

# 博士論文要旨

## 論文題名: 発電およびバイオセンシング用途向けの実用的な 微生物燃料電池の開発

立命館大学大学院理工学研究科  
電子システム専攻博士課程後期課程

ナカモト ユン  
NAKAMOTO Dung

微生物燃料電池 (MFC) は新興技術であり、有機基質から化学エネルギーを直接変換することにより、微生物代謝を使用して電気を生成する最新のアプローチとして説明されています。

MFC の主な制限は、発電量が少なく、実用的なアプリケーションでのセットアップが難しいことです。この論文では、オンデマンドで電力を生成し、農業管理に役立つ水感知用センサーとして使用できる、さまざまな革新的で費用対効果が高く便利な MFC 設計を使用した一連の実験室規模の実験について説明します。

まず第一に、MFC と EFC (酵素燃料電池) 技術をハイブリッド化して電力性能を向上させることにより、新しいパン酵母を動力源とする MFC を提案しました。パン酵母 MFC に市販のアルコールとアルデヒドを加えたデヒドロゲナーゼ酵素 (ADHE) を使用すると、ADHE を使用しない MFC と比較して、最大出力密度 (MPD) が改善されました。また、嫌気培養条件は、好気培養条件よりも MFC 操作に適しています。

次に、発電を改善するために、コンパクトで使いやすく、費用対効果の高い土壌微生物燃料電池 (SMFC) の 3 つの異なる構成を提案しました。

1 番目のポータブルプラグ型ダブルチャンバー SMFC は、低コストの材料と LB ディップアノードを使用して製造され、自然の湿った土壌に差し込むだけでバイオフィルムの形成を促進しました。

2 番目のコンパクトな膜のない SMFC を使用して、さまざまな種類の土壌における家庭の洗米廃水 (RWW) からの発電能力を調査しました。結果は、RWW が SMFC 操作の豊富な炭素源であり、提案された SMFC がさまざまなタイプの土壌で操作でき、RWW から効果的に生物電気を生成できることを意味します。

電気を集めるために使用される 3 番目のポータブル メンブレンレス SMFC は、導電性、

柔軟性、耐久性に優れた多層カーボン ナノチューブ ペーパー (MCNTP) を使用して電極を変更したものです。SMFC は直列の 3 つのアノードで設計されており、湿った土壤に突き刺すだけでフローティング空気カソードをオンデマンドで作動させることができました。SMFC は急速に電気を生成し、完全に機能する時計に電力を供給する電源としても使用されました。

最後に、バイオセンシングは SMFC のもう 1 つのアプリケーションです。低コスト SMFC の新しい設計は、土壤含水量を感知するためのバイオ センサーとして使用されました。60 ~ 80% の 土壤保水力(SWHC) の範囲では、SMFC の感度は最高であり、60% 未満の湿度では SMFC の動作が活性化に維持できません。多くの植物にとって適切な水分である 24 ~ 36% の土壤水分に対応する 60 ~ 80% の SWHC により、提案した SMFC は農業用途のセンサーとして使用できる可能性があります。