

# 山形大学附属小学校（山形県）

## 1) 活動の目的及び教育上の位置付け

現行の小学校学習指導要領・理科で示されている内容A物質・エネルギーについて、それぞれの学習内容で出会う事象を理解するだけでなく、基本となるエネルギー概念を形成できるようにしたい。そのために、子どもたちが「エネルギーとは、ものが仕事をする能力である」という見方・考え方を働かせてさまざまな事象を考えることで、目で見ることができないエネルギーの仕事の仕方や仕事をする時の条件の違いなどに気付いていくことができるようになることを目指した。そうすることで、これまで小学校の理科の学習ではエネルギーの視点で捉えてこなかった事象にも、エネルギーの存在を実感し、エネルギーの変換と保存が行われていることに気付いていくことができるようになることを考えた。また、物体がエネルギーをもっているという概念を働かせることは、例えば、近年増加する水が原因となる自然災害についても理解を深めていくことができることに加え、水力発電のように有効に利用していることについても理解を深めることができるようになることを考えた。

そこで、以下のように各学年で単元を計画した。授業の実施に当たっては、担当者から理科の授業を行う指導者にねらいを伝え、学年に応じたエネルギー概念を形成することを目指した。

学年・単元名	○主なねらい ・子どもに獲得させたいエネルギー概念
第5学年 流れる水の働きと大地の変化	<p>○流れる水がもつエネルギーが「浸食・運搬・堆積」の事象と関わっていることを理解する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・水の量が多く、その速さが大きいほどエネルギーが大きくなり浸食・運搬の働きが大きくなること。</li> <li>・水の流れの速さが遅くなると、運搬するエネルギーが弱まり、堆積が起こること。</li> <li>・自然災害に対応する防災を考える際には、水や水と共に流れる物がもつエネルギーを受け流したり、エネルギーを削いだりするような設備が必要であること。</li> </ul>
第5学年 振り子の運動	<p>○振り子の運動の学習に自由落下運動と斜面を転がる物体の運動、振り子の衝突運動を取り入れることで、振り子の等時性だけでなく、物体の「重さ」と「位置（高さ）」によるエネルギーとそのエネルギーの変換と保存について理解する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・物体の重さは速さに関係しないこと。</li> <li>・振り子の周期には関係しなかった「重さ」と「位置（高さ）」は振り子のもつエネルギーに関係していること。</li> <li>・振り子のおもりがもっているエネルギーは、そのまま保存されること。</li> </ul>
第6学年 電気の利用・エネルギーのベストミックス	<p>○電気のエネルギーは、その他の様々なものがもつエネルギーを変換することによって得られていることを理解する。</p> <p>○さまざまな発電の中からその地域環境に適した発電を考える「エネルギーのベストミックス」について学ぶ。</p> <p>○エネルギーの地産地消を考える。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・エネルギーのベストミックスとは、石油、石炭、原子力、再生可能エネルギーなど異なるエネルギー源を組み合わせ、バランスよく電力を供給すること。</li> </ul>

- ・小型電力発電には利点と欠点があること。
- ・地域に適した再生可能エネルギーがあること。
- ・地域の環境に合わせた発電の在り方を考える必要があること。

## 2) 具体的な学習・活動と教育活動費の利用内容

具体的な学習場面では、物体がもつエネルギーと私たちの生活のつながりを考えることの2つを重点にして取り組んだ。各学年でエネルギー概念を豊かにしていくために、それまでのエネルギー分野の学習で積み上げてきた基本的な考えを子どもと振り返り、活用しながら学習を進めた。

### ① 第5学年「流れる水の働きと大地の変化」から

第5学年の「流れる水の働きと大地の変化」の学習では、「浸食・運搬・堆積」の事象を、水がもつエネルギーの大きさという視点で考えた。これまで本校にあった流水実験機よりも大型の「流水の働き実験機」を使うことで、水がその勢いに応じて上流から下流に向けて浸食・運搬・堆積の3つの事象を引き起こすことを観察することができた。角度を付けてより高い位置から水を流すことでこの3つの事象の変化が大きくなること、角度は同じでも水量が増加することで変化が大きくなることを学習することができた。流す前の容器に入った水が高い位置にあるほど、大きなエネルギーをもつという理解することができた。

実験では、「浸食・運搬・堆積」の事象をより視覚的に捉えることができるようにするために、溝の両脇に蛍光色のチョークを砕いた粉を置き、爪楊枝を刺しておいた。

令和6年度、山形県は豪雨災害に見舞われた年だった。この学習に合わせて、最上川の雨量が増加し堤防の決壊が起きた戸沢村を取り上げた。そうしたことで、モデル実験機で行った実験・観察が実際の河川の規模で起きたときに地域の住民の生活に及ぼす影響の大きさを理解することができた。戸沢村は、社会科の学習でも日頃から洪水対策に力を入れていることを学習していたこともあり、安全・安心を兼ね備えた対策の難しさを考えるきっかけとなった。



### ② 第5学年「振り子の運動」から

振り子の運動を学習する前の子どもも多くは、振り子の周期性に関する素朴概念として、「重さは速さに関係する」や「高さが周期に関係する」といった誤概念をもっていることが多い。振り子の等時性が振り子の「長さ」に関係することと、物体の「重さ」や「高さ（位置）」は、物体がもつエネルギーの大きさに関係することについて、正しい理解をすることができるようにするために、振り子の学習に入る前に自由落下の運動と斜面を転がる物体の運動について学習し、単元の終盤に振り子の衝突運動に関する学習を取り入れることにした。

まず、子どもたちに重さの異なる金属、プラスチック、木の球を同じ高さから落としたとき

に、床に到達する順番はどのようになるか尋ねた。すると、「重い金属の球の方が先に床に落ちると思う。」という考えが出された。また、「重い方が空気抵抗を受けないから、金属の方がプラスチックと木の球よりも早く落ちる。」という考えも出された。実際に、球を落としてみると、床に到達するタイミングに差はなかった。予想と異なる現象に不思議がる子どもが多かったため、より高い位置から球を落とした実験動画を視聴した。(NHK for School から「重さが違う物の自由落下—中学」)映像から球の落ちる距離が長くなっても、地面に到達するタイミングは変わらないことが分かった。これらの事実から、子どもと「ものが落ちる速さに重さは関係がない」と結論を出した。

このことを元に、次は斜面で球が転がる現象について考える場を設けた。子どもたちに、衝突実験機を提示し、体積が同じで重さの異なる金属、プラスチック、木の球(重さはこの順に軽くなる)を同じ高さから転がしたときに、斜面の終わりの位置での速さに違いが出るかを問いかけた。すると、意見が分れた。

前回の、自由落下の映像で「ものが落ちる速さに重さは関係がない」と結論づけたことを根拠に、「重さは球が落ちるときの速さに関係しなかった。だから、それは斜面になっても同じで、重さは関係しないと思う。」という意見が出された。一方で、「ウォーターライダーでは、体が大きくて重い人の方が、スピードが出ていると思う。」という実体験を元にした考えが出された。

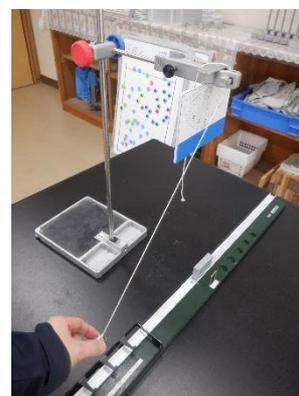
衝突実験機とビースピv(速度測定器)を用い、変える条件を球の重さ、変えない条件を、球を離す高さとして実験を行った。班ごとに実験を行い、平均の速度を求めた。すると、3種類の球の速度に差は表われなかった。このことから「ものが斜面を転がる速さにも重さは関係がない」と結論づけた。



自由落下の運動と斜面を転がる物体の運動について学習した後に、「振り子の運動」へと学習を進めた。振り子で変えることができる条件は、①球の重さ、②振り子の長さ、③振り子を離す高さの3つがある。子どもたちは、それまでの学習から「振り子でも、球を落としたときや斜面を転がしたときと同じで、重さは関係がないのではないか。」という予想を立てて学習を進めた。そして、条件制御を行った実験を経て、振り子の周期には、②振り子の長さが関係すると結論づけた。

自由落下の運動、斜面で転がる物体の運動、振り子の運動の実験を行い、重さは速さに影響しないことを捉えた子どもたちに、「重さは何にも関係しない、何にも影響を出さないものなのでしょうか。」と問いかけた。すると、「威力は違う。」という発言があった。「速さは同じかもしれないが、ものに当たったときの衝撃は重いものの方が大きい。重いものが床に落ちた方が、軽いものよりもへこむ。」ということだった。

この発言を受けて、振り子と衝突実験機を組み合わせ、振り子の最下点に衝突用ブロックを置いて、重さの異なる球をブロックに当てる実験をした。同じ高さから球を離し、重い金属の方がブロックの移動距離が大きくなることが分かった。



同様に、振り子の周期に影響を与えなかった高さについても実験を行った。ここでは、金属の玉を用いて、2つの高さから手を離した。そして、高い所から手を離した球の方がブロックを大きく移動させることが分かった。

これらの実験後、振り子の運動を周期で捉えるときに関係することは「振り子の長さ」、振り

子の球がもつエネルギーの大きさに関係することは、「重さ」「高さ」であることをまとめ、学習を終えた。

③ 第6学年「電気の利用・エネルギーのベストミックス」から

この実践は、エネルギー教育支援事業 2023 で行った実践の追試である。異なる学習経験をもつ子どもでも同様の学習効果を生み出すことができるのかを検証したいと考えて行った。

単元の流れは、以下の通りである。

① 経済産業省環境エネルギー庁の資料から、山形県は全国的に見ても大規模な発電所をもたない数少ない県であることを知る。

② NHK for school と電気事業連合会「SDGs×電気」の資料を活用し、火力発電（石炭・石油・LNG）、原子力発電、水力発電、太陽光発電、風力発電、地熱発電のメリット、デメリット、立地条件、二酸化炭素排出量（発電時）、発電費用について学習する。

この学習の際、2023 年のエネルギー教育支援事業で購入した火力・水力発電実験機を活用して、蒸気や水の運動がタービンの運動に変わり、モーターで発電されることを理解するとともに、原子力発電も同様に蒸気でタービンを回転させて発電していることを学習する。

③ ②の学習をもとに、「もし自分が山形県の電力を担う電力会社の社長になったら、どの種類の発電所を、どこに、どれだけ建設するか。」という課題について、エネルギーのベストミックスを考える。

<手順>

(i) 授業者が作成したスプレッドシートを使い、山形県 40 万世帯の電力をまかなうための発電所の組み合わせを考える。

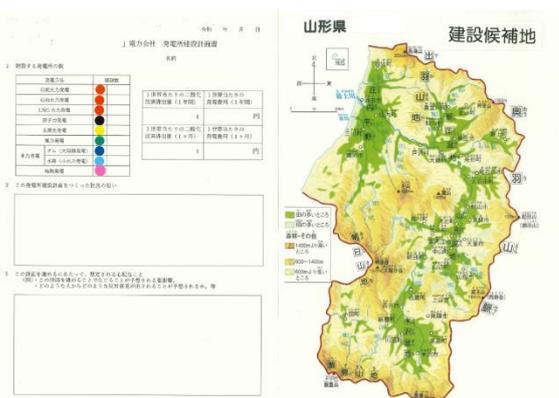
(ii) 山形県の地形や人口分布、景観などの様々な情報から発電所の建設場所を決め、地図上にプロットする。

(iii) 社長として考えたプランのアピールポイントと懸念される反対意見を発電所建設計画書にまとめる。

※ (i) ~ (iii) は、子どもが自由に進んだり戻ったりして自分のベストミックスを考えることを大切にす。

発電方法	発電設備建設費が払える年数(単位: 年)	二酸化炭素排出量(1世帯1年あたり)(単位: t)	発電費用(1世帯1年あたり)(単位: 円)	建設する総容量(100MW)	電力が足りなくなる(単位: t)	建設される二酸化炭素排出量(単位: t)	発電費用(1世帯1年あたり)(単位: 円)
石炭火力発電	120,000	5.6	80,363	0 世帯	0 t	0 円	0 円
石油火力発電	120,000	4.5	171,654	0 世帯	0 t	0 円	0 円
LNG火力発電	120,000	2.4	68,799	0 世帯	0 t	0 円	0 円
原子力発電	300,000	0.0	73,933	0 世帯	0 t	0 円	0 円
太陽光発電	460	0.0	82,934	0 世帯	0 t	0 円	0 円
風力発電	1,500	0.0	127,294	0 世帯	0 t	0 円	0 円
水力発電 (全流)	33,000	0.0	79,876	0 世帯	0 t	0 円	0 円
水力発電 (全流)	500	0.0	126,589	0 世帯	0 t	0 円	0 円
地熱発電	20,000	0.0	197,364	0 世帯	0 t	0 円	0 円
合計							

スプレッドシート（原版）



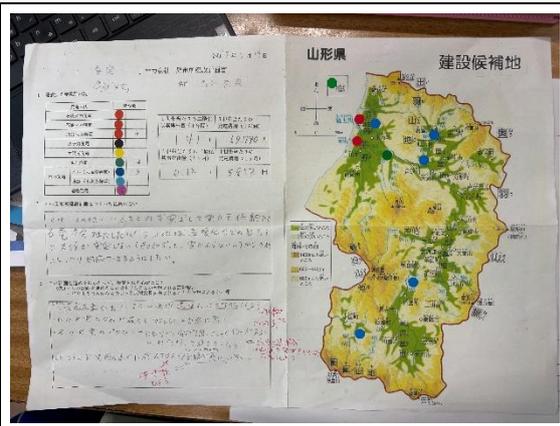
発電所建設計画書

④ 子ども同士で計画を評価し合う。評価は、「山形県の住民の一人として、その計画に何%賛成できるか」という視点で行う。

学習を進めると、2023 年度と同様に、子どもたちは、一人の山形県民として安心・安全、電力の安定供給、発電コストなどの経済性、万が一の事故が起こった場合の影響、環境負荷といった視点で、何度も計画を練り直す姿が見られた。



発電所建設計画書を見合い、評価をしている様子。



**A児の発電所建設計画書**

- ・ LNG火力発電 . . . . . 2基
- ・ 風力発電 . . . . . 4基
- ・ 水力発電(大規模発電) . . . 1基
- ・ 水力発電(小水力発電) . . . 2基

**<A児の思い>**

どうしても、火力を使わずに二酸化炭素0はできなかつた。せめて一番環境によく、また、発電費用も安く安定できるLNGにした。残ったものは(足りない分は)、ダム、水路など環境にいいものでうめました。

**<A児が考えた心配なこと>**

- ・ これでも少なくしたけど、やはり出てしまう二酸化炭素。さらに穴埋めで使ったものは、安定して供給できなく、さらにLNGが無くなってしまう時がいつかはくる。

**<A児が考えた予想される反対意見>**

- ・ 二酸化炭素の排出と資源の使用。

**B児の発電所建設計画書**

- ・ LNG火力発電 . . . . . 2基
- ・ 風力発電 . . . . . 2基
- ・ 水力発電(大規模発電) . . . 5基

**<B児の思い>**

天候、その他に左右されずに安定して電力を供給できる電力会社になりたい！今は地球温暖化などの影響で天候が安定しない(雨が降らない)からそれにしっかり対応できるようにしたい。

**<B児が考えた心配なこと>**

- ・ LNG発電は二酸化炭素が出てしまう。  
→地球温暖化につながってしまう。
- ・ 水力発電のダムが森、山を切り開く。  
→自然に悪い。
- ・ 風力発電のプロペラ  
→台風などの強すぎる風や土砂崩れがあると壊れてしまう。景観をそこなう。

**<B児が考えた予想される反対意見>**

- ・ LNG発電火力発電所近くの住人  
→景観が悪い。煙がけむい。

2023年度、2024年度と継続して実践をしたことで、子どもたちはさまざまな発電の中からその地域環境に適した発電を考える「エネルギーのベストミックス」について、当事者意識をもって学びを進めることができることが分かった。発電の種類だけでなく、メリット、デメリット、立地条件、二酸化炭素排出量（発電時）、発電費用について学習したことで、電気エネルギーを安定的に供給するためには、様々な視点をもって検討し総合的に判断することが大切になることを実感することができた。

### 3) 学習・活動を通じての成果・効果

本校では、今回報告にまとめた実践はもちろん、その他のエネルギー領域の学習でも「エネルギーとは、ものが仕事をする能力である」という見方・考え方を働かせてさまざまな事象を学習している。

この学習経験の積み上げによって、目で見ることができないエネルギーの仕事の仕方や仕事をする時の条件の違いなどを捉えることができるようになってきた。

第5学年の「流れる水の働きと大地の変化」の学習では、「浸食・運搬・堆積」という事象だけでなく、流れる水がもつエネルギーの存在を捉えることができた。同じく第5学年の「振り子の運動」の学習では、単元の中に自由落下の運動、斜面を転がる物体の運動を組み込むことで、周期に影響を及ぼさない振り子の重さと高さをエネルギーという視点で捉えることができた。第6学年の「電気の利用・エネルギーのベストミックス」では、4年間のエネルギー領域の集大成として、自分たちの身の回りにあるエネルギー問題について当事者意識をもって考えることができた。絶対の正解がない問題にそれまでの学習を総動員して納得解を導く経験をつむことができた。

このようにして自分のエネルギー概念を更新させた子どもたちは、今後も目で見ることができないエネルギーについて興味・関心をもち、当事者として関わっていくことができると考えている。

### 4) 2025年度以降の活動計画や方向性

数年間の授業実践により、子どもたちが目で見ることができないエネルギーを捉えること、エネルギーは変換と保存ができること、資源を有効利用することが必要であることを理解することができると分かってきた。

しかし、エネルギーの学習に系統性をもたせること、エネルギーを一体として捉えるカリキュラムをつくることには難しさを感じる場所がある。それは、小学校の4年間で扱うエネルギーの種類は、風・ゴム・光・音・磁石・電気・振り子・電磁石・てこ、と多岐にわたるためである。

教師は、子どもがこれらの多岐にわたる学習内容に向かう際、常に「エネルギーは、物体が仕事をする能力」という見方・考え方を子どもが働かせて考えることができるよう働きかける必要があり、その中で、エネルギーは変換と保存ができることを捉えることができるようにする必要があるのである。そうすることで、エネルギーを一つ一つ別のものと捉えず、一体として捉えるエネルギー概念を育むことができるようになると思う。

今後も授業実践を積み重ね、小学校の4年間を通して積み上げることができるエネルギー概念の実像を整理し、よりよいカリキュラムをつくっていきたい。