

山形県特産品の色素を用いた太陽電池の開発

機器分析技術室 堺 三洋

1. 背景

地球温暖化防止のためには化石燃料を出来るだけ消費しない努力が必要である。IPCC（気候変動に関する政府間パネル）の第3次評価報告書によれば、2100年までに地球の温度は1.4～5.8 上昇し、二酸化炭素（CO₂）濃度は540～970ppm（産業革命前は280ppm）に上昇するとされている。省エネルギーの努力は各方面でなされているが、石油代替エネルギーの開発も急務とされている。シリコン太陽電池は家庭用ソーラーパネル等実用化がなされているが、太陽電池自体を原料の二酸化珪素から太陽電池に製造するプロセスでは莫大なエネルギーを消費する問題がある。一方、色素増感型太陽電池（DSC）は、1991年スイス・ローザンヌ工科大学のGratzel¹⁾らによって提案され、簡単なプロセスで製造できる太陽電池として世界中の研究者の注目を集めている。現在、最高効率を実現している色素は、ルテニウム錯体を用いたDSCで変換効率は約10%程度である。

2. 目的

環境負荷が無く、山形県を代表する季節色としての農産物（例えば、紅花、米沢市特産のウコギ、館山りんご等の色素）を用いて太陽電池として動作するか検証する。更に、色素の基本特性を学び、太陽電池としての出力特性についても比較する。

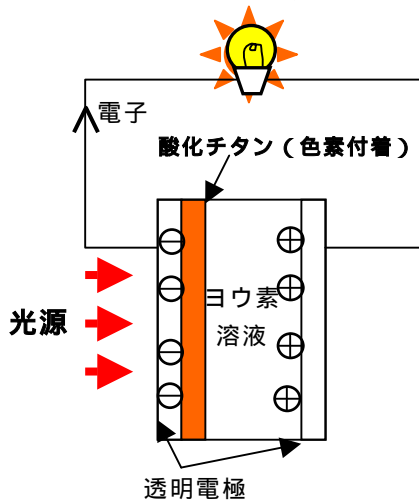


図1 DSCの構成

3. 実験方法

3-1. DSCの試作

DSCの試作は、二酸化チタン(TiO₂)を焼き付けた透明電極（西野田電工製キット）を用いた。色素溶液中に約一日上記電極を浸しTiO₂に色素を吸着後、ヨウ素溶液を電解液としてDSCを組み立てた。今回用いた色素は米沢のウコギ、館山りんご（紅玉）、月山ブルーベリー、紅花（黄色）としてリファレンスとしてハイビスカスを用いた。ハイビスカスは広く入手可能であり、今回用いた西野田電工製キットに標準で付属してくる色素であるので他の色素と比較しやすいと思われる。

3-2. DSCの評価方法

光源として照明用3色LED（青色465nm [100kLx]、緑色525nm [100kLx]、赤色620nm [40kLx]）および白色光源としてハロゲンランプ（100kLx）の4種類を用い、光源直径は5mmとした。一方、DSCの出力特性はX-Yレコーダ法を用い、可変抵抗を手動で制御しI-V特性によって比較した。今回用いた評価装置は自作であるために、ハイビスカスを標準として相対値で比較した。

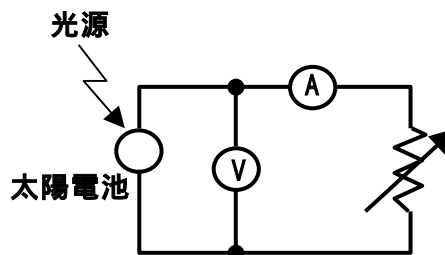


図2 X-Yレコーダ法



写真1 米沢ウコギと館山りんご

4. 実験結果

X-Yレコーダ法によるI-V特性測定結果を図3と4に示す。紅花(黄色)はほとんど出力が得られず、また、月山ブルーベリー、館山りんご、ハイビスカスは、4色光源に対して同様な傾向を示したがハイビスカスよりも比較的小さな出力しか得られなかった。一方、特長のある結果が得られたのは米沢ウコギであり、青色(波長:465nm)に対してのみ図4に示したような出力が得られた。光源に対する出力で比較してみると米沢ウコギは青色に対して出力が得られ、同時にハイビスカスについては赤色(波長:620nm)に比較的大きい出力が得られた。²⁾

5. 考察

水溶液状にした色素の光吸収スペクトル測定結果を図6に示す。ハイビスカスは550nm付近にアントシアニンと思われる光吸収ピークが観測された。米沢ウコギについては、400nm付近からの吸収が観測されただけで青色光源の465nm付近には吸収ピークが観測されなかった。米沢ウコギで青色のみ太陽電池出力が得られたため、アナターゼ型TiO₂のバンドギャップの影響も考えられたが、確認実験を行っているためTiO₂のみの効果で青色に対する太陽電池出力が得られたのではないと思われる。また、光合成に関する光吸収ピークが450nm付近と600nm付近に観測されるため、明確な要因と関連付けることは難しいが光合成に関する影響もあったと推測する。

6. 謝辞

日頃ご指導頂いております中川教授、近藤助教授、高野助手、青木秘書に感謝申し上げます。また、光吸収スペクトルを測定して頂いた岡田修司教授、大学院生水越氏に感謝致します。米沢ウコギをご提供頂きました横山友男氏にお礼申し上げます。本研究は、科学研究補助金(奨励研究課題番号18918013)を受けて実施致しました。

7. 参考文献

- 1) B.O'Regan, M.Grazel, Nature Vol. 353 (1991).
- 2) 堺, 青木, 高野, 近藤, 中川, 応用物理学会東北支部第61回学術講演会 p244 (2006).

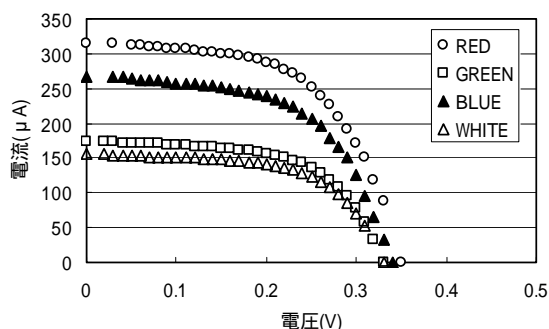


図3 ハイビスカスのI-V特性

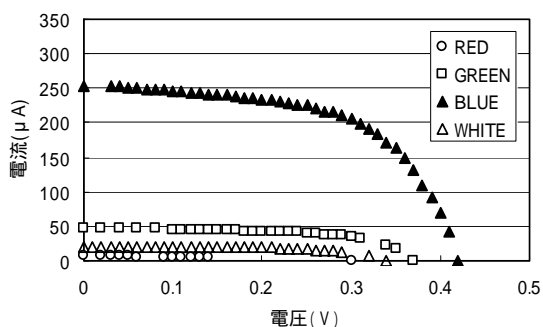


図4 米沢ウコギのI-V特性

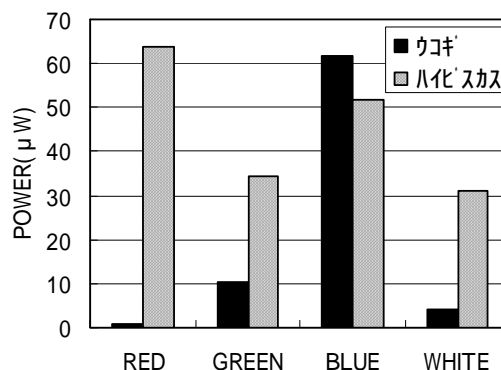


図5 4種の光源による出力比較

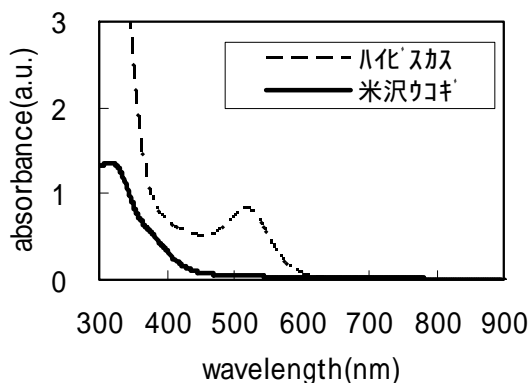


図6 色素の光吸収スペクトル測定結果