

Anatase TiO₂ (001)表面の2次元電子状態制御 Control of two-dimensional electronic states at anatase TiO₂ (001) surface

湯川龍¹、 簗原誠人¹、 志賀大亮^{1,2}、 北村未歩¹、 三橋太一^{1,2}、
小林正起¹、 堀場弘司¹、 組頭広志^{1,2}

1 KEK-PF、 2 東北大院理

酸化物半導体表面に形成される2次元電子状態(2DES)においては、ドーピング量に依存しないサブバンド構造の形成[1]や巨大スピン分裂[2]などの特異な電子状態を示すことが報告され、新たな量子物性探索の場として注目が集まっている。近年、アナターゼ型酸化チタン(a-TiO₂)の(001)表面において、光照射による金属状態の形成が角度分解光電子分光(ARPES)法を用いた研究で報告された[3]。しかしながら、この光照射による a-TiO₂ 表面の金属状態においては、実験によって次元性の異なる振る舞いが報告されている[3,4]。

a-TiO₂ 表面に形成される 2DES の本質を明らかにするためは、よく定義された量子化状態の形成が必要不可欠である。そこで我々は、表面にのみ電子ドーピング可能な K 吸着法に注目して、KEK-PF BL-2A MUSASHI ビームラインに設置した「*in situ* 角度分解光電子分光-レーザー-MBE 複合装置」を用いて K 吸着に伴う a-TiO₂ 表面の電子状態の変化を調べた。得られた K 吸着前後の a-TiO₂ 表面の ARPES 結果を図1(a)に示す。K 吸着により金属状態の Fermi 波数が増大することから、K 吸着により a-TiO₂ 表面へ電子がドーピングされることが確認された。また、この金属状態では明確な量子化準位が見て取れる。これらのことから、K 吸着により2次元的な金属状態が形成され、その2次元状態密度(n_{2D})を制御可能であることが分かった[図1(b)]。さらに、詳細なスペクトル解析の結果、この 2DES は電子ドーピングによりポーラン状態から Fermi 液体状態へと転移することが明らかになった[5]。

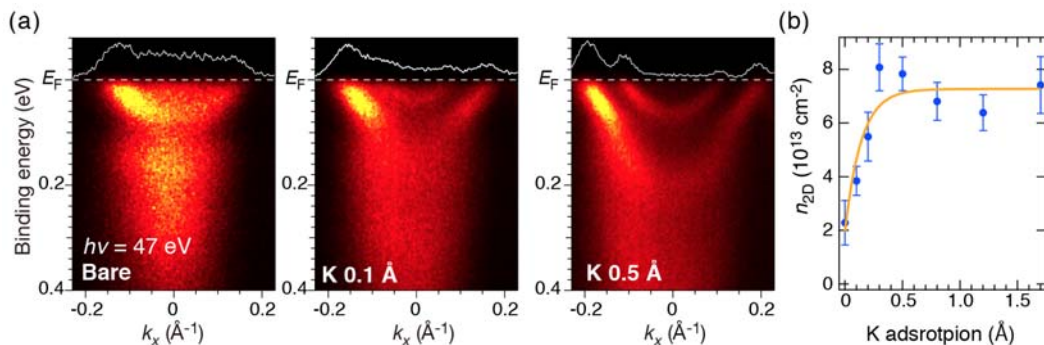


図1 (a) K吸着における a-TiO₂ (001)表面の ARPES イメージと(b) 2次元状態密度の変化。

- [1] A. F. Santander-Syro *et al.*, Nature **469**, 189 (2011).
- [2] A. F. Santander-Syro *et al.*, Nat. Mater. **13**, 1085 (2014).
- [3] S. Moser *et al.*, Phys. Rev. Lett. **110**, 196403 (2013).
- [4] T. C. Rödel *et al.*, Phys. Rev. B **92**, 41106 (2015).
- [5] R. Yukawa *et al.*, Phys. Rev. B **97**, 165428 (2018).