

研究班番号【 94 】  
色素増感太陽電池  
～どの色素が最も電圧が大きいのか～

94班:山本 絢女、高森 慎平、西川 凜、上野 翔真、平山 佳奈

## Abstract

The purpose of this study is to determine which dye has the highest voltage using dye-sensitized solar cells. This research shows that hibiscus produced the highest voltage, and therefore it was concluded that the pigments in hibiscus had the highest energy conversion efficiency of all the pigments examined in this study.

## 要約

本研究の目的は、色素増感太陽電池を用いてどの色素の電圧が最も大きいかを明らかにすることである。実験によって、ハイビスカスが最も電圧が高いということが分かった。従って本研究では、ハイビスカスの色素が調べた色素の中で最もエネルギー変換の効率が高いということが結論付けられた。

### 1. はじめに

私たちは、科学部の先行研究から、色素増感太陽電池について知った。それについてより詳しく調べたところ、電池の変換効率や耐久性が低いことが課題として挙げられていた。このような課題の中で、私たちは、電池の変換効率に着目し、色素を変えることによって変換効率が上げられるのではないかと考えた。そこで、本研究では、色素増感太陽電池の色素を変えること、すなわち先行研究でよく電圧が生じていたハイビスカスの色素をはじめ、ほかにも、どの色素を用いることによって電圧が最も高くなるのか実験を行った。本研究では、色素増感太陽電池において、身近にあり、手に入れやすい植物の色素の中で最も電圧が生じるものを示す。先行研究において、酸性できれいな赤い色調を呈するハイビスカスの色素が最も電流がよく流れたことから、今回もハイビスカスが最も高い値を示すのではないかと考えた。

### 2. 研究手法

- ①酸化チタン粉末(2g)、ポリエチレングリコール(5ml)をビーカーに入れて混ぜ、酸化チタンペーストをつくる。
- ②導電性ガラスに作った酸化チタンペーストを薄く塗る。
- ③②をガスバーナーで焼き付ける。
- ④③をあらかじめ抽出しておいた色素に約20分つけて染める。
- ⑤ヨウ素(0.375g)とヨウ化カリウム(2.75g)をエチレングリコール(25ml)に溶解させ、電解液を作る。
- ⑥⑤でつくったものを④に2, 3滴おとす。落とす前に、伝導性ガラスを電解液が漏れないよう絶縁体のテープで囲う。
- ⑦鉛筆(4B)で塗ったガラス板を、塗った側が酸化チタン膜と向かい合うようにして端を少しずらして重ね、両端に目玉クリップをつけ、電極端子とする。

今回の研究では、研究手法④の色素を変えることで、実験を行う

《実験1》

- ①無機色素の酸化第二鉄  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  と紺青(ヘキサシアノ酸Ⅲ酸カリウム  $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$  2.5gと硫酸第一鉄  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  0.2gをイオン交換水適量に加えたもの)を用いて色素増感太陽電池を制作する。
- ②大阪府立高津高等学校の中庭にて一斉に起電力を測定する。

### 《実験2》

- ①天然色素のハイビスカス、カカオ、コチニール、コウリヤン、カナメモチ(赤)、カナメモチ(緑)を用いて色素増感太陽電池を制作する。
- ②大阪府立高津高等学校の中庭にて一斉に起電力を測定する。

## 3. 結果

### 《実験1》

酸化第二鉄  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  と紺青(ヘキサシアノ酸Ⅲ酸カリウム  $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ )のどちらも起電圧の増大は見られなかった

### 《実験2》

ハイビスカスが最も起電圧が高く、カナメモチ(緑)、カカオ、コウリヤン、カナメモチ(赤)の順に起電圧が低く、また、コチニールの起電圧が最も低くなった

色素	電圧
酸化第二鉄	202mv
群青	50mv
ハイビスカス	400mv
カナメモチ(緑)	358mv
カカオ	329mv
コウリヤン	301mv
カナメモチ(赤)	291mv
コチニール	217mv

## 4. 考察

### 《実験1》

色素が酸化チタンに吸着せず、発電できなかつたと推測する。無機色素は基本的に顔料でできており、粒子が大きいいため酸化チタンの多孔膜に吸着しなかつたと考えられる。

### 《実験2》

ハイビスカスの色素が最も電圧が高い理由は色素を吸着させた際、最も色が濃く、多くの色素が酸化チタンに吸着したためだと考えられる。カナメモチ(緑)の色素は、電池を作る際に酸化チタンが刈安色に染まっていたため、酸化して違う物質に変わったと考えられる。カカオについては、カカオに含まれる油分が原因で色素がうまく抽出できなかつたと考えられる。カナメモチ(赤)とコウリヤンについては、ハイビスカスと同じアントシアニン系の色素ではあるが、どちらもフラボノイド色素であり、これは光や水素イオン濃度によって変色しやすい性質を持つため、色素があまり抽出できなかつたと考えられる。また、コチニールの色素は、カルミン酸を主成分とする赤色の色素である。一般的に、赤色の色素は半導体であるので、不純物の導入などにより導電性に顕著な影響を及ぼす。そのため、今回は、不純物の混入により導電性が下がったと考えられる。

## 5. 結論

今回は、耐久性が高いと言われている色素を持つカカオ、コウリヤン、コチニールなどを用いて実験を行った。結果としてはハイビスカスが最も高いということが分かった。したがって、調査した色素の中でハイビスカスが最もエネルギー変換の効率が高いという結論になる。この結果につながった理由として、不純物や油分の混入、水素イオン濃度や電解液などが原因で他の色素の抽出がうまくいかなかったためだと考えられる。より正しい実験結果を得るためには、色素につけておく時間や光の強さなど、実験の条件を細かく設定したり、色素の抽出方法の変更や同じ色素を持つ他の植物に着目することで、より十分な状態の色素が得られるようにしたりする必要がある。また、今後は熱に対する色素の耐久性について調べたい。

## 6. 参考文献ならびに参考Webページ

愛媛大学 大学院 理工学研究科. 物性物理化学研究室. 色素増感太陽電池を作ろう！-国立大学55工学 系学部ホームページ. 2012-10-31.

<https://www.mirai-kougaku.jp/laboratory/pages/121031.php>

株式会社鹿光生物科学研究所. 天然色素／天然着色料一覧

<https://www.rokkou-co.jp/wp/naturalfoodcolor/>