

村上 泰

目的別テーマ：ナノ構造を制御した機能性金属酸化物の合成と応用

16年度研究テーマ

15-1-8：新しい触媒概念に基づく新規有機・無機繊維材料の創出

ABSTRACT

A layered titania/isosteate nanocomposite was prepared via the sol-gel process in a hydrophobic solvent with a salt catalyst. The isosteate modifiers hybridized with titania sheets were completely removed by treatment with aqueous ammonia. A vivid yellow powder of plate anatase was obtained by firing the treated sample at 450 °C, and it showed a strong photoabsorption in the visible light region. Rapid degradation of methylene blue was observed in an aqueous solution during irradiation with 470-nm light.

研究目的

光触媒は、環境浄化や防汚・防曇・殺菌などの用途、さらには水分解による水素製造や光-電気エネルギー変換デバイスの材料としても注目されている。現在、光触媒材料として一般的な酸化チタンは紫外光照射によってのみ光触媒として機能するため紫外光が5%程度しか含まれない太陽光では十分な光触媒機能を発現する事ができない。酸化チタンに窒素をドーピング（添加）することにより、可視光でも光触媒機能を発現する試みがされている。しかし、窒素をドーピングする際に高温加熱処理をするため、光触媒機能が低下してしまうという問題がある。

本研究では、高温での処理を必要としない穏やかな条件で合成でき、しかも可視光でも十分に機能する窒素をドーピングした酸化チタン光触媒の開発を目的とする。なお、この研究は、独立行政法人物質・材料研究機構物質研究所光学単結晶グループの松本太輝特別研究員（日本学術振興会特別研究員）と井伊伸夫主席研究員らと共同で行った。

一年間の研究内容と成果

酸化チタン光触媒の光触媒能を低下させる現象-高温加熱処理過程による緻密化、組織構造の破壊、ルチル転移-を伴うことなく、穏和な合成条件で、窒素がドーピングされた薄片状の酸化チタンを合成することに成功した。

我々は、新しい触媒概念に基づくゾルゲル法、水をほとんど含まない有機溶媒を使い、大気中から徐々に水分を取り込み反応させるという独自の手法を用いて、極めて薄い酸化チタンシート（厚さ約1nm）とイソステアレート（有機物）が積み重なった構造を持つ無機/有機複合体を合成に成功した。この物質は酸化チタンシートが積み重なった層状構造を持っており、層と層の間に多量のイソステアレートが並んでいる。

さらに、この無機/有機複合体を60°Cのアンモニア水で処理し、イソステアレートを水酸基で交換するとともに、窒素源となるアンモニアを層間に導入した。得られた物質を従来よりも低い温度、450°C程度で空気中加熱処理する事によって、窒素がドーピングされた薄片状の形態を有するアナターゼ型のままの酸化チタンを得た。

青色LEDを可視光源とし、メチレンブルーの分解速度によって光触媒能を評価したところ、市販の酸化チタン光触媒（ST-01）よりも高い光触媒能を示した。特に強い可視光吸収が観察された450°C焼成の試料については、他の試料に比較して著しく高い光触媒能を示した。

展望

本手法の最大の特徴は、サイズ、形状、組織構造といった酸化チタン光触媒の形態をつくる過程と、可視光吸収を発現させるための窒素ドーピングの過程が完全に独立しており、最初に構築した酸化チタン光触媒の形態を維持したまま、可視光にも反応するようにできる事にある。今後、酸化チタンの形態をより最適化したうえで、窒素ドーピングによって可視光にも活性になるように今回の処理を行えば、その光触媒能をさらに向上できるものと期待される。