

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 1 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K04052

研究課題名(和文) 本邦初の大型恐竜全身骨格から探る恐竜絶滅直前のアジアの恐竜の多様性

研究課題名(英文) First complete dinosaur skeleton from Japan: implications to the diversity of Asian dinosaurs prior to K/Pg boundary

研究代表者

小林 快次 (Kobayashi, Yoshitsugu)

北海道大学・総合博物館・教授

研究者番号：70400033

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の成果は、この期間中に2属の新しい恐竜(カムイサウルス・ジャポニクスおよびヤマトサウルス・イザナギイ)を命名したことである。これらの研究によって、恐竜時代最末期の日本には多様な恐竜が生息していたことを示し、さらに両恐竜が属すハドロサウルス科の起源や進化が明らかになった。ヤマトサウルスの研究によって、ハドロサウルス科の起源は、日本を含むアジア東端地域が重要であるということが判明し、カムイサウルスの研究によってハドロサウルス科は北米の海岸線の環境で多様化したことが示された。世界で化石記録が稀である海成層からの恐竜化石の産出は、日本の特徴であり今後の研究が期待できる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

日本は、従来恐竜化石が少ないとされていた。特に、恐竜時代最末期の化石は少なく、恐竜の概念は欧米や中国・モンゴルを基としたものであり、日本の恐竜の世界が不明であった。しかし、本研究によって日本には多くの恐竜化石が眠っていることを示し、日本の恐竜が世界的にみても重要なものであることを示すことができた。

研究成果の概要(英文)：The main results of this study was the naming of two genera of new dinosaurs (Kamuysaurus japonics and Yamatosaurus izanagii). These studies showed that high diversity of dinosaurs lived in Japan at the end of the dinosaur era, and further revealed the origin and evolution of the Hadrosauridae. A study of Yamatosaurus revealed that the origin of the Hadrosauridae was important in the easternmost region of Asia, including Japan, and a study of Kamuysaurus showed that the Hadrosauridae diversified in the North American coastline environment. The occurrences of dinosaur fossils from the marine deposits, where fossil records are rare in the world, is a characteristic of Japan and future research can be expected.

研究分野：古脊椎動物学

キーワード：恐竜

## 1. 研究開始当初の背景

平成 25 年、日本史上最高の恐竜骨格化石が北海道から発見され、日本恐竜研究の歴史が変わる。平成 25 年 7 月、北海道むかわ町穂別に分布する上部白亜系函淵層の海成層(約 7,200 万年前の外側陸棚堆積物、水深およそ 80~200 メートルの範囲内)からハドロサウルス科(通称“むかわ竜”)の骨格の一部が確認された。平成 25・26 年、北海道大学総合博物館は、むかわ町穂別博物館と共同恐竜発掘を行ったところ、頭骨を含む全身骨格を発掘する。その後、今年度まで骨を岩から取り出すクリーニング作業を行ったところ、7 割を超える最高の保存状態の恐竜全身骨格であることがわかった。その全長は 8 メートルほどで、このような大型恐竜の全身骨格は、本邦初の発見となった。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、次の 4 つの問いに集約される。まず、「むかわ竜」は新しい恐竜(親属新種)なのか?という問い。特に、日本にとって白亜紀後期というこれまで未知であった恐竜世界に、“むかわ竜”は、初めて命名までたどり着ける唯一の全身骨格であるのだ。次に、「むかわ竜」は、ハドロサウルス科なのかランベオサウルス科なのか?そして他の恐竜との関係は?という問い。これは、“むかわ竜”が新属新種であるかということだけでなく、他の恐竜との関係性を解明し、“むかわ竜”がどれくらいどのように進化した恐竜なのかを解明するものだ。さらに、“むかわ竜”が発見された時代が興味深い。この恐竜は約 7,200 万年前に生息しており、ハドロサウルス科が北米からアジアに移動した 2 回目の時期と重なる。そこで、三つ目の問いは、「むかわ竜」はいつどこからやってきたのか?である。系統樹を使った解析によって、“むかわ竜”が 2 度目の移動の波に乗ってきたのか、それとも独自にアジアそして日本に渡ってきたのかを明らかにする。そして、最後の問いは、「むかわ竜」は白亜紀終わりのユーラシア大陸においてハドロサウルス科の多様性を支持するのか、衰退を支持するのか?という問い。大型の植物食恐竜の多様性の変化は、当時の生態系の変化に同調している可能性が高く、“むかわ竜”を用いた白亜紀末におけるハドロサウルス科の形態多様性の研究は、恐竜絶滅のメカニズムを知る上で重要なものとなる。

## 3. 研究の方法

本研究の手法は、“むかわ竜”の(1)クリーニング作業と骨の修復、(2)骨のデジタル化、(3)記載、(4)比較研究、(5)系統解析、(6)古生物地理学的研究、(7)白亜紀末の形態の多様性の変化の解析の大きく 7 つに分けることができる。一つ一つの形状を骨学的に詳細に記述する「記載」、世界中に棲んでいた“むかわ竜”の仲間であるハドロサウルス科との「比較研究」、新しい恐竜だった場合「命名」、骨の特徴をコード化した統計解析による「系統解析」、そして得られた系統樹を使って、“むかわ竜”の起源や系統樹から得られた形質の変化をたどりハドロサウルス科全体の多様性の変化、特に白亜紀末に向けてのアジアから見つかっているハドロサウルス科の多様性の変化を検証した。

## 4. 研究成果

本研究の成果は、この期間中に 2 属の新しい恐竜(カムイサウルス・ジャポニクスおよびヤマトサウルス・イザナギイ)を命名したことである。

北海道むかわ町穂別で発見された国内最大の恐竜全身骨格である、通称「むかわ竜」が比較研究と系統解析の結果、新属新種の恐竜であることを明らかにし、「カムイサウルス・ジャポニクス」という学名を命名した。この学名の意味は、「日本の竜の神(日本の神トカゲ)」である。カムイサウルスは、系統解析の結果、ハドロサウルス科ハドロサウルス亜科エドモントサウルス族に属し、ロシアのケルペロサウルスと中国のライヤングサウルスに近縁な恐竜であることがわかった。組織学研究の結果、カムイサウルスは、年齢が 9 歳以上の成体で、体長 8 メートル、体重 4~5.3 トンの恐竜であることが判明した。また、カムイサウルスの頭の骨である前頭骨には、鼻骨との大きな関節面があり、トサカを持っていた可能性が示唆される。そのトサカは、北米から発見されているブラキロフォサウルスの亜成体が持つトサカのような、薄く平たいトサカであったと考えられる。カムイサウルスを含むエドモントサウルス族の最新共通祖先は、現在のアラスカを通じてアジアと北米に広く分布していたが、カムイサウルスとケルペロサウルスとライヤングサウルスの仲間(クレード)は、カンパニア期には極東地域に存在し、その後独自の進化を遂げたと推測された。カムイサウルスは、海成層から発見されてるが、本研究の解析により、初期のハドロサウルス科にとって、海岸線を生息環境としていたことが多様化に大きく寄与していることが判明した。

次に、本研究によって淡路島の恐竜化石が、ランベオサウルス科ではなく、原始的なハ

ドロサウルス科であることを明らかにし、新属新種として「ヤマトサウルス・イザナギイ(伊弉諾の倭竜という意)」と命名した。これまでドロサウルス科の大繁栄の鍵は、食に関わる顎や歯の進化だとされていたが、本研究によって、肩や前肢の進化が、ドロサウルス科の起源において重要であることを示唆した。ドロサウルス科の起源においては長年の議論が行われているが、本研究では起源がアジアとアメリカ東部(アパラチア)にあり、その後大繁栄を始めた場所はアジアであることを示唆した。また、ヤマトサウルスは、約2千万年前に現れたドロサウルス科の生き残りの可能性があり、当時の東アジアは、原始的なドロサウルス科において、2千~3千万年間のレフュジア(昔のままの種が残存している地域)であった可能性を示唆した。白亜紀末の地層から、原始型(ヤマトサウルス)と進化型(カムイサウルス)の産出をアジアで初めて確認し、恐竜の生活圏の地域性を表している可能性を提唱した。

これらの研究によって、恐竜時代最末期の日本には多様な恐竜が生息していたことを示し、さらに両恐竜が属すドロサウルス科の起源や進化が明らかになった。ヤマトサウルスの研究によって、ドロサウルス科の起源は、日本を含むアジア東端地域が重要であるということが判明し、カムイサウルスの研究によってドロサウルス科は北米の海岸線の環境で多様化したことが示された。世界で化石記録が稀である海成層からの恐竜化石の産出は、日本の特徴であり今後の研究が期待できる。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 12件／うち国際共著 2件／うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Takasaki Ryuji, Fiorillo Anthony R., Tykoski Ronald S., Kobayashi Yoshitsugu	4. 巻 15
2. 論文標題 Re-examination of the cranial osteology of the Arctic Alaskan hadrosaurine with implications for its taxonomic status	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0232410
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1371/journal.pone.0232410	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 Funston Gregory F., Chinzorig Tsogtbaatar, Tsogtbaatar Khishigjav, Kobayashi Yoshitsugu, Sullivan Corwin, Currie Philip J.	4. 巻 7
2. 論文標題 A new two-fingered dinosaur sheds light on the radiation of Oviraptorosauria	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Royal Society Open Science	6. 最初と最後の頁 201184 ~ 201184
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1098/rsos.201184	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 Tanaka Tomonori, Kobayashi Yoshitsugu, Ikuno Kenji, Ikeda Tadahiro, Saegusa Haruo	4. 巻 113
2. 論文標題 A marine hesperornithiform (Avialae: Ornithuromorpha) from the Maastrichtian of Japan: Implications for the paleoecological diversity of the earliest diving birds in the end of the Cretaceous	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Cretaceous Research	6. 最初と最後の頁 104492 ~ 104492
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.cretres.2020.104492	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Takasaki Ryuji, Kobayashi Yoshitsugu	4. 巻 8
2. 論文標題 Effects of diet and gizzard muscularity on grit use in domestic chickens	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 PeerJ	6. 最初と最後の頁 e10277 ~ e10277
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.7717/peerj.10277	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takasaki Ryuji, Kobayashi Yoshitsugu	4. 巻 15
2. 論文標題 Stomach histology of <i>Crocodylus siamensis</i> and <i>Gavialis gangeticus</i> reveals analogy of archosaur "gizzards", with implication on crocodylian gastroliths function	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Acta Herpetologica	6. 最初と最後の頁 111-118
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.13128/a_h-7564	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kobayashi Yoshitsugu, Nishimura Tomohiro, Takasaki Ryuji, Chiba Kentaro, Fiorillo Anthony R., Tanaka Kohei, Chinzorig Tsogtbaatar, Sato Tamaki, Sakurai Kazuhiko	4. 巻 9
2. 論文標題 A New Hadrosaurine (Dinosauria: Hadrosauridae) from the Marine Deposits of the Late Cretaceous Hakobuchi Formation, Yezo Group, Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1-14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-48607-1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Fiorillo Anthony R., Kobayashi Yoshitsugu, McCarthy Paul J., Tanaka Tomonori, Tykoski Ronald S., Lee Yuong-Nam, Takasaki Ryuji, Yoshida Junki	4. 巻 14
2. 論文標題 Dinosaur ichnology and sedimentology of the Chignik Formation (Upper Cretaceous), Aniakchak National Monument, southwestern Alaska; Further insights on habitat preferences of high-latitude hadrosaurs	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 0223471 ~ 0223471
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0223471	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Tanaka Kohei, Kobayashi Yoshitsugu, Zelenitsky Darla K., Therrien Francois, Lee Yuong-Nam, Barsbold Rinchen, Kubota Katsuhiko, Lee Hang-Jae, Chinzorig Tsogtbaatar, Idersaikhan Damdinsuren	4. 巻 47
2. 論文標題 Exceptional preservation of a Late Cretaceous dinosaur nesting site from Mongolia reveals colonial nesting behavior in a non-avian theropod	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Geology	6. 最初と最後の頁 843 ~ 847
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1130/g46328.1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takasaki Ryuji, Fiorillo Anthony R., Kobayashi Yoshitsugu, Tykoski Ronald S., McCarthy Paul J.	4. 巻 9
2. 論文標題 The First Definite Lambeosaurine Bone From the Liscomb Bonebed of the Upper Cretaceous Prince Creek Formation, Alaska, United States	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 5384
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-41325-8	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Park Jin-Young, Lee Yuong-Nam, Currie Philip J., Kobayashi Yoshitsugu, Koppelhus Eva, Barsbold Rinchen, Mateus Octavio, Lee Sungjin, Kim Su-Hwan	4. 巻 108
2. 論文標題 Additional skulls of Talarurus plicatospineus (Dinosauria: Ankylosauridae) and implications for paleobiogeography and paleoecology of armored dinosaurs	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Cretaceous Research	6. 最初と最後の頁 104340 ~ 104340
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cretres.2019.104340	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Lee Yuong-Nam, Lee Hang-Jae, Kobayashi Yoshitsugu, Paulina-Carabajal Ariana, Barsbold Rinchen, Fiorillo Anthony R., Tsogtbaatar Khishigjav	4. 巻 533
2. 論文標題 Unusual locomotion behaviour preserved within a crocodyliform trackway from the Upper Cretaceous Bayanshiree Formation of Mongolia and its palaeobiological implications	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology	6. 最初と最後の頁 109239 ~ 109239
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.palaeo.2019.109239	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Iijima Masaya, Kobayashi Yoshitsugu	4. 巻 35
2. 論文標題 Mosaic nature in the skeleton of East Asian crocodylians fills the morphological gap between "Tomistominae" and Gavialinae	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Cladistics	6. 最初と最後の頁 623 ~ 632
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/cla.12372	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計15件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 13件）

1. 発表者名 Tanaka, K., Anvarov, O.U., Ahmedshaev, A., and Kobayashi, Y.
2. 発表標題 A LARGE NEOVENATORID (DINOSAURIA: THEROPODA) FROM THE UPPER CRETACEOUS BISSEKTY FORMATION (TURONIAN), UZBEKISTAN
3. 学会等名 Society of Vertebrate Paleontology (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shimizu, S. and Kobayashi, Y.
2. 発表標題 PATTERNS OF BODY SIZE DISTRIBUTION ALONG PALEOLATITUDE OF EXTINCT ARCHOSAURS DURING THE LATE CRETACEOUS
3. 学会等名 Society of Vertebrate Paleontology (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kobayashi, Y., Chiba, K., Chinzorig, T., Ganzorig, B., and Tsogtbaatar, K.
2. 発表標題 A LARGE NON-CERATOPSID NEOCERATOPSID FROM THE UPPER CRETACEOUS BAYANSHIREE FORMATION IN MONGOLIA
3. 学会等名 Society of Vertebrate Paleontology (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宇津城遥平・小林快次
2. 発表標題 神経棘の機能形態 に基づく非鳥類型獣脚類の肩帯位置の復元
3. 学会等名 日本古生物学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田中望羽・小林快次・江田真毅・泉 洋江
2. 発表標題 主竜類のコラーゲンタンパク質量スペクトラム分析と恐 竜化石への応用
3. 学会等名 日本古生物学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Fiorillo, A. R., McCarthy, P. J., Shimer, G., Kobayashi, Y., Tsogtbaatar, C., Takasaki, R., & Suarez, M.
2. 発表標題 A PERSPECTIVE ON THE MID-CRETACEOUS FROM A DINOSAURIAN HIGH LATITUDE GREENHOUSE ECOSYSTEM, NORTH SLOPE, ALASKA.
3. 学会等名 Geological Society of America (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Y. Kobayashi, T. Nishimura, R. Takasaki, K. Chiba, A. R. Fiorillo, K. Tanaka, C. Tsogtbaatar, T. Sato, K. Sakurai
2. 発表標題 A NEW CRESTED HADROSAURINE (DINOSAURIA: HADROSAURIDAE) FROM THE MARINE DEPOSITS OF THE LATE CRETACEOUS HAKOBUCHI FORMATION (MAASTRICHTIAN), YEZO GROUP, JAPAN
3. 学会等名 Society of Vertebrate Paleontology (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 H. Suzuki, Y. Kobayashi, M. Kano, T. Karasawa, S. Hayashi, A. Ota, T. Miyaji
2. 発表標題 A THEROPOD REMAIN FROM THE UPPER CRETACEOUS YEZO GROUP, HATOROGAWA FORMATION IN ASHIBETSU CITY, HOKKAIDO PREFECTURE, JAPAN
3. 学会等名 Society of Vertebrate Paleontology (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 C. Tsogtbaatar, Y. Kobayashi
2. 発表標題 A NEW ORNITHOMIID (THEROPODA, ORNITHOMIMOSAURIA) FROM THE UPPER CRETACEOUS NEMEGT FORMATION OF BUGIIN TSAV, MONGOLIA
3. 学会等名 Society of Vertebrate Paleontology (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 J. Park, Y. Lee, P. J. Currie, Y. Kobayashi, E. B. Koppelhus, R. Barsbold, S. Lee, S. Kim, O. Mateus
2. 発表標題 THREE NEW SKULLS OF THE LATE CRETACEOUS ARMORED DINOSAUR TALARURUS PLICATOSPINEUS MALEEV, 1952
3. 学会等名 Society of Vertebrate Paleontology (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 A. R. Fiorillo, Y. Kobayashi, P. McCarthy
2. 発表標題 COMPARISON OF PALEOENVIRONMENTAL AND PALEOCLIMATOLOGICAL PARAMETERS OF CORRELATIVE DINOSAUR-BEARING LATE CRETACEOUS (CAMPANIAN-MAASTRICHTIAN) ROCK UNITS ACROSS ALASKA, USA
3. 学会等名 Society of Vertebrate Paleontology (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小林快次・西村智弘・高崎竜司・千葉謙太郎・Anthony R. Fiorillo・田中康平・Tsogtbaatar Chinzorig・佐藤たまき・櫻井和彦
2. 発表標題 北海道むかわ町穂別から発見されたハドロサウルス科の全身骨格
3. 学会等名 日本古生物学会 2019 年年会 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高崎竜司・アンソニー-フィオリロ・小林快次・ロナルド-ティコスキ・ポール-マッカーシー
2. 発表標題 アラスカ州プリンスクリーク層リスコムボンベッドから産出した 北極圏初のランベオサウルス亜科
3. 学会等名 日本古生物学会 2019 年年会 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田中公教・小林快次・池田忠広・三枝春生
2. 発表標題 兵庫県洲本市の和泉層群北阿万層 (下部マーストリヒチアン階) から算出した潜水鳥類ヘスペロルニス目
3. 学会等名 日本古生物学会169回例会 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田中公教・小林快次・飯島正也
2. 発表標題 中生代真鳥類形類の系統解析と海洋進出への進化パターン
3. 学会等名 日本古生物学会169回例会 (国際学会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 小林 快次	4. 発行年 2019年
2. 出版社 P H P 研究所	5. 総ページ数 126
3. 書名 化石ハンター	

1. 著者名 小林 快次	4. 発行年 2019年
2. 出版社 新潮社	5. 総ページ数 244
3. 書名 恐竜まみれ	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------