

電気エネルギーにかかる環境教育教材の開発について(Ⅱ)

山神 尚人

The Development of Environmental Education Materials for Electrical Energy (II)

Naoto Yamagami

昨今、エネルギー問題への関心が高まる中、環境教育の現場において、体験を通じてエネルギーへの理解を深めるための教材が求められている。そこで、電気エネルギーを対象とした環境教育教材の一つであるえんぴつ電池（充電電池）の製作方法について検討を行い、簡単かつ低価格で作ることができるようにした。

はじめに

2011年3月に起きた「平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震」の地震動と津波により、東京電力の福島第一原子力発電所で炉心溶融など一連の放射性物質の放出をともなった原子力事故が発生した。その影響を受け、関東地区では、計画停電が実施され、市民生活に多大な影響が発生した。

そのようなこともあり、昨今では、エネルギー問題、特に電気エネルギーへの関心が非常に高まっており、小中学校における環境学習においても、エネルギー問題をテーマとすることが多くなってきている。

かかる電気エネルギーに関する環境教育に使用される教材の一つとして「えんぴつ電池」がある。これは、えんぴつを電解質に浸したもので、えんぴつの芯が電極の役割を果たす。この電極に電圧を印加して電解質を電気分解すると、電極に発生した気体が付着した状態となり、燃料電池として働くものである。

作り方としては、えんぴつそのものを使用するもの^{1),2),3)}やえんぴつから芯を取りだして使用するもの⁴⁾、⁵⁾が知られている。また、電解質としては種々のものが用いられているが食塩水を用いるのが一般的である。

えんぴつ電池は、単純なしくみであるものの、環境学習の実践の場で使用する際には、事前にえんぴつの加工をしておかなければならないこと、食塩水が大量にいることなど面倒な点が多い。環境イベントのように多数の参加者に体験してもらう場合にはことさらである。

そこで、えんぴつ電池を簡単にかつ安価に作る製作方法について検討を行ったので報告する。

材料と製作

1. 材料

- えんぴつの芯（図1）

えんぴつの芯は、削ったり、燃やしたりすることにより周囲の不要な木を除去して得ることができるが、これらの方法では、非常に手間がかかるだけでなく、削り出す場合には芯まで削ってしまったり、燃やす場合には熱を掛けすぎて芯が非常にもろくなってしまうなどの欠点がある。

また、無駄な部分は、廃棄物となったりや余分なコストを発生させたりするので望ましくない。

そこで、今回の検討では、ペパ鉛筆工作用の芯（むき出しのえんぴつの芯）⁶⁾を採用し、半分の長さ（約9cm）にしてから使用した。

- ジッパー式ポリ袋（図1）

電解質溶液を入れる容器としては、コップを使用する事例が多いが、芯を固定しにくいことや液量が多く必要となることから、ジッパー式のポリ袋（50mm×70mm）を使用することとした。大きさは、縦の長さが芯の長さより少し短い大きさとした。

- 赤色発光ダイオード（図1）

えんぴつ電池を充電電池として使用する際、電気が蓄えられたことを確認する部材として発光ダイオードを用いた。発光ダイオードには、順電圧（ V_F ）という特性があるが、この順電圧以上の電圧を印加しないと発光ダイオードは光らないため、順電圧はできる限り低いことが望ましい。また、環境イベントは屋外で開催されることも少なくなく、発光ダイオードが光ったときの視認性も重要となる。以上のことを考慮して、高輝度赤色発光ダイオード（ V_F

1.7V 前後、輝度：12000mcd）を採用した。

- 輪ゴム（図 1）

電極であるえんぴつの芯に発光ダイオードを接続するために用いた。サイズは、#7（株式会社共和、内径 11mm、折径 17.5mm）⁷⁾のものを採用した。



図 1 えんぴつ電池の材料（食塩水以外）

- 食塩水

電解質溶液としては、安全性や入手性が容易である食塩水を用いた。1%、2%、5%、10%の濃度の食塩水を用いて、えんぴつ電池を制作し、蓄えられる電圧を確認したところ、全て約 2.3V となり、差は見られなかったことから、実験により濃度が減少しても影響がでることがない十分な濃度として、2%の食塩水を用いることとした。

- 手回し発電機（図 2）

制作したえんぴつ電池の動作を確認するためには充電をする必要があるが、環境学習の教材であることを考慮して、理化学教材として使用される手回し発電機（開放電圧：約 15V）を用いた。



図 2 手回し発電機

2. 製作

以下の手順により制作した。

- ① 1 本のえんぴつの芯に輪ゴムを 4 回巻き付けて取り付ける。（図 3）



図 3 輪ゴムの巻き付け

- ② 赤色発光ダイオード（LED）の曲がった方（カソード：発光ダイオードを光らせる際、一極に取り付ける方）の足を輪ゴムに差し込み、えんぴつの芯に取り付ける。（図 4）



図 4 えんぴつの芯と発光ダイオードとの接続

- ③ LED を取り付けした芯ともう 1 本の芯を離して袋に入れ、ジッパーを閉じる。（図 5）



図 5 2 本の電極（えんぴつの芯）の配置

- ④ スタンドにセットした後、食塩水をジッパーの近くまで入れる。ここで用いたスタンドは、食品包装用のラップの芯を適当な長さにカットしたものを

使用したが、筒状のものであればどのようなものでも構わない。但し、ガラスビーカーなどの割れやすい器具は、様々な対象者が訪れる環境イベントでの使用に適さない。（図6）



図6 食塩水の注入

⑤ポリ袋に食塩水が注入され、えんぴつの芯が浸ったら、えんぴつ電池が完成する。このときは、まだ充電が行われていないため、えんぴつ電池の両極間の電圧は0Vである。（図7）



図7 完成したえんぴつ電池

えんぴつ電池の使用

1. 電気を蓄える（充電：図8）

手回し発電機の黒色のクリップを輪ゴムの付いている芯に、もう一方には赤色のクリップを接続する。逆につないだ場合、えんぴつ電池に電気を蓄えることはできるが、充電状態を確認するために取り付けてある発光ダイオードには極性があるため、光らなくなってしまう。

また、電圧を確認したい場合にはテスターも接続し、充電後の電圧や発光ダイオードが光っているときの電圧変化を観察するようになる。

なお、手回し発電機を回すのをやめた後、すぐに接続しているクリップを外さないと、発光ダイオードが光らず、実験が失敗する。これは、蓄えられた電気が手回し発電機のモータに逆流し、えんぴつ電池の電圧が下がってしまうからである。

手回し発電機を回すのをやめた直後の電圧が2.2Vのとき、5秒後に手回し発電機のクリップを外した場合、えんぴつ電池の両極間の電圧は1.3Vに低下していた。

この現象を防止するためには、手回し発電機とえんぴつ電池との間にダイオードを直列に挿入して、蓄えられた電気が逆流しないようにすればよく、そうすることで、体験者が余分な手順に気を取られずに、実験に集中できるようになる。

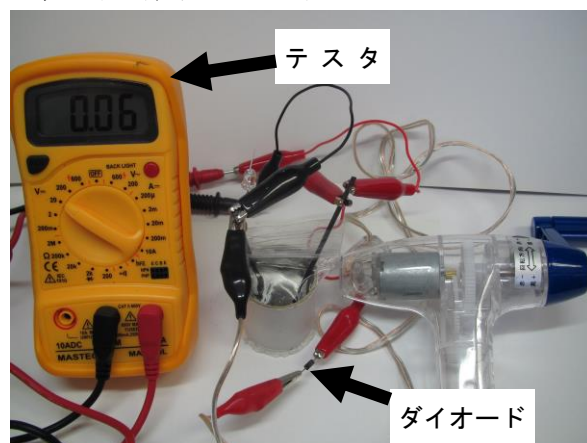


図8 えんぴつ電池の充電

2. 電気を使う（放電）

えんぴつ電池に蓄えられた電気を使うことによって、えんぴつ電池が充電電池として働いていることを確認できる。

赤色発光ダイオードを点灯させたり（図9）、別途用意したメロディーICを鳴動させたり（図10）することにより、えんぴつ電池の電気を使うことができる。

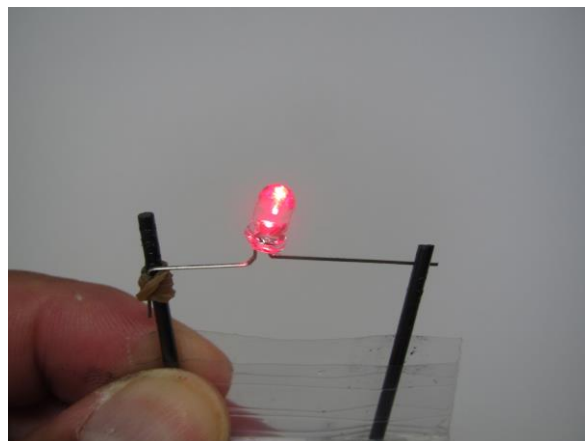


図9 赤色発光ダイオードの点灯

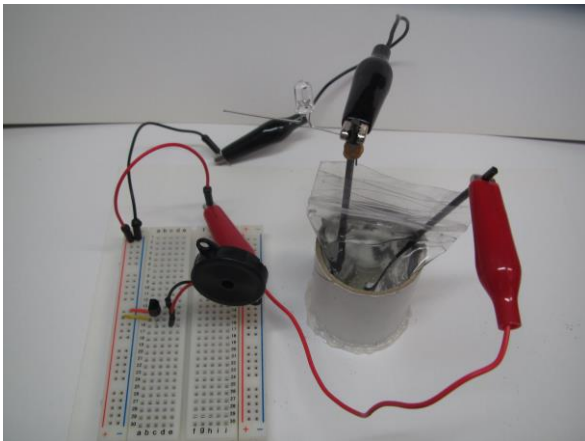


図 10 メロディーIC の鳴動

環境イベントでの実践

今回、開発したえんぴつ電池は、環境イベントにおける環境教育教材として、実際に供し、様々な世代の参加者に体験してもらった。（図 11、図 12）



図 11 平成 25 年度環境デーなごや



図 12 平成 25 年度名古屋市南区民まつり

まとめ

今回開発したえんぴつ電池では、製作ができるだけ簡便に行えるよう、使用する部材について検討を加えて、コンパクトな構成するとともに、製作過程における手間を軽減するように工夫した。具体的には、半分の長さとしたえんぴつの芯を 50mm×70mm のジッパー式ポリ袋入れる構成としたことで、全体のサイズを小さくでき、食塩水の使用量を低減できた。

また、充電確認用の発光ダイオードの接続に輪ゴムを使用することで、作業性を向上させることができた。そして、発光ダイオードのカソードを事前に折り曲げたことにより、慣れない者でも極性を間違えることなく、えんぴつ電池に接続することができるようになり、製作時間の短縮を実現できた。

環境イベントでは、通常、数百人の参加者に対応しなければならないが、短時間で体験できることや部材調達のコストを低減できることから、かかる多人数を対象とする環境教育への対応も可能となった。

文 献

- 1) えんぴつで燃料電池を作ろう！：
<http://kids.hokkaido-gas.co.jp/jiyu02.html>
- 2) えんぴつ電池をつくろう！：
<http://energy.eee.kagoshima-u.ac.jp/event/rika14/3.pdf>
- 3) とっても簡単！ 燃料電池の実験：
<http://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/032000/wkgprogramme/syo-pdf/syopro/syopro4-5.pdf>
- 4) 鉛筆電池を作ってみよう：
<http://www.geocities.jp/itconsenkids/craft/enpitu/enpitu.html>
- 5) 手作り電池・蓄電池：
<http://www010.upp.so-net.ne.jp/science/dennchi.html>
- 6) ペパ鉛筆用芯の購入方法：
<http://www.pepa.jp/pepa18-1-2.htm>
- 7) 標準バンドの寸法と本数：
<http://www.kyowa-ltd.co.jp/products/bandsize.html>