

令和元年6月25日現在

機関番号：18001

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K04704

研究課題名(和文) 中高理科教育に「プラズマ」は導入できるのか？その有用性を見極める実践的研究

研究課題名(英文) Practical research to consider the introduction of "plasma" in middle and high school science education in Japan

研究代表者

岩切 宏友 (IWAKIRI, Hirotomo)

琉球大学・教育学部・教授

研究者番号：80325480

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：今後、中学校理科の教科書にプラズマの説明を加えるべきか否かを検討するために、基礎的な調査とともに、さまざまな授業実践が必要となる。このため、本研究では中学校理科教育に「プラズマ」の導入を検討する際の参考となる基礎的なデータの取得と、各種教材の開発および学校現場における「プラズマ」教育の一例としての実践的研究を行った。特に、中学校理科においてプラズマと最も関係が深い真空放電に関する授業改善を行った。また、米国の教科書中に記載されている「プラズマ」についての分析等も行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の取り組みに基づいて関連学会に働きかけていくことで、「プラズマ」という用語を学習指導要領や教科書に取り込むことは可能か？ということを広く検討していく。最終的には学校教育現場で生徒たちがプラズマを学ぶようになり、「いろいろな不思議な現象が科学的に説明可能なんだ！」ということを生徒たちが実感するための一助となることを期待している。

研究成果の概要(英文)： In order to examine whether plasma explanations should be added to Japanese junior high school science textbooks, it is necessary to carry out basic research and various class practices.

For this reason, in this research, acquisition of basic data to be a reference when considering the introduction of "plasma" to junior high school science education, development of various teaching materials, and practical research as an example of "plasma" education at school site Did. In particular, in junior high school science, we improved classes related to vacuum discharge, which is most closely related to plasma. We also conducted analysis of "plasma" described in US textbooks.

研究分野：物理教育

キーワード：プラズマ 理科教育 科学教育 プログラミング教育

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

1. 研究開始当初の背景

「プラズマ」という“ことば”は特に若年層を中心として定着しつつある。例えば、プラズマディスプレイなどの家電製品をはじめとして、漫画・アニメ・ゲーム等にプラズマという言葉が頻繁につかわれていることが要因である。しかし、中高理科の教科書中にはプラズマについての表記がほとんどなく、正しい科学的描像を理解している生徒はほとんどいない。一方で、中高理科教育で「プラズマ」を学ばないばかりに、身近ではあるがその実態を理解することが難しい科学的事象がある。それが、炎(ほのお)や稲妻、蛍光灯、星雲などである。これらの事象は「プラズマ」についての簡単なイメージ(中学生でも理解可能な)を持っているだけで、明快に理解することが可能だと考えられる。すなわち、「よくわからないまま」定着しつつある「プラズマ」ということばを中高理科で科学的に正しく説明するだけでよい。このような経緯を経て、「中高理科教育課程にプラズマの導入を検討する」という、本研究課題の着想を得た。

2. 研究の目的

本研究では「プラズマという用語・概念を中高理科教育の正式なカリキュラムとして導入することは可能か?」ということ、実践的研究に基づいて解明することを目的とする。表1に示すように、中学校理科の教科書中にもプラズマと直接関係する科学的知見はいろいろな単元で見られる。また理科の学習内容を身近な科学の理解に応用させる際にも「プラズマ」という概念が役に立つ。そのために、教科書に記載されているいくつかの科学的事象を「プラズマ」という概念で一括りにし、科学的知見の体系的な理解を促し、身近な現象の理解に応用するためのカリキュラムを考案する。すなわち、各単元において「縦系」で結びつけられている科学的知見の一部に「プラズマという横系」を通すことで理科の各単元の縦断的な理解を促す。

また、理科教育における「実験」は興味を促し知識を定着させるための強力な駆動力になるので、演示実験や生徒実験として「プラズマ実験」の導入方法も同時に検討していく。近年、さまざまなプラズマ教材が開発されてはいるが、大規模な科学イベントなどで使用されているものがほとんどであり、学校現場の教師がプラズマを利用した実験を実施する例は極めて少ない。プラズマに関する実験は視認性がよく(半透明の気体がいりいろな色の光を放ちながら、ユラユラとうごくため)、印象に残りやすいため、高い学習効果が期待できる。そこで、既存のプラズマ教材を学校教育現場向けに改良し、教師が安全に実験を演示、指導することができる運用方法の確立も併せて実施する。

表1 中学校理科の教科書におけるプラズマと直接関連する科学的知見

電気とエネルギー	いなずま、静電気と放電、蛍光灯、真空放電、陰極線とオーロラ
地球と宇宙	太陽の特徴、太陽風、黒点、コロナ、プロミネンス、星雲
化学変化と原子・分子	金属の燃焼、物質の三態、原子の構造とイオン生成
科学技術と人間	ディスプレイの仕組み、新しい発電方法、

3. 研究の方法

今後、中学校理科の教科書にプラズマの説明を加えるべきか否かを検討するためには、基礎的な調査とともに、さまざまな授業実践が必要となる。このため、本研究では中学校理科教育に「プラズマ」の導入を検討する際の参考となる基礎的なデータの取得と、学校現場における「プラズマ」教育の一例として、教材開発を含む実践的研究を行った。また、米国の教科書中に記載されている「プラズマ」についての分析等も行った。

4. 研究成果

まず、理系科目を専門としない、A 大学教育学部（国立大学）所属の大学 1、2 年生 105 人を対象に、「真空放電」の単元を大日本図書出版・理科の世界 2（中学校 2 年生対象）を用いて自己学習させた後、関連する科学的事項に関する理解度調査を行った。「教科書中に『電流が流れてガラス管が光る。』とあるが、その理由をあなたの考えで説明しなさい。」という質問に対する回答を自由記述させ、その内容を分析したところ、比較的正しい概念に近い答え（空気が温まって発光している、など）を記述している学生は 8%にすぎず、32%の学生は「電子の色が直接見えている」という誤概念に基づく回答をしていた。他の 6 割程度は、別種の誤解に基づく回答や、科学的イメージが全くできていない回答である。これは、現行の教科書の内容では、真空放電について十分に説明ができていないことを示している。

上記の調査後に、米国の教科書のプラズマに関する単元部分に準拠した講義を行った。使用した教科書（SPECTRUM Science GRADE 8）は米国でもっともよく使用されている第 8 学年（中学校 2～3 年生相当）対象の科学の教科書であり、プラズマに関する小単元が存在する。授業後、受講した学生に「自分が教える立場」になった場合、どの学年（校種も含む）ならばプラズマについての授業を実施することが可能かということについてのアンケート調査を行った。その結果、中学校 3 年生までに「プラズマ」を教えてもよいと考えている教育学部学生の比率は 78%であり、大部分の学生は早期のプラズマ教育に対して積極的な考えを有する結果となった。

次に、中学校理科教育に「プラズマ」の導入を検討する際の参考となる基礎的なデータの取得と、中学校理科の教科書中で「プラズマ」ともっとも関連性が高い「真空放電」についての実践研究を行った。その際、小中学校で普及している教育用プログラミング言語である Scratch 2.0 を使用したプログラミング教材の開発も行った。作成したプログラミングソフトは電子と電子の衝突痕を可視化したクルックス管に関する教材と、真空放電管における放電の原理に関する教材に二種類である。授業実践は沖縄県内の中学校 1 クラスを対象として実施した。その結果、電子の「動き」のあるプログラミング教材を併用すれば真空放電について正しい理解を促し、その誤解を生みにくくなることが分かった。本研究により、学習指導要領で示されている真空放電の単元は「わかりやすい」とはいえず、改良の余地を多く残していることが示された。これを視野に入れたうえで、「プラズマ」を導入するか否かを検討するための指針の一つとするべきであると考えている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 1 件)

(1) 岩切 宏友、長田 寛子、前田 姫那、杉尾 幸司、比嘉 司、宮城 将吾、門 信一郎、中学校理科教育に「プラズマ」を導入するための基礎的な調査と実践方法の検討、岩切 宏友、長田 寛子、前田 姫那、杉尾 幸司、比嘉 司、宮城 将吾、門 信一郎、第 79 回応用物理学会秋季学術講演会、2018 年 9 月

(2) 岩切 宏友、前田 姫那、杉尾 幸司、科学技術の進展に伴う理科教育活動の充実に向けて ～プラズマ・核融合を理科教育に活かせるか？～、核融合エネルギーフォーラム炉工学炉材料モデリングサブクラスター 平成 28 年度第 1 回会合、2017 年 1 月

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況（計 0件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年：
国内外の別：

取得状況（計 0件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：杉尾 幸司

ローマ字氏名：(SUGIO, Koji)

所属研究機関名：琉球大学

部局名：教育学部

職名：教授

研究者番号（8桁）：20433089

(2)研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

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。