

# 原子間力顕微鏡による酸化チタン表面上の酸素分子の 回転制御

## Tip-Induced Control of Oxygen Molecular Rotation on the Rutile TiO<sub>2</sub> (110) Surface using Atomic Force Microscopy

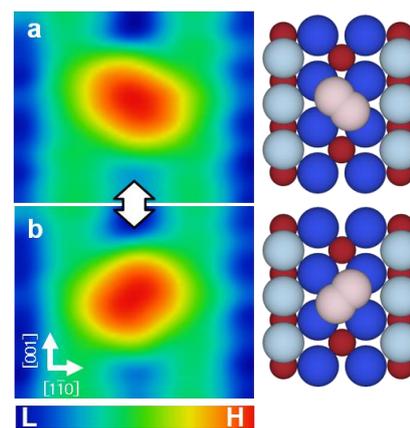
阪大院工 °(D) 安達 有輝, 菅原 康弘, 李 艶君

Osaka Univ. °Yuuki Adachi, Yasuhiro Sugawara and Yan Jun Li

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

**[研究背景]** 機能性表面である二酸化チタン(TiO<sub>2</sub>)表面上において単分子レベルで吸着状態を調べることは、触媒開発の分野において特に重要である[1,2]。また、酸素分子(O<sub>2</sub>)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非常に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<sub>2</sub>の触媒反応機構を理解する上で、O<sub>2</sub>とTiO<sub>2</sub>の相互作用の理解は極めて重要である。そこで、今回、そのメカニズム解明のために、原子間力顕微鏡を用いて、TiO<sub>2</sub>表面上に吸着したO<sub>2</sub>の吸着状態の解明を原子スケールで行った。

**[実験方法・結果]** 本研究では、超高真空・極低温環境で動作する周波数変調方式原子間力顕微鏡 (FM-AFM)を用いた。STMの場合、非弾性トンネルによって分子を回転させることが可能だが、電子を受け取って解離しやすい酸素分子にこの手法は適していない。そこで、本研究では、電場を用いた回転制御に挑戦した。試料はルチル型TiO<sub>2</sub>(110)を用い、酸素ガスの曝露を室温で行った。図1は、ルチル型TiO<sub>2</sub>(110)表面上に吸着したO<sub>2</sub>を示している。本研究結果から、吸着したO<sub>2</sub>は、2つの双安定な吸着状態(図1aとb)を持つことがわかった。さらに、探針試料間に電場を加えることによって、この2つの双安定状態間を制御できることにも成功した。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原子レベルで解明する。



**Figure 1** | a, b Two stable configurations of single oxygen molecular obtained by NC-AFM. The two configuration can be switch each other. Imaging parameter: V<sub>DC</sub> = 0V, 1.3nm<sup>2</sup>×1.4nm<sup>2</sup>

### 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. Adachi, H. F. Wen, Q. Z. Zhang, M. Miyazaki, Y. Sugawara, H. Q. Sang, J. Brndiar, L. Kantorovich, I. Štich, Y. J. Li, *ACS NANO* **13** (6), pp. 6917-6924 (2019).