

研究紀要 第83号

石川の自然 第39集

中学校における 理科観察実験のポイント



石川県教育センター

「石川の自然」第39集 発刊にあたって

平成26年度「石川の自然」第39集の研究としてまとめ、石川県教育センター研究紀要第83号として発刊することになりました。これは、平成24年度「石川の自然」第36集「小学校における安全な観察・実験のポイント」の中学校版であります。

平成24年度から中学校学習指導要領が全面実施されております。中学校理科を担当されている先生方には、すでに学習指導要領がめざす指導の重点を十分に理解され、毎日の学習指導を行っていただいていることと思います。

この学習指導要領改訂の基本的な考え方の1つにもある科学的な思考力や表現力を育成するには、問題を見出し、観察・実験を計画し、観察・実験の結果を分析して解釈する学習活動が不可欠であり、特に、観察・実験の重要性が求められております。これは、「いしかわ学びの指針12か条」に示されている活用力を高める授業づくりにも通ずるものです。

この学習指導要領が目指す学力を育成し、理科好きの生徒を育てるためには、先生方が自信をもって実験を進めていただくことが大切だと考え、平成24、25年度の2カ年をかけて、中学校理科教員実験力錬成講座を行いました。内容としては、新たに加わったり復活した観察・実験を実習するもので、県内すべての中学校理科教員に研修していただきました。

本紀要は、この研修と初任者研修、初任者フォローアップ研修で使用したテキストの中から15項目を選んで、編集しました。中学校の先生方はもちろんのこと、小学校や高等学校の先生方にも、理科の学習内容の系統性を知る資料として、理科の授業づくりに役立てていただき、理科の楽しさを児童、生徒たちに伝えていただきたいと願っております。

石川県教育センター

所長 池 廣 嚴 雄

目 次

発刊にあたって

はじめに	1
イカ・アサリの解剖	2
鳥類の脳の観察	4
DNAの抽出	6
堆積岩の観察（石灰石とチャート）	7
地震のゆれの伝わり方	8
断層・褶曲	9
月と金星の満ち欠け	10
力の大きさとばねののび	11
水 圧	12
滑車の仕事	13
位置エネルギーと運動エネルギー	14
放 射 線	15
金属と化合する酸素の質量	16
電 池	18
イオンの移動	20
あ と が き	22

中学校における理科観察実験のポイント

杉 澤 寿 治^{※1} 朝 田 肇^{※2}
嶋 耕 二^{※3} 中 口 憲^{※4}
中 村 晶 子^{※5} 杉 江 哲 治^{※6}

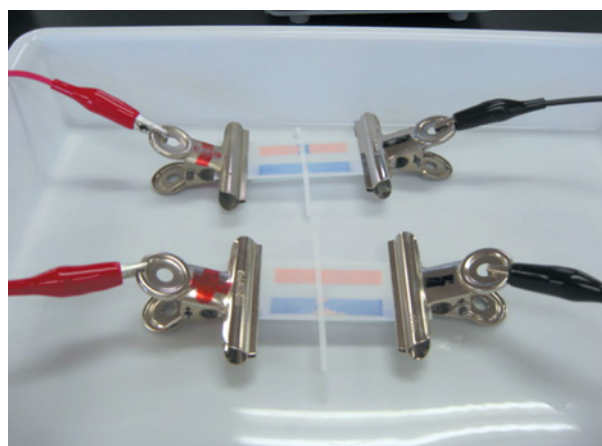
はじめに

平成24、25年度に、学習指導要領が目指す学力を育成し、理科好きの生徒を育てるため及び専門的な知識と実践的な指導力を持った中学校理科教員の育成を図るために中学校理科を担当する全教員を対象に、観察・実験に関する研修を行いました。

新たに加わったり復活した観察・実験を中心に22項目の観察・実験を用意し、必修4項目の観察・実験、選択5項目の観察・実験を行いました。

中学校学習指導要領及びいしかわ学びの指針12か条にもある科学的な思考力、表現力の育成のため、問題を見だし、観察・実験を計画し、観察・実験の結果を分析して解釈する学習活動が不可欠であり、あらためて観察・実験の重要性が求められます。

本紀要には、22の観察・実験のうち15項目を記載しました。ある程度の習熟を要する解剖や思うように結果が出にくい観察・実験についてのポイントや多くの若い先生方への参考資料として、また、中学校だけでなく、小学校、高等学校の学習内容や指導法の連携を図る上で参考にいただければ幸いです。



-
- | | | |
|----|--------------------|---------------|
| ※1 | Sugisawa Toshiharu | 石川県教育センター担当課長 |
| ※2 | Asada Hajime | 石川県教育センター担当課長 |
| ※3 | Shima Koji | 石川県教育センター指導主事 |
| ※4 | Nakaguti Ken | 石川県教育センター指導主事 |
| ※5 | Nakamura Akiko | 石川県教育センター指導主事 |
| ※6 | Sugie Tetsuharu | 石川県教育センター指導主事 |

イカ・アサリの解剖

1 準備

イカの解剖：イカ、バット(解剖皿)、解剖ばさみ、スポイト(シリンジ)、醤油(食紅)

アサリの解剖：アサリ、水槽、海水(3%食塩水)、海砂、ペトリ皿、メス(カミソリ)、ピンセット

2 方法

(1) イカの解剖

① 外観の観察

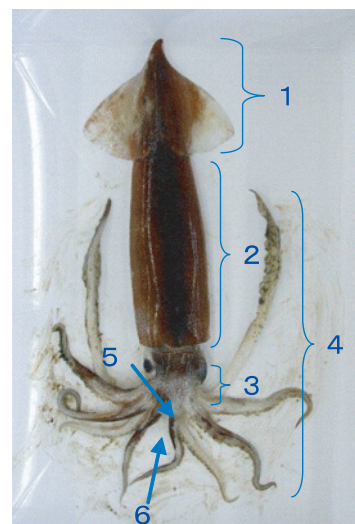
- ・写真では頭のように見える部分は胴体(腹部)にあたり、眼のある部分が頭部である。
- ・ろうとが付いているほうが腹側である。

ア 腹部

- ・腹部を包んでいるのが外套膜^{がいとうまく}である。
- ・その先端にひれが付いている。

イ 頭部

- ・頭部には眼があり、腹側にろうとがある。
- ・腕の根元中央に口がある。くちばしのようにとがっている黒いものは上下の顎板(カラストンビ)である。



- | | |
|--------|-----------|
| 1: ひれ | 2: 胴体(腹部) |
| 3: 頭 | 4: 足(腕) |
| 5: ろうと | 6: 口 |

ウ 触腕・腕

- ・頭を下にして背側から腹側へむかって左右に5本腕があり、4番目の腕は特別に長く触腕と呼ばれている。
- ・吸盤には硬くとげの付いたリング状のもの^{かくしつかん}(角質環：タコにはない)がみられる。



② 内臓の観察

- ・腹側を上にして外套膜の隙間から正中線より5mm程度ずらし解剖ばさみを入れて、外套膜を切る。このとき解剖ばさみの丸い方を中に入れて切る。(内臓を傷つけない)
- ・外套膜と頭部がろうとの両端で、軟骨器(ボタン穴とボタン)と呼ばれる部分でつながっている。手で簡単にはずすことができる。

ア 消化器

- ・大きな褐色の肝臓が見える。その表面に沿って墨汁嚢^{ぼくじゅうのう}と腸がある。

- ・口の上部をはさみで切り開きカラストンビを取り出す。
- ・スポイトで醤油を口から入れる。醤油の色によって、胃(消化管)の位置を確認できる。
- ・うまくいくと、醤油が食道 → 胃 → 腸 → 肛門と移動して最後に肛門から出てくる。



イ 循環器

- ・切り開いたとき、外套膜に筋のような物がくっついていて、これが血管である。
- ・房状のえらが2つ見つかる。この付け根付近にはえら心臓がある。
- ・2つのえら心臓の間には心臓があるがすい臓と重なっていて見えにくい。

(2) アサリの解剖

① 行動の観察

- ・水槽に砂と海水をを入れ、水深が約3cmになるようにしてアサリを入れる。
- ・水管のようすやあしの動かし方を観察する。

② 内臓の観察

- ・約40℃の湯を入れたビーカーにアサリを移す。
- ・貝殻が開いたら、貝殻の間につま楊枝を挟みメスを入れて貝柱の上の方の根もとを切る。



ア 外套膜

- ・イカと同様、内臓をおおう膜で、殻と接している。

イ 足

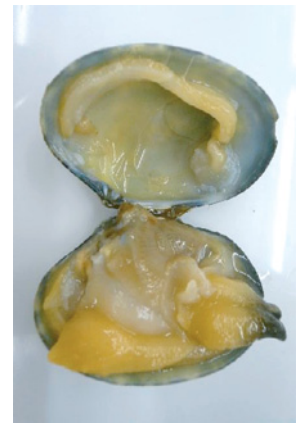
- ・舌のような形をした足を殻の外に出して、砂にもぐったり、砂の上を移動する。

ウ 入水管

- ・この管で海水を殻の中に取り込む。
- ・入り口には細かい毛のようなものが生えていて、ゴミなどが入らないようになっている。
- ・入水管と出水管は殻の長さの3倍くらいに伸ばすことができる。

エ 出水管

- ・この管で海水を外へ出す。
- ・先が細くなっていて、水が勢いよく出る。
- ・出水管の根元には肛門があり、出水管からペレット状の糞をする。



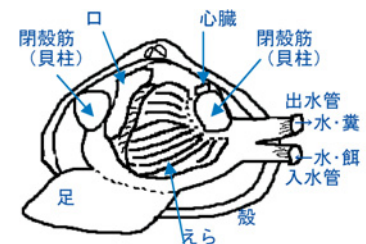
オ えら

- ・外套膜の内側にえらが見られる。
- ・アサリも魚やイカと同様にえらで呼吸する。

3 結果

観察したようすをスケッチ・文章などでまとめる。

- ・
- ・
- ・
- ・
- ・



鳥 類 の 脳 の 観 察

1 準 備

ニワトリの頭部の水煮缶詰、ピンセット（先曲がり、普通）柄付き針、カミソリの刃またはメス、解剖バットまたはシャーレ

2 方 法

① ニワトリの頭部を解剖バットに取り出す。

- ・ホームセンター等で販売されている「鶏頭水煮缶」。1缶にニワトリの頭の水煮が、15個ほど入っている。鶏頭はゼラチンの中にうずもれているので、缶を暖めておくか、開けてからお湯を注ぐと、ゼラチンが緩んで取り出しやすい。

② 先の曲がったピンセットでなでるようにして、皮や肉を落とす（図1）。このとき眼球はつけたままにする。



図1

③ 先のとがったピンセットなどを使って頭骨を切り開いて（図2）、骨やくちばしを取り除く（図3）。

- ・眼球と脳をつなぐ視神経を確認しながら行う。

④ 上から見た全形をスケッチする。各部の名称も書き入れる。

下から見て、視神経がどのように脳につながっているかを観察しスケッチする。



図2



図3

3 結 果

- ① 脳を上から見た全形をかきなさい。
- ② 脳を下から見た全体像を、視神経に注意してかきなさい。
- ③ その他、観察して気のついたことを書きなさい。

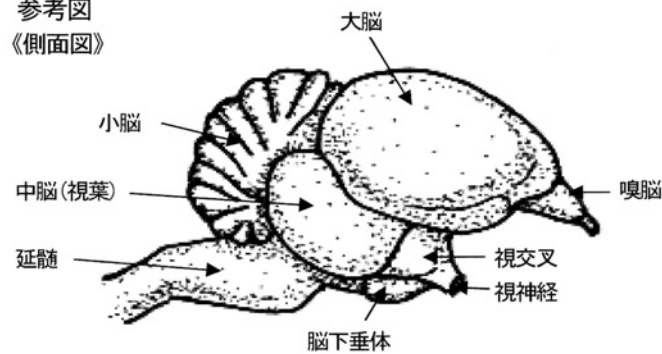
<スケッチ>

上から見たもの	下から見たもの

4 考 察

- ① 上から見える脳は何か。(見えるものすべてあげる。)
→ 大脳、小脳、中脳
- ② 下から見える脳は何か。(見えるものすべてあげる。)
→ 大脳、中脳、延髄
- ③ 視神経はどのように脳へとつながっているか。
→ 交叉している。
- ④ ニワトリの脳の特徴は、その生活と行動にどのように関係していると考えられるか。
→ ・ 大脳に次いで2番目に小脳が大きい。これは小脳のつかさどる平衡感覚と、ニワトリ（の祖先）の飛ぶ行動とが関係している。
→ ・ 中脳も発達している。これは、中脳のつかさどる視覚の発達を意味しており、やはり飛ぶ行動やエサをとる行動と関係している。

参考図
《側面図》



D N A の 抽 出

1 準 備

ブロッコリー、ハサミ、乳鉢、薬さじ、ガラス棒、ビーカー（50mL 1 個・100mL 2 個）、ガーゼ（茶こし）、DNA 抽出液：水(100mL)+塩化ナトリウム(6 g)+中性洗剤(20滴程)、エタノール

2 方 法

(1) ブロッコリーをつぶす

① ブロッコリーの先端部（花芽：約 5 g）を細かく刻みながら切り取り、乳鉢に入れる。

② 乳棒でペースト状になるまですりつぶす。



(2) DNA を抽出する

③ 薬さじで乳鉢の底に集めた後、DNA の抽出液を約 30mL 加え、静かにかき混ぜて、10分間放置する。

・DNA は非常に切れやすいので、その後は中身に触れない。

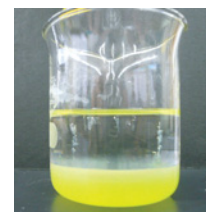
④ ビーカー（100mL）の口の上にガーゼを四つ折りにして置き、乳鉢の中身をあげ、ろ過する。
・ろ過後のものはガーゼで包み、残りの液を軽く絞り出す。



⑤ 抽出液の 2～3 倍のエタノールを、ビーカーの壁面を伝わるようにゆっくりと注ぎ込み、抽出液の上にエタノールの透明な層をつくる。

・割り箸やガラス棒を抽出液の液面近くの容器の壁に付け、エタノールを伝わらせて注いでもよい。

⑥ ビーカーの中でどんな変化が起こるか観察する。



(3) DNA を巻き取る

⑦ 放置しておくとな下の液面から、エタノール層に白くふわふわした DNA が浮いてくる。

⑧ ガラス棒で DNA を静かに巻き取る。



3 解 説

(1) タマネギからの抽出

・タマネギ（内側1/2玉・30 g 程度）をおろし金ですり下ろし、ビーカーに移し、DNA 抽出液（30mL）を加えてガラス棒で静かに攪拌する。これ以降の操作は、ブロッコリーと同じである。

(2) 鳥レバーからの抽出

① 凍らせた鳥レバー(50 g)と水(100mL)、中性洗剤(5 滴程)を加え、2 分程ミキサーにかける。

② 30mL ずつビーカー(100mL)に入れて分け、2 mol/L 食塩水(30mL)加えて軽にかき混ぜる。

③ 100℃で10分間湯煎する（レバーの色が白っぽくなるまで）。

④ ビーカーにガーゼを広げ、湯煎したものをろ過する。

⑤ ろ液をよく冷やし、冷エタノール（2～3 倍量）を静かに入れる。

⑥ 析出した粗 DNA を取り出し、別のビーカーに入れて、食塩水を20～30mL 加えてよく溶かす。

⑦ 再び湯煎しながら静かにかき混ぜる。熱いうちにろ過し、ろ液を冷やす。

⑧ ろ液をよく冷やし、冷エタノールを静かに入れる。

⑨ 境界面に DNA が析出する。

堆積岩の観察（石灰岩とチャート）

1 準 備

星の砂、珩藻土、ルーペ、顕微鏡、スライドガラス

2 方 法

（1）星の砂の観察

星の砂をルーペで観察する。

（2）珩藻土の観察

珩藻土の一部を先のとがったピンセットで崩し、スライドガラスにのせ、薄く広げて観察する。

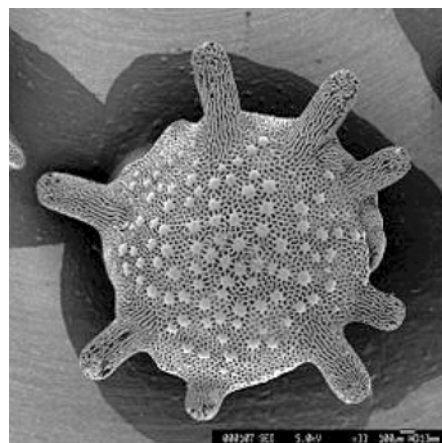


写真1 有孔虫（カルカリナ）

3 結 果

星の砂に多数の穴があることを観察できる。（写真1）

珩藻土に多数の欠けた殻が観察できる。（写真2）

4 解 説

星の砂 …… 有孔虫の殻で貝殻と同じ成分の石灰質（炭酸カルシウム）からできている。

ケイソウ …… 二酸化ケイ素の殻を持っている。

↓

石灰石は、貝殻などと同じ石灰質（炭酸カルシウム）が主成分で、チャートは、珩酸質（二酸化ケイ素）でできた殻を持つ放散虫やカイメンの一種などの殻からできたとされる。

石灰石やチャートが、水中の生物の遺骸がおし固められてできていることを実感することができる。

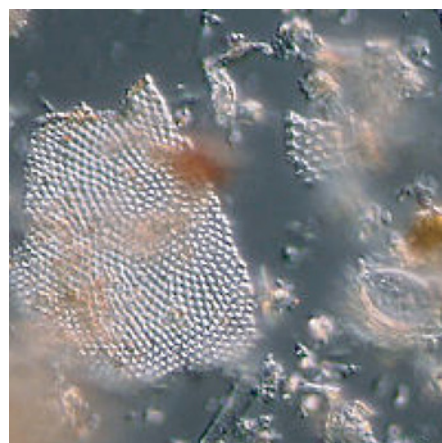


写真2 ケイソウの破片

地震のゆれの伝わり方

1 準備

波動実験用つまきばね（縦波用、横波用、トムボーイなどでも可）、綿棒、ゴムひも、ボンドスタンド（2台）



2 方法

（1）ゆれの伝わり方の種類を体験させる

生徒6人程度で、教室内で1列に並ばせる。

① 横波

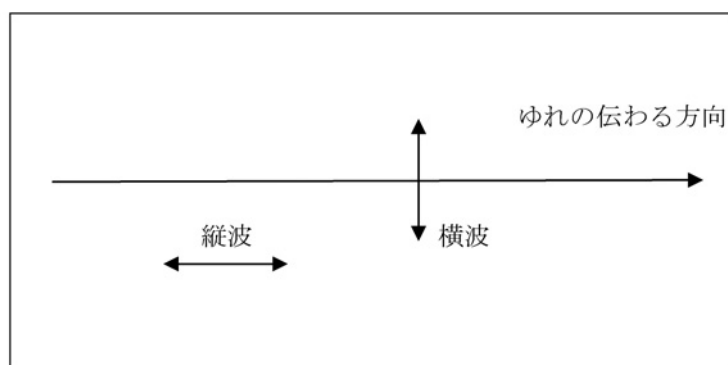
6人が前の生徒の肩を両手でつかみ肘を伸ばして列を作る。最後尾の先生が、一番後ろの生徒を 左右に揺らす。前の生徒も順に左右に揺れる。

② 縦波

最後尾の先生が、一番後ろの生徒を前に押すようにすると、一番前の生徒は前に押し出される。

（2）ばねによる波の伝わり方を示す

生徒に手伝ってもらい、教卓上に大きなばねを振動させる。



上 横波用ばね
下 縦波用ばね

ゆれ方には「縦ゆれ」と「横ゆれ」があり、地震波には「縦波」と「横波」があることを理解させる。

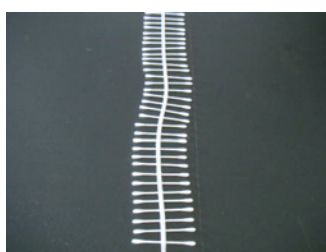
（3）横波の伝わり方を示す

① 組み立て方

- 綿棒の中心にボンドをつけて、ゴム紐に等間隔に貼り付ける。

② 提 示

- 2台のスタンドでゴム紐を引っ張る。
- 端の綿棒を指で弾くと、上下のゆれが前方へ伝わる。



断 層 ・ 褶 曲

1 準 備

小麦粉、ココア、スプーン、スライドが入ったケース、カードのような板

2 方 法

(1) 地層の製作

- ① 写真のようにケースに押し板をセットしておく。
- ② 小麦粉を適量取り、ケース（透明のふた）のなかでケース 1/3 位まで平らに敷き詰める。
- ③ ケース（緑）で上から押し固める。
- ④ 透明ケースの内壁が小麦粉で汚れるのでテレホンカードなどで掃除する。



地層 1 層分のできあがり

- ⑤ ココアを適量スプーンに取り、同様に第 2 層をつくる。
- ⑥ 押し固める
- ⑦ 内壁を掃除する。



白 1 層と黒 1 層の 2 層の地層ができあがり

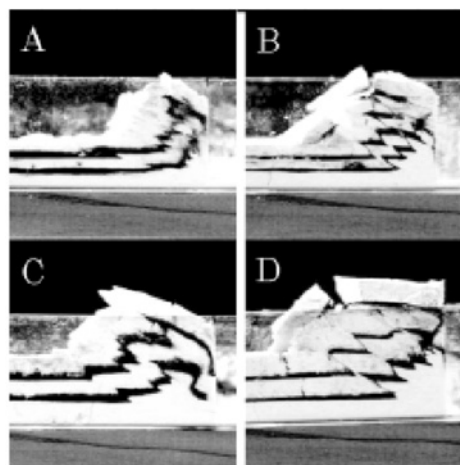
- ⑧ ②～⑦を繰り返して、白 3 層＋黒 2 層＝ 5 層の地層を作る。

※ここで内壁の掃除やテレホンカードをその都度掃除して、境界のはっきりしたきれいな地層を作るのが重要なポイントになる。



(2) 断層の形成と観察

- ⑨ 押し板を慎重に横にずらし、圧縮していく。
- ⑩ ア 位置 イ 順序 ウ 角度 エ ずれの量
オ ずれの間隔
等に注意しながら観察する。
- ⑪ スケッチしたり、デジタルカメラで記録したりしておく。



この実験では次々と見事な逆断層が形成されていく。1つの断層がずれて限界に達すると押し板から離れる向きに次々と新たな断層がステップして形成されていく。また、押し固める強さによって断層の間隔が変わる（写真右 A～D）ため、いろいろ工夫させることもできる。

月と金星の満ち欠け

1 準備

三球儀、月・金星・地球・太陽のモデル球、円筒、コンパス

2 方法

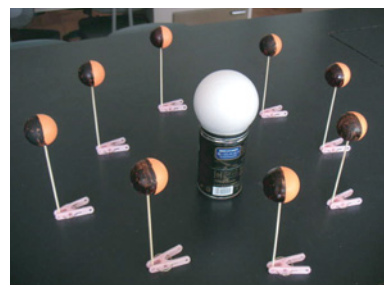
(1) 実験1 月の満ち欠け の観察

写真のように、地球と月のモデルを設置し、地球の位置関係と月の形の変化を観察する。

※写真の右側に太陽がある。

※視点が地球上にあることを想定して、それぞれの位置の見え方を記録する。

筒（望遠鏡のモデル）でのぞいて観察する。



(2) 実験2 金星の満ち欠け の観察

① 右の写真のように、地球と金星のモデルを設置する。

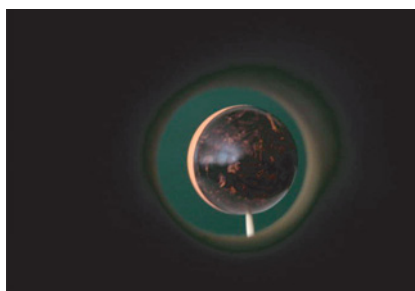
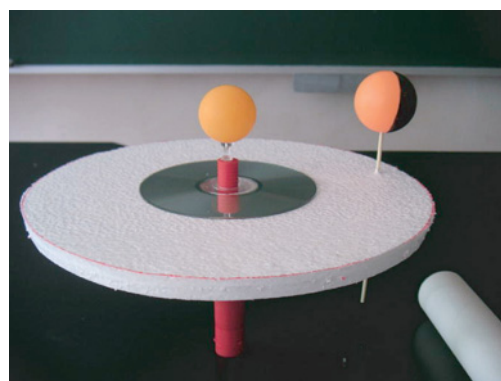
（写真の中央の黄色の球が太陽）

② 白い円盤を回転して、金星の位置を変える。

③ 写真右下の筒（望遠鏡のモデル）で、金星を観察し、見え方を記録する。

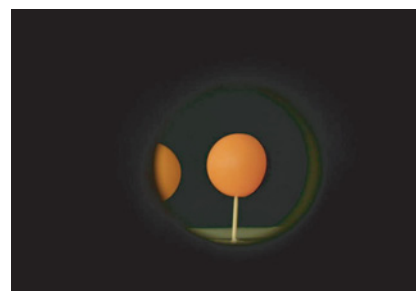
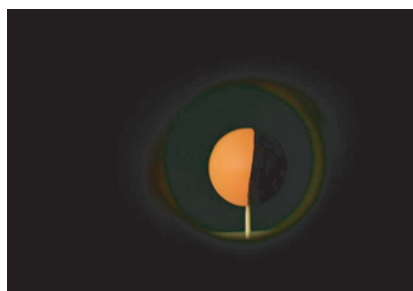
※下は、観測の写真です。

形とともに大きさの違いも分かる。



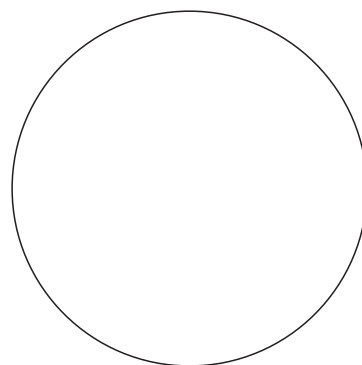
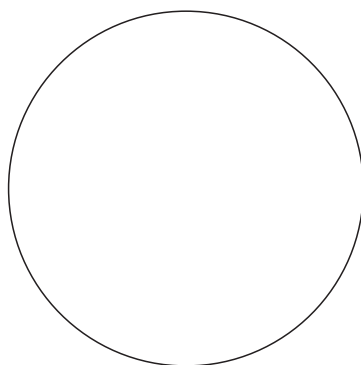
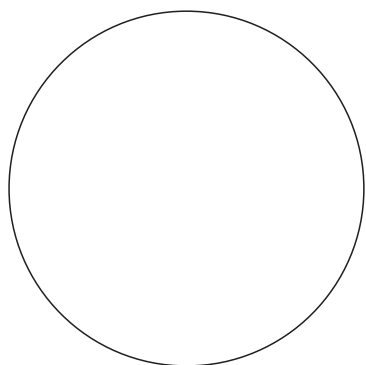
明けの明星

大



小

スケッチ



力の大きさとばねののび

1 準 備

つるまきばね（2種類）、おもり（同じ質量を数個）、スタンド、ものさし、クリップ など

2 方 法

（1）準 備

① ばねには弾性限界があり、ある長さ以上のばすと元に戻らなくなる。
はじめに生徒へ注意しておく。

② つるまきばねに指針をつけておくと測定しやすくなる。

写真1は、つまようじと名刺を切ったものをセロハンテープで貼り付けたものである。

③ つるまきばねののびはものさしで測ってもよいが、写真2のようにものさしに方眼紙をクリップでとめ、そこへ直接記入して記録する。

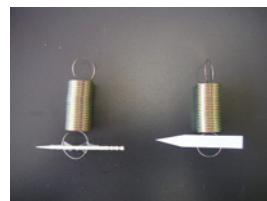


写真1



写真2

（2）測 定

① スタンドにつるまきばねをつり下げる。

② つるまきばねと並行してものさしを取り付ける。

このとき、指針が方眼紙の適当な線に合わせておき、記録しておく
とよい。また、つるまきばねを金属棒につり下げると、自然に鉛直下
向きになる。（写真3）



写真3

③ ばねにおもりをつるし、のびを測り、結果を測定する。

のびを読み取りながら記録してもよいが、指針の位置を方眼紙に記
録し、後で方眼紙の目盛りを読み取ってもよい。（写真4）



写真4

④ 表をもとに、結果をグラフにまとめる。

3 結 果

グラフより、ばねののびは、ばねを引く力の大きさに比例する。

4 考 察

生徒の活動で押さえておくことは、

① ばね A、ばね B のグラフそれぞれで、

- ・力の大きさとばねののびの関係（力の大きさが大きくなるとのびは大きくなる→比例関係）
- ・グラフの線は直線
- ・フックの法則

② ばね A、ばね B のちがい

- ・同じ大きさの力を加えればねののびが大きいのはどちらか
- ・のびやすいばね（または強いばね）はどちらか

※生徒の実情や指導する時期にもよるが、グラフの傾き（比例定数＝重力加速度）にふれ、
高校の学習へつなげることもできる。

水 圧

1 準 備

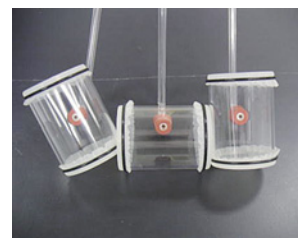
水圧を観察する器具、水槽



2 実験① ゴム膜の観察

(1) 水深による水圧の関係

- ① 円筒を水平にして水槽に入れ、同じ深さであれば両側のゴム膜のへこみ方が同じであることを観察する。
- ② 円筒を垂直にして水槽に入れ、円筒の上の面と下の面のへこみ方が異なることを観察する。
- ③ ゴム膜に、そっと触れてみるのもよい。



(2) 水圧の向き

- ① 円筒の向きを変えて水槽に入れ、同じ深さであれば水圧はあらゆる向きに同じ大きさではたらくことを観察する。

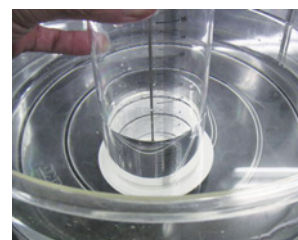
3 実験② 分銅の質量を変え、おもりと水深の関係を調べる。

ア 円筒にプラスチック円板をつけ、水槽に入れる。

(水が漏れるときは、パッキンをはさむ)

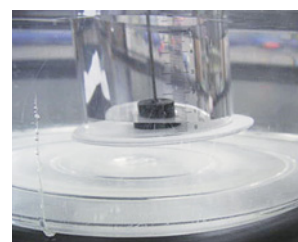
イ 分銅を円筒内に入れる。

ウ 円筒を引き上げ、プラスチック板が離れる時の水の深さを読む。



～こんな方法もある～

- ・円筒にプラスチック円盤をつけ、水槽に入れる。
- ・円筒に少しずつ水を入れてどこまで水を入れたときにプラスチック円盤が離れるかを調べる。
- ・円筒内の水面が水槽の水面と同じ高さでプラスチック円盤が離れるのがわかる。



4 結 果

水圧は、

- ・深さが深いほど大きい
- ・あらゆる方向からはたらく

滑 車 の 仕 事

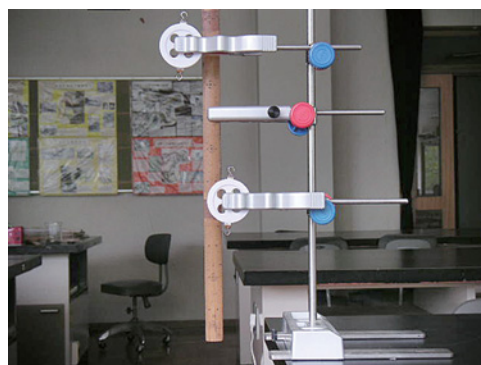
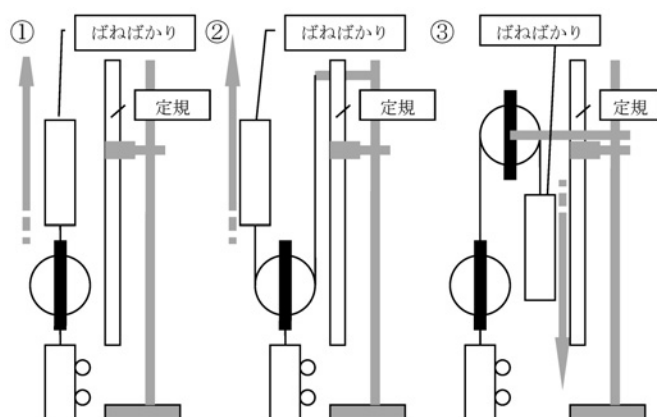
1 準 備

滑車、ばねばかり（5 N 用）、スタンド、クランプ、糸、ものさし

2 方 法

- ① 台車をつるした滑車をばねばかりを使って真上にゆっくりと20cm引き上げながら、力の大きさをはかる。
- ② 動滑車で台車をゆっくりと20cm引き上げながら力の大きさをはかり、糸を引く距離を記録する。
- ③ 定滑車で台車をゆっくりと20cm引き下げながら力の大きさをはかり、糸を引く距離を記録する。

※装置の組み立て方、基準の位置をいかに注視させるか、大切！

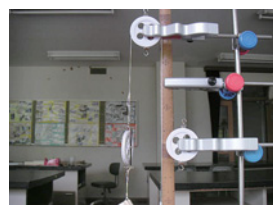


3 結 果

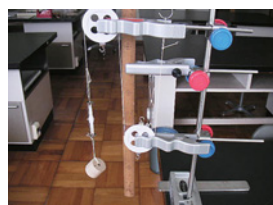
仕 事 の 方 法	糸を引く力の大きさ (N)	糸を引く距離 (m)	仕 事 の 量 (J)
①そのまま引き上げた場合			
②動滑車を使った場合			
③定滑車を使った場合			

4 別 法

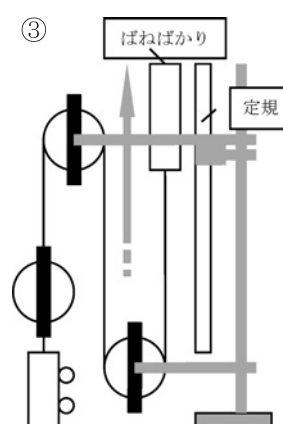
実験の③については、条件を合わせるためにばねばかりを②と同じく上方へ移動させるには、滑車をもう一つ加えて図のような装置を組むと良い。ただし、あくまでも仕事は対象となる物体をどちらへ動かしたかで決まり、力を加えているばねばかりの移動する向きとは無関係である。



←下へ引く



←上へ引く



位置エネルギーと運動エネルギー

1 準 備

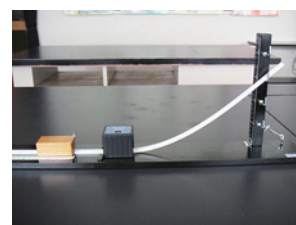
衝突実験器一式、速度測定器

2 方 法

(1) 位置エネルギー ※エネルギー … 他の物体に仕事をすることができる能力

① 物体（球）の質量を一定にした場合の位置エネルギー

- ア レール上にあるスケールの0（ゼロ）位置に木片を設置する。
- イ レールを斜面支柱に取り付けられているフックにかけ、任意の高さに調整する。
- ウ 物体（例えば鉄球）を使い、木片に衝突させたときの木片が移動した距離を測定する。
物体が木片に衝突する直前の速さを測定する。
このとき、物体（例えば鉄球）の落下させる高さを変えた場合に木片が移動した距離がどのように変わるのかを比較（記録）する。
- エ 実験結果からグラフを作成する。
（横軸…斜面の高さ、縦軸…木片の移動距離）

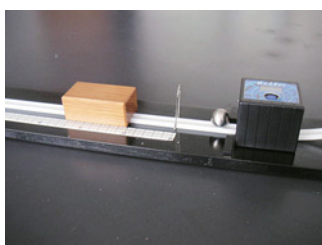


② 斜面の高さを一定にした場合の位置エネルギー

- ア レール上にあるスケールの0（ゼロ）位置に木片を設置する。
- イ レールを斜面支柱に取り付けられているフックにかけ、任意の高さに調整する。
- ウ 物体（3種類）を使い、それぞれ木片に衝突させたときの木片が移動した距離を測定する。
- エ 実験結果からグラフを作成する。（横軸…物体（球）の質量、縦軸…木片の移動距離）

(2) 運動エネルギー ※①のデータを使ってもよい。

- ア レール上にあるスケールの0（ゼロ）位置に木片を設置する。
- イ 物体（例えば鉄球）を選び、レールの高さを変化させて物体（例えば鉄球）のそれぞれの速さを測定し、同時に木片の移動距離を測定する。
- ウ 物体を変え、イの実験を繰り返す。
- エ 実験結果から速さと木片の移動距離のグラフを作成する。
（横軸…物体（球）の速さ、縦軸…木片の移動距離）
- オ 実験結果から質量と木片の移動距離のグラフを作成する。
（横軸…物体（球）の質量、縦軸…木片の移動距離）



3 考 察

- (1) ①、②の位置エネルギーの実験

物体(球)が衝突した木片が移動する距離から物体(球)がもつ位置エネルギーを推測することができる。

- (2)の運動エネルギーの実験

物体（球）が衝突した木片が移動する距離から物体(球)がもつ運動エネルギーを推測することができる。

放 射 線

1 準 備

演示実験用霧箱、生徒実験用霧箱、エタノール（純度99.5%）他

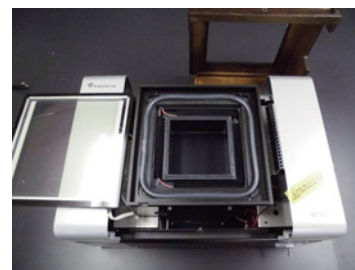
2 方 法

（１）演示実験用霧箱を用いた放射線の観察

- ① カバー、二層ガラスをはずす。
- ② エタノールを、ヒーターを内蔵したフェルトの部分に10ml～30ml注入する。
- ③ 二層ガラス、カバーを取付け、電源を入れて5分ほど待つ。
- ④ 白い飛跡を観察する。

※注意点

- ・連続運転は50分以内とし、ヒーター部のエタノールがなくなった状態で通電しない。
- ・観察後は底にたまったエタノールを除去する。
- ・操作はスイッチを切った状態で行う（感電の危険あり）。

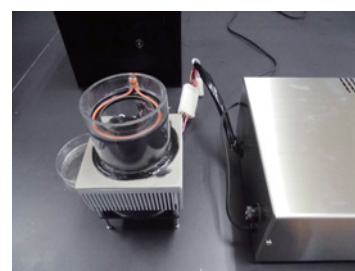


（２）生徒実験用霧箱を用いた放射線の観察

- ① エタノールをヒーターが浸る程度注入し、観察槽のふた、観察フードを取付ける。
- ② 本体と電源装置のコネクターを接続する。
- ③ 電源装置のスイッチを入れ、つまみを右いっぱいにし（出力最大）、5分ほど待つ。
- ④ 白い飛跡を観察する。

※注意点

- ・連続運転は10分以内にし、ヒーター部のエタノールがなくなった状態で通電しない。
- ・観察後は底にたまったエタノールを除去する。
- ・操作はスイッチを切った状態で行う（感電の危険あり）。



3 結 果

- ・数秒に一回の頻度で白い飛跡が観察されるが一瞬で消えてしまった。
- ・飛跡は太くてはっきりしたものや、縮れたものなどの種類があった。

霧箱で観察される飛跡による放射線の種類の見分け方

α 線	太くて4～5 cmの長さ
β 線	ちぢれて短い（3 cm程度）
宇宙線	細くて長い（30～40cm）

4 考 察

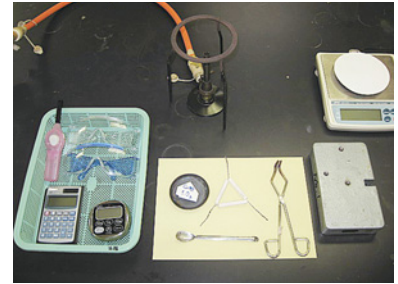
- ・数秒に一回と高い頻度で白い飛跡が観察されることから、身の回りに放射線を出す物質が多く存在し、常に放射線が放出されていることが考えられる。
- ・飛跡に種類があることから、放射線には種類があることが考えられる。

金属と化合する酸素の質量

1 準 備

〔薬品〕 銅粉（350メッシュ）またはマグネシウム粉末

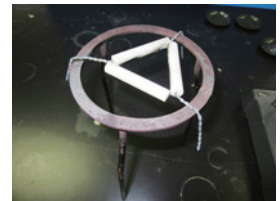
〔器具〕 電子てんびん、三脚、三角架、ステンレス皿、薬さじ（金属）、るつばばさみ、保護眼鏡、鉄製スタンド、タイマー



2 方 法

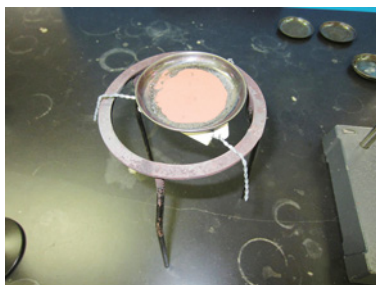
（1）加熱前の質量を測定する

- ① ステンレス皿の質量を測った後
金属の粉末を（0.40～1.40 g）班ごとに質量を変えて測り取る。



（2）金属の粉末を加熱する

- ② 粉末を薬さじを使って皿全体に薄く広げる。
③ 初めは弱火で加熱し、その後炎を最大火力（通常より空気を多く入れる）にして、粉末が飛び散らないように全体の色が変化するまで4分間加熱する。
（マグネシウムは反応が始まったら弱火にする。）



- ④ 4分経ったら加熱をやめ、るつばばさみで鉄製スタンドに置いて4～5分間冷却する。

（3）加熱後の質量を測定する

- ⑤ 皿が十分冷えたら、質量を測る。
⑥ 質量を測った後、こぼさないよう薬さじでかき混ぜ、固まりは薬さじの腹で丁寧に割って潰し、薬さじに粉末を残さないようにして、②～⑤の操作を繰り返して、質量の変化を調べる。

3 考 察

（1）考察のポイント1：グラフの作成

各班の実験結果を表にまとめ、次の2つのグラフを作成する。

- ・加熱回数と質量の関係（図1）…… 曲線のグラフ
- ・銅の質量と酸化銅の質量の関係（図2）…… 直線のグラフ

さらに、表より銅の質量と酸素の質量の関係（図2の発展……直線のグラフ）を考察することもできる。

(2) 考察のポイント2：グラフの読み取り

図1より、「銅を熱すると化合した酸素の分だけ質量が増えるが、それには限界がある。」

- ・一定量の銅に反応する酸素は限界がある。
- ・酸化銅の化学式は CuO であり、1 個の Cu 原子には 1 個の O 原子しか結合しない。

図2より、「銅と生成した酸化銅の質量は比例の関係にあり、さらに反応前の銅の質量と化合する酸素の質量にも比例の関係がある。」

- ・銅の質量と化合する酸素の質量比は、 $\text{Cu} : \text{O} = 63.55 : 16.0 = \text{約 } 4 : 1$ (理論値)

4 解 説

(1) 実験操作のポイント

- ① 正確でいいねいな実験操作を徹底する。
- ② 電子てんびんは、最小表示が $0.001\text{g} \sim 0.01\text{g}$ のものが良い。
- ③ 銅粉は、350メッシュなどの細かくかつ新しいものを使う。
- ④ ステンレス皿は予め十分強熱しておく。新品は表面がコーティングされており、大きな誤差を生む原因となる。
- ⑤ 1 回目の加熱は穏やかにする。2 回目以降は、通常より空気を多く入れて強熱する。
ただし、皿よりはみ出した還元炎で酸化銅が銅に還元されないよう炎は皿からはみ出さない。
- ⑥ ステンレス皿を効率よく冷やすためには、るつぼばさみを使用してスタンド台の上に置く。
- ⑦ 1 回目の加熱で、生成した酸化銅(II)はガチガチに固化するので、加熱後の固まりはこぼさないように丹念に細かく薬さじで小片に崩し、薬さじの腹の部分で押し潰すと、茶色の未反応の銅が現れるので、全体に広げて次の加熱に続く。

(2) 銅粉の保管について

一般に金属粉末は、粉末になればなるほど表面積が大きくなるため酸化しやすい。保管状態が悪いと、銅粉は酸化銅との混合物になってしまい、本実験の精度は落ちてしまう。

酸化防止には、密閉できるプラスチック容器に脱酸素剤やカイロ等とともに保管すると良い。脱酸素剤は内容物の鉄粉の酸化により酸素を吸収吸着している。また、防錆ポリ袋・防錆ポリフィルムも市販されている。

さらには、酸化銅との混合物を 1 mol/L 塩酸で処理した後、沈殿物にエタノールを加えて吸引ろ過を行い CuO や Cu_2O を除去する方法もある。(愛媛県総合教育センター平成19年度研究紀要)

(3) マグネシウムの酸化における注意点

実験終了後の酸化物中には黄色の物質(窒化マグネシウム)が生成している場合がある。

特に、質量が大きいときや酸化物の飛散防止に金網をステンレス皿上に置いて実験したときが挙げられる。いずれも、酸素不足となったマグネシウムが空気中の窒素と化合し、窒化マグネシウムが生成したと考えられる。

電 池

1 準 備

[薬品] 銅板 Cu・亜鉛板 Zn・鉄板 Fe (70×20×1mm)、塩酸 (5%)、飽和食塩水

[器具] 保護眼鏡、ビーカー (50mL、100mL)、電極ホルダー (発泡 PE 板等70×70×10mm程度)、電子オルゴール、光電池用モーター (プロペラ付き)、電圧計、リード線、目玉クリップ、キッチンペーパー、アルミホイル、バット、(電池、豆電球)

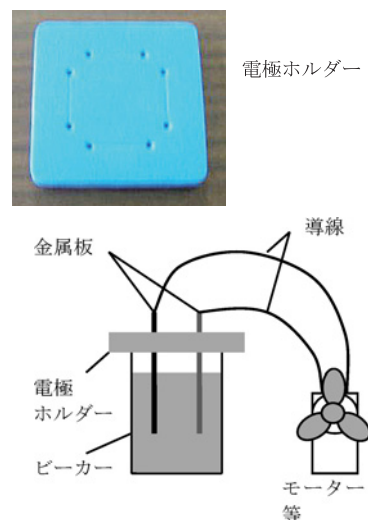


2 方 法

(1) 電池になることの確認

- ① 50mL ビーカーに塩酸を約 50mL 入れる。
- ② 銅板、亜鉛板を電極ホルダーに挿し込んだ後、右図のように極板を塩酸に浸す装置を組み、観察する。また、モーターを電子オルゴールに交換して観察する。
- ③ 電子オルゴールと並列に (または入れ替えて) 電圧計をつなぎ、電圧をはかる。どちらの金属を+につないだとき針が右に振れるか確認し、表に結果を記録する。

※モーターと並列にすると、正しく電圧が測定できない。
操作(2)のために、電極を取り出して、蒸留水で洗浄する。



(2) 極板の組み合わせによる違い

- ① 100mL ビーカーに飽和食塩水を約 100mL 入れる。
- ② 電極ホルダーに銅板×2・亜鉛板・鉄板を挿し込んでビーカーに極板を浸す。
- ③ 任意の2種類の極板を選んで電子オルゴールと電圧計 (または電圧計のみ) をつなぎ、どちらの金属を+につないだとき針が右に振れるか及び電圧をはかる。
- ④ 金属板の組合せを変えて③を繰り返す。また、同じ種類の組合せも調べる。

※食塩水の代わりに水や塩酸、水酸化ナトリウム水溶液等を使って同様の実験をしてもよい。

3 考 察

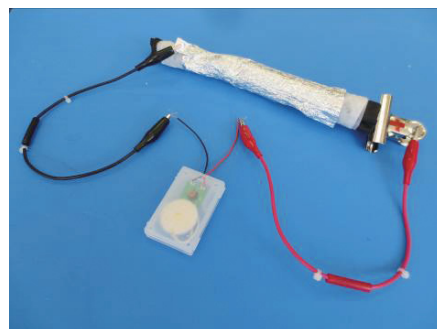
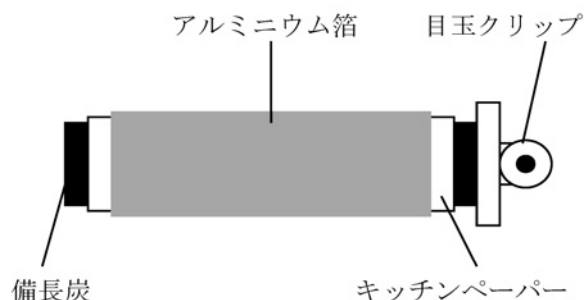
- ・2種類の金属板を溶液に浸し、金属板間にモーターなどをつなぐとモーターが回ることから、電流が流れ、金属板と溶液が電池になっていることがわかる。
- ・金属板の組み合わせによって電圧が変わり、同じ金属板同士では電圧が発生せず、溶液によって電圧が変わらないことから、金属板の組み合わせによって電圧が決まることがわかる。
- ・水では電圧が発生しないことから、電解質溶液が必要であることがわかる。
- ・負極となった (+につないだとき針が右に振れる極板のもう一方) 極板の表面がざらざらに変化しているので、金属の化学エネルギーが化学変化によって電気エネルギーに変換されたと考えられる。

4 別法 他

(1) 備長炭電池

キッチンペーパーに濃い塩化ナトリウム水溶液をしみこませ、備長炭のまわりに巻き、さらにそのまわりにアルミニウム箔を巻いて、備長炭とアルミニウム箔に電子オルゴールなどを接続する。なお、アルミニウム箔の一部は折り曲げて二重にし電極として配線する。備長炭は配線しにくいので露出している部分を大きめの目玉クリップではさみ電極にするとよい。

しばらく使用するとアルミニウム箔はボロボロになっているのがわかり化学変化が起こったことがわかる。

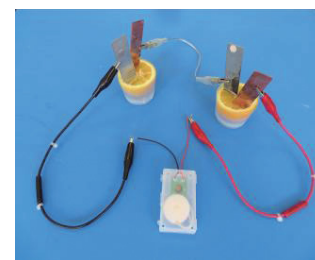


(2) レモン電池 (ダイコン、オレンジ、グレープフルーツ等でも可)

亜鉛板と銅板をレモンに刺し、その金属板に電子オルゴールなどを接続する。

ダイコン、オレンジ、グレープフルーツ等でもよい。

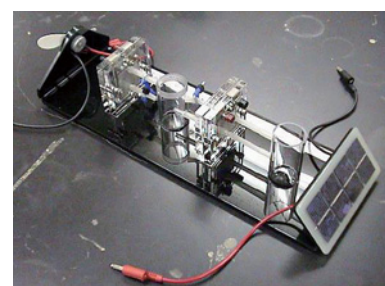
実験に使ったレモン等は金属イオンが溶けているのでなめたりしてはいけない。



(3) 燃料電池

簡易電気分解装置を使って、水を水素と酸素に電気分解する。しばらく電気分解をした後、電源の代わりに電子オルゴールをつなぐと鳴る。これは水の電気分解と逆の化学変化を利用する電池で、「燃料電池」という。

図のような燃料電池演示実験装置があり、次のようなエネルギーの一連の流れが手軽に観察できる。



イオンの移動

1 準備

〔薬品〕 2.5%塩酸、2.5%水酸化ナトリウム水溶液、2%硝酸カリウム水溶液、pH試験紙、リトマス紙

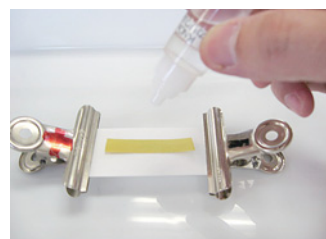
〔器具〕 電源装置、リード線、目玉クリップ、スライドガラス、ろ紙、プラスチックバット、プラスチックピンセット、保護眼鏡、駒込ピペット



2 方法

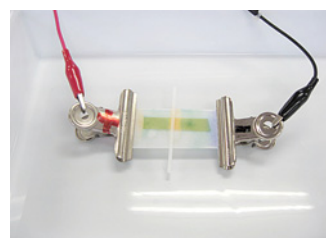
(1) 実験装置を組み立てる

- ① スライドガラスの大きさ切ったろ紙を切り取り、スライドガラスの上に載せる。
- ② さらに pH 試験紙を載せ、駒込ピペット（滴瓶）で硝酸カリウム水溶液を滴下して、ろ紙と pH 試験紙の全体を湿らせ、密着させる。（しわや気泡ができないようにする。）
- ③ 両端を目玉クリップで留める。（pH 試験紙の両端は、目玉クリップよりそれぞれ約 1 cm 空ける。）
- ④ 電源装置の電源 OFF の状態で、目玉クリップをリードで電源装置につなぐ。



(2) 酸（またはアルカリ）の水溶液に電圧をかける

- ① 予め幅 2 ～ 3 mm の短冊状に切ったろ紙を、塩酸（または水酸化ナトリウム水溶液）に浸す。
- ② pH 試験紙の中央に①のろ紙をのせ、15V の電圧をかけて、観察する。



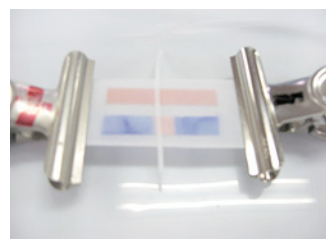
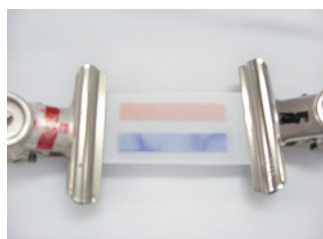
3 解説

- ① イオンの移動を実感できるように、結果が短時間で観察できる工夫

移動する様子や引きつけられていく様子が実感できるように、イオンの種類、電極、電圧を調整して、授業時間内で確実に観察するためには、15～20V 程度の電圧が必要になる。電源装置を用いるほかに、9V 電池の 2 個直列や 1.5V の乾電池を 10 個直列につないでもよい。

- ② 簡易な装置、操作の工夫

ろ紙、寒天、半透膜、U 字管、塩橋を用いる方法があるが、ろ紙がお勧めである。また、pH 試験紙の代わりに、赤リトマス紙と青リトマス紙を並べる方法もある。



- ③ 添加する電解質の種類の選択

純粋な水は電流を流さないため、ろ紙を硝酸カリウムの飽和水溶液に浸している。電解質

を添加すると短時間で観察できる。塩化ナトリウム、硝酸カリウムなどがある。

④ 添加電解質の電気分解によって起こる電極付近の変化の問題

⑤ 有色イオンの利用

酸塩基による水素イオン H^+ や水酸化物イオン OH^- は無色のために、確認のためには指示薬（pH 試験紙、リトマス紙、BTB 溶液等）を用いる必要がある。しかし、有色イオン（青色の銅(Ⅱ)イオン Cu^{2+} や赤紫色の過マンガン酸イオン MnO_4^- ）を用いて、電圧をかけたときのその色の広がり（移動）から、イオンは電気を帯びていることを示す方法もある。

これが電解質の水溶液の電気伝導性の原因であることに気付かせることにもつながる。

[方法] ろ紙の中央に塩化銅(Ⅱ)や過マンガン酸カリウムを数粒のせ、電圧をかけて観察する。(塩化銅(Ⅱ)の青色は－側へ、過マンガン酸カリウムの赤紫色は＋側へと広がる。)塩化銅(Ⅱ)中の Cu^{2+} の青色が見にくいときは、アンモニア水を噴霧すると、テトラアンミン銅(Ⅱ)イオン $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ の濃青色となり観察しやすい。

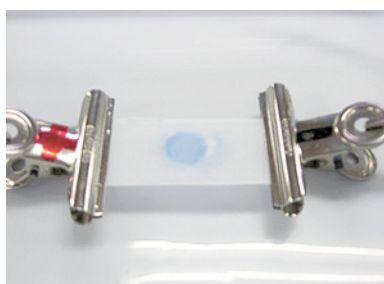
〈硫酸銅(Ⅱ)とアンモニア水〉



硫酸銅(Ⅱ)をろ紙上に滴下するものの、銅(Ⅱ)イオンの青色は、ほとんど薄くて見にくい。



アンモニア水を一滴滴下する。
滴下すると、四方に広がる（円形）。



しばらくすると、
テトラアンミン銅(Ⅱ)イオン $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ の濃青色が確認でき、さらに、濃青色の帯が陰極側へ引き寄せられていくことが確認できる。

あ と が き

理科教員が学習内容の系統性を理解し、小学校・中学校・高等学校をつなぐ理科授業が進められている。

また、県内の各地域で、小学校と中学校の先生が相互に授業を参観して協議したり、観察実験を行っている。

理科における小中連携が自然な形で以前から行われてきている。本紀要が理科教育のこのような連携に少しでも役立てば幸いである。

参考文献等

石川県高等学校教育研究会生物部会「生物実験」平成21年

高校生の生物とボクシングと本 <http://bbbbiologybooksboxing.blogspot.jp/>

東京書籍「ダイナミックワイド図説生物」第8版

Wikipedia「カルカリナ」<http://ja.wikipedia.org/wiki/>

新井直志「地震波の伝わり方」 理科の教育 2009/08/vol.58/No.685

岡本義雄「小麦粉を用いた断層モデル実験」 2000

新井直志「金星の見え方：満ち欠けと見かけの大きさ」 理科の教育 2010/09/vol.59/No.698

江崎士郎「ばねの大きさばねののびの関係を調べる」 理科の教育 2010/09/vol.59/No.698

抄録カード

石川の自然 第39集

現学習指導要領により、新たに加わったり復活したりした観察・実験を実習することで、先生方が実験力を高め、学習指導要領が目指す学力を育成し、理科好きの生徒を育てることを目的とする。

中学校における理科観察実験のポイント

石川県教育センター 杉澤 寿治 朝田 肇 中口 憲
嶋 耕二 中村 晶子 杉江 哲治

中学校理科観察実験

I エネルギー

II 粒子

III 生命

IV 地球

平成 27 年 (2015) 3 月 発行
発行所 石川県教育センター
〒921-8153 石川県金沢市高尾町ウ31番地 1
TEL 076-298-3515
FAX 076-298-3518
<http://www.ishikawa-c.ed.jp>
代表者 池 廣 嚴 雄
印 刷 株式会社小林太一印刷所