

1 はじめに

「酸化と還元」は、私たちにとって身近な現象である。燃焼や金属のさびなどは日常生活の中にある。また、化学カイロや化学電池は酸化還元反応を利用した身近な例である。酸化と還元は中学校では酸素の授受を中心に学習し、これは知識として定着している。高校では、さらに水素の授受や電子の授受といった新しい観点を基に学習するため、酸素の関わらない酸化還元反応が登場する。すると、生徒は混乱し理解が難しくなるようである。授業後に生徒に感想を聞いてみると、「イメージができない」、「よくわからない」という回答があった。特に電子の移動に関わる分野で理解が深まらないようである。

そこで、今回の研究では酸化還元分野において、現象を視覚的にとらえられるような実験教材を工夫する。

2 研究方法

- (1) 呈色反応皿を利用した金属のイオン化傾向の実験
- (2) 生徒実験用アクリルケースの製作
- (3) アクリルケースを利用した金属間の電子の移動の実験
- (4) アクリルケースを利用した電池の実験
- (5) アクリルケースを利用した電気分解の実験

3 研究内容

(1) 呈色反応皿を利用した金属のイオン化傾向の実験

ア 準備

金属のイオン化傾向の授業の中で、銀樹、銅樹の演示実験を行ったところ、「変化は面白いのだけれど、何が起きているのかわからない」、「なぜそうなるのかイメージできない」、「イオン化傾向の順番がわからない」などの意見があった。そこで、変化のないものも含めて、金属樹の生成を観察させたいと考えた。班別に実験を行うため、金属板や試薬の使用量が少なくなるように呈色反応皿を利用する。

マグネシウム、アルミニウム、亜鉛、鉄、鉛、銅を 3mm×3mm 程度の大きさに切り取ったものを、呈色反応皿の中央に置き、そこに金属イオンを含む水溶液を滴下し変化の様子を観察した。

硝酸銀(I)水溶液を滴下し、しばらく

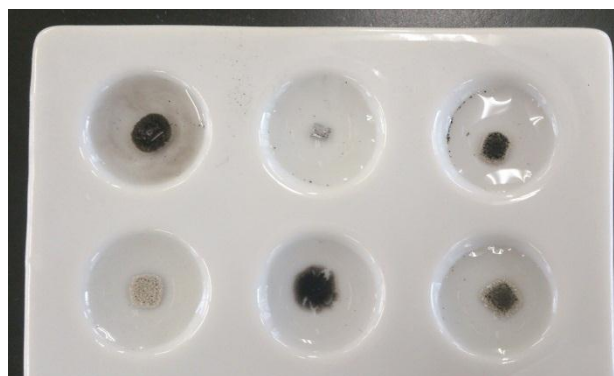


図1 硝酸銀(I)水溶液との反応
上段 Mg(左), Al(中), Zn(右)
下段 Fe(左), Pb(中), Cu(右)

く静置する (図 1)。アルミニウム (図 1 上段中) を除いて銀樹の生成が見られた。生成した銀樹をルーペ (× 25) で拡大して観察すると、銀樹が針状に成長する様子が見られた (図 2)。

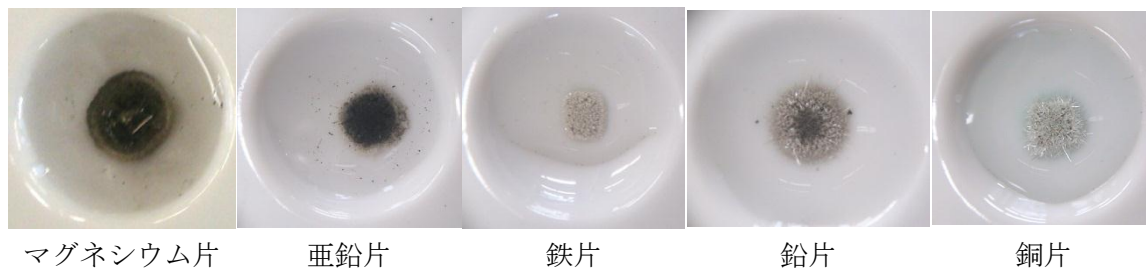


図 2 銀樹 (ルーペで観察した様子)

硫酸銅(II)水溶液を滴下し、しばらく静置する (図 3)。マグネシウム (上段左)、亜鉛 (上段右)、鉄 (下段左) は銅樹の生成がみられた。鉛 (下段中)、はわずかであるが、銅樹の生成がみられる。硫酸銅 (II) 水溶液を使用したために、鉛 (II) イオンと硫酸イオンにより、硫酸鉛 (II) が鉛の表面に生成して、銅樹の生成を妨げていると考える。アルミニウム (上段中)、銅 (下段右) は変化が見られない。生成した銅樹をルーペ (× 25) で拡大して観察した (図 4)。

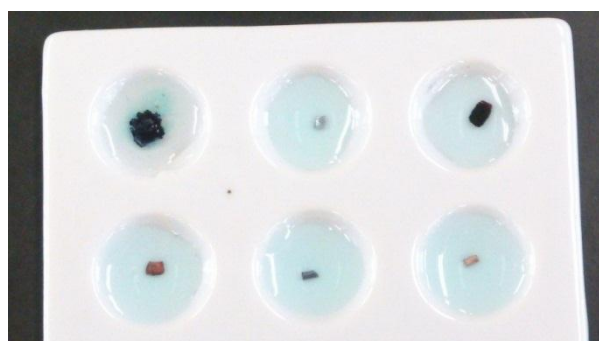


図 3 硫酸銅(II)水溶液との反応
上段 Mg(左), Al(中), Zn(右)
下段 Fe(左), Pb(中), Cu(右)

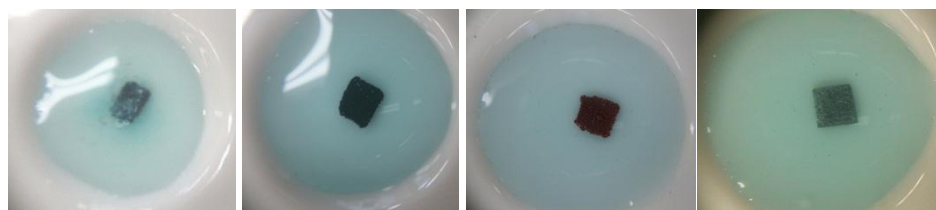


図 4 銅樹 (ルーペで観察した様子)

硝酸鉛(II)水溶液を滴下し、しばらく静置する (図 5)。マグネシウム (上段左)、亜鉛 (上段右) は鉛樹の生成がみられた。鉄 (下段左) はわずかであるが、鉛樹の生成がみられる。アルミニウム (上段中)、鉛 (下段中)、イオン化傾向が鉛より小さな銅 (下段右) は変化が見られない。

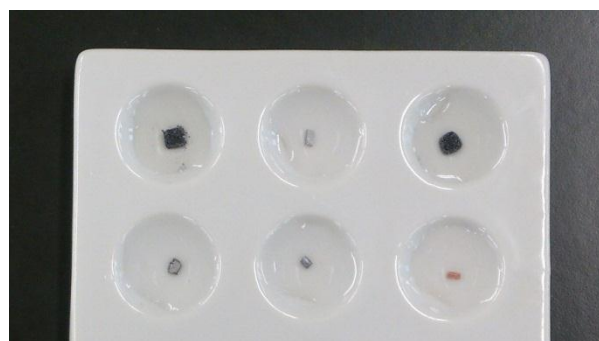


図 5 硝酸鉛(II)水溶液との反応
上段 Mg(左), Al(中), Zn(右)
下段 Fe(左), Pb(中), Cu(右)

以上の結果により、使用する金属はマグネシウム、亜鉛、鉄、銅の 4 種類とし、水溶液は硝酸銀 (I)、硫酸銅 (II)、硝酸鉛

(II), 硫酸亜鉛, 硫酸マグネシウム, 塩酸の6種類を使用することとした。

イ 授業での実践

実験プリント(図6)に沿った授業を行った(図7)。事前の授業で、金属樹の生成の演示実験を行っていたが、これでは金属のイオン化傾向との関連がよくわからないようであった。実験を通して、金属のイオン化傾向の大きなものはイオンになりやすく、小さなものはなりにくいことをほとんどの生徒が理解できたようである。実験後の後片付けは、廃液の量が少ないので比較的簡単に行うことができた。

今回は、水溶液と金属片の組合せをプリントで指定して行ったが、この組み合わせを生徒に考えさせ、結果を予想させてから実験を行うこともできると考える。

化学I実験プリント 金属のイオン化傾向

目的 金属には、水溶液中で電子を失って陽イオンならうとする性質があり、これを金属のイオン化傾向という。イオン化傾向の大きさは金属によって異なる。金属のイオン化傾向の違いをいくつかの方法で確認する。

準備 亜鉛片、銅片、鉄片、マグネシウムリボン、0.1mol/L 硝酸銀水溶液(AgNO₃)、0.1mol/L 硫酸銅水溶液(CuSO₄)、0.1mol/L 硝酸鉛水溶液(Pb(NO₃)₂)、0.1mol/L 硫酸亜鉛水溶液(ZnSO₄)、0.1mol/L 硫酸マグネシウム水溶液(MgSO₄)、2mol/L 塩酸(HCl)、紙やすり、ルーペ

方法
 ①下記の結果のように呈色反応皿の各くぼみの中央に金属片を入れる。
 ②下記の結果のように呈色反応皿の各くぼみにスポイト瓶の水溶液を4～5滴入れ、しばらく静置し、変化の様子を記入する。変化があるものについてはルーペで拡大して観察する。

結果 上記実験の結果を記入し、イオン化傾向の大小を記入しなさい。

	マグネシウム (Mg)		亜鉛 (Zn)		鉄 (Fe)		銅 (Cu)	
硝酸銀水溶液 AgNO ₃	Ag	Mg	Ag	Zn	Ag	Fe	Ag	Cu
硫酸銅水溶液 CuSO ₄	Cu	Mg	Cu	Zn	Cu	Fe	Cu	Cu
硝酸鉛水溶液 Pb(NO ₃) ₂	Pb	Mg	Pb	Zn	Pb	Fe	Pb	Cu
硫酸亜鉛水溶液 ZnSO ₄	Zn	Mg	Zn	Zn	Zn	Fe	Zn	Cu
硫酸マグネシウム水溶液 MgSO ₄	Mg	Mg	Mg	Zn	Mg	Fe	Mg	Cu
塩酸 HCl	H ₂	Mg	H ₂	Zn	H ₂	Fe	H ₂	Cu

考察
 ①この実験で使った金属(水素を含む)のイオン化傾向を大きい順に並べなさい。
 () > () > () > () > () > () > () > ()

組 番 氏名 _____



図7 生徒実験結果

図6 実験プリント「金属のイオン化傾向」

授業後の生徒の感想

- ・金属樹の生成は、今回の方がよかった。イオン化傾向との関係がわかりやすい。
- ・銀が銀色に見えないのが不思議だった。
- ・変化が起こらないものをやったので、比較がしやすかった。
- ・変化が分かりにくいものがあった。
- ・数が多いので、わかりにくい。
- ・銀樹は前回の方がきれいだったので、残念。ルーペで観察するときれい。

(2) 生徒実験用アクリルケースの製作

ビーカーを利用して電池の実験を行うと、電解質溶液の使用量が多くなってしまいうので、廃液の処理が大変である。電解質溶液の使用量を少なくすると、変化のおこる部分が狭い範囲になってしまい、現象を観察しにくい。そこで、アクリル板を使用して、電解質溶液の使用量を減らし、観察しやすい容器を製作する。

2 mm 厚のアクリル板を縦 65mm×横 75mm に切り取ったものを 2 枚用意する。5 mm 厚のアクリル板を、幅 5 mm で長さ 70mm のものを 2 本、65mm のものを 1 本用意する。切断する際、アクリル専用のカッターでは切断面に凹凸ができるので、電動のこぎりを利用するとよい。電動のこぎりの

刃はアクリル専用のものがあるが、木材加工用でも切断できる。切断の際、刃が高温になってしまうとアクリルが融けて切断面が汚くなるので、あまり連続で切らないほうがよい。アクリル棒も市販されているが、アクリル棒は断面が平面ではないので、

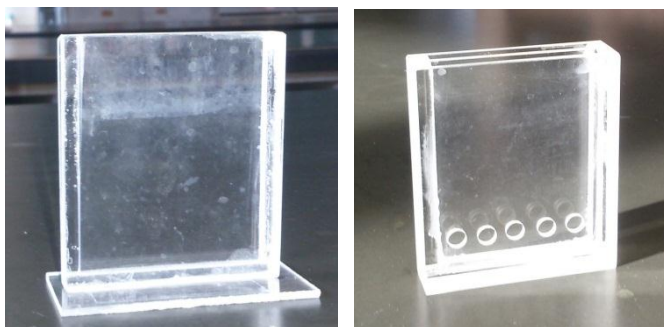


図8 アクリルケース

接着後の水漏れが心配なので使用しなかった。切り出した材料を、アクリル用の接着剤で張り合わせる。切断面は凹凸があるので接着面にしなかった。専用の接着剤は溶剤なので、隙間を埋めることができない。水漏れする箇所は、アクリルの切りくずを隙間に入れ、接着剤を流し込んだ。

このようにして作成したもの（図8左）と、穴をあけたアクリル板を挟む形で作成したもの（図8右）を用意した。

(3) アクリルケースを利用した金属間の電子の移動の実験

ア アクリルケースを利用した電位差の測定

異なる金属間の電子の移動の実験は、教科書などでは金属片とペトリ皿を用いたものがよく紹介されている（図9）。同様の実験を、金属板とアクリルケースを用いて行う。アクリルケースに硝酸カリウム水溶液を 10mL 程度入れ、2 種の金属板を差し替え電子の移動を測定する。こちらの形のほうが、のちに続く電池の原理につながりやすいと考える（図10）。

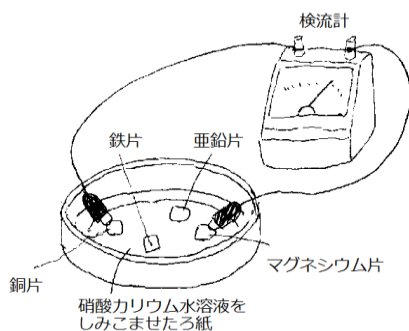


図9 ペトリ皿を用いた異なる金属間の電子の移動

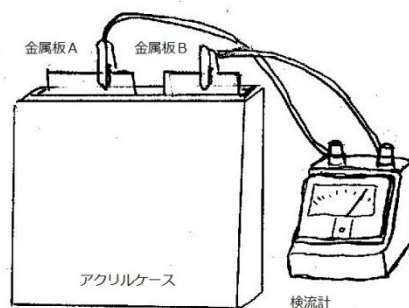


図10 アクリルケースを用いた異なる金属間の電子の移動

金属板としてマグネシウム、アルミニウム、亜鉛、鉄、鉛、銅を用意した。アルミニウムは金属のイオン化傾向通りの結果が得られないことがあった。ほかの金属の組合せで電流の方向を調べると、金属のイオン化傾向通りの結果が得られる。また、測定される電圧は標準電位差から求められる値より小さい。そこで、使用する金属板はマグネシウム、亜鉛、鉄、鉛、銅とし、電流の方向だけ観察することとした。

イ 負極板の溶解を表現する

金属間の電子の移動の実験では、金属板の表面の変化はわかりにくい。生徒は、電流が取り出せることは理解できるが、実際の変化は実感できないと考える。そこで、負極に用いられる金属板の溶解がわかるように工夫する。

飽和塩化ナトリウム水溶液 15mL にヘキサシアノ鉄(Ⅲ)酸カリウム 0.1mol/L 水溶液 1～2 滴、フェノールフタレイン液 1 滴加えたものを用意する。これをアクリルケースに入れ、仕切用のアクリル棒をアクリルケースの途中まで差し込み、負極に鉄板、正極に銅板を用いたものを用意する。今回は、電解質溶液の変色がわかりやすくなるように裏側に紙を貼った (図 11)。

電極板を電圧計に接続し、電圧を測定したところ、電圧は 0.2V であった (図 12)。電圧があまりに小さく、電子メロディーは鳴らず、太陽光電池用モーターは動かなかった。

5 分後、鉄板側の電解質溶液は青く呈色し、銅板側の電解質溶液は赤く変色した (図 13)。

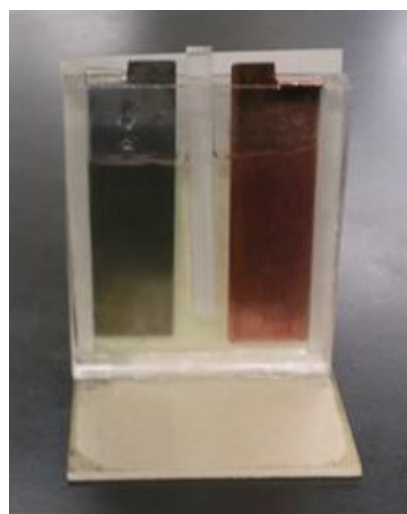


図 11 電池槽

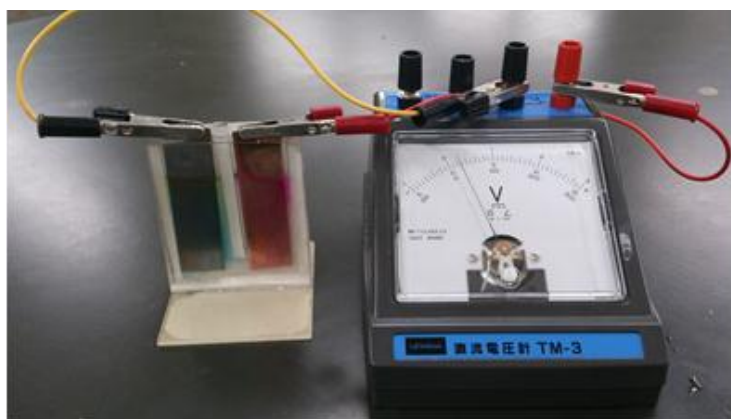


図 12 電圧の測定

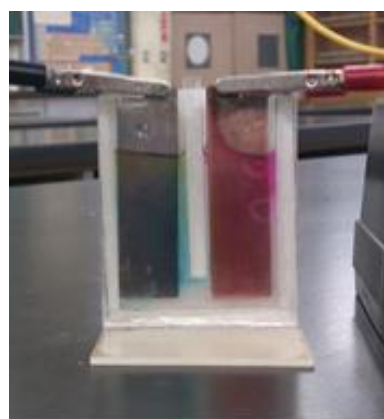


図 13 放電後の様子

アの金属間の電子の移動だけでは、金属板表面で起こっている変化がわからないという印象を生徒はもつと考えられ、これを補えると考ええる。

ウ 授業での実践

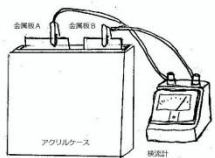
実験プリント（図 14）に沿った授業を行った。

化学 I 実験プリント 金属間の電子の移動

目的 金属には、水溶液中で電子を失って陽イオンなるとする性質があり、これを金属のイオン化傾向という。イオン化傾向の大きさは金属によって異なる。金属のイオン化傾向の違いにより電流により確認する。

準備 亜鉛板、銅板、鉄板、鉛板、マグネシウムリボン、1%硝酸カリウム(KNO₃)水溶液、紙やすり

方法
 ①アクリルケースに1%硝酸カリウム水溶液を15ml程度入れる。
 ②使用する金属板を紙やすりでよく磨いておく。
 ③電圧計の黒端子(3V)のほうにマグネシウムリボンを、赤端子のほうに銅板を接続し、アクリルケースの硝酸カリウム水溶液に浸して、針の振れる方向を記録する。(2枚の金属板を接触させない)
 ※針が右に振れた場合は、赤の端子から黒の端子へ電流が流れた(電子はその逆)。このとき、黒端子に接続した金属のほうがイオン化傾向が大きい。
 ④同様にして、他の金属についても電流の流れる方向を調べる。



結果 上記実験の結果を記入し、イオン化傾向の大小を記入しなさい。

黒端子	赤端子	電流の方向	イオン化傾向の大小	黒端子	赤端子	電流の方向	イオン化傾向の大小
Mg	Cu						

結果 ①飽和塩化ナトリウム水溶液 15ml にヘキサシアノ鉄(III)酸カリウム 0.1mol/L 水溶液 1~2滴、フェノールフタレイン液 1滴加えたものを用意する。これをアクリルケースに入れ、仕切用のアクリル棒をアクリルケースの途中まで差し込む。
 ②電圧計の負極に鉄板、正極に銅板を接続し、アクリルケースの水溶液に浸す。
 ※ヘキサシアノ鉄(III)酸カリウム水溶液は鉄(II)イオン Fe²⁺があると濃青色沈殿が生成します。

結果 ①電流は () から () へ流れた。
 ②鉄板周辺は () 色になった。銅板周辺は () 色になった。

考察
 ①この実験で使った金属のイオン化傾向を大きい順に並べなさい。
 () > () > () > () > ()
 ②演習実験から電流を取り出す際に、正極・負極ではどのような変化が起こっているか。

正極 _____
 負極 _____

感想 _____

組 番 氏名 _____

図 14 実験プリント「金属間の電子の移動」

授業後の生徒の感想

- ・電流が流れることが分かった。
- ・金属樹をやっていたので理解できたが、これだけではよくわからなかっただろう。
- ・実験操作は簡単だけれど、変化が少ないのでおもしろくない。
- ・電流が簡単に取り出せることが分かった。
- ・泡が出ないのに、正極が溶けているのが不思議。

(4) アクリルケースを利用した電池の実験

ア ろ紙を用いたダニエル電池の製作

ダニエル電池は、教科書などでは図 15 のように紹介される。ここでは負極で亜鉛がイオン化し電子が生じる。電子は正極の銅板に移動し、Cu²⁺と結びついて銅が生じる。硫酸亜鉛水溶液では Zn²⁺の生成により正電荷が過剰になるので、硫酸銅(II)水溶液側から素焼き板を通して硫酸イオンが移動する。

しかし、生徒は硫酸イオンの移動について実感できないようである。そこで、素焼き板(塩橋)の働きがわかるように工夫する。

アクリルケース A に 0.1mol/L の硫酸亜鉛水溶液を

15mL 入れ、亜鉛板を入れる。アクリルケース B に飽和硫酸銅水溶液を 15mL 入れ、銅板

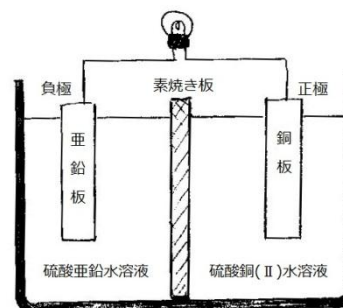


図 15 標準的な教科書におけるダニエル電池の説明図

を入れる。アクリルケース AB を並べておく (図 16)。

2つ折りにしたろ紙を適当な大きさに切り、アクリルケース AB の両溶液に浸るようにセットする。毛細管現象により、ろ紙は両電解質溶液を吸い上げて湿る。特に、硫酸銅水溶液側は青く変色する (図 17)。

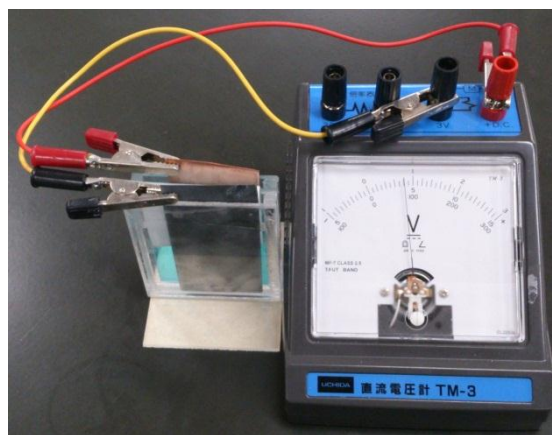
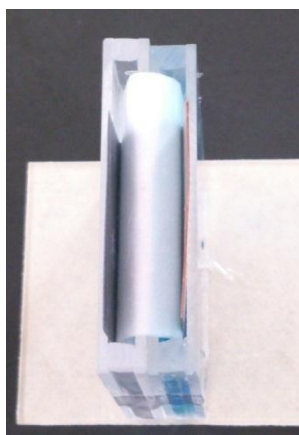
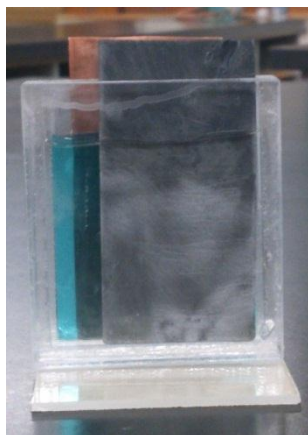


図 16 ろ紙を用いた
ダニエル電池

図 18 電圧の測定

これに、電圧計を接続すると、0.8Vの電圧が得られることがわかる (図 18)。標準電位差から求められるダニエル電池の起電力は 1.1Vなので、理論通りの電圧は得られなかった。電子メロディーを接続すると、音が鳴った。しかし、太陽電池用モーターを接続しても動かなかった。これは、この電池の内部抵抗が大きく、大きな電流が取り出せないためであると考える。

イ ろ紙を用いたダニエル電池の改良

次に、ろ紙に替わる素材を探す。硫酸亜鉛、硫酸銅水溶液中の硫酸イオンの移動がより効率よくできる必要があるので、ろ紙よりも吸水性の良い素材で実験する。

マイクロファイバーのふきんは吸水性がよいので、これを適当な大きさに切って使用した。電子メロディーを接続すると音が鳴った。しかし、すぐに吸い上げた水溶液がしたたり落ちてしまい、アクリルケース中の水溶液が減ってしまった。これでは、実験に使用する素材としては不適切であると考えた。

次に、スポンジタオルという素材を適当な大きさに切って使用した。これも吸水性が大きく、水に浸すと少し膨張する素材である (図 19・図 20)。

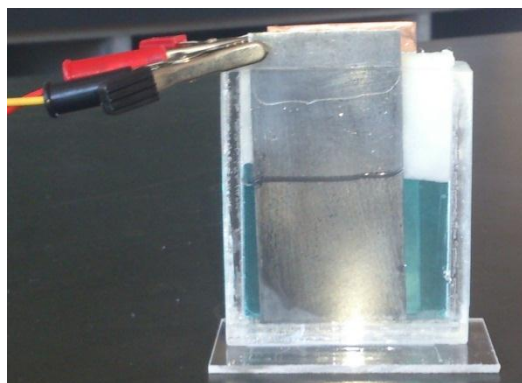


図 19 ダニエル電池 (スポンジタオル使用)

図 20 上から見たところ

白色のものを使用すると、硫酸銅（Ⅱ）水溶液側が青色に変色するので、イオンの移動がわかると考える。この電池に電子メロディーを接続すると音が鳴った。しかし、太陽電池用モーターを接続しても動かなかった。やはり、電池の内部抵抗が大きく、必要な電流が取り出せないためであろう。また、同様の電池を2個用意して直列につないだが、太陽電池用モーターは動かなかった。しかし、並列に接続すると動いた（図 21）。

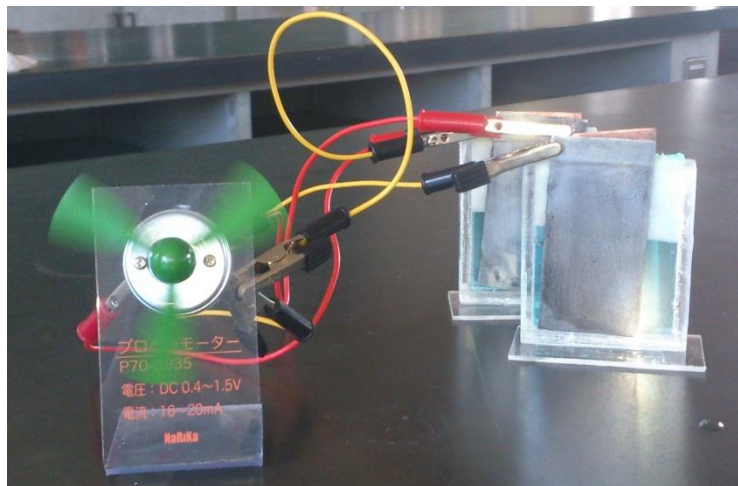


図 21 並列に接続して太陽電池用モーターが動いたところ

イ 鉛蓄電池の製作

（2）生徒実験用アクリルケースの製作で作った穴をあけたアクリル板を挟む形のものに 3 mol/L の硫酸水溶液 25mL を入れ、鉛板 2 枚を差し込み、手廻し発電機を接続した（図 22）。ハンドルを回すと重く感じられる。100 回程度回した後、電子ブザーなどに接続すると比較的長い時間作動した。しかし、鉛板表面の変化は、鉛板の向き合った部分で主に起こり、観察しにくい。次に、アクリルケースに鉛板を横に並べ、間に仕切り用のアクリル棒を差し込み、3 mol/L の硫酸水溶液 12mL を入れ、手廻し発電機を接続した。ハンドルを回すと軽く感じられる。鉛板表面の色の変化や泡の発生はわかりやすいと感じた（図 23）。100 回程度回した後、電子ブザーを接続すると短時間で動作が終わってしまった。

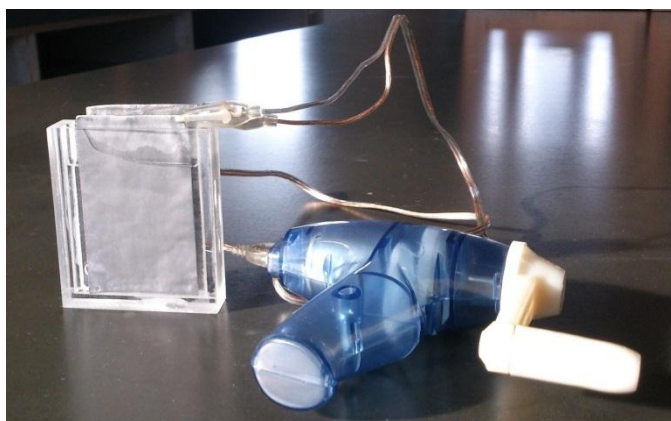


図 22 鉛蓄電池

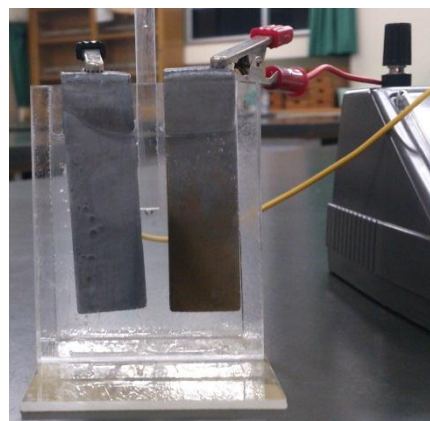


図 23 鉛蓄電池

ウ 授業での実践

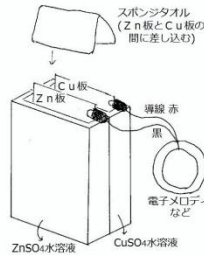
鉛蓄電池は図 23 の形で実施する。実験プリント（図 24）に沿った授業を行った（図 25）。

目的 イオン化傾向の異なる2種類の金属板を電解質溶液に浸すと電流を取り出すことができる。これが電池の原理である。実際に、電池を製作し、その原理を確認する。

準備 亜鉛板(Zn)、銅板(Cu)、鉛板(Pb)、0.5mol/L硫酸水溶液(H₂SO₄)、0.1mol/L硫酸亜鉛水溶液(ZnSO₄)、飽和硫酸銅水溶液(CuSO₄)、3mol/L硫酸水溶液(H₂SO₄)、アクリルケース、ワニ口クリップ付き導線、電子メロディー、手廻し発電機、電圧計、プロペラ付モーター、紙やすり

方法 I ダニエル電池

- ①アクリルケース A に飽和硫酸銅水溶液を 15mL 入れ、銅板を浸す。アクリルケース B に硫酸亜鉛水溶液を 15mL 入れ、亜鉛板を浸す。
- ②アクリルケースを並べ、亜鉛板に黒導線、銅板に赤導線を接続し、電子メロディー、モーターに接続して、変化を確認する。
- ③スポンジタオルを2つ折りにして、一方をアクリルケース A に他方をアクリルケース B に差し込み中の溶液に浸し、スポンジタオルの変化を観察する。
- ⑤上記③と同様に電子メロディー、モーターに接続し変化を確認する。また、電圧計を接続し、電圧を測定する。



結果 I

①以下の表に結果をまとめなさい。

	電子メロディー	モーター	電圧
方法③銅+亜鉛 (スポンジタオルなし)	鳴った・鳴らない	動いた・動かない	V
方法⑤銅+亜鉛 (スポンジタオルあり)	鳴った・鳴らない	動いた・動かない	V

②方法④で、溶液に浸したスポンジタオルはどのように変化したか。

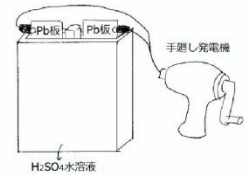
考察 I

①ダニエル電池の負極・正極で起こる反応を電子 e⁻を用いたイオン反応式で表しなさい。

②この電池でのろ紙の働きを説明しなさい。

方法 II 鉛蓄電池

- ①アクリルケースに 3mol/L 硫酸を 15mL 入れ、中央にアクリル棒を差し込む。
- ②よく磨いた鉛板を2枚入れ、手廻し発電機と接続する。
- ③手廻し発電機を一定の速度で一方向に 100 回ほど回転させる。このとき、鉛板の変化を観察する。また、手廻し発電機のハンドルから手を放し、変化を観察する。
- ④再度、手廻し発電機を上記③と同じ方向に 100 回ほど回転させる。終わったら、手廻し発電機を外して、電子メロディー・モーターを接続して観察する。
- ⑤放電後の鉛板の表面を観察する。



結果 II

①方法③で鉛板の表面ではどのような変化が起こったか。

②方法③で手廻し発電機のハンドルから手を放すとどうなったか。

③方法④で
電子メロディー (鳴った・鳴らない) モーター (動いた・動かない)

考察 II

①放電の時の正極・負極の変化をまとめて、化学反応式で表しなさい。

②このように充電して繰り返し使うことができる電池を何と呼ぶか。

感想

組 番 氏名

図 24 実験プリント「電池」

授業後の生徒の感想

- ・スポンジタオルが水溶液をたくさん吸い上げるので驚いた。
- ・ブザーが鳴ってよかった。モーターは動かないので残念。
- ・鉛蓄電池は、思ったよりブザーが鳴らなくなるのが早かった。
- ・鉛蓄電池の極板の色が変わっていくのがわかった。
- ・鉛蓄電池は最初泡が出て驚いた。

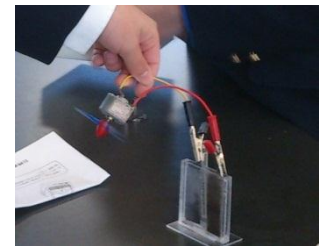


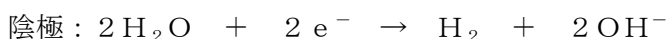
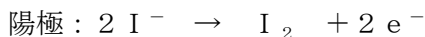
図 25 生徒実験の様子

(5) アクリルケースを用いた電気分解

水溶液の電気分解を、アクリルケースを利用して行う。ビーカーを使用した電気分解と比較して、使用する水溶液の量が少ないので、濃度変化が大きくなる効果が期待できる。市販の炭素棒は直径が 6 mm 程度あり、アクリルケースに入らないので、代わりに鉛筆の芯を削りだして使用した。

ア ヨウ化カリウム水溶液の電気分解

アクリルケースに 1mol/L のヨウ化カリウム水溶液を 10mL 入れ、フェノールフタレイン水溶液を 1 滴加えたものに、電極として炭素棒を挿入し手廻し発電機を接続して電気分解を行った (図 26)。陽極・陰極の間に仕切るための棒を挿入した。陽極付近ではヨウ素の生成がみられる。陰極付近では、水素の生成とフェノールフタレインの変色がみられる。



ビーカーで行うより鋭敏に変化をする。また、仕切り棒を入れることで、変色がわかりやすいと感じた (図 27)。

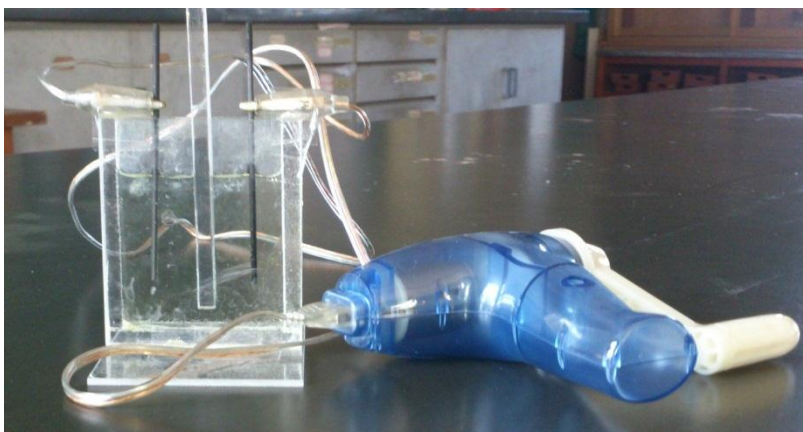


図 26 ヨウ化カリウム水溶液の電気分解 (実験装置)

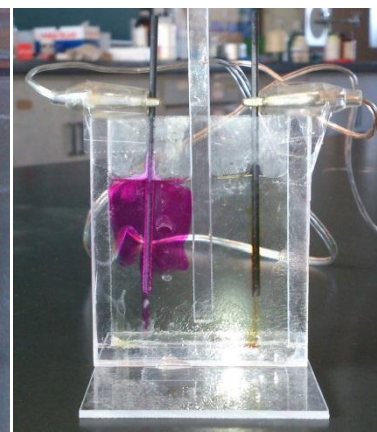


図 27 電気分解後

イ 塩化銅 (II) 水溶液の電気分解

アクリルケースに 1mol/L の塩化銅 (II) 水溶液を 10mL 入れ、電極として炭素棒を挿入し手廻し発電機を接続して電気分解を行った。陽極付近では塩素の泡が生成するのがみられる。陰極では炭素棒にイオン化傾向の小さな銅が析出した (図 28)。

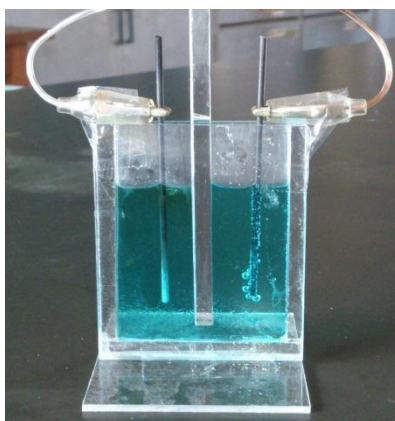
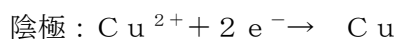
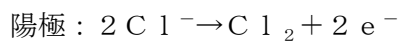


図 28 塩化銅水溶液の電気分解



図 29 電極の変化



終了後、炭素棒を取り出すと、銅の析出が確認できた (図 29)。

ウ 鉄電極を用いた硝酸カリウム水溶液の電気分解

アクリルケースに 1mol/L の硝酸カリウム水溶液を 10mL 入れ、ヘキサシアノ鉄 (III) 酸カリウム水溶液を 1 滴加えたものに、電極として陽極に鉄板、陰極に炭素棒を挿入し、両電極間をアクリル棒で仕切った。これに手廻し発電機を接続して電気分解を行った。

陽極付近では酸素の生成とともに、鉄板が溶解し青色の呈色がみられる。陰極では水素の生成がみられた。(図 30)。

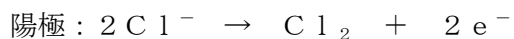


図 30 硝酸カリウム水溶液の電気分解

エ 銅電極を用いた塩化アンモニウムの電気分解

アクリルケースに 1mol/L の塩化アンモニウム水溶液を 10mL 入れ、銅板を挿入し、これに手廻し発電機を接続して電気分解を行った。

はじめ、陽極では塩素の生成、陰極では水素の生成がみられた。(図 31)。



その後、泡の発生は穏やかになり、徐々に水溶液が青色になるとともに、陰極で銅の析出が見られた。



手廻し発電機のハンドルを 100 回程度回したところで、ハンドルが軽くなった。これは、水溶液中のイオンの総量が減少したためと考えられる。

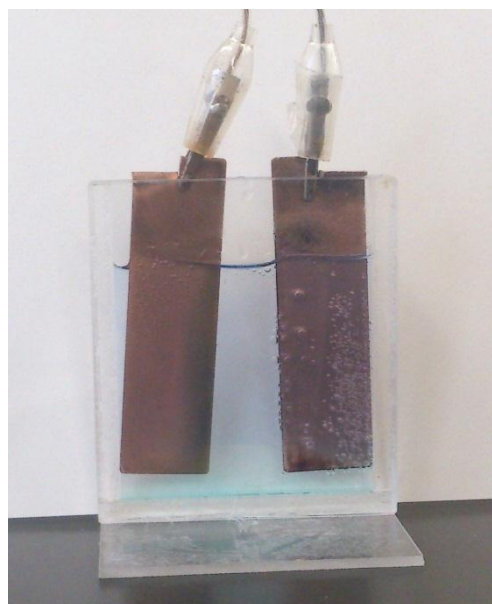


図 31 塩化アンモニウム水溶液の電気分解

オ 銅電極を用いた硫酸アンモニウムの電気分解

アクリルケースに 1mol/L の硫酸アンモニウム水溶液を 10mL 入れ、銅板を挿入し、これに手廻し発電機を接続して電気分解を行った。

はじめ、陰極では水素の生成がみられたが、陽極では気体が発生せず、水溶液は徐々に青色になっていった。(図 32)。



その後、泡の発生はほぼなくなり、陰極表面に銅が析出するのがわかる。



塩化アンモニウムのと違い、手廻し発電機のハンドルが軽くなることはなく、水溶液は濃い青色になった。陰極の表面に青みがかった沈殿物ができていた。これは、水溶液の液性を調べると塩基性になっていたため、これは水酸化銅(II)であると考えられる。

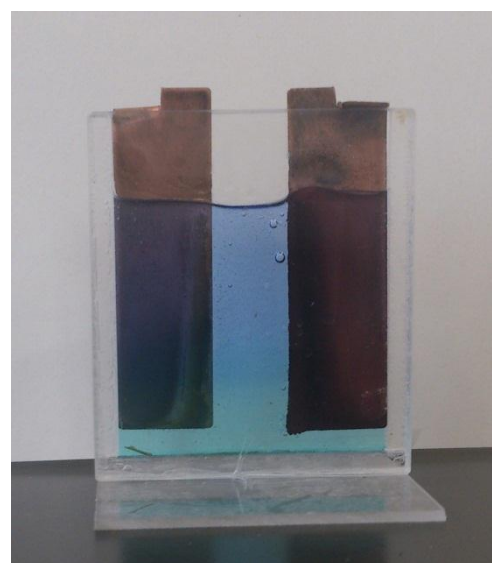


図 32 硫酸アンモニウム水溶液の電気分解

キ 授業での実践

今回の電気分解の実験では、ヨウ化カリウム水溶液、塩化銅(II)水溶液、銅電極を用いた硫酸アンモニウム水溶液の電気分解を行うこととする。実験プリント(図 33)に沿った授業を行った。溶液の使用量が少ないため、濃度変化が大きいため反応が速い。また、廃液の処理も少なかった。

