

ディビジョン番号	12
ディビジョン名	触媒化学

大項目	6. 光触媒
中項目	6-2. 光触媒反応
小項目	6-2-8. シングルサイト光触媒

概要（200字以内）

シングルサイト光触媒（孤立四配位酸化チタン種）を組み込んだゼオライト、メソポーラスシリカなどを担体に用い、紫外光照射することにより骨格内のTiサイトを活性化させ、金属前駆体をTiサイトに固定化する光析出法は、ナノサイズ金属触媒調製の強力な手段となる。さらに、本手法を薄膜に応用することで、界面超親水性—疎水性、高抗菌性を可能にする新しい界面機能材料として期待できる。

現状と最前線

ナノサイズの金属粒子は、バルクやコロイド状態の金属と単分子の金属錯体との中間のサイズを有し、量子サイズ効果や特異な表面構造に由来する独特な触媒活性を示す。特に、Pd や Pt などの金属は医薬品や農薬などの合成に用いられている実用性の高い触媒であり、そのサイズ・形状の均一な単分散金属ナノ粒子合成のため、種々な工夫がなされている。金属粒子サイズを制御できる新しい担持法の開発は活性な金属触媒を設計する上で不可欠である。

Ti 含有ゼオライトや Ti 含有メソポーラスシリカなどのシングルサイト光触媒は、特異な局所構造と光触媒特性から注目を集めている。バルク半導体触媒では、UV 光照射により電子と正孔はそれぞれ空間的に離れたサイトで光触媒反応に寄与するのに対し、シングルサイト光触媒では、UV 光照射により (Ti³⁺-O⁻) などの電荷移動型励起種が形成し、電子トラップサイト (Ti³⁺) と正孔トラップサイト (O⁻) が隣接した共存状態で反応に関与するため、半導体光触媒とは異なった光触媒反応性を示す(図1)。

図1. TiO₂光触媒とシングルサイト光触媒の電荷移動励起状態

このシングルサイト光触媒を利用して、活性化した孤立 Ti サイトに、金属前駆体を相互作用させ固定化担持する光析出法 (PAD-SP: Photo-assisted Deposition on Single-site Photocatalyst) は、形態・構造とサイズの制御できたナノサイズ金属触媒を合成する有効な手段である。これは、シングルサイト光触媒のユニークな反応性を、反応ではなく触媒調製に用いた新しい試みである。例えば、Ti 含有ゼオライト (TS-1) に光析出法で Pd を固定化すると (PAD-Pd/TS-1)、含浸法により調製した imp-Pd/TS-1 に比べ高分散に Pd ナノ粒子を担持することができる。PAD-Pd/TS-1 触媒は、水素・酸素から過酸化水素を直接合成する能力が高く、さらに反応系にフェノールを添加することで、過酸化水素を酸化剤とした逐次的な酸化反応にも高い活性を示す。PAD-Pd/TS-1 の触媒活性は TS-1/H₂O₂ 系より高い。PAD-SP 法は、他の金属種への応用が可能であり、特異構造を有するナノサイズの合金も合成できている。さらに、紫外線の照射時間、波長を変えることで、形状・粒子径のナノオーダーでの精密制御が期待できる。

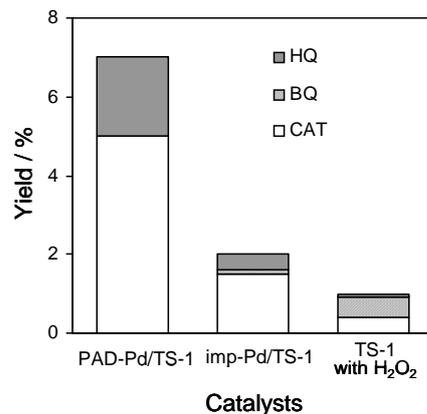
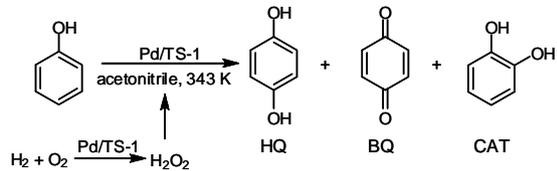


図2 各種触媒によるフェノール酸化反応

さらに本光析出を薄膜化したシングルサイト光触媒に応用すると、従来の二酸化チタン薄膜とは異なり光照射前から親水性を示し、さらに紫外光照射により光誘起超親水性を発揮する機能材料となる。形状・粒子径をより精密にコントロールすることで、界面超親水性-疎水性、高抗菌性を可能にする新しい界面機能材料として、また、高操作性かつ高活性を発揮する新しい環境浄化用触媒として利用できる。

将来予測と方向性

・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題

- 1) 光触媒機能と光析出法を組み合わせた、構造・形態・サイズ・配列を自在に制御したナノサイズ金属触媒調製法の確立
- 2) 室内光または暗所で超親水性、防曇効果、セルフクリーニング効果を発現する薄膜材料の開発

・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

- 1) 光触媒機能を利用したナノ材料の創製
- 2) 光誘起超親水性と撥水性を任意に制御可能な薄膜材料の開発

キーワード

シングルサイト光触媒、光析出法、ナノサイズ金属触媒、光誘起超親水性

(執筆者: 森浩亮、山下弘巳 (阪大院工))