

「エネルギーの高度利用に向けたナノ構造材料・システムの創製」
平成14年度採択研究代表者

工藤 昭彦

(東京理科大学理学部 教授)

「可視光水分解を目指したナノ構造体光触媒の創製」

1. 研究実施の概要

水の分解のための可視光応答性酸化物光触媒を開発するには、バンド構造の制御、すなわちバンドエンジニアリングが不可欠である。その指針として、i) ドーピング、ii) 価電子帯を形成する構成元素の導入、iii) 固溶体の形成などが考えられる。この指針によって光触媒材料を探索した結果、RhドーピングSrTiO₃、SnNb₂O₆が酸化物では珍しく可視光照射下でメタノールを還元剤として含む水溶液からの水素生成反応に活性を示すことを見いだした。これらの光触媒では、RhやSn(II)が電子のドナー準位や価電子帯を形成するために可視光応答性が発現した。また、ワイドバンドギャップを持つZnS半導体とナロウバンドギャップを持つAgInS₂やCuInS₂との固溶体を形成し、そのバンド構造や光物性を調べるとともに、光触媒活性を検討した結果、AgInZn₇S₉、CuInZn₂₀S₂₂、AgInS₂が、硫黄系の還元剤存在下で可視光照射により高い水素生成活性を示すことを初めて見いだした。最高量子収率は、440nmで25%に達した。これらの硫化物光触媒の特徴は、価電子帯の形成にS3pのみならずAg4d軌道が関与していることである。これらのバンドエンジニアリングの知見を生かし、新たな可視光応答性光触媒を開発できる可能性が広がった。

2. 研究実施体制

ナノ構造体光触媒開発グループ

- ① 研究グループ長：工藤 昭彦（東京理科大学 理学部、助教授）
- ② 研究項目：「ナノ表面構造の構築による超高活性な可視光応答性光触媒の開発」

光触媒設計理論グループ

- ① 研究分担グループ長：井上 泰宣（長岡技術科学大学 工学部、教授）
- ② 研究項目：「ナノ構造体の異常分極場をもつd¹⁰電子状態の可視光水分解用光触媒」

バンド設計理論グループ

- ① 研究分担グループ長：原 享一（東京工業大学 資源化学研究所、助教授）
- ② 研究項目：「理論計算に基づく可視光応答性光触媒のバンドエンジニアリング」

分光ダイナミックスグループ

- ① 研究分担グループ長：大西 洋（（財）神奈川技術科学アカデミー 極限表面反応プロジェクト、研究室長）
- ② 研究項目：「ナノ構造体光触媒中の光励起キャリアの広時間領域ダイナミックスの精密解析」

ソフト溶液合成プロセスグループ

- ① 研究分担グループ長：垣花 真人（東京工業大学 応用セラミックス研究所、助教授）
- ② 研究項目：「ソフト溶液プロセスによる超精密ナノ構造体光触媒の合成」

ナノ構造体合成グループ

- ① 研究分担グループ長：町田 正人（宮崎大学 工学部、助教授）
- ② 研究項目：「ナノポーラスマテリアルを基礎とした高効率光触媒系の構築」

応用展開グループ

- ① 研究分担グループ長：松本 泰道（熊本大学大学院 自然科学研究科、教授）
- ② 研究項目：「ナノ構造体光触媒薄膜の構築と光電気化学」