



News letter

文部科学省科学研究費補助金 新学術領域研究
 領域略称「人工光合成」領域番号 2406
 人工光合成による太陽光エネルギーの物質変換：
 実用化に向けての異分野融合

班員から

有機合成化学の立場から人工光合成へのアプローチ

A01班 荒谷 直樹

A01 班で高効率な光捕集機能を有する有機化合物（アンテナ分子）の開拓を担当しています。有機合成が楽しくて仕方ありません。自分がこうして化学の道に進めたのは、これまでに会った多くの先生、友人・同僚のおかげとともに、以下の出来事が原点だと思っています。

中学生のとき、定番の BTB 溶液を使った実験をしました。多少薄めた塩酸に BTB 溶液を入れると黄色くなり、当時の理科の先生が私に舐めてみると言いました。ゆとり世代よりもある意味おおらかな時代の話ですが、実際に舐めると舌がヒリヒリします。今度は水酸化ナトリウム水溶液に BTB 溶液を入れ、青色に変化した溶液をこれまた舐めさせられ、活字では表現しづらいのですが、さっきとは少し違うヒリヒリを味わいました。二つの溶液を混ぜて緑色になった溶液は、毒と毒を混ぜて作った猛毒だと思い、これを食して本当にいいものかと躊躇しましたが、意を決して舐めてみると、何か知っている味になっていました。もちろん塩水です。魔法にかかったような衝撃があり、色や味など物質の変化に魅了されました。これぞ化学です。翻って学生に教える立場となった今、自分は同じレベルの感動を学生に与えられているだろうか？と自問します。

さて、20 年近く前に、夢とロマンの塊のような『人工光合成』という言葉に出会いました。実際の研究はポルフィリンをひたすら繋ぐという実験をしながらも、人に何を研究しているのかと問われると『人工光合成』と答えていました。そんなある日、初めてあの美しいアンテナ複合体のエクス線結晶構造を見たときは、感動を超えて自然に対する畏怖の念を覚えました(図1)。天然とはこんなものを産み出すのかと。

天然の光合成システムをそっくりそのまま真似するのではなく、エッセンスを抽出して磨き上げることは、非常に合理的です。私は有機色素を多量化したり縮環したりして色や機能の変化を楽しみながら、効率のよいアンテナ系の創出というテーマで研究しています。炭素骨格の上で、いかに電子の振る舞いをコントロールできるか、自然と勝負しているようでもあり、対話している感覚でもあります。

共役系をたくさん縮環して、より大きな π 共役電子を獲得している分子が長波長の吸収帯をもつことは、

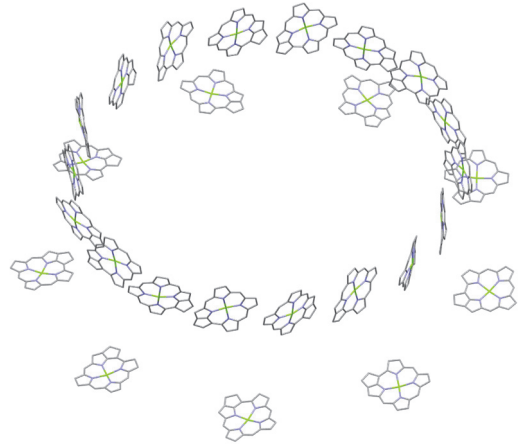


図1. どうして自然はこんなに美しい構造・機能を達成できるのか。「美しさ」というものには単位がないが、もしそれがあれば最高値を付けたい。

(共役の飽和はあるものの) 当然の結果であり、溶媒への溶解性や酸化に対する安定性を確保するという課題に直面します。できるだけサイズの小さな分子で近赤外吸収を達成することは、置換基の導入による物性の変化を大きくすることができ、また物性解析や計算などによる物性値の予測がより容易になるなどのメリットがあります。現在は分子内に電荷をもたせ、これを非局在化することにより効率よく近赤外吸収を達成しようと試みています。^[1] サイズの小さな分子であれば、骨格の堅牢さを維持しやすくなり、無輻射失活を抑えやすいことから、発光の量子収率が高くなります。今後はヘテロ元素の導入により、より高度な分子設計に基づく近赤外発光分子の創出に挑戦します。安定で使い勝手のよい近赤外発光有機分子はこれまでにあまり報告例がなく、様々なエネルギー移動システムに組み込むことで、励起エネルギーの行き着く先のプローブ分子としても活躍できそうです。

本領域に参加させていただくことで、多くの貴重な出会いにより、私の Chemistry もまた大きく刺激を受け、変化しています。これをただの変化ではなく物質変換（プロダクトの創出）へと繋げていきたいと思っています。残りわずかな期間ですが、今後ともよろしく願いいたします。

[1] K. Sezukuri, M. Suzuki, H. Hayashi, D. Kuzuhara, N. Aratani, H. Yamada, *Chem. Commun.*, **2016**, 52, 4872.

新学術領域「人工光合成」ニュースレター
 第4巻・第5号（通算第41号）平成28年8月1日発行
 発行責任者：井上晴夫（首都大学東京 都市環境科学研究科）
 編集責任者：八木政行（新潟大学 自然科学系）
<http://artificial-photosynthesis.net/>