

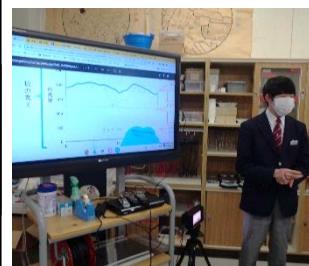
## ■持続可能な社会（くらしの豊かさ）とエネルギー■

中学 3 年理科

『未来の電源構成を考えよう』

科学的な根拠に基づいて、正解のない  
問題に対峙する資質・能力を育成する

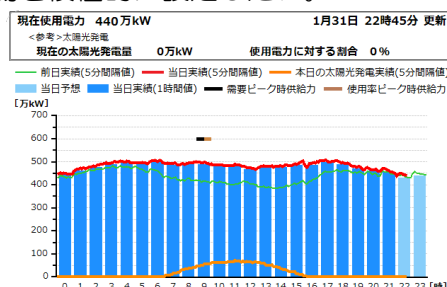
【キーワード】 電源構成 3E+S エネルギーミックス 地層処分



## 1. エネルギー教育の視点

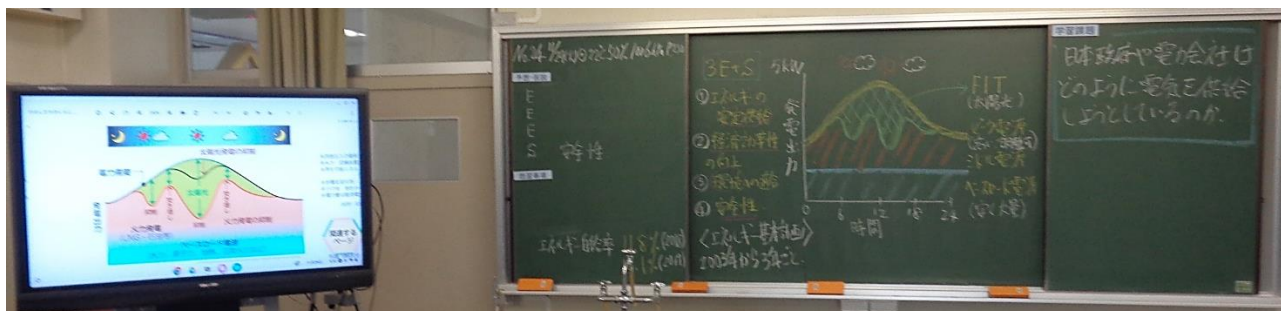
中学校理科で学習する「エネルギー」に関する内容は、他教科におけるエネルギー資源や物質の利用、環境の保全などの学習に密接に関連する。本実践は理科の発展として行ったものであるが、社会科や技術・家庭科などにおいても実生活と関連付けてエネルギーのより良い使い方について総合的に捉えた学習を進めることが可能である。小学校と中学校の義務教育を終えるにあたり、子どもたちが生きていくこれからの社会において必要となる学びを展開する場を積極的に設定したい。

「未来の電源構成を考える」ために、エネルギーに関する事象を科学的に捉え、仲間との学び合いを通して、広い視野で日本の未来のエネルギー政策や、自らの行動を適切に判断できる資質・能力を育むことをねらう。その題材として、2030 年の冬の北海道の電源構成を考える場を設定し、自分事として主体的な学びを展開し、毎日の生活や環境に働きかける自らの行動化を促す一つの機会となることを目指した。



## 2. 正解のない問題に対して、科学的な根拠をもとに自らの考えを深める

電源構成を自ら判断するための根拠となる資料として、「わたしたちのくらしとエネルギー」（資源エネルギー庁の副教材）、資源エネルギー庁や北海道電力の HP 上の最新のデータが有効である。これらをもとに、各電源別に発電方法の長所・短所を整理する。その際に、発電のコストや現在の北海道電力が所有する施設の発電容量ならびに、北海道電力がいま建設中の LNG 火力発電所についての情報も示す。そして、数年後の冬における北海道の電源構成を考える（一次自己決定）。電源構成は棒グラフで割合を示すのではなく、24 時間の電源ロードカーブで考えるようにする。その際には、電源の種類別に自分が考えた発電方法の根拠を明確にする。その後、4人の小グループ（班）で案を交流し合う。他者への評価として、3E+S (Energy Security、Economic Efficiency、Environment、Safety)の視点で講評するように促した。また、日本政府がどのように 2030 年の電源構成を考えているかを知る。他者からの講評や日本政府の考えなどをもとに、最後は個人が考える現時点の最適解としての電源構成案を考える（二次自己決定）。このようにして、科学的に資料を読み取り、学び合いの活動を通して、エネルギーミックスの必要性を学んだ。



## 3. 単元構成 11 時間扱い（前半 6 時間は基礎編，後半 5 時間は応用編）

子どもの活動	教師の関わり・支援
<p>第 1 時 &lt;日本のエネルギー事情を知る&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>エネルギーや資源に関するアンケートを行う。</li> </ul> <p>私たち日本は 50 年前と今、どのようにエネルギー資源を使っているのか。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>副教材をもとに、1973 年と 2017 年の一次エネルギー国内供給の変化を知る。</li> <li>副教材をもとに、2010 年と 2017 年の発電用エネルギーの変化を知る。</li> <li>日本のエネルギー自給率について知る。</li> </ul> <p>日本はエネルギー自給率が低く、50 年前も今も化石燃料に依存しており、多くを輸入に頼っている。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>子どもの今の考えを見取る。</li> <li>ブラックアウトで困った経験を想起させる。</li> <li>副教材『わたしたちのくらしとエネルギー』を活用して、日本のエネルギー事情について理解させる。エネルギー問題が喫緊の課題であり、将来にわたって解決していくべき問題であることに気付かせる。</li> </ul>
<p>第 2 時 &lt;エネルギー基本計画、1 日の必要な発電量&gt;</p> <p>日本政府や電力会社はどのように電力を供給しようとしているのか。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>エネルギー基本計画や 3E+S について知る。</li> <li>1 日の発電出力の電源構成について知る。</li> </ul> <p>エネルギー基本計画を 3 年ごとに立て、3E+S を大切に考えている。また、必要な電力を使い分けて発電している。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>日本政府は、電力の供給に対して、どのようなことを大切にしているのかを確認させる。当り前に使っている電力が、電力会社の取組で成り立っていることを理解させる。</li> </ul>
<p>第 3 時 &lt;発電方法の長所・短所&gt;</p> <p>いろいろな発電方法には、どんな長所と短所があり、どのように使い分けているのだろうか。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>それぞれの発電方法の長所や短所を確認しながら、3E+S の視点に基づいて、各発電方法を自分なりに評価する。</li> </ul> <p>万能な発電方法はなく、それぞれの方法の長所・短所を生かして発電をすることが大切である。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>それぞれの発電方法を評価するために、長所や短所だけではなく、発電単価や CO<sub>2</sub> 排出量、用途などについて、資料をもとに判断させる。</li> </ul>
<p>第 4 時 &lt;東日本大震災前後での北海道電力の電源構成&gt;</p> <p>2010 年と 2012 年を比べると、北海道電力の電源構成はどのように変わったのか。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>資料から、電源構成の推移を読み取る。</li> <li>石油や化石燃料に依存している実態を知る。</li> </ul> <p>2010 年までの北海道は原子力発電が 4 割ほどを担っていたが、その後は化石燃料（特に石油）に依存するようになった。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>自分たちが暮らす地域（北海道）の電源構成はどうかを、実際のデータを示すことによって知らせ、自分事として電力の使い方を考えさせるようにする。</li> </ul>
<p>第 5 時 &lt;ブラックアウトが起きた理由&gt;</p> <p>北海道全域停電（ブラックアウト）はどのように起きたのか。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>検証委員会が作成した報告書の内容を知る。</li> <li>電気使用量と発電量のバランス（同時同量）が大切さを知る。</li> </ul> <p>震央に近い苫東厚真発電所（石炭火力）が停止したこと、地震後に電力を使い始めたことなどで、結果的に全域停電になった。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>電力の需要と供給は「同時同量」が大切であり、それが乱れると周波数が 50Hz から大きく離れてしまい、大規模停電につながることを理解させる。</li> </ul>

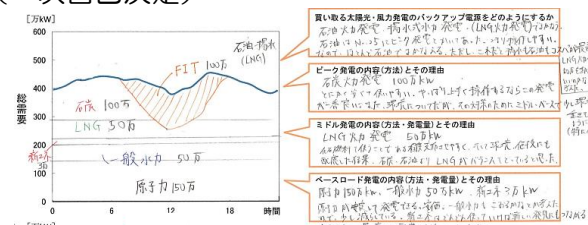
子どもの活動	教師の関わり・支援
<p>第6時 &lt;北海道でつくることのできる電力&gt;</p> <p>北海道はどのくらいの電力をつくる能力をもっているのか。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>北海道電力のでんき予報からわかることを読み取る。</li> <li>北海道で発電する能力（北海道電力、買電）の量を知る。</li> </ul> <p>北電とFIT で買い取る値を含め 1000 万 kW の能力をもつ。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>5分毎に更新される北海道電力のでんき予報を見ながら、いま必要な電力について捉えさせる。</li> </ul>
<p>第7・8時 &lt;未来の電源構成を考える&gt;</p> <p>2030年の冬の北海道における電源構成をどうすればよいか。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>仮に、一つの発電方法に頼った場合にどうなるかを知る。</li> <li>冬の発電方法に必要な電力について、自分の考えをまとめる。</li> <li>仲間と交流し、日本政府の考えを踏まえて、変容した自分の考えをまとめる。</li> </ul> <p>北海道の厳しい電力状況を乗り切るには、それぞれの電源の長所を生かしたエネルギーミックスを考える必要がある。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>極端な例を挙げて、発電コストや二酸化炭素排出量がどうなるかを示す。</li> <li>日本政府の案は一つの考えであることを伝える。</li> <li>正解のない問題に対して、最新の状況を捉えながら、常に考え続けるように促す。</li> </ul>
<p>第9時 &lt;日本政府の電源構成案(2030年)&gt;</p> <p>日本政府は2030年の電源構成案をどのようにしようとしているのか。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>2021年に閣議決定された「第6次エネルギー基本計画」や経済産業省 資源エネルギー庁作成の資料を読み取り、政府の考え方を知る。</li> <li>自分の案と政府の案を比較し、共通点や相違点を見つける。</li> </ul> <p>第6次エネルギー基本計画では野心的な案を考え、徹底した省エネと、技術革新による新たな方法で低炭素社会をつくろうとしている。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>政府案は一つの考えであり、これが正解という訳ではないことを伝える。</li> <li>水素、アンモニア発電という新しい技術を紹介し、技術革新に気付かせる。</li> </ul>
<p>第10時 &lt;電気をつくってできる廃棄物&gt;</p> <p>放射性物質を地下に埋めると、放射線量率はどのように変化するだろうか。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>化石燃料を燃やして排出する二酸化炭素、ソーラーパネルの大量廃棄物、原子力発電の高レベル放射性廃棄物について知る。</li> <li>地層処分について知る。</li> </ul> <p>電気をつくって出るゴミは自分たちで対処する必要があるが、現時点では簡単には解決できない問題になっている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>高レベル放射性廃棄物が長い年月で及ぼす影響を知る。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>原子力発電のゴミが目されがちだが、電気をつくるとゴミができることをおさえる。</li> <li>高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）の処分方法について、説明する。</li> </ul> <p>【NUMOの資料を活用する】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>地下水の作用を考えさせる。</li> </ul>
<p>第11時 &lt;NIMBY問題をどうするか&gt;</p> <p>寿都町、神恵内村で行われている文献調査は、どのようなことを行っているのだろうか。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>北海道の2つの自治体で行われている文献調査について知る。</li> <li>自分なりの意見を表現し、交流して、考えを深める。</li> </ul> <p>日本全体で考えるべき問題であり、道民として意見をもつことが必要である。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>冊子『原子力災害を「シル・マナブ』』等を参考に、原子力発電所の事故や廃棄物の処分の問題に向き合う素地を育む。</li> </ul>



## 4. 展開(7,8/11)

### ◆授業のねらい

自分たちが暮らす北海道の 2030 年冬の電源構成をどうすればよいかを、既習事項を生かしながらかねに基ついで構想し、仲間との交流活動を通して自らの考えを深めることができる。

主な学習活動	指導上のポイント
<ul style="list-style-type: none"> <li>前時までの内容を思い出す。</li> <li>学習課題について確認する（北海道電力の中央給電指令所の職員になったつもりで電源構成を考える）。</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>2030 年 12 月の北海道における電源構成をどうすればよいだろうか。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>これまでの学習内容を根拠に、自分なりの未来の電源構成案を考える。（一次自己決定）</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>小グループで発表し合い、3E+Sの視点で評価し合う。</li> <li>仲間との交流や資料の読み取りを踏まえて、改めて自分の考える未来の電源構成案を描くとともに、自分の考えの変容も記入する。（二次自己決定）</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>1つの発電方法に頼るのではなく、さまざまな発電方法の長所を生かし、3E+Sの視点を踏まえて、厳しい冬の電力を賄うよりよいエネルギーミックスを考え続けることが必要である。</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>エネルギー資源の自給率が11.8%(2018年)である日本の現状に、再び目を向けさせる。</li> <li>既習事項（発電の長所や短所、CO<sub>2</sub>排出量、発電コストなど）を根拠にするように促す。</li> <li>3E+Sの考えをもとに評価するように促す。</li> <li>電力と電力量の違いを明確にさせる。</li> <li>正解がない課題に対し、自分なりの最適解を導き出すように促す。</li> <li>よりよい気づきを全体に知らせ、学びを深める。</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>持続可能な明るい未来を創造するために、これまでに考えた内容を振り返る。</li> </ul>	

### ◆授業の評価

自分たちが暮らす数年後における北海道の冬の電源構成について、既習事項を生かしながらかねに基ついで構想し、仲間との交流によって自らの考えを深め、未来のエネルギーの使い方を創造することができたか、観察評価やワークシートへの記述により評価する。

### <参考文献>

森山正樹ら(2016). 「中学校理科「エネルギー資源とその利用」の学習におけるエネルギー環境教育の工夫 — 放射線の利用から、高レベル放射性廃棄物の地層処分を題材にした学習を通して —」, エネルギー環境教育研究 第10巻 第2号 pp55-62.

森山 正樹(2018). 平成30年北海道胆振東部地震を経験して 日本理科教育学会 第64回東海支部大会 研究発表予稿集 p.20

森山 正樹・佐藤 深・芳賀 大二郎(2018). 中学校理科の集大成として、未来を創造する資質・能力を育成する授業実践 日本エネルギー環境教育学会 第13回全国大会論文集 pp.142-143

北海道電力. 北海道エリアのでんき予報. [https://denkiyoho.hepco.co.jp/area\\_forecast.html](https://denkiyoho.hepco.co.jp/area_forecast.html) (参照 2022.1.31)