



TiO₂ 光触媒上に析出した Pt 粒子の電子状態解析

吉田 朋子

大阪市立大学 複合先端研究機構

キーワード：Pt L₃-edge XAFS, チタニア光触媒, 光析出法

1. 背景と研究目的

TiO₂は空気の浄化などに利用される代表的な光触媒であり、この触媒の活性向上を目指して、しばしば光析出法による金属ナノ粒子の担持が行われている。特に Pt 担持 TiO₂の触媒活性は、担持金属粒子のサイズや分散度に影響を受け、これら因子は触媒調製条件(光照射量, 担持量, TiO₂担体の種類)によって複雑に変化する。本研究では、触媒調製条件の最適化によって光触媒活性を制御することを視野に入れ、触媒調製条件による Pt 粒子の構造・電子状態の変化を詳細に調べた。特に本研究では光照射時間と Pt 担持量の効果について重点を置いた¹⁾。

2. 実験内容

蒸留水 50 ml とメタノール 10 ml の混合溶液に、H₂PtCl₆・6H₂O とアナターゼ型 TiO₂ 粉末 1 g を加えた懸濁液を攪拌しながら Xe ランプ光を照射し、0.5 wt% Pt/TiO₂を調製した。光照射時間は5~180 min である。これらの試料における Pt の酸化状態を調べるために Pt L₃-edge XANES 測定を行った。スペクトルの測定はあいちシンクロトロン光センターBL5S1において19素子半導体検出器を用いて蛍光収量法により行った。また、同様に担持量 0.05 wt%~5.0 wt%の Pt/TiO₂を光照射時間 180 min で調製し、Pt の粒子サイズならびに分散度を TEM 観察から、各試料の光触媒活性をメタノール水溶液分解実験から調べた。

3. 結果および考察

各光照射時間における Pt/TiO₂ 試料の Pt L₃-edge XANES スペクトルは、Pt metal ならびに PtO₂ の XANES スペクトルの足し合わせで精度良く再現することが出来たので、これを基に各光照射時間における Pt(0) と Pt(IV)の割合を求めた。その割合と Pt L₃-edge XANES スペクトルを Fig.1 に示す。光照射時間 0 min~15 min ではほとんどの Pt は 4 価のイオンであったが、20 min になると急激に還元され、30 min では 8 割以上が 0 価の金属となっていた。この結果から、Pt の光析出過程として析出核が形成された後、分散していた Pt イオンが析出核に集まり析出物に組み入れられることで急速に Pt ナノ粒子が成長するというモデルが提案できた。

TEM 観察より各担持量における Pt の平均粒径と粒子数を見積もった。Pt 粒子のサイズは担持量が 0.1 wt%までは顕著に増加し、約 6.4 nm まで大きくなるが、それ以上の担持量では凡そ 8.0 nm(Pt 担持量 5.0 wt%時)の一定値に収束することが分かった。また 0.05 wt%と 0.1 wt% Pt/TiO₂ 試料において、Pt 粒子数はほとんど変わらず、平均粒径のみが異なっていることが示唆された。

4. 参考文献

1) T. Yoshida, Y. Minoura, Y. Nakano, M. Yamamoto, S. Yagi and H. Yoshida, *J. Phys: Conference Series*, vol. 712 (2016) 012076 (4 pages).

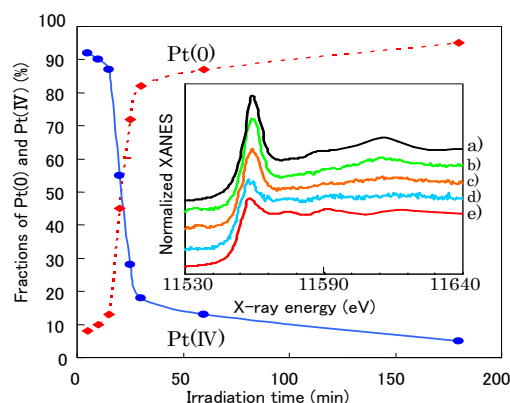


Fig.1 各光照射時間における 0.5 wt% Pt/TiO₂の Pt L₃-edge XANES (挿入図:a)PtO₂, b~d)光照射 15,20,180 min, e)Pt metal) 及び Pt(0)と Pt(IV)の割合