

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5月20日現在

機関番号： 14403
 研究種目： 基盤研究(C)
 研究期間： 2010～2012
 課題番号： 22500810
 研究課題名（和文） 科学的体験を重視した新理科教育プログラムおよび指導法の研究
 研究課題名（英文） Development of A Science Education Program and Teaching Method Based on the Scientific Experience
 研究代表者
 越桐 國雄 (KOSHIGIRI KUNIO)
 大阪教育大学・教育学部・教授
 研究者番号： 90153527

研究成果の概要（和文）：

児童生徒の「理科離れ」の要因の一つとして、理科の体験や系統的な知識が不足している小学校教員が多いという指摘がある。これらの教員の資質向上を目的とし、新しい理科教育のプログラムや指導法を開発した。一つは小学校から高等学校までの理科の内容を系統的に捉えて理科の指導の背景となる考え方を理解するための指導資料であり、他の一つは教科書の理科実験の要点を解説する、ライブビデオ共有サービスによる小学校教員向け理科実験番組である。

研究成果の概要（英文）：

As a reason that students do not have an interest in science, the lack of systematic knowledge and experience of science for the primary school teachers are considered. For the purpose of improving the quality of these teachers, we have developed a teaching method and program of science education. One is a guidance resource to understand the background ideas about teaching science from K to 12 grades systematically, and the other is a webcasting program using live video sharing service for elementary school teachers to get the points of the science experiments in textbooks.

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	700,000	210,000	910,000
2012年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野： 複合領域

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： 小学校理科・教員研修資料・ライブビデオ配信

1. 研究開始当初の背景

(1) 国際的学力調査 (TIMSS) によれば、日本の小・中学生は、理科の学力はトップクラスであるのに、理科の勉強への積極性や将来の職業選択における理科の重要度に関する意識は極めて低い水準であった。また、

OECD が行った「一般市民の科学の理解度に関する指標」では、日本の成人の科学に関する関心や理解度は 14 ヶ国中 13 位であった。このように、教科としての理科の高い学力水準が、持続的な科学への関心や有用性の認識と結びついていない。

(2) 国内では、各方面から青少年の理科離

れが指摘されていた。学校5日制やゆとり教育、総合的な学習の時間の実施にともない、理科の授業時間数の減少や内容の削減、選択項目の設定等が行われ、科目の選択履修が広がった。このため、小・中学校では理科分野における基礎的な技能や思考力の育成が必ずしも十分には行われず、高校理科では履修単位数や科目数が減少し、受験科目以外は勉強しない・させないという傾向が強まった。

(3) これらのことから、科学技術の高度化と情報化が進行する21世紀を支える若者たちの科学的素養(科学リテラシー)の低下が危惧されるようになった。そのため、平成20年に改訂された学習指導要領では一定の見直しを図られ、理科の履修時間数の増加、選択項目の廃止、高等学校理科の共通履修科目数の増加等が行われた。その一方で、初任の教員などがこれに対応して十分な指導ができるのかどうか課題となってきた。

2. 研究の目的

(1) 当初の計画では、小・中・高等学校における物理教育に焦点をあてて、新しい理科教育のプログラムを開発する予定であり、物理教育における誤概念のデータベース化から着手した。ところで、新しい学習指導要領の実施が、小学校では平成23年から、中学校では平成24年度から始まった。これに対応した新しい教科書や現状を分析する中で、特に小学校教員に大きな課題があるとの認識に至った。

(2) 理科(実験観察)が苦手な小学校教員の再生産過程は図1のように表される。

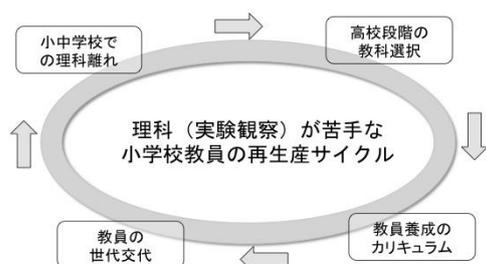


図1 日本の理科教育の現状

子ども時代の自然体験やものづくり体験の欠如に加え、初中等教育や教員養成段階で十分な実験観察の授業が実施されていないことが課題である。また、団塊の世代の大量退職の時代を迎えて、熟練した教員から初任の教員に対して、教材開発や児童生徒の教科指導に関する経験的な知識が十分に伝達されていないことが明らかとなった。

(3) このため、初任の小学校教員を主な対象として、とくに苦手意識が強いことが示されている物理分野についての教授支援のた

めのコンテンツを制作することを目的とした。まず、現在の小学校理科の教科書の内容を分析し、我々が以前に制作した「青少年のための科学祭典の実験工作集」を踏まえながら、小学校の理科教科書の内容に対応したデジタル指導資料と、実験に関する参考資料としてのビデオ共有サービス向け番組を制作し、これらの教員が理科の授業を行う際に、教科内容の系統性を理解しつつ、観察や実験について授業を円滑に実施できるようになることを目指した。

3. 研究の方法

(1) 小・中・高等学校をつなぐ課題の1つとして、物理分野における誤概念の問題をとりあげた。これをデータベース化することで、教員によって経験的に蓄積される生徒の誤概念に対する初任教員の理解を支援できる。このため、「物理教育」、「科学教育研究」、「理科教室」の3つの学術雑誌を中心として、84の研究論文を収集した。授業実践から得られた生徒の誤概念と、既習範囲で調査のためのテストを行った結果から得られた誤概念に整理してデータベース化を行った。

(2) 小学校教員養成系大学・学部における理系文系学生の割合や、小学校教員の年齢構成分布の推移などのデータからその属性を確認した。さらに、小学校理科内容の現状を分析するため、1960年代から現在に至る学習指導要領と理科教科書の変遷を調べた。授業時数、単位数や学習事項数、教科書のページ数とその学年別や分野別の内訳の推移について整理した。さらに、平成20年の学習指導要領によって導入された、2つの単元(「風とゴムのはたらき」と「電熱線の発熱」)について、昭和33年の教科書と平成20年の教科書の内容の比較を行うことで、現行の学習指導要領の課題を検討した。これら結果に加えて、「青少年のための科学祭典の実験工作集」にある実験項目を参考にしながら、小学校教員向けの指導資料を作成する。

(3) 理科の実験については、単なるテキストではなく、動画を用いたデジタルコンテンツを教員支援資料として活用することが考えられる。小学校理科の実験動画はYouTubeなどで公開されているものもあるが、利用者との相互作用を実現するために、ライブビデオ共有サービスのUSTREAMを用いた定時の番組を制作することにした。内容としては、小学校の理科の教科書にある実験の解説を行うものとして、各教科書会社の小学校理科教科書に取り上げられている理科実験の内容を単元ごとに比較し検討する。さらに、実験実施上の諸注意や工夫点を考えたシナリオによってネット放送を実現した。

4. 研究成果

(1) 熟練した教員が持つ学習指導上の経験や知識を継承する方法の1つとして、指導資料データベースの活用が考えられた。その例として物理における「生徒の間違いデータベース」を制作した。まず、これまでの物理教育における誤概念研究の論文の情報を、物理教育に係わる学術雑誌や教育雑誌から抽出した。物理の誤概念研究論文84編からデータを収集し、「生徒の間違いデータ」115個、「誤概念データ」21個、「指導例データ」30個を対応させたデータベースを作成した。これらのデータセットと中学校や高等学校の学習指導要領との対応をつけて、いろいろな観点で検索できるようにした。さらに、これらの誤概念研究に関する情報を学校教員に提供することを目的として、「生徒の間違いデータベース」というウェブサイトを作成し、インターネットで公開した。

(2) 約10年ごとの学習指導要領の改訂にともなう小学校理科の教科書の変遷を分析した結果、1970年代後半から一貫して減少してきた教科書のページ数が、2008年の学習指導要領の改訂後に増加に転じるとともに、小学校理科の物質・エネルギーの領域に関する教科書の記載ページが全体の48%となり、前回の39%からかなり増加した(図2)。

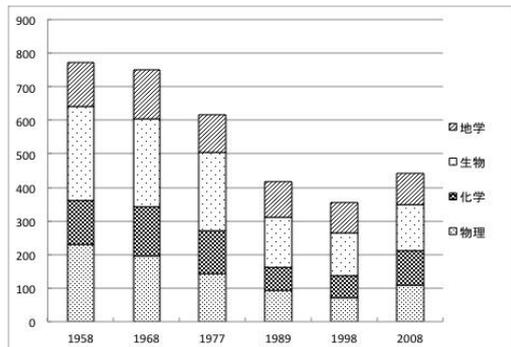


図2 理科教科書の分野別ページ数

また、物質・エネルギー分野で新しく加わった単元内容は、過去の学習指導要領で取り扱われているものが復活したものが多く、そこで、1958年の学習指導要領や教科書の内容を調べることで、学習指導要領からいったん外されていたが、今回の教育課程の改訂によって再び小学校理科に導入された単元や項目の教育内容を検討した。その例として、「風とゴムの働き」、「電熱線の発熱」の2項目がある。前者では低学年にもかかわらず、準定量的な取り扱いが含まれているが、その妥当性には課題がある。また後者では、電気抵抗という本質的な概念なしに、操作的な取り扱いをしていることから、科学的な概念につい

ての混乱を誘導する懸念があることがわかった。

(3) 小学校教員の多くは高校・大学を通じたカリキュラムにおいて物理分野の教育を必ずしも十分には保障されておらず、理科の物理分野の指導に不安を持っているものが7割に近い。そこで、2007～2008年度の科研費研究課題「初等・中等教育における新理科教育の教材開発および指導法の研究」で我々が作成した理科の実験工作教材集を発展させた指導資料を開発した。これは、小学校の理科教科書にそって、中学校や高等学校における教育内容との系統性や科学的概念の正確な把握を重視した小学校教員向けの理科(物理分野)指導資料である。現象や法則の科学的・基礎的な理解に重きを置き、おおむね学習指導要領にそって展開するがそれ以外の内容でも有用なものは含めている。テキストはiBooksAuthorで制作した電子書籍の形式をとっており、現時点ではウェブサイトソースコードのiba及びpdfフォーマットで公開している。

(4) 改訂された小学校学習指導要領が2011年度から実施されている。理科においても発光ダイオードやコンデンサーなどの新しい教材による実験テーマが導入され、その指導に不安を持つ教員も多い。そこで我々は、ライブビデオ共有サービスのUSTREAMを用いて小学校教員向けの理科実験番組を制作し、理科の実験における指導上の課題や工夫などを伝えることにした。USTREAMではソーシャルメディアのTwitterなどと連携した双方向のコミュニケーションが実現されているため、この番組はオンラインの研修として位置づけることが可能である。このシステムの構成は図3のようになっている。



図3 ライブビデオ配信システムの構成

放送は、2012年の4月～6月に第1クールとして30分番組を6回、11月～2013年1月に第2クールとして15分番組を6回実施し、その内容はウェブサイトアーカイブされている。

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)

[雑誌論文] (計6件)

①山下恵介・越桐國雄，ライブビデオ共有サービスを用いた小学校教員向け理科実験番組の試み，査読有，近畿の物理教育，第19巻，2013，8-11

<http://www.osaka-kyoiku.ac.jp/~koshi/ustream.pdf>

②越桐國雄，小学校教員向け教科専門科目(理科)における物理分野のデザイン，査読無，大阪教育大学紀要第V部門教科教育，第61巻1号，2012，41-50

<http://ir.lib.osaka-kyoiku.ac.jp/dspace/handle/123456789/27333>

③越桐國雄・藤田利光・宮永健史・高杉英一・原俊雄・筒井和幸・小川雅史，小学校理科の物質・エネルギー分野の課題と指導資料の開発，査読有，近畿の物理教育，第18巻，2012，16-19

<http://www.osaka-kyoiku.ac.jp/~koshi/ibookauthor.pdf>

④越桐國雄，小学校理科の教育内容についての考察—50年前の学習指導要領と教科書から見えるもの—，査読無，大阪教育大学紀要第V部門教科教育，第60巻2号，2012，1-12

<http://ir.lib.osaka-kyoiku.ac.jp/dspace/handle/123456789/26884>

⑤井田暁・越桐國雄，物理教育における誤概念のデータベース化について，査読無，大阪教育大学紀要第V部門教科教育，第59巻1号，2010，29-39

<http://ir.lib.osaka-kyoiku.ac.jp/dspace/handle/123456789/25233>

⑥市川忠樹・越桐國雄，携帯情報端末の加速度センサーによる実感をともなった運動の理解，査読有，近畿の物理教育，第16巻，2010，27-30

http://www.osaka-kyoiku.ac.jp/~koshi/ipod_touch.pdf

[学会発表] (計3件)

①山下恵介・越桐國雄，USTREAMを用いた小学校教員向け理科実験番組の試み，日本物理学会近畿支部第41回物理教育研究集会，2012年11月26日，流通科学大学大阪オフィス

②越桐國雄・藤田利光・宮永健史・高杉英一・原俊雄・筒井和幸・小川雅史，小学校理科の物質・エネルギー分野の課題と指導資料の開発，日本物理学会近畿支部第40回物理教育研究集会，2011年11月26日，流通科学大学大阪オフィス

③越桐國雄・藤田利光・宮永健史・高杉英一・原俊雄・筒井和幸・小川雅史，小学校理科の物質・エネルギー分野の研修教材の開発，日本物理学会第66回年次大会，2011年3月25日，新潟大学

[その他] ホームページ等 (計4件)

(1) ココ見て理科じっけん

<http://pesj.k12.osaka-kyoiku.ac.jp/cocorika/>

(2) 理科の散歩道

<http://pesj.k12.osaka-kyoiku.ac.jp/sanpo/>

(3) 授業に役立つ！小学校理科実験集

<http://pesj.k12.osaka-kyoiku.ac.jp/kishine/>

(4) 生徒の間違いデータベース

<http://pesj.k12.osaka-kyoiku.ac.jp/mis/top.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

越桐 國雄 (KOSHIGIRI KUNIO)

大阪教育大学・教育学部・教授

研究者番号：90153527

(2) 研究分担者

藤田 利光 (FUJITA TOSHIMITSU)

和歌山大学・教育学部・名誉教授

研究者番号：20031809

宮永 健史 (MIYANAGA TAKESHI)

和歌山大学・教育学部・名誉教授

研究者番号：60031729

高杉 英一 (TAKASUGI EIICHI)

大阪大学・理学研究科・招聘教授

研究者番号：00135633

(3) 連携研究者

原 俊雄 (HARA TOSHIO)

神戸大学・理学研究科・准教授

研究者番号：50156486

(4) 研究協力者

筒井 和幸 (TSUTSUI KAZUYUKI)

大阪教育大学附属高等学校池田校舎・教諭

小川 雅史 (OGAWA MASASHI)

京都府立嵯峨野高等学校・副校長