

## 第6学年 理科 学習指導案

奈良教育大学附属小学校

教諭 奥畑 恵里

### 1 単元名 「電気の利用」

#### 2 単元目標

○電気は他のエネルギーに変換でき、また熱・光・運動のエネルギーは電気に変えられる発電について理解できるとともにコンデンサやセンサーで蓄電や電気の制御ができることに気づく。【知識・理解】

○物の変化を、エネルギー変換でとらえ、発電や蓄電についてのしくみを考え、話し合うことができる。【思考・判断・表現】

○物の間を移動し、物の変化を起こすことのできるエネルギーから、エネルギー源や発電方法に目を向け、電気の有効利用や環境との関わりについて考えをもととする。【主体的に学習に取り組む態度】

#### 3 単元について

##### (1) 教材観

発電はエネルギーの可逆性によるものである。電気がモーターに伝わった時、運動エネルギーに変換される。このモーターの仕組みを逆に利用したのがモーターによる発電である。これは電力の発電の多くの仕組みと重なる。手回し発電機の発電もこの仕組みによるものである。モーターの中では電磁誘導による発電が行われている。電磁誘導を使いやすいモーターにすることにより電気を大量に作り出し、使うことができるようになった。そのような背景からも「電気の利用」を考えるうえで、モーターによる発電を学ぶことに価値があると考えられる。

LED、光電池は半導体を利用している。半導体には電気を流す方向があり、中の仕組みは電子や原子の動きによるもので、目で見て確かめることができない部分ではあるが、豆電球とLEDでは使用する電気の大きさが異なるので電気を量的に捉えることができると考える。電気の量から、電気の利用における効率の良さに目を向けさせたい。電気が他のエネルギーに変換しやすいのは、閉鎖的な回路の中で電気が伝わっていくからである。熱や光のように拡散することが少ないので他のエネルギーに比べて効率よく伝わり、変換しやすいのである。それゆえ活用されやすい。発電の仕組みを知り、発電所から電化製品までを大きな回路として捉えられることができるようにさせたい。

##### (2) 児童観

本学級の児童は、5年の溶解や気体の学習において目に見えた事実から見えなくなった物が溶ける仕組みや、見えないけれどそこにある物について考えることに取り組んできた。少数意見にも耳を傾け、自分の考えに取り入れたり、考えを変えたりしていく様子も見られ、話し合いの中で考えを広げることができる子も多い。「酸性の水溶液」ではMさんはマグネシウムを溶かした塩酸に水酸化ナトリウム水溶液を加えた時の様子を「溶かすパワーがなくなりそのパワーが0になった。混ぜたらアルカリ性VS酸性が戦って同点になり泡が出なくなる。」とまとめていた。目には見えないけれどもそこに起こった自然の事実に出会ったとき、知っていることのすべてを組み合わせながら語れる根拠を見つけようとしている。そんな子どもたちだからこそ、電気が熱、光などのそれぞれのエネルギーに変換する様子に出会い、発電をどう考えていくのか聞きたい。

##### (3) 指導観

第一次では、まずエネルギー変換について十分に理解を深めさせたい。乾電池で発生した電気が、豆

電球や発光ダイオードの光として、電熱線の発熱として、モーターの運動としてエネルギーを受け取ったものを変化させるという結果で理解させ、目に見えないエネルギーが別のエネルギーに変換しているという事実に出会わせる。そして、モーターに低電圧で発光する LED をつないで軸を回すと電気がつくのか問いかけ、エネルギー変換の可逆性を考えさせたい。電気はエネルギーに変換して利用するものというだけではなく電気を生み出したことは子どもたちにとって新しい見方となる。この後に手回し発電機を扱うことで、自分の起こす運動により電気が発生するエネルギー変換に目を向けることができる。

第二次では、光電池、コンデンサを扱う。学習指導要領には「電気をつくりだす道具として、手回し発電機、光電池などを扱うものとする。」とある。しかし、手回し発電機とは違い、光電池やコンデンサの絶縁体の仕組みは目に見えず分からない部分ではある。しかし、自分がつくった電気をためて使うことを電気の流れ、エネルギー変換で考えさせることは可能である。電気がコンデンサの中に電気のまま保たれていることは、エネルギーが保存できるという考えをもつことができる。電気の利用にあたっては必要な時に必要な形で使うのが効率が良い。そのために、電化製品ではセンサーやスイッチが利用されている。ここでは電気の利用において制御することで使う使用する電気量を少なくできることに目を向けさせる。その方法としてのプログラミングにも触れる。

#### (4) ESD との関連

##### ・本題材で働かせる ESD の視点 (見方・考え方)

相互性…電気とその他のエネルギーについて起こるエネルギー変換は可逆的に起こる場合があるということ。

有限性…エネルギー源には限りがあるものがあること。発電については、火力は地球温暖化、原子力では核という他の問題も考えなければならぬということ。

##### ・本学習を通して育てたい ESD の資質・能力

###### 多面的・総合的に考える力 (システムズ・シンキング)

くらしの便利さと、地球の資源、これからの未来の地球もそれぞれが豊かになるような、自分たちの未来の生活をつくり上げようとエネルギー利用の視点から考えることができる。

###### 批判的に考える力 (クリティカル・シンキング)

発電のためにエネルギー源が必要であることを体験して気づき、考えることができる。電気をうまく使い続けていくために、エネルギーの変換の効率や蓄電、使用する電気の量をコントロールする技術が開発されていることを理解する。また技術開発の良い点だけではなく課題も見出し、自分のくらしの中での電気の利用に目を向け、持続可能なエネルギーの利用のために何を大切にすべきか考えをもち、話し合うことができる。

##### ・本学習で変容を促す ESD の価値観

###### 世代間の公正

暮らしを便利に豊かにするために電気の利用は欠くことができないものである。しかし、「地球温暖化」やエネルギー源の有限性を考えた時、持続可能な電気の利用を続けていくために、どのようにしていくかを考えなければならない。

###### 自然環境や生態系保全を重視する。

発電方法として、水力、太陽光、風力など自然エネルギーを活用したものが開発されている。その中で、エネルギーの観点だけではなく、騒音や、環境保全という総合的な観点をもって考えていかなければいけない。


・達成が期待される SDGs

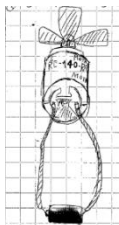
- 7 エネルギーをみんなに そしてクリーンに
- 13 気候変動に具体的な対策を
- 16 平和と公正をすべての人に

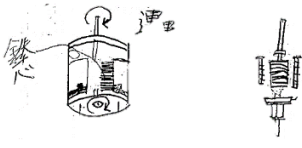
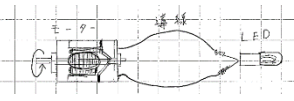
4 単元の評価規準

(ア) 知識及び技能	(イ) 思考力・判断力・表現力など	(ウ) 主体的に学習に取り組む態度
①電気は他のエネルギーに変換できることを理解している。 ②運動のエネルギーを電気に変換するモーターによる発電を理解している。 ③コンデンサやセンサーで蓄電や電気の制御ができることを知る。	①物の変化を、エネルギー変換でとらえ、発電のしくみを考え話し合うことができる。他のエネルギーに変換できることを理解している。	①物の間を移動し、物の変化を起こすことのできるエネルギーから、エネルギー源や発電方法に目を向け、電気の有効利用や環境との関わりについて考えをもととする。

5 単元の指導計画 (全11時間)

学習活動	○学習への支援	○評価・備考
<b>電気の変換</b> 1 物とエネルギーについて ・素材によって物は違う。 ・エネルギーは目には見えない。	○物は重さ・体積がある。 エネルギーは物を変化させる力・ことを定義させる。	ウ① <b>【主体的】</b>
<b>電気のエネルギー変換を知る。</b> 2 電気による発光 豆電球 ・豆電球の中のフィラメントの部分のふくめ、電気回路に電気が流れているようすを観察する。  3 電気による発光 LED ・豆電球、LED電球に触れて比べる。  4 電気による発熱 ・温度計にニクロム線を巻き付け、熱の発生を、数値で確かめる。  5 電気による運動 ・モーターの先にプロペラをつけ、回転運動を観察させる。  6 電気による磁場の発生 ・5年の電磁石の周りの磁場を調べたことを思い出しながら、砂鉄をまわりにおくとどうなるのか考える。  7 モーターの中	○豆電球が光るのではなく、電気・光のエネルギーとしての見方ができるようにさせる。  ・豆電球では熱・光に変換。 ・LEDは熱はない。光のみ。  ○導線はショート回路の形であることに気づかせる。 ○モーターの運動もエネルギーであることを知らせ、エネルギー変換に目を向けさせる。 ・モーターの中では何が起きているのか。分解したい。  ○電磁石のしくみを確認して考えさせる。 ○磁力も一つのエネルギーであることを知らせる。  ○モーターの中にあるコイルに目を向け、電磁石と永久磁石の存在に気づかせる。	ア① <b>【知・技】</b> 光エネルギー 



<p>・電気を運動に変えるモーターの中はどんなになっているのか考えさせる。</p>  <p>8 モーターによる発電…本時 課題 モーターにLEDをつなぎ、軸を回転させる。</p>  <p>・光るか 光らないか自分の意見の根拠をもち、話し合う。</p> <p>9 発電所の仕組み</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・手回し発電機で電気が起こるしくみを考える。</li> <li>・小さい発電のしくみから、自分たちの暮らしを支える発電所はどんなしくみなのか考える。</li> </ul>	<p>・「モーターは磁力を経由して運動エネルギーになった。筋肉は電磁石のコイルの役割をしていて、三つもあったらそりゃ速く回るわ。磁石の反発や引き合う力で回転が加速した。」</p> <p>○これまでの学習をもとに結果を考えさせる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・電気→運動が起こるなら、運動→電気も起こり得る。</li> <li>・モーターの軸をただ回しているだけで本当に運動が起こるのか。</li> </ul> <p>○手回し発電機の中にモーターがあることに気づかせる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・モーターで発電できそうだけど、大きな電気を起こすには発電機を直列にたくさんつながないといけない。</li> </ul>	<p>ア②【知・技】 イ① 【思判表】</p> <p>イ① 【思判表】</p>
<p>電気の利用</p> <p>1 蓄電</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・手回し発電機でコンデンサに蓄電し、電球やモーターをつないで消費電力のちがいを調べる。</li> </ul> <p>2 制御、モーター以外の発電方法</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・モーターの回転以外の方法もあることに気づき、それぞれの良いところと問題点を考える。</li> </ul>	<p>○蓄電する電気の量をそろえるには手回し発電機のハンドルを回す速さや回数をそろえることに気づかせる。</p> <p>○火力発電の化石燃料・温暖化、原子力発電の核の問題にも触れ、様々な発電を組み合わせながらより良いものをつくらうとしていることを考えさせる。</p>	<p>ア③【知・技】</p> <p>ウ① 【主体的】</p>

○本時指導案 (8/11時間)

ねらい モーターを回すと、電気が生まれることを理解させる。

学習活動	指導上の留意点	準備物
<p>1 モーター軸を回すとLEDがつくかを予想する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●課題について予想し、考えをノートに書く。</li> <li>●理由を話し合う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・モーターの軸を回す力に目を向けさせる。</li> <li>・LEDは ア つく イ つかない</li> <li>・エネルギー変換を意識させ、話し合いを進める。事実と、予想を区別して話し合わせる。</li> </ul>	<p>モーター 低電圧LED (OptoSupply社) ビデオ テレビ ノート</p>
<p>2 実験して結果を確かめる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電気→運動の逆のことが起こっていると気づかせる。</li> <li>・電気が生まれれば発光することに目を向けさせる。</li> </ul>	
<p>3 手回し発電機を直列につないで大きな電球を光らせることができるのか考え、確かめる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・まとめの代わりに手回し発電機の実験で問う。モーターの運動で発電できることを確かめさせる。</li> </ul>	<p>手回し発電機、電球</p>

## 6 成果と課題

本校の理科において、高学年においては自然の事象の中で見えていないものに出会ったとき、見えているものの理屈で考え、説明できることを目標として取り組んできている。小さい頃から目の前の本物に出会い学びを積み重ねてきた子どもたち。そんな子どもたちとこの「電気の利用」の学習に取り組むにあたって、エネルギーをどう考えさせていくのかが一番の課題であった。

最初の授業で「エネルギーとは何か？」と問いかけた時、まず出てきたのが発電のことだった。6年の子どもたちにとって水力・風力・火力・原子力といった発電方法にエネルギーが関係しているという認識があった。またそれに関わってエネルギー源である石油・石炭といった資源も出てきた。「植物の光合成」で光エネルギーに触れていたことを思い出し、光という言葉が、そこからつなげて音や電気、熱が出た。「回転力とてこ」の回転力もエネルギー？となり力も出てきた。Sさんの『エネルギーはものじゃなくて目には見えない「こと」じゃないのか』をもとに、「エネルギーとはいろいろなことを起こす力」であることを伝えた。ただ、この授業で感じたのは言葉としては「エネルギー」は知っているが、電気・光・熱という科学的に扱うエネルギーと、エネルギー源としての石炭・石油の物質、発電方法としての火力・水力・原子力といった言葉が全て混在していることも明らかになった。ESDとしてこの実践を積み上げ、SDGsの目標の「7エネルギーをみんなにそしてクリーンに」の達成を目指すためにも、教科の理科としてエネルギーとは何かという本質の学びを軸に考えることこそが大切であることを感じた。

帰納的に積み上げてきたエネルギー変換という事実をもとに、演繹的に考える題材として8時間目に発電の授業を設定した。「モーターに低電圧（乾電池1つで光る）LEDをつなぎ、軸を回転させるとLEDはどうなるか。」を課題に取り組んだ。エネルギー変換で考えた時、運動→電気になるのはモーターの仕組みと逆であることを根拠に、LEDが光ると考えた子がいる一方、電気エネルギーの源である電池がない状態から電気は起こり得ないという考えもあった。また、軸の回転に目を向けKくんが「風力発電みたいやから光る」と言った。モーターの運動をエネルギーと見たからこそ、風力発電という言葉と事実をつなげようとしていた。なんとなくの言葉で知っているものではなく学びで本質に迫ろうとする姿が見えた。また、Rくんは「ただ軸を回転させているだけで電気が起こるのか。」ということも考えていた。モーターの中を見てきているからこそ、この発言には大きな意味があったと考える。モーターが電気を運動に変換する機械であることは納得しているものの、逆方向にエネルギー変換を起こす発電機として使われているかという点では理論として成り立たないのではないかという考えである。モーター内部のしくみについては厳密には電磁誘導が関わり、小学生には「わかる」に至ることは難しいが、磁場と運動が関係して電気に変換されているところに気がつくことを目標に授業を行った。そういう意味ではSくんの「磁石とコイルがあるから電気が作れた」という発言はこれまでの学びが積みあがった成果ではないかと考える。

授業の最後に一人ずつモーターの軸を回してLEDを光らせた。つまむように回すことが難しくなかなか苦戦する子もいたが、光った瞬間の「わあ」という驚きはシンプルな形でできる発電としてはどの子にも考えられる教材として扱う価値のあるものだと思えて感じた。発電という「何も無いところから電気ができた」と捉えそうな現象を、自分が起こした「軸を回す運動から電気に変換されているという」見方ができるようになることは、学んだからこそその考えの道筋であり、そこに電気や磁石、電磁石の考えが関わってくるといふ学びは小学校理科のエネルギー分野で扱う最後の題材としては子どもたちに学ばせたいところでもあった。

**・分かったことはモーターの軸を回すことで発電をすることができるということです。あと磁力から電気への逆向きの変換をすることができるということも知りました。気付いたことは軸を回すことで、どうやって電気をつくり、発電をすることができるのかなと思ったことです。考えたことは、手で軸を回したときのまわる速さが速くないとLEDは光らなかったので、電気はそれだけ早く回っているのかなと思ったことです。軸を回す向きで電流が流れる向きが変わったけど、どうやって赤と青のどちらかの導**

**線だけに電流を流すことができているのかなと思いました。豆電球でも、LEDでも、光るために必要な電気の量のちがいによって、同じ速さで軸を回したときに光る時間は変わるのかなと思いました。（Cさん）**

そして、電気の量や発電をし続けることの必要性に気付き始める子が出てきた。小学校では電流・回路という言葉は扱うが、電圧の概念がほとんどなく、電気の量的な捉えは正しくできていない。しかし、豆電球や LED の規格を扱う中で数値を手掛かりに子どもたちは電気の量的な見方をするのが「電気の利用」を考えるうえで欠かせないことであると気がついていった。そこで、手回し発電機を使い数値ではなく体感の中で電気の量を感じさせた。100v の規格の電球を手回し発電機で光らせるためには、数台の手回し発電機を直列につないで回し続ける必要がある。誰かが手を休めると発電できない。その事実に出会った時に、なぜ発電所が日本中に必要なのか考えていた。また、コンデンサを扱った蓄電では、自分たちが一生懸命に発電した電気がモーターでは一瞬でなくなり、電球よりも LED 電球の方が長持ちするという実験の結果に「蓄電って簡単に言うけど、難しい」と声をあげていた。発電方法や蓄電については技術が日々新しくなりより良いものを作り出そうとはしているけれど、エネルギー変換という視点だけではなく、環境問題、核開発といった理科だけでは解決できない地球に生きる人間として解決していかなければならない問題がある。燃焼の学習ともつなげ「火力発電は炭素を燃やすから二酸化炭素出して温暖化につながる。」やエネルギー資源の有限性に関し「そもそも炭素とか石油とか燃やすものも無くなっていく」。また、「燃料のこととか温暖化ではやっぱり原子力が一番いいんやけどあぶないからな…」と核問題に目を向けた発言もあり、それぞれの思いを出し合う話し合いが自然に始まった。この子たちは生まれた年に 2011 年の大震災があり、放射能など問題点を小さい頃から日常的に見聞きしてきた。また 6 年としてヒロシマの修学旅行から年間を通して平和学習にも取り組んできた。被爆者の思いを知り、戦争に進んでいった日本の歴史、そしてまだ無くならない核問題を学んでいる。核兵器としての熱線・爆風・放射線という被害の側面と、エネルギー利用としての核の開発。学ばば学ぶほど考えなければならない平和についてこのエネルギーの学習とつなげて考える姿があった。

**・ブザーの振動も一つの発電方法で振動によって電気を生み出し、発電する方法があることが分かった。振動も一つの運動だと面白いなあと思いました。そしてどの発電でもモーターが必要。けれどモーターを使う方法が発電方法によって違う。例えば火力発電は燃えるという力を使ってモーターを回して発電している。けれど欠点もある。火力発電は現在 8 割日本の発電方法として利用されている。しかし、燃えるということは二酸化炭素を排出してしまい環境にはよくない。その面で安全なのは二酸化炭素を排出しない水力・風力・太陽光パネルでの発電となる。しかしこれらの発電にも欠点がある。天候などに左右され、発電量が一定ではないということだ。なら僕は、振動での発電を加速させるべきだと思う。振動による発電だと、二酸化炭素を排出しないし、振動をずっと起こすのは大変かもしれないが、ほとんど一定の発電量で発電できると思うからです。（Aくん）**

「理科やったはずやけど、なんか最後は社会とか平和になっていったなあ。」最後の授業を終えるときにつぶやいた子がいた。理科という視点でエネルギーを考えて言った時自然とつながっていった学び。教科の学びを大切にする中でこそ、教科横断的に、総合的に学ぶ姿が生まれてきた。6 年生として年間を通して取り組んできた「平和」の取り組みや、附小で培ってきた仲間と対話の中で学ぶ姿で、子どもたちの考えがつながっていった。そして、この子どもたちの姿こそが ESD としての取り組んできた結果の変容なのだと実感できた。

### 現在の学年終了時に目指す姿

エネルギー変換の学びをもとにくらしを見つめ直し、自らが未来の作り手であることを自覚し、持続可能なエネルギー利用について大切にすべきことを考え、生活の中で行動を起こすことができる。



燃やすすぎたら温暖化になるってことかな。

**4月 理科「燃焼」**  
炭素を含む有機物を燃焼させると、温室効果ガスの一つとされる二酸化炭素を発生させる。

二酸化炭素が材料になるなんて。

**9月 理科「植物のくらし」**  
植物は太陽の光エネルギーを使い、二酸化炭素と水から光合成を行い、酸素と養分(糖)を作り出すことができる。

**5月 平和**  
「ヒロシマ修学旅行」  
核による3つの被害(熱線・爆風・放射線)を学び、現地で被爆者の話を聞き、被服支廠・資料館・平和記念公園から原爆の被害について学ぶ。

核兵器っておそろしい。人はなんでこんなものを作ったのか。

**10月 社会**  
「日清・日露戦争」  
戦争の背景の一つにはエネルギー資源の確保・開発があった。

日本は資源が少ないから、他国へ資源を求めたのか

**11月 理科「電気の利用」**  
○主に養いたいESDの資質・能力多面的・総合的に考える力  
便利さと限りある資源の側面から未来の生活についてエネルギー利用の視点で考える。  
批判的に考える力  
効率の良い電気の利用のための技術開発の良い点だけではなく課題も見出し、何を大切にすべきか考えをもち、話し合う。  
○主に育てたいESDの価値観  
世代間の公正  
「地球温暖化」やエネルギー源の有限性と未来への責任。  
自然環境や生態系保全を重視する  
様々な発電方法について、エネルギー一、環境、人間社会の共存という総合的な観点で考える。

太陽の光をうまく使えば電気は節約できるんだな。

**12月 家庭「住まい」**  
照度計を使い、窓からの採光と照明の必要性を知る。

科学者たちは核をどんな思いで開発したのか

**12月 社会**  
「15年戦争」  
各国の軍事侵襲の中で、兵器の開発があり、核開発もその一つで進められた。

原子力発電の利点があって広がってきたのも事実

**2月 社会**  
「核拡散と核廃絶を願う人々」  
原発は温暖化にはいいのだが、放射能という大きな問題を抱えている。

核の兵器的な利用は絶対にはいけない。

**12月～ 平和**  
「平和への願い」  
せこへい像の作成に取り組んだ方の話を聞き、戦争・核のない世の中を願う思いをもつ。