

# CGによるデボン紀魚類・コッコステウスの透明骨格標本再現

Visualizing Transparent Specimens of Paleozoic Fish *Coccosteus* by Using C.G.

1W130096-6 大須賀 優太

OSUGA Yuta

指導教員 坂井 滋和 教授

Prof. SAKAI Shigekazu

概要：透明骨格標本とは、生物の肉体を透明化し骨格部分のみを染色する骨格標本の一種である。骨格の立体的な位置情報が失われず、また、軟骨部分と硬骨部分の染め分けが可能で、近年ではその見た目の美しさから芸術品やインテリアとしても人気がある。透明骨格標本は大きい生物や既に絶滅した生物では作ることができない。本制作では、実際には絶滅して作製できないデボン紀の魚・コッコステウスの透明骨格標本を、CGを用いることで再現している。CGソフトはCINEMA 4D(R17)を使用し、化石や資料を元にモデリングを行う。その後、透明骨格標本のように硬骨は赤く、軟骨は青く色付けしていく。絶滅した魚類を透明骨格標本として再現することは、魚類が軟骨主体から硬骨主体へと進化していく過程において、その種の位置づけが視覚的に分かりやすくなるという意義がある。

キーワード：透明骨格標本、板皮類、CG、軟骨

Keywords : Transparent Specimens, placoderms, CG, cartilage

## 1. はじめに

透明骨格標本は、肉体を透明化し骨格のみを染色することで、立体的な位置情報を損なうことなく骨格の観察を可能とする骨格標本の手法である。硬骨が赤く、軟骨が青く染色されるため、一目で硬骨部分と軟骨部分を見分けることができる。近年では、その見た目の美しさから芸術品やインテリアとしても人気がある。図1はキンギョの透明骨格標本の例である。



図1. キンギョの透明骨格標本

本制作では、既に絶滅してしまっていて実際には作製できない板皮類・コッコステウスの透明骨格標本をCGによって再現する。絶滅した魚類を透明骨格標本として再現することは、魚類が軟骨主体から硬骨主体へと進化していく過程において、その種の位置づけが視覚的に分かりやすくなるという意義がある。板皮類とは、デボン紀に栄えた魚類のグループであり、頭部と胴の前半部が硬い外骨格で覆われているのが最大の特徴であったが、ミシシッピ紀までには完全に絶滅した。コッコステウスは、実物の化石が国立科学博物館にも保存されており、比較的骨格構造が正確に残っているため、CGによる再現に必要な情報が得やすい。そのため、本種を対象に化石と資料を元にして透明骨格標本のCG再現を行う。3DCGソフトはCINEMA 4D (R17) を使用する。

## 2. 制作方法

コッコステウスの骨格の再現は、化石や資料を元にしてCINEMA 4D上でCGのモデリングをすることで行う。図2は、国立科学博物館に展示されているコッコステウスの化石を撮影したものである。基本的にはこの化石に形に沿うように手作業でモデリングをしていく。モデリング後、マテリアル設定により色付けや質感の付与を行う。



図2. コッコステウスの全身化石 (国立科学博物館)

## 3. CG制作

### 3.1 モデリング

図2の化石の画像をCINEMA 4D上に表示し、化石の形に沿うようにモデリングをしていく。頭と胴の前半部を覆う外骨格（頭甲、胴甲）はサブディビジョンサーフェスを利用してモデリングする。背骨は一对の突起を作り、左右に並べながら微調整する。骨格のモデリングが終わったら、肉体部分のモデリングを行う。肉体部分の鰭の位置や形などは、Trinajstic (2015) <sup>[1]</sup>の再現図を参考にしている。

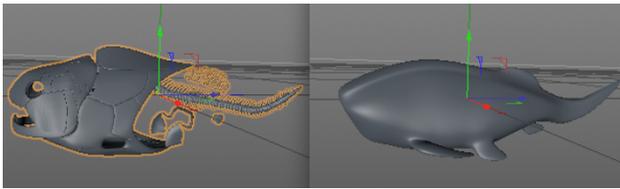


図3.1. モデリング (左: 骨格 右: 肉体)

### 3.2 色付け

松井 (2006) <sup>[2]</sup>によると、頭甲と胴甲は硬骨性の外骨格である。透明骨格標本では、硬骨性の骨は赤紫色に染色されるため、CG 上で頭甲・胴甲部分を赤紫色に設定する。佐藤 (2012) <sup>[3]</sup>によると、板皮類の内骨格は軟骨で構成されている。透明骨格標本において軟骨部分は青色に染色されるため、CG 上で内骨格 (背骨、背鰭、その他の骨) を青色に設定する。また、骨格以外の軟組織 (肉体部分) は透明骨格標本では透明化されるため、CG 上でも透明になるようにマテリアルを設定する。

### 3.3 テクスチャマッピング

次に、頭甲と胴甲部にテクスチャマッピングで質感を加える。図3.2 (a) は、カナダ・ケベックで見つかった板皮類の頭甲・胴甲の化石である。図3.2 (a) から分かるように、板皮類の頭甲・胴甲には小さな突起が無数にあり、ざらざらとした質感を持っていたと思われる。この図を参考に、CINEMA 4Dのバンプ機能でノイズのテクスチャを頭甲・胴甲に付与したのが図3.2 (b) である。ノイズはCINEMA 4D内の「Voronoi 3」を利用している。

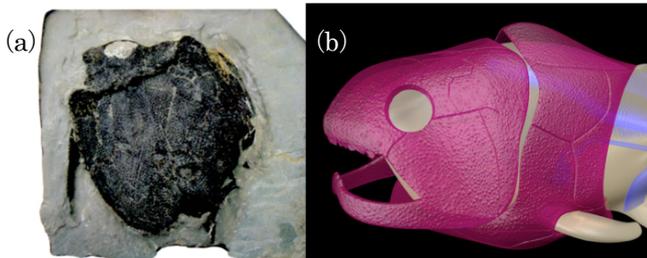


図3.2. 板皮類の頭部化石 (a) と質感付与したCG (b)  
(a): 今木明・河本新「今を生きる古代型魚類 その不思議なサカナの世界」<sup>[4]</sup>より引用)

## 4. 完成 CG

完成したCGを図4に示す。



図4. コッコステウスの透明骨格標本再現

完成したCGより、硬い外骨格で囲まれた体の前半分と対照的に尾側は無防備であり軟骨性の背骨が尾の先まで伸びていることが分かる。また、上から見ると頭甲と胴甲の間にわずかな隙間があり、頭部はある程度可動性があったことがうかがえる。

## 5. まとめ

本制作では、CGを使うことで、すでに絶滅した板皮類・コッコステウスの透明骨格標本をある程度再現することができた。透明骨格標本として再現することで、軟骨部分と硬骨部分が一目で分かるようになった。一方、化石に残っていない情報は反映できていない。例えば、頭甲と胴甲に覆われていない肉体部分の厚みなどは想像の域を出ない。今回のコッコステウスの化石は軟骨部分が残っていたが、そもそも軟骨を含む軟組織は化石上に残りにくいため、まだ発見されていない骨格がある可能性もある。また、今回化石に合わせて体形をモデリングしたが、その化石の形も長年の圧力によって変形している可能性も考えられる。今後の課題としては、肉体の透明部分の屈折率を本物の透明骨格標本と近い値に設定することで、よりリアルな透明骨格標本のように再現できるだろうと思われる。また、今回は板皮類の骨格を再現したが、同様に絶滅した魚類のグループである無顎類、棘魚類なども透明骨格標本として再現すれば、比較することでより骨格の進化の様子が分かるだろう。

現存する種であっても透明骨格標本を作れない種は多い。透明骨格標本を実際に作るにはサイズによる制限があるが、CGを使うことで体の大きな哺乳類などでも透明骨格標本として観察することが可能となる。さらに、CGは保存の面でも適している。実際の透明骨格標本は経年劣化が避けられないが、CGはデータであるため劣化しない。複製も容易なため、CGによる骨格標本は教育の現場などでも骨格観察の手段として有効なものとなり得るだろう。

## 参考文献

- [1] Trinajstić et al. (2015), “Pelvic and reproductive structures in placoderms (stem gnathostomes)”, *Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society*, vol.90, pp.467-501
- [2] 松井正文 (2006), 『脊椎動物の多様性と系統』, 岩槻邦男・馬渡峻輔監修, pp.67-73, 裳華房
- [3] 佐藤正純 (2012), 「魚が陸上を歩くまで」, <<https://panmsato-1.jimdo.com/>>, 2017年1月26日アクセス
- [4] 今木明・河本新 (2008), 『今を生きる古代型魚類 その不思議なサカナの世界』, 淡輪俊・多紀保彦監修, pp.45-46, 東京農業大学出版界