



地球環境史学会

Paleosciences Society 11th annual meeting



過去から現代、そして未来へ...

PALEO

第11回地球環境史学会年会 講演要旨集

(Vol. 13, No.2)



PALEO¹⁰
Paleosciences Society

第 11 回 地球環境史学会年会

開催日程： 2025 年 11 月 30 日(日)-12 月 1 日(月)

開催場所： 名古屋大学 東山キャンパス 野依記念学術交流館

2 階ホール： 総会、講演、口頭発表会場

1 階回廊： ポスター会場

世話人：（代表）中塚 武、植村 立、北川 浩之、高橋 聡、HUMBLET Andre Marc 、
林 誠司、南 雅代、山崎 敦子

行事担当：池上 隆仁、岩崎晋弥

1. 日程

【1 日目】 2025 年 11 月 30 日（日）

9:00— 受付開始 [1 階入口]

9:00—9:45 地球環境史学会総会 [2 階ホール]

9:55—10:00 開会の辞 [2 階ホール]

10:00—11:00 レギュラーセッション【R1-R4】 [2 階ホール]

11:00—11:15 休憩

11:15—12:15 レギュラーセッション【R5-R8】 [2 階ホール]

12:15—14:10 昼食休憩&ポスターセッション【P1-P36】 [1 階回廊]

14:10—15:45 トピックセッション第 1 部・第 2 部【T1-T4】 [2 階ホール]

15:45—16:00 休憩

16:00—16:45 トピックセッション第 3 部【T5-T6】 [2 階ホール]

16:45—17:00 休憩

17:00—17:20 受賞記念講演【S1】 [2 階ホール]

17:20—17:50 各賞授賞式

18:00—20:00 懇親会 [1 階ラウンジ]

【2 日目】 2025 年 12 月 1 日（月）

9:15—10:30 レギュラーセッション【R9-R13】 [2 階ホール]

10:30—10:45 休憩

10:45—11:45 レギュラーセッション【R14-R17】 [2 階ホール]

11:45—13:15 昼食休憩 & ポスターセッション【P1-P36】 [1 階回廊]
13:15—14:45 レギュラーセッション【R18-R23】 [2 階ホール]
14:45—15:00 休憩
15:00—16:30 レギュラーセッション【R24-R29】 [2 階ホール]
16:30—16:45 休憩
16:45—17:00 優秀発表賞表彰式 [2 階ホール]
17:00—17:05 閉会の辞 [2 階ホール]

2. 会場とアクセス

名古屋大学・東山キャンパス・野依記念学術交流館は、名古屋市営地下鉄 名城線 名古屋大学駅の 2 番出口から、歩いて約 5 分のところにあります。下記 URL で、詳細な場所が確認できます

<https://www.ric.nagoya-u.ac.jp/42ndsite/images/access.pdf>

基本的に車での来所はご遠慮ください。

3. 宿泊情報

名古屋市内に一般のホテルが多数ありますので、各自、お探してください。

4. 昼食について

- ・1 日目は日曜日ですので、名古屋大学内の食堂や購買は営業していません。大学の近くに数件のレストランがありますが、昼食の時間が限られているので、来学の際に各自で昼食をご持参いただくことをお勧めします。
- ・2 日目は月曜日ですので、名古屋大学内の食堂や購買などは、全て営業しており、誰でも利用できます。
- ・講演会場となる野依記念学術交流館の 2 階ホールは、飲食不可となっておりますので、ご協力をお願いします。
1 階は飲食可能（入り口からみて一番奥のライブラリコーナーは飲食不可）です。

5. 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 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）
- ・トピックセッションは、15 分と 30 分に分かれているのでご注意ください。15 分の場合は、レギュラーセッションと同じ、30 分の場合は、発表 25 分以内、4 分間の質疑応答、最後の 1 分は発表者切り替えです。
- ・ご自身のラップトップやタブレットでモニターに接続の上、発表してください。

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。

6. 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する予定はありません）

7. トピックセッションのハイブリッド開催について

トピックセッションのみ、日本第四紀学会・領域 4（人類と生物圏）との共催として、オンラインとのハイブリッド形式での開催になります。トピックセッションへのオンライン参加の申し込み方法については、別途、お知らせいたします。

8. 会費について

学会会員：一般：¥1,000、学生： ¥0

非会員：一般：¥3,000、学生： ¥1,000

- ・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。

9. 懇親会について

一般（職持） ￥4,000

学生（職無） ￥2,000

- ・会場にて現金で各参加費をお支払い下さい。なるべくお釣りの無いようご協力ください。
- ・11月30日（日曜日）18:00～20:00、野依学術交流館 1 階ラウンジにて、行います。

10. 若手研究交流会について

内容：本企画は、中新世の地層や化石を実際に観察・採集する体験を通じてパレオの分野への理解を深めるとともに、学芸員による解説を通じて博物館活動や学芸員の仕事の実際を知り、そのキャリアパスについて学ぶ機会を提供することを目的としています。また、瑞浪市化石博物館の見学や露頭観察、化石発掘体験を通じて地球環境変動への理解を深め、参加者同士の交流や懇親会を通じて、各自の研究成果に関する情報交換と議論、若手研究者の親睦を図ることで、将来の進路選択やネットワーク形成につなげることを目的とします。

世話人：市村駿汰(名古屋大)・桑原佑典(関西学院大)・渡辺泰士（国立環境研究所）

講師：安藤佑介博士(瑞浪市化石博物館学芸員)

日時：11/29(土) 9:30-17:00

場所：名古屋大学・岐阜県瑞浪市

方法：名古屋大学から現地への往復はチャーターバスを使用。少雨決行・豪雨時は瑞浪市化石博物館にて室内活動の予定。

行程：9:15 名古屋大学集合

9:30 名古屋大学集合・出発

10:30 瑞浪市化石博物館着

10:30-11:30 瑞浪市化石博物館見学

11:30-12:00 野外露頭見学（瑞浪層群明世層：新第三紀中新世前期）

12:00-12:45 昼食

13:00-14:00 宿洞層露頭見学（瑞浪層群宿洞層-生俵層：新第三紀中新世前-中期）

14:30-16:00 化石発掘体験場（瑞浪層群明世層：新第三紀中新世前期）

17:00 名古屋大学着

19:30 懇親会

定員：最大 25 人（先着順）

参加料金： 2,000 円（バス代、博物館入館料、保険代込）＋懇親会参加費

備考：

・荷物については、出発前に名大で預けることができます。

11. 第 11 回地球環境史学会年会プログラム（会場は全て、野依学術交流館）

☆は優秀発表賞の候補

【1 日目】2025 年 11 月 30 日（日）

9:00— 受付開始 [1 階入口]

9:00—9:45 総会 [2 階ホール]

9:45—9:55 休憩

9:55—10:00 開会の辞 [2 階ホール]

座長：渡辺 泰士、桑原 佑典 レギュラーセッション [2 階ホール]

10:00-10:15 【R1☆】有孔虫殻の Mg/Ca 比分析に基づく過去 2 万年間の西アラビア海沖の水温変動：
4.2ka イベントにおける気候状態の解析に向けて
天野 倅（富山大学）

10:15-10:30 【R2】有孔虫 Mg/Ca 水温計をコントロールするカルシウムイオン膜輸送体
氏家 由利香（高知大学）、吉村 寿紘（JAMSTEC）、石谷 佳之（JAMSTEC）、ウラ
ノバ ダナ（高知大学）、遠藤 博寿（鶴岡高専）、牛久保 孝行（JAMSTEC）

10:30-10:45 【R3】海洋酸性化環境下における大型底生有孔虫 *Amphisorus kudakajimensis* の石灰化
応答とアルカリ度の役割
木下 峻一（福井県立大学）、黒柳 あずみ（東北大学）、鈴木 淳（産業技術総合研
究所）

10:45-11:00 【R4】生物起源炭酸塩の酸素同位体比及び微量元素における生体効果の影響評価
弓場 菜裕（東京大学）、中村 政裕（水産機構技術研）、米田 道夫（水産機構技
術研）、樋口 富彦（愛媛大学）、石村 豊穂（京都大学）、西田 梢（東京科学大
学）、伊藤 進一（東京大学）、白井 厚太郎（東京大学）

11:00-11:15 休憩

座長：木下 峻一、加藤 悠爾 レギュラーセッション [2 階ホール]

11:15-11:30 【R5】 磁性細菌起源マグネタイト（磁石化石）が堆積物の過去の酸化・還元状態を示す可能性
山崎 俊嗣（東京大学、高知大学）

11:30-11:45 【R6☆】 層序および古海洋指標としての *Cycladophora davisiana* 産出量における篩サイズの
影響評価
Jeong Seungchan(九州大学)、岡崎 裕典（九州大学）

11:45-12:00 【R7】 大気の水による南大洋水蒸気同位体比変動：気候モデルの限界と古気候解釈への影響
木野 佳音（東京大学）、岡崎 淳史（千葉大学）、Hayoung Bong（NASA）、芳
村 圭（東京大学）

12:00-12:15 【R8☆】 中国河姆渡文化期の稲作を促進した気候・環境変化
権田 拓弥（北海道大学）、山本 正伸（北海道大学）、中村 英人(福井県立大学)、
金原 正明(奈良教育大学)、大森 貴之(東京大学)、宇田津 徹朗(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)

12:15-14:10 昼食休憩&ポスターセッション【P1-P36】 [1 階回廊]

座長：中塚 武 トピックセッション [2 階ホール]

『第四紀の気候・環境の変動と人類の展開』

14:10-14:15 トピックセッションの趣旨説明

（第 1 部）第四紀における海洋環境の変遷と人類の地理的拡散

14:15-14:30 【T1】 Reconstructing sea-level, climate, and coral reef growth history through
offshore scientific drilling
Marc Andre Humblet (Nagoya University)

14:30-15:00 【T2】 第四紀の海水準変動と人類の拡散

海部 陽介（東京大学）

（第2部）中東における旧石器時代の環境と人類の相互作用

15:00-15:15 【T3】 死海堆積物に記録されたレヴァント回廊の古環境変動とホモ・サピエンスの拡大
北川 浩之（名古屋大学）

15:15-15:45 【T4】 中東地域の旧石器考古学
門脇 誠二（名古屋大学）

15:45-16:00 休憩

座長：中塚 武 トピックセッション [2階ホール]

（第3部）数十年規模の気候変動が縄文人に与えた影響

16:00-16:15 【T5】 鍾乳石に封入された雨水の分析による鬼界カルデラを含む大規模噴火の気候影響
植村 立（名古屋大）、Syed Azharuddin（名古屋大）、大嶺 佳菜子（琉球大）、
眞坂 昂佑（琉球大）、浅海 竜司（東北大）、Mahjoor Ahmad Lone（国立台湾大）、
Yu-Chen Chou（国立台湾大）、Chuan-Chou Shen（国立台湾大）

16:15-16:45 【T6】 高時間分解能 14C 分析による縄文人の数十年規模の気候応答
小林謙一（中央大学）

16:45-17:00 休憩

座長：長谷川 卓、池上 隆仁 受賞記念講演 [2階ホール]

17:00-17:20 【S1】 有孔虫化石の化学組成を用いた第四紀アジアモンスーン変動復元
佐川 拓也（金沢大学）

17:20-17:50 各賞授賞式 [2 階ホール]

18:00-20:00 懇親会 [1 階ラウンジ]

2 日目 (12/1)

☆は優秀発表賞の候補

座長：岩崎晋弥、竹原景子 レギュラーセッション [2 階ホール]

- 9:15-9:30 【R9】 西部北極海マッケンジートラフおよびバローキャニオン地域における完新世堆積物
山本 正伸（北海道大学）、鈴木 健太（早稲田大学）、村山 雅史（高知大学）、ゲメリー・ローラ（米国地質調査所）、清家 弘治（産業技術総合研究所）、ポリアク・レオニド（オハイオ州立大学）、ジョー・ヨンジン（韓国極地研究所）、内田 翔馬（北海道大学、現日本郵船）、小林 稔（北海道大学、現マネジメントソリューションズ）、小野寺 丈尚太郎（海洋研究開発機構）、堀川 恵司（富山大学）、山本 裕二（高知大学）、大森 貴之（東京大学）、加 三千宣（愛媛大学）、入野 智久（北海道大学）、渡辺 豊（北海道大学）、伊東 素代（海洋研究開発機構）、渡邊 英嗣（海洋研究開発機構）
- 9:30-9:45 【R10】 過去 1300 年間にわたる西部北極海の 海氷と海洋循環パターンとの関係
宮沢 爵宏（富山大学）、堀川 恵司（富山大学）、申 基澈（総合地球環境学研究所）、山本 正伸（北海道大学）、鈴木 健太（千葉工業大学）
- 9:45-10:00 【R11☆】 脂肪酸水素同位体比からみた過去 600 年間の北極海マッケンジー川河口沖の淡水流入量変化
高嶋 陽光（北海道大学）、Loic David（北海道大学）、山本 正伸（北海道大学）
- 10:00-10:15 【R12】 Ecological change in the Beaufort Sea over the last ~70 years from proxy and instrumental data.
Renata Szarek (Hokkaido University), Laura Gemery (U.S. Geological Survey), Kenta Suzuki (Chiba Institute of Technology), Jason Addison (U.S. Geological Survey), Beth Caissie (U.S. Geological Survey), Young J. Joe (Korea Polar Research Institute), Koji Seike (Geological Survey of Japan), Katsura Yamada (Shinshu University), Jonaotaro Onodera (Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology), Motoyo Itoh (Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology), Masanobu Yamamoto (Hokkaido University)
- 10:15-10:30 【R13☆】 北極海における過去 300 年間の環境変化が有孔虫殻形成に与えた影響の評価

吉村 駿斗（北海道大学）、Renata Szarek（北海道大学）、木元 克典（海洋研究開発機構）、山本 正伸（北海道大学）、鈴木 健太（早稲田大学）、新井 正矩（北海道大学）、岩崎 晋弥（北海道大学）

10:30-10:45 休憩

座長：松本 廣直、奥野 淳一 レギュラーセッション [2 階ホール]

10:45-11:00 【R14☆】 南オーストラリアのクライオジェニアン紀間氷期の堆積環境と炭素同位体層序
矢部 志織（東京大学）、野田 舜（東京大学）、狩野 彰宏（東京大学）、出倉 正啓（東京大学）

11:00-11:15 【R15】 スターチアン氷期の堆積モデル
狩野 彰宏（東京大学）、野田 舜（東京大学）、矢部 志織（東京大学）、古山 精史朗（東京海洋大学）

11:15-11:30 【R16☆】 暁新世/始新世温暖化イベントにおける海洋生物化学循環の変動の推定
玉置 里那（東京大学）、田近 英一（東京大学）

11:30-11:45 【R17☆】 海山頂部石灰岩中の介形虫化石群集に基づくペルム紀-三畳紀境界期の海水準変動復元
市村 駿汰（名古屋大学）、田中 源吾（熊本大学）、武藤 俊（産業技術総合研究所）、松本 廣直（筑波大学）、高橋 聡（名古屋大学）

11:45-13:15 昼食休憩&ポスターセッション【P1-P36】 [1 階回廊]

座長：関 有沙、吉岡 純平 レギュラーセッション [2 階ホール]

13:15-13:30 【R18☆】 白亜紀セノマニアン／チューロニアン境界海洋無酸素事変における海洋微生物生態系の変動
横山 天河（東京大学）、田近 英一（東京大学）

13:30-13:45 【R19】 中国湖成堆積物に記録された白亜紀海洋無酸素事変 1a 発生時のオスミウム同位体比変動

松本 廣直 (筑波大学)、孙明道 (広州地球科学研究所)

13:45-14:00 【R20☆】 大気海洋植生結合モデルを用いて明らかにする鮮新世の気候の形成における CO₂と古地理条件の役割

中川 祥緒 (東京大学)、阿部 彩子 (東京大学)、Wing-Le Chan (東京大学)、大石 龍太 (東京大学)、樋口 太郎 (東京科学大学)

14:00-14:15 【R21】 古原生代初期の大気酸素分圧のダイナミックな進化

渡辺 泰士 (国立環境研究所)、尾崎 和海 (東京科学大学)、門屋 辰太郎 (東京科学大学)、原田 真理子 (海洋研究開発機構)、松本 廣直 (筑波大学)、田近 英一 (東京大学)

14:15-14:30 【R22☆】 北日本における最終融氷期の急激な気候変動と植生の応答

佐々木 菜南 (北海道大学)、関 宰 (北海道大学)、紀藤 典夫 (北海道教育大学函館校)

14:30-14:45 【R23☆】 滋賀石筍を用いた最終氷期における高解像度東アジアモンスーン変動の復元

倉本 和佳 (東京大学)、池田 昌之 (東京大学)、狩野 彰宏 (東京大学)、沈川洲 (国立台湾大学)、黄君瑗 (国立台湾大学)、阿部 勇治 (多賀町立博物館)

14:45-15:00 休憩

座長：木野 佳音、桑野 太輔 レギュラーセッション [2 階ホール]

15:00-15:15 【R24】 ジュラ紀“間氷期”の温暖化の時間スケールの制約と気候転換点への示唆

池田 昌之 (東京大学)、宮田 理央 (東京大学)、上倉 寛紀 (東京大学)、松崎 七海 (東京大学)、泉 賢太郎 (千葉大学)、久保田 好美 (国立科学博物館)、Benjamin T. Breeden III (国立科学博物館)

15:15-15:30 【R25】 鮮新世から更新世にかけての気候進化：南大洋高緯度記録と世界的比較から探る NHG
と MPT

関 幸（北海道大学）、石井 花菜（北海道大学）、山本 正伸（北海道大学）、小野 かおり（北海道大学）、中村 由佳（北海道大学）

15:30-15:45 【R26】 氷期日本海の中層水における高塩分水と低い ^{18}O のパラドックス

板木 拓也（産業技術総合研究所）、佐川 拓也（金沢大学）、吉岡 純平（国立極地研究所）、奥野 淳一（国立極地研究所）

15:45-16:00 【R27】 海洋掘削レガシーコアを活用した古海洋環境研究～日本海 ReCoRD のこれまでの成果と
北大西洋 SPARC の展望～

関 有沙（深田地質研究所）、松崎 賢史（東京大学）、多田 隆治（千葉工業大学）、入野 智久（北海道大学）、吉岡 純平（国立極地研究所）、Stephen Obrochta（秋田大学）、David Hodell (University of Cambridge)

16:00-16:15 【R28】 GCMS/MS および HPLC-MS を用いた微量アルケノン分析：古環境試料の定量限界を超えて見える新たな世界

長谷川 卓（金沢大学）、沢田 健（北海道大学）、中村 英人（福井県大学）、梶田 展人（弘前大学）、佐川 拓也（金沢大学）

16:15-16:30 【R29】 間氷期の AMOC 弱化和偏西風-モンスーン降雨との関係

長島 佳菜（海洋研究開発機構）、長谷川 精（高知大学）、岡田 夏蓮（岡山理科大学）、豊田 新（岡山理科大学）

16:30-16:45 休憩

16:45-17:00 優秀発表賞表彰式 [2 階ホール]

17:00-17:05 閉会の辞 [2 階ホール]

12. ポスター発表プログラム

☆は優秀発表賞の候補

【P1】 過去 1000 万年間における日本海の海水 Os 同位体比記録

桑原佑典（関西学院大学）、松本廣直（筑波大学）、加藤泰浩（東京大学）、谷水雅治（関西学院大学）

【P2】 日本海 IODP Site U1430 における珪藻化石生層序

加藤 悠爾（高知大学）、関 有沙（深田地質研究所）

【P3】 日本海 IODP U1425・U1430 地点堆積物のコアーロギング統合および高精度サイクル層序

入野智久（北海道大学）、関有沙（深田地質）、池田昌之（東京大学）、多田隆治（千葉工業大学）

【P4☆】 Lomagundi イベントの発生条件：リン風化フラックスの重要性

曳地 航平（東京科学大学）、原田 真理子（海洋研究開発機構）、尾崎 和海（東京科学大学）

【P5☆】 独立成分分析を用いた古インド洋における白亜紀 OAE 2 期の海洋環境復元の試み

壽 隆海大（高知大学）、長谷川 精（高知大学）、村山 雅史（高知大学）、松本廣直（筑波大学）、長谷川卓（金沢大学）

【P6】 ペルム紀-三畳紀境界菟原セクションの層序再検討と環境記録の解読

中村 拳太郎（名古屋大学）、高橋聡（名古屋大学）、市村駿汰（名古屋大学）、松井和己（名古屋大学）

【P7☆】 前期三畳紀スミアン亜期―スパンアン亜期境界における低緯度遠洋深海層序の復元と古環境復元

松井 和己（名古屋大学）、高橋 聡（名古屋大学）、市村 駿汰（名古屋大学）、武藤 俊（産業技術総合研究所）、山北 聡（宮崎大学）

【P8☆】 AI を用いたパルノファシス分析による白亜紀 OAE1a 期のアジア中緯度域の植生変遷

川邊美帆子（高知大学）、長谷川精（高知大学）、見邨和英（産業技術総合研究所）、板木拓也（産業技術総合研究所）、Heimhofer U.（ハノーファー大学）、Ichinorov N.（モンゴル古生物研究所）、長谷川卓（金沢大学）、小坂由紀子（金沢大学）、佐久間杏樹（東京大学）、山田圭太郎（山形大学）

【P9☆】 植生と気候の相互作用がもたらす珪酸塩風化フィードバックの非線形応答と気候安定性

渡邊 新（東京科学大学）、尾崎和海（東京科学大学）

- 【P10】 3.4–2.7 Ma の底生有孔虫酸素同位体記録に基づく北西太平洋の深層水循環への示唆
谷元 瞭太（茨城大学）、岡田 誠（茨城大学）
- 【P11】 南大西洋 Site U1560 における上部鮮新統–下部更新統石灰質ナノ化石層序と表層海洋環境
桑野 太輔（京都大学）、土井 信寛（千葉大学・川崎地質株式会社）、亀尾 浩司（千葉大学）
- 【P12】 海氷形成に伴う中深層循環と酸素同位体の変化：最終氷期最盛期の日本海を例としたボックスモデル
吉岡 純平（国立極地研究所）、板木 拓也（産業技術総合研究所）、佐川 拓也（金沢大学）、奥野 淳一（国立極地研究所）
- 【P13☆】 Upstream moisture sources and circulation patterns controls Asian monsoon hydroclimate over the past 20,000 years
Jian Zhang (Nagoya University), Ming-Qiang Liang (Université Catholique de Louvain), Jun-Yun Li (Southwest University), Yao Wu (Heidelberg University), Yan-Xia Xue (Yunnan Normal University), Wen-Jun Sun (Yunnan Normal University), Xiang-Zhuo Liu (INRAE), Jin-Ke Chen (Chinese Academy of Geological Sciences), Chao-Jun Chen (Yunnan Normal University), Ting-Yong Li (Yunnan Normal University)
- 【P14】 東南極域海底堆積物を用いた過去 25 万年間の底層流強度復元
竹原景子（北海道大学）、飯塚睦（産業技術総合研究所）、小野かおり（北海道大学）、入野智久（北海道大学）、板木拓也（産業技術総合研究所）、関宰（北海道大学）
- 【P15】 南大洋太平洋側における最終間氷期以降 の深層水炭酸イオン濃度変動
岩崎晋弥（北海道大学）、木元克典（海洋研究開発機構）、堀内里香（海洋研究開発機構）、長島佳菜（海洋研究開発機構）、Frank Lamy (AWI)、粕谷拓人（九州大学）、入野智久（北海道大学）、原田尚美（東京大学）
- 【P16】 Changes in the biological pump: particulate organic matter in the northeast Tropical Indian Ocean during MIS 13 to 10
Hiroyuki Takata (Fukui Prefectural University), Jongwon Kang, Yunji Kim, Jin Hyung Cho (Korea Institute of Ocean Science and Technology)
- 【P17】 下北沖 Revisit : 最終氷期-最終退氷期の太平洋子午面循環復元
岡崎 裕典（九州大学）、長島 佳菜（海洋研究開発機構）、佐川 拓也（金沢大学）、横山 祐典（東京大学）、宮入 陽介（東京大学）、木元 克典（海洋研究開発機構）
- 【P18】 最終間氷期の氷床量変動復元：相対的海水準データと GIA モデルによる解析

奥野 淳一（国立極地研究所）、石輪 健樹（国立極地研究所）

【P19☆】ドームふじ氷床コアの気泡ークラスレートハイドレート遷移帯における $\delta\text{O}_2/\text{N}_2$ 測定の改良

浅尾 宗洋（総合研究大学院大学）、大藪 幾美（国立極地研究所・総合研究大学院大学）、川村 賢二（国立極地研究所・総合研究大学院大学）

【P20☆】氷期における物理場の違いに対する海洋炭素ポンプの変化と大気中二酸化炭素分圧低下への影響

西田 雅音（東京大学）、小林 英貴（富山大学）、岡 顕（東京大学）

【P21☆】IC-FC および MC-ICP-MS を用いた南極ドームふじアイスコアの硫黄同位体比測定手法の検討

川上 薫（名古屋大学）、植村 立（名古屋大学）、平林 幹啓（国立極地研究所）、川村 賢二（国立極地研究所、総合研究大学院大学）

【P22】北西太平洋の深海底に分布する赤色粘土の元素組成

村山 雅史（高知大学）、波多野 泰成（高知大学）、佐川 拓也（金沢大学）、堀川 恵司（富山大学）、南 秀樹（東海大学）、原田 尚美（東京大学）、小畑 元（東京大学）

【P23☆】最終氷期極大期以降の西部北太平洋シャツキーライズにおける炭酸塩溶解変動

城間 盛太郎（北海道大学）、岩崎 晋弥（北海道大学）

【P24】タイムスケール・マッチング問題としての氷期・間氷期の 10 万年サイクル

三ツ井 孝仁（順天堂大学）、Peter Ditlevsen（コペンハーゲン大学）、Niklas Boers（ミュンヘン工科大学）、Michel Crucifix（ルーヴァン・カトリック大学）

【P25☆】最終氷期の日本海における対馬暖流流入に伴う貝形虫群集の変遷

中野 太賀（九州大学）、岡崎 裕典（九州大学）、佐川 拓也（金沢大学）、佐々木 聡史（群馬大学）

【P26☆】貝形虫群集により明らかになった西部北極海域の過去 600 年間の海流強度

神谷雅基（信州大学）、春木美桜（信州大学）、山田 桂（信州大学）、Laura Gemery（アメリカ地質調査所）、山本正伸（北海道大学）

【P27☆】湖成炭酸塩の酸素同位体から降水の酸素同位体を再現する試み：MIROC5-iso を用いた過去の大気水循環復元に向けて

大野 いろは（高知大学）、木野 佳音（東京大学）、佐久間 杏樹（東京大学）、長谷川 精（高知大学）

【P28☆】青森県姉沼・内沼の湖沼堆積物を用いた過去 2000 年間の古環境復元

矢野 翔太（北海道大学）、眞家 永光（北里大学）、千葉 直弥（北里大学）、入野 智久（北海道大学）

【P29☆】 sedaDNA を用いた西部北極海における 20 世紀後半の古環境解析

新井正矩（北海道大学）、小林稔（北海道大学）、山本正伸（北海道大学）、長井敏（水産研究・教育機構）

【P30】 秋田県一ノ目潟と北海道渡島大沼に生息する Group1 ハプト藻の遺伝的特徴と温度応答

梶田 展人（弘前大学）

【P31】 黒潮続流・再循環域の深層における マイクロプラスチックの沈降フラックス

池上 隆仁（海洋研究開発機構）、中嶋 亮太（海洋研究開発機構）、長船 哲史（海洋研究開発機構）、Eko Siswanto（海洋研究開発機構）、本多 牧生（海洋研究開発機構）

【P32☆】 サンゴ骨格からの非晶質炭酸カルシウムの検出

高橋 侑聖（岡山大学）、大野 良和（岡山大学）、鈴木 淳（産業技術総合研究所）、大河内 拓雄（兵庫県立大学）、白石 史人（広島大学）、高橋 克樹（岡山大学）、釘本 順生（岡山大学）、堀 麟太郎（岡山大学）、小野山 聖大（岡山大学）、井上 麻夕里（岡山大学）

【P33】 非晶質物質を経由するプロトドロマイトの沈殿条件の検証

佐久間 杏樹（東京大学）、奥村 大河（早稲田大学）、板井 啓明（東京大学）

【P34☆】 鹿児島県甑島北西沖における現生貝形虫群集に基づく海底環境推定

鈴木 優翔（群馬大学）、佐々木 聡史（群馬大学）、中野 太賀（九州大学）、清家 弘治（産業技術総合研究所・東京大学・ニューサウスウェールズ大学）

【P35☆】 北極海に生息する底生有孔虫の群集解析

坪内 和（北海道大学）、Renata Szarek（北海道大学）、山本 正伸（北海道大学）、鈴木 健太（早稲田大学）、新井 正矩（北海道大学）、岩崎 晋弥（北海道大学）

【P36】 南極堆積物コアの統合データベース構築と堆積物粒子の AI 自動解析に向けた活動

池原 実（高知大学）、奥野 淳一（情報・システム研究機構）、矢吹 裕伯（国立極地研究所）、新井 和乃（高知大学）、板木 拓也（産業技術総合研究所）



PALEO¹⁰

講演要旨
レギュラーセッション

【R-1】有孔虫殻の Mg/Ca 比分析に基づく過去 2 万年間の西アラビア海沖の水温変動 : 4.2ka イベントにおける気候状態の解析に向けて

○天野 倭(富山大学)

地球規模の気候変動は、特定の地域や時代において急激な環境変化を引き起こしてきた。特に約 4,200 年前(4.2 ka イベント)は、西アジア、アフリカ北部、インド亜大陸を中心に乾燥化と寒冷化が起こり(Cullen et al., 2000)、同時期にメソポタミアのアッカド帝国やインダス文明など、世界各地の主要な文明が衰退したことが指摘されている (Singh et al., 1971)。文明衰退と密接に関連すると考えられるこの気候変動イベントの詳細を理解するには、過去の気候を定量的に復元することが不可欠である。本研究では、西アラビア海沖の堆積物中における浮遊性有孔虫化石の Mg/Ca 比を分析し、過去約 2 万年間の表層水温を復元した。その結果、水温は 24°C から 28°C の範囲で変動し、最終氷期最盛期 (LGM) でも顕著な水温低下は見られず、局所的なモンスーンシステムの影響が全球規模の気候変動の影響よりも強く水温を制御している可能性が示唆された。また、堆積年代が約 4000 年～4300 年の層準で連続して、水温が約 25°C 前後と、完新世の平均水温(約 25.95°C)を約 1°C 下回る低下が確認された。これは、4.2 ka イベントによる寒冷化がこの地域の水温にも影響を与えた可能性を示唆する。

Sea surface temperature variations in the western Arabian Sea over the past 20,000 years based on Mg/Ca analysis of foraminiferal shells: Towards the analysis of climate conditions during the 4.2 ka event

Kou Amano (University of Toyama)

【R-2】有孔虫 Mg/Ca 水温計をコントロールするカルシウムイオン膜輸送体

○氏家 由利香(高知大学)、吉村 寿紘(JAMSTEC)、石谷 佳之(JAMSTEC)、ウラノバ
ダナ(高知大学)、遠藤 博寿(鶴岡高専)、牛久保 孝行(JAMSTEC)

地球環境変動の復元において、有孔虫殻の Mg/Ca 比は古水温の指標として広く利用されてきた。しかし、有孔虫殻の Mg/Ca 比は周辺海水と明らかに異なるため、有孔虫は「海水中の溶存イオンを取り込み、殻形成場へ排出」という過程を制御していると考えられている。実際、有孔虫の殻代謝に関する解析から、細胞膜上にある Ca イオン膜輸送体によって、殻形成場へ Ca イオンを能動的に排出することがわかってきた。そこで本研究では、水温に対する Ca イオン膜輸送体の発現量の変化と有孔虫殻の Mg/Ca 比を比較した。底生有孔虫クローン株と浮遊性有孔虫野生個体を異なる水温で飼育し、殻形成中の個体から Ca イオン膜輸送体遺伝子の発現量を調べた結果、底生・浮遊性どちらの種でも遺伝子の発現レベルと温度の間に負の相関を示した。一方、同じ試料セットで、殻の Mg/Ca 比を測定したところ、Mg/Ca 比は温度と正の相関を示した。以上から、有孔虫では、Ca イオン膜輸送体による Ca イオンの排出は水温によって変化し、それが殻中の Mg/Ca 比における「分母側の Ca」の変化となって Mg/Ca 比を制御していることが示唆された。

The plasma membrane Ca-ion transporter is a key for foraminiferal Mg/Ca temperature

Yurika Ujiie (Kochi University), Toshihiro Yoshimura (JAMSTEC), Yoshiyuki Ishitani (JAMSTEC), Dana Ulanova (Kochi University), Hirotoshi Endo (Tsuruoka College), Takayuki Ushikubo (JAMSTEC)

【R-3】海洋酸性化環境下における大型底生有孔虫 *Amphisorus kudakajimensis* の石灰化応答とアルカリ度の役割

○木下 峻一（福井県立大学）、黒柳 あずみ（東北大学）、鈴木 淳（産業技術総合研究所）

大気中の CO₂増加に伴う海洋酸性化は、海洋の石灰化生物に深刻な影響を及ぼすと懸念されている。とりわけ大型底生有孔虫 (LBF) は熱帯・亜熱帯浅海域における重要な石灰化生物であり、その応答を理解することは古環境推定や将来予測の双方に不可欠である。本研究では、*Amphisorus kudakajimensis* を対象に、 $p\text{CO}_2$ と全アルカリ度 (TA) の影響を 3 か月間の飼育実験により検討した。実験は $p\text{CO}_2$ を約 400 ppm と 1500 ppm に制御した庫内で行い、水温 25°C、12 時間毎の明暗サイクル下で通常海水と高アルカリ度海水 (TA $\approx$ 3300 $\mu\text{mol/kg}$) での生育を比較した。石灰化は重量測定と X 線 CT 解析を組み合わせ殻密度で定量化した。その結果、高 $p\text{CO}_2$ 条件下では殻密度が低下したが、高アルカリ度条件では酸性化環境下にもかかわらず密度は維持された。これらは炭酸塩飽和度の維持が安定した石灰化を支える重要な要因であることを示唆する。すなわち、高 TA 環境は酸性化の悪影響を緩和し、石灰化生物の存続を支える緩衝的役割を果たす可能性がある。

Ocean acidification and the role of alkalinity in calcification of the large benthic foraminifers

Shunichi Kinoshita (Fukui Prefectural University), Azumi Kuroyanagi (Tohoku University), Atsushi Suzuki (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology)

【R-4】生物起源炭酸塩の酸素同位体比及び微量元素における生体効果の影響評価

○弓場 菜裕（東京大学）、中村 政裕（水産機構技術研）、米田 道夫（水産機構技術研）、樋口 富彦（愛媛大学）、石村 豊穂（京都大学）、西田 梢（東京科学大学）、伊藤 進一（東京大学）、白井 厚太郎（東京大学）

生物起源炭酸塩の酸素同位体比 ($\delta^{18}\text{O}$) に及ぼす生体効果は、復元水温を過小・過大に評価させる主要な誤差要因となる。しかし、種特異的なその影響を考慮することは容易ではない。そこで本研究は、生物起源炭酸塩の $\delta^{18}\text{O}$ に働く生体効果を定量的に評価し、さらに微量元素濃度の変動と比較することで、生体効果の化学指標の開発を目的とした。同一環境下で飼育したアカガイ・アサリの殻およびカタクチイワシの耳石を対象に、同一装置・手法で酸素同位体比と微量元素濃度を測定した。その結果、二枚貝間で最大約 0.8‰ ($P < 0.05$)、魚類と二枚貝間で最大約 0.6‰ ($P < 0.05$) の $\delta^{18}\text{O}$ の差異が認められ、種間および分類群間で種特異的な生体効果が普遍的に存在する可能性が示唆された。さらに、二枚貝では代謝率と $\delta^{18}\text{O}$ との間に有意な負の相関が確認された。また、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) および電子線マイクロアナリシス (EPMA) による微量元素分析では、 $\delta^{18}\text{O}$ と同位体平衡値 (Kim et al., 2017) との差異が、 $\text{B} \cdot \text{P} \cdot \text{Ba}/\text{Ca}$ 比と有意な負の相関、 S/Ca 比と有意な正の相関を示し、さらに B/Ca 比は代謝率 M と有意な正の相関を示した。これらの結果から、これらの元素は $\delta^{18}\text{O}$ に働く生体効果の影響を反映している可能性が示された。

Evaluation of vital effects on stable oxygen isotope ratio and trace elements in biogenic carbonates

Mahiro Yumiba (The University of Tokyo), Masahiro Nakamura (Japan Fisheries Research and Education Agency), Michio Yoneda (Japan Fisheries Research and Education Agency), Tomihiko Higuchi (Ehime University), Toyoho Ishimura (Kyoto University), Kozue Nishida (Institute of Science Tokyo), Shin-ichi Ito (The University of Tokyo), and Kotaro Shirai (The University of Tokyo)

【R-5】 磁性細菌起源マグネタイト(磁石化石)が堆積物の過去の酸化・還元状態を示す可能性
○山崎 俊嗣(東京大学、高知大学)

Magnetite produced by magnetotactic bacteria (MTB) has characteristic morphologies (octahedron, hexagonal prism and bullet shape) and sizes confined within a single-domain range (~tens of nm). Recent progress of rock-magnetic techniques has enabled to quantify the morphotype and amount of magnetofossils in sediments, which has opened paleoenvironmental applications. It was revealed that MTB with bullet-shaped magnetite prefer a chemical condition near the iron-redox boundary, whereas magnetofossils from sediments in oxic environments have mostly octahedral morphology. This suggests that magnetofossil morphology can be an indicator of oxic-anoxic conditions. Recently, it was suggested that the size of magnetofossils increases with decreasing dissolved oxygen content in bottom water. Merits of magnetofossil proxies includes that they are applicable to sediments deeper than CCD, resistive to weathering and/or alteration, potentially applicable to older ages down to ~3 Ga.

Potential of magnetofossil as an indicator for oxic-anoxic conditions of sediments in the past
Toshitsugu Yamazaki (The University of Tokyo, Kochi University)

【R-6】 層序および古海洋指標としての *Cycladophora davisiana* 産出量における篩サイズの影響
評価

○Jeong Seungchan(九州大学)、岡崎 裕典(九州大学)

Cycladophora davisiana is a radiolarian species dwelling in cold and oxygen-rich intermediate water. %*C. davisiana* pattern is widely used as stratigraphic and paleoceanographic indicator in high-latitude oceans since the 1970s, i.e., higher glacial %*C. davisiana*, suggesting the presence of cold and well-ventilated intermediate water. However, previous studies have used single sieve aperture—commonly >63 μm before the 1990s and >45 μm thereafter—so small (45–63 μm) individuals were likely excluded in the former and size contribution cannot be divided in the latter. We therefore analyzed absolute (No. g⁻¹) and relative (%) abundances of *C. davisiana* in Core BOW-9A from the Bering Sea by counting two fractions (45–63 μm, >63 μm) to reconstruct *C. davisiana* curve since the LGM. Absolute abundance in >63 μm shows significant peak during the Bølling–Allerød, while that in 45–63 μm remains comparatively stable, indicating that sieve aperture affects *C. davisiana* curve and its interpretation.

Assessment of sieve size on *Cycladophora davisiana* abundances as stratigraphic and paleoceanographic indicators
Jeong Seungchan(Kyushu University), Yusuke Okazaki(Kyushu University)

【R-7】大気の川による南大洋水蒸気同位体比変動：気候モデルの限界と古気候解釈への影響

○木野 佳音(東京大学)、岡崎 淳史(千葉大学)、Hayoung Bong(NASA)、芳村 圭(東京大学)

近年、大気の川による南大洋からのイベント的水蒸気流入が南極氷床の質量収支に重要な役割を担うことが明らかになり、従来の時空間平均に基づく南極氷床コア解釈の限界が指摘されている。しかし、こうした短期現象に対する気候モデルの妥当性は十分に検証されていない。本研究では、水同位体気候モデルが南大洋上の水蒸気同位体比の日々変動をどの程度再現できるかを評価し、その要因を分析した。水同位体気候モデル(IsoGSMとMIROC5-iso)を2006年1月の南大洋インド洋セクターにおける観測(Uemura et al., 2008)と比較した。結果として、両気候モデルは観測された気温、気圧、湿度を適切に再現した。一方、水蒸気同位体比には観測からの系統的な乖離が見られた。両気候モデルに共通した乖離は、気候モデルの本質的な水循環表現の課題を指摘している。新規開発した簡易水同位体モデルによる感度実験から、気候モデルの雲・降水過程や積雪を含む陸面過程の不確実性が観測との不一致の主要原因であるとの示唆を得た。これらの結果は、大気の水が南極氷床コアに与える影響を正確に評価するには、気候モデルの改良が必要であることを示している。(Kino et al. 2025 <https://doi.org/10.3178/hrl.24-00034>)

Assessing synoptic-scale variability in isotope-enabled climate models: challenges for water vapor isotopes over the Southern Ocean

Kanon Kino (The University of Tokyo), Atsushi Okazaki (Chiba University), Hayoung Bong (NASA), and Kei Yoshimura (The University of Tokyo)

【R-8】中国河姆渡文化期の稲作を促進した長江下流域の気候変化

○権田 拓弥(北海道大学)、山本 正伸(北海道大学)、中村 英人(福井県立大学)、金原 正明(奈良教育大学)、大森 貴之(東京大学)、宇田津 徹朗(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)

稲作の起源は約10000年前の長江下流域だと考古学的に考えられている。河姆渡文化(7000–5300年前)では大規模な稲作が行われた。河姆渡での稲作は汽水・淡水湿地で行われた。田螺山遺跡トレンチ T705のアルカン安定水素炭素同位体比 $\delta D \cdot \delta^{13}C$ 記録にもとづき、Patalano et al. (2015)は気候の乾燥化により稲作が活発になったと主張したが、環境記録の種類や気候記録との比較が不十分であった。本研究では、田螺山遺跡近傍(TK サイト)および河姆渡遺跡北方平野部(HK サイト)のボーリングコア試料中の長鎖脂肪酸 $\delta D \cdot \delta^{13}C$ 、イネ科起源脂質 PTME、燃焼起源化合物 PAH、アーキア・バクテリア起源テトラエーテル GDGT、花粉、珪藻を分析した。脂肪酸 δD から降水 δD を復元した。復元された降水 δD は約 6800 – 6700 年前と約 5100 – 4900 年前に気候が湿潤化したことを示した。この2つの時代にはイネ花粉やプラントオパールが出現し、イネに多い PTME の割合が増加していた。6700–6600 年前には乾燥化したことを δD が示し、イネに多い PTME の割合が減少していた。この時代に脂肪酸 $\delta^{13}C$ は C4 植物が増加したことを示していた。以上のことから、汽水環境での原始稲作において、降水量は水田の塩分を調整し稲作を左右する一因だったと考えられる。

Climatic and environmental promotion of the rice cultivation during the Hemudu culture, China

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

【R-9】西部北極海マッケンジートラフおよびバローキャニオン地域における完新世堆積物

○山本 正伸(北海道大学)、鈴木 健太(早稲田大学)、村山 雅史(高知大学)、ゲメリー・ローラ(米国地質調査所)、清家 弘治(産業技術総合研究所)、ポリアク・レオニド(オハイオ州立大学)、ジョー・ヨンジン(韓国極地研究所)、内田 翔馬(北海道大学、現日本郵船)、小林 稔(北海道大学、現マネジメントソリューションズ)、小野寺 丈尚太郎(海洋研究開発機構)、堀川 恵司(富山大学)、山本 裕二(高知大学)、大森 貴之(東京大学)、加三千宣(愛媛大学)、入野 智久(北海道大学)、渡辺 豊(北海道大学)、伊東 素代(海洋研究開発機構)、渡邊 英嗣(海洋研究開発機構)

北極の環境について劇的な変化が報告されているが、これらの変化が過去の自然変動と類似しているかどうか、または自然変動と比較してどの程度急激で大規模な変化であるかは不明である。産業革命の前と後の海洋および陸域の環境の全体像を明らかにするために、2022 年の夏に西部北極海のカナダの大陸棚とアラスカの上部大陸斜面に位置する 4 つの地点で堆積物コアを採取した。堆積物年代は、堆積物 ^{137}Cs 放射能と軟体動物殻の ^{14}C 濃度の測定に基づき決定した。 ^{137}Cs と放射性炭素年代を比較することにより、各サイトのローカルな放射性炭素貯蔵年代値 (ΔR 値) を推定し、ベイズ推定法により年代-深度モデルを確立した。MT1、MT2、BC2、および BC2-2 サイトにおける最適な ΔR 値は、それぞれ 598 年、511 年、65 年、および 60 年と求められた。コアの堆積物は粘土質シルトであり、堆積速度は $0.17\sim 0.74\text{ cm y}^{-1}$ と極めて高い。Ca/Ti 比の変動は、約 20 年、約 30 年、50~60 年、100~125 年、300 年の周期を示しており、これは北極海への太平洋水の流入を制御するアリューシャン低気圧の変動に起因する可能性が高い。これらの堆積物は研究目標に合致した貴重な試料であり、北極海の高解像度・多指標研究に活用される。

Rapid Holocene deposition in the Mackenzie Trough and Barrow Canyon areas in the western Arctic Ocean

Masanobu Yamamoto (Hokaido University), Kenta Suzuki (Waseda University), Masafumi Murayama (Kochi University), Laura Gemery (United States Geological Survey), Koji Seike (National Advanced Institute of Industrial Science and Technology), Leonid Polyak (Ohio State University), Young Jin Joe (Korean Polar Institute), Shoma Uchida (Hokkaido University), Minoru Kobayashi (Hokkaido University), Jonaotaro Onodera (Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology), Keiji Horikawa (Toyama University), Yuhji Yamamoto (Kochi University), Takayuki Omori (University of Tokyo), Michinobu Kuwae (Ehime University), Tomohisa Irino (Hokkaido University), Yutaka Y. Watanabe (Hokaido University), Motoyo Itoh (Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology), Eiji Watanabe (Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)

【R-10】 過去 1300 年間にわたる西部北極海の 海水と海洋循環パターンとの関係

○宮沢 爵宏 (富山大学)、堀川 恵司 (富山大学)、申 基澈 (総合地球環境学研究所)、山本 正伸 (北海道大学)、鈴木 健太 (千葉工業大学)

近年、北極海では温暖化の影響が顕著に現れており、海水は多年氷から季節氷へと変化し、夏季の海水面積は 1970~80 年代に比べ半減している(Kashiwase et al., 2017)。特に西部北極海では、太平洋海水の流入により海水形成の遅延や海水減少が引き起こされている(Weingartner et al., 1999; Woodgate et al., 2005)。太平洋海水は、バローキャニオンを境に、西向きにチュクチ斜面流(CSC)と東向きのビューフォートシエルブレイクジェット(BSJ)に分岐する。Brugler et al., (2014) によると、2002~2014 年の 10 年間でビューフォート海上の東風の強化によって、BSJ の輸送量が 77%も減少していることが指摘されている。現在観測されている海水減少、海洋状態の変化が、過去数 100 年~数 1000 年の気候変動の中で、どの程度特異的な現象であるか定かでない。本研究では、西部北極海で採取された堆積物コア試料を対象に、過去 1300 年間の太平洋海水の流入変動を復元し、海水変動との関係を検討した。

中世温暖期(800~1350 CE)には、海水の融解と再凍結が活発であった可能性があり、小氷期(1350~1900 CE)には海水が厚く広範囲に分布していたと考えられる。人新世(1900 CE~)に入ると、温暖化の影響により海水の融解が顕著となり、それに伴い生物生産が急激に増加したと推察される。

Assessing the oceanic circulation patterns and their link to Western Arctic Sea ice extent over the past 1300 years

Takahiro Miyazawa (University of Toyama), Keiji Horikawa (University of Toyama), Ki-Cheol Shin (Research Institute for Humanity and Nature), Masanobu Yamamoto (Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University), Kenta Suzuki (Chiba Institute of Technology)

【R-11】 脂肪酸水素同位体比からみた過去 600 年間の北極海マッケンジー川河口沖の淡水流入量変化

○高嶋 陽光 (北海道大学)、Loic David (北海道大学)、山本 正伸 (北海道大学)

西部北極海へ流入する最大の河川であるマッケンジー川は、北極海河川水流入の約 10%を占め、2003 年以降、淡水流量は 25%増加し、輸送される懸濁粒子および有機炭素量は 50%増加している。ただし、マッケンジー川の流量および懸濁粒子のフラックスの傾向は、観測地点や方法によって減少傾向を示す。本研究では、JAMSTEC の海洋地球研究船「みらい」の 2022 年 HAPPI(完新世北極古気候海洋研究)航海によって採取した MT1 堆積物コアを用い、マッケンジー川の影響を受ける西部北極海の淡水寄与率を脂肪酸の水素同位体比を用いて 600 年間にわたり復元した。

C16 脂肪酸の δD 値は 1550 年ごろに極大を示したのち、1800 年ごろまで数 10 年規模で振動しながら緩やかに 20‰低下し、1800 年ごろを境に低下が急になり、2022 年までに 40‰低下した。北極海の大西洋水とマッケンジー川の河川水の δD 値を海水と淡水の端成分とし、C16 脂肪酸の δD に及ぼす塩分の影響を補正することにより、1800 年以降、夏季表層淡水量が 16%増加し、塩分が 6 psu 低下したと見積もられた。3—4 環 PAHs の割合は 1600 年ごろから減少した。また、PTME は Arbonol ME が 1540 年ごろ極大を示したのち減少した。

Changes in freshwater inflow from the Mackenzie River into the Arctic Ocean over the past 600 years based on a fatty acid hydrogen isotope record

Harumitsu Takashima (Hokkaido University), Loic David (Hokkaido University), Masanobu Yamamoto (Hokkaido University)

【R-12】 Ecological change in the Beaufort Sea over the last ~70 years from proxy and instrumental data

ORenata Szarek (Hokkaido University), Laura Gemery (U.S. Geological Survey), Kenta Suzuki (Chiba Institute of Technology), Jason Addison (U.S. Geological Survey), Beth Caissie (U.S. Geological Survey), Young J. Joe (Korea Polar Research Institute), Koji Seike (Geological Survey of Japan), Katsura Yamada (Shinshu University), Jonaotaro Onodera (Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology), Motoyo Itoh (Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology), Masanobu Yamamoto (Hokkaido University)

We analyzed ostracoda, foraminifera, silicoflagellates, biogenic silica and sediment grain size from two box cores in the Beaufort Sea collected during the 2022 ArCSII expedition. Analyses of proxy data spanning ~70 years with records of Pacific Decadal Oscillation Index, Aleutian Low/Beaufort Sea High Index, summer sea-ice extent, summer sea surface temperatures and annual Mackenzie River discharge reveal three ecological periods. East of Barrow Canyon (BC2): (1) 1980–1990s, stable sea-ice cover, (2) post-2000, longer ice-free periods, (3) 2018–2022, subarctic/Pacific species in productive, ice-free waters. At Mackenzie Trough (MT1): (1) 1950–1980, stable sea-ice cover, (2) 1990s, rising productivity, longer ice-free periods; (3) 2002–2022, reduced ice and stronger freshwater input. Changes in microfaunal assemblages align with environmental shifts underscoring cascading climate impacts. Large-scale ocean-atmosphere dynamics further modulate responses in the Beaufort Sea ecosystem.

【R-13】 北極海における過去 300 年間の環境変化が有孔虫殻形成に与えた影響の評価

○吉村 駿斗(北海道大学)、Renata Szarek(北海道大学)、木元 克典(海洋研究開発機構)、山本 正伸(北海道大学)、鈴木 健太(早稲田大学)、新井 正矩(北海道大学)、岩崎 晋弥(北海道大学)

18 世紀後半の産業革命以降、化石燃料の使用により大気中の CO₂ 濃度は現在まで約 1.5 倍に上昇しており、様々な環境変化を引き起こしている。特に北極海では、海水中に溶け込む CO₂ 量の増加と海水融解による低塩分化によって、炭酸塩生物の石灰化が困難になる現象(海洋酸性化)が他海域に先んじて進行している。海洋酸性化は、北極海の主要な炭酸塩生物である有孔虫の殻形成を阻害すると考えられており、海洋酸性化が有孔虫の殻形成に及ぼす影響を評価する研究が盛んに行われてきた。しかし、これまで北極海で実施されてきた現場観測では、比較する時間スケールが短く、産業革命以前から現在までの長期的な環境変化が有孔虫の殻形成にどう影響したのかは明らかにされていない。本研究では、北極海で採取された過去 300 年間を連続的に記録する堆積物コア試料中の主要な有孔虫の化石を分析することで、産業革命以前から現在までに実際に有孔虫殻に生じた変化(サイズ・重量・厚さ・密度など)を解明する。このように人為的な環境変化に対する有孔虫の応答を理解することで、将来同様の環境変化が予想される他海域における影響予測において重要な知見をもたらすと期待される。

Assessment of the Impact of Environmental Changes over the Past 300 Years on Foraminiferal Shell Formation in the Arctic Ocean

Hayato Yoshimura (Hokkaido University), Renata Szarek (Hokkaido University), Katsunori Kimoto (Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology), Masanobu Yamamoto (Hokkaido University), Kenta Suzuki (Waseda University), Masanori Arai (Hokkaido University), Shinya Iwasaki (Hokkaido University)

【R-14】南オーストラリアのクライオジェニア紀間氷期の堆積環境と炭素同位体層序

○矢部 志織(東京大学)、野田 舜(東京大学)、狩野 彰宏(東京大学)、出倉 正啓(東京大学)

原生代は環境変動と生物進化が起きた時代である。新原生代後期(7.2~5.4億年前)は全球凍結が起きた一方で動物が多細胞化したと考えられている。分子時計の記録では最も原始的な海綿動物は約8億年前のトニア紀後期に進化し、その後のクライオジェニア紀以降により複雑な動物門が現れたと考えられているが、多細胞動物の化石記録は限定的で懐疑的なものが多い。

そこで本研究では後期クライオジェニア紀を対象に当時の地球表層環境と生物記録の推定を目的として、南オーストラリア州のフリンダースレンジ地域に分布する、Trezona 層とその下位の Eratina 層を含む層厚約1200 m に及ぶ層から合計約200 サンプルを採取した。下位の Eratina 層は層状の泥岩主体であり、石灰質の層準が数層含まれていた。上位の Trezona 層はマリノアン氷期直下の堆積層であり、主に炭酸塩岩と黒色頁岩の互層となっていた。先行研究では Trezona 層から原始的な多細胞動物である海綿動物とされる化石が報告されており(Maloof et al., 2010)、本研究でも海綿様化石は Trezona 層の下部に認められ、ストロマトライトが共産する浅海環境で堆積した。この層には炭素同位体の負のアノマリーが認められ、アノマリーは上位の氷礫岩との境界から約10 mの層準で解消する。

Sedimentary environments and carbon isotope stratigraphy during Cryogenian interglacial sequence in South Australia
Shiori Yabe (The University of Tokyo), Shun Noda (The University of Tokyo), Akihiro Kano (The University of Tokyo), Masahiro Dekura (The University of Tokyo)

【R-15】スターチアン氷期の堆積モデル

○狩野 彰宏(東京大学)、野田 舜(東京大学)、矢部 志織(東京大学)、古山 精史朗(東京海洋大学)

1960年代に提示された1次元エネルギーバランスモデルは、氷が緯度40度程度に張り出すと、アイスアルベドフィードバックにより急速に寒冷化が進行し、地表全体が雪氷に覆われ長期間(数100~1000万年間)安定する。その後、火成活動により放出されたCO₂により大気中のCO₂濃度が閾値(0.1気圧程度)に達すると氷が低緯度から一気に(2000年間程度で)融解する。そのため、第四紀のように太陽放射強制力の変動で氷期/間氷期を繰り返すことはない。この1次元モデルにより予測される全球凍結の枠組みは「氷期中の生命の存続」に関する大問題を含むが、60年後の現在も変更されていない。ところが、2010年代後半から、上記過程では説明できない地質学的証拠が新原生代のスターチアン氷期(717~660Ma)とマリノアン氷期(645~635Ma)の堆積物から提示されてきた。それらは藻類化石、黒色頁岩、鉄質堆積物、炭酸塩岩であり、氷期に光合成があり、酸素とアルカリ度を海洋に供給するプロセスが働いていたことになる。

本研究では南オーストラリアに分布するスターチアン氷期の堆積物を紹介し、その中に含まれる炭酸塩岩と有機炭素の同位体について報告する。スターチアン氷期に発達した氷礫岩・砂岩・頁岩を主体としたシークエンスも総厚数100 mに達する。氷期シークエンスの堆積物は数%程度の炭酸塩成分と0.1%程度の有機炭素を含む。その同位体比は明らかにカップリングしており、炭酸塩や有機炭素が氷による碎屑物ではないことを示唆する。スターチアン氷期には少なくとも低緯度地域では open sea が存在し、そこで光合成が行われ生態系が維持されていたと考えられる。スターチアン氷期による大量絶滅は藻類やアクリタークの化石記録に示されるように壊滅的ではなかった。

Sedimentary Model of the Sturtian glaciation

Akihiro Kano (Tokyo University), Shun Noda (Tokyo University), Shiori Yabe (Tokyo University), Seishiro Furuyama (Tokyo University of Marine Science and Technology)

【R-16】 暁新世/始新世温暖化イベントにおける海洋生物化学循環の変動の推定

○玉置 里那(東京大学)、田近 英一(東京大学)

暁新世/始新世温暖化イベント(PETM)とは、5600 万年前に起きた急激な温暖化イベントである。温暖化だけでなく、炭素同位体比の急激な低下も起きていたことから、軽い炭素同位体比をもつメタンが大気海洋系に流入したという「メタンハイドレート仮説」が有力視されている。しかしながら、PETM の特徴のひとつであり、海洋生物化学循環の変動を考慮する上で重要な炭素同位体比の海洋鉛直構造の変化に着目した研究はほとんどない。

そこで、本研究では、海水の炭素同位体比の低下に加えて表層水と深層水の炭素同位体比の差の縮小にも着目し、メタン流入のシナリオと海洋生物化学循環の変動について、鉛直一次元海洋生物化学循環モデルを開発して推定を行った。その結果、炭素同位体比の挙動を説明するためには、イベント開始とともにメタンが数千年という比較的短期間のうちに流入するとともに、海洋循環が停滞していた可能性が高いことが明らかになった。さらに、PETM で起きたことが示唆されている炭酸塩補償深度の変化や貧酸素水塊の発生についてもモデルを用いて議論を行う予定である。

The ocean biogeochemical cycles during the Paleocene-Eocene Thermal Maximum

Rina Tamaki (Tokyo University), Eiichi Tajika (Tokyo University)

【R-17】 海山頂部石灰岩中の介形虫化石群集に基づくペルム紀-三畳紀境界期の海水準変動復元

○市村 駿汰(名古屋大学)、田中 源吾(熊本大学)、武藤 俊(産業技術総合研究所)、松本 廣直(筑波大学)、高橋 聡(名古屋大学)

ペルム紀末(約 2.52 億年前)に起きた生命史上最大規模の大量絶滅事象において、広域で海水準低下が起きた可能性が指摘されている。その証拠の例は、当時のテチス海で堆積した浅海層で、泥質石灰岩から微生物礁石灰岩への岩相変化や浸食面が報告されている。一方で、こうした地質学的証拠が海水準低下以外の環境変動に起因する可能性や、海水準低下が全球的なものかについては議論が続いている。本研究では、ペルム紀から三畳紀にかけてパンサラッサ海の低緯度遠洋に存在した海山頂部で堆積した上村石灰岩(秩父帯、宮崎県高千穂町)の三田井層-上村層境界を対象に、介形虫化石の群集変化を用いることで海水準変動の復元を試みた。

上村石灰岩の介形虫化石群集は、大量絶滅前のペルム系石灰泥岩から絶滅層準に対比される岩相変化や安定炭素同位体比の低下が記録されているペルム系ドロマイト質スロンボライトにおいて水深が浅くなり、その上位にあたるペルム-三畳系スロンボライトでは連続的に深くなったことを示した。海山頂部は大陸縁辺と比較して地殻変動の影響が小さいことから、本研究で復元された海水準変動は当時の全球的な海水準変動を反映していると考えられる。

Reconstructing eustatic sea-level changes of the Permian-Triassic interval based on ostracod fossil assemblages of paleo-atoll carbonates

Shunta Ichimura (Nagoya University), Gengo Tanaka (Kumamoto University), Shun Muto (AIST), Hironao Matsumoto (University of Tsukuba), Satoshi Takahashi (Nagoya University)

【R-18】白亜紀セノマニアン／チューロニアン境界海洋無酸素事変における海洋微生物生態系の変動

○横山 天河(東京大学)、田近 英一(東京大学)

白亜紀セノマニアン／チューロニアン境界海洋無酸素事変(OAE2; ~94 Ma)は LIP 活動に伴う温暖化に誘発されたと考えられており、炭素同位体比の約 2‰の正異常や海洋生物の属レベルで約 25%の絶滅等で特徴付けられる。また、バイオマーカー分析等の地球化学的研究は、シアノバクテリアの活動が活発化したことや、浅海域では絶対嫌気性生物である緑色硫黄細菌が活動したことを示している。しかし、こうした海洋微生物生態系変動が生じる環境変動条件はよくわかっていない。そこで本研究では、海洋表層の微生物活動を高解像度で観察可能な海洋生物化学循環モデルを開発し、LIP 活動に対する海洋微生物生態系の時系列応答を調べた。その結果、温暖化に伴う海洋の富栄養化で OAE が生じると同時に、脱窒の強化で海洋が貧窒素環境に陥り、窒素固定性シアノバクテリアの活動が活発化した。また、沿岸湧昇域では有光層上部は好気的光合成生物が活動する一方、有光層下部には硫化水素が侵入して緑色硫黄細菌が活動し、鉛直的に棲み分けることが分かった。本結果は、当時の海洋では無酸素水塊が浅い水深まで広がり、海洋生物に大きな影響を与えたことを示唆する。

Changes in the marine microbial ecosystem during the Cenomanian–Turonian Oceanic Anoxic Event in the Cretaceous

Tenga Yokoyama (The University of Tokyo), Eiichi Tajika (The University of Tokyo)

【R-19】中国湖成堆積物に記録された白亜紀海洋無酸素事変 1a 発生時のオスミウム同位体比変動

○松本 廣直(筑波大学)、孙明道(広州地球科学研究所)

白亜紀海洋無酸素事変(OAE) 1a は、約 1 億 2000 万年前に発生した白亜紀最大規模の海洋無酸素事変である。この OAE は、太平洋で発生したオントンジャワ海台形成に伴う大規模な火山活動によって引き起こされたと考えられている。特に OAE1a の期間中には、海水の Os 同位体比が急激にマントル値へ近づくことが確認されており、オントンジャワ火山活動によって大量のマントル起源 Os が海洋に供給されたと解釈されている。

これまでの OAE1a 発生時の古環境研究は主に海洋堆積物を対象としており、陸域における情報はほとんど明らかにされていない。もし陸域で正確に OAE1a 層準を特定し、さらに詳細な火山活動の発生時期を明らかにすることができれば、火山活動と陸域環境変動の関係を直接対比することが可能となる。

そこで本研究では、中国東部 Kazuo Basin の湖成堆積物における OAE1a 発生時の Os 同位体比を測定し、火山活動のシグナルの検出を試みた。その結果、湖成堆積物においても OAE1a の発生時に、海洋堆積物と同様の急激な Os 同位体比の変動が確認された。本発表では、その最新の結果と、Os 同位体変動を引き起こした要因について議論する。

Osmium isotopic variations during OAE1a recorded in lacustrine sediments of eastern China

Hironao Matsumoto (University of Tsukuba), Ming-Dao Sun (Guangzhou Institute of Geochemistry)

【R-20】大気海洋植生結合モデルを用いて明らかにする鮮新世の気候の形成における CO₂ と古地理条件の役割

○中川 祥緒(東京大学)、阿部 彩子(東京大学)、Wing-Le Chan (東京大学)、大石 龍太(東京大学)、樋口 太郎(東京科学大学)

鮮新世は、現代よりも温暖な気候であったことが知られており、将来気候へのアナログや人類進化への影響の観点から注目されている時代である。鮮新世の温暖期に着目した、国際的な古気候モデル比較プロジェクト PlioMIP では、大気 CO₂ 濃度に加えて、ハドソン湾や北海周辺、北極沿岸が陸地であった、ベーリング海峡やカナダ多島海が閉鎖していた、などの地理条件の違いや植生などの CO₂ 以外の要因が、鮮新世と現代の気候の違いにおいて無視できないほど重要であることが示されている。本研究では、鮮新世と現代の気候の違いにおける、大気 CO₂ 濃度と地理条件の植生フィードバックを含む役割を調べるために、大気海洋植生結合モデル MIROC4m(AOV)を用いた実験を実施した。その結果、CO₂ 濃度は全球的な温暖化に寄与する一方で、古地理条件は地域的・季節的に強い影響を与えることが分かった。古地理条件は、北半球高緯度域の陸上で夏の温暖化を引き起こし、森林が拡大、アルベド低下を通じてさらなる温暖化を促進していた。さらに、この古地理条件による気温の違いが、循環の変化を引き起こしてモンスーンを強化し、北アフリカの湿潤化に寄与していることが分かった。

Investigating the roles of CO₂ and paleogeography in shaping the Pliocene climate using an atmosphere-ocean-vegetation coupled model

Sachio Nakagawa (The University of Tokyo), Ayako Abe-Ouchi (The University of Tokyo), Wing-Le Chan (The University of Tokyo), Ryouta O'ishi (The University of Tokyo), Taro Higuchi (Institute of Science Tokyo)

【R-21】古原生代初期の大気酸素分圧のダイナミックな進化

○渡辺 泰士(国立環境研究所)、尾崎 和海(東京科学大学)、門屋 辰太郎(東京科学大学)、原田 真理子(海洋研究開発機構)、松本 廣直(筑波大学)、田近 英一(東京大学)

地球の大気酸素分圧(pO₂)は古原生代初期の大酸化イベント(GOE)において急上昇したことが知られている。一方、この GOE 発生後には pO₂ が一時的に低下するイベントが発生していた可能性が示唆されている。しかし、pO₂ の一時的な低下を引き起こした要因や持続期間などの全容は明らかになっていなかった。本研究では、このイベントの要因として GOE 発生後の巨大火成岩岩石区(LIP)の形成に伴う大規模火成活動に着目した。まず、当時の大規模火成活動により放出される火山ガスの組成を推定することで、還元的な物質の供給に伴い当時の pO₂ が一時的に低下する可能性があることを示した。さらに、生物地球化学的循環モデルを用いて LIP の噴出後の長期的な応答を調べると、大気の大還元化の発生後数十万年以内には、火山起源の CO₂ の大気への蓄積による大陸風化速度の上昇に伴う海洋富栄養化によって pO₂ は回復することが明らかになった。このような LIP 噴出による大気の大還元化は、GOE 発生後としては大気中の酸素の総量が比較的小さかったと考えられる古原生代初期にとりわけ発生しやすく、当時の生命と地球環境の進化に大きな影響を及ぼした可能性が示唆される。

Dynamic evolution of the atmospheric oxygen level in the early Paleoproterozoic

Yasuto Watanabe (National Institute for Environmental Studies), Kazumi Ozaki (Institute of Science Tokyo), Shintaro Kadoya (Institute of Science Tokyo), Mariko Harada (Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology), Hironao Matsumoto (University of Tsukuba), Eiichi Tajika (The University of Tokyo)

【R-22】北日本における最終融氷期の急激な気候変動と植生の応答

○佐々木 菜南(北海道大学)、関 幸(北海道大学)、紀藤 典夫(北海道教育大学函館校)

地球の気候変動は非線形の性質を有しており、突然かつ急激な気候変動が発生する可能性がある。こうした気候変動に伴い、どのように環境が応答したのかを明らかにすることは重要な課題である。グリーンランドのアイスコアの研究などから最終融氷期では突然かつ急激な気候変動が複数発生していたことが確認されており、特に注目を集めている。しかし、北大西洋以外の遠隔地における急激な気候変動の実態はいまだ十分に解明されていない。そこで、本研究では青森県の田代湿原で採取した堆積速度の速い泥炭コアを用い、最終融氷期における花粉組成と葉のワックス成分 (n-アルカン) の $\delta^{13}\text{C}$ および δD 値を約 30~50 年の高時間分解能で分析し、北日本における融氷期の植生変遷や気候変動の復元を試みた。その結果、田代湿原泥炭コアの n-アルカン 同位体記録は植生というよりは気候を反映していることが示され、グリーンランドや欧州の古気候記録に類似した急激な気候変動が北日本でも発生していたことが明らかになった。

Rapid climate oscillations and vegetation changes in the northern Japan during the Last Deglaciation

Nana Sasaki (Hokkaido University), Osamu Seki (Hokkaido University), Norio Kito (Hokkaido University of Education)

【R-23】滋賀石筍を用いた最終氷期における高解像度東アジアモンスーン変動の復元

○倉本 和佳(東京大学)、池田 昌之(東京大学)、狩野 彰宏(東京大学)、沈川 洲(国立台湾大学)、黄君瑗(国立台湾大学)、阿部 勇治(多賀町立博物館)

約 10-100 ka の最終氷期では、グリーンランドで数年~数十年の間に気温が急上昇する温暖化イベント (Dansgaard-Oeschger : DO イベント) が数千年間隔で生じた (Dansgaard et al., 1993)。東アジアモンスーン地域でも類似した気候変動が生じたが、東アジアと北大西洋間の DO イベントの同時性については議論が続いている (e.g., Corrick et al., 2020; Nakagawa et al., 2021)。そこで本研究では、日本における DO サイクルの変動様式を復元するために、滋賀県東部で採取された石筍 KK2 を用いて U-Th 年代測定と酸素・炭素安定同位体比測定を行った。その結果、KK2 には DO イベントと類似した変動が認められ、その開始時期はグリーンランド氷床コア (NGRIP) や中国石筍と 2σ 不確かさの範囲で一致した。一方で、Bølling-Allerød 温暖期 (B/A) や Holocene の開始は NGRIP と 2σ 区間で一致せず、KK2 のほうが早い温暖化を示した。本結果は福井県水月湖の花粉化石による温度復元結果と整合的であり、最終氷期末におけるアジア地域の温暖化の先行を示唆する。

High-resolution reconstruction of East Asian monsoon variability during the Last Glacial Period using stalagmite from Shiga, Japan

Nodoka Kuramoto (The University of Tokyo), Masayuki Ikeda (The University of Tokyo), Akihiro Kano (The University of Tokyo), Chuan-Chou Shen (National Taiwan University), Chun-Yuan Huang (National Taiwan University), Yuji Abe (Taga Town Museum)

【R-24】ジュラ紀”間氷期”の温暖化の時間スケールの制約と気候転換点への示唆

○池田 昌之(東京大学)、宮田 理央(東京大学)、上倉 寛紀(東京大学)、松崎 七海(東京大学)、泉 賢太郎(千葉大学)、久保田 好美(国立科学博物館)、Benjamin T. Breeden III(国立科学博物館)

現在と同程度に氷床が発達した間氷期モードから急激に温暖化したジュラ紀トアルシアンには、全球的に炭素同位体比が数‰繰り返し負にシフトし、炭素循環に大きな擾乱が起きたことが示された。しかし、その数値年代の制約が粗かったため、メカニズムを推定する弊害であった。そこで本研究では、天文年代層序が構築された坂祝セクションと、新たに複数層準の凝灰岩の U-Pb 年代が±5 万年の精度で測定された豊浦層群桜口谷セクションの $\delta^{13}\text{C}$ 層序の高精度化を検討した。その結果、坂祝ではオービタルスケールの炭素同位体比変化が、桜口谷ではこれまで露出していなかった炭素同位体比負異常の開始層準を初めて発見した。特筆すべきは $\delta^{13}\text{C}$ 負異常が層厚数 cm で、従来指摘された 数千年より短周期で、圧倒的な放出フラックスが推定される。同時期には、1.5 度以上の温暖化に伴う洪水層の増加や貧酸素水塊の拡大が確認されたため、これらを説明する温暖化プロセスについて議論する。

Constraints on the timescale of hyperthermals during the Jurassic “Interglacial”

Masayuki Ikeda, Rio Miyata, Hiroki Kamikura (The University of Tokyo), Kentaro Izumi (Chiba University), Yoshimi Kubota, Benjamin T. Breeden III (National Museum of Nature and Science)

【R-25】鮮新世から更新世にかけての気候進化：南大洋高緯度記録と世界的比較から探る NHG と MPT

○関 幸(北海道大学)、石井 花菜(北海道大学)、山本 正伸(北海道大学)、小野 かおり(北海道大学)、中村 由佳(北海道大学)

過去数百万年間の気候変動は、長期的な寒冷化と氷床発達[北半球氷床発達(NHG:約 270 万年前)]、さらに地球軌道要素の周期的変化による日射量の緯度・季節変動をペースメーカーとする氷床の拡大・縮小サイクルの進化[中期更新世遷移期(MPT:120–70 万年前)]によって特徴づけられる。なぜこのようなダイナミックな気候進化が生じたのかは、気候システムの本質に迫る未解明の大きな課題である。その解明の鍵を握るのが、「氷床量」「大気 CO_2 濃度」「世界各地の温度」といった連続的かつ長期的な記録の解析である。

このうち温度変動については、近年、各地域で記録が蓄積されつつあるものの、南大洋高緯度は依然として記録が存在しない空白域であり、南極の気候進化が NHG や MPT にどのように関与したのかは未解明のままである。そこで本研究では、IODP 第 382 次航海で掘削された U1537 および U1538 堆積物コアを対象に、GDGT 古水温指標を用いて鮮新世から完新世にかけての水温変動を約 2000 年スケールの時間解像度で復元した。本発表では、世界各地の古気候記録との統合解析を行い、NHG および MPT のメカニズムに迫る。

Climate evolution from the Pliocene to the Pleistocene: Insights into the NHG and MPT from high-latitude Southern Ocean temperature records

Osamu Seki (Hokkaido University), Hana Ishii (Victoria University of Wellington), Masanobu Yamamoto (Hokkaido University), Kaori Ono (Hokkaido University), Yuka Nakamura (Hokkaido University)

【R-26】氷期日本海の中層水における高塩分水と低い $\delta^{18}\text{O}$ のパラドックス

○板木 拓也(産業技術総合研究所)、佐川 拓也(金沢大学)、吉岡 純平(国立極地研究所)、奥野 淳一(国立極地研究所)

浮遊性有孔虫の安定酸素同位体比[$\delta^{18}\text{O}$]は、日本海では外洋域の一般的なパターンと異なり氷期に著しく低い値(^{18}O 枯渇)を示すことが知られている。これは、氷期の海水準低下に伴う日本海への塩分供給の減少により表層水が低塩化(30 未満)したことに起因している。このような氷期の ^{18}O 枯渇は、日本海南部の水深 337 m (IODP site U1427)から採取された底生有孔虫の殻にも記録されており、この深度における中層水の塩分も表層水と同様に低かったことを示唆している。しかし、この解釈は、海洋プランクトンである放散虫 *Cycladophora davisiana* が同位体比ステージ(MIS)8 および MIS 12 の氷期極相期の ^{18}O 枯渇区間からも多産したという事実と矛盾する。本種は、主に海氷形成に伴う塩水排出(ブライン)に由来する高塩分(>33.5)の中層水に生息するため、これらの氷期においても高塩分の中層水が維持されていたことを意味する。このパラドックスを説明するため、我々は氷期の ^{18}O 枯渇シグナルがブライン排出によって低塩分の表層から高塩分の中層へ伝播したとするモデルを提案する

High saline and ^{18}O -depleted water paradox in the glacial Japan Sea intermediate water

Takuya Itaki (Geological Survey of Japan, AIST), Takuya Sagwa (Kanazawa University), Junpei Yoshioka (National Institute of Polar Research), and Junichi Okuno (National Institute of Polar Research)

【R-27】海洋掘削レガシーコアを活用した古海洋環境研究～日本海 ReCoRD のこれまでの成果と北大西洋 SPARC の展望～

○関 有沙(深田地質研究所)、松崎 賢史(東京大学)、多田 隆治(千葉工業大学)、入野 智久(北海道大学)、吉岡 純平(国立極地研究所)、Stephen Obrochta(秋田大学)、David Hodell (University of Cambridge)

2025 年から IODP3 が開始され、過去の掘削航海で採取されたコア試料(レガシーコア)の活用が活発化している。2024 年にサンプリングパーティーが行われたリポジトリコア再解析プログラム(ReCoRD: Repository Core Re-Discovery Program)「中新世日本海の中気候・古海洋(ReC23-03)」では、1989 年と 2013 年に日本海で掘削された堆積物を用いて、既存研究よりも解像度・精度の高い中新世の古海洋環境復元を試みており、現在、参加者間で協力しながら分析が進められている。

IODP3 の中で来年度から本格的に開始される SPARCs (Scientific projects using ocean drilling archives)もレガシーコアを活用するプログラムである。発表者が co-chief を務める SIGNALS (Stratigraphic Integration of North Atlantic Legacy Sites)では、北大西洋全域のレガシーコアをシャックルトンサイトの記録と対比することで古海洋環境の広域比較を可能にし、新たな成果を生み出すことを目指している。発表では、今後の展望を紹介する。

Paleoceanographic reconstruction using legacy cores – Progress of the Japan Sea ReCoRD project and prospects for the North Atlantic SPARC project –

Arisa Seki (Fukada Geological Institute), Kenji Matsuzaki (The University of Tokyo), Ryuji Tada (Chiba Institute of Technology), Tomohisa Irino (Hokkaido University), Jumpei Yoshioka (National Institute of Polar Research), Stephen Obrochta (Akita University), David Hodell (University of Cambridge)

【R-28】 GCMS/MS および HPLC-MS を用いた微量アルケノン分析: 古環境試料の定量限界を超えて見える新たな世界

○長谷川 卓(金沢大学)、沢田 健(北海道大学)、中村 英人(福井県大学)、梶田 展人(弘前大学)、佐川 拓也(金沢大学)

「古水温指標となるアルケノンを従来の 1/100 で定量測定できるなら、どのような世界が見えるのか?」。本研究では GCMS/MS と HPLC-MS 装置を用いて従来の 1/10~1/100 の試料量で海底・湖底堆積物に含まれるハプト藻由来分子・アルケノンの微量分析プロトコルを開発する。①前処理が格段に簡素化し、処理試料数を大幅に増やせる;②1 mm 以下で成層する湖堆積物の縞(年縞)を一枚一枚分析し、年単位の環境解読が可能になる;③従来法では「アルケノン含有なし」と判断されていた世界の広大な海域の試料が分析対象になる、ことが期待される。

GC-FID 法で進められてきたアルケノン研究に質量分析装置を導入してノイズ軽減と同時溶出物質の影響を除去することで①~③にどこまで迫れるか検討する。具体的には第四系海底堆積物が主対象だったアルケノン古水温法を(1)湖堆積物:秋田県一の目潟、(2)アルケノン含有量が微量である古第三紀以前の深海コア堆積物(IODP Site U1514 等)、(3)新第三系・第四系陸上露頭試料に適用して具体的課題を抽出し、それらの解決を進める。講演では研究概要を紹介し、諸先生からのご指摘、ご議論を賜りたい。

Unlocking Hidden Signals in Paleoenvironmental Samples: Ultra-Trace Alkenone Analysis via GCMS/MS and HPLC-MS

Takashi Hasegawa (Kanazawa University), Ken Sawada (Hokkaido University), Hideto Nakamura (Fukui Prefectural University), Hiroto Kajita (Hiroshima University)

【R-29】 間氷期の AMOC 弱化和偏西風-モンスーン降雨との関係

○長島 佳菜(海洋研究開発機構)、長谷川 精(高知大学)、岡田 夏蓮(岡山理科大学)、豊田 新(岡山理科大学)

最終氷期に繰り返し発生した大西洋子午面循環(AMOC)の弱化イベントは、北半球中緯度の熱・水分輸送を担う偏西風ジェットの間路を大きく変化させたことが報告されている。地球温暖化に伴う将来的な AMOC 弱化和懸念されるなか、温暖期における偏西風ジェットの変動特性を理解することは重要である。本研究では、日本海堆積物コア(KR07-12 PC5&8, MD01-2407 等)を用い、MIS 1 および MIS 5e の期間における石英 ESR 強度や粒度組成からアジアダスト供給源を解析し、東アジア上空の偏西風変動を検証した。さらに、中国内陸部の石炭素・炭素同位体記録等を利用し、偏西風経路に敏感に応答する東アジア夏季モンスーン降雨についても温暖期の変動を調べた。その結果、MIS 1 および MIS 5e といった間氷期においても、AMOC 弱化和に伴い偏西風が南下し、中国内陸部の降雨が減少する現象が何度か起こっていたことが明らかになった。これらの知見は、将来 AMOC が弱化した場合に東アジアの大気循環場やモンスーン降水分布に及ぼす影響を理解する上で重要な示唆を与える。

AMOC Weakening and Its Impacts on Westerlies and Asian Monsoon Rainfall during Interglacials

Kana Nagashima (Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology), Hitoshi Hasegawa (Kochi University), Karen Okada (Okayama University of Science), Shin Toyoda (Okayama University of Science)



講演要旨
ポスターセッション

【P-1】過去 1000 万年間における日本海の海水 Os 同位体比記録

○桑原 佑典(関西学院大学)、松本 廣直(筑波大学)、加藤 泰浩(東京大学)、谷水 雅治(関西学院大学)

日本列島の形成史、および東アジアの気候・海洋システムの進化を解明する上で、日本海の古海洋環境の理解は不可欠である。本研究は、海水のオスミウム同位体比 ($^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$) をプロキシとして利用し、日本海の拡大以降における、日本海を取り巻くテクトニクスや全球気候変動の実態解明を目的とする。海水 Os 同位体比は、大陸由来の風成塵、火山起源物質、外洋からの海水流入など複数の供給源の寄与を反映するため、日本海における海水交換の強度および物質循環の変化を評価する有効な指標となる。したがって、日本海における海水 Os 同位体比の長期記録を構築することで、同海域の物質循環の変遷を解読できると考えられる。そして、日本列島の形成史や、新生代の環境変動(後期中新世の寒冷化や氷期―間氷期サイクルなど)における日本海の古海洋環境の解明につながると期待される。現在、発表者らは国際深海掘削計画 (IODP) Hole 1425B および 1430B から採取された堆積物コア試料を用い、中新世後期から第四紀にかけての約 1000 万年間にわたる連続的な Os 同位体比の記録の取得を進めている。本発表では、これまでに得られた海水 Os 同位体比データの特徴とその意義について報告する。

Marine Osmium isotopic record of the Japan Sea over the last 10 million years

Yusuke Kuwahara (Kwansei Gakuin University), Hironao Matsumoto (University of Tsukuba), Yasuhiro Kato (University of Tokyo), and Masaharu Tanimizu (Kwansei Gakuin University)

【P-2】日本海 IODP Site U1430 における珪藻化石生層序

○加藤 悠爾(高知大学)、関 有沙(深田地質研究所)

リポジットコア再解析プログラム(ReCoRD)の研究プロジェクトのひとつとして、2024 年に ReC23-03「中新世日本海の古気候と古海洋」のサンプリングパーティが実施された。本プロジェクトは、ODP Leg 127 および IODP Exp. 346 によって日本海で採取された 5 地点のコア試料を用いて、現在よりも温暖であった中新世の古気候・古海洋復元を行うことを目的としている。この目的を達成するには、これらのコア間を精度良く対比するための年代モデルが必須となる。一般に珪藻が多産する日本海においては珪藻化石生層序による年代制約が重要な役割を果たすが、特に IODP Exp. 346 コアの中新世に相当する区間では船上分析による数点のバイオイベントのみが報告されている程度であり、年代制約点が不足しているのが現状である。そこで筆者はこれらのコア群を対象とした珪藻化石群集の再解析を実施し、年代モデルの検証・改訂に取り組んでいる。本発表では、IODP Exp. 346 Site U1430 の中期～後期中新世の区間においてこれまでに得られた珪藻化石群集とバイオイベントを報告する。

Diatom biostratigraphy at IODP Site U1430 (Japan Sea)

Yuji Kato (Kochi University), Arisa Seki (Fukada Geological Institute)

【P-3】日本海 IODP U1425・U1430 地点堆積物のコアーロギング統合および高精度サイクル層序

○入野 智久(北海道大学)、関 有沙(深田地質)、池田 昌之(東京大学)、多田 隆治(千葉工業大学)

ReCoRD プログラム ReC23-03 においては、中新世日本海堆積物に見られるラミナ層準ならびに 10.8 Ma の急速な温暖化に伴う海洋環境変化を 100-1000 年スケールで復元し、現在より温暖な気候下におけるアジア東縁域の環境変動メカニズムを解明しようとしている。そこで、中新世層準のサイクル層序が確立している IODP Exp.346 の U1425、U1430 地点堆積物の物性を検討した。これまで両地点のコアーロギング統合とサイクル層序は、1-10 cm オーダーでサンプリングされている自然 γ 線放射や GRA 密度データが用いられ、離心率(10 万年周期)へのチューニングが行われてきた。しかし今回、U1425、U1430 地点の比抵抗ロギング(FMS)の変動が、船上計測されたコア写真 RGB 値(Log(R/G);彩度)の変動と酷似することを突き止めた。その結果、mm オーダーでサンプリングされている FMS および RGB の利用によってコアーロギング統合が cm スケールで可能となり、さらに地軸傾斜(4 万年周期)へのチューニングによるサイクル層序の改訂が期待される。

Core-logging integration and high resolution cyclostratigraphy for IODP Site U1425 and U1430 sediments in the Japan Sea

Tomohisa Irino (Hokkaido Univ.), Arisa Seki (Fukada Geological Institute), Masayuki Ikeda (Univ. of Tokyo), and Ryuji Tada (Chiba Institute of Technology)

【P-4】Lomagundi イベントの発生条件:リン風化フラックスの重要性

○曳地 航平(東京科学大学)、原田 真理子(海洋研究開発機構)、尾崎 和海(東京科学大学)

古原生代には、地球史上最大の炭素同位体比の正異常が記録されており、Lomagundi-Jatuli イベント(LJE)と呼ばれている。一般に LJE は、汎世界的な有機炭素埋没フラックスの増大によるものとして解釈されており、その原因として、①全球凍結後の温暖気候による化学風化の促進、②大規模な火成活動による温暖化、③大酸化イベントに伴うリン鉱物の溶解、の 3 つの仮説が提案されている。しかしながら、これらの仮説に基づき LJE およびそれに伴う大気海洋化学環境の変化を定量的に説明した理論的研究は存在しない。そこで本研究では、大気-海洋-生物圏-地殻間の生元素(C、P、O、S)循環を扱う理論モデルを用い、これらの仮説が LJE を説明し得るかどうかを検証した。

数値実験の結果、リンの流入が数百万年にわたり総量 10^{17} mol(現在の海洋リンリザーバーの約 100 倍)以上増大しない限り、仮説①および②では LJE を再現できないことが示された。仮説③によってこれだけのリン流入が可能かどうかは議論の余地があるが、この場合でも、LJE を単一の正異常として説明するのは難しい。以上の結果から、LJE の成因を明らかにするためには、短期的あるいは局所的な要因も含めた多角的な検討が必要であることが示唆された。

Conditions for the Lomagundi-Jatuli event: Importance of phosphorus weathering

Kohei Hikichi (Institute of Science Tokyo), Mariko Harada (Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology), Kazumi Ozaki (Institute of Science Tokyo)

【P-5】独立成分分析を用いた古インド洋における白亜紀 OAE2期の海洋環境復元の試み

○壽 隆海大 (高知大学)、長谷川 精 (高知大学)、村山 雅史 (高知大学)、松本廣直 (筑波大学)、長谷川卓 (金沢大学)

白亜紀中期には巨大火成岩区(LIPs)活動に伴う CO₂放出により海洋無酸素事変 (OAEs)が頻発した。本研究では、最も温暖な OAE2 期における海洋環境復元を目的とする。同時期には古インド洋の高緯度域に深層水形成場があったと示唆されているが、同海域の古環境変動の報告は限られている。そこで本研究では、エクスマス台地(Leg122-762、763、Leg123-766)、ケルゲレン海台(Leg183-1138)、メンテル海盆(Exp369-U1513、U1516)で掘削された ODP、IODP コアを対象とし、XRF コアスキャナーを用いて元素組成分析を行い、当時の海洋環境の時空間変遷の復元を試みた。まず U1516C の元素組成に対して独立成分分析を行った結果、有機物量および溶存酸素量の変動に対応すると見られる成分が抽出され、そのスコア値は、OAE2 開始直後に有機物量は極大、溶存酸素量は極小を示した。これは、Plenus 寒冷化イベント直後に溶存酸素量が一時的に回復した後、生物生産量が増大したことを示唆する。今後は他コアにも同様の解析を行い、炭素・オスミウム同位体比層序と組み合わせ考察を進めていく。

Reconstruction of spatio-temporal changes in paleoceanographic environment during the Cretaceous OAE2 in the Paleo-Indian Ocean using independent component analysis

Ryudai Kotobuki (Kochi University), Hitoshi Hasegawa (Kochi University), Masashi Murayama (Kochi University), Kazutaka Yasukawa (University of Tokyo), Hironao Matsumoto (University of Tsukuba), Takashi Hasegawa (Kanazawa University)

【P-6】ペルム紀-三畳紀境界菟原セクションの層序再検討と環境記録の解読

○中村 拳太郎 (名古屋大学)、高橋聡 (名古屋大学)、市村駿汰 (名古屋大学)、松井和己 (名古屋大学)

約 2.52 億年前のペルム期末に史上最大の大量絶滅が起きた。当時の記録が残る露頭の 1 つに西南日本美濃-丹波帯に属する菟原セクションがある。このセクションでは露頭の変形や層序の欠如の指摘(多田ほか, 2005)や、他の日本深海相セクションとの環境記録の差異(Takahashi et al., 2021)が報告されている。本研究ではこれらの問題点を解決するための地質調査を行い、連続した地層から得た資料を用いて、層序や環境記録の再検討を試みる。

菟原セクションで地質調査を行い、断層や褶曲の位置を確認した。これらを考慮して 2 箇所では層序の連続観察を行い、柱状図を作成した。菟原セクションでは下位から①上部ペルム系チャート、②上部-最上部ペルム系珪質粘土岩、③最上部ペルム系から最下部三畳系黒色粘土岩の岩相を確認した。②と③の境界が見られる露頭 2 箇所では、1 箇所では斜行する構造が見られ、もう 1 箇所では③の基底に②の破片が入り込んだ構造が見られた。これは、この箇所での堆積場の侵食や層序の欠如を示唆する。

層序対比や堆積層の欠如期間の見積もりのために安定炭素同位体比による化学層序の構築を試みた。当日はこれらの結果と、スラブなどの観察の結果・議論を交えて発表する。

Re-examination of the Stratigraphy and environmental records of the Permian-Triassic boundary at Ubara section.
Kentaro Nakamura (Nagoya university), Satoshi Takahashi (Nagoya university), Shunta Ichimura (Nagoya university), Kazuki Matsui (Nagoya university)

【P-7】 前期三畳紀スミシアン亜期—スパシアン亜期境界における低緯度遠洋深海層序の復元と古環境復元

○松井 和己 (名古屋大学)、高橋 聡 (名古屋大学)、市村 駿汰 (名古屋大学)、武藤 俊 (産業技術総合研究所)、山北 聡 (宮崎大学)

本研究は、前期三畳紀スミシアン亜期とスパシアン亜期の遠洋深海の環境を明らかにするため、当時の堆積岩が残るジュラ紀付加体の美濃—丹波—足尾帯に属する宝積寺セクションの露頭を詳細に調査し、層序と酸化還元環境の復元を試みた。

中部日本の岐阜県にある宝積寺セクション(山北ほか, 2010)の露頭を調査し、褶曲や断層などの地質構造を明らかにし、層序的連続箇所を認定した(下位から HS-1、HS-2、HS-3)。HS-1 下部、HS-2 中部から前期三畳紀のスミシアン亜期、HS-3 下部からスパシアン亜期を示すコノドントが産出した。

酸化還元環境の指標であるフランボイダル黄鉄鉱の直径分布は、HS-1 下部の黒色粘土岩層において平均約 5.3-6.0 μm 、標準偏差約 1.9-2.3 μm 、HS-3 下部のチャート層において平均約 5.3-5.8 μm 、標準偏差約 1.4-1.5 μm であった。この結果は、スミシアン亜期中期から後期、スパシアン亜期前期において水柱に含硫化水素環境がそれぞれの層準に対応する短期間に発達したことを示す。

HS-3 下部の黒色粘土岩層及び灰色粘土岩と黒色粘土岩の互層には生物擾乱が認められた。この結果はスパシアン亜期前期には底生動物活動が一時的に回復していたことを示す。ただし、その活動度は比較的低い。

Reconstruction of low-latitude pelagic deep-sea stratigraphy and paleoenvironment during the Early Triassic Smithian-Spathian transition

Kazuki Matsui (Nagoya University), Satoshi Takahashi (Nagoya University), Shunta Ichimura (Nagoya University), Shun Muto (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), Satoshi Yamakita (University of Miyazaki)

【P-8】 AI を用いたパリーノファシス分析による白亜紀 OAE1a 期のアジア中緯度域の植生変遷

○川邊 美帆子(高知大学)、長谷川 精(高知大学)、見邨 和英(産業技術総合研究所)、板木拓也(産業技術総合研究所)、Heimhofer U.(ハノーファー大学)、Ichinorov N.(モンゴル古生物研究所)、長谷川 卓(金沢大学)、小坂 由紀子(金沢大学)、佐久間 杏樹(東京大学)、山田 圭太郎(山形大学)

白亜紀中期に頻発した海洋無酸素事変(OAEs)は、巨大火成岩区活動に伴う突発的な CO₂ 上昇に対する地球環境変動の応答として重要であるが、陸域環境の応答は不明な点が多い。本研究では、アプチアン期 OAE1a 期に堆積したモンゴルの年縞湖成層(シネフダグ層)の掘削コアを対象とし、AI 画像認識技術を用いたパリーノファシス分析を実施することで、OAE1a 期の植生変遷の復元を試みた。まず、目視観察結果と AI 分類結果を比較したところ、総じて共通した変動を示すのに加え、AI 分類結果の方が岩相変化と良く対応していた。即ち、高湖水位を示す頁岩層準では花粉や植物片が多く、低湖水位のドロマイト層準で野火指標となる黒炭が多く見られた。次に OAE1a の開始前後で約 220 試料の AI パリーノファシス解析を実施した結果、OAE1a 開始直後に花粉や植物被膜が増加する一方で黒炭が顕著に減少し、湿潤化した植生が見られることが分かった。これは同じコアから得られている湖成炭酸塩の酸素・炭素同位体比や化学風化度指標の結果とも整合的であり、OAE1a 開始期には陸域湿潤化と化学風化度増大、そして植生変遷の応答が見られることが示唆された。

AI-based palynofacies analysis for reconstructing paleovegetation changes in mid-Latitude Asia during the Cretaceous OAE1a

Mihoko Kawabe, Hitoshi Hasegawa (Kochi University, Japan), Kazuhide Mimura, Takuya Itaki (AIST, Japan), Ulrich Heimhofer (Leibniz University Hannover, Germany), Niiden Ichinnorov (Paleontological Institute, Mongolia), Takashi Hasegawa, Yukiko Kozaka (Kanazawa University, Japan), Aki Sakuma (Tokyo University, Japan), Keitaro Yamada (Yamagata University, Japan)

【P-9】 植生と気候の相互作用がもたらす珪酸塩風化フィードバックの非線形応答と気候安定性

○渡邊 新(東京科学大学)、尾崎和海(東京科学大学)

地球における数百万年スケールの気候安定性は、珪酸塩風化の気候依存性に基づく負のフィードバックに大きく依存している。陸上植生は、化学風化や惑星アルベドへの影響を介して気候に影響を及ぼす一方で、気候状態に応じてその分布が変化する。これらの関係を理解することは、気候安定性の理解に直結する重要な課題である。特に、全球的な温暖化によって植生の最適温度帯が降水量の少ない中緯度帯へシフトするような条件下では、珪酸塩風化による負のフィードバックが弱体化し、大気 CO₂ 濃度が大きく変化する可能性がある。しかし、このような気候と植生間の相互作用のもとでの気候安定性は、依然として十分に解明されていない。そこで本研究では、炭素循環・水循環・植生分布の効果を組み込んだ南北一次元エネルギーバランスモデルを構築し、火成活動に伴う CO₂ 脱ガス率に対する数値実験を行なった。その結果、脱ガス率に対し大気 CO₂ 平衡状態が非線形に応答し、特に植生の有無がこの応答の感度に影響することが確認された。この結果は、気候の状態に応じて植生との相互作用がシステムの応答感度を大きく変化させることを示唆している。

Nonlinear response of silicate weathering feedback driven by vegetation-climate interactions and its implications for climate stability

Arata Watanabe (Institute of Science Tokyo) and Kazumi Ozaki (Institute of Science Tokyo)

【P-10】 3.4–2.7 Ma の底生有孔虫酸素同位体記録に基づく北西太平洋の深層水循環への示唆

○谷元 瞭太(茨城大学)、岡田 誠(茨城大学)

鮮新世は比較的温暖な気候で特徴づけられ、前期と後期に区分される。その中でも後期鮮新世は、比較的温暖かつ安定した気候から、寒冷で変動の激しい気候への遷移が生じた気候システムの転換期である。この後期鮮新世の寒冷化は、北半球氷河化作用と呼称され、約 360 万年前から開始された氷床の漸進的拡大と約 270 万年前頃の北半球氷床の大規模成長の 2 つの時期に分けられ、古海洋学的研究が進められている。

鮮新世の北太平洋における深層水循環については、北太平洋深層水(NPDW)の形成によって南北循環が活発化したという報告 (Burls et al. 2017) がある一方、NPDW は形成されなかったとする報告 (Haywood et al. 2020 など)があり、統一見解は得られていない。こうした中、Haneda et al. (2025)は南極底層水のような南方起源深層水の流入を指摘している。本研究では、房総半島南端に分布する海成鮮新統である千倉層群布良層を対象に、340 万～270 万年前に相当する底生有孔虫の酸素同位体記録を復元し、北西太平洋地域の鮮新世深層水循環について議論を行う。

Implications for Deep-Water Circulation in the Northwestern Pacific Based on Benthic Foraminiferal Oxygen Isotope Records from 3.4 to 2.7 Ma

Akihiro Tanimoto (Ibaraki University), Makoto Okada (Ibaraki University)

【P-11】 南大西洋 Site U1560 における上部鮮新統-下部更新統石灰質ナノ化石層序と表層海洋環境

○桑野 太輔(京都大学)、土井 信寛(千葉大学・川崎地質株式会社)、亀尾 浩司(千葉大学)

鮮新世は地球温暖化のアナログとして近年研究が盛んに進められており、中期鮮新世温暖期(約 3.3–3.0 Ma)は気温が現在よりも 2–3°C高く、CO₂濃度も約 400 ppm に達していたと考えられている。しかし、南大西洋中緯度域では、過去に得られたコア試料が乏しいことから、古気候・古海洋記録は限られていた。2020～2022 年に実施された国際深海科学掘削計画では、同海域で 7 地点の掘削が行われた。本研究では、このうち Site U1560 における後期鮮新世から前期更新世の石灰質ナノ化石層序を構築し、当時の表層海洋環境変動を明らかにすることを目的として研究を実施した。Site U1560 は大西洋中央海嶺の西方約 315 km に位置し、中期中新世以降に堆積した連続的な石灰質堆積物から構成される。本研究では、スプライスセクションから採取した石灰質軟泥についてスミアスライドを作成し、石灰質ナノ化石の観察を行った。対象区間からは 5 つの石灰質ナノ化石基準面が認定され、その年代は概ね古地磁気層序と整合的であった。また、3.2–2.8 Ma 頃に温暖な指標となる化石種の増加が見られることから低緯度起源の温暖な表層水が中緯度域に影響を及ぼしていた可能性が示唆される。

Upper Pliocene–Lower Pleistocene Calcareous nannofossil biostratigraphy and sea-surface environments at Site U1560 in the South Atlantic region

Daisuke Kuwano (Kyoto University), Nobuhiro Doi (Chiba University, Kawasaki Geological Engineering Co., Ltd.), Koji Kameo (Chiba University)

【P-12】 海水形成に伴う中深層循環と酸素同位体の変化：最終氷期最盛期の日本海を例としたボックスモデル

○吉岡 純平(国立極地研究所)、板木 拓也(産業技術総合研究所)、佐川 拓也(金沢大学)、奥野 淳一(国立極地研究所)

オホーツク海や南極海などの海水生成場では、海水から海水を形成する際に吐き出された塩水(ブライン)起源の高密度水が中層水や底層水の形成に関与している。本研究では、最終氷期最盛期の日本海を例として、海水形成に伴う鉛直循環の変化と酸素安定同位体比($\delta^{18}\text{O}$)の変化を調べる 3 層ボックスモデルを作成した。最終氷期最盛期の日本海では、表層水の低塩分化に伴い $\delta^{18}\text{O}$ が著しく低下したことが知られている。一方で、日本海南部の水深 337 m (IODP site U1427) から復元された底生有孔虫 $\delta^{18}\text{O}$ および放散虫群集からは、同時期に高塩分かつ低 $\delta^{18}\text{O}$ の中層水が存在したことが示唆されている。本研究の 3 層ボックスモデルでは、海水形成に伴うブラインの排出を考慮することで、当時の中深層循環の変化や $\delta^{18}\text{O}$ の変化を再現することに成功した。また、本モデルは現在の海水生成場であるオホーツク海や南極海などにも十分適用できる可能性がある。

A box model analysis of changes in overturning circulation and oxygen stable isotopes associated with sea ice formation: A case study of the Japan Sea during the LGM

Jumpei Yoshioka (National Institute of Polar Research), Takuya Itaki (Advanced Industrial Science and Technology), Takuya Sagawa (Kanazawa University), Jun'ichi Okuno (National Institute of Polar Research)

【P-13】 Upstream moisture sources and circulation patterns controls Asian monsoon hydroclimate over the past 20,000 years

○Jian Zhang (Nagoya University), Ming-Qiang Liang (Université Catholique de Louvain), Jun-Yun Li (Southwest University), Yao Wu (Heidelberg University), Yan-Xia Xue (Yunnan Normal University), Wen-Jun Sun (Yunnan Normal University), Xiang-Zhuo Liu (INRAE), Jin-Ke Chen (Chinese Academy of Geological Sciences), Chao-Jun Chen (Yunnan Normal University), Ting-Yong Li (Yunnan Normal University)

Speleothem oxygen isotope ($\delta^{18}\text{O}$) records from Asian caves provide key evidence for reconstructing past monsoon variability, yet their interpretation remains debated. Some view them as direct indicators of Asian Summer Monsoon (ASM) strength, while others emphasize upstream moisture source effects. Here we compare 15 stalagmite $\delta^{18}\text{O}$ records across East and South Asia spanning the last 20,000 years, focusing on Heinrich Stadial 1, the Bølling-Allerød, and the Younger Dryas. Our synthesis shows that $\delta^{18}\text{O}$ variations are regionally coherent but differ in magnitude and timing, suggesting that local rainfall alone cannot explain the patterns. Instead, both observational evidence and model simulations highlight the dominant role of low-latitude moisture sources, especially the Indian and Pacific Oceans. Thus, Asian speleothem $\delta^{18}\text{O}$ integrates both local hydroclimate and upstream circulation, linking monsoon variability to interactions between tropical oceans and high-latitude forcing.

【P-14】 東南極域海底堆積物を用いた過去 25 万年間の底層流強度復元

○竹原景子(北海道大学)、飯塚睦(産業技術総合研究所)、小野かおり(北海道大学)、
入野智久(北海道大学)、板木拓也(産業技術総合研究所)、関宰(北海道大学)

南極底層水(AABW)は海洋深層循環を通して炭素、熱、栄養塩、酸素を運搬することで、全球的な気候システムに重要な役割を果たしている。近年の南大洋の温暖化に伴い、AABW の昇温と低塩化が報告されており、今後の AABW の挙動が注目されている。氷期-間氷期サイクルのような過去の大きな気候変動に対する AABW 形成の挙動の理解は重要な知見を与えるが、氷期-間氷期スケールにおける形成域沖合での AABW 形成の変動は十分に解明されていない。本研究では、東南極起源の AABW の影響を受ける東南極沖合において採取された堆積物コア(PC404、PC504、GC1407)の粒度組成を解析し、過去 25 万年間の底層流強度を復元した。古流速の指標には、Sortable silt(10-63 μm)の含有量と平均粒径を用い、IRD の寄与は McCave and Andrew (2019)に基づいて補正した。本発表では、得られた最新の結果を示すとともに、既存の粒度組成データや酸化還元指標、堆積構造に基づく研究と比較して議論する。

Reconstruction of Antarctic Bottom Water strength variability over the past 250 kyrs from marine sediments

Keiko Takehara (Hokkaido University), Mutsumi Iizuka (AIST), Kaori Ono (Hokkaido University), Tomohisa Irino (Hokkaido University), Takuya Itaki (AIST), Osamu Seki (Hokkaido University)

【P-15】 南大洋太平洋側における最終間氷期以降 の深層水炭酸イオン濃度変動

○岩崎晋弥(北海道大学)、木元克典(海洋研究開発機構)、堀内里香(海洋研究開発機構)、長島佳菜(海洋研究開発機構)、Frank Lamy(AWI)、粕谷拓人(九州大学)、入野智久(北海道大学)、原田尚美(東京大学)

南大洋太平洋側は、深層水が湧昇・沈降を繰り返す循環系を構成し、大気中 CO_2 変動に大きな影響を与えている。特に最終退氷期(約 1.9~1.2 万年前)には、深層水循環の活発化に伴い炭素が大気へ放出され、 CO_2 濃度の上昇を引き起こしたと考えられている。一方、最終間氷期(約 13 万年前)から最終氷期極大期(約 2 万年前)にかけては、寒冷化に伴い大気 CO_2 が約 80 ppm 低下し、数千年スケールで複数回の急減イベントが生じた。しかしその際の深層水炭素貯蔵プロセスの実態は十分に解明されていない。本研究は、チリ沖の 4 本の堆積物コア(1000~4000 m)を対象に、マイクロ X 線 CT による有孔虫殻の溶解度分析を用いて深層水炭酸イオン濃度を復元した。その結果、中深層(2000 m 以浅)では氷期に炭酸イオン濃度が低下し、間氷期は高値を示した。これに対し深海層(3000~4000 m)では逆に間氷期に低下し氷期に上昇する傾向を示した。特に中深層での氷期の炭酸イオン濃度低下は、太平洋深層水(PDW)由来の炭素レザバーが大西洋側へ流出した可能性を示唆し、氷期 CO_2 低下メカニズムの一端を反映している。

Change in deep-seawater [CO₃²⁻] in the Southern Pacific during the last interglacial

Shinya Iwasaki (Hokkaido University), Katsunori Kimoto (JAMSTEC), Rika Horiuchi (JAMSTEC), Kana Nagashima (JAMSTEC), Frank Lamy (AWI), Takuto Kasuya (Kyushu University), Tomohisa Irino (Hokkaido University), Naomi Harada (AORI)

【P-16】 Changes in the biological pump: particulate organic matter in the northeast Tropical Indian Ocean during MIS 13 to 10

○Hiroyuki Takata (Fukui Prefectural University), Jongwon Kang, Yunji Kim, Jin Hyung Cho
(Korea Institute of Ocean Science and Technology)

We investigated paleoproductivity and the flux of particulate organic matter (POM) in the northeast tropical Indian Ocean during MIS 13 and 11. We examined four proxies for paleoproductivity and POM flux at ODP Site 758 (2925 m water depth), and in core GPC1803 (3650 m water depth): 1. $\delta^{13}\text{C}$ of planktonic foraminifera, 2. Barium mass accumulation rate (Ba-MAR), 3. alkenone-MAR and 4. Benthic Foraminiferal Accumulation Rate (BFAR).

Planktonic $\delta^{13}\text{C}$ (upper ocean) and Ba-MAR (intermediate depth) show higher values during interglacial MIS 13 and 11, whereas the alkenone-MAR and BFAR (close to seafloor) show higher values during glacial MIS 12 and 10, suggesting decoupling between paleoproductivity and past POM flux. During MIS 13 and 11, surface water primary productivity was high whereas the POM flux to the seafloor was low. During MIS 12 and 10, surface primary production was low, whereas transfer of POM to depth was more efficient, with a high flux reaching the seafloor.

【P-17】 下北沖 Revisit: 最終氷期-最終退氷期の太平洋子午面循環復元

○岡崎 裕典(九州大学)、長島 佳菜(海洋研究開発機構)、佐川 拓也(金沢大学)、横山 祐典(東京大学)、宮入 陽介(東京大学)、木元 克典(海洋研究開発機構)

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。本発表では 2023 年 8 月の海洋地球研究船みらい MR23-05 航海において北西太平洋下北沖で採取した SMK3-PC 試料(41°08.5377'N、142°24.5598'E、水深 1356 m、コア長 10.99 m)中の有孔虫殻の放射性炭素年代に基づく中層水ベンチレーション変化を紹介する。底生有孔虫 *Uvigerina* spp. の酸素同位体層序と浮遊性有孔虫の ^{14}C 年代から、コアトップが前期完新世であり、~30 cm/kyr で連続的に堆積していることがわかった。23 層準の浮遊性有孔虫と底生有孔虫の ^{14}C 年代ペアから底生-浮遊性 ^{14}C 年代差と、底層水の $\Delta^{14}\text{C}$ 変化を求めたところ退氷期の 1000 年スケール変化に対応し、ハインリッヒ亜氷期 1 (HS1) に若くベーリング・アレレード亜間氷期(BA)に古い、大西洋子午面循環と逆位相のベンチレーション変化が得られた。このように堆積速度が速く、有孔虫産出量も比較的多い下北沖は、最終氷期-最終退氷期の太平洋子午面循環復元の好適地である。

Off Shimokita revisited: Glacial to deglacial Pacific MOC change

Yusuke Okazaki (Kyushu University), Kana Nagashima (JAMSTEC), Takuya Sagawa (Kanazawa University), Yusuke Yokoyama (University of Tokyo), Yosuke Miyairi (University of Tokyo), and Katsunori Kimoto (JAMSTEC)

【P-18】最終間氷期の氷床量変動復元: 相対的海水準データと GIA モデルによる解析

○奥野 淳一(国立極地研究所)、石輪 健樹(国立極地研究所)

最終間氷期(Last Interglacial: LIG、約 12.5 万年前)は産業革命以前より全球平均気温が 1~2°C 高く、6~9m 高い氷床量相当海水準を示すため、将来予測の古気候アナログとして重要である。しかし高海水準の成因、特に南極氷床の寄与には大きな不確実性が残る。本研究では、LIG の氷床量変動を定量的に復元するため、広域の相対的海水準(Relative Sea Level: RSL)データと氷河性地殻均衡調整(Glacial Isostatic Adjustment: GIA)モデルを統合し、真の極移動(True Polar Wander: TPW)の影響を組み込んだ解析を実施した。高精度年代測定に基づく RSL データベースとの比較検証を行い、LIG における氷床量変動を定量的に推定した。解析の結果、前氷期最盛期(Penultimate Glacial Maximum: PGM)における氷床分布の違いが TPW を通じて LIG の海水準に最大 4~5m の影響を与えることが示された。本成果は氷床質量変動に伴う地球規模の地殻応答の理解を深め、将来の海面上昇予測における不確実性低減に貢献する。

Last Interglacial Ice Sheet Volume Reconstruction with GIA

Jun'ichi Okuno (National Institute of Polar Research), Takeshige Ishiwa (National Institute of Polar Research)

【P-19】ドームふじ氷床コアの気泡ークラスレートハイドレート遷移帯における $\delta O_2/N_2$ 測定の改良

○浅尾 宗洋(総合研究大学院大学)、大藪 幾美(国立極地研究所・総合研究大学院大学)、川村 賢二(国立極地研究所・総合研究大学院大学)

ドームふじ(DF)コアでは、酸素/窒素比($\delta O_2/N_2$)の変動と掘削点における夏至日射量変動との高相関を利用した高精度な年代決定が行われている(Oyabu et al., 2022 など)。しかし、空気が気泡からクラスレートハイドレートに遷移する深度の一部(800- 1200 m、約 4~8 万年前)では $\delta O_2/N_2$ が大きくばらつき、年代制約点が置かれていない。その原因は気泡ークラスレート間で $\delta O_2/N_2$ が極度に分別することであり、試料を従来の約 10 cm より長くすることで改善できるという仮説が提案されている(Oyabu et al., 2021)。そこで本研究では、DF コアの遷移帯における $\delta O_2/N_2$ を 50 cm の試料から分析することにより、上記の仮説を検証する。第 1 期 DF コアの 750- 1150 m における 120 試料を対象とし、本発表では分析が終了した深度について結果を報告する。すでに分析した 1050- 1150 m の 14 試料では、従来の 10 cm 試料による分析と比べて $\delta O_2/N_2$ のばらつきが低減した。また、 $\delta O_2/N_2$ の値は日射量の変動から予測される値と同程度であった。今後本手法による分析を進めることで、氷床中に保存された本来の $\delta O_2/N_2$ の変動を復元し、新たな年代制約を与えられる可能性が見出された。

Improvement of $\delta O_2/N_2$ measurement in the bubble-clathrate hydrate transition zone of the Dome Fuji ice core

Munehiro Asao (The Graduate University for Advanced Studies), Ikumi Oyabu (National Institute of Polar Research, The Graduate University for Advanced Studies), Kenji Kawamura (National Institute of Polar Research, The Graduate University for Advanced Studies)

【P-20】氷期における物理場の違いに対する海洋炭素ポンプの変化と大気中二酸化炭素分圧低下への影響

○西田 雅音(東京大学)、小林 英貴(富山大学)、岡 顕(東京大学)

氷期の大気中二酸化炭素分圧 ($p\text{CO}_2\text{atm}$) は間氷期に比べ約 100 ppmv 低いことが知られているが、3 次元大循環モデルでは最終氷期最盛期 (LGM) の低下が過小評価される傾向にある。本研究では、海洋大循環モデル COCO4.0(Hasumi 2006)を用い、古気候モデリング相互比較プロジェクト (PMIP) に基づき作成された 12 の異なる LGM 物理場のもとで、 $p\text{CO}_2\text{atm}$ の再現した。その結果、全ての物理場で $p\text{CO}_2\text{atm}$ は産業革命前に比べ低下し、主要因は海面水温低下に伴う溶解度増加と鉄肥沃化による有機物ポンプ強化であった。一方、物理場間で約 20 ppmv の差が生じ、これは主に SST と水塊年齢の再現性の違いに起因していた。また、北大西洋深層水形成域の SST に依存した CO_2 吸収量や、他過程との相殺の大小も $p\text{CO}_2\text{atm}$ の低下のばらつきを生じさせていた。さらに得られた水塊年齢は古気候プロキシより若く、海洋物理場の再現性向上が氷期 $p\text{CO}_2\text{atm}$ 低下の過小評価を改善する可能性が示された。

Impact of Ocean Physical Conditions on Ocean Carbon Pumps and Atmospheric CO_2 Concentration at the Last Glacial Maximum

Miyano Nishida (The University of Tokyo), Hidetaka Kobayashi (University of Tooyama), Akira Oka (The University of Tokyo)

【P-21】IC-FC および MC-ICP-MS を用いた南極ドームふじアイスコアの硫黄同位体比測定手法の検討

○川上 薫(名古屋大学)、植村 立(名古屋大学)、平林 幹啓(国立極地研究所)、川村 賢二(国立極地研究所、総合研究大学院大学)

硫酸エアロゾルは地球の放射収支を変化させ気候に影響を与えるためその理解が重要である。硫酸エアロゾルの硫黄同位体比 ($\delta^{34}\text{S}$) は起源ごとに特有の値をもつため、起源の推定に利用できる。したがって南極氷床で掘削されたアイスコアの $\delta^{34}\text{S}$ からは過去の硫酸エアロゾルの起源の変遷を復元できることが期待される。しかしながら過去の複数の氷期・間氷期サイクルの詳細な $\delta^{34}\text{S}$ データを用いた研究が不足している。本研究では、南極ドームふじアイスコアの $\delta^{34}\text{S}$ を測定し、複数の氷期・間氷期サイクルにおける硫酸エアロゾルの起源の変遷を推定することを目的とする。そこで、アイスコア試料を融解させ、イオンクロマトグラフ (Thermo Fisher Scientific ICS-6000) およびフラクションコレクター (Gilson FC203) (IC-FC) を用いて硫酸イオンを分離し、マルチコレクター誘導結合プラズマ質量分析計 (MC-ICP-MS Neptune; Thermo Fisher Scientific) で $\delta^{34}\text{S}$ を測定する方法について検討した。

Investigation of sulfur isotope ratio measurement methods for the Dome Fuji ice core using IC-FC and MC-ICP-MS
Kaoru Kawakami (Nagoya University), Ryu Uemura (Nagoya University), Motohiro Hirabayashi (National Institute of Polar Research), Kenji Kawamura (National Institute of Polar Research, The Graduate University for Advanced Studies SOKENDAI)

【P-22】北西太平洋の深海底に分布する赤色粘土の元素組成

○村山 雅史(高知大学)、波多野 泰成(高知大学)、佐川 拓也(金沢大学)、堀川 恵司(富山大学)、南 秀樹(東海大学)、原田 尚美(東京大学)、小畑 元(東京大学)

北西太平洋域の深海底に堆積する赤色粘土、特に、Mn 団塊の産出した地点とそれ以外の地点の元素分布とその特徴を明らかにすることを目的とした。試料は、学術研究船「白鳳丸」KH-22-7 次、KH-23-2 次航海でマルチプルコアラーを使い、東経 155 度線上の北緯 10-50 度までの 10 度ごとの南北トランセクトで採取された海底表層の赤色粘土である。Mn 団塊が産出した地点(OP-7; 北緯 20 度)とそれ以外の地点 OP-5~22 の計 16 地点の赤色粘土を用いて、XRF と XRF コアスキャナー(ITRAX)による元素分析や X 線 CT、有機物などの解析をおこなった。その結果、Mn 団塊の産出のあった地点(OP-7)を含む低緯度地域では有機物含有量が低く、直上海水の溶存酸素量は高い値(176.9 $\mu\text{mol/kg}$)を示した。各地点の表層試料(0~1 cm)を用いた元素分析の結果、Mn 団塊の産出のあった OP-7 では、Fe/Al 比が 0.49~0.51 と高く[地殻平均値、0.39 (Wedepohl, 1995)]、また、 Fe_2O_3 、 MnO 、 Al_2O_3 、 TiO_2 、 P_2O_5 もそれぞれ高い値を示した。

Geochemical composition of red clay deposited in the deep seafloor of the Northwest Pacific

Masafumi Murayama (Kochi University), Taisei Hatano (Kochi University), Takuya Sagawa (Kanazawa University), Keiji Horikawa (Toyama University), Hideki Minami (Tokai University), Naomi Harada (The University of Tokyo), Hajime Obata (The University of Tokyo)

【P-23】最終氷期極大期以降の西部北太平洋シャツキーライズにおける炭酸塩溶解変動

○城間 盛太郎(北海道大学)、岩崎 晋弥(北海道大学)

氷期の大気中二酸化炭素(CO_2)濃度は間氷期より約 80 ppm 低かったことが知られているが、その低分子の炭素の行方は十分に解明されていない。海洋深層は膨大な炭素貯蔵容量を有し、氷期-間氷期サイクルにおける主要な炭素レザバーとして機能したと考えられる。特に西部北太平洋では、最終退氷期に深層水循環が活発化したと推定され、この海域における深層水の炭素貯蔵と放出が注目されている。海洋に炭素が取り込まれると深層水の炭酸イオン濃度が低下し、深海底の炭酸塩殻は溶解しやすくなる。本研究では、西部北太平洋シャツキーライズで採取された SHY3-MC コア(水深 2903 m)を対象に、有孔虫殻破片率および浮遊性有孔虫 *Globorotalia inflata* と *Globigerina bulloides* のサイズ規格化重量を測定し、最終氷期極大期以降の炭酸塩溶解強度を復元した。その結果、殻破片率はヤングドリラス期以降の溶解強化を示し、一方でサイズ規格化重量は LGM から完新世にかけて炭酸塩保存の改善を示した。

Carbonate dissolution variability on the Shatsky Rise in the Northwestern Pacific since the Last Glacial Maximum

Seitaro Shiroma (Hokkaido University), Shinya Iwasaki (Hokkaido University)

【P-24】タイムスケール・マッチング問題としての氷期・間氷期の 10 万年サイクル

○三ツ井 孝仁 (順天堂大学)、Peter Ditlevsen (コペンハーゲン大学)、Niklas Boers (ミュンヘン工科大学)、Michel Crucifix (ルーヴァン・カトリック大学)

後期更新世の氷期-間氷期サイクルの卓越周期は約 10 万年である。天文学的な主要周期である 1.9 万、2.3 万、4 万、10 万、40 万年のうち、なぜ 10 万年が支配的になるのかは、さまざまなモデルで異なる説明が試みられてきた。本研究では「同期」「共鳴」と言った非線形現象の一般的性質に基づき、10 万年問題を数学的に説明することを試みる。私たちは、氷床-気候システムが約 10 万年周期の天文学的周期に応答するのは、システムを特徴づける内在的時間スケールが他の主要な周期よりも 10 万年に近いためである、という仮説を提案する。この仮説を支持するため、対照的な複数の氷期モデルを用いた感度解析を行った。

100-kyr ice age cycles as a timescale-matching problem

Takahito Mitsui (Juntendo University), Peter Ditlevsen (University of Copenhagen), Niklas Boers (Technical University of Munich), Michel Crucifix (Université catholique de Louvain)

【P-25】最終氷期の日本海における対馬暖流流入に伴う貝形虫群集の変遷

○中野 太賀 (九州大学)、岡崎 裕典 (九州大学)、佐川 拓也 (金沢大学)、佐々木 聡史 (群馬大学)

最終氷期最盛期 (LGM) から完新世にかけての対馬暖流流入に伴う日本海の底生生物相変遷を明らかにするため、対馬暖流の流路上に位置しプランクトン群集と比較できる鳥取県沖 (KR07-12 PC3) 及び若狭湾沖 (KR15-10 WB6) で採取された 2 本コア試料中の貝形虫群集解析を行った。両コア試料から *Krithe antisawanensis* や *Hirsutocythere hanaii* をはじめとする 20 種以上の貝形虫化石が確認され、その多くは東シナ海などで報告される分類群であった。貝形虫群集の産出パターンはコアによって異なり、若狭湾沖では LGM では産出せず、対馬暖流が流入しはじめた退氷期の 15~11 ka 頃に集中して産出した。一方、水深の浅い鳥取県沖では、LGM においても貝形虫が産出した。これらの事は、日本海の底生生物は氷期においても底層の溶存酸素低下の影響が少ない浅海域で生存し、間氷期における底生生物相の形成に寄与したことを表しているのかもしれない。

The effect of the Tsushima Warm Current on ostracode assemblages in the Japan Sea during the Last Glacial Maximum

Taiga Nakano (Kyushu University), Yusuke Okazaki (Kyushu University), Takuya Sagawa (Kanazawa University), Satoshi Sasaki (Gunma University)

【P-26】貝形虫群集により明らかになった西部北極海域の過去 600 年間の海流強度

○神谷雅基(信州大学)、春木美桜(信州大学)、山田 桂(信州大学)、Laura Gemery(アメリカ地質調査所)、山本正伸(北海道大学)

西部北極海域は複数の海流が流入するため、どの海流がいつ強く影響したかを明らかにすることは重要である。しかし、高い時間解像度で過去数百年を通して復元した例はない。そこで、本研究では過去 600 年間の西部北極海域における海流の影響を数年間隔というこれまでにない時間解像度で復元することを目的とする。

本研究では MR22-06C 航海においてバローキャニオン東縁で採取されたグラビティコア GC09 を用い、1cm 厚に分取した計 467 試料を用いて貝形虫群集解析を行った。

優占種の産出と因子分析からアラスカ沿岸流とベーリング中央海流の強弱を復元した。沿岸流は 1400–1465 年、1480–1515 年、1535–1570 年、1785–1825 年に強く、1940–1980 年に著しく弱化した。中央海流は概ね沿岸流と逆位相で変動し、過去 100 年間では PDO(気象庁)が正の時期に沿岸流が強まる傾向を示した。さらに 1670 年、1900 年、1990 年以降はボーフォート環流の影響の強化が認められた。このように本研究地域では 1990 年以降南東に流れる沿岸流と中央海流の弱化および環流の影響の強化が見られ、これらは近年報告されている環流の中心座標の南東への移動に伴うバローキャニオン付近の北西流の強化 (Muramatsu et al., 2025) が 1990 年ごろから始まったことを示唆している。

Currents strength in the western Arctic Ocean over the last 600 years revealed by ostracod assemblages

Masaki Kamiya, Mio Haruki, Katsura Yamada(Shinshu University), Laura Gemery(United States Geological Survey), and Masanobu Yamamoto(Hokkaido University)

【P-27】湖成炭酸塩の酸素同位体から降水の酸素同位体を再現する試み: MIROC5-iso を用いた過去の大気水循環復元に向けて

○大野 いろは(高知大学)、木野 佳音(東京大学)、佐久間 杏樹(東京大学)、長谷川 精(高知大学)

炭酸塩の酸素同位体比 $\delta^{18}\text{O}$ は、古環境を復元する有力な指標であり、海洋堆積物では古水温や塩分の復元に広く利用されてきた。一方で、乾燥地域で主に沈殿する湖成炭酸塩の $\delta^{18}\text{O}$ は主にローカルな蒸発の指標として用いられてきたが、全球的に地域間の比較をするためには、水温や流入水の同位体比変化などの影響を分離して調べる必要がある。本研究では、現代気候の北米五太湖周辺を対象として、全球気候モデル MIROC5-iso で再現された 1980 年から 2020 年までの気温、降水量、降水の酸素同位体比($\delta^{18}\text{O}_{\text{pr}}$)と、観測記録(GNIP)との月平均値の比較を行った。結果として気温と $\delta^{18}\text{O}_{\text{pr}}$ は冬季を除くと高い精度で再現されているのに対し、降水量の再現性はいずれの季節においても低いことが分かった。また湖に近い観測地点ほど $\delta^{18}\text{O}_{\text{pr}}$ と降水量の再現性がいずれの季節においても低かった。今後は湖成炭酸塩の $\delta^{18}\text{O}_{\text{carb}}$ と $\delta^{18}\text{O}_{\text{pr}}$ との比較や、半乾燥気候のユタ州 Great Salt Lake やネバダ州 Pyramid Lake 周辺域でも比較検討を行い、 $\delta^{18}\text{O}_{\text{carb}}$ と $\delta^{18}\text{O}_{\text{pr}}$ の関係性を議論する。

Reconstructing precipitation oxygen isotope ratio from lacustrine carbonate: Towards understanding past hydroclimate using MIROC5-iso

Iroha Ono (Kochi University), Kanon Kino (University of Tokyo), Aki Sakuma (University of Tokyo), Hitoshi Hasegawa (Kochi University)

【P-28】青森県姉沼・内沼の湖沼堆積物を用いた過去 2000 年間の古環境復元

○矢野 翔太(北海道大学)、眞家 永光(北里大学)、千葉 直弥(北里大学)、入野 智久(北海道大学)

2019 年に青森県と北里大学によって、青森県の小川原湖周辺域の汽水域環境変遷を調べるために、隣接する姉沼・内沼において湖底堆積物が採取された。堆積物からは 946AD の白頭山—苦小牧 (B-Tm)、915AD の十和田 A 火砕流にともなう火山灰 (To-a) が産出しており、堆積速度が速いため、集水域である十和田市・東北町周辺の環境変化を高い時間解像度で復元できる可能性がある。本研究では、姉沼・内沼の湖底堆積物の調査により、集水域の自然景観と土地利用の変化が、小川原湖周辺の汽水域への物質供給パターンにどのような影響を与えたかを評価することを目的として、粉末 X 線回折分析 (XRD) を行い、主要鉱物組成の同定と半定量を行った。

小川原湖の先行研究の年代層序を参考にして、To-a テフラと小川原湖の汽水化に伴う黄鉄鉱量減少の層位をそれぞれ 915AD、250BC とした上で、姉沼・内沼共通に見られる鉱物組成の変動に基づいて両地点を対比した。鉱物組成変化からは、土地利用変化や自然災害による集水域の景観変化による碎屑物供給パターンの変遷が示唆される。今後、バイオマス燃焼起源物質を定量し、土地利用の歴史の文献調査と比較することで姉沼・内沼地域の古環境変化の原因を検討していく。

Paleoenvironmental Reconstruction of the Past 2000 Years Using Lake Sediments from Anenuma, Uchunuma, Aomori Prefecture, Japan

Shota Yano (Hokkaido University), Nagamitsu Maie (Kitazato University), Naoya Chiba (Kitazato University), Tomohisa Irino (Hokkaido University)

【P-29】sedaDNA を用いた西部北極海における 20 世紀後半の古環境解析

○新井正矩(北海道大学)、小林稔(北海道大学)、山本正伸(北海道大学)、長井敏(水産研究・教育機構)

生態系は環境の変化に適応して生物相の構成を変え堆積物中に痕跡を残す。その中でも堆積物に含まれる過去の生物由来の DNA は sedaDNA (Sedimentary ancient DNA) と呼ばれ、過去の生態系の指標として用いられている。現在北極海では急激な温暖化に伴う生態系の変化が観測されており、様々な指標をもちいた環境の解析が進められている。その中で sedaDNA という新たな指標を用いて情報を得ることが、過去だけでなく未来の環境変化の分析において重要となっている。

本研究では 2022 年に JAMSTEC の海洋地球研究船「みらい」によって西部北極海マッケンジー川河口付近とバロー沖で採取された堆積物コアの分析を行なった。その結果、珪藻など複数グループで変化が顕著に見られ、全体として寒冷種が減少する傾向にあることが判明した。また、有毒渦鞭毛虫 *Alexandrium catenella* の割合が 1960 年以降のサンプルにおいて大きく増加するなど、本来北極に生息していなかった種の存在も多種確認された。この結果は、温暖化に伴い西部北極海の生態系がより温暖な地域のものへシフトしている可能性を示した。

Paleoenvironmental Analysis of the Late 20th Century in the Western Arctic Ocean Using sedaDNA

Masanori Arai (Hokkaido University), Minoru Kobayashi (Hokkaido University), Masanobu Yamamoto (Hokkaido University), Satoshi Nagai (FRA)

【P-30】秋田県一ノ目潟と北海道渡島大沼に生息する Group1 ハプト藻の遺伝的特徴と温度応答

○梶田 展人(弘前大学)

アルケノン不飽和度による古水温解析は海洋で広く利用されてきたが、近年では湖への応用が進んでいる。淡水湖には海洋種とは系統的に異なる GroupIハプト藻が局所的に生息し、アルケノンを生産することが知られている。このような湖の堆積物コアを解析することで、陸域の定量的な温度復元が可能となる。しかし GroupIの報告例はアラスカ、北東中国、グリーンランドに集中しており、世界で 10 例程度に留まる。日本では Plancq et al. (2018, Organic Geochemistry) の報告が唯一であり、さらに単離培養に成功していないため、生態や分布、生息条件は未解明である。本研究では、秋田県一ノ目潟および北海道渡島大沼から表層堆積物を採取し、ハプト藻特異的プライマーを用いた環境 DNA 解析を行った。その結果、GroupIの存在が確認され、得られた塩基配列を世界の既報例と比較して分子生物学的特徴を検討した。また、GroupIに特有のパターンを示すアルケノンも確認され、その水温応答性についても検討を行った。

Genomic identification and temperature response of Group 1 haptophytes in Lake Ichinomegata, Akita, and Lake Onuma, Oshima, Hokkaido

Hiroto Kajita (Hirotsaki University)

【P-31】黒潮続流・再循環域の深層における マイクロプラスチックの沈降フラックス

○池上 隆仁(海洋研究開発機構)、中嶋 亮太(海洋研究開発機構)、長船 哲史(海洋研究開発機構)、Eko Siswanto(海洋研究開発機構)、本多 牧生(海洋研究開発機構)

房総半島沖の黒潮続流・再循環域の深層におけるマイクロプラスチック(以下 MPs と記載する)の沈降量を明らかにするため、この海域の観測点 KEO で採取された海洋沈降粒子試料に含まれる MPs を定量した。試料は、観測点 KEO の水深 4,900 m に係留したセジメント・トラップにより 2014 年 7 月から 2016 年 10 月にかけて 18~21 日ごとに採取された。全試料から MPs が検出され、17 種類のプラスチック材質が同定された。検出された MPs の 90%は 100 μm 以下のサイズであった。MPs の沈降フラックスは、個数ベースでは 111~889 個/ m^2 /日の範囲で変動し、平均値は 352 個であり、質量ベースでは観測期間に 4.5×10^{-3} から $3.8 \times 10^{-1} \text{ mg}/\text{m}^2$ /日の範囲で変動し、平均値は $5.4 \times 10^{-2} \text{ mg}$ であった。MPs の沈降フラックスの季節変化から、沈降は主に表層の一次生産の増加に伴う海洋沈降粒子の増加によって駆動されていることが分かった。年間 MPs 沈降量は $20 \text{ mg}/\text{m}^2$ であり、この値を黒潮続流・再循環域全体に外挿すると、年間 2.8 万トンの MPs が水深 4,900 m まで輸送されていると推定された。

Vertical flux of microplastics in the deep Sea within the Kuroshio Extension Recirculation Gyre

Takahito Ikenoue (JAMSTEC), Ryota Nakajima (JAMSTEC), Satoshi Osafune (JAMSTEC), Eko Siswanto (JAMSTEC), and Makio C. Honda (JAMSTEC)

【P-32】サンゴ骨格からの非晶質炭酸カルシウムの検出

○高橋 侑聖(岡山大学)、大野 良和(岡山大学)、鈴木 淳(産業技術総合研究所)、大河内 拓雄(兵庫県立大学)、白石 史人(広島大学)、高橋 克樹(岡山大学)、釘本 順生(岡山大学)、堀 麟太郎(岡山大学)、小野山 聖大(岡山大学)、井上 麻夕里(岡山大学)

炭酸カルシウムの骨格をもつウニやサンゴなどの海洋生物は石灰化生物と呼ばれ、特に造礁サンゴはその骨格に含まれる微量元素の組成比や同位体比を、海水温や塩分のプロキシとして活用できることから、古気候や古海洋環境の復元において重要な役割を果たしている。しかし、サンゴを含む石灰化生物の骨格形成に関する生物鉱化の詳細なメカニズムは未解明な部分が多く、これを解明することは生物学だけでなく地球科学の分野でも重要な課題である。石灰化生物の骨格は、カルサイトまたはアラゴナイトに大別され、造礁サンゴはアラゴナイトを主成分とする。さらに近年では、骨格形成段階の初期で非晶質炭酸カルシウム(ACC)が関与することが報告されている。本研究では、石灰化初期段階でもそれが見られるかを検証するため、Spring-8 にて光電子顕微鏡を用いて観察した。その結果、着底 10 日後の稚サンゴ骨格には主成分のアラゴナイトに加え、ACC の存在も～数十 nm の範囲で確認され、サンゴの石灰化初期には ACC が深く関与していることが示唆された。

Detection of amorphous calcium carbonate from coral skeletons

Yusei Takahashi (Okayama University), Yoshikazu Ohno (Okayama University), Atsushi Suzuki (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), Takuo Ohkuchi (University of Hyogo), Fumito Shiraishi (Hiroshima University), Katsuki Takahashi (Okayama University), Junsei Kugimoto (Okayama University), Rintaro Hori (Okayama University), Seidai Onoyama (Okayama University), Mayuri Inoue (Okayama University)

【P-33】非晶質物質を経由するプロトドロマイトの沈殿条件の検証

○佐久間 杏樹(東京大学)、奥村 大河(早稲田大学)、板井 啓明(東京大学)

ドロマイト($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$)は、常温常圧で熱力学的に安定な炭酸塩鉱物であり、石灰岩を構成する主要な鉱物の一つである。しかし、現代の海洋環境下でドロマイトの沈殿は極めて稀であり、また、実験室においても常温常圧下でのドロマイトの合成は成功していない。一方で中生代以前の石灰岩中では頻繁に含まれており、この矛盾は「ドロマイト問題」として知られている(Warren, 2000)。近年、非晶質前駆体を経由する反応経路や、触媒となる物質の添加によって、無機的にプロトドロマイトの沈殿が促進されることが示されつつあるが、その形成機構は依然として十分に解明されていない(例:Liu et al., 2019)。本発表では、粘土鉱物を触媒として用い、溶液中の $\text{Mg}^{2+}/\text{Ca}^{2+}$ 比や pH などの化学条件を変化させた合成実験の結果について報告する。得られた沈殿物の鉱物種および電子顕微鏡観察を通じて、ドロマイト形成における触媒作用および化学条件の影響について考察する。

Precipitation mechanism of protodolomite via amorphous magnesium calcium carbonate

Aki Sakuma (University of Tokyo), Taiga Okumura (Waseda University), Takaaki Itai (University of Tokyo)

【P-34】鹿児島県甕島北西沖における現生貝形虫群集に基づく海底環境推定

○鈴木 優翔(群馬大学)、佐々木 聡史(群馬大学)、中野 太賀(九州大学)、清家 弘治(産業技術総合研究所・東京大学・ニューサウスウェールズ大学)

対馬海流は、東シナ海から黒潮水を起源として、日本海に流れ込む暖流である。対馬海流が日本海へ流れる流量は、1997 年以降増加傾向であることが明らかになり、黒潮の流軸が北上していることが原因と考えられている(Kida et al., 2021)。しかし、対馬海流流入量の増加以降、日本沿岸から東シナ海における大規模な海底調査は行われていない。そこで、甕島列島北西部から採取された海底表層堆積物 6 試料の現生貝形虫群集分析に基づいて、現在の海底環境の評価について検討を行った。

結果として、少なくとも 31 属 52 種の貝形虫が確認された。産出した貝形虫群集を定量的に識別するため、Q-モードクラスター分析を行った。その結果、2 つの貝形虫相(A、B)が識別された。貝形虫相 A は、漸深海から深海で主に生息している種が産出した。一方、貝形虫相 B は、海藻や海草に付着して生息している葉上種が産出した。貝形虫相 B は、貝形虫相 A と大きく異なり、生体の個体を確認できていない。また、貝形虫殻の保存状態は、他の試料と比べ破片状の標本も多かった。従って、貝形虫相 B は、海流などの影響によって他の地点から流されてきた異地性個体を含んでいる可能性が高いと考えられる。

Estimation of the seabed environment based on recent ostracod assemblages off the northwestern Koshiki Islands, Kagoshima Prefecture, southwest Japan.

Yuto Suzuki, Satoshi Sasaki (Gunma University), Taiga Nakano (Kyushu University), and Koji Seike (AIST/University of Tokyo/University of New South Wales)

【P-35】北極海に生息する底生有孔虫の群集解析

○坪内 和(北海道大学)、Renata Szarek(北海道大学)、山本 正伸(北海道大学)、鈴木 健太(早稲田大学)、新井 正矩(北海道大学)、岩崎 晋弥(北海道大学)

北極海では温暖化の影響により海氷が減少傾向にあり、特に太平洋側で顕著である。近年は、海水温の上昇や、カナダ海盆を流れるボーフォート循環の変化に伴う太平洋起源水の輸送経路の変化により、西部北極海における蓄熱が進行している。このような影響を受けて変化する水塊構造や海洋環境を復元するためには、適切な指標の整備が求められる。底生有孔虫は炭酸カルシウム殻を形成する底生生物であり、環境条件に応答して群集組成を変化させる。そのため、群集組成と現在の環境条件との関係性を明らかにすること、群集組成を古環境復元の有効な指標とすることが可能となる。

本研究の目的は、西部北極海における現生底生有孔虫の群集組成と生息環境との関係性を明らかにし、古環境指標として応用可能な情報を整備することである。本研究では、JAMSTEC の海洋地球研究船「みらい」の 2024 年航海によって採取した ASYURA 堆積物コアを用い、チュクチ海陸棚斜面に生息する現生の有孔虫の群集組成と環境条件との関係を議論する。

Assemblage analysis of benthic foraminifera in the arctic ocean

Nodoka Tsubouchi (Hokkaido University), Renata Szarek (Hokkaido University), Masanobu Yamamoto (Hokkaido University), Kenta Suzuki (Waseda University), Masanori Arai (Hokkaido University), Shinya Iwasaki (Hokkaido University)

【P-36】南極堆積物コアの統合データベース構築と堆積物粒子の AI 自動解析に向けた活動

○池原 実(高知大学)、奥野 淳一(情報・システム研究機構)、矢吹 裕伯(国立極地研究所)、新井 和乃(高知大学)、板木 拓也(産業技術総合研究所)

南極氷床近傍や南大洋の海底堆積物コアは、過去から現代にいたる環境変動の記録媒体として有用であり、例えば、周極深層水による棚氷底面の融解プロセスやスーパー間氷期と呼ばれる過去の温暖期の復元において不可欠な情報源である。これまで南極観測事業や他の研究航海によって多数の堆積物コアが採取され、古環境変動研究が展開されてきた。しかし、これらのコアから得られるデジタルイメージ、X 線 CT イメージなどの情報の多くは複数機関の研究室や個人が所蔵する状態にあり、データベース構築とコミュニティへの公開体制の整備が喫緊の課題である。また、堆積物や微化石の観察スライドを短時間で高精細にデジタルイメージングできるスライドスキャナの実用化が進み、AI 深層学習を応用した堆積物粒子の自動判別技術の実装が目前となっている。このような技術革新を背景として、大量データの効率的活用を支えるプラットフォームの整備が急務となっている。我々が準備を進めている ADS (Arctic and Antarctic Data archive System)を活用するビジョンを紹介する。

Activities for establishing an integrated database of Antarctic sediment cores and AI-based automated analysis of sediment particles

Minoru Ikehara (Kochi University), Junichi Okuno (Research Organization of Information and Systems), Hironori Yabuki (National Institute of Polar Research), Kazuno Arai (Kochi University), Takuya Itaki (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology)



講演要旨
トピックセッション

「第四紀の気候・環境の変動と人類の展開」

“Quaternary climate and environmental changes and human development”

今回の年会が行われる名古屋大学では、加速器質量分析計による先駆的な放射性炭素年代測定を基盤として、サンゴ、年縞堆積物、鍾乳石、樹木、アイスコアなどのさまざまなプロキシを用いた第四紀の気候・環境の変動と人類の展開に関する多くの特徴的な研究が、行われてきました。本トピックセッションでは、気候・環境変動に関する最先端の研究成果を人類学や考古学などの隣接分野の優れた知見と照合することで、新しい文理融合研究の可能性を掴むことを目指します。

【T-1】 Reconstructing sea-level, climate, and coral reef growth history through offshore scientific drilling

○Marc Andre Humblet (Nagoya University)

Coral reefs are sensitive to sea level and climate, and fossil coral reefs serve as valuable archives of past environmental changes. Drowned fossil reefs are of particular interest because they formed during past glacial periods and subsequent deglaciation. Their study can shed light on the mechanisms of climate transitions and the response of coral reefs to rapid environmental changes. Cores from these unique geological archives were obtained during three expeditions of the Integrated Ocean Drilling and International Ocean Discovery Programs (IODP): Exp. 310 “Tahiti Sea Level”, Exp. 325 “Great Barrier Reef Environmental Changes”, and Exp. 389 “Hawaiian Drowned Reefs”. Analyses of the cores from Tahiti and the Great Barrier Reef helped constrain sea-level and reef growth history since the last glaciation, and the recent drilling into submerged fossil reef terraces off the island of Hawaii will extend the record of past sea-level, climate, and reef growth to the past 500,000 years.

【T-2】 第四紀の海水準変動と人類の拡散

○海部 陽介(東京大学)

人類は、陸上の森林環境で進化した霊長類の一員という背景を持ちながら、海を越えて島嶼域へも大拡散を遂げたユニークな存在である。では、人類史の中で渡海はいつごろ、どのようにはじまり、その後のどのような発展を遂げたのだろうか？ 第四紀の海水準変動は、そこにどう絡んでいたのだろうか？ 化石や考古学的記録から認識されている人類最古の渡海は、100 万年以上前に生じたウォレシアの島々への拡散で、それは原人によるものであった。しかしこれらの人類は、そこからさらに遠方のサフル大陸等へ到達することはなく、孤島環境下で極端に身体サイズを矮小化させるという、特殊な進化を遂げたい。この次元を超え、人類による本格的な海洋拡散がはじまったのは後期更新世後半で、それは我々ホモ・サピエンスによるものであった。さらに完新世後半になると、帆船の登場により、人類の海上移動は劇的に活発化していく。ここでは、このような海の人類史と第四紀の海洋環境変動の関係について、考える。

Quaternary sea-level fluctuations and human dispersal

Yousuke Kaifu (The University of Tokyo)

【T-3】死海堆積物に記録されたレヴァント回廊の古環境変動とホモ・サピエンスの拡大

○北川 浩之(名古屋大学)

死海は東地中海レヴァント地方(現在のイスラエル、ヨルダン、パレスチナなど)に位置し、アフリカからユーラシアへ向かう人類の移動ルート「レヴァント回廊」上にある。ホモ・サピエンスが約 12 万～10 万年前にアフリカを出て最初に到達した地域の一つとされ、環境変動に適応しながら文化的・地理的に拡大していった過程を読み解く鍵となる地域である。国際陸上科学掘削計画(ICDP)による死海深層掘削プロジェクト(DSDDP)では、2010 年 11 月～2011 年 3 月にかけて、死海の 3 地点から最大掘削深度約 450m の柱状堆積物コアが採取された。堆積学的分析、蛍光 X 線ラインスキャン、帯磁率測定、炭素 14 および U 系列年代測定などが実施され、過去の湖沼環境や気候変動の変遷が定量的に復元された。その結果、死海地域の乾燥化傾向が北半球の氷期・間氷期サイクルと連動する可能性が示唆され、地域的・全球的な気候変動との接続(テレコネクション)について論じられた。本発表では、ICDP-DSDDP の概要と得られた主要成果を紹介する。

Paleoenvironmental Changes in the Levant Corridor Recorded in Dead Sea Sediments and the Expansion of Homo sapiens

Hiroyuki Kitagawa (ISEE, Nagoya University)

【T-4】中東地域の旧石器考古学

○門脇 誠二(名古屋大学)

中東地域は人類がアフリカからユーラシアへ拡散した際の拠点であった。しかし、この地域は亜熱帯高圧帯に位置するため高温乾燥の気候が卓越し、人類の居住において水や食料が不安定になりやすい。その問題にも関わらず、人類は中東を通してユーラシアに何度も拡散した。後期更新世のホモ・サピエンス(現生人類)もその1つである。しかもホモ・サピエンスの場合、中東は単なる通過点だったわけではなく、数万年以上にわたりその地域に滞留し、集団分化やネアンデルタール人との交雑もあった可能性が指摘されている。しかし、この長い滞留の後、5万年前以降になるとホモ・サピエンスはユーラシアに急速に拡散し、一方で拡散先にいたネアンデルタール人などの旧人は絶滅していった。中東での滞留からユーラシア広域拡散に転じた理由は何だったのか。この問いは人類史の大きな研究課題の1つであり、当時の環境や文化について考古学や古気候学を含む学際的な研究が進められている。本発表では、この課題に関連して中東ヨルダンにおいて発表者が行っている遺跡調査の成果について紹介する。

Paleolithic archaeology in the Middle East

Seiji Kadowaki (Nagoya University)

【T-5】鍾乳石に封入された雨水の分析による鬼界カルデラを含む大規模噴火の気候影響

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

数十年規模の気候変動を引き起こすメカニズムは現在気候においても十分に解明されていない。本研究では、その一因として火山噴火による外部強制力に注目し、亜熱帯北西太平洋地域における気候応答を検討した。具体的には、沖縄の鍾乳石に封じ込められた過去の雨水(流体包有物)の安定同位体比を分析し、7.3-6.4 kyr BP の気候を復元した。その結果、特に鬼界カルデラを含む大規模噴火後に低温な気候が数十年間続き、北大西洋の気候変動とも同期していたことが明らかとなった。これは、火山の影響が大気海洋相互作用を介して長期化した可能性を示すものである。本発表では、定量性と時分解能の向上が進む古気候記録を用いた成果を共有し、考古学的データとの接点を探る上での基盤となることを期待する。

Climate impacts of major volcanic eruptions, including the Kikai caldera event, revealed by isotopic analyses of rainwater trapped in speleothems

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

【T-6】高時間分解能 ^{14}C 分析による縄文人の数十年規模の気候応答

○小林謙一(中央大学)

縄文時代には何度かの急激な寒冷化・温暖化が生じ、縄文文化の変化に影響を与えている。縄文土器の細かな型式編年と炭素 14 年代や酸素同位体比による高精度年代体系により、数十年程度の時間推移は体系化されつつあり、気候変動や環境変動と文化変化の対比が検討されつつある。氷期が終わり温暖期になる頃に急激な温暖化や寒冷化が生じ、土器出現、定住化、狩猟具の変化、祭祀遺物の増加などの文化変化が生じ、旧石器文化から縄文文化に移行する。その後、ボンダイイベントと呼ばれる気候変動の時期が生じ、縄文文化の展開に影響を与えた。縄文早期中葉～後葉に相当する 8.2k イベント、後期前葉に相当する 4.3k イベント、縄文晩期に相当する 2.9k イベントが当たる。他に火山噴火に伴う気候変動も各地で生じているが、縄文早期後葉 7.3k に相当するアカホヤ噴火が代表的であり、南九州では一時遺跡が激減するほか、東海地方から関東への文化の波及などが認められる。関東・中部地方では早期中葉、早期末、前期末中期初頭、中期末後期初頭、晩期に急激な遺跡減少や集落規模の縮小などの文化変化が認められており、気候変動との関連性を検討する必要がある。

Climate Responses of Jomon People on Decadal Scales as Revealed by Radiocarbon Dating

Kenichi Kobayashi (Chuo University)



PALEO¹⁰

講演要旨

受賞記念講演

【S-1】有孔虫化石の化学組成を用いた第四紀アジアモンスーン変動復元

○佐川 拓也(金沢大学)

氷期―間氷期変動に代表される第四紀の気候変動は東アジア～北西太平洋域に様々な影響を及ぼしてきた。こうした気候変動は有孔虫殻化石の化学組成に様々な形で保存されており、特に Mg/Ca や酸素同位体は古海洋復元に欠かせない古水温情報を提供する非常に有用なツールである。生息深度の異なる浮遊性有孔虫種を複数用いて水温復元を行えば、鉛直的な水温構造の復元も可能とする。本講演では、講演者がこれまで行ってきた有孔虫化石の化学組成に基づく第四紀気候変動研究を紹介するとともに、今後目指す方向性を議論できれば幸いである。

Reconstruction of Quaternary Asian monsoon variability using geochemistry of fossil foraminifera

Takuya Sagawa (Kanazawa University)

PALEO ～第 11 回 地球環境史学会年会 講演要旨集～ (Vol. 13, 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 池上 隆仁・岩崎 晋弥

編集委員会：佐川 拓也・入野 智久・植村 立・池上 隆仁・岩崎 晋弥

発行 地球環境史学会（会長：長谷川 卓）

発行者所在地及び連絡先 〒920-1192 金沢市角間町

金沢大学 理工研究域 地球社会基盤学系 地球惑星科学コース

発行日：2025年11月5日