



地球環境史学会

Paleosciences Society 9th annual meeting



過去から現代、そして未来へ...

PALEO

第9回地球環境史学会年会 講演要旨集

(Vol. 11, No.2)



PALEO¹⁰
Paleosciences Society

第 9 回 地球環境史学会年会

開催日程： 2023 年 12 月 3 日（日）、4 日（月）

開催場所： 金沢大学自然科学本館大講義棟（金沢大学理工研究域）
レクチャーホール（講演）、大講義室 B（ポスターセッション）

世話人：長谷川 卓(代表)、佐川 拓也、小坂 由紀子

行事担当：高橋 聡、池上 隆仁

1. 日程

【1 日目】 2023 年 12 月 3 日（日）

9:00—9:30 受付

9:25—9:30 開会の辞

9:30—10:30 レギュラーセッション【R1-R4】 [レクチャーホール]

10:30—10:45 休憩

10:45—12:00 レギュラーセッション【R5-R9】 [レクチャーホール]

12:00—14:00 昼食休憩&ポスターセッション【P1-P18】 [大講義室 B]

14:00—14:10 IODP-3WS の紹介

14:10—15:30 レギュラーセッション【R10-R14】 [レクチャーホール]

15:30—15:45 休憩

15:45—16:45 レギュラーセッション【R15-R18】 [レクチャーホール]

16:45—17:00 休憩

17:00—17:45 レギュラーセッション【R19-R21】 [レクチャーホール]

17:45—18:00 各賞授賞式

18:00—20:00 懇親会

【2 日目】 2023 年 12 月 4 日（月）

8:45—9:45 レギュラーセッション【R22-R25】 [レクチャーホール]

9:45—10:00 休憩

10:00—11:30 レギュラーセッション【R26-R31】 [レクチャーホール]

11:30—13:00 昼食休憩&ポスターセッション【P1-P18】 [大講義室 B]

13:00—14:15 レギュラーセッション【R32-R36】 [レクチャーホール]

14:15—14:30 休憩
14:30—15:30 トピックセッション【T1-T3】 [レクチャーホール]
15:30—15:45 休憩
15:45—16:45 トピックセッション【T4-T7】 [レクチャーホール]
16:45—17:00 休憩
17:00—17:30 優秀発表賞表彰式 [レクチャーホール]
17:30 閉会の辞

2. 会場とアクセス

金沢大学 角間キャンパス 自然科学本館 大講義棟

住所：〒920-1192 石川県金沢市角間町

- ・ 口頭発表会場：大講義棟 レクチャーホール
- ・ ポスター会場、休憩室：大講義棟 大講義室 B
- ・ 託児室：本館 ワークショップ 1

アクセス方法：<https://www.kanazawa-u.ac.jp/university/campus-guidance/>

- ・ 金沢駅兼六園口（東口）8 番乗り場 より北鉄バス利用
- ・ 93・94・97 金沢大学行き（兼六園下経由）「金沢大学自然研前」下車（380 円）
- ・ 金沢駅から金沢大学まではバスで 30－35 分程度かかります。また、日曜日は大学行バスの本数が少なくなりますので、お時間に余裕をもってお越しください。
- ・ 北鉄バス時刻表検索：<https://arj.hokutetsu.co.jp/timetable/pathway.php>
- ・ 北鉄バスでは IC カードは、ICa(アイカ)のみご利用いただけます。Suica 等の交通系 IC カードはご利用できません。
- ・ 自然研前バス停で降車ののち、自然科学本館正面玄関（G2 階）から入り、階段またはエレベーターにて 1 階までお越しください。
- ・ 口頭発表会場・ポスター発表会場ともに飲食可能です。
- ・ キャンパス内食事処（平日のみ）：本館 G2 階生協食堂・生協購買、ナカフクリ食堂（中地区 徒歩約 8 分）、大口水産自動販売機（のどぐろ飯、うなぎ飯 など冷凍。各 500 円、ミニサイズ）
- ・ **12 月 3 日（日曜日）は生協等の営業はありません。最寄りのコンビニエンスストア（ファミリーマート）までは徒歩で片道 15 分程度かかります。各自昼食をご持参ください。**
- ・ 年会当日（日曜日、月曜日）は自然科学本館講義室で模試を実施しています。月曜日には大講義棟内の部屋で講義を行っています。廊下等の静寂保持にご協力をお願いいたします。

金沢大学角間キャンパス



自然研前バス停から会場までの経路



3. 口頭発表とポスター発表について

口頭発表者

- ・レギュラーセッション各 15 分（発表 12 分以内、2 分間の質疑応答、最後の 1 分は発表者切り替え）
受賞関連講演各 20 分（発表 15 分、4 分の質疑応答、最後の 1 分は発表者切り替え）
- ・現地発表、オンライン発表に関わらず、ご自身のラップトップやタブレットで Zoom に接続の上、画面を共有して発表してください。
- ・現地会場内で Zoom 接続する際はマイクをミュートにし、音量を OFF にしてください（発表時も OFF）。
- ・ご自身のデバイスでの Zoom 接続に問題がある場合はお早めに LOC にお知らせください。
* Zoom へのアクセスの情報は行事係からの連絡と年会ウェブサイトを参照して下さい。

ポスター発表者

- ・ポスターは A0 縦サイズでご準備ください。
- ・オンライン発表へのアクセスの情報は行事係からの連絡と年会ウェブサイトを参照して下さい。

4. ネットワークについて

無線 LAN の Eduroam が使用できます。事前にご自身の所属大学、研究機関でアカウントを取得していただき、年会会場ではそのアカウントで Eduroam に接続してください。ゲストアカウントを用意しておりますが、数に限りがあります。ゲストアカウントが必要な方は、受付でお申し付けください。

5. 会費について

一般会員 ¥1000、一般非会員 ¥3000、

学生会員 無料、学生非会員 ¥1000、

- ・なるべくお釣りの無いようご協力ください。
- ・非会員の方も、当日ご入会手続きをしていただけますと、会員価格での参加費となります。

6. 懇親会について

一般会員 ¥4000

学生会員 ¥2000

- ・なるべくお釣りの無いようご協力ください。
- ・12月3日（日曜日）18:00～20:00、図書館棟 2 階 YABU & CAFÉ 丹 にて行います。

7. 第9回環境史学会年会プログラム

☆は優秀発表賞の候補

1日目(12/3)レギュラーセッション

座長：桑野 太輔、高橋 聡

9:30-9:45 【R1】北東北に分布する湖沼生アルケノン生産種の特性について

梶田 展人(弘前大学)、安藤 卓人(秋田大学)、新家 弘也(関東学院大学)

9:45-10:00 【R2☆】北西太平洋亜熱帯域のセジメントトラップ試料から得られた浮遊性有孔虫の季節変化

橋本 優里・黒柳 あずみ(東北大学)、鈴木 淳・山岡 香子(産業技術総合研究所)、藤井 武史・近藤 俊祐(KANSO テクノス)、鴨志田 紘子(エネルギー・金属鉱物資源機構)

10:00-10:15 【R3☆】白亜紀の高緯度古インド洋古海洋学におけるC40 アルケノンの重要性：特に海洋無酸素事変2に注目して

鈴木 貴裕・安藤 卓人・林 武司・千代延 俊(秋田大学)、梶田 展人(弘前大学)

10:15-10:30 【R4☆】室戸岬沖から採取された海洋コア中の有機物とその運搬に関する研究

阿久津 紗梨・村山 雅史(高知大学)、芦 寿一郎(東京大学)、穴井 千里・山本 裕二(高知大学)、原田 尚美(東京大学・海洋研究開発機構)

10:30-10:45 休憩

座長：梶田 展人・鈴木 克明

10:45-11:00 【R5☆】過去160年間のアンダマン海の植生変化と古水文特性

エリック ビン ナイム・山本 正伸(北海道大学)

11:00-11:15 【R6☆】バイオマーカーからみた中国河姆渡文化期の余姚江流域における気候・植生変化

権田 拓弥、山本 正伸(北海道大学)、金原 正明(奈良教育大)、中村 英人(北海道大学)、大森 貴之(東京大学)、宇田津 徹郎(宮崎大学)、孫 国平(浙江省文物考古研究所)、中村 慎一(金沢大学)

11:15-11:30 【R7】中央アナトリア地方のカマン・カレホユック遺跡から採取した炭から考察する金属加工技術

佐竹 渉、多田 隆治、森脇 涼太、多田 賢弘、鈴木 健太、松井 孝典(千葉工業大学)、山田 桂(信州大学)、松村 公仁、大村 幸弘(アナトリア考古学研究所)

11:30-11:45 【R8☆】中央アナトリア、カマン・カレホユック遺跡近傍古沼地堆積物を用いた前期青銅器時代～鉄器時代の地域的古環境復元

鈴木 健太・多田 隆治・多田 賢弘・佐竹 渉・松井 孝典(千葉工業大学)、山田 桂・唐 双寧(信州大学)、香月 興太(島根大学)、Hilal Seren Şahin、Arikan Bülent(イスタンブール工科大学)、松村 公仁・大村 幸弘(アナトリア考古学研究所)

11:45-12:00 【R9】中央アナトリア南部、Eski Acigol 湖堆積物の分析に基づく過去～5000年間の古環境変動復元

多田 隆治・鈴木 健太・多田 賢弘・松井 孝典（千葉工業大学）、山田 桂・唐 双寧（信州大学）、香月 興太（島根大学）、Sencer Sayhan（Kirsehir Ahi Evran University）、松村 公仁・大村 幸弘（アナトリア考古学研究所）

12:00—14:00 昼食休憩&ポスターセッション

14:00—14:10 アナウンス

座長：木野 佳音、尾崎 和海

14:10-14:30 【R10】 **受賞記念講演** 最終氷期と退氷期の太平洋子午面循環と気候変動

岡崎 裕典（九州大学）

14:30-14:45 【R11☆】 ティモール海におけるベリリウム同位体分析による退氷期の降水量復元

根本 夏林（東京大学）、横山 祐典（東京大学）、Stephen Obrochta（秋田大学）

14:45-15:00 【R12】 沖縄の完新世中期における火山活動による気候変動の数十年周期応答を示す鍾乳石の証拠

植村 立・Syed Azharuddin（名古屋大学）、大嶺 佳菜子・眞坂 昂佑（琉球大学）、浅海竜司（東北大学）、Mahjoor Ahmad Lone・Yu-Chen Chou・Chuan-Chou Shen（国立台湾大学）

15:00-15:15 【R13】 海底堆積物に記録された過去 14 万年間における南米パタゴニア氷原の氷河変動

粕谷 拓人（九州大学）、長島 佳菜（海洋研究開発機構）、長谷川 精（高知大学）、岡崎 裕典（九州大学）

15:15-15:30 【R14】 気象現象の十字路としてのインド太平洋暖水塊地域 前期更新世以来の気候変動

山本 正伸（北海道大学）、菊池 壮平（北海道大学、現ニトリ）、Samantha Bova（サンジエゴ州立大学）、Yair Rosenthal（ラトガース大学）

15:30—15:45 休憩

座長：関 有沙、窪田 薫

15:45-16:00 【R15】 浮遊性・底生有孔虫化石の酸素同位体分析に基づく前期更新世の黒潮変動

桑野 太輔（京都大学）、亀尾 浩司（千葉大学）、久保田 好美（国立科学博物館）、万徳 佳菜子（国立環境研究所）、宇都宮 正志（産業技術総合研究所）、岡田 誠（茨城大学）

16:00-16:15 【R16☆】 日本海堆積物の栄養塩元素のスペシエーション分析から探るアジア・モンスーン気候の変遷（IODP Exp.346 "Asian Monsoon"）

野左近 督人・増田 沙恵佳・押尾 秀（東邦大学）、池原実（高知大学）、高橋 聡（名古屋大学）、山口 耕生（東邦大学）

16:15-16:30 【R17】 CO₂と軌道要素に対する千年スケールの東アジアの気候応答

久保田 好美（国立科学博物館）、Steven. C. Clemens（ブラウン大学）、Kyung Eun Lee（韓国海洋大学）、脇坂 恵都子（富山大学）、Ann Holbourn（キール大学）、

阿部 彩子・Wing-Le Chan・國吉 優太(東京大学)、堀川 恵司 (富山大学)、入野
智久 (北海道大学)、多田 隆治 (千葉工業大学)、木元 克典 (海洋研究開発機構)

16:30-16:45 【R18】 マンモス逆磁極亜期下位および上位境界における古地磁気 – ^{10}Be 変動記録

羽田 裕貴 (産業技術総合研究所)、菅沼 悠介(国立極地研究所)、岡田 誠 (茨城
大学)

16:45-17:00 休憩

座長：羽田 裕貴、久保田好美

17:00-17:15 【R19】 Iceland Basin エクスカーションの高分解能記録: u-channel 試料のパススルー古地磁気
データのデコンボリューションによる復元

小田 啓邦 (産業技術総合研究所)、James E.T. Channell (フロリダ大学)

17:15-17:30 【R20☆】 中新世の海水 Ge/Si 比変動の高解像度復元

吉岡 純平・黒田 潤一郎・板井 啓明 (東京大学)

17:30-17:45 【R21☆】 始新世「超温暖化」における生物生産性：Ba 安定同位体比に基づく考察

桑原 佑典 (東京大学、千葉工業大学)、池上 翔・安川 和孝 (東京大学)、宮崎
隆 (海洋研究開発機構)、田中 えりか (高知大学、千葉工業大学)、中村 謙太郎・
加藤 泰浩 (東京大学、千葉工業大学)

17:45-18:00 各賞授賞式

18:00-20:00 懇親会

2 日目 (12/4) レギュラーセッション・トピックセッション

☆は優秀発表賞の候補

レギュラーセッション

座長：黒田 潤一郎、松本 廣直

8:45-9:00 【R22☆】 海洋オスミウム同位体比記録から復元された三畳紀末の巨大火成岩岩石区の大規模風化イベント

村井 亮太・黒田 潤一郎（東京大学）、向井 一勝（熊本大学）、小川 奈々子・鈴木 勝彦・大河内 直彦（海洋研究開発機構）、堀 利栄（愛媛大学）

9:00-9:15 【R23】 酸素増加と初期の動物進化のペース

海保 邦夫・静谷 あてな・菊池 みのり（東北大学）、小宮 剛（東京大学）、Zhong-Qiang Chen・Jinnan Tong、Li Tian（中国地質大学）、Paul Gorjan（Leura、NSW Australia）、高橋 聡（東京大学・名古屋大学）、Aymon Baud（ローザンヌ大学）、Stephen E. Grasby（カナダ地質調査所）、齊藤 諒介（山口大学）、Matthew R. Saltzman（オハイオ州立大学）

9:15-9:30 【R24】 原生代の大气中酸素濃度の安定性

尾崎 和海（東京工業大学）

9:30-9:45 【R25】 太古代の大規模火成活動が引き起こす大気酸素分圧の一時的な上昇

渡辺 泰士（東京大学、気象研究所）、尾崎 和海・原田 真理子（東京工業大学）、松本 廣直（海洋研究開発機構）、田近 英一（東京大学）

9:45-10:00 休憩

座長：安藤 卓人、鈴木 健太

10:00-10:15 【R26☆】 Analytical procedure for bile acids in soil

ビクムリナ ザリーナ・山本正伸（北海道大学）

10:15-10:30 【R27☆】 浮遊性有孔虫殻の個別個体分析における洗浄システムの開発と応用

藤見 唯衣・堀川 恵司・阿部 巴音（富山大学）

10:30-10:45 【R28】 高知大学学術コアポジトリ：コア試料の保管問題と再活用方策

池原 実（高知大学）

10:45-11:00 【R29】 太平洋外洋域にて白嶺丸・第2白嶺丸により採取された堆積物コア試料の学術コアポジトリでの公開

山崎 俊嗣（東京大学）、池原 実（高知大学）

11:00-11:15 【R30】 マルチプルコアラーの改造による長尺の不攪乱試料採取の試み II

村山 雅史（高知大学）、亀尾 桂、竹内 誠、芦田 将成（東京大学）、波多野 泰成（高知大学）、中西 諒（京都大学）、黒田 潤一郎、芦 寿一郎（東京大学）

11:15-11:30 【R31】 東北日本油田地域から産出した有孔虫化石の自動分類実験

板木 拓也（産業技術総合研究所）、三輪 美智子（石油資源開発株式会社）、宮川 歩夢（産業技術総合研究所）

11:30-13:00 昼食休憩

座長：渡辺 泰士、池上 隆仁

13:00-13:15 【R32☆】生物源物質及び続成由来物質の混入に強固な風化指標の構築と東アジア白亜系への適用

張 天逸・太田 亨（早稲田大学）、李 罡（南京地質古生物研究所）

13:15-13:30 【R33☆】白亜紀海洋無酸素事変時の超温室環境下における菌類フロアの変動

池田 雅志・沢田 健（北海道大学）、安藤 卓人（秋田大学）、中村 英人（北海道大学）、高嶋 礼詩（東北大学）、西 弘嗣（福井県立大学）

13:30-13:45 【R34☆】二枚貝化石の成長線解析と酸素同位体比分析に基づく白亜紀中期の中緯度太平洋浅海域における海水温とその季節変化

市村 駿汰（名古屋大学）、高柳 栄子・井龍 康文（東北大学）、高橋 聡（名古屋大学）、大路 樹生（名古屋大学博物館）

13:45-14:00 【R35☆】リンのスペシエーション分析から明らかにする白亜紀末の天体衝突後の海洋環境変動（IOPD Exp.364 Chicxulub Impact Crater）

島野 悠作・山口 耕生（東邦大学）

14:00-14:15 【R36】白亜紀から新生代にかけての海水オスミウム同位体比変動

松本 廣直（海洋研究開発機構）、渡辺 泰士（東京大学、気象庁気象研究所）、鈴木 勝彦（海洋研究開発研究機構）

14:15-14:30 休憩

トピックセッション

座長：長谷川 卓

14:30-14:40 トピックセッションの概要説明

14:40-14:55 【T1】 極端な温暖化に伴う炭素循環フィードバックの動態解明

守屋 和佳（早稲田大学）、阿部 彩子（東京大学）、太田 亨（早稲田大学）、窪田 薫（海洋研究開発機構）、黒田 潤一郎（東京大学）、長谷川 卓（金沢大学）、長谷川 精（高知大学）、樋口 太郎（東京大学）

14:55-15:15 【T2】 **受賞記念講演** 海底堆積物が語る白亜紀の地球環境と固体地球変動

黒田 潤一郎（東京大学）

15:15-15:30 【T3】 温暖期における陸域風化作用の増大とその海域への影響

太田 亨（早稲田大学）

15:30-15:45 休憩

座長：長谷川 卓

- 15:45-16:00 【T4】 鮮新世の大気中二酸化炭素濃度復元～海底堆積物中の浮遊性有孔虫の殻のホウ素同位体分析
窪田 薫・石川 剛志・吉村 寿紘・木元 克典・常 青（海洋研究開発機構）、池原 実（高知大学）、横山祐典（東京大学）、Francisco Jimenes-Espejo（グラナダ大学）、Sidney R. Hemming（コロンビア大学）、Steve Barker・Ian R. Hall（カーディフ大学）
- 16:00-16:15 【T5】 年縞湖成層から探る白亜紀および始新世“温室期”の陸域気候変動と陸-海リンケージ
長谷川 精（高知大学）、隈 隆成（日本大学）
- 16:15-16:30 【T6】 大気海洋結合モデル MIROC4m から得られた白亜紀の地球表層環境に関する知見
樋口 太郎・阿部 彩子・Wing-Le Chan・大石 龍太(東京大学)
- 16:30-16:45 【T7】 福井県立大学学部の創設と温室地球環境研究の人材の育成
西 弘嗣（福井県立大学）
- 16:45-17:00 休憩
- 17:00— 優秀発表賞表彰式・閉会の辞 [レクチャーホール]
- 17:30 閉会

8. ポスター発表プログラム

☆は優秀発表賞の候補

- 【P1】 ケロジエンの高分子組成を利用した新規古環境指標の探索
安藤 卓人（秋田大学）
- 【P2☆】 西之島溶岩を用いた SQUID 顕微鏡による磁気マッピングと応用 ～古地磁気強度推定のための手法開発～
与謝野 勲（高知大学、産業技術総合研究所）、山本 裕二（高知大学）、小田 啓邦（産業技術総合研究所）、多田 訓子（海洋研究開発機構）、吉本 充宏（山梨県富士山科学研究所）、前野 深・武尾 実（東京大学）
- 【P3】 半割コアの元素組成マッピング分析の古環境復元における有用性 ～インド洋・日本海コアの分析結果から～
関 有沙（信州大学）、Gerald Auer（University of Graz）、David De Vleeschouwer（University of Münster）
- 【P4】 海洋アルカリ化による大型底生有孔虫の石灰化量の変化
木下 峻一（国立科学博物館）、鈴木 淳（産業技術総合研究所）、黒柳 あずみ（東北大学）
- 【P5☆】 人新世における高知県浦ノ内湾の海洋環境変動 -重金属および有機物解析から-
神徳 理紗・村山 雅史・新井 和乃（高知大学）、原田 尚美（東京大学）
- 【P6】 トカラ列島周辺海域の堆積環境
鈴木 克明（産業技術総合研究所）
- 【P7】 東アジア上空の夏季偏西風の経路が地域的／半球的气候変動に及ぼす影響
長島 佳菜（海洋研究開発機構）
- 【P8☆】 貝形虫化石群集変化からみる中海の後期完新世の古環境変動
唐 双寧（信州大学）、香月 興太・仲村 康秀（島根大学）、渡邊 千隼・山田 桂（信州大学）
- 【P9】 大気循環が最終氷期最盛期の南極降水同位体比に与える影響
木野 佳音・Alexandre Cauquoin（東京大学）、岡崎 敦史（千葉大学）、沖 大幹・芳村 圭（東京大学）
- 【P10☆】 石筍コア試料の同位体分析による沖縄県南大東島における過去 9 万年間の気候変動
有村 悠汰・植村 立・阿部 理（名古屋大学）、浅海 竜司（東北大学）、Yuan Shufang・Chin Hahjung・Wang Xianfeng（南洋理工大）
- 【P11】 数千年スケール気候変動を駆動する熱的变化と大気水循環の役割に関する気候モデル研究
國吉 優太・阿部 彩子・陳 永利（東京大学）、シェリフ 多田野 サム（琉球大学）
- 【P12☆】 南大洋の堆積物のリンのスペシエーション分析から探る氷期－間氷期サイクルに伴う環境変動
吉岡 茜・山口 耕生（東邦大学）、池原 実（高知大学）
- 【P13】 IODP U1445 地点（ベンガル湾）における 6 Ma 以降の酸素同位体層序
入野 智久・山本 正伸（北海道大学）、Giosan Liviu（WHOI）、Clemens Steve（Brown University）
- 【P14☆】 石川県珠洲市の法住寺層から得られた貝形虫化石と中期中新世温暖期の古環境
飯島 賢士・関 有沙（信州大学）、吉岡 純平（東京大学）、山田 桂（信州大学）

- 【P15☆】硫黄のスペシエーション分析から探る海洋環境変動 (IODP Exp.364 Chicxulub Impact Crater)
長江 佳寛・山口 耕生 (東邦大学)
- 【P16☆】白亜紀末の天体衝突クレーター内の変質花崗岩に含まれる有機炭素の起源 (IODP Exp.364 "Chicxulub Impact Crater")
山形 咲乃・山口 耕生 (東邦大学)、池原 実 (高知大学)
- 【P17】白亜紀 OAE2 層準から得られた炭素数 40 の 2 不飽和アルケノンにみられる異性体
長谷川卓 (金沢大学)
- 【P18☆】イメージング質量分析による約 27 億年前の堆積岩中のバイオマーカーのマッピング
石川圭一郎・斎藤大樹・山口耕生 (東邦大学)、奥村知世 (高知大学)、井尻暁 (神戸大学)
- 【OP1(online)】Development of exchange scheme toward interactively coupled MIROC-IcIES: application in the Greenland ice sheet
大石龍太・阿部彩子(東京大学)、斎藤冬樹(海洋研究開発機構)、小長谷貴志・Wing-Le Chan(東京大学)



PALEO¹⁰

講演要旨
レギュラーセッション

【R-1】北東北に分布する湖沼生アルケノン生産種の特性について

○梶田 展人(弘前大学)、安藤 卓人(秋田大学)、新家 弘也(関東学院大学)

湖沼堆積物は、海流の影響を受ける海洋堆積物に比べて、陸域における限られた範囲の気候変動を鋭敏に記録する。しかし、湖沼堆積物に対して正確に適用できる定量的な古水温計が存在しないことが、古環境研究の妨げとなっていた。湖沼に生息するハプト藻イソクリシス目が合成するアルケノンの不飽和度は、古くから研究されてきた海洋棲のノエラファブダス科(通称、円石藻・Group-3)と同様に、生息水温と比例して変化する。アルケノン合成種が生息であるものの、これらについては、湖沼堆積物に含まれるアルケノンから過去の湖水温を復元できる可能性がある。

本講演では、青森県鷹架沼と秋田県一ノ目潟に生息するアルケノン合成種の遺伝的特性およびアルケノンの特徴について報告する。鷹架沼は汽水湖であり、環境 DNA 解析の結果、2 種のイソクリシス科(通称、Group-2)を確認することができた。一方で、淡水湖である一ノ目潟では、2 種の Group-1 ハプト藻を確認することができた。現在、二つの湖沼に生息するハプト藻が合成するアルケノン不飽和度の変動を時空間的に調査することで、古水温復元の可否を検討している。

Lacustrine alkenone producers in the north Tohoku Region

Hiroto Kajita (Hirosaki University), Takuto Ando (Akita University), Hiroya Araie (Kanto Gakuin University)

【R-2】北西太平洋亜熱帯域のセジメントトラップ試料から得られた浮遊性有孔虫の季節変化

○橋本 優里・黒柳 あずみ(東北大学)、鈴木 淳・山岡 香子(産業技術総合研究所)、藤井 武史・近藤 俊祐(KANSO テクノス)、鴨志田 紘子(エネルギー・金属鉱物資源機構)

浮遊性有孔虫は、主として石灰質の殻をもち、海洋に広く分布する動物プランクトンで、海洋表層の環境を殻の化学組成や群集組成に記録するため、古環境復元に利用される。より精密な環境復元には、現生の浮遊性有孔虫の生態や環境との対応を理解することが必要であり、本研究では、時系列セジメントトラップ試料を用いて、北西太平洋亜熱帯域における浮遊性有孔虫のフラックスおよび群集組成の季節変化を詳細に検討した。結果、22 種の浮遊性有孔虫が確認され、11 種が約 93.5%を占めた。各種は明瞭な季節変化を示し、浮遊性有孔虫の生産量は種によって異なる要因に規制されることが示唆された。主な 11 種はクラスター解析に基づき 3 グループに分類された。グループ A は *Globigerinoides ruber* をはじめ、主に亜熱帯に生息し、共生藻を持つ種で構成される。グループ B は比較的深層に生息する種で構成され、年に一度、夏季にフラックスが増加する。このピークは繁殖時期を反映すると考えられる。グループ C は、年間を通じて低い値を維持し、明瞭な季節変化は見られなかった。

Seasonal changes in planktic foraminifera from sediment trap samples in the subtropical Northwest Pacific

Yuri Hashimoto・Azumi Kuroyanagi (Tohoku University), Atsushi Suzuki・Kyoko Yamaoka (AIST), Takeshi Fujii・Shunsuke Kondou (KANSO), Hiroko Kamoshida (JOGMEC)

【R-3】秋田県一ノ目潟の年縞堆積物の形成における豪雨の影響

○鈴木 貴裕・安藤 卓人・林 武司・千代延 俊（秋田大学）、梶田 展人（弘前大学）

秋田県男鹿地域に位置する一ノ目潟の湖底には mm スケールの明色―暗色層からなる有機質年縞堆積物が形成されている。これまで、掘削されたコアから古環境復元や年縞堆積過程の復元が行われてきたが、年縞の堆積過程にはいまだ不明な点が多い。秋田県は 2023 年 7 月 14～16 日に豪雨災害に見舞われ、男鹿市でも観測史上最多の雨量が観測された。本研究では、豪雨イベントが年縞堆積物の形成にどのように影響するか検討した。

一ノ目潟の湖心と湖縁辺部で毎月採水を行い、懸濁物濃度測定と生物群集の観察を行った。また、湖心にセディメントトラップを設置して、沈降粒子を毎月採取し、フラックス測定、スミアスライド観察、分離されたケロジェンについてパリノファシス・パリノモルフ分析を行った。豪雨の発生前後で底層水の懸濁物濃度が約 4 倍、沈降粒子量は約 6 倍多くなっており、構成粒子も植物片や粗粒な碎屑物などの陸源の粒子が増加していた。また、生物群集変動の季節周期が崩れ、豪雨後に微小な円心目珪藻が急増していた。これらの情報をもとに年縞堆積物中から、過去の豪雨イベントを検出できる可能性がある。

Influence of heavy rainfall for varve sediment deposited in Lake Ichinomegata.

Takahiro Suzuki・Takuto Ando・Takeshi Hayashi・Shun Chiyonobu (Akita University), Hiroto Kajita (Hirotsaki University)

【R-4】室戸岬沖から採取された海洋コア中の有機物とその運搬に関する研究

○阿久津 紗梨・村山 雅史（高知大学）、芦 寿一郎（東京大学）、穴井 千里・山本 裕二（高知大学）、原田 尚美（東京大学・海洋研究開発機構）

高知県室戸岬の北東沖で採取された海洋コア中に、多くのタービダイトが介在し、岩相や年代が明らかにされている（芦ほか、2023）。これらのタービダイト層に含まれる有機物の輸送経路について検討することを目的にした。室戸舟状海盆の陸棚斜面の基部（PC03: 水深 1,210m）と陸棚斜面の麓より東に約 4 km 離れた地点（PC02: 水深 1,280m）で採取された 2 本の海洋コアをもちいて、元素組成分析[XRF core scanner (ITRAX)]、有機物分析[EA-IRMS]、古流向分析[カップербリッジ]を行った。

2 本の海洋コア最下部から産出した鬼界アカホヤ火山灰(K-Ah; 7200 年前)以降、PC03 コアでは 28 層、PC02 コアでは 21 層のタービダイトが確認された。これらのタービダイト中と基底部より下位層(タービダイト形成前)を 1 セットとして、30 枚のタービダイトについて有機物分析をおこなった。その結果、 $\delta^{13}\text{C}$ 値が軽くなる陸起源有機物が混入している層があった。また、タービダイトの磁化率異方性による古流向解析とあわせて、有機物の輸送経路についても発表をおこなう。

A Study on the organic matter and its transport in marine core taken from off Cape Muroto, Japan
Sari Akutsu・Masafumi Murayama (Kochi University), Jyuichiro Ashi (The University of Tokyo),
Chisato Anai・Yuji Yamamoto (Kochi University), Naomi Harada (The University of Tokyo, JAMSTEC)

【R-5】 過去 160 年間のアンダマン海の植生変化と古水文特性

○エリック ビン ナイム・山本 正伸(北海道大学)

Vegetation on the Indian subcontinent relies on the seasonal monsoon rainfall as the primary source of water. Here we present a 160 kyr record of leaf wax carbon ($\delta^{13}\text{C}$) and hydrogen (δD) isotopic compositions, pentacyclic triterpene methyl ethers (PTMEs), and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) from International Ocean Discovery Program (IODP) Site U1448. $\delta^{13}\text{C}$ and PTMEs data revealed obvious vegetational shifts that occurred during the observed interval. C3 vegetation dominance over C4 vegetation is observed during Marine Isotope Stage (MIS) 1 and MIS 5, accompanied by low PTMEs signal. Meanwhile, the higher abundance of C4 vegetation over C3 vegetation detected during MIS 2 and MIS 4 occurred synchronously with the increase in PTMEs. The shift in vegetation is thought to be influenced by the seasonality in the study area. Additionally, PAHs data indicate that the occurrence of paleofire is higher during increased C4 plant abundance.

Vegetation Shift and Paleohydrology of the Andaman Sea over the Last 160 Kyr

Erick Bin Naim・Masanobu Yamamoto (Hokkaido University)

【R-6】 バイオマーカーからみた中国河姆渡文化期の余姚江流域における気候・植生変化

○権田 拓弥・山本 正伸(北海道大学)、金原 正明(奈良教育大)、中村 英人(北海道大学)、大森 貴之(東京大学)、宇田津 徹郎(宮崎大学)、孫 国平(浙江省文物考古研究所)、中村 慎一(金沢大学)

稲作は長江下流域で河姆渡文化期(7000～5500 年前)に始まった。考古学的に河姆渡文化期の環境が推定されているが、古気候変化と環境の関係に関する情報は十分ではない。本研究では、余姚江平野の HK 地点(河姆渡遺跡北方平野部)と TK 地点(田螺山遺跡近傍)で掘削したボーリングコア中の PTMEs、長鎖脂肪酸の δD ・ $\delta^{13}\text{C}$ 値、GDGTs、PAHs を分析し、当時の気候・環境変化を復元した。植物片・貝殻の炭素年代を測定した。PTME 組成は 8300 年前からイネに多いものが主体で、河姆渡文化が始まる 1300 年前から余姚江平野にはイネが存在したことが示唆された。稲田の層準は 7000～6400 年前の年代を示すが、PAHs に富んでいる。この層準はメタン生成菌由来 GDGT-0 に富み、メタン生成の活発な環境であることが示され、水田であったことが示唆された。 δD 値は 7000 年前ごろに低く次第に正方向にシフトした。これは夏季モンスーンの弱化を意味する。これに伴い、PTME 組成、 $\delta^{13}\text{C}$ 値から HK 地点では乾燥化に伴い雑草が繁茂したと想像される。TK 地点では一時的な稲作放棄の後、5400 年前に稲作が再開された。

Climatic and vegetational changes during the period of the Hemudu Culture, China in the Yaojiang river basin shown by biomarker compositions

Takuya Gonda・Masanobu Yamamoto (Hokkaido University), Masaaki Kanahara (Nara Education University), Hideto Nakamura (Hokkaido University), Takayuki Omori (The University of Tokyo), Tetsuro Udatsu (Miyazaki University), Sun Guoping (Zhejiang Provincial Institute of Cultural Relics and Archae.), Shinichi Nakamura (Kanazawa University)

【R-7】中央アナトリア地方のカマン・カレホユック遺跡から採取した炭から考察する金属加工技術

○佐竹 渉・多田 隆治・森脇 涼太・多田 賢弘・鈴木 健太・松井 孝典(千葉工業大学)、山田 桂(信州大学)、松村 公仁・大村 幸弘(アナトリア考古学研究所)

カマン・カレホユック遺跡は、農耕牧畜や金属冶金技術の発達、都市文明の発展が世界的に見ても極めて早い時期に起こったトルコ共和国のアナトリア地方に位置しており、文明の起源や発展過程を明らかにするために重要な遺跡である。特に本遺跡は、過去の発掘調査からオスマン/ビザンツ、鉄器時代、後期・中期青銅器時代、前期青銅器時代の 4 つの文化層が遺跡内に確認されており、人間活動の変化が記録されていると考えられている。千葉工業大学地球学研究センターでは、遺跡内の人間活動に自然環境の変化がどの様に影響を与えたかを議論するために、遺跡周辺の湖沼や湿地の堆積物を採取して、遺跡近傍の地域的な古環境変動の復元を試みている(詳細は本年会、鈴木、他)。本研究では、2022 年、2023 年にカマン・カレホユック遺跡内から採取した炭を対象とした、ポータブル型 XRF による分析結果をもとに、金属加工が行われていた炉を同定できるか、金属加工技術の変化について知見が得られないかなど、人間活動の記録を読み取れないかを議論する。

Consideration of metalworking techniques using charcoal collected from the Kaman-Kalehöyük in Central Anatolia

Wataru Satake・Ryuji Tada・Ryouta Moriwaki・Toshihiro Tada・Kenta Suzuki・Takafumi Matsui (Chiba Institute of Technology), Katsura Yamada (Shinshu University), Kimiyoshi Matsumura (Japanese Institute of Anatolian Archaeology), Sachihito Omura (Japanese Institute of Anatolian Archaeology)

【R-8】中央アナトリア、カマン・カレホユック遺跡近傍古沼地堆積物を用いた前期青銅器時代～鉄器時代の地域的古環境復元

○鈴木 健太・多田 隆治・多田 賢弘・佐竹 渉・松井 孝典(千葉工業大学)、山田 桂・唐 双寧(信州大学)、香月 興太(島根大学)、Hilal Seren Şahin・Arıkan Bülent(イスタンブール工科大学)、松村 公仁・大村 幸弘(アナトリア考古学研究所)

カマン・カレホユック遺跡では前期青銅器～鉄器時代に 4 回の大火災層が確認され、その前後で建築様式等が異なっていることから、異民族の侵入の可能性が考えられている。遺跡内の人間活動に自然環境の変化がどの様に影響を与えたかを議論するためには、遺跡近傍の古環境を復元する必要がある。2022、2023 年にカマン・カレホユック遺跡近傍で掘削を行い、前期青銅器～鉄器時代の古沼地堆積物を回収した。トルコ国内で含水率、ITRAX、XRD、WD-XRF、分光測色分析を行って得られたデータをもとに復元された地域的古環境変動と、それが遺跡内の人間活動に与えた影響を議論する。

Local paleoenvironmental reconstruction using paleo-swamp sediments at near Kaman-Kalehöyük in Central Anatolia from the Early Bronze Age to the Iron Age

Kenta Suzuki・Ryuji Tada・Toshihiro Tada・Wataru Satake・Takafumi Matsui (Chiba Institute of Technology), Katsura Yamada・Shuangning Tang (Shinshu University), Kota Katsuki (Shimane University), Hilal Seren Şahin・Arıkan Bülent (İstanbul Teknik Üniversitesi), Kimiyoshi Matsumura・Sachihito Omura (Japanese Institute of Anatolian Archaeology)

【R-9】 中央アナトリア南部、Eski Acigol 湖堆積物の分析に基づく過去～5000 年間の古環境変動復元

○多田 隆治・鈴木 健太・多田 賢弘・松井 孝典(千葉工業大学)、山田 桂・唐 双寧(信州大学)、香月 興太(島根大学)、Sencer Sayhan(Kursehir Ahi Evran University)、松村 公仁・大村 幸弘(アナトリア考古学研究所)

Eski Acigol は、中央アナトリア南部に位置する火口湖で、周辺の耕作活動の活発化に伴って、1970 年代に干上がった。2000 年代にイギリスおよびトルコのチームが相次いで掘削を行ない、厚さ 16m 以上、過去 1.5 万年以上に渡って泥質堆積物が連続的に堆積していたことが明らかにされた。また、微化石や花粉の群衆組成変化の復元などが行われたが、詳細な岩相の記載や鉱物・化学組成分析に基づいた古環境の詳細な復元は行われていない。我々は、特に 6000～3000 年前に的を絞り、中央アナトリアにおける環境変動が人間活動、特に民族移動や技術革新にどう影響したかを明らかにすることを目的として、中央アナトリアで調査研究を続けている。本発表では、この夏行った掘削の結果と、得られたコア試料の構成粒子観察、鉱物・化学組成分析の予察的結果、その意義について発表する。

Drilling of Eski Acigol dry-up lake in southern Central Anatolia and paleoenvironmental reconstruction of the surrounding region during the last ~5000 years using the drilled cores

Ryuji Tada・Kenta Suzuki・Toshihiro Tada・Takafumi Matsui (Chiba Institute of Technology), Katsura Yamada・Shuangning Tang (Shinshu University), Kota Katsuki (Shimane University), Sencer Sayhan (Kursehir Ahi Evran University), Kimiyoshi Matsumura・Sachihiro Omura (Japanese Institute of Anatolian Archaeology)

【R-10】 最終氷期と退氷期の太平洋子午面循環と気候変動

○岡崎 裕典(九州大学)

海洋子午面循環は 100 年から 1000 年スケールの気候変動の要である。最終氷期以降の気候変動は、北米氷床の融解をトリガーとする大西洋子午面循環変化の結果によって説明されてきた。しかし近年、北大西洋中心の気候変動像を揺るがす研究が、堆積物記録と気候モデルの双方から次々に発表されている。最大の海洋であり海洋大循環の終着点である北太平洋に注目し、発表者は最終氷期－最終退氷期の気候変動における北太平洋子午面循環の役割評価に取り組んできた。本発表では、有孔虫殻の放射性炭素年代に基づく中深層水ベンチレーションの時空間変化と、北大西洋－北太平洋の前後関係を議論できる高精度年代軸を構築するための海洋レザバー年代評価を中心に述べる。特に、太平洋子午面循環の主要流路であり、世界屈指の良質な堆積物記録が得られる北西太平洋の重要性を示し、グリーンランド氷床コアや水月湖年縞堆積物の年代軸との対比を通じた気候変動メカニズム論へと繋げられる話題を提供する。

Ocean circulation changes in the North Pacific during the last glacial-deglacial periods

Yusuke Okazaki (Kyushu University)

【R-11】ティモール海におけるベリリウム同位体分析による退氷期の降水量復元

○根本 夏林(東京大学)、横山 祐典(東京大学)、Stephen Obrochta(秋田大学)

退氷期には南北半球の熱収支バランスが変化したために、熱帯収束帯が南北に移動し、熱帯域では降水量が変化していたと言われている。一方で、退氷期の降水量は熱帯収束帯の幅が変化したことやエルニーニョ・南方振動といった要因によっても変化したと指摘されており、熱帯収束帯の挙動や降水量変化の要因について議論が続いている。そのため、高い空間分解能で信頼性の高い古気候データを得る必要がある。そこで、本研究ではインドネシア南方の熱帯域に位置するティモール海で掘削された MD05-2970 コアに対してベリリウム同位体分析を行い、退氷期の降水量変化を復元した。分析結果から、陸上から供給されるベリリウム 9 濃度は降水量変化を反映していると考えられることが分かった。復元された降水量は退氷期における南北両半球の熱収支変化と対応して変化しており、南北半球の熱収支変化から予想される熱帯収束帯の移動とも整合的であった。また、得られた降水量の復元結果をインドネシア多島海や熱帯域の古気候データと比較し、退氷期における熱帯域の降水量変動要因について議論を行う。

The reconstruction of precipitation variability over the Timor during the last deglaciation

Karin Nemoto・Yusuke Yokoyama (The University of Tokyo), Stephen Obrochta (Akita University)

【R-12】沖縄の完新世中期における火山活動による気候変動の数十年周期応答を示す鍾乳石の証拠

○植村 立・Syed Azharuddin (名古屋大学)、大嶺 佳菜子・眞坂 昂佑 (琉球大学)、浅海竜司 (東北大学)、Mahjoor Ahmad Lone・Yu-Chen Chou・Chuan-Chou Shen (国立台湾大学)

火山噴火による外部強制力の影響が過去 2 百年程度の大西洋十年規模振動 (AMO) の原因であることが様々な研究で指摘されている。しかし、完新世において気候の外部強制力が数十年スケールの気候変動に及ぼした影響については不明な点が多い。本研究では、亜熱帯北西太平洋地域における外部強制力に対する気候応答を明らかにするために、沖縄の鍾乳石 (石筍) 中の流体包有物の安定同位体を分析した。7.3 から 6.4 kyr BP の間、亜熱帯北西太平洋地域の気温が低下する時期は、数十年スケールで火山活動が活発な時期と一致していた。なかでも 7.13 kyr BP を中心とした数十年周期においては特に低温かつ湿潤な気候が観測され、鬼界カルデラにおける大規模火山噴火の影響であると考えられる。このような数十年スケールの変動は、火山性エアロゾルの大気中寿命を超えており、大気海洋相互作用を介して気候変動が広い領域で起こったことを示唆している。実際に、石筍から復元した気温は火山活動が活発な時期においては、グリーンランドの気温変動と相関があり、AMO を介して北大西洋地域との間にテレコネクションが存在したことを示唆している。

Stalagmite evidence for multidecadal hydroclimate responses to volcanic forcing during the Mid-Holocene in Okinawa, Japan

Ryu Uemura・Syed Azharuddin (Nagoya University), Kanako Omine・Kosuke Masaka (University of the Ryukyus), Ryuji Asami (Tohoku University), Mahjoor Ahmad Lone・Yu-Chen Chou・Chuan-Chou Shen (National Taiwan University)

【R-13】 海底堆積物に記録された過去 14 万年間における南米パタゴニア氷原の氷河変動

○粕谷 拓人(九州大学)、長島 佳菜(海洋研究開発機構)、長谷川 精(高知大学)、岡崎 裕典(九州大学)

南米アンデス山脈の 45° S 以南に位置するパタゴニア氷原は、過去数十年間に加速度的に縮小している。急激な氷河変動を評価する上で、氷期-間氷期サイクルを通じた長期的な氷河活動の連続記録は重要な情報となる。本研究では、氷原の西側に位置する東部南太平洋チリ沖で採取された堆積物コア試料: IODP Site U1543 (54° S; 76° W; 水深 ~ 3860 m) および MR16-09 PC03 (46° S; 77° W; 水深 3082 m) に着目した。これらのコア試料は、パタゴニア由来の碎屑物が連続して供給される半遠洋性堆積物であり、MIS 6 以降の最後の氷期サイクルにおける氷原の変動史を記録している可能性が高い。そこで碎屑物の供給源・運搬過程を推定するため、XRD による鉱物組成分析およびレーザー回折散乱式粒度分布測定を実施し、帯磁率データ、 μ XRF コアスキャナーによる全岩元素組成データと併せて解析を行った。その結果、MIS 6 の退氷期から最終間氷期 (MIS 5e) にかけて融氷水の影響を示唆する石英の増加を伴う碎屑物の粗粒化、続く MIS 5b には氷河拡大を示唆する碎屑物の顕著な組成変化が明らかとなった。

Marine sediment records of Patagonian ice fields changes over the past 140 kyr

Takuto Kasuya (Kyushu University), Kana Nagashima (JAMSTEC), Hitoshi Hasegawa (Kochi University), Yusuke Okazaki (Kyushu University)

【R-14】 気象現象の十字路としてのインド太平洋暖水塊地域 前期更新世以来の気候変動

○山本 正伸(北海道大学)、菊池 壮平(北海道大学、現ニトリ)、Samantha Bova (サンジエゴ州立大学)、Yair Rosenthal (ラトガース大学)

200 万年前から 120 万年前にかけての太平洋の南北・東西温度勾配の増大と、それに続く 120 万年前から 0.7 万年前の更新世中期遷移 (MPT) における氷期サイクルの変化は、更新世における気候変化として特筆される。しかし、これらの気候変化がインド太平洋暖水塊 (IPWP) 地域の水文学にどのような影響を及ぼしたのか不明である。本研究では、ビスマルク海の IODP サイト U1486 から 168 万年前以降の葉ワックス同位体と燃焼性多環芳香族炭化水素の変動の記録を作成した。その結果、パプアニューギニアの降水量は、MPT の前後を通じて、低緯度の日射量とともに大気中二酸化炭素濃度と陸上氷床体積に相関しており、間氷期のピーク時には乾燥気候が支配的であったことが示された。二酸化炭素の増加と大陸氷床の縮小が熱帯降雨帯を北上させ、パプアニューギニアの降雨を減少させたと考えられる。間氷期の火災活動は、約 125 万年前に激化した。太平洋の東西および南北方向の海面温度勾配の増加と温度躍層の浅化により、スーパーエルニーニョ現象が発生し、深刻な干ばつ現象が始まったことを示したことによると考えられる。

The Indo-Pacific Warm Pool as a crossroads of meteorological phenomena; climate change since the Early Pleistocene

Masanobu Yamamoto・Sohei Kikuchi (Hokkaido University), Samantha Bova (San Diego State University), Yair Rosenthal (Rutgers University)

【R-15】浮遊性・底生有孔虫化石の酸素同位体分析に基づく前期更新世の黒潮変動
○桑野 太輔(京都大学)、亀尾 浩司(千葉大学)、久保田 好美(国立科学博物館)、
万徳 佳菜子(国立環境研究所)、宇都宮 正志(産業技術総合研究所)、岡田 誠(茨城大学)

亜熱帯循環の西岸境界流である黒潮は、熱や塩分、栄養塩などを低緯度から中・高緯度域に輸送しており、その変動は東アジアを始め、地球の気候に多大な影響を及ぼすことが知られている。本研究では、典型的な 4 万年周期の気候変動が記録されている MIS 40-36 に焦点を当て、浮遊性・底生有孔虫化石の酸素同位体分析から過去の黒潮変動の復元を行った。浮遊性有孔虫化石 *Globigerina bulloides* の酸素同位体比の振幅は、底生有孔虫化石よりも大きく変動していることから、これらの変動は氷床による酸素同位体比の変動に加えて黒潮の変動を反映していると考えられる。特に、MIS 38/37 の境界付近では、*G. bulloides* の酸素同位体比が急激に大きくなっていることから、大規模な黒潮フロントの南下が推定される。こうした退氷期の黒潮フロントの南下は、千葉セクション(MIS 20/19 境界)や鹿島沖ピストンコア MD01-2421(MIS 6/5e 境界)でも記録されており、黒潮フロントの大規模な南下は氷期の最盛期ではなく、退氷期に特徴的に発生していた可能性が示唆される。

Kuroshio Current variability during the Early Pleistocene based on oxygen isotope analysis of planktonic and benthic foraminifera

Daisuke Kuwano (Kyoto University), Koji Kameo (Chiba University), Yoshimi Kubota (National Museum of Nature and Science), Kanako Mantoku (NIES), Masayuki Utsunomiya (AIST), Makoto Okada (Ibaraki University)

【R-16】日本海堆積物の栄養塩元素のスペシエーション分析から探るアジア・モンスーン気候の変遷 (IODP Exp.346 "Asian Monsoon")
○野左近 督人・増田 沙恵佳・押尾 秀(東邦大学)、池原実(高知大学)、高橋 聡(名古屋大学)、山口 耕生(東邦大学)

アジア東方の気候を特徴付けるアジア・モンスーン気候システムの変遷の解明を目指し、IODP Exp.346 で得られた日本海の 3 地点(大和堆 U1423、秋田沖 U1424、北海道西部 U1425)の明暗互層が発達する堆積物試料を用いて、各種の地球化学測定を行なった。

有機炭素と窒素の量比より、U1424 での有機物供給は陸生植物由来が支配的であったことがわかった。これより、夏季モンスーンの強弱が支配した東北日本の河川由来であった事と考えられ、安定同位体組成とも整合的である。U1425 の窒素量は、Redfield 比を大幅に超えるものがあつた。窒素に異常に富む有機物は通常の海底堆積物には存在しないことより、粘土鉱物に固定された無機態の窒素の濃度が高まったため、と解釈する。最終氷河期に入り冬季モンスーンの強化により風成塵由来の粘土鉱物の供給が増加し、有機物の分解で無機態となった窒素が粘土鉱物に取り込まれ再度埋没したと考えられる。これは、粘土鉱物の組成比とも整合的である。本発表では、現在行っているリンと鉄のスペシエーション分析、及び先行研究の硫黄のスペシエーションのデータと合わせ、総合的に議論を行う。

Evolution of the Asian Monsoon climate system constrained by speciation and isotope analyses of C, N, P, Fe, and S in the Japan Sea sediments (IODP Exp.346 "Asian Monsoon")

Masato Nosakon・Saeka Masuda・Shu Oshio (Toho University), Minoru Ikehara (Kochi University), Satoshi Takahashi (Nagoya University), Kosei Yamaguchi (Toho University)

【R-17】CO₂と軌道要素に対する千年スケールの東アジアの気候応答

○久保田 好美(国立科学博物館)、Steven. C. Clemens(ブラウン大学)、Kyung Eun Lee (韓国海洋大学)、脇坂 恵都子(富山大学)、Ann Holbourn (キール大学)、阿部 彩子・Wing-Le Chan・國吉 優太(東京大学)、堀川 恵司(富山大学)、入野 智久(北海道大学)、多田 隆治(千葉工業大学)、木元 克典(海洋研究開発機構)

The history of abrupt climate change in East Asia is often discussed from hydroclimate proxies that record the isotopic composition of rainfall. However, the underlying mechanisms remain obscure because water-isotope proxies respond to various environmental variables. Here, we investigated millennial-scale climate variability in East Asia over the past 400,000 years using paired foraminiferal oxygen isotope and Mg/Ca records from the East Asian continental margin, thereby resolving variance into temperature and rainfall components. We perform climate model simulations to assess the mechanisms underlying millennial-scale climate change in East Asia. We find that the correlation between temperature and rainfall is time-dependent, showing limited intervals of significant correlations. These findings highlight the diverse response of the East Asian climate, especially precipitation, to CO₂ and orbital forcing.

Diverse Response of East Asian Millennial-scale Climate to CO₂ and Seasonality

Yoshimi Kubota (National Museum of Nature and Science), Steven. C. Clemens(Brown Univ.), Kyung Eun Lee (Korea Maritime and Ocean University), Etsuko. Wakisaka (Toyama University), Ann Holbourn (Kiel Univ.), Ayako Abe-Ouchi・Wing-Le Chan・Yuta Kuniyoshi (The University of Tokyo), Keiji Horikawa (Toyama University), Tomohisa Irino (Hokkaido University), Ryuji Tada (Chiba Institute of Technology), Katsunori Kimoto (JAMSTEC)

【R-18】マンモス逆磁極亜期下位および上位境界における古地磁気-¹⁰Be 変動記録

○羽田 裕貴(産業技術総合研究所)、菅沼 悠介(国立極地研究所)、岡田 誠(茨城大学)

地磁気極性反転境界は、極性反転時における地磁気変動の情報を提供するだけでなく、遠方の地質記録を対比し年代を決める上で重要な年代制約である。しかし、地磁気極性反転境界と海洋酸素同位体ステージ(MIS)の層位関係は、特に更新世以前の時代において不明瞭な場合が多い。近年実施された高精度の古地磁気変動復元やそれら地質データを用いたモデル研究から、最も新しい地磁気極性反転境界である松山-ブレン境界は MIS19 の最温暖期末に位置し、関連する地磁気変動プロセスは最大で約3万年間に及ぶことが可能性が指摘されている。このような MIS をまたぐ長期的な地磁気変動は、堆積速度やサンプリング間隔、残留磁化の安定性と併せて、反転境界の層位の不確実性を大きくする。そのため、反転境界における地磁気変動の詳細な復元は、極性反転のメカニズム解明だけでなく、古地磁気層序の高精度化に資する。本研究では、房総半島中部に分布する海成鮮新統である安房層群安野層において、マンモス逆磁極亜期下位および上位境界をまたぐ古地磁気-ベリリウム 10 の変動を復元し、それぞれの極性反転の特徴と酸素同位体層序における層位を議論する。

Paleomagnetic and ¹⁰Be records across the lower and upper Mammoth transition from a Pliocene marine succession in the Boso Peninsula

Yuki Haneda (AIST), Yusuke Suganuma (NIPR), Makoto Okada (Ibaraki University)

**【R-19】 Iceland Basin エクスカーションの高分解能記録: u-channel 試料のパススルー
古地磁気データのデコンボリューションによる復元**

○小田 啓邦(産業技術総合研究所)、James E.T. Channell (フロリダ大学)

Geomagnetic excursions are paleomagnetic directions outside the range of “normal” secular variation. The timing of geomagnetic excursions is important to constrain ages of geological archives between geomagnetic reversals. We have deconvolved u-channel paleomagnetic records of the Iceland Basin excursion (188 ka) from IODP Site U1302/U1303, originally measured by Channell (2014) using the superconducting rock magnetometer (SRM) at Univ. Florida, following the SRM response measurement protocol of Oda & Xuan (2014). Improvements were made by optimization in terms of vertical and horizontal offsets of response functions. The resolution of the signal is ~4 times higher after deconvolution. Notable feature is recovery of geomagnetic paleointensity associated with high southerly VGPs just before the swing back to the north pole, whose implications on geodynamo and environment will be discussed.

Oda, H., & Xuan, C. (2014) *G-cubed*, 15, 3907-3924.

Channell, J. (2014) *G-cubed*, 15, 4920-4935.

High resolution records of Iceland Basin excursion recovered by deconvolution of pass-through paleomagnetic measurements on u-channel

Hirokuni Oda (AIST), James E.T. Channell (University of Florida)

【R-20】 中新世の海水 Ge/Si 比変動の高解像度復元

○吉岡 純平・黒田 潤一郎・板井 啓明(東京大学)

地球表層のケイ素循環は炭素循環と密接に関連しており、地質学的タイムスケールでの気候システムを理解するための重要な要素である。過去のケイ素循環を復元する 1 つの手段として海水の Ge/Si 比が知られており、漸進世から中期中新世にかけては現在よりも高い Ge/Si 比が報告されている (Shemesh et al., 1989)。しかし、時間解像度や年代確度の低さが海水 Ge/Si 比変動のメカニズム解明の障壁となっている。そこで、本研究では佐渡島および能登半島に分布する日本海中新統珪藻質堆積物から得られた珪藻殻の Ge/Si 比を分析し、当時の海水 Ge/Si 比変動を高解像度で復元した。Ge 及び Si 濃度はそれぞれ同位体希釈水素化物発生誘導結合プラズマ質量分析法(ID-HG-ICP-MS)と ICP 発光分光分析法(ICP-AES)によって測定した。結果として、氷期-間氷期サイクルで見られるような orbital スケールでの海水 Ge/Si 比変動を中新世で初めて復元した。また、orbital スケールでの変動では説明できないような海水 Ge/Si 比の低下が約 15-13 Ma の間にあることが明らかになった。

High-resolution Reconstruction of the Seawater Ge/Si Ratios during the Miocene

Jumpei Yoshioka・Junichiro Kuroda・Takaaki Itai (The University of Tokyo)

【R-21】 始新世「超温暖化」における生物生産性:Ba 安定同位体比に基づく考察

○桑原 佑典(東京大学、千葉工業大学)、池上 翔・安川 和孝(東京大学)、宮崎 隆(海洋研究開発機構)、田中 えりか(高知大学、千葉工業大学)、中村 謙太郎・加藤 泰浩(東京大学、千葉工業大学)

古第三紀暁新世後期から始新世前期は、暁新世—始新世温暖化極大 (PETM)をはじめ「超温暖化 (Hyperthermals)」とよばれる急激な温暖化イベントが繰り返し発生したことで知られる。このとき、海洋の生物生産性は Hyperthermals に伴い変動し、地球の炭素循環に大きな影響を与えた可能性が指摘されている。しかしながら、当時の生物生産性を復元するための既存の指標には未だ多くの課題が存在するため、Hyperthermalsと海洋の生物生産性の関連について十分な理解が進んでいないのが現状である。そこで本研究では、過去の海洋の生物生産性の新たな指標として近年有望視されているバリウム安定同位体比 ($\delta 138/134\text{Ba}$) に着目した。本指標は、海水中で有機物が分解される際に析出する重晶石と海水の間で生じる同位体分別に基づくものであり、過去の海洋生物生産性の復元に応用されつつある。本発表では、太平洋とインド洋の海底堆積物コアの Hyperthermals 層準における Ba 同位体比を報告し、その変動の示す地球化学的意味を議論する。そして温暖化イベントと生物生産性の関連について考察する。

Paleo-productivity during the Eocene “hyperthermals”: Insights from barium stable isotope ratio
Yusuke Kuwahara (The University of Tokyo, Chiba Institute of Technology), Kakeru Ikegami・Kazutaka Yasukawa (The University of Tokyo), Takashi Miyazaki (JAMSTEC), Erika Tanaka (Kochi University, Chiba Institute of Technology), Kentaro Nakamura・Yasuhiro Kato (The University of Tokyo, Chiba Institute of Technology)

【R-22】 海洋オスミウム同位体比記録から復元された三畳紀末の巨大火成岩岩石区の大規模風化イベント

○村井 亮太・黒田 潤一郎(東京大学)、向井 一勝(熊本大学)、小川 奈々子・鈴木 勝彦・大河内 直彦(海洋研究開発機構)、堀 利栄(愛媛大学)

三畳紀末の大量絶滅の主因は巨大火成岩岩石区の 1 つである Central Atlantic Magmatic Province (CAMP)の形成である。CAMP は玄武岩を主体とした噴出岩と貫入岩から構成されるが、噴出岩はほとんど現存していない。これは噴出岩が急速に風化したためだと解釈されているが、その時間的制約は十分でなく、古環境変動との関連について明らかではない。そこで本研究では過去の火成活動を復元する地球化学的指標の 1 つである海洋オスミウム同位体比($^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$)を用いて、CAMP 形成による火成活動との関連について検討した。本研究では四国西部に位置する南部秩父帯層状チャートについて堆積時の Os 同位体比を求めた。また、放散虫層序と有機炭素同位体比層序から年代制約を行った。その結果、三畳紀末におよそ 10 万年にわたって海洋 Os 同位体比の大規模な低下が起き、それが CAMP の形成時期と重なっていることが示され、CAMP 噴出岩の大規模な風化が起きたことが示唆された。本発表では簡単なボックスモデルによる定量的評価についても紹介し、この風化イベントと古環境変動の関連について議論する。

Massive weathering of a Large Igneous Province in the end-Triassic reconstructed from marine osmium isotope records

Ryota Murai・Junichiro Kuroda (The University of Tokyo), Kazumasa Mukai (Kumamoto University), Nanako O Ogawa・Katsuhiko Suzuki・Naohiko Ohkouchi (JAMSTEC), Rie S Hori (Ehime University)

【R-23】酸素増加と初期の動物進化のペース

○海保 邦夫・静谷 あてな・菊池 みのり(東北大学)、小宮 剛(東京大学)、Zhong-Qiang Chen・Jinnan Tong、Li Tian(中国地質大学)、Paul Gorjan (Leura, NSW Australia)、高橋 聡(東京大学・名古屋大学)、Aymon Baud(ローザンヌ大学)、Stephen E. Grasby(カナダ地質調査所)、齊藤 諒介(山口大学)、Matthew R. Saltzman(オハイオ州立大学)

初期の動物は、クライオジェニアンからカンブリア紀にかけて起源を持ち、主に進化しました。私たちは南中国、オマーン、オーストラリアの海洋表層堆積物の酸素量の有機地球化学的指標であるプリスタン/ファイタン比率を分析しました。この指標の時間変化のパターンは、すべてのサイトで一致し、6 億 6 千万年から 5 億 1 千万年前における海洋内の 5 つの無酸素-有酸素サイクルを示しています。そして、表層水および大気中の酸素濃度が増加した 3 つの重要なイベントが特定されました。これらのイベントは、後期マリノアン氷期から初期エディアカラ紀、ガスキアス氷期-シュラムイベント期間、および初期カンブリア紀に発生しました。驚くべきことに、これらの酸化イベントは、南中国のドウシャントウオ生物群の出現、エディアカラ生物群の全球分布、およびカンブリア紀の急激な進化など、重要な生物学的革新と一致しています。最初と 2 番目の酸化イベントの間に発生した海洋酸素変動イベントと $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ 値の関係逆転は、大気中の酸素濃度の増加を示唆しています。これらの発見を踏まえ、我々は酸素濃度の増加が初期の動物の進化ペースを制御したと提案します。

Oxygen increase and the pacing of early animal evolution

Kunio Kaiho・Atena Shizuya・Minori Kikuchi (Tohoku University), Tsuyoshi Komiya (The University of Tokyo), Zhong-Qiang Chen・Jinnan Tong・Li Tian (China University of Geosciences, Wuhan), Paul Gorjan (Leura, NSW Australia), Satoshi Takahashi (The University of Tokyo, Nagoya University), Aymon Baud (Lausanne University), Stephen E. Grasby (Geological Survey of Canada), Ryosuke Saito (Yamaguchi University), Matthew R. Saltzman (Ohio State University)

【R-24】原生代の大気中酸素濃度の安定性

○尾崎 和海(東京工業大学)

原生代(25–5.4 億年前)の大気海洋酸化還元状態の安定性についての理解は、真核生物や多細胞生物の進化・多様化などの重要な生命進化過程を理解するうえで本質的に重要である。地質記録に基づく当時の大気中酸素濃度は現在の 0.1%~10%程度であったと考えられているが、間接的指標から当時の大気中酸素濃度を推定するのは困難であり、オーダーレベルの議論が行われているにすぎない。また、どのような時間スケールでどの程度の変動が生じていたのかについてもよく分かっていない。本研究では、最近開発された理論モデル CANOPS-GRB を用い、原生代の大気中酸素濃度の制約と安定性解析を行った。その結果、原生代の大気中酸素濃度の確率密度分布は現在の約 1%をピークとしつつも、パラメータの組み合わせによっては 0.1%程度の貧酸素状態も存在することが明らかになった。また、必須元素であるリンの風化速度を周期的に変動させたシミュレーションでは、海洋中酸素量が大气中酸素濃度の変化を必ずしも反映しないことが示された。これは、海洋酸化還元状態に基づいて大気中酸素濃度を推定する手法に注意が必要であることを意味している。

Stability of atmospheric oxygen level during the Proterozoic

Kazumi Ozaki (Tokyo Institute of Technology)

【R-25】 太古代の大規模火成活動が引き起こす大気酸素分圧の一時的な上昇

○渡辺 泰士(東京大学、気象研究所)、尾崎 和海・原田 真理子(東京工業大学)、
松本 廣直(海洋研究開発機構)、田近 英一(東京大学)

太古代の地球表層圏は大気酸素分圧(pO_2)が現在の 0.0001%以下の貧酸素的条件下にあった。一方、太古代の後期には pO_2 が一時的に上昇するイベントの発生が示唆されている。この時期には火成活動が活発で巨大火成岩岩石区の形成が頻繁に引き起こされていたと考えられ、 pO_2 の一時的な上昇との関連性が議論されている。しかし、太古代のような貧酸素条件における巨大火成岩岩石区の形成が地球表層環境に及ぼす影響はこれまで不明であった。そこで本研究は太古代の地球物質循環を再現することができる地球物質循環モデル(Watanabe et al., 2023)を用いて、太古代の巨大火成岩岩石区の形成に伴う火成活動に対する系の応答を調べた。その結果、そのような大規模な火成活動が発生すると大気 CO_2 分圧が上昇し温暖化が引き起こされ河川からの栄養塩の供給速度が上昇するため、 pO_2 は数百万年以上の間現在の 0.01-1%程度まで上昇することが明らかになった。この pO_2 の一時的な上昇は大陸面積が増大するほど引き起こされやすいため、大陸成長が太古代後期の pO_2 の一時的な上昇の発生に寄与したと考えられる。

A transient increase in atmospheric O_2 level during the Archean triggered by intense volcanism
Yasuto Watanabe (The University of Tokyo, Meteorological Research Institute), Kazumi Ozaki・
Mariko Harada (Tokyo Institute of Technology), Hironao Matsumoto (JAMSTEC), Eiichi Tajika
(The University of Tokyo)

【R-26】 Analytical procedure for bile acids in soil

○ビクムリナ ザリーナ・山本正伸(北海道大学)

Bile acids (BA) analysis is an efficient taxa-specific tool indicating the past activity of vertebrates. Due to presence of hydroxyl and carboxyl groups, bile acids require a two-steps derivatisation before GC-MS. Despite that fact that pre-treatment is time- and efforts-consuming, major part of existing archaeological and palaeoenvironmental studies shows application of GC-MS for BA study. In contrast, LC-MS can treat bile acids without derivatisation, but comprehensive LC-MS procedure for BA in sediments and soils has not been reported.

The study aims to develop an analytical LC-MS procedure for bile acids in soils to simplify the treatment and make the tool more useful for routine analysis. BA were successfully extracted from soil exposed to faecal pollution and faeces itself. Separation was performed on C18 column in 35.291 min in 0.1%FAaq/MeCN gradient. The influence of matrix effect on recovery is indicated.

Analytical procedure for bile acids in soil

Zarina Bikmullina・Masanobu Yamamoto (Hokkaido University)

【R-27】浮遊性有孔虫殻の個別個体分析における洗浄システムの開発と応用

○藤見 唯衣・堀川 恵司・阿部 巴音(富山大学)

通常、浮遊性有孔虫殻の化学分析では数十個体をまとめて分析し、堆積期間(1cm 厚の試料で数十～数百年)の平均水温が復元されてきた。一方、気候システムには、数年～数十年周期の海洋変動もあり、これらの過去の動態については、数十年以上の平均水温しか得られない多個体分析法では解析できなかった。近年では、個別個体で有孔虫殻の化学分析をすることで、堆積期間の水温頻度分布を推定する個別個体分析が注目されている。しかし、個別個体分析法の微量元素分析は、汚染の影響を受けるため、正確な水温を推定することが難しい。特に殻内部の Mg/Ca 比による水温復元においては、有孔虫殻に付着した泥や有機物の除去洗浄が必要であり、使用する試薬・器具類・実験環境からの汚染、前処理にかかる時間などの問題で、多個体の有孔虫殻について個別個体分析をすることが難しい。そこで本研究では、汚染の影響を最小限にし、多数の有孔虫試料を効率的に洗浄できるシステムの開発を行った。また、その手法を用いて 2022 年 7 月の白鳳丸にて採取された赤道付近のコアトップ試料から現世水温の復元を試みた。発表では、洗浄システムとその有用性について議論する。

Development and application of a cleaning system for individual foraminifera analysis

Yui Fujimi・Keiji Horikawa・Tomone Abe (Toyama University)

【R-28】高知大学学術コアリポジトリ:コア試料の保管問題と再活用方策

○池原 実(高知大学)

2019 年度に、高知大学のコア冷蔵保管庫の一區画に「学術コアリポジトリ/KU-Academic-based Core Repository: KU-ABCR」を設置し、2020 年にはコア試料の位置情報等をまとめた「学術コアデータベース」を公開した。学術コアリポジトリでは、海洋研究開発機構が運用する JAMSTEC コアキュレーション、および、IODP コアリポジトリでは扱われていないコア試料の保管と二次利用システムの運用を進めている。担当教員退職時に廃棄されてしまうコアが多数あるが、基礎情報が付随するコアの廃棄をできるだけ防ぎ、貴重なコア試料を研究教育に再活用できる状態を維持することで古環境研究に持続的に貢献したい。これまでに、共同利用航海(白鳳丸、新青丸、淡青丸)で採取された海洋コア、国際陸上科学掘削計画(ICDP)や他のプロジェクトで採取された陸上掘削コア、大学練習船や外国研究船などで採取された海洋コア、湖沼コアなどが学術コアリポジトリで保管されており、一部は再活用されている。学術コアリポジトリの取り組みについて、古環境研究コミュニティとして支援とコアの再活用に協力いただきたい。

Kochi University Academic-based Core Repository: core sample storage issues and reuse strategies

Minoru Ikehara (Kochi University)

【R-29】 太平洋外洋域にて白嶺丸・第2白嶺丸により採取された堆積物コア試料の学術コアリポジトリでの公開

○山崎 俊嗣(東京大学)、池原 実(高知大学)

最近、J-DESC と高知コアセンターによりリポジトリコア再解析プログラム(ReCoRD)が、また高知大学海洋コア国際研究所において学術コアリポジトリの運用が開始されるなど、アーカイブコア試料の活用を図る仕組みが構築されるようになった。そこで、私が関係した旧地質調査所の白嶺丸・第2白嶺丸の航海で太平洋の外洋域において採取されたコア(1981～2001年の計15航海、最大8m長のコア計約210本)から連続的に採取されたキューブ試料を、関係者のご理解をいただき、学術コアリポジトリで公開して皆様に利用していただけるようにする予定である。調査船運航経費の高騰や MSR 申請等に伴う制約などから、外洋域の研究航海を提案し新たにコアを採取することが以前より遙かに難しくなっていることもあり、外洋域のコアは貴重であろう。微化石、無機化学等の研究には利用価値があると思われる。キューブになっているので再サンプリングも容易である。VCD や航海報告書等の一次データと併せて公開予定である。

Curation of Pacific deep-sea sediment core samples taken by R/V Hakurei-maru and Hakurei-maru No.2 in the Academic -Based Core Repository

Toshitsugu Yamazaki (The University of Tokyo), Minoru Ikehara (Kochi University)

【R-30】 マルチプルコアラーの改造による長尺の不攪乱試料採取の試み II

○村山 雅史(高知大学)、亀尾 桂・竹内 誠・芦田 将成(東京大学)、波多野 泰成(高知大学)、中西 諒(京都大学)、黒田 潤一郎・芦 寿一郎(東京大学)

マルチプルコアラーは、海底面付近の表層堆積物を不攪乱で採取することが可能であり、生物学・地球化学・地質学的に必要な観測機器である(池原, 1993)。現在、長さ 60 cm の採泥管を使い、約 30 cm の表層堆積物を採取する仕組みであるが、さらに長い表層堆積物を採取したいとする要望も多い。そのため、東京大学大気海洋研究所で運用されているマルチプルコアラー(株式会社 離合社製)の改造をおこない、従来品より延長した採泥管(長さ 100 cm や 140 cm)を取り付け、試料採取を試みている。アームの長さやバネ強度、付加荷重錘部の重量に改造を加え、研究航海でテストをおこない、>60cm の表層堆積物を採取している。一例として、北西太平洋域では、通常のパイプ長では、30cm の酸化層の堆積物、100cm のパイプ長では、60cm の酸化一還元層の堆積物が採取された。特に、マルチプルコアラーのフレームに自己記録式の深海カメラを装着し、海底での採泥器の作動や採泥状況を確認しており、それらの結果と採取された堆積物について報告する。

An attempt to collect long samples by modifying a multiple corer

Masafumi Murayama (Kochi University), Katsura Kameo・Makoto Takeuchi・Masanari Ashida (The University of Tokyo), Taisei Hatano (Kochi University), Ryo Nakanishi (Kyoto University), Junichiro Kuroda・Juichiro Ashi (The University of Tokyo)

【R-31】 東北日本油田地域から産出した有孔虫化石の自動分類実験

○板木 拓也(産業技術総合研究所)、三輪 美智子(石油資源開発株式会社)、宮川 歩夢(産業技術総合研究所)

自動顕微鏡システムで取得した大量のデジタル画像を用いて、ディープラーニングによる有孔虫化石の自動分類精度を検証した。東北日本油田地域の上部中新統から更新統の層序マーカーとして、浮遊性 4 種と底生 4 種が選定された。転移学習によって構築された分類モデルは、再現率、適合率、F1 値のすべての評価指標が平均して 90%を超える精度を示した。本来、有孔虫の分類は人間が様々な方向から観察して行うが、自動顕微鏡による高スループット操作を想定した学習データは、観察トレイ上にランダムに散らばった様々な方向から撮影された 2 次元画像であり、人間が分類することが困難な画像も多く含まれる。それにもかかわらず精度が高いのは、人間の分類では着目されなかった部分が特徴として識別された結果と考えられる。これらの結果は、今後の自動顕微鏡によるハイスループット分類の実用化に向けて、2 次元画像の有用性を示すものである。

Automatic classification on foraminiferal fossils from the Northeast Japan oil field area

Takuya Itaki (AIST), Michiko Miwa (JAPEx), Ayumu Miyakawa (AIST)

【R-32】 生物源物質及び続成由来物質の混入に強固な風化指標の構築と東アジア白亜系への適用

○張 天逸・太田 亨(早稲田大学)、李 罡(南京地質古生物研究所)

大陸地殻の化学風化は、気候条件を反映して進行するため、砕屑物の化学組成に基づく風化指標は、過去の気候条件を見積もる際に良く用いられてきた。しかし、堆積物・堆積岩の化学組成は、源岩の化学組成の差異や続成作用、生物源物質の混入によっても変化する。そこで、本研究ではこの問題を解決するために、生物源や続成起源物質からの寄与が考えられる SiO_2 、 CaO 、 P_2O_5 を用いない新たな化学風化指標 RW index を構築した。これは、様々な組成をもつ未風化な火成岩と風化生成物の主要元素のデータセットに多変量解析を適用することにより、 SiO_2 、 CaO 、 P_2O_5 を使用せずに源岩組成トレンドと化学風化トレンドを統計的に独立に抽出することで構築されたものである。RW index を東アジア各地の白亜系(Aptian)陸成堆積物に適用した所、緯度の低下に伴って化学風化度が上昇し、また内陸域に比べて沿岸域では風化度が高い傾向を示した。この結果は実際の地理分布から考えられる気候条件と整合的である。今後、白亜紀のアジアにおける古気候の詳細な時空間分布の復元のために、さらなる年代層学的研究と地球化学データの蓄積が期待される。

A robust chemical weathering index for sediments containing authigenic and biogenic materials: Application to the Cretaceous strata distributed in East Asia

Tenichi Cho・Tohru Ohta (Waseda University), Gang Li (Nanjing Institute of Geology and Palaeontology)

【R-33】 白亜紀海洋無酸素事変時の超温室環境下における菌類フロアの変動

○池田 雅志・沢田 健 (北海道大学)、安藤 卓人 (秋田大学)、中村 英人 (北海道大学)、高嶋 礼詩 (東北大学)、西 弘嗣 (福井県立大学)

“超温室期”であった中期白亜紀に発生した、海洋無酸素事変(OAE)と呼ばれる大きな環境擾乱イベントは、海洋生態系に限らず陸上植生にも大きな影響を与えたことが指摘されてきた(Boudinot & Sepúlveda, 2020; Heimhofer et al, 2018)。本研究では、OAE2 における詳細な陸上生態系への影響を評価するために有機地球化学分析(バイオマーカー分析・有機質微化石分析)を行い真菌類の変動を復元した。苫前地域大曲沢川に分布する蝦夷層群佐久層、および北米カリフォルニア州北部 North Fork Cottonwood Creek(NFCC)に分布する Great Valley Sequence, Budden Canyon Formation に分布する Cenomanian-Turonian 境界期の堆積岩を用いた結果からは植生変動、特に一時的な種子植物の減衰期に真菌類も大きく変動していたことが明らかとなり、NFCC においては OAE 終盤に菌類フロア自体が大きく変遷したことが示され、OAE2 における大きな環境擾乱イベントにおいて真菌類も大きく影響を受けたことが示唆された。

Variation of fungus flora under super greenhouse environment during the Cretaceous Oceanic Anoxic Events

Masashi A. Ikeda・Ken Sawada (Hokkaido University), Takuto Ando (Akita University), Hideto Nakamura (Hokkaido University), Reishi Takashima (Tohoku University), Hiroshi Nishi (Fukui Prefectural University)

【R-34】 二枚貝化石の成長線解析と酸素同位体比分析に基づく白亜紀中期の中緯度太平洋浅海域における海水温とその季節変化

○市村 駿汰(名古屋大学)、高柳 栄子・井龍 康文(東北大学)、高橋 聡(名古屋大学)、大路 樹生(名古屋大学博物館)

本研究は、白亜紀中期の北半球中緯度域における表層水温の季節性を解明するために、北海道三笠市の中部蝦夷層群三笠層 Twc-Twd 部層(白亜紀中期 Turonian 中期; 古緯度 44° N)から産した二枚貝化石 2 種(*Cucullaea (Idonearca) delicatostriata*, *Aphrodina pseudoplana*)の貝殻成長線解析と酸素同位体比($\delta^{18}\text{O}$)分析を行った。*C. (I.) delicatostriata* の標本では、 $\delta^{18}\text{O}$ の極大値と極小値から示される 1 年を示す区間で潮汐周期(約 2 週間)毎にできる明瞭な成長線が 25-26 本観察できた。 $\delta^{18}\text{O}$ から推定された当時の海水温は 27.8-34.9°C で、その季節変化は 7.1°C であった。この結果は、現代の中緯度海域よりも当時は温暖であり、季節変化が小さかったことを示唆する。この傾向は、同時代の低緯度テチス海の厚歯二枚貝の古水温記録にもみられることから、当時の浅海水温に見られる季節性の緯度勾配は現在より小さかった可能性がある。

Shallow-water temperature and its seasonal variations in the middle Cretaceous mid-latitude Pacific Ocean based on growth line and stable oxygen isotope analyses of bivalve fossils

Shunta Ichimura (Nagoya University), Hideko Takayanagi・Yasufumi Iryu (Tohoku University), Satoshi Takahashi (Nagoya University) and Tatsuo Oji (Nagoya University Museum)

【R-35】 リンのスペシエーション分析から明らかにする白亜紀末の天体衝突後の海洋環境変動 (IODP Exp.364 Chicxulub Impact Crater)

○島野 悠作・山口 耕生(東邦大学)

白亜紀末のユカタン半島沖に小惑星が衝突し、巨大なクレーターを形成し、カタストロフィックな環境変動と生物の大量絶滅を引き起こした。IODP Exp.364 によって、このクレーター内部から約 830m 長の柱状試料が採取された。試料の上部は天体衝突後の浅海性堆積物で炭酸塩岩相と有機物に富む泥灰岩層の明暗互層の発達が特徴的である。本研究では、天体衝突後の海洋環境の栄養塩状態や初期生産の変遷を明らかにすることを目的として、上記のコア上部、海底下 526~563m の堆積岩中のリンの化学形態別の存在量分析を行った。その結果、全てのリン形態の中では、自生アパタイト態のリンが支配的であったことがわかった。これは、温暖化による風化フラックスの増大により、大陸由来の多量のリンやカルシウムが海洋表層に供給されたことを示唆している。また、海底下 540~550m の深度範囲では、有機態リンと鉄結合態リンに強い負相関が見られた。これらの傾向は、黒色頁岩を形成するような還元的環境でのプロセスと整合的である。今後は、試料の分析範囲を拡大し、天体衝突直後から長期にわたる環境変動を議論していきたい。

Phosphorus speciation analysis of post-impact sedimentary rocks off the Yucatan Peninsula, Mexico (IODP Exp.364 "Chicxulub Impact Crater")

Yusaku Shimano・Kosei Yamaguchi (Toho University)

【R-36】 白亜紀から新生代にかけての海水オスミウム同位体比変動

○松本 廣直 (海洋研究開発機構)、渡辺 泰士 (東京大学、気象庁気象研究所)、
鈴木 勝彦(海洋研究開発研究機構)

堆積岩に記録されている過去の海水オスミウム(Os)同位体比は過去の大陸風化・熱水強度の指標として注目を集めている。しかし、白亜紀後期には大きなデータの空白域が存在しており、この時期における大陸風化強度・熱水活動の推移の理解を妨げてきた。そこで本研究では、テチス海、インド洋で堆積した石灰質堆積物から白亜紀後期の海水 Os 同位体比を復元することで白亜紀から新生代を通じたほぼ連続的な Os 同位体比層序を確立した。また、同じく大陸風化・熱水活動の指標として知られる海水の Sr 同位体比の変動との比較を行った。本研究で得られた Os 同位体比データは先行研究のデータと整合的な変動パターンを示しており、海水の値をよく反映していると考えられる。また、Os および Sr 同位体比は白亜紀の大規模火山活動や巨大隕石の衝突が発生した時期を除き多くの時代で整合的な変動を示す一方で、白亜紀後期の Campanian 周辺で両者の変動パターンが大きく乖離することが明らかになった。この結果は、Campanian に大陸由来の Os および Sr の同位体比の値が大きく変化した可能性を示唆する。

Paleo-seawater osmium isotopic variation from Cretaceous to Cenozoic

Hironao Matsumoto (JAMSTEC), Yasuto Watanabe (The University of Tokyo, Meteorological Research Institute), Katsuhiko Suzuki (JAMSTEC)



PALEO¹⁰

講演要旨
ポスターセッション

【P-1】 ケロジェンの高分子組成を利用した新規古環境指標の探索

○安藤 卓人(秋田大学)

堆積性有機物のうち、有機溶媒および酸・塩基に不溶な成分はケロジェンとよばれる。ケロジェンには形成した生物が形態から推定できるパリノモルフも含まれるが、その大部分はアモルファス有機物(AOM)である。最近、ATR-FTIR による分析法が確立し、パリノモルフについては現生種・化石種で検討が進んでいる。一方、ラマン分光などの他の手法による分析や AOM については高分子研究がほとんど進んでいない。本発表では、これまでに発表者が行なってきた高分子分析の結果を紹介し、今後の古環境研究への応用について議論する。ATR-FTIR では、少量で簡便に高分子測定ができる。河川懸濁粒子中の AOM を単離して ATR-FTIR 分析をした結果、AOM を 3 種類のタイプに分類できる可能性が示唆された。また、赤外分光分析とラマン分光分析を組み合わせることで、パリノモルフの保存性についてより深く議論することができた。また、初期続成過程においてパリノモルフの高分子組成に変化があることも示唆された。今後、異なる堆積環境に堆積したケロジェンの高分子構造の違いを詳細に解析することで、新たな古環境指標が提案できる可能性がある。

Exploring new paleoenvironmental proxies using macromolecular composition of kerogen
Takuto Ando (Akita University)

【P-2】 西之島溶岩を用いた SQUID 顕微鏡による磁気マッピングと応用 ～古地磁気強度推定のための手法開発～

○与謝野 勲(高知大学、産業技術総合研究所)、山本 裕二(高知大学)、小田 啓邦(産業技術総合研究所)、多田 訓子(海洋研究開発機構)、吉本 充宏(山梨県富士山科学研究所)、前野 深・武尾 実(東京大学)

古地磁気強度の高信頼性推定を行うためには、変質の影響が少ない試料を選定し、詳細な磁気分析と信頼性評価を行う必要がある。その1つとして、サブミリメートルスケールの空間分解能を持つ SQUID 磁気顕微鏡を用いて、薄片試料表面の磁気画像による微小領域の双極子磁気モーメント分布を活用した手法開発を進めている。Maxwell 方程式により磁気画像から磁気モーメントの大きさと方向を一意的に定めることはできない。これを解決するため、残差二乗和最小化によるインバージョン計算において、全双極子の磁気モーメントの方向が同一であり薄片面内に分布すると仮定した Weiss et al. (2007) の手法を用いた。今回、古地磁気強度絶対値推定の信頼性を検証するための「天然標準試料」として西之島 2014 年溶岩(Yamamoto et al., JpGU2023)を選び、産業技術総合研究所の SQUID 磁気顕微鏡(Oda et al., 2016)で得られた交流消磁前の磁気画像のインバージョン計算による磁気モーメント分布の推定値が得られた。発表では、交流消磁による磁気モーメント分布の変化もあわせて示す予定である。

Magnetic mapping and application of SQUID microscopy on the Nishinoshima lava ～ development of a method for estimating paleointensity of the geomagnetic field
Yosano Isao (Kochi University, AIST), Yuhji Yamamoto (Kochi University), Hirokuni Oda(AIST), Noriko Tada(JAMSTEC), Mitsuhiro Yoshimoto(Mount Fuji Research Institute), Fukashi Maeno・Minoru Takeo (The University of Tokyo)

【P-3】 半割コアの元素組成マッピング分析の古環境復元における有用性 ～インド洋・日本海コアの分析結果から～

○関 有沙(信州大学)、Gerald Auer (University of Graz)、David De Vleeschouwer (University of Münster)

海洋堆積物の元素組成分析は、堆積物中の組成を知り、過去の環境を復元する上で有用な分析手法である。コア試料の分析では、分取した試料を用いてコア深度に沿った一次元データを得ることが一般的であり、近年高解像度で迅速多点分析が可能な XRF コアスキャナーも広く使用されている。一方、元素組成の二次元的なマッピング分析はこれまで試料の大きさに制限があり、コア試料からより小さなスラブ試料等を分取して行う必要があった。

本研究では、試料の大きさの制限がない高精度大領域マイクロ XRF 分析装置 (M6 JETSTREAM, Bruker) を用いて半割コア表面の非破壊元素マッピング分析を行った。高知コアセンターに保管されている掘削コアの中から、堆積物組成や年代が異なるインド洋の 2 地点 (266 地点・752 地点) と日本海の 2 地点 (U1425 地点・U1430 地点) で掘削されたコアを分析に用いた。その結果、IRD などの局所的な元素濃集と平行葉理などの面的な元素濃集を明確に区別することができた。これらは一次元分析ではわからなかった新たな結果であり、半割コアを用いて元素マッピング分析を行う有用性が示された。

Micro XRF elemental mapping for paleoclimate reconstruction -The results of sediment cores obtained from the Indian Ocean and the Japan Sea-

Arisa Seki (Shinshu University), Gerald Auer (University of Graz)、David De Vleeschouwer (University of Münster)

【P-4】 海洋アルカリ化による大型底生有孔虫の石灰化量の変化

○木下 峻一(国立科学博物館)、鈴木 淳(産業技術総合研究所)、黒柳 あずみ(東北大学)

近年の大気 CO₂ 量の増加への対応策として、ネガティブエミッション技術 (NETs) が注目されている。海洋における NETs のひとつとして、海水にアルカリ性の物質を添加し炭素吸収量を促進させる海洋アルカリ化技術が検討されている。しかし、これらの技術が現生の生物に与える影響については未解明なことが多い。本研究では、高アルカリ度の海水を調製し、大型底生有孔虫のクローン個体群を飼育し、石灰化量を測定した (実験区 1: 高 AT・低 pCO₂)。対照区として現代の表層海水 (低 AT・低 pCO₂)、合わせて、将来の海洋酸性化状況を模した実験区 2 (低 AT・高 pCO₂)、高 pCO₂ 下で海洋のアルカリ化を実施した実験区 3 (高 AT・高 pCO₂) を設定した。約 3 ヶ月の飼育により、実験区ごとに石灰化量に顕著な違いがみられた。実験区 3 は、対照区とほぼ同程度の石灰化量を示した。実験区 1 では、4 つの実験区で最大の石灰化量を示し、実験区 2 では最小であった。この結果は、海水の炭酸飽和度が石灰化に重要なパラメータであること、また、海洋酸性化の石灰化阻害効果が全アルカリ度の増進により緩和される可能性があることを示唆している。

Changing amount of calcification of large benthic foraminifers by ocean alkalization

Shunichi Kinoshita (National Museum of Nature and Science), Atsushi Suzuki (AIST), Azumi Kuroyanagi (Tohoku University)

【P-5】人新世における高知県浦ノ内湾の海洋環境変動 -重金属および有機物解析から-

○神徳 理紗・村山 雅史・新井 和乃(高知大学)、原田 尚美(東京大学)

内湾から採取される海底堆積物は、過去の環境変化を詳細に記録している。高知県中央部に位置する浦ノ内湾に記録された人新世の海洋環境変動について、重金属と有機物の解析から検証することを目的とした。浦ノ内湾の湾奥(水深 9.7m)において、潜水土によって海底表層コア(約 50 cm)を採取し、X-CT 解析、XRF core scanner (ITRAX)による元素組成分析、有機物分析[EA-IRMS]、年代測定[γ 線スペクトル分析装置]をおこなった。ITRAX と放射性年代から、重金属元素(Cu, Zn, Ni, Pb, Cd, Cr)濃度は、1950 年代から微増し始め、1960 年代以降急激に増加し、約 2 倍近く増加していた。一方、1955 年付近から全有機物量(TOC)が増加しており、貝や魚類の養殖がはじまった時期と一致していた。また、有機物の炭素・窒素同位体比も大きく変化し、糞尿、人工肥料等が流入したと考えられる。Mn 濃度から、1977 年頃から海底環境が還元的に変化したと考えられる。

Risa Kotoku・Masafumi Murayama・Arai Kazuno (Kochi University), Naomi Harada (The University of Tokyo)

【P-6】トカラ列島周辺海域の堆積環境

○鈴木 克明(産業技術総合研究所)

トカラ列島は南西諸島の北部・中部の地形学的境界である「トカラギャップ」周辺に位置する島嶼群の総称である。産総研地質調査総合センターでは 2020~2022 年度の3年間、反射法音波探査、地球物理観測、堆積物採取などの海域地質調査を実施した。本発表ではこの調査で取得した 250 点以上の表層堆積物の分布や各種分析により明らかになりつつあるトカラ列島周辺海域の堆積環境を紹介する。取得した表層堆積物は火山性碎屑物や生物遺骸を多く含み、その粒径は「粗粒な堆積物は水深を問わず分布し、細粒なものほど分布最小水深が深くなる」という傾向を示す。島嶼部の周辺には礫質堆積物や露岩域が分布し、その東西にしばしばリップルを呈する粗粒から中粒砂質の堆積物、さらにその東西に細粒砂質から泥質の堆積物が分布する。これらの傾向は、わずかな面積しか持たない島嶼部よりむしろ、海域に多数存在する海底火山をはじめとした地形的高まりが堆積物の主要供給源となっている可能性や、トカラギャップにおいて東シナ海から太平洋に向けて蛇行する黒潮の影響を示唆している。

Sedimentary Environments off the Tokara Islands
Yoshiaki Suzuki (AIST)

【P-7】 東アジア上空の夏季偏西風の経路が地域的／半球的气候変動に及ぼす影響

○長島 佳菜(海洋研究開発機構)

今夏の日本の猛暑を引き起こした主要因として、偏西風の大蛇行の影響が指摘されている。偏西風の蛇行による影響はアジア域に留まらず、北米、欧州等、半球規模での熱波を引き起こしており、現在進行している気候変動に伴う偏西風の経路や蛇行度の変化が今後頻繁に夏の熱波を引き起こすのかどうか大きな注目が集まっている。偏西風の経路については得られる観測データの期間が数十年と短く、その動態の理解が不十分である。そこで本研究では、日本海堆積物や水月湖堆積物に記録された東アジア上空の偏西風変動の記録(黄砂の粒径、堆積フラックス、供給源などを基にした復元: Nagashima et al., 2007, 2011, 2013, 2016)を再度紐解き、東アジア上空における夏の偏西風の緯度経路と蛇行度という2つに注目し、オービタルスケール、千年スケール、そして現在の温暖化に伴うそれらの変動とその要因、また偏西風変動が北半球の気候に及ぼす影響について議論を行う。

Influence of latitudinal position of summer westerlies over East Asia on regional/hemispheric climate changes

Kana Nagashima (JAMSTEC)

【P-8】 貝形虫化石群集変化からみる中海の後期完新世の古環境変動

○唐 双寧(信州大学)、香月 興太・仲村 康秀(島根大学)、渡邊 千隼・山田 桂(信州大学)

汽水湖である中海は島根県と鳥取県の境に位置し、砂州の発達により外洋と分断された海跡湖である(入月ほか, 2003)。後期完新世の中海は内湾から汽水湖に変化したことが知られている(e.g., 山田他, 2005)。その中でも、過去 3000 年間の古環境はよく議論されており(e.g., Yamada et al., 2019)、数百年スケールの短期的な古環境変動を捉えている。しかし、これらの研究で使われたコアの大半は長さ 4 m 以下で、3000 年前以前の記録が少ない。そこで、本研究では中海で 4 m を超える新たなコア NKU23-01 を掘削した。NKU23-01 コアはコア長 4.66 m で、岩相は全体的に貝殻とその破片が散在する泥であった。下部 1.5 m では、コケムシが多産した。コケムシの多産は、隣接するコア NU9007 (Sampei et al., 2005) の深度 4~6 m にも存在し、その年代は約 3,000~4,000 cal. yr BP と見積もられている。本研究はコア NKU23-01 の貝形虫化石を用いて、中海における後期完新世の古環境変動を復元し、特に 3 000 年前以前の古環境を詳細に検討した。

Paleoenvironmental shifts based on fossil ostracod assemblage changes in Lake Nakaumi during the Late Holocene

Shuangning Tang (Shinshu University), Kota Katsuki・Yasuhide Nakamura (Shimane University), Chihaya Watanabe・Katsura Yamada (Shinshu University)

【P-9】大気循環が最終氷期最盛期の南極降水同位体比に与える影響

○木野 佳音・Alexandre Cauquoin(東京大学)、岡崎 敦史(千葉大学)、沖 大幹・芳村 圭(東京大学)

南極内陸氷床コア中の水安定同位体比変動がどのように過去の気温変動に換算されるかについては未だに多くの議論がある。本研究では、水同位体気候モデルを用いて、最終氷期最盛期(LGM)における海面水温と海水分布が、南半球中高緯度の気候循環と南極の降水同位体比に与える影響を調べた。LGM 気候の不確実性の範囲内で、複数の感度実験を行った結果、南極での降水酸素同位体比が、大気循環の力学的な応答と水循環の応答の相互作用によって決まると分かった。南半球中緯度の海面水温の南北勾配が強化されると、擾乱活動が活発化し、極向きの水蒸気輸送が増加し、南極内陸での降水酸素同位体比が上昇した。一方、海水面積の増加は、水蒸気の海洋から南極内陸までの輸送経路を延長し、強い冷却によって輸送中の同位体分別が促進され、海水および南極上の水蒸気及び降水の酸素同位体比を低下させた。以上の結果は、氷床コアから気温を復元する際には大気の3次元的な循環を考慮する必要があること、そして南極氷床コアから LGM の南半球偏西風などの循環場を制約できる可能性を示唆している。

Antarctic Precipitation isotopes mediated by atmospheric circulations in the Last Glacial Maximum

Kanon Kino・Alexandre Cauquoin (The University of Tokyo), Atsushi Okazaki (Chiba University), Taikan Oki・Kei Yoshimura (The University of Tokyo)

【P-10】石筍コア試料の同位体分析による沖縄県南大東島における過去9万年間の気候変動

○有村 悠汰・植村 立・阿部 理(名古屋大学)、浅海 竜司(東北大学)、Yuan Shufang・Chin Hahjung・Wang Xianfeng(南洋理工大)

洞窟内で生成する石筍の酸素安定同位体比 ($\delta^{18}O$) は、過去の降水量や気温の復元に用いられている。中国の石筍 $\delta^{18}O$ は特に長期間の連続したデータを保存しており、数万年スケールでは歳差運動の周期(約2万年)で変動している。しかし、他の地域においては数万年周期の $\delta^{18}O$ 変動のデータを持つ石筍は少ない。そこで、本研究では沖縄県南大東島の山下洞において、大型の石筍の中心部分をボーリング掘削して長尺の石筍コアを採取した。2つのコア試料(全長543 mmと718 mm)から17層のU-Th年代測定を行った。石筍コアの成長期間は12.5 kyr BPから91.1 kyr BPであり、非常に高い精度で測定できた(平均誤差 ± 257 年(4-6万年前の範囲))。全体に成長速度が速いために高時間分解能での気候記録を得ることができる。現時点での低分解能の $\delta^{18}O$ データには歳差の周期性が確認できた。

A 90,000-year climate record based on isotope analysis of stalagmite core samples from Minami-Daito Island, Okinawa, Japan

Yuta Arimura・Ryu Uemura・Osamu Abe (Nagoya University), Ryuji Asami (Tohoku University), Shufang Yuan・Hahjung Chin・Xianfeng Wang (Nanyang Technological University)

【P-11】数千年スケール気候変動を駆動する熱的变化と大気水循環の役割に関する気候モデル研究

○國吉 優太・阿部 彩子・陳 永利(東京大学)、シェリフ 多田野 サム(琉球大学)

氷期には、大西洋子午面循環 (AMOC) の急激な変化と関連して、数千年スケールの気候変動(DO イベント)が発生した。近年、大気海洋結合モデルで氷床融解水なしの自励振動がシミュレートされ、いくつかの振動子が提案されている(例:北大西洋表層の塩分振動子、北大西洋の海氷と亜表層水温変化による熱的振動子)。塩分振動子仮説では、ITCZ の南北移動に伴う水循環変化の関与が指摘されているが、水循環変化が AMOC 振動の結果なのか、振動の原因としても働くのかは明らかではない。そこで、本研究では気候モデル MIROC4m を用いて、氷期条件下での大気海洋結合実験と、海面が受け取る降水-蒸発(P-E)フラックスを一定に固定する感度実験を行った。結合実験では、約 1,500 年周期で AMOC が振動し、それに伴って ITCZ の南北移動など全球規模の水循環変化が見られた。P-E 固定の感度実験でも、結合実験と同一周期の AMOC の振動が見られた。つまり、水循環変化がなくても AMOC は振動できる。両方の実験で北大西洋の海氷面積と亜表層水温が変動しており、AMOC 振動の駆動源として熱的变化の重要性を示している。

Hydrological and thermal change in driving millennial-scale climate variability

Yuta Kuniyoshi・Ayako Abe-Ouchi・Wing-Le Chan (The University of Tokyo), Sam Sherriff-Tadano (University of the Ryukyus)

【P-12】南大洋の堆積物のリンのスペシエーション分析から探る氷期-間氷期サイクルに伴う環境変動

○吉岡 茜・山口 耕生(東邦大学)、池原 実(高知大学)

南大洋は、地球規模の気候システム変動に重要な役割を果たしてきた。本研究では、南大洋南部で海氷や棚氷が氷期-間氷期の遷移に応じて増減したこと起因する海水の酸化還元状態の変化に着目して、当時の生物生産や栄養塩状態の変化を、堆積物中のリンの化学形態別存在量と有機炭素量から制約することを目的とした。KH-19-1 航海で南大洋の Del Cano Rise で採取された、DCR-2PC コアの 118 試料を用いた。試料中のリンを吸着性、鉄結合態、自生アパタイト態、碎屑性、有機態、の 5 形態に分画した。有機炭素の量と同位体組成は高知大の EA-irMS を用いて測定した。その結果、吸着性リンと鉄結合態リンは氷期に少なく、有機態リンは氷期に比較的多く、自生アパタイト態リンと碎屑性リンは氷期-間氷期に応じた変動は見られなかった。以上は、氷期に多い有機炭素量の変動とも整合的であった。氷期では少なくとも深層及び堆積物中は還元的であり、間氷期には海洋は酸化的であったことを示唆する。リンの化学種分析は、環境復元のプロキシとして有用であると言える。

Phosphorus speciation analysis of marine sediments from the Southern Ocean: Implications for glacial-interglacial environmental changes

Akane Yoshioka・Kosei Yamaguchi (Toho University), Minoru Ikehara (Kochi University)

【P-13】IODP U1445 地点(ベンガル湾)における 6 Ma 以降の酸素同位体層序

○入野 智久・山本 正伸(北海道大学)、Giosan Liviu (WHOI)、Clemens Steve (Brown University)

IODP U1445 地点は、インド東縁から~94 km 沖、水深 2502 m の大陸縁膨上部の平坦面に位置する。陸棚が狭いために河川からの懸濁物粒子は迅速に大陸斜面や大陸縁膨に運ばれるため、この地点の堆積物は、植生、碎屑物フラックス、海洋表層塩分の推定を通して過去の夏モンスーン変動を復元するための理想的なアーカイブと言える。そこで、全層準に渡り軌道チューニングされた酸素同位体層序を確立するために、底生有孔虫の安定酸素・炭素同位体比の測定を行った。酸素同位体比は、1-5.5‰VPDB で変動し、時にスパイク状にベースラインから 2.5‰以上低い酸素同位体比を示すこと、炭素同位体比には異常なスパイクが見られないことが分かった。このような同位体比の異常値は、水温が約 10℃高く、栄養塩濃度があまり変わらない 大陸斜面上部の水深約 250 m のところから再移動してきた殻が含まれているからであると解釈される。一方、酸素同位体比のベースラインの変動は、典型的な標準酸素同位体曲線と同じパターンを示すので、年代層序を確立し、再移動粒子を含む層準の時代を評価することが可能である。

Oxygen isotope stratigraphy since 6 Ma at IODP Site U1445 (the Bay of Bengal)

Tomohisa Irino・Masanobu Yamamoto (Hokkaido University), Liviu Giosan (WHOI), and Steve Clemens (Brown University)

【P-14】石川県珠洲市の法住寺層から得られた貝形虫化石と中期中新世温暖期の古環境

○飯島 賢士・関 有沙(信州大学)、吉岡 純平(東京大学)、山田 桂(信州大学)

16.9~14.7Ma の汎世界的な温暖期 (MCO) は Mi イベントと呼ばれる数万年オーダーの気候変化が生じた時代であった (Holbourn et al., 2015)。日本海コアではこの時代の地層からの保存状態の良い石灰質微化石の産出は稀であり、陸上露頭においても能登半島や秋田県周辺など産出が限定的であるため、これまで珪質微化石に基づく古海洋復元が主に行われてきた。この時代の日本海の海洋変動は 100 万年スケールで復元されている (例えば, Tada, 1994) もの、Mi イベントに対応するスケールでの検討はなく、日本海における Mi イベントの影響や、それに伴う海洋の循環および水塊の鉛直構造は不明なままである。そこで、石灰質微化石を用いて日本海における MCO の海洋変遷を数万年スケールで復元することを目的として、石川県珠洲市の法住寺層において堆積相解析と群集解析を行った。群集解析には、珠洲市南部の般若川ルートでおおよそ 2 万年間隔となるように採取した計 11 試料を用いた。本発表では、同ルートに露出する法住寺層から産出した貝形虫化石および堆積相に基づく古環境について報告する。

Paleoenvironment and the fossil ostracod assemblage in the Middle Miocene Hojuji Formation, Suzu City, Ishikawa Prefecture, Japan

Satoshi Iijima・Arisa Seki (Shinshu University), Jumpei Yoshioka (The University of Tokyo), Katsura Yamada (Shinshu University)

【P-15】 硫黄のスペシエーション分析から探る海洋環境変動 (IODP Exp.364

Chicxulub Impact Crater)

○長江 佳寛・山口耕生(東邦大学)

ユカタン半島沖に小惑星が衝突して巨大クレーターを形成し、白亜紀末の大環境変動と生物の大絶滅を引き起こした。IODP Exp. 364 により、このクレーター内部から約 830m 長の柱状試料が採取された。試料上部は天体衝突後の浅海性堆積物で、炭酸塩岩層と有機物に富む泥灰岩層の明暗互層の発達が特徴的である。本研究では、天体衝突後の海洋環境の酸化還元状態の変遷を明らかにすることを目的として、明暗互層から 111 試料を選び、硫黄のスペシエーション分析を行った。試料中の硫黄含有種を、黄鉄鉱硫黄・硫酸塩硫黄・酸揮発性硫黄・元素状硫黄・有機態硫黄、の5形態に分けて定量した。黄鉄鉱硫黄は暗色層で多く見られたが、それ以外の化学種の存在量は、明色/暗色層による違いが見られなかった。黄鉄鉱硫黄と有機炭素の量比は Berner の "normal marine" の 0.37 に近く、正の相関関係が見られた。また、多くの試料が $DOP > 0.45$ かつ $FeHR/FeT > 0.38$ の領域に入ることより、水塊中ではなく嫌気的な堆積物中での硫酸還元が示唆される。今後、分画した硫黄含有化学種の同位体分析を進めて行きたい。

Sulfur speciation analysis of post-impact sedimentary rocks recovered off the Yucatan Peninsula, Mexico (IODP Exp.364 "Chicxulub Impact Crater")

Yoshihiro Nagae・Kosei Yamaguchi (Toho University)

【P-16】 白亜紀末の天体衝突クレーター内の変質花崗岩に含まれる有機炭素の起源

(IODP Exp.364 "Chicxulub Impact Crater")

○山形 咲乃・山口 耕生(東邦大学)、池原 実(高知大学)

白亜紀末の天体衝突クレーターの内部から、IODP Exp. 364 にて約 830 m の柱状試料が採取された。その下部の変質花崗岩類では、衝突時の破碎や強烈な熱水変質により生じた空隙 (Rae et al., 2019) の中に炭素が存在する。本研究では、その炭素の起源を探ることを目的とし、88 試料の炭素含有量と同位体組成の測定を行った。分析の結果、有機炭素量は 0.05~0.21 wt.% (Avg. = 0.12 wt.%)、無機炭素量は 0~0.57 wt.% (Avg. = 0.14 wt.%)、有機炭素の同位体組成は $-26.1 \sim -29.1\text{‰}$ (Avg. = -28.2‰) であった。この結果は、マントル起源の炭素では説明がつかない。クレーター形成時に流入した海水起源の有機物が、変質花崗岩類内に生じた嫌気環境で微生物代謝を受けたと考ええると、説明が可能である。特に、嫌気環境でのメタンを含む炭素循環が存在していたと考えられる。これはすなわち、クレーターの形成後に少なくとも一時的に発達した深部地下生命圏の痕跡と捉えることが出来る。今後は、他の生体必須栄養塩元素について各種分析を進める予定である。

Origin of organic carbon in altered granitoids of the end-Cretaceous impact crater (IODP Exp.364 "Chicxulub Impact Crater")

Sakino Yamagata・Kosei Yamaguchi (Toho University), Minoru Ikehara (Kochi University)

【P-17】 白亜紀 OAE2 層準から得られた炭素数 40 の2不飽和アルケノンにみられる異性体

○長谷川卓(金沢大学)

白亜紀中期セノマニアン期は、海水準、平均気温、二酸化炭素濃度が高く非常に温暖な気候であった。約 94Ma には顕著な炭素循環の激変イベント(OAE2)が発生し、それに伴う大きな炭素同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$) エクスカーションが世界各地から確認されている。著者らは古インド洋南縁部に位置する IODP Site U1516 から炭素数 40 の2不飽和アルケノン(C40:2 Et)を検出し、その $\delta^{13}\text{C}$ を国際対比に応用してきた。また炭素数 40 の3不飽和アルケノン(C40:3 Et)も検出できたことから C40:2 Et と C40:3 Et の比率を用いた古水温推定を提案してきた。一方で GCMS 分析を行うと C40:3 Et のマススペクトルには常に C40:2 Et に由来すると考えられるスペクトルの重複が見られた。 m/z 572.5 のマスキロマトグラムを見ると一部試料の分析結果には明らかに C40:3 Et と同じ保持時間に、C40:2 Et の主ピーク(all trans)とは別の異性体ピークが存在することが明らかになった。本講演ではこの異性体存在下でどのように古水温変動の議論をしていくのか、手法に関する討論を行いたい。

C40:2 Et alkenone isomers from Cretaceous OAE2 horizon in Southern High latitude of Indian Ocean

Takashi Hasegawa (Kanazawa University)

【P-18】 イメージング質量分析による約 27 億年前の堆積岩中のバイオマーカーのマッピング

○石川圭一郎・斎藤大樹・山口耕生(東邦大学)、奥村知世(高知大学)、井尻暁(神戸大学)

酸素発生型光合成の出現時期は、まだ明らかとなっていない。約 27 億年前の黒色頁岩よりシアノバクテリア起源とされるバイオマーカー (2 α -メチルホパン)が報告されているが (Brocks et al., 1999)、これは後の時代の混入である可能性が示唆された (Rasmussen et al., 2008; Brocks, 2011) こともあり、酸素発生型光合成バクテリアの出現時期について議論が続いている (Sessions et al., 2009)。

本研究では、酸素発生型光合成を示唆するバイオマーカーの起源を探るため、イメージング質量分析(原理は MALDI-TOFMS)という新手法を、豪北西部で掘削された約 27 億年前の堆積岩試料 WRL1、RHDH2A、ABDP#10 に応用し、バイオマーカーのマッピングを行った。全ての試料において、バクテリアのバイオマーカーであるホパンを示唆する $m/z = 368.4$ が、初生的な堆積構造に沿う局所的な分布を示すことを確認できた。このことは、2 メチルホパンが堆積時に集積し、約 27 億年前の海洋で酸素発生型光合成が行われていたことを強く示唆する。

Biomarkers of oxygenic photosynthesizers preserved in the 2.7 Ga black shales and carbonates: Results from 2D mapping by imaging mass spectrometry (MALDI-TOFMS)

Keiichiro Ishikawa・Hiroki Saito・Kosei Yamaguchi (Toho University), Tomoyo Okumura (Kochi University), Akira Ijiri (Kobe University)

**【OP-1】 Development of exchange scheme toward interactively coupled MIROC-IcIES:
application in the Greenland ice sheet**

○大石龍太・阿部彩子(東京大学)、斎藤冬樹(海洋研究開発機構)、小長谷貴志・
Wing-Le Chan(東京大学)

The response of ice sheet is an important factor in the climate system because irreversible change may occur due to a slightly larger warming than a certain threshold as known as the "tipping point". The coupling between the general circulation model (GCM) and the ice sheet model (ISM) is expected to introduce this response upon future climate projection, since advances in computing hardware enables longer GCM experiments. However, there is discrepancy of spatial and temporal resolution between ISMs and GCMs which makes direct coupling difficult. In the present study, we developed a simple downscaling method from GCM (MIROC4m) domain to finer ISM (IcIES) domain as a first step in the interactively coupled IcIES-MIROC. We also applied this method in the Greenland ice sheet (GrIS) to understand basic behavior of response of the GrIS in warm climate using existing GCM experiments. We additionally examined effect of vegetation feedback on GrIS by using vegetation-coupled GCM MIROC4m-LPJ.

Development of exchange scheme toward interactively coupled MIROC-IcIES: application in the Greenland ice sheet.

Ryouta O'ishi・Ryouta O'ish・Ayako Abe-Ouchi (The University of Tokyo), Fuyuki Saito (JAMSTEC), Takashi Obase・Wing-Le Chan (The University of Tokyo)



講演要旨

トピックセッション：「温室地球研究の将来：炭素循環イベント研究と人材育成」

Prospects of greenhouse earth researches: Exploration on carbon cycle perturbation and future development of human resources

白亜紀を含む温室地球の研究は将来の地球像を理解するうえでも重要である。現時点では国内で関連研究の盛り上がりがあるとは言えないが、複数の萌芽が育ちつつある。温室地球における炭素循環攪乱現象とCO₂分圧の変化に関連した研究課題は、大規模予算への申請準備が進んでおり、今後の進展が期待できる。また福井県立大学には恐竜学部の新設が予定され、人材が集まって温室地球研究の新拠点になっていくことが期待される。本トピックセッションではこれらの最新情報を共有したい。若手研究者の温室地球研究への参画を期待する。

【T-1】 極端な温暖化に伴う炭素循環フィードバックの動態解明

○守屋 和佳(早稲田大学)、阿部 彩子(東京大学)、太田 亨(早稲田大学)、窪田 薫(海洋研究開発機構)、黒田 潤一郎(東京大学)、長谷川 卓(金沢大学)、長谷川 精(高知大学)、樋口 太郎(東京大学)

現在の気候シミュレーションには、様々な気候フィードバックが加味されており、生物を含む炭素が介するフィードバックについても検討が行われている。この炭素循環を介したフィードバックには、気候—炭素循環フィードバックと、濃度—炭素循環フィードバックの二つがあり、正味として負のフィードバック効果を持つと想定されている。このうち、注目すべきは、堆積物への炭素濃縮(隔離)である。この効果は「On centennial time scales, the storage of carbon in rocks and sediments changes little (Gregory et al., 2009)」と取り扱われることもあるが、地球史においては、堆積物への炭素濃縮が気候変動に対し重大な役割を持っていたと考えられるイベントが発生している。我々は、地球史において例がないほどに急速に CO₂ が排出されている現況下では、堆積物への炭素濃縮によるフィードバックの動態が気候変動に大きく影響する可能性を想定しており、本講演では、地球史におけるイベントの包括的理解と将来予測への導入を目指して研究を紹介したい。

Understanding the carbon cycle feedbacks in extremely warm climate

Kazuyoshi Moriya (Waseda University), Ayako Abe-Ouchi (The University of Tokyo), Tohru Ohta (Waseda University), Kaoru Kubota (JAMSTEC), Junichiro Kuroda (The University of Tokyo), Takashi Hasegawa (Kanazawa University), Hitoshi Hasegawa (Kochi University), and Taro Higuchi (The University of Tokyo)

【T-2】 海底堆積物が語る白亜紀の地球環境と固体地球変動

○黒田 潤一郎(東京大学)

白亜紀の極・温暖地球環境において、様々な極端イベントが発生した。その一例が海洋無酸素事変である。海洋無酸素事変は、有機物に富む黒色頁岩の堆積で特徴づけられる。その地層は世界各地の海底堆積物に記録されており、重要な炭化水素の根源岩ともなっている。黒色頁岩中に含まれる鉛やオスミウムといった元素の放射性起源同位体比は、極端な環境変動イベントの時に何が起こっていたのか、特に、巨大火成岩区の形成といった固体地球変動とのリンクを鮮やかに語る。

Cretaceous marine sediment records as a paleo-climate proxy of greenhouse world

Junichiro Kuroda (The University of Tokyo)

【T-3】温暖期における陸域風化作用の増大とその海域への影響

○太田 亨(早稲田大学)

本公演では、地球温暖化と大気 CO₂ の増大期に起こる陸域と海域の応答の事例として、白亜紀中期における風化作用の解析結果を報告する。大気 CO₂ とそれに伴う温暖化と水循環の増大は、すべて大陸地殻の風化作用の増大を引き起こす要因となる。この影響が海域に波及すると、以下の連鎖反応によって炭素循環の負のフィードバックが発動すると考えられる。すなわち、大陸地殻の風化増大は、河川を通して海域への栄養塩の供給を増加させ、このために海洋の一次生産性が増大し、これら大量の有機物が堆積することによって CO₂ の隔離が発動する。本研究では、このような連鎖反応が実際に起こったのかを、白亜系蝦夷層群にて検証した。結果、大気 CO₂ 増大と温暖時期に大陸地殻の風化作用が促進していたという結果を得た。さらに大陸地殻の風化作用の極大期は、汎世界的に黒色頁岩が堆積した OAE2 層準に一致していた。したがって、前述した連鎖反応による負のフィードバックが温暖化によって発動したことが示された。

Enhancement of continental weathering during greenhouse period and its influence to the ocean
Tohru Ohta (Waseda University)

【T-4】鮮新世の大気中二酸化炭素濃度復元～海底堆積物中の浮遊性有孔虫の殻のホウ素同位体分析

○窪田 薫・石川 剛志・吉村 寿紘・木元 克典・常 青(海洋研究開発機構)、池原 実(高知大学)、横山祐典(東京大学)、Francisco Jimenes-Espejo(グラナダ大学)、Sidney R. Hemming(コロンビア大学)、Steve Barker・Ian R. Hall(カーディフ大学)

海底堆積物中に保存される浮遊性有孔虫のホウ素同位体比 ($\delta^{11}\text{B}$) は海水 pH を記録するユニークな記録媒体である。海水の pH からさらに大気中の二酸化炭素濃度を復元できるという特性から、現在よりも温暖だった時代(中期鮮新世温暖期 (mPWP)、中新世気候最適期 (MCO)、暁新世-始新世境界 (PETM) など)に着目した、地球の気候感度推定に広く用いられてきた、強力なプロキシの一つである。しかしながら、海底堆積物に含まれる泥が大量のホウ素を含むこと、実験室内における様々な汚染の影響を受けやすいことから、正しい環境復元には、非常に厳密な分析が要求される。本研究では、国際深海科学掘削計画 (IODP) において西インド洋から採取された海底堆積物コア (Site U1476) の浮遊性有孔虫の分析結果について紹介するとともに、過去の大気中の二酸化炭素濃度復元における課題について述べる。最後に、西赤道太平洋で行われた IODP 航海で得られた海底堆積物コア (Site U1488) の浮遊性有孔虫 *G. ruber* の殻を用いた分析についても述べる。

Atmospheric CO₂ concentration reconstruction during the Pliocene era using boron isotope proxy of planktonic foraminifera shells preserved in marine sediment core

Kaoru Kubota・Tsuyoshi Ishikawa・Toshihiro Yoshimura・Katsunori Kimoto・Qing Chang (JAMSTEC), Minoru Ikehara (Kochi University), Yusuke Yokoyama (The University of Tokyo), Francisco Jimenes-Espejo (Universidad de Granada), Sidney R. Hemming (Lamont-Doherty Earth Observatory), Steve Barker・Ian R. Hall (Cardiff University)

【T-5】年縞湖成層から探る白亜紀および始新世“温室期”の陸域気候変動と陸-海リ ンケージ

○長谷川 精(高知大学)、隈 隆成(日本大学)

白亜紀中期と始新世前期は大気 CO₂ 濃度が 1000ppm を超えて極端な温暖化が進んだ“温室期”として知られる。“温室期”の陸域気候変動の解明に向け、モンゴル南東部と米国ユタ州に露出する年縞湖成層(白亜系シネフダグ層; 始新統グリーンリバー層)を対象に研究を進めてきた。シネフダグ層(~123–120Ma)を対象に十年～軌道要素スケールで蒸発/降水量指標の Ca/Ti 比を解析した結果、蒸発/降水量が千年スケールで大きく変動し、地軸傾動周期で振幅変調していたことが明らかになった(Hasegawa et al., 2022)。グリーンリバー層は 7 層準の凝灰岩の放射年代(Smith et al., 2008)とサイクル層序に基づいて詳細な年代層序を構築(~54–44Ma)し、底生有孔虫の酸素・炭素同位体比や大気 CO₂ 濃度(Anagnostou et al., 2020)、炭酸塩補償深度や化学風化度(Komar & Zeebe, 2021)などのグローバルな環境変動との比較が可能になった。本発表では現状で得られている知見から白亜紀および始新世“温室期”の陸-海リンケージについて考察する。

Terrestrial climate change and Land-Ocean Linkage during the Cretaceous and Eocene “Hothouse”

Hitoshi Hasegawa (Kochi University), Ryusei Kuma (Nihon University)

【T-6】大気海洋結合モデル MIROC4m から得られた白亜紀の地球表層環境に関する 知見

○樋口 太郎・阿部 彩子・Wing-Le Chan・大石 龍太(東京大学)

白亜紀や始新世は将来と同等に大気 CO₂ 濃度が高く温暖な時代があったことが分かっており、現代とは異なる気候場であったことが地質学的な研究から示唆されている。気候モデルを用いて、当時と現代や将来の気候変動の違いの要因やメカニズムを明らかにすることは、地球システムの理解の向上に加え、気候モデルの精度の検証に寄与する。近年では、計算資源や技術的な進歩により大気海洋結合モデルを使用した長期積分計算が可能になったことで、過去の地理条件での大気-海洋の相互作用を加味した気候研究が行うことができるようになった。また、大気海洋結合モデルを使用した顕生代の気候シミュレーションや始新世を対象とした国際モデル間比較プロジェクトが実施されたことも、近年の当該分野における進展の一つである。発表者が所属する東京大学阿部グループにおいても、大気海洋結合モデル MIROC4m を用いて、過去から現代の地理条件を使用した系統的な気候シミュレーションが行われており、本発表ではその中でも白亜紀前期、中期、後期、始新世前期、現代における地理条件の違いが大気 CO₂ 濃度の増加に対する地球表層環境の応答に及ぼす影響に着目して発表を行う。

A Study of the Earth Surface Environment in the Cretaceous using an atmosphere-ocean coupled climate model MIROC4m

Taro Higuchi・Ayako Abe-Ouchi・Wing-Le Chan・Ryouta O'ishi (The University of Tokyo)

【T-7】 福井県立大学学部の創設と温室地球環境研究の人材の育成

○西 弘嗣（福井県立大学）

福井県では人口減と高齢化の進行に加え、大学進学時と就職時における大都市圏への若年層の転出の多さが大きな社会問題となっている。この問題を解決するためには、県内の高等教育環境で魅力ある学びの場を提供することが重要となった。そのため、福井県立大学では「恐竜学」の学術拠点として古生物学関係の新学部を開設し、学術成果を基に地域活性化に資する個性ある大学を目指す計画となった。一方、恐竜時代は極限温暖化の時代で、環境に関する研究はそのまま温室地球環境の研究となる。当時の環境における植生、気候、生物多様性を明らかにすることは、将来の温暖化で地球環境がどのように変わるか、多くの手がかりを示してくれるに違いない。また、白亜紀末には隕石衝突に起因する大量絶滅も生じており、突発的なカタストロフィーからの回復も研究の対象に含まれる。本学部の設置計画は、温室地球環境研究の人材育成を行えることに直接繋がり、さらに、恐竜時代の研究を進めることで地球科学から将来の温暖化に対する具体的な政策を提言することも可能となるに違いない。

Establishment of the Faculty of Fukui Prefectural University and development of human resources for greenhouse geo-environmental research

Hiroshi Nishi (Fukui Prefectural University)

PALEO ～第9回 地球環境史学会年会 講演要旨集～ (Vol. 11, No. 2)

ISSN 2187-7580

編集者名 地球環境史学会予稿集編集係

編集協力 地球環境史学会会誌編集委員会

編集体制 予稿集編集 高橋 聡・池上 隆仁

編集委員会：佐川 拓也・入野 智久・岡崎 裕典・高橋 聡・池上 隆仁

発行 地球環境史学会（会長：山本 正伸）

発行者所在地及び連絡先 〒060-0810 札幌市北区北10条西5丁目

北海道大学 地球環境科学研究所 地球圏科学部門 環境変動解析学分野

発行日：2023年11月28日