

## K 吸着した Anatase-TiO<sub>2</sub> (001)表面の 2 次元電子状態 Two-dimensional electronic states at the K-adsorbed Anatase-TiO<sub>2</sub> (001) surface

湯川龍<sup>1,\*</sup>, 簗原誠人<sup>1</sup>, 志賀大亮<sup>1,2</sup>, 北村未歩<sup>1</sup>, 三橋太一<sup>1,2</sup>,  
小林正起<sup>1</sup>, 堀場弘司<sup>1</sup>, 組頭広志<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>放射光科学研究施設, 〒305-0801 つくば市大穂 1-1

<sup>2</sup>東北大学大学院理学研究科, 〒980-8578 青葉区荒巻青葉 6-3

Ryu Yukawa<sup>1,\*</sup>, Makoto Minohara<sup>1</sup>, Daisuke Shiga<sup>1,2</sup>, Miho Kitamura<sup>1</sup>, Taichi Mitsuhashi<sup>1,2</sup>,  
Masaki Kobayashi<sup>1</sup>, Koji Horiba<sup>1</sup>, and Hiroshi Kumigashira<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Photon Factory, 1-1 Oho, Tsukuba, 305-0801, Japan

<sup>2</sup> Department of Physics, Tohoku University, 6-3 Aramaki, Aoba, 980-8578, Japan

### 1 はじめに

近年、アナターゼ型酸化チタン (a-TiO<sub>2</sub>) の表面において照射による酸素欠陥に起因した 2 次元電子状態が形成されることが報告され[1]、新たな量子物性探索の場として注目が集まっている。しかしながら、照射では酸素欠損 (電子ドナー) の分布が一意に決まらないため、2 次元電子状態由来の現象を特定することが難しいという問題がある。そのため、今回我々は、表面への電子ドープ手法として、a-TiO<sub>2</sub> 表面へのポタシウム (K) 吸着を試みた[2]。K 吸着により a-TiO<sub>2</sub> (001)表面に擬似的な電界効果型トランジスタ (FET) 構造を形成させることで、よく定義された電子ドープを行い、表面に誘起された 2 次元電子状態を角度分解光電子分光 (ARPES) により明らかにしたので報告する。

### 2 実験

実験は 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 複合装置を用いて行った。高品質 Anatase 薄膜をパルスレーザー堆積法により作製し、表面に超高真空中で K を吸着させた。K 吸着前後で光電子分光測定を行い、表面キャリアドープに伴う電子状態の変化を捉えた。

### 3 結果および考察

図 1 (a)に a-TiO<sub>2</sub> (001)清浄面における K 吸着前後でのフェルミ面を示す。K 吸着に伴いフェルミ面の面積が増大していることが見て取れる。このことは、K/a-TiO<sub>2</sub> 擬 FET 構造の形成により a-TiO<sub>2</sub> (001)表面に電子がドープされたことを示している。このドープされた電子が 2 次元性を示すことを調べるために、図中の cut A で ARPES 測定を行った結果を図 1 (b)に示す。明瞭なサブバンド構造が見られることから、a-TiO<sub>2</sub> (001)表面に 2 次元電子状態が形成していることが示された。さらに、三角ポテンシャル近似を用いた詳細な解析の結果、ドープされた電子は表面近傍 1~2 nm の領域に閉じ込められていることが明らかになった。

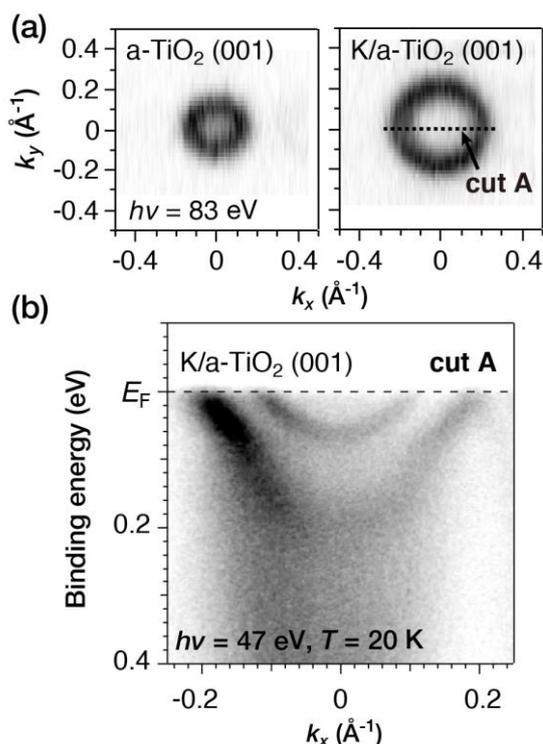


図 1 : (a) K 吸着前後における a-TiO<sub>2</sub> 表面のフェルミ面と (b) cut A における ARPES イメージ。

### 4 まとめ

K 吸着前後で a-TiO<sub>2</sub> (001)表面における電子状態の変化を角度分解光電子分光法により測定することで、K/a-TiO<sub>2</sub> 擬 FET 構造の形成により a-TiO<sub>2</sub> (001)表面に電子がドープされたことが示された。さらに、明瞭なサブバンド構造が見られることから、a-TiO<sub>2</sub> (001)表面に 2 次元電子状態が形成していることが示された。

### 謝辞

本研究は科学研究費補助金 (基盤研究 (B) 課題番号 25287095、基盤研究 (A) 課題番号 16H02115) および、物質構造科学研究所量子ビーム研究支援事業の支援を受けて実施された。

参考文献

- [1] S. Moser *et al.*, Phys. Rev. Lett. **110**, 196403 (2013).
- [2] Y. K. Kim *et al.*, Science **345**, 187 (2014).

\* ryukawa@post.kek.jp