

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 6 月 30 日現在

機関番号：32503

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2014

課題番号：24650536

研究課題名(和文)大学基礎物理教育における学生の学習意欲と学習行動を含んだ包括的学習モデルの構築

研究課題名(英文) Model Development of study motivation for physics at an engineering college

研究代表者

市川 洋子 (ICHIKAWA, YOKO)

千葉工業大学・工学部・助教

研究者番号：70406651

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,600,000円

研究成果の概要(和文)：工学系大学生の物理に対する興味関心の特徴とその変化のきっかけを探索的に検討した。また物理科目担当教員と教育系研究者とで行った授業改善のための協働リフレクションの効果と問題点について考察した。その結果、学生の物理に対する興味は、大学入学後に物理に関する実験や講義を受講することを通して上昇していた。興味の上昇は、物理に関する内容の理解の深まりがきっかけとなることが多かった。さらに、学生自身の将来の夢や仕事に役立つといった有用性を実感すること、実験の面白さといったこともきっかけとなっていた。授業リフレクションでは教師が自身の教授行為とその意図を説明するなかで思考が外在化され新たな気づきが生じていた。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to investigate the changing levels of interest in learning physics at an engineering college, and a reflective process on lessons by the physics college teacher. We interviewed engineering college students about the level of their interest and competence in physics before and after entering college. We found that, although most students were neither particularly interested in nor good at understanding physics, they were forced to study it due to their majors. After entering college, their competence tended to rise, and so too did their interest. Moreover, when they came to understand the usefulness and novelty of physics, and they enjoyed experiments, their interest grew.

研究分野：教師教育

キーワード：物理 興味 授業 リフレクション

## 1. 研究開始当初の背景

### (1) 工学系大学生にとっての物理

現在、大学は大衆化され、多様な学生が入学してくるようになった。工学系の大学においても、基礎となる物理を高校時代に履修していない新入生も増えているのが現状である。さらに、理科離れの危機が叫ばれて久しいが、そのなかでも物理は特に敬遠されやすい科目であることがわかっている。

上記でも述べたように、工学系大学において物理は、専門科目の土台となる重要な科目である。そもそも新入生の中には、高校時代に物理を敬遠して履修をしておらず、物理嫌いという言葉に代表されるように興味関心も低い状態にある学生もいる。加えて、工学系大学生は物理そのものを専攻したいわけではなく、物理への興味はそれほど高くはないことが予想される。

### (2) 工学系大学における物理教育

大学は、そのような状況に対応することが求められている。入学時には、興味関心、学力において多様な学生に対し、卒業時にはある程度の学力や専門的知識を保証することが求められている。そのため、大学教員のための研修、授業公開、FD 活動が盛んとなってきている。

しかし、大学における授業改善やカリキュラム開発の土台となる実証的調査は十分には実施されていない。もちろん、物理においても同様で、その興味関心の特徴やその変容の様相について、工学系大学においては十分に調査検討されているとはいえない。

さらに、授業改善という点においても実証的に十分に調査されているとはいえない。現況では、各教員レベルで独自に優れた授業実践を展開している者は相当数いると思われるが、教員がどのように授業を改善していくのかといったプロセスがわからない以上、教員の授業改善をサポートしていくための実証的資料は不十分であり、手探りでFD 活動等を進めていくしかないのが現状である。

## 2. 研究の目的

上記の背景のもと、本研究では、以下の2点を目的とし、データを収集考察した。

### (1) 工学系大学生における物理に対する興味関心の特徴

大学入学に伴い、工学系大学生の物理に対する興味関心はどのように変化するのだろうか。また、その変化を規定する要因とは何だろうか。今回の調査では、工学系大学生に回想調査を実施し、大学入学前と現在の物理に対する興味(好感度)と有能感(得意度)を調査、さらに興味に変化したきっかけについて自由記述を実施し分析した。

### (2) 授業改善のための協働リフレクションの特徴

中学高校と違い、大学では、教員共同の職員室のようなものはなく、他学科や他専攻の教員と毎日のように顔を合わせることもない。そのため、学生について語り合うような場もない。また授業内容の専門性も非常に高く、お互いの授業内容を理解するための土台が共有されていないことも多い。

そのような中で、物理研究者兼授業者と教育系研究者が協働して授業改善に取り組んだ場合、どのような問題点や利点があるのだろうか。また、物理環境的にはどのような共同が可能であろうか。今回は、授業リフレクション(振り返り)に着目し、その内容を数量的、質的に分析した。

## 3. 研究の方法

### (1) 工学系大学生の物理に対する興味関心

大学入学に伴う、学生の物理に対する興味の変化の把握、その変化を規定する要因の探索的検討を行うために、質問紙調査、インタビュー調査を実施した。対象者は、大学で教養物理、物理学基礎、物理学実験を受講した私立工学系大学1、2年生274人である。現在、物理のどのような点が面白いと感じているか記述してもらい、KJ法により、物理科目担当の教員と教育系研究者とで分類を行った。また、大学入学前と現在の物理に対する興味(好感度)について5段階評定を求めた(それぞれ、非常に好きを5、非常に嫌いを1と設定した)。興味に変容した場合にはそのきっかけについても記述を求めた。さらに、大学入学前と現在の物理に対する有能感についても同様に5段階評定(非常に得意を5、非常に不得意を1とした)と変容のきっかけについての記述を求めた。有能感についても同様に、大学入学に伴い変容した場合にはそのきっかけについて記述を求めた。そして、特徴的な結果を示した学生に対しては可能な限りインタビュー調査を実施した。インタビューでは、上記の回答内容についてさらに詳しい説明を求めた。数量的な分析についてはSPSSを使用した。

### (2) 授業改善のための協働リフレクション

今回、改善を試みた授業は、大学1年生を対象の専門基礎科目の物理学基礎(内容はニュートン力学であり、一斉講義型の講義である。)であった。

毎回の授業後に授業者が授業の概要を記録、それに対して教育系研究者が質問、授業者が解答するという形を基本として行った。

このやり取りはWiki上で行った。WikiとはWikipediaに用いられていることで良く知られているウェブシステムであり、インターネットにつながってさえいれば誰でも、いつでも、どこからでも、文書を書き換えて保存することができる。また、改訂履歴、差分やRSSフィードに対応しているなどの便利な機能も備えている。それゆえ、Wikiは共同作業

に適しているツールであると考えられる。今回は、Wiki (Wiki クローン) の中でも小規模な開発者のチームやワーキンググループでまとめサイトの構築に適している DokuWiki を用いた。図 1 は Wiki のスナップショットである。

特に、授業者が、研究者が授業内容を十分には理解できない場合を念頭に置き、研究者が改善案を提案するというのではなく、研究者は質問をすることに専念し、その授業者は研究者からの質問をきっかけとして、自分の考えを整理し改善点を見つけ出すということを試みた。



図 1 Wiki の様子

その後、Wiki 上でのやりとりを数量的質的に分析し、授業改善のための協働リフレクションの効果と問題点を分析した。

#### 4. 研究成果

##### (1) 物理に対して感じる興味(面白さ)の特徴

物理のどのような点が面白いと思うかという質問に対して、学生の自由記述を分類したところ、回答が多かったものから3つ挙げると、「身近な現象が説明できる点(122件)」「自然現象を数式・数字で表せる点(37件)」「世界が予測・説明できる点(35件)」という結果となった。一方で、調査者は物理という科目のもつ面白さをたずねたつもりであったが、学生のなかには受けていて面白いと感じた場面を挙げた学生も多数いた。一番多かったのは「問題が解けたとき、公式が導けたとき・わかったとき(120件)」であり、有能感が得られたときに物理に対する面白さを感じる学生が多いことが推測された。

##### (2) 大学入学に伴う物理に対する興味(好感度)の変化

大学入学に伴う興味の変化：物理に対して大学入学前の物理に対する好感度の平均値は2.7(SD=1.2)であり、今回調査した工科系大学では、理系に所属する大学生とはいつでも、入学前の時点では物理に対する好感度は必ずしも高くなく、どちらかといえば嫌いと感じている学生が多いことが伺えた。大学入学後、教養の物理や物理学基礎、物理学実験と物理関連科目を履修してきた学生の物理に対する好感度を調べたところ、好感度の平均値は3.0(SD=1.1)であり、大学入学前と比較すれば有意に上昇していた(t=3.4、

df=272、p<.01)。

##### (3) 物理に対する興味の変化を規定する要因

物理に対する興味の変化したきっかけ：学生に興味の変化したきっかけについて記述してもらい、それらを分類した(表1参照)。その結果、「内容理解」が一番多くみられた。物理に対する好感度が上昇した学生100名を好感度上昇群、低下した学生64名を好感度低下群とし、それらの学生たちによって記述されていた変化のきっかけを8つのカテゴリー別にカウントした。その結果、好感度上昇群と低下群ともに、好感度変容のきっかけとしては「内容理解」を挙げる者の割合が一番高かった。ただし、低下群ではその割合が76.6%を占めており、他のきっかけの割合は非常に少なかった。それに対し上昇群では「内容理解」はきっかけ全体の45.0%しか占めておらず、「実用性」(27.0%)、「楽しさ」(11.0%)、「実験」(9.0%)もかなりの割合を占めていた。まとめると、好感度上昇・下降のどちらにも物理に対する「内容理解」が大きく関わることが示唆された。ただし、好感度が低下する際には、「内容理解」がきっかけとなることがほとんどの場合であることに対して、好感度が上昇するきっかけとしては、「内容理解」だけでなく、他の要因もきっかけとなっている学生が多い。つまり、大学入学に伴い、物理に対する好感度の低下を防ぐだけなら内容理解だけに焦点を当てて指導すればよいと思われるが、好感度を上昇させるためには、「内容理解」だけでなく、「実用性」、「楽しさ」、「実験」といったことをきっかけとする学生もかなりの割合で存在しているため、そういった要因も無視できないことが示唆された。

表1 興味の変化のきっかけの分類

カテゴリー名	事例
実験	実験がたくさんできたから・実験がうまくいかないから
実用性	建物を建てるのに役立っていることがわかったから
内容理解	問題が解けるようになったから・わからなくなったから
取り組み	一生懸命に取り組んだから・取り組みなかったから
制度環境	授業時間が長くなったから
楽しさ	物理学を学んでいて楽しかったから・楽しくないから
教員友人	先生が好きだから・嫌いだから・好きな友達と一緒に学べたから
記述なし	きっかけについて何も言及されていなかった

有能感(得意度)と興味(好感度)との関連：物理に対する得意度と好感度との関連

を検討した。その結果、大学入学に伴い得意度が上昇すると好感度も上昇するという関連がみられた ( $r=.74$ ,  $p<.01$ )。どちらが原因か結果かといったことは本分析から明らかにはできないが、学生たちが記述した変容のきっかけの内容をみると「問題が解けるようになったら(わかるようになったら)物理が好きになった」と書かれている場合が多く、その逆は非常に少なかった。そのことから、学生の意識としては、「好きこそ物の上手なれ」ではなく「上手こそ物の好きなれ」であることが伺われた。ただし、これはそもそも物理があまり好きではなく得意でもないという学生集団の結果である。非常に物理が好きで得意という学生は少数であったので、さらにそういった学生を増やして再調査する必要もあるだろう。

物理に対する興味と有能感に正の相関がみられなかった学生の特徴：少数ではあるが、有能感が上昇しても興味が低下した学生、または有能感が低下しても興味が上昇した学生がいた。この学生たちが興味や有能感の変化のきっかけをどのように捉えていたかについてアンケート調査の内容に加えてインタビュー調査を行い、物理に対する興味の変化を規定する要因について探索的に検討をおこなった。

まず、有能感が上昇しても興味が低下した学生(4人)についてまとめると、次のような特徴がみられた。彼らは有能感の上昇のきっかけとして、期末試験等で点数がとれたことを理由として挙げていた。しかし、そこに至るまでのプロセスにおいて、「点数はとれても新しいことを学べたという充実感がない」または「辛さしか残らなかった」といったことがあり、興味については低下したと記述していた。まとめると、有能感が高まったとしても、充実感の伴わないテストの点数の上昇だけに基いたものである場合、興味の上昇にはつながらない可能性があることが示唆された。次に、有能感が低下しても興味が上昇した学生(6人)についてまとめると、大学入学前よりも得意ではなくなってしまうとしても、「実験や実用性、楽しさを感じられたから」、「前よりはわかってきたから」というのがその理由であった。6人の学生は有能感が低下したといっても全員1ポイントの低下であった。それほど大きくない有能感の低下であれば、実験の体験や実用性の認識が得られることで、または、得意という意識に至らなくても「わかってきた」という実感が多少でも得られれば興味の上昇につながる可能性があることが示唆された。

#### (4) 授業の協働リフレクションの効果

協働リフレクション導入前後で授業者の授業記録に生じた変化とその理由：授業リフレクションを行う前と今回のリフレクションとで、授業者(物理担当教員)による授業記録に変化が見られたかを検討した。その

結果、リフレクションを行う前では授業記録は、1回の平均が約300文字であり、今回のリフレクションでは1回の平均は約2000文字であった。文字数が増加した理由は、授業者は以前の授業記録は後で自身が見返した際に何をやっていたかを思い出せることを目的として書いていたのに対し、このリフレクションでは研究者が読んだ際に授業方略を理解できるように心がけたからである。その結果、授業者が研究者に授業の方略や行動の説明をするための記述が増えたからである。例えば、以前は、「現象をモデル化した時に、理論と実験の間には誤差が生まれるということの説明した。その際に物理学実験について説明した。」と実際に説明した内容を記述するにとどまっていたが、今回はそれに加えて「物理学実験を好きな学生は多い。実験と関連させると学生の興味が湧くのではないだろうかと考えてこのような発言をしている」と発言に対する説明を付け加えている。このような授業者自身の方略や行動の説明を付け加えることにより、授業者はリフレクション以前の授業記録よりも、自身の方略や行動1つ1つの意義について振り返ることができた。

授業者に新しい気づきが生じた場面とその理由：授業者と教育系研究者との協働リフレクションの内容を細かく見てみると、授業者の意図、教授方略、学生の理解プロセスなどについて質問・回答が繰り返し行われていた。そのやりとりのなかで授業者は学生に合わせて授業をしようと思いついていくうちに、本来やりたいと思っていた授業とずれてきてしまったことに気づくに至った。

今回の協働リフレクションでは、研究者が授業内容を理解していない(十分にはできない)場合を想定していたため、教育系研究者は質問役に徹し、研究者側から授業改善についてのアドバイスをすることは控えるという方法を採用した。それでも、今回のリフレクションにより授業者は以前の授業記録では生じなかった意識の変化が生じた。このような授業リフレクションの方法は必ずしも研究者が授業内容を理解していなくとも行うことは可能であるので、工学系大学において教育系研究者と理系科目の授業者の協働授業改善を実施する際の1つのモデルになると思われる。今回のリフレクションによって授業者には意識の変化が生じたが、それが今後、どのように授業改善につながっていくのかということは今後の課題である。

#### 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2件)

市川洋子、轟木義一、工科系大学生の物理に対する学習意欲 興味に影響を与える要因の探索的検討、千葉工業大

学研究報告、査読無、第 62 号、2015、  
pp.89-94  
[https://cit.repo.nii.ac.jp/?action=pages\\_view\\_main&active\\_action=repository\\_view\\_main\\_item\\_detail&item\\_id=92&item\\_no=1&page\\_id=13&block\\_id=21](https://cit.repo.nii.ac.jp/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=92&item_no=1&page_id=13&block_id=21)  
Mayumi Oie, Yoko Ichikawa, Norikazu Todoroki, What makes Collegial reflection creative? A longitudinal case study on Wiki in Physics in higher education. Creativity and Leisure、3、  
査読有、2014、pp.81-98

〔学会発表〕(計 6 件)

市川 洋子、轟木義一、工科系大学生の物理に対する学習意欲、日本教育心理学会第 56 回総会、神戸国際会議場(兵庫県神戸市)、2014-11-07、p271  
轟木義一、市川洋子、理工系専門教育におけるアクションリサーチ：授業実践者と研究者の間の授業リフレクションプロセスに着目して(教授・学習、ポスター発表)、日本教育心理学会第 54 回総会、琉球大学(沖縄県中頭群)、2012-11-23、p447

〔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〕

特になし

6. 研究組織

(1)研究代表者

市川 洋子 (ICHIKAWA、Yoko)  
千葉工業大学・工学部教育センター・助教  
研究者番号：70406651

(2)研究分担者

轟木義一 (TODOROKI、Norikazu)  
千葉工業大学・工学部教育センター・准教授  
研究者番号：40409925

(3)研究協力者

大家 まゆみ (OIE、Mayumi)  
東京女子大学・文理学部・准教授  
研究者番号：00385379