

スモールスケール化学実験のすすめ —学園におけるグリーンケミストリー

荻野和子

(1998年1月12日受理)

マイクロあるいはスモールスケールの化学実験

試薬の節減、危険の回避、実験時間の短縮、廃棄物の少量化などを考えると、化学実験はできるだけ小スケールで実施することが望ましい。*Journal of Chemical Education*誌では1989年以来、“micro-scale laboratory”¹⁾が掲載され、成書も種々ある²⁾。アメリカでは National Microscale Chemistry Center, NMC² が設立され、マイクロスケールの化学実験の開発と普及が精力的に行われてきている。この動きは、各国にひろがりつつあり、NMC²でのワークショップに世界各国から参加者がある。オーストラリアでも Australasian Microscale Chemistry Center が、またスウェーデンでは Swedish Microscale Chemistry Center が設置され、化学実験の小スケール化に組織的に取り組んでいる。1996年7月に開催された第14回国際化学教育会議でも Microscale Chemistry についてのシンポジウム及び2つのワークショップがもたれた。

国土の狭い我が国でも、環境保護という面からも教育現場でのマイクロあるいはスモールスケール化は重要と考えられる。荻野らは^{3)~5)}手軽に利用できる安価な使い捨てのプラスチック器具を利用した大学あるいは短大の一般化学における小スケール実験を報告した。このような手法は我が国の高校でも広く使うことができよう。化学変化のようすをダイナミックに示すには、ある程度のスケールが必要なことがある。高校レベルで生徒の化学への興味を呼び起こすという点では、マイクロスケール実験の教育効果は高くないという報告もある⁶⁾。しかし、スケールが小さくても高校レベルで効果的な実験は可能ではないかと考え、日本

Recommendation of Small Scale Chemistry Experiments: An Approach to Green Chemistry in Academia
Kazuko OGINO 東北大学医療技術短期大学部 教授 理学博士。
[連絡先] 980-8575 仙台市青葉区星陵町2-1(勤務先)。

の高校学習指導要領の範囲のテーマをとりあげて簡単にできるスモールスケール実験を開発してきた。これまでに開発した教材は次の通りである。

1. 酸と塩基の実験⁷⁾
2. 金属イオンの反応⁸⁾
3. 化学平衡(ルシャトリエの法則)について⁹⁾
4. 化学反応の速さ: ヨウ素時計反応¹⁰⁾¹¹⁾
5. 酸化還元反応¹¹⁾
6. 電池、電気分解など¹²⁾

スモールスケール実験に使う器具—セルプレート等の使用について

アメリカでは microscale chemistry は大学の有機化学から始まった。アメリカの大学では、有機化学は理工農看護等の学部の学生、pre-professional (medical school 等への進学希望者) など多数の学生が履修する科目であり¹³⁾、スケールを小さくすることのメリットが大きい。そのため、現在では、有機化学実験はほとんどマイクロスケールに転換されたという¹⁴⁾。したがってアメリカでは、種々の小さなガラス製器具が大量生産され比較的安価に市販されているので、マイクロスケール実験はガラス器具を使うものが多い。

しかし、現在の我が国では、マイクロスケールのガラス器具はあまり使われていない。そこで、スモールスケール実験の開発にあたっては、簡単に安価に入手できる器具を使うことにした。反応容器としては、培養実験などに使われるポリスチレン製12穴および24穴セルプレート(Corning社 Cell Wells, 岩城硝子社 MICROPLATE など、1ケース50枚入2万円程度)を、試薬びんとしては、プラスチックポイトビン(小児用投薬びん、30mLあるいは60mL)を主として用いた。

ポリスチレンの器具では、有機溶媒が使用できない、加熱できないなどの制限があるが、適切なテーマを選び、通常のガラス器具を使う実験と併用することにより、効果的な実験とすることができる。

開発したスモールスケール実験の長所

以上のスモールスケール実験を、実際に高等学校で生徒実験として実施したところ、共通して次のメリットがあることがわかった。

1. 実験操作が簡単で、説明もほとんど不要である。
2. 色の変化や沈殿の生成が観察しやすい。
3. 再現性がよく失敗がない。
4. 器具が安価で、また小さく場所をとらないので、1グループの人数を少なくできる。そのため生徒の意識が高まり、積極的に取り組める。
5. 短時間で実施できるので、さまざまな実験を1回の授業時間内で行うことができる。テーマによっては、そのために、内容を系統的にすることが可能になる。
6. 適切なシートを使うと、結果をまとめするのが簡単で、いろいろな反応を比較しやすい。
7. 視覚的な実験が多く、化学に対する興味を呼び起こすのに役立つ。
8. 実験によっては、通常の教室で安全に実施できる。
9. 実験の準備、実験中の指導、実験後の片付けが簡単で、教師の時間の節約になる。

平成6年度から実施されている学習指導要領では実験などによる探究の過程が重視されているが、生徒実験の回数は減少の傾向にある。その理由としては、「実験は授業の進度をおくらせる」、「実験を準備するための時間がない」などがあげられている¹⁵⁾。スモールスケールの化学実験を取り入れることにより、生徒実験の回数を多くし、楽しい効果的な化学の授業にできるのではないだろうか。

グリーンケミストリーへのアプローチ

環境にやさしい化学はグリーンケミストリーと呼ば

れる。スモールスケールの実験は学園におけるグリーンケミストリーといえよう。廃棄物が少ないので、環境に負担をかけないからである。また、化学実験の時間を通じて学生・生徒の環境問題に対する関心を高めることができる。

謝 辞

本研究は、文部省科学研究費 06680166 および 09680184 によって行ったものである

文 献

- 1) A. P. Zipp, *J. Chem. Educ.*, 66, 956(1989).
- 2) S. Thomson, *Chemtrek : Microscale Experiments for General Chemistry*, Allyn and Bacon(1989); Z. Szafran, et al., *Microscale General Chemistry Laboratory*, John Wiley & Sons(1993); Z. Szafran, et al., *Microscale Inorganic Chemistry*, John Wiley & Sons(1991) ほか.
- 3) 萩野和子・熊野ひろみ・宮仕勉, 化学と教育, 42, 282(1994).
- 4) 萩野和子, 化学と教育, 43, 126(1995).
- 5) 萩野和子, 日本化学会第69春季年会(1995).
- 6) P. McGuire, J. Ealy, M. Pickering, *J. Chem. Educ.*, 68, 869(1991).
- 7) 田嶋智子・東海林恵子・金和宏・萩野和子, 平成7年度東北地区化学教育研究協議会(1995).
- 8) 金和宏・東海林恵子・田嶋智子・萩野和子, 同上.
- 9) 東海林恵子・金和宏・田嶋智子・萩野和子, 同上.
- 10) 金和宏・東海林恵子・田嶋智子・萩野和子, 日本化学会第70春季年会(1996); 東海林恵子・金和宏・萩野和子, 平成8年度東北地区化学教育研究協議会(1996).
- 11) K. Ogino et al., 1995 Int. Chem. Cong. Pacific Basin Soc. (環太平洋国際化学会議)(1995); K. Ogino et al., 14th Int. Conf. Chem. Educ. (国際化学教育会議)(1996).
- 12) K. Ogino et al., 7th Asian Chem. Conf. (1997); 東海林恵子・萩野和子, 平成9年度東北地区化学教育研究協議会(1997).
- 13) 萩野和子, 東北大学大学教育研究センター年報, 4, 83(1997).
- 14) A. E. Moody, K. A. Foster, *J. Chem. Educ.*, 74, 587(1997).
- 15) 東北地区化学教育現状調査会, 東北地区化学教育現状調査報告(1996); K. Ogino et al., *Bull. Coll. Med. Sci. Tohoku Univ.*, 6, 49(1997).

