

電池の仕組みを考えよう

元筑波大学附属視覚特別支援学校中・高等部理科教諭 浜田志津子

はじめに

生徒にとって身近な電池について調べます。A：マンガン乾電池と、B：化学電池に分けて、生徒Sと教員Tのやりとりで実験を進めている様子を紹介します。

A：マンガン乾電池について（写真1～16）

I 乾電池（マンガン乾電池）を分解してみよう

乾電池と分解した乾電池を配布する。（写真1）

写真1

T「配布した右側のものは何か分かりますね。最近では、充電式のものが多いので、乾電池を知らない人も増えているかと思いますが、みなさんは使ったことがありますか。今日は、この乾電池を分解して、電池の仕組みについて考えたいと思います。いろいろな道具は、小さい部品でも、みんなその役割があるので、見つけたものは、それがどんな役割をするものなのかを考えながら調べていきましょう。



配布した右のものと左のものはどう違いますか。」

S「右は普通の電池で、左は壊れている。」

T「そうですね。左は、みなさんが仕組みを調べやすいように、一度分解し、組み立てたものです。手を切らないように気をつけて、どうなっているか調べてみましょう。一度分解した方を調べて、気づいたことがあったら、みんなに報告して下さい。」

（参考1参照）

写真2

S「上の方に、紙より少し硬い輪っかが乗っている。プラスチックかな。底の方を押すと、中から出てくる。（写真2）」

T「全部押し出して下さい。上のプラスチックの輪は取れてしまうので、豆腐パックに入れておいて下さい。」

S「外側は、金属の筒だけになった。出てきたものを見ると、外側にビニールが巻いてあるよ。」

T「どうしてここにビニールが巻いてあるのかな。」

S「ビニールを少しはがしてみたら、中は金属になっているよ。このビニールがないと。外側の筒の金属と内側の金属がくっついてしまうから、内側の金属



と外側の筒がくっつかないように、間にビニールを入れていると思う。」

S「もう一つ、さっき取った、上に乗ってた輪の役割も分かったよ。電池のプラス、上の方の出っ張っているところと、外側の筒がくっつかないようにするためにつけていたと思う。」

T「なるほど。では、そのビニールをはがしてみましょう。」

S「ビニールをはがしたら、底の方にもプラスチックの輪がついていた。輪の内側に丸い金属があった。あっ、役割が分かった気がする。」

T「説明して下さい。」

写真 3

S「乾電池は、この上の方の出っ張りがある方がプラスで、底の方がマイナスです。もし、プラスとマイナスの金属の周りに電流が流れないプラスチックの輪がないと、プラスの金属、外側の金属の筒、マイナスの金属が全部繋がって、電流が流れっぱなしになって、すぐに電池が使えなくなる。そうならないように、電流が流れないプラスチックの輪をはさんでいるんだ。そうすれば、導線でプラスとマイナスを繋いで回路を作ったときだけ電流が流れる。」



T「すばらしい考えですね。きっとそんな役割をしているんでしょう。」

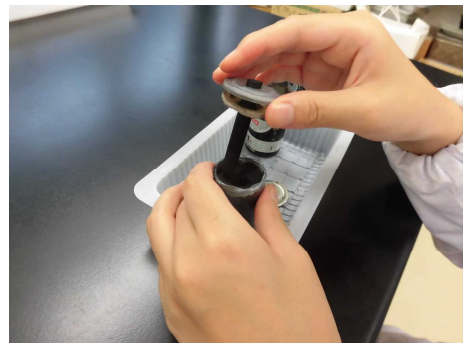
T「次に上の金属はずして、観察してみましょう。」(写真 3)

S「円形のプラスチックのフタがあって、真ん中に直径が 1 cm より少し細い棒がついている。鍋のフタみたい。」

写真 4

T「その鍋のフタのようなところをもって、引っ張り出して調べてみよう。」(写真 4)

S「棒が出てきた。この棒を爪でひっかくと、ちょっと削れるから、金属ではない。」



T「この棒はなんでしょう。この棒は電流が流れる？ 流れない？ 色は？」

S「この棒の上に電池のプラスになる金属が乗っていたし、この棒が刺さっていたプラスチックは電流が流れないものだから、この棒は電流が流れるもののはず。」

T「では、調べてみましょう。」

道具（電池、ブザー、導線）を配布し、回路を組ませる。(写真 5)

S「電流が流れる物質です。」

S「感光器で調べるとこの黒い机と同じくらい低い音なので、黒い色だと思う。」

T「そうです。この棒は真っ黒です。黒い色で、金属ではないけど電流が流れ、爪でひっかくと削れるもの。以前調べたものの中に、同じものはなかった？」

「炭素？大分前に電流が流れる物質を調べたときに、金属ではないけど鉛筆の芯は、電流が流れた。そのときに、鉛筆の芯や、シャープペンシルの芯は炭素だって教えてもらった。」

T「そうです。真ん中の棒は炭素棒です。炭素棒を引きぬいた周りはどうなものですか。」

S「そっと触ると硬い感じだけど、爪でひっかくと簡単に崩れる。それを指でつまんでこすり合わせると、すべすべした粉だった。」

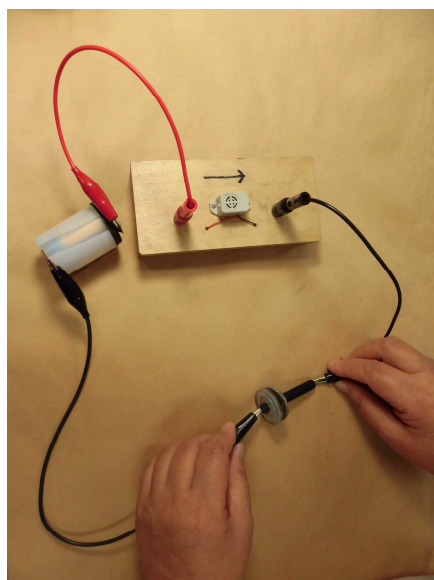
S「色はこれも黒だと思う。」

T「これまで使ったことがある黒い粉、どんなものがある？」

S「二酸化マンガン、酸素を作るときに使った。炭素、砂糖をこがしたときに出来た。炭素の粉は、酸化銅を還元して銅を取り出すときにも使った。酸化銅も黒い粉だった。酸化銀も黒い粉だった。」

T「黒い粉をいろいろ思い出しましたね。炭素棒の周りの黒い物は、二酸化マンガンと炭素粉末、塩化アンモニウム、塩化亜鉛に水を少し加えて練り固めたものです。正極合剤といいます。正極合剤が紙に包んで、金属の筒の中に入っていますね。金属の筒は亜鉛です。」

写真 5



II マンガン乾電池の要素を1つずつ取り除いて、ブザーが鳴るかを調べてみましょう。

さっき（写真5）使った、電池を除いて、ブザーと導線だけを使って、ブザーが鳴れば、電池の働きをしていることになります。

1 乾電池から取り出した亜鉛の筒と、正極合剤合剤入りのセルロースチューブ（参考2参照）ではどうか。

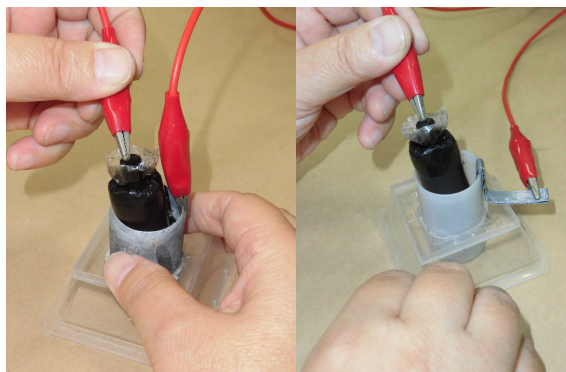
写真 6

写真 7

①亜鉛の筒をフィルムケース立て（参考3参照）に立てて、ブザーのーの端子に繋ぎ、＋の端子に繋いだミノムシクリップを炭素棒の先に接触させる。（写真6）

②ブザーが鳴るかを調べる。

③ブザーが鳴る。



2 亜鉛の筒を使わず、フィルムケースに亜鉛板を引っかけて、そこに正極合剤入りセルロースチューブを入れる。

① 1 と同様にブザーに繋ぐ。(写真 7)

② ブザーが鳴る。

3 正極合剤入りセルロースチューブを使わず、お茶パック（ポリエステル製）を開いて作り替えた袋を使う。

① お茶パック（ポリエステル製）を切り開いて、25 mm × 75 mm の袋（クリップシーラーを使うと、簡単に作れる）を作る。この他に、亜鉛板、炭素棒、二酸化マンガ（フィルムケース入り）、塩化アンモニウム水溶液（目薬ビン入り）、洗濯ばさみ、ロウト、を使う。

(写真 8)

使うものは、写真 8 の豆腐パックに入れて配布する。

② ロウトで袋に二酸化マンガを入れる。(写真 9)

その袋に炭素棒を差す。

③ 亜鉛板と②の袋を洗濯ばさみではさみ、フィルムケースに入れ、立てる。

④ 亜鉛板と炭素棒をブザーに繋ぐ。(写真 10)

⑤ 亜鉛板と炭素棒の間の袋をぬらすように、塩化アンモニウム水溶液をたらす。

⑥ ブザーが鳴る。

写真 9



写真 10

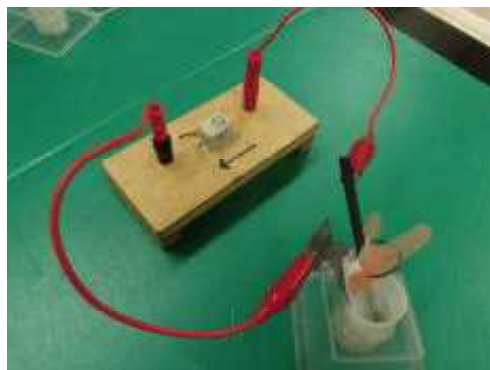


写真 11

4 3 の二酸化マンガを使用しないで、試してみる

① 3 の①～⑤と同じ要領で行うが、二酸化マンガを使わない。袋の代わりに、クッキングシートを使う。

(写真 11)

② ブザーが鳴る。



まとめ

この実験で、炭素棒と亜鉛、二つの接触を避けるためのシート、間にたらず塩化アンモニウム水溶液があれば、ブザーが鳴る事が分かりました。

ここで乾電池を調べたように、一人ずつ自分で実験します。生徒が自分で安心して操作できるようにします。分かったことを自分のことばで表現し、みんなで確認し、共有します。一人の知識や発見をみんなのものにすることを大切に、楽しみながらの実験を積み重ねていきます。

Bでは、電池の仕組みについて、さらに考えを発展させます。

参考1 マンガン乾電池を分解する方法

- ①電池の一番外側の筒をみると、1箇所繋ぎ目がある。その継ぎ目の＋側の端をニッパーでつまみ、ゼンマイを巻くようにしてニッパーの先に巻き付けていく。(写真12)
- ②全部を巻き取ると、外側の金属の筒からビニールを巻いた亜鉛の筒を取り出すことができる。
- ③端をニッパーで切り取った金属の筒は、切り口がささくれ立っているの、指を傷つけにくいように、技術室等のグラインダーで磨き金属のささくれを取り除く。

写真 12



参考2 正極合剤入りのセルロースチューブの作り方

- ①新しい乾電池を参考1の要領で分解し、正極合剤と炭素棒を取り出す。
- ②幅35mmのセルロースチューブを11cm切り取り、水で濡らして開いて管にする。
- ③片方の端から5mmに糸を巻いて、きつく結ぶ。
- ④フィルムケースから15mm幅の円を切り取る。円の切り開いて70mmの長さにする。
- ⑤セルロースチューブの開いていない方に、④の切り取ったフィルムケースを丸めて入れる。板バネのように広がろうとするので、セルロースチューブの口を広げていることが出来る。

写真 13

写真 14

- ⑥①で取り出した正極合剤一つ分、固く入れる。剤炭素棒を真ん中にいれ、糸できつく結び完成。
(写真13、14)

- ⑦この正極合剤入りのセルロースチューブは、塩化アンモニウムの飽和水溶液につけて、冷蔵庫で保管する。私は、10年以上前



に作ったものを今年も使っている。

参考3 卵豆腐の容器を利用したフィルムケース立ての作り方

①直径 30 mm の試験管の底近くをガスバーナーで加熱する。

②卵豆腐の容器の中心に①を押し当てる。(写真 15)

③フィルムケース立てが完成する。(写真 16)

写真 15



写真 16



B：化学電池について (写真 17～22)

1 いろいろな金属と塩酸との反応を比べてみよう

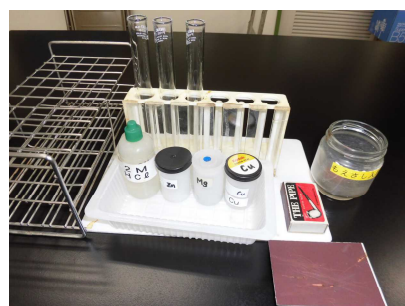
T「亜鉛、マグネシウム、銅と塩酸との反応を比べてみましょう。」

S「金属と塩酸が反応すると水素が発生するよ。水素を作るときにやったよ。」

T「そうですね。金属の種類に関わらず同じように水素が発生するのかを調べてみましょう。」

【準備】試験管立て 2 台、試験管 3 本、亜鉛・マグネシウム・銅の小片（亜鉛、銅は 5 mm 角程度、マグネシウムリボン は 8 mm）入りフィルムケース、2 mol/L 塩酸（点眼瓶入り）、マッチ、マッチストライカー、燃え差し入れ (写真 17)

写真 17 準備



①塩酸を入れる試験管の底から 3 cm のところを親指と人差し指ではさんで持つ。中指、薬指は試験管に添えるようにしてはさんで持つ。

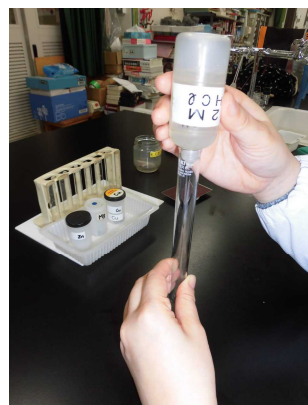
②塩酸の入った点眼瓶のキャップを外して逆さにして試験管に乗せ、点眼瓶の腹をゆっくり押す。試験管を持った手の薬指・中指の順に塩酸が入ってくる様子を冷感により感じ取り、液が入ってきたことを人差し指が感じたら、

ボトルを押すのをやめる。(最初の内は難しいが、だんだんと取りたい量を取れるようになってくる。)(写真 18) 同様に、残りの 2 本の試験管にも塩酸を入れ、試験管立てに仮置きする。

③②の試験管 1 本を別の試験管立てに立て、金属片 1 つを入れて様子を観る。気が発生した場合は、左手(利き手でない手)の親指で試験管の口を塞ぐ。

④気体の発生が終わったら、指で塞いだまま試験管立てに立てる。マッチストライカーを使って、右手だけでマッチに火をつけ、マッチを持った手を試験管立ての右端に乗せ試験管の方に倒し、試験管の口に近づけると同時に口を塞いでいた左手の親指を外す。水素なら、ポンッ!とかピュッ!と音をたてて燃える。慣れていない生徒や怖がる生徒は、無理をさせずに教員が手を添えたり、声かけをしたりして、徐々にできるようになることを目指す。

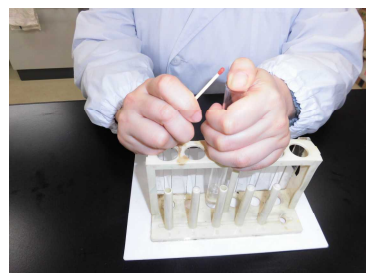
写真 18



参考 4 ③④の操作の前に次のように練習を行っておく

右手に火をつけていないマッチを持ち、その手を試験管立ての右端に乗せ、試験管立てに立てた試験管に向けて倒したときに、マッチの先が試験管の口にちょうど届くには、試験管を試験管立てのどの穴に立てるのが適切かを調べ、試験管を立てる穴を選んでおく。(写真 19)

写真 19



T「どんな様子ですか。」

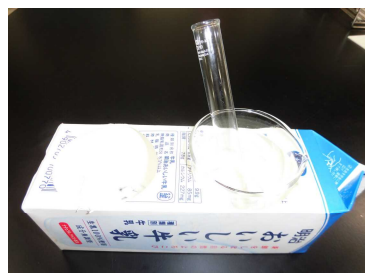
S「亜鉛を塩酸に入れたときは、耳を近づけて聞くと少しジュワジュワと気体が出る小さな音がするだけ。しばらく指でおさえてたけど、待っても中から親指を押す感じがなし、指が疲れたからマッチの火を近づけたけど水素だと確認できなかった。今もまだ、ジュワジュワと気体がでている。マグネシウムは、勢いよく気体がでて、すぐに終わってしまった。マッチの火を近づけたら、ポンッ!て大きな音がしたから水素だと分かったよ。銅は全く反応していない。かすかな音もしていない。」

T「亜鉛を入れた試験管をお湯につけて少し温めてみましょう。お湯を入れたビーカーをビーカー立てに立てて配ります。試験管を 1・2 分お湯につけて、音を聞いてみて下さい。(写真 20)」

S「さっきより音が大きくなった。あわがいっぱい出てると思う。」

T「気体の発生が激しくなったら、お湯から取り出し、親指で押さえて下さい。気体がいっぱいになって押

写真 20



さえているのが難しくなったら、塞いだまま試験管立てに立ててマッチの火を近づけてみて下さい。」

S「水素だと確認できました。銅を入れた試験管もお湯につけても良い？」

T「どうぞ、温めてみて下さい。」

S「銅は温めてもやっぱり何の変化もなかったよ。」

T「塩酸と反応して水素ができたのは、マグネシウムと亜鉛でしたね。塩酸中では塩化水素は電離して水素イオンになっていましたね。その水素イオンがどのようにして水素 H_2 になるのでしょうか。」

S「前に、塩酸を電気分解したときに陰極で水素ができたときと同じだと思う。

あのときは、水素イオン H^+ が陰極で電子を受け取って水素原子 H になって、それが2個結びついて水素分子 H_2 になったと考えた。今の場合は、マグネシウムを入れたときに水素ができたことで考えると、塩酸中の水素イオンが電子を受け取って水素原子 H になって、その水素原子 H が2個結びついて水素 H_2 になったと思う。水素イオンが受け取った電子はマグネシウムが出したんだ。マグネシウム Mg はマグネシウムイオン Mg^{2+} になって塩酸中にとけていったと思う。金属といっても、電子を出しやすいものと出しにくいものがあると思う。この3種の金属の中で、一番電子を出しやすいのはマグネシウム、その次が亜鉛、銅は電子をなかなか出さないと思います。」

T「そうですね。この実験で、一口に金属といっても、電子の出しやすさにちがいがあることが分かりましたね。」

2 金属板2枚で電子の動き（電流）が生じるかを調べよう

T「前回、亜鉛と炭素棒の間にクッキングペーパーをはさんでブザーにつないで、クッキングペーパーに塩化アンモニウム水溶液をたらしたらブザーが鳴りましたね。つまり電池ができたということですね。このときの、電子の動きはどうなっていますか。」

S「電子の動きは、電池の負極から出て回路を通して正極に入る向きです。乾電池の正極は炭素棒で、負極は亜鉛です。この前も亜鉛板を電池の負極としてブザーに繋ぎました。そうか、亜鉛板が電子を出していたんだ。きっと電子を出しやすいものが電池の負極になるんだ。」

T「2で調べた3種類の金属、亜鉛、マグネシウム、銅の2種類ずつを使って、生じる電圧（回路に電流を流そうとするはたらきの大きさ）を調べてみましょう。どんな組み合わせがありますか。」

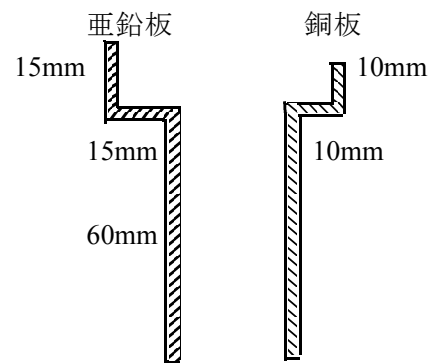
S「亜鉛と銅、亜鉛とマグネシウム、銅とマグネシウムの3つです。」

T「そうですね。では、その組み合わせで、調べてみましょう。」

【準備】亜鉛板 90 mm × 22 mm 2枚、銅板 80 mm × 22 mm 2枚、マグネシウムリボン 80 mm 2本、クッキングペーパー 70 mm × 30 mm 3枚、洗濯ばさみ 3個、フィルムケース 3個、フィルムケース立て 3個、飽和食塩水（点眼瓶入り）、音声付電

圧計、ミノムシクリップ・バナナプラグ付き導線 2 本、亜鉛板と銅板は図 1 のように折り曲げ、マグネシウムリボン は 20 mm で折り曲げてある。

図 1



- ① 2 種類の金属板は折り曲げてある方を上にして、金属板同士が接触しないように間にクッキングペーパーをはさんで折り曲げてある近くを洗濯ばさみではさむ。
- ② ①のように 3 つの組み合わせで作り、フィルムケースに立て、フィルムケース立てに立てる。(写真 21)
- ③ 導線で金属板を電圧計に繋ぎ、金属板の間のクッキングペーパーに食塩水をたらして、電圧を読み取り、記録する。

T 「③のとき、どちらが負極になるかを考えて電圧計に繋いで下さい。」

S 「負極になるのは亜鉛と銅では亜鉛、亜鉛とマグネシウムではマグネシウム、銅とマグネシウムではマグネシウムです。I の実験で水素を出しやすいものが電子を出しやすい金属だと思うからです。」

T 「そうですね。表 1 が中

3 のみなさん 12 人の実験の結果を集めたものです。予想通りの結果になりましたね。全員、表の左側の金属を負極に繋いでいたので、音声付電圧計が『マイナス〇〇』と読み上げることはありませんでしたね。すばらしいですね。」

表 1 中 3 生徒の実験結果 (単位: V)

Zn : 亜鉛 Cu : 銅 Mg : マグネシウム

	Zn－Cu	Mg－Zn	Mg－Cu
1	0.76	0.62	1.32
2	0.68	0.67	1.26
3	0.84	0.61	1.33
4	0.62	0.62	1.18
5	0.67	0.63	1.30
6	0.73	0.67	1.38
7	0.68	0.58	1.35
8	0.73	0.60	1.35
9	0.72	0.68	1.32
10	0.72	0.65	1.34
11	0.70	0.64	1.30
12	0.71	0.67	1.32

写真 21



3 化学電池を作ろう

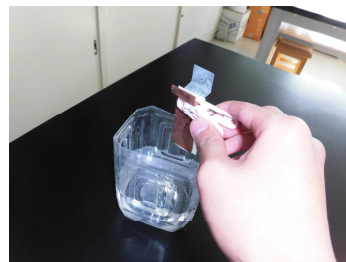
(1) ボルタ電池

銅板と亜鉛板が接触しないようにして硫酸に浸し、銅板と亜鉛板を導線で繋いだ電池です。

【準備】 3 の亜鉛板、銅板、クッキングペーパー、洗濯ばさみ、フィルムケース、フィルムケース立て、 1 mol/L 硫酸（点眼瓶入り）、 3% 過酸化水素水（点眼瓶入り）、導線、音声付電圧計、電子ブザー、 2 L ペットボトルを上下に切ったものの下半分

- ①亜鉛板、銅板を図 1 のように折り曲げる。（亜鉛板は本校で使用しているものは点字印刷に使用した亜鉛板で、点字がついているのですぐに分かるが、曲げる深さを変えておくと、点字がついていない部分でも、浅い方が銅板というようにすぐ分かる。）
- ②亜鉛板と銅板が接触しないように間にクッキングペーパーをはさみ、折れ曲がっている近くを洗濯ばさみではさんで、フィルムケースに立て、フィルムケース立てに立てる。
- ③亜鉛板と銅板を電圧計につなぎ、クッキングペーパーに硫酸を 2、3 滴たらす。
- ④電圧を読み、亜鉛板と銅板のどちらが正極か負極か調べ、電圧計をはずして、電子ブザーにつなぐ（電子ブザーは極性があるので逆向きにつなぐと鳴らない）。3 の実験を終えた生徒は、③④の操作は不要です。
- ⑤ブザーの音が小さくなったら、クッキングペーパーに過酸化水素水を 2、3 滴たらしすと、また、ブザーの音が大きくなる。
- ⑥ペットボトルを切ったものに水を半分ほど入れておく。実験が終わった後は、導線ははずし洗濯ばさみを持って、ペットボトルの上で洗濯ばさみを開いて硫酸のついたクッキングペーパーをはさんだ金属板を水中に落とす。（写真 22）金属板を水洗いをして取り出す。片付けも簡単に終了する。

写真 22



(2) ダニエル電池

ダニエル電池は、ボルタ電池のように分極で電圧低下が起こらないように改良されたものです。硫酸亜鉛水溶液と硫酸銅水溶液を半透膜で仕切り、亜鉛板と銅板をそれぞれにつけ導線でつないだものです。

【準備】 3 と同じ亜鉛板、銅板、クッキングペーパー 2 枚、セルロースチューブ幅 $32\text{ mm} \times 80\text{ mm}$ 、洗濯ばさみ、フィルムケース、フィルムケース立て、

1 mol/L 硫酸銅水溶液（点眼瓶入り）、 0.1 mol/L 硫酸亜鉛水溶液（点眼瓶入り）、導線、電子ブザー、 2 L ペットボトルを上下に切った下半分

- ①ボルタ電池と同じように曲げた亜鉛板と銅板を図 2 のように、亜鉛板、クッキングペーパー、セルロースチューブ、クッキングペーパー、銅板の順に重ね、ボルタ

電池同様に曲げた近くを洗濯ばさみではさ

む。図2のように、セルロースチューブを高くしておく。乾いているセルロースチューブは少し硬いので生徒が扱いやすい。

②①をフィルムケースに立て、フィルムケース立てに立てる。

③銅板を電池の正極とし、亜鉛板を負極としてブザーにつなぐ。

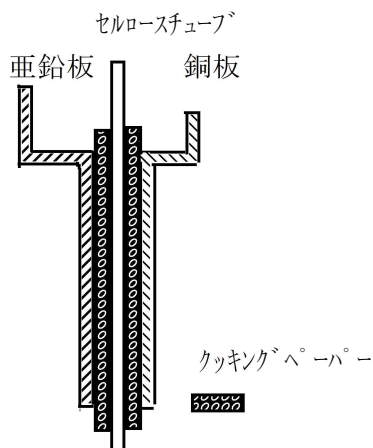
④銅板側のクッキングペーパーに硫酸銅水溶液を2、3滴たらす。亜鉛板側のクッキングペーパーに硫酸亜鉛水溶液を2、3滴たらす。

⑤ブザーの音が小さくなるまでの時間をボルタ電池と比べる。

⑥ブザーの音は、なかなか小さくならないので適当なところで実験終了とする。

⑦ペットボトルを切ったものに水を半分ほど入れておく。実験終了後、導線はずし洗濯ばさみを持って、ペットボトルの上で洗濯ばさみを開いて金属板を水中に落とす。金属板を水洗いをして取り出す。片付けも簡単に終了する。

図2



4 まとめ

この実験では硫酸も使いますが、濃度が小さい上に、使う量も 0.5 mL 程度ですから安全です。生徒が安心して自分で実験ができます。今回の実験を通して、生徒自身が考えながら自分で実験し、楽しみながら電子の流れを作り出す仕組みを考えることができていました。片付けも含め、しっかりと自分でできたことにも満足すると思います。