



持続可能な物質循環の実現を目指して

大阪工業大学 福嶋貴

大阪工業大学の福嶋と申します。この度はニュースレターを寄稿する機会をいただきありがとうございます。私は、博士課程では錯体化学の研究を行い、その後無機固体触媒を用いた有機物の電気化学変換に関する研究を行うようになり、現在はバイオマス由来化合物の電気化学変換による高付加価値化合物合成のため触媒開発を行っています。本稿では、異分野を渡り歩いた私の経験をお話しさせていただきます。

私は、「二酸化炭素を光化学還元によりメタノールを生産・貯蔵し、メタノールを燃料にして燃料電池で発電すれば、出力が不安定な太陽光エネルギーから安定的に電気エネルギーを得ることが可能になる。」という分子科学研究所の田中晃二教授(当時)の考えに惹かれ、博士課程より同教授の指導の下、二酸化炭素の光化学還元のためのルテニウム錯体触媒の開発に関わる研究を行いました。二酸化炭素からメタノールへの還元は 6 電子反応であり、このような多電子過程をラジカル中間体の影響を受けずに選択的に進行させるためには、光化学的に得られた電子を複数個分子内に貯蔵することができる触媒が必要でした。そこで私は、pbn (2-(2-pyridyl)-benz[b]-1,5-naphthyridine) と呼ばれる配位子をもつルテニウム錯体の光化学的 2 電子還元反応について重点的に研究を行い、最終的に pbn 配位子を 3 つ持つルテニウム錯体の光化学還元により、単核の金属錯体触媒に光化学的に 6 電子を貯蔵することに初めて成功しました(図 1)。^[1]

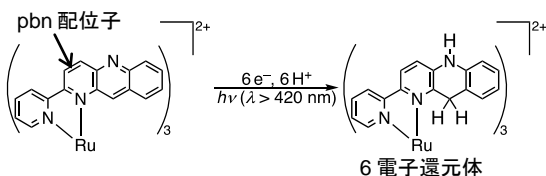


図 1. 単核 Ru 錯体の光化学的 6 電子貯蔵

その後、私は錯体触媒よりも安価で、耐久性の高い無機固体触媒も、光化学反応や電気化学反応に対して高い触媒活性を示すことに興味を持ち、九州大学の山内美穂教授の下で、二酸化チタン触媒を用いたアミノ酸の電気化学合成に関して研究を行いました。 α -ケト酸の電気化学的な還元的アミノ化によるアミノ酸の合成を目指しましたが、研究開始当初のアミノ酸生成の効率は 20% 程度の低いものでした。しかし、窒素源をアンモニアからヒドロキシルアミンに変え、種々の反応条件を最適化することにより、10 種類のアミノ酸を対応する α -ケト酸から 60-90% の高ファラデー効率で合成することに成功しました(図 2)。^[2]

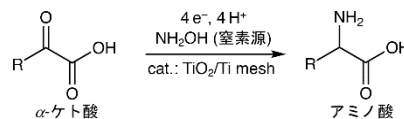


図 2. アミノ酸の電気化学合成

現在は、バイオマス由来化合物を再生可能エネルギー由来電力により電気化学的に高付加価値化合物に変換することができれば、持続可能な物質循環型社会の実現に貢献できるのではと考えて、必要な電極触媒の開発を行っております。バイオマス由来化合物としては 5-ヒドロキシメチルフルフラール(HMF)に注目しており、電気化学的な酸化還元で、燃料、医薬品原料、樹脂原料などを得ることが可能です(図 3)。電極触媒は、私のこれまでの経験を活かして、分子触媒と無機固体触媒を複合化した触媒について検討を進めております。研究は始まったばかりで、成果を量産する状況にはありませんが、ゆっくりと見守っていただければ幸いです。

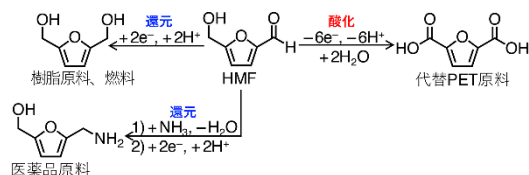


図 3. HMF の電気化学的な変換反応

[1] [Takashi Fukushima, Koji Tanaka et al., Dalton Trans. 2010, 39, 11526-11534.](#)

[2] [Takashi Fukushima, Miho Yamauchi, Chem. Commun. 2019, 55, 14721-14724.](#)