



犠牲試薬ってなに？

北里大学大学院理学研究科

石田 斉

分子触媒ネットワークでは、様々な機能性分子を協同作用させることにより、人工光合成を構築しようとしています。気の遠くなりそうな話かもしれませんが、光合成がクロロフィルや光合成系 I, II といった多数のタンパク質群が協同作用することによって行われていることを考えると、決して不可能ではないと思われます。光合成系は複雑な反応経路を経て CO₂ 固定を実現していますが、分子触媒ネットワークが目指す人工光合成では、光エネルギーを利用して水から奪った電子で CO₂ を還元しようとしています。

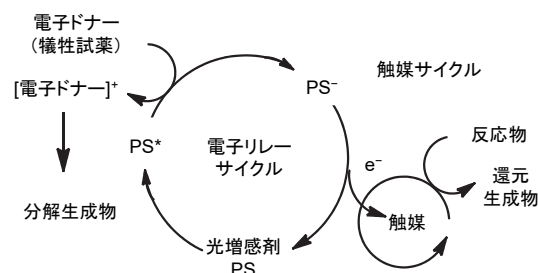
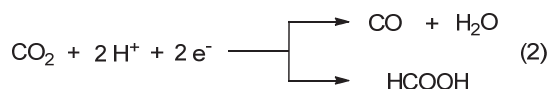
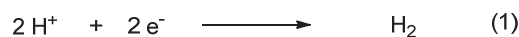
ここで研究者の間で問題になっているのが「犠牲試薬」の利用です。犠牲試薬とは何なのか？なぜ利用するのか？何が問題で、将来どうしようと考えているのか？これらについて簡単に述べたいと思います。

犠牲試薬とは、水の還元による水素発生(式 1)や、CO₂ 還元(式 2)のような還元半反応(酸化還元反応のうち還元側の半分のみ)の反応を行うために、電子を供給する分子のことを指します(右上図)。水の酸化による酸素発生のような酸化半反応のために電子を受け取る分子も同様です。分子触媒による光触媒反応では、光を吸収することで電子ドナーから電子を受け取る光増感剤を用います。ここで犠牲試薬は、電子を与えた(あるいは奪った)後、自ら犠牲となって分解することで逆電子移動を抑えることからこの名称で呼ばれています。人工光合成構築のためにはより高活性な還元または酸化触媒の開発が重要であり、そのために犠牲試薬を用いて還元(あるいは酸化)半反応における触媒活性を評価する必要があります。

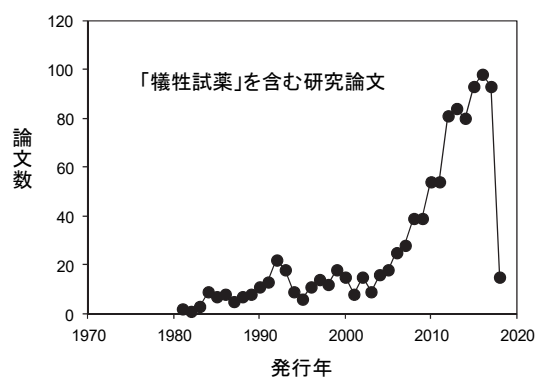
では犠牲試薬の利用はなぜ問題なのでしょうか？

それは犠牲試薬自身が高エネルギー物質であり、その利用は光エネルギーを利用し

て高エネルギー物質を作る目的と逆行しているからです。植物は電子源として水を利用しています。植物が行う光合成のように、地球上に豊富にあり、その酸化体(あるいは還元体)が環境にやさしい物質を利用した光エネルギー変換系の構築が望まれています。



「犠牲試薬」は 1980 年代初めにはすでに用いられており、[1] 近年活発化した光触媒研究に関連して、犠牲試薬を用いる論文は増加の一途をたどっています(下図)。このような傾向に甘んじることなく、犠牲試薬を用いず、水を酸化する触媒反応から電子供給を受けて進行する光エネルギー変換系の構築が重要です。このような人工光合成が未来の扉を開く大きな一歩になると考え、これからも研究に携わっていきたいと考えています。



[1] A. Harriman, et al., *J. Chem. Soc., Faraday Trans.2*, **1981**, 77, 833-844.