

ディビジョン番号	18
ディビジョン名	環境・安全化学・グリーンケミストリー・サステイナブルテクノロジー

大項目	2. グリーンケミストリー
中項目	2-1. 新規反応
小項目	2-1-5. 光触媒の新規利用法

概要（200字以内）

環境浄化や水素製造などで幅広く利用されている光触媒を、ナノ材料のものづくりのツールとした試みがなされている。金属含有ゼオライト、メソポーラスシリカなどのシングルサイト光触媒と光析出法を組み合わせることで、従来製法では調製が困難なナノサイズ金属触媒を簡易なプロセスで合成できる。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。

ナノサイズ金属粒子

ゼオライト

メソポーラスシリカ

4配位酸化Ti種

電荷移動型励起種

現状と最前線

現在、二酸化チタンに代表される光触媒を利用して、環境浄化の様々な分野で実用化を視野に入れた研究開発が盛んに行われている。光触媒の実用化にあたっては、形態・サイズ・構造の制御と各種担体表面への固定化技術の確立が重要である。特に、担体にゼオライトや多孔質シリカを利用すれば、規制された細孔構造に基づく光触媒の粒子径・配位環境の精密制御を可能とする。また、ゼオライトやメソポーラスの合成段階に酸化チタン種や酸化バナジウム種などを導入することで、バルクのTiO₂やV₂O₅とは異なる孤立四配位構造をもったシングルサイト光触媒が合成できる。バルク半導体触媒では、UV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)。

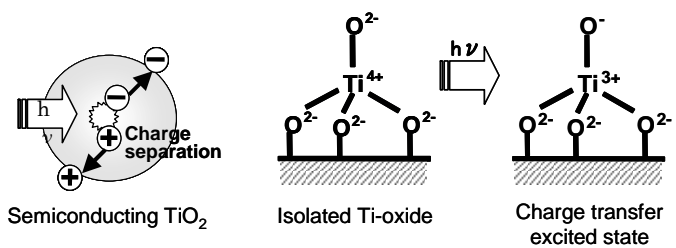


図1. TiO₂光触媒とシングルサイト光触媒の電荷移動励起状態

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。

通常は粉末である二酸化チタン光触媒を薄膜化して紫外光照射すると、薄膜表面の水の接触角が大幅に減少する光誘起超親水性が発現する。この特性を応用して酸化チタン薄膜は防曇・防汚のための新材料として利用されている。一方、通常の製法で合成したメソポーラスシリカは粉末状であり、応用する対象が限定される。薄膜化したシングルサイト光触媒は、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(図2)。さらに、光析出法と組み合わせることで、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期待できる。

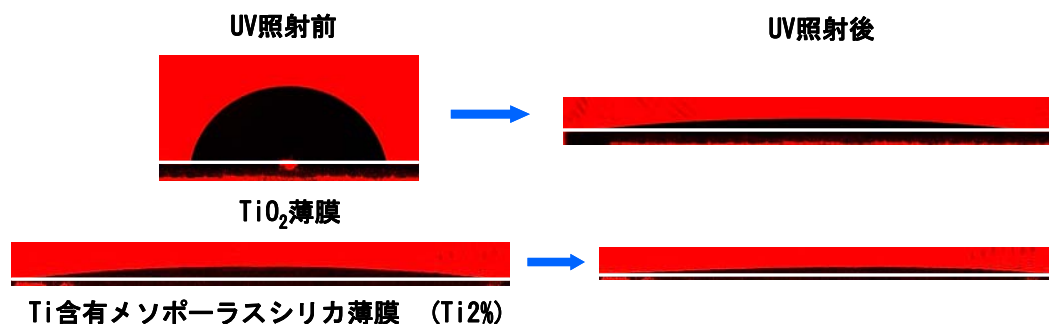


図2. TiO₂薄膜およびメソポーラスシリカ薄膜、Ti含有メソポーラスシリカ薄膜上での紫外光照射前後での水の接触角

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

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

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

- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

光触媒機能を利用したナノ材料の創製

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)