

令和元年6月7日現在

機関番号：32204

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K21321

研究課題名（和文）小中学校理科の全学年における進化学習を支援する観察・実験教材の開発

研究課題名（英文）Development of education materials to assist teaching evolution for all science class grades in Japanese elementary and junior high schools

研究代表者

山野井 貴浩（Yamanoi, Takahiro）

白鷗大学・教育学部・准教授

研究者番号：40567187

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,900,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は小中学校理科における進化学習を支援する観察・実験教材の開発に取り組んだ。教材開発に先立ち、小学校3～6年生約1500名を対象とした「進化のしくみ」に関する認識調査、中学校2年生約530名を対象とした「祖先の共有」に関する認識調査、中学校3年生約1000名を対象とした「遺伝」に関する認識調査を行った。これらの認識調査の結果を踏まえ、小学校3年生の昆虫学習の際に利用できる進化教材、小学校5年生のメダカ学習の際に利用できる性選択教材、中学校3年生の遺伝学習の際に利用できる自然選択教材など、小中学校の全学年の理科における進化学習を支援する観察・実験教材を開発することができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

「進化」や「生物の共通性と多様性」は生物を包括的に捉える視点であり、生物学を学ぶ際に最も大切な見方として、次期学習指導要領における生物教育において、より一層重視される。しかしながら、これらの学習を支援する観察・実験教材はほとんど開発されてこなかった。そこで本研究は、関連の認識調査を踏まえ、小中学校の全学年の理科における進化学習を支援する観察・実験教材を開発した。これらの教材の大部分は個人HPにおいて公開していることから利用しやすく、次期学習指導要領における生物教育の充実に貢献するものであると考えられる。

研究成果の概要（英文）：This study aimed to develop education materials to assist teaching evolution for all science class grades in Japanese elementary and junior high schools. Before developing the materials, we undertook questionnaire surveys to determine the understanding of the mechanism of evolution, the sharing of common ancestors, and inheritance among students in grades 3-6 in elementary schools and grades 2-3 in junior high schools. From the results of the surveys, we were able to develop materials to assist in teaching evolution for all science class grades in elementary and junior high schools; for example, teaching about insects in a grade-3 class of elementary school, medaka fish in a grade-5 class of elementary school, and inheritance in a grade-3 class of junior high school.

研究分野：理科教育

キーワード：進化 理科教育 生物教育 教材開発 認識調査

1. 研究開始当初の背景

現行の学習指導要領(文部科学省 2008)に基づく教育において、小中学校の理科では「進化」は中学校 2 年生以外では扱われていない。小中学校を通して「進化」を学ぶことで、生物の多様性と共通性の理解が深まり、見通しをもって生物や生命現象を理解できるようになると期待される。「目的論的な進化観」などの誤概念の修正や「祖先の共有」の認識の進化を考慮した授業の開発(観察・実験教材を含む)は、小中学生の世代を対象とした進化教育を大きく前進させるものであり、国際的にも価値がある。

2. 研究の目的

本研究では、小学校 3 年生から中学校 3 年生までのすべての学年の理科における進化学習を支援する観察・実験教材の開発を目的とした。

3. 研究の方法

小学生および中学生の「進化のしくみ」や「祖先の共有」に関する認識を、質問紙を利用して調査した。これらの結果を踏まえ、小学校 3 年生から中学校 3 年生までのすべての学年の理科において「進化のしくみ(自然選択)」や「祖先の共有」の理解促進を目的とした授業(観察・実験教材を含む)を考案し、小中学校での教育実践を行い、質問紙調査等を通して教育効果を検討した。教育効果が認められた授業は、授業展開案と観察・実験教材を個人 HP にて公開した。

4. 研究成果

(1) 小学生対象の「進化のしくみ」に関する認識調査と授業実践

栃木県および岐阜県の小学校 3～6 年生計 1501 名を対象に「進化のしくみ」に関する認識調査を行った(学会発表)。その結果、「キリンの首が長い理由」については、自然選択の考えを支持する児童が最も多く、どの学年においても 40%程度であった。つまり、小学校 3 年生であっても自然選択の考えを受け入れることができることを示唆している。一方、「チーターは足が速い理由」については、どの学年においても、自然選択の考えを支持する児童が 30%程度いたものの、キリンの首が長い理由に比べて、目的論的な進化や必要に応じた進化を支持する児童が多い傾向がみられた。また、「ヘビに足がない理由(退化)」については、自然選択の考えを支持する児童は 25%程度と最も少なく、目的論的な進化を支持する児童が 40%以上と最も多かった。

以上の結果を踏まえ、小学生が有する目的論的な進化の考えを改善する授業の開発、および退化を適応的な視点で扱う授業の開発を行った。

(2) 小学校理科の授業で利用できる教材の開発

上記の認識調査の結果を受け、小学校 6 年理科の食物連鎖の単元において、自然選択に関する授業実践を行った(図 1、学会発表)。その結果、授業後は授業前に比べ、目的論的な進化を支持する児童が減り、自然選択の考えを支持する児童が増加した。この授業実践の対象は少数(14 名)であったことから、今後対象者を増やし、同様の傾向がみられるかを確認する必要がある。



図1 どの色のバッタが捕食されやすかを明らかにする活動(児童が捕食者役)

小学校3年生理科の昆虫の体のつくりの単元において、後翅が退化したハエやカは昆虫かどうかを考えさせる授業の開発を行った(雑誌論文、学会発表)。授業前は、ハエやカについて約半数の児童が昆虫であるかの問いに「そう思わない」と回答したものの、授業後は約90%の児童が「そう思う」と回答した。授業でのガガンボのアルコールジェル標本(雑誌論文)の観察やペープサートを用いた退化に関する説明を通して、ハエやカについても他の昆虫と同じように頭・胸・腹に分かれていること、触角があることに加えて、翅は2枚であるものの平均棍の形で残っていることを理解したことにより、多くの児童は昆虫であると判断するようになったと考えられる。また「昆虫は生息環境に合わせて体のつくりを変化させてきたと思う」の問いに関して、授業後に「そう思う」と回答した児童が有意に増加し、ハエやカについてわかったこととして「生息環境に合わせて体の形が変化してきたこと」が挙げられたことから、退化を適応的な視点で見ることができるようになった児童がいたと考えられる。

小学校5年生理科の魚の誕生の単元において、メダカの雌雄で形態が異なる理由を進化の視点で考えさせる授業の開発を行った(学会発表)。授業では、模型や映像教材を活用し、交接の際の雄の背鰭と尻鰭の役割を考える活動を行った(図2)。授業後は授業前に比べて、メダカの雌雄の違いを正しく答えることができる児童が増加し、メダカ以外の魚でも雄と雌はそれぞれの繁殖戦略に伴って進化してきたことを理解した児童が増加した。

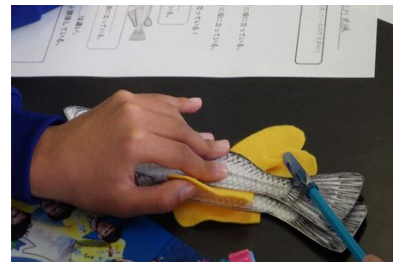


図2 模型を用いて交接の際の雄の鰭の働きを考える活動

(3) 中学生対象の認識調査

3都県の5つの中学校に通う526名の中学2年生(進化の単元学習後)を対象に「祖先の共有」に関する質問紙調査を実施した(学会発表)。その結果、「祖先の共有」の認識が低い傾向にあること、「すべての脊椎動物は進化の最前線であること」は正しく認識されていないこと、ほとんどの生徒は教科書に掲載されている脊椎動物の系統樹の樹形を正しく認識していないことが明らかとなった。この結果を受けて、進化学習後の中学2年生約1500名を対象に再調査を実施しており、その結果については現在解析中である。進化の認識を改善するために、系統樹を利用した授業を開発する必要がある。

栃木県内の中学3年生約1000名(遺伝の単元学習後)を対象に「優性」に関する認識調査を行った。その結果、約7割の生徒が優性の形質を「集団中の頻度」を根拠に、約6割の生徒が優性の形質を「生存の有利不利に影響する」という誤概念を根拠に選択していることが示唆された。遺伝と進化のしくみ(自然選択)を関連させた授業の開発が求められる。

(4) 中学校理科の授業で利用できる教材の開発

上記の認識調査の結果を受け、系統樹を利用する授業と、遺伝と進化のしくみを関連させた授業を開発した。

生徒にとって馴染み深い節足動物の1つに、昆虫のカブトムシがいる。しかしながら、カブトムシはどの部分が胸なのかが分かりにくく、小3の昆虫学習の際、デジタル教材等を利用しても、多くの児童は脚の位置を正しく理解できないことが報告されている。そこで本研究は、節足動物の体のつくりの進化の過程(体節の融合と付属肢の変化)を踏まえた観察を通して、カブトムシが昆虫であることを体のつくりから説明できるようになる授業の開発を試みた(図3、雑誌論文、学会発表)。授業前後に行った質問紙調査の結果、授業後には多くの生徒

(97%)が「カブトムシは昆虫であるか」の問いに対して、自信があると回答した。また7割以上の生徒が「授業を通して節足動物の進化に関する理解が向上したか」の問いに、「そう思う」もしくは「少しそう思う」と回答した。自由記述の結果から、授業を通して生徒は「節足動物も進化すること」や「節足動物の進化の過程で体節の融合や付属肢の消失が起こったこと」の理解が深まったと考えられる。

また、系統樹を利用する授業として、爬虫類から鳥類への進化の道筋について、始祖鳥のぬいぐるみや系統樹を用いて考える授業を開発した。授業後に行った質問紙調査の結果、対照群のクラスと比較して、介入群のクラスの生徒は直線型より分岐型の系統樹を選ぶ傾向がみられた。また「進化とは、祖先の特徴を受け継ぎながらも、変化が生じること」について「実感している」と回答する生徒が多かった。

遺伝と進化のしくみを関連させた授業として、中学3年の「遺伝」の単元の学習用に、キリギリスの一種の体色（緑色とピンク色）の遺伝様式について考える授業を開発した（雑誌論文、学会発表）。ピンク色の体色は交配実験の結果から優性であると考えられるが、生存に不利であるため、あまり見られないことを、グループ学習を通して理解できるよう授業を構成した。授業前後に行った質問紙調査の結果、生存に有利かどうかと優性劣性は関係ないことを理解した生徒が授業を通して増加したことが明らかとなった。

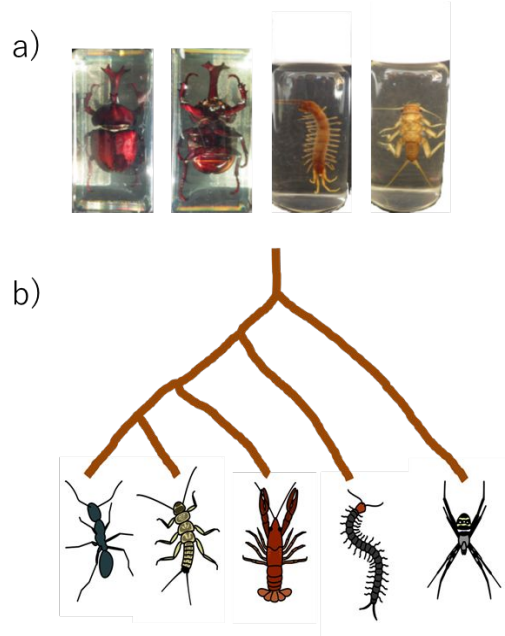


図3 授業に利用した標本 (a) と系統樹 (b)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 12 件)

山野井貴浩・阿部なつの(2019)生物の共通性と多様性の見方を養う小学校3年生向けの理科授業の開発—翅の枚数が少ないハエやカは昆虫かどうかを考える—. 生物教育, 60(3), 印刷中, 査読有

山野井貴浩(2019)昆虫の観察を通して体のつくりと進化を学ぶ授業の開発. 昆虫と自然, 54(2)39-40, 査読無

山野井貴浩・佐藤綾・古屋康則(2018)大学生対象の「種族維持」概念の保有状況調査—高等学校生物および大学での進化に関する講義の履修の影響に注目して—. 理科教育学研究, 59(2):285-291, 査読有, <https://doi.org/10.11639/sjst.18034>

Soga M, Yamanoi T, Tsuchiya K, Koyanagi TF, Kanai T (2018) What are the drivers of and barriers to children's direct experiences of nature? Landscape and Urban Planning, 180:114-120, 査読有, <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.08.015>

山野井貴浩・檜原千琴・谷津潤(2018)中学生対象の優性形質に関する認識調査と生存に不適な優性形質を題材とした授業実践. 生物教育, 59(3):150-157, 査読有, https://doi.org/10.24718/jjbe.59.3_150

佐藤綾・山野井貴浩・柏木純・青木悠樹(2018)タブレットを用いたシミュレーション活動が中学校理科での遺伝の規則性の学習と優性の概念へ与える影響. 生物教育, 59(2):64-74,

査読有, https://doi.org/10.24718/jjbe.59.2_64

山野井貴浩・鈴木麻央・小笠原千雲(2018)季節による水温の変化によってイモリの行動が変化することを小学生に理解させる授業の開発—映像教材とサーモグラフィーを利用して—。白鷗大学論集, 33(1):21-34, 査読無, <http://id.nii.ac.jp/1510/00002531/>

矢島岳人・山野井貴浩(2018)小学校理科の授業で役立つ市販の消毒用アルコールジェルを用いた昆虫標本のつくり方。白鷗大学教育学部論集, 12(1):203-215, 査読無, <http://id.nii.ac.jp/1510/00002526/>

山野井貴浩(2018)脊椎動物の進化を実感させる授業方法の提案。理科の教育, 67(3):56-57, 査読無

山野井貴浩(2017)生物進化の実感を伴った理解を目指して - 脊椎動物の前肢の骨格標本を利用した授業の実践 - 。理科教育学研究, 58(1):89-97, 査読有, <https://doi.org/10.11639/sjst.16069>

山野井貴浩・高橋希実(2017)中学生の無脊椎動物に関する認識調査と動物分類ワークシートの開発。白鷗大学教育学部論集, 11(1):133-146, 査読無, <http://id.nii.ac.jp/1510/00002108/>

山野井貴浩・根本知美・古屋康則(2016)メダカが水中の小さな生き物を食べていることを実感させる映像教材の開発。生物教育, 58(1):2-9, 査読有, https://doi.org/10.24718/jjbe.58.1_2

[学会発表](計 12 件)

山野井貴浩・曾我昌史・土屋一彬・小柳知代・金井正(2019)教師の過去の自然体験は授業内容に影響するか～小中学校教員 700 名を対象とした調査～。第 66 回日本生態学会大会

山野井貴浩・伊藤哲章(2019)保育者の虫嫌いの状況に関する調査～保育者志望の大学生や一般女性との比較から～。第 102 回日本生物教育学会全国大会

Yamanoi, T. and Yokouchi, K. (2018) Are unicorn beetles insects? - development of junior high school class to investigate arthropod morphology from an evolutionary perspective -. AABE (The Asian Association for Biology Education) 27th Biennial Conference, Thailand.

山野井貴浩・堤琢雄・川島紀子・佐藤綾(2018)中学生の進化に関する認識調査—祖先の共有, 脊椎動物の進化の道筋に注目して—。第 68 回日本理科教育学会全国大会

山野井貴浩・谷津潤(2018)外来種の調べ学習をどうやるか - 高等学校「生物基礎」における授業実践—。日本環境教育学会第 12 回関東支部大会

新美真由・山野井貴浩・佐藤綾(2018)メダカの雌雄形態の違いを進化の視点で考える小学校 5 年生向けの授業開発。第 102 回日本生物教育学会全国大会

田中仁美・山野井貴浩・武村政春(2018)生物進化の変遷の時間のスケールに関する認識調査と試行的な授業実践。第 102 回日本生物教育学会全国大会

山野井貴浩・横内健太(2017)カブトムシは昆虫であることを体のつくりから説明できるか - 中 2 の「無脊椎動物」と「進化」を組み合わせさせた授業開発 - 。第 67 回日本理科教育学会全国大会

檜原千琴・山野井貴浩・谷津潤(2017)優性の形質は優れているわけではないことを中学 3 年生に理解させる授業の開発。第 101 回日本生物教育学会全国大会

阿部なつの・山野井貴浩(2017)ハエとカは昆虫かどうかを考えることを通して昆虫の体

のつくりの進化についての理解を深める小学校3年生向けの授業開発．第101回日本生物教育学会全国大会

霜鳥佑至・野澤温美・山野井貴浩・古屋康則（2017）小学生の進化のしくみに関する認識調査と授業実践．第101回日本生物教育学会全国大会

山野井貴浩・古屋康則（2016）『種族維持』に関する認識の現状 大学生対象の質問紙調査の結果から．第66回日本理科教育学会全国大会

〔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〕

ホームページ等

<https://sites.google.com/site/takahiroyamanoihp/>