

【特別推進研究】

理工系（化学）



研究課題名 細胞外電子移動を基軸とした生体電子移動論の開拓

東京大学・大学院工学系研究科・教授 **橋本 和仁** はしもとかずひと

研究分野：物理化学

キーワード：細胞外電子移動、代謝経路制御、微生物エネルギー変換

【研究の背景・目的】

生体電子移動は呼吸や光合成など生体系におけるエネルギー変換において本質的な役割を果たしている。このエネルギー変換の舞台である生体電子移動においては数多くの酸化還元タンパク質が活躍している。これまでその重要性から、人工的に構築した2分子系、3分子系や単離したタンパク質を用いて、数多くの生体電子移動に関する研究がなされているが、人工分子系や単離タンパク質と生体内電子伝達系は、理解・制御・効率の観点から大きく乖離している。また、これらをそのまま模倣しようとした研究は多いが、これまでのところ成功していない。

我々は、これらとは全く違った発想、つまり生命活動を営んでいる生物そのものを観測・制御・効率化することでエネルギー変換を可能にする「自然界のアプローチ」が必要となると考えるに至った。そのような発想を具現化するのが鉄還元細菌の一種である *Shewanella* であり、*Shewanella* が示す細胞外電子移動である。すなわち、「微生物の呼吸活動の結果として排出される電子を、効率よく外部に取り出す手法を追究すれば、微生物が持つ優れた機能を取り込んだ新しい機能性材料の開発につながる」という考え方である。その実現に向けては、細胞外電子移動を分子レベルで深く理解すること、さらには「生物固有のフレキシブルな外部環境応答能」を物理化学的、特に生体電子移動論の視点より解明することが不可欠であるとの認識に至り、本研究領域課題を提案するに至った。

【研究の方法】

微生物/電極間の細胞外電子伝達を切り口とすることで、複雑系生体電子の観測・制御・効率化を行う。特に、その鍵プロセスとなる代謝電子伝達経路ならびに遺伝子発現様式の切り替えに代表される生体固有のフレキシブルな外部環境応答を物理化学的、特に生体（光）電子移動論の視点より明らかにする。

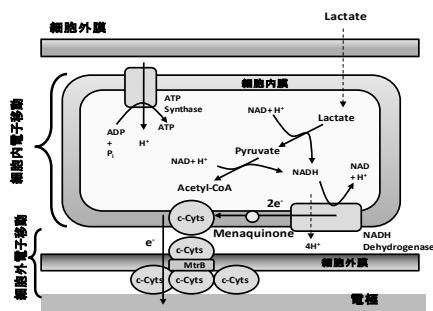


図1. 細胞外電子移動の模式図

【期待される成果と意義】

本課題を遂行することにより、「細胞外電子移動学」とも呼ぶべき新たな学理が構築されるであろう。その結果、生命活動の本質である呼吸に関与する電子伝達ダイナミクスが明らかになるであろう。さらには、生体固有のフレキシブルな外部認識・外部適応メカニズムを電子移動論という新たな切り口で捉えることが可能となり、それらの物理化学的理解が飛躍的に深まることが期待される。一方で、細胞外電子移動は、微生物を介した化学-電気エネルギー変換系の本質である。また自然界においては、微生物は酸化鉄や硫化鉄などの鉱物材料を利用して細胞外電子移動を行い、グローバルな物質・エネルギー循環においても重要な役割を果たしており、自然界における共生生態系の理解や生命起源の神秘にも繋がる概念でもある。したがって、細胞外電子移動の本質を物理化学的観点から深く理解することは、複雑系生体電子論とも呼ぶべき新たな学術領域の開拓だけに止まらず、微生物学、環境工学、そして地球科学分野においても本質となる研究課題であるといえるであろう。

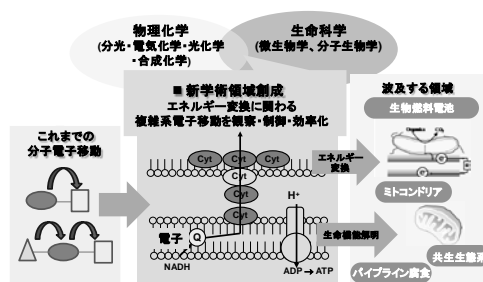


図2. 本提案課題の方向性を示す概念図

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Angew.Chem.Int.Ed, 2011, 50, 9137.
- Chem.Commun. 2011, 47, 3870.
- Angew.Chem.Int.Ed, 2010, 49, 6596.
- Angew.Chem.Int.Ed, 2010, 49, 7692.
- ChemBioChem. 2010, 11, 643.
- Angew.Chem.Int.Ed, 2009, 48, 1606.
- Angew.Chem.Int.Ed, 2009, 48, 508.

【研究期間と研究経費】

平成24年度-28年度
394,500千円