

バルク敏感スピン分解光電子分光による CrO_2 の本質的なハーフメタル性の解明

Intrinsic Half-metallicity of CrO_2 Revealed by Bulk-sensitive Spin-resolved

Photoemission Spectroscopy

岡山大院自然¹, 岡山大異分野基礎研²

○藤原弘和¹, 砂川正典¹, 寺嶋健成², 橋高朋子¹, 尾形誠¹, 脇田高德², 村岡祐治^{1,2}, 横谷尚睦^{1,2}

Okayama Univ.,¹ Research Institute for Interdisciplinary Science, Okayama Univ.²

○H. Fujiwara,¹ M. Sunagawa,¹ K. Terashima,² T. Kittaka,¹ M. Ogata,¹ T. Wakita,² Y. Muraoka,^{1,2} T. Yokoya^{1,2}

E-mail: fujiwara.h@s.okayama-u.ac.jp

CrO_2 のハーフメタル強磁性はバンド計算から予言され^[1]、後に CrO_2 薄膜に対するアンドレーエフ反射測定から 1.6 K の低温で、スピン偏極率が 90 % であることが報告された^[2]。さらに、室温の CrO_2 (100) 膜に対するスピン分解光電子分光 (スピン分解 PES) 測定では、フェルミ準位 E_F 上で 95 % のスピン偏極率が観測された^[3]。しかしながら、 CrO_2 表面は容易に反強磁性体 Cr_2O_3 へ変質することが知られており、 CrO_2 の本質的な電子状態を観測することは困難であった^[4]。上述のスピン分解 PES の先行研究においても、Cr 3d バンドのエネルギーや E_F 上の光電子強度が小さい等、 Cr_2O_3 の生成が強く示唆されており、現在まで CrO_2 の本質的なスピン分解電子状態は決定されていないと考えられる。

本研究では CrO_2 の本質的なスピン分解電子状態を観測するために、Xe 放電管を搭載したバルク敏感測定可能なスピン分解 PES 装置を岡山大学に建設した。従来のスピン分解 PES 測定では $h\nu = 20\text{--}100$ eV (光電子脱出深さ $l \sim 5\text{--}10$ Å^[5]) の光が励起光として用いられてきたが^[6]、本装置では Xe I 共鳴線 ($h\nu = 8.44$ eV, $l \sim 50$ Å^[5]) の低エネルギー光源を用いることでバルク敏感測定を可能にした。

図 1 に、閉鎖系 CVD 法で作製した高品質 $\text{CrO}_2/\text{TiO}_2(100)$ 膜^[7] に対して測定したバルク敏感スピン分解 PES スペクトルを示す^[8]。40 K の spin up スペクトルにおいてフェルミ端を観測し、spin down スペクトルにおいて 0.5 eV のギャップを観測した。これは CrO_2 が低温でハーフメタルであることを示している。また、室温ではスピン偏極率 40 % まで減少しており、これはスピン偏極率の温度変化は磁化の温度変化とよく対応している。これらの結果は、バルク敏感性の向上が CrO_2 のハーフメタル性解明に重要であることを強く示しており、バルク敏感スピン分解 PES が今後当分野において広く活用されることが期待される。

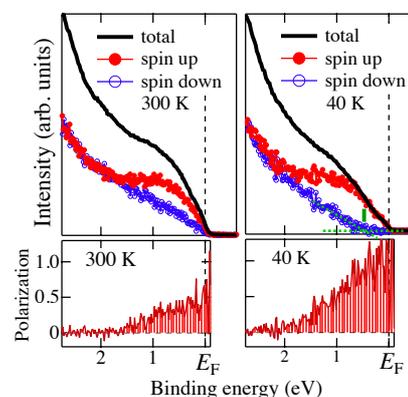


図 1 : 300 K と 40 K での CrO_2 のスピン分解 PES スペクトルとスピン偏極率^[8]

[1] K. Schwarz, J. Phys. F: Met. Phys. **16**, L211 (1986). [2] R. J. Soulen Jr. *et al.*, Science **282**, 2 (1998).

[3] Y. S. Dedkov *et al.*, Appl. Phys. Lett. **80**, 4181 (2002). [4] C. A. Ventrice Jr. *et al.*, J. Phys.: Condens. Matter **19**, 315207 (2007).

[5] M. P. Seah *et al.*, Surf. Interface Anal. **1**, 2 (1979). [6] A. Kakizaki, Acta Physica Polonica A **91**, 649 (1997).

[7] K. Iwai *et al.*, J. Appl. Phys. **108**, 043916 (2010). [8] H. Fujiwara *et al.*, Appl. Phys. Lett. **106**, 202404 (2015).