

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 17 日現在

機関番号：14302

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350233

研究課題名(和文) マイクロスケール実験による理科実験の個別化と言語能力の育成を目指す授業展開の構築

研究課題名(英文) Aiming at Improvement of Student's Ability in Language through Individualization of Science Education based on Microscale Experiments Method

研究代表者

芝原 寛泰 (Shibahara, Hiroyasu)

京都教育大学・ 名誉教授

研究者番号：60144408

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,200,000円

研究成果の概要(和文)：理科実験の新しい取組みとしてマイクロスケール実験の学校現場への普及を目指している。

特に、理科実験における個別化と、その実現による言語能力の育成、考える力の育成に注目して、教材開発だけでなく、新しい授業展開の提案を行った。マイクロスケール実験の教材が、考える力を育成する実験活動を行う上で有効であることを、小学校から高校での実践活動を通して、授業実践時の生徒の活動、ワークシートの分析およびアンケート結果より確認した。海外との交流のため、既刊のテキストの英訳本の出版をはじめ、研究成果については学会誌での公表、学会発表を中心に行い、ひらめき ときめきサイエンスによる社会還元事業も実施した。

研究成果の概要(英文)：To spread widely and establish Microscale Experiments in actual classroom from elementary school to secondary junior high school and high school, teaching materials for science class were developed. We have reported that a microscale experiment is an effective method not only for protection of the environment, but also for the improvement of student's thinking ability through the science education experiments. Using developed teaching materials, several classes for the school students were conducted. From a questionnaire and written responses, we found that the present teaching materials have the efficiency to improve and cultivate scientific ability to think, judge, and explain through individual experiments. During the past few years teaching materials based on microscale experiments have spread throughout the school education of science.

研究分野：理科教育、 物理化学

キーワード： マイクロスケール実験 理科教育 個別実験 言語能力 授業実践 科学教育

### 1. 研究開始当初の背景

日本における理科教育の課題を整理した結果、小学校から高校にいたる学校現場において、マイクロスケール実験の導入は有効と考えた。特に実験・観察における様々な言語活動をとおして、児童・生徒の考える力の育成には、個別実験を可能にするマイクロスケール実験は有効な実験方法と考えた。そのためには、安全で安価な器具の開発、それを使った教材実験の普及が必須の課題である。学校現場の協力の下、有効な教材開発と授業実践による検証が必要である。

### 2. 研究の目的

研究目的を要約すると「マイクロスケール実験による理科実験の個別化と言語能力の育成」となるが、その達成のため、まず理科実験の個別化を可能にする教材の開発を行う。その際、普及を図るため学校現場の要望を参考に、安全で安価、さらに準備や片付けの負担が少ない教材の開発を念頭に置く。また、実験・観察が、言語能力の育成にどの程度に貢献できるか、授業実践を重ねると同時に、その判定方法についても、学校現場の意見をふまえ、検討を重ねることも目標とした。実験前後のアンケート調査についても、教材実験の活用が、言語活動の充実、考える力の育成に貢献できることを検証できる工夫を行う。

### 3. 研究の方法

本研究の実施においては、申請者が所属する教員養成大学のもつ、学校現場とのネットワークや教育委員会との連携などを通して、より教育実践的な立場から、マイクロスケール実験の教材開発、授業実践による有効性の検討、学校現場への普及に重点をおいて、研究に取り組んだ。

教材開発は、申請者が中心となって、指導の下、連携研究者、大学院生、学部生の協力を得て実施した。また授業実践およびアンケートの実施と解析は、近隣の公私立学校、附

属学校の協力を得て行った。研究成果の公表も積極的に行った。

### 4. 研究成果

H26年度～H28年度において開発あるいは改良した教材は、小中高等学校の理科を対象に、主に

テルミット反応 霧箱実験の小型化  
呈色板による水溶液の性質 呈色板による電気分解 電気分解用の電源開発 空気電池の作製と教材化 における理科実験の見直しとマイクロスケール化の検討を行った。開発した教材実験は約10件にのぼる。

研究期間においては、特に学校現場への普及を念頭におき、できるだけ安価で安全な器具の開発を積極的に行った。具体的には、呈色板を用いた様々な教材実験があげられる。呈色板は、従来のセルプレート等の器具と比較すると、費用的には約10分の1、また洗浄、保管の点でも優位である。この呈色板を用いた教材開発と授業実践を積極的に行い、学会発表、査読付論文の公表等で成果をあげることができた。授業実践では、児童・生徒の評価も高く、指導者側の負担も少なく、今後の普及に向けて大きな成果となった。

また、それに必要な実験テキストの作成を行い、さらに海外に向けての情報発信のため、「公開促進費」の援助の下、既刊の実験書の英訳版も発刊した。学校現場での授業実践を最優先に行い、小中高等学校において15回以上の授業実践や、教育委員会における教員研修の講師として研究成果の還元を行った。「ひらめき ときめきサイエンス」を2回実施し、近隣の中・高校生を対象に実験教室をひらいた。約40名の参加があった。

開発した教材実験の一部を次に示す。図1は呈色板による「水溶液の仲間分け」、図2は、同じく呈色板を用いた電気分解実験を示す。



図 1 呈色板による「水溶液の仲間分け」

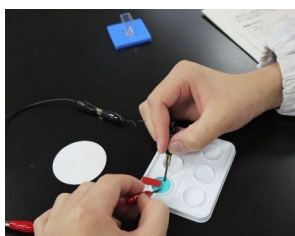


図2 塩化銅(II)水溶液の電気分解

## 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 9件)

佐藤美子、山口幸雄、芝原寛泰、呈色板を用いたマイクロスケール実験による電気分解の教材開発と授業実践 - 中学校理科および高校化学への普及を目指した汎用性のある器具の活用 -、科学教育研究、査読有、Vol.41 No.2、2017 印刷中

佐藤美子、芝原寛泰、呈色板を用いたマイクロスケール実験の教材開発と授業実践 理科教育実験への普及を目指した汎用性のある器具の活用、理科教育学研究、査読有、Vol.57, No.2、pp. 123-131、2016

堀出麻由香、芝原寛泰、川本公二、櫻井 健治、種岡和哉、古川豊、マイクロスケール実験を用いたテルミット反応の教材開発と授業実践、京都教育大学教育実践研究紀要 第16号 pp.49-56、2016

中神岳司、芝原寛泰、田内浩、向山昌二、マイクロスケール実験による反応熱に関する教材実験の開発と授業実践—高等学校化学におけるエネルギー概念に着目して—、京都教育大学教育実践研究紀要 第16号 pp.41-48、2016

柴辻優俊、佐藤美子、芝原寛泰、マイクロスケール実験による中学校理科における銅の酸化・酸化銅の還元実験の教材開発と授業実践、理科教育学研究、査読有、Vol.56、pp.347-354、2015

柴辻優俊、芝原寛泰、中学校理科における鉄と硫黄の化合実験の教材開発 有毒気体に対する安全性に配慮したマイクロスケール実験の活用、京都教育大学教育実践研究紀要 第15号、pp.63-69、2015

柴辻優俊、芝原寛泰、マイクロスケール実験による中学校理科の熱分解実験の教材開発、フォーラム理科教育、第16号、pp.9-15 2015

山本理紗子、芝原寛泰、マイクロスケール実験による小学校理科「もののとけ方」の教材開発 電子レンジによる加熱方法の検討、フォーラム理科教育、第16号、pp.29-33、2015

佐藤美子、芝原寛泰、マイクロスケール実験による実感を高める「気体の発生と性質」の教材実験 - 個別実験と時間短縮を目指して -、日本科学教育学会、査読有、Vol.38, No.3, pp.168-175、2014

〔学会発表〕(計 17件)

芝原寛泰、佐藤美子、近藤恵子、マイクロスケール実験による電気分解で用いる直流電源の改良 - 個別実験を安全・安価に実現するために -、日本理科教育学会近畿支部大会、2016年11月26日、大阪教育大学

佐藤美子、芝原寛泰、呈色板を用いたマイクロスケール実験の教材開発 (IV) - pHによる指示薬の色変化を実感するために -、日本理科教育学会近畿支部大会、2016年11月26

日、大阪教育大学

山口幸雄、芝原寛泰、セルプレートを活用したアゾ染料合成のマイクロスケール実験 - 高校化学の有機化学分野における個別実験の実践報告 -、日本理科教育学会近畿支部大会、2016年11月26日、大阪教育大学

芝原寛泰、佐藤美子、山口幸雄、呈色板を用いた電気分解のマイクロスケール実験 - 色々な電解質溶液を用いた結果の比較のために - (課題研究発表会)、日本理科教育学会第66回全国大会、2016年8月5日、信州大学

佐藤美子、芝原寛泰、呈色板を用いたマイクロスケール実験の教材開発( ) - 小学校・中学校理科の「電気の流れ方」を例に - (課題研究発表会)、日本理科教育学会第66回全国大会、2016年8月5日、信州大学

佐藤美子、芝原寛泰、呈色板を用いたマイクロスケール実験の教材開発(II) - 理科教員志望の大学生を対象にした活用例 - (課題研究発表会)、日本理科教育学会第65回全国大会、2015年8月1日、京都教育大学

山根良行、芝原寛泰、佐藤美子、マイクロスケール実験と通常スケール実験の比較 - 高校化学における塩化銅( )水溶液の電気分解を例に - (課題研究発表会)、日本理科教育学会第65回全国大会、2015年8月1日、京都教育大学

中野源大、芝原寛泰、マイクロスケール実験の普通教室における演示実験への活用 - 高校化学の学習への動機づけ - (課題研究発表会)、日本理科教育学会第65回全国大会、2015年8月1日、京都教育大学

芝原寛泰、マイクロスケール実験の教材開発と授業実践を振り返って - 研究室におけ

る実践的研究の紹介とこれからの展望 - (課題研究発表会)、日本理科教育学会第65回全国大会、2015年8月1日、京都教育大学

高辻舞華、芝原寛泰、山口道明、ペルチエ素子を用いた簡易な霧箱の教材化(II) - 授業実践を踏まえた改良を目指して -、日本理科教育学会近畿支部大会、2014年11月15日、兵庫教育大学

乙井楓子、齊藤未奈、松本茉莉、山田楓)坂本弘樹、芝原寛泰、銅アンモニアレーヨン再生実験のマイクロスケール化(II) - さらになるマイクロスケール化に向けて -、日本理科教育学会近畿支部大会、2014年11月15日、兵庫教育大学(学生発表賞ポスター部門受賞)

佐藤美子、芝原寛泰、呈色板を用いたマイクロスケール実験の教材開発 - 小学校理科における個別実験の検討 -、日本理科教育学会近畿支部大会、2014年11月15日、兵庫教育大学

柴辻優俊、芝原寛泰、マイクロスケール実験による鉄と硫黄の化合実験の教材開発 - 中学校における授業実践を例に -、日本理科教育学会近畿支部大会、2014年11月15日、兵庫教育大学

芝原寛泰、佐藤美子、マイクロスケール実験による有毒物質を扱う教材実験の改良 - 学校現場における実験の安全性確保のために - (課題研究発表会)、日本理科教育学会第64回全国大会、2014年8月23日、愛媛大学

佐藤美子、芝原寛泰、マイクロスケール実験によるU字型電解槽を用いた電気分解実験 実験結果を予想する「考えさせる授業」をめざして (課題研究発表会)、日本理科

教育学会全国大会、2014年8月23日、愛媛大学

柴辻優俊, 芝原寛泰、中学校理科における鉄と硫黄の化合の教材開発 - 安全性に配慮したマイクロスケール実験の活用 -、日本理科教育学会第64回全国大会、2014年8月23日、愛媛大学

堀出麻由香, 芝原寛泰, 川本公二, 櫻井健治、マイクロスケール実験を用いたテルミット反応の教材開発、日本理科教育学会第64回全国大会、2014年8月23日、愛媛大学

〔図書〕(計 4件)

理科教員の実践的指導のための理科実験集、芝原寛泰編著、他著者8名、電気書院、全頁250、2017年

Microscale Experiment - Environment-Conscious Science Experiment, Hiroyasu Shibahara and Yoshiko Sato (Co-authored), オーム社 全頁118, 2017年

すぐに役立つ 研究授業のための学習指導案の作り方 - 新学習指導要領にもとづく 小学校理科編 -、芝原寛泰、佐藤美子、竹花裕子(編著)、オーム社、全頁250、2015年

高校化学実験集 - 授業で役立つ基礎から応用まで -、芝原寛泰、市田克利、佐藤美子(編著)、電気書院、全頁227、2015年

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：

出願年月日：  
国内外の別：

取得状況(計 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕  
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

芝原 寛泰 (SHIBAHARA HIROYASU)  
京都教育大学・・名誉教授  
研究者番号：60144408

(2) 研究分担者 なし

( )

研究者番号：

(3) 連携研究者 なし

( )

研究者番号：

(4) 研究協力者 佐藤 美子 (SATO YOSHIKO)  
(50734521)