

マイクロスケール実験の広場 (その4)

アメリカナショナルマイクロスケールケミストリーセンターの一般化学ワークショップ
Workshop in General Chemistry at National Microscale Chemistry Center in Merrimack College U. S. A.

1 はじめに

アメリカのナショナルマイクロスケールケミストリーセンター (National Microscale Chemistry Center, 略称 NMC² あるいは NMCC, <http://www.silvertech.com/microscale/>) は、1993年にマサチューセッツ州の Merrimack College に設立された。NMC² では、マイクロスケールケミストリー実験の研究・開発とともに、初・中等教育、大学一般化学、有機化学、工業化学などのように、いろいろなレベル、分野のワークショップを開設して、マイクロスケール実験の普及活動を行っている。初・中等教育のワークショップは学期中の週末に (金曜夕～日曜午後)、大学レベルのものは夏季休暇に (日曜夕～金曜午前、約40時間) 行われる。1999年7月に NMC² の General Chemistry のワークショップに参加する機会を得たので紹介する。

2 内容

パストゥールピペットからのマイクロスケール実験器具の製作、基本物理定数 (密度、沸点、比熱など) の測定、重量分析による実験式の決定、気体の法則、滴定、錯体や有機化合物の合成、カロリメトリー、無機イオンの定性分析などが数項目ずつあり、実験者が適宜選んで実験する。ほとんどは2冊の教科書^{1,2)}に記載されている実験である。

実験器具は次のように大別される。①自作したマイクロスケール実験器具。②マイクロスケールガラス器具のキット、③市販されている器具の組み合わせ: 主として滴定、シャルルの法則の実験などに使う。④その他: ポリスチレンカップを用いたカロリメトリーなど。

2.1 自作の器具を使った実験例: 「密度の測定」

自作の器具としては、デリバリーピペット、沸点測定用試験管・ベルのセット、微小なマグネチックスターラー用攪拌子等がある。ここでは、例として「液体の密度の測定」について説明する。

パストゥールピペットを通常のブンゼンバーナーで細工して容量0.3~0.5 ml ほどの比重びんをつくる。容器の質量、純水 (密度既知) を満たしたときの質量、試料を満たしたときの質量から、試料の密度を有効数字3けたで求める。試料として数種の砂糖水溶液の密度を測って濃度-密度のグラフをパソコンでつくる。次に、未知試料の密度を求め、その糖濃度を決定する。未知試料としては、無色の清涼飲料水を使い、1缶に含まれる糖の量を計算させる。学生にこの実験をさせると、糖の多さに驚き、清涼飲料水の多飲による糖の過剰摂取に対する警告になるという。

2.2 スモールスケール器具³⁾ を使う実験例: 金属塩水和物の結晶水の決定・合成実験

小さなルツボ3個に硫酸銅水和物の結晶 (<1g) を入れ、3個を同時に1枚の金網にのせてバーナーで加熱し、質量の変化から結晶水の数を求める実験である。

合成実験の例としてはトリアセチルアセトナト鉄(III)錯体の合成⁴⁾がある。FeCl₃・6H₂O 0.27g, アセチルアセトン 500 μl を使い、結晶のろ別で容量25 ml の吸引びんを使う。再結晶の後、融点と赤外スペクトルを測定した。

2.3 「マイクロビュレット」を用いた滴定

NMC² の滴定ではピペットを使わない。中和滴定では、酸溶液も塩基溶液も「マイクロビュレット」で容量を測る。「マイクロビュレット」は2 ml メスピペット (最小目盛0.01 ml) の先にディスペンサー用のチップを取り付け、上部にプラスチック注射器をチューブで取付けたものである。液の出し入れ、共洗い、滴下はすべて注射器で行う。滴定値は0.378 ml のように有

効数字3けた以上で読む。滴定液を加え過ぎたときは、被滴定液を加えればよい。中和滴定、沈殿滴定、酸化還元滴定などが用意されていたが、筆者は酸化還元滴定を選び、チオ硫酸ナトリウム溶液の調製と標定、それを使った塩素系漂白剤中の次亜塩素酸イオン濃度を決定する実験を行った。注射器の操作は微妙なところがあるが、入れ過ぎてもバック滴定ができるので、失敗がない。

以上のような実験のほか、マイクロスケール実験キットのガラス器具の Hickman-Hinkle still を使う蒸留や Craig tube を用いた微量固体のろ別の実験も体験したが、これは有機化学ワークショップについての報告⁵⁾に詳しい。

3 感想その他

1. テーマ、手法ともにいろいろなものがとりあげられている。また、マイクロスケール、スモールスケールのものが混ざっている。スケールは小さくても、定量的な実験は有効数字3けたを必ず求めるようにするなど通常スケール法と同等あるいはそれ以上の教育的効果がある。
2. mg まで秤量できる電子天秤、プラスチックカバーの小さな遠心機、ホットスターラー等周辺機器が整備されており、実験を効率的に行うのに便利であった。
3. 地味だが基本的な重量分析 (ルツボを質量一定になるまで焼くなどの操作を含む) のような、日本ではあまり行われなくなった実験が新鮮に感じられた。
4. 今回の実験は教科書^{1,2)}に含まれているものであるが、読んだだけではわかりにくい。実際に体験することの意義は大きいことを実感した。
5. アメリカでは NMC² 以外にすでに12箇所のサテライトマイクロスケールケミストリーセンターがあるが、環境保護庁によって、今後さらに6箇所に設置予定という。環境保護の観点からマイクロスケール実験が重視されているのである。
6. 今回のワークショップの参加者は、アメリカ12名、スウェーデン3名、日本2名、ドイツ、フィリッピン、インド、ブラジル各1名の計21名であり、国際色豊かであった。アメリカの参加者には高校の AP (大学入学後、大学の単位として認定を受けることができるレベルのもの) クラスの担当者が目立った。世界各国から多数の参加者をほとんど無料で受け入れていることは大きな驚きであった。

謝辞

NMC² のワークショップ調査は文部省科学研究費基盤研究(C) 11694054 により行ったものである。

文献と注

- 1) M. M. Singh, R. M. Pike, Z. Szafran, *Microscale & Selected Macroscale Experiments for General & Advanced General Chemistry*, Wiley, 719 (1995).
- 2) Z. Szafran, R. M. Pike, J. C. Foster, *Microscale General Chemistry Laboratory*, Wiley, 543 (1993).
- 3) 今回のワークショップでは Sargent Welch 社の製品を使った。ACE Glass 社もルツボ、小さな吸引ろかのセット、マイクロビュレットのセットを含むキットを販売している。
- 4) E. Mocellin, 1994 Microscale Workshop in Organic and General Chemistry, Australasian Microscale Chemistry Center, Deakin University, Australia.
- 5) 甲国信, 化学と教育, 印刷中.

荻野 和子 (東北大学医療技術短期大学部)

[連絡先] 981-0944 仙台市青葉区子平町16-30 (自宅)。