

平成 30 年 6 月 19 日現在

機関番号：22604

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15H03693

研究課題名(和文)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

研究課題名(英文) Coupling between unconventional quantum-critical fluctuations and superconductivity in layered superconductors

研究代表者

青木 勇二 (Aoki, Yuji)

首都大学東京・理工学研究科・教授

研究者番号：20231772

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,600,000円

研究成果の概要(和文)：BiS₂系超伝導体は、BiS₂伝導層と希土類イオンを含むブロック層が交互に積層した結晶構造を持つ2次元性の強い伝導物質である。希土類元素を変えつつ、BiS₂伝導層へのキャリアドーピング量を制御した純良単結晶を育成し、希土類イオンのf電子磁性とBiS₂層における電気伝導特性の異方性、およびこの両者の関わりを調べた。Ce系では、非金属相においても比熱が対数発散する非従来型の量子臨界的挙動を、Nd系では、重い電子的振舞を、それぞれ低温領域で発見した。また、上部臨界磁場に本系の異常な超伝導特性を見出した。様々な実験手法を組み合わせることで、希土類イオンとBiS₂伝導層が強く結合していることを示した。

研究成果の概要(英文)：BiS₂-based superconductors are pseudo-2D materials consisting of alternating stacks of block layers, which possess rare-earth ions, and BiS₂ conducting layers. We have grown high-quality single crystals with controlled carrier doping for each rare-earth elements, and have studied the anisotropies of 4f-electron magnetism and electronic conduction as well as the coupling between the two.

We have found at low temperatures that unconventional quantum critical behaviors (logT divergence in the specific heat) appearing in Ce-based materials in a nonmetallic state and heavy-fermion behaviors in Nd-based materials. In the superconducting state, we have found anomalous behaviors of the upper critical field H_{c2}, i.e., largely enhanced H_{c2} caused by the breaking of the local inversion symmetry at the electronically active BiS₂ bilayers and its anomalous temperature dependence suggesting different gap sizes on the Fermi surface.

研究分野：電子物性

キーワード：BiS₂層状超伝導体 量子臨界的挙動 空間反転対称性の破れ ファンデルワールス層状物質 純良単結晶育成

1. 研究開始当初の背景

首都大学東京の水口氏により 2012 年に発見された BiS_2 系層状超伝導体[1]は、強相関電子系超伝導体の典型物質である銅酸化物系や鉄系超伝導体と類似して、伝導層とブロック層が交互に積層した結晶構造を持つ (図 1: 結晶構造)。その超伝導特性や超伝導の発現メカニズムの解明を目指して、世界中で精力的に研究が行われている。伝導キャリアのない絶縁体 (母物質と呼ばれる) において、元素置換により BiS_2 層に伝導キャリアを注入すると、それが低温でクーパー対を形成し、超伝導が現れる。このような層状物質の電子状態を理解するためには、純良な単結晶を用いた物性測定が不可欠である。本系の電気伝導特性やその他の様々な物性は、積層した結晶構造を反映して、非常に異方的で 2 次元な特性を持つはずである。よって、小さな結晶粒がランダムに結合した多結晶試料を用いては、本質的な物性を明らかにすることはできない。しかし、世界的に単結晶を育成する研究グループは限られた状況にあった (中国、および山梨大の長尾グループ)。
[1] Y. Mizuguchi *et al.*, *J. Phys. Soc. Jpn.* 81, 114725 (2012).

2. 研究の目的

BiS_2 系層状超伝導体中のブロック層には、希土類イオンが入るサイトがある。希土類イオンの持つ 4f 電子は磁性を担うため、本系は、磁性と超伝導の共存や競合を研究する良い舞台となりうる。本研究では、希土類イオンの種類 ($Ln=\text{Ce}, \text{Pr}, \text{Nd}, \dots$) を色々と変えて、それぞれのイオンの特性を活かした多彩な磁性層を創り、結晶中の磁性の異方的な振る舞い、 BiS_2 層における電気伝導特性、さらに、その両者がどのように結合しているのかについて究明する。磁性イオンの縮退した f 電子が、低温でどのような基底状態を発現するのかは、強相関電子物性の研究において、重要な研究テーマである。

図 1 の結晶構造が示すように、一つの BiS_2 層は、多数のピラミッドが辺を共有してつながった構造を持ち、局所的に空間反転対称性が破れている。この特性がどのように電気伝導性や超伝導特性に現れるのか明らかにする。

本系の研究を進めながら、ファンデルワールス積層構造を持つ類似物質系へと研究を進展させながら、新規物性の探索も目指す。

3. 研究の方法

我々は、これまで希土類イオンを含む様々なタイプの化合物において、強相関電子物性を研究してきた[2]。この研究の過程で培った純良単結晶育成技術を駆使しながら、各種 BiS_2 系層状超伝導体の純良単結晶を育成す

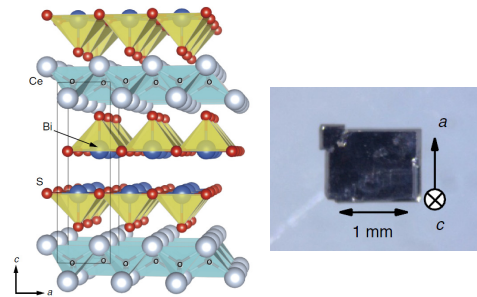


図 1 CeOBiS_2 の結晶構造 (左) と、育成された単結晶の写真 (右) [雑誌論文⑭]。伝導層とブロック層が交互に積層した結晶構造を持つ。2 枚の BiS_2 層は、ファンデルワールス結合している。

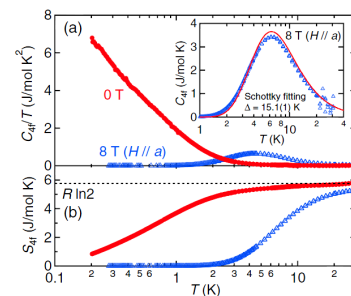


図 2 CeOBiS_2 の $\log T$ 発散する比熱と、磁気エントロピーの温度依存性 [雑誌論文⑭]。

る。ブロック層中の希土類イオンがもたらす強相関電子物性は、極低温領域までの比熱・磁化・電子輸送特性を測定することにより明らかにする。電子状態の異方性を明らかにするために、単結晶に対して、印加する磁場や電流方向を変えながら、各種物性を測定する。

国内外の研究グループと協力しながら、角度分解光電子分光 (ARPES)、高精度単結晶構造解析、ミュオンスピン緩和、などの様々な物性測定手法を用いて、多角的に BiS_2 系層状超伝導体の電子状態の解明を目指す。

[2] H. Sato, H. Sugawara, Y. Aoki, H. Harima, Chap. 1 "Magnetic Properties of Filled Skutterudites" in *Handbook of Magnetic Materials*, Vol 18, The Netherlands, Elsevier, pp. 1-110 (2009).

4. 研究成果

(1) BiS_2 層状超伝導体の母物質 CeOBiS_2 における非従来型量子臨界状態の発見

[雑誌論文⑭: 学会発表⑮⑯⑰⑱]

CeOBiS_2 単結晶の磁化と比熱の測定から、Ce イオンの価数が 3+ であり、4f 電子が局的状態にあること、全角運動量 $J=5/2$ の多重項が結晶場効果により分裂し、結晶場基底状態が $J_z=\pm 1/2$ の状態を取ることを明らかにした。これにより、 CeOBiS_2 における Ce の 4f 電子状態がおおまかに理解された。

次に、極低温領域で比熱を測定したとこ

る、4K 以下で比熱が $-\log T$ に比例した特異な発散を示すことを発見した。この振る舞いは、絶対ゼロ度に特異点（量子臨界点）が存在することを示唆する。同様な振る舞いは、近藤効果と RKKY 相互作用が拮抗する強相関電子系金属においてしばしば観測されてきたが、本系は非金属であり、同様な解釈は適用できない。図 1 に示した結晶構造の特徴を考慮すると、Ce 磁気モーメント間の超交換相互作用が持つ幾何学的フラストレーションがこの異常の起源となっている可能性がある。もしそうであれば、CeOBiS₂ は、幾何学的フラストレーションに基づく量子臨界点を有する世界で初めての磁性体となる。

(2) Ln(O,F)BiS₂ (Ln=Pr, Nd) における異常な 4f 電子磁性

[学会発表②③⑤⑥⑬]

Ln=Pr, Nd における 4f 電子磁性と超伝導の振る舞いを純良単結晶試料を用いて調べた。Nd 系では、低温で比熱が増強された C/T = 一定となり、あたかも重い電子系であるかのような振る舞いを示すことがわかった。磁場印加により、この値は抑制される。Pr 系では、Pr イオンが結晶場一重項基底状態を持っており Ce、Nd 系に見られるような比熱異常が低温に見られない。母相が持つ顕著な磁気異方性が、キャリアドープに伴い減少することがわかった。どの系においても、磁化は顕著な異方性を示し、f 電子は基本的に局在的に振る舞うことがわかった。

(3) La(O_{0.5}F_{0.5})BiS₂ の異方的超伝導特性

[雑誌論文①]

La(O_{0.5}F_{0.5})BiS₂ 単結晶の超伝導特性を、香港中文大学の Goh グループと共同で調べた。磁場を *ab* 面に垂直に印加すると上部臨界磁場 $H_{c2}(0)$ は 1 T であるが、 $H \parallel ab$ では 16 T にも達することがわかった。後者の値は Pauli 限界磁場 ($1.84 T_c = 7.4 T$) を超えており、Bi 6p 電子に働く強いスピン軌道結合(SOC)に起因するものと考えられる。スピン軌道散乱が H_{c2} を増大させる効果と、BiS₂ 層の局所的反転対称性の破れが Rashba-Dresselhaus SOC を通じてスピンを *ab* 面内にロックし、Zeeman 効果による対破壊から保護する効果の 2 つの原因が考えられる。また、 $H_{c2}(T)$ が広い温度領域で下に凸の振る舞いを示すことがわかった。これは、超伝導ギャップが波数空間内で異方的であることを強く示唆している。

(4) BiS₂ 系単結晶を用いた放射光実験

BiS₂ 系超伝導体の単結晶を用いて、研究室内でその基礎物性測定を行いつつ、国内外の研究グループと共同研究を幅広く進めた。ARPES 実験により、結晶内での Bi 6p 軌道の向きの決定（偏光解析）、Ce 4f 電子が中間価数状態にありつつも局在していること、Ce 4f 電子が Bi-6p_z 軌道と混成していること、

結晶欠陥近傍に金属的な領域が形成されていること（空間分解 ARPES）、Eu₃F₄Bi₂S₄ の Eu が混合価数状態にあること、などの成果を得た。これらの成果から、ブロック層の希土類イオンと BiS₂ 層における伝導電子系が強く結合していることが明らかとなった（溝川研究室（早稲田大）、Seimi 研究室（ローマ・ラ・サピエンツァ大）との共同研究）[雑誌論文④⑪⑬]。

また、高精度単結晶構造解析により、LaOBiS₂ において、正方晶から単斜晶への構造相転移が発見された。さらに、LaO_{1-x}F_xBiS₂ における結晶構造の F 濃度依存性および温度依存性が調べられ、F 濃度や温度に依存する構造相転移や、超格子構造の存在が発見された（KEK 佐賀山氏との共同研究）[雑誌論文⑫：学会発表⑧]。

(5) Eu₃F₄Bi₂S₄ 単結晶の Eu 磁気異方性

[雑誌論文②]

Eu₃Bi₂S₄F₄ の単結晶育成に世界で初めて成功した。磁化の異方性が 20K 以下で発達すること、反強磁性転移温度 2.2K 以下で、 $H//001$ においてメタ磁性異常が発現することを見出した。これにより、反強磁性状態において Eu 磁気モーメントが 001 方向を向いていることが明らかになった。また、過去に報告されている多結晶試料と比べて、電気抵抗の温度依存性が大きく異なることから、キャリアの伝導特性が試料敏感であることがわかった。

(6) ワイル半金属 WTe₂ の異常な電子輸送

[雑誌論文③]

BiS₂ 系超伝導体と同様にファンデルワールス層構造を持つワイル半金属 WTe₂ へと研究を発展させた（BiS₂ 系と同様に、伝導キャリアに強いスピン軌道結合が働く共通性を持つ）。残留抵抗比が 1,300 以上ある世界最高レベルの高純度単結晶の育成に成功した。低温では、1,500,000%にも達する巨大な磁気抵抗効果を示す（磁場 9T において）。この単結晶を用いて、電気抵抗と Hall 抵抗を同時測定することにより、電子と正孔のそれぞれのキャリア密度と移動度の特性を明らかにした。特に移動度が非常に高い値を持ち、激しく温度依存していることがわかる。また、Hall 抵抗が 3 K 以下の低磁場領域で正へと符号反転していることを発見した。本系の電子状態をさらに多面的に調べるため、WTe₂ および関連物質の MoTe₂ について、純良単結晶を用いた共同研究を国内外の研究グループとともに進めた。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

[雑誌論文]（計 25 件）全て査読有り。
以下に主な論文のみ記す。

- ① "Anisotropic two-gap superconductivity and the absence of a Pauli paramagnetic limit in monocrystalline $\text{LaO}_{0.5}\text{F}_{0.5}\text{BiS}_2$ " Y. C. Chan, K. Y. Yip, Y. W. Cheung, Y. T. Chan, Q. Niu, J. Kajitani, R. Higashinaka, T. D. Matsuda, Y. Yanase, Y. Aoki, K. T. Lai, and Swee K. Goh: *Phys. Rev. B* 97, 104509 (2018) [6 pages].
DOI: 10.1103/PhysRevB.97.104509
- ② "Single crystal growth and physical properties of BiS_2 -layered compound $\text{Eu}_3\text{Bi}_2\text{S}_4\text{F}_4$ " Ryuji Higashinaka, Hideaki Endo, Joe Kajitani, Tatsuma D. Matsuda, Yuji Aoki: *Physica B: Condensed Matter* 536, 824–826 (2018) [3 pages].
DOI: 10.1016/j.physb.2017.09.092
- ③ "Anomalous magnetotransport properties of high-quality single crystals of Weyl semimetal WTe_2 : Sign change of Hall resistivity" Rajveer Jha, Ryuji Higashinaka, Tatsuma D. Matsuda, Raquel A. Ribeiro, Yuji Aoki: *Physica B: Condensed Matter* 536, 68–71 (2018) [4 pages].
DOI: 10.1016/j.physb.2017.09.092
- ④ "Metallic phase in stoichiometric CeOBiS_2 revealed by space-resolved ARPES" T. Sugimoto, E. Paris, T. Wakita, K. Terashima, T. Yokoya, A. Barinov, J. Kajitani, R. Higashinaka, T. D. Matsuda, Y. Aoki, T. Mizokawa and N. L. Saini: *Scientific Reports* 8, 2011 (2018). [5 pages].
DOI:10.1038/s41598-018-20351-y
- ⑤ "Superconductivity in Cage Compounds $\text{LaTr}_2\text{Al}_{20}$ with $\text{Tr} = \text{Ti, V, Nb, and Ta}$ " A. Yamada, R. Higashinaka, T. D. Matsuda, Y. Aoki: *J. Phys. Soc. Jpn.* 87, 033707 (2018) [5 Pages].
DOI: 10.7566/JPSJ.87.033707
- ⑥ " SnAs -based layered superconductor NaSn_2As_2 " Y. Goto, A. Yamada, T. D. Matsuda, Y. Aoki, Y. Mizuguchi: *J. Phys. Soc. Jpn.* 86, 123701 (2017) [4 Pages].
DOI: 10.7566/JPSJ.86.123701
日本物理学会欧文誌の注目論文 (Papers of Editors'Choice)
- ⑦ "Intrinsic Phase Diagram of Superconductivity in the BiCh_2 -based System Without In-plane Disorder" Kouhei Nagasaka, Atsuhiko Nishida, Rajveer Jha, Joe Kajitani, Osuke Miura, Ryuji Higashinaka, Tatsuma D. Matsuda, Yuji Aoki, Akira Miura, Chikako Moriyoshi, Yoshihiro Kuroiwa, Hidetomo Usui, Kazuhiko Kuroki, Yoshikazu Mizuguchi: *J. Phys. Soc. Jpn.* 86, 074701 (2017) [6 Pages].
DOI: 10.7566/JPSJ.86.074701
- ⑧ "Electronic structure of self-doped layered $\text{Eu}_3\text{F}_4\text{Bi}_2\text{S}_4$ material revealed by x-ray absorption spectroscopy and photoelectron spectromicroscopy" E. Paris, T. Sugimoto, T. Wakita, A. Barinov, K. Terashima, V. Kandyba, O. Proux, J. Kajitani, R. Higashinaka, T. D. Matsuda, Y. Aoki, T. Yokoya, T. Mizokawa, and N. L. Saini: *Phys. Rev. B* 95, 035152 (2017) [5 pages].
DOI: 10.1103/PhysRevB.95.035152
- ⑨ "Bulk Superconductivity Induced by In-Plane Chemical Pressure Effect in $\text{Eu}_{0.5}\text{La}_{0.5}\text{FBiS}_{2-x}\text{Se}_x$ " Gen Jinno, Rajveer Jha, Akira Yamada, Ryuji Higashinaka, Tatsuma D. Matsuda, Yuji Aoki, Masanori Nagao, Osuke Miura, Yoshikazu Mizuguchi: *J. Phys. Soc. Jpn.* 85, 124708 (2016) [6 Pages].
DOI: 10.7566/JPSJ.85.124708
- ⑩ "Specific Heat and Electrical Transport Properties of $\text{Sn}_{0.8}\text{Ag}_{0.2}\text{Te}$ Superconductor" Yoshikazu Mizuguchi, Akira Yamada, Ryuji Higashinaka, Tatsuma D. Matsuda, Yuji Aoki, Osuke Miura, Masanori Nagao: *J. Phys. Soc. Jpn.* 85, 103701 (2016) [4 Pages].
DOI: 10.7566/JPSJ.85.103701
- ⑪ "Localized and mixed valence state of Ce 4f in superconducting and ferromagnetic $\text{CeO}_{1-x}\text{F}_x\text{BiS}_2$ revealed by x-ray absorption and photoemission spectroscopy" T. Sugimoto, D. Ootsuki, E. Paris, A. Iadecola, M. Salome, E. F. Schwier, H. Iwasawa, K. Shimada, T. Asano, R. Higashinaka, T. D. Matsuda, Y. Aoki, N. L. Saini, and T. Mizokawa: *Phys. Rev. B* 94, 081106(R) (2016) [5 pages].
DOI: 10.1103/PhysRevB.94.081106
- ⑫ "Symmetry lowering in LaOBiS_2 , a mother material for BiS_2 -based layered superconductor" Ryoko Sagayama, Hajime Sagayama, Reiji Kumai, Yoichi Murakami, Takuya Asano, Joe Kajitani, Ryuji Higashinaka, Tatsuma D. Matsuda, and Yuji Aoki: *J. Phys. Soc. Jpn.* 84, 123703 (2015) [5 Pages].
DOI: 10.7566/JPSJ.84.123703
- ⑬ "Fermi surfaces and orbital polarization in superconducting $\text{CeO}_{0.5}\text{F}_{0.5}\text{BiS}_2$ revealed

by angle-resolved photoemission spectroscopy" 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: Phys. Rev. B92 (2015) 041113(R) [5 pages].
DOI: 10.1103/PhysRevB.92.041113

⑭"Pronounced $-\log T$ divergence in specific heat of nonmetallic CeOBiS₂: a mother phase of BiS₂-based superconductor" R. Higashinaka, T. Asano, T. Nakashima, K. Fushiya, Y. Mizuguchi, O. Miura, T. D. Matsuda and Y. Aoki: J. Phys. Soc. Jpn. 84, 023702 (2015) [4 Pages].
DOI: 10.7566/JPSJ.84.023702

[学会発表] (計 71 件)

以下に主な発表のみ記す。

① Y. Aoki, R. Higashinaka, and T. D. Matsuda 「Unconventional 4f-electron magnetism in Ln(O,F)BiS₂ layered superconductors」 The 21st International Conference on Solid Compounds of Transition Elements (SCTE2018) Vienna, Austria, March 26~29, 2018. (招待講演)

② 山本直季, 東中隆二, 松田達磨, 青木勇二 他 3 名 「層状超伝導体 PrO_{1-x}F_xBiS₂ 単結晶の 4f 電子磁性と輸送特性」 日本物理学会第 73 回年次大会 2018 年 3 月 22~25 日 東京理科大学

③ 髭本亘, 東中隆二, 松田達磨, 青木勇二 他 6 名 「Ln(O_{1-x}F_x)BiS₂ (Ln=Ce,Nd) の磁場中 μ SR」 日本物理学会第 73 回年次大会 2018 年 3 月 22~25 日 東京理科大学

④ 守田智洋, 東中隆二, 松田達磨, 青木勇二 他 7 名 「R(O,F)BiS₂ のフェルミ面と電荷軌道不安定性」 日本物理学会第 73 回年次大会 2018 年 3 月 22~25 日 東京理科大学

⑤ Y. Aoki, R. Higashinaka, T. D. Matsuda 他 4 名 「Unconventional magnetic and transport properties of van der Waals layered materials: BiS₂-based superconductors and Weyl semimetals」 European Materials Research Society (E-MRS) 2017 Fall Meeting, Warsaw, Poland, Sept. 18~21, 2017. (招待講演)

⑥ Y. Aoki, R. Higashinaka, T. D. Matsuda 他 4 名 「Non-Fermi-liquid 4f-electron behaviors in Ln(O_{1-x}F_x)BiS₂ layered superconductors」 The International Conference on Strongly Correlated

Electron Systems (SCES2017) Prague, Czech Republic, July 17~21, 2017.

⑦ R. Higashinaka, T. D. Matsuda, Y. Aoki 他 2 名 「Single crystal growth and physical properties of BiS₂-layered compounds: Eu₃Bi₂S₄F₄」 The International Conference on Strongly Correlated Electron Systems (SCES2017) Prague, Czech Republic, July 17~21, 2017.

⑧ 佐賀山遼子, 東中隆二, 松田達磨, 青木勇二 他 6 名 「LaO_{1-x}F_xBiS₂ における長周期格子変調の x 依存性」 日本物理学会第 2017 年秋季大会 2017 年 9 月 21~24 日 岩手大学

⑨ 守田智洋, 東中隆二, 松田達磨, 青木勇二 他 7 名 「角度分解光電子分光による R(O,F)BiS₂ のバンド構造」 日本物理学会第 2017 年秋季大会 2017 年 9 月 21~24 日 岩手大学

⑩ 黒川輝風, 東中隆二, 松田達磨, 青木勇二 他 8 名 「光電子分光による R(O,F)BiS₂ の電子状態」 日本物理学会第 2017 年秋季大会 2017 年 9 月 21~24 日 岩手大学

⑪ 大西翔太, 山田瑛, 三田昌明, 東中隆二, 松田達磨, 青木勇二 「BiS₂ 系層状超伝導体の超伝導特性に対する一軸圧力効果」 日本物理学会第 72 回年次大会 2017 年 3 月 17~20 日 大阪大学

⑫ Yuan Yahua, 松林和幸, 梶谷丈, 東中隆二, 松田達磨, 青木勇二 「Pressure-induced superconductivity in EuFBiS₂ single crystal」 日本物理学会第 72 回年次大会 2017 年 3 月 17~20 日 大阪大学

⑬ 東中隆二, 三田昌明, 浅野卓也, 松田達磨, 青木勇二 「異常な低エネルギー励起を示す NdO_{1-x}F_xBiS₂ の電気輸送測定」 日本物理学会第 2016 年秋季大会 2016 年 9 月 13~16 日 金沢大学

⑭ 梶谷丈, 三田昌明, 東中隆二, 松田達磨, 青木勇二 「単結晶 LaO_{1-x}F_xBiS₂ の電子輸送効果」 日本物理学会第 2016 年秋季大会 2016 年 9 月 13~16 日 金沢大学

⑮ 浅野卓也, 梶谷丈, 東中隆二, 松田達磨, 青木勇二 「Ce(O,F)BiS₂ 単結晶の超伝導特性と異常磁性」 日本物理学会第 71 回年次大会 2016 年 3 月 19~22 日 東北学院大学

⑯ 髭本亘, 伊藤孝, 浅野卓也, 東中隆二, 松田達磨, 青木勇二 「Ce(O,F)BiS₂ の μ SR」 日本物理学会第 71 回年次大会 2016 年 3 月 19~22 日 東北学院大学

⑰梶谷丈, 三田昌明, 浅野卓也, 東中隆二, 松田達磨, 青木勇二 「Eu(O,F)BiS₂ の単結晶育成と物性測定」日本物理学会 2015 年秋季大会 2015 年 9 月 16~19 日 関西大学

⑱杉本拓也, 東中隆二, 松田達磨, 青木勇二 他 15 名 「Fermi surfaces and orbital polarization of CeO_{0.5}F_{0.5}BiS₂ revealed by angle-resolved photoemission spectroscopy」日本物理学会 2015 年秋季大会 2015 年 9 月 16~19 日 関西大学

⑲R. Higashinaka, T. D. Matsuda, Y. Aoki 他 5 名 「Unconventional quantum critical behavior in nonmetallic CeOBiS₂: A mother phase of BiS₂-based superconductor」20th International Conference on Magnetism (ICM 2015) Barcelona, Spain, July 5~10, 2015

⑳T. Asano, T. Nakashima, R. Higashinaka, T. D. Matsuda, Y. Aoki 「Anomalous ferromagnetic anomaly coexisting with superconductivity in layered superconductor Ce(O,F)BiS₂」20th International Conference on Magnetism (ICM 2015) Barcelona, Spain, July 5~10, 2015

[その他]

① アウトリーチ活動

ひらめき☆ときめきサイエンス~ようこそ大学の研究室へ 実施代表者 平成 28 年 8 月 6 日「HT28081 未来を変える夢の物質たち ー超伝導、磁石、熱電変換の不思議ー」首都大学東京南大沢キャンパスにて実施。超伝導や様々な物性の面白さを、実験をとおして高校生に体験してもらった。

https://www.jsps.go.jp/hirameki/ht28000_jisshi/ht28081jisshi.pdf

② ホームページ :

研究紹介「新規超伝導体の母物質 CeOBiS₂ における量子臨界的挙動」

<http://denshi-server.phys.se.tmu.ac.jp/research.htm>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

青木 勇二 (AOKI, Yuji)
首都大学東京・理工学研究科・教授
研究者番号 : 20231772

(2) 連携研究者

松田 達磨 (MATSUDA, Tatsuma)
首都大学東京・理工学研究科・准教授
研究者番号 : 30370472

東中 隆二 (HIGASHINAKA, Ryuji)
首都大学東京・理工学研究科・助教
研究者番号 : 30435672

水口 佳一 (MIZUGUCHI, Yoshikazu)
首都大学東京・理工学研究科・准教授
研究者番号 : 50609865

髭本 亘 (HIGEMOTO, Wataru)
独立行政法人日本原子力研究開発機構・先端基礎研究センター・研究主幹
研究者番号 : 90291103

謝辞 : 上記の連携研究者の皆様、および、本研究にご協力頂いた皆様 (「5. 主な発表論文等」に掲載) に深く感謝いたします。