

課題番号 : 2015B-E23

利用課題名 (日本語) : 軟 X 線角度分解光電子分光による 3 次元ペロブスカイト型イリジウム酸化物の強スピン軌道結合電子構造の解明

Program Title (English) : Strongly spin-orbit coupled electronic structures in three-dimensional perovskite iridates studied by soft x-ray angle-resolved photoemission spectroscopy

利用者名(日本語) : 山崎 篤志¹⁾, 吉見 千秋²⁾, 橘 祥一³⁾, 藤原 秀紀³⁾, 岩崎 大昌²⁾, 東野 勇志²⁾, 中川 広野¹⁾, 比嘉 友大¹⁾, 荒谷 秀和³⁾, 服部 竜大³⁾, 梶原 聖³⁾, 関山 明³⁾

Username (English) : A. Yamasaki¹⁾, C. Yoshimi²⁾, S. Tachibana³⁾, H. Fujiwara³⁾, D. Iwasaki²⁾, Y. Higashino²⁾, K. Nakagawa¹⁾, Y. Higa¹⁾, H. Aratani³⁾, T. Hattori³⁾, K. Kajiwara³⁾, A. Sekiyama³⁾

所属名(日本語) : 1) 甲南大学 理工学部, 2) 甲南大学 大学院自然科学研究科, 3) 大阪大学 大学院基礎工学研究科

Affiliation (English) : 1) Faculty of Science and Engineering, Konan University, 2) Graduate School of Natural Science, Konan University, 3) Graduate School of Engineering Science, Osaka University

キーワード : 軟 X 線角度分解光電子分光, イリジウム酸化物, ペロブスカイト型構造, スピン軌道相互作用

1. 概要 (Summary)

本課題の目的は、バルク単結晶では実現できないペロブスカイト型構造を持つイリジウム酸化物 SrIrO_3 単結晶薄膜に対して、軟 X 線角度分解光電子分光 (SX-ARPES) 実験を行い、3 次元波数空間でのバルク電子構造の全容を解明することである。

真空紫外領域では表面敏感性に起因する波数広がりや測定できる波数範囲が限られるため実験的に得る事が難しい高対称ラインでの Ir 5d 状態由来の電子構造を実験的に明らかにした。その結果と、これまで行ってきた Sr_2IrO_4 と $\text{Sr}_3\text{Ir}_2\text{O}_7$ での SX-ARPES 実験 (課題番号 : 2014A-E29, 2015A-E23) から得られた知見を活用することで、Ruddlesden-Popper 系列イリジウム酸化物の次元性の増加による絶縁体-金属転移を電子構造の変化として実験的に直接観測することに成功し、ミクロな観点からその起源について議論を行うことが可能となった。

2. 実験(目的,方法) (Experimental)

SPring-8 BL23SU に整備されている光電子分光ステーションにおいて、SX-ARPES 実験を行った。ペロブスカイト型イリジウム酸化物 SrIrO_3 に対して、 $h\nu=550-900\text{eV}$ の励起光により波数分解した価電子帯電子構造を観測した。BL23SU で得られる高いエネルギー分解能を活かして、波数空間での高対称線上の分散関係を詳細に測定した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

我々がこれまでに行った実験では、ブリルアンゾーンの高対称点である R 点 (π, π, π) と M 点 $(\pi, 0, \pi)$ とを結ぶ線上では、強いスピン軌道結合に由来する j_{eff} バンドがフェルミ準位を横切らずに、価電子帯内において折り返している、という理論結果との不一致が見られていた。今回、放射光の励起エネルギー可変性を駆使して、R (π, π, π) -X $(0, 0, \pi)$ ライン及び R (π, π, π) - Γ $(0, 0, 0)$ ラインを含む、全ての高対称ラインでのエネルギー分散関係を実験的に明らかにした。これにより、理論予測との不一致が見られるバンドと、整合するバンドの 2 種類が存在しており、 SrIrO_3 の金属状態はこのうちの理論予測と整合する $j_{\text{eff}}=1/2$ バンドによってのみ担われていることを明らかにした。これは、 SrIrO_3 が他の Ruddlesden-Popper 系列イリジウム酸化物と同様の合成全角運動量 J_{eff} を良い量子数とする $J_{\text{eff}}=1/2$ 基底状態にあることを示唆している。

4. その他・特記事項 (Others)

本研究は、日本原子力研究開発機構 斎藤祐児氏との共同研究です。 SrIrO_3 薄膜試料を提供頂きました理化学研究所 松野丈夫氏に感謝致します。本研究は、JSPS 科研費 15K05186 の助成を受けたものです。