

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。2021年度は超伝導体 URu_2Si_2 , $ThPd_2Al_3$ や混合原子価 Eu 化合物 $EuNi_2P_2$ などに対する研究が行われた。

発表論文 List of Publications

- I-1** Shin-ichi Fujimori, Yukiharu Takeda, Hiroshi Yamagami, Jiří Pospíšil, Etsuji Yamamoto, Yoshinori Haga: Electronic structure of $ThPd_2Al_3$: Impact of the U $5f$ states on the electronic structure of UPd_2Al_3 , *Phys. Rev. B*, **105**, 115128 (2022)
- I-2** Yuki K Wakabayashi, Masaki Kobayashi, Yukiharu Takeda, Kosuke Takiguchi, Hiroshi Irie, Shin-ichi Fujimori, Takahito Takeda, Ryo Okano, Yoshiharu Krockenberger, Yoshitaka Taniyasu, Hideki Yamamoto: Single-domain perpendicular magnetization induced by the coherent O $2p$ -Ru $4d$ hybridized state in an ultra-high-quality $SrRuO_3$ film, *Phys. Rev. Mater.*, **5**, 124403 (2021)

- I-3** Ikuto Kawasaki, Masaaki Kobata, Shin-ichi Fujimori, Yukiharu Takeda, Hiroshi Yamagami, Masato Hedo, Takao Nakama, Yoshichika Ōnuki: Electronic structure of the intermediate-valence compound EuNi_2P_2 studied by soft x-ray photoemission spectroscopy, *Phys. Rev. B*, **104**, 165124 (2021)
- I-4** Shin-ichi Fujimori, Yukiharu Takeda, Hiroshi Yamagami, Etsuji Yamamoto, Yoshinori Haga: Electronic structure of URu_2Si_2 in paramagnetic phase: three-dimensional angle resolved photoelectron spectroscopy study, *Electronic Structure*, **3**, 024008 (2021)
- I-5** Masaki Kobayashi, Masahiro Suzuki, Shingo Kaneta-Takada, Yukiharu Takeda, Shin-ichi Fujimori, Goro Shibata, Arata Tanaka, Masaaki Tanaka, Shinobu Ohya, Atsushi Fujimori: Alternation of Magnetic Anisotropy Accompanied by Metal-Insulator Transition in Strained Ultrathin Manganite Heterostructures, *Phys. Rev. Appl.*, **6**, 064019 (2019)
- I-6** 藤森伸一: 周期律表の最果ての物質科学: 放射光で解き明かすアクチノイド化合物の電子状態、招待講演、第35回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (オンライン、2022年1月)
- I-7** 川崎郁斗, 藤森伸一, 竹田幸治, 山上浩志, 辺土正人, 仲間隆男, 大貫惇睦: 軟 X 線角度分解光電子分光法による重い電子系物質 EuNi_2P_2 の電子状態の研究 II、日本物理学会 2021 年秋季大会 (オンライン、2021 年 9 月)
- I-8** 藤森伸一, 竹田幸治, 川崎郁斗, 山上浩志, 仲村愛, 本間佳哉, 青木大: 光電子分光による UTe_2 の電子状態 II、日本物理学会 2021 年秋季大会 (オンライン、2021 年 9 月)
- I-9** Shin-ichi Fujimori: Photoelectron spectroscopies of f-electron materials, チュートリアル講演, International Workshop on the Dual Nature of *f*-Electrons 2021 (online, Germany 2021 年 6 月)
- I-10** Shin-ichi Fujimori: Electronic Structures of localized 5*f* compounds, 招待講演, International Workshop on the Dual Nature of *f*-Electrons 2021 (online, Germany 2021 年 6 月)
- I-11** Shin-ichi Fujimori: Electronic structures of uranium compounds studied by photoelectron spectroscopy, 招待講義, Charles University (Prague, Czech Republic 2021 年 5 月)
- I-12** 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, 2021 年 12 月)
- I-13** 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, 2021 年 11-12 月)

大学院物質理学研究科

博士前期課程

竹内一陽 : 重い電子系超伝導体 UPt_3 の放射光光電子分光

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