

【研究費区分】：①研究環

【研究代表者所属】：理工学研究科物理学専攻

【研究代表者氏名】：堀田貴嗣

【研究代表者氏名フリガナ】：ホッタタカシ

【研究代表者職】：教授

【研究分担者（所属,氏名,職）】

- ・理工学研究科物理学専攻，首藤啓，教授
- ・理工学研究科物理学専攻，青木勇二，教授
- ・理工学研究科物理学専攻，服部一匡，准教授
- ・理工学研究科物理学専攻，松田達磨，准教授
- ・理工学研究科物理学専攻，門脇広明，准教授
- ・理工学研究科物理学専攻，東中隆二，助教
- ・理工学研究科物理学専攻，高津浩，助教（現・京都大学大学院工学研究科特定講師）
- ・理工学研究科電気電子工学専攻，三浦大介，教授
- ・理工学研究科電気電子工学専攻，水口佳一，助教

【研究環組織名】：特異な結晶構造に創出する新奇量子相の解明

【研究環 HP（\*本研究環組織の HP を作成している場合は，その URL を記入してください。）】

- ・ <http://www.comp.tmu.ac.jp/scet-lab/tmu-org.html>

【研究環の活動概要と，ここで形成された研究グループ・研究拠点の今後の研究活動について】（600～800 字程度で記入。図（組織図含），グラフ等の使用も可。）

当初予定通り，国際シンポジウムを開催した。海外からは，米国，オーストリアなど6カ国から8名が参加し，日本からの参加を含め，合計95名の参加を得ることができた。招待講演19件，一般講演8件，ポスター発表51件の合計78件の発表があり，大学院生のポスター発表も10件あった。シンポジウム終了後，42編の論文を収録したプロシーディングスを英国の出版社 IOP Science の Journal of Physics: Conference Series（オープンアクセス誌）より出版した。

本研究環の大きな成果として， $\text{BiS}_2$ 系層状超伝導体に関して，物理学専攻と電気電子工学専攻の間で共同研究が大いに進んだことがあげられる。個別の成果としては， $\text{BiS}_2$ 系超伝導体に関しては，純良単結晶試料育成に成功し，それを用いて異方的超伝導特性を観測し，低温における量子臨界的挙動を発見した。また，物理圧力および化学圧力の系統的な制御を行うことで，超伝導特性と局所構造の相関を解明した。さらに，高压合成法を駆使することで，トポロジカル結晶絶縁体の  $\text{SnTe}$  への  $\text{Ag}$  ドープに成功し， $\text{Sn}_{1-x}\text{Ag}_x\text{Te}$  超伝導体を発見した。パイロクロア格子磁性体  $\text{Tb}_{2+x}\text{Ti}_{2-x}\text{O}_{7+y}$  では，フラストレート四極子系という新しい量子状態が実現している可能性を明らかにした。カゴ状構造をもつ  $\text{Sm}$  化合物においては，磁場に鈍感な強相関電子物性の研究に大きな進展が得られた。また，3次元ダイヤモンド格子上的四極子自由度の有効古典模型に対するモンテカルロ計算を行い，磁場中相図を確定した。

今後について，本研究環メンバーのうち超伝導に関する研究者が中心となって，平成28年7月から超

伝導理工学研究センターの設立を目指している。本研究環で進展した首都大発の  $\text{BiS}_2$  系超伝導体の研究を、今後も本学がイニシアティブをとって展開しつつ、p, d, f 電子系の量子臨界点近傍の新奇超伝導の発見と理解を目指すものである。そして、このセンターを母体に、本研究環では達成できなかった大型科研費の獲得を目指す。

【学会発表（発表題目，発表大会名，年月を記入）】

- ・ A. Shudo, “Nonadiabatic transition in multilevels and the exact WKB method” (invited), Dynamics Days Central Asia, Uzbekistan, May 26, 2015
- ・ Y. Mizuguchi, “Superconductivity in Bi-based layered chalcogenides” (invited), Gordon Research Conference - Superconductivity, 2015 年 5 月
- ・ 首藤 啓, “Quantum tunneling in nonintegrable systems: beyond the leading order semiclassical description” (invited), 数理解析研究所研究会 『計算機を援用した完全WKB解析の研究 ---仮想的変わり点の周辺を中心として ---』, 2015年6月22日
- ・ A. Shudo, “The existence of infinitely many stability islands and sticky dynamics in a piecewise linear map” (invited), International Workshop on Ray & Wave Mechanics in 2D Microcavity and Related Systems, Korea, July 4, 2015
- ・ 20th International Conference on Magnetism 2015, July 5-10, 2015, Barcelona, Spain

7月6日

- R. Higashinaka, T. Asano, T. Nakashima, K. Fushiya, Y. Mizuguchi, O. Miura, T. D. Matsuda, Y. Aoki, “Unconventional quantum critical behavior in nonmetallic  $\text{CeOBiS}_2$ : A mother phase of  $\text{BiS}_2$ -based superconductor”
- T. Asano, T. Nakashima, R. Higashinaka, T.D. Matsuda, Y. Aoki, “Anomalous ferromagnetic anomaly coexisting with superconductivity in layered superconductor  $\text{CeO}_{1-x}\text{F}_x\text{BiS}_2$ ”

7月7日

- A. Yamada, R. Higashinaka, T.D. Matsuda, Y. Aoki, H. Sato, “Transport properties of Field-Insensitive Heavy-Fermion Compound  $\text{SmTa}_2\text{Al}_{20}$ ”
- K. Fushiya, R. Higashinaka, T. D. Matsuda, Y. Aoki  
“Possible existence of partially disordered Sm ions in magnetically ordered state of Ising magnet  $\text{SmPt}_2\text{Si}_2$ ”
- Ryosuke Yamamura and Takashi Hotta, “Quantum Interference of Surface-Induced Friedel Oscillations Enhanced by Fermi-Surface Nesting in Layered Manganites”

7月8日

- G. Knebel, A. Pourret, D. Aoki, T. Combier, A. Palacio Morales, G. Lapertot, T. D. Matsuda, J. Flouquet, “Metamagnetism in heavy fermion systems”

7月9日

- Takashi Hotta and Tomoaki Agatsuma, “Fermi-Surface Topology and Pairing Symmetry in  $\text{BiS}_2$ -Based Layered Superconductors”
- Yasuhiro Kondo and Takashi Hotta, “Key Role of Rutile Structure for Layered Magnetism in Chromium Compounds”

・ Y. Mizuguchi, “Relationship between superconducting property and crystal structure in BiS<sub>2</sub>-based superconductors”, M<sup>2</sup>S (Materials and Mechanisms of Superconductivity), August, 2015

・ 日本物理学会 2015 年秋季大会, 関西大学千里山キャンパス, 2015 年 9 月 16 日～19 日

#### 9 月 16 日

- 山村諒祐, 堀田貴嗣, 「層状マンガニ酸化物におけるフェルミ面構造によって増強される表面誘起のフリーデル振動」
- 佐賀山遼子, 佐賀山基, 熊井玲児, 村上洋一, 浅野卓也, 梶谷丈, 東中隆二, 松田達磨, 青木勇二放「射光 X 線を用いた LaOBiS<sub>2</sub> の単結晶構造解析」
- 杉本拓也, 大槻太毅, A. Corentin Morice, Emilio Artacho, S. S. Saxena, 高橋雅也, E. F. Schwier, 岩沢英明, 島田賢也, 有田将司, 生田目博文, 谷口雅樹, Naurang L Saini, 浅野卓也, 中島卓也, 東中隆二, 松田達磨, 青木勇二, 溝川貴司, 「Fermi surfaces and orbital polarization of CeO<sub>0.5</sub>F<sub>0.5</sub>BiS<sub>2</sub> revealed by angle-resolved photoemission spectroscopy」
- 高津浩, 今井楽, 門脇広明, 「断熱消磁冷却を用いた低温比熱測定装置の開発」
- 門脇広明, 高津浩, 谷口智洋, 脇田美香, B. Fak, J. Ollivier, 「Tb<sub>2+x</sub>Ti<sub>2-x</sub>O<sub>7+y</sub> におけるスピン多極子複合励起の研究」
- 脇田美香, 高津浩, 門脇広明, 「量子スピンアイス Tb<sub>2+x</sub>Ti<sub>2-x</sub>O<sub>7+y</sub> の研究」

#### 9 月 17 日

- 松井大, 堀田貴嗣, 「数值繰り込み群法によるパイエルス・アンダーソンモデルにおける近藤効果の研究」
- 花田康高, 首藤啓, 池田研介, 「非可積分系におけるトンネル分裂の階段構造について」
- 吉田 賢典, 首藤 啓, 「強いカオス系における古典軌道間の相関と波動関数の干渉」
- 原田浩充, 首藤啓, 「標準型ハミルトン系の古典力学とトンネル分裂」
- 伏屋健吾, 東中隆二, 松田達磨, 青木勇二, 「充填スクッテルダイト SmRu<sub>4</sub>P<sub>12</sub> の磁場誘起電荷秩序相の磁気異方性 (II)」
- 山田瑛, 東中隆二, 伏屋健吾, 浅野卓也, 松田達磨, 青木勇二, 佐藤英行, 三宅厚志, 徳永将史, 水牧仁一朗, 筒井智嗣, 伊奈稔哲, 新田清文, 宇留賀朋哉, 「磁場に鈍感な近藤効果的異常を示す Sm<sub>x</sub>La<sub>1-x</sub>Ta<sub>2</sub>Al<sub>20</sub> における Sm4f 電子状態」
- 原和輝, 山田瑛, 東中隆二, 松田達磨, 青木勇二, 「新規 Sm 化合物 SmPd<sub>3</sub>Ga<sub>8</sub> の結晶構造と基礎物性」
- 梶谷丈, 三田昌明, 浅野卓也, 東中隆二, 青木勇二, 松田達磨, 「EuO<sub>1-x</sub>F<sub>x</sub>BiS<sub>2</sub> の単結晶育成と物性測定」
- 三田昌明, 浅野卓也, 東中隆二, 松田達磨, 青木勇二, 「層状超伝導体 NdO<sub>1-x</sub>F<sub>x</sub>BiS<sub>2</sub> の極低温物性」
- 秋田星二, 北川俊作, 小手川恒, 藤秀樹, 井澤宏輝, 水口佳一, 三浦大介, 浅野卓也, 東中隆二, 松田達磨, 青木勇二, 田中将嗣, 高野義彦, 長尾雅則, 「超伝導体 La(O.F)BiS<sub>2</sub> の高圧下におけるホール効果と熱膨張測定」
- 神戸振作, 徳永陽, 酒井宏典, 服部泰佑, 松田達磨, 芳賀芳範, R.E. Walstedt, 「URu<sub>2</sub>Si<sub>2</sub> の隠れた秩序状態の Si-NMR : 線幅の解析」
- 福本健太, 小手川恒, 藤秀樹, 明比亮介, 松田達磨, 山本悦嗣, 芳賀芳範, Zachary Fiska, 大貫惇睦, 青木大, Jacques Flouquet, 「UCoAl の強磁性量子臨界終点近傍の圧力下 NMR による研究」

- 三宅遼磨, 久保徹郎, 小手川恒, 藤秀樹, 東中隆二, 中間章浩, 青木勇二, 佐藤英行, 「カゴ状物質  $\text{PrTa}_2\text{Al}_{20}$  の  $^{27}\text{Al}$ -NMR による研究」
- 伊藤孝, 髭本亘, 伏屋健吾, 松田達磨, 青木勇二, 「イジング反強磁性体  $\text{SmPt}_2\text{Si}_2$  の  $\mu\text{SR}$  測定」
- 服部泰佑, 酒井宏典, 徳永陽, 神戸振作, 松田達磨, 芳賀芳範, 「単結晶  $\text{URu}_2\text{Si}_2$  における  $^{29}\text{Si}$  NMR ナイトシフトの測定」

#### 9月18日

- 堀田貴嗣, 「 $f^7$  電子系の近藤効果」
- 花田康高, 首藤啓, 池田研介, 「非可積分系におけるトンネル分裂の階段構造について II」
- 吉田 賢典, 渡邊 真悟, 首藤 啓, 「古典系における動的局在と区分線型面積保存写像における軌道の異常拡散について」
- 原田浩充, 首藤啓, 「標準型ハミルトン系のトンネル分裂と複素古典軌道のトポロジー」
- 東中隆二, 山田瑛, 水牧仁一朗, 筒井智嗣, 伊那稔哲, 新田清文, 宇留賀智哉, 松田達磨, 青木勇二, 佐藤英行, 「磁場に鈍感な重い電子状態を示す  $\text{SmTi}_2\text{Al}_{20}$  における La 希釈効果」
- 久保徹郎, 小手川恒, 藤秀樹, 東中隆二, 中間章浩, 青木勇二, 佐藤英行, 井原慶彦, 後藤貴行, 佐々木孝彦, 「 $\Gamma_3$ 二重項結晶場基底状態を持つ $\text{PrNb}_2\text{Al}_{20}$ の強磁場 $^{93}\text{Nb}$ -NMRによる研究」

#### 9月19日

- 近藤泰弘, 堀田貴嗣, 「モンテカルロ・シミュレーションを用いたクロム化合物の層状磁気構造の研究」
- 松田達磨, 今井勇輝, 山田瑛, 原和輝, 東中隆二, 青木勇二, 「強相関電子系  $\text{SmGa}_6$  の低温物性」
- 門脇広明, 高津浩, 脇田美香, B. Fak, J. Ollivier, 「パイクロア  $\text{Tb}_{2+x}\text{Ti}_{2-x}\text{O}_{7+y}$  における 4 極子の研究」
- ・ TMU International Symposium 2015 (本研究環国際シンポジウム), 2015年9月24日(日)~25日(水) (首都大学東京南大沢キャンパス)

#### 9月24日

- Y. Mizuguchi, “Correlation between crystal structure and superconductivity of  $\text{BiCh}_2$ -based layered superconductors” (招待講演)
- Ryosuke Yamamura and Takashi Hotta . “Valence Imbalance of Manganese Ions between Surface and Bulk Enhanced by Fermi-Surface Structure in Layered Manganites”
- M.Mita, T. Asano, R. Higashinaka, T. D. Matsuda, and Y. Aoki, “Magnetic properties of Nd ions in superconducting single crystal  $\text{NdO}_{1-x}\text{F}_x\text{BiS}_2$ ”
- T. Asano, R. Higashinaka, T. D. Matsuda, Y. Aoki, “Anomalous ferromagnetic anomaly coexisting with superconductivity in layered superconductor  $\text{CeO}_{1-x}\text{F}_x\text{BiS}_2$ ”
- J. Kaitani, O. Miura, Y. Mizuguchi, R. Higashinaka, T. D. Matsuda, Y. Aoki , “Chemical pressure effect on superconductivity of  $\text{BiS}_2$ -based  $\text{Ce}_{1-x}\text{Nd}_x\text{O}_{1-y}\text{F}_y\text{BiS}_2$  and  $\text{Nd}_{1-z}\text{Sm}_z\text{O}_{1-y}\text{F}_y\text{BiS}_2$ ”
- A. Yamada, R. Higashinaka, T. D. Matuda, Y. Aoki, and H. Sato, “Transport properties of Field-Insensitive Heavy-Fermion Compound  $\text{SmTa}_2\text{Al}_{20}$ ”
- K. Fushiya, R. Higashinaka, T. D. Matsuda, Y. Aoki , “Strongly correlated electron behaviors of Sm-based 122 compounds”
- T. D. Matsuda, Y. Imai, A. Yamada, K. Hara, R. Higashinaka and Y. Aoki , “Investigation of magnetic ground

state of  $\text{RGa}_6$ ”

- Kouhei Nagasaka, Takafumi Hiroi, Joe Kajitani, Ryuji Higashinaka, Tatsuma Matsuda, Yuji Aoki, Osuke Miura, Yoshikazu Mizuguchi, “Crystal structure and superconducting properties of  $\text{RE}(\text{O},\text{F})\text{BiS}_2$  (RE: La, Ce, Pr, Nd, Sm)”
- T. Kubo, H. Kotegawa, H. Tou, R. Higashinaka, A. Nakama, Y. Aoki, and H. Sato, “High field<sup>93</sup> Nb-NMR study of the  $\Gamma_3$  CEF doublet ground state system  $\text{PrNb}_2\text{Al}_{20}$ ”
- T. Takeuchi, S. Tsutsui, K. Fushiya, and Y. Aoki, “Thermal Expansion of the Unique Heavy Fermion Compound  $\text{SmOS}_4\text{Sb}_{12}$  and  $\text{LaOs}_4\text{Sb}_{12}$ ”
- T. Sugimoto, B. Joseph, E. Paris, D. Ootsuki, M. Takahashi, C. Morice, E. Artacho, S. S. Saxena, A. Iadecola, E. F. Schwier, M. Zheng, Y. Kojima, H. Iwasawa, K. Shimada, M. Arita, H. Namatame, M. Taniguchi, N. L. Saini, S. Demura, Y. Mizuguchi, Y. Takano, T. Asano, T. Nakajima, R. Higashinaka, T. D. Matsuda, Y. Aoki and T. Mizokawa, “Electronic structure of  $\text{Ce}(\text{O},\text{F})\text{BiS}_2$  revealed by x-ray absorption, resonance photoemission, and angle-resolved photoemission spectroscopies”
- H. Sagayama, R. Sagayama, R. Kumai, Y. Murakami, T. Asano, J. Kajitani, R. Higashinaka, T. D. Matsuda, and Y. Aoki, “Symmetry breaking of the mother material of  $\text{BiS}_2$ -based layered superconductor,  $\text{LaOBiS}_2$ ”
- M. Wakita, H. Takatsu, and H. Kadowaki, “Single crystal growth of a spin liquid  $\text{Tb}_{2+x}\text{Ti}_{2-x}\text{O}_{7+y}$ ”
- H. Edamoto, M. Wakita, H. Takatsu, and H. Kadowaki, “Single crystal growth of precisely stoichiometric  $\text{Dy}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ ”

9月25日

- R. Higashinaka, A. Yamada, R. Miyazaki, T. D. Matsuda, Y. Aoki and H. Sato, “Unusual field-insensitive phase transition and Kondo behavior in  $\text{SmTr}_2\text{Al}_{20}$ ” (招待講演)
- H. Takatsu, “Quadrupole order in the frustrated pyrochlore magnet  $\text{Tb}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ ” (招待講演)
- ・水口佳一, 「層状ビスマスカルコゲナイド超伝導体」 (招待講演), 日本セラミックス協会第28回秋季シンポジウム, 2015年9月
- ・水口佳一, 「層状ビスマスカルコゲナイド超伝導体の開拓と今後の展望」, 新学術領域J-Physicsキックオフミーティング, 2015年9月
- ・水口佳一, 「新しい層状ビスマスカルコゲナイドの熱電特性」, 第12回日本熱電学会, 2015年9月
- ・第9回物性科学領域横断研究会—凝縮系科学の最前線—, 東京大学本郷キャンパス, 2015年11月14日
- 水口佳一, 「層状ビスマスカルコゲナイドにおける超伝導と高熱電性能」
- 伏屋健吾, 松田達磨, 東中隆二, 青木勇二, 「イジング磁性体 $\text{SmPt}_2\text{Si}_2$ におけるSmイオン部分無秩序状態形成の可能性」
- 東中隆二, 浅野卓也, 伏屋健吾, 松田達磨, 青木勇二, 「 $\text{BiS}_2$ 系層状超伝導体 $\text{CeO}_{1-x}\text{BiS}_2$ の低温物性」
- 山田瑛, 東中隆二, 松田達磨, 青木勇二, 佐藤英行, 「 $\text{SmTa}_2\text{Al}_{20}$ における磁場に鈍感な近藤効果」
- ・ Y. Mizuguchi, “Determination of crystal structure parameter important for the emergence of superconductivity in the  $\text{BiCh}_2$  family”, ISS2015, 27年11月
- ・首藤 啓, 「非可積分系のトンネル効果」(招待講演), 数学協働プログラム、平成27年度ワークショップ『大自由度分子系における化学反応機序の理解と制御』(北海道大学), 2015年12月1日

- ・ A. Shudo, “The existence of infinitely many stability islands and sticky dynamics in a piecewise linear map” (invited), The 14th Christmas symposium of Physicists (Slovenia), December 10, 2015 Maribor, Slovenia.
- ・ TMU International Symposium on “The Global Human Resource Program Bridging across Physics and Chemistry”, January 29, 2016, Minami-Osawa, Hachioji
- Hiromitsu Harada, Akira Shudo, “Exact solution of one-dimensional normal form Hamiltonian system”
- Kensuke Yoshida, Akira Shudo, “Semiclassical analysis of dynamical Anderson localization in chaotic systems”
- Hajime Yoshino, Yasutaka Hanada, Akira Shudo, “Quantum mechanics in open systems”
- Masahiro Matsuo and Takashi Hotta, “Research of ground-state phase diagram of the boson-fermion mixed system by mean-field approximation”
- Ryosuke Yamamura and Takashi Hotta, “Surface-induced charge inhomogeneity in layered manganites”
- ・ 水口佳一, 「層状ビスマスカルコゲナイドにおける新物質・新機能のデザイン」, SIS2016, 2016年1月
- ・ 水口佳一, 「REOBiCh<sub>2</sub>系層状化合物の超伝導相図」, J-Physics 第一回トピカル会議, 2016年1月
- ・ 日本物理学会第71回年次大会, 東北学院大学泉キャンパス, 2016年3月19日~22日

### 3月19日

- 久保徹郎, 三宅遼磨, 松野治貴, 小手川恒, 藤秀樹, 播磨尚朝, 東中隆二, 中間章浩, 青木勇二, 佐藤英行, 井原慶彦, 後藤貴行, 佐々木孝彦, 「単結晶 PrT<sub>2</sub>Al<sub>20</sub> の NMR 測定」
- 梶谷丈, 遠藤秀晃, 浅野卓也, 三田昌明, 東中隆二, 松田達磨, 青木勇二, 「EuFBiS<sub>2</sub> および Eu<sub>3</sub>Bi<sub>2</sub>S<sub>4</sub>F<sub>4</sub> の単結晶育成と基礎物性測定」
- 中根僚宏, 藤田渉, 山田瑛, 松田達磨, 「二次元正方格子構造を有するコバルト化合物 Co(HOCH<sub>2</sub>COO)<sub>2</sub> における磁気相転移」
- 脇田美香, 高津浩, 門脇広明, B. Fåk, J. Ollivier, 「量子スピン液体 Tb<sub>2+x</sub>Ti<sub>2-x</sub>O<sub>7+y</sub> の単結晶中性子非弾性散乱」
- 花田康高, 首藤啓, 池田研介, 「非可積分系におけるトンネル分裂の階段構造について II」
- 吉田賢典, 渡邊真悟, 首藤啓, 「古典系における動的局在と区分線型面積保存写像における軌道の異常拡散について」
- 原田浩充, 首藤啓, 「標準型ハミルトン系のトンネル分裂と複素古典軌道のトポロジー」

### 3月20日

- 武野瑞紀, 伏屋健吾, 東中隆二, 松田達磨, 青木勇二, 「強磁性近藤格子系 CePd<sub>2</sub>P<sub>2</sub> の単結晶育成と物性測定」
- 小手川恒, 福本健太, 明比亮介, 藤秀樹, 松田達磨, 山本悦嗣, 芳賀芳範, Zachary Fisk, 大貫惇睦, 青木大, Jacques Flouquet, 「UCoAl の圧力下のメタ磁性転移に対する NMR による研究」
- 神戸振作, 酒井宏典, 徳永陽, 服部泰佑, Gerard Lapertot, 松田達磨, Georg Knebel, Jacques Flouquet, Russell E. Walstedt, 「YbRh<sub>2</sub>Si<sub>2</sub> の NMR スピンエコー減衰」
- 服部一匡, 「四面体配置スピンによる近藤効果」 (招待講演)

### 3月21日

- 三田昌明, 浅野卓也, 東中隆二, 松田達磨, 青木勇二, 「層状超伝導体 Nd(O<sub>1-x</sub>F<sub>x</sub>)BiS<sub>2</sub> が示す磁気比熱の異常な -logT 依存性」

- 野本拓也, 服部一匡, 池田浩章, 「多軌道超伝導体における多極子超伝導の理論研究」

3月22日

- 松井大, 服部一匡, 堀田貴嗣, 「数値繰り込み群法によるパイエルス・アンダーソンモデルの強結合領域における近藤効果の研究」
- 高橋祥平, 大山雄輔, 長谷川潤也, 中西良樹, 中村光輝, 吉澤正人, 山田瑛, 東中隆二, 松田達磨, 青木勇二, 佐藤英行, 「 $\text{SmTa}_2\text{Al}_{20}$  の低温弾性特性と相転移異常」
- 松田達磨, 八木薫郎, 山田瑛, 東中隆二, 青木勇二, 「 $\text{CeTGa}_6$  ( $T$ :遷移金属) の低温磁気秩序相」
- 山本直季, 三田昌明, 浅野卓也, 東中隆二, 松田達磨, 青木勇二, 「 $\text{Pr}(\text{O}_{1-x}\text{F}_x)\text{BiS}_2$  単結晶の極低温における 4f 電子の磁性」
- 山田瑛, 伏屋健吾, 石見聖, 東中隆二, 松田達磨, 青木勇二, 「 $\text{SmT}_2\text{X}_2$  の純良単結晶育成と低温磁性」
- 高橋祥平, 大山雄輔, 長谷川潤弥, 中西良樹, 中村光輝, 吉澤正人, 山田瑛, 東中隆二, 松田達磨, 青木勇二, 佐藤英行, 「籠状物質  $\text{SmTa}_2\text{Al}_{20}$  の低温弾性特性と相転移異常 (II)」
- 大池翔太, 山田瑛, 東中隆二, 松田達磨, 青木勇二, 「 $\text{SmPt}_2\text{Cd}_{20}$  の単結晶育成と物性測定」
- 原和輝, 山田瑛, 小林拓郎, 東中隆二, 松田達磨, 青木勇二, 「新規 Sm 化合物  $\text{SmPd}_3\text{Ga}_8$  の基礎物性」
- 村上泰斗, 山本隆文, Cedric Tassel, 高津浩, 小林洋治, 網代芳民, 陰山洋, 「新規層状アンチモン化合物の合成と磁気物性」
- 水口佳一, 廣井貴史, 三浦大介, 「 $\text{BiS}_2$  系超伝導体  $\text{REO}_{0.5}\text{F}_{0.5}\text{BiS}_{2-x}\text{Se}_x$  における Se 置換効果」

【論文発表又は著書発行 (発表題目, 著者, 発表誌又は出版社, 年月を記入)】

・ Takashi Hotta

“Effect of Spin-Orbit Coupling on Kondo Phenomena in  $f^7$ -Electron Systems”

J. Phys. Soc. Jpn. **84**, 114707-1-12 (2015).

・ Ryosuke Yamamura and Takashi Hotta

“Quantum Interference of Surface-Induced Friedel Oscillations Enhanced by Fermi-Surface Nesting in Layered Manganites”

Phys. Procedia **75**, 902-910 (2015).

・ Yasuhiro Kondo and Takashi Hotta

“Key Role of Rutile Structure for Layered Magnetism in Chromium Compounds”, Phys. Procedia **75**, 671-678 (2015).

・ Tomoaki Agatsuma and Takashi Hotta

“Fermi-Surface Topology and Pairing Symmetry in  $\text{BiS}_2$ -Based Layered Superconductors”

J. Magn. Magn. Mater. **400**, 73-80 (2016).

・ Ryosuke Yamamura and Takashi Hotta

“Valence Imbalance of Manganese Ions between Surface and Bulk Enhanced by Fermi-Surface Structure in Layered Manganites”

J. Phys.: Conf. Ser. **683**, 012042 (2016).

・ Yasutaka Hanada, Akira Shudo, and Kensuke S. Ikeda

“Origin of the enhancement of tunneling probability in the nearly integrable system”

Phys. Rev. E **91** (2015) 042913-1-16.

- Akira Shudo and Kensuke S. Ikeda  
 “Toward pruning theory for the Stokes geometry of the quantum Henon map”  
*Nonlinearity* **29** (2016) 375-425.
- Akira Shudo and Ruriko Ohashi  
 “Numerical verification of the exact WKB formula for the generalized Landau-Zener-Stueckelberg problem”  
*Advances in Science, Technology and Environmentology, Special issue: ASTE (Waseda University) B11*, (2015)  
 75-80.
- Yasutaka Hanada, Akira Shudo and Kensuke S. Ikeda  
 “Resonance-assisted tunneling in integrable and nonintegrable systems”  
*Advances in Science, Technology and Environmentology, Special issue: ASTE (Waseda University) B11*, (2015)  
 127-130.
- Hiromitsu Harada and Akira Shudo  
 “Non-linear resonances and singularity structures of complex classical dynamics”  
*Advances in Science, Technology and Environmentology, Special issue: ASTE (Waseda University) B11*, (2015)  
 131-134.
- Akira Yamada, Ryuji Higashinaka, Tatsuma D. Matsuda, Hideyuki Sato, Atsushi Miyake, Masashi Tokunaga, and Yuji Aoki  
 “Unconventional  $-\log T$  dependent resistivity in  $\text{Sm}_x\text{La}_{1-x}\text{Ta}_2\text{Al}_{20}$ ”  
*Physics Procedia* **75**, 522 (2015).
- Tetsuro Kubo, Hisashi Kotegawa, Hideki Tou, Ryuji Higashinaka, Akihiro Nakama, Yuji Aoki, and Hideyuki Sato  
 “Absence of Magnetic Dipolar Phase Transition and Evolution of Low-Energy Excitations in  $\text{PrNb}_2\text{Al}_{20}$  with Crystal Electric Field  $\Gamma_3$  Ground State: Evidence from  $^{93}\text{Nb}$ -NQR Studies”  
*J. Phys. Soc. Jpn.* **84**, 074701 (2015).
- T. Sugimoto, D. Ootsuki, C. Morice, E. Artacho, S. S. Saxena, E. F. Schwier, M. Zheng, Y. Kojima, H. Iwasawa, K. Shimada, M. Arita, H. Namatame, M. Taniguchi, M. Takahashi, N. L. Saini, T. Asano, R. Higashinaka, T. D. Matsuda, Y. Aoki, and T. Mizokawa  
 “Fermi surfaces and orbital polarization in superconducting  $\text{CeO}_{0.5}\text{F}_{0.5}\text{BiS}_2$  revealed by angle-resolved photoemission spectroscopy”  
*Phys. Rev. B* **92**, 041113(R) (2015).
- Kengo Fushiya, Tatsuma D. Matsuda, Ryuji Higashinaka, and Yuji Aoki  
 “Electrical resistivity of single-crystal  $\text{SmIr}_2\text{Si}_2$ ”  
*Physica Procedia* **75**, 77 (2015).
- Kengo Fushiya, Ryoich Miyazaki, Ryuji Higashinaka, Akira Yamada, Masaichiro Mizumaki, Satoshi Tsutsui, Kiyofumi Nitta, Tomoya Uruga, Bunya Suemitsu, Hideyuki Sato and Yuji Aoki  
 “Logarithmic temperature dependence of Sm ion valence in heavy fermion  $\text{Sm}_x\text{La}_{1-x}\text{Os}_4\text{Sb}_{12}$ ”  
*Phys. Rev. B* **92**, 075118 (2015).



- Akira Yamada, Ryuji Higashinaka, Tatsuma D. Matsuda, Yuji Aoki, and Hideyuki Sato  
“Deviation from Kohler’s Rule Closely Correlated with the Field-Insensitive  $-\log T$  Dependence of Resistivity in  $\text{SmTa}_2\text{Al}_{20}$ ”,  
J. Phys. Soc. Jpn. **84**, 103701 (2015).
- Ryuji Higashinaka, Akira Yamada, Tatsuma D. Matsuda, and Yuji Aoki  
“La substitution effect on the magnetic phase transition of  $\text{SmTi}_2\text{Al}_{20}$ ”  
J. Phys.: Conf. Ser. **683**, 012018 (2016).
- Kengo Fushiya, Tatsuma D. Matsuda, Ryuji Higashinaka, and Yuji Aoki  
“Transport properties of single-crystalline Ising magnet  $\text{SmPt}_2\text{Si}_2$ ”,  
J. Phys.: Conf. Ser. **683**, 012033 (2016).
- Akira Yamada, Ryuji Higashinaka, Kengo Fushiya, Takuya Asano, Tatsuma D. Matsuda, Masaichiro Mizumaki, Satoshi Tsutsui, Kiyofumi Nitta, Toshiaki Ina, Tomoya Uruga, and Yuji Aoki  
“Mixed valence state  $(\text{Sm}_x\text{La}_{1-x})\text{Tr}_2\text{Al}_{20}$ ”  
J. Phys.: Conf. Ser. **683**, 012020 (2016).
- Ryoko Sagayama, Hajime Sagayama, Reiji Kumai, Youichi Murakami, Takuya Asano, Joe Kajitani, Ryuji Higashinaka, Tatsuma D. Matsuda, and Yuji Aoki  
“Symmetry Lowering in  $\text{LaOBiS}_2$ , A Mother Material for  $\text{BiS}_2$ -Based Layered Superconductors”  
J. Phys. Soc. Jpn. **84**, 123703 (2015)
- H. Kadowaki, H. Takatsu, T. Taniguchi, B. Fak, and J. Ollivier  
“Composite Spin and Quadrupole Wave in the Ordered Phase of  $\text{Tb}_{2+x}\text{Ti}_{2-x}\text{O}_{7+y}$ ”  
SPIN **5**, 1540003 (2015).
- H. Takatsu, T. Taniguchi, S. Kittaka, T. Sakakibara, and H. Kadowaki  
“Scaling Quadrupole order in the frustrated pyrochlore magnet  $\text{Tb}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ ”  
J. Phys. Conf. Ser. **683**, 012022 (2016).
- M. Wakita, T. Taniguchi, H. Edamoto, H. Takatsu and H. Kadowaki  
“Quantum spin liquid and electric quadrupolar states of single crystal  $\text{Tb}_{2+x}\text{Ti}_{2-x}\text{O}_{7+y}$ ”  
J. Phys. Conf. Ser. **683**, 012023 (2016).
- C. W. Hicks, A. S. Gibbs, L. Zhao, P. Kushwaha, H. Borrmann, A. P. Mackenzie, H. Takatsu, S. Yonezawa, Y. Maeno, E. A. Yelland  
“Quantum Oscillations and Magnetic Reconstruction in the Delafossite  $\text{PdCrO}_2$ ”  
Phys. Rev. B **92**, 014425 (2015).
- D. Billington, D. Ernstring, T. E. Millichamp, C. Lester, S. B. Dugdale, D. Kersh, J. A. Duffy, S. R. Giblin, J. W. Taylor, P. Manuel, D. D. Khalyavin and H. Takatsu  
“Magnetic frustration, short-range correlations and the role of the paramagnetic Fermi surface of  $\text{PdCrO}_2$ ”  
Scientific Reports **5**, 12428 (2015).
- N. Kikugawa, P. Goswami, A. Kiswandhi, E. S. Choi, D. Graf, R. E. Baumbach, J. S. Brooks, K. Sugii, Y. Iida, M. Nishio, S. Uji, T. Terashima, P.M.C. Rourke, N. E. Hussey, H. Takatsu, S. Yonezawa, Y. Maeno, and L. Balicas  
“Interplanar coupling-dependent magnetoresistivity in high-purity layered metals”

Nature Comm. **7**, 10903 (2016).

• H. Takatsu, S. Onoda, S. Kittaka, A. Kasahara, Y. Kono, T. Sakakibara, Y. Kato, B. Fak, J. Ollivier, J. W. Lynn, T. Taniguchi, M. Wakita, and H. Kadowaki,

“Quadrupole Order in the Frustrated Pyrochlore  $Tb_{2+x}Ti_{2-x}O_{7+y}$ ”

To be published in Phys. Rev. Lett. (2016).

• Y. Mizuguchi and O. Miura

“High-Pressure Synthesis and Superconductivity of Ag-doped Topological Crystalline Insulator SnTe ( $Sn_{1-x}Ag_xTe$  with  $x=0-0.5$ )”

J. Phys. Soc. Jpn. **85**, 053702-1-5 (2016).

• Y. Goto, J. Seo, K. Kumamoto, T. Hisatomi, Y. Mizuguchi, Y. Kamihara, M. Katayama, T. Minegishi, and K. Domen

“Crystal Structure, Electronic Structure, and Photocatalytic Activity of Oxysulfides:  $La_2Ta_2ZrS_2O_8$ ,  $La_2Ta_2TiS_2O_8$ , and  $La_2Nb_2TiS_2O_8$ ”

Inorg. Chem. **55**, 3674–3679 (2016).

• A. Miura, Y. Mizuguchi, T. Takei, N. Kumada, E. Magome, C. Moriyoshi, Y. Kuroiwa, K. Tadanaga “Structures and optical absorption of  $Bi_2OS_2$  and  $LaOBiS_2$ ”

Solid State Commun. **227**, 19-22 (2016).

• Y. Mizuguchi, A. Nishida, A. Omachi, O. Miura

“Thermoelectric properties of new Bi-chalcogenide layered compounds”

Cogent Physics **3**, 1156281 (2016).

• Y. Mizuguchi, T. Hiroi, O. Miura

“Superconductivity phase diagram of Se-substituted  $CeO_{0.5}F_{0.5}Bi(S_{1-x}Se_x)_2$ , ”

J. Phys.: Conf. Ser. **683**, 012001 (2016).

• K. Terashima, T. Wakita, M. Sunagawa, H. Fujiwara, T. Nagayama, K. Ono, H. Kumigashira, M. Nagao, S. Watauchi, I. Tanaka, H. Okazaki, Y. Takano, Y. Mizuguchi, H. Usui, K. Kuroki, Y. Muraoka, T. Yokoya

“Comparative ARPES studies of  $LaO_{1-x}F_xBiS_2$  ( $x=0.23$  and  $0.46$ )”

J. Phys.: Conf. Ser. **683**, 012002 (2016).

• K. Terashima, J. Sonoyama, M. Sunagawa, H. Fujiwara, T. Nagayama, T. Muro, M. Nagao, S. Watauchi, I. Tanaka, H. Okazaki, Y. Takano, Y. Mizuguchi, H. Usui, K. Suzuki, K. Kuroki, T. Wakita, Y. Muraoka, T. Yokoya,

“Bulk sensitive angle-resolved photoelectron spectroscopy on  $Nd(O,F)BiS_2$ ”

J. Phys.: Conf. Ser. **683**, 012003 (2016).

• Y. Mizuguchi

“Recent Advances in Layered Metal Chalcogenides as Superconductors and Thermoelectric Materials: Fe - Based and Bi - Based Chalcogenides”

The Chemical Record **16**, 633–651 (2016).

• 水口佳一

「層状硫化ビスマス化合物の超伝導体・熱電材料への応用」

ケミカルエンジニアリング **61**, 53-58 (2016).

・水口佳一

「層状ビスマスカルコゲナイドを舞台にした新しい熱電変換材料の開発」

日本熱電学会誌, Vol. 12, No. 2, 6-8 (2015).

・ A. Nishida, O. Miura, C. H. Lee, Y. Mizuguchi

“High thermoelectric performance and low thermal conductivity of densified LaOBiSSe”,

Appl. Phys. Express **8**, 111801-1-3 (2015).

・ Y. Mizuguchi, A. Miura, J. Kajitani, T. Hiroi, O. Miura, K. Tadanaga, N. Kumada, E. Magome, C. Moriyoshi, Y. Kuroiwa

“In-plane chemical pressure essential for superconductivity in BiCh<sub>2</sub>-based (Ch: S, Se) layered structure”

Scientific Reports **5**, 14968-1-8 (2015).

・ A. Miura, Y. Mizuguchi, T. Sugawara, Y. Wang, T. Takei, N. Kumada, E. Magome, C. Moriyoshi, Y. Kuroiwa, O. Miura, K. Tadanaga

“Structural Difference in Superconductive and Nonsuperconductive Bi-S Planes within Bi<sub>4</sub>O<sub>4</sub>Bi<sub>2</sub>S<sub>4</sub> Blocks”

Inorg. Chem. **54**, 10462-10467 (2015).

・ Y. Mizuguchi

“Review of superconductivity in BiS<sub>2</sub>-based layered materials”

J. Phys. Chem. Solids **84**, 34-48 (2015).

・ Y. Goto, J. Kajitani, Y. Mizuguchi, Y. Kamihara, and M. Matoba

“Electrical and Thermal Transport of Layered Bismuth-Sulfide EuBiS<sub>2</sub>F at Temperatures between 300 and 623”

J. Phys. Soc. Jpn. **84**, 085003 (2015).

・ Y. Mizuguchi, E. Paris, T. Sugimoto, A. Iadecola, J. Kajitani, O. Miura, T. Mizokawa, N. L. Saini

“The effect of RE substitution in layered REO<sub>0.5</sub>F<sub>0.5</sub>BiS<sub>2</sub>: chemical pressure, local disorder and superconductivity”

Phys. Chem. Chem. Phys. **17**, 22090-22096 (2015).

・ A. Athauda, J. Yang, S. Lee, Y. Mizuguchi, K. Deguchi, Y. Takano, O. Miura, D. Louca

“In-plane charge fluctuations in bismuth-sulfide superconductors”

Phys. Rev. B **91**, 144112 (2015).

・ A. Athauda, J. Yang, B. Li, Y. Mizuguchi, S. Lee, D. Louca

“The Crystal Structure of Superconducting LaO<sub>1-x</sub>F<sub>x</sub>BiS<sub>2</sub>”

Journal of Superconductivity and Novel Magnetism **28**, 1255-1259 (2015).

・ H. Izawa, Y. Mizuguchi, O. Miura

“Fabrication of Superconducting Tapes by a Chemical-Phase-Transformation PIT”

IEEE Transactions on Applied Superconductivity **25**, 7300404 (2015).

・ T. Anzai, Y. Matsuura, T. Sugawara, O. Miura

“Removal of Humic Acid in Water by Rice Hull Magnetic Activated Carbon and Magnetic Separation”

IEEE Transactions on Applied Superconductivity **26**, 3700104 (2016).

・ T. Sugawara, Y. Matsuura, T. Anzai, O. Miura

“Removal of Ammonia Nitrogen From Water by Magnetic Zeolite and High-Gradient Magnetic Separation”

IEEE Transactions on Applied Superconductivity **26** (2015), in press.

## 【学術会議開催実績報告】

・ TMU International Symposium on “New Quantum Phases Emerging from Novel Crystal Structure”, September 24-25, 2015, Minami-Osawa Campus, Tokyo Metropolitan University

シンポジウムホームページ <http://www.comp.tmu.ac.jp/heavy-fermion/index.html>

プロシーディングス URL <http://iopscience.iop.org/1742-6596/683/1>

2015年9月24日から25日にかけて、南大沢キャンパスにおいて、国際シンポジウム“New Quantum Phases Emerging from Novel Crystal Structure”を開催した。海外からは、米国、オーストリアなど6カ国から8名が参加し、日本からの参加を含め、合計95名の参加を得ることができた。招待講演19件、一般講演8件、ポスター発表51件の合計78件の発表があり、物理学専攻と電気電子工学専攻から大学院生のポスター発表も10件あった。2日間と短めの国際シンポジウムであったが、研究環のテーマを中心に、焦点を絞った会議としたことから、参加者の好評を得ることができた。

本研究環では、会議録を英国の出版社 IOP Science の Journal of Physics: Conference Series からオープンアクセスとして出版した。シンポジウム終了後、論文投稿を受け付けたところ、42編の投稿があった。編集委員会を設立し、通常の論文と同じレベルの閲読過程を経て、2016年2月5日付けで会議録をオンライン出版した。URLは上記のとおりである。プロシーディングス冊子体も本報告書に添付する。

## 【科学研究費補助金への応募状況、採択状況】

### 平成28年度新規採択

- ・日本学術振興会海外特別研究員受入、「2次元超伝導体中に見出された新規量子磁気ゆらぎの特性究明」、青木勇二，H28-H29
- ・基盤研究(B)，「 $j$ - $j$ 結合描像に基づくf電子多体系の多極子秩序と超伝導に関する微視的理論」，堀田貴嗣(研究代表者)，服部一匡(研究分担者)，H28-H32
- ・基盤研究(B)，「 $\text{BiCh}_2$ 系層状化合物における機能性発現と化学圧力効果の相関解明」，水口佳一(研究代表者)，H28-H30
- ・基盤研究(C)，「層状超伝導体  $\text{BiS}_2$  系における局所構造と量子臨界的挙動及び超伝導特性の相関」，松田達磨(研究代表者)，H28-H30
- ・新学術領域研究 J-Physics 公募研究，「強磁性三重臨界点と強磁性超伝導に関する微視的理論」，服部一匡(研究代表者)，H28-H29

### 平成27年度まで継続

- ・若手研究(A)，「 $\text{BiS}_2$  伝導層を有する層状超化合物における超伝導機構解明と新奇機能の創出」，水口佳一(研究代表者)，H25-H27
- ・挑戦的萌芽研究，「 $\text{BiS}_2$  系層状超伝導体単結晶を用いた固有ジョセフソン素子の作製」，水口佳一(研究代表者)，H26-H27
- ・基盤研究(B)，「新規層状超伝導体における非従来型量子臨界的挙動と超伝導の結合」，青木勇二(研究代表者)，H27-H29
- ・基盤研究(B)，「複素空間における「古典力学の基礎問題」と非可積分トンネル効果」，首藤啓(研究分担者)，H27-H30
- ・基盤研究(C)，「ハミルトン力学系における動的境界と量子効果に関する研究」，首藤啓(研究代表者)，H25-H28

- ・基盤研究 (C), 「官能基装飾磁性活性炭と高勾配磁気分離による新浄水処理技術の開発」, 三浦大介 (研究代表者), H26-H28
- ・基盤研究 (C), 「フラストレートした磁性体における量子スピン液体の研究」, 門脇広明 (研究代表者), H25-H27
- ・基盤研究 (C), 「スピンアイスにおける磁気モノポールのダイナミクスの解明」, 高津浩 (研究代表者), H26-H28
- ・基盤研究 (C), 「Sm 系金属間化合物で発現する新奇強相関電子物性の機構の究明」, 東中隆二 (研究代表者), H27-H29
- ・新学術領域研究 J-Physics 計画研究「遍歴多極子による新奇量子伝導相」, 松田達磨 (研究分担者), H27-H31
- ・新学術領域研究 J-Physics 計画研究「強相関多極子物質の開発」, 水口佳一 (研究分担者), H27-H31

**【国等の提案公募型研究費, 企業からの受託研究費・共同研究費の獲得状況】**

・なし

**【受賞等】**

- ・水口佳一, 第 19 回超伝導科学技術賞, 「新しい BiS<sub>2</sub> 系層状超伝導体の発見」, 一般社団法人 未踏科学技術協会 超伝導科学技術研究会, 2015 年 4 月 19 日
- ・水口佳一, 第 28 回安藤博記念学術奨励賞, 「超伝導および熱電変換分野における新奇層状化合物の創出と物性解明」, 一般財団法人安藤研究所, 2015 年 7 月 4 日
- ・水口佳一, 講演奨励賞, 「新しい層状ビスマスカルコゲナイドの熱電特性」, 日本熱電学会, 2015 年 9 月 8 日
- ・堀田貴嗣, JPSJ Outstanding Referee 2016 (JPSJ 読者賞 2016), 日本物理学会, 2016 年 3 月 22 日

**【その他社会貢献】**

**【公的審議会・委員会等の公的貢献, 生涯学習支援・普及啓発, 国際貢献・国際交流等】**

- ・堀田貴嗣, 日本物理学会欧文誌 Journal of the Physical Society of Japan, Head Editor
- ・堀田貴嗣, 東京大学物性研究所スーパーコンピュータ共同利用課題審査委員
- ・首藤啓, 日本物理学会欧文誌 Journal of the Physical Society of Japan, Associate Editor
- ・首藤啓, 分子科学研究所学会等連絡会議構成員
- ・首藤啓, 日本医科大学基礎科学紀要委員
- ・水口佳一, Guest editor, Special Issue of Novel Superconducting Materials
- ・水口佳一, 化合物新磁性材料研究会世話人

**【プレスリリース】**

- ・高津浩, 新しいメカニズムによる負の磁気抵抗効果の発見, 2016 年 3 月 29 日

**【研究成果による特許等の工業所有権の出願・取得状況】**

(工業所有権の名称, 発明者, 権利者, 工業所有権の種類・番号, 出願年月日, 取得年月日)

・なし

**【研究分担額】**

(研究代表者・分担者名, 所属, 金額 (円))

- ・堀田貴嗣, 理工学研究科物理学専攻, 3,000,000 円