



有機合成を指向した人工光合成に挑戦

名古屋大学 森 彰吾

私は名古屋大学 特別研究室で斎藤進先生の指導の下に博士号を取得した後、2022年2月に同研究室の助教に着任した。着任直後のタイミングで CanApple の皆様に私のことを知っていただくため、本稿では私のこれまでの研究と現在取り組んでいる「有機合成を指向した人工光合成」を紹介する。

これまでに私は半導体光触媒と水を用いるグリーンな有機合成反応を開発してきた。金属酸化物からなる半導体光触媒と水の間には密接な関係がある。例えば酸化チタン表面は光照射下において超親水性を示す。また表面吸着水が光酸化されることで、有機化合物の分解を促すヒドロキシルラジカル ($\cdot\text{OH}$) が生じる。これらの性質は表面処理や汚染浄化に応用されている。一方で私はこれら半導体光触媒に特有の性質を選択的な有機合成反応に利用した (図 1)¹。水相/有機相の二相系において水中に存在する親水性の酸化チタンにより $\cdot\text{OH}$ が水中に生じる。水中の $\cdot\text{OH}$ により水溶性の反応基質が活性化されると同時に水が再生する。一方で脂溶性の反応基質や生成物は水相から分離し有機相に存在するため、水中の $\cdot\text{OH}$ による分解から免れる。水が有機化合物の活性化を繰り返し促す触媒として機能する本反応は化学量論量の廃棄物を副生しないグリーンな有機合成反応である。

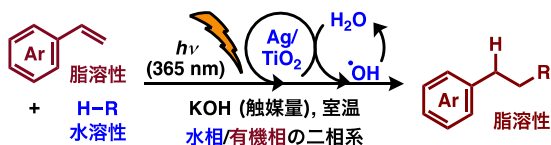


図 1. 半導体光触媒による水の酸化で生じる $\cdot\text{OH}$ の反応制御に基づく選択的な有機合成反応

よりグリーンな有機合成反応とは…? と次の研究課題を思案していると「人工光合成」という言葉にたどり着いた。井上晴夫

先生の定義によると、人工光合成とは太陽光により駆動し、水の酸化を伴う、エネルギー貯蔵型 (アップヒル型: 反応のギブス自由エネルギー変化が正) の化学反応である²。私は自身がこれまでに取り組んできた水の酸化を経る有機合成反応と人工光合成の親和性が高いと感じた。そして半導体光触媒と水からなる反応場を巧みに設計することで、太陽光により駆動し、水の酸化を経て、基幹化学品から有用な有機化合物を合成するエネルギー貯蔵型の反応、すなわち「有機合成を指向した人工光合成」を実現できると考えた (図 2)。

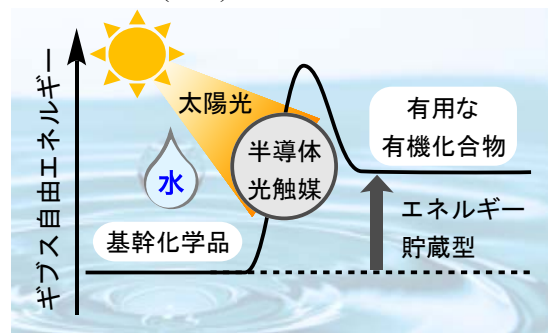


図 2. 有機合成を指向した人工光合成

現在、この研究分野の開拓のために異分野の専門家である先生方にご協力いただいている。論文第一弾は堂免一成先生 (東大・信大) と久富隆史先生 (信大) との共同研究になるだろう。また、オペランド分光計測の専門家である杉本敏樹先生 (分子研) や無機ナノ材料と電解反応の専門家である山内美穂先生 (九大) とともに共同研究の機会を探っている。手始めに両先生と共著で酸化チタンと水を用いる有機合成に関わる多角的な視点での総説を投稿したばかりである。

限られた任期 (2026年3月まで) の間に本研究を最大限に推進したいと考えている。CanApple の皆様にご協力やご意見をいただければ幸いです。また本研究に共鳴いただける方には、ぜひお声がけいただきたい。

- (1) Mori, S.; Saito, S. *Green Chem.* **2021**, *23*, 3575–3580.
- (2) Inoue, H. *et al. Electrochemistry* **2014**, *82*, 475–485.