

# 表面プラズモン共鳴を利用した 可視-近赤外光応答型光触媒の作製

SATテクノロジー・ショーケース2017

## ■ はじめに

近年注目されているプラズモニック光触媒では、チタニア( $\text{TiO}_2$ )を始めとする金属酸化物半導体表面に貴金属ナノ粒子を析出させ、その表面プラズモン共鳴(SPR)によって可視光(Vis)を吸収し、得られた光エネルギーを利用して光触媒反応を生じさせている。この時SPRによって吸収することのできる光の波長は、ナノ粒子の形状やサイズに大きく依存している。そのため、サイズや形状を制御した貴金属ナノ粒子を析出させることによって、Visだけではなく、既存のものではほとんど利用できていなかった近赤外光(NIR)を吸収し、光触媒反応に利用できる新規な光触媒が作製できるものと考えられている。本研究では、NIRを吸収することのできるAuナノロッドに注目した。筒状の細孔構造を有するメソポーラス $\text{SiO}_2$ - $\text{TiO}_2$ 粉末を鋳型とし、その細孔内部にAuナノロッドを析出させた光触媒を作製し、その光触媒特性の評価を行った。

## ■ 活動内容

### 1. 光触媒粉末の作製・評価

Au NRsの鋳型となるメソポーラス $\text{SiO}_2$ - $\text{TiO}_2$ 粉末は、細孔のテンプレートとして非イオン性界面活性剤であるP123を用い、ゾルゲル法により作製した。作製したメソポーラス $\text{SiO}_2$ - $\text{TiO}_2$ 粉末を1 mMの $\text{HAuCl}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 水溶液中に分散させ、攪拌を行いながら紫外光(UV)を照射することによってAuナノ粒子を析出させた。このとき、UVの照射条件を $93 \text{ mW/cm}^2$ 、1.5 minとすることで球状粒子を、 $30 \text{ mW/cm}^2$ 、15 minとすることでAuナノロッドを析出させた。

作製した粉末のTEM観察を行った結果、高強度のUV( $93 \text{ mW/cm}^2$ 、1.5 min)を用いて金ナノ粒子析出を行った粉末では直径7-15 nmの球状粒子が鋳型の細孔内外に、低強度( $30 \text{ mW/cm}^2$ 、15 min)のUVを用いて析出を行った粉末では直径7 nm、長さ20-100 nmのロッド状粒子が細孔内部に析出していることが確認された。また、拡散反射スペクトルから、球状粒子が析出した粉末では540 nmに強い消光ピークが確認できたのに対し、ロッド状粒子が析出した粉末では528 および700 nmに消光ピークが確認された。これらのピークはTEMにより確認された粒子形状が反映されたものであると考えられる。

### 2. 光触媒特性の評価

光触媒特性の評価は、2-プロパノールの光酸化およびメチレンブルー(MB)の光消色により行った。2-プロパノールの光酸化の場合、5 vol%の2-プロパノール水溶液中

に作製した粉末を分散させ、そこにUV( $<380 \text{ nm}$ ,  $1.8 \text{ mW/cm}^2$  at  $365 \text{ nm}$ )、Vis( $480\text{--}800 \text{ nm}$ ,  $40 \text{ mW/cm}^2$ )およびNIR( $800 \text{ nm}$ ,  $20 \text{ mW/cm}^2$ )を照射しながら攪拌し、光酸化により生成されるアセトン量をガスクロマトグラフィーにより測定した。

Fig. 1に作製した粉末のUV、VisおよびNIR照射下におけるアセトン生成量の経時変化を示す。球状粒子が析出した粉末では60 minの光照射によりUVでは約 $6.0 \mu\text{mol}$ 、Visでは約 $4.8 \mu\text{mol}$ のアセトンが生成されたが、NIRではほとんど生成が確認できなかった。これらは $\text{TiO}_2$ のUV吸収および球状粒子のVis吸収によって生じたものであり、NIRは吸収できなかったため反応は生じなかったものと推測される。一方ロッド状粒子が析出した粉末では、UV、Vis照射時には、それぞれ約 $6.2 \mu\text{mol}$ 、 $4.1 \mu\text{mol}$ のアセトンが生成し、球状粒子の場合とほぼ同様の特性を示すことがわかった。さらに、球状粒子の場合では確認されなかったNIR照射下においても約 $1.9 \mu\text{mol}$ のアセトン生成が確認された。この結果から、より光吸収範囲の広いロッド状粒子を $\text{TiO}_2$ 上に析出させることでNIRも光触媒反応に利用することが可能となり、より高い光触媒活性を示す可能性が示唆された。

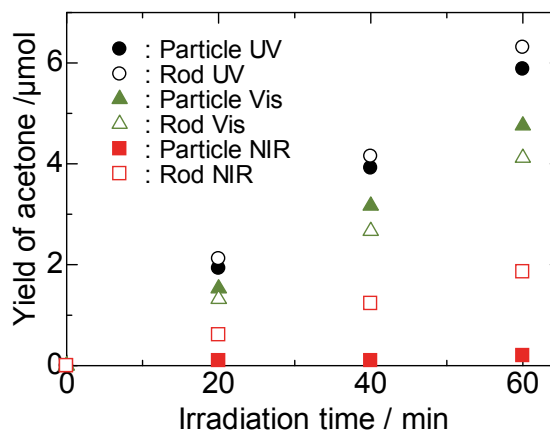


Fig. 1. Photooxidation dynamics of 2-propanol with Au nanoparticle- or Au nanorod-deposited  $\text{SiO}_2$ - $\text{TiO}_2$  under UV, Vis and NIR light irradiation.

代表発表者 奥野 照久 (おくの てるひさ)

所属 産業技術総合研究所

問合せ先 〒463-8560

名古屋市守山区下志段味穴ヶ洞 2266-98

TEL: 052-736-7524 FAX: 052-736-7406

E-mail: okuno-teruhisa@aist.go.jp

■キーワード: (1) 光触媒  
(2) 表面プラズモン共鳴  
(3) メソポーラス材料

■共同研究者: 河村剛、武藤浩行、松田厚範  
豊橋技術科学大学