

5. マイクロスケール化学実験について

荻野和子

1 百聞は一見に如かず，百見は一体験に如かず

化学の対象である物質は，原子・分子からできている。目に見えない小さな粒子である原子分子の世界のイメージを描くには，目でみる，さらには自分で実験することが重要である。19世紀初めにLiebigが化学の学校をつくって以来，化学の教育は実験つきで行われてきた。

2. 化学実験を行う上での問題点

実験を取り入れると教育効果があるとしても，学校の授業で生徒実験を行うにはいろいろな困難な点がある。時間がかかり授業の進度が遅れる，費用がかかる，準備がたいへんであるなどである。大学の学生実験では，廃棄物の処理にもかなりの費用を要する。

3. マイクロスケール実験で問題を解決しよう

以上の問題点を解決する一つの方向がマイクロスケール実験（スモールスケール実験ともいう）である。マイクロとは「微小」あるいは「微量」を意味するが，マイクロスケール実験（以下MCと略する）とは，通常よりはるかに少ない量の薬品を使った実験である。マイクロスケール化すると，当然薬品が少量になり，薬品購入の費用が少なくて済む。現在では実験廃棄物処理の費用が薬品購入の費用を上回るのが一般的だが，使用薬品が少なければ当然廃棄物も少なくなり，その費用も少なくなる。実験にかかる時間も大幅に短縮される。

少量なので，危険も少なく，通常の実験では絶対あってはならない「爆発」も安全に生徒に体験させることができる。

4. マイクロスケール実験の長所

以上MCの利点は次のようにまとめることができる。

- 1) 試薬の節減
- 2) 実験廃棄物の少量化
- 3) 安全性の確保：危険が少なく，事故が防止できる
- 4) 操作の簡略化
- 5) 実験環境の改善
- 6) 省資源，省エネルギー
- 7) 実験時間の短縮
- 8) 経費の節減
- 9) 以上のことを通して環境問題についての生徒の関心を深めることができる
- 10) 1グループの人数が少ないので一人ひとりが積極的に実験に参加する
- 11) 少量しか使わないので，高価あるいは希少な試料を実験に使うことが可能
- 12) 小さい器具は破損しにくい

5. マイクロスケール実験は面白い

小さい器具を使って、単に試薬の量を少なくするのでは、実験は面白くない、教育効果は高くないという印象をもたれがちである。しかし、スケールを小さくすると、安全性が増すので、通常スケールでは不可能ないろいろな爆発をとまなう現象等を生徒自身に行わせることができる。通常スケール以上に教育効果の高い「面白く楽しい」実験は、アイデアや工夫の産物で、世界各国のMC研究者は情報と経験を交換して、すぐれた教材を共有し、魅力的で学生・生徒の学力向上に役立つ化学教育を広めようとしている。

6. マイクロスケール実験は演示にも向いている

MCはデモ実験に向かないという印象をもたれがちであるが、決してそうではない。適切な機材を使うと実験を大スクリーンに映しだすことができる。世界でもっともすぐれたデモ実験を行うことで知られるオーストリアのV. Obendrauf教授の実験はマイクロスケールである。器具が小さいので、いろいろな多彩なデモ実験器具を世界各地の会場に運ぶことが可能なので、大ホールのステージで数百人の参加者を魅了する。

7. 世界各国で行われているマイクロスケール実験

少量の薬品で実験しようとする試みは古くから行われてきた。しかし、個々の実験にとどまっていた。1980年代に入り、系統的・組織的な実験のスケールダウンがアメリカの大学の化学実験で始まりまった。この動きは初中等教育の化学実験にひろがるとともに、世界各国でも行われるようになった。環境問題、例えば実験廃棄物への規制の強化は普及を後押しした。多くの国ではマイクロスケール実験用の器具がキット化されている。例えば米国では、大学有機化学実験の共通摺合せの小さな器具のキットが数社から市販されている。

8. 安全を第一に考えよう

マイクロスケール実験は、安全性は高いが、不測の事故の可能性はある。とくに生徒が顔を器具に近づけて観察することが多いので、溶液の飛沫が目に入らないよう保護めがねが必要である。器具が小さくて通常の教室で実験することが可能だが、その際は、手に試薬がついたときどうするか、試薬びんを倒したり、落としたりしないよう等工夫が必要である。

9. 探究型活動への活用

MCの特記すべき長所に、学生・生徒自身が、方法を考案して実験する探究型活動に適していることがある。マニュアルどおりの操作を行う実験ばかりではなく、学生・生徒の創意工夫を促す探究型実験は今後重要性が高まると考える。これは、知識を整理、有機的に再構成するとともに創意工夫を促すものであり、MCを通して学生・生徒の化学への興味を高めることができるのではないだろうか。

10. グリーンサステイナブルケミストリーの教育との結びつき

現在、化学者は有用化合物を作るにあたり、グリーンサステイナブルケミストリー(GSC)の理念で、廃棄物の削減、省資源、省エネルギー、有害物質の不使用、など環境負荷の小さい方法を開発、実施しようとしている。これらは、MCの理念でもあり、MC実施に際してGSCの概念を導入することができる。これは、科学・技術に対するポジティブな見方を養成することに有用であり、地球環境保全ならびに持続可能な社会への積極的な態度を育成するのに役立つと考える。