

岡山理科大学 研究・社会連携機構

古生物学・年代学研究センター 事業報告

The Bulletin of Institute of Paleontology and Geochronology,
Okayama University of Science

第3号

岡山理科大学 古生物学・年代学研究センターについて	1
恐竜学博物館について	5
2022 年度事業運営報告	7
事業計画と事業報告（自己点検評価の概要）	10
EPR BioDose 2022 online 国際学会 プログラム	12
2021 年度古生物学・年代学研究センター第2回セミナー	19
2022 年度古生物学・年代学研究センター第2回セミナー	20
2022 年度岡山理科大学恐竜学博物館活動報告	21
2022 年度モンゴルでの野外調査報告	26
2021-2022 年度教育改革推進事業 大学構内「地球史の名所」オリエンテーリングコースの開発と普及（ぶら理大）実施計画及び報告書	30
ぶら理大パンフレット	34
研究報告	
豊田 新・山本まりん・石橋純一郎：重晶石のプレドーズ効果と ESR 年代測定への影響	43
石垣 忍・Mainbayar Buuvei・Ganzorig Bayasгаа・Khishigjav Tsogtbaatar：モンゴル国ゴビ砂漠中央部 Khongil (in Arts Bogd Mountain area) の上部白亜系より新たに発見された恐竜足跡化石産地について（概報）	47
石垣 忍・Mainbayar Buuvei・Ganzorig Bayasгаа・Khishigjav Tsogtbaatar：モンゴル国ゴビ砂漠南東部シャルツァフの上部白亜系より新たに発見された竜脚類等の足印及び行跡について（概報）	51

島田将徳・高橋亮雄・Byambaa Purevsren・実吉玄貴・石垣忍・Khishigjav Tsogtbaatar: ネメグト層産の基盤的カメ類モンゴロケリスの形態学的再検討	54
齋藤北斗・高橋亮雄・Byambaa Purevsren・Buuvei Mainbayar・実吉玄貴・石垣忍・Khishigjav Tsogtbaatar: モンゴル国ゴビ砂漠の上部白亜系より産出したシナミア属(条鰭綱)の化石に関する分類学的検討	56
檜田沙耶香・衣笠哲也・伊東和輝・奥田ゆう・千葉謙太郎・高崎竜司・林良太・吉田浩治: 走鳥類の足根間関節に見られるカム様メカニズムとその設計法の検討	59
伊東和輝・衣笠哲也・奥田ゆう・千葉謙太郎・檜田沙耶香・高崎竜司・林良太・吉田浩治・大須賀公一: ワニ類後肢にみられる筋系のY字構造に基づいた立位姿勢維持ロボット	61
林昭次・石井紗智・Nyamkhishig Tsogjargal・Khishigjav Tsogtbaatar: X線CT スキャナーで観察する鎧竜類ピナコサウルスの顎の内部構造について	65
実吉玄貴・坂本航汰・Batsaikhan Buyantegsh・高橋亮雄・千葉謙太郎・高崎竜司・Khishigjav Tsogtbaatar: モンゴル・ゴビ砂漠東部 Bayn Shire に分布する上部白亜系 Baynshire 層の岩相層序と堆積環境復元	68
大越司・齋藤北斗・久保 風人・高橋亮雄・名取真人・実吉玄貴・千葉謙太郎・Buuvei Mainbayar・Tsogtbaatar Khishigjav: モンゴル国ゴビ砂漠上部白亜系 Baynshire 層から産出した脊椎動物小型化石密集層について	70
畠山唯達・北原優: 2022 年度の地磁気と関連した年代学的研究について	71
稲葉勇人・村上凱星・千葉謙太郎・高橋亮雄・實吉 玄貴・辻極 秀次: 組織学的解析法と比色分析法による化石残存タンパク質の検出	74
佐藤 友彦・青木 一勝: 京都府宇治市天ヶ瀬地域のデュープレックス構造の観察ーモンゴル国の海洋プレート層序復元にむけてー	76

共同研究報告

林昭次・柴田琉司・秦はるか・中原多聞・安藤達郎: 骨組織から考察する Hokkaidornis(プロトプテルム類)の水棲適応	78
高田将志・鶴田彩音・原之園大一・豊田新: 火山灰土の ESR 分析による後期更新世~完新世の急激な気候変動の検出の試み	79
Man-Yin Zhang, Shin Toyoda, Yuzuru Yamamoto, Jun-ichiro Ishibashi: ESR Dating of barite: Applications to tectonic activities in Nankai	

Trough and to the activities in sea-floor hydrothermal areas in Higashi-Aogashima region 82
石橋純一郎・Man-Yin Tsang・豊田新・山本まりん・板谷優志・小濱和樹・新井 和乃：熱水性重晶石への ^{226}Ra - ^{210}Pb 法の適用 83
発表論文リスト 85
書籍リスト 86
学会発表リスト 86
マスメディアへの掲載リスト 90
論文別刷リスト	
論文別刷	
マスメディアへの掲載	

岡山理科大学 古生物学・年代学研究センターについて

2020年4月に設立された、岡山理科大学古生物学・年代学研究センターは3年目の活動を終えた。本報告書では、本センターの組織についてまとめ、そして今年度の活動について報告する。

1. 設立の経緯と古生物学・年代学研究センターの構想

岡山理科大学では、1980年代に蒜山研究所に先駆的なK-Ar年代測定システムが稼働して以来、年代測定を行うことができる研究機関として、日本の地球科学および惑星科学の重要な研究拠点の地位を保ってきた。これはオープンリサーチセンター「地球型惑星の物質科学と歴史探究」（平成17年度から21年度）、私立大学戦略的研究基盤形成支援事業「鉱物の物理化学特性から読み取る地球、惑星の環境変遷史」（平成23年度から27年度）として結実し、質の高い実績を残したことからも明らかである。

一方、平成25年、林原自然科学博物館（岡山市）が親会社の経営危機によって閉鎖された際、本学は恐竜に関わる標本、研究事業及び研究者を承継すると共に、モンゴル科学アカデミー古生物学地質学研究所との協力関係も引き継いだ。この古生物学的研究に、本学がそれまでに培ってきた地質年代学および物性物理学的手法を組み合わせることにより、さらに大きな研究拠点となり得ることを確信し、私立大学研究ブランディング事業「恐竜研究の国際的研究拠点形成」（平成28年度から31年度）へ申請そして採択に至った。

このように、物質科学的分析による地球年代学に裏打ちされた恐竜化石をはじめとする古生物学研究は、他大学にはない独自性があり、まさに岡山理科大学ビジョン2026にある“個性的で魅力ある研究”となっている。そこで、私立大学研究ブランディング事業によってその基礎を築いた研究拠点をさらに発展させ、「年代学を基礎とした古生物学」を本学の特色としてアピールするとともに強固なものとし、得られる研究成果を学生の教育および社会に還元するため、「岡山理科大学古生物学・年代学研究センター」を令和2年4月に設置することになった。

本研究センターは、年代学的手法及び分析学的手法を組織的に密接に古生物学の研究に取り入れ、融合させて、年代学的研究を基礎とした古生物のマクロ進化を研究目的とする新たな研究分野の構築と進展を図る。古生物学を専門とする研究者の在籍する研究機関は国内に複数存在するが、年代学を基礎とする形で組織的に古生物学の研究を行う研究機関は、この研究センターが設立されれば国内で唯一のものとなり、世界的に見ても数少ない極めて特色のある研究機関となる。また、本研究センターを共同利用研究施設と同様の方式で運営し、国内外を問わない学外との共同研究をこれまで以上に積極的に推進する。そして、最新の研究成果を取り入れた学部教育を行うと共に、大学院教育においては国内外の研究者との国際的な共同研究に参加させる。

本研究センターのもう一つの特長は、恐竜学博物館を組織として持ち、ここを通して最新の研究成果を広く社会へ直接還元できる点にある。特にこの博物館は、恐竜研究の現場を「展示」することを主たる目的にしているところに大きな特徴があり、研究のプロセスを大切に大学ならではの社会貢献の機会を持つ。

本研究所は今後、成果を積み重ね、文部科学省による共同利用・共同研究拠点として認定されることを目指す。

このために、次のような活動を行う（図1）。

- (1) 学部の垣根を越えて、学内の様々な分野の教員との学内共同研究を推進する。
- (2) 国内及び国際共同研究を推進する。
- (3) 共同研究は、公募により提案を募り、担当するセンター教員との調整を経て遂行する。
- (4) 共同研究は、(兼任を含む)所属教員が責任者として推進できる課題とする。提案者と研究グループを作り、基本的には学外の研究者側が本学を訪問して本学の研究資源を利用するかたちで行う。
- (5) 研究シンポジウムをはじめ、積極的に国内学会、国際学会を招致する。
- (6) 恐竜学博物館において、展示を充実させ、学内外に公開すると共に、教育プログラムを行い、社会への情報発信を行う。



図1 古生物学・年代学研究センターの構想

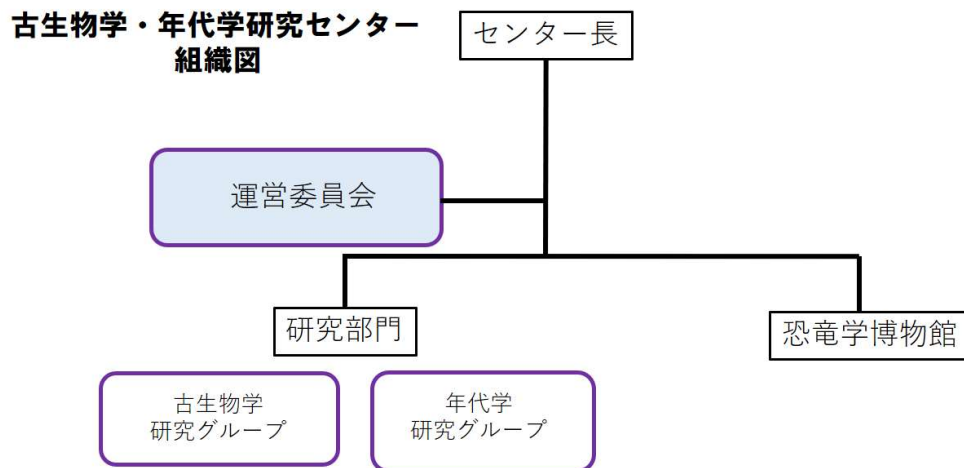


図2 古生物学・年代学研究センター組織図

研究では、次のような課題に取り組む。

- (1) モンゴル恐竜化石の絶対年代測定
- (2) モンゴル産恐竜化石研究を中心とした古脊椎動物の系統分類と古生態
- (3) 年代にもとづく地球表層環境と生物との共進化
- (4) 地球史を通じた大陸の形成と進化
- (5) 新しい年代測定手法の開発とその応用

次のようなことが実現できることを目指す。

- (1) 学内教員間の共同研究、特に学際的な研究を奨励し、活気のある学風を形成するとともに、古生物学・年代学研究を大学ブランドに押し上げる。
- (2) 国内、国外との共同研究を推進し、年代測定による時間軸に裏付けられた古生物学研究の世界的拠点になるための基礎を作る。
- (3) 国内の共同利用・共同研究拠点として広く学界から認定され、学外資金を得られる組織を目指して、

現在できる整備と実績作りを行う。

- (4) 恐竜学博物館での研究・教育・普及活動を推進し、積極的に成果を発信する。

2. 実施体制

専任教員及び兼任教員合わせて10-15名程度によって研究センターを組織する。

研究センターには、研究推進部門及び恐竜学博物館を置く。研究推進部門は、古生物学研究グループと年代学研究グループからなる(図2)。運営委員会を置き、古生物学・年代学研究センターの運営に必要な事柄を検討する。

3. 規程

岡山理科大学古生物学・年代学研究センター規程

(趣旨)

第1条 岡山理科大学古生物学・年代学研究センター規程(以下「本規程」という。)は、岡山理科大学学則第67条に基づき、古生物学・年代学研究センター(以下「本センター」という。)に関して必要な事項を定めるものとする。

(目的)

第2条 本センターは、古生物のマクロ進化に関する研究の進展を図ると共に、地質学的研究、年代学的研究とあわせて新たな研究分野を構築し、その最新の研究成果を広く社会へ直接還元すること目的とする。

(構成員)

第3条 本センターに、センター長を置く。

- 2 センター長を補佐する目的で、副センター長を置くことができる。
- 3 センター長及び副センター長の任期は、岡山理科大学教育職員役職者の任命についての細則の定めによる。
- 4 必要に応じて、専任教員を置くことができる。

(研究員)

第4条 本センターは、次の各号に定める研究員を受け入れることができる。

- (1) 本センターに所属しない岡山理科大学教員(以下、「兼務研究員」という。)
 - (2) 岡山理科大学研究員規程に定める研究員
 - (3) 岡山理科大学客員研究員規程に定める客員研究員
- 2 兼務研究員の任期は1年とし、再任を妨げない。
 - 3 兼務研究員に関して必要な事項は、別に定める。
 - 4 兼務研究員は、年度当初の研究・社会連携機構会議及び第1学部運営委員会にて承認を得なければならない。

(附属施設)

第5条 本センターに、次の附属施設を置く。

- (1) 恐竜学博物館
- 2 附属施設に必要な事項は、別に定める。

(重要事項の審議)

第6条 本センターの管理及び運営に関する重要事項は、研究・社会連携機構会議及び大学協議会の審議を経て、学長が決定する。

(センター会議)

第7条 本センターの管理及び運営、研究の施策及び施行に関する事項を協議するために、センター会議を置く。

- 2 センター会議の運営については、別に定める。

(利用・共同研究)

第8条 本センターの利用及び共同研究については、別に定める。

(研究成果の公表)

第9条 本センターは、研究成果を「岡山理科大学古生物学・年代学研究センター年報」として毎年度発行

する。

(事務局)

第10条 本センターの事務は、岡山理科大学事務組織規程に基づき研究・社会連携部が担当する。

(改廃)

第11条 本規程の改廃は、研究・社会連携機構会議及び大学協議会の審議を経て、学長が決定する。

附則 この規程は、令和2年4月1日から施行する。

4. 中期計画

次のように中期計画を立て、関連の研究、教育を推進している。

- ・年代学的手法及び分析学的手法を組織的に密接に古生物学の研究に取り入れ、融合させて、年代学的研究を基礎とした古生物のマクロ進化を研究目的とする新たな研究分野の構築と進展を図る。
- ・恐竜学博物館を組織として持ち、ここを通して最新の研究成果を広く社会へ直接還元する。
- ・共同利用・共同研究拠点として認定されることを目指した実績をつくり、そのための方策を検討する。

(1) モンゴル中生代恐竜化石の年代を求める。

(1 a) ヒドロキシアパタイト、炭酸カルシウムのU-Pb年代測定の手法を確立し、化石の直接年代測定、産出層の堆積層の年代測定を行う。

(1 b) モンゴル砂泥層を用いた古地磁気層序年代測定について手法を確立し、具体的に測定を行う。

(2) 年代測定の新手法を開発し、その応用的研究を進める。太古代から第四紀にわたる確立した年代測定手法が利用できることを目指す。

(2 a) 苦鉄質火山岩類などに含まれる低カリウム鉱物(輝石など)のK-Ar年代測定

(2 b) 石英を用いた堆積層のESR年代測定

(2 c) 重晶石を用いた海底熱水域堆積物のESR年代測定

(2 d) 完新世における伏角、偏角、磁化強度を用いた古地磁気年代推定法

(3) U-Pb年代測定、K-Ar年代測定、ESR年代測定、ルミネッセンス年代測定を用いた地球科学的研究を進める。

(3 a) 大陸周辺域の形成史を議論する。北東アジアの先カンブリア紀地塊の形成史を通して、日本列島の起源を考察し、日本と中国大陸・韓半島の地質学的関係を議論する。

(4) 年代測定に用いられる手法を転用した新しい応用的手法の開発とその応用：石英のESR信号、CL信号を用いて堆積物の起源を求める研究

(4 a) モンゴルゴビ砂漠恐竜化石産出層の層序の推定への応用

(4 b) 日本列島周辺などに運ばれる風送塵の量や起源地の変動

(4 c) 河川堆積物への応用

(5) モンゴルでの継続的な化石発掘調査を行い、その成果をもとに東アジアの白亜紀動物相の多様性やその変遷、世界の他地域との間の大陸間移動史を明らかにする。

(6) 古脊椎動物化石の形態や骨化石の内部構造をもとにして、分類学、比較形態学、生理学の研究を進める。

(7) 生痕化石により、恐竜から鳥類への社会的行動の進化を解明する。

(8) 恐竜学博物館での研究・教育・普及活動を推進し、成果を発信する。

(9) 博物館活動を通して社会教育の振興に貢献する。

(10) 学内教員間の共同研究、特に学際的な研究を奨励し、活気のある学風を形成するとともに、古生物学・年代学研究を大学ブランドに押し上げる。

(11) 国内、国外との共同研究を推進し、年代測定による時間軸に裏付けられた古生物学研究の世界的拠点になるための基礎を作る。

(12) 国内の共同利用・共同研究拠点として広く学界から認定され、学外資金を得られる組織を目指して、体制の整備と実績作りを行う。

(2020年11月7日)

恐竜学博物館について

1 使命

本博物館の使命は以下の3点である。

- ・ 岡山理科大学が恐竜研究の国際的拠点となることを支える。
- ・ このために、標本の管理・研究・教育・展示・国際協力・若手研究者の育成・研究成果の社会普及・広報を行う。
- ・ 恐竜研究によって生まれるコンテンツを、岡山理科大学全学部の多様な分野で、おもしろい研究・教育に活用することを促進し、岡山理科大学のブランドとして社会に波及する。

2 理念

本博物館の理念は以下の通りである。

- ・ 恐竜に関連する標本の保管、学術研究・教育普及・展示・広報の機能を持ち、その活動を推進する。
- ・ 大学の二つの強みである「研究者集団の研究力」「学生の力」を博物館中心に組織しチームワークをもって活動する。
- ・ 岡山理大の恐竜研究現場と成果を、現在進行形で学内外に公開する。
- ・ 展示制作や対外教育活動は教員と学生が協力して実施し、内容を常時更新する。小さな博物館としてスタートするが、学生と教員が協力しともに力を発揮して大きく育ててゆく。
- ・ 実際に恐竜を研究している大学にしかできない展示と教育活動により他館と差別化し、学生及び恐竜に興味を持つ一般入館者の好奇心や探究心を喚起する。
- ・ アジアの学生や若手研究者の国際教育交流拠点として機能する。
- ・ 恐竜研究を、岡山理科大学の「おもしろい研究をやる」という学風の「アイコン（象徴的イメージ）」として打ち出し、一般社会や人々の意識の中に明確なイメージを形成することに貢献する。

3 運営について

博物館運営のため、以下の会議を組織する。

・ 博物館会議

構成は恐竜学博物館構成員全員とする。原則として年に古生物学・年代学研究センターの年間報告会の時に合わせて行う。

・ 博物館運営会議

構成は、博物館長・博物館技術職員・博物館担当教員で構成する。古生物学・年代学研究センター運営委員会開催の前の数日以内、および運営に関する検討事項が生じた際に行う。

4 規程

今年度規程の改訂作業を行った。恐竜学博物館が、古生物学・年代学研究センターの組織となったため、博物館の兼務研究員に関する部分を削除した。2023年4月以降の規程は以下の通りである。

岡山理科大学恐竜学博物館規程

(趣旨)

第1条 岡山理科大学恐竜学博物館規程(以下、「本規程」という。)は、岡山理科大学古生物学・年代学研究センター規程第5条第2項に基づき、恐竜学博物館(以下、「本博物館」という。)に関して必要な事項を定めるものとする。

(目的)

第2条 本博物館は、恐竜学に関する教育研究施設として、標本の収集・収蔵、標本等を利用した研究と関連研究活動の支援、並びに標本等を利用した展示・教育・地域貢献を行うことによって学術文化の振興と普及に寄与することを目的とする。

(構成員)

第3条 本博物館に、館長を置く。

2 館長を補佐する目的で、次長を置くことができる。

3 館長及び次長の任期は、岡山理科大学教育職員役職者の任命についての細則の定めによる。

4 必要に応じて、専任教員を置くことができる。

(重要事項の審議)

第4条 本博物館の管理及び運営に関する重要事項は、研究・社会連携機構会議及び大学協議会の審議を経て、学長が決定する。

(博物館会議)

第5条 本博物館の管理及び運営、研究の施策及び施行に関する事項を協議するために、博物館会議を置く。

2 博物館会議の運営については、別に定める。

(利用・共同研究)

第6条 本博物館の利用及び共同研究については、別に定める。

(活動報告の発表)

第7条 本博物館の活動報告については、古生物学・年代学研究センター年報等で毎年度報告する。

(事務)

第8条 本博物館の事務は、岡山理科大学事務組織規程に基づき研究・社会連携部が担当する。

(改廃)

第9条 本規程の改廃は、古生物学・年代学研究センター会議、研究・社会連携機構会議及び大学協議会の審議を経て、学長が決定する。

附 則 (途中略)

附 則 (令和4年10月26日 第7回大学協議会)

この改正規程は、令和5年4月1日から施行する。

5 運営方針

1. 研究と学生教育を推進し、大学の博物館として充実した研究教育拠点を形成する。

2. 1.を推進する現場を、科学研究に興味を持つ一般の人々に公開し、科学研究の理解を促し、好奇心・探求心を喚起する。

3. 学生と教員が協力して運営し、活動を通じてともに成長する博物館を目指す。

4. 成果や標本を利用して、オール理大の人々がおもしろい科学を実行し、発信できる場とする。

6. 危機管理対策

1. 標本盗難、破損・汚損等防止対策

・標本はその重要度に応じた固定やカバーによる防犯対策を行う。

・C2号館一階 標本室・研究室・化石処理室・展示室：外側の窓には、防犯ベルを取り付ける。これにより本館が閉鎖中における外部からの侵入に対応する。

・C2号館一階 展示室・化石処理室には防犯カメラを設置する。これによりループ画像記録を行う。防犯カメラ記録中と表示し、盗難を未然に防止する。

・C2号館一階 技術職員によるほぼ毎日の目視による標本確認を行う。異常があれば防犯カメラ記録画像による確認を行える状態とする。

・C2号館三階図書室とA1号館四階図書室の展示物においては、開館中は司書が目視できる範囲に標本があるため、目視によって防犯対策を行う。また、防犯カメラを設置する。これによりループ画像記録を行う。防犯カメラ記録中と表示し、盗難を未然に防止する。

2. 火災・地震等の危機対応

・標本棚を固定し、地震による標本の転倒を防止する。

・標本を地震動によるずれや落下の危険ができるだけないように配置する。

・火災対策は本学で別に定められた規定に基づいて従って実施する。

2022年度事業運営報告

1. 構成員

今年度の構成員は下記の通りであった。

専任教員

豊田 新 古生物学・年代学研究センター 教授 (センター長)
石垣 忍 古生物学・年代学研究センター 特担教授 (恐竜学博物館館長)

兼務研究員

青木一勝 教育推進機構 基盤教育センター 准教授
今山武志 研究・社会連携機構 フロンティア理工学研究所 准教授
高橋亮雄 生物地球学部 生物地球学科 教授
能美洋介 生物地球学部 生物地球学科 教授
衣笠哲也 工学部 機械システム工学科 教授
兵藤博信 研究・社会連携機構 フロンティア理工学研究所 教授
林 昭次 生物地球学部 生物地球学科 講師
實吉玄貴 生物地球学部 生物地球学科 准教授
千葉謙太郎 生物地球学部 生物地球学科 講師
畠山唯達 研究・社会連携機構 フロンティア理工学研究所 教授
辻極秀次 理学部 臨床生命科学科 教授
佐藤友彦 教育推進機構 基盤教育センター 准教授
奥田ゆう 獣医学部 獣医学科 講師

技術職員

市川美和 恐竜学博物館専属

2. 運営委員会

2-1 研究センター運営委員会

メンバー： 豊田 石垣 實吉 高橋

原則として月1回(2022年3月から2023年2月までに12回)開催した

予算、調査の対応、成果の報告、事業計画と事業報告、運営に関する諸課題の検討などを行った。

2-2 博物館運営委員会

メンバー： 石垣 高橋 林 奥田

博物館の状況、運営について検討を行った。

3. セミナーの開催

次の2回開催した。

第1回セミナー

2022年4月22日(金)

「地球史における生命進化・環境変動の研究」

佐藤友彦(教育推進機構・基盤教育センター・准教授)

要旨：私は、野外地質調査および堆積岩試料の分析を中心に、地球史における生命進化・環境変動の研究を行ってきました。とくに、2つの革新的な生物進化であるカンブリア紀の多細胞動物の進化および前期原生代(約22億年前)の真核生物の進化が、どのような造構場・古環境において起こったかの解明に取り組んできました。本発表では、以下のトピックについて、研究の概要をご紹介します。

[1] カンブリア紀の進化のホットスポットにおける地域的な特殊性の解明(中国雲南省)

[2] 前期原生代の真核生物誕生場における造構場・古環境の復元(ガボン)

[3] 原生代末～古生代の遠洋深海チャートを用いた酸化還元環境の復元(イギリス, モンゴル, 他)

[4] 地学教材(VR巡検)の開発・実践(三浦半島)

第2回セミナー

2023年3月1日 13:00-16:00 D4号館1階セミナー室

専任教員、兼務研究員の研究報告

4. 今年度（前年度末を含む）の研究・教育活動

（1）モンゴル国ゴビ砂漠における調査活動を再開することができ、数多くの化石試料を発見、採取した。経費については各メンバーの科学研究費補助金等で支弁した。成果について後述する。

（2）EPR BioDose 2022 online 国際学会の運営を行った。

2022年3月28日から30日の日程で開催した。対面で開催することを断念し、オンラインで国際学会を開催した。放射線線量計測を基礎とし、年代測定の実用に関する研究発表も多数行われた。22か国から130名の参加者があり、招待口頭発表5件、ポスター発表67件であった。Remoというサイトを利用して、十分にポスター発表における議論の機会が確保できるように配慮した。

（3）前年度に採択された、岡山理科大学教育改革推進事業「大学構内『地球史の名所』オリエンテーリングコースの開発と普及」について、大学内の露頭や植物、建材を観察することで地球史を学ぶことのできる教材の開発を推進し、事業を一旦終了した。

（4）前年度から新設した基盤教育科目「自然を読みとく－様々な分野の視座から恐竜をよみとく－」及び、「自然を読みとく－物理で読みとく星と地球－」の運営を行った。

（5）各構成員がそれぞれ組織した研究、共同研究を進めた。

5. 広報活動

博物館を中心に広報活動を行った。博物館の項で後述する。

HPを運営した。

<http://dinosaur.ous.ac.jp/ipg/>

古生物・年代学研究センター

岡山理科大学

TOP センターについて 研究成果 恐竜学博物館 プロジェクト・共同研究 メンバー

センターの目標

2020年4月、岡山理科大学に古生物学・年代学研究センターが設立されました。

6. 資料の掲載 以下に資料を掲載する

- (1) 古生物学・年代学研究センター 2022年度事業計画進捗状況報告
- (2) 岡山理科大学教育改革推進事業 2022年度実施報告書
- (3) EPR BioDose 2022 国際学会プログラム
- (4) 古生物学・年代学研究センター2021年度第2回セミナープログラム
古生物学・年代学研究センター2022年度第2回セミナープログラム

2022 年度 自己点検評価の概要

11. 古生物学・年代学研究センター
2021 年度の事業計画
<p>①モンゴル科学アカデミー古生物学研究所との研究協力協定を基礎とした、モンゴルゴビ砂漠の恐竜化石についての研究を進める。【28】-1</p> <p>①-1 現地で年代測定用試料の採取を試み、これを用いて年代測定の可能性を議論する。</p> <p>①-2 歯化石の同位体年代測定に基づき、測定点選定基準の妥当性や得られた年代の地質学的・古生物学的意味を議論する。</p> <p>①-3 コロナ禍で実施できなかった、モンゴル・ゴビ砂漠での現地調査の再開を試みる。</p> <p>②恐竜学博物館を運営し、研究・教育・広報に活用する。【43】-1</p> <p>②-1 学内の研究・教育に活用する。</p> <p>②-2 授業・実習での利用を促進するとともに、対外的には年間 210 日以上展示一般公開を行う。</p> <p>③恐竜学博物館に、研究に使用する試料を受け入れる。標本登録データベースの確立を目指す。</p> <p>④学外との共同研究を公募の形で行う体制の構築を試みる。</p>
2022 年 10 月現在の実施状況、課題等《達成状況》
<p>①3年ぶりにモンゴルにおける現地調査を行うことができ、研究を進めることができている。</p> <p>①-1 試料の採取を行った。今後、分析を行う。②</p> <p>①-2 モンゴル産恐竜歯化石を用いた年代測定を行い、結果について国際誌へ論文投稿した。④</p> <p>①-3 モンゴルにおける現地調査を9月までに終了した。[完了]</p> <p>②今年度新たに博物館の担当者を迎えることができ、博物館の運営を行うことができている。</p> <p>②-1 化石試料の取り出し作業(大型スッポン化石など)が進行中である。②</p> <p>②-2 野外博物館実習・自然を読み解く・生地概論等の授業・実習で活用してきている。恐竜学博物館の一般公開を続けており、9月末までの外部入場者は 6102 名となっている。③</p> <p>③ 受け入れ予定の化石試料について、現地で採取を行い、運搬の準備を行った。③</p> <p>④学外との共同研究の体制について検討を開始した。①</p>
2022 年度事業の成果と自己点検評価
<p>①3年ぶりにモンゴルにおける現地調査を行うことができ、研究を進めた。A</p> <p>①-1 試料の採取を行った。分析用に試料を準備しているところである。B</p> <p>①-2 モンゴル産恐竜歯化石を用いた年代測定を行い、結果について国際誌へ論文投稿した。A</p> <p>①-3 モンゴルにおける現地調査を9月までに終了した。新種の脊椎動物化石を多数発見した。S</p> <p>②今年度新たに博物館の担当者を迎え、博物館の運営を支障なく行った。A</p> <p>②-1 化石プレパレーション設備や X 線 CT が、教員の研究および卒業研究、修士論文に活用され、研究・教育が進展した。またそれらの活用状況が研究現場展示として効果的であった</p> <p>A</p>

- ②-2 野外博物館実習・自然を読み解く・生地概論等の授業・実習で活用した。コロナ禍による休館や予約制等の制限はあったものの一般公開を続け、令和4年3月から令和5年2月までの期間で年間の外部入場者は 10,500 名、年間開館日数は 285 日であった。A
- ③ 受け入れ予定の化石試料について、現地で採取を行い、運搬と受け入れを終了した。標本データベースは作業中である。B
- ④学外との共同研究の体制については、HP で告知し、随時受け入れる形とした。B

2022 年度以降の課題

- (a) 本研究センターの事業において、現地調査は必須である。コロナ禍が容易に収まりそうにない状況の中でいかに機会を確保するかを検討する必要がある。
- (b) 年代測定のための分析は、きわめて難しいことが判明してきている。様々な要因を検討しつつ、挑戦し続けるが、安易に成果を挙げられるという目標の立て方にならないよう、事業計画を見直す必要がある。
- (c) 博物館の担当職員の交替に伴う、博物館の運営方法の見直しが必要である。
- (d) 標本のデータベース構築に関して、体制を考える必要がある。
- (e) 学外との共同研究の構築に関して、すべての分野について行うのではなく、年代測定に関してのみのテーマを受けつけるなどの工夫が必要である。この場合も、兼務研究員の負担増をどのように考えるか、といった課題がある。

【自己評価5段階】

- S: 達成しており目標以上の成果を上げている。 A: 達成し成果を上げている。 B: ほぼ達成したが、課題がある。
C: 達成状況が不十分であり課題が多い。 D: 未達・未実施であり計画の再検討が必要である。

EPR BioDose 2022 online
Mar. 28-30, 2022
Program

Invited talks

IN-1-D1

Oestreicher, U. and Port, M.

Role of biological and physical retrospective dosimetry in radiological incidents

IN-2-D2

Yoshida M.

Basics and current status of cytogenetic dose estimation

IN-3-D2

Swartz, H.M. and Flood, A.B.

EPR Biodosimetry in 2022: where are we now and where are we likely to go?

IN-4-D3

Ruth Wilkins

Development of high-throughput systems for biodosimetry

IN-5-D1

Christophe Falgueres,

ESR dating and the human evolution: contribution to the chronology of the earliest humans in Eurasia

Poster presentations

*presenter

Session 1a Molecular biomarkers

1a-01-D1

Li, Shuang.*, Lu, Xue., Liu, Hai-Xiang., Cai, Tian-Jing., Tian, Mei., Liu, Qing-Jie.

Identification of radiation-induced changes in the miRNA of extracellular vesicles released by human lymphoblastoid cells

1a-02-D2

Hai-Xiang Liu, Xue-Lei Tian, Xue Lu, Mei Tian, **Qing-Jie Liu***

Analysis of the acylcarnitines in plasma and small intestine of rats to find new candidate biomarkers for screening local abdominal irradiation

1a-04-D1

Cheema, A.K., Li, Y., Moulton, J., Girgis, M., Wise, S.Y., Carpenter, A., Fatanmi, O.O., **Singh, V.K.***

Identification of novel biomarkers for acute radiation injury using multi-omics approach and nonhuman primate model

1a-06-D3

Ghandhi, S.A.*, Shuryak, I., Ponnaiya, B., Wu, X., Garty, G., Morton, S.R., Kaur, S.P and Amundson, S. A.

Cross-platform validation of a mouse blood gene signature for quantitative reconstruction of radiation dose

1a-07-D1

Shimura, T.*, Ushiyama, A.

Mitochondrial damage as a biological marker for dose assessment

1a-08-D2

Schüle, S.*, Hackenbroch, C., Beer, M., Hermann, C., Muhtadi, R., Ostheim, P., Port, M., Scherthan, H., Abend, M.
Employing gene expression and γ H2AX focus assays for biodosimetry purposes after low-level irradiation

1a-09-D3

Juan cong Dong*, Xiao ming Liu, Ya yi Yuan, Jiao Cheng, Qian qian Meng, Xu hong Dang, Chao Wang, Zhong xin Zhang, Ya hui Zuo
Molecular indices for early biological dose assessment of radiation injury

Session 1b Cytogenetic biomarkers

1b-10-D1

Hua Zhao*, Tian-Jing Cai, Xue Lu, Mei Tian, Qing-Jie Liu
Effects of radiation quality and dose rate on radiation-induced nucleoplasmic bridges in human peripheral blood lymphocytes

1b-11-D2

Goh, V.S.T.*, Fujishima, Y., Nakayama, R., Takebayashi, K., Yoshida, M.A., Kasai, K., Ariyoshi, K., Miura, T.
Shortened 48 h cytokinesis-block micronucleus assay for triage dose assessment

1b-12-D3

Vinnikov, V.A.*
Experimental assessment of cytogenetic damage formation after fractionated inhomogeneous irradiation

1b-13-D1

Beinke C*, Port M, Scherthan H
The influence of repair temperature on DNA lesion repair and dicentric chromosome formation

1b-14-D2

Nakajima, D.*, Echizenya, K., Kameya, Y., Takebayashi, K., Nakayama, R., Fujishima, Y., Goh, V.S.T., Abe, Y., Kasai, K., Miura, T.
Blood culture volume affects mitotic index but not dicentric chromosome frequency

1b-15-D3

Takebayashi, K.*, Goh, V.S.T., Nakayama, R., Fujishima Y., Yoshida, M.A., Kasai, K., Ariyoshi, K., Miura, T.
Cytokinesis-block micronucleus assay performed in 0 and 2 Gy irradiated whole blood and isolated PBMCs in a 6-well co-culture system

1b-16-D1

Garty G.*, Royba E., Repin M, Shuryak I, Deoli N, Obaid R, Brenner DJ
Cytogenetic biodosimetry at ultra-high dose rates

1b-17-D2

Nakayama, R.*, Yanagidate, K., Goh, V.S.T., Kentaro, A., Kasai, K., William, F.B., Yoshida, M.A., Miura, T.
Development of shortened chemical premature chromosome condensation assay for high-dose exposed patients

1b-18-D3

M'kacher, R.*, Colicchio, B., Junker, S., Plesch, A., Heidingsfelder, L., Soehnlén, K., Najar, W., Hempel, W.H., Dieterlen, A., Girinsky, T., Jeandidier, E., Fenech, M., Voisin, P., Carde, C.

Unique DNA breakpoint mechanisms in the formation of radiation induced structural chromosomal aberrations

Session 1c New technical developments for established biomarkers

1c-19-D1

Pecoskie, S.*, Boell, S., Norton, F.

Applying Amnis® AI Software to Analyze the Imaging Flow Cytometry-Based Cytokinesis-Block Micronucleus Assay for Use in Large Scale Radiological/ Nuclear Events

1c-20-D2

Yeo, J.J.W.*, Chew, Z.H., Teo, S.X., Goh, V.S.T., Chua, C.E.L.

Semi-automated Dicentric Chromosome Assay

1c-21-D3

Shirley, B.C., Mucaki E.J. , Knoll, J.H.M., **Rogan, P.K.***

Radiation Exposure Determination in a Secure, Cloud-based Online Environment

1c-22-D1

Ujiie, R.*, Kawamura, K., Suzuki, K., Yamashita S., and Mitsutake N.

A Novel fluorometric method for dicentric chromosome assay using anti-CENP-C antibody

1c-23-D2

Testa, A.*, Patrono, C., Palma, V., Kenzhina, L., Mamyrbayeva, A., Biyakhmetova, D., Zhamaldinov, F., Della Monaca, S., Fattibene, P., Quattrini, M.C., Maltar-Strmečki, N., Erceg, I., Vojnič-Kortmiš, M., Vidotto, M., Bortolin, E.

NATO Science for Peace and Security (SPS) Project “BioPhyMeTRE” “Novel biological and physical methods for triage in radiological and nuclear (R/N) emergencies”

1c-24-D3

Christian Schunck*, Thomas Lörch, Richard Kowalski, Michael Porter, Ryan Mahnke, Chris Capaccio, Jay Perrier, Ken Damer

Standardized and Automated Biological Dosimetry

1c-25-D1

Mayenburg, J.M.*, Cuadros Sanchez, S., Darwish, R., Lachapelle, S., Burt, J., Marro, L., Wilkins, R.C, Beaton-Green, L.A.

Multi-parameter analysis of Cytokinesis Block Micronucleus Assay Calibration Curves

1c-26-D2

Royba E.*, Ponnaiya B., Garty G., Brenner D.J.

Development of a same-day dicentric chromosome assay

1c-27-D3

Meher, P.K.*, Lundholm, L., Wojcik, A

Interphase Fluorescence In Situ Hybridization (FISH) for interphase chromosomal aberration-based biological dosimetry

1c-28-D1

Cheyne, E. B.*, Mayenburg, J. M., Patel, J. M., Cuadros Sanchez, S., Lachapelle, S., Wilkins, R. C., Beaton-Green, L. A.

Detection of DNA Damage from Ionizing Radiation Using Markers of DNA Double-

Strand Breaks and Imaging Flow Cytometry

1c-29-D2

Ponnaiya, B.*, Wang, Q., Lee, Y.a, Pujol-Canadell, M., Perrier, J.R., Smilenov, L., Harken, A., Garty, G., Brenner, D.J., and Turner, H.C.

Cytogenetic damage of human lymphocytes in humanized mice exposed to neutrons and X rays

Session 1d Dose response of biomarkers

1d-30-D3

Furukawa A.*

The project of another low-cost metaphase finder (Third Report)

1d-31-D1

Ma, L.P, Tian, M., **Gao, L.***, Liu, Q.J.

Biodosimetry based on γ -H2AX quantification in human peripheral blood lymphocytes after partial-body irradiation

1d-32-D2

López-Riego, M.*, Meher, P.K., Akuwudike, P., Bucher, M., Oestreicher, U., Lundholm, L., Wojcik, A.

Inter- and intraindividual response to alphas, X-rays and mixed beams analysed at exon-level gene expression and chromosomal aberrations

1d-33-D3

Dong-Jing Chai, Ya-Yi Yuan, Xu-Hong Dang, **Ya-Hui Zuo***

Preliminary Study on Radiation-sensitive genes of Neutron/gamma Mixed Radiation Field

Session 2 Biological and EPR dosimetry for medicine

2-01-D2

Lee, Y.*, Lee, Y.H., Yang, S.S., Seong, K.M.

Cytogenetic and hematologic changes in breast cancer patients after partial-body and fractionated radiotherapy

2-02-D1

Evans, A.C.*, Edmondson, D.A., Matthay, K. K., Granger, M.M., Marachelian, A., Haas-Kogan, D.A., DuBois, S.G., and Coleman, M.A.

Differentiating exposed vs. unexposed persons following ¹³¹I internalized exposure using transcriptional analysis: Biodosimetry using a high-risk neuroblastoma patient cohort

2-03-D3

Maznyk, N.*, Sypko, T., Starenkiy, V., Gukova, I., Artiukh, S., Sukhina, O.

Chromosome aberrations outcome peculiarities during radiotherapy course followed by previous radiation exposure

2-04-D2

Yayi Yuan, Juancong Dong, Yahui Zuo, **Xuhong Dang***, Yuyang Dong

Association Between SNPs of DNA Damage Repair Genes and Radiosensitivity in Healthy People

2-05-D2

Marrale, M.*, D'Oca, M.C., Castronovo, E.R.A., Collura, G., Gasparini A., Vanreusel V., Verellen D., Felici G., Mariani G., Galante F., Pacitti M., Romano, F.

Dosimetric characterization of an ultra-high dose rate beam for FLASH radiotherapy through alanine EPR dosimetry

Session 3 Biological and EPR dosimetry for emergency

3-01-D3

Ryan T.L., Escalona M.B., Iddins C.J., **Balajee A.S.***

A Tiered Biodosimetry Approach for Triage after Radiological/Nuclear Mass Casualty Incidents

3-02-D1

Yamaguchi, I.*, Nakai, Y., Miyake, M., Hirota, S., Gonzales, C.A.B., Yasuda, H.

Signal detected by in vivo EPR tooth dosimetry in a nurse with many years of experience in endoscopic retrograde cholangiopancreatography

3-03-D3

Kenzhina, L.*, Mamyrbayeva, A., Biyakhmetova, D., Zhamaldinov, F. Testa, A., Patrono, C., Palma, V., Bortolin, E., Fattibene, P.

The importance of the National biodosimetric laboratory of the Republic of Kazakhstan for ensuring national and regional preparedness and response in radiation nuclear emergencies

3-05-D2

Maltar-Strmečki, N.*, Vidotto, M., Della Monaca, S., Erceg, I., Dragoš, M., Fattibene P., Vojnić Kortmiš, M., Quattrini M.C., Bortolin E.

Recent findings regarding PSL detection on salt-containing fortuitous dosimeters

3-06-D1

Ece E.*, Ozmen A., Biyik R., Sayin U.

Gamma irradiation effect on some asthma drugs: EPR detection of radiosterilization

3-07-D3

Adamu, R.*, Wong, J.D. and Nor, N.M.

EPR dosimetric properties of X-ray irradiated potassium bitartrate

3-08-D2

Babayeva, N.*, Ece, E., Biyik, R., Ozmen, A., Sayin, U.

EPR investigation of gamma irradiated Famoser drug: For dosimetric purposes

3-10-D3

Mobasher, M.*, Giovanelli, D., Li, C., Ollier N., Trompier F.

EPR dosimetry on touch screen of smartphones: dosimetric investigations of the latest generation of glass

3-11-D2

Yasuda, H.*, Gonzales, C.A.B.

Heat-induced EPR signals of human fingernails

Session 4 Biological and EPR/luminescence dosimetry for epidemiology

4-01-D2

Suto, Y.*, Abe, Y., Miura, T., Tsuyama, N., Takebayashi, K., Nakayama, R., Goh, V.S.T., Sugai-Takahashi, M., Takashima, Y., Akiyama, M., Kudo, K., Alkebsi, L., Ishii, K., Sakai, A., Akashi, M.

A preliminary report on retrospective dose assessment by FISH translocation assay in FDNPP Nuclear Emergency Worker Study (NEWS)

4-02-D1

- Oka, T.***, Takahashi, A., Shinoda, H.
Usage of enamel as a dosimeter below 200 mGy
4-03-D3
- Shishkina E.A.***, Degteva M.O., Volchkova A.Yu., Napier B.A.
EPR-based validation of the uncertainties of calculated external doses for population exposed in Urals region
4-04-D2
- Seredavina T.A., **Mukan Zh.T.***, Sushkova N.S.
EPR studies of soils in vicinity of the former testing site in RK and used approaches
4-05-D2
- Martinez, J.S.***, Dugué, D., Fernandez, P., Grégoire, E., Gruel, G.
Twenty-two years later: Consistent dose estimation of an accidental overexposure by retrospective biological dosimetry
4-07-D2
- Khoirunnisa, N., Purnami, S., Tetriana, D., Dasumiati, D., **Syaifudin, M.***
Assessment of the Cytogenetic Abnormalities in Blood of Local Inhabitants Due to Continuously Exposed to High Background Radiation in Mamuju
4-08-D2
- Ramadhani, D.***, Purnami, S., Wanandi, S.I., Wibowo, H., Syaifudin, M.
Preliminary study of chromosome aberrations using two-color FISH and giemsa assays in lymphocytes of individuals living in elevated radon concentration areas
4-09-D3
- Gough, E.***, Hassan, A., Waller, E.J.
Investigating Manganese Concentrations in Shelled Species and the Effect on EPR Spectra
4-10-D2
- Tzivaki, M.***, Waller, E.J.
Electron Paramagnetic Resonance for Dosimetry of Dreissenid Mussels
4-11-D1
- Mitsuyasu Y.***, Oka. T., Takahashi A., Kino Y., Okutsu K., Sekine T., Yamashita T., Shimizu Y., Chiba M., Suzuki T., Osaka K., Sasaki K., Urushihara Y., Suzuki M., Fukumoto M., Shinoda H.
External exposure dose estimation of wild Japanese macaques captured in Fukushima Prefecture: Decomposition of electron spin resonance spectrum
- Session 5 Networking in biological and EPR dosimetry, QA & QM*
5-01-D3
- Gallas, R. R.***, Kapsch, R.-P.
Alanine/EPR dosimetry in magnetic fields
5-02-D3
- Vinnikov, V.A., Hayes, J.M., **Belyakov, O.V.***
Research and Training Program of the IAEA Biodosimetry Model Laboratory: focus on clinical applications of classic and novel biodosimetry methods
5-03-D3
- Satyamitra, M.M.***, Cassatt, D.R., Molinar-Inglis, O., Rios, C.I, Taliaferro, L.P., Winters, T.A., and DiCarlo, A.L.
The NIAID Biodosimetry Development Program: An Overview

5-04-D3

Gunasekara, D.G.*, Wilkins, R.C., Tessier, F., Beaton-Green, L.A.

Monte Carlo Modelling of Experimental Setup Used for Biodosimetry Intercomparison

5-05-D2

D'Oca, M.C.*, Collura, G., Marrale, M.

Monte Carlo simulation of the energy released by neutrons on organic compounds for EPR dosimetry

5-07-D3

Toyoda, S.*, Inoue, K., Yamaguchi, I., Hoshi, M., Hirota, S., Oka, T., Shimazaki, T., Mizuno, H., Tani, A., Yasuda, H., Gonzales, C.A.B., Okutsu, K., Takahashi, A., Tanaka, N., Todaka, A.

Interlaboratory comparison of EPR tooth enamel dosimetry with investigations of the dose responses of the standard samples

Session 6 EPR dating and related topics

6-01-D1

Ekici, G., Sayin, U.*, Demir, A., Delikan, A., Kapan, S., Isik, M., Karaaslan, H., Biyik, R., Orhan, H., Engin, B., Tapramaz R., Ozmen, A.

The success of ESR for dating of fossil mollusc shells: Samples from Old Konya Lake

6-02-D1

Ekici, G.*, Sayin, U., Isik, M., Kapan, S., Demir, A., Karaaslan, H., Delikan, A.6, Biyik, R., Orhan, H., Engin, B., Tapramaz, R. Ozmen, A.

Paramagnetic characterization of fossil mollusc shells at eastern part of the old Konya Lake: Its importance for EPR dating

6-03-D1

Yokoyama, Y.*, Isogai, S., Kusuki, K., Nishido, H., Tani, A.

The behaviour of organic radical species and atomic hydrogen in gamma-irradiated chibaite at low temperature

6-04-D1

Tanaka, K.*, Muto, J., Takahashi, M., Oka, T., Nagahama, H.

Effect of high-velocity friction on ESR signal in quartz

6-05-D1

Kobayashi, R., Kojima, H., **Tani, A.***

Investigation of the origin of Okinose sand using ESR signals of quartz in granite around Osaka Bay

6-06-D1

Obata, N.*, Toyoda, S.

Thermal stability of the ESR signals in tephra quartz and evaluation of equivalent doses

岡山理科大学
古生物学・年代学研究センター
2021年度第2回セミナー

(年度末発表会)

2022年3月18日 13:00-16:00 A1号館1階プレゼンテーションルーム

- 13:00 今年度のセンターの歩みについて センター長 豊田
13:05 青木一勝 タルボサウルスはどこから来たのでしょうか？
13:20 久保風人・斎藤北斗・高橋亮雄 モンゴル・ゴビ砂漠東部バインシレより発見された
獣脚類と条鱗類の化石の分類学的研究
13:35 石井 紗智・林 昭次・Nyamkhishig Tsogjargal・Khishigjav Tsogtbaatar ピナコサ
ウルスから考察する鎧竜類における歯の交換様式
13:50 大越司・名取真人・奥田ゆう・千葉謙太郎 爬虫類にみられる脳容積と血管孔サイ
ズの相関
14:00 稲葉勇人・千葉謙太郎・實吉玄貴・辻極秀次 組織学および分子生物学的手法によ
る脊椎動物化石のタンパク質の検出と定量的評価
14:10 井上れな・辻極秀次・千葉謙太郎・高崎竜司・実吉玄貴 現生爬虫類の産卵期にお
ける骨組織学的研究
14:20 坂本航汰・畠山唯達・北原優・実吉玄貴 モンゴル国南東部に分布する古第三系
Ergilin Dzo 層の古地磁気学的研究
14:30 高崎竜司・千葉謙太郎・Anthony R. Fiorillo・Kirstin S. Brink・David C. Evans・
Federico Fanti・実吉玄貴・石垣忍 白亜紀後期ジュディスリバー層から初となるコ
リトサウルス(恐竜類：ハドロサウルス科)の報告
14:40 休憩
14:55 衣笠哲也 ワニ類のハイウォークにおける膝関節ロック機構と後肢内協調—解剖によ
る機能の理解と物理モデルによる検証—
15:10 石垣忍 岡山県高梁市川面町井才に分布する中新統と産出化石群
15:20 石垣忍 ぶらりだい(ぶら理大)：ブラタモリのように学内を巡って発見するアクティ
ブラーニングの試み
15:25 石垣忍 恐竜学博物館への寄贈標本群とその活用
15:30 豊田 新 ESR年代測定と堆積物の起源推定
15:45 Imayama, T., Kawabata, R., Kato, T., Oh, C. W., Horie, K., and Takehara, M.:
Multi-stage metamorphic history of the Oki gneisses in Japan: Implications
for Paleoproterozoic metamorphism and tectonic correlations in northeastern
Asia.
16:00 終了予定

岡山理科大学
古生物学・年代学研究センター
2022年度第2回セミナー

(年度末発表会)

2023年3月1日 13:00-16:00 D4号館1階セミナー室

- 13:00 豊田新 今年度の研究成果と来年度に向けての展望
- 13:15 島田将徳・高橋亮雄 ネメグト層産の基盤的カメ類モンゴロケリス(シチュアンケリス科)の形態学的再検討
- 13:25 実吉玄貴・坂本航汰・Batsaikhan BUYANTEGSH・高橋亮雄・千葉謙太郎・高崎竜司・Khishigjav TSOGTBAATAR モンゴル東部 Bayn Shire に分布する Baynshire 層の堆積環境
- 13:35 大越司・斎藤北斗・久保風人・高橋亮雄・名取真人・實吉玄貴・千葉謙太郎・Buuvei Maynbayar・Khishigjav Tsogtbaatar モンゴル国ゴビ砂漠上部白亜系 Bayanshiree 層から産出した脊椎動物小型化石密集層について
- 13:45 齊藤北斗・高橋亮雄 バインシレ層より産出したシナミア属魚類化石(条鰭綱アミア目)の分類学的研究
- 13:55 高崎竜司 顎筋肉減少から探る恐竜類の鳥類化
- 14:05 石垣忍 モンゴル国ゴビ砂漠の上部白亜系より産出する竜脚類足跡化石
- 14:15 稲葉勇人・村上 凱星・千葉謙太郎・實吉玄貴・辻極秀次 質量分析法を中心としたモンゴル産脊椎動物化石のタンパク質解析
- 14:25 大賀理裕、林昭次 X線CT解析による堅頭竜類の歯の交換様式の解明
(休憩)
- 14:50 檜田沙耶香 走鳥類の足根間関節に見られるカム様メカニズムとその設計法の検討
- 15:00 伊東和輝 ワニ類後肢における筋骨格系の受動的運動を利用したロコモーションの理解のためのロボットの開発
- 15:10 佐藤友彦・青木一勝 京都府宇治市天ヶ瀬地域のデュープレックス構造の観察ーモンゴル国の海洋プレート層序復元にむけてー
- 15:20 Takeshi Imayama, Dripta Dutta, Kewook Yi, The origin of the ultrahigh-pressure Tso Moriri Complex, NW Himalaya: Implication for Early Paleozoic rifting
- 15:30 青木一勝 微小鉱物が示す太古代テクトニクス: 南アフリカ、バーバートン花崗岩類ー緑色岩帯
- 15:40 畠山唯達・北原優 地磁気永年変化曲線の延長について
- 16:00 終了予定

2022年度岡山理科大学恐竜学博物館活動報告

石垣 忍・市川 美和*・高橋 亮雄**・林 昭次**

岡山理科大学 古生物学・年代学研究センター，恐竜学博物館

*岡山理科大学 研究・社会連携部 恐竜学博物館

**岡山理科大学生物地球学部生物地球学科

1. 2022年度活動の概要

2022年度は、前年度に引き続き館の運営において新型コロナウイルスの影響を受けた。新規感染者数は、第6波（2-5月）、7波（7-9月）、8波（11-2月）で増加したが、秋以降は感染者が増えても社会的な制限はほぼなくなったため、徐々に通常の対応に戻した。当館は学生の利用（見学・授業・実習・研究）と研究利用（内部・外部）についてはコロナ前と同じ対応を続けた。一般の見学利用については3月上旬と4月当初は休館、その後5月末まで予約制を敷いたが、6月からは岡山県内の他館とほぼ同様に予約不要とした。一般入館者の月別入館者の実績数は、8月以降はコロナ前の2019年度並みに戻った。収集保管と展示の諸作業についてはコロナ前と同様に進めた。前年度末（3月）に奥田ゆう学芸員が転出し、新たに市川美和学芸員が4月から着任した。また博物館の兼務研究員を続けてこられた兵頭博信教授と西戸裕嗣特任教授は2023年3月末をもって退職された。

2. 使命と理念の確立

今年度の目標であった当館の使命と理念に関しては明文化することができた。今後このガイドラインに沿って運営していくことになる。次の段階として必要なことは、実際の業務指針として、研究・展示・教育・収集と保管・広報などについての、より具体的な「ポリシー（方針・実施計画）」を作る事である。こうしたことは、とかく「面倒な枠組み」と考え「考える時間がない」という理由により立案が進んでいない館もあるが、実際には、博物館が継続的に発展・運営していくための基本的な仕組みづくりの一つである。博物館にはさまざま課題が生じてくるが、その一つ一つに判断を下していかなければならない。その時の判断基準、あるいはやるべきことの優先順位をつける「ふるい」のような役割を果たすのがポリシーで、それを関係スタッフで共有していくことが今後の課題である。

3. 資料収集・保管活動

2021年度は標本の物理的な整理が進んだが、本年度はあまり進まなかった。収蔵スペースについてはB1号館1階標本保管庫とC2号館5階の保管庫、及び恐竜学博物館の標本室の整備が進み新しい標本棚も納品された。C2号館3階の図書館の書棚の移動が進み、書棚に設置した展示物を保護するためのアクリル板が納品された。これにより、現在ある標本群を適切な場所に収蔵するための基本インフラの初期段階整備がほぼ完了した。来年度以降は具体的な整理作業を始める予定である。



図 1. B1号館収蔵庫（左）とばんじゅうを引き出し式に収蔵する標本棚（右）

標本の収集保管については、2020年5月に遺体を埋積し、2022年1月にそれを発掘回収して骨格標本化を進めてきたアフリカゾウを、今年度の教育改革推進事業の予算で骨格標本とする処理を進めた。一部の骨格についてはマウントし部分交連展示とした。しかし、骨格の「さらし」が不十分であり、来年度も処理を継続する必要がある。その他寄贈による現生の動物の遺体を引き取り、骨格標本化を進めている。

新規に受け入れた化石標本やレプリカ、各種の研究用・展示用の資料としては、退職される教員（名取真人・動物学科教授、西戸裕嗣・生物地球学科特任教授、兵頭博信・フロンティア理工学研究所教授）、および一昨年来標本を寄贈してくださっている田邊章氏、松田嗣朗氏を含む数名のアマチュアコレクターより寄贈いただいた。



図 2. アフリカゾウの骨格標本作成 A:洗浄、B:切歯展示風景、C:交連骨格作成準備（株）三近工業にて



図 3. 寄贈を受けた標本の一例

4. 展示活動

4-1 展示作成

本年は野外博物館実習の学生の一部との共同作業により、①大学構内のサイン類の改善と、スタンプラリーシステムの導入による利用者の動線整備、②C2号館3階図書館内の中央展示と書架展示の整備、③A1号館4階図書館内展示の一部について1階のエスカ



図 4. C2号館3階図書室の展示更新 a:中央部東,b:中央部西,c:コリトサウルス



図 5. a:A1号館4階図書館の発掘現場展示, b:A1号館1階のサウロロフス展示
c:50周年記念館前の竜脚類足跡展示作成風景、d:C1号館7階中新世化石展示

レータ周辺への移設と展示内容の整備、④50周年記念館の壁面展示（足跡化石）の設置の4点を実施し完成させた。これにより、大学構内での「迷い」が大幅に少なくなったほか、展示物が増え、リピーターの利用者からもこうした対応を評価する意見を多数聞くことができた。恐竜植物園については日常的な雑草処理や灌水、剪定作業などの維持管理の問題がある。教育改革推進事業（大学構内の地球史オリエンテーリング構築）の予算で、自動灌水装置の設置ができたことや、学生アルバイトによる植物園維持への協力があつたことは業務遂行上効果的であつた。来年度は大学構内の緑化整備業務と連携して恒常的に運営できるようなシステムを考えていきたい。

4-2 展示公開

2022年3月1日から2023年2月28日までの開館日は285日で、同期の一般入場者数は9996人であつた。この間のコロナ禍にかかわる臨時休館期間は3月1日～3月7日、4月1日～4月15日で、予約による入場を実施した期間は3月8日～5月31日であつた。開館中の、土曜・祝日の外部からの予約入場者は100人程度、平日は30人程度で、相変わらず期待が高いことを示している。本年度は団体見学として、幼稚園・保育園を2園、小学校を8校、中学校を4校、高等学校を9校受け入れた。



図6. 中学生団体の見学

また、学童クラブおよび放課後等デイサービスの学習利用についても、17施設の見学を受け入れた。いずれも前年度の件数を上回っており、外部の学校や団体の見学が増加していると言える。また、中学生高校生の職場体験・作業体験も受け入れた。こうした利用も今後増えていくと考えられる。

大学内で開かれた学会や研究集会、教育関連の集会等の参加者が博物館を訪れることも多く、学内からの希望にこたえて通常の休館日も臨時に開館した。特に物理学会の参加者の来訪が大変多かった。オープンキャンパスや学園祭等、大学行事に合わせた日曜開館も合わせると10日以上あつた。学園・大学へのお客様は、学内見学の重要地点として恐竜学博物館と生命科学教育センターをめぐることが多く、本年度は計25件の依頼があり、こちらの来訪者も増加の一方である。

一昨年、昨年に続き、今年度も学生の解説アルバイトを配置する予算を得たことは運営上大変重要なことで、これにより日常的な来客対応がスムーズに行え、観客の満足度が向上したことは間違いない。

利用ニーズが高まるいっぽうで、館内業務の時間や職員の休日確保の問題もバランスよく解決しなくてはならない。来年度は比較的来館者の少ない平日の一部を、繁忙期を除いて閉館日とするなど、現実に対応を考えていきたい。

4-3 学生および本学教員・職員の利用促進

当館には学外からの観客が年間一万人以上訪れる一方で、本学学生および本学教員・職員の利用は進んでいない。学生の利用促進については、今後、大学構内地球史オリエンテーリングを用いた体験の浸透などを通じて利用の喚起を試みる。また、本学教員・職員の利用については、通常行われている一般向けのイベントや教育活動とは別に、参加者を本学教員・職員とその家族に限った展示解説ツアーなどの企画を行い、大学内の利用促進と博物館への理解を深めてもらう機会を作る事が来年度への課題である。

5. 教育活動

5-1 学生教育

当館は、学生教育では、野外博物館実習・古生物学実習・野外調査法実習・博物館経営論などの実習で広く利用されるようになった。また恐竜学I、II、古生物学概論、基盤

教育の「自然を読み解く」等の様々な講義でも利用されている。また昨年に続いて、教育改革推進事業の予算を得て、大学構内地球史オリエンテーリング（通称「ぶら理大」）で大学構内丸ごと博物館化を推進し、81か所に音声ガイドのQRコードのついたパネルを設置することができた。今後もこうした常設展示室と野外展示・学内サテライト展示のリンクを強化し、当館の学生教育に生かすプログラム作りを促進したい。

5-2 教育普及活動・アウトリーチ・外部との連携・展示貸し出し・広報活動など

外部からの要請にこたえた出張展示は奈義ビカリアミュージアム（恐竜発掘現場の写真と床面パネル展示）と丸善岡山シンフォニービル店（岡山文庫「岡山理科大学恐竜学博物館図鑑」の出版と連携した恐竜調査写真展）で行った。博物館教育イベント協力としては、倉敷市立自然史博物館の「自然史博物館まつり」に学生と共同で実施した。標本の貸し出しは国立科学博物館より1点、兵庫県立人と自然の博物館より

3点、長崎市恐竜博物館より1点、笠岡市カブトガニ博物館より1点依頼を受け、すべて許可した。講演会等は県内の学校や公民館を中心に14回行った。大学の市民公開講座に協力して学内で講演会を行ったほか、(社)おかやま観光コンベンション協会からの依頼を受けて岡山デスティネーションキャンペーンと題した観光キャンペーンに協力し、化石レプリカ作りと博物館ツアーのイベントを7月と9月に計5日間、午前と午後、合わせて計10回実施し、合計300人の参加者に体験を提供した。また前述した科学教育研究協議会（科教協）の冬の研究会（2023年1月）では、教育研究集会参加者に博物館見学と化石レプリカ作り体験する機会を設けた。昨年来の方針により、こうしたイベントはなるべく学内で行う方向にシフトしていたため、回数や動員数は多いものの、労力は軽減された。今後もこの方向（行事はできるだけ大学内で行い、大学に来ていただいて体験してもらうことを基本とする）は維持したい。地元の日本文教出版と協働して、「岡山文庫」の326番目として「恐竜学博物館図鑑」を上梓することができたのは外部連携関係で特筆すべきことであった。博物館の広報活動としては、予算をつぎ込むタイプの広報（チラシの配布、マスコミ広告等）は行わなかった。新聞連載記事等を使った告知や理科関係、学校関係のネットワークを生かした情報拡散につとめた。SNS、特にツイッターによる情報拡散はフォロワーが3000を超えるなどの実績が上がったが、実質的な広報効果は不明である。大学の広報活動には積極的に協力した。

昨年度の総括内容にもあったが、当館は大学博物館で、大学の研究と学生の教育に資することを最優先とすべきことを再確認する必要がある。人員や予算を増やすことができない状況でバランスをとりながら業務の選択と集中を行い、原点を見失わないようにした



図7. デスティネーションキャンペーンチラシ（左）とレプリカ作り体験の材料（右）



図8. 恐竜学博物館図鑑（岡山文庫）

い。来年度の活動全体としては、より研究とその支援活動にシフトし、大学博物館本来の研究コンテンツの魅力を作り出し、発信するということに注力していきたい。

6. 研究活動

コロナ禍で2020年度から2021年度の2年間実施できなかったモンゴル科学アカデミー古生物学研究所（IP）との共同調査を再開した。5月から6月にかけて石垣忍が長期滞在し、モンゴル側と共同でシャルツァフとアルツボグド地域で足跡化石の調査を行った。8月には高橋亮雄、實吉玄貴、千葉謙太郎、高崎竜司と学生1名がモンゴル側と共同でバインシレ地域のマイクロサイトを中心に1週間のフィールドワークを行った。高崎竜司は6月から9月まで長期に滞在し共同調査を行った。また調査準備や打ち合わせと標本調査のために、6月、1月、3月にウランバートルのIPを訪問した。2022年8月に採集した標本が借用の上で岡山理科大学へ送られ、それをもとに研究が進められた。

当博物館を拠点とした学術研究集会は2回行われた。2022年7月10日には、第40回化石研究会総会・学術大会がオンラインで当博物館をホストとして、シンポジウム「足跡学—その現在と今後の展望」、総会、個人講演が行われた。参加者は45名であった。2023年1月8-9日には科学教育研究協議会冬の研究会が同協会岡山・神戸支部の主催で開かれ、教育研究交流会、参加者対象の当館の見学と講演会、化石ワークショップが行われた。参加者は221名であった。

学生・教員によるプレパレーション設備の活用頻度は増えた。これは「研究活動を現在進行形でガラス越しに見せる」展示を擁する当館の特徴を際立たせた。前年に引き続き、館蔵標本の研究利用（学内、学外研究者）やCTスキャナーを利用した各種の研究（本学学生、教員、学外研究者）も進んだことを特筆したい。



図9. 化石処理設備の高稼働

科学と恐竜を学ぶ
「お楽しみ広場」
岡山理大

日時 2023年1月8日(日) オフショウ9日(祝)

会場 岡山理科大学 岡山市北区理大町1-1

参加費 大人1000円
学生・子ども無料

8日(日) 10:30~11:30
石垣忍先生の講演&ワークショップ
化石のレプリカ作り&バックストーリー
岡山理科大学の恐竜学博物館館長・石垣先生の恐竜宛指のお話。子どもも大人も楽しめるイベントです。

8日(日) 11:40~12:40
恐竜・化石のカラーズと化石の楽しみ方 恐竜学博物館ツアー

8日(日) 13:30~15:30
冬休みのお楽しみ広場 科学お楽しみ広場
自然科学を学ぶ実験・観察・ものづくり。楽しくわかる理科教育のネタやグッズを紹介・展示・実演・貸出。盛り合わせ。全国から先生力が活躍。

8日(日) 16:00~17:00
お楽しみ広場 理科大学校内の自然フィールドワーク

9日(祝) 9:00~13:00
オフショウ 仁科会館見学・交流会

主催 科教協岡山支部・科教協兵庫支部・かがく教育研究所
共催 岡山理科大学博物館・科学教育研究協議会 協力 科教協中国ブロック
後援 岡山県教育委員会・岡山市教育委員会・山陽新聞社・RNC西日本放送
岡山大学子どもセンター・岡山県立放送

問い合わせ 科学と恐竜を学ぶ研究会 実行委員長 中谷幸希 nak1877@yahoo.co.jp
実行委員会事務局 宮本裕 TEL 090-6598-4491

図10. 科教協冬の研究会

7. 博物館界とのつながりについて

国内の、いわゆる大学博物館の中には、利用対象をほとんど大学内に限定している（あるいは限定しないまでも、結果的にそうなっている）館も存在するが、当館は学外一般に対しても開かれた館である。つまり、当館は大学の中の研究教育施設であると同時に、一般社会に対しては社会教育機関でもある。大学の中にいるとこうした「学外からの見え方」を意識しないものであるが、少しずつではあっても、「学外から見たら社会教育機関」である点を認識し、無理のない範囲で対応を考えなければならない。これは教員だけで解決できるものではなく、大学職員の深い理解と運営への参加が必要である。また、本学が当館を大学ブランディングの一つとして位置づけ、一般観客を受け入れ、一般社会に対して発信する教育研究機関と位置付ける場合、他館との連携は不可欠がある。現在はそのはじめとして、岡山県博物館協議会に参加することを検討中である。さらに、研究や展示、標本のやり取りなどに関して、モンゴルの博物館との連携をどのように行っていくかということも今後の課題である。

2022 年度モンゴルでの野外調査報告

石垣忍・高橋亮雄*・実吉玄貴*・千葉謙太郎*・高崎竜司*・Buuvei

MAINBAYAR**・Khishigjav TSOGTBAATAR**

岡山理科大学古生物学年代学研究センター
*岡山理科大学生物地球学部生物地球学科
**モンゴル科学アカデミー古生物学研究所

1. はじめに

2022年5月～9月にかけて実施したモンゴル科学アカデミー古生物学研究所（以下『IPMAS』と呼称）と岡山理科大学の、ゴビ砂漠における国際共同発掘調査について報告する。

2. 調査概略

2-1 野外調査対象地

調査化石産地 3ヶ所 (Shar Tsav, Art Bogd, Bayn Shire)

2-2 岡山理科大学及びIPMASの参加人数

本学教員及び研究員5名、学生3名、IPMAS職員8名

古生物学関連（本学教員及び研究員4名、学生2名、IPMAS職員7名）

地質学関連（本学教員及び研究員1名、学生1名、IPMAS職員1名）

2-3 調査日程

2022年 5月21日-6月24日（前半調査）

2022年 8月1日-9月7日（後半調査）

3. 前半調査の参加者・日程・主な成果

3-1 参加者

岡山理科大学参加者

- 1) Shinobu ISHIGAKI (Professor, OUS)
- 2) Akio TAKAHASHI (Professor, OUS)
- 3) Mototaka SANAYOSHI (Associate Professor, OUS)
- 4) Ryuji Takasaki (JSPS Postdoctoral Researcher, OUS)
- 5) Masanori Shimada (Graduate student, OUS)
- 6) Hokuto Saito (Graduate student, OUS)

IPMAS参加者

- 1) TSOGTBAATAR Khishigjav (Director of IP-MAS)
- 2) MAINBAYAR Buuvei (Researcher / Car [LandCruiser] driver, IP)
- 3) GANZORIG Bayasгаа (Researcher, IP-MAS)

3 - 2 日程

5月20日

- ・ Ulaanbaatar 着 (石垣)

5月21日～5月31日

- ・ IPMAS 側との打ち合わせ及び共同研究作業

6月1日

- ・ Ulaanbaatar 発, Shar Tsav 着 (石垣)

6月2日～6月6日

- ・ Shar Tsav の足跡化石調査

6月7日

- ・ Shar Tsav 発, Bulgan 西方にてキャンプ

6月8日

- ・ Bulgan 西方キャンプ発, Khongil (in Arts Bogd Mountain area) 着

6月8日午後～6月14日午前

- ・ Art Bogd 周辺【Chavgants Tolgoi (Khongil 東方)、Ulaan yo Chonj (Khongil 最東方)、Gun Sukhait (Khongil 西方)】の足跡化石新産地調査、Dzamin Khond の表採調査 (石垣)

6月14日午後

- ・ Khongil 発, Ulaanbaatar 着 (石垣)

6月15日

- ・ Ulaanbaatar にて調査の片付け、論文執筆打ち合わせ、標本整理 (石垣)
- ・ Ulaanbaatar 着 (高橋・實吉・高崎・学生2名)

6月16日 - 6月23日

- ・ Ulaanbaatar にて、夏調査準備、標本調査、研究論文執筆 (石垣・高橋・實吉・高崎・学生2名)

6月24日

- ・ Ulaanbaatar 発 日本着 (石垣・高橋・實吉・学生2名)。

3 - 3 主な野外調査成果

Shar Tsav にて竜脚類行跡化石 (17本)、アンキロサウルス類行跡化石 (1本) 等発掘調査。Art Bogd 周辺にて竜脚類行跡化石 (6本、うち4本は前足印を伴う) 等発掘調査。各種分析を目的とした化石標本の採取。

4. 8月調査の参加者・日程・主な成果

4 - 1 参加者

岡山理科大学参加者

- 1) Akio TAKAHASHI (Professor, OUS)
- 2) Mototaka SANEYOSHI (Associate Professor, OUS)
- 3) Kentaro CHIBA (Lecturer, OUS)
- 4) Ryuji Takasaki (JSPS Postdoctoral Researcher, OUS)
- 5) Kota SAKAMOTO (Graduate student, OUS)

IPMAS 参加者

- 1) TSOGTBAATAR Khishigjav (Director of IP-MAS)
- 2) MAINBAYAR Buuvei (Researcher / Car [rental car] driver, IP-MAS)
- 3) BUYANTEGSH Batsaikhan (Researcher / Car [Land Cruiser] driver, IP-MAS)
- 4) PUREVSUREN Byambaa (Researcher, IP-MAS)

- 5) BILGUUNBOLD Battulga (Researcher, IP-MAS)
- 6) OCHIRJANTSAN Enkhbat (preparator / Car [Suzuki truck] driver, IP-MAS)
- 7) GANTSETESG Jamgan (Cook)

4-2 日程

8月1日

- ・ Ulaanbaatar着 (高橋・實吉・千葉・学生1名)
- ・ 高崎は6月よりUlaanbaatarにて標本調査中であつたため、当該日より合流

8月2日

- ・ Ulaanbaatarにて準備作業 (高橋・實吉・千葉・高崎・学生1名)

8月3日

- ・ Ulaanbaatarにて準備作業 (高橋・實吉・千葉・高崎・学生1名)

8月4日

- ・ Ulaanbaatarにて準備作業 (高橋・實吉・千葉・高崎・学生1名)

8月5日

- ・ Ulaanbaatar発, Bayn Shire着 (高橋・實吉・千葉・高崎・学生1名)

8月6日～8月12日

Bayn Shireの地質調査、化石発掘調査 (高橋・實吉・千葉・高崎・学生1名)

8月13日

- ・ Bayn Shire発、Ulaanbaatar着 (高橋・高崎)
- ・ Bayn Shireの化石発掘、地質調査、標本・試料の梱包及びキャンプ撤収準備 (實吉・千葉・学生1名)

8月14日

- ・ Bayn Shire発、Ulaanbaatar着 (實吉・千葉・学生1名)
- ・ Ulaanbaatarにて標本整理 (高橋・高崎)

8月15日

- ・ Ulaanbaatarにて発掘標本・岩石試料の整理 (高橋・實吉・千葉・学生1名)
- ・ Ulaanbaatarにて別調査の準備作業 (高崎)、以後別行動

8月16日

- ・ Ulaanbaatarにて発掘標本・岩石試料の整理 (高橋・實吉・千葉)
- ・ Ulaanbaatar発、日本着 (学生1名)

8月17日～8月20日

- ・ Ulaanbaatarにて発掘標本・岩石試料の整理 (高橋・實吉・千葉)

8月21日

- ・ Ulaanbaatarにて発掘標本・岩石試料の整理 (高橋・實吉・千葉)

8月22日

- ・ Ulaanbaatarにて発掘標本・岩石試料の整理 (實吉・千葉)
- ・ Ulaanbaatar発 (高橋)

8月23日

- ・ Ulaanbaatarにて発掘標本・岩石試料の整理 (實吉・千葉)
- ・ 日本着 (高橋)

8月24日～8月28日

- ・ Ulaanbaatarにて発掘標本・岩石試料の整理 (實吉・千葉)

8月29日

- ・ Ulaanbaatarにて発掘標本・岩石試料の整理 (千葉)
- ・ Ulaanbaatar発、日本着 (實吉)

8月30日～9月5日

・ Ulaanbaatarにて発掘標本・岩石試料の整理（千葉）

9月6日

・ Ulaanbaatar発（千葉）

9月7日

・ 日本着（千葉）

4-3 主な野外調査成果

Bayn Shire層より脊椎動物化石標本群、古地磁気年代測定用の泥岩試料、U-Pb年代測定用炭酸塩岩試料、などの採取。新たな報告となる、小型脊椎動物化石の採取と分類作業。各種分析を目的とした化石標本の採取。

5. まとめ

2022年におけるモンゴル・ゴビ砂漠での調査では、ゴビ砂漠中央部における新たな足跡化石の発見、Bayn Shire層から多種の脊椎動物化石の発掘と採取、異なる年代測定に利用される岩石試料の採取などを行った。今後、採取化石の分類決定を行うとともに、年代測定用試料を用いた年代決定の可能性を探る。加えて、これまでのゴビ砂漠発掘調査で採取し、Ulaanbaatarにて保管中の脊椎動物化石の同定作業をすすめ、多様な方法を用いた年代測定、化石からの有機物抽出といった、本学独自の研究活動も継続予定である。

6. 謝辞

本調査を行うにあたり、IPMAS職員の皆様、岡山理科大学の教員、職員、学生の皆様に、調査準備、調査実施、標本管理、標本輸送、等の各種作業に対して、多大なるご支援をいただいた。関係者の皆様方へ深くお礼申し上げます。本調査は、日本学術振興会科学研究費補助金（20K20950）、日本学術振興会二国間交流事業（JSJSBP120219941）などより支援を受けた。

【様式1-1】

2022年2月28日

岡山理科大学学長 殿

教育改革計画書

1. 教育改革のテーマ名 (新規提案 継続提案) ← いずれかをチェック ■ する

大学構内「地球史の名所」オリエンテーリングコースの開発と普及

2. 代表者名・所属・職名

豊田 新 (研究・社会連携機構 古生物学・年代学研究センター センター長 教授)

3. 分担者名・所属・職名と役割(分担者の役割をはっきり明記すること)

能美洋介 生物地球学部 生物地球学科 教授 (教材の解説作成、講義での活用と評価・改善)

今山武志 研究・社会連携機構 フロンティア理工学研究所 准教授 (教材の解説作成、講義での活用と評価・改善)

石垣 忍 研究・社会連携機構 古生物学・年代学研究センター 特担教授
(教材の解説作成、講義での活用と評価・改善、解説看板作成の実行、パンフレット作成の実行)

西戸裕嗣 生物地球学部 特任教授(教材の解説作成、講義での活用と評価・改善)

4. テーマの要約(全角150文字以内)

自己と環境の存在背景を知るために、日本史・世界史と並んで、地球史を学ぶことは重要な意義がある。しかし地球史を学べる場は、特別の場所にとらえられがちである。本計画は学内という身近な場所にある、露頭、石材、「生きている化石植物」等を活用し、地球史を楽しみながら学ぶ場を構築して教育改革に貢献する。

5. 関連する科目等と担当者

地学基礎論 I, II, 基盤地学 1, 2 (基盤教育) 今山
科学を読みとくー様々な視座から恐竜を読みとくー(基盤教育) 石垣、豊田、今山
科学を読みとくー物理で読みとく星と地球ー(基盤教育) 豊田、能美
生物地球概論 I.II.III.IV (生物地球学科) 能美、石垣
天文地学実習(生物地球学科) 能美
古生物学実習(生物地球学科) 石垣
地質学(生物地球学科) 能美
古環境学(生物地球学科) 西戸
野外調査法実習 I(生物地球学科)
野外博物館実習 D(西戸・石垣・能美)

6. 希望する補助金額(上限は 100 万円/年間)

700,000 円 / 2年間, 令和3年度 26 万円(支出済み) 令和4年度 44 万円

【様式1-2】

(1) 教育改革テーマの内容	関連する中期計画連番(該当する場合)
<p>背景と教育改革テーマの目的 現在、学生はネット情報に頼るあまり、好奇心をもって実物に接するという原体験が不足しているといわれる。日本史・世界史とともに自己の存在の背景を知るために重要な科学リテラシーである「地球史」においても、原体験は重要であり、大学教育では現場に行く実習(巡検)や催しが企画される。しかしそうした機会は専門の学生に限られており、参加できない学生は多い。</p> <p>本計画は、地球史を肌で感じる原体験が不足しがちな学生に、地球史を語る素材に接する機会を手軽に提供することを目的とする。大学構内という身近で何度でも訪れることができる場所と素材を使い、それら実物を見て観察し、感じ取って想像することの重要性を学ぶ。そして、改めて自分の存在と環境を考える契機とすることを目指す。テレビ等で報じられる派手なCG画像にあらわされるような地球史イベントも、地球上の何の変哲もない地層や岩石の観察によって編み出されていることの再認識を促すものである。</p> <p>取り組みの課題解決への着眼点と解決方法 岡山理科大学構内には、地球史の教材として活用できる教育資源が多数ある。</p> <p>例えば、A2号館の南側の崖は約3億年前に、当時大陸の一部だった日本の大陸斜面に堆積した砂岩泥岩層である。また同館の基石となっているのは恐竜時代末期の7千万年前に貫入固化したとされる花崗岩である。学内のあちこちにみられる円礫層は2700万年前にこの付近に存在した河川の河原の堆積物である。</p> <p>このほか、数千万年前の貝や有孔虫の化石を含む石灰岩が50周年記念館やC2号館で使われている。また学内には地質時代の生き残り植物で「生きている化石」と呼ばれるメタセコイア、セコイアメスギ、トクサ、イチヨウなどが植栽されている。こうした素材は学生が地球史をつぶさに体験できる有効な教材となる。</p> <p>「これらを観察して回る」行動の動機付けをするために、学内の、普段学生が往来するところを中心にして、オリエンテーリングコースを作る。ポイントには適切な看板を設置し、QRコードからアクセスできる専門教員による解説システムを構築する。また、これらポイントをつなぐためのパンフレットを作り、授業や、新入生の学内地理を学ぶためのグループワーク等で使用する。時間を競う競技オリエンテーリングと異なり、ポイントをめぐって理解を深めることが目的である。</p> <p>新規性・独創性 学内の素材を使い「どこか遠くの特別の場所にあるもの」と考えられがちな地球史の観察場所が、毎日眺める風景の中にあることを認識してもらい、学生が「地球史を身近に感じる」ようにできることが新規性である。観察を促すために、作成した解説看板をつないでオリエンテーリングコースとすることが独創性である。また、オリエンテーリングコース化は学生の好奇心を高めることに役立つだけでなく、一緒にコースを回る学生同士の親睦をはかることも期待できる。</p>	
<p>(2)-1 1年目における目標と実施計画</p>	
<p>1年目の目標 オリエンテーリングコースの内容を検討し、モデルコースを作ったうえで、解説パネルの試作品を作って、学生の評価をもとに改善するところまで行う。</p> <p>1年目の実施計画(グループ課題の場合、分担者の役割を含めて記載すること)</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 広島大学及び京都教育大学の先行事例の調査を行う(石垣)。 ② オリエンテーリングのポイントとなる場所を選定し(石垣・豊田・能美・西戸・今山)、その解説コンテンツの原稿を作成する(全員)。解説板のモックアップ(試作品)を設計作成する(石垣)。 ③ 解説板に説明用のQRコードを設置し、解説システムをネット上に立ち上げる(石垣・豊田)。スマートフォンによって実際に解説を聞けることを確かめる(全員)。 ④ オリエンテーリングコースを研究室所属の学生に、実際に利用してもらい、問題となる点や改善提案を挙げてもらう。また総合的にシステムの使いやすさなどを評価してもらう(豊田、能美、今山)。 ⑤ 評価結果と改善提案を受けて原案を修正し、コンテンツの最終版を作る(石垣、今山、西戸)。 	

<p>(2) - 2 1年目の達成度 (※新規提案の場合は記入不要)</p>
<p>1年目に取り組んできた内容の総括と達成度</p> <p>① 他大学の先行事例調査は、コロナ禍の影響で広島大学のみ調査を行った。広島大学はキャンパスが広大で、構内に地質・動植物・考古・歴史などの素材が多数ある点は本学と共通している。またいくつかの学部・学科が小規模な展示を学内に設けており、それらをつないでいる。上記素材に関する野外展示の設置の仕方などが参考になった。</p> <p>② ③ オリエンテーリングポイントを約58か所選定し、パネルと音声解説を作成した。また、「中生代から生き残っている植物」を選定し、園芸業者から取り寄せて構内に植栽してパネルづくりをした。パネルを設置するための看板と立札の作成においては工作センターの多田様・篠原様にお世話になった。</p> <p>④ 現在25か所に音声解説のQRコードをつけた展示パネルを設置し、音声解説はYoutubeにアップしている。残りの33か所は現在作成中で、3月10日までに設置予定である。設置分についてはスマートフォンで説明を聞けることを確認した。これらの作成は、野外博物館実習Dを選択している25名の学生が分担して担当し、立て札の設置・パネルの作成と設置・音声解説の原稿作成と実際の吹込みを行い、学生の成長と工夫を促す実習となった。⑤オリエンテーリングコースのパネルについては古環境学のアクティブラーニングとして内容の評価と改善店の提案を学生に行ってもらった。指摘をもとにパネルと音声解説の改善などを行い、パネルの最終版を作って設置した。以上の通り、当初の設置目標であった13-15か所から大幅に増やすことができた。達成度については100%である。</p>
<p>(2) - 3 2年目の目標と実施計画</p>
<p>2年目の目標</p> <p>春学期授業での利用をはかり、学生に内容や設置環境を評価・改善提案をしてもらう。それを受けてコンテンツを改善し、確定して最終設置する。「オリエンテーリングコース」として整備し、パンフレットを作成し秋学期授業で活用をはかる。利用方法の改善を図り、毎年安定した利用が継続するような「仕組み」を作って定着を図る。</p> <p>2年目の実施計画</p> <p>試作品が設置されている段階であるが、生物地球学科の新入生オリエンテーションで活用してもらい、チューターより改善提案を受ける。改善修正した上で、全ポイントの解説看板の正式版を制作設置してコースを完成させる。コースガイドのパンフレットを制作し、以下の要領で活用する。</p> <p>① 授業の一コマまたは、その予習や復習課題として、ポイントをめぐる課題を設定し、学生に学習を促す。</p> <p>実施する授業の例は以下のとおりである。</p> <p>地学基礎論 I, II, 基盤地学 1, 2, 科学をよみとくー様々な視座から恐竜を読みとくー、</p> <p>科学をよみとくー物理で読みとく星と地球ー (基盤教育科目)</p> <p>生物地球概論 I.II.III.IV、天文地学実習、古生物学実習、地質学、古環境学 (生物地球学科科目)</p> <p>② 生地学科の新入生歓迎レクリエーションなどの場で、グループワークのゲームなどとして利用を促す。</p> <p>③ コースを「学生向け(地球史探訪)」と「恐竜学博物館見学者向け(学生・一般向け矢や初心者向けの簡単なコースとし、サテライト展示をつなぐことも兼ねる)」の二つに編みなおす。博物館を見学する学生、市民が、迷わずに展示をめぐり、さらに展示内容のより深い理解を得られるように参加を促す。</p> <p>野外看板は比較的簡易に更新可能なものとし、研究の進展に応じて随時更新する。</p>
<p>(3) 成果の公表と期待される効果</p>
<p>教育実践研究誌に製作過程と成果を発表する。</p> <p>コンテンツを利用した講義の学習内容が深まると共に、学生がこの体験を通じて身近な自然物(街のビルの石材、街路樹、自然風景の中の露頭など)に目が行くようになり、身近な素材や風景を通して、地球史に好奇心を覚えるようになることが期待される。これらの点について、授業アンケート等で確認評価する。</p>

岡山理科大学学長 殿

教育改革推進事業報告書

1. 教育改革のテーマ名 (
-
- 1年目
-
- 2年目) ← いずれかをチェック
-
- する

大学構内「地球史の名所」オリエンテーリングコースの開発と普及

2. 代表者名・所属・職名

豊田 新 (研究・社会連携機構 古生物学・年代学研究センター センター長 教授)

教育改革テーマの実施内容とその評価

① 実施状況

岡山理科大学の岡山キャンパス構内にある、地球史教育の教材となる素材を58種類選び、それぞれが観察できるスポット81か所を選定した。それらは①考古学・地質学的なエピソードが語れる眺望・地形13か所、②恐竜時代からの生き残り植物が観察できる植栽22か所と、「恐竜植物園」としての30か所、③地球史に関連する岩石や地層の露頭、石材などが観察できる16か所である。これらすべてに音声ガイドにアクセス可能なQRコードを付し、野外博物館実習(学芸員課程の正課授業)の一環として説明の作成や吹込みを行った。また案内マップ配備やオリエンテーリングができるこすりだしスタンプシステムを構築した。地球史を語る植物の植栽や、その夏季灌水装置、図書室の書棚の亚克力板設置による展示ケース作りなどを進め、今後進める博物館解説スポットの増設をにらみながらオリエンテーリングスポットの増加をはかった。

② 目標に対する結果とその評価

地球史を肌で感じる原体験が不足しがちな学生に、地球史を語る素材に接する機会を手軽に提供することが目的であったが、基盤教育授業(自然を読み解く等)や、生物地球学部の講義・実習(野外博物館実習、古環境学等)で活用し、その授業アンケート評価は高かった。また、学会や教育関係の研究会などの付随イベントとして、あるいは学外の団体の恐竜学博物館見学のオプションとして、理大構内でできる自然史ツアー体験用のツールにしていた。2023年1月8日に行われた科学教育研究協議会冬の研究会(岡山)参加者88人のアンケートでは高評価を得た。その一方で再生回数のデータは伸び悩んでおり、活用レベルは不十分である。パンフレットが未完成であったこともあるが、利用のされ方を調べたうえで改善し、利用方法を普及して、利用促進に努める必要がある。

③ 特に教育効果の改善が認められた内容

コロナ禍の中で、バスや交通機関等を利用した学外への見学・実習などが制限される中、学内で実施できるコースが整備できたことは大変有意義であった。また、とかく「遠くまで行かないと見ることができない」と思われがちなのが、身近に存在し、何度も訪れて見直すことができるということは新たな発見であった。学外の利用者については、学内イベントと一緒に、オプションツアーのような内容が実施できることが大きなメリットであった。

④ 計画通り教育効果の改善が認められず課題として残った内容

「質」の面では効果が認められたと考えているが、「量(再生回数伸び悩んでいる点)」の面で問題がある。現在は授業や実習での取上げによって動機づけているが、それ以外の学生の利用を促す仕組みや掲示物整備によって利用者を増やす工夫が必要である。また博物館展示解説スポットがまだ不足しており、2023年度に20か所程度の設置を考えたい。試みは手探りであり、改善を加えながらの試行錯誤になるが、学生も一般市民も博物館解説の利用を契機として全体の利用につなげる仕組みを作りたい。

「ぶら理大」：大学構内で地球史オリエンテーリング

学生がブラタモリのように、大学構内を歩きながら、いろいろな発見をして、大学への興味と事物への好奇心を高める試み

石垣忍¹，西戸博嗣²，能美洋介³，今山武志⁴，豊田新¹ (1:古生物学年代学研究センター，2:生物地球学部特任教授，3:生物地球学部，4:フロンティア理工学研究所)

結論：1. 岡山キャンパスは、構内に自然史・考古の教育資源が充実(58種、81か所)

→ これを活用して学生や外来者の野外学習が可能。

2. 学生実習として、解説パネル作成、音声ガイド(2-3分)作成 → QRコードによる音声アクセスは大変便利。

→ 出来上がった後は講義と実習で活用できる。

3. 学生の、大学への興味・好奇心・帰属意識を高められる。

4. 他分野・他施設でも実施可能な、教育普及のノウハウを構築できた。

背景 **コロナ → 外出× → 理大は山の上 → 構内に様々な教育資源！ → 全国でも珍しい本学の特徴を活用！**

●大学構内の教育資源を活用
→ 講義・実習に利用する試み
→ 学生の大学への興味と、好奇心、帰属意識を高められるのでは？
→ 手法はブラタモリ
→ オリエンテーリングコースとしても実施できるのでは？

① 地質露頭が豊富。不整合も見られる！



2億5~9千万年前の海溝堆積物
A2号館裏の超丹波帯の露頭



2700万年前の河川堆積物
旧1号館跡地の山砂利層の露頭

② 市内～四国までの眺望に遺跡と地質名所が点在する



B3号館1階テラスから見える小豆島の山々

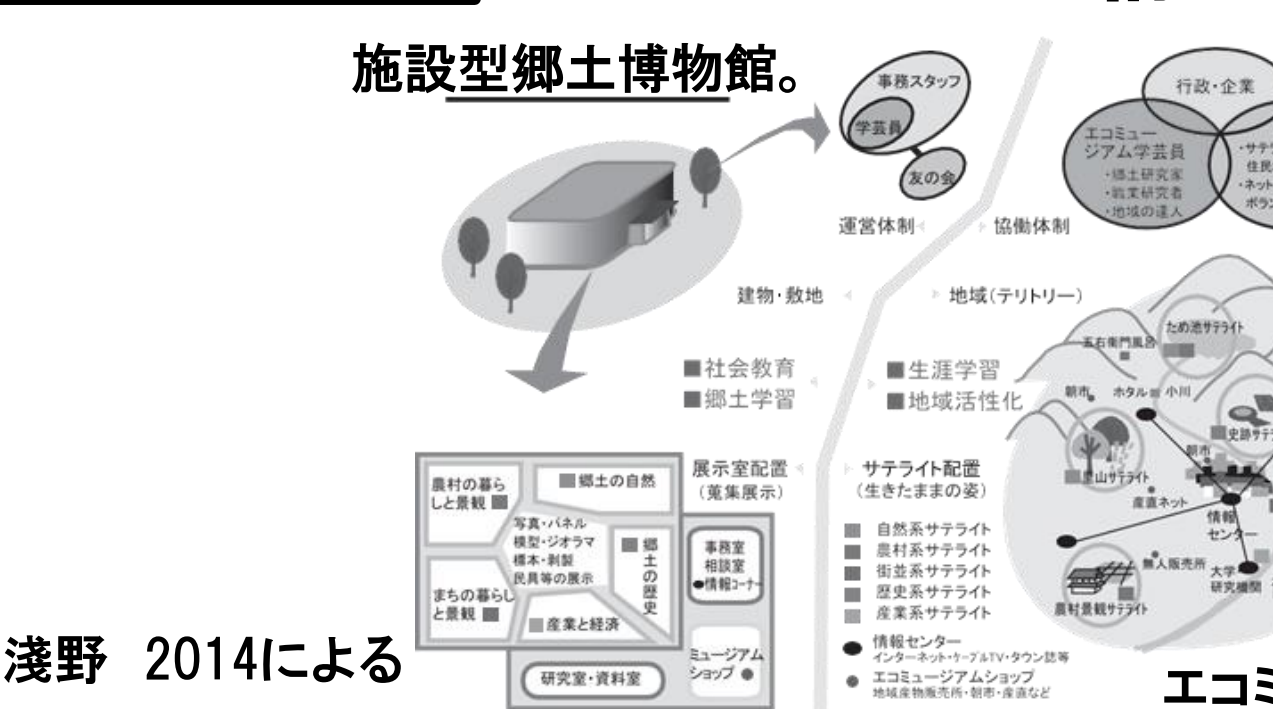
③ 中・古生代の生残り植物+植栽がある



④ 恐竜学博物館とサテライト展示



先行事例 エコミュージアム構想



浅野 2014による

広島大学 大学丸ごと博物館構想

広島大学では大学構内に点在している自然史・考古学資料や、各学部が持つ資料等をもとにエコミュージアム的な利用がされている。「大学丸ごと博物館」として整備。



広島大学総合博物館に手法調査に行き、以下のことが判明した。

- 解説パネルを作成することが展示素材を利用した教育活用の基本。
 - 素材を展示物にすることで素材の保護・保存につながる。
 - 野外での視認性・耐久性のある解説パネルの設計・設置が必要
 - QRコードによる展示解説がたいへん有効
 - 授業・実習を通じて利用するだけでなく、地域住民や地域の教育活動に利用されているため、地元貢献・大学広報にもなる。
- 問題点・課題。
- パネル内容が盛り沢山過ぎるとつらい
 - パネル数が少ないと構内で存在感がない
 - パネルが立派すぎると改定しにくい、学生が主体的に制作参加できない

パネルの制作と設置

① 立て札の制作設置方法

ポール: 足場用単管(金属製49mm) パネル: アルミ板
本学の工作センターの援助を得て自作



② 解説パネルの作成

野外博物館実習Dの秋学期実習の一環として作成した。学生が写真や解説内容を考え、それを教員が添削指導。内容は学生の学習を意識して詳しく、やや専門的。

③ 音声ガイドの作成とYoutubeにUP

2021年度野外博物館実習Dの秋学期実習の一環として作成。学生が解説シナリオを考え、それを教員が指導。学生または教員が吹き込み。解説時間は、大学生を想定し、やや詳しい目に2~4分。静止画像と音声MP3ファイルをYoutubeにアップした。



録音中の亀田先生。



自身が担当したパネルを設置中の学生。

④ 設置 完成

パネルにYoutubeのURLをQRコードにして入れ、印刷・ラミネートして設置。

大学の隣は古墳

半田山植物園最高地点(88m)

左の隙間から古墳が見える
一本松古墳 (前方後円墳)

半田山植物園の最高地点に位置する古墳。全長65m、後円部径約43m。南の平野側に向けた前方部は短く低く、周辺には小方墳や弥生時代の墓域もある。堀や墓石は見えない。鉄地金網埋蔵庫付。鉄線、鉄線や鉄線などの掘削具が設置されている。埋蔵庫は整形式石室で、香川県豊後郡の安山岩が使用されている。

1940年代の太平洋戦争中は、後円部の頂上は高射砲陣地となり穴が空けられた。ここに整形式石室があり、破壊を受けた。キャンパスに隣接して大きな古墳がある大学は大学は数少ない。

70~50万年前に埋もれた地表面
この地表面は約70~50万年前の地表面。この地表面は約70~50万年前の地表面。この地表面は約70~50万年前の地表面。

理大名物 むい石？

実は2700万年前の河の石

吉備層群

どれ？: 理大構内でよく見かけるむい石。これは「吉備層群」(通称: 山砂利層)と呼ばれる地層の礫石。岡山から広島市吉備高原山間部に点々と分布し、理科大学付近の層はその中の「津高層」である。

理大のA1号館一正門付近から北、東はこの礫層が分布。植物園や半田山基地の地層もこれである。

地質と、地球史の中で?: 津高層は、約2700万年前ころ(新生代・古第三紀新新世)、日本がまだ大陸の一部だった時期に岡山を流れた川に堆積した。堆積構造や堆積物からその流れた方向や流速も推定できる。

礫は最大径40cm以上と、大きな礫が多く、それを運んだ川は大陸内部から流れてくるような大河ではなかった。

絶滅したはずが？

生き残ってた！

メタセコイア (アケボノシギ)

Metasequoia glyptostroboides

分布: 種子植物/裸子植物/メタセコイア属
現在の分布: 中国 湖北省利川市(旧四川省)

特徴: 葉は対生、球果を作り、秋に種子を飛ばす。円錐形の樹形が特徴。成長は早い。関西地域の新生代第三紀層の化石をもとに、本学博士が化石の標本として1941年に命名。1946年に中国の湖北省利川市(現在の利川市)で、生存状態で発見された。その後人工的に苗木が作られ「生きてる化石」の象徴として学校・植物園をはじめ各地に植栽された。

地球史の中で?: 白亜紀に出現し、北半球の北部から化石が産出する。恐竜とも食べられていた。日本でも福島の白土系から化石が産出する。新生代に繁栄したが、100万年前頃に姿を消し、絶滅したと考えられていた。

元火山の一部！

「豪雷溪」は1400万年前火山噴出物

小豆島の平たい山

どれ?: 左の山が城ヶ崎山(816m)右が四方指(標高776m)。とても平らな山の形に注目。

地質と、地球史の中で?: 新生代第三紀中新世の中頃、日本海拡大がいったん落ち着いた1400万年前ころ、瀬戸内海地域を中心に、非常に高温・高圧からなるマグマが異常に活動が盛んになった。小豆島付近では、この火山は花崗岩の上に噴き出し、火山砕屑物を厚く堆積させ、さらに、それに続いて高温でどろどろとしたマグマが数回流れだし、平坦な台地を形成した。

その後の浸食は台地は連続し、メグと呼ばれた。非常に硬い化石として知られる。浸食されてきたころは火山砕屑物が深く浸食されて独特の深谷美らも、豪雷溪という名前になっている。

石材の中の化石を探そう！

単細胞生物の殻

有孔虫 Foraminifera

石種名: フレママー・フォルミナリファ
アクリンテ

この化石は?: 有孔虫は、アメーバのような単細胞生物。石灰質の殻を持つ。化石として残りやすい。1ミリのものから10センチを超えるものまで見られる。南西諸島の海で見られる「ホシナガ」や「ゼンシ」は現生の仲間。

この石材は?: この石材の有孔虫は、数ミリアスミ程度の大きさ。この石材は岩石の分類では「石灰岩」で、硬い海で暮らす生物の死骸や、殻が石灰質で堆積してできた。時には、含まれる化石などの手がかりから新生代第三紀新新世(約5000万年前)。

地球史の中で?: 有孔虫は約5億年以上前のカンブリア紀から現代まで、地層の化石として見られる。進化速度が速いため、地層の年代を決定するための「示準化石」として使われる。特に中生代の「フズリナ」類、新生代の「カイセキ」や「メグ」や「アケボノシギ」などは有名で、産地に研究された。

1994年新種発見

えー……？！ 生き残っていた！

ジュラシクツリ

分類: 種子植物/裸子植物/ワレミヤ科 Wollemia nobilis

化石の分布: 自生地はオーストラリア、シドニー近郊のワレミヤ国立公園の深部。40m以下に埋もれていた。絶滅したと考えられてきた。絶滅したと考えられてきた。絶滅したと考えられてきた。

世界で: 1994年に発見された新種新種の植物。常緑高木。樹高40mにもなる。ジュラシクツリは日本でもつづられたニクネーム。

地球史の中で?: ワレミヤ科の化石は中生代白亜紀から見つかると、新生代でも見られた。300万年前ころに絶滅したと考えられてきた。絶滅したと考えられてきた。絶滅したと考えられてきた。

2022年11月1日現在 58種。全81枚のパネル・立札を設置済み。
さらに2022年度末までに約20種20枚を追加予定。ガイドパンフ作成中。

設置場所一覧

大学構内地球史 オリエンテーリング Spot配置図



理大構内でブラタモリ

ぶら理大

1 ぶら理大・眺望考古&地質13Spot

理大は山の上→いい景色→眺望考古学と地質学で楽しもう
見もの 貝塚がある大学、縄文時代の海岸線、弥生の遺跡、周辺の山々
瀬戸内海と四国の山々 剱山(1955m)まで見える

1 ぶら理大・恐竜が見た植物22Spot

大学構内にみられる恐竜時代からの生き残りの植物スポット
見もの: シダ植物 裸子植物 恐竜が見たかもしれない被子植物たち

1 ぶら理大・地球史16Spot

大学構内にみられる地質学の露頭、石材、などのスポット
見もの: 石ころの地層、吉備層群(2700万年前)
海溝にたまった地層、超丹波帯(3億-2.5億年前)
岡山の名石 万成石(花崗岩) 不整合面

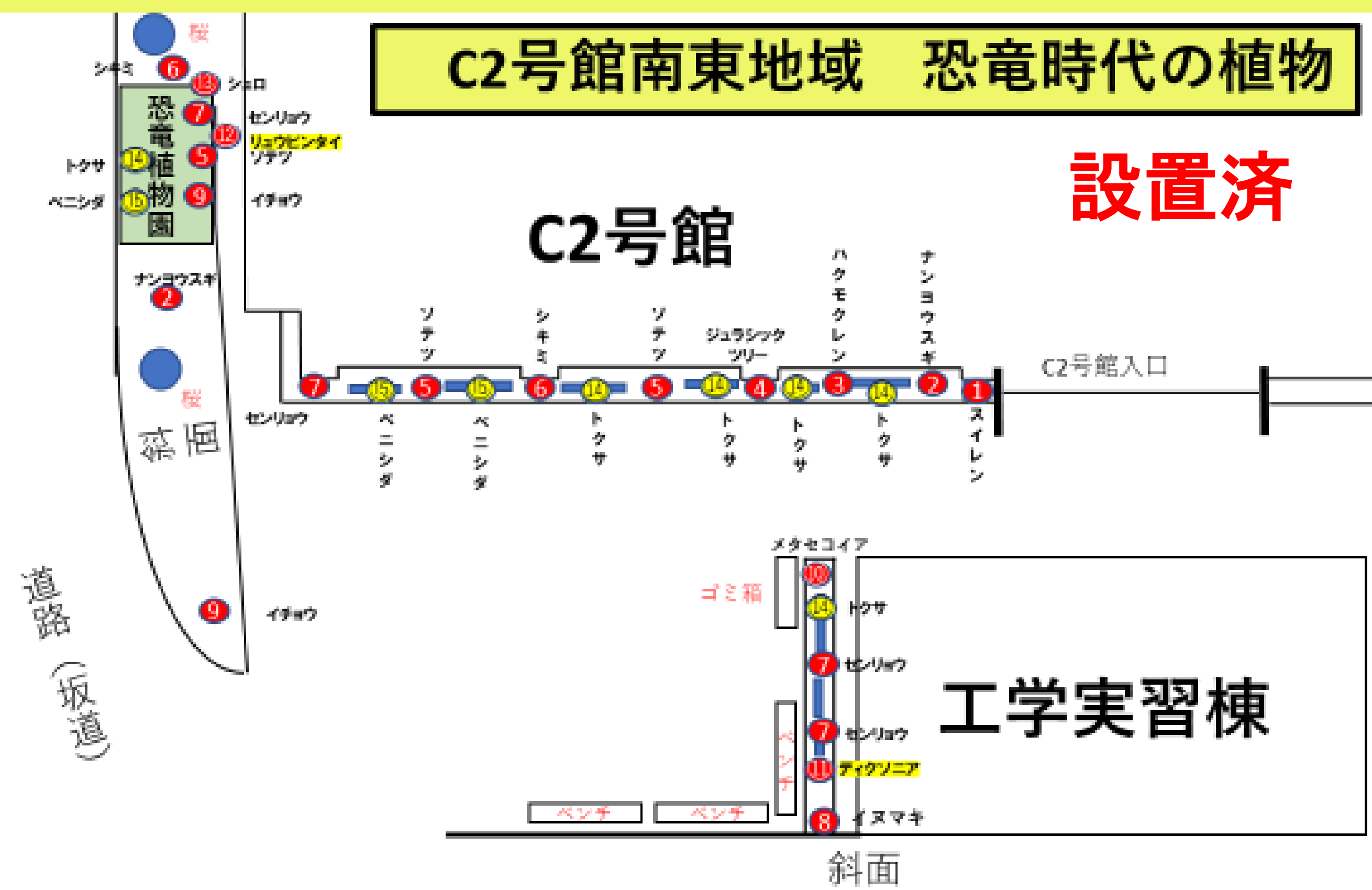
以上
設置済

1 ぶら理大・恐竜学博物館20Spot

恐竜学博物館の展示(メイン+サテライト1.2.3.4)に、
音声ガイドをつける

設置作業中

ぶら理大 恐竜が見た植物ミニコース 30Spot



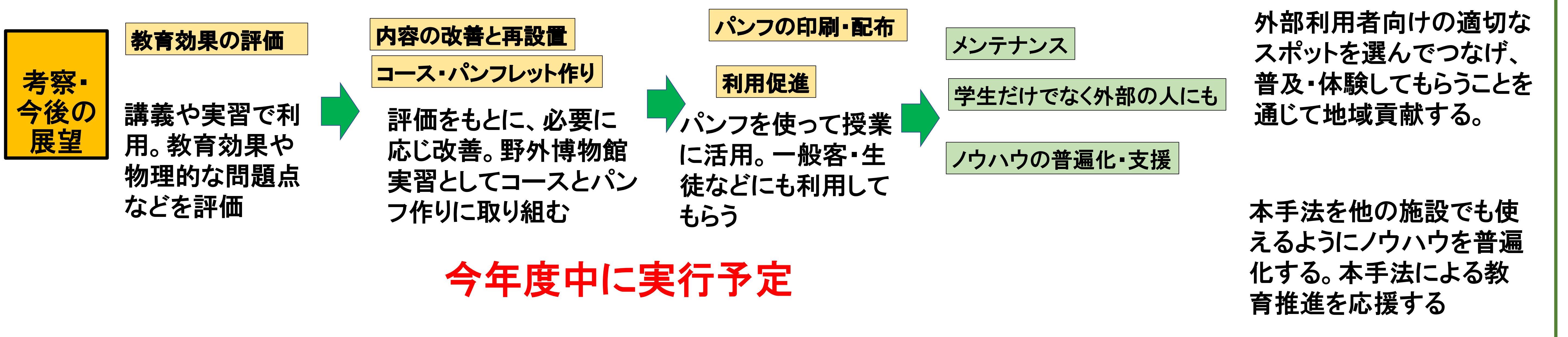
教育活用と効果

授業での利用 古環境学、地学基礎論II、自然を読みとくなどで活用 屋外を歩くことで教室内とは違った学習効果がある。アクティブラーニングとして実施できる。

実習での利用 野外博物館実習D: 展示制作など実際の業務訓練に活用。観客の立場から展示評価も行い、展示改善することも学べる。野外調査法実習I: ①身近な場所なので、学生が現場で何度でも見直すことができる。②コロナ禍の実習として有効 ③学生イベントでの使用もできる

試行における問題点と今後の改善計画 当初設定した「オリエンテーリング」という用語は認知度が低く、混乱を招くため、使用しないほうが良いと判明した。

教職員・外部の来学者の利用 学生の利用には授業等での動機付けが必要。学外からの訪問者の利用促進(→地域貢献)にはさらなる利用促進の戦略が必要と判明した。



文献

浅野利久、清水則夫、菊地直樹(2021)エコミュージアムにおけるリアルとデジタルー広島大学総合博物館の試みからー2021年人文地理学会大会要旨103。
浅野敏久(2018)地域に開かれた大学博物館を目指してー広島大学のキャンパスまるごと博物館と賀茂台地エコミュージアム。エコミュージアム研究。2018。22。11-1
浅野敏久(2014)大学キャンパスのエコミュージアム的な保全と活用 環境と安全、vol.5, No.3, 205-210
藤野次史(2001) 東広島キャンパスにおける埋蔵文化財の現状。広大環境 30, 23-28。
新井重三(1995) 実践エコミュージアム入門ー21世紀のまちおこし。東京、牧野出版。
日本エコミュージアム研究会(1997): エコミュージアム・理念と活動ー世界と日本の最新事例集。東京、牧野出版。
大原一興(1999) エコミュージアムへの旅。東京、鹿島出版会、1999。

謝辞

亀田修一・富岡直人(生物地球学部)、奥田ゆう(恐竜学博物館) 篠原隆・多田忠美・露無正治(工作センター)、岡本完(庶務部)井内友成(学園本部施設管理課)、清水則夫(広島大学総合博物館)、西部技術コンサルタント株式会社、株式会社花のアリマツ(岡山市北区京橋) 塚腰実(大阪市立自然史博物館)、武市昌之(岡山県生涯学習センター人と科学の未来館サイピア)、2021年度の野外博物館実習Dおよび古環境学の履修学生、五十嵐桃花、田島空来 以上の方々に深く感謝する。

ぶら理大

QRコードで説明が聞けるよ
ブラタモリの気分であらう

キャンパスには、地球と生物の歴史を物語るスポットがいっぱい。それぞれに立て札やパネルを作りました。さらにスマホでQRコードを読めば先生や先輩の説明を聞けます。さあ学内ぶらぶら散歩に出発しましょう。

1 ぶら理大・眺望考古&地質 13Spot

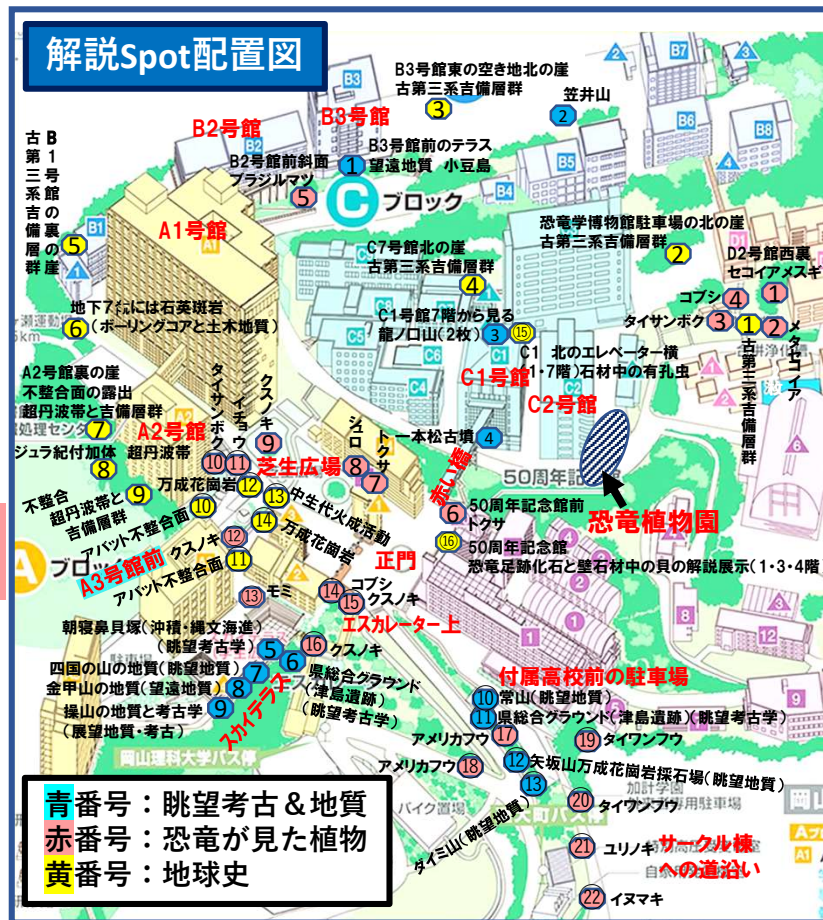
理大は山の上→いい景色→眺望考古学と地質学で楽しめるスポット
見もの 貝塚がある大学、縄文時代の海岸線、弥生の遺跡、周辺山々
瀬戸内海と四国の山々、徳島県の剣山(1955m)まで見える

2 ぶら理大・恐竜が見た植物 22Spot

大学構内のあちこちにみられる恐竜時代からの生き残りの植物スポット
見もの:シダ植物 裸子植物 恐竜が見たかもしれない被子植物たち

3 ぶら理大・地球史 16Spot

大学構内にみられる地質学の露頭、石材、などのスポット
見もの:石ころの地層、吉備層群(2700万年前)
海溝にたまった地層、超丹波帯(3億-2.5億年前)、石材中の化石
岡山の名石 万成石(花崗岩)、不整合面、恐竜の足跡



4 ぶら理大・恐竜植物園 30Spot

C2号館の周囲に、恐竜時代からの生き残り植物を植えました。恐竜が眺めていた植物たちを、説明を聞きながらめぐってみましょう。
見もの:歩き回らなくてもこのエリアだけでたくさんの生き残り植物を見ることができます。木生シダや低木はここで見られます。

5 ぶら理大・恐竜学博物館 SPOT 増加中

QRコードから聞ける**研究者本人による最新の音声ガイド**

恐竜学博物館の展示(メイン+サテライト1.2.3.4)の音声ガイドです。展示物の横にあるQRコードで解説を聞いてください。どんどん数が増えています。また新しい科学的成果によって随時更新しています。

①②③④コース。それぞれのおすすめSPOT案内チラシがあります。

案内チラシは恐竜学博物館メイン展示室(C2号館1階)の前に常備しています

恐竜が見た植物ミニコース
30 Spot

ぶら理大
恐竜植物園

4

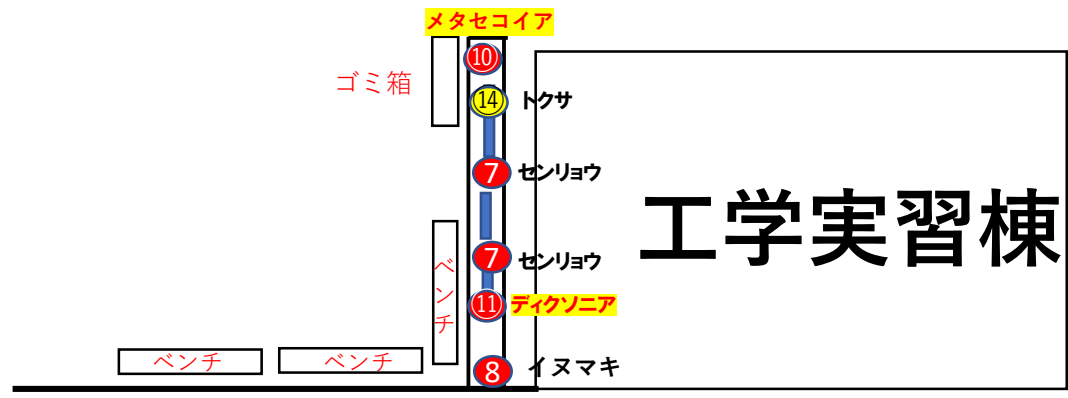
4

ぶら理大 恐竜植物園(恐竜が見た植物)ミニコース
30 Spot

C2号館南東地域 恐竜時代の植物

まずは赤字(10種)の植物からご覧ください

C2号館



工学実習棟

斜面

理大ぶらぶら時間旅行

ぶら理大 1 眺望考古&地質 コース

このコースは山の上にある岡山理科大学から見えるいい景色を眺望考古学と地質学の目線から楽しむコース！天気が良ければ四国の山々まで見えちゃう...かも!?



Check Point !

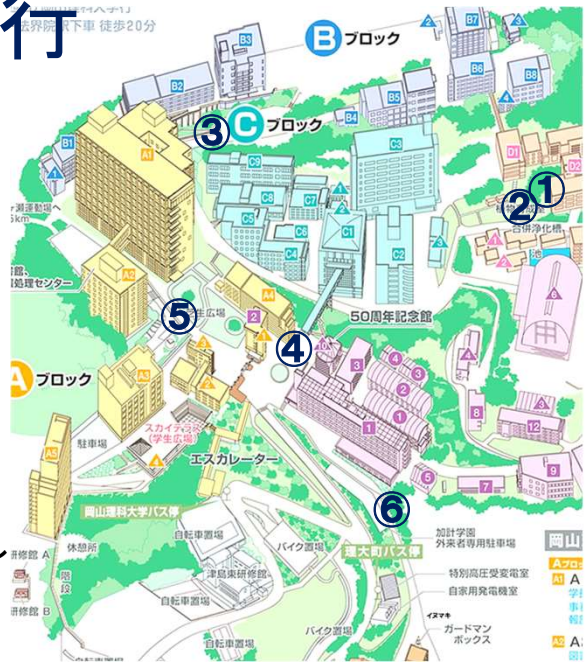
- ①B2号館テラス:遠くに見える名勝、寒霞渓！小豆島！
- ②スカイテラスから見える。想像できる
すぐそこが海辺6千年前の海岸線の証拠 朝寝鼻貝塚
- ③スカイテラスから見える。想像できる
子どもたちに夢を！あと遺跡の面白さを！
スタジアムの下に弥生遺跡！
- ④スカイテラスから見える。想像できる
天気が良ければ徳島まで!?!理大から見える四国の山々
- ⑤理大付属高校南の駐車場から見える
形が変わった矢坂山 名石「万成石」の採石場
- ⑥C1号館と正門をつなぐ赤い橋の北側の端
理大の隣は古墳!?! スキマからみえるよ 一本松古墳

理大ぶらぶら時間旅行

ぶら理大 2

恐竜が見た植物 コース

このコースは岡山理科大学構内でみられる恐竜時代からの生き残りの植物を見られるコース！恐竜たちが実際に見たり食べたりしていた裸子植物やシダ植物を観察しよう！



Check Point !

- ①D2号館の西： 絶滅して…ない!!
 - 恐竜時代の生きた化石メタセコイア！
 - Top of The world!! 高さイチバンセコイアメスギ！
- ②D2号館の西の斜面 食堂への細い階段の横：
それでも、「初期の花」だもん？タイサンボク
- ③B2号館の前の斜面：
恐竜復元画背景の常連さん ブラジルマツ
- ④50周年記念館の前：
先祖は30m超！石炭のもととなった！？ オオトクサ
- ⑤A2号館東側のふもと
 - 実は恐竜も銀杏を食べていた？ イチョウの木
 - 古来から人々の生活を助けてくれるクスノキ！
- ⑥付属高校の脇を東へ 半田山植物園の木です
ふう～と一息、栄養ドリンク？ タイワンフウ

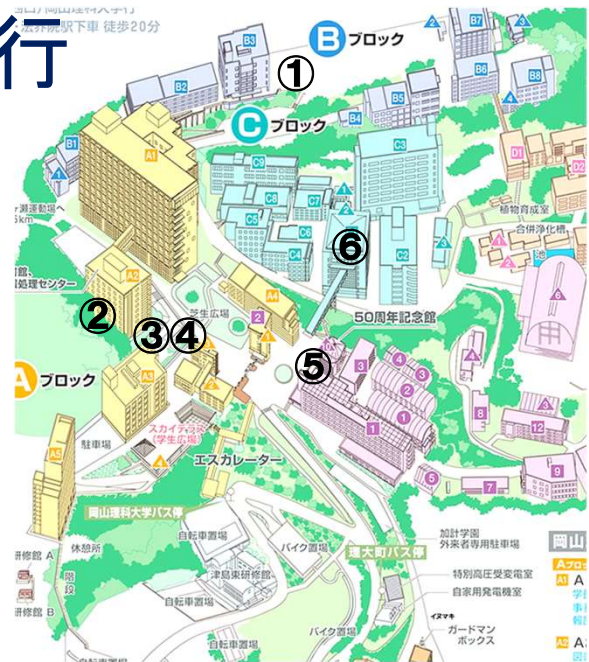
理大ぶらぶら時間旅行

ぶら理大

3

地球史コース

実は、岡山理科大学は敷地内で数々の地層を観察できるんです！これは大学構内で見られる地質学の露頭、石材を中心に見学するコースです。狭い道もあるから気をつけて見学してね！



Check Point !

- ①B3号館の東の広場:理大名物 丸い石！
古第三系吉備層群
- ②A2号館の裏。建物の裏に深海の堆積物！
ジュラ紀付加体超丹波帯の砂岩と泥岩
- ③A2号館東斜面
川岸で崖!? 不整合面(アバット)でみる古環境
- ④A2号館下。国旗掲揚台の下。岡山の名石!!万成花崗岩
- ⑤50周年記念館
理大の恐竜研究！ガラス壁にも展示にも恐竜足跡化石！
エレベーターの横の石材には恐竜時代の貝の化石あり
- ⑥C1号館北のエレベーター、1階と7階の入り口横の石材
中に化石があるよ！屋内化石ツアーだよ！

理大ぶらぶら時間旅行

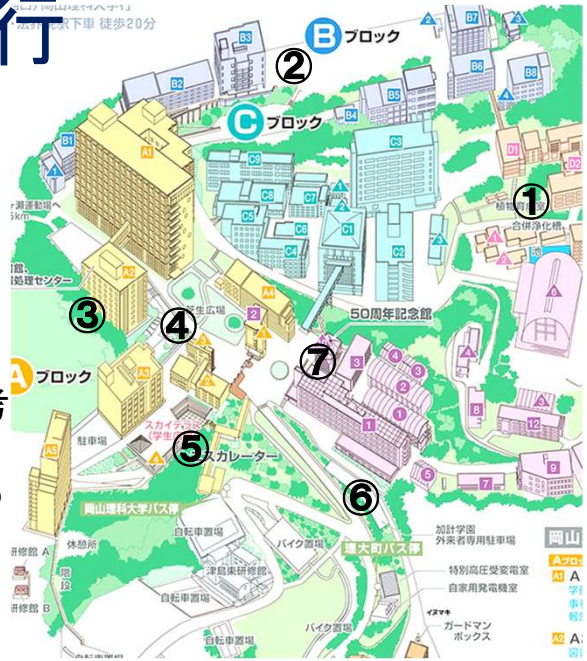
ぶら理大



ハイライトコースA

このコースはハイライトコース！植物、眺望考古、地球史コースの良いところ取りのコースです！Check Point以外にも構内には魅力あるスポットがたくさん！探してみよう!!

Check Point !



- ①D2号館の西： 絶滅して…ない!!
 - 恐竜時代の生きた化石メタセコイア！
 - Top of The world!! 高さイチバンセコイアメスギ！
- ②B3号館の東の広場：理大名物丸い石！古第三系吉備層群
- ③A2号館の裏。建物の裏に深海の堆積物！
ジュラ紀付加体超丹波帯の砂岩と泥岩
- ④A2号館北側及び東側のふもと岡山の名石!!万成花崗岩
- ⑤スカイテラスから見える。想像できる
この下すぐそこが海辺 6千年前の海岸線 朝寝鼻貝塚
- ⑥理大付属高校南の駐車場から見える
形が変わった矢坂山 名石「万成石」の採石場
- ⑦50周年記念館の前：
恐竜の足跡化石 恐竜になったつもりで歩いてみよう

理大ぶらぶら時間旅行

ぶら理大



ハイライトコースB

このコースはハイライトコース！植物、眺望考古、地球史コースの良いところ取りのコースです！Check Point以外にも構内には魅力あるスポットがたくさん！探してみよう!!



Check Point !

- ①C2号館前:生き残り植物いっぱい 恐竜植物園
恐竜時代の生きた化石 ジュラシックツリー！
- ②C3号館の裏の崖:理大名物 丸い石はどこから来た？
古第三系吉備層群
- ③C1号館北のエレベーター横の石材(1階と7階)
石材の中に始新世の化石がある 有孔虫の化石
- ④C1号館と正門をつなぐ赤い橋の北側の端
理大の隣は古墳!? スキマからみえるよ 一本松古墳
- ⑤50周年記念館の前:
恐竜の足跡化石 恐竜になったつもりで歩いてみよう
- ⑥A1号館前芝生の南側
岡山の名石!!万成花崗岩 イチョウ・タイサンボク
- ⑦A2号館の裏。理大の建物の裏に深海の堆積物がある！
ジュラ紀付加体超丹波帯の砂岩と泥岩の砂岩と泥岩

重晶石のプレドーズ効果と ESR 年代測定への影響

豊田 新・山本まりん*・石橋純一郎**

岡山理科大学古生物学・年代学研究センター

*岡山理科大学大学院理学部応用物理学科

**神戸大学海洋底探査センター

1. はじめに

海底の熱水域で生成する重晶石 (BaSO_4) は、ESR (電子スピン共鳴) を用いて実用的に年代測定が行えることが示され¹⁾、沖縄や小笠原の海底熱水域に産する重晶石の年代が求められてきた^{2,3)}。重晶石では Ba が Ra に置換するため、これが主な自然放射線源となり、年代と共に生成する SO_3^- ラジカルが鉱物中に蓄積する。このラジカル量を ESR で定量することによって、年代を求める。

他の鉱物の ESR 年代測定では、U, Th, K といった半減期の長い放射性核種が線源となっているため、鉱物が 1 年間に受ける年間線量率は一定であると考え、ESR 測定によって求められる総被曝線量を単純に年間線量率で割って年代を求める。しかし、重晶石では半減期の短い ^{226}Ra , ^{228}Ra が線源となるため、放射非平衡を考慮しなければならないが、数学的に難しい計算ではないので、放射非平衡による年間線量率の変化を考慮して積分方程式を解いて年代を求めることができる。一方、総被曝線量に関しては、自然の重晶石試料に段階的に人為ガンマ線照射を行い、信号の増大を求め、一般に飽和曲線となる線量応答を信号強度が 0 となる点に外挿する付加線量法が用いられてきた。付加線量法では、線量応答を外挿するため、総被曝線量の推定の誤差が大きく、また、線量応答が外挿で得られた曲線のように実際になっていたかどうか検証できないという欠点がある。初期にはこの付加線量法が用いられていたルミネッセンス年代測定法は、現在では完全に信号再生法に移行しており、石英の ESR 年代測定でも再生法を用いる試みが行われている⁴⁾。信号再生法は、いったん信号を加熱などによって消去し、ガンマ線照射によって信号を再生させ、自然の状態での信号強度に対応する線量を内挿によって求める方法で、推定の誤差を小さくできるほか、一般に飽和曲線とされている線量応答の関数形が、それと異なる場合にも対応できるなど、確度、精度の高い推定ができると考えられる。

この手法を重晶石の ESR 年代測定法に応用する試みを行ったところ、付加線量法と信号再生法で得られた総被曝線量の間大きな差が生じることがわかった⁵⁾。本研究では、この原因が、プレドーズにあることがわかったので報告する。再生法では加熱によって信号を消去するが、線量応答 (ガンマ線照射による信号生成の感度) が、加熱前に試料が受けた線量に依存するとい

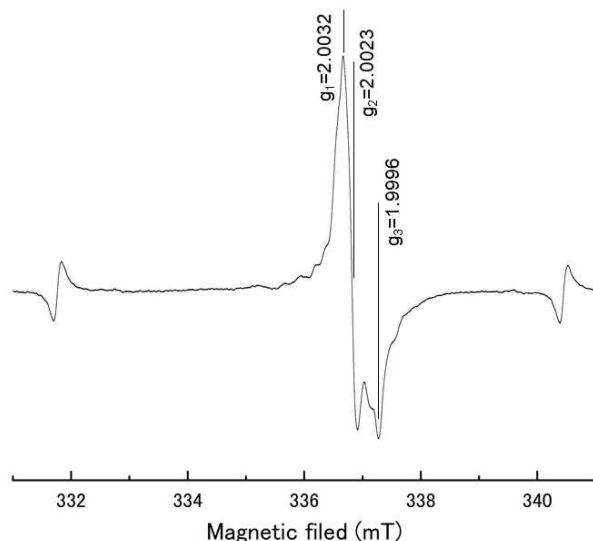


図 1 観測された重晶石の ESR スペクトル

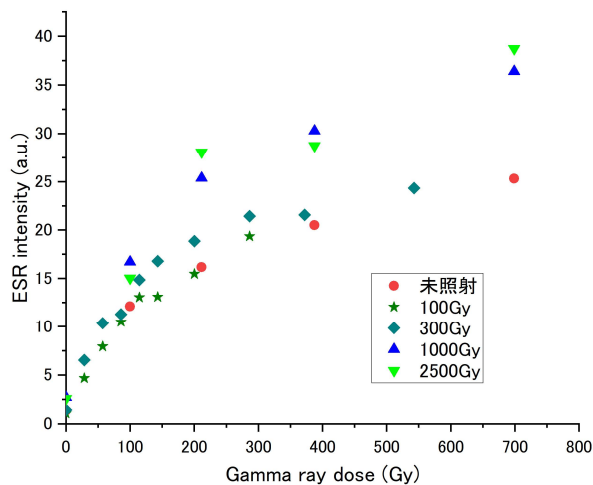


図2 試料 A に観測された SO_3^- ラジカルの信号強度の線量応答

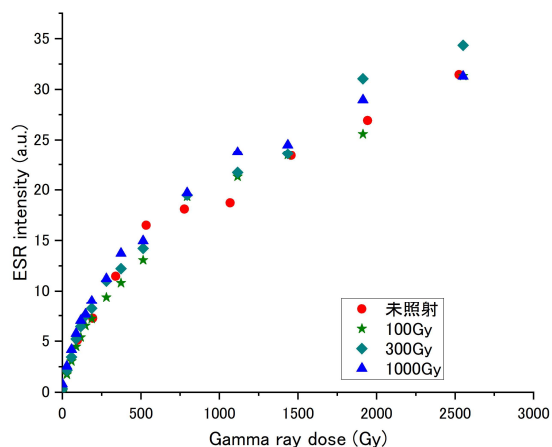


図3 試料 B に観測された SO_3^- ラジカルの信号強度の線量応答

うことである。

2. 試料及び実験手順

試料として、70-150 yr とすでに ESR 年代の求められている沖縄トラフ海底熱水域から採取された試料（試料 A）、また年代 0 と考えられる伊豆小笠原熱水域から採取した試料（試料 B）を用いた。それぞれ、100, 300, 1000 Gy のガンマ線（プレドーズ）を照射した後に 380°C で 1 時間の加熱を行って信号をいったん消去した。照射なしで同様の処理を行った試料と共に 2500 Gy までの範囲で再度ガンマ線照射を行って、照射による SO_3^- ラジカルの生成の線量応答を調べた。ESR 測定は岡山理科大学総合機器センターの ESR 測定装置を使用した。室温でマイクロ波出力を 1 mW、100 kHz の磁場変調幅を 0.1 mT として測定を行った。

3. 結果及び議論

観測された ESR スペクトルを図 1 に示す。典型的な重晶石の SO_3^- ラジカルの粉末スペクトルが観測され、g 値が文献値⁶⁾と一致した。図 1 に示すピークの高さを信号強度とした。

照射による吸収線量と共に信号強度が増大した。試料 A 及び B の線量応答を図 2 および図 3 に示す。試料 A ではプレドーズが大きいと信号強度が大きくなっているのに対し、試料 B では線量応答がどのプレドーズでもあまり差がないように見える。それぞれの線量応答に飽和曲線を当てはめ、原点における接線の傾きの値（線量が小さい時に線量応答が直線とみな

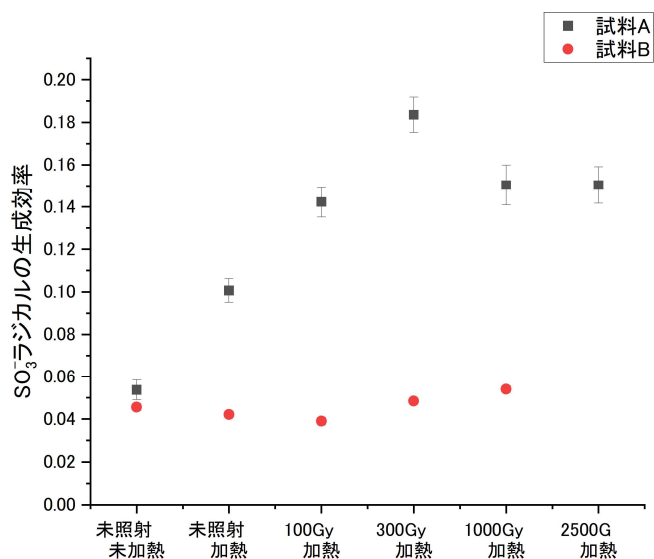


図4 プレドーズによる信号の生成効率の変化

せる範囲における感度に相当)をそれぞれ求めた。その結果を図4に示す。試料Aでは、感度がプレドーズに対して増大するのに対し、試料Bでは感度にほとんど差がないことがわかる。この結果は、試料によって線量応答のプレドーズ効果に差があることを示している。

線量応答のプレドーズ効果があると、信号再生法によって総被曝線量を正しく求められないことになる。これは、プレドーズが0である場合の自然の状態における線量応答と、自然放射線によって線量を受けた後に試料を加熱して信号を消去し、ガンマ線を照射して求められる線量応答が異なるからである。すなわち、前者が付加線量法、後者が信号再生法に相当し、感度が異なるため、後者において原理的に正しく総被曝線量が求められないことになる。今回の実験で、試料Aでは感度が上昇しているの、信号再生法では総被曝線量を過小評価することになるが、この傾向は、先行研究⁵⁾において、再生法によって求められた総被曝線量が付加線量法によって求められた総被曝線量より小さいという結果と整合的である。

4. 粒径によるプレドーズ効果の差異

伊豆小笠原熱水域から採取された別の重晶石試料について、粒径による感度の差異を調べた。重晶石の抽出過程でふるい分けを行い、125から250 μm の試料を試料C、250から500 μm の試料を試料C'とした。加熱をしない場合とした場合に得られた感度を図5に示す。試料Cで感度はあまり変化しないのに対し、試料C'では加熱によって感度が大きく変化している。上記の試料AとBの結果を考慮すると、この差は自然放射線による線量がプレドーズとして機能した可能性が考えられる。重晶石では主な放射線源が自分自身のもつRaであるため、粒径が大きい方が自然放射線の線量が高くなる。このように考えれば、試料C'ではプレドーズが大きいために感度が加熱によって上昇したと考えられるかもしれない。

5. プレドーズ効果の原因と年代測定

現時点で、プレドーズ効果の現象は確認できたが、その原因は不明である。可能性としては次のようなことが考えられるかもしれない。

5-1 不純物

重晶石(BaSO_4)は天青石(SrSO_4)、硫酸鉛鉛(PbSO_4)と固溶体をつくることから、重晶石中のBaを置き換えて、SrやPbを含むことが知られている。こうした不純物や微量の不純物が影響して、ここで観測された感度の差異の効果を生じている可能性が考えられる。合成実験により、信号そのものが不純物によって影響を受けるという結果も得られているので、こうした点を含めて、今後合成実験を行って調べていくという方向性が考えられる。また、実際の海底熱水性重晶石について、不純物濃度を分析し、プレドーズ効果との相関を調べることもできるであろう。

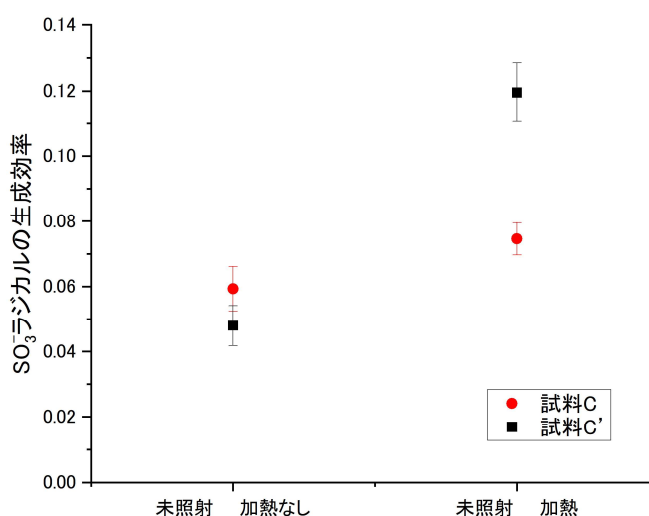


図5 線量応答の加熱による変化の粒径による差異 C: 125-250 μm , C': 250-500 μm

5-2 アルファ線の効果

重晶石が含む Ra が主な放射線源であるため、アルファ線による線量は非常に大きい。アルファ線は線阻止能（単位長さあたりに結晶に与えるエネルギー量、LET）がベータ線、ガンマ線より大きく、その照射効果として考えると、ミクロなスケールでは格子欠陥の生成に対する効果が異なる可能性は考えられる。これが C と C' でプレドーズ効果が異なる原因となっている可能性は考えられるかもしれない。また、通常の年代測定の手順ではガンマ線を照射するため、アルファ線の効果が、ベータ線、ガンマ線と異なるのであれば、ガンマ線ではこれを再現できていない可能性もある。He イオン照射などを行ってこれらの点をチェックする必要があるだろう。

5-3 年代測定手順の検討

プレドーズ効果が確認されたため、残念ながら、重晶石の ESR 年代測定において信号再生法をすぐに使用することはできない。もし、使用できるとすれば、プレドーズ効果がないか、無視できる場合で、プレドーズ効果のない試料、あるいはプレドーズが小さい若い試料ということになる。そもそも、信号再生法が有用になる可能性があるのは、古くて信号強度が線量に対して飽和してきており、人為照射によって信号があまり増加せず、付加線量法による信号強度の外挿の信頼性の低い試料なので、この点に関しても信号再生法の有用性に関して厳しい可能性は高い。しかし、若い試料について誤差が小さくできるという点では意味があるかもしれないし、またプレドーズ効果がない試料であることが確認できるのであれば有用であろう。

6. まとめ

重晶石の ESR 年代測定法に信号再生法を適用することを考えて、加熱による感度変化を調べたところ、プレドーズ効果があることが見いだされた。現時点でその原因はわからず、この効果に試料による差異があることがわかった。現時点で信号再生法を使用することは勧められないが、現象そのものが興味深く、合成実験や試料の不純物濃度の測定などのデータを積み上げる意味はあると考えられる。

引用文献

- 1) Okumura, T., Toyoda, S., Sato, F., Uchida, A., Ishibashi, J., Nakai, S. (2010) ESR Dating of marine barites in chimneys deposited from hydrothermal vents. *Geochronometria*, 37, 57-61.
- 2) Fujiwara, T., Toyoda, S., Uchida, A., Ishibashi, J., Nakai, S., and Takamasa, A. (2015) Subseafloor Biosphere Linked to Global Hydrothermal Systems; TAIGA Concept, Springer, Tokyo, 369-386.
- 3) Fujiwara, T. (2018), Ph.D Thesis, Okayama University of Science.
- 4) Tsukamoto, S. Toyoda, S. Tani, A., Oppermann, F. (2015) Single aliquot regenerative dose method for ESR dating using X-ray irradiation and preheat, *Radiation Measurements*, 81, 9-15.
- 5) 豊田新, 富田麻起子, 廣田誠子 信号再生法を用いた重晶石の ESR 年代測定の有用性と課題, 日本地球惑星科学連合 2022 年大会, 2022 年 5 月 22 日-6 月 3 日, 幕張/オンライン.
- 6) Ryabov, I. D., Bershov, L. V., Speranskiy, A. V., Ganeev, I. G. (1983). Electron paramagnetic resonance of PO_3^{2-} and SO_3^- radicals in anhydrite, celestite and barite: the hyperfine structure and dynamics. *Physics and Chemistry of Minerals*, 10, 21-26.

モンゴル国ゴビ砂漠中央部Khongil (in Arts Bogd Mountain)地域の 上部白亜系より新たに発見された恐竜足跡化石産地について (概報)

石垣忍・Buuvei MAINBAYAR*・Byasгаа GANZORIG*・Khishigjav TSOGTBAATAR

岡山理科大学古生物学年代学研究センター，恐竜学博物館

*モンゴル科学アカデミー古生物学研究所

1. はじめに

モンゴル国ゴビ砂漠中央部Khongil (in Arts Bogd Mountain)地域はジャドフタ層と推定される赤色砂泥互層からなる上部白亜系が分布し、アンキロサウルス類、ハドロサウルス類をはじめとする多様な恐竜の体化石を産出する (e.g. Watabe et al., 2010) . しかし、足跡化石は林原自然科学博物館—モンゴル科学アカデミー古生物学研究所共同調査隊 (以下HMNS-IPと略) の1998年と2000年の調査で、鳥脚類と四足歩行恐竜の保存状態不良な足跡化石がそれぞれ、3個、12個発見されているだけで詳しい調査はなされなかった (Ishigaki, 2009) . 2015年8月、岡山理科大学—モンゴル共同調査隊 ((以下OUS-IPと略)) によってこの地域の概査を行った際に、竜脚類と鳥脚類の足跡化石が大量に産出する可能性が示唆された (Saneyoshi et al., 2015) . 2015年の調査で示された可能性を探るために2022年6月にOUS-IPが足跡化石の詳細な調査を行った。またKhongilの東方に二か所、西方に一か所、足跡化石 (凸型足印) の新産地を発見した。

本論文ではこれら2022年の足跡化石調査の概報を行う。

2. 研究材料と方法

記録はそれぞれの行跡および単体の足印について、①ハンドスケッチとメジャーによる計測、②地上約2.5mからの移動連続撮影によるデジタル写真記録 (Fig.1) , ③iPad Pro のLiDAR スキャン機能を使った3D Scanner App による三次元画像データの取得の三つの記録を行った。

3. 結果

Khongil の中央部のMain Sayr 周辺と西部地域、および新たに発見された周辺の3つの新産地、Gun Sukhait (Khongil 西方), Chavgants Tolgoi (Khongil 東方), Ulaan Chonj (Chavgants Tolgoiよりさらに東方)において、多数の凸型足印群 (印跡動物による印跡後に足跡のくぼみを充填した砂が固化し周囲の泥質堆積物が削剝を受けても浸食に耐えて残ったもの) が発見された。印跡面は赤色の泥質極細粒砂岩～泥岩である。凸型足印は、原足印のくぼみを粗粒～極粗粒砂が充填後に硬化して風化にも耐えて足印プロ



Fig.1: Khongil Mayn Sayrにおける竜脚類足印化石の産状。上部にある砂岩層には深さ20 - 50cmの竜脚類足印が密集して印跡されている。風化とともにそれらは崩壊分離し、個々の足跡化石が斜面を転がり落ちるという産状を呈する。手前斜面の転石の多くは分離し破壊された足印化石。

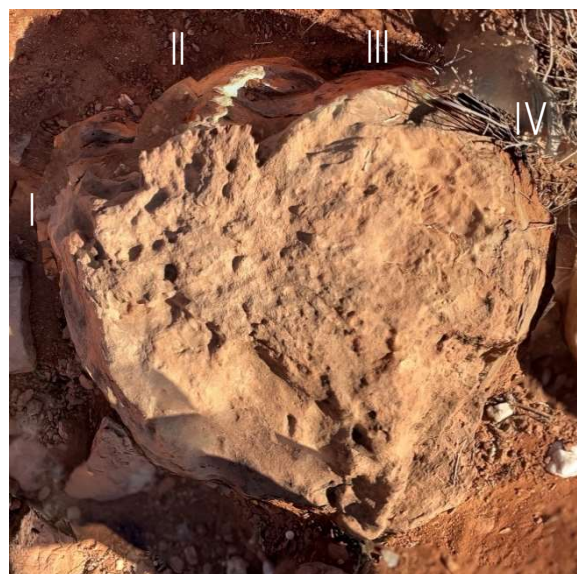


Fig.2: 竜脚類の大型後足印の例。I-IVの四趾の跡が確認できる。こうした足印が転石として産する。



Fig.3: 竜脚類前足印の例 (分離して転石として産出したもの)。スケールは10cm. 周縁部はなめらかである。第I趾の爪の突出のような、趾、爪の跡は見られない。

ックとして産出する。印跡を受けた泥質細粒砂岩層を覆って堆積した粗粒砂岩層は、風化に耐えてキャップロックとして分布するほか、崖の斜面から突出することが多い。こうした突出した砂岩層から多くの足印化石が産出する。印跡動物の種類は、竜脚類、鳥脚類、獣脚類、アンキロサウルス類である。

竜脚類足印化石は最も多く発見される。後足の足印長

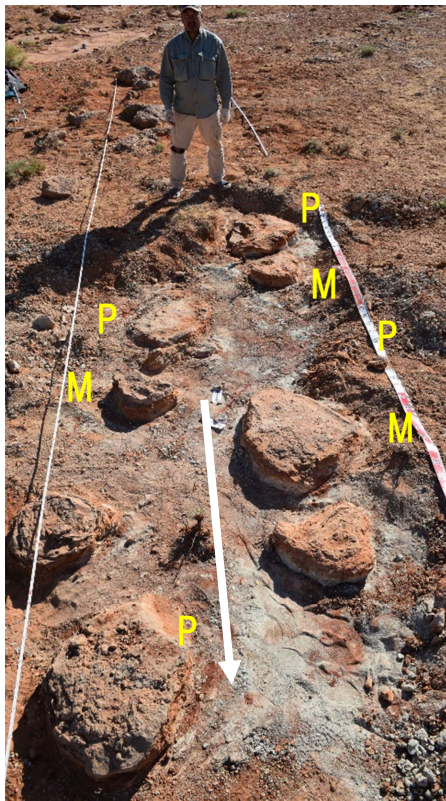


Fig.4: 竜脚類の行跡の例①。P:後足印, M:前足印
白い矢印: 印跡動物の歩行方向。後足印長75cm.

70cm前後のものが最も多いが、最小は30cm台から最大は90cmにおよぶ。前足印・後足印が合わせて全体で約800個が発見された。保存状態がよいものは、足印壁に擦過痕が

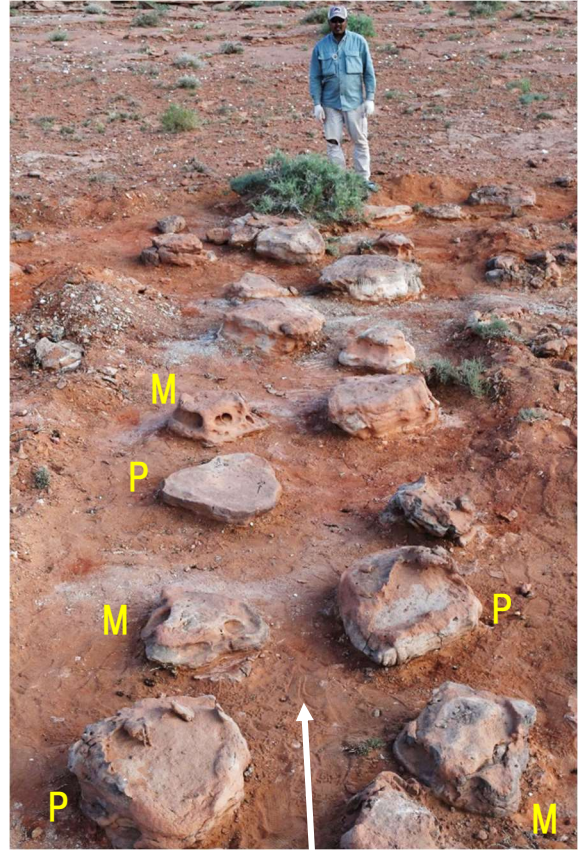


Fig.5: 竜脚類の行跡の例②。P:後足印, M:前足印
白い矢印: 印跡動物の歩行方向。後足印の足印長は最大90cm.

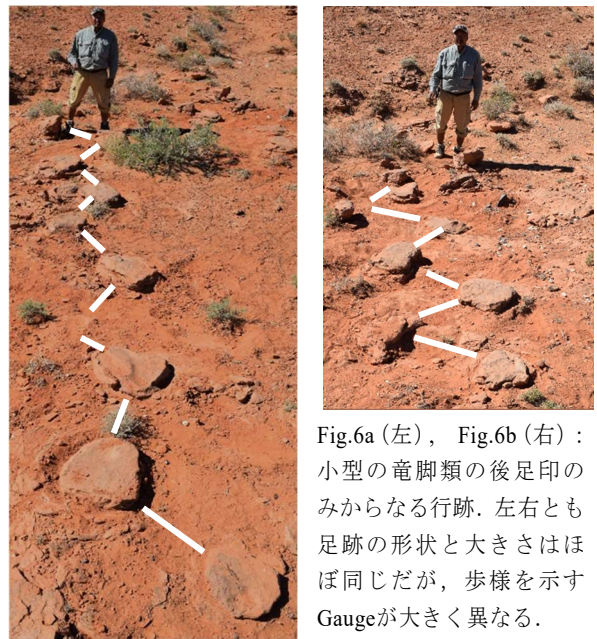


Fig.6a (左), Fig.6b (右): 小型の竜脚類の後足印のみからなる行跡。左右とも足跡の形状と大きさはほぼ同じだが、歩様を示すGaugeが大きく異なる。



Fig.7: 竜脚類足印の足印壁に見られる擦過痕. スケールバーは10cm.

見られる.

竜脚類の行跡は6本が発見され、そのうち4本は同じ地層面上にあり、前足印を伴うとともに保存状態が良好であった。(Fig.4,5)

モンゴル国で、保存状態が良好で形状の観察が可能な前足印を伴う竜脚類の行跡の発見はこれが初めてである.

また至近距離で発見された2本の小型竜脚類の行跡ではそれぞれの後足印の形状と大きさがほぼ同じにもかかわらず、GaugeがNarrowとWideであった。ほぼ同じ場所で産したほぼ同じ大きさの足印を有する2本の行跡が、それぞれの印跡動物の異なる歩様を示唆することの原因については問題を提起する。つまり同種内の個体変異なのかそれとも別種なのかという問題である(Fig.6a, 6b)。

鳥脚類の単体凸型足印は約100個発見された。大きさは足印長20~30cm程度のものが最も多く最小で約15cm、最



Fig.8: 鳥脚類足印の例.

大で約45cmである。Bugin Tsavuyya や Gurilin Tsavなどのネメグト層から発見される足印長70~100cmのような大型の鳥脚類足跡化石は見られない。行跡としての確認はないが、数10個の小型足印がほぼランダムな進行方向を示す状態で密集した産出状態が見られた。



Fig.9a(左) Fig.9b(右): 獣脚類足印の例.

獣脚類と考えられる足跡化石(凸型足印)は約30個発見された。足印長20cm前後のものが多く見られ(Fig.9a,b), 大型のものは発見できなかった。行跡としての発見はない。

アンキロサウルス類による印跡と考えられる凸型足印は単体で約50個発見された。いずれも後足印であるが、前足印の上を後足印がオーバーラップして印跡されたと考えられる足印が1個発見された。行跡としての発見はない。

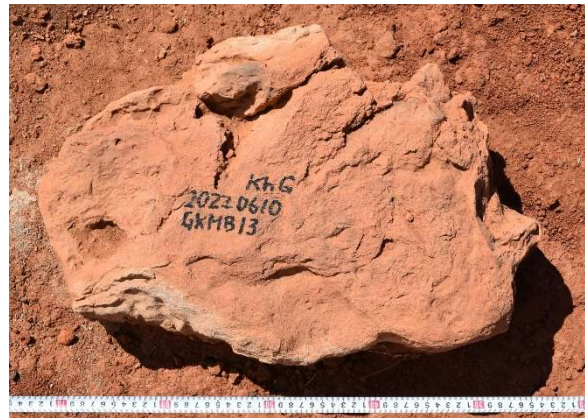


Fig.10: アンキロサウルス類の印跡と考えられる足印。四本の指の跡が残されている。

4. 考察

Khongil 地域はArts Bogd山の南麓に位置する。この山の南東から南麓地域はTugrikin ShireやAlag Teg, Udy Sayr, Dzamin Khondなどの化石産地が点在する。また、北東部にはAbdrant Nuruの産地が存在する。これらの化石産地はジャドフタ層が分布するとされており、Khongilの地層も位置的な関係からジャドフタ層と考えられている(Watabe et al.,

2010) . ジャドフタ層は竜脚類化石の産出が大変少なく、それは乾燥気候ゆえに低栄養で大型の動物を支えるだけの食物生産量がなかったと推定され、それが小型恐竜が多産することと関連付けられていた。

しかし2020年にAverianov et al., (2020) によって大型竜脚類骨格の産出が報じられた。それに加えて、今回の大型竜脚類の足跡化石が多数発見されたことは、ジャドフタ層の堆積環境や古気候復元に関して見直しを迫るものである。

また、白亜紀末は大型の竜脚類は衰退期とみられ、世界的にこの時期の竜脚類足跡化石の産出が少ないが、今回の発見は、白亜紀末のモンゴルがこうした巨大恐竜が多数生き延びていた場所であることを示すとともに、彼らの運動・姿勢・社会などの生態を解明する手がかりとなる。

5. 引用文献

- Averianov A. O. and Lopatin A. V. (2020) An unusual new sauropod dinosaur from the Late Cretaceous of Mongolia, *Journal of Systematic Palaeontology*.
<http://dx.doi.org/10.1080/14772019.2020.1716402>
- Ishigaki, S., Watabe, M., Tsogtbaatar, Kh. and Saneyoshi, M., 2009. Dinosaur footprints from the Upper Cretaceous of Mongolia. *Geological Quarterly* 53 (4): 449–460.
- Saneyoshi, M., Ishigaki S., Tsogtbaatar K., Mainbayar B., Ulzitseren S., Aoki K., Bayardorj C., Otgonbat B., Amarbayasglan K., Asai H., Tanabe T. *Bull. Res. Inst. Nat. Sci., Okayama Univ. Sci.* 41, 35-44
- Watabe, M., Tsogtbaatar, Kh., Suzuki, S. and Saneyoshi, M., 2010. Geology of dinosaur-fossil-bearing localities (Jurassic and Cretaceous: Mesozoic) in the Gobi Desert; Results of the HMNS-MPC Joint Paleontological Expedition. *Hayashibara Museum of Natural Sciences Research Bulletin* 3: 41–118.

モンゴル国ゴビ砂漠南東部シャルツァフの上部白亜系より 新たに発見された竜脚類等の足印及び行跡について（概報）

石垣忍・Buuvei MAINBAYAR*・Byasgaa GANZORIG*・Khishigjav TSOGTBAATAR

岡山理科大学古生物学年代学研究センター，恐竜学博物館

*モンゴル科学アカデミー古生物学研究所

1. はじめに

モンゴル国ゴビ砂漠南東部，南ゴビ県東端のシャルツァフは，1995年の林原自然科学博物館—モンゴル科学アカデミー古生物学研究所共同古生物学調査隊（以下HMNS-IP隊と略）のフィールドワークにおいて足跡化石の重要な産地であることが判明した．それ以来1996年，2001年，2010年の3回にわたってHMNS-IP隊による調査が，2015年，2016年，2017年の3回にわたって岡山理科大学—モンゴル科学アカデミー古生物学研究所共同調査隊（以下OUS-IP隊と略）による調査がなされ，発見報告及び足跡学的報告がなされてきた（e.g. Ishigaki et al., 2009; Ishigaki et al., 2016）．これらの調査によって産地の重要性に関する認識が専門家はもとより一般市民においても高まった．その一方，地表に露出した足跡化石が，風化や一般見学者の行動による破壊などによって急速に失われていくことへの危機感も高まった．これに対してモンゴル科学アカデミー古生物学研究所（以下IP-MASと略）を中心に足跡化石の保護の取り組みが2008年頃より積極的に行われた．2010年代には，地域の地質遺産としての指定や重要な足跡化石分布域の鉄柵による囲い込み，最も重要な獣脚類集団行動足跡化石の露出場所の屋内保護，鉄柵内の見学遊歩道の設置及び管理人の配置と管理人小屋の建設が行われた．2014年4月には文化遺産指定の検討，2018年6月にはユネスコ世界ジオパーク事務局のグループによる検討が行われた．現時点ではこれらの指定は実現していないが，2022年にはビジターセンターが建設され，モンゴルの化石産地保護のモデル地域となっている．

シャルツァフから産出する足跡化石のほとんどは獣脚類のものであり，その数は1万数千個と考えられる（Ishigaki et al., 2009）．その一方，獣脚類以外の足跡化石についてはIshigaki et al.(2009)によってアンキロサウルス類による印跡と推定された行跡が7本記録された．その後，2015年以降のOUS-IP隊の調査において竜脚類の前足印を伴う行跡化石が1本，2016,2017年の調査において前足印を伴わない竜脚類の行跡化石が5本発見された．その後，2021年に筆者のうちの一人（B. Mainbayar）によって小型の竜脚類の後足印と考えられる足跡化石が発見されたため，この地域の竜脚類足印及び行跡化石を調査すること

を主目的に2022年6月のOUS-IP隊の調査を行った．本稿ではその概略を報告する．

2. 足跡化石の特性と記録方法

シャルツァフにおける現在に至るまでの調査では保存の良い獣脚類足跡化石の調査に主力が注がれ，比較的保存状態の劣る四足歩行恐竜の足印・行跡については詳細な検討が行われてこなかった．2022年6月の調査ではすでに発見されている四足歩行の行跡を発掘し，形状を深いところまで確かめることと，散乱している破片をつなぎ合わせて復元することを試みた．また新しい行跡の発掘，行跡をなさずに産出する単体の足印の探査も行った．

記録はそれぞれの行跡および単体の足印について，①ハンドスケッチとメジャーによる計測，②地上約2.5mからの移動連続撮影によるデジタル写真記録(Fig.1)，③iPad Pro のLiDAR スキャン機能を使った3D Scanner App による三次元画像データの取得の三つの記録を行った．



Fig. 1, 地上約2.5mからの連続デジタル写真記録撮影方法（一脚とワイヤレスリモートコントローラー使用）

3. 結果

以下に調査結果を記す足跡化石はいずれも凸型足印（印跡動物による印跡後に足跡のくぼみを充填した砂が固化し周囲の泥質堆積物が削割を受けても浸食に耐えて残ったもの）である．印跡された面は泥質の赤色極細粒砂

岩であり、地層面に印跡された凹型足印を粗粒～極粗粒砂が充填して堆積している。この充填堆積した砂が印跡面の泥質極細粒砂岩よりはるかに硬化しているため、地表に露出後、風化削剝に耐えて残り、飛び石状に凸型足印が残されているという特殊な産出状態を呈する。

17本の竜脚類行跡化石（そのうち1本は前足印を伴う）を確認・記録・計測した。これらの一部は2009年時点ではアンキロサウルス類による印跡と推定されていたものであるが、精査の結果、全体像が復元され、足印全体として楕円形（後足印）、先端のとがった爪（第1,2,3指）の存在、それらの爪の形態と位置、足印の大きさ等などから、竜脚類による印跡と考えられる。（Fig. 2 a,b,c）

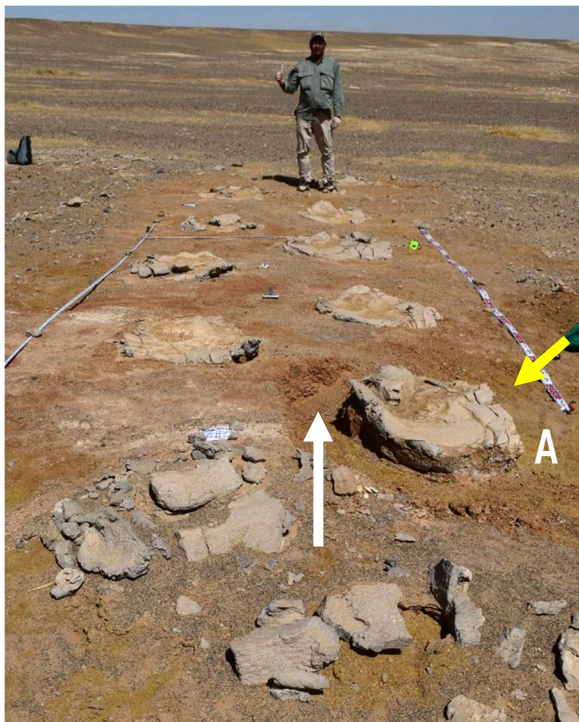


Fig.2a: 典型的な竜脚類行跡. 矢印は個体進行方向を示す.

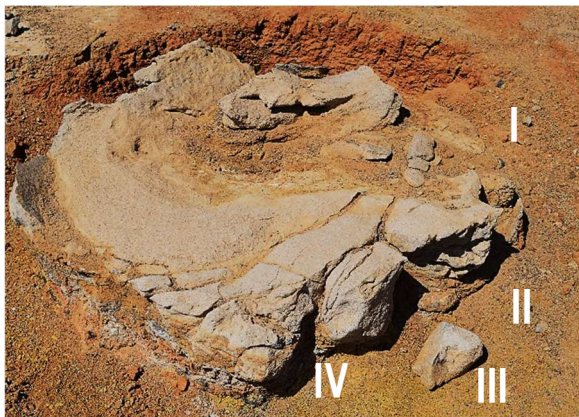


Fig.2b: Fig2aの右後足印Aを右前方（黄色矢印）から俯瞰した写真。I,II,III,IVは趾の末節骨（爪）の跡を示す。

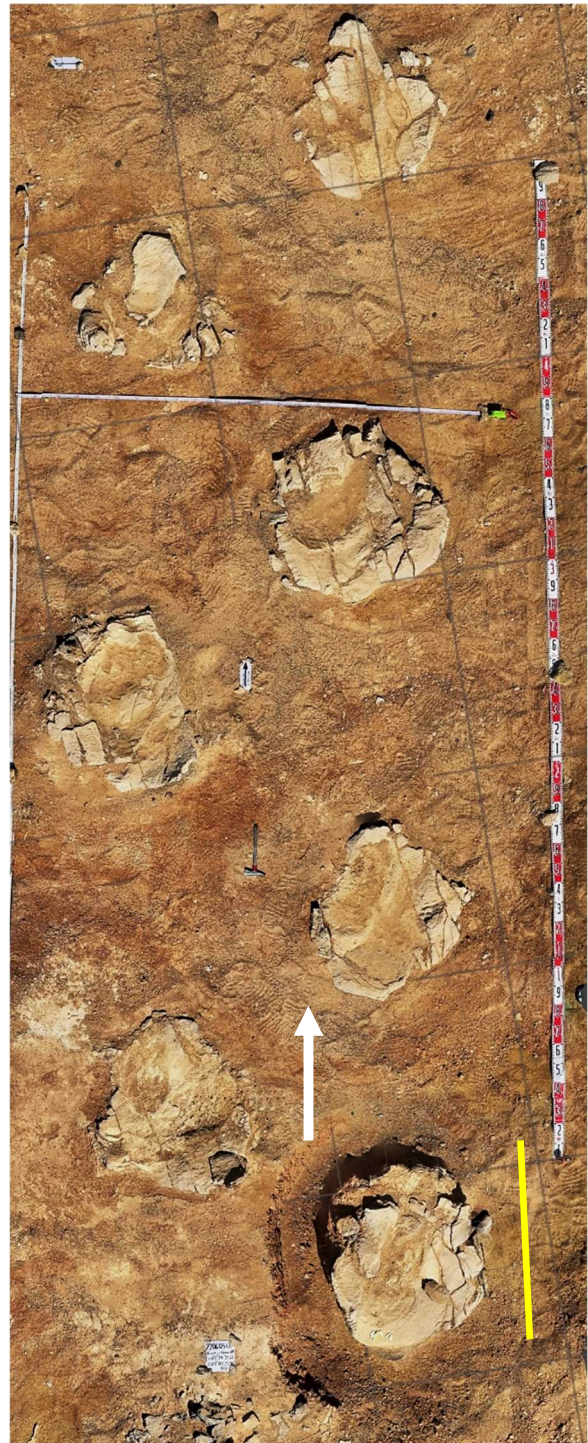


Fig.2c: Fig2aの行跡を上方から俯瞰した平面図。白矢印は個体進行方向。黄色バーは1m。後足印のみからなる。

これら17本の行跡を構成する後足印の足印長は46～92cmであった。歩角は90度前後である。Gauge はNarrow～Mediumが多く、1本がWideの範疇に入る。

このほかに本調査における竜脚類関連の重要な発見は、小型竜脚類の保存の良い後足印（Fig.3）を行跡とともに発

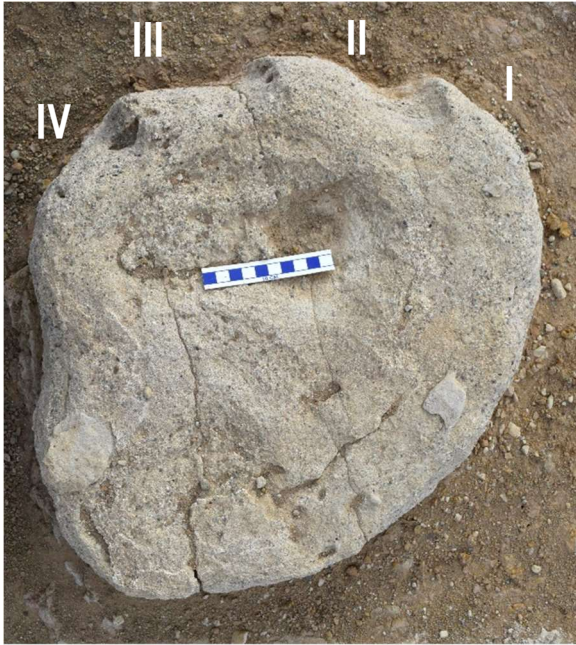


Fig.3: 保存状態が良好な小型の竜脚類足印（左後足印）。スケールは10cm.



Fig.4: 単体の小型竜脚類の凸型前足印。足印幅は26cm.



Fig.5: 単体の小型竜脚類の凸型前足印。足印幅は24cm。足印壁に印跡時の擦過痕が見られる。

見・確認できたことと、分離して単体の状態で産出した小型竜脚類の前足印2点の発見である (Fig.4,5) である。また、2009年時点でアンキロサウルス類の行跡と推定されていた、方向転換した（曲がった）行跡化石（1本）は、足印の大きさ、歩角が小さいことなどからアンキロサウルス類の行跡化石と再確認した。

これらとは別に今回の調査で新たに、単体の（行跡としての確認ができない）鳥脚類後足印（2点）(Fig.6,a,bにその1点を示す) および極めて小型の獣脚類後足印化石（3点）(Fig.7,8にそのうちの2点を示す) が発見された。



Fig.6: 鳥脚類と推定される凸型足印。a:上面 b:下面



Fig.7 (左) 8 (右) : 極めて小型の獣脚類の凸型足印。

4. 考察

2022年6月の調査で発見された竜脚類の足印・行跡群は、シャルツァフに分布する地層の形成時に小型から大型に至る多様な大きさの竜脚類がこの地域に生活し、歩角の小さい歩行様式であったことが判明した。また今まで発見されていなかった鳥脚類と超小型獣脚類の足印群からは多様な動物からなる生態系の存在が示唆される。

5. 引用文献

- Ishigaki, S., Watabe, M., Tsogtbaatar, Kh. and Saneyoshi, M., 2009. Dinosaur footprints from the Upper Cretaceous of Mongolia. *Geological Quarterly* 53 (4): 449-460.
- Ishigaki S., Tsogtbaatar Kh., Saneyoshi M., Mainbayar B., Aoki K., Ulziitseren S., Imayama T., Takahashi A., Toyoda S., Bayardorj C., Buyantegsh B., Batsukh J., Purevsuren B., Asai H., Tsutanaga S., Fujii K., 2016. Report of the Okayama University of Science - Mongolian institute of paleontology and geology joint expedition in 2016., *Bull. Res. Inst. Nat. Sci., Okayama Univ. of Sci.*, vol 42, p33-46

ネメグト層産の基盤的カメ類モンゴロケリスの形態学的再検討

島田 将徳・高橋 亮雄^{*}・Byambaa Purevsren^{**}・実吉 玄貴^{*}・

石垣 忍^{***}・Khishigjav Tsogtbaatar^{**}

岡山理科大学大学院生物地球科学研究科

^{*}岡山理科大学生物地球学部生物地球学科

^{**}モンゴル科学アカデミー古生物学研究所

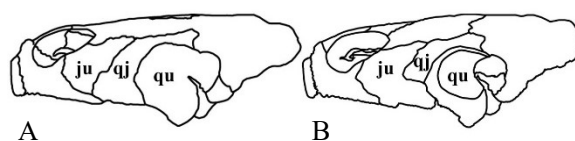
^{***}岡山理科大学古生物学・年代学研究センター

1. はじめに

モンゴロケリス (*Mongolochelys efremovi*) は、モンゴル国ゴビ砂漠の南部に分布するネメグト層より多産するモノタイプの化石カメ類としてよく知られている (e.g., Sukhanov, 2000). 本種の化石のうち、頭蓋や下顎、甲羅などは、ほぼ完全な状態で保存されているものも少なくない。こうした化石にみられる形態形質にもとづく分岐分類学的研究から、モンゴロケリスはかつて基盤的な潜頸亜目 Cryptodira の一種とされてきた (Hirayama et al., 2000). ところが、近年の網羅的な再解析の結果により、本種は一般に認識されている“カメ”(=カメ目: Testudines) には含まれず、無階級体系におけるクレード *Testudinata* のステム群 *Perichelydia* の構成要素のひとつであるシチュアンケリス科 (*Sichuanchelyidae*) の一系統と考えられている (Joyce et al., 2021). しかしながら、モンゴロケリスの頭蓋内部の形態データに関する知見が乏しいため (Khosatzky, 1997; Sukhanov, 2000), シチュアンケリス科における本種と近縁種との関係は明らかとなっていない (Anquetin, 2012; Joyce, 2016). さらに、本種の化石は豊富に発見されているにもかかわらず、形態形質の変異に関する評価も適切に行われていない (e.g., Suzuki and Chinzorig, 2010). そこで、本研究では、モンゴロケリスのタイプ標本と本種に参照されている頭蓋化石について比較を行い、頭蓋内部の形質や基本的な形態の情報の充実を試みた。

2. 研究材料と方法

本研究では、モンゴル国ゴビ砂漠ブギンツァフ・グリリンツァフより発見されたモンゴロケリスの頭蓋5点 (MPC 25/105, MPC 25/110, MPC25/115, MPC25/127, MPC/178) について、直接観察に基づく形態データの抽出を行い、さらに文献情報にもとづきタイプ標本 (ネメグト産; PIN 551-459) と比較した。5点の頭蓋化石はすべてモンゴル科学アカデミー古生物学研究所に保存されている。



A

B

図1. ブギンツァフ産のモンゴロケリスの頭蓋 MPC25/105 (左側面観) の線画. A: Suzuki and Chinzorig (2010) による線画, B: 本研究における再検討の結果描かれた線画. ju, 頬骨; qj, 方形頬骨; qu, 方形骨.

3. 結果

本研究により、これまで不明であったモンゴロケリスにおける底蝶形骨の吻部の形状が確認できた。底蝶形骨の吻部には、平らな形状と棒状の形状の2種類の形質があり、モンゴロケリスの底蝶形骨の吻部は棒状の形状を示していた。また、Suzuki and Chinzorig (2010) による MPC25/105 の線画で示された頬骨が方形骨と接触しない状態について、実際に化石を観察し確認を行った。ホロタイプの頭蓋では、頬骨は方形骨と縫合関係で接触しており、この形質はシチュアンケリス科の共有派生形質のひとつとされている。このため、Suzuki and Chinzorig (2010) の線画が正しければ、ブギンツァフ産の標本はモンゴロケリスとは異なるばかりか、シチュアンケリス科にさえ帰属しないこととなる。標本を直接観察した結果、Suzuki and Chinzorig (2010) による MPC25/105 の線画にはクラックと縫合線の識別に誤解があり、実際には当該標本の頬骨は方形骨と縫合関係で接触していることが確認された (図1)。さらに、ホロタイプとそのほかの5つの標本の間で、頭蓋の鱗板や頭蓋後部、眼窩の形状などが異なっていた。加えて、頭蓋後縁のフリルの形状においては、化石の産地にかかわらず、個体ごとに著しい変異が見られた。

4. 考察

モンゴロケリスの頭蓋に関する検討の結果、本種の底蝶

形骨は棒状の吻部を持つことが確認された。この形質はシチュアンケリス科では知られていないばかりか、カメ類のなかでもウミガメ上科のみが保有する形質とされている (Joyce, 2007)。今後、本形質に関する情報をデータマトリクスに加えて系統解析を行うことにより、モンゴロケリスと近縁種の系統仮説に関する新たな知見がもたらされるかもしれない。

また、ネメグト産のホロタイプとブギンツァフ産およびグリリンツァフ産の5標本の間で確認された形態的差異は、モンゴロケリスが2つの地域集団を含んでいることを示唆している。頭蓋のフリルに認められた多型は、雌雄差や成長段階における変異によるものと考えられる。

5. 引用文献

- Anquetin J. (2012) Reassessment of the phylogenetic interrelationships of basal turtles (Testudinata). *Journal of Systematic Palaeontology* 10: 3–45.
- Hirayama R., D. B. Brinkman, and I. G. Danilov. (2000) Distribution and biogeography of non-marine Cretaceous turtles. *Russian Journal of Herpetology* 7: 181–198.
- Ishigaki S., Kh. Tsogtbaatar, B. Mainbayar, A. Takahashi, B. Buyantegsh, P. Byambaa, B. Ganzorig, B. Bilguubold, E. Ochirjantsan, T. Hatakeyama, M. Saneyoshi, R. Takasaki, and K. Chiba. (2022) Report of Okayama University of Science – Institute of Paleontology, Mongolian Academy of Sciences Joint Expeditions in 2022. *Bulletin of Research Institute of Frontier Science and Technology* 4: 1–4.
- Joyce W. G. (2007) Phylogenetic relationship of Mesozoic turtles. *Bulletin of the Peabody Museum of Natural History* 48: 3–102.
- Joyce W. G., M. Rabi, J. M. Clark, and X. Xu. (2016) A toothed turtle from the Late Jurassic of China and the global biogeographic history of turtles. *BMC Evolutionary Biology* 16: 236.
- Joyce W. G., J. Anquetin, E.-A. Cadena, J. Claude, I. G. Danilov, S. W. Evers, G. S. Ferreira, A. D. Gentry, G. L. Georgalis, T. R. Lyson, A. Pérez-García, M. Rabi, J. Sterli, N. S. Vitek, and J. F. Parham. (2021) A nomenclature for fossil and living turtles using phylogenetically defined clade names. *Swiss Journal of Palaeontology* 140: 5.
- Khosatzky L. I. (1997) Big turtle of the Late Cretaceous of Mongolia. *Russian Journal of Herpetology* 4: 148–154.
- Sukhanov V. B. (2000) Mesozoic turtles of middle and central Asia. In: Benton M. J., Shishkin M. A., Unwin D. M., and Kurochkin E. N. (eds.), pp.309–367, *The age of Dinosaurs in Russia and Mongolia*. Cambridge University Press.
- Suzuki S. and T. Chinzorig. (2010) A catalog of *Mongolochelys* collected by the HMNS-MPC Joint Paleontological Expedition. *Hayashibara Museum of Natural Sciences Research Bulletin* 3: 119–131.

モンゴル国ゴビ砂漠の上部白亜系より産出したシナミア属（条鰭綱） の化石に関する分類学的検討

齋藤 北斗・高橋 亮雄^{*}・Byambaa Purevsren^{**}・Buuvei Mainbayar^{**}・
実吉 玄貴^{*}・石垣 忍^{***}・Khishigjav Tsogtbaatar^{**}

岡山理科大学生物地球科学研究科

^{*}岡山理科大学生物地球学科

^{**}モンゴル科学アカデミー古生物学研究所

^{***}岡山理科大学古生物学・年代学研究センター

1. はじめに

ゴビ砂漠南東部に分布する上部白亜系バインシレ層は、恐竜類を含め脊椎動物化石が多産することでよく知られている。しかしながら、本層に保存されている化石は一般に保存において乏しいため、当時の動物相の種多様性に関する知見の蓄積は、ゴビに分布するほかの後期白亜紀のものに比べると乏しい状態にある。こうした背景のもと、2019年にバインシレにおいて実施されたモンゴル科学アカデミー古生物学研究所と岡山理科大学との共同発掘調査 (Ishigaki et al., 2019) において、未報告の条鰭類の化石が発見された (久保, 未公表データ)。これらの分類学的帰属について予察的に検討したところ、シナミア属 (条鰭綱アミア目) を含むことが強く示唆された。バインシレ層産の水生脊椎動物としては、これまでにヒボダス類 (軟骨魚綱板鰓亜綱) のほかは単に硬骨魚類と同定された化石の記録しか知られていない (Averianov and Sucs, 2012)。このため、バインシレ産の魚類化石は、シナミア属の白亜紀における多様化だけでなく、バインシレ層堆積時の陸水生態系を明らかにするうえでも重要な知見をもたらす。しかしながら、2019年に発見された魚類化石は、保存において乏しいため、その分類学的位置づけを明らかにするために、追加標本の発見が強く望まれていた。

今回、モンゴル科学アカデミー古生物学研究所と岡山理科大学との共同発掘調査で発見された未検討の魚類化石について検討したところ、アミア目を含む部分化石が確認された。本報告では、こうした標本を対象に分類学的検討を行った結果について述べてみたい。

2. 研究材料と方法

本研究で検討を行った標本は、モンゴル国ゴビ砂漠の南東部に位置するバインシレより産出したもので、モンゴル科学アカデミー古生物学研究所に収蔵されている。バインシレは、ゴビ砂漠東部を中心に広く分布するバインシレ層の模式地としても知られており、その地質年代は後期白亜紀セノマニアン～サントニアン期と考えられている。本研究では、2017年の調査 (Ishigaki et al., 2017) で発見された条鰭類の椎体化石 9 点と2022年の調査 (Ishigaki et al., 2022) で発見された右主鰓蓋骨化石 1 点を対象として分類学的検討を行った。比較にあたっては、基盤的な条鰭類の形態形質に関する先行研究のデータ (Grande and Bemis, 1998; Kim et al., 2022) と2019年にバインシレで発見されたシナミア属化石のレプリカを用いた。

3. 結果と考察

椎体化石 9 点のうち 8 点は、背側において神経弓との関節面が砂時計型を呈すことと側方に側方窩をもつことから、アミア目シナミア科に帰属する (Grande and Bemis, 1998)。これらの椎体は、頭尾側観においていずれも側方に広いことから、胴椎と考えられる (Grande and Bemis, 1998)。残念ながら、これらの椎体について属レベル以下の分類に耐えうる形質は確認できなかった。残りの 1 点の椎体 (図 1) は、背側における神経弓基部との関節面が陥没することと椎体と癒合した横突起をもつことなどから、アロワナ上目に帰属する (Kim et al., 2022)。当該標本は横突起が側方に伸長することから、胴椎と考えられる (Kim et al., 2022)。また、神経弓の関節面が小さく円形で、神経弓関節面の前後に中央背側窩がみられることなどから、モンゴル・西ゴビの上部白亜系より知られる *Harenaichthys lui*

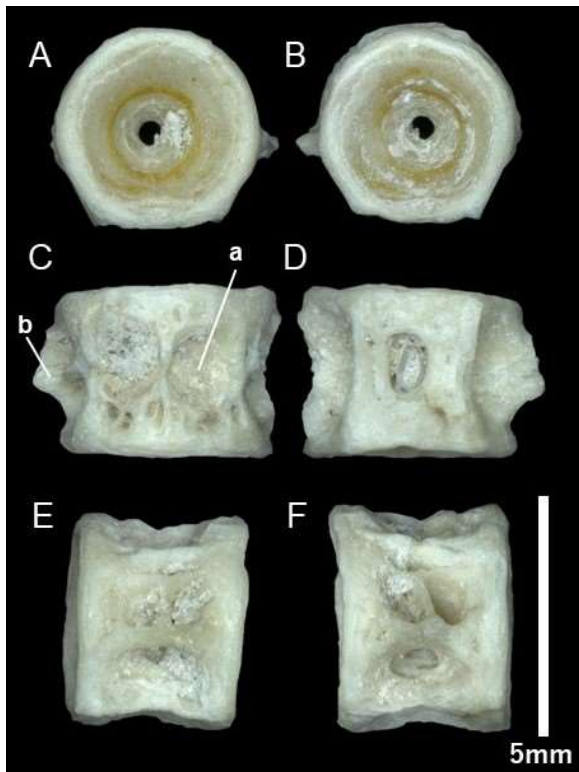


図1. アロワナ上目の胴椎。A, 頭側； B, 尾側； C, 背側； D, 腹側； E, 右側； F, 左側； a, 陥没した神経弓基部との関節面； b, 椎体と癒合した横突起。

(Kim et al., 2022) や中国・寧夏の下部白垩系より知られる *Xixiaichthys tongxinensis* (Jiang-Yong, 2004) などの基盤的なアロワナ上目に近縁な種と考えられる。右主鰓蓋骨化石 (図2) は四角形の板状を呈し、後縁と腹縁が比較的長いことなどから、アミア目に帰属し、さらに表面装飾が発達していることやシナミア属と類似するガノイン鱗が付近から多数産出していることから、シナミア科シナミア属に同定される (Yabumoto, 2017)。装飾を持つシナミア属としては、*S. poyangica* と *S. chinhuaensis* が知られるのみ (Yabumoto, 2017) で、どちらも線状の装飾をもつが、本標本は不連続な隆条からなる装飾をもつ点で上記の2種とは異なる。以上の結果は、バインシレ層堆積期におけるバインシレー帯に、シナミア属の未記載種とアロワナ上目が分布していたことを示唆している。バインシレ層産の魚類化石についての知見は現在のところきわめて乏しいが、今後の継続的な発掘調査による標本の蓄積と、シナミア属やアロワナ上目の化石の分類学的位置づけや当時の淡水生脊椎動物相の種構成に関する知見の充実が強く望まれる。

4. 引用文献



図2. シナミア属の右主鰓蓋骨の外側面。不連続な隆条からなる表面装飾が確認できる。

- Grande L. and Bemis W. E. (1998) A comprehensive phylogenetic study of Amiid fishes (Amiidae) based on comparative skeletal anatomy. An empirical search for inter-connected patterns of natural history. *Journal of Vertebrate Paleontology* 18(sup. 1): 1-696.
- Ishigaki S., Tsogtbaatar Kh., Mainbayar B., Takahashi A., Buyantegsh B., Purevsuren B., Ganzorig B., Bilguubold B., Ochirjantsan E., Hatakeyama T., Saneyoshi M., Takasaki R., and Chiba K. (2022) Report of Okayama University of Science – Institute of Paleontology, Mongolian Academy of Sciences Joint Expeditions in 2022. *Bulletin of Research Institute of Frontier Science and Technology* 4: 1-4.
- Ishigaki S., Tsogtbaatar Kh., Tsujigiwa H., Mainbayar B., Takahashi A., Aoki K., Aoki S., Buyantegsh B., Purevsuren B., Bayardorj C., Otogonbat B., Saneyoshi M., Hayashi S., and Chiba K. (2019) Report of Okayama University of Science – Mongolian Institute of Paleontology Joint Expeditions in 2019. *Bulletin of Research Institute of Frontier Science and Technology* 1: 53-57.
- Ishigaki S., Tsogtbaatar Kh., Nishido H., Toyoda S., Mainbayar B., Chinzorig T., Noumi Y., Takahashi A., Ulziitseren S., Zorig E., Buyantegsh B., Purevsuren B., Enerel G., Bayardorj C., Ochirjantsan E., Saneyoshi M., Aoki K., and Hayashi S. (2017) Report of Okayama

University of Science – Mongolian Institute of Paleontology and Geology Joint Expedition in 2017. Bulletin of Research Institute of Natural Science, Okayama University of Science 43: 25–39.

Jiang-Yong Z. (2004) New fossil Osteoglossomorph from Ningxia, China. *Journal of Vertebrate Paleontology* 24: 515–524.

Kim S-H., Lee Y-N., Park J-Y., Lee S., Winkler D. A., Jacobs L. L., and Barsbold, R. (2022) A new species of Osteoglossomorpha (Actinopterygii: Teleostei) from the Upper Cretaceous Nemegt Formation of Mongolia: paleobiological and paleobiogeographic implications. *Cretaceous Research* 135: 105214.

Yabumoto Y. (2017) A revision of the Amiiiform fish genus *Sinamia* with phylogeny of Sinamiidae. *Paleontological Research* 21: 76–92.

走鳥類の足根間関節に見られるカム様メカニズムと その設計法の検討

檜田沙耶香^{*1}, 衣笠哲也^{*2}, 伊東和輝^{*3}, 奥田ゆう^{*4},

千葉謙太郎^{*5}, 高崎竜司^{*5}, 林良太^{*2}, 吉田浩治^{*2}

^{*1} 岡山理科大学大学院工学研究科, ^{*2} 岡山理科大学工学部, ^{*3} 大阪大学大学院工学研究科,

^{*4} 岡山理科大学獣医学部, ^{*5} 岡山理科大学生物地球学部,

1. はじめに

走鳥類であるダチョウやエミューの脚は大腿骨が短く水平に近い姿勢で配置されるため, ほぼ長さの等しい脛足根骨と足根中足骨が足根間関節で繋がり垂直に立って体を支持する構造を持つ(Fig. 1 左).

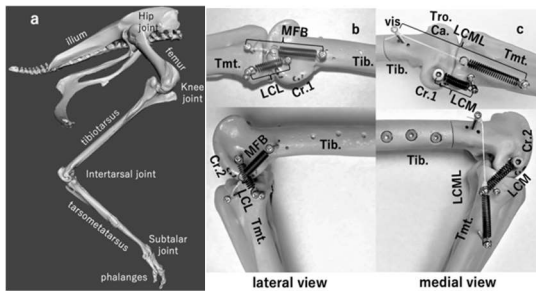


Fig. 1 Ostrich pelvic limb and intertarsal joint

そのため, 人の足関節に対応する足根間関節がロコモーションにおいて人の膝関節の機能を担う. 足根間関節は, 関節をなす足根中足骨近位端と脛足根骨遠位端の骨形状と軟組織の受動的性質から伸展状態と屈曲状態の2つの局所的平衡点を持つメカニズム(engage-disengage mechanism, EDM)を持つことが Schaller らによって報告されている¹⁾. この受動的性質は, 遊脚時に地面から足部を離脱させる屈曲と接地させる伸展や, 立脚時に地面反力を伴う足趾屈筋の牽引力とともに足根間関節を伸展状態で固定する作用に深く関わる. しかし Schaller らは, 脛足根骨遠位端の隆起などの骨形状と靭帯の役割について述べているが EDM を実現するために関節をどのように設計すればよいのか明らかにしていない. このような機能を関節のどのような形態学的特徴から得られているのか定量的に評価し, これを物理モデルで再現できれば, より詳細な機能を解明することが可能となり, さらに, ロボットへの応用が期待できる. そこで本報告は, ダチョウの骨格標本²⁾の足根間関節にバネを用いた靭帯を配置することでその機能を再現し, 骨形状が機械要素であるカム様

構造と捉えられることについて述べる. また, このカム構造を持つ関節の定量的な設計方法について検討する.

2. ダチョウの足根間関節と EDM および脛足根骨遠位端のカム形状

ダチョウの脛足根骨遠位端と足根中足骨近位端は外側 (Fig.1 中)にほぼ腱状の短い筋 MFB (m. fibularis brevis, tendinous)と靭帯 LCL (lig. collaterale laterale), 内側 (Fig. 1 右)に長めの靭帯 LCML (lig. collaterale mediale longum)と短い靭帯 LCM (lig. collaterale mediale)が配置されることで関節する. 伸展時, MFB と LCL は十字状に, LCML と LCM は脚の長手方向に平行して配置されており, これらの靭帯もしくは腱によって関節が拘束されながら運動する. このとき, 内側にある LCML が前述した EDM の運動に深く関わることになる.

2.1 EDM

足根間関節の角度を脛足根骨から足根中足骨近位端までの相対角度とする. 足根間関節は足根中足骨近位端後部の隆起が脛足根骨遠位端後部隆起 Cr.1 と物理的に接触することで約 165°以上伸展せず, 逆に, 足根中足骨近位端前部の隆起が接触することで約 40°以下に屈曲しない. 脛足根骨を固定し足根中足骨をほぼ直線上になる最伸展状態 165°から外力によって 120°付近を限度に屈曲させこれを解放すると, LCML の弾性力によって伸展状態までスナップバックする. 120°付近からさらに屈曲させると, LCML の弾性力によって逆方向 (屈曲方向)に骨端が物理的に接触する最屈曲状態 (40°)までスナップする. これを Schaller らは EDM と呼んでいる. EDM は 165°から 120°までは LCML の起始停止間距離が延長することで伸展方向へ弾性力が作用し, 逆に 120°以下では LCML が収縮するため屈曲方向へ弾性力が作用することが原因である. したがって, 165°が伸展状態, 40°が屈曲状態の安定平衡点とみなすことができる. ただし, 屈曲状態は LCML に張力が発生せず, LCM が伸長するため, 摩擦や重力の影響で平

平衡点は70°程度まで変化する。

2.2 脛足根骨遠位端のカム形状

このEDMを作り出すLCMLの作用は主に脛足根骨遠位端の下側にある隆起 Cr. 2 と前側にある滑車 Tro. Ca.によってLCMLの長さが変化し実現されるものと考えられている。我々は、屈曲状態ではLCMLが弛みLCMが伸長するため、この時関節の運動はLCMが規定するものとする。したがって、伸展状態165~120°付近まではLCMLの起始を、屈曲状態120~40°付近まではLCMの起始を中心とした円弧にLCMLとLCMの変位を重ね合わせた曲面がある種のカムと捉えられる。関節の半径方向断面も凹状の曲線を持つため、実際の関節面は複雑な曲面となっているが、この2つの内側靭帯が構成するカム形状によってEDMを実現する関節を設計することが可能となることを次章で述べる。

3. 骨格標本を用いた実験

足根間関節の持つEDMを構成するために、ダチョウの骨格の3次元モデルを3Dプリンタで造形し、実験装置を作成した(Fig. 1中および右図)。装置はダチョウの脛足根骨、足根中足骨、足趾骨で構成される。足根間関節を構成するために内外側にある4つの腱と靭帯を解剖学的知見に基づいて配置した。腱と靭帯は引張コイルバネをナイロン糸により起始停止位置に固定したビスに結びつけることで再現している(Fig. 1)。

3.1 関節の受動的発生力と靭帯の変位

このモデルを用いて関節の靭帯による復元力を計測した(Fig. 2)。この図から、120°付近を境に2.1節で述べた伸展および屈曲側にスナップする力を読み取ることができる。右図は関節角度に対するLCMLとLCMの変位を示している。

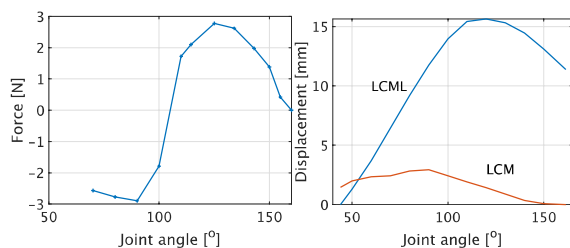


Fig. 2 Resistive force of joint and ligament displacements

LCMLは屈曲伸展力と同様に120°を頂点とする凸形状が確認できる。この隆起がLCMLの伸展側のポテンシャル場を実現し平衡点を形成する。LCMの長さを見ると、90°をピークとして、伸展方向に1.5mm、屈曲方向に3mm変位している。つまり屈曲側に主に張力を発

生してポテンシャル場を形成し平衡点を作り出しているものと考えられる。以上の結果から、伸展側でLCML、屈曲側でLCMが主に張力を発生することでEDMが実現されているものとする。

3.2 関節面の再構成

LCMLとLCMの変位を用いて関節形状を再構成した結果をFig. 3に示す。

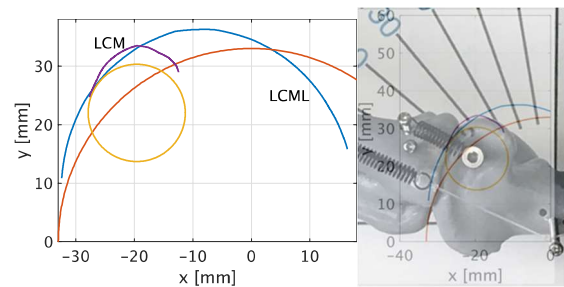


Fig. 3 Design for cam

Fig. 3右は得られた関節面(青:LCML,紫:LCM)を脛足根骨遠位端内側にLCMLの起始をLCMLの基準円中心と一致させるように重ねた図である。この図から、Cr.1とCr.2の関節面(Fig. 3右)をLCMLとLCMの起始と変位によりある程度再構成できていることがわかる。しかし、LCMの起始と基準円中心がずれていることが確認できる。また、Cr.1とCr.2を繋ぐ部分についても実際の関節面から外れているが、これについてはカムの中心がLCMLからLCMへ関節の屈曲とともに移動しながら滑らかに繋がれるものとする。

4. おわりに

本報告では、ダチョウの足根間関節のEDMを実現するカム形状に注目し、物理モデルでこれを再現することで関節面を設計する方法について述べた。結論として、足根間関節のカム形状はEDMを実現する主要な靭帯であるLCMLとCr.1まわりで張力を発生するLCMの変位に基づいて近似的に設計可能であることが明らかとなったと言える。

謝辞 本研究はJSPS科研費(20K04390)の助成を受けて行われた。ここに感謝の意を表す。

参考文献

- 1) N. U. Schaller, et al., The intertarsal joint of the ostrich (*Struthio camelus*): Anatomical examination and function of passive structures in locomotion, *J. of Anatomy*, 214, 830/847, (2009)
- 2) Ostrich, Idaho Virtualization Lab., Sketchfab.com (2023.2アクセス)

ワニ類後肢にみられる筋系の Y 字構造に基づいた 立位姿勢維持ロボット

伊東和輝^{*1}, 衣笠哲也^{*2}, 奥田ゆう^{*3}, 千葉謙太郎^{*4},

檜田沙耶香^{*5}, 高崎竜司^{*4}, 林良太^{*2}, 吉田浩治^{*2}, 大須賀公一^{*1}

^{*1} 大阪大学大学院工学研究科, ^{*2} 岡山理科大学工学部, ^{*3} 岡山理科大学獣医学部,

^{*4} 岡山理科大学生物地球学部, ^{*5} 岡山理科大学大学院工学研究科

1. はじめに

ワニ類は、四足動物が示す多くの歩容を用いるという生物機械学的に興味深い特徴を持ち⁽¹⁻³⁾, その歩行メカニズムが注目されている。このような背景から、骨格や個々の筋の解剖学的かつ生物機械学的知見に着目したワニ類の歩行に関する研究がなされてきた⁽³⁻⁹⁾。

一方、ウマなど蹄行性哺乳類は、巧みな筋腱構造によって受動的に関節を拘束することで歩行を実現する⁽¹⁰⁾。我々は、個別の筋の機能だけでなく、地面との力学的相互作用に基づいて骨格や筋、腱によって生み出される受動的連動が歩容を生成するための本質と考える。つまり、脊椎動物の歩行メカニズムを理解するためには、四肢を構成する筋骨格系が地面との相互作用を伴う受動的連動によって肢内協調することでどのように歩容を生成するのか明らかにする必要がある。ワニ類は腹部を地面に接触させない姿勢で歩行（ハイウォーク）⁽¹⁾する。この時、地面反力との相互作用を伴う筋系の受動的な連動にもとづいて効果的に自重を支持するメカニズムの存在が予想される。この受動的連動メカニズムを明らかにすることができれば、ワニ類のロコモーションの解明につながるだけでなく、これを応用することでロボットによって効率的で自然な歩行を実現できるかもしれない。

そこで本研究は、環境との相互作用を考慮した解剖によってイリエワニ後肢に内在するハイウォークのための筋系の受動的連動メカニズムを明らかにし、これを物理モデルによって再構成することでハイウォーク時の立位姿勢維持が可能かどうか実証したことについて述べる。

2. 長尾大腿筋の牽引力と立位姿勢維持仮説

解剖では、自然死したイリエワニ（メス成体、年齢不明、体長 2.775 m, 体重 106.3 kg）を検体とし、腹ばい姿勢で左後肢（写真は反転している）足底部に踏み台を配置することで、地面反力（GRF）が作用する状況を再現しながら立脚期に寄与している筋を同定した。

骨、筋などの名称は解剖学の記載^(2,5)に従っている。図 1 にイリエワニの体幹・左後肢外側（頭部、尾部および表皮を除いた状態）と立位姿勢維持に関わる主要な骨、筋、腱の名称と配置を示す。また、図 2 にその模式図と本稿で仮定する筋や腱に作用する張力および各関節に作用するトルクを示す。

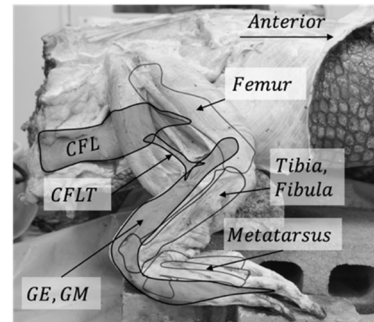


Fig.1 Dissected hindlimb of the *Crocodylus porosus* and the assignment of the muscles and bones

2.1 長尾大腿筋と Y 字構造および股関節の力学

ワニ類大腿骨の後退（股関節の伸展）は、尾椎を起始として大腿骨中上部後方（第四転子 P_1 ）に停止する後肢まわりで最大の長尾大腿筋（CFL）の収縮によって主に実現されるものと考えられている^(2,4,5)。また図 3A に示すように、CFL は停止位置 P_1 の手前 P_2 で腱 CFLT が分岐し、腓腹筋外側頭（GE）の起始 P_4 （大腿骨外側上顆）直後の P_3 に合流し Y 字構造を成す（図 4）。したがって、図 3B において CFL が収縮すると停止位置 P_1 を牽引することで股関節を伸展させ、同時に分岐した CFLT によって Y 字分岐点 P_3 に対し上後方へ牽引力 F_1 を発生する。股関節の伸展トルク（実際のワニでは CFL 以外の股関節伸展作用を持つ筋による牽引力との和）は重力によって生じる股関節の屈曲トルクと釣り合って立位姿勢を維持するもしくはこれを超えて股関節を伸展させる。

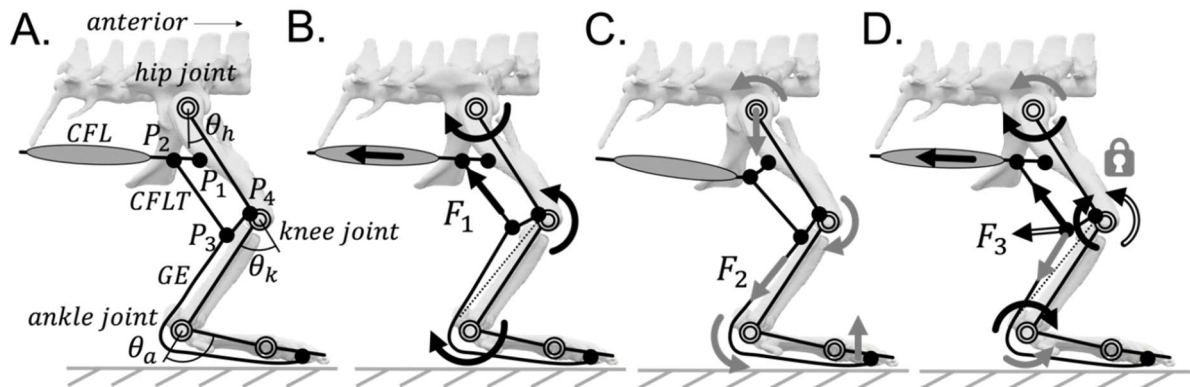


Fig.2 Expected mechanisms for maintaining the stance posture in the hindlimbs of crocodilians.

2.2 環境との相互作用と腓腹筋による Y 字分岐と足関節の力学

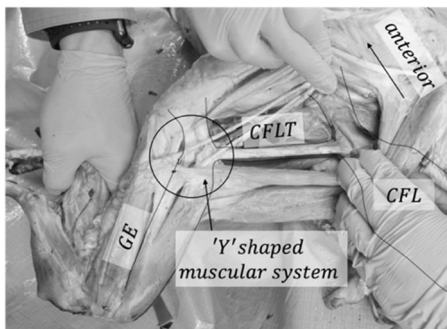


Fig.3 The 'Y' shaped muscular system formed by CFLT and GE

腓腹筋は外側頭 (GE) と内側頭 (GM) で構成される。GE は Y 字分岐 P_3 から脛骨に沿って下降しアキレス腱として踵骨を迂回しながら足底に停止し、GM は脛骨頭後部より起始し GE と合流して足底に停止する。GE と GM が立位姿勢において緊張して長さを保持する受動的な要素として作用すると、自重によって生じる足関節の屈曲 (背屈) トルクに対抗して GE が Y 字分岐 P_3 を下後方へ牽引し、膝関節を屈曲させ足関節を底屈させる方向の張力 F_2 を発生する。また、同時に GM も重力に対抗して足関節を底屈させるトルクを発生する (図 2C)。GE と GM により受動的に生じる底屈トルクが重力による背屈トルクと釣り合うことで足関節の姿勢を維持される。また、GE は CFL による牽引に対して Y 字分岐 P_3 が引き上げられることで張力 F_2 を増加させ、 F_1 と釣り合う位置で分岐点 P_3 を停止させる。

2.3 Y 字分岐と膝関節における力学

CFL の収縮により生じる膝を伸展させる力 F_1 と GE の張力により生じる屈曲力 F_2 が Y 字分岐点に作用するため (図 2D)、その合力 F_3 が CFLT の停止かつ GM の起始である大腿骨外側上顆を後退、つまり膝関節を伸展

させる方向に働く。また、CFL の収縮に伴って分岐点 P_3 が上昇するが、3つの力が釣り合う点で停止、つまり膝関節の伸展方向の可動域が制限され姿勢が保持される。

2.4 立位姿勢維持と推力発生

後肢が接地して環境と相互作用を受ける場合、以上の力学的作用が連動することで CFL を収縮するだけで立ち上がり動作が実現され、立位姿勢を維持することが可能となる。CFL がさらに収縮すると大腿骨は後退し (股関節伸展、図 4) 膝関節がロックされる。踵が地面に近いときには足関節もその姿勢を維持し、股関節の進展に伴って足底圧力中心がつま先に移動し踵が浮くと足関節は GE と GM の弾性力によって底屈しようとするために、足部には後方に蹴り出そうとする力 F_4 が生じる。この反力 F_5 は股関節に作用し、ハイウォーク時の推進に寄与すると考えられる。

以上が解剖により示唆されたワニ類の後肢におけるハイウォーク時の立位姿勢維持および推力発生メカニズムの仮説である。

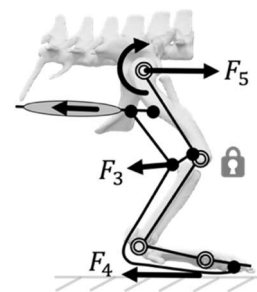


Fig.4 Generation of the propulsive force

3. ワニ類後肢ロボットの設計

イリエワニの解剖から得られた後肢におけるハイウォーク時の立位姿勢維持メカニズムが実現可能かどうかを検証するためのロボット (図 5) を作成した。ロボ

ットの骨格は解剖した検体を CT スキャンすることで得られた 3 次元骨格データを用いた。ハイウォークは parasagittal 面内の運動とみなせるため股関節、膝関節、足関節は 1 自由度の回転関節とした。各筋や腱は解剖で確認された配置を可能な限り再現した。CFL は脊椎を模したフレームの後部（尾椎に相当）から起始して大腿骨第四転子に停止し、GE は大腿骨外側上顆から起始して中足骨の遠位底部で停止させ、GM は、脛骨頭内側から起始したのちに GE と同様に中足骨遠位底部で停止させた。また、CFLT は CFL の停止位置手前で分岐し、GE の起始の直後で結合した。収縮の必要がない筋 GE、GM と腱 CFLT は耐荷重性に優れたポリエチレン製の編紐で再現し、CFL の収縮作用は McKibben 型空気圧人工筋肉 (MPA) で実現した。MPA は自然長が 205mm であり、内部圧力が 500kPa で約 50mm 収縮可能である。本ロボットは右後肢のみであり、左右への転倒を防ぐために、前後方向と鉛直方向に摺動可能なガイド機構を設けて parasagittal 面内の運動に拘束している。ロボットの移動部の総質量は 4.78kgf である。

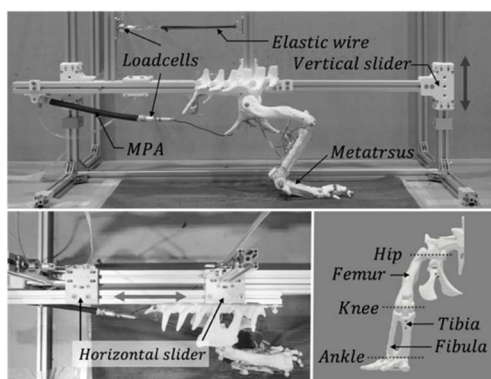


Fig.5 Crocodilians hindlimb robot

4. 実験

ワニ類後肢ロボットを用いて、後肢裏側の筋腱構造

により立位姿勢を維持するメカニズムの仮説の実現可能を検証するために、後肢がかがんだ状態から MPA の内圧を 0~500 kPa の範囲で連続的に上昇させ、500kPa に到達したところで圧力を保持する実験を行い、その間の肢姿勢の変化を確認した。図 6 に MPA の内圧上昇に伴い CFL の筋長と張力が変化することで、かがんだ状態から立位姿勢へと遷移する様子を連続写真で示す。MPA の圧力上昇に伴い立位姿勢を維持しながら徐々に股関節と膝関節が伸展する様子が確認できる。さらに、立ち上がった後に MPA の内部圧力を 500kPa に保持すると各関節の相対角度の変化も停止し、立位姿勢を維持していることがわかる。したがって、CFL の収縮のみで CFLT と GE および GM で構成される筋系が受動的に連動することで、股関節と直接的に駆動されない膝関節、足関節の関節間協調が実現され、立位姿勢を維持しながら後肢全体が後退する後肢立脚期の運動が生成されることが確認された。また、CFL の収縮と筋系の連動は立位姿勢の維持だけでなく、腰椎を前方に向かって押し出すように推進力を発生させていることが確認できる

5. おわりに

本報告は、ワニ類のハイウォークにおける立位姿勢の維持が、地面反力と筋、腱、靭帯を含む筋系の受動的な連動に基づくものであるかを明らかにすることを目的とし、イリエワニの後肢の解剖を行なうとともに、後肢骨格標本を用いたロボットによりその妥当性を検証したことについて述べた。結果として、長尾大腿筋 CFL の収縮のみによって分岐した腱 CFLT を介して GE と連動することでハイウォーク時の立位姿勢の維持できる可能性を解剖によって確認した。また、ロボットによってこの機能再現し、CFLT と GE による分岐構造が CFL の牽引力と地面との相互作用によって膝関節と足関節をロックし、CFL の収縮による股関節の伸展が大腿骨だけでなく脚全体を後退させるため推力が得られることを示した。

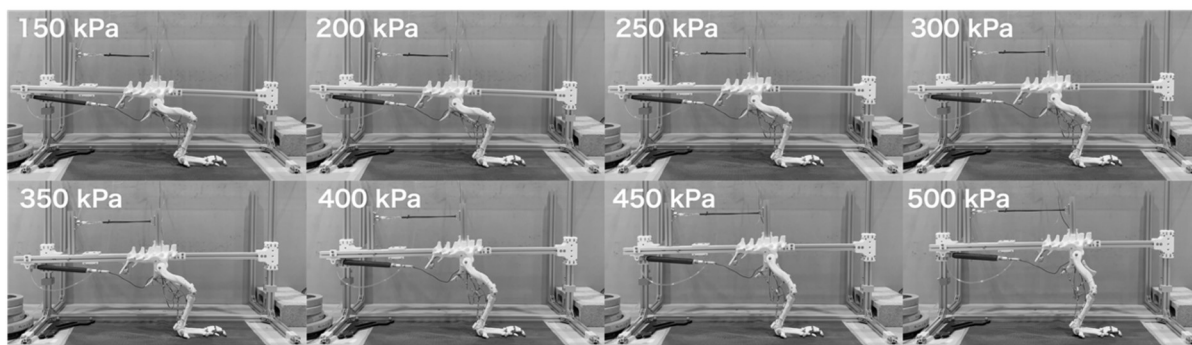


Fig.7 Posture of hindlimb during continuous increase of pressure of MPA

謝 辞

本研究は、JST 次世代挑戦的研究者育成プロジェクト (J219713007), および、JSPS 科研費 (20K04390) の助成を受けて行われた。ここに感謝の意を表す。

参考文献

- 1) S.M. Gatesy : Hind limb movements of the American alligator (*Alligator mississippiensis*) and postural grades,” J. Zool., Vol. 224, No.4, pp. 577-588 (1991)
- 2) 鈴木大輔ら, “ワニの筋学 -古脊椎動物学者に必要な解剖-III 腰帯・後肢”, 化石, Vol.90, pp.37-60 (2011).
- 3) A.L.A. Wiseman et al., “Musculoskeletal modelling of the Nile crocodile *Crocodylus niloticus* hindlimb: Effects of limb posture on leverage during terrestrial locomotion,” J. Anat., Vol.293, No.2, pp.424-444 (2021).
- 4) A. Otero et al., “Pelvic musculature and function of *Caiman latirostris*,” Herpetol. J., Vol.20, pp.173-184(2010).
- 5) V. Allen et al., “Comparative architectural properties of limb muscles in Crocodylidae and Alligatoridae and their relevance to divergent use of asymmetrical gaits in extant Crocodylia,” J. Anat., Vol.227, No.6, pp.569-582(2014).
- 6) R.W. Blob, et al., “In vivo locomotor strain in the hindlimb bones of *Alligator mississippiensis* and *Iguana iguana*: implications for the evolution of limb bone safety factor and non-sprawling limb posture,” J. Exp. Biol., Vol.202, No.9, pp. 1023-1046 (1999).
- 7) A.R. Cuff et al., “Relating neuromuscular control to functional anatomy of limb muscles in extant archosaurs,” J. Morphol., Vol.280, No.5, pp.666-680(2019).
- 8) S.M. Reilly et al., “Hindlimb function in the alligator: integrating movements, motor patterns, ground reaction forces and bone strain of terrestrial locomotion,” J. Exp. Biol., Vol.208, No.6, pp. 993-1009(2005).
- 9) M. Iijima et al., “Ontogenetic changes in limb posture, kinematics, forces and joint moments in American alligators *Alligator mississippiensis*,” J. Exp. Biol., Vol.224, No. jeb242990 (2021).
- 10) M. Hildebrand, “The mechanics of horse legs,” Am. Sci., Vol.75, No.6, pp. 594-601(1987).

X線CTスキャナーで観察する 鎧竜類ピナコサウルスの顎の内部構造について

林 昭次*・石井紗智*・Nyamkhishig Tsogjargal**

・Khishigjav Tsogtbaatar**

*岡山理科大学生物地球学部生物地球学科

**モンゴル科学アカデミー古生物学地質学研究所

鎧竜類は中期ジュラ紀から後期白亜紀にかけて繁栄した四足歩行の植物食恐竜であり、その全身に皮骨とよばれる装甲を発達させることが特徴である。頑丈な外見とは異なり、鎧竜類の歯は比較的小型でエナメル質も薄いため、あまり歯の強度は高くなかったと考えられてきた(Hwang, 2005)。さらに、このような特徴と現生トカゲ類と似た葉のような形の歯を持つことから(図1)、鎧竜類はあまり上手に食べ物を噛むことができなかつたとされてきた(e.g. Hwang, 2005; Ösi et al., 2022)。しかし近年、顎の筋肉の復元、歯の噛み合わせや歯表面の微細な傷(マイクロウェア)の解析などの研究がすすみ、鎧竜類のいくつかの種は、歯がしっかりと噛み合い、上下だけでなく前後方向にも動くことができる顎運動をすることで、これまで考えられていたよりも食物を効率的に咀嚼した可能性があることがわかってきた(e.g. Ösi et al., 2016; Kubo et al., 2021)。

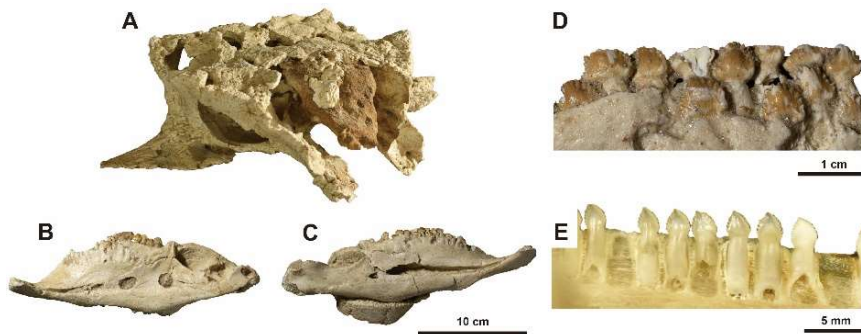


図1 鎧竜類ピナコサウルスの頭骨と歯 A: 頭蓋骨(斜右側面) B: 左下顎骨(舌側面) C: 右下顎骨(舌側面) D: 右下顎骨の歯列 E: 現生イグアナの歯列(左歯骨の舌側面)

食物を効率的に咀嚼する適応として、恐竜類の中には歯の交換様式を変化させたものたちがいる。例えばハドロサウルス類は、デンタルバッテリーと呼ばれる複数世代の歯が何層にも重なる歯をもち、歯が摩耗すると次の歯も咬合面の一部を形成して咬合面の面積を増加させるとともに、歯の生え替わりによる歯の欠損期が生じないようにして、食物を効率的にすり潰していると考えられている(Erickson et al., 2012)。一方、鎧竜類について歯の交換様式がどのようなものだったかは明らかでない。X線CT撮影装置を使えば鎧竜類の顎の内部にある交換歯について観察することが可能である。そこで本研究では、鎧竜類ピナコサウルスの歯の生え変わり方について解明するため、モンゴル科学アカデミーの研究者と共同で、標本の顎の内部構造を観察した。

ピナコサウルスは後期白亜紀のモンゴル・中国に生息していたアンキロサウルス類の仲間である。ピナコサウルスの化石は、鎧竜類の化石の中でも保存状態が良く、小型の標本がたくさん見つかっている(図1)。そのため、これらの標本を研究対象とすることで、小型の標本しか撮影することができない高解像度のX線CTスキャナーを用いて、萌出した歯だけでなく、顎の内部にある未萌出の歯も観察することができる(図2A-C)。CT撮影し

たところ、今回観察したピナコサウルスの顎の中には少なくとも3世代の歯が形成されていたことが明らかとなった。食物を食べる際につかう機能歯と、そのスペアとなる交換歯、そして歯の根元だけが顎の内部に残った古い機能歯である。古い機能歯は顎の内側にあるため、通常は骨の外側からは観察することができない。これら3世代の歯は、舌側から頬側にかけて新しい歯(交換歯)→使用する歯(機能歯)→古い歯(吸収されつつある機能歯)と、まるでエスカレーターのように次々と新しいものが送りだされて、古いものは顎の中で吸収される構造になっている(図 2D-F)。このような構造は基盤的な角竜類であるリャオケラトプスで報告があるが(He et al., 2018)、鎧竜類に近縁でより基盤的なグループである基盤装盾類レソトサウルスでは確認されていない特徴である。今回の研究同様に、X線CTスキャナーで顎の内部観察がレソトサウルス(Sciscio et al., 2017)でも行われているが、機能歯の下に1つの交換歯(つまり2世代の歯)しか形成されていない。従って鎧竜類ピナコサウルスは基盤的な装盾類よりも多くの歯を顎に発達させることで効率的な歯の交換をしていた可能性がある。冒頭で述べた顎の動きの先行研究も踏まえると、一部の鎧竜類はこれまで考えられてきたよりも食物を効率的に咀嚼できるメカニズムを獲得していたようである。これまで歯で咬みちぎって、咀嚼せずに飲み込むだけと考えられてきた鎧竜類だが、本研究から少なくともピナコサウルスに関しては、基盤的な鳥脚類のような歯と顎を持っていたことが明らかになった。

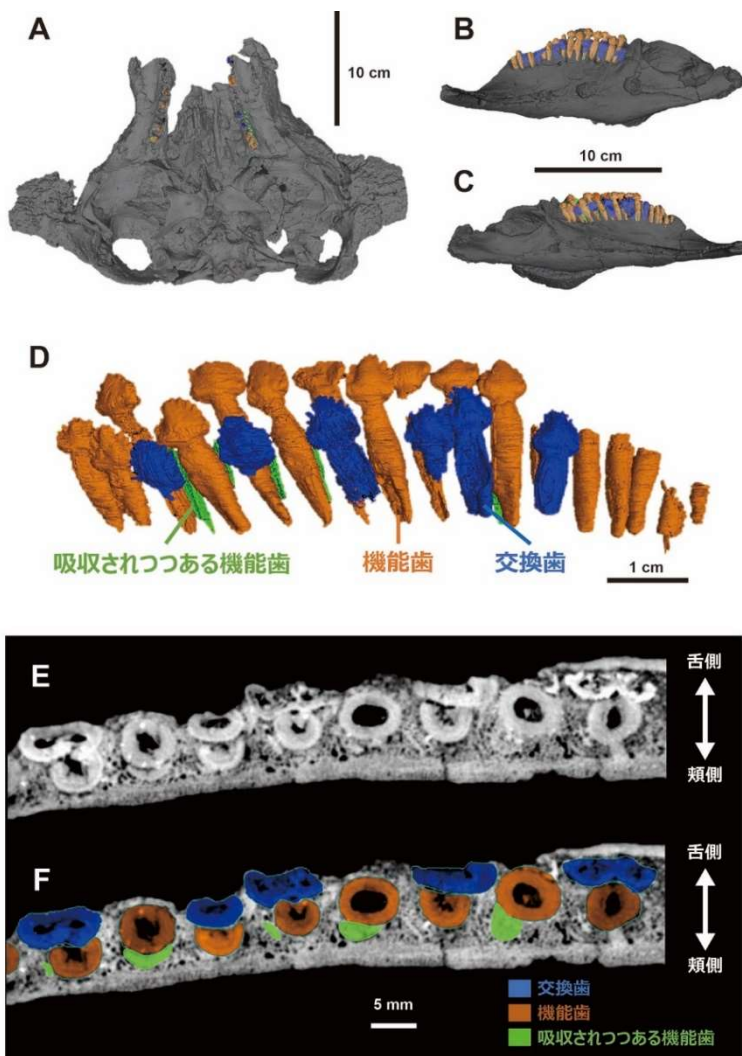


図 2 ピナコサウルス頭骨のCT画像

A: 頭蓋骨(腹側面) B: 左下顎骨(舌側面) C: 右下顎骨(舌側面) D: 左下顎骨の歯のみを抽出した画像 E: 左下顎骨の歯列のCT画像(横断面) F: Eの画像に着色したもの。

世代別に3色(緑: 吸収されつつある機能歯, 橙: 機能歯, 青: 交換歯)に分けて着色している。

舌側から頬側にかけて新しい歯(交換歯), 使用する歯(機能歯), 古い歯(吸収されつつある機能歯)の3世代の歯が確認できる。

引用文献

- Erickson GM, Krick BA, Hamilton M, Bourne GR, Norell MA, Lilleodden E and Sawyer G. 2012. Complex dental structure and wear biomechanics in hadrosaurid dinosaurs. *Science* 338:98–101.
- He Y, Makovicky P and You H. 2018. High-resolution computed tomographic analysis of tooth replacement pattern of the basal neoceratopsian *Liaoceratops yanzigouensis* informs ceratopsian dental evolution. *Sci Rep* 8: 5870
<https://doi.org/10.1038/s41598-018-24283-5>
- Hwang SH. 2005. Phylogenetic patterns of enamel microstructure in dinosaur teeth. *J Morphol.* 266:208–240.
- Kubo T, Zheng W, Kubo, OM and Jin X. 2021. Dental microwear of a basal ankylosaurine dinosaur, *Jinyunpelta* and its implication on evolution of chewing mechanism in ankylosaurs. *PLoS ONE* 16(3):e0247969.
- Ósi A, Prondvai E, Mallon J and Bodor RE. 2016. Diversity and convergences in the evolution of feeding adaptations in ankylosaurs (Dinosauria: Ornithischia). *Historical Biology.* 539:1029-2381.
- Ósi A, Barrett PM, Evans AR, Nagy AR, Szenti I, Kukobecz A, Magyar J, Segesdi M, Gere K. and Jo V. 2022. Multi-proxy dentition analyses reveal niche partitioning between sympatric herbivorous dinosaurs. *Sci Rep* 12, 20813 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-24816-z>
- Sciscio L, Knoll F, Bordy EM, de Kock MO, Redelstorff R. 2017. Digital reconstruction of the mandible of an adult *Lesothosaurus diagnosticus* with insight into the tooth replacement process and diet. *PeerJ* 5: e3054

モンゴル・ゴビ砂漠東部 Bayn Shire に分布する上部白亜系 Baynshire 層の岩相層序と堆積環境復元

実吉 玄貴・坂本 航汰*・Batsaikhan BUYANTEGSH**・高橋 亮
雄・千葉 謙太郎・高崎 竜司・Khishigjav TSOGTBAATAR**

岡山理科大学生物地球学部生物地球学科

*岡山理科大学大学院生物地球科学研究科生物地球科学専攻

**モンゴル科学アカデミー古生物学研究所

1. はじめに

モンゴル南部に広がるゴビ砂漠には、上部白亜系が広く分布し、多くの脊椎動物化石が産出する (Jerzykiewicz et al., 2000)。これらの産出層は陸成層から構成されるため、側方変化が大きく、化石産地毎に、露出する上部白亜系の岩相層序や堆積相の特徴を記載し、より広域に比較することが重要となる。本報告では、2022年夏季に行ったモンゴル・ゴビ砂漠東部に位置する Bayn Shire に露出する Baynshire 層の岩相層序と、その堆積相から復元した堆積環境を報告する。

2. Bayn Shire における Baynshire 層

対象とした Baynshire 層の年代は、本報告対象である Bayn Shire より北へ位置する化石産地 Khongil Tsav に露出する、同層の炭酸塩岩 U-Pb 年代より、およそ 102Ma から 86Ma と報告されている (Kurumada et al. 2020)。また主に河川堆積物から構成され、多くの脊椎動物化石を産出する (Shuvaloh, 2000)。今回観察できた、Bayn Shire に露出する本層の総合柱状図を図 1 に示す。調査地域では、主に泥岩と砂岩を観察できる。下部、中部、上部ともに、5m から 10m ほどの連続のよい赤色泥岩層を呈する。上部層準の泥岩層には、炭酸塩岩を含む古土壌層を確認できる。多くの泥岩層の直上には、トラフ型斜交層理や平板型斜交層理、カレントリップル葉理といった堆積構造の発達する砂岩が累重する。また、古土壌層の直上に累重する砂岩には、再堆積した中礫から小礫を呈する炭酸塩岩を確認できる。砂岩層は、多くの層準で上方細粒化を示す。下部層準では、他の層準と比べ層厚が薄い。さらに、中部および上部層準では、砂岩層が側方付加する様子も観察できる。

3. 岩相層序と堆積環境

砂岩層の堆積構造や、側方付加する構造、泥岩層との累重様式などから、多くが河川堆積物の中でも、蛇行河川によって堆積したと判断できる。一方で、最下部層準の砂岩層は、他の層準に比較し、層厚が薄く、側方付加といった構造の連続も悪い。最下部層準は、蛇行河川堆積物ではなく、網状流路をとる河川堆積物の可能性が高い。

4. 2022 年化石採取層の堆積環境

2022 年調査では、Bayn Shire の 2 か所より化石密集層を発見し、多様な脊椎動物化石を採取した。これらの化石密集層は下部層準の Puujee サイト、及び中部層準の Sunny

サイトと呼称される（図1）。Puujeeサイトからは主に魚類化石が産出し、網状流路を示す流路堆積物より産出する。一方で、Sunnyサイトからは恐竜類・哺乳類・爬虫類・両生類などが産出し、蛇行河川堆積物の中でも側方付加する河道堆積物で産出する。1m前後の層厚の中で複数層準より化石が産出していることから、ポイントバー堆積物より産出すると解釈できる。

5. まとめ

これまでモンゴル・ゴビ砂漠に分布する上部白亜系から、これほどまとまった状態で小型脊椎動物化石が発見された例はない。今回報告した化石密集層の存在から、モンゴルに分布する上部白亜系でも、北米より報告される化石密集層とよく似た地層が形成されていたと考えられる。今後、これらの化石密集層の形成過程をより詳細に理解することで、当時の動物相理解に貢献するだろう。

6. 謝辞

本研究は、IPMAS 職員の皆様、岡山理科大学の教員、職員、学生有志により、調査の準備から標本及び試料採取の各過程において、ご協力をいただいた。関係する皆様へ深くお礼申し上げます。本調査は、本調査は、日本学術振興会科学研究費補助金（20K20950）、日本学術振興会二国間交流事業（JSJSBP120219941）による支援を受けた。

7. 参考文献

Jerzykiewicz T., Currie, P. J., Federico F., Lefeld, J. (2021) Lithobiotopes of the Nemegt Gobi Basin. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 58, 829-851.

Kurumada, Y., Aoki, S., Aoki, K., Kato, D., Saneyoshi, M., Tsogtbaatar, Kh., Windley, B., Ishigaki, S. (2020). Calcite U-Pb age of the Cretaceous vertebrate-bearing Bayn Shire Formation in the Eastern Gobi Desert of Mongolia: usefulness of caliche for age determination. *Terra Nova*, doi:10.1111/ter.12456.

Shuvaloh, V. B. (2000) Mesozoic turtles of Middle and Central Asia. In, Benton, M. J., Shishkin, M. A., Unwin, D. M. and Kurochkin, E. N. eds., *The Age of Dinosaurs in Russia and Mongolia*, 309-367. Cambridge University Press, Cambridge.

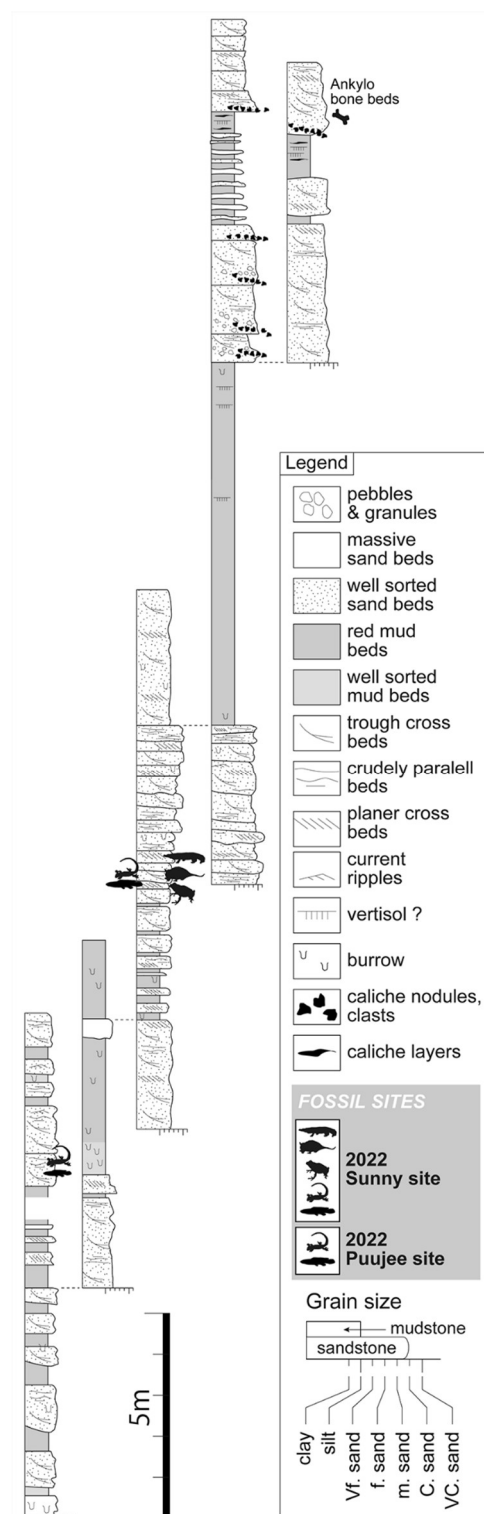


図1. 調査地域における上部白亜系 Bayn Shire 層の総合柱状図

モンゴル国ゴビ砂漠上部白亜系 Baynshire 層から産出した 脊椎動物小型化石密集層について

大越 司・斎藤 北斗・久保 風人^{*1}・高橋 亮雄^{*2}・名取 真人^{*3}

実吉 玄貴^{*2}・千葉 謙太郎^{*2}・Buuvei Mainbayar^{*4}・Tsogtbaatar Khishigjav^{*4}

岡山理科大学大学院生物地球科学研究科修士課程生物地球科学専攻

*1 岡山理科大学生物地球学部 2021 年度卒業生

*2 岡山理科大学生物地球学科

*3 岡山理科大学動物学科

*4 モンゴル科学アカデミー古生物学研究所

1. はじめに

モンゴル国に分布する上部白亜系は哺乳類や爬虫類などの小型脊椎動物から恐竜類の大型脊椎動物まで数多くの良質な脊椎動物化石を産出する。しかし、その化石記録は上部の Djadokhta 層, Barungoyot 層, Nemegt 層に集中している。これら三層の下位に位置する Baynshire 層から産出する恐竜化石は断片的なものが多く、カメ類を除く小型脊椎動物はこれまでほとんど報告がなかったが、2019 年と 2022 年に行われた本学とモンゴル科学アカデミー古生物学研究所との共同調査隊によって、同層から多数の小型脊椎動物化石を含む密集層が二層準から発見された。本報告では現時点でこの密集層から産出した分類群の概要を予察的に報告する。

2. 標本と手法

この密集層は Baynshire 層の模式地である Bayn Shire から発見された。小型脊椎動物化石密集層は、河川堆積物より発見されている。これらの層より、洗い出し等によってえられた化石に対し、外部形態や CT 撮影による内部構造の観察を行った。

3. 結果

本化石群集は恐竜類、ワニ類、カメ類、魚類の単離した骨や歯などを主体に構成されている。さらに、これまで Baynshire 層から知られていなかった条鰭類魚類、有鱗類、真獣類といった分類群も含まれていた。

4. 考察

本化石群集は Baynshire 層堆積時の脊椎動物相の中でも特に化石記録が不足していた小型脊椎動物相を補完するものである。本層堆積時は全球的に陸上生態系が大きく変化した時代と考えられている (Benton et al., 2021)。一方、この時代の化石記録は世界的に限られており (Close et al., 2019)、本化石群集の分類学的検討によりこのマクロ進化的イベントの理解に寄与すると期待される。

引用文献

Benton, M. J. et al. The Angiosperm Terrestrial Revolution and the origins of modern biodiversity. *New Phytologist* 233, 2017–2035. (2021).

Close, R. A. et al. Diversity dynamics of Phanerozoic terrestrial tetrapods at the local-community scale. *Nature ecology & evolution* 3, 590–597. (2019).

2022年度の地磁気と関連した年代学的研究について

畠山 唯達, 北原 優

岡山理科大学フロンティア理工学研究所

1. はじめに

地磁気（地球磁場）は液体金属でできている外核における電磁流体现象で生成されているため、常に変動しており、地球表面の各地で異なる値を観測する。古地磁気学は地球上の1点における過去のある時点での地磁気の方位や強度の情報を記録していた岩石等の残留磁化から当時の地磁気の様子を復元する研究分野である。変動の記録に時間軸をつけることができればいわゆる「標準」となり、年代が未知の試料について古地磁気情報を求めることで年代推定をすることが可能になる。とくに、過去に作られた土器やそれを焼成した窯には最終の操業時（降温時）に着磁した熱残留磁化が保持されており、それを測定することで当時の地磁気の方位や強度を知ることができる。地域（日本など）における地磁気方位や強度の標準が確立されていれば、その窯の最終操業年代を推定することができる（考古地磁気年代推定法）。

我々のグループでは古地磁気・岩石磁気測定・磁気探査を主な研究対象としているが、その中には実際に地磁気を用いた年代推定や、その基礎データたる地球磁場の時間変化（永年変化）を求める研究が含まれる。本稿では、年代学と関連した2022年度の進捗について報告する。

2. 今年度の研究進捗状況

以下に記す研究状況のうち、(1)は実際に地磁気を用いた年代推定を行った研究、(2)~(5)は年代推定の指標となる地磁気変動記録に関する基礎的な研究である。

(1) 複数の古窯跡から得られた地磁気方位変動について

八女市黒木町田本窯跡から発掘された平安時代稼働の須恵器古窯7基について、定方位にてサンプリングし、段階交流消磁を施しながら古地磁気方位を測定した。その結果、7基の最終操業年代は10~11世紀前半に集中し、さらに、おおまかな操業の順序が推定された。この年代は出土遺物（土器片）の考古学年代と矛盾しない範囲にある。さらに、断面の観察よりスサ（藁）が混ぜ込まれて作られた床面を持つ窯とそうでない窯に分けることができ、前者は古地磁気強度が弱く磁性鉱物の量も少ないことが分かった。このような試料の中には、段階熱消磁を施しながらの古地磁気方位測定において、580℃（磁鉄鉱のキュリー温度）で消磁しきれないものがあり、低温磁性の測定からも極低温で複雑な相変化を見せる（畠山ほか、報告書提出中）ことから、他の磁性鉱物の存在が推測される。

(2) 弥生時代後期の古地磁気方位について

日本における地磁気方位変動の標準曲線は広岡(1977)によって確立された。その中にはAD0（紀元前後）~1950年までの地磁気方位が明示されているが、実際には0~400年の変化を示すデータは数が少ないうえ、須恵器の伝搬以前であるため、いわゆる「窯」がほとんど存在しない。そのため畠山・渋谷(2012)ではこの区間のデータを採用せずAD400年以降の地磁気変動モデルを提唱している。我々はこのギャップを埋めるべく、弥生時代~古墳時代前期の古地磁気方位測定ができる試料を求めている。畠山(2016)では島根県出雲市杉沢遺跡における弥生時代後期（1世紀）の建物内焼土の古地磁気方位を測定した。残留磁化強度は考古遺跡（焼土）としてはとても弱く、超伝導磁力計を用いて段階交流消磁測定をした結果、広岡(1977)の示す0年の方位とは大きく異なり、東偏し標

準的な伏角を示す。今回、鳥取県倉吉市の中尾遺跡の弥生後期（AD1世紀）の住居内炉跡焼土から試料を採取し、方位の測定を行っている。予察的な結果は、杉沢遺跡の方位と矛盾のない方位を示した。どうやら、紀元前後の地磁気方位は、広岡（1977）が示す弱西偏・浅伏角ではなく、東偏・標準伏角あったのではないかと考えられる。今後はさらなる分析を行って試料点数を増やし、データの集合体としての信頼性を向上させていく予定である。

（3） 縄文時代晩期の古地磁気方位について

縄文時代中期以前（紀元前）の日本における地磁気方位変動の詳細は全くわかっていない。その理由は、須恵器以前の土器の多くは、専用の窯を用いず露天にて焼成されていたため、その跡が遺構として発見されづらいこと、住居内の焼土（炉跡など）は窯と比べて焼け方が中途半端で、熱残留時間強度も著しく小さいことがあり、従来の測定方法では精密な測定が困難であること、などが挙げられる。しかしながら、スピナー磁力計を用いた測定に消磁（交流消磁・熱消磁）を加えた標準的な古地磁気方位測定の手法が用いられるようになってから、ほとんど測定例がなく、信頼に足るデータを地道に増やしていくしかない。今回は、奈良県御所市の中西遺跡第33-2次発掘現場にて縄文時代晩期のはっきりとした焼土層が発見されたため、この部位を定方位サンプリングして古地磁気方位測定を行っている。これまでの予察的結果より、大きく西偏した古地磁気方位が確認された。本サンプルは、はっきりと焼けており、スピナー磁力計にて交流消磁をすることができ、今後、安定な古地磁気方位と年代の関連について測定を進めていく予定である（畠山・北原，2023）。

（4） 弥生時代～古墳時代の古地磁気強度について

これまでに我々は、主に須恵器窯などの焼土を利用して古地磁気強度を測定してきた（Kitahara et al. 2021）。それ以前の古地磁気強度の研究は20世紀までにいくつか行われてきたが、現在の手法や試料選定基準とは合致しない。そこで、いくつかの研究グループが古墳時代前期以前の時代を目指して古地磁気強度測定を行っている。今回我々は、トリノ大学・岡山大学と共同で、岡山県内の古墳等から出土した、特殊器台・埴輪・陶棺などに対して、古地磁気強度測定を行った。その結果、弥生時代後期（2世紀後半）～古墳時代末期（7世紀）の間の古地磁気強度を得ることができた。5世紀以降については、過去の研究結果との整合性が示された一方、新しいデータが無い弥生時代後期には、古地磁気強度の急激な変動（急激な上昇）が観測された（Tema et al., 2023）。

（5） 周辺国研究機関との研究協力について

上記のように、地磁気変動研究を行う上で、日本の試料だけでは時代をカバーできないことが明らかである。そのため、変動の形があまり変わらない範囲の周辺国との連携は不可欠である。今後の研究を進展させるため、今年度は韓国で古地磁気・考古地磁気研究をしている東洋大・韓国地球資源鉱物学研究院（KIGAM）の研究者と研究打合せを行った。韓国では、特に2～3世紀の考古地磁気研究が盛んで、この時間は日本ではデータが乏しく、相互補完が可能な状態にある。今後は地磁気変化の標準曲線の共有化に向けて協力を続けていく予定である。また、ベトナムの考古学研究者と研究打合せを行い、古地磁気強度測定用のパイロット試料を得ることができた。現在、予察的な結果が出つつあり、とくに、中部ミーソン遺跡のレンガから、東南アジアにおける初めての本格的な考古地磁気強度データを提供できるようになる。

ほかに、モンゴルにおける古地磁気層序による年代決定研究も進めている（坂本，2023 修士論文）。

参考文献

- 畠山唯達，北原優，パリオ・サーヴェイ株式会社（2022），田本1号窯跡発掘調査報告書（submitted）
畠山唯達，渋谷秀敏（2012）日本地球惑星科学連合大会，STT58-01.

Tema, E., Santos, Y., Trindade, R., Hartmann, G.A., Hatakeyama, T.,
Terra-Nova, F., Matsumoto, N., Mitsumoto, J., Gulmini, M. (2023)
Geophys. J. Int. (in press)

畠山唯達, 北原優 (2023) 中西遺跡第33-2次発掘調査報告書, 橿原考古学研究所 (in
press)

Kitahara, Y., Nishiyama, D., Ohno, M., Yamamoto, Y., Kuwahara, Y.,
Hatakeyama, T. (2021) Phys. Earth Planet. Inter., 310, 106596,
<https://doi.org/10.1016/j.pepi.2020.106596>, (2021).

広岡公夫 (1977) 第四紀研究, 15, 200-203.

組織学的解析法と比色分析法による化石残存タンパク質の検出

稲葉勇人・村上凱星*・千葉謙太郎*・高橋亮雄*・實吉玄貴*・

辻極秀次**

岡山理科大学大学院総合情報研究科数理・環境システム専攻

*岡山理科大学生物地球学部生物地球学科

**岡山理科大学理学部臨床生命科学科

1. 緒言

近年、考古学分野や古生物学分野において分子生物学手法を応用した研究が行われており、絶滅生物のアミノ酸配列が解読されるなど目覚ましい発展をとげている(1)。しかし、化石に残存するタンパク質は極微量であるため、外部からの試料混入の可能性が常に問題視され、化石試料中のタンパク質を簡便に尚且つ確実に検出する方法の開発が求められている(2)(3)。そこで本研究では、化石に残存するタンパク質の検出と局在を明らかにするため、備讃瀬戸海底から産出した約3万年前のゾウ類の骨および象牙化石を使用し、組織学的解析法の可能性について検討を行った。また化石に残存するタンパク質を簡便に定量する手法確立のため、同化石を用いて比色分析法を試みた。

2. 材料と方法

試料には、化石と比較検討するための標準試料として現生ラットの大腿骨を用いた。化石試料は、倉敷市立自然史博物館所蔵のゾウ類の肋骨(F1468)、尺骨(F1456)、象牙(F1186, F1310, F1455)化石を使用した。これらゾウ類化石は、瀬戸内海の一部海域である備讃瀬戸から産出し、試料の年代は産出化石の比較によって中期から後期更新世と考えられている(4)。また、北川ほか(2009)による¹⁴C年代では、瀬戸内海産ナウマンゾウは約3万5千年前と推定されている(5)。

2-1 組織学的解析

化石試料からパラフィン薄切標本を作製するため、化石からカルシウム等を溶解する脱灰処理を行った。脱灰処理は、試料容積の数十倍のギ酸に試料を浸漬、脱灰液を毎日交換し10日間脱灰した。脱灰後の試料は、定法にてパラフィンで包埋後、ミクロトームを用いて約10 μ mに薄切、切片を作製し、その後HE染色を施した。

また脱灰薄切標本に加えて、非脱灰切片を作製した。非脱灰切片は、化石試料をエポキシ樹脂で包埋し、厚さ約50 μ mまで研磨し作製した。

脱灰および非脱灰切片ともに、標本作製後は光学顕微鏡で組織学的に観察し、写真撮影を行った。

2-2 比色分析

化石試料を1M塩酸で脱灰し化石中のカルシウム等を溶解した。脱灰操作後、脱灰液中に認められた不溶化画分を、6M塩酸を用いて加水分解、総タンパク質定量アッセイキット(QuickZyme Biosciences社)を用いて試料中のタンパク質量を定量した。さらに、試料中のコラーゲンをコラーゲン定量アッセイキット(QuickZyme Biosciences社)を用いて定量した。

3. 結果

3-1 脱灰標本の組織学的解析

象牙化石(F1186)は脱灰3日目から組織の崩壊が始まり、10日目にはほとんど完全に崩壊した(図1)。他の象牙化石(F1310, F1455)も同様に10日間の脱灰処理の結果、完全に崩壊し組織標本作製は困難であった。

一方、骨化石(F1456)は脱灰2日目から繊維状に組織分離が確認されたが、10日間経過後も完全には崩壊しなかった(図1)。そのため、骨化石のみパラフィン包埋標本が作製可能であった。骨化石から作製した組織標本をHE染色、観察した結果、骨化石には骨組織が高度に保存されており、ハバース管を中心とした骨単位や骨基質中に骨小孔が明瞭に観察され、現生生物とほぼ同様の骨組織構造を示した。(図1)。

3-3 比色分析法による定量解析

タンパク質の比色分析の結果、骨化石からは、試料1gあたり最大127.9mgの総タンパク質が検出された。これは、現生ラットの大腿骨から検出されたタンパク

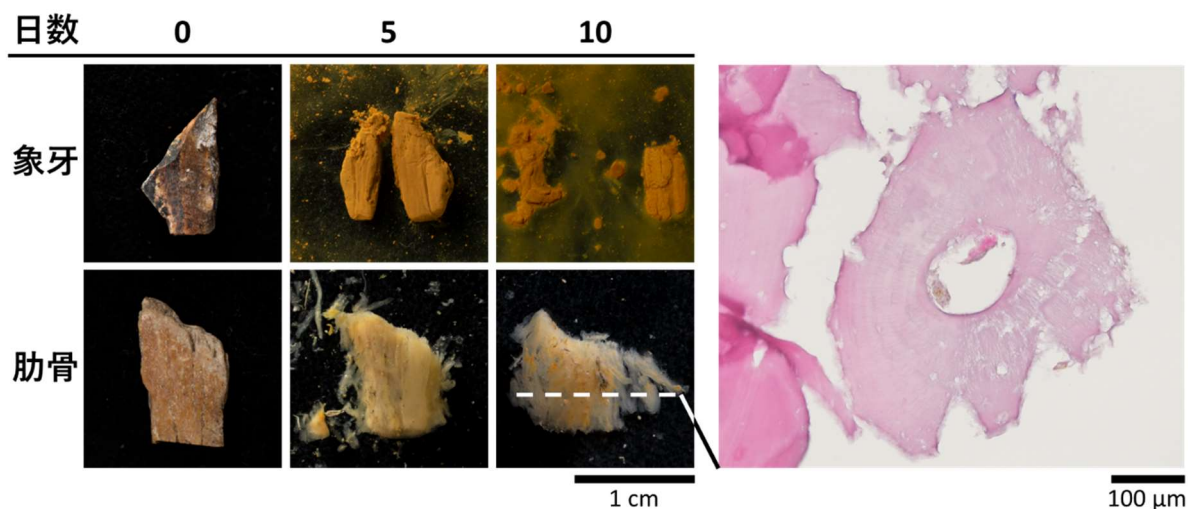


図 1. ギ酸を用いた脱灰処理による象牙化石 (F1186) と肋骨化石 (F1468) の 5 日おきの変化 (左図).
10 日間の脱灰処理後に作製した肋骨化石の脱灰切片の HE 染色像 (B).

質 (試料 1 g あたり 303.4 mg) の半分量にあたる。また、コラーゲンの比色分析の結果、骨化石からは試料 1 g あたり最大 14.1 mg のコラーゲンが検出された。一方、象牙化石中の総タンパク質とコラーゲン量は共に、ほとんど検出限界以下であった。

4. 考察

本研究では、骨化石の脱灰処理後に残存した不溶性試料の組織学的観察により明瞭な骨基質が観察された。また比色分析においてもタンパク質が検出されるなど、両解析法において骨基質タンパク質の存在を示唆する結果が得られた。本研究結果は以前に行われた SDS 電気泳動法による解析結果 (6) とも相関していることから、化石試料においても組織学的解析法および比色分析法の有効性が明らかになった。今後、骨の主成分であるコラーゲンを特異的に検出する特殊染色法など、より詳細な組織学的解析法について検討したい。

また骨組織と歯牙組織の比較から、硬組織の構造がタンパク質の保存に大きな影響をおよぼすことが考えられた。今後、骨組織、軟骨組織、歯牙 (エナメル質、象牙質) 等の硬組織がタンパク質保存とどのような相関があるのか、また堆積環境が化石タンパク質残存にどのような影響をおよぼすのかについて解析を行い、化石中のタンパク質の分解過程、化石化過程に対する理解を深めたいと考えている。

5. 謝辞

化石試料のサンプリングにご対応頂いた倉敷市立自然史博物館の武智泰史氏には、厚く感謝の意を申し上げる。

げる。

参考文献

- 1)Warinner, C. *et al.*: Paleoproteomics., *Chem. Rev.*, 122, 16, pp 13401-13446 (2022)
- 2)Schweitzer, M. H. *et al.*: Paleoproteomics of Mesozoic dinosaurs and other Mesozoic fossils., *Proteomics*, 19, 16, 1800251 (2019)
- 3)Buckley, M. *et al.*: A fossil protein chimera; difficulties in discriminating dinosaur peptide sequences from modern cross-contamination., *Proc. Royal Soc. B*, 284, 1855 (2017)
- 4)樽野博幸: 備讃瀬戸海底の脊椎動物化石-その 1-. In 備讃瀬戸海底産出の脊椎動物化石-山本コレクション調査報告書 I-, pp 11-61, 倉敷市立自然史博物館 (1988)
- 5)北川博道ほか: ナウマンゾウ化石の 14C 年代とその課題, 日本古生物学会年会講演予稿集, pp 25, 日本古生物学会 (2009)
- 6)稲葉勇人ほか: 備讃瀬戸産ゾウ類化石中の残存タンパク質の検討, 岡山理科大学古生物学・年代学研究センター事業報告, 第 2 号, pp 74-75, 岡山理科大学古生物学・年代学研究センター (2022)

京都府宇治市天ヶ瀬地域のデュプレックス構造の観察

—モンゴル国の海洋プレート層序復元に向けて—

佐藤 友彦・青木 一勝

岡山理科大学 教育推進機構 基盤教育センター

沈み込み帯前弧域では、付加を特徴づけるデュプレックス構造が発達するため、その痕跡を露頭スケールで観察することにより、当時の海洋プレートの沈み込み方向や層序など、付加体形成プロセスの理解が可能となる。しかし、そういった痕跡は後の造構運動により改変されることが多く、基盤の多くが付加体である日本でさえ、デュプレックス構造を明瞭に観察できる露頭の報告は多くない。

京都府宇治市東部の天ヶ瀬地域には、ジュラ紀付加体（丹波帯）の構成要素である「天ヶ瀬砂岩層」と呼ばれる砂岩・泥岩主体のユニットが分布し、数十メートル規模のデュプレックス構造が報告されている（楠，2020）。今後行うモンゴル国での海洋プレート層序や付加体構造の復元を見据え、デュプレックス構造に対する見識および付加体形成プロセスの理解を深めるため、同地域の露頭観察を行った。また、同露頭を付加体の三次元構造の理解を必要とする地質調査や巡検の補助資料・教材として活用するため、LiDAR カメラを用いた 3D スキャンを行い、約 15 m×30 m の範囲の露頭の 3D モデルを作成した（図 1）。

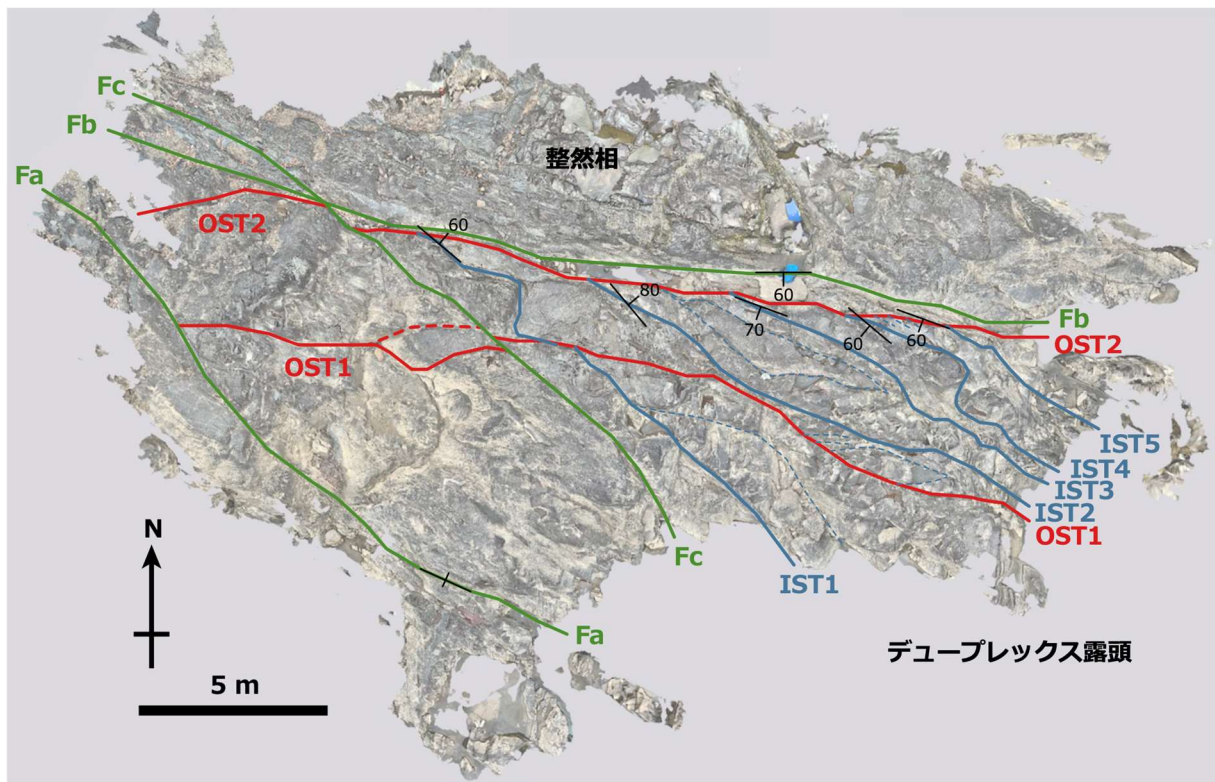


図 1. 天ヶ瀬地域の付加体露頭の 3D スキャンモデル。

5 本の IST と 2 本の OST、およびそれらを切る 3 本の断層を確認できる。

露頭の観察により、デュープレックス構造認定の際に重要なランプに挟まれる複数のホースが確認され、当時のデコルマであるインシーケンス衝上断層（IST：ルーフ／フロア衝上断層）が5つ（IST1~IST5）記載できた。また、ISTを切る順序外衝上断層（OST1, OST2）や、それらをさらに切る断層（Fa, Fb, Fc）も記載できた。その他に、ホース内部を示す鞘状褶曲も確認でき、デュープレックス構造の外形が推定可能であった。これら一連の構造は、デコルマの構造的低位へのジャンプと、底付け付加の繰り返しで説明でき、ホースやISTの形成順序から当時のプレートの沈み込み方向は、概ね南から北向きであることが復元できた。

露頭の3Dスキャンモデルは、シームレスな拡大・縮小および多様な角度からの観察を可能にし、各断層の連続性やその三次元的な関係を議論する上で、非常に有効であった。一方で、本露頭は天ヶ瀬ダムの再開発工事終了に伴い水没する可能性がある。そういった意味で、今回の3Dデータは模式的なデュープレックス構造が観察可能な露頭の記録として重要になるだろう。

今後の展望として、今回用いた付加体の構造観察手法を、モンゴル国、ウランバートル近郊のセルゲレン地域に分布する中央アジア造山帯デボン紀～石炭紀付加体露頭に適用し、その形成過程の理解を目指す。同地域では、露頭記載や碎屑性ジルコン年代などいくつかの予察的なデータが報告されている（Savinskiy et al., 2022）が、十分とはいえない。現地調査による変形構造解析や、碎屑性ジルコンの年代頻度分布から、当時の古アジア海北縁で発達形成した中央アジア造山帯における付加・侵食システムの解読を試みる。

楠 利夫, (2020) 丹波帯東南部, 天ヶ瀬のデュープレックス群. GSI 地質ニュース, 9, 157-167.

Savinskiy I. et al. (2022) A story of Devonian ocean plate stratigraphy hosted by the Ulaanbaatar accretionary complex, northern Mongolia: implications from geological, structural and U-Pb detrital zircon data. International Journal of Earth Sciences DOI:10.1007/s00531-021-02150-5.

骨組織から考察する *Hokkaidornis* (プロトプテルム類) の水棲適応

林 昭次・柴田琉司*・秦はるか*・中原多聞*・安藤達郎**

*岡山理科大学生物地球学部生物地球学科

**足寄動物化石博物館

プロトプテルム類は中期始新世から中期中新世にかけて北半球に生息していた鳥類である。この鳥類はカツオドリ目に属しているが、翼の骨要素がペンギン類によく似ているため、ペンギン類と同様の水棲適応をしていたと考えられている。

これまでの研究において、水棲適応の度合いに応じて鳥類の骨が緻密化する傾向にあることが知られているが、プロトプテルム科の骨組織について現生鳥類と比較し、遊泳能力を議論した研究はない。そこで本研究では、プロトプテルム科である *Hokkaidornis abashiriensis* (AMP44) の四肢骨（上腕骨・大腿骨・足根中足骨）・椎体（頸椎・胸椎）・肋骨の骨組織をX線CTスキャナーによって観察し、現生水棲鳥類の骨組織と比較することで、*Hokkaidornis* の水棲適応度について考察した。

骨組織観察の結果、四肢骨・肋骨は皮質骨が厚く、髓腔が縮小するといった典型的なosteosclerosisの特徴が認められた(図1)。また椎体においては、水棲適応した動物でよくみられる肥厚した骨梁が高密度に存在する海綿骨が観察できた。四肢骨においては、骨密度ならびに髓腔・海綿骨・皮質骨の分布域の4つのパラメータを定量化し、主成分分析により現生鳥類との比較も行った。その結果、*Hokkaidornis* の上腕骨・大腿骨はペンギン類と同じ緻密な骨組織を持つグループに含まれることが明らかになった。特にペンギン類の中でも潜水深度が50mほどのフンボルトペンギンに近い値を示した。また足根中足骨はエンペラーペンギンなど高い遊泳能力をもつ鳥類では海綿化するが、*Hokkaidornis* では顕著な海綿化は認められなかった。

これらの結果は、1) *Hokkaidornis* は他の鳥類と比較して、ペンギン類と同程度の高度な水棲適応をしていたが、2) その遊泳能力は現生の大型のペンギン類には及ばず、小型から中型の現生ペンギン程度であった可能性を示唆する。

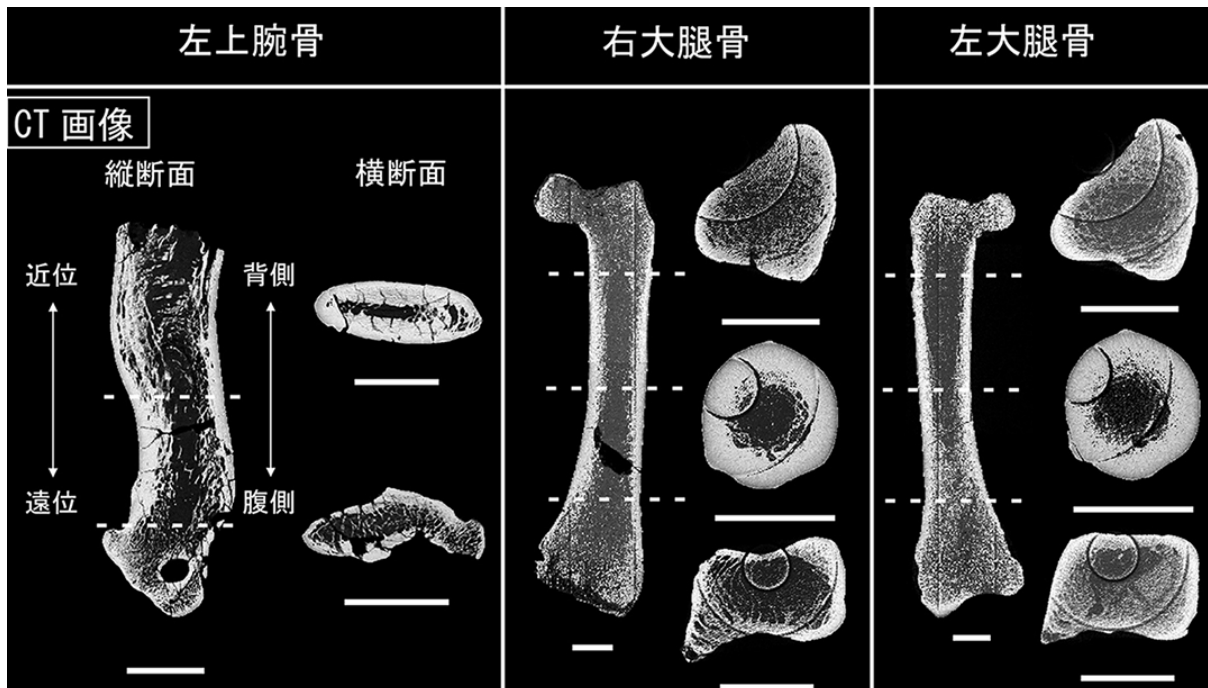


図1. プロトプテルム類 *Hokkaidornis* のCT画像 スケールはすべて2cm

火山灰土の ESR 分析による 後期更新世～完新世の急激な気候変動の検出の試み

高田将志・鶴田彩音*・原之園大一**・豊田新***

奈良女子大学大学院文学研究科
*岡山理科大学理学部応用物理学科
**岡山理科大学大学院理学研究科応用物理学専攻
***岡山理科大学古生物学・年代学研究センター

1. はじめに

最終氷期(MIS2)から完新世(MIS1)への温暖化の過程においては、ミランコビッチサイクルでは説明できない、ヤンガードリアスやダンスガード・オシュガーサイクルのような急激な寒冷化が起きたことがわかっている。これらは、グリーンランド東部の北大西洋にある海洋循環の変動が要因とされ、ヨーロッパにおいて多くの関連する地質学的証拠が確認されてきた。一方、これらの変動が東アジアにどのような影響をもたらしたのかについて知ることは、全球的な気候変動を理解する上で重要である。水月湖で採取された年縞堆積物に、ヤンガードリアス期に対応する比較的大きな気候変動が見いだされた例¹⁾もあるが、東アジアの気候変動とどのようにリンクしているのかについて解析するためには、具体的なフィールドデータの更なる蓄積が必要である。

日本列島に分布する風成堆積物から微細石英粒子を抽出し、その ESR 信号強度から求められる酸素空孔量が、氷期・間氷期の気候変動と関連して異なることを明らかにされた²⁾。これは、風送塵の起源と考えられるタクラマカン砂漠と中国東北部で、石英の酸素空孔量が前者に比べて後者の方が大きく、完新世にはタクラマカン砂漠、最終間氷期には中国東北部が優勢になることに対応すると議論されている。さらにこれは、石英中の酸素空孔量が 1000 万年以上のタイムスケールで、年代と相関があるという観測結果³⁾に基づいている。また、同様の方法に石英の結晶化度を加えて、日本海で採取された連続コアの海底堆積物に含まれる微細石英粒子を分析したところ、第四紀後期の気候変動と明瞭な相関があり、温暖期にタクラマカン砂漠起源の石英が、寒冷期に中国東北部起源の石英が増加すると報告された⁴⁾。

海域と比べ陸域では、より堆積速度の大きい風成堆積物を採取できる可能性があり、そのような堆積物を分析できれば、時間分解能に優れ、より時間スケールの短い気候変動のイベントを検出できる可能性がある。そこで本研究では、陸域に堆積した火山灰土に着目して、ESR 信号を分析することで、日本列島の中期更新世末～完新世における気候変動を石英の酸素空孔量の変動として抽出することが可能か、予察的な検討を行った。

2. 試料と実験方法

本研究では、栃木県那須川郡那須川町芳井の火山灰土の露頭で連続的に採取した堆積物を使用した。表層から 10 cm ごとに採取された計 34 個の試料を用いた。

各試料を 60℃の乾燥機で一晩乾燥させ、212 μm 以下に篩い分けを行った。6 M の塩酸に一晩浸した後、よく水洗いを行った。ストークス法を用いて、20 μm 以下、20 μm から 50 μm の粒径に分けた。その後、ケイフッ化水素酸で 1 週間処理し、石英試料とした。

試料に、2.5 k Gy のガンマ線照射を行い、300°C で 15 分間で加熱してその後に ESR 信号を測定した。これは、照射によって石英中に十分な量の A1 中心を生成させ、そこにとらえられたホールを電子 2 個を伴う反磁性の酸素空孔に移動させることで E1' 中心を生成するためである。200 Gy 以上の照射を行うことで、この後に観測される E1' 中心の信号強度が酸素空孔量に対応することが示されている⁵⁾。

各々の試料について、岡山理科大学総合機器センターの日本電子製 ESR 測定装置 JES-PX2300 を用いて ESR スペクトルの測定を行った。マイクロ波出力を 0.01 mW、磁場変超幅を 0.1 mT、掃引時間を 30 秒、時定数を 0.03 秒として測定した。

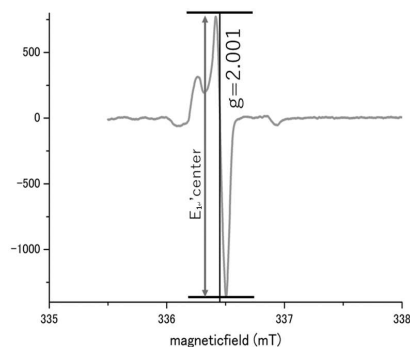


図 1 観測された E1' 中心の ESR スペクトル

3. 測定結果

測定した ESR スペクトルの例を図 1 に示す。ピークの高さを信号強度として取り、拡大率、質量で規格化し、標準試料との比較により、 1.3×10^{13} spin/g を単位として、試料中の酸素空孔量を求めた。

地表からの深さに対して、酸素空孔量をプロットすると図 2 のようになった。深さ 50 cm までの試料は、酸素空孔量は検出されなかったが、それ以降の層では高い酸素空孔量が検出された。

この露頭についてはテフラの年代、また地質学的考察により深さと年代の関係が得られている。推定されている年代間では堆積速度が一定であると仮定して、深さを年代へ変換した。年代に対して酸素空孔量をとると、図 3 のようになった。

4. 議論

図 3 からわかるように、10 ka までの完新世の試料では、酸素空孔量は検出されなかったのに対し、下位層の最終氷期に対応する層では、高い酸素空孔量が、検出された。これは、海洋底堆積物を用いた先行研究⁴⁾と整合的な結果となった。タクラマカン砂漠、あるいは中国東北部といった具体的な起源の議論は現時点ではできないものの、最終氷期に相当する層の中で高い酸素空孔量が検出されたことは、陸上の火山灰度といった堆積物を用いて風送塵の起源に関連した気候変動が議論できる可能性を示すことができたと考える。

最終氷期から温暖化が進み始める 20 ka 付近で酸素空孔量が一旦減少するが、15 ka 付

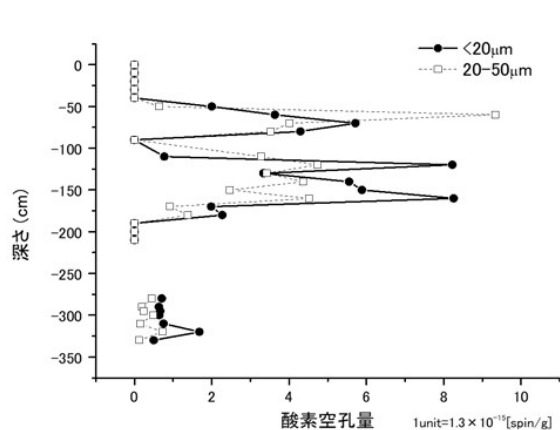


図 2 測定によって得られた、試料の採取の深さと酸素空孔量の関係。

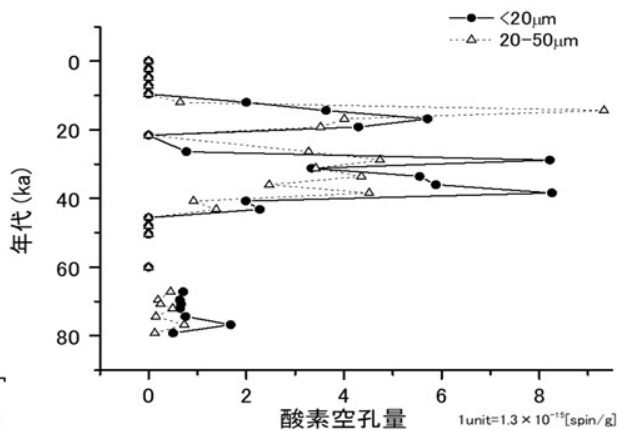


図 3 深さを年代に換算して、年代と酸素空孔量の関係を示す。

近で再び上昇してピークが現れ、さらに粒径の粗いものの方がむしろ値が大きくなっているのは興味深い。温暖化の過程で急激に寒冷化が起きた時期のヤンガードリアスに相当する可能性も考えられる。

こうした年代との相関などを確かにし、より詳細な気候変動を議論するためには、今後、さらに細かく試料を採集し、より細かなデータを得ることが必要であると考えられる。

5. まとめ

陸域の火山灰土の連続した試料について分析を行った。最終氷期の試料で高い酸素空孔量の値が検出され、海洋底堆積物を用いた先行研究と統合的な結果となった。このことから、陸上の連続した堆積物を用いて石英の酸素空孔量によって気候変動を議論できる可能性が示された。

引用文献

- 1) Shlolaut, G., Brauer, A., Nakagawa, T., Lamb, H. F., Tyler, J. J., Staff, R. A., Marshall, M. H., Ramsey, C. B., Bryant, C. L., Tarasov, P. E.: Evidence for a bi-partition of the Younger Dryas Stadial in East Asia associated with inversed climate characteristics compared to Europe, *Scientific Reports*, 7, 1-7 (2017).
- 2) Toyoda, S., Naruse, T.: Eolian dust from the Asian deserts to the Japanese Islands since the Last Glacial Maximum; the basis for the ESR method. *Transactions, Japanese Geomorphological Union*, 23, 811-820 (2002).
- 3) Toyoda, S. and Hattori, W.: Formation and decay of the E₁' center and of its precursor, *Applied Radiation and Isotopes*, 52, 1351-1356 (2000).
- 4) Nagashima, K., Tada, R., Matsui, H., Irino, T., Tani, A., Toyoda, S.: Orbital- and Millennial-scale variations in Asia dust transport path to the Japan sea. *Palaeogeography, palaeoclimatology, Palaeoecology*, 247, 144-161 (2007).
- 5) Toyoda, S., Ikeya, M.: Thermal stabilities of paramagnetic defect and impurity centers in quartz, basis for ESR dating of thermal history, *Geochemical Journal*, 25, 437-445 (1991).

ESR Dating of barite: Applications to tectonic activities in Nankai Trough and to the activities in sea-floor hydrothermal areas in Higashi-Aogashima region

Man-Yin Zhang, Shin Toyoda*, Yuzuru Yamamoto, Jun-ichiro Ishibashi**

Faculty of Science, Kobe University

*Institute of Paleontology and Geochronology, Okayama University of Science

**Kobe Ocean Bottom Exploration center, Kobe University

We have collaborated on two projects:

(A) Timing of the underground hot fluid flow at the Nankai Subduction Zone

It has been discovered that ~200 °C hot fluid flowed through the sediment of the Nankai Subduction Zone off Muroto (Tsang et al., 2020). Such fluid flow can be associated with seismic events or subducting ridges. It is essential to know the timing of the fluid events to put the fluid flow into a geological context and understand the thermal development at the Nankai Subduction Zone. Precipitating from the hot fluid were barite minerals (BaSO₄) which can be dated using electron spin resonance (ESR) dating at the Institute of Paleontology and Geochronology;

(B) Formation of the Higashi-Aogashima Knoll Caldera hydrothermal field

The Higashi-Aogashima Knoll Caldera hydrothermal field was newly discovered in 2015 and found to contain an economical concentration of gold. There are emerging studies aiming to understand the formation of this hydrothermal field and the formation age of the field will serve as a piece of key information. At the Institute of Paleontology and Geochronology, I use the barite minerals extracted from the sulfide mounds of the hydrothermal field to find out the formation age.

Summary of work at the OUS over the past year

At the Institute of Paleontology and Geochronology (Toyoda Lab), I extracted barite in the Chemistry laboratory, conducted ESR dating using the ESR spectrometer, and measured the background radiation of samples using the low-background gamma-ray spectrometer. Dr. Toyoda and his students gave me helpful comments, ideas and technical support.

Research progress

The above projects are still ongoing and expected to complete in 2023. Barite samples for both projects are undergoing the last few rounds of gamma-ray irradiation. After irradiation and the subsequent measurements of ESR signals at the Institute of Paleontology and Geochronology, the formation ages will be calculated.

Current finding

We have confirmed that the barite samples we extracted for both projects (A) and (B) can be used for ESR dating. The implication is twofold; first, the formation ages of the Nankai hot-fluid barite and the Higashima-Aogashima Knoll Caldera hydrothermal field are not older than the Quaternary (i.e., < 2.58 million years old); second, for barite in sediment at the Nankai Subduction Zone in particular, ESR signals in barite have not been significantly reset even though the barite is hosted in ~100 °C sediments. Results on testing the thermal stability of barite for ESR dating, which were obtained at the Institute of Paleontology and Geochronology, have been published in a paper in Quaternary Geochronology.

熱水性重晶石への $^{226}\text{Ra}-^{210}\text{Pb}$ 法の適用

石橋純一郎¹, Man-Yin Tsang¹, 豊田新², 山本まりん², 板谷優志

3, 新井和乃⁴

岡山理科大学古生物学・年代学研究センター

*岡山理科大学大学院理学部応用物理学科

**神戸大学海洋底探査センター

***九州大学大学院理学院

****高知大学海洋コア総合研究センター

重晶石 (BaSO_4) は海底熱水域に普遍的に見られる硫酸塩鉱物で、熱水と海水の混合によって沈殿生成する。熱水域で産する重晶石は、バリウム (Ba) を置換したラジウム (Ra) を含むことが多い。ラジウムには ^{226}Ra (半減期 1600 年) や ^{228}Ra (半減期 5.75 年) といった放射性核種があり、年代決定への利用が考えられる。 $^{226}\text{Ra}-^{210}\text{Pb}$ 法は ^{238}U 系列に属する二つの核種の放射能比から年代を導く放射非平衡年代測定法で、 ^{210}Pb の半減期が 22 年であることから数年～数十年の年代を得ることが原理的にはできる。今年度は、沖縄トラフ伊江山熱水域から採取された熱水噴出孔 (チムニー) 試料と堆積物コア試料に含まれる重晶石を研究対象として、 $^{226}\text{Ra}-^{210}\text{Pb}$ 法による年代測定を行い、得られた年代の比較と考察を行った。

測定結果として、 $^{210}\text{Pb}/^{226}\text{Ra}$ 放射能比とそこから算出される $^{226}\text{Ra}-^{210}\text{Pb}$ 年代を図 1 に示す。図 1a に示した熱水噴出孔 (チムニー) から抽出した重晶石では、放射能比は 0.14-0.84 の範囲にあり、算出された年代は 5-58 年であった。図 1b に示した堆積物コアから抽出した重晶石では、 $^{210}\text{Pb}/^{226}\text{Ra}$ 放射能比が 0.5-17.5 と幅広い範囲を示した。放射非平衡年代法の原理からこの放射能比が 1 より小さい結果が得られたものからのみ $^{226}\text{Ra}-^{210}\text{Pb}$ 年代が算出できる。今回年代が得られたものは 4 試料のみで、そのうち 3 試料が 26-31 年という比較的狭い範囲の年代を示した。

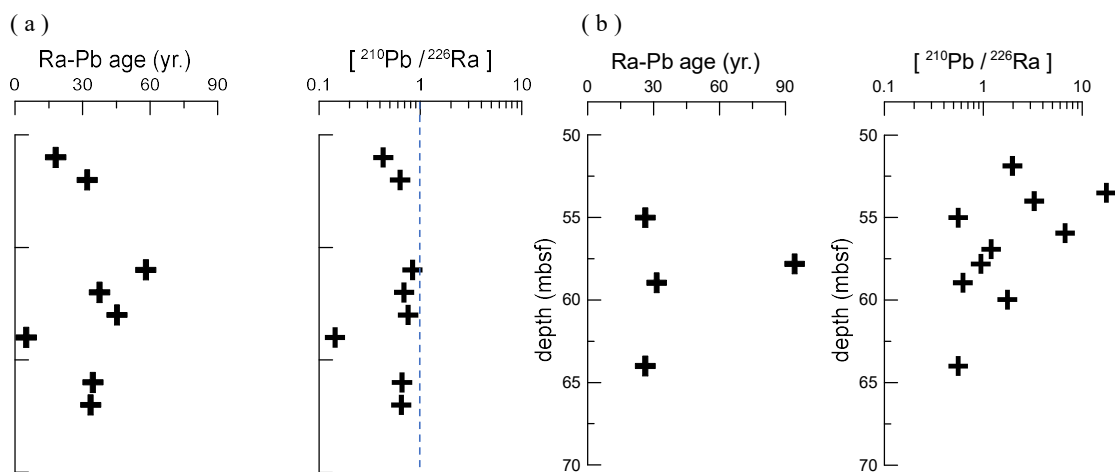


図 1 伊江山熱水域から採取された熱水噴出孔中の重晶石 (a) と堆積物コア中の重晶石 (b) の $^{210}\text{Pb}/^{226}\text{Ra}$ 放射能比および $^{226}\text{Ra}-^{210}\text{Pb}$ 年代の比較

得られた年代の解釈にあたって、年代測定の対象となる重晶石が数十年というタイムスケールで連続的に成長する性質を考慮して、閉鎖系を前提として計算された年代（みかけ年代）をどのように評価するのかという原理的な問題がある。この点を検討するために、過去のある時点から現在まで継続して成長を続けた重晶石を仮定して、その放射能比を計算してみかけ年代を算出する思考実験を行った。その結果を図2に示す。ここで横軸にとった年代は、成長を継続していた期間の中央値である。この検討から以下の問題点が導かれた。(1) みかけ年代は成長期間の中央値に比べて若返った数値になる。(2) みかけ年代と成長期間の中央値は比例しない。(3) 成長期間の中央値が娘核種である ^{210}Pb の半減期（22年）の2倍程度を越えると、放射能比が放射平衡より低い値で頭打ちになる。

この検討をもとに沖縄トラフ伊江山熱水域から採取された地質試料の鉍化作用について以下のように考察できる。チムニー中の重晶石で多く見られた 30-58yr.の年代は、考察(3)で述べた頭打ちになった放射能比に対応しており、いずれも長期間(>80yr.)にわたり継続していた鉍化作用を反映している可能性が高い。また堆積物コア中の重晶石でも同じような年代が得られたことは、海底

下でも重晶石が現在まで継続して成長していることを強く示唆している。この年代測定の結果は、海底下で鉍化作用が進行しているとするモデルを支持する制約条件と解釈できる。

ただし堆積物コア中の重晶石の測定結果は別の問題点を含んでいる。多くの試料から放射平衡を越える高い $^{210}\text{Pb}/^{226}\text{Ra}$ 放射能比が得られ、 $^{226}\text{Ra}-^{210}\text{Pb}$ 年代が得られなかったことである。これらの重晶石を産する地層からは硫化鉍物が共に産出しており、方鉛鉍(PbS)の存在も同定されている。堆積物コア中の重晶石は ^{226}Ra の含有量がチムニーに比べて一桁近く低いいため、重晶石が生成する際に放射性の ^{210}Pb の取り込みが起ると影響を受けやすい。その可能性を今後検討する必要がある。

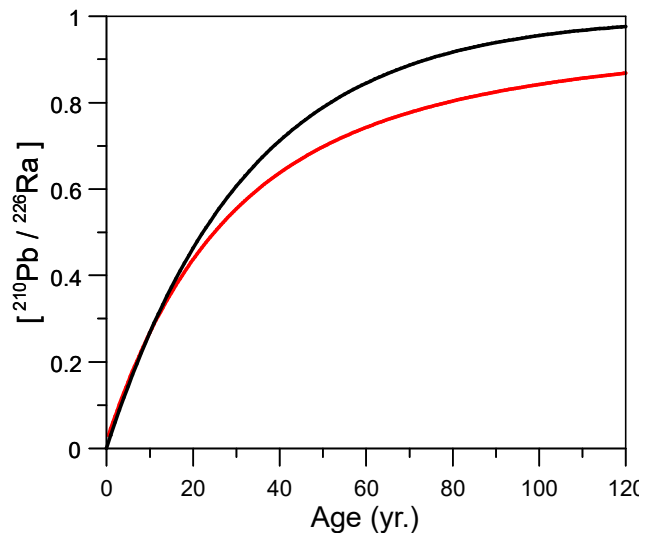


図2 閉鎖系を仮定した $^{226}\text{Ra}-^{210}\text{Pb}$ 年代（黒）と連続成長した重晶石を仮定した $^{226}\text{Ra}-^{210}\text{Pb}$ 年代（赤線）の比較

論文リスト

2021 年度未掲載分

- Buuvei Mainbayar, Shinobu Ishigaki, Khishigjav Tsogtbaatar (2020) Large sauropod trackway with manus prints from the Upper Cretaceous Nemegt Formation of Gurilin Tsav Fossil Site, Proceedings of Mongolian Young Scientists Congress 2020, p.11-16.
- Saneyoshi, M., Asai, H., Mainbayar, Bu., Tanabe, T., Ishigaki, S., Tsogtbaatar, Kh. (2021) Reconstruction of sedimentary environments in the Djadokhta Formation, Udyn Sayr, Gobi desert, Mongolia. *Mongolian Journal of Paleontology*, v. 4, 23-29.
- Saneyoshi, M., Tsogtbaatar, Kh., Barsbold, R., Chinzorig, Ts., Mainbayar, Bu., Nishido, H., Ishigaki, S. (2021) Dinosaur habitats from Upper Cretaceous eolian deposits in the Gobi desert, Mongolia. *Mongolian Journal of Paleontology*, v. 4, 30-37.
- Б.Буянтэгш, М.Саниёоши, Х.Цогтбаатар, Т.Михо, Б.Майнбаяр (2021) УЛААН НУУРЫН САВ ГАЗАР ДАХЬ АЛАГ ТЭЭГ ОЛДВОРТ ГАЗРЫНЛИТОФАЦИЙН ТОДОРХОЙЛОЛТ (ウランヌール盆地 Alag Teg における岩相解析). *ШУА-ийн Геологийн хүрээлэн Эрдэм шинжилгээний бүтээл*, v. 25, 131-145.

2022 年度

- Tema, E., Santos, Y., Trindade, R., Hartmann, G.A., Hatakeyama, T., Terra-Nova, F., Matsumoto, N., Mitsumoto, J., Gulmini, M., Archaeointensity record of weak field recurrence in Japan: New data from Late Yayoi and Kofun ceramic artifacts, *Geophys. J. Int.* (in press)
- 畠山唯達, 北原優, 中西遺跡縄文晩期焼土の古地磁気方位 (予察的結果), 中西遺跡第 33 次発掘窯跡群発掘調査報告書, 檀原考古学研究所研究報告 (印刷中).
- Takeshita, T., Imayama, T., Ando, M., Kimura, Y., and Python, M. (in press) Pressure-temperature paths of tectonic blocks in mélangé: Recording thermal evolution of a subduction channel at an initial stage of subduction. *Journal of Metamorphic Geology*.
- Watanabe, S., Hasegawa, T., Obata, N., Toyoda, S., and Imayama, T. (in press) Eruption history and magma plumbing system of Futamatayama Volcano, southern Fukushima, Japan. *The Journal of the Geological Society of Japan*.
- Bose, N., Imayama, T., Kawabata, R., Gupta, S., and Yi, K. (2023). Intra-channel detachment in a collisional orogen: the Jhala Normal Fault in the Bhagirathi river section, Garhwal Higher Himalaya, India. *Journal of Earth System Science*, v. 132, 6.
- Takasaki, R., Chiba, K., Fiorillo, A. R., Brink, K. S., Evans, D. C., Fanti, F., Saneyoshi, M., Maltese, A., & Ishigaki, S. (2022). Description of the first definitive *Corythosaurus* (Dinosauria, Hadrosauridae) specimens from the Judith River Formation in Montana, USA and their paleobiogeographical significance. *The Anatomical Record*, 1– 21.
- Scott, E.E., K. Chiba, F. Fanti, B.Z. Saylor, D.C. Evans, and M.J. Ryan (2022). Taphonomy of a monodominant *Gryposaurus* sp. bonebed from the Oldman Formation (Campanian) of Alberta. *Canadian Journal of Earth Sciences*. 59(6): 389-405.
- Sato, M., Kimura, Y., Tanaka, S., Hatakeyama, T., Sugita, S., Nakamura, T., Tachibana, S., Yurimoto, H., Noguchi, T., Okazaki, R., Yabuta, H., Naraoka, H., Sakamoto, K., Yada, T., Nishimura, M., Nakato, A., Miyazaki, A., Yogata, K., Abe, M., Okada, T., Usui, T., Yoshikawa, M., Saiki, T., Terui, F., Nakazawa, S., Watanabe, S., Tsuda, Y., Rock Magnetic Characterization of Returned Samples From Asteroid (162173) Ryugu: Implications for Paleomagnetic Interpretation and Paleointensity Estimation, *J. Geophys. Res.: Planets*, 127, e2022JE007405, <https://doi.org/10.1029/2022JE007405> (2022)
- 畠山唯達, 北原優, たつの市竹原 1 号窯跡・9 号窯跡 一県単独緊急防災事業に伴う埋蔵文化財発掘調査報告書一, 兵庫県教育委員会, 520, 85-90 (2022).
- 畠山唯達, 古地磁気学・岩石磁気学と考古学, 講座: 考古学と関連科学, 亀田修一, 白石純編, pp.115-131, (2022)

- 畠山唯達, 富岡直人, 那須浩郎, 年代学と考古学, 講座: 考古学と関連科学, 亀田修一, 白石純編, pp.99-114, (2022)
- U. Sayin, S. Toyoda, I. Isik, G. Ekici, U. Rabia, Y. Semiz, R. Biyik, A. Ozmen (2022) ESR/OSL Dating and Firing Temperature Determination of Archeological Pottery from Kumyer Location in Turkey, *Applied Magnetic Resonance*, 53, 1361-1374, <https://doi.org/10.1007/s00723-022-01481-z>
- Tsang, M.-Y., Toyoda, S., Tomita, M., and Yamamoto, Y. (2022) Thermal Stability and Closure Temperature of Barite for Electron Spin Resonance Dating. *Quaternary Geochronology*, 71, 101332. <https://doi.org/10.1016/j.quageo.2022.101332>
- Imayama, T., Hoshino, R., Yi, K., and Kawabata, R. (2022). Eocene to Miocene metamorphic evolution and tectonic implication of the Ilam Nappe in Nepal Himalaya: Constraints from P-T conditions and monazite petrochronology. *Journal of Asian Earth Sciences*, v. 234, 105276.
- Kalita, P., Phukon, P., Goswami, T. K., Imayama, T., and Srivastava, H. B. (2022). Chemical mass transport during deformation and metamorphism: Insights from the Main Central Thrust and its footwall of Western Arunachal Himalaya, NE India. *Lithos*, v. 416-417, 106641.
- Kaifu Y., Kurniawan I., Yurnaldi D., Setiawan R., Setiyabudi E., Insani H., Takai M., Nishioka Y., Takahashi A., Aziz F., and Yoneda M. (2022) Modern human teeth unearthed from below the ~128,000-year-old level at Punung, Java: A case highlighting the problem of recent intrusion in cave sediments. *Journal of Human Evolution* 163: 103122.
- Suda, K., Aze, T., Miyairi, Y., Yokoyama, Y., Matsui, Y., Ueda, H., Saito, T., Sato, T., Sawaki, Y., Nakai, R., Tamaki, H., Takahashi, H., Morikawa, N. (2022) The origin of methane in serpentinite-hosted hyperalkaline hot spring at Hakuba Happo, Japan: Radiocarbon, methane isotopologue and noble gas isotope approaches, *Earth and Planetary Science Letters*, 585, 117510.
- 中田昇吾, 難波杜夫, 田口英次・鈴木茂之・石垣忍 (2022) 岡山県高梁市川面町井才に分布する中新統と産出化石群 倉敷市立自然史博物館研究報告 第37号 p. 29-36.

書籍 (普及書)

- 土屋健 (著) 林昭次 (監修) : ほんとうは“よわい恐竜”じてん それでも、けんめいに生きた古生物, KADOKAWA. (2022)
- 土屋健 (著) 林昭次・佐野祐介・古田悟郎・芝原暁彦 (監修) : 怪獣古生物大襲撃, 技術評論社. (2022)
- 真鍋 真・平沢 達矢・田中康平・林 昭次・大橋智之・千葉謙太郎・中島保寿・加藤太一 : 恐竜 新版, 学研 (2022)

学会発表

- 高橋亮雄・岩野龍一・木寺法子・桃原薫・池田忠広 (2022) 多良間添道遺跡より出土したエラブウミヘビ属(コブラ科)の骨遺存体とその考古動物学的意義. 日本爬虫両棲類学会第61回沖縄大会.
- Okoshi, T., Saito, H., Kubo, F., Takahashi, A., Saneyoshi, M., Chiba, K., Mainbayar, Bu., Tsogtbaatar, Kh. (2022) The new vertebrate microfossil assemblage from the Upper Cretaceous Bayn Shire Formation, the Gobi Desert, Mongolia. Society of Vertebrate Paleontology 2022 annual meeting, Toronto, Canada.
- Inaba, H., Chiba, K., Saneyoshi, M., Miyaji, T., Kawakami, A., Takechi, Y., Brink, K., Tsujigiwa, H. (2022) Different protein recovery rate in fossil bone and dentine samples: implications for the application of paleoproteomic methods in paleontological studies. Society of Vertebrate Paleontology 2022 annual meeting, Toronto, Canada.

- 吉村由多加, 安鉉善, 山本裕二, 穴井千里, 田尻義了, 畠山唯達, 大野正夫, 弥生土器の考古地磁気強度から推定された約 2000 年前の地磁気強度の急激な変化, 日本地球惑星科学連合 2022 年大会, SEM15-P07, 2022 年 5 月 22 日~6 月 3 日, 幕張メッセ (千葉市) & オンライン, (2022)
- 穴井千里, 森木良介, 山本裕二, 吉村由多加, 畠山唯達, 大野正夫, 九州北部から出土した弥生土器の考古地磁気研究, 日本地球惑星科学連合 2022 年大会, SEM15-P08, 2022 年 5 月 22 日~6 月 3 日, 幕張メッセ (千葉市) & オンライン, (2022)
- Man-Yin Tsang, Shin Toyoda, Jun-ichiro Ishibashi, Stephen Bowden, Akira Ijiri, Shigeyuki Wakaki, Satoshi Tonai, Yuki Morono, Yuzuru Yamamoto, Recent Migration of Deep, Hot, Barite-forming Fluid in the Nankai Subduction Margin (IODP 370 Site C0023), 日本地球惑星科学連合 2022 年大会, 2022 年 5 月 22 日-6 月 3 日, 幕張/オンライン.
- 小畑直也, 豊田新 堆積物試料の ESR 熱安定性及びブリーチ特性, 日本地球惑星科学連合 2022 年大会, 2022 年 5 月 22 日-6 月 3 日, 幕張/オンライン.
- 豊田新, 富田麻起子, 廣田誠子 信号再生法を用いた重晶石の ESR 年代測定の有用性と課題, 日本地球惑星科学連合 2022 年大会, 2022 年 5 月 22 日-6 月 3 日, 幕張/オンライン.
- Imayama, T., Hoshino, R., Yi, K., and Kawabata, R.: Eocene to Miocene metamorphic evolution and tectonic implication of the Ilam Nappe in Nepal Himalaya: Constraints from P-T conditions and monazite petrochronology. 2022 Japan Geoscience Union Meeting, 2022 年 5 月 22 日-6 月 3 日, オンライン.
- 佐藤友彦・庄司真史・小林佑介・河合研志, バーチャル巡検: 360 度画像を用いた地学教材のオンライン授業での実践, 日本地球惑星科学連合 2022 年大会, 2022 年 5 月 22 日-6 月 3 日, 幕張/オンライン.
- Bose, N., Imayama, T., Kawabata, R., Gupta, S., and Yi, K.: Channel-flow induced 'normal faulting' in the Himalaya: a case study from the Jhala Normal Fault, Garhwal Higher Himalaya, NW India. 2022 EGU General Assembly, May, 2022, online.
- Imayama, T., Hoshino, R., Yi, K., and Kawabata, R.: Eocene to Miocene metamorphic evolution and tectonic implication of the Ilam Nappe in Nepal Himalaya: Constraints from P-T conditions and monazite petrochronology. 2022 Goldschmidt Conference, 2022 年 6 月, online.
- 稲葉勇人・千葉謙太郎・實吉玄貴・宮地孝明・川上朝子・武智泰史・辻極秀次 (2022) 化石組織間で異なるタンパク質の保存. 第 30 回硬組織再生生物学会学術大会・総会, 2022 年 8 月 27 日千葉県松戸.
- Shoji, S., Sato, T., Kawai, K., Imai, K., Kobayashi, Y., Development of BYOD-style Horizontally and Vertically Movable Virtual Reality Field Trip Tool for Earth Science Education, Oral_SH_15, The 9th International Conference on Geoscience Education, Shimane, Aug. 21-24, 2022.
- Yamaguchi, K., Sato, T., Aoki, K., A field guide using virtual reality technology: Introduction of outcrops around Okayama, Japan, Poster_36, The 9th International Conference on Geoscience Education, Shimane, Aug. 21-24, 2022.
- 井上 れな・辻極 秀次・千葉 謙太郎・高崎 竜司・実吉 玄貴 (2022) 産卵期における現生カメ類の骨組織学的研究. 第 30 回硬組織再生生物学会学術大会・総会, 2022 年 8 月 27 日千葉県松戸. (優秀発表賞)
- 畠山唯達, 粘土などから湧き出てくる磁鉄鉱粒子と土器窯の中の状況, 地磁気・古地磁気・岩石磁気夏の学校 2022, O04, 富山大学, 2022 年 8 月 30 日~9 月 2 日.
- 畠山唯達, 古地磁気・岩石磁気用プロットサイトの紹介, 地磁気・古地磁気・岩石磁気夏の学校 2022, P01, 富山大学, 2022 年 8 月 30 日~9 月 2 日.

- 佐藤友彦・磯崎行雄・堤之恭・重田康成・小玉一人・長谷川卓, 日本列島弧海溝系の北方延長: サハリンにおける白亜紀前弧砂岩の後背地解析, 口頭発表 T6-O-3, 日本地質学会第129年学術大会, 早稲田大学(オンライン), 2022年9月4-6日.
- 石橋純一郎・板谷優志・尾上哲治・岡崎裕典・富田麻起子・豊田新・新井和乃, 沖縄トラフ熱水域の掘削コア試料を用いた年代学研究, 日本地球化学会第69回年会, 2022年9月7日-9日, 高知大学・朝倉キャンパス
- Tema, E., Ferrara, E., Hatakeyama, T., Matsumoto, N., Mitsumoto, J., The contribution of Geosciences on the determination of the equivalent heating temperatures of ancient baked clays through magnetic measurements: The case of the Sada Nishizuka Kofun, Japan, The Italian Geological Society (SGI) and the Italian Society of Mineralogy and Petrology (SIMP) Joint Congress "Geosciences for a Sustainable Future", S3-32, Torino (Italy), Sep. 19-21, (2022)
- Shin Toyoda, Ulku Sayin, Emel Ece, Naoya Obata, Secondary electron equilibrium revisited: when doses are given by photons, 6th Asia-Pacific Conference on Luminescence and Electron Spin Resonance Dating (APLED 2022), Sep. 26-28, 2022, Online.
- Naoya Obata, Shin Toyoda, Optical bleaching and thermal annealing of the ESR signals in quartz, 6th Asia-Pacific Conference on Luminescence and Electron Spin Resonance Dating (APLED 2022), Sep. 26-28, 2022, Online.
- Imayama, T., Hoshino, R., Yi, K., and Kawabata, R.: Eocene to Miocene metamorphic evolution and tectonic implication of the Ilam Nappe in Nepal Himalaya: Constraints from P-T conditions and monazite petrochronology. 2022 Italian Geological Society conference (invited talk), 2022年9月, Torino, oral.
- 畠山唯達, 倉吉市中尾遺跡弥生時代中期後半焼土の考古地磁気 ~ 弥生時代の地磁気方位について~, 第4回半田山地理考古学研究会, 米子市民会館, 2022年10月1日, (2022)
- Imayama, T., Dripta, D., and Yi, K.: Early Paleozoic rift-related magmatism recorded in the ultrahigh-pressure Tso Moriri Complex (NW Indian Himalaya). 2022 Korean Geological Society conference (invited talk), October, 2022, Changwon, oral.
- 平松太一・春木信二・宮崎宗一郎・林昭次・佐野祐介・疋田努: トカゲ類がもつ皮下骨の発現パターンにおける性的二型, 第61回日本爬虫両棲類学会, 琉球大学 2022年11月5日-11月6日
- 畠山唯達, 森本蓮, 白石純, 窯跡から出土する土器片に対する岩石磁気学的測定, 地球電磁気・地球惑星圏学会第152回講演会, R004-P07, 相模原市産業会館 & オンライン, 2022年11月3~7日, (2022)
- 北原優, 畠山唯達, 山形真理子, ベトナム中部の考古遺物を用いた考古地磁気学・岩石磁気学 - 予察的分析 -, 地球電磁気・地球惑星圏学会第152回講演会, R004-01, 相模原市産業会館 & オンライン, 2022年11月3~7日, (2022)
- Ito, Kazuki, Kinugasa, Tetsuya, Chiba, Kentaro, Okuda, Yu, Takasaki, Ryuji, Hida, Sayaka, Yoshida, Koji, Hayashi, Ryota, Osuka, Koichi, INTERLOCKING MECHANISMS OF CROCODILIAN HINDLIMB JOINTS USING A PASSIVE MUSCULOTENDINOUS STRUCTURE DURING THE HIGH WALK, SVP 82nd annual meeting, 2022年11月4日 Canada Toronto.
- Hayato Inaba, Kentaro Chiba, Mototaka Saneyoshi, Takaaki Miyaji, Asako Kawakami, Yasushi Takechi, Kirstin Brink, Hidetsugu Tsujigiwa, Different protein recovery rate in fossil bone and dentine samples: implications for the application of paleoproteomic method in paleontological studies, SVP 82nd Annual Meeting, 2022年11月4日 Canada Toronto.
- 井上れな, 辻極秀次, 千葉謙太郎, 高崎竜司, 実吉玄貴, ミシシippアカミミガメ及びクサガメの産卵期における硬組織代謝に関する組織学的研究, 日本爬虫両生類学

- 会第 61 回沖縄大会, 2022 年 11 月 5 日, 沖縄.
- 林 昭次: 脊椎動物の進化と生態から探る骨バイオマテリアル研究, 第44回日本バイオマテリアル学会大会, タワーホール船堀 2022年11月21日-11月22日
- 豊田新, 石垣忍, 今山武志, 能美洋介, 西戸博嗣, ぶら理大: 大学構内で地球史オリエンテーリング, OUS フォーラム 2022, 2022 年 11 月 28 日, プラザホテル, 岡山.
- 豊田新, Ulku Sayin, Emel Ece, ガンマ線照射の際の二次電子平衡再考, ESR 応用計測研究会・ルミネッセンス年代測定研究会・フィッション・トラック研究会・2022 年度 合同研究会, 2022 年 12 月 5 日-6 日, 文部科学省研究交流センター, つくば.
- 山本まりん, 豊田新, 石橋純一郎, 重晶石の ESR 信号生成のプレドーズ効果, ESR 応用計測研究会・ルミネッセンス年代測定研究会・フィッション・トラック研究会・2022 年度 合同研究会, 2022 年 12 月 5 日-6 日, 文部科学省研究交流センター, つくば.
- 鶴田彩音, 豊田新, 高田将志, 後期更新世~完新世の火山灰土の ESR による分析, ESR 応用計測研究会・ルミネッセンス年代測定研究会・フィッション・トラック研究会・2022 年度 合同研究会, 2022 年 12 月 5 日-6 日, 文部科学省研究交流センター, つくば.
- 小畑直也・豊田 新, ブリーチされる ESR 信号の熱安定性, ESR 応用計測研究会・ルミネッセンス年代測定研究会・フィッション・トラック研究会・2022 年度 合同研究会, 2022 年 12 月 5 日-6 日, 文部科学省研究交流センター, つくば.
- Sato, M., Kimura, Y., Tanaka, S., Hatakeyama, T., Sugita, S., Nakamura, T., Tachibana, S., Okumizu, S., Watanabe, S., Yurimoto, H., Noguchi, T., Okazaki, R., Yabuta, H., Naraoka, H., Sakamoto, K., Yada, T., Nishimura, M., Nakato, A., Miyazaki, A., Yogata, K., Abe, M., Okada, T., Usui, T., Yoshikawa, M., Saiki, T., Terui, F., Nakazawa, S., Tsuda, Y., Rock-magnetic and paleointensity studies of returned samples from asteroid (162173) Ryugu (Invited), American Geophysical Union 2022 Fall Meeting, GP36A-06, Dec. 12-16, 2022, Chicago (USA) & Online, (2022)
- Dripta, D., Imayama, T., and Yi, K.: Early Paleozoic rift-related magmatic origin of the Tso Moriri Complex (NW Indian Himalayas) and the protolithic diversity of the Himalayan high and ultrahigh-pressure rocks. 2022 AGU meeting, December, 2022, online.
- 伊東, 檜田, 衣笠, 奥田, 千葉, 高崎, 大須賀, ワニ類のハイウオークにおける膝関節ロック機構と後肢内協調 —解剖による機能の理解と物理モデルによる検証—, ロボティクスメカトロニクス講演会 2022 予稿集, 2A1-S06, 2022
- 柴田琉司・秦はるか・中原多聞・林昭次・安藤達郎: 骨組織から考察する *Hokkaidornis*(プロトプテルム類)の水棲適応, 日本古生物学会例会, 九州大学(オンライン) 2023年2月3日-2月5日
- 伊東和輝(大阪大学), 衣笠哲也(岡山理科大学), 奥田ゆう(岡山理科大学), 千葉謙太郎(岡山理科大学), 檜田沙耶香(岡山理科大学), 高崎竜司(岡山理科大学), 林良太(岡山理科大学), 吉田浩治(岡山理科大学), 大須賀公一(大阪大学) ワニ類後肢にみられる筋系の Y 字構造に基づいた立位姿勢維持機構とロボットによる実装, 第 28 回ロボティクスシンポジウム予稿集, 2023, 掲載予定
- Kazuki Ito, Tetsuya Kinugasa, Sayaka Hida, Koji Yoshida, Ryota Hayashi, and Koichi Osuka, Interlocking mechanism in the hindlimb using a passive musculotendinous structure during the high walk of crocodylians, - Validation of the effects of iliotibials as passive element using a robot -Proceedings of The Twenty-Eighth International Symposium on Artificial Life and Robotics 2023, pp. 1205-1208, 2023

伊東 和輝(大阪大学)*, 衣笠 哲也(岡山理科大学), 檜田 沙耶香(岡山理科大学), 吉田 浩治(岡山理科大学), 林 良太(岡山理科大学), 大須賀 公一(大阪大学), 筋骨格系の受動的運動を利用したワニ類後肢ロボットによる立位姿勢の実現, 自律分散システムシンポジウム予稿集, pp.182-183, 2023 萌芽研究部門 優秀研究奨励賞受賞
 檜田 沙耶香(岡山理科大学), 伊東 和輝(大阪大学), 衣笠 哲也(岡山理科大学), 吉田 浩治(岡山理科大学), 林 良太(岡山理科大学) 走鳥類の足根間関節に見られるカム様メカニズムとその設計法の検討, 自律分散システムシンポジウム予稿集, pp.184-185, 2023, 萌芽研究部門 最優秀研究奨励賞受賞

マスメディアへの掲載 (2021年度分 (2022年3月の分) を含む)

新聞 (報道記事)

2022年3月3日 読売新聞 恐竜の足跡 何が分かるの?
 2022年3月27日 山陽新聞さんたタイムズ 街中で化石発見 (特集2ページ)
 2022年4月14日 山陽新聞 恐竜「サウロロフス」切手に
 2022年5月21日 読売新聞 恐竜学博物館長の絵 切手に
 2022年5月11日 山陽新聞 細長い爪 新種恐竜
 2022年8月3日 山陽新聞 1000個超す足跡化石
 2022年8月21日 山陽新聞 つなぐ 恐竜の謎解明に挑む
 2020年8月28日 山陽新聞さんたタイムズ モンゴルゴビ砂漠に行ってきた
 2022年9月20日 山陽新聞 恐竜、発掘興味深めて 博物館ガイド本出版
 2022年9月25日 日経新聞 日本・モンゴル隊、新種発見
 2022年10月29日 山陽新聞 岡山理科大所蔵の恐竜化石コリトサウルスと判明
 2022年10月31日 朝日新聞 コリトサウルス米国の化石にも
 2022年10月31日 朝日新聞 米国産化石＝コリトサウルス岡山理科大が特定
 2022年11月9日 山陽新聞 昨秋、水島港で発見/倉敷・自然史博物館標本展示
 2022年11月13日 山陽新聞さんたタイムズ 倉敷・水島港で発見のクジラ/大勢の協力で骨格標本に
 2022年11月23日 読売新聞 漂着クジラ迫力の標本

新聞 (連載記事)

山陽新聞 さんたタイムズ (日曜版) 第三日曜日掲載 「恐竜調査隊が行く」
 第58回 2022年3月20日 オンラインで学会
 第59回 2022年4月17日 100年前のモンゴル調査隊
 第60回 2022年5月15日 化石の発掘体験
 第61回 2022年6月19日 モンゴル象徴する恐竜切手
 第62回 2022年7月17日 3年ぶりモンゴル・ゴビ砂漠調査
 第63回 2022年9月18日 モンゴルの足跡化石

- 第 64 回 2022 年 10 月 16 日 アンモナイトの一種・ニッポニテス
- 第 65 回 2022 年 11 月 20 日 分類未確定で展示の全身骨格
- 第 66 回 2022 年 12 月 18 日 初期の恐竜・ヘレラサウルス
- 第 67 回 2022 年 1 月 22 日 映画の怖い役 No.1「ラプトル」類
- 第 68 回 2022 年 2 月 19 日 冬のモンゴルでの仕事

新聞（連載記事）

- 山陽新聞 本紙 ちまた欄 毎週火曜日連載 2022 年 12 月－2023 年 1 月 「一日一題」
- 第 1 回 2022 年 12 月 6 日 大谷翔平の「進化」？
 - 第 2 回 2022 年 12 月 13 日 恐竜・絶滅せず！
 - 第 3 回 2022 年 12 月 20 日 ゴジラと恐竜の縁
 - 第 4 回 2022 年 12 月 27 日 型にはめないで
 - 第 5 回 2023 年 1 月 17 日 小規模館長の初夢
 - 第 6 回 2023 年 1 月 24 日 ツイッター館長
 - 第 7 回 2023 年 1 月 31 日 恐竜とセルフうどん

雑誌

- 2022 年 7 月 29 日 いずみ 第 11 号 青木准教授らの論文 引用件数でトップ
- 2022 年 7 月 29 日 いずみ 第 11 号 北海道の恐竜化石は新種
- 2022 年 7 月 29 日 いずみ 第 11 号 日本・モンゴル外交 50 周年記念切手に石垣館長恐竜画
- 2022 年 7 月 29 日 いずみ 第 11 号 展示内容のすべてが写真付きで紹介
- 2022 年 10 月 1 日 リエゾン Vol. 14 「家族で化石を楽しむ時間」を贈る地域貢献
- 2023 年 1 月 30 日 いずみ 第 12 号 恐竜足跡化石千個以上発見
- 2023 年 1 月 30 日 いずみ 第 12 号 展示標本はコリトサウルス

テレビ・ラジオ

- 2022 年 3 月 30 日 NHK NHK スペシャル「恐竜超世界 in Japan」 辻極秀次教授 實吉玄貴准教授 千葉謙太郎講師
- 2022 年 4 月 5 日 NHK 岡山放送局 もぎたて！ 千葉謙太郎講師
- 2022 年 12 月～ 岡山理科大学のテレビCMにおいて恐竜学博物館が舞台として取り上げられる

他 10 件程度の放送有

論文別刷リスト

Takasaki, R., Chiba, K., Fiorillo, A. R., Brink, K. S., Evans, D. C., Fanti, F., Saneyoshi, M., Maltese, A., & Ishigaki, S. (2022). Description of the first definitive *Corythosaurus* (Dinosauria, Hadrosauridae) specimens from the Judith River Formation in Montana, USA and their paleobiogeographical significance. *The Anatomical Record*, 1–21.

- Scott, E.E., K. Chiba, F. Fanti, B.Z. Saylor, D.C. Evans, and M.J. Ryan (2022). Taphonomy of a monodominant *Gryposaurus* sp. bonebed from the Oldman Formation (Campanian) of Alberta. *Canadian Journal of Earth Sciences*. 59(6): 389-405.
- Saneyoshi, M., Asai, H., Mainbayar, Bu., Tanabe, T., Ishigaki, S., Tsogtbaatar, Kh. (2021) Reconstruction of sedimentary environments in the Djadokhta Formation, Udyn Sayr, Gobi desert, Mongolia. *Mongolian Journal of Paleontology*, v. 4, 23-29.
- Saneyoshi, M., Tsogtbaatar, Kh., Barsbold, R., Chinzorig, Ts., Mainbayar, Bu., Nishido, H., Ishigaki, S. (2021) Dinosaur habitats from Upper Cretaceous eolian deposits in the Gobi desert, Mongolia. *Mongolian Journal of Paleontology*, v. 4, 30-37.
- Б.Буянтэгш, М.Саниёоши, Х.Цогтбаатар, Т.Михо, Б.Майнбаяр (2021) УЛААН НУУРЫН САВ ГАЗАР ДАХЬ АЛАГ ТЭЭГ ОЛДВОРТ ГАЗРЫНЛИТОФАЦИЙН ТОДОРХОЙЛОЛТ (ウランヌール盆地 Alag Teg における岩相解析). ШУА-ийн Геологийн хүрээлэн Эрдэм шинжилгээний бүтээл, v. 25, 131-145.
- Kaifu Y., Kurniawan I., Yurnaldi D., Setiawan R., Setiyabudi E., Insani H., Takai M., Nishioka Y., Takahashi A., Aziz F., and Yoneda M. (2022) Modern human teeth unearthed from below the ~128,000-year-old level at Punung, Java: A case highlighting the problem of recent intrusion in cave sediments. *Journal of Human Evolution* 163: 103122.
- U. Sayin, S. Toyoda, I. Isik, G. Ekici, U. Rabia, Y. Semiz, R. Biyik, A. Ozmen (2022) ESR/OSL Dating and Firing Temperature Determination of Archeological Pottery from Kumyer Location in Turkey, *Applied Magnetic Resonance*, 53, 1361-1374, <https://doi.org/10.1007/s00723-022-01481-z>
- Tsang, M.-Y., Toyoda, S., Tomita, M., and Yamamoto, Y. (2022) Thermal Stability and Closure Temperature of Barite for Electron Spin Resonance Dating. *Quaternary Geochronology*, 71, 101332. <https://doi.org/10.1016/j.quageo.2022.101332>
- 中田昇吾, 難波杜夫, 田口英次・鈴木茂之・石垣忍 (2022) 岡山県高梁市川面町井才に分布する中新統と産出化石群 倉敷市立自然史博物館研究報告 第 37 号 p. 29-36.
- Buuvei Mainbayar, Shinobu Ishigaki, Khishigjav Tsogtbaatar (2020) Large sauropod trackway with manus prints from the Upper Cretaceous Nemegt Formation of Gurilin Tsav Fossil Site, *Proceedings of Mongolian Young Scientists Congress 2020*, p.11-16.

岡山理科大学

古生物学・年代学研究センター事業報告 第3号

2023年3月発行

編集・発行 岡山理科大学古生物学・年代学研究センター

岡山理科大学研究・社会連携機構

〒700-0005 岡山市北区理大町1-1

086-256-9731