

動物園素材を活用した生物教材の開発

—3D教材及び映像教材を用いた小学4年生における実践—

古市 博之*、大鹿 聖公**

*犬山市立楽田小学校、**理科教育講座

Development of biological teaching materials using zoo materials

—Practice with 4th grade elementary school students using 3D teaching materials and video teaching materials—

FURUICHI Hiroyuki*, OHSHIKA Kiyoyuki**

*Gakuden Elementary School, Inuyama, 484-0858, Japan

**Department of Science Education, Aichi University of Education, kariya448-8542, Japan

要 約

本研究の目的は、動物園を汎用的に活用できる生物教材の開発を目指すことにある。これまで動物園の学校の教育連携は、物理的な課題や両者の意識の違いなどの課題が大きな壁となっているが、これらの課題を乗り越えることのできる動物園の教育リソースは、どの学校でも活用できるような生物教材として必要だと言える。先行研究による調査結果を踏まえ、開発する教材はICTを活用してできるコンテンツとして、インターネット上で利用できることが最適だと考えた。本研究のプラットフォームにしたのは、スケッチファブ、YouTubeであり、これらをベースにした生き物の全身骨格を立体的に観察できる3D骨格標本、生き物の動きがわかるYouTube動画を開発した。これらの一部を小学4年生で検証を行い、子どもたちの主体的な学びを引き出したことから、有用な生物教材を開発できたと考えている。

Keywords: 教材開発、生物教材、カリキュラム

I 研究の背景

平成29年に改訂された小学校学習指導要領解説理科編において、生命領域で捉える見方は「共通性・多様性」の視点と整理された(文部科学省2018)。4年生の「人の体のつくりと運動」では、自分の体を動かしたり、他の動物が運動しているところを観察したりして、体の動きと骨や筋肉との関係を調べることが内容となる。また「他の動物の運動」についても、引き続き内容に盛り込まれている。また、指導計画の作成と内容の取扱いにおいて、「博物館や科学学習センターなどと連携、協力を図りながら、それらを積極的に活用すること」とある。さらに4年生において動物園などの施設の活用が考えられると明記されている。

この改訂に伴い教科書も変更された。啓林館は、動物の種数が増え、運動との関連性も追記された。教育出版は運動との関連性が追記された。東京書籍は、犬やカンガルーが掲載された。大日本図書はカンガルーが追記され、学校図書

は動物園の生体と博物館の標本が記載された。また、運動との関連性についても記載が増えた(表1、図1)。



図1 他の動物を扱う記載している教科書
左: 大日本図書、右: 啓林館

これまで、各学校が博物館等の施設へ訪問し、本物の標本や動物の運動の様子を観察するような授業展開を行っている事例はあまり見当たらなかったが、高野ら(2019)の小学校全児

表1 各教科書会社の他の動物に関する記載

教育出版	啓林館	東京書籍	大日本図書	学校図書
ウサギ	ウサギ イヌ フラミンゴ	ウサギ ハト イヌ カンガルー キリン	カンガルー ウサギ ゾウ	フナ ワニ カエル ニワトリ ウシ キリン マガモ

童が日本モンキーセンターに出かける取り組みなど、少しずつ動物園と学校が連携した取り組みが増えてきている。

また、動物園に訪問する取り組みだけでなく、動物園にある教育リソースを活用した取り組みも増えてきている。桑原(1999)は、広島市安佐動物公園における骨格標本貸出事業を展開したと述べている。安佐動物公園の事業は現在も続いており、他の園館にも同様の実践が広まっていることから、骨格標本の活用は一定のニーズがあると考えられる。また、郡司(2015)は動物園との連携によって大学院授業での骨格標本作製法を紹介した。

このような動物園と学校の連携は成果を上げつつある一方で、課題も指摘されている。国立科学博物館が行った「小・中学校と博物館の連携に関するアンケート調査」(2009)によると、博物館等を授業で活用しにくい理由について「博物館への距離」「時間の確保」「交通費・入館料」を挙げている。また、千賀(2013)は連携の課題を「①距離・時間・費用の問題②学習内容との対応が不明確③施設の情報が無い」と指摘した。古市(2023)は、骨格標本の活用に対する教員のニーズは高いが、動物園に行くメリットが学校側には少ないと考える教員が多いと指摘した。

地球領域では、実際に実物を観察しに行けなくても、ICTの活用により成果を上げている実践が伊庭ら(2011)によって紹介されている。これはGoogle Earthを活用した実践だが、様々な学年で取り組むことができたことと報告されている。ICTを活用したこの実践は、世界中の場所をどこの学校でも取り上げることができるため、課題をどこの学校でも取り組むことができる。しかし、生物領域におけるICTの活用となると、NHK for schoolや、Google検索による動物の3D表示などがあるが、まだ良質なコンテンツは少ないと言える。

II 研究の目的

動物園との連携において、物理的な課題が大きな要素を占めている。この課題を解決するた

めには、ICTを活用した教材の開発必須であると言える。本研究では、どの学校でも教育課程に位置づけられるような生物教材を開発することを目的としている。開発した教材により、学校の教員と動物園の職員との間にある意識の違いを埋める、汎用的な生物教材を目指したい。

III 研究の方法

1. 動物園の教育リソースの教材化に向けて

(1) プラットフォームの選定

古市(2023)の先行研究によると、教員の動物園に対する教材のニーズとして、骨格標本は高い期待値が示されている。しかし、骨格標本は、貴重な品だけに持ち出すことは破損や紛失などリスクがある。よって、日本モンキーセンター(以下JMC)では、骨格標本を持ち出す場合、学芸員が付き添う出前授業で実施することになっている。安佐動物園の貸し出し標本の場合、多少の欠損は覚悟の上で実施している側面がある。国立科学博物館の貸し出し標本は、その事業自体が取りやめになっている。

また、動物園の最大の魅力は、生きた動物がいることであるが、その生きた動物を教育リソースとして活用するために、園外へ持ち出すことは、モルモットのような特定の動物を除き難しい。

このことから、学校と動物園の連携は、直接現地へ行くことを除けば、インターネット上のコンテンツを開発し、利用することが適切であろう。

その方法としてまず、パソコン等にインストールしなくてはならないようなアプリケーションは、環境によって使えない可能性が高まるため方針として除外した。

また、教材としてそのまま利用できるように、資料集ではなく、カリキュラムに沿った教材になるようにクラウド上に保存しておくのが望ましい。

以上のことを考慮して、骨格標本をデジタル素材とした3Dコンテンツをプラットフォーム

ムにすることが相応しいと言える。さらに、動物の運動がわかる映像をデジタル素材として YouTube 動画をプラットフォームにすることが相応しいと言える。

(2) 動物の選定

教材化する動物の選定は、共通性と多様性のうち、特に共通性を引き出しやすくするために、同じ分類群で比較することにした。また、動物園において行動展示や骨格標本がある種を選定した。これは、撮影やその後の現地における観察が容易となるからである。

本研究では、2種類のプログラムを作成し比較することとした。1つ目の分類群は哺乳類で、2つ目の分類群はサル類とした。哺乳類はその種数の多さから東山動植物園（以下東山）の教育リソースを教材化することとした。サル類は、多くのサル類を展示する JMC で教材を作製することとした。

比較する哺乳類は、うでが発達していて木登りが得意なゴリラと、あしが発達していてジャンプして移動するカンガルーを選定した。子どもたちの認知もよく、動きのよくわかる展示がされているからである。

比較するサル類は、高野ら（2019）の取組を参考にしている。ジャンプが得意なワオキツネザル、あしとうでの長さがほぼ同じニホンザル、うでの長さが長いフクロテナガザルを選定した。この3種は、行動の違いと体のつくりの関連性がよくわかるからである。なお、教材の

作製に当たり該当の施設の承認を得ている。

2. 3D 骨格教材の開発

3D コンテンツ作製に当たり、作製費や使用するプラットフォームなど様々な業者との折衝の結果、すでに福井県立博物館のフクイサウルス全身骨格などで実績があった MONO スタジオに依頼した。3D コンテンツの作製には、実物の全身骨格標本を死角がないように 100 枚程度撮影し（図 2 ABC）、写真データを MONO スタジオに送ると、3D の骨格標本が作製される。

3D 画像はスケッチファブにより閲覧ができる。完成したデータ（図 2 abc）は、骨格標本を所有している動物園の学芸員に監修を依頼した。どこまで厳密な標本にするかは、研究費との兼ね合いで、予算の範囲内で業者と相談して確定している。本研究で作製した 3D 骨格標本は 7 種類である（表 2）。

表 2 作製した 3D 骨格標本リスト

ワオキツネザル (<i>Lemur catta</i>) J
ニホンザル (<i>Macaca fuscata</i>) J
フクロテナガザル (<i>Symphalangus syndactylus</i>) J
ゴリラ (<i>Gorilla beringei</i>) J
ゲラダヒヒ (<i>Theropithecus gelada</i>) J
ジェフロイクモザル (<i>Ateles geoffroyi</i>) J
カンガルー (<i>Macropus giganteus</i>) M

*種名の後ろのアルファベットは骨格標本の所蔵先を示す。J: JMC、M: 札幌市円山動物園

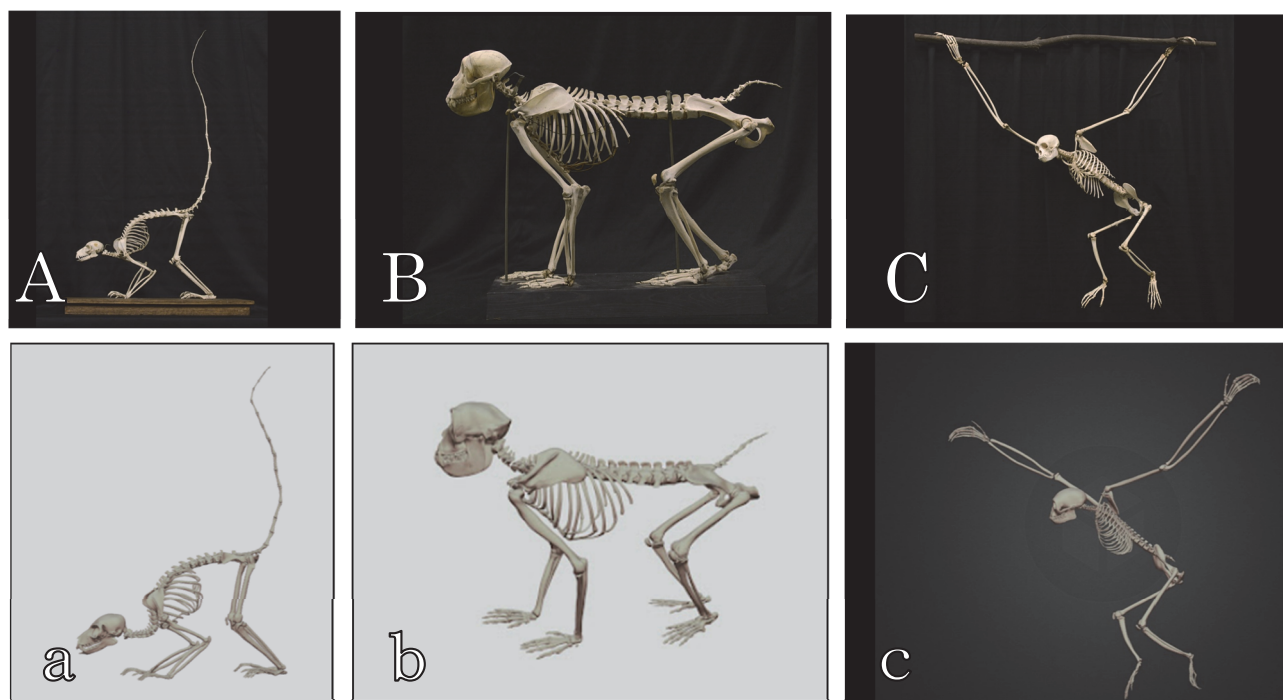


図 2 撮影した骨格標本と 3D 骨格標本

(A,a : ワオキツネザル B,b : ニホンザル C,c : フクロテナガザル)

3. YouTube 動画

YouTube は、多くの人々が利用している動画共有プラットフォームである。最近では多くの動物園で動画を投稿していることから教材として、学校・動物園双方に受け入れられる可能性は高い。生き物たちの運動の様子をとらえるためには、標本よりも動画の方がよいと考える。

学習展開としては、骨と筋肉の存在や運動について調べることから、3D 骨格と生き物の運動をしている動画の併用が望ましい。まず、動物を紹介した後、YouTube 動画による観察をして、その動画で動物の得意な動きを見つけ、動きを観察した後に3D 骨格標本の観察を一人一台の ICT 端末で行う。その後、子どもたちとやりとりをしながら、学習をまとめる展開が、妥当と考えている。

YouTube 動画は、おおよそ3分で動物の動画と骨格、体の特徴にふれ最後に観察する動物の特性でまとめる構成にした。

本検証では、YouTube 動画のほ乳類 ver (図3左) とサル類 ver (図3右) を作製した。

IV 方法

1. 検証方法

検証は 2020 年 9 月に愛知県内の M 小学校 4 年生の 2 クラス (62 名) で行った。

単元展開は、人の体のつくりと運動の単元において、人の学習を終えた後に実施した。

授業展開は、動物を紹介した後、YouTube 動画による観察をした。その動画で動物の得意な動きを見つけた。動きを観察した後に3D 骨格標本の観察を、一人一台の ICT 端末で行った。その後、子どもたちとやりとりをしながら、学習をまとめた。以上の流れをワークシートと指導案にまとめ、実践校に送り、検証を行った。

2. アンケート項目

(1) 児童用アンケート

質問内容は、①学習を終えた後の知識理解を 2 問、②YouTube 動画により生き物の動きに興

味をもてたか、③3D 骨格に対する興味、④3D 骨格のリアルさ、⑤本物を見たくなったか、⑥実際の動物園へ行きたくなったか、⑦ICT 端末を利用した感想、⑦その他を質問紙で集約した。

(2) 教師用アンケート

3名の4年担任へのアンケートも実施した。①教材の有意性とその理由②動物園に対する授業実践への感想とその理由を聞いた。この3名は理科が専門ではなく、年齢は30代2名、50代1名であった。

アンケートにおいては、個人情報保護の観点から配慮を行い、実施した。

V 検証結果

1. 児童アンケート結果

授業実践は児童の意欲的な行うことができた。授業後に行ったアンケート結果を以下に示す。

(1) 知識に関わる評価

学習内容に関する質問をして正答率をみた。観察した動物の動きに関する質問をしたところ、全問正解の児童がどちらも7割を超え、高い正答率を得たと考える。また、哺乳類の観察とサルの観察について、結果に大きな差異はなかった。

ただし、哺乳類の誤解答として、映像にはない「ドラミング」と記載した児童が35%おり、これは、ゴリラに対する先入観で記載したと考えられる。

サル類の回答の中で、回答の順番を全く逆に記載した児童が22%もいた。これは、アンケート用紙の回答欄では、ワオキツネザル・フクロテナガザルと、文字のみで名前を記載したため、動物名を把握できていないための誤解答もあったと考えられる。その結果を、考慮して集計すると、サル類の正答率は逆に高くなった。これは、サル類の方が、児童の認知が低い分、イメージに左右されずに、観察したままの解答ができたためと考えることができる。



図3 作成した YouTube 動画 (左から 哺乳類 ver・サル類 ver)

(2) 動物園を活用した教材としての評価

今回活用した YouTube 動画に対して、哺乳類は 77%、サル類は 90%の児童から興味に対する前向きな回答を得られた (図 4)。

また、3D 骨格標本に対して、哺乳類は 90%、サル類は 84%の児童から興味に対する前向きな回答を得られた (図 5)。

さらに、実際の骨格と変わらないくらい実感できたかという問いに対して、哺乳類は 97%、サル類は 93%の児童から前向きな回答を得た (図 6)。このことから、教材自体の有効性は高かったと言える。

「パソコンやタブレットを使った調べ学習は有効であると感じたか」については、肯定的な解答が哺乳類は 94%、サル類は 100%を占め、教材の有効性をあらためて示した (図 7)。

次に、本物の動物の動きや骨格を見たいかと聞いたところ、哺乳類は 97%、サル類は 93%が前向きな回答 (図 8) を示した。実際に動物園へ行って、理科の学習をしたいかとの問いに対して、哺乳類は 97%、サル類は 93%から前向きな回答を得られた (図 9)。

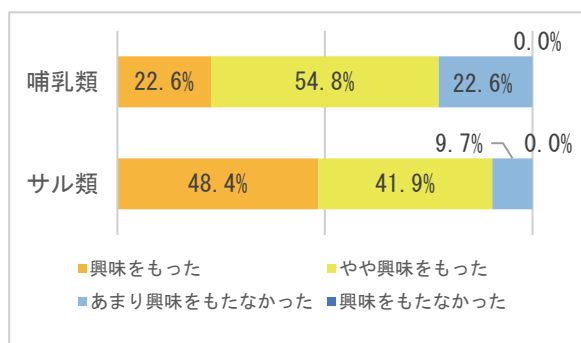


図 4 YouTube により動きに興味をもったか

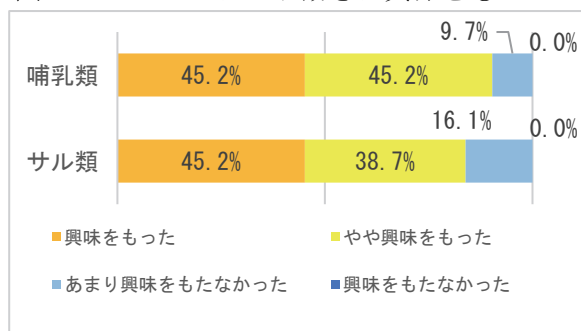


図 5 3D 骨格に興味をもったか

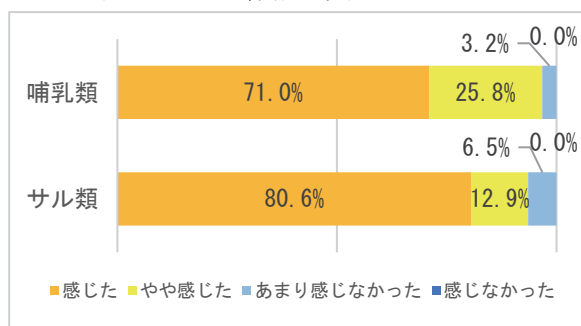


図 6 実際の骨格と変わらないくらい実感できたか

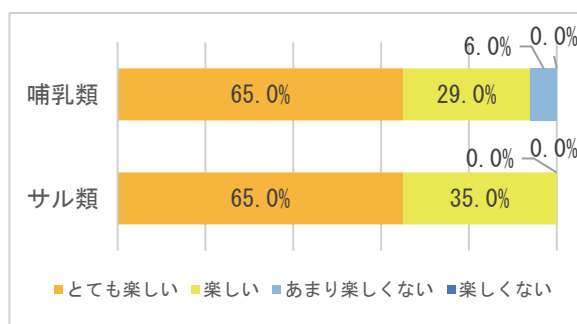


図 7 タブレットを活用した学習の感想

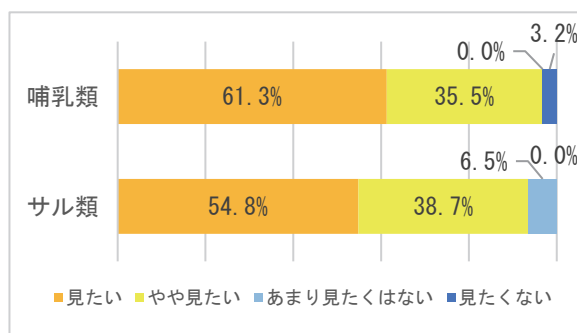


図 8 本物の動物の動きや骨格を見たいか

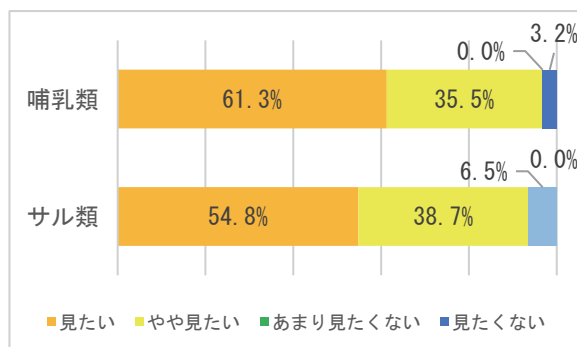


図 9 動物園に行って理科学習をしたいか

2. 教師アンケート結果

教師のアンケートより YouTube 教材と 3D 骨格標本は有意義な教材であったか質問したところ、3 人とも有意義であったと回答を得た。教師にとっても、有意義な教材であったと言える。

また、どちらの教材が有意義であったかを問うと、3 人とも哺乳類と回答した。

その理由を、「哺乳類は違いがわかりやすいから」「それぞれの特徴の違う動物だから」「ろっ骨の数が同じ、内臓の学習にも繋がる」と回答を得たが、哺乳類とサル類の差を表している内容ではなかった。これらの根拠は、教師にとっても哺乳類とサル類に対する認識の差があると考えられ、より知っている生き物の方が取り組みやすいと考えていると言える。つまり、教師にとって、あまりよく知らないサル類への有用性は理解しにくかったと考えられる。

さらに、動物園の教材に興味はもったもの

動物園に行って、理科の授業をしたいかとの答えには、3人ともしたくないと回答をした。

その理由を「盛り上がりすぎて、勉強になりません」「動物園へ行って同じ質の学びができるとは考えにくい」「目の前に動物がいれば、ただ楽しくなってしまっただけかと思う」「行ったことで、理科的に学べるか疑問です」とのコメントをもらった。

やはり、実際に理科学習として動物園に行くことはハードルが高いと言わざるを得なく、小学校ほどその傾向が高いと考えられる。

VI 考察

児童の高い正答率や興味をもてた、前向きな感想、本物への関心を高めることができたという自己評価から、YouTube 動画と3D 骨格標本の教育効果を認めることができた。また、これらの結果は哺乳類とサル類の比較に大きな差はないことより、どちらの教材でも効果はあったといえる。

しかし、教師の受け取り方は、大きく違っていた。教師は3名とも哺乳類の方がよかったと解答したことは、知っている動物の方が授業としてやりやすいと考えたためであろうと推察される。

また、教材に興味はあるが、「動物園で理科学習はやりたくない」と3名中3名が回答したことは、本研究の分野にとって、考えていかなければならないテーマではないかと感じる。

さらに、YouTube 動画による生き物の動きの観察では、哺乳類に対する既存のイメージで考えてしまう傾向がみられた。3Dによる骨格の観察では、サル類の手足の長さを見分けることが、子どもたちに難しいという印象を与えてしまった。教師にも観察力を向上させるような研修の場を設定するなど、新しい形での動物園等との連携体制をとるなども考えていかなければならない。

VII 成果と課題

本研究により開発した生物教材は、子どもたちの主体的な学びを引き出すことができたと言える。また、動物園に行ってみたい、本物の標本を見たい等の学びの継続性の観点においても子どもたちの意欲を引き出すことができた。これらはICT機器を活用することによって、学校から離れた場所にある動物園の標本や生き物を、授業時間内で、費用などの物理的な課題にさえぎられることなく観察することができた。つまり動物園の教育リソースを汎用的に活用することができたと言える。

また、本研究の検証に参加した教師の声とし

て、実際に動物園に行って理科学習をすることは難しいと考えているが、このような教材ならば、実際の授業で無理なく実践できるとの声もあった。課題として、もっと多くの種の3D骨格標本やYouTube教材があるとよいとの声もあった。より多くの標本づくりに向けて、最大の課題は作製費になるだろう。スケッチファブの一体25万円となる単価は、科研費等の助成金を継続的に得ていくか、動物園の運営費から捻出しなければ、一学校が取り組むことは不可能であろう。よって、現在ある3D骨格標本と写真で比較する学習方法の開発も一つの方法である。制作費を得ることができて、3D骨格標本を増やせるのであれば、現在の哺乳類中心の3D骨格標本に、爬虫類や鳥類などの種も増やしていくことが必要である。

骨格標本を所持しない動物園でもアプローチできるように、YouTube動画と関連できる3D骨格標本を作製する手立ても一つの方法である。そのためには、多くの園にいる動物で作製する必要もある。例えば、ニホンザルやモルモット、カピバラ、ヤギ、レッサーパンダが多くの動物園で飼育されているが、これらの動物を優先的に、3D骨格標本を作製していくことで、プログラムの幅を増やすことができるだろう。

さらに、それぞれの動物園のもつ教材を一元化し、共有できるようなプラットフォームができれば、教材としての価値が高まる。今後も、動物園と学校が連携をしつつ、新しい教材開発をニーズに合わせて作り続けていく必要があると考えている。

引用・参考文献

- ・有馬朗人ほか42名(2015)、「新版たのしい理科4年」、大日本図書
- ・石浦章一、鎌田正裕ほか54名(2015)、「わくわく理科4 啓林館
- ・伊庭 靖弘、乾 睦子(2011)「Google Earthをプラットフォームとした地球科学系デジタル教材の紹介と教育実践」、国土館大学理工学部紀要4、106-114.
- ・桑原一司(1999)「見る・ふれる・気づく—新しい博物学への扉—」、第44回プリマータス研究会記録、66-68.
- ・郡司 晴元(2015)「動物園との連携による大学院授業での骨格標本作製法—地域教育システムの充実を目指して—」科学教育研究39巻3号、225-232.
- ・霜田光一・森本信也ほか32名(2015)「み

- んなと学ぶ小学校理科4年」、学校図書
- ・高野智 赤見理恵 (2019)「動物園が小学校に～全学年が取り組む「1日モンキーデー」の試み～」、日本科学教育学会研究会研究報告、33巻8号、89-92.
 - ・千賀しほ (2013)「理科における動物園を活用した教育連携に関する研究」、平成25年度修士論文抄録、<https://core.ac.uk/download/pdf/147578744.pdf> (閲覧:2023年11月28日)
 - ・独立行政法人国立科学博物館 (2009) 文部科学省委託事業「科学的体験学習プログラムの体系的開発に関する調査研究」(平成19・20年度)小・中学校と博物館の連携に関するアンケート調査報告書<小・中学校編>、https://www.kahaku.go.jp/learning/researcher/pdf/sciprogram_report.pdf (閲覧:2023年11月28日)
 - ・古市博之、大鹿聖公 (2023)「愛知県における動物園を活用した理科学習プログラムの現状と課題に対する一考察」、愛知教育大学教職キャリアセンター紀要8、39-44.
 - ・養老孟司、角屋重樹ほか29名 (2015)「未来をひらく小学理科4」、教育出版
 - ・毛利衛・黒田玲子ほか32名 (2015)「新編 新しい理科4」、東京書籍
 - ・文部科学省 (2018)「小学校学習指導要領解説 理科編」、大日本図書