

金属(Pt, Pd, Au)ナノ粒子修飾に伴う酸化チタンの 電子状態と光触媒活性の変化：減衰全反射遠紫外分光法による評価



Consistent Changes of Electronic States and Photocatalytic Activities of Metal (Pt, Pd, Au) Nanoparticles-Modified TiO₂: Studied by ATR-FUV Spectroscopy

関西学院大理工 ^{○(PC)}田邊 一郎, 領木 貴之, 尾崎 幸洋

Kwansei Gakuin Univ. ^{○(PC)}Ichiro Tanabe, Takayuki Ryoki, Yukihiro Ozaki

E-mail: i-tanabe@kwansei.ac.jp

1. 背景

当研究室では、減衰全反射法を採用した遠紫外分光法(Attenuated Total Reflectance - Far Ultraviolet Method: ATR-FUV 法)を開発し、従来法では測定が困難だった水や有機物の遠紫外域(140-200 nm)における吸収スペクトルの測定に成功し、その電子状態を明らかにした^[1]。本研究では、光触媒や次世代太陽電池材料として注目を集める酸化チタン(TiO₂)および金属ナノ粒子修飾 TiO₂に注目し、金属ナノ粒子修飾による電子状態と光触媒活性の変化について評価を行った。

2. 実験方法

TiO₂粉末(アナターゼ型、直径5 μm) 1gに、白金(Pt), パラジウム(Pd), 金(Au)ナノ粒子の分散液(いずれも直径 1-6 nm, 濃度 10 mM) 200 μL を滴下し、溶媒が蒸発して十分に乾燥するまで乳鉢で攪拌することで TiO₂に金属ナノ粒子を修飾させ、その前後の ATR-FUV スペクトルを測定した。

また、メチレンブルー(MB)による脱色反応から、各サンプルの光触媒活性を評価した。

3. 結果と考察^[2]

Figure 1a に示すように、TiO₂に金属ナノ粒子を修飾することで、①長波長側の吸収は減少し、②短波長側の吸収は増大した。①長波長側の吸収の減少は TiO₂ 中の比較的エネルギー準位の高い電子が TiO₂ から金属中へと流入したことを示し、②短波長域での吸収の増大は金属ナノ粒子修飾による TiO₂ の電化分離効率の向上を反映していると考えられる。また、TiO₂ と各金属の仕事関数(TiO₂, Au, Pd and Pt ~ 4.0, 4.7, 4.9 and 5.7 eV)の差を横軸に、長波長域(270-300 nm)に対する短波長域(150-180 nm)のスペクトル強度を縦軸にとってプロットすると(Figure 1b)、両者に強い正の相関が見られた。これは、仕事関数の大きな金属を修飾するほど、①より多くの電子が TiO₂ から金属へと移動し、また②より電化分離効率が向上したことを示す。

次に、MB(10 μm, 10 mL)に各サンプル 5 mg を加え、紫外光照射(310-350 nm, ~ 10 μW cm⁻², 30 min) 前後の MB の吸収スペクトルを測定した。ピーク強度(665 nm)の変化量から光触媒活性(1-[I/I₀])を評価したところ(Figure 1c)、Figure 1b と同様に修飾金属の仕事関数と強い正の相関が見られた。

以上のように、ATR-FUV 法により金属ナノ粒子修飾に伴う TiO₂ の電子状態変化を明らかにし、光触媒活性を評価することに成功した。

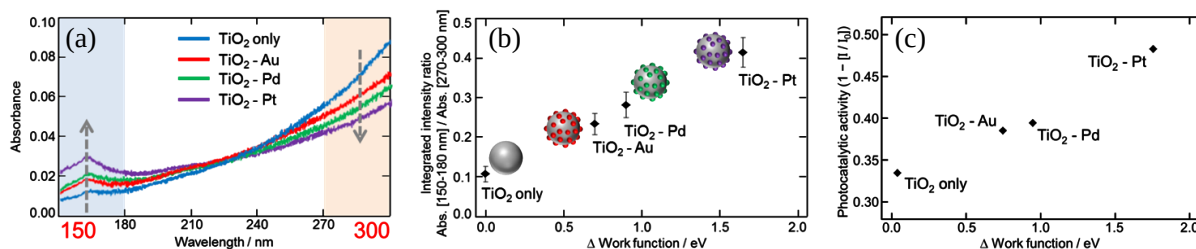


Figure 1. (a) ATR-FUV spectra of TiO₂ and Au, Pd, Pt-TiO₂. (b) Integrated intensity ratio of absorption in 150–180 nm to that in 270–300 nm and (c) photocatalytic activity plotted against work function difference between TiO₂ and each metal.

[1] Y. Ozaki, Y. Morisawa, A. Ikehata and N. Higashi, *Appl. Spectroscopy*, **2012**, 66, 1. [2] I. Tanabe and Y. Ozaki, *Chem. Commun.*, **2014**, in press, DOI: 10.1039/c3cc48446g.