XAFS と電気抵抗の同時測定による CMR 物質における 絶縁体—金属転移の研究

Study on insulator-to-metal transition in CMR compounds by simultaneous XAFS and electric resistivity measurements

平賀 晴弘¹⁾,松村 大樹²⁾

Haruhiro HIRAKA and Daiju MATSUMURA

¹⁾ 東北大学 ²⁾ 原子力機構

<u>キーワード</u>:XAFS、銅酸化物超伝導体 LSCO、電子的相分離、Ni 不純物

<u>1. 目的</u>

絶縁体—金属転移(I-M 転移)は、電子の局在・遍歴性の違いが如実に現れる興味深い現象 である。固体物理において I-M 転移は電子相関を含む重要な問題の一つであり、その顕著な電 気抵抗変化は応用面にも大きな可能性を秘めている。巨大磁気抵抗(CMR)効果を示す Mn 酸化物では、電荷・スピン・軌道・格子の自由度が複雑に絡み合い、僅かな磁場・温度・圧力 などの外場変動で劇的な I-M 転移を誘発できることが知られている。近年、X 線照射による I-M 転移誘起が発見され[1]、学術的・応用的にも注目を集めている。本研究では、CMR 典型物質 の一つである Sm0.55Sr0.45MnO3(SSMO-Sr45%)単結晶を試料とし、同様に X 線を照射しな がら電気伝導度を測定することで、X 線誘起 I-M 転移の観測を目指す。更に、新たに XAFS 測 定を組み合わせることで、微視的視点から X 線誘起 I-M 転移の機構を解明する。

<u>2. 方法</u>

① I-M 転移直上の温度(~140 K)にて、標準4端子法で電気抵抗を測定しつつ、Mn-K 吸収端 より高いフォトンエネルギー(~6.6 keV)の放射光 X 線を照射する。その条件をスタートとし、 フォトンエネルギー・照射時間・偏光依存性、及び、I-V 特性・試料温度依存性を調査する。

 2 上記①の結果を参考に、光誘起 I-M 転移が起きる条件と起きない条件とで、XAFS 測定を行う。 Mn-K 吸収端を中心に、pre-edge, XANES, EXAFS と広 いエネルギー範囲で測定し、同時に電気抵抗をモニターし ておく。
S^m_{0.55}Sr_{0.45}MnO₃, single crystal SPring-8, BL14B1, Mn K-edge, E//MnO₂ plane

3. 研究成果

①EXAFS データ解析から Mn-0 原子間距離とその平均二乗変位 (図1)の温度変化を決めた。

②電気抵抗とX線照射 ON-OFF の相関を、時間変化として調べた。次頁図2に、転移温度直上の絶縁体相で行ったデータを示す。

図1. EXAFS から決めた Mn-O 原子間距離(上)と平 均二乗変位(下)の温度変化. T_{MI}(~130 K)は金属— 絶縁体転移温度.





図2. T_{MI} 直上の絶縁体相での X 線照射による、 電気抵抗の時間変化.

<u>4. 結論・考察</u>

(1)通常の温度変化によるバルクな金属-絶縁体転移からは、次の事が分かった。 T_{MI} にて Mn-0(1)原子間距離に跳びが生じる。これは、粉末 X 線回折から求めた平均構造としての格子定数の温度変化 (T_{MI} での不連続な変化[2])に対応する。また、 T_{MI} より 50K 以上高温側から、原子間距離の空間的な揺らぎ(乱れ)が増大することが分かった。電気抵抗率や中性子磁気散漫散乱の温度変化[3]と類似しており、電荷・スピン・構造が強く結合していることを示すものである。

(2)図2に示すように、X線照射による電気抵抗の落ち込み(およそ1Ω)が観られた。X線の侵入長が約1µm、T_{MI}での電気抵抗の低下がおよそ4桁[2]、表面以外の絶縁体相と表面金属相の2チャンネルから成る系と考えれば、X線照射による金属-絶縁体転移が表面で起きていることを定量的に示している。しかしながら、この電気抵抗低下現象には再現性がなかった。また、X線を20分以上照射して後に金属転移したが、そのように時間を要する理由も未だ分かっていない。再現性を含めた系統的な調査が必要である。

<u>5. 引用(参照)文献等</u>

- [1] V. Kiryukhin et al., Nature 386, 813 (1997).
- [2] Y. Tomioka et al., Appl. Phys. Lett. 70, 3609 (1997).
- [3] Y. Endoh et al., Phys. Rev. Lett. 94, 017206 (2005).