

研究室紹介

東京大学大学院工学系研究科化学システム工学専攻 堂免・久保田研究室

高垣 敦

〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1

Tel : 03-5841-1148 Fax : 03-5841-8838

E-mail : atakagak@chemsys.t.u-tokyo.ac.jp

URL <http://www.domen.t.u-tokyo.ac.jp/>

1. 概要

堂免久保田研究室は、工学系研究科の化学システム工学専攻に所属し、平成19年5月現在、スタッフ・学生含め31名からなっています。個性あふれるメンバーが日々精力的に研究を行っています。また、触媒系の研究室との野球大会や工学部内で開催される種々のスポーツ大会に積極的に参加しています。

当研究室の研究の目的は、近年ますます深刻化しているエネルギー・環境問題を解決するべく、新規な触媒材料の設計・開発を行うことです。特に光エネルギー変換型の光触媒、燃料電池に含まれる触媒のような水素エネルギーに関連した機能性材料の開発を行っています。また、グリーンケミストリーに関連した新規固体酸触媒の開発や固体及び表面のキャラクタリゼーションも行っています。

2. 研究内容

2.1 エネルギー変換型光触媒の開発

現在、環境問題やエネルギー問題などの地球規模の難しい問題に人類は直面しています。もし太陽光と水から

水素を大量に製造する方法が開発されれば、これらの問題に本質的な解決策を与えられる可能性があります。

当研究室では、このような人工光合成の水を水素と酸素に分解できる光触媒の開発を行っています。

太陽エネルギーを有効に用いるためには、可視光領域の光を有効に利用しなければなりません。そのため現在の課題は、可視光領域の光（波長400nmから800nm）を用いて水を効率よく分解する光触媒の開発です。我々のグループはこれまで様々な光触媒の開発を行ってきました。その結果、ある種の窒素や硫黄をアニオンとして含む（オキシ）ナイトライドやオキシサルファイド系の材料がこのような条件を満たす材料群であることを見つけました。その中でも酸化亜鉛と窒化ガリウムの固溶体材料である $(\text{Ga}_{1-x}\text{Zn}_x)(\text{N}_{1-x}\text{O}_x)$ を RuO_2 や Rh-Cr で修飾した光触媒で、実際に可視光($\lambda > 400\text{nm}$)のみで水を水素と酸素に分解することに成功しています。

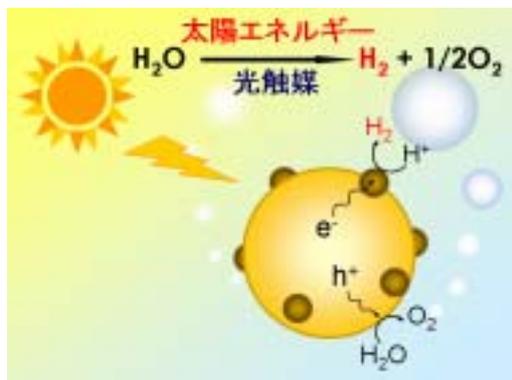


図1 水から水素を製造する光触媒系の



図2 光触媒反応装置

2.2 燃料電池関連触媒材料の開発

燃料電池は次世代のエネルギー供給システムとして注目されていますが、システム内の各パーツでの性能向上が必要となっています。また、燃料電池内部や原料ガス供給の過程でも触媒が用いられています。

当研究室では、水蒸気改質触媒の活性・耐久性の向上に関する研究や、カソード極に用いられる Pt に替わる安価な触媒材料の開発を行っています。

水蒸気改質触媒に関しては安価で、高い熱安定性を有しかつ長寿命な触媒が求められています。当研究室では Ni 系改質触媒を新たに開発することを行っています。また、PEFC 用カソード電極触媒に関しては、貴金属を含まない材料、例えば遷移金属オキシナイトライドなどを中心に高い酸素還元能を有する電極触媒の開発を行っています。

2.3 触媒反応機構の解明

触媒の性能を向上させるためには、触媒の構造と作用を理解するのは重要です。X線回折、X線吸収分光、赤外分光、電子顕微鏡などの様々な分析手段を用いて原子・分子レベルでの構造解析を行い触媒設計・調製にフィードバックしています。またさらに、レーザー分光では、ピコ・フェムト秒のタイムスケールで表面反応のダイナミクスを解析しています。

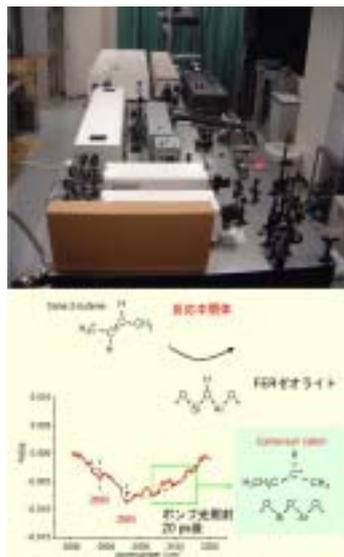


図3 超高速パルスレーザー分光装置と時間分解赤外スペクトルの結果

2.4 新規固体酸触媒の開発

酸触媒は現代の化学工業プロセスには必要不可欠なもののですが、その多くは硫酸のような液体触媒を用いています。これらは反応後に中和・分離を行わなければならない、環境負荷の高い反応プロセスとして問題視されており、分離作業の簡便な固体酸触媒の開発が望まれています。当研究室ではイオン交換能を有する層状化合物を修飾して酸触媒機能を発現させています。



図4 研究室メンバー