



LIFE RESTORATIONS OF DINOSAURS

# 恐竜の復元

監修

小林快次 (北海道大学総合博物館)

平山 廉 (早稲田大学国際教養学部)

真鍋 真 (国立科学博物館)

イラスト・造形

小田 隆

田淵良二

徳川広和

GARY STAAB

KAREN CARR

TODD MARSHALL

TYLER KEILLOR

Gakken



# パラリティタン

Creator: Todd MARSHALL

Material: イラストボードにアクリル

デンバー自然史博物館の古生物学者ケネス・カーペンター博士に、博士が編集された『Thunder-Lizards: The Saropodomorph Dinosaurs』の表紙を描いて欲しいと依頼された。さて、一体どの恐竜を描こうかと思案していたところ、エジプトで発見されたばかりだという、パ

ラリティタンのことを知った。それも、かなり巨大な竜脚類だという。また、その時点でこの恐竜を描いたアーティストは皆無だったこともあり、この新種の巨大な竜脚類に、白羽の矢を立てた。

このイラストも、私にとってかなりの自信作で、SVP（古

パラリティタンは、白亜紀の中頃（約9900万年前～9350万年前）のアフリカに生息したティタノサウルス上科の竜脚類だ。「パラリ」とは、ギリシャ語で「海岸沿いの」、「ティタン」は、ギリシャ神話における伝説上の巨人タイタン、つまり「海辺の巨人」という意味だ。これは、この大型竜脚類の化石が、マングローブの生い茂った海岸沿い、当時の浅い砂浜の堆積に埋もれていたことに由来している。

1990年代後半に、アメリカのペンシルバニア大学の発掘チームが、エジプト・カイロ市から南西に300kmほど下った砂漠において、竜脚類の部分骨格を発見した。発掘されたのは、上腕骨、肩甲骨の一部、尾骨数個、及び数個の肋骨という非常に限られた部位のみである。竜脚類の分類に重要とされる首や胴体、及び頭骨はまったく知られていない。

こうした、非常に限られた部分骨格は、研究者泣かせで、新種新属の恐竜として記載されることは少ない。たとえば、離れた地域、及び地層から、もしもほぼ完璧に保存された頭骨が見つかったとしても、この標本と直接に比較して種の判定をすること

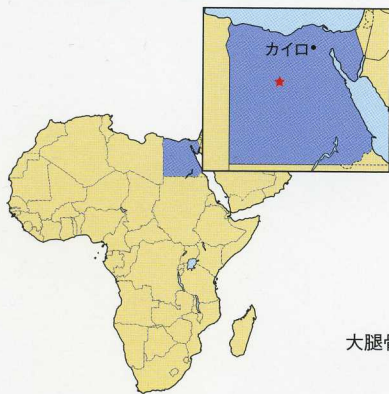
はできない。このパラリティタンのような標本からの全身復元では、確実なデータがないため、どうしても空想の域を出ない。

一般に古生物学者の間では、新種の論文記載だけでは、研究の価値はそれほど高くないようだ。たとえば、100個のばらばらに見つかった歯の化石をもとに、100の新種竜脚類をネーミングするという無謀な(!)行動は、記載者の自己満足にはなるかもしれないが、これら100種の恐竜の進化のパターンなどを深く掘り下げ、太古の環境に新考察をもたらすという科学的な付加価値を与えることは難しい。

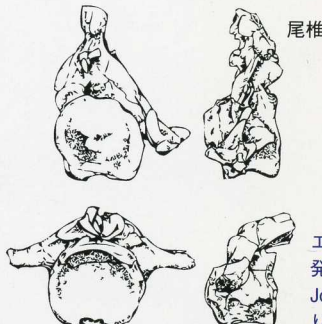
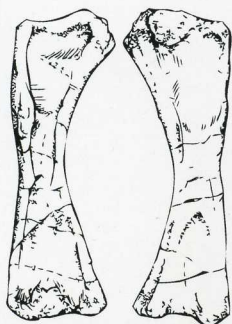
では、どうしてこの部分骨格しかないパラリティタンが研究者に重視されたかという点、「時代の空白」を埋めるという点に尽きるようだ。これは、発掘の歴史、そして進化における生物学的歴史、という2本の軸から理解できるだろう。

## ストローマー博士のエジプト恐竜発掘

エジプトにおける、白亜紀の地層での竜脚類発掘の歴史は、1910年代のドイツ人古生物学者ストロー



大腿骨



尾椎

エジプトのパラリティタンの発掘場所（星印）と発見部位。Joshua B. Smithら（2000）より作成。

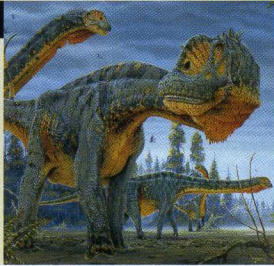




後期 ▼

三畳紀 ジュラ紀 白亜紀

脊椎動物学会) 主催の2005年のジョン・ランツェンドルフ賞において、2D部門ベストアーティストに選ばれるという私の夢をかなえてくれた作品でもある。



マー博士(1870～1952年)の発掘にはじまる。当時は、ヘリコプターやジープといった運搬方法を使うことはできず、大規模な恐竜発掘は想像を絶する困難が伴ったはずだ。加えて資金繰り、現地での伝染病、治安の悪さ、現地労働者とのやりとりなどなど、不安要素は枚挙にいとまがない。

ストローマー博士の真の目的は、人類の起源にあたる化石を探ることで、恐竜の発見は偶然の産物だったという点も、我々は頭に入れておくべきだ。これは、恐竜発掘にしばしば起こることで、アメリカ自然史博物館のチャップマン博士もストローマー博士と同様の目的で、1920年代にモンゴルでの調査を行ったが、角竜プロトケラトプスの卵と巣や、獣脚類ヴェロキラプトルを偶然に発見している。

1932年のストローマー博士の論文に、エジプトサウルスという名の非常に大きな大腿骨をもつ竜脚類の恐竜が記載されている。この恐竜は、今日、正体不明な動物だ。というも、第二次世界大戦中の空襲により、獣脚類スピノサウルスの模式標本も含めて、ストローマー博士のエジプトでの収穫はほとんど焼失したからだ。前述のペンシルバニア大チームの目的の一つは、実にこのストローマー博士の発掘現場を再発掘するという点だった。

#### 時代の空白を埋めるという重要性

白亜紀後期のアフリカ大陸から発見された恐竜の化石は、モロッコとアルジェリアをのぞき、非常に少ない。白亜紀後期のティタノサウルス類の化石は、南アメリカ、南アジア、及びマダガスカルで、その

多様性のピークを迎えていた。

この時代は、ジュラ紀末に起こった超大陸パンゲアの分裂が進み、生物、特に恐竜も、それぞれの大陸で各々の進化と多様性を果たしたようだ。ただ、大陸の分裂や地続きといった細かな進化の様子は、岩石を調べるだけではよくわからない。それぞれの地域の動物相や植物相を細かくくらべることによって、より頼りになるデータが得られる。特に白亜紀後期の竜脚類は、今まで見つかった膨大な化石の数、そして種の多さからして、世界各地に広く分布していたと考えてまず間違いないだろう。

パラリティタンをはじめとする、超大型脊椎動物である竜脚類は、現生のアフリカゾウや北アメリカのエルクのように、その分布地域は小型の動物より広がったと考えられる。大型の動物は、基本的に大量のエサを必要とするため、長距離の移動や渡りを行う。それに、大股な身体つきは、長距離移動にも向いている。

この点は、「時代と場所」という縦と横の軸に基づく詳細な竜脚類の進化系統の関係と分布のデータが、白亜紀後期における各大陸の移動のより細やかな様子、そして当時の環境を考察する上で、非常に貴重な情報をもたらす可能性を秘めているといえる。もちろん、パラリティタンもその役割の一端を担うだろう。実際、ミシガン大学の研究室で、私と机を並べて研究を行っているマイク・デ・ミックは、この時代、この地域を大きなテーマの一つに掲げている。詳細は、近々発表されるであろう彼の研究成果を待つことにしたい。(池尻武仁)



# ブラキオサウルス

Creator: Ryoji TABUCHI

Material: トチノキの白身

巨大竜脚類ブラキオサウルス。トチノキの大きな材から切り出して制作した。通常半年くらいの制作日数を要する大作だが、資料研究から完成まで47日で仕上げた。頭骨や骨の構造的特徴については、早稲田大学国際教養学部部の平山廉教授にご指導いただいた。一般的にブラキオ

サウルスは、竜脚類の特徴である長い首を鎌首のように持ち上げた優雅な姿勢で有名である。しかし、胴体からやや上方向に向かって真っ直ぐ突き出た首は、頸椎の形や長い頸肋骨から考えて、可動範囲もあまり大きくなく、せいぜい上下左右に各30度くらいであったと思われる。

この作品に復元されたブラキオサウルスは、北アメリカとアフリカの、それぞれ2種が正式に知られている。ブラキオとはギリシャ語で「上腕」という意味だ。前脚、特に上腕骨が後脚（特に大腿骨）とくらべて極端に長いことからきた。ほかの竜脚類に、このような姿勢のものはいない。ベルリン自然史博物館にある、長い首を上げた有名な骨格は13mの高さで、清水寺の舞台の高さに匹敵する。

## タンザニアから発掘された膨大な数の骨

ドイツ人の古生物学者ヤネンシュ博士（1878～1969年）が、20世紀初頭、アフリカ・タンザニアのジャングルより持ち帰った膨大な数のブラキオサウルス・プランカイの骨は、ベルリン自然史博物館に保管されている。

一階の部屋では、ヤネンシュ博士がタンザニアで発掘したほかの恐竜に混じって、小さなブラキオサウルスの骨、何十とある歯、頭骨、顎、指の骨などを調べることができる。大型の骨は地下にあり、背骨、前脚、後脚、肩といった具合に、大まかに体の部位ごとに区分されている。その中に、一見してブラキオサウルスのものとわかる、非常に長い頸椎が並べられ、さらに5mはある尾の一部が細長いテーブルの上に置いてある。圧巻は、無造作に壁に立てかけられた大人の上背程の高さもある数十本の腕や脚の骨だ。これらの骨は、非常に重くて壊れやすい。これだけの骨を、現在でも踏み入ることが容易でないアフリカのジャングルからベルリンへと持ち帰ったヤネンシュ博士の執念には驚かされる。実際、こ

の旅行中に患ったとされる伝染病がもとで、博士は寿命を大きく縮めることとなった。

## 組み立て骨格は1頭分なのか？

ここに並ぶ膨大な数のブラキオサウルスの骨をよく見ると、幼体から成体までの何十という個体の骨が混ざっているのは明白だ。私たちがよく知るブラキオサウルスの復元ポーズは、ベルリンの組み立て骨格をもとにしたことは間違いないだろう。となると、この組み立て骨格が「一頭分からできているのか、複数の個体からの寄せ集めなのか」という問いかけは重要ではないだろうか。

古生物学者は、時に、シャーロック・ホームズの真似をする必要がある。現場には、バラバラ死体(!)が何体分も散らばっている。我々は、パイプをくわえ、鹿打ち帽をかぶり、こうした死体から情報を得ようと試行錯誤する。

私はまず、当博物館のウルフ・ダイエッター・ヘンリック博士が、1999年に発表した論文を調べた。



博物館のコレクション・ルームに収められたブラキオサウルスの骨（左）。一階の1m近くある組み立てられた頭骨が目立つ（右）。





▼後期

三疊紀 ジュラ紀 白亜紀



頸椎の骨を一つ一つなぎ合わせて組まれているので、うまくバランスをとりながら美しい首のラインを整える必要がある。全長240cm。

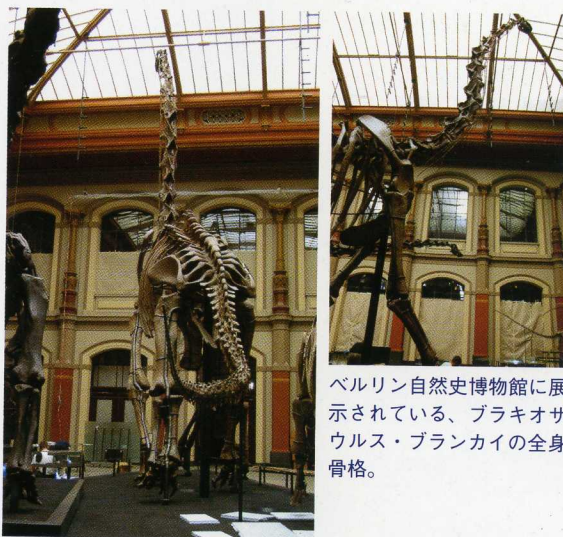
この論文には、およそ1世紀前のタンザニアでの発掘当時の写真や、ヤネンシュ博士直筆のフィールドノートとともに、主要な発掘現場での竜脚類骨格の分布図などが、詳細に報告されている。ヤネンシュ博士は、実に100か所の発掘現場で恐竜化石の発掘を行った。はたして、上腕骨と大腿骨を備えた1個体のブラキオサウルスを産出したサイトはあったのだろうか？

まず、22m<sup>2</sup>の広さがあった「Dサイト」から上腕骨と大腿骨を備えたかもしれない個体の骨格が発見されている。しかし、1の上腕骨一つに対し、大腿骨が二つあり、この二つの大腿骨の長さが極端に異なっている。一つは、上腕骨より4mほど離れた場所から発見され、上腕骨より明らかに短かった。これは、一般に考えられている前脚の長いブラキオサウルスのイメージに合う。しかし、もう一方の大腿骨は、明らかに上腕骨より長い。さらに、上腕骨とはほんの1m弱しか離れていない。この論文によると、Dサイトからは、ブラキオサウルスのみだが、複数個体の骨格が産出したようだ。骨の散布状況は、かなりばらばらだが、骨のトータル数によると、せいぜい二個体がいいところだろう。

さらに私は、当博物館で竜脚類の研究に携わっていたクリスチャン・ラメス博士(当時)と、ベルリンの組み立て骨格について直接話し合った。1950年のヤネンシュ博士の論文では、例の組み立て骨格の上腕骨と大腿骨が同一個体からのものだとされている。しかし、私たちが疑問に思ったのは、「Sサイト」という現場からは、最低でも4個体分の、サイズの

異なるブラキオサウルスが発掘されていながら、記録にあるのは前脚の骨のみで、背骨や後ろ脚の骨については全く記録にないということだ。加えて、別の1961年の論文には8の上腕骨と10の大腿骨の長さが報告されているが、その上腕骨と大腿骨は同じサイズのものではない。

これらのことから、私には「前脚の長い竜脚類」のブラキオサウルスは、信憑性に欠ける復元である「可能性がある」と思われる。現時点では、そのイメージを否定し、論文を新しく書き直すには至らないかもしれない。しかし、さらなる調査、研究が必要だと言えるのではないだろうか。将来、前脚と後ろ脚の揃ったブラキオサウルスの標本が見つかり、あの首を高々と持ち上げるポーズの再考を迫られる日が来るかもしれない。(池尻武仁)



ベルリン自然史博物館に展示されている、ブラキオサウルス・ブランカイの全身骨格。



# ジョバリア

Creator: Hirokazu TOKUGAWA

Material: ファンド (石粉粘土)

ジョバリアは、後ろ脚で立ち上がった全身組み立て骨格が非常に有名で印象的な恐竜である。しかし、私はジョバリアらしさをその骨格のポーズではなく、全身のバランスで表現してみたいと思い、今回の復元では、歩いている姿を造形した。

色に関しては、大型恐竜のため派手さはないと想像するのだが、作品としての見栄えも考慮したいという気持ちもあり、悩んだ末、ペットとして飼っているリクガメを参考にした。完成後も、それがよい結果をもたらしたかどうか判断しかねていたのだが、私が子供の頃から尊敬

ジョバリアは、シカゴ大学のポール・セレノ博士の研究チームによって、アフリカ・ニジェールの1億3500万年前の地層から発見された。「ジョバー」とは、北アフリカ・サハラ砂漠周辺にすむと言われる「伝説上の怪獣」の名前(タマシエク語)で、「イア」は、この恐竜の死体が「風化、化石化」されるイメージにちなんでいる。1999年のセレノ博士らの論文によると、模式標本は、頸椎一つ、手足や骨盤、及び繋がった尾の骨だが、別に数体の骨格も見つかっており、形の整った頭骨や、ほぼ全身骨格のそろった亜成体もあるようだ。主な特徴として、頸椎や胴椎に見られるいくつかの細かな突起や梁<sup>\*1</sup>、U字型の第一血道弓<sup>\*2</sup>などがあげられている。

## 竜脚類の系統関係

ジョバリアのユニークな点は、その進化上の位置の不透明さではないだろうか。竜脚類の進化系統樹を見てみよう。原始的な竜脚類は、三疊紀後期に南アフリカと南アメリカ、中国から見つかっている。ジュラ紀中頃になると、より派生したグループ、真竜脚類が登場する。このグループは、中国のマメンチサウルスやシュノサウルスより後に現れたほぼすべての竜脚類を含む。新竜脚類は、さらに枝分かれしたグループで、北アメリカのジュラ紀後期のモリソン累層群(カマラサウルス、アパトサウルス、ディプロドクスなど)、及びティタノサウルス上科など、白亜紀に出現したすべてのグループを含む。こうした分類は、コンピュータープログラムを使って分析する、系統分析という手法が主に使われる。

ミシガン大学のジェフ・ウイilson博士の2002年の論文では、234個の骨の形態をもとに、27属という幅広い竜脚類の進化上の系統関係を、この方法で分析している。この分析で最も重要な点は、原始的、もしくは派生した形態かどうかを判定する必要がある点だ。たとえば、三疊紀やジュラ紀前期の竜脚類のスプーン状の大きめな歯がより原始的な形態で、後期の新竜脚類によく見られる鉛筆状で小さめの歯が派生的という具合だ。この考えは、竜脚類の食べ方から、エサとなる植物のタイプの推察などを考察する上で重要で、加えて、歯の大きさだけでなく顎の形態や首の長さなども密接にかかわりがあると推察される。このように、一つ一つの形態を細かく考察することにより、どの竜脚類がより原始的で、後にどのように枝分かれしたのか、大まかな系統の流れをつかむことができる。

## ジョバリアに見る生物進化の不思議

ここで疑問に思う方もいるかもしれないが、私は「原始的」に対して「派生的」という言葉を使っている。この派生的という言葉は、「進化した」とはニュアンスがかなり違う。進化という言葉には、形態や解剖学上の特徴が「高性能化した」、「より優れている」という意味が多分に込められている。その定義は、かなり人為的とは言えないだろうか？ 一方、派生的とは、一本の木の幹が細かく枝分かれした様子にぴたりと当てはまる。先端に近づくほど枝分かれが進み、より派生的であるというわけだ。ここで私が指摘したいのは、木の一番高い部位の竜脚類が、

\*1 梁があることで、骨の軽量化と強化につながると考えられ、より進化した新竜脚類に共通して見られる。

\*2 尾椎に垂れ下がるようにしている骨で、尻尾の強大な筋肉を支えていたと考えられている。





▼前期

三疊紀 ジュラ紀 白亜紀

する恐竜・古生物アーティストの一人であるマーク・ハレット氏からお褒めの言葉をいただき、やっと自信を持つことができた。



必ずしもより進化して優れているわけではないということだ。たとえば、ニュージーランドのムカシトカゲは、2億年近く前の化石種と非常に似た特徴を備えているし、ゴキブリは、およそ3億5000万年前の先祖と現生種に、解剖学上の違いは比較的少ない。

この竜脚類の系統樹は、真ん中から二つに大きく枝分かれした1本の大きな木に見て取れる。左側の大きな枝がディプロドクス上科で、右側の枝がカマラサウルスなどを含むマクロナリア科だ。このマクロナリア科を進むと、カマラサウルスより上にブラキオサウルスがあり、さらに上方に、パラリティタンを含むティタノサウルス上科が位置している。この2本の枝の交点が、新竜脚類の出現を示す。

さてジョバリアだが、骨格だけ見ると、とても白亜紀の竜脚類には見えない。大きめな歯やがっしりした顎、比較的短い首などはジュラ紀後期のカマラ

サウルスやジュラ紀中期の中国産竜脚類にもよく似ている。実際、白亜紀前期に出現したジョバリアは、より古い時代(ジュラ紀後期)に登場したカマラサウルスより、より原始的な形態をいくつか合わせ持ち、新竜脚類の外側に位置すると考えられている。

ジョバリアのこうした特徴は、竜脚類全体の進化を考える上で重要だ。竜脚類はその進化上、ジュラ紀前期か三疊紀後期といったかなり「早い時期」に、すでに後の多様性の基礎となる「基本形」を手に入れていたようだ。これは、先祖にあたると考えられる古竜脚類とくらべ、より発達した四足歩行、伸長した首と尾、巨大化した体といった特徴で、約2億年前の三疊紀後期に現れた、知られている限り最も古い竜脚類(南アフリカのアンテトナイトルスやタイのイサノサウルスなど)にすでに見られる。白亜紀の終焉にかけて世界中にその分布が広まる頃まで、この大まかな基本系は変わらず、角や羽毛を所持したり、飛行や水泳能力を備えるなどということなく、大きな変化はなかったようだ。竜脚類は、その出現の時期からすでに環境に適応していたのかもしれない。三疊紀後期に姿を現した時から、その後の進化と多様性への道筋がすでに確立されていたように私には思える。ジョバリアのように、そのほかの白亜紀の竜脚類と比較して何とも旧態依然とした特徴を備えたものがここまで生き残っていたことが、このことを如実に物語ってはいないだろうか。こうした竜脚類のユニークな特徴が、研究者にとって時に厄介であると同時に、非常に興味を抱かせることを最後につけ加えておきたい。(池尻武仁)

