

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 4 日現在

機関番号：14701

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21500875

研究課題名（和文） キャラバン型実験工作教室による体験学習の高度化と教材化

研究課題名（英文） Sophistication of Teaching Materials of Participatory Learning through Caravan-Style Science Demonstrations

研究代表者：

石塚 互 (ISHIZUKA WATARU)

和歌山大学・教育学部・教授

研究者番号：50184544

研究成果の概要（和文）：57 回の実験工作教室を開催し、延べ約 2300 名の小学生が参加した。アンケート調査によると参加者の評価は極めて高い。理科離れを防ぐために実験等の体験的な学習が効果的であることが確認された。実験内容・実験工作教室の企画にも関わった大学生は延べ約 500 名である。学生たちは「任される」ことによる責任感を自覚し、主体的に実験内容とこどもたちに提示する方法に関する工夫を重ね、科学コミュニケーターとしての能力の向上が認められた。

研究成果の概要（英文）：We held 57 science experiment classes for over 2300 school children. We have received very high evaluation according to questionnaires. The effectiveness of performing experiments have been confirmed to attract children's interest on science. We involved about 500 students in making a plan of the science experiment classes. Students could aware of their responsibilities to manage the class, and tried to refine the contents of the experiments and demonstrations. They proved to get remarkable progress in science-communication abilities.

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	1040,000
2010 年度	600,000	180,000	780,000
2011 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	1,900,000	570,000	2,470,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育

キーワード：科学教育、体験学習、実験工作、教材開発

1. 研究開始当初の背景

若者の理科離れを防ぐための方策として、児童生徒に観察や実験を体験させながら科学を身近に感じさせるための取り組みが、近年は多く行われるようになり、一定の成果をあげている。文部科学省の「理科大好きプラン」の一環としてSSHやSPP等の取り組みも広がっており、（申請者達もこれらにS

SHの運営指導委員、SPPの実施担当者、講師等として取り組んでいる）、また科学を一般に普及・啓蒙する役割を担う科学コミュニケータの養成も、大学に求められている。

申請者達は、大学の教職員と学生が参加する「実験工作キャラバン隊」を組織して、専ら小学生を対象にした実験工作教室を、年間20回程度開催した（平成17年～平成18年度

科研費「出向型実験工作教室による児童生徒の科学教育、並びに実践的指導力のある教員の養成」)。この活動は、児童生徒と学生に、科学が身近なところで役立っていることに気付かせることが狙いであった。(“Student Teaching Practice Using Scientific Experiments and Manual Skills at Local Schools” by Toshimitu Fujita, Takeshi Miyanaga, Fumiko Nakamura, and Wataru Ishizuka, International Conference on Physics Education (ICPE Tokyo 2006), The Physics Education Society of Japan)

一方で、若者に現代の科学の最先端を伝えて、人間の知的活動としての科学に憧れを持たせることも重要である。何がどこまで分かっているのか、どのようなことが現在研究されているのか、などを児童生徒に理解させることは簡単ではないが、「本物」を提示することの効果は大変大きいと考えられる。代表者(石塚)は、研究用としても十分な性能を持つみさと天文台の8m径電波望遠鏡を活用した教育活動に取り組んだ(平成17年～平成18年度科研費「みさと天文台と連携した総合的な理科教育」)。この中で、児童生徒は、必ずしも身近ではないが科学の夢が感じられる題材にも興味・関心を示すことを認識した。

2. 研究の目的

児童生徒が科学の楽しさ、素晴らしさを感じて、科学に夢を持てるような機会を提供する。申請者達は、大学生とともに地域の学校等に出向して行う体験学習(実験工作キャラバン隊)に取り組み、参加者から高い評価を得た。しかし、科学に関する興味・関心を高めるためには、体験を重視する実験観察を行うだけでは十分ではないと感じている。イベントとして、単に面白かったということで終わってしまうことが多い。本研究は、生徒にとって身近に感じられる手作りの実験工作も行いながら、より科学的に高度な内容を組み込むことの有効性を、年間約25回の実験工作教室を開催して実践的に研究するものである。

また「実験工作キャラバン隊」を発展させて、教育学部学生に加えてシステム工学部学生に参加学生の募集枠を広げ、同時に実験工作教室のテーマを、参加児童生徒にも、また直接指導する学生にとっても、科学的に深く考えさせる内容に替える。これによって大学生にとっては科学コミュニケーターとしての資質を高める機会とした。

さらに、身近で体験的な実験からのアプローチと、見えないものを明らかにする先端科学からのアプローチは、理科離れに対する方策として互いに相補的である。申請者は、理科教育とともに物理学(石塚)および化学(木

村・中村)を専門としており、実験工作教室を児童生徒と大学教職員・学生の交流の場ではなく科学教育の手段として位置づけて、科学的に高いレベルの体験学習の有効性を検証した。

3. 研究の方法

(1) 体験学習の科学的内容の高度化

児童生徒に、科学に触れて科学に夢を感じる機会を提供する。そのために手作りの体験学習と、比較的高度な内容の2つの要素を組み合わせて、実験工作教室で実践する。体験学習の中に組み込むことが適切な科学的要素は、児童生徒の年齢によって決まる。具体的な実験テーマによっても異なると考えられる。各々の場合にどのレベルまで内容を高めることが最も有効であるのか、実験工作教室に参加する児童生徒や教員、保護者の意見を聴取して明らかにする。そして具体的な実験と、関連させて取り上げる科学的な内容とその適切なレベルを研究し、結果を資料としてまとめ、他の人々の活用に供した。

また、実験工作教室は学校と連携して行い、毎回終了後には学校教員と大学教員、学生の間で反省点や意見を交換し、実験テーマや児童生徒への提示の方法の改善を図る。これにより学校の理科授業に活用できる形での教材化の研究を行った。

(2) 科学コミュニケーションの能力を持った学生の養成

実験工作教室に参加する児童生徒の指導は、教職員とともに大学生が行う。「実験工作キャラバン隊」はこどもたちとの交流の機会の一つとしての役割も期待して教育学部が組織したが、システム工学部学生も3名加わっている。実験工作教室は、高度化によって、単に実験を通じて参加者に楽しんで貰うのではなく科学的な感動や夢を与えることを目的とした。教職員は、実験の準備等で学生の指導も行うが、学生が児童生徒に科学のすばらしさを伝えられるためには科学的に確かな理解が必要である。学生が科学コミュニケーターとしての役割を果たすために、学生にどのような体験を与え、どのような指導を行うのが適切かを研究した。

4. 研究成果

本研究の目的は、児童生徒が科学の楽しさ、素晴らしさを感じて、科学に夢を持てるような機会を提供しながら、生徒にとって身近に感じられる手作りの実験工作を行いながら、より高度な内容をこの中に組み込むことの有効性を実践的に検証することと、体験学習の科学的内容の高度化・教材化と、科学コミュニケーション能力を持った学生の要請を行うことであった。

研究期間の実験工作教室の実施回数、参加学生数、参加した児童生徒の数等は、次の表のとおりである（延べ数）。

	回数	学生数	生徒数
2009	24	163	950
2010	15	148	779
2011	18	180	609

教育委員会や学校をはじめとして大学を越えた地域からも、本研究で取り組んだ実験工作教室の活動が広く認知されて、非常に多くの開催の依頼を年度初めに受け、5月には予定がいっぱいになるようになった。依頼元は、小学校、中学校、教育委員会、地域のこどもセンター等である。

実験工作を行った後、児童・生徒および保護者にアンケートを取っている。「実験工作はどうでしたか」という質問には、児童・生徒の94%が「大変おもしろかった」「おもしろかった」と答え、保護者は99%の方がそう答えている。どのようなところがおもしろかったかという質問には、1年から4年生では、「バリバリするところがおもしろかった」「膨らんだり縮んだりするところがおもしろかった」など、現象や体験したことからの理由が多く、高学年以上になると「不思議だと感じたから」「なぜこのような現象が起こるのか興味がわいた」など理科への関心が深まった意見が多かった。保護者からは「楽しかった」「また来てください」などの意見が多く好評であることが読み取れる。総じて、実験教室を開催したことによる成果は大きかった。

主な実験工作のテーマは以下のようなものである。30種類以上のテーマを用意することができた。

「液体窒素の実験」「錯視の世界」「音で遊ぼう」「バランスバード」「葉脈の葉づくり」「星座の葉づくり」「魔法の壁」「大気圧の実験」「傘袋ロケット」「電池について知ろう」「紙コップを使って遊ぼう」「液体万華鏡」「静電気」「くるくる蛇を作ろう」「アルコールロケットを飛ばそう」

実験内容の高度化に関しては、エーテルの引火実験や、また科学の新発見を通じて物理的・化学的な基礎を学生たちが学習する機会を設けた。「星座の葉づくり」のテーマでは学生たちがPCを活用した説明の工夫を加え、実験工作教室が質的に向上している。更に、大気圧によるアルミ缶の圧壊等これまでに行なってきた実験テーマのいくつかを高速度カメラで撮影し、学生たちの主体的な学習に活用することができた。スターリングエンジンを自作する等、より高度な実験テーマの開発にも学生たちが自主的に取り組むことができるようになった。

学生たちは、準備のための打ち合わせの開始日を決めて実験当日までの計画を立てることができるようになり、全体リーダーとテーマリーダーの下で実験教室を授業に見立てて模擬授業を行い、終了後には毎回反省会を開いている。これらの一連の活動を写真や文書データとして記録することや、ホームページから発信することも、学生が主体となっていく段階に達した。実験等に必要な物品等は教員が管理するが、学生が、参加予定者の年齢と人数を考慮して適切な実験のテーマを考え、その実験のために必要な物、補充が必要な物を教員に申し出るようになった。仕事を与えられるのを待つといった姿勢からの大きな進歩が見られる。

学生の意識調査からは、指導計画の立案等で苦労した者も多いが、こどもとのふれ合いに抵抗が無くなった、人前で話す能力が向上した、科学の基礎が身についた実験工作の指導が楽しい等の意見が出ており、科学コミュニケーターとしての能力の向上も認められた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計8件）

(1) パソコン連動型温度センサーを用いた身近なきたいと水溶液の熱の伝わりやすさ及び反応熱の測定について、木村憲喜、谷口直紀、西村翔、西浦譲、四方田大樹、光竜二、佐武昇、石塚互、和歌山大学教育学部紀要、第62集、pp. 17-21、2012年（査読無）

(2) 小学生向け出前型実験工作教室の活動について、中村文子、石塚互、木村憲喜、和歌山大学教育学部紀要、第61集、pp. 31-36、2011年（査読無）

(3) パソコンによる自動計測を活用した日食時の気温変化について、木村憲喜、石塚互、和歌山大学教育学部紀要、第61集、pp. 27-32、2011年（査読無）

(4) 高校と大学の人的交流、平澤啓、岸田正幸、石塚互、和歌山大学教育学部紀要、第60集、pp. 35-42、2010年（査読無）

(5) 小中校での「力のつり合い」を通じた重心概念の形成と実験の応用について、中西豊、石塚互、第27回物理教育研究大会（日本物理教育学会）、2010年（査読無）

(6) 小・中・高等学校との連携における大学の役割、石塚互、物理教育、第56集、pp. 310-313、2009年（査読有）

(7) "High-resolution solid-state NMR studies of natural abundant ^{15}N

Observed in halogen-bridged one-dimensional complexes”, N. Kimura, T. Shimizu and R. Ikeda, Bull. Chem. Soc. Jpn., 82, pp. 704-708., (2009) (査読有)

(8) 大学生による小中学校向け実験科学講座、木村憲喜、山口真範、化学と工業、62, p. 827、2009年(査読有)

[学会発表] (計5件)

(1) 小学校教員養成課程の学生を対象とした理科実験の安全教育、日本理科教育学会近畿支部大会、中村文子、石塚互、滋賀大学教育学部附属中学校、2011年11月26日

(2) 実践的指導力を養成するための出前実験工作教室の活動、日本理科教育学会近畿支部大会、中村文子、木村憲喜、石塚互、京都教育大学、2010年11月27日

(3) 小中高での「力のつりあい」を通じた重心概念の形成と実験の応用について、日本物理教育学会第27回日本物理教育研究大会、中西豊、矢野充博、石塚互、関西大学、2010年8月9日

(4) 位置エネルギーに関する効果的な実験、日本理科教育学会近畿支部大会、川口直樹、石塚互、富田晃彦、矢野充博、大阪教育大学、2009年11月28日

(5) 大学生による科学実験教室の高度化、日本物理学会 2009年秋季大会、石塚互、熊本大学、2009年9月28日

[その他]

和歌山大学「実験工作キャラバン隊」のホームページ

<http://www.edu.wakayama-u.ac.jp/caravan/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

石塚 互 (ISHIZUKA WATARU)
和歌山大学・教育学部・教授
研究者番号：50184544

(2) 研究分担者

木村 憲喜 (KIMURA NORIYOSI)
和歌山大学・教育学部・准教授
研究者番号：90324986

中村 文子 (NAKAMURA FUMIKO)
和歌山大学・教育学部・技術職員
研究者番号：10362857