

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	WO3ナノ粒子による可視光照射下での気相有機汚染物質の光触媒的分解に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	福士大輔
Author(English)	Daisuke Fukushi
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10595号, 授与年月日:2017年6月30日, 学位の種別:課程博士, 審査員:北野 政明,原 亨和,鎌田 慶吾,長井 圭治,多田 朋史
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10595号, Conferred date:2017/6/30, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

## 論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	福士 大輔	
論文審査 審査員		氏名	職名		
	主査	北野 政明	准教授	多田 朋史	准教授
	審査員	原 亨和	教授		
		鎌田 慶吾	准教授		
		長井 圭治	准教授		

## 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「 $\text{WO}_3$  ナノ粒子による可視光照射下での気相有機汚染物質の光触媒的分解に関する研究」と題し、室内の環境浄化に利用できる新規光触媒を開発するために  $\text{WO}_3$  光触媒の高性能化を目的としたものであり、全6章から構成されている。

第一章「緒言」では、光触媒、酸化タングステン ( $\text{WO}_3$ ) やその調製方法、光触媒の応用について概観し、 $\text{WO}_3$  が可視光応答型光触媒として有望であること、および、新規  $\text{WO}_3$  光触媒の必要性および目的を記している。

第二章「可視光応答型  $\text{WO}_3$  ナノ粒子の作製方法と構造解析」では、工業的に量産可能な製造方法である熱分解プラズマ法による  $\text{WO}_3$  ナノ粒子合成とその後の熱処理の影響について調べている。熱分解プラズマ法を用いることで粒径 9 nm の  $\text{WO}_3$  ナノ粒子が得られ、その  $\text{WO}_3$  ナノ粒子を大気中で焼成処理すると、焼成温度の増加とともに結晶性が向上し、既存の  $\text{WO}_3$  よりも高比表面積な  $\text{WO}_3$  ナノ粒子が得られることが示されている。大気中 600°C 1 時間で焼成した  $\text{WO}_3$  が最も活性が高く、可視光応答型の N ドープ  $\text{TiO}_2$  や既存の  $\text{WO}_3$  と比較し 4 倍以上の有機物分解速度を有することが示されている。

第三章「酸素欠損の  $\text{WO}_3$  光触媒活性に与える影響」では、 $\text{WO}_3$  ナノ粒子において、酸素欠損が光触媒活性に与える影響を評価している。 $\text{WO}_3$  ナノ粒子を大気焼成後に 90% $\text{N}_2$ 、10% $\text{H}_2$  雰囲気中で 700°C または 800°C で焼成することで調製された酸素不足の  $\text{WO}_{2.83}$  と  $\text{WO}_{2.72}$  では光触媒活性が消失することから、酸素欠損が大きく活性を低下させることを確認している。400 nm 以上の長波長側で反射率が大きく低下しており、酸素欠損により生じた電子が W にトラップされることで、ポーラロン効果が増大したと考察している。また、酸素欠損の導入により体積抵抗率が大きく減少した。つまり、酸素欠損の導入による光触媒性能の低下は、酸素欠損における電子とホールの再結合確率の増加、 $\text{WO}_3$  粒子間の電子の移動により再結合が促進されたことが原因と考察している。

第四章「 $\text{WO}_3$  光触媒の高活性化」では、第二章で作製した  $\text{WO}_3$  の光触媒活性を工業的に量産可能な手法でさらに向上させる方法を検討している。 $\text{WO}_3$  に金属触媒の Ru または Pt を少量添加することにより完全分解が可能な触媒になることを示し、光励起により生じた電子が金属に集まることで再結合を抑制し、多電子還元が促進されたため活性が向上したと考察している。次に、 $\text{ZrO}_2$  などの金属酸化物添加を  $\text{WO}_3$  に混合することで分解速度が大きく向上することを明らかにしている。 $\text{ZrO}_2$  の添加による速度の向上は  $\text{ZrO}_2$  へ酢酸が選択的に吸着するという結果から、アセトアルデヒドの酸化分解の中間生成物である酢酸を  $\text{ZrO}_2$  が吸着することで、アセトアルデヒド分解速度の低下を抑制したため分解速度が向上したと述べている。

第五章「可視光応答型光触媒の実空間での評価」では、作製した  $\text{WO}_3$  光触媒の実空間での使用可能性を評価するために、介護施設や病院で、臭気、抗菌、生物由来の汚れや総揮発性有機化合物 (TVOC) に対する効果を検証している。TVOC の濃度が指針値を超えていた新築病院では、光触媒を塗布することで濃度を指針値以下に低下させることを確認している。これらの結果により、作製した光触媒が実空間でも屋内の環境浄化に適用できることを明らかにしている。

第六章「結論」では、本論文の結論を記すとともに、今後の展望が示されている。

以上を要するに本論文では、熱分解プラズマ法により  $\text{WO}_3$  のナノ粒子を調製し、その触媒反応のメカニズムの検討をとおして、他の金属酸化物や金属触媒の添加による高活性化を実現している。さらに、作製した  $\text{WO}_3$  光触媒の実空間での利用可能性が示されており、工学上並びに工業上貢献するところが大きい。よって本論文は、博士 (工学) の学位論文として十分価値があるものと認められる。

注意: 「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。