

さまざまなダニエル電池の教材とその特徴 その1 教材カタログに掲載されているダニエル電池

○山口晃弘^A, 宮内卓也^B

品川区立八潮学園^A 東京学芸大学^B

【キーワード】理科教材, ダニエル電池, 化学教育, 粒子

1 どんな場面で使うのか

中学校学習指導要領の理科では、第3学年で「ダニエル電池を取り上げること」が示された¹⁾。

以前から高等学校の教科書に記載されているダニエル電池は、教材としては一般的で実践例は数多い^{2) 3)}。透析チューブ等、セロハンをセパレータにしたものが多く見受けられる。今回の学習指導要領の改訂を受け、教材カタログにはダニエル電池の新製品が掲載され始めている。

本稿では、新年度の教材カタログに掲載されているいくつかの製品の特徴を紹介する。

2 どんな教材なのか

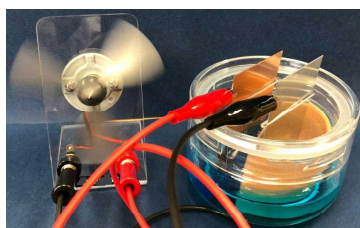
教材カタログでダニエル電池を調べると、金属板や低電圧モーター等も含め（試薬は別）、1台1万円弱が相場である。①は3800円で相場の半値以下だが、モーターを別に用意しなくてはならない。一方、⑤は2セットで2万円超だが、理振補助による購入ができる。

ちなみに、自作すればいくらぐらいでダニエル電池ができるだろうか。モーターの代わりに低電圧LEDを用いれば、10セットで数千円程度である⁴⁾⁵⁾。

教材① Kenis

「ダニエル・ボルタ電池」

- ・3,800円（税別）
- ・ガラス製容器、素焼き容器
- ・亜鉛板、銅板

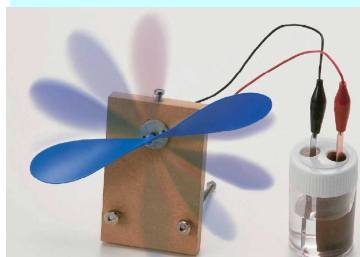


素焼き容器。低価格だが、モーター等は別売。

教材② SHIMADZU

ダニエル電池

- ・9,900円（税別）
- ・樹脂製容器、素焼き容器、半透膜
- ・亜鉛板×4、銅板×4
- ・プロペラ付きモーター、電子メロディ



素焼き容器と半透膜の両方が付属。モーター等も同梱。

教材③ UCHIDA

「ダニエル電池実験セット」

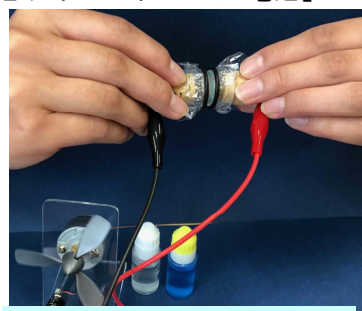
- ・9,800円（税別）
- ・樹脂製容器
- ・亜鉛板、銅板、半透膜×3
- ・電子オルゴール



半透膜で溶液を隔て、少量の液で済むよう工夫している。

教材④ NaRiKa 「乾電池サイズのダニエル電池」

- ・7,900円（税別）
- ・樹脂製本体×2組
- ・亜鉛片、銅片、アルミニウム片、鉄片×5
- ・ろ紙×25、セロハン×12、点眼びん×4
- ・リード線付きプロペラ付きモーター

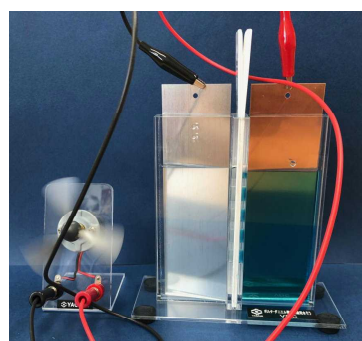


溶液は数滴でよく、低価格なのは長所。電極が分かれていて、合わせたときにだけ通電する。

教材⑤ YAGAMI

「ボルタ・ダニエル実験機」

- ・23,000円（税別）
- ・本体（樹脂製）×2、仕切り板×2
- ・半透膜×40
- ・亜鉛板×10、銅板×10
- ・プロペラ付きモーター×2



原理が視覚的にわかりやすい。大型の割りに溶液は少量で済むところもよい。

接続するモーターの選択には、注意が必要である。ダニエル電池の起電力では、光電池用モーターでも回転しないことがままある。その点、セット品のモーターは必ず動作する。

ただし、ボルタ電池に比較するとダニエル電池の起電力は強く、低電圧LED、電流計や電圧計、電子オルゴール等は確実に動作する。また、数時間以上、安定して動作し、通常の授業では十分である。

3 どんな授業の進め方をするのか

ダニエル電池の実験は生徒実験で行うのか、演示実験で行うのか、どちらがよいだろうか。学習指導要領解説では「ダニエル電池を取り上げ、例えば、その製作を行う」とあり、これを素直に読み解けば、電池を作るのは生徒である。

実際、演示実験を見せるだけより、生徒自らダニエル電池を組み立て、モーターを回す体験をした方が、その次時の「電極付近のイオンの移動」について考えさせる授業に無理なく進行させることができる。

ダニエル電池の実験は生徒実験で行うのが望ましい。

【生徒実験：セパレータは素焼き容器】→教材①②

化学史的にもっともオーソドックスな手法で、原理が説明しやすい。

【生徒実験：セパレータは半透膜】→教材②③④⑤

セパレータが半透膜タイプ（ビスキングチューブを用いている）の製品は、素焼き容器に比較すると、水溶液の量を減らせる長所がある。

特に、教科書の図の通りに金属板が並ぶ⑤は視覚的に原理が説明しやすい。特異的なのは④で別々の容器に入れた水溶液を半透膜と通して接したときにだけ電池として動作する。小型化や水溶液の少量化が図れる。

【演示実験】→教材⑤

演示実験としては、どの製品もサイズの厳しい。生徒を実験台の周りに集めるか、教材提示装置等を使って見やすくする等の工夫が必要である。

あえて言えば、他の4種類に比較すると⑤は2倍程度大きく見やすい。

電池として電流が取り出せることを示すためには以下のような機器を接続することが考えられる。

- ・電流計
- ・電圧計
- ・電子オルゴール
- ・発光ダイオード(低電圧)
- ・モーター(低電圧)

分かりやすいのは、LEDやモーター、電子オルゴールである。電流計や電圧計は指針で示すが、生徒へのインパクトは今一つである。

電流の流れる向きも調べたい。この場合、モーターは接続を逆にしても回転の向きが変わるだけで電流の向きは明らかにならない。電流計、電圧計、検流計は指針で、また、電子オルゴールと発光ダイオードは動作するかで電流の向きを調べることができる。

4 学びをより深めるには

授業でダニエル電池をつくらせる。

生徒実験であっても、材料さえそろってれば難しい実験ではなく短時間でできる。

50分授業の前半でモーターが回り出す。

授業では、まずは、実験を行い電圧が生じるという現象を明らかにさせた後、その次に電池の基本的な仕組みの理解させるのがねらいである。

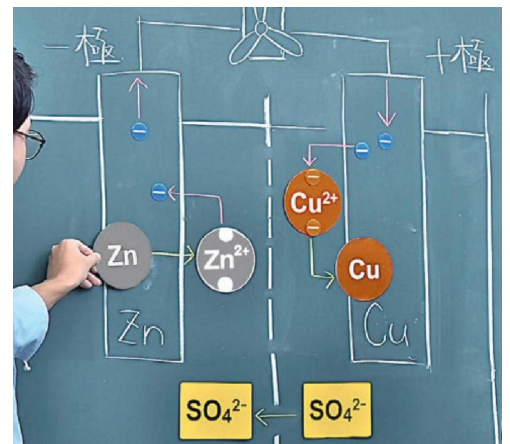
その際、生徒の理解を深めるためには、ダニエル電池の電極における変化について学習を進める。

以下の教材が役立つ。

教材⑥ Kenis 「ダニエル電池マグネット」

- ・12,000円
(税別)
- ・Zn/Zn²⁺ × 4、Cu/Cu²⁺ × 8、SO₄²⁻ × 3

黒板での演示に役立つ教材である。ダ



ニエル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説

磁石になっているパネルは黒板に貼り付けられる。位置は変えられる。

明しやすい。この場面では、教え込みになりやすいので、ホワイトボードを使う話し合い活動を取り入れたり、ワークシートの工夫をしたりしてほしい。ダニエル電池をつくる作業より、こちらの方が授業の中核である。

なお、中学校のこの段階では、セパレータの役割について深入りしない。

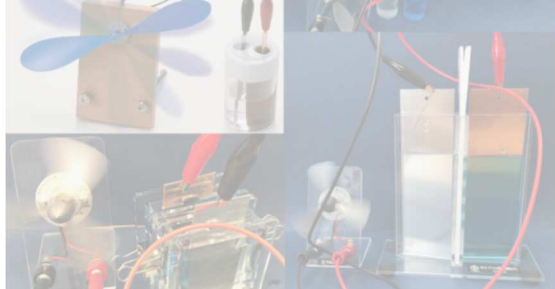
【参考文献】

- 1) 文部科学省, 中学校学習指導要領, 2018.
- 2) 松岡雅忠「ダニエル電池」, 化学と教育, 61, 238-239, 2013.
- 3) 宮内卓也「金属のイオンへのなりやすさとダニエル電池の製作」, 理科の教育, 67, 198-199, 2018.
- 4) 山口晃弘「市販の金属テープと素焼き製品を用いたダニエル電池」, 理科の教育, 67, 474-478, 2018.
- 5) 山口晃弘「数千円で10個作れる自作ダニエル電池」, 理科の教育, 68, 566-567, 2019.

さまざまなダニエル電池の教材とその特徴 その1

教材カタログに掲載されているダニエル電池

- 山口 晃弘 品川区立八潮学園
- 宮内 卓也 東京学芸大学



どんな場面で使うのか

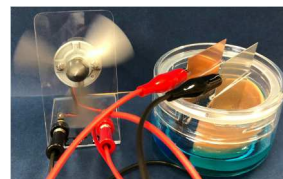
- 学習指導要領解説には「**ダニエル電池を取り上げ、例えば、その製作を行う**」とある。
- 以前から高等学校の教科書に記載されている。教材として、ダニエル電池は一般的で実践例は数多い。透析チューブ等、セロハンをセパレータにしたものが多く見受けられる。
- 今回の学習指導要領の改訂を受け、教材カタログにはダニエル電池の新製品が掲載され始めている。そこにあるいくつかの製品の特徴を紹介する。

市販教材の概要

- 教材カタログでは、金属板や低電圧モーター等も含め（試薬は別）、1台**1万円弱**が相場である。**3800円**で相場の半値以下のものがあるが、モーターを別に用意しなくてはならない。また**2セットで2万円超**のものもあるが、理振補助による購入ができる。
- 市販教材を購入するより、自作の方が安く上がる。低電圧LEDを用いた自作であれば、**10セットで数千円程度**である（資料あり）。

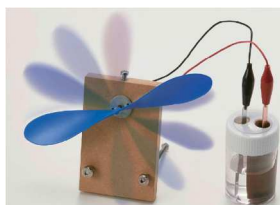
教材① Kenis 「ダニエル・ボルタ電池」

- **3,800円**（税別）
- ガラス製容器、素焼き容器
- 亜鉛板、銅板
- 素焼き容器。
- **低価格だが、モーター等は別売**



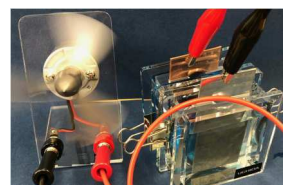
教材② SHIMADZU 「ダニエル電池」

- **9,900円**（税別）
- 樹脂製容器、素焼き容器、半透膜
- 亜鉛板×4、銅板×4
- プロペラ付きモーター、電子メロディ
- **素焼き容器と半透膜の両方が付属。モーター等も同梱。**



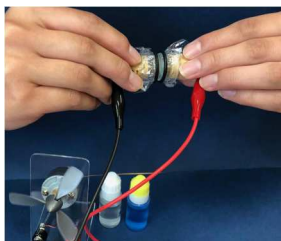
教材③ UCHIDA 「ダニエル電池実験セット」

- **9,800円**（税別）
- 樹脂製容器
- 亜鉛板、銅板、半透膜×3
- 電子オルゴール
- **半透膜で溶液を隔て、少量の液で済むよう工夫している。**



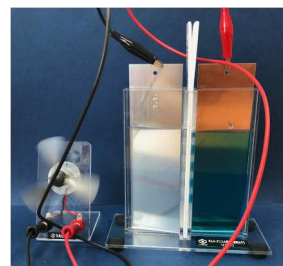
教材④ NaRiKa 「乾電池サイズのダニエル電池」

- 7,900円（税別）
- 樹脂製本体×2組
- 亜鉛片,銅片,アルミニウム片,鉄片×5
- ろ紙×25、セロハン×12、点眼びん×4
- リード線付きプロペラ付きモーター
- 溶液は数滴でよく、低価格なのは長所。電極が分かれています、合わせてとみにだけ通電する。



教材⑤ YAGAMI 「ボルタ・ダニエル実験機」

- 23,000円（税別）
- 本体（樹脂製）×2、仕切り板×2
- 半透膜×40
- 亜鉛板×10,銅板×10
- プロペラ付きモーター×2
- 原理が視覚的にわかりやすい。他の教材に比較すると大きい。

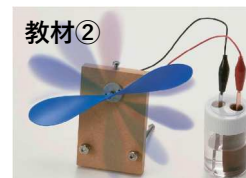


演示実験か、生徒実験か

- ダニエル電池の実験は生徒自ら行うのが望ましい。
- 見るだけより、実際にダニエル電池をつくる体験をする方が、次の「電極付近のイオンの移動」の考察が無理なくできる。
- 材料さえそろっていれば難しい実験ではなく短時間でできる。生徒実験としての難易度は低い。50分授業の前半でモーターが回り出す。
- まずは、実験を行い電圧が生じるという現象を明らかにさせた後、その次に電池の基本的な仕組みについて考えさせる。

生徒実験に向く市販教材はどれか セパレータが素焼き容器の場合

- 化学史的にもっともオーソドックスな手法で、原理が説明しやすい。

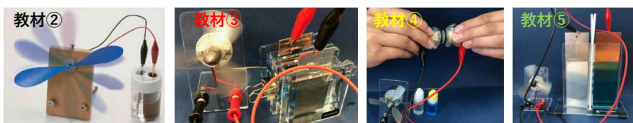
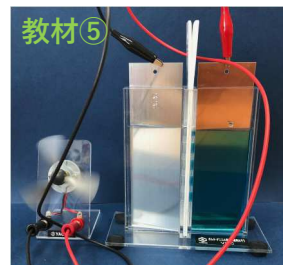


生徒実験に向く市販教材はどれか セパレータが半透膜の場合

- セパレータがセロハンの製品は、素焼き容器に比較すると、水溶液の量を減らせる長所がある。
- 特徴的なのは教材④で別々の容器に入れた水溶液を半透膜を通して接したときに電池として動作する。小型で水溶液の少量化が図れる。

演示実験に向く市販教材はどれか

- どの製品もサイズが小さく、生徒を実験台の周りに集めるか、教材提示装置等を使って見やすくする等の工夫が必要である。
- 他の4種類と比較すると教材⑤は2倍程度大きく見やすい。また、教科書の図の通りに金属板が並ぶので視覚的に原理が説明しやすい。



気づいたこと

- 接続する機器について
- モーターについて
- その他の教材

接続する機器について

- 電流計、電圧計
- LED(低電圧)



- 電子オルゴール
- 低電圧モーター



接続する機器について

- 分かりやすいのは、LEDやモーター、電子オルゴールである。
- 電流計や電圧計は指針で示すが、生徒へのインパクトは今一つである。
- 電流の流れる向きも調べたい。電流計、電圧計、検流計は指針で、また、電子オルゴールと発光ダイオードは動作するかどうかで電流の向きを調べることができる。この場合、モーターは接続を逆にしても回転の向きが変わるだけで電流の向きは明らかにならない。

接続する機器について

- 電流計、電圧計
- LED(低電圧)

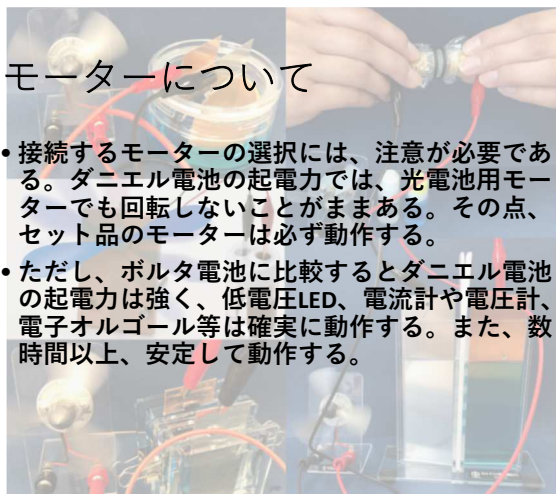


- 電子オルゴール
- 低電圧モーター



モーターについて

- 接続するモーターの選択には、注意が必要である。ダニエル電池の起電力では、光電池用モーターでも回転しないことがままある。その点、セット品のモーターは必ず動作する。
- ただし、ポルタ電池に比較するとダニエル電池の起電力は強く、低電圧LED、電流計や電圧計、電子オルゴール等は確実に動作する。また、数時間以上、安定して動作する。



その他の教材⑥ Kenis 「ダニエル電池マグネット」

- 12,000円 (税別)
- $Zn/Zn^{2+} \times 4$ 、 $Cu/Cu^{2+} \times 4$ 、電子 $\times 8$ 、 $SO_4^{2-} \times 3$
- ダニエル電池の電極における変化について、黒板でイオンのモデルを用いて説明できる。

