

## 電子ビーム制御研究部門（極端紫外光研究施設）

松 井 文 彦（主任研究員）（2018 年 4 月 1 日着任）

A-1) 専門領域：表面物性物理学，放射光科学，電子分光計測技術

A-2) 研究課題：

- a) 電子分光装置の新規開発とビームラインの高度化
- b) 光電子回折・分光に関する現象の解明と測定手法開発
- c) 表面電子物性・化学特性にかかわる新奇現象の解明

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) ① UVSOR 型 Momentum Microscope (MM) 導入計画推進を主務としている。MM を開発した Forschungszentrum Jülich (FZJ) の電子物性部門 (PGI-6) と学術協定を結び、表面電子物性の共同研究を進めている。MM は空間・波数空間・エネルギーの幅広い範囲での高分解能測定を可能にするユニークな分析器である。電子物性研究に有力な VUV/EUV 領域での高強度・可偏光などといった UVSOR の光源特性を活かした測定機能を実現する MM をデザインし、今年度は FZJ や装置メーカーと打ち合わせを重ね導入計画を開始した。②他方、設置予定の BL6U には従来型の静電半球分析器に機械式電子軌道ディフレクタを組み合わせた広角取込み角度分解光電子分光システムが立ち上げ中であつたが、着任後これを引き継ぎユーザー利用供与の開始にこぎつけた。③並行して収差補正メッシュレンズとコリメータプレートの特徴とする新規表示型分析器の開発を進めている。①は high-end 型，②は汎用型の波数分解光電子分光装置，③は光電子ホログラフィー用の角度分解光電子分光装置という位置づけである。
- b) 連続的なエネルギー可変性が放射光の最大の特徴である。BL6U は軟X線領域（45–700 eV）をカバーする直線偏光ビームラインである。① UVSOR の測定系チームとともに光学系のオゾン洗浄を行い、分子科学で重要となる C 吸収端の光を供給できるようにした。元素選択的な共鳴励起によって価電子帯の原子軌道構成を解明できる共鳴光電子分光の実験を成功させた。吸収端にてグラファイトの  $\pi$  バンドが選択的に励起される様子を波数空間上で可視化した。炭素吸収端で実現が確認できたのは分子吸着系に適応範囲を拡大していく上で重要である。②光エネルギー可変性を活かし  $k_z$  分散を測定すると例えば層状物質の原子軌道の層間の相互作用についてユニークな情報が得られる。これまでこの光電子構造因子解析の手法を開発してきたが BL6U にて  $\text{MoSe}_2$  の原子軌道解析を進め国際会議にて成果発表することができた。
- c) 光電子回折・分光を用いて Fe 系超伝導体やグラファイト層間化合物など層状物質超伝導体の原子構造と電子状態を研究している。層状物質は容易に劈開でき、その表面の電子状態の研究が盛んであるが、劈開容易面とバルクの平均構造は全く別物であることをいくつかの系について明らかにしてきた。分子研に着任し引き続き、試料作製・物性評価グループとの共同研究を行っている。アルカリ金属ドーピング系など嫌気性の試料を取り扱い、上述のビームラインで測定できる装置を構築している。

B-1) 学術論文

**D. MORI, Y. FUJITA, T. HIROSE, K. MURATA, H. TSUCHIDA and F. MATSUI**, “Atomic Characterization of Nano-Facet Nitridation at SiC (1 $\bar{1}$ 00) Surface,” *Appl. Phys. Lett.* **112**, 131603 (4 pages) (2018).

**D. Y. USACHOV, A. V. TARASOV, K. A. BOKAI, V. O. SHEVELEV, O. Y. VILKOV, A. E. PETUKHOV, A. G. RYBKIN, I. I. OGORODNIKOV, M. V. KUZNETSOV, M. MUNTWILER, F. MATSUI, L. V. YASHINA, C. LAUBSCHAT and D. V. VYALIKH**, “Site- and Spin-Dependent Coupling at the Highly Ordered *h*-BN/Co(0001) Interface,” *Phys. Rev. B* **98**, 195438 (10 pages) (2018).

**T. MATSUSHITA, T. MURO, F. MATSUI, N. HAPPO, S. HOSOKAWA, K. OHYAMA, A. SATO-TOMITA, Y. C. SASAKI and K. HAYASHI**, “Principle and Reconstruction Algorithm for Atomic-Resolution Holography,” *J. Phys. Soc. Jpn.* **87**, 061002 (11 pages) (2018).

**H. OTA, M. SHIMOMURA and F. MATSUI**, “Separation of Surface- and Bulk-Specific Ti *L*-Edge XANES Spectra of Rutile (110) Surface,” *J. Phys. Soc. Jpn.* **87**, 013601 (5 pages) (2018).

**F. MATSUI, T. MATSUSHITA and H. DAIMON**, “Holographic Reconstruction of Photoelectron Diffraction and Its Circular Dichroism for Local Structure Probing,” *J. Phys. Soc. Jpn.* **87**, 061004 (11 pages) (2018).

**M. V. KUZNETSOV, I. I. OGORODNIKOV, D. Y. USACHOV, C. LAUBSCHAT, D. V. VYALIKH, F. MATSUI and L. V. YASHINA**, “Photoelectron Diffraction and Holography Studies of 2D Materials and Interfaces,” *J. Phys. Soc. Jpn.* **87**, 061005 (12 pages) (2018).

**F. MATSUI, H. OTA, K. SUGITA, M. MUNTWILER, R. STANIA and T. GREBER**, “Parallel and Antiparallel Angular Momentum Transfer of Circularly Polarized Light to Photoelectrons and Auger Electrons at the Ni *L*<sub>3</sub> Absorption Threshold,” *Phys. Rev. B* **97**, 035424 (6 pages) (2018).

**F. MATSUI, H. NISHIKAWA, H. DAIMON, M. MUNTWILER, M. TAKIZAWA, H. NAMBA and T. GREBER**, “The  $4\pi k_z$  Periodicity in Photoemission from Graphite,” *Phys. Rev. B* **97**, 045430 (6 pages) (2018).

B-3) 総説, 著書

**F. MATSUI**, “Auger Electron Spectroscopy,” in *Compendium of Surface and Interface Analysis*, Springer, Chapter 7, pp. 39–44 (2018).

**F. MATSUI**, “Photoelectron Diffraction,” in *Compendium of Surface and Interface Analysis*, Springer, Chapter 73, pp. 445–450 (2018).

**F. MATSUI**, “Photoelectron Holography,” in *Compendium of Surface and Interface Analysis*, Springer, Chapter 74, pp. 451–455 (2018).

松井文彦, 「3.4 光電子回折・光電子ホログラフィー法」, 「5.2 磁性薄膜材料への応用」, 「X線光電子分光法」, 高桑雄二編, 講談社サイエンティフィク (2018).

B-4) 招待講演

松井文彦, 「光電子ホログラフィー」, 3D活性サイト科学春の学校, 奈良先端科学技術大学院大学, 生駒, 2018年6月.

#### B-7) 学会および社会的活動

##### 学会の組織委員等

表面構造に関する国際学会 ICSOS 国際アドバイザー委員 (2017– ).

##### 文部科学省, 学術振興会, 大学共同利用機関等の委員等

日本学術振興会マイクロビームアナリシス第 141 委員会企画幹事 (2014– ).

##### 学会誌編集委員

日本表面真空学会出版委員 (2013– ).

#### B-10) 競争的資金

科研費基盤研究(B), 「軌道磁気量子数計測法の確立と低次元電子物性研究への応用」, 松井文彦 (2017年–2020年).

科研費新学術領域研究(研究領域提案型), 「3D活性サイト科学のプラットフォーム構築による総括と研究支援」(代表: 大門寛), 松井文彦(研究分担者) (2014年–2019年).

科研費新学術領域研究(研究領域提案型), 「3D活性サイト科学の海外拠点・国際ネットワーク構築」(代表: 大門寛), 松井文彦(研究分担者) (2015年–2019年).

科研費新学術領域研究(研究領域提案型), 「顕微光電子ホログラフィーによる活性サイトの時間分解3D原子イメージング」(代表: 木下豊彦), 松井文彦(研究分担者) (2014年–2019年).