

# 小学校理科におけるマイクロスケール実験の実践

- 水溶液の酸性，中性，アルカリ性の識別 -

吉國忠亜 ・ 針谷尚志 ・ 中川徹夫

群馬大学教育実践研究 別刷

第26号 215～219頁 2009

群馬大学教育学部 附属教育臨床総合センター



# 小学校理科におけるマイクロスケール実験の実践 —水溶液の酸性、中性、アルカリ性の識別—

吉 國 忠 亜<sup>1)</sup> ・ 針谷 尚志<sup>2)</sup> ・ 中川 徹夫<sup>3)</sup>

1) 群馬大学教育学部理科教育講座化学教室

2) 高崎市立佐野小学校

3) 電気通信大学量子・物質工学科

## Practical Lesson on Microscale Experiment in Elementary School Science—Acidic, Neutral, or Basic Aqueous Solution—

Tadatsugu YOSHIKUNI<sup>1)</sup>, Naoshi HARIGAI<sup>2)</sup>, and Tetsuo NAKAGAWA<sup>3)</sup>

1) Department of Chemistry, Faculty of Education, Gunma University

2) Takasaki Municipal Sano Elementary School,

3) Department of Applied Physics and Chemistry, The University of  
Electro-Communications

(2008年10月31日受理)

### 1 はじめに

マイクロスケール実験には、通常実験よりも容易かつ安全で、試薬の節減や実験廃棄物量の縮小、実験時間の短縮など、多くの長所がある<sup>1-4)</sup>。

わが国では荻野ら<sup>4)</sup>が、マイクロスケール実験を紹介し、高等学校化学を中心とした研究事例を報告した。芝原ら<sup>5)</sup>や著者ら<sup>6-9)</sup>も、高等学校化学におけるマイクロスケール実験に関する教材開発および授業実践を行った。しかし、小学校理科に関しては、報告例がほとんど見られない。そこで、著者らは、小学校第5学年理科の「物のとけかた」にして検討し、その有用性を明らかにした<sup>10-12)</sup>。

学習指導要領<sup>13)</sup>によれば、現行の小学校第6学年理科の「水溶液」の単元で、「水溶液には、酸性、アルカリ性及び中性のものがあること(水溶液の液性の識別)を指導すること」とされている。著者らはすでに、中学校理科の「水溶液の液性の識別」に

関するマイクロスケール実験の教材開発および授業実践を行っている<sup>14)</sup>。今回、この内容を小学校理科に応用できるように改良した。

このたび、小学校で授業を担当する機会を得た。そこで、「水溶液の液性の識別」のマイクロスケール実験の実践を行ったので、報告する。

### 2 実験

#### 2-1 対象と実践日

2006年12月7日および8日、群馬県下の小学校2校(A校、B校)にて、第6学年の5クラス(A校:3クラス、B校:2クラス、計154名)を対象に、1時限(45分)の実践を行った。

#### 2-2 学習目標とその背景

学習の目標は、「いろいろな水溶液の性質や変化を指示薬を用いて調べ、水溶液にはその性質によつ

て3種類に仲間分けできることととらえるようにすること<sup>13)</sup>である。すなわち、「指示薬を利用して水溶液を酸性、中性、アルカリ性の3種類に識別できるようにすること」である。これは、中学校理科第1分野の「水溶液の性質」、さらに高等学校化学Iの「酸と塩基」へと継続的・発展的に指導される内容である。

指示薬の色調変化は、水溶液中の水素イオン  $H^+$  と水酸化物イオン  $OH^-$  のバランスおよび指示薬に対する  $H^+$  の付加・脱離平衡により説明される。

### 2-3 試薬

水溶液として、塩酸 ( $0.1 \text{ mol/dm}^3$ )、炭酸水 (市販のもの)、食塩水 ( $0.1 \text{ mol/dm}^3$ )、石灰水 (飽和水酸化カルシウム水溶液)、アンモニア水

( $0.1 \text{ mol/dm}^3$ ) を用いた。

水溶液の調製には、脱イオン水を用いた。そして、水溶液を調製した後、ポリ液滴瓶 (ケニス株式会社製, 20 mL) に小分けした。なお、それぞれの水溶液の入ったポリ液滴瓶は、各班に1本の割合で準備した。

酸塩基指示薬として、市販のリトマス試験紙 (赤、青) と、著者らが自作した「ぶどう紙」<sup>14)</sup> を使用した。

### 2-4 器具

試験管の代わりに、Becton Dickinson 社製の組織培養用6ウェルプレートを用いた。これと市販のガラス棒と安全ゴーグル (安全眼鏡) を準備した。

図1 実験シート

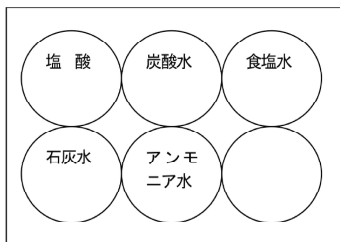
#### 6年理科 実験シート

日時 年 月 日			
年	組	番	氏名

マイクロスケール実験で、水よう液をなまかけしよう

準備: 6ウェルセルプレート (下の図)、ガラス棒、ピンセット、 $100 \text{ cm}^3$  ビーカー、安全メガネ、リトマス紙 (赤、青)、ぶどう紙 (巨峰の皮からつくりました)。

ぞうきん、塩酸、炭酸水、食塩水、石灰水、アンモニア水 (それぞれ、小さな容器に入れてあります)。



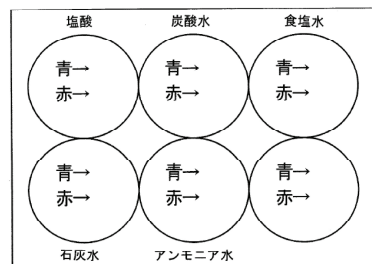
手順 (実験するときには、必ず安全メガネをかけること)

1. 図のように、セルプレートの穴に5種類の水よう液をそれぞれ約10滴ずつ入れる。
2. ガラス棒の先に水よう液をつける。セルプレートのふたの上で青色・赤色リトマス紙につけ、色の変化を見る。ガラス棒は、1回ごとに水でよく洗う。
3. ガラス棒の先に水よう液をつける。セルプレートのふたの上でぶどう紙につけ、色の変化を見る。ガラス棒は、1回ごとに水でよく洗う。

(注意)

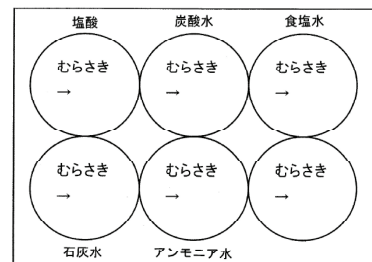
1. 塩酸、石灰水、アンモニア水はいずれもたいへん危険な薬品です。手につかないように注意しましょう。もしついたら、すぐに洗いましょう。また、実験するときには、必ず安全メガネをしましょう。
2. 実験した後の液は、そのまま流してはいけません。前の大きなビーカーに入れましょう。

青色・赤色リトマス紙の色はどのように変化しましたか。



酸性: 青色→赤色, 赤色→赤色, 中性: 青色→青色, 赤色→赤色, アルカリ性: 青色→青色, 赤色→青色

ぶどう紙の色はどのように変化しましたか。



酸性: むらさき色→赤色, 中性: むらさき色→むらさき色, アルカリ性: むらさき色→青緑色, 緑色, 黄緑色, 黄色

実験から、わかったことをまとめよう

塩酸: ( ) 性, 炭酸水: ( ) 性, 食塩水: ( ) 性  
石灰水: ( ) 性, アンモニア水: ( ) 性。

2-5 実践内容

まず、図1に示す実験シートを配布し、マイクロスケール実験について簡単に説明した。つぎに、児童に準備物を確認させた後、実験手順に従って説明を行い、作業させる形式で授業を進めた。

児童に説明した実験手順は、以下の通りである(小学生が読むことを勘案して、平易な表現を用いた)。

- 1) 図のように、セルプレートの穴に5種類の水よう液をそれぞれ約10滴ずつ入れる。
- 2) ガラス棒の先に水よう液をつける。セルプレートのふたの上で青色・赤色リトマス紙につけ、色の変化を見る。ガラス棒は、1回ごとに水でよく洗う。
- 3) ガラス棒の先に水よう液をつける。セルプレートのふたの上でぶどう紙につけ、色の変化を見る。ガラス棒は、1回ごとに水でよく洗う。

今回の実践では、通常の実験のような班で1セットではなく、1人1セットを与え、個々の生徒に実験を行わせた。

実験時の事故を防ぐため、安全眼鏡の着用を徹底した。その際、塩酸、石灰水、アンモニア水の危険性についても言及した。手に触れたり、目に入ると大変危険性の高い薬品であり、慎重に扱わなければならないことについても説明した。

実験終了後に生じた廃液に関しては、絶対に流しに捨ててはならず、すべて所定の容器に回収するように指導した。

授業終了後、クラス担任の協力を得て、図2に示す質問紙による簡単な調査を実施した。

3 結果と考察

3-1 実践の成果と課題

著者が机間巡視をした限り、いずれの児童も指示の通りに実験に取り組み、実験操作そのものに困難を示した者は皆無であった。セルプレート内の水溶液中にガラス棒を入れ、リトマス紙や「ぶどう紙」につける操作は、極めて簡便である。それゆえ、今回試験管の代用としたセルプレートは、適した教材であると判断できる。

図2 マイクロスケール実験に関する質問紙

マイクロスケール実験を終えて

提出日 2006年 12月 日

小学校	6年	組	番
氏名			

1. 今回のマイクロスケール実験は、どうでしたか。(○印)

A. 楽しかった, B. 楽しくなかった,  
C. 何とも言えない.

---

2. マイクロスケール実験のよい点は、どこにあると思いますか。(○印、複数でもかまいません)

A. 実験時間が短い,  
B. 薬品の量が少なくてすむ,  
C. 実験を行った後の不要な液の量が減る,  
D. 簡単に実験ができる,  
E. その他 ( ) .

---

3. ほかの内容(物の溶けかた、水よう液と金属の変化など)でも、機会があればマイクロスケール実験を行いたいですか。(○印)

A. 行いたい, B. 行いたくない,  
C. 何とも言えない.

---

4. マイクロスケール実験を、ひとりひとりで行って、どう思いましたか。自由に書いてください。

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

今回実践したマイクロスケール実験では、従来の実験のような班単位ではなく、児童全員が個々に取り組んだ。自分で実験を行わない限り実験シートが完成できないことが、授業に集中させるという点からも効果的であった。

実験時の児童の様子を図3に示す。このように、いずれの児童も、積極的に取り組み、結果を実験シートに記録できた。加えて、試薬の量も格段に節約でき(通常実験のおよそ10分の1程度)、必然的に生じた廃液量も減少したので、資源の有効利用、経費の節約の観点からも有意義であった。実験後の後始末も手順よく行うことができた。



図3 実験時の児童の様子

### 3-2 質問紙の分析

質問1に対しては、A「楽しかった」が151名(98.1%)、B「楽しくなかった」が0名(0.0%)、C「何とも言えない」が2名(1.3%)、無回答が1名(0.6%)であった。これより、大部分の児童が、今回のマイクロスケール実験を「楽しい」と感じている。

質問2に対しては、A「実験時間が短い」が55名(35.7%)、B「薬品の量が少なくてすむ」が87名(56.5%)、C「実験を行った後の不要な液の量が減る」が41名(26.6%)、D「簡単に実験できる」が113名(73.4%)、E「その他」が9名(5.8%)であった。これより、児童はマイクロスケール実験の一番の長所として、まず「実験の簡便性」を、ついで「薬品量の縮小」を考えている。

質問3に対しては、A「行いたい」が142名(92.2%)、B「行いたくない」が4名(2.6%)、C「何とも言えない」が7名(4.6%)、無回答が1名(0.6%)であった。これより、多くの生徒が、「機会があれば他の内容のマイクロスケール実験にも取り組んでみたい」と思っている。

そして、質問4に対しては、「薬品の量が少なくて済むので、環境によいと思いました。一人一人で行ったので、自分もずっと実験に参加できたのでよ

かったです」、「みんなでするよりも喜びがあり、楽しかったです。初めてしたマイクロスケール実験は、すごさと感動でいっぱいでした」等々、マイクロスケール実験を、今後の授業に取り入れてほしいという感想が数多く寄せられた。

さらに、B校からは後ほど、クラス担任を通して児童の手紙が届けられた。一例を図4に示す。このように、手紙の多くが、マイクロスケール実験授業を受講してよかったという内容であった。

以上より、大部分の児童がマイクロスケール実験に楽しく取り組み、操作が単純で薬品量が縮小できることを評価し、機会があれば他の単元のマイクロスケール実験も行いたいと感じているようだ。

総じて、今回のマイクロスケール実験を評価するような回答が大部分であり、実践の成果が伺えた。

## 4 おわりに

小学校現場において、酸性・中性・アルカリ性の水溶液の性質に関するマイクロスケール実験を実践した。

いずれの児童も、熱心に実験に取り組み、実験シートに結果を整理できた。また、試薬の量も節約でき、生じた廃液量も減少した。さらに、質問紙や手紙の内容からも、マイクロスケール実験に対する肯定的な回答が多く寄せられた。

以上より、今回のマイクロスケール実験の授業実践から、一定の成果が認められた。

### 謝 辞

貴重なご意見を賜り、学会発表の際、課題研究発表に加えていただいた、京都教育大学教授 芝原寛泰博士に深謝する。

なお、本研究の一部に、科学研究費補助金〔基盤研究(C)18500650 および基盤研究(C)20500748〕を用いた。

### 付 記

本研究は、日本理科教育学会第57回全国大会(2007年8月5日、愛知教育大学にて開催)で課題研究(代表:京都教育大学 芝原寛泰教授)として発表した内容<sup>16)</sup>に、加筆したものである。

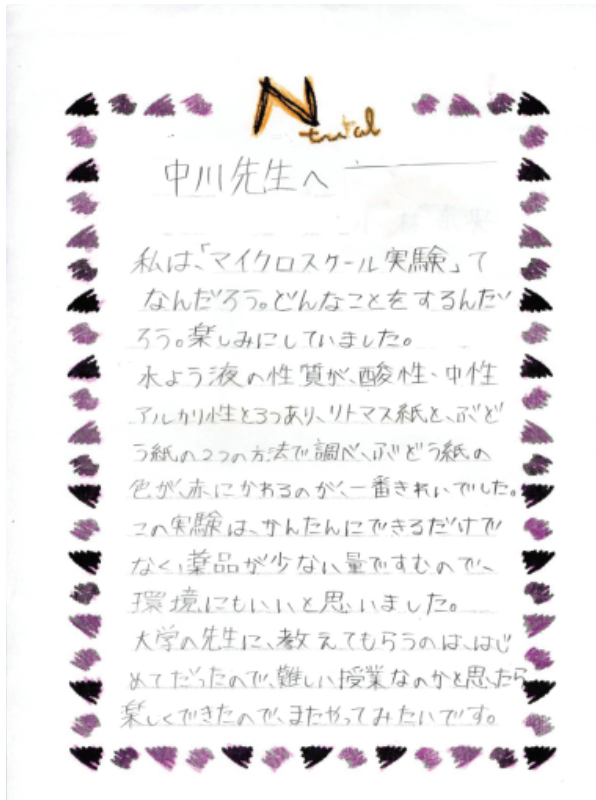


図4 児童からの手紙

## 参考文献と注釈

- 1) Z. Szafran, R. M. Pike, and J. C. Foster, "Microscale General Chemistry Laboratory with Selected Macroscale Experiments," John Wiley & Sons, Inc., New York, 1993.
- 2) M. M. Singh, R. M. Pike, and Z. Szafran, "Microscale and Selected Macroscale Experiments for General and Advanced General Chemistry," John Wiley & Sons, Inc., New York, 1995.
- 3) J. Skinner, "Microscale Chemistry," The Royal Society of Chemistry, London, 1997.
- 4) 日本化学会編 (荻野和子代表), 「マイクロスケール化学実験」, 日本化学会, 東京, 2003 年およびこれに掲載されている論文.
- 5) 川本公二, 坂東舞, 芝原寛泰, 化学と教育, **54**, 548-551 (2006).
- 6) 萩原克明, 中川徹夫, 化学と教育, **53**, 688-689 (2005).
- 7) 中川徹夫, 土岐史子, 吉國忠亜, 群馬大学教育実践研究, **24**, 131-137 (2007).
- 8) 片山豪, 中川徹夫, 群馬大学教科教育学研究, **5**, 47-56 (2006).
- 9) 中川徹夫, 理科の教育, **56**, 566-569 (2007).
- 10) T. Nakagawa, A. Tanosaki, S. Sutou, and T. Yoshikuni, 2005 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies, Area 4, 116, Honolulu, USA, December 17, 2005.
- 11) 中川徹夫, 田野崎歩美, 須藤紫野, 吉國忠亜, 理科の教育, **55**, 634-637 (2006).
- 12) 須藤紫野, 中川徹夫, 群馬大学教科教育学研究, **6**, 21-25 (2007).
- 13) 文部省, 「小学校学習指導要領解説 理科編」, 東洋館出版社, 1999 年.
- 14) 中川徹夫, 理科の教育, **55**, 698-701 (2006).
- 15) 中川徹夫, 化学だいすきクラブだより, **4**, 7-8 (2005); ブドウ (巨峰) の果皮に熱湯を加え, アントシアニンを抽出する. この抽出液をろ紙に含浸させた後, 乾燥させると, 「ぶどう紙」ができる. リトマス紙同様に使用できる.
- 16) 中川徹夫, 針谷尚志, 吉國忠亜, 理科教育学会全国大会発表論文集, **5**, 428 (2007).

(よしくに ただつぐ・はりがい なおし・なかがわ てつお)

