

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。これは単位胞中に3つある CuO₂ 面のうち外側の2枚の電子が相関することによって引き起こされている可能性がある。今後このエネルギーバンドの分散の詳細を観測しその起源を明らかにすることで，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。分光器には，入射スリットレス Monk-Gillieson 型可変偏角不等間隔平面回折格子分光器を採用しており，光子数 10^{12} 光子数 / 秒以上と分解能 10^4 以上を同時に実現できていることを確認した。また，エンドステーションでは，新しい角度分解光電子分光装置を共同開発し，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ようになった。また同時に角度分解能が大幅に向上した。この機能を応用することで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。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する。
- 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5 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。2016年度からビームラインへ導入する予定である。

B-1) 学術論文

M. HASHIMOTO, E. A. NOWADNICK, R.-H. HE, I. M. VISHIK, B. MORITZ, Y. HE, K. TANAKA, R. G. MOORE, D. H. LU, Y. YOSHIDA, M. ISHIKADO, T. SASAGAWA, K. FUJITA, S. ISHIDA, S. UCHIDA, H. EISAKI, Z. HUSSAIN, T. P. DEVEREAUX and Z.-X. SHEN, "Direct Spectroscopic Evidence for Phase Competition between the Pseudogap and Superconductivity in Bi₂Sr₂CaCu₂O_{8+δ}," *Nat. Mater.* **14**, 37–42 (2015).

T. HIRAHARA, T. SHIRAI, T. HAJIRI, M. MATSUNAMI, K. TANAKA, S. KIMURA, S. HASEGAWA and K. KOBAYASHI, “Role of Quantum and Surface-State Effects in the Bulk Fermi-Level Position of Ultrathin Bi Films,” *Phys. Rev. Lett.* **115**, 106803 (5 pages) (2015).

T. KOBAYASHI, K. TANAKA, S. MIYASAKA and S. TAJIMA, “Importance of Fermi Surface Topology for In-Plane Resistivity Anisotropy in Hole- and Electron-Doped $\text{Ba}(\text{Fe}_{1-x}\text{TM}_x)_2\text{As}_2$ (TM = Cr, Mn and Co),” *J. Phys. Soc. Jpn.* **84**, 094707 (5 pages) (2015).

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」, 応用物理学会東海支部開催第26回基礎セミナー, 名古屋大学, 名古屋, 2015年8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-).

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).

C) 研究活動の課題と展望

4月に新しい助教が着任し 研究をする体制が整いつつある。UVSORのBL5Uにおいては高分解能角度分解光電子分光ビームラインとしては一応の立ち上げが終了したものの, スピン分解に向けて開発するべきことはまだ多い。今年度はBL5U, BL7Uの高分解能化・高精度化が大きく進んだ。高分解能を利用した実験を行いつつ, スピン分解の開発を進めていきたい。