

顕微鏡による化学実験の観察法の開発 とビデオ教材化

岡山県立倉敷南高等学校 仁 宮 章 夫*

目 的

一般の化学実験をセミミクロの観点から、顕微鏡を用いることによって、肉眼では見すごされていた実験内容を微細な箇所まで観察可能にし、しかもその化学反応をビデオ教材化する。

概 要

試験管やビーカー内で化学実験を行うとき、試薬の量を多く使いすぎるため、資源の浪費に陥ることが多い。また、肉眼のみによる観察では微細な箇所の変化をとらえにくい。これらの問題点を克服するために、主として生物用の器具である顕微鏡を用いることを考えた。

顕微鏡は、化学の分野では結晶や金属樹などを観察することに用いられたことがあるがいずれも物質の静的な状態である。著者は、顕微鏡のステージ上で化学実験を行ない、化学変化を動的、かつ連続的に観察できる方法を開発し^{1),2),3)}、多くの生徒がその変化を観察できるようにビデオ教材を作製した。

教材・教具の製作方法

1. 顕微鏡付属装置の製作

1. 結晶成長を観察する場合は、スライドガラスかアクリル板に輪ゴムを接着剤でつけ、その輪ゴム内に試料液を入れ、同形の板を上のにのせ、それらの両端を輪ゴムでとめたものを用いる(写真1)。
2. ケミカルガーデンなどの液体中での実験はアクリル製の厚さの薄い容器を作っておく(写真2)。
3. 加熱する場合は、耐火レンガをくりぬき、100 Wのニクロム線をうめこんだものを作り、スライダックで適宜、実験条件に対応して電圧を調整する(写真3)。
4. 電解実験においては、アクリルの箱に水平に電極を入れる。その際、電極が金属板の場合はゴム栓を縦半分に切って、その間に金属板をはさみこむようにする。アクリルの箱には傷がつかないように、また電極の厚みに対応できるように、スライドガラスを2~3枚入れておく(写真4)。
5. 塩素などの有毒気体の実験では、一方のガラス管から気体を注入し、他方から排気できるようにした

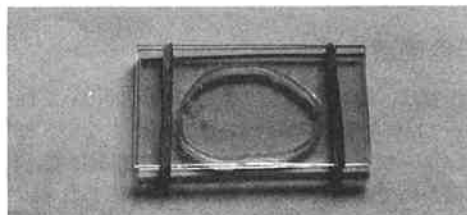


写真1 アクリル製容器

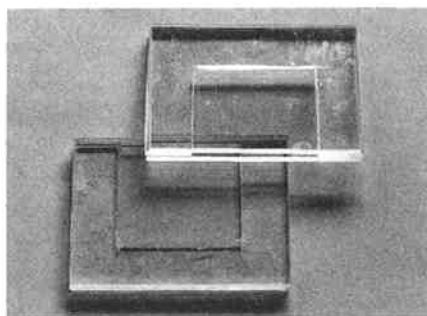


写真2 アクリル製水槽



写真3 加熱器具

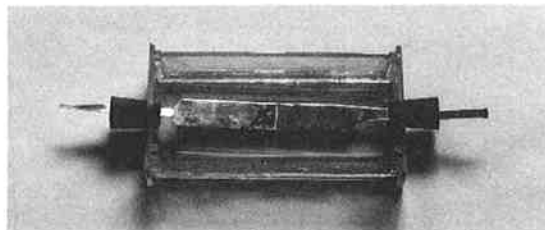


写真4 水平電極用電解器具

*にのみや あきお 岡山県立倉敷南高等学校 教諭 〒710 岡山県倉敷市吉岡330 TEL (0864) 23-0600

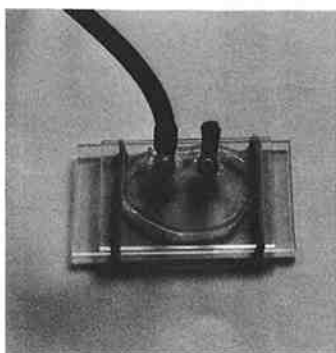


写真5 有毒ガス排気用器具

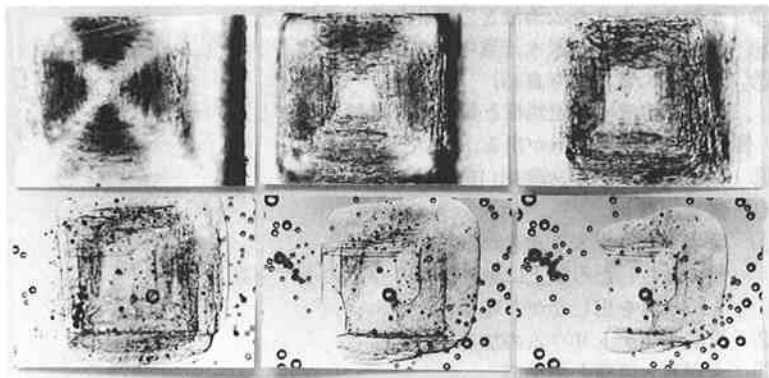


写真6 塩化ナトリウムの水への溶解

ものを用いる (写真5)。

II. ビデオ教材について

以下にビデオ教材の項目を列挙する。写真の倍率は接眼レンズ2.5倍、対物レンズ4倍である。

A. 結晶の溶解と結晶成長

- ① 塩化ナトリウムの水への溶解 (写真6)
塩化ナトリウムは再結晶したものを用いる。
- ② ナフタレンのベンゼンへの溶解 (写真7)
- ③ 硝酸ナトリウムの結晶成長
- ④ 硫酸ニッケルの結晶成長
- ⑤ カリョウバンの結晶成長 (写真8)
- ⑥ 硫酸銅の結晶成長

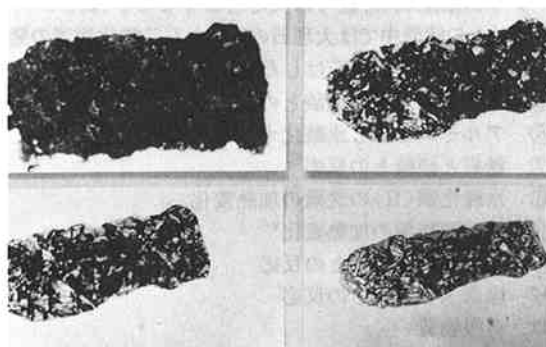


写真7 ナフタレンのベンゼンへの溶解

結晶成長は、多量の結晶が析出するのを防ぐために、高温での飽和溶液より、50~60°Cでの飽和溶液を自然冷却するとよい。

B. 化学反応

- ① フェロシアン化銅の形成 (写真9)
- ② ケミカルガーデン (塩化マンガン、硫酸鉄(II)、硫酸銅(II)) (写真10)
- ③ 水酸化鉄(III)コロイド溶液の電気泳動 (写真11)
約2Vの直流電圧数分間で、陰極に赤色の水酸化鉄(III)コロイド粒子が引き寄せられるのが認められる。溶液量は極板がようやく浸漬する程度でよい。
- ④ 飽和食塩水から塩化ナトリウムの析出 (写真12)
飽和食塩水に濃塩酸を一滴加えると、四角形の塩化ナトリウムが落下してくる。

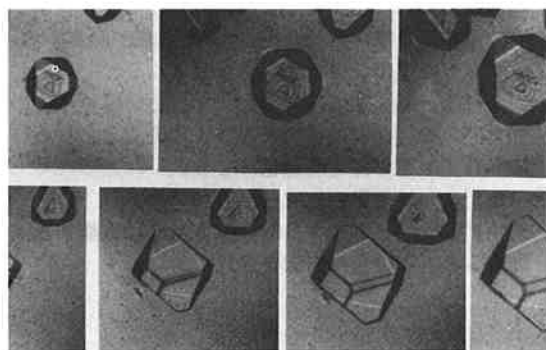


写真8 カリョウバンの結晶成長

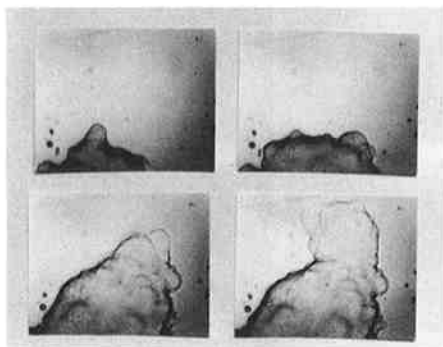


写真9 フェロシアン化銅(II)の形成

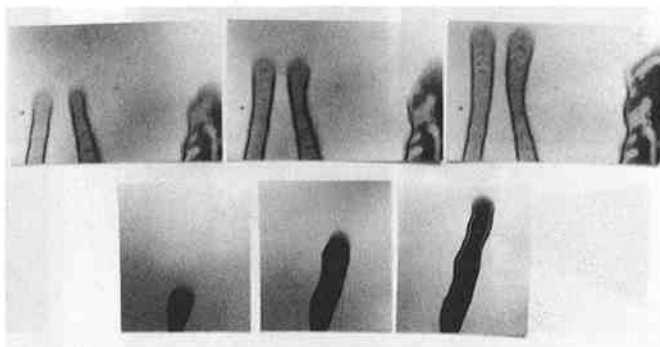


写真10 ケミカルガーデン (上段が塩化マンガン、下段が硫酸鉄(II))

- ⑤ 水酸化ナトリウム溶液と二酸化炭素との反応²⁾
- ⑥ 塩酸一過酸化水素水溶液中での銅板の変化
- ⑦ ボルタの電池 (写真13)
希硫酸溶液中で亜鉛板と銅板とを接触させると、銅板から水素の気泡が出る。
- ⑧ 銅を電極とした硫酸銅(II)溶液の電気分解²⁾

C. 無機物質

- ① 金属ナトリウムと水との反応 (写真14)
水でぬらしたろ紙上に金属ナトリウムの小片を置くと、水素を出しながら球状になる。
- ② 炭酸水素ナトリウムの加熱
- ③ 大理石と塩酸との反応
- ④ 大理石と硫酸との反応 (写真15)
大理石は、希硫酸中では表面に不溶性の硫酸カルシウムが生成し、直ちに反応しなくなるが、約2モル/l以上の硫酸中では大理石の表面から二酸化炭素の発泡が起り、大理石はしだいに小さくなっていく。
- ⑤ アルミニウムと塩酸との反応
- ⑥ アルミニウムと水酸化ナトリウム溶液との反応
- ⑦ 鉄釘と硝酸との反応
- ⑧ 水酸化銅(II)の沈殿の加熱変化
- ⑨ 結晶硫酸銅の加熱変化²⁾
- ⑩ 乾燥塩素と銅板との反応
- ⑪ 塩素水と銅板との反応

D. 有機物質

- ① 牛乳の変性
牛乳にエタノール、飽和硫酸アンモニウム溶液、濃塩酸、鉛(II)イオンをそれぞれ加えると、コロイド粒子のブラウン運動が停止し、それらが凝集する。
- ② デンプン粒のヨウ素デンプン反応
ヨウ素溶液を加え、青紫色になったジャガイモのデンプン粒にジアスターゼ溶液を加えると、しだいにその青紫色が消えて無色になる。
- ③ レゾルシン樹脂の生成 (写真16)
レゾルシン-ホルマリンの混合溶液に塩酸を数滴加えると、赤白色の樹脂が生成する。

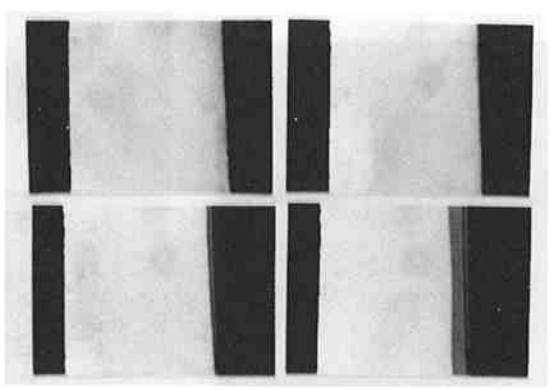


写真11 水酸化鉄(III)コロイド溶液の電気泳動

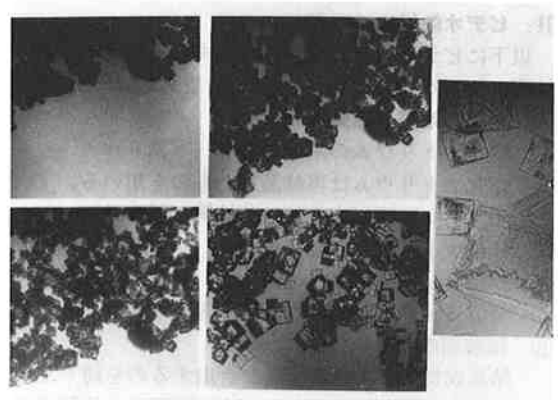


写真12 飽和食塩水から塩化ナトリウムの析出

学習指導方法

I. 写真について

生徒が化学変化に関心を持つことができるようにするため、写真をキングサイズの大きさに拡大して、化学教室に掲示し、2～3週間毎に新しいものと交換した。

II. ビデオ教材について

通常の化学実験を生徒が実施した後、上記の項目に

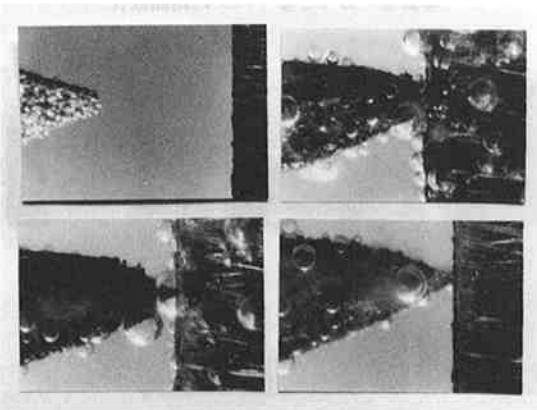


写真13 ボルタの電池

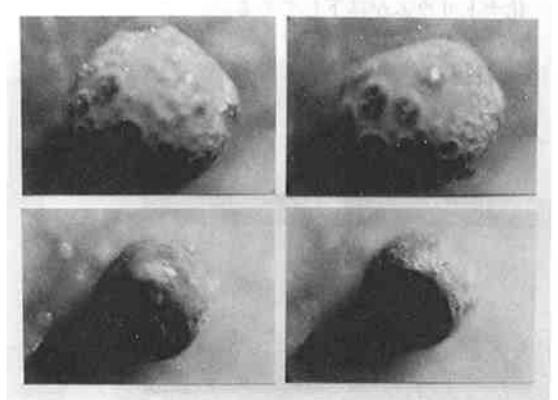


写真14 金属ナトリウムと水との反応

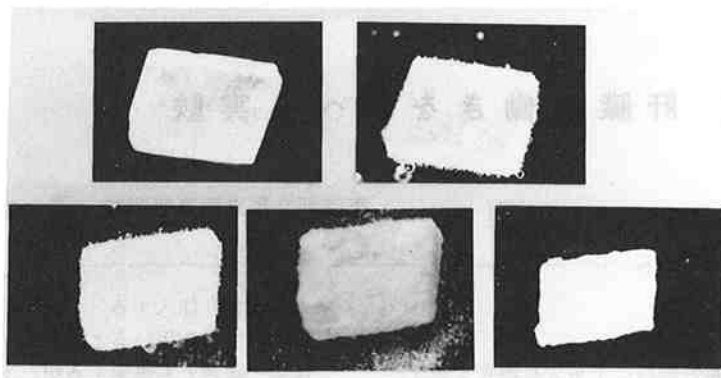


写真15 大理石と硫酸との反応

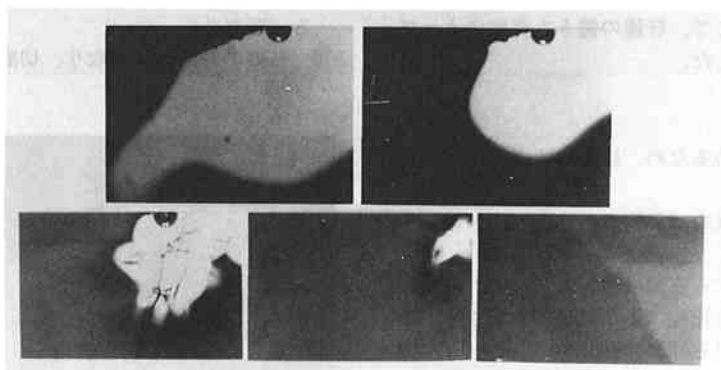


写真16 レゾルシン樹脂の生成

ついてビデオを見せたり、顕微鏡から直接テレビを通して、その現象を授業で見せた。

実践効果

1. 肉眼では観察しにくい多くの新しい知見が得られ、生徒のみならず、自分自身が自然観察の重要性を再認識した。
2. 生徒実験では実施しにくい電気泳動や硫酸銅(II)溶液の電気分解などが容易に、しかも短時間で進めることがわかった。
3. 写真やビデオ観察によって、以前より自然科学についての生徒の興味は増加したように思われる。

その他補遺事項

化学実験用顕微鏡付属装置をもっと改良すれば、化学の多くの分野で顕微鏡の使用が可能になり、さらに新しい情報が得られると思う。

参考文献

- 1) 仁宮章夫：日本理化学協会研究紀要、Vol. 20、93 (1988)
- 2) 仁宮章夫：化学と教育、37、91 (1989)
- 3) 仁宮章夫：平成元年度全国理科教育大会富山大会研究発表資料集162 (1989)