

マイクロスケール実験による理科学習

個別実験による新しい授業展開の可能性

PROFILE

芝原 寛泰 しばはら ひろやす (京都教育大学教育学部教授)

京都教育大学教育学部教授, 1951年生まれ, 京都市出身, 京都工芸繊維大学大学院修了, K.K村田製作所に勤務。京都教育大学助手の後, 米国ノースウェスタン大学ポスドク研究員を経て現職。工学博士。長年にわたり理科教育の実践的研究を行い, 特にマイクロスケール実験の教材開発と学校現場への普及に取り組む。主な著書「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、共著), 「大学への橋渡し—一般化学」, 「身の回りから見た 化学の基礎」(化学同人、以上 共著), 「研究授業のための学習指導案のつくり方—小学校理科編」「同一中学校理科編」(オーム社、編著), 「高校化学実験集」(電気出版、編著)など。



① マイクロスケール実験とは

実験スケールを小さくして行う「マイクロスケール実験」は、理科実験の新しい取り組みとして学校現場で注目されています。現行の中学校および高校理科の学習指導要領解説にも「実験廃液を少なくする方法」として紹介されています。さらに、マイクロスケール実験は、様々な授業実践をとおして、「環境にやさしい理科実験」だけでなく、「実験・観察力」「考える力」「コミュニケーション力」などの育成にもつながる、新しい授業展開が可能な実験方法であることがわかってきました¹⁾。

まず、マイクロスケール実験の歴史的な流れから、その特徴を紹介します。1950年代に米国のWeisbruchらにより提唱された「セミマイクロ法」にその起源が見られます。当時は実験器具の大きさではなく、マイクロ～ミリグラムの試薬量でも、検出や分析を可能にする「微量分析法」が特徴でした。1960年頃には新海勝良により「セミマイクロ実験」として理科教育への応用が紹介され、実験器具の商品化、実験書の出版もされました²⁾。その後、1980年代には、公害が社会問題化する中、グ

リーンケミストリーの考えのもと、米国の大学で有機化学実験をきっかけに「マイクロスケール実験」による研究方法が開発されました。さらにナショナルマイクロスケールケミストリーセンター(NMCC)が組織され、毎年開かれる講習会により小学校から大学に至る教育現場においても、マイクロスケール実験は米国内だけでなく世界中に広まり、日本でも紹介されました³⁾。

このような経緯で、学校現場においても注目されるようになったマイクロスケール実験のもつ特徴を、以下にまとめることができます^{1, 3)}。

- ① 従来の実験器具よりスケールを小さくして、試薬と経費の節減、実験廃棄物の少量化(省資源、省エネルギー)が可能
- ② 試薬が少量で危険が少なく事故防止に役立つ
- ③ 実験操作の簡略化に伴う時間の短縮で授業時間を有効に使える
- ④ 1~2人の個別実験が可能で、達成感が得られる
- ⑤ 理科実験室でなく、通常の教室でも実施が可能
- ⑥ 小中学校では実験経験の少ない教員でも指導・実施が容易

特徴のうち③および④は、これからの理科教育でも求められるアクティブラーニングへの活用にもつながります。

② 通常スケール実験と比較すると

中学校理科1年の単元「身のまわりの物質—いろいろな気体とその性質」に登場する「アンモニアの噴水実験」を例に、図1、2にマイクロスケール実験と通常スケールの実験の比較を示します。アンモニアの噴水実験は、アンモニアの性質をうまく利用し、また現象としても興味を引きつけます。図1は、通常スケールによる実験で、300 mL程の丸底フラスコの中で、フェノールフタレインを入れたビーカーの水が勢いよく噴水となり赤い水がたまっていくのが観察されます。図2のマイクロスケール実験⁴⁾では、アンモニア気体を充満した50～100 mLの丸底フラスコに、指示薬を入れた水を含むシリンジをゴム栓で差し込みます。シリンジを少し押しと、フラスコ内は減圧状態になりシリンジは自然に押し上げられ噴水が見られます。BTB溶液を使うと青色になります。マイクロスケール実験では器具を片手で持ち、すべての操作を一人で行うため、実感を持って実験結果を観察できます。噴水の瞬間には、子供達から歓声があがります。



図1 通常スケールのアンモニアの噴水



図2 マイクロスケールのアンモニアの噴水

③ ICTの活用とマイクロスケール実験

学校現場で普及しているタブレット型のコンピュータを用いると、マイクロスケール実験の特徴をさらに活かすことができます⁵⁾。図3は小・中学校で学習する「水溶

液の性質」の例です。小型のタブレット画面に実験容器のセルプレートを置き、画面上の指示を見ながら点眼ピンで試薬を滴下します。Webカメラやデジタルペンで、実験結果もタブレット画面に載せ、クラス全体でデータを共有します(図4)。

マイクロスケール実験は、当初「環境にやさしい実験」として注目され、現在では児童・生徒の積極的な参加を促し、学習意欲にもつながる実験方法として活用されています。次回以降、具体的な実践例を紹介したいと思います。

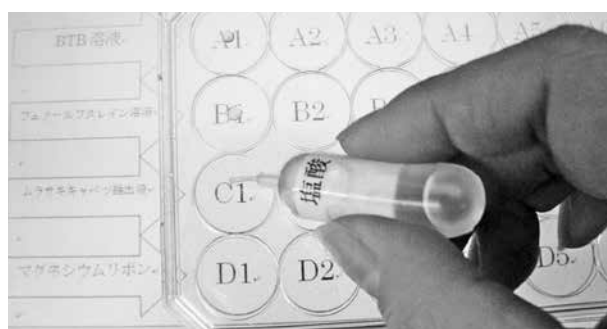


図3 タブレット上で行う滴下実験



図4 タブレット上に結果を記録

引用文献

- 1) 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
- 2) 新海勝良 (1962)『セミマイクロ化学実験法』 明治図書
- 3) 荻野和子ら (2003)「マイクロスケール化学実験-マイクロスケール実験の広場から-」日本化学会(編)
- 4) 佐藤美子ら (2014)「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」科学教育学研究, Vol.38 No.3 pp.168-175
- 5) 本藪宏香ら(2009)「タブレットPC支援によるマイクロスケール実験-「水溶液の性質を調べる」実践報告-」京都教育大学教育実践紀要 第9号 pp.19-28