

北極圏の植物食性恐竜・エドモントサウルスの全貌が明らかに

～日本に恐竜が渡るまで～

ポイント

- ・ アラスカのハドロサウルス科ウグルナルク属が同科のエドモントサウルス属であることを解明。
- ・ エドモントサウルス属が広範囲の緯度に生息し、環境変化への適応能力を持っていたことを示唆。
- ・ エドモントサウルス族が北環太平洋沿岸に広く生息しアジアと北米間を移動できた可能性を示唆。

概要

米国ペロー自然科学博物館の北極圏恐竜研究プロジェクトに参画している北海道大学総合博物館小林快次教授と日本学術振興会特別研究員で岡山理科大学の高崎竜司研究員物館は、米国ペロー自然科学博物館との共同研究として、米国アラスカ州北部の白亜紀末（約6,900万年前）の植物食性恐竜、ハドロサウルス科ウグルナルク属の再研究を行いました。

比較・系統分類の結果、ウグルナルク属がエドモントサウルス属（属：Genus）であることを解明しました。これまでエドモントサウルス属の分布域は、米国コロラド州北部を南限（北緯40度程度）、カナダアルバータ州南部を北限（北緯53度程度）とすると考えられていましたが、今回の研究によって北緯70度程度まで生活圏を広げていたことが明らかになりました。これだけ広い生息域を持っていたにも関わらず、形の違いが小さいことがわかりました。これらの結果は、この恐竜が北極圏への高い適応能力を持っていたことと、体の形を変えずに緯度の違いによる環境の変化に適応して生活していたということを示します。

また、エドモントサウルス属は、近年北海道で発見され命名されたカムイサウルス属（通称：むかわ竜）と同じエドモントサウルス族（族：Tribe）の一員であることから、エドモントサウルス族が北環太平洋沿岸に広く分布していたこととなります。白亜紀末当時、アジア大陸と北米大陸は現在のアラスカ州を介して繋がっていましたが、恐竜類の種類によって、両大陸を自由に行き来することができたものとできないものがいたと考えられています。エドモントサウルス族は、北極圏の環境に適応できたことから、厳しい環境が大陸間の移動の障壁にならなかったと推測され、北米からアジアに渡り、最終的にカムイサウルス属といったアジアの恐竜に進化したと考えられます。

なお、本研究成果は、2020年5月7日（木）公開の国際科学誌 *PLoS ONE* に掲載されました。



アラスカ州のハドロサウルス科の復元画
（©服部雅人）

【背景】

北極圏は気温が低く、冬になると日照時間が制限され、餌資源も限定される、生物にとって厳しい環境です。白亜紀末（約6,900万年前）においても、気温こそ現代よりも高いものの厳しい環境でした。近年の研究により、そんな北極圏には多種多様な恐竜類が生息していたことがわかりつつあります。数多くの足跡化石に加え、ティラノサウルス類ナヌークサウルスや角竜類パキリノサウルスの骨格化石も見つかっています（図1）。

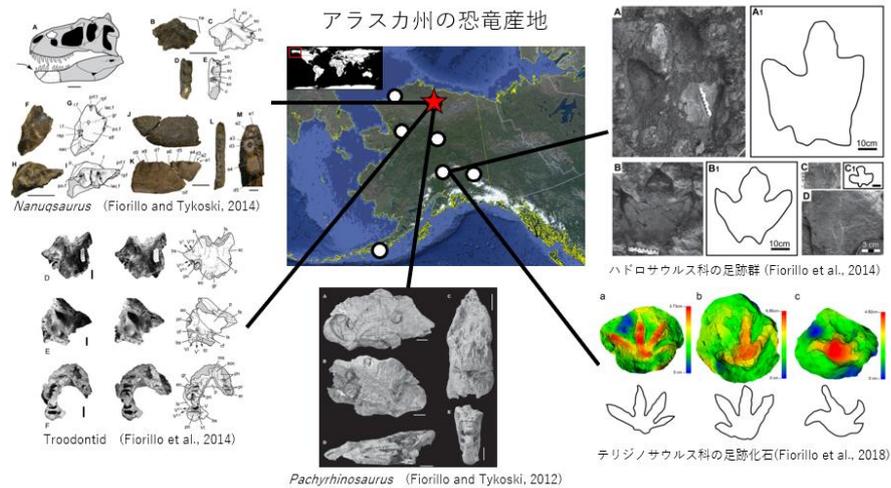


図1. アラスカ州の恐竜化石産地と産出化石例。星がハドロサウルス科の産出地。

中でも多くの骨格化石が見つかったのが、米国アラスカ州のノーススロープ郡に露出するプリンスクリーク層の、リスコム骨化石密集層です。この化石産地からは特に多くの植物食性恐竜ハドロサウルス科が見つかっており、これまで6,000以上の骨が回収されています（図2）。2016年に行われた研究により、このハドロサウルス科はハドロサウルス亜科（空洞なトサカを持たないハドロサウルス科恐竜）の新属新種として“ウグルナルク・クークピケンシス (*Ugrunaaluk kuukpikensis*)”と命名されました。しかしこの恐竜は大人の骨がほとんど見つからないこと、動物の骨の形状は成長に伴って大きく変化することから、この分類群の有効性（独立した属か否か）が疑問視されていました。加えて2019年には北海道大学を中心とした研究チームが、同じリスコム骨密集層から別種のハドロサウルス科（空洞なトサカをもつランベオサウルス亜科）を発見し、同時代・同地域に少なくとも二種の近縁な恐竜が生息していたことを解明しました（H31.4.1「北極圏で初のランベオサウルス亜科恐竜の発見」<https://www.hokudai.ac.jp/news/2019/04/pdf-420.html>を参照）。このことから、“ウグルナルク”属が複数種からなる“キメラ”である可能性が指摘されました。



図2. アラスカ州のハドロサウルス科。復元骨格（左）と産状の一例（右）。

北極圏という極限環境下における恐竜類の適応戦略を知るためには、その基盤となる分類体系の確立は必須となります。加えてアラスカ州は白亜紀後期当時、ベーリング陸橋を通じて北米とアジアの窓口となっていた重要地域であり、一部の恐竜類はここを通じて両大陸を移動していたと考えられています。アジア側の出入口付近である日本・北海道からもハドロサウルス亜科の全身骨格が発見されており、その研究結果が昨年発表されました（R1.9.6「むかわ竜を新属新種の恐竜として「カムイサウルス・ジャポニクス（*Kamuysaurus japonicus*）」と命名」<https://www.hokudai.ac.jp/news/2019/09/kamuysaurus-japonicus.html> を参照）。日本のカムイサウルス（通称：むかわ竜）と併せて、アラスカ州のハドロサウルス亜科の分類体系を明らかにすることは、ハドロサウルス科恐竜類がその進化の過程で極域環境にどのように適応したのか、極域環境はハドロサウルス科の北米ーアジア間の『渡り』を妨げたのか否かといった疑問を解き明かすうえで極めて重要な意味を持ちます。

【研究成果】

研究の結果、アラスカ州のハドロサウルス亜科はエドモントサウルス属に固有な特徴を持つ（側蝶形骨：図 3A）ことが判明しました。その一方で、先行研究でアラスカ州のハドロサウルス亜科に特有とされていた特徴（“ウグルナルク”属を定義する特徴）は、エドモントサウルス属にも同様の特徴が見られるか、もしくは成長によって変化する特徴であることが判明しました（前上顎骨、頬骨、後眼窩骨：図 3B-D）。また、系統解析は“ウグルナルク”属が“キメラ”である可能性を排除するため、混乱を招きづらい頭の骨だけを用いて行いました。その結果、アラスカ州のハドロサウルス亜科（“ウグルナルク”属）はエドモントサウルス属の一種、特にエドモントサウルス・レガリスに近縁な可能性を示唆します（図 4）。以上の結果から、アラスカ州のハドロサウルス亜科恐竜はエドモントサウルス属であり、先行研究で付けられた名前“ウグルナルク・クークピケンシス”は無効名であると言えます。

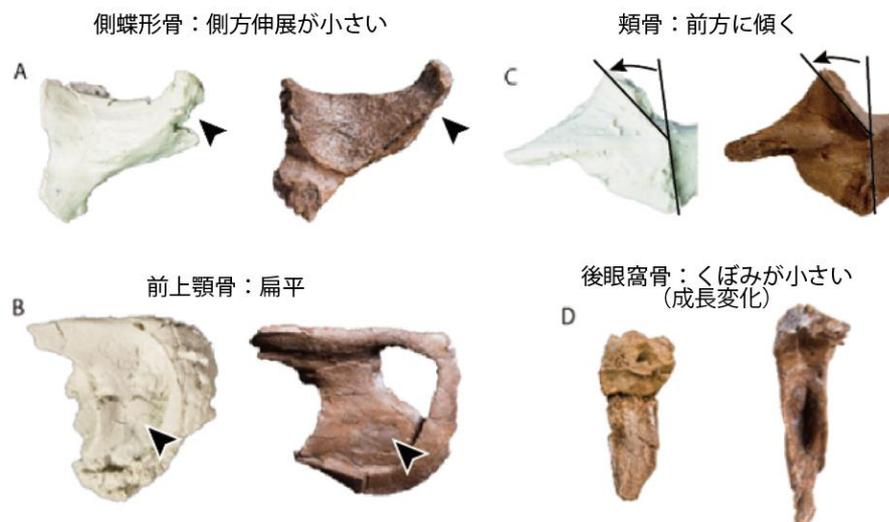


図 3. アラスカ州のハドロサウルス亜科（左）とエドモントサウルス（右）の比較図。

A：側蝶形骨，B：前上顎骨，C：頬骨，D：後眼窩骨。

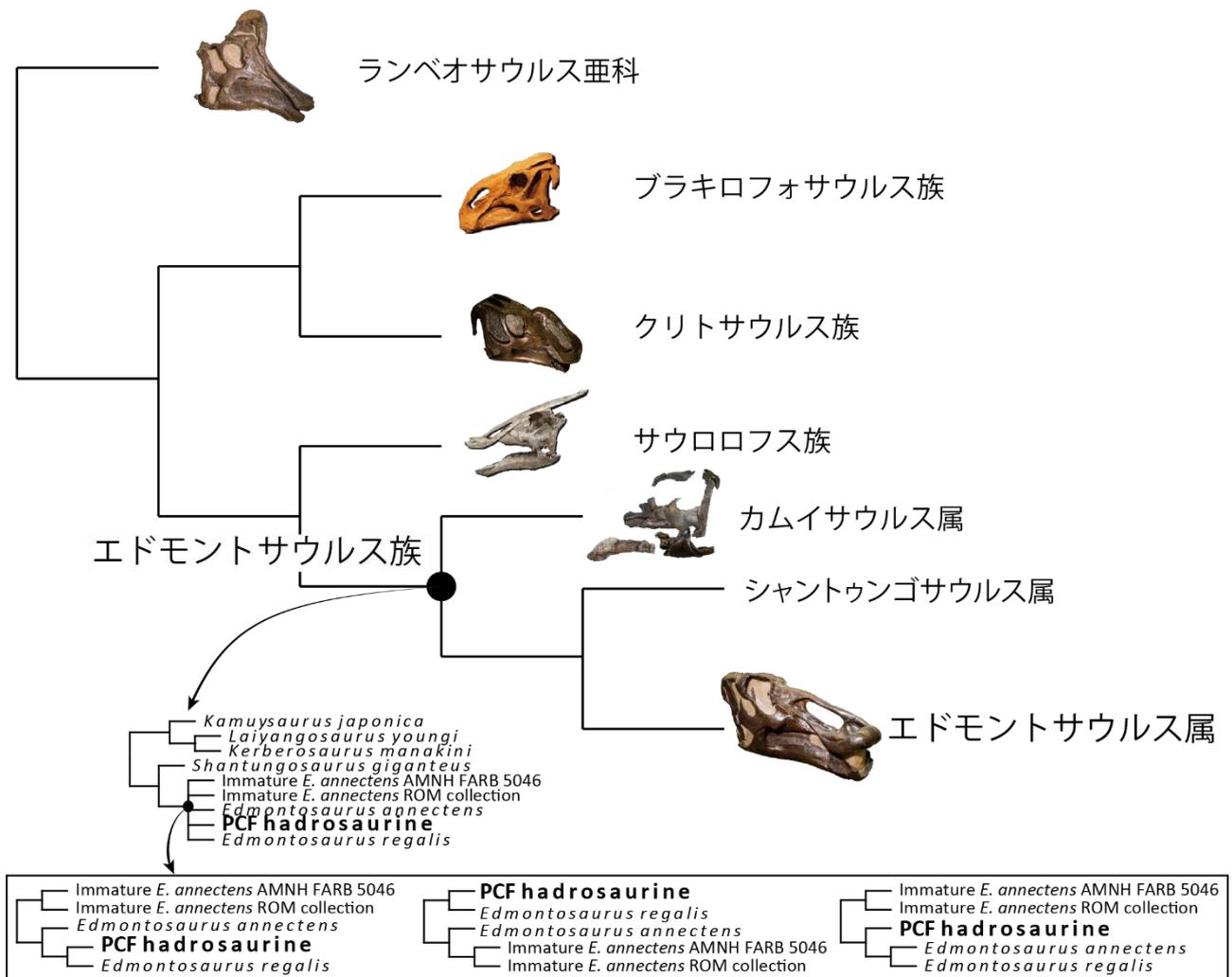


図 4. ハドロサウルス科の簡略な系統関係およびエドモントサウルス族内の系統関係の詳細。

太字の『PCF hadrosaurine』が本研究対象。

カムイサウルスとの関係

北海道むかわ町で 2013 年に発見され、2019 年に命名されたカムイサウルス属はエドモントサウルス族に含まれる事が分かっています。つまり、アラスカ州のエドモントサウルス属と北海道のカムイサウルス属は近縁な恐竜類です。カムイサウルス属とエドモントサウルス属の共通点として、歯の構造（縁にごく小さな突起が存在。図 5）が挙げられます。



図 5. アラスカ州のエドモントサウルス（左）とカムイサウルス（右）の歯

アラスカ州のエドモントサウルス属とカムイサウルス属は、ほぼ同年代に生息していました。この少し前の時代に、かれらエドモントサウルス族の共通祖先は北極圏の環境に適応し、現代のアラスカを

通じてアジアと北米、二つの大陸にまたがって分布していたと考えられ、エドモントサウルス族にとって北極圏の厳しい環境は北米-アジア間の障壁とはならず、ある程度の移動が可能だったと思われます。その中で、北米に定着・進化したものがエドモントサウルス属に、アジアの中で更に多様化し、中でも日本に渡った種が最終的にカムイサウルス属に進化したと思われます。

ハドロサウルス科の進化と緯度分布

本研究により、エドモントサウルス属は現在のアラスカ州（北緯 70 度程）から米国コロラド州北部（北緯 40 度程度）まで、直線距離にして 4,000km を超える非常に広い緯度分布を持っていたことが判明しました。このように広い緯度分布を持つにも関わらず、エドモントサウルス属の形のバリエーションは小さい事が今回の研究で明らかになりました。これはつまり、エドモントサウルス属は緯度ごとに骨の形状が変わるほどに大規模な適応変化をしていなかった可能性を示します。同様に広い緯度分布を持つグリボサウルス属及びサウロロフス属も同じ傾向が見られ、ハドロサウルス科の進化の要因に緯度分布の違いと、それに伴う環境の違いの影響は小さいと思われます。原因の一つとして考えられるのは、白亜紀後期は地球全体が温暖な環境にあり、加えて極域と低緯度域の気温差も現代に比べて小さかったため、我々が想像するほど大きな環境の違いは無かったことが挙げられます。しかし同時に、冬の日照時間の減少やそれに伴う植生の変化は存在します。それにもかかわらず、最小の形態変化で緯度の違いによる環境の違いを乗り切れるほど、ハドロサウルス科は緯度の違いによる環境の変化に対する適応能力を持ったグループだったのかもしれない。

【研究者からのコメント】

「近年の研究では、アラスカのハドロサウルス類は独立した属だと考えられていました。しかし我々の研究によって、彼らは実はエドモントサウルス属であることが判明しました。これは、北米のアルバータ州（カナダ）からコロラド州（米国）にかけて非常に多く見つかるグループです。」（高崎竜司）

「エドモントサウルス属は多くの環境に適応できた恐竜だったのです。現代のビッグホーンやオオカミ、クーガーのように広い範囲で大繁栄していたのでしょう」（アンソニー・フィオリロ）

「アラスカ州のエドモントサウルス属と日本のカムイサウルス属が含まれるグループ、エドモントサウルス族は環北太平洋に広く分布した、非常に大きな成功を収めた恐竜たちだったのでしょう。彼らがマンモスや毛サイ、そして初期の人類のようにベーリング陸橋を渡って北米とアジアを行き来していたことを考えると、感慨深いです。」（小林快次）

【今後への期待】

本研究により、アラスカのハドロサウルス亜科はエドモントサウルス属であることが明らかになり、研究の基礎となる分類体系が整理されました。これにより今後は、この恐竜が北極圏という環境下にどのように適応し、どのような生活をしていたのかに関する、より深い議論が可能となりました。低緯度のエドモントサウルス属と食べていたものは同じなのか？成長戦略は？このような疑問を解き明かすことで、北極圏の恐竜類の適応戦略や、なぜ一部の恐竜類のみが北極圏を渡れたのかなど、北米-アジア間の恐竜の交流の背景の理解を深められる事を期待します。

論文情報

論文名 Re-examination of the cranial osteology of the Arctic Alaskan hadrosaurine with implications for its taxonomic status (北極圏アラスカ州のハドロサウルス科の頭骨再記載を通じた分類群的位置の再検証)

著者名 高崎竜司^{1, 2}, アンソニー・フィオリロ³, ロン・ティコスキ³, 小林快次⁴ (¹北海道大学大学院理学院 (当時), ²岡山理科大学生物地球学部, ³米国・ペロー博物館, ⁴北海道大学総合博物館)

雑誌名 *PLoS ONE* (科学と医学分野の専門誌)

D O I 10.1371/journal.pone.0232410

公表日 2020年5月7日 (木) 午前4時

お問い合わせ先

北海道大学総合博物館 教授 小林快次 (こばやしよしつぐ)

T E L 011-706-4730 メール ykobayashi@museum.hokudai.ac.jp

岡山理科大学 生物地球学部 日本学術振興会特別研究員 高崎竜司 (たかさきりゅうじ)

T E L 086-256-9434 メール rtakasaki@big.ous.ac.jp

配信元

北海道大学総務企画部広報課 (〒060-0808 札幌市北区北8条西5丁目)

T E L 011-706-2610 F A X 011-706-2092 メール kouhou@jimuhokudai.ac.jp

岡山理科大学入試広報部 (〒700-0005 岡山市北区理大町1番1号)

T E L 086-256-8412