

ガス雰囲気における金ナノ粒子触媒の TEM 動画観察

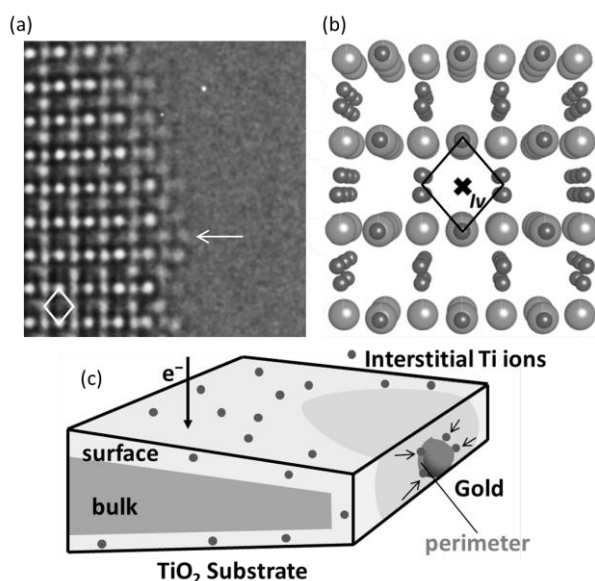
Observation of Dynamical Behavior of Gold Nanoparticle Catalyst in Gas Environments by Transmission Electron Microscopy

東工大理工¹, JST-CREST² °田中 崇之^{1, 2}, 山本 直紀^{1, 2}, 高柳 邦夫^{1, 2}

Tokyo Tech.¹, JST-CREST², °Takayuki Tanaka^{1,2}, Naoki Yamamoto^{1,2}, Kunio Takayanagi^{1,2}

E-mail: ttanaka@phys.titech.ac.jp

金ナノ粒子触媒は低温 CO 酸化($2\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2$)の触媒[1]として実用化されつつあるが、寿命の改善が課題となっている。微視的には、チタニアに担持した金ナノ粒子触媒(Au/TiO₂)の界面周縁部で活性酸素(O₂-)が生成して CO 分子の酸化反応が発現すると提案されている。この系では金属-担体間の強い相互作用(Strong metal support interaction, SMSI)が知られ[2-3]、モフォロジー変化に起因する活性の増強や劣化があると考えられる。TEM やカソードルミネッセンス(CL)法により、金ナノ粒子触媒の活性機構を解明するため、ガス雰囲気での Au/TiO₂ の構造や電子状態を調べた[2, 4]。収差補正電子顕微鏡を使用し、TiO₂ 表面や Au/TiO₂ の界面付近を観察し、Fig. 1(a)のように格子間 Ti イオンを直接観察した[4]。格子間 Ti イオンは Au/TiO₂ の界面周縁部に集まっている一方で、その周囲では少なくなっていた(Fig. 1(c))。酸素導入により Au と TiO₂ の界面に異相界面、Ti_{1-x}O₂ ピラー($x > 0$)が成長する様子が観察される[2]。異相界面の成長は金ナノ粒子と TiO₂ の界面でおこり、金ナノ粒子を覆うような現象は見られない。また異相界面の成長が電子線効果でなく酸素導入効果であることを、酸素導入中に電子ビームをブランキングすることで確かめた。Ti_{1-x}O₂ 異相界面の成長モデルとしては、負に帯電した吸着酸素分子が正に帯電した格子間 Ti イオンを引き付けて反応して生じると考えられる。EELS によりこのような異相界面の組成を調べると、Ti 欠損構造(Ti_{1-x}O₂, $x > 0$)であることが確認される。また EELS のケミカルシフトで化学状態を調べると、TiO₂ 結晶領域では Ti(4+), O(2-)であるのに対し、Ti_{1-x}O₂ 異相界面では Ti(3+), O(y^- , $y < 1.5$)となっている。



る。この他に CO ガスを導入した時の動的観察なども報告する予定である。

Fig. 1 (a) TEM image of TiO₂ surface from [110] view. Arrows represents a bright spot of interstitial Ti ions. (b) Interstitial sites (Iv) from [110] view. (c) Distribution of interstitial Ti ions in Au / TiO₂ periphery

- [1] M. Haruta, et al., J. Catal. 144 (1999) 175.
- [2] T. Tanaka, et al., Surf. Sci. 604 (2010) L75.
- [3] M. Valden, et al., Science 281 (1998) 1647.
- [4] T. Tanaka et al., Surf. Sci. 619 (2014) 39.