

二次元化された LaNiO_3 薄膜の電子状態の基板依存性 Substrate dependence of electronic structure of LaNiO_3 ultrathin films

坂井延寿^{1*}、玉光雅智²、吉松公平²、堀場弘司²、尾嶋正治²、組頭広志^{1,2,3}

¹放射光科学研究施設 物質構造科学研究所、〒305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1

²東京大学工学系研究科応用化学専攻、〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1

³JST さきがけ、〒332-0012、埼玉県川口市本町4-1-8

1 はじめに

酸化物ヘテロ構造を利用して強相関酸化物を擬二次元化することで、新奇な物性を発現させようという試みが数多くなされている。常磁性伝導性酸化物である LaNiO_3 (LNO) においても、数原子層レベルの薄膜で新奇な絶縁相が生じることが報告されている[1]。この絶縁化では基板の違いによる臨界膜厚の違いも報告されており、基板応力による格子定数の違いや基板-薄膜界面における電荷移動が重要な役割を果たしている可能性がある。そこで、本研究では LNO の低次元化による絶縁化の起源を明らかにするために *in situ* 光電子分光、X線吸収分光により、LNO 薄膜の電子状態の膜厚依存性と基板依存性を調べた。

2 実験

LaserMBE 法により LNO を 1 ML から 100 ML の範囲で SrTiO_3 (STO) および LaAlO_3 (LAO) 基板上に堆積させた。膜厚制御は反射高速電子線回折の強度振動の観察により行った。試料は超高真空中を保ったまま測定槽に搬送し、*in situ* で光電子分光 (PES)、X線吸収分光 (XAS) 測定を行った。

3 結果および考察

図1にLAO、STO基板上にそれぞれ作製したLNO薄膜のフェルミ準位 (E_F) 近傍における光電子分光スペクトルを示す。どちらの基板上においても10 ML以上ではスペクトル形状にほとんど変化が見られていない。それに対して、10 ML以下では、Ni e_g 軌道由来のピーク強度が膜厚と共に徐々に減少していき、フェルミ準位上の状態密度が減少していることが見てとれる。

その結果、LNO薄膜はSTO上、LAO上共にそれぞれ臨界膜厚3 ML、2 MLで絶縁化する。しかしながら、その挙動は基板により大きく異なっている。LAO基板上の薄膜では、Valence band maximum (VBM) の位置をほぼ保ったまま、膜厚の減少と共に徐々に E_F 上の状態密度が減少していき、2MLで絶縁化する。これに対して、STO基板上の薄膜で

は3から4 MLにかけて、VBMが不連続に ~ 1.2 eVシフトすることで絶縁化する。

この観測された基板による絶縁化の違いが界面における電荷移動の有無に由来するか調べるために、X線吸収分光によって界面価数の評価を行った。LNO/LAO界面ではNiの価数は3価を保っているのに対して、LNO/STO界面では界面電荷移動によりNiの価数が2価へと変化していることが明らかになった。

以上の結果は、LNO薄膜の極薄膜領域の電子状態では界面電荷移動が重要な役割を担っていることを示している。

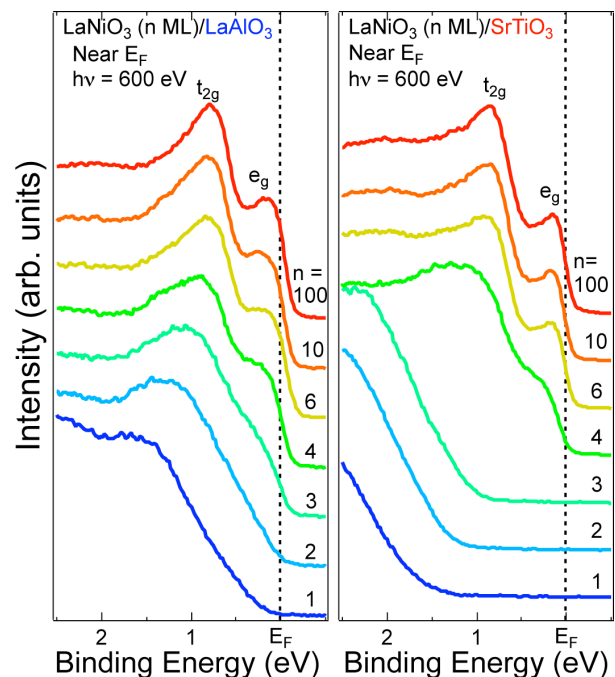


図1: STO、LAO基板上に作製したLNO薄膜のフェルミ準位近傍光電子分光スペクトル

参考文献

[1] R. Scherwitzl, *et al.*, Phys. Rev. Lett. **106**, 246403 (2011).

*enju@post.kek.jp