

色素増感太陽電池とアントシアニンの関係

宮城県仙台第三高等学校

10 班

近年、世界中で急速な地球温暖化が大きな問題となっている。地球温暖化の主な原因とされているのが温室効果ガスのひとつである二酸化炭素である。そこで、太陽電池の中でも色素増感型太陽電池に着目した。色素増感型太陽電池（以降DSSC）とは、2枚の導電性ガラスからなる太陽電池である。シリコン系太陽電池とDSSCとではそもそもの仕組みが違っており、シリコン系太陽電池が光エネルギーを電気エネルギーに変換することで電気を生み出すのに対し、DSSCは酸化還元反応を利用することで電気を生み出している。光触媒として知られている酸化チタンのナノ多孔膜を光電極として用いて、もともと410nm以下の紫外線しか吸収できない酸化チタンの表面に色素が吸着することで、可視光や赤外線にも感度を持つようにし、太陽光によって電気を作ることができる。

1 背景

色素増感型太陽電池とは透明な導電性ガラスに酸化チタンを焼き付け、色素を吸着させた電極と、同じく導電性ガラス板の対極からなる。色素増感太陽電池の長所は、簡単な材料で作成できること、さまざまな形のものも容易に作成できることが挙げられる。しかし、短所としては発電効率が悪く、長期間の使用が難しいことがある。

2年前に行われた先行研究では、太陽電池を製作する過程で使用する硝酸のpH値を操作し、電圧にどのような変化が起こるのかを調べていた。実験の結果、硝酸のpH値が2.0に近づくとつれて電圧の値は大きくなったが、持続力はないということが分かった。

今回の実験では、硝酸のpH値は3.0（実験キットによる）と固定し、使用する色素や色素の濃度を変えて、電圧を計測した。色素に着目しアントシアニン量による発電量の変化について実験した。

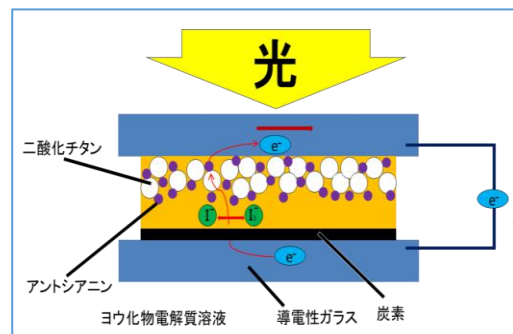


図1 DSSCの構造

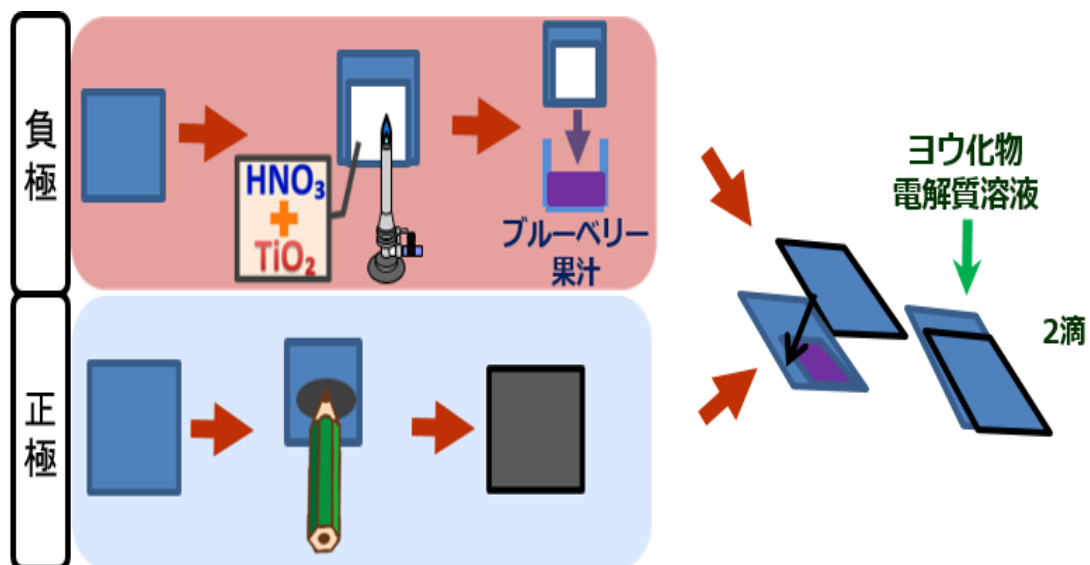
また、DSSCはシリコン系太陽電池に比べて素材が安価なため、容易に作成することができる。しかし、発電効率が悪く、持続力もないため、実用化には至っていない。

2 材料と方法

・材料、道具

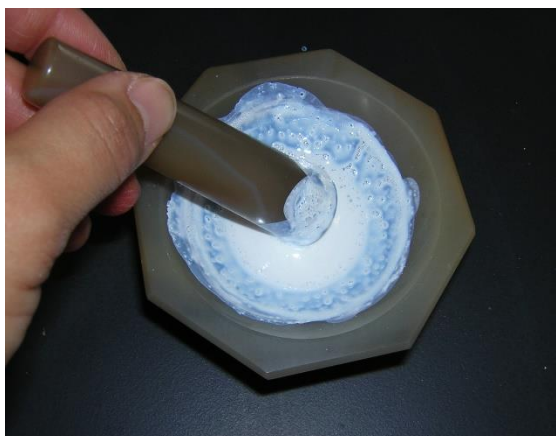
太陽電池…導電性ガラス、硝酸、二酸化チタンの粉末、炭素、ブルーベリー果汁（濃度100%、25%）、イチゴ果汁（100%のみ）、ヨウ化物電解質溶液

使用する道具…ガスバーナー、プロジェクター、マルチメーター



色素増感太陽電池の作成方法

- ① 二酸化チタン粉末と硝酸 (ph3) を混合しペースト状にする。



- ② 上記で出来たものを導電性ガラスに均一に塗った後、ガスバーナーで 10 分程度炙る。
- ③ 完成したサスペンションを負極とし調べる果汁に 15 分程度浸す。
- ④ もう一枚のガラスは正極とし鉛筆を使い黒鉛を付着させる。
- ⑤ 正極ガラスにヨウ素液を 1,2 滴垂らし、負極を重ね合わせ完成。

実験

- (ア) 果汁による発電量の違いを調べる。
- (イ) 色素の量による発電量の違いを調べる。

実験方法

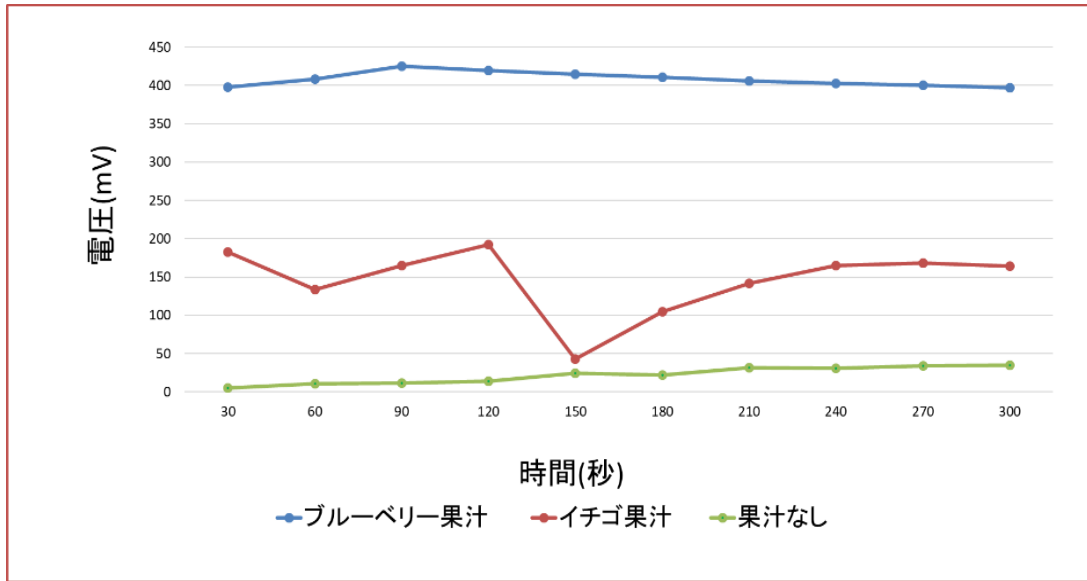
- ①…ブルーベリー果汁、イチゴ果汁を用いて太陽電池を作る。プロジェクターで太陽電池へ光をあて、それぞれの電圧を 30 秒間隔で、5 分間計測する。
- ②…濃度 100%、50%、25%のブルーベリー果汁を用いて太陽電池を作る。プロジェクターで太陽電池へ光をあて、それぞれの電圧を 30 秒間隔で、5 分間計測する。

3 結果と考察

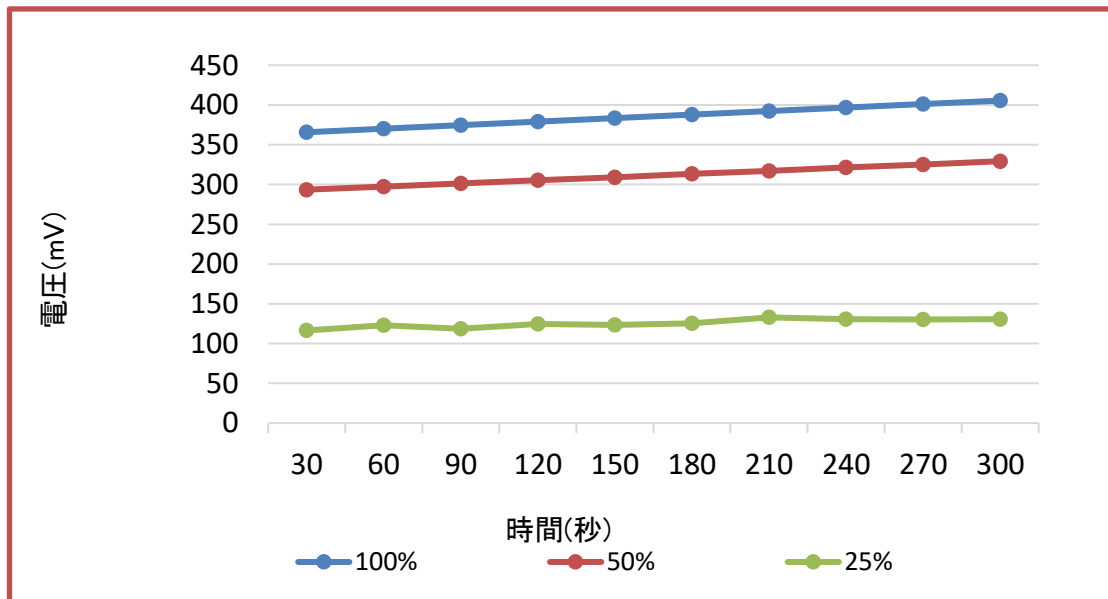
実験①

ブルーベリー、イチゴ、果汁なしの順に高い電圧が測定され、5 分間その状態が保たれた。また、イチゴ果汁を使用したときに急激な電圧の変化が見られた。また、色素がない場合も発電できたことから、酸化チタンが可視光に含まれている 410nm 以下の波長の光を吸収し、発電したと考えられる。今後の実験では、ブルーベリーのほうが発電電圧が大きかったことから、ブルーベリーを用いることにする。

実験①



実験②



4 結論

色素の含有量が大きいほど発電電圧が大きくなることがわかった。また、ブルーベリーの色素含有量は 386.6mg/100g、イチゴは 21.2mg/100g であり、ブルーベリーはイチゴの約 18 倍の色素を含有している。よって、以下の実験より、DSSC の発電電圧の差は植物によるちがいでではなく、色素の含有量によるちがいだということがわかる。このことから、色素増感型太陽電池の発電効率を高めたい場合は、色素の含有量が大きい植物を使用するといえといえる。今回の実験では、色素としてブルーベリーとイチゴを使用した。今後の実験では、発電効率をあげるためにこれらより色素含有量の大きいアサイベリーやビルベリーを用いて測定していきたい。また、今回は、測定時間が 5 分と短かったため、測定時間を延ばして、電圧の変化のしかたを調べると共に、現在の発電量で何に使えるかを調べたい。また、数回の実験でうまく電圧を測定できないことがあった。サスペンションの状態や、塗布量などの原因が考えられる。今回の実験では、自分たちで塗布や焼付を行ったため、より正確な結果を得るためにすでに焼付までされているガラスを使って測定するなど、うまく測定できなかった原因を調べ、安定した発電と発電効率向上を目指していきたいと思う。

5 参考文献

- 仙台第三高等学校「硝酸のpH値と色素増感型太陽電池」
ケニス「ナノクリスタル色素増感型太陽電池作成キット」
北海道標津高等学校 自然科学部「色素増感太陽電池の研究 ―標津町周辺の植物色素を用いて―」
サカタ製作所「太陽電池の仕組み」
<https://sakata-s.co.jp/solar/topics/about06.php>
Pecce11「色素増感太陽電池の仕組み」
<http://www.pecce11.com/shikiso.html>
関西電力「日本のエネルギー事情」
https://www.kepco.co.jp/energy_supply/energy/nowenergy/japan_energy.html
中部大学応用生物学部 教授 津田 孝範「植物色素アントシアニンのサイエンスー化学、機能と活用ー」
愛知県立豊田工業高等学校「色素増感太陽電池における負極面の最適な状態を目指した研究」