

共鳴軟 X 線散乱実験による人工超格子薄膜 $[(\text{LaMnO}_3)_3/(\text{SrMnO}_3)_3]$ の研究 Resonant soft x-ray scattering study of $[(\text{LaMnO}_3)_3/(\text{SrMnO}_3)_3]$ thin film

須田山貴亮^{1*}, 岡本淳¹, 山崎裕一¹, 中尾裕則¹, 村上洋一¹, 久保田正人², 山田浩之³, 澤彰仁³

¹KEK 物構研 PF/CMRC, 〒305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1

²原子力機構, 〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根 2-4

³産総研, 〒305-8562 茨城県つくば市東 1-1-1

1 はじめに

LaMnO_3 (LMO) と SrMnO_3 (SMO) で作製される超格子薄膜 $[(\text{LMO})_m/(\text{SMO})_n]$ において積層枚数である m と n を変化させることで興味深い物性を示すことが報告されている。特に $m = n = 2$ (L2S2) では反強磁性絶縁体 (AFI) と強磁性金属 (FM) との境界に位置し、外場を加えることにより巨大な磁気抵抗効果を示すことが報告されている[1]。これは $m = n = 3$ (L3S3) でも観測されており、AFI と FM の相競合が原因であると考えられている。また、この現象は $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ バルク試料やその薄膜では観測されておらず超格子の界面が重要であると考えられている。

加えて、我々は以前、 $m = n = 5$ (L5S5) の積層枚数の強磁性絶縁体における共鳴軟 X 線散乱実験結果を報告した。Mn の L 吸収端 ($2p \rightarrow 3d$) を用い、 $[(\text{LaMnO}_3)_5/(\text{SrMnO}_3)_5]$ をユニットセルとした場合に散乱ベクトル $Q = (0\ 0\ L)$ の超格子反射のスペクトルを調べた。その結果、 $L = 1$ が強磁性シグナルに対応した温度変化を示し、 $L = 2$ は顕著な温度変化を示さないことを示した[2]。本研究では、電気抵抗でクロスオーバー的な振る舞いを示す $m = n = 3$ (L3S3) の積層枚数を持つ薄膜について共鳴軟 X 線散乱実験を行い磁性についての研究を行った。

2 実験

高エネルギー加速器研究機構のフotonファクトリー BL-16A で人工超格子 Mn 薄膜 $[(\text{LMO})_3/(\text{SMO})_3]$ について共鳴軟 X 線散乱実験を行った。およそ 30 K から 260 K までの温度変化を測定した。

3 結果および考察

図 1 (a) は $[(\text{LaMnO}_3)_3/(\text{SrMnO}_3)_3]$ をユニットセルとした場合に $Q = (0\ 0\ L)$ における Mn の L 吸収端付近の共鳴散乱スペクトルである。測定温度は 40 K で行った。図 1 (b) は 1 (a) で得られたエネルギースペクトルから特徴的なピークである $L = 1$ で見られる peak A と $L = 2$ で見られる peak B の強度の温度変化である。Mn の吸収端で $Q = (0\ 0\ L)$ における $L = 1$ 、 $L = 2$ においてそれぞれ異なる温度変化を示す反射のシグナルを検出することが出来た。 $L = 1$ では L5S5 と同様に磁化測定で得られる強磁性転移を示す温度付近 (約 200 K) からシグナルが低温に向けて増大するのに対して、界面の情報を含む $L = 2$ の反射ではおよそ 150 K 付近から低温になるにつれてシグナルが増大する振る舞いを観測した。 $L = 2$ でのこの振る舞

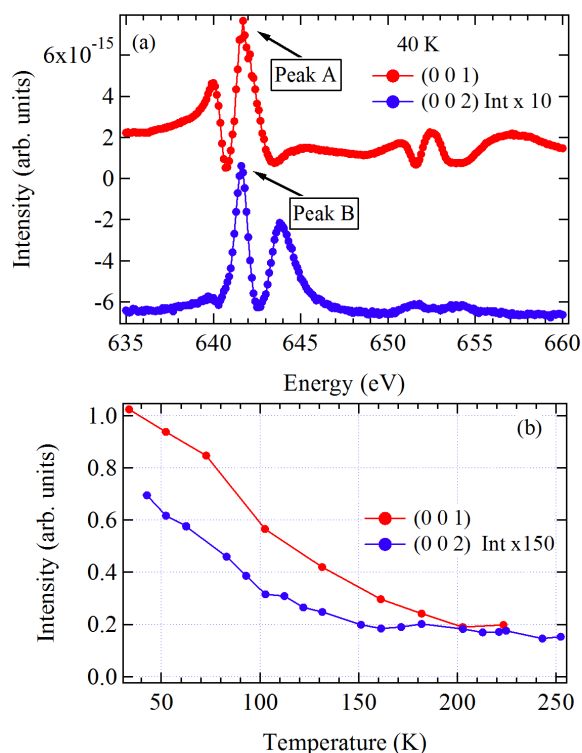


図 1 : (a) $Q = (0\ 0\ L)$ における $L = 1, 2$ の Mn 吸収端での共鳴散乱スペクトル、(b) $Q = (0\ 0\ 1)$ で見られる Peak A と (0 0 2) で見られる peak B の強度の温度変化

いは L5S5 のときでは見られないものであり、L3S3 の電気抵抗率測定で見られる特徴的なクロスオーバーに関連した磁気成分の振る舞いではないかと考えられる。

今後の研究課題として、磁気抵抗効果を解明する上で、磁場下での共鳴軟 X 線散乱実験を行うことが必要である。

参考文献

- [1] H. Yamada *et al.*, PRB **81** (2010) 014410.
[2] M. Kubota *et al.*, 日本物理学会 第 67 回年次大会 25aPS-42

* Takaaki.sudayama@kek.jp