

日産科学振興財団 理科 / 環境教育助成 成果報告書

回次：第 4 回 助成期間：平成18年11月1日～平成19年10月31日

テーマ： グリーンケミストリに基づく化学教育実験の開発 - マイクロスケール化学実験の普及 -

氏名： 芝原 寛泰

所属： 京都教育大学 教育学部

1. 課題の主旨

従来から学校現場で行われている化学実験では、使う薬品の量に比例して廃液量も増え、その処理のために大量のエネルギーと多額の費用を必要としている。本テーマは、実験のスケールを出来るだけ小さくして、かつ教育効果の大きい実験として有望なマイクロスケール化学実験の開発と学校現場への普及を目的とした。マイクロスケール化学実験の特徴として、1)廃液量を極端に少なく(従来の10分の1以下)できる。2)生徒ひとりによる個別実験が可能になり、責任感と集中力を養う上で教育的効果が大きい。3)実験の準備、後片づけが簡単で、教師側の負担も少なく化学実験の普及に効果が大きい。4)環境問題を意識した化学実験をとおして環境教育を推進できる等 があげられる。これからの学校現場における化学実験のあり方を考える上で、マイクロスケール化学実験の開発と普及は大きな示唆を与えるものである。今回の助成期間の延長に伴い、特に小学校向けの教材開発と授業実践を中心に行った。

2. 準備

前年度の1年間の助成期間においては、マイクロスケール実験の教育現場での普及は緊急の課題であることを痛感した。特に小中学校のいわゆる義務教育課程においては、理科実験の充実の必要性が叫ばれていながら、実際的な改善があまり見られていないことがわかった。このような背景を元に、マイクロスケール実験の教材開発と実践活動の方向性を模索を続けてきた。今までの中学校、高校向けの教材開発と教育実践の成果と経験を生かし、理科教育の出発点となる小学校理科を対象を拡げ、同時に実践活動をさらに展開し、また授業向けのワークシート等の作成等により、マイクロスケール実験の普及を促すことを念頭に活動を行った。

3. 指導方法

小学校理科を対象にしたマイクロスケール実験の開発と普及は、定番となっている教材実験を中心に次の内容で取り組む事を方針とした。

具体的な学習単元及び実験として、以下の課題を設定した。

水溶液の性質(身近な指示薬をつかい、酸性、アルカリ性などを系統的に調べる実験)

ものの溶け方の違い(食塩、ミョウバン、硼砂の溶け方の違いを調べる実験)

いずれも、小学校理科で学習する実験であり、その際、環境問題を意識しながら実験を行う事は、環境教育を底辺から支えていく上で重要である。また には身近にある水溶液を対象にして環境について関心をもたせることもできる。

尚、小学校教員の多くは理科実験に対し苦手意識をもっていると言われる状況において、準備と指導が容易なマイクロスケール実験の普及は理科教育の推進という点でも期待される。

授業実践においては、個別実験が可能なマイクロスケール実験の特徴を生かし、また児童みずからが実験をデザインできる可能性を残し、より探究的な実験ができるように指導した。

その他、前年度の助成期間中の成果である中・高校の教材についても、改良と実践を継続した。

4. 実践内容

開発した教材実験を用いて授業実践を以下のように実施した。

- (1) 日時：2006年11月-2007年1月 小学校教員志望者を対象にした大学授業
場所：京都教育大学，授業名：小学校理科内容論，文系学生 105名対象
授業内容：「ものの溶け方」「水溶液のなかまわけ」「気体の発生と性質」
- (2) 日時：2007年2月7日 場所：京都市立稲荷小学校 小学6年生 受講生：21名
授業内容：「水溶液の性質 “水溶液博士になろう”」
- (3) 日時：2007年3月10日 場所：京都府笠置町中央公民館 小学1～6年生 受講生：21名
授業内容：水溶液の性質（科学マジック「身近な水溶液を調べよう マイクロスケール実験 -」）
NHKローカルニュース「京のいちにち」で放映
- (4) 日時：2007年10月24日 場所：京都府木津川市立相楽台小学校 小学6年生,2クラス 受講生：56名 授業内容：「水溶液の性質」

5. 成果・効果

授業実践を行った際、毎回、受講生に対してアンケートをお願いした。マイクロスケール化学実験の意義、実験時における取り組み等について意見を求めた。その結果、大半の受講生から、マイクロスケール化学実験による個別実験（児童一人あるいは二人による実験）を体験して、達成感が得られるだけでなく内容の理解が深まった という意見が寄せられた。また教員からの意見として、実験の準備、後片付けが短時間で済むという利点もあげられた。

前述のように個別実験が可能になり、実験時の取り組みの際、児童・生徒の責任感が強くなり、特に探究的な態度の育成という点でも教育的効果が大きいと認められた。この点の評価は、研究者側の想定を越える程、多くの場面で指摘された。学校現場においては、児童・生徒に対して「自ら課題をみつけ、自ら解決する能力」が求められているが、この点からも、個別実験の可能性をもたらすマイクロスケール実験の普及は急務と考える。

しかし、問題点としては、同時に周囲の友達とのコミュニケーションをとりながら行う実験の機会がへり、また実験結果に対する即座な議論ができなくなったという指摘がある。一方、操作が単純化されたマイクロスケール実験は、実験時間の短縮が可能であり、実験後に教師を交えたクラス全体にわたる討論の時間がもてるようになった という指摘もある。マイクロスケール実験の学校現場での実施は、試験的な段階であり、今後の普及の過程において、多くのメリット・デメリットが指摘されると思われる。より多くの実践例をふまえ、指摘されたデメリットを克服することを今後、検討課題としていきたい。

以上のアンケートの分析結果は、公表論文の1)授業実践等によるマイクロスケール実験の有用性の検討 理科教育におけるマイクロスケール実験の普及をめざして、芝原寛泰，坂東 舞，川本公二 京都教育大学教育実践研究紀要第7号，31-40，(2007)に記されている。

6. 所 感

理科・環境教育助成の期間中に、実践のため多くの学校現場に出かける機会を得た。また教員との交流も深まり、マイクロスケール実験をとおして、これからの理科教育の改善に向けて、協力的に活動をする体制を醸成することができた。以上のように理科教育の今後のあり方を考える上で大きな資源となった。助成を受けた事をきっかけとして得られた教材の蓄積及び人的なネットワークはこれからの研究の継続に役立つものと確信する。

7. 今後の課題や発展性について

今後は開発した教材の改善と並行して、授業実践だけでなく、小・中学校の理科の教員を対象にした研修会を積極的に開くことも考えている。尚、2006年9月に立ち上げた「京都マイクロスケール実験研究会」(現在、会員数は51名)を拠点にして、今までの研究成果を多くの現職教員の方々と共有できることを期待している。現在、現場の先生の協力を得ながら小学校理科向けのマイクロスケール化学実験の開発を継続している。全国にある約3万校の小学校を対象にしたマイクロスケール実験による理科教育の改善・環境教育の効果は大きいと期待できる。マイクロスケール実験の学校現場への普及に向けて、さらに問題点を把握し、実践を積み重ねることが課題といえる。

尚、期間外の実施になるが、以下の内容で実践を行った。実施日時：2007年11月17日 場所：京都府木津川市立相楽台小学校 小6,2クラス 受講生：56名 授業内容：「身近な水溶液を調べよう」

また、研究成果のまとめとして、12月8日開催の日本理科教育学会近畿支部大会にて、研究発表(2題)行う予定である。(報告書に参考として別途添付)

8. 発表論文、投稿記事、メディアなどの掲載記事

論文、学会発表等の成果を以下に示す。

(1) 授業実践等によるマイクロスケール実験の有用性の検討 理科教育におけるマイクロスケール実験の普及をめざして 芝原寛泰 坂東 舞 川本公二 京都教育大学教育実践研究紀要第7号 31-40, (2007) (報告書に別途添付)

(2) ミニシンポジウム

日時：2007年8月5日、場所：愛知教育大学 日本理科教育学会全国大会における課題研究発表(シンポジウム)を主宰 「マイクロスケール実験の普及をめざして - 実践例の紹介と展望 - 」 6人の登壇と参加者 約30名 (報告書に別途添付)

(3) マイクロスケール実験による反応速度に関する教材開発, 濱口優子, 芝原寛泰, ポンパン ウドムカニジャンナン, 市田克利, 日本理科教育学会全国大会, 愛知教育大学, 2007年8月(報告書に別途添付)

(4) タブレットPC支援によるマイクロスケール実験の教材開発, - 中学校理科の教材実験を例に -, 本園宏香, 芝原寛泰, 日本理科教育学会全国大会, 於：愛知教育大学, 2007年8月(報告書に別途添付)

(5) リーフレットの作成と配布

マイクロスケール実験の普及のためリーフレットを2000部作成し配布した。リーフレットには、マイクロスケール実験の特徴および教育的効果について触れ、さらに普及のための出前授業の申込について記されている。各種会合、学会、研究会等においてすでに800部ほど配布済みである。(報告書に別途添付)

(実践活動において利用したテキスト、論文、学会発表レジュメ、リーフレット、また活動の様子を表す写真は別途郵送にて提出。)

【教材制作方法】

- ・実施内容が教材開発の場合、ここから1～2ページ使って、教材の制作方法を記載願います
- ・実施内容が教材開発でない場合、このページ以降を削除願います

教材実験の例（2課題）を示す．いずれも小学校5，6年生を対象とした実験である．

1．ものの溶け方の違い

“物が水に溶けるときの温度と量を調べよう！”

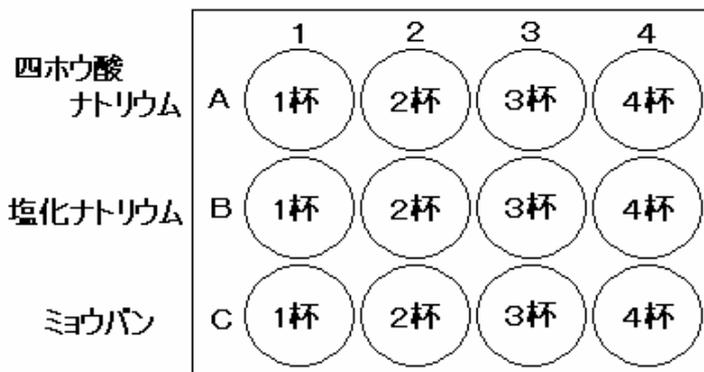
準備：塩化ナトリウム、水酸化ナトリウム、濃塩酸（35%）、四ほう酸ナトリウム、
ミョウバン、ビーカー、ガラス棒、温度計、メスシリンダー、薬さじ、
上皿てんびん、ミニプラスチックスプーン、12セルプレート、マッチ
デジタルマルチメーター、ガスバーナー、かき混ぜ棒

実験1：水酸化ナトリウム1gを20cm³の水に溶かす．そのときの溶液の温度は何 になっ
たか．溶かす前の水の温度と比較する．

実験2：濃塩酸（35%）10cm³を15cm³の水に加え、かきまぜる．そのときの溶液の
温度は何 になっただか．溶かす前の水の温度と比較する．

実験3：マイクロスケール実験（実験器具を小さくして、使う薬品量を少なくする実験）

- （1）12セルプレートを黒いシートの上におく．ビーカーに水を2/3入れ、ガスバーナーを使っ
て約95℃にあたためる．
- （2）四ほう酸ナトリウム、ミョウバン、食塩をプラスチックスプーンにすりきり1杯ずつとり、
下図のようにセルプレートの各穴に1～4杯ずつ入れる．



- （3）ピペットでお湯を吸いとっては戻す操作を何度か繰り返し、ピペットを温めた後、お湯を約
3.5cm³測りとり各穴に注ぐ．すばやくかき混ぜ、試薬をすべて溶かす．
- （4）デジタルマルチメーターの目盛りを温度（ ）にセットし、センサーを B1 につけ温度の変
化をみる．
- （5）穴の周りの隙間に水を入れ、穴内の水温をさげる．また、穴内の温度変化が均一になるよう
に、かき混ぜ棒で時々静かにかき混ぜる．
- （6）温度変化による穴内の沈殿の様子を観察し記録する．
- （7）穴内の水温が約25度になったら実験を終了する．実験後は、穴内の物質をお湯で溶かしてか
らきれいに洗浄する．

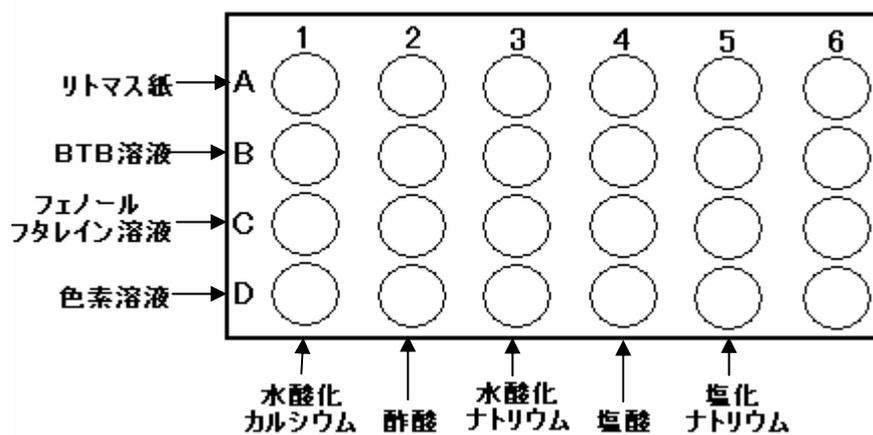
2．水溶液の性質

“水溶液の性質や変化を調べよう！”

準備：水酸化カルシウム、水酸化ナトリウム、塩化ナトリウム、濃塩酸（35%）、
酢酸（99%）、フェノールフタレイン溶液、BTB溶液、リトマス紙、
Cu、Al、Fe、Zn、ミニ試験管、24セルプレート、ピンセット、はさみ
薬品さじ、メスシリンダー、電子てんびん、ムラサキキャベツ、
マッチ、ポリスポイド

実験1：酸性とアルカリ性

- (1) 水酸化カルシウム溶液〔石灰水〕(小さじ1杯 / 50 cm^3)、水酸化ナトリウム水溶液 ($10\text{ g} / 50\text{ cm}^3$)、塩化ナトリウム水溶液 ($1\text{ g} / 50\text{ cm}^3$)、うすい塩酸 (約15%)、うすい酢酸 (約10%) を各 50 cm^3 調整する。石灰水は上澄み液を使う。
- (2) 24セルプレートをプリントの図の上ののせ、下図のように各溶液をポリスポイドで約 0.5 cm^3 滴下する。ポリスポイドは溶液により使い分けること。



- (3) ムラサキキャベツの色素の抽出液を調整する。(作り方は実験時に説明)
- (4) 青と赤のリトマス紙をピンセットで各1枚とり、横行A (A1~5)の各穴に入れてリトマス紙の色の变化を調べる。
- (5) 点眼ピンに入ったBTB溶液を横行B (B1~5)の各穴に1~2滴加え、色の变化を調べる。
- (6) 点眼ピンに入ったフェノールフタレイン溶液を横行C (C1~5)の各穴に1~2滴加え、色の变化を調べる。
- (7) ムラサキキャベツの色素溶液を横行D (D1~5)の各穴にポリスポイドで4~5滴加え、色の变化を調べる。

実験2：酸・アルカリと金属の反応

- (1) Cu, Al, Fe, Znの金属片1個をミニ試験管に取り、これに実験1でつくったうすい塩酸 (約15%) を約 2.5 cm^3 加え、24セルプレートに立て、その後の变化を観察する。試験管に手を触れてみる。溶液の温度も温度計で測定する。
 - (2) Znの入ったミニ試験管に乾燥したミニ試験管をかぶせ、約1~2分間、発生する気体を集める。
 - (3) 気体の集まった試験管の口を下にして、親指でふたをする。火を近づけ变化を観察する。
- Cu, Al, Fe, Znの金属片1個を各ミニ試験管に入れ、これに実験1でつくった水酸化ナトリウム水溶液 ($10\text{ g} / 50\text{ cm}^3$) を約 2.5 cm^3 ずつ加え、その後の变化を観察する。