

電気化学バイオデバイスの高性能化に向けた材料開発

数理物質系 物質工学域 辻村清也

酸化還元酵素は、生体内でのエネルギー変換や情報伝達の重要な役割を生体内で担っており、電極反応と組み合わせることで、センサ、情報通信、電源などのバイオエレクトロニクス材料への応用が期待される。酵素がもともと働いている生体環境とはまったく異なる電極上で酵素の性能を引き出すためには、その酵素の特性と電極上での現象をよりよく理解した上での材料開発が必要となる。本講演では、酵素の電気化学反応、その性能を向上させるためにこれまで取り組んできた材料開発について紹介する。

まず、酵素の高い反応選択性を利用した電気化学バイオセンサについて紹介する。演者は特に血糖センサの性能向上にこれまで精力的に携わってきた。ここでは、酵素との反応特性を理解したうえで、新たに設計し開発した酵素と電極間の電子移動を促進させる新規レドックスメディエータについて紹介する。また、この理想的なメディエータの開発により、従来のセンサとは異なる新しい測定原理に基づいたセンサを開発することができ、非常に少ない量のメディエータ量にも関わらず、応答感度の向上のみならず測定濃度域も飛躍的に伸ばすことができた。

次に、バイオ燃料電池について紹介する。これは生体触媒を電極触媒として利用する燃料電池の一種であり、身近に存在し安定で安全かつ高エネルギー密度なエネルギーキャリアである有機物（特に糖類や有機酸）から、非常に穏和な条件で発電できる。生体親和性は高く、ウェアラブルデバイス用のエネルギーハーベスターとして注目を集めている。印刷技術などを駆使することで柔らかくて軽い電池を低コストで製造できる。電源とセンサの両方の役割を備えている自己駆動型デバイスは、軽くて装着感のない次世代のウェアラブルヘルスケアデバイスとなり得る。電池性能向上を目指した多孔質炭素電極材料の開発を中心に、多孔質炭素における酵素電極反応の制御、高濃度電解質の酵素電極反応に及ぼす影響について紹介する。

時間に余裕があれば、微生物の電気化学反応を促進する新規マテリアルの開発についても紹介する予定である。微生物のなかには、細胞の外膜に電子伝達を行うレドックス部位を有するものがあり、外部と電気的なコンタクトをとっている。電極の表面にその部位との高い親和性と電子伝達機能を有する分子修飾を行うことで、細胞内レドックス制御を電気化学的に行うことができ、物質生産、センシングなどへの応用が期待される。

本講演によってこの生物電気化学分野に多くの方々に興味をもっていただき、学内での共同研究などに発展すれば幸甚である。