

理科教育を体験的に学ぶ学習ツールの提案

佐藤樹史^{†1} 柳 英克^{†1}

概要：近年の小学校の理科教育では、児童の科学的認識力の低下が問題視されている。その背景として、現代の児童は自然の中での体験や動植物の生態を観察する機会が少なくなっていることから、自然そのものへの興味が薄れていることが挙げられる。そこで本研究では、理科教育の教材として広く用いられてきた昆虫を題材とし、学習者の科学的認識力を養うことを目的とし、情報技術を活用した教材の開発を行う。本教材は昆虫の体の一部を模した複数のパーツで構成されており、各パーツを昆虫の構造として正しく組み合わせると、昆虫の生態に基づいたインタラクションが返ってくる。学習者はパーツを様々な組み合わせで試しながら、生物の身体構造や特徴などを理解することができる。また、本教材の試行錯誤をしながら答えを見つけるというプロセスにより、科学的認識力を養うことができる。本研究は提案する教材が科学的認識力向上に有用性があるかを検証し評価する。

Proposal of experiential learning tool for supporting science education

TATSUFUMI SATO^{†1} HIDEKATSU YANAGI^{†1}

Abstract: In science education at elementary school in recent years, deterioration of the scientific cognitive ability of children is regarded as a problem. As a background for this, it is cited that contemporary children have less opportunities to observe experiences in nature and living things, so their interest in nature itself is diminished.

Therefore, in this research, I develop teaching materials that utilize information technology with the theme of insects widely used as a teaching material of science education, and to develop learners' scientific cognitive ability. This teaching material is made up of several parts imitating a part of the body of insects, and when each part is correctly combined as an insect structure, interaction based on insect ecology returns. Learners can understand features of living organisms while trying parts in various combinations. Learners can develop scientific cognitive power by the process of finding answers while trial and error of this teaching material. In this research, I evaluate and evaluate whether the proposed teaching materials are useful for improving scientific cognitive ability.

1. 背景

1.1 理科教育の現状

近年の日本では、小学校理科教育の定着不足が以前から問題視されており、児童の客観的な自然や生物に対する知識や、科学的な認識力が年々低くなっていることが指摘されている[1]。その理由として、児童の理科への興味関心が以前より薄れてきていることが、一つの大きな問題として挙げられている。国内の調査によると、小学5年生以降では学年進行に従い急速に理科好きの割合が低下し、中等教育終了時点では40%程度までに落ち込むことが示されている[2]。また、現代の若者たちに基礎的な自然科学の知識、いわゆる小学校理科教育で教わる基本的な知識が定着して

いない理由として、日本の小学校科学教育は「理科」という名前が示すように、欧米の科学（サイエンス）とは異なり科学的認識力の育成が遅れているといわれている[3]。ここでいう科学的認識力とは、直感的に対象を捉える力ではなく、例えば自然の成り立ちや食物連鎖、四季の変化や花の咲き方、昆虫の体のつくりなどといった、科学的根拠に基づき対象を捉える力のことである。

これらの問題を解決するためにも、現在の日本では自然環境に対する感受性、直接体験や体験を重視する教育への認識が高まっている。今日の自然体験を重視した学習に対する社会性要請の高まりは、2001年に改正された学校教育法[4]や社会教育法[5]などで現れている。そして、2003年に公布された「環境の保全のための意欲の増進及び環境教育の推進に関する法律」[6]では、第三条2項において「森林、田園、公園、河川、湖沼、海岸、海洋などにおける自

^{†1} 現在、公立はこだて未来大学
Presently with Future University Hakodate

然体験活動その他の体験活動を通じて自然への理解と関心を深めることの重要性」が示されている。また、2007 年に改定された「環境教育指導資料」（小学校編）では、環境教育の指導の方針として、活動や体験を重視し、自然や社会の中での体験を通じて、自然環境に対する豊かな感受性、自然環境に関する見方や考え方、自然環境に働きかける実践力を育成することが述べられている[7]。これらの施策は、自然環境教育を進める立場からも、自然体験学習の推進を求めていると考えられる。

これらのように、自然環境への直接体験や体験を重視する教育が重要視されてきている理由として、施策以前の教育では、実際の生物の観察や自然体験を用いる教育が小学校までの教育課程にしか盛り込まれていないことや、その教育課程でも僅かにしか体験教育の時間を確保できないことなどが挙げられる。子どもの教育に自然や生物と触れ合う時間が不足しているという時間的問題を解決するためにも、現在の理科教育では生きた教材として、手軽に扱うことができる昆虫を用いた教育が主に行われている。[8]

1.2 昆虫について

昆虫とは、節足動物門の一綱であり、地球上で最も繁栄している生物である。そのため日常生活の中で目にする機会も多く、人々の生活に深い関わりを持っており、身近な生物の代表となっている[9]。昆虫は形態や色彩が多様なことや、小型で扱いやすく飼育が容易なこと、自然環境のよい指標になるなどの理由から、明治 5 年の学制制定以来、理科教育の優れた教材として扱われてきた。そして実験や観察など直接的体験を基本とする理科教育においても、最も重要な生物教材とされ、実際に教科書に最も多く登場する生物となっている[10]。更に昆虫を通じての学習は、生物に関する知見を豊かにし、生活に役立つ知識を得られる他、自然保護への関心を高めることにも繋がっている[11]。また、情報技術の急激な加速より内向的な傾向を強めている青少年の視点を野外に向けさせ、自然科学的視点や環境保全の重要性を学ばせるための教材としても、大きな役割と果たすと期待されている[12]。

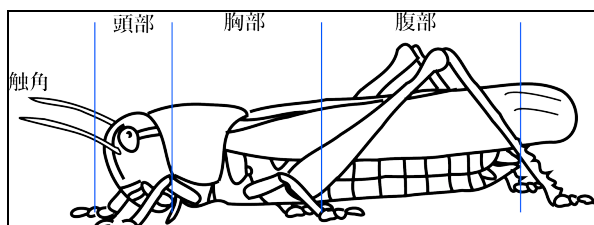


図 1 昆虫の構造モデル（成虫）

Figure 1 Structural model of insects (imago)

2. 目的

制作する学習支援ツールに求められるのは、学習者が生物の体の仕組みや特徴などを学ぶことにより科学的認識力を養うことができ、またその学習体験により実際の生物を観察したくなるような、主体的な学習態度の育成ができることである。

そこで本研究では、自然科学的な認識力を育むことのできる優れた教材として、生物学習の場で最も用いられている昆虫の体の構造とその生態に着目し、様々な昆虫の生態や特徴を理解することが可能な理科教育支援ツールを制作する。学習者が手を動かしながら主体的に昆虫の体の構造を学べるという学習体験が、ユーザの科学的認識力を育むプロセスになると考えられる。正しい認識力を育むためにも、学習支援ツールには昆虫の体の仕組みや特徴などを明確に理解できることが求められる。また、制作する学習支援ツールは子どもを対象ユーザと想定しているため、一度使用しただけで飽きることのないようなサステナビリティも求められる。毎回使うたびに異なるインタラクションがあるよう設計することで、様々なパターンがある期待から学習意欲のモチベーションも維持することが可能であると考えられる。また、従来までの図鑑や映像のみの学習に比べ、積極的な興味関心や学習態度を促せることが期待される。

3. 関連研究

理科教育での運用が容易なことから、昆虫を題材として用いた学習の改善を目指す先行研究や教材の開発は数多く行われており、小学校の理科教育で児童が知的好奇心や探究心を持って学習することができるツールが多数考案されている。ここでは本研究に関連した理科教育の研究や学習ツールの事例を挙げる。

3.1 「ものすごい図鑑」

「ものすごい図鑑」[13]はチームラボ[14]が開発し、NHK for School[15]に提供した web ブラウザ上で動作する学習用ツールである。選択肢の中から観察する昆虫を選ぶと、全方位から撮影された昆虫の写真が画面上に表示され、マウス操作によって全方向から観察することができる。昆虫の体の一部をクリックすると拡大・縮小をすることができる他、その部位の特徴や詳しい生態などを説明する図解や動画などがポップアップで表示される。ポップアップは一つの昆虫に数カ所用意されており、ポップアップを見ることでポイントがたまっていく。全て見終わると王冠が手に入り、別の昆虫を観察することができるという学習の流れになっており、子どもが飽きずにコンテンツを見ることができる工夫がされている。



図2 ものすごい図鑑の体験画面
Figure 2 Picture of “Monosugoi-Zukan”

3.2 生物の手の仕組みを学ぶ体験学習ツール

村山(2017)の研究[16]では、体験者自身の手が動物の手に変化するような感覚を得ながら、その動物の手の仕組みを学ぶことのできる学習ツールを制作した。これは直方体の箱型のインタフェースで、手を差し込むと箱上部に取り付けられたディスプレイに動物の手が同期し表示されるというものである。あたかも自分の手が動物の手になったかのような感覚を得ることができ、直感的に手の構造を理解することができる。学習ツールの使用により生物の身体の構造を学ばせることで、主体的な学びに繋がるとされる能動的な体験を可能とした。



図3 村山 (2017) の研究で制作された学習ツール
Figure 3 learning tool produced by Murayama

4. 提案するツールの概要とプロトタイプ

制作する学習支援ツールは、様々な形状のパーツをプラモデルのように組み合わせることができるもので、昆虫の体の構造に則った5種類のパーツ（頭部・胸部・腹部・脚部・羽）で構成されている。昆虫を題材として用いたのは、人々の生活に身近で扱いやすいため構造や生態を学びやすく、理科教育の生きた教材として広く用いられているためである。各パーツは学習者が自由に入れ替えて本体と組み合わせることが可能であり、様々なパーツを組み合わせながら昆虫の体の構造について学ぶことが可能である。更に各パーツには元となる昆虫の特徴に合わせて LED や小型スピーカなどのモジュールが組み込まれており、組み合わせることで昆虫の生態に則ったインタラクションが返ってくるよう設計する。これにより、昆虫の体の構造を学ぶことができるだけでなく、様々な昆虫の特徴や生態を直感的に理解できる他、実際の昆虫を観察する誘因となることが期待される。

プロトタイプとして、胸部となる直方体の箱と、昆虫の体の一部を模したパーツを制作した。それぞれの内側には Arduino を基盤としたマイコンボードと、LED やサーボモータなどのモジュールを取り付けた。マイコンボードは、Arduino Leonardo を基盤とした LittleBits の ARDUINO BIT MODULE を使用した。これはマイコンと各モジュールとの接続に磁力を用いた LittleBits の機構を使用するためである。プロトタイプとして、はじめにカブトムシの頭部、脚部、ホタルの腹部を模したパーツを制作した。カブトムシの脚部にはサーボモータを、ホタルの腹部には LED を取り付け、それぞれ Arduino で実物の生態に似たインタラクションが返るようコーディングしコンパイルした。それぞれのパーツと本体は磁力により簡単に組み合わせることができるようになっており、組み合わせた際に回路が繋がることで、各モジュールが動作するよう設計した。

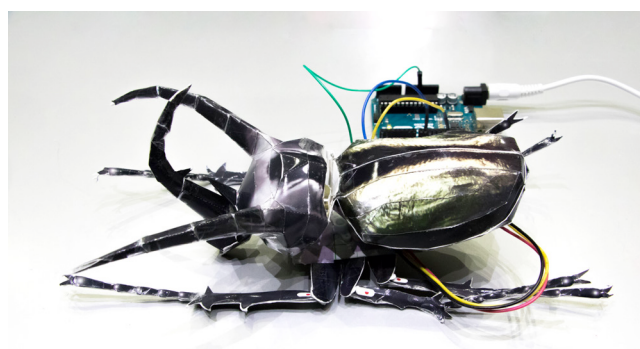


図4 制作したプロトタイプ
Figure 4 Prototype produced in this research

5. 実験と評価

提案する学習ツールの想定ユーザは小学生のため、評価においても小学生を被験者として実験を行う。事前に身近な昆虫を指定しその絵を描いてもらい、被験者が昆虫の体のつくりについて科学的認識をどの程度確立しているのかを調査する。その後、本学習ツールで自由に遊んでもらい、ツール使用後に再び昆虫の絵を描いてもらうことで、昆虫の体のつくりについて科学的理解が進んでいるかを調査する。またその際に、ツールを使用することによって昆虫のからだの作りや特徴を理解することはできたか、昆虫により興味や関心を持てたか、実際に昆虫を観察してみようと思ったかなどの項目でアンケート調査を行う。本ツールが主体的な学びに繋がり教育を支援できるものであるかどうか、また学習の体験のプロセスがユーザの科学的認識力を養うことに繋がるかを調査することで、本ツールが理科教育において有用性があるかを検証し評価する。

6. 今後の計画

今後の課題として、パーツの種類を増やし組み立てのバリエーションを豊富にすることや、電源にリチウム電池などを用いてツール単体で動作するよう組み込む必要がある。また、理科教育を受けている最中である小学生を対象ユーザとしているため、近隣の小学校や児童施設に協力を得て実験を行う。評価後にアンケートによる感性評価から改善点を見つけ、より有用性のある学習ツールを目指す。

参考文献

- [1] 山田陽一：学習指導要領の改訂と理科教育，文教大学教育学部，p27，2007
- [2] 長沼祥太郎：理科離れの動向に関する一考察 -実態及び原因に焦点を当てて-，京都大学大学院総合生存学館，p115-116，2015
- [3] 上岡学：理科教育における昆虫のからだの認識に関する研究 -大学生を対象としたアリのからだの認識-，武蔵野大学人間関係学部児童学科，p167，2008
- [4] 文部科学省：学校教育法（昭和二十二年三月二十九日法律第二十六号），文部科学省
- [5] 文部科学省：社会教育法等の一部を改正する法律（第169回国会における改正），文部科学省
- [6] 環境省：環境教育等による環境保全の取組の促進に関する法律，環境省
- [7] 国立教育政策研究所：環境教育指導資料（小学校編），国立教育政策研究所，
<http://www.nier.go.jp/kaihatsu/shidou/shiryo01/kankyo02.pdf>（参照 2017/12/19）
- [8] 日本学術会議 農学委員会 応用昆虫学分会：昆虫科学の果たすべき役割とその推進の必要性，日本学術会議農学委員会 応用昆虫学分会，p19-21，2011
- [9] 小西正泰：昆虫の文化史，遺伝：生物の科学，p16-20，2000
- [10] 久保田暁代，阿部弘和：生物教育を考えるⅢ：昆虫の名前の定着度調査，山口大学教育学部生物学研究室，p111，2004
- [11] 生方秀紀：生物教材としての昆虫の適正，理科の教育，

p380-383，1991

- [12] 山野井貴浩，大坂里奈，及川貴也：昆虫の体のつくりの理解を促すとともに進化的視点から考察を行う機会を提供する生物教材の開発，白鷗大学教育学部，p367，2015
- [13] ものすごい図鑑，<http://www.nhk.or.jp/school/sukudo/zukan/>（参照 2017/12/19）
- [14] チームラボ，<https://www.team-lab.com/>（参照 2017/12/19）
- [15] NHK for School，<http://www.nhk.or.jp/school/>（参照 2017/12/19）
- [16] 村上愛葉：ユーザ自身の手を用いて動物の手を能動的に学ぶ体験学習ツール，公立はこだて未来大学システム情報科学部，p15-17，2017