

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 High-resolution angle-resolved photoemission spectroscopy study of novel high-temperature superconductors and their related materials

藤森淳・東大理

実験組織: 藤森淳、吉田鉄平(東大理)、中山耕輔、相馬清吾、佐藤宇史、高橋隆(東北大理)、齋藤智彦(東理大理)、久保田正人、小野寛太(PF 物構研)

実験目的: 本課題では、BL-28A において高分解能角度分解光電子分光(ARPES)を用いて鉄系新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、以下の成果が得られた。

- 1) $\text{BaFe}_2(\text{As}_{1-x}\text{P}_x)_2$ の最適組成付近において、バンド計算と定性的に一致する3次元的フェルミ面を観測した。しかし、電子面の大きさは、de Haas-van Alphen 効果によるフェルミ面観測の結果と定量的に一致しており、バンド計算の予測よりも明らかに小さかった。
- 2) BaFe_2As_2 の Fe を Ni および Cu により置換した、フェルミ面の 3 次元形状を調べた。X 点において大きな電子面が観測されたが、組成の変化に伴いフェルミ面の体積がほとんど変化していないことがわかった。このことは、Co で置換した系がリジッドバンド的に振舞うことと対照的で、キャリアが部分的に不純物準位に捕獲されていることを示唆している。
- 3) $\text{Sr}_4\text{V}_2\text{O}_6\text{Fe}_2\text{As}_2$ のバンド構造を決定した。V 3d 電子も伝導に寄与するという LDA バンド計算の予測とは異なり、Fe 3d 軌道に由来するバンドのみがフェルミ準位を切っていることを見出した。LDA+U バンド計算との比較から、V 3d 電子は強いクーロン斥力によって局在していることが示唆された。
- 4) $\text{Ba}_{1-x}\text{K}_x\text{Fe}_2\text{As}_2$ および $\text{Ba}(\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x)_2\text{As}_2$ を用いてキャリアドーピング量を系統的に変化させた電子状態を測定し、その変化がリジッドバンド的なシフトで基本的に理解できることを見出した。また、超伝導相の電子-ホール非対称性がフェルミ面のネスティング条件の変化によって説明できることを示唆された。
- 5) $\text{K}_{0.5}\text{CoO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$ (金属) の電子構造を観測した。y=0の金属絶縁体転移を示す系において、高温相で得られるLDA類似のフェルミ面が30度回転したようなフェルミ面を初めて観測した。