

令和元年6月12日現在

機関番号：17102

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K16308

研究課題名(和文)基礎教育から専門教育をつなぐ新しい実用的プラズマ科学実験教材の開発

研究課題名(英文)Development of new practical experimental teaching materials of plasma science which can connect basic and professional science education

研究代表者

鎌滝 晋礼(Kamataki, Kunihiro)

九州大学・システム情報科学研究所・助教

研究者番号：60582658

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 2,500,000円

研究成果の概要(和文):本研究は、大学初等時に、基礎教育とプラズマ科学の専門教育をつなげ、学生の教育効果の見込める実用的実験教材の開発を行い、大学初等時の授業において開発教材を活用した授業実践を行い、その有用性の評価をすることを目的として、研究開発・教育実践を行なった。その結果、波動、電気と磁気、原子、光、プラズマに関する実験教材の開発を行なった。また、これらの開発した実験教材を活用し、大学の物理教育における演示実験を活用した実用的アクティブラーニング型授業の開発し実践した。その結果、知識伝達型授業よりも、試験全体の点数が有意に増加、授業前後の質問紙調査結果から深い思考や積極的探求という意識の向上が見られた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

プラズマ科学は難解であるが、非常に綺麗な発光現象であることから、これまでのプラズマ科学実験教材はプラズマに関心を高めるための展示用が多く、大学生の教育効果を高める実用的実験教材はほとんどなかった。そのため、本研究で開発した実験教材は、学生の教育効果を高め、基礎教育から専門教育の架け橋になりうるものであり、非常に学術的・社会的意義ある。また、これらの実験教材を活用したアクティブ・ラーニング型授業の開発および高い教育効果を示した実践結果は、本研究において実践した授業展開・手法が、物理教育分野だけでなく、多くの講義型授業に適用可能で、授業の質を高めることができることを示しており、波及効果は大きい。

研究成果の概要(英文): In this research, I investigated new practical experimental teaching materials of plasma science, wave, electricity and magnetism, atom and light which can connect basic and professional science education and new active learning type lecture by using these practical experimental materials. This lecture has short time active learning which is based on the interactive lecture demonstrations. As the results, this lecture was an effective method to deepen the understanding of students. They had the opportunity to further their understanding via demonstrations of experiments and cooperation with other members. The students' positive evaluations of this style class and an improvement in the average score in the test were shown. I believe that the method of this style class can apply other subject's classes and enhance their education effects.

研究分野：プラズマ科学

キーワード：科学教育 アクティブラーニング型授業 物理教育 相互作用型演示実験講義 プラズマ科学

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

「学士過程教育の質的転換」(文科省(2013))が求められる大学教育現場において基礎教育(教養)分野において改革は確実に進みつつある。アクティブ・ラーニング(以下AL)やPBLなど多くの試みがなされている(例えば、山崎ら、物理教育 61(2013)12)。しかし、質的転換が進む基礎教育と質的転換も内容も難しい専門教育の学生の学習理解のギャップは、今の大学教育の大きな問題である。九州大学のほとんどの学部は大学2年次から専門教育がメインになる。申請者の専門であるプラズマ科学の先端研究分野は、宇宙、エネルギー、産業応用等と幅広く、21世紀の科学技術の花形とも言われているが、上述の問題同様、基礎教育とプラズマ科学の専門教育の間に、大きな隔りがある。

申請者は、これまでプラズマ物理、プラズマ理工学の研究を行ってきたが、大学初等時に、プラズマ科学に結びつけるような授業が不足していることを痛切に感じる。プラズマに関連する内容として、高校時に、高校物理の【波】【電気と磁気】【原子】があり、大学初等では、【電磁気学】があるが、プラズマ科学との関連するような記載や実演は少なく、実質的な理解は程遠い。また、このような実験教材は授業内容の理解を深めるものであるが、学生が多く受講する座学の授業にうまく取り込めた授業展開事例は少ない。

2. 研究の目的

上述の通り、基礎教育とプラズマ科学の専門教育の間に、大きな隔りがある。そこで、大学初等時に、基礎教育とプラズマ科学の専門教育をつなげ、学生の教育効果の見込める実用的実験教材の開発を行い、大学初等時の授業において開発教材を活用した授業実践を行い、その有用性の評価をすることを本研究の目的とする。

プラズマ科学は難解であるが、非常に綺麗な発光現象であることから、これまでのプラズマ科学実験教材はプラズマに関心を高めるための展示用(藤沢ら JPFS, 79(2003)559)が多く、大学生の教育効果を高める実用的実験教材はほとんどなかった。そのため、学生の教育効果を高め、基礎教育から専門教育の架け橋になりうる実験教材の開発を行う本研究は非常に意義ある。プラズマ科学は、様々な物理・化学分野を融合した学際的なものであり、本研究が成功すれば、他の専門教育分野のモデルケースとして波及効果を見込める。

3. 研究の方法

1. 演習実験授業を取り入れたアクティブ・ラーニング型授業(図1参照)

授業形式として知識伝達型授業(90分間)の後半に25分程度ALを導入した。物理教育のALとして相互作用型演習実験(IDLs)(例えば、北村貴文、谷口和成、物理教育, 63(2015)12.)の手法を参考にし、その日の授業に関連した実験内容の説明→個人予測→班で議論→実験結果の提示→考察の順番で授業を展開した。実験内容の提示は、実際に演習する方法と、事前に録画し映像を使った方法の2つを用いた。学びに関する意識調査を授業前後に行い、授業後に授業内容に関する自由記述のアンケートを行うことで、本授業の効果を定性的・定量的に評価した。

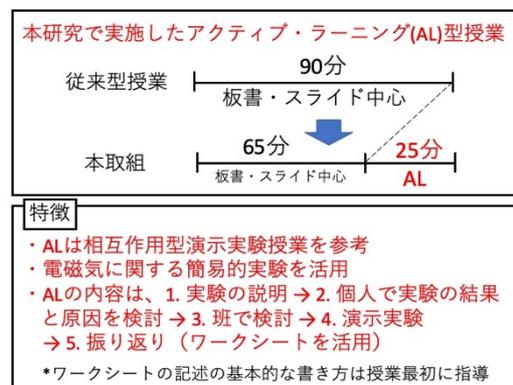


図1 本研究で実施したAL型授業概要

4. 研究成果

1) 生活に身近な素材を使ったプリミティブな実験教材とプラズマ科学に関する実験教材の開発
学生の高校時までの知識を大学教育のレベルまで引き上げることを目的とした、生活に身近な素材を使ったプリミティブな実験教材の開発を行なった。当初計画していた【波動】【電気と磁気】【原子】だけでなく、発光現象をメインとする【光】に関するプリミティブな実験教材の開発を行った。プラズマ科学には、電磁波、プラズマ自体の揺らぎ(波動)の理解が必要になる。その理解の前に波の特性に関する実験教材として、光の干渉に関する教材を開発した。プラズマ中には、電場と磁場が存在し、その中での荷電粒子の運動を理解する必要がある。そのため、電流と磁場によるローレンツ力に関する実験教材を開発した。また、電磁気学の導入として、簡易コンデンサーの作成や静電容量の算出などの行える教材を開発した。プラズマはガスの違いにより発光色が変化する。原子のエネルギー準位の遷移差により色が変化することを理解するために、分光器を使った実験展開を開発した。また、光の粒子性を確認する上でも、LEDや太陽電池を用いた実験教材を開発した。

2) 大学の物理教育(電磁気、熱力学)における演習実験を活用した実用的アクティブラーニング型授業の開発

理工系学部学生にとって物理系科目における基礎教育と難易度の高い専門教育の内容のギャ

ップは大きく、理解度・習得度が低いという問題がある。プラズマ科学は、力学、電磁気学、光学など様々な分野が融合しており、プラズマという教材をうまく使うことができれば、このギャップを埋めることが可能と考えている。そこで、昨年度までに、教育効果のある実用的プラズマ科学実験教材の開発を行い、それらの教材を授業の中での有効な活用方法の開発も行なった。本年度は、開発した相互作用型演示実験の要素を取り入れたアクティブラーニング型授業を電磁気学と熱力学の授業に落とし込み、その授業の効果を、学生の理解度だけでなく、教育心理学的側面からも検討した。その結果、通常の知識伝達型授業(板書やスライドによる講義形式)よりも、試験全体の点数が有意に増加したこと、記述式問題における回答から深く物事を考えるようになっていること、授業前後の質問紙調査結果から深い思考や積極的探求という意識の向上が見られたこと、自由記述の解析結果から、学生が、本授業から共同学習の重要性や、教え合う事による理解の深まりを意識していることがわかった。

3) プラズマ装置を使った学生実験授業への適用と改善

これらの得られた知見を生かし、大学 3 年生が受講する工学系のプラズマ装置を使った学生実験が学生の学習に対する動機付けや理解度にどのように影響を与えるのかを調査した。その結果、実験を行うことで、学生は積極的探求や好奇心などの意識が有意に向上することがわかり、実験に関する簡単な問題等を共同学習で取り組ませることにより、実験内容や関連分野への理解度がより深まることが示唆された。これらの研究によってプラズマという特定の分野だけでなく、多くの講義型授業や学生実験の質を向上させる授業展開や手法を提案することができた。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 2 件)

- 1) 鎌滝 晋礼, 課題協学科目による初年次学生の動機づけと学習観への影響 ~1 つの授業実践の事例から, 基幹教育紀要, 3, 33-46, 2017(査読有).
- 2) 鎌滝 晋礼, 初年次学生における電磁気学の理解を深めるプラズマ実験授業, 第 66 回九州地区大学一般教育研究協議会議事録, 66, 77-81, 2017(査読無).

[学会発表] (計 9 件)

- 1) 鎌滝 晋礼, 科学的思考力育成のための文系学生に対する科学実験の展開, 日本科学教育学会第 40 回年会, 2016 年 8 月.
- 2) 鎌滝 晋礼, 初年次における文系学部学生への科学実験授業の影響, 第 65 回九州地区大学教育研究協議会, 2016 年 9 月.
- 3) K. Kamataki, Active Learning based on Science Experiments to Improve Scientific Literacy, 18th International Conference on Physics Education (ICPE2016), 2016.09., Singapore.
- 4) 鎌滝 晋礼, 科学実験が文系学部学生の専門教育過程に与える影響, 大学教育学会第 39 回大会, 2017 年 6 月.
- 5) 鎌滝 晋礼, 初年次学生における電磁気学の理解を深めるプラズマ実験授業, 第 66 回九州地区大学教育研究協議会, 2017 年 9 月.
- 6) 鎌滝 晋礼, 知識伝達型授業における部分的 AL 導入の効果~初年次教育における物理授業を一例として~, 第 73 回日本物理学会年次大会, 2018 年 3 月.
- 7) 鎌滝 晋礼, プラズマ科学を用いた教育, 第 45 回西日本放電懇談会, 2018 年 8 月.
- 8) 鎌滝 晋礼, 安永 和央, 矢山 英樹, アクティブラーニング型授業が学習者に与える効果~初年次物理学を通じた学習動機付け、学習観、理解度に注目して~, 教育心理学会第 60 回総会, 2018 年 9 月.
- 9) 鎌滝 晋礼, 大友 洋, 山下 大輔, 板垣 奈穂, 古閑 一憲, 白谷 正治, プラズマに関する学生実験が受講者の動機付けに与える影響, 2019 年 第 66 回 応用物理学会 春季学術講演会, 2019 年 3 月.

[その他]

ホームページ等

<http://www.kyushu-u.ac.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鎌滝 晋礼 (KAMATAKI KUNIHIRO)

九州大学・システム情報科学研究所・助教

研究者番号: 60582658

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。