

色素錯体を用いた 水分分解用光触媒の高活性化

九州大学 工学研究院 応用化学部門 助教
萩原 英久



研究の背景

近年、エネルギー需要の増大とエネルギーを取り巻く情勢の変化から、クリーンなエネルギー媒体である水素を再生可能エネルギーから製造する研究が盛んに行われています。光触媒による水分分解は、大規模化が容易、二酸化炭素を排出しない等の特徴から、将来的に実用化が期待されている水素の製造法です。水分分解用の光触媒はこれまでに多くの触媒が調査されており、タンタル系酸化物の活性が高いことが知られています。しかし、タンタル系酸化物はバンドギャップが大きく紫外光にしか応答しないため、太陽光の有効利用ができませんでした。我々は、可視光を吸収する色素錯体と紫外光を吸収する無機酸化物を組み合わせ、太陽光のスペクトルに合わせた触媒を設計することで、水分分解用光触媒の高活性化に取り組んでいます。

研究の成果

図1に示すように、タンタル系酸化物の一つであるZr添加KTaO₃の表面を、厚さ数ナノメートルのポルフィリン色素の膜で覆うと、水の光分解反応の速度が約1000倍に向上することを見出しました(図2)。光触媒が光を吸収すると、光のエネルギーで電子と正孔が生成し、電子が還元反応(水素生成反応)を、正孔が酸化反応(酸素生成反応)を起こします。色素修飾KTaO₃の場合、KTaO₃が紫外光を、ポルフィリン色素が可視光を吸収すると、KTaO₃の電子は色素へ移動することがわかりました。電子と正孔が色素とKTaO₃に分離されることで再結合が抑制され、それまで消失していた電子と正孔が水分分解反応を起こしたために、水分分解活性は大

きく向上したと考えられます。さらに我々は、色素修飾KTaO₃光触媒の水分分解反応が図3に示すような反応機構で進行しており、植物の光合成の明反応と同じ二段階光励起機構であることを明らかにしました。

今後の展望

無機半導体表面の色素修飾は、選択可能な光触媒材料の幅が広がり、かつ触媒活性の向上も見込めることから、光触媒開発の指針の一つになることが期待されます。今後、可視光下で高い水分分解活性を示すことが報告されている酸窒化物光触媒に対する色素修飾効果を調べるとともに、修飾色素中の電子の移動方向を制御している因子を明確にし、得られた知見を元に高活性な水分分解用光触媒を開発することで、エネルギー問題の解決に貢献したいと考えています。

関連する科研費

- 平成20-21年度 特別研究員奨励費「太陽光を用いる水の完全分解のための色素増感型光触媒の開発」
- 平成22年度 研究活動スタート支援「太陽光で水を完全分解する色素修飾光触媒の開発」
- 平成23-25年度 挑戦的萌芽研究「水分分解用色素修飾光触媒のためのアンテナ色素を模倣した色素複合体の創製」
- 平成24-26年度 若手研究(A)「IS法と光触媒反応からなる熱-光化学ハイブリッド水素製造プロセスの開発」

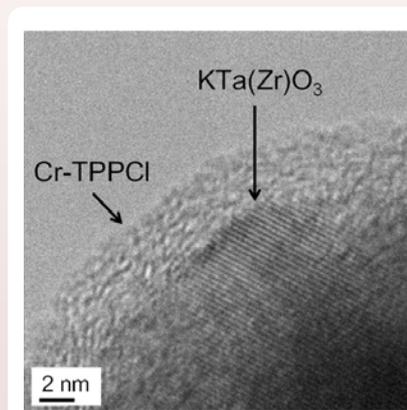


図1 Cr-TPPCL修飾KTa(Zr)O₃光触媒

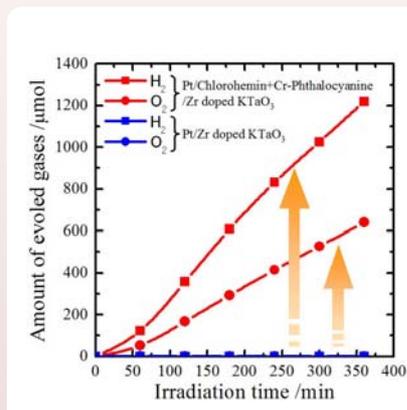


図2 色素修飾KTaO₃の水分解活性

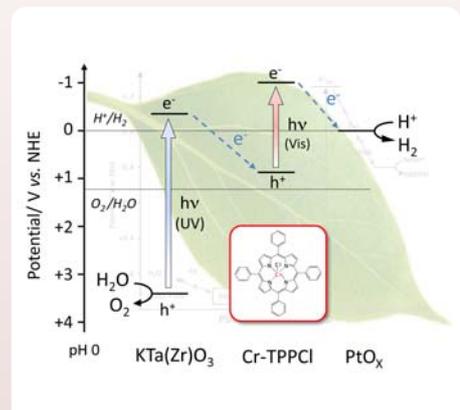


図3 色素修飾KTaO₃光触媒の反応機構