



Abstracts with Programs
The 170th Regular Meeting
The Palaeontological Society of Japan
(February 5–7, 2021, Online, Yokohama)

日本古生物学会第 170 回例会

講演予稿集

2021 年 2 月 5 日–7 日

オンライン



日本古生物学

表紙の図の説明

下部更新統上総層群野島層（神奈川県横須賀市貝山緑地）より産出した

Lucinoma spectabile (Yokoyama, 1920)

鰐に硫黄酸化細菌やメタン酸化細菌などの共生細菌をもち、共生細菌のつくるエネルギーを利用する二枚貝を化学合成二枚貝と呼ぶ。化学合成二枚貝は、マングローブや藻場といった還元的な海洋底や深海のメタン湧水帯など、共生細菌の栄養源となる化学物質に富む環境に特異的に生息する。本種が属するツキガイ科 (Lucinidae) は、今日の海洋において最も繁栄している化学合成二枚貝の一群であり、北緯 60° から南緯 55°，潮間帯から水深 2500 m の幅広い海域において 400 種以上が報告されている (Taylor & Glover, 2010)。ツキガイ科の多くの種では硫黄酸化細菌を共生することが報告されているが、三浦半島や房総半島の多数の化石メタン湧水帯（舘・間嶋，1998；間嶋ほか，2020）では *L. spectabile* をはじめとする大型のツキガイ類が産出しており、これらの化石類も現生種と同様の生態であったと考えられる。

L. spectabile は野島層の上位に分布する小柴層が模式産地の化石種であるが、現生種の *L. annulata* (Reeve, 1850) のシノニムであるとの意見も存在する（藤田，1929）。現生種がどの時代まで遡って存在し、現生種に至る系統がどう進化してきたかという問いかけは軟体動物学に残された課題の一つであり、現生—化石種を横断的に研究することが重要となろう。（右殻。後腹縁は一部を欠く。殻長約 90 mm）

（図と解説：佐藤 圭 早稲田大学）

日本古生物学会第 170 回例会開催実行委員会

委員長：間嶋隆一

委員：河瀨俊吾・和仁良二

R <学協会著作権協議会委託>

本誌からの複製許諾は、学協会著作権協議会（〒107-0052 東京都港区赤坂 9-6-41、
電話 03-3475-4621；Fax. 03-3403-1738）から得て下さい。

（講演予稿集編集：生形貴男・伊藤泰弘）

日本古生物学会 第 170 回例会

2021年2月5日（金）～2月7日（日）

オンライン

ホスト校：横浜国立大学

* * * * * 1. プログラム 概要 * * * * *

2月5日（金）会場：Zoom A会場

- 【10:00–12:50】 シンポジウム 1「南関東の前弧海盆堆積物に記録された古環境変遷
—年代層序と化石記録から—」 ii
- 【14:00–17:20】 シンポジウム 2「軟体動物古生物学の最近の展開
—現生と化石の横断的研究を中心に—」 iii
- 【18:00–20:00】 オンライン懇親会 iv

2月6日（土）会場：Zoom

- 【10:00–11:45】 一般講演 口頭発表 1（A, B 会場） iv
- 【13:00–14:30】 一般講演 口頭発表 2（A, B 会場） iv–v
- 【15:00–17:00】 一般講演 口頭発表 3（A, B 会場） v

2月7日（日）会場：Zoom

- 【10:00–11:45】 一般講演 口頭発表 4（A, B 会場） v–vi
- 【13:00–14:45】 一般講演 口頭発表 5（A, B 会場） vi

発表方法と機器についての注意事項など（必ずお読みください） vii
その他（Zoom の準備等） viii

第 170 回例会参加費：一般（会員，非会員）3,000 円

学生（会員，非会員），友の会会員，高校生以下 1,500 円

第 170 回例会（オンライン）は事前登録制です。参加される方は、講演の有無に関わらず、以下のサイトにアクセスして例会専用アカウントを作成し、送られてくる参加仮受付完了メールに記載の URL からログインして、参加登録とクレジット決済を行ってください。

<https://psj210205.award-con.com/mypage/>

*** * * * * 2. プログラム 詳細 * * * * ***

2月5日（金）

【10:00-12:50】Zoom A会場

**シンポジウム1「南関東の前弧海盆堆積物に記録された古環境変遷
—年代層序と化石記録から—」**

コンビナー：宇都宮正志（産総研）・野崎 篤（平塚市博）・間嶋隆一（横浜国大）

古生物学の研究にとって産出化石の年代特定は極めて重要な一次データである。南関東の前弧海盆堆積物は、明治期の地質学導入以来、多くの古生物学的研究や層序学的研究が進められてきた。特に近年の微化石、古地磁気、テフラ、酸素同位体比などを用いた複合年代層序の成果により、私たちは、南関東から産出する多くの化石について千年単位の産出年代を与えることが可能になりつつあるとともに、それに基づく世界最高水準の時間分解能での古環境解析をも可能にしている。中でも精力的に研究が進められた上総層群国本層の「千葉セクション」は、2020 年 1 月に日本初の国際境界模式層断面及び地点（GSSP）として認定され、千葉にちなんだ Chibanian が中期更新世の地質年代単位として地球史年表に刻まれるに至った。南関東の前弧海盆堆積物には、こうした時間分解能の高い古環境解析を全層準、すなわち過去 1500 万年間に亘って検討できるポテンシャルがある。しかし、こうした詳細な年代層序が構築されたセクションは全層準の数%に過ぎず、地域によっては 100 万年間に及ぶ地質記録の空白“黒滝不整合”がある。近年のテクトニクス研究と高精細な年代層序学的研究により黒滝不整合の分布と位置づけが浮き彫りになるとともに、北西太平洋地域の古環境変遷を知る上での南関東の前弧海盆堆積物の重要性がさらに増しつつある。本シンポジウムではプレートテクトニクスの観点から見た南関東の特異性を共有し、三浦半島と房総半島を中心に現在進行している層序・古生物学的研究の最前線を紹介し、さらなる研究の発展にむけて議論したい。

- 10:00-10:10 趣旨説明 宇都宮正志（産総研）
- 10:10-10:40 フィリピン海プレートの変形による房総前弧海盆の急速な隆起テクトニクス
高橋雅紀（産総研）
- 10:40-11:10 微化石・テフラに基づく南関東の前弧海盆堆積物の層序学的実態
宇都宮正志（産総研）
- 【11:10-11:30】—休憩—
- 11:30-12:00 チバニアン認定と、その古生物学・古環境学への貢献
岡田 誠（茨城大）
- 12:00-12:30 三浦半島の上総層群の岩相層序および複合年代層序
野崎 篤（平塚市博）
- 12:30-12:50 総合討論 間嶋隆一（横浜国大）

【14:00–17:20】 Zoom A会場

シンポジウム2「軟体動物古生物学の最近の展開

—現生と化石の横断的研究を中心に—

コンビナー：佐藤 圭（早稲田大）・中島 礼（産総研）・間嶋隆一（横浜国大）

近年のゲノム解析の技術の発展により、軟体動物をはじめ多くの動物門の莫大なゲノム情報が解読され、新しい進化・系統や生理・生体機能が明らかとなってきた。カンブリア紀に硬組織である貝殻を獲得し、現在最も繁栄している動物門の一つである軟体動物は、顕生代を通して化石として豊富に産出する。そのため、軟体動物化石はこの動物門の進化や生態を解明する上で、重要な情報を秘めている。古生物学における一次情報となる化石から軟体動物の生命現象を紐解いてゆくためには、化石として残る硬組織を始めとした形質と軟組織や遺伝情報など化石に残りにくい形質の絶滅種と現生種の比較研究によって、それらの相互関係に関する知見を蓄積してゆくことが有効なアプローチである。さらに、近年の分析機器の発展や計算機の高性能化・データ処理技術の開発によって、大規模で高解像度なデータを取り扱えるようになってきた。このような新規手法を取り入れることで、軟体動物の多様な形態形質のもつ進化古生物学的な意味やその形質に記録された生理的変化・生息環境の情報をよりつぶさに明らかにできるようになってきた。本シンポジウムでは、近年発展が目覚ましい系統ゲノム学によって大きくアップデートされた軟体動物の分類体系を一旦整理した上で、化石と現生の軟体動物を用いた新しい切り口から、時間横断的な議論を試みている最新の研究例について話題提供を行い、今後の軟体動物学の展望について議論を行いたい。

- | | | |
|-------------|-----------------------------------|--------------------|
| 14:00–14:10 | 趣旨説明 | 佐藤 圭（早稲田大） |
| 14:10–14:40 | 軟体動物系統分類の最近の展開 | 佐々木猛智（東京大） |
| 14:40–15:10 | 貝殻微細構造から軟体動物の進化史を読み解く：二枚貝類原鰓類を中心に | 佐藤 圭（早稲田大） |
| 15:10–15:40 | 断層撮影法による化石・現生頭足類殻内部構造の復元 | 田近 周（東京大・アメリカ自然史博） |

【15:40–16:00】 —休憩—

- | | | |
|-------------|-----------------------------------|------------------|
| 16:00–16:30 | 軟体動物から化学合成生態系と共生の進化を探る | ジェンキンズ ロバート（金沢大） |
| 16:30–17:00 | 長寿二枚貝の殻の地球化学分析を通じた古環境復元～海流から津波まで～ | 窪田 薫（神戸大） |
| 17:00–17:20 | 総合討論 | 中島 礼（産総研） |

【18:00-20:00】オンライン懇親会 Zoom A会場

オンライン懇親会に予約は必要ありません。第170回例会に参加登録された方ならどなたでも参加できます。参加される方は、例会専用サイトからA会場にお入りください。飲食物等は各自でご準備下さい。なお、オンライン懇親会ではブレイクアウト・ルーム（バーチャルな小部屋）を多数用意して使用しますので、参加を希望される方はZoomを最新版にアップデートしておいてください（viiiページ記載事項参照）。5.3.0より古いバージョンで参加された場合、どのブレイクアウト・ルームにも移動できず、プレナリ用のメイン会場に取り残されてしまうことになります。

2月6日（土）会場：Zoom

【10:00-11:45】一般講演 口頭発表 1（A, B 会場）

A 会場	B 会場
形態解析の部 座長：河部壮一郎	古生態学の部（1） 座長：ロバート・ジェンキンス
A01 勝田直興・鈴木雄太郎・生田領野 超広角視野の三葉虫 <i>Eobronteus laticauda</i> : 複眼構造と視覚特性	B01 中島保寿・宇都宮 聡・多久島 徹 エラスモサウルス科首長竜類の咽頭内容物
A02 佐藤洸太・福田倫太郎・椎野勇太 腕足動物 <i>Eoplectodonta</i> のアロメトリー	B02 市村駿汰・大路樹生 ペルム紀末の大量絶滅後の海洋底生動物の回復現象：宮崎県高千穂地域の下部三畳系上村石灰岩の岩相変化・二枚貝相とそのサイズ変化
A03 吉永亘希・岡本 隆 トリゴニアにみられる裂歯型の鉸歯における成長過程の考察	B03 北畠京祐・安藤寿男 古第三系室戸半島層群奈半利川層の生痕化石から紐解く深海ベントスの古生態
A04 生形貴男 有限成長の理論形態モデル	B04 友直由衣・今井 悟・奈良正和 中新統竜串層に産する2種の <i>Ophiomorpha</i> 類の古生態学
A05 野下浩司 kaigara: 貝殻理論形態学 Python パッケージ	B05 延原尊美・加藤了也 神奈川県の下部更新統小柴層より産する腕足類化石の古生態
A06 仲井大智 モグラ類の上腕骨における比較骨組織形態学：ねじれに対する力学的応答	B06 高木悠花・倉沢篤史・木元克典 浮遊性有孔虫の無性生殖と共生藻の垂直伝播

【11:45-13:00】休 憩

【13:00-14:30】一般講演 口頭発表 2（A, B 会場）

A 会場	B 会場
形態解析・古脊椎動物の部 座長：中島保寿	古生態学の部（2） 座長：椎野勇太
A07 上田裕尋・Fernando E. Novas・真鍋 真・對比地孝亘 幾何学的形態計測法を用いた <i>Patagopteryx deferrariisi</i> (Avialae; Ornithuromorpha) の骨盤形態の比較解析	B07 大森 光・安藤寿男 福島県双葉層群足沢層(上部白亜系:コニアシアン)の 大型アンモナイト化石密集層の形成過程

A 会場	B 会場
形態解析・古脊椎動物の部 座長: 中島保寿	古生態学の部 (2) 座長: 椎野勇太
A08 浅見真生・高井正成 日本列島でみつかるとマカ化石は全てニホンザルか? : 下顎第 3 大臼歯の幾何学的形態解析法による種判別の有効性	B08 唐沢與希・松井久美子・前田晴良・内田繁比郎 北海道白亜系蝦夷層群産の装飾型アンモノイド類“ <i>Yubariceras</i> ” sp. (アンモナイト目アカントセラス科) に見られた多発的病理変異
A09 宇津城遥平・小林快次 神経棘の機能形態に基づく非鳥類型獣脚類の肩帯位置の復元	B09 谷口 諒・西野浩史・伊庭靖弘 微小感覚器官の高分解能可視化による化石ゴキブリの生態復元
A10 多田誠之郎・松本涼子・花井智也・岩見恭子・富田直樹・對比地孝亘 鼻腔構造にもとづく非鳥類恐竜類の代謝状態の解明	B10 中村千佳子・岡本 隆 後期白亜紀アンモナイト <i>Scaphites</i> の死殻集積シミュレーション
A11 河部壮一郎・Fabien Knoll アズダルコ科翼竜 <i>Tupuxuara</i> の神経解剖学的研究	B11 片田はるか・大路樹生・吉田英一 バージェス動物群 <i>Marrella</i> の偏光を用いた観察と化学・鉱物分析

【14:30-15:00】休 憩

【15:00-17:00】一般講演 口頭発表 3 (A, B 会場)

A 会場	B 会場
古脊椎動物の部 (1) 座長: 對比地孝亘	古生態学の部 (3) 座長: 延原尊美
A12 高井正成・中務真人・タウンタイ・江木直子・ジンマウンマウンティン・河野礼子・楠橋 直 ミャンマー中部で発見された後期中新世初頭の大型ホミノイド化石(予報)	B12 小原彩乃・岩谷北斗・矢部 淳 福岡県八女市星野村茅原地域の植物化石
A13 松井久美子・木村由莉 モロッコ Oulad Abdoun 盆地上部暁新統から産出した“哺乳類”化石	B13 加藤 萌 北海道上部中新統望来層から産出するメタン湧水性生物群集の側方変化
A14 平山 廉 久慈層群玉川層より産出したリンドホルメミス科のカメ類	B14 松原尚志 北海道厚岸地域の大黒島に分布する暁新統根室層群霧多布層の貝類化石群
A15 佐藤たまき・疋田吉識・新村龍也・越前谷宏紀・添田雄二 北海道上部白亜系蝦夷層群のプリオサウルス類首長竜	B15 栗原行人 リュウグウハゴロモガイ科化石二枚貝 <i>Periploma besshoense</i> (Yokoyama) と <i>P. yokoyamai</i> Makiyama: 殻形態とその分類
A16 久保田克博・三枝春生・池田忠広 兵庫県丹波地域の下部白亜系篠山層群から産出した獣脚類恐竜の歯化石の分類学的帰属に関する予察的報告	B16 瀬戸大暉・間嶋隆一 神奈川県中央部に露出する中津層群下部(上部鮮新統)から産出した塩原動物群の特徴種とその産出の意義
	B17 中島 礼・川辺文久・水野清秀・中澤 努・納谷友規・守屋和佳・中山俊雄 東京都神田川河床から見つかった更新世の絶滅ホタテガイ

2 月 7 日 (日) 会場 : Zoom

【10:00-11:45】一般講演 口頭発表 4 (A, B 会場)

A 会場	B 会場
古脊椎動物の部 (2) 座長:久保田克博	微古生物学の部 座長:栗原敏之
A17 飯島正也・久保 泰 脊椎骨によるワニ類の体長推定:性成熟・種最大長への示唆	B18 柏木健司・寺田和雄・後藤道治 下部ジュラ系山奥層から産した放散虫化石群集
A18 犬塚則久 車軸関節の分類・再定義と進化的意味	B19 松岡 篤・横山 隼 ジュラ紀中世放散虫 <i>Unuma echinatus</i> の詳細形態解析と <i>Unuma</i> 属の系統上の位置
A19 宮田和周・酒井佑輔・中山健太郎・中田健太郎・藺田哲平・長田充弘 福井県大野市の手取層群伊月層から新発見の“三錐歯類”(哺乳類)化石とトリティロドン類(非哺乳類キノドン類)の新標本	B20 相田吉昭・Hamish Campbell ・堀 利栄・竹村厚司・山北 聡 ニュージーランドから産出する中生代三疊紀からジュラ紀の放散虫化石群集と古生物地理学的群集特性
A20 酒井佑輔・真鍋 真・松本涼子・簀本美孝・平山 廉 福井県大野市九頭竜地域の下部白亜系手取層群伊月層より産出する脊椎動物化石	B21 長橋真木・相田吉昭・堀 利栄 ニュージーランド北島, Kapiti 島と Karamuramu 島から産出する後期三疊紀(Late Norian)放散虫群集の古生物地理
A21 柴田正輝・酒井雄輔・中田健太郎・関谷 透・築地祐太・安里開士 手取層群伊月層(福井県大野市)の鳥脚類歯化石	B22 鬼澤璃万・嶋田実緒・鈴木愛佳・相田吉昭 ニュージーランド南島 Bull Creek から産出する南半球高緯度海域を特徴づける中期三疊紀放散虫化石

【11:45-13:00】休 憩

【13:00-14:45】一般講演 口頭発表 5 (A, B会場)

A 会場	B 会場
古脊椎動物の部 (3) 座長:松本涼子	層序・古環境の部 座長:伊藤 剛
A22 簀本美孝・野村律夫 島根県産中新世ワニトカゲ目魚類について	B23 武藤 俊・奥村よほ子・水原 猛 足尾山地ジュラ紀付加体中の鍋山層石灰岩から産出した前期ペルム紀(後期 Kungurian)コノドント化石
A23 土屋祐貴・氏原 温 下部-中部中新統八尾層群産の魚類耳石化石	B24 HA, Thuy Thi Nhu・前川 匠・高柳栄子・井龍康文 三疊系田穂層の田穂川部層に記録された上部オレネキアン階~下部アニシアン階にかけての安定炭素同位体比層序
A24 菅野詩織・中島保寿・御前明洋・疋田吉識・徳丸さやか・中垣周平・佐藤たまき 北海道中川町上部白亜系から産出したツノザメ類 <i>Protosqualus</i>	B25 酒井佑輔・堤 之恭・楠橋 直・藺田哲平 石川県白山市白峰地域の手取層群北谷層の凝灰岩から得られた Albion ジルコン U-Pb 年代
A25 千田 森・Alison M. Murray・Donald B. Brinkman・Oksana Vernygora カナダアルバータ州 Bearpaw 層からデルケティス科(新真骨類・ヒメ目) <i>Dercetis</i> 属の新産出	B26 北村晃寿 津波堆積物調査への軟体動物化石の適用
A26 田中望羽・小林快次・江田真毅・泉 洋江 主竜類のコラーゲンタンパク質量スペクトラム分析と恐竜化石への応用	B27 木下峻一・王 権・黒柳あずみ・村山雅史・氏家由利香・川幡徳高 マイクロ X 線 CT 計測による浮遊性有孔虫コア記録を用いた 海洋環境が石灰化生物に及ぼす影響の検証
	B28 久保田好美・木元克典・山口龍彦・堀内里香・Richard D. Norris 暁新世・始新世境界温暖期における浮遊性有孔虫の炭酸塩殻密度

******* 3. 発表方法及び機器についての注意事項など *******

＜口頭発表をされる方へ＞

【重要！】口頭発表ではご自身でZoomの画面共有を行って頂きます．

- ・Zoomで講演するためには、マイクとスピーカー付きの端末が必要です（内蔵外付け不問）．
- ・Zoomミーティングへの接続時にはかなりの通信量が発生します．回線が細いと（上り10 Mbps以下だと）接続が不安定になる恐れがあります．発表者がご自身の責任で接続環境を確保して下さい．
- ・Zoomの使用に馴れていない発表者の方は、事前に以下のZoomテストミーティング（メーカーのサイト）に接続して接続試験を実施しておいて下さい．この接続試験は、お使いの端末での接続環境（Zoomの起動、スピーカーとマイク）を確認していただくものです．

<https://zoom.us/test>

Zoomの操作方法については、下記の簡易マニュアルをご参照ください．

http://www.palaeo-soc-japan.jp/events/Zoom_manual_simple.pdf

それでもなおZoomでの講演に不安のある方は、個別に接続テストを行いますので、行系係までご連絡下さい．

- ・ご自身の講演の順番になったらスライド画面を共有して下さい．次の演者に替わる際には速やかに「共有の停止」を押して下さい．
- ・共有画面の画角は4:3でも16:9でもどちらでも構いません．

・シングルモニターのノートパソコンでのスライドショーの共有方法：

方法1)「画面の共有」から、PowerPointアプリケーションを選択・共有した後に、スライドショーを開始．

方法2)まず全画面表示のスライドショーを開始し、その状態でAlt+Tab (Windows) または Command(⌘)+Tab (Mac) のキーを押してZoomに画面を切り替え、「画面の共有」で「PowerPointスライドショー (+ファイル名)」を選択して「共有」ボタンを押す．

- ・Zoomへの接続やパソコンの操作は、発表者ご自身でお願いします．
- ・一般講演の口頭発表時間は15分です（質疑応答、画面共有操作の時間含む）．
- ・講演中（スライド画面を共有中）は、ストップウォッチをタイムキーパーのビデオにスポットライト表示し、ご自身で残り時間を確認しながら講演して頂く予定です．サムネイルビデオを非表示にするとストップウォッチが見えなくなってしまうので、ご注意ください．

＜本例会ではポスター発表はありません＞

発表方法に関する問い合わせ先

行事係：生形貴男（京都大学）E-mail：ubukata@kueps.kyoto-u.ac.jp

その他

- **懇親会について**：本プログラム iv ページ参照.
- **録画・撮影について**：発表者の許可なく講演を録画・保存・撮影することを禁止します.
- 演者以外はマイクとビデオをミュートして下さい. チャットも濫用しないでください.
- **予稿集について**：第 170 回例会では予稿集の冊子体は配布しません. 学会 HP から PDF をダウンロードしてご利用ください. また, 会期中には例会専用サイトからも各講演の要旨をダウンロードできるようにします.
- **Zoom のインストール**：本オンライン例会では, Zoom というアプリケーションを使います. Windows 7 以降, Mac OS 10.9 以降の OS で使えることになっています. 参加される方は, ご自身で事前に Zoom をインストールして下さい. Zoom は以下の公式ダウンロードセンターから入手できます.

https://zoom.us/download#client_4meeting

パソコンにインストールする場合は, 上記ページの一番上に配置されている「ミーティング用 Zoom クライアント」のダウンロードボタンを押してファイルを保存して下さい. Windows からアクセスすると ZoomInstaller.exe, Mac からアクセスすると Zoom.pkg がダウンロードされます. Windows10 の場合, 上記ファイルを実行するだけでインストールが終了します. Mac にインストールする場合は, 以下のサイト等を参考にして下さい.

<https://zoom-support.nissho-ele.co.jp/hc/ja/articles/360023068011-Mac>

2020 年 12 月以降にダウンロードした場合アップデートの必要はありません. Zoom がインストールされている端末であれば, 例会専用サイトから各会場へアクセスできます. 専用サイトの利用方法については, 下記の Zoom の簡易使用マニュアルをご参照下さい.

http://www.palaeo-soc-japan.jp/events/Zoom_manual_simple.pdf

- **Zoom の最新版へのアップデート**：本例会では, 懇親会や昼休み休憩時にブレイクアウト・ルームを設け, 参加者同士の議論・懇親の場として利用して頂く予定です. ブレイクアウト・ルームに参加者自身が行き来するためには, Zoom のバージョン 5.3.0 以上が必要です. それより古いバージョンをお使いの方は, 事前に最新版にアップデートしておいてください. アップデートには Zoom アカウントが必要です. お持ちでない方は, <https://zoom.us/> から Zoom の公式サイトにアクセスして, ページ右上「サインアップは無料です」をクリックし, 表示に従ってサインアップしてアカウント（無料でも可）を作成して下さい. アカウント作成後, Zoom を起動して「サインイン」を選択, 登録したメールアドレスとパスワードを入力してサインイン, 右上に小さく表示されているプロフィールボタン（マウスを当てると「利用可能」と表示される）からプルダウンメニューを表示させて, 「アップデートを確認」で最新版にアップデートできます.
- 第 170 回例会は登録も講演も参加も全てオンラインです. 技術的な個別のお問い合わせには学会として対応できませんので, ご自身の責任でご準備の上ご参加ください.

シンポジウム 1

南関東の前弧海盆堆積物に
記録された古環境変遷
—年代層序と化石記録から—

コンビナー

宇都宮正志（産総研）

野崎 篤（平塚市博）

間嶋隆一（横浜国大）

フィリピン海プレートの変形による房総前弧海盆の急速な隆起テクトニクス¹

高橋雅紀（産総研・地質調査総合センター）²

日本列島に分布する地層からは多種多様な海棲化石が産出し、それらに基づいて、古生代から第四紀に至るユーラシア大陸東縁の古環境が復元されている。日本列島において地質学的・古生物学的研究を進めることが可能なのは、それらが現在地表に露出し、直接観察したり、採取して分析することができるからに他ならない。日本列島の成り立ちにおいて長い期間がそうであったように、日本列島が海面下に水没していれば、それらの地層や化石を採取することはもちろん、そもそも日本人がこの場所に住んでいることはなかった。われわれ地質研究者が日本列島において調査・研究できるのは、日本列島が隆起しているからである。

アイソスタシーに基づけば、地殻の厚さが30 kmに満たない日本列島が海面上にほとんど露出しないであろうことは、同様の厚さを有する千島弧や伊豆弧において、巨大な海底火山の頂部しか海面上に現れていないことから頷ける。北海道から本州、四国、そして九州の広い範囲が陸化しているのは、日本列島に働く造構応力(東西圧縮)によってダイナミックに持ち上げられているからである。

列島スケールに働く応力の原因と、地殻変動に至る論理(メカニズム・因果関係)を明らかにする学問分野をテクトニクスという。テクトニクスは過去から現在までの地殻変動を対象としてきており、とくに第四紀を対象とする研究分野はネオテクトニクスと呼ばれ、多くの研究者が注目した。それは、1000万年以上も静穏だった日本列島の地殻変動がおおよそ300万年前から活発となり、現在の地形形成に至る新たなプレートの枠組みが始まったと捉えられていたからである。

しかしながら、1980年代まで盛んであったネオテクトニクスからほとんどの地質研究者が離れ、活断層や活構造など変動地形の調査・研究に移行してきた背景は、社会的要請が大きいだけでなく、プレート運動学の枠組みの中で、地殻変動の原因が解き明かされなかったことが主要因と思われる。第四紀の東西圧縮テクトニクスの原因は太平洋プレートの沈み込みであろうと考えられてい

たが、おおよそ4000万年前から運動方向や速度を変えていない太平洋プレートの運動で、300万年前に突然開始した東西圧縮の原因が説明できなかったからである。

このような状況でフィリピン海プレートの過去の運動を検討していた演者は、フィリピン海プレートの運動が現在の東西圧縮テクトニクスの原因であることを偶然に発見した。すなわち、フィリピン海プレートの運動に伴って三重会合点が西に移動し、追従するように日本海溝が西に動くことによって、日本列島は東から押される論理を組み上げた。さらに、1500~300万年前のフィリピン海プレートの運動を地質学的制約条件に基づいて復元すると、その期間に三重会合点は移動せず、日本海溝の移動がなかったことが示された。日本海溝が移動しないことは中立的な応力場を意味し、地質学的に明らかにされている中期中新世~鮮新世の比較的静穏な地殻変動が再現される。講演では、これらフィリピン海プレートの運動が日本列島の地殻変動をコントロールしてきたとするプレートの枠組みを紹介する。

¹Rapid uplifting of the Boso fore-arc basin due to the Philippine Sea Plate deformation

²Masaki Takahashi (Geological Survey of Japan, AIST)

微化石・テフラに基づく南関東の前弧海盆堆積物の層序学的実態¹宇都宮正志（産総研・地質調査総合センター）²

三浦半島と房総半島は東京湾によって隔てられながらも、ともに南部に新第三系の付加体、中軸部に超塩基性岩等を含むより古い岩石、そして北部に前弧海盆堆積物が分布するという共通した地質学的特徴を有する。そのため両半島の地質学的研究は相補的に進められてきた。このうち前弧海盆堆積物である三浦層群（もしくは安房層群：15~3 Ma）と上総層群（3~0.5 Ma）では明治期から多くの古生物学的研究が進められ、軟体動物、甲殻類、脊椎動物、植物、原生生物、さらには生痕化石など多くの分類群がこの地で記載されてきた。また、これらの地層は、南関東のみならず、他地域の化石産出層の堆積年代を決める上でも模式的な役割を果たしている。

三浦層群と上総層群には西南・東北日本あるいは伊豆弧からもたらされた数多くのテフラ層が挟まれており、これらのテフラ層は上下のテフラ層の組み合わせを1組の鍵層として累層名の略号と番号が付され（例：清澄層 Ky21 など）、時間面の側方追跡が高い精度で可能である。またそれらテフラ層の一部は他の地域の海成層や陸成層（例えば大阪層群、古琵琶湖層群、東海層群、掛川層群、新潟や秋田の新第三系・第四系）のテフラ層と対比される広域テフラであり、テフラ層の堆積年代がそれ自身の U-Pb あるいは K-Ar 法による放射年代とともに、本前弧海盆堆積物に豊富に含まれる浮遊性微化石（例えば石灰質ナノ化石）を用いた生層序や有孔虫化石の酸素安定同位体比などの地球化学データに基づいて精度よく求められている。

三浦層群と上総層群の境界は「黒滝不整合」と呼ばれ、房総半島を横断して 50 km 以上連続する。この不整合については、上位の上総層群が三浦層群にアバットする特徴的な形態が、70 年来に亘って地質学研究者を惹きつけてきた。近年では日本列島の東西圧縮テクトニクスの開始を論じる上で重要な地質構造とみなされている。しかし黒滝不整合の層序学的な実態は明らかでなく、その形成過程は十分に解明されていない。特に下位の三浦層群の侵食の程度や、それを覆う上総層群の堆積開始が地域によって異なることが不整合層準の認定を難しくしている。

近年、微化石やテフラ、古地磁気層序の進展によって従来の層序データの空白部の実態が明らかになり、「模式層序」がさらにアップデートされてきている。特に層序学的データに乏しかった上総層群下部で広域テフラを含む多くのテフラ鍵層の記載と層序関係の解明が進展した。これにより犬吠層群、千倉層群や中津層群など南関東の他の地層との対比も進みつつあり、前弧海盆全体の層序と構造が明らかになりつつある。また、三浦・房総両半島における三浦層群と上総層群の境界付近の層序学的対比が可能となり、三浦半島側には房総半島における黒滝不整合と同じ年代範囲の時間間隙が存在しないことや、黒滝層基底における海底地すべり岩体の起源層準の解析から、その侵食作用の詳細が明らかになりつつある。今後、テフラと微化石あるいは古地磁気層序を組み合わせた複合年代層序によって浸食された三浦層群の侵食量や上総層群の堆積開始時期の地域差から、関東平野の形成史の理解が進むと期待される。

本発表では、南関東の上部新生界における古生物研究や、チバニアン認定に結実した古環境学的研究の基盤である両層群の層序研究の進展、および両層群の境界—黒滝不整合—の実態解明に向けた研究の進展と今後の展望を紹介する。

¹ A comprehensive picture of stratigraphy of the forearc basin fill based on tephra and microfossil

² Masayuki Utsunomiya (Geological Survey of Japan, AIST)

チバニアン認定と、その古生物学・古環境学への貢献¹岡田 誠（茨城大・理）²

【背景】

鮮新世～更新世は、北半球大陸氷床の形成・発達や、そうした気候変動に呼応して起こったであろう人類の誕生・進化といった、現在ある地球の姿を形作った時代である。深海底コアを用いた古生物・古環境学的研究により、北半球大陸氷床の形成開始が約 3 Ma 前後であることや、ちょうどその時代に気候変動サイクルの周期が 2 万年から 4 万年へと変化したこと、また同時期に ENSO（南方振動）が開始したらしいこと等がわかってきた。したがって、この時代における古環境事象を詳細に調べることは、現在ある地球の気候システムの成り立ちを理解する上で重要な鍵を握っている。

近年、通常の深海底堆積物と比べて堆積速度が桁違いに速い（10-20cm/kyr）ドリフト堆積体を用いた研究の重要性が増している。特に北西大西洋アイスランド沖ドリフト堆積体の掘削コアからは、北半球大陸氷床の形成開始に伴う D-O サイクルの出現といった重要な古環境事象の報告や、それらの事象の地質年代確定のために重要な地磁気逆転境界および複数の地磁気エクスカージョンの記録などが提供されており、古生物・古環境学的研究を行う上で欠かせない堆積体となっている。今後、類似の研究が他の海域で進むことが期待されているが、解像度の高い古生物・古環境学的研究を行うためには、その解像度に見合った精度の年代層序が確立された地層の存在が前提となる。そのためには、基準となる地層において、古地磁気学、微化石層序学、酸素同位体層序等の異なる層序学を組み合わせた“複合年代層序”の構築が必要となる。そこでは古地磁気極性の境界や、微化石層序の基準面が、酸素同位体カーブのどの位置にあたるかを、必要とされる時間精度（例えば数千年スケール）で詳細に決定できることが望ましい。しかし一般的な深海底堆積物コアにおいて、これらの 3 者の良好なデータが同時に提供されることはまれである。

【三浦・房総の陸源碎屑物堆積体】

こうした壁を打ち破るためには、堆積速度が格段に速い陸源碎屑物堆積体を用いた研究が有用である。三浦・房総地域には約 15Ma-3Ma の堆積期間を示す

前弧海盆堆積体と考えられる三浦/安房層群が分布し、両層群の上位には約 3Ma-0.5Ma の堆積期間を示す上総層群が分布する。房総地域では安房層群の上面は削剥され、上総層群との間の境界面は、黒滝不整合として認識されている。一方、房総半島南端地域では海溝陸側斜面の小海盆堆積体と考えられる約 3.5Ma-1.2Ma の堆積期間を示す千倉層群が分布する。上総層群・千倉層群・三浦/安房層群を合わせて用いることで、鮮新世～更新世における連続した基準層序の構築が可能となる。

【現状と展望】

房総地域の上総層群では古くから層序学的研究が進んでおり、本年 1 月には念願であったチバニアン GSSP が承認された。GSSP サイトを含む上総層群国本層では、詳細な Matuyama-Brunhes 地磁気逆転記録の復元や、千年オーダーでの古海洋記録復元が行われ、グローバルな基準層序としてだけでなく、北西太平洋地域における古環境事象の解明をする上で極めて重要な地層であると国際的にも認識されつつある状況と言える。上総層群では層序全体から微化石の産出が豊富なため、今後より広範囲の年代区間における古生物・古環境学的解析が進むと期待される一方、下位の層準ほど古地磁気シグナルが不安定になっているため、全体にわたる高精度年代層序の構築には困難が生じることが予想される。

対して千倉層群は堆積物供給源が伊豆島弧に非常に近いこと、強く安定な古地磁気シグナルを担っている。また微化石を多産するため生層序学的研究や古海洋学的研究が進んでおり、堆積期間全体にわたる複合層序構築が期待され、古地磁気シグナルが不安定な上総層群下位層準をカバーすることができる。

一方、安房層群においては、堆積期間の殆どを占める天津層における古地磁気シグナルが不安定である。しかし 4.4Ma-3.1Ma の堆積期間を示す最上位層である安房層の古地磁気-酸素同位体複合層序が構築され、今後の研究の進展が期待される。

¹ Ratification of the Chibanian GSSP and its contribution to the paleontological and paleoenvironmental studies

² Makoto Okada (Ibaraki University)

三浦半島の上総層群の岩相層序および複合年代層序

野崎 篤（平塚市博物館）²

房総半島、三浦半島、多摩丘陵に分布する前弧海盆堆積物である上総層群は、後期鮮新世—中期更新世における日本列島の形成史上重要な地質現象（伊豆-小笠原弧衝突帯におけるプレート境界のジャンプ、フィリピン海プレートの沈み込み方向の変化、氷河性海水準変動の周期・振幅の変化など）が記録されていると考えられる重要な地層である。そのうち、堆積盆の南縁を占めるものと位置付けられてきた三浦半島北部の上総層群は、房総半島に比べて堆積環境が浅い、層厚が薄い、断層による地層の欠落や重複が少ない、などの特徴があり、陸域に近い環境における後期鮮新世から中期更新世までの地質記録を連続的に、かつコンパクトにとらえられるという研究上の利点がある。

近年、三浦半島において、三浦層群上部から上総層群下部まではほぼ連続的に堆積しており、いわゆる黒滝不整合に相当する顕著な時間間隙は認められないことが近年明らかにされたが、演者らは、さらに上位の上総層群中—下部が露出する三浦半島北部の「市民の森」と呼ばれる自然保護区を中心に、地表踏査とボーリングコアに基づく岩相記載、含泥率測定による客観的な岩相決定、凝灰岩層の対比などに基づく岩相層序学的研究や、微化石、古地磁気、テフラを複合した年代層序学的研究を行ってきた。本講演では、三浦半島の上総層群中—下部野島層から小柴層にかけての岩相層序・年代層序学的研究の成果と、そこから読み解かれる上総層群中に記録された古環境変動の例について紹介する。

1. 三浦半島の上総層群中—下部の岩相層序

三浦半島北部の上総層群中—下部は、主に砂岩層を多く狭在する泥質砂岩からなる浦郷層から、泥質砂岩と泥岩—砂質泥岩互層からなる野島層を経て、泥岩層からなる大船層までの細粒化と、大船層から砂質泥岩、泥質砂岩、砂岩からなる小柴層への粗粒化に特徴づけられ、このうち大船層から小柴層への上方粗粒化は、浅海化と前進堆積を反映していると考えられる。また、野島層中には地すべり岩体および地すべり跡充填堆積物からなる海底地すべり堆積物がレンズ状に狭在し、最大で約100 mに達する層準が欠落している可能性がある。

2. 三浦半島の上総層群中—下部の年代層序

野島層から小柴層にかけての年代は、広域凝灰岩層、

微化石、古地磁気、有孔虫の酸素同位体比などを用いて明らかにされてきた。広域凝灰岩層としては、野島層から大船層にかけて狭在する穂高-Kd39テフラ、恵比寿峠—福田テフラ、小柴層下部に狭在する大峰—SK110テフラ、Ob4c-Kd24テフラが知られている。古地磁気層序によると、野島層中にレユニオン正磁極帯およびオールドバイ正磁極帯が見出されている。また石灰質ナノ化石層序により、野島層中に*Discoaster brouweri* 産出上限、大船層中に*Gephyrocapsa caribbeanica* 産出下限、大船層から小柴層にかけて*G. oceanica* 産出下限、小柴層下部に大型 (>6 μm) の *Gephyrocapsa* 属産出下限がそれぞれ見いだされている。さらに浮遊性有孔虫の酸素安定同位体比に基づき、野島層上部から小柴層下部に海洋同位体ステージ (MIS) 64~49が認定された。これらの手法により地層中に与えられた年代値は、凝灰岩層の対比に基づき、露頭およびコア中に追跡することが可能である。

3. 上総層群中部に記録された過去のメタン湧水の盛衰

三浦半島の上総層群における複合層序の結果は、地層中に記録された古環境変動を千年単位で明らかにすることも可能としており、その例として、上総層群中に記録されたメタン湧水の盛衰があげられる。横浜市栄区「瀬上市民の森」西部では主に二枚貝化石からなるメタン湧水性化学合成化石群集が、大船層から小柴層下部にかけて断続的に産出する。この断続的な産出は、ほぼ同一の地点におけるメタン湧水の盛衰を示していると考えられ、有孔虫の酸素安定同位体比曲線との対比から、少なくとも4つの化学合成二枚貝の密集層準、すなわち4回の湧水の強い時期が氷期、もしくは氷期へ向かう時期に対応することが明らかにされた。これはメタン湧水の盛衰が4.1万年周期の氷期—間氷期サイクルに同期していることを示している。

このように三浦半島の上総層群中—下部では、前期更新世の地質記録を極めて高い解像度で、ほぼ連続的にとらえるポテンシャルがある事が明らかにされつつある。

¹ Lithostratigraphy and chronostratigraphy of the Kazusa Group (lower Pleistocene) on the Miura Peninsula.

² Atsushi Nozaki (Hiratsuka City Museum)

シンポジウム 2

軟体動物古生物学の最近の展開
—現生と化石の横断的研究を中心に—

コンビナー

佐藤 圭 (早稲田大)

中島 礼 (産総研)

間嶋隆一 (横浜国大)

軟体動物系統分類の最近の展開¹ 佐々木猛智（東京大学総合研究博物館）²

軟体動物は海洋において最も繁栄している動物群であり、化石記録も豊富である。軟体動物の系統関係については、1970年代より盛んに研究されるようになり、近年も絶え間の無い改訂が続いている。

20世紀以前の系統学では形態形質による伝統的な仮説の提唱が行われ、1990年代に分岐分析が様々な分類群で導入された。一方、1990年代中頃より始まった分子系統学では、小数の遺伝子による系統解析の時代を経て、ミトゲノム全長解析、トランスクリプトーム解析、全ゲノム解析を通じて得られる大規模データ系統解析へと発展している。化石記録では、21世紀に入り、従来は知られていなかったボディプランを示す化石が発見され、現生種中心であった研究にも大きなインパクトを与えている。

20世紀の系統仮説では、無板類に軟体動物の原始的な姿が反映されており、次第に殻を発展させ多板綱が生じ、貝殻が体全体を覆うように Conchifera 有殻類 が進化したとの段階的進化仮説が示されることが多かった。その関係は以下の3通りに集約される。

(1) Mollusca = Caudofoveata + Adenopoda

(2) Mollusca = Solenogastres + Hepagastralia

(3) Mollusca = Aplacophora + Testaria (= Polyplacophora + Conchifera)

21世紀に入ってから分子データの重要性が増大した。2006年には多板綱と単板綱が単系統になるとの結果が示され、この2綱に対してSerialiaという分類群が提唱されたが (Giribet et al., 2006), 後に一部のデータがコンタミネーションであったことが明らかにされた (Wilson et al., 2010)。

軟体動物の系統学に大きな変化が生じたのが2011年である。2000年代には始まっていた系統ゲノム学 (phylogenomics) の流れが軟体動物の系統学にも波及し、2つの重要な論文が出版された (Kocot et al., 2011; Smith et al., 2011)。

系統ゲノム学の時代になり支持されるようになった関係は、Mollusca = Aculifera 有針類 + Conchifera 有殻類 である。有針類は石灰質の棘を持つ共通性があるが、かつては棘は原始形質であり、そのため有針類は側系統群であると考えられていた。しかし、現在では有針類と有殻類がそれぞれクレードであると見なす見解が主流である。

絶滅分類群の研究では、*Acaenoplax*, *Kulindroplax* のように、無板類と多板綱の間をつなぐような形態を持つ化石が発見された。これらは前世紀には想像されていなかった形態を持っている。さらに、多板綱型の体形を持つ化石には、巨大な棘を持つ *Echinochiton* や、殻板が17枚に細分した *Multiplicaphora* が発見された。これらの発見に伴い、無板類は有棘類の中で殻板が消失した分類群であるとの見方が生じた。現生の多板綱は8枚の殻板を持っているが、化石では *Acaenoplax*, *Kulindroplax* のように7枚の殻板しか持たない分類群があり、これらは殻板が1枚消失した段階と解釈され得る。棘や鱗を持つという特徴は *Wiwaxia*, *Halkieria*, *Orthrozanclus* などかつては軟体動物以外の動物に解釈されていた分類群にも見られ、現在ではこれらは軟体動物の stem group として位置づけられている。

有殻類の内群である腹足綱、二枚貝綱、頭足綱、掘足綱、単板綱の関係はまだ十分に確立していない。分析によって、結果が大きく異なっており、様々に異なる樹形が報告されている。綱レベルの系統仮説の中でしばしば登場する上位分類群名としては以下の3群がある。

Diasoma = Bivalvia + Scaphopoda

Cytosoma = Monoplacophora + Gastropoda + Cephalopoda

Pleistomollusca = Gastropoda + Bivalvia

各綱の内部分類群でもいくつかの大きな上位分類の変更が生じている。例えば、腹足綱では異鰓類の内部分類群が後鰓類と有肺類という大きな分類群に分けられていたが、トウガタガイ科などの一部分類群の位置づけに修正が生じたため、*Euopisthobranchia*, *Panpulmonata* などの新しい分類群が提唱された。二枚貝綱では、異歯亜綱が *Archiheterodonta* と *Euheterodonta* 真異歯類に分けられ、かつて独立の亜綱であった *Anomalodesmata* 異靱帯類が真異歯類内の一群に降格となった。また異靱帯類以外の真異歯類は *Imparidentia* にまとめられた。頭足綱は現生分類群の上位分類には大きな修正は無い (*Nautiloidea*, *Coleoidea*, *Octopodiformes*, *Decapodiformes* など) が、頭足綱全体の体系構築には絶滅分類群の研究の重要性が高い。

¹ Recent advances in molluscan phylogenetics and systematics

² Takenori Sasaki (University Museum, University of Tokyo)

貝殻微細構造から軟体動物の進化史を読み解く：二枚貝類原鰐類を中心に¹佐藤 圭（早稲田大・教育）²

軟体動物の貝殻は、内臓塊を覆う外套膜という軟組織から分泌される外套膜外液の石灰化作用によってつくられる。貝殻の主成分は炭酸カルシウム（主にアラゴナイトかカルサイト、まれにバテライト；Spann *et al.*, 2010）であるが、この炭酸カルシウムの結晶は特定の形状をもって規則的に配列しており、このような貝殻のミクロスケールの構造単位のことを貝殻微細構造と呼ぶ。また、貝殻をつくる外套膜の部位と対応して貝殻は層構造（殻層構造）をなして付加成長するため、ひとつの貝殻からは通常1~4種類程度の貝殻微細構造が観察される。

こういった貝殻の組織構造の階層性や分類法は、Bøggild (1930) によって体系化され、その後分析機器や観察手法の発展に伴って古生物学、水産学、材料科学など様々な側面から研究対象となってきた。貝殻組織について古生物学的に注目されるべき特徴の一つは、貝殻微細構造がサンゴや脊椎動物など他の分類群のそれと比較して多様性が高く、また各々の生物種の殻を構成する貝殻微細構造の組み合わせが高次分類内で類似する（Carter, 1990）という点である。このような微細構造の分類形質としての側面は、巨視的な形態形質に乏しい絶滅種の系統的位置づけを推定する際に特に重要である。例えば近年、完全に貝殻が置換した化石標本であっても鋳型化石の微細な凹凸から微細構造を推定できることが明らかとなったことで、カンブリア紀の基盤的軟体動物や、さらには他の無脊椎動物との系統関係を微細構造形質を元に考察するような研究が行われるようになっている

(*e.g.* Li *et al.*, 2018)。

貝殻微細構造と系統関係

軟体動物の貝殻微細構造の進化様式については古くから仮説が存在する (*e.g.* Taylor, 1973) が、近年系統ゲノム解析をはじめとした分子生物学的手法によって軟体動物の系統関係が見直されている (Lemer *et al.*, 2019) ために、当該研究は形質と系統関係を厳密に対応付ける基礎的データの蓄積が依然として必須な段階にあるといえる。講演者は、基盤的軟体動物と現生軟体動物との関係をリンクさせる上で重要な位置づけにあるといえる最も祖先的な二枚貝の系統、原鰐類に着目し、現生試料各個体の貝殻を貝殻微細構造観察 (Sato & Sasaki, 2015) に、軟体部を分子系統解析に用いることで、形質マッピングを行う

た。この結果、原鰐類の各生物種は、2~3種の微細構造を持ち、上科レベルで共通する保守的な微細構造形質と種~属間で変異する微細構造形質を併せ持っていた。このように現生種においては微細構造が系統関係を良く反映することが明らかとなった一方、絶滅原鰐類の微細構造データを参照した結果、微細構造形質は最節約的に分岐しているのではなく上科分岐以後の特定の期間で進化していたという奇妙な事実が明らかとなった (Sato *et al.*, 2020a)。この結果は、従来認識できていなかった巨視的な形態の変化を伴わないミクロスケールの形質進化が軟体動物に存在したことを強く示唆している。

貝殻微細構造形質の進化と種の適応放散

貝殻微細構造の種類によって、強度や溶解度 (Currey, 1988)、生産コスト (Palmer, 1992) といった特性が異なることが実験的に明らかとなっている。絶滅原鰐類においては、高緯度・深海へ生息域を増大させた時期 (Nicol, 1972) と、強度と生産コストが高い真珠構造から物理的強度は低い低コストである均質構造へ進化させた時期が一致しており、低コストの微細構造の獲得が低水温条件の極限環境下への進出に寄与したと仮説立てられる。いくつかの軟体動物の系統で、殻層数が種間で緯度的勾配をもって増減する (*e.g.* Taylor *et al.*, 1973) ことや、季節性的水温変動 (Nishida *et al.*, 2012) に応じて微細構造が可塑的に種内変異することが報告されており、このような微細構造の変化は、生息環境に応じた何らかの生理的適応を反映していると考えられる。本講演では、この他深海性腹足類における微細構造形質の可塑的発現 (Sato *et al.*, 2020b) や、アコヤガイの微細構造制御における分子メカニズムについての研究について触れつつ、微細構造から生態的情報や系統進化を論じられる可能性について議論を行う。

¹ Evolutionary history of the Mollusca revealed from their shell microstructure: A focus on protobranch bivalves

² Kei Sato (Waseda University)

断層撮影法による化石・現生頭足類殻内部構造の復元¹田近 周（東大・総合研究博物館；アメリカ自然史博物館・古生物部門）²

イカ・タコ・オウムガイ・アンモナイトを含む頭足類はカンブリア紀に起源を有し、現代の生態系においても重要な役割を果たしている分類群の一つである。頭足類は化石記録が豊富であり、これまで数百年にも渡り様々な国や地域で産出が報告されてきた。とりわけ外殻性の絶滅頭足類であるアンモナイト類はその形態的多様性、幅広い産出年代（デボン紀～白亜紀末）、汎世界的分布を持つことにより重要な示準化石として多くの古生物学者・地質学者の興味の対象となってきた。また、多様な形態を持つ頭足類の進化の様式・環境変動への応答・生物学的側面（生活様式・古生態など）についてもさかん に研究され、様々なことが解明されてきた（Landman *et al.*, 1996; Klug *et al.*, 2015）。

頭足類の内殻・外殻は一般的に最も化石化されやすい部位である。いくつかの分類群において、殻は気体が充填されたいくつもの部屋（気室）と軟体部が収容される部屋（住房）に分かれており、浮力調節器官として頭足類の生物活動に大きな影響を持つことが知られている。頭足類の殻は浮力調節に重要な器官であることに加え、その形態が分類群・時代・成長段階によって大きく異なることから、頭足類の生態・進化などを紐解くための重要パラメーターであると考えられてきた。しかしながら、従来の研究手法では殻内部構造を観察するためには標本を破壊する必要があること、また化石化された頭足類殻内部は通常堆積物（もしくは堆積物が再結晶化したもの）で充填されていること、といった問題から、殻（とりわけ内部）の詳細な分析を行うことが難しかった。

近年、断層撮影法の技術が飛躍的に向上し、古生物学分野でも化石の形態解析への応用が進んでいる（例えば Sutton *et al.*, 2014）。断層撮影法の中でも、物質のX線吸収係数（密度）の違いを利用するコンピューター断層撮影法（CT）は、とりわけ脊椎動物の形態解析において極めて重要なものとなった。化石頭足類においては、殻と殻内部充填物質の密度が極めて近いことが多いため、コンピューター断層撮影法を用いた形態解析が困難である場合が多かったが、技術革新や研究者の工夫により同手法を用いた研究が増加している。その一例として、シンクロトロン放射光を用いた高分解能CT装置を用い、高精度にアンモナイト類の顎器形態解析を行った研究などが

挙げられる（Kruta *et al.*, 2011; Takeda *et al.*, 2016）。また、堆積物が充填されていない殻など、特殊な保存状態の化石を用いることで殻内部の復元に成功した研究も出てきている（Lemanis *et al.*, 2016; Inoue and Kondo, 2016）。

コンピューター断層撮影法を用いた頭足類化石の研究例は増えてきてはいるものの、殻と周囲のマトリックス間で十分なコントラストが得られないという問題から、市販のCT装置を用いて頭足類化石を研究するのは依然として容易ではないという現状がある。そこでコンピューター断層撮影法の代替手法ともいえる研磨断層撮影法

（Grinding Tomography）を用いた研究も登場している（Tajika *et al.*, 2015a, b; Naglik *et al.*, 2015）。この手法では化石の研磨・撮影を繰り返すことにより連続した2次元画像（断層像）を取得することから、最終的に標本を喪失してしまうというデメリットがあるが、高コントラスト、且つカラーの画像を取得できる、という大きなメリットがある。

本講演では、これら断層撮影法を用いて頭足類の殻内部構造の形態解析を行っている近年の研究に焦点を当て、アンモナイト類を中心とした頭足類の進化・古生態に関する以下のような疑問に対する最新の知見を紹介する。1）アンモナイト類は海水中で中立浮力を保つことができたのか？

2）アンモナイト類の生息姿勢はどのようなであったのか？

3）アンモナイト類の多様な気室形態は、様々な水圧への適応の結果であり、異なる生息水深を反映しているのか？

4）頭足類の殻体積の成長パターンは異なる分類群（アンモナイト類・オウムガイ類・鞘形類）で同じであるのか、あるいは異なるのか？

5）絶滅頭足類は何を捕食していたのか？

¹Reconstructing the internal structure of modern and fossil cephalopod conchs using tomographic methods

²Amane Tajika (University of Tokyo; American Museum of Natural History)

軟体動物から化学合成生態系と共生の進化を探る¹ロバート・ジェンキンス (金沢大・理工)²

はじめに

軟体動物は多様な水環境に適応した分類群である。中でも、深海の熱水・冷湧水環境などの極限環境にも高度に適応し、繁栄しており、その進化に興味が集まっている。現在の湧水・熱水環境では軟体動物が主要構成分類群であるが、前期白亜紀以前においては腕足類が主体となっていたとの研究例があった (Campbell and Bottjer, 1995)。しかし、近年相次いで、軟体動物が優占する前期白亜紀以前の湧水が発見され、軟体動物は地質時代を通じて湧水域の主要構成分類群であるとの認識が改まってきた (Jakubowicz et al., 2019)。

本発表では、極限環境における化学合成生態系に属する軟体動物の分類学的・生態学的変遷について、現在の知見をまとめ、化学合成生態系の進化と他の生態系との関わりについて考察する。

後期白亜紀冷湧水における群集構造の復元例

古冷湧水における軟体動物の生態はどこまで復元可能だろうか？復元事例として、北海道中川町に分布する後期白亜紀メタン湧水群を紹介する。ここではほぼ同時代の冷湧水性炭酸塩岩が複数存在し (Hikida et al., 2003; Jenkins and Hikida 2011)、各岩体において岩相観察の他に、バイオマーカー分析、炭酸塩鉱物の炭素・酸素同位体比分析および岩体中有機物の炭素・窒素同位体比などの各種地球化学的分析により、岩体内および岩体間の微生物相や湧水 (メタン) フラックスの復元がなされた (Jenkins et al., 2008; 2011; in prep.)。化石相の解析により、後期白亜紀メタン湧水では高メタンフラックス部 (湧水の中心) では、現在の冷湧水で見られる表在性二枚貝類がほぼ不在であり、現在と群集構造が異なることを明らかにした (Jenkins et al., 2007a)。一方で、湧水縁辺相においては、現世と同じようにキヌタレイガイ類が特徴的に産した。つまり、後期白亜紀と現生の冷湧水生態系は、表在性二枚貝の有無という違いはあるがそれ以外の基本群集構造はよく似ていることがわかった。このような現生と後期白亜紀冷湧水性群集の類似性は、湧水性カサガイ類における固着基盤の選択性や固着基盤に依存した殻外形の変化においても認められた (Jenkins et al., 2007b; Sato et al., 2020)。

では、現生と後期白亜紀の冷湧水性化石群集における違いとなっている表在性二枚貝類はどのような変遷をたどってきたのだろうか？

冷湧水性化石群集の変遷：表生種—内生種

現生の冷湧水に卓越する表在性二枚貝類の代表はシロウリガイ類 (半内生・半表生) とシンカイヒバリガイ類 (ほぼ表生) であるがこれらは新生代に出現しており、中生代においてはカスピコンカ類が表生二枚貝として湧水域に生息していた (Jenkins et al., 2013; 2018)。このような湧水における表生二枚貝類の化石記録は断続的であり、継続的に産出する内生二枚貝類の化石記録と対照的であった (Jenkins et al., 2013; Hryniewicz et al., 2017; Jakubowicz et al., 2019)。これまでの古生態学的解析や現生種の生息環境データなどを総合すると、表生種は湧水フラックスが高い場所に生息している。つまり、湧水における表生二枚貝類の存在は、その時代は高湧水フラックスであったと推定される。冷湧水におけるメタンフラックスは、地域的には地質構造に支配されるが、広域的には地層中におけるメタン生成量に起因し、それは地層への光合成由来の有機物埋没量に依存する。顕生代における地層中の原油量分布と上記の湧水性の表生二枚貝類の断続的分布とは概ね一致しており、湧水生態系は光合成生態系に駆動されていると推定される。

将来展望—共生の起源を化石記録から探る

軟体動物の極限環境への適応様式の一つとして、化学合成細菌との共生を複数の系統で獲得していることが挙げられる。軟体動物は化学合成細菌を細胞内共生させることに成功した数少ない分類群であるため、共生の起源や進化を解明できるポテンシャルを持っている。共生の起源解明には、殻体などに残された化石アミノ酸の個別窒素同位体比測定による栄養段階推定法 (Chikaraishi et al., 2014; Ohkouchi et al., 2017) が有効であると考えられるため、化石アミノ酸の同位体的続成などの基礎研究を経て、本手法の化石試料への適用が望まれる。

¹ Evolutionary history of chemosynthesis-based ecosystem and symbiosis from molluscan viewpoint.

² Robert G. Jenkins (Kanazawa University)

長寿二枚貝の殻の地球化学分析を通じた古環境復元

～海流から津波まで～¹窪田 薫（神戸大・人間発達環境）²

造礁サンゴが分布する熱帯～亜熱帯域と異なり、高緯度域の過去数百年にわたる古環境記録は不足しているのが現状である。そうした中、北日本に位置する岩手県大槌湾・船越湾、北海道紋別などの浅海底（5～20 m）で採取された、現生の冷水性二枚貝ビノスガイ（Stimpson's hard clam; *Mercenaria stimpsoni*）が、100歳を越す寿命を持つことが最近明らかになり、有用な記録媒体として期待されている。本講演では、ビノスガイの殻形成パターンを概観するとともに、これまでに得られたビノスガイ殻を利用した古環境研究の概要と今後の展望を述べる。

ビノスガイの殻の断面を実体顕微鏡で観察すると、特に外層に明瞭な成長縞が見られる。殻断面を鏡面状態になるまで研磨し、デジタル顕微鏡と画像解析ソフトウェアを用いて注意深く成長線解析を行った。また、断面の写真撮影後、殻の最外層をデンタルドリルで約 0.5 mm 間隔で切削し、得られた炭酸カルシウムの粉末試料の酸素同位体比を、安定同位体質量分析計を用いて分析した。その結果、

（1）ビノスガイが冬季に殻成長を数ヶ月間停止させること、

（2）その成長停止線は毎年刻まれる年輪であること、

（3）夏の間は殻が連続的に成長するため、酸素同位体比が夏の最高水温を記録すること、

などが明らかになった（Kubota *et al.*, 2017; Tanabe *et al.*, 2017）。また、同じ地域に生息する異なる個体間で年間成長量の変動パターンが同期していることが明らかになり、樹木年輪のように、複数個体の記録を統合することで、過去に記録を延伸することも可能であることが分かった

（年輪年代学）（Kubota *et al.*, 2017; Tanabe *et al.*, 2017; Shirai *et al.*, 2018）。ビノスガイの殻の年間成長量の規定要因については、少なくとも紋別で得られた個体群は、年平均水温変動との有意な相関が確認されている。一方、岩手県大槌湾・船越湾に生息する個体群については、そうした相関は確認されておらず、栄養塩量などの他の要因が規定している可能性がある。

1950年から1960年代にかけて世界中で行われた大気圏核実験に伴い、地表の放射性炭素が急増した（Bomb-¹⁴C）。比較的速やかに混合する大気のBomb-¹⁴C記録は、南北半球のわずかな違いこそあるものの、全球的に比較的均質であり、世界中の樹木年輪を用いた復元や大気的直接捕集によって明らかになっている。一方、海洋のBomb-¹⁴Cは、海水の複雑な混合過程を反映して、不均質に分布している。加えて、海洋のBomb-¹⁴C記録は、造礁サンゴが分布する熱帯～亜熱帯域に偏っており、高緯度については連続した記録がほとんど得られていない。寿命が長く、サンゴと同程度の水深に生息するビノスガイの殻は復元にうってつけである。そこで、岩手県大槌湾・船越湾に生息する複数の現生ビノスガイの殻を、高精度切削装置（GEOMILL326）を用いて成長方向に切削し、得られた粉末の放射性炭素を分析することで、北西太平洋高緯度域としては初となる、海水のBomb-¹⁴C記録を作成した。その結果、日本近海を流れる暖流（黒潮／対馬暖流）と寒流（親潮）の中間的な値を示すことがわかった（Kubota *et al.*, 2018）。大槌湾・船越湾を含む、東北の三陸海岸の浅海は、海岸に沿って南下する津軽暖流の影響を広く受けている。したがって、今回得られた記録は、津軽暖流の代表記録とみなせることが分かった。また、得られたBomb-¹⁴C記録を船越湾の海底から回収した複数のビノスガイの死殻の高精度の年代決定ツールとして用い、さらに年間成長量の変動パターンを現生の記録と対比することで、2011年3月11日の大津波がビノスガイの大量死を招いていたことが分かった（Kubota *et al.*, submitted）。

今後は、さらに過去に遡って、大津波とビノスガイの生死の関連や、温暖期における年間成長パターンの変化といった研究を推進していきたいと考えている。

¹Paleoenvironmental reconstruction through geochemical analysis of long-lived bivalve shells

²Kaoru Kubota (Kobe University)

一般講演

口頭発表

会場：Zoom

A会場 A01-A26

B会場 B01-B28

A01

超広角視野の三葉虫 *Eobronteus laticauda*: 複眼構造と視覚特性¹
勝田直興・鈴木雄太郎・生田領野 (静大・理)²

三葉虫は複眼の光学系が化石化するため、どのように外界を見ていたのか、といった生物学的側面を捉えられる可能性を秘めている。このような側面を捉えるには、個眼レンズのサイズと配置を詳細に捉える必要があるが、解析技術的な問題も多く、詳細に検討された研究例は現生節足動物を含めて数少ない。そこで本検討では、形態的に広い視野をもつことが想定される *Eobronteus laticauda* について、個眼サイズと配置密度を精確に求め、複眼の成長様式と視覚特性を復元した。複眼標本 17 試料について 3D 仮想形態を構築し、さらに仮想形態上でわだした各個眼の位置座標 (視軸位置) の数理解析を行うことで、全個眼の数とサイズを算出した。

成長様式では、複眼表面積が 20mm² で個眼数増加率が抑制傾向へと転じること、さらに 40mm² で個眼面積の差異が強調されるフェーズへ移行する、個眼の数とサイズの増加率の著しい変化が異なる成長段階でおきていることが示された。この異時的な変化を経ることで種としての視覚特性が“成熟”に至ると示唆される。

視覚特性については、特徴的な個眼サイズ/密度比の視野区画が

超広角視野範囲に特徴的に偏在することが明らかとなった。視野範囲は水平方向で 340°弱、鉛直方向で 100°弱であり、左右眼のいずれかの前方 50°、後方 110°が逆眼と視野が重複する。動物体と近接距離にある海底面を見ている前方と側方の低角域には acute zone (サイズ: 小 vs 密度: 高)、側方の海柱を見上げる高角域には bright zone (大 vs 中〜高)、後方高角域には“sensitive zone” (大 vs 低) が確認でき、左右眼で重複する視野範囲はサイズ小 vs 密度低の構造的特徴を有する。これら特徴的な視野区画の視認様式をふまえると、acute zone は障害物や仲間の識別、bright zone と“sensitive zone”は捕食者の接近察知となる。また一見不要に思える重複域は、逆眼のコントラスト感度を補助する“バックライト”機能を担っていたと結論づけた。

E. laticauda を含む Scutellum 類は全方位で特に上述の視認を行うことで、生息動物が多様で底質の起伏に富む礁に優占する適応放散を行えたことが伺える。

¹Structure of compound eye in the trilobite *Eobronteus laticauda*, visual characteristics in its ultra-wide visual area.

²Naoki Katsuta, Yutaro Suzuki, Ryoya Ikuta (Shizuoka Univ.)

A02

腕足動物 *Eoplectodonta* のアロメトリー¹
佐藤洸太 (新潟大・理)²・福田倫太郎 (新潟大・理)³・
椎野勇太 (新潟大・理)⁴

定住性懸濁物食者の形態は、底質環境やそこで手に入るエサなどの資源を効率的に活用する生態的特性に少なからず反映される。特に、エサの濾過器官は、形状・配置・発達具合によって摂食能力に差異が生まれ、体サイズの変化にも関与する重要な形質である。ある種の腕足動物の場合、骨状の組織である腕骨が濾過器官である触手冠を支持しており、化石記録であっても濾過器官の発達具合を評価することができる。したがって、代謝量の目安となる触手冠の発達具合と、代謝領域と関連する体サイズとの関係を定量化できれば、成長様式に基づくエネルギー摂取戦略を理解することができる。

古生代に登場した凹凸形態型腕足動物の殻は、代謝領域を削減し、受動的な濾過摂食水流を形成する点で革新的形態であった。内容積が増加していく殻形態のせいで、腕骨に相当する触手冠の支持構造は、背殻の内面にリッジ状の構造としてのみ認められる。これまでの研究によって、触手冠の付着部位であるリッジの発達具合を定量化することに成功している。しかし、リッジ状構造は離弁標本でし

か観察できず、代謝領域の指標となる重量や体積といった 3 次元的な体サイズとの関係は評価されていない。そこで本研究では、凹凸形態種ストロフォメナ類に属する *Eoplectodonta* を題材に、まず合弁標本を用いた体積の算出方法を確立した。得られたデータから殻形態の成長様式を検討し、背殻標本の形態解析によって明らかになっている触手冠の成長様式と比較した。

合弁標本を水中に沈める水中重量法で測定した体積と、標本そのものの重量を方解石の密度で換算した体積を比較し、どちらも類似した値を示すことを確認した。特に水中重量法では、内部の密度が不均質である標本であっても妥当な体積を測定することができる。さらに、得られた体積を先行研究で算出されたリッジの発達位具合と比較した結果、リッジの長さは、殻体積に対してやや優成長であった。一連の結果に基づき、*Eoplectodonta* に想定されるエネルギー摂取戦略と、当時の底質環境でなぜ優占種となり得たのか考察する。

¹Allometric scaling of strophomenide brachiopod *Eoplectodonta*

²Kota Sato (Niigata Univ.), ³Rintaro Fukuta (Niigata Univ.) ⁴Yuta Shiino (Niigata Univ.)

A03

トリゴニアにみられる裂歯型の鉸歯における成長過程の考察¹
吉永亘希 (愛媛大・理)²・岡本 隆 (愛媛大・理工)³

二枚貝はその殻を咬み合わせるために鉸歯 (Hinge teeth) をもち、蝶番としての機能を果たしている。二枚貝の種類によって鉸歯の形態はさまざまであり古くから分類に用いられてきた重要な構造である。中でも主にトリゴニアにみられる裂歯型の鉸歯は他の二枚貝の鉸歯に比べて著しく複雑な形態を成す。すなわち、右殻の主歯とそれを受ける左殻のソケットの表面に、二次歯列と呼ばれる櫛状の刻み模様が発達するのである。本研究では、この鉸歯が蝶番としての機能を維持しながらいかに成長していくのか、主として外観や殻断面の観察に基づいて考察を行った。

観察の結果、以下のことが明らかになった。右殻の主歯の殻頂側と腹縁側には二次歯列がない部分があり、一方左殻のソケットには殻頂部分のみ二次歯列がない部分が存在する。また二次歯列は腹縁側のものは一部分しかないように見え、その間隔は一定の割合で大きくなる。二次歯列の本数は一個体の中では、前方の歯板の両側で同じであり、後方の歯板では異なっている。左殻のソケットでは二次歯列が右殻の主歯のそれより一本多いことが確認される。またそ

の一本は右殻の歯板の二次歯列のない部分に対応している。次に歯板の縦断面を観察すると成長線がみられ、その成長線は二次歯列を切りながら互いの殻の方向に追加されている。また腹側に位置する最も若い二次歯列は常に成長途上の状態である。

これらの観察事項からトリゴニアの鉸歯はソケットにのみ二次歯列を追加し他の部位では殻が開いたときに殻物質を充填することによるコピーを繰り返していると推定される。

二次歯列のない右殻の主歯と二次歯列が一本しかない左殻のソケットとをもつ未成熟な鉸歯を初期状態とし上述の成長を繰り返すと結果的にトリゴニアの複雑な鉸歯を形作ることができる。

裂歯型の鉸歯はトリゴニア類だけに発達したものではない。白亜紀前期〜中頃の淡水生二枚貝 *Trigonioides* 属にも非常によく類似した鉸歯がみられ、この構造は二枚貝の進化の歴史の中で複数回再現されたといえる。裂歯型の鉸歯は、一見、複雑な構造に見えるが、実は単純な成長規則により具現できる構造であるに違いない。

¹Growth process of schizodont hinge teeth in trigoniids.

²Koki Yoshinaga (Ehime Univ.), ³Takashi Okamoto (Ehime Univ.)

A04

有限成長の理論形態モデル¹
生形貴男 (京大・理)²

成長と共に形状が変化する不等成長は、様々な生物で広く認められる。その多くは、アロメトリーモデルによってある程度近似できることが知られている。アロメトリーモデルは、各部位の成長速度がその部位のサイズに比例するという単純な (しかし非現実的な) 絶対成長モデルから必然的に導かれる相対成長モデルである。また、より現実的な有限成長を表す絶対成長モデル (ロジスティックモデル等) から、条件によってはアロメトリーモデルが近似的に導かれることも知られている。しかし、一般には、有限成長の相対成長は両対数散布でも線形関係にならない。実際の生物でも、相対成長がアロメトリー式から外れる場合が少なくない。一方、特に貝殻形態に関して、不等成長を表現できる種々の理論形態モデルが提案されてきた。しかし、そうしたモデルは、マクロな成長や殻形状を記述するパラメータ値の個体発生変異によって不等成長を再現するにすぎず、絶対成長とは関係付けられない。また、ロジスティック方程式を使った有限成長的なモデルも存在するが、螺旋の動径が時間ではなく回転角の関数なので、等成長を実現できない。

本講演では、有限成長を表す絶対成長モデルに基づいて、不等成長する貝殻の個体発生軌道を表す理論形態モデルを新たに提案する。本モデルでは、巻軸の周りを楕円形の母曲線が拡大・回転・転移する古典的固定座標モデルをフレームワークとし、母曲線の中心が描く螺旋に沿った管で殻形状を表す。絶対成長を考慮する部位は、螺旋の動径、螺旋の長さ、母曲線楕円の二つの半径、螺旋の高さであり、これら 5 項目がそれぞれロジスティック成長する。各ロジスティック方程式は、初期値、内的増加率 (r)、変曲点のタイミング (T) の 3 種類の係数によって特徴づけられる。 r と T を成長終了時刻に対して相対的に定義すれば、成長ステップの幅によらずに殻形状の個体発生軌道を一意に指定できる。 r と T の値が全ての項目で同じなら、殻形状は等成長の対数螺旋形となり、螺旋の動径で基準化した 4 項目の初期値によって定まる。 r と T が項目間で異なると不等成長となるが、その差が小さいとアロメトリーモデルで近似できる。両対数スケールでの相対成長は、 T の差が大きいと下か上に凸の曲線となるが、 r の差が大きいと S 字曲線となる。

¹A theoretical morphologic model of determinant shell growth²Takao Ubukata (Kyoto Univ.)

A05

kaigara : 貝殻理論形態学 Python パッケージ¹
野下 浩司 (九州大・理)²

貝殻の理論形態モデルやそれを利用した理論形態学的な研究は多くおこなわれてきた (e.g. Raup 1966, McGhee 1980, Stone 1999)。しかし、理論モデルは公開されているもののそのコードが公開されていないために再利用性が低かったり、再現実験に多くの時間を要したりする。私自身これまでに新たな理論形態モデルを用いた解析方法をいくつか提案してきた (Noshita, 2014, Noshita et al. 2016) が、再利用は比較的近い分野の研究者にとってもハードルがある (Liew and Schilthuizen 2016)。

本発表では科学計算やデータ解析に広く用いられているプログラミング言語である Python から利用できるパッケージ kaigara を提案し、非専門家を含め貝殻の理論形態学モデルの利用を可能にした。kaigara は貝殻の理論形態学解析のために、理論形態モデル、モデル間の変換、計測データからのモデルパラメータの推定、可視化、などの機能を提供する Python パッケージとして開発する。現時

点では、理論形態モデルとして Raup モデル (Raup, 1962, 1966, 1967; Raup and Michelson, 1965) と成長管モデル (Okamoto, 1988) が、モデルパラメータの推定方法、モデルの可視化などの機能とともに実装されている。本発表ではこれらの利用方法と Notebook 形式でのデモを紹介し、簡便に利用できることを示す。

また、今後の開発に向けて追加することが望ましい理論形態モデルや解析方法、可視化方法、拡張性について議論したい。実際に理論形態解析をおこなう上では、単純な可視化やパラメータ推定だけでなく新たな理論形態モデルの提案や理論形態モデルの数理的な解析、その他の環境的、系統的、遺伝的、発生的情報などと組み合わせたデータ解析も求められる。既存の解析ツールなどとの連携を含め、理論形態学コミュニティに有用な開発の方向性を検討したい。

¹kaigara : a python package for theoretical morphology of molluscan shells²Koji Noshita (Kyushu Univ.)

A06

モグラ類の上腕骨における比較骨組織形態学：
ねじれに対する力学的応答¹
仲井大智 (名大・環)²

骨は力学的刺激 (外力) に応答し、最適な組織形態へ再構築される。この性質を化石骨にも応用できれば、骨組織形態から絶滅動物の姿勢や運動能力の復元が可能であると期待される。しかしながら、現生動物においても、行動生態と骨の組織形態を構造力学的に結び付けた研究例はほとんど報告がない。そこで本研究では、骨の力学的応答による組織形態を理解するため、モグラ類 (Eulipotyphla) の上腕骨を用いて、掘削によって生じるねじれに対する骨組織形態的特徴を報告する。モグラ類の中でも、ジャコウネズミは通常の四足歩行を行うが、モグラは哺乳類の中で最も掘削に適応した前肢をもち、上腕内旋運動を主動力とした特異的な掘削方法を採用している。本研究では、4 種のモグラ類 (*Mogera mogura* コウベモグラ：地中性、*Mogera imaizumii* アズマモグラ：地中性、*Urotrichus talpoides* ヒミズ：半地中性、*Suncus murinus* ジャコウネズミ：地表性) の上腕骨 (大円筋付着位置～肘関節の中央部) で薄片を作成し、偏光顕微鏡下でハバース管の走向を観察した。

M. mogura, *M. imaizumii* の上腕骨では、骨幹部のハバース管の走向が、骨格長軸に対して横ないし左巻き・右巻きらせんに分布していた。一方、*Urotrichus*, *Suncus* では、ハバース管はわずかに観察されたが、*Mogera* 属のような明瞭ならせん構造を示さなかった。ハバース管の走向は、最大主応力線に沿うことが知られており、*Mogera* 属上腕骨のハバース管のらせん走向は、掘削時の上腕の内旋運動で生じる最大主応力線の走向と整合的である。このことから、*Mogera* 属の上腕骨に見られる特異的なハバース管のらせん構造は、より深部の硬い土壌を掘削することで発生する強いねじれに応答し、形成されたものと考えられる。この骨組織形態は、上腕の内旋を主動とする掘削運動を復元する指標の一つになると期待される。そして、モグラ類の進化の過程で、土壌深部への進出がどの段階で起こったかを明らかにしていくことができると期待される。

¹Comparative bone histomorphology in humeri of moles (Eulipotyphla): the mechanical response to torsion.²Daichi Nakai (Nagoya Univ.)

A07

幾何学的形態計測法を用いた *Patagopteryx deferrariisi* (Avialae: Ornithuromorpha) の骨盤形態の比較解析¹

上田裕尋 (東大・理)²・Fernando E. Novas (Museo Argentino de Ciencias Naturales)³・真鍋真 (国立科学博物館)⁴・對比地孝亙 (国立科学博物館/東大・理)⁵

現生鳥類の骨盤形態は、その生態やロコモーションを反映していると考えられており、これまでその形態比較の結果を適用することで化石鳥類の生態推定が行われてきた。後期白亜紀の基盤的真鳥形類 *Patagopteryx deferrariisi* は、二次的に飛翔能力を失っていたと考えられている。本研究では、本種のほぼ完全な骨盤を含む標本 (MACN-N-11) のCTスキャン画像から得られた骨盤の3Dモデルを用いて、現生鳥類の骨盤と形態比較を行った。

得られたCTスキャン画像において、化石と母岩のコントラストは良好ではなかったものの、本標本においては従来確認されていなかった仙椎の前方部分が保存されていることが明らかになった。CT画像から作成した3Dモデルについて幾何学的形態計測を行い、現生鳥類の同様なデータを合わせてクラスター解析を行った。この結果、

本種の骨盤形態は走鳥類とは異なる一方で、クイナ類、サギ類、シギ類、キジ類、タカ類、フクロウ類などとクラスターを形成した。これらの鳥類では腸骨後翼が発達し、特にクイナ類やタカ類などは、*P. deferrariisi* と同様に腸骨後翼の外側に発達した突起が見られる。腸骨後翼は腸骨筋や尾腸大腿筋の起始部であり、地上走行性のクイナ類やキジ類、水辺で歩行するサギ類やシギ類、獲物の捕獲に後肢を用いるタカ類やフクロウ類では、それぞれこれらの筋肉が発達している。これは、様々な系統の鳥類において異なる生態に合わせて類似した骨盤形態が獲得されており、また同様な適応は基盤的真鳥形類の段階からすでに存在していた可能性が示唆された。さらに地上性という生態カテゴリーとしてまとめられる傾向のある走鳥類とその他の地上性鳥類は異なる適応戦略をとっており、今後の同様な解析においてそれらは区別する必要があると考えられる。

¹Comparative analysis of the pelvic morphology of *Patagopteryx deferrariisi* using the geometric morphometrics.

²Hirochika Ueda (Univ. of Tokyo), ³Fernando E. Novas (Museo Argentino de Ciencias Naturales), ⁴Makoto Manabe (Nat'l. Mus. Nat. Sci), ⁵Takanobu Tsuihiji (Nat'l. Mus. Nat. Sci./Univ. of Tokyo)

A08

日本列島でみつかるとマカク化石は全てニホンザルか？
：下顎第3大臼歯の幾何学的形態解析法による種判別の有効性¹
浅見真生(京大・霊長研)² 高井正成(京大・霊長研)²

マカク属 *Macaca* は、北アフリカの一部と南～東南アジアを中心に熱帯域から冷温帯域まで最も広範囲に分布するヒト以外の霊長類である。アジアに分布する約20種は尾や生殖器の形態からカニクイザル種群、トクマカク種群、シシオザル種群の3つに分けられている。マカク属の化石はアジアやヨーロッパの更新世以降の洞窟堆積物などから大量に見つかっており、ニホンザル (*M. fuscata*) の化石も各地から報告されている。演者の一人である高井は、中国南部の広西壮族自治区の前期～後期更新世の洞窟堆積物から数千点を超える遊離歯化石を報告し、その中に少なくとも4種類のマカクが存在していたことを明らかにした。少なくとも前期更新世の前半に東アジアにおいてマカク属が十分に適応放散していたと考えられる。一方で、遊離歯化石については進化史が短いため歯の形態が非常に似ており、これまで属以下のレベルで同定する有効な手法はなかった。したがって複数種が同所的に生息していた大陸の産地の遊離歯化石については、現生種との系統関係は確定できていなかった。日

本からみつかるとマカク化石もその大部分が遊離歯化石であり、日本でみつかったという理由だけでニホンザルとして同定されてきた。

本報告では、これらの日本列島からみつかったマカク遊離歯化石のうち、歯の形態が最も複雑で咬耗の程度が低い下顎第3大臼歯の歯冠咬合面の形態を幾何学的形態解析法で解析し、種群レベルあるいは種レベルで他のマカクザルと区別できるか検討した。解析したのは、静岡県岩水寺や山口県秋吉台洞窟などでみつかった後期更新世～完新世の化石のうち、咬耗の少ない標本10点である。咬合面の形状を3Dレーザースキャナーで計測した後、3D Rulerを用いてデータを取得し、統計ソフト (R, MorphoJ) を用いて3次元形状と歯冠のアウトラインの2次元形状を解析した。咬頭の高さやハイポコニクリッドを中心とした遠心部の形状の違いから種群の分別できる可能性が高いことが示された。

¹Are all macaque fossils found in Japan a Japanese macaque?

：The effectiveness of species discrimination using Geometric Morphometric analysis of mandibular third molar ²Mao Asami (Kyoto Univ. PRI), Masanaru Takai (Kyoto Univ. PRI)

A09

神経棘の機能形態に基づく非鳥類型獣脚類の肩帯位置の復元¹
宇津城達平 (北大・理)²・小林快次 (北大・博)³

獣脚類恐竜における二足歩行の獲得は、前肢が体重を支える役割から解放されることで、前肢を用いた採餌・求愛行動や翼の獲得による飛翔化の進化を可能とした。獣脚類における前肢の機能形態学的研究は、主に肩帯を除いた前肢形態(関節の可動域・爪の形態)について進展してきた一方で、その機能に大きく影響を与える体幹における肩帯位置とその角度には正確な復元方法が存在しなかった。そこで本研究では、現生種において肩帯を支える神経棘の形態と、肩帯の重心となる関節窩の体幹部における位置の関連性に注目し、肩帯位置の推定方法を構築した。また、この手法を非鳥類型獣脚類に応用し、その肩帯の位置を推定した。

非飛翔性主竜類を対象として、ワニ類4種5個体(四足歩行)と現生鳥類(二足歩行・古顎類)3種10個体の仙椎前方の椎骨における各神経棘の形態(幅・厚さ・高さ)を測定した。神経棘を直方体の片持ち梁に近似し、各神経棘における断面係数を高さで割ったものを、側方の曲げモーメントへの強さ (resistance to lateral bending moment: RBM) として算出した。その結果全7種の内、ダチョウの

みが関節窩直上の神経棘のRBMが著しく大きくなる傾向を示した。比較した3種の鳥類の内、ダチョウのみが肩帯を支える菱形筋と広背筋の起始を神経棘に持っており、関節窩直上の神経棘に肩帯の重量がかかるために、RBMが大きくなる必要があったと考えられる。また解剖による観察から、ダチョウの関節窩と菱形筋が付着する肩甲骨のブレード部の基部が背腹軸上に一直線に並ぶことがわかった。これにより、肩帯が回転せず安定して支えることができると考えられる。

上記の手法を非鳥類型獣脚類6種に応用した結果、その全てがダチョウに類似したRBMの傾向を持つことが判明した。この結果を関節窩の位置推定に適用した場合、最基盤の *Allosaurus* では最も後方に肩帯が位置し、最派生の *Gobivenator* で最も前方に肩帯が位置していた。さらに肩甲骨の形態から、後者の方が肩甲骨のブレード部が鳥類に近い水平方向を向いていたことが示唆された。これらから、非鳥類型獣脚類の段階の進化において、肩帯位置は前方へ移動し、体軸に対して肩帯は垂直から水平方向へ回転することで、鳥類型の肩帯が獲得されていったことが示唆された。

¹Reconstruction of a position of pectoral girdle in non-avian

A10

鼻腔構造にもとづく非鳥類恐竜類の代謝状態の解明¹
 多田誠之郎 (東大・理)²・松本涼子 (神奈川県)³・
 花井智也 (未来館)⁴・岩見恭子 (山階鳥類研)⁵・
 富田直樹 (山階鳥類研)⁶・對比地孝亘 (科博/東大)⁷

脊椎動物は、代謝生理学的に外温性(≡冷血・変温)と内温性(≡温血・恒温)の二つに大別される。祖先状態である外温性から内温性への大きな変化が非鳥類恐竜類から鳥類へと進化する系統上で起きたとされるが、その具体的なタイミングや要因は明らかでない。本研究は、新たに鼻腔の構造をもとに化石種の代謝状態を推定することを目的とした。

現生の内温動物である鳥類と哺乳類は、独立に内温性を獲得したにもかかわらず、いずれも鼻腔内部に鼻甲介という渦巻状の突起を収斂的に獲得している。鼻甲介は熱や水分の保存に役立ち、生理学的に重要な役割を果たす構造であると解釈されている。鼻甲介自体は恐竜類の化石記録に残らないが、その構造の有無は鼻腔のサイズに影響を及ぼすと考えられる。そのため、鼻腔サイズを計量して比較することで、内温性と外温性の種間で差を見出せる可能性がある。

そこで本研究では、現生有羊膜類 45 体の頭部標本について、CT

スキャンデータから鼻腔を三次元構築して体積と表面積を計測し、内温性と外温性の間で比較した。その結果、頭骨体積に対する鼻腔の相対的な体積と表面積について、内温動物が外温動物より有意に大きな値を取ることが明らかになった。

この指標の化石種への応用として、非鳥類恐竜類のペロキラプトル *Velociraptor* について、変形の少ない標本の CT データから、鼻腔の存在し得た領域を鼻腔の最大値として復元し、そのサイズを現生種の値と比較した。その結果、この恐竜種は内温性と外温性のちょうど中間位置にプロットされた。このことから、鳥類に極めて近い非鳥類恐竜類の段階においても、現生鳥類のような完全な内温性は達成されていなかった可能性が示唆された。

¹Inference on the metabolic status of non-avian dinosaurs based on the size of nasal structures

²Seishiro Tada (Univ. of Tokyo), ³Ryoko Matsumoto (Kanagawa Prefectural Mus. of Natural History), ⁴Tomoya Hanai (National Mus. of Emerging Science & Innovation) ⁵Yasuko Iwami & ⁶Naoki Tomita (Yamashina Inst. for Ornithology), ⁷Takanobu Tsuihiji (National Mus. of Nature & Science/Univ. of Tokyo)

A11

アズダルコ科翼竜 *Tupuxuara* の神経解剖学的研究¹
 河部壮一郎 (福井県大・恐竜研)²・Fabien Knoll (ARAID-FCPTD)³

翼竜は動力飛行を維持することができた最初の脊椎動物であり、その脳形態は同様に飛行能力の高い鳥類のものと似ていることが指摘されている。系統的に遠い関係にあるこれらの分類群において、中枢神経系や感覚器を詳細に比較することは、運動様式が神経系や器官の進化にどのような影響を与えてきたのかを明らかにするうえで非常に重要である。しかし、翼竜の脳や内耳に関する情報は非常に限られており、特に派生的な翼竜における研究は乏しい。そこで、本研究では派生的な翼竜であるアズダルコ科 *Tupuxuara* の頭骨の CT スキャンを行い、その脳と内耳の形態を、三次元幾何学的形態計測法などを用いて現生鳥類のものと比較した。

その結果、*Tupuxuara* の脳形態は現生鳥類のものと非常に似ていることが明らかになった。特に、視覚と関係のある脳領域である視葉の大きさは、現生鳥類のものとはほぼ同じであった。頭部姿勢の制御能力と関係があると言われている小脳片葉については、現生鳥類より有意に大きいこともわかった。体の平衡や姿勢、運動機能の調整を司る小脳は、基盤的な翼竜のものと比べてより背側に発達して

おり、翼竜の進化を通して小脳が拡大していったことを示している。

視線の安定性と関係のある三半規管について、その発達程度は現生鳥類に見られるバリエーションの範囲内であり、非常に発達していることが明らかになった。一方で、可聴音域と相関があると言われている蝸牛管の長さは、現生鳥類のものより比較的短いことがわかった。

これらのことから、*Tupuxuara* は現生鳥類ほど広い音域を開き分けることができなかったものの、視力がよく、視線や頭部を安定させる能力もとても高かったと考えられる。このように、*Tupuxuara* の脳と内耳は全体的に現生鳥類のものと非常によく似ており、高度な飛行能力を独立して進化させたこれら 2 つの分類群における中枢神経系と感覚器の平行進化を示すものである。

¹Nuroanatomy of the Azhdarchoid pterosaur *Tupuxuara*

²Soichiro Kawabe (Fukui Pref. Univ.), ³Fabien Knoll (ARAID-FCPTD)

A12

ミャンマー中部で発見された後期中新世初頭の
 大型ホミノイド化石 (予報)¹
 高井正成 (京都大・霊長研)²・中務真人 (京都大)³・タウンタイ (ヤンゴン大)⁴・江木直子 (国立科博)⁵・ジンマウンマウンティン (マンドレー大)⁶・河野礼子 (慶応大)⁷・楠橋直 (愛媛大)⁸

ミャンマー中部に分布する後期中新世初頭の地層から発見された大型ホミノイド化石の予備的解析の結果を報告する。対象とする化石 (IR-5555) はマグウェー市の南約 50km にあるテンビンガン地域で、2018 年に村人が農作業中に発見した。現地地質調査の結果、化石が出土した層準はミャンマー中部に広範囲にわたって分布するイラワジ層最下部にあたり、共産する哺乳類化石相からその年代は約 900~850 万年前と推定された。

IR-5555 は現生のオスのゴリラ程度の大型ホミノイドの右上腕骨遠位端 (肘) の化石で、多少の磨耗痕はあるが関節部などの保存状態は良好である。尺骨との関節部が滑車状であることからホミノイド (ヒト上科) と同定された。滑車部が幅広く上腕骨小頭は球形に近い。前面の鉤突窩が深いのに対し後面の肘頭窩はやや浅く、その外側縁が比較的低い。上腕骨後面外側部が厚く非常に広い。内側

上縁はやや後屈し、比較的短い。現生大型類人猿の共有派生形質とされる滑車上縁稜の切痕が存在するが、現生オランウータンに見られるような滑車凹部の極端なくびれや発達した外側上縁は見られない。また、ほとんどの現生霊長類に見られる小頭遠位部の外側後面の斜行辺縁稜が存在しない点が特徴的である。

全体的に IR-5555 は比較的原始的な大型類人猿の特徴を保持しており、その巨大なサイズから地上性の四足歩行者と考えられる。しかし現生ゴリラで見られるようなナックルウォーキングに適応した特徴は観察されない。シワリク層からみつがっているシバピテクスと比較したところ、中型種の *Sivapithecus sivalensis* の標本とは明らかに違っているが、大型種の *S. parvada* とはいくつか類似している点がある。今後のより詳細な検討が必要である。

¹Preliminary analysis of a large hominoid fossil discovered from the early Late Miocene site in central Myanmar.

²Masanaru Takai (Primate Res. Inst., Kyoto Univ.), ³Masato Nakatsukasa (Kyoto Univ.), ⁴Thaung-Htike (Yangon Univ.), ⁵Naoko Egi (National Science Museum), ⁶Zin-Maung-Maung-Thein (Mandalay Univ.), ⁷Reiko Kono (Keio Univ.), ⁸Nao Kusuhashi (Ehime Univ.)

A13

モロッコ Ouled Abdoun 盆地上部暁新統から産出した
“哺乳類”化石¹

松井久美子 (九州大学・総合研究博物館)²

・木村由莉 (国立科学博物館)³

モロッコ王国Khouribga 地域のOuled Abdoun 盆地は白亜紀から始新世の海成層が連続的に見られることで知られている。その中でも、特に白亜紀Maastrichtian 期から始新世Ypresian 期の堆積物からなるリン酸塩質堆積岩体は非常に多くの脊椎動物化石を産出することで知られ、基盤的な有胎盤類の進化を考える上で重要である。

国立科学博物館には、Ouled Abdoun 盆地に分布する上部暁新統のPhosphorite Bed II から産出した化石が「哺乳類 (mammalian indet.) の上顎骨」として登録されている。同化石には舌側側に平坦な歯が直線的に6 本に並んでおり、各々の歯がそれぞれわずかに重なり合っている。いずれも2 咬頭であり、一般的な哺乳類に見られる異性歯性や複数の咬頭などの特徴が見られない。そこで、本標本の同定に必要な形質を取得するため、X 線CT スキャンを用いて内部形態の観察を併せて実施した。断面画像の観察の結果、機能歯の直下に交

換歯があり、機能歯は主竜類や哺乳類に見られるような槽歯性であるものの骨性結合によって歯槽骨に付着することがわかった。これらの特徴から、本標本は少なくとも哺乳類の下顎骨ではないことが明らかとなった。正確な同定のために、Ouled Abdoun 盆地から産出報告がある骨性結合の歯列を持つ脊椎動物化石 (軟骨魚類、硬骨魚類、爬虫類) と比較した。その結果、扁平で一列に並ぶ哺乳類型の歯などの特徴から、本標本は絶滅硬骨魚類の一群であるPycnodontiformes の Serrasalmimidae 類に属する *Serrasalmimus secans* の右鋤骨であると同定された。

Pycnodontiformes には700 種以上の種が知られているが、これまで、歯の交換が行われていた確かな証拠を示すものは知られていなかった。*S. secans* は Pycnodontiformes として初めて歯の交換をしていたことが確認された種となった。これまでの研究で *S. secans* はピラニアのような肉食性であったことが知られており、肉食性哺乳類の裂肉歯に似た機能を独立的に獲得していた可能性も考えられる。

¹ A “mammalian” fossil from the Upper Paleocene of the Ouled Abdoun Basin in Morocco. ² Kumiko Matsui (The Kyushu Univ. Mus., Kyushu Univ.), ³ Yuri Kimura (National Mus. of Nature and Sci.).

A14

久慈層群玉川層より産出したリンドホルメミス科のカメ類¹

平山 廉 (早稲田大学・国際教養学部)²

岩手県久慈市小久慈に分布する久慈層群玉川層のボーンベッド (後期白亜紀チューロニアン世) からは、これまで2000 点を超える脊椎動物化石が発見されている。その多く (総計 831 点) はカメ類であり、大半は遊離した甲羅である。

2019 年 8 月 11 日に発見された左上腹甲 (OSD 2648 : 81.7 mm 長、76.02 mm 幅) は、背甲長約24 cm と推定される玉川層では小型のカメ類である。当該標本は、以下の特徴を有する。

- 1 : 肋板と接合する腹甲柱の多くは欠損しているが、その基部が顕著に肥厚することから、腹甲柱の発達には著しかったと類推される。
- 2 : 鱗板溝は明瞭であり、深さや幅が顕著である。
- 3 : 甲羅表面は平滑で彫刻を欠く。

これらの特徴は、玉川層に多産するスッポン上科 (アドクス科、スッポン科、およびスッポンモドキ科) には認められない。東アジアの白亜紀陸生カメ類で上記の特徴を持つのは、基盤的なリクガメ上科

であるリンドホルメミス科に限定される。また当該標本では、第1 および第2 下縁鱗が大きく発達しているが、これはリクガメ上科の中でもリンドホルメミス科のみに認められる旧形質である。したがって、当該標本はリンドホルメミス科であると考えられる。なお当該標本では、肩鱗と腹鱗の境界溝が外側に向かって顕著に前方に突出するが、これは既知の同科のタクサには知られていない形質である。したがって、当該標本は未知の分類群である可能性が高いと考えられる。

これまで玉川層など日本国内のリンドホルメミス科とされた資料は、肋板や縁板などの断片的な背甲であることから本科の存在は不確実なものであったが、今回の発見により玉川層におけるリンドホルメミス科の存在が確定的になったと言える。リンドホルメミス科は、多様性に乏しい側系統群と考えられてきたが、当該標本の発見は本科の形態的な多様性を示唆する貴重な資料であると思われる。

¹ Lindholmemydid turtles (Order Testudines: Family Lindholmemydidae; Superfamily Testudinoidea) from the Late Cretaceous Tamagawa Formation of Iwate Prefecture, Japan.

² Ren Hirayama (SILS, Waseda University)

A15

北海道上部白亜系蝦夷層群のプリオサウルス類首長竜¹

佐藤たまき (東京学芸大)²・疋田吉識 (中川町自然誌博)³・新村龍也 (足寄博)⁴・越前谷宏紀 (北大博)⁵・添田雄二 (北海道博)⁶

北海道の上部白亜系蝦夷層群からは首長竜類などの多くの海生爬虫類化石が産出するが、プリオサウルス類の報告例は非常に少なく、これまでに記載されている標本は 1970 年に報告された単離した歯冠1 点に留まる。本発表では、未記載の蝦夷層群産のプリオサウルス類化石3 点について報告する。

未記載標本の1 点は、1994 年に中川郡中川町のセノマニアン露頭から採集され、同町自然誌博物館に寄贈された下顎骨枝 mandibular ramus の一部である。歯骨 dentary・角骨 angular・夾板骨 splenial からなり、萌出している下顎歯はいずれも歯槽に埋め込まれた歯根しか残されていないが、未萌出歯の歯冠断面が観察され、上顎歯の歯冠先端部が下顎歯列付近に付着している。

蝦夷層群産プリオサウルス類標本の中で最も保存部位が多い標本は、羽幌町羽幌川上流白地畝沢の白地層模式地で複数の転石として採集された北海道大学総合博物館の所蔵標本で、年代はチューロニアンと考えられる。先行研究として竜骨群集の分析と予察的な分類

学的検討があるが未記載であるため、本研究で記載した。頭骨の断片 (眼窩周辺と上顎吻部)、9 本の単離した歯、胴椎1 点、部位不明の椎体1 点、肋骨及び腹肋骨の断片複数、腸骨と恥骨 (?) の断片、指骨2 点を含み、著しい生物浸食 bioerosion を受けている。

このほか、1983 年に北海道開拓記念館 (現・北海道博物館) に寄贈された標本があり、歯槽の断片と7 本の単離した歯を含む。小平町達布で転石として採集されたものであるが、産出層準の特定は困難である。

これらの蝦夷層群産のプリオサウルス類化石はいずれも断片的であるため、属や種の同定には至らない。しかし、環太平洋エリアでの化石記録が非常に乏しい後期白亜紀のプリオサウルス類の地理的・時間的分布を示す貴重な標本である。

¹ Pliosauroid fossils from the Upper Cretaceous Yezo Group of Hokkaido

² Tamaki Sato (Tokyo Gakugei Univ.), ³ Yoshinori Hikida (Nakagawa Mus.), ⁴ Tatsuya Shinmura (Ashoro Mus.), ⁵ Hiroki Echizenya (Hokkaido Univ. Mus.), ⁶ Yuji Soeda (Hokkaido Mus.)

A16

兵庫県丹波地域の下部白亜系篠山層群から産出した
獣脚類恐竜の歯化石の分類学的帰属に関する予察的報告¹
久保田克博・三枝春生・池田忠広 (兵庫県博・兵庫県大)²

兵庫県丹波地域に分布する下部白亜系 (Albian) 篠山層群大山下層からは竜脚類をはじめ、トロオドン科やネオケラトプス類の骨格化石のほか、遊離した獣脚類の歯化石が報告されている。これまでにティラノサウルス上科の前上顎歯とテリジノサウルス類の側歯が識別されたが、それ以外の獣脚類の歯化石については十分な検討がなされていなかった。本研究ではこれまでに採取された獣脚類の歯化石の分類学的帰属について予察的な検討を行ったので、報告する。

今回検討した獣脚類の歯化石は丹波市山南町上滝と丹波篠山市宮田および大山下から採取された 100 点以上の資料のうち、保存良好な 23 点である。これらにつき形態的特徴を精査した結果、後述する 4 つの形態型を含むことが明らかになった。形態型 A は 15.7–35.1 mm の歯冠高をもち、披針形の歯冠基部断面を示す。鋸歯を伴う切縁は近心側の歯冠基部で舌側に寄り、遠心側で唇側に偏り、鋸歯数は 5 mm につき近心側で 16.3–20.0、遠心側で 16.0–24.0 である。形態型 B は 7.8–11.4 mm の歯冠高をもち、8 の字型の歯冠基部断面を示す。

近心側と遠心側の鋸歯の長さの比は 1.20–1.45 である。歯冠の唇側面には基部から歯冠の半分の高さの範囲に窪みがある。形態型 C は歯冠高が 2.8–2.9 mm と小さく、歯冠の基部に括れがみられる。鋸歯は近心側で欠き、遠心側ではフック状を示す。形態型 D は 19.0–29.1 mm の歯冠高をもち、歯冠基部比が 0.69–0.83 および歯冠高比が 2.43–2.83 と他の形態型に比べて大きい値を示す。それぞれの形態型がもつ形質の組み合わせに基づき、A はティラノサウルス上科、B はドロマエオサウルス科、C は基盤的な恐竜類、D はマニラプトル形類を除く獣脚類に帰属する。しかし基盤的な恐竜類の産出は三畳系に限られるため、C の帰属の決定には更なる検証が必要である。

今後は上記および未検討の篠山層群産の獣脚類の歯化石に関する詳細な形態比較を進めることで、同層群における獣脚類の種多様性および生態系の解明を進める。

¹Preliminary report on taxonomic assignments of theropod teeth from the Lower Cretaceous Sasayama Group in Tamba Area, Hyogo Prefecture, Japan

²Katsuhiro Kubota, Haruo Saegusa, Tadahiro Ikeda (Museum of Nature and Human Activities, Hyogo/University of Hyogo)

A17

脊椎骨によるワニ類の体長推定：性成熟・種最大長への示唆¹
飯島正也（クレムソン大・生物科学，名大・博物館）²・久保泰
（東大・博物館）³

種固有サイズである性成熟サイズや種最大サイズは、その種の生理や生態を知るために欠かせない。しかし、絶滅種では非破壊的手法による骨格成熟度の評価が難しく、種固有サイズを推定する非破壊的手法は、ほとんどの分類群で確立されていない。

本研究では、ワニ類の脊椎骨からその個体の絶対体長、およびその個体が属する種の性成熟長と最大長の推定手法を提唱する。まず、現生ワニ 18 種の頸椎～前方尾椎の椎体長を計測し、体長と椎体長の関係をモデル化した。次に、性成熟長、種最大長と神経弓椎体結合の縫合タイミングを関係づけた。最後に、現生ワニで確立した推定モデルを絶滅ワニ形類に当てはめ、化石個体の絶対体長と種の性成熟長、最大長を推定した。

現生ワニでは、神経弓椎体結合は尾椎から頸椎に向かって順に縫合し、尾椎より前方（仙椎、後方胴椎）の縫合は性成熟直後に起きていた。また、種の性成熟長（尾椎より前方の脊椎が縫合する最小サイズ）と種の最大長は相関していた。この関係を利用して、神経

弓椎体結合の縫合程度から、その個体が性成熟の前か後かを判別し、絶滅種の最大長の上限を性成熟後の個体サイズから、最大長の下限を性成熟前の個体サイズから推定することができる。

絶滅ワニ形類の体長推定を行ったところ、米国テキサス州上部白亜系の *Deinosuchus riograndensis* は絶対体長 7.7 m、テキサス州下部白亜系の *Pachycheilosuchus trinquei* は種最大長 < 1.7 m の矮小種であった。また、米国ワイオミング州始新統の *Crocodylus* は、種最大長の違いから 2 種に分けられる可能性¹がある。

本手法を広くワニ形類に適用する場合は、ワニ類と同様の 1) 脊椎数、2) 体形、3) 神経弓椎体結合の縫合タイミングといった前提条件を確認する必要がある。ワニ形類の脊椎数は、一般的に頸椎 7-9、胴椎 13-17、仙椎 2-3 つであるが、一部タクスはこのトレンドから外れる。体形に関しては、一部ノトスクス類が非常に短い尾をもつため本手法を適用できない。神経弓椎体結合の縫合タイミングは、骨組織学研究と併せて今後精査する必要がある。

¹Vertebrae-based body length estimation in crocodylians and its implication for sexual maturity and the maximum sizes

²Masaya Iijima (Clemson Univ., Nagoya Univ.), ³Tai Kubo (Univ. Tokyo)

A18

車軸関節の分類・再定義と進化的意味¹
大塚則久（古脊椎動物研究所）²

絶滅動物の姿勢や運動の復元には関節の形状の観察と解釈が重要である。関節の分類は人体解剖学の靱帯学に記載されている。ここでは車軸関節の例として、環軸関節と上/下橈尺関節があげられているが、定義とは必ずしも一致しない。変形のないバネオパロドキシアの近位手根骨を橈尺骨と関節させた結果、いわゆる車軸関節には 2 種類の異なる関節が混在していることが認められた。そこで、関節頭と関節窩がひと組とふた組の車軸関節を、それぞれ I 型と II 型にわけることとした。

I 型車軸関節：ほとんどの哺乳類の環軸関節、ゾウの手根中央関節。

II 型車軸関節：霊長類と食肉類の上/下橈尺関節、大型有蹄類の前腕手根関節、霊長類の距踵関節。

ヒトの前腕の回内と回外は、爬虫類の側方型体肢の前腕のねじれに由来し、霊長類の樹上生活で発展したものである。食肉類の前腕のねじれは鉤爪で獲物を捕えるためのもので、霊長類ほど完全では

なく、橈骨頭が円形ではなく楕円形である。いっぽう尺骨頭の形は円錐形で、霊長類では平坦である。近位手根骨では食肉類で舟月骨に中手骨からの力がすべて集中するのに対し、霊長類では三角骨と尺骨頭の間に関節円板があり、手首での尺屈が可能となっている。支持と歩行に特化して前腕がねじれない有蹄類では、手足の接地点の重心接近により前腕が内転する結果、手首に車軸関節が生じた。偶蹄類の距骨は二重滑車として知られ、走行に適応した蝶番関節である。いっぽう霊長類の距踵関節は登攀に適応した車軸関節で、木に登るさいに左右の足底を向き合わせる内反ができる。こうして下腿には外反専用の腓骨筋群が生じたものとみられる。

以上のように車軸関節が手首や足首に集中するのは、自由肢の基脚、中脚と支持基体に接する末脚の手・足の間をつなぐ手根骨・足根骨の骨化の遅れに関連し、ヒトの発生における遅延は古生代の両生類化石における欠如の反復とみられる。また、異なる種類で生息地、歩行様式、食性と手足のいくつかの別の器官の形、運動などの相関は、相関進化の法則の実例といえる。

¹Classification, redefinition and evolutionary implications of the trochoid joint.

²Norihisa Inuzuka (Palaeo-Vertebrate Laboratory)

A19

福井県大野市の手取層群伊月層から新発見の“三錐歯類”（哺乳類）化石とトリティロドン類（非哺乳類キノドン類）の新標本¹
宮田和周（福井恐博）²・酒井佑輔（大野市教委）³・中山健太郎⁴・中田健太郎⁵・藺田哲平⁶（福井恐博）^{4,6}・長田充弘（原子力機構）⁷

福井県大野市の手取層群上部の伊月層は、植物および軟体動物化石の既報（Sakai et al., 2020 *Cret. Res.*）に加え、本層中部の砂岩から得た最若ジルコン粒子の U-Pb コンコーディア年代値 127.2 ± 2.5 Ma (2σ) の報告があり（Kawagoe et al., 2012 *Mem. Fukui Dino. Mus.*），その時代を Barremian とする可能性が指摘されている。近年では、多様な脊椎動物化石が本層下半部から報告され（平山ほか，2020 *早稲田国際教養紀要*など），獣脚類および鳥脚類の恐竜，コリストデラ類，トカゲ類，シンチャンケリス科や基盤的スッポン類などのカメ類，シナミア科魚類，いわゆる“哺乳類型爬虫類”のトリティロドン類が本層の動物相に含まれる。これらは手取層群の古脊椎動物相の多様性と層序対比において重要な資料となろう。

本報告の“三錐歯類”化石は荒島岳東方の伊月層下部から発見された、3本の類歯が植立する左歯骨の一部である（長さ約14 mm）。CT による画像観察では、保存されている最前の歯の後方に脱落歯の

歯槽と、最後方の歯の後ろにも歯槽が見られるうえ、メッケル溝も確認できる。類歯の歯冠それぞれは、前後直線上に並ぶ三主咬頭（前から順に c, a, b）があり、明瞭な歯帯は無い。部分的な黄鉄鉱化のために詳細な形態の判断が困難だが、最前の歯はやや小さいものの、大臼歯型を呈する p4 もしくは m1 の可能性が、後方 2 本の大臼歯（m2-3、もしくは m3-4）は高い咬頭 b に加え、歯冠前縁と後縁に明瞭な副咬頭（e と d）を持つ。大臼歯間に明瞭なインターロック構造はない。国内では未記載の種だが、新種であるかは検討を要する。一方、トリティロドン類はこれまで本層から切歯のみが知られていたが、遊離した右下顎類歯の追加標本が得られた。類舌幅に比べて前後長（約 7.5mm）のある四主咬頭の歯冠で、その形状とサイズは、桑島層から記載された *Montirictus kuwajimaensis* の大型タイプに類似する。伊月層からはさらなる追加標本が期待でき、年代を含めた本層の解析を進める計画にある。

¹A triconodont mammal and a tritylodontid (nonmammalian cynodonts) fossils from the Itsuki Formation, Tetori Group, Ono, Fukui, central Japan

²K. Miyata (FPDM), ³Y. Sakai (Ono City Board of Education), ⁴K. Nakayama, ⁵K. Nakada, ⁶T. Sonoda (FPDM) ^{4,6}, and ⁷M. Nagata (JAEA)

A20

福井県大野市九頭竜地域の下部白亜系手取層群伊月層より
産出する脊椎動物化石¹酒井佑輔 (大野市教育委員会)²・真鍋 真 (科博)³・松本涼子
(神奈川県博)⁴・藪本美孝 (北九州自然史博)⁵・平山 廉 (早稲田
大・国教)⁶

手取層群は、福井、石川、岐阜、富山、新潟県に分布する上部ジュラ系および下部白亜系である。福井県大野市九頭竜地域の手取層群産脊椎動物化石については、他地域と比べると情報が少なく、詳細な検討が十分になされていない。そのため本研究では、九頭竜地域の下部白亜系手取層群伊月層より産出する脊椎動物化石について報告する。

九頭竜地域における脊椎動物化石は、石徹白川地域の谷山谷沿いの林道に露出する伊月層および上半原地域の林谷周辺の林道に露出する同層より採集されている。伊月層の年代は、概ね Hauterivian から Barremian の範囲とする見解が支持されている。これらの露頭では、これまでに化石愛好家により化石採集が行われ、1996 年～2015 年の間で以下の脊椎動物化石が発見されている。

硬骨魚類：Sinamia 属魚類のものと考えられるガノイン鱗 (OMFJ

V-3: 谷山谷産, OMFJ V-19: 林谷産) および尾鰭の鱗条 (OMFJ V-22: 谷山谷産); 真骨魚類: 円鱗 (OMFJ V-21: 谷山谷産); トリティロドン類: 形態的に手取層群桑島層から産出している *Montirictus kuwajimaensis* の切歯によく似た歯 (OMFJ V-11: 谷山谷産); カメ類: 基盤的なスッポン上科と属種未定のシンチャンケリス科の甲羅, 科属種不明の烏口骨, 中足骨, 肩甲骨 (平山ほか, 2020); トカゲ類: 仙椎 (OMFJ V-14: 谷山谷産), 上腕骨 (OMFJ V-17: 林谷産); コリストデラ類: 胴椎 (OMFJ V-98: 谷山谷産), 尾椎 (OMFJ V-13: 谷山谷産); イグアナドン科: 右上顎骨歯 (OMFJ V-15: 林谷産, OMFJ V-16: 林谷産)。

これらの脊椎動物化石の発見は、九頭竜地域の手取層群産脊椎動物化石相の多様性の解明の一助となることが期待される。

¹ Vertebrate fossils from the Lower Cretaceous Itsuki Formation of the Tetori Group in the Kuzuryu district, Ono City, Fukui Prefecture, central Japan

² Sakai, Y. (Ono City Board of Education), ³ Manabe, M. (Nat. Mus. Nat. Sci.), ⁴ Matsumoto, R. (Kanagawa Pref. Mus. Nat. Hist.), ⁵ Yabumoto, Y. (Kitakyushu Mus. Nat. Hum. Hist.), ⁶ Hirayama, R. (Waseda Univ.)

A21

手取層群伊月層 (福井県大野市) の鳥脚類歯化石¹柴田正輝 (福井県大・恐研)²・酒井雄輔 (大野市教育委員会)³・
中田健太郎・関谷 透・築地祐太・安里開士 (福井恐博)⁴

手取層群は、本邦の前期白亜紀の恐竜動物群として、他地域と比較できるほど豊富に恐竜化石が産出している唯一の地層群である。石川県の桑島層や福井県の北谷層が代表的な産地であるが、今回、大野市の荒島岳東方に露出する伊月層から新たに鳥脚類の歯化石が 2 点産出したので、ここに報告する。

発見した鳥脚類歯化石 2 点は、同一層準から産した。1 点は摩耗が著しく、歯の位置の特定は困難であった。他方、新たに発見された標本 (以降、第 2 標本) は、脱落歯ではあるが、歯根の一部が保存されており、右上顎骨歯であると同定できる。さらに、歯冠基部の歯根に後継歯が嵌まり込んでいた痕跡がないこと、第 1 稜線が 2 分するエナメル質で覆われた歯冠部 (頰側) の片側に数本の稜線が発達していることなどから、イグアナドン類の右の上顎骨歯であると言える。

イグアナドン類の上顎骨歯は、一般的に、進化的な種ほど表面 (頰側のエナメル質部) の装飾が単純で、第 1 稜線のみが発達する。しかし、前期白亜紀のいわゆる原始的なグループでは、第 1 稜線の近心側表面に 1 本ないし複数本の弱い稜線を保持している。第 2 標本に見られるこの特徴は、本邦では、立川層や桑島層で産出した標本に類似する。このことは、産出年代と調和的である。一方、北谷層のフクイサウルスは、歯冠部の頂部周辺に限定的に見られるという点で異なっている。

本標本産地周辺では、多くの軟体動物化石をはじめ、単弓類の歯化石など多様な動物化石が発見されており、今後の発掘調査による古環境も含めた詳細な研究が期待される。

¹ Ornithopod teeth from the Lower Cretaceous Itsuki Formation, Tetori Group (Ohno City, Fukui Prefecture)

² Shibata Masateru (Inst. of Dinosaur Res., Fukui Pref. Univ./Fukui Pref. Dino. Museum), ³ Sakai Yusuke (Ono City Board of Education), ⁴ Nakada Kentaro, Sekiya Toru, Tsukiji Yuta, Asato Kaishi (Fukui Pref. Dino. Museum)

A22

島根県産中新世ワニトカゲギス目魚類について¹藪本美孝 (北九州自然史博)²・野村律夫
(島根大)³

島根県松江市宍道町上米町から産出したワニトカゲギス目に属すると考えられる化石について報告する。産出層は久利層 (約 16Ma) の泥岩層で、中期中新世の海成層である。

化石は 1 個体で、カウンターパートを伴う。頭部前半と尾部を欠くものの脊椎骨や肩帯、鱗、発光器が保存されている。

この化石は体側に多数の発光器があること、斜めに並ぶ発光器がないこと、胸鰭後端が背鰭基底中央部に達しないことからワニトカゲギス目に属するものと考えられる。

ワニトカゲギス目はヨコエソ亜目とギンハダカ亜目からなるが、本化石は背鰭の前に骨質の背刀がないこと、臀鰭起部が背鰭起部より後方にあること、長い鰓耙があること、体に六角形の鱗状紋がないことからギンハダカ亜目のギンハダカ科に属するものと考えられる。現生ギンハダカ科は 6 属が知られている。本化石は発光器が密に並ぶこと、体側発光器が 2 列であること、尾部発光器が 1 列であり、全て同じ高さであること、体側発光器と尾部発光器の間がわずかに

離れていることでウキエソ属魚類に類似している。ウキエソ属は中深層遊泳性魚類で、現生は 6 種、化石は韓国から中新世の *Vinciguerria orientalis* Nam, Ko and Nazarkin, 2019 とクリミアやコーカサス、カルパティア山脈から中新世の *V. merklini* Daniltshenko, 1946 が知られている。

産出場所の久利層は数 10cm の凝灰岩層を挟在する剥離性のある泥岩よりなる。層位にして約 30m 下位の本層からは *Cyclammina*, *Cribrostomoides*, *Siphogauryina*, *Gaudryinopsis*, *Placentammina* (?), *Spirosigmolinella* などの多様性のある膠着質有孔虫群集の産出が認められる。このような群集の構成種は漸深海帯の古水深を特徴づけており、産出地点においても 200m を超す古水深であったことを示している。また、この群集には石灰質種の産出を伴わないことから嫌気的な底質環境を形成していたことが推察される。産出層準は模式地の久利層に対比して浮遊性有孔虫化石帯の N8 に相当するものと考えている。

¹ A Miocene stomiiform fish from Shimane Prefecture, Japan.

² Yoshitaka Yabumoto (Kitakyushu Mus. Nat. Hist. Hum. Hist.),

³ Ritsuo Nomura (Shimane Univ.)

A23

下部-中部中新統八尾層群産の魚類耳石化石¹
土屋祐貴 (名大・環境)²・氏原温 (名大・環境)³

硬骨魚類は左右の内耳に耳石と呼ばれる組織を有している。耳石 (扁平石) は分類群ごとに特有の形状をしているため、耳石化石の検討を行うことで過去の硬骨魚類相を復元することができる。本研究では、富山県に分布する下部-中部中新統の八尾層群黒瀬谷層最上部と東別所層を対象に耳石化石を検討し、日本海拡大後の本海域における硬骨魚類相の復元を行った。また、八尾地域において初めて耳石化石の層位的な検討を行ったので、ここに報告する。

研究対象は、富山県富山市西部の久婦須川沿いに分布する黒瀬谷層最上部および山田川沿いに分布する東別所層 (板上部層) である。軟体動物化石や底生有孔虫化石などの研究から、対象とした層準は下部浅海帯から漸深海帯で形成されたと考えられる。計 11 層準から産出した耳石化石を検討し、分類群の同定を行った。

検討層準から 7 科 13 属、少なくとも 29 種の分類群が識別された。このうち 5 種は種名まで同定された。科レベルでの内訳は、ウキエソ科、ハダカイワシ科、チゴダラ科、ソコダラ科、ヒウチダイ科、アジ科、ハゼ科である。

中層遊泳性魚類のハダカイワシ科が最も多く産出し、属レベルでの分類群の数も 8 属と最多であった。また、本研究によって日本海側の中新統から初めて産出が確認されたウキエソ科も中層遊泳性魚類である。これらのうち、ハダカイワシ科 7 属およびウキエソ科は、現在の本州沖合の日本海では生息が確認されていない分類群になる。日本海の現生硬骨魚類相は中層遊泳魚類の乏しさによって特徴づけられているが、中新世前期から中期初期の段階では、現在では認められない分類群を含む多様な中層遊泳性魚類が本海域に生息していたことが明らかになった。

黒瀬谷層最上部および板上部層からは、検討層準全体を通してハダカイワシ科 *Diaphus* 属が最も多く産出した。また、板上部層中部からは *Diaphus* 属の他にハダカイワシ科 *Protomyctophum* 属も比較的多く産出した。*Protomyctophum* 属は主に温帯域から寒帯域に生息する分類群である。板上部層中部堆積時には、海盆深層部に一時的に寒冷な水塊が流入し、その際に *Protomyctophum* 属が海盆内に入り込んだ可能性がある。

¹Fish otoliths from the Lower to Middle Miocene Yatsuo Group²Yuki Tsuchiya (Nagoya Univ.), ³Atsushi Ujihara (Nagoya Univ.)

A24

北海道中川町上部白亜系から産出したツノザメ類 *Protosqualus*¹
菅野詩織 (James Cook Univ.)²・中島保寿 (東京都市大)³・御前明洋 (北九州市立博)⁴・疋田吉識 (中川町自然誌博)⁵・徳丸さやか・中垣周平・佐藤たまき (東京学芸大)⁶

Protosqualus は現生のツノザメ属 *Squalus* と近縁のサメ類である。本研究では北海道中川町の上部白亜系カンパニアン階 (蝦夷層群大曲層) から産出した *Protosqualus* の歯化石を記載した。標本は遠位部が一部破損しているものの、歯冠と歯根がよく保存され、歯冠の中央部から基部に向かって発達した apron (唇側面) と uvula (舌側面)、また歯根底部の孔 (infundibulum) を持つなど、ツノザメ科の歯の特徴が確認できる。*Protosqualus* は *Squalus* とは舌側-唇側方向の圧縮が弱いことに加え、apron が三角形で先端が丸みを帯びているという点で区別される。そして、歯冠があまり幅広くないこと、apron の先端が丸みを帯び、歯根よりも基部方向に長く伸びないこと、比較的小さい uvula にはねじれがなくわずかに舌側方向に飛び出していることなどの特徴から、*P. sigei* に同定した。本種の産出は日本では初めての報告であり、加えて本属の西太平洋地域からの初の記録となる。

これまでに報告された *Protosqualus* の年代は前期白亜紀〜晩新世にわたるが、チューロニアン期以降の報告は少なく、またヨーロッパからの産出に偏っている。興味深いことに、現生のツノザメ類 (*Squaliformes*) の多くが深海性であるのに対し、*Protosqualus* を含むツノザメ類の化石は浅海堆積物からの報告が多い。ツノザメ類の深海適応はセノマニアン期〜チューロニアン期に起こった海面上昇や貧酸素化などの環境変動、より運動能力の高いサメ類の頭頭や白亜紀後期の大量絶滅などによって進んだと考えられているが、深海適応のタイミングやプロセスについては、チューロニアン期以降の化石の少なさから判明していないことが多い。本標本はこれまでの多くの報告とは異なり深海堆積物からの産出であることから、*Protosqualus* が深海適応をした初期の記録である可能性がある。

¹*Protosqualus* (Neoselachii: Squalidae) from the Upper Cretaceous in Nakagawa Town, Hokkaido.²Shiori Kanno (James Cook Univ.), ³Yasuhisa Nakajima (Tokyo City Univ.), ⁴Akihiro Misaki (Kitakyushu Mus. Nat. Hist. & Hum. Hist.),⁵Yoshinori Hikida (Nakagawa Mus. Nat. Hist.), ⁶Sayaka Tokumaru, Shuhei Nakagaki, and Tamaki Sato (Tokyo Gakugei Univ.).

A25

カナダアルバータ州 Bearpaw 層からデルケティス科 (新真骨類・ヒメ目) *Dercetis* 属の新産出¹
千田 森²・Alison M. Murray²・Donald B. Brinkman³・Oksana Vernygora² (2 アルバータ大、³ ロイヤルティレル博)

デルケティス科は、後期白亜紀から晩新世のはじめまで生息した海棲真骨魚類であり、現在では 16 属が知られている。体と吻部は細長く、椎骨の神経棘は低く、体の側面に三放射状の稜鱗と呼ばれる厚く肥大した鱗を持つことなどを特徴とする。その化石記録の多くはテチス海東部地域 (中東、ヨーロッパ、北アフリカなど) から報告されている一方で、テチス海西部地域 (北米、中南米など) からの報告は少ない。このうち *Dercetis* 属は、テチス海東部地域から 2 種 (イングランドの *Dercetis elongatus* とヨーロッパ北西部及び中東の *D. triquetra*) が、テチス海西部地域からはメキシコより *Dercetis* sp. が報告がされているのみである。また、カナダからアメリカにまたがって存在した内海である西部内陸海路からは産出が知られていない。

本研究では、この西部内陸海路に位置するカナダアルバータ州南部の海成層、Bearpaw 層 (上部カンパニアン階) から産出

した 2 標本 (TMP2001.042.0017: 以後標本 A と呼称、TMP2017.021.0001: 以後標本 B と呼称) を観察した。標本 A は、多少の変形はあるもののよく形態を残した頭骨と、体骨格の前方部が残されている。標本 B は、頭骨に加え、椎骨と稜鱗が保存されている。観察した結果、1) 中節骨の先端が二股に分かれる、2) 頭頂骨が隣り合う、3) 前上顎骨が歯骨と同程度に長い、といった特徴が両標本にみられた。これらの特徴から *Dercetis* 属に同定した。しかしながら、頭骨の前後長のうち吻部長が約 60% を占める点 (*D. triquetra* との類似点) や、第 1 椎体の前後長が高さの約 3 倍である点 (*D. elongatus* との類似点) など、両種の特徴がそれぞれみられる一方で、上顎骨に複数の歯列がある、舌顎骨の前部が大きい、神経棘の先端が尖らないなど、両種にはみられない特徴を持っている事が分かった。

¹A new record of *Dercetis* sp., Dercetidae (Neoteleostei, Aulopiformes) from the Bearpaw Formation, Alberta, Canada²Mori Chida, ²Alison M. Murray, ³Donald B. Brinkman, ²Oksana Vernygora (University of Alberta², Royal Tyrrell Museum of Paleontology³)

A26

主竜類のコラーゲンタンパク質量スペクトラム分析と恐竜化石への
応用¹田中望羽 (北海道大・理)²・小林快次 (北海道大・博)³・
江田真毅 (北海道大・博)⁴・泉洋江 (北海道大・博)⁵

I 型コラーゲン (以下コラーゲン) は骨を構成するタンパク質である。恐竜化石から抽出されるなど長期の保存が確認されている。コラーゲンのアミノ酸配列によって化石種と現生種を比較するためには現生種のデータベースが不可欠であるが、現生主竜類のデータベースは確立しておらず、コラーゲンアミノ酸配列が現生生物の分類群をどこまで反映するのか十分に検証されていない。

本研究では、現生主竜類のデータベース作成のため、現生主竜類のワニ類と鳥類および主竜類に近縁のカメ類の骨と象牙質を国内外でサンプリング、コラーゲンを抽出 (Buckley et al. 2010 を改良) し、MALDI-TOF-MS (UltrafleXtreme @Bruker) によるタンパク分析により質量スペクトラムデータを得た。さらに本研究では、モンゴル国のバインシレ層、バルンゴヨット層、ネメグト層の恐竜化石の分析も行った。水酸化アパタイトは不安定な物質であるが、OH 基がフッ素に置換しフッ化アパタイトとして構造が安定化することが

知られている。本研究ではフッ化アパタイトの結晶に覆われているコラーゲンは保存される可能性があると仮説を立て分析を行った。ラマン分光による鉱物同定と EPMA による微量元素分析でフッ化アパタイトの存在を確認し、タンパク分析を行った。

タンパク質量分析の結果に基づくクラスタリング分析の結果、鳥類とワニ類のアミノ酸配列の違いは、ワニ類とカメ類の違いよりも大きいことが示唆された。これは DNA に基づく系統とは異なっている。また個別のピークデータから、主竜類 (ワニ類-鳥類) に共通するピークが識別され、さらにワニ類と鳥類それぞれの動物群特有のピークがあることが判明した。

恐竜化石からはフッ化アパタイトが検出され、硫化カルシウムなど微量元素から保存環境が示唆された。恐竜化石からコラーゲンを抽出した結果、現生主竜類と共通する質量ピークが検出された。今後アミノ酸配列を決定したうえでの詳細な比較検討が必要である。

¹ Collagen peptide mass spectral analysis of archosaurs and its application to dinosaur fossils for the molecular phylogeny.

²Miu Tanaka, ³Yoshitsugu Kobayashi, ⁴Masaki Eda, ⁵Hiroe Izumi (Hokkaido Univ.)

B01

エラスモサウルス科首長竜類の咽頭内容物¹
 中島保寿 (都市大・理工)²・宇都宮 聡 (大阪市自然博)³・
 多久島 徹 (鹿児島県博)⁴

エラスモサウルス科 (Plesiosauria: Elasmosauridae) は白亜紀に繁栄した大型の首長竜類の一系統で、首長竜類に共通するバドル状の四肢のほか、小さな頭と長い頸をもつことで特徴づけられる。腸管内容物の記録からは、エラスモサウルス科は魚類や頭足類を摂食したこと、胃石を蓄える習性があったことなどが知られている。しかし同様の体制を有した動物が現存しないため、その生態に関しては依然未解明の点が多く、さらなる証拠が求められている。

鹿児島県長島町獅子島に分布する御所浦層群蜆串 (へぐし) 層 (上部白亜系 Cenomanian 下部) からは、エラスモサウルス科首長竜類の頭部・頸部骨格 (SU01) が発見されている。頭蓋の要素は分散し頭蓋天井の一部が保存されているのみであるが、下顎はほぼ完全であり、頸最前部の椎骨および桿状の舌骨要素の保存状態も良好である。下顎は背側に上に向けた状態で埋没し、2019 年時点では腹側部が母岩である泥質細粒砂岩に覆われた状態で保管されていた。この下顎標本を観察した結果、右下顎枝の約 7 cm 程度下位の母岩の破断

面に、黒色で断面直径 1 mm 程度程度の桿状の構造体の破片が複数、同じ首長竜個体由来と考えられる歯化石 1 点とともに露出しているのが確認された。また密集した構造体を母岩の一部ごと分離し、マイクロ CT スキャンによって内部観察を行った結果、桿状構造体の破片は水平方向に約 3.5 cm × 約 6 cm、垂直方向に約 1.5 cm の範囲に首長竜の歯とともに密集していることがわかった。桿状構造体は、平行な二本の溝が発達し、断面形状は常に左右対称形の m 字型を示すことなどから、生物起源のものであるとみられる。

以上の産状および構造観察から、この密集する構造体は SU01 の食物に由来する咽頭内容物であることが示唆され、細かく断片化していることから、食物の消化がある程度進行した後に未消化物が凝集し消化管を逆流した「ペリット」である可能性が考えられる。これらの破片が何の生物に由来するものかについてはさらなる検討を要するが、何れにしても SU01 はエラスモサウルス科の食性と未知の生態を明らかにする上で極めて重要な標本であると言える。

¹The pharyngeal content from an elasmosaurid plesiosaur

²Yasuhisa Nakajima (Tokyo City Univ.), ³Satoshi Utsunomiya (Osaka Mus. Nat. Hist.), ⁴Toru Takushima (Kagoshima Pref. Mus.)

B02

ペルム紀末の大量絶滅後の海洋底生動物の回復現象：宮崎県高千穂地域の下部三畳系上村石灰岩の岩相変化・二枚貝相とそのサイズ変化¹

市村駿汰 (名大・理)²・大路樹生 (名大博)³

ペルム紀末の大量絶滅後の生物回復についてはこれまで多くの研究がなされており、近年では大量絶滅後の化石の平均サイズが絶滅以前のものより小さくなるというリリパット効果が多くの分類群において普遍的に見られる現象として注目を浴びている。本研究では宮崎県高千穂町に分布し秩父帯に属し、超海洋パンサラッサの古海山頂部石灰岩を起源とする異地性岩体である最下部～上部三畳系上村層の岩相変化と三畳紀前期の二枚貝相およびサイズ変化について報告する。

本研究では Sano and Nakashima (1997) の Section B にて上村層基底部から最上部までを 50 cm 間隔で岩石試料を採取し、研磨断面および薄片を作成して岩相や化石の観察をした。三畳紀前期の貝化石断面の分類は Foster et al. (2015) を参考にした。また、断面から実際の貝化石サイズの見積もりを試みるためにウスモンオおよびアサリの石膏模型で人工コキナイトを作成し、断面のサイズ計

測を行った。

岩相や化石より、基底部層は微生物礁が発達するバウンドストーン、下部層は *Eumorphotis* や *Pteria*? などの二枚貝、巻貝、アンモノイド? を豊富に含むバックストーンおよびペロイド質グレインストーンからなる。中部層および上部層は深海で堆積した珪質石灰岩からなる。岩相は上村層基底部層および下部層は比較的波浪の影響をよく受ける浅海で、中部層および上部層は水深の大きい海底で静かに堆積したことを示す。人工コキナイト実験の結果は最大値が殻長を、最頻値が殻幅を示す可能性があることを示した。上村層下部層における貝化石のサイズは上位になるほど大型化を示していないが、これは堆積環境の差を反映している可能性がある。

¹Biotic recovery process of marine benthic organisms after the end-Permian mass extinction: Lithologic change, bivalve fauna and its size change in the lower Triassic Kamura Formation, Takachiho area, Miyazaki Prefecture.

²Shunta Ichimura (Nagoya Univ.), ³Tatsuo Oji (Nagoya Univ. Mus.)

B03

古第三系室戸半島層群奈半利川層の生痕化石から紐解く
 深海ベントスの古生態¹

北畠京祐 (茨大・院・理工)²・安藤寿男 (茨大・理)³

深海ベントス (底生生物) は直接観察が困難であるため、生態についてはほとんどが“謎”である。しかし、それらの行動を反映している生痕化石を調べることで、生態の一端を解明することが可能となる。本研究は、日本有数の付加体である高知県の室戸半島層群奈半利川層 (古第三紀始新世上部～漸新世下部統) に見られた生痕化石から、深海ベントスの古生態を復元することを目的とする。

室戸半島層群は、古南海トラフを埋積した混濁流堆積物などがプレート運動に伴い、陸側プレートに付加されたものだと考えられている (Taيرا et al., 1988)。同層群中部の奈半利川層は、細粒砂岩が卓越した砂岩泥岩互層を主体とし、海岸沿いの岩礁露頭では、生痕化石と堆積相の両者を連続的に観察できる。本研究では、地層の断面・平面で生痕化石を同定・計測し、多様性・サイズを評価した上で、ベントスが利用する底質の深さを表す地層の層厚との関連性を調べることで、ベントスが多様化する堆積相の特性を推定した。

その結果、泥岩中では、産出生痕が数種類に限られ、層厚との関

連性も見られなかったが、砂岩中では、層厚が約 2.4 - 3.3 cm の場合に生痕化石相が多様化し、平均最大径も大きくなることが判明した。圧密を考慮した砂岩堆積当時の層厚は約 3.5 - 5 cm であることから、当時の深海ベントスは、混濁流砂がもたらされると多様化・大型化する傾向があり、砂質堆積物の表層からおよそ 5 cm 以内の深さに比較的多く生息していたことが示唆された。

一方で、泥岩中に上位の砂岩からの移動痕 (砂充填生痕) が多く、泥岩層に含まれる微小ベントスの移動痕の平均最大径が通常より大きくなる傾向が見られた (最小径は変化しなかった)。これには二つの解釈が可能である。一つ目は、砂底質中のベントスの潜没行動に伴い、比較的貧栄養・貧酸素な泥層に有機炭素や酸素が上位砂層から供給されることで、比較的大型の微小ベントスが生息可能になったという解釈。もう一つは、泥層堆積時に未成熟だった微小なベントスが成体に成長したことで、生痕化石の見かけ上の最大径が大きくなったという解釈である。

¹Paleoecology of deep-sea benthos investigated by ichnofossils from Paleogene Naharigawa Formation, Muroto-hanto Group.

²Kyosuke Kitabatake, ³Hisao Ando (Ibaraki Univ.)

B04

中新統竜串層に産する 2 種の *Ophiomorpha* 類の古生態学¹
友直由衣 (高知大院・理)²・今井悟 (高知大院・応用自然)³・奈良
正和 (高知大・理工)⁴

高知県土佐清水市に露出する三崎層群竜串層は、中新世前弧海盆を埋積した砂岩卓越の浅海一陸域堆積物である。同層は、岩相の特徴によって下部と上部に細分され、従来、それぞれ波浪が卓越した浜堤列平野システムならびに潮汐低地～網状河川システムの堆積物と考えられてきた。

この竜串層には、泥質ペレットの裏打ちが特徴的な十脚類 (特にスナモグリ類) の巣穴化石である *Ophiomorpha* のうち、同層下部の下部外浜堆積物中には *Ophiomorpha borneensis* が、同層上部の潮汐低地堆積物中には *Ophiomorpha* isp. が産出することが知られる (奈良ほか, 2017, 地質雑, 123, 471-489)。

本研究では、まず両者の形態を詳しく比較検討した。その結果、裏打ちや全体形といった違いに加えて、*Ophiomorpha* isp. は *O. borneensis* に比べて有意に巣穴内径が小さいことがわかった。スナモグリ類の巣穴内径は形成者の体サイズに比例することから、*Ophiomorpha* isp. 形成者は、下部外浜のそれよりも有意に小さかつ

たことを示す。こうした巣穴形態の差異は、形成者の分類群が異なることを示唆する。さらに、単層ごとにみた *O. borneensis* の巣穴内径の頻度分布には、複数のモードが観察されることもわかった。これは現生十脚類群集で知られるように、形成者のコホート (同時出生集団) を見ている可能性が高い。

さて、竜串層の全層準を再確認したところ、*O. borneensis* と *Ophiomorpha* isp. との両種が共産する層準が複数見出された。堆積相解析の結果、これらの層準は、波浪が卓越する外浜環境の陸側に潮汐低地が発達する、外浜～潮汐低地システムで形成されたことがわかった (これは、三崎層群からは初の報告となる)。この堆積システムのうち、外浜環境と潮汐低地環境の境界付近では、卓越當力に応じて、両者が繰り返し発達することが知られる。2 種の *Ophiomorpha* 類が共産する層準は、こうした場で形成されたと考えられ、両 *Ophiomorpha* 類が混在する産状は真の化石群集ではなく、時間平均化によって形成された見かけ上の化石群と解釈できる。

¹Palaeoecology of two different ichnospecies of *Ophiomorpha* of the Miocene Tatsukushi Formation, SW Japan

²Yui Tomonao, ³Satoru Imai, ⁴Masakazu Nara (Kochi Univ.)

B05

神奈川県の下部更新統小柴層より産する腕足類化石の古生態¹
延原尊美 (静岡大・教育)²・加藤了也 (静岡大・院・教育)³

神奈川県の下部更新統小柴層からは、二枚貝類や巻貝類とともに腕足類化石を多産する地点が複数知られている (江藤, 1986)。しかしながら、それらの化石産状や腕足類化石が多産する古環境学的な背景については明らかにされていない。本研究では、横浜市金沢区柴町の露頭における腕足類化石の化石産状を報告する。本露頭では、礫および貝殻混じり中粒砂層、淘汰良好な細粒～中粒砂層、貝殻細片が混在する中粒砂層が互層する。このうち、腕足類化石が多産するのは、礫および貝殻混じり中粒砂層に限定され、*Terebratulina crosseii*, *Terebratulina caputserpentis*, *Laqueus quadratus*, *Laqueus koshibensis*, *Gryphus angularis* が認められた。貝類化石ではベッコウガキやトウカイシラスナガイが優勢、随伴するベニグリやシマキンギョなどの現生種の生息水深より外側陸棚の環境が考えられる。

露頭下部において、層理面に垂直な断面で、幅 1 m、層厚 1.5 m の範囲で化石産状スケッチを作成した。その結果、腕足類化石は細礫や貝殻が流入して形成された侵食面を基底として、幅 10 cm 前後、高さ最大 30 cm に及ぶ、丘状あるいは塔状の密集小塊を形成するこ

とが判明した。小塊は 10 個体前後の腕足類からなるがその多くは合弁個体で、中には細礫に固着した姿勢を保持した個体も認められる。なお、同スケッチ範囲において多産するベッコウガキやトウカイシラスナガイは、腕足類のように密集小塊を形成することはない。このことから、腕足類の密集小塊は流水による殻の運搬集積作用では説明困難である。一方、塔状小塊中位には細礫が取り込まれていることから、腕足類は海底面から屹立したコロニーを形成していたわけではなく、先行入植世代の殻の集合が細礫や貝殻等の粗粒碎屑物を堰き止め、次世代の固着入植を容易にし、堆積進行とともにリレー式に好適な固着スポットが継続されたものと考えられる。

東海沖の底生動物遺骸を報告した延原ほか (2017) によれば、*Terebratulina* 属等の腕足類は、競争相手の水管型懸濁物食二枚貝が乏しい外側陸棚以深の礫底～砂底に分布する。上記の化石産状は、砂底においても礫や貝殻の流入が断続的に発生すれば、腕足類が世代を繋いで定住できる生息場として重要であることを示唆している。

¹Paleoecology of fossil brachiopods from the lower Pleistocene Koshiba Formation, Kanagawa Prefecture, central Japan

²Takami Nobuhara (Shizuoka Univ.), ³Ryoya Kato (Shizuoka Univ.)

B06

浮遊性有孔虫の無性生殖と共生藻の垂直伝播¹
高木悠花 (東大・大気海洋研)²・倉沢篤史 (マリンワークジャパン)³・
木元克典 (JAMSTEC・RIGC)⁴

浮遊性有孔虫は、従来、遊走子を伴う有性生殖のみで増えると考えられてきたが、Kimoto and Tsuchiya (2006) が初めて多分裂による増殖様式を報告して以降、無性生殖の存在も意識されるようになった。しかし、多分裂後に親個体は死亡することから、親子関係を証明することは困難であり、また観察例が非常に稀であることから、無性生殖の存在には疑義すら持たれていた。本研究では、亜寒帯種である *Globigerinita uvula* について、共生藻の垂直伝播という証拠から無性生殖を初めて確認したので、ここに報告する。

有孔虫試料は、2013 年 7 月に行われた「みらい」MR13-04 次航海で、研究用海水により採取された。採取から 4 日後に、成体個体の周囲に 2 チャンバーの幼体が約 110 個体確認された。幼体は単離後分画し、遺伝子解析、飼育観察、光合成活性測定に用いた。

有孔虫特異的なプライマーを用いた 18S rDNA 解析の結果、幼体は *G. uvula* と同定され、また親個体は、形態的特徴により同じく *G. uvula* と同定された。飼育に供した幼体はいずれも明瞭なクロロフ

イルの自家蛍光を示し、さらに光合成能をもつことが確認された。細胞内藻類の遺伝子解析の結果、ペラゴ藻 *Pelagomonas calceolata* に近縁な藻類の存在が確認された。飼育下で 12 チャンバーまで成長した個体についても、同様の解析を行った結果、同一の藻類が光合成能を持った状態で存在していることが確認された。

幼体が、誕生直後および成熟後で、いずれも光合成能を持った同じ藻類を有していたことから、本ペラゴ藻は共生藻と認定できる。また、誕生直後の幼体が一樣に共生藻を有していたことは、それが親個体から生殖過程で伝播されたことを意味する。共生藻の大きさは遊走子よりも小さいため、有性生殖を仮定すると、共生藻の垂直伝播は不可能である。したがって、本研究で確認された共生藻の垂直伝播は、*G. uvula* が無性生殖により増殖したことを強く示唆している。*G. uvula* は、春から初夏にかけて多産することから、無性生殖は、そのような急速な個体群の成長を支えている可能性がある。

¹Asexual reproduction and vertical symbiont transmission in planktonic foraminifera

²Haruka Takagi (The Univ. Tokyo), ³Atsushi Kurasawa (Marine Works Japan), ⁴Katsunori Kimoto (JAMSTEC)

B07

福島県双葉層群足沢層(上部白亜系: コニアシアン)の
大型アンモナイト化石密集層の形成過程¹
大森光(茨大・院・理工)²・安藤寿男(茨大・理)³

福島県いわき地域に分布する双葉層群は Coniacian~Santonian 階の陸成~浅海成の地層群である。本研究では、足沢層中部にみられるいわき市アンモナイトセンターの大型アンモナイト(主に *Mesopuzosia yubarensis*) 化石密集層の観察結果からその形成過程を検討し、Coniacian 前期の浅海細砂底堆積物にアンモナイトのような大型遊泳捕食者の殻がなぜ密集したのかを考察した。

アンモナイトセンター屋外の体験発掘場において全層厚 10 m の露頭で岩相、粒度、構成粒子、堆積構造などの観察をもとに、6 つの層序ユニット 1~6 を識別し、密集層はユニット 5 の HCS 極細粒砂岩層にあることが確認された。施設内に露出するのはユニット 4 の上部からユニット 5 の下半部の厚さ約 1.5 m の範囲であり、生物擾乱を受けた癒着 HCS が発達する細粒を含む極細粒砂岩が卓越する。露頭面には発掘による人工的な凹凸に加え波長 1.5~3 m の緩やかなうねりがあり、堆積当時の海底面に存在したハンモックマウンドを反映した高さ最大 50 cm 程の起伏を示すほか、一面に様々なサイズ

の長球~球形石灰質コンクリーションが大量に含まれており、分布に明瞭な偏りはなく平面的に様である。

アンモナイトの分布、サイズ、殻保存様式や方位・配列を観察すると、住房や臍の中心部が失われ圧密や続成によって変形・扁平した直径 40~50 cm 程度の破損殻が卓越し、殻同士が接することなく散在する。また、保存の良いほぼ円形の 43 個体と幾つかの大型破片について最終隔壁面の向きや殻底面の層理面との角度には定方位が見られない。

アンモナイト化石はほぼ全てが砂岩より産出し、コンクリーションに内包された個体は見られないことから、軟体部は堆積時すでに欠損していたと推定される。アンモナイト密集層は、ストームが卓越する下部外浜において、破損した死殻が波浪によって分級集積して選択的に運搬され、細粒砂底の凹凸に応じて散在的に定置した後に埋没して形成されたと考えられる。

¹Formative processes of a large-ammonoid fossil bed of the Ashizawa Formation, Futaba Group (Coniacian, Late Cretaceous) in Fukushima Prefecture

²Hikaru Omori (Grad. School, Ibaraki Univ.), ³Hisao Ando (Ibaraki Univ.)

B08

北海道白亜系蝦夷層群産の装飾型アンモノイド類
“*Yubaricerias*” sp. (アンモナイト目アカントセラス科)
に見られた多発的病理変異¹
唐沢興希(三笠市博)²・松井久美子(九大博・学振 CPD)³・前田晴良(九大博)⁴・内田繁二郎(岩見沢市)⁵

北海道むかわ町徳別地区の上部白亜系蝦夷層群チューロニアン階から、同時に複数の病理変異が発生したアカントセラス科のアンモノイド化石 1 点が発見された。

この標本では、殻口から中心角で殻頂方向に約 180° の位置を境界として、それより内側の螺環の殻装飾は正常であった。正常部位では、螺環横断面形態はほぼ円形で、肋は螺環の成長方向に対して垂直に伸び、その肋の上に 11 個の突起を形成している。これらの特徴から、本研究では突起の数をダイアグノシスとする Wright et al. (1996) を参考に“*Yubaricerias*” sp. と同定した。

一方、上記の境界位置より殻口側では、肋は螺環腹側で成長方向と逆向きに伸びる Rursiradiate 型に変異していた。この病理変形の開始部位では、螺環腹側がわずかに凹んでおり、肋の屈曲はその凹みを起点にしている。こうした肋の変形は、forma aegra verticata

と呼ばれ、一般的には、外套膜の一部に損傷を受けた結果、その部位で殻形成不全が生じたものだと考えられている。しかしこの標本では、肋が変形している螺環腹側だけではなく、螺環の全周にわたって、肋上の突起がすべて消失 (forma aegra cacoptycha) している。また、この殻装飾の変異が開始された部位では、連室細管が螺環右側面に変位 (forma aegra juxtalobata) している。突起の形成に異常が発生しながらも、肋そのものの形成は安定的に継続している点や、連室細管の変位を併発する点は、唐沢ほか (2020) で報告した蝦夷層群鹿島層産 *Menuites japonicus* (アンモナイト目パキディスカス科) の病理個体に類似しており、この多発的な病理がアンモナイト目に広く認められるものと思われる。また、肋と突起で変異に差異があることは、殻の形成機序とも関連する可能性がある。

¹Multiple shell-forming failure in an ornamented ammonoid, “*Yubaricerias*” sp. (Ammonitida, Acanthoceratidae) found from the Cretaceous Yezo Group, Hokkaido, Japan

²Tomoki Karasawa (Mikasa City Mus.), ³Kumiko Matsui (Kyushu Univ. Mus. and JSPS CPD), ⁴Haruyoshi Maeda (Kyushu Univ. Mus.), ⁵Shigehiro Uchida (Iwamizawa City)

B09

微小感覚器官の高分解能可視化による化石ゴキブリの生態復元¹
谷口諒(北大・理)²・西野浩史(北大・電子研)³・伊庭靖弘(北大・理)⁴

昆虫の感覚器官は餌資源や配偶相手などを探知する重要な器官である。これらはサイズや神経細胞数において強い制約を受けている一方で、優れた情報処理能力を有している。これが全動物種の 7 割を占める昆虫の繁栄を支えてきた要因の一つと考えられる。本研究では、3 億年近くボディープランを維持しており、長時間軸上における昆虫の進化・多様性を探るうえでのモデル生物として扱うことができるゴキブリに着目し、化石昆虫の感覚システムと生態を復元することを目的とした。

材料には極めて良好に含有物を保存するミャンマー産琥珀内の化石ゴキブリ (*Huablattula hui* Qiu et al., 2019; 99Ma) の雄成虫を用いて、通常は化石化されない微小感覚器官(複眼・触角)を詳細に観察した。まず、マクロ撮影画像より計測した個眼径と、X 線 CT による 3D データより算出した複眼表面積から複眼上の個眼数を推定した。次に触角を含む切片 (200μm 厚) を作成し、生物用およびレーザ共焦点顕微鏡による高倍観察を行った。研究の結果、*H. hui* の個眼は直径~20μm、その数は約 6,000 個であることが分かった。これは体長が 5 倍大きい

夜行性現生種の 1.5 倍の数に当たり、本種の複眼の著しい発達を示す。また、触角表面には微小な感覚子の精細保存が確認され、これらは現生種との形態比較から機械刺激や嗅刺激に応答する感覚子であることが分かった。これらは、いずれも感覚子長/体長比が洞窟性現生種より小さく、機械感覚子数は夜行性現生種より少ない。以上の特徴は *H. hui* が触角で感知される接触・匂いよりも、複眼で受容される光に頼って外界を認識していたことを示し、本種は多くの現生ゴキブリとは異なり昼行性であったと推測される。また、*H. hui* の触角では現生種で雌のフェロモンを受容する棒状感覚子が少数だった一方で、錐状感覚子が多数存在していた。後者に相同な感覚子は現生カマキリのフェロモン受容に関連しており、*H. hui* は現生のゴキブリよりもカマキリに近い異性間情報伝達を行っていた可能性が示唆される。

本研究は、琥珀が昆虫化石の微細な構造を 1 億年もの間精巧に保存し得ること、保存された感覚器官が化石昆虫の詳細な生態復元に応用可能であることを初めて示したものである。

¹Ecological reconstruction of a fossil cockroach based on high-resolution visualization of micro sensory organs. ²Ryo Taniguchi (Hokkaido Univ.), ³Hiroshi Nishino (Hokkaido Univ.), ⁴Yasuhiro Iba (Hokkaido Univ.)

B10

後期白亜紀アンモナイト *Scaphites* の死殻集積シミュレーション¹
中村千佳子 (愛媛大・理工)²・岡本 隆 (愛媛大・理工)³

演者らは 2018~2019 年度の野外調査により北海道上部白亜系蝦夷層群から、豊富な古生物学的情報を有するスカファイトスコアンモナイト計 9 サンプル、2000 個体以上に及ぶ集団標本を得た。各々のノジュールの全ての個体サイズを計測しヒストグラムを作成すると、未成年殻において通常推定される一山の分布型のほかに、明瞭な二山分布を示す場合があった。そこで本研究では、個体群動態論の視点からこのアンモナイトがなぜ二山の死殻分布を作るのか、またそれはどのような適応戦略なのかを解明することを目的とした。

絶滅生物の個体群動態を論じることが、化石集団の形成過程を判断することが難しく困難とされてきた。そこで既存の情報に基づき、個体群動態をシミュレーションで再現することで演繹的な問題解決を試みた。まず、フィールドに海底の“掃き寄せ”を想定した餌場を与え、1 個体の雌が産卵した状態から始める。孵化した幼殻は食糧を求めて移動・食餌・成長し、時に被食される。成熟したペアができれば生殖し再生産を行う。これらの過程で生産される死殻をモニタリングする。主なパラメータは食糧供給量と捕食圧である。

結果、捕食圧が強い場合、一般に死殻のヒストグラムはなだらかな右下がりを示した。しかし食糧供給量が少なく捕食圧が弱い場合には成熟直前にもう一つのモードが出現し、明瞭な二山が形成されることがある。これは成長した個体が増えすぎた結果、食糧不足に陥り大量死を引き起こしたためである。これらの結果から、スカファイトスコが形作る様々な死殻分布は一定の死亡率の下で蓄積された死殻群に餓死による死殻が様々な割合で混合していると解釈できる。そして、この種は適当な環境が出現したときに爆発的に個体数を増やす“日和見種”的な適応戦略をとっていた可能性がある。

さらに、今回開発したシミュレーションには応用の可能性がある。例えば、同一フィールド内で異なる種を競合的に繁殖させればより環境に適応的な種の判定ができ、与えられた環境下での適応景観を可視化できるだろう。また、便宜的に仮定した成熟殻の大きさを制御する仮想遺伝子を代々受け継がせれば、系列推移を再現することもできるだろう。講演ではこれらの可能性についても紹介する。

¹ Computer restoration of the scaphitid thanatocoenosis, a Late Cretaceous ammonite.

²Chikako Nakamura (Ehime Univ.), ³Takashi Okamoto (Ehime Univ.)

B11

バージェス動物群 *Marrella* の偏光を用いた観察と化学・鉱物分析¹
片田はるか (名大・理)²・大路樹生・(名大博)³
吉田英一 (名大博)⁴

バージェス動物群はその保存状態の良さとカンブリア爆発の記録としての重要性から現在までに盛んに研究されてきた。バージェス動物群の化石は、母岩と僅かに光沢が異なる、アルミノケイ酸塩フィルムで保存されていることが知られている。本研究の対象は、バージェス動物群で最も多産する節足動物、*Marrella splendens* (愛知県蒲郡市 生命の海科学館所蔵) である。*Marrella* の多くの標本でその尾端に見られる、黒い“染み”のような部分についての化学分析(XGT)と鉱物分析(ラマン分光分析)を行い、その成因を明らかにすることを目的として分析を行った。先行研究では、染み部分に Cu が選択的に濃集していることから、染みは *Marrella* の血液中の Cu を含む酸素輸送タンパク質(ヘモシアニン)に由来するという説(Pushie et al., 2014)や、金属含有流体の流入による、非生物的要因によるという説(Gains et al., 2019)が提唱されているが、定説が定まっていないのが現状である。

XGT 分析の結果、外骨格の部分には Al や Si が濃集している様子

が見られた。これは、化石がアルミノケイ酸塩フィルムで保存されているとする先行研究の結果と一致する。染みの部分については、選択的な Cu の濃集は認められず、染みが血液由来である証拠は得られなかった。最も良く染みの形を反映していたのは Ca であった。染み部分では、Ca が著しく欠乏しており、この傾向は先行研究とも一致するものであった。ラマン分光分析の結果、染み部分にはグラフアイト構造の存在を表すピークが確認した。この結果より、染み部分には炭素が含まれていることがこの結果から示唆される。しかし、母岩中にも同様のピークが現れ、さらなる分析が待たれる。今後の分析で、染み部分に C や N といった、生体に多く含まれる軽元素の濃集が確認されれば、体液や排泄物など、生物由来である可能性が高いと考える。

¹Optical, chemical and mineralogical analysis of dark “stain” of *Marrella* from Burgess shale.

²Haruka KATADA (Nagoya Univ.), ³Tatsuo OJI (Nagoya Univ. Mus.),

⁴Hidekazu YOSHIDA (Nagoya Univ. Mus.)

B12

福岡県八女市星野村茅原地域の植物化石
小原彩乃・岩谷北斗 (山口大学)・矢部 淳 (科博)

福岡県南部から熊本県北部にかけて点在する鮮新-更新統からは、大型植物化石が多産することが知られている (例えば、長谷ほか, 2013)。調査地域である福岡県八女市には八女層群と呼ばれる河成・湖成層が分布しており、鮮新世の植物化石群が報告されている (Miki & Kokawa, 1962)。本研究では、八女市星野村茅原地域に分布する八女層群黒木層相当層の連続露頭から、大型植物化石の新産地を発見したため報告を行うとともに、その堆積環境について考察を行う。

調査地域の基盤には三郡変成岩の塩基性片岩層が分布し、砂岩泥岩互層がこれに不整合に重なる。その上部には厚い凝灰角礫岩層がアバットしている。この砂岩泥岩互層から少なくとも 11 属 11 種の大型植物化石を産出した。最も多産したのはブナ属で、化石種の *Fagus stuxbergi* (Nathorst) Tanai が確認された。続いてクリ属が多く、その他が若干含まれる。近似現生種の分布から判断すると産出した化石は温帯系要素が最も多かった。

調査地域は岩相から黒木層中部に相当すると考えられる。黒木層の堆積年代は FT 年代から鮮新世前期 (4.0 ± 0.3 Ma) とされる (松

田ほか, 1981)。調査地域から多産した *F. stuxbergi* (Nathorst) Tanai の産出年代の中心は後期中新世から鮮新世とされておりこれと調和的である。一方、調査地域近隣の星野村狸穴地域に分布する鹿里層からは狸穴化石植物群と呼ばれる大型植物化石の産出が報告されており、K-Ar 年代から鮮新世中期 (3.58 ± 0.20 Ma 及び 3.65 ± 0.19 Ma) の堆積年代が明らかになっている (長谷ほか, 1993)。黒木層の模式地 (浦田, 1957) と狸穴の鹿里層では針葉樹類を含む多様な植物化石が報告されているが調査地域の黒木層では見受けられなかった。この要因が両層の堆積環境の違いか或いは当時の気候変化によるものか今後検討する必要がある。

層序と近隣地域との比較から調査層の堆積年代は鮮新世前期と推測され、産出した植物化石から当時の古環境は主に温帯に属する落葉広葉樹林であったと推定される。

¹Plant fossils from the Pliocene Kuroki Formation, Kayahara area, the southern part of Fukuoka.

²Ayano Obaru, Hokuto Iwatani (Yamaguchi University),

³Atsushi Yabe (National Museum of Nature and Science).

B13

北海道上部中新統望来層から産出するメタン湧水性生物群集の側方変化¹加藤萌 (金沢大・理工)²

メタン湧水や熱水噴出孔周辺に形成される化学合成群集は、メタンや硫化水素等の還元物質の濃度や水温の変化などに伴い、湧水および熱水の中心部から距離的に離れるに連れその群集組成も変化することが知られている (Levin *et al.*, 2016 など)。化学合成群集の組成の変化はしばしば化石においても観察されるが、その変化が何に起因するものなのか明らかになっている例は少ない。

そこで、本研究では、北海道厚田村望来浜付近の上部中新統望来層のメタン湧水性炭酸塩岩およびその近傍の堆積物中における化石相変化を調査し、その要因を明らかにすることを目的とした。当該地域には、海岸沿いに高さ 2~30 m、幅数 km にわたり泥岩および砂質泥岩から成る断崖露頭が連続して露出している。本研究対象である望来層からは、主に *Calyptogene pacifica* および *Conchocele bisecta* の産出を伴うメタン湧水性のレンズ状~不定形の炭酸塩岩が多数含まれることが報告されている (Amano, 2003 など)。

湧水の中心部の一つとみられる炭酸塩岩体 (幅約 2 m, 石村ほか

(2005) による分類における Type-B に相当) の直上には *C. pacifica* を中心とした化石密集層が 10~30 cm の厚さで存在する。この密集層を主として同層準中を、メインの炭酸塩岩体から 0.3 m, 1.5 m, 3.0 m の距離および 10m 以上離れた箇所からサンプリングを行い、その中に含まれる化石種とその産出数を調べた。

その結果、メインの炭酸塩岩体内およびそのほど近い位置ではほぼ *C. pacifica* の産出のみが確認されたが、3.0 m ほど離れた位置では *C. pacifica* に加え *C. bisecta* の産出数の増加が見られた。また、密集層の上部 20 cm 付近より *Solemyidae* 科の種も数個体確認された。以上のことから、メタン湧水中心部からの距離に応じた群集組成の変化が数 m スケールの範囲内で起こっていたことが明らかになった。

今後は、この生物相変化に伴う堆積物中の有機物量や物質質量の変化を調べることで、その分布の変化の原因を推定することができると思われる。

¹The lateral variation of fossil chemosynthetic community in the Upper Miocene Morai Formation, Hokkaido.

²Moe Kato (Kanazawa Univ.)

B14

北海道厚岸地域の大黒島に分布する
暁新統根室層群霧多布層の貝類化石群¹松原尚志 (北教大釧路・教)²

はじめに:北海道東部の白糠丘陵地域および釧路-根室地域にかけては上部白亜系~下部始新統根室層群 (佐々・西田, 1935 命名) が厚く発達している。本層群産の大型化石の研究は、イノセラムス類やアンモナイト類に偏っていたが、近年、白糠丘陵地域の暁新統根室層群活平層から多数の新種を含む貝類が記載されるようになった (e.g. Amano *et al.*, 2018)。また、最近、釧路-根室地域の暁新統根室層群汐見層の貝類についても、松原・山口 (2019 要旨) により分類学的検討が行われた。今回、演者は厚岸地域の大黒島に分布する暁新統根室層群霧多布層の貝類化石群について分類学的観点から研究を行った。その結果、新たな知見が得られたので報告する。

研究資料:化石標本は長尾(1963)により、*Pleurotomaria* sp. などが報告されている大黒島北部の霧多布層中部を対象として 4 層準から採取した。本調査地は国天然記念物と道立厚岸自然公園第一種特別地域内に位置しているため、化石試料は厚岸町教育委員会および北海道からの許可を得た上で採取した。Okada *et al.* (1987) によると、

本層は Okada & Bukry (1980) の CP3~CP4 に対比され、その地質時代は暁新世 (ダニアン後期~セランディアン) である。

貝類化石群:分類学的研究の結果、腹足綱 3 種、掘足綱 1 種、二枚貝綱 9 種を識別できた。最も多産したのは *Kangilioptera gramm* (Kalishevich) で、*Acila* (*Truncacila*) aff. *hokkaidoensis* (Nagao) および "*Menneroctenia*" *plena* (Kalishevich) を随伴する。また、1 層準からは *Delectopecten* sp. および *Limaria* sp. が多産した。本層の貝類化石群は南サハリンの暁新統 Sinegorsk 層中部および根室層群活平層の貝類化石群と共通する要素を含む。一方、より上位の根室層群汐見層と共通する要素は *Acila* (*Truncacila*) および *Periploma* のみで、種レベルでは異なっている。海保ほか (1984) によると、霧多布層・汐見層ともに底生有孔虫群集帯 BF4 に含まれるが、汐見層の方が石灰質種の多様性が高い。このことから、霧多布層と汐見層の貝類化石群の相違は、地質時代に加え、堆積環境の違いも反映している可能性がある。

¹Molluscan fauna from the Kiritappu Formation of the Nemuro Group (Paleocene) on Daikokujima Island, Akkeshi area, Hokkaido, Japan

²Takashi MATSUBARA (Kushiro Campus, Hokkaido Univ. Educ.)

B15

リュウグウハゴロモガイ科化石二枚貝 *Periploma besshoense* (Yokoyama) と *P. yokoyamai* Makiyama: 殻形態とその分類¹栗原行人 (三重大・教育)²

Periploma besshoense (Yokoyama) および *P. yokoyamai* Makiyama は主に日本および極東ロシアの始新~中新統から産出するリュウグウハゴロモガイ科二枚貝の化石種である。*P. besshoense* は *Tellina besshoensis* Yokoyama, 1924 として福島県いわき市の浅貝層 (下部漸新統) から記載され、その後、主に古第三系から報告されている。*P. yokoyamai* は Yokoyama (1927) がサハリン北部の中新統から *T. besshoensis* として記載した標本に基づいて Makiyama (1934) が新種提唱したものであり、その後、主に中新統から報告されている。Makiyama は *P. yokoyamai* は *P. besshoense* よりも殻の前後がより対称に近いことと殻後端の突出部の形態の違いから識別できると述べたが、両種をシノニムとみなす説もある。本研究では、これらの分類学的問題を解決するためタイプ標本およびタイプ産地付近からの追加標本を検討した。

P. besshoense のタイプ標本は失われているため、タイプ産地付近の浅貝層・白坂層産標本 15 個体を検討した。標本はすべて石灰質コ

ンクリーション中に合弁閉殻状態で産出した。殻は変質し雌型となっていることが多い。変形の程度は様々であるが、未変形の個体も含む。最大標本は殻長 92mm に達する。殻表面に微顆粒はなく、不規則な成長線が発達する。閉殻筋痕および套線は確認できなかった。

P. yokoyamai のサハリン産タイプ標本は失われたと考えられてきたが、産総研・地質標本館に Yokoyama (1927) の図示標本を除く 7 個体が保管されていることがわかった。すべて不完全であるが、大型で真珠層が保存されている個体もある。

これらの標本の比較をした結果、*P. besshoense* と *P. yokoyamai* は、殻のサイズ、膨らみ、外形のいずれにおいても明瞭に識別することはできない。したがって、両種はシノニムであると考えられる。

P. besshoense は *Aelga* Slodokewitsch, 1935 の模式種であり、*Aelga* はこれまで *Periploma* 属の 1 亜属として扱われてきた。しかし、*Aelga* は *Periploma* とは多くの点で異なるので、独立属として扱うのが適切であろう。

¹Fossil periplomatid bivalves, *Periploma besshoense* (Yokoyama) and *P. yokoyamai* Makiyama: their shell morphology and taxonomy

²Yukito Kurihara (Mie Univ.)

B16

神奈川県中央部に露出する中津層群下部 (上部鮮新統) から産出した塩原動物群の特徴種とその産出の意義¹

瀬戸大暉 (横国大・環境情報)²・間嶋隆一 (横国大・環境情報)³

神奈川県中央部の相模川と中津川沿いには、新第三系・第四系中津層群が露出する。中津層群からは豊富な軟体動物化石が報告され、特に中津層群下部からは、浅海棲種が産出することが知られている。筆者らは、中津層群下部に狭化する礫岩層から、塩原動物群、掛川動物群および大桑-万願寺動物群の特徴種が共産することを発見した。本研究では、関東地域周辺における塩原動物群の年代層序学的研究に基づき、産出記録を検討した。

化石を産出した礫岩層は、細粒砂岩層中に狭在し、層厚が最大約 2.3 m である。礫岩層は南東へ約 50 m 連続し、せん滅する。岩相は、級化構造などが認められず、細粒砂を基質とする基質支持である。礫種は、主に砂岩礫とチャート礫からなり、泥岩偽礫を含む。泥岩偽礫には、有機物片や生物による穿孔痕が認められる。礫岩層からは、軟体動物化石が普遍的に産出し、巻貝類 20 属 16 種 383 個体、掘足類 1 属 1 種 1 個体および二枚貝類 14 属 12 種 89 個体が産出した。塩原動物群の特徴種は、*Laevicardium shiobarense* (Yokoyama) の離

弁個体 2 片が産出した。

温暖浅海性の塩原動物群は、主に日本海側の北海道から島根県および太平洋側の岩手県から埼玉県の中新統から産出が報告されている。関東地域では、*L. shiobarense* は、埼玉県、群馬県、栃木県および福島県の 16.4 Ma から約 10 Ma の下部～上部中新統から産出が報告されており、上部鮮新統中津層群からの産出が最も若い記録である。著者らは既に本研究の礫岩層から *Glossaulax hagenoshitensis* (Shuto) などの温暖性掛川動物群の特徴種および *Anadara* sp. cf. *A. amacula* などの寒冷性大桑-万願寺動物群の特徴種の産出を報告していることから、太平洋側では、塩原動物群は後期鮮新世まで生存し、中津層群下部堆積時において、掛川動物群および大桑-万願寺動物群を含む日本を代表する 3 つの新第三紀-第四紀軟体動物群が共存していたと推定される。

¹Characteristic species and significance of Shiobara fauna from the lower Nakatsu Group (upper Pliocene), in Kanagawa Prefecture, central Japan

²Hiroki Seto (Yokohama Nat. Univ.), ³Majima Ryuichi (Yokohama Nat. Univ.)

B17

東京都神田川河床から見つかった更新世の絶滅ホタテガイ
中島 礼 (産総研)・川辺文久 (文科省)・水野清秀 (産総研)
中澤 努 (産総研)・納谷友規 (産総研)・守屋和佳 (早稲田大)
中山俊雄 (東京都)

最近になって、東京都西早稲田地域を流れる神田川の河床において、化石床の存在が知られるようになった。同地域の神田川にかかる面影橋、仲之橋、豊橋から河床をみると、露頭が数 100 m にわたって連続してみられ、局所的に貝殻が密集している層準がある。そこで、東京都の許可を得て、河床での地質調査を行った。

この地域の河床は主に塊状の泥層からなり、その上位に侵食面を挟んで細礫～中礫、材や貝殻が密集して含まれる礫質砂層が局所的に重なる。下位の泥層には、上位から穿孔されたと思われる *Ophiomorpha* isp. がみられ、灰色の火山灰層が挟在する。含まれる火山ガラスの屈折率と化学組成の主成分分析により、上越テフラ (噴出年代: 約 120 万年前) に対比されることがわかった。

同定された貝化石は、下位の泥層からは *Tegillarca granosa* と *Crassostrea gigas* の潮間帯に生息する 2 種、上位の礫質砂層からは、*Rapana venosa*, *Crassostrea gigas*, *Ostrea denselamellosa*,

Porterius dalli, *Tresus keenae*, *Megacardita ferruginosa*, *Gomphina melanegis*, *Glycymeris yessoensis*, *Securella stimpsoni*, *Phacosoma japonicum*, *Macoma tokyoensis*, *Macoma sector*, *Lucinoma annulata*, *Scapharca broughtonii* などの潮間帯～数 10 m の水深に生息する浅海生の現生種と *Mizuhopecten planicostulatus* と *M. tokyoensis* の絶滅ホタテガイ類の 2 種である。貝化石や礫質砂層の産状は淘汰が悪く大型の材も含まれるため、本堆積物は、潮間帯から潮下帯にかけて運搬された暴浪などのイベント時に形成された土石流堆積物と考えられる。

M. planicostulatus の産出は中期鮮新世から前期更新世とされており、上限は多摩丘陵や三浦半島の上総層群の約 150～200 万年前である。今回、本地域の礫質砂層が約 120 万年前よりも新しいことがわかり、同種の産出上限が上がる事が明らかとなった。

Pleistocene extinct scallops collected from the riverbed of the Kanda River, Tokyo

Rei Nakashima (GSJ), Fumihisa Kawabe (MEXT), Kiyohide Mizuno (GSJ), Tsutomu Nakazawa (GSJ), Tomonori Naya (GSJ), Kazuyoshi Moriya (Waseda Univ.), Toshio Nakayama (Tokyo Met.)

B18

下部ジュラ系山奥層から産した放散虫化石群集¹

柏木健司 (富大・理)²・寺田和雄 (福井恐竜博)³・後藤道治 (福井恐竜博)³

岡山県北部に分布する山奥層は、海生および汽水生軟体動物化石や植物化石の産出が知られ、それらの種や組成から下部ジュラ系とされた (小西, 1954; Hayami, 1961; Goto, 1983)。また, Kimura et al. (1988) は植物化石をその組成からジュラ紀古世の来馬型植物群に属するものとした。さらに, 砂岩中のジルコン U-Pb 年代は, 山奥層がジュラ紀古世の Pliensbachian-Toarcian を示し (田子ほか, 2018), 化石年代を支持している。また, Yu (1980) は山奥層の下部層の泥岩中から, 珪藻個体と放散虫化石? の産出を報告し, それら SEM 写真を図示した。しかし, 現生個体の混染, および無機体の可能性が指摘されている。一方, 海生軟体動物化石を産出する海成層を挟むことから, 放散虫化石を初めとする海生微化石の産出は, 検討すべき課題として残されてきた。

寺田と後藤は 2014 年 5 月, 道路沿いの風化した泥岩露頭から多数の石灰質団塊を採集した。これら団塊は径数 cm 以下の球から楕円形で, 周囲の泥岩基質とは明瞭な境界面で画されている。処理に際し

では, 先ずハンドカッターで二分割し, 全ての試料を対象にフッ酸処理を実施した。その結果, 数試料から極めて保存不良であるものの, 確実な放散虫化石を含む微化石群集が得られた。

放散虫化石は, そのほとんどは内形雌型として産し, 数個体で殻を僅かに残す個体が得られた。大部分の個体は球形ないし円盤形の形態種で, 後者は *Orbiculiformella* 属の特徴を持つ。また, 放射状に三本腕を持つ *Paronaella*? spp. (2 個体), 中心殻とその両極に棘を持つ *Pantaneillum* sp. (1 個体), 塔状多節 *Nassellaria* (1 個体) が得られた。これらの他, 海綿骨針, 二枚貝原殻, 有孔虫? などが産した。

得られた放散虫化石種は, 現状で正確な同定は極めて困難な保存状態にある。ただし, 群集構成においてジュラ紀古世の年代論に矛盾しない。より詳細な放散虫時代論は, 処理に適した団塊試料を得ることが必須の現状にある。

¹Radiolarian assemblage from the Lower Jurassic Yamaoku Formation in Okayama Prefecture, Southwest Japan.

²Kenji Kashiwagi (Univ Toyama), ³Kazuo Terada (Fukui Pref. Dinosaur Muse.), ³Michiharu Goto (Fukui Pref. Dinosaur Muse.)

B19

ジュラ紀中世放散虫 *Unuma echinatus* の詳細形態解析と *Unuma* 属の系統上の位置¹

松岡 篤 (新潟大・理)²・横山 隼 (RC GEAR)³

Unuma echinatus は市川浩一郎と八尾昭によって, 1976 年に新属・新種として記載された。属名の *Unuma* は, 模式地である岐阜県各務ヶ原市鵜沼にちなんでいる。1976 年の論文では *Unuma* 属の下に *typicus* と *echinatus* の 2 種が記載された。*Unuma* 属の模式種は *typicus* である。もう一方の *echinatus* は, *Unuma* 属の亜属として同時に設立された *Spinunuma* 亜属の模式種となっている。しかしながら, *Spinunuma* 亜属は現在ほとんど使われていない。*Unuma echinatus* の拡大模型を制作するにあたり, 本種の殻形態を詳細に検討した。形態的な特徴を指摘するとともに, *Unuma* 属の系統進化上の位置づけについて議論する。

Unuma echinatus は紡錘形の殻に縦に伸びた多数の肋 (*plicae*) をもつ多節 *Nassellaria* である。肋には鋭い棘が発達する。肋間には複列の殻孔が配列する。殻の末端には *terminal tube* とよばれる付属物が発達する。殻内の頭室付近には, *vertical spine* にリングをつける *Amphipyndax* 型の内部骨針をもつことで特徴づけられる。これらの

形態的特徴のうち, 頭室の内部骨針は系統進化を考えるうえで特に重要な形質である。肋および *terminal tube* に発達する棘は, 殻形成の後期に発達する形質であると判断される。これまでに *Unuma echinatus* に同定されている個体には, 様々な棘の発達の程度をもつものが含まれている。棘の発達の程度は, 個体変異あるいは個体発生時の発達段階の違いを反映していると解釈される。

Unuma 属を模式属として, *Unumidae* 科が設立されている。*Unumidae* 科には, *Unuma* 属の他に, ジュラ紀古世から同中世にレンジをもつ *Helvetocapsa* 属, ジュラ紀中世から白亜紀最初期にかけて生息した *Protunuma* 属, 白亜紀中頃に発展した *Turbocapsula* 属および *Guttacapsa* 属が含まれるとされる。これらの属は共通して *plicae* のある紡錘形の外形をもち, *plicae* 間には単列ないし複列の殻孔が発達する。これらの形態的特徴はみかけの類似にすぎず, *Amphipyndax* 型の内部骨針をもつ *Unuma* 属は, 他の諸属とは系統的に隔たっているといえる。

¹Detailed morphological analysis of the Middle Jurassic radiolarian *Unuma echinatus* and phylogenetic position of the genus *Unuma*

²Atsushi MATSUOKA (Niigata Univ.), ³Hayato YOKOYAMA (RC GEAR)

B20

ニュージーランドから産出する中生代三畳紀からジュラ紀の放散虫化石群集と古生物地理学的群集特性¹

相田吉昭 (宇都宮大・農)²・Hamish Campbell (GNS Science, NZ)³・堀 利栄 (愛媛大・理工)⁴・竹村厚司 (兵庫教育大・地学)⁵・山北 聡 (宮崎大・教育)⁶

三畳紀前期からジュラ紀後期にかけて南半球のゴンドワナ大陸南東縁辺には島弧-海溝系が存在し, 当時のニュージーランドはフェニックスプレートが沈み込むプレート収束帯に位置していた。当時の南極点は大陸縁辺の沖合にあり, 南緯 70-90° の高緯度海域が存在していた (Torsvik & Cocks, 2017)。このようなパンサラサ海の高緯度海域において, 三畳紀〜ジュラ紀後期にかけて固有な放散虫群集が年代毎に発達していたことを報告してきた (Aita & Bragin, 1999; Aita & Spörlj, 2007; 相田ほか, 2009; Hori et al., 2015)。中生代の高緯度海洋環境下で, 寒冷水に適応した放散虫群集が時代とともに変遷を重ねてきた概要について紹介する。P-T 境界以降, 前期三畳紀の期間に放散虫化石が継続して記録されているのは, ニュージーランド北島 Arrow Rocks 島の Oruatuemanu 層のチャート層および珪質泥岩層 (Units 2b-4) からのみである。この期間の放散虫群集の特性はは

っきりしていない。中期三畳紀 (early Anisian) になると, 北島 Motutapu 島の層状チャートおよび南島 Kaka Point の Tilson Siltstone からは細長い棒状〜パイプ状の 3 本のスパインを持つ *Glomeropyle* 属の種が多産することで特徴づけられる (佐藤ほか, 2020)。中期三畳紀 (late Anisian) には, 北島および南島の Waipapa 帯に属する半遠洋性堆積岩から多様性の高い放散虫群集が産出し, 両極性放散虫である *Glomeropyle* 属の種が 20 種以上多産し, 殻の厚い多節筒状ナセリアは固有な特性を示している (鬼澤ほか, 2021 今発表)。また後期三畳紀 (Carnian) には *Capnuchosphaera* 属の種群の形態がより大型の球形殻を持ちチューブ状スパインが極端に短いという高緯度帯に固有な形質で特徴づけられる (Hori et al., 2015)。ジュラ紀中期から後期にかけて, 大型で厚い外殻を持つ *Stichocapsa* 属や *Aitaum* 属, *Spongocapsula* 属などの放散虫群集は寒冷水域を示唆する

¹Triassic and Jurassic radiolarian faunas from New Zealand and their paleobiogeographic faunal affinities

²Yoshiaki Aita (Utsunomiya Univ.), ³Hamish Campbell (GNS Science, NZ), ⁴Rie S. Hori (Ehime Univ.), ⁵Atsushi Takemura (Hyogo Univ. of Teachers Education) and ⁶Satoshi Yamakita (Miyazaki Univ.)

B21

ニュージーランド北島, Kapiti島とKaramuramu島から産出する
後期三畳紀(Late Norian)放散虫群集の古生物地理¹
長橋真木(宇都宮大・地域創生科学研究科)²・相田吉昭(宇都宮大・農)³・
堀 利栄(愛媛大・理工)⁴

ニュージーランド北島のKapiti島とKaramuramu島はそれぞれ Waipapa帯の西部(古期)と東部(新期)に属する三畳紀からジュラ紀の付加体堆積物である。当時のニュージーランドは南半球の Gondwana大陸南東縁辺に発達した海溝でプレートが沈み込む収束帯に位置しており、当時は南緯70-90°の高緯度海域が存在していた。Kapiti島は上部三畳系の砂岩、砂岩・シルト岩互層、礫岩などの海溝充填碎屑岩から構成され、シルト岩卓越層に胚胎するリン酸塩コンクリーションから *Betraccium deweveri* 帯(Norian最上部)の放散虫化石群集が報告されている(Blome et al., 1987; 相田ほか, 2018, 長橋ほか, 2019)。一方、Karamuramu島では島全体が赤色層状チャートからなり、周辺のKawakawa Bay地域ではチャート層は後期三畳紀～前期ジュラ紀の放散虫年代を示し、その上位の緑色珪質泥岩層からはジュラ紀中期から後期の高緯度海域に固有な放散虫群を産出している。本島の赤色チャート中に含まれる白色の炭酸マンガニ小球状粒子から保存良好な *Betraccium*

deweveri 帯の放散虫群集が産出している(Hori et al., 2012)。両島の異なる岩相から産出する同年代の放散虫群集は、*Betraccium deweveri* を含む *Betraccium* 属、*Cantalum* 属、*Ferresium* 属が多産し、北米Queen Charlotte島Kunga層群からの放散虫群集と共通種を多く有することや *Quadrissaturnalis* 属や *Pracheliosaurus* 属、*Proparvicungula* 属や *Laxtorum* 属の種が多産出することで特徴づけられる。またコスモポリタン種として *Bipedis acrostylus* gr. が産出する。固有な属種として *Quadrissaturnalis* 属やスポンジ状の外殻にツミダスパインを1本有する *Monospongella* 属の未記載の種群が含まれる。Kapiti島とKaramuramu島から産出するNassellariaについて群集特性の比較を行なった所、属数の組成割合が類似しており構成する属・種の共通性が高かった。このことはlate Norian当時のGondwana大陸縁辺海域であるKapiti島と遠洋性深海環境下のKaramuramu島の群集は、高緯度海域であるが、非寒冷水の海洋環境下に存在していたことが示唆される。

¹Paleobiogeography of the Late Triassic (late Norian) radiolarian faunas from Kapiti and Karamuramu Islands, North Island, New Zealand

²Mako Nagahashi (Utsunomiya University), ³Yoshiaki Aita (Utsunomiya University), and ⁴Rie S. Hori (Ehime University)

B22

ニュージーランド南島 Bull Creek から産出する南半球高緯度海域
を特徴づける中期三畳紀放散虫化石¹
鬼澤 璃万(宇都宮高校)²・嶋田 実緒(作新学院高校)³
鈴木 愛佳(宇都宮大・農)⁴・相田吉昭(宇都宮大・農)⁵

ニュージーランド南島Dunedinの南東部、Chrystalls Beach から Bull Creekを経てWatsons Beachへ至る海岸周辺には、オタゴ片岩中の弱変成相であるChrystalls Beach Complex(CBC)が分布する。CBCは砂岩・泥岩互層、珪質泥岩などで主に構成され、玄武岩溶岩やチャートブロックを含む付加体堆積物であると解釈されている。CBCの堆積年代は泥岩や珪質泥岩中に胚胎する黒色リン酸塩コンクリーションから *Glomeropyle* 属を含む放散虫化石が産出することから中期三畳紀を示すことが知られていた(Hada et al., 1988; Aita & Bragin, 1999)。しかしながら、CBCから産出する放散虫化石群集を構成する属種の詳細や、北島の *Glomeropyle* 属を含む放散虫化石群集との対比や高緯度海域に固有な種群の特性について詳しい解析は行われて来なかった。2018年から2020年にかけてCBCおよびKaka Point周辺の地質調査を継続して行い、Bull CreekおよびWatsons Beachからリン酸塩コンクリーションを多数採集した。微化石処理

を行った結果、数層準から保存良好な中期三畳紀の放散虫化石群を産出した。Bull Creekの試料BCSO-06には、*Glomeropyle grantmackiei* や *Glomeropyle* 属の未記載の形態種6種が多産出する。また *Pentactinia pugnax*, *P. lata*, *P. inermis*, *Pentactinocarpus illyricus* などの内部骨針が発達するEntactinaria目の多様なグループが多産することで特徴づけられる。一方Nassellariaは *Foremanellina aranea*, *Baratuna* sp. A, *Hozmadia* sp., *Praeyeharaia*(?) sp. Aなどが少数含まれる。Bull Creekの放散虫群集は北島のWaipapa帯に属するMotutapu IslandやMahinepua半島からの中期三畳紀Anisianの放散虫群集と対比される。さらに外殻が厚い多節筒状のNassellariaが多数産出することで特徴づけられ、これらの未記載種は両極性の高緯度海域を特徴づける *Glomeropyle* 属の種群に比較される固有種である可能性がある。

¹Middle Triassic Radiolaria from phosphorite concretions within the basement rocks exposed on seashore Bull Creek area, South Island, New Zealand

²Rima Onizawa (Utsunomiya High School), ³Mio Shimada (Sakushin Gakuin High School), ⁴Aika Suzuki(Utsunomiya Univ.) and

⁵Yoshiaki Aita (Utsunomiya Univ.)

B23

足尾山地ジュラ紀付加体中の鍋山層石灰岩から産出した前期ペルム紀(後期Kungurian)コノドント化石¹
武藤俊(産総研・地質調査総合センター)²・奥村よほ子(葛生化石館)³・水原猛(葛袋地学研究会)⁴

栃木県足尾山地南東部の基盤岩をなすジュラ紀付加体中には、ペルム紀に超海洋パンサラッサの海山頂部に堆積した遠洋性石灰岩である鍋山層が分布する。鍋山層からは過去に多くのコノドントおよびフズリナの産出が報告されており、付加体中にしか存在しないパンサラッサ遠洋域の化石記録として、また、コノドントとフズリナの生層序を直接比較することができる点で重要な研究対象である。一方、それらの先行研究以降にペルム紀のコノドントの分類は改訂されており、鍋山層のコノドント化石についても再検討の価値がある。

本研究では鍋山層下部から蟻酸によって抽出されたコノドント化石を報告し、その年代論と古生物地理的な意義を議論する。得られた標本は、*Mesogondolella idahoensis* (Youngquist, Hawley and Miller) および *Sweetognathus hanzhongensis* (Wang) を含み、これらの種は Cisuralian (=前期ペルム紀) の最後期である Kungurian

の後期を示す。産出層準は *Parafusulina yabei* フズリナ化石帯に位置し、この化石帯が後期 Kungurian を含むことが明らかになった。また、*M. idahoensis* は北半球高緯度にて特徴的な種である一方、*S. hanzhongensis* は熱帯域にて特徴的な種であり、鍋山層の堆積場であるパンサラッサ遠洋域では二つの異なる古生物地理区のコノドントが共存していた可能性が示唆された。

¹Early Permian (late Kungurian) conodonts from the Nabeyama Formation of the Jurassic accretionary complex in the Ashio Mountains

²Shun Muto (AIST), ³Yohoko Okumura (Kuzuu Fossil Mus.), ⁴Takeshi Mizuhara (Kuzubukuro Earth Science Res. Gr.)

B24

三畳系田穂層の田穂川部層に記録された上部オレネキアン階～下部
アニシアン階にかけての安定炭素同位体比層序¹HA, Thuy Thi Nhu (東北大学・理)²・前川匠 (大阪市立自然史博)³・
高柳孝子 (東北大学・理)⁴・井龍康文 (東北大学・理)⁵

前期三畳紀は、ペルム紀末の大量絶滅を引き起こした地球環境の変動の余波が継続しており、絶滅イベントを伴う複数の気候変動が起こったことが推定されている。それらは、安定炭素・安定酸素同位体比層序における偏位によって認識されており、特に大きな正や負の同位体比の偏位は、層序対比においても有用である。本研究では、これまで安定同位体比層序の報告が少ないパンサラッサ海の低緯度地域に位置していた田穂層の模式地から、他地域と比較可能なコノドント生層序と安定同位体比層序を示すことを目的とした。

愛媛県西予市城川町に点在する“田穂石灰岩”は、ジュラ紀～白亜紀に付加した秩父帯の付加体堆積物中に含まれる遠洋性の異地性岩体である。田穂上組に露出する石灰岩体では、層序や古生物学的な研究が古くからおこなわれ、三畳系田穂層が定義された。さらに田穂層は岩相によって田穂川部層と桜ヶ峠部層に区分された。田穂川部層は、層状石灰岩を主体とし、前期～中期三畳紀のコノドント

化石を多産する。本研究では、田穂川部層からオレネキアン期～アニシアン期を示す 10 属 20 種のコノドント化石を抽出した。さらに生層序対比に有効なコノドント化石の初産出層準を用いて、下位から *Novispathodus pingdingshanensis* (Nvp) 帯、*Nv. brevissimus* 帯、*Triassospathodus symmetricus* 帯、*Tr. homeri* (Th) 帯、*Chiosella timorensis* (Ct) 帯、*Magnigondolella cf. alexanderi* 帯の 6 帯を設定した。また、安定炭素同位体比層序との比較から、Nvp 帯、Th 帯、Ct 帯中に P3、N4、P4 の同位体比のイクスカーションのピークがあることを確認された。この結果は、テチス海や高緯度地域から報告された安定炭素同位体比層序と整合的であり、田穂川部層に安定炭素同位体比の変化が正確に記録されていることが判明した。これは、前期三畳紀における気候変動とその同時性や影響の大きさを考えるうえで重要な結果であると考えられる。

¹ Upper Olenekian to Lower Anisian stable carbon isotope chemostratigraphy of the Tahogawa Member, Taho Formation.

² Thuy Thi Nhu Ha (Tohoku Univ.), ³ Takumi Maekawa (Osaka Museum of Natural History), ⁴ Hideko Takayanagi (Tohoku Univ.), ⁵ Yasufumi Iryu (Tohoku Univ.)

B25

石川県白山市白峰地域の手取層群北谷層の凝灰岩から得られた
Albian ジルコンU-Pb 年代¹酒井佑輔 (大野市教育委員会)²・堤之恭 (科博)³・楠橋直 (愛媛大・理)⁴・園田哲平 (福井県恐竜博)⁵

石川県白山市白峰地域および福井県勝山市滝波川地域の下部白亜系手取層群は、県境を挟んで一連の岩相層序が認められ、下位より、五味島層、桑島層、赤岩層、北谷層より構成される。本層群最上部の北谷層は、非海生の動植物化石を多産するが、時代決定に有効な示準化石に乏しく、その堆積年代については依然としてよくわかっていない。本研究では、白峰地域内の手取川支流大道谷川に露出する北谷層下部および上部に挟まれる凝灰岩層 (酒井ほか, 2018 の Fig. 4-20, 25) 中のジルコンについて、LA-ICP-MS による U-Pb 年代測定を行い、手取層群最上部の堆積年代について検討した。

ジルコンの U-Pb 年代測定は、国立科学博物館の LA-ICP-MS を用いた。北谷層下部の試料ではジルコン 28 粒子、同層上部の試料ではジルコン 13 粒子を測定し、最も若い粒子の年代値 (YSG) として、それぞれ 109.7±1.4 Ma, 111.9±2.1 Ma を得た。

北谷層下部より最も若い堆積年代上限値として Albian の年代範囲

に入るジルコン U-Pb 年代値が得られたことから、本層の大部分は Albian に対比されると考えられる。このことは、北谷層より層位的下位の赤岩層下部に挟まれる凝灰岩層から得られている 121.2±1.1 Ma のジルコン U-Pb 年代値 (酒井ほか, 2019) と矛盾しない。また、福井県大野市九頭竜地域 (手取層群模式地周辺) の手取層群最上部の砂岩中からも Albian ジルコン U-Pb 年代値が得られていること (長田ほか, 2020 日本古生物学会第 169 回例会講演要旨)、手取層群を覆う林谷安山岩および同層群を切る珪長質岩脈の年代が 109-104 Ma であること (Nagata et al., 2018) などを踏まえると、今回の結果は本層群の堆積が Albian 期まで継続されていたとする見解を強く支持する。これにより、手取層群最上部は地理的に近い篠山層群 (Albian) と年代学的に対比されることになり、今後は両層群間での化石相の比較が重要な意義をもつと考える。

¹ Albian Zircon U-Pb ages of tuffs from the Kitadani Formation, Tetori Group in the Shiramine area, Hakusan City, Ishikawa Prefecture, central Japan

² Sakai, Y. (Ono City Board of Education), ³ Tsutsumi, Y. (NMNS), ⁴ Kusuhashi, N. (Ehime Univ.), ⁵ Sonoda, T. (FPDM)

B26

津波堆積物調査への軟体動物化石の適用¹
北村晃寿 (静岡大・理)²

筆者は、Engel et al. (2020) の編纂した「Geological Records of Tsunamis and Other Extreme Waves (Elsevier)」の第 15 章「The application of molluscs for Investigating tsunami deposits」を担当したので、ここに紹介する。なお、第 12 章で有孔虫、第 13 章で介形虫、第 14 章で珪藻を使った研究がまとめられている。

津波堆積物中の軟体動物相の種組成に関する先行研究を比較した結果、様々な生息環境の種が混在することが確認され、その度合いは局所的な地形的特徴に強く支配されていることが分かった。また、上下の堆積物に比べて、津波堆積物は、全殻の貝殻が少なく、破碎や断片化された貝殻の割合が高いことが特徴である。

一方、東北地方太平洋沖地震の津波堆積物に関しては、貝類や有孔虫類を産しない場所が多い。仙台湾沖に関しては、急深な海浜地形のため押し波時に堆積物に作用する掃流力が小さく、浅海域の堆積物が巻き上がらなかったためという解釈がある (Sugawara et al., Mar. Geo., 358, 18-37)。そこで、筆者は 2019 年 8 月に仙台平野の海浜を調査したところ、打ち上がった貝類はほとんどなく、しかも、

それらのほとんどは固着性二枚貝 *Mytilus galloprovincialis* (ムラサキガイ) と *Septifer virgatus* (ムラサキインコ) で、海浜の目の前の消波ブロックに固着していた死殻と推定される。2011 年の津波によるダメージが回復していないかもしれないが、仙台平野の海岸は外洋に面しており、波浪の影響で底生生物の生息に不適な環境だったため、貝類が打ち上がらなかったと考えられる。

津波の規模は、沿岸地形の影響を強く受ける。よって、津波堆積物の分布からその規模を推定するには、沿岸地形の復元が必要であり、津波堆積物中の化石記録は重要な役割を果たす (Kitamura et al., 2018a, PEPS, 5:41)。そして、トレンチ調査ができる場合には、津波で生きたまま運ばれた貝殻の探索は重要である。確度の高い ¹⁴C 年代値が得られる (但し、ローカルリザーバー効果の問題がある) だけでなく、酸素同位体分析から、津波の発生した季節を決定できるからである (Kitamura et al., 2018b, Mar. Geo., 403, 57-61)。その情報から植生の状況が推定でき、津波の遡上範囲に強い影響を持つ地表面の粗度係数を評価できる。

¹The application of molluscs for Investigating tsunami deposits.

²Akihisa Kitamura (Shizuoka Univ.)

B27

マイクロ X 線 CT 計測による浮遊性有孔虫コア記録を用いた
海洋環境が石灰化生物に及ぼす影響の検証¹木下峻一 (科博・東北大)²・王権 (東京大)³黒柳あずみ (東北大)⁴・村山雅史・氏家由利香 (高知大)⁵川幡穂高 (東京大)⁶

浮遊性有孔虫殻は過去の海洋環境を記録した貴重な情報源である。実際に、海洋の炭酸塩飽和度は浮遊性有孔虫の殻形成と関連があり、 pCO_2 の値が高い環境下では殻重量が軽くなることが報告されている。しかし、現在進行中である温暖化を伴う海洋酸性化と同様に、自然環境下では様々な海洋環境変動が有孔虫殻に影響を及ぼしていることが考えられる。したがって、海洋環境 (水温や pCO_2) と有孔虫殻重量を変化させる各パラメータ (殻体積や殻重量) との関係を明らかにすることは、過去の海洋環境の復元において重要な課題である。

本研究では、コア試料 (MD98-2196) 中の浮遊性有孔虫 *Globigerinoides ruber* (white) 化石について、従来測定されてきた殻サイズ、殻重量に加え、マイクロ X 線断層撮影 (CT) 法を用いることで、6 時間断面 (3, 10, 20, 70, 90, 100ka) における殻体積および殻密度の定量的な計測を実施した。環境因子 (SST, pCO_2) と有

孔虫殻パラメータ (体積, 密度, サイズ正規化) の相関関係の解析の結果、殻体積は SST, pCO_2 いずれとも有意な負の相関が示された。一方で、殻密度やサイズ正規化重量と各環境因子との間では、有意な相関関係がみられないか、殻体積と同様に負の相関がみられたものでも、比較的弱い相関となった。このことから、海洋の酸性化と温暖化に関連する環境の変化が、本種の殻形成を阻害する (より大きな殻や、あるいは厚い壁をもった殻の形成を妨げる) ことが示唆された。また、SST や pCO_2 のプロキシとして浮遊性有孔虫殻を用いる場合には、殻体積を用いることがより適当な手法である可能性が本研究の結果から示唆される。

¹ Effects of environmental changes on marine calcification organisms estimated from the investigation of micro-X-ray CT on planktic foraminifers contained in core sample.

²Shunichi Kinoshita (National Museum of Nature and Science /Tohoku Univ.), ³ Quan Wang (The Univ. of Tokyo), ⁴ Azumi Kuroyanagi (Tohoku Univ.), ⁵ Masafumi Murayama, Yurika Ujiie (Kochi Univ.), ⁶ Hodaka Kawahata (The Univ. of Tokyo)

B28

暁新世・始新世境界温暖期における浮遊性有孔虫の炭酸塩殻密度¹
久保田好美 (科博)²・木元克典 (JAMSTEC)³・山口龍彦 (科博)⁴・
堀内里香 (JAMSTEC)⁵・Richard D. Norris (UCSD)⁶

暁新世・始新世境界温暖期 (Paleocene-Eocene Thermal Maximum: PETM) は、約 56Ma に起こった急激な気候温暖化と海洋酸性化で特徴づけられる。本研究では、PETM における炭酸カルシウム殻を持つ微小な海洋生物 (有孔虫) の石灰化への海洋酸性化の影響を明らかにするため、マイクロフォーカス X 線 CT (MXCT) を用いて PETM 前後に連続的に産出する浮遊性有孔虫 *Subbotina patagonica* の炭酸塩殻の密度 (殻密度と呼ぶ) を計測した。用いた試料は、南大洋の Maud Rise, ODP Hole 690B である。この Hole では、保存状態が良好な有孔虫が多産するため生物への影響を評価しやすいことに加え、PETM における地球化学的、古生物学的研究も多く報告されている。

本研究における殻密度は、基準物質となるカルサイト結晶と有孔虫の X 線吸収量の比 (カルサイト CT 値) を用いて相対値として評価した。また、サイズによる殻密度の違いを検討するため、300 μ m 以上、212-300 μ m の分画に分けてピッキングを行い、160 個体以上の計測を行った。暁新世末期から始新世初期にかけての解析の結果、サイ

ズによる殻密度の違いが認められ、300 μ m 以上の分画は、212-300 μ m よりも殻密度が低い傾向にあった。また、300 μ m 以上の分画については、体積とカルサイト CT 値に負の相関関係が認められ、殻のサイズが大きくなると殻密度が小さくなる傾向があった。

300 μ m 以上、212-300 μ m のそれぞれの分画において、PETM の開始直後に殻密度が小さくなる現象が確認され、その後のカルサイト CT 値も比較的低い傾向にあった。これは、PETM における海洋表層の酸性化により、殻の成長が阻害された可能性を示唆する。本発表では、さらに PETM における浮遊性有孔虫の殻密度の変動と環境変動との関連性や殻密度を変化させる有孔虫の生態学的な要因について議論する。

¹Test density of planktic foraminifera during the Paleocene-Eocene Thermal Maximum

²Yoshimi Kubota (NMNS), ³Katsunori Kimoto (JAMSTEC), ⁴Tatsuhiko Yamaguchi (NMNS), ⁵Rika Horiuchi (JAMSTEC), ⁶Richard D. Norris (UCSD)

THE PALAEONTOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN
Hongo MT-Building 4F, Hongo 7-2-2, Bunkyo-ku, Tokyo, 113-0033 JAPAN

2021 年 2 月 4 日発行
発行 日本古生物学会
〒113-0033 東京都文京区本郷7-2-2 本郷MTビル401号室
電話 03-3814-5490

© The Palaeontological Society of Japan 2021
(無断転載, 複写を禁ず)