



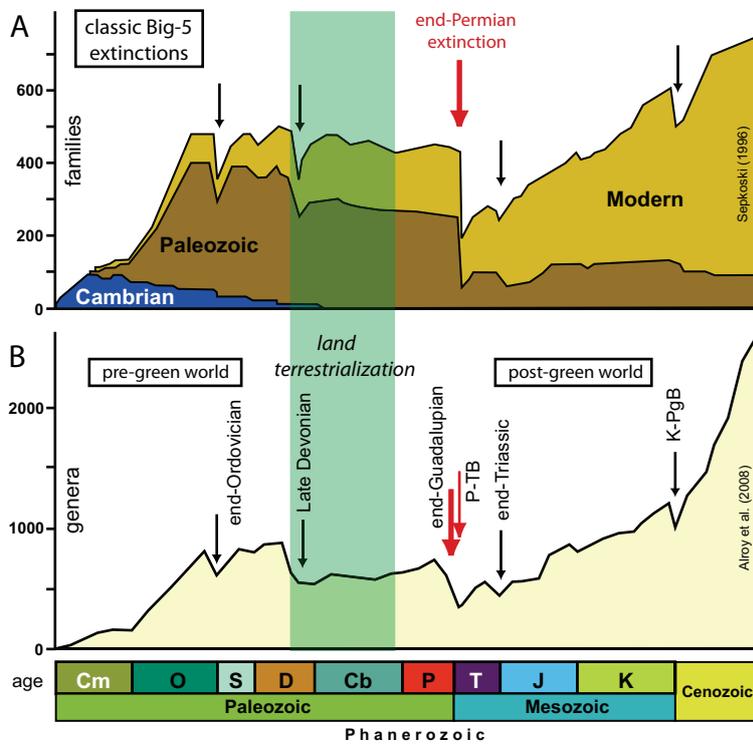
Abstracts with Programs  
The 169<sup>th</sup> Regular Meeting  
The Palaeontological Society of Japan  
(February 7-9, 2020, Komaba, Tokyo Metropolis)

日本古生物学会第 169 回例会

# 講演予稿集

2020 年 2 月 7 日 - 9 日

目黒区 (東京都)



日本古生物学会

## 表紙の図の説明

### Explanatory note for the cover image

Two diagrams showing Big-5 mass extinction events of the Phanerozoic (A: Sepkoski, 1984, B: Alroy et al., 2008; Cm: Cambrian, O: Ordovician, S: Silurian, D: Devonian, Cb: Carboniferous, P: Permian). Note that the first three events occurred during the Paleozoic under the scent of global cooling. The greatest revolution of land vegetation (colored in green) took place in mid-Paleozoic to change the atmospheric composition, in particular, to drop the partial pressure of CO<sub>2</sub> for nearly one order of magnitude. Mechanism of repeated global cooling and relevant extinction cannot be explained solely by the suppression of atmospheric greenhouse effect, which is extremely popular among current researchers, but probably by something else. New challenges are need. From Isozaki (2019) in Yamagishi et al. eds., *Astrobiology*, Springer.

日本古生物学会第169回例会開催実行委員会

委員長：磯崎行雄

委員：遠藤一佳・小宮剛・佐々木猛智・對比地孝亘・澤木佑介

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：遠藤一佳・對比地孝亘・伊藤泰弘）

# 日本古生物学会 第 169 回例会

2020年2月7日（金）～2月9日（日）

東京大学 駒場キャンパス

## \*\*\*\*\* 1. プログラム 概要 \*\*\*\*\*

### 2月7日（金）会場：東京大学駒場キャンパス・21KOMCEE EAST

- 【9:30-12:50】 シンポジウム1「系統樹から進化を探る-系統比較法の古生物への適用」（K011 教室） . . . . . ii
- 【14:00-17:15】 シンポジウム2「古生代生物進化研究ルネッサンス：多様化と絶滅 Renaissance of Paleozoic evolution studies: radiation and extinction」（K011 教室） . . . . . iii
- 【18:30-20:30】 懇親会（東京大学駒場生協食堂） . . . . . iv

### 2月8日（土）会場：東京大学駒場キャンパス・13号館1323教室, 21KOMCEE EAST, 21KOMCEE WEST

- 【9:30-10:30】 会長講演（1323 教室） . . . . . iv
- 【10:45-11:45】 学術賞受賞記念特別講演（1323 教室） . . . . . iv
- 【13:00-14:00】 一般講演 ポスター発表コアタイム（ポスター会場） . . . . . iv-vii
- 【14:15-15:30】 一般講演 口頭発表1（A-C 会場） . . . . . vii-viii
- 【15:45-17:15】 一般講演 口頭発表2（A-C 会場） . . . . . viii-ix
- 【17:30-17:45】 ポスター賞表彰式（ポスター会場付近） . . . . . ix

### 2月9日（日）会場：東京大学駒場キャンパス・21KOMCEE EAST

- 【9:30-10:45】 一般講演 口頭発表3（A-C 会場） . . . . . ix-x
- 【11:00-12:30】 一般講演 口頭発表4（A, B 会場） . . . . . x
- 【14:30-16:30】 化石友の会イベント 東京大学総合研究博物館インターメディアテク 展示見学会 . . . . . xi

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） . . . . . xi-xii  
その他会場案内など . . . . . xii-xiv

第 169 回例会参加費：一般会員 6,000 円 学生会員 2,000 円 友の会会員 1,000 円 一般非会員 7,000 円 学生非会員 3,000 円 高校生以下無料（予稿集は有料，1冊 500 円）なるべくお釣りのいらぬようにご用意いただくと助かります。

**\* \* \* \* \* 2. プログラム 詳細 \* \* \* \* \***

2月7日（金）

【9:30-12:50】 東京大学駒場キャンパス・21KOMCEE EAST・K011教室

シンポジウム 1 「系統樹から進化を探る-系統比較法の高生物への適用」

Exploring evolution from phylogenetic trees: Applying phylogenetic comparative methods to palaeontology

コンビナー：久保泰（東京大学総合研究博物館）

系統比較法（Phylogenetic comparative methods, 種間比較法）は、系統が近いことによる影響（類似性）を取り除いて適応進化を研究するために 1980 年代に開発が始まった。研究対象が現生種、化石種、あるいは脊椎動物、無脊椎動物であるに関わらず系統関係が明らかであれば適用可能であり、現在では定量的に進化を語る為には必須の手法となりつつある。古生物学と系統比較法は、種レベル以上の大進化を探るという目的を共有する点で極めて親和性が高い。近年は Mesquite や R 等の統計ソフトウェアで簡単に様々な解析手法が使える環境が整いつつあり、古生物にも祖先状態や進化パターン、種分化率や絶滅率の推定等を行う多様な手法が適用されるようになった。しかし、国内では系統比較法を紹介するシンポジウムや参考書はまだ少ない。本シンポジウムでは、新手法の開発に携わり最先端の手法を使いこなす進化生物学者から古生物学者まで、様々な立場から系統比較法の歴史、多様な手法、古生物への適用例を紹介する。

- 9:30-9:40 趣旨説明 久保泰（東大）  
9:40-10:05 研究者が思い描く進化モデルを検証できる系統比較法 沓掛展之（総研大）  
10:05-10:30 オオツノジカの絶滅と性淘汰 坪井助仁（ルンド大）  
10:30-10:55 比較データからの進化的制約の検出と、その鳥類四肢骨格への適用  
渡辺順也（ケンブリッジ大）

【10:55-11:15】 -休憩-

- 11:15-11:40 系統比較法によるワニ類の骨格進化様式の解明  
飯島正也（クレムソン大・名古屋大）  
11:40-12:05 Processes of speciation, extinction and phenotypic evolution in dinosaurs  
坂本学（リンカーン大）  
12:05-12:30 系統比較法で探る四肢動物の歩行様式の進化：古生物の視点の重要性  
久保泰（東大）  
12:30-12:50 総合討論

**【14:00–17:15】 東京大学駒場キャンパス・21KOMCEE EAST・K011 教室**  
**シンポジウム 2 「古生代生物進化研究ルネッサンス：多様化と絶滅」**

**Renaissance of Paleozoic evolution studies: radiation and extinction**

コンビナー：磯崎行雄・小宮剛・澤木佑介（東京大学大学院総合文化研究科）

先カンブリア時代が終わり、生物相の急激な多様化が起きて、現在に近い地球表層の景観ができた。特に顕生代の前半3億年間に当たる古生代は、海洋での生活空間の拡大、また陸上での大規模森林の発達が生じた結果、海洋水や大気の組成そして表層環境全体が大きく変わった時代である。非可逆的に進んだこの大変化の過程は、複数のイベントを介して段階的に起きた。まずカンブリア爆発/オルドビス多様化事変として知られる動物多様化、そして3回の主要な絶滅である。ただし、各事変の概要は判明したものの、それらの原因については未だアドホックな仮説が乱立しており、根源的な解は得られていない。古生層の分布および化石の産出が極めて少ない本邦において、三葉虫・サンゴ・紡錘虫などの研究を除くと、古生代研究はここしばらくの間やや不活発に見えた。しかし、最近になって日本独自の観点/技法の導入により新知識が蓄積されつつあり、その中で日本産化石を含めた古生代古生物研究の重要性が浮き彫りにされつつある。そこで、現時点における世界の研究前線を紹介し、最近の知見を含めた議論を通して、次の研究課題を探るためのシンポジウムを企画する。特に、古生代に起きた主要イベントとして、「カンブリア紀初期の爆発的動物進化」、「オルドビス紀の急速な多様化」、そして「3回繰り返された大量絶滅事変」に焦点を当てた議論を行う。

- 14:00–14:05 趣旨説明 Yukio Isozaki (University of Tokyo)
- 14:05–14:35 Ecosystem reconstruction during the Cambrian explosion: a working hypothesis  
Xingliang Zhang (Northwest University, China)
- 14:35–15:05 Evolution of the Early Paleozoic plankton from the Paleo-Asian Ocean and its marginal seas: evidence from the Gorny Altai  
Olga T. Obut (Novosibirsk State University, Russia)
- 15:05–15:35 No 'Cambrian Explosion' and no 'Ordovician Event': a single long-term early Palaeozoic radiation. Thomas Servais (University Lille, France)
- 【15:35–15:55】 –休憩–**
- 15:55–16:25 Nonmarine Permian extinctions and non-extinctions  
Spencer G. Lucas (New Mexico Museum of Natural History, USA)
- 16:25–16:55 Global chilling and two Paleozoic extinctions (Ordovician and Permian): no bolide impact nor LIP volcanism Yukio Isozaki (University of Tokyo)
- 16:55–17:15 総合討論

**【18:30-20:30】懇親会（東京大学・駒場コミュニケーションプラザ2F・駒場生協食堂）**

懇親会は予約制です。参加を希望される方は、必ず事前にメールかハガキで、1月17日（金）【必着】までに、お申し込み下さい。

会場：東大生協食堂 2階 ダイニング銀杏

会費：一般会員・一般非会員・友の会会員…6,000円，学生会員・学生非会員…4,000円

申込先：佐々木猛智(東京大学総合研究博物館)

メール：psj202002konsinkai@gmail.com

※件名は「日本古生物学会懇親会申込」とし、会員の種別（一般会員・友の会会員・一般非会員・学生会員・学生非会員）を明記してください。

ハガキ：〒113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1 東京大学総合研究博物館 佐々木猛智宛

**2月8日（土）会場：東京大学・駒場キャンパス13号館・1323教室，21KOMCEE EAST，21KOMCEE WEST**

**【9:30-10:30】会長講演（1323教室）**

真鍋真「K/Pg大量絶滅の研究から学ぶ」

**【10:30-10:45】休憩**

**【10:45-11:45】学術賞受賞記念特別講演（1323教室）**

安原盛明「貝形虫を用いた海洋生態系変動史研究」

**【11:45-13:00】休憩**

**【13:00-14:00】一般講演 ポスター発表（コアタイム：奇数番号13:00-13:30，偶数番号13:30-14:00）**

P01 Sara Emanuel・Tokiyuki Sato・Shun Chiyonobu・Yasufumi Iryu High-resolution calcareous nannofossil biostratigraphy at Ocean Drilling Program Site 1146 in the South China Sea

P02 伊藤剛 群馬県東部八王子丘陵のチャートセクションから産出したペルム紀シスウラリアン世放散虫化石

P03 佐藤美月・鈴木桜子・武藤俊・相田吉昭 ニュージーランド南島 Kaka Point に分布する Willsher Group から産出する中期三畳紀放散虫化石

P04 眞壁豊治・根岸拓真・山縣拓海・本山功・西村智弘 北海道穂別安住地域における上部白亜系の地質と放散虫化石層序

- P05 鈴木桜子・相田吉昭・植竹勇介・朝比奈俊輔・岸本直子 X線マイクロ CT および CP 法による *Glomeropyle* 属放散虫の内部構造の解析 -内部骨針の 3D 配置様式-
- P06 酒井恵祐・大串健一・芝原暁彦 有孔虫分析により明らかになった最終退氷期における北西太平洋の溶存酸素極小層 (OMZ) の拡大
- P07 石野沙季・板木拓也 人工知能による珪藻 *Eucampia antarctica* の殻形状の自動識別—新たな南極海氷復元指標の検証に向けて—
- P08 望月貴史・大路樹生・Gonchigdorj Sersmaa・大沢果那・小野寺香乃 モンゴル西部Bayan Gol溪谷の上部エディアカラ系Zuun-Arts Formationで産出した藻類*Chinggiskhaania bifurcata*とその意義
- P09 及川一真・高柳栄子・遠藤一佳・吉田真明・井龍康文 隠岐の島産現生腕足動物殻の炭素・酸素同位体組成の個体差および性別差
- P10 鈴木敬介・田沢純一・三宅幸雄 岐阜県高山市本郷地域における飛騨外縁帯の火山砕屑岩層から産出した前期石炭紀腕足類
- P11 増永正大・椎野勇太 関節構造のない腕足動物ディスクイナ類の形態と埋没過程
- P12 佐々木千夏・椎野勇太・延原尊美・伊東祐二・加藤了也・池原研 東海沖から採集された遺骸群集中の腕足動物 *Terebratulina*
- P13 酒井佑輔・後藤道治 福井県大野市九頭竜地域の九頭竜層群におけるジュラ紀オウムガイの産出層準
- P14 鈴木大河・安藤寿男・田口翔太 福島県相馬中村層群最上部の小山田層(最下部白亜系ベリアシアン)における堆積相と大型化石(アンモナイト・二枚貝)相
- P15 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)の海生化石密集層から復元する底生生態系
- P16 廣瀬浩司・鶴飼宏明・黒須弘美 天草市御所浦町前島の上部白亜系姫浦層群から産出する化石群
- P17 唐沢與希・松井久美子・前田晴良・小山内年昭 病み足に腫れ足:北海道産 *Menuites japonicus* (アンモナイト目) の病理変異
- P18 田近周・生野賢司・森本直記・Neil Landman 形態的種内変異の進化—白亜紀オウムガイ *Eutrephoceras* と現生オウムガイ *Nautilus* を例に—
- P19 中村千佳子・岡本隆 後期白亜紀アンモナイト *Scaphites* の個体群動態の再現
- P20 三上智之・井上新哉・望月直・岩崎渉 アンモノイド縫合線の数理生物学的研究
- P21 石川牧子・加瀬友喜・筒井秀和 穿孔捕食痕の頻度分布を用いた捕食圧の推定プログラムの構築
- P22 佐藤圭・Davin H.E. Setiamarga・米光裕・樋口恵太・岩橋徳典・永井清仁 環境変化に応じたアコヤガイの貝殻微細構造制御における分子メカニズム
- P23 江端修平・栗原行人 下部中新統一志層群におけるリュウグウハゴロモガイ科二枚貝 2 種の殻形態と分類
- P24 田岡信二・栗原行人 下部中新統一志層群におけるリュウグウハゴロモガイ科二枚貝 2 種の産状と生息環境
- P25 瀬戸大暉・間嶋隆一 上部鮮新統~下部更新統中津層群(神奈川県中央部)の貝化石に基づく堆積環境の推定
- P26 吉岡七海・小長谷美沙・中谷是崇・瀬戸大暉・間嶋隆一 三浦半島の東京湾沿いに露出する下部更新統野島層と大船層の貝化石群集と堆積環境
- P27 奈良正和 西南日本弧中新統に産する生痕化石 *Dactyloidites otto* の形成環境とその古生態学的意義
- P28 石寄美乃・小倉誠也・高橋千綱・金子真弥・井村朱里・椎野勇太 スナガニの巣穴から読み解く行動生態と海浜動態への応答様式
- P29 安藤佑介・廣瀬浩司・鶴飼宏明・島田一良・黒須弘美 熊本県天草市の白亜系御所浦層群から産出した十脚類化石の新記録
- P30 田中源吾・前川匠 上部石炭系長岩層の介形虫化石群(予報)
- P31 新山颯大・神谷隆宏・田中源吾 南西諸島の浅海域における現生介形虫群

- P32 勝田直興・鈴木雄太郎 レビュー：三葉虫の複眼形態の多様性
- P33 多田誠之郎・對比地孝亘 軟骨魚類 *Egertonodus* 属の新標本の記載とその感覚器官の機能推定
- P34 仲井大智 仙台層群竜の口層（上部中新統一下部鮮新統）から産出した板鰓類化石群集
- P35 Mori Chida・Alison M. Murray・Donald D. Brinkman・Oksana Vernygora・Hiromichi Kitagawa  
A new dercertid fish (Neoteleostei, Aulopiformes) from the Campanian Bearpaw Formation, Alberta, Canada
- P36 藪本美孝・廣瀬浩司・黒須弘美・パウロ M. ブリトー 新標本の発見によるイクチオデクテス目魚類 *Amakusaichthys goshouraensis* の新たな大きさの特徴
- P37 宮田真也・藪本美孝 レバノン上部白亜系サニー層産 Halecomorph 魚類とその意義
- P38 石井篤・宮田真也・佐藤たまき 現生アロワナ上目魚類バタフライフィッシュ (*Pantodon buchholzi*) の骨学的研究—アロワナ上目化石魚類の系統学的研究に向けて—
- P39 Benjamin T. Breeden III・Kentaro Izumi・Makoto Manabe・David B. Kemp・Chisako Sakata・Fumio Takahashi A re-evaluation of fossil reptiles from the Lower Jurassic Nishinakayama Formation in Shimonoseki, Yamaguchi: new insights from X-ray computed tomography and geochemistry
- P40 大塚健斗・平山廉・伊左治鎮司・真鍋真・松本涼子・大倉正敏・酒井佑輔・藪本美孝・山口一男・白山市 石川県白山市白峰地域の手取層群北谷層から発見された脊椎動物化石含有層に関する予察的報告
- P41 藪田哲平・辻野泰之・田上浩久・河部壮一郎・中山健太郎・東洋一 徳島県勝浦町の下部白亜系立川層より産出したスッポンモドキ科カメ類
- P42 山下桃・對比地孝亘 水中視が及ぼすカメ類の鞏膜輪形態への影響
- P43 卓義揚・蔡政修 台湾最後のトミストマ類ワニ
- P44 江川史朗・Joao F. Botelho・倉谷滋・John R. Hutchinson・Bhart-Anjan S. Bhullar ワニと恐竜の大腿骨頭は相同だが、恐竜と鳥の大腿骨頭は相同ではない
- P45 Masanori Ozeki・Sachiko Agematsu・Lida Xing Preliminary report on a new Istioactylid Pterosaur specimen from the Lower Cretaceous Yixian Formation of Liaoning Province, China
- P46 B. Mainbayar・S. Ishigaki・Kh. Tsoigtbaatar・M. Saneyoshi Large Sauropod trackway with manus imprints from the Upper Cretaceous of Gurilin Tsav fossil site, Western Gobi Desert, Mongolia
- P47 青塚圭一・中島保寿・疋田吉識・遠藤秀紀 北海道・中川町の白亜系蝦夷層群より産出した潜水鳥類化石
- P48 田中公教・小林快次・生野賢司・池田忠広・三枝春生 兵庫県洲本市の和泉層群北阿万層（下部マーストリヒチアン階）から産出した潜水鳥類ヘスペロルニス目
- P49 脇水徳之・對比地孝亘 現生主竜類における三叉神経系の形態比較と頭骨吻部形態の進化史に関する考察
- P50 伊藤海・伊藤愛・遠藤秀紀 食肉類の頭蓋骨形態に基づく咬合力の推定
- P51 孫正涵・蔡政修 台湾更新世コククジラ化石の頭部筋肉復元
- P52 一島啓人・河部壮一郎・澤村寛 鯨類の耳周骨における“単孔”の正体
- P53 鈴木苑子・上松佐知子・猪瀬弘瑛 福島県の上部中新統久保田層より産したクジラ化石と古環境
- P54 富谷進・Shawn Zack・Michelle Spaulding・John Flynn 中部始新統ワシヤキー層（米国ワイオミング州）産出の肉食哺乳類とその多様性の変動
- P55 高孟岑・蔡政修 台湾先史時代初めてのツキノワグマの記録
- P56 村上達郎・樽創・鏑本武久 中国河北省熱河地域から産出した後期更新世サイ科化石
- P57 半田直人・加藤敬史 日本の鮮新世サイ科（奇蹄目）化石の現状と課題：とくに古生物地理について
- P58 松井久美子・唐沢與希 “触れる” エゾミカサリュウ (*Taniwasaurus mikasaensis*) —安価で簡単な AR Web アプリケーションの作成—

- P59 戸坂茂茄実・吉田雅則・今井拓哉・服部創紀・堀口直人 古生物学とデザインの相乗効果：*Allosaurus*（竜盤目：獣脚亜目）の復元を例に  
 P60 大野理恵・細矢剛 知っていますか？ S-N e t  
 P61 和田和美・池田忠広・三枝春生・田中公教・新谷明子 化石剖出用具の開発（その 2）

### 高校生ポスターセッション

- HP1 阿部和弥・岡田優寿希・笠井愛美・金子なつみ・中山翔・三角和歌子 オルビトリナ化石による山中白亜系石堂層の年代再検討  
 HP2 高橋恒佑 小野川河床の下総層群貝化石密集層の有孔虫化石について  
 HP3 高橋慶多・唐沢與希 アンモナイト螺環の断面形態の関数的計測法と、それを用いたデスマセラス科アンモナイトの個体発生比較  
 HP4 小川結葵風・覺弥月・佐藤柚希 千葉県南西部における約 50 万年間のアサリの形の違い  
 HP5 赤林哲也・坂本龍生・小島陽介・村岡怜真・佐藤慶一・今村洗成 神奈川県三浦半島の貝形虫～*Microloxoconcha* 属の未記載種の発見、および間隙環境の変遷～  
 HP6 横堀朝香・三田鈴・中村真綾 茨城県美浦村馬掛の下総層群から産出したクモヒトデ骨片化石と介形虫化石

## 【14:00–14:15】休憩

## 【14:15–15:30】一般講演 口頭発表 1（A-C 会場）

A 会場	B 会場	C 会場
古脊椎動物の部（1） 座長：菌田哲平	古植物学・古生態学の部 座長：對比地孝亘	層序・地史の部 座長：伊藤剛
A01 東山大毅・栗原裕基 前上顎骨再考：鼻先は祖先の口先	B01 ルグラン ジュリアン・山田敏弘・寺田和雄・西田治文 手取層群伊月層・桑島層のパリノフロラから解明する「手取型植物地理区」のバレミアンの植生変化	C01 河野聖那・磯崎行雄・佐藤友彦・張興亮・劉偉 南中国最下部カンブリア系の層序と“最古”節足動物化石
A02 松本涼子・藤原慎一 四肢動物における後頭顆の形態と可動性の進化について	B02 山田敏弘・西野萌 <i>Salvinia pseudoformosa</i> のシントタイプの生育年代推定	C02 長田充弘・久保見幸・大田敬豊・坂下智和・酒井佑輔・黒島健介・山本鋼志・大藤茂 岐阜県および福井県の手取層群から得られた Albian ジルコン U-Pb 年齢
A03 中島保寿・古村俊行 南部北上帯下部三疊系大沢層から産出した破砕型の歯を伴う爬虫類化石	B03 木村由莉・山田桂太・関あずみ・鈴木希実・清家一馬 小動物の呼気中の炭素安定同位体比に認められる母乳効果と同位体古生態学への意義	C03 松本廣直・黒田潤一郎・Rodolfo Coccioni・Fabrizio Frontalini・坂井三郎 白亜紀古世アプチアンからアルビアンにかけての海洋 0s 同位体比層序：海洋無酸素事変と大規模火成活動との関連解明に向けて

A 会場	B 会場	C 会場
古脊椎動物の部 (1) 座長: 菌田哲平	古植物学・古生態学の部 座長: 對比地孝亘	層序・地史の部 座長: 伊藤剛
A04 池田昌之・ルグランジュリアン・古賀多聞 陸域脊椎動物の群集変化要因としてのモンスーン: 三疊紀の例	B04 有村花菜・田邊佳紀・仲谷英夫・小野寺麻由・國松豊・中務真人 ケニア北部ナカリ層から産出する齧歯類化石の食性推定	C04 中島礼・荒岡大輔・吉村寿紘 <i>Fortipecten takahashii</i> のストロンチウム同位体層序
A05 池田忠広・太田英利・三枝春生・久保田克博・生野賢司・田中公教・半田久美子・田中康平 兵庫県丹波市の下部白亜系篠山層群から発見されたオオトカゲ類化石	B05 久保麦野・藤田祐樹 更新世後期の洞穴遺跡から産出したリュウキュウジカの食性推定	

【15:30-15:45】休 憩

【15:45-17:15】一般講演 口頭発表 2 (A-C 会場)

A 会場	B 会場	C 会場
古脊椎動物の部 (2) 座長: 池田忠広	形態解析の部 座長: 吉田勝彦	微古生物学の部 座長: 黒柳あずみ
A06 築地祐太・菌田哲平・湯川弘一・東洋一 福井県勝山市の下部白亜系北谷層から産出したカメ類足跡化石	B06 鳥飼嘉泉 二枚貝 <i>Phacosoma japonicum</i> における個体群間の異時性	C05 氏家由利香・石谷佳之・石井俊一・長井裕季子・高木善弘・生田哲朗・豊福高志 トランスクリプトーム解析に基づく有孔虫の石灰化分子機構
A07 高橋亮雄・Purevsren Byambaa・Igor G. Danilov・Buuevi Mainbayar・実吉玄貴・石垣忍・Khishigjav Tsogtbaatar モンゴル国東ゴビのバインシレ層 (後期白亜紀) から新たに発見されたリンドホルムエミス科 (爬虫綱カメ目) 化石の分類学的帰属	B07 近藤康生 イタヤガイ類における放射肋数の変異と色彩の関係: <i>Pecten albicans</i> および <i>P. naganumanus</i> の例	C06 石谷佳之・矢崎裕規・氏家由利香・稲垣祐司 有孔虫の大規模分岐年代推定
A08 平山廉・菌田哲平・高井正成・タウンタイ・ジンマウンマウンテイン ミャンマーの新第三系より新たに発見された曲頸類	B08 平野広大・鈴木雄太郎・椎野勇太 <i>Isotelus</i> 三葉虫における口腔周辺の知覚系分布様式について	C07 相田吉昭・鈴木桜子・植竹勇介・朝比奈俊輔 Ar+イオンビーム加工 (CP 法) による微化石の内部構造解析法の開発- 放散虫 <i>Glomeropyle grantmackiei</i> への応用-
A09 平山廉・高橋啓一・中川良平・河部壮一郎・遠藤秀紀・安藤佑介 日本の鮮新統産スッポン科に関する考察	B09 田中源吾 介形虫の視覚器官の機能形態学的研究—其の 9	C08 高橋聡・山北聡・鈴木紀毅 最前期三疊紀黒色粘土岩層から産したコノドント動物の軟体部の痕跡とその化石過程

A 会場	B 会場
古脊椎動物の部 (2) 座長:池田忠広	形態解析の部 座長:吉田勝彦
A10 犬塚則久 進化の法則の再考	B10 大山望・前田晴良・Alexander P. Rasnitsyn 上部三疊系美祢層群産 Madygellinae 亜科の産卵管の形態比較と分類学的研究

【17:15-17:30】 休憩

【17:30-17:45】 ポスター賞表彰式 (ポスター会場 1 付近)

2月9日 (日) 会場 : 東京大学・駒場キャンパス 21KOMCEE WEST

【9:30-10:45】 一般講演 口頭発表 3 (A-C 会場)

A 会場	B 会場	C 会場
古脊椎動物の部 (3) 座長:松本涼子	古生態学・分類の部 座長:佐藤圭	古環境学・古海洋学の部 座長:石谷佳之
A11 小布施彰太・柴田正輝 福井県勝山市の手取層群北谷層から見るワニ形類の多様性	B11 安藤寿男・湯口博満 北海道中新統のカキ化石層のタフォノミーとカキ類の古生態	C09 KAMRAN, Muhammad・XI, Dangpeng・FRONTALINI, Fabrizio・JIANG, Tian・QING, Zuohuan・WAN, Xiaoqiao Larger Benthic Foraminiferal Turnover and Paleocene-Eocene Thermal Maximum along the Northern Indian plate margin, Eastern Tethys (Pakistan)
A12 田中康平・池田忠広・久保田克博・三枝春生・田中公教・生野賢司・半田久美子・Darla Zelenitsky・François Therrien 兵庫県丹波市から発見された獣脚類恐竜の卵・卵殻化石	B12 松原尚志・山口亮 北海道釧路地域東部に分布する暁新統根室層群汐見層上部の貝類化石群	C10 岨康輝・本郷宙軌・田中健太郎・坂井三郎・藤井琢磨・山口耕生 沖縄・宝島の中期末完新世離水サンゴ礁産の化石サンゴを用いた海洋表層塩分復元
A13 田中公教・小林快次・飯島正也 中生代真鳥形類の系統解析と海洋進出への進化パターン	B13 高橋宏和 中国地方西部の下部中新統産干潟貝類化石の産状と種構成	C11 藤井麻緒・堀利栄・大藤弘明・仲村康秀・永嶋真理子 高知県柏島黒潮海域における現生放散虫類 Acantharia 目の個体密度と骨格化学成分の検討

A 会場	B 会場	C 会場
古脊椎動物の部 (3) 座長: 松本涼子	古生態学・分類の部 座長: 佐藤圭	古環境学・古海洋学の部 座長: 石谷佳之
A14 明田卓巳・藤原慎一 胸郭骨格形態を元にした鳥類の羽ばたき能力の指標	B14 天野和孝 後期鮮新世における大桑・万願寺動物群中の暖流系軟体動物化石	C12 北村晃寿・山本有夏・原田賢治・豊福高志 2017 年台風 21 号による高潮堆積物の形成
A15 Nicole Kuhn・Kohei Tanaka・Darla K. Zelenitsky・François Therrien Body Mass Estimation of Avian Embryos Using Bone Dimensions	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	

【10:45-11:00】休 憩

【11:00-12:30】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 (4) 座長: 中島保寿	理論古生物学の部 座長: 椎野勇太
A16 石垣忍・Buuvei MAINBAYAR 足跡化石への 3-D デジタル記録手法適用と今後の展望	B16 佐藤英明・佐々木猛智 貝殻模様形成モデルの理論的研究: 貝殻模様の進化パターンを推定する際の問題点とその解決策
A17 北川博道 埼玉県新産パレオパラドキシア化石とパレオパラドキシアの成長	B17 生形貴男 アンモノイドの殻形状の個体発生変異を表す理論形態モデル
A18 松井久美子・Brian Beatty・澤村寛・安藤達郎・對比地孝亘 デスモスチルス類の感覚機能の進化と生態の変化- Desmostylidae のデジタルエンドキャストを基に-	B18 岡本隆 相互作用型成長モデルに基づいた三次元型異常巻アンモナイト殻形態の再現
A19 Guo Zixuan・甲能直樹 岩手県二戸市の中新統門ノ沢層から産出したケントリオドン類化石について	B19 吉田勝彦 進化シミュレーションモデルを用いて生態系変化を予測する
A20 松岡廣繁・谷口龍・丸山啓志・瀬岡理子・大貫巧・石橋隆・馬越仁志・大野照文 京都府宇治田原町の中新統綴喜層群から産出した新たなガンジスカワイルカ上科の化石	
A21 梶並魁 ミズオオトカゲとモササウルス	

## 【14:30-16:30】化石友の会イベント 東京大学総合研究博物館 インターメディアテク 展示見学会

- ・ 展示解説：佐々木猛智・久保泰（東京大学総合研究博物館）
- ・ 会場：〒100-7003 東京都千代田区丸の内 2-7-2 K I T T E 2・3 階  
J P タワー学術文化総合ミュージアム インターメディアテク  
<http://www.intermediatheque.jp>
- ・ 集合場所：インターメディアテク 2 階 ACADEMIA（レクチャーシアター）
- ・ 集合時間：14:30
- ・ 定員：40 名（先着順）
- ・ 参加申し込み：2020 年 1 月 9 日（木）～24 日（金）＊定員に達し次第締め切ります。
- ・ 参加決定者には別途詳細情報をご連絡します。
- ・ 申し込み方法：下記 URL から所定フォームに必要事項を記入してお申し込み下さい。  
[www.palaeo-soc-japan.jp/friends/events.html](http://www.palaeo-soc-japan.jp/friends/events.html)
- ・ 参加費：例会参加費が必要です（友の会会員 1000 円，高校生以下無料）。

### \*\*\*\*\* 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！】口頭発表はパソコン等持参です！貸出はありません。

- ・ 接続端子は、HDMIかmini D-Sub15ピン(VGA)の2種類のみです。それ以外の端子の場合はご自身で変換アダプターをお持ち下さい。
- ・ 休憩時間などに接続状況を確認して下さい。接続作業時間も講演時間を含みます。
- ・ プロジェクター画面は原則として4:3画角となります。
- ・ パソコン等の操作や接続は、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、使用機器の接続時間含む）。

#### <ポスター発表をされる方へ>

- ・ ポスターのサイズはA0（横841 mm×縦1189 mm）が基準です。一発表につき、指定された1面のみをご利用下さい。貼り付け場所は21KOMCEE EAST棟（地下）ですが、貼り付け指定場所は当日にご確認ください。
- ・ ポスターは2月8日（土）の9:00から貼ることができます。また、9日（日）の12:30までに各自撤収して下さい。詳しくは会場受付または会場係員までお尋ね下さい。

- ・ポスター掲示用の画鋏は会場で用意します。

会場及び発表方法・機器に関する問い合わせ先（「●」を「@」に置き換えて下さい）

開催実行委員：小宮剛（komiya●ea.c.u-tokyo.ac.jp）Tel: 03-5454-6609

澤木佑介（y-sawaki●ea.c.u-tokyo.ac.jp）Tel: 03-5454-6364

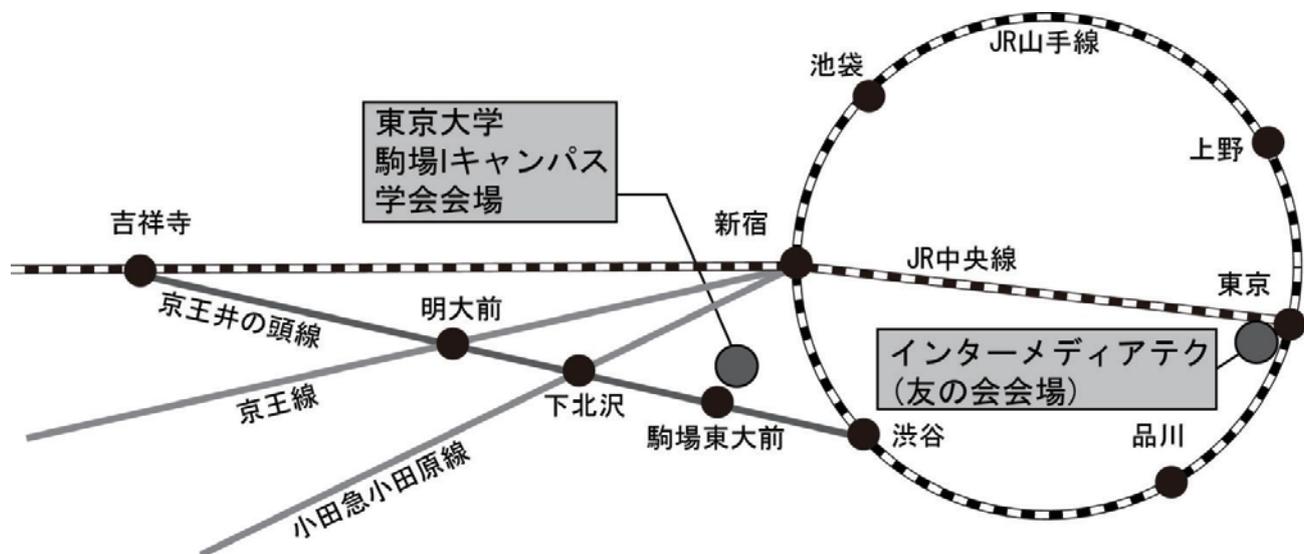
\*必ず両名へメール願います。

\*メール題目「古生物学会2020年東大駒場・問い合わせ」

行事係：遠藤一佳（東京大学）E-mail：endo●eps.s.u-tokyo.ac.jp

## その他

- **ご来場について**：公共交通機関をご利用下さい。シンポジウム・懇親会は「京王井の頭線・駒場東大前」駅が最寄りとなります。  
インターメディアテクは「JR線もしくは丸ノ内線・東京」駅が最寄りとなります。
- **IC 乗車券**：JR線、京王線、小田急線などは Suica など交通系 IC カードと Pasma 等が利用できます。



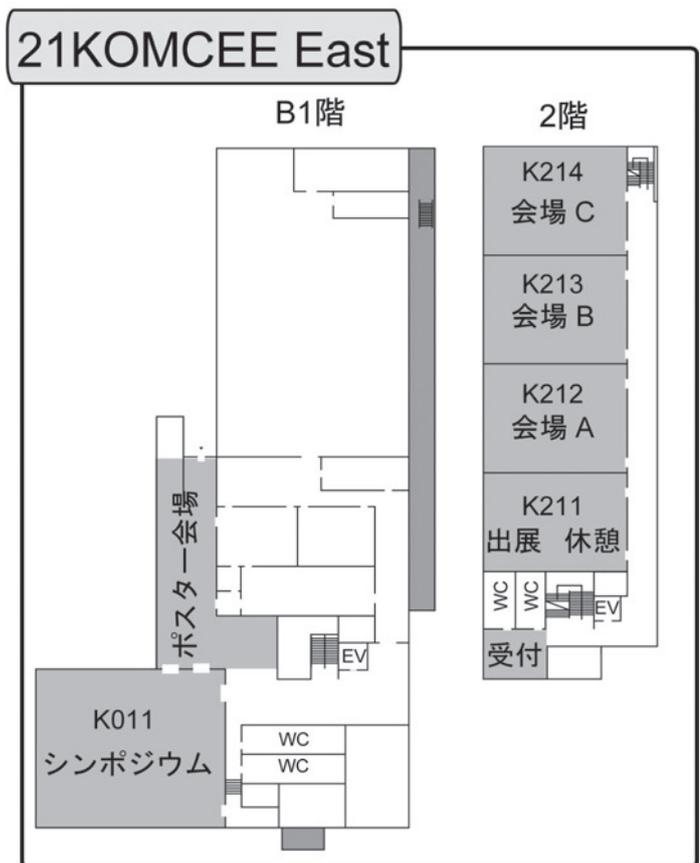
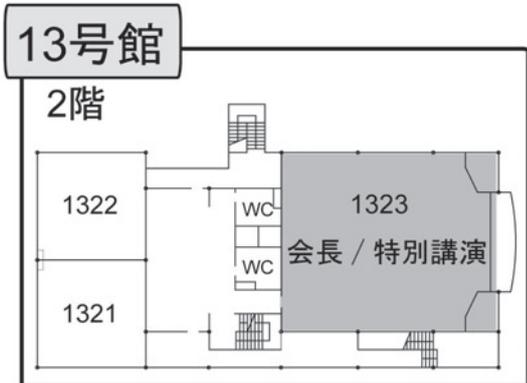
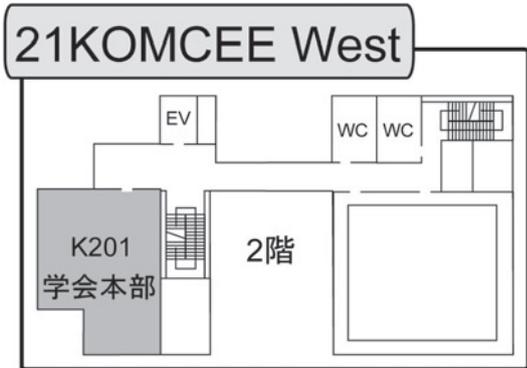
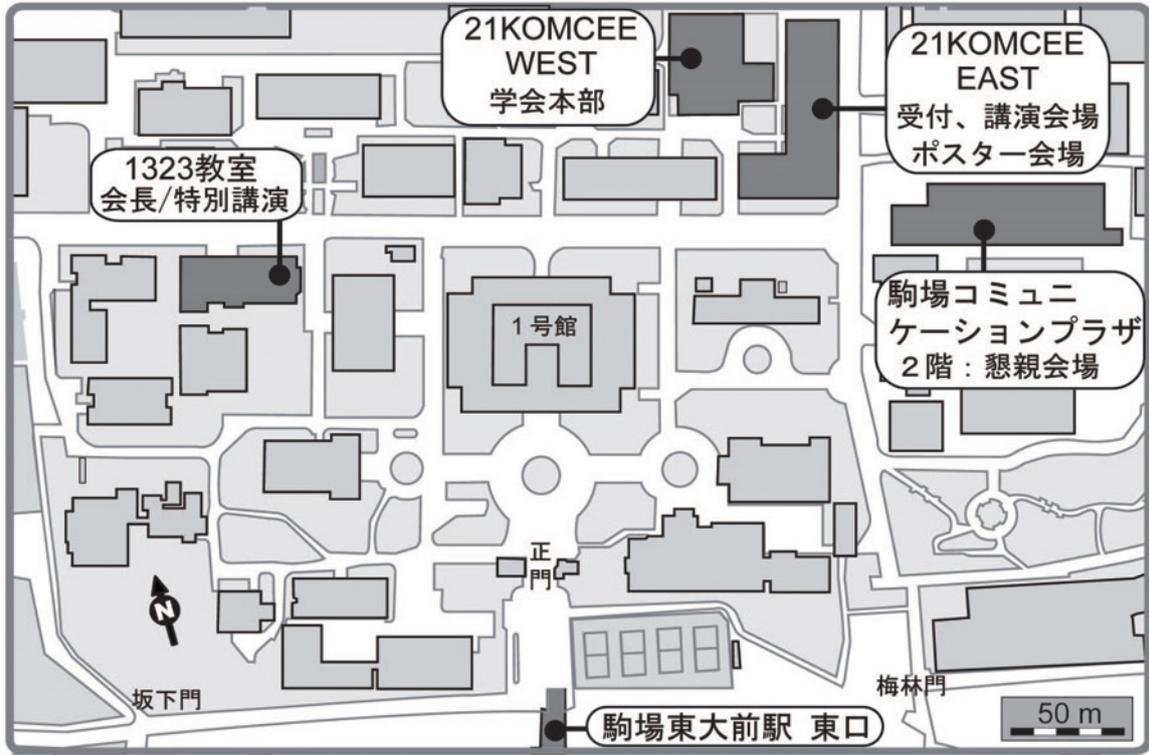
- **出展について**：本例会において展示，物販等の出展をご希望の方は，2020年2月4日（火）までに，遠藤一佳（endo●eps.s.u-tokyo.ac.jp）あてメールにてご連絡下さい（●を@に置き換えてご送信願います）。出展申込書をお送りします。なお，今例会では出展料をいただくこととしました。料金は1ユニット（縦45cm×横180cm×高さ71cmの机2コ分）あたり，土日の2日間で1万円です。あらかじめご了承ください。
- **懇親会について**：本プログラム iv ページ参照。
- **お食事**：大学生協の食堂は金曜日のみ営業予定です（変更の可能性あり）。その他，キ

キャンパス内にはレストラン (イタリアン・トマト Caffé VIGORE 東大駒場店 金曜 : 8:30 ~21:00 土日: 10:00~17:00 詳細は <https://www.italiantomato.co.jp/store/it016/> にてご確認下さい) があり, キャンパス周辺には複数のコンビニエンスストアがございます.

- **喫煙** : 東大駒場キャンパス敷地内に喫煙スペースが数箇所ございますので, そちらでお願いいたします.
- **託児所** : 都内には託児施設がありますので, 各自お調べください.
- **盗難対策** : 本学会を含め, 学会開催中の盗難が報告されています. 貴重品は各自の責任で管理をお願いいたします.
- **写真およびビデオ撮影について** : 発表者の許可なく講演およびポスター発表を撮影することを禁止します.

\*\*\*\*\* 4. 会場案内 \*\*\*\*\*

会場見取図





# シンポジウム1

## 系統樹から進化を探る —系統比較法の古生物への適用

Exploring evolution from phylogenetic trees:  
Applying phylogenetic comparative  
methods to palaeontology

コンビナー：久保泰

## 研究者が思い描く進化モデルを検証できる系統比較法<sup>1</sup>

杳掛展之（総研大・先導研）<sup>2</sup>

本講演では、近年、発展が著しい、連続形質の分析法を概説する。その起点は、Felsenstein (1985)による独立対比(independent contrasts)法の提唱である。その後、柔軟な統計モデリングを可能にする系統的一般化最小二乗法(PGLS: phylogenetic generalized least squares)が提唱された。その結果、現在の系統比較法は、研究者が検証したいと願う進化モデルを扱うことができる、柔軟な統計手法へと成長している。

連続形質の系統比較法を理解する上で要となる点、同時に初学者にとって分かりにくい点が、種間の類似度を分散共分散行列(variance-covariance matrix)で表す過程である。この過程を理解するために、以下では、均一速度のブラウン運動(BM: Brownian motion)を形質進化に当てはめる、もっとも単純な例を用いて解説する。

N種からなる系統樹において、共通祖先種から末端節までの時間を $T$ とする。また、種  $i$  と種  $j$  が分岐した時点をも  $T_{ij}$  とする。そうすると、種  $i$  と種  $j$  は、共通祖先種から種分化までの時間 ( $T - T_{ij}$ ) の時間を共有して形質進化してきたことになる。均一ブラウン運動を想定した場合、同種の類似度を  $T$  とすると、相対的に、種  $i$  と種  $j$  の間の類似度 (共分散) は  $(T - T_{ij})$  となる。二種間の類似度を、N種中に含まれる種間の組み合わせ全てで計算する。その値を  $(i, j)$  成分に入れた  $N \times N$  の行列が分散共分散行列 (**C**) であり、種間の類似度に関する情報を集約した行列となる。行列 **C** は、進化モデルの尤度関数、共通祖先の形質値や進化速度 (BMの速度パラメーター) を最尤推定する式に含まれる。換言すると、**C** を記述することができれば、未知のパラメーターを推定し、進化モデルを検証することができるのである。この原則は、以下で紹介する発展モデルにおいても有効であるため、量的形質の系統比較を理解するうえで要となることを再度、強調したい。

ここまでは、系統内の形質進化を速度均一のBMで表す進化モデルを解説してきた。BMは、(1)中立進化、もしくは、(2)ある範囲内を変動する最適値に向かう適応進化、という二つの進化プロセスを表す、適用範囲の広い進化モード (mode) である。しかし、実際の進化プロセスを考えると、形質進化がつねにBMで近似できるとは限らず、また、系統全体で均一なBMを想定することは現実的ではないだろう。この問題点に対して、均一BMという仮定を

緩めた発展モデルが提唱されてきた。それらは、以下の二つに大別できる。

### [1] ブラウン運動の発展版

まず、BMの速度パラメーターが、あるルールに従って変化する進化モデルが提唱されている。たとえば、古生物学者であるシンプソンが提唱した適応放散モデルでは、共通祖先種からの種分化と形質多様化が短期間で起き、その後、時間が経つにつれて多様化は減速する。この適応放散モデルは、共通祖先種から離れるに従って進化速度を減衰させるパラメーターを設定する、early burstモデルによって検証することが可能である。もしくは、クレードごと、または枝ごとに異なる進化速度を持つという設定を検証したい場合もあるだろう。そのような場合、各クレードや、一部の枝に異なるBM進化を設定する進化モデルを構築すれば表現できる。もっとも複雑なvariable rate modelでは、すべての枝に異なる進化速度を想定する。

### [2] 安定化淘汰

BMに基づく手法の問題点として、形質値の上限下限を想定していない点が挙げられる。例えば、体サイズの分布には生物学的な制約が存在し、特定の値以上には大きくならないし、負の値を取ることもない。もしくは、形質が最適値以外を取ることがなく、固定されているということもあるだろう。これらの例のように、形質値が限られた範囲内にとどまるという設定 (安定化淘汰の存在) は、Omstein-Uhlenbeck過程を適用した進化モデルで表すことができる。

このように、現在の系統比較法では、研究者のニーズに対応した様々な進化モデルが提唱されている。ほぼ全て、フリーのRに装備されており、本稿で述べた統計学的な背景を理解していなくても (理解していたほうが望ましいが) 利用することができる。系統比較法は、海外では大進化の分析手法として定着している。その一方、残念なことに、日本語での平易な解説もなく、研究者が学習できる機会も少ない。今後、多くの研究者によって活用されることが望まれる。

<sup>1</sup> Flexible statistical modeling by phylogenetic comparative methods

<sup>2</sup> Nobuyuki Kutsukake (Sokendai)

オオツノジカの絶滅と性淘汰<sup>1</sup>坪井助仁 (ルンド大・生物学部)<sup>2</sup>

系統比較法 (phylogenetic comparative method、以下PCM とする) は種レベル以上で見られる形質進化や系統の多様化パターン (大進化) を理解するために欠かせないツールである。PCMは種が統計的に非独立であるという問題を解決する手段として紹介されることが多い。これと等しく重要なのは、PCMで用いられるブラウン運動やオルンシュタイン=ウーレンバック過程といった進化モデルが大進化を個体群内で生じる遺伝・変異・淘汰による小進化プロセスから理解するための理論的基盤となる点である。PCMは進化パターンを記述するに止まらず、大進化パターンを生む生物学的メカニズムに迫るツールとして利用することができるのである。しかしメカニズムの理解には観察と実験が必要であり、現生生物は進化を短い時間スケールでしか観測できない弱みがある。古生物学は長い時間スケールにおける進化の時系列データを提供する唯一の分野であり、古生物学がPCMに与える影響は極めて大きい (Hunt and Slater 2014)。しかし、PCMは現生生物を対象とする研究者に開発・利用されて来た歴史があり、古生物学での応用例は少ないのが現状である。本講演では大進化を考える理論的基盤としてのPCMについて議論し、その枠組みで化石データを解析した実例としてオオツノジカの角のアロメトリーを紹介する。

オオツノジカ *Megaloceros giganteus* はユーラシア大陸北部に生息し最終氷期の終わりに絶滅した大型のシカである。左右の幅が3メートルを超えることもある本種の角と絶滅の関係はこれまで定向進化や性淘汰と絶滅の関係といったトピックにおいて頻繁に引用されてきた。中でも Stephen J. Gould によるオオツノジカのアロメトリー (Gould 1974) は適応に拠らない形質進化の例として20世紀後半の進化思想の中で重要な役割を持った (Gould and Lewontin 1979, Gould 2002)。Gouldの説は (1) 現生のシカ族 (Cervini) の最大角長と肩高の関係とオオツノジカの体サイズからその角サイズが正確に予測されること、(2) オオツノジカの成体間で見られる角長と頭骨基底長のアロメトリー係数がシカ族の種間で見られるアロメトリー係数と類似していること、の二点に基づいている。1つ目の結果から、Gouldはオオツノジカの角が他のシカ類と比べて特別大きいと考えるのは誤りであり、オオツノジカは一般的な角を持った大きなシカであると

論じた。さらに、成体間のアロメトリーの結果からオオツノジカの角は体サイズへの選択に対する角の相関応答によって説明できると主張した。

Gouldの説が提唱されてから半世紀近くが経った。その間にPCMが発展し、オオツノジカの古代DNAが解読され (Lister et al. 2005)、様々な測量技術が発達し、Gouldがオオツノジカの解析に用いた Reduced Major Axis Regressionがアロメトリーの解析に不適切であることが示された (Hansen and Bartoszek 2012)。このような背景から、演者らはシカ科の角サイズデータを新たに収集し、PCMを使ってオオツノジカのアロメトリーを再考した。

写真測量法 (photogrammetry) によりアイルランドのダブリン近郊から発掘されたオオツノジカ25個体を含む568個体48種のシカの角の体積を測定した。オオツノジカを含むシカ科の分子系統樹と角体積及び体サイズ (頭骨基底長) のデータを用い、PCMで角体積と体サイズの関係进行分析した。その結果、オオツノジカの角体積はシカ族のアロメトリーとオオツノジカの体サイズから予測されるより約40%大きいことがわかった。Gouldのデータを用いるとオオツノジカの角は予測の約+10%であった。ただし、現生のターミンジカ *Rucervus eldii* やダマジカ *Dama dama* はオオツノジカよりもさらに大きい相対角サイズを持つことがわかり、オオツノジカの角が現生種と比べて大きいという仮説は棄却された。さらに、オオツノジカの成体間で見られるアロメトリー係数は小さく、オオツノジカの角がアロメトリーに従った体サイズと角サイズの共進化により生じた可能性は低いことが示唆された。オオツノジカの頭骨基底長はオスがメスの約17%長く、現生のシカとの比較からオオツノジカが強い性淘汰を受けていたことが示唆された。総じて、オオツノジカの角の進化に関するGouldの説は支持されなかった。

これらの結果はオオツノジカの角は方向性選択により進化し、維持されていたと考えるのが妥当であり、その選択圧が性淘汰であったことを示唆している。本講演ではこれらの結果を踏まえながら性淘汰と絶滅の関係について考察したい。

<sup>1</sup> Sexual selection and extinction of the Irish elk<sup>2</sup> Masahito Tsuboi (Lund University)

比較データからの進化的制約の検出と、その鳥類四肢骨格への適用<sup>1</sup>渡辺順也（ケンブリッジ大）<sup>2</sup>

特定の形質状態が他より頻繁に獲得される傾向（進化的「制約」）の有無やその程度は進化生物学における主要な研究対象のひとつである。形質間の共変化は形質空間における変異の不均一性を生み、形質進化の方向性を制約するため、特に個体群レベルでの形質間の共変化（統合）については進化的変異性の代替指標として盛んに研究が行われてきた。一方で、そのような進化的変異性が大進化レベルでの多様化パターンにどのように影響を与えたかについては、適当な手法が存在しないことなどから、実証的研究がほとんど行われていないのが現状である。本研究では、このような研究のための手法開発として、既存の系統間比較法と量的遺伝学の手法を組み合わせることにより、連続形質について種間比較データから進化的制約の強さを定量化し、その有無を統計的に検討するフレームワークを提案する。

本研究では、制約の強さの指標として、形質間の共分散行列の異方性（分散の偏り）を評価する。特に、共分散行列における固有値の相対標準偏差（relative standard deviation of eigenvalues; rSDE）を異方性の指標として採用し、一定速度のブラウン運動モデルを仮定して最尤推定した形質間の進化的共分散行列（あるいは進化速度行列）についてこれを計算することで、形質空間における進化の異方性（制約）の程度を評価する。進化的共分散行列の推定には、種間の系統的共分散行列を用いた補正を行うが、この補正の強さはPagelの $\lambda$ 推定量などにより調節することができる。

一般に、有限個の標本のもとでは共分散行列の固有値は正確に推定されない、つまり、最初の数個の固有値は過大推定され、残りは過少推定されることが知られているため、固有値のばらつき指標であるrSDEにも推定バイアスが生じることが予想される。また、系統間比較法における進化的共分散行列やその固有値のサンプリング特性はよく知られていない。そこで、ここではrSDEのサンプリングおよび推定の誤差をパラメトリックブートストラッピングにより推定することを提案する。すなわち、標本より推定した進化的共分散行列と推定に用いた系統樹によって形質進化のシミュレーションを何度も繰り返し、rSDEの推定にどの程度の誤差があるかを個別のケースについて見積もる。これに加えて、等方的な（固有値

のすべて等しい）共分散行列を用いて同様のシミュレーションを行うことで、モンテカルロ法による帰無仮説の検定が可能である。

このフレームワークにおけるrSDEのサンプリング特性を評価するため、様々な条件においてシミュレーションを行った。結果、予想通りrSDEの真の値が小さい場合にはrSDEは過大推定されることが確かめられた。特に標本数（種数）が小さい場合にはその影響が顕著であった。変数の数（形質数）が増えると、見かけの推定精度は向上するが、特に標本数の小さい場合には推定バイアスが増加した。このほか、樹形や真の固有値の分布の形状も推定に影響を与えることがわかった。また、同一のデータについて系統関係を考慮せずに共分散行列の推定を行うと、標本数が多い場合でも推定精度が極端に低下することが明らかになった。シミュレーションの結果からは、例えば10個程度の形質において中程度の異方性を検出することが目的ならば、標本数16-32程度のデータセットでも十分であることが示唆される。

実際の適用例として、今回のフレームワークを鳥類の6つの科における四肢骨格のプロポーシオンのデータセット（形質数6、各15-81種）に適用した。解析前にアイソメトリックなサイズを除去したため、実質的な変数の数は5であり、サイズ成分に対応する固有値（= 0）を取り除いてrSDEを計算した。結果として、すべての科において進化的変異には統計的に有意な異方性があることが示された。進化的アロメトリーの影響を多変量回帰により取り除いた残差の解析からも同様の結果が得られたため、この異方性は種間レベルでのサイズ変化の影響のみによるものではないと考えられる。この結果は、鳥類四肢骨格プロポーシオンの多様化において何らかの制約が存在していることを示唆している。これらの進化的な変異の主軸の方向には、それぞれの科における個体発生変異の方向性との相関がみられたため、個体発生経路を延長・短縮するような、一種の異時的な変化が鳥類四肢骨格の進化において卓越している可能性が示唆される。

<sup>1</sup> Detecting evolutionary bias from comparative data: application to avian limb proportions

<sup>2</sup>Junya Watanabe (University of Cambridge)

## 系統比較法によるワニ類の骨格進化様式の解明<sup>1</sup>

飯島正也 (クレムソン大・生物科学, 名古屋大・博物館)<sup>2</sup>

恐竜類や翼竜類, ワニ類を含む主竜類は, 中生代の陸上, 水中, 空中で大繁栄した巨大分類群で, 脊椎動物の進化研究において中心的な役割を果たす. なかでもワニ類は, 四足動物の典型的ボディプランから逸脱した鳥類を除き, 現存する唯一の主竜類であるため, あらゆる主竜類研究の出発点となっている. 演者は, 1) 高次分類群レベルの系統問題の解決, 2) 骨格形態の種間比較により, ワニ類の食性, ロコモーション, 生理機能の進化史復元を目指している.

### (1) ワニ類の系統仮説の再考

近年の進化生物学分野では, 系統仮説にもとづいて種内・種間比較をおこなう「系統比較法」が発達し, 祖先形質の復元, 形質の共進化解析, 進化率・進化モデルの比較など, あらゆる生物学研究の土台となっている. しかし, 複数の対立する系統仮説が存在する場合, 結果の解釈は困難になる.

ワニ類の系統分類は, 1980年代に定量的な系統解析が始まって以降, 高次分類群レベルで論争が続いている. 分子仮説はインドガビアルとマレーガビアルの姉妹群を支持する一方, 形態仮説はインドガビアルがその他全ての現生ワニの外群であるとしている. しかし, 2000年代に様々な分子データが独立して従来の分子仮説を支持したため, 形態データを分子仮説上で解釈できないか, 試行錯誤が始まった. 演者は, 日本のマチカネワニや台湾の澎湖ワニの再解析をおこない, これらのワニがインドガビアルとマレーガビアルの中間形質を多く含み, 両者の形態ギャップを埋めることを発見した.

一方, ワニ類の形態データは食性に関連する頭骨の形質を多く含み, 形質同士の相関が系統解析に及ぼす影響が懸念される. そこで, 順序が逆になるが, 系統比較法を用いて分子・形態仮説上で相関形質の探索を行った. その結果, 頭骨形質の16%が吻部形態と関連していることを見出した. 相関形質の重みを下げた系統解析は, 形態データを分子仮説上で無理なく解釈可能であることを示した.

### (2) 骨格形態の種間比較, 進化史復元

ワニ類は, 白亜紀中頃から現在までの約 8500 万年間,

水陸境界で多様化した. 頭骨形態の定量化研究では, 食性の多様性が白亜紀後期にピークに達し, 新生代始めに急降下したことが示された. しかし, ロコモーションに関わるポストクラニアは, 進化的に保守的で形態多様性に乏しいとされていた. そこで演者は, 現生・化石ワニの脊椎, 四肢骨形態を比較し, 進化史復元を試みた. また, 食性, ロコモーションのプロキシニーである頭骨とポストクラニアの共進化を調べた.

比較の結果, ワニ類の 2 グループであるクロコダイル類とアリゲーター類の四肢プロポーションに違いがみられた. クロコダイル類はアリゲーター類に比べて比較的長い近位肢骨 (上腕骨, 大腿骨) をもち, これにより運動時の四肢の慣性モーメントが増大することから, 陸上運動能力が比較的低い可能性がある. また, 祖先形質復元の結果, 両グループ間の四肢プロポーションの差異は, 白亜紀後期のグループ分岐直後に生じていた.

系統一般化最小二乗法を用いて, 系統樹上で頭骨と四肢プロポーションの共進化を調べたところ, 長吻型で魚食傾向の強いワニ (クロコダイル類に多い) ほど, 体に対して前肢, 後肢が短く, 近位肢骨 (上腕骨, 大腿骨) は比較的長く, 陸上運動能力が低いことが分かった. クロコダイル類とアリゲーター類は, 頭骨や四肢形態以外に, 舌の塩類腺の有無や体表の機械受容器の分布など, 生理学的にも異なることが知られる. 「ワニ」として一括りにされがちな両グループだが, 白亜紀後期に分岐して以降, 食性, ロコモーション, 生理機能の分化が進み, 別々の進化史をたどってきたことが明らかになった.

<sup>1</sup> Revealing the skeletal evolution of crocodylians using phylogenetic comparative methods.

<sup>2</sup> Masaya Iijima (Clemson University, USA; Nagoya University Museum)

## Processes of speciation, extinction and phenotypic evolution in dinosaurs<sup>1</sup>

Manabu Sakamoto (University of Lincoln)<sup>2</sup>

Mesozoic dinosaurs have dominated the terrestrial megafauna for over 150 million years, diversifying into various ecological niches, spanning six orders of magnitude in body size - including the largest terrestrial vertebrates ever to walk the Earth. How dinosaurs attained such ecological diversity and whether or not they suddenly went extinct at the end of the Cretaceous Period 66 million years ago has long been the subject of interest and debate. Part of the reason that these questions have remained unresolved for so long lies in the fact that evolutionary history has been largely ignored. That is, the effects of shared ancestry on estimates of evolutionary dynamics and biodiversity have not been taken into account in a statistically rigorous manner. Here, I briefly outline some recent developments and applications of phylogenetic comparative methods (PCM) to study the macro-evolution of dinosaurs.

There has been much debate as to how dinosaurs diversified in numbers of species and whether they maintained their richness until their final extinction at the K-Pg mass extinction event. Taken at face value, the number of species of dinosaurs steadily increased towards the recent (with a slight dip between the Campanian and Maastrichtian), but recent reappraisals of fossil occurrence patterns have demonstrated the potential effects of sampling biases. Accounting for such biases reveal that dinosaur species richness was stable for much of their history on Earth, leading to the argument that dinosaurs had attained some ecological equilibrium. That is, dinosaur diversity was at carrying capacity.

However, since diversification is technically defined as the net difference between speciation and extinctions, both of which likely being phylogenetically structured, non-phylogenetic estimates of diversification are phylogenetically non-independent, making them less reliable.

Using an appropriate phylogenetic approach - a generalized linear mixed model on the number of nodes (speciation events) - I have demonstrated that dinosaur net diversification was in fact declining towards the end of the Cretaceous Period. This revelation was made possible through the use of PCM and accounting for the expected rates of diversification given the phylogeny and the passage of time. Compared to the expectations, dinosaurs were not speciating as fast as they were going extinct.

Similarly, whether dinosaurs attained large sizes through directional trends through time (e.g., Cope's Rule) has been contentious. A number of recent studies have rejected the hypothesis of evolutionary trends in favor of processes such as simple Brownian motion, adaptive radiation or central tendency towards evolutionary optima (i.e., multi-peak Ornstein-Uhlenbeck models). Such studies attempt to explain dinosaur body size distribution through single-trait process-based models - i.e., finding the best parameter to scale the phylogenetic variance-covariance structure to fit the data.

However, whether body size can be explained by measurable ecological factors and evolutionary events - such as speciation - have not explicitly been tested. I used a phylogenetic multiple regression approach to test the relationship between body size, time, speciation and sampling, accounting for phylogenetic uncertainties and variable rates of evolution. I found directional trends of body size evolution with increasing numbers of speciation events, once the effects of time and sampling were taken into account. This demonstrates that ecologically meaningful changes in body size were driven by environmental selection associated with speciation events.

---

<sup>1</sup> 恐竜における種分化、絶滅、形質進化の過程

<sup>2</sup> 坂本学 (リンカーン大学)

## 系統比較法で探る四肢動物の歩行の進化：古生物学の視点の重要性<sup>1</sup>

久保 泰（東大博）<sup>2</sup>

系統比較法 (Phylogenetic comparative methods) は、系統関係による影響を取り除いて異なる種間の比較を行なうために開発が始まった。古生物学は、サンプルの制約上ほとんどの比較が種間レベル以上であり、系統比較法の必要性は極めて高い。系統を考慮せずに統計解析を行う事は、比較に用いる全ての種が系統樹の根本で多分岐している系統関係 (Star phylogeny) を想定している事を意味する。多くの古生物学者にとって研究対象の分類群の系統関係の解明が目的の一つである以上、統計解析を行う時にも Star phylogeny を仮定するわけにはいかないだろう。

一方で、系統比較法の利用には数学的に難解な原理の理解や R 等の統計ソフトでのコーディングが必要である。私も含め、多くの研究者は必要に迫られて完全には原理を理解せずにブラックボックスのまま系統比較法を使用している場合もある。それならば、系統比較法を用いた研究は原理を理解している統計や数学に強い研究者に任せるべきなのだろうか。私はそうではないと考えている。最低限の手法の理解を踏まえれば、古生物学者は系統比較法を利用する事で進化現象の理解に大きく貢献できる。

私はこれまでに①三畳紀主竜類の中足骨と前肢のそれぞれの相対的な長さ、②現生哺乳類全体で体重と歩行時の足の接地様式、③現生の反芻類の寿命と歯の高さ、の間に相関関係がある事を系統比較法により明らかにしてきた。このように意外なもの間に相関があるという事は進化研究の醍醐味の一つであり、作業仮説としてどのような特徴の間に相関関係を仮定するかという場面こそが、古生物学者が系統比較法の研究に最も大きく貢献できる場面ではないかと私は感じている。そこで、これらの作業仮説を立てた理由を以下に概説したい。

①の三畳紀主竜類の中足骨と前肢の長さを比較しようと考えたのは、中足骨の相対的な長さが走行性の指標であり、二足歩行の主竜類の方が四足歩行の主竜類よりも走行性が高そうだったためである。現生哺乳類で走行性が高いのは四足歩行の種だが、四足歩行の哺乳類の走行適応である、部位により異なる神経棘の向きや腰部の肋骨の退化が主竜類には見られない事、主竜類では重心が腰のあたりにある事が多く尾部の筋肉が歩行に大きく寄与している事、小型～中型の主竜類はほぼ二足歩行

である事などの事前知識があつて、このような作業仮説が自然と湧いてきたのだと考えている。

②の哺乳類の体重と足の接地様式の関連の研究は、そもそも恐竜の特徴が足の接地様式 (趾行性) にあると考えたところから始まっている。飛翔しない恐竜には体重 500g 以下の種がほぼ皆無であり、これは趾行性および蹄行性の現生哺乳類と共通している。そこで足の接地様式が体重進化に大きな影響を及ぼしているという作業仮説を立てた。接地様式の変化が何度も起きており、かつ信頼性の高い系統関係が得られる事から系統比較法で扱いやすい現生哺乳類を研究対象とした。足の接地様式は順序尺度であり体重は連続尺度であるため、単純な比較は難しい。そこで系統比較法に詳しい坂本博士に手法は任せて共同研究を行った。

③有蹄類の臼歯の高歯冠化は古生物学の古典的なテーマである。これは珪酸体を多く含むイネ科植物の採食により磨耗が促進されることに対する適応と考えられてきた。過度に磨耗が進行した臼歯では採食効率が低下し、ひいては生存にも影響すると考えられるため、高歯冠化の原動力としては、高歯冠化 → 寿命が延びる → 産子数の増加 → 競争で有利になる、というサイクルが考えられてきた。そこで私と共同研究者の久保麦野博士は、現生のウシ科とシカ科の最長寿命と歯の高さの相関を系統比較法で調べ、系統を考慮しないと相関は無いが、系統を考慮すると相関が有る事を見出した。現生種で相関が見られたという事は、現在も有蹄類で歯が高くなる進化は進行中である事を示唆している。

古生物では系統関係の信頼性の低さや樹長の決定の難しさなど現生生物に比べ系統比較法の適用が難しい要素がある。一方で系統比較法に載せれば古生物も現生生物と同様に扱う事ができる。さらに現在では見られない環境や長期的な時間軸での進化を扱えるという利点もある。古生物学者の視点を取り入れた絶滅・現生生物の多様な系統比較法の研究の展開により、古生物学が進化生物学を牽引する分野となる事を期待している。

<sup>1</sup>Revealing the evolution of tetrapod locomotion: importance of paleontologist's view

<sup>2</sup>Tai Kubo (The University Museum, The University of Tokyo)



**Palaeontological  
Society of Japan**



日本古生物学会 established in 1935

# シンポジウム 2

## 古生代生物進化研究ルネッサンス： 多様化と絶滅

Renaissance of Paleozoic evolution studies:  
radiation and extinction

コンビナー：磯崎行雄・小宮剛・澤木佑介

## Ecosystem reconstruction during the Cambrian explosion: a working hypothesis

Xingliang Zhang

(Shaanxi Key Laboratory of Early Life and environments, State Key Laboratory of Continental Dynamics,  
Department of Geology, Northwest University, Xian 710069, China; email; xzhang69@nwu.edu.cn)

Trophic relationships determine the routes of energy flow and chemical cycling in an ecosystem. In modern marine environments, the trophic level that ultimately supports all others in an ecosystem consists of autotrophs, the primary producers, above which are sequentially herbivores, carnivores and tertiary consumers. Detritivores or decomposers connect all trophic levels. Therefore, primary producers and decomposers play a central role in energy and material cycling, which flow through the trophic levels eventually to detritus and then cycle back to primary producers. Such complexity of marine ecosystems has been built since the Cambrian explosion with advents of diverse metazoans. It was supposed that the early Cambrian marine ecosystems appeared to have been as complex as many modern marine ecosystems, at least in terms of their trophic relationships.

It is well right because complex ecological interactions were documented in Cambrian Lagerstätten such as Chengjiang and Burgess Shale. However, ecosystem is a four-dimensional integrity of biotic and abiotic components and has been evolving since life origin. Therefore, the ecosystem complexity was different from time to time, and places to places. Chengjiang ecosystem merely represents a small piece of marine environment at the Cambrian Age 3, when the Cambrian explosion reached its summit and concluded! How about the ecosystem of the earliest Cambrian? In the past much attention has been paid to evolutionary and ecological aspects of earliest metazoans that are herbivores and carnivores in Cambrian marine ecosystems. However, much less has been known about primary producers and decomposers in metazoan-dominated ecosystems initially established during the Cambrian explosion, largely because they are microorganisms that have less potential of preservation or discovery. In addition, previous investigations on abiotic (environmental) components of Cambrian ecosystems were merely about the marine redox changes. Here we show fossilized microbial colonies from a phosphatic grain-stone bed, immediately below an ash layer dated as ca. 535 Ma in age, in eastern Yunnan, South China. The early diagenetic phosphatization and siliceous cementation are responsible for the preservation of microbial structures. Three types of microbial remains, which are most conspicuous under epifluorescent light illuminations, have been found in our samples: (1) *Girvanella* that built microbial mats constitute primary

producers of the ecosystem; (2) Interweaved microbial filaments (much smaller than *Girvanella* in diameter) found in cryptic environments (e.g. shell cavities and interstitial spaces) inaccessible to light are possibly mold hyphae and thus likely represent decomposers; Spheroids resembling yeasts are also found in micro-spaces inaccessible to light, and interpreted as decomposers as well. The microbial remains are heavily coated with phosphorous precipitates, and hence are assumed to play a crucial role in phosphorus cycling within the ecosystem. Additionally, on the rock surface, small shelly fossils are extremely abundant. Surprisingly, a giant worm-like organism is present on the surface. It is preserved as elongated and flattened tubes with cross annulations, 1 cm wide and more than 20 cm long, and shows plastic deformations, which can be twisted, folded and bended. The close association with trace fossils on the same surface suggests the worm is one of the long expected trace maker at the earliest Cambrian. Ecologically, metazoans from this 535 Ma fossil bed are mostly herbivores (primary consumers). Secondary and tertiary consumers (carnivores), which are well represented in Cambrian Stage 3 faunas, have not been recognized. Collectively, the information from this earliest Cambrian fossil bed imply that (1) the microbial world constituting producers and decomposers of Cambrian marine ecosystems is recordable and remains to be investigated; (2) The complexity of marine ecosystems during the interval of Cambrian explosion is heterogeneous in time and space. Therefore, to better understand the mystery of the Cambrian explosion, we proposed a project working on ecosystem evolution during the Cambrian explosion. The project will deal with biotic and abiotic components of a specific ecosystem, investigate biotic evolution (producers, decomposers and consumers) and environmental changes (more than redox), and finally work out tempo-spatial patterns of Cambrian ecosystems.

## Evolution of the Early Paleozoic plankton from the Paleo-Asian Ocean and its marginal seas: evidence from the Gorny Altai

Olga T. Obut<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences (IPGG SB RAS), Novosibirsk, Russia; <sup>2</sup>Novosibirsk State University

History of evolution of the Paleo-Asian Ocean (PAO) is well documented in the various blocks within the Central Asian orogenic belt (CAOB). Closing of the PAO occurred from the late Carboniferous to late Permian-early Triassic (Buslov et al., 2001; Dobretsov, 2003; Safonova et al., 2012; Xiao et al., 2015, etc.), so that remaining fragments of its sedimentary record bear evidence of different Early Paleozoic organisms. The strongly tectonically deformed structures of the Altai-Sayan Folded Area (ASFA) comprising the north-western part of the CAOB are situated in the south of West Siberia. The Gorny Altai, formed by several stages of tectonic movements, constitute the western part of the ASFA. It includes blocks of the oceanic seamounts, volcanic arcs, accretionary complexes and shelf sediments accumulated in PAO and its marginal seas environments. Early Paleozoic siliceous and carbonate sequences of the Gorny Altai yielded different plankton pelagic groups: radiolarians, conodonts and graptolites.

The earliest record of fossil radiolarians was made from Botoman (Cambrian Series 2, Stage 4) siliceous-carbonate sequences (chert, siliceous mudstone and limestone) cropped out in the central Gorny Altai. These sediments known as the Shashkunar Formation were accumulated on the slopes of the paleoseamount that was formed after significant submarine volcanism. Rather well preserved polycystins represented by genera *Parechidnina*, *Altaiesphaera* and *Archeoentactinia* belong to order Archaeosporidaria were discovered recently (Obut, Iwata, 2000; Obut, Iwata, 2005; Pouille et al., 2011; Obut, Danelian, 2016, 2019). Reported by Nazarov (1973, 1988) Early Cambrian radiolarians from the Bateny Ridge on the north-west of ASFA turned to be remains of the siliceous sponge spicules. Next radiolarian record was made from the Late Cambrian (Furongian) – Early Ordovician in the western Gorny Altai. Poorly preserved spumellarians belong to family Inaniguttidae (genera *Inanigutta*, *Inanibigutta*), were recovered from the siliceous shale and chert of the Zasukh'ya Series (Iwata et al., 1997; Sennikov et al., 2003). These sediments are found in the composition of the accretionary complex and were accumulated in rather deep oceanic environments. Better preserved radiolarians were found from the Upper Ordovician siliceous mudstone and chert of the Khankhara and Tekhten' Fms in the western Gorny Altai (Obut, Semenova, 2006). They are represented by more diverse assemblages including genera *Secuicollacta*, *Borisella*, *Protoceratoikiscum*, *Kalimnasphaera*, *Inanigutta* (families Secuicollactidae, Entactiniidae, Ceratoikiscidae and Inaniguttidae). Diversification within Ordovician radiolarians was also observed in the PAO

accretionary complexes and shelf sediments in Central and East Kazakhstan (Nazarov, 1975, 1988). No radiolarians were found yet in Silurian of the Gorny Altai.

The earliest conodont record for the Gorny Altai was from the siliceous rocks of the Late Cambrian – Early Ordovician Zasukh'ya Series (Iwata et al., 1997; Sennikov et al., 2008; Obut et al., 2019). Late Cambrian Listvennaya Fm. yielded assemblages composed of typical for the Furongian series genera *Westergaardodina*, *Proconodontus*, *Muellerodus*, *Furnishina*, *Eoconodontus* and *Cambroistodus*. Early Ordovician (Tremadocian-Floian) Zasukh'ya Series conodonts are represented by *Paroistodus proteus* and *Oepikodus evae* zones assemblages found from Talitsa and Marcheta Fms. The lowermost Ordovician *Iapetonodus* sp. and *Iapetognathus* sp., defined the base of this system, were reported from carbonates of the Kamlak Fm. in the central Gorny Altai (Sennikov et al., 2015). Further diversification of conodonts is observed in Ordovician and Silurian though their finds are still rare in the Gorny Altai. Beds with conodonts were defined for Darriwilian (*Eoplacognathus variabilis*-*E. suecicus*), Sandbian (*Belodina compressa* and *Phragmodus undatus*) and Katian Stages (*Amorphognathus ordovicicus*), where conodonts were recovered from shelf carbonates (Moskalenko, 1977; Izokh et al., 2005; Sennikov et al., 2008, 2019a; Obut et al., 2019). In Silurian sediments conodont findings are scarce yet (Vorozhbitov, 1996; Sennikov et al., 2008, 2019b; Obut et al., 2013). They are reported mainly from shelf carbonates of the western Gorny Altai, where they were found in Telychian Polaty Fm. and Gorstian-Ludfordian Kuimov Fm. In the central part of the Gorny Altai conodonts were recently discovered in the Cherny Anui Fm., Pridoli in age. First conodont finds from the Late Cambrian of South and Central Kazakhstan complete data on their appearance in Early Paleozoic paleontological record of PAO and further diversification in Ordovician (Dubinina, 2000; Tolmacheva et al., 2001; Tolmacheva, 2014, etc.).

Pelagic graptolites rather diverse and common throughout Ordovician and lower Silurian, allowed to establish 17 biozones for entire Ordovician and 12 biozones in Llandovery of the Gorny Altai (Sennikov et al., 2008; 2013; 2018; 2019a,b; Sennikov, 2013).

The early history of the planktonic groups inhabited Altaian segment PAO goes back to the early Cambrian (Series 2, Stage 4), where the oldest radiolarians known so far worldwide have been found. Later on appeared conodonts followed by graptolites those start to be widely distributed in the pelagic and shelf environments of PAO throughout Early Paleozoic.

## No ‘Cambrian Explosion’ and no ‘Ordovician Event’ : a single long-term early Palaeozoic radiation

Thomas Servais

(CNRS, University Lille, UMR 8198 Evo-Eco-Paleo, 59000 Lille, France)

The term ‘Cambrian explosion’ is largely known, and the term ‘Great Ordovician Biodiversification Event’ (GOBE) is more and more frequently used, both in palaeontological textbooks and by the general, wider public. Other more or less spectacular terms were introduced, including the ‘Cambrian substrate revolution,’ the ‘Ordovician plankton revolution,’ the ‘Ordovician bioerosion revolution,’ or the ‘Devonian nekton revolution.’ The evolution of Palaeozoic marine ecosystems appears therefore as a suite of extraordinary and spectacular ‘events’ that were and are proposed to high impact scientific journals to catch the attention of the media. The question arises if this evolution was indeed a series of revolutions, or just a single long-term radiation event.

The analyses of more complete databases, including all fossil groups and all palaeogeographical areas (that are not all covered by the currently used datasets, such as the Paleobiology Database, PBDB) points to a single, very long radiation, that was not spectacular in itself. Depending on the statistical methodology used to construct the diversity curves, they are either smooth or display different steps, indicating a ‘cascading trend.’

The ‘Cambrian explosion’ was clearly not sudden, and surely not an ‘explosion’ of life. The triggers of the apparent increase of diversity (with data mostly coming from extensive studies from a few famous Fossil – Konservat - Lagerstätten) during the lower-middle part of the Cambrian (initiated at approximately at the base of the second, unnamed stage of the Cambrian) are diverse, complex and inter-related. However, it is difficult to find any particular dramatic environmental change that can be linked to the ‘explosion.’ On the other hand, it is obvious that sea level increased slowly, and steadily. The data on palaeoclimate do also not show a dramatic change during the Cambrian, whereas specific plate tectonic events cannot be identified to explain the ‘Cambrian explosion.’ Without a specific palaeoenvironmental trigger, the Cambrian radiation was possibly biologically initiated and related to a complex interaction of enabling parameters.

The massive increase of diversity of the planktonic groups (that are only partly recorded in the PBDB) at the Cambrian-Ordovician boundary, but clearly initiated already in the late Cambrian, has been named the ‘Ordovician plankton revolution.’ Similarly to the

Cambrian explosion, changing tectonic or volcanic events, or drastic sea-level changes have not been reported for this interval, but it has been suggested that it is related to a possible global oxygenation event.

The ‘Great Ordovician Biodiversification Event’ (GOBE) was initially named the ‘Ordovician radiation’ (or the Ordovician radiations). The GOBE was clearly not a short term event, as it cannot be linked to a single geological event, even if some authors attempt to do so, by promoting a much shorter ‘GOBE.’ It is important to note that in the original concept the Ordovician biodiversification spanned the entire Ordovician, and covering all fossil groups over all palaeocontinents. The recently proposed shorter ‘GOBE’ is based on limited datasets that do neither cover all fossil groups, nor all palaeocontinents.

Amongst the different potential environmental and geological triggers for the GOBE, a long-term sea-level rise appears to be generally linked to the continuous and sustained rise of the Cambrian-Ordovician biotas. In addition, palaeogeographical changes indicate the long-term and slow continental splitting from the Precambrian supercontinent Rodinia into smaller microcontinents together with island arcs, providing numerous ecospace, similar to the Mesozoic radiation that can be linked to the breakup of Pangaea.

Our studies of biodiversity patterns throughout the entire Phanerozoic thus indicate that both the Cambrian Explosion and the GOBE may be linked to a trajectory driven by larger-scale geological processes originating in plate kinematics.

The early Palaeozoic radiation of life was clearly a long evolutionary process, and not a series of explosions, revolutions and events.

## Nonmarine Permian extinctions and non-extinctions

Spencer G. Lucas

(New Mexico Museum of Natural History, 1801 Mountain Road N. W.,  
Albuquerque, New Mexico 87104 USA; spencer.lucas@state.nm.us)

Few data support claims of multiple nonmarine mass extinctions during the Permian, especially across the Permo-Triassic boundary (PTB). Four substantial tetrapod extinctions have been identified during the Permian, but only one of these may be a mass extinction. Much evolutionary turnover took place among tetrapods during the latter part of the early Permian, so some have identified a single mass extinction at the Artinskian-Kungurian boundary. However, the only stratigraphically dense tetrapod record of the late early Permian (southwestern USA) indicates a succession of extinctions spread out from the Redtankian through Littlecrotonian land-vertebrate faunachrons (LVFs) time, not a single mass extinction. Olson's gap remains a hiatus in the global record of Permian tetrapods equivalent to part of the Kungurian, but the claim that it is associated with a mass extinction ("Olson's extinction") has been based on compressing all of the extinctions of the Redtankian- Littlecrotonian and Olson's gap into one event.

The only likely Permian mass extinction of tetrapods is the dinocephalian extinction event near the end of the Guadalupian, which saw the total extinction of dinocephalians and a major restructuring of tetrapod communities. In the Karoo basin of South Africa, this extinction is the loss of at least 64% of generic diversity. The changeover is less well documented in other parts of Permian Pangea but suggests that the dinocephalian extinction event was a global event.

The late Permian tetrapod extinctions are older than the PTB marine extinctions. Furthermore, the magnitude of the diversity drop and ecological severity of the late Permian tetrapod extinctions have been greatly overstated. The Karoo basin record indicates a stepwise tetrapod extinction that took at least 250,000 years and culminated across the boundary of the Platbergian and Lootsbergian LVFs with a loss of genera not much above the inferred background extinction rate of Permian tetrapod genera. Furthermore, there are now 5000 tetrapod genera on Earth, so the extinction of  $\pm 10$  tetrapod genera in the Karoo basin late in the Permian is not a mass extinction.

The literature on land plant extinctions across the PTB has long been contradictory, but most paleobotanists have concluded that there was no mass extinction of land plants at the PTB. Indeed, no mass extinctions of land plants took place during the Permian. Instead, the Permian was part of the transition from the "Paleophytic" flora

of much of the Paleozoic to the "Mesophytic" floras of the later Permian and much of the Mesozoic. One recent analysis has identified two prolonged and complex evolutionary turnovers in Permian land plants—through the Carboniferous-Permian boundary (Kasimovian-Asselian) and through the middle-late Permian (Roadian-Changhsingian), not a single mass extinction of land plants at any point during the Permian.

Some have argued for a substantial extinction of land plants in Gondwana coeval with the dinocephalian extinction event. Studies in north and south China identify floral turnovers stated to be close in age to the end of the Capitanian and, thus, coeval with Emeishan volcanism. However, correlations of these plant extinctions/turnovers are not robust, and no major clade extinctions took place. It seems possible that these are local or regional extirpations, not necessarily a global floral event. Clearly, more research is needed here. Some studies have concluded that there was an extinction of gymnosperm forests at the PTB followed by a dominant vegetation of herbaceous lycopsids throughout the Early Triassic. However, boreal palynological records indicate that the gymnosperm extinction was during the Early Triassic, at about the Induan-Olenekian boundary. It represents an ecological crisis for land plants far greater than what happened at or just before the PTB.

The fossil record of Permian insects is heavily biased by both major gaps and Lagerstätten. It shows a drop in insect diversity from the middle Permian to the Early Triassic, followed by the diversification of numerous groups of modern insects. Thus, the PTB interval is a bottleneck in insect evolution that divides the archaic Paleozoic insects from the diversification of modern insects. Nevertheless, the insect fossil record lacks the stratigraphic density necessary to evaluate the precise timing of extinctions during the middle Permian-Early Triassic.

Of the so-called "big five" extinctions, the Permo-Triassic extinction has long been viewed as the first coeval mass extinction on land and sea. This is not the case. Instead, the first coeval marine and nonmarine mass extinctions are likely the end-Guadalupian extinctions.

## Global chilling and two Paleozoic extinctions (Ordovician and Permian): no bolide impact nor LIP volcanism

Yukio Isozaki

(Dept. Earth Science & Astronomy, Univ. Tokyo, Komaba; isoizaki@ea.c.u-tokyo.ac.jp)

The Paleozoic era experienced 4 major mass extinctions; i.e., end-Ordovician, Late Devonian, end-Guadalupian, and end-Permian episodes. For causing significant biodiversity decline, non-biological environmental change on global scale is needed for a trigger; nonetheless, popular claims on bolide impact and/or large igneous province (LIP) with too much ad-hoc assumptions have not yet been accepted as common/universal explanation for the Paleozoic extinctions.

Among the four episodes, the end-Ordovician and end-Guadalupian extinctions best share similarities in multiple non-biological phenomena; e.g., global sea-level drop, negative anomaly in global seawater Sr isotopic ratio, and end of geomagnetic superchron. In particular, the similar order of magnitude in sea-level drop of over 100 m recorded the appearance of significant global cooling for the two events. Some biological phenomena detected in fossil records, i.e., the preferential killing of warm water-adapted tropical fauna with the end of gigantism, are in accordance with global cooling. These suggest the activation of the same cause and processes for these two cooling-relevant extinction events (Isozaki & Servais, 2018). Nonetheless, these two respectively occurred immediately before and immediately after the remarkable terrestrialization by land plants in the Devonian-Carboniferous. The development of a large-scale C-fixing system from the atmosphere via photosynthesis irreversibly decreased atmospheric CO<sub>2</sub>. Thus the “CO<sub>2</sub>-relevant greenhouse effect” alone could not drive sea-level drop of the same magnitude at the end-Ordovician and end-Guadalupian timings. This conundrum requires another non-biological agent that can trigger global cooling regardless of atmospheric CO<sub>2</sub>.

New perspectives of cosmoclimatology are emerging for introducing an alternative extinction scenario; e.g. 1) increased flux of galactic cosmic radiation (GCR) and solar/terrestrial responses in planetary magnetism, and 2) encounter with dark nebula. Both can bring profound impacts on Earth's climate, in particular, global cooling by extensive cloud coverage and/or dust screen (irradiance shutdown) over the globe. It is noteworthy that the past star-burst events detected in the Milky Way Galaxy by astronomical observations apparently coincide in timing not only with the cooling-associated major extinctions of the Paleozoic (Ordovician, Devonian, and Permian) but also with the Neoproterozoic snowball Earth episodes. Recently our research group detected for the first time the signature of increased flux of extraterrestrial <sup>3</sup>He from the slowly accumulated deep-sea P-TB beds immediately below the extinction horizon of the Late Permian

radiolarians (Onoue et al., 2019). The same analyses are needed for other extinction cases to prove or disprove the above working hypotheses.

Causes of extinction can be grouped into four categories in hierarchy, from small to large scale: i.e., Category 1 – direct kill mechanism for each local biota, Category 2 – background change in global environment, Category 3 – major geological phenomenon on the planet's surface, and Category 4 – ultimate cause from the interior and exterior of the planet (Isozaki, 2019). Previous discussions on bolide impact and/or LIP are limited solely to Category 3. Bolide fall-out and/or LIP formation have been regarded as accidental phenomena; however, these likely have appeared under stronger controls of agents of Category 4. The study of mass extinctions on the Earth is entering a new stage with a new astrobiological perspective.

**References:** Isozaki, Y. and Servais, T., 2018. The Hirnantian (Late Ordovician) and end-Guadalupian (Middle Permian) mass-extinction events compared. *Lethaia* 51, 173-186. doi:10.1111/let.12252. 2018; Isozaki, Y., 2019. The end-Paleozoic mass extinction: a new cosmoclimatological perspective for the largest crisis in reference to hierarchy of causes. In Yamagishi, A. and Kakegawa, T., eds. *Astrobiology-From the origins of life to the search for extraterrestrial intelligence*. 273-301, Springer. doi: 10.1007/978-981-13-3639-3\_18; Onoue, T., Takahata, N., Miura, M., Sato, H., Ishikawa, A., Sano, Y., Isozaki, Y., 2019. Enhanced flux of extra-terrestrial <sup>3</sup>He across the Permian-Triassic boundary. *Progress in Earth Planetary Science*, 6:18. doi:10.1186/s40645-019-0267-0PEPS-D-19-00002.1

**Palaeontological  
Society of Japan**



日本古生物学会 established in 1935

# 会長講演

真鍋 真



K/Pg 大量絶滅の研究から学ぶ<sup>1</sup>真鍋 真 (国立科学博物館)<sup>2</sup>

## 1. 主因はどちらか？

白亜紀最末期には、カリブ海への隕石 (小天体) 衝突と、デカン高原での玄武岩噴出という二つの大きな出来事があったが知られている。約6700万年前から約300万年間に断続的に起こった溶岩噴出、ある1日の出来事である隕石衝突、どちらの方がK/Pg境界の大量絶滅の主因なのか長い議論があったが、隕石衝突だったとする合意が形成されつつある (Henchan et al., 2019など)。

## 2. 衝突直後の化石？

ノースダコタ州のある化石密集層について、隕石衝突による津波のような堆積物ではなく、衝突の衝撃が遠く離れた場所の水を大きく振動させる清振によるものだとする報告が発表された。この研究によれば、これは隕石衝突から1時間未満の出来事だと主張されている (DePalma et al., 2019)。

## 3. K/Pg境界の前後のひろがり

コロラド州からは、隕石衝突から約70万年後という比較的短期間で、爬虫類化石などには大きな変化が無いのに対して、哺乳類はその体サイズと多様性が大きく増加していたことが報告された (Lyson et al., 2019)。その層準からは最古のマメ科の化石が確認されたことから、栄養価の高い植物の出現が哺乳類の台頭の背景にあった可能性が指摘された。

K/Pg境界の上下で非海生の脊椎動物化石が確認できる場所は、現在のところ北アメリカに限られている。そのため、隕石衝突の影響に関する議論は、北アメリカが中心だった。それに対して、恐竜の主な7グループの形態的な多様性を定量化し、その変遷を汎世界的に俯瞰してみると、その多様性がK/Pg境界の4000年以上前から低下していたらしいことも明らかになってきた (Brusatte et al., 2012; Sakamoto et al., 2016など)。

## 4. 第六の大量絶滅

現代はアントロポシオンという新しい地質時代を迎えている。その背景には、人類の活動が地球の生態系に大きな影響を及ぼすようになったこと、それが今、K/Pg境界以来の第六の大量絶滅期をもたらしているらしいことが指摘されている。近過去から現在において、海洋では大型種の絶滅が多いことから、生態系にはさらに大きな影響を与えつつあることが明らかになってきた (Payne et al., 2016)。古生物学は過去の出来事を理解する、客観的なデータを提供する学問であるとともに、現代そして近未来を科学することへの貢献も増えてきている。

---

<sup>1</sup>Learning from studies of K/Pg mass extinction<sup>2</sup>Makoto Manabe (National Museum of Nature & Science)



**Palaeontological  
Society of Japan**



日本古生物学会 established in 1935

# 学術賞受賞記念

## 特別講演

安原盛明



貝形虫を用いた海洋生態系変動史研究<sup>1</sup>安原盛明 (香港大・理)<sup>2</sup>

演者は過去 20 年以上にわたり微化石の一種である貝形虫を用いた過去の復元に関する研究を行ってきた。特に、最近の 10 年間は過去の海洋生態系の復元を目的とした古生態学的、進化古生物学的研究を中心に据えてきた。貝形虫類は少量の堆積物から化石として多産する唯一の節足動物で、種多様性も高く、特に堆積物コアを用いることによって連続的に高時間解像度な時系列データを数千年、数万年、数 10 万年、数百万年といった長期にわたって所得可能な稀有な系である。本講演では演者が香港大学で大学生、大学院生及び博士研究員とともに行なった研究を中心に、このような貝形虫を用いた過去の海洋生態系復元の例を紹介する。沖縄の海底洞窟、韓国の汽水湖、日本海の IODP コア、東南アジアの新生代露頭サンプル、香港の海底堆積物、などから、気候変動や人間活動が様々な形で海洋生態系に影響を与えてきたことがわかってきた。例えば、海底洞窟では完新世の海水準上昇に伴うサンゴ礁（つまり海底洞窟の天井）の発達により洞窟がより閉鎖的で光の届かない環境になっていったこと、また、東アジア冬季モンスーンの影響があったかもしれないことが明らかとなった。韓国の汽水湖コア中の底生有孔虫・貝形虫化石は東アジア夏季モンスーンの 10-100 年スケールの変動を記録していた。日本海 IODP コアには氷期間氷期サイクルに伴う低層の溶存酸素量の変化（特に氷期ターミネーションにおける貧酸素化）や mid-Brunhes イベントが深海底生生態系に大きな影響を与えてきたことが明らかとなった。東南アジアの新生代露頭サンプルには Coral Triangle 生物多様性ホットスポットの歴史が記録されており、世界で最も海洋多様性が高い地域とされている Coral Triangle の起源や歴史の変遷を紐解くべく研究を進めている。香港は海洋汚染、富栄養化、トロール漁など様々な人為的な環境攪乱が起こっている「都市型海洋域」の典型的な例で、多くの地域で今後こ

のまま人間活動の影響が増大し続ければ顕在化するであろう問題がすでに起こっている「将来を映す鏡」とも言える場所であり、貴重な事例を提供する。我々は香港の表層堆積物とコア試料を用いた研究を進めており、富栄養化の指標種を特定することなどに成功している。また、北大西洋の深海や浅海での研究も進めており、多様性の緯度勾配、深度勾配、環境要因などについて興味深い結果が得られている。おそらく貝形虫としては初めて標準的な、熱帯で高く高緯度で低いという種多様性の緯度勾配が深海と浅海の両方で見出されたことに加えて、Greenland-Iceland-Faeroe Ridge が深海生物の分布の重要な障害であること、海洋多様性の大部分を占める小型生物の多様性は気候変動に非常に敏感である可能性などが分かってきた。また、浅海域の種多様性の緯度勾配は熱帯域から高緯度域への漸進的な分布拡大によって説明されることが多い（例えば out-of-the-tropics モデル）が、貝形虫などの小型生物では水温や気候ニッチ保守性の影響がより強く、分布の拡大も熱帯から高緯度域へだけでなく高緯度域（北極海）から南方への分布拡大も存在することが示唆された。

このように化石として非常によく保存される特定の分類群を過去を見るための「窓」として利用し、過去の生態系を復元することは重要で、過去を「窓」を通してしっかり観察することは、来る未来に備えるために不可欠である。

---

<sup>1</sup>Marine Ecosystem history: an ostracod perspective<sup>2</sup>Moriaki Yasuhara (The University of Hong Kong)





# 一般講演

## 口頭発表

A 会場 A01-A21  
B 会場 B01-B19  
C 会場 C01-C12

## ポスター発表

P01-P61

高校生  
ポスターセッション

HP1-HP6

## A01

前上顎骨再考：鼻先は祖先の口先<sup>1</sup>  
 東山大毅 (東大・医)<sup>2</sup>・栗原裕基 (東大・医)<sup>3</sup>

19世紀初頭に結合一致の法則が提唱されて以来、相対的な結合関係に基づく同定性の同定は比較形態学の最も基本的な手法である。だが現在の、例えば頭部骨格系の教科書的なフレームワークは実際のところクワイテリアを反映しているだろうか。

前上顎骨 (premaxilla) は上あご前端的構造として知られ、板皮類をも含め顎口類に保存される要素としてゲーテ以来その同定性は疑われたことがない。ところがその周囲の軟組織—例えば三叉神経の分布は、哺乳類とそれ以外の動物との間で明らかにシフトしている。もし構造の結合一致性が保たれるなら、“前上顎骨”を含む上あご前端的要素は、哺乳類とそれ以外の動物とで同定性が取れず、単弓類の進化過程でシフトが起こったと仮説立てられるはずだ。

本研究では、マウス、ニワトリ、ソメワケササクレヤモリ、ニホンアカガエルを用いた発生比較、発生原基の結合阻害実験や、遺伝子改変マウスを用いた系譜追跡実験から、神経支配に見られる通り、上あご前端的を構成する発生原基が哺乳類の成立過程で大きくシフトすることを示した。つまり、祖先において口先として用いていた要

素が哺乳類ではもっぱら鼻先になっており、哺乳類の口先は派生的に生じたと言える。さらにハリモグラ胚 (*Tachyglossus aculeatus*) との比較から、哺乳類で“前上顎骨”あるいは切歯骨として知られてきた上あご前端的の骨要素は、大部分が羊膜類の派生形質である septomaxilla であることが示唆された。化石単弓類であるディメトロドンや、ディキノドン類、ゴルゴノプス類やテロケファルス類 (e.g., *Dicynodontoides nowacki*, *Sauroctonus parringtoni*, *Dinogorgon rubidgei*, *Silphoictidoides ruhuhuensis*) との比較より上記の結果は支持され、なおかつ同シフトは約1億年かけた漸進的なものだったと考察される。

本研究は末梢神経を含めた結合一致の法則を実験的に補強した反面、伝統的な頭部骨格のフレームワークに再考を迫る結果となった。鑑みるに、我々の伝統的な比較形態学の体系は“骨格”という一見扱いやすい構造に立脚しすぎているのではないだろうか。相同な形態を見抜く際には軟組織を含めた総合的な理解が必要なのだろう。

<sup>1</sup> Non-homologous “premaxilla”: therian nose-tip was ancestral jaw-tip

<sup>2</sup>Hiroki Higashiyama (U Tokyo), <sup>3</sup>Hiroki Kurihara (U Tokyo)

## A02

四肢動物における後頭頤の形態と可動性の進化について<sup>1</sup>  
 松本涼子 (神奈川県博)<sup>2</sup>・藤原慎一 (名大博)<sup>3</sup>

四肢動物は水から陸へと生活圏を移行する過程で首を獲得した。これによって体幹に対する頭部の可動性を確保し、その後の運動様式の多様化の基盤となった。初期の四肢動物では後頭頤の形態は様々だが、主に皿型とボール型に二分される。平滑両生類の後頭頤では前者の型を引き継ぎ、大後頭孔を挟んだ一對の皿型となる。有羊膜類のうち現生爬虫類・鳥類の後頭頤は後者のボール型を引き継いでいる。これら後頭頤の形態的な違いは、後頭頤-第1頸椎関節の回転軸の位置や向きに反映されると予想される。これら二つの後頭頤形態の機能的な特性がそれぞれ明らかになれば、捕食などに関連した四肢動物の頭部の運動様式を包括的に理解できると期待される。

本研究では、皿型の後頭頤をもつ現生平滑両生類 (無尾類・有尾類) と爬虫類 (主竜類・有鱗類) の検体を用いて後頭頤の可動範囲の特性を検証した。体幹の前後軸に対して頭部を4つの異なる姿勢 (真っ直ぐ・側屈・背屈・腹屈・ねじり) に置き、 $\mu$ CT 撮像の後、頭部・第1~2頸椎を立体構築した。これらを用い、ステレオネット上で後頭頤に対する第1頸椎、および第2頸椎の可動角の範囲を

調べ、グループごとの特性を比較した。その結果、平滑両生類では第1・第2頸椎のねじり・側屈運動が極めて制限されているのに対し、背屈・腹屈の動きがより卓越することが明らかになった。この結果は、一對の皿型の後頭頤が蝶番関節のような動きの制約を与えていると解釈できる。ただし、後頭頤と第1頸椎の形態によってこの可動域に違いが見られる。一方、爬虫類の第1頸椎・第2頸椎は主にねじりの可動性が卓越し、一部の種では頭部を上下左右へ向ける動きにも、後頭頤に対する第1・2頸椎のねじりが大きく貢献することが認められた。この結果は、ボール型の後頭頤では車軸運動を主に許容すると解釈できる。

平滑両生類と爬虫類の後頭頤形態の違いは、首前方の可動方向の特性に反映される。頭部と体幹が一連となって動く平滑両生類に対し、爬虫類の後頭部のねじりは、頭部の体幹から独立した運動をより効果的にしていると考えられる。

<sup>1</sup>Evolution of the occipital morphology and mobility in tetrapods.

<sup>2</sup>Ryoko Matsumoto (Kanagawa Prefectural Museum Natural History), <sup>3</sup>Shin-ichi Fujiwara (Nagoya University Museum)

## A03

南部北上帯下部三畳系大沢層から産出した  
 破砕型の歯を伴う爬虫類化石<sup>1</sup>

中島保寿 (都市大・総理工)<sup>2</sup>・古村俊行 (東大・院理)<sup>3</sup>

海洋生態系は古生代末大量絶滅以降、多様な海生爬虫類の参画や真骨類魚類の登場などにより劇的な変貌を遂げた。三畳紀の海生爬虫類のうちいくつかの系統は破砕型の (durophagous) 歯を獲得し、多様な食性に適応していったと考えられている。

本発表では、宮城県本吉郡に分布する稲井層群大沢層 (下部三畳系オレネキアン) 模式地から新たに産出した、破砕型の歯を伴う爬虫類化石について報告する。標本は大沢層の葉理泥岩中に保存された。歯骨・角骨を含む数点の部分骨格である。歯骨の前端部および後端部は失われており、歯列の後端部および前端部は途切れているが、前端部内側面には下顎結合面の後端部が確認できる。歯骨では半球状、ないし丸みを帯びた円錐状の歯冠が28 (泥岩に印象のみ残していたものも含めると29) 本、単一の歯列ではなく3列ないしそれ以上の歯列をなす。保存されている歯群の中央付近では歯冠は半球状に近いが、前方ではやや円錐形に近く、また後方では前後方向に

伸長する傾向にあり、ほとんどの歯は歯冠基部より細い歯根を有している。各歯冠はカリナを欠き、咬頭から皺状の隆起が放射状に伸び歯頭部に向かう。一部の歯は先端もしくは内側面で咬耗を示す。

中期三畳紀の魚竜形類シンミノサウルス *Ximinosaurus* の歯骨には2列の、前期~中期三畳紀の帰属不明の爬虫類オムファロサウルス *Omphalosaurus* とソロドゥス *Tholodus* の歯骨には複数の歯列が確認されており、いずれの属も、少なくとも一部の歯冠に本標本の中央~後方歯冠と共通する表面形態を有している。さらに、骨表面の緻密骨が極めて薄い点、歯骨歯群が広く二次的に分布する点において、本標本は既知のオムファロサウルスの標本と酷似していた。ただし、明瞭な歯頸・歯根を有するなど、オムファロサウルスとは異なり、ソロドゥスや魚竜形類と共通する点も見られることから、三畳紀初期の破砕食型海生爬虫類の進化におけるミッシング・リンクの可能性のある化石としても注目される。

<sup>1</sup>A reptilian fossil with durophagous teeth from the Lower Triassic Osawa Formation in South Kitakami Terrane

<sup>2</sup>Yasuhisa Nakajima (Tokyo City Univ.), <sup>3</sup>Toshiyuki Komura (Univ. Tokyo)

## A04

陸域脊椎動物の群集変化要因としてのモンスーン：三畳紀の例<sup>1</sup>  
池田昌之・ルグランジュリアン・古賀多聞(静岡大・理)<sup>2</sup>

海峽や山脈のような地理的障壁および氷床や砂漠のような気候的障壁は、生物分布の主要な制約である。三畳紀の超大陸パンゲアには大きな地理的障壁がなく、温暖で大規模な氷床はなかったとされている。しかし、三畳紀後期の陸域動植物群集は古緯度毎に大きく異なる。北緯 8<sub>2</sub> 度を境とした熱帯域には単弓類 Traversodontid が卓越し、亜熱帯域には側爬虫類 Procolophonid が卓越した (Whiteside et al., 2010)。ただし、パンゲア大陸は当時北上していたため、緯度変化ではなく 217<sub>±2</sub> Ma に単弓類卓越動物相から側爬虫類卓越動物相に変化したとも解釈できる。実際、北米東部の Newark 盆地 (北緯 10 度) と Dan River 盆地 (北緯 6 度) の両方で 217<sub>±0.2</sub> Ma の乾燥化が報告されている。しかし、当時の全球的な環境変化とその要因については明らかでない。

本研究では、局所的な環境変化の影響が少ない遠洋域に堆積した美濃帯犬山地域の低緯度深海洋性層状チャートの古環境指標と、北米 Newark 盆地陸成層の動植物化石記録との比較を試みた。217 Ma 前後は、層状チャートの生物起源シリカ堆積速度の 1000 万年周期極小期

で、主に風成塵起源の泥層層厚も増加するため、低緯度地域は広域に乾燥化したと考えられる。さらに、Newark 盆地の花粉記録からも 217 Ma から乾燥域に多産する *Rugbivesiculites* 属が出現し、花粉化石帯 New Oxford-Lockatong/Lower Passaic-Heidlersburg 帯境界、および Neshanician/Cliftonian 脊椎動物化石帯境界に移行することから、同時期の乾燥化に伴う動植物群集変化が示唆される。1000 万年周期はミランコビッチサイクルの離心率変動の振幅変調として卓越する周期であり、季節変化やモンスーン強度に影響する。さらに、モンスーンは珪酸塩風化速度に影響し、大気 CO<sub>2</sub> ひいては全球気温に影響する。すなわち、1000 万年周期のモンスーン弱体化に伴う乾燥化と温暖化によって、脊椎動物群集と植物群集が転換した可能性がある。この乾燥化に伴う単弓類卓越動物相から側爬虫類卓越動物相への群集変化は、尿素を排泄する際に多量の水が必要な単弓類より、尿酸を排泄するため多量の水を必要としない側爬虫類が乾燥環境に適応したという解釈 (Whiteside et al., 2010) と調和的である。

<sup>1</sup>Monsoon as a critical factor controlling terrestrial vertebrate faunal turnover during Triassic.

<sup>2</sup>Masayuki Ikeda, Julien Legrand, Tamon Koga (Shizuoka Univ.)

## A05

兵庫県丹波市の下部白亜系篠山層群から発見されたオオトカゲ類化石<sup>1</sup>

池田忠広・太田英利・三枝春生・久保田克博・生野賢司・田中公教・半田久美子(兵庫県立大・兵庫県立人と自然の博物館)<sup>2</sup>・田中康平(筑波大)<sup>3</sup>

兵庫県東部の丹波市・丹波篠山市に分布する下部白亜系(アルビアン階)篠山層群大山下層からは、丹波竜(*Tambatitanis amicitiae*)に代表される恐竜類をはじめさまざまな陸生脊椎動物、二枚貝などの化石が報告されている。2015年には、丹波市山南町にある丹波竜産出層上位の泥岩層から卵化石が密集して発見され、2019年の上旬には同層を対象に大規模な発掘調査も実施された。結果、多数の卵殻化石とともに、恐竜類、カエル類、トカゲ類などの骨や歯の化石が採集されている。本発表では、同層から産出したトカゲ類化石に関し、その分類学的帰属について、予察的な検討結果を報告する。

大山下層からこれまでに得られているトカゲ類化石は歯骨、椎骨、脳函等、遊離した部分骨などで、そのうち *Pachygenys adachii* (不完全な下顎) や *Scincomorpha* indet. とされる 4 タイプ (いずれも歯骨) がすでに記載報告されている。今回検討した標本は遊離した

左歯骨で、既報のトカゲ類とは歯や歯列部などの形態が明瞭に異なっており、発達した下顎間中隔、鋭尖形の歯、拡張した歯の基部、発達の乏しい歯棚などから、オオトカゲ類(Platynota)と同定された。下部白亜系から産出したオオトカゲ類化石は世界的にも数が限られており、国内では *Kaganaias*、国外では英国から *Dorsetisaurus*、中国から *Dalinghosaurus* などが知られる。本標本をそれらと比較すると、明らかに異なる形態形質が認められた。よって本歯骨化石はオオトカゲ類の未記載種の可能性が高く、篠山層群のトカゲ類相は少なくとも 6 種から構成されることが明らかとなった。

今後はさらなる詳細な形態比較を行い、同標本の系統分類学的位置について検討するとともに、同層を含む前期白亜紀のアジア圏全体におけるトカゲ類の種多様性や、系統進化過程の解明に努める。

<sup>1</sup>A fossil Platynota from the Lower Cretaceous Sasayama Group, Tamba City, Hyogo, Japan. <sup>2</sup>Tadahiro Ikeda, Hidetoshi Ota, Haruo Saegusa, Katsuhiko Kubota, Kenji Ikuno, Tomonori Tanaka, Kumiko Handa (Univ. of Hyogo/ Mus. Nat. Hum. Act. Hyogo), <sup>3</sup>Kohei Tanaka (Univ. of Tsukuba)

## A06

福井県勝山市の下部白亜系北谷層から産出したカメ類足跡化石<sup>1</sup>  
築地祐太<sup>2</sup>・藺田哲平<sup>2</sup>・湯川弘一<sup>2</sup>・東洋一<sup>2,3</sup>  
(福井県立恐竜博物館<sup>2</sup>、福井県大・恐竜研<sup>3</sup>)

下部白亜系手取層群北谷層が露出する福井県勝山市北谷町の恐竜化石発掘現場は、恐竜を含む多様な脊椎動物化石が産出することで知られている。また、少なくとも 7 つの層準から、恐竜などの足跡化石が多数発見されている。これまでに獣脚類、鳥類、竜脚類、鳥脚類、アンキロサウルス類、および翼竜類の足跡化石が知られている。2019年の発掘調査では、新たに 2 層準の足跡化石層の存在を確認し、その中の 1 層準から本邦初となるカメ類の足跡化石が発見されたので報告する。

発見されたカメ類の足跡化石は、現在発掘が行われているフクイラプトルやフクイサウルスの産出層より約 8.5m 下位のラミナの発達した中粒砂岩層に保存されていた。層理面上のナチュラルプリントは剥離が激しく保存状態が悪い。また、恐竜と思われる大型の足跡化石も保存されていたが、輪郭が不明瞭で印跡動物の識別は困難である。一方で、保存状態が良好なナチュラルキャストが多数確認され、少なくとも 90 点の足跡化石が収集された。

収集された足跡化石は形態的に二つのタイプに分けられる。一つ目は歩行痕タイプで、4~6cm ほどの大きさ、足印長に対して足印幅が大きい、細長い爪痕がほぼ平行に残されるといった特徴が見られる。二つ目は遊泳痕タイプで、3~4 本指の爪痕のみが残されたものである。爪痕はほぼ平行で、最も長いもので 15cm 以上のものもある。連続した一連の行跡も残されている。平行な爪痕の痕跡はカメ類の足跡によく見られる特徴である。

中生代のカメ類足跡化石はヨーロッパ、中国、アメリカなどから報告されている。今回発見された足跡化石は、生痕化石タクサの *Cheilonipus* 属および *Emydhypus* 属に類似している。また、中国新疆ウイグル自治区の下部白亜系 Tugulu 層群から産出したカメ類の足跡化石 (Xing et al., 2014) と同、その形状やサイズにおいて非常に類似している。

<sup>1</sup>Turtle footprints from the Lower Cretaceous Kitadani Formation of Katsuyama, Fukui

<sup>2</sup>Yuta Tsukiji, <sup>2</sup>Teppey Sonoda, <sup>3</sup>Hirokazu Yukawa, <sup>2,3</sup>Yoichi Azuma (Fukui Prefectural Dinosaur Museum, <sup>3</sup>Institute of Dinosaur Research, Fukui Prefectural University)

## A07

モンゴル国東ゴビのバインシレ層(後期白亜紀)から新たに発見されたリンドホルムエミス科(爬虫綱カメ目)化石の分類学的帰属<sup>1</sup> 高橋亮雄(岡理大・理)<sup>2</sup>・Purevsren Byambaa (IP)<sup>3</sup>, Igor G. Danilov (RAS)<sup>4</sup>, Buuvei Mainbayar (IP)<sup>3</sup>, 実吉玄貴(岡理大・生地)<sup>2</sup>, 石垣忍(岡理大・生地)<sup>4</sup>, and Khishigjav Tsogtbaatar (IP)<sup>2</sup>

リンドホルムエミス科(Lindholmemydidae)はリクガメ上科の基盤的なグループで構成される側系統群で、アジア(モンゴルや中国、ウズベキスタン)の下部セノマニアン階から下部始新統より10~15属が知られている。これらの記録の多くはカンパニアン以降に集中しており、サントニアン以前のものは4種程度にすぎない。このため、この群の出現初期における多様化や分布についての知見の充実が強く望まれてきた。こうした背景のもと、この群に属す2点の保存の良い化石が、モンゴル・東ゴビのバインシレ層(後期セノマニアン~サントニアン期)が分布するバインシレとホンギルツァフより、それぞれ1996年と2016年に発見された。一般にモンゴルのゴビ砂漠の白亜系は、カメ類や淡水性貝類などの動物化石で生層序区分されてきたことから、リンドホルムエミス科の種多様性や分布に関する知見の蓄積は、この群の初期進化の解明だけでなく、バイン

シレ層分布域における詳細な層序対比のための有用な情報をもたらす。比較の結果、これら2点の標本は、1) 頸板骨前縁に浅い湾入を持つ、2) 頸鱗板が台形を呈す、3) 椎鱗板の被覆が頸板骨に限定される、4) 腹甲柱が著しく発達する、5) 腹甲骨後葉の股鱗板被覆部が側方へ拡大する、6) 下縁鱗板が三対みられる、7) 甲羅が平滑で明瞭な小結節を欠く、8) 上・下腹甲骨内側部は肥厚しない、9) 腹甲骨後葉の基部がくびれる、などの形質より *Lindholmemydina martinsoni* に同定された。今回の新標本は、このカメが後期セノマニアン~サントニアン期のゴビ地域に広く分布していたことを示唆する。

<sup>1</sup>New material of lindholmemydid turtle (Testudines: Lindholmemydidae) from the Baynshire Formation (Late Cretaceous), Eastern Gobi, Mongolia

<sup>2</sup>Akiyo Takahashi (Okayama Univ. Sci. [OUS]), <sup>3</sup>Purevsren Byambaa (Inst. Paleontol., Mongolian Acad. Sci [IP]), <sup>4</sup>Igor G. Danilov (Zool. Inst., Russian Acad. Sci.), Buuvei Mainbayar (IP)<sup>3</sup>, Mototaka Saneyoshi (OUS)<sup>2</sup>, Shinobu Ishigaki (OUS)<sup>4</sup>, and Khishigjav Tsogtbaatar (IP)

## A08

ミャンマーの新第三系より新たに発見された曲頸類<sup>1</sup>

平山 廉(早大・国教)<sup>2</sup>・藺田哲平(福井県立恐竜博)<sup>3</sup>・高井正成(京大・霊長研)<sup>4</sup>・タウンタイ(ヤンゴン大学)<sup>5</sup>・ジンマウンマウンティン(マクウェイ大学)<sup>6</sup>

ミャンマーに分布するイラワジ堆積層など新第三紀の陸成層は、哺乳類や爬虫類など豊富な脊椎動物化石を産出することで知られる。爬虫類では、史上最大のカメ類のひとつである *Megalochelys* を多産するが、アジアでは珍しい曲頸類のカメ類化石が20世紀初頭に見つかった。同地域の地質状況はやや複雑であるが、イラワジ層の下位にあたるカポー層から見つかった可能性が高く、中期中新世末と推測されている。これまでに2点の頭骨が知られており、*Shweboemys pilgrimi* と命名された(Swinton, 1939)。

2017年11月の調査で、テビンガン地域のイラワジ層最下部またはイラワジ層の下位にあたるオボゴン層最上部と思われる層準から新たに曲頸類の保存良好な頭骨(NMMP-KU-IR-5300)が確認された。頭骨後半部が失われているが前後長10cmと大型であり、甲長1m

前後に達する大型のカメ類であったと思われる。頭頂部に鱗板溝が発達すること、口蓋の咬合面の発達が著しく、かつ中央部の凹みが細長く、また前上顎骨付近から左右に狭まるという特徴が見られる。これらの形質から、テビンガンの頭骨化石も *Shweboemys pilgrimi* Swinton, 1939 に同定される。*Shweboemys* は、ナンベイヨコクビガメ科 Podocnemididae の中でもとりわけ咬合面が広く発達することが特徴的である。

インドからミャンマーにかけて生息していたアジアの曲頸類は、北半球で進化したリクガメ上科やスッポン科などの潜頸類と競合して後期中新世中頃までに絶滅したと考えられる。テビンガンの頭骨標本は、アジアで最後まで生息していた曲頸類を代表していると思われ、カメ類の変遷を考えるうえで貴重な資料である。

<sup>1</sup>A new side-necked turtle (Order Testudines: Infraorder Pleurodira) from the Neogene of Myanmar.

<sup>2</sup>Ren Hirayama (Waseda Univ.), <sup>3</sup>Tepei Sonoda (Fukui Prefectural Dinosaur Museum), <sup>4</sup>Masanaru Takai (Primate Research Institute, Kyoto Univ.), <sup>5</sup>Thaung-Htike (Yangon Univ.) and <sup>6</sup>Zin-Maung-Maung-Thein (Magway Univ.)

## A09

日本の鮮新統産スッポン科に関する考察<sup>1</sup>

平山 廉(早大・国教)<sup>2</sup>・高橋啓一(滋賀県立琵琶湖博)<sup>3</sup>・中川良平(三重県総合博)<sup>4</sup>・河部壮一郎(福井県立大学)<sup>5</sup>・遠藤秀枝(東京大学総合博)<sup>6</sup>・安藤佑介(瑞浪化石博)<sup>7</sup>

日本の前期白亜紀以降の陸成層や浅海成層からは、しばしばスッポン科(Trionychidae)の化石が発見されるが、その多くは部分的な甲羅であり、属種レベルでは同定できない資料が大半を占めている。分類にとりわけ重要なスッポン科の頭骨が、国内の鮮新統から知られているのでここに考察する。

三重県伊賀市に分布する古琵琶湖層群伊賀層(上部鮮新統)からは、故・奥本茂美氏が1985年に採集した大型スッポン科のほぼ完全な頭骨(171mm長)が知られているが、剖出の難しさから詳細な研究はされていなかった。東大総合博物館でCT撮影をしたところ、咬合面の発達が著しく左右に拡大するという際立った特徴が明らかになった。三重県津市北部の東海層群亀山層(上部鮮新統)由来と推定される転石からは、*Trionyx miensis* Okazaki and Yoshida

(1977)の頭骨が報告されているが、咬合面などの形状は、伊賀標本とほぼ一致する。後頸静脈孔が後耳骨の下方突起により後耳窓と明瞭に分離されるという特徴が後頭部に認められるが、これは現生のシナスッポン属(*Pelodiscus*)にのみ明瞭に認められる形質であり、化石種との共有派生形質と考えられる。また、大分県安心院町の津房川層(上部鮮新統)および三重県津市の亀山層(上部鮮新統)からは、シナスッポン属に同定されたスッポン科が確認されている。しかし、津房川層や亀山層から知られるスッポン科は最大でも甲長40cmほどと推定され、伊賀層のもの6割ほどの大きさしかなく、咬合面の拡大も顕著ではない。

以上のことから、鮮新統の日本では、シナスッポン属に近縁な少なくとも2種類のスッポン科が存在したと考えられる。

<sup>1</sup>Soft-shelled turtles (Order Testudines: Family Trionychidae) from the Pliocene deposits of Japan.

<sup>2</sup>Ren Hirayama (Waseda Univ.), <sup>3</sup>Keiichi Takahashi (Biwa Lake Museum), <sup>4</sup>Ryohei Nakagawa (Mie Prefecture Museum), <sup>5</sup>Soichiro Kawabe (Fukui Prefectural University), <sup>6</sup>Hideki Endo (Univ. Mus., University of Tokyo), and <sup>7</sup>Yusuke Ando (Mizunami Fossil Museum)

## A10

進化の法則の再考<sup>1</sup>  
犬塚則久 (古脊椎動物研究所)<sup>2</sup>

進化論の父ラマルクやダーウィン以来、多くの古生物学者によって進化の法則が提唱されてきた。セルビアの哲学・古生物学者ペトロニエビッチ(1919)がこれらを 24 法則にまとめた。日本には小泉(1933)が紹介したが、現代の進化生物学は歴史科学の法則を認めていない。じつは比較解剖学、機能形態学、生体力学的にみると検証できるものが多い。ここでは代表的な法則を実例とともに紹介する。

適応放散の法則：同類のメンバーが異なる方向に特殊化して互いに隔たる傾向にある。オーストラリアの有袋類では、フクロギツネやフクロモンガなど、胎盤類と類似した放散の例がみられる。

大型化の法則：同じ系統の種は進化とともに大型化する。ウマやゾウなど有蹄類の始祖はイヌ並の小型動物だった。

収斂の法則：別系統の種が同方向に特殊化する。フクロオオカミとオオカミは先祖が異なるが、同じ走行型肉食動物で形が類似する。別系統のハリモグラ、アリクイ、ツチブタ、センザンコウは、蟻食いに適応して歯、顎、咀嚼筋が退化し、頭骨が滴形となる。

痕跡器官消失の法則：機能しない痕跡的器官はしだいに減少し、ついに消失する。霊長類の耳介は樹上生活につれて位置が下がり、辺縁部が内翻して先端の突起が縮小し、ダーウィン結節となる。

相関進化の法則：生物の諸器官や諸部分は同時に比例的に変化する。食肉類は獲物を追いかけて捕らえるため、走行に適した長い肢骨と趾行性の足、跳躍に適した長くて柔軟な腰椎、回外できる前腕骨と鋭い鉤爪、獲物にかみつく犬歯と肉を切り裂く裂肉歯が備わる。

進化不可逆の法則：進化の過程で一生物体、一器官あるいは器官の一部が失われると、その後の進化で獲得されることはない。クジラや海牛類の後肢は退化し、二肢型水生動物とされる。類人猿で失われた尾はヒトには生じない。まれに生じるものを先祖返りという。

定向進化の法則：一生物グループの連続した進化の推移はある一定の方向を取る。長鼻類は進化の過程で頭が伸び、大型化するにつれて頭骨だけが短縮、後退して、鼻先と上唇だけが元の位置に残された結果、顔の皮膚のうち長鼻だけが自由になり、使ううちにますます発達し、頼るようになった。

<sup>1</sup> A review of laws of evolution

<sup>2</sup> Norihisa Inuzuka (Palaeo-Vertebrate Laboratory)

## A11

福井県勝山市の手取層群北谷層から見るワニ形類の多様性<sup>1</sup>  
小布施彰太 (福井県大・生物資源)<sup>2</sup>・柴田正輝 (福井県大・  
恐竜研; 福井恐竜博)<sup>3</sup>

福井県勝山市に分布する下部白亜系の手取層群北谷層からは、多くの脊椎動物と共にワニ形類の化石が産出している。Kobayashi (1998)により報告されたゴニオフォリス類の他に、骨格要素の断片化石や遊離歯などが発見されており、それらの一部は形態学的な類似性から同一種であるとされた。北アメリカから始まりヨーロッパへと続いたゴニオフォリス類において、アジアは地理的な中間地として非常に重要な地域である。

北谷層より産出するゴニオフォリス類は、上顎骨や歯骨の形態から比較的細長い吻部をもっていたことが分かり、ゴニオフォリス科の中では基盤的な吻部形態を示している。一方で、派生的な種のみに見られる異歯性を示す歯群を持つことから、北谷層のゴニオフォリス類には派生的な特徴がモザイク状に見られることがわかった。これらの特徴の組み合わせは、中国やタイより産出する他のゴニオフォリス類 (*Sunosuchus*, *Siamosuchus*) には見られないものであり、アジア地域のゴニオフォリス科はこれまで理解されてきた以上に多

様化していた可能性がある。東・東南アジアの生物相は、それぞれが独立した強い地域性を持つことが知られており、このゴニオフォリス科の多様性もそのような背景の下に生じたと考えられる。

また、産出する遊離歯は多くが大歯状で円形の断面を持ち、ゴニオフォリス科に由来するものと考えられるが、それらとは別に、歯冠部が歯根部よりも広がった槍状の輪郭を持つ遊離歯が発見された。いずれも2~5mm大で、唇舌方向に圧縮された楕円形の断面を持ち、舌側の条線には放射状の特有のパターンが見られる。これらの特徴はアトボサウルス科の一部が持つ特徴的な形質であり、北谷層の生物相では2種のワニ形類が共存していた可能性がある。

ゴニオフォリス類とアトボサウルス類の共存はアジアの他の地域においても知られている。これらの多様性や生態の違いを明らかにすることは、アジアにおける生物相の地域性を議論する上で非常に重要となるだろう。

<sup>1</sup>Crocodylomorpha diversity from the Lower Cretaceous Kitadani Formation in Katsuyama City, Fukui, Japan.

<sup>2</sup>Shota Obuse (Fukui Pref. Univ.), <sup>3</sup>Masateru Shibata (Inst. Dino. Fukui Pref. Univ., Fukui Pref. Dino. Mus.)

## A12

兵庫県丹波市から発見された獣脚類恐竜の卵・卵殻化石<sup>1</sup>  
田中康平 (筑波大)<sup>2</sup>・池田忠広・久保田克博・三枝春生・田中公教・  
生野賢司・半田久美子 (兵庫県大・兵庫県博)<sup>3</sup>・Darla Zelenitsky  
(カルガリー大)<sup>4</sup>・François Therrien (王立ティレル博物館)<sup>5</sup>

兵庫県丹波市上滝に分布する下部白亜系 (アルビアン階) 篠山層群大山下層は、多様な恐竜類の卵殻化石を産する。丹波竜 (ティタノサウルス形類獣脚類: *Tambatitanis amicitiae*) が産出した層準からは、これまでに鳥脚類と獣脚類の卵殻化石 (計5種類) が報告されている。2015年には丹波竜層準よりも約6m上部の泥岩層から卵・卵殻化石の密集箇所が見つかり、2019年1~3月に兵庫県立人と自然の博物館がこの地点の大規模発掘を行った。その結果、1300枚を超える卵殻化石と340点以上の恐竜やカエル、トカゲなどの骨・歯化石が採集された。本研究では新層準の卵・卵殻化石の記載・分類結果をまとめる。

微細構造の分析により、新層準からは5種類の卵殻化石が確認された。そのうち3種類は丹波竜層準からも報告されている小型獣脚類卵殻 (*Nipponoolithus*, *Prismatoolithus*, *Prismatoolithidae* indet.) である。残りの2種類は上滝で未報告の恐竜類と現段階で

所属不明の卵殻である。系統解析の結果、上滝で未報告の恐竜卵殻は非鳥脚類獣脚類に属すると推定される。

新層準で見つかる卵殻化石の96%以上は、この未報告の獣脚類卵殻であり、卵殻破片の分布状況から、卵・卵殻の密集箇所は巣の残骸と考えられる。いくつかの標本は部分的に本来の卵の形状を留めており、大きさ45 x 20 mm程度、推定卵重は10 g程度である。高い伸長率 (長さ/幅の比が2.2以上) は、骨格上の制約がある中で相対的に大きな卵を産むための適応と考えられる。

本研究により、丹波竜層準と新層準からは少なくとも6種類の恐竜卵殻化石が確認できた。上滝を中心とする地域では当時様々な恐竜類が営巣を行っていたことが伺え、骨や歯化石だけからでは不明であった多様な恐竜相が明らかになった。

<sup>1</sup>Theropod eggs and eggshells from Tamba, Hyogo, Japan

<sup>2</sup>Kohei Tanaka (Univ. of Tsukuba), <sup>3</sup>Tadahiro Ikeda, Katsuhiko Kubota, Haruo Saegusa, Tomonori Tanaka, Kenji Ikuno, Kumiko Handa (Univ. of Hyogo/ Mus. Nat. Hum. Act. Hyogo), <sup>4</sup>Darla Zelenitsky (Univ. of Calgary), <sup>5</sup>François Therrien (Royal Tyrrell Museum of Palaeontology)

## A13

中生代真鳥形類の系統解析と海洋進出への進化パターン<sup>1</sup>  
田中公教 (人博・北大・兵庫県大)<sup>2</sup>・小林快次 (北大博)<sup>3</sup>・  
飯島正也 (クレムソン大・名大博)<sup>4</sup>

四肢動物の進化では、生活環境を水中へと移行する二次的水生適応が複数回生じているが、四肢動物の海洋進出に関連した形態進化のテンポは不明なことが多い。鳥類においても、陸上から海洋への生息域の移行が形態進化パターンに及ぼす影響は、いまだ解明されていない。真鳥形類 Ornithuromorpha は最も多様化した鳥類のグループであり、前期白亜紀には陸上や淡水域、海域に適応した分類群が出現した。本研究では、鳥類における淡水域や海域への進出に伴う形態進化パターンを解明するため、真鳥形類の形態多様性と形態進化率を調査した。

これまで提唱された中生代鳥類の主な形質データセットを再評価およびコンパイルし、鳥類の水生適応を示す形質を追加し、43分類群×325形質のデータセットを作成した。この新たなデータセットをもとに系統解析、形態多様性と形態進化率の解析を行った。

骨学的な特徴と堆積環境から、中生代の真鳥形類は陸生 (e.g. パタゴプレリクス)、淡水生 (e.g. ガンスス)、海生 (ヘスペロルニ

ス目) に区分される。また、形態多様性と形態進化率の解析結果から、陸生と淡水生の鳥類には形態的に明確な差異は確認できず、淡水生のいずれの単系統でも高い形態進化率は確認できなかった。一方で、海生のヘスペロルニス目はその他の鳥類と形態が著しく異なっており、ヘスペロルニス目の起源と派生的な分類群で高い形態進化率が確認された。

以上の結果から、中生代鳥類の陸域から淡水域への進出は漸移的であり、一方で、海域への進出は、大きな形態進化を伴う急激な進化が生じた可能性が考えられる。また、進化したヘスペロルニス目は、海洋生態系に対して高度に適応したため、さらなる形態進化が短期間で生じたことが示唆された。

<sup>1</sup>Phylogenetic Re-assessment of Mesozoic Ornithuromorpha and Evolutionary Pattern of their Marine Invasion

<sup>2</sup>Tomonori Tanaka (Museum of Nature and Human Activities, Hyogo/Hokkaido Univ./ Univ. of Hyogo), <sup>3</sup>Yoshitsugu Kobayashi (Hokkaido Univ. Museum), <sup>4</sup>Masaya Iijima (Clemson Univ./ Nagoya Univ. Museum)

## A14

胸郭骨格形態を元にした鳥類の羽ばたき能力の指標<sup>1</sup>  
 明田卓巳 (名大・理)<sup>2</sup>・藤原慎一 (名大・理)<sup>3</sup>

鳥類は羽ばたき運動によって推進力を生み出し、飛行のみならず、水中遊泳や、羽ばたき坂登り (Wing-assisted incline running) などに利用している。特に羽ばたき坂登りに関しては、翼や羽が未発達な獣脚類恐竜 (Theropoda) もおこなっていた可能性があることから、獣脚類恐竜の系統における羽ばたき能力の起源を探ることは、鳥類の主要な推進器の起源、また、それに付随する飛行能力の起源の解明に有用であるとともに、獣脚類恐竜の系統の古生態復元にも貢献できることが期待される。

しかし、先行研究において、鳥類の羽ばたき能力の起源は、羽ばたき運動に用いられる主要な筋の付着部位の発達について、定性的な特徴から類推されているのみである。そこで本研究では、現生の鳥類を用いて羽ばたき能力を定量的に評価する形態指標を探ることを目的とした。

鳥類の羽ばたき運動で用いられる主要な筋は胸肉 (胸筋: *m. pectoralis*) とささみ (上鳥口骨筋: *m. supracoracoideus*) である。本研究では、これらの筋が収縮する力を受けて、なおかつ耐える構

造として機能している、胸部骨格 (鳥口骨と胸骨の複合体) に注目した。鳥口骨-胸骨複合体は、羽ばたき推進を行う鳥類において、頭尾方向に柱状になる傾向があり、この堅牢性が現生鳥類の羽ばたき能力に密接に関係することが期待される。そこで、本研究では、28目66科129属157種の現生・絶滅鳥類標本161標本から、体重に対する鳥口骨の断面係数、鳥口骨-胸骨複合体の湾曲度をノギス計測することで、鳥口骨-胸骨複合体の堅牢性の定量化をはかり、羽ばたき能力との関連性を検証した。

その結果、羽ばたき能力のない鳥類では、体重に対する鳥口骨の断面係数が他の鳥類に比べ低いことから、羽ばたき能力のない鳥類の鳥口骨は堅牢性が低く、羽ばたき筋による負荷に弱いことがわかった。このことより、本研究で注目した骨格指標形態は、鳥類の羽ばたき能力の有無を判断できる可能性がある。

<sup>1</sup>A new index for the flapping ability in birds based on the thoracic morphology.

<sup>2</sup>Takumi Akeda (Nagoya Univ.), <sup>3</sup>Shin-ichi Fujiwara (Nagoya Univ.)

## A15

Body Mass Estimation of Avian Embryos Using Bone Dimensions<sup>1</sup>  
 Nicole Kuhn (Univ. of Tsukuba)<sup>2</sup>, Kohei Tanaka (Univ. Tsukuba)<sup>3</sup>, Darla K. Zelenitsky (Univ. of Calgary)<sup>4</sup>, François Therrien (Royal Tyrrell Museum of Palaeontology)<sup>5</sup>

Body mass is an important factor that is linked to the ecology and physiology of both living and extinct animals. This variable has been estimated in extinct taxa using length or circumference of weight-bearing bones, such as femur and/or humerus. Previously-published correlations between such bone dimensions and body mass were based on adult individuals, so whether these relationships apply for immature individuals (e.g., embryos) is currently unknown. Here we examine the relationship between dimensions of individual bones and body mass in modern bird embryos in order to derive an equation to estimate body mass for extinct taxa.

Twenty specimens from three species of extant birds (*Gallus gallus*, *Cerorhinca monocerata*, and *Larus crassirostris*) were weighed and micro-CT scanned at several embryonic developmental stages. Three-dimensional computer renderings of embryos were used to measure various bone dimensions for each species, and intra- and interspecific regressions of each dimension against body mass were conducted. Of all the elements analyzed, the tibiotarsus, both length and circumference, was found to have the strongest correlation ( $r^2 > 0.9$ ) with body mass. In conclusion, dimensions of the tibiotarsus appear to be the best predictor of body mass in living embryonic birds. This element may be useful to estimate body mass in extinct embryonic birds (e.g., enantiornithes).

<sup>1</sup>骨の長さ・周囲長を使った鳥類胚の体重推定

<sup>2</sup>ニコール・クン (筑大), <sup>3</sup>田中 康平 (筑大), <sup>4</sup>ダーラ・ザレニツキー (カルガリー大), <sup>5</sup>フランソワ・テリエン (王立ティレル博)

## A16

足跡化石への3-D デジタル記録手法適用と今後の展望<sup>1</sup>

石垣忍 (岡山理大)<sup>2</sup> and Buuvei MAINBAYAR (IP-MAS モンゴル)<sup>3</sup>

足跡化石は採集が困難なことが多く、収集保管されることが少ない。このため研究上の比較検討などは、主として計測数値と、写真や図の二次元情報に頼らざるを得ず、研究上大きな障害になっていた。ところが、近年の3-D技術の発展は足跡化石の記録手法に大変革をもたらし、こうした課題を克服しつつある。本論では足跡化石の三つの研究目標と関連付けながら3-D技術適用の今後を展望する。

足印形態学的研究: モアレ法に始まる3-D記録手法は、光を使う3-Dスキャナーの普及で大いに進展した。さらに2010年前後よりフォトグラメトリーによる3-D画像処理が急速に普及し、特別な機器を使わずに民生品のデジタルカメラと廉価なソフトウェアによって3Dデータの取得と画像処理、等高線表示やカラー深度表示が可能になった。また、考古学分野では、3-DデジタルデータをもとにPEAKIT画像という、研究に必要な情報を視覚的に表現する技術が使用されているが、足印化石に応用すれば足印壁の平行な擦過痕などを明瞭に表現できる。今後は単に深さを表現するだけでなく細かな情報を伝え

る方法として3-D技術は大変有効な手段となっていくであろう。

生態学的研究: 印跡動物の生態学的研究には行跡が最も重要な情報源である。そのためには広範囲な足跡化石露出面の3-Dデジタルデータ取得が必要で、測量用の3-Dレーザースキャナーの使用と、ドローンまたは地上から保持したカメラによる地層面写真を用いるフォトグラメトリーの2方法がある。いずれも従来の手法に比べて作業時間を大幅に短縮でき、画像処理も簡易になった。今後はより広範で大量のデータを基にした行動学的研究の進展が期待できる。

堆積学的研究: X線CTスキャナーを使用することにより、足印の下の地層の変形や、足印を埋めた堆積物の堆積構造が三次元的に見られるようになった。足印形成過程を四次元的に検討する研究の進展が期待される。

今後技術革新と機器の低廉化とともに研究と公表形式は変わって行くが、伝統的手法の理解とそれに基づく観察訓練の必要性は不変である。その基本に立って3-D技術を使いこなすことが重要である。

<sup>1</sup>Application of 3-D digital technology for footprint study and its future perspectives. <sup>2</sup>Shinobu Ishigaki (Okayama Univ. of Sci.), <sup>3</sup>Buuveiy Mainbayar (Inst. of Paleontology, Mongolia)

## A17

埼玉県新産パレオパラドキシア化石と  
パレオパラドキシアの成長<sup>1</sup>  
北川博道 (埼玉自然博)<sup>2</sup>

埼玉県西部の秩父盆地には“古秩父湾堆積層”と呼ばれる海成層が広がり、多くの海棲哺乳類化石の産出が知られている。その代表的な化石であるパレオパラドキシアは2標本の全身骨格(大野原標本・般若標本)を含む8標本が報告されている。また、埼玉県の中央部に位置する東松山市の葛袋地区は、世界で最もパレオパラドキシア化石が産出している地域である。産出地は開発によって失われてしまったが、化石を含有する土石が東松山市によって保管されており、東松山市化石と自然の体験館において、この土石からの化石採集体験をすることができる。この際、パレオパラドキシア化石などの学術的に重要な化石が産出した際には、体験館で保管される。

2019年3月に熊谷市の柳沢湊太氏は秩父市大野原において骨片を発見。埼玉県立自然の博物館に持ち込んだ。同館所蔵のパレオパラドキシアや鯨類、鰭脚類化石と比較すると、パレオパラドキシアの肋骨に最も形態が近い。

同年11月には東松山市化石と自然の体験館において2点の臼歯化

石が発掘された。これらを自然の博物館所蔵の泉標本(レプリカ)や大野原標本の臼歯化石と比較し、左下顎第2大臼歯と右上顎第3大臼歯片と同定した。葛袋から発掘されたパレオパラドキシア化石は、本標本により22点となるが、博物館等に収蔵されている標本は10標本にとどまる。しかし、これからも追加標本の産出が見込まれる事から、将来的に臼歯の形態変異研究に最適な標本群となりえる。

秩父地域の標本は、複数の部位を含む標本が複数存在するため、同一地域、同一層準の標本間における比較が可能である重要な標本群である。秩父郡小鹿野町より産出した腸骨標本には、前殿筋線など、筋肉の発達具合を判断することができる特徴を観察することができたことから、これらが大野原標本や般若標本、そして泉標本と比較を行った。その結果、寛骨は第3大臼歯の萌出後もその大きさは大きくなり、筋肉も発達することが分かった。

<sup>1</sup>The new fossil materials in Saitama Prefecture and muscle development of *Paleoparadoxia*

<sup>2</sup>Hirofumi Kitagawa (Saitama Museum of Natural History)

## A18

デスモステルス類の感覚機能の進化と生態の変化  
-Desmostylidaeのデジタルエンドキャストを基に<sup>1</sup>  
松井久美子(九大博・学振CPD)<sup>2</sup>・Brian Beatty (NYIT)<sup>3</sup>  
・澤村寛(足寄動物化石博)<sup>4</sup>・安藤達郎(足寄動物化石博)<sup>5</sup>  
・對比地孝亘(科博・東大院理)<sup>6</sup>

哺乳類はその進化の過程において爬虫類や魚類と比べて体サイズに対し、非常に大きな脳を進化の過程で獲得している。海棲哺乳類についても例外ではなく、いずれも大きな脳を有している。特に鯨類、その中でも歯クジラ類は哺乳類の中でも二番目に大きいと言われるほどの大きな脳を持っているが、この脳の大化はEocene-Oligocene境界で起こったことが知られている。一方で海牛類はその系統上あまり大きな脳形態の変化を見せない。鰭脚類では嗅球の退縮等の構造の変化があるものの、鯨類や海牛類と比較して海洋進出の時期がかなり遅い分類群であることもあり、鯨類に見られるような大きな変化は起きていない。

デスモステルス類(Mammalia: Desmostylia)は漸新世から中新世の環太平洋北部沿岸地域に生息していた海棲哺乳類であ

り、8 Ma までには完全に絶滅した。本研究ではこの分類群の中でも特に比較的良質な頭骨標本の多い Desmostylidae の4属5標本についてデジタルエンドキャストを作成し、その形態を比較した。その結果、Desmostylidae の中でも、基盤的な種と派生的なものの間には、大脳の相対的なサイズに明瞭な違いがあることが判明した。また嗅球は、基盤的な種から派生的な種へと、急速に縮小している傾向があった。以上のことより、Desmostylidae においては、比較的短期間での急速な情報処理能力の向上と嗅覚の退縮が起こったことが推測される。このことはこの分類群の海生適応が急速に進んだ可能性を示唆する。

<sup>1</sup>Sensory evolution and ecology of Desmostylia based on digital cranial endocasts of Desmostylidae. <sup>2</sup>Kumiko Matsui (The Kyushu University Museum and JSPS CPD), <sup>3</sup>Brian L. Beatty (New York Institute of Technology), <sup>4</sup>Hiroshi Sawamura (Ashoro Museum of Paleontology), <sup>5</sup>Tatsuro Ando (Ashoro Museum of Paleontology), <sup>6</sup>Takanobu Tsuboi (National Museum of Nature and Science and the University of Tokyo)

## A19

岩手県二戸市の中新統門ノ沢層から産出した  
ケントリオドン類化石について<sup>1</sup>  
Guo Zixuan (筑波大院)<sup>2</sup>・甲能直樹(科博、筑波大院)<sup>3</sup>

ケントリオドン類は、後期漸新世から後期中新世にかけての世界中から産出が知られる小型歯鯨類である。ケントリオドン類の仲間は、現生のマイルカ上科が適応放散する以前に繁栄した基盤的多系統群であると考えられており、近年の再検討では一部が単系統群となるという見解もあるが、未だに見解の一致を見ない。

岩手県二戸市に分布する中新統門ノ沢層からは、ケントリオドン類と思われる頭蓋化石が産出しており、1999年にその存在が報告された後、二戸市歴史民俗資料館にて展示されているが、記載が行われていなかった。本標本は、吻部を除く頭蓋、耳周骨及び鼓室胞などからなり、頭頂は平らで頭蓋に対しほぼ対称であり、前上顎骨及び鼻骨も左右対称で、前上顎骨は鼻骨に接し、こぶ状の末端をもつなど、ケントリオドン類がもつとされる特徴が多く見られる。

ケントリオドン類は、マイルカ類の基盤的な位置づけを持つ系統群として、この仲間の系統進化と適応放散を理解する上で重要であることから、髯鯨類を含む鯨類87タクサに対して284形態形質を用

いて、鯨類の分子系統樹で樹形制約をした上で系統解析を行った。その結果、本標本は *Kentriodon pernix* に最も近い位置関係となり、また、ケントリオドン類はマイルカ上科とアマゾンカワイルカ上科のステムグループとして位置づけられた。ケントリオドン類と上記2上科との共有派生形質として、耳周骨前突起に鼓室胞関節窩が存在しない; 鼓室胞の腹側縁が凹んでいる; 鼓室胞骨包被(involucrum)の凹みが鼓室胞後突起のすぐ前に位置するなど、耳骨の形態に関係する形質が多く認められた。これらの形質は、聴覚機能に関連していると考えられることから、中新世のケントリオドン類が同時代の他のハクジラ類と比べて世界中で適応放散した要因の一つは聴覚機能の進化的刷新であった可能性が考えられる。ただし、今回の系統解析に使用したマトリクスではケントリオドン類のタクサが少なく、今後は他のケントリオドン類のデータを追加してさらに詳細な検討を行う必要がある。

<sup>1</sup>A kentriodontid (Cetacea: Odontoceti) from the Miocene Kadonosawa Formation in Niinohe City, Iwate Prefecture, Japan.

<sup>2</sup>Zixuan Guo (University of Tsukuba), <sup>3</sup>Naoki Khono (National Museum of Nature and Science / University of Tsukuba)

## A20

京都府宇治田原町の中新統綴喜層群から産出した  
新たなガンジスカワイルカ上科の化石<sup>1</sup>  
松岡廣繁・谷口 龍・丸山啓志・瀬岡理子・大貫 巧  
・石橋 隆・馬越仁志・大野照文

2015年2月、宇治田原町奥山田の国道バイパス工事現場よりイルカ類の化石が発見された。産出層は奥山田層栢凝灰質泥岩部層の上部にあたる。およそ2m<sup>2</sup>の範囲に頭蓋骨・下顎骨・遊離歯数点・脊椎骨(頸椎1点・胸椎2点・腰椎5点:最終胸椎から第5腰椎までは連結している)・肋骨数本がまとまって化石化しており、かつ部位の重複は認められず、1個体のものと判断される。頭骨の概観は一見スクアロデルフィス科のものに類似する。

頭蓋骨は工事の重機作業により前頭-頭頂部が剝離された状態で回収された。また化石は耳骨を伴わない。こうした条件のため系統的検討に制約が大きいのであるが、残された形質からこの化石イルカの種類について見通しを述べる。

宇治田原産イルカ化石は:①鱗状骨の頬骨突起の側面後端部に明瞭な筋窩が存在する。これにより、ガンジスカワイルカ上科の一種

に同定される。②上顎下顎とも歯はすべて抜け落ちていたが、歯槽から、すべて単根歯で、吻端部に向けて漸移的に太さを減らす単調な歯列であった。ここから*Waipatia*や*Otekaiake*(漸新世:ニュージーランド産)よりも派生的な種に位置づけられる。一方、③歯冠に顆粒状の弱い歯帯を伴う。*Araodelphis*(中新世:北米東岸産。従来の系統解析ではガンジスカワイルカ科の最も原始的なメンバーに位置づけられる)ほどではないが、祖先的特徴を示すといえる。

以上の他に重要な形質として、前頭部は大きく欠損するのであるが、残存部だけからも、④眼窩前~眼窩上領域が背方に隆起することが明らかである。

④の特徴は従来ガンジスカワイルカ科の進化傾向としてとらえられてきた。祖先的特徴と派生的特徴を混在させているように見える宇治田原産化石は、ガンジスカワイルカ上科に認められる3科(スクアロデルフィス科・スクアロデルフィス科・ガンジスカワイルカ科)の初期進化の解明に重要な知見をもたらすと予想される。

<sup>1</sup>A new fossil dolphin belonging to Platanistoidea from Miocene Tsuzuki Group of Ujitawara, Kyoto.

## A21

ミズオトカゲとモササウルス  
梶並 魁

この研究を行っている目的はモササウルスと現生のミズオトカゲの共通点を調べるために行っている。ヘビとモササウルスの共通点は関節の動きや自分より大きい獲物を捕食する時の口の使い方などから、かなり近縁だと考えられた。ではオトカゲから見た観点はどうかという、疑問を持ったのが理由である。今回は103cmのミズオトカゲ1個体を用いて、一次、二次に分けて実験を行った。一次実験はブルコンの中にレンガを合わせて陸地を作り、後にブルコン内に水を入れ、その水の入ったブルコン内にある陸地にミズオトカゲが何回上陸したかを測る実験である。二次実験は陸地と長さ54.5cm発砲スチロールを用いて行った。一次実験の結果は実験時間3時間中上陸した回数は0回だった。考察はミズオトカゲが生活するにあたって水に浸かって生活するのは必要条件だと考えられる。ブルーコンテナの上から見たミズオトカゲの泳ぎ姿は尻尾を強く振り、体をヘビのように曲げて、泳ぐと考えられる。二次実験は上記でも示したように、発砲スチロールを用いて陸地の面積を多くして実験を行なった。実験時間は前回と同じだ。

結果と同じで0回だった。考察は陸地の面積を前回よりも大きくしたが、上陸することはなかった。このことから分かる通り、陸地にいる時間よりも水に浸かっている時間の方が多し、水辺をかなり好んでいると考えられる。全体考察では体の動きや水にいる時間を判断して、モササウルス(初期のモササウルス含む)に近いことを考察した。この研究で最終的にミズオトカゲが今現在進化の過渡期であるということ考えることができた。

Watermonitor and Mosasaurs  
Kai Kajinami

## B01

手取層群伊月層・桑島層のパリノフロラから解明する  
「手取型植物地理区」のパレミアンの植生変化<sup>1</sup>  
ルグラン ジュリアン(静岡大・理)<sup>2</sup>・山田敏弘(大阪市大・理・植物園)<sup>3</sup>・寺田和雄(福井県立恐竜博物館)<sup>4</sup>・西田治文(中央大・理工)<sup>5</sup>

東アジアにおける後期ジュラ紀から前期白亜紀までの植物地理区は、大型植物化石に基づき、手取型(シベリアン)・領石型(ユーロシニアン)植物地理区に分けられる。手取型植物地理区では湿潤気候を示すシダ類やイチョウ類を含む大きな葉をつける裸子植物が繁茂する一方、領石型植物地理区では乾期を伴う気候下に生育するシダ類マトニア科や、ベネチテスと小さい葉を持つ針葉樹(ケイロレビディア科、アラウカリア科)が分布している。日本においては、手取型植物群は内帯の北陸・飛騨地方に分布する手取層群からのみ報告され、チトニアンからアルピアンまで見られるとされていたが、近年、手取層群後層及び北谷層(アプチアン)から領石型植物が手取型植物と共に報告され、アプチアン前後において手取層群堆積場の植生に変化が起こった可能性が示唆された。

日本における中世界の植物地理区の確認や植物相の変化を明らかにするため、我々は手取層群伊月層・桑島層(パレミアン)から試料を採集し、花粉分析を行った。苔類・シダ類の孢子28種、裸子植物の花粉7種や、藻

類、菌類が得られ、日本の手取型植物地理区では初のパレミアンのパリノフロラ報告となった。しかし、被子植物の花粉は得られなかった。また、外帯日本の銚子層群と物部川層群から報告した同時期の領石型パリノフロラと比較した結果、各植物地理区の要素は各パリノフロラに含まれていたが、特筆すべきことは、ヘゴ科やゼンマイ科等のシダ類の孢子分類群の多くが共通していたことである。更に、伊月層及び桑島層から *Classopollis* が得られ、パレミアンにはケイロレビディア科が既に生育していたことが明らかになった。尚、本パリノフロラは韓国東南部 Nakdong 層及び中国東北部 Shitouhezi 層に非常に類似している。地球化学的解析から、アプチアンの中緯度地域では乾燥化が進行したと考えられ、手取盆地においては、パレミアンの領石型植物が北方に分布を拡大した事により手取型/領石型の地理区性が弱っており、混合型の植生が繁茂していたと推定できる。

<sup>1</sup> Barremian vegetational changes in the “Tetori-type paleofloristic province” revealed from palynofloras of the Itsuki and Kuwajima formations of the Tetori Group.

<sup>2</sup> Julien Legrand (Shizuoka Univ.), <sup>3</sup> Toshihiro Yamada (Botanical Gardens, Osaka City Univ.), <sup>4</sup> Kazuo Terada (Fukui Prefectural Dinosaur Museum), <sup>5</sup> Harufumi Nishida (Chuo Univ.)

## B02

*Salvinia pseudoformosa* のシントタイプの生育年代推定<sup>1</sup>  
山田敏弘(大阪市大・院・理)<sup>2</sup>・西野萌(大阪市大・院・理)<sup>3</sup>

*Salvinia pseudoformosa* Oishi and Huzioka (1943) のシントタイプは、北海道雨竜郡沼田村(現 沼田町)の幌新太刀別川支流、佐々木沢川の“小平統”から報告された“*S. formosa* Heer” (Oishi and Huzioka, 1941) である。そのため、“小平統”の年代解釈に基づき、本種の生育年代は、前期中新世と考えられてきた。

ところがその後、幌新太刀別川流域の新生界層序が見直され、かつて“小平統”とされた堆積物は、上部始新統の雨竜層群と下部一中部中新統の西徳富層群とに区分された(渡辺・吉田, 1995)。また、佐々木沢川周辺にも両者が分布することが示された。しかし、Oishi and Huzioka (1941) は佐々木沢川における *S. pseudoformosa* の産地を明示しておらず、本種がどちらの堆積物から得られたのかは、決定できていなかった。

渡辺・吉田(1995)によれば、佐々木沢川には下位から、雨竜層群の白木層、雨竜夾炭層、太刀別層、イタラカオマツ層、西徳富層群の浅野層、支線の沢層が分布する。また、浅野層は雨竜層群と断層で接する。私たちが調査を行った結果、*S. pseudoformosa* はイ

タラカオマツ層から産出することがわかった。一方、佐々木沢川流域の浅野層からは浅海性の、支線の沢層からは沖合性の二枚貝類がそれぞれ産出した。*Salvinia* 属は淡水に生育する植物であり、海成層から産出するとは考えにくい。従って、*S. pseudoformosa* の生育年代は前期中新世ではなく、後期始新世である。

なお、本種のシントタイプを確認したところ、付随するラベルや標本への書き込みに、産地名として「佐々木沢桜草沢」、 「佐々木沢新平沢」という名称が記されていた。桜草沢の位置は判明していないが、須貝(1968)による地質図に新平沢断層という名称があり、断層の位置から判断して、新平沢は佐々木沢川の最上流部にある支沢かもしれない。この推定が正しければ、佐々木沢川の最上流部には雨竜層群が分布するため、*S. pseudoformosa* の生育年代は後期始新世であるという結論が支持される。

<sup>1</sup> Age reevaluation on syntypes of *Salvinia pseudoformosa* Oishi et Huzioka

<sup>2</sup> Toshihiro Yamada (Osaka City Univ.), <sup>3</sup> Megumi Nishino (Osaka City Univ.)

## B03

小動物の呼気中の炭素安定同位体比に認められる母乳効果と同位体古生態学への意義<sup>1</sup>

木村由莉(科博)<sup>2</sup>、山田桂太(東工大)<sup>3</sup>、関あずみ(ハムリー)<sup>4</sup>、鈴木希実(東工大)<sup>5</sup>、清家一馬(埼玉自然博)<sup>6</sup>

炭素および酸素の安定同位体比は、形態とは独立した指標として絶滅した哺乳類の古生態復元に新たな視点をもたらしており、古脊椎動物学分野で広く普及したアプローチとなっている。現在までに大型の草食性哺乳類や霊長類化石が主な対象となり、動物化石の同位体データから間接的に植生や降水量などの復元を試みている研究が多く存在し、別指標の推定結果と概ね整合的である。これは、歯エナメルと、摂取した食べ物および水の同位体分別値を導いた生理学的な基礎研究による貢献が大きい。一方で、齧歯類などの小動物は、動物生態系の基盤を構成するにも関わらず、化石の地球化学的な応用は限定的である。その理由として、研究材料となる化石が小さく、分析そのものに制限があったうえに、摂取した食べ物および水と歯エナメル間の同位体分別等の基礎データが非常に乏しいため、大型の草食性哺乳類のデータのような地域間や分類群間では十分な比較ができないことが挙げられる。そこで発表者らは、生理的機能

に起因する同位体分別を定量化することを目的として、齧歯類(ラット、ハムスター、スナネズミ)を対象に餌と水の同位体比をコントロールした飼育実験を継続中である。本研究では、小型哺乳類の呼気のサンプリング方法を確立し、母個体と授乳期間中の仔の呼気中の二酸化炭素の安定同位体比を測定した。その結果、呼気の炭素安定同位体比は食べ物の摂取量による変位が大きいものの、仔の炭素同位体比は母に比べて2-3%ほど軽く、母乳効果が認められた。本研究で採用したサンプリング方法は、生まれたばかりのような小さな個体にも対応できる点において優れている。また齧歯類は授乳期間中に歯が形成し始めるので、臼歯にはこの母乳効果の影響が認められるはずで、同位体古生態学的研究において同影響を無視できない。

<sup>1</sup> Detecting isotope effect on maternal milk in breath CO<sub>2</sub> of small mammals. <sup>2</sup>Yuri Kimura (NMNS), <sup>3</sup>Keita Yamada (Tokyo Institute of Technology), <sup>4</sup>Azumi Seki (HAMRI), <sup>5</sup>Nozomi Suzuki (Tokyo Institute of Technology), <sup>6</sup>Seike Kazuma (Saitama Prefectural Museum of Nature).

## B04

ケニア北部ナカリ層から産出する齧歯類化石の食性推定<sup>1</sup>

有村花菜 (鹿児島大院・理工)<sup>2</sup>・田邊佳紀 (鹿児島大院・理工/鳥取県博)<sup>3</sup>・仲谷英夫 (鹿児島大・理)<sup>4</sup>・小野寺麻由 (鹿児島大院・理工)<sup>5</sup>・國松豊 (龍谷大・経営)<sup>6</sup>・中務真人 (京大院・理)<sup>7</sup>

ケニア北部に分布する上部中新統ナカリ層は、貴重な大型類人猿ナカリピテクスをはじめとした豊富な哺乳類化石が産出している (Kunimatsu *et al.*, 2007; Nakatsukasa *et al.*, 2010). この化石群には豊富な齧歯類化石も含まれ、小野寺ほか (2011) や田邊 (in prep.) により 6 科 (亜科) 10 種の齧歯類が確認されている。本研究は、これらの化石齧歯類の生活史を考察する目的で、OPC 解析 (Evans *et al.*, 2007) を用いた食性推定を行なった。

本研究で得られた OPC 値を Evans *et al.* (2007) の現生齧歯類の OPC 値と比較した結果、リス科 *Vulcaniscurus africanus* とヨシネズミ科 *Thryonomys* sp. A & sp. B は肉食性 (昆虫食性を含む) ~ 植物食よりの雑食性、リス科 *Sciuridae* gen. et sp. indet. とアレチネズミ亜科 *Abudhabia* sp. は肉食よりの雑食性~植物食よりの雑食性、アフリカオネズミ亜科 *Afrocrictodon songhori korui* とヨシネズミ科 *Thryonomys* sp., ヤマアラシ科 *Hystricidae* gen. et sp. indet. は肉食

性 (昆虫食性を含む)~植物食性、タケネズミ科 *Nakalimys lavocati* とヨシネズミ科 *Paraulacodus johanesi* は植物食よりの雑食性~植物食性が推定できた。アフリカに生息する同じ科や亜科の現生種 139 種の食性 (Kingdon, 1997) と比較した結果、化石種のうち 7 種では現生の近縁種と食性が類似していることが分かった。しかし、ナカリのヨシネズミ科の 3 種 (*Thryonomys* sp. と *Thryonomys* sp. A & sp. B) は、植物食性である現生アフリカ産ヨシネズミ科 2 種とは食性の違いがみられた。今後、ヨシネズミ科の化石種と現生種では何らかの要因で食性に違いが生じた可能性についてさらに検討したい。

<sup>1</sup>Dietary reconstruction of fossil rodents from the Nakali Formation, northern Kenya.

<sup>2</sup>Kana ARIMURA (Kagoshima Univ.), <sup>3</sup>Yoshiki TANABE (Kagoshima Univ./Tottori Prefectural Museum), <sup>4</sup>Hideo NAKAYA (Kagoshima Univ.), <sup>5</sup>Mayu ONODERA (Kagoshima Univ.), <sup>6</sup>Yutaka KUNIMATSU (Ryukoku Univ.), <sup>7</sup>Masato NAKATSUKASA (Kyoto Univ.)

## B05

更新世後期の洞穴遺跡から産出したリュウキュウジカの食性推定<sup>1</sup>  
久保麦野 (東大・新領域)<sup>2</sup>・藤田祐樹 (科博)<sup>3</sup>

発表者らは近年、歯のマイクロウェアの三次元形状解析に取り組んでおり、食性既知の現生ニホンジカを用い、臼歯咬合面の表面粗さパラメータから反芻類のイネ科植物の採食量が推定可能であることを明らかにした (昨年例会にて発表)。今回、現生データをさらに拡充させ、沖縄本島の更新世 2 遺跡 (ハンダガマ洞穴遺跡, 山下町第一洞穴遺跡) から産出したリュウキュウジカ化石に対し、三次元マイクロウェア形状解析による食性推定を試みた。

まず、食性が既知の現生ニホンジカについて下顎大臼歯の精密印象を共焦点レーザー顕微鏡 (VK-9700, キーエンス製) で測定した。視野領域サイズは 100  $\mu$ m  $\times$  140  $\mu$ m で、解像度は XY 方向 0.137  $\mu$ m, Z 方向 0.001  $\mu$ m である。得られた三次元データから、表面粗さの国際規格である ISO 25178-2 パラメータを算出した。15 集団 301 標本 1186 枚のスキャンデータから、イネ科採食割合と最も相関の高い ISO パラメータを採用し、イネ科採食割合の推定式を求めた。

次に、リュウキュウジカ化石 (ハンダガマ: 20 標本, 山下町: 52 標本) についても、同様の方法で ISO パラメータを算出し、イネ科

採食割合推定式に当てはめた。リュウキュウジカ食餌中のイネ科の割合は、ハンダガマで 46% (95%信頼区間: 26~65%), 山下町で 81% (同: 72~89%) と推定された。既発表の、ハンダガマの炭素安定同位体分析による食性推定では、イネ科植物を約 35% 含んでいたと推定され、今回のマイクロウェア解析の推定幅に含まれていた。一方、同位体分析では得られなかった知見として、ハンダガマのイネ科採食量は双峰性の分布を示しており、0~10% と 90~100% に集中していることが明らかとなった。このことは、季節的な食性のシフト、あるいは雌雄間での食いわけ (利用ニッチの違い) などを示している可能性がある。一方、山下町ではこうした分布の二峰性はみられず、イネ科採食量が多い (90~100%) 個体に偏っていた。遺跡間の違いは、洞穴の立地環境の違いや生息環境の時代変化などが影響していると考えられるので、こうした古環境情報を考慮して解釈する必要があるだろう。

<sup>1</sup>Estimation of food habits of *Cervus astylodon* from Late Pleistocene caves in Okinawa Island

<sup>2</sup>Mugino O. Kubo (Univ. Tokyo), <sup>3</sup>Masaki Fujita (Nat. Mus. Nat. Sci.)

## B06

二枚貝 *Phacosoma japonicum* における個体群間の異時性<sup>1</sup>  
鳥飼眞泉 (京大・理)<sup>2</sup>

発生のタイミングの変化に基づく形態進化である異時性について、近年幾何学的形態学に基づく厳密な評価が試みられるようになり、現在までに異種間あるいは同種の個体群間で個体発生経路が比較されてきた。しかし、形態空間において同様の個体発生軌道上で形状が変化する典型的な異時性の報告例はない。本研究では、下記の理由により、現生二枚貝のカガミガイ (*Phacosoma japonicum*) について、個体群間の個体発生軌道を比較し、異時性的関係を検討した。日本周辺沿岸域で多産する本種は、生活史が個体群ごとに良く調べられており、北方個体群が南方個体群よりも性成熟齢が遅く、成体では体サイズが大きく殻の輪郭も縦長になることが知られている (Sato 1994)。本種におけるこうした個体群間の違いは、性成熟齢の違いに伴う成長期間の延長/短縮による異時性的関係 (progenesis-hypemorphosis) を示唆している。この点について幾何学的形態学的解析から検証するのが本研究の目的である。

試料は、石狩湾、函館湾、東京湾、瀬戸内海、有明湾、鹿児島湾で採取した打ち上げ貝の殻を用いた。まず、軟体部付着痕が見られる殻の内側を撮影し、それら画像上で、閉殻筋痕や套線湾入などを参照して解

剖学的に相同な点に標識点を設定し、標識点間の輪郭を準標識点で補充し、それらの座標値を計測した。得られた座標値からなる図形をプロクラステス整理し、薄板スプライン関数の部分歪みスコアーに基づく相対歪み解析を実行して、様々な成長段階の個体の殻形状を形態空間に座標付け、個体発生軌道を個体群間で比較した。

解析の結果、殻高/殻幅比と套線湾入の相対的な大きさを表す PC1 で、全変異の 47% を説明できることがわかった。重心サイズに対する PC1 の個体発生変化を個体群間で比べたところ、どの個体群も成長に伴い、殻が縦長になるだけでなく、套線湾入が縮小し、その個体発生軌道も個体群間で良く類似することが分かった。重心サイズに対する PC1 の回帰分析を行っても、6 地域の個体群間で回帰直線の傾きに有意な差は認められなかった。以上の結果は、殻高/殻幅比に加え、套線湾入の大きさがカガミガイに共通の主要な種内変異かつ個体発生変異の成分であること、また少なくともこの形状変異成分に関しては、個体群間の成長停止時期の違いを反映した異時性的関係が認められることを示している。

<sup>1</sup>Heterochronic variation of shell shape among populations in *Phacosoma japonicum*

<sup>2</sup>Kasen Torikai (Kyoto Univ.)

## B07

イタヤガイ類における放射肋数の変異と色彩の関係: *Pecten albicans* および *P. naganumanus* の例<sup>1</sup>近藤康生 (高知大・自然科学系理工学部門)<sup>2</sup>

イタヤガイ科二枚貝類では、放射肋数が種を特徴づける形質の一つとして重視されているが、同一個体群にも肋数の変異が知られており、しばしば同定を困難にしている。今回、*Pecten albicans* および *P. naganumanus* の左殻において、放射肋の変異と放射肋の色彩との間に強い関連が認められたので、その概要を紹介する。

今回検討した隠岐の島産現生イタヤガイ類には、*P. naganumanus* が25個体、*Pecten albicans* が1個体認められた。

隠岐の島産 *P. naganumanus* 個体群を観察した結果、正中線付近の位置、およびそこから前後に2本目と3本目の間に限って白色条が現れることが分かった。そこからさらに前後に2本目と3本目の間に白色条が現れることもある。したがって、通常の放射肋2本おきに白色条が見られることになる。白色条の現れる位置の放射肋は細くなったり、消失したりするのに対して、それ以外の場所の放射肋はきわめて安定していることが分かった。

正中線とそこから前後に2本目、および3本目の位置にすべて放射肋がある場合、その放射肋を前から順に a5, a4, a3, a2, a1, c, p1, p2, p3, p4, p5 と呼ぶ(アンダーラインは白色条の位置を示す)。長沼層産の *P. naganumanus* の多くの標本はこのタイプの肋を有する。この方式で記述すると、典型的なイタヤガイの放射肋は、a5, a4, a2, a1, p1, p2, p4, p5 (空白のアンダーラインは、肋が無いことを示す)となる。

*Pecten albicans* では白色条が見られないことが多いが、見られる場合、白色条が現れる位置は、*P. naganumanus* の場合と同様である。

隠岐の島個体群は、この方式に従うと、肋が9本の型が18%、10本の型が64%、11本の型が18%であった。ただし、白色条の位置にある肋の多くは他の肋に比べて格段に細いことが多い。また、肋数が11本の型を基準とすると、隠岐の島個体群では、前縁の白色条の位置(a3)で肋が消失する傾向が強いことが分かった。

以上のような、放射肋の欠如と肋の消失との関連は、*P. excavatus* 等、現生イタヤガイ類の他種にも認められる。

<sup>1</sup> Relationship between number of radial ribs and radial coloration in pectinid bivalves, *Pecten albicans* and *P. naganumanus*

<sup>2</sup> Yasuo Kondo (Kochi University)

## B08

*Isotelus* 三葉虫における口腔周辺の知覚系分布様式について<sup>1</sup>平野広大・鈴木雄太郎 (静大・理)<sup>2</sup>・椎野勇太 (新潟大・理)<sup>3</sup>

上唇(labrum)は多くの節足動物の口腔腹側に備わる楕板状の骨格パーツであり、この表面に分布する感覚受容器は摂食に寄与する情報を収集を司る。このような感覚受容器-行動様式の関係は絶滅節足動物に適用できないだろうか。三葉虫の口腔腹側を覆うハイポストーマ(hypostome)は、現生甲殻類とは異なりサイズの大型化や形態的な特殊化が認められる。つまり、三葉虫におけるハイポストーマを介した感覚受容器-行動様式の関係性は、現生節足動物よりもより強い影響があったことが伺える。そこで本検討では、派生的な形状である二叉型ハイポストーマの背腹両面における感覚受容系の分布様式を明らかにし、化石からは直接得られない摂食行動を探ることを動機とした。

試料は底生三葉虫 *Isotelus maximus* のハイポストーマで、全長全幅ともに35mm程の大型のものである。本検討試料表面には、稜線構造と感覚毛を納めていたと考えられる多数の微小孔が良好に認められる。これらの微小孔は、サイズと形状(漏斗状 F/直管状 C)によってφ30μm以下のSFとSC、φ60μm以下のMF、φ60μmより大きいLFとLFCの五種類に分類できた。直管状Cは続成作用による充填物で満たされて

いる。底質に対面する配置の腹側と動物体に対面する背側とでは、これら五種類の微小孔が著しく異なる分布様式を示すことが明らかとなった。背側では、分布様式に高い分画化が認められた一方で、腹側ではSF・MF・LF・LFCが混在した比較的一様な分布であった。前側端の突出部が比較的分画密度が高く、この領域は触角の位置と接する機会が多いため、触角の動きを自己監視する機能領域と考えられる。この領域で少ないLFCは腹側に固有であり、腹側中央のΛ状の弱い凹みを取り囲むように分布する。採餌呼吸流をふまえると、LFC分布領域で流速が減速して海水中の化学分子の捕捉に適するため嗅覚機能の可能性が高い。背側では、背側固有のSCが体軸を左右で挟み込むように極めて高密度に分布していた。高密度であれば海水が滞留して化学分子の捕捉が行いやすく、口腔につながる食物溝に対応する部分でもあるため、味覚を担っていたと考えられる。今回の検討結果は、口腔周辺の骨格パーツ上での外部情報の収集や化学受容の分化が進んでいたことが三葉虫の高い多様性に寄与したことを示唆している。

<sup>1</sup> Distribution pattern of sensory rudiments neighboring the mouth of trilobite: a case study of hypostome in *Isotelus*.

<sup>2</sup> Koudai Hirano, Yutaro Suzuki (Shizuoka Univ.), <sup>3</sup> Yuta Shiino (Niigata Univ.)

## B09

介形虫の視覚器官の機能形態学的研究—其の9<sup>1</sup>

田中源吾 (金沢大学・国際基幹教育院)

介形虫は約5億年前に出現し、深海から淡水まであらゆる水域に放散・適応している。石灰化した殻にはノープリウス眼の一部であるクチクラレンズが発達することがある。ノープリウス眼は節足動物を含む脱皮動物が持つ眼の中で、もっとも原始的であるゆえ、ノープリウス眼の研究は、脱皮動物の眼の起源や機能形態について重要である。演者はこれまで、介形虫のノープリウス眼を研究材料として、進化学的・古生態学的研究をおこなってきた(Tanaka, 2005; Tanaka, 2006; Tanaka et al., 2009; Tanaka and Moriwaki, 2019)。Tanaka (2006)では、介形虫の眼をクチクラレンズ-タペータムモデルで近似し、レンズの形態を変化させた集光能力のシミュレーションをおこなった。その結果、レンズの外側曲率とレンズの厚さが集光能力を左右する主要因であることがわかった。集光性実験や生息環境の光強度からも本シミュレーションの結果は支持された。

一般に水深が増すにつれて、光の短波長化と減衰が進む。深い海に生活する介形虫にとって、光の方向は、一方向(背側)からに限定される。つまり眼のオリエンテーションが集光能力を大きく左右す

ると考えられる。Tanaka (2006)では20m以浅の幅広い光波長帯から採集した介形虫を扱っていたため、この点を無視できた。今回、潮間帯から水深1000m以上の表層堆積物から抽出した現生介形虫の眼のオリエンテーションを測定したところ以下のことが分かった。

水深数十メートル以浅のノープリウス眼は、側方に光軸を持つ。一方、水深が100mを超える場所に生息するものでは、眼の光軸が、背側へとシフトする。また、数百メートル以深では、眼が退化したものが多い。浅海のもの、クチクラレンズを持たない(集光能力が低い)眼を持つものが多くいる一方で、眼が退化したものも少数存在する。以上の結果から、眼のオリエンテーションは100mを超える水深では、集光能力を決める重要なファクターと考えられる。

引用文献: Tanaka, G. (2005), *Hydrobiologia*, vol. 538, p. 231-242; Tanaka, G. (2006), *Zool. J. Linn. Soc.*, vol. 147, p. 97-108; Tanaka, G. et al. (2009), *J. Paleontol.*, vol. 83, p. 414-421; Tanaka, G. and Moriwaki, *J. Paleontol.*, vol. 93, p. 727-739.

<sup>1</sup> Functional morphology of ostracod eye IX

<sup>2</sup> Gengo Tanaka (Kanazawa University)

## B10

上部三畳系美祢層群産 Madygellinae 亜科の  
産卵管の形態比較と分類学的研究<sup>1</sup>

大山望 (九州大・理)<sup>2</sup>・前田晴良 (九州大・総博)<sup>3</sup>・Alexandr P. Rasnitsyn (Paleontological Institute)<sup>4</sup>

ハチ目 (Hymenoptera) は、ジュラ紀以降、毒針を使った捕食、カーストを持つ社会性などの新しい生活様式を開拓し、現在では最も多様性の高いグループの一つとして生態系で大きな役割を担う。ハチ類が初めて出現するのは三畳紀で、これまで 5 地域から起源的なグループであるナギナタバチ科 (3 亜科 17 属 38 種) が報告されている。これらのうち Madygellinae 亜科を除く 2 亜科は、体化石が知られており、特にジュラ紀以降寄生性や捕食用の毒針へと進化する生殖器官の記録はハチ類の初期進化を考えるうえで注目されている。一方、三畳紀にのみ化石記録のある絶滅グループ: Madygellinae 亜科については、これまで翅化石のみしか報告がなく、体化石の情報に基づく分類・系統関係を議論するのが困難であった。

演者らは、上部三畳系美祢層群桃ノ木層から新たに Madygellinae 亜科の体化石を含む起源的ハチ類 5 標本を見つけ出し、分類学的検討を行った。また、これらの標本とロシア科学アカデミー所蔵の中生代ナギナタバチ科標本を対象に形態比較を行った。

Madygellinae 亜科 5 標本のうち 3 標本は翅標本で、つい最近、筆者らが本邦初の三畳系ナギナタバチ類として新種記載した *Madygella* 属の 1 種とは別の翅脈形態をしていることから、別種と

判断される。一方、それとは別にほぼ完全な同亜科の体化石を 2 個発見した。そのうち *Madygella* 属に同定される 1 標本は、頭部・胸部・腹部・産卵管まで保存された全長 4.5 mm・前翅の長さ 3.1 mm のメスの個体である。産卵管の基部から末端までの長さは約 1 mm で基部が細くて長いのが特徴である。この標本は、翅の大きさなど多くの点で既存種: *Madygella analoga* とよく似ている。

一方、もう 1 標本は頭部・胸部・腹部・前翅・後翅・産卵管まで保存された全長 16.6 mm・前翅の長さ 9 mm のメスの個体で、*Samarkandylicia* 属に同定される。産卵管の基部から末端までの長さは約 5 mm で基部が太く長い点が前者と異なる。この *Samarkandylicia* 属に同定される標本は、既存種の約 2 倍の大きさがある。これまで Madygellinae 亜科は他の亜科の個体に比べ非常に小型であるとされてきたが、Madygellinae 亜科の中にも他の亜科に匹敵する体サイズを持つ種類が存在し、それが東アジア地域に生息していたことがわかった。Madygella 亜科のメスの生殖器官 (産卵管) の形態やサイズには、少なくとも 2 タイプがあることがわかった。このタイプの違いは、三畳紀に報告のある Archexyelinae 亜科でもみられる。一方、ジュラ紀中期・後期になると、3 つの新亜科の出現に伴い、産卵管の形態が 4 タイプへとより細分化されることが分かった。

<sup>1</sup>Morphological and taxonomic study of the subfamily Madygellinae from the Upper Triassic Mine Group.

<sup>2</sup>Nozomu Oyama (Kyushu Univ.) <sup>3</sup>Haruyoshi Maeda (The Kyushu Univ. Mus.)

<sup>4</sup>Alexandr P. Rasnitsyn (Paleontological Institute)

## B11

北海道中新統のカキ化石層のタフォノミーとカキ類の古生態<sup>1</sup>  
安藤寿男 (茨大・理)<sup>2</sup>・湯口博満 (茨大・院・理工)<sup>3</sup>

北海道西部から中軸部の西部にかけて分布する中新統からは、カキ化石層の存在が各地で報告されており、特に前期中新世後期以降のカキ類の分布とその変遷や古生態復元に重要である。発表者らは、現地性～準現地性の産状をよく保存する、北から恩根内層 (美深町オグルマナイ川)、フラヌイ層 (日高町キシマツ川)、訓縫層 (長万部町紋別川) などの代表的なカキ化石層の調査から、各化石層のタフォノミーを検討し、それらの古生態学的意義を考察した。

恩根内層には、層厚約 25 m のエスチュアリー相に 6 層の上方細粒化ユニットが見られ、4 層目のシルト質砂岩に、*Crassostrea cf. gigas* が合弁直立して密生する層厚 30-50 cm の化石層 (1.5m×10m の範囲) が挟在する。数世代が前世代の殻腹部に次世代殻が付着して上方伸長するリレー戦略産状が卓越することから、道北地域の中期中新世前期に層状のカキ礁が成立していたことを示す。

前期中新世後期の亜熱帯前線の影響下で形成されたとされるフラヌイ層では、砂泥底潮汐低地相の砂質細粒砂岩とシルト質砂岩の 2 層にカキ化石層 (*Crassostrea* sp.) が見られた。どちらも 3 つの堆積ユニットからなり、中部に合弁直立個体がパッチ状に密集した現地性～準現地性産状を含み、上下に異地性の破片密集層を伴う複合化石層であった。砂質潮汐低地に、10 数個以上の長

ガキが束をなす小規模なコロニーがパッチ状に分布していたことを示す。

訓縫層では、シルト質砂岩に、左殻を下にした横臥姿勢の殻厚 5 cm 程度の厚殻カキ (*C. gravitesta*: 殻高 20-30 cm) が、数 10 cm～1 m 四方に数～10 数個密集するパッチが近接して分布する化石層 (層厚 20-25 cm) をなすが、殻同士が密に接したり重なりあう部分は少ない。パッチ毎に殻の長軸方向が揃っているが、パッチ間では異なっているため、強い水流によって特定方向に揃うような引きずりは受けていない。しかし、右殻を下にする穿孔痕や付着生物がついた大型合弁殻の上 (左殻) 側に、自生の合弁中型殻が付着している産状が認められたので、物理的に転倒された合弁死殻が着床場を提供していた可能性がある。

これまで、北海道の中新統で *C. gravitesta* と同定されてきたものの多くは、形態から *C. gigas* もしくは長ガキ型の類似種とみなされ、*C. gravitesta* と確定できるものは訓縫層の標本に限られる。したがって、*C. gravitesta* の生息期間 (産出記録) は前期中新世後期～後期中新世前期の一部に限られるが、同時期に厚ガキ型と長ガキ型が存在していたが共産はしていないことから、異なる環境に 2 種が棲み分けていた可能性が高い。

<sup>1</sup>Taphonomy and paleoecology of oyster shellbeds of the early to middle Miocene distributed in Hokkaido, Japan.

<sup>2</sup>Hisao Ando (Ibaraki Univ.), <sup>3</sup>Hiroimitsu Yuguchi (Ibaraki Univ.).

## B12

北海道釧路地域東部に分布する暁新統  
根室層群汐見層上部の貝類化石群<sup>1</sup>

松原尚志 (北教大釧路・教)<sup>2</sup>・山口 亮 (北教大・教職大学院)<sup>3</sup>

**はじめに:** 根室層群 (佐々・西田, 1935 命名) は北海道東部の白糠丘陵地域および釧路-根室地域から歯舞群島・色丹島にかけて分布する上部白亜系～下部始新統で、近年、白糠丘陵地域の根室層群活平層からは多数の新種を含む暁新世貝類が記載されている (e.g. Amano *et al.*, 2018)。一方、釧路-根室地域の根室層群上部を構成する暁新統 (ユルリ層・霧多布層・汐見層・知方学層) から貝類の産出が報告されているが (河合, 1956; 三谷ほか, 1958; 長尾ほか, 1966 など)、これまでに分類学的記載や図示はなされていない。今回、演者らは釧路地域東部に分布する根室層群汐見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、いくつかの新知見が得られたので、ここに報告する。

**資料:** 貝類化石標本は、長尾 (1956) により比較的多くの貝類が報告されている釧路町跡永賀村浦雲泊西方海岸の汐見層上部から採取した。尚、汐見層は Okada & Bukry (1980) の CP5～CP6 (セランディアン末～サネティアン前期) に対比される (Okada *et al.*, 1987)。

**貝類化石群:** 分類学的研究の結果、腹足綱 8 種、掘足綱 2 種、二枚貝綱 10 種を識別でき、これらのうち、腹足綱 2 種と二枚貝綱 1 種が新種であった。貝類化石群集は *Neilonella polunini* (Devjatilova) のやや豊富な産出により特徴づけられ、*Acila* (*Truncacila*) sp. および *Periploma* sp. を伴う。これらの属・亜属は北西太平洋地域の暁新統では広く見られる要素である (e.g. Gladenkov *et al.* 2013)。一方、本層の貝類化石群には *Jupiteria*, *Ranella*, *Fusinus* など、従来、北西太平洋地域の暁新統からは知られていない属が含まれる。また、白糠丘陵地域の暁新統根室層群活平層からは腹足綱 6 属 6 種、二枚貝綱 18 属 19 種が記載されているが (e.g. Amano *et al.*, 2018)、共通するのは 3 属のみで、共通種は認められない。この相違が何を反映しているかについては、今後、釧路-根室地域において、根室層群汐見層の上位および下位層の貝類化石群を研究することにより明らかとなるであろう。

<sup>1</sup>Molluscan fauna from the upper part of the Shiomi Formation of the Nemuro Group (Paleocene) in the eastern Kushiro area, Hokkaido, Japan

<sup>2</sup>Takashi MATSUBARA (Kushiro Campus, Hokkaido Univ. Educ.)

<sup>3</sup>Ryo YAMAGUCHI (Grad. Sch. Tch. Educ., Hokkaido Univ. Educ.)

## B13

中国地方西部の下部中新統産干潟貝類化石の産状と種構成  
高橋 宏和 (筑波大・附属駒場高等学校)

中国地方西部の山口県から島根県にわたって所々に分布する下部中新統より産出する干潟貝類化石の産状と種構成について概説する。

山口県下関市 (かつての豊浦郡豊田町) 西市付近に分布する西市層の泥質極細粒砂岩より、水野ほか (1994) が干潟泥底に生息する *Tateiwaia tateiwai* (Makiyama), *Menkrawia notoensis* (Masuda), *Vicaryella bacula* (Yokoyama) などの産出を報告している。

山口県長門市津黄峠に分布する油谷湾層群川尻層の岩礫泥岩よりマングローブ沼に生息する *Littorinopsis* sp., 干潟泥底に生息する *Tateiwaia tateiwai* (Makiyama), 岩礫に生息する *Turbo* sp., 浅海砂底に生息する *Leukoma* sp., 沖合泥底に生息する *Placopecten* sp. や *Acesta* sp. などが産出した。この泥岩にはスランプ構造が見られることから、再堆積による異地性の貝化石群集であるといえる。

山口県阿武郡須佐町に分布する須佐層群平島礫岩層の細粒砂岩より、干潟泥底に生息する *Tateiwaia* sp., *Menkrawia ishiana* (Yokoyama) などが産出した。この砂岩層の下位にある細粒砂岩には、浅海砂底に生息する *Anadara abdita* Makiyama, *Ruditapes* sp. など

が産出し、また、上位にある頁岩からは淡水生の *Anodonta* sp., *Viviparus* sp. などが産出する。これらの地層の上位には巨礫に富む礫岩層が重なることから、一連の海退相にあたるものと考えられる。

島根県益田市奥田に分布する益田層群豊田層の黒色砂質頁岩より、Takayasu (1981) がマングローブ沼前面の干潟泥底に生息する *Vicarya japonica* Yabe and Hatai の産出を報告している。さらに、都留 (1985) が益田市小俣賀の黒色頁岩より、マングローブ沼に生息する *Geloina yamanei* Oyama の自生的な産出を報告している。

島根県浜田市姉が浜に分布する姉が浜層下部の淘汰の良くない泥岩より、干潟泥底に生息する *Vicarya yokoyamai* (Takeyama), *Menkrawia notoensis* (Masuda) などが植物破片とともに産出する。

島根県瀬摩郡仁摩町に分布する川合層より、岡本・今村 (1971) がマングローブ沼に生息する *Telescopium schencki* (Hatai and Nisiyama) が他の干潟泥底・浅海砂底・沖合泥底種と共産することを報告しており、再堆積による異地性の貝化石群集と認められる。

The occurrence and composition of tidal molluscan fossils from the Lower Miocene of Western Chugoku District, Japan.

Hirokazu Takahashi (Tsukuba Univ. High School at Komaba)

## B14

後期鮮新世における大桑・万願寺動物群中の暖流系軟体動物化石<sup>1</sup>  
天野和孝 (上越教育大・学校教育)<sup>2</sup>

後期鮮新世における大桑・万願寺動物群中には卓越する寒流系種とともに暖流系種が含まれる層準が認められる。秋田県の日徳寺層、笹岡層最下部、新潟県の鯨江層、四十日層、名立層、長野県の荻久保層、富山県の三田層、頭川層から、暖流系種が認められ、4Ma以降日本海への暖流の流入があったことが明らかとなっている(天野, 2001, 2007; 天野ほか, 2000a, b, 2008, 2009, 2011, 2012)。また、*Neritina* (*Vittina*), *Mitra* (*Mitra*), *Chicoreus* (*Triplex*), *Calyptrea* *yokoyamai* Kuroda は日本海側からの報告がなく、*Conus*, *Mammilla*, *Cyllene*, *Scalptia* は現生では山口県以北の日本海には生息していないことをも明らかとなっている(Amano, 2019a)。その後、日本海側の鮮新世の暖流系 Trochoidea 2種を記載し、太平洋側では後期中新世〜後期鮮新世に認められている *Pomaulax omorii* (Shibata) が秋田県の日徳寺層、新潟県の荒谷層上部、四十日層から産出することを明らかにした。また、小笠原近海に生息する *Monodonta australis* Lamarck に近似した *M. joetsuensis* を新潟県の名立層から認めた(Amano, 2019b)。さらに、暖流系二枚貝として

長野県飯綱町の堰口層から最古の *Cardilia semisulcata* (Lamarck)、現在日本海に生息しない *Divalucina soyoeae* Habe を記載した(Amano, *in press*)。未記載ではあるが、長野市積沢の荻久保層下部から *Mitra* (*Mitra*) sp. が採集されている。

化石産地と現生種の北限の1月の平均表面海水温(1981-2010年)を比較すると、約4°C高い表層水温が推定される(Amano, 2019a)。鮮新世後期には3.264-3.025Maの最温暖期(mPWP)を中心に、現在よりも薄く高温な対馬暖流が流入していたため(Gallagher *et al.*, 2015)、現在日本海側には生息しない種や属が生息していた。また、北部フォッサマグナ地域に存在した内湾湾奥に堆積した長野県の荻久保層や堰口層では暖流の影響が弱かったと考察していたが(中田・天野, 1991; 天野ほか, 2009)、mPWP付近では高温な暖流の影響が内湾湾奥にも及んでいた可能性がある。

<sup>1</sup>Warm-water molluscan fossils among the late Pliocene Omma-Manganji fauna

<sup>2</sup>Kazutaka Amano (Joetsu 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<sup>1</sup>  
栗原行人 (三重大・教育)<sup>2</sup>

*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。

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

<sup>2</sup>Yukito Kurihara (Mie Univ.)

## B16

貝殻模様形成モデルの理論的研究:  
貝殻模様の進化パターンを推定する際の問題点とその解決策<sup>1</sup>  
佐藤英明 (東大・院理)<sup>2</sup>・佐々木猛智 (東大・総合博)<sup>3</sup>

軟体動物の貝殻模様は非常に多様で複雑である。貝殻模様は化石にも残ることがあるが、色素の種類や分類群によって残りやすさが大きく異なる。そのため、貝殻模様の進化を考えるには、化石記録だけではなく現生貝類を用いたアプローチも重要である。

貝殻模様は自発的なパターン形成によって生じ、そのメカニズムは単純な数理モデルとして表せることが示唆されている。特に複雑で多様な模様を持つイモガイ類 *Conidae* の進化パターンを推定するために、Gong *et al.* (2012) は現生種の模様を上記の数理モデルを介して定量化することで模様の祖先復元を行った。しかし、いくつかの問題点があり、結果が疑問視されている。本研究では、先行研究において考慮すべき問題点とその影響を明らかにした。さらにそれぞれの問題点について、解決策となるモデル・手法を提案する。

## 1. 模様の把握

貝殻模様には顕微鏡スケールのパターンも存在し、いくつかは先行研究では無視されていた。しかし、パターン形成のダイナミクス

を考慮すると無視できない。

また、貝殻色素は表面下およそ数十 $\mu\text{m}$ まで存在するが、種によっては殻の厚み方向にも特徴的なパターンを持つことが観察された。厚み方向のパターンはこれまでに認識されておらず、パターン形成において与える影響を調べる必要がある。

## 2. 模様形成モデル

新たに正しく把握した模様のうちには既存のモデルでは再現できないものが含まれていたため、新しいモデルを考案し、数値シミュレーションによって再現できることを確認した。

## 3. 模様の定量化

模様を定量化するには、各模様において模様形成モデルの最適なパラメーターを推定しなければならない。しかし、先行研究でのパラメーター最適化は人間の感覚によって行われており、客観性に欠けていた。そこで、模様形成プロセスに着目した定量的な手法を考案し、手法のテストにより有用性を確認した。

<sup>1</sup>Theoretical studies of a model for pigmentation patterns on Molluscan shells: problems and solutions in estimating ancestral patterns

<sup>2</sup>Hideaki Sato, <sup>3</sup>Takenori Sasaki (Univ. of Tokyo)

## B17

アンモノイドの殻形状の個体発生変異を表す理論形態モデル<sup>1</sup>  
生形貴男 (京大・理)<sup>1</sup>

正常巻アンモノイドの殻形状は、その巻き方が平面对数螺旋形で近似できるため、殻形状が一定に保たれる対数螺旋管モデルによって表現されてきた (Raup 1967 など)。しかし一方で、アンモノイドの多くの種で、殻形状の個体発生変異が認められ、モデルパラメータの値が成長途中で大きく変わる種や、成長に伴い増減する複雑な変化パターンを示すものなども少なからず知られている。機能形態学等への応用を考えると、できるだけ単純さを失わずに実際の形態変異をより良く表現できるような理論形態モデルが望まれる。

本研究では、アロメトリー式と Raup モデルという二つの古典モデルを統合して、殻形状の個体発生変異を表現する理論形態モデルを考案し、実際のアンモノイドに見られる個体発生変異パターンのバリエーションをどの程度再現できるか試みた。このモデルでは、螺環断面の重心が描く螺旋の動径を基準として、これに対する半周前の螺旋の動径、螺環の高さ、螺環の太さの3項目間の関係で殻形状を表現するが、これらの関係をアロメトリー式で近似するので、合計6個のアロメトリー係数がモデル変数となる。

螺旋動径に対する上記3項目の相対成長がアロメトリー式で近似できるかどうかを検証するため、7目120種139個体の試料の計測に基づくアロメトリー解析を行った結果、多くの種で良い近似が得られた。そうでない種についても、2相ないしは3相アロメトリーで良く近似できることがわかった。理論形態モデルを用いた解析からは、単相アロメトリーの場合でさえも、パラメータの値の組み合わせによっては、臍の相対的な広さが成長と共に非単調に変化する可能性があることがわかった。また、Walton & Korn (2017)が「Cravenoceras-mode」と呼んだ、臍の相対的な広さのより複雑な個体発生変異も、螺環の高さの2相または3相アロメトリーで概ね再現できることがわかった。

Raup モデルで用いられる臍の広さは、半径から螺環の高さを引いた残差的項目というべきものであり、それよりも螺環の高さを用いる方が、個体発生変異の様相がより単純になるのだと考えられる。

<sup>1</sup> A theoretical morphologic model of allometric shell growth of ammonoids

<sup>2</sup>Takao Ubukata (Kyoto Univ.)

## B18

相互作用型成長モデルに基づいた  
三次元型異常巻アンモナイト形態の再現<sup>1</sup>  
岡本 隆 (愛媛大・理工)<sup>2</sup>

アンモナイトの殻形態は、遺伝的な情報によってその隅々までが予め決められているわけではなく、成長の過程で様々に変化する“外界”の情報を利用して殻を作っていると考えられる。殻が成長すれば刻々生息姿勢も変わり、連れて新たな姿勢から見た外界の情報も変化するから、アンモナイトの殻成長は外界との相互作用の結果とみなすことができるだろう。

昨年の講演 (高橋・岡本, 2020 年例会) では、アンモナイトが殻口付近から得ることができそうな情報を視覚化するプログラム “Ammon's View” を開発し、平面巻型の異常巻アンモナイト *Polyptychoceras* (白亜紀・ディプロモセラス科) が、成長過程で既に作った自身の殻を認識しそれを避ける (あるいは伝う) ように巻を整えていく過程を再現し報告した。

このような殻の作り方はアンモナイト一般に適用できる可能性がある。アンモナイトが障害物を認識した際に避けることができる方向は、巻を一平面内に限らなければ上下方向だけでなく側方への回

避も可能である。この場合、必然的に三次元巻が形成されることになるが、昨年までの再現法では、このようなアンモナイトの仮想形態を示すことはできなかった。これは、従来の生息姿勢の見積り法 (接地点走査法) が三次元の巻殻には十分に適用できないためである。前述のような環境情報と相互作用をしながら形づくりを行っていく成長系では、不正確な情報を与えるとそれに起因してバタフライ効果が生じやすく結果が信用できなくなるためである。

そこで本研究では東浦・岡本 (2012) で提案された“姿勢仮定法”をプログラムに実装し、なるべく正確な姿勢計算に基づいた三次元巻アンモナイトの殻形態の再現を試みた。この改良によってこれまで説明できなかったいくつかの異常巻アンモナイトの殻形態を再現できる可能性がある。

<sup>1</sup>Theoretical restoration of some three-dimensionally coiled heteromorph ammonites based on an interactive shell growth model.

<sup>2</sup>Takashi Okamoto (Ehime Univ.)

## B19

進化シミュレーションモデルを用いて生態系変化を予測する<sup>1</sup>  
吉田勝彦 (国立環境研・生物)<sup>2</sup>

対象となる生態系を数理モデルで再現し、コンピュータシミュレーションを行って生態系変化を予測する試みが始まっているが、これらのモデルの多くは現在の生物間相互作用ネットワークの形を再現するだけにとどまっている。しかし、生態系はそれぞれ固有の歴史を持つ。特に海洋島の生態系のように、他の生態系から隔離され、まれな移入と島内での種分化によって進化するという特殊な進化的背景を持つような生態系を対象とする場合は、その進化的背景を考慮しなければ間違った予測を行う可能性が考えられる。そこで本研究では小笠原諸島煤島の物質循環を再現した Yoshida et al. (2019) の生態系モデルに進化過程を導入した新しいモデルを開発した。このモデルを用いて、外来生物侵入前の原始状態を再現し、そこに外来生物を侵入させて生態系を攪乱し、その後外来生物を駆除する、という実際のイベントをシミュレートした。その結果、このモデルでは全島が森林に覆われるという海洋島生態系の原始状態を8割以上の確率で再現できた。その状態の生態系に外来生物を侵入させると、森林が大幅に減退して草原が拡大し、裸地が広がる、という実

際に観察された現象が再現された。そこから外来生物を駆除すると、6割程度の確率で全島が森林化した原始的な状態に戻ることが予測された。ところが、森林が回復しなかったケースの外来種駆除前の状態を解析したところ、森林・草原・裸地の比の平均値が、外来種駆除が行われる直前の煤島の実測値によく似ていることが明らかとなった。この結果は、煤島の生態系は、外来種を駆除しても原始的な状態には戻りにくいことを示唆している。実際に煤島では外来種駆除後の植生回復の遅れが問題となっている。

外来種駆除直前をスタート地点とし、駆除後の生態系変化を予測することが本研究の目的であるが、もし駆除直前の全生態系の平均値を無理矢理実測値に合わせるようなパラメータ調整を行えば、間違った予測をする可能性がある。進化モデルを用いたシミュレーションを行う場合、特に進化の途中にスタート地点を設定したシミュレーションを行う場合、スタート地点も複数ある未来の一つであることに注意する必要があることも本研究の結果は示唆している。

<sup>1</sup>Predicting changes in ecosystems by using a simulation model of ecosystem evolution

<sup>2</sup>Katsuhiko Yoshida (Nat. Inst. Env. Stud.)

## C01

南中国最下部カンブリア系の層序と“最古”節足動物化石<sup>1</sup>  
河野 聖那・磯崎 行雄 (東大・広域)<sup>2</sup>・佐藤 友彦 (東工大・地惑)<sup>3</sup>・  
張 興亮・劉 偉 (中国・西北大)<sup>4</sup>

カンブリア紀最初期に起きた動物の急激な多様化は、三葉虫などに先駆けて現れた small shelly fossils (SSFs) によって記録されている。これまで SSF の研究は南中国で最も行われており、最下部カンブリア系において 5 つの SSF 群集帯が定義されている。

本研究は南中国雲南省東部澄江地域にある小濫田および洪家冲セクションにおいて、最下部カンブリア系の露頭試料および掘削コア試料を用いて詳細な岩相および SSF 層序の検討を進めており、以下の結果を得た。

1) すでに提案された 2 つの SSF 群集帯 (*Anabrites trisulcatus-Protohertzina anabarica* Assemblage Zone および *Paragloborilus subglobosus-Purella squamulosa* Assemblage Zone) は次の 6 つに再区分される。1. *Acanthocasis orthocanthus-Protohertzina anabarica* Zone, 2. *Halkieria-Pteromus* Zone, 3. *Ocurranus finial-Yunnanopleura biformis* Zone, 4. *Paracarinachites sinensis-Oelandiella korobkovi* Zone, 5. *Obtusocomus-Conopoconis* Zone

そして 6. *Igorella-Bemella simplex* Zone である。2) Zone 3 と 4 の化石帯境界は、黒色頁岩を伴う特徴的な鍵層層準で近似できる。3) Zone 1-6 に含まれる SSF の大部分は軟体動物に属する。4) Zone 2 の群集はこれまで未報告の節足動物化石を含む。二枚殻を有する形態的特徴から判断して、phosphatocopids に近縁な節足動物とみなされる。これまで最下部カンブリア系リソ酸塩岩からの節足動物化石産出報告はない。

カンブリア紀最初期に軟体動物が劇的に多様化したことは従来知られていた。しかし、軟体動物などの冠輪動物のみならず、三葉虫以前の節足動物を含む脱皮動物もカンブリア紀最初期まで出現したらしい。従来考えられていたよりはるかに早い段階で動物の多様性が顕在化したと考えられる。

<sup>1</sup>The oldest Arthropod fossil from the lowermost Cambrian in S. China

<sup>2</sup>Sena Kono, Yukio Isozaki (Univ. Tokyo), <sup>3</sup>Tomohiko Sato (Tokyo Tech), <sup>4</sup>Xingliang Zhang, Wei Liu (Northwest univ., China)

## C02

岐阜県および福井県の手取層群から得られた  
Albian ジルコン U-Pb 年齢<sup>1</sup>

長田 充弘 (富大院・理工)<sup>2</sup>・久保見 幸 (富大院・理工)<sup>3</sup>・  
大田 敬豊 (富大院・理工)<sup>4</sup>・坂下 智和 (富大・理)<sup>5</sup>・  
酒井 佑輔 (大野市教育委員会)<sup>6</sup>・黒島 健介 (富大院・理)<sup>7</sup>・  
山本 鋼志 (名大院・環)<sup>8</sup>・大藤 茂 (富大院・理工)<sup>9</sup>

手取層群 (上部ジュラ系?~下部白亜系; Yamada and Sano, 2018 *Mem. Fukui Pref. Dino. Mus.*) は中部日本北部に分布し、恐竜や植物化石の産出などで知られている。筆者らは砕屑岩中のジルコンを用いた年代測定により、手取層群の年代学的研究や後背地解析などを行っている。今回、岐阜県郡上市の延谷層 (前田, 1957 *地質雑報* のノブ谷礫岩層) および福井県大野市 (手取層群模式地周辺) の後野層最上部 (Sakai et al., 2019 *Cret. Res. in press*) から砂岩中のジルコン U-Pb 年齢を測定し、手取層群最上部層の堆積年代について検討した。

測定の結果、<sup>209</sup>Pb/<sup>238</sup>U 年代の加重平均値 (95%conf.) として、それぞれ 109.6 ± 2.2 Ma (7 粒子) および 110.0 ± 0.8 Ma (19 粒子) を得た。手取層群は約 109-107 Ma の林谷安山岩に覆われる、もしくは約 109-100 Ma の珪長質岩に貫かれるため (竹内ほか, 2015 *地質*

*雑*; Nagata et al., 2018 *Mem. Fukui Pref. Dino. Mus.* など)、両層は約 110-100 Ma に急速に堆積したと考えられる。これらの地層は富山県泊地域の内山層や尻高山層 (竹内ほか, 2015)、篠山層群 (Kusuhashi et al., 2013 *Proc. Royal Soc. B*)、および関門層群 (Miyazaki et al., 2019 *Int. Geol. Rev.*) に年代学的対比される。

これらの知見は模式地周辺の手取層群が Albian まで堆積を継続していたことを示唆するが、竹内ほか (2015) のように手取層群を不整合に覆う別の堆積盆 (篠山—関門層群相当) とする解釈も現状では否定できない。今後、両地域の地質学的・層序学的再検討も含めて、福井県—石川県境付近の北谷層や富山県の白岩川層など他地域の手取層群最上部層についても年代学的検討が必要である。

<sup>1</sup> Albian U-Pb zircon dates from the Tetori Group in Gifu and Fukui prefectures, Japan

<sup>2</sup>Nagata, M., <sup>3</sup>Kubomi, K., <sup>4</sup>Ota, H., <sup>5</sup>Sakashita, T. (Univ. Toyama), <sup>6</sup>Sakai, Y. (Ono City Board of Education), <sup>7</sup>Kuroshima, K. (Hiroshima Univ.), <sup>8</sup>Yamamoto, K. (Nagoya Univ.), <sup>9</sup>Otoh, S. (Univ. Toyama)

## C03

白亜紀古世アプチアンからアルビアンにかけての海洋 0s 同位体比層序: 海洋無酸素事変と大規模火成活動との関連解明に向けて<sup>1</sup>  
松本 廣直 (東大・理)<sup>2</sup>・黒田 潤一郎 (東大・理)<sup>3</sup>・Rodolfo Coccioni (ウルビノ大)<sup>4</sup>・Fabrizio Frontalini (ウルビノ大)<sup>5</sup>・坂井 三郎 (JAMSTEC)

海洋無酸素事変 (oceanic anoxic events: OAEs) は顕生代を通じて繰り返し発生し、大規模な生物の絶滅を伴うことからこの理解は非常に重要である。白亜紀アプチアンからアルビアンには特に多くの OAE が発生しており、テチス海を中心に有機炭素に富む堆積物が確認されている。巨大火成岩岩石区 (large igneous provinces: LIPs) の形成年代が OAE の発生年代と対応的であることから両者の関連が議論されている。Turgeon et al. (2008), Tejada et al. (2009) では白亜紀の OAE1a、OAE2 の発生とほぼ同時に海洋の 0s 同位体比 (<sup>187</sup>Os/<sup>188</sup>Os) が熱水の値に近づくことを示し、大規模火成活動と OAE の強い関連を示した。しかし白亜紀の 0s 同位体比データは非常に限定的であり、長期的な 0s 同位体比記録は存在しない。

本研究ではテチス海で堆積した遠洋性堆積岩を用いて、白亜紀アプチアンからアルビアン前期にかけての 0s 同位体比層序の復元を行い、海水の 0s 同位体比に影響を及ぼす大規模火山活動の履歴につ

いて検討した。その結果、アプチアン前期の OAE1a の後に堆積した二つの黒色頁岩層準 (Fallot level, Noir level) において <sup>187</sup>Os/<sup>188</sup>Os の低下が確認された。これらの層準は Ontong Java 海台の形成年代とも対応的であることから、海台形成に関わる火成活動を反映していると考えられる。先行研究で判明している OAE1a での二回の <sup>187</sup>Os/<sup>188</sup>Os の低下と合わせると、Ontong Java 海台では 125-120Ma の間に少なくとも 4 回の大規模な噴火活動があった可能性が示唆される。またアルビアン前期の OAE1b では二回の <sup>187</sup>Os/<sup>188</sup>Os の急激な低下が確認され、ケルゲレン海台の活動時期と対応的であることからケルゲレン海台形成に関わる火成活動を反映していると考えられる。本発表では以上の結果をもとに大規模火成活動・OAE・海洋生物の絶滅イベントとの関連について議論する。

<sup>1</sup>Marine 0s isotope stratigraphy from Aptian to Albian to shed light on the relationship between oceanic anoxic events and massive submarine volcanic activities <sup>2</sup>Hironao Matsumoto (Univ. Tokyo), <sup>3</sup>Junichiro Kuroda (Univ. Tokyo), <sup>4</sup>Rodolfo Coccioni (Univ. Urbino), <sup>5</sup>Fabrizio Frontalini (Univ. Urbino)

## C04

*Fortipecten takahashii*のストロンチウム同位体層序<sup>1</sup>中島 礼・荒岡大輔(産総研)<sup>2</sup>・吉村寿紘(海洋研究開発機構)<sup>3</sup>

現在の海水のストロンチウム同位体比 ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) は、全海洋において等しい値を示すことが知られている。海生生物の炭酸塩殻は海水との間でストロンチウム同位体組成が起らないため、炭酸塩殻が示すストロンチウム同位体組成は海水と等しいことになる。この原理に従って、顕生累代にわたっての海洋のストロンチウム同位体組成の変動を復元する研究が行われている。現在では、各地の各時代のストロンチウム同位体組成をコンパイルすることで、高精度の全海洋のストロンチウム同位体組成の変動曲線が作成されている。そして、化石として産出する炭酸塩殻のストロンチウム同位体比をこの変動曲線に対比することで、微化石や火山灰などがみられない地層でもその化石年代を推定することが可能となる。

今回材料とした化石は鮮新世の示準化石である *Fortipecten takahashii* で、北からサハリンのマヤマ層、北海道の勇知層、茂築別層、幌加尾白利加層下部と上部、阿寒層群微別層、駒島層、宮城県の竜の口層から産出した個体を用いた。洗浄した貝殻を溶解し、イオンクロマトグラフによって抽出された溶液から、MC-ICP-MS

(Neptune Plus)でストロンチウム同位体比 ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) を分析した。得られたストロンチウム同位体比は、McArthur et al. (2001)による年代モデル“LOWESS curve”を用いて年代値を算出した。

結果として、マヤマ層は6.2-1.9(中央値:5.1)Ma、勇知層は5.8-1.7(4.3)Ma、茂築別層は6.0-1.6(4.5)Ma、幌加尾白利加層下部は8.2-7.2(7.6)Ma、同層上部は6.1-4.7(5.6)Ma、微別層は6.6-2.1(5.4)Ma、駒島層は5.8-2.0(4.7)Ma、竜の口層は6.8-6.5(6.6)Maというストロンチウム同位体年代(標準偏差 $2\sigma$ の範囲)が得られた。ほとんどのストロンチウム同位体年代は、中新世末から更新世初期と幅広いが、中央値は鮮新世の範囲(5.3-2.6Ma)を示している。一方、幌加尾白利加層下部と上部、竜の口層については年代幅が狭く、その値は従来知られていた珪藻化石層序帯とほぼ一致した。年代値の幅は化石個体の保存状態によると思われるが、*Fortipecten takahashii*においてはストロンチウム同位体年代が有効であることがわかった。

<sup>1</sup>Strontium isotope stratigraphy of *Fortipecten takahashii*<sup>2</sup>Rei Nakashima, Daisuke Araoka (Geological Survey of Japan, AIST), <sup>3</sup>Toshihiro Yoshimura (JAMSTEC)

## C05

トランスクリプトーム解析に基づく有孔虫の石灰化分子機構<sup>1</sup>氏家由利香(高知大・海洋コア)<sup>2</sup>・石谷佳之(筑波大・計七)<sup>3</sup>・石井俊一(JAMSTEC)<sup>4</sup>・長井裕子(産総研・科博)<sup>5</sup>・高木善弘(JAMSTEC)<sup>6</sup>・生田哲朗(JAMSTEC)<sup>7</sup>・豊福高志(JAMSTEC・海洋大)<sup>8</sup>

有孔虫は生体鉱物を形成する真核生物の一大グループである。有孔虫は海洋に広く分布し、高いバイオマスを持つため、それらが炭酸塩を形成することによって二酸化炭素の消費・固定に大いに貢献し、海洋の物質循環に深く関わっている。さらに、有孔虫は周辺海水中の多様な溶解イオンを取り込んで殻を形成し、殻が微化石として保存されることから、古海洋環境や層序の指標として重要な役割を果たす。このように、有孔虫の石灰化作用は、地球環境に深く関わり、古生物学・古海洋学の枢要となるにも関わらず、その分子機構は不明であった。本研究は、有孔虫が細胞成長とともに殻を形成する特徴に着目し、発現遺伝子の比較から石灰化に関連する遺伝子群を同定・石灰化分子機構を予測することを目的とした。

本研究では、底生有孔虫 *Ammonia beccarii* を用い、殻形成・非形成の個体各々から RNA を抽出した。抽出産物を用いて比較トランスクリプトーム解析を行い、約67Mのペアエンドリードの *de novo* 解

析から、殻形成時に有意に高い発現をする遺伝子を同定した。その結果、細胞成長に即して、細胞骨格に関する遺伝子やエネルギー生成を担うミトコンドリア関連の遺伝子の高発現を検出した。カルシウムイオンの細胞外からの取り込み、細胞内での小胞体中への貯蔵とミトコンドリアへの供給に関する遺伝子の高発現も認められた。過多のカルシウムイオンは細胞死などを招くが、細胞外への排出を担うイオンチャネル遺伝子も検出された。おそらくこれが殻形成場へのカルシウムイオンの供給源になると考えられる。さらに、重炭酸イオンを生成する炭酸脱水素酵素や細胞外へ排出するイオンチャネル遺伝子の発現も検出された。このように、細胞成長に伴い、細胞を介してのカルシウムイオンの取り込み/供給/排出と重炭酸イオンの生成/排出が、有孔虫の炭酸塩殻の形成に有効であることが示唆された。

<sup>1</sup>Molecular mechanisms of foraminiferal calcification revealed by transcriptomic analysis, <sup>2</sup>Yurika Ujiie (Kochi Univ.),<sup>3</sup>Yoshiyuki Ishitani (Univ. Tsukuba), <sup>4</sup>Shun'ichi Ishii (JAMSTEC), <sup>5</sup>Yukiko Nagai (JAMSTEC, NMNS), <sup>6</sup>Yoshihiro Takaki (JAMSTEC), <sup>7</sup>Tetsuro Ikuta (JAMSTEC), <sup>8</sup>Takashi Toyofuku (JAMSTEC, TUMSAT)

## C06

有孔虫の大規模分岐年代推定<sup>1</sup>石谷佳之(筑波大・計七)<sup>2</sup>・矢崎裕規(東大・医)<sup>3</sup>・氏家由利香(高知大・海七)<sup>4</sup>・稲垣祐司(筑波大・計七)<sup>5</sup>

「生物はいつ誕生したのか?」これは古生物学において根幹的な問いである。真核生物の共通祖先が誕生し、現在の主要真核生物系統に多様化していったことは議論の余地はないが、それではこの進化いつどのようにして起こったのであろうか?近年、大規模遺伝子解析に基づく多くの研究により、主要真核生物系統の系統関係は明らかになりつつある。しかし、その分岐時期に関してはいまだに不明瞭である。その理由として、a)曖昧な化石記録、b)分類群サンプリングの偏りが挙げられる。これらの問題を解決することで分岐年代推定の解像度が改善されるかを検証するために、堅牢な化石記録を持つ微化石生物に着目し、有孔虫・放散虫・珪藻・渦鞭毛藻を含む真核生物主要系統である SAR グループの大規模分岐年代推定を行うことにした。しかし、微化石生物の中で有孔虫の分子データは限られており、そのことで有孔虫内の系統関係もあやふやな状態であった。そこで、本研究では有孔虫の分子データを拡充し、①有孔虫内の系統関係を明らかにし、②堅牢な化石記録に基づき、分類群サ

ンプルングも十分に行った SAR グループの大規模分岐年代推定を行った。その結果、①有孔虫内の系統関係を高い系統学的支持で復元することに成功し、②放散虫と有孔虫の分岐時期がカンブリア紀前期(502-523Ma)であることがわかった。これは捕食者の目が発達した時代であり、捕食圧が高まったことが放散虫と有孔虫の分岐を促したことがわかった。また、放散虫・有孔虫ともに硬殻を持つ系統がその直後に出現しており、硬殻が外敵の防御から獲得された形質であるとする、高い捕食圧が放散虫と有孔虫の進化を加速させた可能性が示唆された。

<sup>1</sup>Divergence time estimation for Foraminifera, based on multigenic data set, <sup>2</sup>Yoshiyuki Ishitani (Univ. Tsukuba), <sup>3</sup>Euki Yazaki (Univ. Tokyo), <sup>4</sup>Yurika Ujiie (Kochi Univ.), <sup>5</sup>Yuji Inagaki (Univ. Tsukuba)

## C07

Ar<sup>+</sup>イオンビーム加工(CP 法)による微化石の内部構造解析法の開発  
- 放散虫 *Glomeropyle grantmackiei* への応用<sup>1</sup>  
相田吉昭(宇都宮大学)<sup>2</sup>・鈴木桜子(宇都宮大学)<sup>3</sup>・植竹勇介  
(日本電子株式会社)<sup>4</sup>・朝比奈俊輔(日本電子株式会社)<sup>5</sup>

外殻が球状～長球状の形態を示し開口部(Pylo)を有する *Glomeropyle* 属は、殻内部に特有な内部骨針を持つ放散虫グループである。とくにニュージーランド北島および南島から既知の 8 種の他、未記載の形態種が 10 種以上確認されており、多様な *Glomeropyle* 属の種が多数存在することが明らかになっている。我々の研究グループは三畳紀の両極性放散虫として固有なグループである *Glomeropyle* 属の全種の内部骨針の空間配置を解析して内部構造を解明するプロジェクトに取り組んできた。その一環として Ar<sup>+</sup>イオンビームを用いて外殻の任意領域を断面加工する CP 法を活用して殻内部と内部骨針を SEM で観察する新たな手法を開発し、これまで古生物学会の場で報告してきた。Ar<sup>+</sup>イオンビームによる CP 加工は元来、金属などの固体試料の切断研磨加工として用いられてきているが、数 100 $\mu$ m サイズの微化石の微小な骨格や殻を任意の箇所切断して内部構造を観察する手法として大変有効であることを示してきた。Ar<sup>+</sup>イオン

ビームを照射して断面加工する際に、試料面を中心として試料をスウィングさせて加工を行うため、同時に CP 加工できる検体は当初 2-3 個体のみであった。その後、試料をスウィング中心から遠ざけることで、Ar<sup>+</sup>イオンビームが照射される領域を広くする広域加工を行うことで、放散虫個体 10 検体を同時に断面加工することが可能となった。加工には Cross section Polisher 装置 IB-19530CP (JEOL Ltd.) を用いた。本研究では *Glomeropyle grantmackiei* の 10 個体について新開発の広域 Ar<sup>+</sup>イオンビーム加工法により同時に断面加工し解析を行なった。その結果、10 個体全部の断面において、内部骨針を確認することができた。広域加工法を放散虫個体に適用することで、短時間(1~1.5 時間)で同時に多数の個体の切断面を作成することが可能となった。広域加工法は十分な個体数の内部骨針の空間配置を解析できることから、*Glomeropyle* 属の分類基準の確立に貢献できまた種内の形態変異や種間の形態解析などに活用できる。

<sup>1</sup> Development of analytical method for internal structure of microfossils using Ar<sup>+</sup> ion processing – application for *Glomeropyle grantmackiei*

<sup>2</sup>Yoshiaki Aita (Utsunomiya Univ.), <sup>3</sup>Sakurako Suzuki (Utsunomiya Univ.), <sup>4</sup>Yusuke Uetake (JEOL Ltd.), and <sup>5</sup>Shunsuke Asahina (JEOL Ltd.)

## C08

最前期三畳紀黒色粘土岩層から産したコノドント動物の軟体部の痕跡とその化石過程<sup>1</sup>  
高橋聡(東大・理)<sup>2</sup>・山北聡(宮崎大・教)<sup>3</sup>・鈴木紀毅(東北大・理)<sup>4</sup>

We reported the Lower Triassic conodont assemblages which belong to genus of *Clarkina* from the Lower Triassic (Griesbachian) pelagic black claystone bed of the North Kitakami Belt in northeastern Japan (Akkamori section-5; Takahashi et al., 2019). In this horizon, four fossil assemblages include a paired segminiplanate-formed P1 element (*Clarkina*) were recovered, which have fully or partially preserved the original components of conodont elements.

It is noteworthy that these fossil assemblages preserve probable impressions of 'eye' like sensory organs which were replaced by aggregations of silicate, phosphate, and sulphide minerals. Fossilization process of these soft tissue impressions of conodont animals could be explained in the following. (1) Soft tissue buried in the sediments starts to decay, decreasing the pH via agents such as organic acids and sulphur reduction. (2) In such low-pH regional environments, silica clastic materials

(e.g. quartz and clay) then attach to organic soft tissue surfaces, which then became coated with silicates. Authigenic minerals such as phosphate, clay, and sulphides also formed under these acidic and reductive conditions. (3) Following the maturation process (diagenesis), the replication of soft tissue was stabilised, and most of the organic materials are lost.

The occurrence of several sets of fossils that retain the original positioning of the conodonts' elemental apparatuses, as well as the original presence of soft tissue, may be attributed to the process by which the conodonts' bodies were transported to the deep seafloor, and by which the activity of agents of decomposition was inhibited in near-abiotic sediments under anoxic conditions in the pelagic deep sea during the earliest Triassic.

Reference: Takahashi et al., 2019. Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. 524, 212–229.

<sup>1</sup>Possible fossilization process of the soft tissue impregnation of conodont animals from the earliest Triassic black claystone in the pelagic deep-sea.

<sup>2</sup>Satoshi Takahashi (Univ. Tokyo), <sup>3</sup>Satoshi Yamakita (Miyazaki Univ.),

<sup>4</sup>Noritoshi Suzuki (Tohoku Univ.)

## C09

### Larger Benthic Foraminiferal Turnover and Paleocene-Eocene Thermal Maximum along the Northern Indian plate margin, Eastern Tethys (Pakistan)

KAMRAN, Muhammad (CUGB)<sup>1</sup> · XI, Dangpeng (CUGB)<sup>1</sup> · FRONTALINI, Fabrizio (UdSdU)<sup>2</sup> · JIANG, Tian (CUGB)<sup>1</sup> · QING, Zuohuan (CUGB)<sup>1</sup> · WAN, Xiaoqiao (CUGB)<sup>1</sup>

The Paleocene-Eocene Thermal Maximum (PETM) is one of the most pronounced paleoclimatic event that resulted in pronounced changes in paleoclimate and biota. The Salt range of Northern Pakistan is known for its Paleogene Marine deposits and marine foraminiferal biota. Detailed foraminiferal analyses of the Paleogene strata of the Western Salt ranges, Northern Indian plate margin records the upper Paleocene to lower Eocene Tethyan evolutionary event known as the Larger Foraminiferal Turnover (LFT). The LFT is locally preserved by a 50 cm thick clay layer that is barren of foraminifera, and separates Paleocene assemblages below the clay layer from Eocene assemblages above it. This biotic turnover divides foraminiferal assemblages of shallow benthic Zone

4 (SBZ4) dominated by the ranikothalids, miscellanids, lockhartinids, and Kathina from those of SBZ5 initial dominated by nummulitids, assiliniids, discocyclinitids and milliolitids. Our data show that pattern of increasing shell size and diversity of LBF species in SBZ5 as a result of LFT might be correlated to the PETM and interpreted as the response of larger foraminifera to it.

<sup>1</sup>Muhammad Kamran, Dangpeng Xi, Tian Jiang, Zuohuan Qing and Xiaoqiao Wan (School of Earth Sciences and Resources, China University of Geosciences, Beijing)

<sup>2</sup>Fabrizio Frontalini (Dipartimento di Scienze Pure e Applicate (DiSPeA), Università degli Studi di Urbino Carlo Bo, Campus Scientifico Enrico Mattei Località Crocicchia, Urbino)

## C10

### 沖縄・宝島の中期完新世離水サンゴ礁産の化石サンゴを用いた海洋表層塩分復元<sup>1</sup>

嶋 康輝 (海洋研究開発機構)<sup>2</sup> · 本郷 宙軌 (南紀熊野ジオパークセンター)<sup>3</sup> · 田中 健太郎 (東京大・AORI)<sup>4</sup> · 坂井 三郎 (海洋研究開発機構)<sup>5</sup> · 藤井 琢磨 (鹿大・島嶼研)<sup>6</sup> · 山口 耕生 (東邦大・理)<sup>7</sup>

海洋表層の塩分は蒸発・降水量を反映しているため、水循環変動を明らかにするための重要なパラメーターである。地質年代の水循環を復元するために、これまで有孔虫やサンゴ等の生物源炭酸塩の安定同位体・化学組成の計測によって塩分復元が行われてきた。海底堆積物中の浮遊性有孔虫殻 (*G. ruber*) の同位体・化学組成計測により、西太平洋では、完新世の間に海洋の塩分が低下してきたことが示唆された。ただし、浮遊性有孔虫殻は海底に堆積するまでに海流で移動してしまうこと、生息水深幅が大きいことから、正確な緯度経度・水深の塩分を復元することが難しかった。その中で離水サンゴ礁産の化石サンゴは、原地性と数十メートル以浅の水深記録を保証することができるため、重要な代替指標である。しかし、黒潮域での化石サンゴによる海洋表層塩分の復元は鹿児島県喜界島周辺のみであった。そのため、黒潮の広範囲で海洋表層塩分を復元することが必要

であった。

そこで本研究は、沖縄島南部の具志頭と宝島の中期完新世離水サンゴ礁から採取した化石サンゴ (*Porites* spp.) を用いて、約 5300 ~ 6300 年前の海洋表層塩分の復元を行った。化石サンゴは電子顕微鏡による骨格観察と粉末 X 線回折測定を行い、保存状態が良いことを確かめた。その後、1-2 ヶ月の時間解像度に相当する間隔で粉末試料を用意し、 $\delta^{18}\text{O}$  を海洋研究開発機構で測定した。その結果、両地域で化石の  $\delta^{18}\text{O}$  は現生の  $\delta^{18}\text{O}$  より約 +0.4 ~ 0.5‰ 高かった。浮遊性有孔虫殻 Mg/Ca 比から推定された黒潮の海水温は完新世を通して殆ど変わっていなかったことから、化石サンゴの高い  $\delta^{18}\text{O}$  値は、中期完新世の黒潮塩分が現在より高かったことを示唆する。

<sup>1</sup>Reconstructed sea surface salinity estimated by fossil corals collected from mid-Holocene uplifted coral reefs at Okinawa and Takara Island.

<sup>2</sup>Kohki Sowa (JAMSTEC), <sup>3</sup>Chuki Hongo (Nanki-Kumano Geopark Center), <sup>4</sup>Kentaro Tanaka (UTokyo), <sup>5</sup>Saburo Sakai (JAMSTEC), <sup>6</sup>Takuma Fujii (Kagoshima Univ.), <sup>7</sup>Kosei E Yamaguchi (Toho Univ.)

## C11

### 高知県柏島黒潮海域における現生放散虫類 Acantharia 目の個体密度と骨格化学成分の検討<sup>1</sup>

藤井麻緒<sup>2</sup> · 堀 利栄 (愛媛大・理工)<sup>3</sup> · 大藤 弘明 (愛媛大・GRC)<sup>4</sup> · 仲村康秀 (国立科博)<sup>5</sup> · 永真真理子 (山口大・理)<sup>6</sup>

現生の放散虫類は5つの目に分けられるが、その内 Acantharia 目のみ celestite ( $\text{SrSO}_4$ ) の骨格を形成する。 $\text{SiO}_2$  の骨格を持つ放散虫類 (Polycystina) は化石として堆積物中に保存される為、準化石として重要で長年古生物学的に研究されてきた。一方、Acantharia は死後海中に溶ける為骨格が化石として残らず研究対象として見過ごされてきたが、Polycystina の4倍以上の個体密度を持つ為、過去を含めた海洋の物質循環を検討する上で重要だと考えられる。本研究では詳細な Acantharia の個体密度の内訳を知る為、Clade 区分を活用した個体密度を算出した。Acantharia は骨針結合の有無や共生藻類の有無といった形態的な特徴に基づき、Clade A-F の6つに区分されている。個体密度を各 Clade の特長ごとに比較したところ、骨針同士が結合していないグループの方がやや優勢で、また共生藻類を持つグループと持たないグループは同程度の割合で生息していることが分かった。更に、Acantharia の骨格内部構造や成分に関し

て知る為、骨針先端部分の薄膜を愛媛大学 GRC 設置の収束イオンビーム加工装置 (FIB) にて作成し、EDS で骨格内部の分析を行った。骨針含有の元素については WDS 分析でも検討を行った。まず、Clade D の個体で、骨針中央に縦に伸びた不均質な構造が確認できた。この構造は骨針縁辺部分と比べ、中心に近づく程、Na や K などの不純物がより多く含まれており、およそ 4.5-70nm の粒子様が中心部にまばらに密集している様子が観察できた。また、骨格内部で主成分である Sr, S, O はおよそ 1 : 1.05 : 4.18 という比率で含まれていることが分かった。次に Clade E & F の個体を観察したところ、薄膜中に液体包有物が多数見られた。以上、本研究により、従来単純な celestine 結晶で形成されていると考えられてきた Acantharia の骨格には様々な不純物が含まれ、不均質な構造をしていることが明らかになった。

<sup>1</sup>Ultrafine structure, elemental composition and abundance of Acantharia (Radiolaria) from Kashiwajima Island

<sup>2</sup>Mao Fujii, <sup>3</sup>Rie S. HORI, <sup>4</sup>Hiroaki Ohfuji (<sup>23</sup>Ehime Univ. <sup>4</sup>GRC),

<sup>5</sup>Yasuhide Nakamura (<sup>6</sup>National Museum of Nature and Science),

<sup>6</sup>Mariko Nagashima (<sup>6</sup>Yamaguchi Univ.)

## C12

2017 年台風 21 号による高潮堆積物の形成<sup>1</sup>

北村晃寿・山本有夏 (静大・理)<sup>2</sup>・原田賢治 (静大・防災)<sup>3</sup>・  
豊福高志 (海洋研究開発機構)<sup>4</sup>

高潮堆積物と津波堆積物の分布は、低・中緯度地域の沿岸低地や活動的縁辺の沿岸低地における自然災害の防災に不可欠な情報を提供する。しかし、沿岸低地でこれらの堆積物を研究することは、特に人為的攪乱の多い地域では困難になる一方である。そのため、内湾堆積物などの浅海堆積物に調査範囲が拡大されている。

本研究では、神奈川県三浦半島の江奈湾の干潟堆積物において (Kitamura et al., 2019), 過去 60 年間で最強の暴風雨だった 2017 年台風 21 号 (Lan, 最低気圧 915 hPa) の通過の前後で堆積物を採取することによって、同台風による層厚 $\leq 14$  cm の高潮堆積物を識別した。堆積物は明瞭な浸食性基底面を持ち、級化あるいは逆級化を示し、ハンモック状斜交層理を伴う。沖側の高潮堆積物は、下位層にほとんど含まれない底生有孔虫 *Quinqueloculina* spp. を多く含む。また、干潟の背後のアシ原には、9 個体の生きたままの内生二枚貝が打ち上がっており、それらは *Maetra veneriformis* を主体と

し、*Macoma tokyoensis*, *Cyclina sinensis*, *Saxidomus purpurata* を含み、それらの埋没深度から浸食量は 7cm 以上と推定した。

江奈湾から北西 4km にある小網代湾では、1923 年と 1703 年の関東地震 (マグニチュード $\sim 8$ ) に起因する津波堆積物が報告されている (Shimazaki et al., 2011)。これらの津波堆積物の層厚は 10 $\sim$ 50cm であり、高潮堆積物よりも厚い。したがって、三浦半島の干潟堆積物に残されたイベント堆積物に関しては、層厚によって高潮堆積物と津波堆積物を識別できる。

Kitamura et al., 2019, *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 226, 106256.  
<https://doi.org/10.1016/j.ecss.2019.106256>

Shimazaki et al., 2011, *J. Geophys. Res. Solid Earth* 116, B12408.  
<https://doi.org/10.1029/2011JB008639>

<sup>1</sup> Identifying storm surge deposits in the muddy intertidal zone of Ena Bay, Central Japan.

<sup>2</sup> Akihisa Kitamura, Yuka Yamamoto (Shizuoka Univ., Science), <sup>3</sup> Kenji Harada (Shizuoka Univ., CIREN), <sup>4</sup> Takashi Toyofuku (JAMSTEC)

## P01

## High-resolution calcareous nannofossil biostratigraphy at Ocean Drilling Program Site 1146 in the South China Sea

Sara Emanuel<sup>1</sup>, Tokiyuki Sato<sup>2</sup>, Shun Chiyonobu<sup>2</sup> and Yasufumi Iryu<sup>1</sup>

We refined calcareous nannofossil biostratigraphy by analyzing high resolution samples from Oceanic Drilling Program (ODP) Site 1146A in the South China Sea. We identified 14 calcareous nannofossil datums/events and were calibrated with the available oxygen isotope stratigraphy data. The datums/events show good agreement in their timing and order with those in previous studies, though some of the datums/events display discrepancy among authors. The first occurrence (FO) of *Emiliana huxleyi* is observed in marine isotope stages (MIS 6) due to a poor preservation state and dissolution, which make it difficult to identify this species below stage 6. The last occurrence (LO) of *Pseudoemiliana lacunosa* located in a peak above MIS 12, indicating the presence of reworking of this taxa in the South China Sea. The last and first occurrences of *Reticulofenestra asanoi* are correlated to MIS 22/23 transition and MIS

34, respectively. We refined the previous calcareous nannofossil biostratigraphy in the South China Sea by defining large and medium-size gephyrocapsid taxa. The new bioevents we introduced are: (1) FO of *Gephyrocapsa caribbeanica* (2) FO of *Gephyrocapsa oceanica* at MIS 56, (3) FO of large *Gephyrocapsa* at MIS 46, (4) LO of large *Gephyrocapsa* at MIS 37, and (5) FO of *Gephyrocapsa parallela* at MIS 29. We identify the exit or FO of *Calsidiscus macintyreii* at ~11.5 m above the entrance of medium-size *Gephyrocapsa* and correlated it with MIS 57. In addition to these events, another four evolutionary exit events of *Discoaster* taxa were identified. They were the LO of *D. brouweli*, *D. pentaradiatus*, *D. surculus* and *D. tamalis*.

<sup>1</sup>Tohoku Univ., <sup>2</sup>Akita Univ.

## P02

群馬県東部八王子丘陵のチャートセクションから産出したペルム紀シスウラリアン世放射虫化石<sup>1</sup>  
伊藤 剛 (産総研・地質調査総合センター)<sup>2</sup>

関東北部の足尾山地やその周辺にはジュラ紀付加体である足尾テレーンが分布する。足尾テレーンでは、三畳紀やジュラ紀の放射虫についてはこれまでに数多くの報告があるものの、ペルム紀放射虫の研究例は限られる (Kamata, 1996; 高柳ほか, 2001)。

演者は、群馬県東部の八王子丘陵において、ペルム紀放射虫を含む八王子セクションを発見した (Ito, 2019)。その後、このセクションをさらに詳細に検討したところ、ペルム紀シスウラリアン世の放射虫7属12種及び属未定の7種を見出した。本研究では、足尾テレーンからのペルム紀放射虫の貴重な研究例として、これらの群集について報告する。

八王子丘陵は群馬県の東端に位置し、足尾山地とは渡良瀬川により隔てられている。足尾テレーンが基盤として露出し、海成の中新統がこれを覆う (高橋・柳沢, 2003; Ito, 2019)。八王子セクションは唐沢山南方に位置する。セクションの層厚は約3mで、8mm~182mmの単層からなる層状赤色チャートで構成される。

八王子セクションの64枚のチャート単層全てについて放射虫化石の抽出処理を行ったところ、1試料を除くチャートから放射虫化石が得られた。セクションの下部~最上部からは *Parafollicucullus sakmarenensis* Kozur が得られた。また、*P. scalpratus* (Holdsworth and Jones), *P. postscalpratus* (Ishiga) 及び *P. rhombothoracatus* (Ishiga and Imoto) が、それぞれセクションの下部~最上部、中部~上部、上部から産出した。これらの種の共産関係から、セクションの上部はシスウラリアン統のクングーリアン階中部に対比される。またセクションの下部~中部は、クングーリアン階下部に対比され、アーティンスキアン階の最上部まで及ぶ可能性がある。

<引用文献>

Ito, 2019, *Bull. Geol. Surv. Japan*, **70**, 225-247; Kamata, 1996, *Sci. Rep. Inst. Geosci., Univ. Tsukuba, Sec. B: Geol. Sci.*, **71**, 71-107; 高橋・柳沢, 2003, *地質学雑誌*, **109**, 648-660; 高柳ほか, 2001, *大坂微化石研究会誌特別号*, no. 12, 113-127.

<sup>1</sup>Cisuralian (Permian) radiolarian fossils from a section composed of chert in the Hachioji Hills, eastern Gunma Prefecture, central Japan

<sup>2</sup>Tsuyoshi Ito (Geological Survey of Japan, AIST)

## P03

ニュージーランド南島 Kaka Point に分布する Willsher Group から産出する中期三畳紀放射虫化石<sup>1</sup>佐藤美月 (矢板東高校)<sup>2</sup>・鈴木桜子 (宇都宮大・農)<sup>3</sup>・武藤 俊 (産総研)<sup>4</sup>・相田吉昭 (宇都宮大・農)<sup>5</sup>

ニュージーランド南島の南東部、Kaka Point 海岸周辺には下部~中部三畳系の砂岩およびシルト岩からなる Willsher Group の地層群が露出している。地体構造上、周囲のムリヒクテレーンやダン・マウンテン-マイタイテレーンとは切り離されて、これらの堆積岩層は Kaka Point 構造帯 (KPSB) と呼ばれてきた (Campbell et al., 2003, Campbell, 2019)。Hori et al. (2003) は Willsher Group 最下部の Kororo 層から放射虫 *Glomeropyle* 属の6種, *G. aurora*, *G. bispinosa*, *G. campbelli*, *G. grantmackiei*, *G. mahinepuaensis*, *G. waipapaensis* に加えて *Poulpus(?) caveaformis*, *Zevius (?) aff. yaoi*, *Parentactinia cf. pugnax* などを、またその上位の Potiki Siltstone から *Glomeropyle grantmackiei*, *G. mahinepuaensis*, *G. waipapaensis*, *Plafkerium antiquum*, *Thaisphaera(?) igoi* などを報告している。これらの放射虫が示す年代は、Paul et al. (1996) により Willsher Bay の Potiki Siltstone 中の石灰質コンクリーションから産出したコノドント化石 *Neospathodus homeri* に基づいて、前期

三畳紀の後期 (Olenekian) あるいはそれ以前を示すとされてきた。しかしながら、Paul et al. (1996) が図示したコノドント個体は *Neospathodus homeri* ではなく *Chiosella timorensis* に同定される (山北私信) ことから中期三畳紀 (early Anisian) を示すことが明らかになっている。今回、Kaka Point の北側の海岸沿いに露出する Tilson Siltstone 層の地質調査を行って詳細な柱状図を作成して、リン酸塩および炭酸塩コンクリーションの小球状サンプルを多数採集した。微化石処理を行った結果、数層準から中期三畳紀の放射虫化石群を産出した。Kaka Point North セクションの放射虫群集には、*Pseudostylosphaera* 属や *Plafkeriu* 属, *Glomeropyle* 属などの Entactinaria 目の種や *Spumellaria* を含んでいる。特に *Glomeropyle bispinosa* に形態が類似するが、3本の細長い棒状~パイプ状のスパインを持つ *Glomeropyle* 属の種が多産することで特徴づけられる。

<sup>1</sup>Middle Triassic Radiolaria from phosphorite and calcareous concretions from the Tilson Siltstone of the Willsher Group exposed along Kaka Point, South Island, New Zealand

<sup>2</sup>Mizuki Sato (Yaita East High School), <sup>3</sup>Sakurako Suzuki (Utsunomiya Univ.), <sup>4</sup>Shun Muto (AIST) and <sup>5</sup>Yoshiaki Aita (Utsunomiya Univ.)

## P04

北海道穂別安住地域における  
上部白亜系の地質と放射虫化石層序<sup>1</sup>  
眞壁豊治(山形大・理)<sup>2</sup>・根岸拓真(基礎地盤)<sup>3</sup>・山縣  
拓海(基礎地盤)<sup>4</sup>・本山 功(山形大・理)<sup>5</sup>・西村智弘(穂別博)<sup>6</sup>

本研究の目的は北海道穂別安住地域の地質の再検討と地質年代の推定である。北海道穂別地域には白亜系・古第三系・新第三系の海成層が主に北西―南東の走向で帯状に分布している(高橋・和田 1987)。近年、穂別地域において地質図の示す年代と産出する化石の示す年代が矛盾することが報告されており(利光, 1994; 根岸ほか, 2015)、当地域の地質は再検討する余地があると考えられる。

北海道穂別安住地域幌去川地域には白亜系上部の地層が下位から佐久層、鹿島層、函淵層が整合の関係で分布している(田中, 1960; 高橋・和田, 1987; 長谷川・利光, 1993; 林ほか, 2011)。本研究ではこのうち鹿島層と函淵層について調査を行った。鹿島層は軟質の暗灰色泥岩を主体とし、白色の凝灰岩層が狭在する。鹿島層上部に狭在する富内橋凝灰岩部層は主に凝灰岩と凝灰質砂岩からなり、全体として上方細粒化を示す。函淵層は細粒～中粒の硬質な灰色砂岩を主体とし、しばしば礫岩層を挟む。放射虫用の試料は鹿島層から

33 試料、函淵層から 4 試料の計 37 試料を採取した。また調査結果をもとに地質図を作成した。

検鏡の結果、鹿島層から採取した 33 試料すべてから放射虫の産出を認め、*Amphipyndax stocki*, *Archaeodictyomitra riedeli*, *Cornutella californica*, *Lithocampe manifesta*, *Stichomitra communis* など 21 属 14 種を同定した。これらのうち *A. stocki* は Cenomanian 以降の年代、*L. manifesta* は Coniacian～earliest Maastrichtian の年代を示す(Taketani, 1982; Hollis, 2001)。これらの年代は先行研究で示された年代(長谷川・利光, 1993; 林ほか, 2011)と矛盾しない。地質調査の結果、フカウシ沢からトウナイ川流域にかけて北北西―南南東方向に延びる狭小な鹿島層の分布が認められた。

<sup>1</sup>Upper Cretaceous geology and radiolarian biostratigraphy in the Hobetsuazumi area, Hokkaido, Japan.

<sup>2</sup> Toyoharu Makabe (Yamagata Univ.), <sup>3</sup> Takuma Negishi (Kiso-jiban Consultants Co., Ltd.), <sup>4</sup> Takumi Yamagata (Kiso-jiban Consultants Co., Ltd.), <sup>5</sup> Isao Motoyama (Yamagata Univ.), <sup>6</sup> Tomohiro Nishimura (Hobetsu Museum)

## P05

X線マイクロ CT および CP 法による *Glomeropyle* 属放射虫の  
内部構造の解析 - 内部骨針の 3D 配置様式<sup>1</sup>  
鈴木椋子(宇都宮大・農)<sup>2</sup>・相田吉昭(宇都宮大)<sup>3</sup>・植竹勇介(日本電子(株))<sup>4</sup>・朝比奈俊輔(日本電子(株))<sup>5</sup>・岸本直子(摂南大・理工)<sup>6</sup>

*Glomeropyle* 属放射虫はニュージーランドとシベリア北東部地域の前期～後期三畳紀の地層からのみ産出する両極性分布を示す放射虫グループである。シベリア地域から 7 種、ニュージーランドからこれまで 8 種が記載されているが、さらに 10 形態種以上の未記載種が存在しており、多様性が高いグループである。

*Glomeropyle* 属は大型で厚みのある球状～長球状の外殻で末端に Pylome(開口部)を有し、殻内部に特有な内部骨針を持つ。内部骨針の詳細な形状とその空間的配列様式を把握し、種間の外部および内部構造を比較検討することで *Glomeropyle* 属の種間の系統進化を明らかにすることを研究目的としてきた。

本研究では *Glomeropyle grantnackiei* と *Glomeropyle aurora* の 2 種について X 線 Micro-CT 装置を用いて取得した透過画像を再構築した後に 3D 解析ソフト Molcer Plus を用いて詳細な骨針の構造と配置パターンを解析した。さらに多数の個体について Ar<sup>+</sup>イオンビーム

により切断加工する CP 法を用いて内部構造の解析を行った。2 つの解析方法を総合することで 2 種の基本的な内部骨針の空間的配列パターンを確立した。

*Glomeropyle grantnackiei* の外形は梨形で厚い外殻と薄い内殻の二重構造の殻を持ち、外殻から 7 本の Spine(棘)が突出する。内部骨針は Median Bar(MB)と MB に接続して直線的に伸びる 3 本の Apical Ray(AR)と 4 本の Basal Ray(BR), そして AR-BR 間を繋ぐ複数の Arch により構成されている。今回解析した全ての個体に見られた特徴として、BR のうちの 1 本(BR1)が Pylome 脇の Spine へと向けて下方に伸長して接続している。他の Spine も AR 及び BR から接続されており、配置や接続場所に差異は無かった。

本発表では *G. grantnackiei* と *G. aurora* の内部骨針の空間的配列様式の解析結果について詳細なデータを報告する。

<sup>1</sup>Analysis of the internal structure of the radiolarian genus *Glomeropyle* using both X-ray micro-CT and CP methods - 3D configuration pattern of internal spicules

<sup>2</sup>Sakurako Suzuki, <sup>3</sup>Yoshiaki Aita (Utsunomiya Univ.), <sup>4</sup>Yusuke Uetake (JEOL Ltd.), <sup>5</sup>Shunsuke Asahina (JEOL Ltd.), and <sup>6</sup>Naoko Kishimoto (Setsunan Univ.)

## P06

有孔虫分析により明らかになった最終退氷期における  
北西太平洋の溶存酸素極小層 (OMZ) の拡大<sup>1</sup>  
酒井恵祐・大串健一(神戸大院)・芝原暁彦(福井県立大)<sup>2</sup>

現代の北太平洋では、溶存酸素極小層 (Oxygen Minimum Zone: OMZ) は中深度に広く分布している。北西太平洋の OMZ は、オホーツク海に由来する中層水が酸素を上部中層深度に供給するため、東太平洋より約 500 m 深く、水深約 1 km に位置している。OMZ の強度は、北太平洋中層水 (North Pacific Intermediate Water: NPIW) の循環と生物生産の影響を受ける。北日本の東海岸に沿った亜寒帯親潮地域は、NPIW の流域の近くに位置している。したがって、親潮地域の OMZ の強度は、最終退氷期における NPIW の循環と生物生産の変化によって急激に変動したと考えられる。既に、最終退氷期における北西太平洋の水深 1 km での OMZ の強化は記録されているが、OMZ の上層の時系列変動については明らかになっていない。底生有孔虫化石は、種によって酸素が乏しい環境への適応において特定のパターンを示すため、海底での歴史的な貧酸素化の有用な指標である。

そこで本研究では、JAMSTEC 海洋地球研究船「みらい」の航海によって亜寒帯親潮地域に位置する北海道苫小牧沖の水深 777 m から得

られた堆積物コア (MR04-06 PC1) の底生有孔虫群集を分析し、最終退氷期における OMZ の上層の変動を明らかにした。結果は、*Brizalina seminuda* や *Buliminella tenuata* などの貧酸素種は、Bølling/Ållerød 温暖化イベント中に急速に増加し、著しい酸素欠乏が起こったことを示した。貧酸素種の変動は、温暖化が始まったタイミングでのみ発生し、温暖な気候が安定してくると収束していく。この地域では、先行研究の水深 1 km においても同様の貧酸素群集が記録されている。そして、本研究の水深 777 m においても著しい貧酸素化が記録されたことから、北西太平洋の OMZ の上層は、生物生産の増加と中層水循環の弱体化により、最終退氷期に拡大したと考えられる。また、貧酸素種は急激な貧酸素化が起こったタイミングで日和見的に変動すると考えられる。

<sup>1</sup>Evidence from foraminifera of expansion of the northwestern Pacific oxygen minimum zone during the last deglaciation

<sup>2</sup>Keisuke Sakai, Ken'ichi Ohkushi (Graduate School of Human Development and Environment, Kobe University), Akihiko Shibahara (Fukui Prefectural University Institute of Dinosaur Research; Visiting Professor)

## P07

人工知能による珪藻 *Eucampia antarctica* の殻形状の自動識別  
—新たな南極海水復元指標の検証に向けて—<sup>1</sup>  
石野沙季 (産総研・GSJ)<sup>2</sup>・板木拓也 (産総研・GSJ)<sup>2</sup>

現生や化石の珪藻の生物地理を把握し、古環境指標となりうる種を特定するには、顕微鏡観察による種の種類・個体カウントの作業が研究時間の多くを占めてきた。特に、少産種を対象とした個体数の調査や殻の形状(面積や長径など)の計測には、膨大な時間を要するという難点がある。

南極周辺海域で観察される珪藻 *Eucampia antarctica* は、殻形状の変化 (*Eucampia Index*) が海水被覆度によって変化することが知られており、その化石は南極の海水変動を復元する指標種として注目されている。一方で、南大洋の広大な海域で *Eucampia antarctica* の殻のみを大量に計数し、殻形状を調査するという作業には膨大な時間を要し、今まで *Eucampia Index* の大規模な調査は行われてこなかった。そのため、海水被覆度と *Eucampia Index* の関連性が定式化されていないのが現状である。上記の問題に対して、発展しつつある人工知能技術を用いて、*Eucampia antarctica* を自動で鑑定する作業フローを実現することができれば、膨大であった作業時間を大

幅に短縮することが可能となる。近年、産業技術総合研究所では、人工知能と連携した顕微鏡画像の取得および撮像された微粒子の鑑定を行うシステムを開発している。そこで、本研究では、このシステムを用いて *Eucampia Index* の自動計測を実現し、*Eucampia Index* 値と海水被覆度との関連性を南極周辺海域で詳細に検証することを目的とした。

大量の試料から *Eucampia antarctica* の自動鑑定・計数を行うためには、教師データ(分類を覚えるためのフォルダ分けされた画像集)を用意し、ディープラーニング(人工知能の学習法)ソフトウェアによって精度の良い分類モデルを作成することが要となる。本発表では、現段階における分類モデルの鑑定精度について発表する。

<sup>1</sup>Automated identification of fossil diatoms *Eucampia antarctica* using artificial intelligence software - verification of a new sea ice index in the Southern ocean-, <sup>2</sup>National institute of advanced industrial science and technology (AIST), Geological Survey of Japan

## P08

モンゴル西部 Bayan Gol 渓谷の上部エディアカラ系 Zuun-Arts Formation で産出した藻類 *Chinggiskhaania bifurcata* とその意義<sup>1</sup>  
望月貴史 (岩手県博)<sup>2</sup>・大路樹生 (名大博)<sup>3</sup>・Gonchigdorj Sersmaa (モンゴル科技大)<sup>4</sup>・大沢果那 (名大・理)<sup>5</sup>・小野寺香乃 (名大・理)<sup>6</sup>

モンゴル西部ゴビアルタイ地方では、上部エディアカラ系 Zuun-Arts Formation が広く分布している。近年、同地域北東部の Zuun-Arts に露出する同層準中の黒色頁岩層から新種の多細胞藻類化石 *Chinggiskhaania bifurcata* および *Zuunartsphyton delicatum* が報告された (Dornbos et al., 2016)。今回、同地域北西部の Bayan Gol 渓谷においても *C. bifurcata* と見られる藻類化石の産出が確認されたため、その意義とともに報告する。

藻類化石は、Bayan Gol 渓谷南部に露出する Zuun-Arts Formation 内 unit 10 (Khomentovsky and Gibsher, 1996) の緑色頁岩層中に挟まれる厚さ10 cm程度のBurgess shale型黒色頁岩層から産出した。岩相的な特徴から、この黒色頁岩層は Dornbos et al. (2016) によって報告された Zuun-Arts における上記藻類化石の産出層準とほぼ同時代に堆積したものと考えられる。

藻類化石は約15体産出し、いずれも幅1 mm程度の葉状体の一部で

あった。葉状体を構成する filaments が *Z. delicatum* ほど密集していないことや、保存状態の良い標本では明確な分岐構造が見られることから *C. bifurcata* と同定した。

*C. bifurcata* はこれまで Zuun-Arts でしか報告がなかったが、今回の Bayan Gol 渓谷における発見によって、同種がエディアカラ紀後期ゴビアルタイ地域の堆積盆 (Zhavkhan basin) の広範囲に渡って生息していたことが示唆された。一方で、*C. bifurcata* は同時代の他地域の生物群には含まれておらず、したがってエディアカラ紀後期の Zhavkhan basin では独自の生態系が発達していた可能性が考えられる。

<sup>1</sup>The occurrence of the algae *Chinggiskhaania bifurcata* from the late Ediacaran Zuun-Arts Formation of Bayan Gol valley in western Mongolia and its implications.

<sup>2</sup>Takafumi Mochizuki (Iwate Pref. Mus.), <sup>3</sup>Tatsuo Oji (Nagoya Univ. Mus.), <sup>4</sup>Sersmaa Gonchigdorj (Mongolian Univ. Sci. & Tech.), <sup>5</sup>Hatena Osawa (Nagoya Univ.), <sup>6</sup>Kano Onodera (Nagoya Univ.)

## P09

隠岐の島産現生腕足動物殻の炭素・酸素同位体組成の個体差および性別差<sup>1</sup>  
及川一真 (東北大・理)<sup>2</sup>・高柳栄子 (東北大・理)<sup>3</sup>・遠藤一佳 (東大・理)<sup>4</sup>・吉田真明 (島根大・生物資源)<sup>5</sup>・井龍康文 (東北大・理)<sup>6</sup>

腕足動物化石の二次層における炭素・酸素同位体組成 ( $\delta^{13}\text{C}$  および  $\delta^{18}\text{O}$ ) は、従来、中・古生代の古海洋環境を復元するための有用な古環境指標として広く用いられてきた。しかし、現生腕足動物を用いた近年の研究では、腕足動物殻の  $\delta^{13}\text{C}$  値および  $\delta^{18}\text{O}$  値に影響する生物学的同位体効果が種間・個体間・同一殻内で異なることが示されており、現生種の同位体組成に関する基礎的知見を集積していくことが、腕足動物殻の石灰化メカニズムの理解やそれらに基づく古環境指標としての有用性の検討をしていく上で必要不可欠である。そこで本研究では、隠岐の島沖で採取された現生腕足動物 *Picthothis picta* (コカメガイ, 3個体)の一次層および二次層の  $\delta^{13}\text{C}$  値および  $\delta^{18}\text{O}$  値を高時間分解能(日~数ヶ月)で分析し、同位体組成の殻内変異および個体差を詳細に検討した。そして、隠岐の島周辺の生息水深(61 m)における海洋データ(水温・塩分など)を用いて  $\delta^{18}\text{O}$  値の平衡値 ( $\delta^{18}\text{O}_{\text{EC}}$ ) を求め、*P. picta* の殻記録との比較を行った。

また分析に用いた *P. picta* は、生殖器官の観察によってそれぞれの性別を判別しており(雌2個体, 雄1個体)、性差による同位体組成の違いの有無についても検討した。その結果、*P. picta* の殻の二次層の  $\delta^{18}\text{O}$  値は全体的に同位体平衡下で殻が形成されていることが明らかとなった。一方で、同時期面で形成された一次層と二次層の  $\delta^{18}\text{O}$  値を詳細に比較すると、海水温の高い時期は両者の値の違いが大きく、一次層が相対的に低い  $\delta^{18}\text{O}$  値を示すのに対し、海水温の低い時期には両者はほぼ同じ値を示した。同殻の一次層と二次層の  $\delta^{13}\text{C}$  値には周期性をもった季節変化様の変動がみられ、同変化は一次層でより顕著であった。*P. picta* の  $\delta^{13}\text{C}$  値、 $\delta^{18}\text{O}$  値には明瞭な性別の違いがみられず、殻の部位によってはむしろ両組成の個体差の方が大きかった。なかでも、殻形成初期における二次層の形成開始時期は個体間で大きく異なることが示唆された。

<sup>1</sup>Intraspecific and gender variations in carbon and oxygen isotope composition of modern brachiopod shells collected off Okinoshima

<sup>2</sup>Kazuma Oikawa (Tohoku Univ.), <sup>3</sup>Hideo Takayanagi (Tohoku Univ.), <sup>4</sup>Kazuyoshi Endo (Univ. of Tokyo) <sup>5</sup>Masa-aki Yoshida (Shimane Univ.), <sup>6</sup>Yasufumi Iryu (Tohoku Univ.)

## P10

岐阜県高山市本郷地域における飛騨外縁帯の火山砕屑岩層  
から産出した前期石炭紀腕足類<sup>1</sup>  
鈴木敬介 (新潟大)<sup>2</sup>・田沢純一 (新潟市)<sup>3</sup>・三宅幸雄 (高山市)<sup>4</sup>

岐阜県高山市上宝町の本郷地域に広く分布する苦鉄質～珪長質火山岩・火山砕屑岩類は、前期石炭紀とされるアンモノイド類と三葉虫の産出に基づき、飛騨外縁帯の石炭系荒城川層に相当すると考えられている (Igo, 1964; Kobayashi and Hamada, 1987)。しかし、化石の産出層準について詳しい情報が示されておらず、また、化石産出層と荒城川層の層位的な位置づけについても十分に理解されていない。演者のうち鈴木は、本郷地域の地質を検討し、石炭系の層序と化石産出層準の岩相を把握したほか、その付近に露出する珪長質凝灰岩から新たに前期石炭紀腕足類を得たため、ここに報告する。

本郷地域の火山岩・火山砕屑岩類は、玄武岩の溶岩や苦鉄質凝灰岩を主体とする下部、苦鉄質～珪長質凝灰岩と礫岩、砂岩、泥岩および石灰岩からなる中部、少量の石灰岩ブロックと葉理の発達した凝灰質砂岩、泥岩が卓越する上部に分けられる。全層厚は 1,100 m 以上である。今回報告する腕足類は、同地域の本覚寺から在家林道を通って南へ約 1 km の地点 (36°16'26" N, 137°21'49" E) に露出す

る、中部の珪長質凝灰岩から採取した。

得られた標本を検討した結果、*Pugilis* sp., *Marginatia* sp., *Fluctuaria undata* (Defrance, 1826), *Fluctuaria* sp., *Actinoconchus* sp. および *Imbrexia* sp. の 5 属 6 種を同定した。なお、本郷地域の化石群の中で最も多い種は *Fluctuaria undata* である。これらのうち、*Marginatia* sp. と *Imbrexia* sp. は、下部 Toumaysian～上部 Visean から産出することが知られている (Lazarev et al., 2003; Carter, 2006 など)。また、*Pugilis* 属の産出レンジは、後期 Visean～Serpukhovian である (Brunton et al., 2000)。他の属についても、上部 Visean から報告がある。これに基づくと、本郷地域に分布する火山岩・火山砕屑岩類は、上部 Visean であると考えられる。これは、先行研究にて報告されているアンモノイド類・三葉虫の年代と調和的である (Igo, 1964; Kobayashi and Hamada, 1987)。

<sup>1</sup>Early Carboniferous brachiopods from pyroclastic rock of the Hida Gaien belt in the Hongo area, Gifu Prefecture, central Japan

<sup>2</sup>Keisuke Suzuki (Niigata Univ.), <sup>3</sup>Tazawa Junichi (Niigata City), <sup>4</sup>Yukio Miyake (Takayama City)

## P11

関節構造のない腕足動物ディスクナ類の形態と埋没過程<sup>1</sup>  
増永正大 (新潟大・自然科学研究科)<sup>2</sup>・椎野勇太 (新潟大・理)<sup>3</sup>

シャミセンガイ類などの舌殻亜門に属する腕足動物は、単純な形態で薄く脆弱な殻を持つことに加え、化石から読み解ける軟体部情報が限られていることから、「ゴミ箱の分類群」として扱われてきた。特にディスクナ科に属する腕足動物は、貧酸素環境を示唆する泥岩や、酸素の豊富な環境で形成された石灰岩など、多様な岩相から産出する。一般的に化石の産状は、生物骨格の形態や物理的強度だけでなく、生息姿勢や生活様式も反映している。したがって、化石ディスクナ類の正確な形態情報に基づく埋没過程を復元できれば、個生態や資源の活用能力といった適応戦略を理解することができる。

本研究では、南部北上山地上八瀬地域の中中部ペルム系細尾層上部から産出するディスクナ類を対象に、詳細な形態情報の抽出と、埋没過程の復元に基づく古生態の復元を行った。

本地域では、両凸型の殻を持ち、後端部の背殻殻頂や広い成長線間隔を持つ *Orbiculoidea* sp. と、両凸型の巨大な殻を持つ *Discinidae* gen sp. indet. の 2 種が産出し、いずれも未記載種であると考えられる。前者は合弁・離弁個体、後者は離弁個体のみ採集された。現地性と

解釈できる *Orbiculoidea* sp. の合弁個体は、腹殻が下になるよう横臥姿勢を取り、泥質岩中から他の生物と共存することなく産出する。離弁個体は、層厚 1cm 未満のイベント性砂岩層の基底部および上部から産出する。砂岩層基底部から産出する離弁個体は、ディスクナ類の生息時に海底面側へ接する腹殻だけがそのまま残されたような convex-down の姿勢で産出する。一方、砂岩層上部の離弁個体は、背殻と腹殻が convex-up の姿勢となり、密集して産出する。*Discinidae* gen sp. indet. は、すべて convex-up の姿勢で産出する。これらの産状から、泥底に適応したディスクナ類が、死後にイベント性の堆積物流で離弁となって運搬されたことがわかる。海底面側の腹殻はその場に残されることもあれば、背殻と同様に運搬され、回転した後に convex-up の姿勢で埋没することもある。*Discinidae* gen sp. indet. は、殻が軽いにも関わらず巨大で凸形をしている。そのため、堆積物流の抵抗に耐えることができず、すべての個体が convex-up となったと考えられる。本発表では、以上の化石産状に加え、現生種の知見を交えながら、化石ディスクナ類の古生態について紹介する。

<sup>1</sup>Morphology and taphonomy of "inarticulate" discinid brachiopods

<sup>2</sup>Masao Masunaga (Niigata Univ.), <sup>3</sup>Yuta Shiino (Niigata Univ.)

## P12

東海沖から採集された遺骸群集中の腕足動物 *Terebratulina*<sup>1</sup>  
佐々木千夏 (新潟大・理)<sup>2</sup>・椎野勇太 (新潟大・理)<sup>3</sup>・  
延原尊美 (静岡大・教)<sup>4</sup>・伊東祐二 (静岡大・教)<sup>5</sup>・  
加藤了也 (静岡大・教)<sup>6</sup>・池原研 (産総研)<sup>7</sup>

定住性海洋生物の分布は、海域に特有の媒質条件だけでなく、各個体の適応した底質にも強く依存する。腕足動物など底生無脊椎動物の場合、まず浮遊幼生期の運搬プロセスを経て着底できる底質が決まり、そこで得られる水流や底質といった環境資源への依存した生命活動となるため、様々な制約に柔軟に適応していかなければならない。これらの適応戦略と環境との大局的な関係性を理解するためには、各種・各個体とそれらが生息する微環境にまで掘り下げた、きわめてローカルな対応関係の検討が必要である。

東海沖は、プレート運動や火山弧の衝突、海流の蛇行によって、多様な地形を生み出している。地質調査所による過去 2 回の調査航海 (松本・木下 1978; 地質調査所編 1998) では、腕足動物、軟体動物、サンゴ類を含む多種多様の生物遺骸が採集された。これらの遺骸群集を解析すれば、地形、底質、底層流、堆積速度といった環境条件と各遺骸群集を特徴づける生態的な特性との関係を、適応放散

や種分化の観点から理解することができるかもしれない。

本研究で注目するキャンセロリチス科 *Terebratulina* 属は、ジュラ紀に出現以降、新生代を中心に世界各地から報告されている。形態の類似性から同定が困難とされており、事実、形態に基づく分類体系と遺伝子解析の結果との矛盾も指摘されている (Lüter & Cohen 2002)。本研究では、東海沖で採集された *Terebratulina* 属を中心に既存の分類スキームに基づく定量的な形態分類を行い、種の同定とそれらの種内変異を評価することを目的とする。また、形態種が生息する底質環境との対応関係を評価し、適応プロセスの解明を目指す。

これまでの群集解析によって、*Terebratulina* は水深 75～720m の砂質環境へ主に適応していたことがわかった。また、同所的な群集の生態的な特性や、適応放散の引き金となる環境条件についても傾向が見えてきた。本発表では、*Terebratulina* 属の記載分類学的な課題を交えながら、新たに得られた知見について紹介する。

<sup>1</sup>Taxonomy and ecology of brachiopod *Terebratulina* in off-Tokai, Japan

<sup>2</sup>Chinatsu Sasaki (Niigata Univ.), <sup>3</sup>Yuta Shiino (Niigata Univ.), <sup>4</sup>Takami Nobuhara (Shizuoka Univ.), <sup>5</sup>Yuji Ito (Shizuoka Univ.), <sup>6</sup>Ryoya Kato (Shizuoka Univ.) and <sup>7</sup>Ken Ikehara (AIST)

## P13

福井県大野市九頭竜地域の九頭竜層群における  
ジュラ紀オウムガイの産出層準<sup>1</sup>酒井佑輔 (大野市教育委員会)<sup>2</sup>・後藤道治 (福井県恐竜博)<sup>3</sup>

九頭竜層群 (Yamada and Sano, 2018) は、本邦を代表する中・上部ジュラ系であり、下位より下山層、大井谷層、栴餅山層、貝皿層、山原坂層で構成される。本層群からは、アンモノイド、ベレムナイト、イノセラムス類などの海棲軟体動物化石が報告されている。

福井県大野市貝皿の九頭竜層群から産出したとされるオウムガイ化石が和泉郷土資料館に保管されている。浜田・糸魚川 (1983) は、この標本を *Pseudaganides* 属の不明種に同定し、初めて図示した。本属は、臍が非常に小さく、臍壁は急に凹み、深い。腹部は平坦、螺環側面も平坦などの特徴がある (Kummel, 1956, 1964)。しかし、九頭竜層群においてオウムガイ化石を産出する層準はこれまでに知られていないため、この標本の産出層準は不明で、正確な時代が特定できない状態となっている。本研究では、オウムガイ化石の観察、および共産するアンモノイド化石に基づく時代対比の結果について報告する。

Sato et al. (1963) は、大野市石徹白川地域に分布する九頭竜層

群においてアンモノイド群集帯4帯を定義している。

*Pseudoneuquenicer* *yokoyamai* Assemblage Zone (最後期 Bathonian), *Keplerites japonicus* Assemblage Zone (最前期 Callovian), *Oxyerites* Assemblage Zone (前期 Callovian) の3帯は大野市貝皿の洞ヶ谷に露出する貝皿層中、*Kranaosphinctes matsushimai* Assemblage Zone (中期 Oxfordian) の1帯は山原坂層中において示されている (Sato and Westermann, 1991)。

オウムガイ化石を含む暗灰色泥岩をクリーニングした結果、オウムガイ化石のある側の裏側に *Pseudoneuquenicer* 属に同定することができるアンモノイド化石1個体が含まれていることがわかった。したがって、オウムガイ化石を含む暗灰色泥岩の産出層準は、*Pseudoneuquenicer* 属が同じ母岩に含まれていることから、貝皿層で認められる *P. yokoyamai* 群集帯であり、上部 Bathonian 階に對比される。

<sup>1</sup> Stratigraphic level of Jurassic nautiloid-bearing bed in the Kuzuryu Group distributed in the Kuzuryu area, Ono City, Fukuyama Prefecture, central Japan

<sup>2</sup> Sakai, Y. (Ono City Board of Education), <sup>3</sup> Goto, M. (FPDM)

## P14

福島県相馬中村層群最上部の小山田層(最下部白亜系ベリアシアン)  
における堆積相と大型化石(アンモナイト・二枚貝)相<sup>1</sup>鈴木大河<sup>2</sup>・安藤寿男(茨大・理)<sup>2</sup>・田口翔太(茨大・院・理工)<sup>3</sup>

小山田層は、相馬中村層群最上部に位置する、白亜紀初期に堆積した浅海—沖合成層である。本研究では、本層群が作る複背斜構造東翼側の小山田層の11ルートで、岩相・堆積相層序や大型化石相を調査し、層序、堆積環境、大型化石相やその意義を検討する。

小山田層は、下位の富沢層との境界(ラビンメント面)に重なる層厚約170m弱の地層であり、Ky1~Ky4の4部層に細分できる。下半部(Ky1+Ky2: 層厚30~70m)は、1) 生物擾乱細粒砂岩、および生物擾乱極細粒砂岩・HCS砂岩互層(内側陸棚)、2) HCS細粒砂岩(下部外浜)、3) 中粒砂岩(上部外浜)と、全体としては上方粗粒(浅海)化を示す堆積相変化が3回(Ky1が1, Ky2が2回)繰り返している。分布域の南半部では、層厚30-40mにおよぶ細粒凝灰岩が発達(Ky3)するが、北半部には認められず、側方変化している。上部(Ky4)は外側陸棚シルト岩相(層厚100m以上)を主体とする。下部との境界部は確認できないが、堆積相が急変(上方細粒・深海化)するので、海進による沖合環境への変化が想定される。

小山田層の堆積相変化は、Haq (2014)の海水準変動曲線と調和的で、ベリアシアン期の海水準変動を反映している可能性がある。

アンモナイトはKy1, Ky2, Ky4より産しており、*Kilianella* sp., *Thurmannicer* *isokusense* など3科7属12種からなる単純な組成となっており、年代としてはベリアシアン期を指示し、組成を含め南部北上の磯草層と比較される。

二枚貝では、細粒砂岩が卓越するKy1~Ky2に6科8属13種確認された。サンカクガイの *Myophorella* (*Promyophorella*) *orientalis* がよく産し、そのほか稀産種が幾つか認められ、多様性が低いながらも細砂底の底生群集が成立していたことを示す。シルト岩卓越のKy4では二枚貝は稀であるが7科8属10種確認され、*Entolium* sp.などが幾つか産出した。二枚貝の生息型組成で見ると、Ky1~Ky2では浅部内生濾過食者(SIS)、Ky4ではSISに加えて外生自由生活濾過食者(EFS)の割合が高く、底質・堆積環境を反映した二枚貝群集と位置づけられる。

<sup>1</sup> Sedimentary facies and macrofossils (molluscs) of the Koyamada Formation (Berriasian, Early Cretaceous), Somanakamura Group

<sup>2</sup> Taiga Suzuki, <sup>3</sup> Hisao Ando, <sup>3</sup> Shota Taguchi (Ibaraki Univ.)

## P15

福島県双葉層群足沢層(上部白亜系: コニアシアン)の  
海生化石密集層から復元する底生生態系<sup>1</sup>大森光(茨大・理)<sup>2</sup>・安藤寿男(茨大・理)<sup>2</sup>

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、足沢層下部の海進性礫岩に含まれる貝殻密集層の産状や群集組成の検討から、二枚貝群集を中心とした底生生態系の特性を解明する。

足沢層の上2/3を占める大久川部層基底にある、斜交層理の発達する厚さ数10cm~数mの砂質円礫岩層からは、多くの二枚貝、巻貝、サメの歯、首長竜の骨片、恐竜の歯と骨片などが産している。

芦沢と桜沢の礫岩層では、貝殻の配列様式・密集度から、1) スタック型、2) 平行型、3) 準平行型、4) 大型殻散在型の産状型を識別した。1) は細~中亜円礫の基質支持礫岩に、*Glycymeris amakusensis* の離弁殻が入れ子状に最密充填する。2) は1)より基質が多い礫岩に、*Glycymeris amakusensis*, *Loxo japonica*, *Apiotrigonia minor*, *Eriphyla ezoensis*, *Aphlodina* sp.等の殻が上凸で層理に平行に配列する。3) は中~大亜円礫の基質支持礫岩に、2)の種類のほか稀に *Didymotis akamatsui*, *Yaadia kimurai* の大型離弁殻、*Yabeicer* (アンモナイト)

も含まれる。4) は中~巨亜円礫の基質支持礫岩に、厚殻二枚貝 *Y. kimurai* が多く産する。これらは、波浪卓越型上部外浜で形成された、外浜波浪エネルギーと碎屑物粒径を反映した再堆積性化石層である。

桜沢では、4)→3)→2)1), 4)→2)と上方細粒化するユニットが2層重なっており、2回の振動を含む一連の海進堆積作用で形成されたことを示す。これらの化石群は堆積学的に混合されているが、海進時の外浜波浪を受ける前の砂/砂礫質底の底生生態系に由来することを考慮して、底生二枚貝群集の分布復元を行った。

双葉層群に比較される Coniacian 階の浅海底生群集は日本ではわずかではあるが、蝦夷層群三笠層 (Cenomanian-Turonian) や御所浦層群 (Albian-Cenomanian) とははかかなり異なっている。姫浦層群 (Santonian-Cenomanian) とは組成がかなり類似する。双葉層群の底生群集は北西太平洋における Coniacian 期の群集を代表するものとして、白亜紀中期の(特に Cenomanian-Turonian 境界の前後)群集変遷を復元する上で重要である。

<sup>1</sup> Benthic molluscan fossil associations of the Ashizawa Formation, Futaba Group (Coniacian, Late Cretaceous) in Fukushima Prefecture

<sup>2</sup> Hikaru Omori (Ibaraki Univ.), <sup>3</sup> Hisao Ando (Ibaraki Univ.)

## P16

天草市御所浦町前島の上部白亜系姫浦層群から産出する化石群<sup>1</sup>  
廣瀬浩司・鶴飼宏明・黒須弘美 (天草市立御所浦白亜紀資料館)<sup>2</sup>

熊本県天草市御所浦町前島には姫浦層群の島層が分布し、白亜紀後期(サントニアン)の化石が多産する。前島の海岸は地層がよく露出し化石の観察に適しているため、観察会等で利用している。化石は、アンモナイト類やイノセラムス類、魚類の報告(早川・田代, 1994, 前田, 1997, 嶋村・塚脇, 1997, Yabumoto *et al.*, 2018)があるものの、その他の分類群の報告はないことから、今回報告を行う。

前島の姫浦層群は前島花崗閃緑岩を無整合で覆い、下位から基底礫岩層、粗粒砂岩層、斜交層理に見られる細粒砂岩～泥岩の互層、黒色泥岩層、スランプ層へと変化している。黒色泥岩層は厚さ数 mm の極細粒砂岩をよく挟む。また、炭酸塩ノジュールが見られる層準がある。これらのことから、浅海から海底斜面、海洋底と堆積環境が変化する過程での堆積物と推定する。

基底礫岩層付近には化石は確認できないが、斜交層理に見られる細粒砂岩～泥岩の互層の上位の泥岩からは二枚貝類の *Glycymeris amakusensis* が産出する。さらに上位の泥岩からは、*Gaudryceras intermedium*, *Polyptychoceras haradanum*, *Hauericeras* sp.,

*Protexanites fukazawai* などが確認でき、これまでに報告されている他のアンモナイト類と合わせ 11 種になる。*Nucula amanoi*, *Acila himenourensensis*, *Nanonavis sachalinensis*, *Inoceramus ezoensis*, *Apiotrigonia minor* など 11 種の二枚貝類、*Ptychodus mammillaris* と *Cretalamna appendiculata* のサメ類の歯、オウムガイ類、ツノガイ類、腹足類、ウニ類、ウミユリ類、単体サンゴなどが確認できた。菱鉄鉱ノジュールには *Inoceramus* や *Gaudryceras* が見られ、現地性もしくはそれに近い産状を示している。また、黒色泥岩に挟在するシルト岩層からは、ほぼ現地性のもと推測される複数個体分の *Amakusaichthys goshouraensis* の化石も産出する。

以上のことから、前島の化石は多様性があり、現地性のもとみられるものも含まれ、その産状の観察に適していることがわかった。また、今後、堆積相と化石の比較を行うことで、堆積環境と化石群集の関係を示せると考える。

<sup>1</sup> Fossil assemblage from the Upper Cretaceous Himenoura Group in Maejima Is., Goshoura, Amakusa, Kumamoto.

<sup>2</sup> Koji Hirose, Hiroaki Ugai, Hiromi Kurosu (Goshoura Cretaceous Mus.)

## P17

病みに腫れ足：北海道産 *Memites japonicus* (アンモナイト目) の病理変異<sup>1</sup>

唐沢與希 (三笠市博)<sup>2</sup>・松井久美子 (九大博)<sup>3</sup>・前田晴良 (九大博)<sup>4</sup>・小山内年昭 (岩見沢市)<sup>5</sup>

生物の骨や殻など化石として保存されやすい硬組織は、病理変異が残りやすい部位でもある。特に付加成長をする軟体動物の殻は、病理の進行過程も詳細に観察できることがある。

*Memites japonicus* はパキディスカス科のアンモノイト類で、サントニアン階～下部カンパニアン階から産出する。その特徴である突起列(棘)は、通常、螺環片側につき 1 列、成長後期では 2 列が左右対称に形成される。一方、蝦夷層群鹿島層から産出した *M. japonicus* (MCM-A2010) には、2 種類の病理変異が認められた。第一は、突起の左右対称性の乱れ (*forma aegra alternospinata*) である。突起列が 1 列から 2 列に変わる周辺で左右対称が乱れはじめ、その程度は成長とともに大きくなる。二つめは、殻の特定の構造が正中面から逸脱する現象 (*forma aegra juxtalobata*) である。MCM-A2010 では、外観では、連室細管が右側に逸脱しており、正中面から最大で 1.7 mm ずれている。そこから成長に伴い、連室細管の形成方向は

左向きに斜行し、正中面に対し 2.5°の角度で中心へと戻ってゆく。正常位置に戻るまでに螺環の角度にして 130°を要した。

外観からは観察できない内側の螺環の連室細管については、マイクロ X 線 CT スキャンを用いて観察した。その結果、連室細管の正中面からの逸脱は、内側の螺環でより大きいことも明らかになった。また、断層画像から構築した 3D モデルを用いて、双方の病変の発生と進行過程を追跡した。MCM-A2010 では、まず連室細管の逸脱が生じ、次いでそれが正中面に戻ると同時に、突起列の対称性の乱れが進行したこともわかった。そのため、この個体における *forma aegra alternospinata* は、*forma aegra juxtalobata* と連動して発生したことが示唆される。従来、アンモノイト類の螺環被覆部や内部構造の観察では、標本を物理的に切断し、特定の断面を観察していた。それに対し、非破壊で分析する本手法によって、病変の実態や各病変間の関連性について、継時的に解明することが可能となった。

<sup>1</sup> Disease never come singly: pathological case study on a Cretaceous ammonoid *Memites japonicus* from Hokkaido, Japan

<sup>2</sup> Tomoki Karasawa (Mikasa City Mus.), <sup>3</sup> Kumiko Matsui and <sup>4</sup> Haruyoshi Maeda (Kyushu Univ. Mus.), <sup>5</sup> Toshiaki Osanai (Iwamizawa City)

## P18

## 形態的種内変異の進化

—白亜紀オウムガイ *Eutrephoceras* と現生オウムガイ *Nautilus* を例に—<sup>1</sup>

田近周 (アメリカ自然史博物館)<sup>2</sup>・生野賢司 (人と自然の博物館・兵庫県立大)<sup>3</sup>・森本直記 (京大)<sup>4</sup>・Neil Landman (アメリカ自然史博物館)<sup>5</sup>

一般に、形態的種内変異は生物進化と関連していることが示唆されている。また種内変異は、化石の分類を行う上で必須の知見であるため、古生物学研究全般の精度に影響を及ぼす重要な概念でもある。化石頭足類においては、種内変異の重要性は議論されてきたものの、「成長」と「形態変異」という 2 つの重要なパラメーターを包括的に研究した例は未だに少ない。中でもオウムガイ類の種内変異については、これまで僅かな研究例しかない。そこで本発表では、アメリカのサウスダコタ州、モンタナ州から産出した白亜紀オウムガイ *Eutrephoceras* 属と、フィリピンで採取された現生オウムガイ *Nautilus* 属の殻に焦点を当て、成長に伴う種内変異を定量化し、オウムガイ類の進化において種内変異がどのように変化したのかを考察する。

幼体から成体までの様々な成長段階において形態計測を行うため、採取した化石は正中断面まで研磨した。正中断面上で、螺環拡大率、隔壁間隔インデックスなど、複数の形態パラメーターを計測し、各成長段階において種内変異を定量化した。現生オウムガイについては CT 撮影を行い、上記と同様のパラメーターを計測した。

解析の結果、両グループにおいて、変異は成長に伴い大きく変化することがわかった。その中でも、両者ともに、成長初期(≒孵化前後)において最も変異が大きくなる傾向があることがわかった。成長中～後期については様々な変異の個体発生パターンが確認された。分析した各パラメーター間の類似度を求めた結果、*Eutrephoceras* と *Nautilus* には大きな差異があることが明らかになった。この結果はオウムガイ類の進化において、発生プログラム、表現型の可塑性などに変化が起きたためと考えられる。

<sup>1</sup> Evolution of intraspecific variability—a case study of the Cretaceous nautilid *Eutrephoceras* and the modern nautilid *Nautilus*—

<sup>2</sup> Amane Tajika (AMNH), <sup>3</sup> Kenji Ikuno (Mus. Nat. Hum. Act. Hyogo/ Univ. Hyogo), <sup>4</sup> Naoki Morimoto (Kyoto Univ.), <sup>5</sup> Neil Landman (AMNH)

## P19

後期白亜紀アンモナイト *Scaphites* の個体群動態の再現<sup>1</sup>  
中村千佳子 (愛媛大・理工)<sup>2</sup>・岡本隆 (愛媛大・理工)<sup>3</sup>

*Scaphites* は後期白亜紀を代表する異常巻きアンモナイトの一属である。日本産の標本には、(1) 一つのノジュールから数百~数千個体の集団標本が得られる、(2) 性的二型を示唆するマクロコルクとマイクロコルクのペアが存在する、(3) 成熟個体が見た目で容易に区別できるなど、研究に適した数々の特長が備わっている。

本研究では、白亜系蝦夷層群から得られた 2000 個体以上に及ぶ大量の集団標本を用いて、(1) 化石の産状、種内変異の大きさ、死殻群集のサイズ分布の特徴を明らかにし、(2) これらの基礎情報からこのアンモナイトの個体群動態を再現することを目的とした。

結果、集団標本の解析から、(1) *Scaphites* は植物などと共に“吹寄せ”的な産状を示す層から密集して産出する、(2) 集団中に含まれる *Scaphites* のマクロコルク [M] とマイクロコルク [m] の比は性差が顕れた時点ではほぼ等しいが、成熟時になると [m] 側に大きく偏る、(3) 多くの個体が成年に達する手前 (しばしば直前) に死亡している例が稀ではないことが分かった。

次に、このアンモナイトが示す特異な死殻分布を説明するために、

生物測定から推定された成熟のタイミング、成長率、産卵数に加えて、敵との遭遇率、エサの供給の頻度などを仮定することで個体群動態を再現するコンピュータシミュレーションを行った。その結果、(1) 性的二型の間で成長率と死亡率がそれぞれ一定と考えれば早く成熟する [M] に性比が偏ることを無理なく説明できる、(2) 不安定な環境下 (捕食者があまり強力でなく食料の量が個体数を制限するような系) において生産される死殻群集が現実を観察される標本のサイズ分布をもっともよく説明することが分かった。以上の事から、*Scaphites* は海底の吹寄せ部分に遷移して爆発的に個体数を増やした日和見種 (opportunistic species) の性格が強いアンモナイトであったと推定される。

さらに、仮想的な二種を同一の系内で競合させたり、仮想遺伝子を親から子に伝えることで系列推移を再現させるシミュレーションを通して、個体群動態から見た *Scaphites* の環境への適応進化を論じる。

<sup>1</sup> Reconstruction of population dynamics of the Late Cretaceous ammonite *Scaphites*.

<sup>2</sup>Chikako Nakamura (Ehime Univ.), <sup>3</sup>Takashi Okamoto (Ehime Univ.)

## P20

アンモノイド縫合線の数理生物学的研究<sup>1</sup>  
三上智之 (東大・理)<sup>2</sup>・井上新哉 (北大・シユマ)<sup>3</sup>・  
望月直 (北大・シユマ)<sup>4</sup>・岩崎渉 (東大・理)<sup>5</sup>

アンモノイドは、外殻に縫合線と呼ばれる特徴的な模様を呈する。縫合線は一般的に、ゴニアタイト型・セラタイト型・アンモノイド型などいくつかのタイプに分けられ、古くからその違いが分類や系統関係の議論で重視されてきた。

縫合線形成のメカニズムは、これまでに Tie-Point モデル (Seilacher, 1973)、Viscous Fingering モデル (Garcia-Ruiz *et al.*, 1990)、反応拡散モデル (Hammer, 1999)、Cerata-Septa モデル (Inoue and Kondo, 2016) の四つの仮説が提唱されている。しかし、これらのどのモデルも縫合線のタイプの違いを生み出すメカニズムまで包括的に説明するには至っていない。

本研究は、これまでに提唱された四つの仮説のうち、Cerata-Septa モデルと反応拡散モデルの二つに基づいたものである。このうち、Cerata-Septa モデルは、外套膜上に繰り返し分岐した突起が形成されることで縫合線を生じるとするモデルであり、隔壁の立体構造をよく説明する。また反応拡散モデルは、外套膜縁辺での反応拡散に

より分岐したヒダが生じるとするモデルで、縫合線の非ランダム性をよく説明する。

本研究では、Cerata-Septa モデルと反応拡散モデルを組み合わせることで、縫合線の数理生物学的な発生モデルを構築し、その成長過程の再現を目指した。さらに、構築されたモデルに基づき、ゴニアタイト型・セラタイト型・アンモノイド型の三つのタイプの縫合線の違いを説明することを試みた。

この研究は、進化の過程で縫合線を形成する外套膜の発生メカニズムにどのような変化が起こったか、また縫合線の多様性がいかにして生み出されているのかについて示唆を与えるものである。今後は、モデルのさらなる改良を進めるとともに、実際の表現型をもとに縫合線の成長過程の測定を行い、測定データと比較することでモデルを検証することを計画している。

<sup>1</sup>Mathematical biology of ammonoid sutures

<sup>2</sup>Tomoyuki Mikami (Univ. Tokyo), <sup>3</sup>Shinya Inoue (Hokkaido Univ. Shuma-no-kai), <sup>4</sup>Sunao Mochizuki (Hokkaido Univ. Shuma-no-kai),

<sup>5</sup>Wataru Iwasaki (Univ. Tokyo)

## P21

穿孔捕食痕の頻度分布を用いた捕食圧の推定プログラムの構築<sup>1</sup>  
石川牧子 (ヤマザキ動物看護大・動物看護/東大・院理)<sup>2</sup>・  
加瀬友喜 (神大・理/科博・地学)<sup>3</sup>・筒井秀和 (北陸先端大)<sup>4</sup>

タマガイ科巻貝は、軟体動物の貝殻に穿孔し捕食する。被食者に残った捕食の痕跡は、捕食圧を推定する上で重要な指標となる。捕食痕頻度の時空間的变化を追跡することは、生物進化における捕食の役割を評価する上で大きな手掛かりとなる。

従来、捕食痕の頻度を扱った研究では、捕食痕を1つでも持つ個体の割合や、1個体あたりの捕食痕の平均値を指標としてきた。しかし、捕食痕の増加は、捕食圧の増加のみを示しているとは限らない。「捕食成功率」が低い時にも、被食者が生き延びることによって捕食痕が集積していくからである。

一方、被食者である腹足類の貝殻に残る捕食痕の頻度分布は、「捕食頻度」と「捕食成功率」という2つのパラメーターの組み合わせで決定する。タマガイ科巻貝のように、1度の捕食行動で生きた被食者に捕食痕を1つだけ残すような捕食者の場合には、捕食成功率が100%であれば理論上は1個体に複数個の捕食痕が残ることはなく、「捕食成功率」が低下するにつれて捕食痕を複数個もつ個体の頻度

が増加してゆく。本研究では、始新世および中新世の貝類群集をモデルとし、種ごとの捕食痕頻度分布を満たす「捕食頻度」と「捕食成功率」の2パラメーターを統計モデルにより探す手法を開発した。推定されたこれらのパラメーターは、同種または同属の個体群では産地に関わらず近い値を取っていた。これらのパラメーターおよび結果として得られる捕食圧を、捕食痕頻度分布を入力することで簡易的に推定するプログラムについても紹介する。

Ishikawa, M., *et al.*, 2018. "Deciphering deterministic factors of predation pressures in deep time." *Scientific Reports* 8.

<sup>1</sup>Development of an estimation model of predation pressure using frequency distribution of predatory traces.

<sup>2</sup>Makiko Ishikawa (Yamazaki Univ. of Animal Health Technology/Univ. Tokyo), <sup>3</sup>Tomoki Kase (Kanagawa Univ./Nat. Mus. Nat. Sci., Tsukuba), <sup>4</sup>Hidekazu Tsutsui (JAIST)

## P22

環境変化に応じたアコヤガイの貝殻微細構造制御における分子メカニズム<sup>1</sup>

佐藤圭 (早稲田大)<sup>2</sup>・Davin H.E. Setiamarga (和歌山高専)<sup>3</sup>・米光裕 (和歌山高専)<sup>4</sup>・樋口恵太 (ミキモト真珠研究所)<sup>5</sup>・岩橋徳典 (ミキモト真珠研究所)<sup>6</sup>・永井清仁 (ミキモト真珠研究所)<sup>7</sup>

軟体動物の貝殻がもつミクロスケールの形態形質である貝殻微細構造は、その種類ごとに貝殻の物理・化学的強度や生産コストが大きく異なる。軟体動物の進化史において、貝殻微細構造を進化させ貝殻の特性を変えた分類群が生息域の拡大や種の多様化を遂げたことを示唆する例が近年の古生物学的研究によって報告されるようになってきた。こういった微細構造進化イベントがどのような分子メカニズムで引き起こされ生体にどのような影響を及ぼすのか解き明かすためには、古生物学的知見を積み重ねると同時に、分子生物学的側面からバイオミネラルゼーション機構を理解することが必要不可欠である。本研究では、アコヤガイでみられる微細構造形質発現の可塑性について着目した。ミキモト真珠研究所において、1月(貝殻形成停滞時)、4月(貝殻形成再開・異常殻形成時)、8月(貝殻成

長最盛期)の3度に渡ってアコヤガイを5個体ずつサンプリングし、貝殻についてはSEMによる微細構造観察を、軟体部については外套膜の外層(カルサイト質稜柱構造)形成領域と内層(真珠構造)形成領域を切り出し、既知の貝殻タンパク7種の発現パターンをリアルタイムPCR法によって解析した。その結果、CaCO<sub>3</sub>沈殿を抑制する貝殻タンパクのみが真珠異常殻形成時に多く発現することを明らかとした。この結果は異常殻形成時にアラゴナイト結晶が大きく成長しないことと調和的であり、アコヤガイが貝殻タンパクの発現パターンを能動的に変えることで、微細構造を任意の生理学的条件に応じた構造にスイッチする機構を有していることを示唆する。

<sup>1</sup>Molecular mechanism for controlling the shell microstructure depending on environmental changes in the Japanese pearl oyster.

<sup>2</sup>Kei Sato (Waseda Univ.), <sup>3</sup>Davin H.E. Setiamarga (Nat. Inst. Tech, Wakayama College), <sup>4</sup>Hiroshi Yonemitsu (Nat. Inst. Tech, Wakayama College), <sup>5</sup>Keita Higuchi (MIKIMOTO Pearl Research Lab.), <sup>6</sup>Yasunori Iwahashi (MIKIMOTO Pearl Research Lab.), <sup>7</sup>Kiyohito Nagai (MIKIMOTO Pearl Research Lab.)

## P23

下部中新統一志層群におけるリュウグウハゴロモガイ科二枚貝2種の殻形態と分類<sup>1</sup>

江端修平・栗原行人(三重大・教育)<sup>2</sup>

三重県津市に分布する一志層群大井層は、前期中新世後期の貝類化石を多産することで知られており、Araki (1960)は、貝石山層(現在の大井層)から *Periploma yokoyamai* (Makiyama)及び *Periploma mitsuganoense* (Araki)を報告した。上記2種は日本各地の中新統より報告されているが、集団標本に基づく形態変異は詳細に検討されていない。本研究では、保存良好の大井層産 *P. yokoyamai* [栗原(本講演予稿集)に従い、以下 *Aelga besshoense* (Yokoyama)]及び *P. mitsuganoense* の殻形態を計測し、分類学的再検討を行った。材料には三重県総合博物館収蔵標本と新たに採取した標本を用いた。標本はすべて合弁閉殻個体であり、変形した標本は計測から除外した。

*A. besshoense* については23個体を検討し、最大個体は殻長103mm、殻高72mmであった。殻高/殻長比および殻幅/殻長比はある程度の変異(それぞれ0.62~0.79, 0.22~0.31)を示すが、殻頂の位置は安定して殻のほぼ中央に位置している。閉殻筋痕および套線は確認できなかった。

*P. mitsuganoense* については14個体を検討し、最大個体は殻長54mm、殻高39mmであった。ホロタイプは三重大学に保管されていたが、パラタイプは行方不明であった。殻高/殻長比および殻幅/殻長比はある程度の変異(それぞれ0.61~0.75, 0.23~0.27)を示すが、殻頂は安定して殻の後端から約35%に位置している。後閉殻筋痕および套線湾入が初めて確認できた。

両種とも殻表面には微顆粒を欠き、不規則な成長線が発達する。殻内面に発達する buttress は *A. besshoense* では長く板状に発達するのに対し、*P. mitsuganoense* では短く棒状に発達し後閉殻筋痕の前縁に達する。

*P. mitsuganoense* の属の位置づけはこれまで議論されてこなかったが、殻表面に微顆粒を欠く点で狭義の *Periploma* Schumacher, 1817とは区別でき、*Aperiploma* Habe, 1952に類似する。

<sup>1</sup>Shell morphology and taxonomy of two periplomatid bivalves from the lower Miocene Ichishi Group in Mie, central Japan

<sup>2</sup>Shuhei Ebata, Yukito Kurihara (Mie Univ.)

## P24

下部中新統一志層群におけるリュウグウハゴロモガイ科二枚貝2種の産状と生息環境<sup>1</sup>

田岡信二・栗原行人(三重大・教育)<sup>2</sup>

リュウグウハゴロモガイ類はスエモノガイ類同様に左右不等殻で左殻を下に横たわり、後端をやや上げた姿勢で砂泥底に埋没して生活している二枚貝である(Morton, 1981など)。リュウグウハゴロモガイ類の化石の産出は稀であるため、その産状についての研究は非常に少ない。本研究では、一志層群大井層におけるリュウグウハゴロモガイ類2種(*Periploma yokoyamai* Makiyama [= *Aelga besshoense* (Yokoyama)], *P. mitsuganoense* Araki)の産状を観察し、生息環境を堆積相と共産する貝類化石から復元した。

大井層下部の泥質砂岩からは *A. besshoense* が合弁閉殻で、左殻を下にして地層面とほぼ水平に近い姿勢で産出した。これは生息姿勢をそのまま保持した生き埋めの産状と考えられる。*A. besshoense* を含む泥質砂岩には堆積構造はなく、*Macoma optiva* (Yokoyama)や *Mya cuneiformis* (Böhm)が自生的に産出し、その古水深は下部浅海帯と推定される。

大井層上部の硬質砂質泥岩、砂岩泥岩互層の泥岩部、および暗灰色泥岩からは *P. mitsuganoense* が合弁閉殻で、左殻を下にして地層面とほぼ水平に近い姿勢で産出した。これも生息姿勢をそのまま保持した生き埋めの産状と考えられる。硬質砂質泥岩、砂岩泥岩互層の泥岩部、および暗灰色泥岩は上位に向かって一連であり、暴風時波浪作用限界以深の堆積物である。共産化石から、砂質泥岩相は下部浅海帯、砂岩泥岩互層および暗灰色泥岩相は漸深海帯上部の古水深が推定される。したがって、*A. besshoense*, *P. mitsuganoense* はいずれも下部浅海帯以深に生息していたと考えられる。また、調査ルートでは両種が同所的に産出することはなかった。調査ルート以外では *P. mitsuganoense* は大井層下部からも産出しているのに対し、*A. besshoense* は大井層上部からは産出しない。

<sup>1</sup>Mode of fossil occurrence and habitat of two periplomatid bivalves in the lower Miocene Ichishi Group in Mie, central Japan

<sup>2</sup>Shinji Taoka, Yukito Kurihara (Mie University)

## P25

上部鮮新統～下部更新統中津層群(神奈川県中央部)の貝化石に基づく堆積環境の推定<sup>1</sup>瀬戸大暉(横浜国大・環境情報学府)<sup>2</sup>・間嶋隆一(横浜国大・環境情報研究院)<sup>3</sup>

上部鮮新統～下部更新統中津層群は神奈川県中央部に露出し、貝化石を多産する(小島, 1955など)。中津層群のこれまでの研究から、下位から上位への深海化傾向と、下位層準から暖流系掛川動物群の産出が明らかにされている(馬場, 1992)。また、瀬戸ほか(2019)は、同層群上位から冷水性化石群集を報告し、貝化石の生息深度と自生炭酸塩の酸素安定同位体比から、同層群上位層が150m～240mの水深で堆積したと推定した。本研究は、中津層群全層準の貝化石を検討し、産出した化石から中津層群の堆積深度の変遷を推定することを目的とする。

中津層群は、相模川沿いの段丘崖に北西-南東の走向で、北東へ数度から20度傾斜して露出する。地層は、下位から小沢層、神沢層、清水層、大塚層、塩田層、および当麻層からなる。化石産地は、下位から小沢層最下部の礫岩層(産地1)、同層中部の砂岩層中に狭在するレンズ状の礫岩層(産地2)、同層最上部の礫岩層と砂岩層

の互層(産地3)、神沢層中部の砂質泥岩層と泥質砂岩層(産地4)、塩田層上部の砂質泥岩層(産地5)の5つである。産地4は、この研究で新たに発見された化石産地で、産地5は、瀬戸ほか(2019)によって報告された産地である。

古水深は、産出化石の内、現生種に同定された種の生息深度の重複から推定した。各産地の古水深は、産地1が10m以深、産地2が10m以深、産地3が50m以深、産地4が約50m、産地5が150m～240mとなった。産出化石の内、掛川動物群の特徴種である *Venericardia panda* (Yokoyama)が産地2から産出し、*Glossaulax hagenoshitensis* (Shuto)が産地3から産出した。産地4からは、*Keenaea samarangae* (Makiyama)、*Lutrararia sieboldii* Reeve、*Paphia schnelliiana* (Dunker)が産出した。*G. hagenoshitensis* と *L. sieboldii* は、中津層群からは初報告となる。

<sup>1</sup>Depositional environments of the Nakatsu Group (upper Pliocene to lower Pleistocene) in Kanagawa Prefecture, central Japan, based on molluscan fossils.

<sup>2</sup>Hiroki Seto (Yokohama Natl. Univ.), <sup>3</sup>Ryuichi Majima (Yokohama Natl. Univ.)

## P26

三浦半島の東京湾沿いに露出する下部更新統野島層と大船層の貝化石群集と堆積環境<sup>1</sup>吉岡七海(横国大)<sup>2</sup>・小長谷美沙(横須賀市博)<sup>3</sup>・中谷是崇(横国大)<sup>2</sup>・瀬戸大暉(横国大)<sup>2</sup>・間嶋隆一(横国大)<sup>2</sup>

三浦半島の東京湾沿いに分布する貝山緑地と野島公園に露出する野島層と大船層の貝化石を検討した。貝山緑地はレユニオン正磁極帯層準でオールドバイ正磁極帯より下位の野島層が露出する。野島公園は野島層と大船層の下部が露出し、オールドバイ正磁極帯よりも上位と推定され、NOT-1とNOT-12凝灰岩層が狭在する。

貝山緑地の貝化石は、泥質砂岩層から散在的に産出する化石と厚さ約30cmの貝殻集積礫岩層から産出する化石に分けられ、泥質砂岩層から二枚貝類4種、巻貝類2種、ツノガイ類1種を同定し、種構成から水深50m前後で地層が堆積したと推定した。産出種には寒冷種の *Ezocallista brevisiphonata* を含み、*Lucinoma* sp. は合弁で多産した。貝殻集積礫岩層は、*E. brevisiphonata* など泥質砂岩層と産出する種が殆ど重複した。また、大桑・万願寺動物群の特徴種である *Anadara amacula* が豊富に産出した。この産出によって野島層は暖流系掛川動物群(神保ほか, 2017など)と寒流系大桑・万願寺動

物群の両方の特徴種が産出することが明らかとなった。

野島公園の野島層からは二枚貝類1種、巻貝類9種、ツノガイ類1種を同定し、種構成から100～200mの水深で地層が堆積したと推定した。これらの貝化石は、泥質砂岩層から散在的に産出し、殻長方向に一定の配列傾向が認められたが、これらの配列は生息場の海流などの影響と解釈した。野島公園の大船層からは二枚貝類4種、巻貝類3種を同定し、種構成から水深100～300mで堆積したと推定した。これらの貝化石は泥岩層から散在的かつ一部合弁で産出した。

貝山緑地の地層の約40m下位の層準から400m以深の水深を示唆するシロウリガイ化石が報告されている(Niitsuma et al., 1989)ことから、貝山緑地では水深400mから50mへと急速に浅海化し、上位の野島公園では水深が100～300mへと増したことが推定された。

<sup>1</sup>Molluscan fossils and sedimentary environments of the Lower Pleistocene Nojima and Ofuna formations of the Kazusa Group, exposed along the Tokyo Bay of the Miura Peninsula

<sup>2</sup>Nanami Yoshioka, Koretaka Nakatani, Hiroki Seto, Ryuichi Majima (Yokohama Natl. Univ.), <sup>3</sup>Misa Kohase (Yokosuka City Museum)

## P27

西南日本弧中新統に産する生痕化石 *Dactyloidites ottoii* の形成環境とその古生態学的意義<sup>1</sup>奈良正和(高知大・理工)<sup>2</sup>

*Dactyloidites ottoii* は、層理にやや斜交して伸びるシャフトの下端に、トンネル構造が放射状に分岐してロゼット状を呈する構造が連続した生痕化石で、個々の分岐トンネルにはスプライトが発達することが特徴である。また、ロゼット状構造は、一つの個体において複数重なった階層構造をなす事も多い。その形成者は、一般に蠕虫類と考えられており、現世で類似した形態の生痕をつくるとされるタマシギゴカイ類に比較されることが多い。そして、ジュラ紀以降の浅海～海域縁辺堆積物から報告されることから、中生代海洋変革以降複雑化した蠕虫類の生痕の一つと見られている。

西南日本弧中新統では、前弧海盆堆積物である三崎層群や田辺層群に、この *D. ottoii* が産する。三崎層群では、土佐清水市瓜白や弁天島の海岸露頭において、トラフ型斜交層理砂岩やフレーザー層理を含む砂岩に特徴的に産する。この産出層準は、周辺層準を含めた堆積相サクセションから判断すると、潮汐低地システムのうち、流路最上部から潮汐砂底の堆積物と考えられる。一方、田辺層群では、

西牟婁郡白浜町シガラミ磯の砂岩泥岩互層に豊富に産する。産出層準は、同じく潮汐低地システムのうち、潮汐砂底から混合底の堆積物と考えられる。

演者は西南日本弧各地の中新統から、網状河川、湖、内湾、波浪が卓越した前浜-沖浜、エスチュアリ中央盆や湾頭三角州といった種々の堆積場を識別してきたが、今のところ、この *D. ottoii* が見られるのは潮汐低地堆積物に限られている。

先行研究における *D. ottoii* の産出環境を見ると、記載や堆積学的解析が不十分で環境を十分復元し得ないものも散見されるが、中生代の標本群は、内側陸棚、外浜、そして潮汐低地に産するものの、新生代に入るとほぼ潮汐低地(あるいは記載データから判断すると潮汐低地と判断できる環境)へと収束してきた様に見える。現時点では研究数も十分ではないが、この変化は進化古生態学的に興味深い。今後、こうした観点からのさらなる検討が必要であろう。

<sup>1</sup>Formative environment of the trace fossil *Dactyloidites ottoii* in the Miocene deposits of the SW Japan Arc and its palaeoecological significance.

<sup>2</sup>Masakazu NARA (Kochi Univ., Dept. Biol. Sci.)

## P28

スナガニの巣穴から読み解く行動生態と海浜動態への応答様式<sup>1</sup>  
石寄美乃・小倉誠也・高橋千絢・金子真弥・  
井村朱里・椎野勇太 (新潟大学理学部)<sup>2</sup>

生痕化石は、生物の行動様式がどのように進化したのかを探る手がかりとなる。しかし生痕化石には、形成者の確実な証拠が残されない。どのような環境要因に呼応して作られ、進化を遂げた行動の痕跡なのか読み解くためには、現在起こっている生物擾乱の性質を正しく理解しなくてはならない。

季節変化の激しい砂浜環境は、生物擾乱・削剥・再堆積が繰り返し起こるため、生物擾乱の形成メカニズムと環境への応答を探る上で好例である (例えば Seike, 2009)。そこで本研究では、現生スナガニの棲管と砂浜地形との関係を検討することによって、砂浜環境の変遷と生物の応答様式を明らかにすることを目的とした。

新潟市五十嵐浜にて、地形測量およびスナガニ巣穴の調査を実施した。巣穴の分布密度と、石膏を流し込んで作成した巣穴の模型に基づき、環境要因と巣穴の分布・形態との関係について検討した。地形測量の結果、春から夏にかけて海側にバームが発達する一方、秋から冬の地形勾配はきつくなり、後浜は縮退していた。スナガニ

の巣穴は、6 月から 9 月の後浜で確認された。特に、砂浜の地形が起伏に富むときは、海岸線に最も近いバームの陸側に群生して巣穴が形成されていた。形成段階の最も進んだ巣穴の最深部は地下水面に達しており、瘤状の空間となっていることがわかった。

スナガニの巣穴は、砂浜地形の季節変化に応じて特徴的な分布様式となっていた。特に、局所的に巣穴が分布するときの地形の起伏には、スナガニの群生を引き起こす環境条件が生み出されていたと考えられる。群生が認められるバームの陸側は地形的に窪んでおり、海水に含まれている泥や海藻などが砂浜表面に残されやすい。そのような有機物をエサとして活用した結果、群生したのかもしれない。

地下水面付近に達した巣穴には、瘤状の空間が形成されていた。十脚類の呼吸メカニズムを考慮すれば、この瘤状空間を部分的に満たしている海水を利用して、安全かつ効率的に呼吸を行っていたと解釈できる。

<sup>1</sup> Behavioral ecology of ghost crab and its response to beach dynamics

<sup>2</sup> Yoshino Ishizaki, Masaya Ogura, Chihiro Takahashi, Maya Kaneko, Akari Imura and Yuta Shiino (Niigata University)

## P29

熊本県天草市の白亜系御所浦層群から  
産出した十脚類化石の新記録<sup>1</sup>

安藤佑介 (瑞浪化石博)<sup>2</sup>・廣瀬浩司 (御所浦資料館)<sup>3</sup>・鶴飼宏明 (御所浦資料館)<sup>4</sup>・島田一良 (御所浦町)<sup>5</sup>・黒須弘美 (御所浦資料館)<sup>6</sup>

熊本県西部の御所浦島に分布する御所浦層群からは、これまでに十脚類化石の産出が知られている (廣瀬・鶴飼, 2012)。しかし、記載されたのは *Joeranina goshourajimensis* Karasawa & Komatsu, 2013 の 1 種のみでほとんどは未記載の状態であった。標本の産出頻度が少ないことに加え、多くの標本は御所浦白亜紀資料館が開催するイベント中などで十脚類とは知らずに偶然発見されたものであり、採集時に破壊されるなど標本の状態が不良であったことも一因である。しかしながら、標本の蓄積により一部は記載可能な状況になったため、本発表で新たに判明した十脚類化石種について述べる (詳細な記載は, Ando *et al.*, 2020, Bull. Goshoura Cret. Mus., no. 21, in press にある)。なお、十脚類化石は御所浦層群江の口層雁ノ鼻部層および唐木崎層 (Cenomanian: 白亜紀後期) から産出した。

・*Eryma* sp.: 甲と第 1 胸脚が産出した。甲表の各溝の特徴から *Eryma* 属に同定される。本種は、*Eryma* 属の中では最も新しい化石記録であり、長い額角と甲の後部に存在する非常に浅く細い鰓心溝によって特徴づけられる。

・*Hoploparia* sp.: 甲、第 1 胸脚、腹節が産出した。頸域と肝域に小棘を有する点とオメガ隆起がよく膨らむ点で特徴づけられる。本属は、世界中から 66 種が報告されているが (Korneki *et al.*, 2017)、標本は前述の特徴により他種と区別される。

・*Bourneilyreidus* sp.: 甲が産出した。前側縁に 2 対の小棘を有し、額角基部から中胃域にかけて keel 状の突起を有する点で本属に同定される。同属の他種とは眼窩外棘よりも短い額角により容易に区別される。本標本は、同属の最古の記録であるとともに日本初の記録でもある。

<sup>1</sup>New records for decapods from the Cretaceous Goshoura Group (Albian to Cenomanian), Amakusa City, Kyushu, Japan.

<sup>2</sup>Y. Ando (MPM), <sup>3</sup>K. Hirose (GCM), <sup>4</sup>H. Ugai (GCM), <sup>5</sup>K. Shimada (Goshoura town).

<sup>6</sup>H. Kurosu (GCM).

## P30

上部石炭系長岩層の介形虫化石群 (予報)<sup>1</sup>  
田中源吾 (金沢大・国基)<sup>2</sup>・前川 匠 (熊本大・合津マリソ)<sup>3</sup>

日本における石炭紀の介形虫化石の研究は、Ishizaki (1963) が東北日本の石炭系から 9 種の *Bairdia* 属を記載したことに始まる。その後、Ishizaki (1964) は、岩手県大船渡市郊外に分布する上部石炭系長岩層より 6 属 10 種の介形虫化石を、Ishizaki (1968) は、岩手県大東市東磐井の上部石炭系竹沢層より 4 種の介形虫化石をそれぞれ報告した。東北地方以外では、Adachi (1989) が、岐阜県高山市福地に分布する一の谷層 (石炭系〜ペルム系) から介形虫化石を報告していたが、最近、Stocker *et al.* (2018) が、一の谷層から 2 新種を含む 6 属 6 種の石炭紀介形虫化石群集を新たに報告した。Stocker *et al.* (2018) は、一の谷層と長岩層の介形虫化石群集において、共通して産出する種が含まれることを指摘している。

本研究では、一の谷層との比較のために、長岩層の介形虫化石群集を再調査した。調査地は、龍辰鉱業株式会社の所有する大船渡鉦山長岩地区で、ここには長岩層の炭酸塩岩類が広く露出する。長岩層の層序と地質年代は、Kobayashi (1973) によって詳細な報告がなされており、本研究に用いた 5 つの石灰岩試料は、長岩層の上部層

(Kobayashi, 1973 の Upper subformation) から採取した。採取した試料のうち、1 試料から約 50 個体の介形虫化石が産出し、現在までに 6 属 8 種を同定した。以下はその一部である: *Aechmia* sp., *Bairdia hanaii*, *Bairdia nagaiwensis*, *Glyptopleurina tumida*, *Indivisia buekkensis*, *Kirkbya nagaiwensis*, *Kirkbya nipponica*, *Microcheilina subreniformis*, *Rectobairdia subsymmetrica*.

長岩層上部層の介形虫化石群集は、Ishizaki (1993, 1964) によって記載された種を多く含んでおり、Becker (1971) の Eifelian ecotype (浅海性介形虫群集) に相当する。また、一の谷層から報告されていた *Aechmia* 属の介形虫化石が新たに産出したことは、これまで指摘されていた一の谷層と長岩層及び竹沢層の介形虫化石群集の類似性を補強する結果となった。一方で、長岩層の浅海性介形虫化石群集が、南中国の石炭系上部から記載された種を含む点と同時代の北西中国の介形虫群集と共通種を持たない点は、石炭紀の古生物地理を考える上で興味深い結果となった。

<sup>1</sup>Preliminary study of ostracods from the Upper Carboniferous Nagaiwa Formation, northeastern Japan

<sup>2</sup>Gengo Tanaka (Kanazawa Univ.), <sup>3</sup>Takumi Maekawa (Kumamoto Univ.)

## P31

南西諸島の浅海域における現生介形虫群<sup>1</sup>新山颯大 (金沢大・自然)<sup>2</sup>・神谷隆宏 (金沢大・自然)<sup>3</sup>・田中源吾 (金沢大・国際基幹教育)<sup>4</sup>

生涯を通して底生生活を送る介形虫は、地理的・地形的な変化に影響を受けやすい。特に浅海性の種は、陸地や深海のような障壁により拡散経路を絶たれ、分布範囲の制限によって地域固有性が高くなる。南西諸島は、特に新生代後期以降、陸橋・海峡の消長や海水準の変動など、浅海性生物相に大きな影響を与えるダイナミックな地形的変遷を辿ってきた地域である。南西諸島における介形虫の研究では、これまでに新生代後期の介形虫群に関する報告があり、非常に高い多様性と地域固有性を持つことが知られている(例えば、Nohara, 1987)。しかし、現生介形虫群に関する研究は非常に少ない。本研究では、当該浅海域の表層堆積物中から現生介形虫群を抽出し、種の同定と特徴種の調査を行った。

本研究において確認された介形虫群のうち、優占種となったのは複数種の *Loxococoncha* 属と *Xestoleberis* 属であり、その多くが近隣の地域から報告されていない種であった。また、内湾の奥部にあたる地点では *Spinileberis quadriculeata*, *Neomonoceratina* cf. *bataviana* など

が特徴種となり、本州近海の内湾に多い *Cytheromorpha acupunctata* や中国沿岸の内湾に多い *Sinocytheridea impressa* は確認されなかった。上記の種と共に東アジアの内湾環境の指標種である *Bicornucythere bisanensis* s.l.は、沖縄本島南部のやや閉鎖的な湾地形を持つ中城湾で確認されたが、他の湾域では殆ど確認されなかった。

南西諸島の介形虫群は、多いところでは1試料あたり90種以上の介形虫が確認され、東アジアの近隣地域に比べて高い種の多様性を示した。また、南西諸島産の種の多くはこれまで報告の無い種であった。南西諸島における浅海域の介形虫群は、中国沿岸や本州など近隣の東アジア地域とは大きく異なる固有性の高い介形虫群で構成されることが分かった。

## 引用文献

Nohara, T. (1987). Cenozoic ostracodes of Okinawa-jima. Bulletin of College of Education, University of Ryukyus, 30 (2), 1-105.

<sup>1</sup>Recent shallow-marine ostracod assemblage in Nansei Islands<sup>2</sup>Sota Niiyama (Kanazawa Univ.), <sup>3</sup>Takahiro Kamiya (Kanazawa Univ.),<sup>4</sup>Gengo Tanaka (Kanazawa Univ.)

## P32

レビュー：三葉虫の複眼形態の多様性<sup>1</sup>勝田直興・鈴木雄太郎 (静岡大・理)<sup>2</sup>

“眼”が化石化する動物グループとして三葉虫は名高いが、そのサイズや視野範囲がどのような多様化傾向にあったのか、漠然としているのが現状である。そこで複眼構造のレビューを行い、三葉虫の系統進化との関係を議論した。

複眼の長さサイズ ( $L$ )・最低限の視野範囲 ( $R$ )・左右複眼の離れぐあい ( $D$ ) の三形質について、複眼形状を強く反映する *palpebral lobe* の形状から各形質の値を計測し、それぞれ1体節の長さ・ラジアン ( $\pi/180$ )・中葉の幅との比率として換算した。*palpebral lobe* は分類学的検討で最も重要視される骨格パーツの一部分であるため、網羅的に複眼形態情報を収集できる利点がある。計測対象の分類群は複眼をもつ263亜科で、可能な限り各亜科タイプ種の画像データで計測を行った。なお、分類体系は目 Order を Hughes (2007)に、科 Family 以下を Jell & Adrain (2003)などとデータベース Fossilworks に準拠した。

各形質の頻度の偏りについて四分位範囲と標準誤差の値をふまえると、視野範囲  $R$  および離れぐあい  $D$  よりも長さサイズ  $L$  のレンジが明らかに広い結果となった。この相違は、扇状の頭部側葉という

限られた二次元空間で  $L$  が体軸と斜交することで他の二形質よりも効率的な空間利用を行える、といった  $L$  の指向性における自由度の高さに由来すると考えられる。この特徴はオルドビス紀に出現した遊泳性種の複眼で顕著となり、主要な臓器や筋肉系が納まる中葉部に回り込むような位置取りに発展していた。さらに目階級の系統間での長さ  $L$  の変化傾向は、視野範囲  $R$  と離れぐあい  $D$  の変化傾向と対応することが明らかとなった。四分位範囲にもとづいた長さ  $L$  の減少傾向は、視野範囲  $R$  の減少と離れぐあい  $D$  の拡大傾向と対応しており、この関係はレドリキア目から派生したコリネクソクス目やプチコパリア目と認められた。リカス目は例外で、離れぐあい  $D$  が近接化していた。リカス目で原始的な系統群のダメセラ目目は、三形質の対応関係を踏襲していることから、グループ固有の特殊化が結果的に例外となる三形質の関係を生み出したと考えられる。一方で、長さ  $L$  の増加は、視野範囲  $R$  の増加と離れぐあい  $D$  の減少による中葉への近接化傾向と対応しており、この関係はプチコパリア目から派生したアサフス目やプロエタス目などで認められた。

<sup>1</sup>Review: morphological diversity of trilobite compound eyes<sup>2</sup>Naoki Katsuta, Yutaro Suzuki (Shizuoka Univ.)

## P33

軟骨魚類 *Egertonodus* 属の新標本の記載とその感覚器官の機能推定<sup>1</sup>多田誠之郎 (東大・理)<sup>2</sup>・對比地孝亘 (科博/東大)<sup>3</sup>

ヒボドント類は現生のサメ・エイ類と共に中生代に繁栄した軟骨魚類である。この分類群は現生軟骨魚類への形態進化を考察する上で重要な分類群であるにも関わらず、生態などの生物学的特徴はあまり明らかにされていない。そこで本研究では、ヒボドント類の保存の良い頭部標本 (INM 4-15226) について記載を行い、感覚器官の機能推定に基づいて生態を明らかにすることを目的とした。

標本の記載は外部形態に加え、CT スキャンデータよりエンドキャストを含む内部形態についても行った。その結果、本標本は *Egertonodus basanus* (旧 *Hybodys basanus*) と同定された。

エンドキャスト形態から生態を考察する際には実際の脳形態との差異に注意する必要がある。この点について現生サメ類の頭部を diceCT を用いて観察したところ、二つの形態の違いは大きく、鳥類や哺乳類と異なり脳とエンドキャストの形態を同一視することは不適切であることがわかった。一方で、エンドキャストから得られる神経孔の相対サイズや内耳の三半規管の情報は、化石種の生態を推

定する上で有用である。神経孔の大きさから、本種は現生サメ類と各感覚器官の発達の程度が大きく異なることが推定された。

さらに、三半規管の半径が俊敏性の指標となるという先行研究に基づいて魚類における種間アロメトリーの傾向と比較したところ、本種の三半規管は他の魚類に比べて極めて大きいとわかり、俊敏で活発な動きをしていたことが明らかとなった。これは鋭い歯冠で魚類等を捕食したとする先行研究と整合的である。尚、三半規管と俊敏性が相関するという仮定は化石種の生態推定に頻りに用いられるが、この相関が詳細に示されているのは鳥類や壺長類に留まる。予察的に現生軟骨魚類について検証したところ、一般的な傾向としてはこれを支持するように見えるものの、統計的な有意性は存在しなかった。脊椎動物全体においてこの関係が支持されるかどうかについて、今後データ数や分類群を増やすことによる詳細な検証が必要である。

<sup>1</sup>Description of a new specimen of the genus *Egertonodus* (Chondrichthyes: Elasmobranchii) with functional inferences on sensory organs<sup>2</sup>Seishiro Tada (Univ. of Tokyo), <sup>3</sup>Takanobu Tsuihiji (National Museum of Nature and Science/Univ. of Tokyo)

## P34

仙台層群竜の口層 (上部中新統—下部鮮新統) から産出した板鰓類化石群集<sup>1</sup>  
仲井大智 (名古屋大学・環境学)<sup>2</sup>

仙台層群竜の口層 (上部中新統—下部鮮新統) は新第三紀東北日本を代表する層群の 1 つであり、竜の口層は南北方向に延び、南方向に開いた“竜の口の海”で堆積した海成層である。竜の口層からは寒冷な環境を示す“竜の口動物群”という無脊椎動物化石群が産出することから、当時の古環境は現在の東北日本沿岸域よりも寒冷な海洋環境だったとされている。しかしながら、竜の口層上部から産出する花粉化石からは温暖な気候を示す化石群が産出しており、陸生環境と海洋環境が非整合的である。また、珪藻化石群集から一部暖流指標となる珪藻化石がわずかに産出することから暖流の影響があったことが示唆されているが、大型脊椎動物に基づいた“竜の口の海”の古環境復元は行われていない。本研究では、比較的海水環境を反映しやすい脊椎動物である板鰓類化石を記載すると共に、“竜の口の海”の古環境について板鰓類化石群集と先行研究で得られている知見を含めて考察する。

本研究は仙台市青葉区の広瀬川右岸に露出する竜の口層の最上部

から数えて 8 番目の貝化石層から 49 標本の板鰓類化石を採集し、うち 8 科 8 属 12 種を同定した。本層準の板鰓類群集は *Charcharhinus* 属、*Charcharodon* 属、*Myliobatis* 属が産出したことより、本地域は沿岸—沖合にかけた環境であることが支持された。また本地域からは、国内の後期中新世—前期鮮新世からは初の報告となる *Charcharhinus leucas* を含む温暖域に生息する *Charcharhinus* 属が多産するなど、現在の東北日本沿岸域に生息する板鰓類群集よりも温暖な環境に生息する板鰓類化石支配的であった。このことから、当時の“竜の口の海”には暖流の流入があったことが示唆される。また、後期中新世—前期鮮新世は世界的に温暖な気候だったことや、先行研究から得られた珪藻温度指数や花粉化石群集の植生分布の対比より、“竜の口の海”は現在の東北日本沿岸域よりも温暖な海洋に強い寒流の影響を受けた混合水域であったことを支持する結果となった。

<sup>1</sup>The elasmobranch fossil fauna from the Tatsunokuchi Formation, Sendai Group (upper Miocene–lower Pliocene).

<sup>2</sup>Daichi Nakai (Nagoya Univ.)

## P35

A new dercetid fish (Neoteleostei, Aulopiformes) from the Campanian Bearpaw Formation, Alberta, Canada.<sup>1</sup>

Mori Chida<sup>2</sup>, Alison M. Murray<sup>2</sup>, Donald B. Brinkman<sup>3</sup>, Oksana Vernygora<sup>2</sup>, and Hiromichi Kitagawa<sup>4</sup>

Dercetids are an extinct lineages of elongate, long-snouted fishes of the marine teleost order Aulopiformes. Aulopiform fishes have been reported from Tethyan marine deposits of Asia, Africa, Europe, the Middle East, South America, and North America, and range in age from the Late Cretaceous to the Paleocene. However, finds of dercetid fish in the Western Tethys and other western areas are scarce, with currently only a few genera reported from the Western Tethys from Mexico, Brazil, and Colombia, and a few reported fragments from the Western Interior Seaway (WIS) of Canada. Here, we describe a new specimen representing an additional member of Dercetidae which is the first well-preserved dercetid from Canada.

The specimen, TMP 2001.042.0017, was collected from the Korite Mine, a commercial mine for ammolites, located south of Lethbridge, and is now in the collections of the Royal Tyrrell Museum. The mine is located in

the lower part of the Bearpaw Formation, which samples marine deposits of the WIS from the late Campanian of southern Alberta, Canada.

The specimen consists of two blocks, one containing the articulated, but partially distorted, skull, and anterior part of the axial skeleton, and the second block containing the counterpart of the posterior part of the axial skeleton; whether the middle portion is complete has yet to be determined. The general characters of dercetids observed in this specimen include a shallow head with an elongate rostrum, and reduced neural spines. The skull is distinct from those dercetids that possess an edentulous premaxilla with a dentary that does not extend to the tip of the snout, such as †*Rhyncodercetis*, but is rather similar to that of †*Dercetis*, which has a toothed premaxilla and the dentary extends to the tip of the snout.

This new specimen expands our understanding of the distribution of dercetid fishes outside of the Tethyan region, as well as providing new anatomical details present in this group.

<sup>1</sup>カナダ・アルバータ州 Bearpaw 層から産出したデルケティス類

<sup>2</sup>University of Alberta, <sup>3</sup>Royal Tyrrell Museum of Paleontology

<sup>4</sup>埼玉県立自然の博物館

## P36

新標本の発見によるイクチオデクテス目魚類 *Amakusaichthys goshouraensis* の新たな大きさの特徴<sup>1</sup>

藪本美孝 (北九州自然史博)<sup>2</sup>・廣瀬浩司・黒須弘美 (御所浦白亜紀資料館)<sup>3</sup>・パウロ M. ブリトー (リオデジャネイロ州立大)<sup>4</sup>

熊本県天草市御所浦町に分布する上部白亜系姫浦層群から記載されたイクチオデクテス目魚類 *Amakusaichthys goshouraensis* Yabumoto, Hirose and Brito, 2018 (アマクサゴシヨウラムカシウオ) の新標本について検討した結果、本種の最大サイズと新たな形質が確認されたので報告する。

本種は頭部からなるホロタイプとほぼ完全な尾部骨格と背鰭、臀鰭、腹鰭を含む軀幹部からなるパラタイプに基づいて記載された。今回検討した標本はタイプ標本と共に同じ場所から採集され、天草市立御所浦白亜紀資料館に収蔵されていたもので、脊椎骨や肋骨の形態から本種の腹部と考えられる。腹鰭などいづれの鰭も含まれていないことと密集する上神経骨 (supraneural) が見られることから頭部の直後から腹鰭より前方の部分と考えられる。タイプ標本には腹部のこの部分は保存されていない。

原記載には明確な標準体長と全長に関する記述はないが、タイプ

から推定される標準体長は 51cm、全長は約 60cm であった。パラタイプの体高は腹鰭のところで 8.0cm であるが、本標本では最も高いところで 12.2cm ある。本標本から推定される標準体長は約 70cm、全長は約 85cm であり、これまで考えられていたものより 20cm から 25cm 大きい。さらに脊椎骨から体の腹縁までの高さが背縁までの高さのおよそ 2 倍であることや腹部腹縁にニシン目魚類に見られる稜鱗に類似した一連の鱗があることなどが観察された。

本種は口が小さく吻が長いこと、歯が小さいこと、下顎の関節が眼窩前縁下よりも前方に位置することでイクチオデクテス目魚類の中でも特異な存在であったが、さらにニシン目魚類に見られる稜鱗に類似した一連の鱗があることは本種の固有派生形質と考えられる。

<sup>1</sup>Discovery of a new specimen of the ichthyodectiform, *Amakusaichthys goshouraensis*, brings new interpretations of size and characters

<sup>2</sup>Yoshitaka Yabumoto (Kitakyushu Mus. Nat. Hist. Hum. Hist.),

<sup>3</sup>Koji Hirose, Hiromi Kurosu (Goshoura Cretaceous Museum), <sup>4</sup>Paulo M. Brito (Rio de Janeiro St. Univ.)

## P37

レバノン上部白亜系サニー層産 Halecomorph 魚類とその意義  
宮田真也 (城西大・化石ギャラリー)<sup>2</sup>・藪本美孝<sup>3</sup> (北九州自然史博)

レバノン北西部の上部白亜系からは少なくとも79属122種の魚類化石が報告されており (Forey et al. 2003), 後期白亜紀のテチス海の魚類相を理解する上で重要である。本研究では, 城西大学水田記念博物館大石化石コレクションのレバノン産 Halecomorph 魚類について報告する。産地はレバノン北部の Hâqel で, 産出層準はサニー層である。化石は平行葉理の発達する石灰質泥岩に含まれている。本層の年代は *Rotalipora cushmani* や *Praeglobotruncana stephani* などの有孔虫化石やアンキロセラス亜目の *Allocioceras* cf. *annulatum* の産出が認められることから (Hemleben, 1977; Wippich and Lehmann, 2004) セノマニアン期であると考えられる (例えば, Marramà et al., 2016)。

標本は胸鰭, 臀鰭を除く全身が保存されており, 推定標準体長が205mmである。本標本は尾鰭および背鰭に *fulcra* があること, 背鰭基底は長く, 体後部の大部分を占め, 鰭条数は42-44程度であること, 臀鰭は小さく近担鰭骨数が9認められること, 椎体の側面中央

に隆起があり, その背側と腹側に窪みがあること, 尾は異尾で, 細長い下尾骨が扇状に配列し, 尾鰭鰭条と関節する部分がへら状に広がることなどから *Spathiurus dorsalis* Davis, 1887 に同定されるが, 尾鰭の形状が異なる。本種は体前部と腹部ならびに尾鰭後部を欠く標本をホロタイプとして記載された。その後, Woodward (1985) は *Amphilaphurus major* Davis, 1887 を *S. dorsalis* のシノニムとするともに断片的な頭部を含むいくつかの追加標本を記載している。

本種の分類学的位置については, オリゴプレウルス科, アミア科, イオノスコプス科など, 研究者によって見解が異なる (Gardiner, 1967; Maisey, 1991; Woodward, 1985 など)。今回の標本は, ほぼ全身が関節した状態で保存されており, これまで不明であった顎骨なども保存されていることから, プロポーションやこれまでに知られていない形質について報告するとともに分類学的位置についても検討を行う。

<sup>1</sup> A Late Cretaceous halecomorph fish from the Sannine Formation in Hâqel, Lebanon.

<sup>2</sup>Shinya Miyata (Josai Univ.), <sup>3</sup>Yoshitaka Yabumoto (Kitakyushu Mus. Nat. Hist. Hum. Hist.)

## P38

現生アロワナ上目魚類バタフライフィッシュ (*Pantodon buchholzi*) の骨学的研究—アロワナ上目化石魚類の系統学的研究に向けて—<sup>1</sup>  
石井篤 (東京学芸大・院)<sup>2</sup>・宮田真也 (城西大・化石ギャラリー)<sup>3</sup>・佐藤たまき (東京学芸大・教育)<sup>4</sup>

アロワナ上目 Osteoglossomorpha は真骨類 Teleostei の中で最も基盤的なグループの1つと考えられている魚類の一群である。アロワナ上目内の系統関係については形態形質および分子を用いた系統解析を用いた先行研究があるが, 両者の結果で一致が得られていない。そのため, *Lycoptera* などの化石魚類も含めた系統分類学的再検討を行う際, 現生種の形態形質の見直しが必要である。

特にバタフライフィッシュ *Pantodon buchholzi* に関しては, 形態系統解析では本種がアロワナ科 Osteoglossidae に所属するとされた。一方で, 分子系統解析ではアロワナ目 Osteoglossiformes の中で最も基盤的位置に属し, パントドン科 Pantodontidae として本種のみからなる独立した科を構成するとされており, 両者の系統解析の結果に乖離が認められる。そこで本研究では, アロワナ上目の系統解析の再検討を目的として *P. buchholzi* の透明二重染色標本の観察をもとに, 本種の骨学的再検討を試みた。

その結果, 背鰭の第5近担鰭骨, 第20神経棘, 臀鰭について多型が認められた。上記3つの形態のうち, 前者2つは多型のタイプと性別の一致が見られたことから性的二型を反映している可能性が新たに示唆された。このことは *Singida* などの本種と近縁と考えられている化石魚類の性的二型の検討を行う際にも重要であるものと考えられる。また, 臀鰭の多型も性的二型を反映していることが先行研究より報告されているが, これに関する形質が過去の形態系統解析で使用されてきたにも関わらず, それらの解析では *P. buchholzi* の臀鰭に性的二型は無いとされてきた。そのため本種における本形質のコーディング方法の再検討を行う必要性が示唆される。コーディング方法を本研究の結果に従って修正した場合, 本種の形質状態はアロワナ科ではなく本上目内で最も基盤的な科とされるヒオドン科 Hiodontidae と同様になり, これにより, 分子系統解析と矛盾がない解析結果に一步近づくことが予想される。

<sup>1</sup>Osteology of the extant osteoglossomorph *Pantodon buchholzi* and its implications for the phylogeny of fossil forms.

<sup>2</sup>Atsushi Ishii (Tokyo Gakugei Univ., Graduate School), <sup>3</sup>Shinya Miyata (Josai Univ.), <sup>4</sup>Tamaki Sato (Tokyo Gakugei Univ.)

## P39

A re-evaluation of fossil reptiles from the Lower Jurassic Nishinakayama Formation in Shimonoseki, Yamaguchi: new insights from X-ray computed tomography and geochemistry<sup>1</sup>  
Benjamin T. Breeden III (Univ. of Utah)<sup>2</sup>・Kentaro Izumi (Chiba Univ.)<sup>3</sup>・Makoto Manabe (Natl. Mus. Nat. Sci.)<sup>4</sup>・David B. Kemp (China Univ. of Geosci.)<sup>5</sup>・Chisako Sakata (Natl. Mus. Nat. Sci.)<sup>6</sup>・Fumio Takahashi (Mine City Mus. Hist. Folklore)<sup>7</sup>

During the 1990s, partial articulated skeletons of a turtle (MMHF 5-00001) and crocodylomorph (MMHF 5-00002) were reported from the Nishinakayama Formation (Pliensbachian-Toarcian, Early Jurassic) in the Era River of Toyota Town, Shimonoseki. These specimens represent the earliest body fossil records of turtles and archosaurs in Japan; however, both are preserved two-dimensionally in loose slabs of shale, which limited taxonomic interpretations when they were first described.

We used X-ray computed tomography to describe the anatomy of these specimens in greater detail than prior studies. We also used stable carbon isotope and X-ray fluorescence

chemostratigraphy to constrain their stratigraphic provenance. The geochemical data support both specimens originating from a similar interval that is stratigraphically higher than the Toarcian ocean anoxic event, which is consistent with the biostratigraphically-constrained Toarcian age previously assigned to them. MMHF 5-00002 comprises only a partial hindlimb, caudal vertebrae, and osteoderms. CT data reveal little new anatomical data, and we consider this specimen an indeterminate crocodyliform. MMHF 5-00001 possesses several features consistent with a marine lifestyle, including a reduction of costal ossification and the presence of plastral fontanelle; however, it lacks other marine adaptations. This likely represents a new species and may be the earliest marine turtle.

<sup>1</sup>山口県下関市の下部ジュラ系西中山層から産出する爬虫類化石の再検討: X線CTスキャン及び地球化学分析に基づく新発見

<sup>2</sup>ベンジャミン・ブリーデン (ユタ大学) <sup>3</sup>泉賢太郎 (千葉大学)

<sup>4</sup>真鍋真 (国立科学博物館) <sup>5</sup>デービッド・ケンプ (中国地質大学)

<sup>6</sup>坂田智佐子 (国立科学博物館) <sup>7</sup>高橋文雄 (美祿市歴史民俗資料館)

## P40

石川県白山市白峰地域の手取層群北谷層から発見された脊椎動物化石含有層に関する予察的報告<sup>1</sup>

大塚健斗(白山市白峰化石調査センター)<sup>2</sup>・平山 廉(早大・国教)<sup>3</sup>・伊左治鎮司(千葉県立中央博)<sup>4</sup>・真鍋 真(科博)<sup>5</sup>・松本涼子(神奈川県立中央博)<sup>6</sup>・大倉正敏(愛知県江南市)<sup>7</sup>・酒井佑輔(大野市教育委員会)<sup>8</sup>・藪本美孝(北九州自然史博)<sup>9</sup>・山口一男(石川県白山ろく民族資料館)<sup>10</sup>・白山市<sup>11</sup>

手取層群が分布する北陸三県・岐阜県では、1982年に手取層群桑島層の露頭である桑島化石壁(石川県白山市桑島)で獣脚類恐竜の遊離歯が発見されて以来、各地で化石発掘調査が継続的に行われている。白山市では近年、桑島化石壁だけでなく、市内に分布する手取層群全体を対象とした化石発掘調査を実施している。今回は、手取川支流の大道谷川および太田谷川流域で行っている手取層群北谷層の脊椎動物化石含有層を対象とした調査について報告する。

白峰地域の北谷層における脊椎動物化石の発見は、1994年に太田谷川でイグアノドン類と思われる恐竜の椎骨など数点が見つかったことに始まる。同年以降、断続的に調査を行い、大道谷川沿いの露頭では卵殻化石が多数発見されている。2015年の調査では、大道谷川沿いの露頭でこぶし大の断片的な骨など4点を含む転石を発見した。

このうち長管骨断面と思われる骨化石は、骨の大きさや骨断面構造から、恐竜である可能性が高いものと推察された。大道谷川沿いの露頭では、2016年に転石から骨化石が見つかり、2017年および2018年に植物や貝類、硬骨魚類のガノン鱗、カメ類の甲羅などが見つかった。

2015～2018年の調査で発見された化石には、*Brachyphyllum* sp., *Zamites* sp.などの植物、*Trigonioides* sp.や*Plicatounio* sp.といった二枚貝、さらに派生的なカメ類である*Adocus* sp. (アドクス科)が確認されており、手取層群の中でも福井県勝山市の恐竜化石発掘現場(北谷層)から産出する化石群集と極めて類似した構成であることが特筆される。

<sup>1</sup>Preliminary report of vertebrate fossil-bearing bed of the Kitadani Formation, Tetori Group in the Shiramine area, Hakusan City, Ishikawa Prefecture, Japan  
<sup>2</sup>Otsuka, K. (Shiramine Inst. Paleont.), <sup>3</sup>Hirayama, R. (Waseda Univ.), <sup>4</sup>Isaji, S. (Nat. Hist. Mus. Inst., Chiba), <sup>5</sup>Manabe, M. (Nat. Mus. Nat. Sci., Tsukuba), <sup>6</sup>Matsumoto, R. (Kanagawa Pref. Mus. Nat. Hist.), <sup>7</sup>Okura, M. (Konan City, Aichi Pref.), <sup>8</sup>Sakai, Y. (Ono City Board of Education), <sup>9</sup>Yabumoto, Y. (Kitakyushu Mus. Nat. Hist. Hum. Hist.), <sup>10</sup>Yamaguchi, I. (Ishikawa Pref. Hakusan Folk Mus.), <sup>11</sup>Hakusan City

## P41

## 徳島県勝浦町の下部白亜系立川層より産出した

スッポンモドキ科カメ類<sup>1</sup>

藺田哲平<sup>2</sup>・辻野泰之<sup>3</sup>・田上浩久<sup>4</sup>・河部壮一郎<sup>2,5</sup>・中山健太郎<sup>2</sup>・東洋一<sup>2,5</sup>(福井県立恐竜博物館<sup>2</sup>, 徳島県立博物館<sup>3</sup>, 徳島県化石同好会<sup>4</sup>, 福井県大・恐竜研<sup>5</sup>)

徳島県勝浦町に分布する下部白亜系物部川層群立川層(Barremian)からは、鳥脚類や竜脚類などの恐竜類やワニ類、カメ類、魚類などの多様な脊椎動物化石が発見されている。カメ類は遊離した甲羅が多いが、今回、本邦最古となるスッポンモドキ科のカメ類化石が確認されたので報告する。

産出したスッポンモドキ科カメ類の化石は右下腹甲1点で、腹側面には本科に特有の不規則な凹凸からなる細かい彫刻模様が発達する。鱗板溝は認められない。前後長13mmに対して左右幅25mmと全体に前後に短い形状を呈する。後方からの湾入は顕著で、最もくびれた部位では前後長4mmとなる。これらの形態的特徴は、白亜紀のスッポンモドキ科である*KyzyIkumemys*属によく似ており、立川層産のスッポンモドキ科の背甲長は約9cmであったと推定される。

スッポンモドキ科は前期白亜紀に出現したとされているが、前期白亜紀の化石記録は乏しく、タイのSao Khua層(Barremian)やKhok Kruat層(Aptian)から*KyzyIkumemys*属が(Tong et al., 2009)、手取層群北谷層(Aptian)から属種未定の断片的な甲羅化石が報告されているのみである。北谷層からも下腹甲が産出しているが、後方の湾入が弱く、遠位部の前後長が短い点において、立川層標本とは明らかに異なる形態的特徴を示す。また、立川層と同じBarremianに対比される手取層群桑島層からは、より基盤的なスッポン類化石が多数産出するが、スッポンモドキ科やスッポン科といった派生的なグループは確認されていない。これらのことから、立川層標本はスッポンモドキ科の初期進化を解明する上で非常に重要であると考えられる。

— 引用文献 —

平山, 2005. 桑島化石壁の動物化石調査報告書, p.12-20. 白山市教育委員会.  
Tong et al., 2009. Geological Society, London. 315, p.141-152.

<sup>1</sup>Carettochelyid turtle from the Lower Cretaceous Tatsukawa Formation (Monobegawa Group) in Katsura, Tokushima. <sup>2</sup>Tepei Sonoda, <sup>3</sup>Yasuyuki Tsujino, <sup>4</sup>Hirohisa Tagami, <sup>5</sup>Soichiro Kawabe, <sup>6</sup>Kentaro Nakayama, <sup>7</sup>Yoichi Azuma (Fukui Pref. Dinosaur Museum, <sup>8</sup>Tokushima Pref. Museum, <sup>9</sup>Tokushima Amateur Fossil Club, <sup>10</sup>IDR, Fukui Pref. Univ.)

## P42

水中視が及ぼすカメ類の鞏膜輪形態への影響<sup>1</sup>

山下桃(科博)<sup>2</sup>・對比地孝臣(科博・東大院理)<sup>3</sup>

生物の眼の組織の大きさや形は、生活様式と強く関係していることが知られている。昼行性や夜行性といった日周活動の他に、陸上視・水中視のような環境の違いも眼の組織の形態に影響を及ぼすことが数多く報告されてきた。

鳥類を含む爬虫類(ワニ類や蛇類を除く)の眼の中には、鞏膜輪と呼ばれる輪状の骨組織が存在しており、鳥類においては、水中視する種と陸上視する種では鞏膜輪の形態が異なること(鞏膜輪内縁部の反り返りの有無)が提唱されている。これは、それぞれの環境において焦点距離の調節方法が異なることが要因であると考えられているが、爬虫類全体においてこのような形態的差異が存在するかどうかについては明らかでない。この点を検証するため、生態の詳細が明らかな他の現生爬虫類で唯一陸生種と水生種の両方を含むカメ類において陸生種と水生種の鞏膜輪形態の比較を行い、鳥類に見られるような水生適応に伴う形態変化の有無を調べた。

ウミガメ類(水生)、リクガメ類(陸生)、ドロガメ類(半水生)の鞏膜輪の断面形態を比較した結果、陸上視する鳥類に特徴的に見

られる鞏膜輪内縁部の反り返りは、どのカメ類においても見られず、陸上視・水中視の間における形態の違いはなかった。よって、この形態変化については、分類群特有の挙動を示すものであり、カメ類においては水中視による影響は弱いことが示唆された。爬虫類の中でも、鳥類やトカゲ類と、カメ類とでは焦点距離を調節するための筋肉の構造が異なり、それに伴って焦点距離の調節方法も異なることが知られているため、分類群ごとの鞏膜輪の形態変化の差異は、このような調節方法や構造の違いが関係している可能性があると考えられる。一方で、ウミガメ類の鞏膜輪は厚く平坦な断面を示し、リクガメ類・ドロガメ類は薄く凸型の断面の鞏膜輪を持つことがわかった。鳥類においても、陸上視・水中視する種の間で鞏膜輪の厚みの差異が見られることが知られている。これは水中において水圧から眼球を保護するためであると考えられており、カメ類においても同様なことが起こっていると考えられる。

<sup>1</sup>Influence of aquatic vision on morphology of the sclerotic ring in turtles

<sup>2</sup>Momo Yamashita (National Museum of Nature and Science), <sup>3</sup>Takanobu Tsuihiji (National Museum of Nature and Science; Univ. of Tokyo)

## P43

台湾最後のトミストマ類ワニ<sup>1</sup>  
卓義揚 (台湾大学)<sup>2</sup>・蔡政修 (台湾大学)<sup>3</sup>

Three tomistomine taxa (Crocodylia, Crocodylidae, Tomistominae) occurred in Taiwan to date: Miocene *Penghusuchus pani*, Early-Middle Pleistocene “*Tomistoma taiwanicus*” and *Toyotamaphimeia* sp., but the cause and timing of extinction remain unresolved. Here we describe a new specimen dredged from the sea bottom between Penghu Islands and Taiwan; the geological age is uncertain, but likely to be the Middle-Late Pleistocene. The fossil shows tomistomine features, including tuberosity of the supraoccipital visible in dorsal view; the lateral edge of the skull table medially to the quadrate condyle in dorsal view; and quadrate with expanded medial hemicondyle. Besides, the specimen also has distinctive characters: ventral exoccipital process robust and lateral carotid foramen opens posteroventrally, both of which suggest the taxonomic affinity with Miocene *Penghusuchus* and Pleistocene *Toyotamaphimeia*, informally

recognized as “East Asian tomistomines”. The incompleteness of the fossil material refrains from further recognition of taxonomic identity to the genus or species level. Regardless, given the tomistomine affinity and Middle-Late Pleistocene occurrence, this new find represents the last of the tomistomines in Taiwan. Additionally, the difference in geological ages between this Middle-Late Pleistocene tomistomine and the Miocene *Penghusuchus* (up to 15 million years), both from the Penghu area (Taiwan), suggests a long “ghost lineage” and future finds should reveal the detailed evolutionary history, paleoecological significance, driving force for the demise of tomistomines along the whole eastern margin of Eurasia.

<sup>1</sup>The last tomistomine in Taiwan

<sup>2</sup>Yi-Yang Cho (Institute of Ecology and Evolutionary Biology, National Taiwan University)

<sup>3</sup>Cheng-Hsui Tsai (Department of Life Sciences and Institute of Ecology and Evolutionary Biology, National Taiwan University)

## P44

ワニと恐竜の大腿骨頭は相同だが、  
恐竜と鳥の大腿骨頭は相同ではない<sup>1</sup>

江川史朗 (理研 BDR; Yale Univ.)<sup>2</sup>・Joao F. Botelho (Fac. of Biol. Sci.; Yale Univ.)・倉谷滋 (理研 BDR)<sup>3</sup>・John R. Hutchinson (RVC, Bhatt-Anjan S. Bhullar (Yale Univ.)

形態の進化の実体は、形態形成の進化である。よって、形態進化の詳細を具体的に機構的観点から理解する為には、形態形成の進化を復元することが肝要となる。その際に最も有用な情報源になるのは、近縁な現生動物の胚と、系統的にその中間に位置する動物の化石である。本研究ではこれらが豊富である主竜類、特に恐竜の大腿骨頭の進化に焦点を当て、その形態形成の進化を復元した。

はじめに、胚の解析を行った。爬虫類と鳥類の胚を用い、大腿骨およびその周辺の骨格の原基の3D形態を記載した。その結果、大腿骨の概形が形成された最初期の発生ステージにおいて、大腿骨の形態および周辺骨格・軟組織(特に靭帯)との位置関係がとても保存されていることが判明した。更にその後の各個体発生を追跡してみると、爬虫類と鳥類の大腿骨頭は異なる領域(≒細胞集団)から発生してくることが判明した。

次に、化石の解析を行った。現生ワニの大腿骨近位端に見られる骨性隆起・軟組織(特に靭帯)付着点、およびそれらの位置関係は、基盤的 Maniraptoran まで保存されていた。一方、それらは Ornithothoracine で大腿骨頭と軟組織の位置関係が変化していた。これは、大腿骨頭を由来する領域(≒細胞集団)が、基盤的 Maniraptoran まではワニ型で、基盤的 Ornithothoracine で鳥型へと変化したことを示唆する。

上記を勘案すると、恐竜に特徴的な「内側へ突出した大腿骨頭」の形態形成の、複雑な進化史が復元できる。即ち、「恐竜はワニと同じ領域(≒細胞集団)から大腿骨頭を形成していた。成体の大腿骨頭は内向きへと進化していたので、大腿骨近位端全体が個体発生中に向きを変えたと考えられる。その後の系統発生において異なる領域(≒細胞集団)から大腿骨頭を形成するようになった」。つまり、共有派生形質の獲得後、その形態形成のみが進化し、上書きされた。

<sup>1</sup>On the possibility that the femoral heads are homologous among crocodylians and dinosaurs while non-homologous among dinosaur and birds. <sup>2</sup>Shiro Egawa (RIKEN BDR; G&G, Yale Univ.), <sup>3</sup>Shigeru Kuratani (RIKEN BDR)

## P45

**Preliminary report on a new Istiodactylid Pterosaur specimen from the Lower Cretaceous Yixian Formation of Liaoning Province, China**

Masanori Ozeki (CUGB, Tsukuba Univ.)<sup>1,2</sup>・Sachiko Agematsu (Tsukuba Univ.)<sup>2</sup>・Lida Xing (CUGB)<sup>1</sup>

Early Cretaceous rocks of Europe and China rarely yields preserved partially fossils of istiodactylids that belong to one of the lineage of ornithocheiroid pterosaurs (e.g. Witton, 2013). They are known from five genus and seven species and one undescribed specimen to date, and most are reported from the Lower Cretaceous Jiufotang Formation, China. One incomplete istiodactylid fossil has recovered from the Jingangshan Member of the uppermost part of the Yixian Formation at Jingangshan in western Liaoning, China, showing an unusual character of pes digits, where only a few pterosaur fossils including an embryo have been reported. This incomplete specimen is deposited at the Institute of Vertebrate Paleontology, Gansu Agricultural University, China, which consists of an incomplete the partial skull with a part of sclerotic ring, mandible and forelimb bones,

possible pelvis and prepubis, and almost complete hindlimb bones. On the basis of ratio of metatarsal III to tibia and a shape of its deltopectoral crest, this can be referred to Ornithocheiroidea (Unwin, 2003), and on the basis of big antorbital fenestra and tooth morphology, this can be referred to Istiodactylidae (e.g. Andres and Ji, 2006). The length of these elements are very similar to that of “*Longchengpterus*”. Moreover, the specimen shows the different numbers of pedal phalanges which are composed of two, three, four, and three phalanges from digit I to IV.

This istiodactylid pterosaur is a new component of the pterosaur fauna of the Jingangshan Member of the Yixian Formation either it is a new specimen of “*Longchengpterus*” or not, it is an important specimen in understanding paleobiology and evolution of Chinese istiodactylids.

<sup>1</sup>大関仁智・邢立达 (China University of Geosciences, Beijing)

<sup>2</sup>大関仁智・上松佐知子 (筑波大学)

## P46

Large Sauropod trackway with manus imprints from the Upper Cretaceous of Gurilin Tsav fossil site, Western Gobi Desert, Mongolia.<sup>1</sup>

B. Mainbayar (Inst. of Paleontology, MAS, Mongolia)<sup>2</sup>, S. Ishigaki (Okayama Univ. of Sci. Japan)<sup>3</sup>, Kh. Tsogtbaatar (Inst. of Paleontology, MAS, Mongolia)<sup>4</sup>, and M. Saneyoshi (Okayama Univ. of Sci. Japan)<sup>5</sup>

Abundant dinosaur footprints have been discovered from the Upper Cretaceous of Gobi Desert, Mongolia. Most of the ichnites are theropod and ornithopod origin. Sauropod ichnites are relatively scarce, and most of the findings are isolated natural casts. There are only two confirmed trackways of sauropod origin, one is from Shar Tsav, and the other one is from Khavirgiin Dzo. The trackway from Shar Tsav, is associated with manus imprints. And this has been the unique manus associated sauropod trackway in Mongolia. However, the manus imprints were strongly weathered and it was impossible to reconstruct the original feature nor size of the imprint.

In 2018, Okayama University of Science and Mongolian Institute of paleontology joint expedition discovered a sauropod trackway from middle part of the Nemegt Formation in Gurilin Tsav. All footprints are natural

casts. Two manus imprints and five pes imprints are recognized. This is the first concrete evidence of sauropod manus imprint in Mongolia. As the trackway was preserved at the cliff edge of the valley, more than half of the footprints slid to downward of the cliff. One left manus and two left pes imprints remained at the cliff edge, preserving original morphology such as slide marks and claw impressions very well. Other four imprints slid into the valley from the cliff edge and partly destroyed and weathered.

The size of the best preserved manus imprint is FL:34cm FW:58cm. The size of the best preserved pes imprint is FL:80cm FW:62cm. The pes imprints indicate oval shape with four clear digital slide marks. The manus imprints are almost half size of the pes imprints. They show half-moon shape and have no projected digit I impression. These characteristics suggest that the trackmaker may belong to titanosaurid.

<sup>1</sup> モンゴル国ゴビ砂漠西部のグリリンツァフ化石産地より産出した前足印を伴う竜脚類行跡化石 <sup>2</sup> B. マインバイヤル(モンゴル科学アカデミー古生物学研究所), <sup>3</sup> 石垣忍(岡山理科大学), <sup>4</sup> Kh. ツォクトバートル(モンゴル科学アカデミー古生物学研究所), <sup>5</sup> 実吉玄貴(岡山理科大学)

## P47

北海道・中川町の白亜系蝦夷層群より産出した潜水鳥類化石<sup>1</sup>  
青塚圭一(東大・院理)<sup>2</sup>・中島保寿(東京都大)<sup>3</sup>・  
疋田吉識(中川町自然誌博)<sup>4</sup>・遠藤秀紀(東大博)<sup>5</sup>

北海道北部の中川町に分布する白亜系の蝦夷層群西知良志内層(コニアシアン-サントニアン)より鳥類化石が採取された。この化石は断片的な左跗骨であり、骨軸中央から近位端までが保存されている。骨軸は細長く、第 IV 中足骨の外側縁が大きく前側に張り出し、遠位に長く伸びていること、後側面に下足根骨がないことなど、既知のヘスペロルニス類と共通した特徴を示している。ヘスペロルニス類は白亜紀後期の北半球で繁栄した後肢推進性の潜水鳥類であり、大小様々な属・種が発見されているが、近位端関節面の計測値から本研究で報告する標本は *Hesperornis mengeli* 程度の大きさであり、このグループではかなり小型な個体であったと考えられる。

近位端関節面の保存状態は良く、白間突起は低く、丸みを帯びている。派生的な *Hesperornis* の白間突起は高く尖っているが、*Baptornis* や *Paraheperornis* など基盤的な属では、やや丸みがかっている。しかし、本標本の突起は左右対象であるのに対し、既知のヘスペロルニス類では突起は外側に傾斜するという違いがある。

また、本標本では外側白が内側白よりやや大きく、後側面から見たときに近位端関節面が平らになっているが、多くのヘスペロルニス類では内側白の方が外側白よりも大きい、または同程度であり、近位端関節面は傾斜している。これらの形質を比較したところ、本標本の特徴全てに合致するものは既知の種では知られておらず、新種の可能性も考えられる。しかし、同じ蝦夷層群の鹿島層(コニアシアン-サントニアン)からは同グループの *Chupkaornis* が発見されており、報告されている部位に跗骨は含まれていないことから、本標本が同一種の可能性もあり得る。このため、現時点ではヘスペロルニス類のものとして報告するに留めるのが妥当であると思われる。ヘスペロルニス類の多くは北米で発見されているが、アジアでの記録は乏しく、本標本が国内 2 例目の報告となる。このため、このグループの分布や放散の時期を探る上で重要なものである。

<sup>1</sup>A diving bird fossil from the Cretaceous Yezo Group in Nakagawa Town, Hokkaido.

<sup>2</sup>Keiichi Aotsuka (Univ. Tokyo), <sup>3</sup>Yasuhisa Nakajima (Tokyo City Univ.), <sup>4</sup>Yoshinori Hikida (Nakagawa Mus. Nat. Hist.), <sup>5</sup>Hideki Endo (Univ. Mus., Univ. Tokyo)

## P48

兵庫県洲本市の和泉層群北阿万層(下部マーストリヒチアン階)から産出した潜水鳥類ヘスペロルニス目<sup>1</sup>

田中公教(人博・北大・兵庫県大)<sup>2</sup>・小林快次(北大博)<sup>3</sup>・  
生野賢司・池田忠広・三枝春生(兵庫県大・人博)<sup>4</sup>

ヘスペロルニス目は白亜紀の北半球に分布した海鳥である。これまでに 4 科 12 属 27 種が知られており、主に北米の浅海性堆積物から報告されている。一方で、アジアにおける化石記録は非常に稀であり、その多様性や生態はこれまでほとんど明らかになっていない。

本研究では、兵庫県洲本市に分布する和泉層群北阿万層(白亜系下部マーストリヒチアン階・前弧海盆堆積物)から産出した鳥類の左脛足根骨(兵庫標本)を報告する。近位端には外側頸稜および前脛稜があり、骨幹の半分以上まで伸びる腓骨稜がみられ、遠位端の内側縁は内側に大きく曲がる。これらの形質の組み合わせから、兵庫標本はヘスペロルニス目に分類される。また、浅い脛骨切痕や水平な内側関節面といった形質から、本標本はヘスペロルニス科ではないことが明らかになった。

ヘスペロルニス目は、中期カンパニアン期までの化石はすべて海成層から発見されており、後期カンパニアン期以降、漸移層(エスチ

ユアリーなど)や陸成層からの産出が増加する。北米のマーストリヒチアン期では、漸移層や陸成層から産出している。一方で、アジアのマーストリヒチアン期では、すべて内陸の河川成堆積物から産出している。つまり、兵庫標本はアジアのマーストリヒチアン期の海成層からは初のヘスペロルニス目の化石記録となる。

兵庫標本が海成層から発見されたということに加え、骨断面の 84 パーセントを占める非常に厚い骨壁を持つことから、海棲(浅海)の生態に適応した鳥類であったと考えられる。このことから、白亜紀末期のヘスペロルニス目は、北半球(アジアと北米)の淡水域と海域の両方で広く分布していた可能性が示唆される。

<sup>1</sup>A hesperornithiform from the Kita-ama Formation (lower Maastrichtian) of the Izumi Group in Sumoto City, Hyogo Prefecture

<sup>2</sup>Tomonori Tanaka (Museum of Nature and Human Activities, Hyogo/Hokkaido Univ./Univ. of Hyogo), <sup>3</sup>Yoshitsugu Kobayashi (Hokkaido Univ. Museum), <sup>4</sup>Kenji Ikuno, Tadahiro Ikeda, Haruo Saegusa (Univ. of Hyogo/ Museum of Nature and Human Activities, Hyogo)

## P49

現生主竜類における三叉神経系の形態比較と  
頭骨吻部形態の進化史に関する考察<sup>1</sup>脇水徳之(東大院・理)<sup>2</sup>・對比地孝亘(国立科博、東大院・理)<sup>3</sup>

恐竜類を含む主竜類では、上顎・下顎の伸長や湾曲、扁平化など吻部形態の多様性が高く、これらは食性や採餌方法、感覚機能の違いを反映するものと考えられている。特に、歯の喪失・嘴の獲得という現象は、多くの恐竜類の分類群でみられ、鳥類への進化を理解する上で重要な形質であり、その進化史について議論が続いている。

顎や歯の知覚の大部分は三叉神経系(CN V)が司り、神経経路が顎の骨の内部に血管神経管を残すため、化石種を含めてその形態を比較することで、吻部形態進化史の解明に繋がると考えられる。

その一方で、主竜類の現生種において、頭骨吻部に内在する実際の神経経路を詳細に記載・比較した例は非常に少なく、化石種の血管神経管から神経系を復元するための基礎データが不足している。

そこで本研究では、古顎類を含む鳥類11種、ワニ類2種、有鱗類2種を対象に、軟組織の非破壊的CT撮影(diceCT)に基づき三叉神経のデジタル立体データを作成し、上顎と下顎の骨に内在する神経経路の比較、頭骨形態の進化史との関係性について考察を行った。

その結果、非鳥類分類群では、発達した上顎神経(CN V<sub>2</sub>)の枝が上顎骨や前上顎骨の血管神経管に内包され、上顎吻部に広く分布していた。鳥類においては、ダチョウやアヒルでは上顎神経の枝が上顎骨で部分的に内包されている一方、その他の種では上顎骨への侵入は見られず、前上顎骨に眼神経(CN V<sub>1</sub>)が内包されていた。

これらのことから、主竜類では、上顎骨が上顎神経を内包するのが祖先形質であり、恐竜類から鳥類へと進化する過程で上顎神経が上顎骨の外に移動し、前上顎骨の肥大化に伴い眼神経の枝の発達と骨内での分布の拡大が生じたという進化史が示唆された。

また、下顎神経(CN V<sub>3</sub>)は骨内の血管神経管に対する神経の分布が分類群を通して保存的であり、これは下顎における感覚の多くをこの神経系で受容していることに起因するものと考えられる。

今後は、比較する分類群の追加と、CT撮像からの観察が困難な部位でのより詳細な神経経路の観察、血管経路との比較が望まれる。

<sup>1</sup>A comparative study on the morphology of the trigeminal nervous system in extant archosaurs with discussion on the evolutionary history of the rostral region of the skull <sup>2</sup>Noriyuki Wakimizu (Univ. of Tokyo), <sup>3</sup>Takanobu Tsuchiji (Nat. Mus. Nat. Sci.; Univ. of Tokyo)

## P50

食肉類の頭蓋骨形態に基づく咬合力の推定<sup>1</sup>伊藤海(鶴見・歯)<sup>2</sup>、伊藤愛(東大・総合博)<sup>3</sup>、遠藤秀紀(東大・総合博)<sup>4</sup>

食肉類の歯列が発揮する咬合力は、咀嚼器の機能形態学的適応戦略を把握するための重要な指標である。しかし、実験的に咬合力を測定することには困難が伴う。そこで、頭蓋骨標本を用いた三次元画像解析による咬合力の推定を試みた。体サイズが同等で、系統的にも近縁であるアメリカミンクの推定咬合力とフェレットの実際の咬合力を比較することで、推定咬合力の確度を調べた。その結果、アメリカミンクの推定咬合力は実際のフェレットの咬合力の計測範囲内に収まるものであった。この推定方法を用いて、犬歯と臼歯の咬合力を食肉類32種で比較した。結果、ネコ科に属する種とマレーグマ、アライグマは犬歯、臼歯で咬合力が高く、レッサーパンダは臼歯で咬合力が高かった。この結果は、肉食性適応群では犬歯と臼歯による捕殺と剪断の、雑食性では餌の破壊、植物食性では臼歯による植物塊の磨り潰しのための特殊化であると考えられる。このように、食肉類は食性に適応した咬合力を発揮していることが示唆された。また、咬合力を発揮するためには、大きく分けて3つの形態

学的な要素が重要であるとされている。それらは、1)顎関節から歯牙までのロードアーム、2)顎関節から各筋の作用線までの距離であるレバーアーム、3)筋肉の発揮する力、である。強い咬合力を示した種では、2と3の要素の影響が大きいことから、食肉類は、2と3を大きくすることで強い咬合力を発揮していると考えられる。しかし、ネコ科に属する種の強い咬合力は、主に3の要素に起因していると考えられる。筋肉で咬合力を強くすることは、瞬時に強い力で餌を噛めるということを意味する。これは、捕殺や肉の剪断に有利であると考えられる。しかし、レッサーパンダは主に2の要素から臼歯において強い咬合力を発揮していた。レッサーパンダは、タケ類を咀嚼するために長時間咀嚼運動を繰り返す。このため、骨の構造から決まるレバーアームを中心とした、筋肉に疲労が蓄積しにくい咀嚼を行っていると考えられる。本研究で確立した手法は、化石標本を含む骨格標本による咬合力推定手法として普遍的に適用できる可能性をもつ。

<sup>1</sup>The estimation of bite force based on the cranial morphology of Carnivora, <sup>2</sup>Kai Ito (Tsurumi Univ.), <sup>3</sup>AI Ito (Tokyo Univ.), <sup>4</sup>Hideki Endo (Tokyo Univ.)

## P51

台湾更新世コクウジラ化石の頭部筋肉復元<sup>1</sup>  
孫正涵(台湾大学)<sup>2</sup>・蔡政修(台湾大学)<sup>3</sup>

Reconstructing the extinct or lost biodiversity not only helps to “see” what happened in the past but also to appreciate the big picture of evolution. Here, we reconstruct the head muscles of a Pleistocene gray whale, identified as *Eschrichtius* sp. from the sea bottom between the Penghu Islands and Taiwan. *Eschrichtius* includes two species, the extant *E. robustus* and the Pleistocene *E. akishimaensis*. The difference of muscle distributions between two *Eschrichtius* species remains unknown; thus, the musculature of modern *Eschrichtius* is the basis of our restoration. The specimen preserves the posterior part of the skull, including the supraoccipital, exoccipital, squamosal, parietal, and frontal. The paired tuberosities on the supraoccipital allow the visualization of the rectus capitis posterior major and minor; then, the semispinalis capitis can be added on the upper margin. The paroccipital process of the exoccipital gives a hint on drawing the digastric. In addition,

the temporal fossa surrounded by squamosal, parietal, and frontal permits the outline of the temporalis. Despite the limit of incomplete fossils, systematic and step-by-step reconstruction, with the morphological analyses and anatomical knowledge, provides a vivid impression, showing the arrangement of the head muscles, of a fossil gray whale from the Pleistocene of Taiwan and promises to build a full picture of the past biodiversity and paleoecology.

<sup>1</sup>Reconstructing the head muscles of a fossil gray whale from the Pleistocene of Taiwan

<sup>2</sup>Cheng-Han Sun (Institute of Ecology and Evolutionary Biology, National Taiwan University), <sup>3</sup>Cheng-Hsiu Tsai (Department of Life Science and Institute of Ecology and Evolutionary Biology, National Taiwan University)

## P52

鯨類の耳周骨における“単孔”の正体<sup>1</sup>一島啓人 (福井恐竜博)<sup>2</sup>・河部壮一郎 (福井県大)<sup>3</sup>・  
澤村 寛 (足寄博)<sup>4</sup>

鯨類の耳骨は頭蓋から分離しやすくそれ単体で存在することが多いため、他の哺乳類の耳骨と比べて内耳道底の肉眼観察が容易である。内耳道底は耳周骨の脳側に露出し、顔面神経や内耳神経などを通す孔が開く。本研究では鯨類の耳周骨の“単孔 (foramen singulare)”に着目した。ヒトや家畜では単孔は内耳道底を上下 (背腹) に分ける横稜 (crista transversa) の腹側に位置し、前庭神経の一枝である後膨大部神経を通す (後半規管膨大部に至る)。しかし、鯨類の耳骨の解剖学的特徴が他の哺乳類の状態から変化を遂げているとすれば、単孔、横稜、上前庭野の有無や状態、位置関係を究明す

るのに外部形態に依るだけでは限界がある。この度、現生ハクジラとヒゲクジラの耳周骨を CT スキャン撮影することにより、単孔とされる孔から内耳に至る神経の走行を骨の鋳型から確認した。その結果、“単孔”から内耳へ伸びる内部空間は、後半規管近傍ではなく、前膨大部か卵形囊付近に達することが判明した。つまり、これまで単孔と同定されてきた孔は、上前庭野であることが明らかになった。このことから、クジラは種によっては横稜の発達が垂直稜よりも弱く、そのため垂直稜が横稜として誤認されていた場合があることがわかった。

<sup>1</sup>On the “foramen singulare” in cetacean periotics<sup>2</sup>Hiroto Ichishima (Fukui Dinosaur Mus.), <sup>3</sup>Soichiro Kawabe (Fukui Pref. Univ.), <sup>4</sup>Hiroshi Sawamura (Ashoro Mus.)

## P53

福島県の上部中新統久保田層より産したクジラ化石と古環境<sup>1</sup>鈴木苑子 (筑波大院)<sup>2</sup>・上松佐知子 (筑波大学)<sup>3</sup>・  
猪瀬弘瑛 (福島県博)<sup>4</sup>

福島県東棚倉地域に分布する中新統久保田層は、微化石や貝化石群が多産することで知られている。平成 18 年、福島県塙町西河内の藤田砦業株式会社の採石場からヒゲクジラ亜目と考えられる鯨類化石が発見された。上部中新統の久保田層から鯨類の全身骨格が産出するのは初めてのことである。

ヒゲクジラ亜目の最古の化石は始新世一漸新世境界のものと考えられ、中新世のヒゲクジラは原始的な形質を保持していると考えられることから、中新世の鯨類化石はヒゲクジラの進化を考察する上で重要である。本研究では鯨類化石の産出層準と古環境の推定を行い、鯨類化石の骨格を復元することにより同定をおこなう。

本研究では鯨類化石の産出地域である藤田砦業株式会社の採石場にて露頭の観察を行い、鯨類化石のクリーニングと母岩から産出する化石の抽出を行った。採石場では久保田層最下部の含貝化石泥質砂岩と下部の粗粒砂岩層が露出する。露頭の堆積構造と、母岩から産出した底生有孔虫と貝化石から、鯨類化石が堆積した当時の古環境

は、温帯の内側陸棚と推定される。鯨類化石は母岩ごとに複数のブロックに分けられ保存されており、含まれている骨化石片の断面から、母岩同士の位置関係を把握することが可能である。クリーニング作業によって、頭骨から尾椎まで合計 9 部位の骨格を復元することが出来た。推定全長は 12~13m ほどであり、母岩に含まれていた骨化石片の多くが、本来の骨格の位置関係に近い状態で産出したことが確認できる。鯨類の同定を行う際に重要な部位である頭部に関しては、右耳周骨が産出し、さらに下顎骨が遠位部位から関節部分まで産出している。

<sup>1</sup>A Baleen Whale from Late Miocene and Paleoenvironment in the Kubota Formation, Fukushima Prefecture, northeast Japan.<sup>2</sup>Sonoko Suzuki (Univ. of Tsukuba), <sup>3</sup>Sachiko Agematsu (Univ. of Tsukuba), <sup>4</sup>Hiroaki Inose (Fukushima Museum)

## P54

中部始新統ワシヤキー層 (米国ワイオミング州) 産出の肉食哺乳類とその多様性の変動<sup>1</sup>富谷進 (京大・霊長研)<sup>2</sup>・Shawn Zack (アリゾナ大・医)<sup>3</sup>・Michelle Spaulding (パーデュー大ノースウエスト校・理工)<sup>4</sup>・John Flynn (アメリカ自然史博物館)<sup>5</sup>

米国ワイオミング州の中部始新統ワシヤキー層は、前期始新世の温暖期の後の漸進的な寒冷化に伴った動物相の遷移を単一の堆積盆地内で記録している点で貴重である。本研究では近年新たに整理・登録された標本を含めた広範な調査に基づいて、ワシヤキー層のアドビ・タウン部層から少なくとも 28 種の肉食哺乳類を同定した。この産出リストはこれまでに同部層から知られていた肉食哺乳類の種数を倍以上に拡張し、これには新種の可能性が高い最大 10 種が含まれている。ワシヤキー層産出種を含めた Carnivoraformes の系統解析を新たに行った結果、そのうちいくつかの種が東アジア産出の中期始新世の Carnivoraformes と共に食肉目クラウングループに近縁であることが推定された。これは、食肉目の起源につながるこの系統の進化が当時二大陸に跨っていたことを示唆する。また、この時代にいくつかの独立した系統群に属し、大きく体サイズの異なる肉

食哺乳類において、並行した大型化と肉食化の傾向が認められた。加えて階層サイズモデルを用いた化石種産出パターンの解析を行った結果、北米哺乳類時代の Bridgerian 後期から Uintan 前期の間に高い確率で肉食哺乳類の種多様性が大きく減少したことが推定された。この現象は、それ以前の年代の地層から多く産出しているヒオプソダス科の哺乳類やアダピス類の霊長目の消滅と時を同じくする。最後に複数の分類群の産出地点レベルでの共産出状況を分析したところ、ワシヤキー脊椎動物相が肉食哺乳類種の減少と同時に分解・再構成されていたことが判明した。これらの結果は、この地域での気温と降水量の低下、そしてそれに伴った森林の開空率の上昇から予測される生物群系の変移と一致する。

<sup>1</sup>Carnivorous mammals from the middle Eocene Washakie Formation, Wyoming, USA, and their diversity trajectory in a post-warming world<sup>2</sup>Susumu Tomiya (Kyoto Univ.), <sup>3</sup>Shawn Zack (Univ. Arizona),<sup>4</sup>Michelle Spaulding (Purdue Univ. Northwest), <sup>5</sup>John Flynn (American Mus. Nat. Hist.)

## P55

台湾先史時代初めてのツキノワグマの記録<sup>1</sup>  
高孟岑 (台湾大学)<sup>2</sup>・蔡政修 (台湾大学)<sup>3</sup>

Formosan black bears, *Ursus thibetanus formosanus*, are the only extant ursid species and the endemic subspecies of Asian black bears in Taiwan. No fossil or prehistorical record of bears has been found, refraining from a comprehensible understanding of ursid evolution in Taiwan. Here, we describe a specimen from the Blihun Hanben site, a newly discovered archaeological locality (1.1 - 1.4 thousand years ago by radiocarbon dating) in Yilan, Taiwan. Although only an isolated canine, it shows: large size (more than 30 mm), enlargement of the tooth root, anteroposterior and lateromedial diameters at the gum line exceeding 15 and 10 mm respectively, suggesting the taxonomical affinity with ursids. Besides, the vertical ridge along the posterior margin of the tooth crown is sharp and acute, a unique feature of *Ursus thibetanus* that was recognized in this study, indicating that the Blihun canine belongs to an individual of *U. thibetanus*. Thus, the Blihun specimen represents the first

prehistorical record of *U. thibetanus* in Taiwan. Given the geographic position of the Blihun Hanben site, the Blihun canine occurs at less than the altitude of 200 m, beyond the known distribution of modern *U. thibetanus* in Taiwan. A single occurrence of low-altitude bears might be insufficient to infer the population dynamics, habitat selection, or even anthropogenic influence. Still, our find demonstrates the potential for future research on the prehistorical bears from Taiwan that should further reveal the bear evolution in the eastern margin of Eurasia.

<sup>1</sup>The first prehistorical record of *Ursus thibetanus* (Carnivora: Ursidae) in Taiwan

<sup>2</sup> Meng-Tsen Kao (Department of Life Science, National Taiwan University), <sup>3</sup> Cheng-Hsiu Tsai (Department of Life Science and Institute of Ecology and Evolutionary Biology, National Taiwan University)

## P56

中国河北省熱河地域から産出した後期更新世サイ科化石<sup>1</sup>  
村上達郎 (佐賀県立宇宙科学館/愛媛大・院・理工)<sup>2</sup>・  
樽 創 (神奈川県博)<sup>3</sup>・鏝本武久 (愛媛大・院・理工)<sup>4</sup>

神奈川県立生命の星・地球博物館に所蔵されているサイ科化石について報告する。本標本は、中国河北省熱河地域から発見されたもので、当時、本館の学芸員である松島善章氏が入手したものである。本地域は中生代の脊椎動物化石が多く産出する地域として有名であるため、本標本は骨格の大きさから、当初、中生代爬虫類化石の一部であると同定されていた。しかし、近年、長谷川義和先生により、本標本はケサイのものであると同定された。しかし、ケサイのものであるという詳細な根拠は示されておらず、詳細な比較検討による分類学的帰属の再検討が必要である。また、本地域には、中生代だけでなく、上部更新統も広がっていることが知られているので、おそらく、本標本は、上部更新統から産出したものであると推定できる。そのため、本研究では、本標本の形態学的特徴を用いて、後期更新世における東アジアのサイ科化石と比較していく。

本標本は頭骨や歯が欠損しており、一部の体骨格のみが産出している。頸椎1点(第三、第四、第五頸椎のうちの一つ)、頭側側の

胸椎5点、手根骨(豆状骨)、足根骨(距骨、踵骨、立方骨、舟状骨、楔状骨)、第二、第三、第四中足骨、指骨二点である。

頸椎や胸椎の大きさ、近遠位側が短く、内外側に幅広い距骨、三本の中足骨、中足骨近位側がくぼんでいる。これらはサイ科の特徴と一致する。後期更新世の東アジアには、サイ属、ケサイ属とステファノリス属が拡散している。弱い滑車の距骨、短く太い踵骨、近位関節面のくぼみが浅い中足骨をもつ特徴はサイ属とは一致しない。さらに、距骨の立方骨関節面が比較的大きい、踵骨遠位端部がくぼんでいる特徴はケサイ属の特徴と一致する。

本標本はケサイ属である可能性が高い。本地域において、中生代脊椎動物以外の動物化石の産出報告は非常に稀であり、本標本は中国北部でのサイ科の化石記録の空白を補充するものとして重要である。

<sup>1</sup>Late Pleistocene rhinocerotid fossils from Rehe area, Hebei, China.

<sup>2</sup>Tatsuro Murakami (Saga Pref. Space & Science Muse., Ehime Univ.),

<sup>3</sup>Hajime Taru (Kanagawa Pref. Muse.), <sup>4</sup>Takehisa Tsubamoto (Ehime Univ.)

## P57

日本の鮮新世サイ科(奇蹄目)化石の現状と課題  
: とくに古生物地理について<sup>1</sup>  
半田直人 (大阪大・博)<sup>2</sup>・加藤敬史 (倉敷芸術科学大学)<sup>3</sup>

日本における鮮新世堆積物は、火山灰層や古地磁気および微化石を数多く含み、これらによりその年代層序が詳細に議論されている。こうした研究はこの時代の古生物の進化史や古生物地理を考察するうえで重要となるが、大型脊椎動物の場合、ゾウ類を除けばそのような研究例は不十分である。本講演では鮮新世のサイ科を対象として、足跡化石を含めた従来の化石記録を総括し、その刷新を試みる。さらに鮮新世サイ科の古生物地理を検討する。

大分県安心院地域からは多数の脊椎動物化石が産出しており、このうちサイ科の下顎臼歯が加藤(2001)によって報告されていたが、その分類群が未確定であった。同標本を後期中新世~第四紀更新世のアジアのサイ科と比較した。サイ科の臼歯形態は一部の種を除き形態的多様性に乏しく、どの系統においても類似の稜歯型であるため区別が困難である。そこで臼歯サイズの比較をした結果、中新世~更新世のサイ族の種に最も類似したため、同標本を属種不明のサイ族とした。このほかのサイ科化石として古琵琶湖層群上野層から

サイ族の月状骨(村上・鏝本, 2018)と、中津層群神沢層からサイ族と指摘される有鈎骨(村上ほか, 2019)が知られている。足跡化石は古琵琶湖層群や東海層群を中心として前期鮮新世(約4.2 Ma)から鮮新世末期までほぼ連続的に産出している。

サイ族は日本の中新統からは現在のところ発見されていない。よって少なくとも前期鮮新世以降にはサイ族が日本に分布していたと見て取れる。サイ族は中国の中新統~鮮新統からも産出しており、それらの近縁種が当時の日本に移入した可能性があるが、その時期はいくつか考えられる。ひとつは前期鮮新世に他の動物相と同時期に移入(Takahashi and Izuhou, 2012)した可能性である。より古い時期としては後期中新世前期に当時の日本が大陸部と陸橋で連結した(Tomida et al., 2013)際に移入したのかもしれない。いずれにせよ、現状では詳細な種が不明であり、国内外の分類群との系統関係を議論できない。さらなる標本の追加によって、より具体的な古生物地理を議論できるだろう。

<sup>1</sup>A review of Japanese Pliocene rhinocerotids (Perissodactyla).

<sup>2</sup>Naoto Handa (Mus. Osaka Univ.), <sup>3</sup>Takafumi Kato (Kurashiki Univ. Sci. and Arts).

## P58

“触れる”エゾミカサリウ (*Taniwhasaurus mikasaensis*)  
—安価で簡単な AR Web アプリケーションの作成—<sup>1</sup>  
松井久美子 (九大博・学振 CPD)<sup>2</sup>・唐沢與希 (三笠市博)<sup>3</sup>

エゾミカサリウ (*Taniwhasaurus mikasaensis*) タイプ標本化石 (MCM-A0009) は、日本を代表する海棲爬虫類化石である。1976 年に北海道三笠市の蝦夷層群から発見され、翌年 7 月 16 日に国の天然記念物に指定された。現在は三笠市立博物館に収蔵・展示されている。本標本の発見当初は肉食恐竜とされたが、後にモササウルス類 *Taniwhasaurus* の新種として記載された (Caldwell et al. 2008)。しかし、種としての十分な diagnosis がなく、*T. sp. indet.* とすべきである、という指摘もある (Jiménez-Huidobro and Caldwell 2019)。

「天然記念物」を含む文化財の管理・保護に関しては、文化財保護法によって定められており、国指定天然記念物の現状変更を行う際には文化庁長官の許可が必要である (同法第百二十五条)。エゾミカサリウ標本もその例外ではなく、展示場所の変更や館外への持ち出しは極めて難しい。また、高精度のレプリカの作成のためには高い技術と費用が必要であり、地方博物館がハンズオン等に利用する教育普及用のレプリカを複数個揃えることも現実的ではない。

そのため、国の天然記念物に選定された標本でありながら、その標本の“活用”はこれまで十分にできなかった。そこで、エゾミカサリウを来館者にもより身近に感じられるような試作として、エゾミカサリウの 3D データと AR を作成し、これまで触れることができなかったエゾミカサリウを“触れられる”存在に転換することを目的とした。

今回エゾミカサリウを iPhone 6 で動画撮影したものを Agisoft Metashape Professional を用いて立体化した。それを元に、3D データ、mtl データ、texture データを作成し、Web AR アプリケーションを作成した。この Web アプリケーションはスマートフォンやタブレットであれば、誰にでもダウンロードして使用可能である。これによって、普段展示では観察できない右側面や、*Taniwhasaurus* 属の特徴である頭頂部など、あらゆる方向の観察ができるようになり、より高い学習効果をもたらすことができるようになった。

<sup>1</sup>Touching unattachable: introduction of National Monument's AR Web application

<sup>2</sup>Kumiko Matsui (Kyushu Univ. Mus. and JSPS CPD), <sup>3</sup>Tomoki Karasawa (Mikasa City Mus.)

## P59

## 古生物学とデザインの相乗効果：

*Alliosaurus* (竜盤目：獣脚亜目) の復元を例に<sup>1</sup>

戸坂茂茄実 (神戸芸工大・映像表現)<sup>2</sup>・吉田雅則 (神戸芸工大・映像表現)<sup>3</sup>・今井拓哉 (福井県大・恐竜研)<sup>4</sup>・服部創紀 (福井県大・恐竜研)<sup>5</sup>・堀口直人 (福井県大・生物資源)<sup>6</sup>

古生物学における復元画は、研究成果を視覚的に統合し、伝達するツールとして重要な役割を担っている。一方、デザイン分野と協力し、相互向上を模索する試みはあまり行われてこなかった。本研究では、*Alliosaurus* の復元を通し、古生物学的知見とデザインの「表現・伝達する力」の相乗効果について模索した。復元には福井県立恐竜博物館 (FPDM) 収蔵の *Alliosaurus* 標本、FPDM-V-9672 の骨格 3D スキャンデータを利用した。FPDM-V-9672 は全身の約 6 割が実物化石によって構成されている。この 3D スキャンデータは、STL 形式に変換したのち、pixologic 社 ZBrush2018 に読み込んだ。その STL データから筋肉の付着部を推定し、ポリゴンオブジェクトを配置して全体的な肉付けを行い、各部位の量感の推定を進め、アウトラインとなる概形を構築した。その上で、現生爬虫類や鳥類を参考に、関節の可動による大きな皺やうろこのパターンを彫刻した。特に四肢

肢の周辺は、無理なく可動できるよう、大きな皺の流れを彫刻し、皺の全体的な流れに乗るように、うろこのサイズや形に配慮しながら一つ一つ彫刻した。

古生物学とデザインがコラボレーションすることによる利点として、正確なデータや監修の提供、そして復元に対する適切な手法と知識が用いられることが挙げられる。例えば本研究では、3D スキャンデータを用い、骨の破損や歪みを修正することにより、正確なプロポーシオンの復元を行うことができた。また、軟組織の復元に関しては、先行研究を参考にしつつ、美術解剖学的見地から「生物として自然なデザイン」として復元を完成させた。今後はデザイン分野が持つ情報の統合、検証と解決の提案、実施という方法論を古生物分野で活用しつつ、本研究で得られたノウハウを科学、デザイン教育へと還元することを目指していく。

<sup>1</sup>Mutual effects of paleontology and design: a case study from the reconstruction of *Alliosaurus* (Saurischia, Theropoda)

<sup>2</sup>Monami Tosaka (Kobe Design Univ.), <sup>3</sup>Masanori Yoshida (Kobe Design Univ.), <sup>4</sup>Takuya Imai (Fukui Pref. Univ.), <sup>5</sup>Soki Hattori (Fukui Pref. Univ.), <sup>6</sup>Naoto Horiguchi (Fukui Pref. Univ.)

## P60

知っていますか？ S-Net<sup>1</sup>  
大野理恵・細久剛 (科博)<sup>2</sup>

サイエンスミュージアムネット (S-Net) は、国立科学博物館が運営する自然史標本情報の公開サイトである。2019 年 11 月現在、日本全国の 100 以上の期間から提供された約 535 万件のデータを Web 上で公開している。2018 年 4 月に S-Net のシステム改修が行われ、標本が産出した地層など、古生物の標本データに必要な項目を入力可能となった。これにより、S-Net で古生物データを受け入れることが可能となった。

古生物の標本データを集約した既存の Web 上のデータベースとしては、J-PaleoDB がある。いずれも国内の複数の研究施設から提供された標本データを横断的に検索可能なデータベースであるが、S-Net と J-PaleoDB にはいくつかの相違点があり、連携が検討されている。J-PaleoDB は、証拠標本の保全に重点を置いており、文献に記載された証拠標本についての情報やその検索機能が充実している。また古生物系の標本についてはデータ数、データ提供館数ともに S-Net よりはるかに多い。一方 S-Net は、現生の生物のデータの情報が充実しており、現生生物標本のデータと古生物標本のデータ

を同時に検索可能である。また検索したデータをダウンロードしたり、緯度経度情報のあるデータを地図上に表示したりできることも特徴である。また、S-Net に入力されたデータは国際的な生物多様性データベースである GBIF (<https://www.gbif.org/ja/>) でも利用できる。

データベースを公開し、集積することで、いわゆる「ビッグデータ」を活用した様々な研究・調査を行う事が可能となる。例えば、ある生物や分類群の分布域を調査したり、特定の生物種の標本の収蔵状況の確認、また自機関の標本の特性を知る事にも役立てることができる。また、標本データを公開することで、館外の研究者などが標本を借用する際の参考情報とできるため、標本を館外で活用することに役立てることが可能となる。

今後は現在の加盟機関から新たに古生物データの提供を受けるとともに、加盟機関数の増加をめざす。また、データベースを用いた研究には、十分なデータ量のみならず、表記エラーの少ない高品質なデータが多くなる必要がある。データ入力者や研究者向けに、データの質向上や利活用のための教育活動も併せて行っていく。

<sup>1</sup>Do you know S-Net?

<sup>2</sup>Rie Ohno, Tsuyoshi Hosoya (NMNS)

## P61

化石剖出用具の開発(その2)<sup>1</sup>和田和美(人博)<sup>2</sup>・池田忠広・三枝春生・田中公教(兵庫県大・人博)<sup>3</sup>・新谷明子(フィールド博物館)<sup>4</sup>

古生物学では化石の採集、および採集された化石を研究可能な状態にするための剖出作業が必須であり、化石を含む岩石の性質(硬度・色など)に合わせ必要な道具を開発・改良することで正確かつ効率的な剖出作業を行うことができる。兵庫県立人と自然の博物館では2007年以降、篠山層群大山下層(アルビアン階)の発掘調査が継続的に実施され、同館では、それら採集された動物化石の剖出を正確かつ効率的に行うため、新型エアチゼルの開発など(和田ほか, 2016)を行ってきた。ここでは、筆者らによって新たに開発された「半自動チゼル針研磨機」と「滴下流水装置」について報告する。

**半自動チゼル針研磨機:** 主として大型化石の剖出に使用されるエアチゼルの針は使用するに従って徐々に摩耗・欠損するため、正確な作業を行うためには随時研磨する必要がある。しかし、手作業では針の中心軸を正確にとらえて研磨することは極めて困難である。同装置では軸受けに装着したチゼル針を回転させ、手でグラインダーを当て研磨を行うため、針の中心軸をずらすことなく、容易か

つ正確に研磨することができ、さらに技師が必要とする角度で針を研磨することが可能である。また、この装置は身近な素材を組み合わせ安価に作成することが可能で、乾電池を含む各種電源によってモーターを駆動させるため、発掘現場など、場所を問わず持ち運び使用することができる。

**滴下流水装置:** 岩石と化石の色が類似していると、化石の輪郭が捉えづらく、剖出作業が困難である。剖出部位に水を添付することで化石の輪郭が明瞭になる場合があり、この方法は剖出作業に有用である。しかし、剖出作業が長時間に及ぶ場合、水分がなくなる度に作業を中断し、水を添付しなおす必要がある。同装置では医療機関で使用される点滴器具を転用し、適切な分量・配分の水を剖出部位に滴らせることで、作業を中断させることなく効率的かつ迅速な剖出作業を行うことが可能となる。

<sup>1</sup>Development of preparation tools for fossil specimens (Part 2)

<sup>2</sup>Kazumi Wada (Museum of Nature and Human Activities, Hyogo), <sup>3</sup>

Tadahiro Ikeda, Haruo Saegusa, Tomonori Tanaka (Hyogo Pref. Univ. / Museum of Nature and Human Activities, Hyogo), <sup>4</sup>Akiko Shinya (The Field Museum)

## HP1

オルビトリナ化石による山中白亜系石堂層の年代再検討<sup>1</sup>  
阿部和弥・岡田優寿希・笠井愛美・金子なつみ・中山翔・三角  
和歌子（埼玉県立伊奈学園総合高等学校地質天文部）<sup>2</sup>

山中地溝帯は多くの研究がなされているが、山中地溝帯最下部の石堂層の年代に関して意見が対立しており、大別すれば軟体動物化石が示す年代は Hauterivian~Barremian を、石堂層中に含まれる異地性岩塊の石灰岩中の大型底生有孔虫のオルビトリナなどは Aptian 前期以降を示すとされる。すなわち、石堂層本体の地層形成年代よりもそこに取り込まれている異地性石灰岩塊の方が新しい時代を示すことになり、本地域の地層の形成史を矛盾なく説明することを難しくしている。

そこで、本研究では群馬県上野村八重小屋に産する石灰岩および石堂層基底にあたる上野村乙父沢の砂岩から薄片を作成、オルビトリナの胚芽室の特徴から種を同定し年代を推定した。

八重小屋の異地性の石灰岩からは、Matsumaru *et. al.* (2005)

に報告された *Palorbitolina lenticularis* のほか、今回新たに *Eopalorbitolina transiens* を発見した。石堂層基底の乙父沢からは、*Palorbitolina lenticularis* を確認し、*Eopalorbitolina aff. Transiens* とみられる個体を発見した。Schroeder *et. al.* (2010) は、*Palorbitolina lenticularis* は Barremian 後期から Aptian 前期、*Eopalorbitolina transiens* は Barremian 後期に生息したとする。したがって、本研究では山中地溝帯石堂層基底部の年代を Barremian 後期以降、異地性岩塊の年代を Barremian 後期であると推定する。このことから、石堂層中に取り込まれた異地性岩塊の年代の矛盾は解消できる。

<sup>1</sup>Re-examination of Age Using Orbitolinid in Ishido Formation of the Sanchu Cretaceous System.

<sup>2</sup>Kazuya Abe, Yuuzuki Okada, Ami Kasai, Natsumi Kaneko, Sho Nakayama, Wakako Misumi (Saitama Prefectural INAGAKUEN Comprehensive Upper Secondary School Geoscience Club)

## HP2

小野川河床の下総層群貝化石密集層の有孔虫化石について<sup>1</sup>  
高橋 恒佑（茗溪学園高等学校）<sup>2</sup>

茨城県牛久市に位置する小野川貝化石密集層は、第四紀更新世中期から後期にかけて堆積した下総層群に区分されている。古東京湾の堆積物である。宇野沢ほか (1998) は、この貝化石密集層を下総層群上岩橋層に対比しているが、石塚 (2014) は貝化石から木下層に対比している。本研究では産出する有孔虫化石の群集から古環境を考察し、この貝化石密集層が属する地層を推定した。

化石が産出する河床を 60cm 程掘削し、上位から下位に向けて試料 No.1~5 と区分し採集した。試料は離弁で異地性と考えられる多量の二枚貝化石を含む、淘汰の悪い砂や泥である。試料を 200 メッシュのふるい上で水洗し、有孔虫化石が 200~300 個体程度が産出するよう計量し含まれる有孔虫化石をすべて拾い出した。

その結果、合計 1104 個体の有孔虫化石が得られた。試料 No.5 から No.3 で、*Ammonia ketienziensis* - *Elphidium kusiroense* - *Rosalina australis* - *Rosalina vilardeboana* - *Spirillina vivipara* 群集、試料 No.2 から No.1 で、*Ammonia ketienziensis* - *Elphidium kusiroense* - *Patellina corrugata* - *Spirillina vivipara* 群集の二つを見出した。有孔虫化石群集

から、この貝化石密集層の堆積環境は混合水域で水深 20~30m 以内の内部浅海帯の湾口部であり、近傍に岩礁域の藻場があるということが推定された。また、群集の変化は藻場を代表する有孔虫の種組成の変化の影響が大きいため、藻場環境の変化があったと思われる。また、*S. vivipara* を多く含む群集や *Coloniemilesia obscura*, *Lenticulina nigrisseptus* とみられる、日本においては非常に珍しい有孔虫化石の産出があった（いずれも参考文献が少ないため産出した要因の詳細は特定できていない）。加えて、*S. vivipara*, *C. obscura* の二種では、変異個体と見られる複数のタイプの有孔虫化石も見つかった。

近隣の木下層と上岩橋層の有孔虫群集と比較すると、この貝化石密集層は木下層に対比される可能性が高い。

文献：宇野沢昭・磯部一洋ほか(1988)「筑波研究学園及び周辺地域の環境地質図」1:25000 特殊地質図 (23-2) 139. ; 石塚創太(2014)「小野川貝化石層の研究」35 回生個人課題研究要旨集 7-8.

<sup>1</sup>Fossil foraminifers in the shell-concentrated bed of the Pleistocene Shimosa Group exposed along the Onogawa River, Ibaraki Prefecture, central Japan.

<sup>2</sup>Takahashi Kosuke (Meikei high school)

## HP3

アンモナイト螺環の断面形態の関数的計測法と、それをを用いたデスマセラス科アンモナイトの個体発生比較<sup>1</sup>  
高橋慶多（立命館慶祥高）<sup>2</sup>・唐沢與希（三笠市立博物館）<sup>3</sup>

アンモナイトの殻形態を記載する手法の一つに、螺環の左右方向の大きさを、背腹方向の大きさで除した「B/H」という値がある。しかし、アンモナイトの螺環の最大幅が、背腹軸上のどの辺りに位置するかは、分類群ではば一定の場合や、成長に伴って変化する場合など、様々であり、B/H という単一の比率では、螺環断面形態を十分に記載できるとは限らない。そこで本研究では、螺環断面の形態を関数的にとらえ、そのパラメータが個体発生の過程でどのように変化するかについて検討した。材料には、北海道及びマダガスカルの下白亜系産デスマセラス科アンモナイト、3 属 5 種（うち 1 種には明瞭に区別される 3 形態を含む；相場, 2015）20 個体を用いた。これには、著者が採集したものに加え、三笠市立博物館収蔵標本を含む。

これらの標本の、ある螺環横断面について、ヘソ側が 0°、腹側が 90°となるような角度パラメータ  $\varphi$  をとり、それぞれの角度  $\varphi$  に対応する、巻き軸までの距離  $L(\varphi)$  を測定した。そしてこの  $L(\varphi)$  の傾き度合いを示す  $L'(\varphi)$  の、個体発生を通じた変化を調べた。計測は、殻の直径

がおおよそ 5 mm に達した部位より外側の螺環で行った。その結果、多くの種では、個体発生を通じて、この関数が急激に変化するポイントが存在していた。そこで、そのポイントを基準に、アンモナイトの成長段階を「前期」「遷移期」「後期」と識別した。その各段階の継続期間は、分類群によって異なり、*Tragodesmoceroideis matsumotoi* では遷移期が非常に短いのにに対し、*Desmoceras latidorsatum* は遷移期が長い傾向にあった。また *D. latidorsatum* の中でも、“forma complanata” に比べて “forma media” では遷移期の開始が早く、“forma inflata” は他の 2 形態に比べて遷移期が遅かった。*Hauericeras angustum* や *D. japonicum* (Hirano *et al.*, 1990 中の図をもとに計測) では急激な変化が観察されなかった。これは、前期から後期への移行が発生段階のかなり初期に起きていた可能性がある。

本研究は、螺環断面形態の関数的な計測によって、単一のパラメータでは認識することが難しい形態を比較検討できることを示した。

<sup>1</sup>Functional measurement of cross-sectioned ammonoid whorl and its comparison throughout ontogeny of some Desmoceratidae ammonites

<sup>2</sup>Keita Takahashi (Ritsumeikan Keisho Senior High School), <sup>3</sup>Tomoki Karasawa (Mikasa City Museum)

## HP4

千葉県南西部における約50万年間のアサリの形の違い<sup>1</sup>  
小川結葵<sup>2</sup>・覺 弥月<sup>3</sup>・佐藤柚希<sup>4</sup> (千葉県立木更津高等学校)

約10~50万年前は氷期と間氷期を繰り返しており、千葉県は今の東京湾より広い古東京湾に覆われていた。古東京湾で堆積した約30万年前の地層が学校近くにあり、調査したところ、市販のものと形が異なるアサリ化石が多産した。そこで、古東京湾の環境の変化とアサリの形の変化について調べるために、千葉県南西部において各時代のアサリの形を比較した。

アサリの比較には、本研究で採集した東京湾海底からの245個体(金田標本)、君津市の下総層群敷層(約30万年前)からの246個体(大和田標本)を用いた。また、千葉県立中央博物館が所蔵している市原市の上総層群万田野層(約50万年前)からの20個体(万田野標本)、千葉市の下総層群木下層(約12万年前)からの73個体(谷当標本)も検討した。本研究で扱った標本は、奥谷(2000)によるアサリの特徴(卵型の外形、やや薄い殻質、放射細肋と成長線による粗い布目模様、平滑な腹縁内面)をもつため、アサリと同定した。

標本の殻長、殻高、殻幅を計測し、縦軸に殻高/殻長比、横軸に殻幅/殻長比をとった散布図にまとめた。その結果、約30万年前の大

和田標本は、現生の金田標本と重なる部分もあるが、左下に分布しており、細長く扁平であることがわかった。両標本の殻高/殻長比について、正規分布であると判断し、F検定とt検定を行った。検定では、5%有意水準で分散と平均値に有意差があると判断できた。

大和田標本と谷当標本を散布図で比較すると、大和田標本の方が広く分布するものの、左下の分布に重なりがみられる。谷当標本には、細長い形状、細かい放射肋、深い套線湾入があり、有馬ほか(2017)のキオロシアサリ型アサリであると判断される。よって、大和田標本にはキオロシアサリ型アサリが含まれていると考えられる。

一方、約50万年前の万田野標本は、散布図上でいずれの標本よりも幅広い分布を示し、細長く扁平な形から、丸く厚い形まで見つけることがわかった。

今後、万田野層のアサリ化石を現地で詳しく調査し、千葉県南西部におけるアサリの形の変化について明らかにしていきたい。

<sup>1</sup>Shell shape variation in *Ruditapes philippinarum* from southwestern Chiba Prefecture over the past 500 kiloyears.

<sup>2</sup>Yukina Ogawa, <sup>3</sup>Mizuki Kaku, <sup>4</sup>Yuzuki Sato (Chiba Prefectural Kisarazu High School)

## HP5

## 神奈川県三浦半島の貝形虫

~*Microloxoconcha* 属の未記載種の発見、および間隙環境の変遷~<sup>1</sup>  
赤林哲也<sup>2</sup>・坂本龍生<sup>3</sup>・小島陽介<sup>4</sup>・村岡怜真<sup>5</sup>  
佐藤慶一<sup>6</sup>・今村洗成<sup>7</sup> (東京都立科学技術高等学校)<sup>3</sup>

貝形虫とは節足動物門甲殻亜門オリゴストラカ上綱貝形虫綱に属する生物の総称である。形態は、二枚貝様の殻に交接器や付属肢などの軟体部が挟み込まれた構造をしている。種数は化石種、現生種を合わせて33000種が記載されており、種多様性の高さがうかがえる。化石記録も豊富で最古の種はオルドビス紀の種から記載されている。

私たちは約3年前から三浦半島を主な調査地とし、貝形虫の研究を行ってきた。調査を進めたところ貝形虫(*Microloxoconcha* 属)の未記載種と思われる2種類発見することができた。今回はそのうちの1種について同属の10種と第三胸肢、蝶番、閉殻筋の比較を行った。また貝形虫を観察すると、季節によって個体数に変化が見られることに気づいた。そこで、6月~12月にかけて間隙水のNPOC値、NT値、COD、pH、塩分濃度、水温を測定し関係性について調査した。

未記載種と思われる貝形虫の殻の内側から閉殻筋の痕跡が全部で4つ確認できた。蝶番は直線状になっているが、後部に切れ込みのようなものが見られ、蝶番の前後で淵の高さは揃っていた。また第三胸肢は、第一節の付け根付近に毛のようなものと、末端から内側に湾曲している棘状の構造物が確認できた。第二節末端下側から真っ直ぐな棘状の構造物が1本確認でき、第二節がゆるく外側に湾曲して事が確認できた。殻と第三胸肢を比較した結果、*Microloxoconcha* 属であると同定できた。同属のほかの種と類似する点が無かったため未記載種の可能性が高いと考えられる。

間隙水ではNPOC値が上昇すると時間差でNT値が上昇する結果がでた。これは間隙中の生物が有機物を摂食したため、排泄物による窒素量の増加が時間差で表れたと考えられる。

<sup>1</sup>Unlisted species of *Microloxoconcha* (Crustacea: ostracoda) from Miura peninsula and environmental transition

<sup>2</sup>Tetsuya Akabayashi, <sup>3</sup>Ryusei Sakamoto, <sup>4</sup>Yosuke Kojima, <sup>5</sup>Reima Muraoka, <sup>6</sup>Keiichi Sato, <sup>7</sup>Kosei Imamura (Tokyo metropolitan High School of science and Technology.)

## HP6

茨城県美浦村馬掛の下総層群から産出したクモヒトデ骨片化石と介形虫化石<sup>1</sup>横堀朝香・三田 鈴・中村真綾  
(群馬県立太田女子高等学校)<sup>2</sup>

群馬県立太田女子高等学校理科研究部地学班では、茨城県美浦村馬掛に分布する上部更新統下総層群清川層から産出したクモヒトデ骨片化石と介形虫化石の分析に取り組んだ。馬掛付近の露頭から30cm間隔で5試料を採取した。乾燥重量20gを水洗処理し、0.075mm以上の粒径試料から双眼実体顕微鏡下でクモヒトデ骨片化石・介形虫化石を拾い出した。

クモヒトデは種の同定のためにスナクモヒトデ科の現生クモヒトデ23種の腕を、家庭用漂白剤を使って溶かし、骨片の状態とし、クモヒトデ骨片化石と形態の比較検討を行った。介形虫化石は、200個体を拾い出すことを目安としプレパラートを作成し、文献をもとに学名をつけ、専門家に確認していただいた。

クモヒトデ骨片化石は、5試料のうち2試料から多産し、他では産出が見られなかった。産出した骨片は、腕を構成する側腕板・腹腕板・背腕板・腕骨・腕針および盤を構成する歯板であった。現生

クモヒトデの骨片と産出した化石を比較した結果、同定した種は、*Amphiplus japonicus* (カキクモヒトデ)、*Amphiura sinicola* (ホソメガネクモヒトデ)である。介形虫化石は、23属40種産出した。*Bicornucythere bisanensis*, *Cytheromorpha acupunctata*などの種が産出した。介形虫化石群集から、古環境は藁場近傍の内湾域、やや外洋水の影響がある場所であったと推定した。クモヒトデ化石の*A. japonicus*は、典型的な内湾種で、介形虫化石から推定した古環境とよく合う。

この研究により、露頭では肉眼でクモヒトデの形を確認できない、ばらばらな骨片になったクモヒトデ化石を、現生種の骨片と比較することで、種まで同定できることが確認できた。また、有孔虫・介形虫化石などに使用される微化石抽出法でクモヒトデ骨片化石を扱えることがわかった。

<sup>1</sup>Fossil ophiuroid ossicles and ostracods from the Shimousa Group distributed around Magaki, Mihomura Ibaraki Prefecture, central Japan.

<sup>2</sup>Yokobori Asaka, Mita Rin, Nakamura Maaya (Gunma Prefectural Ota girls' high school)

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

---

2020年2月3日印刷  
2020年2月7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

印刷所 株式会社杏林舎  
〒114-0024 東京都北区西ヶ原3-46-10  
電話 03-3910-4311

---

© The Palaeontological Society of Japan 2020

(無断転載, 複写を禁ず)