流動化部分を明らかにし、その発生メカニズムを探るものである。

目的・期待される成果:従来の液状化予測手法では、2011年東北地方太平洋沖地震の際に液状化一流動化した東京湾岸埋立地においては、被害部分と無被害部分との違いを区別することができなかった。このため、新たな液状化一流動化の予測方法を検討する必要がある。本研究は、その第一歩となるものである。また、メカニズム解明ができれば、よりよい対策方法の検討ができるようになる。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

Lowe(1975)は、砂層において初生的堆積構造が液状化によって変形しはじめ、これに引き続く流動化によりその構造が壊れ再配列していく過程を議論した。

本研究室では、利根川沿いの三日月湖をサンドポンプ工法で埋立てた場所で1987年千葉県東方沖地震時に発生した直径2mもの噴砂孔を伴う巨大な噴砂の発生箇所においてトレンチ調査を行い、トレンチ断面のはぎ取り試料より液状化一流動化部分・非液状化一流動化部分を特定し、地震時の液状化一流動化の過程を復元することができた。(風岡ほか,1994;風岡,2004)。

その後、噴砂地点において極緩い砂層でもオールコアボーリングを採取できるようになり、そのコア断面のはぎ取りなどにより液状化一流動化部分を特定できるようになってきた(風岡ほか,2004)。

2011年東北地方太平洋沖地震では、平ほか(2011)により液状化一流動化被害のあった浦安市内の埋立地においてオールコアボーリング試料が採取され、CT画像により初生的堆積構造の変形・消失より、液状化一流動化部分が特定された。

今回は、2011年東北地方太平洋沖地震時に液状化一流動化により多量の噴砂がみられた千葉市美浜区磯部地区において、オールコアボーリングを行い、CT

画像やコアのはぎ取り断面を観察した。

調査地点の層序:調査地点の位置は、北緯35度37分37.3秒、東経140度3分18.2秒、標高3.74mである。調査地点の層序は、下位より、下総層群、沖積層、人工地層から構成され、沖積層基底の不整合は、深度37.93m、人工地層基底の人工不整合は深度10.95mである。このうち、沖積層中には、液状化一流動化に伴うラミナが消失した部分は認められなかった。液状化一流動化は人工地層中のみ認められた。

人工地層は深度10.95~0.00mに分布する。下部の埋立アソシエーションと上部の盛土アソシエーションからなり、埋立アソシエーション内においてのみ液状化一流動化が認められた。このためここでは、埋め立てアソシエーションの層相の特徴を述べる。埋立アソシエーションは深度1.10~10.95mに分布し、極軟らかい細粒シルト層を主体とする下部バンドルと、極ゆるい細粒砂~中粒砂層を主体とする上部バンドルから構成される。

下部バンドルは深度5.67~10.95mに分布し、黄灰色の生痕化石がみられない淘汰の良い細粒シルト層を主体とする。このシルト層中には厚さ1mの間に2~8枚の頻度で厚さ2~20mmの灰色粗粒シルト層を挟む。また、厚さ数mm~1cmの基質の黄灰色とは異なる色調の暗褐灰色の細粒シルト層がしばしば挟まれる。

上部バンドルは深度1.10~5.66mに分布し様々な粒径の薄い砂層が多数積み重なっている。主な砂層は厚さ4~27cmの極細粒砂層・細粒砂層・中粒砂層で、これら砂層中には貝殻が数%混入するもののほとんどの場合明瞭なラミナはみられず、全体に不明瞭であるか塊状である。まれに厚さ2~20cmの細粒シルト層を挟む。また、厚さ4~9cmの粗粒砂~細礫サイズの貝殻片を20%以上含む中粒砂層を挟む。この砂層は明瞭なラミナがみられる。シルト層は常に灰色であるが、砂層は深度2m以浅では黄褐色、2m以深では灰色~オリーブ色である。

液状化一流動化層準:液状化一流動化部分は、コアの剥ぎ取り面やCT画像をもとに、ラミナの状態により識別できる。調査地点における液状化一流動化が発生した層準は、人工地層中の埋立アソシエーションの上部バンドル中の深度5.67~5.53mおよび深度4.47~1.55mの極細粒砂層・細粒砂層・中粒砂層中のみみられ、これらの間に挟まれる細粒シルト層や貝殻片質な砂層ではラミナが明瞭にみられ液状化していないと考えられる。

採択番号 16A028, 16B026

研究課題名 難透水層中における流動移動に関する研究

氏名・所属(職名) 風岡 修・千葉県環境研究センター 地質環境研究室(主席研究員)

研究期間 H29/1/14-22

共同研究分担者組織 吉田 剛, 荻津 達, 八武崎 寿史, 潮崎 翔一(千葉県環境研究センター)

【意義】

関東地方の下総台地には、関東ローム層の下位に常総粘土層が広く分布する。しかし、下総台地の関東ローム層上に立地する工場が原因の地下水汚染がこれまでに多数見つかった。汚染機構解明調査の際には、難透水層である常総粘土層中に高い頻度で汚染物質が見つかる。この部分の浄化にあたっては、肉眼ではわからない層中の地下水の通り道がいかなるものかを解明する必要がある。

【研究目的・期待される成果】

泥層を中心とした泥層は一般には水が通りにくく、難透水層と呼ばれている。そのような難透水層中の流体の通り道を明らかにし、地質汚染の浄化方法について検討する。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

房総半島の下総台地には、下総層群上を関東ローム層が厚く覆っている。関東ローム層の直下には常総層があり淡水性の泥層(難透水層)の常総粘土層が挟まれ、この下位に透水層である砂層が広がる。関東ローム層は透水性が良く、降雨が良く浸み込む(香川ほか, 1997)。この下位の淡水性の泥層は難透水性であるので、この上位に宙水が形成される。宙水はゆっくりとこの泥層を通過し、下位の砂層へ地下水が浸透していく(山浜ほか, 2002)。菊池(1981)は、この泥層中に管状斑紋を見出し、これがヨシ・スゲなどの水生植物の根の痕跡とみており、これらが宙水の通り道の可能性がある。地質汚染現場では、関東ローム層から浸透した汚染物質が、常総粘土層よりも下位の透水層に浸透している例が多く報告され(楡井ほか, 1994; 佐藤ほか, 1983など)、この泥層の不連続部分より下位へ汚染が浸透していったと復元されているものが多い。しかし、地質環境調査で掘られたトレンチ面にて常総粘土層から地下水が側方噴出した例や、この泥層中に直径約0.5mmの孔がしばしば観察されることから、この泥層自身に流体の通り道の存在が示唆された。

そこで、今回は下総台地において採取されたコア試料について、高知大学海洋コア総合研究センターにてCT画像を撮影することにより、この泥層中に胚胎する孔の大きさと三次元分布を検討した。

調査地点の地層構成

観察を行ったコアは富里市戸倉で採取されたオールコアボーリング試料である。コア試料のなかでも特に孔の卓越する以下の深度について観察を行った。深度3~4m: 常総粘土層にあたり、凝灰質粘土で構成される。

深度17~21m: 下総層群の清川層から木下層にあたる。砂質とシルト質で構成される。

深度40~41m: 下総層群の藪層から上泉層にあたる。砂質とシルト質で構成され、一部に火山灰質も含む。

常総粘土層中の孔のタイプ区分

これまでの観察から、孔の直径や延長方向に注目して以下の4タイプに分類した。

タイプA: 直径1.5-3mm程度でほぼ鉛直方向に延びる。まれに、直径5mmあるもの、孔の壁に酸化鉄が覆っているものがみられる。

タイプB: 直径1.5-3mm程度で水平ないし斜めに延びる。

タイプC: 直径約1mmでほぼ鉛直方向に延びる。

タイプD: 直径約0.5mmで斜めに延びる。

結果

コアの観察において孔の大きさやその延びの方向を調べた結果、深度3~4mの常総粘土層部分については、タイプAやタイプBが多くみられ、これに付随してタイプCやタイプDがみられた。径が5mm以上と大きい孔については、内部を酸化鉄に被覆されているものも多い。

深度17~21mと深度40~41mの層準においてもタイプAやタイプBが多く見られるが、タイプCやタイプDは少ない。この層準では常総粘土層と比較して径が大きく延長が短いものが多く、孔の酸化鉄の被覆はみられない。

考察

湖沼の岸周辺にはえるイネ科ヨシ属・マコモ属・クサヨシ属、カヤツリグサ科、リンドウ科アサザ属・ミツガシワ属、カヤツリグサ科カヤツリグサ属・スゲ属、ヒルムシロ科ヒルムシロ属、ミクリ科ミクリ属、ガマ科ガマ属の多くは、太さ数mmの地中を横に伸びる地下茎を伴い、ここから鉛直上向きにまっすぐな茎が伸びている。また、これら茎には空気が通れる空洞を伴っているため、茎や茎径は割合太い。今回のコア試料で常総粘土層中にみられた孔は、タイプA・タイプBが主体であること、この泥層の堆積環境は淡水性の停滞水域であることから、ちょうど湖沼の川岸に生える上記植物の茎の孔の可能性が高い。この結果は、これまで行った他の地点の調査とも調和的である。

孔の確認されていた常総粘土層の他にも、幾つかの層準において多数の孔が観察された。これらの層も低い止水性を示す可能性があるため、注意深い観察が必要になる。また、孔は常総粘土層のものと同類似する点もみられるが、堆積環境も含めてその成因については検討の余地がある。

採択番号 16A029, 16B027

研究課題名 北太平洋およびベーリング海の第四紀テフラ層序の確立

氏名・所属(職名) 青木 かおり・立正大学 地球環境科学部(客員研究員)

研究期間 H29/2/27-3/3

共同研究分担者組織 なし

【研究目的・期待される成果】

2011年後期, 2012年度通期, 2013年度後期, 2014年度通期, 2015年度通期に海洋コア総合研究センターの共同利用研究として取り組んだテーマと同じ試料を用いる。

2009年にドイツのAlfred Wegener Institute for Polar and Marine Researchが行った研究航海SO202-INOPEXにおいて太平洋中高緯度域, ベーリング海で採取されたコア中のテフラ試料とIODP Exp. 323ベーリング航海で採取されたテフラ試料の分析を行う。2013年度までに分析した試料のうち, データの精査の結果から追加データが必要な試料の分析や, より細かな試料について電子ビーム径等の分析条件を変更しながら取り組む予定である。本研究では日本周辺海域からベーリング海までのテフラの分布, さらに層序関係を解明することを目標としている。さらに, INOPEXの共同研究者らによって古環境解析の研究がすすめられており, ^{14}C 年代値や酸素同位体比層序が得られることで, 環太平洋海域のテフラ編年の高精度化が望める。

鹿島沖MD01-2421コア中の有孔虫洗い出し試料の残渣を顕微鏡で観察したところ, 関東地方, 西日本の火山起源と考えられる複数のテフラ層準を発見した。これらのテフラと既知テフラとの対比をすすめるために, 火山ガラスの化学分析を継続する。これらのテフラのうち, 西日本から飛来した広域性のテフラを認定することで, 水月コアの縞層序, ^{14}C 年代値の層序とMD01-2421コアを対比することが見込まれる。2015年度までに7セクション半ばまで終了し, 2016年度は分析データ精査の結果から必要と判断される追加分析と, さらに下位セクションの観察と分析を継続する(最下層は31セクションまで)。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

これまで, 後期更新世堆積物である鹿島沖MD01-2421コア中の有孔虫洗い出し試料の残渣を顕微鏡で観察し, 過去17.7ka以降の火山ガラスの含有量が多い層準について火山ガラスの主元素組成を分析することにより, 関東地方, 西日本の火山起源と考えられる複数のテフラを発見してきた。2016年までのデータを精査する過程で, 本コア最上部セクション1の最上位のキューブ試料No.1(深度0-2.38cm), No.3(深度4.75-7.13cm), No.4(深度7.13-9.50cm)に含まれている火山ガラスについて, 詳細なデータが追加が必要と判断したため, 下記のような分析を行った。キューブ試料No.3~No.5(深度4.75-11.93cm)は有孔虫の炭素年代が測定されAD1650±20年とされている。No.3~No.5には最大で500 μm になる黒色スコリア, 茶褐色の火山ガラス, 125 μm 以下の粒径には無色透明の火山ガラスが混在している。さらに, 火山

ガラスの形態もバラエティーに富んでおり, 複数の火山起源のテフラが混在していると推定された。また, コア最上位のキューブ試料No.1には, 下位から混入していると考えられるスコリア粒以外に, 細粒で無色透明の軽石型, 平板型の火山ガラスがやや多い。そこで, No.1, No.3, No.4の63-125 μm の試料について, 1) 鉄磁石に引き寄せられるスコリア粒と濃茶色の軽石型火山ガラス, 2) 鉄磁石では引き寄せられないがネオジム磁石に引き寄せられる粒子, 3) 両磁石に引き寄せられない粒子に大まかに分けて, EPMA用の試料としてエポキシ樹脂に埋包, 研磨した。さらに, 研磨面のSEM画像を撮影して分析する火山ガラス粒子の位置をSEM画像上でマーキングし, 観察可能なすべての火山ガラスをもれなく分析した。No.1は全部で261点, No.4は273点のスコリア粒子, 火山ガラス粒子を分析した。No.3は両磁石に引き寄せられない火山ガラス粒子90点を分析し, 鉄磁石, ネオジム磁石に引き寄せられた粒子については次回の分析に持ち越した。

以前に行った直径125-250 μm の粒子を対象とした分析では, No.3~No.5(深度4.75-11.93cm)に含まれているスコリア粒や濃茶褐色の火山ガラスはAD1707年の富士宝永噴火, 無色もしくは淡い茶色の透明な火山ガラスはAD1783年の浅間天明噴火の噴出物であると推定していたため, 上位のNo.1に含まれている火山性粒子についてはNo.3, No.4, No.5からの混入によるものと考えていた。直径63-125 μm の粒子を対象とした今回の分析結果をみると, 鉄磁石に引き寄せられる磁性の強い粒子は主に富士宝永噴火起源のスコリアで, ネオジム磁石に引き寄せられる磁性の弱い粒子は浅間天明噴火起源のテフラ粒子が多く, さらに両磁石には引き寄せられない磁性が極めて弱い粒子には富士山と浅間山以外の起源と推定される火山ガラスも含まれていることがわかった。このことから, 本コア最上部には富士山, 浅間山以外の遠隔地の火山起源の火山ガラスが介在していることが予想される。No.3~No.5(中心深度8.31cm)がAD1650±20年であることから, キューブ試料1つ分(深度幅2.38cm)が約85年程度の堆積物に相当すると仮定すると, No.1に含まれている火山性粒子は現在から過去百数十年程度のあいだに起きた火山噴火に由来するものと考えられる。今後, 該当する火山噴火について検討したいと考えている。

申請時に予定していた分析試料のうち, 上記の鹿島沖MD01-2421コア試料を重点的に分析したことから, SO202-INOPEX, IODP Exp. 323(ベーリング航海), 鹿島沖MD01-2421コアの下位セクションの分析までは終了できなかったため, 次年度の課題として取り組む。

採択番号 16A030, 16B028

研究課題名 新原生代の縞状鉄鉱層形成作用：エジプトEl Dabbah地域

氏名・所属（職名） 鈴木 大志・九州大学 理学部 地球惑星科学専攻（修士2年）

研究期間 H28/5/16, 7/20-8/8

共同研究分担者組織 池原 実（海洋コア）、清川 昌一（九州大学）

【研究目的】

7億年前の鉄沈殿作用の解明。1. 鉄鉱層と黒色頁岩の関係, 2. 鉄鉱層の状態観察, 3. 黒色頁岩の同位体変化, 4. 鉄鉱層の同位体変化である。

【期待される成果】

新原生代の比較的深海における堆積環境・生物活動・鉄沈殿の関連性を復元する。特に鉄沈殿が生物に関連するものか、熱水活動に関連するものなのかが明らかにできる。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

新原生代と中太古代の鉄鉱層の形態比較

研究実施内容：EPMA, FE-SEM

得られた成果：エジプト、エルダバア地域の鉄鉱層（0.7 Ga）

- a) 試料150321-08：SiとFeが主成分であり、これら両元素には元素分布図上で緩やかな逆相関がみられる。全体を通し、Na, Mg, Al, P, Caが検出される。一部、Mg, Alに富む部分があり、火山岩起源の物質の混入が示唆される。
- b) 試料150321-22：SiとFeが主成分であり、これら両元素には元素分布図上で明瞭な逆相関がある。全体を通し、Na, Mg, Al, P, Caが検出される。特に、SiやAlの元素分布図では葉理がみられ、緩やかな流れに伴ってシルトサイズの粒子が堆積したと思われる。露頭レベルの観察で、上下の黒色-暗緑色頁岩や緑色頁岩にもリップル葉理などがみられることも、これを支持している。
- c) 試料160320-06：SiとFeが主成分であり、これら両元素は元素分布図上で逆相関が明瞭である。Feに富む部分には細かい葉理がみられ、他に検出される元素はない。Feに乏しい部分ではMnを除く、Si, Na, Mg, Al, P, Caを含む。また、細かな葉理がみられない粘土層にはP, Caが含まれる。
- d) 試料160321-50：SiとFeが主成分であり、これら両元素は元素分布図上で顕著に逆相関する。Mgは比較的多く含まれ、Feと類似した分布パターンを持つ。PとCaの分布パターンは極めて類似しているが、一部では、Caに富むがPに乏しい。また、Alの濃度

は他のエジプトの3試料に比べると少ない。

以上、4つの試料の分析結果をまとめる。エルダバア地域の鉄鉱層には、鉄鉱層の主要元素であるSiとFeに加え、Na, Mg, Al, P, Caが含まれる。最も多く含まれるSiとFeの両元素間には負の相関が見られ、どちらかが豊富な部分では他方が乏しい。Siに富む領域に、Na, Mg, Al, P, Caが多く含まれる。今回の分析精度・解像度では、TiとMnはほとんど検出できない。PとCaは共通部で含有量が多く、相関関係がみられる。Siに富む領域とFeに富む領域の境界は不明瞭である。

西オーストラリア、ピルバラ、クリバービル層の鉄鉱層（3.1 Ga）：試料171.13は、暗灰色の鉄層と赤茶色の粘土層との細かな互層からなる。元素分布図上で、SiとFeが主成分であるが、MgとMnにも富む。Na, Al, Pはほとんど検出されない。Feは鉄層のみならず、粘土層にも含まれている。MgとMnはともに、Feに乏しい粘土層に含まれる。Caは細脈中にわずかに検出される。

約7億年前の新原生代に作られたエジプトの鉄鉱層は、主成分であるFeとSiを除き、最も多くの種類の同伴する元素を含んでいることが明らかとなった。また、FeとSiに富む領域の境界が不明瞭であるという特徴を有する。中太古代に生成されたピルバラ、クリバービル層の鉄鉱層は、葉理が明瞭である。主成分であるSiとFe以外では、MgとMnのみを含む。以上のように、アルゴマ型の鉄鉱層を時代別に概観した際、構成元素の多様性は、新しい時代ほど高いという傾向がみられた。

採択番号 16A031, 16B048

研究課題名 草津白根火山の火口周辺浅部構造の物理・化学的理解

氏名・所属(職名) 寺田 暁彦・東京工業大学 理学院 火山流体研究センター(講師)

研究期間 H28/7/4-7

共同研究分担者組織 長井 雅史(防災科学技術研究所), 上木 賢太, 廣瀬 丈洋(海洋研究開発機構)
他 学生1名

【研究目的・期待される成果】

草津白根山の地下浅部構造を特徴づけているのは、様々な程度に変質した基盤岩と、数10万年前に噴出した太子火砕流堆積物である。これらによって、地震波速度や熱水流動経路が規制されていることが、電磁気学的な探査等から予想される。しかし、草津白根山の地震波速度構造の詳細は、震源分布や観測点配置が偏っていること等から、よく分かっていない。

近年、防災科学技術研究所により草津白根山の3箇所においてコア試料が得られた。そこで本課題では、これらコア試料の弾性波速度を計測することで、草津白根火山の地震波速度構造に対する制約条件を与える。また、変質の程度と弾性波速度を関連付けることで、地震学的に示唆される速度と、地質調査や比抵抗構造探査から判明している地下構造との関係を検討する。

以上により、現状の震源決定精度の向上が期待できる。さらに、地震発生域と、それらに対応する岩石、温泉流動および熱水変質過程との関係を議論することが可能となる。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

1. 研究内容

本研究では、草津白根火山の浅部に存在する数十万年前の溶岩やそれより深部にある新第三紀の火山岩の地震波速度を知るため、湯釜火口湖から約4km南西に存在する防災科学技術研究所の干候観測井をはじめとする3箇所を得られたボーリングコアサンプルの弾性波速度を計測した。弾性波速度の測定にはパルス透過法という原理を採用し、応用地質社製のソニックピュア-SXを用いた。

本報告では干候観測井について述べる。ボーリングコア記載(長井・他, 2015)によれば、同井のコアは大きく3つに分けられる:

- ①太子火砕流堆積物と軽石質テフラ(45-50万年前): 深度0~22.8m
- ②松尾沢溶岩流と火山泥流(50-60万年前): 深度22.8m~146.3m

③前期更新世(?)の火山岩類(基盤): 深度146.3~201.0m

コアを観察すると、③の火山岩類に分類されている深度でも、その大部分が土石流や変質火山岩といった脆い状態であり、測定が困難であった。そのため、本研究では、深度27.17mから197.00mまでに存在する比較的硬いサンプル(全10サンプル)の地震波速度を選別的に測定した。

2. 測定結果

これらのサンプルの湿潤状態における地震波速度を図に示す。以降、浅部のサンプルからサンプル1, サンプル2, ..., サンプル10と記す。ここで、湿潤状態とは、サンプルを真空中で1日半以上水に浸した状態のことを指す。各サンプルについて、深部から浅部へ、また浅部から深部へ地震波をそれぞれ3回ずつ、合計6回測定を行った。ただし、サンプル9のみは湿潤状態にする際にサンプルが破損してしまったため、1回のみ測定を行った。

地震波速度に基づき、コアは大きく2つのグループに分けられる。1つは溶岩流や礫のような地震波速度の比較的速いもの、もう1つは土石流などの地震波速度の遅いものである。また、それぞれサンプルの誤差はサンプル1を除いて5%以内に収まっており、異方性などによる地震波速度のばらつきは少なかったと考えられる。以下で、それぞれのグループの詳細を述べる。

2.1 地震波速度の遅いもの

サンプル4とサンプル9がこれに該当する。いずれのサンプルもP波速度は2,700m/s程度であり、水に長時間浸しておくとも一部が崩れてしまっていた。特にサンプル9は中央から2つに割れてしまった。

サンプル4と9は長井・他(2015)のコア記載によれば、それぞれ溶岩流と土石流(凝灰角礫岩)にあたる。溶岩流のサンプル(サンプル4)の地震波速度が遅かった原因としては、熱水との反応で変質が進んでいたためであると推測される。

また、サンプル9についてはVP/VSが2を超えており、理想的な岩石のVP/VSである1.73から大きく乖離している。これは試料の破損のために地震波速度の

測定が困難であったことが大きな原因であると考えられる。一方、サンプル4のVP/VSは1.73程度であった。

2.2 地震波速度の速いもの

残りの8サンプルがこれに該当する。この中で、サンプル1, サンプル2, サンプル5はP波速度が4,300~4,900m/s程度であり、それ以外の5サンプル(5,400~5,900m/s程度)と比較してやや遅かった。サンプルを観察するとサンプル1, 2, 5のサンプルの方では空隙が多く、この速度差はサンプルの発泡度(空隙率)によるものであると考えられる。また、最浅部が比較的遅い傾向はあるものの、コア全体の溶岩流のサンプルを通して、必ずしも年代が古い(深部にある)サンプルの速度が大きいわけではない。このことから地震波速度が速いサンプルの中での速度の差は、年代の差より変質度合や発泡度に依存していると考えられる。

これらのサンプルは長井・他(2015)によると、溶岩流(サンプル1, 2, 3, 5, 6, 7), もしくは土石流(サンプル8, 10)であった。土石流の地震波速度が溶岩流に匹敵するのは、サンプル8, 10は土石流中の大きい礫であったためと考えられる。これは、サンプルを観察するとサンプル8, 10は礫のような状態であったこと、水に浸してもサンプル9とは異なり崩れなかったことから示唆される。このようにサンプル8, 10は土石流中の礫の地震波速度であるので、干俣の地表から150m以深に存在する土石流堆積物全体の地震波速度を反映したのは、サンプル9の地震波速度であると考えられる。

3. 議論・結論

本研究の弾性波速度測定では、干俣観測井のコアから硬いサンプルを選択的に測定した。硬いサンプルとしては溶岩流や土石流中の礫が挙げられる。これらのP波速度は概ね5,000m/s程度であった。

一方、サンプル4や9はそれぞれ熱水変質を受けた溶岩流および土石流であり、これらはそれぞれ②, ③を代表すると考えられる。これらのP波速度は2,700m/s程度であり、この速度はKSWの基盤岩類の速度(筒井・他, 2008)に矛盾しない。このことから、筒井・他(2008)で示唆された基盤岩上面深度(TV面)は速度境界としての役割は小さいことが分かる。

このような変質は、深いところまで及んでいることが、石津の1,000m級井戸の分析から示唆されている(倉沢, 1982)。以上の結果は、2層構造を検討した際に浅い部分に筒井のTV面に対応するものが見えず、震源が改善されなかったことと整合する。草津

白根火山の地震波速度は深さに対して複雑に変化する。そのため、地震発生域に相当する深度2,000m以浅の地震波速度構造は1層として、平均的な速度を走時残差に基づき決定すべきである。

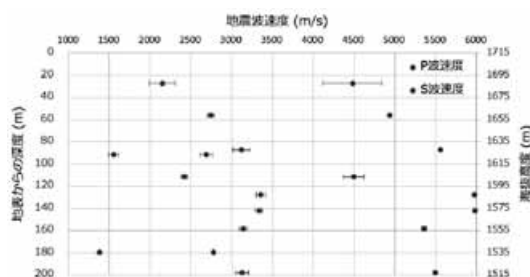


図. 干俣観測井コアの各深度における地震波速度. 青丸がP波速度, 赤丸がS波速度を表す. また各実験値についている棒は、それぞれの試料における測定の残差二乗平均を表す。

引用文献

- 倉沢辰巳(1982)群馬県草津白根山南面における地熱井の掘削に関連する問題点について. *地熱*, 30, 313-335.
- 長井雅史・上木賢太・水野勇希・田中祐樹・乾 睦子・野上健治・棚田俊收(2015)草津白根山干俣火山観測施設観測井の岩石コア試料の層序と年代. *日本火山学会講演予稿集2015*, 113.
- 筒井智樹・鬼澤真也・森 健彦・野上健治・平林順一・小川康雄・高木憲朗・鈴木敦生・及川 純・中道治久・吉川 慎・松島 健(2008)草津白根火山白根火砕丘の地震反射断面—擬似反射記録法による反射断面の推定—. *火山*, 53, 1-14.

採択番号 16A032, 16B064

研究課題名 A(前期): Carbon and oxygen stable isotope composition of benthic Carbon and oxygen stable isotope composition of benthic southern Japan Sea

B(後期): Carbon and oxygen stable isotope composition of benthic and planktonic foraminifera from late Quaternary, Oki and Hidaka Trough

氏名・所属(職名) Saeidi Ortakand Mahsa・明治大学 ガスハイドレート研究所(研究推進員)

研究期間 H28/9/2-9, H29/2/20-3/1

共同研究分担者組織 池原 実(海洋コア)

【研究目的・期待される成果】

This research utilizes foraminifera, which their shell chemistry is proxy indicators of temperature, salinity, oxygen, productivity, and sea ice and serve as monitors for changing climatic conditions.

Four sediments cores from gas hydrate fields of the Japan Sea at Oki Trough and Joetsu, and three sediment cores from cold seep areas of Hidaka Trough were selected for this research.

The purpose of this research is to analyze stable isotope of benthic and planktonic foraminifera from seep areas of the Japan Sea (Oki and Joetsu) and northwestern Pacific (Hidaka Trough) to evaluates whether foraminiferal characteristics found in other seeps (very depleted carbon isotope values) are applicable to our research area as well. In the case if the isotopic signatures will be similar to those found in other seeps, it can be used as a reliable proxy to identify paleo-seeps and even the methane sources.

【利用・研究実施内容・得られた成果】

A(前期): During the first half of the year 2016, I examined the stable isotope values of 113 samples of foraminiferal calcitic shells from one reference core (K06R) at Oki Trough using IsoPrime stable isotope ratio mass spectrometer at the Center for Advanced Marine Core Research of Kochi University. The main purpose of my experiment was to measure the oxygen and carbon isotope of benthic foraminifera (*Uvigerina akitaensis*) from a long sediment core (K06R) at non-seep area of the Oki Trough, to obtain high resolution paleoceanographic changes of surface and deep water formation during the last 850 kyrs, and to establish Marine Isotope Stages (MIS) in correlation with global standard curve. The results of oxygen isotope analyses of this core at KCC lead to create isotope stratigraphy of this core by comparing

oxygen isotope values of benthic foraminifera *U. akitaensis* with the standard oxygen isotope curve LR04 spanning marine isotope stages MIS 1-21. However, some part of this core might be slightly affected by paleo-seeps activities which had influence on benthic foraminifera isotope results. Therefore, further analyses of planktonic foraminifera are essential to complete the isotope stratigraphy as well as age model reconstruction at this core which also may be used to correlate with other cores at the study area that severely influenced and disturbed by methane seep activities.

B(後期): During the second half of the year 2016, I examined stable isotope composition of benthic foraminifera of 269 samples at two piston cores (PC1609 and PC1611) from an active cold seeps on the Hidaka Trough using Facilities at Kochi Marine Core Center in order to evaluate the effects of methane on the geochemistry of foraminiferal tests and to discuss their potential as useful proxies of cold seep activities through the geological records. The results of geochemical analyses specially at PC1611 show markedly negative $\delta^{13}\text{C}$ shifts at certain intervals which are apparently lower than the normal variation ranges in the interglacial cycles found in the study area and might be caused by occasional methane release through these anomaly horizons. In addition, during second half of 2016, I examined both benthic and planktonic foraminifera isotopic values from core PC1606 (approximately in the same location as core K06R) to obtain details about missing part of the core K06R.

採択番号 16A033, 16B029

研究課題名 非破壊検査および堆積学的分析によるイベント堆積物認定の高精度化

氏名・所属(職名) 澤井 祐紀・産業技術総合研究所 活断層 火山研究部門(上級主任研究員)

研究期間 H28/8/24-25, 12/5-6

共同研究分担者組織 松本 弾, 谷川 晃一朗, 中村 淳路, 宍倉 正展(産業技術総合研究所)

【研究目的・期待される成果】

2011年東北地方太平洋沖地震の発生以降、地層中に残された過去の巨大津波の痕跡を検出し、低頻度の大規模災害の長期評価に役立てようという試みが注目されている。しかしながら、イベント堆積物の検出方法は必ずしも客観的でない場合があり、議論の余地が大きく残されている。例えば、連続柱状堆積物中に含まれる薄いイベント層の検出・解釈は、個々の研究者の経験値によって大きく異なる場合があり、発生間隔の推定に影響することもある。

以上のような問題点を考慮し、本研究では、非破壊検査手法と粒度分析を組み合わせ、客観的にイベント堆積物を検出する方法を開発することにした。本研究の結果、過去の津波イベントのより正確な検出方法が確立され、巨大津波の繰返し間隔の推定に大きく貢献できることが期待される。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

平成28年度は、8月24日～25日、12月5日～6日にCT画像撮影装置を使用した堆積物の観察を行った。対象とした試料は北海道浜中町、青森県六ヶ所村、岩手県野田村で採取されたものである。

北海道浜中町では、低湿地においてロシアンサンプラーを使用して柱状堆積物試料を採取した。得られた試料は現地においてアクリル製パイプに入れ、産業技術総合研究所において一定期間保管した後に高知大学海洋コア総合研究センターに持ち込んだ。北海道東部では、17世紀に発生した巨大地震・津波による津波堆積物が報告されている。本研究では、この17世紀の津波堆積物とその一つ前の巨大津波(13世紀の巨大津波)の痕跡を確認するためにCT画像の撮影による非破壊観察を行った。またあわせて、1,600年代～1,700年代に降下した火山灰の層準を特定するためにCT画像の撮影を試みた。この結果、津波堆積物と火山灰層について、イベント層準等を正確に決めることができた。

青森県六ヶ所村の試料は、機械式ボーリングによって採取した。ボーリング試料は半割し、その一部をCT画像処理装置用にアクリルケースに移し替えた。CT画像の撮影を行った結果、約5,500年前に堆積した

古津波堆積物の層準を正確に決めることができた。また、そのイベント堆積物の堆積構造を確認することができた。

岩手県野田村の試料は、低地における工事露頭から採取された。具体的には、2011年に堆積したものを含むなるべく多くの津波堆積物が見られるセクションを選び、金属製U字型ライナーを直接打ち込んで中に入っている試料を持ち帰った。あわせて、ジオスライサーを用いて採取した試料に同様のライナーを用いて分析用試料とした。試料は、表層から深さ3m程度までの連続堆積物で、過去数千年間の津波浸水履歴を記録しているものと考えられた。既存の報告書によれば、同地域の堆積物には、少なくとも3層の津波堆積物が含まれており、そのうち上位2層は礫質である。CT画層撮影の結果、この礫質層に含まれる円礫を詳細に観察することができた。現在、得られた画層を用いて、礫質層中にインブリケーション等を認めることができないかを検討しているところである。津波堆積物とあわせて、泥炭質層にどの程度の礫および砂が含まれているかについて、CT画像を用いて確認した。その結果、津波堆積物を挟む泥炭層には多くの砂・礫が含まれていることが認められ、別に行った粒度分析の結果と比較することができた。

採択番号 16A034, 16B030

研究課題名 考古学資料を用いた古地磁気強度・方位測定による完新世地球磁場の復元

氏名・所属(職名) 畠山 唯達・岡山理科大学 情報処理センター(准教授)

研究期間 H28/7/26-29, H29/1/26-28, H29/3/15-17

共同研究分担者組織 なし

【研究目的・期待される成果】

地球磁場は地球の核内における電磁流体的現象(ダイナモ作用)によって発生する。その変化は非常に複雑で、長期間に渡る地磁気の変動を追うためには古地磁気学的手法を使って岩石等に記録された磁化を復元する必要がある。これまで申請者らは、多くの先人によってなされてきた過去2,000年分の考古学地磁気学(考古資料を用いた古地磁気学的研究)データから日本における地磁気永年変化の復元に関する研究をしてきた。しかし、データの大部分は消磁等に不完全なところがあり、信頼性や年代値がしっかりしたものが多いと推定され、ほとんどのサイトからは方位データのみが得られているが、完全な地磁気永年変化モデルを作成するためには、考古地磁気強度データも必要不可欠となる。そこで数年前から各地にて考古地磁気測定を行ってきた。

本研究の対象試料は須恵器などの土器を焼いた窯跡やカマド跡、火事跡と言った焼土である。過去の考古地磁気研究では、方位は窯跡床面、強度は発掘された土器の欠片に対して行われてきたものが多いが、本研究ではどちらにも窯跡床面・壁面の焼土を使用することで、方位・強度データの整合性をとりながら測定を行うことが大きな特徴である。

これまでの研究では、古窯床面壁面試料から安定な古地磁気方位のほか、テリエ法、綱川ショー法で古地磁気強度を求めてきた。さらに、床面と壁面の方位の差から埋没時に起きた壁面のゆがみ量の推定などを行ってきた。平成28年度は、前年度までに採取した試料の古地磁気・岩石磁気測定を行っていく予定である。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

篠遺跡・西山窯跡(京都府亀岡市:平安時代中期)

同遺跡は当代最大の須恵器古窯群であった大阪府陶邑遺跡が衰退するのと時期(奈良末期~平安前期)を合わせるように興隆した須恵器古窯群である。そのため、陶邑遺跡のカバーが弱い9世紀以降の地磁気変動をよく表していると期待される遺跡である。今回は、2015年3月に同遺跡より2古窯(10世紀後半、およびそれよりも数十年後と推定される考古学年代を持つ)の床面試料を採取し、岩石磁気・古地磁気測定を行っている。今年度は詳細な古地磁気測定および岩石磁気測定を行った。古地磁気方位はかなり安定で、我々が提案している地磁気永年変化モデル

における10世紀後半および11世紀前半の方位と整合的であった。これは、現在まで標準とされてきた広岡(1977)による標準曲線からは約11世紀若い年代を指すが、広岡の曲線の不得意とする年代を修正できていることを表している。今後は本研究結果をまとめ発表すること、および、同遺跡より至近の騎馬ヶ谷窯跡群で採取した試料についての古地磁気測定と岩石磁気測定を行っていく予定である。

佐山窯跡群(岡山県備前市:奈良時代~平安時代前期)

同遺跡は備前国・邑久窯跡群の支群をなし、30基程度が推定されている窯跡群である。岡山理科大学考古学教室によって発掘が続けられている3窯跡から古地磁気・岩石磁気用の試料を採取し、測定を続けている。これまでに古地磁気方位については報告がされており(畠山他, 2014)、現在は古地磁気強度測定および岩石磁気測定を行っている。今年度は、とくに焚口付近(おそらく窯内)の良く焼けた床面について、断面方向に磁気的性質の変化を追い、焼成温度や酸化還元状態についての考察を行った。その結果、上位から下位にかけて、磁性鉱物の量が減ること、細粒磁鉄鉱の割合が増えること、最上位(表面付近)と測定最下位(被熱を受けた土壌)においては赤鉄鉱と考えられる高保磁力磁性鉱物が見られること、などから、土壌および粘土貼り床面における酸化状態と温度プロファイルの概要を得ることができた。今後は岩石磁気測定を追加し、また、窯内焼成部床面等についても測定を行っていく予定である。

須恵器等土器片試料

これまで我々は古地磁気・岩石磁気の対象を古窯等の焼土面に絞って研究を行ってきたが、今後、土器片を対象にすべく、予備実験として須恵器・弥生土器・中世土器に関して、岩石磁気測定を行った。その結果、すべての器種の主たる強磁性鉱物は磁鉄鉱で、須恵器を除く2器種については高保磁力成分(赤鉄鉱?)が確認でき、それらは概ね、土器の色と調和的であった。同3試料については、佐山窯跡群の研究において共同研究をしている岡山理科大学白石純教授によって蛍光X線分析が行われており、今後は、その結果と比較検討を進めるとともに、上記の佐山窯跡群について土器片の岩石磁気測定を進めていきたい。

採択番号 16A035, 16B031

研究課題名 IODP Exp.346で採取された日本海半遠洋性堆積物の高解像度元素測定と古海洋復元

氏名・所属(職名) 多田 隆治・東京大学大学院 理学系研究科 地球惑星科学専攻(教授)

研究期間 H28/8/22-18, 9/29-10/5, H29/2/6-17

共同研究分担者組織 村山 雅史, 池原 実(海洋コア), 他 学生3名

【研究目的・期待される成果】

日本海の第四紀半遠洋性堆積物には、特徴的な明暗互層が存在する。この明暗互層は最終氷期においてダンスガードーオシュガー・サイクルに対比されており、数千年スケールの気候変動を反映していることが報告されている(Tada *et al.*, 1999)。しかし、これまでの先行研究は主に過去20万年に限られており、第四紀後半全体に見られる明暗互層の特徴が氷期-氷期変動に伴ってどのように変化して来たのかはこれまで調べられて来なかった。

IODP Exp. 346 Asian monsoonでは、日本海深部の複数地点から第四紀全体を含む堆積物が連続的に採取された。そこで、本研究では、IODP Exp. 346において日本海の異なる緯度・深度の3地点から採取された海底堆積物コア試料を用いて、第四紀を通じた数千年スケールの気候変動・海洋環境の変動の時間空間変動を復元することを目的とする。

本研究では、XRFコアスキャナー(ITRAX)を用い、2mmの解像度で分析を行うことにより、数十年～百年程度の解像度で堆積物中の元素組成変動を測定する。本研究の分析で得られた堆積物中の元素変動から、過去の海洋底層の酸化還元環境等が復元できることが期待される。また、TOCの分析を行うことで、日本海堆積物においてBrが有機炭素濃度の指標となりうるかどうかの検証を行い、ITRAXで測定されたBrの有機炭素濃度指標としての有用性が評価できることが期待される。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

平成28年度には、まず8月22日～9月21日の滞在期間中に、ITRAXでの堆積物コアの分析とTOCの分析の両方を行った。ITRAX分析では、U1424コアの第四紀(過去2.6Ma)に堆積した海洋堆積物コア試料の分析をおこなった。1.5mコアを2mm, 10秒の解像度で測定し、1日あたり3-5本の分析を行った。分析総本数は102本であった。一方、TOC分析は、IODPへのサンプルリクエストに則った試料の採取が8月末までかかったため、9月に入ってから分析の前処理を開始した。9月の利用時には台風による停電などで分析機器に影響が生じたこともあり、当初予定していたすべての分析を終えることができなかった。そこで、9月29日～10月5日に再度共同利用のため滞在し、追加でTOCの分析を行った。

ITRAXで測定した堆積物中の元素濃度の変動を解析した結果、いくつかの元素濃度変動が日本海の海洋底層の酸化還元環境を反映していることが明らかになった。これまで、過去60万年間において、日本海の海洋底層の酸化還元環境が氷期-間氷期サイクルに応じて変動していることや、特に氷期には数千年スケールの気候変動に伴い変動していることが明らかにされていたが、さらに古い時代については研究されていなかった。本研究でIODPコアを用いて高解像度の分析を行うことにより、日本海底層の酸化還元環境の大きな変動が過去90万年前まで見られることが明らかになった。一方で、90万年前よりも古い時代には日本海の酸化還元環境はそれほど大きく変化していなかった。この結果は、11月に行われた地球環境史学会年会において発表を行い、優秀発表賞に選ばれた。

TOCの分析結果とITRAXで測定したBrの測定結果を比較した結果、ITRAXで測定したBrが堆積物中の(特に海洋起源の)有機物含有量の指標となっていることが明らかになった。このことを用いて、ITRAXで測定したBrの結果から堆積物中の有機物含有量の変化を復元した。この結果の一部は、11月に行われた地球環境史学会で発表した他、TOCとBrの測定結果に関する詳細を平成29年5月の地球惑星連合大会で発表した。

これらの結果を受けて、日本海内の異なる水深から採取されたコアを用いてさらに分析を行い、水深による酸化還元環境や有機物含有量の違いを見るために、平成29年2月6日～17日にかけてU1426コアのITRAX分析を行った。8月から9月にかけて分析したU1424コアは水深約3,000mから採取されたのに対し、U1426コアの採取水深は約1,000mである。過去16万年を対象とした先行研究では、日本海では水深により酸化還元環境が異なり、そこから過去の海洋循環を推測することができることが報告されている。2月の分析で得られたU1426コアの結果は現在解析中であるが、本研究で行った分析から、さらに古い時代の変動が復元されることが期待される。また、2月の分析では過去約80万年間の堆積物の分析を行ったが、平成29年度の共同利用研究では引き続きさらに古い時代の試料の分析を行う予定である。平成28年度の分析結果と合わせて、さらに新しい成果が得られることが期待される。

採択番号 16A036, 16B032

研究課題名 コアサンプルデータを用いた静穏時における岸沖鉛直底質移動動態メカニズムの解明

氏名・所属(職名) 池原 研・産業技術総合研究所 地質情報研究部門(首席研究員)

研究期間 H28/6/16-17, 8/15-19

共同研究分担者組織 宇佐見 和子(産業技術総合研究所)

金松 敏也, Kan-Hsi HSIUNG(海洋研究開発機構)

【研究目的・期待される成果】

日本列島は活動的縁辺域に位置し、千島海溝、日本海溝、伊豆・小笠原海溝、南海トラフ、琉球海溝が連続して存在する。これらの海溝においては巨大地震が発生し、地震とそれに伴う津波により日本列島に大きな被害をもたらしている。これらの巨大地震・津波の痕跡は海底堆積物中にも残されていると考えられ、海底堆積物中の地震性堆積物を用いた地震・津波の発生履歴の検討はさらに進められるべき研究課題の一つである。南西諸島に沿う琉球海溝でも1771年明和津波などの被害津波の存在が知られるが、その発生機構や発生履歴に関する情報は少なく、明和津波の大きな遡上高の理解を含めて、不明な点が多い。最近、沿岸陸域の津波石(サンゴ巨礫)の系統的な放射性炭素年代測定から150~400年の津波再来間隔が推定されているが、前弧域のタービダイトの1000年程度の間隔とはかけ離れており、両者とも堆積プロセスの検討が必須となっている。文部科学省の「南海トラフ広域地震防災研究プロジェクト」では、南海トラフから琉球海溝までの地震発生機構と履歴の解明とその社会科学的応用による被害軽減を目指している。1771年明和津波による大被害が発生しているにも関わらず、沈み込みの大局的構造から地震・津波時の現象の理解、地震/津波発生履歴の情報に乏しい南部琉球海溝域は海底堆積物を用いた地震・津波発生履歴の検討が進められるべき重要な場所である。

本共同利用研究では、琉球海溝底を中心に海底堆積物の詳細な堆積構造と物性及び化学組成のプロファイルを得ることで、イベント/非イベント堆積物の堆積機構を明らかにすることを目標とする。琉球海溝域の堆積物コアの情報は少なく、本研究で得られる情報は今後の琉球海溝域の堆積物研究を先導するものとなると期待される。また、日本海溝、南海トラフ域の堆積物との比較は、海底堆積物に基づく比較海溝学を初めて進めることを容認し、日本が主導すべき海溝堆積学の新たな局面を開発できると期待できる。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

琉球弧南部沖の琉球海溝底から採取されたグラビティコア試料とピストンコア試料並びに前弧海盆から採取されたピストンコア試料について、X線CT撮影(グラビティコア試料のみ)、MSCL測定(グラビティコア試料のみ)、ITRAXによるXRFスキャンを

行った。グラビティコア試料についてはITRAX測定用のUチャンネル試料の分取も行った。分析結果として、グラビティコア試料(半割コア1本)では葉理に対応した化学組成変化と細粒タービダイトの粗粒部分での特異な化学組成を確認した。タービダイトの粗粒部の上下にみられる化学組成の変化は、タービダイトの急激な堆積に対応した続成変化と現時点では考えている。葉理に対応した変化についてはその原因について検討中である。ピストンコア試料(Uチャンネル試料9本)についても細粒タービダイトに対応した化学組成変化を確認し、別に行った肉眼記載や軟X線画像との対応について検討中である。また、琉球海溝底と前弧海盆の細粒タービダイトの泥質部の化学組成の相違について検討したが、現時点で明確な違いは得ていない。さらに詳細な検討が必要である。

なお、当初は平成28年度の調査航海で採取される海底堆積物コアの分析(10m分程度)も予定していたが、調査航海が年度後半に集中し、分析に適したコアの選定や前処理などをセンターのX線CT装置の更新前までに行うことが不可能になったため、後期での利用は断念した。持ち越し分は平成29年度の申請の中で実施する予定である。また、当初の申請書から使用機器と測定試料の追加・修正を行った。

平成28年度に共同利用で実施したコア分析に並行して行った海底地形や反射法地震探査記録の解析から、両海域の細粒タービダイトはいずれも台湾起源であると想定された(Hsiung *et al.*, *Geo-Marine Letters*, in press)が、それぞれの給源は台湾の異なる河川と考えられるので、今後給源河川の試料の入手を検討し、これらを含めて化学分析や鉱物分析を実施することで給源の特定を進める予定である。また、琉球海溝底から別の航海で採取されたピストンコア試料の分析を検討中であり、これが実施できれば、細粒タービダイトの特徴づけなどについてより詳細な検討が可能となる。さらに、今回測定した海溝底コアの堆積物中のバルク有機物を用いた年代測定を実施中である。前弧海盆コアのバルク有機物年代測定は実施済みであるので、これらが明らかになることにより、陸(台湾)から海溝底という長距離における碎屑性粒子のsource-to-sinkを明らかにすることができると期待される。また、琉球前弧域については、別の実施中の周辺のコアの分析結果と合わせることで、琉球弧南部における地震発生履歴や地震・津波に伴う堆積現象を明らかにできると期待される。

採択番号 16A038, 16B034

研究課題名 地球史を通じた海底環境復元プロジェクト4：古原生代ガーナベリミアン帯におけるGHC掘削コア

氏名・所属（職名） 清川 昌一・九州大学大学院 理学研究院 地球惑星科学部門（准教授）

研究期間 H28/6/1-5, 6/27-7/3, 7/20-8/8, 8/24-30, 9/5-16

共同研究分担者組織 池原 実（海洋コア）、伊藤 孝（茨木大学）、山口 耕生（東邦大学）
尾上 哲治（熊本大学）、他 学生4名

【研究目的・期待される成果】

目的：古原生代の海底表層断面および海底層序についての詳細なコア試料観察を行い、太古代～原生代初期の(1) 海底熱水循環、(2) 海底堆積作用、(3) 海洋の酸化/還元状態・pH状態、(4) 初期生物の生態系、(5) 大気表層環境、などに関する重要な情報および変動を明らかにする（e. g., Nisbet, 2001）。

特色：23億年前の新鮮な掘削コアの取得により、古原生代の深海底の堆積作用と火山活動が明らかになる。また、新鮮黒色頁岩による同位体対比が可能になる。32-31億年前のDXCLの比較により、酸素供給システムが稼働し始めたこの時代の環境変動から、大酸化事変以降の海底環境の比較を行う。

経過/成果：掘削試料の半割、記載を行う。

研究対象：ガーナ掘削試料

期待される成果：太古代から原生代にかけての海洋底環境の変化・生物活動・鉄沈殿物の関連性

CTスキャンでは、火山砕屑岩の砕屑物分布状態（グレーディング）などが3Dでみられ、岩相ごとの変化も顕著である。

コアは大きく4層準に区分できる。

下位堆積層（細粒火山砕屑物層）

中部堆積層（粗粒火山砕屑岩：斜長石粒子を多く含む）

上部堆積層（粗粒-中粒火山砕屑岩層）

最上部堆積層（細粒黒色・灰色泥岩を主とし、平行ラミナの発達した細粒層）

上方に細粒化がみられ、特に最上部はグレーのMnを含む炭酸塩層が挟まれる。薄片観察では、黒色頁岩は細かい黒雲母ができており、花崗岩による熱変成をこうむっているが、鏡下にて黒色炭素（ケロジェン）を残しており、これらを今後測定していく予定である。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

ガーナコア（GHB）：

2016年12月に取得したガーナベリミアン帯のグリーンストーンコアについてコアセンターに輸送され、半割およびサンプリングパーティを行った。

コア処理について：

- 1) CTスキャン：全コアについてCTスキャンを行った。
- 2) 切断：CTスキャン後全200mの半割を行った。
コアカッターは海底サンプル用であったために、陸上掘削特に古い硬い岩石ではパワー不足で1mに6時間かかるコアもあったが、無事全サンプルを半分に切ることができた。
- 3) 写真撮影：トレイごとに写真撮影行う。
- 4) 記載：1/25のスケールにて記載を行う。
- 5) コアサンプリング：特に有機物に富む黒色頁岩部分および年代測定が可能な堆積物部分をサンプリングする。これの炭素同位体、硫黄同位体、および全岩分析をお行う。
- 6) TATSCAN：連続コアを40か所ぐらいとってTATSCANを行い、微量元素の挙動などをみる。

採択番号 16A039, 16B035

研究課題名 小型哺乳類の骨格3Dモデル作製に関する研究

氏名・所属(職名) 谷地森 秀二・四国自然史科学研究センター(センター長)

研究期間 H28/6/15

共同研究分担者組織 なし

【研究目的・期待される成果】

研究対象は、齧歯目ネズミ科、食虫目トガリネズミ科、モグラ科、翼手目キクガシラコウモリ科およびヒナコウモリ科に含まれる種の頭骨である。これらの種は、生態に伴い頭骨形態に顕著な違いがみられ、哺乳類の多様性を紹介する素材として適している。

しかしながら、いずれも小型であるために観察には実体顕微鏡が必要なこと、頭骨自体の強度が低いために、扱いは注意が必要であることなどから、児童生徒の理科学習に供することは難しい。また、高知県においては哺乳類標本の点数が少なく、多くの学校などで利用することも困難となっている。

本研究ではCTスキャンを用いて、当センターが所有している上記種の頭骨標本を3Dモデル化して、頭骨形態を詳細に観察できるデジタルデータを作成する。また、データをもとに3Dプリンターにより拡大モデルを出力し、児童生徒の環境学習用教材の作製を試みる。デジタルデータを作成することで、多くの学校での利用が可能となり、拡大モデルを作製することで、幅広い年齢層の学習に供することができる。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

2016年6月15日に、X線CT画像処理装置(GE LightSpeed Ultra16)を用いて、タヌキ *Nyctereutes procyonoides* およびアカネズミ *Apodemus speciosus* (いずれも四国産の個体)の頭蓋骨および下顎骨を、マイクロフォーカスX線透視CTシステム(HMX225-ACTIS+5)を用いて、キクガシラコウモリ *Rhinolophus ferrumequinum*, ユビナガコウモリ *Miniopterus fuliginosus*, アカネズミ, スズメ *Passer montanus*, イイズナ *Mustela nivalis* (イイズナのみ北海道産の個体で、他は四国産の個体)の頭蓋骨および下顎骨のスキャンを行った。

申請当初は、GE LightSpeed Ultra16を用いてすべての種をスキャンする予定であった。しかしながら、実際に作業をしてみたところタヌキ以外は試料が小さすぎて十分な画像データが得られないことが分かった。そのため、追加機器申請を行い、タヌキ以外の種についてはHMX225-ACTIS+5を用いてスキャンすることとした。

スキャンに関して、MODEはCFK、管電圧90 kV、管電流30 μ A、Startは66~75、Endは57~59、SODが184、FOVが40.94、Spacingが0.1、Slice Widthが0.1、Scaleが100、Viewが1000、ave. が3と、それぞれ設定された。

現在のところ、スキャンした画像データファイルを得るところまでしか進んでおらず、画像の統合処理は行っていない。これはスキャンしたデータファイルがMac対応のものであること、申請者が勤める四国自然史科学研究センターのパソコン機器がWindows環境しかないことによる。近い将来、当センターでもMac環境を整備し、画像処理ソフト(医用画像解析アプリ Osirixを想定)を用いて、画像の統合と加工を行い、研究目的である3Dモデルのデジタルデータを構築する予定である。

また、その後には、3Dモデルのデジタルデータを用いて3Dプリンターによる拡大モデルの出力を行い、児童生徒の環境学習用教材の作製を試みる。デジタルデータの作成ならびに拡大モデルを量産することで、多くの学校での利用が可能となり、幅広い地域ならびに年齢層の学習に供したい。

採択番号 16A040, 16B036

研究課題名 日本海溝におけるプレート境界断層発達過程の堆積学的研究

氏名・所属(職名) 山口 飛鳥・東京大学 大気海洋研究所(准教授)

研究期間 H29/1/19-20

共同研究分担者組織 芦 寿一郎, 清家 弘治(東京大学), 池原 研, 宇佐見 和子(産業技術総合研究所)
金松 敏也, 新井 和乃(海洋研究開発機構), 亀田 純(北海道大学)
橋本 善孝, 村山 雅史(海洋コア), 他 学生2名

【研究目的・期待される成果】

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震の滑りを引き起こした断層面は、膨潤性粘土鉱物のスメクタイトを多く含む中新世の遠洋性粘土層内に発達することが、地震から1年後に日本海溝陸側で行われたIODP第343次航海(JFAST)のコア解析結果から判明した(Chester *et al.*, 2013; Ujiie *et al.*, 2013)。日本海溝に沈み込む堆積物中の遠洋性粘土の分布の解明は、東北地方太平洋沖地震のような巨大地震の破壊伝播機構を知るうえで重要だが、遠洋性粘土層の分布には不明な点が多く、沈み込む海洋プレートの曲がりによって生じたホルスト・グラーパーン(地塁・地溝)構造のうちホルスト部には、遠洋性堆積物が極めて薄いか欠損しているように見える箇所が複数存在することが反射法地震探査により示されている(小平・中村ほか, 私信)。このことをふまえて、申請者は平成27年度、学術研究船新青丸を用いて、ホルスト部の中で遠洋性堆積物の層厚が厚い箇所と薄い箇所、ならびにグラーパーン部において、ピストンコアラーによる採泥を行った。新青丸航海で得られたコアの解析を通じて、日本海溝外側のホルスト・グラーパーンにおける遠洋性粘土層の分布とそれを引き起こす堆積・侵食作用の素過程を探ることが本研究の目的である。また、日本海溝と同様に古い海洋プレートの沈み込みで形成されたと考えられている美濃帯中の断層岩についても解析を行い、プレート境界断層の発達遠洋性堆積物中の粘土層に規定されているとする仮説が過去の沈み込み帯においても有効であったか、検証を行うことも目的とする。本研究により、日本海溝のような遠洋性堆積物に富む古い海洋プレートが沈み込む海溝域において堆積物が地震破壊伝播過程に果たす役割に関して新たな知見が得られると期待される。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

新青丸KS-15-3航海のコアに関して、平成27年度には全てのコアのX線CT分析、コア半裁、コアスキャナー撮影、肉眼記載および一次サンプリングを行った。引き続き平成28年度には得られたサンプルの火山灰分析を進めるとともに、コア中に含まれる礫の薄片作成・観察、層序および堆積速度の検討、反射法地震探査記録との照合を行った。

コアの火山灰同定の結果、約1,400年前~9万年前に噴出した広域テフラ(Hr-FP, To-Cu, Spfl, AT, Aso-4, Nr-Nなど)が複数枚確認された。テフラの産出深度をテフラ噴出年代で割ることにより、コアが

採取された各サイトの平均堆積速度を推定すると、海側海溝斜面では25-30cm/ky、ホルスト上では6.5-25cm/ky、グラーパーン底で45cm/ky、グラーパーン端で0.9cm/kyと求められた。一方、 V_p 1.6km/sと仮定して反射法地震探査記録から求めた各採泥点における堆積物の層厚は、海溝海側斜面で58-63m、ホルスト上で33-82m、グラーパーン底で178m、グラーパーン端で134-341mであった。上記で求めた平均堆積速度が過去も一定であったと仮定して、堆積層厚を平均堆積速度で割ると、海洋地殻上の堆積物の堆積開始年代を求めることができ、海溝海側斜面で16-26万年前、ホルスト上で32-50万年前、グラーパーン底で39万年前、グラーパーン端で1,300-3,800万年前と計算された。以上の結果から、少なくとも海溝海側斜面やホルスト上では、JFASTで断層面をなしているスメクタイトに富む中新世の遠洋性粘土層は存在しないばかりか、海洋地殻上部にあった堆積物が過去50万年以内に何らかの理由で除去され、その後に堆積が再び開始したことが示された。海溝海側斜面およびホルスト上において堆積物の除去が行われた理由としては、採泥点がプチスポットの産出位置に近く、マグマの貫入により古い堆積物が熱変成を受けている可能性、および、底層流により侵食された可能性の2つが考えられる。

一方で、上記で求めた堆積速度一定との仮定は、イベント堆積物が複数存在する場合には成り立たない可能性が高い。実際に、PC01から採取されたキューブ試料の古地磁気分析(磁化率・伏角・偏角)の予察の結果からは、堆積速度はコアの中でばらつきがあるらしいことが判明してきた。今後、ホルスト・グラーパーンにおける堆積・侵食作用と正断層形成テクトニクスの実態を明らかにするために、より詳細な堆積学的検討(スミアスライド作成および観察)、また火山灰および砂層中に含まれるジルコンのU-Pb法などによる年代測定を行う予定である。

また、美濃帯大脇地域の断層岩については研磨片および薄片を作成し、微細構造観察を行った。その結果、断層の上盤はチャート、下盤は黒色有機質粘土岩からなり、両者の境界面には厚さ数mm以下の石英脈を含む断層岩が存在することが明らかとなった。今後、日本海溝で採取された海底堆積物試料の鉱物・化学分析および圧密試験の結果と比較しつつ、堆積物の続成作用が断層運動に与える影響について研究を進める予定である。

採択番号 16A041, 16B037

研究課題名 栄養塩と土砂流入が造礁性サンゴ骨格成長率に及ぼしてきた影響評価

氏名・所属(職名) 岨 康輝・東邦大学 理学部 化学科(博士研究員)

研究期間 H28/7/25-29, H29/5/30

共同研究分担者組織 山口 耕生(東邦大学), 他 学生1名

【研究目的・期待される成果】

サンゴや有孔虫などが生成する炭酸塩を主体としたサンゴ礁は、高い生物種多様性を有するサンゴ礁生態系の礎である。無機沈殿による炭酸塩生成モデルにグローバルな海水温上昇と海洋酸性化度合を適用すると、産業革命以降のサンゴ礁やサンゴの炭酸塩生成率はグローバルに現在まで低下、もしくは1995年以降は上昇を予測した。これを例証するために、サンゴ骨格年輪を用いた骨格成長率(石灰化率、伸長率、骨格密度)解析が行われてきた。なお、石灰化率は伸長率と骨格密度の積で見積もられる。その結果、地域によって成長率の傾向が異なり、モデル結果を反証していた。しかしながら、この原因は明らかではない。申請者はローカルな環境汚染である栄養塩や土砂量流出が原因の1つではないかと仮説を立て、栄養塩や土砂量流出史の長期記録が比較的多く存在する琉球列島とパラオ共和国のサンゴ礁を対象海域に設定して研究を行ってきた。本研究では、沖縄本島中南部で栄養塩の流出がある箇所(河川流入無し)、栄養塩と土砂量流出の影響がある箇所(河川の流入有り)、両者の影響が顕著に見られない箇所、と土砂の流出だけ検出されているパラオから採取したサンゴコアの骨格成長特性を明らかにすることで、仮説の検証を行う。本共同利用では、上記目的を達成するための第一歩として、高知大学海洋コア総合研究センターに設置されているX線コンピューター断層撮影法(CT)スキャナーでサンゴ骨格成長率解析を行うための計測手法完成を目的とする。X線CTスキャナーは、従来の2次元軟X線撮影装置と異なり、迅速かつ簡便に軟X線画像を撮影でき、自由に計測線を選択できる点で有用である。

本申請研究は、サンゴの骨格成長率をどの程度の“作業時間”と“空間解像度・精度”で計測できるかを定量的に明らかにして最適な計測手法を確立する。本研究で確立する。本計測手法確立は、サンゴコア解析の研究で世界標準になりつつあるX線CTスキャナーを用いた研究手法の利用を、日本で活発化させる可能性がある。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

本研究は、始めに2016年7月25日から1週間程度で26試料のCT画像を採取する予定であったが、CT撮影速度が速かったため、CT使用日程は滞在中1日で実施できた。X線CTスキャナーの設定条件は120kV, 100mA, X線照射時間0.5秒, スライス厚みおよび画像再構築間隔を0.625mm, 画素数を512×512とした。

サンゴコアの状態から軟X線画像を取得する時間を見積もったところ、CT画像の取得作業時間は試料準備・画像撮影を含め約30分/1試料であった。一方で、サンゴ試料(板状)の2次元軟X線画像を撮影するためには、サンゴコアを板状にするために2日、試料洗浄・乾燥に半日の作業時間がかかるため、合計で約2-3日程度/1試料の作業時間を要する。以上より、X線CTスキャナー利用は、サンゴ年輪学の研究を推進する上で、大幅な実験時間短縮ができる点で非常に有用であることが解った。

次に、サンゴの骨格密度(空隙率)を測定するため、標準物質を2つ作成した。1つは、空隙率100%かつアラレ石(2.85g/cm³)で構成されているシャコガイ殻で、試料を縦横厚さそれぞれ約4cm, 1.5cm, 4mmの直方体に整形した。2つ目は骨格密度(空隙率1.09g/cm³)のアラレ石で構成されているサンゴ骨格で、試料を縦横厚さそれぞれ約1cm, 1.6cm, 5mmの直方体に整形した。なおサンゴの骨格密度は、1回の水置換法測定で決定した(e.g. D' Olivo *et al.*, 2013)。これら標準物質候補は、各研究試料と一緒にCT画像を取得した。試料のCT画像における明暗は、次の段落で述べる手法でOptical Density (OD) 数値化し解析に用いた。ODから骨格密度を定量化するために必要な検量線は、標準物質候補のシャコガイ殻、サンゴ骨格と空気のODを用いて作成した。その結果、検量線の相関係数が $R^2 > 0.999$ であった。今後、水置換法による標準物質候補のサンゴ骨格密度の複数回計測が必要ではあるが、今回の結果は本研究で作成した標準物質候補が標準物質として有用であることを示している。

サンゴ骨格のCT画像から骨格密度を測定するため、OsiriX MD (v. 8.5.2)を用いた以下のプロトコルを作成した。(1) 3D合成画像から最適の画像を決定する、

(2) 1つの画面を抽出するため、画像をダブルクリックする。(3) “ファイル” から“書き出し”を選び、画像を“TIFF”で保存する。(4) Photoshopなどの画像編集ソフトウェアで、画像分解能を正しい値に設定する。(5) Image J等の画像解析ソフトウェアでOptical Densityを数値化する。以上のプロセスによって、骨格密度のODによる数値化が可能になる。なお、ODは標準物質による検量線を用いて骨格密度に返還できる。

次に、CT画像の“空間解像度・精度”を検討するため、本研究で取得したCT画像(0.2mm/slice)と、申請者がこれまでに撮影した2次元軟X線画像の解像度(0.1mm/pixel)を比較した。その結果、CT画像は2次元軟X線画像よりも空間解像度が低いため、拡大したときに画像の荒さが目立った。しかしながら、平均的な骨格伸長量(1.2cm/年)をもつサンゴを研究対象試料にする場合、1年毎以上の時間解像度で骨格伸長率を測定するには、X線CTスキャナーによる画像取得で十分である可能性が高い。

最後に、撮影したCT画像を解析した結果、多数の画像から数mm程度幅の黒色部位や黒点を多数発見した。この黒色部位は、空隙率が0%のシャコガイ殻と同様のODであることから、少なくとも空隙率が0%であることを示唆する。サンゴ骨格は空隙が多いため、空隙中に二次的に生成・沈殿した炭酸塩、海水が十分に除去されないために残った塩、X線CTスキャナーの設定による機器問題の可能性がある。特に二次的に生成・沈殿する炭酸塩は同位体比・化学組成に影響を及ぼすため、その存在評価は重要である。そこで、最初に海塩の可能性を除去するため、2016年に撮影したサンゴコアを水道水で20分程度超音波洗浄し、室温で十分乾燥させた。乾燥させたサンゴコアは、2016年度末に高知大学海洋コア総合研究センターにX線CTスキャナーが新規導入された関係で、2017年の5月30日にサンゴコアのCT画像撮影を行った。X線CTスキャナーの設定条件は120kV, 100mA, X線照射時間0.5秒, スライス厚みおよび画像再構築間隔を0.5mm, 画素数を512×512とした。その結果、2016年に発見した黒色部位や黒点が減少している箇所を発見した。この結果は、該当箇所が水溶性であることを示唆する。よって、除去された黒色部位や黒点は海塩である可能性が解った。一方で、超音波洗浄で除去できない黒色部位や黒点を別途多数発見した。黒色部位や黒点は、その位置に一定の法則が見られなかった。以上の結果は、超音波洗浄後に残存した黒色部位や黒点は、二次的に生成・沈殿した炭酸塩である可能性を示唆する。

今後、本年度に作成したCT撮影・解析プロトコルの洗練化を深化させるとともに、サンゴ骨格の成長率解析を進めることを予定している。

採択番号 16A042, 16B038

研究課題名 完新世における東アジアモンスーン変動の復元

氏名・所属(職名) 山田 桂・信州大学学術研究院 理学系(准教授)

研究期間 H28/5/16-20, 11/6-11, H29/1/22-28

共同研究分担者組織 他 学生2名

【研究目的・期待される成果】

東アジア地域の気候に深く関与するモンスーンについては、数万年スケールの変動に関するデータはそろいつつある。その結果、東アジアのモンスーン変動は時代や場所により変動パターンや強度が異なっており、それはシベリア高気圧と小笠原気団の勢力の差によって説明できるとする説が琵琶湖の成果を中心として提唱された(Nakagawa *et al.*, 2008)。一方、モンスーン変動の強度やパターンの違いは数百年スケールでも認められる(例えば, Kubota *et al.*, 2010)が、同スケールについても先述の説が適応可能かどうか、は検討されていない。

西南日本の汽水湖である中海は、夏季および冬季モンスーン変動の影響を強く受ける地域に位置している。中海で現生し、コアから多産する貝形虫 *Bicornucythere bisanensis* は11-4月にA-1(成体の一段階前の幼体)に、4-8月に成体に脱皮するため、それぞれ冬季および夏季の湖水の環境を記録している。これまでに、成体の殻の酸素同位体比分析を行い、過去1700年間について、東アジアに共通する数百年スケールの夏季モンスーン変動を明らかにできた(Yamada *et al.*, in press)。そこで、本研究ではA-1の *B. bisanensis* の殻の酸素同位体比を用いて、同域における冬季の東アジアモンスーン強度の変化を明らかにすることを目的とする。また、2015年に新たに中海で採取したコア試料を用いて、より時代をさかのぼって数百年スケールの夏季モンスーン変動を復元することも目的とする。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

H28年度の分析では、中海で採取したXコア中の貝形虫 *B. bisanensis* のA-1幼体殻と、N2015コア中の貝形虫 *B. bisanensis* の成体殻126試料について、同位体比質量分析計(IsoPrime)を借用し、酸素炭素同位体比を測定した。これまでの研究で、中海では成体殻は夏季に、A-1幼体殻は冬季に殻を形成することが分かっている。

これまでの分析と合わせて計120試料の酸素炭素同位体比を分析した。過去1,700年間における *B. bisanensis* (A-1)の殻の $\delta^{18}\text{O}$ は、主に地域的な環境変化と、

東アジア冬季モンスーンの影響による中海の底層塩分変化を反映していた。殻の $\delta^{18}\text{O}$ 変化から、Xコアを3つのStageに区分した。Stage I (300-1,000年)における *B. bisanensis* (A-1)の殻の $\delta^{18}\text{O}$ はコア全体を通して最も高く、比較的強い外洋水の影響によって、中海の底層塩分が高かったと推察された。Stage IIa (1,000-1,800年)における *B. bisanensis* (A-1)の殻の $\delta^{18}\text{O}$ は緩やかに低下傾向を示し、1,000-1,200年における閉鎖的な汽水湖への地域的な環境変化と、それに続く東アジア冬季モンスーンの強化に伴う湖水の鉛直循環および降水量の増加によって、冬季の中海における底層塩分が低下したと考えられた。Stage IIb (1,800-1,900年)では、貝形虫群集や *B. bisanensis* (成体)の殻の $\delta^{18}\text{O}$ は、一時的に外洋水の影響が強くなったことを示すものの、*B. bisanensis* (A-1)の殻の $\delta^{18}\text{O}$ は緩やかな低下を継続し、冬季における外洋水の影響が夏季に比べて弱かったことと、冬季モンスーンの強化による降水量の増加があったと考えられる。

成体殻の酸素同位体比分析は、Xコアで得られなかった過去2,800~1,500年前を対象にした。これまでに123試料から酸素炭素同位体比が得られた。紀元前800年~1年にかけての酸素同位体比の変動幅は、西暦1~現在までの変動幅より大きかった。また、100~200年ごとの周期的な増減が認められた。今後は少ない分析数の層準を追加で分析し、夏季モンスーン変動の周期性を明らかにする予定である。

採択番号 16A043, 16B039

研究課題名 後期鮮新世における貝形虫化石のMg/Caを用いた温度勾配の復元

氏名・所属(職名) 山田 桂・信州大学学術研究院 理学系(准教授)

研究期間 H29/1/18-21

共同研究分担者組織 学生1名

【研究目的・期待される成果】

過去350万年間の日本海は、その環境や水塊構造を大きく変化させてきたことが知られている(Kitamura, 2009など)。申請者はこれまで350-250万年前の日本海海洋環境に関する研究に着手し、現在の氷期-間氷期システムが形成される275万年前の時代には、間氷期に水温6-20°Cの暖水系中層水が日本海に存在し、日本海の温度勾配は現在より緩やかであったこと(Irizuki *et al.*, 2007)を明らかにした。しかし、その具体的水温は不明なままである。そこで、この時代の地層が連続して露出する新潟県銚江層から得た浅海種および深海種の貝形虫殻のMg/Caにより、定量的古水温復元を目指す。

これまでの共同利用の成果として、浅海性貝形虫 *Cytheropteron* 属の回帰式を作成したこと(Yamada *et al.*, 2014)、約3.2~2.8Maの中層域の海水温変動を明らかにしたこと、当時の暖流系中層水の水温が5-12°Cであったことが明確になったことが挙げられる。また、浅海~中層の温度勾配を定量的に明らかにし、当時の水塊構造変化を明確にした。しかし、貝形虫殻のMg/Caの連続した分析は海洋酸素同位体比ステージのG19からG13に限られることや、作成した回帰式は定量的な古水温復元に十分とは言えない。そこでH28年度は、これまで十分なデータが得られていない2.8Ma以降の連続的な水温変動の復元とより高精度な回帰式の作成を目指し、追加の試料を分析する。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

H28年度の分析では、日本海中層水種の *Krithe* 属を用いた追加分析と、同じ試料から産出する浅海種 *Cytheropteron* 属貝形虫の殻の分析を行った。加えて、銚江層堆積時と同時期に日本海の浅海域で堆積したと考えられている新潟県四十日層から得られた浅海種 *Cytheropteron* 属の殻のMg/Caの分析も合わせて行った。

胎内市に分布する銚江層では、81試料から中層水の定量的水温を得られた。水温は3.1~2.6Maの時代の地層から求められ、1~10°Cの範囲を示した。貝形虫化石群集および浮遊性有孔虫の *G. inflata* の産出か

ら氷期-間氷期変動が見積もられており(Irizuki *et al.*, 2007)、定量的古水温が得られた範囲は海洋酸素同位体比ステージのG19からG4に相当することが分かっている。この氷期-間氷期変動と中層水温を対比すると、氷期では最盛期に最も中層水温が上昇することが明らかになった。一方、間氷期中層水温変動パターンは3タイプ認められた。すなわち、1) 最盛期に最も高い水温を示す場合、2) 最盛期に最も低い水温を示す場合、および3) 期間を通してほぼ一定の水温を示す場合である。当時の間氷期には常に温暖中層水が存在したが、1) の変化は海水準上昇とともに温暖中層水の厚さが増加し、当初は温暖中層水が及んでいなかった深度まで及ぶようになったため、2) は海水準の上昇時にも常に温暖中層水の影響下にあったため、3) は海水準上昇に伴って温暖中層水より下の冷水影響下の深度に至ったため、とそれぞれ解釈できる。この3パターンは当時のユースタティックな海面変動と関係は認められないことから、当時接続していた海峡の深度など他の要因によっていると推察される。

四十日層から得られたMg/Caは年平均水温が7.39°Cおよび12.90°Cと見積もられた。これらの水温は、それぞれ、冷温性貝形虫種と暖流系貝形虫種の多産によって特徴づけられる試料から見積もられており、群集に基づく傾向と矛盾しない結果となった。

採択番号 16A044

研究課題名 白亜紀の温暖期から寒冷期への移行期に認められた深海循環の逆転

氏名・所属(職名) 大河原 秀祐・東北大学大学院 理学研究科地学専攻(博士1年)

研究期間 H28/6/1-17

共同研究分担者組織 池原 実(海洋コア)

【研究目的・期待される成果】

底生有孔虫殻の炭素同位体比は海洋深層循環によって影響を受け、深層へと沈降する有機物由来の ^{13}C が深層水の流れによって運ばれる。海水の沈み込む地域に近い深層ほど ^{13}C が乏しく $\delta^{13}\text{C}$ の値が高くなる(Nunes and Norris, 2006)。

海保研究室修士論文では上記の理論を基に、暁新世から始新世にかけての海洋深層循環が復元された。この研究から、深層水の供給源が寒冷期には南半球高緯度、温暖期では低・中緯度であることが明らかとなった。

本研究ではAlbianからMaastrichtianの期間の白亜紀の深層循環を底生有孔虫殻の炭素同位体比によって明らかにすることを目的とする。昨年2月と10月測定同位体比値と本申請で測定する同位体比値および他の研究者らが公表済みの同位体比値をまとめることで、より確実に白亜紀の深層水循環を明らかにできることが予想される。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

池原実教授の補助の下、安定同位体比質量分析計のIsoPrimeを使用し底生有孔虫殻の炭素と酸素の安定同位体比を測定した。今回用いた底生有孔虫の殻は、*Nuttallides*, *Gavelinella*, *Osangularia*, *Hanzawaia*, *Protoasangularia* に、*Conobinooides*, *Notoplanurina*, *Lentiquilina* の8属のものになる。炭素と酸素の同位体比測定の前に底生有孔虫殻のクリーニング作業を行った。はじめにエタノールをつけた筆を用いて底生有孔虫殻をスライドから拾い出し、重量を計測した。そして、メタノールを入れたビンに重量計測した底生有孔虫殻を入れて、クリップで有孔虫殻を砕いた。再びビンにメタノールを入れ、数秒間超音波洗浄をする。その後、攪拌させて上澄みをピペットで除去した。この作業を3回繰り返した。作業後にメタノールでピペットを共洗いし、アセトンを浸したキムワイプで有孔虫殻を砕くのに使用したクリップを洗浄した。

IsoPrimeでの測定のため、底生有孔虫殻とリン酸、液体窒素を準備した。試料が微量の場合は、それに対応するようにIsoPrimeを設定した。測定前はリン

酸テストを行った。測定時にはCO-1とJCp-1をスタンダードとして用いた。

同位体比の測定は7回行った。有孔虫の個体数が豊富な場合は、同じ試料で2~3回測定をした。電子顕微鏡での写真撮影のため、いくつかの底生有孔虫殻を残した。

測定で出た炭素と酸素の同位体比は、データの補正が行われた。微量なサンプルの中には測定できなかったものも存在した。補正された同位体比データと先行研究の同位体比データをまとめた。

得られた成果として、白亜紀の温暖期から寒冷期にかけては深層水の起源が低緯度から高緯度へと変化したことが明らかとなった。

AlbianからCenomanianにかけては、比較的高緯度において深層水が形成されインド洋の深層水が北大西洋のそれよりも新しかった。温暖化が発達したCenomanianとOAE2の時期には、北大西洋とインド洋の炭素同位体比が太平洋と比べて高いこと、酸素同位体比の値が低くなっていることから、低緯度のテチス海でつくられた水塊が深層水となり、北大西洋やインド洋、太平洋へと流れていったと考えられる。

およそ88MaのConiacianにおいても深層水の起源は低緯度で、太平洋の深層水が他の海洋と比較して新しくなった。Campanian以降には北大西洋高緯度でつくられた深層水がインド洋を経由し、太平洋へと流れていく現在と似たような深層循環が成立した。

採択番号 16A045, 16B040

研究課題名 海底堆積物を用いた放射性同位体Be分布の解明

氏名・所属(職名) 永井 尚生・日本大学 文理学部(教授)

研究期間 H28/12/2-6

共同研究分担者組織 山形 武靖(日本大学), 齊藤 敬(尚絅学院大学), 他 学生1名

【研究目的・期待される成果】

長半減期放射性核種 ^{10}Be (半減期1.36Ma)は1950年代から海底堆積物中の分布について研究が行われており、過去1,000万年程度までの年代測定等への応用が検討されてきた。しかしながら大気-海水-堆積物中のグローバルな分布或いはその間のフラックスについての定量的なデータが不足しているため、年代測定あるいはトレーサーとしての応用手法が確立していない。本申請研究では、海底堆積物表層中の放射性同位体(^{10}Be)の濃度測定を中心とし、安定Be同位体及び主成分分析、粒度分布測定などを行う。これらの結果については、同時期に研究船によって採取された大気や海水中のBe分布測定結果との比較を行い、 ^{10}Be のグローバルな緯度分布や海水中の深度分布、海底へのフラックスを求めることを目的とする。これにより、Be同位体のトレーサーとしての実用性を高め、グローバルな物質循環へ寄与することが期待される。

【利用・研究実施内容】

平成28年度は、研究船白鳳丸KH-09-5次航海(東京-インド洋-南極海, 2009.11.6-2010.1.10)においてピストンコアラーにより採取し、 CaCO_3 、Bio-Opalなどについて分析済みの海底堆積物試料ER15PCについてXRFによる組成分析を行った。今年度は1~247, 804~1428cmの分析を行い、昨年度の分析と併せ、コア最深部までの分析を完了した。

【得られた成果】

主成分について、 CaCO_3 濃度が70%以上を示した試料は、305cm(スパイク状, 175kyr)、558~684cm(241~279kyr)、881~1,076cm(388~479kyr)であった。これ以外の試料のうち、331~505cmと724~778cmについては、主成分をはじめ元素組成はほぼ一定であったが、上部0~305cm、下部1,102~1,428cmでは10-20cm間隔で CaCO_3 濃度が10-30%の間で変動し、 SiO_2 、 Al_2O_3 はこれと逆相関して変動していた。これらの試料について安定 ^9Be 及び放射性 ^{10}Be の分析を行った結果、 ^9Be 濃度は非炭酸塩(陸源+Bio-Opal)濃度と極めて高い相関を示し、平均濃度は2.3ppmであった。一方、 ^{10}Be 濃度はBio-Opalとの相関が見られた。

300, 700cm付近のBio-Opalの急激な変動とリンクして変動が見られるなど、部分的にはよい相関を示したが、全体的には時期により比例係数が異なっていた。また ^{10}Be fluxが4-5倍に急増している部分があり、この変動がこの近辺の海域における ^{10}Be の供給速度のドラステックな変化を示している可能性が高い。海洋コア中の ^{10}Be fluxは古地磁気イベントの検出のため測定されることがあり、大気中の生成速度の変動に影響されている可能性もあるが、このコアにおいては地磁気強度の変動との相関は見られなかった。これに対し CaCO_3 が70%以上以外の部分については、 $\delta^{18}\text{O}$ との相関があり、気温と ^{10}Be fluxの間に正の相関が見られたため、気温の変動と関連すると考えられる氷床の融解により ^{10}Be fluxが変動したと推定した。さらに氷床中の ^{10}Be 濃度 $1 \times 10^6 \text{ atoms g}^{-1}$ 、現在の南極大陸東部の融氷量 1089 Gt y^{-1} 、 ^{10}Be flux $5.5 \times 10^9 \text{ atoms cm}^{-2} \text{ kyr}^{-1}$ (表層)から、過去700 kyrまでの融氷量の変動を155-1,150 Gt y^{-1} と推定した。

採択番号 16A046, 16B073

研究課題名 過去2000年間の日本における3次元地磁気永年変化曲線の構築と考古遺物の年代決定への応用

氏名・所属(職名) 北原 優・九州大学大学院 地球社会統合科学府(博士2年)

研究期間 H28/5/2-21, 7/1-29, 10/24-11/18

共同研究分担者組織 大野 正夫(九州大学), 畠山 唯達(岡山理科大学), 山本 裕二(海洋コア)
他 学生4名

【研究目的・期待される成果】

1960~90年代にかけて大阪府教育委員会主導で発掘調査が実施され、大阪大学工学部の川井研究室ほかによって古窯群から焼土試料が採取された。これらの試料が記録した考古地磁気方位については、岡山理科大・大阪大谷大・熊本大で分析が進められている。本研究ではさらに古地磁気強度実験を行うことによって、紀元後5~9世紀周辺の西日本における3次元地磁気永年変化曲線を構築することを目的としている。

焼土試料は、大阪府堺市・泉北丘陵地域一帯に分布する日本最大の須恵器窯跡群である陶邑窯跡群より採取されたものである。これらの被熱遺構は1,000度以上の高温に曝されたことによって非常に保存性の良い熱残留磁化を記録していることが知られている。これらの考古試料に対して最新の実験手法を適用することにより、遺跡操業当時の地球磁場の変化をより詳細に復元できることが予想されるほか、操業年代が未知の考古遺跡に対する年代推定のためのツールとしての応用も期待される。

上記の実現のため、本申請では紀元後5~9世紀の年代区間に属する陶邑試料に対し、綱川-ショー法による古地磁気強度実験を実施し、遺跡操業当時の考古地磁気強度変動を復元した。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

上記の研究目標を達成するため、申請者らは2016年の5月2-21日、7月1-29日および10月24-11月18日の計71日間にわたり、コアセンターの古地磁気・岩石磁気実験室を利用して各種実験を実施した。以下に本研究において実施した各種実験の詳細と、その成果について記す。

(1) 陶邑窯跡群の焼土試料に対する綱川-ショー法実験および岩石磁気実験

日本における考古地磁気強度データセットの再構築と、地磁気永年変化標準曲線の作成を目的とした基礎研究として、大阪府堺市・和泉市の泉北丘陵地域に位置する「陶邑窯跡群」の合計26基の窯跡から採取された焼土試料を用いて、「綱川-ショー法」実

験による古墳時代から平安時代にかけての地球磁気強度の復元を行った。実験はYamamoto *et al.* (2003)の論文に書かれた手順を参照し、交流消磁装置付き全自動スピナー磁力計(夏原技研製 DSPIN)および熱消磁装置(夏原技研製 TDS-1)、特製の低温消磁装置を用いて実施した。

結果として、合計74個の試片からYamamoto *et al.* (2003)にて提示された合格基準を満たすデータが得られた。続いて、これらのデータをサイトレベルで①合格試片数 ≥ 3 、②変動係数 $\leq 20\%$ という基準を用いて選別し、最終的に8基の窯跡から一定信頼度を有する平均強度値が得られた。これらの平均強度値を全球的統計データベース GEOMAGIA50 (Donadini *et al.*, 2009; Korte *et al.*, 2009)から抽出した日本の先行研究データ(Nagata *et al.*, 1963; Sasajima *et al.*, 1965; Sakai and Hirooka, 1986)と比較したところ、本研究データは先行研究データよりも低めの値を示すことが分かったほか、A.D.600年付近において強度が一時的に減少し、100年ほどかけて元に戻るという新たな地磁気の挙動を見出すことができた。なお、これらの強度値が一時的に減少する挙動に関しては、Hong *et al.* (2013)によって提示された韓国のデータセットが示す同じ年代における挙動とおおよそ整合的であることが確認できた。

(2) 上本町遺跡群の焼土試料に対する古地磁気方位測定

本研究計画の主題である古地磁気強度実験とは別に、考古地磁気学的年代推定を目的として、福岡県田川市上本町遺跡の被熱土壌から採取された焼土試料に対する古地磁気方位測定を行った。測定にはスピナー磁力計(夏原技研製 ASPIN)を使用した。

結果として、10個の試片の測定データから得られた平均古地磁気方位を日本における地磁気永年変化曲線(畠山ほか, 2013)と比較したところ、A.D. 600年周辺という考古地磁気学的推定年代を求めることができた。

採択番号 16A047, 16B041

研究課題名 背弧型・島弧型・超苦鉄質岩型の海底熱水・湧水系の磁気的特徴を探る

氏名・所属(職名) 藤井 昌和・国立極地研究所(助教)

研究期間 H28/5/11-19, 8/29-9/6, H29/2/27-3/4

共同研究分担者組織 学生1名

【研究目的・期待される成果】

海底熱水循環系の空間的な広がり、熱水系の寿命や流体の経路、地球冷却様式を推定する上で重要な要素である。これまでの中央海嶺研究により、熱水変質に伴う海洋性地殻の磁気的な特徴が、熱水循環系の分布や規模と密接に関連している事が報告されている。しかしながら、学際的な注目を集める超苦鉄質岩型や背弧型・島弧型熱水系では、熱水変質に伴う磁性鉱物の挙動に関して全く理解されていない。磁気観測に基づいて熱水系の分布や規模を網羅的に把握するには、熱水系母岩の岩石磁気的手法に基づく証拠が望まれる。本研究では、超苦鉄質岩型・背弧型・島弧型熱水系を支える母岩の磁気的な特徴を明らかにする事を研究目的とし、特に熱水変質帯における磁硫鉄鉱の有無と磁化への寄与、蛇紋岩の岩石磁気的パラメーターと蛇紋岩化度合いの関係を明らかにする。

本研究による岩石磁気物性の制約は、広域探査で行われる地磁気異常マッピングにおいて、詳細かつより客観的な推定を行うことを可能にする。また、熱水系の磁気的特徴が解明されれば、日本近海の海底熱水鉱床の分布や規模の推定を可能にするだけでなく、生態系への影響評価などを行う必要のない堆積物下に埋もれた海底熱水鉱床を発見する有効な手法が確立されると期待される。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

平成28年度は沖縄トラフで採取された火山岩31試料(伊良部海丘, 多良間海丘, 鳩間海丘), 中央インド洋海嶺で採取された蛇紋岩6試料, および伊豆小笠原で掘削により採取された火山岩24試料の岩石磁気分析を行った。分析には, Magnetic Property Measurement System (MPMS), 磁気天秤, Alternating Gradient Magnetometer (AGM), Vibrating sample magnetometer (VSM), D-Spin, 熱消磁装置を用いた。

平成28年5月11日~19日の期間で, 磁気天秤を用いた高温磁気測定を実施した。測定には沖縄トラフの伊良部海丘で採取した火山岩26試料を使用した。

平成28年8月29日~9月6日の期間で, 磁気天秤を用いた高温磁気測定(沖縄トラフ・鳩間海丘3試料, 沖

縄トラフ・伊良部海丘2試料, 伊豆小笠原14試料), MPMSを用いた低温磁気測定(インド洋蛇紋岩4試料), AGMを用いた磁気ヒステリシス測定(沖縄トラフ・鳩間海丘3試料, 沖縄トラフ・伊良部海丘2試料, 伊豆小笠原24試料), D-Spinと熱消磁装置を用いた古地磁気強度測定(沖縄トラフ・伊良部海丘2試料)を実施した。

平成29年2月27日~3月4日の期間で, 磁気天秤を用いた高温磁気測定(沖縄トラフ・鳩間海丘1試料, 沖縄トラフ・伊良部海丘1試料, 沖縄トラフ・多良間海丘2試料), MPMSを用いた低温磁気測定(沖縄トラフ・伊良部海丘5試料), VSMを用いた磁気ヒステリシス測定(沖縄トラフ・鳩間海丘3試料, 沖縄トラフ・伊良部海丘6試料, 沖縄トラフ・多良間海丘2試料)を実施した。

超苦鉄質岩型の熱水系に関して, 上述の測定および平成26年度から継続して実施している測定の結果とその考察をもとに, 海嶺拡大軸不連続で起こる蛇紋岩化作用における磁鉄鉱の成長過程を明らかにした。本研究成果を国際誌「Geochemistry, Geophysics, Geosystems」に出版し, 国内外の学会やシンポジウムにおいて紹介した(国際口頭2件)。

背弧型・島弧型の熱水系に関して, 上述の測定および平成26年度から継続して実施している測定の結果とその考察をもとに, 背弧型・島弧型マグマから作られるチタン磁鉄鉱の初生的な特徴, および磁気特性への熱水変質の効果を明らかにした。本研究成果に関して, 国内外の学会やシンポジウムにおいて紹介した(国際口頭3件, 国際ポスター1件, 国内口頭1件)。現在, 沖縄トラフ伊良部海丘で採取した玄武岩の磁性に関して論文を執筆中である。

採択番号 16A048, 16B042

研究課題名 表層型ガスハイドレート産出域の岩石磁気学的研究

氏名・所属(職名) 下野 貴也・明治大学 研究・知財戦略機構 ガスハイドレート研究所(研究推進員)

研究期間 H28/10/24-29, H29/2/27-3/1

共同研究分担者組織 なし

【研究目的・期待される成果】

ガスハイドレートの産出する還元的な環境の堆積物の磁気特性を調べ、表層型ハイドレート分布域の磁気特性や堆積構造を明らかにすることを目的とする。具体的には以下のような研究を行う。(1) ガスハイドレートの産出する場での磁気特性を調べ、磁性鉱物の種類、量、大きさなどの変化から堆積環境や続成過程について調べる(2) ガスチムニー形成やその後のガス流出に伴う堆積構造の変化を、磁化率異方性を用いて調べる(3) 近年、海底堆積物の残留磁化を担う主要な成分として注目されている生物起源の磁性鉱物について(特にグレイガイト)の研究を行う。

日本海東縁の表層型ガスハイドレートの分布する海域で集中的に採取された堆積物試料の古地磁気・岩石磁気測定を行うことで、ガスチムニー構造形成後の続成過程や堆積環境の変化を調べる。また、古地磁気・岩石磁気測定を実施し、堆積残留磁化と生物源磁性鉱物の関係について調べる。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

本利用では、H27、H28年度実施されたPS15調査航海およびUT16調査航海で得られた日本海東縁(隠岐周辺と上越沖)のガスハイドレート賦存域とその周辺で得られた海底堆積物試料の古地磁気・岩石磁気測定を行った。H28年度の利用では、隠岐トラフ周辺、隠岐西方と上越沖でコアリングされた300試料(7cc古地磁気キューブ)の古地磁気・岩石磁気測定を実施した。H28年度の利用では、H27年度の測定以降追加サンプリングを行った掘削コア試料とUT16調査航海で新たに採取されたピストン・コア試料の古地磁気キューブ試料を用いて、磁化率異方性測定、超伝導磁力計による交流消磁、残留磁化測定、非履歴性残留磁化測定を行った。さらに、各海域、層序の磁気特性を調べるため層序毎に特徴的な試料(暗色層、各海域の明色層、表層堆積物)を選び、磁気ヒステリシス、保磁力獲得実験を行った。利用した装置は、Kappabridge(KLY-4S)、超伝導磁力計(SRM-Model 760R)、交番力磁力計(AGFM)である。

主な研究成果として、H28年度実施した古地磁気方

位の追加測定により、隠岐トラフで得られ全長68m(上部2m欠損)の長尺コア試料(K06R)の海底下約63mの深さに松山/ブルン境界の存在を確認することができた。さらに、UT16調査航海によるK06Rと同一地点で得られたサイトPC1606のピストン・コア試料(コア長6m)の磁気測定とコア間対比を行ったことで、H27年度の掘削時に欠損していたK06Rの掘削コア試料の上部約2mを補間することができた。このことにより、K06R試料については中期更新世から完新世からまでの連続的な古地磁気・環境磁気記録を得ることが可能となった。

これまで得られた広域的な結果として、隠岐トラフ周辺、隠岐西方、上越沖で得られた27地点の堆積物の磁化率、磁化強度はいずれも表層数十cmから1m付近で急激に低下し、磁化率はサイト毎にほぼ一定で推移していることがわかった(約 $5\sim 15\times 10^{-5}$ SI)。また、同センターで利用した低温磁気測定により、コア上部を除き単磁区サイズの強磁性鉱物(磁鉄鉱、マグヘマイトなど)は概ね溶解していることが予想される結果となり、磁気ヒステリシス曲線が不安定になる深さとも一致した。ガスハイドレート賦存域周辺の堆積物の岩石磁気測定については、現在、検討中である。予察結果として、古地磁気方位、磁化率異方性は不安定であり、低温磁気測定では一部、ピロータイトを示す徴候が認められ、現在、X線回折や蛍光X線分析により鉱物、元素組成についての検討も行っている。

H27年度実施した磁化率を用いたガスハイドレートの含有量推定についての成果については、2016年アメリカ地球物理学連合(AGU)秋期大会の“Experiments, Modeling, and Fields studies on Gas Hydrate Formation”セッションにおいてポスター発表を行い、一般向けの講演として表層メタンハイドレートフォーラム(明治大学)や鳥取メタンハイドレート国際フォーラム(とりぎん文化会館)においてもポスター講演を行った。

採択番号 16A049, 16B043

研究課題名 西オーストラリア・ピルバラ及び南アフリカ・バーバートン地域の環境復元

氏名・所属(職名) 三木 翼・九州大学大学院 理学府 地球惑星科学専攻(博士後期課程2年)

研究期間 H28/6/1-5, 7/20-8/8

共同研究分担者組織 清川 昌一(九州大学), 池原 実(海洋コア)

【研究目的】

太古代中期の海底表層断面および海底層序を明らかにし、

- (1) 海底熱水循環
- (2) 海底堆積作用
- (3) 海洋の酸化還元状態
- (4) 初期生物の生態系
- (5) 大気表層環境に関する重要な情報を引き出す。

【期待される成果】

太古代から原生代にかけての海洋底環境の変化・生物活動・鉄沈殿物の関連性の解明

【利用・研究実施内容・得られた成果】

中期太古代(32~28億年前)は還元的大気海洋環境の遷移的酸化を示す大規模縞状鉄鉱層の形成(Windley, 1995)など多くの地球史上重要なイベントがあった時代として知られている。硫黄の安定同位体比($\delta^{34}\text{S}$ (‰) = $((^{34}\text{S}/^{32}\text{S})_{\text{sample}} / (^{34}\text{S}/^{32}\text{S})_{\text{standard}} - 1) \times 1000$)は過去の硫黄サイクルや酸化還元環境を知る上で重要なプロキシであり、とくに還元性物質である硫化鉄物および酸化性物質である硫酸塩鉄物の $\delta^{34}\text{S}$ 変動は酸素濃度上昇や硫酸還元菌の活動活発化と密接に関わっていると考えられる。およそ32億年前の堆積物である西オーストラリア州ピルバラ地域のデキソンアイランド層(下位からコマチアイト一流紋岩質凝灰岩部層、黒色チャート部層、多色チャート部層からなる)の中にわずかに残存する重晶石および黄鉄鉱について行われた高空間分解能二次イオン質量分析計(NanoSIMS)による $\delta^{34}\text{S}$ 微小領域分析では、DXCL掘削により得られた多色チャート部層中の数mmから1mm以下の非常に細かなラミナを成す未風化黄鉄鉱試料は $\delta^{34}\text{S}$ -10.1~+26.8‰(n 143; Avg. +8.9‰)(坂本, 2010MS), 初期にできた微小球殻状黄鉄鉱内は10 μm で5~10‰の同位体変化が見られた(三木, 2015MS)。

一方、重晶石層はデキソンアイランド層黒色チャート部層の下部に5~8層残っているが全体に珪化しており、珪化を免れた重晶石が2,000 μm 以下の結晶と

してごくわずかに保存されている。また重晶石が結晶形を保って珪化した偽晶は非常に細粒の黄鉄鉱を含む。この地層から選んだ3層準の岩石試料についてSEIFRAGを用いた粒界粉碎により重晶石29粒および付随する黄鉄鉱19粒を取り出してNanoSIMS分析を行うと、重晶石からは $-7.1 \pm 1.0 \sim +18.7 \pm 0.9\%$ (Avg. $+0.4 \pm 1.3\%$)という値が得られた。一方、共出した黄鉄鉱は $+2.1 \pm 2.0 \sim +22.3 \pm 5.9$ (Avg. $+11.4 \pm 2.8\%$)であった。

このように幅広いばらつきを示す硫黄同位体比であるが、FE-EPMA元素マッピングを行ったところ微小球殻状黄鉄鉱およびそれらが集合、密着したと考えられる塊状黄鉄鉱では均質な組成を取っていることがわかった。また同試料に対する定量分析ではFeとS(およびまれに球殻状黄鉄鉱内部を占める閃亜鉛鉱ではZn)以外の熱水起源の指標となるAs, Co, Cu, Ni等の元素は1wt%以下の値を示し、ほぼ純粋な黄鉄鉱(FeS_2)の組成であることがわかった。

採択番号 16A050, 16B044

研究課題名 亜寒帯北太平洋における海水中鉛安定同位体組成の分布解明

氏名・所属(職名) 則末 和宏・新潟大学 理学部(准教授)

研究期間 H28/7/7-9, 11/14-19, H29/3/28-30

共同研究分担者組織 石川 剛志(海洋研究開発機構), 永石 一弥(マリン・ワーク・ジャパン)

岡村 慶(海洋コア), 蒲生 俊敬, 小畑 元(東京大学)

他 学生2名

【研究目的・期待される成果】

海洋における鉛の安定同位体 (^{204}Pb , ^{206}Pb , ^{207}Pb , ^{208}Pb) の同位体組成 ($^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ 比など) は、物質循環のトレーサーとして、人為起源物質による海洋環境変動の理解のための基礎データとして重要であり、グローバル海洋における微量元素・同位体に関する国際共同研究プロジェクトGEOTRACES計画において、key parameterの一つに指定されている。当該プロジェクトの一環として、申請者等の日本グループを含め、各国機関が世界大洋におけるPb同位体組成の分布を解明しようと精力的に研究を進めている。申請者は、27年度の本所共同利用により、外洋水中のPbの同位体組成の分析法を開発してきた。キレート樹脂カラムによる海水中Pbの定量的濃縮及び妨害元素分離除去の基礎検討を進め、本所Neptune MCICPMSによる同位体組成の高精度計測の検討を行ってきた。現在、分析条件の最適化がほぼ完成し、外洋濃度レベルにおけるPb同位体組成の分析が可能となった。本手法を用いて、28年度は、亜寒帯北太平洋におけるPb安定同位体組成の分布を世界に先駆けて詳細に解明する。得られたデータから当該海域の物質循環像の理解の深化を図り、当該海域におけるPb同位体組成の先駆的貢献を為す。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

本研究に先立ち、27年度の本所共同利用研究では、海水中Pb安定同位体組成の高精度分析法の開発を着実に進めてきた。28年度の本研究では、手法を国際相互校正試料に適用し、良好な結果を得ることに成功し、手法を確立させることができた。さらに、亜寒帯西部北太平洋(KH-12-4次航海)、亜熱帯西部北太平洋(KS-15-6次航海)の海水試料の分析も行い、新たな海洋化学的な知見を得ることに成功した(試料総数は約80)。今後、確立した分析法やデータの解析結果に関する成果を国内外に発信してゆく予定である。具体的な成果は次のとおりである：

(1) 北太平洋深層水にも適用可能なPb安定同位体組成の高精度分析法の確立

外洋海水中Pb安定同位体組成の高精度分析法の報告は数少ない。また日本に近い北太平洋においては

高精度なPb安定同位体組成の分析データが極めて乏しい。これはケイ酸が豊富な北太平洋深層水を従来の陰イオン交換カラム樹脂分離法で分析すると、珪素が析出しやすく分離分析が困難になるためである。これに対して、申請者等のグループは、微量元素分析に実績のあるキレート吸着剤を利用することで手法開発を進め、本研究において、インド洋の国際相互校正用試料を分析し、我々の手法で得られた値とMITの共同研究者の分析値とが良く一致することを明らかにし、外洋海水中Pb安定同位体組成の分析法を確立させた。成果を論文にとりまとめる段階となった。

(2) 亜寒帯西部北太平洋におけるPb安定同位体組成の分布解明

白鳳丸KH-12-4次航海における亜寒帯西部北太平洋の4測点で採取した海水試料を分析し、Pb安定同位体組成 ($^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$, $^{208}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ 同位体比) を高精度で解明した。Pb安定同位体組成は、概ね上層で低く水深の増加と共に高くなってゆくパターンを示し、海域全体として複数の起源成分が存在していることが明らかとなった。さらに、同位体比の値は天然由来の値と大きく異なっており、北大西洋やインド洋と同様に北太平洋の海水中Pbも人為的発生源からもたらされたものであることが明らかとなった。

以上(1), (2)の成果は28年度修士論文、国内学会発表、East Asia GEOTRACES Workshop: Trace Element and Isotope (TEI) study in the Northwestern Pacific and its marginal seasにて発表した。後者のWorkshopでは申請者はkey noteとして発表した。

(3) 亜熱帯西部北太平洋におけるPb安定同位体組成の上層分布解明

新青丸KS-13-T3航海における亜熱帯西部北太平洋の日本海溝の測点で採取した海水試料を分析し、表層~2,000mまでの上層水柱(upper water column)におけるPb安定同位体組成の分布を高精度で明らかにした。Pb同位体比はモード水塊などと対応した分布を示していることが予想された。今後当該海域の分布解明を完遂させ、その分布変動要因を探究する予定である。

採択番号 16A051, 16B045

研究課題名 三畳紀層状チャートを対象とした古地磁気・化石統合層序の確立

氏名・所属(職名) 尾上 哲治・熊本大学大学院 自然科学研究科(准教授)

研究期間 H28/4/15-29

共同研究分担者組織 宇野 康司(岡山大学), 他 学生1名

【研究目的・期待される成果】

後期三畳紀(237~201Ma)という時代は、パンゲア大陸の分裂に伴う大規模火成活動や生物の大量絶滅、隕石衝突などのイベントによって特徴付けられる。近年、これらのイベントの痕跡が、当時のパンサラサ海に堆積したとされる日本の美濃帯層状チャートに記録されていることがわかってきた。しかしながら、これらのイベントが地球化学的手法を用いて非常に高精度に解釈されているにもかかわらず、層状チャートの年代決定に用いられる放散虫化石層序は、同時代のコノドント化石層序や古地磁気層序との対比が行われていないために、年代決定の精度に乏しいという問題があった。そのためsubstageレベルでの時代決定や、イベントの時間的推移、他地域の地層との層序対比を正確に行うことができない状況にある。

そこで本研究では、10万年から100万年オーダーでの時代決定を可能とする後期三畳紀地磁気極性タイムスケールの構築を目的として、美濃帯の上部三畳系層状チャートを対象とした古地磁気層序と放散虫・コノドント化石層序の検討を行った。美濃帯の層状チャートが古地磁気層序の研究に適していることは、先行研究において明らかにされているため、本計画により三畳紀を通じた試料採取と測定を行なうことができれば、この時代を通じた古地磁気層序を確立することができる。また申請者はこれまで、三畳系層状チャートを対象とした放散虫・コノドント化石層序の研究に取り組んできた。そのため本計画が実行されれば、三畳紀タイムスケールの世界的スタンダードとなりえる「古地磁気、放散虫、コノドント化石層序の統合」が可能となると期待できる。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

調査地は、層状チャートが連続的に観察でき、Sugiyama (1997) により詳細な放散虫化石層序が報告されている美濃帯犬山地域のセクションH(約20m)、N(約34m)、Q(約15m)、R(約5.5m)である。それぞれのセクションにおける層状チャートの堆積年代は、セクションHが後期三畳紀ノーリアン階~前期ジュラ紀ヘッタンジアン階、セクションN、Q、Rが後期三畳紀カーニアン階~ノーリアン階とされてい

る。今年度はSection-Hでは74層準、Section Rでは1層準、Section Qでは2層準のチャートについて段階熱消磁および自然残留磁化の測定を行った。

測定の結果を元にザイダーフェルト図を作成し、自然残留磁化成分の消磁温度帯と偏角・伏角から自然残留磁化成分の認定を行った。その結果、4つの独立した自然残留磁化成分が認定でき、これらの磁化成分を低い温度段階から順にA~D成分と名付けた。660°C~690°Cの区間で消磁されるD成分のベクトルに関してはMADを計算し、 $MAD < 20$ のもの伏角と偏角を記録した。D成分の方位は傾動補正を施すと、2つの極性グループに分かれ、それらは逆転テストを合格した。そのため、D成分が層状チャートの初生磁化方位を記録していると考えられる。これらの結果は、先行研究の結果とも調和的である。そこで、北向きのグループをPolarity group α 、南向きのグループをPolarity group β として古地磁気層序を作成した。これをコノドント化石の産出層準をもとに、古地磁気層序が比較的連続して確立されているヨーロッパの海成層セクションと、北アメリカの陸成層のセクションと対比を行った。いずれのセクションも当時の北半球に堆積したと考えられている。その結果、古地磁気層序をおおよそ対比させることができた。しかし、ノーリアン前期においては上手く対比ができないため、今後の課題である。また、本研究におけるPolarity group α が正磁極、Polarity group β が逆磁極に対応することがわかった。このことから、Section H、R、Qの層状チャートは当時の北半球に堆積したと考えられる。また、D成分の伏角の平均値から堆積当時の緯度を見積もると、層状チャートは低緯度域に堆積したことがわかった。

本研究の結果、後期三畳紀カーニアン階から三畳紀/ジュラ紀境界までの約3,000万年という時代幅をもった化石・古地磁気統合層序が、パンサラサ海起源の地層において初めて確立できた。これにより、Sugiyama (1997) によって報告された放散虫化石層序の年代決定精度を格段に向上させることができた。また、確立したパンサラサ海の化石・古地磁気統合層序を用いることで、ヨーロッパや北米の上部三畳系と精度良く地層を対比することが可能となった。

採択番号 16A052, 16B046

研究課題名 美濃帯三畳系層状チャートの有機炭素同位体比変動に記録された古海洋情報の解読

氏名・所属(職名) 尾上 哲治・熊本大学大学院 先端科学研究部(准教授)

研究期間

共同研究分担者組織 池原 実(海洋コア), 他 学生2名

【研究目的・期待される成果】

西南日本のジュラ紀付加体である美濃帯には、三畳紀からジュラ紀の層状チャートが含まれる。H26年度からH27年度にかけて、美濃帯の三畳系チャートを対象に有機炭素の同位体分析を進めてきた。

H27年度までの研究では、層状チャートに記録された有機炭素同位体比($\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$)は、一定の周期で約3-4%程度変動していることが明らかになった。層状チャートは大陸から遠く離れた大洋域で形成された堆積物と考えられており、現在の深海底堆積物にみられる有機炭素同位体比の変動と同様に寒冷期・温暖期のサイクルを示している可能性がある。従来の研究でも層状チャートの有機炭素同位体比は検討されてきたが、海洋無酸素事変や生物大量絶滅境界といったイベント層準以外での有機炭素同位体比の変動に関する基礎研究は行われていない。

そこでH28年度の研究では、層状チャートの有機炭素同位体比を検討し、これまで明らかになった同位体比の変動周期や変動の要因を明らかにすることを目的とする。具体的な研究対象は、岐阜県東部に分布する美濃帯の三畳系層状チャートである。H27年度の研究でみつかった有機炭素同位体比の変動周期や要因を明らかにすることで、海洋の一次生産変動や当時の二酸化炭素濃度の変化などの古環境情報について、三畳紀を通して明らかにできる可能性がある。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

層状チャートは、厚さ数cmの硬い珪質部と、厚さ数mmの泥質部の互層から構成される。H27年度までの研究により、層状チャートの泥質部は珪質部より高い有機炭素同位体比を持つことが明らかになった。また数百万年スケールで有機炭素同位体比の変動を検討した場合、約20枚、5枚周期の変動がみられた。このような変動周期は寒冷期・温暖期のサイクルやミランコビッチサイクルに起因する可能性があるが、このような周期解析をする場合は、少なくとも300程度の試料数が必要である。そのためH28年度の研究では、H27年度の研究に加えて有機炭素同位体比の測定データを増やすことで、有機炭素同位体比の変動要因について詳しく解析する予定であった。

しかしながら、H28年4月16日に発生したM7.3の熊本地震本震により、申請者の研究室の研究設備が壊滅的な被害を受けた(地震動による転倒・破損と浸水被害による)。この地震で有機炭素同位体比測定の試料準備に必要な、ボールミルやマッフル炉、ガラス器具などが破損し、H28年度前期の研究については極めて難しい状況となった。そのため分担者の卒業研究(中川)および修士課程の研究(倉成)については、研究テーマを変更し、卒論・修論における有機炭素同位体比に関する研究は中止することとなった。

H28年度後期には実験が再開できるものと思われたが、備品修理の予算配分が大幅に遅れ、結局実験設備の修理が終わったのは、H29年の2月~3月であった。そのため今年度の有機炭素同位体比分析は実施することができなかった。

このようにH28年度は有機炭素同位体比の測定はできなかったものの、H27年度までの研究成果については論文として公表した。これまでの研究で、三畳紀後期ノーリアンの隕石衝突イベントを記録した粘土岩および上位のチャート層では、隕石衝突により同位体比が一時的に低下し、遠洋域での一次生産が隕石衝突後の数万年にわたり低下したことが明らかになっていた。この研究成果は、H28年度7月のScientific Reports誌に掲載された。

採択番号 16A053, 16B047

研究課題名 プレート沈み込み境界断層に含まれる炭質物の元素組成の特徴と地震滑りパラメータとの関係について

氏名・所属(職名) 廣野 哲朗・大阪大学大学院 理学研究科 宇宙地球科学専攻(准教授)

研究期間 H28/9/5-9

共同研究分担者組織 池原 実(海洋コア), 向吉 秀樹(島根大学), 他 学生1名

【研究目的・期待される成果】

断層に着目した物質科学的研究にあたり、履歴している温度情報は過去の地震時の滑りパラメータ(剪断応力など)の推定に繋がるため、極めて重要である。断層での温度プロキシとしては、ケロジェンなどの炭質物の熟成度が挙げられる。台湾チェルンプ断層では、炭質物のラマン・赤外吸収スペクトルでの変化を検出することができた。しかし、これらの分光学的変化は熱分解特性に依存し、この熱分解による変化は炭質物の元素組成の変化にも現れる可能性がある。そこで、新たな断層摩擦発熱プロキシの開発として、本申請研究では、炭質物のCHNO元素濃度について研究を進めた。

その結果、温度上昇にともない、元素比が変化し、炭質物のcarbonizationが確認された。さらに、四万十帯久礼メランジに発達する断層内の炭質物の熟成度と加熱した炭質物の元素比を比較した結果、断層の履歴温度が約600°Cであることが推定できた。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

地震現象を物質科学的に理解することは、断層のすべりメカニズムを知る上で極めて重要である。例えば、断層岩に含まれる物質から摩擦発熱履歴を検出することで、地震時の滑りパラメータを推測することが可能である。特に近年、最高履歴温度に対して不可逆的な反応を示す断層中の炭質物を解析することで、すべり面での発熱温度を推測できる可能性が報告されている。特に、断層での温度プロキシとしては、ケロジェンなどの炭質物の熟成度が挙げられる。台湾チェルンプ断層では、炭質物のラマン・赤外吸収スペクトルでの変化を検出することができた。しかし、これらの分光学的変化は熱分解特性に依存し、この熱分解による変化は炭質物の元素組成の変化にも現れる可能性がある。そこで、新たな断層摩擦発熱プロキシの開発として、本申請研究では、炭質物のCHNO元素濃度について着目した。

具体的には、南海トラフ化石巨大分岐断層から採取した炭質物の元素組成変化から、断層の発熱履歴を検出すべく、天然試料及び加熱実験試料に対して

元素組成分析を行った。

四国四万十帯久礼メランジにてサンプリングを行い、5つ(すべり面2つ、破碎帯1つ、砂岩クラスト1つ、下盤1つ)の試料を採取した。HCl-HF法を用いてバルク試料から純粋なケロジェンを抽出し、母岩の炭質物について100~1300°Cまで100°C間隔で単純加熱実験を行った。天然及び加熱実験試料についてCHO元素分析を行い、結果をファンクレベレン図(H/C比 vs. O/C比)にプロットすることで熟成度を評価した。

加熱実験での到達温度が増加すると、炭質物のH/C比は単純減少することがわかった。一方O/C比は、400°C以上では単純減少するものの、それ以下の温度では複雑な挙動を示すことがわかった。

天然試料では、すべり面においてH/C比が最小値を取り、母岩で最大値となった。砂岩クラスト及び破碎帯はその中間であった。O/C比は母岩で最大値となり、すべり面の1つ及び砂岩クラストで最小値、もう一つのすべり面及び破碎帯はその中間であった。

以上の結果をファンクレベレン図にプロットし、加熱実験試料と天然試料を比較すると、すべり面の発熱履歴は500~600°C、砂岩クラスト及び破碎帯は300~400°C、母岩は100°C未満であると推測される。さらに、温度推定に基づいて一次元熱拡散シミュレーションを行った結果、温度達成に必要なすべり距離はいずれの場合でも10m以下であることがわかった。合計すべり距離が2.5-5.5kmであることを考慮すると、この断層帯では少なくとも数百回の地震が繰り返し起こったことが示唆される。

採択番号 16A054, 16B074

研究課題名 有機化学分析を用いた中生代珪質堆積物の堆積テクトニクス

氏名・所属(職名) 鎌田 祥仁・筑波大学 生命環境系(准教授)

研究期間 H28/7/12-8/2

共同研究分担者組織 学生1名

【研究目的・期待される成果】

中・古生界の珪質堆積岩(特に放散虫チャート)は遠洋域の堆積場を代表する堆積物として、大陸縁辺部の付加体形成史、かつて大陸間に発達した海洋の形成年代や堆積期間などの情報を提供する。特に西南日本の付加体を構成する放散虫チャートは年代論や堆積速度などの検討から、遠洋性堆積物と解釈され、広大な海洋の存在と広域な太平洋型の沈み込み帯を示唆する堆積岩とされている。一方で中・古生界の放散虫岩(放散虫チャート)は、大陸棚や背弧海盆、引張場を背景とする地塁・地溝でも堆積することが知られている。島弧や大陸同士の衝突を含む東南アジアの構造発達を検証していく上で、放散虫チャートを一義的に、遠洋性堆積物と解釈してしまうと、背弧や島弧縁辺部、または静的大陸縁辺部の珪質堆積物を見落とす可能性が強く、そのテクトニクス史の誤解に繋がる。本研究では中・古生界の珪質堆積物について、無機分析だけでなく、有機分析による陸域からの影響を考慮することで、珪質堆積物の堆積場とそのテクトニクス背景をより正確に評価することを目的とする。これまでに、広域的な踏査と放散虫年代論をもとに、層序を構築し、パレオテチス海洋域において、遠洋性チャート、静的大陸縁における半遠洋性の珪質堆積物、背弧海盆域での放散虫チャートなどを識別してきた(例えば、Kamata *et al.*, 2009, 2012, 2014, 2015)。層序学的に裏打ちされた珪質堆積物について、無機的及び有機的組成の特徴を明らかにすることで、堆積場推定の識別法を確立することは、古環境の復元に留まらず、動的ダイナミクスを表す地体構造区分とテクトニクス史の解明に寄与すると考えられる。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

H27年度の利用期間は、対象試料のバイオマーカー分析を行うための、抽出・分離・機器測定の特レーニングと予備実験にそのほとんどを費やした。分析特レーニングには池原先生に用意して頂いた試料(KH-07-4 COR-IPC sec.5.6)を使用した。まず高速溶媒抽出装置、高速自動濃縮装置、およびガスクロマトグラフなどの機器の使用方法を学ぶとともに、

シリカゲルカラムを用いた脂質の分離法などについても指導していただいた。

対象試料についてバイオマーカー抽出の前にCHNS/O元素分析装置を用いて、全炭素含有量を確認した。その結果、対象試料である放散虫チャートは全炭素含有量が0.009~0.085%であり、一般的な海底堆積物の1/10程度しか炭素が含まれないことがわかった。そこで本研究では、海底堆積物を測定するために必要な分析量(2~3g)のおよそ10倍の量の試料から溶媒抽出を行う必要があることが判明した。

特レーニング用試料の分析を繰り返して、バイオマーカーの抽出がある程度適切に行えるようになったことを確認した後に、対象試料である放散虫チャートからの抽出を試みた。しかし対象試料の場合、抽出する行程が煩雑になってしまい、バイオマーカーの濃度を十分にあげることができなかつた可能性がある。このためガスクロマトグラフ質量分析計を用いた構造解析が行えず、今回は炭素数既知の標準試料を測定しRetention timeを比較することで炭素数を決定した。この方法で得られた結果は、高分子量に対して低分子量のバイオマーカーを多く含むこと、高分子量のバイオマーカーに奇数炭素数優位性が明確には識別できないこと、などの特徴を示している。このことは、続成作用の影響などでバイオマーカー分子が改変した可能性を示唆している。

H28年度の利用期間では、1試料当たりの分析量を増やすことで、バイオマーカー濃度をあげることを試みた。しかし抽出行程が煩雑になるとともに、脂質を抽出する高速触媒抽出装置(ASE-200)において、通常の堆積物で用いるセル(11mL)よりも大きなセル(33mL)を用いたことなどから、抽出機器を汚染させてしまうなどのトラブルが起きてしまった。このことから、ガスクロマトグラフ質量分析計を用いた構造解析に必要な濃度の抽出は非常に難しいと判断した。結果、当初の目的である陸源有機物の影響の見積もりについては、議論に十分なデータが得られなかつた。本研究は、無機化学組成に加えて有機化学組成を用いることで、より具体的な堆積場の検証を目標としたが、無機化学組成(他研究機関にて測定済み)のデータを中心に議論を行った。

採択番号 16A055, 16B048

研究課題名 鉄沈殿作用1：現世海洋における水酸化鉄の沈殿様式を探る

氏名・所属（職名） 清川 昌一・九州大学大学院 理学研究院 地球惑星科学部門（准教授）

研究期間 H28/5/16, 7/20-8/8, 11/28-12/5, H29/1/30-2/3

共同研究分担者組織 他 学生3名

【研究目的】

縞状鉄鉱層は酸化還元を記す重要な地層である。この地層は有機物を含む黒色頁岩層を伴っていることが多く、これらの地層を研究することで、当時の表層環境や生物活動を読み取ることが可能である。しかし、この沈殿作用について、1) シリカと鉄のみの成分理由、2) 縞々の原因、3) 堆積速度、4) 堆積場、5) 沈殿様式、6) 微生物との関連性、などについて、様々な仮説はあるが、正解には至っていない。薩摩硫黄島においては、半閉じられた環境が作り出す熱水噴出湾において、水酸化鉄が多量に堆積している（例えば、Kiyokawa and Ueshiba., 2015）。酸素が豊富な現在においても、1度水酸化鉄になって沈殿する様子や沈殿後地層に埋まった後の変化などは復元が可能であると考えられる。我々は、この現世の鉄沈殿物について、詳細なカメラ長期連続観察、コア試料取得、気象データとの比較、粒度分析などを行って来ている。現在、この沈殿場の状況が明らかになってきている。

現世での鉄沈殿作用は、地球初期における鉄沈殿による酸素の地球への固定作用を明らかにすると共に、バクテリア活動や火山熱水活動が環境にどのような影響を及ぼすかを示す、重要なシステムを考察することが可能である。

【期待される成果】

具体的な鉄沈殿物の挙動の解明により、具体的な鉄鉱層の供給量や地層に保存されるメカニズムが明らかになる。また、微生物がどのくらい鉄沈殿・吸着作用に関わっているのかを具体的に明らかにできる。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

薩摩硫黄島試料

薩摩硫黄島試料：チムニーについて表面観察・CTスキャン・柱状図の作成・サンプリング・スミアスライド・電顕観察を行った。

CTスキャン：内部の熱水の通り道を3Dで復元できた。

FE-SEM観察：チャージをしない工夫をして、観察

を試みた。鉄沈殿物は1ミクロン以下のコロイド粒子の沈殿物であり、ストークス式では数十日沈殿にかかるところが、数時間という非常に早い堆積速度で沈殿していることが明らかになった。沈殿物は、チムニーとは違い、水酸化鉄のみの化学的な沈殿で起こっていることがわかった。

（水酸化鉄沈殿実験）

より具体的な水酸化鉄の挙動を知るために、現在浮遊している硫黄島において、沈殿実験を行った。1mのアクリルパイプを10本ほどならべて、硫黄島長浜湾で取得した茶色い海水を、現地にてすべてのコアに均等に入れて、時間ごとの沈殿物の重量を測り、その沈殿した試料について、コアセンターに持ち帰り、粒度分析計により、水酸化鉄の大きさを測定およびFE-SEMにて観測した。

海水をパイプに入れて沈殿させる実験による、粒度変化を電子顕微鏡と粒度分析計で測定し、2ステップで沈殿していることが明らかになった。

ステップ1：最初濁っているものが、凝集して24時間ぐらいで落ちる。

ステップ2：その後沈殿が収まるが、まだ濁っており、12時間ぐらいたって再び落ち始め、48時間後にはかなり透明になる。

解釈としては、最初濃度が高いために、近くにあるコロイド同士が集まり、ある大きさ100 μ ぐらいになるまで凝縮し、沈殿を開始する。

ステップ2ではコロイド濃度が薄まったために、凝縮に時間がかかり、その間に沈殿の休止期が訪れる。その後再び100 μ ほどになると沈殿がスタートすると考えられる。

実際の長浜湾では、コンスタントに供給が行われるために、ステップ1が続くと考えられる。

採択番号 16B049

研究課題名 化学分析を用いた津波堆積物同定手法の開発

氏名・所属(職名) 後藤 和久・東北大学 災害科学国際研究所(准教授)

研究期間 H29/1/22-27

共同研究分担者組織 篠崎 鉄哉, 藤野滋弘(筑波大学),
Catherine Chague-Goff(ニューサウスウェールズ大学) 他 学生4名

【研究目的・期待される成果】

2011年東北地方太平洋沖地震津波を経験し、これまで以上に津波のリスク評価に対する社会的関心が高まっている。低頻度現象である津波の評価を行うにあたり、機器観測記録、歴史記録だけでは対象とする期間の長さや、情報の質・量ともに限りがあるため、先史時代の津波を含めた解析を行う必要がある。これまで、過去に発生した津波の解析には陸の地層中の砂質津波堆積物が広く用いられてきた。砂質津波堆積物は、海底や沿岸の砂が津波により運搬され陸上に再堆積したものであり、通常堆積している土壌と比較的区別が付けやすいためである。しかしながら、2011年津波などの調査から、砂質津波堆積物は津波の遡上限界に到達しない場合があることが明らかになってきており(例えばAbe *et al.*, 2012)、地層中の砂質堆積物から見積もられる浸水域は、過小評価となってしまうことが懸念される。一方、泥質津波堆積物は遡上限界まで堆積している場合が多いと言われているものの、肉眼では土壌との識別が困難である。津波のリスク評価のためにも、現在、泥質津波堆積物の識別もしくは海水浸入の有無の判別が喫緊の課題となっている。そこで本研究では、津波の痕跡の識別手法の確立を目的とし、地球化学分析を用いた解析を行う。本研究の結果、過去の津波のより正確な浸水域が推定でき、津波モデルの精度向上、ひいては津波の防災、減災に繋がることが期待される。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

宮城県岩沼市沿岸域で採取した柱状堆積物に対し、CHNS/O元素分析装置を用いた全炭素量(TC)および全窒素量(TN)の分析、元素分析計オンライン質量分析計を用いた $\delta^{13}\text{C}$ および $\delta^{15}\text{N}$ の分析を行った。どちらの分析でも、試料を0.5cmに切り出し粉末化した試料(バルク堆積物)を分析したが、同位体比の分析では酸処理した堆積物も併せて分析し、全有機炭素量(TOC)および炭酸塩量の算出を行った。

測定した柱状試料は全長1.4mで主に泥質(泥炭質)層と砂質層からなる。目視で観察される砂質層は深

度0-27cm、深度47-52cmそして深度100-120cmの3層である。先行研究より、深度0-27cmおよび深度100-120cmの砂層はそれぞれ2011年東北沖津波と869年貞観津波により形成された可能性が高い(例えば、川又, 2015宮城考古学)。一方、深度47-52cmの砂層の起源はいまだ特定されていない。そこで本研究では、深度47-52cmの砂質堆積物層および直上直下の泥質層のC/N比、 $\delta^{13}\text{C}$ および $\delta^{15}\text{N}$ から、砂層の形成要因の特定を試みた。砂層の形成要因が津波であった場合、砂層中には海洋生物起源の有機物の混入が考えられ、この影響が化学的指標により捉えられる可能性が高い。また、本調査地域は江戸時代以降に仙台藩によって開墾されており、急激な環境変化が地層中に残されていると考えられる。そこで化学分析を連続的に行い歴史記録と照らし合わせることで、詳細な年代軸を入れられる可能性がある。今年度の利用では予察的な検討として泥層の分析のみを行った。

$\delta^{13}\text{C}$ 値はC3植物、C4植物、藻類などで異なる値を示すため、有機物の起源の推定に用いられる。今回の分析では装置の状態を考慮し参考値として扱うが、深度99.5-100.0cmと深度99.0-99.5cmはそれぞれ-26.9‰と-27.6‰(酸処理)であり、C3植物の典型的な値を示した。一方、それよりも上位の層準では-23.1±1.1‰を示し深度99.0-100.0cmに比べ重くなることから、深度99.0cmより上位ではC4植物が増加した可能性などが考えられる。 $\delta^{15}\text{N}$ 値は大気中の窒素を固定する場合は0‰に近い値をとるが、食物連鎖を経ると濃縮され値が重くなる。今回の分析では、バルク堆積物の $\delta^{15}\text{N}$ は0.5±0.3‰、酸処理した堆積物の $\delta^{15}\text{N}$ は-1.5±1.1‰であった。

今年度の利用から、今回用いた柱状試料に対し化学分析を行うことで古環境の推定を行える可能性が高いことがわかった。今後は、起源不明の砂質層とその上位下位の泥層のC/N、 $\delta^{13}\text{C}$ および $\delta^{15}\text{N}$ の分析を行い、砂層の形成要因の推定を行う。また、化学分析結果を歴史記録と照らし合わせることで、環境変動との対応関係を明らかにする。

採択番号 16B050

研究課題名 南北両半球における偏西風長期変動の復元

氏名・所属(職名) 長島 佳菜・海洋研究開発機構(技術研究員)

研究期間 H28/11/1-15

共同研究分担者組織 村山 雅史(海洋コア),

Jan-Berend Willem Stuut (Royal Netherlands Institute for Sea Research)

【研究目的・期待される成果】

偏西風の位置や蛇行のパターンは、日本をはじめ世界の様々な地域における異常気象を引き起こす主要因として注目されている。そのため、将来的に偏西風がどのように変動するのかを推測することは、日本-世界の気候の長期予測にとって喫緊の課題と言える。しかしながら、長期に渡る大気観測データの不足から、偏西風の動態や変動のメカニズムに関して十分な知見が得られていない。そこで申請者は、堆積物に含まれるダストや湿潤度の指標を用いて偏西風の長期変動復元を試み、異なる原因(気温、大気中の二酸化炭素濃度、地球の軌道要素の変動等)に対する偏西風のレスポンスを明らかにする事を目指している。

本研究では、南半球の偏西風に注目し、これまでに得られている北半球の偏西風変動との比較により、偏西風経路が赤道を挟む南北両半球で対照的に変動するのか、それとも非対称に変動するのかを過去に遡って様々な時間スケールで調べることで、偏西風の動態や変動メカニズムに関する新たな知見を得る。具体的には、オーストラリア沖のODPコアのXRF scanningを通じて過去の湿潤・乾燥変動を調べること、オーストラリア上空の偏西風の過去50万年間の変動の復元を試みる。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

本研究では当初、オーストラリア北西沖(ODP_Exp. 122-Site 762)と南東沖(ODP_Exp. 189-Site 1172)で採取されたODPコアを用いて、高知大学海洋コア総合研究センターの μ XRFスキャナー(ITRAX)を用いた元素組成の連続分析から、過去約50万年間の偏西風変動を復元する予定であった。しかし、オーストラリア北西沖のコアの状態と分析結果が非常に良かったため、限られた測定時間の中でより古い時代に遡るため、北西沖コア(Site 762B)のみを用いて、上部97mについて2cmの間隔でITRAXを用いた元素組成分析を行った。既に報告されている年代モデルに基づくと、コア上部97mは過去400~600万年間を記録する。

オーストラリア北西沖は、夏の降雨が卓越し、その降雨は南半球のモンスーンおよびモンスーンのオンセットや発達に関連する南半球・偏西風の影響を強く受ける(例えばHenden and Liebmann, 1990, *Journal of the Atmospheric Sciences*, 47 (18), 2227-2240)。

そこで、オーストラリア北西域における降雨量の増減を復元すれば、過去の偏西風の情報を得ることができる。研究分担者のJan-Berend W. Stuut氏は、これまで、オーストラリア北西沖で採取された海底堆積物コア(MD00-2361)を用いて、過去55万年間について粒度分析や元素組成の測定を行い、MD00-2361に含まれる陸起源砕屑物がオーストラリア内陸部の砂漠から供給されるダストと、河川によって供給される砕屑物によって構成されており、酸素同位体比(氷期・間氷期サイクル)と連動して、その割合が異なることを見出した(Stuut *et al.*, 2014, *QSR*, 83, 83-94)。すなわち、氷期には粒子サイズが大きくなり(メジアン径で10~100 μ m) Zr/Feが高くなる傾向が、間氷期には粒子サイズが小さくなり(メジアン径で10 μ m以下) Zr/Feが低くなる傾向がみられた。現在の観測から、10~100 μ mの粒子はダスト、10 μ m以下の小さな粒子は河川起源の砕屑物と解釈される。一方、Zrは、河川によって輸送される砕屑物に比べてダスト中に多く含まれ、Feはダストよりも風化が進んだ河川起源の砕屑物中により多く含まれる(ともに粒径の効果もある)。したがって、粒径の増減とZr/Feはともにダスト-河川起源砕屑物の相対比を示している可能性が高い(Stuut *et al.*, 2014)。この解釈によると、氷期におけるZr/Feの増加は、ダストの河川起源砕屑物に対する相対比の増加を示し、乾燥化したことを示唆する。

そこで、本研究においても、測定した元素組成の中から、Zr/Feを計算してその変動を復元したところ、すでに得られている酸素同位体比変動とよく一致するリズムカルな増減やより長期のトレンドが確認された。現状の年代モデルに基づくと、約10万年周期の間氷期における湿潤化(モンスーンの強化と偏西風の南下)の傾向が古くまで(~100万年)遡って確認されたほか、数万年周期の南北振動が起こっていた可能性が高い。現状の年代モデルでは精度が不十分であるため、現在ドイツ・オーストラリアでコア試料の追加分析と年代モデルの改良が試みられており、新たな年代モデルを用いることで、今後、地球の軌道要素に連動した乾燥湿潤変動、さらにその周期性や変動幅が時代と共に移り変わる様子を明らかにしていく。またその結果を基に、南半球における偏西風-モンスーン変動の議論を行い、南北両半球の比較を行っていく。

採択番号 16B051

研究課題名 北太平洋における第四紀の古環境変動の研究

氏名・所属(職名) 大串 健一・神戸大学 人間発達環境学研究科(准教授)

研究期間 H28/10/24-27

共同研究分担者組織 学生1名

【研究目的・期待される成果】

本研究は、最終氷期から完新世にかけての北太平洋中層水循環変動を明らかにすることを目的とする。北太平洋中層水の形成は北半球高緯度域の気候変動に密接に関連していると考えられており、その変動は深層水による熱塩循環や炭素循環に影響する可能性がある。このため、申請者は、北太平洋の東太平洋コスタリカ沖から得られた海底コアと北海道沖から得られた海底コアに含まれる有孔虫の酸素同位体比分析をこれまで実施し、古環境の復元に取り組んできた。

コスタリカ沖コアについては、申請者が乗船したJR号のIODP研究航海「コスタリカ沖沈み込み浸食縁辺域における地震発生過程の解明」の際に得た多数の堆積物試料である。また、北海道沖の海底コアは、申請者が海洋地球研究船「みらい」に乗船し採取したMR04-06 PC01コアとPC02コアである。これまで申請者は北海道沖コアについて分析を行っており、新しい成果を得てきた。その結果によれば、底生有孔虫の酸素同位体比カーブは、ヤンガードリアス寒冷期には北太平洋起源中層水の形成が活発化し水深800m付近までその流れが到達した可能性を示していた。

また北海道沖の堆積物の特徴からは、最終退氷期から完新世にかけて中層水循環の変動とともに生物生産性の変動や炭酸塩堆積物の保存度の変化が見られる。これらの変化は、海水中の炭酸イオン濃度や炭酸カルシウムの飽和度の変化に関係しており、最終的には大気中の二酸化炭素濃度の変動にも関わっていると考えられる。

最終的に、これら北太平洋の離れた2地域や他の既存研究とも比較することで中層水循環の空間的な広がりも考察する。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

本研究は、最終氷期から完新世にかけて北太平洋中・深層水の変遷を復元することを目的として、海底コアに含まれる有孔虫化石の酸素・炭素同位体比分析を実施した。分析は、海洋コア総合研究センターの安定同位体質量分析計IsoPrimeにより行った。現

在の北太平洋では深層水が形成されていない。北太平洋の深層水は主に北大西洋や南極海で形成された水を起源としており、その深層水が北太平洋に千数百年程度の時間をかけてゆっくりと流れてきていると考えられている。一方、最終氷期の深層水の流れは未だによくわかっていないが、北太平洋亜寒帯水域で深層水が形成された可能性も指摘されている。深層水が形成されていない現在の北太平洋において比較的密度が大きく海洋中層まで沈み込むことのできる水はオホーツク海で形成されている。その水は海水形成に伴い塩分を増加させた冷たい水である。その水が親潮水域に流れ、やがて黒潮流域に到達し北太平洋中層水となり、北西太平洋広域に広がっている。この北太平洋中層水は、北半球高緯度域の気候変動に密接に関連している。14,700年前頃の最終氷期に北極圏では急激な温暖化が起こったとされるが北太平洋においても温暖化が起こった可能性が高い。そのときの北太平洋中層水の変動を明らかにするためには、中・深層水域の海底に生息する底生有孔虫の石灰質骨格の酸素同位体比を測定する必要がある。このため、申請者は北太平洋の各所から得られた海底コアに含まれる底生有孔虫の酸素同位体比古環境解析を行ってきた。本年度は、これまで継続的に行ってきた北海道沖海底コアMR04-06 PC01の分析結果を論文にまとめて学術雑誌Geo-Marine Lettersに投稿し掲載された。底生有孔虫の酸素同位体比は、ヤンガードリアス寒冷期には北太平洋起源中層水の形成が活発化し水深800m付近までその流れが到達した可能性を示していた。その結果に基づいて、グリーンランド付近の北極圏で顕著に起きた急激な寒冷化イベントは大気循環を通じて北太平洋域にも影響を及ぼし北太平洋中層水の形成を活発化させた可能性が明らかとなった。さらに淡青丸KT-05-07航海で得られた下北半島沖PC18コアについても底生有孔虫の酸素同位体比の分析を行った。これまでの結果によれば、また下北半島沖の海底コアの結果からは、完新世前期における津軽暖流の太平洋への流入の影響が見られた。しかしながら、炭酸塩堆積物の保存が悪いため完新世前期のデータが不足している。このため今後も本コアの解析を継続して行う予定である。

採択番号 16B052

研究課題名 インドネシア通過流の表層環境の解明とその気候変動との関係に関する研究

氏名・所属(職名) 井上 麻夕里・岡山大学大学院 自然科学研究科(特別契約職員 助教)

研究期間 H28/11/15-18, H29/2/13-16, 3/21-25

共同研究分担者組織 学生2名

【研究目的・期待される成果】

太平洋とインド洋を結ぶインドネシア通過流(ITF)は、海洋大循環において唯一熱帯表層を通過する海流である。そのため地球表層における熱および水循環の要であり、気候変動とも密接に関わっている。しかしながらインドネシア多島海の地形の複雑性などにより詳細な研究は進んでいない。本研究では、インドネシア通過流の影響下で成長した複数のサンゴ骨格を試料とすることで、インドネシア通過流表層域の海洋環境とその気候システムとの関係を空間的かつ時系列的にも明らかにすることを目的とする。

本研究では、ジャワ海やバリ島近海から採取された現生の造礁サンゴを地質学的試料として利用し、その骨格中の化学成分を測定することで、50~100年間の海水温と塩分の記録を復元する。本研究により、ITFの表層環境の解明および、最終的にはITFとENSOなどの気候現象との関係の一端を解明することが期待される。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

今回はジャワ海より採取されたハマサンゴコア試料の約20年間分の酸素同位体比($\delta^{18}\text{O}$)測定を実施した。途中、機械トラブルがあり、予定より測定数は少なくなったものの、先行研究で分析した $\delta^{18}\text{O}$ の値とほぼ同じ変動幅であった。今回測定分の $\delta^{18}\text{O}$ は-6.5~-5.5‰の間で変動しており、ガラパゴスやグレートバリアリーフなど、平均的に-5‰以上を示す世界各地のハマサンゴ骨格中の $\delta^{18}\text{O}$ と比較しても大変低い値であることがわかった。これは、ジャワ海が全球的にも塩分が低い海域であることと整合的であり、サンゴ骨格中の $\delta^{18}\text{O}$ が塩分に近似できることを示している。

これまでの研究によりインドネシア通過流(ITF)はマカッサル海峡を通過し、ロンボク海峡、オムバイ海峡、ティモールパッセージの3つの流路に分かれてインド洋へと流れ込むことがわかっている。また、マカッサル海峡内を通過するITFの表層の輸送には、低密度・低塩分の水塊が関係していることが明らかにされている。この水塊は北西モンスーン(1-3月)には季節性の表層流によりジャワ海からマカッサル

海峡南端へ運ばれる。比較的軽いこの水塊はマカッサル海峡内を通過するITFの表層の輸送を抑制することから、freshwater plugと呼ばれている。一方、表層流が反転する南東モンスーンの時期には、フローレス海やバンダ海から高塩分の表層水が運ばれ、freshwater plugはジャワ海へと押し出されマカッサル海峡南端から除去される。このように、淡水の供給によりfreshwater plugの規模は変化し、またその挙動がインド洋表層への熱輸送を変化させることから、アジアモンスーンやインド洋ダイポール現象といった気候イベントへの影響が示唆されている(Gordon *et al.*, 2003)。実際にサンゴ試料からもジャワ海は低塩分の海域であることが示されたが、このジャワ海の塩分変動を理解することはfreshwater plugの挙動解明にも繋がると期待される。そこで、既に測定済みの海水温指標であるストロンチウム・カルシウム比(Sr/Ca)と $\delta^{18}\text{O}$ のデータを組み合わせて、海水中の $\delta^{18}\text{O}$ (塩分)を復元したところ、ENSOなどの気候イベントに対応した変動がみられた。しかし、現状ではまだデータ数が少ないため、今後さらに記録を延伸して、スペクトル解析なども実施して、海水温および塩分記録と気候イベントとの関係について見ていきたいと考えている。

今回の分析では学生(大学院生)が中心となって測定を行ったが、今回の一連の分析によりサポートを受けつつも学生一人でも作業を行うことができるようになったことも成果の一つである。

採択番号 16B053

研究課題名 南東太平洋から採取されたYK04-08-PC5コアの酸素安定同位体比層序

氏名・所属(職名) 河潟 俊吾・横浜国立大学 教育人間科学部(教授)

研究期間 H28/11/21-30

共同研究分担者組織 池原 実(海洋コア), 他 学生1名

【研究目的・期待される成果】

研究目的: 熱帯・亜熱帯の余剰熱エネルギーを高緯度域へ伝播する仕組みは、グローバルな気候システムをコントロールする一因であり、伝播の仕組みを維持する海洋表層システムの構成要素として、極前線や亜熱帯収束線などの海洋前線構造は重要である。南半球におけるこれらの海洋前線は氷期・間氷期のグローバルな気候変動と連動して南北に移動していたことが知られている。しかし、北半球における気候変動のタイミングと南半球でのそれらとは位相がずれており、南半球が先行して変化している可能性が氷床コア研究などから指摘されているため、解明が待たれている。新生代後期の海洋表層システムの時系列変動を復元・解析する研究を推進するため、YK04-08航海によって南東太平洋の低緯度域から採取された良質の海洋コアの年代モデルを確立することが目的である。

期待される成果: 南東太平洋の中緯度域において第四紀の全期間をカバーする時代の海洋表層変動の記録を解析することによって、全球的な寒冷化が大きく進行した約260万年前や現在の気候サイクルがほぼ確立した約90万年前の前後期間における周期的な亜熱帯収束線や極前線の南北移動の詳細とその気候システムへの影響が明らかになると思われる。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

利用・研究実施内容: 2004年のJAMSTECの支援母船「よこすか」によるYK04-08航海において、南東太平洋ツアモツ諸島北東側斜面の水深2,420mからPC5コア(コア長約1,260cm)が採取された。このコアについて古海洋学的解析を推進するのに不可欠な酸素安定同位体比層序による年代決定を行うことを目的に、高知大学海洋コア総合研究センターにおいて有孔虫殻化石を用いた酸素安定同位体比測定を行うことを申請し、課題が採択された。平成28年11月21日~11月30日の期間に、微量質量分析計IsoPrimeを使用してコア内深度617.5cm~1,075cmの4.8cm間隔の層準である99試料を測定した。浮遊性有孔虫 *Globigerinoides ruber* の遺殻を複数の殻片に碎き、約100 μ gを秤量して測定用バイアルに入れて測定試料とした。標準試

料IAEA-603とJCP-1も同様に測定用バイアルに入れて、測定試料とともにオートサンプラーにセットした。本研究の測定では、測定用の21サンプルと標準試料7サンプルの計28サンプルを1回の測定サイクルとした。測定によって得られた有孔虫殻の酸素安定同位体比の変動は、2009・2010年度の測定で得られた同位体比変動(402層準)と併せて年代モデルを検討した。

得られた成果: 今回の酸素安定同位体比($\delta^{18}\text{O}$)の値は、概ね0.4~0.8‰で変化し、0.2~0.5‰の振幅で変動しており、これまでに得られた同位体比変動との整合的で、より詳細な同位体比変動を得る事ができた。しかしながら、酸素安定同位体比変動のみからは年代決定のための対比点が少ないことから、古地磁気極性の変化と浮遊性有孔虫化石層序より年代対比の基準点を決定した後に、酸素同位体比変動をLR04 Stack標準曲線と対比して海洋同位体ステージを決定した。コア内深度4.2~1,256.8cmの層準はPC5コアは約315万年前から約5万年前の堆積記録を示すと推定できた。PC5コアの堆積速度は、コア内深度4.2~362.4cmは0.49cm/kyr, 362.4~552.9cmでは0.32cm/kyr, 552.9cm~647cmは0.24cm/kyr, 647~741.1cmでは0.33cm/kyr, 741.1~1,052.3cmでは0.41cm/kyr, 1,052.3~1,238.3cmでは0.61cm/kyrであった。このことから、YK04-08-PC5の堆積速度は、約320万年前から177万年前にかけて減少し、177万年前から137万年前にかけては最小の堆積速度を示し、137万年前から現在に向けて堆積速度は増加傾向にあることが明らかになった。得られた年代モデルに基づいて酸素同位体比変動記録の周期解析を行なった。60万年前以降で10万年周期が卓越すること、60~120万年前の期間で10万年周期と4.1万年周期が内包されていること、120~180万年前の期間で4.1万年周期が卓越することが確認できること、180万年以前の期間で4.1万年周期が弱く認められることから、これらの期間には信頼度の高い年代モデルを構築できたと考える。

採択番号 16B054

研究課題名 北海道大沼の年縞湖底堆積物から探る過去数千年間におけるアジア中緯度域の気候変動と太陽活動との関係性

氏名・所属（職名） 長谷川 精・名古屋大学博物館（特任准教授）

研究期間 H28/10/3-7

共同研究分担者組織 勝田 長貴（岐阜大学）、村山 雅史（海洋コア）、村木 綏（名古屋大学）

【研究目的・期待される成果】

近年の人為起源による大気CO₂濃度上昇により、地球温暖化は社会問題となっている。しかし2000年以降の世界の平均気温の停滞現象(Global warming hiatus)や、ここ数年の偏西風の大蛇行や大気ブロッキングによる日本の猛暑・厳冬といった異常気象の頻発により、地球の気候システムは単純な温暖化傾向を示すのではなく、太平洋十年規模振動（PDO）や北大西洋振動（NAO）などの十年規模気候変動が重要であることが指摘され始めている。PDOやNAOの変動要因については議論があるが、太陽活動の変動（太陽黒点の11年周期変動など）と相関している可能性が提案されている。地球の気候変動と太陽活動の変動に相関が見られることは以前から指摘されていたが、全球平均の気温変動との間には一定の関係が見られず、太陽活動と地球の気候変動が相関するメカニズムに関しては不明な点が多かった。最近の観測研究の進展により、太陽活動の紫外線領域の変化による成層圏オゾン加熱の変化が、対流圏の中緯度の大气循環を変化させて気候変動を生み出すというメカニズムで説明する仮説が提案されている。しかし、その仮説を検証しうる中緯度域の気候変動記録は未だ十分に検討されていなかった。

我々の予察的研究により、北海道南部・大沼の湖底堆積物は、年縞を保存しており、太陽活動変動に起因した降水量変動を記録している可能性が明らかになった。そこで本研究では、2016年8月に大沼で採取したグラビティコア試料（約1mコア×6本）を対象とし、X線CTやXRFコアスキャナー、マルチセンサーコアロガー等により、過去数百年間の気候変動記録を年スケールで高解像度に解析する。そして、太陽活動の変動が中緯度の大气循環を介して地球の気候変動に影響するという仮説の検証を目的とした。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

北海道大沼の堆積物コアから古気候記録を高時間分解能で読み出すため、高知大学海洋コア総合研究センター既設のITRAXを用いて分析を行った。分析対象は、2016年8月に湖北東部の最水深部（約11m）やその他5地点においてグラビティコアラーで採取した、全長約70cm～90cmのコア6本である。今回の

ITRAX測定では、0.4mmステップ、1点10秒で行った。その結果、Fe, Ti, Si, Ca, S, P, K, Sr, Mnなどの元素が検出された。このうち、最深部コア(ONM16-G3)の深度43.1cm～44.5cmにおいて、Fe, Ti, Si, Ca, Kから成る濃集層が認められた。大沼の北部には、北海道駒ヶ岳が隣接しており、FeやTiの元素濃集層は、1929年の大噴火で生じた火山灰層（Ko-d）と見なすことができる。これにより、ONM16-G3の堆積速度は0.5cm/年、過去約147年（西暦1869年～西暦2016年）の堆積記録と見なすことができることが明らかになった。

またONM16-G3コアでは、西暦1890年～西暦1910年に相当する層準で、Mn含有量の顕著な増加傾向を示した。このMn含有量の増大は菱マンガン鉱(MnCO₃)の濃集部であり、半割コアでの観察やCTスキャンデータで確認出来るラミナ発達部、年縞（ねんこう）の発達層準に対応していた。この菱マンガン鉱の濃集と年縞の発達層準は、1890年～1910年のほか、1800年～1830年、1650年～1730年にも見られることが我々の予察的結果から明らかになっている。これらの時期は太陽活動の静穏期（極小期）に対応しており、北海道大沼の過去約350年間のMn含有量および年縞発達度が、太陽活動静穏期において高くなるということを示す。同様に太陽活動静穏期において年縞発達度（菱鉄鉱の濃集部）および鉄やマンガンの含有量が高くなるという結果は、福井県水月湖の結果からも得られている（Katsuta *et al.*, 2006, G-cubed）。この北海道大沼と福井県水月湖の結果は、共に太陽活動静穏期（寒冷期）において、降水量が増大していたことを示唆する。さらに我々の別の研究結果から、モンゴルの湖底堆積物記録でも、太陽活動静穏期において降水量が増大するという類似の結果が得られている。

これらの予察的結果は、太陽活動の変動がアジア中緯度域における降水量変動に影響する可能性を示唆する。この仮説を検証するためには、中緯度域を対象に各地の古気候記録を丁寧に読み解いて行く必要がある。そのため我々は、今後モンゴルおよび大沼や水月湖の湖底堆積物コア記録の解析を進め、太陽活動に対する気候システムの応答の解明を包括的に推進して行くことを計画している。

採択番号 16B055

研究課題名 IODP Exp. 342 (北大西洋)における中期漸新世～前期中新世の浮遊性有孔虫の安定同位体比層

氏名・所属(職名) 品田 拓真・東北大学大学院 理学研究科地学専攻(博士前期課程2年)

研究期間 H28/10/3-11

共同研究分担者組織 西 弘嗣(東北大学総合学術博物館)

【研究目的・期待される成果】

新生代の気候変動を解明する上で古環境変動を詳細に検討することは非常に重要である。漸新世中期から中新世前期にかけては、南極氷床の拡大・縮小サイクルが起こり、とりわけ漸新世/中新世境界(O/M境界)においては南極氷床の拡大が顕著であったと考えられている。しかしながら、O/M境界における古環境変動を検討した研究例は少ない。本研究では、これまで詳細の明らかでないO/M境界付近の古環境変動を解明するため、北大西洋ニューファンドランド沖から採取されたコアより、中期漸新世から前期中新世までの浮遊性有孔虫同位体比の測定を行う。昨年度の測定においては、統合国際深海掘削計画第342次航海において掘削が行われたSite U1406において後期漸新世から前期中新世に相当する100サンプルにおいて深層種の *Dentoglobigerina venezuelana*, *Catapsydrax dissimilis*, 表層種の *Paragloborotalia siakensis*, 以上3種の浮遊性有孔虫の酸素・炭素同位体比を測定し、O/M境界における表層及び深層における古環境変動を推定した。O/M境界では3種の浮遊性有孔虫の酸素同位体比について正のシフトが確認できたことから、表層及び深層において海水温の低下があったことが推定される。今回の追加分析では、浮遊性有孔虫化石帯O2～M3まで上記3種の浮遊性有孔虫の産出が船上で確認されていることから、O/M境界付近の解像度を高めつつ浮遊性有孔虫化石帯O2～M3までの上記3種の同位体比を追跡する。加えて、研究例の少ない *Globigerinoides primordius* について同位体比測定を行うことで漸新世中期から中新世前期における北大西洋の古環境変動の検討を深めることを目的とする。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

IODP Exp. 342によって掘削された北大西洋の漸新世～中新世の堆積物試料200点について、浮遊性有孔虫酸素、炭素同位体比の測定を行った。表層種として *Pg siakensis*, *G. primordius*, *G. praebulloides*, 中層種として *Gq. Venezuelana*, 深層種として *C. dissimilis* を測定に用いた。サイズ差の影響を避ける為、*Pg. siakensis* について212-250 μ m, *G. primordius* につい

て355-425 μ m, *G. praebulloides* について250-355 μ m, *D. venezuelana* について355-425 μ m, *C. dissimilis* について250-355 μ mの個体を用い、それぞれ14個体, 3個体, 6個体, 3個体, 6個体前後を使用した。生息深度の異なる浮遊性有孔虫の酸素同位体比の差は、氷床量を考慮することなく、温度勾配の変化を反映する。一方、浮遊性有孔虫の炭素同位体比の差は、生物生産性の高低を評価する指標に用いられる。

酸素同位体比分析より、漸新世前期から中新世前期における北大西洋中緯度域は、30.2Ma, 28.6Ma, 25.4Ma, 24Ma, 23.2Ma～23Ma, 22Ma～21.8Maの時期においてWarming, 23Ma, 22.8Ma, 22.6Maの時期においてCoolingしたと推測する。有孔虫のfluxおよび洗浄測定によるコアサンプルのCaCO₃の含有量は、Warmingした時期に減少傾向、Coolingした時期に増加傾向を示した。この事は海水の鉛直混合の活性・不活性に起因している。Cooling, Warmingは先行研究より、Milankovitch timescaleのEccentricityによる日射量の変化が考えられるが、Eccentricityでは説明できないCooling, Warmingの時期が存在した。一方、二酸化炭素濃度変動がWarming時期において整合的であったため、北大西洋中緯度域におけるCooling, WarmingはEccentricityと二酸化炭素濃度変動による複合的な要因が考えられる。5種の浮遊性有孔虫の酸素・炭素同位体比から、それぞれの生息深度をmixed-layer, thermocline, sub-thermoclineの3つに分け、環境変動に対する水塊構の応答を考察したところ、shallowはintermediate, deepに比べてCooling, Warmingの影響を顕著に受けており、生物生産性にもその影響が大きく反映されている事を示した。

採択番号 16B056

研究課題名 延岡衝上断層学術掘削

氏名・所属(職名) 木村 学・東京海洋大学 海洋資源環境学部(特任教授)

研究期間 H29/1/16-20

共同研究分担者組織 山口 飛鳥(東京大学), 亀田 純(北海道大学), 橋本 善孝(海洋コア)

濱田 洋平(海洋研究開発機構), 北村 有迅(鹿児島大学)

濱橋 真理, 大坪 誠, 最首 花恵(産業技術総合研究所), 他 学生2名

【研究目的・期待される成果】

沈み込み帯における地震の観測・実験・理論研究の急進展をふまえ、その一層の飛躍をはかるためのツボというべき断層メカニズムの理解が本研究計画の目的である。特にプレート境界から分岐する断層で起きる、ゆっくり地震から巨大地震までの多様なすべりメカニズムの解明に焦点を当てる。そのために、最も好研究条件にある過去の地震発生分岐断層である九州延岡衝上断層を対象に、陸上掘削を行い、カタクレーサイト帯・ダメージ帯の全試料採取、分析、孔内検層を通じて、断層帯の物性、変形破壊構造、すべり時の動的化学反応を明らかにし、分岐断層のすべりモデル及び断層帯発達モデルを構築する。それらを現在の沈み込み帯における地震観測・反射断面・掘削結果や、陸上付加体の広域地質調査・微細構造観察結果と有機的に結びつけ、断層メカニズムの理解につなげる。

本研究は、断層全体からの均質な物理・化学データの取得、地表地質調査との比較、現在の沈み込み帯断層との比較を行う点で他に類を見ないものであり、今後の沈み込み帯地震研究の発展・予測可能性の向上に大きく貢献することが期待される。また本研究は、陸上観察-海洋掘削-地震観測-岩石実験という異なる手法の統合を目指しており、固体地球科学におけるシームレスな研究体制の構築に寄与することが期待される。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

- 2017年1月16日-20日の日程で延岡衝上断層コアのサンプリングを行い、断層岩の透水係数・間隙率を測定するための試料の選定、整形を行った。上盤(千枚岩)と下盤(カタクレーサイト)の代表的な箇所の試料を用い、5MPa-40MPaの封圧下でコア試料の透水係数の測定を行った(物性計測はJAMSTEC谷川亘研究員受け入れによる)。上盤と下盤の透水係数(各1試料)はそれぞれ 10^{-18} から 10^{-19} m²、 10^{-16} から 10^{-19} m²の結果を示した。断層・鉱物脈沿いの水理特性から、プレート境界分岐断層の流体の通り道、鉱物脈形成条件(岩石流体相互作用)を検証中である。
- 剪断面における摩擦発熱/熔融および岩石流体相互作用が微量元素・同位体・鉱物組成に与える影響の評価のため、二次的な変形を被っていない剪断面を選出し、上記日程で試料採取を行った。
- 延岡衝上断層形成にかかわるテクトニクスの背景について考察し、西太平洋域における広域的なプ

レートテクトニクスの転換、イザナギ・太平洋海嶺の沈み込みが絡んでいる可能性を指摘した(Kimura *et al.*, submitted)。

- 延岡衝上断層の掘削コアに多数見出された小断層について、多重逆解析法およびK-means clusteringを用いて古応力場の復元を行った結果、6種類の応力場が大局的に見出され、その中でさらに2グループに分類がなされた。応力場がグループ間で変化をし、地震前後の応力解放による場の変化(圧縮場から引張場)が検知されている可能性を明らかにした(Kawasaki *et al.*, 2017; Island Arcに受理掲載)。
- 延岡衝上断層掘削コアを用いて三軸高速摩擦実験を実施し、高温高压下での断層岩の摩擦特性、有効圧がもたらす脆性・塑性変形の効果を解析した(Kitajima *et al.*, 2017; Island Arcに受理掲載)。
- 延岡衝上断層掘削コア試料を用いて封圧下の弾性波速度測定をwet conditionで実施し、先行研究の物理検層結果および封圧下(dry condition)での試料測定結果との比較解析を行った(Hashimoto *et al.*, 2017; Island Arcに受理掲載)。
- 延岡衝上断層に分布する石英脈のサイズを調査し、その形成時間(石英析出速度)を算出し、石英脈形成と南海トラフでの地震発生周期の時間スケールとの相関性を考察した(Saishu *et al.*, submitted)。
- 高速摩擦すべりを示唆するシュードタキライトの三次元解析を実施し、断層形成と鉱物脈沈澱の関係、幾何学的な力学過程について考察した(Hamada *et al.*, in review, Island Arc)。
- 延岡衝上断層掘削コアの断層面から複数の鏡肌が発見され、これらのナノスケールの微細組織(原子間力顕微鏡)観察および化学分析が実施された。その結果、鏡肌を構成する光沢面が炭素でできていることが見出され、断層形成との関連について考察した(Kitamura *et al.*, in review, Island Arc)。
- 延岡衝上断層の物理検層結果と岩相・構造データ(Hamahashi *et al.*, 2013; 2015)を踏まえ、コア試料を用いて深度方向・水平方向・最大傾斜方向における比抵抗・弾性波速度・間隙率の測定(非封圧下)を行い、物性の異方性の評価と、岩相・構造と物性の関係性を考察した(Hamahashi *et al.*, in revision, Island Arc)。また、物理検層データを用い合成波形を作成し、物性を支配するパラメータを変えて反射法地震探査の波形シミュレーションを行った(AGU fall meeting 2017にて発表, Hamahashi *et al.*, in prep)。

採択番号 16B057

研究課題名 東京湾内湾における柱状採泥に基づく有機汚濁底質の時空間堆積特性に関する研究

氏名・所属(職名) 呉 海鍾・東京大学大学院 新領域創成科学研究科 社会文化環境学専攻(特任研究員)

研究期間 H28/10/3-21

共同研究分担者組織 なし

【研究目的・期待される成果】

東京湾は世界を代表する富栄養化した内湾であり、長年にわたり底層貧酸素水塊の発生が環境および漁業上の重大問題となっている。一方、2013年に東京湾再生官民連携フォーラムが設立される等、環境再生への取り組みが活発化しており、貧酸素水塊の縮減と生き物生息場の再生を目指した取り組みが始まりつつあるが、長期的な取り組みが不可欠であることから、数十年スケールでの環境予測の必要性が高まっている。

そこで本研究では長期的な環境予測に資することを目指し、長期的な環境変動の履歴が記録されている底質に着目し、その形成過程の解明と物理・生物・化学・地学的な支配要因を把握することを目的とする。

申請者の研究室では東京湾を対象とした水底質環境調査や数値予測に取り組んでおり、これまでに多くの底質コアサンプルを取得し、放射能測定による堆積年代推定や全炭素・全窒素分析等を進めてきたところである。貴センターを利用することで、底質の堆積構造や底質中に含まれる有機物の起源の推定を行い、有機分に富む底質の形成メカニズムをさらに詳細に把握することで、埋立や人口増加等の環境条件が大きく変化してきた東京湾における、堆積年代別の堆積過程を明らかにすることは、過去の水底質環境過程の深い理解につながり、将来予測や環境再生事業として望ましい方策の検討に役立つものと考えられる。また、長期予測手法の開発における数値モデリングや数値シミュレーションのチューニングと検証にも有用な情報となることが期待される。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

1. 研究の目的

本研究では、東京湾における底質コア試料を有効活用し、底質の堆積構造において、蛍光X線分析装置(XRF)を用い、有機物起源の推定は安定同位体質量分析(EA-IRMS)の測定を行った。底質コアサンプル分析結果に基づいた底質形成メカニズムを詳細に把握することを目的とする。

2. 研究の内容

(1) 現地調査と底質分析方法：現地観測は、2014年と2015年の7月から10月の計12回、東京湾奥部の全35地点で内径10cm、長さ40cm前後のコア採泥、湾奥中央測点の鉛直採泥およびエクマンバージ採泥器による表層採泥を行った。コア試料は表層から

10cmまでは2cm毎に、それ以降は5cmまたは3cm間隔でスライスし、安定同位体質量分析(EA-IRMS)を用いた炭素・窒素安定同位体比の測定方法と、蛍光X線分析法(XRF)に基づく主要元素10成分の分析を行った。

(2) 結果と考察：底質コアサンプル分析結果に基づく主要元素分析平面分布を作成した。主要元素分析は、東京湾奥部において、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 TiO_2 が他の成分と比較して相対的に高い含有量を示している。特に Al_2O_3 と SiO_2 は、陸源の石英や長石成分・粘土鉱物が運搬されてくるため、多摩川河口、東京湾、千葉港などの陸岸沿いに含有量が高かった。主成分元素は、ばらつきもあるため、10元素の結果すべてを用い、相関係数が低い0.5以下のパラメータとしてクラスター分析を行ったところ、千葉沿岸近傍と湾奥中心部を除く湾長軸方向の類似性に加え、 P_2O_5 分布からも類似性が見られた。

また、主要元素鉛直分布の Al_2O_3 元素は、陸起源物質として変質されにくく、底質試料中に保持されやすい成分である。コア試料の表層から深さ方向30cm間に明確な濃度変化が見られており、これは過去の堆積層の特徴を示した。次に、五酸化リン(P_2O_5)は、生物起源物質の沈積と、その続成過程によって海底に濃集される成分であり、深さ30cmから表層方向に著しい変化を示した。

3. 主要な結論

コア試料分析結果により、東京湾奥部における有機物等の起源と時空間堆積構造を示す。

(1) コア試料の平面分布：陸起源とされる主要元素成分(Al_2O_3)は湾奥部の東京湾西側で高く、主要河口域による人為的な流入附加を示唆している。さらに、 SiO_2 の濃度は東京湾奥部の海底傾斜に面して高く分布しており、これは、陸起源の有機物は河口域で早く分解し、湾奥部中央に到達する有機物は貧酸素化等の影響で分解が遅くなり、そのまま沈積したものと推察される。

(2) コア試料の鉛直分布：主成分元素(Al_2O_3)の濃度は、深さ方向30cmから表層まで著しく減少していることから、陸起源物質の長期変動の特徴がより明瞭となることが分かった。

(3) 東京湾奥部では、過去(深さ30cm)から現在(底質表層)まで陸起源物質の流入は減っているが、過去の人為的地形変化によって物質が沈積しやすい環境下にあると推察される。

採択番号 16B058

研究課題名 地下生物圏における木材劣化挙動の解明

氏名・所属(職名) 大村 和香子・森林総合研究所 木材研究部門 木材改質研究領域(領域長)

研究期間 H28/11/6-7, H29/2/15-16

共同研究分担者組織 なし

【研究目的】

木材内部に腐朽やシロアリの食害が生じて、外観からは判断できないが、X線CTを利用することにより内部の密度低下や空洞を観察可能である。X線CTでは、腐朽進行の異方性計測や木材に形成された蟻道・孔道パターン解析のほか、木材の乾燥に伴う内部割れの計測などの研究例が知られている。

そこで本研究では、強制的に腐朽やシロアリ食害を生じさせた木材をX線CTスキャンにより解析するとともに、土壌(培地)中の菌糸や蟻道を土壌コア解析により非破壊的に追跡する。

【期待される成果】

本研究の遂行により、土壌を介して進行する木材の生物劣化挙動が明らかとなり、土中に完全に埋設される基礎杭のような低酸素環境下における木材の生物劣化についても新たな知見を得ることが可能となる。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

1. イエシロアリによる食害傾向の確認

森林総合研究所で飼育中のイエシロアリ巣の上に約1.5ヵ月、無処理CLT(ラミナ厚30mm, 5層5ply 縦300mm×横300mm×厚さ150mm)を暴露し、食害の特徴を観察するとともにX線CTの撮像を実施した。

巣の上に材料を設置して10日程度で表面を土壌で覆い始めた。材表面に露出したフィンガージョイント部の隙間から兵蟻が頭部をのぞかせる場面もあり、設置期間を通じて高い活性を保ってCLTの食害が生じた。X線CTの画像を確認すると、辺材が選択的に食害を受けていること、フィンガージョイント部で食害の進行が一旦阻止されていること、短期間の食害では接着層の食害は見られないが、接着層に沿うような食害が多く認められること、などが明らかとなった。

2. オオウズラタケによる腐朽傾向

実大材の促進劣化手法およびその評価方法の確立を目的として、2種類の促進劣化手法による強制腐朽を試みた。

(1) 腐朽ユニット法

プラスチック容器内のPDA培地にオオウズラタケを培養後、菌糸表面が70%エタノール滅菌したCLTおよび集成材に接するようにした状態で約2ヶ月間腐朽させた。腐朽期間が短かったため質量減少率は5%以下であり、X線CTでも明瞭な密度差が確認できなかった。

(2) バーミキュライト法

バーミキュライト、パーライト、木粉を基材とした培地にオオウズラタケを培養後、基材ごとバックルコンテナに敷設し、その上にEOGガスで滅菌したCLT(縦300mm×横300mm×厚さ150mm)を設置した。無処理CLTと奇数層のみAAC処理ラミナで構成されたCLTとを供試し、腐朽期間を6ヵ月にした。

ラミナ処理であってもラミナ中央部はAACが未浸潤である。このため約2週間程度で未浸潤部は菌糸が、培地との接地面から試験体上部に到達し、未浸潤部を菌糸が覆い始めた。

無処理CLTや無処理集成材では約1ヵ月程度で菌糸が側面からも覆い始め、約3ヵ月で試験体全体を覆った。各試験体の質量減少率は無処理CLTが20.3%、奇数層AAC処理ラミナ構成CLTは3.4%であった。奇数層AAC処理ラミナ構成CLTの質量減少は主として無処理の偶数層(暴露時点での弱軸)の腐朽によるものと考えられた。一方、X線CTの画像を確認した結果、処理ラミナの薬剤未浸潤部に生育した腐朽菌による未浸潤部の腐朽はほとんど認められなかった。また奇数層AAC処理ラミナ構成CLT試験区では、栄養源の枯渇に伴い菌糸自体の活性が衰えたため試験中にカビが発生し、このカビの発生がさらに試験体における菌糸の生育を妨げたと考えられた。

採択番号 16B059

研究課題名 地震性泥質タービダイトの堆積構造および化学組成の理解

氏名・所属(職名) 奥津 なつみ・東京大学大学院 新領域創成科学研究科 自然環境学専攻
(博士課程1年)

研究期間 H28/7/26, 9/12, 10/18, 10/25

共同研究分担者組織 芦 寿一郎, 山口 飛鳥(東京大学), 村山 雅史(海洋コア)

【研究目的・期待される成果】

海底堆積物を用いた地震履歴の推定は主に地震性タービダイトの分布と年代により進められている。タービダイトを用いた古地震学は世界各地で行われており、近年、その成果が上がりつつある。しかし、細粒なタービダイト泥と半遠洋性堆積物の判別は簡単ではなく、その構造に関する理解が未だ十分ではない。一方、堆積構造及び化学組成には特徴を有していることが明らかになりつつある。

本申請では、東海沖から日向沖の多点から採取された試料を用いて、その堆積構造や化学組成を詳細に理解し、試料内の地震性泥質タービダイトの分布を明らかにすることを目的とする。また、各層の年代決定を行い同海域における地震履歴の解明を試みる。

試料は、「白鳳丸」KH-15-2次航海およびKH-16-5航海にて南海トラフ広域にわたって採取されたピストンコア試料・マルチプルコア試料である。KH-15-2航海で得られた試料のX線CT画像では地震動による擾乱と考えられる構造や、ラミナが発達した層を厚い無構造の泥層が覆う一連の構造が多数確認された。これらの堆積構造は一昨年度のCMCRにおける共同利用成果発表会にて報告済みである「泥質地震性タービダイトの特徴」と一致する(地震性泥質タービダイトの微細堆積・変形構造の研究, 奥津ほか, 採択番号:15A016, 15B013)。

本研究において、泥質タービダイトの堆積構造や化学組成を詳細に明らかにすることは、その認定を行う際の一助となり、地震性タービダイトを用いた古地震研究が進展すると考えられる。また、南海トラフ沿いでは、100~200年間隔で地震が発生していることがわかっているが、各域の地震履歴を明らかにすることで、地震発生域の高精度化が期待出来る。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

KH-16-5次航海で得られたピストンコア試料・マルチプルコア試料に対して、whole-roundの状態でのX線CTスキャンを行った。その結果、コア試料採取時の影響か、擾乱を受けており堆積構造が認められない試料も存在したが、多数のタービダイト層が確認された。マルチプルコア試料においても堆積構造がほとんど見られない試料の他に、生物擾乱を強く受けつつも、タービダイト層が保存されている試料が存

在した。XRFコアスキャナーITRAXを用いた化学分析(平成27年度測定, CMCRにおける共同利用外での使用)を同海域でKS-14-8次航海の際に採取された別試料に行ったところ、タービダイト層基底部付近でCa値とFe値のピークが確認された。Mn値も全てにおいてではないが、タービダイト基底部直下にて同様の傾向が見られた。Ca値とFe値のピークは生物擾乱などの影響で、CTスキャン画像で堆積構造が確認しにくいタービダイト層でも見られた。これらのことから、泥質タービダイトの認定においては、X線CT画像とXRFコアスキャナーによる化学組成分析が有効な手段となると考えられる。これらの結果は泥質タービダイトの堆積構造・化学組成の特徴として、昨年度CMCRにおける共同利用成果発表会にて報告済みである(地震性泥質タービダイトの堆積構造及び化学組成の理解, 奥津ほか, 16B059)。これらの特徴を他の試料にも適用することにより、タービダイト層の認定が簡便かつ精密に行うことが可能となると期待される。現在、KS-14-8次航海で得られたピストンコア試料に対して、特徴をもとに認定と年代決定を行った結果、ピストンコア試料内のタービダイト層の間隔が約140年間隔と推定され、南海トラフにおける地震の発生間隔と概ね一致することが判明した。また、岡村ほか(2012)による四国沿岸域の湖沼に堆積した津波堆積物をもとに得られた津波の記録によると、約2,000 cal yr BP付近で特に巨大なイベントがあった可能性が示唆されている。今後、より詳細な年代決定が必要であるが、本試料においてもその年代付近に厚いタービダイト層が確認されており、先行研究との対比が期待できる。

本研究において、X線CTスキャンによる詳細な堆積構造の観察により、地震性タービダイト層の下限の決定が可能となった。さらに、XRFコアスキャナーITRAXを用いた化学組成分析も行うことでその精度を高めることが可能である。今回の共同利用で用いたX線CTスキャンは、本研究を進めていくうえで最も重要な手法の一つであり、重要な役割を果たしたといえる。今回の利用では、KH-15-2次航海で採取された試料に対してXRFコアスキャナーITRAXを用いた測定も行う予定であったが、これらの測定は平成29年度の共同利用にて6月末実施する予定である(採択番号:17A048, 17B048)。

採択番号 16B060

研究課題名 第四紀環境変動に対するサンゴ礁・サンゴ礁生態系の応答の解明 (COREF計画)

氏名・所属 (職名) 井龍 康文・東北大学大学院 理学研究科 地学専攻 (教授)

研究期間 H28/11/10-30

共同研究分担者組織 松田 博貴 (熊本大学), 村山 雅史 (海洋コア), 町山 栄章 (海洋研究開発機構)
Maria Mutti, Sven Maerz (ポツダム大学), Werner Piller, Gerald Auer (グラーツ大学)

【研究目的・期待される成果】

我々は、琉球列島をフィールドとして、第四気候変動に対するサンゴ礁およびサンゴ礁生態系の応答を明らかにするプロジェクト (COREF計画) を進めている。同計画の詳細は、Iryu *et al.* (2006, doi: 10.1111/j.1440-1738.2006.00537.x) およびホームページ (<http://dges.es.tohoku.ac.jp/iryulab/research6.html>) に詳しく述べてある。なお、本計画は、日本も参加する国際共同科学計画である、国際陸上科学掘削計画 (ICDP) の採択研究計画である。

本計画では、琉球列島の陸上に分布する第四紀サンゴ礁複合体堆積物 (琉球層群および完新世石灰岩) を掘削し、得られた試料に関して、古生物学的・堆積学的検討を行い、上記の目的に関わるデータを取得する。これまでに、科研費により、与那国島 (更新統のみ)、沖縄本島、小宝島での掘削 (総コア長約500m) を完了した。

本申請により、ミニ・サイエンスパーティーを実施することにより、掘削試料の岩相・堆積相および造礁サンゴ群集が把握され、第四気候変動に対するサンゴ礁およびサンゴ礁生態系の応答に関する予察データが取得できると期待される。それらのデータは、今後の研究の推進に欠かせない基礎データとなる。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

トカラ列島の小宝島では、5孔 (Hole 2A, Hole 2B, Hole 2C, Hole 2E, Hole 2F) の掘削を行った。このうち、Hole 2A, Hole 2B, Hole 2Cは島の北西側に位置し、NE-SW方向に伸びる海岸線に直交する測線上にあって、北西季節風の影響を受ける。一方、Hole 2EおよびHole 2Fは島の北側に位置し、前記3孔と同様にNE-SW方向に伸びる海岸線に直交する測線上にあるが、南東季節風の影響を受ける。今回、高知大学海洋コア総合研究センターでは、Hole 2A (掘削深度18m; うち、完新統サンゴ礁堆積物は15.3m) のコア記載とPPの測定を実施した。完新統サンゴ礁堆積物には複数の不整合面が認められた。造礁サンゴ礁群集は、不整合面を境として形状および群集組成が

大きく変化しており、今後、古生物学的な検討が必要と思われた。

沖縄本島本部半島および古宇利島では、3孔 (Hole 4A, Hole 4B, Hole 4C) の掘削を行った。Hole 4Bは、古宇利島の中央よりやや北に位置する同島で最も標高が高い地点から琉球層群を掘抜き、基盤岩 (中生代付加帯堆積物) に達した。同地点は、琉球層群堆積時にはこの一帯で最も標高が高く、浅海相が断続的に開積した地点である。一方、Hole 4AおよびHole 4Cは、それぞれ、本部半島北部および古宇利島西岸で掘削され、琉球層群堆積時には低海水準時のみ浅海相が堆積した地点である。今回、高知大学海洋コア総合研究センターでは、Hole 4B (掘削深度98.5m; うち、古宇利島層は97.5m) のコア記載とPPの測定を実施したが、今回は69mまでしかコア記載を終わらせることができなかった。掘削された古宇利島層の石灰岩は、全て浅海相で、多くの不整合面 (干出面) がみられた。Hole 2Aと同様、すべて浅海相であるにも関わらず、造礁サンゴ礁群集は、不整合面を境として形状および群集組成が大きく変化しており、今後、古生物学的な検討を行いたい。

与那国島では、3孔 (Hole 5A, Hole 5B, Hole 5C) の掘削を行った。与那国島で掘削を行った3点は、琉球層群堆積時には浅海相と沖合相が交互に堆積した地点である。いずれの地点でも、掘削は琉球層群を掘抜き基盤岩 (八重山層群) に達した。高知大学海洋コア総合研究センターでは、Hole 5C (掘削深度24m; うち、与那国島層は21.6m) のコア記載とPPの測定を実施した。従来の層序と比較したところ、最下部の堆積ユニットは地表ではみられないものである可能性がある。造礁サンゴ群集は、被覆性~葉状のものが卓越する極めて特異な群集であり、島にサンゴ礁が形成される最初期の群集 (最初に侵入する造礁サンゴ群集) の特徴を知るうえで、極めて重要である。

採択番号 16B061

研究課題名 浅海生態系における堆積物中の埋没炭素量とその起源の解明

氏名・所属（職名） 桑江 朝比呂・港湾空港技術研究所
沿岸環境研究領域沿岸環境研究グループ（グループ長）

研究期間 H28/12/19-21

共同研究分担者組織 渡辺 謙太, 棚谷 灯子, 渡部 要一（港湾空港技術研究所）
山野 博哉（国立環境研究所）

【研究目的・期待される成果】

これまで、海洋によるCO₂吸収は、外洋で発揮されていて、陸域からの負荷を受ける沿岸域では有機物が分解する場、すなわちCO₂の放出源と考えられてきた。ところが近年、応募者らの先行研究によると、沿岸生態系では、熱帯林に匹敵もしくはそれを上回る高いCO₂吸収速度の事例が示されるようになってきた。したがって、沿岸域はまさに炭素のmissing sinkとなっている可能性がある。しかし、陸、河川、外洋の影響を受ける複雑な場という沿岸海域の特性により、実証には手法や解析上の困難が伴う。したがって、「未知の炭素フロー」の検証作業は進んでいない。以上の背景から、本研究では、様々な計測手法を新たに開発し、多分野の学術アプローチによる解析から、沿岸生態系における「未知の炭素フロー」を検証することを最終的な研究目標とする。

平成24年度に採取したサンプルについては、MSCL、X線CTスキャナー、コア連続画像撮影装置、レーザー粒度分布測定器を利用させていただき、堆積物コアの深度方向の基本的なプロファイルを得ることができた。現在、層別に分取したサンプルの年代測定および炭素含有量の結果と合わせて解析中である。

今年度は地理的成り立ちの異なるサイトにて得られたコアサンプルについて、平成24年度と同一の項目について分析を実施し、堆積物コアの深度方向の基本的なプロファイルを得ることを目的とする。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

1. 目的

ブルーカーボンとして隔離・貯留される有機態炭素の量を定量化するために、浅海域で採取した堆積物コアの年代測定（放射性同位体比）と有機態炭素の起源推定（安定同位体比）を組み合わせることで、起源ごとに炭素の蓄積速度を推定する方法を検討した。平成28年度は現場で採取した堆積物コアについて、非破壊測定と層ごとの分取、性状観察を実施した。

2. 利用・研究実施内容

(1) 堆積物コアの採取（平成28年度に実施）

2016年11月20～26日の期間に北海道コムケ湖で堆積物コアを採取した。コムケ湖は周りを塩性湿地に囲まれ、海草が繁茂する浅い潟湖である。過去には人為的に湖口を開削し、海水が流入するように改変しており、人為的な地形改変による炭素貯留量・炭素起源への影響を調査するためにこのサイトを選んだ。コアの採取は海草場から塩性湿地にかけて3地点設定し、1～2m（内径4cmもしくは5cm）の堆積物コアを採取した。コアの採取は打撃式サンプリングもしくはシンウォールサンプリングにより実施した。

(2) コア性状の非破壊測定と分割処理（平成28年度に実施）

採取したコアを高知大学海洋コア総合研究センターに持ち込んだ。コア分割処理の前に、非破壊での性状を測定した。マルチセンサーコアロガー（MSCL-S）を用いて、堆積物コアのガンマ線密度、P波速度、帯磁率などのデータを取得した。次に、縦方向にコアを半割し、堆積物コアを深さ1cmもしくは2cmごとに切り分け、同位体測定、炭素量測定、年代測定用に冷凍保存した。

(3) ¹⁴C法による年代測定

加速器をベースとした¹⁴C-AMS専用装置（NEC社製）を使用し、¹⁴Cの計数、¹³C同位体比（¹³C/¹²C）、¹⁴C同位体比（¹⁴C/¹²C）を測定する。米国国立標準局（NIST）から提供されたシュウ酸（HOx II）を標準試料とし、この標準試料とバックグラウンド試料の測定も同時に実施する。堆積物バルクサンプルは乾燥後、全試料をすりつぶし、酸処理により無機態炭素（炭酸カルシウムなど）を取り除いた。また、堆積物中から採取された一部の貝殻試料についても分析を実施する。

(4) ²¹⁰Pb法を用いた年代推定

¹⁴C法では1950年以降の年代解析が困難であるため、²¹⁰Pb法による年代推定を組み合わせる分析を実施する。²¹⁰Pbは、半減期22.2年を5回繰り返すと表層の堆積していた時の約3%まで減少するため、²¹⁰Pbを用いた年

代測定は約100年前に堆積した泥に対してまでの適応が可能である。

サンプルを60℃で乾燥させた後、乳鉢を用いて粉碎して測定する。採取したサンプルが少量であったため、本研究では検出力の高い低バックグラウンド仕様の井戸型ゲルマニウム半導体検出器を用いて分析を行う。また、測定時間に関しては24時間以上とする。

(5) 堆積物中炭素の起源推定

技術的に計測が最も困難と考えられるのが有機物の起源別埋没量である。堆積物中有機物の起源推定にはこれまで元素比 (C/N比) や安定同位体比 (主に $\delta^{13}\text{C}$) が指標として用いられてきた。特に安定同位体比の測定には専用の同位体比質量分析計 (IRMS) が必要であるため、データの採取には手間が必要である。またこれらの指標を複合的に統計解析することで埋没した有機物に対する各起源有機物の寄与率を算出するので、難易度の高い方法論といえる。これまでの研究で開発した、元素比・安定同位体比による起源推定手法をコムケ湖の試料にも適用する。堆積物試料はを60℃で乾燥させた後、よくすりつぶして均質にする。さらに塩酸で処理し、無機態炭素を除去する。この試料を元素分析計 (Flash EA 1112, Thermo Electron社製) と安定同位体比質量分析計 (Delta Plus Advantage, Thermo Finnigan社製) を用いて、炭素同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$)、窒素同位体比 ($\delta^{15}\text{N}$)、全有機炭素量 (TOC)、全窒素量 (TN) を測定する。埋没した有機物に対する各起源有機物の相対的寄与率を推定するために、SIARモデルによる解析を行う。

今後、これらの分析結果を用いて解析を進めていく予定である。

採択番号 16B062

研究課題名 沈み込み帯で採取された堆積物の微細組織の変化プロセスの研究

氏名・所属(職名) 川村 喜一郎・山口大学大学院 創成科学研究科(准教授)

研究期間 H28/2/28-3/3

共同研究分担者組織 学生3名

【研究目的・期待される成果】

本申請は、さまざまな海域での堆積物の微細組織の変化プロセスを解明することを目的とする。

深海堆積物は、埋没するとともに、圧密・セメントされ、剪断強度が増加し、石化する。それと共に、泥は泥岩、頁岩へと変化し、徐々にその構成粒子はランダム配列から水平配列する。この一連の基本プロセスは、どの堆積物でも普遍的に生じ、堆積物の滑り面の発達過程の重要な要因となることが指摘されている。しかし、そのプロセスは、以下に例示するように、堆積環境やテクトニックセッティングによって、多様性がある。

例えば、日本海のような過去に、還元環境だった海洋では、極表層において、すでに堆積物粒子が水平配列している。このような堆積物は深い埋没を経ることなく「黒色頁岩」になるとされている。

一方で、酸化環境だった海洋では、生物活動が活発であり、極表層において、堆積物粒子がランダム配列である。これらが埋没によって圧密されると、上載圧によって、徐々に水平配列になるとされるが、セメンテーションが先行すると、水平配列が阻害され、高間隙が保たれたままになるであろう。

このように、深海堆積物の圧密プロセスは、堆積物の基本的な変形プロセスであり、それによって堆積物ファブリックが決定づけられる。特に、南海トラフや日本海溝のような地震発生帯では、海洋堆積物が付加体内で変形する前に、上記のような圧密変形を必ず被る。圧密変形によって獲得された堆積物ファブリックが滑り面発達などの変形プロセスに多大な影響を及ぼすだろう。

今年度の報告書は、この申請分で行ったIODP Expedition 362次スマトラ地震発生帯掘削航海によって試料の分析結果について取り扱う。ただし、本申請では、上記のExp. 362スマトラ掘削試料の他に、Exp. 333南海トラフ掘削試料、Leg. 185伊豆小笠原掘削試料なども併せて検討、論文執筆することを最終目的としている。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

分析された試料は、以下のように実施され、成果が得られた。ここでは、1) 分析前の処理段階、2) 分析段階、3) 分析後の解析段階、の3段階に分けて記述する。

1) 分析前の処理段階

IODP Exp. 362は、2016年8月～10月に実施され、分担者の蔵永萌がフィジカル・プロパティ・スペシャリストとして参加した。試料は、10ccチューブに封入して日本に11月に輸送された。その後、12月

にかけて、山口大学の研究室において、7ccプラスチック・キューブに再封入された。残りの3cc強は、スミアスライド観察試料、XRD分析試料にするためにサンプル袋に入れられると共に、微細組織観察用に処理され、高知コアセンターにおいて行った粒度分析試料にも用いられた。1月～2月は卒論、修論の執筆作業であったが、論文提出後、2月中旬には、粒度分析の前処理として、約0.1gの試料を熱湯で分散させる作業2回行い、その分散した試料をサンプル管に入れて、センターに持ち込んだ。

再封入した7ccの試料は、高知コアセンターにおいて行ったパススルー型磁力計による古地磁気測定及びカップブリッジ帯磁率異方性測定器による測定に用いた。7cc試料は、輸送直前まで冷暗所に保管し、試料の劣化を防いだ。また、密閉容器に入れて、保管し、それを輸送することにより、保湿した。

2) 分析段階

分析は、2017年2月28日午後～3月3日午前までの実質3日間行われた。分析項目は、1) 粒度分析、2) 帯磁率異方性測定、3) 古地磁気測定であった。計画にあったVSMは時間の関係上、実施しなかった。実施項目ごとに作業内容を以下に列挙する。

1) 粒度分析は以下の通り行った。まず、サンプル管に入れた前処理した試料をゆっくり振り、管の底に沈積している粒子を再度分散させた。それでも分散しないものに対しては、1-2秒の超音波によって分散させた。これらの作業によって分散した試料を粒度分析した。

2) 帯磁率異方性測定は、常温になっている試料において行った。プラスチック・キューブ表面に付着した汚れをキムワイプで良く拭き取り、測定器に装着した。測定順序は、まず帯磁率異方性測定を行った後に、次に古地磁気測定を行った。測定が終わった試料は、保湿を心がけた。

3) 分析後の解析段階

粒度分析は、121サンプル行い、中央値は10 μ m前後のものが多かった。

古地磁気測定は、199サンプルにおいて、段階交流消磁として、50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800Gを行い、200G以降ではほぼ安定磁化方位が得られた。

帯磁率および帯磁率異方性測定は、199サンプル行った。帯磁率は、全体を通して、おおよそ 2.5×10^{-3} SI前後であり、掘削深度と共に増加する傾向がみられた。帯磁率異方性は、異方性の度合いであるP値が掘削深度と共に、1.1から1.3へ増加する傾向が見られた。

採択番号 16B063

研究課題名 北西太平洋で採取された炭酸塩岩の堆積学的研究

氏名・所属（職名） 石黒 敦子・東北大学大学院 理学研究科 地学専攻（博士課程前期2年）

研究期間 H28/11/21-12/2

共同研究分担者組織 井龍 康文, 高柳 栄子（東北大学）, 石川 剛志（海洋研究開発機構）, 他 学生4名

【研究目的・期待される成果】

太平洋には数多くの海山が存在し、その頂部には浅海性炭酸塩堆積物がみられる。それらの浅海性炭酸塩堆積物には、主に生物の遺骸（殻および骨格）から構成され、堆積当時の水温・塩分・水深・エネルギー条件などの堆積環境が、さまざまな形で記録されている。また、浅海性炭酸塩堆積物は、年代決定に有用な化石や元素を含むため、それらが形成・堆積した年代を正確に制約することができる。

ハワイ諸島の北西に分布する天皇海山列およびその周辺に分布する海山上にも浅海性炭酸塩堆積物が分布することは知られているが、それらの堆積学的・古生物学的研究は、意外なことに決して多くはない。

今回、国際水産資源研究所外洋資源部によって、同海域で採取された炭酸塩堆積物試料を入手することができた。現在、それらの試料の堆積学的・古生物学的検討を行い、炭酸塩堆積物に関する基礎的データ（岩相、含有生物、年代等）を作成中である。これによって、天皇海山列の上に形成された生物礁の形成史を描き出し、その変遷を規制する要因が明らかになると期待される。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

天皇海山列上に堆積した炭酸塩堆積物（ドレッジ試料）のSr同位体比測定結果から、堆積年代を決定した。岩相観察結果や大型有孔虫等で決定した年代のデータと併せ、炭酸塩堆積物についての基礎的データを構築した。天皇海山列が位置する北西太平洋においては、始新世-暁新世境界から更新世にかけて、造礁サンゴ、サンゴモ、大型有孔虫、コケムシ、ハリメダなどの緑藻、ウニ、軟体動物、有孔虫を含む岩相が観察された。特に、漸新世～中期中新世は造礁サンゴが豊富に産出し、中期中新世から更新世にかけては、サンゴよりも大型有孔虫やサンゴモ、コケムシ、有孔虫、特に更新世においては浮遊性有孔虫が主要な構成物として認められた。海洋島であった天皇海山列上に堆積する浅海性の炭酸塩岩の構成要素は、全球的な気候変動や海水準変動に加え、地域的なテクトニクスや海山の規模（その海山の周囲にどれだけ炭酸塩堆積物が堆積する環境が広がっていたか）の影響を大きく受けると考えられる。

採択番号 16B065

研究課題名 中・低緯度域における三疊紀前期の安定炭素同位体比と気候変動：古風化強度の測定

氏名・所属（職名） 吉田 孝紀・信州大学 理学部（教授）

研究期間 H29/2/8-10, 2/21-24

共同研究分担者組織 学生4名

【研究目的・期待される成果】

研究の意義と目的：ペルム紀末の大量絶滅直後の三疊紀初期は、高温な気候条件や大陸内部の強烈的な乾燥化、海洋環境の貧酸素化が強く進行していたとされる。しかし、申請者らはこの時期の中緯度帯における乾燥化・寒冷化イベントの存在を当時の南半球に存在したネパールヒマラヤ中央部において見出した。

この研究では、この気候イベントがグローバルスケールであるか否かを検証するために、中・低緯度の両地域で堆積した三疊系の泥質岩の化学組成を検討し、古風化度の変遷を解明することを目的とする。このことは、三疊紀初期の高温期の終息過程のモデル化に重要なデータを提供する。

特色：安定炭素同位体比変動曲線をグローバルな鍵層として利用することで、高い時間解像度を得ることができる。同時に泥質岩の化学分析を実施し、陸上域の化学風化度を検討することで、その地域における気候変化を高解像度で復元できる。また、この三疊紀前期の寒冷化イベントは、海洋域での生物生産性の増加、海洋生物の多様化を伴っている可能性が高い。そのため、そのイベントの発生時期や終息時期の解明は、大量絶滅からの復活期における生物多様性の増加などの地球規模の生態系変化を議論する視座を提供する。

期待される成果：泥質岩の化学組成から得られた古風化度変動を同時代の地層が分布する南中国地域と比較することで、低緯度域における詳細な風化史の復元が可能となる。また、オマーンやヨーロッパの同時代の堆積物の同位体比変動と比較し、乾燥化・寒冷化イベントの地理的広がりを解明でき、気候変動のグローバル性を議論できる。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

ネパール中央部のムスタン地域から得られた三疊系石灰岩から得られた安定炭素同位体比の分析結果から、ペルム紀末から三疊紀最初期にかけては急激なnegative excursionと、その後の三疊紀最前期において+1%のpositive excursionが検出された。中国やインドのペルム紀・三疊紀境界では強いnegative excursionが検出されていることから、前者がPT境界に相当し、

後者が三疊紀前期 (Induan) の末期に対応するものと考えられる。

このPT境界の下位と上位において得られた泥質岩30試料の無機化学組成について、高知コアセンター設置の蛍光X線分析装置によって検討を行った。主要元素組成の検討から、この境界において大きな風化条件の変化があったことが判明した。ペルム系ではアルカリ金属・アルカリ土類金属元素が3wt%以上含まれるのに対し、三疊系では著しく低く、アルカリ金属元素はほぼ含まれない。一方、 Al_2O_3 はペルム系では約17-24wt%とややアルミナに富むことから“ラテライト質”と呼ぶことが可能であるが、三疊系では22-30wt%と著しくアルミナに富み、ラテライトと呼べる。

これらの泥質岩の化学組成をもとに三疊紀初期の陸上環境の推定を行うと、その最初期では、高温な気候条件や大陸内部の強烈的な風化が強く進行していたと考えられる。これはペルム紀末期に比べて明瞭に強い陸上風化度を示し、三疊紀初期の特徴的風化環境を示唆していると考えられる。

一方、中国南部やオマーン地域にも同時代の地層が分布しており、それらとの比較はネパール地域が置かれた南半球中緯度における古風化条件について多くの示唆を与える。その当時、中国南部は既に北半球低緯度帯に移動しており、オマーン地域は南半球低緯度帯に位置していたと考えられている。両地域においても、三疊紀最初期の地層からは非常に高い風化条件を被ったとされる堆積物が報告されており、今回のネパールの結果と調和的といえる。そのため、三疊紀最前期の強風化期はテチス海南部から東部にかけて認められる広域的な気候変動と関連する可能性がある。しかし、強風化期の継続時間については、断層による層序の連続性に問題があったことから、今回の検討では十分な結論が得られなかった。また、アルミナの濃集度をもとにすると、中緯度帯にあったネパールの三疊系の古風化度は見かけ上高いと結論づけられる。ただし、出発物質そのものが高いアルミナ濃集度を本来持っていた可能性や続成作用によってアルカリ元素が流出した可能性を排除できないため、母岩構成の差違についての検討が必要である。

採択番号 16B066

研究課題名 中・低緯度域における三畳紀前期の安定炭素同位体比と気候変動：安定炭素同位体比の測定

氏名・所属（職名） 吉田 孝紀・信州大学 理学部（教授）

研究期間 H29/2/8-10, 2/21-24

共同研究分担者組織 学生3名

【研究目的・期待される成果】

研究の意義と目的：ペルム紀末の大量絶滅直後の三畳紀初期は、高温な気候条件や大陸内部の強烈な乾燥化、海洋環境の貧酸素化が強く進行していたとされる。しかし、申請者らはこの時期の中緯度帯における乾燥化・寒冷化イベントの存在を当時の南半球に存在したネパールヒマラヤにおいて見出した。

この研究では、この気候イベントがグローバルスケールであるか否かを検証するために、低緯度域で堆積した三畳系を対象に検討を行い、炭素循環変動と気候変動の関連性を明らかにすることを目的とする。このことは、三畳紀前期の高温期の終息過程のモデル化に重要なデータを提供する。

特色：安定炭素同位体比変動曲線をグローバルな鍵層として利用することで、高い時間解像度を得ることができる。同時に石灰岩の化学分析を実施し、陸上域の化学風化度を検討することで、低緯度域における気候変化を高解像度で復元できる。また、この三畳紀前期の寒冷化イベントは、海洋域での生物生産性の増加、海洋生物の多様化を伴っている可能性が高い。そのため、そのイベントの発生時期や終息時期の解明は、大量絶滅からの復活期における生物多様性の増加などの地球規模の生態系変化を議論する視座を提供する。

期待される成果：石灰岩から得られた安定炭素同位体比変動を年代学的検討が進んでいる南中国地域と比較することで、低緯度域における詳細な海洋環境の復元が可能となる。

また、北インドやヨーロッパの同時代の堆積物の同位体比変動と比較し、乾燥化・寒冷化イベントの地理的広がりを解明でき、気候変動のグローバル性を議論できる。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

ネパール中央部のムスタン地域から得られた三畳系石灰岩を対象として、炭素・酸素安定同位体比の検討を行った。酸素安定同位体比は-16‰~-17‰を示し、非常に均質であることから続成作用での再平衡を示していたと考えられる。一方、炭素安定同位体比は-5‰~+2‰を示し、非常に多様である。特にペルム紀末から三畳紀最初期にかけては急激なnegative excursionを示し、その後、三畳紀前期の後半において

+1‰のpositive excursionを示す。

また、オマーン北部の北部Sumeiniセクションから得られたペルム紀末から三畳紀前期の安定炭素同位体比は、+2‰から-4‰への大幅なnegative excursionを示す。酸素安定同位体比は-14‰~-15‰で再平衡している可能性を示す。また、前期三畳紀末の地層からは炭素安定同位体比の-1‰から+2‰へのpositive excursionが検出された。

これらの安定炭素同位体比変動は、中国やインドのペルム紀・三畳紀境界で認められるものと非常に類似し、これらの層準がそれぞれPT境界と前期三畳紀後期に相当するものと考えられる。

ネパールではPT境界を境として、砂岩・泥岩を交えるドロマイト層から化石破片を大量に含むドロマイト層に変化する。この変化は、これまで検討したネパール各地（マナン地域、ドルポ地域）の岩相変化とよく一致している。このことから、ペルム系から三畳系最下部に至る環境変化は、堆積環境の大幅な変化を伴っていたと推定される。一方、オマーン山地ではPT境界は下位の鉄質コンクリーションを含む泥灰岩からストロマトライトを含む細粒の遠洋性石灰岩への変化で特徴づけられ、同様に堆積環境が変化したと考えられる。

ネパールとオマーン双方でのPT境界の下位と上位において得られた泥質岩の無機化学組成の検討から、この境界において陸上での大きな風化条件の変化があったと推定される。ペルム系ではアルカリ金属・アルカリ土類金属元素が数%含まれるのに対し、三畳系では著しく低く、アルカリ金属元素はほぼ含まれない。三畳紀最初期では、高温な気候条件や大陸内部の強烈な乾燥化、海洋環境の貧酸素化が強く進行していたとされる。

このような安定炭素同位体比変動を鍵層として、当時の北半球と南半球の地層を対比することによって、三畳紀前期の強風化環境の出現が具体的に議論できた。これらの環境変動は時間をほぼ同じくする、広域的な気候条件の変化に起因する可能性が高い。このような変動がどの程度の広域的規模を有していたのかは判然としないが、ヨーロッパにおける同時代の地層についての同様な検討によって有益な情報が得られる可能性がある。

採択番号 16B067

研究課題名 IODP Exp. 354ベンガルファン堆積物における重鉱物分布と粒度特性

氏名・所属(職名) 吉田 孝紀・信州大学 理学部(教授)

研究期間 H29/2/8-10, 2/21-24

共同研究分担者組織 学生2名

【研究目的・期待される成果】

ヒマラヤ山脈・チベット高原の形成は、アジア一帯に強いモンスーン気候の発達をもたらし、ユーラシア周辺の気候を大きく変化させた。IODP Exp. 354ベンガルファンは、このようなヒマラヤの隆起・削剥史と気候変動の相関を探るために実施された。船上でのコアの帯磁率などの物性データから、単一のタービダイト層内部に多数の重鉱物が含まれることが推測された。しかしその分布は不規則であり、堆積時あるいは堆積後の流動・再移動の影響を被っている可能性がある。

本研究では、このプロジェクトで得られたコア試料(Exp. 354, U1449)中のシルトから細粒砂堆積物内部の粒度を粒度分析で、重鉱物量を重液を用いた分離手法で、重鉱物の分布をXRFによるコアイメージで測定し、単一のタービダイト層内部での重鉱物の分布・総量を明らかにすることを目的とする。

この研究によって、単一のタービダイト層内部での粒径分布、重鉱物量の分布が明らかとなり、タービダイト層の堆積機構や堆積後の再移動の有無を決定することができる。

深海扇状地堆積物に記録されるタービダイト層は多様であり、底層流によって堆積構造や粒度・組成の改変が生じる可能性がある。また、堆積後の液状化による異なる層との混合も起こりうる。このような改変を受けた堆積物は、その堆積環境の特性を保存していると考えられる。この研究でコア物性と粒度や堆積構造との関連が明らかとなれば、そのような特性を持つ堆積物をコア物性データから抽出できる。この手法を利用して、ベンガルファンの堆積環境の変遷について新たな情報を引き出すことが可能となると考えられる。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

IODP Exp. 354ベンガルファンで掘削されたサイトのうち、U1449は東経90度海嶺の西麓から伸びる海洋底に設けられたサイトである。このサイトでは現世から鮮新世最上部までの掘削を行った。そのうち、震探断面によってチャンネル・レベシシステムが明瞭に発達する層準(掘削震度150-160m)から得られた

試料40個の粒度分析と重鉱物組み合わせを検討した。

試料から得られた重鉱物組み合わせは多様であったが、不透明鉱物と雲母鉱物からなる組み合わせが卓越し、ジルコン、ルチル、ザクロ石、燐灰石、角閃石などの鉱物も認められた。粒度はおおよそ極細粒砂サイズから粗粒シルトサイズであったが、葉理の発達する泥質岩は粘土成分に富む粗粒シルト、葉理に乏しい、やや塊状の砂質泥質岩は極粗粒砂を含む粗粒シルトであった。

重鉱物組み合わせと粒度の相関は不鮮明であり、葉理が発達する部分で不透明鉱物が多いケースや逆に非常に乏しいケースがあった。一方、雲母鉱物量は平均粒径が粗粒シルトに相当する部分に著しく濃集し、特定の粒度で雲母が濃集していることが明らかとなった。また、この雲母鉱物の濃集部は葉理が発達し、級化が認められないことから、塊状の泥質岩とは大きな違いが見いだされた。

不透明鉱物量と堆積構造が明瞭な相関が認められないことや、不透明鉱物が著しい濃集部を成すことから、それらは堆積後の早い段階である早期続成過程によって形成された自生黄鉄鉱や磁硫鉄鉱の可能性が示された。一方、雲母鉱物が濃集した堆積物は級化構造を示す通常のタービダイト質泥質岩とは異なる堆積機構によって形成された可能性が高い。雲母鉱物の濃集は選択的な細粒子や軽鉱物の排除によって成されたと考えられ、特定の流速の流れの継続によってもたらされた可能性がある。このような堆積物は“コンターライト”として知られており、間欠的かつ持続的な流れの維持によって、そのような特徴的な堆積物が生じたと考えられる。

後者のケースでは、重力流堆積物の堆積後、何らかの流れによって堆積物の粒度構成が改変されている可能性がある。従って、単純な粒度分析ではその堆積物が本来堆積した条件を推し量ることは困難であるので、再堆積性の堆積物を除外したうえで、堆積物の本来の性質を探るような試みが必要であることを示している。また、重鉱物組み合わせの検討を用いることによって、効果的に再堆積性の堆積物を見出すことが出来ることがわかった。これは重要な成果と言える。

採択番号 16B068

研究課題名 現生爬虫類の眼球における各組織の相関関係の解明と化石爬虫類の視覚機能の復元

氏名・所属（職名） 山下 桃・東京大学大学院 理学系研究科 地球惑星科学専攻（博士課程3年）

研究期間 H28/10/24-27, 11/15-18, 12/5-8, H29/2/28-3/2

共同研究分担者組織 對比地 孝亘（東京大学）

【研究目的・期待される成果】

中生代の海洋生態系では現在のそれと異なり、海生爬虫類が消費者のトップとしてのニッチを占めていた。しかし中生代の海生爬虫類における潜水深度に関する生態的知見は乏しい。本研究では、現生爬虫類における眼の硬組織と軟組織のサイズおよび形態の関係性を定量的に明らかにし、それらを基に化石海生爬虫類の視覚機能の推定と潜水深度の復元を行うことを目的としている。

昨年度の共同利用研究では19属20種のトカゲ類の眼球の各組織の計測を行った結果、鞏膜輪（硬組織）と水晶体（軟組織）の大きさに強い相関関係があることがわかった。しかし、これまでに得られた計測結果はトカゲ類の一部に限られており、各組織の関係性を定量化するためには爬虫類全体を網羅する必要がある。

今後、同様の手法を用いて、他の古脊椎動物においても眼の軟組織の詳細な復元が可能になると期待される。また視覚機能の推定は潜水行動だけでなく、夜行性／昼行性のような陸上動物の生活様式にも応用することができ、古脊椎動物学全体において新たな視点からの生活様式の復元、さらに光学的な環境変化と動物の生活様式の多様化のつながりへの理解が期待される。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

中生代の海洋生態系では、魚竜類や首長竜類、モササウルス類などの海生爬虫類が消費者のトップとしてのニッチを占めており、海洋生態系を理解する上で重要な役割を担っている。しかし、中生代の海生爬虫類について、潜水深度のような生態学的な知見は乏しい。本研究では、現生爬虫類における眼の硬組織と軟組織のサイズおよび形態の関係性を定量的に明らかにすることで、化石海生爬虫類の視覚機能の推定と潜水能力の解明を目指している。

生物の眼の機能は生息環境に強く関係しており、各組織の大きさや形態は生活様式を反映する。脊椎動物の眼球の大部分は軟組織で形成されており、多くの場合化石記録には保存されない。しかし、魚類や鳥類を含む爬虫類（ヘビ類、ワニ類を除く）は、

眼の内部に鞏膜輪（きょうまくりん）と呼ばれる輪状の骨組織を持っており、この構造は化石としても保存されうる。実際に、保存状態のよい中生代の海生爬虫類化石には鞏膜輪が保存されている。したがって、鞏膜輪は中生代の海生爬虫類の眼の組織を観察できる唯一の手がかりであり、眼球構造の解明に非常に有用であると考えられている (Yamashita *et al.*, 2015)。

本研究では、モササウルス類と近縁関係にある現生トカゲ類の眼球における軟組織と硬組織の関係性を調べ、鞏膜輪を持つ古脊椎動物の眼球構造の復元指標を構築することを目指した。現生トカゲ類58属59種の頭部及び眼球に、液浸標本を1%ルゴール溶液 (I2KI) で染色した後にマイクロCTスキャナーを用いて撮影した。二次元断層画像データから三次元画像の構築を行い、硬組織（鞏膜輪の内径・外径）と軟組織（水晶体の径、入射瞳の径、視軸長）を計測し、相関関係の有無を調べた。その結果、鞏膜輪の内径と水晶体の径、鞏膜輪の内径と入射瞳の径、鞏膜輪の外径と視軸長に強い相関関係があることがわかった。さらに水晶体の径が鞏膜輪の内径に対し、また視軸長が鞏膜輪の外径に対し劣成長であり（軟組織が大きくなる割合は硬組織が大きくなる割合よりも小さい）、入射瞳の径と鞏膜輪の内径は等成長である（硬組織と軟組織の大きくなる割合は同じ）ことが明らかになった。

鳥類とトカゲ類は眼の構造が非常に類似しており、水晶体の直径と鞏膜輪の内径の強い相関関係は鳥類においても同様に示されている。上述のように、本研究によってトカゲ類では例えば水晶体の直径と鞏膜輪の内径の関係は劣成長であることが判明した。しかし鳥類では、水晶体の直径と鞏膜輪の内径が等成長の関係にある (Schmitz, 2009)。したがって、鳥類とトカゲ類では各組織の相対的な大きさが異なることがわかった。これらの結果を用いることで、鞏膜輪の大きさから様々な分類群の古脊椎動物において眼の軟組織の大きさをより正確に推定することが可能となり、古脊椎動物の眼球構造と視覚機能のより詳細な復元ができる。

採択番号 16A069

研究課題名 富士五湖掘削試料を用いた古環境復元

氏名・所属(職名) 横山 祐典・東京大学 大気海洋研究所(教授)

研究期間 H28/2/27

共同研究分担者組織 Stephen P. Obrochta(秋田大学), 山本 真也, 吉本 充宏(富士山科学研究所)
宮入 陽介, 山根 雅子, Laura Raynold, 佐野 亘(東京大学), 村山 雅史(海洋コア)
他 学生1名

【研究目的・期待される成果】

北西太平洋に位置する日本の気候変動は、東アジアの気候変動を復元する上で重要である。日本海の海洋堆積物を使った研究により、過去の偏西風の強弱などに関する研究が進められてきた(例えばNagashima *et. al.*, 2013 *G-Cubed*など)。

また水月湖の年縞堆積物を用いた高時間分解能復元も進行しつつある(Nagashima *et. al.*, 2016 *GRL*)。過去の風系の復元は、古気候モデルや古海洋復元を行うための制約条件としてユニークなものであるが、これまでの堆積物試料を用いた研究では、集水域に石英や長石を含む岩石を持つ場所での試料採取によって得られた堆積物を使った研究であるため、ある仮定をおくことで、珪長質鉱物が風成起源であるとしてきた。またBe-10は大気中で宇宙線との相互作用で生成されるため、申請者がこれまで行ってきた分析方法を用いることにより、より直接的に、風成塵の特定を行うことが期待されるが、主要元素組成および堆積物の構造についての情報を得ることが必要となってくる。

本研究では、申請者のグループで行った富士五湖掘削試料について、XRFコアスキャナー、CT撮影などを行うことで、主に完新世(過去およそ10,000年間)の古環境復元、特に偏西風の挙動の復元を行うことを目的とする。富士五湖は玄武岩質岩石を集水域に持つため、これまでより明確に風成塵の量比について議論することが可能となると期待される。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

高知コアセンターに設置のX線CTスキャナーやXRFコアスキャナーを用いて、本栖湖から採取されたピストンコア試料の分析を行った。XRFコアスキャナーはマシンタイムがなかなか得られず、年末に1週間弱の測定を行うことができたが、技術サポートを受けながらなんとか目的最低限の測定を行うことができ、ストロンチウムなど富士山からの噴出部に含まれているであろう元素の検出に成功した。またX線CTスキャナーにより、内部構造の観察も行った結果、詳

細なレベルでのコア同士の対比と統合柱状図の作成に成功した。並行して富士山科学研究所にてサンプリングを行い、東京大学で加速器質量分析装置を使って行った放射性炭素年代測定と、統計モデルを用いた年代モデル構築作業により、過去7,000年に及ぶ連続的な堆積物であることが確認された。その中に含まれていた複数のスコリア層は、陸上露頭で観察されているスコリア層と年代が一致するとともに、これまで報告されてこなかった短期間に複数回起こった噴火について初めて明らかにすることができた。

これまでの火山噴火復元に関する研究では、放射性炭素年代測定を使った噴火史の復元が行われてきたが、火山噴出物堆積後の二次的な侵食により、正しい年代と噴火の回数復元を行うことが難しかった。なぜならば、火山噴出物の起源に近い火口付近では、一旦噴火が起きた後、年代測定に使う堆積物の堆積を待ってその年代を持って噴出年代としてきた。しかし一般に、中緯度地域では植生が発達し土壌層の形成が起こるまで少なくとも数百年を要する。したがって一旦噴火が起こり、短時間の停滞時期を経て異なる噴火を起こした場合、年代測定を行うことのできる堆積物が堆積する前に次の噴火が起こるため、見かけ上大きな規模の噴火が一度に起こったとする間違った見解が生まれる可能性がある。一方湖の堆積物では、特に水深の深い本栖湖などの湖底では、2次的な削剥が起こりにくく、連続的な堆積環境にあるため、短い時間間隔を持った噴火履歴についても明らかにできる可能性が高い。実際上記に示した結果は、この仮説が正しいことを物語っており、多くの放射性炭素年代測定を水深の深い湖の堆積物に適用することの有効性が確かめられた。年代モデルの妥当性は2つの広域テフラによっても独立に確認することができ、今後、詳細な噴火史の復元のみならず古環境復元を行うことで、東アジアの気候変動復元の解明に役立っていくと考えられる。

採択番号 16B070

研究課題名 南海トラフ周辺活断層の古地震学的調査

氏名・所属(職名) 鈴木 康弘・名古屋大学 減災連携研究センター(教授)

研究期間 H28/9/23, H29/1/19-20, 1/23-24

共同研究分担者組織 杉戸 信彦(法政大学), 岩井 雅夫(海洋コア)

【研究目的・期待される成果】

南海トラフ周辺海域には多数の海底活断層が発達している。これらは南海トラフ地震との関連が指摘され、その位置形状や活動履歴に関する知見は、南海トラフにおける歴史地震の発生源や将来の巨大地震の断層モデルの検討、あるいは津波シミュレーションのパラメータ設定において重要な意義を有する。

申請者らはこれまで、約3秒グリッドの海底地形データを用いて、南海トラフ周辺海域の活断層分布を、変動地形学的手法を用いて検討してきた。本研究は、従来に比べて格段に詳細な約1秒グリッド海底地形データを新たに取得して、海底活断層の位置形状を詳しく明らかにしたうえで、その浅部地下構造や地下地質試料の特徴から、活動履歴を解明することを目的としている。

本研究の特徴は、変動地形学的手法に基づいて断層変位地形を仔細に認定し、かつ古地震学的手法によって、その詳しい形態とこれをつくる地下構造、および形成時期の解明を目指す点である。最近1〜数回の大地震の発生時期が推定されると期待され、南海トラフにおける地震発生予測に寄与するものと考えられる。

そのフィージビリティ調査として今回、安乗口海底谷付近の海域を対象として調査を実施する。安乗口海底谷付近には比高約10mの断層変位地形が発達している。これらの詳しい姿を、約1秒グリッド海底地形データを取得して描き出すと同時に、サブボトムプロファイラーを用いた浅部地下構造の推定、およびピストンコアラーを用いた地下地質試料の取得と分析を実施する。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

われわれは、南海トラフ周辺活断層の位置形状や活動履歴に関する知見を、変動地形学的手法および古地震学的手法を用いて取得することを目指しており、そのフィージビリティ調査として平成28年度、安乗口海底谷付近において、1) 約1秒グリッドの海底地形データの取得、2) サブボトムプロファイラーを用いた浅部地下構造の推定、および3) ピストンコアラーを用いた地下地質試料(コア)の取得、を実施した。

上記3)で得られたコアは4本であり(CORE 01〜04)、コア長はCORE 01から順に、約1m・約2m・約1.2m・約2.7mである。使用したサンプラーは4m長であったが、取得できたコアはこれより短い。これ

は、海底下すぐの深度に固結度の相対的に高い層準があり、サンプラーがスムーズに貫通しなかったためと考えられる。サブボトムプロファイラーに基づく浅部地下構造を見ても、海底下すぐの深度に、相対的に強い反射面が確認され、この考えと調和的である。

取得したコアについては、初めに、非破壊計測・分析を行った。すなわち、X線CT画像処理装置(LightSpeed Ultra 16)によるCT画像の取得、およびマルチセンサーコアロガー(MSCL-S)を用いた帯磁率とガンマ線の計測を行った。その後、半裁機(MC-904)を用いて半裁し、Working halfとArchive halfを決定した後、両者とも2cmごとにピンうちを行った。コア連続画像撮影装置による撮影も実施した。さらに、Working halfを用いて、層相等の記載、写真撮影、放射性炭素年代測定向けサンプリング(CORE 03から1cmごとに41試料・貝殻1試料)、およびスミアスライドの作成(CORE 01から3枚・CORE 03から18枚)を行った。コアを保管する際にはラップで包んでビニール袋に入れ、真空パッキングとした。コア全体の層相を俯瞰すると、CORE 03の深度0.81mに不整合面が認められ、その下位の地層はやや高い固結度の高い泥層によって構成されるのに対し、CORE 03の深度0.81m以浅、およびCORE 01・02・04は、固結度の低い泥層・砂層・砂礫層によって構成され、小規模な乱泥流によると推定される砂泥互層も多数認められる。CORE 03に関しては、不整合面の上位と下位の地層について、有孔虫や珪藻の群集に関する予察的な分析も実施した。

現在、引き続いて分析を継続中であるが、安乗口海底谷においては、1) 比較的最近に発生した大規模な乱泥流によって谷底面が侵食され、2) その後、小規模な乱泥流による堆積物や定常的に堆積する堆積物が谷底面上に堆積した、という可能性が提示される。このことは、海底谷中に発達する比高約10mの断層変位地形が、比較的最近に発生した大規模な乱泥流の発生より後に形成された可能性を示唆している。CORE 03の深度0.81mに認められた不整合面の上位の地層について、放射性炭素年代測定に向けた準備作業を行っているところである。

このように、コアの取得および分析は、断層変位地形をつくる地質および地質構造の解明に不可欠であり、また最近1〜数回の大地震の発生時期の推定に直結する重要な作業となっている。

採択番号 16B071

研究課題名 メタン由来炭酸塩に見られる酸素同位体比異常の原因から、底層水の水温変化による可能性を排除する

氏名・所属（職名） 蛭田 明宏・明治大学 ガスハイドレート研究所（特任講師）

研究期間 H28/10/17-19, 12/15-20, H29/2/6-11

共同研究分担者組織 大井 剛志（明治大学）、池原 実、村山 雅史（海洋コア）

【研究目的・期待される成果】

最終氷期前後に発達した日本海のメタン由来炭酸塩（MDAC）は、酸素同位体比が高く、その異常から求めた古水温は、底層水の値を0‰とした場合、-2度を下回る。この異常は、海水準の低下によるガスハイドレート（GH）の安定領域の減少と、それに伴う分解から生じた水（+2-3‰程度）の影響と解釈されている。解釈に説得力を持たせるには、底層水水温の低下の可能性を排除することが望ましい。そこで、水深500メートル付近の堆積物中の底生有孔虫から酸素同位体比を得て、最終氷期頃に底層水に水温低下が起こっていなかったことを証明し、GHの分解水の影響を説明する。

最終氷期頃の底生有孔虫の酸素同位体比がそれ以前の値と同じであれば、底層水の水温に変化が無かったという結論が得られる（最終氷期頃のGHの分解水の存在を示せる）。変化する場合は、浮遊性有孔虫の変化と比べることにより、表層付近の低塩分下の影響がどの深度まで到達したのか、影響が底に到達するまでに時間差があるのかが明らかになり、日本海の県境変化の研究に発展する。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

堆積物コア（PC1608）のCTスキャンから、扱っている堆積物コアの素性が明らかになった。葉理構造が5メートル付近（炭素14年代が求められない深度）で見られた。寒冷の珪藻化石の産出と一致することから、扱ったコア試料がMIS-6に到達することがわかった。また、2メートル付近の堆積物に火山性粒子が卓越しており、炭素14年代の結果と合わせ、試料採集付近で見られるKsP(2万年)に相当することが分かった。この最終氷期最末期（LGM）付近では葉理構造がみられないことから、MIS-6の頃の海水準低下の方が、影響が大きかったのではと思われる結果が得られた。

底生・浮遊性有孔虫の酸素同位体比から、LGMの頃に起こった表層水の低塩分下が、現在的水深460メートル（LGM時、340メートル付近）まで到達していたことが分かった。底生有孔虫は主に *U. akitaensis*

を、補助的に *I. japonica* 使用した。 *U. akitaensis* の深度プロファイルは、ほかの研究の浮遊性有孔虫の研究で知られているような、LGMでの最小値から少しずつ時代が新しくなるにつれ高くなり、ある時代からはほぼ一定の値を取るプロファイルだった。145cmの最小値（2.5‰）から、115cmの4.0‰までほぼ直線状に変化した。浮遊性有孔虫の炭素14年代から、LGM頃の堆積物が一部削剥させている可能性が高いことが分かっており、145cmより深くなると急に酸素同位体比が4.0‰に跳ね上がることから、今回得られた145cmの最小値よりも、LGMの頃は値が低かった可能性がある。ただし、現在的水深460メートルまで低塩分下の影響が届いていたことを示すことはできなかった。これは水温の低下の影響があったとしても、それを上回る水の酸素同位体比の負の変化があったことを示しており、正の異常を調べる炭酸塩には、よりガスハイドレートの分解の影響を必要とする結果であった。150cmより深いところでは、底生有孔虫の酸素同位体比は4.0‰付近で、大きな変化は見られなかった。炭素同位体比も同様のプロファイルを示した。補助的に用いた *I. japonica* の値は、酸素同位体比が *U. akitaensis* とほぼ同じ値を、炭素同位体比が常に1‰程高い値を持っており、同じ底生種でも、泥の中の生息深度の違いが出ていと解釈された。

浮遊性有孔虫は、 *G. bulloides* を主な分析対象とした。浮遊性有孔虫では理想的なプロファイルが得られなかった。LGM前後で3‰付近の値を持ち、LGMでは2‰より小さな値が見られるが、底生有孔虫で見られた様な直線性が見られない。考えられる可能性として、日本海全域での低塩分下の影響とは別に、局所的な周辺河川水の影響があげられる。ただし、この深度の試料を分析した直後（次のユーザー使用時）から機器が不調になっており、その影響が始めていた可能性も排除できない。今後、この部分だけ試料の再準備・再計測を考える必要がある。

採択番号 16B072

研究課題名 鮮新世中頃から末の温暖期に関連した日本海での暖流系浮遊性有孔虫化石の産出とその意義

氏名・所属(職名) 山崎 誠・秋田大学大学院 国際資源学研究科 資源地球科学専攻(准教授)

研究期間 H28/12/1-6

共同研究分担者組織 池原 実(海洋コア), 他 学生1名

【研究目的・期待される成果】

秋田県を含む日本海沿岸地域に分布する中期中新世以降の海成堆積岩は炭化水素鉱床を胚胎し、生産量は少ないながらも我が国固有のエネルギー資源として有効に活用されている。探鉱では、坑井に認められる地層の地質年代決定が、鉱床の空間分布を知る上で非常に重要となる。本申請で取り上げる化石種目「有孔虫」に関しては、「温暖系種の産出時代」が坑井の対比の基準とされてきたにも関わらず、温暖種の増加と過去の海洋環境変動の時空間規模との関係や温暖種の詳しい生態が未だ明らかとなっていないために、その時間面としての妥当性や現象の本質が理解されないまま利用されているに過ぎない。そこで、本申請では、同化石の温暖種産出の古海洋学的意義について明らかにすることを目的とする。本申請では特に浮遊性有孔虫の *Globorotalia* 属のほか、随伴する種群の検討をおこなう。*Globorotalia* 属の産出時期は、現在も日本海沿岸地域で地質年代を決定する際に最も重要な事件の一つとしてあげられる。このため、同種の産出の意義が明らかとなれば、これまで十分に解釈されてこなかった産出の有無やその頻度の地域差について、古生態学、そして古環境学上での意義を明らかにできると期待される。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

平成28年12月1日から6日にかけて高知大学海洋コア総合研究センターの安定同位体質量分析計を用いて、秋田県八峰町峰浜地域に分布する上部鮮新統～最下部更新統の天徳寺層と笹岡より採集された浮遊性有孔虫化石試料全35試料の分析を実施した。層位間隔は1～10mで、岩石試料より凍結乾燥法で抽出した浮遊性有孔虫化石試料はおおむね保存良好であった。本研究では、日本海地域の後期鮮新世～更新世の地質年代の決定に重要な *Globorotalia* 属の産出の古海洋学的意義を明らかにすることを目的とする。今回は、山崎ほか(2015)での予察結果に加えて、追加で現地での試料採集をおこなった。しかしながら同属は、いくつかの層準で産出が確認されるものの、その産出は極めて限られることが判明した。そこで、調査層準の古環境変動の解明を優先することとし、産

出種の中でも相対的に多産する *Globigerina bulloides*, *Neogloboquadrina pachyderma* および *Neogloboquadrina incompta* について同位体分析をおこなった。測定は同一層準で複数種について実施し、同位体比値の相違についても検討することとした。なお、分析に先だって、あらかじめ準備していた浮遊性有孔虫化石試料の一部について、分析に必要なガス量を得るには不十分であることが判明したため、同位体質量分析と並行して浮遊性有孔虫化石の拾い出しをおこなった。

分析の結果、十分なガス量の得られなかった、もしくは分析値が得られなかった2試料を除いて33試料から有効な値を得ることができた。測定期間中の分析精度は±0.01%以下であった。分析した層準は、石灰質ナンノ化石に基づいて鮮新世後期～更新世始めに対比される(佐藤ほか, 2003)。特に調査層準の最下部付近には、北極氷床の形成に関連した基準面 A (2.75Ma) が追跡されている。この層準より下位では、浮遊性有孔虫群集は、*G. glutinata* のほか *N. asanoi* や *N. incompta*, *N. pachyderma (dextral)* が優勢に産出するのに対し、上位では、*G. quinqueloba* と共に *N. pachyderma (sinistral)* が随伴するようになり、明らかな寒冷化傾向を示している。今回測定した *G. bulloides* の酸素同位体比は、基準面 A より下位で 0.026～1.095‰、上位で -0.58～0.256‰ となり、減少傾向を示す。*N. pachyderma (sinistral)* の酸素同位体比は、基準面 A より下位で 0.903～1.392‰、上位で 0.236～0.669‰ で *G. bulloides* 同様にわずかに減少する傾向が得られた。一般に、鮮新世末の北極氷床の増加は、酸素同位体比を重くする傾向にあるため (Sarnthein *et al.*, 2009 など)、本研究での調査結果は、逆の傾向を持つようにも思われる。試料採集とともにおこなった岩相調査に基づけば、基準面 A を境にして岩相は粗粒化する傾向にあり、海水準の低下を示唆する。したがって、海洋表層に生息する浮遊性有孔虫は、寒冷化の傾向よりも海水準低下に伴う沿岸水の影響を受けた可能性が指摘されるが、今後、底生有孔虫の同位体分析を加えるなど、調査層準に関する詳細な調査が必要とされる。

採択番号 16B075

研究課題名 琵琶湖堆積物による高分解能・高信頼性古地磁気記録の復元

氏名・所属(職名) 小田 啓邦・産業技術総合研究所(上級主任研究員)

研究期間 H28/11/16-19

共同研究分担者組織 山本 裕二(海洋コア)

【研究目的・期待される成果】

琵琶湖堆積物の高分解能の地球磁場変動・環境変動記録を得ることを目的とした研究を行う。琵琶湖における過去1万年の地磁気永年変化(Ali *et al.*, 1999)は、後に得られた過去4万年の記録(Hayashida *et al.*, 2007)と細部に食い違いが見られ、いずれについても相対古地磁気強度の記録が得られていない。これら堆積物のデータは必要に応じて年代軸をずらした上で、過去1万年の全球地球磁場変動モデルに組み込まれているが(Nilsson *et al.*, 2014など)、堆積物記録の高精度化が年代推定のためのマスターカーブ作成には必要である。本研究では、琵琶湖の堆積物について信頼できる古地磁気記録に基づく地磁気永年変化曲線を求める。そのため、古地磁気キューブ試料による個別測定、u-channel試料とLL-channel試料によるパススルー測定とデコンボリューション(Oda and Xuan, 2014; Xuan and Oda, 2015; Oda *et al.*, 2016)、LL-channel試料のSQUID顕微鏡(Kawai *et al.*, 2016)によるサブミリメートル測定の組み合わせにより相対古地磁気強度も含めた高信頼・高分解能地磁気永年変化データの取得を目指す。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

琵琶湖高島沖で採取した堆積物ピストンコア柱状試料について古地磁気測定を行い、地磁気永年変化曲線の復元を進めている。本報告では、その予察の結果について紹介する。ピストンコアは2012年に3本採取された内の1本(BWK12-2;長さ1633cm)である。堆積物は主として細粒の粘土からなり、少なくとも肉眼で確認できる火山灰層を10層程度含む。堆積物の13層準から得られた植物片について¹⁴C年代を得ており、堆積物は過去4万年程度以上に相当することがわかっている。堆積物はピストンコアで採取された後に、1m間隔で切断され、押し出した後に半割し、片方を古地磁気測定のために使用した。半割された堆積物は、窒素封入の上で密閉して4℃で冷蔵保管している。また、堆積物表面から連続的に古地磁気キューブ試料(7cc)を採取し、隣接する形でu-channel(断面積1.8cm×1.8cm,長さ100cm)の採取も行った。さらに、一部を除いてLL-channel(断面積1cm×1cm,

長さ100cmのLアングルを2本組み合わせたもの)による試料採取も行った。

得られた古地磁気キューブ試料について0-80mTまでの段階交流消磁と自然残留磁化の測定を産業技術総合研究所の超伝導岩石磁力計を用いて行った。測定結果の伏角をAli *et al.* (1999)による永年変化曲線と暫定的に比較したところ、良く一致することが確認された。例えば、伏角は2,600year BPに40°の極小値、3,400year BPに58°の極大値をとるが、それぞれAli *et al.* (1999)の極小値'h'(2,400year BP)および極大値'i'(2,900year BP)に対応づけることができる。全体的に本研究の伏角の特徴的極大値・極小値はAli *et al.* (1999)と比較して数千年年代値が古く出ているようである。

さらに、u-channel試料およびLL-channelについて高知コアセンターの超伝導岩石磁力計を用いて段階交流消磁による自然残留磁化のパススルー測定を行った。これらの結果の一部についてデコンボリューションを行い、古地磁気キューブによる測定結果との比較を行ったが、伏角の特徴的変化が一致することが確認された。引き続き測定・分析を進めている。

Ali *et al.* (1999) *Geophys. J. Inter.*, 136, 218-228.

Hayashida *et al.* (2007) *Earth Planets and Space*, 59, 807-814.

Kawai, J., H. Oda, *et al.* (2016) *IEEE Trans. Applied Supercond.*, 26, 1600905.

Nilsson *et al.* (2014) *Geophys. J. Int.*, 198, 229-248.

Oda, H., and C. Xuan (2014) *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 15, 3907-3924.

Oda, H., *et al.* (2016) *Earth Planets Space*, 68, 109.

Xuan, C., and Oda, H. (2015) *Earth, Planets and Space*, 67, 183, 1-17.

採択番号 16C001

研究課題名 コアサンプルデータを用いた静穏時における岸沖鉛直底質移動動態メカニズムの解明

氏名・所属(職名) 鈴木 崇之・横浜国立大学大学院 都市イノベーション研究院(准教授)

研究期間 H28/8/15-17

共同研究分担者組織 比嘉 紘士(横浜国立大学), 判野 雅之(港湾空港技術研究所), 他 学生2名

【研究目的・期待される成果】

海岸侵食に関する問題は各地で頻発し、多くのハード対策が行われてきた。しかし、漂砂が活発となる遡上帯から沖浜帯までの漂砂体系を一体的に解析し、地形形状や底質移動特性を考慮した砂移動メカニズムの解明に関する研究は数少ない。そこで本研究ではこの遡上帯から沖浜帯までを研究領域とし、現地観測結果に基づいた、プロセスベースの鉛直混合メカニズムの解明と検証、および前浜からバー沖側端までの底質移動の動態解明を行う。

これまで、高波浪時における侵食性波浪による岸沖鉛直混合について検討を行い、底質の混合、異粒径の配分について知見が得られた。しかし、堆積性波浪での移動形態については未解明であることから、平成28年度については、堆積時の底質移動形態の把握を目的とする。

採取したコアについては、始めにCT画像処理装置にて内部構造を計測する。その後、コア半裁機を用いて半割し、コア連続画像撮影装置で断面を撮影するとともに、XRFコアスキャナーにて主要元素濃度、マルチセンサーコアロガーにて各種物性値を計測する。さらに、5cm毎に分割したコアをレーザー粒度分析装置にて粒度を計測する。

これらの検討により、堆積性波浪時における底質移動動態が明らかになると共に、地形変化に伴いどの程度の鉛直混合が発生しているかについても解明できる。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

現地観測は2016年5月12日から6月2日まで、茨城県波崎海岸に位置する波崎海洋研究施設にて実施した。岸沖方向位置x 200m(汀線位置より沖に約180m)にバー地形が存在し、観測中に岸側に移動し比高が大きくなった。また、x 50m辺りについても堆積した。蛍光砂は中央粒径0.2mmの5色(桃、黄、青、緑、赤)を250kgずつ用意し、約50m毎に海底面に投入した。観測開始後2~10日目にかけて波高1m以上の波が来襲した。コア採取は静穏となった11日目(5月24日)、および20日目(6月2日)の計2回実施した。採取したコアはX線CTスキャン等を行ったのち、5.0cm毎に分割し、蛍光砂数、粒度分布の解析を実施した。

観測期間中、1.24m堆積したx 50mにて採取したコアについては、堆積した層に含まれている蛍光砂は、両コア共に主は桃と黄であった。両色蛍光砂の挙動から静穏時においては岸向きの漂砂が卓越し、インナーバー発達に寄与していることがわかった。同じく大きく堆積が進んだx 160m地点では、コア下部には黄、緑が主であるが上部は桃、赤が支配的となり、深度50cm辺りを境に堆積傾向が異なっていた。土量は、x 40m辺りのインナーバーは観測期間中継続的に増加し、x 160m辺りのバー周囲は1回目のコア取得までに大きく増加した。期間全体での土量収支は109.4m³の増加であった。この増加は岸沖漂砂のみならず、沿岸漂砂も寄与していると考えられる。5/24、6/2に取得した2回のコア中の蛍光砂数の岸沖分布はほぼ同等であった。波浪場を考慮すると、一時的に2.0mを越え、平均的には波高1m程度の波が来襲した1回目のコア採取までの期間に底質は大きく移動していたと考えられる。桃、黄の投入地点は碎波帯であり、主に碎波により移流拡散したと考えられる。両色共に主移動方向は岸向きであった。沖側への拡散は主に戻り流れのためと考えられるが、共にトラフ沖側が端部となっていた。バー沖側に投入した赤に関しては、投入地点のやや岸側で大量に取得され、また、バー堆積部においても取得されたがそれよりも岸側では取得されなかった。トラフ、およびバー頂部に投入した青、緑に関しては、緑がトラフの堆積部において取得されたが他の色と比較しその量は少ない。x 90mに設置したH-ADCPにより沿岸流速を計測した。流向は周期的に入れ替わっているものの、トラフからバー頂部となるx 150~200m辺りにおいて周囲よりも流速値が大きくなっていった。ゆえに、青、緑、また、沖側から輸送された赤の蛍光砂については、沿岸流によって移流したと考えられた。

堆積性波浪時、バーより沖側の砂は掃流漂砂として徐々に岸向きに移動していた。また、碎波帯内の底質移動は岸向きが主方向であるがトラフ沖側端まで拡散することがわかった。加えて、堆積性波浪時においてもトラフ、およびバー頂部付近では沿岸流速が大きく、この領域を挟んだ岸側と沖側とは砂の移動動態が異なることが示された。

採択番号 16C002

研究課題名 IODP Exp. 370 掘削試料の古地磁気による定方位付け—室戸沖3次元応力測定を目指して

氏名・所属(職名) 杉本 達洋・京都大学大学院 工学研究科 都市社会工学専攻(修士1年)

研究期間 H28/12/5-9

共同研究分担者組織 林 為人(京都大学), 山本 裕二(海洋コア)

【研究目的・期待される成果】

地震発生サイクルにおいて、応力は次の地震発生までの期間(間震期)に震源断層およびその周囲に蓄積され、地震時に急激に解放されると言われている。しかし、定量的な地震と応力の関係は未だ解明されていない。現在IODPによる第370次研究航海が行われている南海トラフでは、Mw8クラス以上の大地震がおおよそ100年周期で繰り返し発生しており、同様の規模の大地震が今世紀中に発生する可能性が極めて高いと懸念されている。本研究では、現在行われているIODP科学掘削で得られるコア試料を用いることにより、間震期にあると考えられる南海トラフ沈み込み帯における原位置応力測定を目的とする。また得られた応力状態をもとに地震と応力の定量的な関係の解明に寄与することを目指す。特に本科学掘削ではデコルマ上下におけるコア試料を採取できるため、デコルマの上下における応力状態の変化を測定することができる。本研究で得られるこれらの成果は、巨大地震の震源断層の「切迫度」評価に資する重要な知見となると期待される。

本研究ではコアを用いた応力測定法として非弾性ひずみ回復法(ASR法)を用いる。ASR法では独立な6方向について掘削コアの非弾性ひずみの回復量を測定することで主応力方向を得る。本研究提案の古地磁気による定方位付けにより、得られた主応力方向を原位置の方向に戻すことができる。また掘削コアを線形粘弾性体と仮定することで非弾性ひずみ回復量を応力値に変換する。ASR法では鉛直応力を主応力と仮定しておらず、3次元の原位置応力状態を測定できるという非常に優れた利点を持つ。ASR法は過去のIODP航海においても実績があり、信頼性の高い応力測定法である。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

本研究では、南海トラフにおけるプレート沈み込み部分での応力状態を決定するために、IODP第370次航海において掘削されたC0023A孔から採取されたコア試料に対して非弾性ひずみ回復法(Anelastic Strain Recovery法: ASR法)を適用した。ASR法は三次元応力状態を決定できる非常に有用な手法であるが、本手法によって原位置応力の方向を決定するために

は、コアの定方位化が必須である。しかし第370次航海での掘削は未定方位コアリングにより行われたため、測定に使用するコアを定方位化する必要がある。そこで本研究では、岩石に残留している古地磁気の解析を用いた方法により掘削コアの定方位化を行った。掘削試料の古地磁気測定は以下のような手順で実施した。1つの円柱状試料から約2cmの厚みを持つ円盤状の試料をカッターで切り出し、その円盤状試料を9つのサブサンプルに切り分ける。試料の乾燥を防ぐため、サブサンプルはパラフィルムで包む(経験的に、乾燥試料に対する測定の成功率が低下することが分かっている)。それぞれの岩石試料中の自然残留磁化(Natural Remanent Magnetization: NRM)の初生成分(岩石の形成時に獲得された磁化成分)を抽出するため、それらに対しパススルー型超電導磁力計を用いて80mTまで段階的に消磁を行った。消磁には交流消磁を用いた。得られた消磁結果に対して、主成分解析(Kirschvink, 1980)および大円法による解析(McFadden and McElhinny, 1988)を行うことでそれら試料の持つ古地磁気方位を決定した。NRMの初生成分は岩石形成時に獲得され、その当時の磁北方向を記録している。そのため、得られた古地磁気方位を磁北方向と一致させることで掘削試料を定方位化することが出来る。

15試料のうち方位決定出来たものは9試料であった。方位決定出来た試料に関しては、いずれも理論から推定される伏角の値と近い値を示していた。決定できなかった6サンプルに関しては、掘削の際に試料中の残留磁化が乱されたことにより、初生成分が抽出できなかったからであると考えられる。この残留磁化の乱れの原因の一つとして、掘削に用いたドリルビットの磁化の影響が挙げられる。本共同利用で得られた結果から、室戸沖南海トラフの応力状態が以下のような特徴を持つことが明らかとなった：
i) 浅部における最大水平主応力はプレート沈み込み方向とほぼ平行になっている、ii) 逆断層状態～横ずれ断層状態となっている。これらの結果は室戸沖で行われた既往の応力解析の結果(Huffman *et al.*, 2016)と整合的であり、信頼できる結果が得られたと言える。

採択番号 16C003

研究課題名 第四紀黒部川花崗岩西縁部に発達する変形構造

氏名・所属(職名) 原山 智・信州大学 学術研究院 理学系(教授)

研究期間 H28/12/19-21

共同研究分担者組織 学生1名

【研究目的・期待される成果】

黒部川花崗岩の年代測定値はU-Pb法により測定されており (Ito *et al.*, 2013), 岩体東縁部の鹿島槍ヶ岳南峰で220万年前を, 西縁部の黒部第四発電所付近で80万年前の年代値を示している。同一の花崗岩体内で100万年間を超える年代差を生ずる事例は乏しい。その理由として, 原山 (2015) は後立山連峰の傾動隆起運動(水平軸回転運動)により, 80万年前にはまだマグマ状態であった地下10kmの部分が急速上昇して冷却したために, 現在露出する範囲の東西で大きな年代差が生じたと説明している。

今回分析した試料は, 北アルプスの激しい隆起運動領域の西限にあたりと考えられる阿曾原付近黒部川中流河床で採取された花崗岩および断層岩である。これらの帯磁率異方性を調べることで, 変形構造を明らかにすることができ, 傾動隆起運動と関連するデータを得られると考えている。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

黒部川花崗岩の露出地域西縁部にあたる黒部川沿いでは, 中期中新世以降複数回のマグマ貫入イベントが断続的に発生してきた。こうした貫入イベントの結果, 貫入接触関係あるいは捕獲関係を示す複数の岩体(後述)が露出している。これら複数の貫入ユニット全てに対し, 黒部川花崗岩は接触貫入関係を示し, 冷却間隙を挟むマグマの貫入定置によって形成されたことが判明している。黒部川花崗岩分布域西縁部には様々な変形組織が花崗岩中に発達するため, そうした変形組織がどのような時期にどのような条件で形成されたのかを解明するための手段として, 帯磁率異方性の測定を行った。

黒部川中流の阿曾原温泉付近で採取した第四紀更新世黒部川花崗岩と, 周囲の母岩である中新世内蔵助花崗岩 (9.5-9.1Ma), 中新世志合谷花崗閃緑岩 (5.5- 5.4Ma), 鮮新世阿曾原峠花崗閃緑斑岩 (4.0 Ma) の計57試料について帯磁率異方性を測定した。その結果, 黒部川花崗岩と周囲の母岩との間には明らかな帯磁率異方性に関する差異が見出された。

黒部川花崗岩は帯磁率異方性の程度を示すパラメータ-Pjが1.10~1.16の範囲に収まるのに対し, 周囲

の母岩はPjが1.17~1.85に達した。また異方性の形状を示すパラメータTは黒部川花崗岩が0.53~0.76を, 母岩は-0.52~0.78を示し, 前者が扁平型(アンパン型)を示すのに対し, 後者は扁平型から偏重型(フランスパン型)まで変化に富むことが判明した。

野外での変形構造の観察や偏光顕微鏡による薄片試料の観察と, 測定した帯磁率異方性のデータを併せると, 母岩側には塑性変形から脆性変形までの様々な条件での変形が発達し, 黒部川花崗岩に近づくほど塑性変形の組織(マイロナイト)が卓越することが判明した。またマイロナイト中には塑性変形条件下で再結晶細粒化しやすいとされる石英がポーフィロクラストとして残存し, グラノプラスチックな(構造平衡型)再結晶組織を示すこと, 黒雲母がデカサイト組織を示しかつ弱い定方向性を示す集合体に再結晶していることが判明した。こうした組織は通常のマイロナイトには観察されないもので, 変形組織の生成が時間の経過とともに脆性的なものから塑性的な変化し, 合わせて接触変性作用による再結晶作用が働いたことを示していると推定される。

以上の測定や観察に基づくと, 黒部川中流域の花崗岩類は飛騨山脈の南北水平軸回転を伴う隆起の際に初期段階では脆性破壊を伴う断層運動が進行し, その後上昇定置してきた黒部川花崗岩による加熱により塑性変形条件での変形に変化し, さらに再結晶作用が加わったと推定される。

高知大学 海洋コア総合研究センター 平成28年度年報

**編集・発行 高知大学 海洋コア総合研究センター
平成28年度年報編集委員会**

発行月 平成29年10月

〒783-8502 高知県南国市物部乙200

Tel.088-864-6712

Fax.088-864-6713

B200 Monobe, Nankoku, Kochi, 783-8502 JAPAN

Tel.+ 81-88-864-6712

Fax.+ 81-88-864-6713

<http://www.kochi-u.ac.jp/marine-core/>

※過去に発行された年報を閲覧頂けます。



高知大学 海洋コア総合研究センター

Center for Advanced Marine Core Research
Kochi University

〒783-8502 高知県南国市物部乙200

Tel.088-864-6712

Fax.088-864-6713

B200 Monobe, Nankoku, Kochi,783-8502 JAPAN

Tel.+81-88-864-6712

Fax.+81-88-864-6713

<http://www.kochi-u.ac.jp/marine-core/>