

令和 3 年 6 月 11 日現在

機関番号：14701

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17K00507

研究課題名(和文) 曲線(面)形状に着目したニホンオオカミの厳密な形状再現と対話型展示システム開発

研究課題名(英文) Reappearance of Japanese wolf's form focused on the curves on surfaces and development of the interactive exhibition system

研究代表者

原田 利宣 (Harada, Toshinobu)

和歌山大学・システム工学部・教授

研究者番号：80294304

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：ニホンオオカミの剥製は世界に4体しか存在しておらず、そのうち1体は和歌山大学が所蔵している。現在、その剥製は和歌山県立自然博物館に収蔵されているが、剥製の保管が重要であることから常設展示が行われていないため、ニホンオオカミの教育普及への貢献は限定的である。そこで本研究では、ニホンオオカミの教育・普及へ貢献することを目的として、ニホンオオカミの三次元モデルの制作とモーション付けを行った。次に、生息環境をVR上に構築した。さらに、自律的行動生成手法を用いることでニホンオオカミの仮想生態観察システムを開発し、その評価を行い、本システムがニホンオオカミの教育普及に貢献できるという有用性を示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本システムがニホンオオカミの教育・普及への貢献に有用なものであるかを評価するために、本システムを紹介する動画を制作し「青少年のための科学の祭典 2020おもしろ科学まつり和歌山大会」の投稿動画コンテスト部門に投稿した。投稿動画コンテスト部門には全45作品が投稿され、金賞4作品、銀賞7作品、特別賞2作品が選出された。各賞の選出はオンライン上での一般投票による審査と、その審査結果を踏まえた実行委員会による審査の二段階審査により行われ、本システムの紹介動画は金賞を受賞した。よって、本システムの紹介動画を通してニホンオオカミに関する学びを得るとともに興味関心を抱いたことが推察された。

研究成果の概要(英文)：There are only four stuffed specimens of a Japanese wolf in the world, and one of them is owned by Wakayama University. At present, the stuffed specimen is preserved on the Wakayama Prefectural Museum of Natural History. However, there is no permanent exhibition of it in the museum because the storage of the stuffed specimen is important. Therefore, the contribution to the educational spread of a Japanese wolf is limited. In this study, we conducted an evaluation experiment of the Japanese wolf exhibition system in virtual reality space for the purpose of the contribution to the education spread of Japanese wolves developed. In addition, we guessed the shape of the Japanese wolf cub and made a 3D model of it. And, we developed the system which can observe a pack of Japanese wolf family moving for the purpose of Learning about ecology of the Japanese wolf and conducted an evaluation experiment of the system.

研究分野：デザイン方法論

キーワード：ニホンオオカミ パーチャル博物館 デジタルアーカイブ パーチャルリアリティ GUI 感性工学 デ  
-タマイニング 曲線・曲面

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、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

## 1. 研究開始当初の背景

ニホンオオカミとは日本の本州・四国・九州に生息していたオオカミの一亜種であり、江戸から明治時代にかけての狂犬病や人為的な駆除により絶滅したとされている。現存するニホンオオカミの剥製は4体のみであり、そのうち1体は和歌山大学が所蔵し和歌山県立自然博物館へ寄託している。しかしながら、頭部の膨らみなど、その剥製の形状は不自然であることが報告されている(宮本・牧 1983)。ニホンオオカミの形状に関する研究として頭蓋骨の角度に焦点を当てた三次元的鑑定(吉田ほか 1999)や頭骨および剥製の寸法の精査(遠藤ほか 2004, 今泉 1970a, 今泉 1970b, 宮本 2001-02)が行われているが、本来の形状の推測および復元を行った研究はない。また、和歌山県立自然博物館ではその剥製に関して、保管が主な活動となっており常設展示は行っていない。そのため、この剥製が博物館の基本的機能(朝倉 2014)の1つである「教育・普及」へ大きく貢献しているとは言い難い現状がある。

### (1) 剥製の来歴

本節では和歌山大学が所蔵するニホンオオカミの剥製の来歴について概説する。宮本らによると、剥製は奈良県十津川地方にて明治36～37年に捕獲されたものだが、和歌山大学に所蔵されるまでの来歴は明らかでない。剥製は1981年に改作されており、その手法は、まず毛の状態から四肢の関節があった部分を明らかにし、前腕と上腕の長さ、下腿と大腿の長さから前後肢の長さを推定し、さらに体長を割り出すことで全体の大きさを決定したと報告されている。なお、それらの行程は当時確かな制作技術と多くの標本補修経験があった坂本博志氏の経験と観察により行われた。現在、この剥製は和歌山県立自然博物館へ寄託されているが、剥製への負担を減らすため常設展示は行えず、1年に1ヶ月程度の展示を行うのみとなっている。

### (2) 現状の剥製形状について

本節では和歌山大学が所蔵する剥製の形状の不自然な箇所を挙げる。その箇所は主に3点挙げられ、1つ目は頭部の膨らみである。額周辺が頭骨と比べ大きく膨らんでいることがわかる。宮本らによると改作前の剥製頭部は頭骨と毛皮の間に綿が詰められており、毛皮が膨らんでいたために本来の形状に復元できなかったとされている。2つ目は尻尾が短いことである。宮本らによると戦後間もない頃に先端約100mm が切れて失われたとされている。3つ目は剥製全体のバランスが不自然なことである。これは前述のとおり剥製の改作における全体の大きさの決定は坂本氏の経験と観察により行われ、定量的な判断は行われていないためと考えられる。

## 2. 研究の目的

本研究ではニホンオオカミの骨格とイヌの解剖学の書籍(KONIG and Liebich 2016)を参考に、ニホンオオカミの本来の形状の推測とCG上での復元およびデジタルコンテンツ制作を行い、ニホンオオカミの教育・普及へ貢献することを目的とした。具体的には、まず三次元スキャナーを用いてニホンオオカミの骨格を計測し、三次元モデルを取得した。次に、骨格の三次元モデルの形状を整え、イヌの解剖学の書籍を参考に肉付けを行った。さらに、ニホンオオカミの剥製の体毛の長さや色合いを参考に体毛付けを行い、チュウゴクオオカミを参考に歩きのモーション付けを行った。最後に、自律的行動生成手法を用いてニホンオオカミの仮想生態を再現したデジタルコンテンツの開発と、そのコンテンツの紹介動画を作成し、おもしろ科学まつりの動画コンテスト部門にて公開・評価を行った。

## 3. 研究の方法

### (1) 骨格の計測と三次元モデルの制作

本節では、ニホンオオカミの骨格の計測および三次元モデルの制作手法について概説する。まず、筆者らは3D Systems社の三次元スキャナーであるSenseを用いて和歌山大学収蔵の頭骨と国立科学博物館収蔵の全身骨格の計測を行った。具体的には、頭骨は上顎と下顎の2分割に、全身骨格は頭部右側面と左側面、胴体部右側面と左側面、前足、後ろ足、背部の7分割にして計

測を行った。次に、取得した頭骨と全身骨格の各部の三次元モデルを3DCG作成ソフトの blender を用いてつなぎ合わせた。その際に頭骨部分は、詳細に計測できた和歌山大学の頭骨データを、その他の部分は国立科学博物館の全身骨格データを使用した。これら三次元モデルの blender 上でのサイズが実寸サイズに合うようスケールし、データが欠損している部分の形状を骨格の画像とイヌの骨格模型を参考に補間・修正することで骨格の三次元モデルを制作した。

#### (2) 形状の推測および復元について

本節ではニホンオオカミの形状復元手法について概説する。まず、Sense を用いて和歌山大学所蔵の剥製を計測し、三次元モデルを取得した。この剥製の計測は頭部、胴体ならびに下半身の3分割にして行った。次に、イヌの解剖学の書籍を参考にニホンオオカミの各骨への肉付きを推測し、その結果を基に剥製の三次元モデルの形状を修正することで復元を行った。

#### (3) 体毛の再現について

本節では体毛の再現手法について概説する。まず、物差しを用いて和歌山大学所蔵の剥製の各部の体毛の長さを計測した。次に計測結果を基に、blender の機能であるヘアパーティクルを用いて、体毛付けを行った。ヘアパーティクルとは三次元モデルに体毛を生成するツールであり、毛の長さや方向を調整できる。さらに体毛の色合いを再現したテクスチャを作成し、体毛の再現を行った。体毛の色の再現においては和歌山大学所蔵の剥製は経年劣化により色が抜けているため、現存する剥製で最も経年劣化が少ないナチュラリス生物多様性センター所蔵の剥製の画像から色を抽出し、体毛の色の再現を行った。各節で制作した三次元モデルの動画 URL を以下に示す。

URL : <https://youtu.be/cnrB0nDIP8g>

#### (4) 復元したニホンオオカミと剥製の形状比較

本節では復元したニホンオオカミと和歌山大学が所蔵する剥製の形状の差異について概説する。主な差異は4点見られた。1つ目は剥製頭部が膨らんでいることであり、2つ目は剥製の尻尾の長さが短いこと、3つ目は剥製背部の膨らみが頭部方向へ偏っていること、4つ目は復元したニホンオオカミに比べ剥製の首が太いことである。これらの差異は戦後間もない頃に十分な管理がなされなかったことと、剥製の改作の際に定量的な判断が行われなかったために生じたものと考えられる。

#### (5) 三次元モデルへのモーション付け

本節では復元したニホンオオカミに歩行のモーション付けについて概説する。具体的には、まずニホンオオカミの三次元モデルにボーンの設定を行った。ボーンとは骨格の形成を行うオブジェクトであり、各関節部に設定し回転させることで関節を曲げることができる。次に天王寺動物園にて歩くチュウゴクオオカミを撮影し、その映像の各コマにおけるオオカミの各関節の位置と向きに合わせて、ボーンを移動、回転することでモーション付けを行った。

### 4. 研究成果

#### (1) コンテンツ概要

本節では、開発したVRコンテンツについて概説する。本コンテンツはニホンオオカミの書籍(遠藤 2018, 柳内 1993)を参考とした仮想生態を自律的行動生成手法を用いて再現することで、その生態の観察を可能にし、ニホンオオカミに関する教育効果の向上と興味関心の喚起を通して教育普及へ貢献することを目的としている。なお、開発環境には Unity を、HMD には HTC Vive Pro Eye を用いている。また、blender にて制作した体毛は Unity への移行ができないため、Unity の Hair Designer を用いて体毛付けを行った。Hair Designer とは三次元モデルに対して長さや色を調整した体毛を生成できるツールである。加えて、次節で概説する評価を行うために、復元からコンテンツ開発までの過程とコンテンツ内容をまとめたコンテンツ紹介動画を作成した。コンテンツ紹介動画の URL を以下に示す。

URL : <https://www.youtube.com/watch?v=EyjIVVaDZEU>

## (2) コンテンツ紹介動画による評価

本節では、コンテンツ紹介動画をおもしろ科学まつりの動画コンテスト部門(青少年のための科学の祭典・和歌山大会実行委員会 2020)に投稿することで、本コンテンツが教育普及への貢献に有用であるかの評価を行った。おもしろ科学まつりとは様々な実験や工作の体験を通し、子供達に科学の「おもしろさ」「楽しさ」を伝えることを目的とした科学教育イベントである。なお、本年はCOVID-19によりシステムを用いた評価が困難であったため、動画による評価を行った。

本年のおもしろ科学まつりは全 45 作品が投稿され、金賞4作品、銀賞7作品、特別賞2作品が選出された。本動画は金賞を受賞し、審査員からの評価としては、「復元から開発までの過程がまとめられて、わかりやすかった」ことや、「楽しみながら学びを得られる内容であり、一般投票でも多くの票を獲得した」こと、「かつての自然を知るとともに興味を持ってもらえる良い機会になるので、多くの人に見てもらいたいと感じた」ことが挙げられた。この結果から多くの方々对本コンテンツに興味を持ち、本動画を通してニホンオオカミに関する学びを得るとともに興味関心を抱いたことが推察される。よって「ニホンオオカミに関する教育効果の向上と興味関心の喚起を通して教育普及へ貢献すること」のために、本コンテンツは有用であると考え。本コンテンツに対する助言としては、「100 年以上前の森は一本一本の木が太く、森全体がより荘厳な雰囲気であったと考えられる」ことや「山の傾斜がさらに急であれば、よりリアルな森になるように感じた」など、環境の再現に関して工夫の余地があることが挙げられた。このことから今後、当時の環境の更なる調査を行い、森のリアリティを向上させる必要がある。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 3件）

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 北中 浩之, 板倉 七海, 原田 利宣
2. 発表標題 仮想現実空間における狼子を用いたニホンオオカミの群れの移動観察システムの開発
3. 学会等名 信学技報, vol. 119, no. 276, ET2019-55, pp. 43-48, 2019年11月
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 板倉七海, 北中浩之, 原田利宣
2. 発表標題 仮想現実感を用いた形状を復元したニホンオオカミの展示システムの開発
3. 学会等名 日本デザイン学会第4支部大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

デザイナーのための曲線（面）研究と応用 <a href="http://www.wakayama-u.ac.jp/~harada/curve/index.html">http://www.wakayama-u.ac.jp/~harada/curve/index.html</a> ニホンオオカミ形状の復元動画, 展示 <a href="https://www.youtube.com/watch?v=EyjIIVaDZEU">https://www.youtube.com/watch?v=EyjIIVaDZEU</a>  なお, 本研究の一連の内容を論文としてまとめ, 教育工学会へ投稿を行い, 査読中（条件付採録）である。
--

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------