



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Design and Construction of Ag ₃ PO ₄ -based Composite Photocatalysts for Environmental Purification [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	郭, 建君
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第11141号
Issue Date	2013-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/53909
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Guo_Jianjun_review.pdf, 審査の要旨



学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士（理学） 氏名 郭 建君

審査担当者	主査	教授	村越 敬
	副査	客員教授	葉 金花
	副査	教授	日夏 幸雄
	副査	准教授	下川部 雅英
	副査	客員准教授	加古 哲也

学 位 論 文 題 名

Design and Construction of Ag_3PO_4 -based Composite Photocatalysts for Environmental Purification
(環境浄化のための Ag_3PO_4 を基盤とする複合光触媒の設計と構築)

近年、光触媒反応を利用した有機有害物質の分解に関する研究が盛んに行われており、特に環境浄化分野への実用に向けた可視光応答型光触媒の研究開発に関心が集まっている。中でもリン酸銀材料は可視光照射下において水を高い量子収率で酸化し、酸素を作ることが最近報告され、同じ光酸化反応である有機有害物質の分解への応用も期待されている。しかしながら、リン酸銀単体では液相および気相の有害物質の分解に十分な活性が得られず、材料の調整による活性の向上が待たれている状況にある。

本論文は、このような現況でリン酸銀と他の材料との複合体について系統的に研究をし、より高活性な有機有害物質分解システムの開発とその光触媒反応メカニズムについて新たな知見を得ることを目的として実施したものである。

本論文は全 5 章で構成されている。

第 1 章では光触媒反応の基本原理やこれまでの研究内容について総括してある。

第 2 章ではリン酸銀を水酸化インジウムと複合化し、光触媒表面のゼータ電位を正から負に制御することで、正に帯電する有機色素の 1 つであるローダミン B を効率よく分解できることを明らかにしている。高活性化の理由の 1 つとしてはゼータ電位が負に調整されることにより、色素の吸着量がより増えるためであると結論している。併せて、ローダミン B 色素の分解メカニズムについても多面的に議論している。

第 3 章ではクロムをドーブしたチタン酸ストロンチウムとリン酸銀を組み合わせた複合体の可視光照射下におけるガス状有機有害物質プロパノールの分解特性について報告している。リン酸銀単独ではほとんど活性を示さないのに対し、組み合わせることで大幅に活性が改善することを述べている。異なるバンド構造を有する材料の複合化を行うことにより光生成した電子 - 正孔対の分離および多光子反応が促進されたことが主な理由であると指摘している。また、焼成温度の制御により、複合材料中に析出したナノ銀がキャリアの移動を容易にしたことも活性向上の一因であることを明らかにしている。

第 4 章では複合体の酸化側を担う材料について、より高い可視光活性を得るための最適なバンド構造の構築について議論している。ニオブ酸化物に窒素をドーブすることにより、価電子帯位置を連続的に変化させる一連の材料を作製し、さらにリン酸銀と適切な混合比で複合化することで、ドーブ量の増加による光触媒活性の変化を詳しく調べている。その結果、750 nm で窒素処理を施した $\text{Ag}_3\text{PO}_4/\text{Sr}_2\text{Nb}_2\text{O}_7-x\text{N}_x$ ($x = 0.82$) 複合体において最も高い活性が得られ、リン酸銀単独よりも 40 倍高活性化することを報告している。種々分光法による研究や第一原理計算による状態密度の計算などから、ドーブ量が増加することにより、バンドギャップが狭容し、可視光吸収を拡大する一方、発生した正孔の酸化力を低下させることを明らかにしている。高活性化を実現するためには、バンドギャップおよび価電子帯のトップのポテンシャルの値を最適化することが重要であることと結論している。

第 5 章では本研究を総括し、今後のリン酸銀光触媒の課題と展望について議論している。

これを要するに、著者は、リン酸銀光触媒の有機有害物質分解の高効率化について最適な光触媒システムの構築方法について新知見を得たものであり、光触媒科学や環境化学への貢献するところ大なるものがある。

よって著者は、北海道大学博士（総合化学）の学位を授与される資格あるものと認める。