

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24年6月6日現在

機関番号：12401

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21500826

研究課題名（和文） 小・中学校教員の理科苦手意識を克服する理科実験教材の開発

研究課題名（英文） Development of the science experiment teaching materials to conquer an elementary and a junior high schools teacher's science consciousness weak

研究代表者

近藤 一史（KONDO HITOSHI）

埼玉大学・教育学部・教授

研究者番号：40178421

研究成果の概要（和文）：小・中学校教員の理科苦手意識を克服するための、理科実験教材の開発を行った。ガウス加速器、電気パン焼き機、LEDを利用した教材などを開発し、電気回路実験の工夫などを行った。開発した実験教材は、小・中学校で利用できるように、教材化をおこない、出張講義で実践した。これらの成果は、埼玉大学附属小学校で毎年行われるワークショップや出張講義などで紹介し、小・中学校教員に利用してもらうため、教材・部品の提供などを行った。

研究成果の概要（英文）：The science experiment teaching materials for conquering an elementary and a junior high schools teacher's science consciousness weak were developed. A gauss accelerator, an electric bread baking machine, the teaching materials using LED, etc. were developed, and the device of the electric circuit experiment, etc. were performed. The developed experiment has been made as teaching materials and practiced it at the visiting lecture so that it could use at elementary and junior high schools. In order to introduce these results at a workshop, a visiting lecture, etc. which are performed at a Saitama University attached elementary school every year and to get an elementary and a junior high schools teachers to use them, they performed offer of teaching materials and parts, etc.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	800,000	240,000	1,040,000
2010年度	700,000	210,000	910,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	2,200,000	660,000	2,860,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学・科学教育

キーワード：小・中学校教員，教材開発，発光ダイオード（LED），学習指導要領，電磁気分野

1. 研究開始当初の背景

「理科嫌い」「理科離れ」を解決するために、児童・生徒のための研究は多数行われていた。しかし、理科を教える小・中学校教員

の中に、理科を苦手とする者が増えてきたため、教員を対象とした研究が必要となってきた。本研究を遂行してきた、代表者、分担者が所属する埼玉大学では、平成19年に文部

科学省「専門職大学院等教育推進プログラム」驚きと感動をつたえる理科大好き先生の養成—実験・観察のスキルアップを目指した大学・学校・地域連携プロジェクトが採択され、小・中学校教員の理科の苦手意識を解消するための活動を行い、成果を上げてきた。本研究は、同様の活動を継続しつつ、物理分野において新たな実験教材の開発を目指したものである。

2. 研究の目的

本研究の目的は、児童・生徒ではなく、小・中学校の教員が理科（特に実験）に対して持っている苦手意識を克服させることにある。理科の面白さを児童・生徒に伝える手段は、実験・観察を通じて自然現象に興味・関心を持たせることが重要である。「理科離れ」、「理科嫌い」を解決するために、サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト（SPP）や、スーパー・サイエンス・ハイスクール（SSH）などの取り組みがなされているが、これらは児童・生徒を対象としている。しかし、近年 実験・観察を行うことを苦手とする教員が多くなってきているため、理科の面白さを児童・生徒に伝えることができない状況にある。

本研究では、物理分野の実験において、小・中学校の実験を苦手とするような普通の教員にも無理なくできる教材を開発することにある。これにより、教師が実験を行う事への苦手意識を克服し、教師自身により理科の面白さを児童・生徒に伝えることができるようになることを目指している。

3. 研究の方法

実験教材の発案、作製は代表者と分担者が協力して行う。小・中学校の教員が容易に作成し、利用できる教材とするため、開発した教材を、文系学生で将来教員を目指している埼玉大学教育学部理科専修の学生に作製可能かどうかを確認した。その結果、すべての教材を容易に作製することができた。教材として利用できることを確認するため、同様に、学生に小学校での出張講義やワークショップ、サイエンスフェスティバルで開発した教材を用いて授業や実演を行わせたところ、実践を行うことができ、児童・生徒の興味・関心を引き出すことができた。

4. 研究成果

平成21年度は電磁気分野の教材開発を行う計画であったところ、埼玉県教育委員会から川御所市立中学校の現職教員を長期研修生として受け入れ、共同で電磁気分野での実験教材の開発を行った。その結果、

(1) 中学校 学習指導要領 理科で示され

ている実験を行う以前の内容で実験する必要がある。

(2) 「物理」は演示実験。「化学」は個別実験。と言われてきたが、物理分野でも個別実験が重要である。

ということがわかってきた。

本研究において、ホワイトボード上に配線図を描き、その上に実際の電気素子（電池、電球、電圧計、など）を置いて測定する実験教材を開発した（雑誌論文②、図1、2）。電磁気分野は、教員養成系学部理科専修の物理の研究室で卒業研究を行う学生でさえ苦手な分野である。多くの学生が中学校理科の電磁気分野ですら教育実習で苦勞している。しかし、電気は現代の生活では最も「身の回り」にある物理現象であるのでこの分野を中心にさらに教材開発を進める。

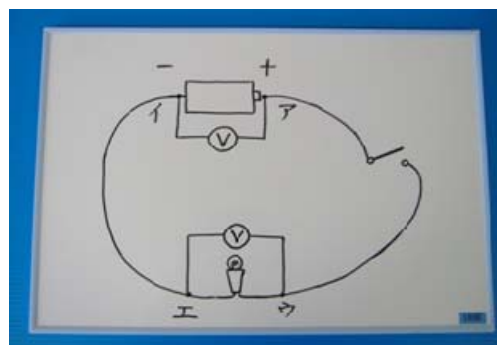


図1 ホワイトボード上に回路、電圧計をつなぐ位置を描く

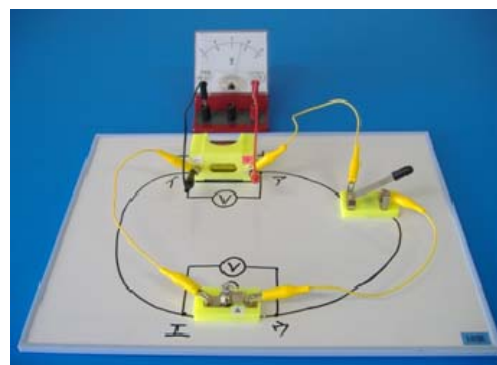


図2 ホワイトボード上に配線を行う

小学校理科で注目するのは、小学校6年生に新しく加わる電気分野の内容である。前述のように、電磁気分野を扱うことは、あるていど理科を専門とする教員にとっても苦手であり、理科を専門としない教員にとっては深刻な問題である。平成20年に開催された第76回小学校教育研究協議会で、教材開発を行った。授業後の研究協議会で教材への興味もたれ、さらに開発を進めて、手回し発電機とLEDを用いた授業を後述の出前授業で行い、関心が持たれている。

開発教材の実施については、三郷市・戸田市・川越市での出前授業を行った。戸田市、川越市では現場の教員の参加もあり、教員への対応にもなっている。実施に際しては、大学院・学部生に実験補助を行わせる事で、将来教員になる者への理科実験技術の習得として対応している。

開発教材の普及に関しては、平成19年度から埼玉県理科教育研究会と協賛で行っている「小中合同理科研修会」において、21年度もワークショップを実施し、ここにおいて教材の普及をはかっている。普及に関しては、教材のマニュアル化、教材の配布を計画している。

平成22年度の計画は、第1に電磁気分野の教材開発であった。平成20年公示の学習指導要領において、電気の分野では、小・中学校ともにLEDを利用した実験が示されている。小学校の「電気を作る、蓄える」の単元で、LEDとコンデンサーを使った実験が示されている。教材メーカーからは、豆電球型LEDや充電用基板に取り付けられたコンデンサーが実験器具として発売されている。本研究では一般に市販されているLEDやコンデンサーを用いて小・中学校の実験で利用できる教材を作製した。開発にあたっては、教育学部3年生程度が作製できる構造として、一般の小・中学校教員にも簡単に作製できるよう工夫した(図3)。

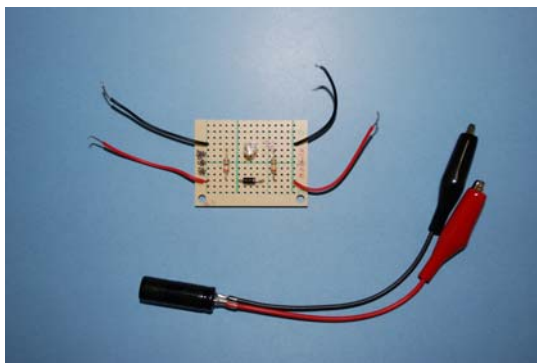


図3 作製した充電器ならびにコンデンサー

従来から開発してきた家庭用電源を利用した「簡易パン焼き器」では、電機メーカーによる「白熱電球の製造中止」の方向を受け、白熱電球の代わりにLED電球を用いた「簡易パン焼き器」への改造を行った(図4)。試作品は、埼玉大学附属小学校で行われた「埼玉・栃木・群馬 小中合同理科研修会」ワークショップにて実演を行った。また、小・中学校で行われる、豆電球を用いて行う実験を、LEDを用いて行う検討を始めている。

第2の計画として実験教材のマニュアル

化があった。従来から出前授業などで行っている「ガウスの加速器」について、ある程度の教材化が完成したので、埼玉大学附属教育実践総合センターの研究紀要として発表した。この紀要については、出張講義やワークショップ、研修会で配布するとともに、電子データとして埼玉大学のホームページから誰でも自由に閲覧することが可能になっている。この種の研究成果は、なかなか学術雑誌に記事になることは少ないので、これらを利用して研究成果の普及を考えている。従来とおり、各種出張講義や、教員研修会、上述の「小中合同理科研修会」などにおいて、開発した教材の普及を行っている。



図4 左が従来の電気パン焼き機
右がLEDを用いた電気パン焼き機

平成23年度は、前年度開発した「電気を作る・蓄える」に加え、教材メーカーが販売するブラックボックス化した、LED、コンデンサーとは異なり、それぞれの電気素材の見える教材として開発を行った。出前授業などで実践を重ね普段の授業教材として十分に使用できることが確認された。白熱電灯にかわりLED電球を利用した「電気パン焼き器」を開発したが、LED電球の発光が強く、少々使用しづらいことが分かり、さらに改良する予定である。LEDを利用した新たな教材として、「LEDにおける光通信」「圧電素子による発電」の開発を行った。「LEDにおける光通信」はすでに多く発表がなされているが、電気回路の知識の無い者にも手軽に実験が行えるような、100円ショップで販売されている簡易アンプを利用した教材を試作した。また、「圧電素子による発電」も多くの報告がなされているが、工作が苦手な者にとって難しい圧電素子の分解を行う必要の無い方法の開発を行った。いずれも、理科や工作の苦手な教員でも利用できることを目的に開発をおこなった。

開発教材の実施では、川越市、三郷市、戸田市などで行っている出張授業で行っている。児童・生徒が「興味を持ち、関心を高め、理解を深める」ことに有用であるかどうか検証している。また、理科が苦手である教員に作製でき、実施できるかについては、教育学

部学生に協力してもらい検証を行っている。

開発教材の普及では、毎年埼玉大学附属小学校で、埼玉県ならびに近隣の小・中教員が参加するWSにおいて、開発教材を実演し、資料や部品などを配布して普及を促している。また、免許更新講習においても、開発教材を積極的に活用し、理科を苦手と思う教員に教材の配布を行っている。また、平成24年春季応用物理学関係連合発表会（応用物理学会）の教育分科会において関連の教材について発表を行った。

特に、「ガウス加速器」については、実験を組み合わせ、小・中学校の授業で利用できるように教材化を行った（雑誌論文①、学会発表①、図5、6）。

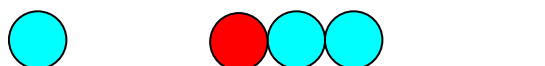


図5 ガウス加速器 ネオジウム磁石（赤球）と鋼球（青球）からなるシステム

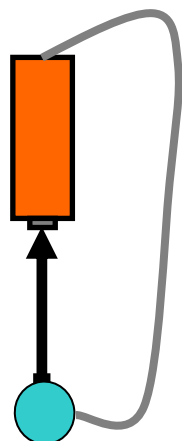


図6 ファラデーモーター
ガウス加速器で使用する
ネオジウム磁石を利用して
コイルのないモーターと
して紹介している。

さらに、ガウス加速器において入射球の入射速度が速くなると出射球の加速率が減少する現象を研究した。その結果、入射球の入射速度が速くなると、ガウス加速器に与える力積が現象し、その結果、与える運動量が減少する。そのため、加速率が減少するということがわかった。また、研究の過程において、磁石を磁気双極子として考えると、おたがいに働く磁力は距離の4乗に反比例する。このことを実験的に確かめることができた。

「面白いけれど、理科でない」と言われるSPPなどを小・中学校で現場の教員が行うことのできる実験教材の開発は重要で、これからも続けて行くつもりである。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計2件）

①近藤一史、大柿千絵、奥山雄三、三俣那津子、桐原昌秀、大向隆三、「ガウスの加速器

を用いた出張講義—興味を持たせ、関心を高め、理解を深める理科教材の開発—」、埼玉大学教育学部附属教育実践総合センター紀要、査読無、第10号、2011、67-7
②大澤由美子、近藤一史、大向隆三、「科学的な思考力を高める実験方法や指導法—中学校理科「電流」の単元における教材・教具、実験方法・指導法の工夫—」、埼玉大学紀要教育学部、査読無、52巻2号、2010、237-251

〔学会発表〕（計6件）

①桐原昌秀、近藤一史、大柿千絵、奥山雄三、大向隆三、「ガウス加速器における鉄球と磁石の運動に関する研究」、応用物理学会、2012、3月16日、早稲田中・高等学校 興風館

②大向隆三、三浦仁志、近藤一史、「分光器を用いた夕焼け実験の散乱光特性計測」、応用物理学会、2012、3月16日、早稲田中・高等学校 興風館

③大向隆三、宮澤良順、下妻淳志、近藤一史、「小学校理科授業での活用に向けたサイクロイド振り子の試作」、応用物理学会、2012、3月16日、早稲田中・高等学校 興風館

④大向隆三、佐藤賀一、上敷領静、兵藤政春、近藤一史、「ホロカソードランプを用いた光電効果実験(Ⅲ)」、応用物理学会、2012、3月16日、早稲田中・高等学校 興風館

⑤大向隆三、上敷領静香、兵藤政春、近藤一史、「ホロカソードランプを用いた光電効果実験」、応用物理学会、2011年3月25日、神奈川工業大学

⑥大向隆三、上敷領静香、兵藤政春、近藤一史、「半導体レーザーを用いた原子分光実験装置の開発」、応用物理学会、2010年3月18日、東海大学

〔その他〕

ホームページ等：なし

6. 研究組織

(1)研究代表者

近藤 一史 (KONDO HITOSHI)

埼玉大学・教育学部・教授

研究者番号：40178421

(2)研究分担者

大向 隆三 (OHMUKAI RYUZO)

埼玉大学・教育学部・准教授

研究者番号：40359089

(3)連携研究者

なし