

強相関遷移金属酸化物の高分解能角度分解光電子分光

実験組織 研究代表者 藤森淳 (東京大学大学院理学系研究科)

吉田鉄平(東大理)、佐藤宇史、高橋隆(東北大理)、相浦義弘(産総研)、小澤健一(東工大理工)、齋藤智彦(東理大理)、組頭広志、尾嶋正治(東大工)、久保田正人、小野寛太(PF物構研)、ほか大学院生19名

課題有効期間 平成18年4月～平成21年3月(3年間)

実験ステーション BL-28A

研究目的

高温超伝導体や巨大磁気抵抗マンガン酸化物などに代表される強相関物質のフェルミ面、バンド分散、準粒子構造を直接的に観測することで、電子構造の観点から特異な物性の起源を明らかにすることを目的とする。準粒子構造に現れる微細構造、超伝導ギャップや擬ギャップ、表面とバルクの電子状態の違いなどの知見を得ることにより、電子が受ける相互作用の理解を進め、一体近似を超えた多体系の電子構造の理解に進展をもたらすことを目指す。

研究進捗状況

BL-28Aの角度分解光電子分光測定において、これまでに様々な強相関遷移金属酸化物の電子状態の観測が行われ、現段階で下記のような成果が得られている。

- 1) 高温超伝導体 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ ($T_c=92$ K)の表面バンドとバルクバンドの電子状態を明確に分離して観測することに成功した。バルクの超伝導ギャップの波数依存性を精密に観測することにより、ギャップ対称性が $d_{x^2-y^2}$ 波であることを見出した[1]。電子ドープ系高温超伝導体 $\text{Ln}_{1.85}\text{Ce}_{0.15}\text{CuO}_4$ ($\text{Ln} = \text{La}, \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Sm}, \text{Eu}$)のランタノイド置換による化学的圧力が電子構造に与える変化を調べた。フェルミ面、バンド分散および、反強磁性によるエネルギーギャップが化学的圧力により系統的に変化する様子が明らかになった[2]。 $\text{Bi}_{2.0}\text{Sr}_{1.6}\text{Ln}_{0.4}\text{CuO}_{6+\delta}$ ($\text{Ln}=\text{La}, \text{Gd}, \text{Ln-Bi2201}$)の準粒子構造を観測し、ランタノイド置換による CuO_2 面外の乱れが電子構造に与える影響を調べた。面外の乱れを大きくすることでスペクトル線幅の変化が観測され、超伝導転移温度との相関が見られた。
- 2) Sr_2RuO_4 のキंक構造の電子軌道依存性および運動量依存性を調べた。フェルミ準位近傍のエネルギー分散関係において、二次元的な $\text{Ru } 4d_{xy}$ バンドにはキंक構造が観測されたが、一次元的な $\text{Ru } 4d_{yz}, 4d_{zx}$ バンドにはキंक構造が観測されなかった。バンドの次元性と多体相互作用の関連が示唆される [3][4]。
- 3) 巨大熱起電力を持ち、超伝導層状Co酸化物 $\text{Na}_x\text{CoO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$ と同じ結晶構造を持つ $\text{K}_{0.5}\text{CoO}_2$ のフェルミ準位近傍の電子構造を観測した。LDA計算の予言と異なりK点周りの6つのホールポケットは観測されなかった。 Γ -K, Γ -M方向のフェルミ速度はLDA計算よりかなり小さく、両方向での大小関係も理論と逆であった。
- 4) 3次元ペロブスカイト型バナジウム酸化物 SrVO_3 および CaVO_3 の d_{xy}, d_{yz}, d_{zx} 軌道のバンド分散とフェルミ面の様子を観測した。結晶構造が斜方晶であることを反映して CaVO_3 のバンド幅が狭くなっている様子が観測された。
- 5) 超巨大磁気抵抗効果を示す $\text{La}_{2-2x}\text{Sr}_{1+2x}\text{Mn}_2\text{O}_7$ の低温での電子状態を明らかにするために、フェルミ面、バンド分散の観測を行った[5]。得られたフェルミ面はネスティングを起こしやすい形状で、低温相でのキャリアーの動きを抑制する短距離相関のストライプ電荷秩序を引き起こすと考えられる。

以上のように、それぞれの物質において、フェルミ準位近傍の電子が受ける相互作用について新たな知見が得られている。

発表論文

- [1] K. Nakayama, T. Sato, K. Terashima, H. Matsui, T. Takahashi, M. Kubota, K. Ono, T. Nishizaki, Y. Takahashi, and N. Kobayashi, Phys. Rev. B **75**, 014513 (2007).
- [2] M. Ikeda, T. Yoshida, A. Fujimori, M. Kubota, K. Ono, K. Unozawa, T. Sasagawa, H. Takagi, J. Supercond., cond-mat/0612660, (in press).
- [3] H. Iwasawa, Y. Aiura, T. Saitoh, Y. Yoshida, I. Hase, S. I. Ikeda, H. Bando, M. Kubota, and K. Ono, J. Magn. Magn. Mater., (in press).
- [4] H. Iwasawa, Y. Aiura, T. Saitoh, I. Hase, S. I. Ikeda, Y. Yoshida, H. Bando, Physica C, **445-448**, 73 (2006).
- [5] M. Kubota, K. Ono, T. Yoshida, J. Elec. Spectrosc. Relat. Phenom., (in press).