

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 21 日現在

機関番号：82709

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2014

課題番号：23501050

研究課題名(和文) 貝殻でつなぐ学校と博物館 - 貝殻を利用した自然史学習プログラムの開発 -

研究課題名(英文) Tying by seashells between schools and the museum - development of programs using shell specimens for learning of natural sciences

研究代表者

佐藤 武宏 (Sato, Takehiro)

神奈川県立生命の星・地球博物館・その他部局等・主任学芸員

研究者番号：30280796

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：学校教育の現場では扱いにくいとされてきた自然史科学、特に多様性、系統、進化、機能形態などに関して、貝殻を利用して観察や分析をおこなうことによって理解を深めるための、標本とワークブックからなる学習プログラムを開発した。また、モデル校における出前授業などを通じて、この学習プログラムが自然史科学の理解に効果があることを確認した。この学習プログラムの利用は、博物館や海から離れた遠隔地の学校でも同じような授業が実施できること、特別支援学校でも同じような授業が実施できることを可能にする。

研究成果の概要(英文)：Natural sciences, especially biodiversity, biological systematics, evolution and functional morphology have been considered to be difficult field at school education. Therefore, we developed some programs using shell specimens and workbooks for learning of natural sciences. We also confirmed these programs have enough effectiveness to understand natural science through test cases, that is delivery lesson at model schools. These programs make it possible for students in school remote from the museums or the sea to take equal lessons of those of close schools. In addition, this programs also bring possibilities for visually challenged students to take equal lessons.

研究分野：進化生物学・理科教育・博物館学・古生物学

キーワード：教材開発 貝殻 学校教育 博物館 講座 出前授業

1. 研究開始当初の背景

(1) 学校の現状

学校教育の現場における自然史科学に関する教育は、主として生物分野と地学分野に分かれて実施されてきている。自然史科学は、自然科学の中でも多くの事象の観察に基づき帰納的に真理を探究していく色合いが強いため、実験や実習が必要不可欠である。

しかし、実際に現場の教員への聞き取り調査や、教科書や参考書の調査をしたところ、実験や実習は組織、代謝、発生、神経などに関連するものが多く、多様性、系統、進化、機能形態などに関するものは充分とは言えない状況である。また、その実験や実習においても、利用できる資料数に制限があるため、生徒一人ひとりが資料を十分に観察検討し、理解を深めることは簡単なことではなかった。

そのため、かねて博物館に対して自然史教育や環境教育の補完の機能が強く求められてきていた。

(2) 博物館の現状

博物館の情報発信の手段は主として展示と講座がその大部分を負う。しかし、展示は更新が難しかったり、直接手に取って観察することができなかつたりという展示技法上の制約に束縛される。

一方で、講座は展示に比べると自由度が高く、学校教育からの要求に応じてその弱点を補完するような講座を開催することも可能である。

しかし、博物館は学校に比べて圧倒的に数が少なく、個々の博物館スタッフが個別に学校教育に対応するのは不可能であった。そのため、博物館の資料や、博物館の発信する情報を、学校教育の現場で広く利用する方法が求められてきていた。

(3) 蓄積されてきていたノウハウ

本研究を開始する時点で既に、研究代表者、研究分担者は盲学校（現・視覚特別支援学校）での生物科実習のサポート、スーパーサイエンスハイスクール事業におけるサポート、サイエンスパートナーシップ事業における出前授業を通じて、標本を利用した観察や実習をおこない、普段の授業では手薄になりがちな自然史科学分野の学習の補完に貢献してきていた。また、近隣小中学校教員との連携プロジェクトや、地域密着フィールド型博物館との連携講座の実施などを通じて、教育現場からのフィードバックができるような関係を築いてきていた。

2. 研究の目的

貝殻を持つ軟体動物は化石として保存されやすい。そのため、軟体動物が初めて地球上に出現したカンブリア紀以降、どの時代を通じても比較的多くの化石が産出する。したがって、貝殻は生物進化を考える格好の材料である。

化石資料が多数産出し、現生資料も多数採

集されるため、貝殻は学校のような場所で、多くの生徒を対象とした実習に対応しやすい素材である。また、種によっては比較的安価で市場に流通するため、実習材料として入手しやすい。さらに、標本の作製方法や保存方法にも特別な技術や習熟は不要である。

以上のことから、発生学におけるウニ、神経生理学におけるヤリイカ、遺伝学におけるショウジョウバエのように、多様性、系統、進化、機能形態といった自然史科学を知る上で、貝殻を持った貝類がモデル生物的役割を持つと考えた。

このような資料的特性を踏まえて、貝殻を利用して自然史科学分野の学習プログラムを開発し、その学習プログラムを出前授業や講座を通じて学校に提供するとともに、教員の研修を通じて学習プログラムの実施方法の指導やノウハウの伝達をおこない、最終的には生徒の自然史科学に対する興味と理解を深めることを目的とした。

これらの研究の先には、学校教育の現場では扱いにくいとされてきた分野である自然史科学に対する理解が深まること、さらには理科全体に対する興味がさらに高まることが期待される。

3. 研究の方法

研究を遂行するにあたり、研究期間である4年間をそれぞれ、Plan、Do、Check、Actの年と位置づけて学習プログラム開発およびその実践に充てた。

(1) Plan：現状分析および計画

中学校、高等学校の理科・生物・地学分野で、学校教育の現場で扱いにくかった単元や実習、観察内容を洗い出し、その単元に対応する学習プログラムをどのように組み立てるべきか検討した。洗い出しに際しては、教科書や参考書の調査だけでなく、実際に授業で指導をおこなっている教員に聞き取りをおこない、問題点を洗い出した。

開発する学習プログラムを実施するにあたって、どのような種の貝殻を資料として用いるのが最も適切かを検討した。

(2) Do：プログラムの開発と試行

学習プログラムを開発し、標本資料一式、ワークブック、野外で採集した生物や貝殻、水産物として市場に流通する生鮮品から資料を製作するための手順書などを作製した。

モデル校として協力してもらえる学校で出前授業の機会を利用して学習プログラムの試行をおこなった。出前授業の前後にアンケートや聞き取りによって、生徒がその単元に対して授業前に抱いていたイメージが、実際に標本を利用した学習をおこなったことによってどのように変化したかを聞き取った。

研究代表者、研究分担者が所属する博物館において、博物館主催の生徒向け講座のかたちで学習プログラムの試行をおこなった。参加者には講座の最後に講座の趣旨を説明し、

実際に標本を使った学習をおこなったこと
によってどのようにイメージが変化したか
を聞き取った。

(3) Check : プログラムの確認と分析

モデル校の教員に実際に授業の中でプロ
グラムを使用してもらい、内容の評価や、授
業での使いやすさ、改善すべき点などを確認
してもらった。この点を再度考慮し、学習プ
ログラムの修正をおこなった。

また、地域密着フィールド型博物館の学芸
員に協力してもらい、野外で学習プログラム
を実施する際の問題点や改善すべき点など
を確認してもらった。

(4) Act : プログラムの頒布と実践

開発した学習プログラムをベースとして、
教員や生徒からの意見や評価を反映させた
改良版学習プログラムを作成した。これを用
いていくつかの中学校、高等学校、視覚特別
支援学校などにおいて学習プログラムを実
施した。

さらに、県教育センターの研修会を利用し、
研修を受講する教員に対して学習プログラ
ムの頒布、実施にあたっての具体的な指導な
どをおこなった。

4. 研究成果

(1) 貝殻を利用した学習プログラムが有効 な分野の確認

教科書や参考書の分析、教員への聞き取り
調査を通じて確認された、貝殻を利用した自
然史科学学習が有効な分野は、当初の見通し
通り、多様性、系統、進化、機能形態など
に関する分野であった。しかし、一例として、
貝殻を使って成長や形態変異を学ぼうとし
ても、簡単に多数の個体が入手できる種で
あるという条件と、成長や変異の概要が明ら
かになっているという条件の双方を満たす種
が存在しないというような問題点も明らか
になった。このような場合には、候補となり
そうな種の成長プロフィールをまず明らか
にし、学習プログラムで使用できるような基
礎データの積み上げをおこなった。

(2) 対象とする貝の種の確認

日本およびその近海に分布する 10,000 種
近い貝類の中で、無料もしくは安価で入手
できること、多数の標本が入手できること、標
本化の作業が容易であること、標本の維持管
理に特別な知識や器具や装置などを必要と
しないこと、という条件の下で、どのような
種がどのような学習プログラムに適してい
るかを確認した。

その結果、形態や形質の種内変異を扱う場
合にはアサリやダンベイキサゴが、環境と形
質との対応関係を扱う場合にはサザエが、成
長の特性を知るにはダンベイキサゴやイボ
キサゴが、形態の規則性を理解するにはツメ
タガイが、アロメトリー成長を扱う場合には
トコブシが、形態の種内集団間変異を扱う場
合にはホタテガイやエゾアワビがそれぞれ
適していることを確認した。また、化石種と

現生種を比較することによって進化の様子
を知るにあたってはホタテガイが、進化にお
ける急速な多様化に関しては、アケギガイ科
やフジツガイ科のような複雑な装飾を持った
巻貝類が、捕食者との呼応的進化の理解に
はチョウセンフデガイなどの巻貝類がそれ
ぞれ適していることを確認した。

これらの標本のほとんどについて、研究代
表者や研究分担者が野外で生貝を採集し、一
般家庭や学校の理科室に備えられている道
具類だけを用いて標本化したり、水産物とし
て流通しているものを標本化したりして、教
材として実用的であることを確認した。また、
野外での打ち上げ貝殻標本を採集し、地域に
よって多数入手できる貝がそれぞれ存在す
ること、それらを学習プログラムで使用でき
る場合があることなどを確認した。

ただし、一部の種については、東日本大震
災の影響を受け、入手が難しくなったものも
あった。

(3) モデル授業からの学習プログラムの有 効性の確認

学習プログラムの有効性を確認するため、
博物館での講座、県内公立中学校での出前授
業、県内外高等学校での出前授業に加え、視
覚特別支援学校での出前授業などをおこな
った。

博物館の講座で学習プログラムの試行を
おこなった例では、多くの参加者が実際に標
本を観察したり、標本にもとづいて学んだり
することの有効性を認識した。一方で、学校
での試行では、標本を観察したり、標本を用
いて分析や比較検討をおこなったりするこ
とによって、当該分野や自然史科学全体に
より深い興味を持つようになった、という意
見が多かった一方で、授業との繋がりが解り
にくかったという感想も得られた。このよう
な意見を述べた生徒は決して無関心だったわ
けではなく、むしろ積極的に学習プログラム
を楽しんだ上での回答であったため、授業か
ら学習プログラムのシームレスな導入によ
り工夫する必要が課題として残された。

一つのテストケースとして、博物館のよう
な資料が揃っている場所に容易にアクセス
しにくい「地方」の公立高等学校において学
習プログラムを実施した。標本をキット化し
て輸送し、ワークブック、マニュアルに沿
って授業を実施することにより、遠く離れた場
所でも同じような標本を用いた観察や分析
が可能であること、それによって参加した生
徒の当該分野に対する理解が深まること、自
然史科学により深い興味を抱くようになった
ことが確認された。このことは、将来的に
よりコンパクト化、小規模化することが予想
される地方の公立学校において、スケールメ
リットの問題でますます実施しにくくなる
実験や観察を大規模校と同じように実施で
きる一つの方法としての可能性を示唆する。

また、同じく一つのテストケースとして、
視覚特別支援学校での学習プログラムの試

行をおこなった。視覚特別支援学校の生徒は、情報の入手を視覚以外の感覚に頼らざるを得ず、その大部分を触覚が担っている。貝殻は比較的頑丈な素材であり、装飾や棘のような繊細な部分でも適切に声掛けをすることによって触察することが可能である。触察に重点をおいたプログラムを実施することにより、生物の進化や多様化といった、言葉だけではなかなか理解しにくい内容について、より具体的に理解することができた、という感想を得ることができた。視覚特別支援学校における理科の実験や観察は、教員の経験や力量に負うところも大きく、また、触察しやすさといった教材の制約も大きい。今回の学習プログラムの開発がそれを一気に解決するものではないが、効果的な教材をいくつか追加したということで、今後の視覚特別支援教育に対する若干の貢献と考えることができる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計9件)

佐藤武宏、東京湾盤洲干潟におけるイボキサゴの成長について、神奈川県立博物館研究報告(自然科学)、査読無、41号、2012、1-8
http://nh.kanagawa-museum.jp/files/data/pdf/bulletin/41/bull41_01-08_sato_t.pdf

田口公則、身近な博物館にはどんな学芸員がいるのかな?、初等理科教育、査読無、46(1)巻、2012、36-37

田口公則、博物館の展示を楽しむ視点、初等理科教育、査読無、46(2)巻、2012、36-37

佐藤武宏・渡邊芳明・小玉大介、相模湾大磯地域におけるチョウセンハマグリ¹の生息を制限する要因、神奈川県立博物館研究報告(自然科学)、査読無、42号、2013、97-106
http://nh.kanagawa-museum.jp/files/data/pdf/bulletin/42/bull42_97-106_sato_s.pdf

田口公則、実物の観察から法則を導き、観察にもとづき推測する学び-ホタテガイ貝殻の学習プログラム-、初等理科教育、査読無、47巻、2013、62-65

田口公則、モノの理解を深めるための観察の積み重ね-アンモナイトでの実践-、視覚障害ブックレット、査読無、24巻、2014、6-11

田口公則、鮮やかなヒオウギを配列して魅せる、自然科学のとびら、査読無、20巻、2014、2

佐藤武宏、磯の生きものの姿かたちの不思議を知ろう、エデュコ、査読無、2014、14

田口公則、アンモナイトの“壁”を実感、視覚障害ブックレット、査読無、25巻、2014

[学会発表](計3件)

井上恵介・田口公則・門田真人・富田進、伊豆半島の中新統湯ヶ島層群桜田層の江奈石灰岩産の軟体動物化石群集、日本古生物学会、2012

田口公則、富田進、井上恵介、門田真人、伊豆半島今井浜の白浜層群産軟体動物化石群集、日本地質学会、2012

田口公則・佐藤武宏、ホタテガイの観察をふまえて化石を推察する講座「貝殻のふしぎを調べよう-ホタテの巻」の実践、日本地学教育学会、2013

[図書](計1件)

田口公則(下野洋 編)、東洋館出版社、身近な自然を生かした理科授業-科学的な思考力・表現力を育てる-、2013、152

[産業財産権]

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者

佐藤武宏(SATO, Takehiro)

神奈川県立生命の星・地球博物館 学芸部主任学芸員

研究者番号: 30280796

(2)研究分担者

田口公則(TAGUCHI, Kiminori)

神奈川県立生命の星・地球博物館 学芸部主任学芸員

研究者番号: 70300960

(3)連携研究者

なし