

ハーフメタル CrO_2 のスピン脱偏極の起源：高分解能スピン分解光電子分光

Origins of spin depolarization in half-metal CrO_2 :

High-resolution spin-resolved photoemission spectroscopy study

岡山大院自然¹, 岡山大基礎研², 東大物性研[○]藤原弘和¹, 寺嶋健成², 砂川正典¹,
矢野佑幸¹, 吉井文哉¹, 松浦由佳¹, 矢治光一郎³, 原沢あゆみ³, 黒田健太³, 辛埴³,
脇田高德², 村岡祐治^{1,2}, 横谷尚睦^{1,2}

Dept. of Natural Sciences Okayama Univ.¹, RIIS Okayama Univ.², ISSP³, [○]Hirokazu Fujiwara¹,
K. Terashima², M. Sunagawa, Y. Yano, F. Yoshii, Y. Matsuura, M. Ogata, K. Yaji, A. Harasawa,
K. Kuroda, S. Shin, T. Wakita, Y. Muraoka, T. Yokoya

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

理想的なハーフメタルはフェルミ準位 (E_F) にある電子が完全にスピン偏極した物質である。しかし多くのハーフメタル候補物質では、低温においてさえスピン偏極率は 100% には満たない[1]。 CrO_2 は 1986 年にハーフメタル性が予言された物質で[2]、実験的に低温で 90% 以上のスピン偏極率が多く報告されている最も信頼性の高いハーフメタルである[1,3]。しかし、低温から室温へ昇温すると、トンネル磁気抵抗から得られる CrO_2 のスピン偏極率は、マクロな磁化からは説明できない急速なスピン脱偏極を示す[4]。この原因は①磁気トンネル接合 (MTJ) の界面における散乱②多体効果による電子状態の変化、が主に挙げられる[5]。これらの効果のどちらがこのスピン脱偏極に支配的に寄与するかは解明されていない。この問題が未解明である要因として、最安定なクロム酸化物 Cr_2O_3 が表面を覆っていない CrO_2 試料を作製することが困難であること、及び上記②の電子状態の変化を十分なエネルギー分解能で直接観測できる実験手法がなかったことが挙げられる。

本研究では、 CrO_2 の昇温に伴うスピン脱偏極の起源を解明するために、独自の閉鎖系化学気相成長法によって Cr_2O_3 の量を抑えた高品質 CrO_2 膜に対して、世界最高エネルギー分解能のスピン分解光電子分光装置を用いた実験を行なった。得られたスピン偏極率を Fig. 1 に示す。昇温に伴う 100 meV 以上のエネルギーに渡るスピン脱偏極に加えて、80 K 以上の温度で 10 meV から E_F に向かうスピン脱偏極(図中灰色部分)を初めて直接的に観測した。これらのスピン脱偏極は MTJ 界面がなくても起きており、物質固有の電子状態の変化に起因するものである。この成果は従来の分解能 (> 100 meV) では得られず、ハーフメタルの磁気輸送特性の理解には E_F 近傍の微細な電子構造の観測が極めて重要であることを示している。講演では、理論計算及びマクロ物性との比較からスピン脱偏極の起源を議論し、スピン偏極率を室温まで高く維持する方法を提案する。

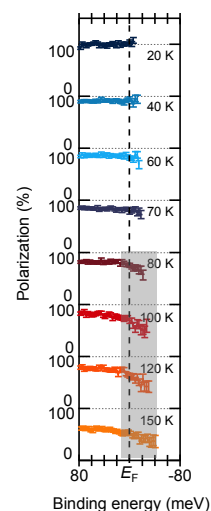


Fig. 1 Spin polarization of CrO_2 obtained by spin-resolved photoemission spectroscopy measurements.

- [1] E. Y. Tsymbal and I. Žutić (eds.), *Handbook of Spin Transport in Magnetism* (CRC Press, Boca Raton, FL, 2012).
[2] K. Schwarz, J. Phys. F: M: Met. Phys. **16**, L211 (1986). [3] H. Fujiwara *et al.* Appl. Phys. Lett. **106**, 202404 (2015).
[4] A. Gupta *et al.*, Appl. Phys. Lett. **78**, 1894 (2001). [5] R. Skomski, J. Phys.: Condens. Matter **19**, 315202 (2007).