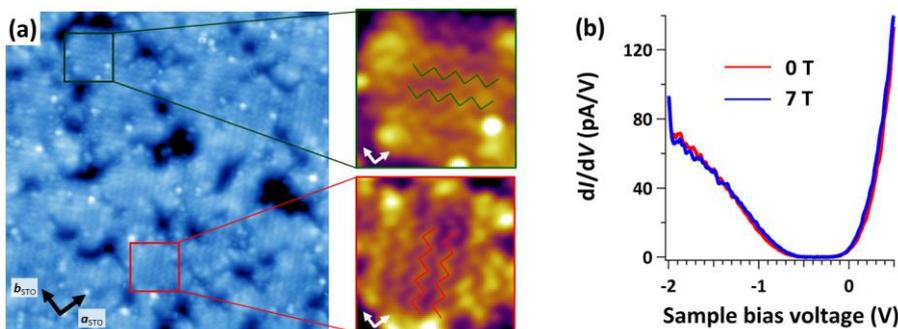


La_{0.7}Ca_{0.3}MnO₃ 薄膜表面における構造・電子状態の原子スケール観察Atomic-scale study of structural/electronic properties on a La_{0.7}Ca_{0.3}MnO₃ surface東北大AIMR¹, 理研², 物材機構³, 東大工⁴, JSTさきがけ⁵清水亮太¹, 岩谷克也², 大澤健男³, 中村俊也⁴, 安藤康伸⁴, 南谷英美⁴, 渡邊聡⁴, 一杉太郎^{1,5}Tohoku Univ¹, RIKEN², NIMS³, Univ. Tokyo⁴, JST-PRESTO²R. Shimizu¹, K. Iwaya², T. Ohsawa³, S. Nakamura⁴, Y. Ando⁴, E. Minamitani⁴, S. Watanabe⁴, and T. Hitosugi^{1,5}E-mail: shimizu@wpi-aimr.tohoku.ac.jp

[序] ホールドーピングしたマンガン酸化物は強磁性や超巨大磁気抵抗等の多彩な物性が発現する。しかしながら多層膜状のデバイス構造では強磁性転移温度の低下が見られるなど[1], 単一の薄膜と比較して期待通りの機能が発現してはいない。また膜厚が薄くなるに従って絶縁化し[2], その7-8ユニットセル高さといわれる不活性な層(dead layer)が他のペロブスカイト酸化物と比べて厚いことも報告されている。すなわち、マンガン酸化物では対称性が破れる表面・界面において特異な構造・電子状態をとることが示唆され、これを解明することは基礎物理からデバイス応用に至るまでの広範な課題である。そこで本講演では、極低温走査トンネル顕微鏡(STM)を用いて、強磁性金属状態を示すLa_{0.7}Ca_{0.3}MnO₃(LCMO)薄膜表面の観測を行い、最表面における構造・電子状態について報告する。

[実験と結果] 信光社製のNbドーピング(0.05 wt%)SrTiO₃(001)ステップ基板の上にパルスレーザー堆積法で基板温度850°C, 酸素分圧150 mTorrとして膜厚20 nmのLCMO薄膜を作製した。X線回折による(001)配向性と強磁性転移温度が約210 Kを示すことを確認している。成膜・徐冷後に超高真空中800°C, 1分間加熱して表面清浄化を行い、大気暴露することなく5 KにてSTM観察を行った[3]。

LCMO薄膜のSTM観察では、MnO₂終端面の擬ペロブスカイト構造に対応した(1×1)四角格子を確認した。この構造を詳細に解析すると、実際は $p4gm$ の対称性をもつ $(\sqrt{2} \times \sqrt{2})$ 構造であり、擬一次元的なジグザグドメイン構造を呈することがわかった(図a)。またこの表面上で得られたトンネルスペクトルはFermi準位付近でエネルギーギャップ(~ 0.4 eV)を示し、薄膜全体で見られる強磁性金属相とは異なり、最表面は絶縁化していた(図b)。La_{0.6}Sr_{0.4}MnO₃薄膜における光電子分光の先行研究においても、より深いバルク相と最表面の電子状態が異なることが報告されており[4], 本結果とも対応している。このように、マンガン酸化物の極薄膜や多層膜では表面・界面特有の構造及び電子状態の存在を認識する必要がある。



図(a): LCMO 薄膜の STM 像。
 $V_s = -2.0$ V, $I_t = 30$ pA, 25 nm 角。拡大図(3.5nm 角)では 2 方向のジグザグ構造が確認できる。

図(b): LCMO 薄膜上で得られたトンネルスペクトル。Fermi 準位付近でエネルギーギャップが見られ、外部磁場によらず表面が絶縁化している。

参考文献

- [1]: M. Bowen *et al.*, Appl. Phys. Lett. **82**, 233 (2003).
[3]: K. Iwaya *et al.*, Rev. Sci. Instrum. **82**, 083702 (2011).

- [2]: X. Hong *et al.*, Appl. Phys. Lett. **86**, 142501 (2005).
[4]: K. Horiba *et al.*, Phys. Rev. Lett. **93**, 236401 (2004).