



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Study of Advanced TiO ₂ -based Materials towards Superior Photocatalytic Properties [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	許, 華
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第11144号
Issue Date	2013-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/53915
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Hua_Xu_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 許 華

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

Study of Advanced TiO₂-based Materials towards Superior Photocatalytic Properties
(高活性酸化チタン光触媒の研究開発)

近年酸化チタンの光触媒特性に関する研究が盛んに行われている。しかし、その多くは酸化チタンの微粒子化、ナノ化による光触媒活性の向上を目的としており、酸化チタンの光吸収特性、表面特性及び構造制御による反応効率の改善に関する研究は未開拓の分野であり、今後の更なる発展が待たれている状況にある。

本論文は、このような現況で酸化チタンの光吸収領域にミー散乱効果を取り入れることにより、光利用効率を高め、また、ファセット面をコントロールしたナノ単結晶を用いて系統的に研究し、酸化チタン光触媒の活性向上に重要な因子を見出すことを目的として実施したものである。

本論文は全6章で構成されている。

第1章では光触媒反応の原理とこれまでに報告されている酸化チタン光触媒の成果について総括している。

第2章では酸化チタン集合体の粒径と光触媒活性の関係について述べている。ナノ酸化チタンを有機テンプレートを利用して、集合させ、有機テンプレートを焼結により取り除くことで集合体の粒径を制御することに成功している。そして、その粒径の違いにより光触媒活性が大きく異なり、特に、集合体の粒径を酸化チタンの吸収端近傍である380nm程度にコントロールしたものが最も活性が高いことを明らかにしている。これはミー散乱により380nmの光を多重に利用することができ、光の利用効率が上がるようになるためであると結論している。

第3章ではナノポーラス酸化チタンに酸化銅を担持した光触媒材料による二酸化炭素の還元について述べている。酸化チタンをナノポーラス化することにより、二酸化炭素の吸着力が向上され、また、酸化銅と酸化チタンのナノジャンクションを構築するにより、電荷分離が促進された結果、光触媒活性が10倍も向上することに成功している。

第4章では未配位のTiサイトが多く、比較的反応性の高い{100}ファセットを有する単結晶酸化チタンの合成およびその光触媒活性について述べている。材料合成方法を最適化することにより、{100}ファセットの割合が95%からなるナノシート状の酸化チタンを作製することに成功している。この{100}ナノシート酸化チタン材料は、形態や露出面を制御していない酸化チタンに比べ、水からの水素発生および二酸化炭素の還元反応において高い光触媒活性を実現している。

第5章では主なるファセットの中、最も反応性の高い{111}ファセットからなる酸化チタン単結晶の合成および光触媒特性について報告している。キャッピング試薬としてF⁻およびアンモニアの両方を併用したところ、{111}ファセットからなるアナターゼ型酸化チタン単結晶の合成に初めて成功し、さらに優れた光触媒特性を有することを見出している。また、第一原理計算を用いた表面エネルギー算出および各種分光実験により、{111}ファセットが高活性化するのは、特異な表面構造および高い伝導帯ポテンシャルに起因すると結論している。

第6章では本研究を総括し、酸化チタン光触媒の課題と今後の展望について述べてある。

これを要するに、著者は、酸化チタン光触媒について集合体の粒径を制御することによる光吸収の増強、ナノポーラスジャンクションの構築による吸着力の向上および電荷分離の促進、さらに反応性の高いファセット面からなるナノ単結晶を選択的に合成する手法を開発することにより、酸化チタン光触媒の高活性化に成功している。本研究によって、光触媒材料の合成・構造・表面特性および光触媒活性との関連を明らかにする上で新しい知見を得ている。本論文のこの成果は材料科学や光触媒化学に対して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。