

日産科学振興財団 理科／環境教育助成 成果報告書

回次：第 **5** 回 助成期間：平成20年11月1日～平成21年10月31日（期間1年間）

テーマ：色素増感太陽電池を用いたエネルギー環境教育とその教材開発

氏名：小田 善治 所属：東京理科大学大学院 登録番号：08167

1. 課題の主旨

平成24年度入学生より学年進行で実施される高等学校の学習指導要領の物理基礎及び、同年度4月全面実施の中学校新学習指導要領の理科では、エネルギーの学習を行うことが明記され、適切な実験機材を用いることで学習者の学習効果の促進をうながしている。しかし、エネルギー環境教育の授業を行う全ての教師がエネルギー科学の分野に精通しているわけではない。従って、授業に適した実験教材の開発は重要である。

そういった状況なかで、教育現場で容易に製作が可能な色素増感太陽電池がクローズアップされている。実際に生徒自身の手で太陽電池を作成して、電子メロディーを鳴らし発電の確認ができるため、生徒への学習効果の促進は絶大である。しかし現在販売されている実験キットは高価で、教育現場での普及が低いのが現状である。

そこで、適切な教材価格で、かつ高性能の色素増感太陽電池の実験キットの開発を行い色素増感太陽電池の実験キットの普及を行う必要がある。さらに、未だに実現していない太陽光エネルギーを運動エネルギーに変換できる実験キットを開発して、より高い学習効果の促進を得ることができる教材を創り上げたい。

2. 準備

本研究は、実践研究、開発研究で構成されている。

- 1) 教育現場で実施可能で、生徒が容易に作製できる色素増感太陽電池の実験教材を開発し、実際に授業実践を行う。
- 2) 太陽光エネルギーを運動エネルギーに変換できる実験キットとして、色素増感太陽電池を搭載可能な模型自動車の教材開発をする。

3. 指導方法

1) 調査研究

これまでに開発した電子メロディーを鳴らす色素増感太陽電池の作製方法に改良を加え、より生徒が容易に作製、発電の確認を行うことができる教材にセットアップした。

その教材を実際に公立高校の授業で実施し、生徒自身での作製が可能か調査した。なお、実施にあたってはTAとして参加し、講師は大学教授が担当した。

2) 開発研究

1)の結果を受けて、新たな教材として、色素増感太陽電池を搭載可能な模型自動車の教材開発に取り組むことにした。教材の作製方法は、1)の教材の作製方法をベースに、質量軽減を意識した教材を用いることで、この開発に成功した。

4. 実践内容

1) 参加者

公立高等学校 1 年生 1 クラスで、生徒数 22 名(男子 17 名, 女子 5 名)であった。

2) 授業手続き

エネルギー環境教育の一環として、理科総合 A の授業で 2 時間行い、講師や TA の指導の下、作製から発電までを生徒自身の手で行った。

5. 成果・効果

1) 調査研究

作製から発電までを生徒自身の手で行ったが、全員の生徒が電子メロディーによる発電を確認できた。これにより、新たに開発した色素増感太陽電池の実験教材がエネルギー環境教育の教材として十分役立つものであることが分かった。

2) 開発研究

1)の結果を受けて、新たな教材として、色素増感太陽電池を搭載可能な模型自動車の教材開発に取り組むことにした。教材の作製方法は、1)の教材の作製方法をベースに、質量軽減を意識した教材を用いることで、この開発に成功した。詳細は『色素増感太陽電池を搭載した模型自動車の実験教材の開発』(物理教育, Vol.57, No.3, pp.220-223, 2009)に報告した。

6. 所感

色素増感太陽電池がエネルギー環境教育の実験教材として優れている点は、日常生活のなかで用いられている身近な材料を使い、生徒自らの手で太陽電池の作製から発電の確認までできる点である。逆に欠点として、発電量の少なさから発電の確認方法が限られていた点があった。

しかし今回、色素増感太陽電池の作製方法を改良したことにより、発電の確認方法がアモルファスシリコン型のように模型自動車に太陽電池を搭載させて自走させることが可能になり、実験教材としての可能性が大きく広がった。また、実践研究を通して、生徒自身が作製しても発電の確認がしっかり分かった。これらの点が本研究の最大の成果である。

学習指導要領の改訂によるところはもちろんであるが、我々の住む星「地球」のことを考えると、エネルギー環境学習が益々重要になってくるのは明らかである。このような状況の中で、将来を担う生徒たちの学習効果を促進する教材として、本研究で開発した実験教材が使用され、役立つことを心から願っている。

7. 今後の課題や発展性について

本研究の搭載型色素増感太陽電池の模型自動車では、色素増感太陽電池の電池1つの大きさを50mm四方にすることで実験教材の開発に至ったが、各学校の予算、生徒数等によっては、様々なニーズに合わせたセットアップが必要となる。今後は電池のサイズを個々に検証し、様々な大きさの模型自動車の実験教材の開発し、教育現場のより細かなニーズに答えていきたいと考える。

8. 発表論文、投稿記事、メディアなどの掲載記事

論文

小田善治・川村康文:色素増感太陽電池を搭載した模型自動車の実験教材の開発, 物理教育, Vol.57, No.3, pp.220-223(2009)

紫藤寛司:スパーサーを利用した色素増感太陽電池の実験教材の開発, 理科教育, 現在投稿中

【教材制作方法】

- ・実施内容が教材開発の場合、ここから1～2ページ使って、教材の制作方法を記載願います
- ・実施内容が教材開発でない場合、このページ以降を削除願います

自走式模型自動車用色素増感太陽電池の作製方法

本件究で報告する色素増感太陽電池の材料, 道具は以下である。50mm×50mm の旭ガラスファブリック製電気伝導性ガラス (以下ガラス) 1枚, 50mm×50mm のステンレス板 1枚, 昭和電工製低温焼成用二酸化チタンペースト SP-210 (以下二酸化チタン), 昭和電工製ヨウ素電解液 (以下ヨウ素電解液), ハイビスカス色素, 鉛筆 (炭素電極に使用), ダブルクリップ (電気伝導性, 以下銀色クリップ) 2個, ダブルクリップ (電気非伝導性, 以下黒色クリップ) 2個, 綿棒, フライパン, アルミ箔

これらを用いて, 次の順に作製する。

- ①図1のようにガラスの導電面に綿棒を使用し, 二酸化チタンを塗る。この時, 二酸化チタンの塗布は, 図2のようにガラスの反対側が透けて見える程度のみにとどめる。なお, 塗り付ける際は一辺を約3mmの幅を空ける。塗り終わると二酸化チタンが完全に乾くまで自然乾燥させる。

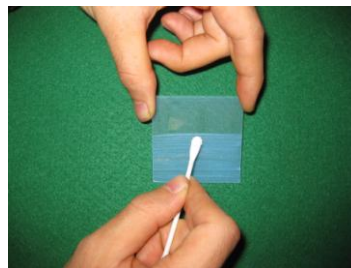


図1 二酸化チタンを塗る様子

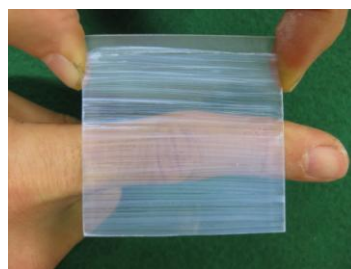


図2 二酸化チタンを塗布したガラス

上端部には, 約3mmの二酸化チタンを塗布しない部分がある。

- ②二酸化チタンを塗ったガラスを, アルミ箔を敷いたフライパンにのせ, 強火で焼き付ける。焼きあがった後, 急冷すればガラスが割れる危険があるので十分冷めるまで放置する。
- ③ガラスが十分冷めた後, 同じ部分に二酸化チタンを再度塗る。このとき, 二酸化チタンは反対側が見えなくなるぐらいまで塗る。
- ④再度焼き付け, ガラスが手で十分触れるまで冷めた後, フライパンから取り出しハイビスカスから抽

出した色素を含む液で着色させる。

- ⑤色素を着色させたガラスを取り出し、一方でステンレス板には鉛筆を塗る。ガラス面と同様、一辺は約3mmの幅を空ける。

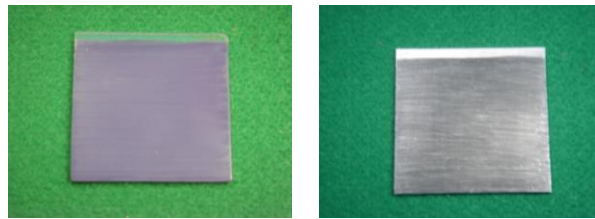


図3 色素を吸着させたガラス（左）と、鉛筆を塗ったステンレス板（右）

- ⑥手順⑤のガラス及びステンレス板の塗った面を向かい合わせ、その間にヨウ素電解液を数滴滴下し、重ね合わせ、黒色クリップで固定する。更に3mmの幅を空けた部分に銀色クリップをはさみこれを電極とする。このとき、ステンレス板の電極部の裏側にビニールテープを貼り、厚さ1.1mmのガラスと同じ厚さに調整する。

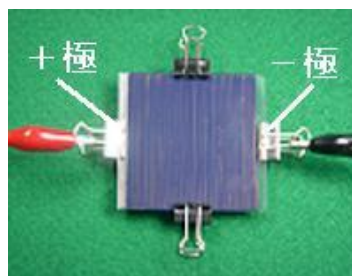


図4 完成した状態

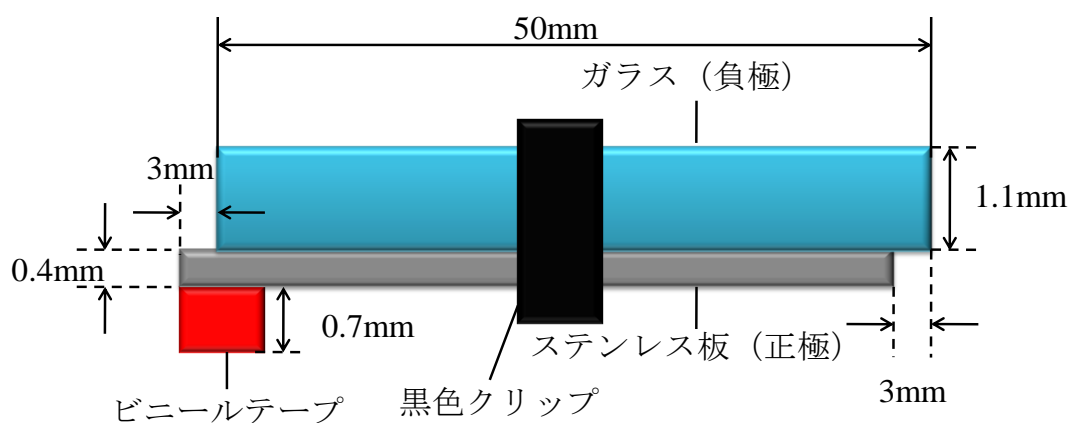


図5 完成した状態（横から見た模式図）

- ⑦ステンレス板側が+極，ガラス側が-極となる。-極側の面から光を当てると，光エネルギーが電気エネルギーに変換され，電子メロディーが鳴ることなどで発電を確認することができる。