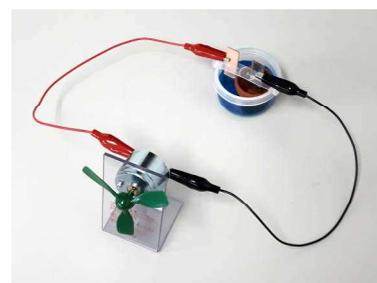


# ダニエル電池のマイクロスケール化

—素焼き容器を用いた方法の開発—

北海道立教育研究所附属理科教育センター 林 昭宏

[キーワード] ダニエル電池 マイクロスケール 個人実験



## 1 はじめに

新学習指導要領において、中学校理科第3学年「化学変化とイオン」では、「実用的な電池の例としてダニエル電池を取り上げ、例えば、その製作を行う。その際、硫酸亜鉛水溶液、硫酸銅水溶液、亜鉛板、銅板を用いて回路を形成すると、電圧が生じて電池になることを実験で確かめさせることなどが考えられる。」とされ、ダニエル電池が取り上げられるようになった<sup>※1)</sup>。また、高等学校化学基礎では、中学校での学びを踏まえ、酸化還元反応が電子の授受によることを理解させることをねらいとしている<sup>※2)</sup>。

当センターの研修講座では、500mLビーカーと市販の実験セットを用いて実験を行っているが(図1)、受講した先生方からは、「500mLのビーカーを複数個(班の数)そろえた場合、大量の電解液が必要となり、廃液の処理に手間がかかる。」「一人一人の生徒にじっくりと観察させ、何が起きているのか深く考察させたい。」といった声

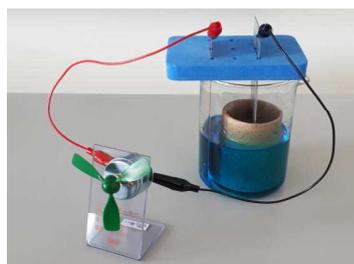


図1 従前の方法

が聞かれた。

このような意見を踏まえ、マイクロスケール化したダニエル電池を開発することとした。

## 2 材料

安価で入手しやすいもので作製することができるよう工夫した。素焼き容器は、市販されている小型の素焼き鉢を用いた。素焼き鉢は、インターネット通販等で10枚500円程度で入手可能である。銅板と亜鉛板は、予めカットされたものが教材として市販されている。

- ・素焼き鉢 1号(直径約3cm)
- ・タッパー(直径約5cm, 深さ約3cm, 蓋をして素焼き鉢が納まるもの)
- ・銅板(12mm×50mm×0.5mm)
- ・亜鉛板(12mm×50mm×0.5mm)
- ・0.5mol/L硫酸銅(II)水溶液
- ・0.5mol/L硫酸亜鉛水溶液

## 3 作製方法

- (1) 素焼き鉢に水抜き穴が開いている場合は、耐水性の接着剤(ホットボンド)等で穴を塞ぐ。
- (2) タッパーの蓋を中心を通るように幅1cm程度切り取り、切り取ったものに銅板と亜鉛板を差し込むための切り込みを入れる。素焼き鉢を固定することにより、電極ホルダーの役割を果たすようにした(図2)。

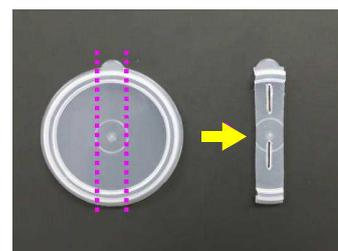


図2 電極ホルダーの作製

- (3) 0.5mol/L硫酸銅(II)水溶液をタッパーに5分目程度入れ、0.5mol/L硫酸亜鉛水溶液を素焼き鉢に7分目程度入れる。
- (4) 素焼き鉢をタッパーに入れ、(2)で作成した電極ホルダーを被せる。0.5mol/L硫酸銅(II)水溶液側に銅板、0.5mol/L硫酸亜鉛水溶液側に亜鉛板を差し込むことで、電池が完成する(図3、図4)。



図3 上面から見た電池



図4 側面から見た電池

#### 4 授業での実践例

高等学校における、マイクロスケール化したダニエル電池を用いた、探究的な学習の例を紹介する。

##### 課題の例

- ① 片方の電極を上下に動かしたとき、電子メロディの音はどうか。
- ② 電子メロディの音を大きくしたり、プロペラモーターを速く回転させたりするにはどのようにすればよいか。
- ③ 電流を流し続けると、銅板と亜鉛板の質量はそれぞれどのように変化するか。

①については、溶液と接する電極の面積の変化により電流が変わり、メロディのテンポや音程が変化する。

②については、電子メロディの音を大きくテンポも速くしたり、プロペラモーターを速く回転するためには電圧が高くなるとよいので、電池を直列に複数個つなぐ(図5)。

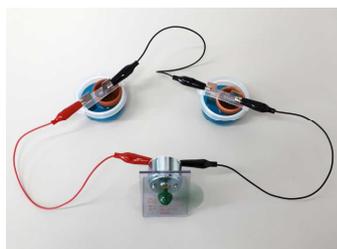


図5 接続方法の工夫例

③については、電極の質量の変化から流れた電子の物質量を求めることができる。このことから、電極における変化の量的関係について考察することもできる。

生徒のレポートには多数の驚きや発見が記載されており、「別の液体で実験したらどうなるのか興味があった」という記載もあった。本教材は金属板や試薬が少量で済むため、複数の電解

液や電極を組み合わせることで電池の特性を検証するなど、探究活動としての発展も考えられる。

#### 5 研修講座での実践

当センターで実施した中学校理科研修講座アドバンスにおいて、マイクロスケール化したダニエル電池を一人一つずつ用いた観察・実験を行った。

新学習指導要領では、「金属のイオンへのなりやすさが異なることと電子の移動する向きを関連させながら、電池の電極における変化についてイオンのモデルを用いて表現させることを通して、電極で生じた電子が回路に電流として流れることを理解させる。」とされている。<sup>※1)</sup>

講座では、はじめに一人一人が観察・実験を行い、電極の変化について個人で思考した。次にグループ内で電極の変化についてイオンのモデルを用いて協議し、さらに全体で発表し共有した(図6)。

受講した先生方からは、「ダニエル電池は仕組みが難しそうで抵抗感があったが、じっくりと観察・実験するこ

とで理解が深まった。」といった声のほか、「ペアやグループで電池を複数個つなぐ、直列回路や並列回路における電流や電圧に関する規則性について、第2学年の復習ができる。」といった声も聞かれ、中学校においても様々な活用法が考えられる。

#### 6 おわりに

本研究で開発した教材により、生徒一人一人が電池の基本的な仕組みについて、実感を伴った理解を図るための一助となることを期待するとともに、当センターの「化学実験教材パック」に加えたいと考えている。

また、本教材を授業で実践いただいた北海道千歳高等学校 飯嶋めぐみ教諭に感謝申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 文部科学省 中学校学習指導要領 解説理科編 2017
- 2) 文部科学省 高等学校学習指導要領 解説理科編理数編 2018 (はやし あきひろ 化学研究班)

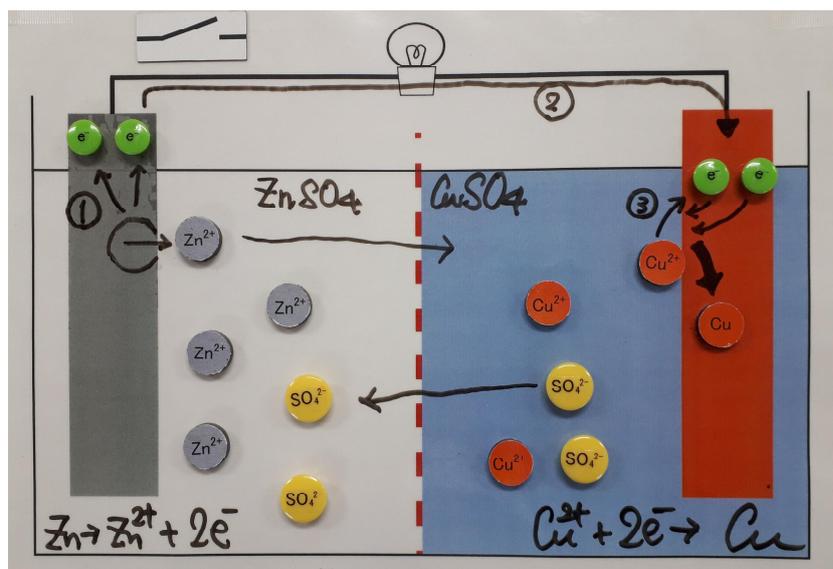


図6 イオンのモデルを用いた説明例