

K 蒸着した VO₂ 薄膜における単斜晶系金属相の出現

Emergence of Metallic Monoclinic States of VO₂ Films Induced by K Deposition

東北大多元研¹, KEK 物構研²

志賀 大亮^{1,2}, 簗原 誠人², 北村 未歩², 湯川 龍², 堀場 弘司², 組頭 広志^{1,2}

IMRAM, Tohoku Univ.¹, IMSS, KEK²,

D. Shiga^{1,2}, M. Minohara², M. Kitamura², R. Yukawa², K. Horiba², H. Kumigashira^{1,2}

E-mail: shiga@post.kek.jp

【はじめに】二酸化バナジウム (VO₂) は、室温付近で構造相転移とともに数桁に渡る巨大な電気伝導率の変化を伴った金属-絶縁体転移 (MIT) を示すことから、基礎研究のみならずデバイス応用の観点からも盛んに研究が行われている。近年、電気二重層トランジスタ構造を用いたゲート電圧印加により、VO₂ の MIT 温度が抑制可能であることが報告されたが、この電界誘起 MIT の起源については未だ議論が続いている[1,2]。この MIT 起源に迫るため、これまで我々は、VO₂ 薄膜表面への K 原子蒸着による表面キャリア注入[3,4]を試み、表面キャリア注入による絶縁体相 VO₂ の金属化と、それに伴う電子状態変化を *in situ* 光電子分光により明らかにしてきた[5]。今回我々は、このキャリア誘起 MIT に伴う結晶構造 (V イオンの二量化) の変化を直接観測するため、*in situ* 偏光依存 X 線吸収分光 (XAS) 測定を行ったので報告する。

【結果と考察】Figure 1(a)に、VO₂ 薄膜の MIT 前後における酸素 K 端 XAS スペクトル及びその線二色性 (LD) を示す。単斜晶系絶縁体相 VO₂ (250 K) の XAS スペクトルにおいては、V イオンの二量化により形成される反結合性 $d_{||}^*$ 状態[6]が観測されるのに対して、ルチル型金属相 VO₂ (320 K) では観測されていないことが分かる。一方で、K 蒸着後の K/VO₂ [Fig. 1(b)] においては、250 K で電子状態が金属化している[5,7]にもかかわらず $d_{||}^*$ 状態が観測された。このことは、K/VO₂ におけるキャリア誘起金属相が、単斜晶系 VO₂ に特有の V-V 二量化を維持した状態であることを示している。さらに、この「単斜晶系金属相」は、降温により単斜晶系絶縁体相 (150 K) へ、昇温によりルチル型金属相 (320 K) へと転移した。これらの結果は、表面キャリア注入された VO₂ では、単斜晶系絶縁体相とルチル型金属相との境界付近に新たな相である「単斜晶系金属相」が存在することを示唆している[7]。

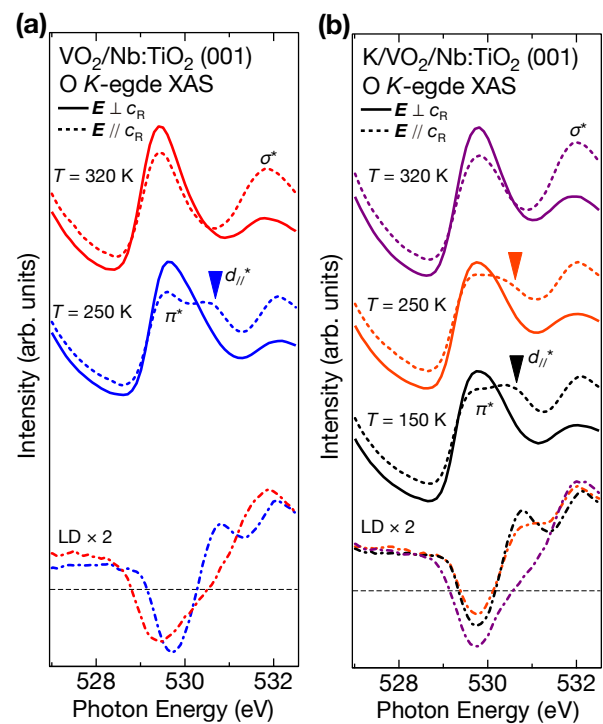


FIG. 1. Temperature dependence of O K-edge XAS spectra with different polarization and their LD spectra of VO₂/Nb:TiO₂ (001) films (a) before and (b) after K deposition.

- [1] M. Nakano *et al.*, Nature **487**, 259 (2012).
- [2] J. Jeong *et al.*, Science **339**, 1402 (2013).
- [3] Y. K. Kim *et al.*, Nat. Phys. **12**, 37 (2016).
- [4] R. Yukawa *et al.*, Phys. Rev. B **97**, 165428 (2018).
- [5] 志賀大亮 他, 第 65 回応用物理学会春季学術講演会, 20a-C102-5 (2018).
- [6] T. C. Koethe *et al.*, Phys. Rev. Lett. **97**, 116402 (2006).
- [7] D. Shiga *et al.*, arXiv:1811.10070 (2018).