

課題番号 : 2015A-E23

利用課題名(日本語) : 軟 X 線角度分解光電子分光による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強相関金属状態のバルク 3 次元構造解明と超伝導探索

Program Title (English) : Three-dimensional angle resolved photoemission study of perovskite iridates using soft x ray

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⁾, 中谷 泰博³⁾, 荒谷 秀和³⁾, 関山 明³⁾, Ozan Kirilmaz⁴⁾, 斎藤 祐児⁵⁾

Username (English) : A. Yamasaki¹⁾, C. Yoshimi²⁾, S. Tachibana³⁾, H. Fujiwara³⁾, D. Iwasaki²⁾, Y. Higashino²⁾, Y. Nakatani³⁾, H. Aratani³⁾, A. Sekiyama³⁾, O. Kirilmaz⁴⁾, Y. Saitoh⁵⁾

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, 4) ビュルツブルグ大学 物理研究所, 5) 日本原子力研究開発機構

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, 4) Physikalisches Institut der Universität Würzburg, 5) Japan Atomic Energy Agency

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, 高温超伝導体

1. 概要(Summary)

本課題では、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 単結晶薄膜と、Sr を La で置換することにより IrO_2 面に電子ドーピングした $\text{Sr}_{2-x}\text{La}_x\text{IrO}_4$ に対して、軟 X 線角度分解光電子分光 (SX-ARPES) 実験を行い、バルク電子構造の全容を解明することが目的である。

SrIrO_3 では、結晶構造を反映して波数空間内での 3 次元的なバルク電子構造を観測することに成功した。また、真空紫外領域の ARPES では測定できない高対称点周りの電子構造を詳細に調べた。その結果、これまでよく混成していると報告されていた $j_{\text{eff}}=1/2, 3/2$ バンドがそれぞれ明瞭に観測された。また、これまで報告されている理論計算結果との矛盾が見られ、さらなる理論研究の必要性を示唆するものとなった。

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、軟 X 線角度分解光電子分光実験を行った。ペロブスカイト型イリジウム酸化物 SrIrO_3 と $\text{Sr}_{2-x}\text{La}_x\text{IrO}_4$ に対して、 $h\nu=600-1000\text{eV}$ 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)

軟 X 線領域では、高いバルク感性に加えて、 $\text{O}2p$ 電子に対する $\text{Ir}5d$ 電子の光電子放出断面積が大きく、信頼性の高い $\text{Ir}5d$ 電子構造が観測可能である。 SrIrO_3 に対する実験では、 k_x-k_y 方向のフェルミ面と k_x-k_z 方向のフェルミ面は一致し、 IrO_6 八面体の回転による斜方晶歪みが電子構造に与える影響は小さいことが明らかとなった。また、観測された主たる分散関係は、立方晶での電子構造の計算結果とよく対応する。一方で、これまで電子構造に関する実験的な報告のない高対称点である R 点 (π, π, π) 付近では、 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も見られた。

Sr を La で部分置換した $\text{Sr}_{2-x}\text{La}_x\text{IrO}_4$ では、これまで低エネルギー励起の光電子分光で報告されている速い分散のバンドが観測されたが、その強度は非常に弱く、 IrO_2 面に電子が適切にドーピングされていない可能性を示唆する結果となった。

4. その他・特記事項 (Others)

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。