

13

手回し発電機

1 中学校の内容

【中学校で学習したこと】

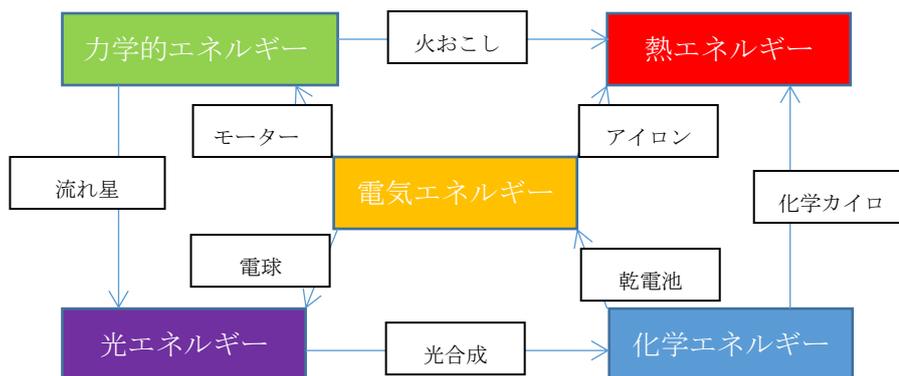
エネルギーの変換

日常生活で利用しているものとして、表1のようなエネルギーを学んでいる。

表1

電気エネルギー	化学エネルギー	位置エネルギー	運動エネルギー
力学的エネルギー	熱エネルギー	光エネルギー	音エネルギー

エネルギーの変換では、「もとなるエネルギーが全て目的のエネルギーに変換されることはなく、一部は別のエネルギーとなる」ことを学習します。また、【図1】のさまざまな姿に移り変わるエネルギーの例を通して、「エネルギーは相互に変換できるが、変換のしやすさはエネルギーの種類によって違いがあること」に気づかせ、「もとのエネルギーから目的のエネルギーに無駄なく変換する工夫が重要であること」を学習します。



【図1】さまざまな姿に移り変わるエネルギーの例

エネルギーの保存

図2はプーリー付き手回し発電機を使って、「位置エネルギーから電気エネルギーへの変換効率」を求めるものである。

変換効率を求めるときのポイント

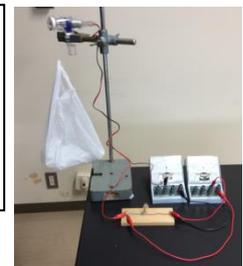
重力がした仕事 [J] = おもりにはたらく重力 [N] × 落下距離 [m]

発電した電気エネルギー [J] = 電圧 [V] × 電流 [A] × 落下時間 [s]

発電効率 [%] = 発電した電気エネルギー ÷ 重力がした仕事 × 100

位置エネルギーが電気エネルギーに変換される過程で、一部が熱や音などのエネルギーに変換されて失われていることを計算結果から、見出します。さらに、エネルギー変換の際のエネルギーの減少を少なくするにはどのような対策があるかを考えます。

熱や音など、失われるエネルギーまで含めれば、エネルギー変換の前後で、エネルギーの総和は変わらない。これを、エネルギーの保存という。



【図2】

2 探究活動の充実

実験 手回し発電機の実験

科学的な思考力・表現力

探究方法：実験データの分析・解釈

E-9 観察・実験の結果を分析・解釈する力

観察・実験の結果を分析・解釈した記述例

- ① 手回し発電機の端子を直接つないで短絡させたほうが、たくさんのエネルギーを使っているため、手回し発電機で仕事をしてエネルギーを多く作り出さないといけないので、手応えが重くなる。
- ② 手回し発電機の端子を直接つないで短絡させると、大きな電流が流れ、消費電力が大きくなるため、手応えが重くなる。

問題解決に必要な知識

- ・ 手回し発電機に、豆電球や LED をそれぞれつないで回したとき、LED の方が手応えが軽い。
- ・ LED と豆電球では、LED の方が省エネルギーである。

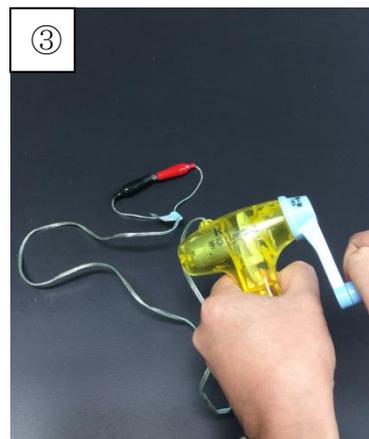
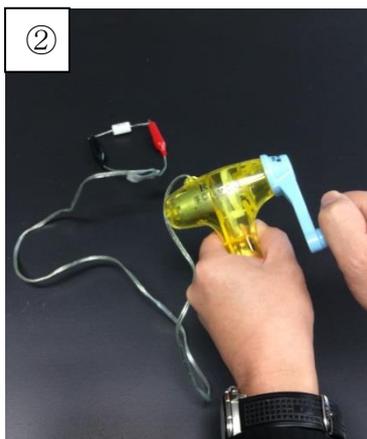
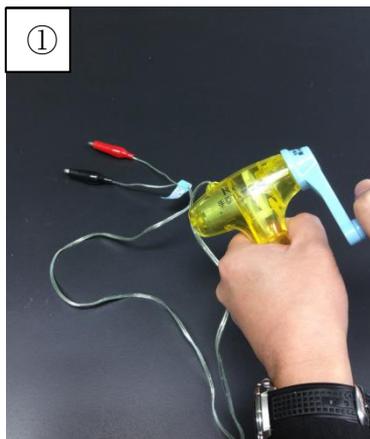
準備

・ 手回し発電機 ・ セメント抵抗など (100Ω) ・ 豆電球 ・ LED

方法

手回し発電機の端子間を①～③のようにし、同程度の速さでハンドルを回す。その際、ハンドルの手応えの大きさが最も重いものと軽いものを予想させてから実験を行う。

- ① 何も接続しない
- ② 抵抗を接続する
- ③ 直接つなぐ



【結果】

手応えが大きい ←			→	手応えが小さい
③	②			①

探究活動を充実させるポイント

生徒のつまずき

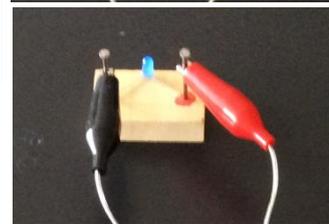
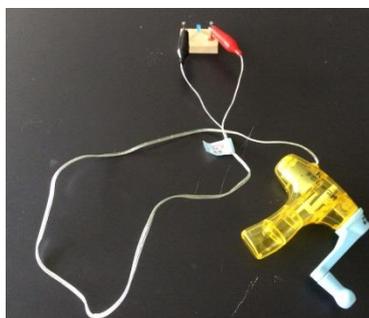
手回し発電機の手応えは、回路を流れる電流が大きいほど、大きくなります。しかし、手回し発電機につないだ電気抵抗が大きいほうが回す力は大きく、電気抵抗が小さいと回す力は小さくてすむと予想する生徒が多数いると考えられます。このような考えをもつのは、電気抵抗が大きいから回すのに力が必要であると考えられるためだと考えられます。

このような生徒の考えを覆すためにも、実験をさせることが大切です。そして、「手回し発電機の端子を直接つないで短絡させた状態の手応えが重くなる理由」を小学校の学習内容と関係づけて考えさせます。

小学校の学習内容① 手回し発電機を使った実験

手回し発電機で、発光ダイオードと豆電球を点灯させたときの手応えの違いを調べる実験を行います。

この実験では、「豆電球の方がよりたくさんのエネルギーを使っている」ことを手回し発電機の手応えの差として実体験します。



関係づける

小学校の実験を体験する

- ・手回し発電機の端子を直接つないで短絡させたほうが、たくさんのエネルギーを使っているため、手回し発電機で仕事をしてエネルギーを多く作り出さないといけないので、手応えが重くなる。
- ・手回し発電機の端子を直接つないで短絡させると、大きな電流が流れ、消費電力が大きくなるため、手応えが重くなる。

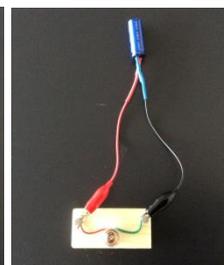
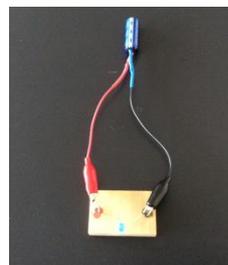
小学校の学習内容② コンデンサーを使った実験

手回し発電機とコンデンサーを直接つなぐ場合は、回す**速さ**に注意する。（速すぎると、手回し発電機やつなぐ装置を壊す恐れがあり、遅すぎると必要な電圧にならない・・・）

1秒間に3回ぐらいの速さで50回ハンドルを回して電気をためる。

これでおおよそ3Vの電圧が蓄電される。（2Vぐらいだと発光ダイオードは光らない）

※テスターにつなぐと、電気がたまっていく様子が数値で見ることができます。



発光ダイオードの方が長く明かりがつくことから、豆電球より省エネルギーである。

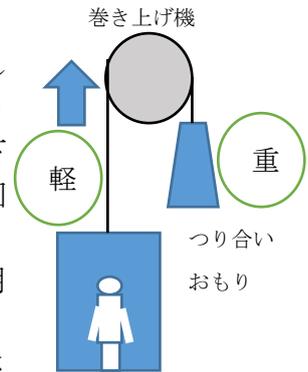
3 物理学と日常生活とのかかわり

回生電力

エレベーターは、人が乗るカゴと、つり合いおもりが、ロープを介して巻き上げ機の綱車につるべ状に掛けられた構造をしています。おもりの質量は定格積載の約半分に設定されているので、ほぼ満員の状態で下降する場合や少人数で上昇する場合は、モーターが回って発電する「回生運転」となり、回生電力を得られます。

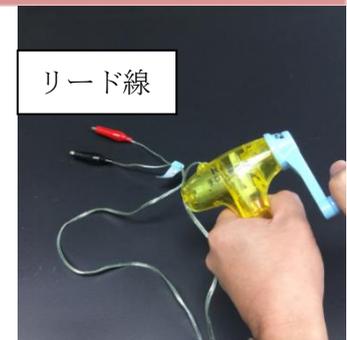
エレベーターの運転状況により発生する回生電力を建物内で有効利用する等して、省エネルギー化が図られます。

また、電気自動車では、タイヤの回転を使いモーターで電力を発生させ、車両に搭載した蓄電池に充電し、加速時の電力とするなど、この仕組みは広く用いられている。



4 チャレンジ問題

手回し発電機は、ハンドルを回転させることによって起電力を発生させる装置である。手回し発電機の2つの端子を図1に示すa～cのように接続を行い、いずれの接続の場合でも同じ起電力が発生するように、同じ速さでハンドルを回転させた。a～cの接続について、ハンドルの手ごたえが軽いほうから重いほうに並べた順として正しいものを、下の①～⑥のうちから1つ選べ。



(2009 センター試験 改)

豆電球

端子同士をつなぐ

割り箸をつなぐ

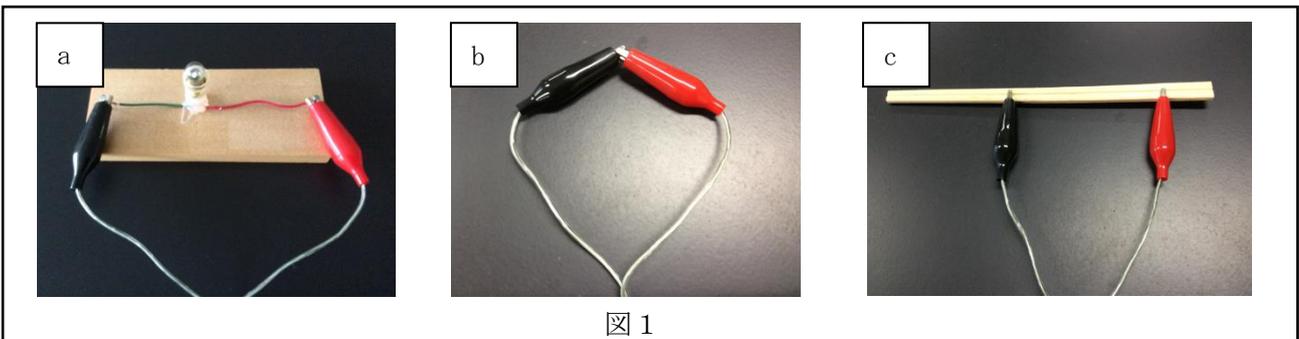


図1

	ハンドルの手ごたえ		
	軽い ←		→ 重い
①	a	b	c
②	a	c	b
③	b	a	c
④	b	c	a
⑤	c	a	b
⑥	c	b	a

解答・解説

⑤