

光物性測定器開発研究部門（極端紫外光研究施設）

田 中 清 尚（准教授）（2014 年 4 月 1 日着任）

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 BL5U において、一軸圧を印可した状態での鉄系高温超伝導体 $\text{Ba}_{1-x}\text{K}_x\text{Fe}_2\text{As}_2$ の角度分解光電子分光測定を行い、近年新しく報告され注目を集めている C_4 相の組成・温度領域においてのみ、電子状態が 4 回対称性を示すことを直接観測することに成功した。また BL7U において超伝導ギャップを観測することで、 C_4 相の組成においてのみ、超伝導ギャップのエネルギーに異常が観測された。具体的には Γ 点近傍のホール面を形成するバンドの一つが抑制されていること、さらに電子面を形成しているバンドに顕著な運動量空間依存性を観測した。この結果により観測されたフェルミ面間のネスティングを考慮することで、中性子散乱で観測されている異常な振る舞いを説明することができることがわかった。
- b) ビームラインとエンドステーションの全面的な更新を行っていた BL5U は 2016 年度より高分解能角ビームラインとしてユーザー利用を開始した。2018 年度に試料直前に最終集光ミラーを配置することでビームを $400 \text{ (H)} \times 120 \text{ (V)} \mu\text{m}$ から $23 \text{ (H)} \times 40 \text{ (V)} \mu\text{m}$ に集光することに成功し、微小な試料や不均一な試料の測定が可能となった。また高効率スピン分解角度分解光電子分光測定の計画も進めている。
- 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 用に開発した冷却可能な 5 軸マニピュレータは、これまで試料部において 3.8 K、参照用金部で 3.2 K という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。現在 UVSOR で最も高分解能な測定が可能である BL7U では、試料を 12 K までしか冷却することができないため、その性能を十分生かすことができていない。そこで今回 BL5U で得たノウハウを応用し、試料部において 5 K を目指して新たに 6 軸マニピュレータの開発を進め、試料部において 4.5 K、参照用金部で 4.2 K を達成した。2018 年度初めにビームラインへ導入した。

B-1) 学術論文

S. CHO, B. S. KIM, B. KIM, W. KYUNG, J. SEO, M. PARK, J. W. JEON, K. TANAKA, J. D. DENLINGER, C. KIM, D. ODKHUU, B. H. KIM and S. R. PARK, “Electronic-Dimensionality Reduction of Bulk MoS_2 by Hydrogen Treatment,” *Phys. Chem. Chem. Phys.* **20**, 23007–23012 (2018).

T. NAKAMURA, Y. OHTSUBO, Y. YAMASHITA, S. IDETA, K. TANAKA, K. YAJI, A. HARASAWA, S. SHIN, F. KOMORI, R. YUKAWA, K. HORIBA, H. KUMIGASHIRA and S. KIMURA, “Giant Rashba Splitting of Quasi-One-Dimensional Surface States on $\text{Bi/InAs}(110)\text{--}(2 \times 1)$,” *Phys. Rev. B* **98**, 075431 (7 pages) (2018).

N. MURAI, K. SUZUKI, S. IDETA, M. NAKAJIMA, K. TANAKA, H. IKEDA and R. KAJIMOTO, “Effect of Electron Correlations on Spin Excitation Bandwidth in $\text{Ba}_{0.75}\text{K}_{0.25}\text{Fe}_2\text{As}_2$ as Seen via Time-of-Flight Inelastic Neutron Scattering,” *Phys. Rev. B* **97**, 241112(R) (6 pages) (2018).

Y. SUGIYAMA, C. BERNARD, Y. OKUYAMA, S. IDETA, K. TANAKA, T. GREBER and T. HIRAHARA, “Flattening and Manipulation of the Electronic Structure of h-BN/Rh(111) Nanomesh upon Sn Intercalation,” *Surf. Sci.* **672-673**, 33–38 (2018).

T. ITO, D. PINEK, T. FUJITA, M. NAKATAKE, S. IDETA, K. TANAKA and T. OUISSE, “Electronic Structure of Cr_2AlC as Observed by Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy,” *Phys. Rev. B* **96**, 195168 (9 pages) (2018).

B-4) 招待講演

K. TANAKA, “Suppression of superconducting gap on $\text{Ba}_{1-x}\text{K}_x\text{Fe}_2\text{As}_2$ ($x \sim 0.25$) observed by angle-resolved photoemission spectroscopy,” International Workshop on Recent Progress in Superconductivity, Pyeongchang (Korea), July 2018.

B-7) 学会および社会的活動

学会誌編集委員

日本放射光学会誌編集委員 (2014–2016).

日本放射光学会誌編集委員 (2016–). (出田真一郎)

B-10) 競争的資金

科研費若手研究 (スタートアップ), 「高温超伝導体の反射型テラヘルツ時間領域分光」, 田中清尚 (2008年–2009年).

科研費若手研究 (B), 「電荷・スピンストライプ秩序相を有する高温超伝導体の電子構造」, 田中清尚 (2012年–2014年).

グローバル COE プログラム「物質の量子機能解明と未来型機能材料創出」萌芽的研究, 「鉄系超伝導体における低エネルギー電荷応答」, 田中清尚 (2012年).

自然科学研究機構新分野創成センターイメージングサイエンス研究分野プロジェクト, 「ディフレクターを用いた新しい高分解能運動量空間電子状態イメージング」, 田中清尚 (2015年).

科研費若手研究 (B), 「角度分解光電子分光及びフェムト秒時間分解電子線回折による高温超伝導起源の解明」, 出田真一郎 (2015年–2016年).

C) 研究活動の課題と展望

これまで整備・立ち上げを進めてきた UVSOR の BL5U の高分解能角度分解光電子分光ビームラインはユーザー利用を開始した。現在、高分解能を利用した角度分解光電子分光実験を行っており成果が出始めている。今年度は試料直前に最終集光ミラーを配置することでビームを $400\text{ (H)} \times 120\text{ (V)}\text{ }\mu\text{m}$ から $23\text{ (H)} \times 40\text{ (V)}\text{ }\mu\text{m}$ に集光することに成功し、微小な試料や不均一な試料の測定が可能となった。新しい高効率スピン分解測定手法の開発も進めている。