



研究課題名 固液界面での光励起キャリアダイナミクスに基づいた革新的水分解光触媒の開発

東京大学・大学院工学系研究科・教授 **どうめん かずなり**
堂 免 一成

研究分野：触媒・資源化学プロセス、材料化学

キーワード：触媒反応、光触媒、表面・界面

【研究の背景・目的】

現在、環境問題・エネルギー問題の観点から、人工光合成や水の光分解の研究は世界的に非常に活発に行われている。しかしながら、可視光（太陽光）照射下で実際にエネルギー変換を定期的に行える反応系は極めて限られている。我々はこれまでに数多くの独自の光触媒材料を世界に先駆けて開発してきた。特に、非酸化物系材料（酸窒化物、酸硫化物等）は可視光領域の光で水を分解できるポテンシャルをもつ非常に有望な物質群である。実際、窒化ガリウムと酸化亜鉛の固溶体（GaN:ZnO）をベースにした反応系は、可視光照射下で一段階で水を水素と酸素に定期的に分解できる最初の例であると同時に現在世界最高活性を示す光触媒である。このような研究をさらに発展させ、太陽光を用いた光触媒による水分解の活性を実用的なレベルまで引き上げるためには、より長波長の光を有効に利用し、高い量子収率で水を分解できる光触媒の開発が不可欠である。このような革新的光触媒を開発するためには、光触媒反応の励起キャリアダイナミクスや表面化学反応メカニズムを詳細に解明し、高度に制御された構造・反応ダイナミクスを有する光エネルギー変換系の構築が必要である。

本研究は、水を水素と酸素に分解することによりこれまでになく高い効率で太陽エネルギーを化学エネルギーに変換する人工光合成型の微粒子光触媒システムの開発を最終目的とする。そのために、光励起・励起キャリア移動・表面反応過程の精密解析を行うとともに、新規な構造を有する光エネルギー変換システムの構築を目指す。

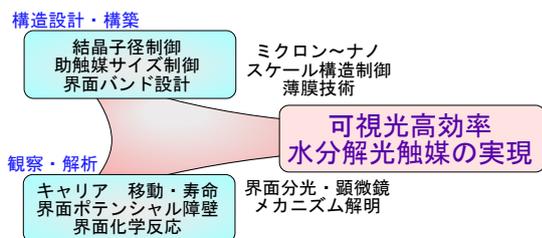


図1 本研究の構想

【研究の方法】

本研究では以下の課題に取り組む。

- 光触媒材料調整法の改良
各種結晶成長法を駆使し、半導体光触媒の粒径や結晶性の最適な制御を実現する。
- 光触媒表面修飾法の確立
光触媒表面を助触媒で修飾する際に、サイズ・形状・位置・接合の制御手法を確立する。
- ナノ構造の *in-situ* 評価
分光法・プローブ顕微鏡法等を用いて光触媒ナノスケール構造の *in-situ* 評価を行い、光触媒材料開発への知見を見出す。
- キャリアダイナミクス評価
ナノ秒～マイクロ秒スケールで光触媒の励起キャリアダイナミクスを評価し、(1), (2)の構造制御と光触媒特性との相関を明らかにする。

【期待される成果と意義】

本課題では、固液界面における励起キャリア移動や反応機構などの物理化学的側面を追求し、固体バルクの固体物理的な視野から表面化学反応までを体系的にとらえ、触媒開発に結び付ける。新たな研究分野を切り開くだけでなく、人類のエネルギー問題解決への貢献も期待できる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- K. Maeda, T. Takata, M. Hara, N. Saito, Y. Inoue, H. Kobayashi, K. Domen, "GaN:ZnO Solid Solution as a Photocatalyst for Visible-Light-Driven Overall Water Splitting", *J. Am. Chem. Soc.*, **127**, 8286-8287, (2005).
- K. Maeda, K. Teramura, D. Lu, T. Takata, N. Saito, Y. Inoue, K. Domen, "Photocatalyst releasing hydrogen from water - Enhancing catalytic performance holds promise for hydrogen production by water splitting in sunlight", *Nature*, **440**, 295, (2006).

【研究期間と研究経費】

平成23年度－27年度

410,600千円

【ホームページ等】

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