

エネルギーを主軸とした理科学習カリキュラムの系統化 —光電池を用いて—

(愛媛大学教育学部・物理学研究室) 福山 隆雄
(愛媛大学教育学部・理科教育学研究室) 作野 達哉[※]
(熊本大学教育学部・理科教育学研究室) 渡邊 重義

Systematization of Curriculum to Learn Energy Science using Photovoltaic Cell

Takao FUKUYAMA, Tatsuya SAKUNO and Shigeyoshi WATANABE

(平成22年6月5日受理)

要旨

新学習指導要領において扱われるようになった光電池に注目して、エネルギーを主軸とした理科学習カリキュラムの系統化に関する研究を行った。エネルギー概念形成のための理科学習カリキュラムを構築するために、エネルギー教育の観点からみた小・中学校理科教育内容の連続性に関する考察、エネルギーに関する学習内容のつながりを保証するための教材としての光電池に関する研究を行い、さらに、光電池を用いたエネルギー学習の構想について提案した。

1. はじめに

平成21年度における学習指導要領の改訂に伴い、理科においては教科内容の系統性が重視され、小学校、中学校を通して「エネルギー」「粒子」「生命」「地球」というキーワードを柱として学習内容の構造化が図られた。この中でも「エネルギー」に関する学習内容は、教科の枠組みをこえてひろく、主に、理科、技術・家庭科、社会科などで取り扱われている。理科においてはエネルギーに関する理論、技術科においてはエネルギーに関する実践的な取り組み、家庭科においては人間の活動に必要な栄養、社会科においては身近な生活や社会とエネルギーの関わり、以上のような内容を中心として扱われている。エネルギー教育は、自然環境、生活技術、社会情勢に深く関わり、エネルギーに対する科学的な知識と

もに、エネルギー資源の有効利用から環境問題まで広がる視点をもって考えていくことが必要とされる。新しい学習指導要領には、「良好な生活環境」、「持続可能な社会」、「資源の有効利用」というエネルギー問題や環境問題と関係のある語句や記述が多く加えられている。このことが示すように、これからのエネルギー教育は社会科学と自然科学が結びついた文理融合の見地から考えていく必要があるだろう。

小学校は平成23年度から、中学校は平成24年度から新しい教育課程が実施され、現在はその移行期間にあたる。前述のように学習内容の新設、移行等により系統性を確保する改善がなされたが、現在のところ学習内容の連続性を保証するための具体的な方法は定まっていない。そのようななか、小学校では第4学年においてとりあげられている「光電池」に注目したい。二酸化炭素を出さない地球にやさしい発電方法などと宣伝されることが多い光電池であるが、近年は環境問題への意識の高まりのため多くの教科書において記載されている。しかし、光電池は半導体を用いており、性質としても学校教育で扱ういわゆる「普通の乾電池」とは異なる点が多いため、教材としては扱いづらいという点を内包している。実際に、光電池で発光ダイオードを点灯させてそれで終わり、光電池自動車を作ってそれで終わり、というような指導も多い。ここで光電池に注目し、いま一度、光電池が持つ教材としての可能性について探究し、そしてエ

※現在、神戸市中学校理科教諭

エネルギーに関する内容を中心とした理科学習カリキュラムの系統化について、光電池を用いたひとつの例を提案したい。

2. 研究目的

エネルギー概念形成のための学習内容のつながりを保証する具体的なカリキュラムを考案することを目的とする。本研究では、環境問題への関心の高まりから注目されている光電池を用いて、エネルギーに関する内容を中心とした理科学習カリキュラムの系統化を図りたい。

3. エネルギーの観点からみた小学校・中学校理科内容の連続性

「エネルギー」には「エネルギーの見方」、「エネルギーの変換と保存」、「エネルギー資源の有効利用」の3つの下位概念がある。その下位概念により、学習内容の位置づけがより明確にされている。小学校・中学校理科の「エネルギー」に注目した内容の構成や単元の位置づけについて、理科学習指導要領の改訂によって変更された点をまとめると以下ようになる。

【小学校】

- 風やゴムの働きが、第3学年に新設された。
- 振り子の運動が、必修となった。
- 電流のはたらきが、第6学年から第5学年に移行された。
- てこの規則性が、第5学年から第6学年に移行された。また、小単元として、てこの利用が新設された。
- 電気の利用が、第6学年に新設された。

【中学校】

- 力と圧力（第1学年）で、力とばねの伸び、重さと質量の違い、水圧に関する内容が追加された。
- 電流（第2学年）で、電力量、熱量、電子に関する内容が追加された。
- 電流と磁界（第2学年）で、交流に関する内容が追加された。
- 運動の規則性（第3学年）で、小単元の力のつり合いが第1学年から移行され、力の合成、分解に関する内容が追加された。
- 力学的エネルギー（第3学年）に仕事、仕事率に関する内容が追加された。また、衝突が小学校第5学

年から移行された。

- エネルギー（第3学年）に、熱の伝わり方、エネルギー変換の効率、放射線に関する内容が追加された。
- 科学技術の発展（第3学年）が必修となった。
- 自然環境の保全と科学技術の利用が、第2分野と共通の単元として第3学年に新設された。

このような学習内容の改訂により、小学校ではエネルギーについて体験を通して学習していくことが重視されているといえる。このことは、風とゴムの働きが新設されたことが端的に示している。また、てこの利用（身のまわりにあるてこを利用した道具）や電気の利用（身のまわりにある電気を利用した道具）に関する単元が新設されたことから、日常生活と科学技術の結びつきをより意識させやすい学習が展開できる構成となった。これらの単元の新設には、新学習指導要領における「科学的な概念を使用した思考や説明」「日常生活や社会との関連の重視」という強調点が反映されている。中学校では、電磁気の内容に電力量、熱量、電子、交流に関する内容が追加され、その他にも仕事、仕事率、エネルギー変換の効率に関する内容が追加されるなど、単元の新設と追加により、学習内容が充実しエネルギー科学の基本的な概念の定着が望める構成となった。

小学校および中学校の学習指導要領解説理科編（H20年文部科学省）にはエネルギーに関連した単元・内容の目標が記されており、さらに小・中学校を通じた内容の系統性が図示されている。そこで、その記載内容をもとにして、各内容の学習のポイントと他の内容とのつながりを以下のようにまとめた。さらに学習内容の関連性を図1に示した。

【小学校】

- 風やゴムの働き（第3学年）

「エネルギーの見方」に関するものとして位置づけられる。風やゴムの力の強さの変化から、物の動く様子の変化を体験的にとらえ、風やゴムの力は物を動かすことができることを学習する。体験的に学習することを重視し、振り子の運動（第5学年）につながる内容である。

- 光の性質（第3学年）

「エネルギーの見方」に関するものとして位置づけられる。光の進み方や物に光が当たったときの明るさ

や暖かさなどの光の性質を、鏡などを用いて反射・集光する活動を通して学習する。光と音（中学校第1学年）につながる内容である。

• 磁石の性質（第3学年）

「エネルギーの見方」, 「エネルギーの変換と保存」に関するものとして位置づけられる。磁石の性質について磁石に付く物や磁石の働きを調べる活動を通して学習する。電流の働き（第5学年）につながる内容である。

• 電気の通り道（第3学年）

「エネルギーの変換と保存」に関するものとして位置づけられる。豆電球を乾電池と接続し、電気を通すつなぎ方や電気を通すものを調べる活動を通して電気回路について学習する。電気の働き（第4学年）につながる内容である。

• 電気の働き（第4学年）

「エネルギーの変換と保存」に関するものとして位置づけられる。乾電池や光電池を豆電球やモーターと接続し、豆電球の明るさやモーターの回り方を調べる活動を通して、電気の働きについて学習する。電流の働き（第5学年）につながる内容である。

• 振り子の運動（第5学年）

「エネルギーの見方」に関するものとして位置づけられる。振り子の運動の規則性についておもりの重さや糸の長さを変化させ、振り子の動く様子の変化から学習する。力学的エネルギー（中学校第3学年）につながる内容であり、これまでは振り子の運動または衝突のどちらかを選択していたが、今改訂により必修となった。

• 電流の働き（第5学年）

「エネルギーの変換と保存」に関するものとして位置づけられる。電流の働きについて電磁石用の導線に電流を流し、電磁石の強さの変化から学習する。電気の利用（第6学年）につながる内容であり、第6学年から移行された。

• てこの規則性（第6学年）

「エネルギーの見方」に関するものとして位置づけられる。てこの規則性について力の加わる位置や大きさを変化させ、てこの仕組みや働きの変化から学習する。力学的エネルギー（中学校第3学年）につながる

内容であり、第5学年から移行され、てこの利用（身のまわりにあるてこを利用した道具）が小単元として新設された。

• 電気の利用（第6学年）

「エネルギーの変換と保存」, 「エネルギー資源の有効利用」に関するものとして位置づけられる。電気の性質や働きについて、電気利用の場面から学習する。今改訂から新設された。

【中学校】

• 力と圧力（第1学年）

「エネルギーの見方」に関するものとして位置づけられる。力や圧力に関する実験を行い、その基礎的な性質や働きを理解し、力の量的な見方の基礎を養うとともに、力や圧力に関して科学的に考える力を養う。運動の規則性（第3学年）につながる内容である。今改訂により、力の働きでは力とばねの伸び、および重さと質量の違い、圧力では水圧に関する内容が追加された。

• 光と音（第1学年）

「エネルギーの見方」に関するものとして位置づけられる。光の反射・屈折や凸レンズの働き、音の性質に関しての実験を行い、規則性を見いだす力を養う。

• 電流（第2学年）

「エネルギーの見方」, 「エネルギーの変換と保存」に関するものとして位置づけられる。回路の作成や、電流計、電圧計、電源装置などの操作技術を習得しながら実験を行い、回路の電流や電圧の規則性について理解し、電力の違いによって発生する熱や光の量に違いがあること、静電気と電流には関係があることなどを観察、実験を通して理解する。エネルギー（第3学年）につながる内容である。今改訂により、電気とそのエネルギーでは電力量、熱量、静電気と電流では電子に関する内容が追加された。

• 電流と磁界（第2学年）

「エネルギーの見方」, 「エネルギーの変換と保存」に関するものとして位置づけられる。磁界と磁力線の関係、コイルに流した電流による磁界の発生、電流の磁気作用などの基本について、実験を通して理解するとともに、電流が磁界中で受ける力や電磁誘導など、電流の利用につながる科学的な見方や考え方を養う。

エネルギー（第3学年）につながる内容である。

• 運動の規則性（第3学年）

「エネルギーの見方」に関するものとして位置づけられる。物体に働く2つの力がつり合う条件や、力の合成・分解についての規則性を実験からとらえ、物体の運動には速さと向きがあり、物体に働く力と物体の運動の様子についての規則性を見いだす。今改訂により、力のつり合いが第1学年から移行され、力の合成・分解に関する内容が追加された。エネルギー（第3学年）につながる内容である。

• 力学的エネルギー（第3学年）

「エネルギーの見方」に関するものとして位置づけられる。力学的な仕事の定義によって、衝突実験で測定されるエネルギーを位置エネルギーや運動エネルギーとして量的に扱うことができること、位置エネルギーは運動エネルギーと相互に変換されることなど、物体の運動とエネルギーについての科学的な見方や考え方を養う。エネルギー（第3学年）につながる内容である。今改訂により、仕事とエネルギーでは衝突が小学校第5学年から移行され、仕事、仕事率に関する内容が追加された。

• エネルギー（第3学年）

「エネルギーの変換と保存」、「エネルギー資源の有効利用」、「粒子の存在」に関するものとして位置づけられる。日常生活や社会において、エネルギー変換がなされていることを観察、実験を通して理解する。また、人間は、水力、火力、原子力などからエネルギーを得ていることを知るとともに、エネルギーの有効な利用が大切であることを認識する。今改訂により、様々なエネルギーとその変換では、熱の伝わり方、エネルギー変換の効率、エネルギー資源では放射線に関する内容が追加された。

• 科学技術の発展（第3学年）

「エネルギーの変換と保存」、「エネルギー資源の有効利用」、「粒子の存在」に関するものとして位置づけられる。科学技術の発展の過程を知るとともに、科学技術が人間の生活を豊かにしてきたことを認識する。今改訂により、選択から必修となった。

• 自然環境の保全と科学技術の利用（第3学年）

「エネルギー資源の有効利用」、「粒子の存在」、「生

物と環境のかかわり」、「地球の内部」、「地球の表面」に関するものとして位置づけられる。自然環境の保全と科学技術の利用のあり方について科学的に考察し、持続可能な社会をつくることが重要であることを認識する。

図1から学習の流れをみると、力学、波動、電磁気に関する3つの学習の連続性が見いだせる。そして、学習したことを中学校第3学年の「エネルギー」の単元でまとめ、同じく第3学年の「科学技術の発展」および「自然環境の保全と科学技術の利用」の単元において、エネルギー・環境教育の学習へつなげていくという流れである。このような縦のつながりを見ることができるが、一方で以下のような問題点が指摘できる。

- 同学年における学習内容のつながり、つまり横のつながりが希薄である。
- 電流の働き（小学校第4学年）において扱う光電池は、他の単元とのつながりが考えにくい。

電流の働き（小学校第4学年）では、乾電池の数とつなぎ方に加えて、光電池の働きを学習する。確かに「電池」としてまとめることはできるが、光電池は物理電池であり電気を溜めることができないので、電池としては例外的な扱いになる。そのため、光電池の働きは他学習内容との関連が見いだしにくく、教材として扱いづらいという点を内包している。しかし、光電池は日常生活との関連性において現在および未来において不可欠の科学技術であり、理科教材としても乾電池との対比、太陽エネルギーの実感、エネルギー変換の学習など多様な価値をもっている。そこで、いま一度光電池に注目し、特にエネルギーに関する学習内容のつながりを持たせることに活用できないか、光電池が持つ教材としての可能性について考えていく必要がある。

4. エネルギー教育教材としての光電池に関する研究

理科の授業における教材として光電池を活用する場合、授業を想定した教材の研究が必要とされる。小学校、中学校のエネルギーを中心とした教育において、実際に光電池を活用することを想定して、光電池の教材としての可能性を探るためにも、下述のような光電池の特性に関する研究を行った。なお、室内における光源としては

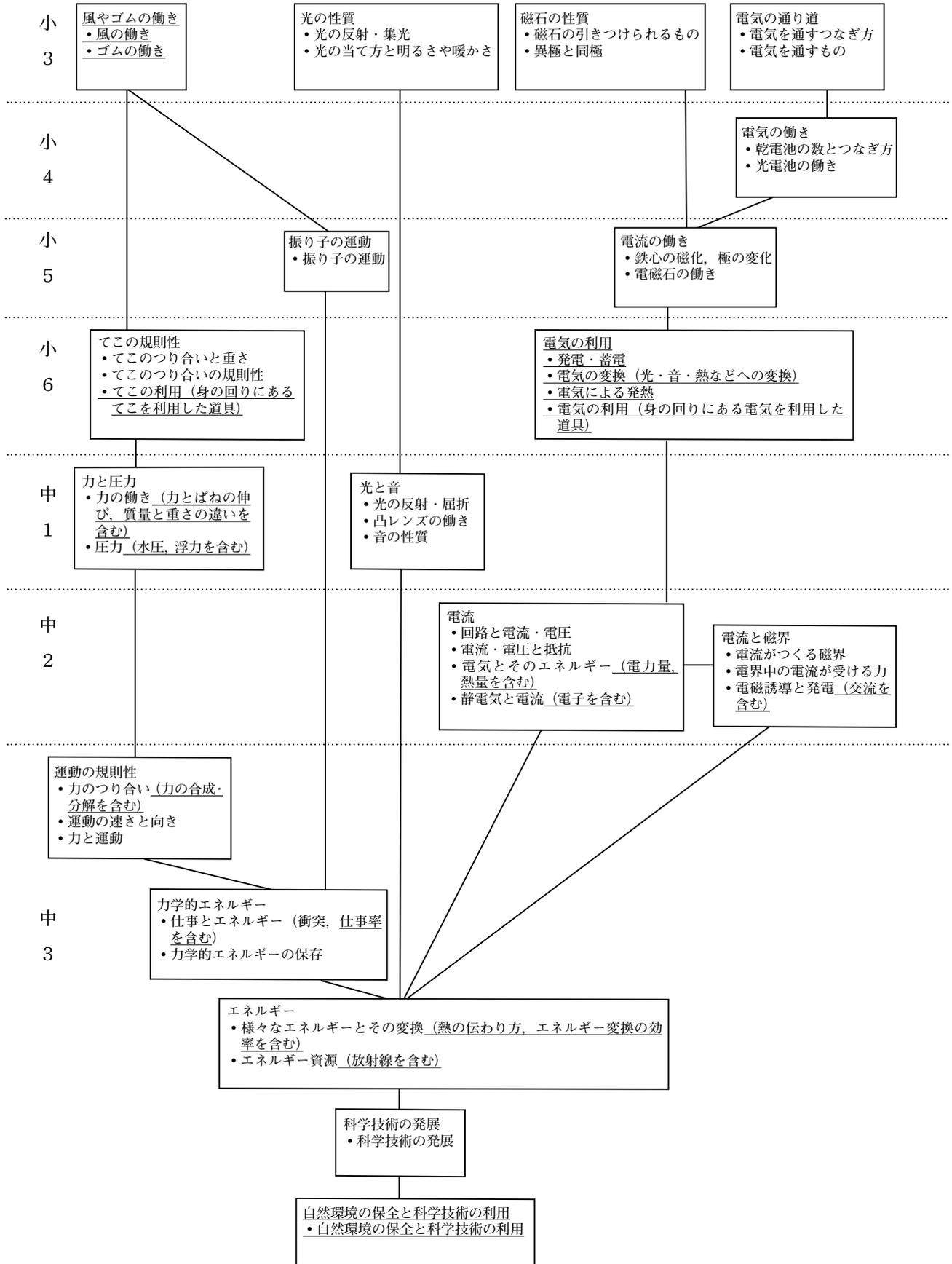


図1：エネルギーに関する学習内容の連続性（下線は新規項目を示す）

白熱球を使用している。

- 光電池の電圧－電流特性
- 光源から光電池までの距離と発電電力の関係
- 照度と光電池の起電力の関係
- 1日を通した時刻と照度，時刻と光電池の起電力の関係
- 手回し発電機による発電電力の定量化

図2は，光電池の電圧－電流特性について示したものである。光電池における電圧，電流を測定することにより発電電力を求めることができる。スタンドに光源を固定して可変抵抗器を操作することにより，電圧と電流の値を測定した。光電池の仕組みから考えれば明らかなことであるが，測定の結果より非オーム抵抗を呈することが分かる。当然のことながら，数個を接続したときに乾電池のような直列，並列の計算は成り立たない。より大きな電力を得るためには，グラフにおける電圧×電流が作る長方形の面積を最大にする箇所の周辺で，光電池を用いる必要がある。

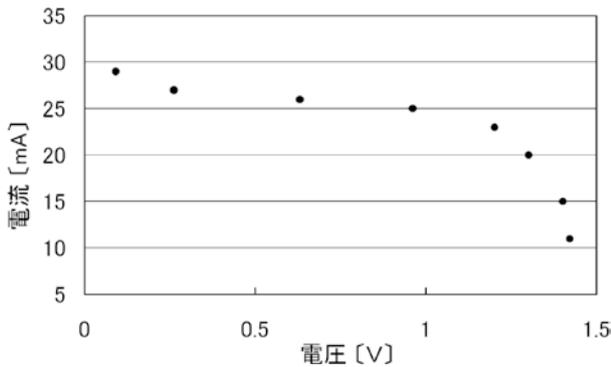


図2：光電池の電圧－電流特性

図3は，光源から光電池までの距離と発電電力の関係について示したものである。光源と光電池の距離を変化させ，各距離における光電池の起電力と電流を測定することにより発電電力を求めグラフ化した。測定の結果から，距離と発電電力の間には -2 乗則があることが分かる。光は電磁波であり，光源から放射されるエネルギー量の積分値を考えれば，これは明らかなことである。このことを踏まえると光電池を用いる際に，光源を太陽光とする場合は，太陽と地球表面の距離に比べて数メートル程度の誤差は無視できるほど小さいものであるが，光源を照明とする室内の実験では，より大きな電力を得る

ために光源と光電池の距離をできるだけ小さいものにするように留意しなければならない。

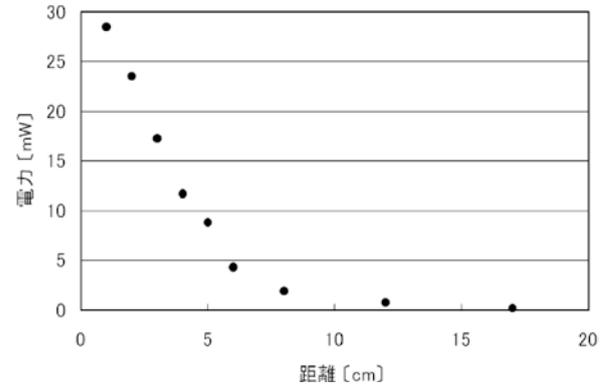


図3：光源から光電池までの距離と発電電力の関係

図4は，照度と光電池の起電力の関係について示したものである。光源を用いて，光の強度（照度）と光電池の起電力の関係を調べてグラフ化した。光電池と照度センサー，および光源は固定している。最初は照度の増加につれて起電力の値も上昇するが，ある一定の値で起電力の値が飽和する。これは，光電池の材料と仕組みについて考えれば明らかなことである。このことを踏まえて，光電池を十分に活用するためにはある程度の照度が必要であるため，室内照明よりも太陽光を用いる方がよいこと，また，大きな起電力を得るために強力な照明を用いたとしても，得られる起電力値には限度があるということに留意しなければならない。

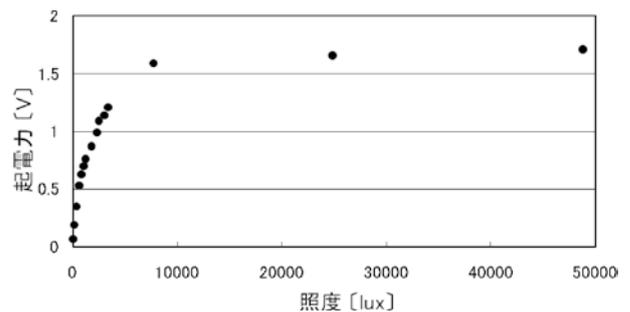


図4：照度と光電池の起電力の関係

図5，図6はそれぞれ，1日を通した時刻と照度，時刻と光電池の起電力の関係について示したものである。丸1日を通した照度の強さと，光電池の起電力値を一定の時間間隔で測定した。この場合30分ごとの測定値が記録されている。光電池と照度センサーは，1日を通し

て向きを固定している。晴れの日（図5（a）, 図6（a））について、0時から7時頃までは照度が0 [lux] であり、7時頃から照度が増加して12時頃に照度が最大になる。それから照度は減少し、18時頃から24時まで照度は0 [lux] になる。これは、日の出時刻、太陽の南中時刻、日の入り時刻とおおよそ一致しており、照度は太陽の高度に依存するといえる。しかし、時刻と光電池の起電力の関係について見ると、日の出、日の入り時を除けば、昼間を通して教材として十分に使用できる起電力が得られることが分かる。曇りの日（図5（b）, 図6（b））について、日の出の時刻、日の入りの時刻は判断できるものの、時間経過に伴う変化に規則性は見られない。これは、雲の厚さが不均一であり太陽光による照度が安定しないためである。しかし、光電池の起電力に注目すると、曇りであっても昼間の多くの時刻で、教材としての使用に耐えうる程度の起電力が得られていることが分かる。

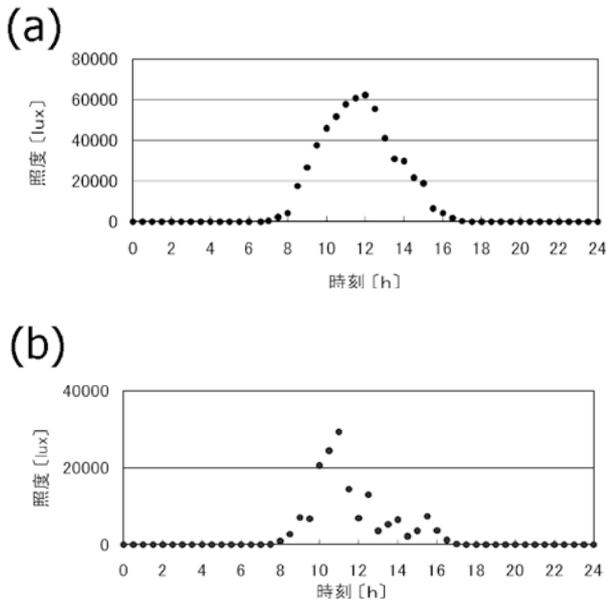


図5：1日を通した時刻と照度の関係

- (a) 晴れの場合（平成22年1月19日）
- (b) 曇りの場合（平成21年12月13日）

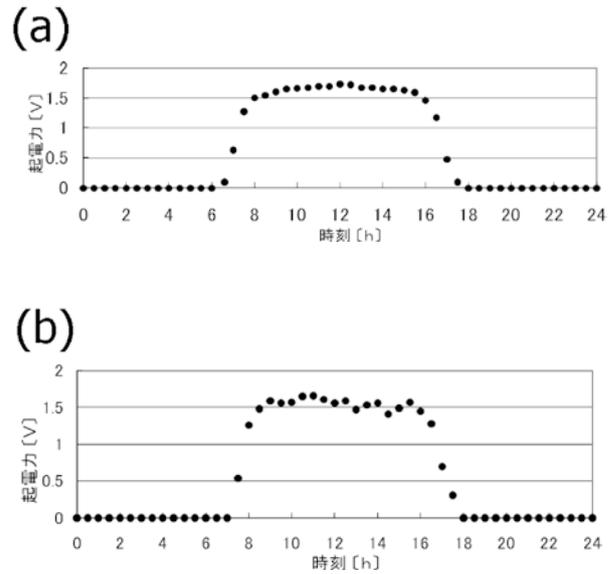


図6：1日を通した時刻と光電池の起電力の関係

- (a) 晴れの場合（平成22年1月19日）
- (b) 曇りの場合（平成21年12月13日）

これまでの測定では発電効率について定量的に評価するために電力を導入している。しかし、小学校における授業では電力の概念を用いることは困難である。そこで、光電池に手回し発電機をつなげて、発電効率を定量化することを試みた。快晴の天候のもと、照度46000～46200 [lux] で実験を行った。表1に示すように、例えば1分間の回転数をカウントすることで発電効率を定量的に評価することができる。

表1：光電池に手回し発電機をつないだ場合のハンドルの回転数（照度46100 [lux] 程度）

	1分間の回転数	1秒間の回転数
1回目	30.0	0.50
2回目	31.0	0.52
3回目	30.0	0.50
平均	30.3	0.51

5. 光電池を用いたエネルギー学習の構想

5.1 カリキュラム構想

理科カリキュラムにおいて学習内容の連続性を保障するためには、その意図を反映するようなカリキュラム設計、単元構想、授業構想が必要になる。そこで、まずエネルギーに関する学習内容を関連づけるために光電池を

利用した理科カリキュラムの設計を行った。内容の関連づけにおいては、特に以下の3点に留意した。

- 小学校段階では、光エネルギーを電気エネルギーに変換できる光電池の性質から、光、電気、そして、太陽に関する単元で使用できる可能性を有する。太陽の光は人工の光とは比べ物にならないほど大きなエネルギーをもち、そのエネルギーが気候や植物の成長などを始めとした地球環境に影響を与えている。ここで、日射量について定量的に扱うことが困難な小学校段階においても、光電池を用いることにより太陽からのエネルギーを体験的に理解することができる。
- 中学校段階では、光合成に関する単元をエネルギーの観点から捉えることができる。植物は光合成によりエネルギーを得ている。つまり、光エネルギーを別のエネルギーに変換している点は光電池と同じであり、光合成を「エネルギー変換」として捉えることができる。
- 光電池の働きについて、日常生活に結びついた体験を通して学習することにより、エネルギー変換に関する理解の一助となり、光や電気に関する単元と他の単元との関連が見だしやすくなる。したがって、光電池を用いる活動を各学年で取り入れることにより、小学校第3学年から中学校第3学年まで学習の連続性をもたせることができる。

図7に、光電池による学習単元の関連図を示す。光電池について学習できる単元、および光電池を活用できる単元に注目して、光電池で学習のつながりをもたせることができるところを太線で結び、学習内容の関連づけを図った。

次に単元構想と関連して、小学校4年で主に扱われる光電池が他の単元でも活用されるための方法を検討した。光電池が理科カリキュラムにおいて繰り返し登場すれば、学習内容の関連づけが教材によって意識づけられるし、それによって各単元の構想に工夫が生まれるであろう。

【小学校】

- 光の性質（第3学年）
 - 光の反射・集光
 - 光の当て方と明るさや暖かさ

光の進み方や性質について学習する単元である。光が当たることにより発電するため、光を当てる「的」として光電池を活用することができる。例えば、光のリレーなどの実験において活用が可能である。

- 太陽と地面の様子（第3学年）
 - 日陰の位置と太陽の働き
 - 地面の暖かさや湿り気の違い

太陽と地面の様子から太陽の動きを調べる単元である。太陽の動き、照度を調べるために光電池を活用することができる。時刻による太陽光の強さの違いを調べる実験を行うことで、光電池の働きを体験的に学ぶことができ、太陽の位置の変化と照度の関係を見いだすきっかけになる。光（照度）の強さについては、前述のように光電池と手回し発電機を接続して、ハンドルの回転数により定量的に確認することができる。

- 季節の生物（第4学年）
 - 動物の活動と季節
 - 植物の活動と季節

季節による動物や植物の活動の変化を学習する単元である。主に気温の変化に着目すると、太陽光の強さ（照度）と気温の関係を考察するうえで光電池を用いることができる。気温の変化については天気の様子（第4学年）の単元で学習するが、太陽光の強さと気温変化の関係について考えることで、天球における太陽の運動について体験的に学習できる可能性がある。

- 電気の利用（第6学年）
 - 発電・蓄電
 - 電気の変換（光・音・熱などへの変換）
 - 電気による発熱
 - 電気の利用（身の回りにある電気を利用した道具）

電気の利用について調べ、電気の性質や働きについて学習する単元である。発電・蓄電において、通常は手回し発電機とコンデンサを用いて授業を展開するが、発電方法は手回し型の発電には限らないため、他の例として光電池を活用することができる。また、電気から光や熱などに変換できることを学習した後に、光電池を用いて、逆に光から電気へ変換することができるということを学習することで、エネルギー変換についての学習へ結びつけることが可能である。

光電池で学習のつながりをもたせることができる

光電池を活用できる単元

光電池について学習できる単元

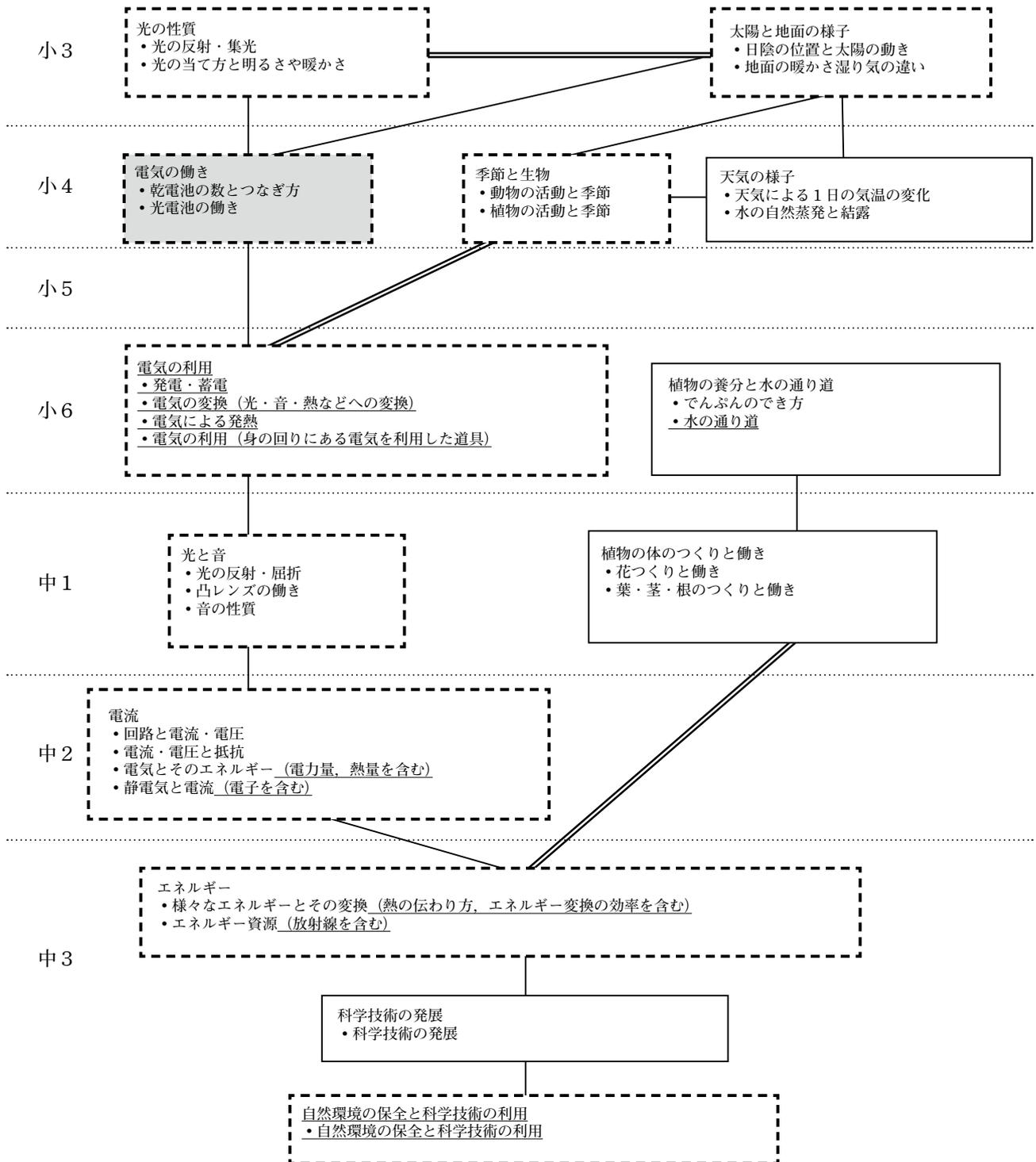
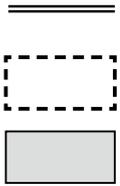


図7：光電池を用いた学習内容のつながり

【中学校】

- 光と音（第1学年）
 - 光の屈折・反射
 - 音の性質

光や音がもつ波動としての性質について学習する単元である。光の性質（小学校第3学年）と同様に、光的的として光電池を用いることにより、光の進み方の学習に役立てることができる。また、光電池の発電によって得られた電気エネルギーによって電子オルゴールを鳴らすと、光、電気、音の順にエネルギーが変換されていることについて学習することができる。

- 電流（第2学年）
 - 回路と電流・電圧
 - 電流・電圧と抵抗
 - 電気とそのエネルギー（電力量、熱量を含む）
 - 静電気と電流（電子を含む）

電気回路についての実験を通して、電流、電圧、抵抗、電気エネルギーなどの内容について学習する単元である。この単元では電力、電力量がはじめて定義される。しかし中学生にとっては、これらの物理量が意味するところは、つかみにくいものであると考えられる。そこで、光電池を用いた実験において、測定と計算から求めた電力と同時に手回し発電機の回転数を評価することで、電力の定量的な理解に役立てることができる。また、既述のようにエネルギー変換の教材としての利用も可能である。

- エネルギー（第3学年）
 - 様々なエネルギーとその変換（熱の伝わり方、エネルギー変換の効率を含む）
 - エネルギー資源（放射線を含む）

エネルギー資源の種類と、その変換について学習する単元である。光電池は光エネルギーを電気エネルギーに変換する装置であり、エネルギー変換の教材として活用することができる。また、日常生活で利用しているエネルギー資源の中で太陽光による発電がある。太陽光発電は地球環境に与える影響はほとんどなくクリーンな発電方法といえるが、その反面、電気に変換できる効率や得られるエネルギー量は他の発電方法と比べると非常に小さい。このように発電の種類とその特性を比較しながら学ぶことにより、エネルギー資源

の開発と利用の課題を認識できる。

- 自然環境の保全と科学技術の利用（第3学年）
 - 自然環境の保全と科学技術の利用

自然環境の保全と科学技術の在り方について考察し、持続可能な社会をつくることが重要であることを学習する単元である。光発電に関する生産技術の進歩は著しく、普及率は増加している。しかし、環境にやさしいという長所だけではなく、初期投資コストや変換効率の問題といった短所がある。このように、自然環境や科学技術について考えるときは、長所と短所の両面から考える必要があるということを認識するための教材として活用できる。

5.2 授業構想

図7で「光電池について学習できる単元」として示した単元「電気の働き（小学校第4学年）」について、単元指導計画を立て表2に示す。単元指導計画は全6次から構成されており、大別すると1次から3次までは乾電池の数とつなぎ方、4次と5次までは光電池の働き、6次では電気の働きを利用したものづくりとなっている。

6. まとめ

エネルギー教育の観点からみた小学校・中学校理科教育内容に関する考察、および光電池に関する教材研究を行い、光電池を用いたエネルギー学習の構想について提案した。また、光電池を用いることにより、光と電気に関する学習の連続性を主軸として、太陽に関する学習と光合成に関する学習が関連づけられた理科学習カリキュラムを提案することができた。光電池は、理科カリキュラムにおけるエネルギー関連の内容を結び付ける有効な教材であることが提案できたが、実際に単元構想や授業構想を行う際には、本研究で行った光電池の特質に関する基礎的な教材研究の成果が重要になる。乾電池との適切な対比や、光電池を活用した正しい実験方法と結果の解釈のためには、教師が光電池をいう素材をよく理解しておく必要がある。本研究では、光電池という教材を軸にした理科カリキュラムの関連づけをカリキュラム、単元、授業の各レベルで具体化した。その内容は一つの事例であり、このような関連づけは各教師が学習環境や学習者の状況に応じて創意工夫できるものとする。

表2：単元指導計画（全10時間）

次	時	小単元	主な学習活動
1	1	電気の働きの導入	<ul style="list-style-type: none"> 身の回りにある電気を通すものを挙げ、また、電気が流れるつなぎ方を話し合う。（既習事項の確認）
2	2	電気の流れる向き	<ul style="list-style-type: none"> 乾電池と手回し発電機を接続し、ハンドルの回転する向きからその規則性を見いだす。
3	3 4 5	乾電池の数とつなぎ方 電流の大きさを比べる	<ul style="list-style-type: none"> 手回し発電機のハンドルをより早く回すための方法を考え、実験を行う。 直列つなぎと並列つなぎの違いを見いだす。 電流計の使い方を学習する。 直列つなぎと並列つなぎの場合の電流の大きさを測定し、その違いを見いだす。
4	6	光電池の働きの導入	<ul style="list-style-type: none"> 光電池について知っていることを話し合う。
5	7 8	光電池の働き	<ul style="list-style-type: none"> 光電池と手回し発電機を接続し、ハンドルの回転する向きから光電池の極性について調べる。 ハンドルの回転数から照度と光電池の発電電力の関係について調べる。 より大きな発電電力を得るにはどのようにすればよいか考え、実験を通して確かめる。
6	9 10	乾電池や光電池を利用したものづくり	<ul style="list-style-type: none"> 乾電池や光電池を利用したものづくりをする。

参考文献

- [1] 文部科学省，小学校学習指導要領解説 理科編，大日本図書，2008
- [2] 文部科学省，中学校学習指導要領解説 理科編，大日本図書，2008
- [3] 日本教材システム編集部，小学校学習指導要領 新旧比較対照表，教育出版，2008
- [4] 日本教材システム編集部，中学校学習指導要領 新旧比較対照表，教育出版，2008

