

理科・環境教育助成 成果報告書

第2回 期間：2004年11月～2005年10月

氏名：若狭 信次 所属：長野県岡谷工業高等学校

課題名：信州の草花を利用した色素増感太陽電池の教材化

1. 課題の主旨

環境教育としての実習で、自分たちの住む街の草花の色素を用いた太陽電池を製作し、地球に優しい自然エネルギーの学習を行うことはとても重要であると考える。次世代型の太陽電池として注目されている有機太陽電池（色素増感太陽電池）は、高校の実習室でも製作することができる。今研究では、次世代型の太陽電池を高校の授業に取り入れられるような教材づくりを目的とする。

高校生が実験室で手作りででき、しかもある程度の発電力を持つ物を普段の授業に取り入れれば、「ブラックボックス」的な存在である太陽電池に対しての学習効果も高い。高校2・3年生の実習の授業で扱えること。生徒実習では、自分達が用意した色素を使って電池を製作すること。低予算で興味ある教材になるよう工夫し、次世代型エネルギーから環境問題も考えられるように進める。

2. 活動状況

平成16年11月～平成17年3月

資料収集、視察、今後の計画立案

平成17年4月

岡谷工業高校に異動、「電気化学実習」に色素増感太陽電池を取り入れる
平成17年4月～7月

太陽電池の設計、色素の検討、電解質の検討、酸化チタンの検討
平成17年8月～10月

太陽電池の封止技術、教材化の工夫



ベニバナから色素抽出



紫キャベツから色素抽出

岡谷市花「ツツジ」から太陽電池	ツツジでもプロペラ回転
ステンドグラス風太陽電池	太陽光でプロペラ回転

3. 結果

自分の身近な色素（花、食品）から最先端の太陽電池が出来たことは高校生にとってかなりの感動があったようである。これまで、ブラックボックスであった太陽電池に興味を示し、3年生では進学先の選択にも影響を与えた。分析と製造が主であった工業化学科の教育課程にもエネルギーと環境の分野を追加することができた。

4. 今後の課題と発展

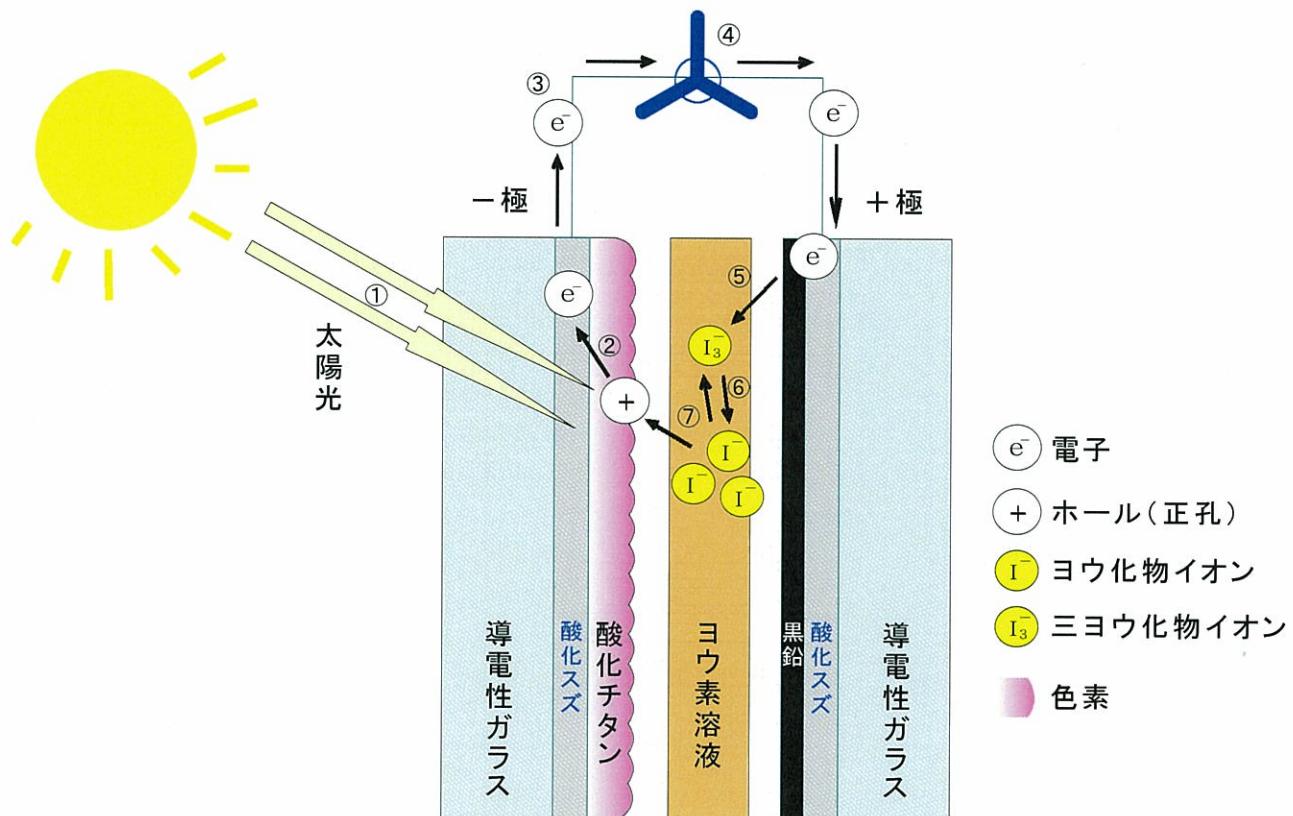
今後も高校生の環境教育・エネルギー教育は必要なものとして位置づけされていくであろう。今研究において、新しいタイプの太陽電池を生徒実習に組み込むことはできた。しかしながら多方面において製作過程における“こつ”というものが多く、他の教師がすぐに導入できない実験であることは確かである。今後更に工夫を重ね、誰でもが簡単に導入できる教材化を目指していきたい。

5. 発表論文、投稿記事及び当財団へのご意見など

<実験：色素増感太陽電池の製作>

1. 目的 1991年にグレッツェル（スイス：ローザンヌ工科大学）が考案した湿式太陽電池の一種である色素増感太陽電池を製作する。
また、色素として身近な有機化合物を使用し比較してみる。

2. 原理 導電性ガラス表面に塗布された TiO_2 の粒径は、約 10 nm で多孔質膜のため、表面積が大きな値になり、そこに吸着させた色素が光を受け、自分自身が励起して電子を、チタニア（半導体）の表面に渡し電子は対極の導電性ガラスへ行く。酸化された色素は、電解液（ヨウ素溶液）から電子をもらって元に戻る。このようにして電子が回り、電気を起こす。色素は緑色植物の光合成のクロロフィル（葉緑素）と同じ働きをするので、光合成型太陽電池ともいわれている。



3. 準備

薬品) 酸化チタン（石原産業 ST-01、日本エアロジルSP-25)
ヨウ素溶液（ヨウ化リチウム、ヨウ素、3-メトキシプロピオニトリル）
硝酸、エタノール、ポリエチレン glycol (分子量20000)

器材) 導電性ガラス、テスター、OHP、ガラス棒、乳鉢、ガスバーナー

色素) ハイビスカスティー、各自で用意したもの

4. 操作

①チタニアペーストの作成

二酸化チタンが、30wt%になるように水を混ぜ、少量のポリエチレン glycol と硝酸を加えて乳鉢でペーストを作る。30分は混ぜ合わせる。

各班の使用量 二酸化チタン···() g
ポリエチレン glycol···() g

②導電性ガラスの準備（-極側）

5×5 cmにカットした導電性ガラスの導電面をアルコールで拭いた後、1×5 cmの部分をセロハンテープでとめる。

- ③ガラス棒を使用して、チタニアペーストをガラスに薄く塗る。
できるだけ均一になるように注意し、そのまま乾燥させる。
- ④ガスバーナーを使って、チタニアを塗布したガラスを焼く。
焼き始めと終わりは、火の加減を注意しガラスが割れないようにする。
弱火～中火で、約30分間続ける。
- ⑤色素の準備
アントシアン系の色素（ブルーベリー、ハイビスカスティー等）を
水・アルコールにつけ抽出する。その溶液を、バットに入れておく。
- ⑥焼き上がったガラスを冷却後、バットに入れ、1日～1週間放置する。
- ⑦導電性ガラスの準備（+極側）
導電面に4B鉛筆をこすりつけ、黒鉛をコーティングする。
- ⑧電解質となるヨウ素溶液の調整
3-メトキシプロピオニトリルを溶媒とし、ヨウ化リチウム 0.5mol/l、
ヨウ素 0.01mol/l を混合し、三角フラスコに入れる。
- ⑨色素が吸着した導電性ガラス（-極側）を乾燥した後、ヨウ素溶液を
2・3滴垂らし、黒鉛をコーティングした導電性ガラス（+極側）を
合わせ、クリップでとめる。
- ⑩テスターを付けて、OHPと太陽光で、開放電圧 (V_o)・短絡電流 (I_o) を
求める。

5. 結果

開放電圧 () V
短絡電流 () mA

6. 参考

太陽から地球全面に降り注ぐ太陽光エネルギーの総量はおよそ 2×10^{14} kW
である。地球を覆っている水蒸気、ガス（空気など）、ほこりなどからなる大気圏
で反射・散乱・吸収されるので地表にはこの70%が到達する。

1年分の量で比較すると、この量は全人類が消費するエネルギーの約1万倍で
日本全土に降り注ぐ量では、日本人が消費するエネルギーの約100倍といわれている。

7. 薬品等の説明

<色素>

アントシアン系

ブルーベリー・赤キャベツ・なすの皮・黒豆・朝顔・ブドウ・ローズヒップ・
ハイビスカスなどに含まれる色素。

<酸化チタン (TiO_2)>

- ①食品添加物として日本では、1983年に認可されており食品や口紅などの
化粧品・修正液にも使われている。
- ②光触媒として外壁・タイル・便器・高速道路のトンネル内のライトのカバー
などに利用。紫外線を受けると、表面についていた有機成分の汚れ、NOX、SOXを
分解する能力を持っている。
- ③この実験で使用したのは、アナタース型の二酸化チタン。
比表面積317 g / m²