

令和元年6月24日現在

機関番号：13601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K00957

研究課題名(和文) 海産生物飼育から物理・化学・生物・地学領域の総合的理解を図る理科教育の有効性検証

研究課題名(英文) The evaluation of science education which deals with and makes understand the relationship among the regions (physics, chemistry, biology, and geology) by experience of raising marine organisms

研究代表者

坂口 雅彦 (Sakaguchi, Masahiko)

信州大学・学術研究院教育学系・准教授

研究者番号：30221998

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：海産生物飼育体験が理科各領域の関連性、総合的理解を得る優れた教材であるとの仮説を検証するため、事例研究を行い、アンケート調査を行った。

中学校動物単元で、カニの動きに興味をもった生徒に、小4動物の体のつくりと運動と、小6「てこ」の規則性の既習単元を組み合わせ考えさせる教材を提示した。動物の体の動きと「てこ」の規則性との関連性に気づき、生物と物理の知識を関連させ体の動きを理解できたことに感動した生徒が多数出現し、生物の問題を考えるのに物理の学習が重要だと答えた生徒の割合がこの教材体験後増加し、物理が嫌いという生徒は減少した。生物と物理の関連性に対する意識が高まり、総合的理解に達した可能性がある。

研究成果の学術的意義や社会的意義

理科を学ぶ目的は、科学的な見方・考え方を習得し、将来、様々な分野で未知の問題に出会った際、色々な事を相互に関連させ考え、問題解決をはかる思考を身につけることにある。しかし初等中等教育において、物理・化学・生物・地学領域の理科内学習でさえ、各領域の関連性は意識されておらず、その総合的理解が得られているとは言い難い。本研究により、海産生物を飼育し、中学動物分類単元でカニの動きに興味を持つ中で、「筋肉と骨の動き(小4)」「てこの規則性(小6)」という既習事項を再認識させることで生物の動きを物理的に理解する思考を意識させることができた点に学術的な意義があり、物理嫌いを克服させた点に社会的意義がある。

研究成果の概要(英文)：In order to evaluate the science education which deals with and makes understand the relationship among regions of science by experience of raising marine organisms, students reply to questionnaires before and after receiving the lesson by using some teaching materials.

In the junior high school, students who are interested in crab's moving are presented the teaching material of the human's moving and the principle of leverage which are already learned contents in the elementary school. The students realized the relationship between animal's moving and the principle of leverage. After the lesson, it is that students were impressed with the relationship between physical and biological regions, that the students who think the importance of physics increased in number, and that the students who dislike physics decreased in number. These suggest that students heighten awareness of relationship between biology and physics, and that students reach the integrated level of understanding.

研究分野：理科教育

キーワード：理科教育 物理教育 生物教育 総合的学習の時間 総合学習 初等教育 中等教育 科学教育

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

理科教育は科学技術の専門家を育てるためだけに行うのではなく、科学的な見方・考え方を習得させ、それぞれに進んだ分野で将来出会う様々な問題を解決する能力を身につけさせるために行うものである。また自然のすばらしさを体感し、自然を愛する心情を育むと共に、科学技術、そして特に、環境及びエネルギー問題に対する興味・関心・理解を図ることも目標としている。そのためには、ある課題の解決を図ろうとする過程で、理科における物理・化学・生物・地学領域の相互の関連性に児童・生徒が自ら気づき、それらの知識を総動員し、有機的に統合理解しようと努め、仮説を立て、それを立証する実験を考え、実行し、その結果から課題の解決に一步近づこうとする体験を積み重ねていくことが、経験となり、児童生徒の問題解決能力を高めていくことになる。教師はその過程をサポートすることが望まれる。

ところが現実には、初等中等教育において、理科における物理・化学・生物・地学領域の関連性を意識させ、総合的理解を図る教育はほとんど行われてこなかった。数学と物理学の関連性についての実践研究は、かなりの数の報告がなされてきたが、理科各領域の関連性について意識させる教育実践はほとんど行われず、関連性への意識は大学生でも低い(坂口, 2012)。これは高等教育・最先端研究における状況とあまりにも対照的である。大学及び大学院での教育・研究においては、例えば生物学における化学的手法の重要性は言うまでもなく、各領域間の相互関連を意識し、その知識、手法を用いなければ教育・研究が進まない現状がある。このような関連性を初等中等教育時から意識させることは、科学的な見方・考え方を身につけさせるためにも大変重要である。

また、理科の領域の中でも、物理領域が苦手・嫌いという児童・生徒は多く、義務教育教員になる教員養成大学教育学部理科専攻の学生でさえ、物理が苦手・嫌いという学生がかなりの数存在する。高等学校での理科科目選択性の影響もあると考えられるが、理科教員自身が物理を苦手とし、嫌いであれば、小中学校現場で理科各領域の関連性を意識した授業を行うことは難しく、何らかの対策が必要である。

2. 研究の目的

いつの時代でも、生物の生態に関するテレビ番組は人気があり、継続した放映が続いているし、動物園・植物園・水族館は人気を集めている。特に、海産生物は一般人には飼育が難しく、海の無い県では触れ合う機会が少ないため、飼育を実際に行うとその感動は強いものになることを授業指導から経験している。そこで、海産生物を飼育する活動を通して、生物に対する感動を持った児童・生徒が、活動を通して自ら感じた疑問を追求する過程で、物理・化学・生物・地学領域の関連性に気づき、疑問を解決していく体験を経験する中で、物理・化学・生物・地学領域の関連性への意識や、各領域を学ぶ必要性に対する意識がどう変化するかを調べることを本研究の目的とした。

3. 研究の方法

A 県の B 中学校において、海産生物を飼育してもらい、飼育及び授業の前後での変化についてアンケート調査と心理テストの一種である FUMIE テスト (Mori 等, 2008) を行った。

アンケート調査は前後の変化をみるため記名してもらうが、一切成績には関係しないことを伝え行った。質問としては、「理科が好きですか」、「理科生物領域を学ぶのは好きですか」、「理科物理領域を学ぶのは好きですか」、「生物領域を学ぶのに物理領域を学ぶ必要はあると思いますか」等について質問した。「回答は強くそう思う」「そう思う」「そう思わない」「まったくそう

思わない」の4択で回答してもらった。

FUMIEテストとは Mori 等(2008)が開発した簡便な心理テストであり、Filtering Unconscious Matching of Implicit Emotion Test の略である。Mori 等(2008)は、Greenwald 等(1998)の IAT(Implicit Association Test)の原理を活用しつつ、印刷した紙に印を付けることで簡便にできる FUMIE テストを開発した。FUMIE テストは、従来のアンケート調査のように集団で実施することができ、実施時間も10分以内である。従って特別なソフトをインストールしたパソコンを数十台使用する IAT 実施が事実上困難である学校教育場面で活用できる。この FUMIE テストの有効性は、複数の検証実験で示されている(守と守, 2007;Mori, 2003)。例えば老人を被験者として FUMIE テストを実施した場合、老人は「黒人」に対する潜在的差別意識を持つが、「黒髪」には好ましいイメージを持つ等、IAT と同じ有効性が観測されている(Mori, 2003)。

FUMIE テストの概要は以下の通りである。「安全」「勝利」「幸せ」など誰もが好ましいイメージを連想すると思われる用語群と、「危険」「敗北」「不幸」などの嫌なイメージを連想すると思われる用語群、そして調査したいキーワード1種(例えば「黒人」)をランダムに横に並べた課題 A と B を1組として数組分の課題を印刷した物を配布し、被験者が鉛筆で記入する心理テストである。被験者は自分のペースではあるが、一定時間内にできるだけ早く ×を左端の用語から順に正しく記入することを要請される。課題 A と B 両方において被験者は、「安全」「勝利」「幸せ」などには をつける(好ましいイメージを持つことを意志表示する)ことを要請され、「危険」「敗北」「不幸」などには×をつける(嫌なイメージを持つことを意志表示する)ことを要請される。キーワードに関しては、課題 A では を必ずつけることを要請され、課題 B では×を必ずつけることを要請される。そして課題 A の回答総数を課題 B の回答総数で引いた数値を潜在連想得点(Implicit association score; IAS)としてキーワードに対する潜在的意識における好嫌度の指標とする。被験者が潜在意識においてキーワードに対し嫌なイメージを連想する場合は、キーワードに対し をつけることには無意識に抵抗を示し(そのため をつけるのに時間がかかり課題 A の回答総数が伸びず)、×をつけるのには抵抗がない(そのため×をつけるのにそれほど時間がかからず課題 B の回答総数が伸びる)と予想されるため、IAS は負の値になると予想される。逆に、被験者が潜在意識においてキーワードに対し好ましいイメージを連想する場合は、IAS は正の値になると予想される。このように FUMIE テストではキーワードに対する潜在意識における好嫌度が測定できると考えられるため、ある授業を評価する場合、その授業内容に深く関係するキーワードをうまく選ぶことができれば、顕在意識の意思表示であるアンケート調査では測定・評価できない潜在意識における授業内容への好嫌度が測定・評価できる可能性がある。坂口等(2009)は FUMIE テストを用い、教育学部学生の「解剖」に対する潜在的好嫌度は動物解剖教育の前後で変化しないこと、小学生の「感覚」に対する潜在的好感度が感覚の授業後上昇することを観測し、FUMIE テストがアンケート調査を補完する理科教育実践の科学的な評価法として有効である可能性を明らかにした。本研究においては、キーワードとして、「生物」「物理」「国語」を用いた。

4. 研究成果

海産生物の飼育を続ける中で、「いきもの」への愛情・興味が増していくのを、生徒の会話の中で見出すことができた。このような状況の中、中学校2年理科動物の分類(脊椎動物と無脊椎動物)単元で、飼育しているカニの動きに興味をもった生徒に、小4動物の体のつくりと運動単元と、小6「てこ」の規則性単元とを組合わせて考えさせる教材を提示した。ヒトの上腕の筋肉と骨の動き(上腕二頭筋と上腕三頭筋、そして上腕二頭筋が肘関節より手首側の橈骨に

端が付着していること)と、テコの規則性(ピラミッドの石を動かすような支点が真ん中のものと、穴あけ器のように作用点が真ん中のものと、ピンセットのように力点が真ん中にあるもの)」という既習事項を再認識させる教材の提示により、動物の体の動きと「てこ」の規則性との関連性に生徒自身が自ら気づき、動物の体の動きは、力点が真ん中にあるピンセットと同様であり、力点部の少しの動きにより体が大きく動くことを理解できた。このように生物と物理の知識を関連させ体の動きを理解できたことに感動した生徒が多数(約8割の生徒)出現したことが、アンケート調査の自由記述欄の記述により明らかになった。また、生物の問題を考えるのに物理の学習が重要だと答えた生徒の割合が、この教材体験後20%増加した。また物理が嫌いという生徒は、この教材体験後12%減少した。

今回 FUMIE テストを行ったが、キーワード「生物」「物理」「国語」に対する IAS 値に授業前後で統計的に有意な差は見いだせなかった。「物理」について授業前後で IAS 値が 0.2 ± 0.1 から 0.3 ± 0.3 となったが統計的に有意な差ではなかった。

以上の事例のように、海産生物の飼育を行う中で、自発的に生じた生徒の疑問に対し、教師が、「物理と生物の関連性について適切な既習事項を想起させる教材」を提示することにより、生徒自身が自ら疑問に感じた問題についての解答を科学的に理解できたことが示された。生徒に生物と物理の関連性に対する意識が高まり、総合的理解に達した可能性がある。大学生に対しても生物の行動(メンフクロウの音源定位)と物理・数学の関係を想起させる教材が物理・数学を学ぶ必要性認識を高める教材として有効であることが示されており(坂口, 2012), このような各領域の関連性を意識させる教育が今後必要であると考えられる。

<引用文献：筆頭著者アルファベット順>

Greenwald等(1998)Measuring individual differences in implicit cognition: The Implicit Association Test, *Journal of Personality and Social Psychology*, 74, 1464-1480

Mori (2003) The development of the FUMIE Test for measuring the implicit association of target words to negative emotions, *Proceedings of the 44th Annual Convention of the Japanese Society for Social Psychology*, pp. 104-105

守と守(2007)集団式潜在連想テストを用いた中学生の教科の好悪度測定, *信州心理臨床紀要*, 第6号, 1-4

Mori 等(2008), A paper-format group performance test for measuring the implicit association of target concepts, *Behavior Research Methods*, 40(2), 546-555

坂口等(2009)理科教育実践の効果を科学的に測定・評価する取り組み-FUMIEテストの利用-, *信州大学研究論集*, 第1号, 15-27

坂口(2012)教育学部理数教員志望学生に数学・物理学の必要性を意識させる生物教育 - メンフクロウの音源定位の教材化 -, *生物教育(日本生物教育学会誌)*, 53 巻第 1-2 合併号, 22-35

5．主な発表論文等

現在，発表準備中であり，この報告書作製時に受理されたものはまだ無い。

6．研究組織

なし