

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



## まえがき Preface

---

高知大学海洋コア総合研究センター（以下センターと呼ぶ）の令和3年度の活動報告書をお届けします。

本センターは2000年4月に本学の学内共同施設として発足しました。2003年には全国共同利用施設に改組して発展を続け、2009年6月には、文部科学大臣から「地球掘削科学共同利用・共同研究拠点」（以下共共拠点と呼ぶ）に認定されました。この共共拠点に認定されているのは、学内ではコアセンターが唯一です。また、四国4県の国立大学では、全部で5拠点あるうちのひとつです。2016年に認定の更新を行ったので、今年度が最終年度です。センターの役割は掘削によって得られた海洋コアの総合的な解析を通して、地球環境変動の要因、海底鉱物資源の成因や海洋微生物の生態解明を目的とした研究と教育を行っています。また、センターは海洋コアの冷蔵・冷凍保管をはじめとした、コア試料の基礎解析から応用研究までを一貫して行うことが可能な国内唯一の研究機関です。今年10月には第3期中期目標期間における期末評価を経て、次期も共共拠点として文部科学大臣から認定をいただきました。

本センターは国立研究開発法人である海洋研究開発機構（以下機構と呼ぶ）と共同運用を行っています。機構との協力連携の下で、試料保管庫の整備、分析装置の拡充などに加えて運営体制の改善に勤めてまいりました。地球掘削科学だけでなく、地球生命科学の進展のために関連するコミュニティとの共同研究の推進、大型研究施設の利便性向上を目指してきました。

人事では、昨年度末の徳山センター長の退職に伴い、佐野が特任教授・センター長の職務に着きました。また、年度末の専任助教の転出に伴い、次年度に助教人事を開始する予定です。さらに、受託研究資金と高知大学からの予算を併用して特任教授1名の雇用を継続しました。科学研究費補助金で3名、受託研究資金で1名の合計4名の特任助教を雇いました。その結果、令和3年度末での教員は、教授5名、准教授1名、講師2名、助教3名の合計11名となりました。

運営では、共・共拠点の機能強化と国際化を推進しま

した。本年度の共共拠点の申請課題の採択件数は137件で、昨年度より1件増加しました。そして、新型コロナ禍の下でも共同利用・共同研究を精力的に実施しました。昨年度に発足したコアデータ・アーカイブを担当する「学術コアレポジトリ運用室」を継続して運営しました。また、高知コアセンター分析機器共用システムの効率的運用により、昨年度と同等の機器利用をいただきました。その内訳は企業10件、研究教育機関13件、学内利用12件の合計35件でした。平成30年度より開始した共共拠点研究プロジェクト「古海洋コアビッグデータによる未来地球の描像」は今年度で修了しました。学術コアレポジトリ運用室ではおよそ8000試料を保管し、総利用件数は274件になります。また、同室が運用するコアレポジトリデータベースでは、データの蓄積と利用件数が1万件に達しました。

研究活動では、共共拠点研究プロジェクトに加え、高知大学研究拠点プロジェクト「地球探究拠点」や「4次元黒潮圏資源学創成プロジェクト」が修了しました。その結果、総計97編（うち査読あり89編、国際誌84編）の学術論文ならびに21編の著書に結実しました。2011-2021年のTop 10%論文は、総計35編（センター専任教員が含まれるもの32編、共同利用者らのみによるもの3編）にのぼります。

国際交流はコロナ禍で国境を超えた人的交流は低調でしたが、多数のセンター教職員がオンライン形式の国際会議に参加・発表しました。

アウトリーチでは、本年度も講演会や見学を積極的に受け入れました。また、YouTube公式サイトでは4本の動画を新規に配信しました。さらに、Facebookを用いた情報発信は101件で、閲覧数は1万件超に達しました。

昨年度からコロナ禍による共同利用の自粛を余儀なくされ、利用者に多大なご不便をおかけしたことを、紙面を借りてお詫びいたします。今後とも、引き続き本センターの活動についてご理解いただき、ご意見、ご助言を賜ることができれば幸いです。

高知大学 海洋コア総合研究センター長  
佐野 有司



## 口絵:令和3年度主な出来事 Highlights in FY2021

### ○佐野有司新センター長就任



年度当初にセンター長・室長・課長・技術職員らが多数交代し新体制に  
写真は特任専門職員に辞令交付する佐野新センター長

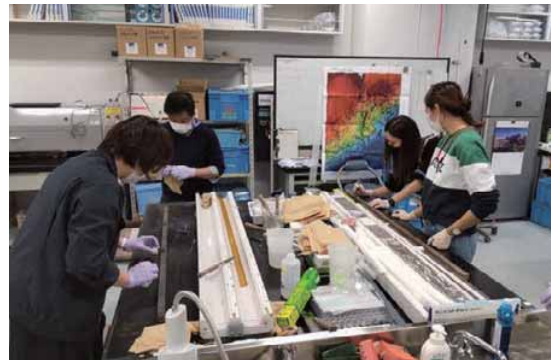
### ○主な研究航海

#### ○四国沖で SCORE 航海実施



四国沖で「ちきゅう」による掘削航海を実施(首席:池原教授). スーパー間氷期の黒潮変動やタービダイト発生機構(洪水イベント, 南海トラフ地震等)の解明のための連続地層の採取に成功

#### ○SCORE 航海サンプリングパーティ



SCORE四国沖掘削コアのサンプリングパーティを12月に開催(～24日. 教育乗船枠の参加者を中心に, 学生らの熱気には目を見張るものがあった.

## ○主な集会開催等

### ○KCC セミナー対面再開



コロナ禍で控えていた対面開催を再開，碩職人や酒造会社社長らを講師に招いた講演会や実習を行うなど，共同研究の縁を生かした新たな試みを開始した（上記は2021年7月16日の様子）。

### ○第1回 KCC オープンセミナー



コロナ渦中に普及したオンライン・ハイブリッド会議の経験を生かし，KCC セミナーの一部を，オープンセミナーとしてハイブリッドで開催，外部にも公開する取組を開始した（2021年6月26日）。

### ○博士論文公聴会



フランスからの留学生マチュー君（応用自然科学専攻）が博士論文公聴会に臨み，研究成果を発表，無事博士（理学）の学位を取得した（2021年9月）。10月からはセンターの機関研究員として残り，南極航海などに参加した（～3月）

### ○成果発表会 J URC-DES Annual meeting・総合討論会



地球掘削科学共同利用共同研究成果発表会(2/28-3/1, 2022；オンライン開催)では3名が学生賞を受賞。また最終日には総合討論会を初開催，コミュニティからの声をセンター運営や設備・支援体制強化に反映させる取組の強化を行った。

## ○主な実験室・機器整備

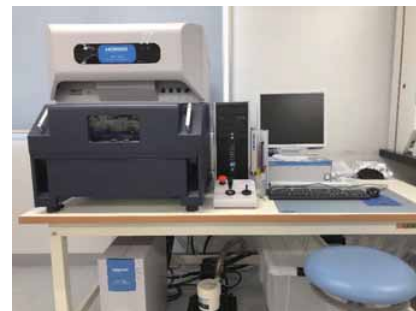
### ○SQUID 顕微鏡移設



### ○微生物培養実験室新設



### ○X線顕微鏡移設



第3期末にあたり、昨年までに繰り越してきた資金や大学の支援を受け、実験室・居室（学生・教員・ポスドク・外来研究員室など）の再整備や、機器の移設を行い、センターの共同利用・共同研究体制強化に努めた。

○主なアウトリーチ活動

○「すべらない砂甲子園」開催



JAMSTEC50周年記念行事に協力、「すべらない砂甲子園」KCCで開催。YouTube 動画配信も行った（上記は撮影風景）。全国より50団体が参加、優勝は「若狭かき殻石灰砂」の福井県立大学、準優勝は「室戸岬先端の斑瀧岩の砂」の高知県立室戸高等学校。

○Live Video Event with the JOIDES Resolution!!



南アフリカ沖でIODP第391次国際プロジェクト航海中のJOIDES Resolution号と高知県立小津高校、当センターをオンライン接続して、ライブイベントを実現！

○新ノベルティグッズ完成



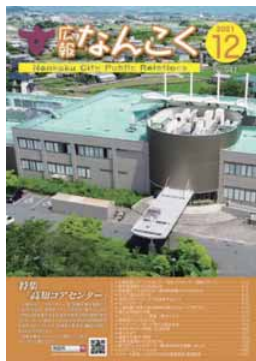
JAMSTEC 高知コア研と進めてきた高知コアセンター新ノベルティグッズが完成（クリアファイル【Kochi "Cats" Center】、野帳、缶バッジ）（2022年3月15日）。新年度より対面イベントで配付開始。

○「4次元統合黒潮圏資源学」出版



第3期の6年間実施してきた「4次元統合黒潮圏資源学の創生」プロジェクトの総大成としての書籍を地元中島出版の協力を得て発刊（2022年3月31日）。

○南国市広報誌コアセンター特集号



地元南国市の表紙を飾るコアセンター。電子版はこちらからアクセス可能；  
<https://www.city.nankoku.lg.jp/dl/dt1.php?k=3&i=224>

○産総研地質標本館「南極展」



産業総合研究所（つくば市）地質標本館で開催された特別展「南極の過去と現在、そして未来—研究最前線からのレポート—」（2021年8月3日～12月26日）に展示協力。

# C O N T E N T S

## まえがき Preface

## 口絵：令和3年度主な出来事 Highlights in FY2021

<b>1. 概要 Overview</b>	<b>1</b>
1-1. 沿革 History	1
1-2. 使命・役割 Mission and Roles	1
1-3. 第3期中期計画・中期目標 Mid-term objectives & plan FY2016-FY2021	2
1-4. 管理・運営 Management	2
組織図 Organization	2
委員会 Committees	2
1-5. 構成員 Members	5
1-6. 令和3年度活動概況 Progress in FY2021	7
1-7. 研究トピックス Research Topics	9
1-8. 来訪者 Visitors	11
<b>2. 地球掘削科学共同利用・共同研究拠点の活動 JURC-DES</b>	<b>12</b>
2-1. 共同利用・共同研究課題採択・実施状況 Nation-wide Joint Usage Program	12
・課題研究の分野一覧	12
・令和3年度前期/後期/随時共同利用・共同研究拠点採択課題一覧	13
・共同利用の参加状況	15
・共同利用・共同研究に関するシンポジウム等の実施状況	15
・主なシンポジウム, 研究会等の開催状況	15
・研究者以外を対象としたシンポジウム等の実施状況	16
・主なシンポジウム, 公開講演会, 施設の一般公開等の開催状況	16
・主な機器利用状況	17
・資料の利用・提供・整備状況	18
・データの作成・公開状況	18
2-2. IODP/ICDP特別支援事業 Special Support Program for IODP/ICDP research at the CMCR	19
2-3. 地球掘削科学共同利用・共同研究拠点研究プロジェクト JURC-DES Research Project	19
<b>3. 学内共同利用 Kochi University Sharing Facility Services</b>	<b>23</b>
3-1. 学内共同利用状況 Users	23
3-2. 学内共同利用による博士論文・修士論文・卒業論文 Graduate & Undergraduate Thesis	23
3-3. 学内共同利用による研究成果 Publications	24
<b>4. 高知コアセンター分析装置群共用システム KCC Open Facility System</b>	<b>25</b>
<b>5. 各種報告記事 News &amp; Report</b>	<b>27</b>
5-1. ワークショップ・研究集会等	27
<b>6. 教育・若手人材育成 Education and Programs for Early Career Scientist</b>	<b>31</b>
6-1. 教育活動	31



# C O N T E N T S

6-1-1. 大学院生等の受入状況	31
6-1-2. 当該研究所等・施設を利用して学位を取得した大学院生数	31
6-1-3. 留学生の受入状況	31
6-1-4. 令和3年度卒論・修論・博士論文	32
6-1-5. 授業担当等	34
6-1-6. コアセミナー	35
6-2. KCCセミナー KCC Seminar	36
6-3. コアスクール J-DESC Core School	36
6-4. 女性後継者テニュアトラック Woman Successor Tenure Track (WSTT), Kochi University	36
<b>7. 国際・地域連携 International and Regional Collaborations</b>	<b>37</b>
7-1. 国際・国内学術連携(連携協定の状況) International and National Academic Collaboration	37
7-1-1. 学術交流協定 Agreement on Academic Exchange	37
7-1-2. 国際交流 International exchanges and collaborations	37
7-2. 地域連携 Collaboration with Local Communities	39
<b>8. 研究活動報告 Faculty and Staff Annual Activity Report</b>	<b>40</b>
8-1. 研究者紹介 Research Topics	40
8-2. 学術論文等 Publications	42
8-3. TOP10%論文 2012-2021 Top Cited Papers in Scopus 2012-2021	48
8-4. 乗船研究航海許 Research Cruises	50
8-5. 特許 Patent	50
8-6. 学会・社会活動 Professional and Public Service	51
<b>9. 受賞 Awards</b>	<b>53</b>
<b>10. 報道 Press release and Media report</b>	<b>54</b>
<b>11. 予算 Budget</b>	<b>56</b>

(別添)

令和3年度共同利用・共同研究成果報告書

# 1. 概要 Overview

高知大学海洋コア総合研究センターは、海洋コアの冷蔵・冷凍保管をはじめとし、海底堆積物のコア試料を用いた基礎解析から応用研究までを一貫して行う国内唯一の研究施設である。

地球掘削科学に関する唯一の共同利用・共同研究拠点として、国立研究開発法人 海洋研究開発機構(JAMSTEC)の協力のもと、日米が主導し欧州連合等が連携して実施している「国際深海科学掘削計画 IODP」を強力に推進し、地球環境システム変動、固体地球の物質循環とダイナミクス等に関する先端研究を遂行することを主たる目的とする。

また、IODP 以外の海洋堆積物コアや岩石コアを用いた地球科学系の研究及び教育を行うとともに、拠点機能の高度化を図るため、国内外の関連研究機関等との連携体制をさらに強化し、国際的にもトップレベルの研究を推進する。

地球掘削科学の発展を望む研究者コミュニティの要望に応えるべく、本センターの卓越した施設設備を活用した共同利用・共同研究を行い、我が国主導の地球掘削科学やその関連分野の拠点化・推進を図る。

The Center for Advanced Marine Core Research (CMCR) is established and equipped for cutting-edge research in various fields of Earth Sciences such as global climate change, geodynamics, evolutionary biology, deep-sea mineral resources, by using drilled core materials obtained from land and ocean. Cooperating with Japan Agency for Marine Earth Sciences and Technology (JAMSTEC), our center operates one of three core repositories of the International Ocean Discovery Program (IODP). From 2009, our center has been designating as “Joint Usage/Research Center for Drilling Earth Sciences (JURC-DES)” by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT). We provide facility and equipment for scientific community to promote various geosciences and interdisciplinary studies, and also educational programs for the next generation.

## 1-1. 沿革 History

- 平成12 (2000) 年4月 学内共同教育研究施設「海洋コア研究センター」設立 (朝倉キャンパス)
- 平成15 (2003) 年4月 全国共同利用施設「海洋コア総合研究センター」に改組, 物部キャンパスに移転
- 平成16 (2004) 年4月 海洋研究開発機構との共同運営開始
- 平成17 (2005) 年10月 海洋研究開発機構高知コア研究所発足, オフィスシェア開始
- 平成18 (2006) 年5月 「高知コアセンター (Kochi Core Center: 略称KCC)」愛称採用
- 平成19 (2007) 年9月 統合国際深海掘削計画 (当時: IODP) における世界3大コア保管施設活動本格化
- 平成21 (2009) 年6月 文部科学省「地球掘削科学共同利用・共同研究拠点」に認定
- 平成26 (2014) 年3月 高知大学とJAMSTECとの包括連携協定締結
- 平成26 (2014) 年4月 高知大学 (理学分野) ミッションの再定義
- 平成26 (2014) 年6月 B棟 (新保管庫) 竣工 (竣工記念式典10月17日開催)
- 平成28 (2016) 年4月 共同利用・共同研究拠点として再認定
- 平成28 (2016) 年4月 文部科学省「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)」採択
- 平成30 (2018) 年10月 第3期中期計画中間評価 (評価区分「A」)
- 令和元 (2019) 年11月 学術コアレポジトリ運用室設置
- 令和2 (2020) 年3月 ホームページ刷新
- 令和3 (2021) 年12月 第3期中期計画期末評価 (評価区分「A-」)
- 令和3 (2021) 年12月 文部科学大臣より「地球掘削科学国際研究拠点」に認定 (令和4年度より開始)

## 1-2. 使命・役割 Mission and Roles

(設置目的)

- 海洋コアの総合的な解析を通して、地球環境変動要因の解明や海底資源の基礎研究等を行うこと (高知大学理学分野「ミッションの再定義」, 2014年4月文部科学省高等教育局専門教育課

[https://www.mext.go.jp/a\\_menu/koutou/houjin/1346506.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/houjin/1346506.htm)より)

(役割)

- 地球掘削科学に関する共同利用・共同研究拠点
- 国際深海科学掘削計画 (IODP) におけるコア保管・分析の拠点
- 地球システム科学に関する学内教育研究拠点

### 1-3. 第3期中期計画・中期目標 Mid-term objectives & plan FY2016-FY2021

\*高知大学第3期中期計画・中期目標（平成28年度～令和3年度）のうち、海洋コア総合研究センターが主体となって取り組む項目を抜粋。

#### 【中期目標 Mid-term objectives】

地球掘削科学共同利用・共同研究拠点として、国内外の研究機関等と連携して国際水準の研究を推進し、地球掘削科学における拠点機能を充実させる。【8】

地球掘削科学共同利用・共同研究拠点としての運営・支援体制を整備・充実する。【10】

#### 【中期計画 Mid-term plan】

地球掘削科学共同利用・共同研究拠点として、国際深海科学掘削計画（IODP）に関わる研究を中心とする地球掘削科学研究を推進するとともに、IODP 掘削提案の実現、各種海底エネルギー鉱物資源の成因モデルの構築、地球科学と生命科学や海洋天然物化学等との融合による新たな地球生命科学に関する研究を推進する。さらに、「ちきゅう」パートナーシップ制度を利用した海外研究者への分析機器の利用支援、コア試料の分析技術に関わるセミナーへの協力、アジア地域を中心とした大学・研究機関との連携協定締結の促進により、国際的な連携を強化するとともに、他大学、研究機関及び企業等の多様

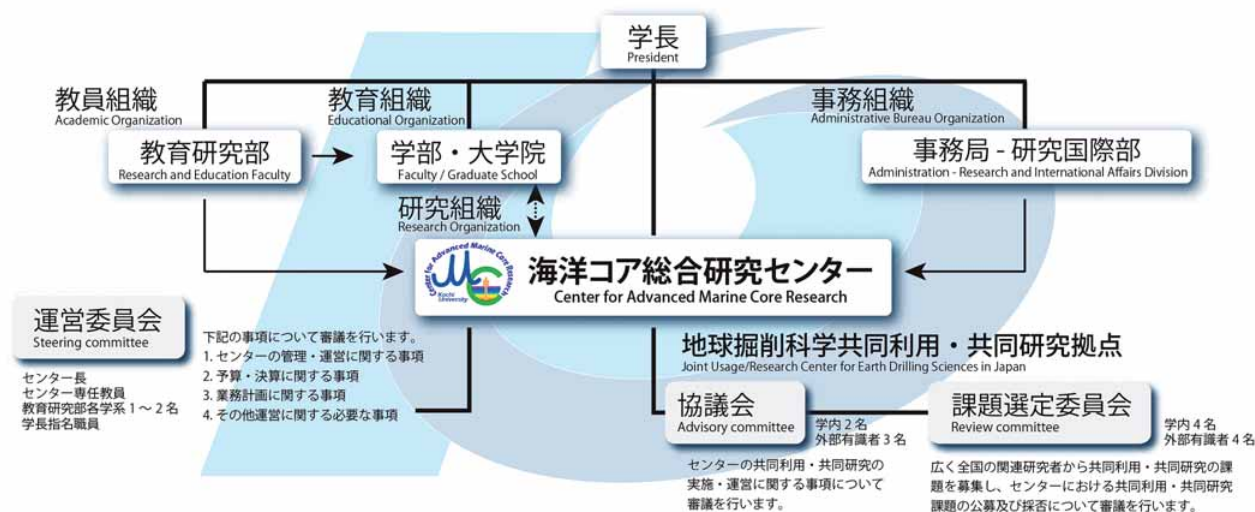
な機関との連携体制の構築を推進する。【20】

運営・支援体制を全国の学会及び利用者等の意見を反映して見直しを行うとともに、計測・分析機器の高精度・高解像度化を図るなど、研究設備の整備や更新を行い、地球掘削科学における共同利用・共同研究拠点としての研究環境をより一層充実させ、拠点機能の高度化を推進する。また、海洋研究開発機構等と共同でセミナーやコアカスクールを開催し、多様な教育研究の機会を提供することにより、国内外の若手研究者や大学院生に対して最新の研究手法、計測技術を習得させ、国際的に活躍できる若手研究者の育成及び裾野の拡大に繋げる。【23】

### 1-4. 管理・運営 Management

#### 組織図 Organization

note : These organization and committee's names are subject to change



#### 委員会 Committees

##### （拠点運営）JURC-DES

##### ○協議会 Advisory Committee

概要：「高知大学海洋コア総合研究センター規則」に基づき運営され、1.センターの共同利用・共同研究の実施に関する重要事項について、センター長から諮問された事項、2.その他、共同利用・共同研究の運営に関する事項について

て審議を行う。高知大学海洋コア総合研究センター長及びセンターの専任教員の教授又は准教授1名、その他センター長が認めた者5名以内で、うち高知大学職員以外の委員の数が1/2以上の構成。

氏名 Name	所属 Affiliation	職名 Title
磯部 雅彦 ISOBE, Masahiko	高知工科大学 Kochi University of Technology	学長【議長】 President, Chairman
井龍 康文 IRYU, Yasufumi	東北大学大学院 理学研究科 Graduate School of Science, Tohoku University	教授 Professor
石川 尚人 ISHIKAWA, Naoto	富山大学 都市デザイン学部 School of Sustainable Design, Toyama University	教授 Professor
益田 晴恵 MASUDA, Harue	大阪市立大学大学院 理学研究科 AIST	教授 Professor
佐野 有司 SANO, Yoji	高知大学 海洋コア総合研究センター CMCR, Kochi University	センター長 特任教授 Director, Professor
岩井 雅夫 IWAI, Masao	高知大学 海洋コア総合研究センター CMCR, Kochi University	副センター長 教授 Vice Director, Professor

開催日：2022年2月18日(金)＊ハイブリッド開催（コアセンター会議室およびオンライン会議 teams 併用）

#### ○課題選定委員会 Review Committee

概要：「高知大学海洋コア総合研究センター規則」に基づき運営され、広く全国の関連研究者から共同利用・共同研究の課題を募集し、センターにおける共同利用・共同研究課題の公募及び採否の決定について審議を行う。センターの専任教員の教授又は准教授3名、その他センター長が認めた者5名で、うち高知大学職員以外の委員の数が1/2以上の構成。

氏名 Name	所属 Affiliation	職名 Title
池原 研 IKEHARA, Ken	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 Geological Survey of Japan, AIST	特命上席研究員【委員長】 Chief Researcher, Chairman
廣野 哲朗 HIRONO, Tetsuro	大阪大学大学院 理学研究科 宇宙地球科学専攻 Graduate School of Science, Osaka University	准教授 Associate Professor
畠山 唯達 HATAKEYAMA, Tadahiro	岡山理科大学 情報処理センター Information Processing Center, Okayama University of Science	教授 Professor
牛久保 孝行 USHIKUBO, Takayuki	海洋研究開発機構 高知コア研究所 Kochi Institute for Core Sample Research, JAMSTEC	副主任研究員 Researcher
西尾 嘉朗 NISHIO, Yoshiro	高知大学 教育研究部総合科学系 複合領域科学部門 Interdisciplinary Science Unit, Kochi University	准教授 Associate Professor
岩井 雅夫 IWAI, Masao	高知大学 海洋コア総合研究センター CMCR, Kochi University	教授 Professor
池原 実 IKEHARA, Minoru	高知大学 海洋コア総合研究センター CMCR, Kochi University	教授 Professor
山本 裕二 YAMAMOTO, Yuhji	高知大学 海洋コア総合研究センター CMCR, Kochi University	教授 Professor

開催日：第1回 2021年9月16日(木) 第2回 2022年3月14日(月)

#### （学内運営）CMCR, Kochi University

#### ○運営委員会 Steering Committee

概要：「高知大学海洋コア総合研究センター規則」に基づき運営され、1.センターの管理・運営に関する事項、2. 予算・決算に関する事項、3.業務計画に関する事項、4. その他運営に関する必要な事項について審議を行う。センターの専任教員8名、各学系から選出された委員5名、その他学長が指名する教職員の計14名で組織される。

開催日：

- 2021年4月1日(金)～4月5日(火)メール会議
- 2021年6月2日(水)～6月7日(金)メール会議
- 2021年7月29日(木)

場 所：海洋コア総合研究センターセミナー室  
(ハイブリッド形式)

出席者：(専任教員)佐野有司センター長、岩井雅夫副センター長、池原 実教授、山本裕二教授、氏家由利香准教授、浦本豪一郎講師、臼井 朗特任教授、朝日博史特任講師、奥村知世特任助教、新井和乃特任助教、松井浩紀特任助教、(学系等選出委員)伊谷 行教授、橋本善孝教授、関 伸吾教授、霜浦森平教授、坂本修士准教授、(学長指名委員)須藤晴夫財務課長、(陪席者)松崎琢也技術専門職員、川端正憲研究推進課長、松浦良典海洋コア室長、弘瀬公美子海洋コア室海洋コア係員

(海洋研究開発機構との組織間連携)

○連携推進協議会 KU-JAMSTEC Cooperation Council

概要：

<委員：各法人から3名以内の委員を選出> (計6名)  
 高知大学：研究担当理事，研究担当副学長，海洋コア総合研究センター長  
 JAMSTEC：経営管理担当理事，イノベーション・事業推進部長，高知コア研究所長

<審議事項>

・包括連携協定書に掲げる連携・協力事項に関する方針及び必要な事項（連携大学院や高知コアセンターの運営など）

開催日：開催なし

○高知コアセンター共同運営協議会 KCC Cooperation Committee

概要：

<委員：各法人から4名の委員を選出> (計8名)  
 高知大学：海洋コア総合研究センター長，海洋コア総合研究センターの職員から3名  
 JAMSTEC：高知コア研究所長，高知コア研究所の職員から3名

開催日：第15回 2021年9月28日(火)

第16回 2022年3月8日(火)

その他：

タスクフォースのワーキンググループ(研究推進WG，研究支援WG，アウトリーチWG，研究成果物WG，安全管理WG)をおき，必要に応じた協議を適宜行う。

<審議事項>

・高知コアセンターの管理運営を円滑に進めるための事項

2021年度 高知コアセンターワーキンググループのメンバー

委員会名	高知大学	JAMSTEC
研究推進WG	岩井 雅夫，浦本 豪一郎	谷川 亘，星野 辰彦
研究支援WG	池原 実，山本 裕二，氏家 由利香，松崎 琢也，(廣瀬 暢彦)	久保 雄介，諸野 裕樹，伊藤 元雄，濱田 洋平，(阿波根 直一，高橋 新，有本 岳史)
アウトリーチWG	廣瀬 暢彦，奥村 知世，KARS Myriam	久光 敏夫，久保 雄介，星野 辰彦，高橋 新，(畠中 亜紀)
研究成果物WG	佐野 有司，廣瀬 暢彦	石川 剛志，阿波根 直一
安全管理WG	廣瀬 暢彦，松崎 琢也	阿波根 直一，有本 岳史

○高知コアセンター評議員会 KCC Advisory Committee

概要：

<委員：各法人から4名の委員を選出> (計8名)  
 高知大学：海洋コア総合研究センター長  
 海洋コア総合研究センター職員 1名  
 海洋コア総合研究センターの推薦する外部有識者 2名  
 JAMSTEC：高知コア研究所長  
 高知コア研究所職員 1名  
 高知コア研究所の推薦する外部有識者 2名

<審議事項>

・高知コアセンターの運営等に関する事項について助言や提言を行う。

開催日：開催なし

## 1-5. 構成員 Members

### 1-5-1. 教員数

[単位：人]

	令和3年度 (R4.3.31現在)																
	常勤										非常勤					総数	
	現員数	(女性数)	(外国人数)	(若手数 (40歳未満))	(若手数 (35歳以下))	任期制導入状況					併任教員数	現員数	(女性数)	(外国人数)	(若手数 (40歳未満))		(若手数 (35歳以下))
						(任期付教員数)	(女性数)	(外国人数)	(若手数 (40歳未満))	(若手数 (35歳以下))							
(女性数)																	
教授	5					2					10						15
准教授	1	(1)									2						3
講師	2					(1)					2						4
助教	3	(3)	(1)	(2)		(2)	(2)		(1)		1	1	(1)				5
助手																	0
技術職員	2	(1)				(1)	(1)			(1)		13	(10)				15
事務職員	2	(1)			(1)							2	(2)				4
その他																	0
合計	15	(6)	(1)	(2)	(1)	(6)	(3)	(0)	(1)	(1)	15	16	(13)	(0)	(0)	(0)	46

※ ( ) は現員数の内数

### 1-5-2. 人材の流動性

#### ①人材の流動状況

	令和3年度						
	転入等			転出等			
	総数	(新規採用者・ 転入者数)	(内部昇任者数)	総数	(退職者数)	(転出者数)	(内部昇任者数)
教授	1	1		0			
准教授	0			0			
講師	0			0			
助教	0			1	1	1	
助手	0			0			
合計	1	1	0	1	1	0	

#### ②転入・転出等一覧

(転入・新規採用)

- 2021年4月1日 佐野有司博士，特任教授・センター長として着任
- 2021年4月1日 小坂由紀子博士，特任助教に採用
- 2021年4月1日 松浦かな氏，特任専門職員に採用
- 2021年9月1日 沖野和弘氏，技術補佐員（科学研究費）採用
- 2021年10月1日 阿部健太博士，機関研究員に採用
- 2021年10月1日 CIVEL, Matthieu博士，機関研究員に採用
- 2021年11月15日 穴井千里博士，特任助教・客員助教に採用
- 2021年12月1日 新井和乃氏，特任専門職員に採用

(転出・退職者)

- 2021年7月15日 アン・ヒョンソン特任助教，転出

(KIGAM)

- 2021年8月31日 加藤悠爾JSPS特別研究員，転出（筑波大学）
- 2021年9月30日 松浦かな特任専門職員，契約終了
- 2021年10月10日 小坂由紀子特任助教，転出（産業技術総合研究所）
- 2022年3月31日 KARS, Myriam博士(助教)，転出(IODP)
- 2022年3月31日 朝日博史特任講師，転出
- 2022年3月31日 桜井哲也准教授，兼務解除
- 2022年3月31日 増田昌敬客員教授，任期終了
- 2022年3月31日 阿部健太機関研究員，転出
- 2022年3月31日 CIVEL, Matthieu機関研究員，転出
- 2022年3月31日 弘瀬公美子主任，転出（学内異動）
- 2022年3月31日 松本謙氏，技術補佐員契約終了
- 2022年3月31日 永石美紀氏，事務補佐員契約終了

#### 外部資金を利用した教員の採用

- 1) 受託研究資金と高知大学からの予算を併用して，平成30年度に特任教授を採用。
- 2) 共同利用・共同研究拠点機能強化経費（研究プロジェクト分）を使用し，平成30年8月に特任講師を採用。
- 3) 共同利用・共同研究拠点機能強化経費（認定分）と高知コアセンター分析装置群共用システムにおける自己収入の予算を併用して，平成31年4月に特任助教を採用（～2021年3月31日）。
- 4) 科学研究費で特任助教2名を採用。
- 5) 受託研究資金（UCSC）により特任助教1名採用（2020年10月～）

### 1-5-3. 教職員在職状況一覧

#### ■教員 Professors

##### <専任教員> Full-time Professor (including specially appointed professors)

佐野 有司	特任教授, センター長 R3.4.1~	朝日 博史	特任講師(拠点プロジェクト)~ R4.3.31
岩井 雅夫	教授, 副センター長	奥村 知世	特任助教 (※WSTT教員)
池原 実	教授	萩野 恭子	特任助教
山本 裕二	教授	アン ヒョンソン	特任助教 ~R3.7.15
氏家 由利香	准教授	小坂 由紀子	特任助教 R3.4.1~R3.10.10
浦本 豪一郎	講師	穴井 千里	特任助教 R3.11.15~
KARS, Myriam	助教 ~ R4.3.31		※WSTT: 女性後継者テニユアトラック制事業
臼井 朗	特任教授		

##### <兼務教員> Affiliate Professor \*特別兼務教員

芦内 誠	農林海洋科学部 教授 R1.10.1~
足立 真佐雄	農林海洋科学部 教授 H31.4.1~
*上田 忠治	農林海洋科学部 教授 H31.4.1~
*岡村 慶	農林海洋科学部 教授 R2.4.1~
*津田 正史	農林海洋科学部 教授 R2.4.1~
*長崎 慶三	農林海洋科学部 教授 R2.4.1~
*西岡 孝	理工学部 教授 H31.4.1~
*橋本 善孝	理工学部 教授 H31.4.1~
*村山 雅史	農林海洋科学部 教授 R2.4.1~
市榮 智明	農林海洋科学部 准教授 H31.4.1~
*西尾 嘉朗	農林海洋科学部 准教授 R1.8.1~
*野口 拓郎	農林海洋科学部 准教授 R1.8.1~
小河 脩平	農林海洋科学部 講師 R2.8.1~
*藤内 智士	理工学部 講師 R2.10.1~
*ULANOVA, Dana	農林海洋科学部 助教 R2.4.1~

##### <客員教授> Guest Professor

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
CONSTABLE, Catherine	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 教授
公文 富士夫	信州大学 名誉教授
飯笹 幸吉	前東京大学 生産技術研究所 特任教授
深見 公雄	放送大学 高知学習センターセンター長 (前 高知大学農林海洋科学部 教授)
石田 直人	高知大学
高野 義人	高知大学
穴井 千里	高知大学

#### ■JSPS特別研究員

加藤 悠爾	JSPS特別研究員-PD ~R3.8.31	曾田 勝仁	JSPS特別研究員-PD R2.4.1~
-------	-----------------------	-------	----------------------

#### ■研究機関研究員

阿部 健太	機関研究員 R3.10.1~R4.3.31	CIVEL, Matthieu	機関研究員 R3.10.1~R4.3.31
-------	-----------------------	-----------------	-----------------------

#### ■短期研究員 (R3.4.1~R4.3.31)

中山 健	短期研究員	若木 仁美	短期研究員
------	-------	-------	-------

#### ■技術員 Technical Staff

松崎 琢也	技術専門職員	藤村 由紀	技術補佐員(科学研究費)
松浦 かなな	特任専門職員 R3.4.1~9.30	小谷 桃代	技術補佐員(科学研究費)
新井 和乃	特任専門職員 R3.12.1~	松本 謙	技術補佐員(科学研究費)~R4.3.31
		沖野 和弘	技術補佐員(科学研究費)R3.9.1~
柳本 志津	技術補佐員	一色 晴美	技術補佐員(科学研究費)
西森 知佐	技術補佐員	廣瀬 礼子	技術補佐員(学内プロジェクト)
澁谷 直子	技術補佐員		
岡林 徹	技術補佐員		
岩佐 侑奈	技術補佐員		

#### ■事務員 Administrative Staff

##### 【研究国際部 研究推進課 海洋コア室】

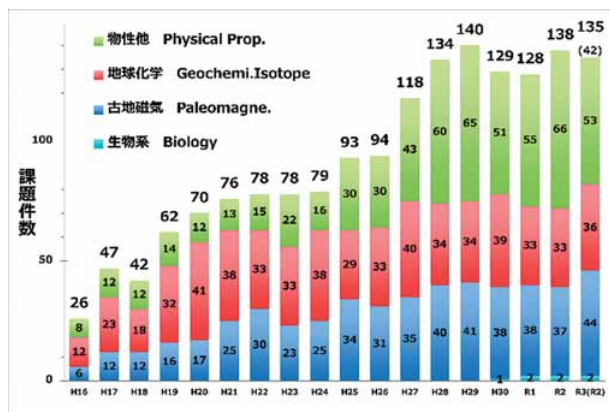
廣瀬 暢彦	室長	千頭 理恵	事務補佐員
弘瀬 公美子	主任 ~R4.3.31	永石 美紀	事務補佐員 ~R4.3.31

## 1-6. 令和3年度活動概況 Progress in FY2021

### 1-6-1. 研究・産学地域国際連携 Research & Collaborations

#### ① 共同利用・共同研究の推進

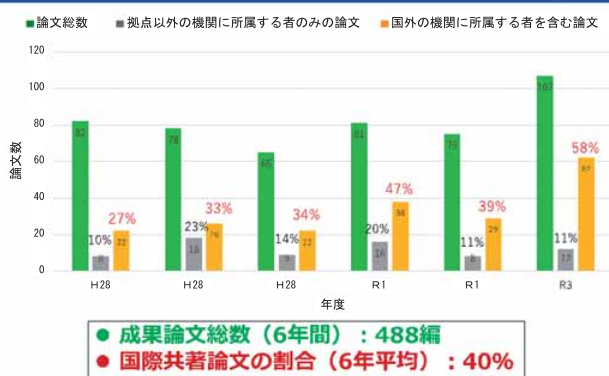
全国の関連研究者から応募のあった課題137件(前年度は年間138件)を採択し、新型コロナ禍でも共同利用・共同研究を開始することができた。また、採択課題のうち1件のIODP/ICDP特別支援枠が採択され、IODP/ICDP研究支援を実施した。なお、コロナ禍により令和2年度に実施できなくなった課題については、令和3年度に繰り越して実施可能とした。



課題件数変遷グラフ

共同利用・共同研究による成果論文の実績は6年間で総計488編(年平均81編)であり、うち93%は査読付き国際誌に掲載されている。論文総数のうち、拠点以外の研究機関に所属する者のみによる論文が10%~23%(平均15%)の割合を占めており、設備の共同利用が活発に行われていることを物語っている。また、著者に国外の研究機関に所属する者が含まれるいわゆる国際共著論文の割合は27-58%(年平均40%)を占めており、その割合も年々増加する傾向にある。

#### 共同利用・共同研究拠点の成果論文の数・内訳 (H28-R3)



3月1日に「令和3年度共同利用・共同研究成果発表会」を完全オンラインで開催した。36件の口頭講演が行われ、約90名の参加登録者に研究成果が発信された。また、学生による18件の口頭発表を対象に審査を行い、1件を学生最優秀発表賞、2件を学生優秀発表賞として顕彰した。

令和4年度以降の共共拠点の構想について、課題選定

委員会からの意見を踏まえ、従来の共同利用・共同研究の募集や審査の枠組みを見直し、新たな枠組みにより次年度の公募を行った。

新型コロナ禍による共同利用・共同研究に係る機器の利用等については、大学での「新型コロナウイルス感染拡大に伴う教育研究活動の実施方針」等を踏まえ、状況に応じて柔軟に対応した。(制限レベル1, 2においては、学外者の機器利用の自粛を要請し、やむを得ず来訪する場合は、PCR検査陰性確認を条件として、センター長の許可の下で受入可とした。制限レベル3においては、学内外全ての機器利用の自粛を要請し、技術スタッフのサポート対応が可能な範囲で、リモート分析での対応を行った。)

#### ② 海底鉱物資源に関する研究の推進

部局間(海洋コア総合研究センター、農林海洋科学部、理工学部、黒潮圏科学専攻、医科学専攻、総合科学系、自然科学系、医学系など)横断プロジェクト「4次元統合黒潮圏資源学の創成」の事務局をコアセンター内に設置し、海底鉱物・エネルギー資源、海洋生物資源、黒潮圏進化史に関する基礎・応用研究の総括に取り組んだ(個別の取組についてはプロジェクトのニュースレターvol.6参照)。

特筆すべきは、1) 第14回黒潮圏科学国際シンポジウム(黒潮圏科学研究科主催、本プロジェクト共催)の初日(2021年11月13日)に佐野センター長が基調講演を行うとともに、本プロジェクトをテーマにした特別セッションでセンター専任教員3名ならびに兼務教員指導研究生1名の発表が行われた。2) 「4次元資源黒潮資源学」(佐野有司・徳山英一監修、225頁、中島出版、令和4年3月31日発行、定価2000円+税10%)を出版した。プロジェクト関係者全員が執筆に加わり、プロジェクト総括班が中心となり編集を行った。執筆者から関係者やオーテピア高知図書館に献本したほか、金高堂本店、高知大学生協朝倉書店、中島出版を販路として一般への販路を確保した。3) 第4期基幹プロジェクトに本プロジェクトより3件申請、うちコアセンターが中心となり申請した文理融合プロジェクト1件「海洋地球との共生ー持続可能海洋資源の利活用」(代表:佐野有司)が採択された。

#### ③ 国際研究交流の推進

(1) 新型コロナ禍により海外との往来ができない状況下ではあったが、下記国際共同研究を展開した;

- 1) 「ちきゅう」を用いた表層科学掘削プログラム航海、Chikyu SCORE Exp. 913, が国際共同研究として実施され、四国沖において総計300mの掘削コア試料採取に成功、
- 2) 令和3年度日本学術振興会外国人研究者招聘事業による外国人研究者1名招聘、
- 3) IODP Exp.379 (2019年1-3月南大洋アムンゼン海で実施、教員1名が乗船)の航海後研究継続、
- 4) カルフォルニア大学サンタクルーズ校と「窒



素固定細菌と円石藻の共生進化機構の解明」の研究継続（令和2年11月～）、5) 古地球磁場変動に関するアイスランドとの国際共同研究（科研費およびJSPS二国間交流事業：採取済試料の共同分析）、6) 海洋マイクロプラスチックの共同研究等を背景に、イタリア・ウルビノ大学との学術協定を策定、ほか

(2) 英語対応可能な非常勤職員1名を継続的に雇用し、外国人研究者の受け入れ対応、渡航・滞在支援、外国人留学生の学務や多様な事務手続き等の支援、国際コアカスクールの事前準備等を担当する体制をとっている（平成28年度～令和3年度）

(3) ホームページの日英版整備継続に加え、センター関係規則の一部を英文化した（令和4年3月）。

#### ④ 海洋研究開発機構との連携強化

「四国沖での「ちきゅう」掘削速報：スーパー間氷期の黒潮変動やタービダイト発生機構（洪水イベント、南海トラフ地震等）の解明のための連続地層の採取に成功」

### 1-6-2. 支援・運営体制強化および人材育成 Science Services

#### ① 共同利用・共同研究採択課題受入・機器利用支援

新型コロナ禍により令和2年度に実施できなかった共同利用課題については、特段の手続き無しで令和3年度に繰り越したため、それらの繰り越し課題についても滞りなく利用できるよう便宜を図った。

新型コロナウイルス感染予防対策として、利用ガイドラインの作成や飛沫感染対策やアルコール消毒液の設置等を行った。

令和3年8月24日及び令和4年1月25日に「新型コロナウイルス感染拡大に伴う教育研究活動の実施方針」がレベル3に引き上げられたことにより、教育研究活動が再開されるまでの間、学内外からの全ての機器利用の自粛を要請することとして、当センターホームページにて対応方針をタイムリーに情報発信した。

来訪による機器利用が困難な中、技術スタッフのサポート対応が可能な範囲で、リモート分析での対応を行った（25件）。

令和4年2月18日開催の協議会からの意見「学外利用者の利用制限を弾力的に設定してほしい」を受けて、従来、PCR検査陰性確認時に必須としていた医師の証明を見直し、不要とした。

#### ② 分析装置群共用システム

新型コロナ禍の影響により令和3年度の利用件数は減少傾向であるが、収入は昨年度の約1.8倍に増加した（利用件数 8件減、収入 77%増）。令和3年度の機器利用実績は計35件で、内訳は企業10件、研究教育機関13件、学内利用12件であった。機器利用料（自己収入）は新型コロナ禍にありながらも、令和2～3年度に拡充した委託分析

を高知大学、海洋研究開発機構、日本地球掘削コンソーシアムから共同プレスリリース。

研究推進WGの発議により「学術報告書等編集出版準備委員会規則」の制定、研究支援WGによりサンプリング室の環境改善や施設設備の改善策の調整・検討、アウトリーチWGにより公式YouTubeチャンネル開設と高知コアセンター紹介ムービーなどの公開、安全管理WGにより防災訓練や新型コロナウイルス対策が実施された。

令和2年に開催した「高知コアセンター将来構想ワークショップ」に続き、令和3年度にはJ-DESCが主催する「Post-IODP時代へ向けた科学海洋掘削の展望」と題するワークショップ（オンライン）を高知大学と海洋研究開発機構が共催して実施した（令和4年3月3-4日）。2日間で述べ275名の参加があり、2024年以降の科学海洋掘削の国際動向や掘削プロポーザルの準備状況など活発な情報交換が行われた。

制度により1件当たりの利用単価が増え、前年度に比べて大きく増加した（835万円→1482万円）。得られた収入は、人件費と機器維持管理費への有効活用がなされた。

#### ③ 学術コアレポジトリー

令和2年度にウェブサイトで公開したコア位置情報について、高知大学学術情報リポジトリに登録し、令和4年3月にDOI付与（電子出版）を行った。将来的な電子出版による情報公開への対応を可能とした。

保管施設利用促進のため、全国共同利用で用いる試料の一時保管場所を新設した。

#### ④ 設備・機器の整備等

令和2年度補正予算で採択された「高解像度環境解析質量分析システム」を導入した。

東京工業大学保有の「走査型SQUID磁気顕微鏡」の譲渡について、全学的な合意のもと、学長裁量経費からの支援も受け、受入を実現した。

予算タスクフォースを立ち上げ、計画的環境整備体制を構築した。

予備費の活用により、長年の課題であった「教員居室不足の解消工事」、「微生物培養実験室整備」を計画・実施し、研究環境を改善した。

令和元年度から検討してきたコンテナに代わる倉庫について、大学とJAMSTECの等分使用・等分負担で整備することを合意し、10年リースによるプレハブ賃貸借倉庫整備を決定した。令和4年3月着工（令和4年4月末完成予定）。

### 1-6-3. その他 Other topics

#### ○ 期末評価用結果ならびにその対策

地球掘削科学共同利用・共同研究拠点(第2期:平成28年度~令和3年度)の最終期末評価用調書・次期拠点認定申請書を取り纏め、令和3年2月に文部科学省学術機関課に提出を行った結果、地球掘削科学国際研究拠点(第3期:令和4年度~令和9年度)が認められたが、期末評価結果はA-となり予算が3割カットされることになった。

期末評価を受け、協議会委員や、課題選定委員会委員長、外部評価委員、期末評価提出時の前センター長等に聞き取り調査を行い、改善策について検討を行った。問題点の一つとして指摘された院生数の確保に向けては、学部改組(H28-29)により、理工学部地球環境防災学科・生物科学科(朝倉キャンパス)、及び農林海洋科学部海洋資源学科(センターと同じ物部キャンパス)の複数経路

から海洋コア総合研究センターの研究室へ進学できる形となり、入りの多様化とキャンパス内連携が図られてきた。期末評価資料作成時にはその成果がまだ現れてなかったが、近年当センターで研究活動を行う学生数(院生含)はそれまでの平均11名から、令和2年度19名、令和3年度24名と増加傾向にある。国際共同研究については既存プロジェクトを地道に行う中で、各教員1件以上の国際研究機関とのMOU締結を目標に第4期取り組む方向性について議論した(令和3年12月教員会議)。

#### ○ JOIDES Resolution号とのライブ中継

「米国掘削船JOIDES Resolution号に乗船中の日本人研究者の協力のもと、県内高校2校(小津, 高知南)とオンラインを活用したライブ中継を初実施した。

## 1-7. 研究トピックス Research Topics

### 温度変化に伴う磁性鉱物群集の続成作用

**概要:** 南海トラフIODP Site C0023で「ちきゅう」により掘削された試料で、磁性鉱物群集(組成・量・粒径)を調べ4帯に区分、堆積物や有機物の供給に加え、埋没温度、構造運動による流体循環が鉱物群集形成の主要因となっていることを明らかにした。

**意義:** 続成作用に伴う初生鉱物群集の溶解や新たな磁性鉱物形成に関する理解が深まった。

【国際共同研究】Kars, M. (CMCR), 小玉(元海洋コア)ほか

**Reference:** Kars, M., et al., Influence of Early Low-Temperature and Later High-Temperature Diagenesis on Magnetic Mineral Assemblages in Marine Sediments Geochemistry, Geophysics, Geosystems, 22 (10), e2021GC010133, October 2021, <https://doi.org/10.1029/2021GC010133>

### ロードハウライズの白亜紀-古第三紀境界

**概要:** DSDP Leg 21で採取された南太平洋Site 208のレガシーコアの微化石や同位体(炭素, オスミウム)などを再解析、白亜紀-古第三紀(K-Pg)境界付近の層序を明らかにした。

**意義:** 境界そのものは欠如していたものの、隕石衝突イベント付近の層序を保存していることが分かり、衝突事変の全球的広がり解明に役立つことがわかった。

【国際共同・レガシーコア研究】黒田(東大), 萩野・村山(CMCR) 斎藤・大河内(JAMSTEC)ほか

**Reference:** Kuroda, J., Hagino, K., et al., Stratigraphy around the Cretaceous-Paleogene boundary in sediment cores from the Lord Howe Rise, Southwest Pacific. GSA Bulletin, 2022, 134(5-6): 1603-1613. <https://doi.org/10.1130/B36112.1>

### ダイナミックな鮮新世西南極氷床変動の証拠

**概要:** 国際深海科学掘削計画(IODP)の第379次航海では、現代の温暖化に対して最も顕著に氷床量減少が観測されている西南極氷床アムンゼン海の沖合堆積物を掘削、約420万年前~320万年前の間、西南極氷床がダイナミックに拡大縮小を繰り返していた証拠をはじめて発見・提示した。

**意義:** 西南極氷床の盛衰を示唆する実証的データが示され、安定性や地域性に関する詳細について理解が進むと期待される。

【国際共同研究】堀川(富山大)・山根(名古屋大)・岩井(CMCR)ほか、独・英・仏・米・NZ・中・韓・印・北欧  
**Reference:** Gohl, K., et al., (including Horikawa, K., Iwai, M., Yamane, M.). Evidence for a Highly Dynamic West Antarctic Ice Sheet During the Pliocene. Geophysical Research Letters, 44(14): e2021GL093103, July 2021, <https://doi.org/10.1029/2021GL093103>

### 上部白亜系新属・新種珪藻

**概要:** 南西太平洋の上部白亜系堆積物から、新属・新種珪藻*Praecorethron crawfordii*を発見し記載した。

**意義:** *Corethron*属は、円筒形で殻縁から長い刺が放射状に伸び、先端に鉤状のやや短い刺をもつ唯一の珪藻属である。*Praecorethron*はドーム状の構造に違いがみられ、*Corethron*属の祖先属として注目される。

【国際共同研究】阿部(CMCR機関研究員)ほか  
**Reference:** Abe, K., Lam, D.W., Ashworth, M.P., Harwood, D.M., Jordan, R.W. Observations on *Praecorethron crawfordii* gen. et sp. nov. (Corethrales, Bacillariophyceae) from Upper Cretaceous marine sediments, southwest Pacific. Nova Hedwigia, Beihefte 151, 273-314, October 2021. DOI: 10.1127/nova-suppl/2021/273

## 北西太平洋域の海水起源マンガンクラストの地球科学的特徴

**概要**：コバルトなどに富むマンガンクラストの濃集域におけるその地球科学的多様性を地球科学的に総括した。

**意義**：世界各国が注目するコバルトリッチクラストの持続的開発に向けた学術的基礎研究は未だ十分とは言えない。ここではその分布、産状、生成環境やメカニズムに関わる総括を行い、共有すべき知見と課題などを指摘した。

【共同研究】白井(CMCR)・鈴木(海洋研究開発機構)

**Reference** : ISBN: 978-3-030-87982-2, Geological Characterization of Ferromanganese Crust Deposits in the NW Pacific Seamounts for Prudent Deep-Sea Mining. p.81-113. In: (R. Sharma) Perspectives on Deep-Sea Mining -Sustainability, Technology, Environmental Policy and Management-, Springer.

## スコシア海・南極氷床動態：音響断面再評価

**概要**：国際深海科学掘削計画（IODP）の第382次航海で、連続試料が得られ年代モデルや音響反射像が見直された結果、音響反射境界の年代、従来約12.6 Ma,約6.4 Ma,約3.8 Ma, 約2.6 Maと考えられていたものが、それぞれ約8.4 Ma,約4.5/3.7 Ma,約1.7 Ma, 0.4 Maとずっと若いことがわかった。

**意義**：周南極海流通り道で明らかになった音響断面イベントは、鮮新世、中期更新世、MIS 11などのよく知られた世界的気候変動に良く対応付くことが明らかになった。

【国際共同研究】加藤悠爾(JSPS-PD, CMCR)ほか

**Reference** : Pérez, L.F., et al (including Kato, Y.), Miocene to present oceanographic variability in the Scotia Sea and Antarctic ice sheets dynamics: Insight from revised seismic-stratigraphy following IODP Expedition 382, EPSL, 553, January 2021, 116657. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2020.116657>

## マンガンクラスト中の白金の超高感度分析

**概要**：SIMSを用いた海水起源マンガンクラスト中の白金の定量分析に成功した。

**意義**：白金(Pt)は1ppm(1g/ton)レベルで含有されているが、その化学的・鉱物学的存在形態不明である。その生成環境、生成プロセスを解明する基礎となる。

【共同研究】森下(静岡大)・白井・佐野(CMCR)

**Reference** : ISBN: 978-3-030-87982-2, Secondary Ion Mass Spectrometry Microanalysis of Platinum in Hydrogenetic Ferromanganese Crusts, p.115-133. In: (R. Sharma) Perspectives on Deep-Sea Mining -Sustainability, Technology, Environmental Policy and Management-, Springer.

## 1-8. 来訪者 Visitors

### 視察・見学一覧 Laboratory tour

日付 Date (MM/DD) FY2021	来訪者・団体名 Visitor	人数 Number of visitors
<b>2021(令和3)年</b>		
4月24-25日	放送大学高知学習センター面接授業受講生と職員	12名
7月31日	「ひらめきときめきサイエンス」参加者と保護者	15名
8月17日	越前屋俵太氏，他高知大関係者	3名
10月12日	高知県本山町（まちづくり推進課，教育委員会，政策企画課）	3名
10月22日	高知県立佐川高等学校2年生と引率教員	19名
11月18日	高知県珊瑚協同組合	7名
11月19日	高知県立小津高等学校1年生と引率教員	36名
11月22日	農林海洋科学部農林資源環境科学科生産環境管理領域2年生	20人
12月24日	四国行政評価支局	4名

## 2. 地球掘削科学共同利用・共同研究拠点の活動

Joint Usage/Research Center for Drilling Earth Science (JURC-DES)

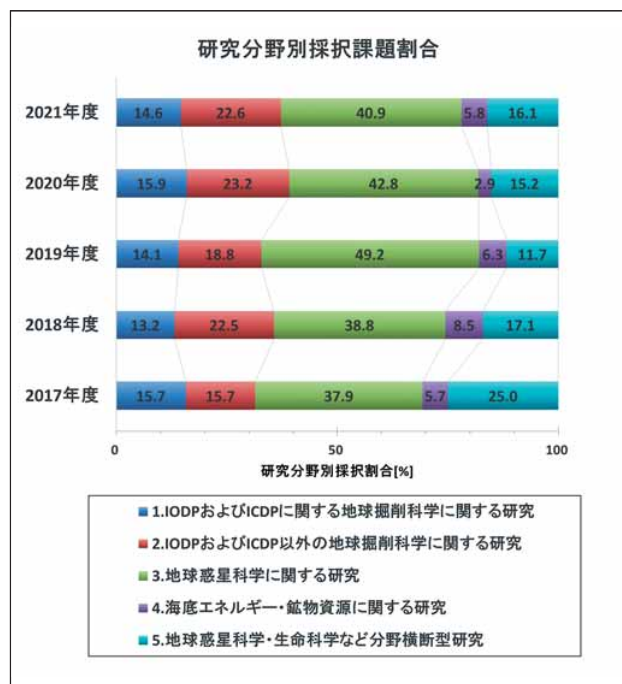
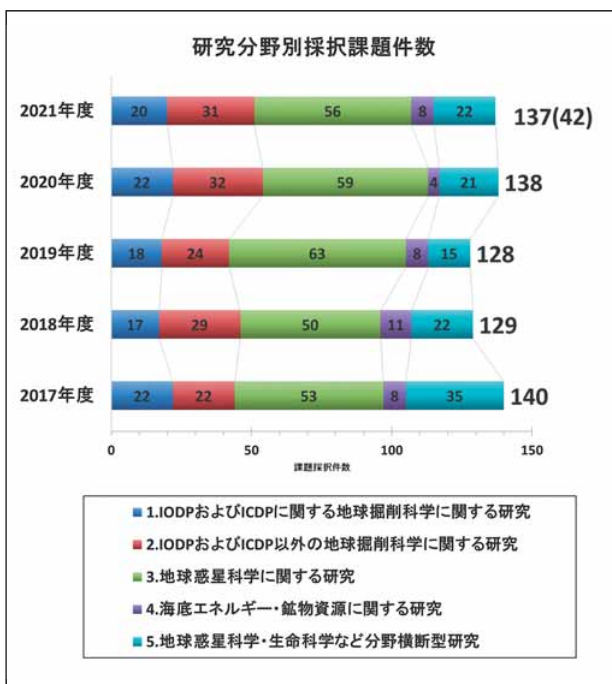
### 2-1. 共同利用・共同研究課題採択・実施状況 Nation-wide Joint Usage Program

本センターの施設・設備を利用する共同利用・共同研究課題を広く公募し、課題選定委員会において審査・採択する。採択された課題の申請者が本センターの施設・設備を利用する際には、必要に応じて、本センター教員ならびに技術スタッフが、分析や測定をサポートを行う。毎年「成果発表会」を開催し、研究終了後に提出される報告書は、年次報告書・成果報告書として公開している。本事業で得られた成果を公表する際には、謝辞にその旨記載する様、公募要項に明記している。

Scientists and students from research institution and university in Japan can use our facilities without any charge under the Nationwide Joint Use Program. We call for applications to use our facilities twice a year in February and August. The Review Committee evaluates research proposals. The proponents of approved proposals can use the facilities with support by technical staffs. Obligations of user are to submit a report by the end of fiscal year. To present the preliminary results at the JURC-DES annual workshop is encouraged. We remind users to acknowledge the facility/equipment of JURC-DES/CMCR, Kochi University and the CMCR staff in their relevant publications and presentations.

#### ○課題研究の分野一覧

研究分野区分 Category	件数
1. 国際深海科学掘削計画 (IODP) および国際陸上科学掘削計画 (ICDP) に関する研究 Researches in International Ocean Discovery Program (IODP) and/or International Continental Drilling Program (ICDP)	20
2. IODP/ICDP 以外の地球掘削科学に関する研究 Researches in any other Scientific Drilling except IODP/ICDP	31
3. 地球惑星科学に関する研究 Earth and planetary sciences (except for analyses of core samples)	56
4. 海底エネルギー・鉱物資源に関する研究 Marine mineral/energy resource sciences (except for analyses of core samples)	8
5. 地球惑星科学・生命科学など分野横断型研究 Inter-disciplinary sciences such as earth science and life science (except for analyses of core samples)	22



○令和3年度前期/後期/随時共同利用・共同研究拠点採択課題一覧

採択番号	課題名	代表申請者	申請者所属・職名	受入主担当教員	研究分野
21A001 21B001	マグマの減圧発泡現象においてケイ酸塩メルトの粘性が気泡核形成に及ぼす効果の実験的定量	西脇 瑞紀	九州大学理学府地球惑星科学専攻 D2	浦本	3
21A002 21B002	海底熱水性重晶石の放射非平衡年代測定:手法間の比較	豊田 新	岡山理科大学理学部 教授	村山	4
21A003 21B003	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 教授	山本	3
21A004 21B004	深海マイクロプラスチック分布調査のための堆積学的研究	川村 喜一郎	山口大学大学院創成科学研究科 准教授	浦本	5
21A005 21B005	南海トラフ東海沖セグメントの地震発生間隔:古地磁気永年変化によるscoreで採取されたタービダイトコアの年代モデル構築(継続)	金松 敏也	国立研究開発法人海洋研究開発機構 専門部長	山本	2
21A006 21B006	海底堆積物の古地磁気・岩石磁気,特に磁性鉱物の還元溶解の影響について	山崎 俊嗣	東京大学大気海洋研究所 教授	山本	2
21A007 21B007	南太平洋Campbell Plateauの海底堆積物を用いた古第三紀温室地球の古環境復元	安川 和孝	東京大学大学院工学系研究科エネルギー・資源フロンティアセンター 講師	池原	1
21A008	Magnetofossil search in Cretaceous and Archean sedimentary materials.	Joseph L. Kirschvink	Nico & Marilyn Van Wingen Professor of Geobiology/ELSI PI California Institute of Technology/Tokyo Institute of Technology	山本	3
21A009 21B008	温室期における海洋無酸素事変時期の高解像度古環境解析	高嶋 礼詩	東北大学総合学術博物館 教授	池原	1
21A010 21B009	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	東京都立大学火山災害研究センター 特任研究員	山本	3
21A011 21B010	非破壊分析手法を用いた津波堆積物同定技術の開発	山田 昌樹	信州大学理学部理学科地球学コース 助教	浦本	2
21A012 21B011	碎屑性堆積残留磁化と自生強磁性鉱物残留磁化の分離	兵頭 政幸	神戸大学内海域環境教育研究センター 名誉教授	山本	3
21A013 21B012	海底斜面崩壊堆積物の堆積構造,物性,化学組成に関する研究	池原 研	産業技術総合研究所 特命上席研究員	村山	2
21A014 21B013	多数コア同時X-CT撮影による堆積構造・物性の迅速把握手法の開発	池原 研	産業技術総合研究所 特命上席研究員	浦本	1
21A015 21B014	ケルゲレン海台から採取された玄武岩に含まれる磁性鉱物の産状	吉村 由多加	九州大学比較社会文化研究院 学術研究員	山本	1
21A016 21B015	後背地の土壌・風化環境変動が河川・湖沼の水質・生物生産性に及ぼす影響の評価	葉田野 希	長野県環境保全研究所自然環境部 技師	浦本	5
21A017 21B016	Deep-sea turbidites characteristics and their source of Ryukyu and Kuril trench sediments	Hsiung, Kan-Hsi	国立研究開発法人海洋研究開発機構 研究員	山本	2
21A018 21B017	堆積物に含まれる起源が異なる強磁性鉱物の磁気特性の把握と堆積物の磁気特性への寄与の評価	石川 尚人	富山大学都市デザイン学部地球システム科学科 教授	山本	3
21A019 21B018	多元素同位体比に基づく古第三紀環境変動と有用元素濃集機構の因果律の解明	桑原 佑典	東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻 D2	池原	1
21A020 21B019	マンガンクラストに保存される縞状構造の成因究明	長谷川 精	高知大学理工学部地球環境防災学科 講師	浦本	4
21A021 21B020	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	源田 亜衣	岡山大学大学院自然科学研究科 D3	池原	3
21A022 21B021	様々な炭酸塩コンクリーションの成因究明	隈 隆成	名古屋大学宇宙地球環境研究所 機関研究員	池原	5
21A023 21B022	日本周辺海域における貝形虫化石のMg/Caを用いた鮮新世以降の古水温復元	山田 桂	信州大学 学術研究院理学系 教授	岡村	3
21A024 21B023	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 教授	池原	3
21A025 21B024	ハイブリッド磁化率計による新しい非破壊粒度分析法の開発と応用	小玉 一人	同志社大学研究開発推進機構 嘱託研究員	山本	3
21A026 21B025	南極周極流復元を目的とした南大洋インド洋区海底堆積物の年代モデル構築	松井 浩紀	秋田大学大学院国際資源学研究所 助教	池原	2
21A027 21B026	モンゴル国ゴビ砂漠東部に分布する古第三系Ergilin Dzo層中の古地磁気層序確立と始新世-漸新世境界の推定	實吉 玄貴	岡山理科大学生物地球学部生物地球学科 准教授	山本	3
21A028 21B027	考古学資料等を用いた古地磁気・岩石磁気学測定による地磁気記録物質と土器焼成環境の解明	畠山 唯達	岡山理科大学フロンティア理工学研究科 教授	山本	5
21A029 21B028	熱水活動域海底下堆積層内における鉱物流体相互作用の地球化学的研究	石橋 純一郎	九州大学大学院理学研究院 准教授	岡村	4

採択番号	課 題 名	代 表 申請者	申請者所属・職名	受入主担当 教員	研究分野
21A030 21B029	磁性細菌が堆積物形成初期の多様な環境で獲得する残留磁化の系統的検討	政岡 浩平	九州大学大学院地球社会統合科学府 D2	山本	5
21A031	南半球深海ベルム系-三畳系 (P-T) 境界層における有機地球化学的検討	堀 利栄	愛媛大学大学院理工学研究科地球進化学 教授	池原	5
21A032 21B030	東南アジア地域出土の考古試料を用いた考古地磁気学的研究	北原 優	岡山理科大学フロンティア理工学研究科 学術振興会特別研究員 (PD)	山本	5
21A033 21B031	二枚貝類の地球化学分析から探る鮮新世以後の日本列島沿岸海域の環境変動	近藤 康生	高知大学自然科学系理工学部門 教授	西尾	5
21A034 21B032	マンガンノジュールの成長過程と成長中の回転運動の解明	小田 啓邦	産業技術総合研究所 上級主任研究員	山本	4
21A035 21B033	モンゴルの湖沼堆積物から探る最終氷期以降の永久凍土変動の復元と陸域環境への影響評価	勝田 長貴	岐阜大学教育学部地学教室 准教授	村山	2
21A036 21B034	火成岩を主とした海底地質試料の物質科学的解析と海底地質の関連解明 -火成岩, チムニー, マンガンノジュール等の非破壊物質科学-	石井 輝秋	静岡大学防災総合センター 客員教授	浦本	5
21A037 21B035	年縞湖成層から探る白亜紀中期および始新世前期“温室期”の気候変動	長谷川 精	高知大学理工学部地球環境防災学科 講師	村山	2
21A038 21B036	反射率、ラマン分光および古地磁気温度計を用いた阿蘇4火砕流堆積物の定置温度測定による大規模火砕流の流送過程と海水面の影響の検討	大澤 研斗	山口大学大学院創成科学研究科 M2	山本	3
21A039 21B037	海洋リソスフェアの磁気的特徴を探る	藤井 昌和	情報・システム研究機構 国立極地研究所 助教	山本	3
21A040 21B038	純淡水魚タカハヤを遺伝標識として用いた四万十川および物部川の成り立ちの推定	關 伸吾	高知大学農林海洋科学部 教授	氏家	5
21A041	島根県簸川平野における中後期完新世の気候イベント復元	香月 興太	島根大学 講師	村山	2
21B039	親銅元素組成をもとにした白亜紀末隕石衝突直後の古環境復元	丸岡 照幸	筑波大学生命環境系 准教授	西尾	3
21B040	炭酸塩コンクリーションから古生物の軟体部情報を解読する	村宮 悠介	公益財団法人深田地質研究所 研究員	池原	3
21B041	IODP掘削に向けた沖縄トラフ南部の変動史解明	大坪 誠	国立研究開発法人産業技術総合研究所 主任研究員	池原	1
21B042	泥質津波堆積物を用いた津波の越流判定と浸水範囲の復元	中西 諒	東京大学大学院新領域創成科学研究科 大気海洋研究所 D2	村山	3
21B043	タギシュ・レイク隕石微小片の3次元形状と内部構造測定	中村 昭子	神戸大学大学院理学研究科 准教授	浦本	3
21B044	Designing a novel research strategy for natural hazard profiling	Balazs Bradak-Hayashi	神戸大学大学院海事科学研究科 准教授	山本	5
21B045	別府湾堆積物の人新境界国際標準模式地 (GSSP) 選定に向けたコア解析	加 三千宣	愛媛大学沿岸環境科学研究センター 准教授	池原	2
21B046	日向灘スロー地震は九州パラオ海嶺が起こしているのか -表層からのアプローチ	木下 正高	東京大学地震研究所 教授	村山	1
21B047	温暖化に伴う成層強化による東シナ海外部陸棚域の低栄養・貧酸素水塊の起源評価	張 勁	富山大学学術研究部理学系 教授	浦本	2
21B048	房総半島に分布する海成層を用いた地磁気逆転記録の詳細な復元	岡田 誠	茨城大学理学部 教授	山本	2
21B049	鹿児島県中甕島に分布する始新統中甕層を用いた古地磁気層序の確立	山下 大輔	薩摩川内市役所 企画政策部 企画政策課 グループ員	山本	3
21B050	中東アナトリア地域における遺跡周辺の完新世を通じた古環境・古気候復元	多田 賢弘	千葉工業大学地球学研究センター 研究員	村山	2

(随時)

21C001	別府湾堆積物の人新境界国際標準模式地 (GSSP) 選定に向けたコア解析	加 三千宣	愛媛大学沿岸環境科学研究センター 准教授	浦本	2
21C002	タギシュ・レイク隕石微小片の3次元形状と内部構造測定	中村 昭子	神戸大学大学院理学研究科 准教授	浦本	3
21C003	奈良県五代松鍾乳洞の石筍のウラン濃度分析	堀 真子	大阪教育大学 准教授	西尾	
21C004	奄美-沖縄海域の海底コアから探る黒潮変動と地震イベント履歴	黒田 潤一郎	東京大学大気海洋研究所 准教授	池原	

○共同利用の参加状況

令和3年度											
区分	機関数	受入人数					述べ人数				
			外国人	若手研究者 (40歳未満)	若手研究者 (35歳以下)	大学院生		外国人	若手研究者 (40歳未満)	若手研究者 (35歳以下)	大学院生
学内(法人内)	2	23 (3)	0 (0)	0 (0)	14 (3)	3 (0)	122 (11)	0 (0)	0 (0)	45 (11)	8 (0)
国立大学	36	68 (9)	3 (0)	0 (0)	21 (1)	22 (4)	647 (62)	22 (0)	0 (0)	121 (3)	239 (32)
公立大学	2	3 (2)	0 (0)	0 (0)	1 (1)	1 (1)	37 (32)	0 (0)	0 (0)	4 (4)	28 (28)
私立大学	7	19 (2)	0 (0)	1 (0)	9 (1)	5 (1)	136 (16)	0 (0)	1 (0)	59 (11)	40 (5)
大学共同利用 機関法人											
独立行政法人等 公的研究機関	11	13 (3)	1 (0)	2 (1)	3 (1)	1 (0)	116 (27)	17 (0)	20 (13)	37 (10)	5 (0)
民間機関											
外国機関											
その他	2	2 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (0)	7 (5)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (0)
計	60	128 (20)	4 (0)	3 (1)	48 (7)	33 (6)	1065 (153)	39 (0)	21 (13)	266 (39)	322 (65)

\* 令和3年度実施状況報告書より抜粋

○共同利用・共同研究に関するシンポジウム等の実施状況

年度	シンポジウム・講演会		セミナー・研究会・ワークショップ		その他		合計		備考
	件数	参加人数	件数	参加人数	件数	参加人数	件数	参加人数	
H28	2 (1)	152 (24)	15 (2)	462 (143)	8 (1)	146 (5)	25 (4)	760 (172)	
H29	3 (0)	120 (0)	12 (0)	282 (28)	1 (1)	25 (6)	16 (1)	427 (34)	
H30	1	194 (0)	13	253 (23)	1	38 (7)	15 (0)	485 (30)	
R1	2 (0)	117 (2)	5 (1)	283 (24)	1 (1)	9 (9)	8 (2)	409 (35)	
R2			6	324			6 (0)	324 (0)	
R3			3	385			3 (0)	385 (0)	
平均	1.6 (0.3)	116.6 (5.2)	9.8 (0.8)	358.7 (43.6)	2.2 (0.8)	43.6 (5.4)	13.6 (1.4)	518.9 (54.2)	

\* 下段は国際シンポジウム等の回数（令和3年2月提出期末評価報告書より転記，令和2，令和3実施状況報告書に基づき一部修正）

○主なシンポジウム，研究会等の開催状況

開催期間	形態(区分)	対象	研究会等名称	概要	参加人数
令和3年12月20日	ワークショップ	国内	Chikyu SCORE Exp. 913 四国沖掘削研究ワークショップ（オンライン）	Chikyu SCORE Exp. 913で2021年8月に掘削したコアのサンプリングパーティを実施。初日に，他機関・海外からのオンライン参加も含む四国沖掘削研究ワークショップを開催した。	20
令和4年2月28日 ～3月1日	成果発表会	国内	令和3年度共同利用・共同研究成果発表会（オンライン）	令和2年度および令和3年度に実施された共同利用・共同研究の成果の発表を中心に36件の口頭講演が行われ，約90名の参加登録者に対して研究成果が発信された。学生による18件の口頭発表を対象に審査を行い，1件を学生最優秀発表賞，2件を学生優秀発表賞として顕彰した。さらに，発表会参加研究者との意見交換も行った。	90
令和4年3月3～4日	ワークショップ	国際	Post-IODP時代へ向けた科学海洋掘削の展望（オンライン）	日本地球掘削科学コンソーシアムが主催するワークショップで，高知大学と海洋研究開発機構が共催し，地球掘削科学と高知コアセンターの将来展望について討議し，関連コミュニティとの連携を深めた。	275

\* 令和3年度実施状況報告書より抜粋



○研究者以外を対象としたシンポジウム等の実施状況

年度	シンポジウム・講演会		セミナー・公開講座		その他		合計		備考
	件数	参加人数	件数	参加人数	件数	参加人数	件数	参加人数	
H28	16	2,194	1	35	38	2,666	55	4,895	
H29	18	735	1	100	39	2,997	58	3,832	
H30	2	406	1	30	37	2,275	40	2,711	
R1	2	276	2	49	49	2,275	53	2,600	
R2	0	0	0	0	8	149	8	149	
R3	6	360	1	18	12	165	19	543	
平均	7.3	661.8	1.0	38.7	30.5	1,754.5	38.8	2,455	

(令和3年2月提出期末評価報告書より転記, 令和2, 令和3実施状況報告書に基づき一部修正)

○主なシンポジウム, 公開講演会, 施設の一般公開等の開催状況

開催期間	形態(区分)	対象	公開講座等名称	概要	参加人数
R3.7.9	講演	一般	第56回日本小児腎臓病学会 学術集会	題目:「ちきゅう」で迫る地球と海の謎～深海科学掘削の歴史と未来～	100
R3.7.14	講演	一般	CITES対策報告会2021・NPO 法人宝石サンゴ保護育成協 議会	題目:「宝石サンゴのエシカル・ジュエリー化に 向けた提言・枯木宝石サンゴ研究の意義」	70
R3.7.31-8.1	施設の見学 (その他)	高校生	ひらめきときめきサイエ ンス	科学の興味深さや面白さを体験してもらうため, 大学就学前の生徒に対して, 講義, 実験等を実 施。	13
R3.8.6	講演	中高生	サンゴ礁サマーキャンプ	題目:「生物起源硬組織の局所分析」	40
R3.11.9	公開講座	一般	出前公開講座	大豊町において題目「海から探る気候変動のからくり」の講座を実施	18
R3.11.19	施設の見学 (その他)	高校生	施設見学	高知県立小津高等学校がスーパーサイエンスハ イスクール事業として見学	36
R3.11.20	講演	高校生	講演	題目:「地球最古の生命と隕石重爆撃」(都立小 松川高校:東京)	50
R3.12.20	講演	一般	講演	題目:「地球最古の生命と隕石重爆撃」(カメカ テクニカルセミナー:東京)	80
R3.10.30	講演	一般	土佐清水ジオパーク推進協 議会主催イベント	題目:「-地球と対話する- 南極絵巻と土佐清水の 大地」, トークセッション	20
R4.1.27	施設の見学 (その他)	高校生	施設見学	JOIDES Resolution号とのライブ中継(高知南高 等学校)	39

\* 令和2年度実施状況報告書より抜粋

○主な機器利用状況 \* 令和3年度進捗状況報告書より抜粋


研究施設・設備名	性能	施設・設備の概要及び目的	
X線CTスキャナ		海洋コア試料(海底堆積物)などの非破壊計測(内部構造撮影)	
稼働状況		令和3年度	
使用者の所属機関	年間使用人数	共同利用者数	
学内(法人内)	56	3	
国立大学	25	25	
公立大学	0	0	
私立大学	0	0	
大学共同利用機関法人	0	0	
独立行政法人等公的研究機関	6	6	
民間機関	20	0	
外国機関	3	0	
その他	4	0	
学外計	58	31	
計	114	34	
		令和3年度	
稼働率(b/a)	48.2%		
年間稼働可能時間(a)	1,760		
年間稼働時間(b)=(c)+(d)+(e)	848		
共同利用に供した時間(c)	272		
共同利用以外の研究に供した時間(d)	568		
(c)、(d)以外の利用に供した時間(e)	8		



研究施設・設備名	性能	施設・設備の概要及び目的	
電界放出走査型電子顕微鏡		海洋コア試料(海底堆積物)から採取した砂粒子などの形態観察や元素分析	
稼働状況		令和3年度	
使用者の所属機関	年間使用人数	共同利用者数	
学内(法人内)	94	0	
国立大学	7	5	
公立大学	0	0	
私立大学	2	2	
大学共同利用機関法人	0	0	
独立行政法人等公的研究機関	14	0	
民間機関	2	0	
外国機関	0	0	
その他	2	0	
学外計	27	7	
計	121	7	
		令和3年度	
稼働率(b/a)	60.5%		
年間稼働可能時間(a)	1,760		
年間稼働時間(b)=(c)+(d)+(e)	1,064		
共同利用に供した時間(c)	56		
共同利用以外の研究に供した時間(d)	1,008		
(c)、(d)以外の利用に供した時間(e)	0		




研究施設・設備名	性能	施設・設備の概要及び目的	
蛍光X線コアスキャナITRAX	△	海洋コア試料(海底堆積物)などの非破壊計測(元素分析)	
稼働状況		令和3年度	
使用者の所属機関	年間使用人数	共同利用者数	
学内(法人内)	136	18	
国立大学	38	38	
公立大学	5	4	
私立大学	2	2	
大学共同利用機関法人	9	9	
独立行政法人等公的研究機関	14	14	
民間機関	10	0	
外国機関	22	0	
その他	0	0	
学外計	100	67	
計	236	85	
		令和3年度	
稼働率(b/a)	99.5%		
年間稼働可能時間(a)	5,280		
年間稼働時間(b)=(c)+(d)+(e)	5,256		
共同利用に供した時間(c)	2,040		
共同利用以外の研究に供した時間(d)	3,216		
(c)、(d)以外の利用に供した時間(e)	0		



研究施設・設備名	性能	施設・設備の概要及び目的	
バスルー型超伝導磁力計SQUID		海洋コア試料(海底堆積物)の磁力測定	
稼働状況		令和3年度	
使用者の所属機関	年間使用人数	共同利用者数	
学内(法人内)	6	2	
国立大学	49	49	
公立大学	0	0	
私立大学	0	0	
大学共同利用機関法人	0	0	
独立行政法人等公的研究機関	0	0	
民間機関	0	0	
外国機関	0	0	
その他	6	6	
学外計	55	55	
計	61	57	
		令和3年度	
稼働率(b/a)	27.7%		
年間稼働可能時間(a)	1,760		
年間稼働時間(b)=(c)+(d)+(e)	488		
共同利用に供した時間(c)	456		
共同利用以外の研究に供した時間(d)	32		
(c)、(d)以外の利用に供した時間(e)	0		




研究施設・設備名	性能	施設・設備の概要及び目的	
安定同位体比質量分析計IsoPrime		海洋コア試料(海底堆積物)などの安定同位体比の分析	
稼働状況		令和3年度	
使用者の所属機関	年間使用人数	共同利用者数	
学内(法人内)	72	0	
国立大学	49	49	
公立大学	0	0	
私立大学	0	0	
大学共同利用機関法人	0	0	
独立行政法人等公的研究機関	2	2	
民間機関	0	0	
外国機関	0	0	
その他	0	0	
学外計	51	51	
計	123	51	
		令和3年度	
稼働率(b/a)	61.5%		
年間稼働可能時間(a)	4,800		
年間稼働時間(b)=(c)+(d)+(e)	2,952		
共同利用に供した時間(c)	1,224		
共同利用以外の研究に供した時間(d)	1,728		
(c)、(d)以外の利用に供した時間(e)	0		




研究施設・設備名	性能	施設・設備の概要及び目的	
大型磁気シールド実験室	○	三層のパーマロイにより、実験室内磁場を外部の約1/500程度にまで弱めることで、非常に微弱な海洋コアの残留磁化測定を可能としている。世界最大級の広さを誇る室内には、共同利用・共同研究に供する各種磁気分析機器を設置している。	
稼働状況		令和3年度	
使用者の所属機関	年間使用人数	共同利用者数	
学内(法人内)	9	2	
国立大学	153	153	
公立大学	0	0	
私立大学	0	0	
大学共同利用機関法人	13	13	
独立行政法人等公的研究機関	9	9	
民間機関	0	0	
外国機関	0	0	
その他	12	12	
学外計	187	187	
計	196	189	
		令和3年度	
稼働率(b/a)	71.3%		
年間稼働可能時間(a)	6,600		
年間稼働時間(b)=(c)+(d)+(e)	4,704		
共同利用に供した時間(c)	4,536		
共同利用以外の研究に供した時間(d)	168		
(c)、(d)以外の利用に供した時間(e)	0		



○資料の利用・提供・整備状況

資料名		価値	資料の概要
1	学術コアレポジトリー	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>・海底、湖沼、陸上などで掘削等で採取された地質柱状試料（コア）のうち、学術的価値の高い試料について劣化を防ぐため国内最大規模の大型冷蔵保管庫にて冷蔵保管している（+4℃・湿度80%）。日本近海から南極海まで、二度と同じ試料は採取できないため、世界最高レベルの価値を有する。</li> <li>・保管する学術コアは共同利用研究、拠点プロジェクト等に活用されるほか、コミュニティに公開され二次利用に供する。</li> <li>・共同利用・共同研究にかかわるデータ・分析試料のトレーサビリティの担保、将来の技術革新による新規分析法による研究展開などにとって一次試料の保管は極めて重要である。</li> </ul>
	保有数／利用・提供状況	令和3年度	
	保有数	7,993	
	利用・提供区分	利用	
	利用 件数	総利用件数	
共同利用・共同研究者利用件数（内数）		176	

○データの作成・公開状況

データ料名		性能	蓄積情報の概要	公開方法
1	学術コアデータベース	△	<ul style="list-style-type: none"> <li>・学術コアレポジトリーで保管しているコアの基礎情報（位置、水深、時代など）をセンターホームページでコミュニティに公開している。</li> <li>・日本近海から南極海までのコア情報を含み、二度と同じ地点から試料を採取できないため、どの海域で何mのコアが採取されているか等の基礎情報自体にも価値がある。学術コアのデータ数は国内最高クラスである。</li> </ul>	拠点ホームページでコミュニティに公開（平成29年12月25日）。学術コアのリスト（基礎情報）と採取地点マップを公開中。 <a href="https://www.kochi-u.ac.jp/marine-core/share/corepository.html">https://www.kochi-u.ac.jp/marine-core/share/corepository.html</a>
	蓄積量／利用・提供状況	令和3年度		
	蓄積量	10,000		
	利用 件数	総利用件数		10,000
		共同利用・共同研究者利用件数（内数）		10,000

\* 令和3年度進捗状況報告書より抜粋

※資料の内容や保有数等において、世界／国内最高クラスに学術的価値が高い資料の場合は、「価値」欄に○（世界最高）、△（国内最高）を記入

## 2-2. IODP/ICDP特別支援事業 Special Support Program for IODP/ICDP research at the CMCR

### 令和3年度採択課題一覧（令和2年度より延長分含む）

Approved proposals of the Special Support Program for IODP/ICDP research at the CMCR in FY2021

課題採択番号 Accession Number		特別支援 採択番号 Support Number	課題名 Research Title	申請者 Principle Investigator	申請者所属・職 Affiliation
(前期) 20A059	(後期) 20B054	20I04	白亜紀末の天体衝突爆心地における地球化学循環の復活過程	山口 耕生	東邦大学理学部・准教授
20A066	20B058	20I06	ICDP DSeis計画 M5.5余震発生帯掘削コアの追加分析と定方位	小笠原 宏	立命館大学工学部・教授
21A015	21B014	21I01	ゲルグレン海台から採取された玄武岩に含まれる磁性鉱物の産状	吉村 夕多加	九州大学比較社会文化研究院・学術研究院

## 2-3. 地球掘削科学共同利用・共同研究拠点研究プロジェクト JURC-DES Research Project

「古海洋コアビッグデータによる未来地球の描像-温暖化地球（400ppm超CO2ワールド）の読解-」（平成30年度-令和3年度）

Progress in FY2021: Super Warm Earth -Understanding Global Warming Processes from Paleoceanographic Big Data- (FY2018-FY2022)

### 2-3-1. 共同研究員・研究課題（2019年10月 - 2022年3月）

PRP-A-1	Christina Rose Riesselman	Dept. Geology/Dept. of Marine Science, University of Otago, NZ	Senior Lecturer	Diatom biostratigraphy in the Southern Ocean IODP Exp. 318 and 383, and its implications for the reconstruction of warm Pliocene Antarctic Ice history and paleoceanography.
PRP-A-2	Joseph Graham Prebble	GNS Science, NZ	Paleontology Team Leader	Biostratigraphy of Pollen and dinoflagellate cysts: IODP Exp. 379 Amundsen Sea West Antarctic Ice Sheet History
PRP-A-3	Thomas Frederichs	MARUM, University of Bremen, Germany	Lecturer, Technical Research Assistant	Reconstruction of West Antarctic Ice Sheet (WAIS) behavior by paleo- and rock magnetic investigations on Cenozoic sediments from the Amundsen Sea
PRP-A-4	Steven Bohaty	Ocean and Earth Science, University of Southampton, National Oceanography Centre, UK	Associate Professor	Reconstruction of climate and glacial history of West Antarctica across major shifts and transient excursions in climate in the Late Cenozoic
PRP-A-5	Johan Renaudie	Museum für Naturkunde, Berlin, Germany	Post-Doc Researcher	Radiolarian biostratigraphy and ecologic response to the Antarctic Ice Sheet History in the Late Miocene-Pliocene
PRP-A-6	Shin-ichi Kamikuri	Faculty of Education, Ibaraki University, Japan	Associate Professor	Evolution of oceanic circulation patterns in the tropical Indian Ocean since the early Miocene based on analysis of radiolarian and diatom assemblages: Response to Indonesian Seaway
PRP-B-1	Jianjun ZOU	First Institute of Oceanography, Ministry of Natural Resources, China	Associate Research Fellow	Variations in sedimentary oxygenation at mid-depth water in the western subtropical North Pacific since the late Quaternary
PRP-B-2	Takuya Sagawa	Kanazawa University, Japan	Assistant Professor	Paleo-sea surface temperature mapping in the western North Pacific using planktonic foraminiferal Mg/Ca thermometry
PRP-B-3	Li Lo	Department of Geosciences, National Taiwan University, Taiwan R.O.C.	Assistant Professor	North Pacific subtropical gyre thermal-hydrological structure during the past warm interglacials

PRP-C-1	Richard Jordan	Faculty of Science, Yamagata University, Japan	Professor	Has the recent global warming trend affected the distribution and composition of the Parmales assemblages in the subarctic Pacific and Bering Sea?
PRP-C-2	Ian PROBERT	Sorbonne University, Paris, France	Research Engineer	DNA time travel: evaluation of changes in coccolithophore populations in the last 50 years using NGS data
PRP-C-3	Tatsuhiko Hoshino	JAMSTEC, Japan	Senior researcher	The impact of global warming on the ocean microbiome and their relationship to phytoplankton.
PRP-C-4	Jeremy R Young	University College London, UK	Research Associate	Has the biogeography of larger coccolithophores in the Atlantic changed over the past 50 years?

## 2-3-2. 進捗状況：

### 1. 学術コアレポジトリの運用および学術コアデータベースの公開

Academic Based Core Repository (KU-ABCR) Database

2019年度に整備した「学術コアレポジトリ」を運用し、海底、湖沼、陸上などで掘削等により採取された地質柱状試料（コア）のうち、学術的価値の高い試料について劣化を防ぐため国内最大規模の大型冷蔵保管庫にて冷蔵保管している（+4℃・湿度80％）。

○保管する学術コアの基礎情報（採取地点の位置、水深等）を「学術コアデータベース」としてまとめ、2020年12月にセンターホームページにて公開した。

○公開したコア情報は約500地点分である。およそ8000本のコア（1mセクション換算）を保管している。

○保管する学術コアは共同利用研究、拠点プロジェクト等に活用されるほか、モラトリアム期間を設定した上でコミュニティに公開され二次利用に供するため、サンプルリクエストへの対応方法などを検討している。

○高知大学学術情報リポジトリの基本情報データベースに登録した。



・Kochi University Academic Core repository (KU-ABCR) database (2022), KU-ACR2020.xlsx, in Kochi Univer-

sity Digital Repository for Academic Resources (KUD! RA), doi/10.24555/00008478

・Kochi University Academic Core repository (KU-ABCR) database (2022), KU-ABCR2020.pdf, in Kochi University Digital Repository for Academic Resources (KUD! RA), doi/10.24555/00008479



センターHPで公開している学術コアレポジトリで保管するコアの地点を示すマップの例

## 2. 重点研究プロジェクト (PRP)

### 2-1. 【PRP-A】年代ビッグデータ再生

PRP-A（重点研究課題A）新生代後期温暖化事変：「年代ビッグデータ同化による精密対比」では、年代情報のビッグデータに着目し、1) 年代モデルを最新年代尺度に読み替え、再構築（データ同化 data assimilation）、2) 鮮新世Pliocene, 中期中新世 Middle Miocene の超温暖期地球の様相を古海洋指標により描像、3) 分析試料・標本の保管・再利用、AI-IoT活用、を目標にかかげ、4か国6機関（ニュージーランド2、ドイツ2、イギリス1、国内1）の研究者を国際共同研究協力者として新たに迎えるなどして取り組んできた。

2019年2月には、PRP-B、-Cと連携し国際ワークショップ「Workshop on the Paleoclimatographic Big Data: Chronostratigraphic data assimilation」を開催（2019年2月20日、世話人：岩井・氏家、参加者33名；ニュージーランド、

ベルリン、筑波からのライブ中継発表・討論参加3名含む）を開催、年代層序と分類・遺伝子のビッグデータ・同化に関する議論を行った。

その後、1) IODP Exp. 379(アムンゼン海西南極氷床発達史)を中心とした南大洋掘削試料の微化石・年代層序の分析・再検討、2) レガシーコアを用いたインド洋年代モデルの再構築、3) 鮮新世温暖期に関連したアイスランド陸上溶岩古地磁気層序や高精度年代モデル構築へむけた磁化強度層序研究、を推進、AI-IoT活用へむけた環境整備を試みてきた。IODP Exp. 379に関する予察的成果はGohl *et al.* (2020,2021) などに国際共著論文として公表されるとともに、国内外の研究協力者とオンライン会議等を頻繁に行って来ており、2021年度はJpGU（岩井ほか、2021）やSymposium on Polar Science (Horikawa *et*

al., 2021) で成果の一部を発表した。また、南大洋で実施されている他の掘削研究航海 (Exp. 374ロス海西南極氷床発達史, 382アイスバーグ・アレー, 383太平洋周南極海流ダイナミクス, その他各国の調査研究航海) 乗船研究者と連携し, Journal of Micropalaeontologyの特集号“Advances in Antarctic chronology, paleoenvironment, and paleoclimate using microfossils: Results from recent and legacy coring campaigns” (Guest editors: David Harwood, Masao Iwai, Denise K. Kulhanek, R. Mark Leckie, and

Francesca Sangiorgi) を組むことが決まった (原稿〆切予定2022年11月末)。

コロナ禍の影響で自由に国境を越えた往来ができない中, 海外研究協力者によるアイスランド試料採取 (ガウス正磁極期中のKaenaおよびMammoth逆磁極サブクロンをターゲットにしたもの) および共同分析が本年度実現しており, 同層準の唐の浜層群陸上掘削試料解析, 南大洋のマルチプロキシによる高精細層序構築作業とともに, 本プロジェクト終了後も別途継続実施予定である。

## 2-2. 【PRP-B】スーパー間氷期の古海洋マッピング

地球深部探査船「ちきゅう」による表層科学掘削プログラム (SCORE) による第913次航海 (首席研究員: 池原実) が2021年8月に実施された。この航海では, 四国沖黒潮域のC9037地点 (図2) において3回の掘削を行い, それぞれ約100 mの地層を総計約300 m分回収することに成功した。ほぼ同一地点の3箇所地層をつなぎ合わせることで, 掘削パイプのつなぎ目での欠損のない仮想的な連続地層を構成することができる。船上での微化石分析によると, 回収した地層の最下部の年代はおよそ25万年前から29万年前の間になると推測された。航海の概要について, 高知大学, 海洋研究開発機構, 日本地球掘削コンソーシアムから共同プレスリリース (2021年10月11日) が行われた。

掘削コアは, ちきゅう船上でX線CTスキャナによる透過イメージングとマルチセンサーコアロガーによる帯磁率の計測が行われ, 航海後に高知コアセンターにおいて, コアの半裁, 写真撮影, 色測定, 肉眼岩相観察が実施さ

れた。掘削された地層は, 微化石を含む細かい泥粒子が厚く堆積したものであり, 一部に火山灰層とタービダイトが存在していることがわかった。12月20-24日には学外から12名の研究者と大学院生が参加してサンプリングパーティが実施され, 総計2300個を超える堆積物試料が分取された。今後, 微化石, 堆積学, 地球化学, 微生物学など専門的な解析が進められ, 過去約25万年間の黒潮変動, 特に, スーパー間氷期の変動を復元解析する国際共同研究が展開される計画である。また, 火山灰層やタービダイトの堆積様式や粒子組成などの詳細解析により, タービダイトの発生機構として考えられる大規模洪水イベントの発生頻度や南海トラフ巨大地震の影響などに関する新たな知見が得られると期待される。

なお, 12月20日には「Chikyu SCORE Exp. 913四国沖掘削研究ワークショップ」を開催 (対面+Teamsハイブリッド) し, コアの初期解析の結果などについて議論された。

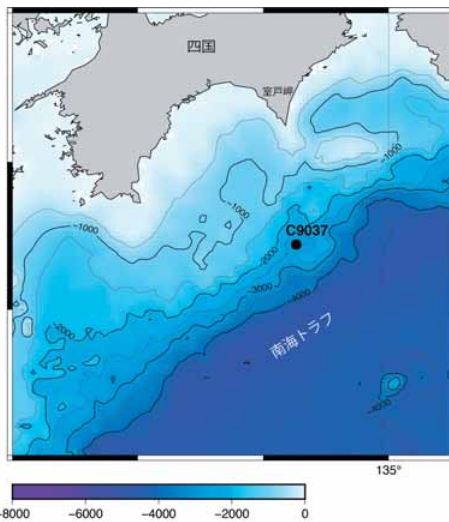


図2. ちきゅうSCORE Exp. 913航海における掘削地点 (C9037) を示すマップと乗船研究者の集合写真

## 2-3. 【PRP-C】球温暖化に対する微小プランクトンの初期応答

本プロジェクトは, 1960~1970年代に世界約6000地点で採取された海水ろ過フィルター試料を用い, 微細藻類 (特に円石藻) の殻形態分析・遺伝子解析を行い, 現在の情報と比較することにより, 温暖化における分布種の組成の変化や, 分布域の拡大・縮小を検証することを目的としている。これは, 加速的に進む地球温暖化に伴う環境変化が, 海洋のCO<sub>2</sub>の消費者として炭素循環において重要な役割を果たす微細藻類への影響を理解するうえで重要な課題である。

### 〔活動の概要〕

2019年度にはフランス・イギリスの研究者を招聘して試料の整理・分割を行なった。同時に重点研究課題Aと連携し, 国際ワークショップにて講演, 発展的な議論を行なった。また, 萩野を中心に科研費 (基盤研究B) を獲得し, 2020年度から開始している。2021年度には, JAMSTEC 星野氏による遺伝子解析の予察的結果が出た。現在, 形態観察用の試料作成も進み, 顕微鏡観察が始まっている。

## [結果と今後]

### ○形態分析

これまでに、光学顕微鏡観察用の永久プレパラートを大西洋・太平洋から採取された約4500試料から作成した。その内、約1500試料を偏光顕微鏡下で検鏡し、円石藻のココリス（石灰質鱗片）の保存状態の確認を行った。保存状態は試料が採取された航海間ではばらつきはあったが、おおよそ10~30%の試料において、ココリスが形態群集解析に応用可能なレベルで保存されていることが分かった。特に保存状態の良い40試料を選出し、それらを、SEMを用いた群集解析と、遺伝子解析に供した。

### ○遺伝子解析

室温乾燥状態で保管されていたため、DNAの保存状態

は良くないと予想された。効率の良いDNA抽出を行なうため、2つの抽出方法を試し、16S rRNA遺伝子、18S rRNA遺伝子、COXI遺伝子のシークエンスを行なった。その結果、16S rRNA遺伝子では海産ではない細菌の配列が多数を占め試料汚染があることが確認された一方で、少数ながら海産細菌の配列も確認された。18S rRNA遺伝子やCoxI遺伝子解析の結果からは、わずかであるが微細藻類（珪藻、ハプト藻、渦鞭毛藻など）に分類される配列が得られた。これらのデータは高次の分類群を示すにとどまるため、円石藻に特化したプライマーを用いて再シークエンスを行なうことを検討中である。

## 3. その他の成果

古海洋学ビッグデータプロジェクトは、高知大学SDGs取り組み事例として掲載されている。

高知大学 × SDGs

NEWS SDGsとは 学長メッセージ 取組事例集

### 取組事例 SDGs Activities

ホーム > 取組事例集一覧 > 取組事例: 古海洋学ビッグデータによる未来地球の描像 - 温暖化地球(400ppm超CO2ワールド)の読解 -

#### SDGs取組事例集一覧

取組事例テーマ

### 古海洋学ビッグデータによる未来地球の描像 - 温暖化地球(400ppm超CO2ワールド)の読解 -

図1. 冷蔵保管庫の写真

図2. 海洋コア総合研究センターHPC内、学術コアレポジトリ情報公開ページ

環境変化への社会関心が高まる中、従来までの詳細な環境動態の理解蓄積に加え、分野横断型の多角的情報の解析が新たな知見を育む可能性が示唆されています。温暖化前後の海水凍結試料の生物学的解析、柱状層積物(コア)試料を用いた環境復元データの地学的集約・同期等手法の開発、分野-時間スケール横断型の気候システムへの新しい知見を創生することを目指しています。

大規模な研究試料保管制度の整備は、将来的な研究発展と必要データの多岐化の観点からも有益です。本取り組みでは、世界有数規模のコア保管施設(レポジトリ)の一角に(1)学術価値の高い試料保管のための学術コアレポジトリを設営し、現在の情報利用に即した(2)保管状況および関連データベースのデジタル化とネットでの公開、(3)運営内規の整備を通じて、将来的な試料の高次利用・研究コミュニティーへ貢献するべく活動しています。

担当

- 教授 池原 実  
高知大学 教育研究部 自然科学系 理工学部門  
高知大学 海洋コア総合研究センター
- 教授 岩井 雅夫  
高知大学 教育研究部 自然科学系 理工学部門  
高知大学 海洋コア総合研究センター
- 准教授 氏家 由利香  
高知大学 教育研究部 総合科学系 統合領域科学部門  
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 教育研究部 総合科学系 統合領域科学部門  
高知大学 海洋コア総合研究センター
- 助教 Dana Ulanova  
高知大学 教育研究部 総合科学系 統合領域科学部門  
高知大学 海洋コア総合研究センター
- 特任講師 朝日 博史  
高知大学 海洋コア総合研究センター
- 特任助教 萩野 恭子  
高知大学 海洋コア総合研究センター

ホームページ

[https://www.kochi-u.ac.jp/marine-core/research/project\\_bigdata.html](https://www.kochi-u.ac.jp/marine-core/research/project_bigdata.html)

### 3. 学内共同利用 Kochi University Sharing Facility Services

#### 3-1. 学内共同利用状況 Users

申請者名 Name	所属 Department	利用日数 Days used	利用機器 Facilities used
寺本 真紀	農林海洋科学部海洋資源科学科海洋生命科学コース	42	GC-MSD
久保田 賢	農林海洋科学部海洋資源科学科海洋生命科学コース	38	マイクロフォーカスX線CTスキャナ
足立 真佐雄	農林海洋科学部海洋資源科学科海洋生物生産学コース	7	FE-SEM, 高速自動濃縮装置
田中 壮太	農林海洋科学部農芸化学科	17	X線回折装置 (XRD)
佐藤 周之	農林海洋科学部農林資源環境科学科	2	X線回折装置 (XRD), レーザー粒度分布測定器
森 勝伸	理工学部化学生命理工学科	23	顕微レーザーラマン分光装置, FE-SEM
梶芳 浩二	理工学部化学生命理工学科	2	X線回折装置 (XRD)
三宅 尚	理工学部生物科学科	14	FE-SEM, 白金蒸着装置
幸 大二郎	総合人間自然科学研究科理工学専攻生物科学コース	2	遺伝子増幅装置
島内 理恵	理工学部数学物理学科物理科学コース	8	FE-SEM, 分光測色計, レーザー粒度分布測定器

#### 3-2. 学内共同利用による博士論文・修士論文・卒業論文 Graduate & Undergraduate Thesis

##### ○修士論文 Master Thesis

- 太田 貴将, 2021, 虫の腸から海洋環境にかけてのプラスチック分解菌の探索. 高知大学総合人間自然科学研究科農林海洋科学専攻, 主指導: 寺本 真紀, 副指導: 小野寺 健一・大西 浩平
- 久安 駿弘磨, 2021, リグニンを炭素源とした高効率なグラフェン生成方法の確立とその用途開拓. 高知大学総合人間自然科学研究科理工学専攻, 主指導: 森 勝伸, 副指導: 和泉 雅之
- 幸 大二郎, 2021, インドー西太平洋産ヨウジウオ科イシヨウジ属魚類の分類学的再検討. 高知大学大学院総合人間自然科学研究科理工学専攻, 主指導: 遠藤 広光, 副指導: 佐々木 邦夫・近藤 康生

##### ○卒業論文 Bachelor Thesis

学生氏名 Name	年度 FY	タイトル Topics	所属 Major Program	指導教員 Supervisor
下浦 穂貴	2021	プラスチックを分解する土壌菌の研究	高知大学農林海洋科学部海洋資源科学科	寺本 真紀
宮西 真琴	2021	ユウレイイカからの新属細菌の樹立	高知大学農林海洋科学部海洋資源科学科	寺本 真紀
堀川 理恵	2021	高知県四万十町におけるショウガ圃場の土壌情報学的類型化の試み	高知大学農林海洋科学部農芸化学科	田中 壮太
武政 亜美	2021	木質焼却灰を混合したモルタルの強度発現に関する基礎的研究	高知大学農林海洋科学部農林資源環境科学科	佐藤 周之
薦田 歩美	2021	Fe(II)イオン担持クラフトリグニンからグラフェン生成の試み	高知大学理工学部化学生命理工学科	森 勝伸
小川 岳洋	2021	グルコースを剥離剤とした水熱処理による酸化モリブデンナノシートの作製	高知大学理工学部化学生命理工学科	梶芳 浩二
西森 崇人	2021	超音波印加水熱処理を用いたHCa <sub>2</sub> Nb <sub>3</sub> O <sub>10</sub> の剥離	高知大学理工学部化学生命理工学科	梶芳 浩二
林 竜弘	2021	第四級アンモニウム化合物を用いた超音波法によるCa <sub>2</sub> Nb <sub>3</sub> O <sub>10</sub> の剥離	高知大学理工学部化学生命理工学科	梶芳 浩二
碓井 みどり	2021	布地付着花粉の走査型電子顕微鏡観察のための前処理法の検討	高知大学理工学部生物科学科	三宅 尚
井上 奨吾	2021	シクロケイ酸ジルコニウム塩の水熱合成とMDシミュレーション	高知大学理工学部数学物理学科	島内 理恵
福永 晟也	2021	ゾルゲル法によるケイ酸カルシウム系ナノパウダーの合成と形態変化	高知大学理工学部数学物理学科	島内 理恵



### 3-3. 学内共同利用による研究成果 Publications

#### ○原著論文 Journal Article

Peter Vermeiren, Diego Lercari, Cynthia C. Muñoz, Kou Ikejima, Eleonora Celentano, Gabriela Jorge-Romero and Omar Defeo, 2021, Sediment grain size determines microplastic exposure landscapes for sandy beach macroinfauna, *Environmental Pollution*, 282, 117308 (1-9), <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.117308> (レーザー粒度分析計)

Hibiki Komatsu, Hikari Takahara, Wataru Matsuda and Yoshinori Nishiwaki, 2021, Nondestructive discrimination of red silk single fibers using total reflection X-ray fluorescence spectrometry and synchrotron radiation X-ray fluorescence spectrometry, *Journal of Forensic Sciences*, 66, 1658-1668, <https://doi.org/10.1111/1556-4029.14764> (FE-SEM)

Takafumi Ishii, Mikaru Mori, Shiguma Hisayasu, Ryusuke Tamura, Yuki Ikuta, Fumito Fujishiro, Jun-ichi Ozaki, Hideyuki Itabashi and Masanobu Mori, 2021, Direct conversion of lignin to high-quality graphene-based materials via catalytic carbonization, *RSC Advances*, 11, 18702-18707, <https://doi.org/10.1039/D1RA02491D> (顕微レーザーラマン分光装置)

Yuki Ikuta, Kyosuke Shimono, Yuhi Tsubouchi, Tsuyoshi Sugita, Kentaro Kobayashi, Fuya Sugiyama, Daisuke Kozaki, Shinji Iwamoto and Masanobu Mori, 2022, Retention of inorganic anions using mesoporous zirconia spheres modified with anion-exchange groups as the stationary phase for ion chromatography, *Analytical Sciences*, 38, 563-569, <https://doi.org/10.1007/s44211-022-00066-x> (FE-SEM, 顕微レーザーラマン分光装置)

#### ○著書 Book

Joshua Vacarizas, Sam Edward Manalili, Takuma Mezaki, Takahiro Taguchi and Satoshi Kubota, 2022, Studies on coral diversity and biology using emerging cytogenetic and molecular approaches, 151-162, in *Interdisciplinary Studies for Integrated Coastal and Ocean Zone Management in the Region along the Kuroshio: Problem-based Approach by Kuroshio Science* (Ed. by S. Akama, T. Shinbo and S. Kubota), Research Center of Integrated Coastal Zone Management by Kuroshio Science, Kochi University 西村謄写堂 (Xradia)

# 4. 高知コアセンター分析装置群共用システム

## Kochi Core Center Open Facility System (KOFs)

### ○概要 Overview of the KOFs

高知コアセンター分析装置群共用システムは、文部科学省「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）」の一環として平成28～30年度に実施されたプログラムであり、海洋コア総合研究センターと海洋研究開発機構高知コア研究所が共同で申請し採択されたものである。

本共用システムは、センターの様々な分析機器を教育・研究機関や一般企業の方が“随時”利用できる課金型利用システムである。また、平成29年10月からは、分析装置の学内共同利用についても共用システムを介して対応している。

本共用システム導入の目的は、

- (1) 産業界や異分野に広く門戸を開き、より多くの研究者や技術者を受け入れることで、学術界・産業界でのコミュニティの拡大や研究・教育活動の活性化・高度化を図ること、
- (2) 海洋研究開発機構高知コア研究所が所有する先端分析機器を共同利用・共同研究拠点の機能に加えることで、学内外における機器の共用化を促進すること、
- (3) 本システムの運用制度を確立し、支援・運用体制を強化すること、である。

前述の事業による経費支援が終了した令和元年度からは、自主運営により、共用システムの提供を継続している。

問い合わせ先 More Information:

高知コアセンター分析装置群共用システムオフィス

URL: <http://www.kochi-core.jp/kyoyo/index.html>

[http://www.kochi-core.jp/kyoyo/en/index\\_e.html](http://www.kochi-core.jp/kyoyo/en/index_e.html)

"Kochi Core Center Open Facility System (KOFs)" program was implemented from FY2016 to FY2018 as a part of "Project for Promoting Public Utilization of Advanced Research Infrastructure" supported by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT). Since FY2019, we run the program independently. KOFs is cooperated by the Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University and Kochi Institute for Core Sample Research, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology.

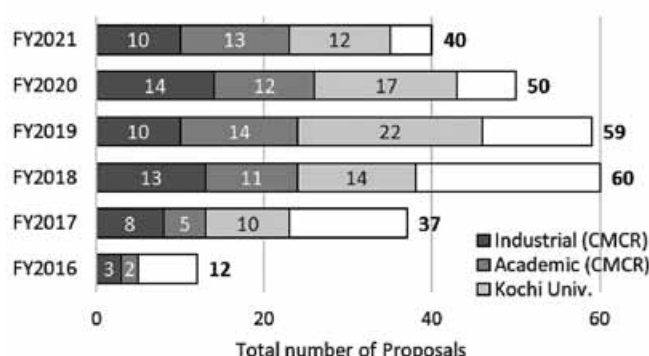
Anyone could use this system for a fee, and application and inquiry are accepted at any time.

Our motivations under KOFs are:

- (1) To expand communities in academia and industry, and to activate and enhance research and educational activities by accepting more researchers and engineers in industry and other fields
- (2) To promote the sharing of equipment; the equipment owned by JAMSTEC are available to the users of the JURC-DES program
- (3) To strengthen the support and operations

### ○令和3年度の利用実績 Performance in FY2021

年度 Year	課題件数 Total number	内訳 高知大学受入分 Category	
令和3 FY2021	40	産業界 Industrial : 10 研究教育機関 Academic : 13 (including IODP users; 3) 学内共同利用 Kochi Univ : 12	



### ○学外課題詳細（高知大学受入分） Proposal list under the CMCR direction

区分 Category	課題申請者所属・職名 Affiliation/Position	課題申請者 Applicant	研究課題名 Topics
研究教育機関 Academic	University of Potsdam/Post-doctoral researcher	Kaboth-Bahr, Stefanie	Deciphering hydrographic changes in the eastern tropical Indian Ocean (0.5-1.4 Ma) through XRF scanning
研究教育機関 Academic	国士舘大学理工学部・講師	大柳 良介	海洋底蛇紋岩に産する炭酸塩の形成プロセスに関する研究

研究教育機関 Academic	富山大学学術研究部理学系・教授	張 勁	放射性核種を用いた日本海溝周辺海域における粒子輸送状況の評価
研究教育機関 Academic	茨城大学理学部・教授	岡田 誠	陸上に分布する海成層における地磁気逆転やエクスカージョン記録の詳細な復元
研究教育機関 Academic	東京大学大学院新領域創成科学研究科・准教授	芦 寿一郎	非破壊化学分析による海域の古地震履歴評価手法に関する検討
研究教育機関 Academic	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・招聘研究員	池原 研	コアスキャナー型蛍光X線分析装置 (ITRAX) による化学分析
研究教育機関 Academic	Antarctic Research Centre, Victoria University of Wellington/Senior Lecturer	DUNBAR, Gavin	XRF scanning of 1195A (090518IODP)
研究教育機関 Academic	The University of Queensland/ Associate Professor	BOSTOCK LYMAN, Helen	XRF scanning of 1172A (091310IODP)
他 産業界10件, 研究教育機関5件			

※所属は申請年度当時のものを記載.

## 5. 各種報告記事 News & Report

### 5-1. ワークショップ・研究集会等

#### ◇第56回日本小児腎臓病学会学術集会・招聘講演

区 分：講演

対 象：学術集会参加者

日 程：令和3年7月9日(金)

会 場：かるぽーと大ホール（+オンライン配信）

主 催：日本小児腎臓病学会

参加者：約300名

概 要：「ちきゅう」で迫る地球と海の謎～深海科学掘削の歴史と未来～と題して講演を行い、50年以上の歴史をもつ深海科学掘削が宇宙探査と競い合いながら発展してきたことやその探査研究の成果として地球と海の謎をいくつも解き明かしてきたことを紹介するとともに、その国際プロジェクトの拠点の一つが高知大学にあり、「ちきゅう」という世界最高クラスの科学掘削船を活かした国際プロジェクトが推進されていること、高知大学が主導して計画されている四国沖の掘削プロジェクトなどについて紹介した。



#### ◇CITES珊瑚研究報告会2021～宝石珊瑚の未来を考える～

区 分：一般公開

対 象：一般

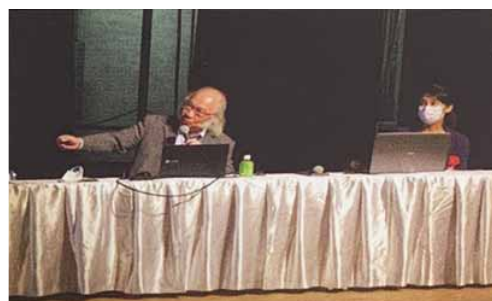
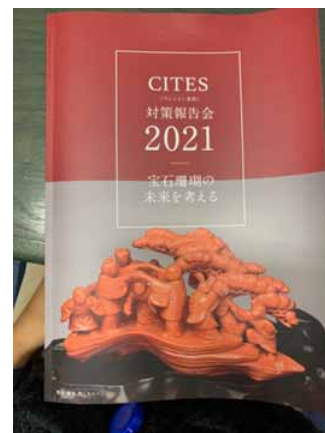
日 程：令和3年7月14日(水)

会 場：高知県立県民文化ホール グリーンホール

主 催：NPO法人宝石珊瑚保護育成協議会

参加者：宝石珊瑚関連業及び関係者 合計70名

概 要：宝石サンゴはワシントン条約（Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora: CITES（絶滅のおそれのある野生動植物の種の国際取引に関する条約））の会議で近年取り上げられてきている。本会は2021年6月に開催されたCITESの動物委員会での議論の結果報告や国際動向についての情報共有とともに、これまで研究機関がNPO法人宝石珊瑚保護育成協議会と共同して進めてきた育成事業や学術研究の成果が発表された。本センターからは公文富士夫客員教授と奥村知世准教授が招待され、これまでに取り組んできた枯木宝石サンゴの研究や、持続可能な利用に向けたシステム作りについての提言を取りまとめた発表を行なった。



NPO法人宝石珊瑚保護育成協議会webページ：

<https://www.coral-npo.jp/information/activity-report/163/>

## ◇サンゴ礁サマーキャンプ：生物起源硬組織の局所分析

区 分：公開講演

対 象：小中学生，高校生

日 程：令和3年8月6日(水)

会 場：喜界島サンゴ礁科学研究所

主 催：喜界島サンゴ礁科学研究所

参加者：小中学生，高校生および保護者40名

概 要：喜界島サンゴ礁科学研究所は毎年、夏休み期間に全国の小中学生，高校生を対象に，鹿児島県喜界島町に滞在して学ぶサイエンスキャンプを実施している。佐野センター長は，NanoSIMSを用いた数ミクロンの微小な領域で，生物起源の炭酸塩中の微量元素や同位体比を精密に測定する方法を開発した。この手法を鮎の耳石や二枚貝殻化石に応用し，鮎の回遊の歴史や過去の海洋環境の復元を行った。この内容を小中学生，高校生および保護者に分かりやすく説明した。



喜界島サンゴ礁科学研究所のウェブサイト：<https://kikaireefs.org/>

## ◇地球と対話する大地と南極絵巻：トークセッション

区 分：公開講演

対 象：一般

日 程：令和3年10月30日(土)

会 場：海のギャラリー・テラス（土佐清水市）

主 催：ササオカミホ

共 催：土佐清水ジオパーク推進協議会

参加者：約15名

概 要：白鳳丸による南極海航海に参加したササオカミホ氏が乗船中に体験した様々な事柄を墨で描いた10mの南極絵巻を海のギャラリーに展示し，航海の主席研究員を務めた池原教授とのトークセッションを通して，調査航海や地球科学研究の様子を紹介した。トークセッションでは，参加者からの質問にも答えながら，アートとサイエンスの視点から「探求すること」について意見を交わした。また，翌31日には土佐清水ジオパークにおいて池原研究室のオープンゼミを行い，大学院生が取り組んでいる研究の様子と成果を紹介した。



## ◇令和3年度 高知大学出前公開講座in大豊町

区 分：公開講演

対 象：一般

日 程：令和3年11月9日(火)

会 場：大豊町農工センター

主 催：高知大学・大豊町

参加者：約30名

概 要：「海から探る気候変動のからくり」と題して公開講座を行った。地球温暖化の進行を実感することが多くなってきた昨今の気候の変化の様子を，高知市や嶺北地域の気温変化記録に基づいて解説し，気温上昇とともに豪雨の頻度が増加傾向であることを指摘した。さらに長期スケールの気候変動の様子と要因を理解するためには地質学的なアプローチが必要であること，そのような研究に用いられる海底の堆積物コアが高知大学海洋コア総合研究センターに蓄積されており，気候のカラクリを解き明かすための様々な研究が行われていることを紹介した。また，8月末に行った掘削船「ちきゅう」を用いた高知沖での掘削研究の最新情報もあわせて紹介し，町民からの多様な質問に対してわかりやすく解説して，サイエンスのおもしろさを伝えた。



池原 実（高知大学海洋コア総合研究センター）

◇東京都立小松川高等学校理数研究講演会：地球最古の生命と隕石中爆撃

**区分：**公開講演  
**対象：**都立小松川高等学校生徒  
**日程：**令和3年11月20日(土曜日)  
**会場：**都立小松川高等学校講堂  
**主催：**都立小松川高等学校  
**参加者：**都立小松川高等学校生徒50名  
**概要：**理科系大学への進学を目指す高校生に向けて、最新の科学の成果を解説する理数研究講演会である。佐野センター長は本校の卒業生であることから、学校長から講演依頼を受けた。講演内容は高度な分析手法により、微小なグラファイトの炭素同位体比を精密に測定する方法を開発し、カナダ北西部のラブラードール地域の太古代堆積岩に応用した。その結果として、地球最古の生命が約40億年前に現れたことを示した。

都立小松川高校のウェブサイト：  
<https://www.cameca.com/>

理数研究講演会

地球最古の生命と隕石重爆撃

11/20(土) 高知大学海洋コア総合研究センター  
 13:30~14:30 東京大学大気海洋研究所  
 @2階 地学室 佐野有司先生

昭和49年小松川高校卒業。皆さんの大先輩です。  
 「安定同位体を用いた海洋地球化学の研究」  
 がご専門です。



◆先生の講演資料より抜粋

※参加希望者は11/17(水)までに担任の先生または化学科部司まで

◇カメカテクニカルセミナー：地球最古の生命と隕石中爆撃

**区分：**公開講演  
**対象：**ATP および SIMS 技術者  
**日程：**令和3年12月8日(水)  
**会場：**リモート (オンラインセミナー)  
**主催：**アメテック株式会社カメカ事業部  
**参加者：**ATP および SIMS 技術者80名  
**概要：**固体試料表面の極小領域の化学組成や同位体組成を分析するために用いられている3次元アトムプローブ装置(ATP)、および二次イオン質量分析装置(SIMS)の技術者に、これらの装置を使った様々な分野の最新の研究成果を解説する公開講演であるが、コロナ禍のためオンラインセミナーとなった。佐野センター長は、NanoSIMSを用いた数ミクロンの微小なグラファイトの炭素同位体比を精密に測定する方法を開発し、カナダ北西部のラブラードール地域の太古代堆積岩に応用した。その結果として、地球最古の生命が約40億年前に現れたことを示した。

アメテック株式会社のウェブサイト：  
<https://www.cameca.com/>

D-SIMS セッション(14:50-17:40)

開始時間	講演内容	講演者
14:50	ご挨拶	カメカ事業部 執行役員 事業部長 藤 成決
15:00	地球最古の生命と隕石重爆撃	高知大学 海洋コア総合研究センター Ph.Dセンター長 特任教授 佐野 有司 先生
15:45	二次イオン質量分析法で明らかにするリチウムイオン電池材料のリチウム拡散	国立研究開発法人 物質・材料研究機構 エネルギー・環境材料研究拠点 固体電池グループ Ph.D 主幹研究員 桑田 源明 先生
16:30	Introduction of CAMECA HQ marketing team and its missions and explanation of overview of the CAMECA SIMS market.	Cameca SA PhD Naiza Lahouffard-HENRY
16:40	—IMS 71-Auto	Cameca SA PhD Joan CHOI
16:55	—IMS 1300+IR*	Cameca SA PhD Piaura PERES
17:05	—NanoSIMS	Cameca SA Aurélienne THOMEN

◇森林総合研究所四国支所 公開講演会「四国の森のつくりかたー森をはぐむ土と水ー」

区 分：公開講演

対 象：一般

日 程：令和3年12月～

会 場：YouTube「森林総研チャンネル」による  
動画配信

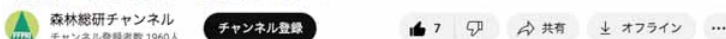
主 催：森林総合研究所四国支所

参加者：登録者数1960名の「森林総研チャンネル」  
で11ヶ月間に474回視聴(岩井講演)

概 要：四国の森林面積は約140万ヘクタール、  
陸地全体の約7割が緑に覆われていま  
す。そのような豊かな森林がある背景  
には、四国の地形、地質、土壌、水の  
循環といった環境条件が、他の地域と  
比べて特徴的であることが挙げられま  
す。そのため、地質形成や過去の植生  
がどのようなものであったかを知るこ  
とで、現在の四国の森林をより深く理  
解することができます。本センター岩  
井教授は「四国の地質と環境変遷史：  
四国の地形・地質とジオパーク」とい  
う題目で四国の地形地質形成史の概要  
と、室戸ユネスコ世界ジオパークの活  
動事例について、理工学部長谷川講師  
は「四国の地質と環境変遷史：東アジ  
ア地域の環境・植生変遷史」という題  
目で、モンゴルの湖底堆積物（コアセ  
ンターで保管・分析）の研究を含む東  
アジア地域の環境と植生の変遷史につ  
いて紹介しました。



【期間公開】「令和3年度 森林総合研究所四国支所公開講演会」1.四国の地質と環境変遷史  
(前編)ー四国の地形・地質とジオパークー



【期間公開】「令和3年度 森林総合研究所四国支所公開講演会」2.四国の地質と環境変遷史  
(後編)ー東アジア地域の環境・植生変遷史ー



「森林総研チャンネル」による動画配信

岩井講演：<https://www.youtube.com/watch?v=F8ZL-vWVaqQ>

長谷川講演：<https://www.youtube.com/watch?v=PGk8UNmxsz8&list=PLZzxJYmW4GZmIDEJhL1n4mLtnKgqqcOe&index=3>

# 6. 教育・若手人材育成

## Education and Programs for Early Career Scientist

### 6-1. 教育活動

当センターの専任教員は、理工学部（生物科学科・地球環境防災学科）および農林海洋科学部（海洋資源科学科）の兼任教員として学部教育を担当，地球掘削科学に関連する専門分野の講義のほか，センターの施設・設備を活用した実験・実習，卒業研究指導を行っている。また大学院においては，総合人間自然科学研究科理学/理工学専攻（修士課程），農林海洋科学専攻（修士課程）および応用自然科学専攻（博士課程）の専任教員として，大学院授業担当や修士・博士論文研究指導を行うとともに，海洋研究開発機構との連携大学院（海底資源科学分野）を運営，専攻分野横断型の卓越大学院プログラム新設や大学院改組に取り組んでいる。また，多くの理工学部および農林海洋科学部の兼務教員が，コアセンター設備を活用した学部・大学院教育を行っている。

Full-time and associate faculty members at the CMCR are generally in charge of education in Kochi University, within the Faculty of Science and Technology (e.g. Department of Global Environment and Disaster Prevention, Department of the Biological Sciences) and Department of Marine Resource Science, Faculty of Agriculture and Marine Science.

They teach lectures in specialized fields associated with drilling Earth Science and conduct experiment classes using CMCR facilities. Also, fourth-year undergraduate at the university can work on their research project under the supervision of CMCR faculty members.

CMCR faculty members are also involved in graduate education in the Graduate School of Integrated Arts and Sciences (Science Program for master's course and Applied Natural Sciences Program for doctoral course). Students can conduct their master's or doctoral thesis research in one of the Center laboratories under the supervision of a CMCR faculty member.

#### 6-1-1. 大学院生等の受入状況

区分	平成28年度		平成29年度		平成30年度		令和元年度		令和2年度		令和3年度		平均	
	うち外国人		うち外国人		うち外国人		うち外国人		うち外国人		うち外国人		うち外国人	
博士後期課程	1	(0)	2	(0)	2	(1)	2	(1)	3	(1)	3	(1)	2.2	0.7
うち社会人	1	(0)	1	(0)	1	(0)	0	(0)	0	(0)	1	(0)	0.7	0.0
修士・博士前期課程	8	(0)	3	(0)	6	(0)	5	(0)	5	(0)	11	(0)	6.3	0.0
うち社会人	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	10	(0)	1.7	0.0
学部生	2	(0)	4	(0)	3	(0)	5	(0)	11	(0)	10	(0)	5.8	0.0
合計	11	(0)	9	(0)	11	(1)	12	(1)	19	(1)	24	(1)	14.3	0.7

\* 期末評価資料より転載，令和3年度活動状況報告書に基づき一部改編

#### 6-1-2. 当該研究所等・施設を利用して学位を取得した大学院生数 \* 期末評価資料より転載

区分	平成28年度		平成29年度		平成30年度		令和元年度		令和2年度		令和3年度		平均	
	学内	学外	学内	学外	学内	学外	学内	学外	学内	学外	学内	学外	学内	学外
博士号取得者数	2	7	2	4	1	6	0	4	0	0	1	0	1	4

\* 期末評価資料より転載，令和3年度活動状況報告書に基づき一部改編

#### 6-1-3. 留学生の受入状況 \* 期末評価資料より転載

区分	平成28年度	平成29年度	平成30年度	令和元年度	令和2年度	令和3年度	平均
①アジア	0	0	0	0	0	0	0
②北米	0	0	0	0	0	0	0
③中南米	0	0	0	0	0	0	0
④ヨーロッパ	0	0	1	1	1	1	1
⑤オセアニア	0	0	0	0	0	0	0
⑥中東	0	0	0	0	0	0	0
⑦アフリカ	0	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	1	1	1	1	1

\* 期末評価資料より転載，令和3年度活動状況報告書に基づき一部改編



#### 6-1-4. 令和3年度卒論・修論・博士論文

##### 博士論論文 Doctor Thesis

###### 総合人間自然科学研究科応用自然科学専攻 博士（理）

###### （災害科学分野）Site Disaster Science

- ・Civel-Mazens Matthieu, 大学院, ACC fronts' migrations in the Southern Indian Ocean over the last 360,000 years assessed from radiolarian assemblages, 主指導:池原 実, 副指導1:氏家 由利香

##### 修士論文 Master Thesis

###### 総合人間自然科学研究科 理工学専攻 修士（理）

###### （地球環境防災学コース）Global Environment and Disaster Prevention

- ・今岡 良介, 花粉組成変化に基づく過去4万年間のモンゴル～シベリア南部の時空間的植生変遷の復元, 主指導:岩井 雅夫, 副指導1:長谷川 精, 副指導2:山田 伸之

###### 総合人間自然科学研究科 理工学専攻 修士（理）

###### （地球環境防災学コース）

- ・加藤 広大, 南極半島北西域の海底堆積物を用いた過去5000年間の環境変遷に伴う氷床融解史の復元, 主指導:池原 実

###### 総合人間自然科学研究科 農林海洋科学専攻 修士（農）

###### （海洋資源科学コース）Marine Resource Sciences

- ・増田 雄一, 渦鞭毛藻感染性ウイルスの時系列分布ならびに多様性に関する分子生態学的研究, 主指導:長崎 慶三, 副指導1:足立 真佐雄, 副指導2:康 峪梅, 副指導3:ULANOVA Dana

###### 総合人間自然科学研究科 農林海洋科学専攻 修士（農）

###### （海洋資源科学コース）Marine Resource Sciences

- ・宮本 洋好, 海洋観測のための現場型硝酸遠計測装置の開発, 主指導:岡村 慶, 副指導1:野口 拓郎

###### 総合人間自然科学研究科 農林海洋科学専攻 修士（農）

###### （海洋資源科学コース）Marine Resource Sciences

- ・山崎 直輝, 金属導入ポリオキソメタレート錯体の電気化学的酸化還元挙動の解析と応用に関する研究, 主指導:上田 忠治, 副指導1:小河 脩平

###### 総合人間自然科学研究科 農林海洋科学専攻 修士（農）

###### （海洋資源科学コース）Marine Resource Sciences

- ・瀬戸口 亮真, 種子島東沖海底泥火山群の噴出メカニズムに関する研究－堆積物と炭化水素の起源－, 主指導:村山 雅史, 副指導1:野口 拓郎

###### 総合人間自然科学研究科 農林海洋科学専攻 修士（農）

###### （海洋資源科学コース）Marine Resource Sciences

- ・片野田 航, 南太平洋で採取されたマンガンノジュールの回転の復元に関する研究－岩石磁気と古地磁気学的解析によるアプローチ－, 主指導:村山 雅史, 副指導:浦本豪一郎

##### 卒業論文 Bachelor Thesis

###### 理工学部 地球環境防災学科 Global Environment and Disaster Prevention

- ・スカルジッチ 瑠史雄, 堆積物の残留磁化に微生物細胞はどの程度寄与しているのか～定量的な検討手法の開発に向けて～, 主指導:山本 裕二
- ・三谷 甚平, 過去の地震断層におけるひずみ解析:白亜系四万十帯横浪メランジュ, 主指導:橋本 善孝
- ・松元 日向子, 高知県室戸半島に露出する古第三系室戸層の変形構造, 主指導:藤内 智士
- ・森木 涼介, 北部九州から出土した弥生土器の考古地磁気研究, 主指導:山本 裕二
- ・橋 隆海, 砂層の強度構造が付加ウェッジの構造に与える影響, 主指導:藤内 智士
- ・池内 裕, 砂箱実験を用いた単純せん断帯に発達する2次せん断面の3次元解析, 主指導:藤内 智士

- ・福島 颯, X線CTデータを用いた南海トラフ及び四国海盆の海底下における重鉱物と炭酸塩鉱物の空間分布の解明, 主指導: 藤内 智士
- ・細川 貴弘, 底付け断層帯活動時のダイナミックな流体圧上昇量の制約, 主指導: 橋本 善孝
- ・荻谷 悠貴, 海底玄武岩の岩石磁気・古地磁気学的特徴~バルカンフラクチャーゾーンと中央インド洋海嶺の例, 主指導: 山本 裕二
- ・阿部 芳敏, 整然相に発達する小断層の古応力解析: 白亜系四万十帯野々川層, 主指導: 橋本 善孝

#### 農林海洋科学部 海洋資源科学科 海底資源環境学コース Marine Resource Science Major

- ・中澤 椋雅, 地球化学指標を用いた丹沢山地で湧出する高pH温泉水の起源の解明, 主指導: 西尾 嘉朗
- ・住吉 虹輝, 電場触媒反応による低温でのプロパン脱水素反応, 主指導: 小河 脩平
- ・勝野 旭, 高知県足摺岬沖宝石サンゴの成長速度推定とそのばらつきの検討, 主指導: 村山 雅史, 副指導1: 奥村 知世
- ・友澤 慧大, Pt/MoOx系触媒を用いた低温電場中での逆水性ガスシフト反応の研究, 主指導: 小河 脩平
- ・山岡 昌希, Fe担持触媒を用いた低温電場中での逆水性ガスシフト反応, 主指導: 小河 脩平
- ・山島 拓海, ファインバブルガスの混在下における天然水試料の共沈処理法に関する検討, 主指導: 野口 拓郎
- ・木下 愛梨, 徳島県穴喰沖から採取された海洋コア中の細粒タービダイトに関する研究, 主指導: 村山 雅史
- ・神徳 理紗, 高知県浦ノ内湾における人新世の重金属汚染に関する研究, 主指導: 村山 雅史
- ・稲葉 健臣, 新規Keggin型金属導入モリブド硫酸錯体の合成に向けて, 主指導: 上田 忠治
- ・糸井 綾, 京都における温泉成分の地球科学, 主指導: 西尾 嘉朗
- ・朝山 航大, 高知県三原村産「土佐硯」の成り立ち: 続成過程に基づく考察, 主指導: 浦本 豪一郎
- ・越智 凜太郎, 金属導入新規タンゲスト硫酸錯体の合成研究, 主指導: 上田 忠治

#### 農林海洋科学部 海洋資源科学科 海洋生命科学コース Marine Biological Chemistry

- ・石川 沙歩, 新規マクロリド・イリオモテオリド-7aの構造研究, 主指導: 津田 正史
- ・原村 紗季, 海洋由来細菌の培養調査, 主指導: ULANOVA, Dana
- ・小原 湧, <sup>17</sup>O-MRSによるマウス脳内の水観測に関する研究, 主指導: 津田 正史
- ・野村 祥吾, 海綿由来の *Firmicutes* と *Proteobacteria* 間の相互作用調査, 主指導: ULANOVA, Dana

#### 農林海洋科学部 海洋資源科学科 海洋生物生産学コース Aquaculture

- ・吉良 明日海, 珪藻において導入遺伝子を高発現可能なターミネーターの探索, 主指導: 足立 真佐雄
- ・荒木 豪士, 新奇シガトキシン産生微細藻の探索に資する間接蛍光抗体法の開発, 主指導: 足立 真佐雄
- ・飯島 巧望, フグ毒を保有する底生性渦鞭毛藻 *Prorocentrum* 属の探索, 主指導: 足立 真佐雄

#### 農林海洋科学部 農林資源環境科学科 森林科学領域 Forest Science

- ・井上 達矢, 気候変動に対するブナの肥大成長と炭素安定同位体比の地理的変異, 主指導: 市栄 智明
- ・岩原 正朋, ファインバブルガスの混在下における天然水試料の共沈処理法に関する検討, 主指導: 野口 拓郎
- ・櫻井 拓海, 嶺北フィールドにおけるモミの天然更新に影響をあたえる環境要因, 主指導: 市栄 智明
- ・鎌田 弥歩, 茨城県小川ブナ希少個体群保護林におけるブナの開花量の長期的変動, 主指導: 市栄 智明

## 6-1-5. 授業担当等

## ○課程教育

	担当者	担当学部等	主な担当授業
専任教員	岩井 雅夫	理工学部兼任	層位学, 海洋地質実習, 古海洋生物学特論
	池原 実	理工学部兼任	地球掘削科学, 古海洋学特論, 地球環境システム学特論
	山本 裕二	理工学部兼任	古地磁気学, 海洋地質実習, 基礎地学実験
	氏家 由利香	理工学部兼任	分子生物, 分子古生物学特論
	浦本 豪一郎	農林海洋科学部兼任	海底資源学, 海底資源分析実験 (地学), 地学基礎実験
	KARS, Myriam	農林海洋科学部兼任	岩石磁気学, 古地磁気学
特任教員	白井 朗		地球と宇宙, 海底資源学, 海洋科学概論
	奥村 知世	農林海洋科学部兼任	海底資源学演習, 海底資源分析実験, 地球と宇宙
兼務教員	芦内 誠	農林海洋科学部専任	生物材料科学, 生体高分子化学
	足立 真佐雄	農林海洋科学部専任	水族環境学, 環境微生物工学, 水族環境学実験
	上田 忠治	農林海洋科学部専任	資源物理化学, 資源分析化学, 化学基礎実験
	岡村 慶	農林海洋科学部専任	化学概論, 海洋化学概論, 物理学基礎実験
	津田 正史	農林海洋科学部専任	海洋ケミカルバイオロジー
	長崎 慶三	農林海洋科学部専任	水圏ウイルス学, ウイルス, 赤潮
	西岡 孝	理工学部専任	固体物理学, 磁性物理学特論, 物理科学実験
	橋本 善孝	理工学部専任	テクトニクス, 野外調査法基礎, 基礎地学実験
	村山 雅史	農林海洋科学部専任	海洋地球科学概論, 地球科学概論, 同位体地球科学特論
	市榮 智明	農林海洋科学部専任	樹木学実習, 森林保護学, 森林生産技術実習 I
	西尾 嘉朗	農林海洋科学部専任	同位体地球化学, 海底資源岩石鉱物学, 情報処理
	野口 拓郎	農林海洋科学部専任	現場化学計測, 海洋環境アセスメント化学, 海洋情報化学
	小河 脩平	農林海洋科学部専任	資源無機化学, 資源物質化学
	藤内 智士	理工学部専任	構造地質学, 野外調査法基礎, 実践野外調査実習
	ULANOVA, Dana	農林海洋科学部専任	科学英語コミュニケーション, 分子生合成論, 初習海洋生命英語

## 6-1-6. コアセミナー（前期 オンライン開催，後期 ハイブリッド開催 / オンライン開催）

- R3.6.18 「(論文紹介)Global distribution of large submarine canyons: Geomorphic differences between active and passive continental margins" by Harris & Whiteway」木下 愛梨(村山研 B4)  
「モンゴル北部の湖底堆積物から復元する最終氷期以降の植生変遷と環境変動」今岡 良介(長谷川研 M2)  
「種子島沖海底泥火山の噴出堆積物の特徴と起源」瀬戸口 亮真(村山研 M2)
- R3.6.25 「高知県浦ノ内湾における人新世の重金属汚染に関する研究」神徳 理紗(村山研 B4)  
「同位体地球化学を用いた丹沢山地で湧出する高pH地下水の起源の解明」中澤 椋雅(西尾研 B4)
- R3.7.2 「紀伊半島南西部の温泉水の地球化学」水原 涼(西尾研 B4)  
「(論文紹介)Ocean-Floor Sediments as a Resource of Rare Earth Elements: An Overview of Recently Studied Sites」清水 さつき(村山研 B4)  
「東南極ケーブダンレー沖における南極底層水形成変遷の復元」竹原 景子(池原研 D2)
- R3.7.9 「(論文紹介)Identification and characterization of magnetotactic Gammaproteobacteria from a salt evaporation pool, Bohai Bay, China」スカルジッチ 瑠史雄(山本研 B4)  
「(論文紹介)Seafloor hydrothermal alteration affecting magnetic properties of abyssal basaltic rocks: insights from back arc lavas of the Okinawa Trough」荻谷 悠貴(山本研 B4)  
「(論文紹介)Construction of new archaeointensity reference curve for East Asia from 200 CE to 1100 CE」森木 涼介(山本研 B4)
- R3.7.16 「マンガングラスの岩相と色と構成元素や含有砕屑物との対比」亀井 翼(村山研 M1)  
「京都の温泉水の地球化学」糸井 稔(西尾研 B4)  
「(論文紹介)Gold Exploration in Two and Three Dimensions: Improved and Correlative Insights from Microscopy and X-Ray Computed Tomography」田代 昂士(村山研 M1)
- R3.7.30 「高知県三原村に分布する四万十帯南帯の被熱特性に基づく硯石形成過程」朝山 航大(浦本研 B4)  
「南太平洋で採取されたマンガングラスの古地磁気学的解析による回転の復元」片野田 航(村山研 M2)  
「完新世の気候変動に起因する南極半島氷床の変動史の解明」加藤 広大(池原研 M2)
- R3.11.12 「南太平洋で採取されたマンガングラスの古地磁気学的解析による回転の復元」片野田 航(村山研 M2)
- R3.11.19 「堆積物の残留磁化に微生物細胞はどの程度寄与しているのか～定量的な検討手法の開発に向けて～」スカルジッチ 瑠史雄(山本研 B4)  
「北部九州から出土した弥生土器の考古地磁気研究」森木 涼介(山本研 B4)  
「バルカンフラクチャーゾーン海底玄武岩の岩石磁気・古地磁気学的特徴」荻谷 悠貴(山本研 B4)
- R3.11.26 「紀伊半島西部の温泉水の地球科学」水原 涼(西尾研 B4)  
「同位体地球化学を用いた丹沢山地で湧出する高pH地下水の起源の解明」中澤 椋雅(西尾研 B4)
- R3.12.3 「続成過程に基づく西南日本外帯から産する硯材の形成過程の検討」朝山 航大(浦本研 B4)  
「南極ケーブダンレー底層水流下域における海底チャネル堆積場の特徴」竹原 景子(池原研 D2)
- R3.12.10 「種子島沖海底泥火山群から採取された堆積物の地化学・年代分析による泥火山噴出機構の解明」瀬戸口 亮真(村山研 M2)  
「南極半島北西域における過去5000年間の環境変遷と氷床融解史」加藤 広大(池原研 M2)  
「(論文紹介)北西太平洋縁のアルケノン表層水温に記録された過去千年間の気候変動の増大」河野 敬太(池原研 B3)
- R3.12.17 「京都の温泉水の地球化学」糸井 稔(西尾研 B4)  
「高知県足摺岬沖宝石サンゴの成長速度推定とそのばらつきの検討」勝野 旭(奥村研 B4)  
「南鳥島南方海域のレアアース泥の特徴と連続多元素分析」清水 さつき(村山研 B4)
- R4.1.14 「(論文紹介)大阪平野における $\delta^2\text{H}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$ , Cl<sup>-</sup>濃度に基づく地下水の特性評価」平田 祐一(西尾研 B3)  
「(論文紹介)岡山県の地熱探査を目的とした非火山地域における地下水の化学・同位体分析」秋柴 愛斗(西尾研 B3)  
「1512年永正津波に起因するタービダイトの堆積機構に関する研究」木下 愛梨(村山研 B4)
- R4.1.21 「(論文紹介)日本における内陸地震の地震発生深度と地震発生への影響」平井 紀行(西尾研 B3)  
「地球上の様々な球状炭酸塩 コンクリーションの成因究明：火星生命探査に向けて」渡辺 準生(長谷川研 B3)  
「高知県浦ノ内湾における人新世の重金属汚染に関する研究」神徳 理紗(村山研 B4)
- R4.1.28 「硯の評価指標としての硯材の粒度分析 - 三原村周辺から産出した硯材の鉱物単体分離解析による検討 - 」中村璃子(浦本研 B3)  
「米国グリーンリバー湖成層コアの年縞による始新世前期における太陽活動周期の検証」百瀬 弘基(長谷川研 B3)  
「マンガングラスの縞状構造に記録される氷期-間氷期サイクルに伴う地球環境変動」高馬 菜々子(長谷川研 B4)

- R4.2.4 「(論文紹介)Red coral extinction risk enhanced by ocean acidification.」平川 史也(奥村研 B3)  
「周氷河地形“ポリゴン”を利用した火星地下氷分布の推定」佐古 貴紀(長谷川研 B3)
- R4.2.18 「(論文紹介)Freshwater lake to salt-water sea causing widespread hydrate dissociation in the Black Sea」  
林 鷹利(KARS研 B3)

## 6-2. KCCセミナー KCC Seminar

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。令和3年度は6回(発表9件)開催された。

In cooperation with Kochi JAMSTEC, KCC Seminar was held 7 times with total of 9 presentations in FY2021.

開催日 Date	講演者(所属, 職名)「講演題目」 Presenter, Affiliation, Title of Presentation
2021.5.20	篠崎 鉄哉(産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門・JSPS-PD) 「地球化学的手法を用いた津波堆積物研究」
2021.5.26	香月 興太(島根大学エスチュアリー研究センター・講師) 「日本の年縞堆積物とその研究」
2021.6.10	岡林 徹(高知大学海洋コア総合研究センター・技術補佐員) 「医療用X線CTを用いたコンクリートの品質評価の基礎検討について」
2021.6.25	加 三千宣(愛媛大学沿岸環境科学研究センター・准教授) 「人新世GSSP候補「別府湾堆積物」のプロポーザルの概要」
	石田 直人(高知大学海洋コア総合研究センター・客員講師) 「日本海の表層型メタンハイドレート: 基本的性質と最近の研究成果」
2021.7.16	浦本 豪一郎(高知大学海洋コア総合研究センター・講師) 「地学と硯, 科学の視点から考える硯とは」
	壹岐 一也(三原村 硯職人) 「墨と硯, 硯職人としての関心事」
2021.8.4	元村 健人(九州大学・特別研究員(DC1)) 「19-18億年前の海洋環境復元: カナダ・ケープスミス帯およびフリフロン帯」
	小坂 由紀子(高知大学海洋コア総合研究センター・特任助教) 「ネオジム同位体比を用いた古海洋研究: 南大洋の深海サンゴへの挑戦」

## 6-3. コアスクール J-DESC Core School

日本地球掘削科学コンソーシアム(J-DESC)の各種コアスクールのうち、「コア解析基礎コース」「コア同位体分析コース」が、例年3月に実施されていたが、いずれも新型コロナウイルス感染拡大により中止となった。

Of the J-DESC Core School courses, the Core Isotope Analysis Course and Basic Core Analysis Course were offered in March last year, however, they were both cancelled due to COVID.

## 6-4. 女性後継者テニュアトラック Woman Successor Tenure Track (WSTT), Kochi University

高知大学独自の女性後継者テニュアトラック制(WSTT)により、高知大学初の女性テニュアトラック教員を国際公募し、2017年10月に特任助教として採用した。約1年間の産休・育休を取得し(2019年2月~2020年3月)、2021年4月に予定通り復職、研究・教育・運営の第一線で活躍している。産休・育休中の2019年4月~2020年3月には、女性代用教員を助教として採用、彼女もまた十分な職責を果たした。

A specially appointed assistant professor of the Woman Successor Tenure-Track (WSTT) program of the Kochi University, started in 2017, took maternity leave and childcare leave for about one year from February 2019 through March 2020. She came back to her laboratory in April 2021, as scheduled, and is active in the front lines of research, education, and management. As her alternative, another female scientist had been appointed as an assistant professor from April 2019 to March 2020, also she completed sufficient responsibilities during the period.

2021年6月11日に当該教員に対して中間審査を行った。

## 7. 国際・地域連携 International and Regional Collaborations

### 7-1. 国際・国内学術連携(連携協定の状況) International and National Academic Collaboration

#### 7-1-1. 学術交流協定 Agreement on Academic Exchange

国外・国内の地球科学系の研究所および大学などと国際協力協定を締結し、積極的に国際共同研究、国際交流を展開しています。

We have concluded cooperative agreements with Earth-science research institutes and universities in Japan and overseas, and we are actively developing international joint research and exchanges.

#### ○海外研究機関との連携協定

台湾中央研究院地球科学研究所（2008年～2012年）

Institute of Earth Sciences, Academia Sinica, Taiwan

中国科学院地球環境研究所（2009年～2019年）

Institute of Earth Environment, Chinese Academy of Sciences

韓国地質資源研究院石油海洋資源部（2007年～現在）※2019年3月に5年延長

Petroleum & Marine Division, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources (KIGAM)

アイスランド大学地球科学研究所（2018年～現在）

Institute of Earth Science, University of Iceland

#### ○国内研究機関との連携協定

JAMSTEC（2014年3月～現在、包括連携協定）※毎年KCC講演会を開催

Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC)

東北大学学術資源研究公開センター（2014年3月～現在）

Center for Academic Resources and Archives, Tohoku University

秋田大学国際資源学部（2014年11月～現在）※2019年11月更新

Faculty of International Resource Sciences, Akita University

国立極地研究所（2016年4月～現在）

National Institute of Polar Research (NIPR)

東京大学大気海洋研究所（2017年8月～現在）

Atmosphere and Ocean Research Institute (AORI), University of Tokyo

神戸大学海洋底探査センター（2017年3月～現在）

kobe Ocean-Bottom Exploration Center (KOBEC), Kobe University

#### 7-1-2. 国際交流 International exchanges and collaborations

\*令和3年進捗状況報告書より抜粋、一部改編

#### ◇学術国際交流協定の状況

協定総数		令和3年度							
		2							
[単位:人]									
年度	締結年月	終了予定年月	相手国	機関名	協定名	分野	受入人数	派遣人数	
令和3年度	平成30年4月	令和5年3月	アイスランド	アイスランド大学(国立)地球科学研究所	高知大学海洋コア総合研究センターとアイスランド共和国 アイスランド大学地球科学研究所との間の学術交流協定	古地磁気学	0	0	
	平成19年8月	令和4年3月	韓国	韓国地質資源研究院石油海洋部	高知大学海洋コア総合研究センターと韓国地質資源研究院・石油海洋資源部との間の学術交流協定	地球環境科学	0	0	
合 計							0	0	

◇国際的な研究プロジェクトへの参加状況

協定総数	平成28年度	平成29年度	平成30年度	令和元年度	令和2年度	令和3年度	平均
	4	6	8	13	2	2	5.8

総数		令和3年度					
		13					
年度	参加期間	相手国名	研究機関名	研究プロジェクト等の概要	関係研究者名		
令和3年度	令和元年～4年	台湾	国立台湾大学	鍾乳石等の炭酸塩の形成年代測定	佐野有司(高知大学), Prof. River Shen		
	平成29年～令和3年	韓国	ソウル国立大学	火山・熱水系の揮発性元素地球化学	佐野有司(高知大学), Prof. Hyunwoo Lee		
	平成30年～令和3年	中国	天津大学	ヘリウム同位体を用いた地震・活断層の調査	佐野有司(高知大学), Prof. Shen Xu		
	令和元年～4年	イタリア	国立地球物理学・火山学研究所	揮発性元素による地震火山の研究	佐野有司(高知大学), Prof. Antonio Caracausi		
	平成30年～令和4年	カナダ	ケベック大学モントリオール校	ヘリウム同位体を用いた地下水流動の研究	佐野有司(高知大学), Prof. Daniele Pinti		
	令和2年～4年	フランス	ロレーヌ大学	大気中のヘリウム同位体の変動に関する研究	佐野有司(高知大学), Prof. Bernard Marty		
	令和3年	フランス, ドイツ	ボルドー大学, アルフレッドウエグナー極地研究所	南極海コアの珪藻群集解析と研究打合せ, および, 独研究船 Polarstern による南極海航海 EASI-1 に乗船南極海の海洋コアを用いた博士研究(放散虫群集解析)をさらに発展させるために, 共同研究者の Crosta 博士(ボルドー大学)のラボに滞在し, 珪藻群集解析に取り組むとともに論文執筆を行う。また, アルフレッドウエグナー極地研究所(独)の Ralf Tiedemann 教授が主催する Polarstern による南極海航海 EASI-1 (2022/1/6-2022/2/28) に乗船し, 東南極ケープダンレー沖などでの海洋観測と海洋コア採取に従事した。	池原実(高知大学), Crosta 博士(ボルドー大学) Ralf Tiedemann 教授(アルフレッドウエグナー極地研究所)		
	平成24年～令和4年	米国	ユタ大学	北西大西洋深海堆積物からの古地磁気強度相対値変動の解明	山本裕二(高知大学), LIPPERT, Peter C. (ユタ大学)		
	平成28年～	アイスランド	アイスランド大学	アイスランド溶岩からの古地磁気準連続変動の解明	山本裕二(高知大学), 星博幸(愛知教育大学), BROWN Maxwell(アイスランド大学), PIISPA Elisa(アイスランド大学)		
	平成30年～令和4年	米国	スクリップス海洋研究所	経年熱残留磁化からの古地磁気強度絶対値の解明	山本裕二(高知大学), TAUXE Lisa(スクリップス海洋研究所), アンヒョンソン(韓国地質資源研究院)		
	令和3年～	米国	コロンビア大学 ラモント・ドハティ研究所	浮遊性有孔虫の生体試料を用いた殻のボロン同位体指標の高精度化を目指す研究。	氏家由利香(高知大学), Bärbel Hönisch(コロンビア大学)		
	令和3年～4年	Germany	Christian-Albrechts University of Kiel	Monsoonal activity and paleoclimate evolution in the NW-Pacific over the past 4 Ma	KARS Myriam(高知大学), Lorenz Schwark (Christian-Albrechts University of Kiel)		
平成30年～令和3年	ジブチ共和国	ジブチ調査研究センター	ジブチの高塩分塩湖および高アルカリ湖に関する地球化学・微生物学的調査・ジブチの高塩分塩湖および高アルカリ湖とその周辺の温泉を対象とし, 海洋形成過程および極限環境下で生じる生物学的過程の解明を目指す。	奥村知世(高知大学), 東京海洋大学・ジブチ調査研究センター・海洋研究開発機構・東洋大学・産業技術総合研究所			

◇研究者の海外派遣状況・外国人研究者の招聘状況（延べ人数）

		令和元年度		令和2年度		令和3年度	
		派遣状況	招へい状況	派遣状況	招へい状況	派遣状況	招へい状況
合 計		21	13	0	0	3	0
事業区分	文部科学省事業						
	日本学術振興会事業	14	4				
	当該法人による事業	2	5			2	
	その他の事業	5	4			1	
派遣先国	①アジア	5	4				
	②北米	7	1			2	
	③中南米	2					
	④ヨーロッパ	3	8			1	
	⑤オセアニア	2					
	⑥中東						
	⑦アフリカ	2				1	

◇その他、国際研究協力活動の状況

年度	事業名	概要	受入人数	派遣人数
令和3年度	金属系人工ナノ粒子に対する底生有孔虫のストレス応答・代謝に関する研究	オンラインによる議論・共同解析・論文執筆	6	0
	有孔虫の代謝機構に関する研究	オンラインによる議論・論文執筆	4	0
合 計			10	0

## 7-2. 地域連携 Collaboration with Local Communities

○オフィシャルパートナー協定

高知みらい科学館-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（2018年6月～現在）  
・常設展協力

○その他

日 時	概 要	関係者
2021年7月14日	宝石珊瑚業界関係者有志とともに、宝石珊瑚業界における SDGs 達成に向けた活動について議論をする会合を実施	奥村 知世
2021年11月14日	高知県高等学校総合文化祭 第5回自然科学部門発表会審査員	橋本 善孝
2022年1月27日	高知県立南高等学校とJOIDES Resolutionとのライブ中継	浦本 豪一郎
2022年1月17日	高知県立小津高校とJOIDES Resolutionとのライブ中継	浦本 豪一郎



## 8. 研究活動報告 Faculty and Staff Annual Activity Report

### 8-1. 研究者紹介 Research Topics

	氏名 Name	学系・部門 Devision	専門分野 Research Fields	研究テーマ Research Interest	
センター長	佐野 有司 SANO, Yuji	特任教授	海洋地球化学	「揮発性元素を用いた海底地震・火山の研究」「2次イオン質量分析計を用いた海洋生物起源硬組織の研究」「ジルコンおよびアパタイト鉱物の局所ウラン-鉛年代測定および希土類分析」	
専任教員	岩井 雅夫 IWAI, Masao	教授 副センター長	自然科学系 理工学部門	層位学, 微古生物学 (珪藻)	「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変動地形・古地震に関する研究」
	池原 実 IKEHARA, Minoru	教授	自然科学系 理工学部門	古海洋学, 海洋地質学	「南大洋の古海洋変動ダイナミクス」「古黒潮学」
	山本 裕二 YAMAMOTO, Yuhji	教授	総合科学系 複合領域科学部門	古地磁気学, 岩石磁気学	「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」
	氏家 由利香 UJIE, Yurika	准教授	自然科学系 理工学部門	分子生物・分子古生物学	「有孔虫の石灰化分子機構に関する研究」「浮遊性有孔虫殻のMg/Caの分子機構に関する研究」「人工ナノ粒子海洋汚染がもたらす海洋生物への影響に関する研究」
	浦本 豪一郎 URAMOTO, Go-ichiro	講師	総合科学系 複合領域科学部門	堆積学	「深海の海底鉱物資源形成プロセスに関する研究」
	カース ミリアム KARS, Myriam	助教	総合科学系 複合領域科学部門	岩石磁気学, 古地磁気学	「メタンハイドレートと磁性鉱物続成作用に関する研究」
特任教員	白井 朗 USUI, Akira	特任教授		海洋地質学, 地球化学, 応用鉱物学	「海底鉱物資源に関する地球科学的研究」
	朝日 博史 ASAHI, Hirohumi	特任講師	(拠点PJ)	古海洋学	「太平洋・北極海の海水発達と全球気候変動関連性の研究と氷期・間氷期レベルでの年代モデル構築」
	奥村 知世 OKUMURA, Tomoyo	特任助教	(WSTT)	地球生命科学	「宝石サンゴの地球科学的研究」
	安 鉉善 AHN, Hyeon-Seon	特任助教	(科研費)	古地磁気学, 火山活動年代, 環境磁気	「過去被熱温度推定および第四紀後期火山活動の数値年代決定向上に関する研究」「エチオピアの漸新世洪水玄武岩からの古地磁気変動及び火山活動年代に関する研究」「韓国西海岸のエスチュアリーからの環境磁気プロキシに関する研究」
	萩野 恭子 HAGINO, Kyoko	特任助教		微古生物学	「円石藻の環境適応と進化に関する研究」
	小坂 由紀子 KOZAKA, Yukiko	特任助教		古海洋学, 地球化学	「深海サンゴを用いた古海洋研究」「魚歯/骨片化石を用いた過去の海水のネオジム同位体比の復元」
	穴井 千里 ANAI, Chisato	特任助教		古地磁気学, 岩石磁気学	「火山灰の岩石磁気特性から噴火プロセスの変遷を予測する」「古地磁気強度・方位の永年変化曲線の構築」「上部白亜系サントニアン-カンパニアン境界を確立するための古地磁気研究」
研究員	加藤 悠爾 KATO, Yuji	JSPS特別研究員-PD		微古生物学, 古海洋学	「南大洋の堆積物試料を用いた古海洋学的研究」
	曾田 勝仁 SODA, Katsuhito	JSPS特別研究員-PD		層序学	「中・古生代における年代論および古環境に関する研究」
	中山 健 NAKAYAMA, Ken	短期研究員		金属鉱物資源学	「高温メタンseepと硫化物鉱床」「海底熱水系におけるチタンの移動」

	氏名 Name		学系・部門 Devision	専門分野 Research Fields	研究テーマ Research Interest
	若木 仁美 WAKAKI, Hitomi	短期研究員		微古生物学	「高精度Sr同位体層序確立に関する研究」
	阿部 健太 ABE, Kenta	機関研究員		微古生物学	「珪質微化石(珪藻・ハプト藻・パルマ藻等)の化石記録と分類に関する研究」「新生代における珪質鞭毛藻の形態と進化に関する研究」「上部中新統の珪藻土含有堆積物の高分解能解析」
兼務教員	津田 正史 TSUDA, Masashi	教授	総合科学系 複合領域科学部門	海洋天然物化学	「海洋天然物に関する研究」
	村山 雅史 MURAYAMA, Masafumi	教授	総合科学系 複合領域科学部門	海洋地質学, 同位体地球化学, 古海洋学	「鉄マンガン酸化物の内部構造解析と形成過程に関する研究」「海底泥火山の堆積物の性状と噴出起源・年代に関する研究」「過去数千年における浦ノ内湾の内湾環境変動に関する研究」
	岡村 慶 OKAMURA, Kei	教授	総合科学系 複合領域科学部門	分析・地球化学	「海底熱水鉱床の化学探査法に関する研究」
	橋本 善孝 HASHIMOTO, Yoshitaka	教授	自然科学系 理工学部門	構造地質学	「沈み込みプレート境界および付加体に関する研究」
	芦内 誠 ASHIUCHI, Makoto	教授	総合科学系 生命環境医学部門	生物材料化学, 生体高分子化学	「マリノポリ-γ-グルタミン酸に関する研究」
	足立 真佐雄 ADACHI, Masao	教授	自然科学系 農学部門	海洋微生物学, 水圏環境学, 海洋バイオテクノロジー	「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」
	上田 忠治 UEDA, Tadaharu	教授	総合科学系 複合領域科学部門	錯体化学, 電気化学	「新規ポリオキソメタレート合成および電気化学的酸化還元挙動に関する研究」
	長崎 慶三 NAGASAKI, Keizo	教授	自然科学系 理工学部門	水圏ウイルス学, ウイルス, 赤潮, 宿主特異性	「海底下に存在する赤潮藻感染性 RNA ウイルスに関する研究」「閉鎖性海域の赤潮原因藻感染性ウイルスに関する研究」
	西岡 孝 NISHIOKA, Takashi	教授	自然科学系 理工学部門	物性物理学	「GM 冷凍機による断熱法比熱測定の開発」「He を浪費しない1K 冷凍機の開発」「直方晶YAlGe型希土類化合物の研究」
	西尾 嘉朗 NISHIO, Yoshiro	准教授	総合科学系 複合領域科学部門	同位体地球化学	「地殻深部流体の起源と挙動の解明」
	野口 拓郎 NOGUCHI, Takuro	准教授	総合科学系 複合領域科学部門	地球化学	「海底熱水鉱床に関する地球科学的研究」
	市榮 智明 ICHIE, Tomoaki	准教授	自然科学系 農学部門	森林生態学, 樹木生理生態学	「気候変動が樹木の成長に及ぼす影響に関する研究」
	小河 脩平 OGO, Shuhei	講師	総合科学系 複合領域科学部門	触媒化学, 電気化学, 水熱化学	「レアメタルを活用した機能性無機固体触媒の開発」「未利用資源有効利用技術の開発」
	藤内 智士 TONAI, Satoshi	講師	自然科学系 理工学部門	構造地質学	「四万十付加体・南海付加体の形成過程に関する研究」「海底地すべり体の変形に関する研究」
	ウラノバ ダナ ULANOVA, Dana	助教	総合科学系 複合領域科学部門	分子微生物学	「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」
客員教授	公文 富士夫 KUMON, Fujio	客員教授	海洋コア総合研究センター	地質学(堆積学, 古気候学)	「堆積物試料に基づく第四紀の古気候学」「寶石サンゴの資源量解明」「鍾乳洞の標高と年代から解明する地殻変動」
客員講師	石田 直人 ISHIDA, Naoto	客員講師	海洋コア総合研究センター	メタンハイドレート, 古海洋学	「日本海の表層型メタンハイドレート」

## 8-2. 学術論文等 Publications

### 査読あり

総数=89  
国際誌=84  
国内誌=5  
筆頭著者=15  
責任著者【C】=22

### 査読なし

総数=8  
国際誌=6  
国内誌=2  
筆頭著者=5  
責任著者【C】=3

### 研究論文(査読あり)

1. [C]Ahn, H. S., [C]Lim, J. and Kim, S. W., Magnetic Properties of a Holocene Sediment Core from the Yeongsan Estuary, Southwest Korea: Implications for Diagenetic Effects and Availability as Paleoenvironmental Proxies, *Frontiers in Earth Science*, 9, 2021.
2. [C]Ahn, H.-S., Kidane, T., Otofujii, Y.-i., Yamamoto, Y., Ishikawa, N. and Yoshimura, Y., High-resolution palaeomagnetic results of Ethiopian trap series from Lima Limo section: implications for the Oligocene geomagnetic field behaviour and timing of volcanism, *Geophysical Journal International*, 225, 1, 311-328, 2021.
3. [C]Aubourg, C., Kars, M., Pozzi, J.-P., Mazurek, M. and Grauby, O., A Magnetic Geothermometer in Moderately Buried Shales, *Minerals*, 11, 9, 957, 2021.
4. [C]Avalos, M., Garbeva, P., Vader, L., van Wezel, G. P., Dickschat, J. S. and Ulanova, D., Biosynthesis, evolution and ecology of microbial terpenoids, *Natural Product Reports*, 39, 2, 249-272, 2022.
5. [C]Civel-Mazens, M., Crosta, X., Cortese, G., Michel, E., Mazaud, A., Ther, O., Ikehara, M. and Itaki, T., Antarctic Polar Front migrations in the Kerguelen Plateau region, Southern Ocean, over the past 360 kyrs, *Global and Planetary Change*, 202, 103526, 2021.
6. [C]Dekov, V. M., Guéguen, B., Yamanaka, T., Moussa, N., Okumura, T., Bayon, G., Liebetrau, V., Yoshimura, T., Kamenov, G., Araoka, D., Makita, H. and Sutton, J., When a mid-ocean ridge encroaches a continent: Seafloor-type hydrothermal activity in Lake Asal (Afar Rift), *Chemical Geology*, 568, 120126, 2021.
7. [C]Filatov, D. A., Bendif, E. M., Archontikis, O. A., Hagino, K. and Rickaby, R. E. M., The mode of speciation during a recent radiation in open-ocean phytoplankton, *Current Biology*, 31, 24, 5439-5449.e5, 2021.
8. [C]Fukami, Y., Kashiwabara, T., Amakawa, H., Shibuya, T., Usui, A. and Suzuki, K., Tellurium stable isotope composition in the surface layer of ferromanganese crusts from two seamounts in the Northwest Pacific Ocean, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 318, 279-291, 2022.
9. [C]Gohl, K., Uenzelmann-Neben, G., Gille-Petzoldt, J., Hillenbrand, C.-D., Klages, J. P., Bohaty, S. M., Passchier, S., Frederichs, T., Wellner, J. S., Lamb, R., Leitchenkov, G. and IODP Expedition 379 Scientists (Including Iwai, M.), Evidence for a Highly Dynamic West Antarctic Ice Sheet During the Pliocene, *Geophysical Research Letters*, 48, 14, e2021GL093103, 2021.
10. [C]Gouda, K. and Nishioka, T., Angular-field magnetic phase diagram of b-plane at 4 K of YAlGe-type TbAlGe with zigzag-chain, *Journal of Physics: Conference Series*, 2164, 1, 012072, 2022.
11. [C]Greve, A., Kars, M. and Dekkers, M., Fluid Accumulation, Migration and Anaerobic Oxidation of Methane Along a Major Splay Fault at the Hikurangi Subduction Margin (New Zealand): A Magnetic Approach, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 126, e2020JB020671, 2021.
12. [C]Hasegawa, T., Yamasaki, N., Asakura, Y., Ueda, T. and Yin, S., Ce(IV)-centered charge-neutral perovskite layers topochemically derived from anionic [CeTa<sub>2</sub>O<sub>7</sub>]<sup>-</sup> layers, *Chemical Science*, 12, 45, 15016-15027, 2021.
13. [C]Hashimoto, Y., Sato, S., Kimura, G., Kinoshita, M., Miyakawa, A., Moore, G. F., Nakano, M., Shiraiishi, K. and Yamada, Y., Décollement geometry controls on shallow very low frequency earthquakes, *Scientific Reports*, 12, 1, 2677, 2022.
14. [C]Hayashi, H., Mikouchi, T., Kim, N. K., Park, C., Sano, Y., Takenouchi, A., Yamaguchi, A., Kagi, H. and Bizzarro, M., Unique igneous textures and shock metamorphism of the Northwest Africa 7203 angrite: Implications for crystallization processes and the evolutionary history of the angrite parent body, *Meteoritics & Planetary Science*, 57, 1, 105-121, 2022.
15. [C]Higuchi, T., Tanaka, K., Shirai, K., Yuyama, I., Mezaki, T., Takahata, N. and Sano, Y., Sulfur assimilation in corals with aposymbiotic and symbiotic zooxanthellae, *Environmental Microbiology Reports*, 13, 2, 98-103, 2021.
16. [C]Hirai, J., Urayama, S.-i., Takaki, Y., Hirai, M., Nagasaki, K. and Nunoura, T., RNA Virosphere in a Marine Zooplankton Community in the Subtropical Western North Pacific, *Microbes and Environments*, 37, 5, 2022.
17. [C]Hongo, Y., Kimura, K., Takaki, Y., Yoshida, Y., Baba, S., Kobayashi, G., Nagasaki, K., Hano, T. and Tomaru, Y.,

- The genome of the diatom *Chaetoceros tenuissimus* carries an ancient integrated fragment of an extant virus, *Scientific Reports*, 11, 1, 22877, 2021.
18. [C]Horikawa, K., Kozaka, Y., Okazaki, Y., Sagawa, T., Onodera, J., Asahi, H., Shin, K.-C., Asahara, Y. and Takahashi, K., Neodymium Isotope Records From the Northwestern Pacific: Implication for Deepwater Ventilation at Heinrich Stadial 1, *Paleoceanography and Paleoclimatology*, 36, 10, e2021PA004312, 2021.
  19. [C]Hyun, S. M., Ahagon, N., Tejada, M. L. G., Uy, M. A. C., Peleo-Alampay, A., Kim, G.-Y. and Ikehara, M., Marine and terrestrial biomarkers records in IODP Site 1432C in the South China Sea: linkage between paleoceanography and paleoclimate variability since the last 400 kyrs, *Journal of the Geological Society of Korea*, 58, 1, 49, 2022.
  20. [C]Ichie, T., Igarashi, S., Yoshihara, R., Takayama, K., Kenzo, T., Niiyama, K., Zamah Shari, N. H., Hyodo, F. and Tayasu, I., Verification of the accuracy of the recent 50 years of tree growth and long-term change in intrinsic water-use efficiency using xylem  $\delta^{14}\text{C}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  in trees in an aseasonal tropical rainforest, *Methods in Ecology and Evolution*, 13, 5, 1135-1147, 2022.
  21. [C]Ijiri, A., Izumi, T., Morono, Y., Kato, Y., Terada, T. and Ikehara, M., Purification of Disc-Shaped Diatoms from the Southern Ocean Sediment by a Cell Sorter to Obtain an Accurate Oxygen Isotope Record, *ACS Earth and Space Chemistry*, 5, 10, 2792-2806, 2021.
  22. [C]Ikehara, M., Kita, S. and Kawagata, S., Oxygen Isotope Equilibrium of the Shallow-Water Benthic Foraminifer *Hanzawaia nipponica* Asano in Tosa Bay, Southwest Japan, *Frontiers in Earth Science*, 9, 2021.
  23. [C]Ishiwa, T., Yokoyama, Y., Obrochta, S., Uehara, K., Okuno, J. i., Ikehara, M. and Miyairi, Y., Temporal variation in radiocarbon pathways caused by sea-level and tidal changes in the Bonaparte Gulf, northwestern Australia, *Quaternary Science Reviews*, 266, 107079, 2021.
  24. [C]Jeong, J. O., [C]Ahn, H.-S., Son, M., Cho, H. and Sohn, Y. K., Eruptive and depositional processes of a low-aspect-ratio ignimbrite (the Southern Kusandong Tuff, South Korea) inferred from magnetic susceptibility variability, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 419, 107374, 2021.
  25. [C]Kars, M., Greve, A. and Zerbst, L., Authigenic Greigite as an Indicator of Methane Diffusion in Gas Hydrate-Bearing Sediments of the Hikurangi Margin, New Zealand, *Frontiers in Earth Science*, 9, 603363, 2021.
  26. [C]Kars, M., Köster, M., Henkel, S., Stein, R., Schubotz, F., Zhao, X., Bowden, S. A., Roberts, A. P. and Kodama, K., Influence of Early Low-Temperature and Later High-Temperature Diagenesis on Magnetic Mineral Assemblages in Marine Sediments From the Nankai Trough, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 22, 10, e2021GC010133, 2021.
  27. [C]Kimura, G., Nakamura, Y., Shiraishi, K., Fujie, G., Kodaira, S., Yamaguchi, A., Fukuchi, R. and Hashimoto, Y., Rejuvenated extension of the Philippine Sea plate and its effect on subduction dynamics in the Nankai Trough, *Island Arc*, 30, 1, e12402, 2021.
  28. [C]Kinoshita, S., Wang, Q., Kuroyanagi, A., Murayama, M., Ujiié, Y. and Kawahata, H., Response of planktic foraminiferal shells to ocean acidification and global warming assessed using micro-X-ray computed tomography, *Paleontological Research*, 26, 4, 1-15, 2022.
  29. [C]Köster, M., Kars, M., Schubotz, F., Tsang, M.-Y., Maisch, M., Kappler, A., Morono, Y., Inagaki, F., Heuer, V. B., Kasten, S. and Henkel, S., Evolution of (Bio-)Geochemical Processes and Diagenetic Alteration of Sediments Along the Tectonic Migration of Ocean Floor in the Shikoku Basin off Japan, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 22, 8, e2020GC009585, 2021.
  30. [C]Kubota, K., Ishikawa, T., Nagaishi, K., Kawai, T., Sagawa, T., Ikehara, M., Yokoyama, Y. and Yamazaki, T., Comprehensive analysis of laboratory boron contamination for boron isotope analyses of small carbonate samples, *Chemical Geology*, 576, 120280, 2021.
  31. [C]Kuroda, J., Hagino, K., Usui, Y., Bown, P. R., Hsiung, K.-H., Sakai, S., Hackney, R., Saito, S., Murayama, M., Ando, T. and Ohkouchi, N., Stratigraphy around the Cretaceous-Paleogene boundary in sediment cores from the Lord Howe Rise, Southwest Pacific, *GSA Bulletin*, 2021.
  32. [C]Kuwae, M., Tsugeki, N., Finney, B. P., Tani, Y., Onodera, J., Kiyoto, M., Kusaka, M., Sagawa, T., Nakamura, Y., Ohnishi, H., Kuroda, H., Okuda, N., Ohta, T., Ikehara, M. and Irino, T., Late Holocene centennial to millennial-scale variability in lower trophic level productivity off southern Hokkaido, Japan, and its response to dissolved iron-replete Coastal Oyashio dynamics, *Quaternary Research*, 1-16, 2022.
  33. [C]Lin, J., Lee, C.-y., Chen, C.-H., Kato, T., Sano, Y. and Naoto, T., Buchan type metamorphism in the Pingtan-Dongshan metamorphic belt, SE China: Evidence from combined EMP monazite and U-Pb zircon ages of mica schists, *Journal of Asian Earth Sciences*, 218, 104891, 2021.
  34. [C]Liu, W., Guan, L., Liu, Y., Xie, X., Zhang, M., Chen, B., Xu, S. and Sano, Y., Fluid geochemistry and geothermal anomaly along the Yushu-Ganzi-Xianshuihe fault system, eastern Tibetan Plateau: Implications for regional

- seismic activity, *Journal of Hydrology*, 607, 127554, 2022.
35. [C]Matamoros-Veloza, Z., Rendon-Angeles, J. C., Yanagisawa, K., Ueda, T., Zhu, K. and Moreno-Perez, B., Preparation of Silicon Hydroxyapatite Nanopowders under Microwave-Assisted Hydrothermal Method, *Nanomaterials (Basel)*, 11, 6, 1548, 2021.
  36. [C]McCartney, K., Witkowski, J., Jordan, R. W., Abe, K., Januszkiewicz, A., Wróbel, R., Bąk, M. and Soeding, E., Silicoflagellate evolution through the Cenozoic, *Marine Micropaleontology*, 172, 102108, 2022.
  37. [C]Mochizuki, N., Fujii, S., Hasegawa, T., Yamamoto, Y., Hatakeyama, T., Yamashita, D., Okada, M. and Shibuya, H., A tephra-based approach to calibrating relative geomagnetic paleointensity stacks to absolute values, *Earth and Planetary Science Letters*, 572, 117119, 2021.
  38. [C]Mondal, M. N., [C]Horikawa, K., Seki, O., Nejigaki, K., Minami, H., Murayama, M. and Okazaki, Y., Investigation of Adequate Calibration Methods for X-ray Fluorescence Core Scanning Element Count Data: A Case Study of a Marine Sediment Piston Core from the Gulf of Alaska, *Journal of Marine Science and Engineering*, 9, 5, 540, 2021.
  39. [C]Morishita, Y. and Nishio, Y., Ore Genesis of the Takatori Tungsten-Quartz Vein Deposit, Japan: Chemical and Isotopic Evidence, *Minerals*, 11, 7, 765, 2021.
  40. [C]Motomura, K., Kiyokawa, S., Ikehara, M., Sano, T., Bleeker, W., Tanaka, K., Miki, T. and Sano, Y., Redox fluctuation and  $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ - $\delta^{34}\text{S}$  perturbations recorded in the 1.9 Ga Nuvilik Formation of the Cape Smith belt, Canada, *Precambrian Research*, 359, 106191, 2021.
  41. [C]Muto, S., Yagyū, S., Takahashi, S. and Murayama, M., Identification of conodont fossils in pelagic deep-sea siliceous sedimentary rocks using laboratory-based X-ray computed microtomography, *Lethaia*, 54, 5, 687-699, 2021.
  42. [C]Nakajima, M. T. E., Takahata, N., Shirai, K., Kagoshima, T., Tanaka, K., Obata, H. and Sano, Y., Monitoring the magmatic activity and volatile fluxes of an actively degassing submarine caldera in southern Japan, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 317, 106-117, 2022.
  43. [C]Nakamura, M., Terada, C., Ito, K., Matsui, K., Niwa, S., Ishihara, M., Kenta, T., Yoshikawa, T., Kadoya, T., Hiura, T., Muraoka, H., Ishida, K., Agetsuma, N., Nakamura, R., Sakio, H., Takagi, M., Mori, A. S., Kimura, M. K., Kurokawa, H., Enoki, T., Seino, T., Takashima, A., Kobayashi, H., Matsumoto, K., Takahashi, K., Tateno, R., Yoshida, T., Nakaji, T., Maki, M., Kobayashi, K., Fukuzawa, K., Hoshizaki, K., Ohta, K., Kobayashi, K., Hasegawa, M., Suzuki, S. N., Sakimoto, M., Kitagawa, Y., Sakai, A., Kondo, H., Ichie, T., Kageyama, K., Hieno, A., Kato, S., Otani, T., Utsumi, Y., Kume, T., Homma, K., Kishimoto, K., Masaka, K., Watanabe, K., Toda, M., Nagamatsu, D., Miyazaki, Y., Yamashita, T. and Tokuchi, N., Evaluating the soil microbe community-level physiological profile using EcoPlate and soil properties at 33 forest sites across Japan, *Ecological Research*, 37, 3, 432-445, 2022.
  44. [C]Nifuku, K., Naruse, H. and Ikehara, M., High-resolution upper Maastrichtian carbon isotope stratigraphy of terrestrial organic matter from northern Japan, *Newsletters on Stratigraphy*, 55, 2, 137-157, 2021.
  45. [C]Nishioka, T., Moriyama, K., Okazaki, T., Miyamoto, S. and Kado, T., Adiabatic specific heat measurement at very low temperatures using GM refrigerator, *Journal of Physics: Conference Series*, 2164, 1, 012073, 2022.
  46. [C]Onoue, T., Michalik, J., Shirozu, H., Yamashita, M., Yamashita, K., Kusaka, S. and Soda, K., Extreme continental weathering in the northwestern Tethys during the end-Triassic mass extinction, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 594, 110934, 2022.
  47. [C]Park, J.-O., Takahata, N., Jamali Hondori, E., Yamaguchi, A., Kagoshima, T., Tsuru, T., Fujie, G., Sun, Y., Ashi, J., Yamano, M. and Sano, Y., Mantle-derived helium released through the Japan trench bend-faults, *Scientific Reports*, 11, 1, 12026, 2021.
  48. [C]Park, J.-O., Tsuru, T., Fujie, G., Hondori, E. J., Kagoshima, T., Takahata, N., Zhao, D. and Sano, Y., Seismic reflection images of possible mantle-fluid conduits and basal erosion in the 2011 Tohoku earthquake rupture area, *Frontiers in Earth Science*, 9, 687382, 2021.
  49. [C]Pellegrino, L., Natalicchio, M., Abe, K., Jordan, R. W., Longo, S. E. F., Ferrando, S., Carnevale, G. and Pierre, F. D., Tiny, glassy, and rapidly trapped: The nano-sized planktic diatoms in Messinian (late Miocene) gypsum, *Geology*, 49, 11, 1369-1374, 2021.
  50. [C]Sano, Y., [C]Okumura, T., Murakami-Sugihara, N., Tanaka, K., Kagoshima, T., Ishida, A., Hori, M., Snyder, G. T., Takahata, N. and Shirai, K., Influence of normal tide and the Great Tsunami as recorded through hourly-resolution micro-analysis of a mussel shell, *Scientific Reports*, 11, 1, 19874, 2021.
  51. [C]Satolli, S., Ferré, E., Kars, M., Slotznick, S. P. and Trindade, R. I. F., Editorial : Advances in Magnetism of Soils and Sediments, *Frontiers in Earth Science*, 9, 722670, 2021.
  52. [C]Shukla, S. K., Crosta, X. and Ikehara, M., Sea Surface Temperatures in the Indian Sub-Antarctic Southern Ocean for the Last Four Interglacial Periods, *Geophysical Research Letters*, 48, 8, e2020GL090994, 2021.

53. [C]Takahashi, S., Hori, R. S., Yamakita, S., Aita, Y., Takemura, A., Ikehara, M., Xiong, Y., Poulton, S. W., Wignall, P. B., Itai, T., Campbell, H. J. and Spörl, B. K., Progressive development of ocean anoxia in the end-Permian pelagic Panthalassa, *Global and Planetary Change*, 207, 103650, 2021.
54. [C]Tanizumi, M., Sugimoto, N., Hosono, T., Kuribayashi, C., Morimoto, T., Ito, A., Umam, R., Nishio, Y., Nagaishi, K. and Ishikawa, T., Application of B and Li isotope systematics for detecting chemical disturbance in groundwater associated with large shallow inland earthquakes in Kumamoto, Japan, *Geochemical Journal*, 55, 4, 241-250, 2021.
55. [C]Uchida, H., Mukoyoshi, H., Tonai, S., Yamaguchi, M. and Kobayashi, K., Reactivation of minor faults in a blind active fault area: A case study of the aftershock area of the 2000 Western Tottori Earthquake, Japan, *Journal of Asian Earth Sciences: X*, 5, 100053, 2021.
56. [C]Ueda, T., Polyoxometalates in Analytical Sciences, *Analytical Sciences*, 37, 1, 107-118, 2021.
57. [C]Uenishi, T., Shigemoto, A., Omori, Y., Higo, T., Ogo, S. and Sekine, Y., Three-Way Catalytic Reaction in an Electric Field for Exhaust Emission Control Application, *SAE International*, 2021-01-0573, 2021.
58. [C]Usui, A., Nagaoka, A. and Suzuki, K., Geological parameters controlling the variability in grade and abundance of the ferromanganese crusts in the NW Pacific seamounts: A review of ROV exploration and geochemical characterization, *Proceedings of the 31st (2021) International Ocean and Polar Engineering Conference (International Offshore and Polar Engineering Conference)*, 31, 330-335, 2021.
59. [C]Xu, S., Guan, L., Zhang, M., Zhong, J., Liu, W., Xie, X. g., Liu, C., Takahata, N. and Sano, Y., Degassing of deep-sourced CO<sub>2</sub> from Xianshuihe-Anninghe fault zones in the eastern Tibetan Plateau, *Science China Earth Sciences*, 65, 1, 139-155, 2022.
60. [C]Yamasaki, M., Shimada, C., Ikehara, M. and Schiebel, R., Two-Tiered Transition of the North Atlantic Surface Hydrology during the Past 1.6 Ma: Multiproxy Evidence from Planktic Foraminifera, *Paleontological Research*, 25, 4, 345-365, 2021.
61. [C]Yoshioka, J., Kuroda, J., Takahata, N., Sano, Y., Matsuzaki, K. M., Hara, H., Auer, G., Chiyonobu, S. and Tada, R., Zircon U-Pb dating of a tuff layer from the Miocene Onnagawa Formation in Northern Japan, *Geochemical Journal*, 55, 3, 185-191, 2021.
62. [C]Zhang, M., Guo, Z., Xu, S., Barry, P. H., Sano, Y., Zhang, L., Halldórsson, S. A., Chen, A.-T., Cheng, Z., Liu, C.-Q., Li, S.-L., Lang, Y.-C., Zheng, G., Li, Z., Li, L. and Li, Y., Linking deeply-sourced volatile emissions to plateau growth dynamics in southeastern Tibetan Plateau, *Nature Communications*, 12, 1, 4157, 2021.
63. [C]Zhang, M., Xu, S., Zhou, X., Caracausi, A., Sano, Y., Guo, Z., Zheng, G., Lang, Y.-C. and Liu, C.-Q., Deciphering a mantle degassing transect related with India-Asia continental convergence from the perspective of volatile origin and outgassing, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 310, 61-78, 2021.
64. [C]Zhang, M., Zhang, L., Zhao, W., Guo, Z., Xu, S., Sano, Y., Lang, Y.-C., Liu, C.-Q. and Li, Y., Metamorphic CO<sub>2</sub> emissions from the southern Yadong-Gulu rift, Tibetan Plateau: Insights into deep carbon cycle in the India-Asia continental collision zone, *Chemical Geology*, 584, 120534, 2021.
65. [C]Zhao, Q., Yan, Y., Tonai, S., Tomioka, N., Clift, P. D., Hassan, M. H. A. and Aziz, J. H. B. A., A new K-Ar illite dating application to constrain the timing of subduction in West Sarawak, Borneo, *GSA Bulletin*, 134, 1-2, 405-418, 2021.
66. Abe, K. and [C]Jordan, R. W., Re-examination of *Archaeomonas mirabilis* from the Late Cretaceous reveals its true identity as the oldest known fossil Parmales (Bolidophyceae), *Phycologia*, 60, 4, 362-367, 2021.
67. Abe, K., Lam, D., Ashworth, M., Harwood, D. and [C]Jordan, R., Observations on *Praecorethron crawfordii* gen. et sp. nov. (Corethrales, Bacillariophyceae) from Upper Cretaceous marine sediments, southwest Pacific, *Nova Hedwigia*, 151, 273-314, 2021.
68. Bang, S., [C]Huh, Y., Khim, B.-K., Takata, H., Ikehara, M., Hyeong, K., Seo, I. and Cho, H., Deep-Water Circulation over the Last Two Glacial Cycles Reconstructed from Authigenic Neodymium Isotopes in the Equatorial Indian Ocean (Core HI1808-GPC04), *Ocean Science Journal*, 57, 324-333, 2021.
69. Fujinaga, K., Nakamura, K., Ohta, J., Yano, M., Kuwahara, Y., Yasukawa, K., Takaya, Y., Nakayama, K., Nozaki, T. and [C]Kato, Y., Umber as a lithified REY-rich mud in Japanese accretionary complexes and its implications for the osmium isotopic composition of Middle Cretaceous seawater, *Ore Geology Reviews*, 142, 104683, 2022.
70. Funaki, H., Gaonkar, C. C., Kataoka, T., Nishimura, T., Tanaka, K., Yanagida, I., Abe, S., Yamaguchi, H., Nagasaki, K. and [C]Adachi, M., Horizontal and vertical distribution of *Gambierdiscus* spp. (Dinophyceae) including novel phylotypes in Japan identified by 18S rDNA metabarcoding, *Harmful Algae*, 111, 102163, 2022.
71. Gomi, K., [C]Nakamura, Y., Kanda, M., Honda, K., Nakaoka, M., Honma, C. and Adachi, M., Diel vertical movements and feeding behaviour of blue humphead parrotfish *Scarus ovifrons* in a temperate reef of Japan, *Journal of Fish Biology*, 99, 1, 131-142, 2021.

72. Hino, H. and [C]Usui, A., Regional and fine-scale variability in composition and structure of hydrogenetic ferromanganese crusts: Geological characterization of 25 drill cores from the Marcus-Wake seamounts, *Marine Georesources & Geotechnology*, 40, 4, 415-437, 2022.
73. Ishida, H., Azuma, S., Yamasaki, N., Kurita, H., Hasegawa, T., Ogo, S. and [C]Ueda, T., Polyoxometalates in Imidazolium-based Ionic Liquids: Acceptor Number and Polarity Estimated from Their Voltammetric Behaviour, *Analytical Sciences*, 37, 8, 1131-1137, 2021.
74. Jeong, D., [C]Liu, Q., Yamamoto, Y., Yu, Y., Zhao, X. and Qin, H., New criteria for selecting reliable Thellier-type paleointensity results from the 1960 Kilauea lava flows, Hawaii, *Earth, Planets and Space*, 73, 1, 144, 2021.
75. Kadono, T., Tomaru, Y., Sato, N., Watanabe, Y., Suzuki, K., Yamada, K. and [C]Adachi, M., Characterization of *Chaetoceros lorenzianus*-infecting DNA virus-derived promoters of genes from open reading frames of unknown function in *Phaeodactylum tricornutum*, *Marine Genomics*, 61, 100921, 2022.
76. Makiura, J.-I., [C]Higo, T., Kurosawa, Y., Murakami, K., Ogo, S., Tsuneki, H., Hashimoto, Y., Sato, Y. and [C]Sekine, Y., Fast oxygen ion migration in Cu-In-oxide bulk and its utilization for effective CO<sub>2</sub> conversion at lower temperature, *Chemical Science*, 12, 6, 2108-2113, 2021.
77. Momose, K., Shiogama, M., [C]Hori, M., Kandori, K. and Nishio, Y., Combined tracers in hot spring waters across the Kii Peninsula, Japan: Implications for the origins of metamorphic fluids of the SW Japan forearc, *Geochemical Journal*, 55, 5, 289-300, 2021.
78. Proding, F., Endo, H., Takano, Y., Li, Y., Tominaga, K., Isozaki, T., Blanc-Mathieu, R., Gotoh, Y., Hayashi, T., Taniguchi, E., Nagasaki, K., Yoshida, T. and [C]Ogata, H., Year-round dynamics of amplicon sequence variant communities differ among eukaryotes, Imitervirales and prokaryotes in a coastal ecosystem, *FEMS Microbiology Ecology*, 97, 12, 2021.
79. Ramirez, G., Smye, A., [C]Fisher, D. M., Hashimoto, Y. and Yamaguchi, A., Constraints on Element Mobility During Deformation Within the Seismogenic Zone, Shimanto Belt, Japan, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 22, 8, e2020GC009594, 2021.
80. Shi, L., [C]Sano, Y., Takahata, N., Koike, M., Morita, T., Koyama, Y., Kagoshima, T., Li, Y., Xu, S. and Liu, C., NanoSIMS Analysis of Rare Earth Elements in Silicate Glass and Zircon: Implications for Partition Coefficients, *Frontiers in Chemistry*, 10, 844953, 2022.
81. Takahashi, M., Matsumoto, Y., Ujihara, T., Maeda, H., Hanazaki, K., Nagasaki, K., Takeuchi, H., [C]Matsuzaki, S. and Putonti, C., Complete Genome Sequence of *Helicobacter pylori* Strain 3401, a Suitable Host for Bacteriophages KHP30 and KHP40, *Microbiology Resource Announcements*, 10, 42, e00647-21, 2021.
82. Takahashi, M., Wada, K., Takano, Y., Matsuno, K., Masuda, Y., Arai, K., Murayama, M., Tomaru, Y., Tanaka, K. and [C]Nagasaki, K., Chronological distribution of dinoflagellate-infecting RNA virus in marine sediment core, *Science of The Total Environment*, 770, 145220, 2021.
83. Takata, H., [C]Khim, B.-K., Asahi, H., Hasegawa, S. and Murayama, M., Ecological characteristics and stable isotope compositions of *Elphidium batialis* Saidova off Hidaka (northern Japan) in the Northwestern Pacific continental margin, *Marine Micropaleontology*, 165, 101978, 2021.
84. Tongunui, P., Kuriya, Y., Murata, M., Sawada, H., Araki, M., Nomura, M., Morioka, K., Ichie, T., Ikejima, K. and [C]Adachi, K., Mangrove crab intestine and habitat sediment microbiomes cooperatively work on carbon and nitrogen cycling, *PLoS ONE*, 16, 12, e0261654, 2022.
85. [C]中山 健, 村山 雅史, 臼井 朗, 矢生 晋介, 四万十付加体OPSメランジュに産する安芸の川火山性塊状硫化物鉱床中のルチルを含むチューブ状構造, *資源地質*, 71, 1, 25-34, 2021.
86. [C]内田 菜月, 村山 雅史, 松原 友輝, 坂口 有人, 四国四万十帯カルサイト脈の同位体組成からみた沈み込み帯地震発生深度の流体の起源, *地質学雑誌*, 127, 12, 701-708, 2021.
87. [C]穴井 千里, 宮縁 育夫, 宇津木 充, 吉川 慎, 望月 伸竜, 渋谷 秀敏, 大倉 敬宏, 古地磁気・岩石磁気学的手法を用いた阿蘇火山中岳火口周辺域の完新世噴出物の分類と噴火年代の再検討, *火山*, 66, 3, 171-186, 2021.
88. [C]谷川 亘, 内山 庄一郎, 浦本 豪一郎, 鈴木 比奈子, 大橋 育順, SfMとDSMを用いた地震津波碑のデジタル複写による文字の判読, *歴史地震*, 36, 149-158, 2021.
89. [C]谷川 亘, 村山 雅史, 井尻 暁, 廣瀬 丈洋, 浦本 豪一郎, 星野 辰彦, 田中 幸記, 山本 裕二, 濱田 洋平, 岡崎 啓史, 徳山 英一, 南海地震水没災害伝承の痕跡発掘に向けた沿岸域海底調査: 須崎市野見湾を例に, *沿岸海洋研究*, 59, 1, 21-31, 2021.

#### 研究論文 (査読なし)

- [C]Sano, Y., Citation for the 2021 V.M. Goldschmidt Award to Bernard Marty, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 314, 397, 2021.

2. Kars, M. and Greve, A., Rock magnetic properties of IODP Holes 375-U1518E and 375-U1518F, *PANGAEA (Data Publisher for Earth & Environmental Science)*, 2021.
3. Kars, M. and Köster, M., Rock magnetic data of IODP Hole 370-C0023A, *PANGAEA (Data Publisher for Earth & Environmental Science)*, 2021.
4. Köster, M., Kars, M., Schubotz, F., Tsang, M.-Y., Maisch, M., Kappler, A., Morono, Y., Inagaki, F., Heuer, V. B., Kasten, S. and Henkel, S., Rock magnetic end-member unmixing of sediment cores from IODP Hole 370-C0023A, *PANGAEA (Data Publisher for Earth & Environmental Science)*, 2021.
5. Köster, M., Kars, M., Schubotz, F., Tsang, M.-Y., Maisch, M., Kappler, A., Morono, Y., Inagaki, F., Heuer, V. B., Kasten, S. and Henkel, S., Solid-phase geochemistry of sediment cores from IODP Hole 370-C0023A, *PANGAEA (Data Publisher for Earth & Environmental Science)*, 2021.
6. Teske, A., Lizarralde, D., Höfig, T. and the Expedition 385 Scientists (Kars Myriam), Guaymas Basin Tectonics and Biosphere, *Proc. Int. Ocean Disc. Prog.*, 385, College Station, TX, 2021.
7. [C] 岡村 慶, 野口 拓郎, 岡村 千恵子, 大学発ベンチャー企業経営で用いる経営用語についての一考察(1)ーアンリ・ファヨールのadministrationについてー, *高知大学学術研究報告*, 70, 77 - 82, 2021.
8. [C] 藤内 智士, 久保 雄介, 木下 正高, 岡崎 啓史, 地質コア試料大量XCTスキャン法の紹介と活用例, *月刊地球*, 44, 30-36, 2022.

## 書籍等

1. 池原 実, 3-3 有孔虫の酸素同位体比：海底堆積物から気候変動を探る最強手段, *4次元統合黒潮圏資源学*, 佐野 有司, 徳山 英一(監修), 中島出版, 158-172, 2022.
2. 岩井 雅夫, 3-2 黒潮・黒潮圏の成立と進化, *4次元統合黒潮圏資源学*, 佐野 有司, 徳山 英一(監修), 中島出版, 146-157, 2022.
3. 上田 忠治, 1-7 有効な使いみちがなければ、資源はゴミになる, *4次元統合黒潮圏資源学*, 佐野 有司, 徳山 英一(監修), 中島出版, 72-81, 2022.
4. 氏家 由利香, 3-6 海流と分子系統地理から見た微小プランクトンの適応と進化, *4次元統合黒潮圏資源学*, 佐野 有司, 徳山 英一(監修), 中島出版, 196-205, 2022.
5. Ulanova Dana, 2-3 Biology, application and isolation of terrestrial and marine actinobacteria, *4次元統合黒潮圏資源学*, 佐野 有司, 徳山 英一(監修), 中島出版, 106-113, 2022.
6. 浦本 豪一郎, 1-3 深海底地層中の微小マンガン粒の発見-マンガン動態と海底マンガン鉱床形成の新知見-, *4次元統合黒潮圏資源学*, 佐野 有司, 徳山 英一(監修), 中島出版, 28-39, 2022.
7. 奥村 知世, 1-5 年代測定で明らかにする宝石サンゴの漁場発達史, *4次元統合黒潮圏資源学*, 佐野 有司, 徳山 英一(監修), 中島出版, 52-62, 2022.
8. 小河 脩平, 1-6 レアメタルからつくる機能性無機材料～触媒～, *4次元統合黒潮圏資源学*, 有司 佐野, 英一(監修) 徳山, 中島出版, 64-71, 2022.
9. 久保田 賢, 田中 壮太, 寄高 博行, 長崎 慶三, 深見 公雄, 4 海の資源を継ぐ, *4次元統合黒潮圏資源学*, 佐野 有司, 徳山 英一(監修), 中島出版, 208-222, 2022.
10. 高橋 迪子, 和田 啓, 高野 義人, 松野 恭兵, 増田 雄一, 新井 和乃, 村山 雅史, 外丸 裕司, 田中 幸記, 長崎 慶三, 2-1 海底泥コアは生物環境履歴を記した古文書～赤潮の歴史を探る～, *4次元統合黒潮圏資源学*, 佐野 有司, 徳山 英一(監修), 中島出版, 84-89, 2022.
11. 津田 正史, 2-2 アンフィジニウム属渦鞭毛藻のつくる有用分子, *4次元統合黒潮圏資源学*, 佐野 有司, 徳山 英一(監修), 中島出版, 90-104, 2022.
12. 西尾 嘉朗, 2-5 非伝統的地熱流体科学, *4次元統合黒潮圏資源学*, 佐野 有司, 徳山 英一(監修), 中島出版, 2-13, 2022.
13. 萩野 恭子, 3-5 円石藻で探る海洋の過去と未来, *4次元統合黒潮圏資源学*, 佐野 有司, 徳山 英一(監修), 中島出版, 186-194, 2022.
14. 長谷川 精, 高場 菜々子, 臼井 朗, 3-4 マンガンクラストの層状構造に記録される黒潮圏の環境史, *4次元統合黒潮圏資源学*, 佐野 有司, 徳山 英一(監修), 中島出版, 174-184, 2022.
15. 村山 雅史, 1-1 エネルギー資源としてのメタンハイドレート, *4次元統合黒潮圏資源学*, 佐野 有司, 徳山 英一(監修), 中島出版, 8-15, 2021.
16. 小河 脩平, Division Topics 1.触媒化学 電場触媒反応場による低温メタン転換, *化学と工業*, 363, 74(5), 2021.
17. 小河 脩平, 4-2 環境研究 カーボンニュートラルを目指したバイオマス変換のための触媒反応技術, *高知大学環境報告書2021*, 国立大学法人高知大学, 22-23, 2021.
18. 公文 富士夫, 奥村 知世, 徳山 英一, 宝石サンゴのエシカル・ジュエリー化に向けた提言・枯木宝石サンゴ研究の意義, *CITES対策報告会2021プロシーディング*, NPO法人宝石珊瑚保護育成協議会, 10-14, 2021.



19. Robert M. White(原著)西岡 孝(訳), *磁性の量子論(原題: Quantum Theory of Magnetism: Magnetic Properties of Materials 3rd ed.)*, 森北出版, 2021.
20. [C]Usui, A. and Suzuki, K., Geological Characterization of Ferromanganese Crust Deposits in the NW Pacific Seamounts for Prudent Deep-Sea Mining, *Perspectives on Deep-Sea Mining: Sustainability, Technology, Environmental Policy and Management*, Sharma, R., Springer International Publishing, 81-113, 2022.
21. [C]Morishita, Y., Usui, A., Takahata, N. and Sano, Y., Secondary Ion Mass Spectrometry Microanalysis of Platinum in Hydrogenetic Ferromanganese Crusts, *Perspectives on Deep-Sea Mining: Sustainability, Technology, Environmental Policy and Management*, Sharma, R., Springer International Publishing, 115-133, 2022.

### 8-3. TOP10%論文 2012-2021 Top Cited Papers in Scopus 2012-2021

#### トップ10%論文調査 (センター在籍教職員)

○調査日 : 2022年6月28日

○調査方法 : Scopus, SciVal (エルゼビア社)

調査対象期間 : 2012-2022

調査対象者(専任・特任) :

(在職者 : 専任) 岩井, 池原, 山本, 氏家, 浦本, Kars

(在職者 : 特任) 佐野(2021-), 臼井, 萩野, 朝日, 奥村(2017-), 新井(2016-)

(転出者) 徳山(2014-2021), 小玉(-2016), 安田(-2021), 山口(2013-2017), 松井(2017-2020), 安(2021),  
Abrajevitch (-2015), 小坂(2021)

1. Zhang, M., Guo, Z., Xu, S. and 13 more (Sano, Y.) (2021). Linking deeply-sourced volatile emissions to plateau growth dynamics in southeastern Tibetan Plateau. *Nature Communications*, 12(1), 10.1038/s41467-021-24415-y, 被引用数14.
2. Civel-Mazens, M., Crosta, X., Cortese, G. and 5 more (Ikehara, M.) (2021). Impact of the Agulhas Return Current on the oceanography of the Kerguelen Plateau region, Southern Ocean, over the last 40 kyrs. *Quaternary Science Reviews*, 251, 10.1016/j.quascirev.2020.106711, 被引用数6.
3. Morono, Y., Ito, M., Hoshino, T. and 5 more (Ikehara, M.) (2020). Aerobic microbial life persists in oxic marine sediment as old as 101.5 million years. *Nature Communications*, 11(1), 10.1038/s41467-020-17330-1, 被引用数40.
4. Sutherland, R., Dickens, G.R., Blum, P. and 29 more (Matsui, H.) (2020). Continental-scale geographic change across Zealandia during Paleogene subduction initiation. *Geology*, 48(5) 419-424, 10.1130/G47008.1, 被引用数42.
5. Nishimura, T., Uchida, H., Noguchi, R. and 13 more (Hagino, K.) (2020). Abundance of the benthic dinoflagellate *Prorocentrum* and the diversity, distribution, and diarrhetic shellfish toxin production of *Prorocentrum lima* complex and *P. caipirignum* in Japan. *Harmful Algae*, 96, 10.1016/j.hal.2019.101687, 被引用数13
6. Hoshino, T., Doi, H., Uramoto, G.-I. and 7 more (...) (2020). Global diversity of microbial communities in marine sediment. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 117(44) 27587-27597, 10.1073/pnas.1919139117, 被引用数52.
7. Wörmer, L., Hoshino, T., Bowles, M.W. and 9 more (Uramoto, G.-I.) (2019). Microbial dormancy in the marine subsurface: Global endospore abundance and response to burial. *Science Advances*, 5(2), 10.1126/sciadv.aav1024, 被引用数25.
8. Bendif, E.M., Nevado, B., Wong, E.L.Y. and 5 more (Hagino, K.) (2019). Repeated species radiations in the recent evolution of the key marine phytoplankton lineage *Gephyrocapsa*. *Nature Communications*, 10(1), 10.1038/s41467-019-12169-7, 被引用数23
9. Ijiri, A., Inagaki, F., Kubo, Y. and 38 more (Ikehara, M.) (2018). Deep-biosphere methane production stimulated by geofluids in the nankai accretionary complex. *Science Advances*, 4(6), 10.1126/sciadv.aao4631, 被引用数44.
10. Kender, S., Ravelo, A.C., Worne, S. and 8 more (Asahi, H.) (2018). Closure of the Bering Strait caused Mid-Pleistocene Transition cooling. *Nature Communications*, 9(1), 10.1038/s41467-018-07828-0, 被引用数28
11. Boulila, S., Vahlenkamp, M., De Vleeschouwer, D. and 7 more (Yamamoto, Y.) (2018). Towards a robust and consistent middle Eocene astronomical timescale. *Earth and Planetary Science Letters*, 48694-107, 10.1016/j.epsl.2018.01.003, 被引用数40.

12. Tripathi, S., Tiwari, M., Lee, J. and 29 more (Iwai, M.) (2017). First evidence of denitrification vis-à-vis monsoon in the Arabian Sea since Late Miocene. *Scientific Reports*, 7, 10.1038/srep43056, 被引用数31.
13. Usui, A., Nishi, K., Sato, H. and 11 more (...) (2017). Continuous growth of hydrogenetic ferromanganese crusts since 17 Myr ago on Takuyo-Daigo Seamount, NW Pacific, at water depths of 800-5500 m. *Ore Geology Reviews*, 8771-87, 10.1016/j.oregeorev.2016.09.032, 被引用数58.
14. Nakamura, A., Yokoyama, Y., Maemoku, H. and 10 more (Ikehara, M.) (2016). Weak monsoon event at 4.2 ka recorded in sediment from Lake Rara, Himalayas. *Quaternary International*, 397349-359, 10.1016/j.quaint.2015.05.053, 被引用数52
15. Fujitaa, M., Yamasaki, S., Katagiri, C. and 16 more (Okumura, T.) (2016). Advanced maritime adaptation in the western Pacific coastal region extends back to 35,000-30,000 years before present. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113(40) 11184-11189, 10.1073/pnas.1607857113, 被引用数39.
16. Morard, R., Escarguel, G., Weiner, A.K.M. and 10 more (Ujji, Y.) (2016). Nomenclature for the Nameless: A Proposal for an Integrative Molecular Taxonomy of Cryptic Diversity Exemplified by Planktonic Foraminifera. *Systematic Biology*, 65(5) 925-940, 10.1093/sysbio/syw031, 被引用数45.
17. D'hondt, S., Inagaki, F., Zarikian, C.A. and 32 more (Uramoto, G.-I.) (2015). Presence of oxygen and aerobic communities from sea floor to basement in deep-sea sediments. *Nature Geoscience*, 8(4) 299-304, 10.1038/ngeo2387, 被引用数143.
18. Gulick, S.P.S., Jaeger, J.M., Mix, A.C. and 34 more (Asahi, H.) (2015). Mid-Pleistocene climate transition drives net mass loss from rapidly uplifting St. Elias Mountains, Alaska. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112(49) 15042-15047, 10.1073/pnas.1512549112, 被引用数60
19. Sagawa, T., Kuwae, M., Tsuruoka, K. and 3 more (Ikehara, M.) (2014). Solar forcing of centennial-scale East Asian winter monsoon variability in the mid- to late Holocene. *Earth and Planetary Science Letters*, 395124-135, 10.1016/j.epsl.2014.03.043, 被引用数51.
20. Patterson, M.O., McKay, R., Naish, T. and 35 more (Iwai, M.) (2014). Orbital forcing of the East Antarctic ice sheet during the Pliocene and Early Pleistocene. *Nature Geoscience*, 7(11) 841-847, 10.1038/ngeo2273, 被引用数88.
21. Blaise, T., Barbarand, J., Kars, M. and 13 more (...) (2014). Reconstruction of low temperature (<100°C) burial in sedimentary basins: A comparison of geothermometer in the intracontinental Paris Basin. *Marine and Petroleum Geology*, 5371-87, 10.1016/j.marpetgeo.2013.08.019, 被引用数45.
22. Bau, M., Schmidt, K., Koschinsky, A. and 3 more (Usui, A.) (2014). Discriminating between different genetic types of marine ferro-manganese crusts and nodules based on rare earth elements and yttrium. *Chemical Geology*, 3811-9, 10.1016/j.chemgeo.2014.05.004, 被引用数249.
23. Kashiwabara, T., Takahashi, Y., Marcus, M.A. and 4 more (Usui, A.) (2013). Tungsten species in natural ferromanganese oxides related to its different behavior from molybdenum in oxic ocean. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 106364-378, 10.1016/j.gca.2012.12.026, 被引用数75.
24. Goto, K.T., Anbar, A.D., Gordon, G.W. and 9 more (Usui, A.) (2014). Uranium isotope systematics of ferromanganese crusts in the Pacific Ocean: Implications for the marine 238U/235U isotope system. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 14643-58, 10.1016/j.gca.2014.10.003, 被引用数61.
25. Hagino, K., Onuma, R., Kawachi, M. and 1 more (...) (2013). Discovery of an endosymbiotic nitrogen-fixing cyanobacterium UCYN-A in *Braarudosphaera bigelowii* (Prymnesiophyceae). *PLoS ONE*, 8(12), 10.1371/journal.pone.0081749, 被引用数70
26. Matsumoto, T., Maruoka, T., Shimoda, G. and 11 more (Hagino, K.) (2013). Tritium in Japanese precipitation following the March 2011 Fukushima Daiichi Nuclear Plant accident. *Science of the Total Environment*, 445-446365-370, 10.1016/j.scitotenv.2012.12.069, 被引用数50
27. Stocchi, P., Escutia, C., Houben, A.J.P. and 37 more (Iwai, M.) (2013). Relative sea-level rise around East Antarctica during Oligocene glaciation. *Nature Geoscience*, 6(5) 380-384, 10.1038/NGEO1783, 被引用数52.
28. Bolton, C.T., Chang, L., Clemens, S.C. and 8 more (Kodama, K., Ikehara, M., Yamamoto, Y.) (2013). A 500,000 year record of Indian summer monsoon dynamics recorded by eastern equatorial Indian Ocean upper water-column structure. *Quaternary Science Reviews*, 77167-180, 10.1016/j.quascirev.2013.07.031, 被引用数49.
29. Cook, C.P., Van De Fliedrt, T., Williams, T. and 39 more (Iwai, M.) (2013). Dynamic behaviour of the East Antarctic ice sheet during Pliocene warmth. *Nature Geoscience*, 6(9) 765-769, 10.1038/ngeo1889, 被引用数172.
30. Houben, A.J.P., Bijl, P.K., Pross, J. and 47 more (Iwai, M.) (2013). Reorganization of Southern ocean plankton ecosystem at the onset of antarctic glaciation. *Science*, 340(6130) 341-344, 10.1126/science.1223646, 被引用数81.
31. Tauxe, L., Stickley, C.E., Sugisaki, S. and 28 more (Iwai, M.) (2012). Chronostratigraphic framework for the IODP

- Expedition 318 cores from the Wilkes Land Margin: Constraints for paleoceanographic reconstruction. *Paleoceanography*, 27(2), 10.1029/2012PA002308, 被引用数64.
32. Yamazaki, T., **Ikehara, M.** (2012). Origin of magnetic mineral concentration variation in the Southern Ocean. *Paleoceanography*, 27(2), 10.1029/2011PA002271, 被引用数72
33. Pross, J., Contreras, L., Bijl, P.K. and 39 more (**Iwai, M.**) (2012). Persistent near-tropical warmth on the antarctic continent during the early eocene epoch. *Nature*, 488(7409) 73-77, 10.1038/nature11300, 被引用数204.
34. **Abrajvitch, A., Kodama, K.** (2012). Diagenetic sensitivity of paleoenvironmental proxies: A rock magnetic study of Australian continental margin sediments. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 12(5), 10.1029/2010GC003481, 被引用数46.
35. Pälike, H., Lyle, M.W., Nishi, H. and 62 more (**Yamamoto, Y.**) (2012). A Cenozoic record of the equatorial Pacific carbonate compensation depth. *Nature*, 488(7413) 609-614, 10.1038/nature11360, 被引用数238.

#### 8-4. 乗船研究航海 Research Cruises

##### (1) 「ちきゅう」を用いた表層科学掘削プログラム(SCORE)

- **CK21-S01, Chikyu Shallow Core Program: SCORE** super interglacials during the Brunhes chron  
 Exp. 913(D/V Chikyu, 海洋研究開発機構) [海 域] 四国沖太平洋  
 (2021年8月22日-31日, 清水港-清水港) [乗 船 者] 池原 実(主席研究員), 浦本 豪一郎,  
 [研究課題] Reconstruction of the Kuroshio state for 松崎 琢也, 藤村 由紀, 河野 敬太(B3)

##### (2) 国内船舶による公募・傭船航海

- **KS-21-18次研究航海(新青丸, 海洋研究開発機構)** [海 域] 種子島沖  
 (2021年8月13日-19日, 鹿児島-横須賀) [乗 船 者] 村山 雅史, 瀬戸口 亮真(M2), 宮本 好洋  
 [研究課題] 日向灘スロー地震は九州パラオ海嶺が起こ (M2), 田代 昂士(M1)  
 しているのか, 表層からのアプローチ
- **KS-21-27次研究航海(新青丸, 海洋研究開発機構)**  
 (2021年12月28日-2022年1月6日, 和歌山-横須賀)  
 [研究課題] 種子島沖海底泥火山群の活動度および海底  
 下生命・炭素の放出量調査-泥火山を介し  
 た地圏-水圏-生命圏の相互作用の解明-  
 [海 域] 日向灘  
 [乗 船 者] 橋本 善孝, 瀬戸口 亮真(M2)
- **KS-22-3次研究航海(新青丸, 海洋研究開発機構)**  
 (2022年3月23日-30日, 横須賀-横須賀)  
 [研究課題] 「南海トラフにおける付加体先端部の断層  
 活動度の推定」  
 「歴史津波の発生源としての海底地すべり  
 の研究」  
 [海 域] 南海トラフ, 室戸沖  
 [乗 船 者] 村山 雅史, 神徳 理紗(B4)

#### 8-5. 特許 Patent

- |   |   |
|---|---|
| <p>【発明の名称】 ファインバブル供給装置</p> <p>【発 明 者】 岡村 慶, 野口 拓郎</p> <p>【発明者所属】 高知大学</p> <p>【出 願 番 号】 特願2021-114226</p>                        | <p>【発明の名称】 植物プランクトン個体群の増殖挙動予測<br/>方法及び当該方法を実施するキット</p> <p>【発 明 者】 長崎 慶三, 竹岡 敬和, 和田 啓, 入江 崇</p> <p>【発明者所属】 高知大学, 名古屋大学, 宮崎大学, 広島大学</p> <p>【権 利 者】 高知大学, 名古屋大学, 宮崎大学, 広島大学</p> <p>【出 願 番 号】 特許出願2021-16505</p> <p>【出 願 日】 2021年2月4日</p> |
| <p>【発明の名称】 糖鎖結合剤, 糖鎖検出キット及び医薬品</p> <p>【発 明 者】 長崎 慶三</p> <p>【発明者所属】 高知大学</p> <p>【権 利 者】 長崎 慶三</p> <p>【出 願 番 号】 特願2021-101961</p> |   |

## 8-6. 学会・社会活動 Professional and Public Service

### ○委員会等活動

佐野 有司

(学会関連)

- ・アメリカ地球物理連合 フェロー
- ・国際地球化学会 フェロー
- ・中国科学院 卓越科学者

岩井 雅夫

(学会関連)

- ・日本地質学会 代議員  
(その他外部委員等)
- ・室戸ユネスコ世界ジオパーク推進協議会 顧問
- ・室戸高校「地域との協働による高等学校教育改革推進事業」運営指導委員会 委員・副委員長 (高知県教育委員会, 2019年5月28日-2022年3月31日)
- ・高知県教育委員会文化財保護委員会 (第3部会) 委員  
(高知県教育委員会文化財課, 2020年9月1日-2022年3月31日)
- ・県立高等学校魅力化アドバイザー委託業務公募プロポーザル審査委員 (高知県教育委員, 2021年3月19日-4月22日)
- ・高知県令和3年度文化財専門員 (高知県教育委員会, 2021年5月18日-2022年3月31日)

池原 実

(IODP関連)

- ・日本地球掘削科学コンソーシアム (J-DESC) IODP部会 執行委員会 部長補佐
- ・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  
(学会関連)
- ・日本地球惑星科学連合 代議員
- ・地球環境史学会 評議員
- ・日本第四紀学会 評議員
- ・Island Arc 編集委員  
(その他外部委員等)
- ・国立極地研究所運営会議 委員
- ・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
- ・東京大学大気海洋研究所 研究船共同利用運営委員会 研究船観測部会 委員
- ・海洋研究開発機構 研究航海検討委員会 アドバイザー
- ・特別研究員等審査会専門委員及び国際事業委員会 書面審査員・書面評価員
- ・科学研究費補助金における評価に関する委員会 評価者

山本 裕二

(学会関連)

- ・地球電磁気・地球惑星圏学会 第31期運営委員
- ・Earth, Planets, and Space (EPS) 誌 Editorial Board 委員  
(その他外部委員等)

・国立研究開発法人産業技術総合研究所 客員研究員

氏家 由利香

(学会関連)

- ・Plankton and Benthos Research 編集委員  
(その他外部委員等)
- ・Marine Micropaleontology (Elsevier) 編集委員
- ・Journal of Sea Research (Elsevier) 編集委員

上田 忠治

(学会関連)

- ・日本ポーラログラフ学会 理事
- ・日本分析化学会 中国四国支部 常任幹事
- ・Analytical Sciences誌 Associate Editor

岡村 慶

(その他外部委員等)

- ・新エネルギー・産業技術総合開発機構, 助成事業に係る外部専門家

長崎 慶三

(学会関連)

- ・日本プランクトン学会 評議員

橋本 善孝

(IODP/ICDP関連)

- ・SEP委員
- ・J-DESC ICDP部会委員  
(学会関連)
- ・PEPS編集委員

村山 雅史

(IODP/ICDP関連)

- ・日本地球掘削科学コンソーシアム (J-DESC) IODP部会 執行部会 委員  
(学会関連)
- ・地球環境史学会 会長&評議員  
(その他外部委員等)
- ・室戸世界ユネスコジオパーク推進協議会 顧問

西尾 嘉朗

(学会関連)

- ・日本地球惑星科学連合 (JpGU) 代議員

野口 拓郎

(その他外部委員等)

- ・一般財団法人生産技術研究奨励会 特別研究会RC-91「海を開く現場計測研究会」幹事

小河 脩平

(学会関連)

- ・触媒学会 会誌編集委員会 委員
- ・石油学会 中国四国支部 幹事

- ・石油学会 ジュニアソサイアティ 幹事
  - ・日本化学会 低次元系光機能材料研究会 運営委員
  - ・2021年日本化学会中国四国支部大会高知大会 実行委員  
(その他外部委員等)
  - ・北海道大学触媒科学研究所 学外研究協力教員
  - ・早稲田大学理工学術院 招聘研究員
- 藤内 智士  
(学会関連)  
・日本地質学会四国支部総会 幹事  
(その他外部委員等)  
・第1回高知県・徳島県地すべり対策研究会 有識者委員

#### ○一般向け講演会等

- ・佐野 有司, 生物起源硬組織の局所分析, サンゴ礁サマーキャンプ, 喜界島, 8月6日, 40名
- ・佐野 有司, 地球最古の生命と隕石重爆撃, 都立小松川高校, 東京, 11月20日, 50名
- ・佐野 有司, 地球最古の生命と隕石重爆撃, カメカテクニカルセミナー, 東京, 12月8日, 80名
- ・池原 実, 「ちきゅう」で迫る地球と海の謎～深海科学掘削の歴史と未来～, 第56回日本小児腎臓病学会学術集会, 招聘講演, かるぽーと, 2021年7月9日
- ・池原 実, 一地球と対話するー南極絵巻と土佐清水の大地, トークセッション, 海のギャラリーテラス, 2021年10月30日
- ・池原 実, 「海から探る気候変動のからくり」令和3年度高知大学出前公開講座in大豊町, 大豊町農工センター, 2021年11月9日
- ・浦本 豪一郎, 深海堆積物から見つかった膨大な微小マンガン粒: 地球科学ー生物学の分野融合技術から得られた深海金属鉱物の新知見と将来展望, RC-91 海を拓く現場計測研究会, 令和3年度第3回研究会「マンガン団塊研究・開発の温故知新」, オンライン, 2021年12月17日
- ・公文 富士夫・奥村知世・徳山英一, 宝石サンゴのエシカル・ジュエリー化に向けた提言・枯木宝石サンゴ研究の意義. CITES対策報告会2021・NPO法人宝石珊瑚保護育成協議会, 高知県立県民文化ホールグリーンホール, 2021年7月14日, 70人
- ・岩井 雅夫, 四国の地質と環境変遷史ー四国の地形・地質とジオパークー, 令和3年度森林総合研究所四国支所 公開講演会「四国の森のつくりかたー森をはぐくむ土と水ー」, 公開講演会要旨集, p.4, 2021年12月 YouTube「森林総研チャンネル」による動画配信 (<https://www.youtube.com/watch?v=F8ZL-vWVaqQ>)
- ・長崎 慶三, 「ウイルスの研究史と存在意義」令和3年度高知CST 養成プログラム, 2021年8月19日
- ・長崎 慶三, ウイルスは ここにもそこにも あそこにも. 地球環境自然学講座 (認定NPO法人・シニア自然大学校), 2021年9月25日
- ・長崎 慶三, NHK高知「インタビュー とさがいちばんじゃき！」とさらじお出演, 2021年9月27日
- ・長崎 慶三, 「コロナから学ぼう肌身で感じるウイルス学」奈良国際高校 講義, 2021年10月11日
- ・長崎 慶三, 「コロナ禍から知るウイルスの正体と戦略」高知県職員連合労働組合・学習交流会 講演, 2021年10月23日
- ・長崎 慶三, 「AI 等の最先端技術を用いた赤潮発生・終息予察ー次世代水産業の姿を占うー」農林水産研究イノベーションシンポジウム, オンライン, 2022年1月27日
- ・長崎 慶三, 「海洋医学の世界が今開かれる」tayo conference vol.2 virology オンライン, 2022年1月30日

#### ○シンポジウム・研究会等開催

- ・Ulanova Dana, ひらめき☆ときめきサイエンス～ようこそ大学の研究室へ～KAKENHI「遺伝子から薬までー微生物による薬の作り方について学びましょう！ー」, 高校生向けの講義・実験のイベント, 2021年7月31日ー8月1日, 11名
- ・岩井 雅夫, 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「総合討論会」, 2022年3月1日, 約40名
- ・池原 実, Chikyu SCORE Exp. 913四国沖掘削研究ワークショップ, 2021年12月20日, 20名 (ハイブリッド)
- ・池原 実, Post-IODP時代へ向けた科学海洋掘削の展望 (オンライン), 日本地球掘削科学コンソーシアム (J-DESC) 主催, 高知大学共催, 2022年3月3日ー4日, 累計275名
- ・長崎 慶三, 第10回国際水圏ウイルスワークショップ (オンライン), 2021年6月27日ー7月1日, 300名

## 9. 受賞 Awards

加藤 悠爾, 諸野 祐樹, 井尻 暁, 寺田 武志, 池原 実, 日本珪藻学会最優秀発表賞, 「セルソーターを用いた海底堆積物中に産する珪藻化石のタクサゴとの分離」日本珪藻学会第41回研究集会 (オンライン開催), 2021年11月27日

瀬戸口 亮眞, 井尻 暁, 山形 武靖, 松崎 浩之, 萩野 恭子, 濱田 洋平, 多田井 修, 谷川 亘, 芦 寿一郎, 村山 雅史, 口頭発表優秀賞, 種子島沖海底泥火山群から採取された堆積物の地球化学・年代分析による泥火山群出機構の解明, 第21回日本地質学会四国支部総会, on Web, 2021年12月4日

高馬 菜々子, 長谷川 精, 白井 朗, 小田 啓邦, 伊藤 孝,

最優秀講演賞, マンガンクラストの縞状構造は氷期一  
間氷期サイクルに起因するのか?, 第21回日本地質学  
会四国支部総会, on Web, 2021年12月4日

大塚 有希菜, 学生優秀発表賞 (口頭発表), 令和3年度日  
本ベントス学会・プランクトン学会合同大会, 鹿児島  
(オンライン, 2021年9月17-20日)

安宅 太一, The Maureen Keller Student Award (ICHA  
における最優秀学生プレゼンテーション賞), Effect of  
adding macroalgal extracts on the growth of *Gambi-  
erdiscus scabrosus* and *G. silvae* isolated from Japan, 第  
19回国際有害有毒藻類学会, 2021年10月10-15日

# 10. 報道 Press release and Media report

## ○情報発信 Press release

1. 2021年7月7日, 共同プレスリリース(天津大学, 中国科学院, ウズホール海洋研究所, 高知大学, アイスランド大学, 国立台湾大学), 「深部起源揮発性元素の放出と東南チベット高原の拡大メカニズム」  
[https://www.kochi-u.ac.jp/marine-core/achieve/pdf/topics\\_Zhang\\_Ncomms\\_21jul06.pdf](https://www.kochi-u.ac.jp/marine-core/achieve/pdf/topics_Zhang_Ncomms_21jul06.pdf)
2. 2021年9月13日, 神戸大学プレスリリース, 「セルソーターによる円盤型珪藻の完全分離手法を確立 ～極域の海洋環境変動の高精度復元に道筋～」  
[https://www.kobe-u.ac.jp/research\\_at\\_kobe/NEWS/news/2021\\_09\\_13\\_01.html](https://www.kobe-u.ac.jp/research_at_kobe/NEWS/news/2021_09_13_01.html)
3. 2021年10月11日, 共同プレスリリース(高知大学, 海洋研究開発機構, 日本地球掘削科学コンソーシアム), 「四国沖での「ちきゅう」掘削速報: スーパー間水期の黒潮変動やタービダイト発生機構(洪水イベント, 南海トラフ地震等)の解明のための連続地層の採取に成功」  
[https://www.jamstec.go.jp/j/about/press\\_release/20211011/](https://www.jamstec.go.jp/j/about/press_release/20211011/)
4. 2021年10月12日, 共同プレスリリース(高知大学, 横浜国立大学), 「土佐湾の微小底生生物の殻に海水温が正確に記録されていることを世界で初めて実証～黒潮域での海洋環境変動の復元研究への新たな手がかり～」
5. 2021年10月13日, 高知大学プレスリリース, 「ムール貝の貝殻に潮汐と津波の記録が刻まれていることを超解像度分析によって解明しました」  
[https://www.kochi-u.ac.jp/marine-core/achieve/pdf/press\\_release\\_20211014.pdf](https://www.kochi-u.ac.jp/marine-core/achieve/pdf/press_release_20211014.pdf)
6. 2022年1月18日, 「種子島沖海底泥火山でメタンハイドレートを発見」 神戸大学, 琉球大, 高知大(村山 雅史, 瀬戸口 亮眞, 宮本 好洋, 田代 昂士), JAMSTEC, 金沢大共同発表  
<http://www.kochi-u.ac.jp/information/2022011800019/>
7. 2022年3月9日, 高知大学プレスリリース, 「年輪がない熱帯樹木の過去50年間の成長量や生理的応答を高精度に特定 ～気候変動の影響解析や熱帯雨林の保護・管理手法の開発に期待～」  
[https://www.kochi-u.ac.jp/information/2022031500012/files/PRESS\\_20220309.pdf](https://www.kochi-u.ac.jp/information/2022031500012/files/PRESS_20220309.pdf)
8. 2022年3月18日, 高知大学プレスリリース, 「環境省「令和4年度地域資源循環を通じた脱炭素化に向けた革新的触媒技術の開発・実証事業」に共同実施者として参画します」  
[http://www.kochi-u.ac.jp/information/2022031600019/files/press\\_20220318.pdf](http://www.kochi-u.ac.jp/information/2022031600019/files/press_20220318.pdf)
9. 2022年3月24日, 高知大学プレスリリース, 「自然科学系理工学部門の橋本善孝教授らの研究グループの南海トラフ・スロー地震に関する研究成果が Nature 系学術誌「Scientific Reports」に掲載されました」  
<http://www.kochi-u.ac.jp/information/2022022500014/>
10. 2022年3月24日, 高知大学プレスリリース, 「総合科学系生命環境医学部門の芦内誠教授らは自身の研究成果を基に, 東洋濾紙株式会社と新型コロナウイルスを不活化するなどの優れた性能を備えた「抗菌・抗ウイルスコーティングポリマー剤」を共同開発しました」  
[http://www.kochi-u.ac.jp/information/2022032200010/files/press\\_20220324.pdf](http://www.kochi-u.ac.jp/information/2022032200010/files/press_20220324.pdf)
11. 2021年7月7日, 海洋コアHP, 「地球化学分野の世界最大の国際会議であるGoldschmidt Virtual 2021(2021年7月4-9日)において, 佐野センター長の研究功績を讃える特別セッション「Volatiles bear witness to the evolution of Earth's major reservoirs: a session in honor of "Yuji Sano"」が7月6日に開催されました」  
<https://2021.goldschmidt.info/goldschmidt/2021/meetingapp.cgi/Session/2579>  
<https://www.kochi-u.ac.jp/marine-core/achieve/news.html>  
[https://www.kochi-u.ac.jp/marine-core/achieve/pdf/topics\\_Zhang\\_Ncomms\\_21ju106.pdf](https://www.kochi-u.ac.jp/marine-core/achieve/pdf/topics_Zhang_Ncomms_21ju106.pdf)
12. 2021年8月6日, YouTube, 「8月5-7日に鹿児島県喜界島で開催された「サンゴ礁サイエンスキャンプ in 喜界島 2021」で佐野センター長が講演を行いました。講演の様子はNPO法人喜界島サンゴ礁科学研究所のYouTubeチャンネルから配信されています。」  
<https://www.youtube.com/watch?v=O8Blr-QsewI>

## ○報道 Media Report

### 新聞 News paper

1. 2021年6月11日, 毎日新聞, 漫画でゆる～くわかりやすく ウイルス入門
2. 2021年6月18日, 高知新聞 漫画でウイルス入門書
3. 2021年6月27日, 読売新聞, ウイルス「ゆる～く」解説
4. 2021年6月28日, 山陽新聞, ウイルス「ゆるく」解説
5. 2021年7月17日, 高知新聞朝刊, 「やいろ鳥・高知で地球の謎を解く」
6. 2021年8月12日, 高知新聞朝刊, 「悠久の龍河洞」龍河洞での研究について。
7. 2021年10月21日, 日刊工業新聞(電子版), 「土佐湾の微生物, 殻に海水温記録 高知大・横浜国大が実証, 気候変動研究に活用」, 環境展望台, goo ニュース, ニュースイッチなどで関連報道

[https://www.nikkan.co.jp/articles/view/00615820?](https://www.nikkan.co.jp/articles/view/00615820?gnr_footer=0061721)

[gnr\\_footer=0061721](https://www.nikkan.co.jp/articles/view/00615820?gnr_footer=0061721)

8. 2021年10月24日, 高知新聞, 「南極航海絵巻」で紹介
9. 2021年10月26日, 高知新聞朝刊, 「気候変動を龍河洞で調査 高知大など鍾乳石から降水歴分析 高知県香美市」文化庁許可の下で行った石筍の採集調査の様子。  
<https://www.kochinews.co.jp/article/detail/517062>
10. 2021年11月14日, 日本経済新聞, 「過去の海水温, 微生物で把握 高知大など 浅い海底の化石から」
11. 2022年1月19日, 北國新聞, 「メタンハイドレート, 種子島沖で採取 金大など初成功, 琉球海溝では未確認」
12. 2021年11月26日, 科学新聞, 「土佐湾の微小底生生物海水温を正確に記録 高知大など実証」
13. 2022年2月5日, 朝日新聞高知版朝刊, 「被災地の貝 津波の痕跡」 「巨大津波→殻閉じる?→マグネシウム3倍 貝殻から3.11の痕跡発見」  
<https://www.asahi.com/articles/ASQ2474KQQ1FPTLC00G.html>
14. 2022年3月2日, 朝日新聞高知版夕刊, 「3.11のムール貝に津波の跡 長く殻閉じ? マグネシウム濃度3倍」  
<https://www.asahi.com/articles/DA3S15220998.html>
15. 2022年3月8日, 本経済新聞, 「未知のウイルスを探せ 水陸でハンター躍動」
15. 2022年3月12日, 読売新聞, 「貝殻成長線に津波の記録」

## テレビ TV

1. 2021年11月10日 岩手県沿岸のムール貝から東日本大震災の津波の痕跡を確認(2021年11月10日, NHK NEWS WEB)
2. 2022年1月18日(火)配信, NHK鹿児島放送局, 「種子島沖海底泥火山でメタンハイドレートを発見」(村山先生業績)

## 機関誌・雑誌 Magazines

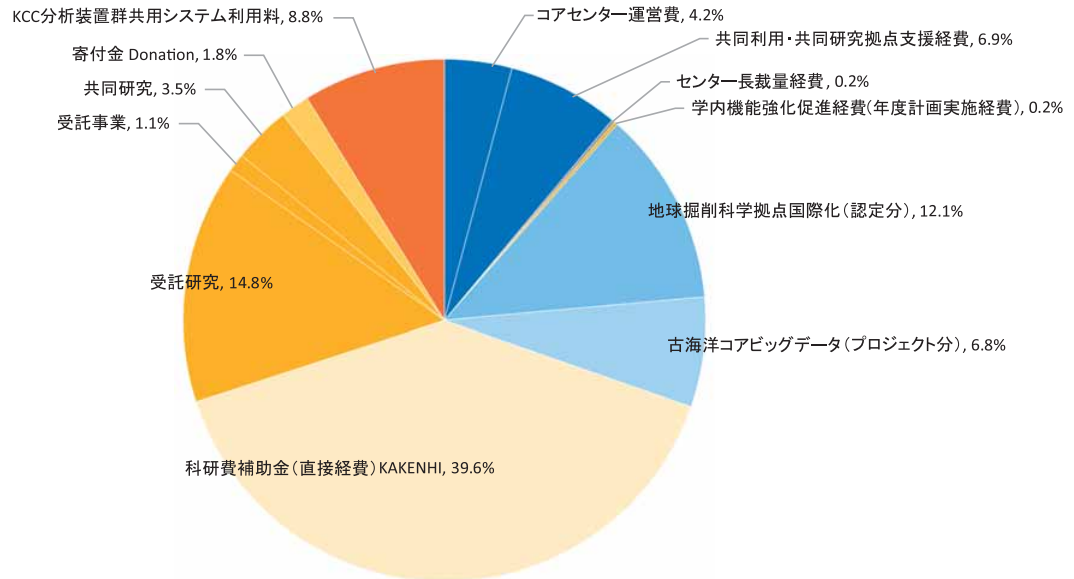
1. 文教ニュース・速報, 地球掘削科学共同利用・共同研究拠点 令和2年度共同利用・共同研究成果発表会のオンライン開催(2021年3月末に投稿, 4月以降掲載されてるはず・・・要確認)岩井先生
2. 2021年12月号, 広報なんこく, 「高知コアセンター観察レポート」
3. 2022年1月号, 月刊化学, 「海底の微生物化石に海水温が記録されていることを発見」



# 11. 予算 Budget

予算内訳概要 Budget Brakedown (excluding personnel expenses for full-time employees)

FY2021  
KCC/CMCR  
Kochi Univ.  
156百万円



		円	
大学運営費	コアセンター運営費	7,016,000	4.2%
	共同利用・共同研究拠点支援経費	11,629,000	6.9%
機能強化経費	センター長裁量経費	351,000	0.2%
	学内機能強化促進経費(年度計画実施経費)	345,000	0.2%
	地球掘削科学拠点国際化(認定分)	20,307,000	12.1%
	古海洋コアビッグデータ(プロジェクト分)	11,375,000	6.8%
外部資金	科研費補助金(直接経費)KAKENHI	66,642,043	39.6%
	受託研究	24,820,192	14.8%
	受託事業	1,900,000	1.1%
	共同研究	5,950,000	3.5%
自己収入	寄付金 Donation	3,000,000	1.8%
	KCC分析装置群共用システム利用料	14,816,138	8.8%
		168,151,373	

## (1) 特別運営費交付金対象事業費

代表

### ・機能強化経費(共通政策課題分)

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(認定分)

研究期間: 平成28-33年度

研究代表者: 佐野 有司

研究経費: 20,307千円

[単位: 千円]

その他の補助金等の内訳(令和元年度)				
No.	研究課題名(制度名)	支出機関名	令和3年度受入額	期間
1	地球掘削科学共同利用・共同研究拠点プロジェクト: 古海洋コアビッグデータによる未来地球の描像ー温暖化地球(400ppm超CO <sub>2</sub> ワールド)の読解ー	文部科学省	11,375	H30~R03

(2) 科学研究費助成事業採択状況

区 分	令和3年度					
	区分	件 数		採択率	金額 (千円)	
		応募 件	採択 件		合計 (千円)	上：直接経費 下：間接経費
科学研究費助成事業						
特別推進研究	新規	0	0		0	0
	継続		0			0
新学術領域研究 (研究領域提案型)	新規	0	0		21,840	16,800
	継続		1			5,040
学術変革領域研究 (A)	新規	0	0		0	0
	継続					0
学術変革領域研究 (B)	新規	0	0		0	0
	継続					0
基盤研究 (S)	新規	0	0		0	0
	継続		0			0
基盤研究 (A)	新規	2	0	0.0%	0	0
	継続		0			0
基盤研究 (B)	新規	9	3	33.3%	49,270	37,900
	継続		7			11,370
基盤研究 (C)	新規	5	3	60.0%	5,980	4,600
	継続		2			1,380
挑戦的研究 (開拓)	新規	0	0		0	0
	継続		0			0
挑戦的研究 (萌芽)	新規	10	3	30.0%	15,340	11,800
	継続		3			3,540
若手研究	新規	1	0	0.0%	3,250	2,500
	継続		2			750
若手研究 (A)	新規				0	0
	継続		0			0
若手研究 (B)	新規				0	0
	継続		0			0
研究活動スタート支援	新規	0	0		0	0
	継続		0			0
研究成果公開促進費	新規	1	1	100%	490	490
	継続		0			0
特別研究促進費	新規	0	0		0	0
	継続		0			0
国際共同研究強化 (A)	新規	0	0		0	0
	継続					0
国際共同研究強化 (B)	新規	1	0	0.0%	13,520	10,400
	継続		3			3,120
帰国発展研究	新規	0	0		0	0
	継続		0			0
小 計	新規	29	10	34.5%	109,690	84,490
	継続		18			25,200
その他の補助金等						
科学研究費助成事業を除く文部科学省の補助金	新規				0	
	継続					
文部科学省以外の府省庁の補助金等	新規				0	
	継続					
地方公共団体・民間助成団体等の研究費	新規				0	
	継続					
小 計	新規	0	0		0	0
	継続		0			0
計	新規	29	10	34.5%	109,690	84,490
	継続		18			25,200

○令和3年度における教員一人当たりの採択件数及び金額：

科学研究費助成事業(新規+継続)：	1.0 件	4.1 百万円
科学研究費助成事業(新規+継続)+その他の補助金等：	1.0 件	4.1 百万円

\*表は専任教員+兼務教員が受けた助成の総計

# 以下は専任教員の科研費等受入状況 (2020では兼務教員を除く情報まで)

受入者 Investigator	研究種目 Category	課題番号 Project ID	研究課題名 Project title	代表者 Principal investigator	代表者機関 Affiliation	配分金額 Budget	
						直接経費 Direct (千円)	間接経費 Indirect (千円)
山本 裕二	基盤研究 (A)	20H00028	考古地磁気年代推定法の東アジアへの展開：過去3500年間の新たな連続指標の確立	大野 正夫	九州大学	3,500,000	1,050,000
山本 裕二	基盤研究 (A)	20H00028 (R2繰越分)	考古地磁気年代推定法の東アジアへの展開：過去3500年間の新たな連続指標の確立	大野 正夫	九州大学	200,000	0
曾田 勝仁	基盤研究 (A)	20H00203	顕生代における宇宙塵大量流入イベントと地球環境への影響	尾上 哲治	九州大学	400,000	120,000
池原 実	基盤研究 (B)	20H01996	地球史上最大"中太古代環境変動"の解明：初期大陸出現による海洋・生物圏環境変化	清川 昌一	九州大学	150,000	45,000
岩井 雅夫	基盤研究 (A)	21H04924	過去の温暖期における南極氷床の大規模融解の実態解明：鉛同位体に着目した新たな解析	堀川 恵司	富山大学	400,000	120,000
山本 裕二	基盤研究 (B)	19H01997	還元環境堆積物からの古地磁気強度変動の高解像度復元	山崎 俊嗣	東京大学	250,000	75,000
池原 実	新学術領域研究 (研究領域提案型)	17H06316	熱-水物質の巨大リザーバ: 全球環境変動を駆動する南大洋・南極氷床	川村 賢二	大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構	300,000	90,000
佐野 有司	基盤研究 (A)	18H03733	海溝近傍での海洋プレート変形に伴う水・熱の流動過程とその沈み込み帯への影響の解明	山野 誠	東京大学	650,000	195,000
奥村 知世	基盤研究 (A)	20H00191	石筍とトウファのレアアイソトープで復元する温暖期日本列島の高解像度気候記録	狩野 彰宏	東京大学	400,000	120,000
奥村 知世	国際共同研究加速基金(国際共同研究強化 (B))	18KK0094	エディアカラの海での気候激変と動物進化の因果関係の解明	狩野 彰宏	東京大学	100,000	30,000
山本 裕二	基盤研究 (C)	20K04137	ハイブリッド磁化率計：細粒磁性粒子を対象とした新しい多機能磁化率計の開発と応用	小玉 一人	同志社大学	150,000	45,000
佐野 有司	基盤研究 (A)	19H00726	隕石に刻まれた初期太陽系衝突史の復元	黒澤 耕介	千葉工業大学	500,000	150,000
奥村 知世	挑戦的研究 (萌芽)	18K18796 (R1再延長分)	太古代地質試料の生物源有機分子イメージングで解き明かす光合成生物誕生と進化	井尻 暁	神戸大学	200,000	0
奥村 知世	基盤研究 (C)	19K04058	太古の環境と微生物復元につなげる温泉成シリカ堆積物の長期観測	高島 千鶴	佐賀大学	100,000	30,000
山本 裕二	基盤研究 (A)	21H04523	磁気顕微鏡による地球内核形成前後の地球磁場復元と地球生命史への影響の解明	小田 啓邦	国立研究開発法人産業技術総合研究所	500,000	150,000
池原 実	基盤研究 (A)	20H00626	プラス5℃まで温暖化が進行する過程における南極氷床融解のふるまいと特性の解明	関 宰	北海道大学	700,000	210,000
浦本 豪一郎	挑戦的研究 (萌芽)	20K20952	元素特異的ナノスケールCTで迫る微生物と生息空間-ナノ空間地球微生物学の幕開け-	諸野 祐樹	国立研究開発法人海洋研究開発機構	200,000	60,000
浦本 豪一郎	挑戦的研究 (開拓)	20K20429	地球最古の地下水圏環境に生息する微生物群のゲノム進化と存続メカニズムの解明	稲垣 史生	国立研究開発法人海洋研究開発機構	1,000,000	300,000
臼井 朗	基盤研究 (B)	20H04316	深海底での現場吸着・培養実験で明らかにする鉄マンガングラスタの成長・元素濃集過程	柏原 輝彦	国立研究開発法人海洋研究開発機構	1,000,000	300,000
若木 仁美	基盤研究 (B)	19H04251	氷期-間氷期における北太平洋亜熱帯モード水の挙動とその役割	高柳 栄子	東北大学	200,000	60,000
池原 実	基盤研究 (B)	21H01201	完新世における東南極トッテン氷河の融解と暖水塊流入の影響評価	板木 拓也	国立研究開発法人産業技術総合研究所	300,000	90,000

受入者 Investigator	研究種目 Category	課題番号 Project ID	研究課題名 Project title	代表者 Principal investigator	代表者機関 Affiliation	配分金額 Budget	
						直接経費 Direct (千円)	間接経費 Indirect (千円)
池原 実	新学術領域研究 (研究領域提案型)	17H06316 (R2調整金 次年度使用分)	熱-水-物質の巨大リザーバ:全球環境変動を駆動する南大洋・南極氷床	川村 賢二	大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構 国立極地研究所	500,000	0
穴井 千里	基盤研究 (A)	21H04523	磁気顕微鏡による地球内核形成前後の地球磁場復元と地球生命史への影響の解明	小田 啓邦	国立研究開発法人 産業技術総合研究所	383,700	115,110
穴井 千里	国際共同研究加速基金 (国際共同研究強化 (B))	20KK0082	琉球層群礁性石灰岩の古地磁気・岩石磁気分析による高分解能地球磁場・気候変動の復元	小田 啓邦	国立研究開発法人 産業技術総合研究所	425,958	127,788
穴井 千里	基盤研究 (C)	20K04134	還元化学消磁を用いた日本の白亜系堆積層の古地磁気層序の研究	渋谷 秀敏	同志社大学	5,773	1,732

### (3) その他の外部資金受入状況

#### ① 共同研究

区分	部局名	研究者名	研究題目	委託者	県内/県外	契約額 (令和2年度)	間接経費等	合計	研究開始	研究終了	備考
民	自然科学系 理工学部	池原 実 外	日本近海で採取されたコアによる堆積環境の研究	株式会社マリン・ワーク・ジャパン	県内	5,500,000	733,300	5,500,000	令和3年 4月16日	令和4年 3月11日	
民	自然科学系 理工学部	池原 実 外	日本近海で採取されたコアによる堆積環境の研究	株式会社マリン・ワーク・ジャパン	県内	0	0	0	令和3年 4月16日	令和4年 9月30日	研究期間延長 2022/3/11⇒ 2022/9/30
国研	海洋コア総合研究センター	佐野 有司	海洋環境中の単細胞真核生物と微生物の共存関係に関する研究	国立研究開発法人 海洋研究開発機構	県外	0	0	0	平成30年 9月1日	令和4年 3月31日	研究期間延長 2021/3/31⇒ 2022/3/31
独	総合科学系 複合領域科学部門	浦本 豪一郎	CNFとフライアッシュを混合したPCMの基礎的研究	独立行政法人国立高等専門学校機構 高知工業高等専門学校	県内	0	0	0	令和3年 4月1日	令和4年 3月31日	
地	総合科学系 複合領域科学部門	浦本 豪一郎	三原村産「土佐硯」の地球科学的研究・硯材の分布調査と石質分析	三原村集落活性化協議会	県内	450,000	50,000	450,000	令和3年 8月17日	令和4年 3月31日	
国大	海洋コア総合研究センター	奥村 知世	ジブチの高塩分塩湖及び高アルカリ湖に関する地球化学・微生物学的調査	(代表) 国立大学法人 東京海洋大学 (産業技術総合研究所/海洋研究開発機構/東洋大学)	県外	0	0	0	令和2年 12月2日	令和7年 3月31日	研究期間延長 2021/3/31⇒ 2025/3/31

#### ② 受託事業

区分	部局名	研究者名	研究題目	委託者	県内/県外	契約額	間接経費	合計	研究開始	研究終了	連絡事項	競争的資金
独	国際交流室	山本 裕二	R3年度二国間交流事業/共同研究 (アイスランド溶岩から解明する高逆転度期古地磁場強度絶対値の準連続変動)	独立行政法人日本学術振興会	県外	1,900,000	0	1,900,000	令和2年 4月1日	令和5年 3月31日	研究期間延長 2022/3/31⇒ 2023/3/31	○

#### ③ 受託研究

区分	部局名	研究者名	研究題目	委託者	県内/県外	契約額 (令和3年度)	間接経費等	合計	研究開始	研究終了	備考
民	海洋コア総合研究センター	佐野 有司	海上ボーリングコアに関する学術研究	株式会社ダイコンサルタント		2,054,000	474,000	2,054,000	平成27年 6月1日	令和4年 3月31日	研究期間延長 2021/03/31⇒ 2022/03/31 研究経費追加受入 研究担当者変更
国研	海洋コア総合研究センター	佐野 有司	レアアース泥を含む海洋鉱物資源の賦存量の調査・分析	国立研究開発法人 産業技術総合研究所	県外	6,769,698	615,427	6,769,698	令和3年 4月1日	令和4年 2月28日	研究経費追加受入
その他	海洋コア総合研究センター	萩野 恭子	Biology Of A Symbiotic Nitrogen-Fixing Cyanobacteria Bridging Symbiosis And Organelle Evolution (共生窒素固定シアノバクテリアの生物学、共生とオルガネラ進化の架け橋)	カリフォルニア大学	外国			9,098,042	令和2年 11月1日	令和4年 10月31日	研究期間延長 2021/10/31⇒ 2022/10/31
独	海洋コア総合研究センター	白井 朗	令和3年度海洋鉱物資源調査に係るコバルトリッチクラスト資源量等解析調査	独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構	県外	8,786,666	798,787	8,786,666	令和3年 9月7日	令和4年 2月28日	

#### ④ 奨学寄付金

研究者氏名	学部等	職名	寄附金額	寄附者	寄附金名称	寄附の申出日	寄附の目的	研究推進課 受付日
奥村 知世・公文 富士夫	海洋コア総合研究センター	—	1,000,000	特定非営利活動法人 宝石珊瑚保護育成協議会 理事長 吉本 憲充	宝石サンゴ学術研究助成金	令和3年 6月30日	高知大学海洋コア総合研究センターの奥村 知世特任助教・公文 富士夫客員教授の宝石サンゴの地球科学研究に対する助成	令和3年 7月6日
萩野 恭子	海洋コア総合研究センター	特任助教	2,000,000	パリオ・サーヴェイ株式会社	学術研究助成金	令和4年 3月3日	高知大学海洋コア総合研究センター 萩野 恭子 特任助教の研究に対する助成	令和4年 3月8日

地球掘削科学共同利用共同研究拠点

## 成果報告書

KCC R&D Report, Ser. B

Progress Report of JURC-DES Projects

---

FY2021

JURC-DES: Joint Usage/Research Center for Drilling Earth Science

採択番号 20A002, 20B002

研究課題名 地球史を通じた海底環境復元プロジェクト8:

大陸成長の変遷史を紐解く・太古代～原生代の海底堆積物からのアプローチ

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 2020/10/8-11, 2021/8/2-6

共同研究分担者組織 池原 実（海洋コア）、他 学生 6名

### 【研究目的・期待される成果】

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～原生代の（1）陸限物質の寄与、（2）海底熱水循環、（3）海底堆積作用、（4）海洋の酸化／還元状態・pH状態、（5）初期生物の生態系、（6）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。

太古代から原生代にかけての大陸形成にともなう陸からのインプットと海洋底環境の変化・生物活動・表層大気環境変動と鉄沈殿物の関連性を探る。特に、大陸成長が起こる31億年前、原生代GOE前後、全球凍結時における海底の変化を明らかにする。

### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

CL3コアのBIF層の詳細な層序が明らかになった。CL3コアで詳細なFE-SEM観察を行い、チャート中に短冊状の初期に形成されていた鉱物を見つけた。これは近年報告されているグリーンナライト（鉄に富む蛇紋石鉱物）であり、TEMによって結晶構造を明らかにした。また、縞状鉄鉱層を形成するマグネタイト部分は、元々粘土層であ

りその部分のみに自形マグネタイトが成長していることがわかった。マグネタイト形成以前はシデライトを含む粘土物質であり、その周辺部のチャートには自形シデライトが結晶成長している。観察により粒子状のシデライト結晶層が何層もみられており、これらが堆積時の最も初期に海底に沈殿した鉄鉱層であると思われる。

そのほか、均質の緑色泥岩層に関しては、BIFの間やDIXON Island層中の熱水チャートの間にも挟まれており、現在その起源を調べている。緑色泥岩層は、基本クローライトからなり、堆積構造や粒子組織もない地層であり、チャート・鉄粘土層の地層と互層するように出てくる。陸上では、層厚が10-100 cmと側方に大きく変化する特徴を持っている。

クリバービル層とデキソンアイランド層にみられる均質緑色頁岩（現在クローライト）は熱水起源のチャートBIF層とは異なり、当時の陸起源から供給されている物質の可能性もある。ただ、堆積組織をもたず、側方変化が著しい地層であるために、堆積後に移動濃集している可能性もあり、その成因を現在考察中である。

採択番号 20A003, 20B003

研究課題名 中部地方の新第三系に産する磷酸塩団塊の成因の解明

氏名・所属(職名) 森清 寿郎・信州大学 理学部(特任教授・名誉教授)

研究期間 2020/10/25-28

共同研究分担者組織 なし

### 【研究目的・期待される成果】

日本の新第三紀層からは磷鉍が産出することが、すでに農商務省肥料鉍物調査所(1902, 1903)によって報告されている。しかしその報告には、磷鉍の産状(多くは磷酸塩団塊として産すると推測される)の記述に乏しく、かつ磷酸塩団塊の鉍物構成や、産地に共産する他の団塊種についての記述がない。したがって、磷酸塩団塊の生成をもたらした地質学的条件や成因が不明なままとなっている。

磷は地球表層においては、土壌や陸水、生体中に磷酸塩イオンとして分散して分布する。その分散している磷が固定されるのは、海洋での磷酸塩堆積物の形成による。しかし、堆積性磷鉍床の成因は、現在でも不明な点が多い。本研究では続成作用における磷の固定過程を明らかにする目的で、中部地方の新第三系に産する磷酸塩団塊の成因を研究する。

### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

本研究では①長野県安曇野市大口沢採石場の貝化石密集層に産する、磷灰石含有方解石質団塊の成因と、②長野県上田市西方の青木層に産する菱鉄鉍を含む磷灰石団塊の成因を研究した。①、②とも、炭酸塩鉍物の炭素・酸素同位体比を基にした研究で、その測定は海洋コア総合研究センターのMAT253質量分析計を用いて行われた。

①の研究はすでに雑誌に掲載され、以下はその要旨である：安曇野市の大口沢採石場には貝化石密集層が一枚あり、その層から磷灰石や苦灰石を含むが方解石が優勢な方解石質団塊が大量に産出する。密集層以外では、方解石質団塊はみとめられず、産出したのは苦灰石及び菱鉄鉍団塊だけであった。大口沢採石場に産する各種団塊の炭素・酸素同位体比を測定し、貝化石密集層においてのみ方解石質団塊が産する理由を研究した。方解石と苦灰石の同位体比は、青木層陸化後の地下水の浸透によって、晶出時の値から改変されている。しかし地下水と平衡にある方解石の同位体比を基にして、改変前の同位体比の推定が可能であった。磷灰石を含む方解石質団塊タイプ1の晶出時 $\delta^{13}\text{C}$ は $-5\sim+2\%$ であり、その団塊の方解石の炭酸イオンが貝の炭酸塩殻と有機物の両方に由来する

ことを示す。硫酸塩還元初期までは、間隙水は低pHとなるためCa炭酸塩に関して不飽和であった。そのため、貝化石密集層中の貝殻が部分的に溶解した。この低pH時に磷灰石が晶出した。その後硫酸塩還元の進行によって、間隙水のアルカリ度とpHが上昇し、方解石が晶出した。硫酸塩還元が進み、間隙水中の $\text{SO}_4^{2-}$ が枯渇するとメタン発酵となり、この時に苦灰石が晶出した。貝化石密集層においてのみ方解石質団塊が生成したのは、貝の炭酸塩殻溶解の結果、間隙水のCa/Mg比が海水値より上昇したためである。

②の論文は投稿中で、現在修正稿を再投稿した段階である。以下はその要旨である：長野県、上田地域の中新世青木層には、菱鉄鉍を含む磷酸塩団塊が産出する。それらは、磷灰石1相団塊と菱鉄鉍磷灰石2相団塊であり、両者とも方解石を欠いている。磷灰石が晶出した続成ステージと方解石欠如の理由を明らかにするため、団塊のTCC(全炭酸塩体積パーセント)、1団塊中での菱鉄鉍と磷灰石の重量比、磷灰石の $\text{SO}_4^{2-}$ 含有の有無、菱鉄鉍の炭素・酸素同位体比を測定した。磷灰石の約半数が結晶格子中に $\text{SO}_4^{2-}$ を含むことから、磷灰石は主要には初期続成作用の硫酸塩還元ステージ晶出であることが明らかである。菱鉄鉍の $\delta^{13}\text{C}$ の最高値は $+9\%$ で、 $\delta^{18}\text{O}$ 低下とともに $\delta^{13}\text{C}$ が低下している。炭素同位体比は菱鉄鉍がメタン発酵から有機物熱分解ステージにおいて晶出したことを示す。このことから、青木層では埋没浅所で磷灰石が晶出し、その後埋没がより進んだ深所で菱鉄鉍が晶出した、という晶出収序が明らかになった。その結果から、磷灰石晶出時の堆積物間隙率は、磷灰石を含む1相および2相団塊のTCC値、菱鉄鉍晶出時のそれは菱鉄鉍1相団塊のTCC値と2相団塊中の菱鉄鉍の体積パーセント、として知ることができる。磷灰石1相団塊のTCC値が、菱鉄鉍晶出時の堆積物間隙率の範囲に入る試料があった。この事実は磷灰石晶出が硫酸塩還元ステージに限定されず、メタン発酵ステージ以降でも生じていたことを示す。青木層堆積物においては続成作用の初期に、間隙水のpHが海水値より低下した。そのため、続成作用時に方解石は晶出せず、青木層に産する団塊は方解石を欠くものとなった。



採択番号 20A006, 20B005

研究課題名 海砂の異同識別のための法科学研究

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 2021/12/10-13

共同研究分担者組織 なし

### 【研究目的・期待される成果】

法科学とは、事件や事故の現場や裁判に関わる捜査において科学的方法を用いて解明するための応用科学であり、岩石や鉱物が証拠品となる場合がある。このような地質学的な試料の分析技術向上のための研究分野は、法地質学と呼ばれている。水辺で発見されたご遺体の胃や気管、潜水用の空気ボンベ中に混入した海砂は、死亡場所の推定にとって重要な証拠品である。砂浜海岸では、隠蔽の目的で凶器や遺体などが埋められることがある。海砂に含まれる石英粒子の特徴から採取位置の推定をする手法は石英が、自然界において酸化還元反応による変質が起こりにくい鉱物であるために鑑定で着目される鉱物の1つである。板宮ほか(2020)で石英の特徴から粒子の由来を推定する方法が提案されたが、様々な地点において有効性を検討するための基礎的なデータが不足している。そこで本研究は、板宮ほか(2020)が報告した青森県太平洋側と陸奥湾側の同じ試料を用いて海砂に含まれる石英粒子の包有物のうち磁性鉱物に着目して、これらの磁気的な特徴から法科学分野での応用について検討することを目的とした。

また海外の現場での科学捜査には磁気探査が用いられており、凶器など鉄製品の秘匿物の検出がなされてきた。一方、日本では火山灰など自然由来の鉄が比較的多く広く分布するために磁気探査のノイズになる可能性が指摘され、その有効性について検証された例はほとんどない。よって本研究では、日本の活動的な火山帯に属さない地域として、真砂土の自然海岸が形成されている岡山県瀬戸内市西脇海水浴場と鳥取砂丘において磁気探査を実施し、これらの地域から採取した海砂の試料の磁気測定を実施した。

### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

青森県太平洋側6地点と陸奥湾側3地点のバルクの試料、これらからピッキングした石英の試料、岡山県瀬戸内市西脇海水浴場の深度50 cmまでの海砂試料、鳥取砂丘の試料については予察的な結果を得るために1つの試料の熱磁気測定を実施した。測定に用いた機器類は、低温(5-300 K)の磁気測定ではMPMS、高温(25-700°C)の測定では

磁気天秤である。それぞれの試料の磁気転移点の有無、キュリー温度から強磁性鉱物の種類と量を推定した。

低温の磁気測定については、青森県太平洋側と陸奥湾のバルクの試料は強い残留磁化を持っていたために、ほとんど問題なく測定できた。これらの試料からピッキングした石英粒子には、全てのものに黒色の包有物が含まれていた。これらの石英粒子1粒ごとの測定を試みたものの、磁化強度が弱くて測定できないものが多かった。よって石英粒子の個数を増やして再測定を行ったところ、測定可能な磁化強度の範囲に達した。バルクの試料の測定では、磁化を担う磁性鉱物はチタノマグネタイトや表面酸化したマグネタイト( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )、マグヘマイト( $\gamma\text{Fe}_2\text{O}_3$ )である可能性が示された。石英粒子には、5-20 Kと35 K付近で磁化強度の減少が認められることから、ピロタイト( $\text{Fe}_3\text{S}_4$ )やパイライト( $\text{FeS}_2$ )といった硫化鉄の存在が示唆された。これらの石英粒子を本学所有のFE-SEMを用いて化学分析した。その結果、石英粒子内に硫黄(S)が検出されたため、総合的な結果を得ることが出来たと考える。

岡山県瀬戸内市西脇海水浴場と鳥取砂丘は、いずれも真砂土からなっており粒度分析の結果では中粒砂に分類された。低温および高温の磁気測定では、測定可能な試料は数百 mgと少量であり、中粒砂を取り分ける際に化学的に不均質であることが考えられる。よって、不均質性がどの程度磁気測定の結果に影響するのか、について検証した。1地点で採取した試料から砂粒子を複数回取り分け、磁気曲線の再現性を確認した。その結果、磁化強度の差は数パーセントであるものの、熱磁気曲線の磁気転移点やキュリー温度そのものに大きな変化はなかったため、再現性はあるものと考えた。申請当初は約50個の試料の測定を予定していたが、上述の熱磁気測定中に粒子が動くことに起因すると考えられるノイズが入ることもあり、試料の再測定が必要であったため、測定できたのは半分程度であった。これらの試料にはチタノマグネタイトや表面酸化したマグネタイトが含まれていることが明らかになった。

以上の測定の結果については、日本法科学技術学会とJpGU2022で発表することが出来た。

採択番号 20A009, 20B008

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・鶴見大学 歯学部 歯科理工学講座(非常勤講師)

研究期間 2021/4/7-8, 11/26-27

共同研究分担者組織 安井 敏夫(横倉山自然の森博物館), 谷本 正浩(大阪市立自然史博物館)

### 【研究目的・期待される成果】

コノドント conodont はカンブリア紀～三畳紀まで世界各地で発見されている。コノドントは高知県横倉山のシルル紀の地層からも産出しており、日本では最古のものである。コノドント動物は、脊椎動物の起源として再評価され、コノドント器官は口腔・咽頭内の捕食器官であり、無顎類の歯という説がある (Forty, 2014)。しかし Nature でその反論 (Murdock, *et al.*, 2013) がすでに掲載されていて、議論が多い点である。コノドント器官は、組織構造的には表層にエナメロイド、内層に象牙質があり、それを構成するアパタイト結晶は陸生の脊椎動物の生体鉱物とは異なり、fluorapatite (FAp) であった (三島ほか, 2010)。コノドントは脊索動物以降で、最初に石灰化組織をもったものとして認識されている (Venkatesh *et al.*, 2014)。コノドント器官は歯のエナメロイドとエナメル質やその他の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アパタイト結晶 (FAp) とは異なり、炭酸含有アパタイト結晶 (carbonate apatite; CHA, biological apatite) であり、Na, Mg, Cl などの微量元素の含有量に差があることが判明してきた (Mishima *et al.*, 2018)。しかし、その形成機構の詳細な解析はなされていない。コノドント器官の生体アパタイト結晶と天然鉱物のアパタイト結晶との関連性を検討することにより、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 (三島ほか, 2018)。本研究ではコノドント化石や他のヒトの歯、エウステノプレロンの歯、モササウルス類の歯あるいは高知県登層魚類耳石化石、さらにオキミアなどの甲殻類の殻 (F含有) とも比較し、系統発生的に検討している (三島ほか, 2011; 2012; 2013; 2014; 2016; 2018; 2019; 2020, Mishima *et al.*, 2011; 2013; 2017; 2018; 2019; 2020; 2021)。本研究はコノドント器官や生体鉱物に含まれる元素の違いによる生体活性、生体親和性、骨伝導能などを評価して、新たな歯科材料や形成外科の骨補填材を開発する上で、参考となる有益な情報を得られるかを追求するとともに、生体鉱物の進化研究あるいは古生物の古環境の推定に寄与することを目的とする。

### 【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、CHAの $\text{PO}_4^{3-}$ のピーク値は4種類が報告されている (Penel *et al.*, 2005)。 $\nu_1$ : 960  $\text{cm}^{-1}$ ,  $\nu_2$ : 430  $\text{cm}^{-1}$ ; 450  $\text{cm}^{-1}$ ,  $\nu_3$ : 1035; 1048; 1073  $\text{cm}^{-1}$ ,  $\nu_4$ : 587  $\text{cm}^{-1}$ ; 604  $\text{cm}^{-1}$  である。FApでは 964-967  $\text{cm}^{-1}$  ( $\nu_1$ ) に

$\text{PO}_4^{3-}$ 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。コノドント化石や *Eusthenopteron* の歯の外層エナメロイドの結晶は顕微レーザーラマン分光分析法やX線回折法からFApであった。シルル紀以降両生類より上位の脊椎動物の歯の結晶はCHAであった (Kakei *et al.*, 2016; Mishima *et al.*, 2017)。CHAはシルル紀以降に出現したと考察した。天然アパタイト結晶はSEM-EDS分析、X線回折法や顕微レーザーラマン分光装置によりFApであることが確認された。天然アパタイト結晶FApと生体鉱物CHAは結晶学的に近似しており、天然アパタイト結晶が医用・歯科用インプラント後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有効であることが示された。(三島ほか, 2014; 2015; 2016; 2017; 2018)。

*Eusthenopteron* の化石では皮甲の下層から、層板骨、脈管に富む骨、象牙質、エナメロイドに区分され、皮甲や歯のエナメロイドはFApであり、その下層の象牙質や骨組織はCHAであった。*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、さらに歯と顎骨を結ぶ支持様式の起源を探る上でも貴重な標本である (Mishima *et al.*, 2017; 2021, 三島ほか, 2018; 2019; 2020)。さらに現生の歯の試料のCHAでは、天然のFApより多くの $\text{CO}_3^{2-}$ を含有していた (Mishima *et al.*, 2018)。生体アパタイト結晶はBタイプ炭酸含有アパタイト結晶CHA (type B  $\text{CO}_3\text{Ap}$ ) であることが追認できた (Mishima *et al.*, 2018)。耳石化石の炭酸カルシウムと比較し解析してきた (Mishima *et al.*, 2019)。

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った。外層のエナメロイドは魚類の歯の表層に特徴的に存在するものであり、研究結果から、コノドント器官は無顎類の口腔内の捕食器官であるとの説は妥当であると考察した。さらにコノドント動物が最初に石灰化組織を持つ生物との説 (Venkatesh *et al.*, 2014) を支持するものである。しかし、Duncan *et al.*, (2013) は歯ではないとする見解があり、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。

歯と顎骨との支持様式で、歯槽やセメント質がワニ類や哺乳類しか存在しないとの見解が一般的であったが、中生代のモササウルス類化石や古生代 *Eusthenopteron* 化石ですでに歯槽の原形が存在していた (三島ほか, 2018; 2019; 2020; 2021)。セメント質の起源は中生代の魚類に遡り、さらに歯槽の起源は古生代デボン紀まで遡る可能性が出てきた。

採択番号 20A013, 20B011

研究課題名 火山噴出物の磁気特性を用いた噴火過程予測の基礎研究

氏名・所属(職名) 穴井 千里・京都大学大学院 理学研究科附属地球熱学研究施設  
火山研究センター(機関研究員)

研究期間 2021/11/15-2022/3/31

共同研究分担者組織 大倉 敬宏(京都大学)

#### 【研究目的・期待される成果】

本研究の特徴は、現在活動中の火山噴出物をリアルタイムに測定しながら、火山性微動などの物理観測データや肉眼や顕微鏡で観察できる事象などと合わせて考察を進められることにある。また、2014年11月25日から発生したストロンボリ式噴火と同時に噴出した火山灰(採取日:2014年11月26日)についてのデータも加える。ストロンボリ式噴火は一連の噴火サイクルにおいて、より噴火活動が活発になると観測される噴火様式であり、通常は灰噴火の後に観測される。2014年火山灰の測定データを噴火過程が進んだ先の挙動であると仮定し、噴火発生初期の灰噴火からストロンボリ式噴火に向かう過程での磁性鉱物の連続的な変化についても研究を進めていく。

現段階で確認できる磁気特性として、キュリー温度が時系列で変化していることが挙げられる。また、火口からの距離を反映して磁性鉱物の粒子サイズに関連するであろう特徴的な変化が確認できる。

本研究は、噴火過程と磁気特性の変化の関係性を見出すことにより、噴火が活発化する前兆を捉えるための新たな指標が提案できる可能性を持つ。また、詳細な解析結果を得て、そこからより単純な方法での観測(例えば、野外における帯磁率測定)が可能であることを導き出すことができれば、より汎用性の高い予測手法の確立が期待できる。

#### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

Temporal change in the magnetic behavior of magnetic minerals in volcanic ash samples obtained from ash eruptions of Aso Nakadake from 2019 to 2020 was investigated. Titanomagnetite and magnetite are the dominant magnetic minerals in the samples, with titanomagnetite being particularly dominant. From the rock magnetic measurements, parameters such as coercivity (Hc), saturation remanent magnetization (Mrs), saturation magnetization (Ms), and titanium content estimated from Curie temperature were extracted and checked for temporal change. The magnetic behavior of the magnetic minerals was confirmed by a trend of increasing values of Hc and Mrs/Ms at several time periods. Samples with higher values of Hc and Mrs/Ms included titanomagnetite with lower Curie temperatures (higher titanium content). The increases in Hc and Mrs/Ms suggest that the number of single domain particles has increased, and that the magnetic minerals have become finer in size. Moreover, the increase in titanium content is considered to indicate a higher crystallization temperature. The timing of these magnetic property changes was almost synchronized with the observation of the volcanic glow phenomenon. These results suggest that property changes in magnetic minerals reflect the magmatic conditions inside the crater.

採択番号 20A016, 20B014

研究課題名 古琵琶湖層群堅田層の定方位コアを用いた中期更新世初期の気候変動の解明

氏名・所属(職名) 加藤 茂弘・兵庫県立人と自然の博物館(研究員)

研究期間 2021/12/1-8, 2022/1/11-14

共同研究分担者組織 兵頭 政幸(神戸大学)

### 【研究目的・期待される成果】

中期更新世の気候転換期(MPT期)の気候変動については、深海底コアなどの研究から気候変動のメカニズムを含めて新知見が次々と報告されている。しかし、陸域堆積物を用いて高時間分解能、高精度の気候変動を復元した研究は数少ない。日本列島ではアジアモンスーン変動が気候変動に強く関与しているため、そこでの古気候記録は、MPT期における偏西風などを媒介とした気候の広域リンクの有無とその性質を解明する重要な鍵ともなる。例えば、房総半島の上総層群国本層から採取された松山・ブリュンヌ(MB)境界を含む定方位コアの高精度分析からは、約76~79万年前のMIS19に数百~千数百年周期の気候や海洋環境の急激な変動が生じ、それらが北大西洋の深海底コアから得られた急激な古水温変動とリンクしていた可能性が示されている。

本研究では、古琵琶湖層群堅田層から採取した更新世のコア堆積物を用いて、地球規模の気候変動とアジアモンスーンの制約が前期更新世末~中期更新世初めのMPT期の気候変動にどのように表現されているかを明らかにするとともに、大阪湾北部の東灘1700 mコアで指摘されたMB境界における磁気強度の弱体化に伴う気候の冷涼化が、近畿三角帯内陸部においても同様に生じたかを検証する。

陸域堆積物からMPT期の気候変動を詳細に分析する研究は堆積速度や層相に強く制約されるため、堆積速度の大きな細粒の湖沼堆積物を用いた本研究は、この分野で多くの新知見を生みだすと期待される。また本研究では、内湾(大阪層群)、湖沼(古琵琶湖層群)、浅海底(上総層群)という異なる環境下の堆積物を、広域テフラを鍵層として対比、編年するため、各地で示された気候変動の広域性や関連性を直接的に議論できる。

MB境界における磁気強度の弱体化に起因する気候の冷涼化は、東灘1700 mコアの分析から初めて地質学的に示され、銀河宇宙線の増加を媒介とした日傘効果が冷涼化の有効なメカニズムとして指摘された。このような地質学的な証拠は世界的に稀であり、異なる堆積環境にある内陸の湖沼堆積物から同様な気候変動が明らかになれば、冷涼化がより確実となり、日傘効果の重要性も強調される。冷涼化とそのメカニズムの検証は、磁気強度が弱まりつつある近未来の地球温暖化の予測や対策を進める際にも、重要な意義を持つと考えられる。

### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

2018年度・2019年度には高知大学海洋コア総合研究センターにて、古琵琶湖層群堅田層から採取したコア(KT1~KT3コア)の半裁や、X線CT撮影や帯磁率、 $\gamma$ 線強度の測

定などの詳細な層相記載を行い、テフラ層の同定・対比に基づくコア間の層序対比と年代モデルの構築を進めた。これによりKT2コアでは、大阪層群の今熊I・IIテフラに対比される火山灰層が新たに識別された。KT3コアでは古琵琶湖層群のバイオタイトI(Bi-I)、B火山灰、喜撰火山灰の各テフラが識別され、大阪層群および東灘1700 mコアのバイオタイトテフラ、狭山テフラ、アズキテフラにそれぞれ対比された。KT1コアでは肉眼で識別できるテフラが確認できなかったため、2020年度までに実施した古地磁気分析の結果や2019年度に実施した帯磁率や $\gamma$ 線強度の測定結果を参考にして、2021年度に深度60~70 m間の堆積物の火山ガラス分析を行い、深度63~64.5 m間にBi-Iテフラと狭山テフラの降灰層準を認定した。これにより、KT1とKT3の両コアをBi-Iテフラを用いて対比できた。

古地磁気分析は、高知大学海洋コア総合研究センターのパススルー型超伝導岩石磁力計、交流消磁および熱消磁装置、帯磁率計を用いて実施した。2019年度前半はKT1コアを対象に交流消磁によるパススルー型超伝導岩石磁力計による測定を進めたが、この測定で地磁気逆転層準の地磁気変動が明確に検出できなかったため、2019年後半からはKT1コアやKT2コアから多数の10 ccキューブ試料を採取し、熱消磁装置を用いた段階熱消磁実験を進めた。段階熱消磁実験を行った試料数は、2019年度がKT1コアで51点、2020年度がKT2コアで58点、2021年度がKT2コアで36点であり、両コア合計で145点である。2019年度分析結果の整理からKT1コアの深度30.77~36.29 mに複雑な極性反転が生じているMB-flip帯の存在が確認され、その上限が深度30 m付近にあることがわかった。2020~2021年度に実施したKT2コアの結果からは深度55~60 mにMB-flip帯の存在が確認され、その上限層準を用いてKT1コアとの対比を行った。

岩石磁気分析は、レスやKT2コアのMB-flip帯から堆積物試料を15点ほど採取し、振動型磁力計や磁場勾配磁力計を用いて磁化強度等の測定を進めた。

以上のテフラ分析と古地磁気分析の結果から、KT1~KT3コアの層準対比が確定でき、これら3つのコア堆積物の分析によってMB境界を含む約87~70万年前の連続的な古地磁気・古気候記録を得られることが明らかになった。一方、KT1コアにおけるBi-IテフラとMB-flip帯上限との層位関係に基づいてKT1コアにMB-flip帯下半の古地磁気変動が記録されている可能性が高まり、該当層準について詳細な古地磁気分析を行ったうえで花粉分析を進め、地磁気強度の弱体化と気候変動との関係を検討すべき必要性が認識された。

採択番号 20A017, 20B015

研究課題名 富士火山の古地磁気・岩石磁気研究

氏名・所属(職名) 馬場 章・山梨県富士山科学研究所(研究員)

研究期間 2021/12/24-27

共同研究分担者組織 渋谷 秀敏(同志社大学)

### 【研究目的】

本研究は富士火山の過去3200年間に噴火したとされる溶岩及び火山噴出物48層を研究対象とし、古地磁気・岩石磁気学的特徴から、富士火山の噴火履歴を明らかにすることを目的としている。

### 【期待される成果】

これまで富士火山において41層の溶岩及び火山噴出物の試料を採集し、段階交流消磁実験(AFD)と段階熱消磁実験(THD)から、これらの層の古地磁気方位と地磁気永年変化モデルJRFM2K.1とで調和的な結果が得られた。一方で、青木ヶ原溶岩を含む複数層準の古地磁気方位が期待値と一致していないことが課題であった。要因を特定するため、令和元年の共同利用において岩石磁気学的特徴が古地磁気方位に及ぼす影響を検討してきたが、畠山ほか(2019)によりCE800-900頃の地磁気永年変化モデルの精度に起因する可能性が示唆された。富士火山の溶岩及び火山噴出物は、安定した磁化成分を保持しており、更に高密度のサンプリングと岩石磁気分析を実施することにより、過去3200年間の地磁気永年変化解明にも寄与することが期待される。

### 【利用・研究実施内容】

令和3年12月24日から12月27日の期間中、海洋コア総合研究センターの磁気天秤(NMB-89)を用いて17試料の熱磁気分析、振動磁力計(MicroMag 3900 VSM)を用いて100試料の磁気ヒステリシス実験を行った。令和3年度に分析を行った研究試料は、山梨県富士山科学研究所のスピナー磁力計(ASPIN)を用いて段階交流消磁実験・段階熱消磁実験を行った富士火山の溶岩・火砕流堆積物及び宝永噴火などの降下火砕物である。また、令和4年度の予察のために青木ヶ原丸尾溶岩のボーリングコア試料や伊豆東部火山群の火山噴出物として大室山溶岩流(4 ka)、与市坂溶岩流(4 ka)、カワゴ平火砕流(3.2 ka)、伊雄山溶岩流(2.7 ka)も試験的に測定した。

### 【得られた成果】

富士火山及び伊豆東部火山群の火山噴出物の磁気特性に関する基礎データを蓄積するため、熱磁気分析及び磁気ヒステリシス実験を昨年度と同一条件で行った。熱磁気分析(空气中、加熱・冷却レート10°C/分)の結果、測定したすべての試料の残留磁化は冷却時に獲得された熱残留磁化であり、キュリー温度(500-580°C)から主要な磁性鉱物はチタノマグネタイトであることが推定される。一方で、青木ヶ原丸尾溶岩のボーリングコア試料の磁化温度曲線(Js-T曲線)では可逆や不可逆なものなど様々なタイプが見られる。陸上で徐冷されたと推定される掘削深度9 mの試料は可逆的であるのに対し、水中で急冷したと推定される掘削深度21, 30, 60 mの試料では不可逆的かつ冷却時に磁化が大きくなることから、火山噴出物の酸化還元作用や冷却速度の違いが磁気特性に反映していることが考えられる。

磁気ヒステリシス実験の結果、富士火山及び伊豆東部火山群の溶岩・火砕流堆積物は、Dayプロット上で分散せず、Dunlop(2002a)によるマグネタイトのSD-MD理論混合曲線上のPSD領域にプロットされる。爆発的噴火の生成物であるスコリアは噴火後の堆積過程の違いを反映して全く異なる鉄チタン酸化物の産状を示す(齋藤, 2005)ことから、磁気ヒステリシス実験が降下火砕物の簡便な識別手法になり得るのか、宝永噴出物(Ho-I~IV: Miyaji *et al.*, 2011)や模式的な降下スコリア(S-13~24:宮地, 1988)を用いて検証した。しかし、降下スコリアの磁気特性は、同層準の複数試料においてDayプロット上で分散することから、XRFやEDSによる化学組成に比べて識別する有意性に乏しいと考えられる。

熱磁気分析および磁気ヒステリシス実験により、富士火山及び伊豆東部火山群の火山噴出物の磁気特性に関する基礎データが蓄積できた。今後、定方位サンプリングによる古地磁気方位測定の研究対象を過去5600年に遡って継続し、伊豆半島に分布する同時期の火山噴出物に研究対象を拡大することにより、古地磁気永年変化ならびに富士火山の噴火史を解明していきたい。

採択番号 20A029, 20B026

研究課題名 深成岩中の鉱物単結晶を用いた古地磁気強度研究

氏名・所属(職名) 加藤 千恵・九州大学大学院 比較社会文化研究院(日本学術振興会特別研究員)

研究期間 2022/1/19-21

共同研究分担者組織 佐藤 雅彦(東京大学), 山本 裕二(海洋コア)

### 【研究目的・期待される成果】

数千万年間にわたって地球磁場の逆転がストップするスーパークロンは長周期スケールの地球磁場変動の大きな特徴である。しかし、古地磁気研究から平均磁場強度の変動についてのコンセンサスは得られていない。深成岩類は冷却時間が長く短周期の変動を平均して記録していると期待されるが、試料の変質・風化や粗粒なマグネタイトの影響から古地磁気強度実験に適さない場合が多い。これらの影響を回避ないし軽減するため、ケイ酸塩鉱物単結晶を分離し、古地磁気測定に用いる研究が行われている。しかし、鉱物単結晶は磁化が微弱であるため測定が難しく、報告例は多くない。

前年度には、山梨県道志地域(5 Ma)および西オーストラリアピルバラ地域(2300~3000 Ma)の斑レイ岩から分離した斜長石の詳細な岩石磁気測定を行い、古地磁気記録媒体としての信頼性の評価を行った。また、ピルバラの試料については予察的な古地磁気強度実験も行った。今年度は、これらの結果をもとに綱川-ショー法による精密な古地磁気強度実験を行う。道志斑レイ岩から得られる結果は500万年前の平均的な磁場強度とみなすことができるため、白亜紀スーパークロン中の平均磁場強度と比較することでダイナモシミュレーション研究から提案されている逆転頻度と平均磁場強度の関係を検証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】

道志斑レイ岩(500万年前)から分離した斜長石単結晶を用いた古地磁気強度実験を行う予定であったが、新型コロナウイルス感染症対策などのためにコアセンターでの実験時間を確保することができなかった。そのため、古地磁気強度実験については申請者の所属機関において予察的な実験を行うこととし、コアセンターでは古地磁気強度実験に適した新たな試料の選定を行った。測定を行った試料は福岡県内で採取された2つの斑レイ岩(おそらく白亜紀、年代未決定)と、西オーストラリアで採取

され、東京工業大学地球史資料館に保管されていた2つの斑レイ岩試料(7.55億年前および30億年前)の計4試料である。斜長石試料の前処理として、全岩のブロック試料を砕いて斜長石を分離したのに対し酸処理を施し、1粒ずつメンディングテープで挟み込んで固定したものをコアセンターに持ち込み、実験を行った。これまでの実験から、斜長石試料にどのような磁性鉱物が含まれ、古地磁気測定に適しているかどうかを判断するためには、数十~百粒子程度の自然残留磁化(NRM)の測定と低温磁気測定が有効であることがわかっている。各試料26~100粒子について個別試料型超伝導岩石磁力計(SQUID)を用いてNRM測定を行ったところ、2試料についてはすべての斜長石粒子のNRM強度が $4 \times 10^{-11} \text{ Am}^2$ 以下であった。SQUIDの感度が $\sim 2 \times 10^{-12} \text{ Am}^2$ であることから、これらの試料は段階消磁を伴う古地磁気強度実験には適さない可能性が高い。残りの2つの試料については、NRM強度が $1 \times 10^{-10} \text{ Am}^2$ 以上の粒子が含まれていた。磁性を担っている成分(鉱物種・組成・粒径)を推定するため、古地磁気強度実験に耐えうる強い磁化を示した数粒をピックアップし、磁気特性測定装置(MPMS)を用いて低温磁気測定を行った。測定温度範囲は10~300 K、印加磁場は2.5 Tで、zero-field cooling(ZFC) remanence, field cooling(FC) remanence, 300 K-IRM cyclingの順に測定した。いずれの試料でも約120 Kでフェルバー転移が観察され、チタンをほとんど含まないマグネタイトが磁性を担っていることがわかった。ピロータイトなど他の磁性鉱物のシグナルはみられなかった。また、ZFC remanenceよりもFC remanenceの強度が大きいことから、磁氣的に安定な単磁区的な粒子が卓越すると考えられる(Carter-Stiglitz *et al.*, 2001)。自然残留磁化強度のばらつきが比較的小さかったことも考慮すると、マグネタイトの起源として、結晶成長時に取り込まれた包有物(のみ)ではなく、斜長石からの離溶によって生じたものであることが考えられる。

採択番号 20A033, 20B030

研究課題名 漂流軽石を用いた古海流の復元

氏名・所属(職名) 平峰 玲緒奈・東京都立大学大学院 都市環境科学研究科 地理環境学域(博士後期課程2年)

研究期間 2021/12/13-24, 2022/1/17-28, 3/22-31

共同研究分担者組織 鈴木 毅彦, 石村 大輔, 青木 かおり(東京都立大学)

### 【研究目的・期待される成果】

火山砕屑物の一つである軽石は、多孔質であるために水に浮く。そのため、何らかの理由により海域での漂流を開始した軽石は、海岸に打ち上げられるか、海底に沈むまで、漂流し続ける。このような軽石は、「漂流軽石(漂着軽石)」と呼ばれ、海岸や地層中から発見されている。漂着軽石は噴火時の海流によって運搬されることから、近年、堆積物中の複数地点でそれらを追跡することで、古海流を復元できる可能性が指摘されている(青木・新井, 2000)。また、海底火山噴火に伴う軽石については、数値計算に基づきそれらの運搬過程が解明されつつある(Jutzeler *et al.*, 2014)。しかし、漂着軽石に関する研究は調査地域が一地域に限られている事例や一噴火による事例の報告が多く、それらの生産・運搬・堆積過程といった基礎的情報は圧倒的に不足している。そこで、本研究の目的は、日本列島周辺域における漂着軽石の挙動を時空間的に明らかにし、漂着軽石の生産・運搬・堆積過程を解明することとした。

漂流軽石は、その漂流開始理由や、漂流期間、海岸に漂着してからの経過時間等、漂流・漂着に関わるプロセスがほとんど明らかになっていないため、火山灰編年学的な研究対象となり得なかった。本研究により、日本各地の漂流軽石の給源や時空間的分布、漂流・漂着に関するプロセスが明らかとなることで、漂流軽石が、海流系の変遷や堆積当時の周辺環境等の古環境復元のためのツール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】

EPMA分析は63-120  $\mu\text{m}$ サイズの火山ガラスを対象とした。測定条件は青木・町田(2006)に従い、加速電圧15 kV、プローブ電流10 nA、電子ビーム径10  $\mu\text{m}$ 、測定時間はピーク位置で10秒、バックグラウンドで5秒とした。なお、毎回の分析の開始時と終了時に、ワーキングスタンダードとなる富山県立山町千垣で採取されたATの火山ガラスと、長野県和田峠で採取された黒曜石を分析し、分析装置の安定性と分析値の再現性を確認した。

以下、本年度重点的に分析を実施したシャツキーライズ周辺の海底から採取された漂着軽石について、得られた成果を述べる。

図1は、シャツキーライズ周辺の海底から採取された漂着軽石85試料(Shatsky-1~85:本年度は65試料分析を実施)のEPMA分析結果である。漂着軽石の大半がデイサイト~流紋岩質であった。また、少量の粗面岩/粗面デイサイト質の軽石も存在していた。

Shatsky-1~85と給源候補テフラに含まれるEPMA分析値の平均値を用いて、ウォード法による階層クラスター分析を実施したところ、25のクラスターに分けられた。クラスターごとに個々の主成分化学組成を比較した結果、Shatsky-63はATに、Shatsky-21, Shatsky-23, Shatsky-57, Shatsky-76は十和田火山に、Shatsky-22, Shatsky-58は西表島北北東海底火山噴出物に、Shatsky-37, Shatsky-69は福徳岡ノ場噴出物に同定された。

今回同定された軽石は全て8~16 mmサイズの軽石である。小さい軽石は大きい軽石よりも相対的に海底に沈むのが早いと考えられるため、今回同定された軽石は、太平洋上を何周も漂流し続けたのではなく、海流によってシャツキーライズ周辺まで流され、渦流により滞留したのちに比較的短時間で浮力を失い海底に沈んだのかもしれない。また、シャツキーライズ周辺は渦流が卓越し、太平洋ごみパッチ西部の集積域にあたる。そのため、シャツキーライズ周辺の海底表層に分布する日本を給源とする漂着軽石は、黒潮から黒潮続流へと続く海流や、親潮から黒潮続流へと続く海流によって、太平洋上を漂流したものであると考えられる。

今後は分析数を増やし、個々の漂着軽石の給源を明らかにすることで、漂流期間・漂流経路を検討する予定である。

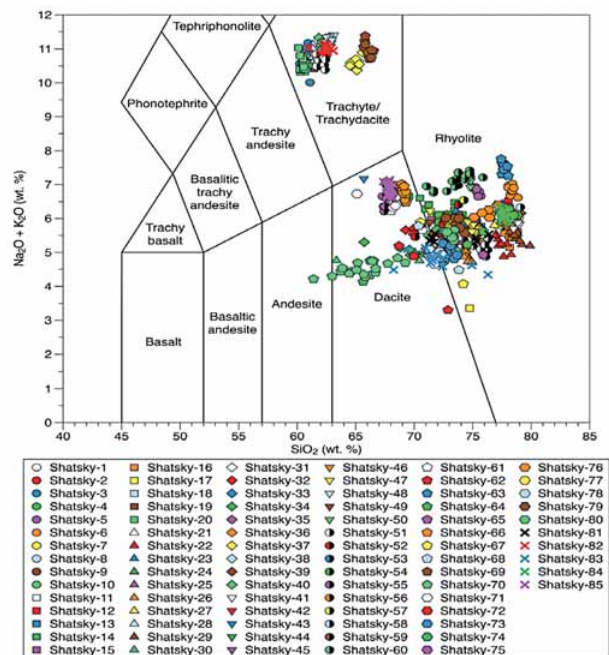


図1 漂着軽石の主成分化学組成

採択番号 20A037, 20B034

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・国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所  
港湾空港技術研究所（沿岸環境研究グループ長）

研究期間 2022/2/7-10, 3/15-18, 3/22-24

共同研究分担者組織 棚谷 灯子（港湾空港技術研究所）、渡部 要一（北海道大学）  
山野 博哉（国立環境研究所）、畠 俊郎（広島大学）  
伊藤 一教、高山 百合子、赤塚 真依子（大成建設株式会社）

【研究目的・期待される成果】

従来、海洋によるCO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>の放出源と考えられてきた。しかし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CO<sub>2</sub>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」の検証作業はすすんでいない。

今年度は亜熱帯沿岸海域のサンゴ礁（炭酸塩地盤）における炭素貯留速度と、炭素の起源や固化メカニズムを検討することを目的とした。さらに、堆積物中に埋没した炭素が、物理的な破壊を免れて長期間に渡り地盤として貯留されるメカニズムを検討するため、コアの性状と地盤強度との関係を検討することを目的とした。

本研究により、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」が明らかになることが期待できる。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

サンゴ礁（炭酸塩地盤）における炭素貯留速度と、炭素の起源や固化メカニズムを検討するため、堆積物コア及びサンゴ試料のXRD分析を行った。新型コロナウイルスの感染拡大により、申請者及び分担者が高知コアセンターに訪問して分析や新たな試料の切り出しを行うことが困難な状況であった。このため、過年度に切り出した堆積物コア及びサンゴ試料を分析用に粉碎処理したものをセンターにお送りし分析していただいた。高知コアセンターへの訪問が困難であったため、コアの性状と地盤強度との関係についての検討は実施しなかった。

分析対象は沖ノ島及び南鳥島のモデルサイトである沖縄県鹿角礁において採取した炭酸塩地盤の堆積物コア及びサンゴ試料である。炭酸塩地盤における炭素貯留速度を推定するため、CT画像とXRD分析結果に基づき堆積物コア中で堆積年代を反映していると考えられる化石サンゴ試料を選定した。化石サンゴ試料が堆積年代を反

映していると考えられる条件は(1)化石サンゴ試料が原地性であること（コア採取場所で生育したサンゴであり他所から運ばれて堆積したものでないこと）と(2)化石サンゴ試料が、サンゴが活着している間に形成した炭酸カルシウム（アラゴナイト）を主体として構成されていること（サンゴの死後、骨格の空隙中に再結晶した炭酸カルシウム（主としてカルサイト）の含有率が低いこと）である。過年度にリーフ及びラグーンの堆積物コアのCT画像から選定した原地性サンゴ（成長方向がコアの上向きで、かつポリプの摩耗が少ないサンゴ）合計27試料（リーフ23試料、ラグーン4試料）をXRD分析に供した。調査サイトにおいて現生サンゴ骨格の再結晶化が起っていないことを確かめるため、現生サンゴコアの頂部と端部各1試料もXRD分析に供した。

分析試料中のアラゴナイト/カルサイト比率をCorundumで規格化したピーク強度から推定した。さらに、アラゴナイト及びカルサイトの絶対量を調べるため、現生サンゴ（アラゴナイト）とカルサイト結晶を一定の比率で混ぜ合わせた混合試料（アラゴナイト比率0%、10%、30%、50%、70%、90%、95%、100%）をXRD分析に供し、ピーク強度とアラゴナイト比率及びカルサイト比率の関係を調べた。

リーフの堆積物コア中の原地性化石サンゴ試料では、Corundumで規格化したピーク強度から推定したアラゴナイト比率は97~100%となりサンゴ由来の炭酸カルシウムが主体であり、化石サンゴの14C年代は堆積年代を反映していることが示唆された。一方ラグーンの堆積物コア中の原地性化石サンゴ試料では、Corundumで規格化したピーク強度から推定したアラゴナイト比率は11~92%となり、骨格空隙中の再結晶により堆積年代を反映していないことが示唆された。現生サンゴ試料ではアラゴナイト比率がともに100%となり、全てサンゴ由来の炭酸カルシウムであることが示唆された。アラゴナイトとカルサイトの混合試料のピーク強度とアラゴナイト比率及びカルサイト比率の原点を通る回帰式の決定係数はそれぞれ0.999、0.964となったが、同じアラゴナイト比率の試料でもピーク強度にばらつきが見られたため、スキャンスピードと試料の埋め具合を変えて7回の再測定を行った。再測定結果を現在解析中である。



採択番号 20A040, 20B037

研究課題名 湖底・海底堆積物を用いた東南極氷床変動の定量的復元とメカニズムの解明

氏名・所属(職名) 菅沼 悠介・大学共同利用機構法人 情報・システム研究機構 国立極地研究所(准教授)

研究期間 2020/10/26-30, 2021/3/22-26, 2022/1/11-21

共同研究分担者組織 石輪 健樹(国立極地研究所), 板木 拓也(産業技術総合研究所), 香月 興太(島根大学)  
金田 平太郎(千葉大学), 徳田 悠希(公立鳥取環境大学), 関 宰(北海道大学)  
羽田 裕貴(国立極地研究所), 松井 浩紀, 加藤 悠爾, 池原 実(海洋コア), 他 学生2名

### 【研究目的・期待される成果】

近年、衛星観測や南極沿岸の海洋・棚氷上などでの観測によって南極氷床の融解や流出の加速が相次いで報告され、近い将来起こるとされる急激な海水準上昇が社会的に強く懸念されはじめた。しかし、南極氷床の70%を占める東南極氷床の融解メカニズムは未解明の部分が多く、最新の気候・氷床モデルシミュレーションにおいてもその正確な再現は難しい。一方、南極大陸やその周辺の湖沼や海洋の地形・地質学的な記録からは、断片的ではあるとはいえ、過去の南極氷床変動を復元する上で、他の地球科学的手法では得ることができない独特かつ重要なデータを得ることができる。

そこで本研究では、東南極のシューマツハオアシス域、リュツォホルム湾域、ケープダンレー沖、およびトッテン氷河沖から採取された湖底・海底堆積物試料の分析・解析に基づき、東南極氷床の後退・融解史を復元する。とくに、周極深層水(Circumpolar Deep Water: CDW)の流入と、氷床後退のタイミングについて精査することで、急激な氷床融解メカニズムの解明に取り組む。このように、南極氷床末端における氷床融解とトリガーになった海洋変動を復元することは、南極氷床変動研究の突破口となる可能性がある。

### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

第59次以降に南極地域観測隊および外国基地派遣事業によって、東南極のシューマツハオアシス、リュツォホルム湾および宗谷海岸露岩域、ケープダンレー沖、およびトッテン氷河沖から採取された湖底・海底堆積物試料について、CTスキャンおよびMSCLを用いた非破壊分析、コアの半割作業、層相記載、および一部試料についてはXRFコアスキャナーを用いた元素分析を実施した。また、ワーキング試料については、層相を記載して、個別分析

用試料にサブサンプリングを行った。

シューマツハオアシスにおいて採取された湖沼堆積物については、多くのコアにおいて下位より礫を含む氷河性シルト層、ラミナ構造が発達した湖沼堆積物、そしてバイオマットへの層相変化が認められた。この一連の層相変化は東南極氷床の後退に伴ってシューマツハオアシス地域が氷床底から氷床縁、そして氷床から開放された露岩域へと環境が変化したことを示していると考えられる。

宗谷海岸露岩域から採取された湖沼堆積物においてはシューマツハオアシスと同様に氷河性シルト層からバイオマットへの層相変化が確認されたものの、ラミナ構造が発達したコアは一部の氷床縁で採取されたコアを除き認められなかった。しかし、上記の層相変化はシューマツハオアシスと同様に氷床底環境から露岩域への環境変化に対応していると考えられる。また、特にのぬるめ池から採取されたコアについては、過去に海水の影響を強く受けた環境および氷期の氷床拡大の痕跡を記録している可能性が示唆された。

一方、リュツォホルム湾域、ケープダンレー沖、およびトッテン沖から採取された海底堆積物試料については、多くのコアで基底にダイアミクタイト層があり、その直上にはしばしばドロップストーンを含む層理構造をもたない泥質堆積物が認められた。また最上位では砂質の堆積物へと変化するものが多かった。これらの層相変化については、現時点ではグランディングラインから棚氷下、そして棚氷縁への堆積環境の変化を反映していると考えられている。

以上の非破壊および層相記載結果を基に、今後堆積物の年代測定、および化学分析や微化石解析を実施することで、東南極氷床の後退・融解史と周極深層水流入、および氷床後退年代の決定などを進めていく予定である。

採択番号 20A050, 20B045

研究課題名 古原生代の海洋環境復元：カナダ・フリントロン帯及びケープスミス帯

氏名・所属（職名） 元村 健人・九州大学大学院 理学府 地球惑星科学専攻（博士課程3年）

研究期間 2021/2/16-26, 7/26-8/6

共同研究分担者組織 清川 昌一（九州大学），池原 実（海洋コア）

### 【研究意義・目的】

古原生代（25-16億年前）は地球環境が大きく変化した時代である。例えば、大気酸素濃度の急上昇や生物生産量の増加を示す大酸化事変（23-22億年前）やロマガンディイベント（22-20億年前）がよく知られている（Lyons *et al.*, 2014, *Nature*）。これらのイベントが起きた古原生代前期（25-20億年前）については、比較的研究が進んでおり当時の地球環境が明らかになりつつあるが、20億年前以降の地球環境についてはあまり研究が進んでいない。そこで本研究では、ロマガンディイベント後の地球環境変化について検討するため、黒色頁岩中の有機炭素同位体比や窒素同位体比、微量元素濃度分析を行う。

### 【これまでの成果・期待される成果】

申請者のこれまでの研究では、約19億年前の堆積物を保存するカナダ・ケープスミス帯ポングニチュク層群より掘削されたコア試料（4G8069, 718.3333）について有機炭素・硫黄同位体比、主要・微量元素分析を行ってきた。以上の分析結果より2度の有機炭素同位体比負異常（Negative carbon excursions: CIEs）が得られた。CIEsは約-3%の変動幅であり、(1) 火山活動や(2) 黒色頁岩の酸化がこれらの原因である可能性が高い。

今後の研究ではこれまでの研究に加え、窒素同位体の分析を行う。窒素同位体比は、海洋表層の酸化還元状態の変化を検討するための指標として用いられる。海洋表層に酸素が豊富にある場合、脱窒が起きることにより堆積物中に保存される窒素同位体比は+10%を超えるほど高くなる。一方で海洋表層が嫌気的である場合、窒素固定が卓越し+1%程度の低い同位体比をとる。したがってこれまで行ってきた分析に加え、窒素同位体比を分析することで、CIEsの原因まで特定すること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】

今年度は、主に窒素同位体比分析を行った。試料は全て黒色頁岩である。有機炭素同位体比を分析するにあたって、九州大学にて6N塩酸を用いた脱炭酸を行った。脱炭酸では黒色頁岩粉末を60℃の塩酸に72時間以上浸し、超純水を用いて5回以上すすいだ。この時、リトマス紙を用

いて上澄みが中性になることを確認している。

分析は池原実先生の協力のもと、有機化学実験室設置の元素分析オンライン質量分析計を使用して行った。標準試料としてL-Alanine（昭光通商株式会社 杉戸研究所）とSulfanilamideを用い、3サンプルごとに1個ずつ測定した。また、試料投入には錫カップを用いた。

### 【Cape Smith帯分析結果：大陸縁辺堆積物】

Cape Smith帯試料の分析について、誤差は $\pm 0.8\%$ であった（1 $\sigma$ ）。

層序中黒色頁岩の窒素同位体比は+2.3%から+6.4%の値幅を持つ。窒素含有量は0.037%から0.070%の間で変動した。窒素同位体比と含有量の相関は見られない。

### 【Flin Flon帯分析結果：湖堆積物】

Flin Flon帯試料の分析について、誤差は $\pm 0.4\%$ であった（1 $\sigma$ ）。

層序中黒色頁岩の窒素同位体比は-1.4%から+1.9%の値幅を持つ。窒素含有量は0.028%から0.11%の間で変動した。窒素同位体比と含有量は正の相関を示す。

本研究で得られたCape Smith帯中黒色頁岩の窒素同位体比は正の値をとる。このような正の窒素同位体比は主に窒素固定-硝化-脱窒によって駆動される好氣的窒素循環によって説明できる。一般に海洋表層中の硝酸イオンは河川と深海アンモニウムイオンの酸化によって供給され、脱窒などの硝酸還元によって失われる。また、脱窒により海洋表層硝酸イオンの一部が還元された場合、海洋表層硝酸イオンは正の同位体比を示す。これらの硝酸イオンを生物が全て同化するために、海洋表層の硝酸イオンの窒素同位体比は堆積物中に保存される。したがって、本研究で得られた正の窒素同位体比は硝酸イオンが生物によって利用されていたことを示す。

一方でFlin Flon帯中黒色頁岩の窒素同位体比は大凡0%の値を示しており、ケープスミス帯のような好氣的窒素循環を示唆しない。このようなデータは海洋表層の硝酸イオンが非常に少なかったことを示す。このような違いは河川供給だけでは表層の硝酸イオンレザーバーを支えるのに不十分であったことを示している。

採択番号 20A053, 20B048

研究課題名 南極海及び南太平洋貧栄養海域における鉛同位体組成の広域分布

氏名・所属(職名) 則末 和宏・新潟大学 理学部(准教授)

研究期間 2021/1/29

共同研究分担者組織 小畑 元, 蒲生 俊敬(東京大学), 石川 剛志(海洋研究開発機構)

岡村 慶(高知大学), 他 学生6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に指定されている。申請者等は、日本グループの代表として、世界大洋におけるPb同位体組成の分布と動態の解明を主目的として研究を進めてきた。H27年、28年および30年度の貴所共同利用の採択を受け同位体組成の分析法を確立し、亜寒帯西部北太平洋におけるPb同位体組成の鉛直分布を解明した(中川, 2017; Norisuye *et al.*, 2017)。同位体比の再現性やブランク値の影響評価など緻密な精度評価を行い、我々のデータは極めて精度良く信頼性の高いものであることを確認した。我々の独自開発してきた技術は世界最高水準のものである。亜寒帯域中央部・東部北太平洋の試料の分析も完遂させ、同位体比の鉛直方向の変化に東西で差異があり、鉛直下方向の同位体比の伝播速度は西部において高いことを見出した。粒子態Pb同位体組成の分析法も新規に開発し、海水試料分析への適用を開始した。粒子態Pb同位体組成と溶存態Pb同位体組成の分布データを組み合わせることで、溶存態-粒子態の可逆交換について新知見を得た(Ocean Sciences Meeting 2020にてAsanuma *et al.*, 2020として発表済み)。本申請では、南極海や南太平洋における採取済み海水試料の分析を進め、南極海太平洋セクターの広域におけるPb同位体組成の分布の全貌を明らかにすることを目的とした。種々の水塊や境界面との対応関係、南半球へのPbの人為起源に関する新知見が得られると期待できる。

### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

当研究グループの成果(中川, 2017)により海水中Pb同位体比の分析法が開発され、中川(2017)および松原(2019)により亜寒帯北太平洋における鉛直分布が明らかにされた。一方、日本海におけるPb同位体比のデータは非常に乏しい(橋本, 2019)。Pbが低濃度である深層水を分析するには汚染の抑止(ブランク値の抑止)がさらに重要課題となるが、日本海の深層水ではPbが粒子状物質に除去される結果、一段と溶存態濃度が低い。

そこで海水試料分析を進める前に、用いる器具の洗浄

方法の改良や操作ブランク値の評価方法の見直しを行った。まず、試料保存に用いるPFAバイアルの洗浄方法を変更した。従来の洗浄ステップ以外に天然海水由来と思われる残存有機物およびシリカの凝集物を分解する目的で、それぞれ硫酸-過塩素酸-硝酸の混酸およびフッ化水素酸による加熱洗浄ステップを追加した。その結果、バイアルを再利用しても十分に低いブランク値を得ることが可能となった。また、試料分析操作の過程や用いる試薬からの汚染を評価するためにこれまで超純水を試料として操作ブランク実験を行っていたが、本年度はPbを事前に除去した精製海水を試料として行うことを試みた。精製海水によるブランク実験の結果、Pbブランク値は十分低く、またばらつきも小さくなり、これにより日本海深層水の分析に着手できるようになった。

海水試料の分析に着手し、2019年度に観測した日本海大和海盆上層9点の試料分析と同位体比計測を行った。また、2017年度に我々が観測した日本海日本海盆に位置する秋田沖の測点のデータと比較も行った。以下のような興味深い知見が得られた。1) 日本海におけるPb同位体組成は西部北太平洋のそれとは明らかに異なっていた。2) 同位体比の値は中国由来の人為起源エアロゾルの影響を受けているがその程度は太平洋と日本海で異なることが予見された。3) 日本海の中でも日本海盆と大和海盆では上層のPb同位体比が大きく異なっており、深層では互いに近い値を示していること、また日本海固有水等の多様な水塊構造に対応した鉛直分布を示すことが分かった。3)からはPb同位体比が太平洋のような外洋域のみならず日本海のような縁海でも水塊のトレーサーとして極めて有用であることが分かった。1)や2)の日本海におけるPb同位体のユニークな起源については未解明であり、今後の研究に繋げる貴重かつ先駆的な知見が得られたと考えている。

新型コロナウイルスの感染拡大により、規模を小さくして研究を実施せざるを得なかった。本研究では南太平洋・南極海域の広域を対象とする研究ではなく、コロナ禍でも実現可能と思われるテーマに変更し、日本海で我々が採取済みの海水試料の分析に基づき研究を行った。本年度・次年度は一躍飛翔し、貴センターの共同利用の支援の下、南極海・南太平洋のPb同位体組成の解明に取り組みたいと考えている。

採択番号 20A059, 20B054

研究課題名 白亜紀末の天体衝突爆心地における地球化学循環の復活過程

氏名・所属(職名) 山口 耕生・東邦大学 理学部(准教授)

研究期間 2021/11/28-12/10, 12/1-3

共同研究分担者組織 池原 実(海洋コア), 石川 剛志(海洋研究開発機構), 他 学生1名

### 【研究目的・期待される成果】

ユカタン半島の北部沖の海底下に埋没する直径約180 kmのチクシュループ・クレーターは、約66 Maの白亜紀末期の天体衝突によって形成された。特にピークリングと呼ばれる巨大衝突クレーター特有の構造に狙いを定め、2016年春にIODP Exp.364 “Chicxulub Impact Crater” (MSP) が実施された。

地下約500 mから約1,300 mの深度から回収された約800 mのコアは、618 m付近から衝突起源の堆積物が、748 m付近からは基盤岩(花崗岩)が発見された。本結果と数値計算を組み合わせてピークリングの形成過程を解明し、*Science* 誌に発表した(Morgan *et al.*, 2016)。天体衝突後の生態系の復活は極短時間のうちになされたという発見を*Nature* 誌(Lowery *et al.*, 2018)に発表し、クレーター形成時の基盤岩の流動化と固化に関する発見を*Nature* 誌(Riller *et al.*, 2018)に発表し、新生代の最初の1日というこれまでにない解像度で復元した環境変動を*PNAS* 誌(Gulick *et al.*, 2019)に発表した。

しかしながら、天体衝突後の爆心地付近での海洋の化学組成の復活過程、広くは環境や生態系の回復過程は、依然として謎のままである。

本申請では、ストロンチウム(Sr)同位体比の測定を軸とした研究を提案する。試料は、上記コアの約500 m～618 mのpost-impactセクションと約748 m～の基盤岩セクションを対象とする。天体の衝突時および衝突後(PETM等の温暖化を含む)のSr循環の復活過程を解明する事を、研究の目的とする。

海洋中のSrは大陸風化と海底熱水の2つの起源があり、起源物質の同位体組成に顕著な違いがある。クレーター形成時の基盤岩の猛烈な熱水変質で大量に元素が放出されて“toxic ocean”となった海洋の復活過程を、Sr同位体組成から探ることが研究の特色である。2019年度は、予察的に約20試料の測定を行った。2020年度(および2021年度;追記)は、更に分析試料数を増やし、化学分離済みのSr試料をTIMSで分析し、新たな知見を得る。元素毎に異なる海洋滞留時間に留意をしつつ、Exp. 364試料の各種データに基づいて地球化学循環の復活のテンポが解明されることが期待される成果である。本申請研究を実行する意義は高いと言える。

### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

白亜紀末の小惑星衝突により巨大衝突クレーター(チクシュループ・クレーター)が形成された。大陸地殻が深さ数十kmにわたって深く抉られ、急激に圧力が解放された挿り鉢状の空隙を埋めるように、周囲の岩石が流

動化して流れ込み、破砕物が上空数十kmにまで達した(Collins *et al.*, 2021, Riller *et al.*, 2019)。クレーター孔には岩石だけでなく周囲の海水も流入し、超高温・超高压下での花崗岩類の激しい熱水変質が起き、大量の元素が溶脱され、海へと放出された(Kring *et al.*, 2020)。そして、空隙率が10%にまで上昇した変質花崗岩類(Christesoon *et al.*, 2017)がクレーターの大部分を埋めた。

このような天体衝突に伴う激しい熱水反応が原因で、海洋のストロンチウム循環が大きく変化した可能性が高い。大陸地殻に含まれる放射性<sup>87</sup>Rbが壊変して生じる<sup>87</sup>Srが大量に海水中に放出されたのであれば、海水中のSr濃度はどの程度上昇し、どの程度の期間で、どの程度減少していったのか? それに伴う同位体変動の程度は? これらの疑問に答えるべく、本研究では、IODP Exp. 364で天体衝突の爆心地で採取された掘削試料を用いて、K/Pg境界の直上から上位の炭酸塩岩試料に含まれるSrの濃度と同位体組成の分析を行った。Srの海水中で滞留時間(約510万年)は海洋循環に要する時間(現代では約2千年)に比べて極めて長いので、海底堆積物に記録される溶存していたSrの同位体組成は世界平均値を表す。しかしながら、堆積物中のSrは一般的には主に大陸風化起源の砕屑性粒子と海成炭酸塩粒子の2成分混合系である。本研究では、約30試料より、海水組成を反映する炭酸塩成分のみを10%酢酸を用いて抽出し、遠心分離後の上澄み液のイオン交換によりSrを分離し、分析を行った。

データの時系列の変化から、天体衝突によるSr同位体組成の短期間での急上昇が明らかとなった。これは、天体衝突によって大量の大陸地殻物質が海洋中に一瞬のうちに放出されたことを示している。Srの海水滞留時間をはるかに下回る時間スケールで、Sr循環の大規模な短期的な擾乱が海洋循環により均質化される前に記録された稀な例と言える。本発表では、Sr同位体組成の上昇幅に基づく収支計算から、天体衝突の際にある一定のSr含有量と同位体組成を持つ大陸基盤岩から放出されたSrの量を、すなわち、熱水変質を受けた大陸基盤岩の体積の見積もりを試みた。衝突直後に急上昇したSr同位体組成は、1000万年程かけて世界平均の変動曲線(McArthur *et al.*, 2001)に近い値に戻っていったが、約50 Maに未知の大きなピークを検出した。

天体衝突後の海水のSr同位体組成の変遷史を超高時間解像度で明らかにした本研究は、外的な要因による擾乱に対する海洋のSr循環の復活過程に関して、大きな意義を持つと言える。

採択番号 20A060, 20B055

研究課題名 八代海における海底地すべり履歴の解明とその底質環境マスマックスへの影響

氏名・所属(職名) 北村 有迅・鹿児島大学大学院 理工学研究科 理学専攻(助教)

研究期間 2022/1/4-6

共同研究分担者組織 川端 訓代(鹿児島大学), 濱田 洋平(海洋研究開発機構)

山口 飛鳥(東京大学), 他 学生2名

### 【研究目的・期待される成果】

2016年4月に発生した「平成28年熊本地震」では、地震発生後に陸域での初動調査は極めて多く行われた。しかし海域における調査はあまり行われていない。八代海においても、布田川・日奈久断層帯で発生する地震をトリガーとした海底地すべりの発生は十分に考えられるが、関連するデータは得られていない。

八代海では、南部の水俣湾において人為的な排出による有機水銀汚染が知られている。水銀を含む碎屑物の移動は、堆積速度や潮流に依存していると考えられ、海底地すべりも底質環境を劇的に変化させる可能性を持つ要因の一つとして重要である。

これらのことを踏まえ、白鳳丸KH-18-3航海では八代海においてピストンコアラーおよびマルチプルコアラーによる採泥を行った。

本研究は、八代海における海底地すべりの履歴を明らかにし、布田川・日奈久断層帯の活動による海底擾乱および津波災害の可能性について検討し、海底地すべりの水銀含有堆積物の移動・拡散への寄与の程度について、基礎的なデータの採取を行い、海底環境の変化と地殻活動の関連について新知見を提供する。

### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

八代海の最終氷期以降の海水準変動や古環境について、伊藤(2020MS)、寺澤(2021MS)らは有孔虫化石を用いて八代海南部の推定環境を考察している。伊藤(2020MS)は、KH-18-3航海で採取されたピストンコア試料PC1~PC11の計11本のコアから、表層からおよそ50 cmの間隔でDI001~DI110の合計110試料を採取した。本研究ではDI075~DI080の6試料を使用した。各試料を開口径63 μmの篩上で水洗いして泥成分を除去し乾燥させた。乾燥させた各試料を分割し、分割した試料を開口径125 μmの篩にかけて粒子の径を揃える。その後、1つの試料から200個体以上の底生有孔虫化石を採取した。規定に達しない場合は全ての個体を拾い出した。デジタル顕微鏡を利用して属までの同定を行い優占率が5%を超えるものは種までの同定を行った。

DI075では*Ammonia beccari*, *Discorbinella sp.*, *Bolivina spp.*, *Hoeglundina spp.* などから構成される有孔虫群集が認められた。DI076, DI079, DI078, DI080では有孔虫の個体数が規定に達せず、*Ammonia beccari*, *Bolivina spp.* を主にそれぞれ40個体, 25個体, 3個体, 5個体の有孔虫が採取できた。DI077では有孔虫が採取されなかった。

DI077~DI080はsoupy coreであるためDI075, DI076の堆積環境を推定した。DI075では現在の八代海的环境でありDI076では規定数に達していないものの、大きな優占率の変化はなく環境の変化は見られない。また伊藤

(2020MS)や寺澤(2021MS)で述べられていた海退による汽水域の存在も確認できなかった。今後、PC080と同じ瀬戸付近のPC09, PC010のコアからも有孔虫を採取しより広域的な推定が必要である。

八代海南部の堆積物には火山ガラスが豊富に含まれており、その屈折率をもとに層序や分布が考察されてきた。本研究では、白鳳丸KH-18-3航海で採取されたピストンコア試料(PC05, PC08)に含まれる火山ガラスの屈折率をもとに同定し、層序や分布に新たな知見を付加する。本研究ではPC05(DI044~DI054)とPC08(DI075~DI080)の17試料を使用した。試料を水洗、乾燥、分割し、温度変化型屈折率測定装置RIMS2000を使用して1つの試料から30粒の火山ガラスの屈折率を測定した。PC05においては、外れ値の出たサンプルに限り斜方輝石の屈折率も測定した。

PC05(DI044~DI054)ではバブル型(平板状, Y字状)の火山ガラスが多く見られた。全ての試料に始良Tn(AT)の屈折率(1.498~1.501)と一致する火山ガラスが見られた。また、ほとんどの試料に、阿蘇4(Aso-4)の屈折率(1.506~1.510)または鬼界アカホヤ(K-Ah)(1.508~1.516)に相当するガラスが検出された。斜方輝石の屈折率も測定し起源を絞り込むと、ほとんどがAso-4の屈折率(1.699~1.701)に一致した。またDI048とDI050ではAso-4の屈折率に一致する角閃石も確認できた。本コアの堆積年代は約1万年前以降と考えられているため、ATとAso-4は再堆積と考えられる(Aso-4は約9万年前に噴出、ATは約2万8千年前に噴出)、K-Ahに相当する輝石はDI049から1粒子検出されただけである。

PC08(DI075~DI080)ではバブル型(平板状, Y字状)や軽石型(繊維状)の火山ガラスが見られ、ATの屈折率と一致した。テフラ層やsoupy coreのサンプルからもATが途切れることなく確認された。よって、これらの火山ガラスは当時の陸上に堆積したものが、その後、陸上及び海岸浸食を免れてそのまま海底下に没したものである可能性とともに、上流の球磨川流域から運ばれてきて再堆積した二次的なものである可能性も考えられる。

今回の研究ではATとAso-4と思われる火山ガラスや重鉱物が多く確認された。しかし松尾(2021卒論)で研究されたPC02, PC03で見つかったK-Ahは確認されなかった。その代わりに、多くのAso-4らしきガラスが多く確認された。なぜK-Ahが検出されなかったのか原因は不明である。今後はデータ数の増加、周辺のサイトのコア試料に含まれる火山ガラスや重鉱物の調査をおこなうことが望まれる。

採択番号 20A064, 20B057

研究課題名 Jbilet Winselwan隕石中の不溶性有機物の元素・同位体分析による小惑星リュウグウの母天体環境評価

氏名・所属(職名) 藪田 ひかる・広島大学大学院 先進理工系科学研究科(教授)

研究期間 2021/11/8-11

共同研究分担者組織 学生1名

### 【研究目的・期待される成果】

「はやぶさ2」は有機物と水を多く含む炭素質小惑星のサンプルリターン計画である。リモートセンシングにより得られたリュウグウ表面の反射スペクトルから、リュウグウの表層物質は加熱脱水を受けた炭素質コンドライトCM隕石に類似すると報告された(Sugita *et al.* 2019)。しかし、2020年12月に地球に帰還したリュウグウの初期試料記載によって、リュウグウの赤外スペクトルはCIコンドライトに近いことが明らかとなった(Yada *et al.* 2021, Pilorget *et al.* 2021)。したがって、小惑星リュウグウの母天体プロセスを決定するためには、熱変成を経験したCM/CIコンドライトの母天体プロセスを明らかにし、リュウグウ試料の初期分析の結果と比較することが重要である。

そこで本研究では、熱変成を経験した炭素質CMコンドライトであるJbilet Winselwan隕石の有機宇宙化学的研究を行った。2019年度は、Jbilet Winselwan隕石から精製した不溶性有機物(IOM)のCHN元素組成および炭素同位体比を測定した(コロナのため2020年度共同利用を実施できなかったため)。2021年度は、同試料の窒素同位体比を測定する。これらの結果を統合することにより、炭素質小惑星の表層熱進化の理解を進展させる。

### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

【序論】本年度は、小惑星リュウグウの熱史とそれにより形成される有機物の組成を理解する目的で、熱変成を経験した炭素質CMコンドライトであるJbilet Winselwan隕石中のIOMの窒素同位体組成を明らかにした。

【実験】試料として、Jbilet Winselwan炭素質コンドライト隕石(CM2)を用いた。各隕石粉末からIOMをHCl/HFおよびCsF/HF処理により精製した。IOMの窒素同位体組成を元素分析オンライン質量分析計(DELTA plus Advantage, Thermo Fisher Scientific, 高知大学海洋コア総合研究センター)を用いて分析した。

【結果と考察】Jbilet Winselwan隕石IOMの窒素同位体比

$\delta^{15}\text{N}$ は32.7%であった。この値はCIコンドライトであるOrgueil隕石やIvuna隕石( $\delta^{15}\text{N}=+30.7\sim+31.9\%$ ) (Alexander *et al.* 2007)にはほぼ一致した。本結果から、Jbilet Winselwan隕石はCIコンドライト的な母天体変成プロセスを経験した可能性が高い。一方でH/C比は0.405、N/C比は0.0368、炭素同位体比 $\delta^{13}\text{C}$ は-10.41%で、これらの値は始原的なCMコンドライトや熱変成したCVコンドライトとは異なるが、400–500°Cで短期的な熱変成を経験したCMコンドライト(Y-793321, WIS91600)の値と類似する。

さらに実施した顕微赤外・ラマン分光分析から、Jbilet Winselwan隕石は、IOMの脂肪族炭素が熱分解するが(Yabuta *et al.* 2005)、芳香環の縮合は進んでいない程度の比較的穏やかな母天体プロセスを経験したことが本研究から示された。また、本研究のJbilet Winselwan隕石のH/C比、N/C比は、Murchison隕石を270–300°Cで実験的に含水加熱したもの(Oba and Naraoka, 2009)と非常に近い値を示した。さらに、Murray隕石を300°Cで6日間含水加熱すると、脂肪族炭素が著しく減少することが報告されており(Yabuta *et al.* 2007)、Jbilet Winselwan隕石の脂肪族炭素が乏しいことを水熱変成で説明することができる。Fujiya *et al.* (2022)は、炭酸塩のMn-Cr年代測定から、Jbilet Winselwan隕石は他の炭素質隕石よりも早くに水質変成が始まり、その後 $^{26}\text{Al}$ による熱変成(>300°C)を経験したと報告した。

以上から、本研究では、窒素同位体比の観点から、Jbilet Winselwan隕石は約300°Cでの水熱変成を経験したことを提案する。小惑星リュウグウの有機物とJbilet Winselwan隕石の有機物は共にCIコンドライト的な前駆物質を持ち、リュウグウの有機物がさらに水熱変成により進化したものがJbilet Winselwan隕石の有機物であると考えられる。今後、本研究の結果を、はやぶさ2初期分析から明らかとなる結果と総合的に議論することにより、小惑星リュウグウの形成過程の解明に有用な情報を提供することが期待される。

採択番号 20A066, 20B058

研究課題名 ICDP DSeis計画 M5.5余震発生帯掘削コアの追加分析と定方位

氏名・所属(職名) 小笠原 宏・立命館大学 理工学部(教授)

研究期間 2021/11/24-12/4, 12/9-10, 2022/3/30

共同研究分担者組織 矢部 康男(東北大学), 廣野 哲朗(大阪大学), 山本 裕二(海洋コア)

他 学生7名

### 【研究目的・期待される成果】

目的は、ICDP DSeis計画(小笠原が代表者)が、南アフリカ(以下南ア)の金鉱山の下で発生したM5.5地震の発生場から掘削回収したコア試料を分析し、地震発生と大深度地下生命圏の新知見を得ることである。

2014年に、太古代の堆積変成岩(Vp~6 km/s)層の、地下約3~7 kmの震度範囲を破壊するM5.5の地震が、南アフリカMoab Khotsong金鉱山の下で発生した。この地震のホスト構造や破壊は、鉱山地下2~3 kmでマップされていなかった。

2017~2018年に、鉱山の地下2.9 kmから、総延長約1.6 kmのワイヤーライン・ダイヤモンド・フルコア掘削が行われた。掘削がM5.5の余震発生帯に到達した場所(以下M5.5断層交差部)で、変質した超塩基性ダイクと断層プレッチャとガウジが回収された。掘削とコア回収は、M5.5断層交差部の先約90 mまでできたが、孔内検層はM5.5断層交差部までしかできなかった。

2019年度には核心部百数十m分を海洋コア総合研究センターに輸入した。課題番号19A032および19B029で、南ア学生とともに5週間にわたる非破壊分析(MSCL, X線CT)を行い、孔内検層ができなかった核心部の物性情報を得ることができた。また、阪大チームが、核心部を約1 m間隔、その他は代表的な岩相毎に一つ、1 cm厚にディスクを切断し、全岩粉末XRD, XRF分析などを実施した。少数のコアのVp測定もできた。

2020年度にはより詳細を追加分析し、地震発生場の新知見に関する論文出版やICDP Operational Reportの執筆開始などが期待されていた。

### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

R2(2020)年度はコロナ禍のため、2020年8月6日に廣野が磁気分析を行うことができた以外に、海洋コア総合研究センターに預かって頂いているICDP DSeis計画の掘削コアの追加分析を全く行うことができなかった。課題番号20A066および20B058をR3(2021)年度まで延長することが承認され、センター再訪問の機会を待っていた。

センター再訪問ができる可能性があるとして2021年秋に連絡を受けた。11月下旬のマシナタイムから決まる滞在可能期間(7日間)で可能な追加分析(以下)を計画した。

分析対象は、M5.5地震の余震発生帯をホストした超塩基性のNNW-SSE走向のlamprophyreダイクおよび、余震が発生しなかったが超塩水脈を持つN-S走向の塩基性ダイクである。この超塩水脈はアメリカの著名な地球微生物学者Onstott教授(2021年10月19日逝去)と彼のチームが確認したものである。故人の遺徳に敬意を表し、このダイクはOnstottダイクと名付けられたものである。

核心部コアの両サイドのスライス:これらの非破壊分析(MSCLによる密度・磁化率・ガンマ線, X線CT)は2019年にほぼ終わっていたため、2021年度は、数m長のコアの両サイドを数mmの厚さでスライスし、ほぼ平行な2面を作ると同時に、薄片作成用のスライス片を2つ得た。ス

ライス片は、面が脈やクラックに高角になるようにした。

XRF scan(TATSCANによる主要元素; 5 mm刻み; 操作は松崎さんと柳本さんにお世話になった): Lamprophyreダイクが超塩基性、Onstottダイクが塩基性であることがわかり、前者は2 m未満の間で元素組成に優位な変化が見られることがわかった。これらは、2019年度に行ったMSCLやX線CTスキンの結果とよく対応していた。

Vp測定(ソニックビューワーの送受信子と治具を利用; マリンワークジャパンの多田井さんにお世話になった): 10 cm前後のコアピース毎に測定を行い、2019年の予備測定の結果と調和的で、かつ、それよりも非常に密な測定を行うことができ、XRFやMSCL, X線CTスキンの結果とよく対応していることが確認できた。

応力とFTIR:こちらが持ち込ませていただいた装置で、応力とFTIR測定を行わせていただいた。

第1回訪問(R3年11月24日~R3年12月4日):上記を行った。また、平日最終日である12月3日にEPMAを行うことができる薄片が仕上がりに、4つの薄片について、約2 cm x 2 cm (1024 x 1024)で、Mg, K, Caのマッピングの一部を行った。より詳細なマッピングは次の訪問に行うことにした。

第2回訪問(R3年12月9日~R3年12月10日):EPMAに空き時間がある週末の間に行うことができる最大限のマッピングができるように計画した。4つの薄片の24カ所(1 mm x 1 mm)を512 x 512の分解能で、Na, K, Si, Mg, Ca, Al, Ti, Fe, Sについてマッピングを松崎さんにセットして頂き、週明けに測定データを送って頂いた。

第3回訪問(R4年3月30日):お預けした薄片を回収した。これらによって、Lamprophyreダイクが超塩基性で、御荷錐帯にも見られる鉱物組成(Ca輝石・Ca角閃石などと、それらに關係する変成・変質鉱物)が2 m未満の間で変わってゆく様子を確認できた。一方Onstottダイクは塩基性で、元素組成の空間変化の様相はlamprophyreダイクとは異なっていた。一方には余震、他方には超塩水(非天水起源; おそらく非常に古い)の議論を深められる貴重なデータが得られた。

成果: JpGU招待講演1, 口頭発表2, ポスター発表3, 立命館大学修士論文1, 卒業研究発表3. 阪大グループはGRLへの投稿ができた。

類似例が、KTBのパイロット孔、ICDP Outokumpu計画、インドの様々なLamprophyreダイクにもあることが文献調査でわかり、これらと比較するために、微量元素分析をさせていただけるとよいこともわかった。事前加工が完了していると、滞在中の分析が効率的に進むため、第3回訪問時に持ち帰った試料を京都地科学社等で事前加工を済ませた上で本年度の訪問の準備を進めたいと考えている。

山本先生をはじめ、皆様には大変お世話になりました。引き続きご協力・ご支援いただけますようお願いいたします。

採択番号 20B060

研究課題名 Reconstruction of Quaternary reef growth history and responses of reef organisms to environmental change along a latitudinal gradient across the Ryukyu Islands.

氏名・所属（職名） Humblet, Marc・名古屋大学大学院 環境学研究科 地球惑星科学系（准教授）

研究期間 2020/11/30-12/4, 2021/3/8-12, 5/9-14, 10/10-16

共同研究分担者組織 井龍 康文（東北大学），横山 祐典（東京大学）

#### 【研究目的・期待される成果】

The objectives of this research are (1) to reconstruct reef growth history during the Quaternary period in the South, Central, and North Ryukyu Islands, (2) to reconstruct Quaternary sea level and environmental changes based on the sedimentological and paleontological analyses of vertical sections of reef limestones, (3) to estimate the timing and rates of tectonic uplift in the Ryukyu Islands, and (4) to investigate the influence of latitude on the timing and mode of reef growth and on fossil corallgal assemblages.

This research is expected to clarify the Quaternary sea-level history in the western North Pacific based on paleo-water depth interpretation and radiometric dating of fossil corallgal assemblages. It is also expected to shed light on the responses of high-latitude reef ecosystems to Quaternary sea-level and environmental changes along a latitudinal gradient, particularly the processes of reef initiation and demise.

#### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

Of the 78 m of cores from Kodakara-jima (holes 2A-2F') which were analyzed in this project, 60 m (holes 2B-2F') were scanned in an X-ray computerized tomography (CT) scanner and then split in half. The working halves were then scanned in a core image scanner to obtain a high-resolution image of the core sections. These operations were conducted in March 2021. Visual description of the 78 m of core sections (holes 2A-2F') were carried out in November 2020, and May and October 2021. Specifically, the following information was recorded: (1) core

lithology, (2) taxonomy of fossil corals and their categorization as in situ, no in situ, or status unknown, (3) measurement of crustose coralline algae (CCA) crust thickness, and (4) occurrences of vermetid gastropods, *Homotrema*, and macro-borings (using the descriptors P: present, C: common, and A: abundant). In addition, the cores were sampled for radiocarbon dating (56 samples) and for the taxonomic identification of coralline algae (34 samples).

Based on this new dataset, the Holocene reef growth history at Kodakara-jima was reconstructed. Coral reef initiation began at 8.3-8.8 ka along the northwestern coast (holes 2A-C') and 8.0 ka along the eastern coast (holes 2E-F'). Five fossil coral assemblages were identified (A-E). The pioneer assemblages D and E are associated with abundant terrigenous sediments and possibly influenced by high turbidity. Vertical accretion (VA) rates were low (<2.1 m/kyr) during this initiation phase. VA rates then increased and reached values >4 m/kyr at 7-6.3 ka. The shift from assemblage B to assemblage A and C in holes 2A-C' is interpreted as a shallowing-upward (catch-up mode of reef growth), and coincides with a drop in VA rates to <3.2 m/kyr after 6 ka as Holocene sea-level stabilized. The basement rock at the eastern locality (holes 2E-F') is several m higher in elevation. The Holocene reef sequence is thinner, lacks the deeper coral assemblage B, and characterized by lower VA rates. Results were summarized in a Master's thesis submitted in February 2022 and presented at the Japanese Coral Reef Society 24<sup>th</sup> Annual Conference in November 2021.



採択番号 20B067

研究課題名 地球化学マーカーによる津波浸水域の高精度復元

氏名・所属（職名） 篠崎 鉄哉・産業技術総合研究所（JSPS特別研究員PD）

研究期間 2021/5/13-21, 7/8-14

共同研究分担者組織 澤井 祐樹（産業技術総合研究所）

【研究目的・期待される成果】

低頻度で発生する超巨大津波は数千年規模の再来間隔を持っており、人類の歴史記録ではその履歴を追うことが難しい。そこで、過去数千年間の連続的な地質記録、特に過去に発生した津波の浸水の証拠である「津波堆積物」に注目が集まり、その分布や年代から、浸水規模や再来間隔が議論されている。

過去の津波の浸水は、津波堆積物の分布によって推定されることが多かった。しかしながら、津波による海水の浸水範囲は、津波堆積物の分布と大きく違うことが指摘されている。そこで本研究では化学分析によって当時の海水の痕跡を地層中から見つけ出すことで、津波の浸水範囲をより正確に復元することを試みる。本研究ではまず、2011年の津波堆積物を対象として、津波浸水による化学的特徴を明らかにし、海水の痕跡を示す化学的指標を決定する。その上で、東北地方で最大規模と言われる西暦869年貞観津波を対象として、視認困難な海水の痕跡を化学的手法により見つけ出す。

本研究により、目視で確認ができない津波痕跡の検出や、古津波の正確な浸水域の推定を期待でき、津波の発生間隔や規模の推定をこれまで以上に高精度で行えるようになる。南海トラフや日本海沿岸域、さらには国外など様々な地域で本手法が活用されることで、数千年規模の巨大津波の規模・履歴の解明に一役を担うと確信している。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

本研究は、西暦869年貞観津波の浸水範囲を化学的手法により復元し、日本海溝において発生した過去最大規模とされる貞観津波の規模を再評価することを目的としている。本研究ではまず、2011年東北沖津波を対象として津波浸水による化学的特徴を明らかにし、海水の痕跡を示す化学的指標を決定する。その上で、869年貞観津波を対象として視認困難な海水の痕跡を化学的手法により見つけ出し、貞観津波の浸水域を正確に復元することで津波規模の再評価を目指す。

本年度は、令和2年度に青森県おいらせ町の防潮林で採取した2011年東北沖津波による堆積物を含む表層堆積物試料を用いた検討を行った。肉眼観察の結果、厚さ4~9 cmの土壌層中に2011年東北沖津波で堆積したと考えられる層厚1.5~4 cmの細粒~中粒砂層が挟在していた。試料は所属機関で切り分け、粉末状に粉碎した後、共同利用・共同研究の基、高速溶媒抽出装置、高速自動濃縮装置、ガスクロマトグラフ、加熱脱着装置付きガスクロマトグラフ質量検出器を用いたバイオマーカー分析を42点行った。その結果、当初想定していた海洋生物起源の有機物を確認することができなかった。しかしながら、砂質津波堆積物もしくはその直上で防潮林内のマツ由来の有機化合物であるイソロンギフォレン ( $C_{15}H_{24}$ ) が高濃度を示した。津波浸水の影響を受けていない地点ではイソロンギフォレンの深度変化にピークがみられなかったことから、津波堆積物に見られたイソロンギフォレンのピークは津波浸水の影響を反映したものと考えるのが妥当である。また、津波浸水範囲内で津波堆積物が確認できない地点においてもイソロンギフォレン濃度のピークがみられたことから、この分析により砂質津波堆積物の分布から推定される浸水限界よりもさらに内陸において津波浸水の痕跡を検出することができた。以上のように、特徴的なバイオマーカーの深度変化・側方変化を追うことで、津波堆積物が確認できない地点であっても津波浸水の影響を捉えることができた。さらに本研究の結果は、陸源起源のバイオマーカーであっても津波浸水の識別の指標となり得ることを示した。この内容に関して、日本地球惑星科学連合や日本堆積学会で口頭発表を行った。さらに同研究内容をまとめ、査読付国際学術誌 (*Progress in Earth and Planetary Science* 誌)への研究論文の投稿に至った。

また、本研究課題は令和4年度にも継続申請を行い、採択されている（採択番号：22A001, 22B001）。令和4年度は869年貞観津波を対象にして、バイオマーカー分析を行い、貞観津波の浸水域の高精度復元を試みる。

採択番号 21A001, 21B001

研究課題名 マグマの減圧発泡現象においてケイ酸塩メルトの粘性が気泡核形成に及ぼす効果の実験的定量

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

研究期間 利用なし

共同研究分担者組織 なし

### 【研究目的・期待される成果】

マグマが地下から地表へ上昇するとき、圧力が減少することで溶けきれなくなった揮発性成分は気泡となる。これまで、火山噴出物(軽石や火山灰)の発泡組織を詳細に観察することで、火道内マグマの発泡過程を理解する試みがなされてきた。

申請者はNishiwaki and Toramaru (2019)の中で、この試みの拠り所となる最新の理論モデルとして、ケイ酸塩メルトの粘性が気泡核形成に及ぼす効果を初めて理論的に定式化した。その結果、ケイ酸塩メルトの粘性が高くなるにつれ、粘性流動に打ち勝って気泡核を形成することは困難になると予想された。

申請者はこの理論予測を検証すべく、防災科学技術研究所(つくば)の水熱合成実験装置を用いた減圧発泡実験を行っている。温度(粘性)・減圧量・減圧後の保持時間の3つのパラメータを変えて行い、気泡核形成の時間発展を高い時間分解能で詳細に調べる予定である。

通常、減圧発泡実験の実験産物の発泡組織は、サンプルを硬化性樹脂に埋没させ、樹脂を空隙に浸透・硬化させたのちに切断し、断面を研磨することでようやく観察できる状態になる。しかし、この方法は非常に時間と労力がかかる上、サンプルのどこを切断するのかわかるかによって観察できる発泡組織の定量形態学的特徴(気泡数密度、気泡サイズ分布など)が大きく異なる可能性がある。また、研磨の技術の巧拙によっては観察面に新たに微小なサイズの凹凸が発生することがあるが、気泡核形成段階に着目する本研究においては致命的な要素になりかねない。そこで、高知大学海洋コア総合研究センターの所有するマイクロフォーカスX線CTスキャナを用いて発泡組織の3次元構造をスキャンすることで、上記の問題を解決したいと考えている。

### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

マイクロフォーカスX線CTスキャナを用いて、減圧発泡実験によって得られた複数の実験産物の発泡組織の3Dスキャンを行った(採択期間前2021年1月にテストとして2サンプル、採択期間中2021年10月に3サンプル)。ただし、これらの期間は新型コロナウイルス感染症の感染拡大期間であり、申請者はセンターを訪問できなかった。そのため、すべての実験産物をセンターに郵送し、全てのスキャンは松崎琢也技術専門職員によって行われた。

採択期間中にスキャンした実験産物は、黒曜石ガラスの角柱(1.3×1.3×約5 mm、長野県和田峠産)約0.025 gと

飽和溶解度5.51 wt%(@850 °C, 180 MPa, Liu *et al.*, 2005)よりもわずかに多めの純水を金カプセルに封じ、850 °C, 180 MPaで19時間水和させたのち、約2.5 MPa/sで120 MPaまで急減圧し、5, 100, 200秒間の3種類の保持時間をおいたのちに急冷したものである。

スキャンは管電圧80 keV、管電流125 μA、倍率は4倍(全体像)から40倍(拡大像)で行われた。当初の予定は、実験産物中の発泡組織の空間的配置を把握し、また保持時間と気泡数密度の対応関係から気泡の均質核形成(周囲が一様なメルト中における発泡)のタイムスケールを求めることであった。しかし、① わずかに飽和溶解度よりも多めに封入した水が減圧開始時点ですでにfringe bubbles(カプセル壁を核として不均質核形成した気泡)として析出し、減圧による過飽和は均質核形成ではなくfringe bubblesの成長に使われてしまった。さらに② カプセルごとに封入した水の量にばらつきがあったために、おそらく減圧開始時点でfringe bubblesの数に差があったために実験産物どうしの比較が困難であることがわかった。また、ImageJおよびプラグインMorphoLibJを用いた画像解析を始めてみると③ ビームハードニングなどのアーティファクトの影響が無視できないほど大きいデータセットもあった。

以上を踏まえて、画像解析に成功したのは保持時間100秒の実験産物中のfringe bubblesの集中帯の拡大像の解析のみとなった。撮影領域は直径0.55 mm、長さ0.55 mmの円筒で、ボクセルサイズは0.58 μm、であった。画像には輝度調整とフィルターによるノイズ処理を施し、ガラスとガラス内の気泡を二値化して区別した。そして、この処理画像から、すべての気泡の体積や表面積、球形度などの情報が得られた。気泡数密度は上述の理由から減圧開始時点から急冷に至るまでほとんど変化していないと考えられ、104個/8.60×10<sup>-2</sup> mm<sup>3</sup> ≃ 1.2×10<sup>3</sup>個/mm<sup>3</sup>であった。

上述した①～③の問題点に対して、今後の改善案は以下のとおりである。

①・②: 黒曜石ガラスを今回使用した角柱よりも大きめに切り出し、ある圧力で含水量が飽和溶解度に十分近づくまで均質に水和させる。Fringe bubblesがないことを確認したのち、これをいくつかに分割して減圧発泡実験に用いる。Hajimirza *et al.* (2022)ではこの方法で均質核形成を実現している。

③: 適当な厚さのアルミニウム製フィルターを挿入してビームハードニングを防ぐ。

採択番号 21A002, 21B002

研究課題名 海底熱水性重晶石の放射非平衡年代測定：手法間の比較

氏名・所属（職名） 豊田 新・岡山理科大学 研究・社会連携機構（教授）

研究期間 2021/7/7-9/21, 2021/12/1-5

共同研究分担者組織 石橋 純一郎（神戸大学），他 学生2名

### 【研究目的・期待される成果】

海底熱水活動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。

申請者らは、これまでに50試料以上の重晶石の放射非平衡年代を本共同研究によって求めてきている。ところが、申請者らが以前に開発した重晶石のESR（電子スピン共鳴）年代と比較したところ、鉱物の産状によって手法間の差異がある場合とない場合があることがわかってきた。海底に露出した鉱石試料については、ESR年代測定結果と整合することが多いのに対し、海底下コア試料については差が大きくなっている。また、2020年度の共同研究では、重晶石中のRa含量について、海底に露出した鉱石試料に比べて海底下から得られたコア試料は1-2桁小さいという結果も得られた。それぞれの手法による年代がどういったイベントに対応するかを、両者の重晶石の産状、流体包有物の温度、同位体地球化学的特徴なども併せて検討していくことで、熱水活動のプロセスを解明する鍵となる知見が得られることが期待されている。

### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

令和3年度は、昨年度から続く沖縄トラフ熱水域、南海トラフからの重晶石試料に加えて、伊豆小笠原弧の東青ヶ島海丘カルデラ熱水域から採取された熱水性重晶石を対象とした放射非平衡年代測定（ $^{226}\text{Ra}$ - $^{210}\text{Pb}$ 法）に着手した。沖縄トラフでは大陸縁辺域の背弧リフトに発達した熱水域が多いのに対し、伊豆小笠原弧では大陸地殻がほとんど見られない海洋性島弧の島弧カルデラ火山に発達した熱水域が多いという地質学的な背景の違いが表れる可能性に着目している。

測定に用いた鉱石試料は2021年8、9月に行われたKS-21-20航海におけるROV潜航調査によって東青ヶ島海丘カルデラの3つの熱水サイトより採取されたものである。今年度は10試料を選び、重晶石を酸溶解と重液処理により単離したものを粉末にして測定試料とした。ゲルマニウム半導体検出器を備えたガンマ線スペクトル分析装置を用いて1試料あたり5-24時間にわたって測定を行った。得られたスペクトルを、既知濃度のU、Thを含む標準試料の測定結果と比較して各核種の放射能を定量した。

重晶石の主要陽イオンであるBaを置換するRaを $^{226}\text{Ra}$ の放射能で定量すると、最大10 Bq/gを越える高いRa放射能を示す重晶石が確認された。一般に鉱石試料のほうがBaを置換するRaが多い傾向があることは以前からわかっているが、これほどRa放射能が高い試料はまれである。逆にRa放射能の定量が難しいほど低い試料もいくつかあった。熱水鉱石ができる際の熱水の化学組成あるいは熱水と海水の混合比によって重晶石のRa放射能に多様性がある可能性に着目している。

$^{226}\text{Ra}$ - $^{210}\text{Pb}$ 法による年代測定では、上述した10 Bq/gを越える高いRa放射能を示す重晶石は放射平衡を示した（年代として100年程度と見積られる）。この試料を除けば、数年のオーダーの若い年代を含み、多くの試料は数十年以下の年代を示した。現在も活動的な熱水域から期待された年代と言える。また3つの熱水サイトの間の年代差についても、さらに試料数を増やせば見出せるように思える。現在、ESR年代測定の結果が揃いつつあり、両者の検討を始めている。これまでの予察的な検討では、昨年度までの研究対象であった海底下から得られた掘削試料に比べて、今回の研究対象である熱水マウンドから採取された鉱石試料は、比較的2つの方法による年代の差が小さい傾向が見られている。今後は、鉱物学的解析結果から重晶石の形状や粒経のデータを取り、年代測定あるいは放射能測定の結果との比較検討を進めていきたい。

採択番号 21A003, 21B003

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(教授)

研究期間 2021/11/5-8, 11/17-19

共同研究分担者組織 学生4名

### 【研究目的・期待される成果】

世界に20ヶ所ほどある島弧-島弧衝突帯での研究によって、島弧-島弧衝突が上盤側島弧の地殻構造を大きく改変することがわかっている。日本では北海道中部(本州弧と千島弧の衝突域)と本州中部(本州弧と伊豆弧の衝突域)でそうした例を見ることができる。プレート収束帯での島弧地殻の改変について知見が集積すれば、大陸地殻の生成と構造発達について理解が深まることになる。

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。この構造は伊豆弧衝突によって生じた一種のオロクラインである。筆者は本共同利用や科研費等の支援を受け、古地磁気と地域地質の立場からこの八の字型屈曲構造の形成解明のために研究を続けている。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、18~17 Maに帯状配列は直線状だったが、その後ノ型に湾曲した。ノ型湾曲は15 Maまでの200~300万年間に形成された可能性が高い。それはちょうど西南日本が日本海拡大に関連して時計回りに回転した時期に一致する。一方、屈曲東部(糸静線の東側)では、約15 Maの広域不整合形成時に40°前後の時計回り回転も起こったことが判明し、15 Ma以降にも30~40°の時計回り回転が起こったことが見えてきた(2017年度までの本共同利用成果)。こうした最近の成果を含む研究レビューを2018年度に2編発表した。また、本研究成果の一部は地質年代尺度の検証にも利用でき、それについての論文も最近発表した。

今年度は昨年度に引き続き、西南日本のアジア大陸からの分離・移動様式に関する未解決問題に取り組む。古第三紀から中新世にかけての日本海拡大時に西南日本がどのように移動したのかについては、日本の研究コミュニティでは時計回り回転を伴う移動モデルがよく知られているが、後述のようにほとんど回転を伴わず南へ移動したとするモデルもあり、実は論争が決着していない。この問題を、紀伊半島の中新統田辺層群の地質、年代、古地磁気方位を明らかにすることによって解明することを目標とする。この問題の解明は島弧地殻変形を理解する上で不可欠であるばかりでなく、日本列島形成プロセスの理解も大きく前進させると考えられる。

### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

田辺層群下部を構成する朝来層(U-Pb年代:約16.2 Ma)について地質調査、試料採取、及び古地磁気測定を行った。昨年同様、コロナ禍で出張制限がかかったため、限られた日数で限られた範囲での調査になった。

残留磁化測定用の堆積岩試料を9地点から採取した。採取にはエンジンドリルを使用し、各地点で7~13本の定方位岩石コア(直径2.5 cm, 長さ5~10 cm)を採取した。9地点の試料(暗灰色泥岩及び珪長質凝灰岩)について、高知大学海洋コア総合研究センターで段階消磁実験を行った。残留磁化測定には超電導磁力計を用いた。実験の結果、2地点から信頼できる残留磁化成分が分離され、それらの地点平均方位を求めた。段階消磁による残留磁化強度の減衰から、残留磁化は主にグレイタイトによって担われている可能性が高いと考えられる。

昨年度取得した5地点の方位と合わせると、朝来層上部の合計7地点から残留磁化方位が得られたことになる。7地点のうち、今年度決定された2地点の方位が正極性、昨年度決定された5地点の方位が逆極性であった。傾動補正後に地点平均方位の集中度が高まったことから、残留磁化の獲得時期は地層傾動よりも前と判断できる。逆極性方位を正極性方位に変換すると、傾動補正後の方位は全体的にNNE偏角を持ち、この地域で前期~中期中新世に期待される方位(アジア大陸をレファレンスとした場合)から時計回りに約10°に偏向している。この結果は、調査地域で16.2 Ma以降に10°程度の時計回り回転が起こったことを示唆するが、統計的にはレファレンス方位と有意に異なるとは言えない。しかし、この傾動補正後の方位は西南日本内帯側から報告されている16.4~16.0 Maの残留磁化方位と整合的であることから、調査地域は内帯側と同様の時計回り回転運動を受けた可能性が高いと考えられる。このように、本研究の結果は西南日本の回転を考慮しない日本海プルアパート拡大モデルを想定するよりも、西南日本の時計回り回転モデルを想定した方が説明しやすい。

本研究の結果は西南日本の時計回り回転モデルを支持するよう見える。しかし、上述のように決定された残留磁化方位とレファレンス方位との差が小さく統計的には有意でないことから、本研究で掲げた目的を十分に達成できたとは言えない。目的を達成するには、外帯側より古い地層から残留磁化方位を得る必要がある。

採択番号 21A004, 21B004

研究課題名 深海マイクロプラスチック分布調査のための堆積学的研究

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(研究教授)

研究期間 2021/7/12-16

共同研究分担者組織 学生1名

### 【研究目的・期待される成果】

この研究目的は、深海底から採取された表層数十cmまでの堆積物試料の堆積プロセスを調べることとする。この堆積学的基礎データは、その後、堆積物中から抽出されるマイクロプラスチックを考察する上で重要な位置付けとなる。

この研究の特色は、従来の堆積学的データと新規のマイクロプラスチックデータとを合わせて検討し、深海底でのマイクロプラスチック輸送プロセスを解明することにある。

期待される成果としては、深海底におけるマイクロプラスチックの輸送プロセスを明らかにすることがある。現状では、生物学的、化学的、地球物理学のアプローチによって、海洋表層でのプラスチックの輸送プロセスや劣化過程は明らかにされつつあるが、深海底での輸送プロセスを検討するためには、先に述べたように、地球科学的アプローチが不可欠である。これにより、時代変遷を考慮した輸送プロセスを明らかにしたいという最終ゴールがある。

以下に示すように、本申請の位置付けは、レガシーコアの利活用にある。申請に用いる堆積物試料は、2種類に分けられる。1) JAMSTECマイクロプラスチックチームによって、アルミ製パイプを用いて採泥されたもの。これは船上において布製白衣を用いてマイクロプラスチックのコンタミを防いだかたちで封入され、それらを用いてマイクロプラスチック抽出が試みられている。2) 同時にアクリルパイプを用いて、堆積構造や堆積年代を調べることが目的として採取されたもの。本申請では、2)を用い、1)は本申請では用いず、JAMSTECマイクロプラスチックチームによって独自にマイクロプラスチック抽出のみが遂行される。

2) のみについて、高知コアセンターでX-CTによって堆積構造を調べ、粒度分析を実施し、Itraxによる元素分析を実施する予定である。また、申請者が所属する山口大学において、スミアスライド観察、粒子組成分析を実施、マイクロプラスチックも抽出する。これにより、1)と2)のマイクロプラスチックデータを比較するとともに、マイクロプラスチック堆積プロセスについて検討する。さらに、これらの比較により、高知コアセンターなどに保管されているレガシーコア試料のマイクロプラスチック研究の研究可能性について検討していく予定である。

### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

令和3年7月12日から16日までの5日間において、以下の項目を実施した；Itrax, 粒度分析。

現在、上記の測定データとともに、堆積物の年代測定( $^{210}\text{Pb}$ )、以前取得したX-CTデータ、有機物分析データ、さらにはマイクロプラスチック抽出データを合わせて、マイクロプラスチック輸送プロセスについて検討している。これらの試料の一部ではJAMSTECマイクロプラスチック研究グループがマイクロプラスチック抽出を行っており、今回の測定結果は情報共有されている。我々の抽出したマイクロプラスチックデータと、JAMSTECで得られたデータとを今後、比較することによって、レガシーコアにおけるマイクロプラスチック研究の可能性について検討する予定である。

また、今回の測定結果を合わせた議論により、山口大学としては以下のことを示すことができたと考えている。

1) マイクロプラスチックは年代測定における補佐的役割を果たす可能性がある。現在、 $^{210}\text{Pb}$ 測定によって年代を算出しているが、イベント堆積物においては堆積速度が速いために年代算出が難しいケースがある。このようなイベント堆積物でマイクロプラスチックが優位に検出される層と検出されない層(全く検出されないのではなく、環境マイクロプラスチックが混入している可能性も否定できないため、今後JAMSTECグループの結果と比較する必要がある)とがあり、この相違は堆積年代を示している可能性がある。具体的には、関東大震災と東日本大震災とのイベント堆積物を見極めるための方法についてマイクロプラスチックなどを用いた方法の検討を行なっている。

2) マイクロプラスチックは、イベント堆積物の輸送プロセスを堆積学的に検討するにあたり、砂粒子との関係性を知る必要があると考えている。すなわち、どの粒径の砂粒子と同じような挙動をするのかということである。現在、マイクロプラスチックが検出される頻度と砂粒子の粒径や砂の種類を検討しており、それらの相関関係について明らかにしたいと考えている。また、同様に、粘土粒子との相関関係についても調べており、静的な沈降において、どのようなプロセスなのかについて簡単な実験を通じて検討している。

採択番号 21A005, 21B005

研究課題名 南海トラフ東海沖セグメントの地震発生間隔：古地磁気永年変化による  
SCOREで採取されたタービダイトコアの年代モデル構築

氏名・所属（職名） 金松 敏也・国立研究開発法人 海洋研究開発機構 海域地震火山部門（専門部長）

研究期間 2021/6/15-28, 10/7-22

共同研究分担者組織 Hsiung Kan-Hsi（海洋研究開発機構），山本 裕二（海洋コア）

### 【研究目的・期待される成果】

南海トラフの東端部を構成する遠州灘（東海沖のセグメント）は、他のセグメントより長い間隔で地震が起きているという歴史記録がある。実際に東海沖セグメントの地震発生間隔は他のセグメントより長いかが検証するには過去に遡って東海沖のセグメントの地震発生間隔を調べる必要があるが、古い地震記録が十分でなかった。そこで表層ではすでに良好なタービダイトの記録が報告されている遠州灘で海底堆積物を採取し（池原, 2001, Omura *et al.*, 2017など）、タービダイトの繰り返し年代を知る事で、過去の地震発生の周期を推定することを目的としてJ-DESCのSCOREプログラムを実施した。掘削により表層から40 mにおよそ200枚のタービダイト層が周期的に挟在するコアを採取した。

いくつかの手法によりこの試料の詳細な年代を明らかにしようとしているが、本課題では古地磁気永年記録により精度の高いタービダイトの年代を求め、東海沖セグメントの地震発生間隔を明らかにする事を目的とする。近年日本海溝の陸側斜面で地震性タービダイトを含む地層に対して古地磁気永年記録により詳細な年代を得ることができているため（Kanamatsu *et al.*, 2017, Usami *et al.*, 2018）、東海沖の試料についても同様に年代を詳細に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】

利用・研究実施内容：C9035 Hole Bから得られた47本のU-channel試料（標準で2×2×150 cm）の磁化を、パススルー型超伝導岩石磁力計を用いて測定した。SOCREプログラムExp. 912で掘削直後に「ちきゅう」船上で古地磁気記録の概要を把握するためにアーカイブハウスのNRM測定をおこなったが、掘削残留磁化の影響を取り除いた20 mT消磁後のNRM測定のみであった。磁化の安定性の確認には段階消磁により磁化ベクトルの解析から磁化の安定性を吟味する必要があった。そのため、本研究では20 mTから80 mTまでの段階消磁毎のNRM測定を行なった。さらに磁化キャリアーの岩石磁気学的性質を推定するため、NRMの段階交流消磁後にARM (1 gauss 80 mT AF)

およびSIRM (800 mT) を着磁させその段階消磁毎 (0–80 mT) の磁化強度を測定した。また同様に岩石磁気学的性質を得るためにSIRMのバックフィールドであるIRM10 mTとそのIRM30 mTを着磁させ測定した。NRM, ARM, IRMにおける測定は全て1 cm間隔で測定した。

結果：NRMの消磁実験による磁化ベクトルの主成分解析の結果はおおよそその層準で1成分のみから構成される安定した磁化を示した。主成分解析により1 cm毎の各層準の伏角と偏角方位を計算した。偏角の方位はコア単位（およそ10 m）で大きくオフセットが見られる事があった。これは掘削が10 m単位で行われるためなので、コア間の偏角のギャップがないように偏角をシフトさせ補正した。岩石磁気特性を示すSIRM/ARM比からはコアの上部と下部では特徴が異なる事が示された。具体的な原因は、今後さらなる岩石磁気実験により考察する必要があるが、C9035 Hole Bコア試料の岩相の記載から上部と下部ではタービダイトの厚さや深度に対する挟在頻度が異なるため、堆積環境の変化による磁性鉱物の粒度変化が可能性として考えられる。また別途、このコアに含まれる火山灰層の同定が行われておりK-Ah（鬼界アカホヤ火山灰）とAT（始良Tn火山灰）が同定されており、この火山灰層を基準に、琵琶湖から報告されている古地磁気永年変化記録（Ali *et al.*, 1999, Hayashida *et al.*, 2007）と比較が可能である。予察的な対比をしたところ、偏角や伏角の変化は互いに類似し、C9035 Hole Bコアで得られた結果は古地磁気永年変化曲線を示していると考えられる。さらに本コアには多数の<sup>14</sup>C年代が得られているので、精度の高い年代スケールが入る見込みである。このコアに含まれる層厚タービダイトについては、磁気的にも不安定であることと、堆積速度がヘミペラジャイトと極端に異なるため、この層準を除いて、詳細な変化曲線にする予定である。これまで多数の年代値を持つ永年変化曲線は日本の周辺に存在しなかったのでC9035 Hole Bは更新世末期から完新世にかけての良いリファレンスとなる事が期待される。

採択番号 21A006, 21B006

研究課題名 海底堆積物の古地磁気・岩石磁気, 特に磁性鉱物の還元溶解の影響について

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 2021/8/19-24, 2022/1/5-9

共同研究分担者組織 Jiang Xingtong(東京大学), 他 学生1名

### 【研究目的・期待される成果】

海底堆積物では有機物の分解に伴い, 海底下の深さとともに還元的環境となり, 鉄還元境界以深では磁性鉱物の溶解が起きる。本研究は第一に, 部分的な磁性鉱物溶解が相対古地磁気強度推定に与える影響の評価を行うことを目的とする。これは, 鉄還元境界付近の堆積物の古地磁気強度記録の信頼性向上のため重要であるが, 従来系統的な研究は行われていない。本研究には, 磁性鉱物の溶解の深度やパターンが異なっていると考えられる, オントン・ジャワ海台, 南海トラフ, 南氷洋等で採取された堆積物コアを用いる。また, 生物源と陸源の磁性鉱物では還元溶解への耐性が異なると推定されることから, 溶解途上の堆積物を用いることにより, それぞれの堆積残留磁化への寄与を分離できる可能性がある。磁化獲得効率が異なると考えられるこれら2つの成分を分離することは, 堆積残留磁化の獲得機構解明のための重要なテーマであり, 古環境変動により堆積物中の陸源・生物源の磁性鉱物の割合が変化する堆積物において, 信頼性の高い相対古地磁気強度推定を行うために必要である。第二の研究目的は, 還元溶解を強く受けた堆積物でも, 珪酸塩鉱物中に包有される磁性鉱物が溶解を免れ, これらが古地磁気強度記録を担い得る可能性の検証を行うことである。従来, このような強還元環境下の堆積物は古地磁気研究に不適とされ, ほとんど測定されてこなかった。これらが古地磁気記録を担い得ることが確認されれば, 強還元環境であることを理由にほとんど古地磁気研究が行われなかった堆積物コア, 例えばIODPのレガシーコアが古地磁気学研究に非常に役に立つ可能性がある。

今年度の研究においては, 白鳳丸南大洋航海で得られた堆積物コアの古地磁気測定を行い, 還元続成の古地磁気記録への影響を評価する。また, 磁性鉱物の還元溶解を受けた堆積物において, 珪酸塩鉱物に包有される磁性鉱物が古地磁気記録を保持する可能性の検証を進める。

### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

(1) 白鳳丸南大洋航海(KH-19-6)で採取されたコアの研究

スコチア海盆及びスコチア海溝の東で採取された堆積物コアPC05, PC07の自然残留磁化(NRM)の段階交流消

磁実験を行い, PC05の一部の試料については非履歴性残留磁化(ARM)の着磁と段階交流消磁実験も行った。どちらのコアも, 交流消磁により安定な初生残留磁化方位が求められた。堆積速度が大きく有機物の供給が多い海域の堆積物であるが, 予察的な分析では還元続成作用による磁性鉱物の溶解は認められない。従って, 強度を含む地磁気年変動の復元に適した堆積物と思われ, さらに測定を進めることにより, 従来ほとんどデータのない南半球高緯度海域から地磁気永年変動記録が得られることが期待される。コアPC05においては, 伏角がほぼゼロ, あるいは正になる層準が2箇所認められ, 地磁気エクスカージョンを記録している可能性がある。今後得られる予定の堆積物の年代情報と合わせて検討を進める予定である。(2) 南東太平洋チリ沖で採取されたコアMR0806-PC3の研究

海底堆積物に含まれる磁性鉱物の起源としては, 走磁性バクテリア起源と陸源に大別され, 陸源はさらに珪酸塩に包有される磁性鉱物と単独で存在する磁性鉱物からなる。西部赤道太平洋海域で採取された堆積物コアを用いたこれまでの研究から, 相対古地磁気強度の記録効率が, 単独で存在する陸源磁性鉱物, 走磁性バクテリア起源磁鉄鉱, 珪酸塩包有磁性鉱物の順に低下すると言うモデルが立てられた(Li *et al.*, submitted)。珪酸塩包有磁性鉱物は量的に, 還元続成作用により磁性鉱物の溶解が起きている堆積物の古地磁気記録の担い手となり得ることが確認された。これが堆積環境の異なる堆積物においても普遍的に成り立つかどうかを調べるため, グローバルに研究対象を広げている。その一環として, 南東太平洋チリ沖コアの古地磁気・岩石磁気測定を開始した。NRMの段階交流消磁, ARMの着磁と段階交流消磁を行った。その結果, このコアではNRMに保磁力の高い成分が多いことが特徴的であることが判明した。古地磁気層序及び相対古地磁気強度変動より, このコアは過去約130万年間をカバーすることが明らかとなった。NRM-ARM消磁プロットの傾きの折れ曲がりから, 高保磁力成分の方が低保磁力成分より相対古地磁気強度が見かけ上大きくなることが判明した。高・低保磁力成分を担う磁性鉱物の具体像と, 珪酸塩包有磁性鉱物の寄与を今後明らかにしていく予定である。

採択番号 21A007, 21B007

研究課題名 南太平洋Campbell Plateauの海底堆積物を用いた古第三紀温室地球の古環境復元

氏名・所属(職名) 安川 和孝・東京大学大学院 工学系研究科  
エネルギー・資源フロンティアセンター(講師)

研究期間 2021/10/25-29, 11/29-12/3

共同研究分担者組織 田中 えりか(東京大学), 他 学生1名

### 【研究目的・期待される成果】

本研究の目的は、南太平洋高緯度域における古第三紀前期の古環境変動記録を復元し、短期的な地球温暖化イベントに対する地球システムの応答を明らかにすることである。申請者は、2020年1月～2月に実施されたIODP Expedition 378 South Pacific Paleogene Climateに乗船研究者として参加した。本研究は当該航海で採取したコア試料を用いたポストクルーズ研究である。

本研究では、古第三紀前期に繰り返し発生した短期的な温暖化イベントであるPETMやEocene hyperthermalsの記録を復元するために、南太平洋Campbell Plateauで掘削された堆積物コア試料の $\delta^{13}\text{C}$ 及び $\delta^{18}\text{O}$ の分析を行う。

本研究の最終的な目標は、大気-海洋系から余剰な $\text{CO}_2$ を除去して地球気候の自律的安定化を担う「負のフィードバック」メカニズムを定量的に理解することである。これは、現在の気候変動が数千年～数十万年という長期的時間スケールで地球環境にどのような影響を及ぼすのかを予測するための重要な知見を与えてくれると期待される。

### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

本研究では、古第三紀前期に繰り返し発生した短期的な温暖化イベントであるPETMやEocene hyperthermalsの記録を復元するために、南太平洋 Campbell Plateauで掘削された堆積物コア試料 (IODP Expedition 378 Site U 1553 Hole C & D, 400～460 mbsf: 研究対象区間は主にNannofossil chalk～Limestoneから成る) を対象として、全炭酸塩の $\delta^{13}\text{C}$ 及び $\delta^{18}\text{O}$ 並びに $\text{CaCO}_3$ 含有量の分析を行った。 $\delta^{13}\text{C}$ 及び $\delta^{18}\text{O}$ の分析にはIsoPrimeを、 $\text{CaCO}_3$ 含有量の分析にはFlash EA1112をそれぞれ利用した。同位体分析と $\text{CaCO}_3$ 含有量分析はそれぞれ、同一の試料に対して実施した。2021年度は $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{18}\text{O}$ を227試料について、 $\text{CaCO}_3$ 含有量を97試料についてそれぞれ測定した。これらの結果から、以下の成果が得られた。

▷海底面下449.6～449.3 m付近にかけての $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{18}\text{O}$ がそれぞれ約1.9‰、約1.3‰の急激な負異常を示した。船上の微化石層序の情報を踏まえると、この層準はPETMに相当すると考えられる。負異常のピーク後は概ね滑らかな指数関数的回復を示すことから、PETM期間の連続的な記録を得ることができたと考えられる。

▷海底面下441.3～440.9 m付近にかけての $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{18}\text{O}$ がそれぞれ約0.7‰、約0.3‰の負異常を示した。先行研究による他海域の記録と比較すると、これはETM2に相当すると考えられる。また、その直上の海底面下440.5～440.1 m付近にかけて $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{18}\text{O}$ がそれぞれ約0.2‰、約0.2‰の負異常を示した。これはH2イベントに相当すると考えられる。

▷海底面下437.0 m付近での $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{18}\text{O}$ がそれぞれ直上の層準に比べて低い値を示した。下位にコアギャップがあるため、負異常の正確な大きさは不明であるが、436.4 m付近にかけて約0.5‰、約0.4‰の上昇を示すことから、下位層準を基準とした時に同程度の負異常を示す可能性がある。そうであれば、先行研究による他海域の記録と比較すると、これはI1イベントに相当すると考えられる。また、海底面下436.4～435.9 m付近にかけて $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{18}\text{O}$ がそれぞれ約0.2‰、約0.9‰の負異常を示した(後者は他の層準から逸脱した値のため、異常値の可能性はある)。同位体比の時系列プロファイルの特徴から、これはI2イベントに相当すると考えられる。

▷海底面下430.5～430.4 m付近にかけて $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{18}\text{O}$ がそれぞれ約0.4‰、約0.4‰の急激な負異常を示した。先行研究による他海域の記録と比較すると、これはETM3に相当すると考えられる。

以上のように、本分析によって、当初の狙い通りPETMおよび複数のEocene hyperthermalsの記録を得ることができた。



採択番号 21A008

研究課題名 Magnetofossil search in Cretaceous and Archean sedimentary materials

氏名・所属（職名） Kirschvink, Joseph Lynn・ELSI PI California Institute of Technology  
(Nico & Marilyn Van Wingen Professor of Geobiology)  
Tokyo Institute of Technology (Professor)

研究期間 2021/7/27-30

共同研究分担者組織 なし

【研究目的・期待される成果・

利用・研究実施内容・得られた成果】

Microbial magnetotaxis is a primitive evolutionary trait which, based on the genetic structure and organization of magnetosome gene clusters, is thought to have evolved even prior to the Great Oxidation Event [1-2]. Using extraordinarily well-preserved black chert samples from a recently discovered locality in the Middle Marker Bed of the Hooggenoeg Formation from the Barberton greenstone belt of South Africa, dated to 3.47 Ga [3], we used novel magnetometric methods to explore the potential presence of biogenic iron oxide particles, namely magnetite ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), within an unusual and remarkably transparent quartz matrix. First-order reversal curves (FORCs) indicated single-domain, non-interacting particles and rock magnetic measurements signified low susceptibility, both putatively indicative of magnetosome chain structures such as those produced by extant magnetotactic bacteria [4-5]. Raman

spectral analysis constrained the thermal history of the geological bedding [6-7], revealing minimal heating and remagnetization, supported by a convincing orientational conglomerate test. These results point to the presence of magnetotactic bacteria in Archean marine environments, with significant implications for both the evolution of complex life and the evolution of Earth's magnetic field. The analyses utilized in this study also represent a test case for emerging and unconventional approaches to interpreting micropaleontological assemblages. [1] Lin *et al.* (2017), *PNAS*, 114(9), 2171-2176. [2] Lin *et al.* (2018), *ISME J*, 12(1), 1508-1519. [3] Zeh *et al.* (2013), *J Geol Soc London*, 170(1), 215-223. [4] Chen *et al.* (2007), *J Geophys Res*, 112(B8), 1-13. [5] Heslop *et al.* (2014), *Geochem Geophys*, 15(6), 2170-2179. [6] Beyssac *et al.* (2002), *J Metamorph Geol*, 20(9), 859-871. [7] Buseck & Beyssac (2014), *Elements*, 10(6), 421-426.

採択番号 21A009, 21B008

研究課題名 温室期における海洋無酸素事変時期の高解像度古環境解析

氏名・所属(職名) 高嶋 礼詩・東北大学(教授)

研究期間 2021/6/21-25

共同研究分担者組織 小松 俊文(熊本大学), 黒柳 あずみ(東北大学), 他 学生2名

### 【研究目的・期待される成果】

温室期である白亜紀とデボン紀には、海洋に広く無酸素水塊が発達し、海洋生物の大量絶滅事件(海洋無酸素事変)がしばしば発生していたことが明らかになっている。両時代には多くの海洋無酸素事変が発生したが、そのうちFamenian/Frasnian境界とCenomanian/Turonian境界のイベントはそれぞれの時代で最も大規模な海洋無酸素事変と考えられており(それぞれF/F境界およびOAE2イベントと呼ばれる)、両者ともに大規模火成岩岩石区の形成によって引き起こされたことが知られている。ただし、F/F境界のイベントは陸上での火山噴火(Viluy Traps)であったのに対して、OAE2は海底での火山活動(Caribbean Plateau)であった点で異なる。本研究では、これら2つの海洋無酸素事変に着目し、微化石群集の検討と炭素同位体比およびオスミウム同位体比を測定することにより、大規模火成岩岩石区の形成から無酸素水塊の拡大、絶滅イベントの発生、無酸素水塊の収束に至る過程を高解像度で明らかにすることを目的としている。

本研究では、これまで高知大学海洋コア総合研究センターの共同利用を通して、ベトナムのデボン系Famenian~Fracnianの地層と白亜紀のIODP, ODPコア試料およびフランスのVocontian堆積盆地の地層を対象に炭素同位体比の検討を実施し、F/F境界層やOAE2層準の特定をすすめてきた。本研究ではこれらの成果を基に、海洋無酸素事変層準に焦点を当て、より高解像度での解析を実施する。コアセンターでは、このうち炭素同位体比の測定を実施する予定である。本研究により、陸上および海洋でのLIPsの形成がどのように海洋環境や海洋生物に影響を及ぼすかを明らかにすることが期待される。

### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

前期白亜紀は地球史において最も温暖化が進行した時期のひとつである。この時代は海洋地殻の生産量が急増し、大気中の二酸化炭素濃度が上昇したことによって海洋表層の酸性化が進行し、炭酸塩プラットフォームの「溺死」が起きた。これによって地球規模の温暖化が進み、極域の氷床の消滅や緯度間の温度勾配の減少が起きた。

このような前期白亜紀の劇的な環境変化は、安定同位体比をはじめとした化学分析、そして浮遊性有孔虫等の微化石の研究に基づき明らかにされてきた。一方で、前期白亜紀の浮遊性有孔虫化石が良好に保存され、かつ豊富に産出する地域は限られており、また形態の類似性が高いことから、種の同定は困難である。したがって前期白亜紀の浮遊性有孔虫化石群集の研究はほとんど行われていない。そこで本研究では、前期白亜紀アプチアの浮遊性有孔虫化石群集と古環境変動の関係を検討するため、フランス南東部ボコンチアン堆積盆地で採取した石灰岩・泥灰岩試料から、微化石を良好な保存状態で抽出し、全岩の安定炭素同位体比を測定した。

その結果、最新の浮遊性有孔虫標準化石帯を用いて、浮遊性有孔虫・炭素同位体統合層序を構築し、調査地域の堆積速度を詳細に推定した。炭素同位体比データは271点測定し、浮遊性有孔虫は年代指標種6種を含む、7属45種の産出が認められた。得られた炭素同位体比曲線は、アプチアの標準炭素同位体比曲線と極めて類似し、下部アプチアのOAE1a層準(Leupoldina cabri帯下部)の炭素同位体比セグメント「AP6」から上部アプチアのParaticinella rohri帯の「AP12」に至る区間と高精度で対比が可能となった。浮遊性有孔虫群集の解析では、因子分析を用いて形態と古環境の関連を検討し、Hedbergella属のうち高い螺旋状の室房配列のタイプは高温・富栄養環境を好み、低い螺旋を持つタイプは中程度の水温かつ栄養状態がやや悪化した環境で繁栄することを明らかにした。また、Leupoldina属のような、細長い室房を持つ種は、OAE1a直後の低酸素・高TOC値環境で繁栄することがわかった。また、Globigerinelloides属やFavusella属のような平面螺旋型チャンバー配置の群集組成は、海水準変動と密接に関連している可能性が示唆された。アプチア期を、無酸素・貧栄養の第1期、環境回復の第2期、高SST・富栄養の第3期、中SSTの第4期の4期に細分化し、各期における環境変動と微化石群集の関連を調べた。これらの結果は、アプチア期の浮遊性有孔虫形態による群集の分析は、古環境復元に重要な指標となる可能性を示唆している。

採択番号 21A010, 21B009

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・東京都立大学 火山災害研究センター(特任研究員)

研究期間 2021/9/27-30

共同研究分担者組織 なし

### 【研究目的・期待される成果】

本研究では日本周辺海域からベーリング海までの第四紀のテフラの分布、さらに層序関係を北西太平洋の海底堆積物から解明し、環太平洋火山帯沿いの第四紀テフラ編年を確立することを目標としている。2018年度から新たに房総沖で掘削されたCK09-03, C9010Eコアから354のテフラ試料を採取し、テフラ層序研究に取り組んでいる。本コアの研究は東京都立大学島嶼火山・都市災害研究センターの研究ミッションの一環で取り組んでおり、東京都島嶼部の火山噴火シナリオを議論するための基礎資料になるものである。

2011年後期以降2020年度までに、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ドイツのAlfred Wegener Institute for Polar and Marine Researchが行った研究航海SO202-INOPEXで太平洋中高緯度域およびベーリング海で採取されたコア試料のうち、追加分析、再分析が必要な5試料程度を分析し、投稿論文を執筆する予定である。

IMAGES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、肉眼での岩相観察では見落とされていた関東地方、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ている。2016年度から2017年度の分析では、コア最上位の試料に混在している複数の火山ガラスは、有孔虫の炭素年代から江戸時代後期以降の火山噴火に伴う火山ガラスと想定され、浅間山、富士山のほかに、遠来と考えられる細粒の火山ガラスの起源について報告した。2021年度は、有孔虫洗い出し試料の残渣試料についてさらに下位の層準、またこれまでの検鏡で検出した微小な火山ガラスの主元素組成分析を継続する。

2018年、2020年に下北半島で調査して得られた津軽海峡の海と陸を結ぶテフラ候補を5試料程度分析する。また、津軽海峡で採取されたピストンコア試料MR04-06, PC-1に介在するテフラ試料(10試料)について分析する。津軽海峡周辺のテフラ調査については科研費を申請しており、採択された場合には年度内に分析試料が10試料程度増える可能性がある(本申請の実施計画としては試料数を20試料として申請する)。

### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

本研究では日本周辺海域からベーリング海までの第四紀のテフラの分布、さらに層序関係を北西太平洋の海底堆積物から解明し、環太平洋火山帯沿いの第四紀テフラ編年を確立することを目標としている。

高知コアセンターに保管されている房総沖掘削試料CK09-03, C9010Eコア試料から、2018年度に314のテフラ試料を、さらに2020年度10月に40試料を追加で採取してテフラ層序研究に取り組んでいる。

2021年度はコア最上部に介在するスコリア層と、伊豆大島の新規火山体起源の9世紀ごろのスコリア層との対比を検討し、JpGUと日本第四紀学会で発表した。また、年代測定も完了したことから、2021年9月にどうしても必要と考えられる火山ガラスのEPMA分析を完了し、現在は論文を執筆中である。

津軽海峡を挟んだ地域で、2021年度から3か年でテフラ調査を目的とした科学研究費(基盤C)が採択されたため、陸域の調査とEPMA分析を進めた。2021年度は2020年に下北半島で調査した際に得られたテフラ試料を分析した。分布調査の対象としているテフラについては、約6.5kaごろの噴出物であり、これまでに2か所で発見している。一方で、分析する予定だった津軽海峡の海底コア試料については、感染症対策との兼ね合いで分析のための出張日程を組むことができなかった。しかしながら、陸域の試料を分析した結果から、調査対象とすべき噴出年代や分布域について狭めることができたので、次年度は分析対象とするコア試料を厳選することになる。

IMAGES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、肉眼での岩相観察では見落とされていた関東地方、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。2016年度から2017年度の分析では、コア最上位の試料に混在している複数の火山ガラスについて、SEM画像で分析粒子を個別に記録しながら全火山ガラス粒子の分析を行った。有孔虫の炭素年代から江戸時代後期以降の火山噴火に伴う火山ガラスと想定され、浅間山、富士山のほかに、遠来と考えられる細粒の火山ガラスの起源について、桜島大正噴火に由来する火山ガラスに相当するガラスを見いだした。浅間火山起源の噴出物の分析結果について、全データは2019年度のGeographical Reports of Tokyo Metropolitan Universityの55号に掲載された。MD01-2421コア最上位の有孔虫洗い出し試料の残渣に混在している火山ガラス粒子を分析した結果は同紀要56号に掲載され、コア最上位に浅間天明噴火(天明3年、西暦1783年)によってもたらされた火山ガラスが介在していることを示した。また、これらのデータと先行研究の富士宝永噴火の噴出物の一連の分析結果と比較することで、2021年度の同紀要57号ではMD01-2421コア最上部に介在する富士宝永噴火によってもたらされた火山ガラス粒子について指摘した。

採択番号 21A011, 21B010

## 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) 山田 昌樹・信州大学 理学部理学科地球学コース(助教)

研究期間 2021/4/14-16, 5/31, 8/2-5, 9/6-10, 10/26-30

共同研究分担者組織 後藤 和久(東京大学), 駒井 武, 中村 謙吾, 石澤 堯史(東北大学)

西村 裕一(北海道大学), 石村 大輔(東京都立大学), 他 学生3名

### 【研究目的・期待される成果】

2011年の地震・津波をきっかけとして、全国各地で津波堆積物の研究調査が盛んに行われるようになった。これは、学術研究のみならず国や地方自治体が津波防災対策を講じる上で、過去数百～数千年前まで遡って津波の履歴や規模を把握することが重要だと考えられるようになったためである。

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。

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た。

本計画では、未測定分の試料分析を進めるとともに、Itraxコアスキャナーを用いて、より高精度の津波堆積物識別法について検討する。

### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

2021年度の共同利用では、宮崎県延岡市島浦島、長崎県五島市奈留島、岩手県山田町、新潟県佐渡市、青森県三沢市において採取された津波堆積物掘削試料の分析を実施した。

宮崎県延岡市島浦島における研究では、1 m長のハンディジオスライサーを用いて6地点で堆積物コア試料を採取した。採取した試料に対しては肉眼観察、写真撮影、CT写真の撮影を行った。堆積物試料は主に有機質泥から構成されており、CT画像観察から表層に下位の有機質泥層と明瞭な地層境界で区切られている層厚10～35 cmの泥質砂層が湿地内に連続的に存在していた。このイベント層は内陸方向に含泥率が増加し、さらに細粒化の傾向がみられたことから、海から陸方向の流れによって形成されたと考えられる。CT画像観察からイベント層と下位の

有機質泥層との境界がより明瞭なコアを用いて、イベント層の下位から黒色の種子を採取し、放射性炭素年代測定を行った結果、イベント層の下位から3170～3230 cal. yr BPと3340～3380 cal. yr BPという年代値が得られた。

長崎県五島市奈留島における研究では、沿岸湿地において、海岸線から直交方向に測線を1本設定し、約13 m間隔で6地点において最大深度9 mまで掘削を行った。得られた堆積物コア試料に対しては、CT画像撮影、帯磁率測定、Itraxコアスキャナーを用いた化学分析、砂層の粒度分析、放射性炭素年代測定を行った。得られた堆積物コアは、下位から礫を含む泥層、有機質泥層、シルトを多く挟在する泥層、有機質泥層、耕作土の5つの堆積相に区分することができる。全ての堆積物コアにおいて、シルトを多く挟在する泥層中にシルト層とは粒度が明瞭に異なる層厚0.5～1.0 cmの砂層が認められた。砂層の層準で海水指標元素(Ca, Srなど)や重鋳物指標元素(Ti, Feなど)にピークが見られ、有機物指標元素(Mo-ratio)の値は大きく減少し、上下の泥層とは異なる特徴が見られた。これらのことと堆積年代(5600～5650 cal. yr BP)を踏まえると、砂層やシルト層は、海水準が最もピークに達して沿岸湿地に海水が流入しやすくなった年代に海側からもたらされたイベント堆積物であると考えられるが、現時点では津波なのかストームによるものなのかは明らかになっていない。

岩手県山田町における研究では、CT画像を基に、堆積物コア試料中からイベント層の認定を行った。さらにコア試料と海岸砂についてItraxコアスキャナーによる分析を行うことで、海岸砂とイベント層の元素組成の類似性を確認した。

佐渡市における研究では、CT画像によるコア試料の詳細観察を行い、イベント層直下に明瞭な侵食痕があることを確認した。さらにItraxコアスキャナーによる分析から、イベント層中に海水由来の元素が多く含まれることも確認した。

青森県三沢市における研究では、津波堆積物の地球化学的特徴を調べるため、2011年東北沖津波により形成された津波堆積物を、60 cmハンディジオスライサーを用いて採取した。肉眼観察、CT画像観察により、2011年東北沖津波堆積物を明確に区別することができた。また、Itraxコアスキャナーによる鉛直方向の元素分析とその後の主成分分析により、青森県三沢市の2011年東北沖津波堆積物は、Si, K, Sr, Al, Caで特徴づけられる堆積物であることが明らかとなった。

採択番号 21A012, 21B011

研究課題名 砕屑性堆積残留磁化と自生強磁性鉱物残留磁化の分離

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(名誉教授)

研究期間 2022/1/11-14

共同研究分担者組織 瀬戸 雄介(神戸大学)

### 【研究目的・期待される成果】

第四紀堆積物の残留磁化が記録した過去の地磁気は、地球内部起源の地磁気変動の研究に加え、年代決定道具として第四紀系の層序年代学にも大きく貢献している。しかし、堆積物によっては砕屑性磁性粒子の固着による初生的な堆積残留磁化以外に、二次的に生成された磁性鉱物粒子による磁化成分が存在する。正確な地磁気変動の復元には、両者の分離や磁化獲得のタイミングのずれを正確に把握することが重要である。

本研究では、2種類の堆積物試料を用いてそれぞれ異なる二次的磁化成分の獲得のタイミングを明らかにし、分離方法を提唱する。2種類のうちの1つは、中国レスの土壌化による酸化鉄生成のタイミングである。レスの磁化獲得深度は、表層付近～3m以上と幅広く議論されてきた。本申請者らは、最近、層状珪酸塩粒子中に自生する土壌性の酸化鉄粒子をみつけ、それが古土壌層の帯磁率増加に寄与していることを定量的に示した(Hyodo *et al.*, 2020, JGR)。本研究では、室内実験に基づき、自然界では堆積後短時間(数年以内)で自生酸化鉄が生成され磁化獲得していることを実証する。もう一つは、還元的環境下で生成する強磁性硫化鉄(greigite)の磁化獲得のタイミングである。熱消磁により分離できることは分かっているが、本研究では交流消磁により分離する方法を開発する。試料は、水月湖年縞堆積物、千葉セクションのコアTB2、インドネシア・ジャワ・サンギランにおける人類化石産出層の湖沼成堆積物を用いる。

### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

室内水熱実験を行い土壌化に伴うレス試料の帯磁率増加の岩石磁気分析を行った。室内実験には、中国黄土高原Lingtaiで採取した帯磁率値が異なる4つのブロック試料を用いた。各ブロックから10g程度の小試料を切り出して、4個それぞれ温度を150℃で、14日、28日、42日間加熱した試料と、温度200℃で、32日間加熱した試料を準備した。それぞれ、加熱前と加熱後の帯磁率と帯磁率の周波数依存性を測定した。帯磁率は乾燥重量で割った質

量帯磁率を算出した。これら熱水実験の結果は、全体に加熱時間に応じて帯磁率は増加し、帯磁率周波数依存性も増加するものであった。

高知大学海洋コア総合研究センターでは、上記水熱実験後の試料に加え4層準の非加熱試料についても岩石磁気分析を行った。振動試料型磁力計を用いて、磁気ヒステリシス測定と等温残留磁化(IRM)獲得実験を行った。ヒステリシスパラメータ比Mrs/Msは、非加熱試料が高く、水熱加熱試料は低い結果を示した。IRM獲得実験データの成分解析を行った結果、非加熱試料は全て3成分存在し、帯磁率によって存在比は異なることが分かった。これらを、低保磁力成分、中保磁力成分、高保磁力成分とする。水熱加熱試料は加熱日数に依らず全ての試料の中保磁力成分は消え、低保磁力成分と高保磁力成分のみからなることが分かった。加熱試料の中で比較すると、加熱日数に依って低保磁力成分が減り、高保磁力成分が増加することが分かった。

以上の結果から、水熱加熱実験により生成された磁性鉱物の種類・サイズと水熱実験の問題点が明らかになった。帯磁率値および帯磁率の周波数依存性の増加から、水熱実験によりMagnetiteが生成されていることは間違いない。ただし、そのほとんどが超常磁性サイズである。水熱加熱時間を増やすと、細粒Magnetiteが高温酸化によりHematite化している。自然界で低温酸化してできたMaghemiteが存在するので、水熱加熱前にそれを除去しておく必要がある。今後、生成されるMagnetite粒子を超常磁性サイズから少なくともSDサイズまで成長させる、少なくとも単磁区粒子サイズまで成長させる方法を考えなければならない。

水月湖年縞堆積物試料のgreigiteが担う2次磁化については令和元年度採択研究「地磁気と気候のリンク」(19A014, 19B013)で実験済みで、砕屑物が担う初生磁化よりわずかの遅れ(<50年)であることが分かった。この成果は*Communications Earth & Environment*に公表した論文で述べた。

採択番号 21A013, 21B012

研究課題名 海底斜面崩壊堆積物の堆積構造, 物性, 化学組成に関する研究

氏名・所属(職名) 池原 研・国立研究開発法人 産業技術総合研究所(特命上席研究員)

研究期間 2021/7/13, 11/30

共同研究分担者組織 金松 敏也(海洋研究開発機構), 天野 敦子(産業技術総合研究所)

Huang, Jyh-Jaan Steven(産業技術総合研究所・インスブルック大学)

村山 雅史(高知大学)

### 【研究目的・期待される成果】

巨大地震時には海底斜面や斜面に近接する海岸が崩壊し、局所的に大きな津波を発生させる場合がある。しかし、地震動に対する海底斜面の応答は時空間的に多様であると推定され、斜面崩壊の実態はよくわかっていない。また、地震時の海底斜面崩壊や表層堆積物の再移動現象に起因するイベント堆積物を用いて地震発生履歴を読み解こうとする研究も進められているが、給源から堆積場までの移動過程を踏まえた解析はまだ十分とは言えない。本申請では、地震などに伴う海底の崩壊や再移動に伴って形成されるイベント堆積物を含む海底堆積物の堆積構造や物性、化学組成から、斜面崩壊起源の堆積層の特徴づけを行い、その堆積過程と給源に関する情報を得ることを目的とする。

これまで、申請者らはこの目的のため、沖縄八重山諸島前弧域、琉球海溝、日本海溝・千島海溝底、四国～九州沖前弧域、別府湾、日本海から採取された特徴の異なるタービダイトを挟在するコア試料を分析してきた。そして、堆積構造と化学組成の変化パターンの比較や堆積構造・化学組成・鉱物組成からタービダイトの特徴づけに関して検討を進め、地震時の表層堆積物の再懸濁がタービダイト形成の一つのプロセスであることや斜面崩壊物とタービダイトの累重関係についての知見を収集してきた。しかし一方で、これらの分析結果はタービダイトの特徴が時空間的に多様であり、解釈が単純でないことも示している。そこで本年は、日本海溝、千島海溝(予定)、南海トラフ(予定)、種子島沖、別府湾などから採取されたコアを用い、構造や粒度、化学組成が異なる様々な斜面崩壊堆積物の特徴を概括的にとらえて、地域ごとや地域を越えた共通性と相違性を明らかにするとともに、その原因を特定することを目標とする。

これまでの結果に加え、これらの分析から海底斜面崩壊堆積物の特徴を概括的にとらえられれば、海底堆積物中の地震時の斜面崩壊イベントの検出に役立ち、地震発生履歴の検討を高精度化できると期待される。

### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

COVID-19感染症拡大による緊急事態宣言やまん延防止等重点措置期間の影響と申請代表者の調査航海乗船予定等で、6月末の段階で、当初予定していたコアの分析が進められないことが懸念された。このため、研究計画を見直し、必要最低限のコアについて、高知滞在を最小限に抑えた計画に縮小した。具体的には、扱うコアは高知大学の保管庫に保管されている別府湾海底コアのみとし、当初共同利用として高知で実施する予定であった帯磁率測定(装置は申請代表者の所有するもの)、サンプリングと蛍光X線コアロギングは、コアをつくばに輸送して、つくばで行うこととした。結果として、7/13に高知訪問し、コアを発送、つくばでX線CT撮影、コア記載、帯磁率測定、L字アングルによるサンプリングと採取試料を用いた蛍光X線コアロギングを行い、11/30にコアを高知に戻した。

このコアは、別府沖の海底地すべり体を貫くものであり、上記の分析作業から、一見通常に見える堆積物コア中に海底地すべりに関連すると考えられる異常堆積層を確認することができた。また、周辺コアとの対比などから、海底地すべりから水中土石流、混濁流へと変化した可能性が示唆された。今後、異常堆積層の構造や組織の詳細な検討を進め、周辺コアとの対比や地層探査記録との統合を行うことで、海底斜面崩壊堆積物の認定手法の確立やその側方変化の把握、斜面崩壊の起源に関する理解が深まると期待される。

採択番号 21A014, 21B013

研究課題名 多数コア同時X-CT撮影による堆積構造・物性の迅速把握手法の開発

氏名・所属（職名） 池原 研・国立研究開発法人 産業技術総合研究所（特命首席研究員）

研究期間 2021/6/15, 7/2

共同研究分担者組織 久保 雄介（海洋研究開発機構）

#### 【研究目的・期待される成果】

数百mに及ぶ掘削コア試料のX線CT撮影には多大な時間が必要である。そこで本研究では、多数コアを同時に撮影し、撮影後にデータ処理で画像を切り分ける方法を用い、ODP/IODP掘削による長大な掘削コア試料を迅速に撮影する手法を開発することを目的とする。本研究では、申請者が乗船研究者として参加したIODP Exp. 346 Asian Monsoonのサイトのうち、北部日本海のU1422とU1423の試料を用いる。これらのサイトのコア中の漂流岩屑の時間変動を用いた東アジア冬季モンスーン変動記録の解明が研究上の主目的となる。また、U1422の下部では細粒タービダイトの挟在が確認されており、日本海のテクトニクス並びに氷期-間氷期変動との関係が示唆されており、この詳細を明らかにすることも目的の一つである。

この手法の確立により、撮影時間の短縮が期待できるほか、アーカイブ試料の撮影とその画像を活用することで、アーカイブ試料に付加価値を追加し、KCCコアレポジトリーの利用促進につなげられることが期待される。

#### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

新型コロナ感染症拡大による緊急事態宣言やまん延防止等重点措置期間の影響で、申請者が高知大学に出張することは困難となったが、研究分担者により予定通りにX線CT撮影を2021年6月15日と7月2日に実施することができ、撮影を完了させた。撮影データは、7月と10月に研究分担者から申請者に送付され、解析に着手した。申請者の調査航海乗船やIODP ExpeditionのOnshore Science Party参加などのため、解析はやや遅れているが、撮影データから研究目的の科学的目的としてあげた東アジア冬季モンスーン変動の解明や細粒タービダイトの堆積頻度や間隔に関する基礎情報は取得できたと考えられる。今後の詳細な検討により、これらの解明が進むと期待される。

採択番号 21A016, 21B015

研究課題名 後背地の土壌・風化環境変動が河川・湖沼の水質・生物生産性に及ぼす影響の評価

氏名・所属(職名) 葉田野 希・長野県環境保全研究所(技師)

研究期間 2021/10/17-23, 11/29-12/4, 12/6-10

共同研究分担者組織 吉田 孝紀(信州大学), 他 学生3名

### 【研究目的・期待される成果】

#### 1. 研究の背景

更新世～完新世への移行期には、地球規模で短期間に起きた急激な温暖化や“寒の戻り”を繰り返していた。こうした激しい気候変動下では、陸上の化学風化や土壌が変容してきたことが想定される。特に、温暖化によって促進する土壌栄養塩類の流出は、下流域の水圏における植物プランクトンの現存量、生物一次生産性を規定する一要因となる。更新世末～完新世の気候激変期において、東アジアでは、陸上域における土壌化が促進したが、それと同時期にインド洋や太平洋では生物一次生産性が増大したことが報告されている。しかしながら、土壌物質の流出と水域の生物生産性の相互関連性は未だ解明されておらず、データの蓄積が待たれる。

#### 2. 研究の目的

本研究では、東アジア中緯度の日本列島の陸成堆積物・風化岩に注目し、更新世末～完新世の気候変動による土壌熟成度・湖沼の生物一次生産性への応答解明を目的とする。

#### 3. 期待される成果・意義

本研究では、①中部日本の陸域堆積物(諏訪盆地)、②中部山岳域の風化岩、③北日本の赤色古土壌を対象とする。①および②は、高標高地にあり、日照時間が長く冬季の乾燥・寒冷が著しい内陸性気候に特徴づけられ、過去の気候変動、特に寒冷化や乾燥化に対して鋭敏に反応してきたと考えられる。③は日本列島の北部における極端風化現象の記録媒体として期待できる。異なる緯度・標高に分布する対象を比較することで、気候変動による土壌の地域的・広域的な応答特性が把握できることが期待される。

本研究の成果は、将来予測されている急激な温暖化による陸上の土壌環境や水圏の生物活動への影響を考えるための基礎的データに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. 実施内容

本研究課題は、高知大学海洋コア総合研究センター(以下、高知コアセンター)の共同利用課題としては、3年目となる継続課題である。

1年目の2019年度には、対象地域の河川における懸濁

泥と河床の鉱物・全岩化学組成のデータ作成と給源、集水域の化学風化程度の把握を目指した。現世河川の懸濁泥と支流の河床堆積物を対象に、全岩化学組成分析、粘土鉱物組成分析を実施した。

2年目の2020年度には、諏訪盆地において、約2.6万年前以降の堆積物コア(掘削深:30.0 m)を対象に、古土壌構造・堆積相解析、主要元素組成分析、粒度分析、CN分析、粘土鉱物組成・主要造岩鉱物組成の検討を行った。主要元素組成分析、粒度分析、CN分析は、高知コアセンター共同利用のもとで行った。

3年目の2021年度には、上記コアの湖成層を対象に、Itraxによる元素分布測定、X線CTスキャナによる内部構造観察を行った。また、中部山岳域と北日本の気候変動による風化影響を調べるために、北アルプス・津軽半島の赤色土壌を対象に、主要元素組成、粒度、CN分析を行った。

#### 2. 得られた成果

諏訪盆地の現世河川堆積物・堆積物コアを対象に、以下の3点が明らかとなった。

(A) 約1.65 cal kyr BPから堆積速度低下、集水域の化学風化度の増大・植物遷移、低湖水準期から湖進期への移行が同時に生じており、植物・土壌被覆に規制される土砂生産量の変動が本盆地の主要な堆積規制要因であることが示唆された。

(B) 約1.32～0.58 cal kyr BPにおける数百年オーダーの湖水位変動が明らかとなり、特に、約0.9～0.82 cal kyr BPの長期間の湖水位低下は、8.2 kaイベントと対応していた。諏訪湖の湖水位変動は、更新世末～完新世の気候変動(特に湖水位の低下と寒冷化)と対応している可能性が示唆された。Itraxによる元素分布の測定とCTスキャンの結果から、湖水位低下イベント前後における泥層では、極短周期の元素濃度の変動と年縞様のラミナの残存が見出され、湖内生物活動が低下していたことが示唆された。

(C) 約1.2～0.57 cal kyr BPの湖成堆積物の主な給源は、火山碎屑物由来の土壌(黒ボク土壌)であったことが示唆された。

また、北アルプス高山帯と津軽半島の赤色土壌の検討から、更新世末以降の温暖化が、日本列島の中部高地と北日本において、山地や段丘上の風化・土壌形成を促しアルカリ土類元素や風化碎屑物の下流域への供給を促進させた可能性が明らかとなった。



採択番号 21A017, 21B016

研究課題名 Deep-sea turbidites characteristics and their source of  
Ryukyu and Kuril trench sediments

氏名・所属（職名） Hsiung, Kan-Hsi・国立研究開発法人 海洋研究開発機構（副主任研究員）

研究期間 2021/8/23-27, 8/30-9/3, 11/1-5

共同研究分担者組織 金松 敏也（海洋研究開発機構）

#### 【研究目的・期待される成果】

In the source-to-sink scheme, trenches are the ultimate sink of regional sediment transport in convergent margins. Turbidity currents usually dominate the regional-scale dispersal of fine-grained sediments. However, it is plausible that turbidity current can travel several hundred kilometers along the trench axis. Based on visual core descriptions, grain size analysis, and Itrax results of previous Ryukyu Trench sediments, several geochemical ratios of XRF are useful to determine the turbidite bed from hemipelagic mud. The geochemical patterns from Itrax of YK1501-PC14 is similar to that of KR1518-PC04. In KR1518-PC04, the presence of pyrrhotite with a magnetic signature strongly indicates that some portion of the sediments was sourced from metamorphic rocks of the Taiwan orogenic belt. We expect that MPMS analysis of the Ryukyu Trench cores will help to determine the regional sediment dispersal along the Ryukyu Trench floor. It will be a clear evidence of long-range sediment transport from Taiwan to the Ryukyu Trench floor by long-runout turbidity currents. As we know that there is a metamorphic belt due to the oblique arc-continental collision in the central part of Hokkaido Island. Two piston cores of Kuril Trench slope are planned to conduct Itrax measurements to existence of turbidites from hemipelagic sediments. Kuril Trench will be one of the potential study areas with the MPMS analysis in the future.

#### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

##### Ryukyu Trench floor

The southwestern Ryukyu Trench represents the ultimate sink of sediments shed from Taiwan into the Philippine Sea, which are mainly transported to the trench by turbidity currents via submarine canyons. Due to Covid-19 situation, the MPMS measurements were conducted remotely during 2021.8.30 - 9.03. MPMS were also conducted during 11.01 - 11.05. Eighteen selected samples of YK1501-PC14 for MPMS measurements have been conducted. Magnetic signatures show that magnetite are major magnetic minerals. Magnetic signatures of two samples of YK1501-PL14 show major magnetite with minor pyrrhotite, suggesting the that Taiwan-sourced sediments are

transported to the Ryukyu Trench floor by long-runout turbidity currents. It is confident that Taiwan-sourced sediments can be long-range transported from Taiwan to the Ryukyu Trench floor. We observed pyrrhotite magnetic signatures in cores from the top of KR1518-PL04 and YK1501-PL14, indicating that Taiwan-sourced sediments may have been consistently dispersed as far as the southwestern Ryukyu Trench over the last several thousand years. As we know that there is a metamorphic belt due to the oblique arc-continental collision in the central part of Hokkaido Island. Kuril Trench will be one of the potential study areas with the MPMS analysis in the future.

##### Kuril Trench slope

The long-term historical records of earthquakes and recurrence intervals are important issues in hazard assessment and risk estimation. Turbidites in marine sediments have been widely applied in investigations of paleoseismology conducted over the past two decades. Core KS1912-PC01 is located in Nemuro-Oki at 3,324 m water depth. Core KS1912-PC02 is located in Kushiro-Oki at 3,734 m water depth. The cores contain a number of turbidites, some of which can be correlated among the cores on the basis of the analysis of lithology, and the composition of sand grains. Half cores of PC01 and PC02 are conducted to determine thin turbidite layers by using ITRAX during 2021.08.23 to 08.27. Due to Covid-19 situation, the Itrax measurements were conducted remotely by technician. These turbidites can correlate to some element peaks: Ca, Sr, Fe, Ti, and K. Some of these turbidites can correlate to the Magnetic Susceptibility peaks. Volcanic ash layer at PC01-Sec.1 and PC02-Sec.1 are observed. High K intensity in the ash layers can be observed from Itrax data. Most turbidites are less than 5 cm thick. In order to estimate the long-term recurrence interval of earthquakes off eastern Hokkaido, this study will link to the coming piston cores of Kuril Trench floor deeper than 7 thousand meters water depth and provide insight of the turbidites of deep-water environment.

採択番号 21A018, 21B017

研究課題名 堆積物に含まれる起源が異なる強磁性鉱物の磁気特性の把握と堆積物の磁気特性への寄与の評価

氏名・所属(職名) 石川 尚人・富山大学 都市デザイン学部 地球システム科学科(教授)

研究期間 2021/4/1-2022/3/31

共同研究分担者組織 横尾 頼子(同志社大学), 松岡 数充(長崎大学)

### 【研究目的・期待される成果】

湖底・海底の堆積物の磁気的特性に基づき古気候・古環境解析がなされている。磁気的特性は、堆積物の含有磁性鉱物の存在形態(鉱物種, 含有量, 粒径など)を反映したものである。含有磁性鉱物の供給プロセス, すなわち起源は、陸起源として風(大気循環), 水(水循環)で運ばれるものと、堆積場で生成されるものとして、化学的なものと生物起源(走磁性細菌)が概ね考えられる。堆積物の含有磁性鉱物の起源に基づいて磁気的特性を解析することは、各々起源に関わる供給プロセス(例えば、大気循環, 水循環, 生物活動)と、そのプロセス間の相互作用を明らかにすることに繋がり、堆積物の磁気的特性に基づく環境変動解析をより高度化・有用化することとなる。そこで本研究では、堆積物のバルクの磁気的特性に対する、起源が異なる含有磁性鉱物の寄与を定量的に評価することを目標にし、まずは、起源別に含有磁性鉱物の磁気的特性の把握を目指す。含有磁性鉱物の磁気的特性を起源別に把握し、バルクの磁気的特性から起源別の特性を抽出し、その変動を明らかにすることで、磁気的特性を用いた環境変動解析の高度化・有用化に繋がり、本研究はそのための基礎的な成果をもたらすと考える。

本研究の対象は大村湾の表層堆積物とした。磁性鉱物は風成塵(黄砂), 河川からの流入物(周辺陸域起源), 生物起源物が考えられる。そこで、海洋底の極表層堆積物, 主要河川の懸濁物, 湾周辺域で風成塵を採取し、さらに海底堆積物から生物起源強磁性鉱物をもたらす走磁性細菌を採取する。岩石磁気学的実験により起源が異なる各採取物の磁気的特性の特徴を把握する。海底堆積物のバルクの磁気的特性への寄与を考える上で利用できる磁気的な指標の有無を検討し、指標が見いだせれば、その指標に基づき寄与の評価(定量的)を試みる。磁気的特性の解析とともに、採取物の元素分析・同位体分析を行なうことで、大村湾海底堆積物の供給源に関する情報も取得する。

これまでの極表層堆積物の磁気特性解析から、含有磁性鉱物は主としてマグヘマイトとヘマタイトであること、深度方向に高保磁力磁性鉱物(ヘマタイト)の寄与が増加すること、がわかった。今年度は供給プロセスが異なる試料・磁性鉱物の採取を行い、それぞれの磁気特性解析を進める。それらの磁気的特性と堆積物のバルクの磁気的特性を比較し、起源を異とする磁性鉱物粒子の寄与を分別・評価できる磁気的指標の有無を検討する。

### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

今年度は新型コロナウイルスの感染防止への対応のため、大村湾及び周辺地域での試料採取, コアセンターでの機器利用ができなかった。そのため、本研究を遂行するための予備的・基礎的な研究として堆積物の含有強磁性鉱物の重要な供給源である走磁性細菌(MB)に焦点をあて以下の2つの実験を行った。

[A] 堆積物からMBを抽出し、堆積物とMB抽出試料の

磁気特性を比較することで、MBの抽出法も含めてMBの寄与の評価方法を検証する。

[B] 堆積物直上水の溶存酸素濃度の違いによりMBの棲息深度が変化することに伴う、堆積物の磁気特性の変化の有無を調べる。

試料として富山市ファミリーパーク六泉池の水底堆積物を用いた。結果は以下の通りである。

[A] MBを抽出するため、堆積物をガラス瓶に小分けし、ガラス瓶の側面、堆積物の表面の約1 cm上方に内側にS極を向けて磁石を貼り付け、一定時間静置後、磁石付近の水を吸い取って遠心管に集めた。その後、MBを濃集するために以下の2つの方法をとった。[MB-1] 遠心分離し、上澄みを捨てて容器の底の分離物と水を別容器に集める、[MB-2] 磁石のS極の上に容器を一定時間放置した後、上澄みを捨てて容器の底の沈積物と水を別容器に集める。この作業を繰り返し行った後、濃集用容器の底に綿を詰めて冷蔵庫内で乾燥させて、綿の詰まった容器の底部を切り取って実験用試料とした。別に採取した堆積物コア試料(12 cm)は深さ1 cmごとに分割し、凍結乾燥させて実験試料とした。

堆積物の主要な含有強磁性鉱物はマグヘマイト化したマグネタイトであり、ヘマタイトも含まれる。磁気特性は深さ方向にほぼ均一で、磁気的粒径は擬似単磁区(PSD)領域である。MB抽出試料の磁気的粒径はPSD領域にあり、保磁力は堆積物とほぼ同じである。既存研究のMBの保磁力に比べると低い。等温残留磁化(IRM)獲得曲線の保磁力分布解析を行うと、MB抽出試料では2成分を仮定した場合、平均保磁力(MF)約30 mTと約70 mTの分布となった。MB-2の2成分のMFは堆積物のIRM獲得曲線を4成分として仮定して解析した場合のDPが小さく中間的なMFを持つ2成分と一致する。特にMB-2の低保磁力の成分はDPも一致し、これは既存研究のMB起源とされる成分の保磁力分布とも類似する。堆積物の磁性鉱物にMB抽出試料の磁性鉱物の寄与が認められるものの、MB抽出試料の含有強磁性鉱物がマグヘマイト化したマグネタイトであり、粒径がPSDであることは既存研究のMB起源の強磁性鉱物(マグネタイト)の磁性鉱物とは異なる。本実験中での変化の可能性も含めて再検討する必要がある。

[B] アクリルパイプに採取した堆積物の直上水に空気と窒素を吹き込むことにより富酸素環境(溶存酸素濃度90%以上)と貧酸素環境(溶存酸素濃度5%以下)にし、水温(25~28℃)とpH(7~9)はほぼ一定の状態23日間、44日間放置した。実験後堆積物を厚さ1 cmで分割し、凍結乾燥させて解析試料とした。土色の変化から堆積物コアの表層部0~3 cm深までは富酸素・貧酸素環境の影響がうかがえた。含有磁性鉱物種や磁気特性には顕著な変化は認められず、MB抽出試料の磁性鉱物の寄与にも変化はなかった。今回の実験条件・期間では生きた走磁性細菌の棲息深度が変わらなかった、また、生きたMBの堆積物の磁気特性への寄与は今回の磁気的解析での検出限界より小さい、といった可能性が考えられる。

採択番号 21A019, 21B018

研究課題名 多元素同位体比に基づく古第三紀環境変動と有用元素濃集機構の因果律の解明

氏名・所属(職名) 桑原 佑典・東京大学大学院 工学系研究科 システム創成学専攻(博士課程2年)

研究期間 2021/5/16-24, 7/11-24

共同研究分担者組織 安川 和孝(東京大学)

### 【研究目的・期待される成果】

約5600万年前から3400万年前にかけての古第三紀始新世は、急激な温暖化イベントである暁新世/始新世境界温暖化極大を皮切りに、始新世前期(約5,600~約4,900万年前)を通じて、炭素同位体比の負異常を伴う急激な温暖化イベントが繰り返し発生したことが知られている。この時代の一連の気候変動はHyperthermals(超温暖化)として、近年盛んに研究されている。

申請者は、現在とは全く異なる温暖なバックグラウンド気候のもと、陸上岩石の化学風化などの固体地球のプロセスが温暖化イベントに対してどのような応答をしたのか、そして、海洋での物質循環にいかなる影響を与えたのかを解明することを目的とし、PETMをはじめ前期始新世において多発した温暖化イベントを複数記録した、インド洋の深海堆積物コア試料の全岩化学組成、および多元素同位体比データの取得・解析を行う。さらに、本研究では、分析により得られた地球化学データを制約条件として海洋における物質循環シミュレーションを実施し、温暖化イベントの発生とその回復機序について定量的な検討を行う。本研究を通じて古第三紀の環境変動に対する固体地球の応答のメカニズムが解明されれば、気候の温暖化や炭素循環の擾乱に対する地球システムの応答特性の制約につながり、現在人類が直面する気候変動が地球環境に与える影響を長期的に予測するにあたって必要なパラメータを制約することができると期待される。

さらに、近年発見された希土類元素(レアアース)に富む深海堆積物「レアアース泥」はその形成年代が古第三紀とされるものも存在する。こうした新たな海底鉱物資源の形成、すなわち有用元素の濃集に、古第三紀における環境変動が何らかの形で関連している可能性もある。本研究により温暖期における地球表層の物質循環の特徴を明らかにできれば、気候変動と資源の形成をつなぐ大きな成果となると期待される。

### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

古第三紀暁新世から始新世にかけては、暁新世・始新世境界温暖化極大(Paleocene-Eocene Thermal Maximum, PETM)など、「超温暖化イベント(Hyperthermals)」と呼ばれる短期的(~100 kyr)な温暖化が発生した。これらの温暖化イベントは、海底堆積物における炭素同位体比( $\delta^{13}\text{C}$ )の負異常、および酸素同位体比( $\delta^{18}\text{O}$ )の低下により特徴づけられる[1]。本研究は、これらの「超温暖化イベント」について、PETMのみならず、Eocene Thermal Maximum(ETM)2やIイベント、ETM3など、複数のイベ

ントにおける、当時の地球表層環境変動の解読を目的とする。

本研究における分析試料として、複数の超温暖化イベントを記録していることが石灰質ナノ化石層序により報告されている[2]、ODP Site 762 Hole Cの炭酸塩堆積物を用いた、Site 762Cはオーストラリア大陸北西に位置するExmouth Plateauに位置しており、超温暖化イベントにおけるインド洋(テチス海)の海洋環境を解読する上で重要な手がかりが得られると期待される。IODPへのコア申請を通じ取得した全248試料を対象に、高知コアセンターのIsoPrimeを用いて全岩炭酸塩試料の炭素同位体比( $\delta^{13}\text{C}$ )、酸素同位体比( $\delta^{18}\text{O}$ )分析を行った。また、超温暖化イベントに伴う海洋酸性化による炭酸塩の溶解の程度を評価するため、Flash EA 112を用いて全岩炭酸塩濃度分析を実施した。これらの分析の結果、Late PaleoceneからMiddle Eoceneにかけての $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{18}\text{O}$ のプロファイルが得られ、PETM, ETM2, Iイベント, Jイベント, ETM3に対比される $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{18}\text{O}$ の負異常が見出された。なお、PETMの層準については、 $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{18}\text{O}$ の低下が見られるものの、 $\delta^{13}\text{C}$ が明確なピークを成さなかった。これは、ハイエタス等の影響によりPETMの温暖化の初期のみが保存されていることを示唆すると考えられる。Site 762Cの $\text{CaCO}_3$ 含有量は、各超温暖化イベント層準において低下しており、超温暖化イベントにおける海洋酸性化と、炭酸塩補償深度の浅化を反映していると考えられる。

本研究では、以上に述べた $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{18}\text{O}$ と $\text{CaCO}_3$ 含有量のデータに加え、東京大学にて分析された本コアの全岩化学組成データ、および千葉工業大学にて分析されたオスミウム(Os)同位体比( $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$ )のデータを合わせて議論を行った。その結果、各超イベント層準付近において、Co, Cu, Mo, Uなどの酸化還元鋭敏元素の濃集が見られ、温暖化イベントの際、少なくともSite 762Cの堆積場・および周辺海域では、海洋の酸化還元状態が変化したことが示唆された。また、PETM, Iイベント, Jイベント, ETM3の層準にて $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$ の上昇が確認された。碎屑物の寄与がごく少ないSite 762Cの $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$ の値は堆積当時の海水の値を反映すると解釈される。よって、超温暖化イベントにおける $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$ の上昇は、 $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$ 値の高い大陸由来物質の海洋への流入フラックスが相対的に増大したことを意味し、超温暖化イベントに伴い陸上での化学風化が促進されたことを示唆する。

[1] Zachos *et al.* (2010) *Earth Planet. Sci. Lett.* 299, 242-249. [2] Shamrock & Watkins (2012) *Stratigraphy* 9, 1-54.

採択番号 21A020, 21B019

研究課題名 マンガンクラストに保存される縞状構造の成因究明

氏名・所属(職名) 長谷川 精・高知大学 理工学部 地球環境防災学科(講師)

研究期間 2021/10/25-11/1, 11/15-22, 11/24-25

共同研究分担者組織 白井 朗(海洋コア), 伊藤 孝(茨城大学)

小田 啓邦(産業技術総合研究所), 西尾 嘉朗(高知大学),

浦本 豪一郎, 奥村 知世(海洋コア), 村山 雅史(高知大学), 他 学生1名

【研究目的・期待される成果】

世界中の深海底や海上上には、鉄・マンガン酸化物が濃集したマンガンクラストやマンガン団塊が広く分布する(e.g., Usui *et al.*, 2007, *Island Arc*; Usui *et al.*, 2017, *Ore Geology Reviews*). マンガンクラストの主成分は結晶性の低い酸化鉱物(主にvernadite)であり、その他にも粘土鉱物や沸石類、微化石、風成塵などを含んでいる。マンガンクラストの形成年代は、Be10やSr87/86, Th230等の放射性同位体や地磁気逆転パターン(Oda *et al.*, 2011, *Geology*)などにより調べられ、百万年に数mm程度の成長速度を持つことが分かっている。さらにマンガン団塊や特定の海域のマンガンクラストには、特徴的な縞状構造が発達することが知られており、形成年代との対応から、長時間スケールの海洋環境変遷や、氷期-間氷期サイクルを反映している可能性が指摘されている(Eisenhauer *et al.*, 1992, *EPSL*; Banakar *et al.*, 1993, *Marine Geology*; Han *et al.*, 2003, *EPSL* など)。しかし、氷期-間氷期サイクルの10万年周期に対応すると考えられる構造は約200~600 μmと極微小であり、海洋環境の変動をどのように反映して縞状構造の組成変化が保存されているのかなど、その詳細は不明な点が多い。

本研究では、日本南方海域の海上上で採取されたマンガンクラストのうち、縞状構造が良く発達する4試料を対象とし、主要・微量元素組成分布と縞状構造との対応関係を調べることで、その形成メカニズムの解明を試みる。X線顕微鏡(Horiba XGT)を用いた予察的な検討によると、マンガンクラスト中の縞状構造は主にMn, Fe, Siの互層からなり、さらにMn濃集部はストロマトライトに似た特徴的な柱状構造を持つ。またSiはMn濃集部を持つ柱状構造の間隙に濃集する関係が見られる。先行研究によるとMnの堆積速度は間氷期に高く(Eisenhauer *et al.*, 1992)、またSiの主成分と考えられる風成塵の堆積量は氷期に間氷期の約20倍となる(Maher *et al.*, 2010, *Earth-Science Reviews*; Lamy *et al.*, 2014, *Science*)ことを考慮すると、MnとSiの縞模様がそれぞれ間氷期と氷期に対応する可能性がある。

本研究ではこの作業仮説の下に、LA-ICPMSやEPMA、マイクロフォーカスX線CTスキャナ(Xradia)を用いた微小領域分析・観察を行うことにより、マンガンクラストの縞状構造に見られる主要・微量元素組成変動が、氷期-間氷期サイクルに伴う海洋環境変動をどのように反映しているかを実証的に明らかにする。さらに氷期-間氷期サイクルにおける風成塵や微小マンガノジュールのフラックス変化や、ストロマトライト構造を作るメカニズム、そして特定の海域のマンガンクラストに縞状構造が卓越する要因についても考察を行う。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

本研究では、正徳海山周辺の水深1940~2700 mで採取された、縞状構造が発達した4試料を使用した。試料の1つはSQUID磁気顕微鏡によって詳細な古地磁気逆転パターンが測定されている(Oda *et al.*, 2011, *Geology*)。本研究では、縞状構造が特に発達した過去100万年区間に注目し、マイクロフォーカスX線CT(Xradia)や蛍光顕微鏡を使用した内部構造の観察と、EPMAおよびLA-ICPMSを用いた微小領域元素分析を行った。

Xradiaを用いてマンガンクラストの内部構造を観察した結果、ストロマトライトのような柱状構造と、2層構造を持つ窓状構造が互層することで、縞状構造が形成されていることが分かった。柱状構造は高密度(高いCT値)なのに対し、窓状構造は低密度であり、2層構造の枠部分は弱い蛍光を示した。EPMA分析の結果、柱状構造はMnやFeで構成されるのに対し、窓状構造の枠部分はSi、中はAlやKで構成されることが分かった。またSQUID磁気顕微鏡による古地磁気逆転境界や底生有孔虫の酸素同位体比変動と比較することで、Mnの濃集する柱状構造は間氷期に対応することが示唆された。さらにLA-ICPMS分析の結果、窓状構造ではLi, Si, Al, Naの濃集と正のCe異常が見られるのに対し、柱状構造ではCo, Mo, V, Ti, P, Ca, Baの濃集が見られた。

これらの結果と、先行研究により示されたMn堆積量は間氷期に多く、風成塵の堆積量が氷期に多くなることを考慮し、Mn濃集部の柱状構造が間氷期に、砕屑粒子と有機物からなる窓状構造が氷期に形成されたと解釈した。窓状構造は正のCe異常や生物痕跡を示すことから、氷期には水深2000 m付近の酸素極小層が縮小して酸化的環境に変わったことを反映していると考えられる。窓状構造の外側に砕屑粒子が濃集するのは、バクテリアマット等による吸着の影響が示唆される。一方で柱状構造はMoやVの濃集から還元環境を示唆し、間氷期に酸素極小層が増大したことを反映していると考えられる。

ストロマトライトのような柱状構造の成長にはブラウン運動が関与しているという先行研究を考慮すると、氷期と比べて風成塵のような外因性砕屑粒子の堆積量が少なく、微小マンガノ粒のみがブラウン運動でゆっくりと沈降して堆積したことを反映している可能性がある。さらに、縞状構造が発達する海域が限られているのは、氷期の風成塵の供給量分布と関係している可能性があり、氷期-間氷期サイクルで風成塵の堆積フラックスが大きく変化する場において、マンガンクラストの縞状構造が良く発達すると考えられる。

採択番号 21A021, 21B020

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） 源田 亜衣・岡山大学大学院 自然科学研究科（博士後期課程3年）

研究期間 利用なし

共同研究分担者組織 井上 麻夕里（岡山大学）

#### 【研究目的・期待される成果】

インドネシア多島海には太平洋とインド洋を結ぶインドネシア通過流（Indonesian Throughflow: ITF）が存在し、ITFは海洋大循環で唯一熱帯表層を通過する流れである。そのため、地球表層の熱および水循環の要であり、気候変動とも密接に関連していると考えられる（Sprintall *et al.*, 2014）。インドネシア多島海的环境およびITFの変動を理解することは気候変動の理解にも繋がるが、この海域は地形の複雑性などのために数十年以上の記録の蓄積が乏しい。そこで本研究では、ITFの流域下で成長した複数のサンゴ骨格を試料とし、その骨格中の化学成分分析から海水温や塩分の復元を行うことで、ITFの表層環境の復元と気候変動との関係を時間的・空間的に明らかにすることを目的とする。本研究では、セリブ諸島、バリ島、ブナケン島から採取された塊状ハマサンゴの骨格コアを利用し、海水温の指標であるストロンチウム・カルシウム比と海水温と塩分の指標である酸素同位体比の分析から過去数十年以上にわたる古環境復元を行う。これまでにセリブ諸島とバリ島の分析が完了しており、本申請ではブナケン島の試料の分析を行う予定である。バリ島はITFの流路のうちインド洋に近く、本申請で分析を行うブナケン島はITFの流路でも太平洋側に位置することから、これらの結果を比較することでITF表層の時空間的な変動を明らかにすることが期待される。

#### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

令和3年度は前後期で申請を行っていたが、主にCOVID-19のため、博士論文執筆と並行して制限のない時などにタイミングを合わせて分析を行うことができなかった。

採択番号 21A023, 21B022

研究課題名 日本周辺海域における貝形虫化石のMg/Caを用いた鮮新世以降の古水温復元

氏名・所属(職名) 山田 桂・信州大学 学術研究院 理学系(教授)

研究期間 2021/10/31-11/2

共同研究分担者組織 学生2名

### 【研究目的・期待される成果】

微小甲殻類の貝形虫は2枚の石灰質殻を持ち、殻のMg/Caは定量的古水温復元に用いられる。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275万年前の時代について、日本海の中層水及び浅海域の水温を定量的に復元してきた。同研究により貝形虫殻のMg/Caが、過去の水温を定量的に復元する手法として有用であることが示された。そこで、これまで群集解析が行われてきた更新世や完新世の試料について、殻のMg/Caを用いた定量的古水温復元を行い、鮮新世以降の日本周辺海域の新たな水温データを得ることを目的とする。

2018年度は、これまで分析を行ってきた新潟県銚江層の試料に加え、対馬で掘削された完新世の柱状試料中の殻を用いた87試料の分析を行った。その結果、貝形虫群集変化と調和したMg/Caの変化が見出され、日本海に流入する対馬暖流の水温変動と一致していた。2019年度は申請を採択いただいたが、申請者の事情により利用できなかった。2020年度は、陸奥湾や北極海で掘削された試料、新潟県の鮮新統から得られた殻のMg/Ca分析を行い、完新世～鮮新世の古水温変動を復元した。

2021年度は新潟県の鮮新統から得られた貝形虫殻を用いて、浅海古水温の時間空間的広がりを殻のMg/Caを用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】

2021年11月1日と11月2日の2日間、高知大学海洋コア総合研究センターを訪れ、新潟県胎内市および新発田市に分布する鮮新統銚江層から得られた貝形虫 *Krithe* 属、*Acanthocythereis* 属と *Cytheropteron* 属の殻の微量元素分析を行った。*Krithe* 属と *Cytheropteron* 属は現生試料を用いて殻のMg/Caと水温の関係式が作られている。一方、

*Acanthocythereis* 属の化学組成データはこれまでに報告がなく、本研究試料で初めて行った。

試料は3.5～2.6 Maの地層が露出する寺内川ルートと胎内川左岸ルートを中心に採取した。乾燥させた岩石を5%のH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>に24時間浸し、開口径63 μmのふるい上で水洗させ、残渣を常温で乾燥させた。そこから、破壊されていない成体殻の *Krithe* 属および *Cytheropteron* 属の殻を拾い出し、表面の付着物を筆を用いて除去した後、分析用試料とした。各試料からいずれの殻も写真を撮影後、メタノールとミリキュー水を用いてクリーニングを行い、硝酸に溶解させて分析試料とし、高知大学海洋コア総合研究センター所有のICP-AESを借用してMg、Ca、およびSr濃度を測定した。それらの値から、Mg/Caを換算した。

分析で得られたデータのうち、中層水に生息する *Krithe* 属のMg/Caは9.3～17.0 mmol/molを、浅海帯に生息する *Cytheropteron* 属のMg/Caは9.5～27.5 mmol/molを示した。この *Cytheropteron* 属のMg/Caは、胎内ルートに比べ、寺内川の方が高い値を示した。既存研究のデータと合わせて、3.5～2.6 Maの中層水および浅海域の水温をまとめた。当時の日本海中層水域以深の水温は5℃前後を推移し、浅海域の水温は17～5℃の間で変動していた。浅海帯の水温は3.2～2.9 Maに期間の中で最も高い10～15℃を示し、2.6 Maにかけて徐々に低下したことが明らかになった。また、中層水温と浅海帯の水温差は3.3～3.0 Ma頃が最も大きく、2.6 Ma頃には最も小さくなったことが示された。2.75～2.6 Maの日本近海の定量的古水温を比較すると、当時の日本海沿岸部は中央部よりも水温が高かった。さらに、太平洋側の古水温に比べて低かったことがわかった。

*Acanthocythereis* 属のMg/Caの古水温計としての有効性の検討を目的としていたが、*Krithe* 属と同じ試料から得られたデータが少なく、傾向を掴むことはできなかった。

採択番号 21A024, 21B023

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(教授)

研究期間 2021/11/4-11, 12/10-17, 2022/1/24-28

共同研究分担者組織 学生1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揃いつつあるものの、数百年スケールでの変動や冬季モンスーンのデータは少なく、強度の変化やメカニズムは解明されていない。

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.*, 2016)。また、2017年度までの分析で、過去2800年間までさかのぼって数百年スケールの夏季及び冬季のモンスーン強度を復元した。その結果、夏季モンスーンの周期及び太陽活動との関係に基づき、3つの期間に分けられることが明らかになった(Yamada *et al.*, 2019)。しかし、夏季の降水量にどの程度のばらつきがあったのかは不明である。

2020年度は、AD300年以降の夏季モンスーン変動について、成体の殻の酸素同位体比を1個体ごとに分析することで、過去2800年間の底層塩分のばらつきを復元し過去の夏季降水量の範囲や頻度などのばらつきの度合いを検討した。しかし、1殻ずつの分析のため、対象とする年代をカバーするデータ取得に至っておらず、2021年度も引き続き、同じ試料から得られた殻の1個体ずつの分析を実施したい。2020年度の分析では底層塩分が低下する時期と高い値にまとまっている時期が見出されており、さらに分析を進め歴史記録との対比も進めていく予定である。

### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

2021年10月～11月、12月および2022年1月に計15日間、高知大学海洋コア総合研究センターの質量分析計IsoPrimeを借用し、貝形虫殻の炭素・酸素同位体比を分析した。分析は、中海から得られたN2015コア試料のうち、各試料から貝形虫 *Bicornucythere bisanensis* の完全な成体殻10個

を選択し、計300殻の酸素炭素同位体比分析を1殻ずつ行った。殻は分析前に写真を撮り、メタノールとミリキュー水を用いて洗浄した後、高知大学海洋コア総合研究センターのIsoPrime(JB157)を借用して分析を実施した。用いた試料のコア深度は83 cm～130 cmであり、試料の量が不足に分析できなかった個体を除いた288個のデータが得られた。

他年度に分析を行った個体のデータと合わせ、N2015コアのコア深度65～131 cmから得られた貝形虫 *B. bisanensis* 成体殻の424個体の酸素同位体比の値は、-2.38～1.01 ‰の値を示し、多くは-1.2～0.4 ‰を示した。また、まれに他の個体の酸素同位体比から離れて、-2.0から-2.5 ‰程度の低い値を示す場合が見られた。得られた酸素同位体比のヒストグラムは-1.8～0.4 ‰の範囲に9割のデータが含まれることを示し、この範囲より小さな値は12点、大きな値は7点認められた。

同一試料内の殻の酸素同位体比の値のばらつきはコア深度ごとに異なり、試料における殻の酸素同位体比の標準偏差はコア深度88, 89 cmと130 cmが大きく、1.2以上を示した。一方コア深度110～90 cmと80 cm前後では他の深度の試料内のばらつきに比べて小さかった。これらのばらつきが小さな層準はそれぞれ1500～1600年ごろに相当すると考えられる。

中海において夏季に殻を作る *B. bisanensis* 殻の酸素同位体比は底層塩分を反映することがわかっており、本課題での分析データを総合すると、過去1400～1650年の中海における底層塩分は、1500～1600年ごろは他の時期に比べて短時間での底層塩分の低下が少なかった可能性があることが明らかになった。これらの値を現在の中海における同種の成体殻の酸素同位体比と比較すると、平成30年7月豪雨の時の塩分低下時より低い酸素同位体比の個体が見られ、それらは1450～1500年、1600～1650年頃が多かった。

炭素同位体比は殻形成時の周囲の水環境のみならず、餌の影響を考慮する必要があるが指摘されており、今回は古環境復元に用いていないが、今後データを検討していく予定である。

採択番号 21A025, 21B024

研究課題名 ハイブリッド磁化率計による新しい非破壊粒度分析法の開発と応用

氏名・所属(職名) 小玉 一人・同志社大学 研究開発推進機構(嘱託研究員)

研究期間 2021/10/27-30, 12/22-25

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】

磁化率は、残留磁化と同様、地球掘削科学において必須の非破壊ルーチン分析項目である。しかし、これまで適切な機器や方法がなかったため、おおざっぱな磁性粒子の定量以上の情報を得ることができなかった。本申請者は、磁化率スペクトルから磁性粒子の粒径分布を推定する方法を考案し、周波数領域(Kodama *et al.*, *GJI*, 2014)と時間領域(Kodama, *EPS*, 2015)でそれぞれ異なる方法を提案した。本申請研究は、現在開発中のハイブリッド磁化率計を利用してこれらの手法を統合し、磁化率周波数スペクトルから粒径分布への変換という新しい切り口の研究手法を確立することによって、簡便かつ高精度の非破壊粒度分析法を実用化することを目的とする。

### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

ハイブリッド磁化率計とは、時間領域と周波数領域の測定を同時に短時間で完了できる新しい小型磁化率計である。その特徴は、1) 連続磁場パルス印加によって励起される固有減衰振動を積算してS/N比を向上させた波形から減衰時定数を求める(時間領域)、2) 得られた減衰振動曲線を高速フーリエ変換することによって周波数スペクトルを求める(周波数領域)、このふたつの計測を同時に行うことにある。個別試料用は超小型(手のひらサイズ)でバッテリー駆動なので、野外調査に最適である。長手方向に配置した多チャンネルシステムにすれば、掘削コア試料の連続ロギングも可能である。どちらも、磁性粒子(特に磁化率への寄与が大きいナノメートルサイズの超微細粒子)を非磁性微細粒子のアナログとみなすことによって、試料中の微細粒子全体の粒径分布を推定

する画期的な非破壊粒度分析法となろう。今回の申請では、試作段階のハイブリッド磁化率計を用い、岩石磁気特性の異なる国内外の既存火山岩試料を測定することによって、磁化率スペクトルと他の岩石磁性との相関を検討することに重点をおいた。コアセンターのMPMS磁化率計やVSM振動磁力計を利用し、代表的な火山岩試料(アイスランド)の高磁場下や低温下の磁性特性との比較を行った。これら大型特殊磁性測定機器を必要としてきた磁気ヒステリシス測定やFORC測定を補完、場合によってはより簡便かつ等価な計測法としてのハイブリッド磁化率計の活用と応用への展開を図った。

ハイブリッド磁化率計の開発と試作を申請者の所属機関(同志社大)で行い、基本的な仕様を満たす試作機的设计・開発・評価に注力した。その結果、多層プリント基板を活用した多重平面コイルとFPGA高速デジタル処理により、これまでにない高精度のデジタル磁化測定システムの試作機を構築した。今後のさらなる改善のため、先行研究で種々の磁性特性が明らかにされた実試料を用いた測定と、他の磁性測定機器による比較検討が必要になった。この点で、複数の大型磁性測定機器と多彩な既研究試料が備わった高知コアセンターの共同利用は最適であった。本研究の特色である磁化率周波数スペクトルから得られる微細粒径分布は、非破壊かつ簡便であるとともに、既存の粒度分析法を補完、さらにそれらに代わる新しい高精度粒度分析法として期待できる。その可能性を確認するための第一段階として、最新の岩石鉱物磁気研究によって詳細な磁性が明らかにされた火山岩試料との比較対象結果は、今後の研究の進展に有力な基礎資料となった。



採択番号 21A026, 21B025

研究課題名 南極周極流復元を目的とした南大洋インド洋区海底堆積物の年代モデル構築

氏名・所属(職名) 松井 浩紀・秋田大学大学院 国際資源学研究所(助教)

研究期間 2021/12/9-11, 12/24-26, 2022/1/13-14

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】

南極大陸を時計回りに一周する海流である南極周極流は、熱帯域と南極域の熱的障壁として働き、南極寒冷期の成立に重要な役割を果たしている。約2万年前の最終氷期においては、南極周極流は現在よりも北上し、海水発達や海洋循環停滞に結びついたことが判明している。しかし、より長期的な南極周極流の挙動については、南大洋大西洋区の研究に限られており、南大洋広域での南極周極流挙動は未だ明らかでない。そこで本研究では、2019年に南大洋インド洋区で採取された長尺の海底コア(全長約57m)を用いて、長期的な南極周極流の復元を目指す。同コアの明度変動に基づく予察的な年代モデルから、最下部の年代は約100万年前よりも以前と判明している。今回、より詳細な年代モデルを構築するため、コア試料から底生有孔虫化石を抽出し、炭素・酸素安定同位体比分析を実施する。

並行して同コアについて浮遊性有孔虫化石を抽出し、その群集解析を実施する。寒冷種の相対頻度を産出し、海底堆積物データベースを用いた経験則に適用することで夏季の海洋表層水温を復元する。南極周極流の南限および北限と考えられる海水温(それぞれ4℃と8℃)を基準値として、海底コア試料に対する相対的な南極周極流の位置(緯度方向)を復元する。南大洋インド洋区で50m以上の長尺コアは限られており、本研究で詳細な年代モデルを構築することで、古環境変動を解明するための代表的なコア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】

連続的な酸素同位体比変動曲線を作成するため、はじめにコア試料中の底生有孔虫化石産出状況を検討し、内生種である *Melonis pompilioides* が最適であることを確認した。続いて各試料をふるい分け、180-355 μm画分について *M. pompilioides* を10個体を目安に抽出した。多くの試料でマット状の珪藻化石が産出したため、底生有孔虫化石の抽出に時間を要したが、計113試料について分析に

必要な個体数を確保することができた。新型コロナ禍の影響で出張制限が重なり、現地での分析を行うことはできなかった。そのため、申請者が抽出した底生有孔虫化石試料を高知大学海洋コア総合研究センターに郵送し、分担者である池原教授に分析を依頼した。その結果、全113試料について炭素・酸素安定同位体比を分析することができた。酸素同位体比は2.84‰-4.64‰の間で変動し、同コア試料の明度と強い相関( $r=0.81$ )を示した。この結果は、最下部の予察的な年代推定(約150万年前)を支持する。また、*M. pompilioides* に固有の酸素同位体比補正值0.40‰(Duplessy *et al.*, 1984)を考慮すると、全球的な酸素同位体比変動曲線(Lisiecki and Raymo, 2005)の変動幅(3.10‰-5.08‰, 過去150万年間)とも整合的である。今後、コア試料から底生有孔虫化石をさらに抽出し、炭素・酸素安定同位体比を分析することで、上記の全球的な変動曲線と精密な波形対比を行うことが期待できる。炭素同位体比については、-2.17‰-0.23‰の値を示し、酸素同位体比と同調した氷期間氷期変動が認められた。南大洋インド洋区における底層水の変遷を記録している可能性がある。

並行して同コアの計51試料から浮遊性有孔虫化石を抽出し、群集解析を遂行した。コア最上部10m(約50万年間)を対象とし、寒帯種 *Neogloboquadorina pachyderma* が94.3%-8.9%産出することを明らかにした。表層堆積物由来の換算式(Govin *et al.*, 2009)に適用すると、夏季の海洋表層水温は3.1℃-10.6℃と復元された。南極周極流の南限(北限)の海水温を4℃(8℃)と仮定すると、復元水温の変動幅は十分に大きく、試料地点に対する南極周極流の相対的な位置(緯度方向)が変動したと推定される。得られた成果について、日本地質学会東北支部2021年度総会で口頭発表(招待講演)を行った。今後、同コア下部の浮遊性有孔虫化石群集解析を進め、酸素同位体比年代モデルの下、南極周極流の変遷を詳細に復元する。

採択番号 21A027, 21B026

研究課題名 モンゴル国ゴビ砂漠東部に分布する古第三系Ergilin Dzo層中の古地磁気層序確立と  
始新世-漸新世境界の推定

氏名・所属(職名) 實吉 玄貴・岡山理科大学 生物地球学部(准教授)

研究期間 2021/8/24-9/3

共同研究分担者組織 畠山 唯達, 北原 優(岡山理科大学), 他 学生1名

【研究目的・期待される成果】

本申請者らはこれまで、モンゴル国ゴビ砂漠に分布する上部白亜系や古第三系を中心に、地層から産出する脊椎動物化石(恐竜類・哺乳類)の発掘調査、堆積学的手法を用いた層序対比と古環境復元、対象層の年代測定を行ってきた。しかし、当時から現在まで大陸内陸部に位置しているため、海成層からの示準化石や、放射性年代測定の対象となる火山砕屑物が欠如していることで、化石産出層の年代を推定することが困難であった。中でも、古第三系Ergilin Dzo層は、産出する哺乳類化石から、Eocene-Oligocene境界を保存するとされるが、絶対年代に代表される化石以外の年代指標は認められていない。高知大学海洋コア総合研究センターの2020年度共同利用(20A052・20B046)において、計63個の試片から磁化測定した結果、1層準から確実な逆帯磁、3層準から磁性の弱い逆帯磁と正帯磁の結果を得た。2021年度はこれらの極性確認及び追加試料の測定を通して、可能な限り磁性を得つつ、地磁気層序学的手法による年代制約を可能にしたいと考えた。

本研究成果は、モンゴルゴビ砂漠における古生物学的研究へ、重要な年代制約を提供するだけでなく、申請者所属機関の実施する他のモンゴル産脊椎動物化石研究(化石の有機物解析)へ応用されるなど、さらなる研究発展が期待される。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

【利用】

2021年8月24日～9月3日(11日間) 学生1名・畠山唯達

【研究実施内容】

モンゴル国Ergilin Dzo地域に分布するErgilin Dzo層より採取した、11層準56試料内から、試料状態がよく、かつ広範囲の層準から採取した試料37試料に対し、岡山理科大学にて試片作成を行った。試片は採取時に示された3点を水平固定し、基準となるX/Y軸を設定した上で、試料切片69個を作成した。このうち、測定に用いたのはサイコロ状試片を作成できた126個である。試片を高知大

学海洋コア総合研究センターの古地磁気・岩石時期実験室に設置される個別試料測定型超電導磁力計・熱消磁炉を用いて、13から14ステップ(0～600℃まで)の段階熱消磁を行いながら、超電導磁力計にて磁化測定を行った。これと同時に、熱磁気天秤・振動磁力計・パルス磁化器を用いて、磁性鉱物の同定を行った。なお測定試片の磁性鉱物は、主に赤鉄鉱から構成され、一部磁鉄鉱を含むと考えられる。ただし、コロナ禍のため計画していた計測全てが終了できなかった。

【得られた成果】

11層準のうち5層準(下位からPM1, 6, 5, 9, 10)から特徴磁化成分を得た。方位はPM1, 9, 10が南向きに逆帯磁、PM5, 6が北向きに正帯磁を示した。PM1, 9はデータが少なく不明瞭ではあるが、今回の結果は、本層内における2回の地磁気逆転を示唆した。地磁気極性は下位からC13r (PM1), C12n (PM5, 6), C12r (PM9, 10)に相当すると考えられる。Ergilin Dzo層における先行研究から、推定されている始新世-漸新世境界の解釈と本結果は矛盾しない。また、岩石磁気測定の結果からPM1は、磁鉄鉱を主体とし一部赤鉄鉱を含むことを示した。PM5, 6, 9, 10は赤鉄鉱を主体とする。PM1は、200～560℃で原点に向かう磁化成分を持ち、560～680℃間の磁化成分は方向性を持たない。一方、PM5, 6, 9, 10は主に300～680℃で原点に向かう磁化成分を確認した。このことから、PM1は磁鉄鉱、PM5, 6, 9, 10は赤鉄鉱が安定した磁化成分を担うと考えられる。しかし、赤鉄鉱を磁性鉱物とする赤色泥岩は、二次的に獲得された化学残留磁化を示す可能性もあるため、現時点では残留磁化の初生性に議論の余地がある。最下位層準のPM1における地磁気極性の決定や、赤鉄鉱を主体とする試料の初生性を示すことが、本層の古地磁気層序を確立する上で重要である。今後、交流消磁を用いた磁化測定や逆転テストを進める。また、古地磁気層序に加えて対象層から採取されている炭酸塩岩を対象としたU-Pb年代測定法にも着手し、より正確な年代の制約を試みる。

採択番号 21A028, 21B027

研究課題名 考古学資料等を用いた古地磁気・岩石磁気学測定による地磁気記録物質と土器焼成環境の解明

氏名・所属(職名) 畠山 唯達・岡山理科大学 フロンティア理工学研究所(教授)

研究期間 2021/8/23-27, 12/3-8

共同研究分担者組織 白石 純(岡山理科大学), 足立 達朗, 加藤 千恵(九州大学)

北原 優(岡山理科大学), 他 学生2名

### 【研究目的・期待される成果】

本研究では、(1)古地磁気記録媒体として含まれる強磁性鉱物の挙動、とくに考古資料に含まれる鉱物がどのタイミングで生成・磁化されるかを磁氣的に推定すること、(2)被熱遺構や土器片等に含まれる鉄酸化物の動態を古地磁気・岩石磁気学的手法を用いて推定すること、を目的とする。

申請者らはこれまで、土器片やそれを焼成した遺構(窯跡)などの考古資料や歴史溶岩を用いた古地磁気方位・強度の測定や、熱残留磁化を保持して埋没している窯体を源とする磁気異常の観測を行ってきた。地磁気の記録媒体は対象物質中に含まれる鉄酸化物などの強磁性鉱物である。考古資料の場合、もととなる物質(粘土や土壌)や遺構周囲の環境と比べて、熱を受けた土器片や被熱遺構などは磁性鉱物を多く含み強い残留磁化を持つが、増えたと考えられる磁性鉱物の起源については不明な点が多い。一方で、鉄化合物は様々な形態をとり、温度・圧力・酸化還元状態等さまざまな環境の影響を受けやすく、無釉土器の場合はその色にも大きな影響を及ぼしている。そのため、鉄酸化物を調べることは残留磁化の起源に関する知見だけでなく、土器の焼成環境や住居内かまど面などの被熱度合いなどを知るうえで大きな手掛かりとなるが、複数種の鉱物の違いや結晶粒径などを見極めるために岩石磁気測定が有効である。本申請では、被熱・非被熱遺構や土器片など複数種の考古資料に対して古地磁気・岩石磁気学的手法を用いて磁性を測定し、上記のような情報を抽出することを計画している。(将来的には化学分析等の結果と比較することを考えている。)昨年度(2020)までに、いくつかの窯の床面や土器片、火山岩試料や対比用の試葉等について磁性(ヒステリシスループ・熱磁気・帯磁率等)を測定してきた。特に、ひとつの窯跡(岡山県瀬戸内市庄田工田窯跡)から出土した多数の土器片について、岩石磁気測定結果と別途測定した磁石へのつき方および組成との対比を行ってきた。今年度の計画では、引き続き考古資料等の岩石磁気測定を進める他、復元窯(昔の焼成環境を復元して実際に陶器を焼いている窯)での焼成土器・窯体・焼成前の粘土等の磁性を計測して比較し、温度や酸化状態に関する情報を抽出したい。

本研究の成果は、考古地磁気学における残留磁化の保持物質と磁化の起源に関する基礎的な資料となるだけでなく、考古学分野における古代窯業生産過程等の解明への寄与が期待される。

### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

2021年度の海洋コア総合研究センター全国共同利用制度を利用して以下のような研究を行った。

#### 1. 庄田工田窯跡から出土した土器片の岩石磁気測定

2018年度から発掘調査を行っている岡山県瀬戸内市の庄田工田(しょうだくでん)窯跡から出土した土器片について、岩石磁気分析を開始した。この試料(140点)については、分担者の白石が2018年度までに蛍光X線による胎土分析(土器の全岩化学分析)と土器片の磁石に対する反応の程度を測定している。今回は、上記の結果と対比できるように全点についての磁気ヒステリシスと一部試料の熱磁気分析などを行い、主に鉄の量と磁性、色等を比較することを目的としている。2021年度には約40点のヒステリシスと10点の熱磁気分析、磁気特性測定装置(MPMS)を使用した交流磁化率を約3点について行った。測定はだいたい終了し、成果をまとめる段階にきた。

#### 2. 田本第1号窯跡床面の岩石磁気測定

福岡県八女市にある田本窯跡7基の古窯について古地磁気・岩石磁気測定を行っているが、共同利用では熱磁気分析、磁気ヒステリシス測定、低温交流磁化率、FORCダイアグラム測定を行った。7基中5基は通常の土を張った床面であったが、2基については土に稲藁と思われる混和剤が混じっており、そのため、他の窯と比べ、磁性および残留磁化についても異なる様相となった。

#### 3. 弥生土器・埴輪の岩石磁気測定

我々はこれまで須恵器および須恵器窯跡試料を用いた古地磁気強度測定を行ってきた。年代をさかのぼるために最近弥生土器の測定を開始したが、焼成環境が須恵器と大きく異なるため、強度測定の成否の条件がかなり異なることが分かった。そこで、鹿児島大学より提供を受けた鹿児島大学構内遺跡出土の弥生土器について、熱磁気分析・磁気ヒステリシス分析等をおこない、磁性の特徴を明らかにするとともに、これまでに得られた須恵器に関する知見との比較対象を行っている。

#### 4. 富士山溶岩の岩石磁気測定

岡山理科大学では古地磁気強度測定を連続的にを行っている。主なターゲットは古窯等の被熱遺構面のほか被熱した考古遺物、歴史溶岩などである。とくに富士山については、近年になって火山層序(溶岩層序)が確立されつつあること、C14などを使った年代測定や詳細な古地磁気方位測定が行われていることから、古地磁気強度測定についても非常に価値が高いフィールドとなっている。我々は考古遺物に対する古地磁気強度測定と同様の手法で溶岩についても強度を求めているが、物質的な違いから、強度測定の成否基準がかなり異なるようである。そこで、考古試料との対比も含め、岩石磁気的な測定を継続している。2021年度は16溶岩からの試料について、熱磁気分析、磁気ヒステリシス分析を行い、高温での変質が強度測定とどのように関連しているかを考察している。

採択番号 21A030, 21B029

研究課題名 磁性細菌が堆積物形成初期の多様な環境で獲得する残留磁化の系統的検討

氏名・所属(職名) 政岡 浩平・九州大学大学院 地球社会統合科学府(博士課程2年)

研究期間 2021/6/24-7/7, 11/8-21, 2022/3/11-25

共同研究分担者組織 大野 正夫(九州大学), 山本 裕二(海洋コア)

諸野 祐樹, 富岡 尚敬(海洋研究開発機構), 浦本 豪一郎(海洋コア)

### 【研究目的・期待される成果】

海底堆積物の自然残留磁化(NRM)は、陸源の磁性鉱物だけでなく、磁性細菌に起源をもつ生物源マグネタイトにも担われており、その量的重要性が指摘されている(e.g. Yamazaki and Ikehara, 2012). Paterson *et al.* (2013)は、堆積物がNRMを獲得する過程を模擬した実験を行い、その性質について検討しているが、培養した磁性細菌を使用している例としては唯一である。

申請者は、堆積物中の生物源マグネタイトが獲得する残留磁化の性質について検討するため、磁性細菌の細胞群が堆積物形成初期にNRMを獲得する過程を模擬した実験を行って、残留磁化測定用試料群を作製し、磁気分析を行ってきた。堆積物形成初期のNRM獲得過程は、培養した磁性細菌 *Magnetospirillum magnetotacticum* MS-1の細胞群を、印加磁場下で配向させ、寒天でその配列を固定することで模擬した。しかし、作製した試料群は、実際の堆積物と比較して、異方性が大きく、古地磁気強度相対値の指標となるNRM/ARMも1桁以上大きかった。作製試料と実際の堆積物との間には大きな差異があるといえる。この原因は、融解寒天中のMS-1が、現在の地球磁場と同程度の強度の印加磁場では効率的に配向し、その配列が寒天の固結によって状態良く保存されることにあると考えられる。そのため、MS-1の配向を抑制した試料を作製することで、実際の堆積物との差異を縮められる可能性がある。

本研究では、印加磁場に対するMS-1の配向を抑制するため、試料作製時の印加磁場強度が現在の地球磁場の1/10程度の範囲や、磁場印加前に寒天をある程度固結させた状態で試料を作製した。作製した試料と実際の堆積物について、残留磁化の性質やその獲得時の物理条件を比較することで、生物源マグネタイトを含有する堆積物が獲得するNRMの性質の解明と堆積物を用いた古地磁気強度記録復元の信頼性向上への貢献が期待される。

### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

MS-1の印加磁場に対する配向を抑制するため、現在の地球磁場の1/10程度の印加磁場強度範囲や、寒天温度低下によってある程度固結が進行した状態で磁場を印加するという条件で試料群を作製した。具体的には、磁場印加開始時の寒天温度は50℃で印加磁場強度を0-10 μTの範囲

で変化(実験系①)、磁場印加開始時の寒天温度50℃・44℃・40℃について、印加磁場強度を0-100 μTの範囲で変化(実験系②)という条件で実験を行った。いずれも、印加磁場方位は偏角0°・伏角0°で、細胞数は $3 \times 10^9$  cells/7 cm<sup>3</sup>で一定である。また、融解寒天が完全に固結するのは~36℃である。作製した試料群は、速やかに高知コアセンターの個別試料測定型超伝導岩石磁気磁力計でNRMを測定し、その後、九州大学で詳細な磁気分析を行った。

NRM強度について、実験系①は印加磁場強度の増加に伴って直線的に増加し、その最大値は9 μTで $0.38 \times 10^9$  Am<sup>2</sup>であった。実験系②は、90 μTで作製した試料において、50℃:  $1.80 \times 10^9$  Am<sup>2</sup>, 44℃:  $1.32 \times 10^9$  Am<sup>2</sup>, 40℃:  $0.49 \times 10^9$  Am<sup>2</sup>と差があったが、いずれも双曲線正接関数(tanh関数)に従って非直線的に増加した。Jelinek (1981)による異方性の大きさを表す指標Pを算出すると、実験系①で作製した試料群は、試料作製時の印加磁場強度によらず、その平均値は $1.03 \pm 0.02$ であった。一方、実験系②では、印加磁場強度の増加に伴ってPの値が増加し、その最大値は、50℃: 3.96, 44℃: 2.65, 40℃: 1.38であった。Pの増加率は、磁場印加時の寒天温度の低下に伴って減少した。磁性細菌を含有する天然の堆積物の場合、Pの値は~1.01である(Usui *et al.*, 2019)。NRM/ARMについて、印加磁場強度との関係はNRM強度と同様で、その最大値は、実験系①の9 μTで2.04、実験系②の9 μTで50℃: 6.15, 44℃: 5.36, 40℃: 2.61であった。

試料作製時の印加磁場強度を弱めたり、寒天の固結をある程度進行させた状態で磁場を印加したりすることで、NRM強度・ARM異方性・NRM/ARMが低下した。印加磁場に対するMS-1の配向を抑制し、実際の堆積物との差異を縮めることができたといえる。また、実験系②において、磁場印加開始前の寒天温度低下(寒天固結の進行)によって、印加磁場強度に対するNRM強度やNRM/ARMの増加が直線的比例関係に近づいた。これは、ブロックの形成によって外部磁場強度とNRM強度の関係が直線的に遷移していく様子と類似している(Tauxe *et al.*, 2006)。そのため、寒天の固結がある程度進行した状態で磁場を印加するという試料作製条件は、ブロックを形成した堆積物がNRMを獲得する過程のアナログとなっている可能性がある。今後、これらの物理条件について比較し、より詳細な検討を行う。

採択番号 21A032, 21B030

研究課題名 東南アジア地域出土の考古試料を用いた考古地磁気学的研究

氏名・所属(職名) 北原 優・岡山理科大学 フロンティア理工学研究所(日本学術振興会特別研究員)

研究期間 利用なし

共同研究分担者組織 畠山 唯達(岡山理科大学), 山形 真理子(立教大学)

大野 正夫(九州大学), 山本 裕二(海洋コア)

### 【研究目的・期待される成果】

考古地磁気学は、被熱遺物に記録された磁気的情報をもとにして、遺物焼成時の地球磁場の強度や方位を復元する研究分野である。地球磁場の時間変化モデル(永年変化曲線)を構築することができれば、それを利用して年代が未知の遺跡の年代決定を行うことができる。申請者らは最近行った研究の中で、日本周辺における西暦200年～1100年を網羅する地球磁場強度の新たな時間変化モデルを構築した。また、現代の焼き物窯から採取された焼土・土器を用いて考古地磁気強度実験を実施し、姉妹試片に対して実施した各種岩石磁気分析の結果と対照させることにより、試料種ごとの推定強度値の傾向と原因について明らかにし、強度実験の高精度化への示唆を得ることができた。

本研究では、上記の極東アジアにおける研究成果を東南アジア地域へと応用し、新たな自然科学的年代決定手法(考古地磁気学的年代決定法)の導入によって、東南アジアの異なる遺跡群間の相対年代の関係性を明らかにすること、および、東南アジア地域で初の試みとなる考古地磁気データセットを構築し、これまで未知であった当地域周辺における地球磁場変動の詳細を明らかにすることを目的とする。計画している具体的な研究項目は、①ベトナム中部の前4世紀～後15世紀の2つの文化(サーフィン文化・チャンパ王国の文化)に関する歴史記述のさらなる精密化(考古地磁気データと考古学・美術史デー

タを組み合わせた複合的な相対編年の作成)、②ベトナム南部出土の年代が未知の遺物の年代帰属、③ベトナムにおける地球磁場(強度・方位)の時間変化の復元、の3点である。

本研究の特色は、東南アジアにおける初めての本格的な考古地磁気学的研究であるという点であり、東南アジアの考古学研究において(放射性炭素法以外についての)本格的な自然科学的年代決定手法を導入する試みであるという点である。また、紀元4世紀～後15世紀頃までの複数の遺跡が大量に存在し、(とくに日本の研究機関の主導による)発掘調査も多数実施されているベトナム中部を主な研究対象地域に設定した点であり、考古地磁気方位と異なり、定方位サンプリングを特別に実施する必要のない考古地磁気強度を主な研究対象として設定した点である。また、おもな実験試料として、強度のみならず伏角も復元可能なレンガを用いる点である。

### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

当初計画では、本年(2022年)1月14-17日の4日間にわたり、古地磁気・岩石磁気実験室の各種実験装置を用いて、「ホアジェム遺跡」を中心とするベトナムの考古遺跡から採取された土器片試料に対する考古地磁気強度実験・岩石磁気分析を実施する予定であったが、コロナ感染拡大に伴う高知大への来訪自粛要請により研究を実施することができなかった。

採択番号 21A033, 21B031

研究課題名 二枚貝類の地球化学分析から探る鮮新世以後の日本列島沿岸海域の環境変動

氏名・所属(職名) 近藤 康生・高知大学 理工学部 生物科学科(教授)

研究期間 2021/12/16-24, 2022/1/5-7

共同研究分担者組織 長谷川 精, 西尾 嘉朗(高知大学), 他 学生9名

### 【研究目的・期待される成果】

軟体動物二枚貝類の殻には日輪・年輪が刻まれており、古環境解析において、季節変動、あるいはそれ以上の高精度解析が可能である。この優位性を生かし、北半球で寒冷化が進行した鮮新世から現在までの日本列島沿岸海域の古環境を季節変動レベルで解析する。特にイタヤガイ科二枚貝は、外部形態の観察から日単位の殻成長を手軽に知ることができる種を含んでおり、このような研究にはふさわしい素材である。このような背景のもと、本研究は、*Amussiopecten*, *Amusium*, *Pecten*, *Mizuhopecten* の各属をおもな対象とし、微細成長線ごとの成長量と地球化学的パラメータ(酸素同位体比および微量元素)との関連を明らかにし、この関係に基づき、鮮新世以降の沿岸海洋気候変動を明らかにすることをめざす。また、イタヤガイ類とは対照的に、幅広い時空分布を持つタマキガイ科の *Glycymeris* 属二枚貝の年輪解析・地球化学分析も並行して行い、古環境変遷を立体的に把握することをめざす。

これまでの研究(2018-2020年の採択課題「二枚貝類の地球化学分析から探る鮮新世以後の古土佐湾沿岸域の環境変動」)から、鮮新世末~更新世ジュラシアンからカラブリアン・チバニアンにかけての時代に、沿岸海域の季節変動パターンに大きな変動が生じたことが分かっており、今回の申請から、対象海域を土佐湾から日本列島沿岸海域へと拡大することにより、さらに詳細な実態解明、およびタイミングの絞り込みが進展することが期待される。

### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

今年度は、高知県の室戸半島西岸の鮮新統ないし更新統から産出したイタヤガイ科二枚貝の *Amussiopecten praesignis*, *Mizuhopecten tokyoensis hokurikuensis*, および *Amusium pleuronectes okinawaensis* の酸素同位体および微細成長線の分析を中心に実施した。

特に、モミジツキヒガイ *A. praesignis* については、これまで唐ノ浜層群穴内層下位-中位層準(3.6-2.6Ma)から穴内層上位層準、および掛川層群大日層(約2Ma)にわたる7個体の分析を終えることができた。その結果、本種

は、現生イタヤガイ科のツキヒガイ *Ylistrum japonicum* に匹敵する大きな成長速度と短命な生活史を持っていたことが分かった。また、これらの多くが、同じ海域に生息する現生イタヤガイとは異なり、秋から冬にかけての低水温期を中心に殻成長を行っていたことが明らかとなった。この低水温型季節成長様式は、主に春から夏にかけて殻を成長させる現生種イタヤガイ *Pecten albicans* やツキヒガイとは大きく異なる。これらの化石および現生イタヤガイ科二枚貝は、いずれも土佐湾の陸棚を生息場所とする種群であり、土佐湾の海況が鮮新世から更新世以降、現在までの間に大きく変化したことを示唆し、この変化が *A. praesignis* の絶滅をもたらした可能性が高い。また、時代的な変遷に注目すると、鮮新世ピアセンジアンに比べ、更新世ジュラシアンの標本は殻成長速度が大きかったことが分かった。この原因としては、更新世ジュラシアンには栄養塩に富む水塊が沿岸域に発達したことが推定された。

また、穴内層上部、2.3Ma付近の層準から産出した *Mizuhopecten tokyoensis hokurikuensis* の酸素同位体比( $\delta^{18}\text{O}$ 値)は大きな値を示し、陸棚下部から斜面にかけての水深に生息していたことが分かった。本亜種は、模式産地の大桑層などではより浅い陸棚上部に生息していたことが知られている。本亜種の比較的古い産出である穴内層の個体が黒潮沿岸域の深い水深帯に生息していたことは、その起源を探る手がかりとして注目される。

以上のほか、鳴門海峡海底下に分布する更新統から洗い出されたトウキョウホタテガイ *Mizuhopecten tokyoensis* の酸素同位体分析を行い、 $\delta^{18}\text{O}$ 値で3‰以上という、水温年較差の大きな水温環境に生息していたことが明らかとなった。このことと、共産種に、ウラカガミ *Dosinia angulosa* やアカガイ *Anadara broughtonii* などの内湾性貝類を含むことから、本種は現在の播磨灘に似た環境に生息していたことが推定できた。また、殻成長はおもに低水温期であったことも明らかとなった。

さらに、沖縄県の羽地内海産の現生二枚貝ソメワケグリ *Glycymeris reevei* の酸素同位体分析を行い、同種が低水温期に年輪を形成することが始めて明らかになった。

採択番号 21A034, 21B032

研究課題名 マンガンノジュールの成長過程と成長中の回転運動の解明

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 2021/5/13-15, 17-20, 9/29

共同研究分担者組織 白井 朗, 山本 裕二(海洋コア), 村山 雅史(高知大学), 他 学生1名

### 【研究目的・期待される成果】

マンガンノジュールは、将来の金属鉱物資源として期待されていると同時に、海洋環境を記録する堆積岩としても重要である。一般に、海底堆積物の表面に産出し、堆積物によって埋没すること無く成長し続けると信じられている。しかし、その成長過程は十分に判明されておらず、特に成長中に物理的な移動や回転などの運動があることは証明されていない。本研究の目的は、古地磁気学により、マンガンノジュールの成長過程における回転の復元を試みて、深海における堆積作用との関係を明らかにすることである。

研究には、工業技術院地質調査所によって1983年にペンリン海盆で実施されたGH83-3航海において水深5248 mからボックスコアラー(西経158度30分64秒, 南緯12度00分03秒)によって、深海粘土堆積物の表面から採取された試料(B92-1-1; 74 mm×60 mm×66 mm)を用いる。採取時に試料の頂点(中心)に、ホワイトマーカーで印をして鉛直上方向の基準とした。マーカーとノジュールの中心を含む面で垂直に半割して半割面から板状のA試料を採取する。また、残りの半割試料のマーカーを含む面で直交方向に分割して、その切断面からA試料と直交する板状のB試料を得る。A試料, B試料それぞれについて、縦方向に5列の短冊状試料を分割し、さらに成長方向に5試料あるいはさらにこれらを半割した10試料とし、古地磁気・岩石磁気の変化を測定する。自然残留磁化は、産総研の超伝導岩石磁力計を用いて測定し、段階交流消磁実験により初生残留磁化成分を求める。さらに、振動試料型磁力計や低温磁性測定装置を用いて、磁気ヒステリシス、等温残留磁化獲得曲線、FORCなど岩石磁気特性を測定する。年代値は<sup>10</sup>Beを用いて推定する。

これまでの古地磁気の予察データにより、A試料, B試料ともにホワイトマーカー近くの表面付近の試料の古地磁気伏角は試料採取地点で期待される地磁気伏角(約-23度)と一致することが確認された。このことから、ノジュールの表層は現在の地磁気を記録していると推定される。また、過去に遡るにつれて古地磁気伏角は深くなる傾向が見られる。本研究ではこれらデータに基づいてマンガンノジュールの成長中の回転の可能性について論じるとともに、岩石磁気データに基づく磁性鉱物の種類と起源についても考察する。

本申請では、低温磁性測定装置(MPMS)を用いて古地磁気および岩石磁気の記録を保持しているノジュール中の磁性鉱物の詳細を明らかにする。特に、磁鉄鉱の低温磁気相転移点(フェルベール点; ~125 K)など特徴的温度の検出による磁性鉱物同定を試みるとともに、VSMなどによる岩石磁気測定結果と組み合わせて特徴的磁性鉱物成分の同定を行い、その起源を解明する。

### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

本利用において、低温磁性測定装置(MPMS)を用いてノジュールの深さ方向に採取した5試料を分析した。具体的には、300 KでのIRM acquisition測定、およびZFC(Zero Field Cooling), FC(Field Cooling), ZF Cycling(Zero Field Cycling)を行った。300 KでのIRM acquisition測定結果をUnmixingした結果、5-10 mT, 20-30 mT, 30-40 mT, 1500-3000 mTの4つの保磁力成分に分解できることがわかった。振動試料型磁力計(VSM)のIRM acquisition結果と比較検討を行った結果、MPMSの結果では低保磁力成分・高保磁力成分が特に顕著に確認できることがわかった。これは測定の時間スケールが異なること、磁場の印加方法が異なることなどが影響していると考えられる。ZFC, FC, ZF Cyclingの磁化測定データから磁鉄鉱の低温磁気相転移点(フェルベール点; ~125 K)の読み取りを試みたが、うまくいかなかった。FC曲線とZFC曲線は、150~250 Kから常温(300 K)の間では2つの曲線は一致するが、より低温側でFC曲線が徐々にZFC曲線を上回り離れていく特徴を示す。鉄マンガン酸化物に含まれる低温で磁性を示す何らかの鉱物相が影響を与えている可能性がある。

フェルベール点の読み取りのために、ZF Cyclingの加熱曲線についてJackson & Moskowitz(2021)の方法を試みたところ、相転移点を確認することができた。まず、1 K間隔の測定データについてsmoothing splineで0.1 K間隔に平滑補間した。その後、温度で微分したデータを生成した。微分データについて、変曲点を確認できたが、変曲点を含まない温度範囲についてbackground値として7次の多項式で曲線近似を行い、微分データからこのbackgroundとなる磁化成分を引き算することで、相転移点の高感度検出を可能とした。得られたフェルベール点の温度範囲は94~104 Kであった。これは、不純物を含む(チタン)磁鉄鉱あるいは低温酸化をした磁鉄鉱の存在を示唆する。さらに、ZF Cyclingの冷却曲線の300 K測定値に対する加熱曲線の300 K測定値の比率を求めた( $\Delta Mc$ ; Özdemir and Dunlop, 2010)。 $\Delta Mc$ はノジュール表面近くの試料では約0.05であったが、一番深い試料(~17 mm)では約0.01であった。これは、Özdemir and Dunlop(2010)によれば、それぞれ89%と97.5%の酸化度(z)に相当する。この結果と深度によるIRM unmixingの各成分の保磁力の違いから、ノジュール表面近くでは含有磁鉄鉱粒子の表面が低温酸化してmaghemite化し(高保磁力)、ノジュール深くではさらに100%近くまでmaghemite化された(保磁力が低下した)ことが推察される。

採択番号 21A035, 21B033

研究課題名 モンゴルの湖沼堆積物から探る最終氷期以降の永久凍土変動の復元と陸域環境への影響評価

氏名・所属(職名) 勝田 長貴・岐阜大学 教育学部 地学教室(准教授)

研究期間 2021/6/14-30, 7/14-20, 9/15-30

共同研究分担者組織 長谷川 精(高知大学), 志知 幸治(森林総合研究所)

中川 麻悠子(東京工業大学), 村山 雅史(高知大学)

岩井 雅夫(海洋コア), 出穂 雅実(東京都立大学), 他 学生2名

### 【研究目的・期待される成果】

近年の地球温暖化は、特に中緯度～高緯度域の永久凍土融解および陸域環境(水, 土壌)や生態系(植生, 微生物)の改変を引き起こすことが懸念されており, その影響予測は喫緊な課題である。しかし, 現状では気候モデルの結果は不確定性が大きく, その検証に使用可能な機器による観測データは植生の乏しい北極圏のツンドラ地帯に限られる。応募者らのこれまでの研究(Katsuta *et al.*, 2017, 2018, 2019)で行われたシベリア永久凍土南端のタイガ～森林ステップが分布するバイカル湖やモンゴル湖沼の堆積物コアの分析により, ユーラシア大陸中緯度では永久凍土の影響を強く受けてきたことが明らかとなった。また, モンゴル南西部(オログ湖)の湖底堆積物の分析結果から, 最終氷期に起こったダンスガードオシュガーイベントのような急激な気候変動に対するシベリア南部の永久凍土の動態を記録している可能性が明らかになった(採択課題18A032, 18B030, 19A017, 19B015, 20B066)。

そこで本研究では, 2019年3月1～5日にモンゴル北西部のサンギンダライ湖で採取した掘削コア試料(24 m長; 1.5 m×16本)を対象とし, X線CTやItrax, マルチセンサーコアロガー等により, 過去数千～数万年間の同地域の気候変動記録を年～十年スケールで高解像度に解析することを目的とした。さらに1 cm毎に分割した試料に対して無機化学分析(XRF)や密度分析, 鉱物分析(XRD), そして花粉分析も併せて行うことにより, 過去4万年間における永久凍土の融解, 周辺の陸水環境や植生, 湖内の微生物組成の変動を数年～数十年の分解能で復元する。特に, 最終氷期に繰り返し生じた急激な気温上昇に対する永久凍土変動の実態と, その融解に伴う水, 土, 生物への影響を解明する。

### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

本研究では, モンゴル北西部・サンギンダライ湖で2019年3月に採取した湖底堆積物コア試料(19SD01～05; 1.5 m×16本)を対象とし, 同試料から古気候変動記録を高時間分解能で読み出すため, X線CTやXRFコアスキャナー(Itrax), マルチセンサーコアロガー等を用いて分析を行った。まずItraxを用いて0.2～0.5 mm解像度で主要・微量元素組成変動を測定し, 得られた元素組成データとコア写真に基づいて, 5本のコアの対比と, 複合コア柱状図の作成を行った。その結果, 最深部付近(最終氷期層準)にコア間の未回収堆積物の間隙が一部に見られるものの, 退氷期から完新世にかけてはほぼ完全連続な約13 m長の複合柱状図が構築された。コアの年代モデルは, 土壌試料の<sup>14</sup>C年代により算出した。表層コアおよび掘削コアの22試料の<sup>14</sup>C年代の結果, 湖底面からの深度82 cm(表層コア最深部)は約2800年前に相当し, 深度約3.5 mの岩相

が茶褐色泥から緑灰色シルトに大きく変化する層準が約1.2万年前の退氷期に相当すること, さらに最深部13 m深度の年代は約4.2万年前に対応することが明らかになった(平均堆積速度は約30 cm/kyに相当)。

複合コアの岩相変化とItrax分析による元素組成変動から, 以下のような古環境変動と植生変遷が推定された。炭酸塩量を示すCa/Ti比, 湖底還元度の指標となるMn/Fe比, そして砂量を示すSi/Ti比から, 最終氷期の時期(深度4～13 m)にはサンギンダライ湖は総じて浅い塩湖環境もしくは湖が干上がった氾濫原環境であり, B/AやDOサイクルの亜間氷期のような氷期における突発的な温暖化イベントに対応して, 干上がった氾濫原の環境から, 相対的に湿潤な塩湖環境に変わったことが示唆された。一方で完新世(深度0～4 m)には, 現在のサンギンダライ湖と同様に, 湖水位が高く湖底が還元的な環境に変わり, 部分的に年縞と考えられるラミナも発達していた。

また1 cm毎に分割した試料に対して計144試料を選定し, 花粉分析を行った(表層コアから35試料, 完新世層準から77試料, 最終氷期層準から32試料)。花粉分析の結果, 全層準を通してヨモギ属などの草本・低木花粉がマツ属などの高木花粉よりも多く, 全期間において草本植生が優勢であったことが分かった。しかし時代毎にその割合が大きく変化しており, 最終氷期(4.1～1.2万年前)では, 森林植生がほぼ存在せず草本植生のみが拡大していた。一方で完新世(1.2万年前以降)では, 森林植生の割合が増加し, 現在と同様な森林ステップの植生が拡大していた。完新世を通じた変動に着目すると, プレボレアル温暖期(1.2～1.0万年前)には, 先駆樹木花粉のカバノキ属が占有したのに対し, 完新世前中期(1.0万～4千年前)には, 湿潤樹木花粉であるトウヒ属やマツ属が増加しピークを迎え, 湿潤な植生及び環境が広がったことが示唆された。そして完新世後期(4千年前以降)には, ヨモギ属やイネ科などの草本花粉が増加した一方でマツ属などの高木花粉が減少しており, 比較的乾燥した植生及び環境に変わったと示唆された。特にマツ属の増減は北緯50度の夏季日射量変動と対応しており, 完新世における植生の変遷は日射量の増減に伴う永久凍土の融解・凍結による土壌水分量の増減の応答を示していると解釈した。

さらに, サンギンダライ湖の結果をシベリア南部のコトケル湖(Shichi *et al.*, 2009; QI)やモンゴル南部のオログ湖(Yu *et al.*, 2019; Paleo-3)の結果とも比較した。その結果, シベリア南部では退氷期にカバノキ属が穏やかに増大し, 6千年前頃にマツ属が急増していた。一方, モンゴル南部では最終氷期のステップ植生から, 完新世にはより乾燥した環境を示す砂漠植生が拡大していた。このように緯度変化に応じて異なる植生変遷の応答が明らかになった。



採択番号 21A036, 21B034

研究課題名 火成岩を主とした海底地質試料の物質科学的解析と海底地質の関連解明

—火成岩, チムニー, マンガンノジュール等の非破壊物質科学—

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 2022/3/31

共同研究分担者組織 金子 誠(深田地質研究所), 平野 直人(東北大学)  
町田 嗣樹(千葉工業大学), 小原 泰彦(海上保安庁)

### 【研究目的・期待される成果】

最近では陸上、海底地質試料研究ではXRF、ICP等による粉末試料分析が主流となっている様に見受けられる(ここでは粉末科学と仮称する)。例えば岩石の薄片観察をせずに、その粉末をいきなり分析に供する(ここでは粉末岩石学と仮称する)など、極端な例が見られる。本研究では、高知コアセンターの装置を駆使して、先ず1~10cm単位の非破壊観察により全体像を詳細に観察、把握し、その情報を基に、順次よりファインオーダーの非破壊観察を行うことにより、粉末科学を超える物質科学を目指す。研究用試料は本申請書中の表7.分析試料の「申請書に記載した試料」のB, C, D, Eである。

主にCTスキャンにより、火成岩、チムニー、マンガンノジュール等の観察を試みたなかで、有益な情報が得られつつある事例を次に示す。マンガンノジュール;実測に参加した共同研究者の町田(千葉工業大学)は、無切断での成層構造の把握、核種の判別可能性を認識し、JAMSTECサイドから本装置を石井と共に活用し成果を得ている。チムニー:白菜状の内部構造が判明し、TATSCANによりチムニーの3次元組成変化の概要が認知出来た(石井輝秋, 2017参照)。火成岩;(a) マントル橄欖岩の蛇紋岩化の進行方向と程度が3次元的に読み取れることが判明した。東北沖プチスポット産発泡した溶岩のCTスキャン画像から(b) マントル橄欖岩ゼノリスが、特定の面に沿う分布が確認され、又(c) 別の溶岩では重鉍物の濃集部の存在が認められており(石井, 金子, 他, 2019, 2020参照), 重鉍物濃集領域からジルコンやダイヤモンド等の稀少鉍物発見の可能性が有ると考えられる(石井, 金子, 他, 2021参照)。

### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

2021年度は訪問分析が出来なかったため、以前の訪問分析で取得済データの解析を行うと共に、年度末に依頼分析(CTスキャン)をお願いした。この間、キヤノンメディカルシステムズ株式会社Aquilion PRIME/Focus Editionを利用して頂いた。

地球深部の物質科学的研究には、構成物質である岩石・鉍物の入手が不可欠である。陸上ではダイアトリウムを伴う火山の母岩及び捕獲岩・捕獲結晶が研究に供されてきた。たとえば、島弧地殻をもつ日本列島では、アルカリ玄武岩マグマ活動による火山岩中の捕獲岩が、大陸地殻を持つアフリカ大陸ではキンバーライトマグマ活動による火山岩中の捕獲岩が研究対象として活用されてきた。

海洋プレート域では、ホットスポットマグマ活動による火山岩中の、マントル橄欖岩捕獲岩が知られているが、其の成因を一義的に決めるのは困難であろう。しかし、近年海洋プレートアスノスフェア由来のマグマ活動によるプチスポット火山が発見(Hirano *et al.*, 2006)され、海洋プレート域の汚染の少ない地球深部物質の入手が可能となった。とは言え、プチスポット火山は水深5000 m以深にあるため、陸上火山調査に比べ困難が伴う。貴重な試料の採取・解析方法の再検討を行いつつある(石井, 他, 2021)。

R/V「新青丸」KS-18-9航海では、新たな地球科学的概念(A)と(B)が得られた、即ち、(A)プチスポット火山には海洋プレート直下のアスノスフェア(深さ約70 km)から直接由来するマグマの噴火により形成されたもの(B)プチスポット火山は超深海底(水深約550 m)で爆裂火口(マール)を形成しているものが有り、R/V「ちきゅう」による深海掘削提案の有力な目標となり得る(石井・金子, 他2019)。しかし、採取される岩石試料は少量なため、胚胎が期待される稀少鉍物の発見・確認にはCTスキャンによるX線透過度観察の活用が期待される。

CTスキャンによる岩石の非破壊的研究:プチスポット火山調査を主目的としたYK19-05S航海で採取した、発泡した新鮮なプチスポット溶岩(6K1544R05)では、重鉍物の3次元分布が確認され(石井・金子, 他2020)、今後薄片観察・EPMA観察により鉍物の同定を行う。一方、以前の航海で採取したプチスポット産溶岩6K878R02もよく発泡しており、比重約1.4以下である(石井・金子, 他2019)。発泡前のプチスポットマグマの比重を約2.7とすると、発泡度は約50%となる。具体的にはX線透過度に閾値を設定し、比重の異なる鉍物を疑似カラーで表現し、稀少鉍物ジルコンやダイヤモンド判別・発見の有力な武器にしたいと考えている。この試料においてもマントル橄欖岩や重鉍物の3次元分布が見られるが、試料の切り出しには、定量的座標値が不可欠で、現在試行錯誤中である(石井・金子, 他2021)。現在比較のための標準鉍物試料を収集中である。因みに通常分離法によるとジルコンは橄欖岩1kgにつき1~数個しか回収できないという。

成果物:石井輝秋・金子誠・平野直人・町田嗣樹・秋澤紀克(2021):プチスポット溶岩及びマントル捕獲岩・捕獲結晶の地質学的・岩石学的研究 -太平洋プレートのアセノスフェアに至る地質断面構築を目指して-, 深田地質研究所年報, No.22, P99-118.

採択番号 21A037, 21B035

研究課題名 年縞湖成層から探る白亜紀中期および始新世前期“温室期”の気候変動

氏名・所属(職名) 長谷川 精・高知大学 理工学部 地球環境防災学科(講師)

研究期間 2021/6/28-29, 11/15-18, 12/15-21, 2022/1/18-24

共同研究分担者組織 隈 隆成(名古屋大学), 村山 雅史(高知大学)

池原 実, 浦本 豪一郎(海洋コア), 他 学生2名

### 【研究目的・期待される成果】

本研究ではモンゴル南東部のシネフダグ地域に露出する白亜紀中期(約1億2千万年前)の湖成層(シネフダグ層)と、米国ユタ州北部のインディアンキャンヨン地域に露出する始新世前期(約5千万年前)の湖成層(グリーンリバー層)を対象とする。白亜紀中期および始新世前期は、大気二酸化炭素濃度が現在の約4倍に達し、極域にも氷床が存在しない、極端な温暖化が進行した“温室期”として知られ、当時の陸域中緯度は現在よりも降水量が多く広大な湖環境が広がっていた(Hasegawa *et al.*, 2012, *Climate of the Past*)。両湖成層は、年縞(ねんこう)が保存されるため年~十年オーダーの古気候変動が解析可能であるのに加え、地球軌道要素変化を反映した万年~十万年オーダーの岩相変化が見られることがこれまでの研究で明らかになっている(Hasegawa *et al.*, 2018, *Island Arc*; Kuma *et al.*, 2019, *Scientific Reports*)。さらに年縞の解析とX線顕微鏡(XGT-5000)を用いた主要元素組成変動の解析により、白亜紀中期のシネフダグ層には太陽活動周期を反映した十年~千年スケールの気候変動も見られることが分かってきた。

そこで本研究では、XRFコアスキャナー(Itrax)を用いた高時間分解能な主要・微量元素組成変動の解析と、XRD(X'pert PRO)を用いた鉱物組成の解析、CNS分析による湖生物生産因子の解析を併せて行うことにより、白亜紀中期および始新世前期“温室期”における、十年~十万年オーダーという幅広い時間スケールにおける陸域中緯度域の古気候変動(降水量変動と気温変動)の復元を試みる。そして、これまでの研究から明らかになった十年~千年スケールの変動が、より長期間ではどのように変動しているのかを解明する。本研究は、現在よりも大気二酸化炭素濃度が高く、極端な温暖化が進行した“温室期”には、十年~千年スケールの気候変動がどのように挙動していたのかを、代表者が発見した年縞湖成層を用いることで実証的に明らかにする。本研究の成果は、温暖化が進行する地球の気候システムの将来像を予測する上でも重要である。

### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

昨年度に続くコロナ禍の影響により、モンゴルの白亜紀中期湖成層(シネフダグ層)のコア試料(CSH02)の追加送付ができず、同コア試料を対象に予定していたXRFコアスキャナー(Itrax)を用いた超高時間分解能な主要・微量元素組成変動の解析を行うことができなかった。そこで本年度は、これまでの共同利用で行ったCSH01コアの30 m区間(約30万年区間)とCSH02コアの60 m区間(約45万年区間)の500  $\mu\text{m}$ 間隔(約5年の解像度)の測定結果の時系列解析に注力した。得られた分析結果を解析したところ、Ca/Ti比が頁岩-ドロマイト互層の岩相変化に良く対応しており、さらに炭素・酸素同位体比変動ともよく相関することから、Ca/Ti比は蒸発量/降水量変動のプロキシとして有用であることが明らかになった。このCa/Ti比の変動は千年スケールで急激に増減しており、さらにAmplitude modulation解析により千年スケールの変動は約10万年周期の離心率変動周期で振幅変調しているということが明らかになった。更にこの千年スケール変動が約10万年周期で振幅変調する様子は、氷期に見られる急激な気候変化(ダンスガードサイクル)と類似していることを見出した。このことから、温暖化が進んで極域氷床が融解した温室期においても、千年スケールで気候が不安定的に変動していたことを示すと解釈し、*Scientific Reports* 誌に投稿、査読中である。

本年度はまた、アメリカの始新世前期~中期の湖成層(グリーンリバー層)を対象として、X'pert PROを用いた鉱物組成変動の解析も行った。その結果、始新世前期“温室期”(Early Eocene Climatic Optimum: EECO)に対応するグリーンリバー層下部の層準では化学風化により生成される粘土鉱物であるカオリナイトが見られるのに対し、始新世中期に相当するグリーンリバー層上部にはカオリナイトが見られなくなるという、粘土鉱物組成の顕著な変動が明らかになった。またグリーンリバー層の露頭から採取した試料のXRF、XRD分析の結果から、始新世前期~中期の長期的な湖環境の変遷と、地球軌道要素変動や全球的気候変動との対応関係も明らかになった。この成果はPEPs誌に投稿、査読中である。

採択番号 21A038, 21B036

研究課題名 反射率, ラマン分光および古地磁気温度計を用いた阿蘇4火砕流堆積物の  
定置温度測定による大規模火砕流の流送過程と海水面の影響の検討

氏名・所属(職名) 大澤 研斗・山口大学 創成科学研究科(修士2年)

研究期間 2021/6/14-18, 10/18-22

共同研究分担者組織 辻 智大(山口大学)

【研究目的・期待される成果】

大規模火砕流の中には火口から100 kmを超えて長距離移動する火砕流が知られている。阿蘇カルデラを給源とする阿蘇4火砕流は供給源から約160 kmの地点に到達しており、その移動経路に瀬戸内海や有明海などの海域を有している。そのため、阿蘇4火砕流は、海面が大規模火砕流の流動に与える影響を議論するために最適な研究対象である。

本研究では海面が阿蘇4火砕流の移動に与えた影響について議論することを目的とし、海域を挟んだ九州側と山口県側において、火砕流堆積物の物理特性、定置温度、堆積物中に含まれる炭化木片の被熱温度を比較検討する。

海面が火砕流の移動を促進するか否かは地質学的に重要な課題であるだけでなく、防災・減災の観点からも重要であり、正しく理解する必要がある。本申請課題の目的である海面が阿蘇4火砕流の移動に与えた影響を理解することができることで、この重要な地質学的課題の理解に繋がると期待される。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

Aso-4火砕流の最大の到達点は山口県の萩市(阿蘇中岳火口より北北東160 km)である。山口県で見られるAso-4火砕流は白色の粘土質火山灰である湯辺田ユニット(松尾, 2007)と、橙褐色のガラス質火山灰からなる鳥栖ユニット(Watanabe, 1978)である。本研究では、湯辺田ユニットを対象に、炭化物サンプル(反射率, ラマン分析)と磁気分析に用いる、定方位サンプルを採取した。

磁性鉱物を用いた段階熱消磁(PThD)および、火砕流堆積物(PFD)中の炭化木片を用いた温度推定(反射率, ラマン分光分析)を行った。

山口県で得られた大型樹木起源の炭質物からRm 0.82~1.29%の反射率を得た。宇部市花香の炭質物は巨大で長軸200 cm, 短軸30 cmであり、内部の樹木の繊維構造が保たれた部分で最大Rm 1.29%を計測した。最低値は美祢市松原でRm 0.82%である。ラマン分析の結果、グラファイトに顕著な2つのピーク(Gバンド1334~1458 cm<sup>-1</sup>, Dバンド1557~1608 cm<sup>-1</sup>)が多くのサンプルから計測され

た。磁気分析では、PThDによるザイダーベルト図が得られた。方位の安定性は地点により異なり最低で角力場20~325 °C, 最高で瀬戸原20~525 °Cの範囲である。

反射率の温度換算にScott and Glasspool (2005, 2007)および、氏家ほか(2011)を用いた。その結果、炭化木片の最高被熱温度は340~530 °Cと推定される。ラマン分光分析によって得られたラマン強度比(R1)・面積比(R2)から、複数の換算式を用いて推定温度を求めた。その結果300~350 °Cの範囲にまとまった。これは、反射率を用いて推定した炭化木片の被熱温度と矛盾ない結果となった。PThDの結果、磁化方位の安定性が325~525 °Cの範囲で失われることは、定置時の温度がその前後であったことを示す。藤井・中島(2008)によるPThDの最高推定温度は山口県阿知須岡(127.5 km)で475 °Cであり、山口県内の他地点では300 °Cと報告している。本研究で得られたPThDの推定温度と比べ大きな差のない値となった。炭化木片を用いた反射率および、ラマン分光分析の推定温度と比べ最大値がPThDは100~150 °C程度と高い。これは樹木起源の炭化木片が火砕流から受けた最高被熱温度を示し、古地磁気の推定温度は火砕流の定置温度を示すためと考えられる。反射率の換算式は、被熱時間が短い氏家ほか(2011)が最もPThDの推定温度に近い結果となった。佐賀県上峰町で報告されたAso-4PFD中の炭化木片の反射率はRo 0.83% (相原, 1994)である。本研究で使用した換算式を用いた結果、推定被熱温度は337~430 °Cである。測定した山口県の反射率、推定温度に優位な差はない。

Aso-4火砕流は160 km以上の走流中で300 °C以上の温度を保つ。相原(1994)による反射率および推定温度と比較しても、急激な温度の低下はない。この結果は、Aso-4火砕流噴出当時、海水準の低下によって海面を介さない流動をしたことを示唆する。また、山口県のAso-4PFD中の軽石みかけ密度は北部九州の軽石と比較して大きい(大澤卒論, 2020)。これは、海面を経由する火砕流の軽石密度が小さくなる予想に反する。以上のことより本研究の結論として、Aso-4火砕流の北北東方向の山口県まで流動において、海面の影響はないと考えられる。

採択番号 21A039, 21B037

研究課題名 海洋リソスフェア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 2021/8/2-6, 2022/1/5-8

共同研究分担者組織 Zhao Xiangyu (国立極地研究所), 岡本 敦 (東北大学), 他 学生2名

### 【研究目的・期待される成果】

海洋リソスフェアの磁気的な特徴を理解することは、海洋底ダイナミクスや地球環境変動の解明だけでなく新たな資源開発において欠かせない要素である。実際に近年では、海底熱水鉱床の探査手法としても自律型無人潜水艇を用いた磁気探査が注目されている。1960年代に始まって21世紀でも期待される海域磁場観測ではあるが、「何が海域磁気異常を作るのか?」という根本的な問いは実は未だ明らかにされていない。多種多様な深海底溶岩を取り扱い、磁性・鉱物・化学の特徴をデータ駆動により統一的に捉える研究が必要である。そこで本研究では、深海底および陸上で採取された海洋リソスフェアを構成する岩石(火山岩, 下部地殻・マントル構成岩石)の磁気的な特徴を明らかにする。本研究による岩石磁気物性の制約は、広域探査や深海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。さらに、近代の広域・高分解能観測結果の解釈で広く認識されている「海底火山岩のチタノマグネタイト( $\text{Fe}_3\text{xTi}_\text{x}\text{O}_4$ )が持つ熱残留磁化」という従来の回答を大幅に飛躍させ、その溶岩を作るマグマの化学組成の違い、構成する鉱物の種類・大きさ・形・産状、噴出後(熱残留磁化獲得後)に被った変質履歴、下部地殻・マントルの寄与なども考慮した解釈が可能となる。また、これまで入手が極めて限られてきた地殻下部や上部マントルの物質に本研究の視点を導入することで、海洋底形成プロセスや海底下の物質循環の理解に貢献することができる。

### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

2021年度は、インド洋コンラッドライズ, 北海道神居古潭蛇紋岩帯, 大西洋中央海嶺, フィリピン海マドメガムリオンと彗新メガムリオン, 南大洋バルカンフラクチャーゾーン, オマーン, エチオピアで採取された地殻構成試料, 水岩石反応実験で生成した蛇紋岩試料を分析した。

8月2日~8月6日の期間で、磁気天秤を用いた高温磁気測定, D-Spinを用いた交流消磁, VSMを用いた磁気ヒステリシス測定, スピナー磁力計を用いた残留磁化測定, カップブリッジ磁化率測定を実施した。測定の前準備として、岩石カッターを利用して岩石試料の整形を行った。

1月5日~8日の期間で、磁気天秤を用いた高温磁気測定, D-Spinを用いた交流消磁, VSMを用いた磁気ヒステリシ

ス測定, スピナー磁力計を用いた残留磁化測定, カップブリッジ磁化率測定を実施した。測定の前準備として、岩石カッターを利用して岩石試料の整形を行った。

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について、特に蛇紋岩化反応, この研究で構築した海洋リソスフェア構成岩石の磁気的特徴を活かした磁気異常に関する研究成果を下記の学会において発表した。田中修平氏の日本地質学会第128年学術大会における研究発表は優秀ポスター賞を受賞した。

- \* 岡本 敦, 吉田 一貴, 大柳 良介, 藤井 昌和, 丹羽 尉博, 武市 泰男, 木村 正雄, オマーンオフィオライトの蛇紋岩化した地殻-マントル境界におけるFe(III)の分布, 日本地質学会第128年学術大会, 2021年9月.
  - \* 山崎 秀策, 藤井 昌和, 倉橋 稔幸, 北海道神居古潭帯鷹泊蛇紋岩体の蛇紋岩化プロセスの解析: ボーリングコア試料への示差熱重量分析・密度測定・磁化率測定の適用, 日本地質学会第128年学術大会, 2021年9月.
  - \* 田中 修平, 岡本 敦, ダンダル オトゴンバヤル, 宇野正起, 藤井 昌和, マントルかんらん岩の蛇紋岩化反応と磁鉄鉱の生成への温度, シリカの影響: 海洋リソスフェアにおける水素の生成に関する提言(優秀ポスター賞受賞), 日本地質学会第128年学術大会, 2021年9月.
  - \* Fujii M., Unveiling seafloor spreading mode and geodynamics in the Southeast Indian Ridge: New challenge in Japanese Antarctic Research Expedition, *The 12th Symposium on Polar Science*, online (zoom), November 2021. (Poster presentation)
- 田中 修平, 岡本 敦, 吉田一貴, 丹羽尉博, 木村正雄, 宇野正起, 藤井 昌和, かんらん石, 直方輝石の蛇紋岩化反応における鉄の分配及び水素生成の比較, 変成岩などシンポジウム2022, online, Mar. 13-16, 2022, oral.
- Shuhei Tanaka, Atsushi Okamoto, Kazuki Yoshida, Yasuhiro Niwa, Masao Kimura, Masaoki Uno, Masakazu Fujii, The relative rate of hydrogen production between olivine-H<sub>2</sub>O and olivine-orthopyroxene-H<sub>2</sub>O systems, *Japan Geoscience Union Meeting 2022*, oral (in-person & online), May 22 - June 3 2022.

採択番号 21A040, 21B038

研究課題名 純淡水魚タカハヤを遺伝標識として用いた四万十川および物部川の成り立ちの推定

氏名・所属(職名) 關 伸吾・高知大学 農林海洋科学部(教授)

研究期間 2021/7/2, 8, 16, 28, 30, 8/6, 11/9, 29, 12/2-3, 2022/1/7, 21, 26

共同研究分担者組織 学生3名

### 【研究目的・期待される成果】

純淡水魚であるタカハヤは水産上重要な魚種ではないため人為的な放流の影響が低いと考えられる。したがって、それらの遺伝的集団構造を調べればその地域の地史を把握するための有用な遺伝標識として用いることが可能になると考えられる。これまで我々は日本の純淡水魚(タカハヤ、アブラハヤ、カワムツ、ムギツク、アカザ、ギギなど)について、ミトコンドリアDNAを遺伝標識として用いてそれらの遺伝的集団構造の把握を行い、同じ種でも遺伝的に異なる地方品種が数多く存在すること、それらの集団構造は日本列島の成り立ちと深く関連性をもつことを明らかとしてきた。また、それらの集団構造を把握することが、国内での非意図的放流による拡散(国内外来種)の把握や、それらの由来を判定することにも貢献してきた。今回は、四国の上流域ではごく普通にみられる純淡水魚タカハヤを用い、同一河川内での遺伝的集団構造を把握することで、そのメタ集団の構造から四万十川の成り立ちについて把握しようとするものである。四万十川は地質的にみて上流域と下流域は別々の成り立ちを持ち、その後連結した河川ではないかと考える説もある。今回の研究の目的は、このような大河川においてメタ集団が存在するのか、それらの交流の可能性はあるのかについて明らかにすることを目的としている。また物部川については、昨年度の研究で特に上流域2水系ではアマゴ在来集団の遺伝的分化が確認された。今回は、人為的放流の影響が低いタカハヤにおいても、このような遺伝的分化がみられるかを明らかにすることで、物部川の形成史についても明らかにしようとしている。これまで、純淡水魚を遺伝標識として用い、日本の地史について考察してきたが、今回はさらに狭い範囲での地史について追及しようとするものである。

### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

四万十川10標本群72個体から12種類のハプロタイプが検出された(Hap.1~Hap.12)。ハプロタイプ多様度が高かったのは中流域の井細川(0.9333)と上流域の船戸(0.6429)であり、塩基多様度が最も高かったのも井細川(0.0016)と船戸(0.0010)であった。標本群間で遺伝的分化係数(FST)を求めたところ、組み合わせ全体の42.3%でその差が有意であった( $p < 0.05$ )。特に奥の川(Hap.9のみ)と打井川(Hap.10が62.5%)はびん首効果により、他とは大きく異なるハプロタイプ組成の局所集団であると考えられた。また、12ハプロタイプのうち10ハプロタイプはそれぞれの標本群で独自のハプロタイプであることから、四万十川全体としては、標本群間でばらつき大きいメタ集団を形成していることが示唆された。Hap.1は奥の川を除くすべての標本群で共通であった。ただし、Hap.5が上流(船戸)と中流(井細川)で検出されたこと、上流の船戸と横貝川で同じ系統に含まれるハプロタイプが検出されたことから、現在は1つになっている四万十川において上・中流域が1つのグループとなり、下流域とは由来の異なる河川であった可能性があると考えられた。

一方、物部川10標本群80個体においては、1個体を除けばすべて同じハプロタイプを示し、物部川全域で明確な地理的な差異はみられなかった。

採択番号 21A041

研究課題名 島根県簸川平野における中後期完新世の気候イベント復元

氏名・所属(職名) 香月 興太・島根大学 エスチュアリー研究センター(講師)

研究期間 2021/5/24-28

共同研究分担者組織 齋藤 文紀, 入月 俊明, 瀬戸 浩二(島根大学),  
中西 利典(ふじのくに地球環境史ミュージアム), 他 学生1名

### 【研究目的・期待される成果】

本研究の目的は、機器観測データが存在しない過去の台風の発生頻度や経路の経年変化を復元し、台風の襲来頻度や経路変化の周期性を解明することで、将来の台風予測に役立つ情報を提供することである。年単位での復元のため、湖沼堆積物の年縞を利用する。中期完新世は気候最暖期と呼ばれ現在よりも気温が約2度高く湿潤であったとされており、現在において、将来の台風予測を行う上で、中期完新世の台風挙動の解明は重要な知見となる。

本申請研究には島根県簸川平野で採取した堆積物試料を用いる。簸川平野は、現在宍道湖の西岸に位置し、完新世を通じて海水準の変動や宍道湖に流れ込む一級河川である斐伊川からの土砂流入により発達してきた。中期完新世における簸川平野東部は、閉鎖的な汽水環境であり、当時の湖底には年縞が堆積している。生物擾乱のない年縞堆積物は、洪水堆積層を簡便に識別することが可能であり、簸川平野のコアにも複数含まれている。

本申請研究では、この年縞堆積物に対してXRFコアスキャナーを用いて元素分析を行うことで、過去の洪水などのイベントを検出し、過去の台風イベントの周期や気候変動との関係を明らかにする。特に、日本の気候変動に大きな影響を与える東アジアモンスーンや太平洋準10年周期との関連が明らかになることが期待できる。

### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

2019年に島根県斐川平野の東岸より採取された柱状堆積物試料HK-19コアではコア深度34.71 mの堆積物が回収されたが、層準中には層厚約10 mの年縞と考えられる縞状堆積物が堆積している。そこで高知大学海洋コア総合研究センターでの共同利用として、この縞状堆積物(10本のコア試料)をItrax core scannerを用いて超高解像(0.2 mm間隔)の元素分析・コアスキャンを行い、簸川平野の環境変動を高時間分解能で解明することを目指した。コ

アスキャンを行ったのは年縞が明確な約7,500年前から3,000年前の堆積物である。この期間の堆積物には、K, Siがスパイク状に増加する2層準とSrが著しく増加する2層準があり、これらはそれぞれK-Ahテフラとその再堆積層ならびに三瓶の角井・大平山テフラであることが確認された。K-Ahテフラとその再堆積層が顕著なイベント層であるが、宍道湖一帯のコア環境研究ではテフラの同定を行わず、K-Ahテフラとその再堆積層を混同していると思われる研究例がある。肉眼でも識別は可能ではあるが、元素組成によるK-Ahテフラとその再堆積層の違いを明らかにした。角井・大平山テフラは出雲平野東部から宍道湖一帯の湖底堆積物では肉眼視しにくくほぼ報告例がないが、XRFコアスキャンによって容易に識別できること、コアスキャナーによる火山灰識別が可能なが確認された。また、複数の元素比、特にZr/Rb比やFe/Ti比の微細な増減は年縞とよく一致した。そのため、これらの元素変動は季節的な粒度変化や底質の酸化還元状態の変化をよく反映していると考えられる。HK-19コアにおける長期的なFe/Ti比の変動は、約6,200年前から4,200年前の中期完新世後半において、夏季モンスーンの指標の変動と反比例の関係にあり、夏季モンスーンの弱화에伴ってFe/Ti比が増加することが明らかになった。すなわち当時斐川平野東部が位置していた古宍道湾や古宍道湖が夏季モンスーンの弱화에伴って貧酸素化することを示した。このことは中期完新世において、古宍道湾や古宍道湖の水位がモンスーンの弱化による降水量減少により低下すると、古中海や神門水海(簸川デルタが島根半島に達した後は古中海のみ)から貧酸素水塊が古宍道湾や古宍道湖に流入し、古宍道湾や古宍道湖の湖底が貧酸素化したことを反映していると推測される。Zr/Rb比やFe/Ti比以外にも年縞構造と増減が一致する元素は複数あるため、現在軟X線コア写真とXRFコアスキャン時に撮影されたradiographの画像に残された高密度層と元素変動を対比し、特に顕著な洪水層を検出中である。

採択番号 21B039

研究課題名 親銅元素組成をもとにした白亜紀末隕石衝突直後の古環境復元

氏名・所属(職名) 丸岡 照幸・筑波大学(准教授)

研究期間 2021/12/6-10

共同研究分担者組織 西尾 嘉朗(高知大学)

### 【研究目的・期待される成果】

白亜紀-古第三紀(K-Pg)境界における大量絶滅は巨大隕石の衝突が引き金となった。このことはK-Pg境界層に含まれる様々な物的な証拠(親鉄元素濃集、衝撃石英など)から明らかになっている。一方、巨大隕石衝突はあくまでも引き金であって、生物大量絶滅を引き起こしたのは隕石衝突後に起きた環境変動である。どのような環境変動が、どのような規模で起きたのかという点に関しては不明な点が多い。巨大隕石衝突により起きた環境変動は短期間の現象であり、そのような環境変動を記録している媒体が存在しなかったためである。我々はこのような環境変動を記録する媒体を見出すために親銅元素に着目した。K-Pg境界において親鉄元素が濃集していることはよく知られているが、親銅元素の濃縮も見出されている。K-Pg境界層の親鉄元素組成は、コンドライト組成に近く、そのことが隕石衝突の証拠となっているが、親銅元素は親鉄元素に比べて2~3桁高濃度で存在している。そのため濃集している親銅元素は、隕石に由来するわけではなく、地球表層で起きた環境変動に由来すると考えられている。親銅元素は硫化物に含まれているが、硫化物の構成鉱物は複数あり、微量元素分析によりそれらを区別して分析する必要がある。微粒子の親銅元素組成を得ることで、隕石衝突直後に何が起きたのかを推定することが可能になると考えている。

### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

本研究では、白亜紀-古第三紀(K-Pg)境界試料に対してレーザーアブレーション誘導結合プラズマ質量分析法(LA-ICP-MS)による局所微量元素分析を適用した。隕石由来のイリジウムと挙動を共にしていることが分かっている銀・銅を含有する粒子の微量元素組成を調べた。以前の放射光蛍光X線分析により、銀・銅はそれらの元素を主成分とする粒子とパイライト粒子にそれぞれ存在していることが示されている。これらの粒子は微粒子を構成しており、局所分析が必須となる。銀・銅に富む粒子は、LA-ICP-MS分析においてもその存在を確認することができた。一方、これらの粒子は、銀・銅以外の元素は検出できなかった。

パイライトは、他の時代に堆積したパイライトに比べてNi, Co, Znといった元素に富んでいることが分かった。

Ni, Coに関しては隕石由来と考えられる。また、Asは典型的なパイライトに含まれる濃度を示していた。現状では議論できる元素数が少ないため、測定条件をさらに検討し、分析可能な元素を増やしていくことで、堆積環境の理解につなげていきたい。

微量元素分析は主成分(マトリックス)を合わせた分析が必要になる。パイライトの分析においては、USGSから購入できる親銅元素に富み、鉄を多く含むMASS-1という標準試料が多くの研究室で使われている。しかし、USGSの担当者が定年により退職し、その後の担当の方が決まっておらず、標準試料の頒布が滞っている。ここまでのところは、パイライトの主成分であるFeを微量元素としてしか含んでいないガラス標準試料を使って分析を行っているので、濃度定量性には問題がある。そもそも硫化物の分析用に準備されたものではないので、測定可能な親銅元素の数も少なく、パイライトの定量分析には適していない。現状では、全岩分析の結果を使い、LA-ICP-MSによる局所分析で鉄と相関の高い元素はパイライトに全量存在すると仮定して、パイライト中濃度を推定している。そのため、複数の担体に存在する元素(例えば、銀や銅)では濃度を正確に求めることは現状では難しい。ただし、局所分析を行ったことにより、どの元素がパイライトに存在するのかに関しては明らかにすることができた。例えば、全岩分析においてFe・Gaは高い濃度相関を持っており、Gaはパイライトに存在すると予想していたが、局所分析ではビーム強度間に相関を持たず、Gaはパイライトには存在していないことが示された。このように元素相関を用いることで、その元素の担体を理解することは可能になった。

今後は標準試料として粉末国際標準試料を押し固めたペレットの利用を考えている。2種の硫化物を含む鉱床関連の分析に用いる目的で調整された国際標準試料(JZn-1, JCu-1)を購入し、圧縮装置によりペレットを作成した。これらは主要元素としてFeを含み、硫化物が主要構成鉱物であるので親銅元素も豊富に含まれており、今回の目的に合致している。この試料のLA-ICP-MS分析を行い、ビーム強度の安定性、試料の不均質性などを確認し、標準試料としての利用に問題がないかどうか確認する。この方法で測定可能になる元素数を増やしていくことを今後進めていきたい。

採択番号 21B040

研究課題名 炭酸塩コンクリーションから古生物の軟体部情報を解読する

氏名・所属（職名） 村宮 悠介・公益財団法人深田地質研究所（研究員）

研究期間 2022/1/31-2/1

共同研究分担者組織 なし

### 【研究目的・期待される成果】

生物の進化や生態を考える上で、軟体部が持つ情報は重要である。しかし、通常の堆積環境では軟体部は化石としては残らないため、古生物の軟体部に関する情報を化石から直接読み取れる機会は極めて稀である。もし、直接的な化石記録以外から、古生物の軟体部に関する情報を読み取ることができれば、古生物学に様々な新知見をもたらすことができると考えられる。そこで、本研究では、古生物の軟体部情報を記録していると考えられる炭酸塩コンクリーションに着目する。

炭酸塩コンクリーション（以降コンクリーション）は、堆積物の間隙を微細な炭酸塩が充填することで形成する緻密な岩塊で、世界中から普遍的に見つかっている。近年の研究から、コンクリーションは、生物遺骸（軟体部）が分解されて生成する重炭酸イオンが、生物遺骸を取り巻くように沈殿して形成することが明らかになってきた。この形成メカニズムは、コンクリーションの形状と炭素量が、炭素源となる生物の軟体部形状と炭素量に関する情報を記録していることを意味する。しかし、コンクリーションの形状および炭素量と化石の軟体部形状およびサイズとの関係は、定量的には明らかにされていない。本研究では、この関係を定量化することで、コンクリーションから古生物の軟体部情報を読み取ることを目指す。

### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

当該の共同利用では、アメリカ・イリノイ州の石炭系（メゾンクリーク）から産出した様々な分類群の化石を含む菱鉄鉱質コンクリーションについて、その炭素源と形成過程を明らかにする目的で、酸素・炭素安定同位体比分析を行った。分析試料は、コンクリーションの一部を岩石カッターで切り取り、メノウ乳鉢を用いて粉碎することで調製した。なお、新型コロナウイルス感染症の影響で申請者が現地へ出向くことができなかつたので、試料の分析は、海洋コア総合研究センターの池原教授に行っ

て頂いた。実施内容は以下の通りである。

まず、菱鉄鉱は方解石やアラレ石よりもリン酸塩に対する耐久性が高いことが知られているため、方解石やアラレ石用の条件（反応温度：90℃、反応時間：800秒）では正しい測定ができない可能性があった。実際に先行研究における測定条件を調査したところ、反応時間800秒では不十分な可能性が高いことが分かった。そこで、反応時間を800秒・1時間・2時間・3時間・4時間・5時間・6時間・7時間・8時間として実試料を分析した結果、反応時間が4時間を超えると、分析値が一定値に落ち着くことが分かった。また、その値は、過去に報告された同産地のコンクリーションの分析値と比べて妥当なものであった。よって、反応温度：90℃、反応時間：4時間の条件で実試料を9点分析した。

一方で、実試料の間に挟んだ標準試料の分析値は、実際よりも低い値を示し、また酸素同位体比と炭素同位体比が正相関していた。このことは、生成されたCO<sub>2</sub>ガスを装置内で精製する際に、同位体分別が生じた可能性を示している。この点は、今後の検討・解消を要する。このため、当該年度に得られたデータは暫定値として扱うこととした。

今回分析したコンクリーションには、植物化石もしくは海生生物化石が含まれているが、それぞれの炭素同位体比は、前者が+2%程度、後者が+8~+10%程度の値を示した。この値は暫定値ではあるが、メゾンクリークのコンクリーション群は、有機物がメタン生成菌によって分解される際に生成される重炭酸イオンから形成されたという従来の見解を支持する。また、植物化石を含むコンクリーションの菱鉄鉱がより低い炭素同位体比を持つことは、陸上植物や土壌に由来する低い同位体比を持つ有機物の影響をより強く受けているためだと考えられる。今後、上記の懸念事項を解消した上で、今回得られた分析値に加えて、元素組成など他の地球化学的分析結果をもとに、コンクリーションの炭素源を検討する。



採択番号 21B041

研究課題名 IODP掘削に向けた沖縄トラフ南部の変動史解明

氏名・所属(職名) 大坪 誠・国立研究開発法人 産業技術総合研究所(主任研究員)

研究期間 2021/11/8-12

共同研究分担者組織 成瀬 元(京都大学), 他 学生2名

【研究目的・期待される成果】

沈み込み帯において背弧海盆では、拡大軸で噴出するマグマが島弧的なマグマから中央海嶺的なマグマへ遷移し、さらに、このマグマの変化の前には拡大軸の形成が先に生じていると考えられている。しかしながら、マグマの熱の影響が小さい初期段階において、どのようにして大陸リフトより1桁~2桁も短い時間(10万年スケール)で地殻が弱くなって薄くなるのか、そして、それを促進する要因が何かは明らかにされていない。これらの疑問を解くために、申請者らは、活動的な背弧海盆のうち、これから大陸地殻が薄化するステージの背弧海盆であり、かつ、未だに玄武岩質の海洋地殻の報告がない(Sibuet *et al.*, 1995) 沖縄トラフに注目し、沖縄トラフ南部を対象としたIODP(国際深海科学掘削計画)による科学掘削を計画している(IODP沖縄トラフ南部掘削計画)。

本研究は、沖縄トラフの最も活動が進む南部での第四紀後半から現在にかけての活動史の解明を目的とし、トラフ中軸部での正断層発達に伴う流体循環と地熱構造を見出すことができれば、背弧の地殻の強度弱化プロセスを検討するための第一歩になり、本研究で得られるデータは、IODP沖縄トラフ南部掘削を実現させるための基礎的なデータとなる。

2021年1月から2月に実施した白鳳丸KH-21-3航海では、沖縄トラフ南部の八重山海底地溝、石垣島沖・鳩間海丘周辺部などの各地域で、地震波探査によるトラフに発達する正断層群の確認、ピストンコアによるトラフを充填する堆積物の取得、トラフ部分での地殻熱流量の測定、およびトラフ部分に点在する海丘群の岩石採取を行った。この航海では地殻熱流量がトラフ中軸部では低く、トラフ中軸部より島嶼域側で高いことが確認された。これらの地殻熱流量は泥の物性を一般的な値から見積もっており、精度良く地殻熱流量を見積もるために地殻熱流量測定地点での泥の物性を測定する必要がある。また、上述の地殻熱流量の低い4地点ではタービダイトを主とするコア試料が得られた。これらを堆積させた混濁流は琉球弧に加えて台湾から供給されている可能性が高い。これらの地域からトラフ中軸への混濁流の平均的な土砂流量の見積りは第四紀後半から現在までのトラフ中軸部の埋積・沈降速度を制約する。トラフ中軸で地殻熱流量が低い原因にはこの混濁流による急速な泥の堆積作用が関連している可能性があり、精度の良い粒度と堆積物組成データに基づく2D浅水方程式モデルによって観測された混濁流イベントを再現する。

【利用・研究実施内容・得られた成果】

本研究では、共同利用機器・設備を利用して、白鳳丸KH-21-3航海で取得された堆積物コア試料(PC01~04)およびキューブ試料(泥および砂)を対象に、①粒度分析用等のサンプリング、②トラフ充填堆積物の堆積構造の

把握、③トラフ充填堆積物の物性等の把握、をそれぞれ行った。詳細は以下の通りである。

①粒度分析用等のサンプリング：サンプリング台に堆積物コア試料を置いて深さ方向に1~5 cmを1つの区間に粒度測定のためのサンプリングを行った。現在、サンプリングした試料に対して、京都大学にて沈降管法を用いて堆積物粒度の測定を実施中である。

②トラフ充填堆積物の堆積構造の把握：サンプリングしたキューブ試料を対象に、多機能磁化率異方性測定装置を用いてAMSの推定を、パスルー型磁力計測装置および非履歴残留磁化器を用いた。さらに、コア試料に対して、泥および砂を主要とする堆積物の堆積構造の把握のためにX線CTスキャナーを用いた。X線CTスキャナーの結果の概要を以下に示す。4地点で取得されたコア試料は、観察によると大部分は堆積構造が顕著ではないシルトであったが、X線CTスキャナーの結果、それらコア試料ではタービダイトと思われる堆積構造が複数面認められた。その面は、最も島嶼域側が得られたコア試料(PC04)では平均して1mにつき約6枚で、トラフ中軸部に近い3地点でのコア試料(PC01~03)では平均して1mにつき約1~2枚であった。

①および②での結果を説明するように、台湾を堆積物の供給源、2D浅水方程式モデルを用いて認定された混濁流イベントの再現を試みたところ、トラフ底(トラフ中軸部)に混濁流が流れる条件下では最も島嶼域側が得られたコア試料(PC04)の採取地点に混濁流が到達することは困難であり、最も島嶼域側が得られたコア試料(PC04)の採取地点に混濁流が到達するためには、トラフ底に混濁流が流れるのと別に、トラフ底と島嶼域の間の領域を流れることを考慮する必要があることが分かった。

③トラフ充填堆積物の物性等の把握：サンプリングした試料およびキューブ試料に対してマルチセンサーコアロガーMSCL-Sを用いて密度、P波速度、帯磁率、比抵抗、をそれぞれ測定した。現在、測定結果を精査中であるが、予察的にKH-21-3航海中に得たコア試料の熱伝導率データ等を用いて沖縄トラフ中軸部での地殻熱流量を計算した。その結果、圧密などを考えない表層30 mほどの堆積効果(深部からの熱を冷却する効果)を堆積速度と堆積層厚の関数として計算したところ、堆積物効果は最大25%くらいの影響しかなく、KH-21-3航海で明らかとなった低熱流量は、軸部への海水の供給が原因の1つと考えられる。今後は、熱モデルについて、テクトニックな拡大と下からの熱源貫入をそれぞれ個別に計算することを検討する。

さらに、泥および砂を主要とする堆積物の元素濃度の深さ方向での変化の把握のためにコア試料に対してItraxでの測定を行った。この結果は現在精査中であるが、先行研究の琉球弧前弧側および背弧側で取得された堆積物(コア試料)の分析結果との比較を予定している。

採択番号 21B042

研究課題名 泥質津波堆積物を用いた津波の越流判定と浸水範囲の復元

氏名・所属（職名） 中西 諒・東京大学 大気海洋研究所（博士課程3年）

研究期間 2021/11/15-17

共同研究分担者組織 芦 寿一郎（東京大学）

### 【研究目的・期待される成果】

【目的】歴史記録に残されていない古地震・津波の復元には地質情報が有用である。砂質津波堆積物の分布が示すのは“最低限の遡上範囲”であり、現世の津波堆積物研究ではその分布範囲は津波浸水の60–80%の領域であることが報告されており (Abe *et al.*, 2012), この乖離は津波規模推定の基となる浸水範囲の定量化を行う上で大きな障害となる (菅原, 2014)。これは浸水範囲に限らず、津波が到達していても砂質堆積物が陸上に残されない (検出できない) 可能性が考えられ、正確な地震履歴復元やイベント層の対比に不確実性をもたらしている。そこで津波浸水域末端まで到達するとされる“泥質津波堆積物”を検出することでわずかな越流の痕跡を捉え、津波浸水の頻度・範囲を高精度に再現できると考えた。本研究では津波堆積物調査による津波規模推定の高精度化を図るため、肉眼で識別できない“泥質津波堆積物”の検出手法を開発する。

【期待される成果】津波のより正確な遡上範囲を知ることが出来るようになれば、数値シミュレーションを用いた津波復元の精度を飛躍的に向上させることが出来ると考えられる。また、この手法を確立することで、正確な浸水範囲の復元とこれまで調査に不向きとされてきた地域での調査を可能にする。

### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

本研究は泥質津波堆積物の認定に向けた、泥炭層の化学・物性プロファイル取得を行った。試料は千島海溝に面した北海道日高地域沿岸で確認される、13世紀頃に堆積した津波堆積物を対象とした。この砂層は千島海溝に由来を持つ巨大地震によって発生した津波によって運ばれたことが多くの研究から示唆されている (Nanayama *et al.*, 2003; Sawai *et al.*, 2009; Ishizawa *et al.*, 2017; Sawai, 2020)。これらの砂層は内陸に向けて薄層化しせん滅するが、砂層が確認されなくなった泥炭層中では泥質な津波

堆積物の存在が示唆される。そこで、前年度の分析結果を踏まえて、内陸方向への広がり調べることにより正確な津波浸水範囲を調べるため、野外調査によって、内陸方向へ連続したサンプリングを行った。今年度はこの追加サンプルを用いて、前年度同様の分析を行い、内陸方向への変化を検討した。分析については、高知大学海洋コア総合研究センターにおいて泥炭試料のX線CTスキャン画像を取得することで肉眼では確認できない堆積構造を調べた。また、泥炭層を構成する細粒な碎屑物の供給源を知るために、同センターのXRF-Itraxによって連続した化学組成データを取得した。砂層の到達していない内陸地点において、13世紀に該当する層準 (17世紀の津波堆積物層と946年降灰火山灰の間) ではCT値がわずかに高い値を示した。この層準について0.5 mm間隔の化学組成プロファイルを得たところ、有機質層はほとんどAl以降の元素を含まないが、CT値でピークを示す層準ではCaやKなどの元素で高い値を示した。こうした元素のピークは海浜砂や17世紀津波堆積物に含まれる長石類を含むことを示唆した。面的な化学組成データを得るため、該当泥炭層準の薄片を作製し、SEM-EPMA分析に供した。その結果、CT値および重元素のピークが見られた層準では、細粒から極細粒砂サイズの長石類・石英などが確認された。元素マッピングで得られた粒子についてImageJを用いて画像解析を行い、その粒度を推定した。その結果は海浜砂や津波堆積物の最も細粒な組成と一致していることから砂として運ばれた末端部であることを示唆している。これによって肉眼で観察できる津波堆積物層から求められる浸水範囲より数十 m内陸まで推定浸水範囲を拡張することに成功した。本申請で得られたCTから求めた密度値は泥質堆積物からごく少量の砂粒をも見つけ出すことに用いることができる。

今後はより細粒な泥成分について本手法が適用可能かを検討するため、数ミクロンの分解能で分析が可能である $\mu$ XRD等の分析を行う予定である。

採択番号 21B043, 21C002

研究課題名 タギシュ・レイク隕石微小片の3次元形状と内部構造測定

氏名・所属(職名) 中村 昭子・神戸大学大学院 理学研究科(准教授)

研究期間 2021/7/2-5, 7/13-15, 11/1-5, 12/27, 2022/1/5-7

共同研究分担者組織 学生2名

### 【研究目的・期待される成果】

炭素質コンドライトのタギシュ・レイク隕石は反射スペクトルが木星トロヤ群小惑星に多いD型、T型の小惑星に似ているとされ、一方、火星衛星フォボスと似ているともされる。火星衛星サンプルリターン計画(JAXAのMMX計画)や木星トロヤ群小惑星フライバイ探査(NASAのLucy計画)により、これら小天体の表面地形・地質の観測や測定が期待されるが、それに向けて、これらの天体の類似物質としてのタギシュ・レイク隕石物質の物性値を測定しておくことは重要である。

そこで、本研究では、タギシュ・レイク隕石微小片の3次元形状と内部構造を測定し、微小片のバルク密度と密度の空間非一様性を明らかにする。タギシュ・レイク隕石はその希少性のために入手困難な隕石であり、実験室での強度測定結果は学会報告があるのみである。本研究では、密度を測定し終えた微小片について、圧壊強度測定、衝突破壊強度測定を行い、タギシュ・レイク隕石の母天体の進化を考察し、上記小天体探査計画に対して参照データを供する。さらに、タギシュ・レイク隕石の物理的性質を他の隕石の物理的性質と比較することで、原始惑星系円盤と微惑星進化に対しても制約を与え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】

本研究では、大きさ2~3 mm、質量0.04 g以下のタギシュ・レイク隕石微小片について、マイクロフォーカスXCTによる測定を数 $\mu\text{m}/\text{pixel}$ の空間分解能で行い、微小片の体積を算出した。XCT測定後の試料の一部は直方体に整形し、荷重速度を0.005 mm/minとして一軸圧縮強度測定を行った。残りの試料は、神戸大学の小型ガス銃によって200 m/sに加速した直径1 mmのガラス球弾丸を衝突させて破壊し、最大破片質量を高速度カメラ画像をもとに推定した。

マイクロフォーカスXCTの再構築画像には、タギシュ・レイク隕石に特徴的とされる内部構造の不均一性が観察された。XCTデータから推定した体積をもとに算出した微小片のバルク密度は、 $1.73 \pm 0.08 \text{ g/cm}^3$ となった。今回

の測定で得られた密度の値は、過去にガラスビーズを用いて14~110 gのタギシュ・レイク隕石試料の体積測定を行って求められた値 ( $1.66 \pm 0.01 \text{ g/cm}^3$  [1])、および、レーザー3次元形状測定による8~158 gの試料についての値 ( $1.80 \pm 0.03 \text{ g/cm}^3$  [2]) のどちらとも調和的な結果である。このバルク密度は、空隙率36%に相当し、隕石の中で最大級である。

タギシュ・レイク隕石微小片の一軸圧縮強度は、1.9~9.5 MPaであった。一方、惑星間空間から地球大気突入して破壊した高度で受けたガス圧から推定されている圧縮強度は0.7 MPa [3]と報告されている。隕石は、地球大気突入を経験して残った塊であるので、今回測定した塊(隕石)の強度のほうが、文献で示されている大気突入時の強度よりも大きいことは順当である。一方、数MPaという値はアエンデやマーチソンといった他の炭素質コンドライトについて得られている数10 MPaという値に比べて小さい。強度が小さいことは、タギシュ・レイク隕石の空隙率が他の隕石よりも大きいことと調和的である。

衝突破壊のしやすさは、衝突後の最大破片質量が元試料の質量の半分になるのに必要なエネルギー密度( $Q = \text{弾丸運動エネルギー} / (\text{標的質量} + \text{弾丸質量})$ )で表され、 $Q^*$ と呼ぶ。タギシュ・レイク隕石微小片についての実験結果を、衝突速度や試料サイズの影響を考慮して補正した結果、実験室スケールでは $Q^*$ は他の隕石と同程度となった。われわれは、 $Q^*$ は試料サイズが大きくなると小さくなり、その傾向は空隙率が小さいほど顕著であることをタギシュ・レイク隕石模擬物の実験等から示している。その結果を用いると、タギシュ・レイク隕石母天体は、他の石質隕石の母天体よりも壊れにくいという推定が得られた。

参考文献 [1] Hildebrand, A.R. *et al.* (2006), *Meteoritics & Planet. Sci.* 41, 407-431. [2] Ralchenko, M. *et al.* (2014), *45th LPSC abst.* p.1021. [3] Brown, P. G. *et al.* (2002), *Meteoritics & Planet. Sci.* 37, 661-675.

採択番号 21B045

研究課題名 別府湾堆積物の人新境界国際標準模式地 (GSSP) 選定に向けたコア解析

氏名・所属 (職名) 加 三千宣・愛媛大学 沿岸環境科学研究センター (准教授)

研究期間 2021/11/4-8

共同研究分担者組織 学生9名

### 【研究目的・期待される成果】

人新世 (Anthropocene) は、Crutzen博士・Stoermer博士の提案以降、様々な分野で広く使われるようになったが、未だ地質学的に定義されたものではない。その根拠となる地層境界の世界標準模式地、いわゆるGSSP (Global Boundary Stratotype Section and Point) が決まっていない。GSSP候補が幾つかすでに選定されており、日本の別府湾もその有力候補の一つとなっている。本研究では、人新世の始まりを特徴づける人新世キーマーカー層序のデータセットを別府湾堆積物において構築し、人新世GSSPとして別府湾海底堆積物が選定されるにふさわしい地層かを明らかにする。またGSSPの決定機関に積極的に働きかけ、日本の別府湾堆積物が人新世のGSSPに選定されることを目指す。本研究では、別府湾堆積物が真に人新世GSSPとして選定されるにふさわしい地層かを検討するため、以下の二つの課題を達成する。①人新世キーマーカー層序データセットのさらなる拡充、②人新世-完新世境界の年代を高精度に決定すること、③DNA生層序の確立である。これら三つを達成することにより、別府湾堆積物がGSSPとして最もふさわしいことを示すことができるだろう。本年度は、年縞年代により年代決定の高精度化をはかるとともに、まだ別府湾で層序が確立されていないキーマーカーを対象に分析を行う。

地球史上で初めて人類 (Anthropo) と名の付く人新境界は、地質時代区分の中で最も意義深い境界の一つであり、その地層境界に打ち込まれるゴールドenspайクの誕生は、これまで曖昧であった人新世の始まりの科学的根拠を与える。人新世仮説は、SDGsのように地球環境問題の早期解決を求める世界の潮流を後押ししてきたが、ゴールドenspайクの誕生は、人新世という地質時代を招いた全人類への警鐘のシンボルとなり、その負の歴史と地球環境問題の深刻さが世界に広く認知される機会を与えると期待される。本研究は世界に一つしかない人新世GSSPを日本にもたらし、ゴールドenspайクの国内外の社会的役割に大きく貢献することになる。

### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

本申請の共同利用研究では、上述の③について、10 mピストンコアBP21-1及びBP21-2コアの2本分を新たに採取し、過去3000年間のDNA生層序を明らかにすることを

目的として、DNA用のサンプリングを行った。またこれまで明らかになっているイベント層序の確認をするため、CT撮影、岩相記載、写真撮影を行った。その結果、BP21-1コアでは、Ev. 2からEv. 14に相当するサンプル、BP21-2コアでは、Ev. 3からEv. 15に相当するサンプルが得られたことがわかった。予定していたItrax分析が意思疎通不備のため断念したが、DNAサンプルが2000年分得られたことは大きい。現在、DNA抽出試料を使って、メタバーコーディングを実施する予定である。

別府湾のDNA生層序の変化するタイミングが、日本においてどの程度代表性があるか。この問いに答えるには、DNAの保存性の高い堆積物の探索が必要である。網走湖は年縞が発達する汽水湖として知られ、還元的な湖底環境のためにDNAの保存性も良いと考えられ、この問いを検証する上で適したサンプルが得られると期待される。

2021年10月に網走湖コアのDNA用サンプリングを行った。得られた110 cmから120 cm長の3本のコアについては、岩相記載、写真撮影、CT撮影を、そのうちの1本についてはItraxによる分析を実施した。顕著な年縞と見られる葉理構造が発達していることがわかった。表層から縞を数えることで、約130年分に相当する堆積物試料であることがわかった。

一部、種特異的プライマーを用いて、定量分析を行った結果、網走湖で生息するワカサギのDNAが堆積物中から検出された。13~119コピー/g dry sedimentと比較的高い濃度のワカサギのDNAがあることがわかった。時間解像度はまだ十分ではないが、DNA量も経年的に変動している可能性が見えてきている。したがって、網走湖のDNA保存状態は別府湾と同じく非常に良いことがわかった。

今後は、他の魚種やDNAメタバーコーディングによる多種検出を行い、人新世の始まりにおける生物多様性の変化を解明する予定である。

また、ラミナの季節性について調べるために、Itraxを実施した。別府湾と同じく、碎屑性の元素とBrの濃度は逆位相関係を示し、暗色低密度のラミナではBrが多く、明色高密度のラミナでは碎屑性元素が多くなる傾向がわかった。今後はイベント層の写真判別や、Pb-210法による年代決定を行い、年縞年代の確立を行う予定である。

厚岸湖堆積物についても、網走湖の解析が終わり次第、年代測定及びDNA分析を行う予定である。

採択番号 21B046

研究課題名 日向灘スロー地震は九州パラオ海嶺が起きているのかー表層からのアプローチ

氏名・所属(職名) 木下 正高・東京大学 地震研究所(教授)

研究期間 2021/10/18-20

共同研究分担者組織 橋本 善孝(高知大学), 濱田 洋平(海洋研究開発機構)

鹿児島 涉悟(富山大学), 金松 敏也(海洋研究開発機構)

久保田 好美(国立科学博物館), Jade Duttileul(東京大学), 他 学生1名

### 【研究目的・期待される成果】

日向灘沖は他の南海トラフに比べて固着が弱くスロー地震が活発に発生している。このことが、九州パラオ海嶺(KPR)の沈み込みと関連しているという仮説を検証するために、地震構造探査が実施され、別途国際深海科学掘削計画(IODP)を提案した。一方、海山の沈み込みが表層付近の変形や流体移動に及ぼす影響を調べることを目的として、東京大学大気海洋研究所の共同利用公募による研究航海「日向灘スロー地震は九州パラオ海嶺が起きているのか 表層からのアプローチ」(課題代表者:木下正高)が、2021年8月13日から19日まで実施された。停滞した低気圧等の悪天候のため、当初予定された作業時間(82時間)が37時間に大幅に短縮されたが、日向灘沖にて、熱流量測定4点(貫入数14)、ピストンコア3点、表層コア(アシユラ)1点の採取に成功した(図1, 図2)。

なおこれらのデータは、今後掘削の実現に向けて、より洗練した仮説と適切な調査方針を提示するのにも貢献する。

本申請の分担者以外に、日向灘沖IODP掘削提案のPIである、東京大学地震研究所の仲田理映助教を、連携研究者として挙げておく。PIというだけでなく、コア物性と広域地震波構造との対比を行う上で欠かせない研究者である。

### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

2021年10月18~20日の3日間で、高知大学海洋コア総合研究センターが所有する計測機器(CT, MCSL, Itraxなど)を活用し、KS-21-18航海で得られた表層地質試料

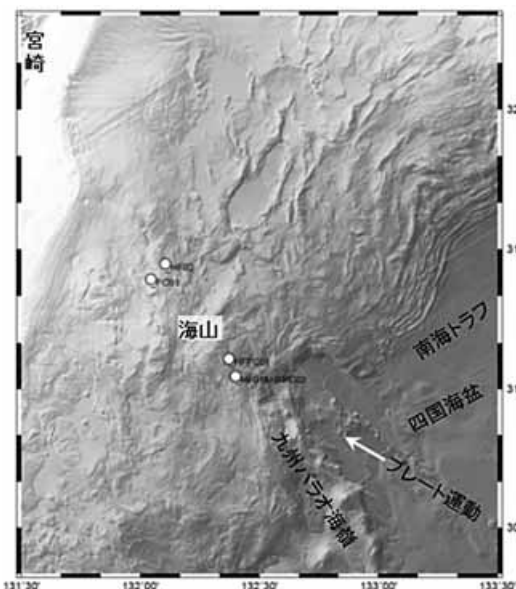


図1 日向灘のコア採取地点(O)。

(ピストンコア3点)について、ピストンコア試料の記載、計測、サンプリングを実施した。CTではコア内部の変形の様子や密度構造、MSCLでは物性(密度、P波速度、帯磁率、比抵抗)、Itraxでは元素分布を、ピクノメータにより試料の間隙率を測定した。3サイトのコア試料は1.5m~3mの長さを持ち、均質な泥質地層の中に、火山灰層や若干のタービダイト層が同定された。

HFPC1, HFPC2は、沈み込んだ海山と思われる地点の東側で採取された。海底に存在する海山(都井海山)の東斜面を下る形で熱流量を測定し、斜面底部に近い場所でのコア採取を行った。HFPC1では、全密度は1.8 g/cm<sup>3</sup>程度、間隙率は30-40%とやや低め、表層から約80 cmのところMSCLによる帯磁率・密度の高いゾーンがあり、火山灰層と想定される。なおこの地点で同時に計測された熱流量値(暫定)は55 mW/m<sup>2</sup>という、BSRからの値に比べて2倍近い高い値であった。急斜面の基底部に近いいため、海底地すべりの影響が見えている可能性もあるが、今後の検討が必要である。

HFPC2では、全密度は1.8 g/cm<sup>3</sup>程度、間隙率は30-40%とやや低め、表層から約150 cmのところMSCLによる帯磁率・密度の高いゾーンがあり、火山灰層と想定される。

PC1は、沈み込んだ海山と思われる地点の陸側(北北東)で採取された。全密度は2.3 g/cm<sup>3</sup>程度、間隙率は30-40%とやや低め、表層から約110 cmのところMSCLによる帯磁率・密度の高いゾーンがあり、火山灰層と想定される。

今後、Itraxによる元素分布、地磁気・化石による堆積年代などのデータを取得し、上記と合わせて表層の堆積作用と海山沈み込みの関係を考察する。また継続して実施される構造探査や、現在IODP(国際深海科学掘削計画)に提出した掘削提案による掘削・孔内計測データと併せて、海山周辺の応力場・水理状態と、海山周辺で発生しているスロー地震との関連の解明を目指す。

なお申請書には記載されていないが、地震研の特任研究員のJade Duttileul氏は、地震研に滞在しており、南海トラフ地震発生帯掘削にも参加し、間隙率を正確に計測するノウハウを持つ。そのため協力して計測を実施した。



図2 採取されたコア試料。

採択番号 21B048

研究課題名 房総半島に分布する海成層を用いた地磁気逆転記録の詳細な復元

氏名・所属(職名) 岡田 誠・茨城大学 理学部(教授)

研究期間 2021/11/15-24, 2022/1/19-28

共同研究分担者組織 他 学生4名

### 【研究目的・期待される成果】

本研究では、堆積速度が速く安定した古地磁気シグナルを持ち、微化石産出が良好な海成層を用いることで、過去400万年間に起こったほぼ全ての地磁気逆転記録を超高解像度で復元することを最終的な目的とする。

研究対象である房総半島に分布する海成更新統では、安定した古地磁気シグナルのみならず、良好な海洋微化石および花粉化石の産出が見られる。さらに平均堆積速度が50 cm/千年(南房総千倉層群)から200 cm/千年(上総層群)と、深海底コアとして最も詳細な地磁気逆転記録が得られているアイスランドベースンよりさらに2~10倍速く、世界で最も解像度の高い古地磁気・古気候記録を保持していると考えられる。仮に層厚5 cmごとの解析を行った場合、時間解像度は最大で100年、最小で25年間隔に相当する。これは現在の磁場や気象などの直接観測データと比較できるような解像度である。本研究の特色は、地質記録としては従前と比べ桁違いに高い時間解像度を持った古地磁気・微化石などの記録が同じ試料から同時に得られる点といえる。

本申請では、1) 松山-ブルン境界に付随すると言われている前兆現象と、2) ガウス-松山境界を対象としており、いずれにおいても詳細な地磁気変動記録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】

2021年度後期の共同利用において、数多くの報告がされている松山-ブルン地磁気逆転の前兆現象の有無を、チバニアンGSSPが認定された千葉セクションの下位層準にあたる地層で確認することを目的に岩石磁気・古地磁気測定を実施した。使用したサンプルは2020年10月から2021年11月の間に採取した試料であり、これらのうち一部の試料について2021年度共同利用により測定を行った。全ての試料について、コアセンター古地磁気実験室設置のパススルー型磁力計および熱消磁電気炉を用いた古地磁気測定を行い、最終的に300℃における熱消磁と、段階交流消磁を組み合わせたハイブリッド消磁を実施して、

固有磁化成分を得た。その結果、千葉セクションの下位に位置する砂泥互層の泥岩層において正極性の古地磁気方位を示す区間を見いだした。当該層準の古地磁気強度は周囲と比べて弱くなっており、地磁気逆転前に起こった前兆現象である可能性が示唆された。この結果は、JpGU2022大会のセッション[S-EM15]で口頭発表された(Songeon and Okada)。今後は、残りの試料および追加サンプリングにより得られる試料について岩石磁気・古地磁気測定を進め、松山-ブルン境界に伴う前兆現象の詳細の解明を試みる。

以上に加え2021年6月に、第四系基底境界の目安となっているガウス-松山地磁気反転境界の詳細な古地磁気記録や、同時期に起こった北半球氷河化作用(NHG)に際した古海洋学的記録を得るために、千倉層群の第四系基底部付近において定方位ボーリングを実施した。その結果、51 mにわたるほぼ欠落のない砂岩-シルト岩互層からなるコアを採取することができた。これまでの所、コアの半割作業、画像スキャン、各種非破壊計測を高知コアセンターの共用システムを利用して行った。その後、2021年度後期の共同利用において、1-10 mの層厚間隔で計16層準から予察的なミニコア採取を行い、コアセンター古地磁気実験室設置のパススルー型磁力計および熱消磁電気炉を用いた古地磁気測定を行い、最終的に250℃における熱消磁と、段階交流消磁を組み合わせたハイブリッド消磁を実施して、固有磁化成分を得た。今回得られた予察的な古地磁気測定によると、コア深度5 mから15 mにかけて、VGP(見かけの磁極)の緯度が南極から北極へと遷移している様子が見られ、松山逆磁極期とガウス正磁極期の境界が、その間に位置することが示唆された。また同時に得られた相対古地磁気強度の値が、コア深度10 m付近の層準で極小を示したことから、ガウス-松山逆転境界が10 m付近の層準に位置することが伺えた。この結果は、JpGU2022大会のセッション[S-EM15]で口頭発表された(岡田・Songeon)。今後さらに測定を進め、ガウス-松山逆転境界の詳細の解明を試みる。

採択番号 21B050

研究課題名 中東アナトリア地域における遺跡周辺の完新世を通じた古環境・古気候復元

氏名・所属（職名） 多田 賢弘・千葉工業大学 地球学研究センター（研究員）

研究期間 2022/3/27-30

共同研究分担者組織 多田 隆治（千葉工業大学）、関 有沙（信州大学）

### 【研究目的・期待される成果】

本研究では、人類文明発祥の地として知られる中東アナトリア地域において、①カマンカレホック遺跡及びチャタルフック遺跡内部の野外調査・層序記載と、②遺跡周辺湿地における掘削・古環境復元、③Nar湖とEski Acigolにおける掘削・古気候復元を行い、遺跡内外の古気候・古環境変動復元を行うことを大目的とした。

従来トルコで行われてきた、人間活動と古気候古環境変動との関係を探る研究では、主要な遺跡から100 km以上離れた湖（Nar湖やEski Acigol）の堆積物が用いられ、必ずしも遺跡周辺の環境を反映していないという問題があった。また、それらの湖の堆積物の正確な年代尺は確立しておらず、遺跡から得られる考古学的記録と古気候記録を正確に対比できていないという問題があった。

本研究では、遺跡内部の堆積物採取と遺跡周辺湿地の掘削を行うことで遺跡周辺のローカルな古環境復元を行い、さらに湖の堆積物とイベント層を用いて層序対比することによって、遺跡から得られる考古学的記録と遺跡周辺のローカルな古環境変動、湖の堆積物から得られる地域的な古気候変動を同一時間軸で議論できるようになることが期待された。

本申請では、堆積物試料中からイベント層を抽出するため、遺跡内試料及び遺跡内外の掘削コアについてCT-スキャンとItraxによる元素分析を行う予定であった。また、2021年8月に霞ヶ浦湖畔で行った掘削訓練で採取した試料についても本申請で分析を予定していた。

### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

2021年12月に、アナトリア中南部チャタルフック遺跡における試料採取の許可が得られたため、トルコに渡

航し、遺跡内堆積物のスラブ試料採取を実施した。しかしながら、遺跡から採取した堆積物試料をトルコ国外へ持ち出す許可が得られなかった。試料の国外持ち出しの規制はここ1～2年で急激に厳しくなっており、アナトリア考古学研究所でも十分把握ができていなかったとのことであった。そのため、本研究の主な分析対象としていたトルコの堆積物試料については、共同利用期間中に海洋コア総合研究センターで分析を行うことができなかった。

霞ヶ浦湖畔で行った掘削訓練で採取したコア試料については、2022年3月に海洋コア総合研究センターにおいて分析を行った。掘削訓練は、陸上掘削の手法に習熟するとともに、関東東部における洪水史の復元を科学的な目的として実施し、層厚2.4 mのコアを採取した。掘削コアから分取した長さ50 cmのスラブ試料5本を用いて、分析手法の習得と予察分析のためX線CTスキャン及びXRFコアスキャナー（Itrax）を用いた元素分析を行った。元素分析は、測定間隔を1 mm、測定時間を10秒として行った。また、測定条件の検討のため、1試料については、測定間隔を200 μm～5 mm、測定時間を5～20秒の範囲で変え繰り返し分析を行った。

コア試料は主に泥質のシルト～極細粒砂からなる。試料の肉眼観察とCTスキャンの結果、泥質シルト～極細粒砂中に下位を削り込み上方細粒化する中粒砂層が5層確認された。これらの中粒砂層はSi, K, Mnに比較的富み、Fe, Ti, S, Zn, Zrに比較的乏しい傾向がみられた。採取したコア試料の堆積年代は明らかでないが、試料全体を通じてS, Clのカウンタ数は低く、特にClはほとんどの層準で検出されなかったことから、霞ヶ浦が淡水化した18世紀ころよりも新しいと考えられる。

採択番号 21C001

研究課題名 別府湾堆積物の人新境界国際標準模式地 (GSSP) 選定に向けたコア解析

氏名・所属 (職名) 加 三千宣・愛媛大学 沿岸環境科学研究センター (准教授)

研究期間 2021/6/21-26

共同研究分担者組織 学生7名

### 【研究目的・期待される成果】

人新世 (Anthropocene) は、Crutzen博士・Stoermer博士の提案以降、様々な分野で広く使われるようになったが、未だ地質学的に定義されたものではない。その根拠となる地層境界の世界標準模式地、いわゆるGSSP (Global Boundary Stratotype Section and Point) が決まっていない。GSSP候補が幾つかすでに選定されており、日本の別府湾もその有力候補の一つとなっている。本研究では、人新世の始まりを特徴づける人新世キーマーカー層序のデータセットを別府湾堆積物において構築し、人新世GSSPとして別府湾海底堆積物が選定されるにふさわしい地層かを明らかにする。またGSSPの決定機関に積極的に働きかけ、日本の別府湾堆積物が人新世のGSSPに選定されることを目指す。本研究では、別府湾堆積物が真に人新世GSSPとして選定されるにふさわしい地層かを検討するため、以下の二つの課題を達成する。①人新世キーマーカー層序データセットのさらなる拡充、②人新世-完新世境界の年代を高精度に決定すること、③DNA生層序の確立である。これら三つを達成することにより、別府湾堆積物がGSSPとして最もふさわしいことを示すことができるだろう。本年度は、年縞年代により年代決定の高精度化をはかるとともに、まだ別府湾で層序が確立されていないキーマーカーを対象に分析を行う。

地球史上で初めて人類 (Anthropo) と名の付く人新境界は、地質時代区分の中で最も意義深い境界の一つであり、その地層境界に打ち込まれるゴールドenspайクの誕生は、これまで曖昧であった人新世の始まりの科学的根拠を与える。人新世仮説は、SDGsのように地球環境問題の早期解決を求める世界の潮流を後押ししてきたが、ゴールドenspайクの誕生は、人新世という地質時代を招いた全人類への警鐘のシンボルとなり、その負の歴史と地球環境問題の深刻さが世界に広く認知される機会を与えると期待される。本研究は世界に一つしかない人新世GSSPを日本にもたらし、ゴールドenspайクの国内外の社会的役割に大きく貢献することになる。

### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

本申請の共同利用研究では、上述の②について、人新世のGSSPコアを含むマルチプルコア3本 (BMC21 S1-5, S1-4, S1-6) を使って、年縞年代決定の高精度化を目指した。CTの3D画像の確認及び高精細写真画像の判読により、ラミナー一枚一枚の側方対比を行い、欠落のない年縞カウントが可能になった。また、それぞれのラミナーの元素特性を見るために、Itraxによる高解像度元素分析を行った。結果が以下のとおりである。

コア試料断面には暗色層と明色層、その中間色層があり、下位に向かってその色は相対的に明るくなる傾向がある。暗色層は密度が低く、明色層は密度が高い傾向にある。また、灰緑色のやや明るい層で、肉眼でも表面が凸凹しているラミナーには、大型の珪藻殻が多量に含まれており、数mmの厚さの顕著に密度が低い層が46 cm以浅でしばしば認められる。高密度層は、通常の堆積物がlight olive grayやolive blackを呈すのに対し彩度が低く褐色を呈し、色で判別できる。元素分析の結果、密度が高く、明色を示す層はK, Ca, Ti, Mn, Feなど碎屑性元素濃度が相対的に高く、有機物質に多く含まれるBrの濃度が相対的に低い。暗色層はその逆の傾向を持つ。つまり、明色層が冬、暗色層が生物生産が高い春から秋と考えられる。ラミナーに含まれる珪藻組成の分析の結果、明色層では冬の珪藻がやや多く認められ、冬から初春にかけて形成される層であり、暗色層はそれ以外の季節で形成されることがわかり、暗色層と明色層のセットが1年であることが一昨年の研究で明らかになった (Suzuki *et al.* 投稿中)。こうした明色・暗色のセットを1年としてGSSPコアの各ラミナーの年を特定することに成功した。

また、高密度で特徴づけられるイベント層 (-1cL, -1b, -1a, etc.) は、碎屑性元素で顕著なピークを持つ。Vもまた碎屑性元素と同じパターンを示し、80.8-86.8 cmの高密度のタービダイト層 (0aU4) では、前後の層に比べて相対的に高い。この層は、縞状構造が内部構造として認められることから、洪水イベントに起因する可能性がある。GSSPコア、BMC21 S1-5において、Vは密度はやや低い層でも (やや褐色を呈するが密度や構成粒子は通常の堆積物と似ている)、60.8-64.6 cm, 53.6-57.2 cm, 38.6-41.0 cmで数cmの厚さのmassiveな層でスパイク的に高い値が幾つか見られる。こうしたマッシュ層には、やや堆積構造が乱れた構造を示すことが多く、CTの3D観察ではそれに沿った生物擾乱は認められない。すなわち、堆積時の構造を示していると考えられる。したがって、マッシュ層は通常の堆積物ではなく、洪水性の堆積物であると推察された。この洪水イベントが、年縞カウントに基づく年代と整合的なイベントの有無を観測記録から抽出した。その結果、これらの層は大野川・大分川の水位の観測記録にある、1953年、1959年、1982年の歴史的洪水水位のイベントであることがわかった。

プルトニウムやウランの人工放射性元素、PCB、マイクロプラスチック、重金属濃度など、多くの人新世開始を特徴づけるマーカーが1953年の洪水イベントから始まったことから、この洪水イベントの下限を人新世GSSPとすることが適切であることがわかった。



採択番号 21C003

研究課題名 奈良県五代松鍾乳洞の石筍のウラン濃度分析

氏名・所属（職名） 堀 真子・大阪教育大学 教育学部 教育協働学科（准教授）

研究期間 2022/1/20

共同研究分担者組織 なし

#### 【研究目的・期待される成果】

ウラン238-234法は、ウラントリウム年代では遡ることのできない、50万年前～100万年前の年代範囲に適用できる年代法である。これまでの石筍やサンゴを用いた第四紀の古気候年代学には、専らウラントリウム法が適用されており、50万年前以前の古気候については、それ以降と比べて、地質試料に基づく古環境情報が極めて限られている。また、ウラン238-234法は、碎屑物由来のトリウムによる汚染の影響を無視することができるために、泥を含むような試料にも年代適用が可能となるという利点がある。従って、ウラン238-234法を実現できれば、これまで顧みられなかった古い試料や、泥を含む試料などに研究対象を拡張できるようになるというメリットがある。

ウラン238-234法が得意とする年代範囲（50万年前～100万年前）は、中期更新世のカラブリアンからチバニアンに相当し、最後の地磁気逆転や、氷期-間氷期サイクルの10万年周期の卓越時期を網羅している。これらの時代における気候変動を石筍などの炭酸塩試料から復元することで、グローバルな地球システムと中緯度陸域気候との関係性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】

本研究では、石筍試料の年代測定への利用を目指してウラン抽出実験を行った。事前に行った天然試料の実験では、回収率が極端に低くなったため、元素混合標準物質XSTC-331（SPEX社製）を用いて再調整したものを分析した。

ウランの抽出過程では、一般に、有機物分解のため過塩素酸を用いることが多い。本実験では、過塩素酸を用いて有機物分解した試料と、過酸化水素を用いて有機物分解した試料の2タイプを用意した。また、実際の炭酸塩試料に合わせるため、炭酸カルシウムを添加したものとしないものをそれぞれ用意した。さらに、事前の実験で回収率が低くなった要因の一つとして、鉄共沈を行った際に、上澄み液にウランが溶けた可能性も考え、鉄共沈の上澄み液も回収して分析を行った。

この結果、過塩素酸を用いた場合のウラン収率は11～23%、過酸化水素を用いた場合で6%となった。炭酸カルシウム試薬を入れたものと入れていないものとは、有意な違いは認められなかった。また、鉄共沈の上澄み液に含まれるウランはブランク溶液を下回り、鉄共沈の過程でウランを取り逃すことはほとんどないことが証明された。しかし、ウランの収率は以前低く、イオン交換の過程でエリューション液に流れてしまっている可能性もある。今後エリューション液の分析を行い、操作手順の見直しと収率の向上に努める。

採択番号 21C004

研究課題名 奄美－沖縄海域の海底コアから探る黒潮変動と地震イベント履歴

氏名・所属（職名） 黒田 潤一郎・東京大学 大気海洋研究所（准教授）

研究期間 2022/3/1-31

共同研究分担者組織 芦 寿一郎, 松崎 賢史, 山口 飛鳥, 横山 祐典, 宮入 陽介, 山崎 俊嗣  
(東京大学), 他 学生2名

### 【研究目的・期待される成果】

学術研究船「白鳳丸」KH-22-3次航海は、同船改修工事後の地学系完熟航海として10月に調査海域や船表が決定したため、随時申請での申請となった。本航海で採取された堆積物試料の学術的活用が認められ、申請者らが奄美－沖縄海域の黒潮変動と喜界島周辺の地震履歴の研究を行うこととなった。

黒潮変動：黒潮流路を横断する2本のトランセクトで表層堆積物（マルチコア）と柱状堆積物（ピストンコア）を採取することができた。前者には現在の黒潮流路直下の堆積物特性が、後者には更新世～完新世における黒潮流路の変動パターンに関する情報が記録されている。これらを統合的に分析、解析することで、氷期－間氷期サイクルに連動した海水準変動と黒潮流路の履歴を復元する。最近開発が進む新プロキシ（アルケノン古水温の前期更新世への応用、環境DNA、バイオマーカー、アミノ酸の安定炭素同位体比など）をこれらのコア試料に応用することで、過去の黒潮流路の変遷をより精度よく復元できる。地震履歴：琉球海溝は有史時代においてM7-8の地震を発生させ大きな被害をもたらしてきた沈み込み帯である。南西諸島周辺では津波堆積物、津波石の研究に基づいて過去2500年間に100-400年間隔の古津波の存在が示唆されている。一方で沖縄本島周辺や奄美大島周辺においては地質記録から古津波の痕跡が未だに見つかっていない。その理由として、地震の発生様式の違い、台風の高潮・高波による古津波堆積物の侵食、サンゴ礁の発達による分析に適した湿地堆積物の欠如、などがあげられる。そこで本研究では海洋コアを用いて津波の引き波によるイベント堆積物の面的分布と堆積年代から、喜界島で推定されている地震履歴との対比検討を行い、地震規模・再来間隔推定の向上を目指す。

### 【利用・研究実施内容・得られた成果】

学術調査船「白鳳丸」KH-22-3次航海では、8サイトでの採掘を行い、ピストンコアとマルチコアを得ることに成功した。このうち、沖縄トラフ舟状海盆などで得られたコアは黒潮変動について、前弧海盆で回収されたコアは沖縄・奄美周辺の地震履歴を、琉球海溝で得られたコ

アは琉球海溝の物質供給の研究に用いられる。まず研究の第一弾として、本共同利用での研究では高知大学海洋コア総合研究センターでX線CTスキャンを行って岩相認定、内部堆積構造の認定を行った。

黒潮変動については、KH-22-3次航海で得られたコアPC01, PC07, PC08における岩相認定と堆積構造の記載を目的として、X線CTスキャナーを用いた非破壊CT値を得た。X線CTスキャンでは、ホールラウンドコアを半割せず岩相把握が可能であるため半割前にCT値を用いて岩相把握を行えたため、半割前にサンプリング箇所を検討することができた。この結果、一部のコアにおいて火山灰層が存在し、タービダイトと思われる砂層が挟在することが判明した。これらのCT値は半割後の速やかなサンプリングを可能とする貴重なデータセットである。

沖縄・奄美周辺の地震履歴の研究については、KH-22-3次航海で得られたコアPC03, 04, 06におけるイベント層の堆積構造視覚化を目的として、X線CTスキャナーによる測定を行い、物理特性プロファイルを得た。X線CTスキャン分析では砂層のみならず肉眼観察では特定することのできない微細な密度差を検出し、イベント層の認定が可能となることが期待される。このX線CTスキャンをコアの半割前に実施することができたため、この後の分析方針の策定に役立たせることができた点で大変に有意義であった。また、琉球海溝の物質循環に関する研究については、KH-22-3次航海のコアPC05における内部構造の記載を目的としてX線CTスキャンを行い、コアに多数の希薄なタービダイト層と思われる薄層が挟在することが明らかになった。こちらも、半割前に内部構造を認定できたことは有意義であった。

今回のX線CTスキャン測定は、コロナ禍ということもあり、申請者が高知に赴いて測定することが叶わず、高知大学海洋コア総合研究センターのスタッフの皆様へ測定していただいた。2022年2月の航海であったにも関わらず、高知大学海洋コア総合研究センターのスタッフの皆様が迅速に機器測定をしてくださったおかげで、全てのコアについて2021年度内に良質なX線CT画像が得られた。ここに深く感謝申し上げます。

高知大学 海洋コア総合研究センター 令和3年度年報  
Annual Report, Center for Advanced Marine Core Research (CMCR), Kochi University, FY2021  
令和3年度地球掘削科学共同利用・共同研究拠点成果報告書  
KCC R&D Report, Ser. B: Progress Report of JURC-DES Projects FY2021

---

編集：高知大学海洋コア総合研究センター年報編集委員会

発行：高知大学海洋コア総合研究センター

〒783-8502 高知県南国市物部乙200

Tel : 088-864-6712 (海洋コア室)

Fax : 088-864-6713

Http://www.kochi-u.ac.jp/marine-core/

発刊：2023（令和5）年3月1日

印刷：西村謄写堂（高知市上町/神田）

Edited by Editorial board of the CMCR Annual Report

Published by Kochi Core Center (KCC)/Center for Advanced Marine Core Research (CMCR), Kochi University  
(©CMCR, Kochi Univ.)







## 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/>