

1 . 混合物の分離.....

実験の概略

活性炭に赤インクの色素を吸着させ、きれいな水をつくる。赤ワインを蒸留（分留）し、赤ワインに含まれる物質（エタノールと水）を分離し、確認する。

実験のねらいと位置づけ

この実験は指導要領の「(3)物質と人間生活 ア 物質の構成と変化 (ア) 物質の構成単位物質の成分」の中に位置づけられるものである。

混合物の分離方法として代表的な吸着と蒸留を、身近な物質を利用して行う。インク水の実験では、色素を活性炭に吸着させ、活性炭の吸着性能を理解する。赤ワインの実験では、沸点の異なるエタノールと水の混合物（赤ワイン）を簡単な蒸留法で分離し、それぞれの物質が燃焼するかどうかを確認することによって、赤ワインに含まれる主成分が何かを理解する。

準 備

1. 市販の赤インクを 20 倍程度の水でうすめ、インク水とする。インク水のかわりに、メチルオレンジなどを用いてもよい。
2. コルク栓を用いる場合は、容器の口よりも少し大きめのものを選び、コルクプレスで圧搾して柔軟性を持たせる必要がある。また、栓に穴をあける際は、コルクボーラーの外径はゴム栓ではあけたい穴よりもやや大きめを、コルク栓では小さめを選ぶ。

指導上の留意点

1. 方法 1 について

活性炭を加えた後、加熱沸騰させないと色素の吸着率が悪く、赤インクの色がわずかではあるが残ってしまう。

<実験操作：ろ過について>

- (1) ろ紙は漏斗のふちから 2 ~ 3 mm 下がるくらいの大きさのものを用い、四つ折りにする。
- (2) 折ったろ紙を漏斗に入れ円錐状に広げ、ろ過する液体で湿らせて漏斗に密着させる。液量が少量しかないときは、純水で密着させても良い。密着した面積が大きいほど、ろ過速度は大きくなる。
- (3) 漏斗のガラス管の部分が受器に接触した状態でろ過すると速度が大きくなる。また、ろ過すべき液量が多いときにはガラス棒に伝わらせるように漏斗に注ぐ。上澄み液のみを最初ろ過しないと、ろ紙の目がつまりろ過速度が遅くなってしまう。

2. 方法 2 について

実験を成功させるためには、強火で加熱しないこと。ゆっくり加熱していくと、温度は徐々に上昇し、80 を過ぎたあたりから沸騰しエタノールを多く含んだ蒸気を出し始める。温度を上げすぎず（バーナーを出したり入れたりして温度を一定に保つ）、85 付近での留出液（エタノール）を集める。ワイン中のアルコール分がすべて留出するぐらい時間をかけると、次の 90 付近での蒸留にアルコール分の混入を少なくすることができる。また、塩

化コバルトとの呈色反応によって、留出液中の水分を確認することができる。(塩化コバルト：乾燥 = 青色 湿る = 赤色)

<実験操作>

- (1) 枝付きフラスコに入れるワインの分量を多くしすぎない。沸騰石を入れ忘れないこと。
- (2) 温度計を差し込むときは、水で濡らしておくとうれやすい。温度計の位置に注意する。
- (3) エタノールのような引火しやすい物質を加熱するときは、普通湯煎を用いるが、ワインのアルコール濃度が14%未満なので金網でさえぎって加熱する。
- (4) ゴム管の長さは、ガラス管を試験管にセットしたときに、ガラス管の先が試験管の底にふれない程度にする。蒸留中にガラス管の先が、留出液にふれない方がよい。
- (5) 蒸留中は温度に注意する。強火で加熱しないこと。特に80 付近で沸騰が始まったら、できる限り長い間温度を上げないように注意する。(80~85 の留出液をとる)マッチで燃やすと無色の炎で燃焼するので、エタノールであることがわかる。
- (6) 90 付近での留出液には、どうしても残っていたエタノールが混ざってしまう。燃焼させたときの燃え方の様子(時間など)や燃焼後に蒸発皿に残った液体の量を比較することによって、水も留出したことがわかる。
- (7) 蒸留を終わるときは、留出液の逆流を防ぐために試験管からガラス管を抜いてからバーナーの火を止めるようにする。不注意で水の入ったビーカー内にガラス管を入れると、水がフラスコ内に逆流して危険である。

結果および考察 (記入例)

1. インクの実験

- (1) きれいににならない。
- (2) 色素が抜けた無色のきれいな水が得られる。

2. 赤ワインの実験

- (1) 無色の液体。燃やすと無色の炎を出して燃える。
- (2) 少しの間、燃える。しかし、蒸発皿には燃焼しない液体が残っている。
- (3) エタノールと水
- (4) エタノールと水

評 価

学習項目	関心・意欲・態度	思考・判断	実験・観察の技能・表現	知識・理解
混合物の分離法の復習				・混合物の分離方法を正しく理解している。
方法1 インクの実験	・実験に関心を持ち、意欲的に取り組んでいる。	・実験結果から、活性炭の吸着作用を論理的に考えることができる。	・実験操作を正しく行うことができる。	
方法2	・実験を正しく理	・実験結果から赤	・実験装置を正し	・蒸留操作を正し

赤ワインの実験	解し,協力をして実験に取り組んでいる。	ワインの成分を判断することができる。	く組むことができ,結果を正しく記録することができる。	く理解している。
考察				・実験結果から適切な答えを導き出すことができる。

参 考

1. 活性炭

活性炭は無数の穴があいており,スポンジのような穴と考えると良い。この穴の中に臭いや色素が吸い込まれていく(吸着)。活性炭の表面は1gで2500m²もあり,標準状態で2000mlの水素を吸着できると言われている。

穴に臭いの分子などが入り込むのは,静電的な引力と毛細管現象で穴の奥の方に臭いや色素の分子が入り込むと考えられている。穴の中に引き込まれるだけなので,活性炭をフライパンなどで焼いてやると臭いの分子が飛び出し,再び使用できる。

2. 水の逆流

蒸留の最初の状態では,フラスコ内にはワインと空気が入っている。加熱を始めるとワインからエタノールや水の蒸気が出始め,中にあった空気を追い出していく。実験が進んで試験管に液体がたまり続けている時はフラスコ内は蒸気で高い圧力となっている。蒸留が終わり火を止めると,フラスコ内の蒸気は一気に冷えて凝縮する。するとフラスコ内の圧力が下がり,下がった圧力を補うためにガラス管から空気中であれば空気を,水中であれば水を吸い込んでしまう。

参考文献

1. 岐阜県高等学校理化学教育研究会編 化学 B・の実験(指導資料)
2. <http://www3.justnet.ne.jp/~konan/waku/d-1505.htm> 「色を吸い取る黒い粉」
3. <http://ww3.tiki.ne.jp/~yamame/workpad/joryu/6.html> 「ワインの蒸留」

メモ

2 . 成分元素の検出 (1)

実験の概略

ポリエチレン製のフィルムケースの加熱により生じる物質(二酸化炭素と水)を検出反応で確認することにより、フィルムケースの成分元素を調べる。

炭素と水素を含む試料を酸化銅()とよく混合して加熱すると、酸化銅()が酸化剤としてはたらくCはCO₂に、HはH₂Oになる。CO₂は石灰水の白濁で、H₂Oは塩化コバルト紙の赤変で確認する。

実験のねらいと位置づけ

この実験は学習指導要領の、理科総合A - 「(3)物質と人間生活」 - 「ア 物質の構成と変化」 - 「(ア) 物質の構成単位」の中に位置づけられるものである。

身近にあるものを用いて、その成分元素を検出することを通じて、「成分元素」の概念の定着をはかる。

準 備

1. 試料としてポリエチレン製のフィルムケースを用いたが、事前にはさみ等で2～3mm片にしておく必要がある。試料の燃焼に用いた試験管は、再利用がきわめて困難である。
2. 先端を2～3回コイル状に巻いた銅線は、あらかじめバイルシュタイン反応が起こらないことを確認して配布する必要がある。
3. 塩化コバルト紙は実験操作直前まで乾燥剤入りの容器に入れて密閉した状態で配布する必要がある。さもないと、吸湿して赤変してしまい使用不可能になってしまう。
4. 塩化コバルト紙の代わりに、(2)でゴム栓付きガラス曲管を試験管に固定するとき、試験管口に無水硫酸銅(白色)を少量入れておいてもよい。無水硫酸銅は水により、水和物(青色)になることで水分の検出ができる。

指導上の留意点

1. 方法について

方法に留意点として記してある。フィルムケースは2～3mm片にして酸化銅()とよく混ぜること。石灰水の白濁、試験管内の水滴が確認できたらされたら加熱はやめる。加熱を続けると、不快臭の白煙が生じる。本来ならば、ドラフトチェンバー内で行う。実験室の換気に配慮する。

2. 結果について

- (1) ポリエチレンの色は、製品・形状により透明、乳白色さまざまである。また、手ざわりに関しては、表面がぬるぬるした状態であることをいう。
- (4) 不快臭の白煙が試験管の上部にたまることがあるが、石灰水の変化を観察させる。
- (5) 生じた白煙が試験管内壁に付着することがあるが、試験管口に付着した液体(水滴)に塩化コバルト紙をつけて確認する。

- (6) 加熱後，試験管を裏返すだけでも内容物の色の変化が確認できる。しかし，内容物を蒸発皿に移すと変化後の内容物の様子が観察できる。
- (7) この実験では炎色反応が確認されないので，対照実験として，ポリ塩化ビニリデン等，塩素を含んだ物質を用いて行う。本実験の試料として，サランラップ等（ポリ塩化ビニリデン）を用いることもできるが，塩素を含みダイオキシン発生のおそれがあり，環境や人体によくないため，ごく少量で行うか，ドラフトを使用しないような通常の生徒実験としては不適である。(6)までで，ポリエチレンの成分元素は検出できるので，(7)については必要に応じて行う。

結 果（記入例）

- (1) ポリエチレンの色・手ざわり等 透明または乳白色・表面がぬるぬるする
酸化銅()の色 黒色
- (4) 石灰水の変化 白濁する
- (5) 塩化コバルト紙の色の变化 青色が赤色に変化する
- (6) 色の变化 黒色が赤銅色に変化する
- (7) 炎の色 変化なし(炎色反応は示さない)
- (8) 対照実験 サランラップで行うと青緑色の炎色反応を示す

考 察（記入例）

- 石灰水の白濁により，発生した気体は二酸化炭素とわかる。
- 塩化コバルト紙の青色が赤変することから，水が生じたことがわかる。
- 赤銅色になったことより，酸化銅()は銅に変化(還元された)したことがわかる。

ポリエチレンに含まれる元素

含まれている元素名	根拠（どのような実験結果によるか）
水素（H）	燃焼して水（H ₂ O）を生じた。
炭素（C）	燃焼して二酸化炭素（CO ₂ ）を生じた。

評 価

学習項目	関心・意欲・態度	思考・判断	観察・実験の技能・表現	知識・理解
・本時の目的，内容を把握する。	・フィルムケース(ポリエチレン)の成分元素を検出することに関心を示し，説明を聞くことができる。	・手順を把握できる。		
・実験装置を正しく組み立てる。	・実験に意欲的に参加し，主体的に探究しようとする。	・器具の組み立てについて，考えることができる。	実験器具を正しく扱うことができる。(ガスバーナー・ガラス器具・装置の組み立てが適切である。)	・器具の役割やはたらきについて理解している。

・実験を正しく行う。	・積極的に実験に参加する。	・仮説をたて、予測をしながら実験を行うことができる。	・実験結果を的確に記録、整理できる。	
・記録、考察をする。	・積極的に作業に取り組むことができる。	・実験結果と予想を比較して	・実験結果を適切に記録できる。	・炎色反応を理解する。 元素の概念、フィルムケースの成分元素の検出の原理を理解する。

参 考

バイルシュタイン反応

銅線の先端を焼いて試料を付着させ、ガスバーナーの外炎中に入れると、試料に塩素が含まれている場合は、塩化銅()が生成して銅の炎色反応(青緑色)があらわれることをいう。

炎色反応

塩化物は揮発性で発色が容易なので、その水溶液を白金線の先につけてバーナーの外炎に差し入れると、炎に色があらわれる。事前に、白金線を蒸留水、つづいて濃塩酸で繰り返し洗浄し炎色が確認されないことを確認しておく。内炎では温度が低く炎色が確認されないことがあるので高温の外炎部を用いる。アルカリ金属の塩はすべて水に可溶であり、沈殿で確認ができないので、この方法で成分元素を検出する。

この実験で本来の白金線を用いないのは、炎色反応は鋭敏で微量でもあらわれるが、明るい部屋でも十分確認できるようにするために白金線のかわりにろ紙を用いた。また、ろ紙自体が燃えないようにする必要がある。そのために炎の色がほぼ無色で炎色に影響を与えないメタールを用いる方法がある。

Li 赤	Na 黄	K 紫	Cu 青緑	Ca 赤橙	Sr 紅	Ba 緑
------	------	-----	-------	-------	------	------

メ モ

実験の評価

クラス						
生徒の状況						
注意が必要な箇所						
改善を要するところ						

3 . 成分元素の検出 (2)

実験の概略

炭酸カルシウムを含む大理石、貝殻、チョーク等と酸との反応で生じる物質を検出反応で確認し、それらの成分元素を調べる。

二酸化炭素中の炭素は、二酸化炭素中でマグネシウムリボンを燃焼させて、燃えカス MgO に付着する黒いススによる確認する。カルシウムは炎色反応を用いる。

実験のねらいと位置づけ

この実験は学習指導要領の、理科総合 A - 「(3) 物質と人間生活」 - 「ア 物質の構成と変化」 - 「(ア) 物質の構成単位」の中に位置づけられるものである。

身近にあるものを用いて、その成分元素を検出することを通じて、「成分元素」の概念の定着をはかる。

準 備

1. 試料として大理石を用いたが、チョークや貝殻を用いてもよい。
2. チョークを用いる場合は、後述するが、炭酸カルシウム製のものを用いる。
3. 貝殻を用いる場合は、表面をよく洗って用いる。

指導上の留意点

1. 方法について

- (1) 大理石のかわりに貝殻や炭酸カルシウムチョークを用いる場合は、塩酸を加えると多量のあぶくが生じて、それがゴム栓つきガラス曲管を経て石灰水が入った試験管に流出することがあるので注意をする。
- (2) ふたまた試験管は、くびれのある方に固体を入れ、固体側に液体を入れ、反応をとめるために液体を戻すとき、固体がとまるようにする。石灰水の試験管から集気びんに移すときに、一旦このような方法で反応をとめる習慣をつけさせたい。
- (3) 長時間行くと、炭酸カルシウムの白濁が、炭酸水素カルシウムとなり溶けてしまい無色透明になってしまう。また、集気びんに十分な量を捕集できなくなり、後の実験にさしつかえるので石灰水が白濁したところで、集気びんへの捕集に移る。
- (4) マグネシウムリボンを燃焼させる実験では、燃焼後の物質を集気びんの中に落とさないようにピンセットは慎重に操作する。対照実験により、空気中での燃焼と比較する。
- (5) 炎色反応の実験で、ろ紙が燃えないように、ろ紙片を十分なメタノールで濡らし、あまり長く外炎中に入れないようにする。対照実験により、メタノールの炎はほとんど無色であることを確認する。ろ紙自体が燃え始めたら、観察をやめて灰皿に移すようにする。ここで、メタノールを使用せず、塩の溶液だけでも炎色反応は確認できる。その場合は、対照実験は、水または塩酸で行う。なお、カルシウムだけでは色の区別が分かりにくいので、他の元素の色も見せるとよい。

結 果(記入例)

- (2) 石灰水の変化の様子 白濁する
- (4) 燃焼後のマグネシウムリボン表面の様子 燃えカスに黒いススが付着した
 対照実験 白い燃えカスだけで黒いススの付着はない
- (5) 炎の色 橙色の炎色反応を示す
 対照実験 メタノールのみの場合にはほぼ無色の炎である

考 察(記入例)

- 石灰水の白濁により、発生した気体は二酸化炭素とわかる。
- 黒いススが付着したことより、炭素が確認された。
- 炎色反応が橙色であるので、カルシウムが検出された。

大理石に含まれる元素

含まれている元素	根拠(どのような実験結果によるか)
炭素 C	CO ₂ 中で燃焼した Mg リボンの表面にスがついた。
カルシウム Ca	炎色反応で橙色になった。
酸素 O	塩酸と反応して二酸化炭素 CO ₂ を生じた。

評 価

学習項目	関心・意欲・態度	思考・判断	観察・実験の 技能・表現	知識・理解
・本時の目的、内容を把握する。	・大理石や貝殻の成分元素を検出することに関心を示し、説明を聞くことができる。	・手順を把握できる。		
・実験装置を正しく組み立てる。	・実験に意欲的に参加し、主体的に探究しようとする。	・器具の組み立てについて、考えることができる。	実験器具を正しく扱うことができる。 (ガスバーナー・ガラス器具・装置の組み立てが適切であ	・器具の役割やはたらきについて理解している。

参 考

炎色反応

「2. 成分元素の検出(1)」の参考を参照されたい。

チョークの種類

一般的に使われているチョークの素材は大別して2種類ある。その1つは「石膏(硫酸カルシウム)」が原料で、石膏の針状結晶が多数交差してできているため結晶と結晶の間に隙間が生じ、軽く柔らかな感触だが、書き味は少々重く、太い線となる。もう1つは「炭酸カルシウム」が素材で、古生代に海中の微生物が積もって再結晶した自然現象から生まれた結晶質石灰石であり、それを粘結材で圧縮して固めてつくる。そのため石膏チョークよりも密度は高く、重くて固い印象だが、書き味は軽くなめらかで、少し細めの線が書きやすいのも特徴である。(以上 http://www.crownshousai.com/051_chok/main.html より)

4 . イオンの存在の確認.....

実験の概略

身近にある物質とその水溶液の電気伝導性を調べることによって、電解質と非電解質に分類する。難溶性塩の生成に伴う電気伝導性の変化から、水溶液中のイオンの存在を確認する。

実験のねらいと位置づけ

この実験は指導要領の「(3)物質と人間生活 ア 物質の構成と変化 (ア) 物質の構成単位物質を構成する基本粒子」の中に位置づけられるものである。

電解質としては塩化ナトリウム、硫酸銅(Ⅱ)五水和物、酢酸、非電解質としてスクロース、エタノールを用いて実験することにより、イオンが存在しないと電気が流れないことを理解させる。電解質でも、結晶状態では電気が流れないことから、水溶液中のイオンが電気伝導性に関わることを理解させる。

準 備

1. 豆電球を使用する場合は、溶液によって異なるが6V～10Vの電圧が必要になるので、電源装置を用いた方がよい。用意できない場合は、ブザーを用いると乾電池2個を直列で用いれば、実験ができる。
2. 2%水酸化バリウム水溶液は、ほぼ飽和状態なため飽和溶液をつくれればよい。
豆電球の明るさを観察するので、2の実験は電源装置を用いなければならない。そのため、この実験は生徒実験と言うよりは、教師側の演示実験とした方がよい。
ブザーを用いれば、1.と同様、生徒実験として可能である。
3. 1, 2の実験に共通して、炭素棒の固定には温度計ホルダーを用いるとピーカーに固定でき、非常に便利である。ただし、100ml ピーカーでは2つのホルダーがぶつかって使用できない。

指導上の留意点

1. 方法1について
物質とその水溶液の電気伝導性を調べるのであるが、水溶液を準備しておかなくても、結晶を100ml ピーカーに大きじ3～4杯取り、まずはそのまま炭素電極を差し込んで伝導性を調べ、その後、結晶を純水で溶かせばよい。
2. 方法2について
温度計ホルダーを使用する場合は、200ml ピーカーを用いる。
<実験操作>
 - (1) 飽和の水酸化バリウム水溶液でよい。
 - (2) ガラス棒でかき混ぜるかわりに、マグネチックスターラーを用いると教師一人で演示実験をおこなうことが可能となる。硫酸の滴下は少しずつ行えるようにピュレットを用いてもよい。

- (3) 白色沈殿の生成と共に電球の明るさは変化していくので、少量ずつ電球が消えるまで慎重に行う。
- (4) 一旦消えた後は、硫酸の滴下と共に再び電球は明るくなるので、再点灯したところでやめる。
- (5) 豆電球の代わりにブザーを用いた方が、音の変化として観察できるので良い。
- (6) ブザーを使用した場合は、10%硫酸を約5 ml 滴下したところで鳴り止め、更に約2 ml 滴下したところで再び鳴り出した。

結 果 (記入例)

【実験1】 乾電池でブザー使用の場合

物 質	電 気 伝 導 性		備 考 (存在するイオン)
	水に溶かす前	水 溶 液	
ス ク ロ ー	×	×	なし
塩化ナトリウム	×		Na^+, Cl^-
硫酸銅()五水和物	×		$\text{Cu}^{2+}, \text{SO}_4^{2-}$
エ タ ノ ー	×	×	なし
酢 酸	×		$\text{CH}_3\text{COO}^-, \text{H}^+$

【実験2】 電源装置で豆電球使用の場合

1. 硫酸の滴下に伴う変化

- (1) 徐々に暗くなっていき、あるところで消える。滴下を続けると再び明るくなる。
- (2) 滴下に伴って、白色沈殿が生成する。

考 察

1. 電解質 [塩化ナトリウム, 硫酸銅()五水和物, 酢酸]
非電解質 [スクロース, エタノール]

2. 表中に記述

3. 3. 化学式 BaSO_4 名称 硫酸バリウム

4. 水溶液中のイオン ($\text{Ba}^{2+}, \text{OH}^-$)

5. 水溶液中の存在したイオン ($\text{Ba}^{2+}, \text{OH}^-$) がすべて硫酸と反応して、水に溶けない硫酸バリウムと水になり、溶液中のイオンが存在しなくなったため。その後は、滴下した硫酸中の $\text{H}^+ \text{SO}_4^{2-}$ が溶液中に増加するため、再点灯する。

評 価

学習項目	関心・意欲・態度	思考・判断	実験・観察の 技能・表現	知識・理解
イオン, 電解質, 非電解質の復習				・電解質, 非電解質を正しく理解している
方法1	・イオンとその結	・実験結果から,	・実験操作を正し	

5 . 化学変化とその表し方.....

実験の概略

<実験1> 硝酸銀水溶液と食塩水を反応して、塩化銀の沈殿ができる。

<実験2・3> 炭酸カルシウムと塩酸が反応して、二酸化炭素が発生する。

実験のねらいと位置づけ

この実験は指導要領の「(3) 物質と人間生活 イ 物質の変化」の中に位置づけられるものである。

化学反応の前後で物質全体の質量が保存されることを、3つの実験を通して理解する。<実験2>と<実験3>の違いをとらえ、自らでまとめる力を身につける。

準 備

<実験1>

1. 食塩水の濃度は適当でよい。(0.1 ~ 2 M - NaCl)
2. 硝酸銀水溶液は0.1Mを使用した。食塩水と同様、準備しやすいものを使用すればよい。ただし、あまり低濃度であると沈殿の量が少なくなり、驚きが低減する可能性もある。

<実験2>

1. 1 M - HCl を使用してみたが、もっと低濃度でよい。
2. 粉末炭酸カルシウムの代わりに石灰石小粒1個を1 M - HCl と反応させるとよい。こちらの方が、生徒には扱いやすい。

<実験3>

1. <実験2> で使用した薬品と同じものを使用。ただし、<実験2> と同じ石灰石を使用すると反応が遅い。

指導上の留意点

1. 方法について

- (1) <実験1> 試験管をたてるビーカーは100mlを使用した。が、バランスの悪い場合は200mlでもよい。試験管を左右逆へ向けておけば、バランスは保てる。
- (2) <実験2> ふたまた試験管をたてるコニカルビーカーは100mlを使用した。が、バランスの悪い場合は300mlでもよい。
- (3) <実験2> ふたまた試験管の、へこみのついた管の方へ固体試薬(炭酸カルシウム)を入れることを注意しておく。
- (4) ふたまた試験管は液体を入れた方を下にしてビーカーに立てたほうがよい。
- (5) <実験3> 炭酸カルシウムは薬包紙にとり、少しずつこぼさないように塩酸と反応させる。激しい反応なので注意させる。
- (6) 資料の測定の際に使用した薬包紙の質量も考慮する。(薬包紙をのせてから0点あわせをする、資料測定時に薬包紙もいっしょに測定する、など)

2. 結果・考察について

- (1) <実験1> <実験2> で、反応の前後で多少質量の変化がみられるが、誤差として扱える数値であるか検討する。
- (2) <実験2> で、ふたまた試験管のゴム栓をはずして質量をはからせてもよいが、誤差程度

の変化しか見られない。＜実験3＞と関連づけて、＜実験2＞では、大きな質量変化がみられるほど二酸化炭素が発生していないことを考えさせてもよい。



＜実験2＞
測定の様子



＜実験2＞
ゴム栓をとり発生した二酸化炭素を放出



＜実験2＞
ゴム栓をとり測定

記入例 考察

1. ＜実験1＞では塩化銀の沈殿ができた。反応前後の質量について、どのようなことがいえるか。 W_1 、 W_2 を用いて表してみよう。



2. ＜実験2＞では気体が発生した。反応前後の質量について、どのようなことがいえるか。 W_3 、 W_4 を用いて表してみよう。



3. このときの変化を化学反応式で表してみよう。



4. ＜実験2＞と＜実験3＞について、空欄をうめて以下の文を完成させよう。()には語句を、[]には記号「 $W_1 \sim W_7$ 」を入れなさい。

炭酸カルシウムと塩酸が反応して(**二酸化炭素**)が発生した。＜実験2＞では、密閉された容器内で反応が進んだため、反応物質の質量[W_3]と生成物質の質量[W_4]は等しかった。これを(**質量保存**)の法則という。

しかし＜実験3＞では、発生した(**二酸化炭素**)が容器外へ放出されたため、生成物質の質量[W_7]のほうが、反応物質の質量[$W_5 + W_6$]よりも(**軽 または 少な**)くなった。

5. ＜実験3＞で発生した気体の質量はどのように表せますか。 W_5 、 W_6 、 W_7 を用いて表してみよう。



評 価

学習項目	関心・意欲・態度	思考・判断	実験・観察の 技能・表現	知識・理解
実験の目的・注意事項を確認した上で、実験の流れを把握する。	・本時の実験に関心が持てるか。	・実験の流れとその意味を考えることができるか。		・電解質，非電解質を正しく理解している
<実験> 実験器具の取り扱いについて ・電子天秤 ・目盛付試験管 ・ふたまた試験管	・班で協力して実験を行えているか。	・実験方法を正しく理解しているか。	・実験器具を正しく扱えているか。	・化学反応式を書くことができるか。
<考察> 質量保存の法則 化学反応式	・班内の話し合いに積極的に参加しているか。	・実験結果から法則を導き出すことができるか・ ・<実験2>と<実験3>の相違点を見出し，自ら科学的に考察できるか。	・自分の考えを的確に表現することができるか。	・質量保存の法則を理解することができたか。
<まとめ>			・自分の考えを的確に表現できるか。	

メモ

実験の評価

クラス						
生徒の状況						
注意が必要な箇所						
改善を要するところ						

6 . 紫キャベツの色素で酸性・塩基性を調べよう

実験の概略

紫キャベツから色素を抽出し、酸・塩基による色の变化を調べる。さらに、この抽出液を使って、身のまわりにある物質の液性について調べる。

実験のねらいと位置づけ

この実験は指導要領の「(3) 物質と人間生活 イ 物質の変化」の中に位置づけられるものである。

酸・塩基を調べる方法としてリトマス紙など指示薬を利用してきたが、本実験では、身のまわりの物質を指示薬として、様々な物質の液性を調べられることを理解する。

準 備

1. 紫キャベツ 1/4 カット分（市販）で、300ml 程度の抽出液を作ることができる。
2. [薬品]として、用意しやすいものをあげてあるが、適宜追加・削除をし生徒が興味を持ちそうなものを材料にするとよい。

指導上の留意点

1. 方法について
 - (1) 加熱後の紫キャベツの入った溶液は、別のビーカーに抽出液だけ移してから冷却する。水を張った洗面器にビーカーを入れるなどして、時間を短縮するとよい。
 - (2) 方法(3)(5)では、調べる物質は2～3滴あれば充分色の变化をするが、量を決めた方が色の比較がしやすい。
 - (3) トイレの洗剤やレンジ周りの洗剤などには、強酸や強アルカリのものもあるので、成分をよく見て、注意して調べる。また、塩素系の洗剤と強酸の洗剤を絶対に混ぜないこと。塩素ガスが発生して大変危険である。
2. 結果について
 - (1) pH値だけでなく、pH試験紙の色も書き留めておくこと考察しやすい。



記入例

1. 結果

(1) 水、塩酸、水酸化ナトリウム水溶液について

溶液の種類	紫キャベツ抽出液の色	液性
水	紫	中性
塩酸	赤	酸性
水酸化ナトリウム水溶	黄（初めは緑）	アルカリ性

液		
---	--	--

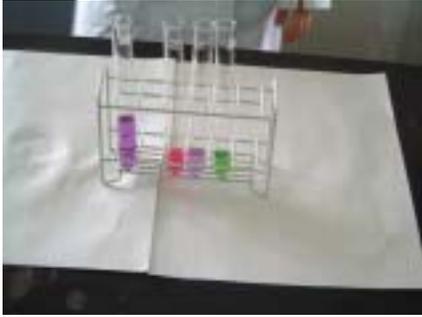


図1



図2

図1: 左より紫キャベツ抽出液(紫色), 塩酸(赤色), 水(紫色), 水酸化ナトリウム水溶液(緑色)である。

図2: 図1からしばらくすると, 水酸化ナトリウム水溶液(緑色)が, 黄色に変化した。

(2) 身のまわりの物質について

身のまわりの物質	紫キャベツ抽出液の色	液性
トイレ用洗剤(サポール)	赤	酸性
サイダー	薄ピンク	弱酸性
レモン汁	赤	酸性
食酢	赤	酸性
虫刺され薬	緑	アルカリ性
石鹼水	緑	アルカリ性
梅干	赤	酸性
清涼飲料水(ポカリスエット)	薄ピンク	弱酸性
石灰水	黄緑	アルカリ性
水のり	赤	酸性
純水	紫	中性



左より

- 赤色 サンポール
 - 薄ピンク色 ポカリスエット
 - 紫色 純水
 - 黄色 水酸化ナトリウム水溶液
 - 黄緑色 石灰水
 - 緑色 石鹼水
- (実験結果の一部です)

図3

2. 考 察

- (1) 紫キャベツは、酸性～中性～アルカリ性ではどのような色の変化をするだろうか。

赤 ～ 薄ピンク ～ 赤紫 ～ 紫 ～ 青 ～ 緑 ～ 黄

3. 発 展

- (1) 紫キャベツの代わりに使えるものはないだろうか。

アジサイ・シソの葉・赤タマネギなどでも色が変わる

- (2) それらの中のどのような物質が色を変化させるのか調べてみよう。

紫キャベツに含まれるアントシアンという色素によって色が変化する

評 価

学習項目	関心・意欲・態度	思考・判断	実験・観察の 技能・表現	知識・理解
本時の内容を把握する	・本時の実験に関心を持てる。			・酸・塩基の意味を理解している。
実験器具の使い方	・班で協力して、実験を行えている。	・実験結果から、各溶液の液性が理解できる。	・実験プリントを指示通りに処理している。	・実験操作の過程を理解できる。
結果及び考察記入		・実験結果から、身のまわりの物質について液性を分類できる。	・実験器具を正しく取り扱っている。	
本時のまとめ	・身のまわりの物質に目を向け、発展に取り組もうとしている。		・自分の考えを的確に表現できる。	

参 考

【原理】

花の色は色素によるもので、カロチン類、フラボン類、アントシアン類の3つのグループに分けられる。カロチン類は赤、オレンジ、黄色を示す色素でニンジン、カボチャ、柿、トマトなどに多く含まれる。フラボン類は黄色を示し、アントシアン類はオレンジ、ピンク、赤、紫、青などを示す色素で、イチゴ、赤シソの葉、ブドウ、すももの果皮の皮などに含まれる。リトマスの色素もアントシアンである。

カロチン類は酸性やアルカリ性などの液性に関係なく色は変化しない。フラボン類は酸性が強くなるほど黄色が薄くなる。また、アントシアン類は酸性で赤色、中性で紫色、アルカリ性で青色を示す。

アントシアンは酸と安定な塩をつくり赤色になる。アルカリ性になるとアントシアンは不安定で変色しやすくフラボン類により黄色を示す。

7 . 酸化と還元.....

実験の概略

銅についての酸化還元反応を観察し、酸化剤・還元剤の役割を考えさせる。

実験のねらいと位置づけ

この実験は指導要領の「(3) 物質と人間生活 ア．物質の構成と変化の(イ)物質の変化」の中に位置づけられるものである。

酸化還元反応が同時におこる反応であることと、酸化剤・還元剤の性質を理解する。

準備

[器具] ガスパナー、試験管(3)、ゴム栓付きガラス曲管、スタンド

[材料] 銅線、酸化銅()、活性炭粉末、石灰水、メタノール、ホルマリン

指導上の留意点

1. 方法1. 銅線の酸化と還元

(1) らせん状に巻いた銅線をガスパナーで加熱し、赤くなったところで炎からはずし、その色を観察する。加熱が過ぎると、銅線が溶けるので注意する。

A. 加熱前の銅線の色: 赤銅色

B. 加熱後の色: 黒色

(2) 加熱後の銅線をすぐに試験管に入れると、試験管内のメタノールに点火することがあるので、加熱後、一呼吸おいてから銅線を試験管に入れる。銅線が冷却すると反応しないので、再度過熱し、同様の操作を繰り返して色の変化を観察する。

B. 試験管外の銅線の色: 黒色

C. 試験管内での色: 赤銅色

(3) 試験管内の生成物ホルムアルデヒドは目や鼻の粘膜を刺激するので、軽く手であおいで臭いを嗅ぐくらいにする。ホルマリンの臭いと比較し確認してみる。

臭いの変化: メタノール臭からホルムアルデヒド臭に変化する。

2. 方法2. 酸化銅()の還元

(1) 酸化銅()の粉末 0.3g に活性炭の粉末 0.1g をよく混合して試験管に入れ、図のようにスタンドに固定する。

加熱中の試験管は管口を少し下に傾けて、水滴による試験管の破損を防ぐ。

(2) 試験管をガスパナーで加熱し、発生する気体を石灰水 5ml の中へ導入し変化を観察する。発生する二酸化炭素の量が少ないので、石灰水は 5ml 程でないと十分白濁しない。試験管の内壁には、還元により生成した銅の赤銅色が観察される。

D. 酸化銅()の色: 黒色

E. 加熱後の色: 赤銅色

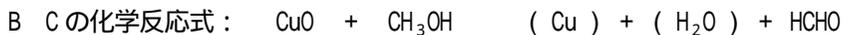
石灰水の変化: 無色から白濁

考 察 (記入例)

1. 銅線を加熱したとき、銅は(酸化)された。



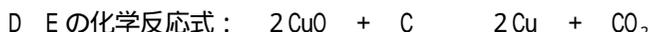
2. 加熱した銅線がメタノールと触れたとき、銅は(還元)された。



3. 銅線を試験管の外に出したとき、銅は(酸化)された。



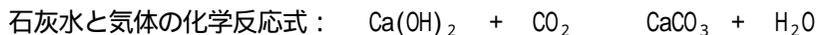
4. 酸化銅()と活性炭の粉末を加熱したとき、酸化銅()は(還元)された。



5. 1~4の反応で、酸化剤および還元剤の役割をした物質をそれぞれ化学式で答えよ。

	1. A B	2. B C	3. C B	4. D E
酸化剤	O_2	CuO	O_2	CuO
還元剤	Cu	CH_3OH	Cu	C

6. 2の(2)の反応で、発生した気体は(CO_2)



<参 考>

酸化(される)・・・物質が(酸素)と化合したり、(水素)を失う変化。

還元(される)・・・物質が(酸素)を失ったり、(水素)と化合する変化。

酸化剤・・・相手を(酸化)し、自身は(還元)されやすい物質。

還元剤・・・相手を(還元)し、自身は(酸化)されやすい物質。

評 価

学習項目	関心・意欲・態度	思考・判断	実験・観察の 技能・表現	知識・理解
本時の内容を把握する(銅の酸化還元反応について考える)	・説明を聞くことができる			・これまでに学習した内容を理解している。
方法1 銅線の酸化と還元	・実験に関心を持って取り組んでいる。		・実験結果が的確に記録,整理されている。	・それぞれの実験操作の意味を理解している。
方法2 酸化銅()の還元	・積極的に実験に参加することができる。	・石灰水の白濁から二酸化炭素の発生が分かる。	・実験の操作が正しく安全にできている。	・試験管の固定の仕方や安全について理解している。

考察	・設問に対して取り組むことができる。	・酸化または還元された物質が分かる。		・それぞれの酸化還元反応を化学反応式で表し,酸化剤と還元剤を理解している。
参考				・設問に対して適切に解答できる。

メモ

実験の評価

クラス						
生徒の状況						
注意が必要な箇所						
改善を要するところ						

8 . 金属を加工してみよう.....

実験の概略

1. 金銀銅線をつくる
1本の銅線を亜鉛メッキしたのち、一端を希硝酸で洗って銅を露出させ、他端を真鍮にすることにより、1本の針金を金色、銀色、銅色と3色に色分けすることができる。
2. ハンダをつくる
鉛とスズの合金であるハンダをつくり、融点等の性質を調べる。

実験のねらいと位置づけ

真鍮やハンダといった、我々の身近で利用されている合金を実際につくって、その性を調べてみる。
「物質と人間生活」の単元の中の「物質の利用」のうち「日常生活と物質」中で「金属」に関する実験である。

準 備

1. 金銀銅線をつくる
 - (1) 銅線は#12(2.6mm)または#14(2.0mm)くらいで、長さ7~10cm くらい
のものが扱いやすい。
 - (2) 蒸発皿は 70~90mm くらいが適当である。
 - (3) 20%水酸化ナトリウムは6 mol/l NaOH, 1%硝酸は0.16mol/l HNO₃
2. ハンダをつくる
 - (1) るつぼは小さいもの(10~15ml)でよい。

指導上の留意点

1. 方法について
 - (1) 金銀銅線をつくる
亜鉛粉末のかわりに亜鉛華でも可能であるが、時間がかかる。
銅線は水酸化ナトリウム溶液中では必ず亜鉛と接していなければならない。離れているとメッキされない。
真鍮と亜鉛の堺をはっきりつけるためには、亜鉛メッキのまま残したい部分に湿ったキッチンペーパーを巻き付けておくことよい。
水酸化ナトリウムは劇薬であり、目に入らないようにしなければならないので、加熱中は防護メガネ(ゴーグル)を着用させることが望ましい。また、煮沸の際の突沸や液の飛び跳ねに注意する。
廃液処理について
蒸発皿内の溶液は強アルカリであるので、一ヶ所に集めさせて、指導者側で処理するのがよい。

(2) ハンダをつくる

鉛，スズ，ハンダを砂浴上で熔融するとき，それぞれが融解する温度を測定させるとよい（温度計は 360 まで測定できるものを用意する）。

また，鉛・スズ・ハンダの大きさをなるべくそろえる。

鉛，スズ，ハンダについて色の違いも観察させるとよい。

二つ折りにした厚紙の代わりに，紙粘土で色々な型を作り，溶融しているハンダをそこへ流し込むのもよい。

3. 結果について

(1) 金銀銅線をつくる

金，銀，銅の3色がきれいに出来ればよい。

銀色部分が亜鉛のメッキであり，金色部分が合金（真鍮）になったのであることが理解できればよい。

(2) ハンダをつくる

鉛，スズと違った融点のハンダができたことが分ればよい。

記入例

1. 考察

(1) 亜鉛メッキされた。

(2) 亜鉛と銅の合金である真鍮ができた。

(3) 初めにスズがとけ，鉛を包み込むようにしてとけた。

(4) ハンダ，スズ，鉛の順にとけた。

(5) 融点が低く，いろんな金属とくっつくから。

評 価

学習項目	関心・意欲・態度	思考・判断	観察・実験の 技能・表現	知識・理解
本時の内容を把握する	・説明を聞くことができる。	・手順を把握できる。		
方法1 メッキ	・積極的に実験に取り組むことができる。	・手順を把握できる。	・色の境をはっきりさせることができる。	
方法2 合金	・積極的に実験に取り組むことができる。	・手順を把握できる。		
考察		・設問に対して自分なりに考えることができる。		・なぜ、電気ごてで溶ける様子を見るのか、それぞれの融点と関連づけ、合金の性質について考えることができる。

9 . プラスチックの性質を調べよう.....

実験の概略

種々のプラスチック(合成樹脂)の試料を、そのまま燃焼させたり、銅線に付けて燃焼させ(Beilstein 試験)たりして、その反応性の違いからプラスチックの種類を推定する。

実験のねらいと位置づけ

我々の身近にあって様々に利用されているプラスチック類について、それらが素材的に見て多くの種類があり、しかも比較的簡単に区別が付くことを理解させる実験である。

「物質と人間生活」の単元の中の「物質の利用」のうちの「日常生活と物質」中で「プラスチック」に関する実験である。

準 備

1. 試料としてのプラスチック素材は、生徒たちに集めさせてもよいが、素材の表示のあるものが望ましく、指導者側で用意するのも一案か。
2. 銅線は#12(2.6mm)または#14(2.0mm)くらいの太さのものが適当で、螺旋に巻いても巻かなくてもよいが、長さは10~15cmくらいあるのが望ましい。手で持つところはコルク栓を付けても、雑巾で持つようにしてもよい。
3. 試料のプラスチック片はあまり大きくしないで1cm四方くらいがよい。大きな試料を用いると、燃焼後の煤煙が多くて健康的にも好ましくない。

指導上の留意点

1. そのまま燃焼させる実験では、プラスチック片を炎にかざしたとき、表中の各項目についてよく観察させ、記録させる。
2. 銅線に付けて燃焼させる実験では、銅線を余り強熱しない方がよい。炎の中でかすかに赤くなったら、それにプラスチック片を付けて燃焼させ、そのときの炎の色を観察させる。緑青系の色であれば、試料プラスチックにハロゲンが含まれていたことになる。
3. 燃焼で発生する煤煙には有害なものがあるので換気を十分に配慮する必要がある。10~12の班で実験すると、実験室中に煤煙が充満し、気分が悪くなることも考えられる。特に、ポリ塩化ビニルやポリ塩化ビニリデンからは塩化水素ガスも発生するので十分注意を要する。

記入例

実験書の参考欄の表を参照されたい。

参 考

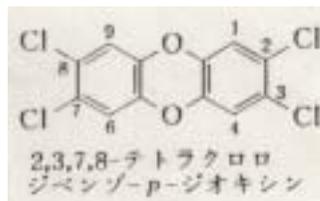
有機化合物を銅線に付けて燃焼させる実験はバイルシュタイン試験(Beilstein's test)と呼ばれ、

ドイツの F.K.Beilstein によって考案されたもので、有機化合物中のハロゲンの検出に用いられる。ハロゲンが含まれていると、銅線と共に燃焼することによってハロゲン化銅()の緑青色が現れ、これによってハロゲンの存在が確認できるというものである。

発 展

ハロゲン（主に塩素）を含む有機化合物を比較的低い温度（800 以下）で燃焼すると猛毒のダイオキシン等が発生するおそれがあることにも言及するとよい。

ダイオキシンとはポリクロロジベンゾジオキシン（PCDD）の俗称で分子式は $C_{12}H_{8-n}O_2Cl_n$ 、構造式は右図のようなものである。



評 価

学習項目	関心・意欲・態度	思考・判断	観察・実験の技能・表現	知識・理解
・本時の内容を把握する。（プラスチックの性質を調べる）	・説明を聞くことができる。	・手順を把握できる。		
・方法1 そのまま燃焼	・積極的に実験に取りかかることができる。	・プラスチックの種類による違いをみようと考えることができる。	・確実に観察ができ、種類による違いが確認できる。	・プラスチックの種類の違いによって燃え方が違うことが理解できる。
・方法2 銅線に付けて燃焼	・積極的に参加することができる。	・炎の色の違いを観察しようと考えることができる。	・確実に観察ができ、種類による違いが確認できる。	・プラスチックの種類の違いによって炎の色が違うことが理解できる。
・考察	・観察結果から、プラスチックの種類を推定することができる。	・観察結果から、プラスチックの種類を推定することができる。		

メ モ

10 . 生物のつくる物質.....

実験の概略

発酵食品の成分表示ラベルやインターネット上で公開されている発酵食品の材料表示などから、原材料、微生物、食品の関係を理解する。

実験のねらいと位置づけ

人間はすべての食品を他の生物に依存している。また生の食品はそのままでは腐敗しやすいため長期間保存したり、よりおいしく、消化をよくし栄養価を高めるために食品を加工する工夫がなされている。微生物によって加工された食品が発酵食品であり、ここでは数々の発酵食品を調べることでその原料と微生物の関係について理解を深める。

準備

1. 事前に、1人2枚程度（4人グループ）発酵食品の成分表示ラベルをもって来るよう指示する。
2. コンピュータ室または最低4人に1台のコンピュータが使える環境で実習する。

指導上の留意点

1. ラベルには食品加工に必要な様々なものがかかれていますのですべてを書き出させてみる。本目的とは違うが、あとから防腐剤や着色料などの観点からも調べられる。
またインターネットで検索する場合は、岐阜県のネットワークでは発酵食品などすぐに「成人嗜好」の理由で規制がかかり入り込むことができない。事前に回避の手段を講じるか、数少ない入ることのできるサイトを探しておく必要がある。
2. 同じ原料から実にたくさんの違う加工食品がつくられていることがよくわかる。1でのマークがないと微生物との関係など本質が理解しにくいので、できるだけ教師側が見てやれるとよい。
3. 1つの食品に複数の微生物が関わっていることがあるし、同じ微生物でも原料が違えば違う食品ができることがわかる。加工食品を調べることは、その国の食文化や歴史に触れることである。科学史の面からも非常に興味深く、インターネットの活用で生徒はどんどん食品に関する興味を広げていくと思われる。目的としたこと以上の付加価値がある。

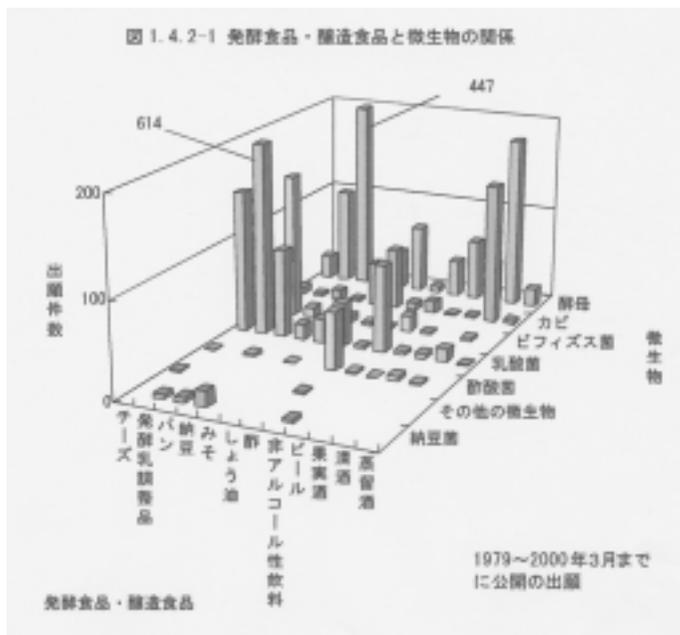
考察

同じ原材料から全く異なる食品が製造されている。製造過程ではたらく微生物が違うためである。また、異なる原材料から同じような食品を製造することもできる。微生物がはたらきかける物質が異なる原材料の中にも含まれているからである。

参考

図は特許の出願件数から見た食品と微生物の関わりである。一つの食品製造において、基本的にはたらく微生物のほかにも多くの微生物が関与している様子がよくわかる。酵母はほとんどす

すべての発酵食品にかかわり，パンには乳酸菌やビフィズス菌も関わっている。



「技術分野別特許マップ」p96

<http://www.jpo.go.jp/ryutu/map/kagaku20/1/1-4-2.htm>

評 価

学習項目	関心・意欲・態度	思考・判断	観察・実験の 技能・表現	知識・理解
・本時の内容を把握する(種々の発酵食品の材料等を調べる)	・説明を聞くことができる。	・手順を把握できる。		
・方法	・積極的に課題に取りかかることができる。	・調べ方が理解できる。		・調べ方の技術が身に付いている。
・結果			・それぞれの発酵食品について調査した事柄をまとめることができる。	
・考察	積極的に考察しようとする意欲・態度が見られる。	・調査したことをもとにしっかり考察することができる。		

1 1 . いろいろな繊維.....

実験の概略

身近でいろいろな繊維の性質を燃焼や加熱，酸塩基への溶解実験から調べる。発展として濃硫酸や濃硝酸との反応，ピクリン酸によるニトロ染色などを行う。

実験のねらいと位置づけ

人間はあらゆる生物の恩恵を受けて生命活動を営み，さらに生物のつくり出す様々な物質を利用することで日々の生活に潤いを得ている。特に古くからある衣食住の「衣」に関する繊維について，どんな生物がかかわり，どのような特徴をもっているかなどを簡単な方法で調べてみる。

指導上の留意点

1. 操作や装置は非常に簡単で，繊維による違いが観察でき，原料まで考察させることができる
2. 発展までを 50 分以内に行うのは難しい。しかし，この理科総合 A と化学，生物，家庭科などとの関連や総合的学習の時間，課題研究まで考えると，ここでの内容はどれも発展性があり，重要なものばかりである。学校の事情に応じてうまく使うとよい。
3. ニトロ染料であるピクリン酸を用いた染色はわかりやすい結果になるが，最近物騒な試薬は置いていない高校も多いので新規に購入してまでこだわる必要はないと思う。
4. 燃焼や加熱分解の実験は換気に十分注意したい。化学実験室で予備実験として行っただけでもおいはかなり残り，気のせいかのどに違和感を覚え気分が悪くなりそうだった。加熱分解はその後の試験管の処理もたいへんである。
5. 燃焼時はピンセットにかすが残らないよう十分焼く。灰の観察は十分冷えてから行う。においをかくときも炎が消えていることを確認する。
6. 蒸発皿上で燃焼させてみたが，帯状の生地ではうまく燃えない。ピンセットでつまみ上げる方法がよい。

結 果

燃焼の様子は下の図のようになり，繊維の素材ごとによく特徴が出る。

綿と紙はともにセルロースから成り，羊毛と絹はタンパク質である。全体は次ページの表のようになる。

ガーゼの燃焼



羊毛の燃焼



絹の燃焼



ナイロンの燃焼



		綿（ガーゼ）	紙（ろ紙）	羊毛（毛糸）	絹	ナイロン
方法 1	燃え方	ポッと速く燃える	ポッと燃える	縮れながらチリチリ燃える	縮れながら速く燃える	融けて固まりながら燃える
	炎の色	橙	橙	橙	橙	先端が黄で全体に青
	におい	紙を焼くにおい	紙を焼くにおい	毛髪を焼くにおい	毛髪を焼くにおい	特異臭
	灰の様子	灰色でフワフワ	灰色でフワフワ	黒褐色でカサカサ，触ると壊れる	黒褐色でカサカサ，触ると壊れる	黒色で堅い玉
方法 2	リトマス紙	確かな変化は見られない	確かな変化は見られない	青色	青色	青色
方法 3	NaOH	変化なし	変化なし	溶ける	溶ける	変化なし
	酢酸鉛	Pb(OH) ₂ が見られる	Pb(OH) ₂ が見られる	PbSの黒色沈殿	Pb(OH) ₂ が見られる	Pb(OH) ₂ が見られる
方法 4	希硫酸	確かな変化は見られない	確かな変化は見られない	変化なし	変化なし	変化なし
方法 5	濃硫酸	溶ける（やがて黒色）	溶ける（やがて黒色）	黒色	溶ける	溶ける
	濃硝酸	変化なし	変化なし	黄色	黄色	溶ける
方法 6	染色	変化なし	変化なし	黄色	黄色	黄色

参 考

綿は植物に由来する繊維であり羊毛や絹は動物がつくった繊維である。

綿の実験結果が紙と変わらないことからセルロースからできていることがわかる。羊毛と絹はともにタンパク質からできているが，絹の成分はフィブロインで硫黄を含まないため硫化鉛()の黒色沈殿ができない。

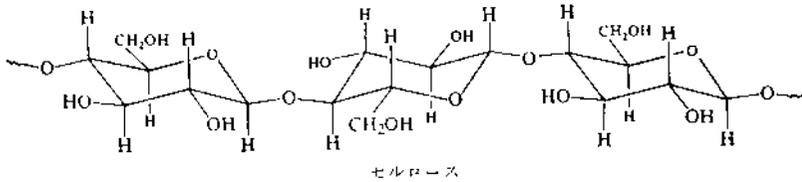
タンパク質など窒素を含んだ化合物を分解するとアンモニアが発生するため羊毛，絹，ナイロンでリトマス紙を青変させた。

綿，紙は酸に弱くアルカリに強いが，羊毛，絹はその逆である。ここでは希硫酸に対する違いがあまりはっきりとでない。

濃硫酸では脱水作用によって繊維が黒色化（炭化）され，濃硝酸の黄色はタンパク質のキサントプロテイン反応である。

ピクリン酸水溶液中ではどれも黄色に染まって見えるが，水洗いによってセルロースから

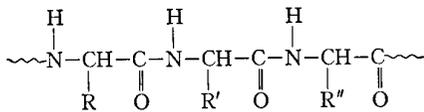
なる植物繊維は容易に色落ちし，他のものがしっかり染色されきれいに区別できる。



セルロースおよびタンパク質の構造

セルロースはグルコースの β -結合による直鎖状分子。C, H, O からなる。

タンパク質はアミノ酸のペプチド結合による鎖状分子。



タンパク質

R の部分が各アミノ酸で異なる。C, H, O, N が基本。

羊毛は主成分ケラチンでらせん構造をもち，絹フィブロインは折りたたまれた板構造をもち、

評 価

学習項目	関心・意欲・態度	思考・判断	観察・実験の 技能・表現	知識・理解
本時の内容を把握する	・説明を聞くことができる。	・手順を把握できる。		
方法	・積極的に実験に取り組むことができる。	・手順を把握できる。	・確実な実験操作ができる。	・記録すべき項目をあらかじめ確認した上で実験を進める。
結果及び処理				・植物性繊維、動物性繊維、化学繊維などの違いで結果の違いを予測することができる。

メモ

Blank lined area for writing.

実験の評価

クラス						
生徒の状況						
注意が必要な箇所						
改善を要するところ						

12 . 仕事率をはかろう.....

実験の概略

ヒトが、階段を駆け上がる時の仕事率を求める。次に、モーターがおもりを持ち上げる時の仕事率を求める。

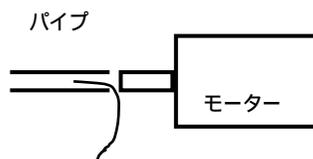
実験のねらいと位置づけ

この実験は指導要領の「(1)自然の探求 ア 自然の探求」あるいは、「(2)資源・エネルギーと人間生活 イ いろいろなエネルギー (ア)仕事と熱」の中に位置づけられるものである。

ヒトがする仕事と、モーター(電流)がする仕事の仕事率を求めることによって、一見関係のない現象がエネルギーの考え方によって互いに関連しているととらえられることに気づかせる。

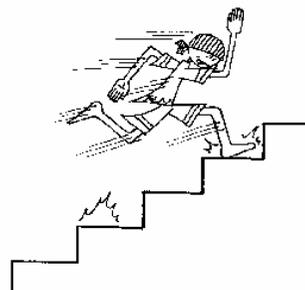
準備

1. モーターの仕事率の測定では、ソーラーパネル用のモーターを使うと、おもりの動きが遅くなり、測定がしやすい。
2. 糸をモーターの軸に固定するには、モーター軸にちょうどかぶさる細いアルミパイプを用いると便利である。



指導上の留意点

1. 方法について
 - (1) 階段を駆け上がるときに、転んだり、衝突したりしないよう注意する。
 - (2) モーターの仕事率の測定では、持ち上がる範囲で重めのおもりを用い、おもりの速さが速くならないようにしたほうが測定しやすい。
2. 結果について
 - (1) 階段の高さ、おもりの質量の単位に注意する。



記入例

1. ヒトが階段を駆け上がる時の仕事率

- (1) 階段1段の高さを測定する。 0.19 m
- (2) 1階から3階までの段数を数える。 40 段
- (3) ストップウォッチを持った人が1階から3階まで駆け上がり、かかった時間を測定する。
かかった時間 $t = 14$ s
- (4) 体重(衣服を含めた質量)を測定する。
質量 $m = 70$ kg

(5) 仕事率を求める。重力加速度 $g = 9.8[m/s^2]$

$$\text{仕事率 } P = mgh / t = \boxed{370} \text{ W}$$

(6) $1[p s] = 736[W]$ から、 P を馬力の単位で表す。

$$370 / 736 = \boxed{0.50} \text{ p s}$$

2. モーターの仕事率

- (1) モーターを固定し、電源装置に接続する。
- (2) 糸でモーターに 20 g 程度のおもりをつるす。

$$\text{おもりの質量 } m = \boxed{0.020} \text{ kg}$$

- (3) 電源装置の電圧を次第に上げ、おもりが持ち上がる電圧を見つける。

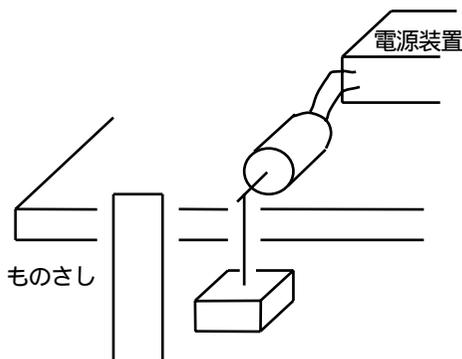
- (4) おもりが 50 cm 持ち上がるのにかかる時間を測定する。

$$\text{高さ } h = \boxed{0.50} \text{ m}$$

$$\text{時間 } t = \boxed{2.4} \text{ s}$$

- (5) 仕事率を求める。

$$\text{仕事率 } P = mgh / t = \boxed{0.041} \text{ W}$$



評 価

学習項目	関心・意欲・態度	思考・判断	実験・観察の技能・表現	知識・理解
実験内容の把握	・仕事率を求める方法を考えようとする。	・仕事率を求めるために何を測定すればよいのかに気づく。		・仕事率の定義を理解している。
1 ヒトが階段を駆け上がる時の仕事率	・積極的に実験に取り組む。	・仕事率を求めることができる。	・安全を考え、適切に実験、測定ができる。	
2 モーターの仕事率	・積極的に実験に取り組む。	・仕事率を求めることができる。	・安全を考え、適切に実験、測定ができる。	
発展	・様々な熱機関の仕事率を調べたりできる。	・モーターの仕事率と消費電力との関係について考察できる。	・自分の考え、感想を表現できる	・モーターの消費電力を求めることができる。

1 3 . 位置エネルギー・運動エネルギーの測定...

実験の概略

運動摩擦力が運動の状態によらず大きさが一定であることを利用して、簡易エネルギー測定器を作成し、これを用いて重力による位置エネルギーが高さ・質量に比例すること、運動エネルギーが速さの2乗・質量に比例することを実験的に確かめる。また、摩擦力を測定し、その仕事量が各エネルギーと一致することを確認する。

実験のねらいと位置づけ

学習指導要領では「位置および運動のエネルギーの考えを仕事の概念と結びつけて扱うこと」とされている。そこでエネルギーを持った物体に仕事をさせ、その仕事量から物体が持っていたエネルギー量を測定する方法が適当と思われる。

物体にさせる仕事としては、一定の摩擦抵抗がある糸を引かせることを取り入れ、「簡易エネルギー測定器」を製作する。

この測定器では、物体の持っていたエネルギーの量は、糸の摩擦力と、物体がエネルギーを失うまで引くことができた糸の長さで推測される。また、糸の摩擦力を一定に保てば、各種の物体の、持つエネルギー量の比較を、物体が引いた糸の長さのみで容易に行うことができる。この測定器を用いて生徒が他の色々なエネルギーの測定に興味を持って、発展的な実験を考案することも期待できる。

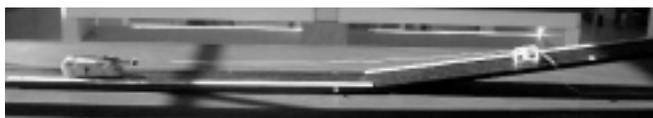
準 備

1. 簡易エネルギー測定器の作成のために 洗濯バサミ、電池ホルダー、荷造り用平ビニール紐、ナイロン糸（ジェピソー、蛍光水系EC 太さ（約0.8mm 品番G52002）を使用）
2. 台車、重り、滑走台、ものさし、スタンド、記録タイマー、記録テープ、バネばかり

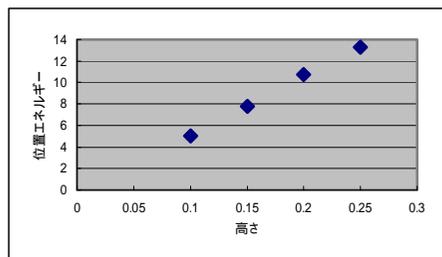
指導上の留意点

1. 方法について

- (1) 簡易エネルギー測定器の摩擦力は非常に小さく、バネばかりでは測定しづらい。そこで、右写真のように、重りをぶら下げて、一定の速さで落ちるときの重りの重さを摩擦力とするとよい。その結果は、摩擦力 $F = 2.0 \times 10^{-2} \text{kg} \times 9.8 \text{m/s}^2 = 1.96 \times 10^{-1} \text{N}$ となった。この結果についてはかなりの誤差を含む。
- (2) 位置エネルギーの測定では下図のような実験装置を組み立てて実験を行うとよい。その結果は下表のようであった。



高さ	1	2	1と2の平均	位置エネルギーの平均
0.10	0.248	0.266	0.257	$5.04 \times 10^{-2} \text{ J}$
0.15	0.380	0.414	0.397	$7.78 \times 10^{-2} \text{ J}$
0.20	0.556	0.542	0.549	$10.76 \times 10^{-2} \text{ J}$
0.25	0.674	0.682	0.678	$13.28 \times 10^{-2} \text{ J}$

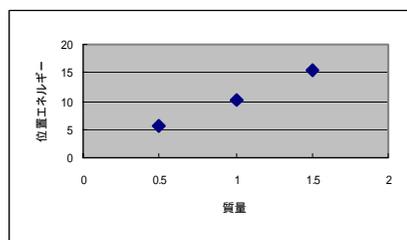


このときの斜面の角度は 7.5° であったので高さは $\text{高さ} \times \tan 7.5^\circ$ で計算する。

位置エネルギー = $1.96 \times 10^{-1} \times (\text{1と2の平均})$ で計算する。

また、高さ、1、2の単位は[m]、質量の単位は[kg]とした。

質量	1	2	1と2の平均	位置エネルギーの平均
0.5	0.290	0.300	0.295	$57.8 \times 10^{-2} \text{ J}$
1.0	0.510	0.544	0.527	$1033 \times 10^{-2} \text{ J}$
1.5	0.760	0.806	0.783	$15.35 \times 10^{-2} \text{ J}$
				J



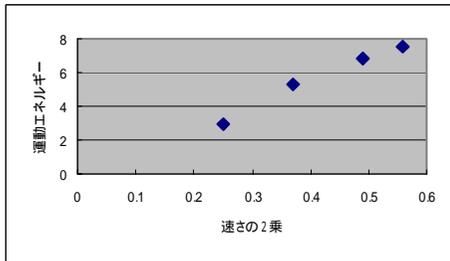
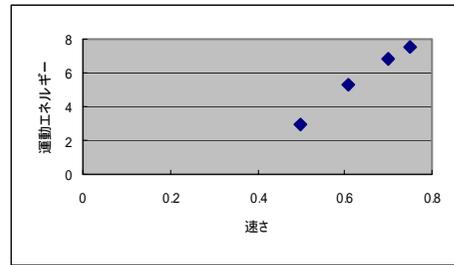
グラフは、きれいに比例するが、摩擦力のした仕事とエネルギーは一致しないので、エネルギー量を測るにはかなり精密な測定が必要であるので、比例するまでの実験に止めた方がよい。

また、実験台の大きさ等から高さは斜面の傾斜角が 7.5° で0.25m、質量は1.5kgが限界である。

- (3) 運動エネルギーの測定では下図のような装置を作り、台車に適当な初速度を与えるのだが、その初速度は、0.7m/s前後が望ましい。その初速度を得るため数回、記録テープをつけて台車を押ししてみるとよい。



速さ(m/s)	速さの2乗	運動エネルギー
0.5	0.25	$3.00 \times 10^{-2} \text{ J}$
0.7	0.49	$6.88 \times 10^{-2} \text{ J}$
0.75	0.56	$7.51 \times 10^{-2} \text{ J}$
0.61	0.37	$5.29 \times 10^{-2} \text{ J}$



質量 (kg)	速さ(m)	$1/2 \text{ 質量} \times \text{速さ}^2$	運動エネルギー
0.5	0.5	$6.25 \times 10^{-2} \text{ J}$	$3.00 \times 10^{-2} \text{ J}$
1.0	0.45	$10.10 \times 10^{-2} \text{ J}$	$5.41 \times 10^{-2} \text{ J}$
1.5	0.67	$33.70 \times 10^{-2} \text{ J}$	$17.62 \times 10^{-2} \text{ J}$

速さはタイマーの1打間隔を取った。(1 / 100を使用)

運動エネルギーは $1.96 \times 10^{-1} \text{ N}$ × 引かれた紐の長さで計算した。紐の長さを書く欄がないので、紐の長さを計って直接上の計算を行い、運動エネルギー欄に書く。質量は 1.5kg が限界のようだ。

記入例

2. <問1>位置エネルギーと高さ(斜面の長さ)、位置エネルギーと質量の関係は何か。

いずれも比例する。

3. <問2>速さと運動エネルギーのグラフ、速さの2乗と運動エネルギーのグラフから、速さと運動エネルギーの間にはどうゆう関係があるか。

速さの2乗と運動エネルギーの間には比例関係があるが、速さと運動エネルギーの間には放物線の関係があるようだ。

4. <問3>運動エネルギーと質量、速さはどうゆう関係か。

運動エネルギーと質量、速さの2乗に比例する。

発 展

斜面の角度をゆっくり変えていき，簡易エネルギー測定器をつけた台車がちょうど滑り出す角度から，簡易エネルギー測定器の摩擦力を計ってもよい。

評 価

学習項目	関心・意欲・態度	思考・判断	実験・観察の 技能・表現	知識・理解
		・手順を把握できる。		
方法1 器具の準備	・積極的に実験に取りかかることができる。	・器具の組み立てについて考えることができる。	・確実に準備ができる。	・それぞれの器具の役わりや働きについて理解している。
方法2 測定	・積極的に参加することができる。		・確実に測定し，記録することができる。	
方法3 測定結果及び処理	・積極的に作業に取り組むことができる。	・それぞれの項目について必要な事柄を考えることができる。	・結果の処理を適切に出来る。	・それぞれの項目についてその意味までも把握して処理することができる。

この実験は，実験の方法を理解するのが難しく，まず，
実験を正しく行ったか
データを正しく整理したか
グラフは正しくかけたか
グラフを正しく読み取ったか
などで評価する。

追 記

実験のアイデアはおもしろいのだが，実際に位置エネルギーや運動エネルギーまで計算するには動摩擦力が小さすぎて誤差が多すぎる。したがって，この実験は，

高さとひもを引いた長さが比例する

質量とひもを引いた長さが比例する。

速さの2乗とひもを引いた長さが比例する。

速さの2乗と質量の積がひもを引いた長さに比例する。

を求める実験とした方がよい。また，すべての実験をやるには2時間以上かかるので，どれかひとつの止めた方がよい。

14 . 弾性エネルギーの測定.....

実験の概略

運動摩擦力が運動の状態によらず大きさが一定であることを利用して，簡易エネルギー測定器を作成し，これを用いて弾性エネルギーを測定する。

実験のねらいと位置づけ

学習指導要領では「位置および運動のエネルギーの考えを仕事の概念と結びつけて扱うこと」とされている。そこでエネルギーを持った物体に仕事をさせ，その仕事量から物体が持っていたエネルギー量を測定する方法が適当と思われる。

物体にさせる仕事としては，一定の摩擦抵抗がある糸を引かせることを取り入れ，「簡易エネルギー測定器」を製作する。

この測定器では，物体の持っていたエネルギーの量は，糸の摩擦力と，物体がエネルギーを失うまで引くことができた糸の長さで推測される。また，糸の摩擦力を一定に保てば，各種の物体の，持つエネルギー量の比較を，物体が引いた糸の長さのみで容易に行うことができる。この測定器を用いて生徒が他の色々なエネルギーの測定に興味を持って，発展的な実験を考案することも期待できる。

準 備

1. 簡易エネルギー測定器の作成のために 洗濯バサミ，電池ホルダー，荷造り用平ビニール紐，ナイロン糸（ジェビソー，蛍光水糸 EC 太さ（約0.8mm 品番 G52002）を使用）
2. 台車，ものさし，スタンド，バネばかり

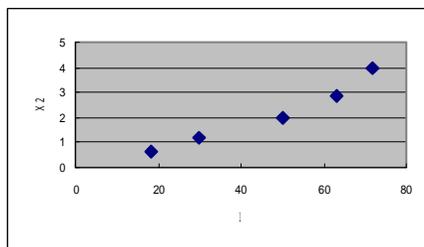
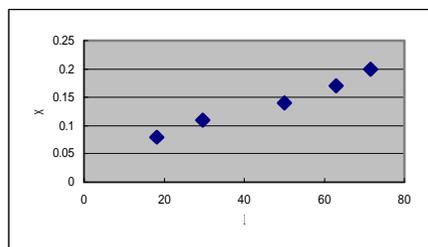
指導上の留意点

1. 方法について
(1) 下の写真のように実験装置を組み立てる。



実験書には，糸をカミソリで切るとあるが，手で引っ張り，離すという方法でもよい。

X [kg]	l [m]	X^2
0.08	18.2	0.64×10^{-2}
0.11	29.7	1.21×10^{-2}
0.14	50.0	1.96×10^{-2}
0.17	63.0	2.89×10^{-2}
0.20	71.6	4.00×10^{-2}



記入例

< 3 > この結果から弾性エネルギーは何に比例するといえるか。

弾性エネルギーは X^2 に比例する。

注 意

バネばかりの読みには大きな誤差を含むので、実験自体かなりあいまいなものとなるようだ。

発 展

バネの伸びが測定可能なバネ定数の大きなばねを使ってみるのもおもしろいだろう。

評 価

学習項目	関心・意欲・態度	思考・判断	実験・観察の 技能・表現	知識・理解
本時の内容を把握する(弾性エネルギーの特徴を考える)	・説明を聞くことができる。	・手順を把握できる。		
方法1 器具の準備	・積極的に実験に取りかかることができる。	・器具の組み立てについて考えることができる。	・確実に準備ができる。	・それぞれの器具の役わりや働きについて理解している。
方法2 測定	・積極的に参加することが出来る。		・確実に測定し、記録することが出来る。	
方法3 測定結果及び処理	・積極的に作業に取り組むことが出来る。	・それぞれの項目について必要な事柄を考えることが出来る。	・結果の処理を適切に出来る。	・それぞれの項目についてその意味までも把握して処理すること

				が出来る。
発展		・設問に対して自分なりに考えることが出来る。		・実験結果を基に、適切な答えを導き出すことが出来る。

この実験は、実験の方法を理解するのが難しく、まず、
 実験を正しく行ったか
 データを正しく整理したか
 グラフは正しくかけたか
 グラフを正しく読み取ったか
 などで評価する。

メモ

実験の評価

クラス						
生徒の状況						
注意が必要な箇所						
改善を要するところ						

15 . 熱と仕事.....

実験の概略

鉛粒をサーモカップの中で振ることで、仕事が熱になるようすを観察する。

水飲み鳥の動きから、熱が仕事になるようすを観察する。

実験のねらいと位置づけ

この実験は指導要領の「(2)資源・エネルギーと人間生活 イ いろいろなエネルギー (ア)仕事と熱」の中に位置づけられる。

水飲み鳥は、頭とお尻の温度差によって動く熱機関と考えられる。水飲み鳥の動きを観察することによって、熱が仕事に変わるようす、その際に高温部と低温部(温度差)が必要なことを理解する。

準備

1. 鉛粒の温度を測定する温度計は、最小目盛りが0.2のものを使う。
2. 白熱電球は水飲み鳥を熱するために用いる。グループ数が少ない場合など可能であれば、ヘアードライヤーを使ってもよい。

指導上の留意点

1. 方法について
2. 鉛粒の実験で、サーモカップを振るとき、温度計の穴はガムテープでふさいでおく。
 - (1) 水飲み鳥は、頭がぬれていない状態から実験を始める。
 - (2) 水飲み鳥を白熱電球で暖めるときは、電球が熱くなるので、台を持つようにする。
3. 結果について
 - (1) 生徒の実態に応じて、水飲み鳥が動く仕組みを簡単に説明しておく。
 - (2) 水飲み鳥の実験において、結果を書き込むために、教師が解説をしたほうがよい部分がある。

記入例

1. 仕事を熱に変えよう。(鉛粒 73g)
 - (1) サーモカップに鉛粒を入れ、もう1つのサーモカップをかぶせてガムテープで固定する。
 - (2) 上部に切り込みを入れて、温度計を差し込み、鉛粒の温度を測定する。

はじめの温度 $t_0 = 21.8$
 - (3) 温度計を抜き、カップを上下に100回振ってから温度計を差し込み、鉛の温度を測定する。

振った後の温度 $t_1 = 24.6$



(4) さらに100回カップを振り、鉛の温度を測定する。

$$\text{温度 } t_2 = \boxed{25.8}$$

2. 熱が仕事に変わるようすを観察しよう。

(1) 水飲み鳥のお尻の部分で電球で暖める。(できるだけ頭の部分は暖めないように)このときの水飲み鳥のようすを書こう。

液体が管の中を上昇して 頭が下がる。
このとき、電球による(熱)エネルギーが、(仕事)に変換されている。



(2) 次に、頭の部分を水で濡らす。

このときの水飲み鳥のようすを書こう。

液体が管の中を上昇して、頭が下がる。

頭を水で濡らすと、蒸発する水によって頭が冷やされる。熱を仕事にするためには、(高)温部と(低)温部が必要である。

(3) 水飲み鳥に、内側を水で濡らしておいた透明な容器をかぶせ、しばらく置く。このときの水飲み鳥のようすを書こう。

やがて動きが止まる。

容器の中の水蒸気量が増え、水が蒸発しなくなっている。

(4) 容器を取り去る。このときの水飲み鳥のようすを書こう。

再び動き出す。

評 価

学習項目	関心・意欲・態度	思考・判断	実験・観察の技能・表現	知識・理解
1 仕事を熱に変えよう	・積極的に実験に取り組む。	・仕事が熱に変わるについて実験を通して考察することができる。	・確実に実験ができる。	・仕事が熱に変わるについての知識を身につけている。
2 熱が仕事に変わる様子を観察しよう	・熱が仕事に変わる様子に関心をもち、積極的に実験に取り組む。	・熱が仕事に変換すること、変換の際の不可逆性について考察することができる。	・確実に実験ができる。 ・エネルギーの観点で、様子を観察できる。	・熱が仕事に変わる際の不可逆性について理解している。
発展	・熱が仕事に変わる例を探そうとする。	・熱が仕事に変わる現象を見つけ出すことができる。	・観察、実験の過程や結果及びそこから導き出した自らの考えを報告書にまとめることができる。	・熱機関の例を挙げることができる。

16 . 電流による熱の発生.....

実験の概略

ニクロム線に電流を流すと、電子がニクロム線の中の原子に衝突しながら進む。この衝突で電子の持つ運動エネルギーが原子に伝わり、原子の熱運動が激しくなり、ニクロム線の温度が上昇する。ニクロム線に発生したジュール熱が容器内の水分子に伝わり、分子の運動を激しくし、水温を上昇させる。方法1では実験装置を組み立て、その原理を理解させている。方法2では、方法3、4で必要な電流、電圧、時間を測定しながら、水の質量、水温上昇を測定して発生した熱量(Q) = 質量 × 水の比熱 × 水温上昇度を計測し、与えたジュール熱と水の得た熱量の関係を調べる。方法3では一定電圧のもとでニクロム線の抵抗を変えて電流と水の得た熱量の関係を、方法4では一定電流のもとで同様な測定をし、電圧と水の得た熱量の関係を調べさせる。

実験のねらいと位置づけ

この実験は指導要領の「理科総合A (2)資源・エネルギーと人間生活 イ.いろいろなエネルギー (ア)仕事と熱」の中に位置づけられる。

この単元では電力の消費によって生じたジュール熱が水が得て温度が上昇することを理解させ、消費した電力と水が得た熱量が比例することを確認する。さらにニクロム線の抵抗値を変えることによって、電流や電圧が変化させ、水の得た熱量から電流や電圧によるジュール熱の変化を調べさせる。

準備

発泡スチロール製カップ、水銀温度計(1/10目盛)、メスシリンダー、ガラス棒、機械油、電熱線(10、15、20)、電源装置、直流電圧計、直流電流計、ストップウォッチ、水(汲み置きしたもの)

指導上の留意点

1. 実験の際、最初にいったん電源を入れ、指定された電圧・電流にセットし、水温が安定してから実験を開始する。
2. 実験2では電流を流しながら測定を続けるため、よく攪拌する。

記入例

表1 水の質量(150g) 初めの温度(20.5)

時間(秒)	60	120	180	240	300	360
電流(A)	0.95	0.96	0.96	0.96	0.95	
電圧(V)	10	10	10	10	10	10
後の水温()	21.6	22.8	23.9	25.0	26.2	
温度変化()	1.1	2.3	3.4	4.5	5.7	
発熱量(J)	691	1446	2137	2828	3583	

表2 水の質量 (150 g)

時間 (秒)	時間(3分)					
	*1は表1の3分の値			*2は表(1)の電流の値		
電流 (A)	*1 0.96	I_1 1.45	I_2 2.20	*2 0.96	*2 0.96	*2 0.96
電圧 (V)	10	10	10	10	V_3 6.7	V_4 4.7
初最の水 温 ()	*1 20.5	18.4	18.6	*1 20.5	17.9	19.5
後の水 温 ()	*1 23.9	T_1 23.5	T_2 25.6	*1 23.9	T_3 20.5	T_4 21.4
度変化 ()	*1 3.4	5.1	7.0	*1 3.4	2.6	1.9
発熱量 (J)	*1 2137	3205	4400	*1 2137	1634	1194

グラフ

表1より

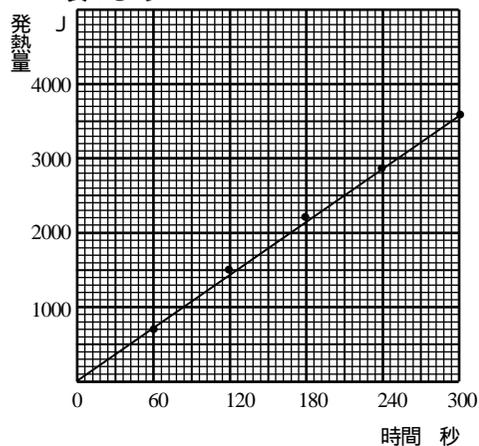


表2より(電圧10V)

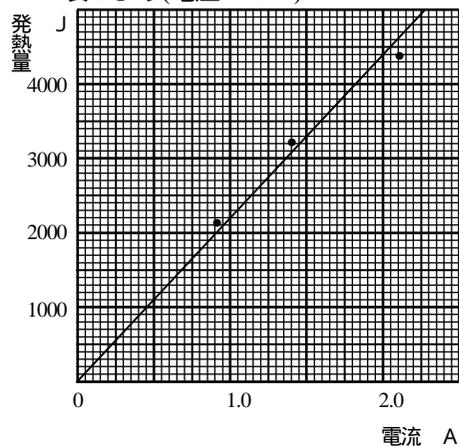
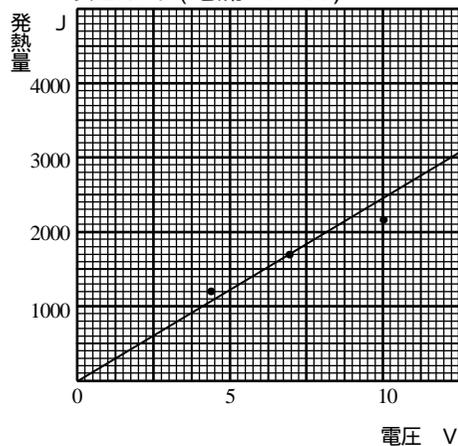


表2より(電流0.96A)



17 . 大気中の二酸化炭素濃度・酸素濃度の測定

実験の概略

大気中やろうそくを燃やしたビーカー内、ガスバーナーを燃やし続けた教室などの二酸化炭素と酸素の濃度を測定してグラフ化を行い、その変化を理解する。実験を通じて理解した、ビーカー内や教室内という狭い空間での二酸化炭素や酸素の急激な変化を、現在世界的な話題となっている地球規模での二酸化炭素の排出による。地球温暖化やそれがもたらす環境や人体への影響を考える。さらに、生徒自身がテーマを考え、実験を行う。

実験のねらいと位置づけ

この実験は、指導要領の「(2)資源・エネルギーと人間生活 ア 資源の開発と利用 (ア) エネルギー資源の利用」に位置づけされる。実験室での実験を通じて化石燃料の燃焼により放出される二酸化炭素により、大気中の二酸化炭素の濃度が増加することを確かめ、理解させる。それをもとに、現在世界的な問題になっている。大気中の二酸化炭素濃度の増加による地球温暖化に目を向け、その原因の7割が化石燃料の燃焼による増加、3割が熱帯を中心とした森林破壊による森林の減少のための二酸化炭素吸収能力の低下であることなど理解させ、地球規模での環境保護や生態系の保護について関心をもち、科学的な見方や考え方を育成することをねらいとしている。

準備

ガラス製ビーカー(300ml)、気体検知管式測定装置(酸素・二酸化炭素)、ろうそく、ろうそく立て、マッチ、

指導上の留意点

1. 検知管の目盛りが荒いので正確に読み取る。
2. 日常生活する空間で測定場所の決定する。
3. 測定毎に時間がかかるための測定時間のズレことを考慮する。

記入例

1. ビーカー内の二酸化炭素濃度と酸素濃度
(測定例)

	1班	2班	3班	4班	平均
二酸化炭素濃度(%)	0.035	0.05	0.06	0.03	0.045
酸素濃度(%)	21.0	20.3	20.0	20.2	20.4

2. 燃焼後の二酸化炭素濃度と酸素濃度

ろうそくに火を付けてからビーカーをかぶせる。火が消えてから測定する。

(測定例)

	1班	2班	3班	4班	平均
二酸化炭素濃度(%)	3.0	4.0	3.0	3.7	3.6
酸素濃度(%)	17.5	18.0	19.0	18.3	18.2

3. 教室の二酸化炭素濃度と酸素濃度の測定

(1) 教室内の測定ポイント

位置：教室縦方向中央線上の真ん中 1 カ所と横方向中央線上左 1/4 の 1 カ所

高さ：床から 10 cm, 1.5m

気体検知管式測定装置の台数に限りがあるため、同じ時刻に同時に二酸化炭素濃度と酸素濃度を測定するため、教室内のポイントとなる 2 カ所での上下とした。

(2) それぞれの場所にグループを配置し測定する。

(3) ガスバーナーを燃やし、5 分ごとに二酸化炭素濃度と酸素濃度を測定する。

(4) それぞれの場所の測定データを持ち寄り表にまとめ、グラフを完成する。

(測定例)

	場所	時間	初め	5分	10分	15分	20分	25分	30分	35分	40分
二酸化炭素濃度	中央	上	0.04	0.08	0.17	0.21	0.26	0.29	0.32		
		下	0.04	0.06	0.11	0.15	0.18	0.20	0.23		
	窓側	上	0.04	0.11	0.18	0.20	0.24	0.26	0.30		
		下	0.05	0.07	0.12	0.14	0.21	0.25	0.30		

	場所	時間	初め	5分	10分	15分	20分	25分	30分	35分	40分
二酸化炭素濃度	中央	上	20.2	20.0	21.0	21.0	20.0	19.0	19.2		
		下	20.2	20.2	20.5	20.5	20.0	20.0	20.0		
	窓側	上	20.2	20.2	20.2	20.2	19.7	19.2	19.0		
		下	20.2	20.2	20.0	20.0	20.0	20.0	20.2		

グラフ

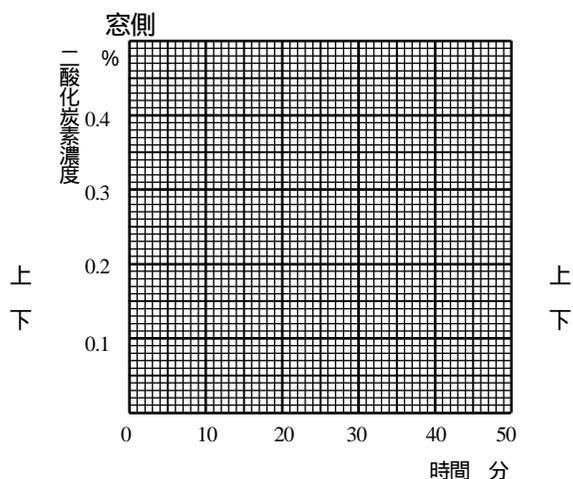
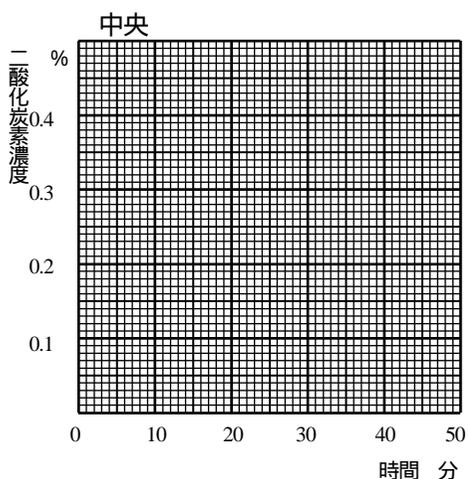
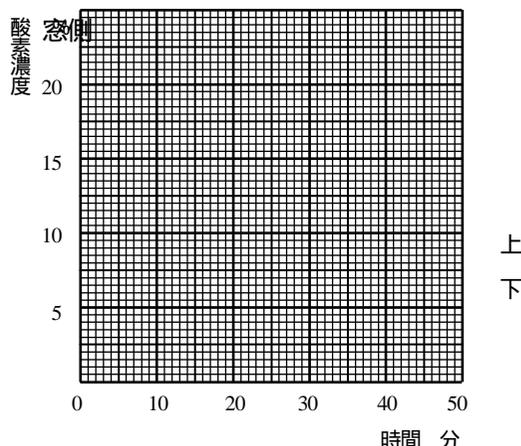
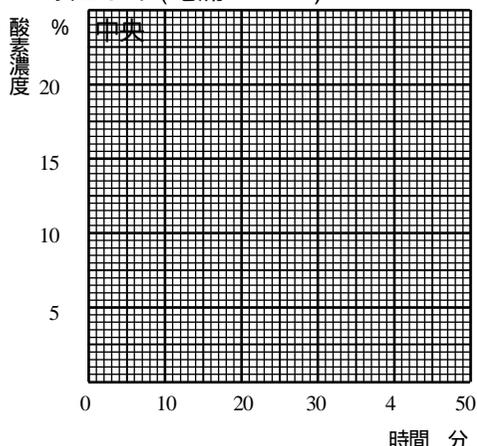


表 2 より(電流 0.96 A)



二酸化炭素濃度の変化を見ると、床に近い 10 cm の点では濃度増加は測定開始から時間に比例して増加する傾向が見られるが、1.5m の点では最初の 5 分間で急激に増加し、その後、時間に比例して増加する。これは、実験室の 10 台と教卓をあわせ 11 台のバーナーを一斉に最大に点火して生じた室内の対流が複雑な流れを起こすためと考えられる。従ってこの傾向は、天井に近い方が顕著に表れると考えられる。実験での観測点は 2 カ所だったが、実験室でのガスバーナーの配置や、実際の濃度変化を見て、実験室内の場所による二酸化炭素濃度や酸素濃度の差はあまり生じないのではないかと感じた。

・分子量の違いから、二酸化炭素濃度は最初から床に近いところで上より大きく時間の経過と共にさらに増加すると考えた生徒がいたが、測定結果では実証できなかったこれは、加熱中の室内に生じた複雑な対流と、高温の空気が上部に停滞する不安定な状態から生じたと考えられる。扇風機などで攪拌し室内のどこも、同温で安定した段階で測定すると、検証できるかもしれない。

今回は、二酸化炭素濃度と酸素濃度を同時に測定するという前提で実験を行ったため、測定場所を絞って測定した。そのため、1 カ所の 1 地点に 1 台の測定器が必要となり、やむなく地点を絞った。測定には 1 分半ほどの時間がかかり時間的ずれを生ずるのを嫌ったわけだが、酸素濃度の変化を見ると、あまりそのことに、こだわらなくても良いと感じた。

・酸素濃度の変化を見ると、実験を通じてほとんど変化がない。ただ、実験中に生徒が息苦しさを感じるのは、急激な温度変化の方が原因として大きいと考えられる。

発 展

自分でテーマを考え予想を立て実験してみよう。

実験例 1，自分の吐く息の二酸化炭素と酸素の濃度
(測定例)

	A	B	C	D	平均
二酸化炭素濃度(%)	3.5	4.5	3.0	4.2	3.8
酸素濃度(%)	16.8	16.0	17.2	16.0	16.5

排出する二酸化炭素排出量濃度の多い生徒ほど、酸素排出量の濃度が少ない傾向が見られる。これは、生物の学習「呼吸」と関連する。

実験例 2，植物の光合成による二酸化炭素濃度と酸素濃度の変化

(測定例)

	実験前		実験後
二酸化炭素濃度(%)	0.04	二酸化炭素濃度(%)	0.03
酸素濃度(%)	20.2	酸素濃度(%)	20.3

1. 方法 1 ~ 4 で得た値については特に問題はない。
2. 方法 4 の電流指定の測定値では得た結果をグラフに記入する際、逆から記入することになり、理解しにくいのではと思われる。
3. 実験 2 . において電流，電圧の測定値の利用して電力による発熱と水温上昇から得た熱量を比較してみるとよい。
4. 理科総合の学習内容からこの実験が理解できるか，疑問である。

評 価

学習項目	関心・意欲・態度	思考・判断	実験・観察の技能・表現	知識・理解
・本時の内容を把握する。(大気中の二酸化炭素・酸素濃度の変化)	・説明を聞くことができる。	・手順が把握でき。		
・方法 1、2、3 測定	・積極的に実験に取り組める。	・器具の扱いが正しくできる。	・測定値が正確に読み取れる。	・事前の学習で得た知識と比較できる。
・測定結果および処理	・積極的に作業に取り組める。	・測定値の意味が理解できる。	・測定値を正確にグラフ化できる。	・実験結果から本時の主題が理解できる。
・発展	・積極的にテーマを探せるか。	・設問に対して自分なりに考えることができる。		・実験結果を基に適切な答を考えられる。

メモ

18 . 風力の利用.....

実験の概略

風の力で風車を回し、発電した場合と直接利用した場合とで風力エネルギーの利用効率を測定し、それぞれの場合の比較をし、利点・難点について考える。

実験のねらいと位置づけ

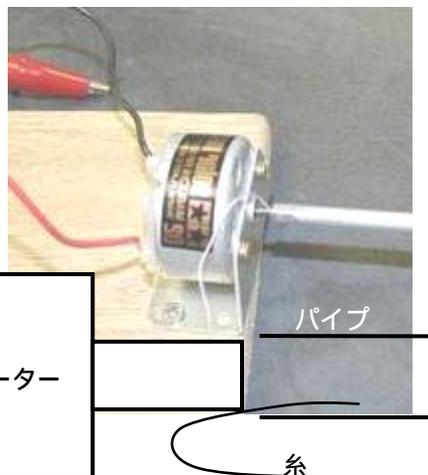
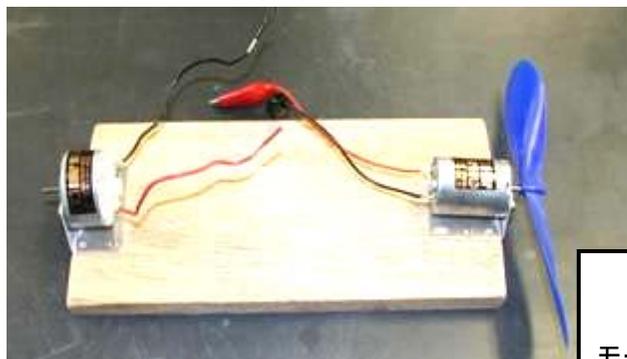
この実験は指導要領の「理科総合A(2)資源・エネルギーと人間生活 ア 資源の開発と利用 (ア)エネルギー資源の利用」の中に位置づけられるものであり、「蓄積型と非蓄積型のエネルギー源及びその利用の長所及び短所を比較し、今後の有効利用への道を考察させる。」とある。

この実験を通して、非蓄積型エネルギーやその特性及び利用などについて理解させるとともに、生徒の興味関心を高め、今後の有効利用へとつなげることをねらいとしている。

準 備

模型用プロペラ、ソーラーモーター2個、電球、おもり、糸(白)、ストップウォッチスタンド
扇風機

1. 風は、安定した風力を得るために大型の扇風機を用いる。実験そのものにはそれほど時間を要しないので、扇風機の数が用意できない場合は順番にやらせると良い。また、扇風機の代わりに送風機などを用いても良い。
2. おもりの質量は25gほどがよいようであるが、直接おもりを持ち上げる場合に早すぎて時間を測定しづらい場合は、おもりの質量を変えてみる。ただし、発電して持ち上げる場合は、軽くしてやらないとモーターが回転しない場合がある。
3. ソーラーモーターを用いるが、2種類を用意し、発電側に高電圧のものを、駆動側に低電圧のものをを用いると良いようである。
4. 「2.風の仕事率の測定」においてモーターを用いるのは、別に軸受けを準備する手間を省いたため、準備できれば軸受けを用いても良い。
5. モーター軸に糸を結ぶとき、モーター軸にちょうど被さるパイプを用いると、糸巻き取り軸としても使える。



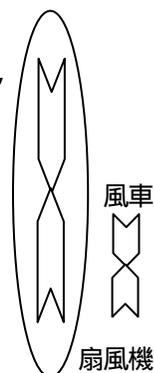
6. 写真のように、発電用と引き上げ用のモーターを一枚の板に固定すると実験がやりやすい。
7. おもりを下げる糸に10cm間隔で印を付けるのは、時間計測時にタイミングを計りやすくするためである。(10cmごとのタイミングが判るため、50cmちょうどでストップウォッチを止めやすい) また、50cmのところにはテープで印を付けるとわかりやすい。
8. 仕事率の計算までできない場合は、おもりの重さを統一し、引き上げにかかる時間を比較することで仕事率の比較に置き換えてもよい。
9. 風車は、模型用のプロペラを用いたが、自作しても良いかも知れない。

参考 <http://www.tronc.co.jp/kazaguruma.html>

指導上の留意点

1. 方法について

- (1) 扇風機の風を風車に当てる場合、扇風機の位置により風力が違うため、同じ場所でおこなう。図のように、扇風機の中心部はさけ、外周部に当てる。
- (2) 「2.風の仕事率の測定」の場合、かなり勢いよくおもりが上がるため、時間計測に注意する。
- (3) 「3.風による発電」のとき発電電力が小さいため、おもりを引き上げる側のモーターが自然に回り始めない場合が多い。このとき、初めだけで回してやると良いが、勢いをつけないようにする必要がある。



2. 結果について

- (1) 仕事率(P) = 仕事(W) / 時間(t)
- (2) この場合、仕事は、おもりの質量 × 重力加速度 × 持ち上げた距離

評 価

学習項目	関心・意欲・態度	思考・判断	実験・観察の技能・表現	知識・理解
本時の内容を把握する(風力発電による効率とその利点・難点について考える)	・説明を聞くことができる。	・手順を把握できる。		
方法1 器具の準備	・積極的に実験に取りかかることができる。	・器具の組み立てについて考えることができる。	・確実に準備ができる。	・それぞれの器具の役やりや働きについて理解している。
方法2 「2.風の仕事率の測定」	・風の仕事率を導き出す式について考えることができる		・確実な操作で測定することができる。	・計算式などを理解して導き出すことができる。
方法3	・発電する場合		・確実な操作で測定することがで	・プロペラの回転について答えを

「3.風による発電」	としない場合のプロペラの回転数の違いについて考えることができる。 ・モーターの仕事率を導き出す式について考えることができる。		きる。	導き出せる。 ・理解して導き出すことができる。
考察 「4.発展」	・仕事率の違いについて色々な方向から考えることができる。 ・利用効率を踏まえた上で利点、難点について考えることができる。	・原理について考えることができる。 ・実験結果より、何が示されたのかを確実に把握することができる。		・実験結果より、他のエネルギーの利用方法(の電力への変換)についても考察することができる。
まとめ				・各設問に対して適切に解答できる。

参 考

2. 風の仕事率の測定

$$\text{おもりの質量} = (0.025) \text{ kg}$$

$$\text{要した時間} = (3.9) \text{ 秒}$$

$$\text{仕事率} = (0.025) \times 9.8 \times (0.5) / (3.9) = (0.031) \text{ W}$$

3. 風による発電

$$\text{おもりの質量} = (0.025) \text{ kg}$$

$$\text{要した時間} = (14.2) \text{ 秒}$$

$$\text{仕事率} = (0.025) \times 9.8 \times (0.5) / (14.2) = (0.0086) \text{ W}$$

$$0.0086 / 0.031 = 0.28$$

使用モーター

モーター TAMIYA ソーラーモーター01

0.5 V 0.1 A 1430rpm

1.5 V 0.12 A 4500rpm

モーター TAMIYA ソーラーモーター02

0.5 V 0.025 A 380rpm

1.5 V 0.03 A 1280rpm

使用風車

19 . 放射線の測定.....

実験の概略

身のまわりにある自然放射線を測定し、放射線についての理解を深める。また、放射線の性質について理解する。

実験のねらいと位置づけ

エネルギー資源の活用の中に「原子力」がある。その原子力エネルギーの元となる放射性物質の放出する放射線について、特別なものではなく、日常的に存在していること、と同時に、その量がどのくらいなのかを認識させる。

準備

「はかるくん」と実習用キットを借りておく。

(URL : http://www.irm.or.jp/hakarukun/hakaru_3.html)

【 問い合わせ先 】(財)放射線計測協会・業務課

〒319-1106 茨城県那珂郡東海村 2-4 (TEL 029-282-0421 FAX 029-283-2157)

1ヶ月ほど借りることが出来る。

方法

1. 自然放射線の測定

- (1) 学校内の様々な場所で「はかるくん」を用いて自然放射線量を測定する。(3回測定し、平均値を書く)
- (2) 条件が違う場所を数カ所考え、継続的に測定する。自然放射線の量と場所の関係、および様々な条件との関係を探る。

指導上の留意点と結果

測定日	7月8日	7月9日	7月10日	7月11日	7月14日	7月15日
	天気 晴れ	天気 曇り	天気 雨	天気 雨	天気 曇り	天気 曇り
測定場所	気温	気温	気温	気温	気温	気温
教室	0.071	0.065	0.067	0.074	0.066	0.070
玄関前の花崗岩	0.055	0.050	0.051	0.052	0.049	0.050
ゴミ置き場	0.071	0.074	0.071	0.072	0.069	0.072
校門の上	0.051	0.052	0.054	0.050	0.050	0.051
グラウンド	0.081	0.085	0.081	0.082	0.082	0.081
お墓	0.071	0.070	0.069	0.071	0.070	0.069

地上に置くより、空中に浮いている方が、値が少ないようだ。

2. 線源からの距離と放射線量

- (1) 実験用キットに線源として入っているセシウム 137 を実験用の台座にのせる。
- (2) 「はかるくん」を10cm, 20cm, …と10cmずつ離して放射線量を測定する。各点で3回

測定しその平均値を求めて表2に記入する。

(3) 放射線量と距離の関係をグラフ化する。

3. 放射線のいろいろな材質による遮蔽効果

(1) 同じ厚さの亚克力板, アルミ板, 鉄板, 鉛板を線源と「はかるくん」の間におき, 線量の違いを調べる。

(2) 鉛の板の厚さによる線量の違いを調べる。

4. 鉛板の厚さと放射線量の関係をグラフにする。

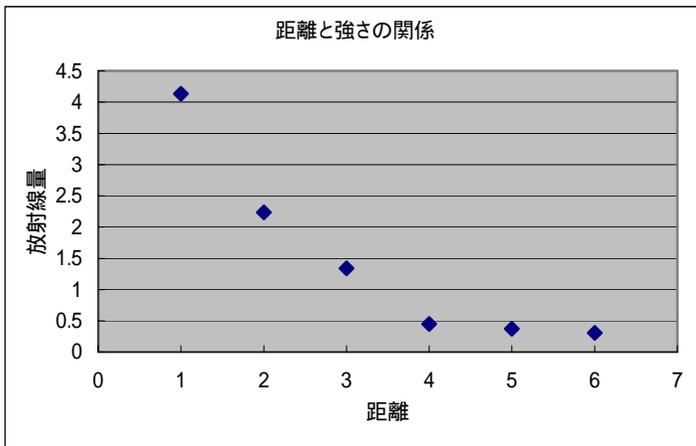


表2 線源からの距離と放射線量 μSv/h

距離 回数	0 cm	10cm	20cm	30cm	40cm	50cm
1	4.178	2.097	1.246	0.550	0.368	0.290
2	4.011	2.136	1.350	0.310	0.374	0.300
3	4.231	2.309	1.373	0.356	0.372	0.342
4	4.120	2.391	1.391	0.566	0.372	0.288
平均	4.135	2.233	1.340	0.446	0.372	0.305

考察(例)

(1) 場所によって自然放射線量はどのように違うか。

石やコンクリートに接した場所では, 自然放射線が多い。

(2) 同じ場所の場合日によって自然放射線量にどのような違いがあるか。

ほとんど違いはない

(3) 線源からの距離と放射線量についてどんなことがいえるか。

遠いほど, 放射線の強さは弱くなる。距離の2乗に反比例して弱くなる。

(4) 放射線の遮蔽効果の大きい順に物質を並べてみよう。

鉛 アルミニウム アクリル 鉄

(5) 放射線の遮蔽効果は物質の暑さとどんな関係があるか。

20 . 我が家の電気を太陽から.....

実験の概略

太陽エネルギーを生活の中で直接利用するにはどのような方法があるか、ソーラーパネルによる発電の場合についてシミュレーションを行う。

実験のねらいと位置づけ

この実験は指導要領の「理科総合 A , (2) 資源・エネルギーと人間生活, ア・資源の開発と利用, (ア) エネルギー資源の利用」に位置づけられるものである。

自然エネルギーの利用が話題になり、環境保全の意味から推進が図られてはいるものの、身近で見かけることはあまりない。そこで、実際に我が家に取り付けるとしたらどのようなものになるか見積もりを立ててみようというものである。生徒各自の家庭でなく、「学校に設置する場合はどうなるか。」ということで検討してみても意義は大きい。

準備と留意事項

実験書に示した計算をするためには 1 年間の消費電力がわかる領収書があればいいのだが、季節や生活パターンの違いによって消費電力が変わるということが話題になればと考えて、各月の消費電力を調べるようにした。追加の考察として、そのあたりを問いかけるのも意義が大きい。

実験書に載っている新エネルギー財団のホームページにアクセスすれば、詳しい情報が得られ、ここで行うような計算をしなくても、設置のための見積りが得られるが、自分で情報を集めることで太陽エネルギーをより身近なものとして感じる事が出来ると思われる。また、太陽電池パネルについてのデータは技術の進歩によって変わるので、メーカーのホームページなどで調べさせるのもよい。

また、発展の項目は難しく、「(4) 科学技術の進歩と人間生活」における探究学習として行うことが適しているかもしれない。

太陽電池の傾きと発電量の関係は実験書の「21 . 太陽エネルギーの移り変わり」に関連した項目がある。

実験例

1 . 使用電力量 この例は高校生 2 人と両親の、4 人家族の家庭のもの。

月	1	2	3	4	5	6
使用電力量 (kW・h)	364	297	287	292	294	248
7	8	9	10	11	12	合計
272	319	337	300	283	274	3567

2. 名古屋での全天日射量の「日積算量の月別平均値」の値は、理科年表によると以下のよう
に載っており、生徒に調べさせることが困難な場合は、この数値を板書して使う。

月	1	2	3	4	5	6
日射量 (MJ/m ²)	9.1	11.3	14.1	16.0	17.7	15.7
月	7	8	9	10	11	12
日射量 (MJ/m ²)	15.7	16.5	12.7	11.4	9.1	8.3

平均して 13.1MJ/m²日。

3. 実験書には計算の手順を示していないが、生徒の実態によっては下記の事柄を板書し、四角枠の中を記入させてもよい。

1 m²の太陽電池が1日に受け取るエネルギーは 13.1 MJ/m²日

太陽電池パネルの効率が15%だから、発電量は 13.1 MJ/m²日 × 0.15 = 2.0 MJ/m²日

1日に必要とする電力は 3567 kWh ÷ 365 日 = 9.77 kWh/日

これは 9.77 kWh/日 × 3600 秒 35.2 MJ/日 であり、

これだけの電力を太陽の光から得るには

35.2 MJ/日 ÷ 2.0 MJ/m²日 = 17.6 m² の面積が必要になる。

発 展

1. 岐阜市の緯度が 35° なので、春分・秋分のときで南中高度は 90 - 35 = 65°
したがって春分・秋分を基準にすると、南中時に日射が太陽パネルに垂直に当たるためには、
水平から 35° 傾けて設置する。
先の計算で用いた全天日射量は、直接太陽から届く日射のほか、雲や大気による反射も
含んでいるので、傾けることによる影響は正確には計算できないが、そのことを無視すると
 $17.6 \cos 35^\circ = 14.4 \text{ m}^2$
2. 効率が 95% なら必要なパネルの面積は $14.4 \div 0.95 = 15 \text{ m}^2$
3. $15 \div (1.3 \times 0.9) = 13$ 枚のパネルが必要。その重さは、13 枚 × 15kg = 195kgw

評 価

項 目	関心・意欲・態度	思考・判断	観察・実験の 技能・表現	知識・理解
1. 各家庭の1年間の使用電力量を電気料金の請求書から調べる	・自分の家庭での消費エネルギーに関心がある	・作成した表から自分の家庭でのエネルギー消費の特徴を考える	・請求書から必要なデータを読み取り、表を作る	・電気料金請求書の各項目の意味を理解する
2. 理科年表を使って全天日射量の1日の平均を調べる	・太陽エネルギーへの関心		・資料を読み取ることができる	・表の項目の理解
3. 必要な太陽電池の面積を計算する。	・自分の家庭にソーラー発電を導入する可能性への関心	・自分の家庭にソーラー発電を導入する可能性の判断	・大きな数値の計算の技能	・計算の手順の理解、単位についての知識

2 1 . 太陽エネルギーのうつりかわり.....

実験の概略

太陽エネルギーがどのように移り変わっていくか、データロガーを使って測定する。

「太陽光のエネルギー」では太陽電池を使って太陽光のエネルギーを測り、「2. 地中温度の変化」は気温・地表の温度・地中温度を測る。

実験のねらいと位置づけ

この実験は指導要領の「理科総合A,(2)資源・エネルギーと人間生活,イ.いろいろなエネルギー,(イ)エネルギーの変換と保存」に位置づけられるものである。

「太陽光のエネルギー」では太陽光を太陽電池で電流に変え、発光ダイオードを光らせる。このことにより、太陽光は確かにエネルギーであることを感じとり、さらにはデータロガーを使って、そのエネルギー量が1日の間にどのように変化しているかを調べる。

「地中温度の変化」では、1.で調べた太陽光のエネルギーの変化にともない、気温や地温がどのような影響を受けるかを調べ、太陽エネルギーが身の回りに及ぼす影響を考える。

準備

データロガーが生徒実験に必要な数だけ用意できない場合は、データロガーの設定や測定器の設置について説明した上で、作業を代表の生徒に行わせ、生徒全員にはデータの整理やグラフの作成、考察を行わせてもよい。データロガーや太陽電池の機種によって異なるので、実験書には設定の詳細を記載してないので、データロガーの説明書を参照して生徒への説明を補ってほしい。なお、以下に出てくる測定例は中村理科のデータロガー「エコログ」を使って測定した。

「地中温度の測定」に際しては、データロガーを雨の当たらないところに設置しなければならないが、百葉箱がない場合は、古い机を測定場所に置いて、その天板の下に吊り下げるなどの方法も可能である。

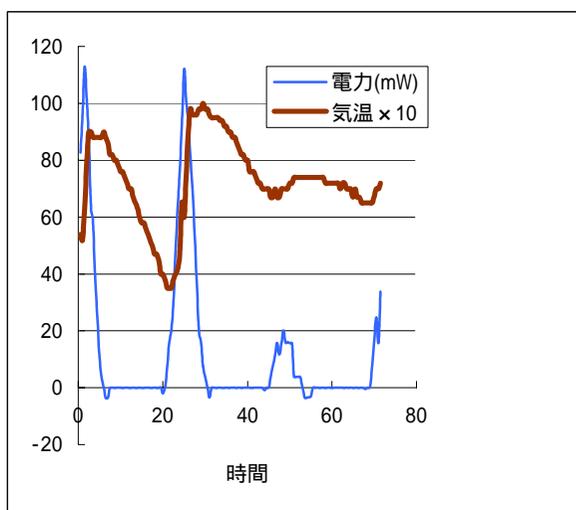
測定例

1. 太陽光のエネルギー

右のグラフは 2002.2.15 から 2.18 までの測定例。この測定では 3 日目は曇天で、直射日光はなかった。

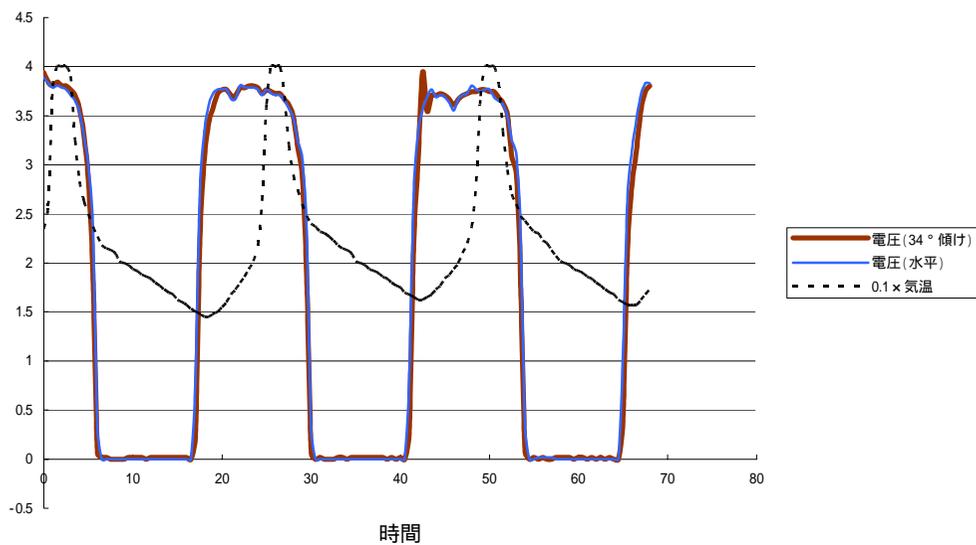
発展

「太陽電池を傾けたら電力はどう変わるか調べよう。」については、データロガーを使わなくても、電流計と電圧計で測定できる。

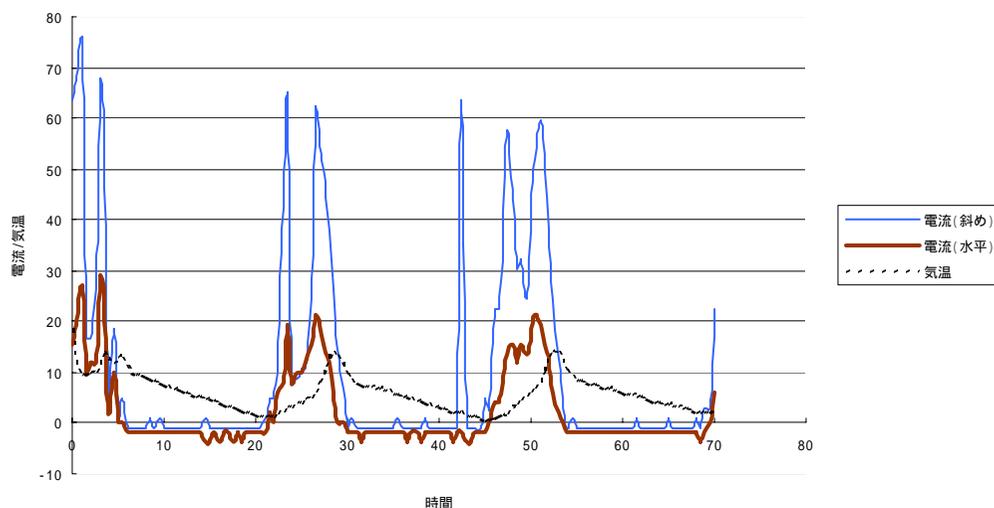


太陽電池の特性として、ある程度の光が当たっていれば、ほぼ一定の電圧を出力するが電流×電圧で計算できる電力は光の強さで変動する。したがってセンサーを2つしか接続できないデータロガーで測定する場合は電圧でなく電流を測定すること。

下のグラフは水平に置いた太陽電池と34°傾けた太陽電池の電圧の測定をしたものでほとんど差は出ていない。測定期間は2002.4.1~4.4。なお、この測定ではデータロガーを塔屋に置いたので、温室のようになって気温が非常に高く出ている。



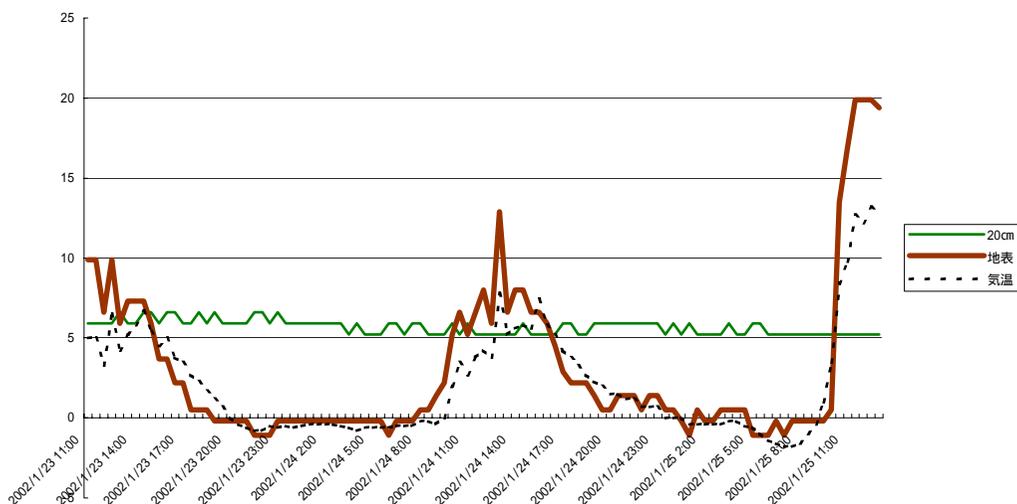
次のグラフは水平に置いた太陽電池と34°傾けた太陽電池の電流を測定したもので、その違いがはっきり現れている。2002.12.13 10:30~12:16 9:00のデータ。



なお、この測定は実験書の別の項目「20. 我が家の電気を太陽から」の「発展」の一つとして行うことができる。

2. 地中温度の変化

下のグラフは2002.1.23 から2日間の側定例。このように地表での温度変化は気温より大きく、地中では変化は無視できるほどになってしまう。



評 価

項 目	関心・意欲・態度	思考・判断	観察・実験の 技能・表現	知識・理解
1 .太陽光のエネルギー	・太陽から届くエネルギーの移り変わりに関心がある	・夜明け前が一番寒いことについて考える	・電気回路の接続ができる, データロガーを使いこなせる	・気温と太陽光の強さの関係
1 .太陽光のエネルギー (発展)	・太陽からのエネルギーと地面の傾きに関心がある	・太陽電池の設置方法について判断する	・データロガーまたは電流計を使うことができる	・傾きと受け取るエネルギーの関係を理解する
2 .地中温度の変化	・地表に届いた太陽エネルギーの移り変わりに関心がある	・実験結果について正しく考察できる	・温度センサーの設置, データロガーの操作	・地中では温度変化が小さく, 地表では大きい理由の理解

メ モ

2 2 . 太陽エネルギーの利用.....

実験の概略

太陽光を利用して水を加熱するとき、ソーラーパネルで発電された電気を利用する場合と、直接太陽光を吸収して加熱する場合とで効率を比較する。また、効率の違いをふまえた上で、電気エネルギーに変換することによって得られる利点についても考えさせる。

実験のねらいと位置づけ

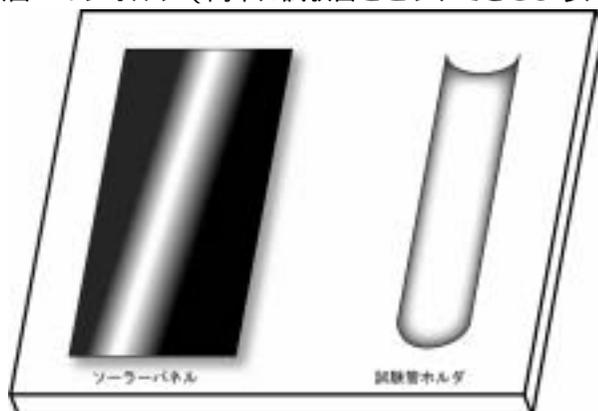
この実験は指導要領の「理科総合 A (2) 資源・エネルギーと人間生活 ア 資源の開発と利用 (ア) エネルギー資源の利用」の中に位置づけられるものであり、「非蓄積型の太陽エネルギーは間接的に水力や風力のエネルギー源となっていることや、直接太陽光発電などにも利用されていることなどを扱い、蓄積型と非蓄積型のエネルギー源及びその利用の長所及び短所を比較し、今後の有効利用への道を考察させる。」とある。

この実験を通して、太陽光発電の発電効率やその特性及び利用などについて理解させるとともに、生徒の興味関心を高め、今後の有効利用へとつなげることをねらいとしている。

準 備

ソーラーパネル、電熱線、試験管 2 本、スタンド、ゴム栓 2 個、温度計、水 (室温)

3. 手軽にできることを考えているが、保温などの手だてを考えた面白い。
4. 太陽電池は、高効率なものがよいが、模型用の安価なものでも可能である。
5. 電熱線は、長すぎると電流量が小さくなってしまうため、図の程度でよい。
6. 一枚の板に、ソーラーパネルと試験管ホルダのフォルダ (簡単に試験管をセットできるようにしておく) を作成しておくと、迅速に行える。
7. 4 の板に、爪楊枝などを垂直に立てておくと、太陽光と垂直にしやすい。
8. このほかに、試験管に太陽光を当てないようにするための容器 (空き缶など) を用意する必要がある。



指導上の留意点

1. 方法について
 - (1) 試験管に入れる水は、室温前後になるよう、あらかじめピーカーなどに取っておく。
 - (2) 試験管について、目的以外の熱の出入りがないように日光及び手からの熱に気をつける。
 - (3) 水を試験管いっぱいに入れるので攪拌がしにくいいため、電熱線は試験管の底近くまで入るような長さにする。
2. 結果について
 - (1) 試験管の投影面積は、縦断面の面積で求める。このとき、試験管の直径などはノギスを用

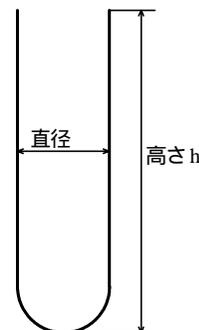
いるが、数が無い場合は数値を与えても良い。

- (2) おおよその投影面積の求め方(試験管の底が球面であるとして)

$$(h - r) \times r + (r^2)^2 / 2$$

- (3) 試験管とソーラーパネルとでは、太陽光を受ける面積がことなるために、1cm²あたりに変換する必要がある。

効率の計算において、太陽定数から求めるようにしているが、単純に試験管 と の熱量の比較でもいいので(8)において、「太陽光 熱の効率」「太陽光 電力の効率」「太陽光 電力 熱の効率」については行わず、それぞれの「1cm²あたり・1秒あたりの熱量」を比較しても良い。



評価

学習項目	関心・意欲・態度	思考・判断	実験・観察の技能・表現	知識・理解
本時の内容を把握する(太陽光発電による効率とその利点・難点について考える)	・説明を聞くことができる。	・手順を把握できる。		
方法1 器具の準備	・積極的に実験に取りかかることができる。	・器具の組み立てについて考えることができる。	・確実に準備ができる。	・それぞれの器具の役やりや働きについて理解している。
方法2 測定	・積極的に参加することができる。		・確実に測定し、記録することができる。	
方法3 測定結果及び処理	・積極的に作業に取り組むことができる。	・それぞれの項目について必要な事柄を考えることができる。	・結果の処理を適切に出来る。	・それぞれの項目についてその意味までも把握して処理することができる。
発展		・設問に対して自分なりに考えることができる。		・実験結果を基に、適切な答えを導き出すことができる。

参考

実測 実施日 2001年9月18日(火) 10:10~10:20 室温29.5°

表面積(投影面積) 試験管: 3.4cm² 太陽電池パネル50cm²

温度変化 試験管 29.5 ~ 39.2 (t = 9.7)

試験管 29.5 ~ 31.4 (t = 1.9)

電流平均 370mA

電圧平均 1.1V

熱量 試験管 $4.19 \times 30 \times 9.7 = 1220 \text{ J}$
 試験管 $4.19 \times 30 \times 1.9 = 239 \text{ J}$
 $1 \text{ cm}^2 \cdot 1 \text{ 秒あたりの熱量}$
 試験管 $1220 / (34 * 600) = 0.068 \text{ J} / \text{s} \cdot \text{cm}^2$
 試験管 $239 / (50 * 600) = 0.0080 \text{ J} / \text{s} \cdot \text{cm}^2$
 (消費電力 $0.0081 \text{ W} / \text{cm}^2$)

ソーラーパネルカタログ値

電圧 1.5V
 電流 400mA 0.6W (0.012W)

メモ

実験の評価

クラス						
生徒の状況						
注意が必要な箇所						
改善を要するところ						

23 . 岐阜の鉱山資源.....

実験の概略

岐阜県内の鉱山の位置と地質との関係を地図上で調べる。また資源がどのような用途に使われているかを考えさせる。さらに、資料やインターネットなどを利用して、鉱山資源の日本の自給率や世界における鉱産資源の採掘可能年数を調べる。

実験のねらいと位置づけ

この実験は、指導要領の「(2) 資源・エネルギーと人間生活 ア 資源の開発と利用 (イ) その他の資源の開発と利用」の中に位置づけられるで「金属、非金属資源の特性や有限性について理解させる。」とある。内容の取り扱いには、「金属、非金属資源となる元素が地殻の中に地域的に濃縮して鉱床をつくっていることを扱うこと。」とある

岐阜県内の鉱山の位置と地質との関係を調べて両者に深い関係があることを理解させ、火成鉱床や堆積性鉱床の成因を理解させる。また、資料やインターネットなどを利用して、鉱山資源の日本の自給率や世界における鉱産資源の採掘可能年数を調べることにより、鉱山資源の有限性を理解させたり、資源開発の必要性を理解させたりする。

準備

岐阜県の地質図、鉱山分布図、色鉛筆、トレーシングペーパー、金属鉱業事業団パンフレット（もしくはインターネット端末）

指導上の留意点

1. 資源の分布と地質の関係

記入例

鉱産資源名	分布地域	地層・岩石名
マンガン (Mn)	西濃北, 美濃加茂, 高山	中・古生層
石灰岩 (Ls)	赤坂	中・古生層
苦土石灰岩 (ド 取イト Do)	関ヶ原北	中・古生層
亜炭 (Lg)	土岐, 瑞浪	新第三層
ウラン (U)	土岐, 瑞浪	更新統
耐火粘土・陶土 (Fc)	土岐, 瑞浪, 明智	新第三層
モリブデン (Mo)	荘川北	花崗岩, 中生代末期

岐阜県内には、神岡鉱山に代表される鉛・亜鉛・銀・銅等の金属を産出する鉱床がある。これは、石灰岩等が分布している所へ火成岩が貫入したときに接触交代作用がおこなわれ、マグネシウム、鉄、カルシウムなどに富む鉱物とともに、鉛・亜鉛・銀・銅等の鉱床が形成されたものである。これをスカルン鉱床という。岐阜県内の同様の鉱山の分布を地質図と見比べて確かめてみよう。

参 考

スカルン (skarn) とは、本来スウェーデンの鉱山用語であったものが、広く世界的に用いられるようになった言葉で、厳密な定義はないが、ほぼ次のような成因の岩石を意味している。すなわち、スカルンとはカルシウムやマグネシウム、まれにマンガンの炭酸塩岩に、シリカ・アルミナ・鉄などが付加され反応を起こし、カルシウム・マグネシウム・アルミニウム・鉄などのけい酸塩鉱物（スカルン鉱物）の集合体となったものである。

「現代鉱床学の基礎」島崎 英彦より

地学の先生に聞いて書き込みをすること

鉱産資源の利用

記入例

資源名	用 途	金属 非金属	日本の 自給率 %	採掘可 能年数
金	貨幣, 装身具, 工芸品, 電子材料			
銀	貨幣, 導電材料, 鏡, 食器, 装身具, 写真感光材			
銅	電線, 黄銅, 青銅		0	46
鉛	合金, はんだ, 蓄電池, X線遮蔽材料, 水道管光学ガラス添加材		3	24
亜鉛	メッキ (トタン), 電池の電極, 銅合金 (真ちゅう)		10	55
マンガン	磁性材料, 鉄鋼, 酸化剤, 電池		0	100
モリブデ	触媒, 特殊鋼, 合金成分, 磁性材料, 潤滑剤の原料		0	40
ウラン	核燃料			
石灰岩	セメント, 生石灰, カーバイド, 製鉄, ガラス土壌改良剤, 肥料			
ドロマイ	製鉄, 土壌改良剤, 肥料			
亜炭	燃料, 土壌改良剤			
陶土	陶磁器, 耐火レンガ, 製紙, 吸着材			
ニッケル	ステンレス鋼, IC材料, 二次電池材料		0	40
クロム	スーパーアロイ (原子炉材, 航空機部品), アルミ合金		0	280

考 察

記入例

資源の分布と地質との関係についてどんなことがいえるかまとめてみよう。

資源はどこにでもあるものではなく、それぞれ分布地域や地層や岩石が決まっている。

各資源の日本での自給率や世界の採掘可能年数についてどんなことがいえるかまとめてみよう。

日本では、レアメタルが先端産業分野で多く使われるが、自給率は大変低い。

金属資源は地球上に無尽蔵にはなくいつかは掘り尽くされるものである。

参 考

岐阜県の鉱物： 岐阜県には神岡鉱山（スカルン鉱床）、苗木・蛭川（ペグマタイト）、洞戸鉱山（スカルン鉱床）、春日鉱山（苦灰岩質スカルン）などの有名産地があり、このページでは岐阜県の鉱物を顕微鏡写真で紹介している。

<http://www.geocities.co.jp/NatureLand-Sky/3982/web3.htm>

鉱床と鉱山： 広島大学総合科学部自然環境科学講座のホームページ。鉱物学を中心とする地球科学全般について集めてある。

http://home.hiroshima-u.ac.jp/er/Rmin_K&K.html - anchor1984251

評 価

学習項目	関心・意欲・態度	思考・判断	観察・実験の技能・表現	知識・理解
1. 鉱産資源の分布と地質との関係を見いだす。	・Mn の分布と地質との関係を積極的に調べていこうとすることができる。	・分布と岩石・地層との関係を見いだす事ができる。	・ていねいに写しとることができる。	・鉱産資源の分布と地質との関係が理解できる。
2. 鉱産資源の利用を調べる。	・鉱産資源が何に利用されているか積極的に調べていこうとすることができる。	・資源の特性から利用方法へ考えを発展させていく事ができる。	・インターネット等での資料を有効に活用して調べる事ができる。	・各鉱産資源が何に利用されているのか理解できる。
3. 自給率、採掘可能年数を調べる。	・鉱産資源の自給率や採掘可能年数について意欲的に調べていこうとすることができる。	・自給率や採掘可能年数から現在の問題点、これからの課題や改善方法を見いだす事ができる。	・インターネット等での資料を有効に活用して調べる事ができる。	・自給率や採掘可能年数から現在の問題点、これからの課題や改善方法が理解できる。
4. 考察、まとめ	・調べた内容を総合的に判断し、考えを発展させていこうとすることができる。	・調べた内容を総合的に判断し、考えを発展させることができる。	・自分の考えを的確に、正確な表現でまとめる事ができる。	・調べた結果が知識として理解できている。

メ モ

2 4 . 金属資源の利用と探査.....

実験の概略

インターネット端末やインターネット上からダウンロードした資料などを利用して、金属資源の利用について調べる。資源探査の方法の一つとしてリモートセンシング技術が利用されていることを理解するとともに、その方法を調べる。また資源開発にともなう環境破壊の例を調べ、発生の防止策を考えさせる。

実験のねらいと位置づけ

この実験は、指導要領の「(2) 資源・エネルギーと人間生活 ア資源の開発と利用 (イ) その他の資源の開発と利用」の中に位置づけられるもので、「資源探査の方法や開発、再利用について理解させる。」とある。内容の取り扱いには、「海洋底を含めて資源の探査及び資源の有効利用にも触れるが、深入りしないこと。」とある。

実習の「岐阜の鉱山資源」でも資源の特性と利用を取り扱ったが、ここでは、ベースメタルやレアメタルなどの金属資源の利用を環境保全関連やクリーンエネルギー関連などの産業分野でも書くことができないことを理解させたい。また、資源の開発には人工衛星からの写真を利用した技術が利用され開発の効率が向上していることを理解させる。また、資源開発にともない周りの環境が汚染されることを理解しその防止策について理解させる。

準 備

インターネット端末：金属事業団の PDF ファイルをみたり、Web 上の資料を見る。

金属鉱業事業団パンフレット：26 ページある PDF ファイルなので、印刷して配布するには量が多い。コンピュータ室でファイルサーバーにおいておいて見るとか、Web ページ上のデータを見ていくという方法を用いるのも良い。

指導上の留意点

1. 金属標本の作成

- (1) 元素の中での金属の割合は大きい。 $81 / 103 = \text{約 } 79\%$ 79%
- (2) 事前に班ごとにこの課題を出し、どれだけ集めることができたか発表させる。金属単体を集めることは難しいので合金や化合物などでも良いとする。いろいろと調べさせて、周期表に貼り付けさせたり、もってこられないものは、絵で描かせたりするなどの工夫をすると良い。

2. 金属の利用

(参考資料：金属鉱業事業団パンフレット)

- (1) 鉄・銅・亜鉛などのベースメタルがどのように利用されているか調べよ。

鉄	建築材料、乗り物、	銅	電線、貨幣、合金
亜鉛	黄銅、電池、メッキ	アルミニウム	建築材料、機械部品

(2) ニッケル、クロム、マンガンなどのレアメタルがどのように利用されているか、次の機器について種類や方法について調べよ。

IT 関連 携帯電話		クリーンエ ネ ルギー関連		環境保全関係 大気汚染防 止	
アンテナ	チタン, ホウ素	太陽電池	テルル, インジウム, セレン	排出ガスの浄 化	フッ素, パ ラジウム, ロジ ウム, バナジウ ム
発光ダイオード	ガリウム				
バッテリー	コバルト, マンガン	電気自動車	ニッケル, リチウム,	ダイオキシンの分解	バナジウム, チ タン, バリウム
液晶	インジウム	蓄電池	マンガン		

3. 金属鉱床の探査

右の写真は、アフリカ ジンバブエのもので、衛星写真を加工処理したものである。中央に縦にのびる濃い部分はグレートダイクと呼ばれ、幅 10km、長さ 500km という規模の板状の貫入岩である。このように火成岩が貫入すると接触交代作用により金属鉱床が形成される。

衛星画像上では通常岩脈の組成が周囲の岩石と異なるために色調の変化や、浸食に対する抵抗性の違いにより識別される。

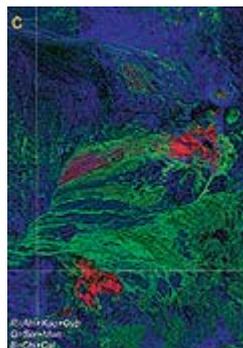
- (1) インターネットで次の衛星写真を観察し、鉱物の探索に衛星写真をどのように利用しているかまとめてみよう。



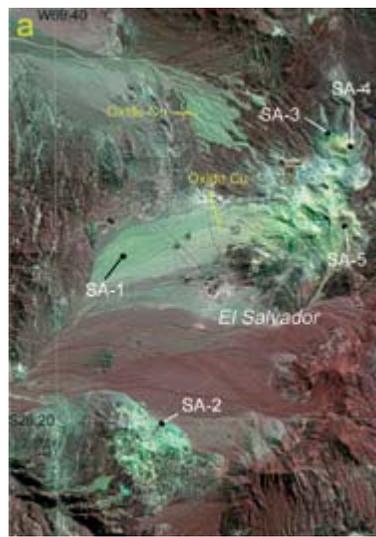
チリ・エルサルバドル鉱山周辺
http://www.mmaj.go.jp/page/html/gaiyou/gi_jutsu.html

写真は、日本が開発した新型衛星センサーASTERからとったものである。

NASAの人工衛星TERRAに搭載されている。左の写真は右の写真データを画像処理したもので、熱赤外センサーのデータによって、地表岩石の珪酸塩含有量や表面温度などの情報を含むことから、精度良く地表の岩石



変質鉱物抽出画像



チリ・エルサルバドル鉱山周辺の
ASTER 画像

の種類を推定できると期待されている。

中国タリム盆地北西部辺
<http://www.ersdac.or.jp/0thers/gazoshu/jpn/asia/index.html>



中国西部，新疆ウイグル自治区，石油探鉱・開発が急速に進むタリム（Tarim）盆地の北西縁部に位置するカルピン（Kalpin）隆起は，天山山脈の南縁山麓部に接し原生界から新生界までの大規模な露頭（現地写真参照）に多様な構造を見ることができる衝上断層帯である。加えてリモートセンシング，特に衛星画像を実際の地質調査あるいは探鉱へ応用するのに最も適した地域の一つである。
METI/ERSDAC

（財団法人 資源・環境観測解析センターホームページより）

ミャンマー北西部 ビルマ北部，首都ラングーンから北北西へ約 650km の地域の LANDSAT TM 画像である。画像中央部に見られる河川は，イラワジ河の支流 Chindwin 川であり，画像の左上（北西）から右下（南東）へ流下している。



画像左（西）側の山地は，インドービルマ山脈の東縁部にあたり，インド亜プレートとユーラシアプレートの衝突に伴って形成された褶曲山脈であると言われている。この画像にあらわれている山地は，古第三系の礫岩・砂岩・泥岩互層から構成されている。この山地にはストライク・リッジやディップ・スロープなどの地形の発達が見られるがこれは岩石の浸食作用に対する抵抗度の違いがあらわれた現象である。ここでは礫岩や砂岩などの抵抗度の高い岩石が山稜を形作り，抵抗度の低い泥岩が凹地となっている。



画像の右（東）側の地域には，Chindwin 盆地と称される第三紀の堆積盆地が広がっている。この堆積盆地は，石油や天然ガスの賦存の可能性の高い地域と予想されているが，本画像中においても，それを支持するいくつかの構造の存在を確認することができる。例えば，画像の下半部において，ほぼ南北方向の軸を有する背斜構造とその東翼部を切断する断層の存在を判読することができるが，この断層沿いには油徴が知られているし，背斜構造の北方延長部では Indaw 油田が発見されている。
METI/ERSDAC （財団法人 資源・環境観測解析センターホームページより）

西オーストラリアキンバリー地域

<http://www.ersdac.or.jp/0thers/gazoshu/jpn/oceania/index.html>

オーストラリア・中央部,比較的安定した先カンブリア系盾状地内に形成された Amadeus 盆地では,盆地の北半部に見られる東西トレンドの褶曲部のほぼ中央部に,1965 年に発見された下部オルドビス系砂岩を貯留層とする Palm Vally ガス田が開発されている。



画像は, JERS-1 OPS の可視近赤外放射計(VNIR)の赤外カラー合成画像の写真モザイク(Path/Row 052-340, 341:位置図参照)で, Alice Springs の西側 MacDonnell 山脈中央部(A)など,地質構造と地表の地形形態との対応性が良好な地域である。画像の右下,ほぼ南北に延びる細い線は Alice Springs を中継地とし南オーストラリアの Adelaide からインド洋岸の Darwin まで延びる Stuart Highway(矢印)である。褶曲帯中央の背斜は,約 60km の南北幅で東西に約 200km におよぶ。地表に現れる背斜構造のほとんどは削剝により極隆部に先カンブリア系が露出している。この地域の構造形態は写真地質的に良好に判読が可能である。



METI/ERSDAC

(財団法人 資源・環境観測解析センターホームページより)

地表からの反射光を利用して,地表の特定の岩石の種類を推定することにより鉱床の探査に利用する。

地表の形から地質が判読でき,油田開発に役立てる。

(2) 人工衛星による資源探査の方法について調べ簡単にまとめよ。

資源探査は,まず予備調査をおこない,資源開発をおこなう対象地域として選定することの可否を決める。

この段階では,衛星調査により,リモートセンシングのデータは,収集した地質資料を総合する際の客観的な物差しとして大切な役割を果たす。

既存資料の乏しい地域では唯一の頼りとなる場合も少なくない。

資源・環境観測解析センターHP 「資源解析」

<http://www.ersdac.or.jp/>

資源探査用観測システム研究開発機構のHP「リモートセンシング」

<http://www2.dango.ne.jp/jaros/>

4. 鉱床の環境保全

(1) 川俣事件について調べよ。またこれまでどのような鉱害が起きているか調べよう。現在

でもこのような鉱害が発生しているところがないか調べよ。

(2) 鉱害の発生防止のためどのような工夫が必要か調べよ。

発 展

日本の海洋底の資源探査について調べよう。(金属鉱業事業団パンフレット)

評 価

学習項目	関心・意欲・態度	思考・判断	観察・実験の 技能・表現	知識・理解
1. 金属標本の作成	身近にある金属に興味を持ち、すすんで調べていこうとすることができる。	標本を作成するに当たり、身の回りの物から採取できる金属を考え出すことができる。	身の回りの物がどんな金属でできているかを調べる事ができる。	各金属が具体的にどのようなものか理解できる。
2. 金属資源の利用方法調べ	金属がどのように利用されているのか意欲的に調べていこうとすることができる。	各金属の特性からどのような利用方法があるか考察することができる。	インターネット等での資料を有効に活用して調べる事ができる。	各金属の利用方法が理解できる。
3. 金属鉱床探査方法調べ	どうすれば金属鉱床を見つける事ができるか興味を持って調べていこうとすることができる。	なぜその方法で見つける事ができるのか考察する事ができる。	インターネット等での資料を有効に活用して調べる事ができる。	金属鉱床の探査の方法やその仕組みが理解できる。
4. 環境保全や鉱害調べ	過去の鉱害や現在の問題点をすすんで調べていこうとすることができる。	なぜそのような事が起きたのか、どうすれば防げるのかについて、また現在の問題点に対する今後の課題を考察する事ができる。	インターネット等での資料を有効に活用したり、資料から情報を正しく読み取ったりする事ができる。	過去の鉱害とその原因、改善してきた事や現在の問題点が理解できる。
5. 考察、まとめ	調べた内容を総合的に判断し、考	調べた内容を総合的に判断し、考	自分の考えを的確に、正確な表現	調べた結果が知識として理解で

	えを発展させて いこうとするこ とができる。	えを発展させる ことができる。	でまとめる事が できる。	きている。
--	------------------------------	--------------------	-----------------	-------

本文中リモートセンシングに関する文章と写真は、「財団法人 資源・環境観測解析センタ
ー (ERSDAC)」のホームページから許諾を得て、掲載しております。METI/ERSDAC

メモ

実験の評価

クラス						
生徒の 状況						
注意が 必要な 箇所						
改善を 要する ところ						