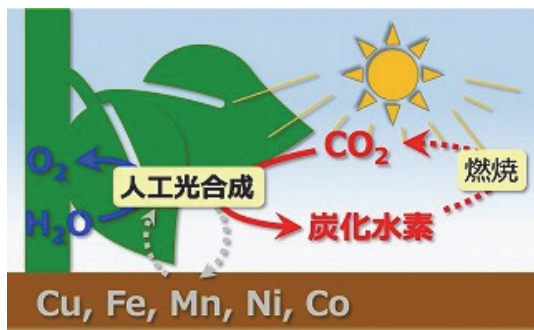




金属資源と CO₂ 還元光触媒

東京工業大学 竹田浩之

地球環境問題への取り組みは偽善か？これは私が学生の頃、研究室で流行った命題の一つです。我々学生は「地球のため」に日夜研究に没頭している訳ではない！という主張だったのかもしれませんが、実際、恐竜が絶滅する程の地球環境の変動が進んでも地球は困りません。我々自身のために、偶然の産物のような住み良い地球環境を守りましょうというのが、社会が、地域の公害問題から、オゾン層破壊や温暖化のような地球全体の問題へ取り組むに至った理由です。現在では、資源のリサイクルも含めた循環型の「持続可能型社会」と名をかね注目されています。

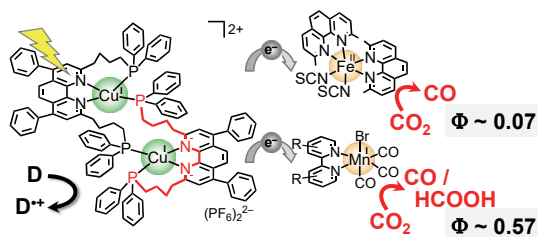


こうした社会の実現に向け近年活発に研究される人工光合成ですが、太陽光エネルギーの獲得・貯蔵、CO₂の再資源化とともに、忘れてはならないのが触媒材料です。原料となる貴重な金属種が再利用でき、かつこれを資源豊富な金属種に代えることができれば調達・再利用も容易となります。中でも鉄などは生体内でも利用され、地球規模で天然のリサイクルが行われている最も身近な金属の一つです。

近年、当分子触媒ネットワークの代表 石谷治先生のもと我々が注目するトピックの一つが、地殻中に豊富に存在する金属イオンからなる金属錯体を用いた CO₂還元光触媒反応です。これまで高効率・高選択的な CO₂還元光触媒に用いられてきたレニウム

(Re)やルテニウム(Ru)といった希少な金属イオンからなる金属錯体だけでなく、銅(Cu)・鉄(Fe)・マンガン(Mn)・ニッケル(Ni)・コバルト(Co)といった「アバンダント」で「ユビキタス」な金属イオンにより CO₂還元光触媒を構築できないかという、社会的にも重要な課題です。

我々はすでに、強発光性で知られる Cu(I)錯体をレドックス光増感剤として使い、Fe錯体¹、もしくはMn錯体^{2,3}を CO₂多電子還元触媒として用いることで高効率な CO₂還元光触媒反応を達成しています。



しかし、これら第一遷移金属を中心金属とした金属錯体は不対電子をもつ場合も多く、錯体分子の安定性が低かったり、酸化還元反応により意図しない後続反応を起こしたりする場合があります。光化学的に見ても、長寿命励起状態を形成しにくい場合が多いため、第二・第三遷移金属とは異なり利用が困難となります。しかし、こうした特性をいかに制御するかにより、「単なる銅鉄実験」どころか独創的な研究に発展させられるという、研究者にとっても興味深い研究なのです。

今後重要なのは、こうした金属錯体種の特性を理解し、適切に利用することだと思います。これらの金属種による弱い錯体形成能を評価し、可逆な配位結合の形成を利用した反応を開拓することで、資源豊富な金属種の有効利用に役立つ化学を発展させられると期待しています。

1. Takeda, H.; Ohashi, K.; Sekine, A.; Ishitani, O. *J. Am. Chem. Soc.* **2016**, *138*, 4354.
2. Takeda, H.; Koizumi, H.; Okamoto, K.; Ishitani, O. *Chem. Commun.* **2014**, *50*, 1491.
3. Takeda, H.; Kamiyama, H.; Okamoto, K.; Irimajiri, M.; Mizutani, T.; Koike, K.; Sekine, A.; Ishitani, O. *J. Am. Chem. Soc.* **2018**, *140*, 17241.