

Mn 3s-2p 共鳴軟 X 線発光における交換分裂に対する金属絶縁体転移の影響 Effect of Metal-Insulator Transition on Exchange Splitting in Mn 3s-2p Resonant Soft X-ray Emission Spectrum

田口幸広,^{1,*} 今西幸樹,¹ 三村功次郎,¹ 手塚泰久²

¹大阪公立大学大学院, 工学研究科, 〒599-8531 大阪府堺市中区学園町 1-1

²弘前大学大学院, 理工学研究科, 〒036-8561 青森県弘前市文京町 3

Yukihiro TAGUCHI,^{1,*} Kouki IMANISHI,¹ Kojiro MIMURA,¹ and Yasuhisa TEZUKA²

¹ Graduate School of Engineering, Osaka Metropolitan University, Sakai 599-8531, Japan

² Graduate School of Science and Technology, Hirosaki University, Hirosaki 036-8561, Japan

1 はじめに

3d 遷移金属化合物の 3s 内殻準位光電子分光(PES)スペクトルは、3s 光電子放出後の 3s 電子と 3d 電子との間の交換相互作用によってピーク分裂を示すことがある。3d 遷移金属の 3s 正孔の寿命幅は 2 eV 以上と大きいと、電荷移動サテライトの寄与が大きくなり、かつ交換分裂幅がある程度大きな場合、複雑な多重項構造は覆い隠され、単純な 2 ピーク構造となる。3d 遷移金属 3s→2p 軟 X 線発光も、その終状態に 3s 正孔を残すため、3s PES 同様、3s-3d 交換相互作用による分裂が期待される。実際、Mn 酸化物の Mn 3s→2p_{1/2} 共鳴軟 X 線発光分光(RXES)スペクトルでは、励起光を Mn 2p_{1/2} 吸収ピーク位置に設定した場合に明瞭な交換分裂が観測され、その分裂幅と Mn の形式価数に相関があることが確認されている[1]。この相関関係は Mn 酸化物の 3d スピンの定量に有用と期待される。3s-2p RXES は、3s PES と比べ、信号強度で劣るが、試料の電気伝導性を問わず、検出深さが約 100 nm とよりバルク敏感になっている。

Acker らは Fe を含む多様な物質の Fe 3s PES を測定し、絶縁体や半導体では交換分裂幅と Fe の磁気モーメントに相関が見られるが、金属では相関が見られず分裂幅がほぼ一定となることを報告した[2]。このような相関の有無には、Fe 3d 電子が局在的か遍歴的かという本質的な原因や、表面敏感な PES が酸化した金属表面の影響を大きく受けているなど副次的な原因が考えられる。そこで我々は、試料の電気伝導性が 3s 交換分裂に与える影響を調べるため、金属絶縁体転移(MIT)を示す La_{0.84}Sr_{0.16}MnO₃ の Mn 3s→2p_{1/2} RXES スペクトルを MIT 前後の温度で測定した。

2 実験

RXES 測定は、KEK-PF BL-13A に設置された軟 X 線発光分光器を用いて行った。垂直偏光した入射光を試料に照射し、水平面内へ散乱角 90° で放出された発光を検出した (偏光保存配置)。励起光エネルギーは、Mn 2p X 線吸収の 2p_{1/2} ピーク位置に設定した。測定に用いた試料は、La_{0.84}Sr_{0.16}MnO₃ 多結晶焼結体

のペレットで、帯磁率測定によって確認した転移温度は 242 K であった[3]。

3 結果および考察

図 1 に La_{0.84}Sr_{0.16}MnO₃ の Mn 3s-2p RXES スペクトルを示す。赤丸が 300 K、黒線が 185 K である。550 ~ 560 eV のピークが 3s→2p_{3/2} 発光によるもの、560 ~ 573 eV の幅広い 2 ピーク構造が 3s→2p_{1/2} 発光によるものである。MIT 前後で全体の RXES スペクトル形状はほとんど変化していない。また、3s→2p_{1/2} 発光の交換分裂幅も 4.1 eV と変化は見られなかった。この分裂幅は文献 1 で観測された相関から予想される値と一致する。これらの結果から少なくとも La_{0.84}Sr_{0.16}MnO₃ では 3s→2p_{1/2} RXES における交換分裂は MIT にともなう電気伝導性の変化の影響を受けないことがわかった。なお、MIT を示す Fe₃O₄ の Fe 3s-2p RXES 測定も試みているが、市販試料の純良性と冷凍機の性能の問題で成功に至っていない。

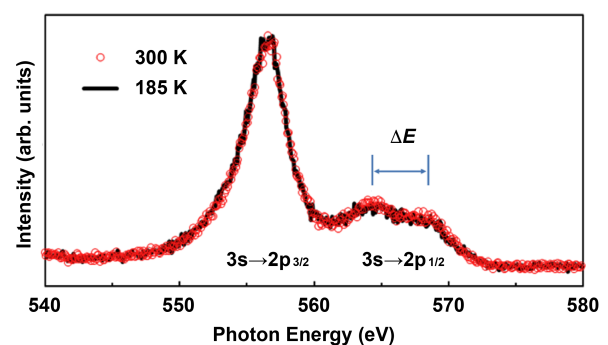


図 1 : La_{0.84}Sr_{0.16}MnO₃ の Mn 3s-2p RXES スペクトル。

参考文献

- [1] Y. Taguchi *et al.*, Trans. Mat. Res. Soc. Japan **41**, 341 (2016).
 - [2] J. F. van Acker *et al.*, Phys. Rev. B **37**, 6827 (1988).
 - [3] B. Dabrowski *et al.*, Phys. Rev. B **60**, 7006 (1999).
- * y.taguchi@omu.ac.jp