

## 確かな学力の育成

### —エネルギー教育に視点を当てた生活科・理科のカリキュラム開発(2)—

岸 俊之 柴 一実 山崎 敬人 内藤 博愛

#### 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に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。

3カ年の研究計画は、次の通りである。まず、初年度である平成18年度においては、力学的エネルギーに関して、検討を行うことを計画している。具体的には、生活科及び理科における実践検討を行った。さらに、近年注目を集めている核エネルギーの教材化をめざして原子力発電所に行き、これからのエネルギー事情について視察を行った。平成19年度では、前年度に引き続き、実践を通じた検討を主たる作業とする。実践検討では、力学的エネルギー、光エネルギー、太陽エネルギーを扱った学習活動のプロセスに注目する。

本研究プロジェクトの1年目である昨年度の研究では、2点について報告した。1点めは、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点めは、核エネルギーに関する今日の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。この1年目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、光エネルギー、太陽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、その検討を行うものである。

#### 1 カリキュラム開発についての視点

##### (1) カリキュラム開発について

中央教育審議会(2006)によれば、人間力の向上を図る教育内容の改善として、理数教育の改善について述べてあり、3つの観点(知識・技能の定着)(思考力・表現力等の育成)(学習意欲・学習習慣)が示され、観点全てに「実生活」との関わりについて触れている<sup>3)</sup>。

実生活との関わりが強調されている背景には、学校で獲得されたものが転移可能なものとして有効に働いていないことへの懸念がある。しかし、学校科学は、日常生活に転移せず、科学を学校型の知識に翻訳したものを教えても科学にはならない<sup>4)</sup>。このように考えるならば、実生活との関わりは、理科離れしている児童の興味や関心を高めたいという期待の表れではないだろうか。

また、審議会報告において「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、実生活と関連付けたり、体験したりして理解することが重要である。」<sup>5)</sup>(下線筆者)と記してある。実生活という言葉とともにエネルギーという言葉を用いていることから、エネルギーへの興味や関心を高めるだけでなくエ

エネルギー教育が必要であると考えられることができる。

児童の実生活とエネルギーについてリンクさせることがこれからの理科教育において求められていると捉えることができる。エネルギー教育の内容について広瀬(1995)<sup>6)</sup>は、第一に採るべき内容について、エネルギーとは何かを学習させることであり、その物理的な原理・原則を学習させる課程が必要であると述べている。第二の学習課程では、「エネルギー資源の問題」「資源の運搬、貯蔵の問題」「エネルギー変換技術の問題」「地球温暖化の問題」を取り上げるべきと述べている。

しかし、これまでに総合的な学習の時間などを利用して単発的にエネルギー環境教育について扱うことがあったかもしれないが、第一の学習課程と第二の学習課程をリンクさせた実践はまだまだ少ないのが現状である。小学校段階では、第一の学習課程も明確なものもない。それは、「エネルギー」という概念が児童にとって抽象的であり、理解が困難だと考えられていたためであろう。実際、科学史上で「エネルギー」の概念が発達したのは、18世紀頃であり、様々な現象を関連づけることで発展してきた捉え方である。そのため、様々な現象を学習している小学校の段階では、「エネルギー」概念が抽象的で捉えにくいものであることは当然のことである。しかし、児童は、「エネルギー」という言葉は日常言語として普段の生活の中でごく当たり前前に使用している。また、最近では、エネルギー問題についてテレビ報道で聞かない日はないほど、「エネルギー」という言葉は、身の回りに氾濫している。よって、「エネルギー」についての正確な概念形成は、困難であるが、審議会報告でも述べられているように小学校段階で「エネルギー」というものに意識を向けさせる必要がある。学年を経るにしたがって、初歩的なエネルギー変換などについて理解させる第一の学習課程を創造することにする。

また、理科の学習の範囲を超え、総合的な学習の時間などに行う第二の学習過程についても学年の系統を考えた新たな単元開発が必要である。具体的には、小学校低学年からでも取り組める身近な問題から、高学年でも考えることができる「エネルギー変換技術の問題」や「地球温暖化問題」など小学校での系統を考えた単元開発が必要である。

第一の学習課程と第二の学習課程はとても重要であるが、それを児童にとって有意義な学習にするためには、互いの課程間の関連を図る横断的な視野に立ったカリキュラム開発が必要である。長期的・横断的視野に立ち、第一の学習課程と第二の学習課程を繋ぐ、新たな課程を含めてカリキュラムを編成することが求め

られているだろう。

## (2) エネルギーについて

第一の学習課程で扱うとされているエネルギーの概念は、物理学で示されるエネルギーである。例えば、動いている物体が、他の物体に衝突して動かしたり、穴をあけたりするような仕事をする場合、つまり、物体が仕事をするのできる状態にある場合、その物体はエネルギーをもつと言う。そして、それを運動エネルギーと定義している。 $K = 1/2 mv^2$  (ただしK:運動エネルギー, m:物体の質量, v:物体速度)となる。また、高いところにある物体は、落下すると速度をもち、運動エネルギーをもつようになって、仕事をするようになる。したがって、この場合、高いところにある物体は、位置エネルギーをもっていると言う。 $U = mgh$  (ただしU:位置エネルギー, m:物体の質量, g:重力加速度, h:高さ)となる。この運動エネルギーと位置エネルギーとは力学的エネルギーと呼ばれ、保存則が成り立つ。この他に、エネルギーの種類としては、電気エネルギー、熱エネルギー、光エネルギー、化学エネルギーがある。さらに核エネルギーがある。このように、エネルギーには様々な形態が存在しているが、それぞれにエネルギーとしての特性を備えている。また、これらの多くのエネルギーは、何らかの機器を使用することで相互に変換することができる。例えば、光エネルギーは、太陽電池によって電気エネルギーに変換することができる。化学エネルギーは、乾電池によって電気エネルギーに変換される。また、電気エネルギーはモーターで力学的エネルギーに変換される。

こうした学問的なエネルギーという考え方に対して、第二の学習課程で必要とされているのは資源としてのエネルギーという考え方である。

エネルギー資源は2つに大別される。枯渇性資源と非枯渇性資源である。枯渇性資源は、言葉通り、いずれはなくなってしまう化石燃料(例えば、石油、石炭、天然ガスなど)や原子燃料(例えば、ウラン、トリウムなど)等が含まれる。石炭、石油、天然ガスは、古生物の化石を燃焼して熱や力を発生させる物質であることから化石燃料とされているが、今日、最も主要なエネルギー資源であり、長時間地球によってつくられてきた再生不可能なエネルギー資源である。原子力エネルギーは、ウランなどの物質の原子核分裂によって発生するエネルギーを指す。この原子力エネルギーの最も大きな特徴は、ごく少量の核燃料で莫大のエネルギーを取り出せることにある。とても効率がよいと言われている。さらに特徴的な点は、エネルギーを取り

出すのに、地球温暖化に関係する二酸化炭素などを発生させなくてすむということである。これもわたしたち人類にとって魅力的である。しかし、原子力エネルギーは、放射線の影響があり、現在のところ、放射線の異常発生及びその拡大防止対策、周辺環境への放射線物質の異常な放出防止対策などが考えられている。

非枯渇性資源は、再生可能なもので水力や太陽エネルギー（太陽熱や太陽光など）、潮汐エネルギーや地熱エネルギーも含まれる。近年、太陽エネルギー、地熱エネルギー、バイオエネルギー等は、注目されている新エネルギーである。太陽エネルギーは、時間帯によって、エネルギーが供給されないという欠点があり、効率の面で課題が残っている。地熱エネルギーは、地球内部の地殻・マントル・核のうち、上部マントルに岩石が解けた状態になったマグマだまりが源となっている。現在のところ、マグマだまりによって熱せられた熱水や水蒸気のエネルギーを利用している。バイオエネルギー（bioenergy）は、石油・石炭の化石燃料に対して、生きた燃料とも言われ、その種類は、大きく分けると、廃棄物系と栽培作物系とに分けられる。廃棄物系には、わら、もみ殻や家畜の糞尿、間伐材、おがくずなどの農林水産系のものと、下水汚泥や生ゴミ、廃油といった廃棄物が含まれる。栽培作物系では、例えば、サトウキビやトウモロコシなどが扱われている。この他には、風力発電や温度差エネルギー、雪氷熱利用もある。また、需要サイドの新エネルギーとして、燃料電池をはじめ、天然ガスコージェネレーション、クリーンエネルギー自動車の開発も挙げられる。

以上のようなエネルギーについての考え方を踏まえ、以下において具体的な実践を行い、検討することにする。

## 2 生活科における実践

### (1) 意識したい「系統の目」

筆者は、以下の考えを基にして、「昔遊び」に関わる生活科の単元開発を行っている。

例えば、昔遊びの一つである「おはじき遊び」は概ね「昔の遊びに挑戦しよう!」といった単元において、たくさんある昔遊びの中の一つとして位置づけられていることに疑問を持っている。まずは、このような昔遊びの単元構成の問題点を指摘しておかなくてはならない。端的に言えば、それは「ランチバイキング型」の単元構成といえる。「ランチバイキング型」の単元構成とは、私が名付けた、生活科の特徴的な単元構成の手法で、「したいことをしたいだけすればそれでよし」と評価を下す、あまりにも危険な単元構成のことである。

「昔遊び」の単元では、そのメニューの一つの「おはじき遊び」が気に入らなければ、「お手玉」や「はねつき」といった他のメニューに変わっても、「主体的に遊びを選び続ける子ども」として評価してもらえる可能性が非常に高いということである。まさにバイキング。好きな物を好きな量だけ食べることができる子ども達は、なるほど「楽しそう」であるが、果たして、付けるべき栄養がつくのだろうか、甚だ心もとない。

確かに「ランチバイキング型」で構成する生活科授業では、子ども達は自分が挑戦したい遊びを選びながら活動を展開していくであろう。その過程で、獲得する価値は「地域の人のあたたかさ」といったところか。しかし、「昔遊び本来のおもしろさ」を感じることができるか、甚だ心もとない。なぜなら、「昔遊びの本来のおもしろさ」を味わうためには、ある程度の「練習」「習熟」が要求されるからである。

子ども達は、「習熟」する前に、もっと「お手軽」な他のメニューを求める可能性がかなり高い確率で予想される。「おはじき遊び」の場合だと、今の子ども達は概して、おはじきを「はじく」という指の動作そのものができない。ねらった的に当て、それを落とす遊びをした生活経験そのものが決定的に欠けているのだ。

このように考えると、昔遊びを安易に「ランチバイキング型」の単元構成で行うことの危険性が見えてくる。つまり、子ども達が「はじく」ことに習熟する前に「おはじきは、おもしろくないから他の遊びにしよう」となってしまうのである。おはじきを極めることで、おはじき遊び本来のおもしろさにたどり着くことができるのに…と考えると、なんとも「もったいない」単元構成である。では、どうするのか。ここに「一つの単元では、おはじき遊びにしか取り扱わない」という「専門店型」の単元構成が登場する。

つまり、次のようにいうことができる。

「昔遊び」の単元を「ランチバイキング型」で貫くのではなくて「専門店型」の単元構成で貫くことが大切である。なぜなら、遊びを習熟することで、子ども達はその遊びに含まれている価値的な内容（おはじきあそびでいえば、「衝突」「作用・反作用」）を無理なく獲得することができるからである。

教師は遊びに含まれているこのような価値的な内容を見極めた上で、「遊び」を子ども達に出会わせなければならない。このように考えると生活科の教師は「系統の目」を持つことが大切になってくる。

本稿では、この考え方を受け、「ビー玉」を学習材とした実践を紹介する。

## (2) 実践例「はしれ ビー玉くん！」 第2学年

### ① ねらい

- ビー玉が長く転がる道を意欲的に作ることができる。
- ビー玉が長く転がる道を、雨樋、ホース、ダンボール、トイレットペーパーの芯、空き箱などの様々な材料を組み合わせ試行錯誤をしながらつくることのできる。
- 長く転がる道にするためには、スタート地点を高くすることや、傾斜を工夫すればよいことに気付くことができる。

### ② 学習材研究～「ビー玉」について～

#### ア 「やっちはいけない」ビー玉あそび

「昔の遊び」の一環で、屋外でビー玉遊びをしている実践を目にしたことがある。ねらった穴にビー玉を入れる遊びである。友達のビー玉に当てることのできるれば、何か「特典」があるようだ。大雑把に言えば、そんなルールのもと、活動していた。エネルギー教育の視点から考えたときに、このような学習活動は「衝突」の概念を獲得することができる原体験が含まれている。が、それだけである。「おはじき遊び」でも十分可能なことをビー玉でもやっているのだ。つまり、これだと「ビー玉」という素材の持つ魅力が半減する。「ビー玉」が、その魅力を存分に発揮できる「調理法」は「高いところから転がす」という活動を取り入れることに尽きる。なぜなら、これは「おはじき遊び」では学習することができない「位置エネルギー」「運動エネルギー」の概念の獲得に繋がる価値を含んでいるからである。

#### イ 転がるビー玉のおもしろさ

ビー玉が転がる。高いところから低いところへ。たったこれだけのことが子ども達は嬉しくてたまらない。ビー玉が止まりそうになると子ども達は「がんばれ！」と応援を始める。道を持ち上げて、なんとかして転がそうと知恵を出す。息を吹きかけて転がそうともする。ビー玉が転がるその様は、子ども達を全く飽きさせない。子ども達はビー玉を転がすという活動に熱中、没頭する。そのような魅力がビー玉にはある。

### ③ 活動の計画 (全15時間)

- 第一次 教師のつくったビー玉の道で遊び、学習計画について話し合う。……………①
- 第二次 自分達でビー玉の道をつくったり、作りなおしたりする。……………③
- 第三次 自分達がつくったビー玉の道のことを絵や言葉で表し、学習のまとめとする。……………①

### ④ 活動の実際

#### ア ビー玉の道づくりとの出会い

まずは、子ども達の前で私がビー玉の転がる道を雨樋やホースなどを使って作ってみせた。もちろん、準備万端にして「完成品」として子ども達に教師がつくったビー玉の道を見せてあげてもいいかもしれないが、私は鼻唄なんか歌いながら、組み合わせている様を見せてあげた。このようにしたのは、道を作る過程を目の当たりにすることで、子ども達の思考が活性化すると考えたからである。子ども達はあれこれ私に注文を出し始める。まずはM子が「それだと転がらないよ。」とムキになって言い始めた。その言葉に触発されて、他の子ども達は「もっと繋げて!」「あっちにある雨樋も使って!」とあれこれ注文を始める。「しめしめ」である。頃合を見計らい、子ども達に問いかけた。「ねえ、そしたら、みんなもこんなの作ってみない?」もう、子ども達は大笑。一気に活動は急展開。グループ決めの後、早速制作にとりかかった。雨樋やホースを組み合わせ、ビー玉が転がる道を作り出そうと没頭する。子ども達は、ごくごく自然に「ビー玉を長く走らせたい」という願いを持つのである。このようにして、無理のない形で子ども達にとって楽しみ、かつ価値のある課題、「ビー玉が長く転がる道をつくろう」が生まれた。

#### イ Y男の提案「天井から転がしたい!」

子ども達は経験的(滑り台での遊びなど)に「高いところからビー玉を転がせば、ビー玉は長く走ることができるのではないか」と考え、そのようなビー玉の道をつくろうとしていく。子ども達は最初は椅子や机の上をスタート地点とすることから始めた。けれど、ビー玉を転がすうちに、「先生、机の上に椅子をのせていいですか?」と聞いてくる。「えっ? どうして?」と聞き返すと、「だって、高いところから転がした方が、遠くまで転がるから」と答える。更に活動を進めていくと、Y男が「天井から転がしたいのですけど…」と私に相談に来た。机の上に椅子を載せて、前よりも遠くまで転がったという経験に基づいて、「もっと高いところから転がせば、もっと遠くまで転がるはずだ。」という仮説を立てているのだ。ここに第5学年で学習する「高ければ高いほど、エネルギーが大きくなる」「高ければ高いほど、転がる速さは速くなる」という位置エネルギーと運動エネルギーの概念を無理なく使いこなしている姿がある。

私はY男に促した。「そっか。そしたら、Y男くん、高いところから転がしたらどうか、みんなにお話してみる?」Y男はみんなに思いを伝える。子ども達はどのようにして天井からスタートさせるのか、お尋ねをする。「ビスと針金をうまく組み合わせたらなんとかなるかもしれない。」とY男は答える。その結果、Y

男のアイデアをどの班も取り入れ、天井からスタートさせることになった。

### ウ 熱中する子ども達

天井からスタートさせることは決まったものの、その制作はなかなか思い通りには進まない。けれど、子ども達は例えば、ホースとホースがはずれないような繋げ方、折り返し地点でビー玉が飛び出さない方法など、試行錯誤を通して、見つけていった。

例えば、ホースの「接合」の方法は、最初は子ども達は力業でガムテープをぐるぐる巻きにしていたのであるが、それでは時間とともに力が弱まり、結果はずれてしまう。そこで子ども達は、トイレトペーパーの芯をホースとホースの間に入れ込み、その接合面をガムテープで補強するというやり方を思いついた。

### エ ビー玉の道発表会

このように「失敗」を繰り返して、完成したビー玉の道。単元のまとめとして「ビー玉の道、発表会」を位置づけた。このときビー玉を転がす前に、どのような道をつくったのか、他のチームに説明する場を位置づけ、自分達がつくった道の特徴を言語化させた。子ども達は「最初は急な坂道なので、一気にスピードがつかます。次に向きが変わる場所で箱に当たるから、ここで少しスピードが落ちます。」というように、ただ「道」の紹介をするのではなく、ビー玉の速さに着目させながら、話していった。

### (3) 新指導要領では

新指導要領には生活科では「科学的な見方や考え方」という文言が入ってきそうである。

生活科の教師が大切にしなければならないことは「系統の目」について自覚的であることである。

## 3 理科における実践

### (1) 単元 光

### (2) 学年 第3学年

### (3) 指導目標

- 日なたと日かげのあたたかさの違いに興味を持ち、光について進んで調べようとする。
- 影の位置と光の位置の関係や光の性質を調べたりすることができる。
- 光はまっすぐ進むこと、鏡ではね返ること、レンズで集めることができること、また、光にはいろいろな色があり、はね返った色の光が目が届いているということが分かる。

### (4) 指導計画 (全11時間)

第一次 日なたと日かげについて調べよう。…4時間

第二次 光の進み方を調べよう。……………4時間

第三次 光の性質を調べよう。……………3時間

### (5) 単元について

日なたと日かげの学習においては、「光の明るさ」と「光のあたたかさ」の両方を扱うことになるが、これは、エネルギーでいえば「光エネルギー」と「熱エネルギー」の2つのエネルギーを同時に学習することになる。具体的には、遮るものがない場合、光は直進し続けること、光は鏡などによってはね返ること、光を重ねると明るさと暖かさが増すこと、光は集めることができること、水やレンズで光が屈折すること、の5つをこの単元で学習させたいと考える。しかし、すべてのことを中学年の段階で学習することには限界があるため、光というのはまっすぐに進み、しかも暖かくなることができる力を持ったものという概念を持たせることが大切ではないかと考える。この概念が、4年生の光電池、もののあたたまり方、そして、5年生の太陽高度と気温の変化という単元へと発展することになるのである。つまり、「光」と「熱」のエネルギー概念の大切な入り口として位置づけていくことがこの単元では大切となる。

光エネルギーの利用については、まず第一に、ソーラーパネルによる発電があげられる。また、植物が光エネルギーを利用して光合成を行うことも高学年では大切な学習内容である。一方、熱エネルギーについては、太陽高度による「気温の変化」も視野に入れて学習を進めなければならない。

### (6) 「太陽と光」の指導のポイント

太陽の光を扱うときに注意すべきことは、光の角度、そして光の進み方をどう扱うかである。光の角度については、鏡で日光を反射させるときに子どもがどのように鏡を持てば上手に光を壁にうつすことができるかについて考えさせる。また、虫めがねで光を集めるときも、すぐにやり方を教えるのではなく、子どもが試行錯誤する中で、工夫しながら黒い紙を焦がすことができるようにする。その体験が、例えば4年生になったときに扱う、「ソーラーカー」の学習の際、光電池に対してどのような角度で光を当てるのが効率的かを理解させることにつながるのである。

光の進み方については、太陽の光の進み方と、懐中電灯や豆電球などの光の進み方が異なることに着目させることも大切である。つまり、光源が近くにある場合、光源からすべての方向に光が直進しているため、光源から遠くに行ける影が大きくなるという性質がある。ところが、日光は太陽が地球から遠く離れており、

地球に比べて太陽が大きいので、影の大きさは角度の変化がない限り、場所によって変わることはない。目に見えない光の直進の様子を、常に子どもの中でイメージ化しておくことは大切である。

### (7) 指導上の留意点

子どもに「光ってどこにある？」と聞くと、ほとんどの子どもが太陽、懐中電灯、豆電球、蛍光灯、など、光を発する光源を答える。ところが、光というのは目に見えるものにはすべて存在するため、光源以外の光、例えば、友達顔、ノートや机などにも光があることに気づかせなければならない。目に見えるものはすべてどこかの光から、そのものに光が当たってはね返っているためであるという概念は、ここでしっかりとつけておきたい。そして、最終的にはものの色にも着目させたいと考える。

本単元は、近年、太陽エネルギーを電気や熱エネルギーに利用しようとする環境学習の基礎となる学習である。したがって、指導者が常に環境とエネルギーの視点から学習を進めていくことは意義深いといえる。

身の回りには、熱による乾燥や蒸発等を利用してものを作ったり、太陽の熱や光によって生活していることが多いことを、実際に調べたり、体験したりすることも大切である。子どもたちは電化製品の便利さに慣れているため、むしろ、乾燥や蒸発を太陽の光や熱で行うことができることに驚くのである。光や太陽の便利さや利用価値に気づかせることが、環境教育の出発点ともいえる。また、高学年では、地球上の生物はすべて植物が作り出した養分によって生きていることを学習する。石炭や石油も、大きくみれば太陽のエネルギーをその中に蓄えたものであるため、地球上のエネルギーのほとんどは太陽のエネルギーであるという視点に立って授業を進めるのは意義深い。発展として、光が通信に利用されていることも同時に扱うものとする。

### (8) 授業の実際

#### ①光の存在……………第一次第1時

光について学習する導入時、子どもたちの光に対するイメージは以下のようなものであった。

- ・光は明るい
- ・光があるのは太陽や電気（照明器具）、火など
- ・光はあたたかい
- ・光はまぶしい

つまり、光は光源から発せられる明るくてあたたかいものという概念があることがわかる。これまで、日なたと日かげを学習する際に、日なたについては「太

陽が当たるところ」と定義がはっきりするものの、日かげについては曖昧であった。そこで、日かげについて理解させるため、「教室にも光はあるか」という課題を出す。そうすると、電気（蛍光灯の光）を指さす子どもが多数だった。しかし、電気を消して同じ質問をすると、窓の方向を指す。ここで、「教室の中は日なたか日かげか」と問うと、日なたと日かげの中間とする子どもも出るなど、意見が分かれた。また、教室内を真っ暗にし、ほとんど明かりが見えない状態を体験させて校庭に出てから、日なたと日かげを学習した。

教室での体験は、日なたとは何かということだけではなく、日かげは何かということ子どもたちが考えるときに影響を与えた。それは、日かげにも光があるのではないかということである。つまり、日なたは直射日光が当たる部分で日かげは直射日光が当たらない部分であり、その光の強さが大きく異なる点に気づききっかけになったのである。子どもの反応として以下のような記述があった。

- C1：日なたは太陽の光が直接当たっているところで、日かげにも光があると思う。
- C2：日なたに太陽が当たっていることは、日なたから太陽を見ると太陽が見えることでわかった。
- C3：教室の中は日かげということがわかった。日かげは真っ暗ではないので、光はもれていると思う。

その後、教室に戻って光があるところとないところの違いと、日なたと日かげの違いをまとめ、光がある場所はものが見えるということを確認した。

#### ②集められた光……………第三次第1時、第2時

第2次の「光の進み方を調べよう」では、光の反射や懐中電灯の光と太陽の光の進み方を比較し、光が直進すること、水やガラスを通過するときには屈折することを学習する。本時は光の性質を利用し、光をレンズで集めてその様子を観察し、集められた光がどのような性質を持つのかを学習する。光を集めるために光の屈折を利用した道具であるレンズを使い、太陽の方向と太陽高度に対してどのような位置にレンズを置かなければならないかを考えさせることがねらいとなる。

まず、子どもたちにレンズで光を集めたことがあるかを聞くと、約3割（39名中15名）の子どもが「集めたことがある」で、7割は経験がなかった。また、光を集めることができることを知っている子は、逆に約8割に達している。これは、低学年での体験不足と、メディアや図鑑等で知識を多く吸収できる環境にある子どもの実態を如実に表しているといえる。そこで、

まず「レンズで光を集め、黒画用紙に穴を開けよう」という課題で校庭に出る活動を行った。すると、体験のある子どものうち、4名はすぐに穴を開けることができたが、体験のない子どもと体験したが実際にはやり方を教えられてやっただけの子どもは、15分経っても光を1点に集めることができなかった。ここに、体験の重要性と思考しながら体験させる意義がある。

3年生の場合、成功した子どもがいると、すぐにその成功の要因を分析し、自己を振り返って修正する能力にやや乏しい面があるため、15分後に画用紙に穴を開けることができたのは39名中、14名となった。

そこで、いったん授業を終了し、第2時に意見交流を行った。うまく穴を開けることができなかった子どもの疑問「なぜ、レンズで光を集めているのにあながあかないのか」が課題となる。

C4：光は集まっているのに穴が開かないのは、場所がよくないと思う。(実際の活動の中でも、成功した子どもの近くに移動して試行する子どもは多かった)運動場のまん中の方がいい。

C5：光は長細く集めたり大きく集めたりしたら、光の量が足りないんだと思う。

C6：光が小さくなるときにはレンズが太陽の方を向いている時で、地面にまっすぐにしてもうまくいかない。(太陽の方；太陽光線に対して垂直の意、まっすぐ；水平の意)

C7：光が小さくなるほどまぶしいので、小さくすればいい。

C8：鏡で光を集めたとき13人でやったら60℃まで温度が上がったので、鏡で集めても燃えるかもしれない。

C9：レンズと画用紙の長さ(間の距離)がきちんと合っていないと、光は小さくならなかった。

C4の誤概念については、その後の活動で間違いであることに子どもたちは気づいた。この段階で、言葉には表れないが、子どもが、熱エネルギーと光エネルギーの存在に気づき始めていることがわかる。他は全てエネルギー効率と深く関わっており、C8については既習の事項から、光を集めることがレンズと鏡という道具に違いはあるものの、同じ事象であることにも気づいていた。また、C9についてはレンズの焦点距離に気づいている。このような話し合いによって、この後の活動では全員が画用紙に穴を開けることができた。教師の助言としては、落ち着いて同じ場所に光を当て、しっかりと待つことも加えておいた。

このような活動の重要性は、今後の理科学習の考え

方において基礎となるが、実は3年生の子どもたち、とりわけ体験のない子どもたちにとっては思った以上に高度な作業である。それは、エネルギーからこの活動を見た場合、いかにうまくエネルギーを集めることができるかという「効率」につながるからである。光をエネルギーとして取り入れるには、まず光の性質を知らなければならず、いかに効率よくエネルギーを取り入れるかを学習しなければならない。植物の葉が光を効率よく取り入れるために工夫をしていることを例に挙げてもよい。エネルギーとは、ある仕事をするための能力のことをいう。つまり、能力はたくさんあっても、それを利用する方法が効率のよいものでないと、そのエネルギーの価値はなくなるということを理解させるためには、大変意義深いものとなった。

### (9) 低学年理科の試み

エネルギー教育に視点を当てた生活科理科におけるカリキュラム開発の過程では、低学年における理科内容の体験不足が課題の一つとして挙げられる。そこで、前年度に引き続き、広島市子ども文化科学館において、低学年理科「科学であそぼ」の講座を担当し、低学年における理科学習の可能性を探っている。今年度のテーマは「光のふしぎ」で、内容は次のようなものである。

- ①レンズで光を集めてトレーシングペーパーに映そう。
- ②CDで分光器を作り、虹を見てみよう。
- ③光の三原色を知ろう。
- ④カラーセロファンで色々な色を見てみよう。
- ⑤赤と青のセロファンで作っためがねで、3Dの写真を見よう。
- ⑥レーザー光線の進み方を観察しよう。
- ⑦光ファイバーに光を通してみよう。
- ⑧アクリル棒と光ファイバーを使ったものづくりをしよう。

低学年では、光と色の関係を理解することはやや困難ではあったが、色と光が密接に結びついていることを理解することはできたと考えている。また、光ファイバーを使ったものづくりにおいては、より身近な光通信の一端に触れることができた。これらのように「ある自然事象について見たり触れたりする体験をしておくことが、やはり理科学習には大切であると考えている。光の学習内容については、エネルギーに関する低学年向けの授業を今後検討し、実践していきたい。

## おわりに

生活科においては、系統の目を教師が持つこと、そして、科学的概念を形成するために、素材の持つ面白さを発揮できる単元を「専門店型」で構成することを提案し、実践してきた。

一方、「光」に関する学習内容には、低学年における体験活動との関連から、また、高学年における他の単元との関連から、吟味が必要であり、数多くの課題も残されている。今後のカリキュラムづくりにおいては、本校の生活科と理科のエネルギーに関する内容を更に精選し、6年間の系統性を重視して実施していく予定である。今回の実践で得られた結果から、高学年における学習において、「エネルギー概念」の形成を目指したいと考えている。今年度、既に第5学年の授業において、「エネルギーを体験しよう！」として1月に授業を実践している。内容は、①エネルギーについて考える。②電気のつくり方について考える。③自分ができる省エネルギーは何か、の3項目である。この授業のように、エネルギーそのものの概念形成を行うことは、1時間では難しい。しかし、6年間を通し、系統性を重視したカリキュラムにおいて学習することにより、エネルギー概念は形成されると考えている。それには他教科、とりわけ生活科との関わりを重視し、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、現在の子どもには望まれているといえる。

## 註および参考・引用文献

- 1) 文部科学省(2006) [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/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係する文献には、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。

- 3) 中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程部会、「審議経過報告」、2006。
- 4) 稲垣成哲「実践としての科学を教室に構想することの意味」『理科の教育』10月号、1995、pp.8-11。
- 5) 前掲書1)
- 6) 広瀬正美「エネルギー教育とは」『理科の教育』11月号、1995、pp.4-7。
- 7) エネルギーに関連して参照した文献は、以下の通りである。  
東洋・大橋秀雄・戸田盛和編、理科教育事典 自然科学編、大日本図書、1991。  
日本理科教育学会編、理科の教育、52(12)、pp.4-35、2006。  
広瀬正美、エネルギー教育、日本理科教育学会編、これからの理科教育、東洋館出版社、pp.120-125、1998。  
エネルギー教育研究会編著、現代エネルギー・環境論、エネルギーフォーラム、2006。  
新エネルギー財団、<http://www.nef.or.jp/>  
エネルギー講座、<http://www.iae.or.jp/energyinfo/index.html>  
エネルギー白書については、資源エネルギー庁の以下のものを参照した。  
<http://www.enecho.meti.go.jp/topics/hakusho/2005/index.html>  
<http://www.enecho.meti.go.jp/topics/hakusho/2004/index.html>  
<http://www.enecho.meti.go.jp/topics/hakusho/2006EnergyHTML/html/i2000000.html>  
<http://www.enecho.meti.go.jp/topics/energy-in-japan/energy2006html/index.html>