

1P079

金属ナノ粒子修飾酸化チタンの紫外光照射による電子状態変化

(関西学院大学) ○藏脇悠司、田邊一郎、尾崎幸洋

Electronic state change of TiO₂ modified with metal nanoparticle upon UV light irradiation

(Kwansei Gakuin University) ○Yuji Kurawaki, Ichiro Tanabe, Yukihiro Ozaki

【序論】

酸化チタン (TiO₂) は紫外光照射することで起こる酸化還元反応により、水を水素と酸素に分解できたり、有害物質を分解できたりする光触媒であり、人体に無害で安価な物質である。しかし、その反応効率は低く、TiO₂は紫外光にしか応答しないという問題点がある。そこで、TiO₂に金属ナノ粒子を修飾することで反応効率を向上させる研究が幅広く行われている。

本研究では、金属ナノ粒子修飾TiO₂において、反応が促進される紫外光を照射し、紫外光照射によるTiO₂の電子状態変化を評価することを目的とした。測定には、本研究室が独自に開発した、減衰全反射 (ATR) 法により遠紫外域を含めた150~300 nmの波長領域の物質の吸収スペクトルが測定可能なATR型遠紫外分光装置を用いた。

【実験】

瑪瑙乳鉢上で、TiO₂粉末 (アナターゼ、5μm) に金属ナノ粒子 (1~9 nm) コロイドを滴下し混ぜ合わせ、溶媒が完全に蒸発するまで乾燥させることでTiO₂-Auナノ粒子粉末を作製。まずは、TiO₂のみの場合において、紫外光照射前と30分紫外光照射した後のATR吸収スペクトルを測定した。次に、上記の方法で作製したAuナノ粒子修飾TiO₂においても同様にスペクトルの測定を行った。また、Auナノ粒子修飾TiO₂においては、30分紫外光照射後に1時間可視光照射した後のスペクトルの測定も行った。

【結果と考察】

図1に示すように、TiO₂のみの場合においては、30分紫外光照射してもスペクトルに変化は見られなかった。なお、紫外光照射中のスペクトルを測定したところ、全体的にスペクトルが減少していた。これらの結果は、紫外光照射によりTiO₂の電子が伝導帯へと励起されたために価電子帯中の電子が減少するが(紫外光照射中のスペクトル強度の減少)、紫外光照射をやめると伝導帯中の励起電子

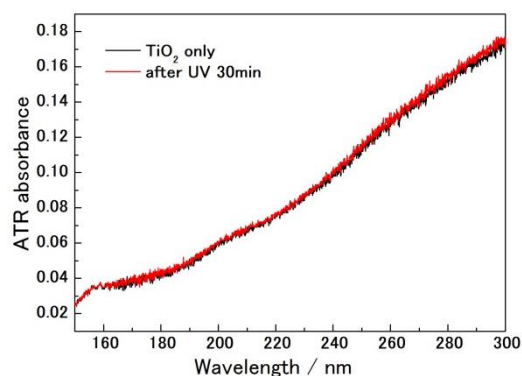


図1. TiO₂ onlyの紫外光照射による変化

と価電子帯中の正孔が速やかに再結合して元に戻ったことを示すと考えられる。すなわち、紫外光照射前後で電子状態に変化が見られなかった。

一方、図2に示すように、Auナノ粒子修飾TiO₂の場合においては、30分紫外光照射することで、紫外光照射を止めた後もスペクトル強度の減少が維持された。この結果からTiO₂の電子状態変化を考察する。まず、Auナノ粒子が電子プールとして作用するため、紫外光照射により励起された電子がAuナノ粒子へと移動することができる。その結果、TiO₂中の電子数が減少するためスペクトル強度が減少した。さらに、励起電子が移動した後、AuとTiO₂の間ではポテンシャル勾配が生じるため、電子がAuからTiO₂へと戻りにくい状況にある。そのため、紫外光照射をやめてもAuナノ粒子に電子を留めることができると考えられる。すなわち、TiO₂の価電子帯の電子数が減少し、紫外光照射前の電子状態とは異なるため図2に示すようなスペクトル変化が得られたと考えられる。

続いて、Auナノ粒子修飾TiO₂において、先程の紫外光照射後に可視光を照射すると、スペクトル強度の増加が見られた。これは、可視光照射によりAuナノ粒子がLSPRを起こし、紫外光照射によりAuナノ粒子に貯まっていた電子がTiO₂へと移動したためであると考えられる。TiO₂へと電子が移動し、価電子帯の電子数が増加したため、スペクトル強度の増加が見られた。

以上のように、ATR型遠紫外分光装置を用いることにより、TiO₂の電子状態変化を調べることで、TiO₂の光照射による電子移動を観察することに成功した。

参考文献

- [1] I. Tanabe and Y. Ozaki, *Chem. Comm.*, 2014, **50**, 2117-2119
- [2] Y. Ozaki, Y. Morisawa, A. Ikehata and N. Higashi, *Appl. Spectrosc.*, 2012, **66**, 1.

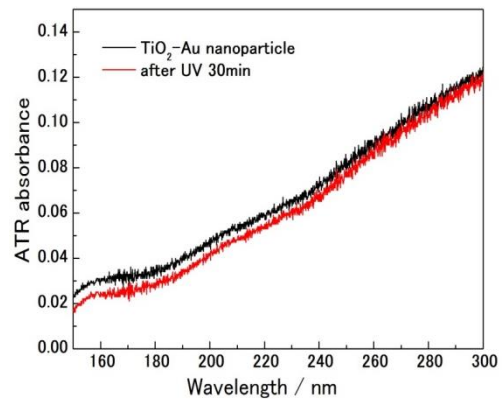


図2. TiO₂-Auの紫外光照射による変化

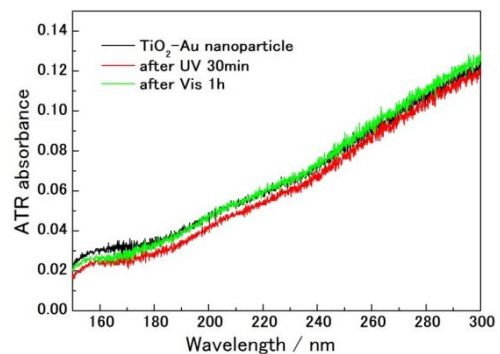


図3. TiO₂-Auの紫外光照射後の可視光照射による変化