



究極の超分子を目指して

大阪大学 重光孟

大阪大学の重光と申します。このような貴重な機会を頂き、誠にありがとうございます。私は学生時代より分子集合体の研究に取り組み、2017年に大阪大学に着任して以降は超分子化学を基盤とした人工光合成に挑戦しております。本稿では、門外漢であった私が現在の研究に至るまでの経緯をご紹介します。ご紹介させていただきたく思います。

学生時代は、デヒドロベンゾアヌレンという三重結合を有する π 共役分子の自己集合に関する研究を行い、超分子の構築や解析と格闘しながら日々過ごしていました。ある時、研究室で光合成に関する講演を拝聴する機会があり、大きな衝撃を受けました。集光性分子が整列した光捕集システム、精密に制御された電子移動、水の酸化反応を実現する金属クラスター、2段階光励起(Z-scheme)など、洗練された分子群が集結し、連動して機能する自然界における究極の超分子システムは、単純な1種類の分子が構成する集合体に翻弄されていた私にとって信じ難いものでした。恥ずかしながら、この時によりやく目指すべき驚異的な超分子が自然界に数多く存在していることに気が付きました。それ以降、自然を超えるような超分子システムを構築して世界に貢献する研究を行いたい、特に光エネルギーの有効利用をそんなシステムで実現したいと思うようになりました。

博士研究員を経て、大阪大学ではローダミンなどの優れた光学特性を有する水溶性色素の集合体を利用した人工光捕集システムの創製に着手しましたが、全くうまくいかず、光る分子を凝集させた結果、消光するだけの残念な日々が続きました。しかし、それら超分子は光触媒として機能していることが分かり、予想していなかった現象に驚きました。なぜ分子が集合することで光触媒活性を獲得するのか、その機構解明は難航しましたが、多くの共同研究者の方々

に協力していただくことで、研究を進めることができました。最終的には、光照射後に超分子内部で分子間電荷分離状態を生成することで触媒活性を獲得することが明らかになりました。現在、これらの超分子を利用して水素発生反応や光線力学療法などに研究を展開しています。^{1,2)}

有機色素分子は耐久性が低く、現在の超分子集合体は実用にはほど遠く、究極の人工超分子と呼べるものができるまでの道は険しそうです。しかしながら、有機色素による超分子光触媒は単分子および集合体レベルの階層性を有し、設計性が高いため、多くの可能性を秘めていると考えています。実際に、有機色素の集合体による優れた光触媒が報告され始めています。^{3,4)} 基礎原理を解明しながら着実に前進し、人工光合成実現に向けた重要なアプローチやパーツのひとつとして本研究領域が大きく発展することを祈りつつ、それに貢献したいと考えています。この研究分野は、学術的にも光化学、有機化学、超分子化学などの様々な知見が混合した面白い研究分野になると期待しています。

自然界における究極の超分子は有機物、無機物、金属錯体、低分子、高分子、超分子など区別はしておらず、すべてを包括して最良の分子システムを作り上げています。人工光合成という大きな目的の達成には、研究者も光合成と同様に分野の区別なく、相互作用して進んでいくことが重要で、その先に究極の超分子が待っていると信じています。私自身もそこに向かう原動力となるべく、研究を進めていく所存です。新参者ではございますが、どうぞよろしくお願い致します。

1. H. Shigemitsu, T. Kida *et al.*, *Chem. Sci.* **2020**, *11*, 11843.
2. H. Shigemitsu, T. Kida *et al.*, *JACS Au* **2022**, *2*, 1472.
3. H. Yang, A. I. Cooper *et al.*, *Nat. Nanotechnol.* **2023**, *18*, 307.
4. Y. Zhang, Y. Zhu *et al.*, *Nat. Energy.* **2023**, *8*, 361.