

1 どんな場面で使うのか

中学校学習指導要領の理科¹⁾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。

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)}。中でも透析チューブやセロハンを隔膜にしたものも多く見受けられる。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を紹介する。

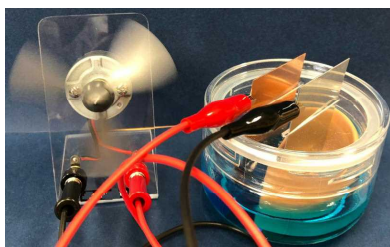
2 準備するものはなにか

教材カタログのダニエル電池は金属板や低電圧モーター等も含め、試薬は別にして、1台1万円弱が相場のようなようだ。(1)は一見、半値以下だが、モーターは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。モーターを別にすれば、10セット作っても1万円かからない程度である⁴⁾。

(1) Kenis ダニエル・ボルタ電池

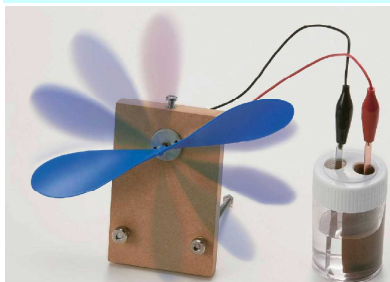
- ・3,800円 (税別)
- ・ガラス製容器、素焼き容器
- ・亜鉛板、銅板
- ・ミノムシクリップ付導線×2



素焼き容器。低価格だが、モーター等は別売。

(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



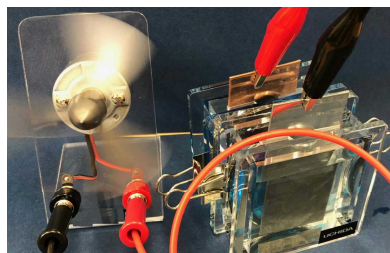
膜

- ・亜鉛板×4、銅板×4
- ・プロペラ付きモーター、電子メロディ、ミノムシクリップ付導線×2

(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、みのむしリード線×2

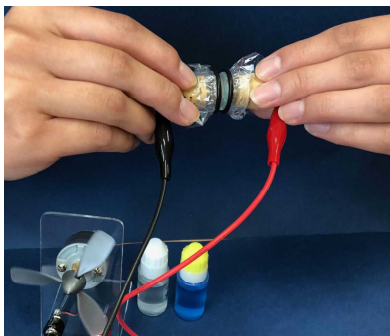
素焼き容器だが、付属の袋状の半透膜でも電池ができるところがおもしろい。



半透膜で溶液を隔てる。溶液が少量で済むように工夫している。

(4) NaRiKa 乾電池サイズのダニエル電池

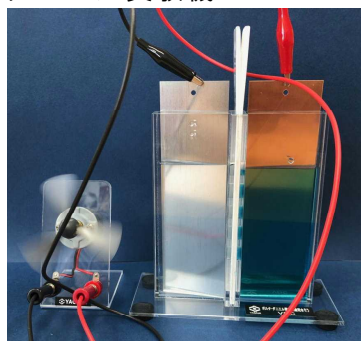
- ・7,900円 (税別)
- ・樹脂製本体×2組
- ・亜鉛片、銅片、アルミニウム片、鉄片×5
- ・ろ紙×25、セロハン×12、点眼びん×4
- ・リード線付きプロペラ付きモーター
- ・ミノムシクリップ付導線×2



低価格で、溶液は数滴でよいところは長所。原理がわかりにくいのが難点。

(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



タ×2

- ・ミノムシクリップ付導線×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。

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

それでも、接続するモーターの選択には、注意が必要である。光電池用モーターでも、ダニエル電池の起電力は弱く回転しないことがままある。その点、モーターとのセット品は心強い。

なお、中学校のこの段階では、隔膜の役割について深入りしない。

3 どんな授業の進め方をするのか

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、実験台の数だけ生徒が電池を作る授業を行うことになる。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、モータを回す体験をした方が、その次の「電極付近のイオンの移動」について考えさせることに無理なく進めることができる。

【生徒実験：隔膜は素焼き容器】→(1)(2)

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：隔膜半透膜】→(2)(3)(4)(5)

隔膜が半透膜タイプ（ビスキングチューブを用いている）の製品はいくつかの種類がカタログに掲載されている。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】→(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。

4 学びをより深めるには

授業でダニエル電池をつくる。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い。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の変化についてイオンのモデルを用いて説明させる。むしろこちらが授業の中核である。

その場面では以下の教材が役立つ。

(6) Kenis ダニエル電池マグネット

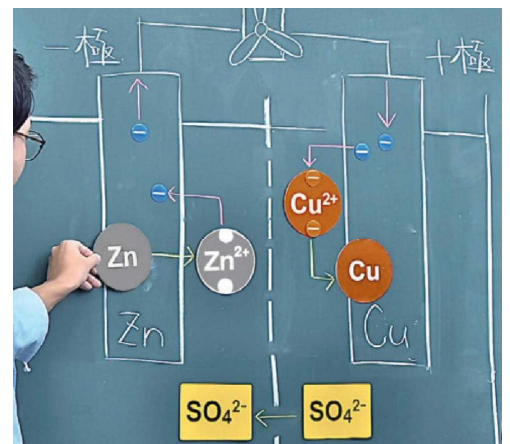
・12,000円

(税別)

・Zn/Zn²⁺×4、Cu/Cu²⁺×4、電子×8、S O4²⁻×3

グループごとにダニエル電池の

電極の変化についてイオンのモデルを用いて説明させるには、ワークシートやホワイトボードを使う等の工夫が必要となる。



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。

【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, 61, 238-239, 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, 61, 474-478, 2018.

やまぐち あきひろ (東京都品川区立八潮学園校長)