

放射光を用いた Mn 酸化物薄膜の電荷軌道秩序の観測

奥山大輔^A, 中村優男^A, 若林裕助^B, Jong Seok Lee^C, 熊井玲児^D,
 田口康二郎^A, 有馬孝尚^E, 川崎雅司^{A,F}, 十倉好紀^{A,C,G}
 理研-CMRG^A, 阪大基礎工^B, ERATO-MF^C, 産総研^D, 東北大多元研^E,
 東北大 WPI^F, 東大工^G

系のミクロな電荷及び軌道の整列現象が、マクロな物性に大きな影響を与える事が良く知られている。例えば、巨大磁気抵抗効果が観測されているペロブスカイト Mn 酸化物では、外場の印加による電荷軌道秩序の融解によって強磁性金属へと相変化することにより、巨大な電気抵抗の変化が起こると理解されている。我々は、巨大磁気抵抗効果を示す Mn 酸化物の薄膜を利用したデバイス応用をも視野に入れて研究を行っているが、そのためにも様々な薄膜試料の形態の電荷軌道秩序特性を評価する事は非常に重要である。基底状態が電荷軌道秩序絶縁体である $\text{Pr}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$ 、基底状態が強磁性金属である $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ を用いて超格子薄膜や濃度傾斜薄膜を含む様々な薄膜試料を作製し、それぞれの電荷軌道秩序の特性を放射光を用いて調べた。具体的には、Fig. 1 (a)の c 軸方向に成長させた $\text{Pr}_{0.5}\text{Ca}_{0.5}\text{MnO}_3/\text{LSAT}(001)$ 薄膜、対称性の低い(0 1 1)軸方向に成長させた (b)の $\text{Pr}_{0.5}\text{Ca}_{0.5}\text{MnO}_3/\text{LSAT}(011)$ 薄膜である。更に、絶縁体と金属を 5 単位胞ずつ交互に積んで 15 回繰り返した (c)の $(\text{Pr}_{0.5}\text{Ca}_{0.5}\text{MnO}_3/\text{La}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{MnO}_3)^{15}/\text{LSAT}(011)$ 超格子薄膜、絶縁体と金属を基板位置に対して濃度傾斜させた (d)の $(\text{Pr}_{0.6}\text{Ca}_{0.4})_{1-y}(\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4})_y\text{MnO}_3/\text{LSAT}(011)$ 濃度傾斜薄膜を用いて放射光実験を行った。

実験の結果、測定した全ての薄膜で電荷軌道秩序由来の(1/4 1/4 0)反射を観測し、それを基にして電荷軌道秩序特性を評価した[1-3]。その結果、電荷軌道秩序状態を成長方位によって制御可能である事[1]、磁場中冷却によって電荷軌道秩序相の分率を制御できる事[2]、電荷軌道絶縁体—強磁性金属の二重臨界点付近の電荷軌道秩序の詳細が明かとなった[3]。

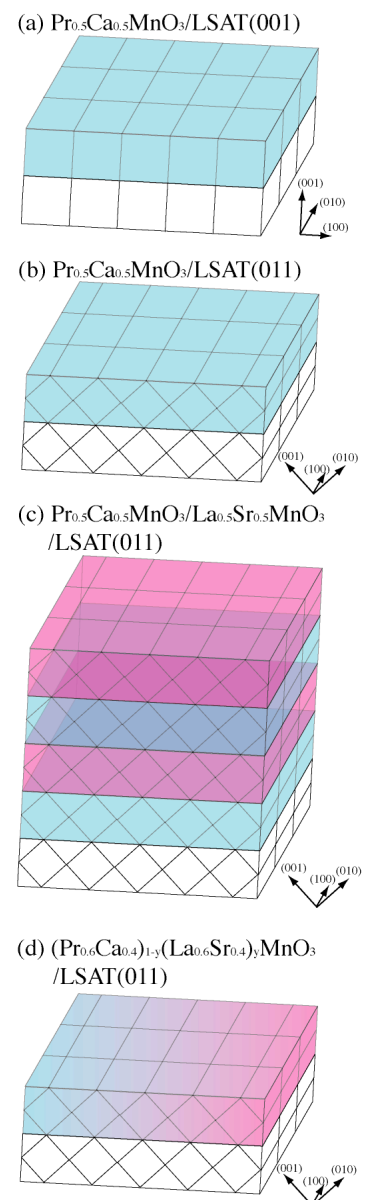


Fig. 1: 放射光実験で使用した (a) $\text{Pr}_{0.5}\text{Ca}_{0.5}\text{MnO}_3/\text{LSAT}(001)$ 薄膜 (b) $\text{Pr}_{0.5}\text{Ca}_{0.5}\text{MnO}_3/\text{LSAT}(011)$ 薄膜 (c) $(\text{Pr}_{0.5}\text{Ca}_{0.5}\text{MnO}_3/\text{La}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{MnO}_3)^{15}/\text{LSAT}(011)$ 超格子薄膜 (d) $(\text{Pr}_{0.6}\text{Ca}_{0.4})_{1-y}(\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4})_y\text{MnO}_3/\text{LSAT}(011)$ 濃度傾斜薄膜

[1] D. Okuyama *et al.*, Appl. Phys. Lett. 95, 152502 (2009). [2] M. Nakamura *et al.*, Adv. Mater. 22, 500 (2010). [3] J. S. Lee *et al.* to be published.