

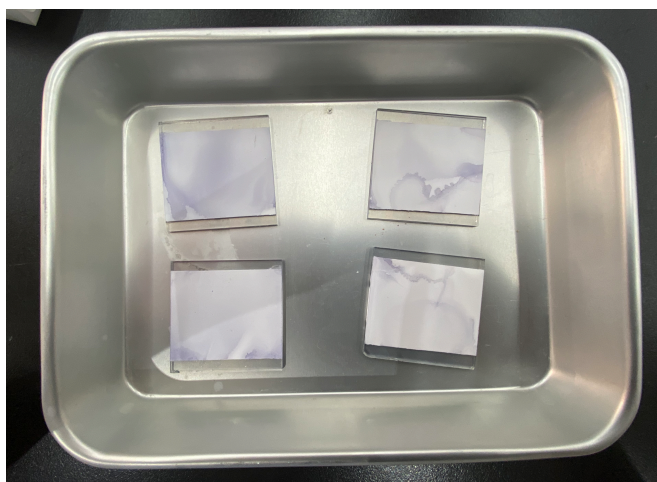
## 細菌から調製した天然色素による色素増感太陽電池の高性能化

私立三田国際学園高等学校（化学部）

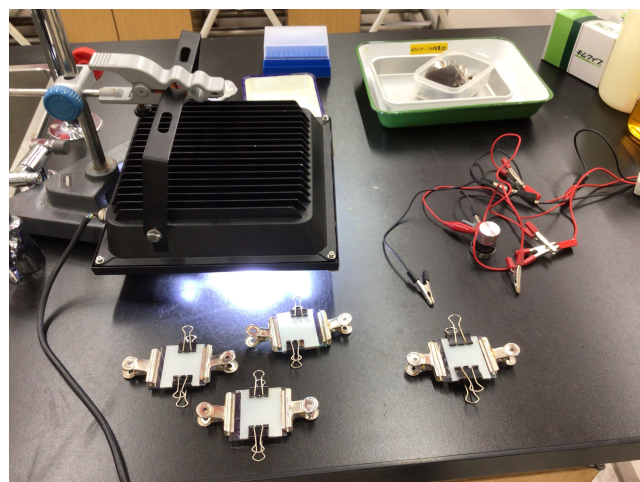
高橋綾恩ローサー

### 研究概要

自然の力を使ってエネルギーを作り出す研究は昔から行われていた。太陽光や熱、風力などエネルギー現象から得られるエネルギーによって世界の自然は守られてきた。しかし、自然を使ってエネルギーを作っても電源として安定している自然エネルギーはまだ存在しない。それに加え、自然エネルギーを用いた電池は費用が高く、あまり環境によくない有限エネルギーを使用した電池の性能にも劣る。自然エネルギーの中で注目を集めている太陽電池も値段が高く、あまり家庭で使用する事は現実的ではない。そこで私は環境に優しく、値段も安い太陽電池について調べた結果、色素増感太陽電池に着目した。色素の力を使って太陽の光を吸収し、その光をエネルギーに変える色素増感太陽電池は非常に安価であり、環境にも優しいので、今後の未来のエネルギー源になる可能性もある、今回の研究目的はこの色素の力を環境に害を犯さないように向上させる事である。



ビオラセインを吸着したDSSC



DSSCを測定している様子

## 1. 背景

世界のエネルギー消費量は年々増加しているため、再生可能なエネルギー源である太陽光による発電が注目されている。色素増感太陽電池(DSSC, Dye Sensitized Solar Cell)は、色素が光を吸収して電力に変える仕組みの太陽電池である。現在、DSSCは主にルテニウム錯体が色素として使用されているが、毒性[1]が高く、また非常に高価であることから、安価で無毒色素を用いたDSSCの高性能化が現在の課題となっている。先行研究ではルテニウム錯体の代わりに、メルブロミン色素を用いているが、より環境に優しい色素によるDSSCの発電を目標として、本研究では、細菌によって生産される青紫色の天然色素であるビオラセインを使用し、その性能をメルブロミン色素と比較した。

## 2. 研究方法

DSSCは一般的に用いられている方法[2]で作製し、増感剤は先行研究で使用されているメルブロミン色素と今回の研究材料であるビオラセイン色素を使用した。

ビオラセインの抽出：本校ではビオラセインを研究対象としている実験が行われている。ビオラセインの作製は一般的な有機化合物の抽出法で行った[3]。

DSSCの性能評価：50W LED投光器(5000 lm)を光源とし、測定器としてEasySense2を用いて、作製したDSSCの発電量を測定した。光を当てた後の最大の電流、電圧の値を本研究における発電量と定義した。

## 3. 実験結果・考察

メルブロミンとビオラセインの最大吸光波長はそれぞれ517 nm, 577 nmであり、光源のLED投光器は550 nmの波長を多く含む[3]-[5]。これを用いて、ビオラセインを増感剤として使用すれば、高性能でより安全性の高いDSSCを作製することができると考えた。DSSCの発電量は電圧だけで比較してみたが、ビオラセインの値の方が低かった(表1)。これを各増感剤の吸光度ならびにモル濃度と比較すると、吸光度の大きさと電圧値には1:1の対応が見られるものの、モル濃度との関係性においては、ビオラセ

インの方がより効率的に発電している傾向がみられた(表2)。

表1: 実験結果

増感剤	電圧 [mV]
メルブロミン	425
ビオラセイン	83

表2: 色素吸光度

増感剤	$\epsilon$ (L/mol·cm) [6],[7]	セルの長さ(cm)	溶質のモル濃度 (mol/L)	吸光度
メルブロミン	$1.4 \times 10^6$	0.05	$6.6 \times 10^{-5}$	2.9
ビオラセイン	$1.7 \times 10^4$	0.05	$5.4 \times 10^{-6}$	0.45

## 4. 今後の展望

ビオラセインを使用したDSSCの発電量はモル濃度との関係性を考えると、メルブロミンを用いて調製したものよりも効率的である傾向がみられた。しかし、今回の実験ではメルブロミンを使用するDSSCの作製方法で行っており、色素を固定する増粘剤との組み合わせによって発電量に影響を与える可能性も考えられる。今後はより具体的なデータを出すために、それぞれの色素が一番性能を発揮できるDSSCの作製方法を導き出し、それを用いてビオラセインを使用したDSSCの発電量を向上させていく。

## 5. 参考文献

- [1]高純度化学研究所,安全データシート, RuCl<sub>3</sub> · XH<sub>2</sub>O; RUH01XAG; 2016
- [2]伊藤広樹,"色素増感太陽電池の構造解析: 分析機器操作研修."(2016)
- [3]赤瀬光一. "遺伝子組換え大腸菌からの ヴィオラセインの抽出と精製."
- [4]Sirimanne, An Enhancement of Photoproperties of Solid-state TiO<sub>2</sub>/dye/CuI Type Cells by Coupling Mercurochrome with Natural Juice Extracted from Pomegranate Fruits, 2005
- [5] Jeffery, Chi-Chuen Lo Numerical Prediction and Experimental Validation of

Multiple Phosphor White LED  
Spectrum,2016

[6]Regina Vasconcellos Antônio, Genetic  
analysis of Violacein biosynthesis by  
chromobacterium violaceum;2004

[7]Kohjiro Hara, Highly efficient photon-  
to-electron conversion with  
mercurochrome-sensitized nanoporous  
oxide semiconductor solar cells;2000