

電池に関するいくつかのsmall scale 実験  
Some Small Scale Experiments on Galvanic Cells



はじめに

私たちは、高校化学指導要領の範囲のテーマをとりあげて、small scale の生徒実験を開発している<sup>1-7)</sup>。

本報では、セルプレートを用いたいくつかの電池の実験をとりあげる。これらの実験は、宮城県第一女子高校および東北大学医療技術短期大学部化学実験で実施したものである<sup>8)</sup>。

本報告の実験に使用するのは共通して次のようなものである。

**実験器具:** 12-ウェルセルプレート; 30 ml スポイトびん<sup>4)</sup> (水溶液を入れ、各グループに配付する); みの虫クリップつき導線; テスター・IC メロディー・プロペラつき小型モーター・発光ダイオードなど直流電圧を検知するもの; ダニエル電池では半透膜 (セルロース透析チューブ); 鉛蓄電池では 3 V 平角電池。

**ワークシート:** 実験操作を簡潔にわかりやすく記した実験の型紙で、記録用紙を兼ねた生徒用ワークシート

ボルタ電池

**試薬:** 0.5 mol/l H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 銅板, 亜鉛板 (いずれも 1 cm × 5 cm 程度, L 字型に折り曲げておく)

**実験操作:** 一つのウェルに 0.5 mol/l H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> を約 2 ml とる。銅板と亜鉛板を互いに接触しないように溶液に浸す。これらの電極の電圧をテスターで調べるとともに、IC メロディー等で直流電圧を調べる。

ダニエル電池

**試薬:** 1.0 mol/l CuSO<sub>4</sub>, 1.0 mol/l ZnSO<sub>4</sub>, 1.0 mol/l Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 銅板, 亜鉛板 (いずれも 1 cm × 5 cm 程度)

実験操作:

**ア. 半透膜を使う方法** 図1のような実験操作等を記載した生徒用ワークシートを使うとよい。一つのウェルに 1.0 mol/l CuSO<sub>4</sub> を約 1 ml とる。長さ 5 cm ほどの透析チューブを純水で湿らせて柔らかくし、一端を縛り袋状にして 1.0 mol/l ZnSO<sub>4</sub> 約 1 ml を入れる。この袋を、CuSO<sub>4</sub> の入ったウェルに立てる。1.0 mol/l CuSO<sub>4</sub> 中には銅板を、1.0 mol/l ZnSO<sub>4</sub> 中には亜鉛板を立てこれらの電極の電圧をテスターで測定するとともに、IC メロデ

ィー等で直流電圧を調べる。

**イ. 塩橋を使う方法** 図2のような構成である。一つのウェルに 1.0 mol/l CuSO<sub>4</sub> を約 2 ml とる。その左のウェルには、1.0 mol/l ZnSO<sub>4</sub> を約 2 ml とる。長方形のろ

**ダニエル電池**  
半透膜を使う方法

1. 長さ約5cm透析チューブを水で濡らし、一端を縛り、袋状にする。
2. セルプレートのセルの一つに 1 mol/l CuSO<sub>4</sub> 1 ml と銅板を入れる。
3. 透析チューブの袋に 1 mol/l ZnSO<sub>4</sub> 1 ml と亜鉛板を入れる。
4. 透析チューブを2.のウェルに入れ、下のようにセットする。
5. 銅板と亜鉛板の起電力を調べる。

**観察されたこと**  
テスターによる起電力  
ICメロディー  
その他

この電池の正極、負極はなにか。また、各極で起こっている反応を式で示せ。

正極  
負極

電子の動きおよび電流の向きを上図中に示せ。

全体の反応

酸化剤  
還元剤

考察・感想

図1 ダニエル電池の生徒用ワークシートの例。

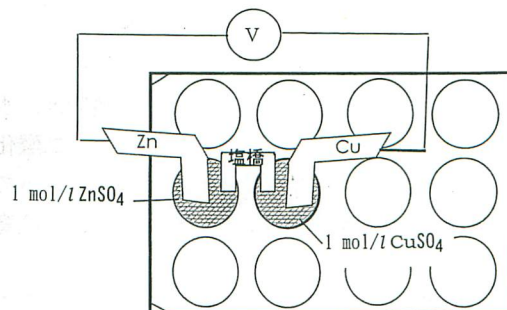


図2 ろ紙片の塩橋を使ったダニエル電池。  
Ⓧは起電力を調べる器具を表す。

紙片を1.0 mol/l  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  で濡らし、両端が両ウェルの液に浸るようにセットする。1.0 mol/l  $\text{CuSO}_4$  中には銅板を、1.0 mol/l  $\text{ZnSO}_4$  中には亜鉛板を立て、アと同様に直流電圧を調べる。

### 過酸化水素とヨウ化カリウムの電池

試薬：1.0 mol/l  $\text{H}_2\text{O}_2$ 、3.0 mol/l  $\text{H}_2\text{SO}_4$ 、1.0 mol/l KI、1.0 mol/l  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  デンプン水溶液、炭素棒（乾電池用、東芝乾電池から恵与されたものである）

実験操作：セルプレートの一つのウェルにプラスチックフィルム（ヨウ素が生成するとポリスチレン製のセルプレートに染み込むのを防ぐためである）を敷き、KI 水溶液、デンプン水溶液を1 ml ずつとる。隣り合ったウェルに  $\text{H}_2\text{O}_2$  水溶液約 2 ml と 3.0 mol/l  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0.5 ml をとる。両ウェルに炭素棒を電極として立てる。 $\text{Na}_2\text{SO}_4$  水溶液を浸したろ紙片を塩橋として両ウェルをつなぐ。炭素電極間の起電力、ウェル中での変化を観察させる。

### 鉛蓄電池

試薬：鉛板（いずれも1 cm×5 cm 程度、L字型に折っておく）、3.0 mol/l  $\text{H}_2\text{SO}_4$

実験操作：セルプレートの一つのウェルに3.0 mol/l  $\text{H}_2\text{SO}_4$  を2.5 ml 取り、2枚の鉛板を互いに接触しないように溶液に浸す。まず、両鉛板に電池をつないで充電する。その後電池を外して、両鉛板間の起電力を調べる。生徒用ワークシートには、実験操作のほか、充電と放電の際各極で起こる反応の式の記入欄をもうけ、あらかじめ記入させておく。充電の際、鉛正極表面で酸化物が生成することを確認させるとよい。

### 考 察

金属のイオン化傾向の学習に引き続いて、2種の金属を使って電池ができる例としてボルタ電池、ダニエル電池はわかりやすい。過酸化水素とヨウ化カリウムの電池は、金属を電極としなくても電池ができること、酸化還元反応と電池の関係を理解させるのに適している。

本報のセルプレートを用いる実験では、通常のピーカーを用いる実験に対し次の特色があった。

ア. 溶液の量（試薬の量、廃液の量）を少なくできる。

- イ. 電池の実験では導線や電極等を使うために通常支持具が必要であるが、本実験では必要ない。
- ウ. 短時間で電池が組み立てられる。
- エ. ピーカーを容器として電池をつくると、ピーカーを倒す危険があるが、セルプレートではそのような可能性はない。
- オ. 実験器具が小さいために、実験室ではなく通常の教室の机で効率良く実験できる。通常の教室での授業の中で実験を行うと、授業の流れを中断せずに進行できる。
- カ. 通常スケール実験では、さまざまな電池の実験を行うと長時間を要するが、スモールスケール実験は短時間でできるので、いろいろな電池の生徒実験が可能である。そのため、電池の構造、電池と酸化還元反応の関係、起電力、充電と放電等についての理解を深めることができる。
- キ. 非常に簡単に組み立てられる電池で起電力が得られ、長時間にわたってモーターがまわったり、IC メロディーがなったりすることに、多くの生徒が感嘆するとともに興味を示した。

謝辞 本研究は文部省科学研究費06680166および09680184により行ったものである。

### 文 献 と 注

- 1) 荻野和子, 化学と教育, 46, 516 (1998).
- 2) 荻野和子, 東海林恵子, 化学と教育, 46, 742 (1998).
- 3) 荻野和子, 東海林恵子, 金 和宏, 田嶋智子, 藤川卓志, 高橋匡之, 化学と教育, 49, 169 (2001).
- 4) 荻野和子, 田嶋智子, 東海林恵子, 金 和宏, 化学と教育, 49, 348 (2001).
- 5) 藤川卓志, 荻野和子, 化学と教育, 49, 458 (2001).
- 6) 金 和宏, 高橋匡之, 東海林恵子, 田嶋智子, 藤川卓志, 荻野和子, 化学と教育, 49, 494 (2001).
- 7) 東海林恵子, 荻野和子, 化学と教育, 49, 634 (2001).
- 8) 本実験は日本化学会第72春季年会(1997年3月), アジア化学会議(1997年5月, 広島), 平成9年度東北地区化学教育研究協議会, 1997年)等で発表したものである。

東海林恵子 Keiko Shoji

(仙台育英学園高校)

荻野 和子 Kazuko Ogino

(東北大学医療技術短期大学部)

[連絡先] 985-0853 多賀城市高橋浜居場 36-1 (勤務先)。

