

原子間力顕微鏡を用いたルチル型 TiO_2 (110) 表面上の 吸着酸素単原子の電荷状態の解明

Discovering the charge state of oxygen adatom on rutile TiO_2 (110) surface
with atomic force microscopy

阪大院工¹ ○(M2)安達 有輝¹, (P)温 煥飛¹, (D)張 全震¹, 宮崎 雅人¹,
内藤 賀公¹, 李 艶君¹, 菅原 康弘¹

Osaka Univ.¹, °Yuuki Adachi¹, Huan Fei Wen¹, Quanzhen Zhang¹, Masato Miyazaki¹,
Yoshitaka Naitoh¹, Yan Jun Li¹, Yasuhiro Sugawara¹

E-mail: adachiyuuki7@ap.eng.osaka-u.ac.jp

[研究背景] 現在、二酸化チタン TiO_2 は、光触媒や金属微粒子触媒の固定担体として最もよく用いられている材料となっている。また、酸素分子は、私たちの身の回りに存在し、表面に吸着し、電子を受け取ることで活性な振る舞いを示す気体としてよく知られている。そのため、 TiO_2 の触媒反応機構を理解する上で、 TiO_2 表面上の酸素分子の電荷状態の理解は重要となってくる[1]。そこで、今回、そのメカニズム解明のために、 TiO_2 表面上に吸着する酸素分子の電荷状態解明を原子スケールで行った。

[実験方法・結果] 走査型トンネル顕微鏡は、バイアス電圧を印加し電流を検出するため、画像化時に電荷状態を変化させてしまう可能性がある。そこで、本研究では、超高真空・極低温環境で周波数変調方式原子間力顕微鏡 (FM-AFM) を、バイアス電圧を印加せずに、電荷状態の画像化を行った。試料にはルチル型 TiO_2 (110) を用い、酸素の曝露は室温で行った。図 1 はルチル型 TiO_2 (110) 表面上に吸着した酸素原子の表面凹凸像を示している[2]。明るい輝点は $\text{O}_{\text{ad}}^{2-}$ であり、少し明るい輝点は O_{ad}^- である。この図から吸着酸素は電子を受け取ることで解離吸着し、2種類の電荷状態を持つことがわかる。今後は、さらにこの表面上に金ナノ微粒子を担持させて、電子状態や電荷状態の解析を進めていくことにより、触媒の反応機構や金属酸化物上の金属ナノ微粒子の触媒機構を解明する。

参考文献

- [1] Q. Z. Zhang, Y. J. Li, H. F. Wen, Y. Adachi, M. Miyazaki, Y. Sugawara, R. Xu, H. Z. Cheng, J. Brndiar, L. Kantorovich, I. Štich, *J. Am. Chem. Soc.* **140** (46), pp 15668-15674 (2018).
[2] Y. J. Li, Y. Adachi, M. Miyazaki, Q. Z. Zhang, H. F. Wen, Y. Naitoh, and Y. Sugawara, *Vacuum and Surface Science* **61**, 10, pp.1-6 (2018).

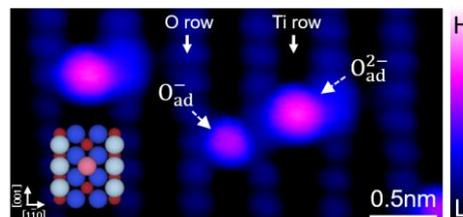


Figure 1 | NC-AFM image of rutile TiO_2 (110) surface exposed by oxygen at room temperature. O_b and Ti atom rows on TiO_2 (110) are observed as bright and dark rows, respectively. Oxygen molecules are adsorbed and dissociated on TiO_2 (110) surface. Two types of oxygen adatoms with negative charges are observed on Ti atom rows (O_{ad}^- and $\text{O}_{\text{ad}}^{2-}$). $\text{O}_{\text{ad}}^{2-}$ shows the brighter feature than O_{ad}^- . ($V_s = 0$ V, 2.0×3.5 nm², scale bar 0.5nm)