

## 酸化チタンおよび金属ナノ粒子-酸化チタン複合系の 減衰全反射遠紫外分光法による電子状態評価

### Evaluation of Electronic States of TiO<sub>2</sub> and Metal Nanoparticles-TiO<sub>2</sub> Based on ATR-FUV (Attenuated Total Reflectance - Far Ultraviolet) Method

関西学院大理工 ○田邊 一郎, 尾崎 幸洋

Kwansei Gakuin Univ. ○Ichiro Tanabe, 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た[1]。本研究では、光触媒材料や次世代太陽電池材料として注目を集める酸化チタン(TiO<sub>2</sub>)に注目し、その機能が発現する紫外～遠紫外域(300-150 nm)の吸収スペクトルを ATR-FUV 法によって測定した。また、TiO<sub>2</sub>に金属ナノ粒子を担持することでその電化分離効率が飛躍的に上昇することが知られているが、本研究では金属ナノ粒子担持前後の遠紫外域の吸収スペクトルを測定し、その電子状態変化についての評価を行った。

#### 2. 実験方法

TiO<sub>2</sub> 粉末 (アナターゼ型、直径 40 nm) 1g に、金(Au)あるいは白金(Pt)ナノ粒子の分散液 (いずれも直径 1-6 nm, 濃度 10 mM) 0.1 ml 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 TiO<sub>2</sub> に金属ナノ粒子を担持させ、その前後の ATR-FUV スペクトルを測定した。

#### 3. 結果と考察

Figure 1 に TiO<sub>2</sub>, Au-TiO<sub>2</sub>, Pt-TiO<sub>2</sub> の ATR-FUV スペクトルを示す。これまで、その大きな吸収のために TiO<sub>2</sub> の遠紫外吸収スペクトルを測定することは困難だったが[2]、ATR-FUV 法を用いることで初めて実測された。また、金属ナノ粒子を担持することで、長波長側(200-300 nm)の吸収は減少し、短波長側(150-180 nm)の吸収は増大した。TiO<sub>2</sub> と金属ナノ粒子が接触すると(金属の仕事関数  $\phi_m > \text{TiO}_2$  の仕事関数  $\phi_s$  の場合)、n 型半導体である TiO<sub>2</sub> から金属に電子が流入することで金属側界面は負に帯電し、TiO<sub>2</sub> 側界面は正の空間電荷層 (バンド勾配) が生じることが知られている。

すなわち、長波長側の吸収の減少は、TiO<sub>2</sub> 中の比較的エネルギー準位の高い電子が金属中へと流入したことを示していると考えられる。また、電子移動の結果生じるバンド勾配が電荷分離を促進し、TiO<sub>2</sub> の機能向上に大きく関与していると考えられているが、短波長域での吸収の増大はこの電化分離効率の向上を示していると言える。Au よりも Pt の方が、スペクトル変化量が大きい。これは TiO<sub>2</sub> と各金属の仕事関数の差の違い(TiO<sub>2</sub> ~ 4.0, Au ~ 4.7, Pt ~ 5.7 eV)によるものである。

以上のように、ATR-FUV 法を用いることで、遠紫外域における TiO<sub>2</sub> の吸収スペクトルを初めて実測し、さらに金属ナノ粒子担持による電子状態変化の評価に成功した。

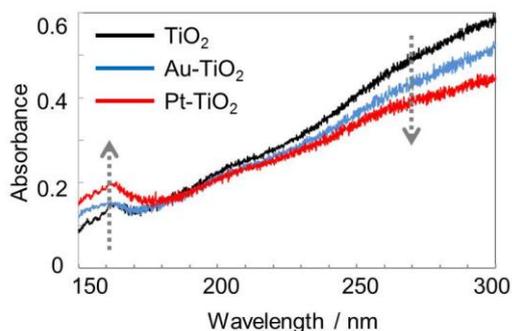


Figure 1. ATR-FUV spectra of (black) TiO<sub>2</sub>, (blue) Au-TiO<sub>2</sub> and (red) Pt-TiO<sub>2</sub>.

[1] N. Higashi, A. Ikehata and Y. Ozaki, *Rev. Sci. Instrum.*, **2007**, 78, 103107; Y. Ozaki, Y. Morisawa, A. Ikehata and N. Higashi, *Appl. Spectroscopy*, **2012**, 66, 1. [2] S. Sério *et al.*, *Chem. Phys. Lett.*, **2011**, 508, 71.