

Fe 置換した $\text{La}_{0.5}\text{Sr}_{1.5}\text{MnO}_4$ における X 線誘起相転移の研究 X-ray Photo-induced Phase Transition in Fe-doped Layered Manganite

八巻佑樹^{1,2*}, 山崎裕一², 中尾裕則², 村上洋一², 金子良夫^{3,4}, 十倉好紀^{3,4,5}

¹東北大学大学院理学研究科、〒980-8578 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-3

²高エネルギー加速器研究機構 構造物性研究センター、〒305-0801 つくば市大穂 1-1

³ERATO Multiferroics Project、〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1

⁴理化学研究所 強相関量子科学研究グループ、〒351-0198 埼玉県和光市広沢 2-1

⁵東京大学大学院工学系研究科、〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1

1 はじめに

光誘起相転移は、高速に物質の状態を変化できることから、応用上の観点からも盛んに研究されている。我々は Mn サイトに不純物を置換した $\text{La}_{0.5}\text{Sr}_{1.5}\text{MnO}_4$ において、電荷・軌道秩序相と強磁性相との間の双方向の X 線光誘起相転移を観測することに成功した。

2 実験

本研究では $\text{La}_{0.5}\text{Sr}_{1.5}\text{Mn}_{0.97}\text{Fe}_{0.03}\text{O}_4$ の単結晶を用いて、電荷・軌道秩序とともに生じる格子歪みを反映した(1/4 7/4 0)反射の散乱強度の測定を行った。入射 X 線のエネルギーは 6.5 keV で、BL-3A の 4 軸回折計を用いて実験を行った。また X 線照射下での交流磁化率の測定は、図 2 に示すようなコイルとロックインアンプ(LA)を用いて行った。

3 結果および考察

図 1 は 10 K と 70 K での格子歪みを反映した散乱強度の X 線照射時間依存性を示している。10 K における測定では、電荷・軌道秩序転移温度である 140 K よりも十分に高い温度から 10 K まで X 線を照射しない状態で温度を下げた後に測定を行っている。

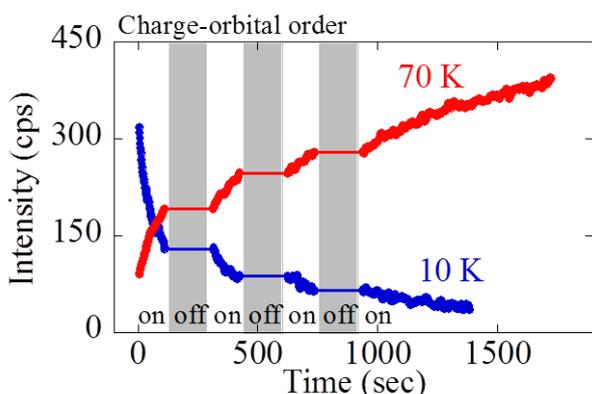


図 1 : $\text{La}_{0.5}\text{Sr}_{1.5}\text{Mn}_{0.97}\text{Fe}_{0.03}\text{O}_4$ における 10 K、70 K での格子歪みを反映した散乱強度の X 線照射時間依存性。

* yamaki@post.kek.jp

X 線の照射とともに散乱強度が減少し始め (図中の on の領域)、X 線を当てていない状態 (図中の off) では散乱強度は変化していない。この結果から散乱強度の減少は X 線の照射によって生じていることが分かる。一方で 10 K において強度が変化しなくなった状態から X 線を照射しないで 70 K に温度を上げて測定を行ったところ、10 K の場合とは逆に X 線の照射によって散乱強度が増加した。こちらも X 線を当てていない状態では強度が変化しないことから、X 線の照射によるものだと分かる。これらの結果から、X 線の照射によって 10 K では電荷・軌道秩序が抑制され、70 K ではより秩序化していると考えられる。

図 2 は 10 K、70 K における交流磁化率の変化量の X 線照射時間依存性である。変化量は、それぞれの照射時間における交流磁化率の値から初期値を引くことで求めている。これによって X 線を照射することで交流磁化率が、10 K では増加し、70 K では減少しているのが分かる。この系はもともと低温で CE タイプと呼ばれる反強磁性磁気秩序を示し、交流磁化率の増加・減少は強磁性成分の増加・減少に対応しているため、10 K では反強磁性/電荷・軌道秩序相から強磁性/電荷・軌道無秩序相への転移が、70 K ではその逆の転移が X 線の照射によって起っていると考えられる。

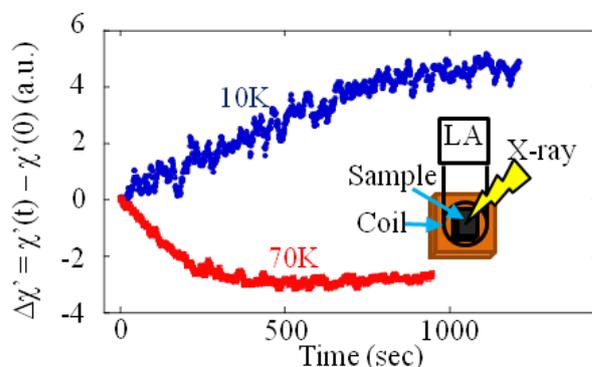


図 2 : $\text{La}_{0.5}\text{Sr}_{1.5}\text{Mn}_{0.97}\text{Fe}_{0.03}\text{O}_4$ における 10 K、70 K での交流磁化率の X 線照射時間依存性と交流磁化率の測定における実験配置の概念図(inset)。