

第152回化石研究会例会講演要旨

(2019年11月2日(土), 兵庫県立人と自然の博物館大セミナー室にて開催)

シンポジウム

「パレオアートと博物館」

講演 1

博物館展示における復元画の役割

小田 隆 (大阪芸術大学教養課程准教授,
STUDIO D'ARTE CORVO)

古生物とは絶滅してしまった生物の総称で、現在、その生きた姿を見ることはできない。まれに「生きた化石」として存在するものもあるが、多くの場合、全く変わらずその姿のままということはない。通常、古生物は化石として博物館に展示される。それは断片的であったり、骨だけであったり、生きた姿を想像することは、専門家であっても容易ではない。

解説文によって、それらの生物の姿を説明することはできるが、視覚的に再現された復元画のほうがよりリアリティを持つことが可能となる。しかし、復元画にも大きな問題がある。化石証拠として見つかった部分だけでは、その世界の全貌を描くことは不可能なことである。化石が伝える情報は、極めて断片的で限定的なものであり、脊椎動物の場合であれば、骨格の一部から筋肉、脂肪、内臓、皮膚に至るまで、想像に頼る領域が非常に広がってしまう。

さらに生息環境まで含めると、わからないパズルのピースは膨大なものになる。復元画を描くのに必要な情報のほとんどは、視覚化できないといっても過言で

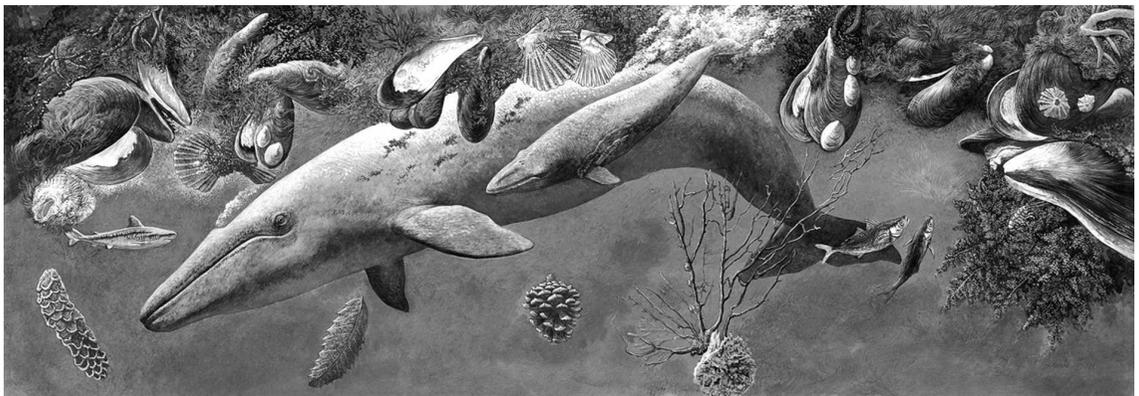
はない。そんなときに助けになるのが、複数の研究者とのプロジェクトである。失われた世界を復元するのに、一人の研究者、一人のアーティストだけでは心もとない。それぞれの研究領域、得意分野を生かして、失われたパズルのピースをできるかぎり埋めていくプロセスが重要となる。アーティストも可能なかぎり研究者の言葉に耳を傾け、具体的な視覚情報となるように世界を構築していく。ラフスケッチの段階ではおぼろげだったものが、より精度の高い表現へと移行していく過程で、研究者が新しく気づき、情報の精度が高まっていくこともしばしばある。そういったとき、アーティストは修正の労を厭うことなく、真摯に向き合っていく姿勢が要求される。新しく発見された化石標本の復元画を描く最大の喜びは、世界で最初に復元された世界を、研究者とともに見ることができることである。今回は、具体的な復元画制作のプロセスを、複数の具体的な事例をあげながら説明していきたい。

講演 2

復元模型における様々なアプローチ・手法・見せ方

徳川広和 (株式会社 ActoW)

「古生物復元模型製作」と一口に言っても、その工程・作業内容は多岐に亘り、またその作業工程は題材となる古生物毎によっても違いがあり、それはその化石の発見部位や標本の状態、研究の進展状況、作品の



使用目的等、様々な要因に起因する。本発表では、2つの哺乳類復元模型、ダーウィニウス（京都大学総合博物館所蔵）とザイサンアミノドン（兵庫県立人と自然の博物館所蔵）を主に取り上げ、その作業を比較する。

1. ダーウィニウス *Darwinius masillae*（曲鼻猿亜目・アビダス科）の場合

監修は高井正成氏（京都大学霊長類研究所）。模型サイズは実物大（尻尾を含めて全長約55cm）。元となる標本はドイツ・メッセル産で、平面的ではあるが全身が関節した状態で保存されている。そのため全身のプロポーションの確認は容易であるが、頭骨を主に立体的な形状の把握が難しい部位が多い。その点は3DCGによる全身骨格復元が試みられていたため（*）、それを元にしつつ同じアビダス科のノタルクトゥス等も参考にした。体色は現生の原猿類や樹上性哺乳類を参考に、加えて模型設置場所の照明も考慮して決定した。

2. ザイサンアミノドン *Zaisanamyndon cf. protheroi*（奇蹄目・アミノドン科）の場合

監修は三枝春生氏（兵庫県立人と自然の博物館博物館）。模型サイズは全長約55cm、縮尺約1/6。兵庫県神戸市で産出した標本を主な参考とした。産出部位は下顎や肋骨、肩甲骨等と部分的であるが、立体的に保存されている。全身像は近縁のアミノドン、メタミノドンを元にしたが、神戸市産標本からの情報を盛り込み表現出来る方法を検討した結果、下顎の状態が良い標本である事を踏まえ、犬歯・臼歯が見える開口状態で製作した。

以上の2つの模型は、題材の違いに加えて、模型縮尺、元となる標本の状態の点に於いても対照的である。そのため造形作業はもちろんだが、造形作業に入る前の復元の考察の作業においても様々な違いがあった。一方で共通な点の一つが「歯」の表現への注力である。ダーウィニウスは歯より年齢が推定されているため、歯の再現は研究成果と標本の状態を表現出来る重要な部分である。ザイサンアミノドンでは、歯は模型完成後には見え難くなる部分ではあったが敢えて再現し、産出標本の状態のアピールとした。このように哺乳類の復元の中だけでも大きな違いが見られるという事は、他の生物群まで見れば、古生物復元作業の多様さが想像出来るであろう。

古生物復元模型の目的である「復元像の提示」の点では、研究成果をどこまで作品に内包出来るか、表現出来るが重要であろう。そのため「作品」としての魅力は作家の力量にゆだねられる部分ではあるが、「復

元」としての精度、情報量、そしてその価値を担保・評価出来るのは研究者のみである、と言える。またそうして製作された作品は、研究と一般をつなぐツールとしての役割をより強く担えようと考えられる。

（*）「ザ・リンク」コリン・タッジ著掲載

講演3

化石から体色は復元できるのか？ 現生と化石爬虫類の色素を比較する

栗山武夫（兵庫県立大学 自然・環境科学研究所）

2010年代から鳥類の祖先である獣脚類から色素の一種であるメラニン顆粒が同定され、それを皮切りに保存状態の良い化石種の体色復元が進んでいる。本講演では鳥類を含む爬虫類の現生種の体色の作り方と化石種の体色復元を比較し、爬虫類の発色メカニズムの進化について議論したい。

爬虫類は脊椎動物の進化を考えるうえで重要な分類群であるが、生物学の中ではゼブラフィッシュやアフリカツメガエル、ニワトリ、マウスといった確固たるモデル生物が存在しない。そのため、体色を作る色素細胞の研究も他の分類群と比較して少なく、解明が最も遅れているグループであると言える。一方、カラフルなカメレオンをはじめとして、ストライプからジグザグ模様といった多様なパターンがあるヘビ類などを対象にした生態学的な機能に関する研究は多い。講演では、今まで取り組んできた爬虫類の体色の生態学的な機能と、それを達成する色素細胞の構成や形成過程に関して、現生種のみならず、絶滅種を含めて紹介したい。

はじめに、カナヘビ類の緑色と茶色の体色に関する研究を紹介する。緑色と茶色は隠蔽的な体色として様々な動物でみられ、種内や近縁種間で繰り返し進化した形質である。しかし、これらの色彩パターンがどのような色素細胞の構成により生み出され、繰り返し進化しているかは明らかにされていない。そこで、茶色から緑色が複数回進化したと考えられる東アジアのカナヘビ属を対象に、皮膚の組織学的な観察を行い、茶色から緑色への変化を引き起こした色素細胞のメカニズムを明らかにした。色素細胞の種類構成と階層構造は、茶色と緑色の皮膚で違いはなく、4種類の色素細胞が表皮側から順に表皮性黒色素胞、黄色素胞、虹色素胞、黒色素胞となっていた。しかし、光の干渉で構造色を作る虹色素胞の反射小板の厚みが、緑色が茶色よりも薄いことが明らかになり、この違いが茶色から緑色の体色を繰り返し出現させた至近要因であると

考えられた。

次に、トカゲの尾の色に関する研究を紹介する。トカゲは捕食者から襲われたときに、再生可能な尾を切って逃げる。複数の系統で青い尾をもつ種が出現しており、より捕食者の注意を引き付けるために、胴体よりも派手な青色を進化させたからだと考えられている。対象とした伊豆諸島と伊豆半島に生息するオカダトカゲは集団ごとに尾部の色が異なり、その違いは同所的に生息する捕食者の色覚の違いに対応し、ヘビ・イタチには目立つ青色を、色覚が最も発達した鳥類には目立たない茶色に適應してきた結果であることが考えられた。また、尾の茶色・緑色・青色は皮膚にある3種類の色素細胞（黄色素胞・虹色素胞・黒色素胞）の組合せで作られ、反射小板の厚さの異なる虹色素胞と黄色素胞の出現位置が体軸にそって前後に移動することで尾の茶色・緑色・青色の割合が変化していた。

絶滅種では皮膚の保存時状態が良い約5千万年前のウミガメ類と約2億年前のイクチオサウルスの化石よりメラニン色素を同定し、現生のウミガメ類やイルカ類と同様、背面が黒く、腹面が白という、カウンターシェーディングの機能を有している可能性を示唆した事例も紹介したい。

講演 4

古植物学の目線で古脊椎動物の復元画を見る意味

山田敏弘（大阪市立大学理学部附属植物園）

復元画は、古生物が生きていた頃の姿を想像するための有力なツールであり、博物館の展示やテレビ等で放送される動画など、広く研究成果の普及に用いられている。普及に用いられる復元画では、多くの場合、主人公となる古生物のほか、その古生物の生活の場も背景として描かれる。当然、復元画は描かれる対象となる古生物の観察結果に基づいて描かれ、主人公の復元には細心の注意が払われる。しかし、背景の復元は、ともすると疎かになりがちである。不注意な復元画は、主人公の生き様を台無しにしてしまうだけでなく、見学者に誤った地史感を植え付けてしまう。近年、市民の興味を引くコンテンツとして、恐竜に関する復元画が多く作成されるようになった。その中で植物は「頻出の背景」である。

恐竜の復元画を作成する上で最も注意すべきなのは、被子植物の“写り込み”である。被子植物は遅くとも前期白亜紀までに出現し、白亜紀中頃に適応放散した。また、日本においては、パレミアン期後半以降

に出現した。従って、特に日本産の前期白亜紀の恐竜を描く場合、背景に被子植物を用いるのは避けた方がよい。また、前期白亜紀の被子植物は全体像が分からない種がほとんどである点も注意が必要だろう。シダ類も恐竜復元画の背景に頻出だが、「どのようなシダ類が生育可能な環境だったのか？」は、精査が必要である。例えば、ヘゴ科やタカワラビ科のような木生シダ類は、基本的に湿った環境を好み、赤色岩相が発達するような場所には生育しなかった。一方でウラジオ科のシダ類は比較的乾燥した気候にも生育できた。裸子植物として、しばしばナンヨウスギ科の針葉樹が描かれることがあるが、本科も乾燥した気候に生育することが多いため、生息地の気候との整合性を確認しなければならない。意外に知られていないが、マツ属やトウヒ属など現生する針葉樹の属の多くは、前期白亜紀には出現していた。従って、既視感はあるが、これら身近な針葉樹は白亜紀の復元画の背景に使いやすい植物である。

本講演では、以上のような古植物学的背景を踏まえ、実際に公開されてしまった事例を紹介しつつ、その問題点や改善点を指摘したい。また、古植物学的事実を加味して作成された復元画についても紹介したい。

講演 5

博物館におけるデジタル3D技術を活用したパレオアートの展開

新村龍也（足寄動物化石博物館）

近年、安価な高スペックPCや使い易い3D CGソフトの普及によって、古生物が3Dモデルとして復元される例も多くなってきた。このデジタル3D技術を活用することは、古生物の復元や博物館にとってメリットが多い。

I. 正確な復元を目指すためのメリット

- ① フォトグラメトリーや、CTによって得られた骨格の3Dモデルを埋め込むことができる。
- ② 3Dモデルは様々なアングルから確認できるため、正確なプロポジションにしやすい。

II. 3Dモデル活用のためのメリット

- ① ポーズやアングル変更が容易なため、いったん古生物の3Dモデルが完成すれば、復元画を無限に制作できる。
- ② プロポジション等を変えることが簡単なため、近縁別種の制作が容易である。

- ③ 3Dプリンタでの出力が可能である。

Ⅲ. 博物館でデジタル3D技術を活用するメリット

- ① 博物館には3Dモデルにして使用できる骨格・剥製がある。
② 博物館資料を博物館で使う分には所有権の問題が生じづらい。

上記のメリットで、足寄動物化石博物館はどのような活動が可能になっているか？

- ① すぐさまその場に応じた絵を仕上げることで、急な展示制作ができる。
② 復元画を貸し出し、提供元を表記してもらうことで、館の宣伝ができる。
③ 3Dプリントした縮小模型のレプリカづくりやグッズ制作ができる。
④ インターネットを経由したやり取りで作業が進むため、デジタル3D技術を活用して、他館所蔵の化石の復元等、新しい博博連携ができる。

会誌52巻第2号講演抄録の訂正

前号に掲載しました「第37回（通算第151回）化石研究会総会・学術大会講演抄録（2019年7月20日（土）・21日（日）、埼玉県立自然の博物館にて開催）」に誤りがありました。申し訳ございませんでした。以下の通り訂正いたします。

- 1) 82頁22行目「個人講演（口頭発表4）イルカの歯周構造とその機能的意義の検討。小寺 稜（鶴見大学歯学部解剖）・井上孝二（鶴見大学歯学部電顕室）・植草康浩（医療法人千秋双葉会）・小寺春人」を「個人講演（口頭発表5）」に訂正。この前に、欠落していた、下に示す「個人講演（口頭発表4）」を追加。
2) 84頁左2行目「（清水ほか 2002）と最近は安中層群富岡層群庭谷層」を「清水ほか 2002）と安中層群庭谷層」に訂正。

個人講演（口頭発表4）

長鼻類の歯冠セメント質 —エナメルセメント境の形態—

鈴木久仁博（日本大学松戸歯学部）
平山達也（日本大学松戸歯学部）
国府田良樹（神栖市歴史民俗資料館）

歯冠セメント質は草食動物の臼歯で発達し、古くから研究されてきた。中でも現生長鼻類とウマの歯冠セメント質のエナメルセメント境（CEJ）は他の草食動物と異なって不規則な陥凹を示すことが特徴とされる。化石長鼻類についてはナウマンゾウをはじめとしてエレファス科のケナガマンモス、メリジオナリスゾウ、ステゴドン科のトウヨウゾウ、エレファントイデスゾウ、アカシゾウ、スギヤマゾウ、パラステゴドンでCEJの顕著な凹凸が報告されている。

CEJの陥凹はエナメル質の吸収がその要因とされていたが、長鼻類の湾入した形態の要因にはエナメル質の形成障害が加わるという見解が提出され、特にナウマンゾウを含むエレファス科では咬板間の結合組織による形成障害がCEJの陥凹の主要な要因であるとされた。これは長鼻類の臼歯エナメル質がエレファス段階で薄くなることの説明ともなった。この仮説は組織構造（歯冠セメント質）の発達とその形成要因の変換

を長鼻類の系統発生（ステゴドン段階からエレファス段階）に結びつける試みといえる。この見解は「日本及び周辺地域の長鼻類化石の地質学的・古生物学的研究」（文部省科学 研究費補助金・総合研究、1983-1984年度）の成果（1984年、1985年）として導き出され、1985年の化石研究会会誌・特別号2号「長鼻類の研究」にまとめられ、1991年の「日本の長鼻類化石」（亀井節夫編、築地書館）に引継がれた。2005年の化石研究会会誌 第38巻第2号は「日本の長鼻類化石の研究はどこまで進んだか」を特集したが、セメント質に関する新たな記述はなく定説化した感があった。

しかし、エナメル質形成障害（形成不全）はエナメル質の減形成や石灰化不全を生じるため強固な結合を必要とするセメント質との嵌合を保てるのか、という疑問が生じた。今回、第19次野尻湖発掘（2012年）で産出したナウマンゾウ臼歯から新たな試料を作製してセメント質およびCEJの形態を光学顕微鏡と電子顕微鏡によって精査した結果、ナウマンゾウのエナメル質は正常に作られておりCEJの複雑な陥凹の主要な要因はエナメル質の吸収であることが明らかになった。さらにこれまでエナメル質の形成障害（吸収ではない）の証拠とする文献中の組織像を再検討したが、形成障害を確実に示す像は得られていなかった。進化過程を組織構造の変化から探る試みは重要であるが、より慎重な観察と分析が必要である。