

中学2年生（電流と磁界：電磁誘導と発電～電気を効率よく届ために～）

○単元計画・構成

項目	内容
実施時期	1月ごろ または 3月ごろ（学校によって異なる）
キーワード	電磁誘導, 発電, 直流と交流, 送電
単元計画・構成 (全5時間)	<p>第1次 手回し発電機のしくみ（1時間）</p> <ul style="list-style-type: none"> 手回し発電機にはモーターと同じ磁石とコイルが使われており、手回し発電機に電流を流すとハンドルが回転する。モーターを回せば電流をつくり出すことができることを推測するとともに、「発電のしくみ」に関する課題を設定する。 <p>第2次 コイルと磁石で電流を発生させる実験（1時間）</p> <ul style="list-style-type: none"> コイルと磁石で電流を発生させる実験を行い、磁界の中でコイルを動かすとどうなるか仮説を立てて予想し、コイルを動かす向きと電流の向き、動かす速さと電流の大きさ、磁石の極を逆にしたときのように、コイルの巻き数を変えた時のようすなどの実験結果を基に、電磁誘導や発電機のしくみについて考察する。 <p>第3次 電磁誘導（1時間）</p> <ul style="list-style-type: none"> 電磁誘導について説明を聞き、前時の実験を基にした考察から、第1次で設定した課題に対する結論を表現する。 <p>第4次 交流と直流（1時間）</p> <ul style="list-style-type: none"> 直流と交流の電圧の波形をオシロスコープで観察し、直流と交流の違いを明らかにする。また発光ダイオードの点灯の仕方の違いなどから、直流と交流の違いや特徴を理解する。また、交流は直流と違い、変圧器を用いて電圧を簡単に換えられることを理解する。 <p>第5次 発電・送電における損失（1時間）（本時案）</p> <ul style="list-style-type: none"> 手回し発電機を2台つないでハンドルを回し、回転数を比較することでエネルギーが損失することを知る。また、発電所から電力消費地まで送電される間に、いろいろな形でエネルギーが失われていることを理解する。
他の単元との 連関	<p>小5 テーマ名：電流がつくる磁力～電磁石でパワフル・省エネ～</p> <p>小6 テーマ名：電気の利用～エネルギーの工場と変身と銀行～</p> <p>中3 テーマ名：エネルギーと物質（エネルギーとエネルギー資源） ～放射線～、～様々なエネルギーとその変換～、 ～エネルギー資源とその利用～</p> <p>高等学校 物理基礎(2)ア(ウ)① 電気の利用</p> <p>高等学校 物理(3)ア(イ) 電流と磁界</p>
教師の持つ 指導ポイント (子どもが獲得する 見方や考え方)	<p><エネルギー教育の視点></p> <ul style="list-style-type: none"> エネルギーはさまざまな変換ができるが、100%有効に変換されないことを理解する。 エネルギー損失の一部は、熱エネルギーに変換され、利用できないエネルギーになって失われていることについても理解させ、エネルギーを効率よく利用する方法について考察する。 <p><理科の視点></p> <ul style="list-style-type: none"> 中国地方の送電線網の図を利用し、発電所からの電力を消費地に届けていることを示す。その際、送電の途中では、電線の抵抗のために電線が発熱して電気エネルギーを損失していることを、本単元の内容をもとに考察する。

評価規準	<p><エネルギー教育の視点> (知識及び技能)</p> <ul style="list-style-type: none"> エネルギーはエネルギーが変換される際などに100%有効に変換されないなど、いろいろな形で損失し、失われていることを理解している。 <p>(思考力, 判断力, 表現力等)</p> <ul style="list-style-type: none"> 送電線による損失を減らすなど、エネルギーを効率的に利用するためにはどのようにすればよいか、過去の学習内容をもとに、科学的な根拠に基づいて適切に考察し表現することができる。 <p>(主体的に学習に取り組む態度)</p> <ul style="list-style-type: none"> 発電や送電について、エネルギーの損失という概念をもとに、エネルギーを効率的に利用するという意思をもって、進んで調べようとしている。
	<p><理科の視点> (知識及び技能)</p> <ul style="list-style-type: none"> 手回し発電機や磁石、コイルなどを用いて電流を発生させる実験の技能を身につけ、電磁誘導が生じる条件や誘導電流の向きや大きさを変える条件を、コイル内部の磁界の変化と関連付けて理解している。 <p>(思考力, 判断力, 表現力等)</p> <ul style="list-style-type: none"> 送電に交流が用いられる理由を、電圧を変換しやすいという交流の特徴やエネルギーの損失と関連付けて説明することができる。 <p>(主体的に学習に取り組む態度)</p> <ul style="list-style-type: none"> 発電や送電のしくみについて関心を持ち、進んで調べようとしている。

○本時の学習指導案(指導項目)

単元のテーマ名：電流と磁界：電磁誘導と発電～電気を効率よく届けるために～

第5次 発電・送電による損失（5時間目／全5時間）

学習過程	指導と支援 準備物, 教師の働きかけ・関連資料, 指導上の留意点
<p>1. 導入</p> <p>・本時の主題の提示</p> <p>2. 展開 テーマ1：発電の効率 ・実験「手回し発電機を2台つなぐと？」</p> <p>・考察</p>	<p>○中国地方の送電線網の図を示し、その特徴について考える。</p> <p>・発電所から消費地までは、遠い場合がある。 ・発電所から消費地までは、複数の経路が確保されている。 など</p> <p>○「コンセントの向こう側を、この単元の内容をもとに考えてみよう。」</p> <p>○2台の手回し発電機をつなぎ、一方のハンドルを回転すると、もう一方のハンドルが回転する。 ○ハンドルを逆に回転すると、もう一方のハンドルの回転も逆向きになる。</p>  <p>○ハンドルを10回転させたとき、もう一方のハンドルが何回転するか調べる。 ○エネルギーが完全には変換されず、一部は失われていることに気付かせる。失われたエネルギーの行方についても考察する。</p>

テーマ2：送電の効率

3. 本時のまとめ

○送電線にもいくらかの抵抗がある。この抵抗によってどのような損失が発生するか考察する。

○送電線による損失を減らすためにはどのようにすればよいか。

- ・送電線の抵抗を減らす
 - ① 送電線を太くする
 - ② 送電線の材質を変える
 - ③ 送電線の距離を短くする
- ・送電線の抵抗を増やす
 - ① 送電線を太くすると材料費がかさむ
 - ② 抵抗のすくない材質は値段が高い
 - ③ 発電所を町の中に作らなくてはならない

<準備物>

手回し発電機

(※「アーテック AT 手回し発電機」など)、
導線 (短, 長), ワークシート,

中国地方の送電線網の図

(下図 URL もしくは各地方の電力会社の WEB ページを参考にするとよい)

中国地方：中国電力ネットワーク(株)WEB ページ
「系統空容量マップ」

<https://www.energia.co.jp/nw/service/retailer/keitou/access/>

中国電力
電力供給網



(資料) 「全国・電力供給幹線系統図」 <http://toolbiru.web.fc2.com/denki/denryoku-map.htm>

追加 発展カリキュラム テーマ名：送電線の電圧が高いのはなぜか？

※時間があつた際に実践してみることが望まれる。

(1) 最近の家庭では、200[V]の電気器具を使うことが増えてきた。エアコンやIHヒーターなどの大きな電力を消費する機器の中には、200[V]の特殊なコンセントに接続して使用するものがある。

家で1,000[W]の電気オーブンを使ってアップルパイを焼くことを例に、計算してみよう。

電力：P 電圧：E 電流：I 抵抗：R とすると

① 100[V]のコンセントにつなぐ1,000[W]の電気オーブンの場合

流れる電流は $I = P / V = 1,000[W] / 100[V] = 10[A]$

② 200[V]のコンセントにつなぐ1,000[W]の電気オーブンの場合

流れる電流は $I = P / V = 1,000[W] / 200[V] = 5[A]$

となり、200[V]の機器の方が、流れる電流が小さい。しかし、電力は同じなので、どちらの場合も同じ時間で、同じようにアップルパイを焼くことができる。

(2) もし家庭内の配線に0.1[Ω]ほどのわずかな抵抗があるとすると、家庭内の配線を通電した際に、その配線からわずかに発熱することによって、電力が消費される。

電力（発熱量）は、 $P = E \times I = R I^2$ なので、

① 100[V]のコンセントを利用している家庭では、

配線で消費される電力は、 $P = R I^2 = 0.1[\Omega] \times 10^2[A] = 10[W]$

② 200[V]のコンセントを利用している家庭では、

配線で消費される電力は、 $P = R I^2 = 0.1[\Omega] \times 5^2[A] = 2.5[W]$

となり、200[V]のコンセントを使用している家庭の方が、家庭内の配線からの発熱量が小さいことになる。

(3) 発電所から家庭まで電気が送られる間の送電線にもわずかながら抵抗がある。発電所から変電所までの電線の抵抗による発熱も起こる。同じ電力を送電する場合、電圧が高ければ電流が小さくてすむので、発熱量は電圧が高い方が、少なくなる。

次の資料も参照：広島県電気工事工業組合広島支部 WEB ページ

「電気の豆知識 第3回 世の中なぜ交流」

<http://www.megaegg.ne.jp/~denki-hiroshima/mametisiki/3sittoku.pdf>