

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 22 日現在

機関番号：32665

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2014

課題番号：24650540

研究課題名(和文)医学教育における視覚的な新しい融合数理教材の開発

研究課題名(英文) Designing a laboratory lesson plan for medical students based on a multidisciplinary perspective from physics, biology and mathematics

研究代表者

糸井 充穂 (ITOI, Miho)

日本大学・医学部・准教授

研究者番号：40422448

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、医学教育に必要でありながらカリキュラムの改正や削減で十分に時間を割くことができない理数系の基礎科目を一般教育で強化・充実をはかるために、物理学・数学及び生物学分野を融合した、視覚的・実質的な数理複合教材を開発した。具体的には、ハイスピードカメラを用いた物理学実験の試行やJAVAシミュレーションの視覚補助教材効果の検証と医学教育と関連した物理学実習項目の強化を行った。またこれらの教材の教育効果を追跡するため、研究期間を通してアンケート調査を行った。

研究成果の概要(英文)：On the pressure to reduce the hours for basic science subjects at a medical school in Japan, our faculty members from the department of physics, biology, and mathematics designed a multidisciplinary laboratory lesson plan, in which medical undergraduates can effectively learn the basic scientific skills and knowledge, and we investigated the effect of the lesson with student-reported questionnaires.

研究分野：科学教育

キーワード：医学教育 教育工学

1. 研究開始当初の背景

近年、医学教育における一般教育課程の授業時間数が激減し、諸外国に比べ医師に必要な一般的知識の欠乏が懸念されている。特に物理学および統計学は、医学や生物現象を解析・研究するための道具として使われ、生物学は基礎医学に直結する基礎学問である。これらの科目で学習する内容は、日進月歩する医学において研究や臨床の面でも直接的・間接的に必須な知識である。しかし国内医学部の物理学・数学等の講義時間数は減少し、少ない授業時間数で細部まで網羅した授業を実施することが困難な状況にある。授業時間の削減は、大学入学時に物理・生物学の基礎が全くない学生や、統計学に一度も触れたことのない学生に、数理系教科に対する学習の壁を与えている。学生の学習意欲を高め、効率的に幅広く学ぶためには、個々の学術分野に特化しがちな教育法を打破する必要がある。そこで我々は、視覚的で講義と関連した教材の開発が必須であり、分野を融合した実験教材が効果的であると考えた。

2. 研究の目的

本研究では、医学教育に必要でありながらカリキュラムの改正や削減で十分に時間を割くことができない数理系の基礎科目を一般教育で強化・充実をはかるために、物理学・数学及び生物学分野を融合した、視覚的・実質的な数理教材を開発し、研究することを目的とした。具体的には、

(1)ハイスピードカメラを用いた統計測定

「なぜ桜の花びらの散り方は美しく感じるのか」という素朴な疑問から発案を得て、身近にある物質の動的な現象を視覚化し、その結果を統計学に結びつけ、最終的な美しさの起源を探る。

(2)JAVA シミュレーションの視覚補助教材効果の検証と医学教育と関連した物理学実習項目の強化をはかる。

そしてこれらの教材を授業および実習で試行し、アンケート調査によるフィードバックから、医療に従事する人材育成の将来を見据えた数理系教育のあり方とは何かを検討することを目的とした。

3. 研究の方法

(1)ハイスピードカメラを用いた統計測定

日本大学医学部物理学教室保有のハイスピードカメラを用いる。測定に使用する花びらの重さ・花弁の面積の統計を取る。落下の測定は無風状態で行い、落下する花びらの画像から、画像解析ソフトで重心を定め、落下速度・回転振幅、角速度を測定する。得られた結果を統計処理し、花びらの落下の規則性を見出すことにより、「なぜ桜の花びらの散り方は美しく見えるのか」を検討する。

(2)JAVA シミュレーションの視覚補助教材の効果の検証と医学教育と関連した実験項目の強化

RC回路を用いた活動電位のシミュレーション教材を用い、視覚的に活動電位のメカニズムについて学生の理解を深めるようにする。そして物理学実習に取り入れた効果を検証する。さらに、音声(母音)のフーリエ解析による振動数分布や、ウェーバー・フェヒナーの法則と可聴領域の実験、血圧測定実験を講義に取り入れる。また物理学実習に人体の重心測定を取り入れるなど、物理学実験と講義を連結する工夫を施す。

(3)アンケート調査による教育効果の検討

教育効果を毎年のアンケート調査から追跡し、本研究が学生の学習に与える影響を検討する。

4. 研究成果

(1)ハイスピードカメラを用いた統計測定

本研究は、前期科目である課題別ワークショップ(週1回、90分授業15回)と呼ばれる、医学部一年生6~7人の少人数クラス(物理未履修者含む)で3年間実施した。桜の花びらは毎年採取し、プリザーブドフラワー溶液に浸し、前期の実習期間に使用できるよう工夫した。桜の花びらの質量は約120枚を電子天秤で測定し、花弁をスキャナで取り込み、面積および面密度の分散を調べた。

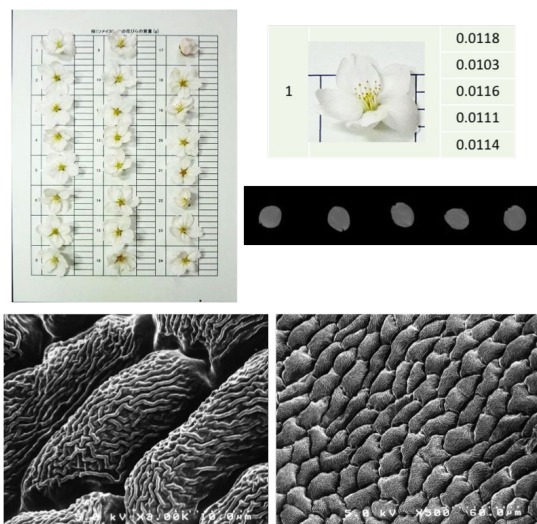


図1上：プリザーブドフラワーにした桜の花びら。下：桜の花びらのSEM像。

生花の質量平均は 0.0097g、花びらの面積は 1.28cm²、面密度は 0.0076g/cm²であった。またプリザーブドフラワーにした花弁の質量平均は、0.0053gであった。図2に質量及び面密度の分散を示す。

次に、アクリル板を用いて約 1.5m 四方の無風状態撮影装置を学生とともに作成した。

その中にハイスピードカメラおよび周波数可変のストロボを入れ、桜の花びらの回転運動を撮影した。(図3)必要な部分のみを動画編集ソフトで編集し、動画を画像に分割した後、画像編集ソフトおよび作成したプログラムで合成画像を作成した。

合成画像より、ImageJ を用い花びらの位置を読み取り、速度、時間や位置関係、水平方向・鉛直方向に分けて位置の時間変化、波の周期を分析した。その結果、桜の花びらの落下運動はほぼ等速運動であり、回転周期は2~8.5Hz と落下によって異なる事がわかった。桜の花びらの落下運動の他に液体中の運動、ピンポン球の落下運動などを試した。このような実験教材は、速度・加速度など初歩的な知識で定量的に解析が可能で、学生参加型の実験教材で大変効果があることがわかった。学生の実験への取り組みは大変意欲的であった。

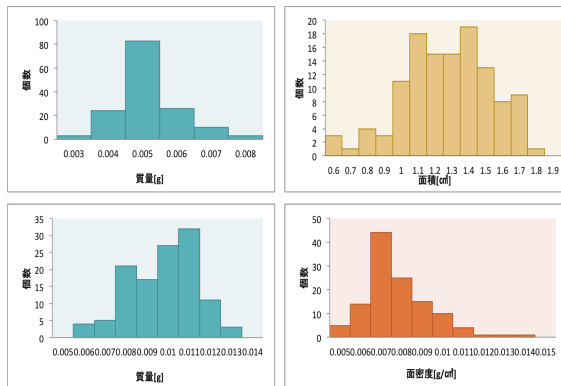


図2上:(左上)プリザーブドフラワーにした桜の花びらの質量の分散。(右上)面積の分散(左下)生花の花びらの質量分散(右下)生花の花びらの面密度

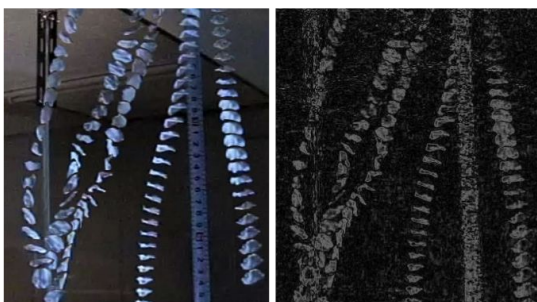


図3 (左)ハイスピードカメラで撮影した桜の花びらの落下運動の合成画像。(右)作成したプログラムから得た桜の花びらの落下運動の合成画像

(2)JAVA シミュレーションの視覚補助教材の効果の検証と医学教育と関連した実験項目の強化

物理学実習(自然科学実習)は1年次後期に実施される。11の実習項目を2人一組で実習を行っている。2011年からJAVAによる活動電位のシミュレーション教材を導入し、

2012年から人体の重心測定の実習を導入した。学生のテキストはe-learningにアップロードし、予習復習ができるようにした。また、実験ノートを配布し、実験ノートの記入を義務づけた。「物理学実習で興味を持った項目は何か」(複数回答可、全1年生回答)2013年と2014年の推移を図4に記す。2012年から大幅な自然科学実習の改革を行い、2013年度に現在の実習スタイルが完成した。最終年度では2013年に比べ、興味を持ったと解答した学生の人数が大幅に増加した。

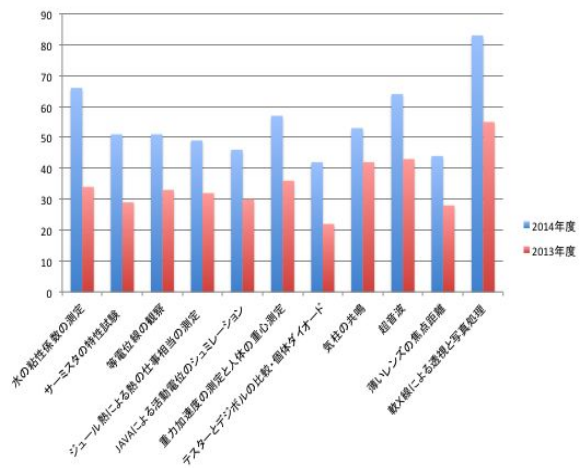


図4 学生が興味を持った実験項目の推移(複数回答可)

(3)アンケート結果

文部科学省科学研究費・挑戦的萌芽研究課題「医学教育における視覚的な新しい融合数理教材の開発」を開始し、医学部1,2学年を対象に、アンケート調査を実施した。アンケート調査項目の解答に対する年度毎の推移を記す。

「物理学の授業・実習を受けて物理学の学習と医学と関わりがある」と感じた学生(2年生)は2012年では78%であったが、3年後10%増加し、88%になった。また、「物理の学習項目のなかで、生物学や数学と関連を感じる項目があるか」という質問に対して、初年度では2年生の61%が「ある」と解答したが、最終年度では2年生の55%、1年生の67%が「ある」と解答した。この項目に関しては年度による変動があり、際立った変化が感じられなかったが、50%強~70%弱の学生が物理学と数学・生物学との関連性を感じている事がわかった。また、関連性を強く感じる物理学の項目は、1年次の学習項目となっている力学・電磁気学・波動・流体という意見が多かった。数学との関連性は力学・波動分野が強いと感じる学生が多く、微分・積分および微分方程式の計算が多かったという意見が多数あった。これは、2012年から物理数学を授業に導入し、2013年から数学の授業で微分方程式を導入した背景に関係すると思われる。

また、生物との関連性は、熱力学（熱量・エネルギー）、流体（血液）、電磁気（膜電位のモデル）の学習項目で感じたという意見が多数あった。次に、「物理実習を行う事で物理学および医系物理学の講義の理解度が深まったか」という質問に対し、2013年の1学年の解答は、「とても深まった 13%」、「深まった 56%」であったが、2014年では「とても深まった 20%」、「深まった 64%」と大幅に「深まった」と答えた学生人数が増加した。

これらのアンケート結果は、物理学・数学・生物学の融合した教材を開発するにあたり、各教科の授業項目を教員がお互いに認識することで、多方面から学生の学習興味や意欲を高められることを示唆しており、融合教材による教育効果が見られたと考える。

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）

〔学会発表〕(計1件)

「ハイスピードカメラを用いた物理実験」日本物理学会 2012 年次大会(横浜国立大学 神奈川県・横浜市・保土ヶ谷区) 2012 年 9 月 21 日

深作貴美代、坪 泰宏、糸井充穂

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.med.nihon-u.ac.jp/department/butsuri/kenkyu.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

糸井 充穂 (ITOI, Miho)

日本大学・医学部・准教授

研究者番号：40422448

(2) 研究分担者

宇田川 誠一 (UDAGAWA, Seiichi)

日本大学・医学部・教授

研究者番号：70193878

田近 謙一 (TAJIKI, Kenichi)

日本大学・医学部・教授

研究者番号：30155072

田代 健治 (TASHIRO, Kenji)

日本大学・医学部・教授

研究者番号：90060037

(3) 連携研究者

大竹 伸一 (OTAKE, Shinich)

日本大学・医学部・准教授

研究者番号：70112927

阿部 建之 (ABE, Takeyuki)

日本大学・医学部・助教

研究者番号：00150714