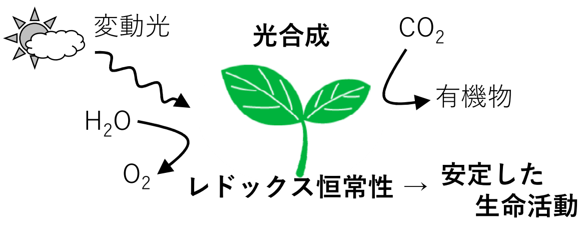
光合成微生物の光環境適応能と人工光合成

Photo-acclimation in Natural and Artificial Photosynthesis

大阪大学太陽エネルギー化学研究センター　°中西　周次
Research Center for Solar Energy Chemistry, Osaka Univ.[1], °Shuji Nakanishi
E-mail: nakanishi@chem.es.osaka-u.ac.jp

人工光合成は人類が抱えるエネルギー問題を根本的に解決しうる技術としてその実現が大きく期待されている。光合成に備わる3つの特性（1. 水を電子源とすること、2. 可視光が有効利用されること、3. 豊富な元素のみから構成されること）は、特に"人工化"する意義が大きく、古くから活発な研究が行われてきた。一方、生物学の分野では、上記のエネルギー変換に関する特性に加え、変動する太陽光強度に対するレドックス恒常性が、光合成のもう一つの研究の柱となっている。変動する光強度への対応は、太陽エネルギーの有効利用を図る上で極めて重要な課題であるにもかかわらず、これまでレドックス恒常性を備えた材料・システム開発に関する研究は皆無であった。これは、光合成におけるレドックス恒常性がタンパク質の高度なフィードバック応答に基づいており、その人工材料での機能模倣が困難を極めるためである。



光合成のレドックス恒常性では、多くの場合、PS-II と PS-I の間に位置するプラストキノンプール（PQ プール）のレドックス状態が重要な役割を果たす。強光下では、PQ プールが還元的になることをトリガーとして、過剰な還元力を捨てるための電子排出経路が機能して、細胞内レドックス変動が抑制される。一方、弱光下では、PQ プールが酸化的になることをトリガーに集光アンテナタンパク質が機能する。こうした天然光合成の仕組みを考えると、レドックス恒常性の模倣を図る上において、レドックス状態を介した光環境のセンシングと、そのセンシング結果に基づくフィードバック応答という 2 つの要件が重要であることが見えてくる。

我々の研究グループでは、これまでに、生きたシアノバクテリア細胞の PQ プールに電気化学的にアクセスする方法を開発し、これを利用した光合成のレドックス恒常性に関する研究を展開してきた[1-4]。本講演では、こうした光合成の生物電気化学的研究の成果を報告すると共に、レドックス恒常性の発現を志向した電子移動触媒開発に関する我々の試みについても紹介する。

1. Y. Lu, et al., *Angew. Chem. Int. Ed.*, **53**, 2208-2211 (2014). (HOT paper)
2. K. Nishio, et al., *Plant and Cell Physiology*, **56**, 1053-1058 (2015). (Highlighted)
3. K. Tanaka, et al., *ChemPhysChem*, **18**, 878-881 (2017).

© 2018年 応用物理学会