

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) 銅酸化物高温超伝導体の中でも高い超伝導転移温度 (T_c) を示す物質の一つである Bi2223 の電子状態を，UVSOR BL7U において角度分解光電子分光測定を行うことで明らかにした。装置の改良により角度分解能を向上させたことで，これまで報告されていなかった新しいエネルギーバンドが存在することを世界に先駆けて観測した。理論計算との比較，さらにはモデル計算によるフィッティングを行うことで単位胞中に3つある CuO_2 面のうち外側の2枚中の電子が関与することによって引き起こされていることを明らかにした。今後このエネルギーバンドの詳細な温度変化を観測することで，高温超伝導との関連を調べる予定である。
- b) 固体の光電子分光ビームラインであった BL5U では，高性能化を目指して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る。ビームラインは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。従来は検出できなかったスリットに垂直方向の電子を，電子レンズにより取り込むことで，広い運動量空間の電子状態を簡単に測定できる。現在はこれまでにない高効率イメージスピン検出器を開発中であり，スピン分解検出をする酸化鉄ターゲットまで電子を導くことに成功している。これらの機能をあわせることで3次元のスピン分解角度分解光電子分光測定が可能となると考えられる。
- 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試料部において4.6 K，参照用金部で4 K という低温を達成し，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である。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ている。現在試料位置で約7 K を達成したがさらなる低温化を目指して開発を進めている。2016年度中にビームラインへ導入する予定である。

B-1) 学術論文

J. OKABAYAH, S. MIYASAKA, K. HEMMI, K. TANAKA, S. TAJIMA, H. WADATI, A. TANAKA, Y. TAKAGI and T. YOKOYAMA, “Investigating Orbital Magnetic Moments in Spinel-Type MnV_2O_4 Using X-Ray Magnetic Circular Dichroism,” *J. Phys. Soc. Jpn.* **84**, 104703 (5 pages) (2015).

M. NAKAYAMA, T. KONDO, Z. TIAN, J. J. ISHIKAWA, M. HALIM, C. BAREILLE, W. MALAEB, K. KURODA, T. TOMITA, S. IDETA, K. TANAKA, M. MATSUNAMI, S. KIMURA, N. INAMI, K. ONO, H. KUMIGASHIRA, L. BALENTS, S. NAKATSUJI and S. SHIN, “Slater to Mott Crossover in the Metal to Insulator Transition of $\text{Nd}_2\text{Ir}_2\text{O}_7$,” *Phys. Rev. Lett.* **117**, 056403 (6 pages) (2016).

K. HAGIWARA, Y. OHTSUBO, M. MATSUNAMI, S. IDETA, K. TANAKA, H. MIYAZAKI, J. E. RAULT, P. LE FEVRE, F. BERTRAN, A. TALEB-IBRAHIMI, R. YUKAWA, M. KOBAYASHI, K. HORIBA, H. KUMIGASHIRA, K. SUMIDA, T. OKUDA, F. IGA and S. KIMURA, “Surface Kondo Effect and Non-Trivial Metallic State of the Kondo Insulator YbB_{12} ,” *Nat. Commun.* **7**, 12690 (2016).

T. YOSHIDA, W. MALAEB, S. IDETA, D. H. LU, R. G. MOOR, Z.-X. SHEN, M. OKAWA, T. KISS, K. ISHIZAKA, S. SHIN, S. KOMIYA, Y. ANDO, H. EISAKI, S. UCHIDA and A. FUJIMORI, “Coexistence of a Pseudogap and a Superconducting Gap for the High- T_c Superconductor $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$ Studied by Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy,” *Phys. Rev. B* **93**, 014513 (5 pages) (2016).

B-4) 招待講演

田中清尚, 「UVSORにおけるスピン分解角度分解光電子分光」, 界面スピン軌道結合の微視的解明と巨大垂直磁気異方性デバイスの創製第2回研究会, 京都工芸繊維大学, 京都, 2016年11月.

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2016年度より運用を開始した。今後は高分解能を利用した実験を行いつつ、スピン分解測定の開発を進めていきたい。