



酵素固定のためのプラットフォーム

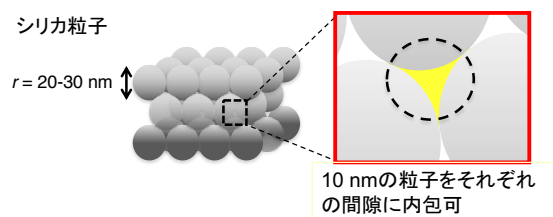
大阪市立大学 山田裕介

天然の光合成系では、光エネルギーを利用して、最も安定な化合物の一つである水から電子を引き抜き、酸素を作る。その際取り出された電子はCO₂を還元するために利用され、光エネルギー物質である糖の合成に使われる。この反応を行うためには、まず、光エネルギーを吸収する分子が水の酸化触媒である酸素発生中心の近傍に存在していなければならない。また、逆電子移動を防ぎ、長寿命の電荷分離状態を作るためには、立体的に配置されたいくつかの分子間を電子がカスケード式に移動しなければならない。さらに、この電子移動の過程で長寿命化と引き換えに失われる電子のエネルギーを化学反応を可能とするために再び上昇させるには、別の光エネルギー吸収分子がその先にいなければならない。

X線結晶構造解析の結果から、人工光合成系は、酵素を含むこれらの大小様々な機能性分子を脂質二重膜の中の適切な位置に統合して固定化することで、精巧な仕組みを作りあげていることがわかっている。この構造を見るにつけ、いずれかのパーツの位置が少し狂っただけでも、反応が進行しないことが容易に想像され、その精緻さに畏怖の念すら抱く。

任意の酵素や機能性小分子を協働的に作用させ、天然とはひと味違った新しい光合成系を生み出すためには、これらを適切に配置するためのプラットフォームとなる物質、固体触媒でいうところの担体が必要である。これまでもメソポーラスシリカなどを担体として酵素を固定化する試みは行われてきたが、まず巨大分子である酵素を収納できる細孔を作ることは容易ではなく、また、その細孔内に安定に酵素を固定化するための工夫も必要であった。

我々のグループでは、これまでにシリカナノ粒子を自己集合させることで形成されるボトムアップ型の多孔性材料を利用して光応答性の機能性小分子や触媒機能を持つナノ粒子を固定化するためのプラットフォーム開発を行ってきた(下図)^[1]。このプラ



ットフォームの最も大きな特徴はボトムアップ型であるため、細孔の内部に細孔よりもサイズの大きい酵素などの巨大分子を固定化できることである。また、ナノ粒子の表面をあらかじめ化学修飾した上で複合化することができるので、小分子や酵素を安定的に固定化するのに重要な静電的相互作用や疎水的相互作用が可能な官能基などを導入することもできる。

本研究はスタートしたばかりで試行錯誤を繰り返している途中であり、まだ皆様に紹介できるような成果は生まれていないが、いずれ、このニュースで成果を報告させていただきたいと思っている。

参考文献

- [1] Y. Yamada, H. Tadokoro, M. Naqshbandi, J. Canning, M. J. Crossley, T. Suenobu, S. Fukuzumi, *ChemPlusChem* **2016**, *81*, 521-525.