

資料 (Note)

# *Phosphorosaurus* の 3D CG による生体復元と骨格復元の制作 —3D CG ソフトによる古脊椎動物復元の有効性と将来性—

Life and skeletal reconstructions of a mosasaur *Phosphorosaurus* using a three-dimensional computer graphics (3D CG) software: a highly promising reconstruction technique for fossil vertebrates

新村龍也<sup>1</sup> 小西卓哉<sup>2</sup>

Tatsuya Shinmura<sup>1</sup> and Takuya Konishi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 足寄動物化石博物館, 北海道足寄郡足寄町郊南 1 丁目 29

<sup>1</sup> Ashoro Museum of Paleontology, 29-1 Konan, Ashoro, Ashoro District, Hokkaido 089-3727, Japan (e-mail: shinmura@ashoromuseum.com)

<sup>2</sup> Department of Biological Sciences, University of Cincinnati, PO Box 210006 Cincinnati, OH 45221-0006, USA (e-mail: konishta@ucmail.uc.edu)

**Abstract.** In 2015, the first halisaurine mosasaur fossil was reported from Japan and was named *Phosphorosaurus ponpetelegans*. The publication was accompanied by a computer graphic life restoration of the new mosasaur taxon. The mosasaurs depicted in this illustration were based on a 3D model made beforehand, and the 3D model itself was based in turn on multiple halisaurine specimens. For the cranium, we primarily used that of the exceptionally well preserved *P. ponpetelegans* holotype and several other halisaurine specimens, whereas for the postcranium that the holotype lacked the most of, we referred to the articulated halisaurine skeletons of *Eonatator coellensis* and *E. sternbergii*. As no soft tissue anatomy has been preserved in halisaurine specimens to date, we based the body scales and eyeball size of *P. ponpetelegans* on *Platecarpus*, a plioplatecarpine mosasaur, and all the other soft tissue anatomy on *Varanus*. Finally, the color pattern of extant coelacanths, which inhabit deep sea environs today, was chosen for the life restoration, based on the assumption that *P. ponpetelegans* was a nocturnal hunter. When making a life restoration of a fossil animal, it is ideal to build one based on a three-dimensionally preserved fossil specimen. Also, an ability to generate a life restoration in multiple aspects is highly beneficial when consulting specialists about the work in progress. In these respects, we encourage life restoration work for fossil animal taxa with a 3D-CG software, in addition to traditional restoration work grounded in two dimensional approach.

**Key words:** Life reconstruction, 3D CG, mosasaurs, *Phosphorosaurus*

(2017 年 11 月 7 日受付, Received 7 November 2017)

## I はじめに

日本国内で初めてのハリサウルス亜科となる *Phosphorosaurus ponpetelegans* は, 北海道むかわ町穂別博物館のホロタイプ (HMG-1528) のみから知られている。頭蓋や頸椎などを含む部位が産出しており, 各骨の変形は極めて少なく, よって正確な生体復元が可能な数少ないモササウルス類の標本でもある。2015 年に *P. ponpetelegans* の論文がオンライン出版された際に生体復元画が掲載され, この動物の復元像が提供された (Konishi *et al.*, 2016)。

論文出版以降, イラストレーターやアーティストによって描かれた *Phosphorosaurus ponpetelegans* の復元画が古生物の普及本にも使われ, 一定の普及を見せたものの (芳賀 2017; 土屋 2017a, b), それらの復元画の中には論文に掲載した 3D CG (3次元コンピュータグラフィックス) の *P. ponpetelegans* とはプロポーションなどが異なっているものも少なくなく, 論文中において復元画の根拠を詳細に解説していなかったためと考えられた。

論文上に掲載された *Phosphorosaurus ponpetelegans* の復元画は, 3D CG ソフトの ZBrush

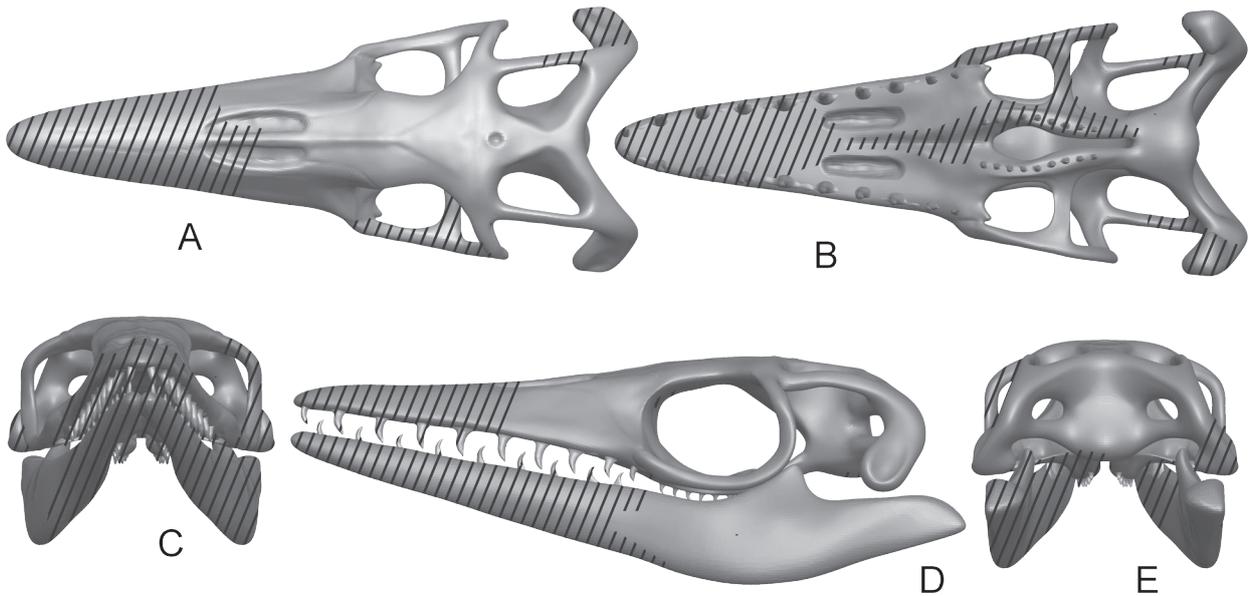


図1. 復元した *Phosphorosaurus ponpetelegans* の頭蓋. 斜線部分が復元した部位. **A**, 頭蓋の背面観. **B**, 頭蓋の腹面観. **C**, 頭蓋の前面観. **D**, 頭蓋の側面観. **E**, 頭蓋の後面観.

**Figure 1.** Restoration of a cranium and mandibles. The hatched portions are restored. **A**, Dorsal view of a cranium; **B**, Ventral view of a cranium; **C**, Anterior view of a cranium with mandibles; **D**, Lateral view of a skull with mandibles; **E**, Posterior view of a cranium with mandibles.

によって作られた生体復元を使用して作ったものである。本報告では、2015年に制作した *P. ponpetelegans* の3D CGと、2016年に制作した骨格復元画の制作過程を示すことで、より正確な *P. ponpetelegans* の復元像の普及を目指す。またこれにあわせ、3D CGソフトを使うことで科学的により正確な生体復元の追及や復元画制作が容易になることも紹介したい。

## II 復元の方針

*Phosphorosaurus* はモササウルス科ハリサウルス亜科に属する絶滅海生爬虫類である。すでに絶滅したモササウルス科はトカゲとヘビとで構成される有鱗目に属し、その中でもオオトカゲ上科やヘビに近縁であるとする説が有力である。ハリサウルス亜科には *Eonatator*, *Phosphorosaurus*, *Halisaurus* の3属が含まれる。ハリサウルス亜科の化石にはどれも体表の様子が化石として残されていないが、モササウルス科の一部の種類では皮膚化石が残っているケースもある。そこで本復元では、HMG-1528をベースに、ハリサウルス亜科の他の化石を参考に全身のプロポーシオンや頭蓋の欠損した部位を復元した。体表の様子や眼球の大きさは、同じモササウルス類 (*Platecarpus*) のものを使用し (Lindgren *et al.*, 2010), その他の軟

組織は現生のオオトカゲ科 (*Varanus* 属) を参考にした。

## III 頭蓋と下顎の復元

科学的に正確な復元を目指す場合は、産出している骨格をベースにする必要がある。*Phosphorosaurus ponpetelegans* (HMG-1528) は顎骨前部の構成骨を除き頭蓋のほぼ全てがほとんどゆがみなく産出している。そこでHMG-1528の外側面と上面の写真 (Konishi *et al.*, 2016, fig.2) から3D CGで制作し、パソコン上に頭蓋を再現した。産出していない顎骨前部については不明であるが、同じハリサウルス亜科の別の標本 (*Eonatator sternbergii* のホロタイプ) や *Halisaurus* の図 (Holmes and Sues, 2000, fig. 1) を参考に欠損した吻の長さを決定した。またハリサウルス亜科の上顎先端部は、上顎最前歯より前方に著しく突出しない。したがって噛み合わさる下顎については、口を閉じた状態で復元した頭蓋と先端が揃うように復元した (図1)。

歯の数については、*Phosphorosaurus ponpetelegans* (HMG-1528) の最も保存の良い右上顎骨には合計12個の歯槽がある。復元した吻の長さから、保存された右上顎骨のさらに前方に5個の歯槽が並んでいたと推定した。モササウルス

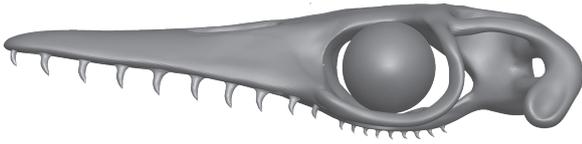


図 2. 眼球を組み込んだ *Phosphorosaurus ponpetelegans* の頭蓋.

Figure 2. A cranium showing a restored eyeball.

科の前上顎骨には左右それぞれ 2 つの歯槽があることから、上顎には全部で 19 個の歯槽が並んでいたと考えた。口を閉じた状態で歯骨の第一歯は、どのモササウルス科であってもかならず前上顎骨の第一歯の後ろに来る。また歯骨の最後部の歯は通常上顎骨最後部の歯より前に来る。よって歯骨の歯槽を 18 個とした。ハリサウルス亜科の上下顎の歯はどちらも、歯がある歯槽と抜けた歯槽が交互に並ぶケースが多いので、今回の復元でも上顎に 10 本、下顎に 9 本の歯を生やすようにした。翼状骨歯の数は、右翼状骨に残された 9 個の歯槽から 9 本の歯を生やすようにした (図 1)。

歯の大きさについては、通常のモササウルス科では遠位の二本だけが極端に小さくなるが、*Phosphorosaurus ponpetelegans* (HMG-1528) では後方に向かって緩やかに小さくなっているため、化石標本を参考にそのように歯の大きさを調整した (図 1)。

#### IV 眼球の復元

眼球の大きさは、産出した強膜輪から決定すべきであるが、*Phosphorosaurus ponpetelegans* (HMG-1528) を含めたハリサウルス亜科の化石では、眼球の大きさの推定ができるほど保存の良い強膜輪が見つかっていない。他のモササウルス科においては、眼窩に強膜輪が残っている例もあり、その強膜輪は眼窩の上下径と一致している (Lindgren *et al.*, 2010)。このことから *P. ponpetelegans* の眼球を眼窩の上下径に合うように造形した (図 2)。

#### V 全身のプロポーシオン

*Phosphorosaurus* 属で、全身骨格が見ついている個体はない。そこで同じハリサウルス亜科の *Eonatator sternbergii* (UPI R 163) を参考に頭蓋の大きさに対する胴の長さや尾の長さを決定した (Wiman, 1920)。このプロポーシオンは *E.*

*coellensis* (RC090805) と矛盾するものではない (Paramo-Fonseca, 2013)。ただし *E. sternbergii* (UPI R 163) の頸部は完全に保存されておらず、造形されたものが付け加えられて長くなっている。*E. coellensis* (RC090805) では 6 つの頸椎がある。*P. ponpetelegans* (HMG-1528) で確認できる頸椎の最大数が 7 つであることから、7 つの頸椎があったと仮定して復元した。

#### VI 鰭

鰭の形状について、*Eonatator sternbergii* と *E. coellensis* のホロタイプに残された前肢と後肢の骨格要素が前後であまり大きさに違いがないことから、ほぼ同じ大きさの前後鰭を復元した。ただ *E. coellensis* (RC090805) には後鰭が保存良く産出しているため、これを参考に後鰭を復元した。また *E. sternbergii* のホロタイプの橈骨・尺骨が、同標本の脛骨・腓骨部分よりも広がっていること、前鰭の復元図 (Wiman, 1920, fig. 8) も参考に、前鰭の方が後鰭よりも前後に長い形状にした。尾鰭の形状については *E. sternbergii* のホロタイプを参考にしたが、*Phosphorosaurus ponpetelegans* (HMG-1528) がマーストリヒチアン期であり、サントニアン期もしくはカンパニアン前期の *E. sternbergii* より 1000 万年前後新しく、よってより派生的で遊泳に適した種類であったと推測した結果、*E. sternbergii* ホロタイプよりも強めのカーブで復元された。

#### VII 体表・鱗の形状

Lindgren *et al.* (2010) は *Platecarpus* のもっとも総括的な鱗の情報を記載した。それによると頭部の鱗は体表のものよりも若干大きく、かつ大きさに幅があり、多角形のものもある。一方胴体の鱗は菱形で大きさがだいたい均一である。*Phosphorosaurus ponpetelegans* の 3D CG もそれを参考として体表の鱗を造形した (図 3, 図 4)。総排泄孔は、オオトカゲ科を参考に体の長軸に直行する向きにスリットを開けた (図 3E)。

*Platecarpus* の化石には生体の鼻孔と思われるスリットが骨の鼻孔の前半分くらいに観察されている (Lindgren *et al.*, 2010)。*Phosphorosaurus ponpetelegans* の鼻孔の大きさと位置についても、*Platecarpus* と同様な鼻孔を造形した (図 4A)。

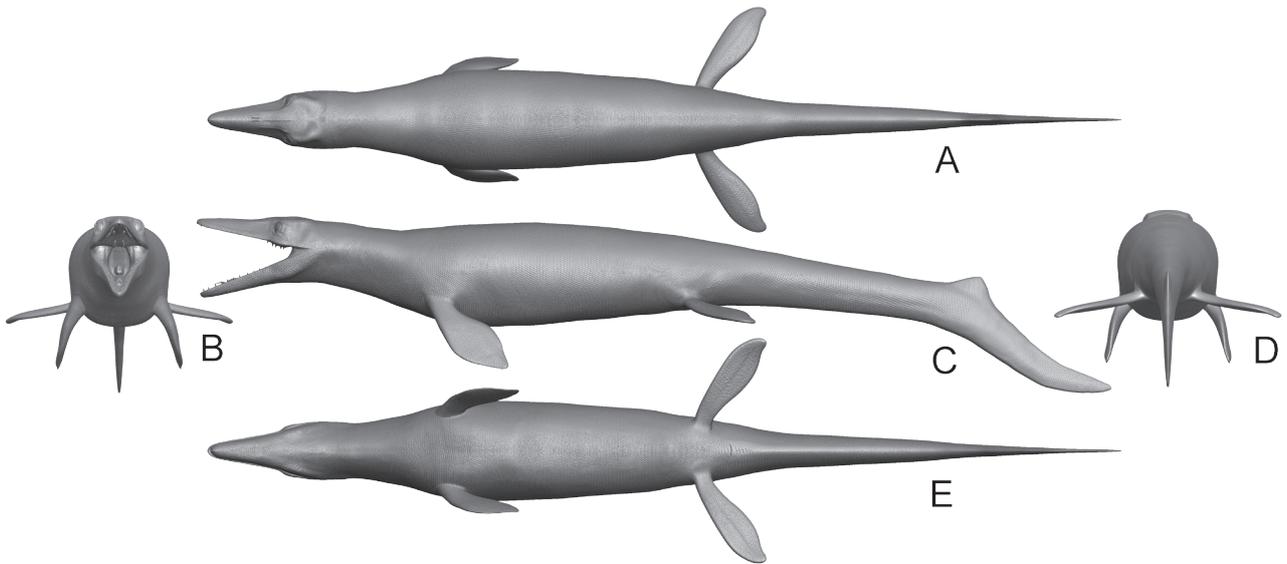


図 3. *Phosphorosaurus ponpetelegans* のプロポーション. A, 背面観. B, 前面観. C, 側面観. D, 後面観. E, 腹面観.  
Figure 3. Overall body reconstruction of *Phosphorosaurus ponpetelegans*. A, Dorsal view; B, Anterior view; C, Lateral view; D, Posterior view; E, Ventral view.

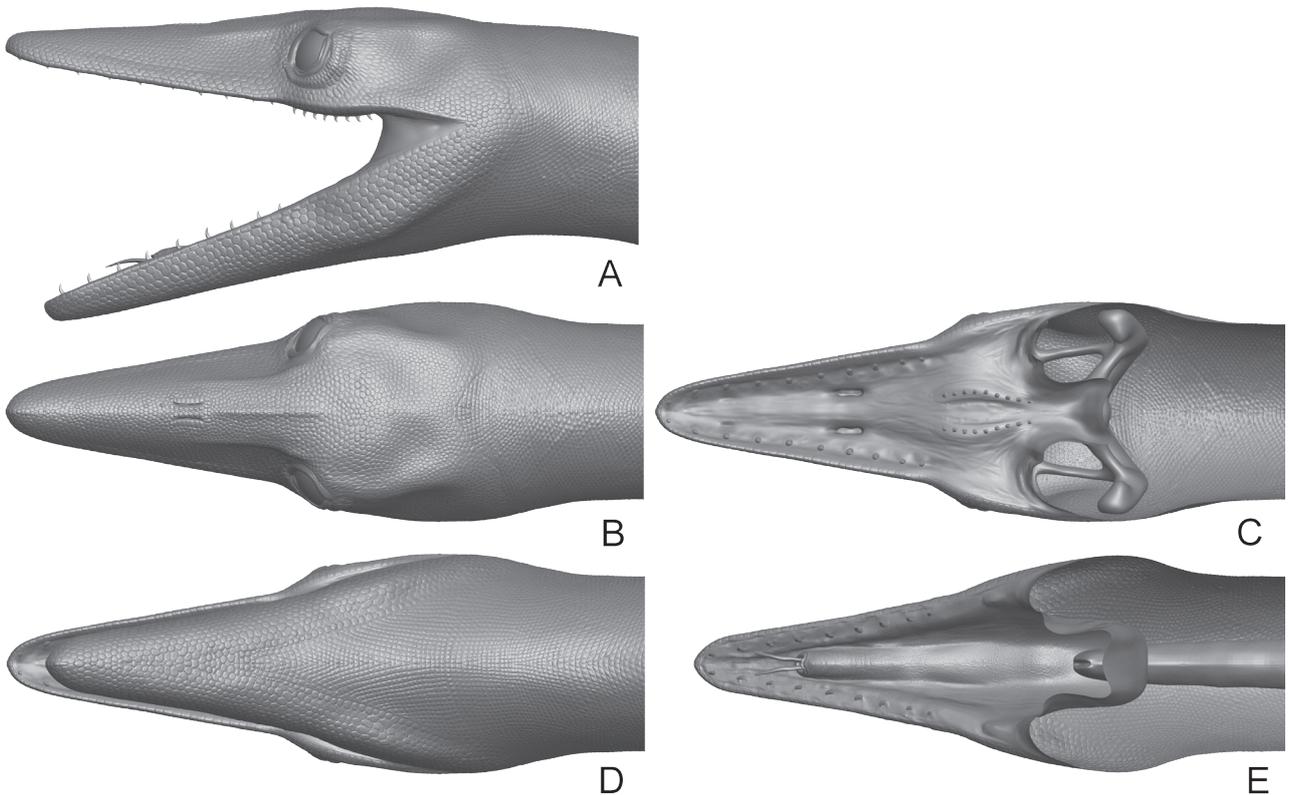


図 4. *Phosphorosaurus ponpetelegans* 頭部の生体復元. A, 頭部の側面観. B, 頭部の背面観. C, 口蓋観. D, 頭部の腹面観.  
E, 下顎の上面観.  
Figure 4. *Phosphorosaurus ponpetelegans* head life restoration. A, Head, lateral view; B, Head, dorsal view; C, Palatal view; D, Head, ventral view; E, Lower jaw, dorsal view.

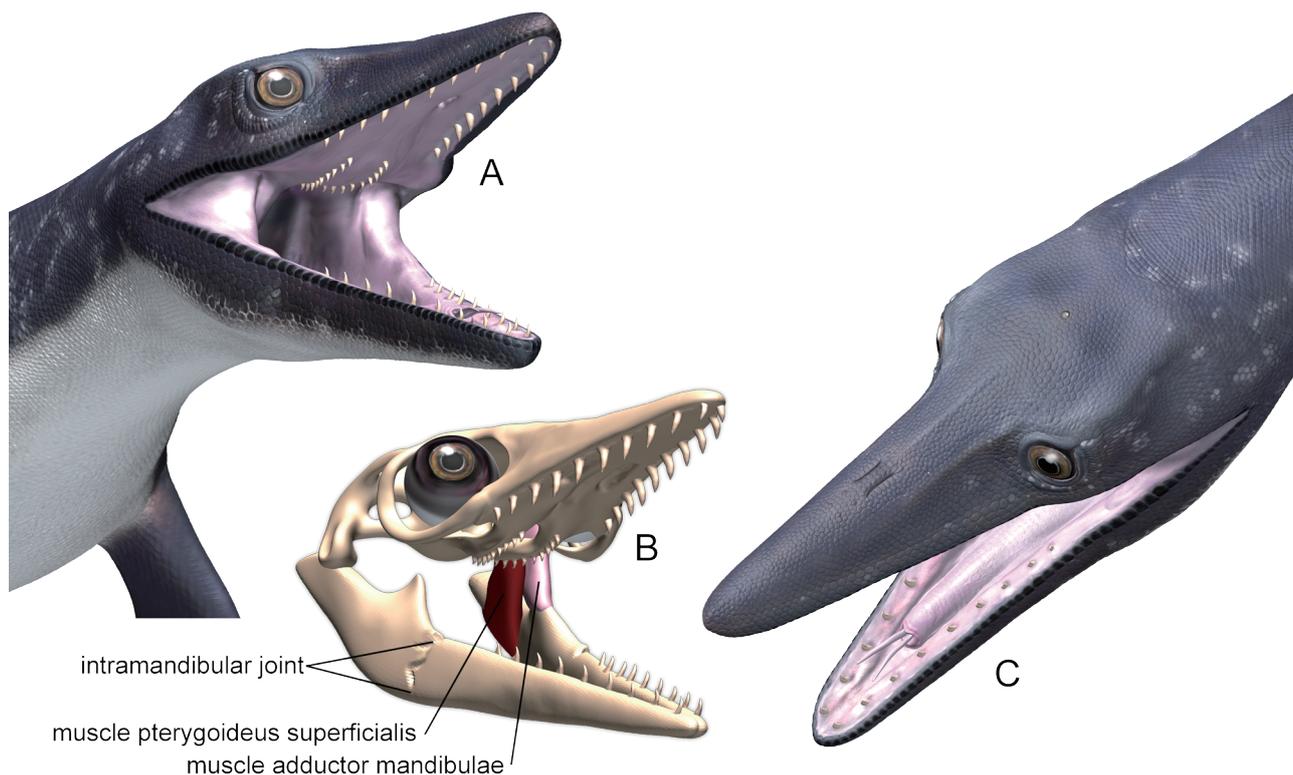


図 5. 咀嚼筋が復元された *Phosphorosaurus ponpetelegans* の頭部。A, 斜め前から見た生体復元された頭部。B, 斜め前から見た咀嚼筋と intramandibular joint。C, 生体復元された頭部の上面観。

**Figure 5.** Head restorations of *Phosphorosaurus ponpetelegans* with selected jaw adductor muscles. A, A life restoration of head in anterolateral view; B, Selected jaw adductor muscles and an intramandibular joint indicated on reconstructed skull; C, A life restoration of head in dorsal view.

ハリサウルス亜科においてヤコブソン器官の痕跡が観察できるほど保存の良い化石はこれまで発見されていない。しかし他のモササウルス科では対になった鋤骨の前部（前から5番目の歯槽の舌側）にヤコブソン器官の痕跡と考えられる穴が存在する。そこで、*Phosphorosaurus ponpetelegans* の口蓋の前から五番目の歯槽（前から三番目の歯）の舌側にヤコブソン器官を造形した（図4C）。

舌に関して、本復元では系統を反映してオオトカゲ科やヘビが持つ、先端部で二股に分かれ細長い形状にし、オオトカゲ科と同様に口腔底の前方部分の孔から出るようにした。口を閉じたとき、この出口のやや前方部分にヤコブソン器官が位置することになる。また、声門に関しては、オオトカゲ科を参考に口腔の奥に位置させた（図4E）。耳に関して、モササウルス科は水生適応の過程で鼓膜を失ったと考えられている。そこで、耳部分である方形骨の部分も周囲と同じような鱗で覆った復元にした（図4A）。

モササウルス科の復元画では、現生ワニのように唇を復元することなく、歯が常にむき出しに

なるように復元する例がしばしば見受けられるが、水棲陸棲に関係なく閉口時に唇で歯が隠される現生トカゲ・ヘビ類の形態を反映し、この *Phosphorosaurus ponpetelegans* の復元では、口を閉じると歯が見えなくなる程度の大きさの唇を造形した（図4A）。

*Phosphorosaurus ponpetelegans* (HMG-1528) の松果腺孔は大きい。よって生体の頭頂部に頭頂眼があったものと推定した（図4B, 図5C）。また、前頭骨の背側に強いキールがあるが、それを体表にも反映させた（図4B, 図5C）。

オオトカゲでは開口状態で、翼状骨の ectopterygoid process から下顎最後部の retroarticular process まで伸びて付着する muscle pterygoideus superficialis が、薄い口腔の皮を隔てて観察される。また upper temporal bar から coronoid に muscle adductor mandibulae (m. pseudotemporalis) の一部があり、これら二つの咀嚼筋は開口状態の *Phosphorosaurus ponpetelegans* でも当然観察されたであろう。よって復元した頭蓋にこれらの咀嚼筋を復元し、その形を意識しながら口腔を造形した

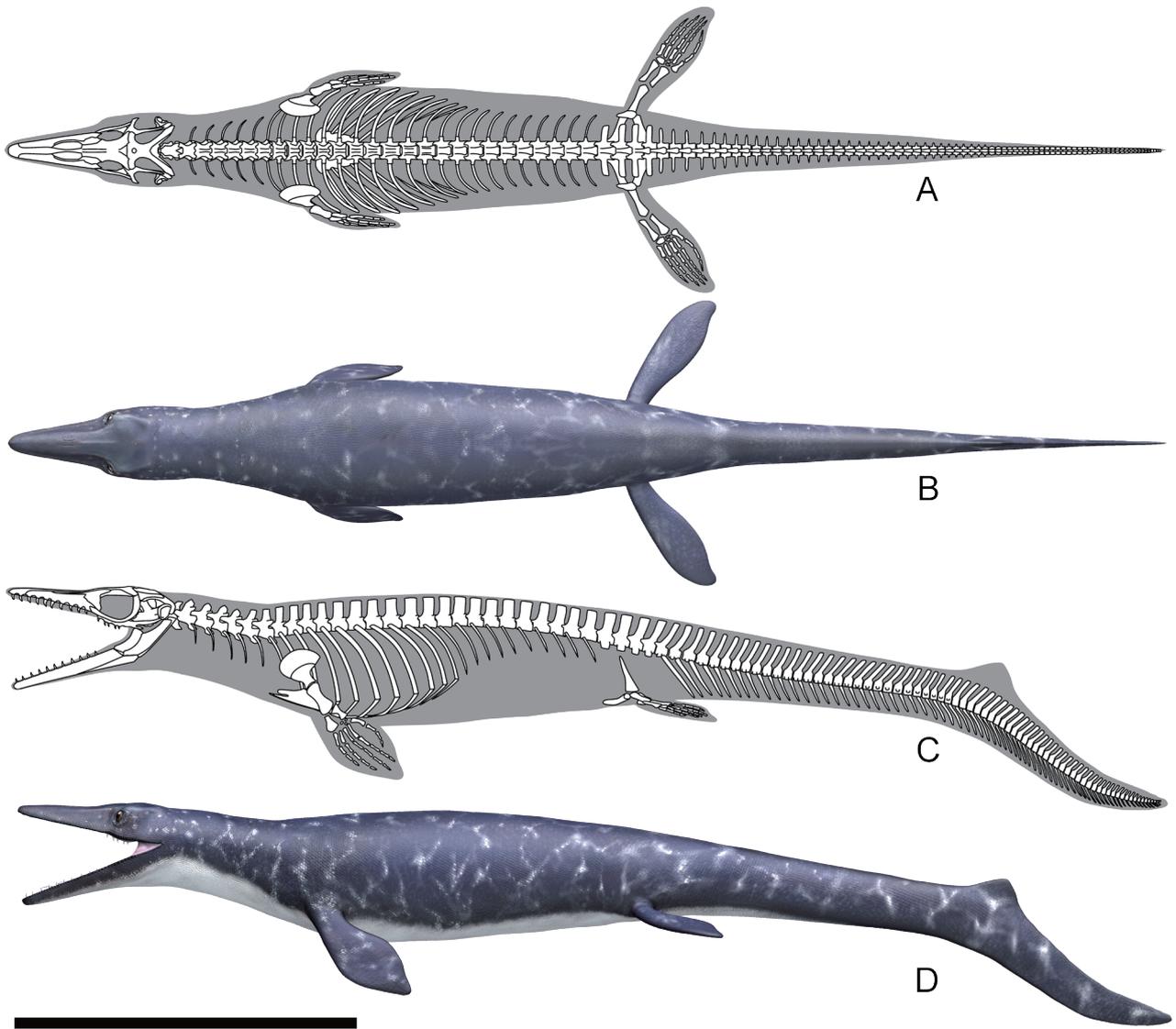


図 6. シーラカンス柄の *Phosphorosaurus ponpetelegans* と復元骨格. スケールバーは 1 m. A, 骨格の背面観. B, 生体の背面観. C, 骨格の側面観. D, 生体の側面観.

**Figure 6.** Reconstructed color pattern on life restoration of *Phosphorosaurus ponpetelegans* accompanied by skeletal restoration. Scale bar is 1 m. A, Restored skeleton in dorsal view; B, Life restoration in dorsal view (note dark coloration); C, Restored skeleton in lateral view; D, Life restoration in lateral view (note countershading).

(図 5A).

モササウルス科の下顎中央付近には intramandibular joint があり, 下顎を外側へ「く」の字に広げることが出来る. この関節の上部に位置する dentary と coronoid 間には隙間が生じ段差になっている. 生体でもそれが分かるように段差をつけて下顎を造形した (図 5B).

しばしばモササウルス類の復元画には, その体表にしわが見られる. しかし現生鯨類のように完全水生適した脊椎動物であるため, 本復元では皮膚のたるみによるしわは造形しなかった.

## VIII 体色

モササウルス科を含めた海生爬虫類の体色は黒かったとされているが (Lindgren *et al.*, 2014), 体表のすべてを分析したわけではない. そこで背側は黒っぽい体色, 腹側は白くし, カウンターシェーディングを適用したカラーリングを保ちつつ, これまでモササウルス類の復元画で目にしたことのないシーラカンス柄にした (図 5, 図 6). シーラカンス柄の採用は, *Phosphorosaurus ponpetelegans* が夜間の暗い海で活動していたと推測した Konishi *et al.* (2016) に基づいており, 同様に暗い海 (深海) に生息する生態から選ばれた.

## IX 骨格復元画

*Phosphorosaurus ponpetelegans* の背面観と側面観の骨格復元を、Adobe Illustrator で制作した。立体的な配置の把握が難しかった腰帯と後肢部分については、3D CG で骨格を制作した後にトレースするように描いた。各パーツの骨格は各生体のパーツと同じ様に考察した。すなわち、頭頸部は HMG-1528 をベースに他のハリサウルス亜科、前鱗の骨格要素は *Eonatator sternbergii* のホロタイプ (Wiman, 1920)、後鱗の骨格要素は *E. coellensis* のホロタイプ (Paramo-Fonseca, 2013) を参考にした。胴体の骨格要素は *E. sternbergii* と *E. coellensis* のホロタイプを参考にした。胴椎および尾の基部を構成する pygal vertebrae の数は、それぞれ *E. coellensis* と同じ 20 個と 4 個にした。Pygal vertebrae の後ろに続き血道弓を伴う尾椎は *E. sternbergii* のホロタイプでは約 72 個とされており、*P. ponpetelegans* では 70 個とした。腰帯と肩帯は *E. sternbergii* のホロタイプを参考にした。

## X 3D CG 制作日数

3D CG の制作は 2015 年 5 月 1 日から始まった。新村と小西のメールのやり取りで進められ、新村が造形していった際に生じた疑問を、一つ一つ小西が答える形式で制作した。頭蓋の造形は 5 月 9 日までかかり、そこから体を造形し始め、5 月 19 日には体の造形が終了した。色付けはほぼ 1 日で行った。

## XI 3D CG ソフトによる復元のメリット

復元画には、キャンバスに絵を描くようなアナログ的な手法や Adobe Photoshop などの 2D CG ソフトで描くデジタル的な手法があるが、近年 3D CG ソフトを使った 3 次元のデジタル的手法によって復元する例も増えてきた。この 3D CG ソフトを使った復元は、他の手法に比べ、古脊椎動物の復元やその後の利用においてメリットがある。

まず、一般的な古脊椎動物の復元では、化石として産出した骨格の歪みを取り除いた後に、皮膚などの軟組織を復元することで正確な復元にする。3D CG ソフトでは 3D スキャナやフォトグラメトリーなどによって得られた骨格の 3D モデルの歪みを取り除き、直接組み込んで復元できるた

め、3 次的に正確な復元に近づけることができる (新村ほか, 2016)。キャンバスに描く手法や 2D CG ソフトで描く 2 次的な方法で骨格を組み込む場合、標本の写真をベースにする、もしくは骨格を先に描いて生体を復元することになるが、そもそも標本の写真や絵は 3 次元ではないため、遠近感の補正も含め立体的に正確に生体を描き出すことは難しい。

次に、復元画の制作者がその動物の研究者とメールなどでやり取りをしながら、何度も修正を繰り返して制作することがあるが、その点でも 3D CG ソフトを使った復元画の制作は以下のメリットがある。① 3D CG ソフトによる 3D モデル修正は容易である。② 3D モデルは立体なので、真横や真上からも見て確認でき、監修作業が容易である (斜め前からのパースが効いた絵では、正確な監修は難しい)。

上記に加え、新たな 3D モデルの制作においても、3D CG ソフトを使った復元画の制作はメリットがある。例えば、すでに作った 3D モデルがあれば、プロポーションを若干変化させるだけで系統的に近い別種にすることもできる。さらに制作された 3D モデルの角度を変えてレンダリングすることで何パターンもの新たな絵を作り出せ、より短時間で標本に基づいた正確な復元画の制作が可能になる。

## 謝辞

むかわ町穂別博物館に所蔵されている *Phosphorosaurus ponpetelegans* ホロタイプの観察に際しては、同館学芸員の櫻井和彦氏と西村智弘氏に大変お世話になった。また、Konishi *et al.*, (2016) に掲載した *P. ponpetelegans* の復元画の制作には、両氏の他、福岡大学の田上響氏からもコメントをいただき、仕上げる事ができた。この場を借りてお礼申し上げる。

## 文献

- 芳賀靖彦 (編) 2017, 学研の図鑑 LIVE 古生物, 学研プラス, 東京, 228p.  
 Holmes, R. B. and Sues, H.-D., 2000, A partial skeleton of the basal mosasaur *Halisaurus platyspondylus* from the Severn Formation (Upper Cretaceous: Maastrichtian) of Maryland. *Journal of Paleontology*, 74, 309–316.  
 Konishi, T., Caldwell, M.W., Nishimura, T., Sakurai, K.,

- and Tanoue, K., 2016, A new halisaurine mosasaur (Squamata: Halisaurinae) from Japan: the first record in the western Pacific realm and the first documented insights into binocular vision in mosasaurs. *Journal of Systematic Palaeontology*, **14**, 809–839.
- Lindgren, J., Caldwell, M. W., Konishi, T. and Chiappe, L., 2010, Convergent evolution in aquatic tetrapods: insights from an exceptional fossil mosasaur. *PLoS ONE*, **5**, e11998.
- Lindgren, J., Sjøevall, P., Carney, R. M., Uvdal, P., Gren, J. A., Dyke, G., Pagh, B., Shawkey, M. D., Barnes, K. R., and Polcyn, M. J., 2014. Skin pigmentation provides evidence of convergent melanism in extinct marine reptiles. *Nature*, doi:10.1038/nature12899.
- Paramo-Fonseca, M. E., 2013, *Eonatator coellensis* nov. sp. (Squamata: Mosasauridae), nueva especie del Cretacico Superior de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Fisicas y Naturales*, **37**, 499–518.
- 新村龍也・田中嘉寛・甲能直樹・山田一考・佐々木基樹, 2016, 北海道産鰭脚類化石のデジタル生体復元—フォトグラメトリーおよび3D CGソフトによる制作—。化石, **99**, 95–92.
- 土屋 健, 2017a, 理系に育てる基礎のキソ 進化のお話 365 日。技術評論社, 東京, 400p.
- 土屋 健, 2017b, 生物ミステリー PRO 生命史図譜, 技術評論社, 東京, 216p.
- Wiman, C., 1920, Some reptiles from the Niobrara Group in Kansas. *Bulletin of the Geological Institute of Upsala*, **18**, 9–18.

Tatsuya Shinmura and Takuya Konishi, 2018, Life and skeletal reconstructions of a mosasaur *Phosphorosaurus* using a three-dimensional computer graphics (3D CG) software: a highly promising reconstruction technique for fossil vertebrates. *The Bulletin of the Hobetsu Museum*, **33**, 33–40.

新村龍也・小西卓哉, 2018, *Phosphorosaurus* の3D CGによる生体復元と骨格復元の制作—3D CGソフトによる古脊椎動物復元の有効性と将来性—。むかわ町穂別博物館研究報告, **33**号, 33–40.

(要 旨)

2015年(冊子体出版は翌年)に, 日本から最初のハリサウルス亜科が報告され, *Phosphorosaurus ponpetelegans* と命名された。論文には, この新しいモササウルス類の分類群の復元画が掲載された。この復元画は, 前もって作られた3Dモデルから作られており, この3Dモデル自体はハリサウルス亜科の様々な標本に基づいている。すなわち, 頭蓋は極めてよく保存された *P. ponpetelegans* のホロタイプをベースにしつつ, 足りない部位を同種が属するハリサウルス亜科の他の化石標本を参考に復元した。一方, このホロタイプは頭部より後ろの骨格がほとんど残されていないため, *P. ponpetelegans* の体のプロポーシオンは, 同亜科に属する *Eonatator coellensis* および *E. sternbergii* の全身骨格標本を参考にした。また現在までにハリサウルス亜科で軟組織まで残された標本は無いため, 体の鱗と眼球のサイズはプリオプラテカルプス亜科の *Platecarpus* を参考にした。他の軟組織は, オオトカゲ (*Varanus*) を参考にした。体表の模様は, *P. ponpetelegans* が夜の暗い海に生息していたという Konishi *et al.* (2016) の推察に基づき, 同様に暗い深海に生息するシーラカンスの体色パターンが選ばれた。

一般的に化石動物の復元が行われる際には, 立体的な化石標本をベースにすることが望ましい。また, その復元画の監修作業においては, 側面図のみならず背面図や腹面図を含むマルチアングルから行なわれることが望まれ, 3D CGソフトを用いた復元では, あらゆる角度からの画像を容易に作成し監修者に提供できるという利点が存在する。今後, 2Dでの伝統的な復元に加えて, 化石動物復元への3D CGソフトの更なる活用が期待される。