$LaAlO_3/LaNiO_3$超格子の高精度軟X線角度分解光電子分光

High Resolution SXARPES of $LaAlO_3/LaNiO_3$ Superlattices

菅　滋正[1)]　関山　明[1)]　藤原秀典[1)]　山崎篤志[2)]　西谷嘉人[2)]　Michael Sing[3)],
Goetz Berner[3)]　斉藤祐児[4)]　保井　晃[4)]

Shigemasa SUGA, Akira SEKIYAMA, Hidenori FUJIWARA, Atsushi YAMASAKI, Yoshito NISHITANI,
Michael SING, Goetz BERNER, Yuji SAITOH, Akira YASUI

[1)]大阪大学　[2)]甲南大学　[3)]ビュルツブルグ大学　[4)]原子力機構

（概要）
$LaAlO_3$は gap の大きな絶縁体、$LaNiO_3$は常磁性金属、$SrTiO_3$は絶縁体である。しかし$LaNiO_3$を 2 ユニットセル(uc)程度に薄くすると、冷却に伴い金属ー絶縁体転移を示し、さらに常磁性ー反強磁性転移を示すのに対し、それより厚い$LaNiO_3$では全温度域で常磁性金属に留まる。従って前 2 つのの酸化物ヘテロ接合系は人工的に電子状態の次元性や相転移を制御できる強相関電子系として近年世界的注目を集めている。また 1 番目と 3 番目の人工超格子では界面に金属相が出現することで注目される。今回これら超格子の電子状態を高精度軟 X 線角度分解光電子分光（SX-ARPES）で探ることに成功した。

キーワード：超高精度、埋もれた界面、共鳴光電子分光、角度分解光電子分光、波数空間

１．目的

gap の大きな絶縁体、常磁性金属あるいはそれらの異種物質を数ユニットセルずつ積層した超格子における界面付近の電子状態は特異な物性を示すことが知られて来た。これらヘテロ接合系は人工的に適切な超格子を作ることにより電子状態の次元性や相転移を制御できる強相関電子系として興味深い。そこで本研究ではこの人工制御できる超格子の電子状態を高精度軟 X 線角度分解光電子分光（SXARPES）で探り、機能性材料としての展望を蓄積することを目的とする。

２．方法

化学実験室でオゾンで表面を活性化させた試料を BL23SU の SX-ARPES の導入室において酸素中で 170C 加熱し表面清浄化を行った後、測定室 He クライオスタットに取り付ける。試料に応じて Ni あるいは Ti2p 内殻吸収を測定し、同時に共鳴光電子分光を行う。ついで共鳴下ならびに非共鳴下で価電子帯の ARPES を行い界面金属相の Fermi 面形状を精密測定する。

３．研究成果

LNO/LAO 4uc/4uc 試料の ARPES スペクトルで Fermi 面形状を求めることが出来た。極めてコントラストは弱いもののΓ点を横切る Fermi 面が観測された。比較実験として LAO/STO 超格子 4uc 試料の Ti2pXAS を測定し、いろいろなエネルギーで励起した共鳴下での角度分解光電子スペクトルを測定した。これら一連の測定から世界ではじめて、この物質の界面に現れる金属層の Fermi 面形状が求まった。共鳴で励起される Ti3d 価電子(これが研究対象である)に加えて、2 次光による Ti2p からの直接励起が測定範囲に重なるために真性の Ti3d 電子状態を観測することはこれまで不可能と思われていたが、BL23SU では 2 次光が弱い上にエネルギー分解能が高いので両者を鮮明に分離することに成功した。

４．結論・考察

LNO/LAO 4uc/4uc 試料ならびに LAO/STO 超格子 4uc 試料の Fermi 面形状を、共鳴光電子分光と SXARPES を組み合わせることで世界で初めて解明できたことは、物質開発上極めて大きな寄与と言える。しかも hν を微調することで、直接光電子励起の構造と共鳴光電子励起の構造とを分離できたことは、新しい手法として今後多くの利用研究を推進できるものと考えられる。研究目標はほぼ 100%達成されたと考えている。