

In situ 角度分解光電子分光法による Anatase-TiO₂(001) 表面の 2 次元電子状態発現機構の解明

In situ Angle-Resolved Photoelectron Spectroscopy Study on a Two-Dimensional Electronic States at the Anatase-TiO₂(001) Surface

湯川龍^{1,*}, 義原誠人¹, 三橋太一^{1,2}, 北村未歩¹,
小林正起¹, 堀場弘司¹, 組頭広志^{1,2}

¹放射光科学研究施設, 〒305-0801 つくば市大穂 1-1

²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^{1,*}, Makoto Minohara¹, Taichi Mitsuhashi^{1,2}, Miho Kitamura¹,
Masaki Kobayashi¹, Koji Horiba¹, and Hiroshi Kumigashira^{1,2}

¹Photon Factory&CMRC, 1-1 Oho, Tsukuba, 305-0801, Japan

²Department of Physics, Tohoku University, Sendai, 980-8578, Japan

1 はじめに

酸化物半導体表面における低次元電子状態の制御は、新奇量子状態の研究や次世代電子デバイスの開発において必要不可欠な技術である。近年、酸化チタン(TiO₂)の結晶形態の 1 つであるアナターゼ型酸化チタン (Anatase) の表面において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]、Anatase-TiO₂ 表面が新たな低次元量子物性の舞台として注目されている。酸素欠陥は結晶構造を壊し、電気伝導を阻害するため、詳細な電子物性の議論やデバイスへの応用に適さない。そのため、他の手法による Anatase 表面の 2 次元電子状態の制御が期待されている。今回我々は、Anatase (001)清浄面にアルカリ金属であるポタシウム (K) を吸着させることで、表面へのキャリアドーピングとそれに伴う 2 次元電子液体の形成に成功したので報告する。

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、表面キャリアドーピングに伴う価数と電子状態の変化を捉えた。

3 結果および考察

図 1 に Anatase(001)清浄面に K 吸着した前後での Ti 2*p* 内殻準位のスペクトルを示す。K 吸着に伴い Ti³⁺のピークが Ti 2*p* 内殻準位の低結合エネルギー側に生じることが分かる。本結果は K 吸着により Anatase 表面の Ti サイトに電子が移動した事を示す。さらに、この変化に対応してフェルミ準位近傍では 2 次元電子状態の増大がみられた。

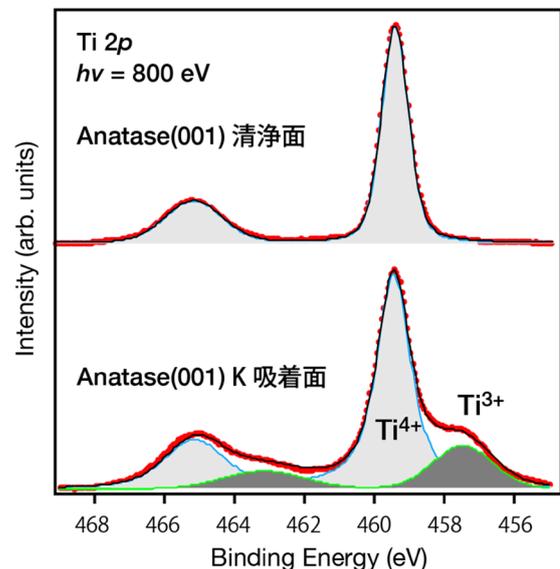


図 1 : K 吸着前後における Anatase (001)表面の Ti 2*p* 内殻光電子分光スペクトルの変化。

4 まとめ

K 吸着前後で Anatase(001)表面における電子状態の変化を光電子分光法により測定することで、Anatase 表面への K によるキャリアドーピング機構が 2 次元電子液体発現に寄与することを示した。

謝辞

本研究は科学研究費補助金 (基盤研究 (B) 課題番号 25287095) 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).

* ryukawa@post.kek.jp