

理科中学2年生（発電と送電～電気を効率よく届けるために～）

○単元計画・構成

提案項目	内容
実施時期	6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
エネルギー教育実践パイロット校4つの課題との関連	<p>B-2 温室効果ガスの排出削減のためには、省エネルギーによりエネルギー消費を減らすことが最も有効な対策であること。</p> <p>C-2 現在は、エネルギーの安定供給確保に加え地球温暖化対策のため、石油を始めとする化石燃料への依存度の低減・非化石エネルギー（原子力・再生可能エネルギー）の導入拡大が求められていること。</p>
単元計画・構成（全3時間）	<p>第1次 電磁誘導と発電のしくみ（1時間） ・磁界の中でコイルを動かすとどうなるか予想し、コイルと磁石で電流を発生させる実験を行い、電磁誘導や発電機のしくみを理解する。</p> <p>第2次 交流と直流（1時間） ・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。</p> <p>第3次 発電・送電における損失（1時間）（本時案） ・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。</p> <p>発展 ・送電線の電圧が高いのはなぜか？</p>
他の単元との関連	<p>小学5年生「電流のはたらき～電磁石でパワフル・省エネ～」 （電磁石の導線に電流を流し、電磁石の強さの変化を調べ、電流の働きについての考えをもつ）</p> <p>小学6年生「電気の利用～エネルギーの工場と変身と銀行～」 （手回し発電機などを使い、電気の利用の仕方を調べ、電気の性質や働きについての考えをもつ）</p> <p>中学3年生「エネルギー」（様々なエネルギーとその変換、エネルギー資源）</p> <p>高等学校 物理基礎「電気」（電気の利用） （交流の発生、送電および利用については、基本的な仕組みを理解させる。電流と磁界については、電流がつくる磁界（磁場）、電磁誘導、交流、電磁波などの観察、実験を通して、基本的な概念や原理・法則を系統的に理解させる。）</p>
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> ・エネルギーは100%有効に変換されず、損失すること。 ・エネルギー損失の一部は、熱エネルギーに変換され、利用ができないエネルギーになって失われていること。</p> <p><理科の視点> ・手回し発電機のハンドルを回すと発電すること。 ・手回し発電機に電圧を加えるとハンドルが回転することから、発電機とモーターは類似の仕組みであること。</p>
教師の持つ指導ポイント	<p><エネルギー教育の視点> ・手回し発電機2台をつないで、一方のハンドルを1回転させたとき、もう一方のハンドルは1回転より少なくしか回転しないことから、エネルギーには損失があることを見いださせる。</p>

<p>教師の持つ 指導ポイント</p>	<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が損失することを、本単元の内容をもとに考察させる。
<p>評価規準</p>	<p><エネルギー教育の視点></p> <p>(自然事象への関心・意欲・態度)</p> <ul style="list-style-type: none"> エネルギーは変換の際に損失することに関心を持ち、意欲的に活動することができる。 <p>(科学的な思考・判断・表現)</p> <ul style="list-style-type: none"> 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、過去の学習内容をもとに適切に考察することができる。 <p>(観察・実験の技能)</p> <ul style="list-style-type: none"> エネルギーが変換される際の損失について、実験によって示すことができる。 <p>(自然事象についての知識・理解)</p> <ul style="list-style-type: none"> エネルギーは熱エネルギーに変換されるなど、いろいろな形で損失し、利用できないエネルギーになって失われていることを理解している。 <hr/> <p><理科の視点></p> <p>(自然事象への関心・意欲・態度)</p> <ul style="list-style-type: none"> モーターや発電機について関心を持ち、意欲的に活動することができる。 <p>(科学的な思考・判断・表現)</p> <ul style="list-style-type: none"> モーターと手回し発電機を比較して、それらのしくみやはたらきを理解し、的確に表現することができる。 <p>(観察・実験の技能)</p> <ul style="list-style-type: none"> エネルギーが失われていることを、手回し発電機を使った実験によって示すことができる。 <p>(自然事象についての知識・理解)</p> <ul style="list-style-type: none"> 送電には交流が使われていることを、その理由も含めて理解している。

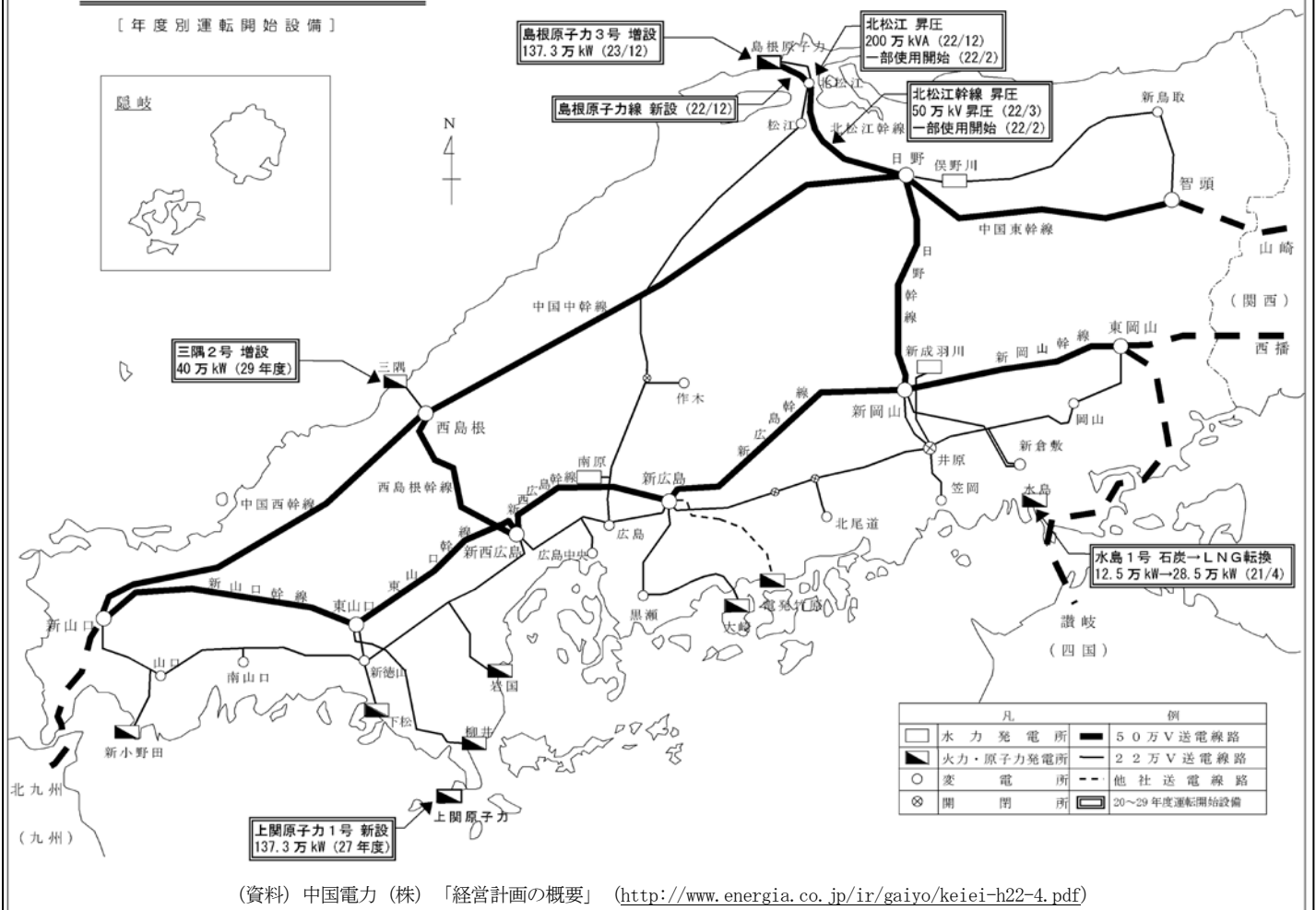
○本時の学習指導案(指導項目) 単元のテーマ名：発電と送電～電気を効率よく届けるために～
第3次 発電・送電による損失（3時間目/全3時間）

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</p> <p> テーマ1：発電の効率</p> <p> ・実験「手回し発電機を2台つなぐと？」</p>  <p>・考察</p> <p> テーマ2：送電の効率</p> <p>3. 本時のまとめ</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させる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 ・島根原子力発電所の電力は島根県東部および鳥取県、一部を山陽地域に送電に送電している。 <p style="text-align: right;">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><準備物> 手回し発電機, 導線(短, 長), ワークシート, 中国地方の送電線網の図(次ページ参照)</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させると、もう一方のハンドルが回転する。</p> <p>○ハンドルを逆に回転させると、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。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・発電所での発電は交流で行われていること、それは昇圧して高圧送電を行うためであることにも触れるとよい。 <p>○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づかせる。失われたエネルギーの行方についても考察させる。</p> <p>○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えさせる。</p> <p>○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。</p>

- 送電線の抵抗を減らす
 - ①送電線を太くする
 - ②送電線の材質をかえる
 - ③送電線の距離を短くする
- 実現しなかった理由
 - ①電線を太くすると材料費がかさむ
 - ②抵抗の少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
- 生徒自身が、電気の生産地・消費地のどちらに住んでいるのかについて、考えさせることで省エネルギーへの取り組みについての議論がより深まる。
- 直流高圧送電も行われている箇所があることについても触れるとよい（例：津軽海峡連絡送電線）。これにより太陽光発電（直流）の話ともつながられる。

電力系統図（22万V以上）

[年度別運転開始設備]



発展

○送電線の電圧が高いのはなぜか？

- (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

①100[V]のコンセントにつなぐ1000[W]の電気オーブンの場合

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

②200[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、家庭内の配線を通った際に、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、

①100[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、 $P = R I^2 = 0.1[\Omega] \times 10^2[A] = 10[W]$

②200[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。

次の資料も参照のこと

<参考資料>雇用・能力開発機構 広島センター「なるほど！知っ特！電気」第3回 世の中なぜ交流
電気工事工業組合広島支部ホームページ

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