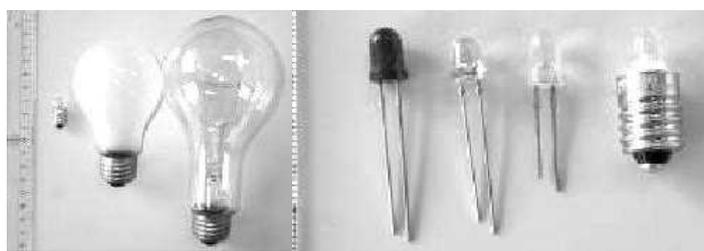


観察・実験指導力向上資料集

(文部科学省委託事業「理科の観察・実験指導等に関する研究協議実施事業」)



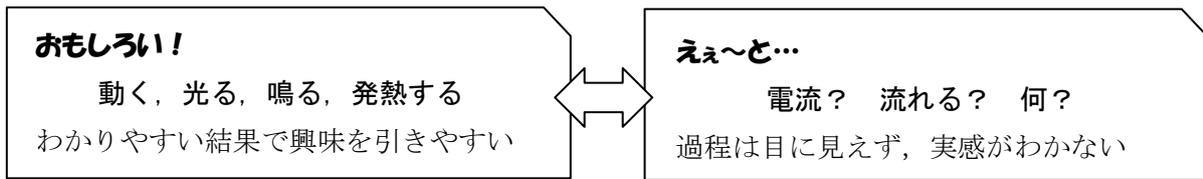
- 内容 -

- ・小学校エネルギー・1
- ・小学校地球……11
- ・中学校……17

電磁気領域の学びの系統性

	学年	学習内容	実験器具
小学校	第3学年	磁石の性質 <ul style="list-style-type: none"> ・磁石に引きつけられる物 ・異極と同極 電気の通り道 <ul style="list-style-type: none"> ・電気を通すつなぎ方 ・電気を通す物 	磁石 乾電池 スイッチ 豆電球
	第4学年	電気の働き <ul style="list-style-type: none"> ・乾電池の数とつなぎ方 ・光電池の働き 	モーター 検流計 光電池
	第5学年	電流の働き <ul style="list-style-type: none"> ・鉄心の磁化，極の変化 ・電磁石の強さ 	電磁石 方位磁針
	第6学年	電気の利用 <ul style="list-style-type: none"> ・発電・蓄電 ・電気の変換（光，音，熱などへの変換） ・電気の利用（身の回りにある電気を利用した道具） 	手回し発電機 コンデンサー 発光ダイオード 電熱線
中学校	第2学年	電流 <ul style="list-style-type: none"> ・回路と電流・電圧 ・電流・電圧と抵抗 ・電気とそのエネルギー（電力量，熱量を含む） ・静電気と電流（電子を含む） 電流と磁界 <ul style="list-style-type: none"> ・電流がつくる磁界 ・磁界中の電流が受ける力 ・電磁誘導と発電（交流を含む） 	回路図 電源装置 電流計 電圧計 抵抗器 放電管 コイル
	第3学年	エネルギー <ul style="list-style-type: none"> ・様々なエネルギーとその変換（熱の伝わり方，エネルギー変換の効率を含む） ・エネルギー資源（放射線を含む） 	
高校	第1～2学年	物理基礎 （物質と電気抵抗，電気の利用）	
	第2～3学年	物理 （電気と電流，電流と磁界）	

電流，電気領域の特徴



さらに，次々に，学習項目が増えていく。

中学校では，数式を用いた法則も出てくる。 $V=IR$ ， $P=IV$ ， $Q=VIt$ ……!/?

指導のポイントは

- (1) 電気の流れ（電流）の道すじをしっかりと実感させる。 回路と流れる向き
- (2) 電気の流れる量（電流の強さ）を意識させる。 電流という考え方
- (3) 電気が何に変わるのかをとらえさせる。 エネルギーの変換

問題解決の能力を育てながら

- 第3学年 身近な自然の事物・現象と比較しながら調べる。
- 第4学年 自然の事物・現象を働きや時間などと関係付けながら調べる。
- 第5学年 自然の事物・現象の変化や働きをそれらにかかわる条件に目を向けながら調べる。
- 第6学年 自然の事物・現象についての要因や規則性，関係を推論しながら調べる。

指導にあたって理解しておきたい背景 ～少し先まで知っておくために～

・電流の正体

電流の正体は，導線中を移動する電子（電気を帯びた微粒子）である。電子はとても小さな粒子で目に見えない。

・電気回路は電圧，電流，抵抗の3つの要素で成り立っている。

電圧（単位 [V]） 電流を流そうとする力にあたるもの
電流（単位 [A]） 流れている電気の量（1秒あたりに流れる電子の量）
抵抗（単位 [Ω]） 電流の流れにくさの度合い

・電気は抵抗がある部分を通るとき，力，光，音などに変わる。

抵抗がある部分は電子が通りたがらない。だから，外側から電圧をかけて押してやる必要がある。そうして，抵抗がある部分を無理矢理通されるとき，電子は光や力などの「悲鳴」をあげると考えるとよい。

だから，「悲鳴（発生するエネルギー）」を大きくするためには，より大きな力（電圧）をかけて，よりたくさんの電子を押し込む（電流）とよい。つまり，電球やモーターなどで消費する（=変換される）エネルギー（消費電力）は，電圧と電流に比例する。

消費電力（単位 [W]） = （電圧） × （電流）

生活の中では，コンセントの電圧は 100V，電池一本は 1.5V と決まっているように，電圧が一定であることがほとんどである。小学校では，電圧が一定であるという前提のもと，電流の大小のみに着目し，発生する光の強さや熱の量を考察させる。

・電源には直流と交流の2種類がある。

電流の向きが一定な電流を流す電源を直流，電源の強さや向きが周期的に変化する電源が交流である。交流は電圧を変化させることが簡単であり，発電所からの送電中にエネルギー損失が少ない。家庭のコンセントは交流電源である。

一方でほとんどの電気機器の内部は直流で動作している。電池は直流電源である。接続には電流の向きに注意しなければならない。

実験で使う装置，電子素子

乾電池



種類の違う金属で電極をつくり，それを食塩水などの電気を通しやすい液体（電解質という）に入れると，金属の電極は一方が+極，他方が-極となり，電池ができている。電解質がこぼれないように工夫したり，密閉したりして電池をつくったものが「乾」電池で，持ち運び安く使いやすい。赤，黒などの色がぬってあるマンガン電池，金色のアルカリ電池など種類がいくつかあるが，おおむね1本で1.5Vの電圧を得られる。なお，充電電池は充電できない電池よりわずかに電圧が低く，1.2V程度である。



白熱灯（豆電球）



フィラメントといわれる抵抗の高い導線に電流を流すと，熱がたくさん発生して高温になる。この熱でフィラメントは高温になり，光を出して周囲を明るく照らすのが白熱灯の原理である。このままでは，フィラメントはすぐに燃え尽きてしまうので，ガラスで密閉して，内部に不活性ガスを封入して長持ちをさせている。小さな電圧でも光が出るような小さな白熱灯が豆電球である。



白熱灯は電気のエネルギーが熱と光になるので，エネルギーのロスが大きい。

発光ダイオード



内部に2種類の半導体といわれる金属を接合させたつくりで，白熱灯とは別の仕組みで発光する。発熱が少ないので，電気のエネルギーを効率よく光に変換できる。半導体の上のにせる物質の違いで，赤，緑，青などの色の違いが生じる。白色の発光ダイオードの中には，赤，緑，青の3つの発光体が入っていて，光の3原色であるこの3色が混ざり合って白い光を作っている。



発光ダイオードは，一定の方向にしか電流を通さない性質がある。何も加工をしていない発光ダイオードの場合，長い方の電極が+側，短い方が-側であり，この電流の向きを順方向という。

発光ダイオードは順方向でも，ある程度の電圧がなければ電流が流れない性質があり，また，この電圧を超えると一気に電流が流れ始める。従って，高い電圧に弱く，破損してしまうので，発光ダイオードにかける電圧や，流す電流を適切に制御する必要がある。

モーター



直流用と，交流用で作りが違うが，基本的には内部にコイルと磁石が入っていて，この間に生じる磁力の働きで回転運動を作り出す。逆に，外部から力を加えて軸を回転させると，発電する。



発電機

児童になじみがあるのは、手回し発電機と自転車のダイナモである。手回し発電機は、ハンドルの回転数を歯車で増やした後、直流モーターの軸に伝えて電気を発生させる。この場合、直流が発電される。一方で、自転車のダイナモでは交流が発生する。



コンデンサー



キャパシターといわれることも多い。基本的に電極をつけた二枚の金属板を少し離して固定したつくりをしていて、電極を電池の+極、-極につなぐと二枚の極板間に電気（静電気）が蓄えられる。ただ、ほとんどのコンデンサーが蓄える電気量はごくわずかであり、電池の役を担えない。また、直流は通さないが、交流は通す性質がある。電子回路上では、電源線や信号線に入ったノイズを消去したり、必要な信号成分だけを取り出したりするのに使われる。様々な種類があり、用途に応じて適した種類を選択して使用する。



小学校の実験で使われるコンデンサーは「電気二重層コンデンサー」といわれる日本で近年開発された種類であり、コンデンサーとしては驚異的な電気量を蓄えられるため、スーパーキャパシターとも呼ばれている。充電にかわるものとしても開発が続けられている。コンデンサーは、充電時に調整する項目が少なく、また再三の充放電にも強いので、ハイブリッドカーなどに応用可能と期待されている。

コンデンサーに蓄えられる電気量は、充電時に加える電圧に比例して大きくなる。1Vの電圧を加えたときに蓄えられる電気量（単位〔 C 〕）を電気容量（単位〔 F 〕）といい、コンデンサーの大きさはこの電気容量で表示される。従って、次の式が成り立つ。

$$(\text{蓄えられる電気量}) = (\text{電気容量}) \times (\text{加えた電圧})$$

実際にはコンデンサーには定格電圧があり、その電圧を超えると破裂の危険があるので、蓄えられる電気量には限界がある。また、極性を持ったコンデンサーも多く、逆に接続すると発熱したり、破裂したりするので注意が必要である。

電磁石のつくりかた



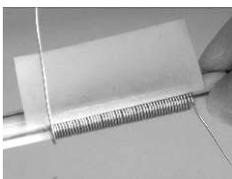
①材料:鉄釘、ストロー、エナメル線(φ0.4mm)



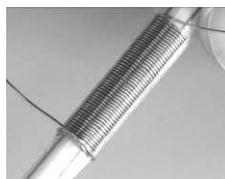
②ストロー約4cmの上に両面テープをはり、その上にエナメル線を巻いていく。



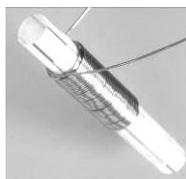
③50回(1段目)巻き終わり。



④1段目の表面にもう一度両面テープをはる。



⑤2段目を巻き始める。



⑥100回巻き完成
余分なストローは切りとる。

- ストローは太さ 6mm のものを、心には鉄釘のできるだけ太いものがよい。
- エナメル線は 0.4mm が適当で、約 280cm で 50+50 の二段巻きコイルができる。(1段 100回巻きの場合 は 260cm)
- 巻き数を変える場合にも、余分なエナメル線は切り取らない。

単元名 第5学年「電流の働き」

実験 電磁石のはたらきを強くするためにはどうすればよいだろうか。

観察、実験の前の手立て

- 電磁石の働きを強くするためにはどうしたらいいかを考えさせ、話し合わせる。

予想や、仮説をもたせるときには、自分なりに予想の理由も考えさせることが大切。「カン」では理科にならない。）

(例) 「かん電池を増やせばいい。」 → 「かん電池を増やすと電流がたくさん流れるから、電磁石も強くなるはずだ。」

「巻き数を増やせばいい。」 → 「巻き数を増やすと電流のパワーが集まるから、電磁石は強くなるはずだ。」

- 実験の計画を立てる活動では、条件に視点をあてて支援する。(変えるものは、ひとつだけ)

何を一定に保って、何を変えるのかを整理した上で、実験に入ることが大切。

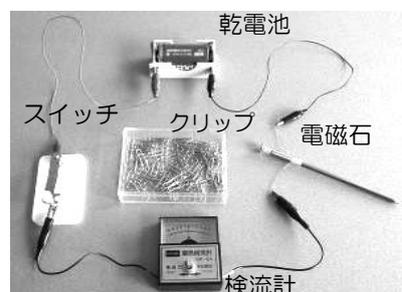
(例) 電流の強さと電磁石の強さの関係を調べる場合：巻き数を一定に保って、乾電池の数を調べる
巻き数と電磁石の強さの関係を調べる場合：乾電池の数を一定に保って、巻き数を調べる

【主な準備物】

電磁石 乾電池（または電源装置） 導線 スイッチ 電流計（または検流計）
鉄製のゼムクリップなど

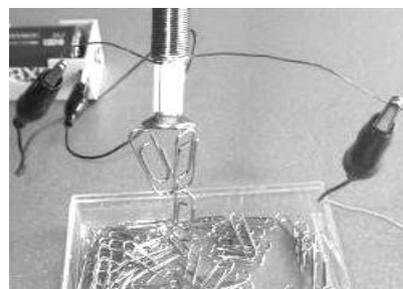
実験①【電流の強さを変える場合】

- 乾電池1個を用いて回路をつくる。
- スイッチを入れ、流れる電流の強さを電流計で測定する。
- 電磁石でつり上げられるクリップの数を調べて、スイッチを切る
- 乾電池の数を換え、流れる電流の強さと、つり上げられるクリップの数を調べる。



実験②【コイルの巻き数を変える場合】

- 乾電池1個にして、実験①と同じ回路をつくる。
- スイッチを入れ、流れる電流の強さを電流計で測定する。
- 電磁石でつり上げられるクリップの数を調べて、スイッチを切る
- 巻き数の大きなコイルに換え、流れる電流の強さと、つり上げられるクリップの数を調べる。



【結果】

「電流を強くしたり、コイルの巻き数を増やすと電磁石は強くなる。」

実験中の留意点

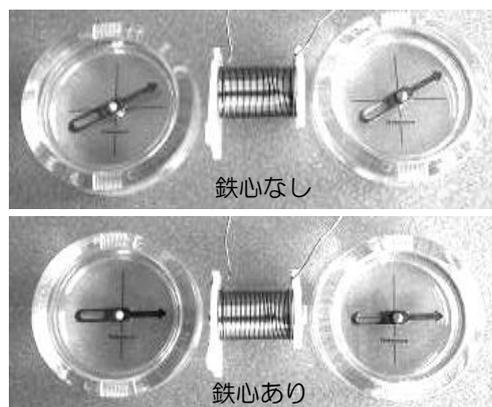
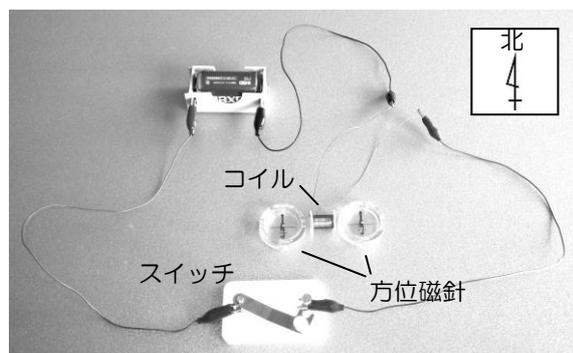
- ・電池の起電力を一定にするために、電池は新品（充電式の場合は満充電の状態）のものを用意する。
 - ・コイルに使うエナメル線の長さが変わると、電気抵抗（電流の流れにくさ）が変化してしまうので、実験②では、巻かない部分の余ったエナメル線は、切らずに使う。（紙などに一時的に巻いて使う）
 - ・同じ条件で複数回実験をしたり、他の班と結果を共有したりして、数値の平均を求めて結果を算出する工夫をするとよい。
- ☆特に乾電池の数が多い場合や、巻き数が多い場合にはコイルが発熱し、やけどをする可能性がある。調べるときだけスイッチを入れるように指導し、電流を流す時間をできるだけ短くするとともに、コイルのエナメル線部を持たないように指導する。
- ☆電流計や検流計だけを乾電池に接続すると、器具が破損する可能性がある。また、電流計を使う場合には、5 Aの端子を使うようにするとともに、赤色端子に乾電池の+側を接続するように指導する。

実験後の指導の手立て

- ・一定に保った条件と変化させた条件を、表などを用いて整理しながら結果を考察することで、電磁石の働きは、電流の強さと、巻き数によって変わることをとらえるようにする。
- ・電磁石が生活の中でどのように利用されているかに興味をもたせたい。

現象の背景

- ・使用するバネのような形状のコイルを「ソレノイド」という。
- ・鉄心がないソレノイド（コイル）でも、磁力は生じている。しかし、鉄心がない場合に生じる磁力はとても小さく、クリップを持ち上げたり、手で感じたりするまで至らない。一般にコイルに生じる磁力は、
 - ① 導線の巻き密度（いかに短い範囲に、たくさんの導線を巻いているか）
 - ② コイルに流す電流の強さが大きくなればなるほど、強くなる。
- ・鉄心を入れることで、コイルに生じた磁力は大きくなり、クリップが持ち上がるようになる。どのくらい磁力が強くなるかは、鉄心の材質による。一番良いのは軟鉄（焼きなました鉄）。



←コイルの両端にできる磁極を調べる実験。（鉄心がなくとも、両端に弱い磁極が生じて、方位磁針を動かしている。）

単元名 第6学年「電気の利用」

実験 豆電球と発光ダイオードで、使われる電気の量は違うのだろうか。

観察、実験の前の手立て

- ・電気が光に変換されている身近なものについて話し合う。また、それらの違いについて気がつくことを話しあう。

(例) 電球 (丸い, 赤い光, 熱くなる) 蛍光灯 (長細い, 色がいろいろ)
LED (いろんな形と色, 高い, 省エネ, テレビの画面)

- ・LEDは「発光ダイオード」といわれるものであること, いわゆる電球は「白熱灯」といわれるものであることを伝える。
- ・発電にはエネルギーが必要なこと, 資源には限りがあることなどを伝え, 話し合いなどを通して省エネルギーの必要性について気づかせる。
- ・近年は, 家庭で白熱電球があまり使われておらず, 身近でなくなっていることに留意したい。

【主な準備物】

手回し発電機 コンデンサー (4.7F~10F) 豆電球 低電圧LED
ストップウォッチ 電流計

実験①【手回し発電機を回すときのハンドルの重さで比較する】

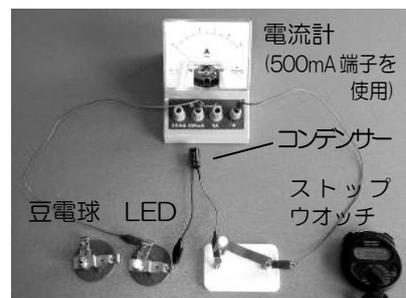
- 1 手回し発電機と豆電球をつなぎ, 1秒間に2回程度の速さでハンドルを回して点灯させる。
- 2 豆電球をLEDに変え, ハンドルの重さを比べる。

実験②【豆電球とLEDの点灯時間を比較する】

- 1 手回し発電機とコンデンサーをつなぎ, 1秒間に2回程度の速さで50回ハンドルを回して電気を蓄える。
- 2 手回し発電機とコンデンサーを外し, コンデンサーに豆球をつないで点灯している時間をストップウォッチで測定する。
- 3 1と同じ条件でコンデンサーを充電し, LEDに接続して点灯時間を調べる。

実験③【豆電球とLEDに流れる電流の強さを比較する】

- 1 実験①の1と同じ条件でコンデンサーを充電し, コンデンサーと豆電球の間に電流計をいれて点灯させ, 点灯中の電流の強さを調べる。
- 2 豆電球が消灯したら, 再びコンデンサーを充電し, 1と同様にLEDに流れる電流を調べる。



結果

「LEDの方が豆電球に比べて流れる電気の量が小さいので, 長い時間点灯する。」

実験中の留意点

- ・手回し発電機を回す向きと出力端子の+/-の関係を事前に調べ、児童に回させる向きを明示するなど正しく接続できるように工夫する。
 - ・コンデンサー、LEDにも電流を流す向きがあるので、みの虫クリップの色を統一するなどして正しく接続できるように工夫する。
 - ・コンデンサーに充電を完了した後は、すぐに手回し発電機との接続をはずすように指導する。つないだままだと、蓄えた電気が逆に手回し発電機に流れ、放電してしまう。
- ☆手回し発電機を早く回しすぎると、コンデンサーが破裂したり、豆電球やLEDが破損したりする可能性があるので注意する。
- ☆手回し発電機をコンデンサーに接続する向きを間違えると、コンデンサーが破裂したり、熱を持ったりすることがあるので注意する。

実験後の指導の手立て

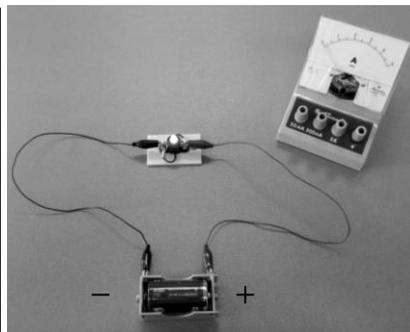
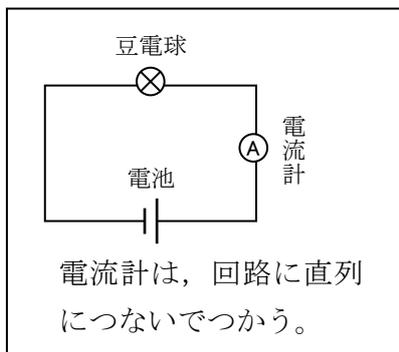
- ・LEDは豆電球に比べ、使われる電気の量が少ないことから、省エネルギーになることに気づかせる。その際には、照明器具だけでなく、テレビや信号機など様々な電気器具にLEDが使われ始めていることに関連させたい。
- ・蛍光灯も消費する電気の量が少ないこと、LEDや蛍光灯は発熱が少ないことを伝え、電気を効率よく光に変える道具であることに気づかせる。一方でそれぞれの単価のちがいに触れ、用途に応じて選択することが必要であることにも気づかせたい。
- ・電気はコンデンサーなどに蓄えて使うことができることに気づかせる。この際に、充電機にも電気が蓄えられることや、車や携帯電話など蓄電を伴う器具についてもふれたい。

現象の背景

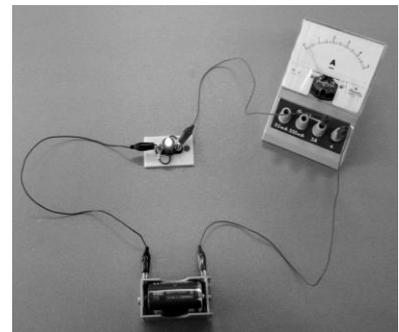
- ・LEDはLight Emitting Diodeの略称で、半導体といわれる電気素子の一種である。
- ・低電圧LEDには内部に小さな電子回路が含まれており、接続された電源を、LEDが点灯するのに適した電圧や電流に調整している。従って、コンデンサーに接続中の電流の時間変化は小さい。
- ・実際のLEDを点灯させるには、ある程度の電圧（乾電池2個以上）が必要であり、乾電池1個だけでは点灯しない。一方で、豆電球は、比較的小さな電圧（少ない乾電池数）でも点灯させることができる。
- ・コンデンサーは電気を蓄える素子であるが、たくさんの種類がある。この実験で用いるコンデンサーは「電気二重層コンデンサー」といわれる近年開発されたもので、たくさんの電気を蓄えることができる。一方で、多くのコンデンサーが蓄える電気の量は微々たるもので、仮にLEDや電球をつないでも、点灯は確認できない。また、電気二重層コンデンサーは効率よく電気を蓄えることができるが、充電機に比べると蓄えられる電気量は少なく、非常に高価である。

測定器具の使い方

電流計



①まず回路をつくる。



②電流計を回路の間にはさむ。

- 電流計の+端子を電池の+側に、-端子（5 A ， 500mA， 50mA）を電池の-側につないぐ。ただし、どの-端子を使うかは、次のように選ぶ。
- 【-端子の選び方】電流の強さが予想できないときには、まず、5 Aの端子につなぐ。針のふれが小さいときは、500mA， 50mAの順に-端子をつなぎ変える。



針の振れが小さくて測れない。



端子を変えると、測れるようになる。90mA（ミリアンペア）



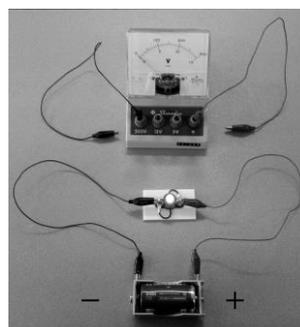
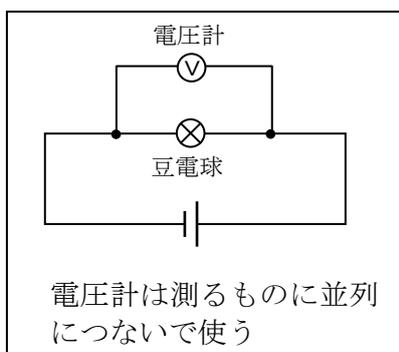
小さい端子にしすぎると、振り切れてしまう。

- 【目盛りの読み方】-端子に表示してある数値は、針が最もふれたときの電流値を示している。目盛りに書かれている数値は1～5である場合、5 Aの端子を使用しているときには1 A～5 A， 500mA 端子を使用しているときには100mA～500mA， 50mA 端子を使用しているときには10mA～50mA と読み替えて使う。

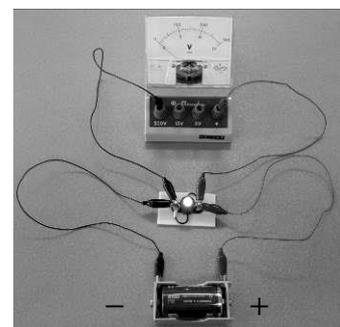


わに口クリップのはさみ方

電圧計



①まず回路をつくる。



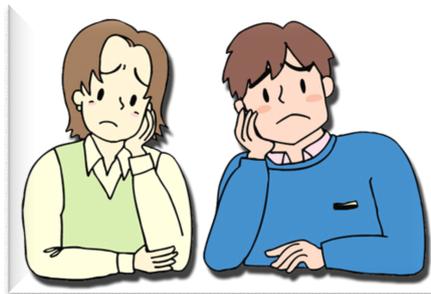
②測るものの両側に電圧計を接続する。

- 端子の選び方、目盛りの読み方は電流計と同じであるが、-端子は 300V， 15V， 3Vの順になっている。

「流水の働き」「土地のつくりと変化」の授業づくり

先生が苦手なことは、子どもたちも苦手。

「第5学年 流水の働き」と「第6学年 土地のつくりと変化」は、小学校教員が指導に困難を感じる単元として必ず挙げられる内容です。先生方はどのようなことに困難を感じ、苦手意識を感じているのでしょうか。



学習対象の「規模」が大きすぎる。

地球の大地の変化を扱う
→空間的規模

何万年という時間の中での自然事象を扱う
→時間的規模



「実験」が難しい。

「効果的な実験」をイメージできない

理科室での実験が困難

運動場に築山がない

準備が大変

「観察」が難しい。

本物の河川を教材とした学習を実践してみたいが、身近な地域に観察に適した河川が見あたらない

「苦手だ」と思ってしまうその「発想」をまず転換してみましょう。

対象の「規模」を考慮し、段階的に学習を進めてみては？

モデル教材等を用いた
具体的操作による学習

↓
実験の結果と自然事象の
つながりをイメージさせる
(ICT、デジタルコンテンツ活用)

↓
科学的な知識や概念を実際の
自然事象に適用する力へ

必ずしも大がかりな「実験」である必要はないのでは？

何のために行う実験か、目的意識がはっきりしていれば従来の実験にこだわる必要はありません。大切なのは、児童が科学的に考えるための視点やきっかけが明確である実験であるということです。

河川の「現地観察」を通してでなければ得られないものとは？

現地に連れて行きさえすれば児童の学びが保証されるわけではありません。「活動はあるが学びがない」という状況に陥るおそれも少なくありません。学習内容と本物の河川を関係づけて考えさせる工夫が授業になされていれば、十分な学習効果が期待できます。

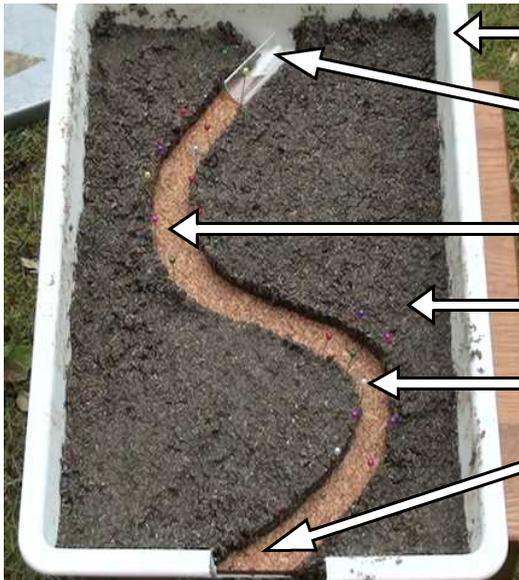
実験① 全天候対応型流水の働きモデル実験

【学習内容】 流れる水には、土地を侵食したり、石や土などを運搬したり堆積させたりする働きがあること。(第5学年)

実験の準備



○ペットボトルに着脱できる水差し口
(流す水量を調節しやすい。ビーカー等での代用も可能)



○プラスチックバット (A4サイズ大)

●アクリルパイプをカットして作ったとい
(流し始めの崩れ防止、水の流れる方向づけのため)

○コルクマット

●土 (今回は芝生用の目土を使用)

○まち針

流水路の出口

(水をためずに逃がすため。出口にはバケツなどを置いておく)

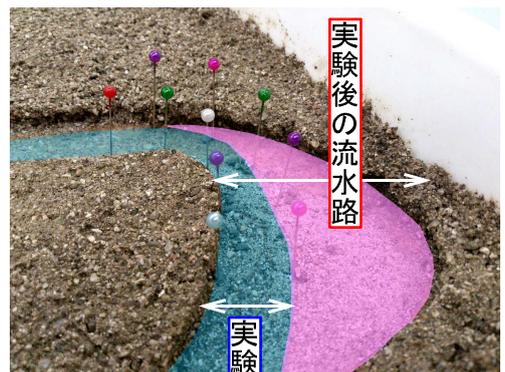
※その他、発泡スチロールで作った流水路の型

○…100円均一ショップで入手

●…ホームセンターで入手

実験の手順

- ① プラスチックバットにコルクマットをしき、流水路の型をまち針で固定する。
- ② 移植ごてを使って型のまわりに土を入れ、手で押さえながらしきつめていく。土の深さは、型と同じ高さぐらいでよい。
- ③ 土が崩れないように気をつけながら、型をはずす。
- ④ 流水路の形状に沿ってまち針を刺していく。
- ⑤ 流水路模型を流し台付近に設置する。流し台に向かって水が落ち込むようにする。土もいっしょに流れ出てくるのでバケツや水槽などで受けるようにする。
- ⑥ といの部分に水が当たるようにして水を流し始める。流水路の形がどのように変化をするのか観察する。



実験後の流水路

実験前の流水路

指導のポイント

観察、実験の視点

現象の予想

- 実験の前に、「どこで、どんな変化が起きるのか。または何も起きないのか。」という見通しをもたせることが、科学的な見方や考え方の育成に不可欠です。児童一人一人に見通しをもって実験に取り組ませることで「自分のための観察、実験」という課題意識をもたせ、主体的な学びを促すようにしましょう。
- 児童の実験の様子を動画で記録しておく、BeforeとAfterの比較資料として使えます。
- 実験終了後に各班の流水路模型を並べ、それぞれの結果の様子を比較させることで、どの班の実験結果にも「ある傾向（＝本時の学習内容）」が見られることに気付かせることができます。
- 水路に砂の粒がたまっている地点がある。それらの地点にはどんな共通点があるのか、その部分は水の流れがどのようにになっている場所なのかということについても考えさせます。それが新たな「仮説」となります。そして、そのことを確かめるためにはどのような実験をすればよいのか、検証実験の方法を考える・・・ということを繰り返していくことで、問題解決学習の過程がつながっていくようにしましょう。

この実験以降の学習展開例

定番の「築山実験」



- ・自分たちで流水路を作る。（必ずカーブを含むこと）
- ・けずられると思う場所にマーキングを行う。

理科室の実験では〇〇になったから、
ここでも〇〇になるはずだ。

（色分けした旗など）

- ・本当にそうなるのか、実験によって確かめる。
- ・検証実験の様子を班同士で見せ合ってもよい。

「知識」と「現実」をつなぐ



[消波ブロック]

川の水の勢いを弱め、岸が崩れたりするのを防ぐ。



- ・上の川の写真を見て、消波ブロックが置かれていると思う場所に印をつける。そのように考えた理由について、これまでの実験結果を「根拠」に説明する。

- ・消波ブロックが置かれている位置を動画資料で確かめる。

（「本物」を取りあげることで、知識と現実がつながる）

実験②

100円商品とペットボトルを使った 簡易堆積モデル実験

【学習内容】

流れる水には、土地を侵食したり、石や土などを運搬したり堆積させたりする働きがあること。(第5学年)
地層は、流れる水の働きや火山の噴火によってでき、化石が含まれているものがあること。(第6学年)



地層づくりの実験(堆積のモデル実験)は6年の学習内容ですが...

実験① 流水の働きモデル実験

(5年の実験。おもに侵食、運搬作用)

実験③ アクリル管を用いた土の沈降実験

(6年の実験。おもに堆積作用のみ)

5年「流水の働き」の堆積に関する内容

◎ (ある特定の場所に) 土や砂が積もる。

・ 川のカーブに注目すると

内側 泥や砂がたまる。 堆積

外側 削る。 侵食

◎ 水平方向の広がり (= 地層) は扱わない。

5年生の段階で侵食-運搬-堆積という
流水の働きをおさえ、6年生の学習につ
なぐためには...



・ 川全体を俯瞰して捉えると

上流 侵食の働きがよく見られる。

下流 堆積の働きがよく見られる。

6年「土地のつくりと変化」の堆積に関する内容

◎ 地層の構成物の特徴は、流れる水の働きによってできた川原の石によく似ている。

◎ 地層を構成しているものの中には貝などの化石が見つかることがある。

◎ 地層が流れる水の働きによってつくられたものであることをとらえる。

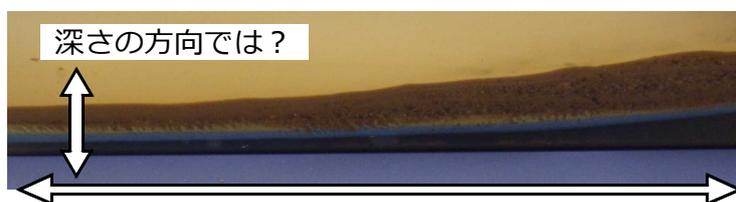
モデル実験(地層形成の再現実験)

河口付近の土の堆積の様子を観察させることで流水の堆積作用に気付かせるとともに、第6学年の学習内容「水のはたらきでできた地層は、砂でできた層、泥でできた層などが重なっている」ことへつなげることを目的としたモデル実験です。

● 観察のポイントは、

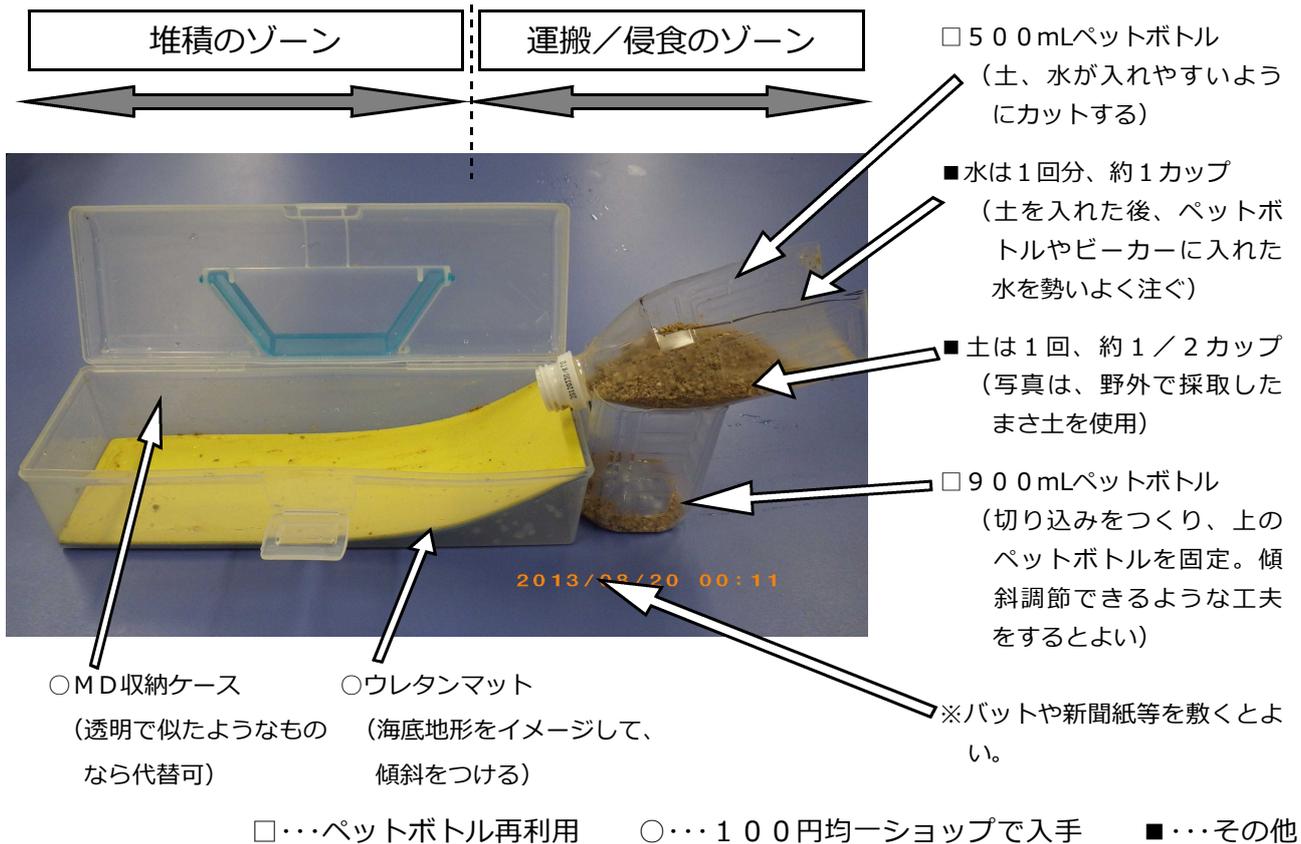


実験の準備



粒の大きさが
どのように
変化しているか。

広がりの方角では?

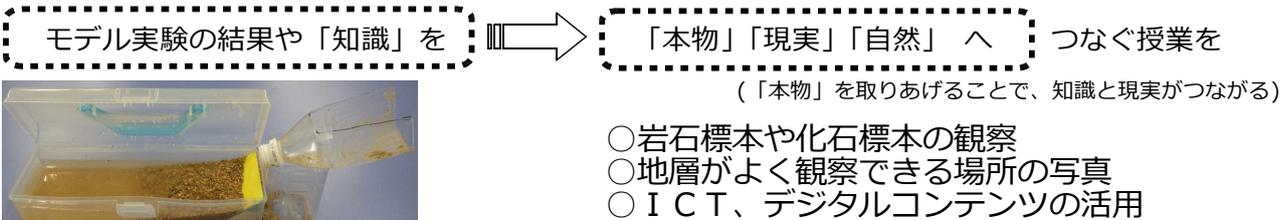


実験の方法と指導のポイント

土や水の分量は、地層のしま模様を2～4回積み重ねてつくるイメージで、適宜増減します。

- 🌀 水は少しずつではなく、ある程度勢いよく流す方がよいです。
- 🌀 堆積する様子、堆積した様子を観察する。(1～2分くらい待って、次の土を流し込む)
 - 海底用のスチロール板はなるべく容器の壁に密着するようにカットします。(容器は、底から口に向かって広がっていることを考慮)
 - 土は、ある程度の泥・粘土を含んでいれば、何でもよいでしょう。(児童が採取した運動場の土でもよいです)
 - 実験中に容器から水があふれることもあるので、実験装置はバットなどの入れ物に入れて行くとよいでしょう。深いバットを使うと横からの観察が妨げられて堆積の様子が見えにくくなるので、バット内で高さ調節をするとよいです。

この実験以降の学習展開例



地層のでき方を実験によって理解し、実際の土地のでき方について推論を立てる問題解決学習が、中学校の探究的な学びへとつながります。



実験③ 土の粒径別沈降速度測定実験

【学習内容】 れき、砂、どろから構成される地層のしもようは、水の働きによってできること。(第6学年)

自然事象から問題を見出し、仮説を立てる

自然事象から観察される事実
れき・砂・どろが「層」に分かれる

れき、砂、どろは、何がちがうんだろう？

観察された事実からいえること
つぶの大きさがちがう

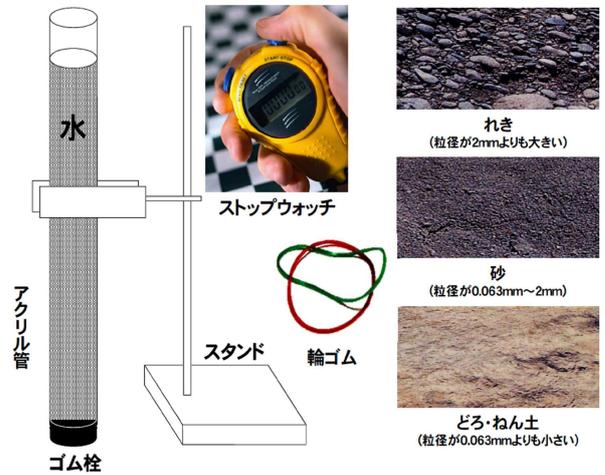
つぶの大きさがちがうと、どんなちがいが生まれるの？

水の働きとどんな関係があるのかな？

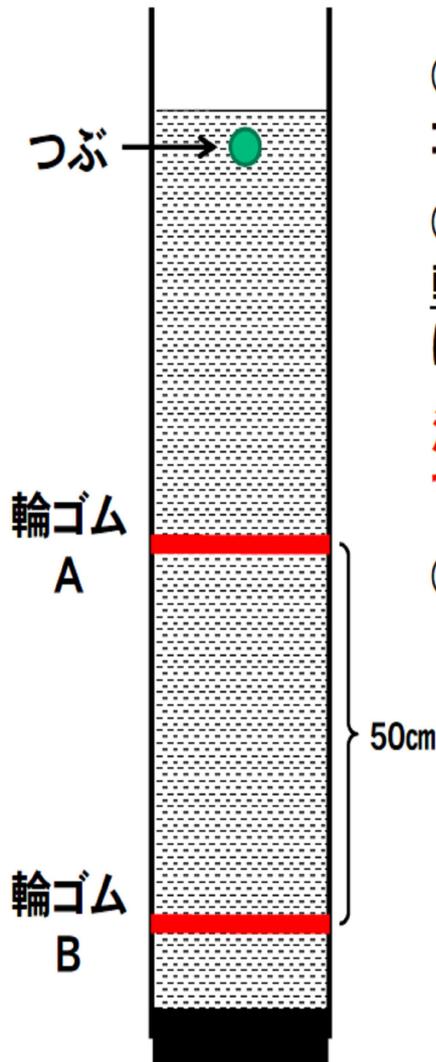
仮説
つぶの大きさによって、水にしずむ速さがちがうのでは？

「実験」で確かめる

実験の準備



実験の手順



① アクリル管に50cmの間かくで2本の輪ゴムをつける(輪ゴムAと輪ゴムB)

② れき、砂、どろのつぶを水の中に入れて、輪ゴムAと輪ゴムBの間を通過する時間をはかる

注: 上から落とすのではなく、水の中に入れてからそーとはなす

③ れき・砂・どろ、それぞれ3回ずつはかる

指導のポイント

- 粒径ごとの実験結果と地層の縞模様ができることを関係付けて捉えることが困難な児童もいます。「この実験で分かったことは何か。そこからどんなことが考えられるのか」ということを丁寧にささえることが大切です。図を使って説明をさせたり、デジタルコンテンツを用いて分かりやすく例示するなどの手だてが効果的です。
- 川の上流の石と下流の石の大きさの関係や、河口付近の堆積の様子等、第5学年の「流水の働き」の学習内容と本単元の学習内容の連携を図り、「地球の内部」についての学びを総括することが、中学校での学びにつながります。

実習1 身近な植物で指示薬づくり

わたしたちの身近にある植物の中には、水溶液の液性（酸性、中性、アルカリ性）を調べるための指示薬になるものがたくさんあります。リトマス試験紙だけでなく、さまざまな植物を利用することで、多面的な調べ方ができるようになり、発展的な学習として、授業にも取り入れることができます。

【目的】 身近な植物の色素を使って、酸性アルカリ性の指示薬をつくる。

【準備】 器具：ビーカー（500 mL、300 mL）、加熱器具（ガスバーナー、実験用ガスコンロ）、ろ過装置、ガラス棒

材料：ムラサキキャベツ（ナスやマローブルーでもできます。）

【方法】

※各グループごとに、ムラサキキャベツの色素を取り出す。

- (1) ムラサキキャベツは、葉を細かくして、ビーカー（500 mL）の目盛りの 300 mL ぐらいまで入れ、水を加えて煮る。液に色素がしみこんで、キャベツの葉が白っぽくなったら火を止め、中の材料（白くなった葉）を取り出す。約 200 mL 程度のムラサキキャベツの色素液がとれればよい。

※ガスバーナー班とガスコンロ班に分かれて実験する。

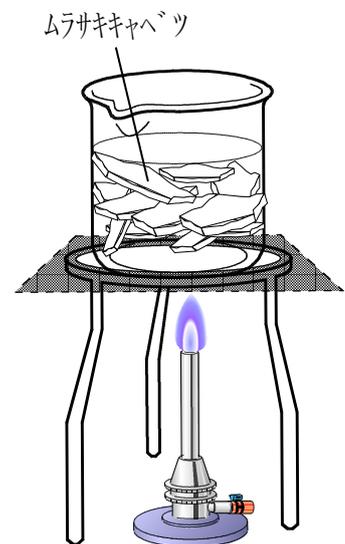
【参考】

○ ナス

皮をむき、その皮をビーカー（300 mL）に入れ、水を加えて煮る。ムラサキキャベツと同様、液にナスの色素がしみこんできたら火を止め、皮を取り出す。果肉がくずれて液に浮遊している状態であれば、ろ過して、ろ液をナスの色素液として、指示薬にする。

○ マローブルー

ビーカー（100 mL）に水100 mLを入れ、マローブルー 3～4 個をその水の中に入れ、静かに置いておく。色がついてきたら、中のマローブルーを取り除く。（液の中に不純物がたくさん混ざるといふのであれば、ろ過する。）



実習2 いろいろな水溶液の液性しらべ

【目的】 身近な水溶液の液性を、指示薬を使って調べる。

【準備】 器具：試験管12本、反応板、ピペット3本、ガラス棒、洗浄瓶、ピンセット
 試料：①塩酸、②水酸化ナトリウム水溶液、③トイレ用洗剤、④住宅用合成洗剤、⑤台所用洗剤、⑥石けん水（ハンドソープ）、⑦食酢、⑧レモン水、⑨炭酸水、⑩味の素、ムラサキキャベツの色素

【方法】

- (1) 試験管にピペットで塩酸を1 mL入れ、目盛り付き試験管の目盛りを用いて蒸留水で10倍に薄める。
 ※目盛り付き試験管は、最後に使用する。それまでは、薄めるために目盛りのみ使用する。
- (2) (1)の塩酸を、目盛り付き試験管の目盛りを用いて、違う試験管に1 mL入れ、蒸留水を加えて10倍に薄める。
- (3) (2)と同様に、薄めた試薬をさらに10倍に薄め、(1)からの試験管を合わせて合計6本作成する。
- (4) 水酸化ナトリウムでも同様にして、合計6本作成する。
- (5) (1)～(4)で調整した塩酸と水酸化ナトリウムの試験管それぞれに、ムラサキキャベツの色素をピペットで2、3滴加え、色の変化をみる。
- (6) 下の表に示す③～⑫の各試料溶液を次のように準備する。(各列で1つずつ用意する)
 ③～⑧：ビーカーに蒸留水を約10 mL入れ、各試料を10滴程度溶かす。
 ⑨：ビーカーに試料溶液を約10 mL入れる。
 ⑩：ビーカーに蒸留水を約10 mL入れ、各試料を葉さじ（小）2杯程度溶かす。
 ①～⑩の各試料の液性を予想する。
- (7) 各試料溶液をガラス棒でpH試験紙に付け、試験紙の色の変化をみる。ガラス棒は蒸留水ですすぎ、使用する。
 ※リトマス紙やpH試験紙を直接、反応板の溶液に浸さない。ガラス棒を用いる。
- (8) 各試料溶液を反応板にとり、それぞれに、ムラサキキャベツの色素をピペットで2、3滴加え、色の変化をみる。
- (9) (7)～(8)の変化より、各試料の液性を決定する。

【結果】

	試料溶液	ムラサキキャベツ液	pH試験紙	液性
①	塩酸			
②	水酸化ナトリウム水溶液			
③	トイレ用洗剤			
④	住宅用合成洗剤			
⑤	台所用洗剤			
⑥	ハンドソープ			
⑦	食酢			
⑧	レモン水			
⑨	炭酸水			
⑩	味の素			

【参考】

1. 水素イオン濃度とpH

水はわずかに電離していて、水素イオンと水酸化物イオンを生じている。



このとき、水素イオンのモル濃度 $[\text{H}^+]$ と水酸化物イオンのモル濃度 $[\text{OH}^-]$ はともに等しく、25℃では、 $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 1.00 \times 10^{-7} \text{ [mol/L]}$ である。

酸を水に溶かすと、 $[\text{H}^+]$ は大きくなり、 $[\text{OH}^-]$ は小さくなる。逆に塩基を水に溶かすと、 $[\text{OH}^-]$ は大きくなり、 $[\text{H}^+]$ は小さくなる。

水素イオンのモル濃度の逆数の常用対数を、水素イオン指数 (pH) という。

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

純水や水溶液の $[\text{H}^+]$ と $[\text{OH}^-]$ の積を水のイオン積といい、25℃では次のように一定である。 $[\text{H}^+] [\text{OH}^-] = 1.00 \times 10^{-14} \text{ [(mol/L)}^2]$

$[\text{H}^+]$ または $[\text{OH}^-]$ の一方が分かれば、他方の値を求めることができ、酸性水溶液では、水素イオン濃度の方が水酸化物イオン濃度より大きく、pHは小さくなる。

中性水溶液は、水素イオン濃度と水酸化物イオン濃度が等しく、pHは7となる。

アルカリ性水溶液は、水素イオン濃度より水酸化物イオン濃度の方が大きく、pHは大きくなる。

pHの数値で見ると pH < 7 の場合を酸性
pH = 7 の場合を中性
pH > 7 の場合をアルカリ性 となる。

0.1mol/L ($[\text{H}^+] = 10^{-1}$) の塩酸を10倍に薄めると、0.01mol/L ($[\text{H}^+] = 10^{-2}$) となり、pHは、1から2に変化する。

これらのことより、酸を10倍に薄めるとpHの大きさが1上がる。逆に、塩基を10倍に薄めると、pHの大きさが1下がる。

2. 主な指示薬とその色の变化・変色域

pH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
紫キャベツ液	赤		桃		紫		青		青緑		黄緑	黄	
リトマス紙	赤				変色域			青					
BTB溶液	黄					緑	青						
フェノールフタレイン溶液	無色								変色域		赤		
メチルオレンジ	赤		変色域		オレンジ								

実習3 水溶液で虹づくり

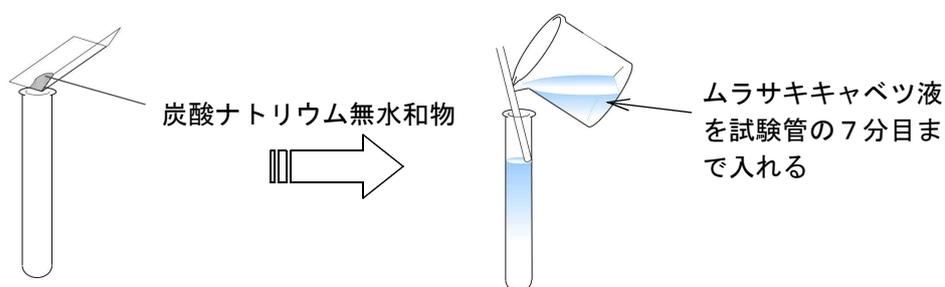
【目的】 ムラサキキャベツ液を使って、水溶液中に密度とpHのちがいによる虹をつくる。

【準備】 器具：大型試験管、ピペット、ガラス棒

試料：炭酸ナトリウム無水和物、塩酸（1 mol/L）、ムラサキキャベツの色素

【方法】

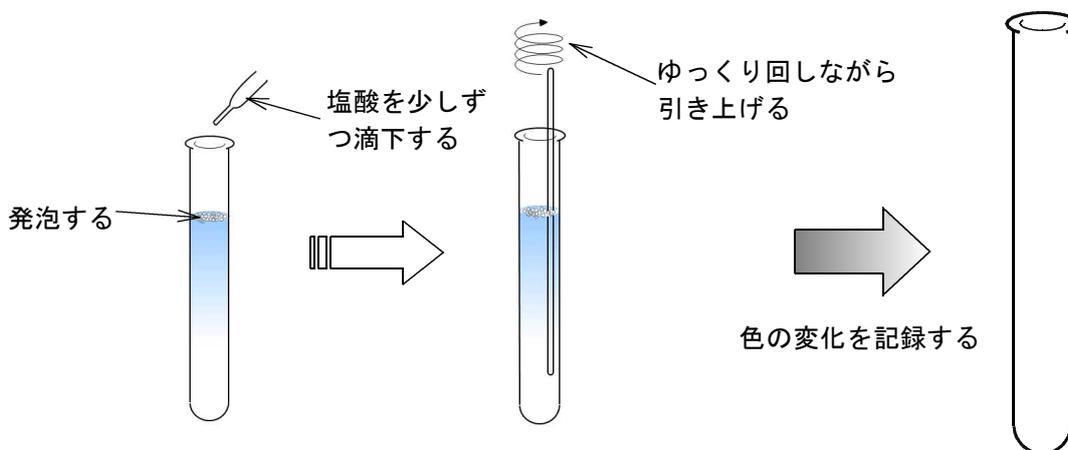
(1) 試験管の底に炭酸ナトリウム無水和物の結晶を1～2 g入れ、ムラサキキャベツ液を試験管7分目まで加える。



(2) 塩酸を3 mL滴下し、ガラス棒でゆっくりかき混ぜながら引き上げる。

(かき混ぜるときはゆっくり、ガラス壁をなぞるように回しながら、少しずつ引き上げ、塩基性の層から酸性の層がなだらかに連続するようにする。また、水溶液上部の赤い層が消えたときは、塩酸を追加する。)

(3) 静置し、色を観察する。



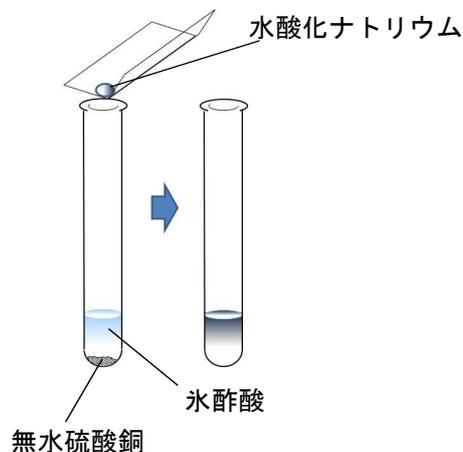
実習4 中和で水ができることを確認しようⅠ

【目的】 中和により水が生成することを実験により確かめる。

【準備】 器具：試験管、ガラス棒、ピペット
試料：無水硫酸銅（5 g）、氷酢酸（5 mL）、
粒状水酸化ナトリウム（2粒）

【方法】

- (1) 試験管に氷酢酸を入れ、無水硫酸銅を加えてかき混ぜ、色の変化がないことを確認する。
- (2) (1)の試験管に粒状水酸化ナトリウムを加え、ガラス棒でかき混ぜ、色の変化を観察する。



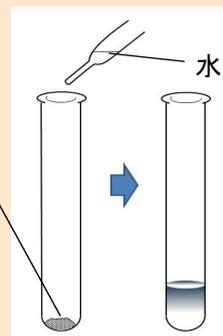
<参考・引用> 「化学演示実験」 三共出版株式会社

※実験前、生徒に無水硫酸銅が白色であることを観察させてから水を少量加え、粉末の色が青色に変化することを観察させておく。

無水硫酸銅

【参考】

- 無水硫酸銅は市販されているが、結晶硫酸銅をろつぽに入れ、強熱して白色粉末になったものを使用することもできる。いずれも空气中に長時間放置しておくとき淡青色を帯びてくるので、その場合は白色になるまで焼くこと。



実習5 中和で水ができることを確認しようⅡ

【目的】 中和により水が生成することを実験により確かめる。

【準備】 器具：試験管、薬さじ
試料：塩化コバルト（0.005 g）、氷酢酸（5 mL）、粒状水酸化ナトリウム（2粒）

【方法】

- (1) 試験管に氷酢酸を入れ、無水塩化コバルトを入れてかき混ぜ、色の変化がないことを確認する。
- (2) (1)の試験管に粒状水酸化ナトリウムを加え、ガラス棒でかき混ぜ、色の変化を観察する。

<参考・引用> 「指導書サイエンス3」 啓林館