



## 分子の適材適所

大阪市立大学 田部博康

新型コロナ禍に突入して一年、現在は感染拡大防止に細心の注意を払いながら研究を進めています。学生時代から慣れ親しんだ「長時間研究室に入り浸る」生活スタイルから、研究室では効率的に実験を進め、解析や論文執筆は自宅で、ディスカッションは研究室内外関わらずオンラインで、という「with コロナ」スタイルをどうにか進めています。(うまくいかないという意見もよく耳にしますので、あくまで私の感想です。)一緒に研究に取り組む大学院生とともに、「誰がどこで、どの順番で、何をするか」のマネジメントが、研究を進める上でこれまで以上に重要になったと感じています。

私は大学院生時代から一貫して、多孔性材料や金属錯体を利用した触媒設計を進めてきました<sup>1</sup>。その手本として、光合成に代表される天然の反応系があります。例えば、本学のグループにより詳細な構造が報告された光化学系 II では、20 以上のタンパク質分子の集合体によって形成されるメソサイズ (数–数十 nm) の 3 次元空間に、酸素発生中心や光捕集体、電子伝達体といった補因子が適切な距離や密度で配置されています<sup>2</sup>。この構造により、基質である水分子の輸送や変換、電子伝達が効率的に進んでいます。ここから、今後社会問題の解決に資する高難度の分子変換を実現するには、個々の成分の高機能化のみならず、異種機能性成分を 3 次元メソ空間に適切に配置する指針が重要である、という着想を得ました。

そこで、メソ多孔性タンパク質結晶を利用した可視光応答型水素発生システムの構築を試みました<sup>3</sup>。タンパク質結晶は、単結晶 X 線構造解析の対象として知られていますが、タンパク質サブユニットの

集合構造の間隙に由来する 5–100 Å 程度の細孔をもつメソ多孔性材料とみなすこともできます。

架橋化したリゾチーム結晶に、光増感剤であるローズベンガル (RB)、触媒となる白金微粒子の前駆体である白金錯体を含浸法により導入しました。単結晶 X 線構造解析より、両者はリゾチーム結晶内表面で 1–2 nm 間隔で規則的に配列す

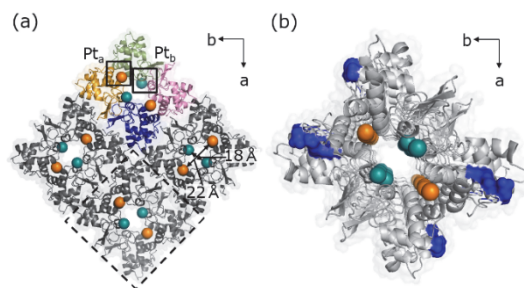


図 1. ヘキサクロロ白金錯体を固定した正方晶リゾチーム結晶の (a) 単位格子構造および (b) 点線部位の拡大図。白金イオンを球で、RB の固定サイトを青で示す。

ることが分かりました (図 1)。リゾチーム結晶を緩衝溶液に分散させ、犠牲的還元剤の存在下で白色光を照射したところ、水素発生が確認できました。RB と白金錯体を緩衝溶液中で混合した系、リゾチーム結晶に白金微粒子をランダムに担持させた系、あるいは非晶質のメソ多孔性材料を担体として用いた系と比較し、水素発生量が著しく増加したことから、リゾチーム結晶内で RB と白金錯体が規則的に配列することが効率的な電子移動に重要であると分かりました。ナノスケールの世界でも「どの分子が、どこで、どの順番で、何をするか」、適材適所のマネジメントが大切だと感じました。

1. H. Tabe, S. Abe, T. Hikage, S. Kitagawa, T. Ueno, *Chem. Asian J.*, **2014**, *9*, 1373–1379.
2. Y. Umena, K. Kawakami, J. R. Shen, N. Kamiya, *Nature*, **2011**, *473*, 55–60.
3. H. Tabe, H. Takahashi, T. Shimoi, S. Abe, T. Ueno, Y. Yamada., *Appl. Catal. B*, **2018**, *237*, 1124–1129.