過渡的電子親和力とホットエレクトロン

Transient Electron Affinity and Hot Electron

産総研ナノエレ研究部門 [1)]、長春理工大 [2)]　○富江敏尚 [1,2)]、石塚知明 [1)]、松林信行 [1)]、李博超 [2)]、林景全 [2)]

AIST NERI[1)], CUST[2)]　○T. Tomie[1,2)], T. Ishitsuka[1)], N. Matsubayashi[1)], Bochao Li[2)], Jingquan Lin[2)]

E-mail: t-tomie@aist.go.jp

（はじめに）太陽電池の効率向上および触媒活性の高効率化を図るものとしてホットエレクトロン（エネルギーの高い電子）が注目され、ナノ粒子開発におけるキーワードである（文献１）。一方我々は、光電子分光における二次電子のカットオフ近傍の波形は低エネルギー電子が真空中に脱出する際の屈折で決まること、その波形の解析から過渡的電子親和力が得られることを報告している（文献２）。ホットエレクトロン議論における過渡的電子親和力の重要性を述べる。

（過渡的電子親和力）電子の運動エネルギーがゼロの基底状態が真空準位に近いほど、つまり電子親和力が小さいほど屈折の影響が小さく、二次電子スペクトルのカットオフ近傍の波形は鋭くなる。図１に示す様に、TiO_2ナノ粒子の電子親和力は表面処理に敏感であった。真空に放出の際に電子は高励起状態にあり、ここで言う電子親和力は、伝導帯の底ではなく励起状態のそれである。

図２に示す様に、TiO_2は、単結晶ではナノ粒子の場合より大きな過渡的電子親和力であった。金属板の場合は、半導体・絶縁体より過渡的電子親和力は大きく、図３に示す様に、温度が高いほど大きくなり仕事関数に近づいた。エネルギー緩和が速いほど低いエネルギー状態に緩和するので、これらは尤もな結果である。つまり、過渡的電子親和力は電子のエネルギー緩和時間を反映する。

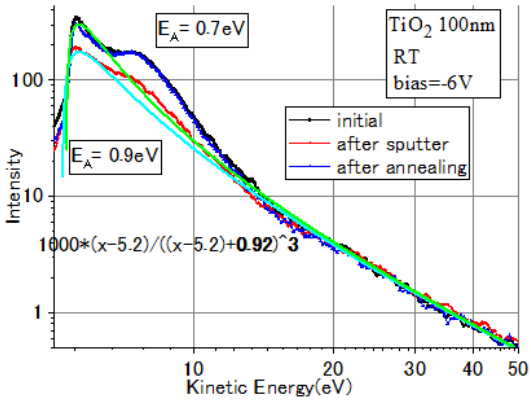

Fig.1. Change of transient electron affinity with surface treatment of TiO_2 powder

（ホットエレクトロンと励起状態）これまで議論されてこなかったが、光励起で作られた或いは付着分子から供給されたホットエレクトロンがどのような励起状態にあるのかは、触媒活性等で重要である。エネルギー障壁を越える高いエネルギー状態を長時間維持すること、つまり電子のエネルギー緩和時間が長い必要があり、過渡的電子親和力は触媒の重要指標と言える。

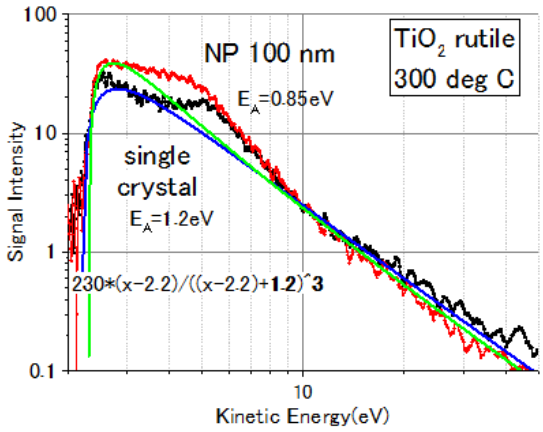

Fig.2. Secondary electron spectra of TiO_2 nanoparticles and a single crystal TiO_2

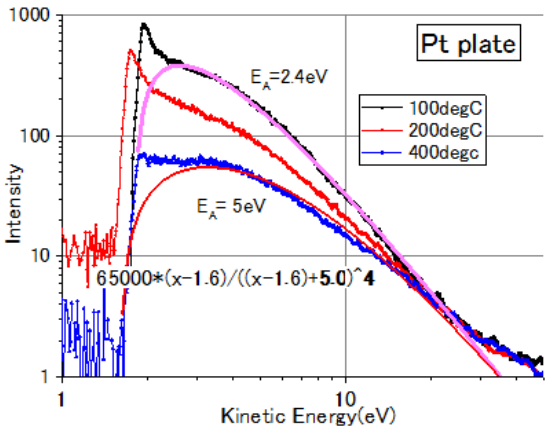

Fig.3: Secondary electron spectra of a Pt plate

references

ref.1: A.Furube and S.Hashimoto; NPG Asia Materials **9** (2017) e454

ref.2: T.Ishitsuka *et al*；第 45 回（2018 年秋季）応用物理学会　21a-432-11