

色素増感太陽電池を用いたエネルギー変換教材の研究

愛知県立豊田工業高等学校 ○松田 拓未
あいち産業科学技術総合センター 鈴木 正史
京都工芸繊維大学（学生） 木村 一

1. はじめに

新学習指導要領「技術・家庭」及び「工業」では、エネルギーに関する学習を行うことが明記され、適切な実習教材の開発が必要とされている。教育現場で作製可能であり、テスター等で発電の確認ができる色素増感太陽電池は、エネルギーに関する学習教材として適切であると提案できる。

そこで本研究では、色素増感太陽電池の再現性を高め、エネルギー変換教材として教育現場での実践を目的に、負極側に使用する酸化チタン (TiO_2) の塗布する角度・焼成時間の検討、ソーラシミュレータ及び走査型電子顕微鏡 (SEM) による表面解析などを行ったものを報告する。また、正極に塗布する鉛筆についても可視紫外分光光度計において、再現性の観点から望ましい濃度についても検討した。

2. 先行研究の調査

山本ら^[1]、今若^[2]が報告している「色素増感太陽電池の教材化」に関する内容は、学校教育において、中学理科の授業に展開していくための手法や教育実践するための基礎実験の結果を報告している。しかし、報告内容は、 TiO_2 の塗布方法がスキージ法で固定されていることや黒鉛の塗布に 6B の鉛筆を使うなど不明な点が多く、学習者が確実に作製できる「再現性」の観点から研究を深める必要があると思われる。

3. 色素増感太陽電池の検討・解析

3.1 TiO_2 の塗布

本研究で使用する電極用導電性ガラスはFTO (西野田電工社製) を使用し、同社製の学習用 TiO_2 ペーストを使用した。 TiO_2 の塗布にはスキージ法を採用し、 $2\text{cm} \times 3\text{cm}$ の面積に 0° 、 30° 、 60° 、 90° と角度を変えて塗布した。塗布後は仮焼成 10 分、本焼成 10 分、10 分の仮焼成を行った。正極側電極には HB 鉛筆を塗布し、電解質溶液であるヨウ素を 2 滴垂らした。色素を浸透させずに作製することで、 TiO_2 のみの発電量を評価した。結果として、平均電圧では

60° 、平均電流では 0° のときが高いことが言えた。しかし、分散値をとると、どの角度も分散値が高く、スキージ法では、再現性の高い太陽電池の作成は難しいことがいえる。

3.2 TiO_2 の焼成時間

電池作製の際、ガスコンロの本焼成時間を 10 分、20 分、30 分、40 分と変えて、出力電圧・電流を測定した。結果として、出力電圧では 30 分、出力電流では 10 分が最高値を示した。教育実践を考えた際、学習者が電池の焼成時に 30 分待機することは難しいと考えられる。10 分の焼成時間で出力電圧及び電流が取り出せることから、焼成時間は 10 分が望ましいといえる。

3.3 SEM による TiO_2 表面の解析

作製方法としてスキージ法以外に、鉛筆の表面にテフロン加工を施したもので TiO_2 をガラスに塗布する方法と自作スピコート (図 1) を用いてスピコート法でガラスに塗布する方法で表面の分析を走査型顕微鏡 (SEM) で撮影し、分析を行った。

スキージ法による角度毎 ($0^\circ \sim 90^\circ$)、ガラス棒、テフロン鉛筆の SEM 画像はすべて TiO_2 に亀裂が入っていることがわかる。これらに対して、スピコートで作製した TiO_2 表面は、均一に塗布されていることがわかる。均一に塗布されているということは、発電効率の向上が期待でき、再現性の観点から学習者に関係なく、太陽電池が作製できる方法であるといえる。

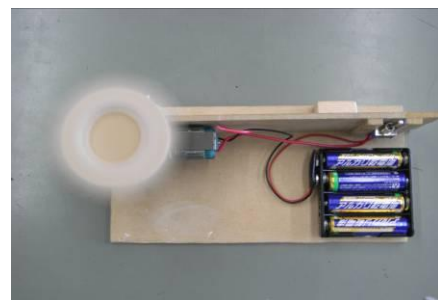


図 1 自作スピコート

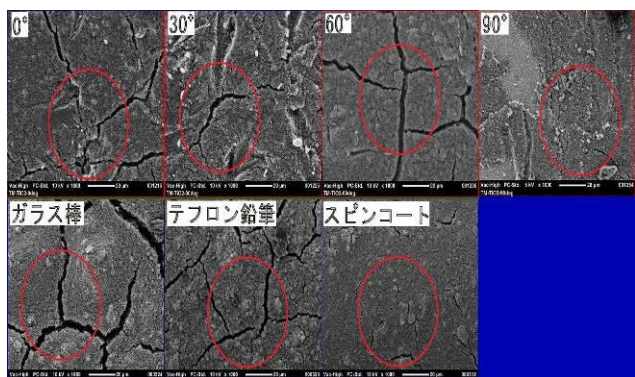


図2 SEMによる各種作製方法による表面

3.4 正極部分に使用する鉛筆の選定

太陽電池の正極に使用する鉛筆を選定する際、どの濃度にする必要があるかを検討した。今回は、文房具店で販売されている三菱鉛筆「Hi-Uni」を採用し、濃度の種類はF, HB, 2B, 7B, 10Bを使用して、導電性ガラスに5分間鉛筆を塗布した。その後、スピンコート法で作製したTiO₂電極を用いて、ソーラシミュレータ（北斗電工製）を使用し、出力電圧及び電流を測定した。

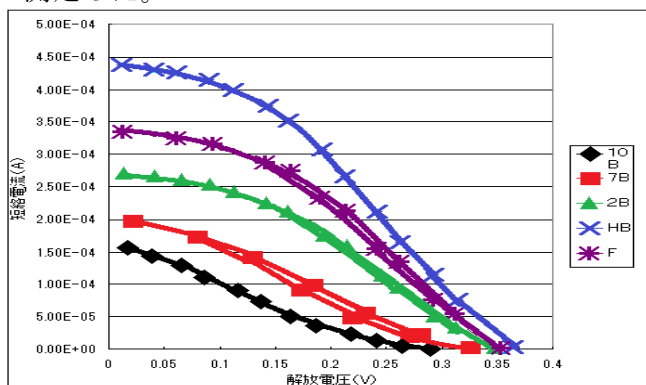


図3 ソーラシミュレータで測定したV-I曲線

図3の結果からHBの鉛筆で塗布した太陽電池の発電量が大きく、10Bなどの濃度が高い鉛筆で塗布した太陽電池は、発電量が低い傾向が示された。

3.5 炭素引き剥がし試験

色素増感太陽電池を作製する際、正極部分において、学習者が塗布しているときに触ることや塗布する力のある入れ具合によって完成度が変化することが考えられる。そこで、日本工業規格k5600「塗料一般試験方法」第6節「付着性」を採用し、炭素がはがれてもどの程度発電するかを検討した。使用する鉛筆は三菱鉛筆「Hi-Uni」を採用し、濃度の種類はF, HB, 2B, 7B, 10Bを使用した。導電性ガラスに5分間鉛筆を塗布して、セロハンテープで2回引き剥がし、可視紫外分光光度計で測

定した。

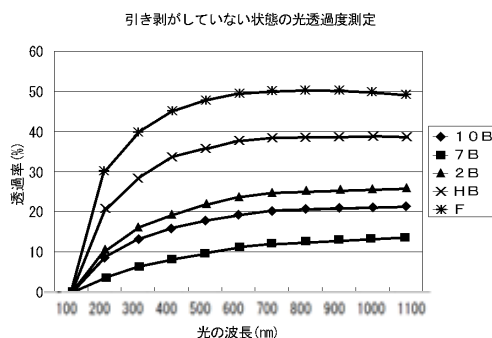


図4 引き剥がす前の状態の光透過度測定

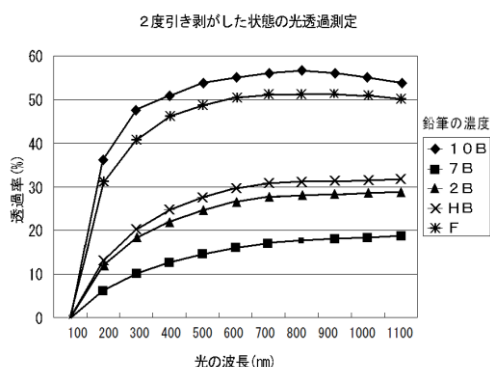


図5 2度引き剥がした状態の光透過度測定

光透過度が高いほど、太陽電池に光が吸収されることなく通過しており、光電変換に使われる光量が少ないことが考えられ、光透過度が低いほど、太陽電池に光が吸収されていることから光電変換に使われる光量が多いことがいえる。この考えより、濃度の高い10Bは、図4及び図5より光透過度が急激に上がっているのがわかる。導電性ガラスに塗布しても、学習者が触れるだけで簡単に剥がれてしまうことがいえる。HB, 2B, 7Bなどは、学習者が触れても剥がれにくく、再現性の観点から太陽電池作製には適しているといえる。

4. 結論

色素増感太陽電池の教材化における再現性向上を目指す研究を進めてきたが、結論として以下ようになる。

- ・スピンコート法などの方法により、TiO₂を「薄く均一」に塗布すること。
- ・使用する鉛筆は三菱鉛筆 Hi-Uni であれば、HBの鉛筆を使うことが再現性向上になる。

5. 参考文献

- [1] 山本勝博 他：茨城大学教育学部紀要，茨城大学，pp.29-43(2008)
- [2] 今若誠己：島根県教育センター研究紀要-7，島根県教育センター，pp.1-11(2005)