

最古の頭突き恐竜化石、新属新種「ザヴァケファレ・リンポチェ」を発見 ～謎の恐竜グループの『ミッシング・リンク』発見～

ポイント

- ・世界最古かつ世界最小、世界最高の保存状態のパキケファロサウルス類をモンゴルから発見
- ・原初の『頭突き恐竜』は既にドーム状の頭を持っていた事を解明
- ・若い個体でも立派なドームが発達しており、性的アピールに使われていた可能性を指摘
- ・期間限定で福島県立博物館と岡山理科大学恐竜学博物館に複製が展示されます。

概要

米国ノースカロライナ州立大学兼モンゴル古生物学研究所のチンゾリグ・ツォクトバートル博士、岡山理科大学の高崎竜司助教、福島県立博物館の吉田純輝学芸員らの研究グループは、2019年にモンゴルゴビ砂漠・白亜紀前期（約1億1000万年前）の地層からパキケファロサウルス類（頭突き恐竜）の全身骨格を発見しました。本研究によってこの恐竜化石は最も原始的なパキケファロサウルス類の一種である事が判明し、新属新種として「*Zavacephale rinpoche*（原初の尊い頭）」と命名しました。この化石はこれまで見つかったパキケファロサウルス類における最古の記録を塗り替えました。ザヴァケファレは最古かつ原始的であるにも関わらず、すでに発達したドーム構造を持つことから、パキケファロサウルス類は進化の初期段階でドームを使った社会的なコミュニケーション（繁殖相手を巡る闘争など）を行っていた可能性が見えてきました。さらに、今回見つかったザヴァケファレは同分類群のなかで最も完全な状態で保存されており、まだ子供であったことも分かりました。したがって、身体の成長が完了する前にドームが機能していた可能性が示唆されました。ザヴァケファレは同分類群の起源、初期進化、特徴的なドーム構造を獲得過程など、様々な謎を解き明かす鍵であることが分かりました。

なお、本研究成果は、科学誌 *Nature* にて 2025 年 9 月 18 日（木）午前 0:00（英国時間 9 月 17 日（水）午後 16:00）に公開されました。



ザヴァケファレが住んでいた当時の環境の復元画。ザヴァケファレ二体が中央で頭突き行動をしている。

©服部雅人

【背景】

頭の骨が分厚く頑丈なドーム状になっていることから、『頭突き恐竜』として知られるパキケファロサウルス類はゲームや映画『ジュラシック・ワールド』に登場したスティギモロクなど、ユニークな外見やそのキャラクター性から恐竜ファンや子供たちの心をつかんでいます。しかし、実はこの恐竜グループの生態や進化はほとんど分かっておらず、現在でも多くの謎に包まれている恐竜のグループです。

パキケファロサウルス類の化石は、これまで主にアジアや北米大陸で発見されてきました。しかし、見つかる化石のほぼ全てが、中生代のほぼ末期（約 8000 万～6600 万年前）の地層のもので、初期の化石はほとんど知られていませんでした。そのため、特徴的な頭部のドームがなぜ進化したのか、どのように初めて獲得されたのかという起源は謎のままでした。さらに不思議なことに、このグループの化石は、頑丈なドーム構造ばかりが発見され、頭の他の部位や手足、胴体などの骨格はほとんど見つかりません。そのため、「頭突き恐竜」という印象的な名前のわりには、他の恐竜類に比べ、生きていた姿や生活の様子、分類や成長パターン、運動能力など、多くの基本的な情報さえ分かっておらず、「謎の恐竜グループ」でした。

こうした中、チンゾリグ・ツォクトバートル研究員（ノースカロライナ州立大学兼モンゴル古生物学研究所）、高崎竜司助教（岡山理科大学）、吉田純輝副主任学芸員（福島県立博物館）らの国際的な研究チームは、2019 年にモンゴルの白亜紀前期（約 1 億 1000 万年前）の地層から、世界最古かつ最も完全なパキケファロサウルス類の化石を発掘しました。この新種の恐竜『ザヴァケファレ・リンポチェ』の発見は、謎に包まれていたパキケファロサウルス類のドーム頭がどのように進化したのかという長年の疑問に対し、初めて具体的な答えを示す大きな発見となったのです。



図 1. ザヴァケファレの産状写真(左)と復元骨格図(右：©増川玄哉)。白色部分が発見部位。推定体重：5.85kg, 推定体長：1m。

【ザヴァケファレ 5つの“世界初”！】

1. 世界で初めての白亜紀前期のパキケファロサウルス類
2. 世界で初めての手の指が保存されたパキケファロサウルス類
3. 世界で初めての胃石を持ったパキケファロサウルス類
4. 世界で初めて年齢が推定されたパキケファロサウルス類
5. 世界で初めての完全な尻尾が保存されたパキケファロサウルス類

【研究成果】

- ・新属新種であることが判明

ザヴァケファレは以下の点において他のあらゆるパキケファロサウルス類と異なるため新属新種であると認定されました（図2）。

- 上あごの骨の表面がつるつる
- 特殊な頭の骨の構成
- 後頭部がでこぼこしてない
- 下あごの一番前の歯が小さい
- 特殊な尻尾の腱のかたち



図2. 頭骨の側面図(左)と上面図(右)

・学名の意味

属名の「ザヴァケファレ（*Zavacephale*）」は、チベット語で「根」「起源」を意味する『ザヴァ（Zava）』と、ラテン語で「頭」を意味する『ケファレ（cephale）』を組み合わせた言葉です。これは、今回発見された恐竜が、パキケファロサウルス類の特徴である美しく頑丈な『ドーム頭』の起源を解き明かす貴重な存在であることに由来しています。また、種小名の『リンポチェ（*rinpoche*）』はチベット語で「尊きもの」を意味します。この恐竜の化石が、モンゴルの断崖にまるで宝石のように美しく露出していたことから、「崖に輝く貴重な宝物」に見立てて名付けられました。つまり『ザヴァケファレ・リンポチェ』という名前は、「ドーム頭の恐竜の起源にして、尊い宝」という意味になります。

・原始的なパキケファロサウルス類であることが判明

ザヴァケファレが他の恐竜とどのような関係にあるか検証するために、二通りの解析を行い、どちらもザヴァケファレが原始的なパキケファロサウルス類である事を示しました。より新しい時代の種に比べ、後頭部の構造が発達していない点が原始的な特徴である事が明らかになりました。また、原始的なパキケファロサウルス類のドームは前方から膨らむ事も初めて示されました(図3)。

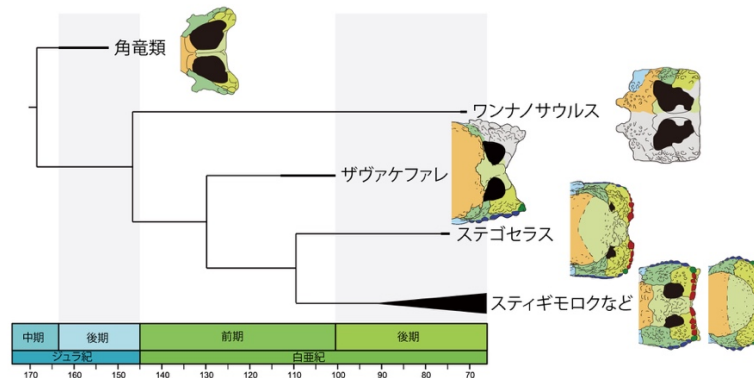


図3. パキケファロサウルス類の頭の進化

・パキケファロサウルス類初の胃石が示唆する食性

ザヴァケファレからは胃石（胃の中に取り込んだ石）が発見されています。これはパキケファロサウルス類からは初の発見となります。植物を食べる鳥類の胃石は角が取れて丸くなる事が特徴的なのですが、ザヴァケファレの胃石はまだ角が残っており、完全な植物食性ではなく雑食性も混じっていたのかもしれません。

・ドームの初期進化過程を解明

ザヴァケファレの発見により、パキケファロサウルス類特有の頭部ドームが従来考えられていたよりも少なくとも1,400 万年以上前の白亜紀前期（約1 億1000 万年前）にすでに存在していたことが示されました。これは、ドーム構造が白亜紀後期に突然進化したのではなく、白亜紀前期の比較的早期

に段階的に進化していたことを示唆します。また、初期のパキケファロサウルス類はドームではなく平らな頭を持っていた可能性が指摘されていましたが、ザヴァケファレの発見により、むしろ平らな頭が二次的に獲得された特徴である可能性が見えてきました。

ザヴァケファレのドーム構造が頭の前方に限定されている点は、より新しい時代のパキケファロサウルス類（ステゴケラスなど）の一部の成長過程と一致します。つまり、初期段階のドーム形成は頭の前方で進み、その後に頭の後方がドームに加わるという、長い時間で起きる進化と短い時間で起こる個体成長の間に同じパターンが初めて確認されました。一方で、他の新しい時代のパキケファロサウルス類（スティギモロクなど）は頭の後からドームが発達する事が知られているため、今回のザヴァケファレの発見はドーム構造の成長タイミングや成長順序の変化は、パキケファロサウルス類の中でも複雑化・多様性があったことを示すかもしれません。

・性成熟と骨格成熟の乖離

今回の研究で、ザヴァケファレの脚の骨を薄く切り出して顕微鏡観察し、「成長線」を数える方法を実施しました。これは木の年輪のように、骨の内部に年齢に応じた層が刻まれているのを調べる手法です。ザヴァケファレのように全身が保存されたパキケファロサウルス類は稀で、同分類群に対してこのような正確な年齢査定を行ったのは、世界で初めての事例です。その結果、ザヴァケファレは少なくとも2歳以上の若い個体だったことが判明しました。

驚いたことに、このザヴァケファレは頭のドームがしっかり発達していたにもかかわらず、未成熟な個体であった点です。これまでパキケファロサウルス類のドームは社会的・性的アピールに使われていた可能性が高いと考えられており、ザヴァケファレは体全体が成熟しきる前から、闘争や繁殖などドームを機能させていたことになります。いわば「骨格的な成長完了」より先に「性的な成熟段階」に到達していた、“早熟”な戦略をとっていたのかもしれません。

他の恐竜類では、角竜類（トリケラトプスなど）の角や首のフリルなど、社会行動と結びついた特徴が数多く知られています。しかし、パキケファロサウルス類のドームがどの成長段階で完成し、どんな役割を持っていたのかは、これまで謎でした。今回の発見は、ドームが「体の成長」とは異なるタイミングで作られ得ることを初めて裏づけるもので、性選択や社会行動の進化を探る上でも大きな手がかりとなります。

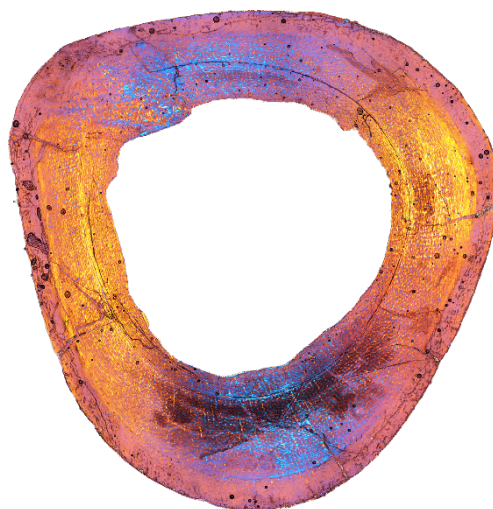


図4. ザヴァケファレの脚の断面写真

【今後への期待】

ザヴァケファレの研究はまだ始まったばかりです。今回の発見によって、この恐竜の基本的な特徴はわかりましたが、新たに多くの興味深い謎がでてきました。たとえば、後期白亜紀の近縁種と同じように「頭突き」をしていたのか、それともドーム状の頭は別の目的で使われていたのか。このような疑問は、さらに詳しい分析によって明らかになるはずです。また、歯の分析などから、どのような食べものを食べていたのかも調べられるでしょう。

一方で、ザヴァケファレは「最古のパキケファロサウルス類」として大変貴重ですが、近縁種である角竜類（トリケラトプスの仲間）との間にはまだ大きな“化石の空白期間”が残っています。そこを埋めるには、さらに時代をさかのぼったジュラ紀などのより古い地層から、より原始的なパキケファロサウルス類を見つける必要があります。

現在、岡山理科大学、福島県立博物館、モンゴル古生物学研究所の調査チームは、2022年からモンゴルのジュラ紀の地層を探索しています。すでにいくつかの恐竜化石を発掘しており、より古いパキケファロサウルス類化石の発見にも期待が持てるでしょう。今後の新たな化石発見によって、ザヴァケファレの時代より古いパキケファロサウルス類の起源や進化の道のりが、さらに解明されることが期待されます。

【共同研究者のコメント】

Chinzorig Tsogtbaatar チンゾリグ・ツォクトバートル（ノースカロライナ州立大学・モンゴル科学アカデミー古生物学研究所）：モンゴルの新たな至宝を遂に公開することができて、大変嬉しく思います。モンゴルは白亜紀後期の恐竜で有名ですが、より古い年代の恐竜の調査も、今後積極的に行っていきたいです。

Lindsay Zanno リンジー・ザノ（ノースカロライナ州立大学）：This specimen is a once-in-a-lifetime discovery. It is remarkable for being the oldest definitive pachycephalosaur, pushing back the fossil record of this group by at least 15 million years, and also because of how complete and well-preserved it is.

【特別公開】

期間限定で、本化石の複製を、岡山理科大学 恐竜学博物館および福島県立博物館にて9月18日（木）から公開いたします。

ポイント展「新種発見！世界最古の頭突き恐竜」

9月18日（木）～10月19日（日）（1か月間）

岡山理科大学 恐竜学博物館（C2号館1階）

福島県立博物館 常設展示 三の丸アベニュー

論文情報

論文名 A domed pachycephalosaur from the Early Cretaceous of Mongolia
著者名 チンゾリグ・ツォクトバートル¹, 高崎竜司², 吉田純輝³, ライアン・タッカー⁴, バトサイハン・ブヤンテクシェ⁵, ブーベイ・マインバヤル⁵, ヒシグジャウ・ツォクトバートル⁵, リンジー・ザノ⁶ (¹ノースカロライナ州立大学, ²岡山理科大学, ³福島県立博物館, ⁴ステレンボス大学, ⁵モンゴル科学アカデミー古生物学研究所, ⁶ノースカロライナ自然科学博物館)
雑誌名 Nature
DOI 10.1038/s41586-025-09213-6
公表日 2025 年 9 月 18 日 (木) 午前 0 時 (オンライン公開) 日本時間
英国時間 9 月 17 日 (水) 午後 16 時

お問い合わせ先 (研究内容)

岡山理科大学 助教 高崎竜司

T E L 086-256-9522 メール r-takasaki@ous.ac.jp

福島県立博物館

T E L 0242-28-6000 メール general-museum@fcs.ed.jp

配信元

岡山理科大学 企画部企画広報課 (〒700-0005 岡山市北区理大町 1-1)

T E L 086-256-8508

メール kikaku-koho@ous.ac.jp

福島県立博物館 学芸課 (〒965-0807 会津若松市城東町 1 丁目 2 5 番)

T E L 0242-28-6000 F A X 0242-28-5986

メール general-museum@fcs.ed.jp