

光透過性陰極を用いた光合成微細藻類太陽電池の特性評価

Evaluation of Microbial Photovoltaic Solar Cell using Transparent Anode Electrode

渡邊真理子¹⁾
指導教員 永吉浩¹⁾

1) 東京工業高等専門学校 電子工学科 環境エネルギー研究室

我々はこれまで微細藻類を用いた太陽電池セル構造に改良を加えてセル特性の改善を図ってきた。[1] これまで明確な光応答特性を長期間にわたり得られることを確認している。一方、微細藻類太陽電池セルにおけるメディエーターの電荷輸送特性はこれまで明確にされていない。そこで本研究では導電膜付きガラス基板を負極に導入し、透明電極から光入射した場合との比較からメディエーターの電荷輸送特性を評価した。

キーワード：微生物太陽電池、微細藻類、光合成

1. はじめに

微生物燃料電池は、微生物の代謝能力を利用して有機物などの燃料を電気エネルギーに変換する装置である。今回は微細藻類で培養が容易なクロレラを用いて太陽電池を作製し、メディエーターの電荷輸送特性を評価した。発電原理の概要図を図1に示す。

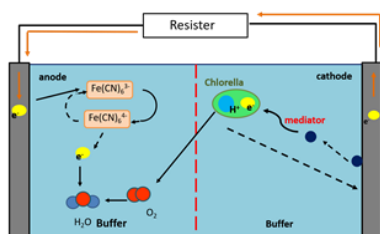


図1 発電概要図

光エネルギーによって水が電子とプロトンと酸素に分解される。メディエーターが微細藻類の細胞内に侵入し、電子を奪い還元される。還元されたメディエーターがカソードに移動し電子を放出する。プロトンは分解された後、イオン交換膜を通過しアノード側に移動する。アノードから供給される電子と溶存酸素、プロトンで水を生成する。

2. 実験方法

図2に作製したセル構造を示す。一般的な2セル構造だが、アノード側に光導入窓を設けITOガラスを陰極として用いた。ITOガラス表面にはカ

ーボンを薄くコーティングして表面反応をカーボン電極に近づけるようにしている。セル容積はアノード側が800ml、カソード側が1100mlである。透明電極の有効面積は110cm²である。

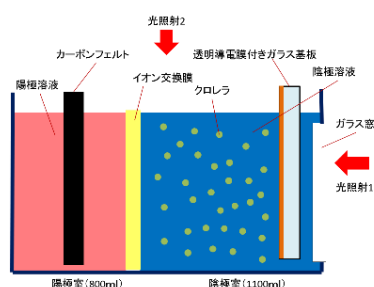


図2 セル構造図

陰極側セルの電子伝達剤として1mMのメチレンブルーを導入し、微細藻類として培養が容易なクロレラを試みた。陽極側は0.1Mのフェロシアン化カリを添加した構造になっており、両セルともに50mMのリン酸緩衝液を加えている。光源には500Wハロゲンランプを用いた。光の導入方法の違いによる光レスポンス特性の違い、セル形状などによるセル出力特性の比較等を行った。

このとき、光の導入方法はセルの上面から光を照射する垂直入射と、アノード側に設けた光導入窓から光を照射する窓入射の二つに分けられる。この二つの照射方法でI-V特性、光応答特性を測定し、比較した。その後、カソード側の上面をイ

オン交換膜側と電極側の二つに分け、片方のみ光を照射して I-V 特性と光応答特性を測定した。垂直照射光の入射位置（電極からの位置）を 2[cm] 間隔で変化させたときの I-V 特性を測定した。

3. 結果・考察

窓入射・垂直入射での I-V 特性を図 3 に、光応答特性を図 4 に示す。

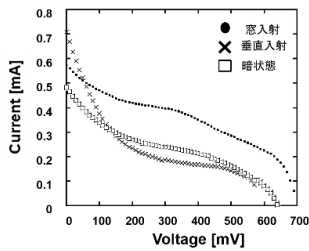


図 3 I-V 特性

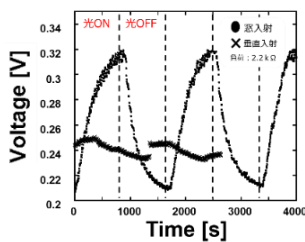


図 4 光応答特性

無負荷状態では還元されたメディエーターがセル内に蓄積され、蓄電池としての作用をもつ。このため、長時間放置したあとの出力は垂直入射と窓入射であまり大きな違いが表れない。一方、図 4 から垂直入射・窓入射における持続的な発電の結果では垂直入射の方が著しく出力が低いことがわかる。窓入射では明確な光応答が得られ、透明電極側から入射した光が効果的に発電に寄与していることがわかる。

片側照射のときの I-V 特性を図 5 に、光応答特性を図 6 に示す。

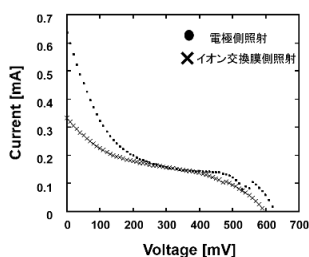


図 5 I-V 特性

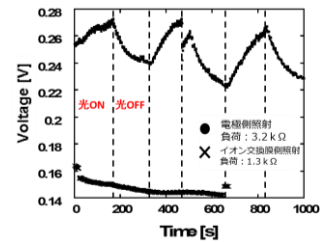


図 6 光応答特性

直照射光の入射位置（電極からの位置）を 2[cm] 間隔で変化させたときの I-V 特性を図 7 に示す。

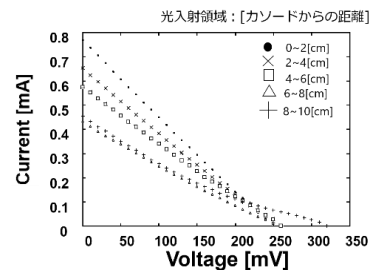


図 7 照射位置を変えたときの I-V 特性

光の入射位置が電極に近いと、高い光応答特性が得られる。このことから、垂直入射では電極から離れた領域は発電にあまり寄与していないと考えられる。電極に近いとメディエーターが電極に達するのが速く、反応が速い。しかし、電極から遠いとメディエーターが電極へ到達するまで時間がかかり、電荷を十分に供給できないと考えられる。

4. まとめ

透明電極型の光合成微細藻類太陽電池構造を考案し、従来の垂直光入射方式と比較した。透明電極を用いることで光合成微生物電池の大幅な出力アップを実現できることを見出した。

[1] 吉田, 永吉 応用物理学会 第 60 回応用物理学関係連合講演会 2014