

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 元年 6月 10日現在

機関番号：13902

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K00973

研究課題名(和文)理科が役に立つことを実感でき教員養成に有効な化学実験教材(含英語版)の開発と実践

研究課題名(英文) Development and Practice of Chemistry Experiment Teaching Materials (including English version) that is effective for teacher training, and by that people can be realized the usefulness of Science

研究代表者

戸谷 義明 (TOYA, Yoshiaki)

愛知教育大学・教育学部・教授

研究者番号：30180186

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、主に身近な食品関係の個別指導体験型の実験法の開発・実践を継続するとともに、理科教員のための英語教育も兼ね、観察参加型の化学マジック実験の英語による演示法を開発・実践し、マニュアルを英語の実験集として完成させることを目的とした。食品関係の個別指導体験型の実験法の開発・実践では、「水あめ作り」「瓶詰ミカン」「アルギン酸ビーズ」の実験指導法を確立し、実践を実施した。観察参加型実験では、これまで頻繁に実施してきた9つの化学マジックの実験演示法を、プレゼンテーションなどの補助資料が入ったCD付の化学マジック実験集日本語版(2018)、及び英語版(2019)として出版することができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

大学生が授業の一環として演示・指導する実践を通じ、受講者に、理科が身近で役に立つことを実感させる機会を提供できる。化学マジックショー演示実験を英語で行うことで、学生が化学の知識や実験技能とともに、化学英語やプレゼンテーションに必要な英語を習得できる。開発した教材と指導法の公表は現場教員の理科実験指導力の向上に貢献できる。化学マジック教材と指導法を英語版の実験集として出版することにより、化学教育で国際的に貢献できる。最終的には、理科が、ふだんの生活や、社会に出てから役に立つことを理解した児童・生徒・大人(一般市民、有為な理科教員)をグローバルに育むことになる。

研究成果の概要(英文)：In this research, while continuing development and practice of the familiar food-related chemical experiment procedures and instruction methods of individualized tutorial experience-style, we developed English demonstration methods of the chemical experiments of observation/participation-style, such as "Chemical Magic Shows". The final methods were planned to be compiled as an English book.

For the food-related chemical experiment procedures and instruction methods of individualized tutorial experience-style, we established and practiced the experiments of "Making starch syrup", "Making bottled orange", and "Alginate acid beads".

For the chemical demonstration experiments of observation/participation-style, nine experiment presentation methods of the chemical magic that have been frequently carried out so far, were published as books [Japanese ed. (2018), and English ed. (2019), with a CD containing supplementary materials such as presentations, respectively].

研究分野：化学(科学)教育

キーワード：実験・観察 科学教育 生活に役立つ理科 化学実験教材(日本語版・英語版) 出前化学実験 化学マジック実験

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

TIMSS2011の小中学生への質問紙調査だけでなく、2014年の日米中韓の高校生の意識調査からも、日本の高校生は科学への関心は最低で、理科の学習は社会に出たら役に立たないと認識する児童・生徒が多いようであり、この状況が過去から継続してきている状況であった。この現状の打開策として、著者は、理科教員養成の教育として行う出前化学実験の実践で蓄積された成果を背景に、身の回りや身近な事柄と結びついた内容で、理科が役に立つことを実感できる化学(科学)実験教材と指導法(観察参加型、個別指導体験型)を開発してきた。著者は、これまでに化学マジックショー演示実験などの観察参加型の実験、及び生物発光実験指導などの個別指導体験型の実験の概要を「化学教材実験集(2012)」^①として出版し、さらに個別指導体験型の教材実験のみを詳細に記述した「化学教材実験集II～個別指導体験型実験～」を作成中であった(2016年出版)^②。

教科外の「外国語活動」が小学3年生から始められ、小学校5年生から英語が正式教科となり2018年度から部分実施される報告書が出された。本学の理科専攻の学生は個別入試に英語が課されていないこともあり、おおむね英語が苦手である。そこで、日本語で実践してきた化学マジックショー演示実験を英語で行うようにすれば、化学の知識や実験技能とともに、化学英語やプレゼンテーションに必要な英語を習得できるので、将来、教員となり、必要になって勉強するときのハードルを低くすることができるのではないかと推測した。なお、化学マジックショー演示実験は特別支援(聾)学校で演示した経験もあり、英語の発音が多少正確でなかったとしても、英語のスライドを工夫して併用すれば、内容を理解してもらえると予想した。さらに作成した英語版の教材やマニュアルを公表し、日本のみならず、国際的に化学教育に貢献することができる考えた。

2. 研究の目的

本研究では、主に身近な食品関係の個別指導体験型の実験法の開発・実践を継続するとともに、理科教員のための英語教育も兼ね、観察参加型の化学マジック実験の英語による演示法を開発・実践し、マニュアルを英語の実験集として完成させることを目的とした。

3. 研究の方法

- (1) 身の回りや身近な事柄と結びついた内容、特に食品関係で、理科が役に立つことを実感でき、理科学習に活用できるような化学実験教材と指導法の開発を継続する。
- (2) 9種の化学マジックショー演示実験を英語で行うための教材と指導法を開発する。化学教材実験集、及び作成済みのプレゼンテーションの英訳と演示用英語原稿を作成する。
- (3) 理科教員養成の教育の一環として、開発した教材を使用し、学生が演示・指導する実験教室、授業などを企画し、実践する。教材の教育効果、改善すべき点を点検・評価し、次の実践に向けて改善処置を施す。
- (4) 実践と改善を繰り返し、最終的な実験教材と指導法を広く公表するほか、化学マジック教材の実験集を英語版で出版する。

4. 研究成果

身の回りや身近な事柄と結び付いた内容、特に食品関係で、理科が役に立つことを実感でき、理科学習に活用できるような化学実験教材と指導法の開発を継続した。「水あめ作り」の実験指導法は2015年度の名古屋市科学館での実践により完成させた。「瓶詰(缶詰)ミカン」を作る実験は、2016年度と2017年度に名古屋科学館で実践を行い、加熱殺菌まで含めた実験法と指導用スライドを完成させることができた。各種飲料からアルギン酸ナトリウム溶液を調製し、それからビーズを作る実験では、アルギン酸ナトリウム溶液の粘度を調査し、良好な溶液、及びビーズが得られない飲料の原因が、含まれているカルシウムイオンによる、粘度上昇を伴うゲル化であることを解明した。良好なビーズを得るための方法も分かった。

化学マジックショー演示実験の英語化については、手始めに化学マジック「自動虹色変色」(塩化第三ブチルの分解で生成する塩酸によるpHの変化)を著者自身が英語で演示することにした。PowerPointプレゼンテーションを英語化し、学生と共に愛知教育大学附属名古屋中学校の帰国学級生徒を対象に予行演習を行って改良した後、2015年7月に東京の日本科学未来館で開催されたNICE 2015のワークショップに出展した。本番の発表は、ショーの導入部分で学生による英語の替え歌のビデオも披露され、極めて好評であり、研究推進への手応えを感じることができた。2016年には、これまでに日本語で演示が行われ、日本語PowerPointプレゼンテーションの完成版が作成されている9種類の実験についてPowerPointプレゼンテーションの英語版を作成し、シナリオ作成にも着手した。2017年7月、ソウルで開催されたNICE 2017では、著者自身が化学マジック「時間差瞬間着色」(ヨウ素時計反応)を演示した。この発表の予行演習として、南山国際高等学校2年の帰国生徒対象に、「時間差瞬間着色」、及び「自動虹色変色」を英語で演示した。学生によりショーの導入部分の新たな英語の替え歌が作成されたが、学生自身による化学マジックの英語による演示には至らず、2019年度以降の実践を計画している。

英語版化学マジック実験集は、当初「化学教材実験集(2012)」^①の化学マジック実験部分

を英訳することを想定していたが、学生らにより「時間差瞬間着色」(ヨウ素時計反応)、「振盪色変化の中瓶四姉妹」(インジゴカルミンの信号反応など、色素の酸化還元による変色)などの実験法の詳細な検討が行われた。さらに実践が重ねられたことにより、多くの化学マジック実験演示法において変更改良点が蓄積されていた。そこで、研究期間を延長し、英語版実験集に先行して2018年3月に2012年出版の実験集の化学マジック部分の日本語改訂版に相当する化学マジック実験集を作成し、出版した。このものは、日本語版だけでなく、英語版のPowerPointプレゼンテーション、及びシナリオ入CD付とした。この本は全国立大学の附属図書館、及び公立図書館などに配付された。

2018年度、著者はサバティカルを取得した。名古屋大学において研修を重ねながら、新規の科研費の研究も開始し、並行して化学マジック実験集日本語改訂版の英訳を進めた。2019年3月に化学マジック実験集英語版(PowerPointプレゼンテーション、及びシナリオ入CD付)を出版することができた。この本は、2018年度に協力が得られた米国サウスカロライナ大学の教授(英語版PowerPointプレゼンテーションの校正)のほか、全国立大学の附属図書館のうち、CiNiiやOPACで2018年出版の日本語版の所在が確認された附属図書館64館、及び公立図書館などに配付された。

<引用文献>

- ① 戸谷 義明, 山名 賢治, 鈴木 喜隆著, 「理科が役に立つことが実感できる化学教材実験集: 身の回りには不思議で面白いことがいっぱい! みんなで秘密を解き明かそう!!」, 愛知教育大学出版会, pp 1-123, 2012, ISBN: 9784903389592.
- ② 戸谷 義明, 山名 賢治, 跡部 昌彦, 鈴木 喜隆著, 「理科が役に立つことを実感できる化学教材実験集 II ~個別指導体験型実験~」, 愛知教育大学出版会, pp 1-107, 2016, ISBN: 9784903389677.

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計4件)

- ①小学校理科第6学年「粒子」の内容の教科研究科目としての実験指導, 戸谷 義明, 愛知教育大学研究報告(自然科学), **68**, 23-31 (2019), 査読有.
- ②各種飲料からのアルギン酸ナトリウム溶液及びビーズ(人工イクラ)調製に関する調査, 戸谷 義明, 愛知教育大学研究報告(自然科学), **67-I**, 37-45 (2018), 査読有.
- ③実験教室で実施可能な柑橘類の薄皮剥き実験の開発と実践, 戸谷 義明, 愛知教育大学研究報告(自然科学), **66**, 35-44 (2017), 査読有.
- ④信号反応におけるインジゴカルミンの分解要因の調査, 戸谷 義明, 愛知教育大学研究報告(自然科学), **65**, 37-45 (2016), 査読有.

[学会発表] (計7件)

- ① 戸谷 義明, 2N08 理科が役に立つことを実感でき教員養成に有効な化学マジック実験教材(含英語版)の開発と実践, 日本理科教育学会第68回全国大会, 2018.
- ② 戸谷 義明, 2S104 ジュース類からのアルギン酸ナトリウム溶液及びビーズ(人工イクラ)調製に関する調査, 日本理科教育学会第67回全国大会, 福岡教育大学(福岡県宗像市), 2017.
- ③ Yoshiaki Toya, WS2-1 Chemical Magic Demonstration by University Students of Science Teacher Training Programs To Learn Chemistry (in English) Part 2, NICE 2017, 2017.
- ④ 戸谷 義明, 6H401 実験教室で実施可能な柑橘類の薄皮剥き実験の開発と実践, 日本理科教育学会第66回全国大会, 2016.
- ⑤ 戸谷 義明, 化学実験教材としての生物発光化学発光, 生物発光化学研究会第32回学術講演会(招待講演), 2015.
- ⑥ 戸谷 義明, 10A04 信号反応におけるインジゴカルミンの分解要因の調査, 日本理科教育学会第65回全国大会, 2015.
- ⑦ Yoshiaki Toya, W-3 Chemical Magic Presentation by University Students of Science Teacher Training Programs as Chemical Education (in English), NICE 2015, 2015.

[図書] (計3件)

- ① Yoshiaki TOYA, Kenji YAMANA, Nobutaka SUZUKI. Translated by Kazuharu IENAGA and Co-authors. Edited by Yoshiaki TOYA, "You can realize that 'Science' is useful! Chemical Magic Demonstrations", Aichi University of Education Press, pp 1-125, 2019, ISBN: 9784903389868.
- ② 戸谷 義明, 山名 賢治, 鈴木 喜隆 著, 「理科が役に立つことを実感できる化学マジック実験集」, 愛知教育大学出版会, pp 1-105, 2018, ISBN: 9784903389783.
- ③ 戸谷 義明, 山名 賢治, 跡部 昌彦, 鈴木 喜隆 著, 「理科が役に立つことを実感できる化学教材実験集 II ~個別指導体験型実験~」, 愛知教育大学出版会, pp 1-107, 2016, ISBN: 9784903389677.

[その他]

ホームページ等

愛知教育大学研究者総覧 理科教育講座 戸谷 義明

<http://souran.aichi-edu.ac.jp/profile/ja.a723ac93b38b0ac6b07031094a0c261d.html>

6. 研究組織

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：鈴木 喜隆

ローマ字氏名：(Suzuki Nobutaka)

研究協力者氏名：山名 賢治

ローマ字氏名：(Yamana Kenji)

研究協力者氏名：家永 和治

ローマ字氏名：(Ienaga Kazuharu)

研究協力者氏名：Linda S. Shimizu

ローマ字氏名：(Linda S. Shimizu)

※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。