

松 井 文 彦（主任研究員）（2018 年 4 月 1 日着任）

松田 博之（特任研究員）
稲垣 いつ子（事務支援員）
石原 麻由美（事務支援員）

A-1) 専門領域：表面物性物理学，電子分光計測技術，放射光科学

A-2) 研究課題：

- a) 電子分光装置の新規開発を突破口とした UVSOR の高度化
- b) 運動量分解光電子分光に関する新規現象を基盤とした測定手法確立
- c) 新奇表面電子物性・化学特性の応用展開

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) ① UVSOR オリジナルの Momentum Microscope (MM) 拠点構築を主務とする。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装する MM の導入を実現し、論文発表・プレスリリースを通じて成果を発信した。② 並行して全天球エネルギー・スピン分析器を考案し特許出願した。上記の MM は 3 \AA^{-1} までの波数空間の一括測定ができるため価電子帯研究で有効な運動エネルギー 36 eV 以下の領域では全天球をカバーすることができるが、原子配列を研究するのに有効な運動エネルギー 500 eV 以上の領域ではせいぜい 15° の領域でしかない。新規分析器は 2 keV でも全天球の放出光電子を取り込むことができ、後段のスピン偏向器でスピンの3次元ベクトル解析することができるようになる。①は high-end 型価電子帯光電子分光装置、②は内殻光電子ホログラフィー測定装置である。両者を融合させ、スピン3次元ベクトル解析を実・逆空間で自在にマッピングできる唯一無二の装置を構築する礎となる。
- 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 ($45\text{--}700 \text{ eV}$) をカバーする直線偏光ビームラインである。③分子科学で重要となる CNO 吸収端の光を用い、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。特に、吸収端にてグラファイトの π 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が、共鳴 Auger 電子スペクトルに価電子帯分散があらわれる現象の発見は重要でありグラフェンから π 共役系分子への展開に歩を進め、お家芸としての共鳴光電子回折法を確立しつつある。④光エネルギー可変性を活かし k_z 分散測定や偏光特性を活かした原子軌道波動関数解析の知見は BL6U での共同研究推進の基盤である。
- c) 光電子回折・分光を用いて典型的な高温超伝導体 Bi2212 や代表的騒擾物質 TiSe₂ の相転移前後の電子状態をとらえた。劈開試料表面の局所部分の精密分析の成功は今後の共同研究を呼び込む重要な成果である。共同研究先から Ir 単結晶薄膜の電子状態評価の依頼を受け、バンド分散の測定に成功した。この薄膜は新しいスピン2次元フィルターとして有望な材料であり、上記で述べたスピン3次元ベクトル解析への応用展開につながるものである。

B-1) 学術論文

F. MATSUI, S. MAKITA, H. MATSUDA, T. YANO, E. NAKAMURA, K. TANAKA, S. SUGA and S. KERA, “Photoelectron Momentum Microscope at BL6U of UVSOR-III Synchrotron,” *Jpn. J. Appl. Phys.* **59**, 067001 (9 pages) (2020). doi: 10.35848/1347-4065/ab9184

H. MATSUDA and F. MATSUI, “90°-Deflection Imaging Electron Analyzer for Measuring Wide 2D Angular Distribution and Perpendicular Spin Texture,” *J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom.* **245**, 147001 (11 pages) (2020). doi: 10.1016/j.elspec.2020.147001

H. MATSUDA and F. MATSUI, “Principle and Basic Design of Omnidirectional Photoelectron Acceptance Lens,” *Jpn. J. Appl. Phys.* **59**, 046503 (11 pages) (2020). doi: 10.35848/1347-4065/ab7bac

T. MATSUSHITA T. MURO, T. YOKOYA, K. TERASHIMA, Y. KATO, H. MATSUI, N. MAEJIMA, Y. HASHIMOTO and F. MATSUI, “Theory for High-Angular-Resolution Photoelectron Holograms Considering the Inelastic Mean Free Path and the Formation Mechanism of Quasi-Kikuchi Band,” *Phys. Status Solidi B* **257**, 2000117 (5 pages) (2020). doi: 10.1002/pssb.202000117

T. MATSUSHITA, T. MURO, F. MATSUI, N. HAPPO and K. HAYASHI, “Data Processing for Atomic Resolution Holography,” *Jpn. J. Appl. Phys.* **59**, 020502 (10 pages) (2020). doi: 10.7567/1347-4065/ab4b3a

I. I. OGORODNIKOV, M. V. KUZNETSOV, F. MATSUI, D. Y. USACHOV and L. V. YASHINA, “Enhanced Surface Sensitivity of X-Ray Photoelectron Holography through the Example of Bi₂Te₃(111) Surface,” *Appl. Surf. Sci.* **505**, 144531 (6 pages) (2020). doi: 10.1016/j.apsusc.2019.144531

L. GUO, H. YAMAGUCHI, M. YAMAMOTO, F. MATSUI, G. WANG, F. LIU, P. YANG, E. R. BATISTA, N. A. MOODY, Y. TAKASHIMA and M. KATOH, “Graphene as Reusable Substrate for Bialkali Photocathodes,” *Appl. Phys. Lett.* **116**, 251903 (5 pages) (2020). doi: 10.1063/5.0010816

F. MATSUI, S. MAKITA, H. MATSUDA, T. UEBA, T. HORIGOME, H. YAMANE, K. TANAKA, S. KERA and N. KOSUGI, “Bulk and Surface Band Dispersion Mapping of the Au(111) Surface by Acceptance-Cone Tunable PES System,” *e-J. Surf. Sci. Nanotechnol.* **18**, 18–23 (2020). doi: 10.1380/ejsnt.2020.18

B-3) 総説, 著書

松井文彦, 松下智裕, 大門寛, 「光電子分光詳論」, 丸善出版株式会社; 東京, pp. 1–298 (2020). ISBN 978-4-621-30537-9

B-4) 招待講演

松井文彦, 「光電子を用いた2次元層状物質の原子レベル解析」, 日本学術振興会マイクロビームアナリシス第141委員会研究会, Nagoya (Japan), February 2020.

B-5) 特許出願

F. MATSUI and H. MATSUDA, “Electrostatic Lens, and Parallel Beam Generation Device and Parallel Beam Convergence Device which use Electrostatic Lens and Collimator,” US 10614992, 2020.04.07 patented.

PCT/JP2020/047288, 「球面収差調整カソードレンズ, 球面収差補正静電型レンズ, 電子分光装置, 及び光電子顕微鏡」, 松田博之, 松井文彦 (自然科学研究機構), 2020年.

特願 2020-118687, 「静電偏向収束型エネルギー分析器, 結像型電子分光装置, 反射結像型電子分光装置, およびスピントル分布イメージング装置」, 松田博之, 松井文彦 (自然科学研究機構), 2020年.

B-6) 受賞, 表彰

松井文彦, 永井科学技術財団永井奨励賞 (2021).

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-).

12th International Symposium on Atomic Level Characterizations for New Materials and Devices '19 出版委員, プログラム委員 (2018-2020).

14th International Conference on Synchrotron Radiation Instrumentation (SRI2021), Scientific Program Committee (2020-2021).

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 R026 先端計測技術の将来設計委員会運営委員 (2019-).

学会誌編集委員

日本表面真空学会出版委員 (2013-).

その他

出前授業「超伝導って何? 最先端研究施設から出前実験」岡崎市立岩津中学校 (2020).

出前授業「超伝導って何? 最先端研究施設から出前実験」岡崎市立福岡中学校 (2020).

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).

科研費国際共同研究加速基金 (国際共同研究強化(B)), 「光電子波数顕微鏡法で切り拓くナノスピン・オービトロニクス」 (代表: 解良 聡), 松井文彦 (研究分担者) (2019年-2022年).