

## 確かな学力の育成

### — エネルギー教育に視点をあてた生活科・理科のカリキュラム開発 (Ⅲ) —

内藤 博愛 中田 晋介 小川 麻貴 柴 一実  
前原 俊信 山崎 敬人

#### 1. はじめに

中央教育審議会経過報告(2006)によれば、「理科においては、粒子やエネルギーなどの基本的な概念について、実生活と関連づけたり、体験したりして理解することが重要である<sup>1)</sup>」とされ、また、生活科においても「中学年以降の理科の学習を視野に入れて子どもが自然事象について、知的好奇心を高め科学的な認識の基礎を養う」ことが指摘されている。この2点は、小学校教育の生活科、理科において低学年から中高学年に至るカリキュラムの一貫性が求められていると考えられる。その一貫性の内実の1つは、生活科が実生活と関連づけたり、体験したりして理解することを重視している点を踏まえた理科の構築であり、もう1つは、粒子概念やエネルギー概念等における低学年からの自然認識の系統性の確立であるといえる。こうした点は、例えばエネルギー教育としての実践例が紹介されているものの<sup>2)</sup>、十分な検討がなされてきていない。そこで、エネルギー概念の育成を中心としたエネルギー教育を取り入れた生活科・理科のカリキュラム開発を目的とした3カ年研究プロジェクトを立ち上げるに至った。

本研究プロジェクトの1年目である一昨年度の研究では、2点について報告した。1点目は、生活科及び理科において力学的エネルギーに関する教材の事例的検討である。今日のエネルギー教育の動向を踏まえ、力学的エネルギーの概念と環境教育とを連携する授業実践を試行し、その検討を行った。2点目は、核エネルギーに関する今日的情勢を踏まえ教材化するための資料収集をまとめた。具体的には、原子力発電所の現地取材で得られたデータをまとめている。本研究プロジェクトの2年目である昨年度の研究では、生活科及び理科において力学的エネルギー、光エネルギー、太陽エネルギーに関する教材の事例的検討を行った。こ

の2年間の成果と研究計画を基に今年度の研究では、生活科及び理科においてのエネルギーに関する教材の事例検討を行い、生活科及び理科におけるエネルギーに関する関連図を示すことにする。

#### 2. 生活科における実践

(1) 単 元 風車をつくろう

(2) 学 年 第1学年

(3) 指導目標

- よくまわる風車づくりを意欲的に行うことができる。
- よくまわる風車を厚紙、はさみ、ホッチキスなどを使い、製作することができる。
- よくまわる風車をつくるためには、羽の枚数や羽の折り目の向きを工夫すればよいことに気付くことができる。

(4) 指導計画

- 第1次 いろいろな風車を回してみ、学習の方向性を話し合う。……………1 (本時)
- 第2次 風車を製作したり、友達どうし風車を見合ったりする。……………4
- 第3次 風車で遊び、学習のまとめをする。……………1

(5) 教材開発の視点

風車がくるくる回る様子は子ども達を飽きさせない。

子ども達は風車と出会えば、回してみたい、作ってみたいと気持ちを高める。そして自然に「くるくる回る風車を作りたい」という願いを持つ。

本単元では教師が準備したいろいろな風車で遊ばせた体験を基に自分達も風車を作ろう、そのためには羽の向き等を気を付けなければならないぞ、というある程度の製作の見通しを持たせた上で製作させる。特に羽を折り曲げることによって、少しの力で効率よく羽

を回すことができることに気付かせることを大切に  
する。これはエネルギーの効率性についての見方や考  
え方の素地にもなり、風車というおもちゃが秘めて  
いる教材の価値である。この価値に自然な形で迫  
ることができるように特に導入部分における風車  
との出会わせ方を大切にする。

### (6) 授業の実際

子ども達に同じ風車でも羽の枚数や折り目の向  
きによって回る様子が全く違うことに気付か  
せるために、まずは二つの風車を見せた。

一つは折り目のない風車、もう一つは適切に  
折り目を入れている風車である。

折り目のことは触れずに子ども達に前で、  
風車を回してみせる。まずは折り目のついて  
いる方。子ども達は歓声をあげる。次にも  
う一つ、折り目のついていない方。何度回  
してもうまく回らない。子ども達は座った  
まま次々にその理由を推察する言葉を述べて  
いく。

C 先生、そっちの風車は折り目がないから  
回らないんだよ。

C 最初に回した方は回っていたでしょ。そ  
れは折り目がついていた。

T たぶん、先生の回し方が下手だったと思  
うから、もう一度やってみるよ。

T 演示：回らない

T だれか、これ回してみたい人！

C 挙手多数。

C 演示：回らない。折り目のついてい  
る方は回る。

C 回し方が悪いからじゃないと思  
います。

C 何度やっても折り目がない方は回  
りません。

C 折り目のところで風を受け止めて  
いる。

C 折り目がなければ風が逃げてい  
く。

このようなやりとりを通して、同じ風車でも  
折り目によって回り方が異なってくることを  
取り出すことができた。

そこで次に約40本のいろいろな形状の風  
車を見せた。置いただけで空調による微風  
でさえ回っているものもある。教師は、教  
室の四方に置いた扇風機のところで回して  
もいいことを告げると、子ども達は歓声  
を上げ、早速回し始める。

それぞれどのチームにも、回りやすい風  
車と回りにくい風車をそれとなく提供して  
いる。

「これ、折り目がないから回らないと思  
う」「これ、折り目が同じ向きではないけど、  
回るかなあ」等言い合いながら扇風機の前  
で風車が回る様子を食い入るように見つ  
める子ども達。最初は、回りやすい風車  
を選んでいたが、回りにくそうな風車は  
本当に回らないのか、確かめる姿もみ  
られた。子ども達は回しながら、「先生、

自分達も風車を作りたい」と口々に言  
いだし、そのために必要な材料を取り出  
し、学習の方向性を導くことができた。

### (7) 考察

以下は本時終了後のT男の感想である。

つぎのじか  
んから、かざ  
ぐるまをつ  
くれるので、  
うれしいで  
す。ほくは、  
もうコツが  
わかりまし  
た。はねの  
すこしのと



ころをおり  
まげるとか  
ざぐるまは  
くるくるま  
わります。  
はねは4まい  
のか、8まい  
のをつくっ  
てみたいです。  
はねがぶあ  
つすぎても  
うまくまわ  
りません。つ  
ぎがまちど  
おしいです。

比較することで対象の特徴をとらえることが  
できる。今回は回りやすい風車と回りにくい  
風車を教師の提示から自然な形で比較する  
ことによって、子ども達はよく回る風車  
の特徴に気付くことができた。次時以降  
の製作活動において子ども達は、自分が  
作った風車がうまく回らなかった時、吹  
きかける息を強くして強引に回そうとは  
せず、うまく回らない原因を風車の羽  
に向け、折り目の角度等を工夫していつ  
たことからこのことが伺える。つまり同  
じ風の力でも羽の折り目によって回転が  
速くなったり、全く回らなかったりする  
というエネルギーの効率についての原体  
験を風車を製作する中で遂げたと見え  
る。

なお、新学習指導要領、理科では第3  
学年で風でうごくものを取り扱うこと  
となっているが、エネルギー教育とい  
う視点から生活科・理科のカリキュラ  
ムを考えた場合、生活科で一度、あれ  
これいろいろな風車を作ってふんだんに  
遊ぶという体験をさせ、素地を耕した  
上で第3学年の理科で、もう一度取り  
扱うという学習が有効であると考え  
る。

### 3. 理科における実践 (中学年)

(1) 単 元 電気のはたらき

(2) 学 年 第4学年

(3) 指導目標

○ 電気の働きに興味をもって実験を行  
ったり、電気をうみだすエネルギー源  
や身の回りの自然環境を見

直したりしようとする。

- 電流の向きや強さと電気の働きを関係付けて考えたり、乾電池と光電池との違いに着目してそれぞれの良さを考えたりする。
- 乾電池のつなぎ方や数を変えたり、光電池の向きを変えたりして、電気の働きの変化を調べることができる。また、自分の考えをまとめるために、言葉だけではなく絵や図を使って表現することができる。
- 乾電池を直列につなぐと回路に流れる電流が強くなり豆電球の明るさやモーターの回る速さが増すことや、乾電池の向きを変えると電流の向きが変わりモーターの回る向きが変わること、電流は乾電池の+極から-極に流れることがわかる。また、光電池は、光が当たると電気を起こし、光の当て方によって電流の強さが変わることがわかる。

#### (4) 指導計画 (全13時間)

- 第1次 豆電球をつけよう・・・・・・・・・・・・・4
- 第2次 モーターを回そう・・・・・・・・・・・・・4
- 第3次 光で豆電球をつけよう  
光でモーターを回そう・・・3 (本時3/3)
- 第4次 やってみよう つくってみよう!・・・・・・2

#### (5) 教材開発の視点

本単元のねらいは、乾電池や光電池に豆電球やモーターなどをつなぎ、乾電池や光電池の働きを調べ、電気の働きについての見方や考え方を培うことである。

第3学年において、電気の回路について学習しており、回路ができると電気が通り、電気のはたらきがおこることがわかっている。第4学年ではさらに、電気のはたらきは電流の強さや向きと関連していることや、光電池は光が当たると電気を起こすことを学習する。

そこで、光電池についても学習するこの単元をエネルギーの素となるものに着目する場としたいと考えた。乾電池だけではなく光電池も電気の素になることを知り、太陽光発電が様々な場所で取り入れられていると再確認することで、これからのエネルギー供給の方策について考えようとする意欲をかきたて、身近な自然環境に目を向けようとする態度を育てたい。なお、乾電池に変わる電気の素として光電池、手回し発電機を取り上げることとした。

#### (6) 授業の実際

前時で、「光でモーターを回そう!!～光電池ってどんなものだろうか?～」と題し、光電池が光によって電気を起こすことや豆電球の明るさ・モーターの回転速度と光の当て方との関係について学習した。また、光電池を取り上げるにあたっては、校内に設置されて

いる太陽光発電設備についても見学を行った。

本時では、「乾電池や光電池以外にも“電気のもと”はあるのだろうか。」ということで、これからのエネルギー供給について考える場とした。

エネルギーの素を考えると、まずは子どもたちに“反対の現象”を考えさせるようにした。電気で電球が光ることと反対の現象が起こる光電池について想起したあと日常生活で見られる電化製品は電気によってどのような現象を起こしているか想起させ、その後、電気が回転を起こすのなら、回転が電気を起こすのでは?という仮説を導き出した。そして、手回し発電機を使って実際にモーターカーを走らせる活動や豆電球を光らせる活動を行った。手回し発電機を回すことによって電気が生み出されていることを体験によって実感することが、今後のエネルギー供給の可能性を展望することにつながるのではないかと考えた。



手回し発電機を回すとモーターが回り、モーターカーが動く。手回し発電機の回す向きを反対にすると電流の流れる向きが変わりモーターカーの動く方向が変わる。子どもたちは自分たちが操作しただけ操作したようにモーターカーが動く、自分たちの動きと直結しているこの活動を楽しんでいた。

#### (7) 考察

新学習指導要領では、手回し発電機を発電・蓄電という観点で第6学年において取り扱うこととなっている。しかし、初めて光電池について学習するとき、少しでも発電に関する視野を広げるため、また、発電していることを実感できる操作をできるだけ繰り返し体験させることによってエネルギーに関する探究心の芽を育てるため、第4学年において光電池、手回し発電機を合わせて取り扱うこととした。

光電池や手回し発電機を使って電気を起こし豆電球やモーターを動かすという体験的な活動は、今まで単

に電化製品を動かすためには乾電池やコンセントに近づけばよいという感覚だったものが、乾電池やコンセントの中（先）で何が起きているのか、どのようにエネルギーを作り出しているのか、ということに目を向けるきっかけとなった。子どもたちは、光電池や手回し発電機は光の量や回す速度を変えると引き起こされる電気のはたらきの大きさが変わってくることから、「電気をたくさん起こすには電気の素がたくさんいる。」「光や回転は電気の素になる。」ということをとらえることができた。特に手回し発電機は自分がエネルギーを使って発電しているので、電気を起こすにはエネルギーがどれほど要るものなのか、ということも実感として理解することができた。

また、日常生活においても「今日は日がよくあたっている（太陽光発電で）いっぱい発電しているはずだ。」「曇りだから（太陽光発電による発電量が）少ない。（学校内の）電力が足りるだろうか？」「いざとなったら、自分たちで（手回し発電機を回して）電気を起こそう。」「（手回し発電機で）電気をたくさん起こそうと思ったらつかれそうだ。」などという発言がみられるようになった。

日常生活の中のエネルギー供給の方法にまで、視野が広がってきたといえる。そして、エネルギーは無尽蔵にあるものではないことにも気づくことができた。

今はまだ、エネルギー供給に関する課題や、より地球環境に反しない発電の方法について考えるには至らない。しかし、太陽光発電を身近に感じる経験や工夫次第で新たな発電方法を見つけ出すことができるかもしれないという楽観的な予測、エネルギーは無尽蔵ではないという危機感は、エネルギーを大切に、より環境に配慮した供給を望む姿勢につながるはずだと期待している。

#### 4. 理科における実践（高学年）

(1) 単 元 電磁石のはたらき

(2) 学 年 第6学年

##### (3) 指導目標

- 課題をもって、電磁石のはたらきを調べることで、電磁石についての自分の考えが強化されたり、修正されたりしたことに気付くことができる。
- 電磁石のはたらきを調べたり、友だちと考えを交流したりすることができる。
- 電流と磁気との関係がわかり、電磁石のはたらきについて調べることで、電磁石について考えをもつことができる。

##### (4) 指導計画（全16時間）

第1次 磁石の性質・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 2

第2次 電磁石づくり・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 2

第3次 電流量と磁力・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 2

第4次 コイルの巻き数と磁力・・・・・・・・・・・・・・・・ 2

第5次 電磁石の応用・・・・・・・・・・・・・・ 5（本時4／5）

第6次 ものづくり・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 3

#### (5) 教材開発の視点

この単元の学習前に多くの子どもたちは、手回し発電機を用いて電気が起こることを既知っている。手回し発電機に電気を流してハンドルの部分が動く様子を見て、手回し発電機の中にモーターが入っていることも既知っている場合がある。よって多くの子どもたちは、モーターがあれば発電できると簡単に考えてしまう。しかし、現実には、子どもたちが作った2極モーターでは、ほとんど発電できない。

簡単に発電しているように見える手回し発電機のモーターには、多くの工夫がされている。これらの工夫を知ることで、はじめてエネルギーの可逆性についての見方が深まるのではないかと考える。

電磁石単元の発展教材として作るモーターは2極モーターであるが、手回し発電機の中のモーターは3極モーターである。また、導線の太さも手回し発電機のモーターは、電気抵抗の関係からとても細い導線を使用している。更に、磁束密度を高めるために、モーターのまわりに鉄を使用し、磁束の回路を閉じる仕組みになっている。

運動から電気を起こすということは、簡単なように見えるが、そこには多くの工夫が必要である。簡単に発電できる道具が巷に溢れている現在、手回し発電機のハンドルを回せば、簡単に電気を起こすことができるという経験以上に、自分たちが作ったモーターでは、簡単に電気を起こすことができないという経験が大切ではないかと考える。

#### (6) 授業の実際

前時までには、可逆性について扱い、モーターを使用して豆電球や点電球で明かりが点灯することを確認している。その際、太陽電池用のモーターと市販のモーターの電気の起こり方の違いについて確認をしている。その後、内部の違いについても調べた。

本時では、自分たちが作ったモーターでも明かりをつけることができるのか調べ、モーターの構造とエネルギーの可逆性との関わりについて理解を深めることをねらいとしている。多くの子どもたちは、自分たちが作ったモーターでも、明かりをつけることが可能であると考えた。その理由として、「モーターとして動いたのだから、電気を起こすことができる。」「わずかではあるが、点電球なので、電気をつけることができる。」というものだった。明かりをつけない理由として、

「自分たちの作ったモーターは、9Vの電池でやっと動いたのだから、ほとんど電気を起こすことができない。」「少しの回転速度で電気を起こすときの条件で、エナメル線を細く長くするということがあったけど、私たちが作ったモーターは、市販のモーターや太陽電池用のモーターよりも、ずっと太いし、短い、軸もあまりそろっていないから、明かりはつかない。」「市販のモーターは3極モーターであり、少しの回転速度でたくさん電気を起こすことができた。自分たちが作ったモーターは2極モーターだから自分たちが作ったモーターでは明かりがつかない。」という意見があった。

実際に実験を行うと、点電球には明かりはつかなかった。そのことから、子どもたちは、明かりをつける程の電気を起こすことはできないが、わずかでも電気が起きているのではないかと考え、電流計につないで実験を行った。その結果、電流計の針は動き、わずかであるが、電気が起きていることに気づくことができた。

### (7) 考察

本時では、子どもたちは、市販のモーターと自作のモーターとの比較を通して、多くの工夫に気づくことができたと考える。

授業において、市販のモーターと比較し、「巻き方の違い」「エナメル線の太さ」「エナメル線の長さ」「軸の傾き」「極の数」「磁束密度」に注目した発言が見られた。効率の良いモーターとなる上での構造上の特徴は、全て授業において挙げられ検討された。また、次時において発電所の発電機の構造について触れたが、本時で見てきたようなことが基本となり多くの電気を起こす工夫がされていることに気づくことができた。更に授業後に、色々なモーターの仕組みを調べたり、3極モーター作りに取り組む子どもの姿が見られたりした。

自作のモーターと身近なモーターとの比較を行うことによって子どもたちの興味や関心は高められたと考えることができる。

授業の中で「電気エネルギー」が「運動エネルギー」になるのだから、反対の「運動エネルギー」が「電気エネルギー」になると発言した子どもがいた。また、

全ての子どもが自作のモーターでも微量の電気が起きると考えていた。これらのことから、本時までには経験したモーターとの関わりの中で可逆性についての概念を形成していると考えられることができる。

また、ある子どもは、ノートに「運動エネルギーが100%電気エネルギーに変換されるわけではない。モーターの構造によって50%だったり10%だったりする。モーターの効率を良くしていくことが必要だと思う。」と変換効率について記述していた。

このモーターの学習から、エネルギーの効率性にまで子どもの見方が広がったことがわかる。

### 5. エネルギーのカリキュラムについて

生活科及び理科におけるエネルギーと関係する単元とエネルギーとの関わりを示すと表1、図1のように表すことができる。

このことから、各学年において核エネルギー以外の各エネルギーについて扱うことが可能である。しかし、表1に見るように、第1学年、第2学年では、力学的エネルギー以外について触れる機会がない。また、中学年以上でも、各エネルギーについての扱いに差がある。

今回の研究において、生活科や中学年理科においてエネルギーに視点をあてた見方の素地を培うことが可

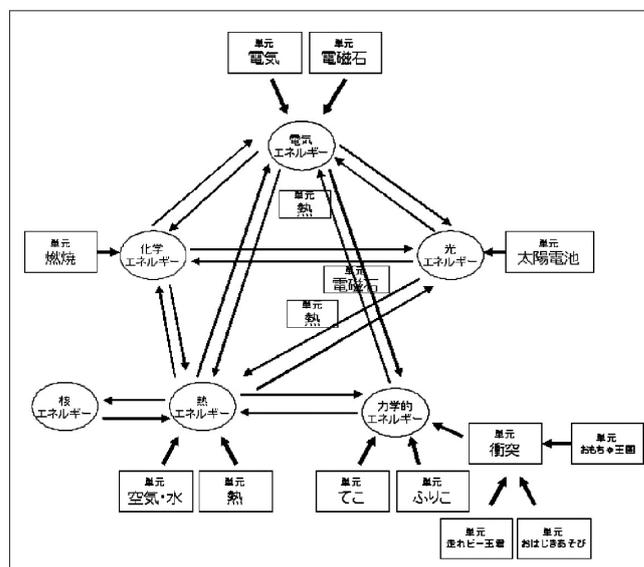


図1 エネルギーと単元との関係

表1 エネルギーと学年毎の単元との関係

	第1学年	第2学年	第3学年	第4学年	第5学年	第6学年
電気エネルギー			電気	電気		電磁石
光エネルギー			光	太陽電気		
化学エネルギー						燃焼
熱エネルギー				空気・水・熱		
力学的エネルギー	おもちゃ王国	走れビー玉君・おはじき遊び			てこ・ふりこ・衝突	

能であることが示された。また、低学年や中学年においてエネルギーに視点をあてた実践を行うことは、概念の形成が困難であるエネルギー概念を形成していく上で重要な位置を占めると考えられる。今後は、各学年において網羅的に扱えるように、単元の構成だけでなく、各単元間のつながり、系統を意識した実践が必要になるだろう。特に低学年・中学年での単元開発が必要であると考え。

## 6. おわりに

部分的であってもいくつかの種類のエネ​​ルギーを取り上げ、生活科と理科においてエネルギーと環境教育のカリキュラム上のあり方が提言できるようにすることが本研究の目的であった。研究プロジェクトとしては、その目的が達成されたととらえている。今後の課題としては、各学年で扱われていないエネルギーについて、どのように組み込んでいくのか。その際、生活科や理科において新たな単元を開発するのか、それとも総合的な学習の時間や他教科との関わりにおいて補完していくのか、更に検討が必要である。また、学校における学習だけではなく、日常の生活の中にエネルギーの概念や省エネ、環境問題といった今日、世界が抱える問題に目を向ける姿勢を育てていくことが、現在の子どもには必要である。今後は、学校教育全体を考えたエネルギー教育に視点をあてたカリキュラムについて研究を行っていく必要があるのではないだろうか。

### 註および参考・引用文献

1) 文部科学省 (2006) [http://www.mext.go.jp/b\\_](http://www.mext.go.jp/b_)

[me nu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/06021401.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/06021401.htm)

2) 最近のエネルギーに関する文献には、以下のものが見受けられる。

寺本潔・山田綾編著, エネルギーを軸にした総合学習, 明治図書, 2002.

佐島群巳・高山博之・山下宏文編, エネルギー環境教育の学習用教材 小学校編, 国土社, 2004.

佐島群巳・高山博之・山下宏文編, エネルギー環境教育の学習用教材 中学校編, 国土社, 2004.

電気新聞編, エネルギー・環境教育の時代, (社)日本電気教会新聞部, 2004.

佐島群巳・高山博之・山下宏文編, エネルギー環境教育の理論と実践, 国土社, 2005.

エネルギー&環境学習フォーラム編, 身近に引き寄せるエネルギーの授業, 明治図書, 2005.

エネルギー教育全国協議会 <http://www.eneducation.jp/index.html>

上記の他、関連した外国の取り組みとして、1990年代からSTS教育が紹介されている。例えば、

小川正賢監修, 科学・技術・社会 (STS) を考える, 東洋館出版社, 1993.

小川正賢, 序説STS教育 市民のための科学技術教育とは, 東洋館出版社, 1993.

野上智行・栗岡誠司編著, 「STS教育」理論と方法, 明治図書, 1997.

野上智行・稲垣成哲監訳, SATIS8-14 21世紀の授業, 大日本図書, 1999.

川村康文, STS教育読本, かもがわ出版, 2003.