

Synchrotron-Radiation Electronic-Structure 放射光電子構造学

I 強相関電子系物質の電子状態

Electronic Structures of Strongly Correlated Electron Systems

藤森伸一・川崎郁斗

Fujimori, S. and Kawasaki, I.

本研究グループでは、SPring-8 BL23SUにおいて強相関電子物質に対する軟X線光電子分光研究を行っており、特に希土類およびアクチノイド化合物に対する電子状態研究を進めている。希土類およびアクチノイド化合物は、不完全 $4f$, $5f$ 電子殻に起因する特異な物性を発現している。希土類元素は、車載用の高性能モーターや、磁性半導体、白色LED等の先端デバイス材料において必要不可欠な元素である。一方のアクチノイド化合物は、一般的には原子力関連材料として認知されているが、その一方で超伝導や多様な磁性など特異な性質を示すことが知られており、基礎物性物理学的な知見からも興味深い研究対象である。特にいくつかのウラン化合物などで見いだされている磁気秩序状態と共存する超伝導は、他の物質系ではあまり見られない重い電子系超伝導体の特徴的な性質であり、そのミクロな起源を理解することは、超伝導という物理現象を総合的に理解する上でも非常に重要である。これらの興味ある物性は希土類 $4f$, またはアクチノイド $5f$ 電子によって支配されているが、 f 電子は一般的に遍歴的な性質と局在的な性質を同時に示しており、その統一的な理解は容易ではない。一方で、我々の主な実験手法である光電子分光法は、物質の電子状態を直接的に観測できる実験手法であり、とりわけ角度分解光電子分光法 (ARPES) はバンド構造やフェルミ面を実験的に決定できるため、このような強相関 f 電子系の遍歴・局在の問題に対して直接的な情報を得ることが可能である。2023年度は重い電子系化合物超伝導体 UTe_2 , UPt_3 , $CeIr_3$ などに対する研究が行われた。

発表論文 List of Publications

- I-1** Ikuto Kawasaki, Kazuharu Takeuchi, Shin-ichi Fujimori, Yukiharu Takeda, Hiroshi Yamagami, Etsuji Yamamoto, Yoshinori Haga: Strongly renormalized quasiparticles in UPt_3 , *Phys. Rev. B*, **108**, 165127 (2023)
- I-2** Shin-ichi Fujimori, Ikuto Kawasaki, Yukiharu Takeda, Hiroshi Yamagami, Norimasa Sasabe, Yoshiki J Sato, Ai Nakamura, Yusei Shimizu, Arvind Maurya, Yoshiya Homma, Dexin Li, Fuminori Honda, Dai Aoki: Impact of the Ce $4f$ states in the electronic structure of the intermediate-valence superconductor $CeIr_3$, *Electronic Structure*, **5**, 045009 (2023)

- I-3** Daiki Ootsuki, Tatsuhiro Ishida, Naoya Tsutsumi, Masaki Kobayashi, Kohdai Inagaki, Teppei Yoshida, Yukiharu Takeda, Shin-ichi Fujimori, Akira Yasui, Saiki Kitagawa, Toshihiro Nakamura: Effect of Mn substitution on the electronic structure for Mn-doped indium-tin oxide films studied by soft and hard x-ray photoemission spectroscopy, *Phys. Rev. Mat.*, **12**, 124601 (2023)
- I-4** Kazuki Sumida, Yuichi Fujita, Weinan Zhou, Keisuke Masuda, Ikuto Kawasaki, Shin-ichi Fujimori, Akio Kimura, Yuya Sakuraba: Role of on-site Coulomb interactions in the half-metallic Weyl ferromagnet candidate thin-film Co_2FeSi , *Phys. Rev. B*, **108**, L241101 (2023)
- I-5** Kohdai Inagaki, Keita Ishihara, Tomoki Hotta, Yuichi Seki, Takahito Takeda, Tatsuhiro Ishida, Daiki Ootsuki, Ikuto Kawasaki, Shin-Ichi Fujimori, Masaaki Tanaka, Le Duc Anh, Masaki Kobayashi: Allotropic transition of Dirac semimetal $\alpha\text{-Sn}$ to superconductor $\beta\text{-Sn}$ induced by focused-ion-beam irradiation, *Appl. Phys. Lett.*, **124**, 021602 (2024)
- I-6** Shin-ichi Fujimori, Ikuto Kawasaki, Yukiharu Takeda, Hiroshi Yamagami, Ai Nakamura, Yoshiya Homma, and Dai Aoki: Electronic Structure of UTe_2 : a perspective from photoelectron spectroscopy, International Workshop on the Dual Nature of f -Electrons 2023 (Himeji, 2023 年 6 月)
- I-7** Ikuto Kawasaki, Kazuharu Takeuchi, Shin-ichi Fujimori, Yukiharu Takeda, Hiroshi Yamagami, Etsuji Yamamoto, and Yoshinori Haga: Strongly renormalized quasi-particles in UPt_3 , International Workshop on the Dual Nature of f -Electrons 2023 (Himeji, 2023 年 6 月)
- I-8** 川崎郁斗, 藤森伸一, 竹田幸治, 山上浩志, 大貫惇睦: 軟 X 線角度分解光電子分光法による局在 4f 電子系物質 CeRu_2Ge_2 の電子状態の研究: 日本物理学会 第 78 回年次大会 (東北大学、2023 年 9 月)
- I-9** Shin-ichi Fujimori: Electronic Structure of UTe_2 : a perspective from photoelectron spectroscopy, 招待講演, Asia-Pacific Conference on Condensed Matter Physics 2023 (花蓮, 台湾, 2023 年 11 月)
- I-10** 藤森伸一: 強相関電子物理学、集中講義 (東北大学大学院理学研究科物理学専攻, 2023 年 12 月)
- I-11** 藤森伸一: 光量子物性特論、集中講義 (京都産業大学大学院理学研究科, 2023 年 11-12 月)

科学研究費補助金等

- 1 文部科学省科学研究費補助金 (2022~24 年度) 基盤研究 (B) 課題番号: 22H03874
研究課題 軟 X 線電子構造解析ステーションの構築とトポロジカル超伝導体の電子状態解明
研究代表者 藤森伸一

- 2 日本学術振興会科学研究費補助金 (2020～25年度) 国際共同研究加速基金課題番号:20KK0061
研究課題 ウランが創発するスピン三重項超伝導の新しい物理
研究代表者 徳永陽
研究分担者 藤森伸一
- 3 日本学術振興会科学研究費補助金 (2024～27年度) 基盤研究 (C) 課題番号:24K15599
研究課題 磁気秩序相内における f 電子の局在化プロセスと準粒子励起の解明
研究代表者 川崎郁斗
- 4 日本学術振興会科学研究費補助金 (2024～27年度) 基盤研究 (B) 課題番号:23K25829
研究課題 重い電子系の複合自由度を用いた新奇トポロジカル量子相の探索と電子構造の解明
研究代表者 徳永陽
研究分担者 川崎郁斗