

細菌ナノエレクトロニクスが拓く合成生物学

Keywords: 細胞外電子移動、微生物電気化学、外膜シトクロム酵素

国際ナノアーキテクニクス研究拠点 独立研究者

岡本 章玄

OKAMOTO.Akihiro@nims.go.jp | http://www.nims.go.jp/nanointerface/iecmc_nims/index.html



研究の背景

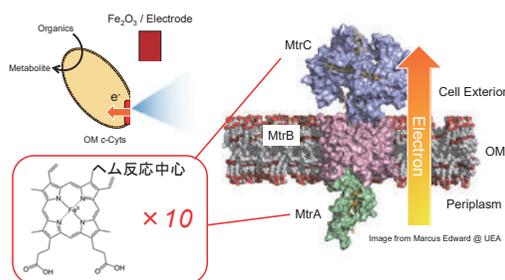
- 細菌の細胞外の固体材料へ電子を移動させるナノ電子回路(外膜シトクロム酵素 etc.)。
- 既知の多くの細菌が「発電細菌」や「電気細菌」の特性を持っていることが明らかに。
- 電極やナノ粒子を使って制御することができる生体活動は新しい生命観を与えている。

研究の狙い

- 電子によって制御される生命を用いた生体エネルギー論の再構築。
- 外膜シトクロム酵素と生体膜の複合体が持つイオン・電気特性の解明と制御。
- 材料研究による電子移動を介した細菌活性の制御技術や悪玉細菌センサーの開発。

最先端研究トピックス

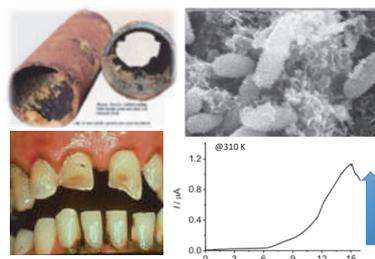
合成生物学:新しい生体パーツ、デバイス、システムのデザインと構築、ならびに自然界に存在する生体を再設計し、活用すること。そして、それを通して生命機能を理解すること。



細菌と固体材料間の電子移動反応(左)とそれを媒介する外膜シトクロム酵素複合体(右)へム電子移動中心が10 nmに渡り電子移動を媒介するが、プロトン移動によって電子移動速度が制御されている。



電極上の発電細菌の1細胞活性を追跡、電子移動と細菌によるエネルギー生産の定量的な関係に迫り、生命の再定義を目指す。



細胞外電子移動を行う鉄腐食・感染症細菌。

文献

・ A. Okamoto, et al. "Proton Transport in the Outer-Membrane Flavocytochrome Complex Limits the Rate of Extracellular Electron Transport" *Angew. Chem. Int. Ed.* (2017) Vol 56, 9082–9086.

・ X. Deng, "Multi-heme cytochromes provide a pathway for survival in energy-limited environments" *Science Advances* (2018) Vol 4, No.2

まとめ

- 外膜シトクロムを介した電子移動は、プロトン移動律速。小分子による発電細菌の活性化。
- 鉄腐食細菌による外膜シトクロムを介した細胞外電極からの電子の引き抜き。

実用化への目標

- 暗所環境下におけるオンサイト電源の供給
- 細菌による嫌気鉄腐食の抑制技術の開発
- 悪玉細菌を検知する電気化学センサーの開発