

理科・環境教育助成 成果報告書

第3回 期間：2005年11月～2006年10月

氏名：池田 昌子 所属：大阪府立茨木高等学校

課題名：燃料電池及び色素増感太陽電池を用いた理科教育教材の開発と実践

1. 課題の主旨

環境問題や資源・エネルギー問題に対する解決策の1つとして開発され、実用化が進められている「燃料電池」及び「色素増感太陽電池」について、主に高校生を対象とした教材化の研究を、①自然科学の不思議さ、面白さ、深さを感じさせる、②最先端の科学技術に触れる喜びを体験させる、③エネルギー開発と環境保全に対して、問題意識をもって取り組む姿勢を育む、という目的をもって行い、環境教育の一環として実践する。

2. 活動状況

①燃料電池について

高等学校におけるこれまでの燃料電池の実験は、水の電気分解によって水素・酸素を発生させた後、そのまま燃料電池として作動させ演示するものや、水素・酸素を送入する場合でも電流が小さく、電子メロディーを作動させる程度のものが多かった。今回、「塩化白金酸で白金メッキしたステンレス金網（5×5cm）を用い、ろ紙にしみ込ませた電解液（NaOH）をMDケース内で積層させ、ケースの両側から水素・酸素を送り込む」という本来の燃料電池に近い形状のものによって実験を実施した。「化学I」の電池の単元において、4人の班それぞれで燃料電池を製作させる生徒実験として実施したところ、いずれの班でも太陽電池用モーターを作動させることができた。

なお、同様の実験は神戸学院大学や大阪府立茨木工科高校でも実施されており、実験方法の伝達及び試薬等の提供を行った。

②色素増感太陽電池について

酸化チタン(IV)に天然色素を吸着させたものを用いて太陽電池（色素増感太陽電池）を作ることは以前から知られていたが、取り出せる電流が小さく、十分な教材化の段階には至っていなかった。今回、生徒実験として実施することを念頭において大阪府教育センターで製作方法の検討を試みたところ、「酸化チタン(IV)粉末を液体のポリエチレングリコールと混合し、生成したペーストを厚めのステンレス板を用いて火力を十分に調節しながら加熱する」ことにより、10mA程度の電流を取り出せる電池を製作できた。また、電池を製作したことを実感させるため微弱な電流でも回転するクリップモーターを自作し、作動させることができた。

大阪府教育センターの教員研修（環境教育研修等）で実施して改良を重ねた。さらに、大阪府立茨木高校の化学クラブで生徒が実験を行う際の所要時間や留意点等を検討し、実験操作手順を整理して、B4用紙（通常学校で使用する用紙サイズ）1枚分の実験書を作成した。

3. 結果

燃料電池の製作については、実験時間は約 30 分（ただし、MD ケースによる電池ケースの製作を含めると 50 分）を要し、いずれの班でも 0.7~1.0V、70~100mA が得られ、太陽電池用モーターを作動させることができた。今回製作した燃料電池は実用化されている燃料電池に構造がより似ており、生徒に理解させやすい教材であると評価できる。なお、授業では、「水素と酸素の爆発」を演示することによって燃焼反応によるエネルギーの放出を実感させた後、燃料電池の製作及び作動を行ったため、化学エネルギーと電気エネルギーの関係、電池本来の役割、環境保全の観点で燃料電池の優れている点及び今後の課題についても考察させることができた。

色素増感太陽電池の製作については、大阪府教育センターで教諭対象の環境教育研修（受講者 30 名（小 14, 中 4, 高 12））として実施したところ、3×5 cm のガラス板を使用して、電圧 300~430 mV、電流 7~10 mA、21 名がクリップモーターを回転させることができた。受講者からは、製作方法が簡単な上に結果が良好で、仕組みが理解しやすいという評価を得た。また、茨木高校の化学クラブで実施したところ、最先端の技術に触れているという実感が得られる、ハイビスカスティーのような身近なものが先端技術に利用できるのが驚きであった、このような微電流では実用化はかなり難しいかもしれないと感じた等の感想が得られた。実験の所要時間については、製作は 60 分程度で行えるが、電池の動作確認に時間がかかり、授業時間内で行うことが困難な状態である。また、OHP の性能、光源からの距離、回線の接触不良の有無、測定回数の増加に伴う電流値低下等、電池の性能以外に電流値に大きく影響する因子がある。動作確認として太陽光を用いることで時間短縮を図れるが、晴天時でないとき実験できないことになり、まだまだ課題が残っている。

4. 今後の課題と発展

燃料電池については、塩化白金酸が高価である点が難点であるが、白金メッキした電極を水中で保存する等の工夫をすれば学校現場に十分普及できる。実用化されている燃料電池にさらに近づけるにはナフィオン（高分子膜・電解質）や白金を含んだ炭素電極が必要となり材料費が高価となるが、カーボンペーパー表面に白金メッキする等の方法により実施が可能と思われる。

色素増感太陽電池については、実験材料（導電性ガラス）が高価であるという点が避け難い問題として残り、生徒実験より演示実験としての実施が現実的であると思われる。そのため、作製した電池の保存期間（寿命）を延ばし、作り置きをして授業に持参できる条件を検討する必要がある。その手始めとして、同じ製作方法で電解液をつける直前で数日保存した場合の電流値の低下、炭素電極側の再利用による電流値の低下を調べている。現在、大阪府下の高等学校や他府県の教育センターから教材とノウハウの提供依頼を受けており、大阪から発信し広めていきたいと考えている。

5. 発表論文、投稿記事及び当財団へのご意見など

- 宮本憲武, 野村眞衛, 山本勝博, 日本理科教育学会近畿支部大会発表要旨集, 16 (2005)
宮本憲武, 山本勝博, 化学と教育, 54, 172 (2006)
池田昌子, 堀川理介, 宮本憲武, 山本勝博, 近畿地区化学教育研究発表会資料, 4 (2006)