

電子やイオン等の能動的制御と反応
2020 年度採択研究者

2021 年度 年次報告書

久富 隆史

信州大学 先鋭領域融合研究群
准教授(特定雇用)

電荷移動が制御された高効率可視光応答型光触媒の開発

§ 1. 研究成果の概要

本研究は結晶面の発達した可視光応答型酸窒化物光触媒微粒子を調製し、それに助触媒をサイト選択的に共担持することで電子・正孔の能動的分離輸送を可能とし、高効率な可視光水分解反応を実現することを目的としている。2021年度はペロブスカイト型構造を有する出発原料の調製、フラックス存在下での窒化と粒子育成、ドーピング等の条件を継続して検討したほか、アンモニア流通下での加熱を必要としない酸窒化物の調製法の開発に着手した。また、合成した酸窒化物微粒子の光触媒活性を効果的に向上させる助触媒成分と担持手法を探索した。さらに、領域内共同研究を通じて光触媒の物性と機能性の相関の解明に取り組んだ。

出発原料を塩化物フラックス存在下、アンモニア気流中で加熱することで特定の結晶面を露出した酸窒化物単結晶微粒子を合成可能となった。そのような酸窒化物光触媒には還元助触媒を面選択的に光電着担持可能であった。また、還元助触媒を担持しておくことで、酸素生成助触媒を光電着担持可能になり、酸素生成活性が向上することを見出した。これらは酸窒化物光触媒に対する助触媒のサイト選択的な共担持に繋がる知見である。しかし、水素生成活性は低い水準にとどまっており、酸窒化物光触媒の合成法と助触媒の共担持法の両方の改善が必要である。

真空封管中で固体窒素源を反応させることで、アンモニア気流を用いずに酸窒化物を合成する手法を発明した。閉鎖系を利用することで組成の制御性が改善され、長波長の可視光を吸収する酸窒化物の合成が可能になった。合成した酸窒化物は水素生成助触媒と酸素生成助触媒を共担持すると可視光水分解反応に活性を示すことを見出した。

揮発性成分の添加により酸窒化物合成用の前駆体酸化物の結晶構造や粒子形態をある程度制御できることがわかった。構造制御された前駆体を用いることで、従来よりも酸素生成活性に優れた酸窒化物光触媒が得られた。

【代表的な原著論文情報】

- 1) “A Na-containing Pt cocatalyst for efficient visible-light-induced hydrogen evolution on BaTaO₂N”, Journal of Materials Chemistry A, vol. 9, No. 24, pp.13851-13854, 2021
- 2) “Oxygen Evolution Activity of LaNbN₂O-Based Photocatalysts Obtained from Nitridation of a Precursor Oxide Structurally Modified by Incorporating Volatile Elements”, Catalysts, vol. 11, No. 5, 566, 2021