

色素増感太陽電池を改良する

3502 足立 周士 3506 伊藤 大貴

次世代の太陽電池に色素増感太陽電池というものがあるが、この電池には長持ちしないという欠点がある。そこで本研究では、寒天を用いて電解液をゲル化することで色素増感太陽電池をより長持ちさせることを目標に実験を行った。色素増感太陽電池の電解液であるヨウ素液をゲル化したものと、ゲル化していないものとの対照実験を行い、ゲル化することで色素増感太陽電池が長持ちするかを確かめた。寒天をゲル化したものはゲル化していないものとは比べ電圧や電流が低い値を示したが、電圧の低下はゲル化しているものの方が緩やかになった。ここから、電解液をゲル化することで電池をより長持ちする可能性があると考えた。今後は寒天を添加しないものと同様に電圧になるような工夫をしていきたい。

1. 目的

本研究は、色素増感太陽電池に恵那市の特産品である寒天を組み込むことで太陽電池をより長持ちさせることを目的とする。

2. 仮説

電解液に寒天を添加することで、電解液の乾燥が防がれ、より長い時間、電流や電圧が生じる。

<実験 1 >

3-1. 使用した器具・装置

ホウレンソウ エタノール
 ホットプレート メスシリンダー ビーカー
 導電性ガラス 酸化チタン(IV) 酢酸
 PEG(ポリエチレングリコール) ヨウ素液
 実験用粉寒天 セロハンテープ
 乳鉢 乳棒 電気炉 ガラス棒
 電子天秤 ビーカー ホットプレート
 鉛筆 テープ 寒天型 (自作・図 1)
 サイエンスキャプチャー マイクロアンペア計



図 1 寒天型

4-1. 手順

(1) 色素の抽出

- イ エタノール 50.0mL にちぎったホウレンソウ 20.0g を入れて沸騰しない程度に 20 分間加熱する。
- ロ ホウレンソウを取り出して 20mL 程度になるまで抽出液を加熱する。

(2) 負極の作成

- イ 酸化チタン 12.0g、PEG5.0g、酢酸 4.0g を混ぜ、酸化チタンペーストとした。
- ロ 導電性ガラスの 3 方向 3.0mm をマスキングして酸化チタンペーストをムラにならないように塗布する。(図 2)
- ハ ロのガラスを乾燥させた後、450℃ で 45 分間、電気炉で焼き付ける。
- ニ ハで焼成したものを(1)で抽出した溶液に暗所で 1 日浸す。



図 2 焼成したガラス

(3) 正極の作成

別の導電性ガラスを鉛筆で塗りつぶす。

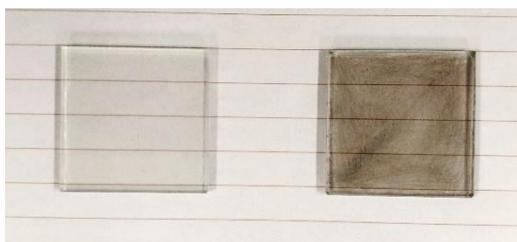


図3 普通のガラスと正極ガラスの比較

(4) 電解液のゲル化

- イ ヨウ素液 30.0mL に粉寒天 2.0g を添加し、ホットプレートで加熱する。
- ロ イで加熱した液を型に入れて、常温で1時間粗熱を取る。
- ハ 冷蔵庫で1日冷やし固める。

(5) 組み立て

- イ 寒天ありのものを組み立てる。(図4, 5)
- ロ 寒天なしのものを組み立てる。(図6, 7)

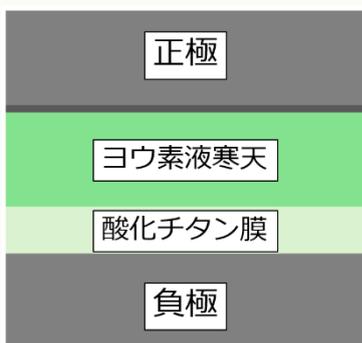


図4 寒天あり電池の構造

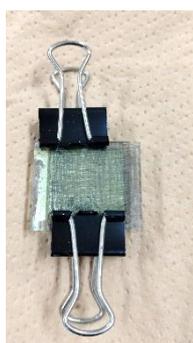


図5 外観

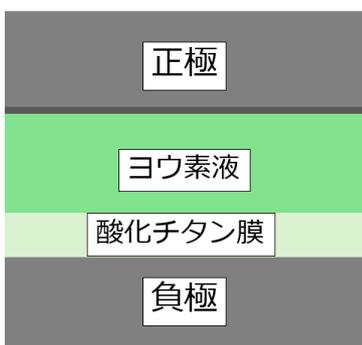


図6 寒天なし電池の構造



図7 外観

(6) 測定

- イ 電圧の時間による変化を測定。
1分毎に70分間、7日間測定する。
 - ロ 1日に1回電流を測定する。
- 注：電圧計と電流計を同時に接続すると両

方が0を示し、同時測定が困難であった。太陽電池の内部抵抗が原因だと考えられる。

5-1. 結果

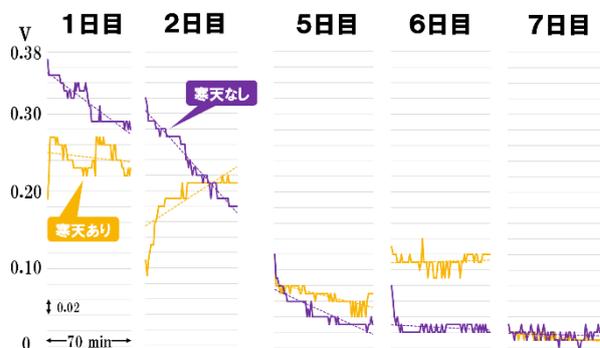


図8 1週間の電圧の推移

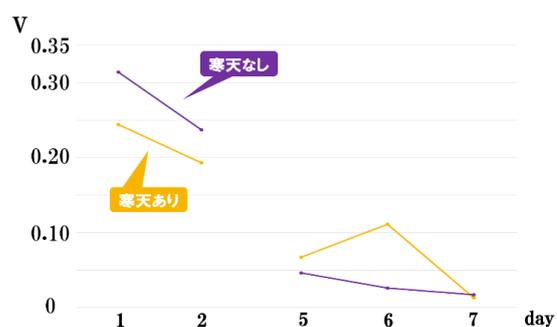


図9 1週間の平均電圧の推移

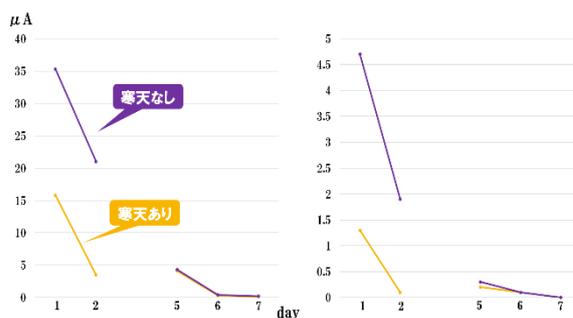


図10 1週間の最高電流の推移(左)

図11 1週間の安定電流の推移(右)

1日目、2日目の電圧は寒天を添加していないものが低かったが、その後は寒天を添加したものが優位であった。

しかし、7日目では最終的に同じ時に電圧が0Vとなった。

6-1. 考察

寒天を添加する事で寒天を添加していないものよりも電流、電圧が弱くなったということから、寒天によって電流の流れが抑制されており、また寒天によって色素増感太陽電池に当たる光量が減少したと考えた。

また、図9の1、2日目では寒天を添加したものが添加をしていないものよりも電圧の減少が緩やかであったことから、寒天が乾燥防止に効果があると考えた。

ここから、1日目で寒天を添加したものと寒天を添加していないもので同程度の電圧があれば、寒天を添加したものがより長持ちすると考えた。

<実験2>

3-2. 使用した器具・装置

デジタルマルチメーター デジタル温度計
(上記以外は実験1と同様)

4-2. 手順

(1) 色素の抽出

実験1と同様

(2) 負極の作成

- イ 酸化チタン 12.0g、PEG5.0g、酢酸 4.0g を混ぜ、酸化チタンペーストとした。
- ロ 導電性ガラスの3方向 3.0mm をマスキングして酸化チタンペーストをムラにならないように塗布する。(図2)
- ハ ロのガラスを乾燥させた後、450℃で45分間、電気炉で焼き付ける。
- ニ ハで焼成したものを(1)で抽出した溶液に暗所で8時間浸す。

(3) 正極の作成

実験1と同様

(4) 電解液のゲル化

- イ ヨウ素液 30.0mL に粉寒天 3.0g を添加し、ホットプレートで加熱する。
- ロ イで加熱した液を型に入れて、常温で1時間粗熱を取る。
- ハ 冷蔵庫で1日冷やし固める。

(5) 組み立て

実験1と同様

(6) 測定

電圧の時間による変化を測定する。

→1分毎1時間、6日間測定する。

5-2. 結果

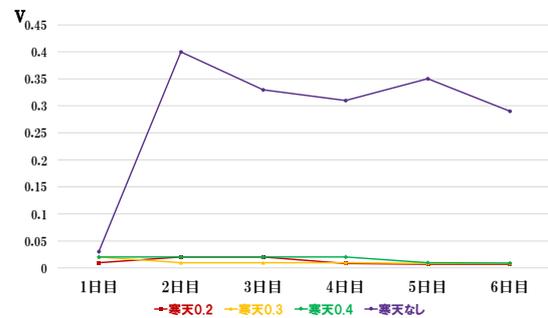


図12 6日間の電圧の推移

寒天なしの1日目は極板の接触不良と考えられる。

寒天を添加したものは6日間電流が低く推移した。

しかし、寒天を添加していないものは実験1の寒天を添加していないものよりも電圧が高く推移した。

6-2. 考察

すべての日で寒天を添加したのものよりも寒天を加えていないもののほうが優位となった。

寒天の濃度が高すぎると寒天が電解液内のイオンの動きを抑制すると考えられる。また寒天が厚すぎるのも同様の理由により電圧が下がった要因だと考える。

また、ヨウ素液寒天の色が濃く、色素が吸着している極板まで十分に光が届かなかったことも原因の1つだと考えられる。

ここから、寒天の濃度は寒天が固まる範囲で薄い濃度にする事で、電解液内のイオンの動きが抑制されず、寒天を添加していないものと同程度の電圧がありながら、乾燥防止の効果が期待できると考えた。

<実験3>

3-3. 使用した器具・装置

実験2と同様

4-3. 手順

(1) 色素の抽出

実験1、2と同様

(2) 負極の作成

実験2と同様

(3) 正極の作成

実験1、2と同様

(4) 電解液のゲル化

イ ヨウ素液 20.0mL に粉寒天 0.2g を添加し、ホットプレートで加熱する。

ロ イで加熱した液を型に入れて、常温で1時間粗熱を取る。

ハ 冷蔵庫で1日冷やし固める。

(5) 組み立て

実験1、2と同様

(6) 測定

電圧の時間による変化を測定。

1分毎に30分間、5日間測定する。

5-3. 結果

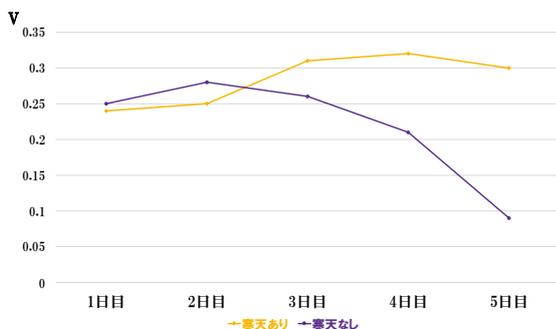


図13 5日間の平均電圧の推移

1日目、2日目は寒天を添加していないものと寒天を添加したものでは大きな電圧の差はみられなかった。

しかし、3日目から寒天を添加したものが添加していないものよりも優位であった。

6-3. 考察

1日目、2日目は寒天を添加していないものと寒天を添加したものでは大きな電圧の差はみられなかったが、3日目から寒天を添加したものが優位となった。

寒天の濃度が実験2よりも薄くなったことにより、寒天が電解液内のイオンの動きを抑制せず、1日目、2日目は同等の電圧が得られたと考えられる。3日目から寒天が乾燥防止に働いたことにより、寒天を添加したものが寒天を添加していないものよりも電解液が乾燥せず、電圧が優位になったと考えられる。

ここから、寒天をイオンの動きを抑制しない量の寒天を添加することで、電解液の乾燥を防止し、色素増感太陽電池を長持ちさせることが出来ると考えた。

7. 展望

寒天を適切な量添加する事によって色素増感太陽電池を長持ちさせられる事が分かったため、今後は電池を複数つなぐことで電球などを光らせることができるかなどや、他のカラギナンなどのゲル化剤とどちらが長持ちするかなどを検証していきたい。

8. 謝辞

杉本先生、市川先生をはじめ、ご協力いただいた先生方ありがとうございました。

9. 参考文献

国立大学 55 工学系学部ホームページ 「色素増感太陽電池を作ろう！」

[https://www.mirai-](https://www.mirai-kougaku.jp/laboratory/pages/121031.php)

[kougaku.jp/laboratory/pages/121031.php](https://www.mirai-kougaku.jp/laboratory/pages/121031.php)

2024年9月5日

株式会社プロセシオ 「色素増感太陽電池の仕組み 色素増感太陽電池(DSSC)とは」

<https://www.processio.co.jp/structure/>

2024年9月5日

「寒天・トコロテンの科学 その奇妙な性質と効用」 松橋 鐵治郎, 株式会社 光琳, (2012)

「酢酸を用いた TiO₂ ペーストによる色素増感太陽電池に関する研究」本田健二、古矢賢志、松浦秀

「色素増感太陽電池の現状と展望」韓 礼元,
(2001)

色素増感太陽電池」荒川 裕則, (2004)

「色素増感太陽電池の教材化への試み-その製作方法と増感作用を示す色素の検討-」綾 美幸、山本 勝博(2004)

「色素増感太陽電池の教材化への試み(2)-液体ポリエチレングリコールの使用とクリップモーターによる動作確認-」

宮本 憲武、山本 勝博(2005)

色素増感太陽電池の高効率化に対する研究動向」早瀬 修二(2008)

シャープ技報 第100号 2010年2月「色素増感太陽電池」山中 良亮
平成二十四年度恵那高校課題研究「寒天を用いた色素増感太陽電池」