

**2022 年度全国科学博物館活動等助成事業
実施内容報告書**

令和5年4月3日

課題名：太平洋最古の日本産カイギュウ化石の剖出と巡回展示

交付番号：202205

機関名・氏名：福井県立恐竜博物館・宮田和周

事業補助者：森 浩嗣（佐川地質館学芸員）・加藤敬史（倉敷芸術科学大学生命科学部健康科学科教授）

事業の期間：令和4年4月1日～令和5年3月31日

化石の剖出作業：福井県立恐竜博物館・福井県立大学バイオインキュベーションセンター

巡回展示期間：令和5年3月4日～

1. 事業の概要

テチス海から太平洋へ進出した最古のカイギュウ（海棲哺乳類）と考えられる化石が、長崎県西海市の約3,300万年前の地層から産した。その化石の研究と展示のために、化石の剖出作業（化石クリーニング）を完了させることが必須となっている。化石を所蔵する地元の自治体には化石の専門家や設備は無いが、申請者との協働で化石の剖出作業を行い、自治体枠を越えた自然史資料の重要性を広報する巡回展示を行うものである。

2. 事業の目的

本事業の目的は、1）展示と研究の目的を兼ねた化石の剖出作業と、2）化石の重要性を広報する巡回展の実施の二つに分かれる。1980年に長崎県西海市崎戸町に分布する西彼杵層群蛸ノ浦層（漸新世初期：約3,300万年前）の転石から、複数の骨を含む同一個体の部分骨格化石が発見されたが、長らく正体不明の化石として地元の西海市立崎戸民俗資料館で収蔵されていた。申請者は事業補助者らと化石の正体が日本最古のカイギュウの化石と明らかにしてきたが、化石の専門家のいない西海市では化石の剖出作業ができないため、分類学的研究も、一般への公開もできないままだった。設備が整った福井県立恐竜博物館と福井県立大学に運び、化石の剖出作業を完了させ、化石産出地の西海市や近隣の長崎市、福井県立恐竜博物館を含む巡回展の開始を行う。自治体枠を越えた共同事業での自然史資料活用という目的がある。

3. 実施内容と結果

1) カイギュウ化石の剖出作業

化石の剖出作業は福井県立恐竜博物館と福井県立大学恐竜学研究所の化石クリーニング

のラボで行った。化石の周囲の岩石粗削り作業および、作業効率を高めるための分割作業を宮田が複数回に分けて行い、剖出の細やかな作業の補助は、経験のある人材に託した。全ての作業において宮田が関わり、監督・指導を行った。本事業の開始前に、カイギュウの化石は西海市教育委員会の協力を得て、化石が保管されている崎戸歴史民俗資料館から福井県立恐竜博物館に移送された（2022年3月）。化石は約80 x 80 x 20 cmの石灰質砂岩のブロックに保存されており、研究と展示のために周囲の岩石を全て取り除く。なお、西海市から化石を運搬する際、宮田の指導で骨化石の表面を保護するための石膏ジャケットをかけ、さらに運搬のために化石を支持する木製フレームを取り付けた。



図1左：未処理のカイギュウ化石；右：研究のために一部を剖出した化石（本事業開始以前の状況）。骨の雌型が残る部分にはプラスチック樹脂とポリエチレングリコールで補強した。後に化石表面は石膏ジャケットで覆い、木製フレームを取り付けた。

① 石膏ジャケットに包まれた化石の反転と、荒削り作業（図2）

まず、化石周囲の岩石を効率よく取り除くために反転し、化石の底面を粗削りする必要がある。粗削り作業で化石を傷つけないように、あらかじめ骨化石の深さを予測したラインをジャケットの側面に書き込み、確認しながら作業を行う。作業には小型の電動ダイヤモンドカッターと、小型の電動研り器を使って、母岩の石灰質砂岩を少しずつ、慎重に剥がしていった（2022年4月～5月）。



図2左：反転した化石；右：小型の電動研り器による母岩の粗削り作業。

岩石の切断による粉塵が多量に排出されるため、福井県立恐竜博物館の大型集塵機に直結した粉塵飛散防止用のドラフター内で作業を行う。なお、防塵と騒音対策として防塵マスクと顔面シールド、イヤーマフを使用して作業を行った。

② 化石の分割作業（図3）

化石は約30点を超えるまとまった骨化石で、展示と研究の目的のため、化石の産状をできるかぎり保持した割出作業が望ましい。しかし、一つの塊りとしての作業では、顕微鏡を使った繊細な割出作業に限度が生じること、割出作業に複数の作業者が同時に作業できないこと、作業卓上で手軽に取り扱える重量を大きく超えることから、分割する必要がある。そこで片面での割出時に得られた骨化石の分布記録を基に、分割できるカッターラインを引き、それを手掛かりにして母岩の砂岩を薄くした。最終的には3分割とするが、まずはAとB+Cのブロックに二分割した（2022年5月）。



図3左：分割を進めた化石の様子；右：分割による木製フレームと石膏ジャケットの修正



図4左：分割した化石ブロックA；右：ブロックB+C

③ 繊細な骨化石の割出作業（図4～6）

予定していた福井県立恐竜博物館内では、リニューアルによる作業スペースが限られた

こと、また複数の作業を同時に行うため、化石の一部を福井県立大学バイオインキュベーションセンター内の恐竜学研究所の化石クリーニング室に移送して剖出作業を行った。剖出は複数のエアーツールを使用して、双眼実体顕微鏡の下で行った（2022年6月～12月）。化石の表面は黄鉄鉱の被膜が多く、化石を壊す恐れがある場合は、その表面の被膜は残すようにした。



図5左：ブロックAのダイヤモンド研磨器を使った作業；右：ブロックB+Cの剖出作業



図6左：ブロックAの剖出の様子；右：ブロックB+Cの剖出の様子

④ さらなる化石の分割とフレームの除去（図7・8）

骨の化石が露出するにしたがって、より繊細な作業を進める必要がある。B+Cのブロックは顕微鏡下での作業効率を高めるため分割し、木製のフレームを除去した（2022年9月）。ブロックを小さくすることでアーム式顕微鏡の焦点を合わせやすくし、繊細な作業を容易にさせる。化石の間にある母岩はできる限り削り落とすが、化石が接しあう部分の母岩は破損をさけるため、一部残すこととした。また、剖出によって脆弱となった化石の部分はポリエチレングリコールで保護した。一方で、研究のために取り出しが必要不可欠な部位については剖出を進め、分離しやすくなるようにした（2022年11～12月）。当初予測していたように、化石の多くは単純な形状をした肋骨であるが、同定のできない細い骨や骨片が多く含

み、骨化石には数点のウニの化石が付着していたことも発見できた。

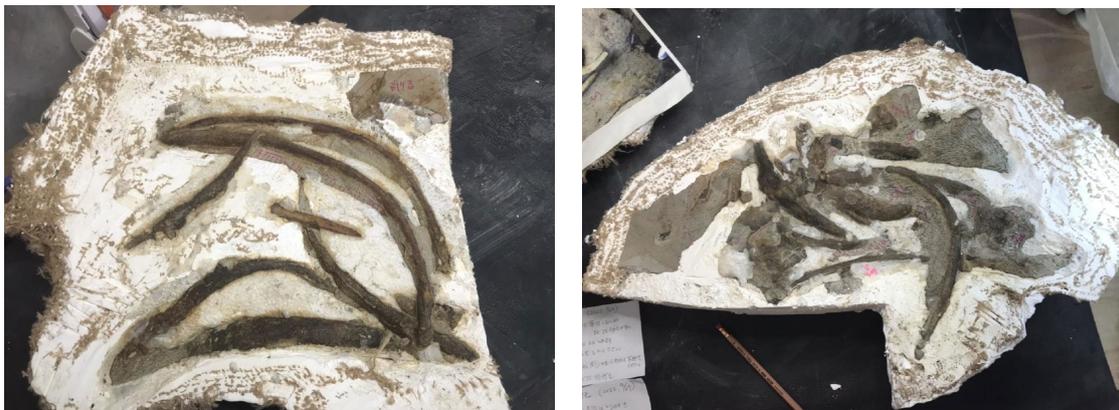


図7左：分割されたブロックB。長い肋骨からなる。；右：ブロックC



図8左：骨化石の周囲をポリエチレングリコールで覆う；右：ブロックCの胸椎。



図9左：石膏ジャケットのトリミング（ブロックA）；右：展示のための修正を施す。

⑤ 化石の表面と化石を支える台（石膏ジャケット）の調整作業（図9）

母岩の除去後、化石を覆う石膏のジャケットを展示用の台として活用するため、石膏ジャケットのトリミング作業を行う（2023年1月）。また、化石を保護していた石膏やポリエチレングリコールも骨の部分が可能限り露出するようにアートナイフで成型した。

2) カイギュウ化石の重要性を広報する巡回展の実施

①巡回展示スケジュール

当初の計画では化石の剖出作業の完了を2022年10月頃とし、2022年中の巡回展開始を目指していた。しかし、剖出作業は2023年1月までかかったことと、コロナウイルス蔓延防止のため、巡回展示の開始を3か月ほど遅らせる変更となった。

巡回展示会場は当初の計画通り、化石を産出した長崎県西海市（崎戸歴史民俗資料館）を起点とした。計画ではその次に長崎市恐竜博物館、そして福井県立恐竜博物館での開催であったが、福井県立恐竜博物館は2022年12月5日から2023年夏まで、リニューアルのため閉館となるため、福井県での展示は2023年秋以降と変更した。下記のスケジュールでの巡回展開催は確定しており、長崎市恐竜博物館での開催以降は、事業補助者の所属機関である高知県佐川町の佐川地質館、および岡山県倉敷市の倉敷芸術科学大学での巡回展示が検討されている（本報告書作成時点）。

巡回展示スケジュール（本報告書作成時点の確定分）

- ・西海市崎戸歴史民俗資料館 期間：令和5年3月4日～4月30日（実施中）
- ・長崎市恐竜博物館 期間：令和5年5月3日～6月30日（予定）



図10左：運送したカイギュウ化石の開梱；右：崎戸歴史民俗資料館で展示予定のガラスケースと設置場所の打ち合わせ

②巡回展示の広報の準備（図10）

剖出作業を終えたカイギュウ化石を崎戸歴史民俗資料館に移送し、令和5年2月9日には西海市教育委員会と崎戸歴史民俗資料館での展示方法について確認と協議を行った。化石を覆うケースや掲示ボード、モニターなどは崎戸歴史民俗資料館のものが利用できることを確認し、展示用のポスターのサイズ（約65 x 65 cmを基準とした3枚）を定めた。剖出を終えたカイギュウ化石の展示公開は今回初めてとなるため、西海市には市民向けの3月

の広報誌にて展示を知らせること、展示に併せてプレスリリースを行い、宮田が記者向けに解説すること、市民向けにカイギュウ化石の意義を解説する講演会を令和5年3月25日に開催するなど、広報のスケジュールを定めた。

③プレスリリースと展示、および講演の実施（図11）

崎戸歴史民俗資料館での展示が令和5年3月4日の午前11時から開始することに併せて、一般市民と記者に向けた化石の説明会を設けた。この説明会について、西海市は事前にプレスリリース資料を長崎県の記者に通達している。現地での解説は宮田が行い、当日には約50名の参加者があった。報道では読売新聞社、NHK長崎放送局、毎日新聞社、NBCラジオなどの地元を中心とした報道が行われた。展示は化石の意義を3枚のポスターで解説し、化石の剖出作業の重要性を説明する動画（約3分）を作成して展示場で繰り返し上映した。なお、展示ポスターと動画には、全国科学博物館活動等助成事業による助成がおこなわれた事業であることを表記した。

令和5年3月25日午後2時から、西海市崎戸中央公民館にて「西海市の珍しい化石ー日本最古のカイギュウ化石の重要性ー」と題した講演を行った。講演の参加者は27名であり、地元の化石の魅力とその重要性について解説した。

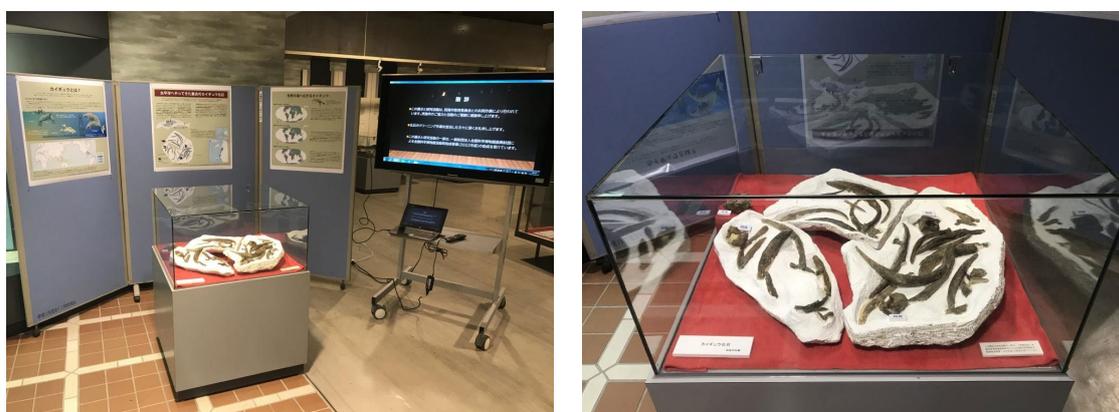


図11 左：崎戸歴史民俗資料館での展示様子。展示を解説する3つのポスターと化石の剖出を説明する大型モニターの動画；右：ガラスケース内のカイギュウ化石

3) 学術的意義と今後の課題

西海市から産出したカイギュウ化石は、3つの胴椎、1つの尾椎、および21本の肋骨、10点ほどの骨片からなる資料である。肋骨の先端は尖り、その内部の海綿質は無く緻密組織であること、バナナ状の肋骨があること、胸椎の椎体は三角形で椎孔は比較的大きいこと、尾椎の椎体は六角形で水平に伸びる厚い横突起を持つ、という特徴からカイギュウ類と判断した。しかし、剖出作業に時間がかかり、事業期間内の学術的検討が遅れている。



図 1 2 : 西海市のカイギュウの化石(左: 同一個体の肋骨や背骨などからなる 1 標本)と説明図(右上: 漸新世のハリテリウム(ハリスズメ)の骨格を基にした化石のおよその位置; 右下: 黒は背骨、濃いグレーは肋骨、薄いグレーは骨片など)。化石全体の大きさ: 長さ(左右の幅) 65 cm × 幅(上下の長さ) 73 cm

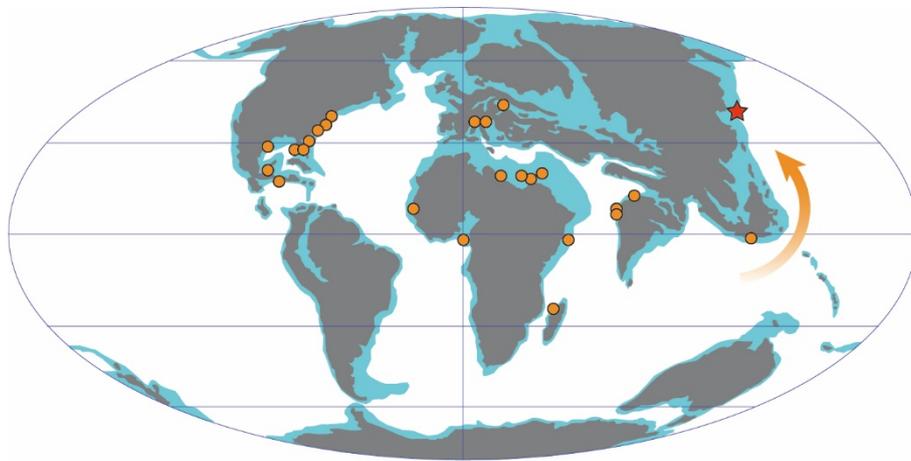


図 1 3 : 始新世のカイギュウの化石記録(約 5000 万~3400 万年前: オレンジの丸)を、約 5,000 万年前の古地理図にプロットしたもの(Vélez-Juarbe, 2014 を参考)。水色は浅い海を示す。古第三紀のカイギュウ化石(始新世と漸新世)は、メキシコ湾周辺の大西洋沿岸地域や、アフリカ北部、ヨーロッパ、インド周辺にほぼ限られる。西海市のカイギュウ化石(赤の星)は太平洋に現れた最初の記録で、漸新世初期か、それ以前の暖かい海が広がる始新世のころに、昔のインドシナ半島を回ってカイギュウが太平洋へ進出したことを意味する(オレンジの矢印)。九州以外に太平洋への古い移動を示す資料は知られていない。

肋骨から推測される西海市のカイギュウは体長 2m に満たないと推測され、カイギュウ類としては小型である。この個体を幼獣としてみるかは骨組織学的検討が欠かせないが、今回の事業ではその検討が果たせていない。今後はより分類学的検討を進めるために、骨化石の詳細な形態学的検討を福井県立恐竜博物館のマイクロフォーカス CT を使って検討し、骨化石の組織学的検討を行って論文化することが課題である。

これまでの文献をベースとしたカイギュウ化石の検討では、西海市の小型のカイギュウが産出地層の年代である漸新世初期（約 3,300 万年前；Okada, 1992 による石灰質ナノ化石生層序帯 CP16b に対比）以前に、南方から太平洋へ進出してきたことは明らかで、寒冷化が促進する始新世—漸新世境界以降よりも、それ以前の始新世に東南アジア地域を経て、日本に移動してきたと考えるのがもっともらしい。始新世と漸新世の化石の記録では、ジャワ島の始新世の記録（数点の肋骨と背骨）を除いて、古テチス地域から太平洋への移動を示す化石記録が九州以外に無く、また近隣に比較できる化石記録が無い。さらに、近年のカイギュウ化石と現生のカイギュウ類の遺伝子による分岐分析の結果（例えば、Heritage and Seiffert, 2022）では、古第三紀のテチス海にいたカイギュウ類は子孫を残すことなく絶滅し、古第三紀にいたと推察される東南アジアのカイギュウは、現生のジュゴンとは関係ないとされる（現生種のジュゴンとマナティーは大西洋沿岸で漸新世初期に分岐し、後にアフリカ南端を経由してインド洋に移入したとされる）。このように、カイギュウの太平洋への放散の歴史には解明できていない隠された部分が多く、本事業で扱った化石の学術的意義を論文化し、広報することは必要である。

4) 謝辞

本事業は、人材と設備が整った博物館で作業を進め、化石の活用が充分でない産出地で巡回展示を開始するという、自治体枠を超えた自然史資料の魅力の広報が目的の一つにある。自然史の専門家のいない自治体でも、今回のような事業は、資料収集の重要性や活用を普及する契機になる。しかし、各自治体の自然史に対する理解とその予算の確保は限られるため、今回のような化石の剖出作業に人件費を捻出することは難しい。本助成事業は、そうした困難を解決するのに大きく役立った。一般財団法人全国科学博物館振興財団に心から御礼申し上げたい。

報告書中の文献

- Heritage S, Seiffert ER. 2022. Total evidence time-scaled phylogenetic and biogeographic models for the evolution of sea cows (Sirenia, Afrotheria). *PeerJ* 10:e13886 DOI 10.7717/peerj.13886.
- Okada, H., 1992, Calcareous nannofossils and biostratigraphy of the Paleogene sequences of the northern Kyushu, Japan. *Journal of Geological Society, Japan*, 98: 509–528.
- Vélez-Juarbe, J. 2014. Ghost of seagrasses past: Using sirenians as a proxy for historical distribution of seagrasses. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 400: 41–49.