

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 6 日現在

機関番号：32607

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010 ～ 2012

課題番号：22531029

研究課題名（和文） 医療系初年次物理教育のための能動的学習教材の開発

研究課題名（英文） Development of learning materials on physics for medical freshman

研究代表者

廣岡 秀明 (HIDEAKI HIRO-OKA)

北里大学・一般教育部・准教授

研究者番号：60296522

研究成果の概要（和文）：

この研究では、教養として物理学を学習する医療系の初年次学生向けに、双方向教育として注目されるクリッカーを用いた Peer Instruction 用の学習教材を開発することを目的としており、その効果を検証することにある。医療に関係する題材を多く用いることで、能動的な学習をうながしており、北里大学薬学部1年生を対象として、通年講義の前後における成績を比較し、一定程度の成績向上の結果を得た。

研究成果の概要（英文）：

This research aims at the development of learning materials on physics for freshmen belong to medical university. These materials have been made for peer instruction by using a clicker device, which is well-established for interactive learning. Many medical themes motivate the students to do learning on physics, and we found that the average point of the examination performed before and after a full-year course has been improved.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2011 年度	400,000	120,000	520,000
2012 年度	400,000	120,000	520,000
年度			
年度			
総計	2,500,000	750,000	3,250,000

研究分野：物理教育

科研費の分科・細目：教育学・教科教育学

キーワード：物理教育、能動的学習教材

1. 研究開始当初の背景

2002 年より実施されてきた新学習指導要領で初等・中等教育を受けてきた、いわゆる「ゆとり世代」の学生が多く大学に入学するようになってきており、学生の多様化が幅広く進行してきていた。

また、これとは別に「理科離れ」、特に「物理離れ」が深刻なまでに進行しており、高校

物理の履修者は、物理 I が 30%程度、物理 II が 10%程度となりとなっていた。いうまでもなく、自然科学においては、物理学の知識は様々な分野で必須となる基本的なもので、工学系だけでなく医学系でも必要とされるものは多い。

さらに、大学進学率の上昇とともに、マス化した大学新入生では、さまざまな学修履歴

の問題だけでなく、学習意欲の低下した層が増えているという問題もはらんでいた。そもそも学習意欲の低下した学生向けに講義をする場合、いくら内容を易しくしても効果は上がらない点が深刻である。

本研究テーマの対象とした北里大学薬学部の学生においても、高校物理の履修状況はおおむね似たようなものであり、そもそも物理が嫌いで生物、化学系、ひいては医療系を志したものも少なくない。(データについては後述)

こうした点をふまえて、これまでの対応策としては習熟度別クラス編成を実施し、教育内容の見直し過程において定量的なものから定性的なものへと易化した取り組みを行ってきた。しかし、前述のとおり、内容をいくら易しくしても、また学習する項目を減らしたとしても、受講態度に意欲低下の傾向がある限りは、思ったほどの効果は得られなかった。また、受験対策などの試験勉強に慣れた受動的な学生に対して、いかに能動的な学習態度に改めてもらうかは、大きな課題でもあった。

そこで受動的な学習態度から能動的な学習態度への変更をうながす試みとして、まずは e-learning の初歩として、ウェブを利用した問題配布などを行ったが、利用は一部の学生にとどまっており、しかも定期試験前に集中しているだけだった。

1) 鈴木亨 大学の物理教育 11, 133-135, (2005)

2. 研究の目的

近年、能動的な学習をうながす方法として注目されてきたものに、クイズ形式のような選択問題を出し、学生同士に考えさせる (Peer Instruction) というのがある。

特に、物理学分野では、その概念的な説明を行ったあとに、その物理的な概念を用いて考えることのできる選択式の問題 (クイズ) を出題し、学生相互にその答えを議論してもらい、パネルや送信端末 (クリッカー) を利用してその答えを提示させるという方法である。

アメリカでは 90 年代ころから広く物理教育に導入されるようになり、日本でも北海道大学や東京学芸大学など、いくつかの大学で導入され一定の成果を上げているという報告²⁾がある。

しかし、この方式の講義の問題点は、学生に例示する選択式の問題作成の難しさにある。現在、力学分野では概念調査³⁾として洗練されたものがあるが、その他の分野では、まだまだ発展途上にあるようにみえる。

そこで、この研究の目的は、これまで取り組んできた医療系の物理教育において、この Peer Instruction 形式の講義に対応できる力学だけでなく各分野の物理学教材の開発を行うことである。医療系では、特に人体に関する力学的な作用や、医療機器に関する原理的なものは、比較的学生の興味を引きやすいため、この Peer Instruction での学生間の議論を行いやすいという利点がある。

さらに、解説を行う場面において、動く映像を多用することで学生の興味と理解をうながすようなコンピューターグラフィクス (CG) の作成や、パラメーターを変えることで様々な現象をシミュレートできる簡易版ソフトウェアの開発を併せて進行させることを目指している。

2) 鈴木久男、他 J. Higher Education and Lifelong Learning 14, 89-97, (2006)

3) D. Hestenes, M. Wells, and G. Swackhamer, The Physics Teacher 30, 141-158, (1992)

3. 研究の方法

医療系の学生向けに、動機付けとなるように、人体に関するテーマを幅広く採用することから始める。人体の各器官に作用する力に関する論文から、初年次物理教育で扱えるテーマの抽出を行い、Peer Instruction の実践を通して、その効果を検証する。

使用する機材は、双方向形式の講義でよく利用されているクリッカー端末 (図 1) であり、出題 PC との通信により、リアルタイムに回答を集計し表示させる。これにより、各学生の回答をもとに、さらに学生間の議論を経て学習効果を上げていく。



図 1 : クリッカー端末

対象としている学生は北里大学薬学部の1年生およそ290名程度であり、2010年から2012年の3年間の成績の推移をもって効果の検証を行う。

4. 研究成果

教材開発に先立って、学生の力学概念についての調査を行ったところ、力の作用についての誤認識が圧倒的に多いことが判明した。

例えば、図2のような水平面に物体を置き、物体が水平面に及ぼしている力を図示したものはどれかを選択させる問題を出題したところ、高校物理を選択した学生が多いクラスと未履修者の多いクラスでは、それぞれ92%および88%の学生が(c)を選び、正答である(d)を選択した学生は、両クラスとも6%しかいなかった。

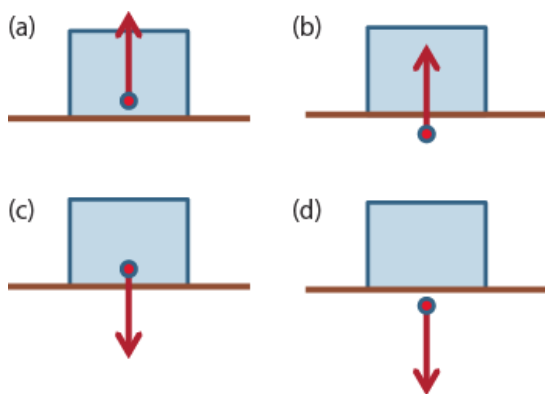


図2：力の作用に関する問題

このことは、力学の基礎である静力学で、力の作用という概念形成が正しくできていないことを表している。つまり、何が何に力を及ぼしているのか、力を及ぼされている点が作用点であるといった概念が正しく形成されていないことを意味している。これは学生が苦手とする力のモーメントのつり合いや、動力学で扱う運動方程式などを正しく理解することを妨げる大きな要因である。

この点を踏まえて、本研究の成果を発表することを目的とした書籍においては、はじめの取り掛かりとして、力の作用をじゅうぶんに学習するよう指摘することにした。また、実際の教材作りにおいても、骨や筋肉や関節といった人体の各部に作用する力を問うようなテーマを多く扱い、基礎的な力学概念の定着を図った。

本研究の目的である医療分野とリンクさせた学習教材について、物理学全般から関係するテーマを抽出して作成を行った。おもなテーマについて列举すると、つぎの通りである。

- ① 視力と角度の計算
- ② 骨の破断限界の計算
- ③ 前屈時の脊柱に作用する力の計算
- ④ 股関節に作用する力の計算
- ⑤ アキレス腱に作用する力の計算
- ⑥ 血圧計測に関する計算
- ⑦ 肺胞内圧力に関する計算
- ⑧ サイフォンと胃洗浄の問題
- ⑨ 粉薬の直径を求める問題
- ⑩ 音の強さと耳の構造も問題
- ⑪ 気柱の共鳴と声帯の問題
- ⑫ 超音波とエコーの問題
- ⑬ ドップラー効果と血流計測
- ⑭ 紫外線と肌への影響の問題
- ⑮ 光の吸収と酸素飽和度の問題
- ⑯ レンズと視力矯正の問題
- ⑰ レーザーメスに関する問題
- ⑱ コンデンサーとAEDの問題
- ⑲ 電流と人体の感電に関する問題

作成した教材の効果を検証する対象となった学生の高校物理の履修履歴および物理学に対する印象について、年度ごとにまとめると、図3から図5のようになる。

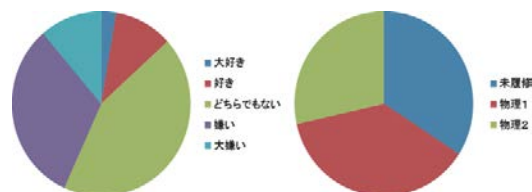


図3：2010年度学生のプロフィール

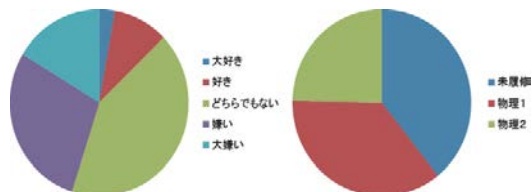


図4：2011年度学生のプロフィール

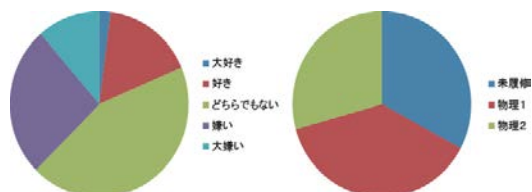


図5：2012年度学生のプロフィール

履修状況は毎年、未履修、物理I、物理IIが均等に分布しており、講義開始前に行う試験の成績を加味して習熟度別クラス編成を行った際、基礎クラスはほぼ未履修者で占められ、普通クラスはほぼ履修者となった。

未履修者の多くは物理に対する好みの中

庸であるのに対し、履修してきた層はおおむね否定的な感情を抱いている。したがって、このような層への動機づけの確認のためにも、今回の学習教材が有効であるかを検証することは意義がある。

学習教材による成績向上の変化を観察するために、よく利用されているのは理解度のゲイン G とよばれるものである⁴⁾。これは講義前の成績の平均を 100 から引き、これに対する講義後の成績の平均と講義前の成績の平均の比を取ったもの(式1)である。

$$G = \frac{\text{講義後の成績の平均} - \text{講義前の成績の平均}}{100 - \text{講義前の成績の平均}} \quad (\text{式1})$$

本研究では、物理の履修と未履修といったスタート地点の違いがある2クラスの学生を対象としているため、ゲイン G ではなく普通クラスの学生の成績に対する基礎クラスの学生の成績の割合という指標 R (式2)を導入し、未履修者にとって今回の学習教材がどの程度成績向上に効果的にはたらいたかを検証した。

$$R = \frac{\text{基礎クラスの成績の平均}}{\text{普通クラスの成績の平均}} \quad (\text{式2})$$

基礎クラスの成績の平均が普通クラスの成績の平均に近づけば、 R は 1 に近づいていくことになる。当該年度の学生の成績をグラフにすると、図6のようになった。

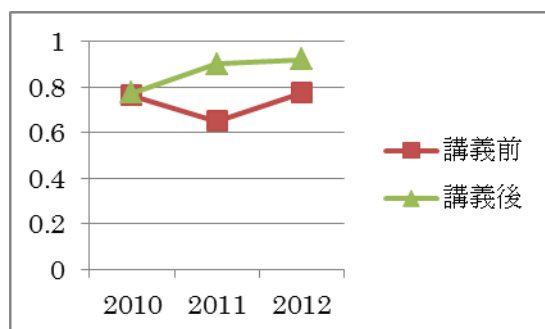


図6: クラス別成績比 R の推移

2010年度は教材開発を開始した年度に当たり、じゅうぶんに学習効果の検証ができなかった。そのため通年講義の開始前に行った試験の成績比と通年講義が終わったあとの最終成績の比には、ほとんど変化がみられず、0.76が0.78に微増しただけであった。これは、はじめの成績格差があまり是正されなかったことを意味する。

しかし、翌年以降の2011年度および2012年度においては、それぞれ講義前と講義後の

成績の比は、0.65が0.90へ、0.77が0.92へと比率が増加していることがわかる。特に2011年度は、図4の履修状況から未履修者が比較的多く、初期条件で大きな成績差が開いていたにもかかわらず、今回の学習教材にて通年の講義を終えた段階での成績差は、かなりの割合で埋められたとみなすことができよう。

今回の対象とした学生のように、当該科目に対して好意的でない印象をもち、能動的な学習態度をあまり持ち合わせない場合であっても、学習教材に興味を持ちそうな題材を多く組み入れることで、じゅうぶんな学習態度を確保し、成績が向上することがわかった。

しかし、本研究ではクラス全体の成績比較にとどまっており、各学生がどの程度能動的に教材に取り組み、学習効果を上げてきたかを検証することはできなかった。この点については、次年度以降の別のテーマにて学習態度の追跡を行うことで明らかにしていきたいと考えている。

4) R. Hake, Am. J. Phys. 66, 64 (1998)

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)

[図書] (計1件)

廣岡 秀明

共立出版

大学新入生のための物理入門第2版

2012年

261ページ

[その他]

ホームページ等

<http://phys.clas.kitasato-u.ac.jp/~hiro-oka>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

廣岡 秀明 (HIDEAKI HIRO-OKA)

北里大学・一般教育部・准教授

研究者番号: 60296522

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし