

話題

マイクロスケール化学実験は楽しい

東北大学医療技術短期大学部名誉教授 荻野和子

「スケールを小さくして化学実験をする」というと、「環境にはやさしいかもしれないが、観察しにくく退屈な実験」を想像されるのではないだろうか。筆者らが推進しているのは、視覚、嗅覚、聴覚に訴え楽しいとともに、基本概念の理解につながる実験である。このような実験を通して化学を学ぶ意欲が育てられると考えている。

マイクロスケール化学実験とは

マイクロスケール化学実験 (MC) とは、ごく少量の試薬を使い、小さい器具を使った実験である。スケールを小さくすると、1) 試薬の節減、2) 実験廃棄物の少量化、3) 省資源、省エネルギー、4) 安全性の向上、5) 実験環境の改善、につながるので、環境にやさしい実験になる。廃棄物を出してから処理するのではなく、そもそも出さないようにするというのはグリーンケミストリー (GC) において重要な原則であり、MC は学園における GC といえる。

MC には、以上のほか、6) 実験時間の短縮、7) 経費の節減、8) 環境問題への関心の喚起、9) 高価あるいは希少な試料の実験導入が可能、10) 1 グループの人数が少ないので、積極的、主体的な実験への参加、などのメリットもある。

百聞は一見にしかず、 百見は一体験にしかず

「スケールを小さくする」というと、迫力がなく教育効果は劣るのではないかという懸念をもたれるかもしれない。実は逆で、マイクロスケールにすると、通常スケールでは危険で行えない大音響の爆発でさえ生徒実験できる。楽しく面白い MC 実験はアイデアや工夫の産物で、世界各国の MC 研究者はそれぞれのオリジナリティを尊重しつつ情報と経験を交換して、すぐれた教材を共有し、魅力的な化学教育を広めようとしている。

筆者らの開発した実験の特色は、1) 楽しく実験できるとともに、化学の基本概念の理解につながる、2) 世界中どこでも安価に入手できる器具を使用する、3) 安全なので、学生・生徒に大幅な自由裁量を与えて実験させることができる、ことである。自ら行った操作で、思いがけない現象が現れ、それが化学式と結びつくと、化学を学ぶ面白さを実感できる。MC 実験の研修に参加したある学生は、「これらの実験の楽しさは、単に現象が目新しいとか爆発があるからではない。実験を通じて知的好奇心が満たされ、新しいことを学んだという達成感があるからだ」と書いてくれた。

マイクロスケール実験の実例

電気分解により生じた気体の爆発実験

の例を紹介しよう¹⁾。プラスチックスポイトに炭酸ナトリウム水溶液を吸い上げ、待ち針 2 本をさして電極とし、直流電源につなぐと、針から気体が発生する (写真 1 参照)。スポイトの先端を、洗剤の入ったウェルに入れると、ウェルが泡で盛り上がる。電解を止め、泡に火を近づけると大きな音で爆発が起こる。電解で生じるのが、水素：酸素の体積比が 2 : 1 の爆鳴気だからである。この体積比を確かめるマイクロスケール実験を写真 2 の装置で簡単に行うことができる²⁾。この装置は使い捨ての 1 mL 注射器 2 本、マイクロプレート、注射器用活栓 2 個、待ち針 2 本 (電極) でできている。これを使うと数分で、発生する水素と酸素の体積を正確に読み取ることができる。

爆鳴気の実験は、通常スケールでは危



プラスチックスポイトに 2 mL の電解液。待ち針 2 本が電極

気体を、シャボン玉液に通し、泡として集め、これに火を近づけると、大音響で、しかし安全に爆発する

写真 1 マイクロスケール実験装置中の電解



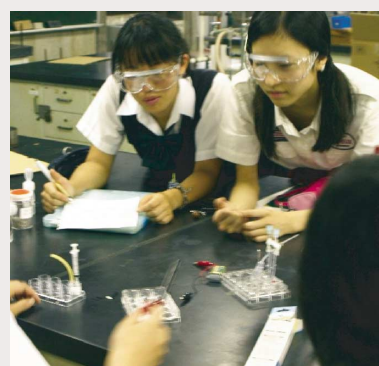
写真 2 1 mL 注射器 2 本、マイクロプレートでつくった電解装置。右のように、片手で持って歩きまわりながら、見せることもできる。



写真3 生徒が行った電気分解の探究実験の結果(電解質と指示薬の組合せで多彩な色が発現する)。吉野輝雄氏撮影



写真4 自分で考えた問題の探究実験に取り組む高校生



険で演示もむずかしい。また、電気分解で生じる気体の体積比を調べる実験には、通常高価で取り扱いの大変な装置が使われている。上記のMCであれば、安価、取り扱いが簡単、小型なので、生徒自身が実験できる。MCでは、短時間に様々な現象を生徒に経験させることができるのがおわかりいただけよう。

MCは探究型実験に向いている

MCは、安全、操作が簡単、短時間で実施可能、また小さなスペースで行うことができるのが特徴である。そのため、MCは少人数による探究型実験に適している(写真3、写真4)。MCによるいろいろな探究実験については、文献³⁾とMCのホームページ⁴⁾にも紹介されている。通常の化学実験では、「こうしなさい」、「そうしてはいけない」などの指導項目が多く、のびのびと実験を行う雰囲気こそいでいる面がある。MCは、生徒が創意工夫したことを自由にためすことを可能にする。

MCを通じてグリーンケミストリーを教えよう

最初に述べたように、MCは、GCと同様に環境にやさしい。MC実験の際に、地域並びに地球環境問題を考えさせ、GCの理念を教えることができる。GCを教えることは、科学・技術に対する信頼感を育てることにつながる。

近年理科離れが危惧され、その一つの



写真5 2007年8月アジア化学会議(マレーシア)でのワークショップ(写真をとる教員)。竹内敬人氏撮影

原因に理科・自然科学の学習の意義を学生・生徒が認識していないことが挙げられている。MCを通じたGCの学習は、生徒・学生が「科学・技術は環境保全、持続可能な繁栄に役立つ」ことを学び、環境保全への積極的な態度を育むことに役立ち、ひいては理科離れの是正に資するものと考えられる。

MCの普及

現在MCは、我が国でまだ普及しているとはいえない。

一つの原因は器具が入手しにくいことである。中高校の教員が通常使うカタログに器具が掲載されていない。そのようなカタログに掲載されるようにするためには、MCが普及することが必要である。

MCの普及のために最も有効なのは、実験が体験できるワークショップへの参加である(写真5)。公開研修等の情報

は、MCのホームページからメーリングリストに登録すると配信される。

- 1) この実験は、以下の論文の方法を、日本で入手しやすい器具を使うように修正したものである。N. H. Zhou, "Six Microscale Chemistry Experiments with Wellplate 6," in *Microscale Chemistry Experimentation for All Ages*, Academic Arab College for Education, 2006.
- 2) 荻野和子, 化学と教育 2007, 55, 82.
- 3) 荻野和子, 化学と教育 2007, 55, 336.
- 4) <http://science.icu.ac.jp/MCE/>

©2008 The Chemical Society of Japan



おぎの・かずこ

1960年東北大学理学部化学科卒業。64年同学大学院中退。理学博士。同年同学理学部助手、73年同学医療技術短期大学部教授、2001年停年退官。2005年度国際基督教大学オスマー記念自然科学客員教授。