

小学校における色素増感型太陽電池を取り入れた授業実践

小川 直仁（平戸市立紐差小学校）

星野 由雅（長崎大学大学院教育学研究科）

菅原 康夫（長崎大学未来の科学者発掘プロジェクト支援室）

宮崎 勉（長崎大学未来の科学者発掘プロジェクト支援室）

1. はじめに

2011年3月11日の東日本大震災に引き続き発生した東京電力福島第1原子力発電所の事故は、一般社会人のみならず、児童・生徒にも将来のエネルギー需給に関して不安感を生み出すと同時に、科学の限界を印象づけた。長崎県は、原子爆弾が投下され被害を受けた2つの県のうちの1つであり、さらに著者の一人（小川）が勤務する平戸市の一部は、九州電力玄海原子力発電所から30km圏内に位置する。このような社会的背景のなか、不安感を抱いた児童・生徒に対して、どのように理科、特に電気エネルギーについて学習を進めたら良いのか、教師にとって新たな課題が生じた。

一方、長崎大学と長崎県教育委員会が共同で取り組んでいる理数系教員（コア・サイエンス・ティーチャー：CST）養成拠点構築事業（プログラム）で設置された大学院特別課程の履修証明プログラム「地域の核となる理数系教員（コア・サイエンス・ティーチャー）養成課程」（CST養成プログラムⅠ）では、「先端科学とくらし」という科目を設け、その中で著者の一人（星野）は、現在社会で利用されている先端科学の内容ではなく、近未来の社会で利用されうるものとして「色素増感型太陽電池の原理と教材化」の講座を担当している。著者の一人（小川）は、この講座を受講し、近未来の先端科学材料である色素増感型太陽電池を取り入れた理科授業が、新たな課題に対する一つの回答であると考え、CST養成プログラムⅡの評価対象授業の一つとして実践を行なった。

本報告では、色素増感型太陽電池を取り入れた理科授業の実践並びにその評価について報告する。

2. 授業実践

（1）指導計画と目標

色素増感型太陽電池を取り入れた授業は、小学校第4学年の「電池のはたらき」【A物質・エネルギー（3）電気の働き】の単元で行なうことを計画した。本単元の総時数10時間のうち、9時間目に行なうこととした。本授業までに児童は、

- ① 乾電池を使ってモーターを回す活動

- ② 乾電池の直列つなぎ・並列つなぎとモーターの回転する速さ・豆電球の明るさの違いを調べる活動
- ③ 光電池（シリコン系太陽電池）に電灯の光を当てモーターを回す活動
- ④ 乾電池や光電池を使い動くおもちゃの製作活動

を行なっている。また、③と④の間に「総合的な学習の時間」を設け、エネルギー問題について考えさせ、生活と太陽光発電の関係について調べ活動を行なっている。

本授業の目標は、色素増感型太陽電池を作り、実際に電池として働くかどうかを調べることができる、とし、さらにこの電池の製作を通して、科学が日常生活にどのような役割を果たしていけるのかを考え、科学に対する興味関心を深める、こととした。本授業の指導案とワークシートを資料として添付している。

(2) 実験準備

1) 準備物の検討

CST 養成プログラム I の講習では、次のような過程を経て色素増感型太陽電池を作製している。

- ① 2枚の導電性ガラス電極（ITO 電極，2 cm × 4 cm）を準備する。
- ② ガラス電極の通電面をデジタルマルチメーターを使って確認する。
- ③ 1枚のガラス電極の通電面を表にしてファイルホルダーにメンディングテープで両端を貼り付ける（図1）。
- ④ 使い捨てスポイトで酸化チタンペーストを線を引くように通電面に塗布する（図2）。
- ⑤ スライドグラスでペーストがガラス電極全体に行き渡るように2，3度手早く引き延ばす（図3）。
- ⑥ 酸化チタンを塗布したガラス電極をファイルホルダーごと鉢で切り取り，ホットプレート上で乾燥する（図4）。この時，ガラス電極の表面が45℃位になるように温度を調整する。赤外線放射温度計で表面温度を測定すると良い。

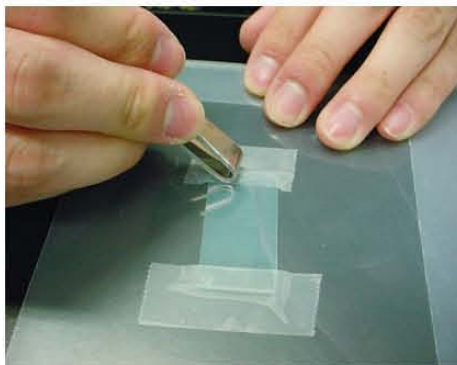


図1 導電性ガラス電極をホルダーに貼り付けている様子



図2 酸化チタンペーストをガラスに塗布している様子



図3 ペーストをスライドガラスで引き延ばしている様子



図4 ホットプレート上で乾燥している様子

- ⑦ 乾燥したガラス電極をホルダーから剥がし、セラミック付き金網に載せ、ガスバーナーの弱火で加熱して酸化チタンを固定化する（図5）。この時、表面は褐色を経て白色となる。表面温度が 450℃を超えないように赤外線放射温度計で確認しながら行なうと良い。
- ⑧ ガラス電極が十分冷めてから、予め 12 時間かけて水で抽出しておいたハイビスカスの花の色素液に浸す（図6）。



図5 ガスバーナーで加熱して酸化チタンを固定化している様子



図6 ハイビスカスの花の色素抽出液に酸化チタン固定化電極を浸している様子

- ⑨ 10～15 分間浸した後、電極を取り出して水で軽く洗う（図7）。色素液に浸す時間は、本来は 12 時間以上が望ましい。
- ⑩ 水で洗った電極をドライヤーの弱風で乾燥する（図8）。
- ⑪ 乾燥した色素吸着電極にヨウ素電解質溶液を 1 滴滴下し、予め 6 B の鉛筆で通電面を塗りつぶしておいた導電性ガラス電極（炭素膜電極）を通電面同士が合わさるように少しずつ重ねる（図9）。
- ⑫ 端子としない両側を豆クリップで固定し、端子となる側をアルミホイルで巻いて色素増感型太陽電池を完成させる（図10）。

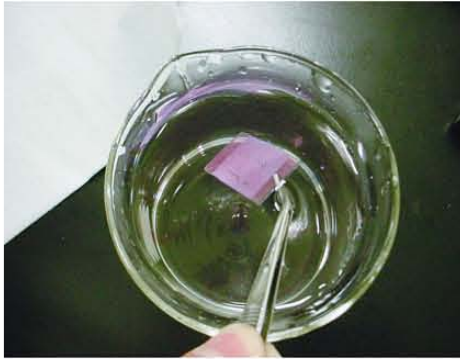


図7 色素が吸着した電極を水で洗っている様子



図8 色素が吸着した電極をドライヤーで乾燥している様子

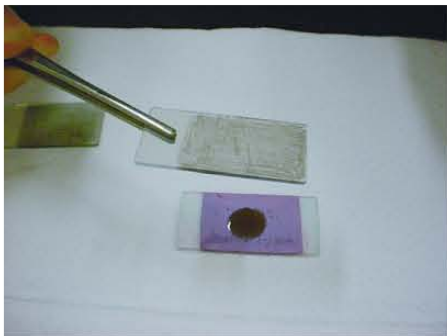


図9 色素を吸着させた電極にヨウ素電解質溶液を滴下し、その上に炭素膜電極を重ねている様子

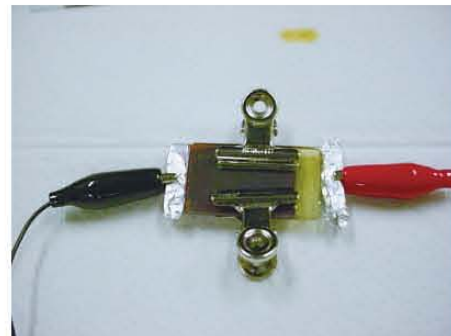


図10 完成した色素増感型太陽電池

これらの作業にかかる時間は、約 90 分間である。本時が 1 授業時間 (45 分間) であることと、第 4 学年の児童の実験技能を考慮して、①～⑦の操作は前日までに教員が行い、児童には半完成品から取組ませることとした。また、ハイビスカスの花の色素液も予め抽出しておいた。尚、この方法で作製した 1 組の色素増感型太陽電池の起電力は 0.4～0.5V、電流は 0.4～1 mA であった。従って、電子オルゴールを駆動するために 3 組を直列につなぐこととした。実験に用いる色素増感型太陽電池の材料は、再現性の高い市販キット“花力発電®”(西野田電工)を用いた。作製は 6 班編制で行なうこととした。1 班分の実験準備物を以下に示す (図 11 と図 12)。

- ・酸化チタン固定化導電性ガラス (3 枚)
- ・炭素用導電性ガラス (3 枚)
- ・染色用シャーレ (色素抽出液入り)

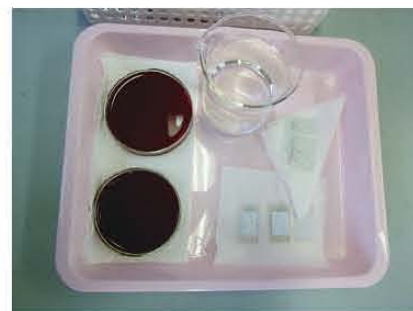


図 11 班に用意した実験材料

- ・ヨウ素電解質溶液（点眼式ボトル入り）
- ・6B鉛筆（3本）
- ・アルミホイル（適量）
- ・目玉クリップ（6個）
- ・ピンセット（3本）
- ・ビーカー（300 mL）
- ・実験用ペーパー（キッチンペーパーで可）
- ・電子オルゴール（1.2 V 駆動）
- ・ミノムシクリップ付き導線（4本）
- ・白熱電球
- ・ドライヤー
- ・デジタルマルチメーター



図 12 班に用意した実験用具

尚，酸化チタン固定化ガラス電極の非導電面のガラスに⊖のシールを，炭素膜用電極の非導電面に⊕のシールを貼付しておいた。

また，教師用として以下を準備した。

- ・ハイビスカスの鉢
- ・作製済みの色素増感型太陽電池
- ・白熱電球

2) 実験室の電源容量の確認

本実験では，6 班でドライヤーを使用するため実験室の電源容量の確認を行なった。ドライヤーは，「弱」（あるいは「セット」）で使用させる。

(3) 授業実践

授業は，平成 23 年 6 月著者の一人（小川）の所属校第 4 学年の 27 名を対象に行なった。

1) 授業の展開

- ① 前時の光電池を用いたおもちゃ製作活動を振り返った。
- ② 教師がハイビスカスの鉢を取り出し，それに白熱電球の光を当てると，鉢からメロディーが聞こえてくることを示した。
- ③ 子どもたちに，どうしてメロディーが聞こえてきたのかを問いかけ，その後，鉢の中にオルゴールに繋いだ色素増感型太陽電池が隠されていたことを示した。さらに，この電池がハイビスカスの花からできていることを告げ，児童にこの光電池を作ってみたいか，問いかけた。
- ④ 児童からの反応をもとに，身近にある植物を使って光電池を作り，電池として働くかどうかを調べることを，めあてとして確認した。
- ⑤ 児童に製作手順を記したワークシートを配布し，班内で分担して，酸化チタン固定化電極を色素で染め付ける作業と炭素膜付きガラス電極を作製することを指示した。
- ⑥ 全ての班で⑤の操作を終えたことを確認した後，全員を教卓の周辺に集め，

電池の組立て方と端子の取り方を演示して見せた。

- ⑦ 児童は、班ごとに実験台に戻り、協力して電池を組立て、1組ごとに太陽電池に白熱電球の光を当てて電流が流れることをデジタルマルチメーターで確認した。
- ⑧ 3組の太陽電池を直列に繋いで電子オルゴールが鳴るかどうかを調べた。
- ⑨ 全ての班で電子オルゴールを鳴らすことができた。最後に、本時の実験を行なって感じたことを2名の児童に発表させた。

3 結果と評価

(1) 本時の授業について

導入に、ハイビスカスの鉢植えの中に隠しておいた色素増感型太陽電池に光をあてて鉢植えの花の上に置いたオルゴールを鳴らし、学習の方向付けを図ろうとしたが、オルゴールの音が小さく、光源の遠近による音の大小の変化を児童に感じ取らせることができなかった(図13)。これは、前日までに準備した太陽電池の性能が、予想以上に低下していたことが原因であった。当日にいくつか作製し、連結させる準備が必要であったかもしれない。しかし、音は小さかったが、鉢植えに光を当てると太陽電池でオルゴールが鳴ったことには、児童はおおいに興味を持ったようであった。

本単元のまとめとして、色素増感型太陽電池の製作を通して先端科学とくらしの結びつきを子どもたちに感じ取らせたいという思いがあった。しかし、45分間の授業で作り上げるには無理があるので、時間的効率化を図るための工夫が必要であった。そこで、極の識別シール、ガラス板への印、ミノムシクリップへのアルミホイルの事前巻付けを行なった結果、第4学年の児童でも協力して活動すること(図14)で電池を時間内に仕上げる事ができた。このことは、電子オルゴールを鳴らすことに通じ、どの児童にも達



図13 鉢植えに光を当ててオルゴールを鳴らしている様子



図14 協力して活動をしている様子



図15 一人ひとりが取組んでいる様子

成感を味合わせることができた。実感を伴った実験結果をつかませることができ、本授業の目標の一部は達成できたと言える。

一方、製作手順や完成物を理解することが困難な児童もいたので、支援の手立てとして、色素増感型太陽電池の模型物を用意しておく必要があった。

次に、安全面の配慮があることが本時の授業を通して、改めて明らかになった。一つは、高熱を発する光源や水、薬品を扱うので、机の上の整理に心がけること、作業の手順や器具の取り扱いについて指示をしっかりとしておくことであった。児童のひとりが、ガラス電極を破損した。幸いけがはなかったが、原因は、白熱電球をガラス電極に近づけ過ぎ熱膨張で歪みが生じたためのものである。理科実験では、教師の想定外の危険事例が起こるかもしれないが、教師は、学習活動で考えられる危険事例についてきちんと整理し、事前に起こらないように児童に指導しなければならない。今回、事前指導が不足していて把握できなかったことは、今後の大きな課題である。

(2) 単元全体について

指導計画全体において、一人ひとりの児童に材料を与え十分な操作活動を行わせたこと(図 15)は、興味関心を高めると共に、技能を高めることにつながったと考える。

指導計画の工夫としては、総合的な学習の時間と横断的な単元構成を実施し、エネルギー問題について考えさせ、生活と太陽光発電の関係について考えさせることにより、本時での感動を持たせたいと考えていたが、こちらの思い通りにはいかなかった。児童は、日常の電気使用のありがたさや、電力不足問題などといった現状についての切実な思いが不足しており、エネルギー問題としてとらえさせることが難しかった。単に、これまでのものとは種類が違う太陽電池があるのかな、という感覚で色素増感型太陽電池をとらえていたようである。

しかし、理科実験が好きな児童は、本授業後も、色素増感型太陽電池について様々な質問を行ってきた。また、理科に関しての興味関心が普通の児童も、地震のメカニズムや宇宙の誕生など、理科授業単元とは別の話題や疑問について、何人か尋ねて来るようになった。これらのことは、自然科学に対する興味関心を高めたばかりではなく、目の前の担任教師を「理科の教師」、「科学の疑問に答えてくれる教師」としてとらえるようになった証しではないかと考える。

本授業以降、児童の学習態度に良い変容が見られた。授業後、児童は、友達や教師の話聞く態度や集団行動等について、集中度が高まり落ち着いた態度が見られるようになった。本授業を通して、学級経営の高まりが見られたことは、特筆される事項と言える。

4 まとめ

色素増感型太陽電池を取入れた授業実践例は、中学校・高等学校では報告例¹⁾があるが、小学校での報告例は著者らの知る範囲ではない。しかも、正規のカリ

キュラム中に組込んだ例は、中学校・高等学校の実践例にもほとんど見られない。ある意味挑戦的な授業実践であったと言える。本授業は、CST養成プログラムⅡの評価対象授業として、複数の評価者から評価を受けたが、一部の評価者の意見にも「先端科学を生かした授業ということで、最先端でありながら4年生でもできる、先端科学のことだが平易にできるというところがすごいと感じた。」や「光電池の発展として『色素増感型太陽電池』を独自に教材化し、授業に仕組むことで、子どもの興味・関心を引き出そうと努力された点は高く評価できる。」とあり、色素増感型太陽電池を教材として正規のカリキュラムに組込んだ授業が意義あることを示している。本報告を契機に、色素増感型太陽電池を取り入れた未来志向の理科授業が小学校においても展開されることを期待する。

付記

本授業は、独立行政法人科学技術振興機構（JST）理数系教員（コア・サイエンス・ティーチャー）養成拠点構築事業（プログラム）の一環として行なわれたものです。また、本報告は科学研究費補助金 基盤研究（C）「先端科学を取り入れた未来志向の光エネルギー学習用教材の開発と実践」（No.24501060）の一部として取り纏められたものです。これらの支援に感謝いたします。

参考文献

1) 例えば、中学校の技術科の授業実践例として：紅林・松永・中川，静岡大学教育学部研究報告（教科教育学篇）第38号，pp.131-142(2007). 高等学校の実践例として：川村・吉田・島田・藤原，物理教育 56 卷(1)，pp.21-24(2008). 他に：池田・堀川・伊藤・宮本・山本，茨城大学教育学部紀要（教育科学）57，pp.29-43(2008).

(資料)

I 学習指導案

第4学年 理科学習指導案

平成23年6月16日(木)5校時
男子15名 女子12名 計27名
場所 理科室
指導者 教諭 小川 直仁

1. 単元名 「電池のはたらき」【A物質・エネルギー(3)電気の働き】

2. 単元について

- 本学級の児童は、活力に満ち、どの学習に対しても意欲的で、集中して学習活動を行うことができる。特に理科に対する興味・関心は高く、ツルレイシの苗の栽培や観察を熱心に行ったり、昆虫の卵を家庭から採取し持ち寄ったり、自然の事物・現象に対して実感を伴った理解を図りながら学習活動にのぞむことができる児童が多い。

科学的な見方や考え方については、前単元「天気と気温」の学習で、1日の気温の変わり方を時間や天気と関係づけて考えたり、継続的に測定・記録したりしながら問題解決を図る学習活動を行ってきた。そこでは、ほとんどの児童は、天気によって1日の気温の変化の仕方に違いがあることはとらえられたものの、天気の様子による太陽エネルギーと自然界の水蒸気とを関係づけて自分の考えを表現できる児童は少なかった。

- 学習指導要領では、第4学年の【A物質・エネルギー(3)電気の働き】の内容について、以下のよう示している。

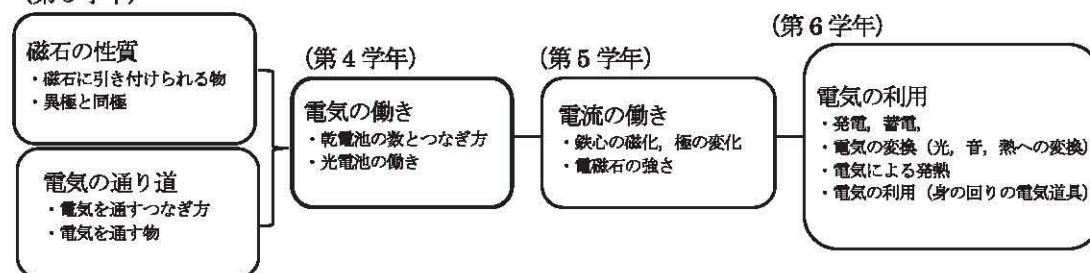
乾電池や光電池に豆電球やモーターなどをつなぎ、乾電池や光電池の働きを調べ、電気の働きについての考えをもつことができるようにする。
ア 乾電池の数やつなぎ方を変えると、豆電球の明るさやモーターの回り方が変わること。
イ 光電池を使ってモーターを回すことなどができること。

また、内容の取り扱いとして、以下のよう示している。

- (1) 内容の「A物質・エネルギー」の(3)のアについては、直列つなぎと並列つなぎを扱うものとする。
- (2) 内容の「A物質・エネルギー」の指導に当たっては、2種類以上のものづくりを行うものとする。

「エネルギーの変換と保存」を柱とした内容の構成

(第3学年)



- 本単元の指導にあたっては、一人一人の児童に電気で動くおもちゃ(モーターカー)づくりにつながる材料と乾電池を与え、導線やスイッチ、電池ボックスづくりなどの十分な操作活動を通して、電池にモーターをつないだ回路やモーターの回り方に対する興味・関心を高めながら学習活動を進めていく。また、記号を使った回路の表し方や乾電池のつなぎ方による電流の大きさとモーターの回る速

さの関係をとらえる学習場面においては、小グループによる教え合い活動や話し合い活動を行わせ、互いに予想の確認や実験方法の工夫・操作、結果の考察を交流させながら協力して学習活動を進めさせていきたい。

光電池のはたらきをとらえる学習場面では、光電池（太陽光発電）の2つの利点「エネルギー源が太陽であり、枯渇の心配がない。」「保安、管理の手間が他の電源に比べて少ない。」があることを伝え、乾電池や光電池で動くおもちゃづくりを通して、工夫して作る楽しさを感じさせるとともに電池を身の回りの生活に活用しているということを実感させる。

さらには、東北地方で発生した大地震や大津波、それによる原子力発電所の事故によるエネルギー問題とを関連づけ、色素増感型太陽電池（花力太陽電池）の製作活動を取り入れる。ここでは、色素増感型太陽電池の3つの利点「原料が資源として豊富で安い。」「原料に毒性がなく環境にやさしい。」「製造するためのエネルギーが少なく済み、製造コストを下げることができる。」があることや、現段階における課題及び近未来のエネルギー源として研究が重ねられていることを伝え、光電池などの科学の進歩が人々の生活向上に役立てられているとともに、今後のエネルギー問題について考えさせる契機とさせたい。

3. 先端科学の教材化について

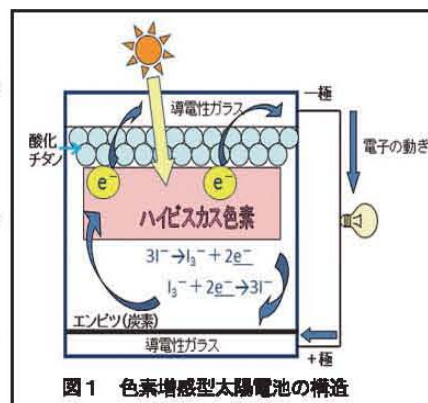
(1) 「色素増感型太陽電池」（花力発電）※1の概要

色素増感型太陽電池は、1991年に、スイスのグレッツェル（Grätzel）によって発表された新しい太陽電池である。ガラスに透明な導電膜をつけた導電性ガラスを使用し、その表面に酸化チタンの膜、その上に色素をつけ、導電膜をつけたもう一方のガラスとの間に、電解質溶液を挟んだサンドウィッチ構造になっている。色素の部分で光エネルギーを電気エネルギーに変える、つまり電気を生み出す反応がおこり、それを利用する仕組みになっている。厳密には「Grätzel電池」と呼ばれる。

さらには、植物の光合成の初期過程において、構造中の色素分子による光電子移動がきっかけとなり、光合成のサイクルが起動するという反応が起こる。色素増感型太陽電池は、この点で光合成と似ているため「光合成型太陽電池」とも呼ばれる。

(2) 発電原理

- ① 光があたると、色素分子から電子が放出される。
- ② 放出された電子は、素早く酸化チタン膜に受け取られる。
- ③ 電子は、酸化チタン膜・導電性ガラスの導電面を通り移動する。（マイナス極）
- ④ 一方、電子を失った状態にある色素分子は、周りに充填している電解質溶液中のヨウ素イオンから電子を受け取り、元の状態に戻る。
- ⑤ ヨウ素イオンは電解質溶液中を移動し、もう一方の極についた炭素膜を通して、電子を受け取る。（プラス極）
- ⑥ 二つの極の間に負荷をおき導線でつなぐと、極の間の電位差を電池として利用することができる。



(3) 使用している材料

- ① マイナス極・・・透明電極（導電性ガラス）
酸化チタン膜（酸化チタン溶液を用いて作成）
- ② プラス極・・・透明電極（導電性ガラス）
炭素膜（鉛筆にて作成）
- ③ 電解質・・・ヨウ素—ヨウ素化合物溶液
- ④ 色素・・・ハイビスカス色素（ドライフラワー状のハイビスカス色素を水で抽出する。）

(4) 教材化の意義

花の色素を利用して電池ができることを体験させることにより、先端科学を身近な日常生活と結びつけて考えさせ、科学に対する興味・関心を深めさせることができる。

〈引用文献〉※1 「色素増感型太陽電池製作キット」西野田電気株式会社

4. 単元の見直し

電気の働きについて興味・関心をもって追求する活動を通して、乾電池のつなぎ方や光電池に当てる光の強さと回路を流れる電流の大きさを関係づける能力を育てるとともに、それらについての理解を図り、電気の働きについての見方や考え方を持つことができるようにする。

○乾電池の数やつなぎ方を変えると、豆電球の明るさやモーターの回り方が変わること。

○光電池を使ってモーターを回すことなどができること。

5. 指導計画（総時数 10時間 本時9/10）

次	学習事項・配当時数	おもな学習活動	観点別評価規準
1	かん電池のはたらき〈2〉 ○乾電池とモーター〈1〉 ○モーターの回る向き〈1〉	○乾電池を使ってモーターを回す活動をして、電池の働きについて話し合う。 ○スイッチを作ったり、モーターに風車をつけたりする。 ○乾電池の向きを反対にしたときのモーターの回る向きを調べて記録する。	【関・意・態】 ・乾電池にモーターをつないで回路を作り、この時のモーターの回り方に興味・関心を持ち、その変化を進んで調べようとしている。〈行動観察・発言分析〉 【技能】 ・乾電池とモーターの回路を作り、乾電池のつなぎ方を変えて、モーターの回り方を調べている。〈行動観察・記録分析〉 【知識・理解】 ・電流には向きがあることを理解している。〈発言分析・記録分析〉
2	かん電池のつなぎ方〈4〉 ○乾電池の直列つなぎ・並列つなぎとモーターの回転する速さ・豆電球の明るさ〈2〉 ○乾電池を2個つないだ時の電流の大きさ〈2〉	○2個の乾電池のつなぎ方を変えて、モーターをもっと速く回したり、豆電球をもっと明るくしたりするつなぎ方について話し合い、調べて記録する。 ○直列つなぎと並列つなぎについて知り、モーターの回る速さや豆電球の明るさの違いをまとめる。 ○回路を記号で表せることと電流のほかり方を知り、乾電池のつなぎ方で働きが変わる理由を考える。 ○実験の結果から、乾電池1個の時と、2個の直列つなぎと・並列つなぎのときとで電流の大きさと働きを調べて、比べる。	【関・意・態】 ・乾電池2個を使った回路で、モーターの回り方や豆電球の明るさの違いに興味・関心を持ち、電気の働きを進んで調べようとしている。〈行動観察・発言分析〉 【知識・理解】 ・乾電池の数やつなぎ方を変えると、モーターの回り方や豆電球の明るさが変わること理解している。〈発言分析・記録分析〉 【技能】 ・検流計を使って、乾電池の直列つなぎと並列つなぎの回路の電流の大きさを調べ、その過程や結果を記録している。〈行動観察・記録分析〉 【思考・表現】 ・乾電池の数やつなぎ方によってモーターの回る速さや豆電球の明るさが変わること、回路に流れる電流の大きさと関係付けて考え、自分の考えを表現している。〈発言分析・記録分析〉
3	光電池のはたらき〈4〉 ○光電池とモーター〈1〉	○光電池に電灯の光の当て方を変えてモーターの回る様子を調べて記録する。	【思考・表現】 ・光電池に当てる光の強さによってモーターの回る速さが変わること、回路に流れる電流の大きさと関係付けて考え、自分の考えを表現している。〈発言分析・記録分析〉 【知識・理解】 ・光電池に光を当てると電流が流れ、モーターを回すことができることを理解している。〈発言分析・記録分析〉

<p>総合的な学習の時間 (環境・エネルギー) 「はてなを調べよう」(3)</p>	<p>○エネルギー問題について考えさせ、生活と太陽光発電の関係付けについて調べる。(2) ○まとめたことを伝え合おう。(1)</p>	<p>【関・意・態】 ・身近な問題に気づき、進んで生活と太陽光発電の関係付けについて調べようとする。(行動観察) 【思考・表現】 ・エネルギー問題から、生活と太陽光発電の関係付けについて考え、自分の考えを表現している。(行動観察・作品分析)</p>
<p>○作ってみよう(2) ・電池で動くおもちゃを作ろう(1) ・花力太陽電池を作ろう(1)(本時) ○ふりかえろう(1)</p>	<p>○乾電池や光電池で動くおもちゃを作る。 ○色素増感型太陽電池を作り、実際に電池として働くかどうかを調べる。 ○「ふりかえろう」「単元末テスト」を行う。</p>	<p>【関・意・態】 ・電気の働きを活用して、おもちゃや花力太陽電池を作ろうとしている。(行動観察・発言分析) 【技能】 ・電気の働きを活用して、工夫しておもちゃ作りや花力太陽電池作りをしている。(行動観察・作品分析)</p>

6. 本時の学習指導

(1) 目標

花力太陽電池(色素増感型太陽電池)を作り、実際に電池として働くかどうかを調べることができる。

(2) CST養成プログラムIIの目標から

先端科学である色素増感型太陽電池の製作を通して、花の色素に光を当てると電気がおこる現象から、科学が日常生活にどのような役割を果たしているのかを考えさせ、科学に対する興味・関心を深めさせる。

(3) 展開

過程	学習活動	教師のかかわり	備考・評価
つかむ5分	1. 前時の活動を想起し、本時のめあてをつかむ。	<p>○ 前時の活動において、光電池を使っておもちゃづくりをしていた例を取り上げ、光電池の良さを確認する。</p> <p>○ 本時は、身近にある植物を使って光電池を作り、実際に電池として働くかどうか調べていくことを確認する。</p>	<p>・前時の写真</p> <p>・ハイビスカス</p> <p>・花力太陽電池実物</p> <p>・めあて掲示紙</p>
追求める	2. 活動の見通しをもつ。 ・1グループで3個 ・製作手順 ・テスターで裏表の確認	<p>○ 活動の見通しをもたせるために、ワークシートを見ながら、各グループで仕事を分担し協力していくよう伝える。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>(◎評価規準)</p> <p>A 光電池の働きから、検流計で調べることができる予想する。</p> <p>B 光電池の働きから、モーターや豆電球を使い調べることができる予想する。</p> <p>C 光電池の働きがわからない。</p> </div> <p>○ +極、-極の確認を容易にするために、炭素を塗</p>	<p>・ワークシート</p> <p>◎光電池の働きを考え、自分なりの予想をもって活動にのぞむことができたか。(発表)</p> <p>・製作手順説明紙</p>

35分	3. グループで花力太陽電池を作る。	<p>る裏側の非伝導面のガラス板に⊕のシールを、酸化チタン膜の裏側の非伝導面のガラス板に⊖のシールを貼って準備しておく。</p> <p>○ ガラス板に色素を染め付けることと、鉛筆で炭素を塗りつけることの二つの活動を協力して行うように促す。</p> <p>○ ガラス板の染色と、炭素膜の作製がほとんどすんだところで、全員を前面の机上を中心に集め、太陽電池の組み立てと両極の作製を演示して見せ、＋、－極を間違えないよう伝える。</p>	<p>・説明写真〈実験材料〉</p> <ul style="list-style-type: none"> 酸化チタン板3枚 炭素用ガラス板3枚 染色用シャーレ 電解質液 ・鉛筆3本 アルミホイル 目玉クリップ6こ <p>〈実験器具〉</p> <ul style="list-style-type: none"> ピンセット・ピーカー キムタオル 電子メロディー 光源 ・ドライヤー
／ ま と め る 5 分	<p>4. 花力太陽電池の働きを調べる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・微電力を電子オルゴールで確認 ・電流計で確認 <p>5. 本時の活動をふりかえる。</p>	<p>○ 作った太陽電池に電流が流れない原因には、いくつかの理由があることに気付かせる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・＋、－極の接続は正しいか？ ・光は、染色した側のガラス板に当てているか？ ・ミノムシクリップを深くかませているため、導電性ガラスと接触してはいないか？ <p>(◎評価規準)</p> <p>A 光電池を直列つなぎにし、同時に光源に近づけながら調べることができる。</p> <p>B 光電池を単体で、光源に近づけながら流れる電流の大きさを調べることができる。</p> <p>C 調べることができない。</p> <p>○ 調べることが進まない児童には、簡易光電池を与え、オルゴールが鳴ることを確かめさせる。</p> <p>○ 調べた結果を、簡単に発表させる。</p> <p>○ 花力太陽電池の面積の広さに比例して、電流が大きくなることをおさえる。</p> <p>○ 花力太陽電池の良さに気づかせる。</p> <p>○ 先端科学の技術は、これからの私たちの暮らしに生かしていくことが求められていることにも気づかせていく。</p> <p>○ 次時は、これまでの学習をまとめていくことを伝える。</p>	<p>◎光電池の働きを考え、花力太陽電池の働きを確かめる実験を行うことができたか。(活動の様子)</p> <p>◎花力太陽電池の良さに気づき、理科学習活動について意欲を持つことができたか。(振り返りシート)</p>

(4) 評価

花力太陽電池を作り、実際に電池として働くかどうかを調べることができたか。

(5) 板書計画

光電池のはたらき	光電池カー 写真	最先端科学の実験を さあ やってみよう！								
花力太陽電池を作り、電池としてのはたらきを調べよう。										
<p>【学習の道すじ】</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 25%; border: none;">(予想)</td> <td style="width: 50%; border: none;">(光電池を作る)</td> <td style="width: 12.5%; border: none;">(調べる)</td> <td style="width: 12.5%; border: none;">(まとめる)</td> </tr> <tr> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"> <ol style="list-style-type: none"> 1. 1班に3個 2. 花の色素でそめる 3. えんぴつ(炭素)をぬる 4. かわかす。 5. 液を2滴たらす。 6. ガラス板2枚を重ね、クリップで止める。 7. ミノムシクリップをつける。 </td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> </tr> </table>			(予想)	(光電池を作る)	(調べる)	(まとめる)		<ol style="list-style-type: none"> 1. 1班に3個 2. 花の色素でそめる 3. えんぴつ(炭素)をぬる 4. かわかす。 5. 液を2滴たらす。 6. ガラス板2枚を重ね、クリップで止める。 7. ミノムシクリップをつける。 		
(予想)	(光電池を作る)	(調べる)	(まとめる)							
	<ol style="list-style-type: none"> 1. 1班に3個 2. 花の色素でそめる 3. えんぴつ(炭素)をぬる 4. かわかす。 5. 液を2滴たらす。 6. ガラス板2枚を重ね、クリップで止める。 7. ミノムシクリップをつける。 									

(6) 児童の座席配置

<table style="width: 100%; border: none;"> <tr><td style="width: 50%;">YY</td><td style="width: 50%;">YH</td></tr> <tr><td>LM</td><td>TY</td></tr> <tr><td></td><td>TE</td></tr> </table>	YY	YH	LM	TY		TE	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr><td style="width: 50%;">M.T</td><td style="width: 50%;">H.A</td></tr> <tr><td>S.R</td><td>H.R</td></tr> </table>	M.T	H.A	S.R	H.R	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr><td style="width: 50%;">S.A</td><td style="width: 50%;">M.R</td></tr> <tr><td>S.K</td><td>Y.M</td></tr> </table>	S.A	M.R	S.K	Y.M		
YY	YH																	
LM	TY																	
	TE																	
M.T	H.A																	
S.R	H.R																	
S.A	M.R																	
S.K	Y.M																	
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr><td style="width: 50%;">A.K</td><td style="width: 50%;">M.K</td></tr> <tr><td>Y.K</td><td>H.R</td></tr> </table>	A.K	M.K	Y.K	H.R	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr><td style="width: 50%;">S.T</td><td style="width: 50%;">K.S</td></tr> <tr><td>H.H</td><td>S.M</td></tr> <tr><td></td><td>TS</td></tr> </table>	S.T	K.S	H.H	S.M		TS	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr><td style="width: 50%;">S.K</td><td style="width: 50%;">T.S</td></tr> <tr><td>N.A</td><td>H.K</td></tr> <tr><td>S.G</td><td></td></tr> </table>	S.K	T.S	N.A	H.K	S.G	
A.K	M.K																	
Y.K	H.R																	
S.T	K.S																	
H.H	S.M																	
	TS																	
S.K	T.S																	
N.A	H.K																	
S.G																		

(7) ワークシート

別紙 資料添付

理科ワークシート

紐差小学校 第4学年 名前 ()

「光電池のはたらき」

やってみよう！ さいせんたんかがく じっけんきょうしつ
「最先端科学の実験教室」

めあて

花力太陽電池を作り、電池のはたらきをたしかめよう。

(予想) もし、電池になっていれば、これでわかる！

(光電池の作り方)

1のA 花の色素でそめる。



(10分間色素液につけておく)

2. 水ですすいで、かわかす。

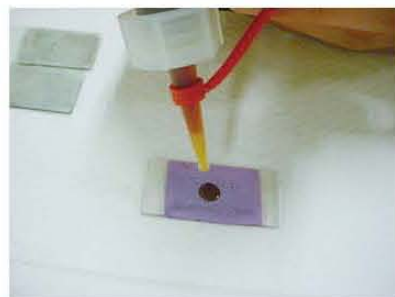


1のB えんぴつ(炭素)でぬる。



(シールの裏側をしっかりとぬる)

3. 液を1てきたらす。



(調べる方法)

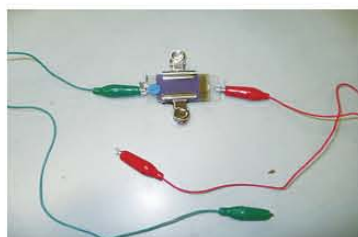
《 》 を使って 《 》 を使って》

(気づき・感想)

4. ガラス板を2枚重ね、クリップで止める



5. いよいよ、完成



色素をつけたガラス側を
光に あててみよう！