

ZrO₂ 修飾 TaON 光触媒を水素生成系に用いた高効率な 2 段階励起可視光水分解反応

(東京大*1・北海道大*2) ○前田 和彦*1・阿部 竜*2・堂免 一成*1

近年、太陽エネルギーと半導体光触媒を用いた水の分解反応が、“人工光合成型”の水素製造手法として注目を集めている。もしも無尽蔵な太陽エネルギーと地球に豊富に存在する水から大規模に水素を製造できれば、地球規模でのエネルギー・環境問題の解決に大きく貢献すると期待される。

緑色植物の光合成では、クロロフィルをベースとした 2 種類の光吸収中心(P680 及び P700)と多くの電子リレーにより、水を分解して酸素を生成するとともに二酸化炭素(CO₂)を糖(C₆H₁₂O₆)に還元し、100%に近い極めて高い量子収率を達成している。図 1 に示すように、緑色植物の光合成における電子(e⁻)の移動経路はアルファベットの“Z”を描くことから、このプロセスは“Z スキーム”と呼ばれている。この Z スキームを粉末光触媒で模倣する試みが提案されており、近年盛んに研究が行われているが、未だ満足な性能を示す例は報告されていない。

本研究では、酸化ジルコニウムで修飾したタンタルオキシナイトライド(ZrO₂/TaON)を水素生成系に適用し、さらに適当な酸素生成光触媒と組み合わせることで、2 段階光励起 Z スキームによる水の完全分解を試みた。白金(Pt)ナノ粒子をそれぞれ担持した ZrO₂/TaON と WO₃ をヨウ化ナトリウム水溶液中に懸濁させて可視光を照射すると、水の完全分解反応が効率良く進行した。図 2 に示すように、Pt/ZrO₂/TaON と Pt/WO₃ 光触媒の間の電子移動は、可逆な酸化還元試薬 (IO₃⁻/I⁻) によって行われ、緑色植物に似たスキームで水が水素と酸素に分解される。

このシステムの水の完全分解に対するみかけの量子収率は、420.5 nm の単色光照射下で 6.3%に達した。この値は、これまでに報告されている中で最も高く、現時点で世界最高性能を誇っている。今後より長波長の光を使って高い量子収率で水を分解できるようになれば、近い将来太陽光と水からクリーンな水素を大量に作り出せる光触媒系が構築できると期待される。

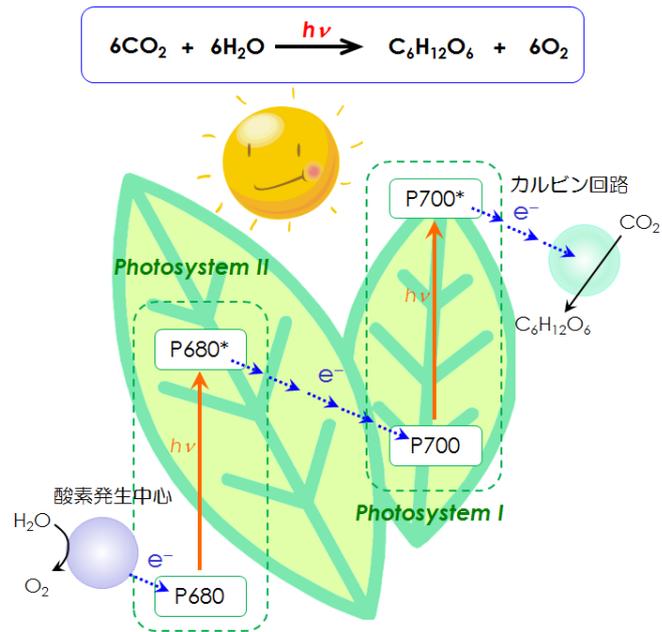


図 1. 緑色植物の光合成(Z スキーム)

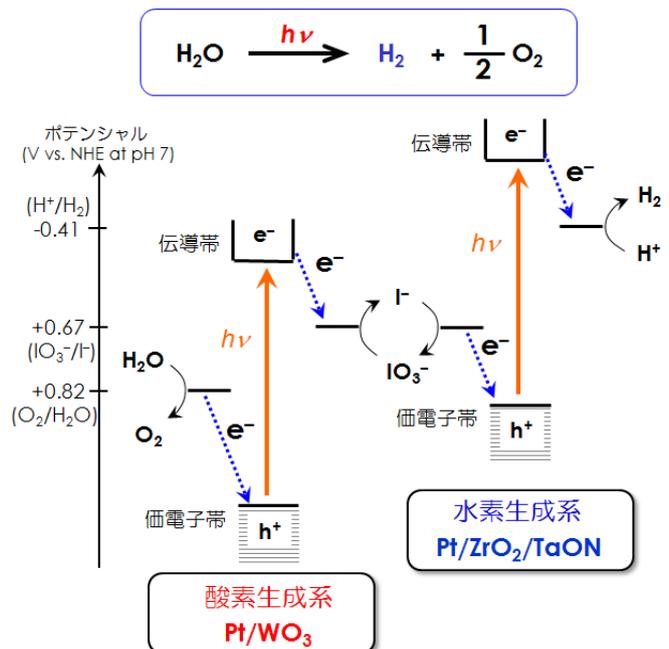


図 2. Pt/ZrO₂/TaON を水素生成系、Pt/WO₃ を酸素生成系光触媒として適用した Z スキーム型 2 段階励起可視光水分解システム