

1 2 . 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。

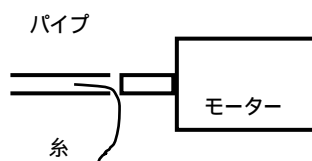
実験のねらいと位置づけ

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。

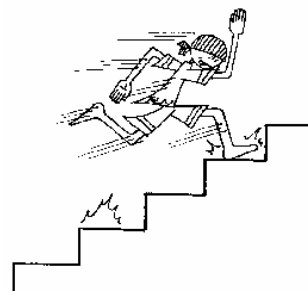
準 備

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。 m
 - (2) 1階から3階までの段数を数える。 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 $t =$ s
 - (4) 体重(衣服を含めた質量)を測定する。
質量 $m =$ kg

(5) 仕事率を求める。重力加速度 $g = 9.8[m/s^2]$

$$\text{仕事率 } P = m g h / t = \boxed{370} \text{ W}$$

(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。

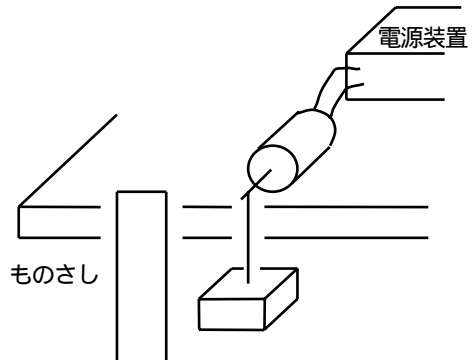
- (4) おもりが 50 cm 持ち上がるのにかかる時間を測定する。

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

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

- (5) 仕事率を求める。

$$\text{仕事率 } P = m g h / t = \boxed{0.041} \text{ W}$$



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。

メモ

Ruled lines for taking notes.

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						

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

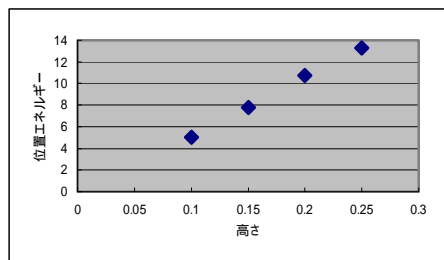
指導上の留意点

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	$13.28 \times 10^{-2} \text{ J}$

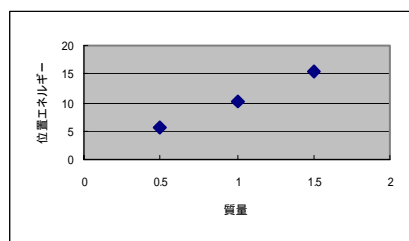


このときの斜面の角度は 7.5° であったので高さは $\text{高さ} \times \tan 7.5^\circ$ で計算する。

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



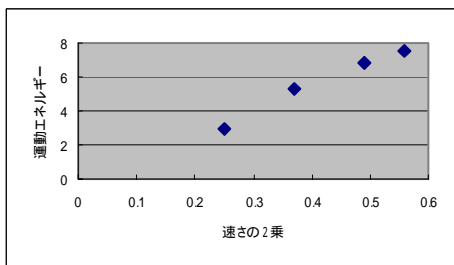
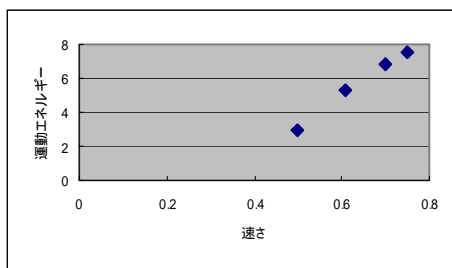
グラフは、きれいに比例するが、摩擦力のした仕事とエネルギーは一致しないので、エネルギー量を測るにはかなり精密な測定が必要であるので、比例するまでの実験に止めた方がよい。

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，

高さとおもひを引いた長さが比例する

質量とおもひを引いた長さが比例する。

速さの2乗とおもひを引いた長さが比例する。

速さの2乗と質量の積がおもひ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。

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						

1 4 . 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 E C 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

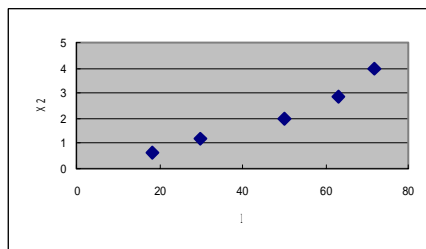
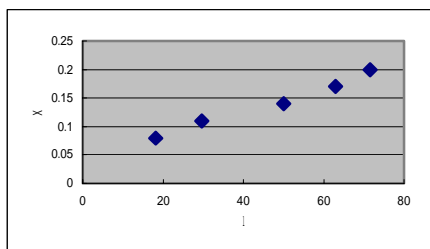
指導上の留意点

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を電球で暖める。(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。

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						

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					
	*1	I_1	I_2	*2	*2	*2
電流 (A)	0.96	1.45	2.20	0.96	0.96	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

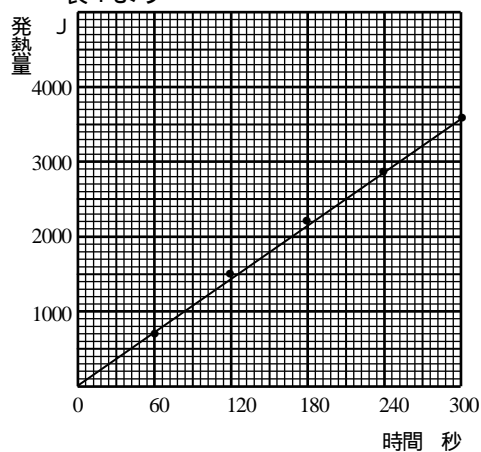


表2より(電圧10V)

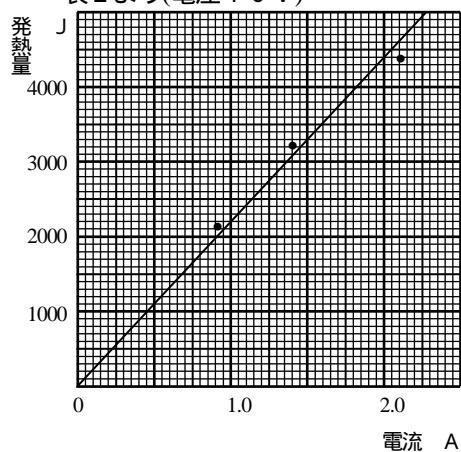
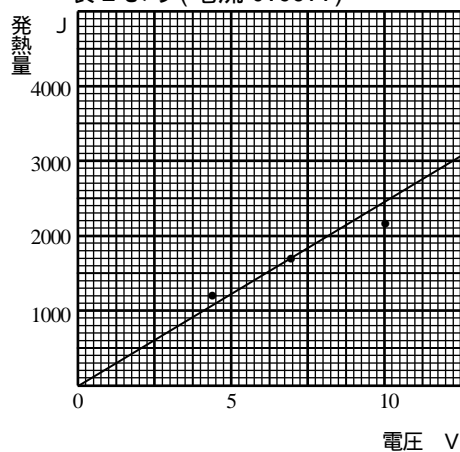


表2より(電流0.96A)



実験から

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。(電流による熱の発生)	・説明を聞くことができる。	・手順が理解できる。		
・方法 1 装置の準備	・積極的に準備に取り組めるか。	・正しく準備できるか。	・正しく準備できた。	・使用器具と測定の関係を理解している。
・方法 2、3、4 測定	・積極的に参加できる。		・正確な測定を行うための工夫ができる。	・実験値の意味が理解できるか。
・方法 5 グラフ化 ・発展	・グラフ化した測定値に関心が持てるか。	・測定値が理解できるか。	・測定値を正確にグラフ化できるか。	・実験結果を基に本時の主題を理解できたか。

メ モ

Blank area with horizontal dashed lines 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						

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

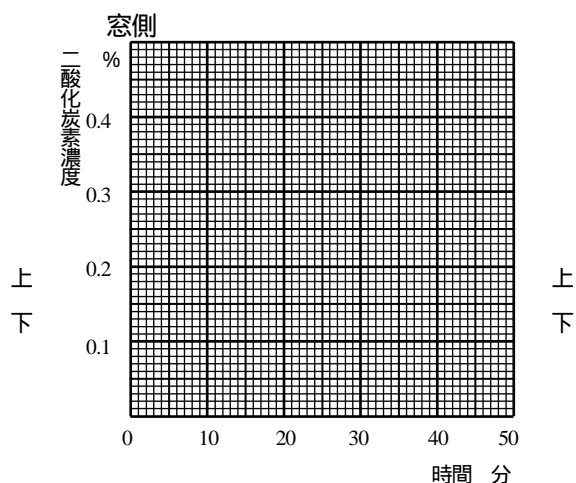
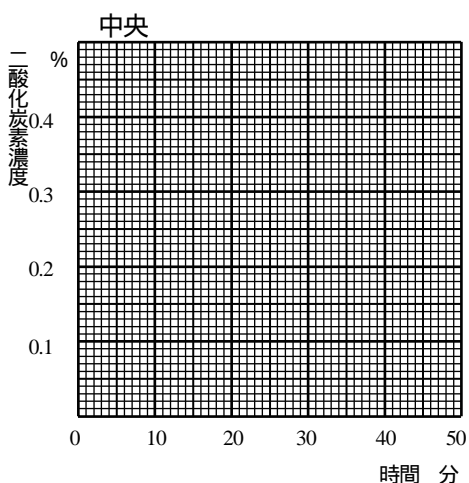
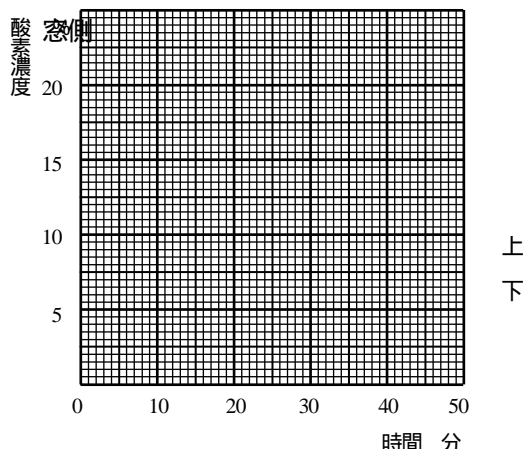
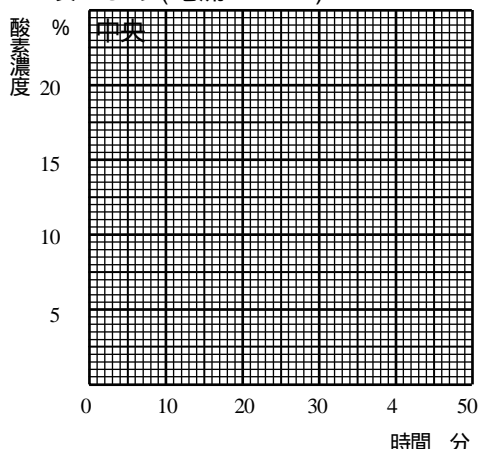


表 2 より (電流 0.96 A)



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

Blank lined area for writing notes.

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						

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

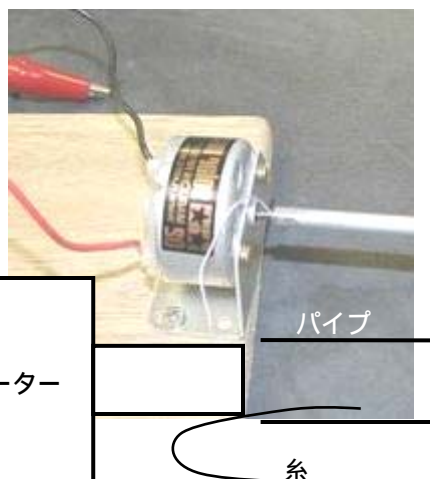
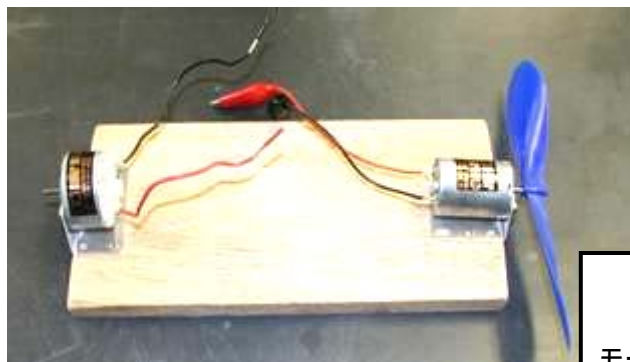
この実験は指導要領の「理科総合A(2)資源・エネルギーと人間生活 ア 資源の開発と利用 (ア)エネルギー資源の利用」の中に位置づけられるものであり、「蓄積型と非蓄積型のエネルギー源及びその利用の長所及び短所を比較し、今後の有効利用への道を考察させる。」とある。

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。



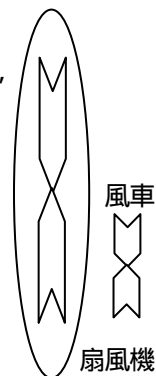
6. 写真のように、発電用と引き上げ用のモーターを一枚の板に固定すると実験がやりやすい。
7. おもりを下げる糸に10cm間隔で印を付けるのは、時間計測時にタイミングを計りやすくするためである。(10cmごとのタイミングが判るため、50cmちょうどでストップウォッチを止めやすい) また、50cmのところにはテープで印を付けるとわかりやすい。
8. 仕事率の計算までできない場合は、おもりの重さを統一し、引き上げにかかる時間を比較することで仕事率の比較に置き換えてもよい。
9. 風車は、模型用のプロペラを用いたが、自作しても良いかも知れない。

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

タミヤ模型用プロペラ 12cm 程度

使用扇風機

職員室用などの大型のもの。

参考データの場合，風車径50cm

風速 302m/分

風量 154m³/分

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						

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。

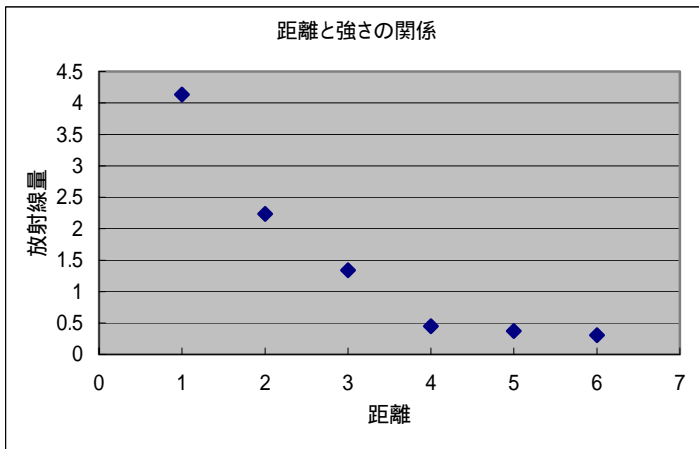


表2 線源からの距離と放射線量 μ Sv/h

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。

厚くなると遮蔽効果は大きくなる。

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(放射線の性質)	・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。

メ モ

Blank lined area for notes or observations.

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						

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。

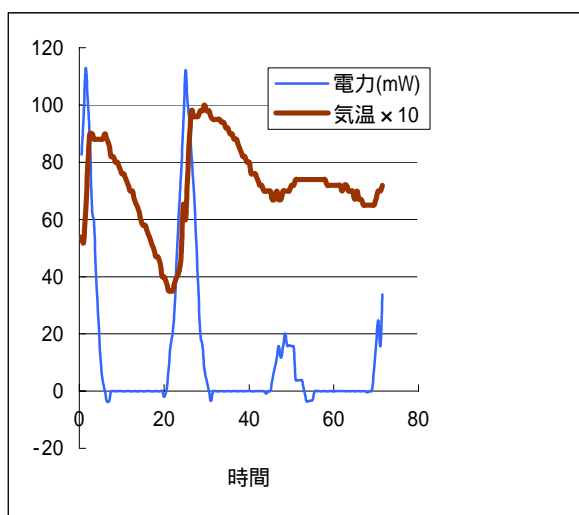
測定例

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。

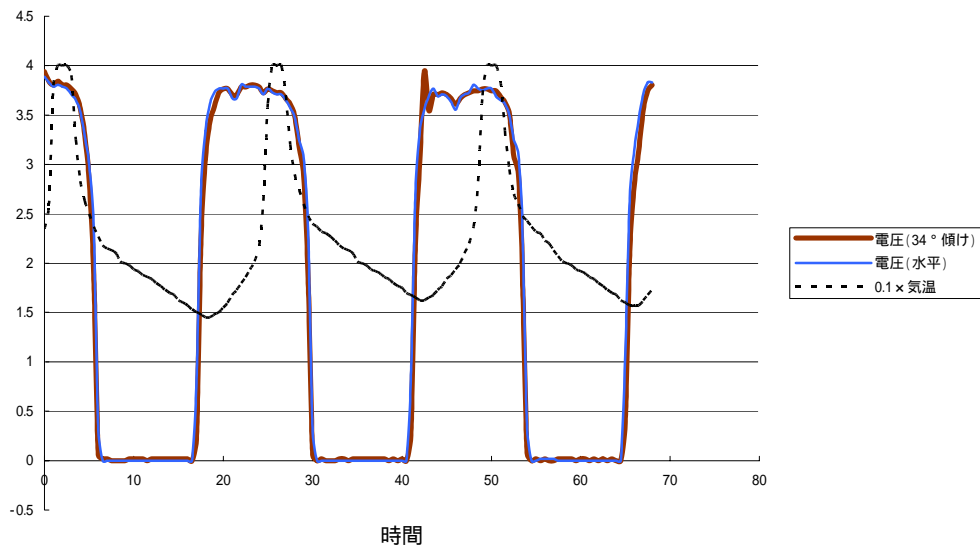
発展

「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。

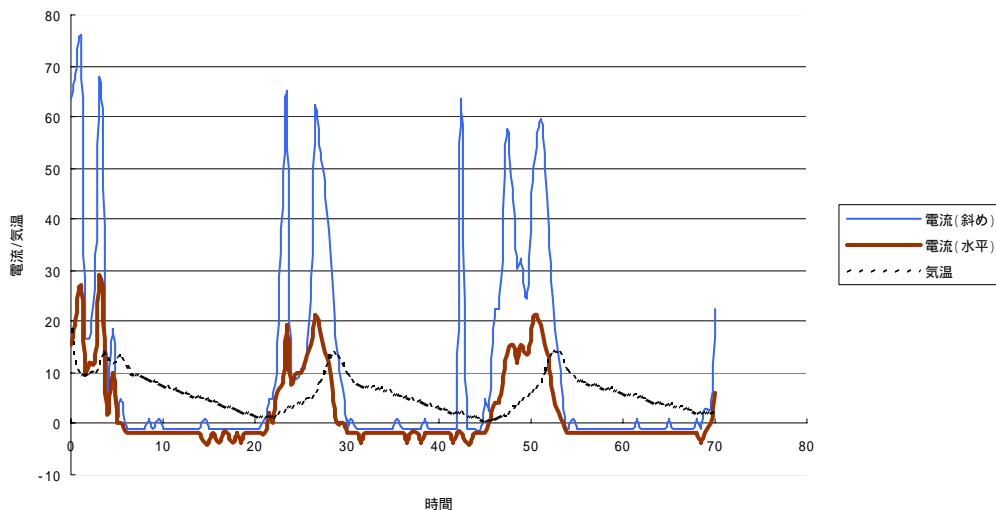


太陽電池の特性として、ある程度の光が当たっていれば、ほぼ一定の電圧を出力するが電流×電圧で計算できる電力は光の強さで変動する。したがってセンサーを2つしか接続できないデータロガーで測定する場合は電圧でなく電流を測定すること。

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。



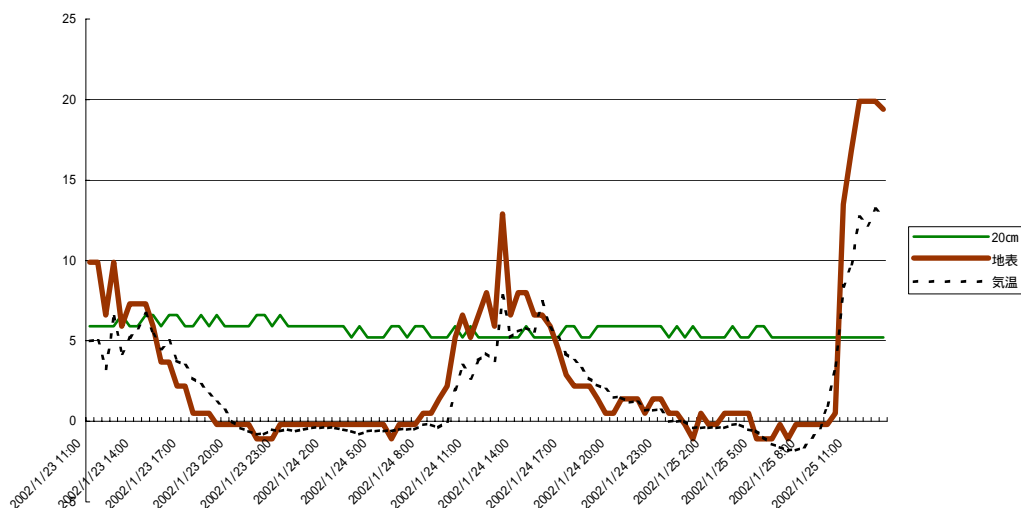
次のグラフは水平に置いた太陽電池と34°傾けた太陽電池の電流を測定したもので、その違いがはっきり現れている。2002.12.13 10:30~12:16 9:00のデータ。



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

Blank lined area for notes or observations.

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						

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)

1. 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。
2. 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。
3. 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。
4. 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、迅速に行える。
5. 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。
6. 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

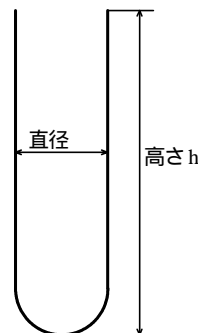
いるが、数が無い場合は数値を与えても良い。

- (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

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						

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。

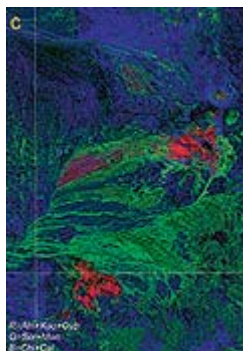
- (1) インターネットで次の衛星写真を観察し、鉱物の探索に衛星写真をどのように利用しているかまとめてみよう。



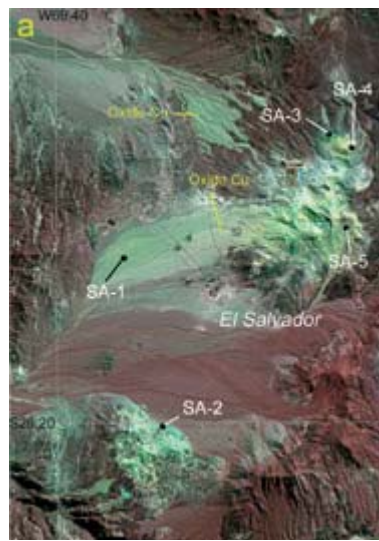
チリ・エルサルバドル鉱山周辺
http://www.mmaj.go.jp/page/html/gaiyou/gi_jutsu.html

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出来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ます。	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						