


平成 18 年 2 月 20 日

氏名 高橋 幸奈 

21世紀COEプログラム

拠点：大学院工学系研究科
応用化学専攻、化学システム工学専攻、
化学生命工学専攻、マテリアル工学専攻

“化学を基盤とするヒューマンマテリアル創成”

平成17年度リサーチ・アシスタント報告書

ふりがな 氏名	たかはし ゆきな 高橋 幸奈	生 年 月 日
所属機関名	東京大学大学院工学系研究科応用化学専攻	
所在地	東京都文京区本郷7-3-1	
申請時点での 学 年	博士課程2年	
研究題目	エネルギー貯蔵型光触媒の開発	
指導教員の所属・氏名	東京大学生産技術研究所 立間 徹	

I 研究の成果 (1000 字程度)

(図表も含めて分かりやすく記入のこと)

酸化チタン光触媒は、UV 照射下で酸化反応と還元反応を引き起こし、抗菌・殺菌、防錆、防汚などさまざまな効果が得られるが、夜間など光の当たらない条件下では機能しない。今までに、還元エネルギー貯蔵型光触媒が開発され、昼間の余剰な励起電子エネルギーを蓄えることができ、夜間も還元反応に基づく一部の効果が持続することが明らかになっている。

しかし、従来のエネルギー貯蔵型光触媒は、いずれも酸化チタンのもつさまざまな効果のうち還元力に基づく効果のみしか持続できない。そこで、本研究では酸化エネルギー貯蔵型光触媒を開発した。酸化チタンは n 型半導体であるため、電子に比べて正孔の移動度が低く、そのままでは酸化エネルギーの貯蔵は困難であるが、エネルギー貯蔵材料として、p 型半導体で酸化還元活性がある水酸化ニッケルを組み合わせることにより、酸化チタン光触媒の酸化エネルギー貯蔵を可能にした。

酸化チタン膜の上に水酸化ニッケルを電解析出することにより作製した二層薄膜に、電解液中で UV を照射したところ、薄膜は茶色に着色した(Fig. 1)。これは、酸化チタンの酸化力で水酸化ニッケルが酸化された、つまり酸化エネルギーが貯蔵されたことを示す結果である。この貯蔵された酸化エネルギーは、電気化学的あるいは化学的に取り出して利用することができ、たとえばシックハウス症候群の原因物質の一つであるホルムアルデヒドなど一部の有害物質の除去効果が夜間も持続することが明らかになった。

また、二層薄膜の UV 照射による着色および還元脱色反応は可逆であるため、フォトクロミック材料としても利用できることが明らかになった。

酸化エネルギー貯蔵型光触媒のエネルギー貯蔵機構について、p-n 接合などによる半導体

から貯蔵材料への正孔の直接移動に基づく機構(Fig. 2a)と、何らかのメディエータを介した間接的機構(Fig. 2b)の二つが考えられるが、別々に製膜した酸化チタン膜と水酸化ニッケル膜を空气中で向かい合わせて 12.5 μm 離して UV 照射を試みたところ、水酸化ニッケルに酸化エネルギーを貯蔵することが可能であった。このことから、少なくとも空気中では、メディエータを介した酸化エネルギー貯蔵が起こりうることを明らかにした。

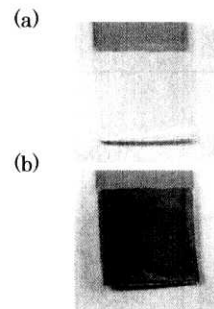


Fig. 1 TiO₂-Ni(OH)₂ bilayer film before (a) and after (b) the UV-irradiation for 2 h in a pH 10 buffer.

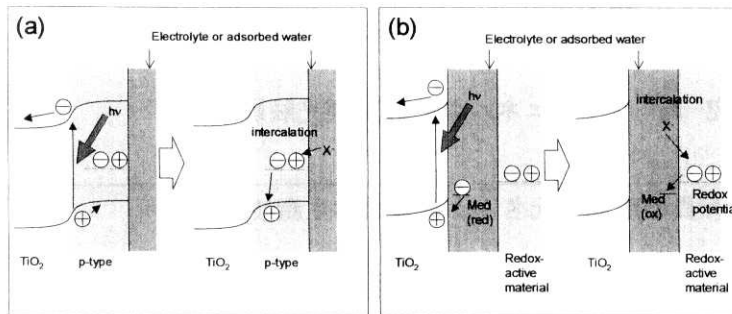


Fig. 2 Models for the oxidative energy storage photocatalysts. (a) The p-n junction model and (b) the mediation model.

氏 名 高橋幸奈

II (1) 学術雑誌等に発表した論文A (掲載を決定されたものを含む.)

共著の場合、申請者の役割を記載すること。

(著者、題名、掲載誌名、年月、巻号、頁を記入)

Yukina Takahashi, Tetsu Tatsuma

"Oxidative Energy Storage Ability of a $\text{TiO}_2\text{-Ni(OH)}_2$ Bilayer Photocatalyst"

Langmuir 21, 12357-12361 (2005).

実際の研究の遂行および、論文の執筆を行った。

立間 徹, 高橋幸奈,

"エネルギー貯蔵型光触媒とその新しい展開",

産業と環境, (9), 34-36 (2005).

実際の研究の遂行を行った。

氏 名 高橋幸奈

II (2) 学会において申請者が口頭発表もしくはポスター発表した論文

(共同研究者(全員の氏名)、題名、発表した学会名、場所、年月を記載)

○高橋幸奈、立間 徹

" $\text{TiO}_2\text{-Ni(OH)}_2$ 酸化エネルギー貯蔵型光触媒の開発"

東京大学 21 世紀 COE「動的分子論に立脚したフロンティア基礎化学」および「化学を基盤とするヒューマンマテリアル創成」第 2 回合同シンポジウムー次世代を担う科学の息吹ー

東京大学弥生キャンパス, 2005.6.3-4

○高橋幸奈、立間 徹

" $\text{TiO}_2\text{-Ni(OH)}_2$ 二層薄膜を用いた酸化エネルギー貯蔵型光触媒"

2005 年 電気化学秋季大会

千葉大学工学部, 2005.9.8-9

○高橋幸奈、立間 徹

" $\text{TiO}_2\text{-Ni(OH)}_2$ Photocatalysts with Oxidative Energy Storage Abilities"

21 世紀 COE 国際シンポジウム『ーナノ化学、ナノ材料のフロンティアー』

東京大学浅野キャンパス, 2005.10.3-4

○高橋幸奈、立間 徹

" $\text{TiO}_2\text{-Ni(OH)}_2$ 光触媒の酸化エネルギー貯蔵機構に関する検討"

第 12 回光触媒シンポジウム「光触媒反応の最近の展開」

東京大学本郷キャンパス, 2005.12.6