

派遣者番号	R4K15	氏名	北田 健
研究主題 —副主題—	ダニエル電池における電極の変化を観察する方法 —金属箔を用いたダニエル電池の開発—		
派遣先大学	東京学芸大学教職大学院	指導担当者	鎌田 正裕
所属	文京区立音羽中学校	所属長	齊藤 正富

キーワード： 中学校理科 ダニエル電池 金属箔 電極の変化 授業時間内

要旨： ダニエル電池を使用する一般的な生徒実験では、電池が放電するにつれて負極（Zn）が1授業時間内に黒く変色するのを観察する事は簡単である。しかし、負極の溶解や、負極反応によって亜鉛金属がイオンに変化することを生徒が認識することは容易ではない。この研究では、負極上で黒い物質が形成されるのは電池の反応によるもので無い事を明らかにし、1授業時間内に電極の変化が明確に分かる新しい教材「金属箔ダニエル電池」を開発した。そして、中学校第3学年の生徒に授業を行い、自由記述による事後アンケートを行った。この教材を用いた生徒の73.3%が負極（Zn）の形状の変化について言及した。従来の教材を用いた生徒は11.1%しか形状の変化について言及しておらず、70.4%の生徒は色の変化についてのみ記述した。このことから今回開発した教材は、これまで生徒にとって難しかった負極反応を観察することができる教材と言えることが分かった。

ダニエル電池における電極の変化を観察する方法 —金属箔を用いたダニエル電池の開発—

北田 健

1 目的

従来のダニエル電池では、授業時間内に Zn 板電極の形状の変化を観察することが難しい。また Zn 板電極が黒く変色する様子は容易に観察できるが、それをもって電極反応が起こったと言えるのか明確でない。この研究ではダニエル電池の電極での反応を Zn 板の黒い変色をもって説明することの妥当性を検証し、その上で Zn 箔 ($t=0.01$ mm) を用い 1 授業時間内に電極の形状変化を観察できる教材「金属箔ダニエル電池」の開発を行った。

2 Zn 極の黒い物質で説明をする妥当性の検証

2-1 方法

Zn 箔 ($t=0.03$ mm 純度 99.99 %) を用いて下記の条件①～④で Zn 箔の色の変化について調べた。水溶液の濃度は 5 wt% とし、セパレーターに透析用セルローズチューブを用い初期電流を測定し各 50 分間実験を続けた。③、④については蛍光 X 線分析装置 (XRF) を用いて変化後の物質の同定も行った。

- ① ZnSO₄aq に浸漬させた Zn 箔
- ② ダニエル電池の ZnSO₄aq に浸漬させた Zn 箔 (無放電)
- ③ ダニエル電池で使用し放電を行った Zn 箔
- ④ ③と同条件でセパレーターに寒天(飽和 KClaq)を付加した際 (図) の Zn 箔

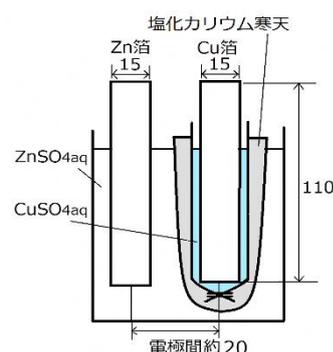


図 1 寒天使用の電池

2-2 結果

① Zn 箔の変化なし。② 黒い物質が発生。③ 73.4 mA : 黒い物質が発生。XRF で Zn と Cu を検出。④ 83.2 mA : 金属光沢が失われたがほぼ黒い変色なし。XRF で Zn を検出。Cu についてのピークはほぼなし。

2-3 考察

黒い物質はダニエル電池の電極として放電した③だけでなく、放電を行わなかった②でも発生した。これは CuSO₄aq 内に存在した Cu²⁺が濃度拡散によりセパレーターを透過し電極の Zn と反応して黒い物質ができたからと考えられる。この黒い物質は③の XRF の結果から Cu と、Zn を含む混合物であると言える。また、ダニエル電池として放電しても、④では黒い物質はほぼ発生しなかった。これらのことより、黒い物質が観察できたからといってダニエル電池の Zn 電極での反応を証明できるものではないという結論に至った。

3 変化を容易に観察できる電極形状の検討

3-1 方法

下記の条件①～③で Cu 箔 ($t=0.01$ mm) とセパレーターに透析用セルローズチューブを用いダニエル電池を作成した。初期電流を測定した後に、1 時間の中で Zn 箔の形状の変化が視認できるかを調べた。①～②では各水溶液の濃度を 5 wt% とした。

- ① 厚さ 0.5 mm の Zn 箔
- ② 厚さ 0.01 mm の Zn 箔

③ 厚さ 0.01 mm の Zn 箔、水溶液 ZnSO₄aq (0.5 mol/L) 、CuSO₄aq (飽和)

3-2 結果

①では 76.5 mA : 黒色の変化はあるが形状の変化は明確でない。②では 72.8 mA : 45 分後に Zn 箔電極の崩落を確認。③では 99.4 mA : 13 分後に Zn 箔電極の崩落を確認できた。

3-3 考察

③の条件を用いれば 1 授業時間内に Zn 電極の形状の変化を観察できると考えられる。

4 「金属箔ダニエル電池」(図)

4-1 開発した教材とその変化の様子

+側の電極に Cu 箔 (t=0.01 mm)、水溶液に CuSO₄aq (飽和)、-側の電極に Zn 箔 (t=0.01 mm)、水溶液に ZnSO₄aq (0.5 mol/L) を用いる。

従来の実験と同じように光電池用モーターを回したり電子オルゴールを鳴らしたりすることで電池から電気エネルギー

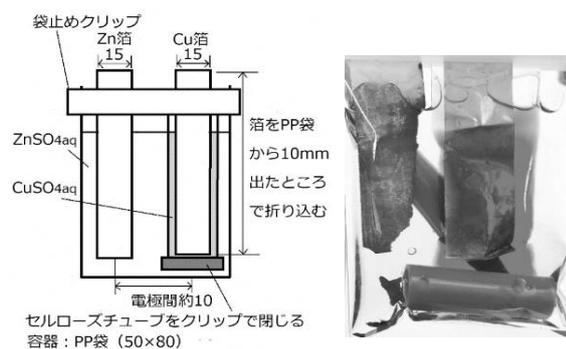


図2 金属箔ダニエル電池 図3 電極の様子



が取り出せることや、電極の極性を調べることができる。さらに回路を短絡させることで5分間の放電で Zn 電極がぼろぼろになる様子を観察できる (図3)。そして、袋止めクリップで透明度の高い PP 袋を止めているため手に持った状態で目の前で電極の変化を観察できる。また PP 袋を軽く押すことで電極に直接接触りその状態を確かめることもできる。

4-2 授業での実践と生徒の記述の比較

都内公立中学校3年生を対象に、本教材を用いた実験群 (60 人) と従来の実験装置で行った統制群 (27 人) について、Zn 電極の変化についての記述の比較を行った。

統制群では、2-3 でダニエル電池の電極反応を示すものでないと明らかになった色の変化のみに言及した生徒が 70.4%と大半を占めた。それに対して実験群では、ぼろぼろになったなど Zn 電極の形状の変化まで記述したものが 73.3%に達した。(図4)

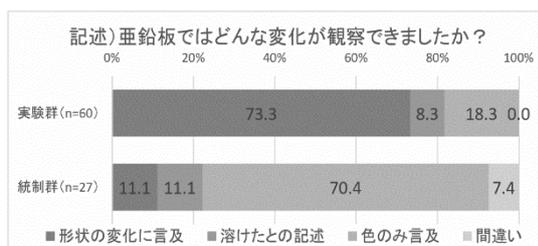


図4 観察結果の記述についての分析結果

5 まとめ

教材「金属箔ダニエル電池」を開発したことによって、Zn 電極の形状の変化を 1 授業時間内に明確に観察できるようになった。