

「ひらめき☆ときめきサイエンス」の実施を通じた 教員養成の取り組み

—研究成果の社会還元事業から得られるもの—

Efforts for Teacher Training through the Implementation of
“Hirameki ☆ Tokimeki Science”

— Outcome from the Social Return Projects of Research Results —

佐藤美子

Yoshiko SATO

JSPS (日本学術振興会) 主催の「ひらめき☆ときめきサイエンス」の企画・実施運営の経験を踏まえ、教育学部における教員養成への活用、また研究成果の社会還元という観点から、その経過と成果についてまとめた。教員養成を主目的とする研究・教育環境において、研究成果の公表及び社会還元のあり方については研究者にとっても大きな課題である。「ひらめき☆ときめきサイエンス」にTAとして参加する学生にとって、児童・生徒との交流をとおして、実験の技術指導のみならず、様々な場面における対話から得られるものは、座学だけでは学べない貴重な経験となる。本活動においては学生が積極的に活動できる場面設定を行い、教員養成への活用を念頭において実施してきた。本プログラムの趣旨等、及び過去4回における実施状況を振り返り、また参加した学生や受講生の感想も踏まえ、本プログラム実施の総括を行い、今後に向けて研究成果の社会還元のあり方と教員養成への取組について報告する。

キーワード：ひらめき☆ときめきサイエンス, JSPS, マイクロスケール実験, 教員養成,
社会還元事業

はじめに

JSPS (Japan Society for the Promotion of Science: 日本学術振興会) 主催による「ひらめき☆ときめきサイエンス～ようこそ大学の研究室へ～KAKENHI」(科研費研究成果社会還元事業)(以下、「ひらめき☆ときめきサイエンス」という。)に申請の結果、過去4回採択され、学内を会場として主に中学生・高校生を対象に実験教室を実施してきた。

今までに「ひらめき☆ときめきサイエンス」に類似した活動として、地域の子供達を対象にした実験教室にも取り組んできた。例えば「わくわく科学実験教室」(クレオ大阪西男女共同参画セミナー)、「科学で遊び、科学で学ぶ!キッズ・サイエンス・ウィーク」(キッズプラザ主催)などがあげられるが、これらの活動による教員志望学生の理科実験に対する興味・関心への喚起、教員養成に関わる資質向上についてはすでに報告した(佐藤, 2016, 2018a)。本論文では、既報告(佐藤, 2016)には含まれていないJSPSの研究成果社会還元事業である「ひらめき☆ときめきサイエンス」における活動をとりあげ、教育学部における研究の特徴や、教員養成に関わる学生教育への有効性について、今までの活動を総括しながら報告を行う。

1. 「ひらめき☆ときめきサイエンス」について

「ひらめき☆ときめきサイエンス」の活動趣旨、目的、発足の経緯については、JSPSのホームページ（日本学術振興会，2020a）に記されている。尚，平成30年以降，本プログラムの位置づけ等については大幅に変更されており，実施代表者が所属する機関の係わりが大きくなっている。平成30年12月公表の平成31年度公募要領（JSPS，2020b）には趣旨・目的として，

- 「ひらめき☆ときめきサイエンス～ようこそ大学の研究室へ～KAKENHI」は，以下に掲げる点を目的として，学術が持つ意義や学術と日常生活との関わりに対する理解を深める機会を社会に提供すること。
- 我が国の将来を担う児童・生徒を対象として，若者の科学的な好奇心を刺激してひらめき，ときめく心の豊かさと知的創造性を育むこと。
- 科学研究費助成事業（以下「科研費」という。）による研究について，その中に含まれる科学の興味深さや面白さを分かりやすく発信すること。
- 上記を踏まえ，学術の文化的価値及び社会的重要性を社会・国民に示し，学術の振興を図ること。

と記され，科研費の費目である「研究成果公開促進費」として実施し，科学研究費補助金が交付される。また，応募の対象は，

- ① 科研費による研究に関わる基礎的な内容をより分かりやすく伝え，科学に興味深さや面白さを抱けるようなプログラムであること。
 - ② 小学5・6年生，中学生及び高校生のいずれかが対象であること。
 - ③ 実施代表者の所属する研究機関が主催するプログラムであること。
- とされている。

さらに実施体制として，

- ① 研究機関の長（補助事業者）が機関の組織的な取組として責任を持って行う。
 - ア プログラムを機関独自の取組として主催し，実施代表者と連携して確実に実施すること。
 - イ 科研費の管理及び日本学術振興会への連絡調整，書類提出等の事務手続きを行うこと。
 - ウ プログラムの広報活動，受講生募集，その他プログラムの実施に関して，実施代表者と協力して行うこと。
- ② 実施代表者は，プログラムの企画・実施の中核を担い，責任を持って実施する研究者であり，e-Radに研究者情報が登録されている研究者のうち，過去又は平成30年度現在継続中の科研費の研究課題の研究代表者として研究を実施したことがある研究者。

と記されている。

以上のような趣旨等をもつ本プログラムの実施においては，研究成果を一般の人にわかりやすく説明することが第一の特徴である。対象が小学生（高学年）・中学生・高校生に限定されるため，必然的に研究成果を身近に感じさせる努力・工夫のうえ，安全性を配慮した観察・実験や実習など，講義形式だけでなく具体的の活動をとおして，研究成果をわかりやすく伝えることが求められている。児童・生徒にとっては，参加をとおして大学を訪問し，研究者や大学生と直に接して，研究内容に触れることになる。また，実施協力者として，外部講師，他機関研

究者や大学院生・学部学生の登録が認められているので、本学の教員志望の学生への資質向上を目指した具体的なプログラムや実施体制を検討し、本学における研究の在り方や教員養成への取り組みに資することを模索して行ってきた。

2. 「ひらめき☆ときめきサイエンス」の実施経過

2015年から2019年にわたり、計4回の「ひらめき☆ときめきサイエンス」の企画・運営を実施代表者として務めてきた。各回における実験テーマ等の実施要項について表1にまとめる。尚、実施年度における科研費の研究課題は、ⅠからⅢでは「考える力の育成を図る実験の個別化と授業実践——マイクロスケール実験の活用——」（基盤研究C）、Ⅳでは「理科教育の現代的課題の解決を図るマイクロスケール実験による個別実験と授業デザイン」（基盤研究C）が該当する。

JSPSへの申請は前年度に、また正式採択は年度当初に通知があり、実施計画等の書類や必要経費の申請が精査され認められる。当該年度7月から翌年1月の期間で実施が可能であるが、受講生の都合を優先して、主に学校夏期休業の期間、7月あるいは8月の土曜日に実施してきた。

2.1 具体的な実施内容

今まで実施した活動のうち2019年7月に実施した表1のⅣについて、具体的にどのような工夫により、研究成果を参加者に伝えたか、申請時の趣旨や活動内容の計画書に基づきその概要を以下に示す。

① 科研費による研究の中で、特にどういった魅力・面白さについて受講生に紹介したか。

科研費の研究においては、「マイクロスケール実験の学校現場への普及を通して、理科教育の改善を図り、さらに個別実験により児童・生徒の考える力の育成を目指す」を目標としている

表1 「ひらめき☆ときめきサイエンス」の実施状況

	実施日	テーマ	実験テーマ	対象者
Ⅰ	2015年 10月4日	マイクロスケール実験の体験 —実験通して鍛えよう！ コミュニケーションカー	①身近な水溶液の酸性・中性・アルカリ性の判定 ②電気分解（塩化銅Ⅱ水溶液や水の電気分解） ③気体の発生	中学生 12名
Ⅱ	2016年 7月31日	マイクロスケール実験の体験 —身の回りの不思議を 解明しよう—	①塩化銅Ⅱ水溶液の電気分解 ②水溶液のなかま分け ③アンモニアの噴水実験 など	中学生 18名
Ⅲ	2018年 7月28日	金属の不思議を解明しよう！ —マイクロスケール実験と タブレット活用の体験—	①導通テストキット「はたるくん」の作製と導通実験 ②金属の化学的性質 —金属の溶解と金属樹 ③電気分解により金属を取り出す	中学生 24名
Ⅳ	2019年 7月27日	身近な電池の製作と探究実験 —電池の仕組みを イオンでとらえる マイクロスケール実験—	①自分で組立てるダニエル電池 ②実用電池を体験 —鉛蓄電池の組立てと電気分解 ③備長炭電池自動車・果物電池の作製	中学生 24名、 高校生 1名

が、開発した実験教材や授業デザインの実践的検証は重要である。この目的を踏まえ特にマイクロスケール実験の特徴・利点が発揮できる実験テーマを選び、かつ生徒が主体的に活動できる授業展開を実践した。また、例えば「電池」という生活に欠かせない科学技術について実験を通して主体的に学び、同時に身近な物や現象に含まれる不思議をみつけ課題解決の道筋をつけることの楽しさを受講生に伝えた。

② プログラムの内容

【プログラムの背景・目的】 私たちにとって身近な電池の仕組みについて実験を通して探究する。自分で電池（ダニエル電池など）の作製を行い、発電の原理を調べる。次に電池の充電と放電の仕組みを、鉛蓄電池の実験により考える。また、一人ひとつの実験器具を使うマイクロスケール実験の個別実験により、自分のペースで実験を行い電池の仕組みを考える。受講生にとって親しみやすい備長炭電池や果物電池の実験を例にとり、身近な不思議に気づき解明していく楽しさを伝える。

【講義】 全体を午前 90 分、午後 3 時間半の計 5 時間に設定した。午前は、科研費の趣旨およびマイクロスケール実験の概要と特徴について説明した。続いて 60 分間、実験体験を行い、昼食後、午後は休憩をはさみ実験体験（150 分）、まとめ（15 分）を計画した。

【実習等】 主に中学校理科及び高校理科で履修する実験内容を取り上げ、マイクロスケール実験により探究的に色々な電池の仕組みについて自作しながら解明することをねらいとした。具体的な実験テーマとして、①自分で組立てるダニエル電池 ②ブレッドボードによる簡単な電源の作製 ③実用電池を体験－鉛蓄電池の組立てと電気分解 ④備長炭電池・果物電池の作製を設定した。電池の仕組みを、「イオン」の役割に注目して考えることを念頭に指導した。イオンの扱いは、中学校理科、高校化学の学習にとって重要な学習事項であり、実験から学ぶ授業展開を試みた。また、中学生と高校生が合同で行うことを踏まえ、協働学習を含む新しい学習形態を試みた。後半では、iPad 等の ICT を活用した対話的な授業展開も計画した。すべて理科実験室で実施した。プログラム当日のスケジュールを表 2 に示す。

表 2 実施当日のスケジュール

10:00～10:30	受付（8号館1階集合）
10:30～11:00	開講式（あいさつ、科研費の説明、講師・TAの紹介）
11:00～12:00	実験①自分で組立てるダニエル電池 実験②ブレッドボードによる簡単な電源の作製
12:00～13:20	昼食およびTAとのディスカッション
13:20～14:30	実験③実用電池を体験－鉛蓄電池の組立てと電気分解
14:30～15:00	休憩（クッキータイム）
15:00～16:20	実験④備長炭電池・果物電池の作製。 iPadを使ったまとめの作成
16:20～16:30	休憩
16:30～17:00	まとめ・修了式（アンケート記入・未来博士号授与）
17:00	終了・解散

③ 受講生に分かりやすく研究成果を伝えるために、また、受講生が自ら活発に活動し考察するために工夫した実施方法

- 中学生と高校生の合同となるので、履修内容を考慮した実験テーマを選択した。指導方法については、過去2回にわたって合同で行った経験を生かし工夫を行った。実験テーマは、中学校理科と高校化学で共通に扱う電池を選び、特に身近な科学技術の応用である点も踏まえ、わかりやすく実験をとおして説明した。また6名のTAを配置して、ていねいな実験操作等の説明を心掛けた。
- 実験の体験をとおして、実験の意義や、実験体験の感想についても意見交換を行った。実験の経験が少ない受講生でも参加できるよう、実験方法の説明には工夫を加えた。
- 実験データの記録、データの整理さらに発表用資料の作成にタブレット等のICTを積極的に活用した。
- マイクロスケール実験を導入して、個別実験により考えながら進め達成感が得られるように工夫した。
- 引率者の見学も積極的に受け入れた。

④ 安全配慮の具体的な対策について

実施予定の安全配慮の具体策を以下に記す。

- ア 実験中の安全メガネ（保護メガネ）の着用を義務づけた。
- イ 中学生の受講生2名に対して1名のTA、高校生には4名に対して1名のTAを配置し、補助を行った。
- ウ 受講生は事前登録制とし、傷害保険の加入を行った。
- エ 専用の理科実験室で行い、安全実施を最優先した。鉛板等を実験で使用するが受講生が直接に手を触れることのないように配慮した。
- オ 実験開始前に、実験上の注意事項についてパワーポイント等を用いて周知した。
- カ TAに対しても準備段階において、安全を優先した指導について確認を行った。

⑤ 受講生募集のためのプログラムの紹介

受講生の募集にあたっては以下の案内文を添えて、近隣の学校や関係者に配布した。

「私達の生活に欠かせない電池の仕組みについて探究します。最初に自分で電池（ダニエル電池・備長炭電池）の作製を行い、実験により電気がとりだせる様子を観察します。次に電池の充電と放電の仕組みを、身近に使われている鉛蓄電池の実験を通して考えます。一人ひとつの実験器具を使うマイクロスケール実験で繰り返し実験し、電池の仕組みをイオンでとらえて解明しましょう。一人ひとりiPadなども活用する楽しい活動です。」

また実施に際しては、すでに述べたように学外の特別講師の他、TAとして大学生の参加が可能である。このような実施形態を積極的に活用して、実施前日の準備、指導方法の検討だけでなく、実施当日の指導、終了後の片付けも含め、大学生の活動の場を設定した。



図1 開会式に続く TA の紹介



図2 受講生への講義



図3 電気分解の実験の様子



図4 鉛蓄電池を放電している様子

2.2 「ひらめき☆ときめきサイエンス」の実施の様子

本学の理科実験室にて実施した様子を図1～8に示す。

図1は、当日の開会式に続いて講師及びTAの学生を受講生に紹介している様子である。開会の冒頭に、科研費についての説明が主催者（JSPS）から設定されている。尚、第1回目の実施においては、冒頭にエクステンションセンター長からの歓迎の挨拶も行った。実験中のTAとしての役割は大きく、受講生へのサポートのため、開会式における顔合わせは重要である。図2は、実験の内容についてパワーポイント等を使って説明しているところであるが、受講生には当日の実験内容を説明した資料を一式、同時に配布している。

実験はすべてマイクロスケール実験を採用している。これは、科研費の研究テーマの重要なキーワードが「マイクロスケール実験の普及」であること、またマイクロスケール実験は一人ひとつの実験器具を提供できる個別実験が可能であること、またグループ実験と融合させながら、さらにグループ討論やクラス全体での報告に発展させるなど、探究的な取組が可能であることが採用の理由である。図3は、マイクロスケール実験による呈色板を用いた硝酸銀水溶液と塩化銅(II)水溶液の電気分解の実験を行っているところである(佐藤ら, 2018b)。呈色板を電解槽として用いることにより、観察が容易になり、さらに実感を伴った理解を促す狙いが



図5 ダニエル電池の実験の様子



図6 実験結果をタブレットで記録



図7 備長炭電池によりプロペラ車を動作



図8 発表会の様子

ある。電気分解の電源にはボタン電池（直流6V）を用いた。図4は、鉛蓄電池を作製の後、充電と放電を繰り返す実験で、プロペラモーターを使って放電している様子である。

図5はダニエル電池を作製後、その動作確認を行っているところであるが、ダニエル電池の原理を実験により理解することが目的であるため、電極や電解質溶液の種類を色々と代えながら実験を進めた（芝原ら、2020）。図6は、その一環で電極表面の変化の様子を観察・記録するため、タブレットを活用している。ICTの活用は本プログラムの特徴でもあるが、タブレットによる記録は、後半の発表会におけるプレゼンの資料として活用した。

図7は、備長炭電池を作製後に、プロペラ付き車を動かしているところで、電流値を増やすため、2つの電池を直列につないだ場合との違いなどを確かめた。備長炭電池の原理について実感を持った理解を促すため、放電後のアルミ箔の観察、電解質溶液としての食塩水の役割を確認するための実験も行った。図8は、最後に行った発表会の様子で、数名が代表してタブレットを使って作成したkeynoteにより実験結果等を発表した。その他、本プログラムで実施した教材実験の詳細については、すでに公表している（佐藤、2019）、（佐藤、2018c）、（佐藤ら、2014）、（芝原・佐藤、2011）。

3. 実施後のアンケート調査による分析と評価

本プログラムの実施にあたっては、終了後に受講生だけでなく、TAとして参加した学生、見学の保護者、実施代表者及び講師に対してもアンケート調査が実施され、実施報告書とともにJSPSへ送付される。また実施代表者が準備した実験内容に関わる具体的なアンケート調査をさらに行ったこともある。ここでは2018年及び2016年に実施した際のアンケート結果をまとめる。質問項目は、すべてJSPSから事前に提供された内容で、筆者が行った分析結果を表3（TAの学生）と表4（参加者の生徒）に示す。その他の質問項目は、参加回数、科研費の周知度に関する内容等でここでは割愛する。また末尾には自由記述欄も含まれる。

TAとして参加した学生は6～7名で、各班（3～4名）に1名以上を配置して実験指導の対応ができるようにした。TAによる自由記述欄に記載の内容を以下に示す。

- 子どもたちの率直な驚きや発見に立ち会うことが非常に嬉しかったです。貴重な体験をあ

表3 アンケートの集計結果（TAの学生）

Q1	本事業を実施することをどのように思いましたか。あてはまるものを一つ選んでください。			
	非常に有意義である 9 (75%)	有意義である 3 (25%)	あまり有意義ではない 0	その他 0
Q2	本事業を今後も実施したいと思いましたか。			
	毎年でも実施したい 4 (33%)	可能な範囲で実施したい 8 (67%)	あまり実施したくない 0	わからない 0
Q3	小中高生に知的好奇心を刺激できたと思えますか。			
	非常に刺激できた 6 (50%)	まずまず刺激できた 6 (50%)	あまり刺激できなかった 0	わからない 0
Q4	研究成果を受講生にわかりやすく説明することができたと思えますか。			
	非常にわかりやすくてできた 9 (75%)	まずまずできた 3 (25%)	あまりできなかった 0	わからない 0

表4 アンケートの集計結果（参加者の生徒）

Q1	今日のプログラムは、いかがでしたか。あてはまるものを一つ選んでください。			
	とてもおもしろかった 23 (77%)	おもしろかった 7 (23%)	おもしろくなかった 0	わからない 0
Q2	今日のプログラムは、わかりやすかったですか。			
	とてもわかりやすかった 24 (67%)	わかりやすかった 11 (31%)	わかりにくかった 1 (3%)	わからない 0
Q3	科学（学問）に興味がありましたか。			
	非常に興味があった 20 (67%)	少し興味があった 10 (33%)	興味がわかなかった 0	わからない 0
Q4	研究者（大学等の先生）からの話などを聞いて、将来、自分も研究をしてみたいと思いましたか。			
	とても思った 8 (27%)	できればしてみたい 18 (60%)	思わなかった 1 (3%)	わからない 3 (10%)

りがとうございました。

- 理科の楽しさを実感してもらえる場をたくさん作ってもらいたい。
- 理科の面白さ・楽しさを伝えられるこのような取組に参加できたことで、たくさんの学びが生じました。

表3に示したアンケート調査の結果では、有効件数（12件）が少なく、大まかな傾向しか把握できないが、本事業の意義に納得して、Q4の「研究成果を受講生にわかりやすく説明することができたと思いますか。」に対する回答からも、TA自身が積極的に参加者に対してわかりやすく説明したことがわかる。また参加者との直接的なやりとりの中で学ぶことも多く、教師志望のモチベーションも向上したと判断される。このことは、自由記述欄の記載内容からも読み取ることができ、本プログラムの実施が、教員養成の面からもその目的を達することができたと言える。

参加した生徒へのアンケート調査（表4）においては、有効件数は各項目により30～36件で変動しているが、それを母数にして%で示している。尚、表4において集計した結果は、中学生による回答のみをまとめている。

表4のQ1及びQ2に対する回答から、大学における研究成果をよりわかりやすく伝えるために、事前に様々な工夫をしたことが反映したと判断できる。Q3とQ4は、「ひらめき☆ときめきサイエンス」の目的の一つである「我が国の将来を担う児童・生徒を対象として、若者の科学的な好奇心を刺激してひらめき、ときめく心の豊かさと知的創造性を育むこと。」に対応した設問内容であるが、いずれも高い評価が得られていることから、参加者に対して科学に対する興味・関心を喚起することができたと判断される。

以上の結果を裏付けるように、受講生による自由記述（全体的な感想）には以下のような記述があった。

- なかなかできない貴重な体験ができてうれしいです。
- 最後にやった炎色反応がおもしろかった。
とても楽しかった。機会があればまた行ってみたい。
- 6時間という時間が短く感じられた。
- 実験が好きなので良かった。次もぜひ参加したい。科学実験がより好きになった。
- とても楽しかったのでまたしたいと思いました。
- 不思議なことばかりだった。手品をみているようで科学はおもしろいなと思った。
- グループの子と協力して楽しい実験ができました！
- 今度は友達とも来たいです。次も面白いプログラムを待っています。
- 実験を通して理解できる機会があまりないので、参加できてとても良かったです。ありがとうございました。

またプログラムの実施にあたり、引率者（保護者、学校教員）の見学も受け入れたが、JSPSのアンケートの自由記述欄には以下の記載があった。

- 子供が興味ある内容で、もう一度来てみたい。時間の取り方をスムーズに。
- とても良い機会をいただきありがとうございました。子どもの科学への関心が高まったよ

うに思います。親としてうれしいかぎりです。

- 子どもにいろいろな実験をする機会を多くつくってもらって、この企画はありがたい。
- 生徒も指導者も多くを学ばせていただいた。早速、授業でも活用したいです。
- 準備をして頂きありがとうございます。子供も本格的に学ぶ楽しさを知ることができる一端を与えて頂いたことに感謝致します。
- 毎年とても楽しみにしています。すばらしいプログラムの数々心から感謝しています。ありがとうございました。

以上のアンケート調査の結果からも、科研費の研究成果の「社会還元」に対して一定の前進を確認することができた。

まとめ

JSPS（日本学術振興会）主催の「ひらめき☆ときめきサイエンス」の企画・実施運営の経験を踏まえ、教育学部における教員養成への活用、また研究成果の社会還元という観点から、その経過と成果についてまとめた。TAとして参加する学生にとっては、児童・生徒との交流をとおして、実験の技術指導のみならず、様々な場面における対話から得られるものは、座学からは学べない貴重な経験となる。一日だけの体験教室ではあるが、参加者も積極的に意見を述べ、発表するという経験の場とすることが出来た。

受講生やTAとして参加した学生の感想からも、教員志望への意欲をさらに高め、小学校における理科教育のあり方についても課題をみつける機会となった。どのように声かけをしていけばよいか。また、いかに自分自身がまずしっかりと理解し、説明する必要があるか。難しい言葉ではなく、相手に合わせた説明の仕方、どこまで手助けするのか、など生徒の状況に合わせて進行していくことをTAとして参加した学生自身が身をもって体験し、考える機会となった。

企画・運営に関与した教員側も、大学における研究が社会に開かれていることの重要性について、社会からの視線を通して気づく機会となった。多様な児童・生徒のニーズに応えていくためにも、いろいろな取組を今後も考えていかなければならない。

受講生の中には、遠方からの参加や、海外からの一時帰国に合わせての参加、姉弟での参加、2年連続の参加、また、参加して良い時間を過ごせたということで翌年、弟も参加という兄弟もあった。2年連続で引率してきてくださった保護者もあった。遠方からの参加のため、引率の協力をして下さった保護者や学校の先生方には心から感謝を申し上げたい。

また、本プログラムの実施にあたっては、本学のエクステンションセンター並びに庶務（科研担当）がJSPSの窓口となって協力頂いたことに感謝申し上げ、付記させていただきます。

本研究は令和元年～4年度科研費（基盤研究C 課題番号19K02692 代表 佐藤美子）により実施した。

引用文献

佐藤美子（2016）：「考える力の育成を目指した実践的教育活動」四天王寺大学教育研究実践論集，創刊号 pp.191-197

- 佐藤美子（2018a）：学位論文（兵庫教育大学大学院連合学校教育学研究科）「マイクロスケール実験による主体的な個別実験の教材開発とその有効性」185pp
- 佐藤美子・山口幸雄・芝原寛泰（2018b）：「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」科学教育研究, Vol.41, No.2, pp.213-220
- 佐藤美子（2018c）：「呈色板によるマイクロスケール実験の教材を用いた概念調査——小学校3年理科「電気を通す物」の実践を例に——」研究紀要（日本初等理科教育研究会発行）, 93号, pp.28-35
- 佐藤美子・芝原寛泰（2014）：「マイクロスケール実験による実感を高める「気体発生と性質」の教材開発——個別実験と時間短縮を目指して——」科学教育研究, Vol.38, No.3, pp.168-175
- 佐藤美子（2019）：「ブレッドボードを活用した教材実験の理科教育への応用——マイクロスケール実験による個別実験に向けて——」た理解を図るために——四天王寺大学紀要 第68号 pp.109-122
- 芝原寛泰・佐藤美子（2020）：「マイクロスケール実験によるダニエル電池の教材開発と探究的授業デザインの構築——新学習指導要領による中学校理科への導入に向けて——」教職キャリア高度化センター教育実践研究紀要（京都教育大学）No.2, pp.95-104
- 芝原寛泰・佐藤美子（2011）：『マイクロスケール実験——環境にやさしい理科実験——』オーム社
- 日本学術振興会（2020a）：https://www.jsps.go.jp/hirameki/news/info_190906.html
- 日本学術振興会（2020b）：<https://www.jsps.go.jp/hirameki/boshu.html>

