

セルプレートを用いたマイクロスケール実験：色々な水溶液の電気分解

木村浩美（奈良県立平城高等学校）

あらまし

今年度は新型コロナウイルス感染症感染拡大防止のために2ヶ月もの在宅学習期間があり、授業の進捗との兼ね合いで生徒実験を入れることが難しい状況にありました。また、「教室の換気」、「実験機や共有物の消毒」、「近距離での対面の会話の禁止」等「3密の回避」からも演示実験や生徒実験に取り組みにくい状況でした。しかし、何と云っても、化学の授業の醍醐味は実験です。デジタルではない本物を見せたい、実際に見て、考え、理解してもらいたいという思いがあります。以前、別の視点から、いくつかの生徒実験をマイクロスケール実験で行うことに取り組んできましたが、この方法であればコロナ禍においても、生徒実験を可能にしてくれるのではないかと思います、その生徒実験の一例を紹介します。

キーワード

コロナ禍、マイクロスケール実験、セルプレート、電気分解

1 はじめに

マイクロスケールの実験は、現行の中学校及び高等学校理科の学習指導要領解説にも、「実験廃液を少なくする方法」として紹介されています。マイクロスケール実験において重要なことは、通常スケールの実験と同等あるいは、それ以上の教育効果をあげることです。電気分解についても、ホフマンの電解装置を用いて、生徒とやりとりしながら、ダイナミックに電気分解を見せることもできます。この場合、廃液の量以上の学習効果が期待できると思います。マイクロスケールの実験で実施するからには、「環境にやさしい」だけでなく、より一層「実験・観察力」「思考力」などの育成につながる授業展開が可能な実験にする必要があります。このような視点から、セルプレートを用いたマイクロスケール実験：色々な水溶液の電気分解に取り組みました。

2 目的

塩化ナトリウム水溶液、硫酸ナトリウム水溶液、ヨウ化カリウム水溶液、硫酸銅(II)水溶液を電気分解すると、両極ではどんな変化が起こっているかを観察考察し、水溶液の電気分解を理解する。

3 準備

器具：セルプレート、ハンドジェネレーター、鉛筆の芯2本、ろ紙

薬品：飽和塩化ナトリウム水溶液、20%硫酸ナトリウム水溶液、20%ヨウ化カリウム水溶液、15%硫酸銅(II)水溶液、フェノールフタレイン溶液、メチルオレンジ溶液、食紅水溶液、ヨウ化カリウムデンプン紙



図1
準備：器具



図2
準備：薬品
(点眼容器を利用)

4 方法

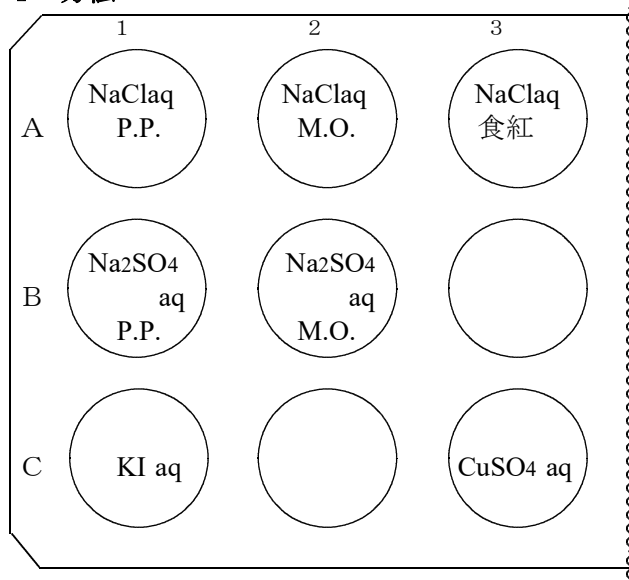


図3 セルプレート

[1] 塩化ナトリウム水溶液の電気分解

- (1) A行1列～3列にセルの半分の深さくらい飽和食塩水を入れる。
- (2) A行1列にフェノールフタレイン溶液を2, 3滴加える。
- (3) A行2列にメチルオレンジ溶液を2, 3滴加える。
- (4) A行3列に食紅水溶液を2, 3滴加える。
- (5) A行1列のセルの真ん中をろ紙片で仕切り、鉛筆の芯を電極にして、ハンドジェネレーターで電気分解する。各電極の様子や水溶液の色の変化を観察する。陽極で発生する気体に湿らせたヨウ化カリウムデンプン紙を近づけ、試験紙の色の変化を確認する。ろ紙片を取り、水溶液を混ぜて、水溶液の色を観察

する。

- (6) A行2列のセルの真ん中をろ紙片で仕切り、鉛筆の芯を極にして、ハンドジェネレーターで電気分解する。各電極の様子や水溶液の色の変化を観察する。ろ紙片を取り、水溶液を混ぜて、水溶液の色を観察する。
- (7) A行3列のセルの真ん中をろ紙片で仕切り、鉛筆の芯を極にして、ハンドジェネレーターで電気分解する。各電極の様子や水溶液の色の変化を観察する。

[2] 硫酸ナトリウム水溶液の電気分解

- (1) B行1列、2列にセルの半分の深さくらい硫酸ナトリウム水溶液を入れる。
- (2) B行1列にフェノールフタレイン溶液を2, 3滴加える。
- (3) B行2列にメチルオレンジ溶液を2, 3滴加える。
- (4) B行1列のセルの真ん中をろ紙片で仕切り、鉛筆の芯を電極にして、ハンドジェネレーターで電気分解する。各電極の様子や水溶液の色の変化を観察する。ろ紙片を取り、水溶液を混ぜて、水溶液の色を観察する。
- (5) B行2列のセルの真ん中をろ紙片で仕切り、鉛筆の芯を極にして、ハンドジェネレーターで電気分解する。各電極の様子や水溶液の色の変化を観察する。ろ紙片を取り、水溶液を混ぜて、水溶液の色を観察する。

[3] ヨウ化カリウム水溶液の電気分解

- (1) C行1列にセルの半分の深さくらいヨウ化カリウム水溶液を入れる。
- (2) C行1列のセルの真ん中をろ紙片で仕切り、鉛筆の芯を電極にして、ハンドジェネレーターで電気分解する。各電極の様子や水溶液の色の変化を観察する。

[4] 硫酸銅(II)水溶液の電気分解

- (1) C行3列にセルの半分の深さくらい硫酸銅(II)水溶液を入れる。
- (2) C行3列のセルの真ん中をろ紙片で仕切り、鉛筆の芯を電極にして、ハンドジェネレーターで電気分解する。各電極の様子や水溶液の色の変化を観察する。

5 結果

[1] 塩化ナトリウム水溶液の電気分解

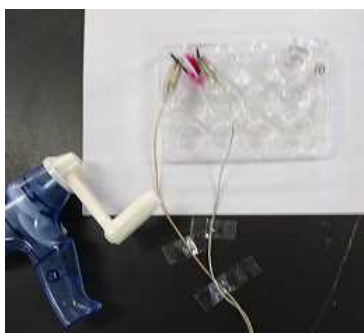


図4
このようにセロテープで固定することで、1人でも実験を行うことができる。



P.P. M.O. 食紅

図5 電気分解前



図6 電気分解の様子
右側：陰極
左側：陽極



図7 電気分解後・ヨウ化カリウムデンプン紙

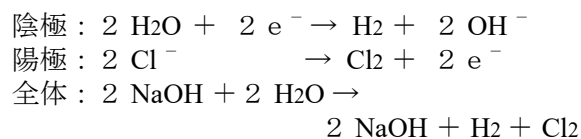
P.P. : 右側(陰極)が赤色になる。
M.O. : 左側(陽極)が無色になる。
食紅 : 左側(陽極)が無色になる。
ヨウ化カリウムデンプン紙は青紫色になる。

ろ紙片を取り水溶液を混ぜると、

P.P. : 赤色になる。
M.O. : 無色になる。
食紅 : 無色になる。



図8
ろ紙片を取り水溶液を混ぜた様子



[2] 硫酸ナトリウム水溶液の電気分解



図9 電気分解前



図10 電気分解後

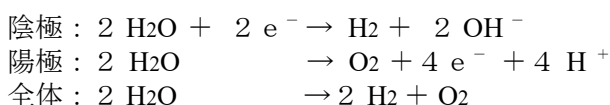
P.P. : 右側(陰極)が赤色になる。
M.O. : 左側(陽極)が赤色になる。

ろ紙片を取り水溶液を混ぜると、

P.P. : 無色になる。
M.O. : 無色になる。



図 11
ろ紙片を取り水溶液を混ぜた様子

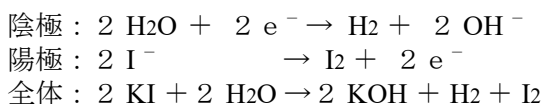


[3] ヨウ化カリウム水溶液の電気分解



図 12 電気分解中

左側（陽極）：褐色になる。

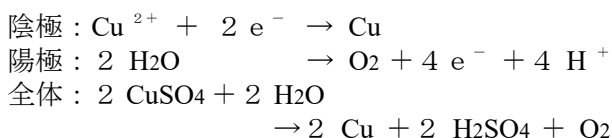


[4] 硫酸銅(II)水溶液の電気分解



図 13
電気分解後の
陰極の電極

左側（陰極）の電極に銅が析出する。



6 まとめ

マイクロスケール実験の特徴

- ① 従来の実験器具よりスケールを小さくして、試薬と経費の節減、実験廃棄物の少量化（省資源、省エネルギー）が可能になる。
- ② 用いる試薬が少量であることは、危険が少なく、事故防止に役立つ。
- ③ 1～2人の個人実験が可能で、達成感が得られる。
- ④ 実験操作の簡略化に伴う時間短縮で、授業時間を有効に使うことができる。

① 今回の実験においても、1つの電気分解に使用する水溶液は3mL程度です。各水溶液を点眼容器に入れて生徒に配ることができます。

② 水溶液を点眼容器に入れることで、水溶液の扱いが簡単になり、しかも少量であるため、危険が少なく安全に実験が行えます。

③ 個人実験が可能であるので、マイクロスケール実験はコロナ禍の実験として適しています。以前はこの実験は2人1組で行うことで実践してきました。しかし、今回は、ハンドジェネレーターのコードをセロテープで固定することにより、1人での実験が可能になりました。当然、感染症対策は十分に行わなければなりません。また、文部科学省が全国の全国の教育委員会を通じて各学校に通知した「学校の新しい生活様式」（衛生管理マニュアル）では、「特定警戒」地域に指定された場合は「観察・実験」を行わないことが指示されています。「教室の換気」、「実験機や共有する実験器具等の消毒」、「マスクの着用」、「入室の際の手指消毒」、「近距離での対面の会話の禁止」、「実験結果の共有は横並びに着席して行う」、「退室の際の手洗い」等「3密の回避」の工夫による感染症対策は必ず必要になります。感染症対策をした上で、個人実験にすることは、以下のような大きな教育効果があると考えます。

- ・生徒自身が実験に積極的に参加する。
- ・結果が目前でじっくりと観察できる。
- ・達成感が得られる。
- ・理解度が上がる。
- ・実験操作に慣れる。

④ 今回の実験も20分もあれば十分できます。本校は1限45分の校時ですが、45分の授業内でも十分に実験を行い、考察及びまとめができます。実験の時間短縮は、実験後の結果のまとめや考察、グループ内での討論、クラス全体での振り返りなどの時間確保が可能となり、生徒の能動的な実験活動を促すことができると考えます。当然、この場合も感染症対策の工夫が必要となります。

このようにマイクロスケール実験は、コロナ禍であっても、生徒実験を可能なものとし、大きな教育効果をもたらしてくれます。

新型コロナウイルス感染症からの経験により、これからの授業や実験において、健康と安全への配慮が必要であることを再認識しました。感染予防対策を行い、このような状況の中でも、いかに豊かな学びの環境を整え、いかに実践していくかを一層検討したいと考えます。

7 参考文献

- ・芝原寛泰、佐藤美子（2011）『マイクロスケール実験－環境にやさしい理科実験－』オーム社
- ・荻野和子ら（2003）『マイクロスケール化学実験－マインスケール実験の広場から－』日本化学会（編）

8 謝辞

セルプレートを用いた色々なマイクロスケール実験には、竹内巧先生、福田康人先生、朝田典子先生とともに取り組んでいただきました。この場をお借りして感謝申し上げます。