

田 中 清 尚 (准教授) (2014 年 4 月 1 日着任)

杉本 卓史 (特別共同利用研究員)
保科 拓海 (特別共同利用研究員)
小山 正太郎 (特別共同利用研究員)
三田 愛也 (特別共同利用研究員)
石原 麻由美 (事務支援員)
加茂 恭子 (事務支援員)

A-1) 専門領域：物性物理学，放射光科学

A-2) 研究課題：

- a) 高温超伝導体の電子状態の解明
- b) 新規スピン分解角度分解光電子分光装置の開発
- c) 角度分解光電子分光における低温技術の開発

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) UVSOR BL7U, BL5U において，銅酸化物高温超伝導体 Bi2213 の角度分解光電子分光測定を行った。Bi2223 では結晶構造に起因する 2 種類の CuO_2 面 (IP と OP) が存在し，それぞれに対応するバンド分散が観測できるが，運動量空間上でノードとアンチノードと呼ばれる領域を結ぶ中間領域において IP と OP バンドが交差し，その交差点においてバンド分散に異常が観測されることを発見した。二つの CuO_2 面間での電子のホッピングや，種々の格子振動との結合を仮定したスペクトルのシミュレーションを行うことで，バンド分散の異常を再現できることが分かった。この結果は格子振動と電子の結合が，この系では重要であることを示唆している。また理論計算により，スピン揺らぎだけではなく格子振動も高温超伝導の実現に必要であるという，今回の観測結果を支持する結果を得ることができた。
- b) UVSOR BL5U では高効率スピン分解角度分解光電子分光測定の開発を進めている。これまで Au(111) 表面バンドのラッシュバ分裂をスピン分解してイメージスペクトルを取得することに成功し，運動量空間分解能や検出効率なども既存システムを大きく上回ることも確認できている。ただし，測定時には頻繁にスピントーゲットの磁化操作をする必要があり，このままではユーザー利用を開始することは困難であることが判明した。スピンの向きをあらゆる方向に変更できるスピンマニピュレータを導入し，スピントーゲットの磁化操作を不要とすることに成功したが，スピンマニピュレータのパラメータ整備が必要となっている。パラメータの整備を完了してユーザー利用開始を目指す予定である。
- c) 角度分解光電子分光実験の高エネルギー分解能測定には，試料をどれだけ冷却できるかが重要となる。BL5U, 7U 用に開発した冷却可能な 5 軸 6 軸マニピュレータは，これまで放射光施設の光電子分光装置としては世界でもトップクラスの低温を実現している。最近，新たにソフトウェアによる熱伝導解析を導入した。新たな改良案に基づいて，現在さらなる低温化を目指して開発を進めている。

B-1) 学術論文

C. W. CHUANG, S. SOUMA, A. MORIYA, K. NAKAYAMA, A. IKEDA, M. KAWAGUCHI, K. OBATA, S. R. SAHA, H. TAKAHASHI, S. KITAGAWA, K. ISHIDA, K. TANAKA, M. KITAMURA, K. HORIBA, H. KUMIGASHIRA, T. TAKAHASHI, S. YONEZAWA, J. PAGLIONE, Y. MAENO and T. SATO, “Fermiology of a Topological Line-Nodal Compound CaSb_2 and Its Implication to Superconductivity: Angle-Resolved Photoemission Study,” *Phys. Rev. Mater.* **6(10)**, 104203 (2022). DOI: 10.1103/PhysRevMaterials.6.104203

T. SUMI, T. SENOO, M. HORIO, S. EL MOUSSAOUI, E. NAKAMURA, K. TANAKA, A. TSUKAMOTO and I. MATSUDA, “Element-Selective Magnetization States in a $\text{Gd}_{23}\text{Fe}_{67}\text{Co}_{10}$ Alloy, Probed by Soft X-Ray Resonant Magneto-Optical Kerr Effect,” *Jpn. J. Appl. Phys.* **62(SB)**, 8001 (2022). DOI: 10.35848/1347-4065/aca3b1

T. KATO, Y. LI, T. KAWAKAMI, M. LIU, K. NAKAYAMA, Z. WANG, A. MORIYA, K. TANAKA, T. TAKAHASHI, Y. YAO and T. SATO, “Three-Dimensional Energy Gap and Origin of Charge-Density Wave in Kagome Superconductor KV_3Sb_5 ,” *Commun. Mater.* **3(1)**, 30 (9 pages) (2022). DOI: 10.1038/s43246-022-00255-1

T. NAKAMURA, T. NAKAYA, Y. OHTSUBO, H. SUGIHARA, K. TANAKA, R. YUKAWA, M. KITAMURA, H. KUMIGASHIRA, K. IMURA, H. S. SUZUKI, N. K. SATO and S. KIMURA, “Surface Valence Transition in SmS by Alkali Metal Adsorption,” *Phys. Rev. B* **107(4)**, L041102 (2023). DOI: 10.1103/PhysRevB.107.L041102

S. ICHINOKURA, A. HEMMI, H. CUN, K. TANAKA, R. SHIMIZU, T. HITOSUGI, T. GREBER and T. HIRAHARA, “Efficiency of Electron Doping to Monolayer Hexagonal Boron Nitride by Alkali Metals,” *Appl. Phys. Lett.* **122(7)**, 071601 (2023). DOI: 10.1063/5.0140074

I. SUZUKI, S. KAWANISHI, K. TANAKA, T. OMATA and S. TANAKA, “Experimental Identification of Atomic Orbital Contributions to SnS Valence Band Using Polarization-Dependent Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy,” *Phys. Status Solidi B* **260(4)**, 2200408 (2023). DOI: 10.1002/pssb.202200408

C) 研究活動の課題と展望

開発中のスピン分解ARPESシステムは、目標としていたイメージでのスピン分解スペクトルの取得に成功し、運動量空間分解能や検出効率なども既存システムを大きく上回ることも確認できている。ユーザー利用を目指して、スピンの向きをあらゆる方向に変更できるスピンマニピュレータを導入したが、電子レンズ系のパラメータ整備に時間がかかっている。できるだけ早期にパラメータの整備を完了してユーザー利用開始を目指す予定である。