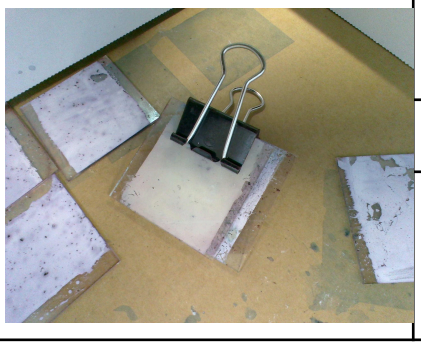


色素増感太陽電池の色素の検討

安価に色素増感太陽電池をつくる

土田惺也　淡路康太郎　安藤一樹　伊藤敬太

要旨

色素増感太陽電池とはその名の通り色素を用いた太陽光電池である。低照射環境でも発電電力が高く、デザインの自由度が高いことが主な特徴となっている。色素増感太陽電池の色素としてハイビスカスの色素を用いることが多いが、ハイビスカスはやや高価である。

よって色素増感太陽電池の材料に使う色素について適したものを身近で安価なものから発見することを目指した。今回、ハイビスカス、ブルーベリー、いちご、ぶどうから色素を抽出し、それを用いて色素増感太陽電池を作成した。結果、ブルーベリーの色素を使用したときの発電量が最も高かった。これは、ブルーベリーに含まれるアントシアニンの含有量が高かったことが原因であったと考えられる。したがって、ブルーベリーの色素が色素増感太陽電池にこれらの色素の中で、最も適していると考えられる。

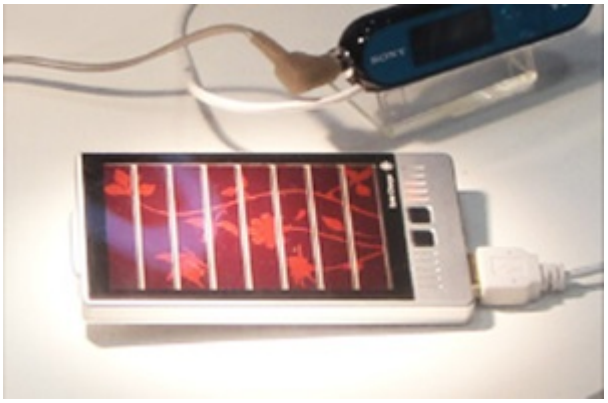
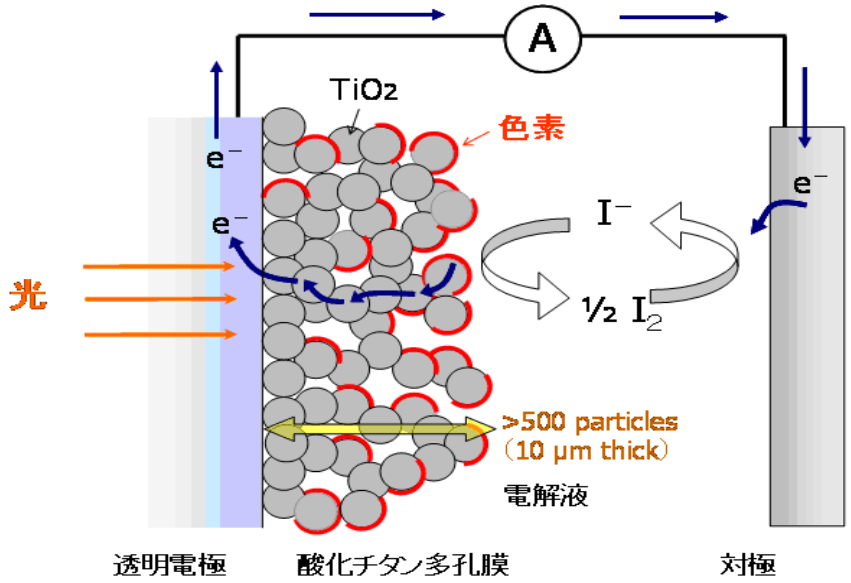


写真:sony(株)

1. はじめに

色素増感太陽電池は色素が光を吸収し、酸化チタン半導体層に電子を注入することで発電する太陽電池の一種である。その原理は以下の通りである。



① 酸化チタン多孔膜に吸着している色素が、光を吸収する。

② 色素から電子が酸化チタンナノ多孔膜に注入される。

③ 酸化チタンナノ多孔膜に注入された電子は透明電極、外部回路を通って対極に達する。

④ 対極の表面で、電子は電解液中のヨウ素(I_2)に渡され、ヨウ化物イオン(I^-)がで　　きる。

⑤ ヨウ化物イオン(I^-)は、光を吸収して酸化された色素に電子をわたして、色素は再生　　すると同時に、ヨウ化物イオンは再びヨウ素(I_2)となる。

これは近年、注目を集めている。

主に学校教育における色素増感太陽電池の実験に用いる色素として、ハイビスカスの色素を使う事が多い。それは、ハイビスカスに多く含まれるアントシアニン色素を用いることで、色素増感太陽電池の発電効率が向上することがわかっているからである。

2. 目的・仮説

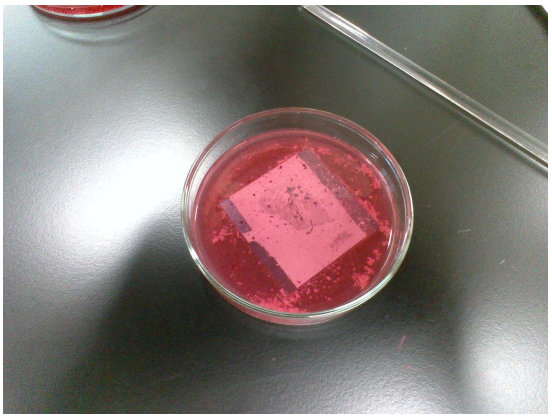
ハイビスカスはコストがかかる。そこでハイビスカスに代わる安価な色素を使って同等以上の性能の色素増感太陽電池を作成することを目指した。そのため、ハイビスカスと同じようにアントシアニンを多く含み、ハイビスカスよりも安価なもので色素増感太陽電池を作成し、実験する必要がある。本研究では、いちご、ぶどう、ブルーベリーを選んだ。また、アントシアニンは、主にシアニジン、ペラルゴジニン、デルフィニジンに分けられるが、ハイビスカスにはデルフィニジンが多く含まれているため、デルフィニジンを多く含むものであるブルーベリーから抽出した色素を色素増感太陽電池に使うことで、高い発電電力量が期待できると考えた。

3. 実験方法

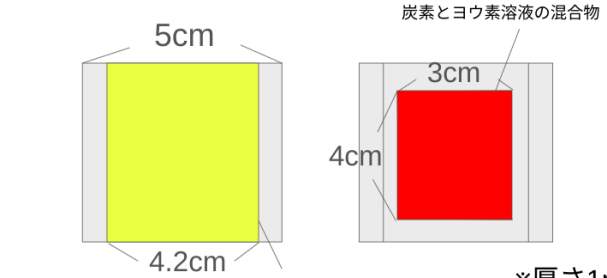
①いちご、ぶどう、ブルーベリー、ハイビスカスからそれぞれ色素を取り出す。
②それぞれの色素を用いて電池をそれぞれ3つずつ作る。
・色素増感太陽電池の作り方…
1、酸化チタン粉末とポリエチレングリコールを質量比2:3で混ぜてペーストを作る。
2、上記のペーストを導電性ガラスに塗る

3、ペーストを塗ったガラスを400℃で焼く
4、ガラスを20分間、色素につける
5、色素につけたガラスの導電面（ペーストの塗ってある部分）に黒鉛とヨウ素液を塗る。
6、これらの過程を経たガラスを二枚重ねて、色素増感太陽電池が完成する。
③それぞれの電池に1分間光を当てて、発電電力量を調べる。
・対照実験における揃えておく条件…色素液の質量、パーセント濃度、色素を吸着させる時間

ガラスを色素につけている様子



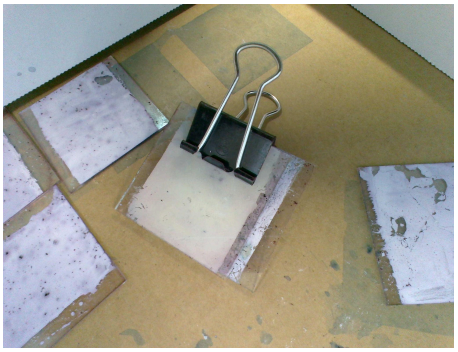
導電性ガラスについて



酸化チタン＋ポリエチレングリコール

※厚さ1mm

完成した色素増感太陽電池



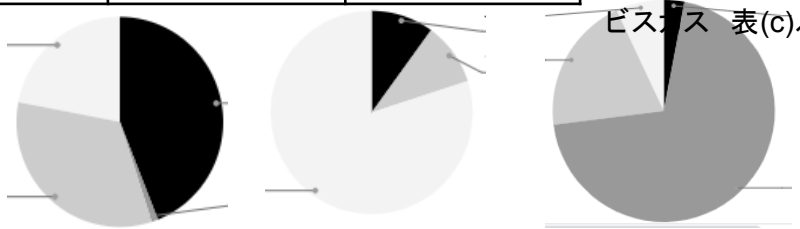
4. 結果 ・考察・これからの展望

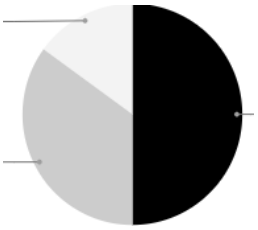
結果は表(a)のようになった。

表（a）

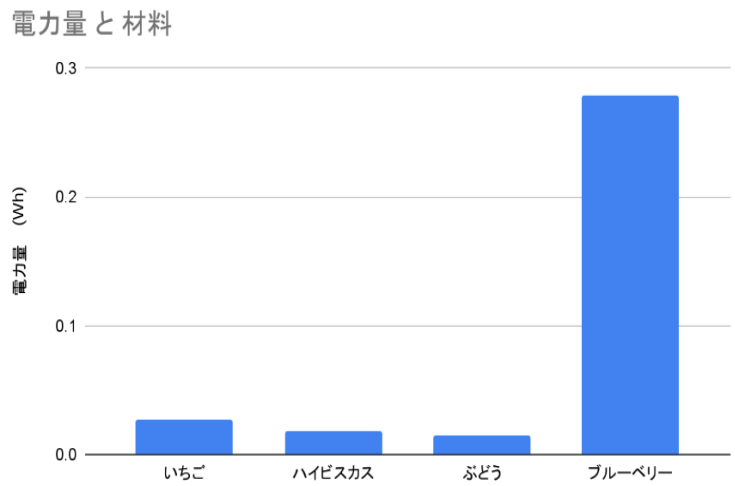
	電流(A)	電圧(V)	電力量(Wh)
ブルーベリー	2.40E-04	3.30E-01	2.85E-01
ハイビスカス	6.90E-05	7.20E-02	1.79E-02
ぶどう	5.40E-05	7.50E-02	1.46E-02
いちご	5.00E-05	1.50E-01	2.70E-02

表(b)ブルーベリー　表(c)ハイビスカス　表(c)ぶどう　表(d)いちご





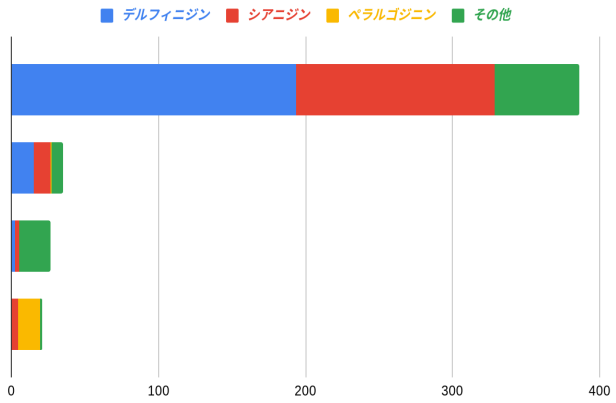
デルフィニジン　青　シアニジン　赤　　ペラルゴジニン　黄　その他　緑



表(f)

表(f)からブルーベリーの電力量が格段に高いことがわかる。目的・仮説において、各植物から抽出した色素の中でもデルフィニジンに着目した。したがって、アントシアニンの中の各色素の含有割合のデータが必要である。それが表(b)(c)(d)(e)であり、デルフィニジン含有割合は、ブルーベリーが50%、ハイビスカスが44%、ぶどう10%、イチゴ3%である。確かにデルフィニジン含有割合はブルーベリーが一番大きい。しかし、ブルーベリーとハイビスカスのデルフィニジン含有割合は大きく変わらないにもかかわらず、電力量では大きな違いが生まれている。これは、実験の回数が少なかったことも影響している可能性があるが、アントシアニン中のデルフィニジンの含有割合と発電電力量に相関はないと考えられる。そこで、文献を探ったところ、使用した植物自体に含まれるアントシアニンの含有量自体に違いがあったことが分かった。100gあたりのアントシアニン含有量の違いは以下のとおりである。

100gあたり
ブルーベリー　386.5mg
ハイビスカス　34.8mg
スチューベン　26.7mg
イチゴ　21.2mg



図（g） 上からブルーベリー、ハイビスカス、ぶどう、イチゴの順である

このことからわかるのは、ブルーベリーのアントシアニン含有量が非常に高いことであり、これがブルーベリーを色素増感太陽電池の色素として使用したときの高い電力量の原因ではないかと考えた。よって、ブルーベリーの色素は色素増感太陽電池を作る際に有用であると考えられる。この事実を、全国の学校において、色素増感太陽電池の実験する際に活かしてもらえるように広めたい。

これからの展望として、実験回数を増やすことでより正確なデータを得ることを目指す。また、アントシアニン含有割合が同じものを使い、デルフィニジンやシアニジンといった色素の中で、どれが影響を発電効率に高く影響を及ぼしているか調べたい。

謝辞　本研究の遂行にあたり、指導教官として横手高校教諭佐々木重宏先生にご指導を賜り、また横手高校教諭瀬々将吏先生、細谷進先生の両名に協力を賜ったことを、深謝致します。

引用文献

生食ぶどうの果色と果皮アントシアニンの関係　渡辺由香

Blueberries and Their Anthocyanins: Factors Affecting Biosynthesis and Properties
Winny Routrar,Valeria orset

ANTHOCYANINS AS FOOD COLORANTS Robert L.Jackman,Rickey Y.Yada,
Marvin A.Tung,R.Alex speers

色素増感太陽電池の仕組み　株式会社ペクセル・テクノロージーズ