

令和元年6月26日現在

機関番号：34523

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K00731

研究課題名(和文) 地域博物館の有する骨格標本を3Dプリンターを用いて活用する手法の開発と実践

研究課題名(英文) Development and practice of a method to use skeletal specimens owned by the natural history museum with a 3D printer

研究代表者

吉田 雅則 (Yoshida, Masanori)

神戸芸術工科大学・芸術工学部・准教授

研究者番号：90589954

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究においては美術・デザイン系大学の取り組みとして、地域の自然史博物館や動物園資料館に収蔵されている骨格標本のデジタルデータ化と3Dプリンターを用いたレプリカ制作、及びそれらを展示、教育目的として活用する一連の試みを実践した。館外への持ち出しが難しい貴重な標本については、撮影条件を整えるのが困難な出張先においても成功率を高めるノウハウも確立した。多くの展示・発表の機会も創出し、「動物のからだ展」では9日間で2700名の動員を得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の成果の集大成として「動物のからだ展」を企画し、動物のからだの機能や構造的な美しさ、論理性に関心を持つ人々に実物の形に触れ、観察する機会を提供した。展示においては哺乳類の前肢等倍レプリカと共に、哺乳類の前肢をヒトの大人サイズに統一して出力した模型の展示も行った。これにより平面の概念図だけでは理解が難しい相同器官の概念、機能を立体的に理解する手助けとなる。こうした教育目的の活用やアーティスト、デザイナーに向け美術解剖学的な視点によるレクチャーを行うなど、アートとサイエンスの協力関係を深め、両方の分野に向けて波及的効果を及ぼすという意義がある。

研究成果の概要(英文)：In this research, As a study of art design university, We did digitalization of skeletal specimens and replica production using 3D printer. The replicas were produced using skeletal specimens stored in the museum of natural history and the zoo's museum, and those collected by ourselves. It is very difficult to acquire data of valuable samples that are difficult to take out outside because it is difficult to set up the imaging conditions. We have also established a way to increase the success rate of data acquisition under such difficult shooting conditions. Performed many exhibits and presentations using the replicas created in this study. At the "Animal Body Exhibition", 2,700 people were mobilized on the 9th.

研究分野：美術解剖学、ラピッドプロトタイピング、コンピューターグラフィックス

キーワード：美術解剖学 動物館 ラピッドプロトタイピング コンピューターグラフィックス 3Dプリンター 自然史博物館

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

自然史系の博物館には多くの自然史標本が収蔵されている。博物館は研究者に向けそうした資料の収集や蓄積、管理を行うこと自体も重要な目的であるが、研究者以外の一般の人たちがその恩恵に与る機会は限られている。本研究でテーマとした哺乳類の骨格標本についても同様であり、部位ごとのバラバラに袋に収められた骨格標本からはその動物の生前の姿や全体像を知ることが難しい。また、貴重な標本の劣化を防ぐ意味やコスト面から鑑みても直接型をとり複製や組み立てを行うハードルも高い。

本研究の開始時点では本邦の自然史系博物館においてフォトグラメトリーによるデジタルデータ化がどれだけ進められているか、資料も数少ない状況であった。コンピューターグラフィックス制作やゲーム制作の企業における事例も同様にそれほど多くはなかったが、本研究を開始した2016年あたりからスマートフォン向けのアプリケーションが多く発表され、関係雑誌などでノウハウが紹介される機会も増えるなど、状況が大きく変わっていった。

また、美術系大学の学生や創作に携わる者が人物やキャラクター、実在する動物や想像上のキャラクターなどの表現を行う場合、参考となるリファレンスや一次情報にアクセスするのが非常に困難であるという状況もある。いきものを形作る骨格や筋肉の形状は非常に複雑であり、図や写真からは立体的な構造をつかむことは困難である。そうした中において、美術大学が持っている「カタチ」に関する知識や経験を自然史博物館の研究者との協力により活用し、3Dデータ化、3Dプリンターを用いたレプリカ制作を行って展示、活用するノウハウを構築することが博物館側、美術、デザイン関係者の双方から期待されていた。

### 2. 研究の目的

本研究においては博物館や動物園に収蔵・保存されている動物標本のうち「手の骨格標本」をテーマとしてデジタル技術により欠損部分を補い、3Dプリンターを用いて正確かつハンズオン展示やワークショップに耐えうるレプリカを作成する技術の確立を行う。さらに作成したレプリカについては、科学コミュニケーションを目的とする展示や地域博物館での出張ミュージアム、ワークショップなどで実践的に使用する試みを行う。

そうした活動を通して、動物の骨格が持つ構造的な強さや美しさを、スケールを変えて制作することにより浮き彫りにし、人知れず保存されている多くの資料の存在を多くの人に知らせ、活用に繋がる間口を広げる。これらについて、デジタル造形やプロダクトデザインの専門家、博物館の標本製作者の協力のもと、展示模型やハンズオン模型に結実させ、研究考察を行う。また、収蔵の現場においてフォトグラメトリーによるスキャンを成功させるためのノウハウの構築も主な目的とする。

### 3. 研究の方法

本研究では自然史博物館に収蔵、保存されている動物の骨格標本のうち、前肢をテーマとしてデジタルデータ化を行う必要があった。研究の開始時点においてコスト的、技術的観点からレーザースキャンなど他のデータ取得方法では研究遂行に十分な形状データを得ることが困難であることが予想されていた。そのため、それまでにテストを繰り返し、その結果を踏まえた上で主にフォトグラメトリーによるデジタルデータ化を行うことを決定した。フォトグラメトリー自体は決して特異な手法でなく、古くからある測量技術をデジタル技術により応用した手法であり、現在では気軽かつ安価に3Dデータを得られる方法だが、データの欠損やアーティファクトの除去、適切なポリゴン数にリダクションするなど、実際の使用に耐えうる精度を持ったクリーンな3Dデータを得るためには高度な専門性が必要となるのが実情である。また、データ取得(撮影)の条件によってもデータの品質が大きく左右される。博物館に収蔵されている自然史標本はそれ自体が貴重であり、各種条例による制限や破損予防のため館外への持ち出しが限定されているものも多い。以上の理由のため、保管の現場に機材を持ち込んでの「出張スキャン」が前提となることが予想された。研究の最終年度においては、福井県立大学恐竜学研究所の協力により、実験動物用X線CT装置を使用することができたため、トリやタヌキなどの生体からデータ取得とレプリカ作成も行うことができた。

### 4. 研究成果

美術、デザイン系大学と自然史博物館との連携を進める中で、標本の取り扱いや効率的な3Dスキャンの実践ノウハウなどを獲得し、多くの知見を得ることができた。貴重な資産である自然史標本には、館外への持ち出しが難しいものも多く存在する。そのような場合には標本が保管されている現場に機材を持ち込み「出前スキャン」を行う必要がある。微妙な撮影条件の違いにより失敗や欠損が発生することの多い方法であるものの、照明や構図など条件を整えるのが困難な出先でのスキャンにおける成功率を高めるノウハウも確立することができた。これらの成果として完成した模型は以下の計22点である。なお、自然史標本からのデータ取得については、国立科学博物館筑波研究施設、大阪市自然史博物館、神戸市立王子動物園動物科学資料館に収蔵されている標本に加え、研究代表者が採集したものを使用している。

・作成したレプリカ(22点)

1. マレーバク前肢(等倍) 2. タヌキ前肢(等倍) 3. センザンコウ(等倍) 4. ホフマンナマケ

モノ(等倍)5.アジアゾウ(等倍)6.アジアゾウ(1/2倍)7.カバ前肢(等倍)8.カバ前肢(ヒトの大人スケール)9.ゴリラ前肢(等倍)10.ゴリラ前肢(1/2倍)11.ゴリラ前肢(2倍)12.モグラ前肢(ヒトの子供スケール)13.モグラ前肢(等倍)14.ライオン前肢(等倍)15.ライオン前肢(1/2倍)16.ライオン前肢(2倍)17.ウマ(ヒトの大人スケール)18.ミンククジラ(ヒトの大人スケール)19.コゲラ(3倍)20.ツキノワグマ前肢21.ウマ(ヒトの子供スケール)22.カモ(ヒトの大人スケール)

- ・レプリカ作成を行った以外に取得したデジタルデータ
- 1.シカ前肢
  - 2.カピバラ前肢

さらに、民間企業の協力によって取得したデータを使用してVRによるエンターテインメント作品への応用的利用への展開や子供向けワークショップの教材作成も行った。

[https://www.youtube.com/watch?v=Uze7D\\_frZvo](https://www.youtube.com/watch?v=Uze7D_frZvo) (2019年5月20日アクセス)

以上の成果については2019年2月16日から2月24日の期間、大阪デザイン振興プラザ ODP デザインギャラリーにおいて「動物のからだ展」を主導で企画し、発表を行った。展示期間(9日間)における来場者数は2700名である。「動物のからだ展」の開催意義、概要については以下 URL を参照のこと。動物のからだ展特設ページ <http://doubutsunokarada.strikingly.com/> (2019年5月20日アクセス)

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 2 件)

- ・日本哺乳類学会 2017 年度大会 「博物館とフォトグラメトリー」
- ・全日本博物館学会 第 44 回研究大会 「骨格標本のデジタルデータ化とレプリカ制作及びその活用の可能性」

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

「動物のからだ展特設ページ」

<http://doubutsunokarada.strikingly.com/> (2019年5月20日アクセス)

取得したデータを活用した VR ゲームへの展開

[https://www.youtube.com/watch?v=Uze7D\\_frZvo](https://www.youtube.com/watch?v=Uze7D_frZvo) (2019年5月20日アクセス)

こんな標本見たことない! 【2/16~24 大阪】動物のからだ展 まとめ

<https://togetter.com/li/1320326>

動物のからだ展アンケート集計結果

<https://bit.ly/2YSqGW6>

## 6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名: 西澤 真樹子

ローマ字氏名: Nishizawa Makiko

所属研究機関名：大阪市立自然史博物館  
部局名：学芸課  
職名：外来研究員  
研究者番号（8桁）：00446741

研究分担者氏名：和田 岳  
ローマ字氏名：Wada Takeshi  
所属研究機関名：大阪市立自然史博物館  
部局名：学芸課  
職名：学芸員  
研究者番号（8桁）：60270724

研究分担者氏名：見明 暢  
ローマ字氏名：Miake Nobu  
所属研究機関名：神戸芸術工科大学  
部局名：芸術工学部  
職名：准教授  
研究者番号（8桁）：40512463

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。