

新規高温超伝導体および関連化合物の 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)、相馬清吾、佐藤宇史、高橋隆 (東大理)、齋藤智彦 (東大理)、久保田正人、小野寛太 (PF 物構研)、ほか大学院生12名

課題有効期間 平成 21 年 4 月 ~ 平成 24 年 3 月 (3 年間)

実験ステーション BL-28A

研究目的

高分解能角度分解光電子分光 (ARPES) を用いて新型鉄系高温超伝導体の電子状態を精密に決定し、超伝導発現機構の解明を目指した研究を行う。フェルミ面、バンド分散、エネルギーギャップ、準粒子スペクトルの微細構造の精密測定を行い、電子状態の基礎的理解を構築する。また、銅酸化物やグラファイト超伝導体など新規超伝導物質との比較研究を行い、電子構造の類似点/相違点を明らかにする。

研究進捗状況

本年度は、鉄系高温超伝導体を中心に ARPES 測定を行い、以下のような成果が得られた。

- 1) 鉄系超伝導体 $\text{PrFeAsO}_{0.7}$ ($T_c=43$ K) の測定を行い、複数のホールのフェルミ面を観測した。フェルミ面の面積から、過剰にホールドーブされた表面状態を反映していると考えられる。内側のフェルミ面には 15meV 程度のエネルギーギャップが観測され、超伝導と異なる秩序状態が示唆された。
- 2) BaFe_2As_2 と同じ結晶構造を持つが T_c が低い物質 BaNi_2P_2 ($T_c=3$ K) の ARPES を行った。得られたフェルミ面形状は、磁気量子振動やバンド計算の結果とほぼ一致し、大きな電子面と小さなホール面が観測された。
- 3) 鉄系超伝導体 $\text{FeTe}_{0.7}\text{Se}_{0.3}$ の高分解能 ARPES を行い、 Γ 点中心のホールのフェルミ面と M 点中心の電子的フェルミ面を観測した[1]。フェルミ面のトポロジーが BaFe_2As_2 系と類似していることから、鉄系超伝導機構にバンド間散乱が重要な役割を果たすことを示唆した。
- 4) 鉄系超伝導体 $\text{BaFe}_{2-x}\text{Co}_x\text{As}_2$ の最適ドーブ領域 ($x=0.14$) [2] および過剰ドーブ領域 ($x=0.3$) [3] におけるフェルミ面とバンド分散を 3 次元運動量空間で観測した。その結果、いずれのドーブ領域においても電子構造が強い 3 次元性を示すことを見出した。
- 5) $\text{K}_{0.5}\text{CoO}_2$ が水を吸った金属状態の電子構造を低温高分解能の ARPES によって検証した[4]。フェルミ面上のスペクトル強度の周期的変化、フェルミ速度が異方的であり、これが LDA バンド計算とは逆の傾向であること、等を見出した。これらは Na_xCoO_2 で報告されていることと一致した。

発表論文

- [1] K. Nakayama, T. Sato, P. Richard, T. Kawahara, Y. Sekiba, T. Qian, G. F. Chen, J. L. Luo, N. L. Wang, H. Ding, and T. Takahashi, ArXiv: 0907.0763.
[2] W. Malaeb, T. Yoshida, A. Fujimori, M. Kubota, K. Ono, K. Kihou, P. M. Shirage, H. Kito, A. Iyo, H. Eisaki, Y. Nakajima, T. Tamegai, R. Arita, J. Phys. Soc. Jpn. **78**, 123706 (2009).
[3] Y. Sekiba, T. Sato, K. Nakayama, K. Terashima, P. Richard, J. H. Bowen, H. Ding, Y.-M. Xu, L. J. Li, G. H. Cao, Z.-A. Xu, and T. Takahashi, Physica C, *in press*.
[4] H. Usui, H. Iwasawa, M. Hirose, Y. Maeda, T. Saitoh, H. Osada, T. Kyomen, M. Hanaya, Y. Aiura, Y. Kotani, M. Kubota, K. Ono, Physica C, *in press*.