

水と酸素の相互変換分子触媒の創製

成田 吉徳 (九州大学 先導物質化学研究所 教授)

【概要】

植物光合成においては太陽エネルギーを用いて水を分解し、水より得た電子により炭酸ガスを還元し、化学的エネルギー貯蔵物質である炭水化物を生産している。即ち、植物は光合成反応において、水を「還元剤（電子源）」として用いて酸素を放出している。この反応は地球上で生物が行う最大規模の化学反応と云える。一方、呼吸においては、光合成の逆反応として、炭水化物の分解により得た電子を用いて酸素を水へと還元し、その際、発生した化学エネルギーを利用して生物は生存している。生物が長年の進化の過程で見いだした、この様な水と酸素の相互変換反応は、環境に負荷を与えず、循環可能で、水や酸素など広く無尽蔵にある物質を利用した究極のエネルギー貯蔵・利用方法である。しかも、いずれの反応も生物は極めて高いエネルギー効率で行っていることを特徴とするが、複雑な構造のタンパク質よりなる酵素中での反応のため、その詳細な反応機構は十分解明されていない。そこで本研究においては、これら両反応の中核を司る酵素の活性中心を模した人工分子を合成し、それを用いてこれら生物の行っている両反応の特徴と反応機構の詳細を明らかにすると共に、新たな分子触媒の創製のための指針を得る。

【期待される成果】

植物光合成における炭酸ガスの還元反応に代えて、水素陽イオンを還元すると水素が製造できる（水の電気分解）。また、呼吸の代わりに、酸素と水素の還元反応による発電は燃料電池として開発が進んでいる。しかし、工業的な酸素の生成と利用に係わる両反応は多電子過程であるため、多くの反応経路をとりうるため、エネルギー的に最適な経路で行うことが困難である。その結果、人工系では生物の酵素反応とは比較にならない低いエネルギー効率に留まる。本研究において生物における両酵素反応の高いエネルギー効率の根源を明らかにすることにより、生命科学における重要課題である2つの反応機構の分子レベルでの解明が進展のみならず、将来の水素社会構築の鍵となる、水の分解による水素製造と燃料電池酸素極での酸素還元の一触媒の開発に寄与する事となる。

【関連の深い論文・著書】

“ An Elaborate Functional Model of Cytochrome *c* Oxidase Active Site Displaying a Unique Conversion of a Heme-m-peroxo-Cu^{II} Species to a Heme-superoxo/Cu^I ” , *Angew. Chem. Int. Ed.* **2005**, *44* (12), 1836-1840.

“ Characterization of a Dinuclear Mn^V=O Complex and Its Efficient O₂ Evolution in the Presence of Water ” , *Angew. Chem. Int. Ed.* **2004**, *43* (1), 98-100.

【研究期間】 平成 17 ~ 21 年度

【研究経費】 79,700,000 円

【ホームページ】 <http://narutalab.ifoc.kyushu-u.ac.jp>