

令和 5 年 6 月 12 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K03851

研究課題名（和文）ウラン化合物における新奇超伝導多重相と異常金属電子状態の解明

研究課題名（英文）Study of Unconventional Multiple-Superconductivity and Non-Fermi-Liquid State in Uranium Compounds

研究代表者

清水 悠晴（SHIMIZU, YUSEI）

東北大学・金属材料研究所・助教

研究者番号：90751115

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、ウラン化合物の超伝導・磁気特性の解明と新奇量子相の開拓を研究目的とし、単結晶育成技術と極低温精密物性測定による実験的研究を実施した。超高精度磁化測定技術開発により UNi2Al3 微小単結晶の定量的な磁化測定を実現し、希釈冷凍機温度まで超伝導相での磁気特性を明らかにした。UTe2 の極低温磁化・比熱測定を集中的に行ない、超伝導準粒子励起や渦糸状態における新奇な磁気特性を明らかにした。UBe13 の精密磁化測定・比熱測定を実施し、5f 電子状態に起因する異方的な磁気異常を観測した。ウラン系新奇物質探索も精力的に行なった。URhSn の純良単結晶育成に成功し、磁場強化される新奇量子相を発見した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ウラン化合物の異常な超伝導特性・磁気特性の解明は、未解明現象の多いスピン三重項超伝導に関する基礎学理を構築することに繋がる。スピン三重項超伝導は量子技術への応用が期待されているが、固体には珍しくその有力候補はウラン系化合物に限られているため、ウラン系超伝導に関する研究成果は希少価値が高い。また、本研究によって開発した超高精度磁化測定技術は、様々な強相関物質の極低温領域における磁気特性を明らかにする上で非常に有効であり、今後幅広い応用が期待される。さらに URhSn の新奇量子相の発見は、「隠れた秩序相」などの 5f 電子系異常物性を理解する重要なステップとなる成果である。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to elucidate superconducting and magnetic properties of unconventional superconductors and to explore novel quantum phases in 5f-electron systems. We have developed ultra-high-precision magnetization transducers, which had enabled quantitative dc magnetization measurements for tiny UNi2Al3 single crystals. Our data clarified the nature of Pauli-paramagnetic effects in UNi2Al3. In addition, magnetization and specific-heat measurements for novel spin-triplet superconductor UTe2 have been performed to clarify its superconducting quasiparticle excitations and magnetic properties. Moreover, precise magnetization and specific heat measurements for UBe13 have been carried out, and we have observed an anisotropic magnetic anomaly owing to an unusual 5f-electronic state. We also explored novel uranium-based materials, and succeeded in growing high-quality single crystalline URhSn, and found a nontrivial quantum phase enhanced by magnetic fields.

研究分野：強相関電子系超伝導

キーワード：強相関電子系 ウラン化合物 スピン三重項超伝導 アクチナイド物性 磁気特性 非フェルミ液体異常金属 電子状態 新奇相

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

5f 電子が主役を担う強相関ウラン化合物は、非従来型超伝導や非フェルミ液体異常金属、新奇量子相転移など、多彩な量子物性を示す。特にウラン系超伝導体は、超伝導と磁性の共存などの異常な磁気応答、エキゾチックな超伝導対称性を示し、超伝導基礎研究対象として非常に面白い。注目すべきはウラン系超伝導には、固体において非常に珍しい『スピン三重項超伝導体』の候補が多いことである。これまで研究代表者が重点的に研究を行ってきた  $UBe_{13}$  と置換系  $U_{1-x}Th_xBe_{13}$  を始め、強磁性超伝導体、昨年発見された新奇超伝導体  $UTe_2$  はスピン三重項超伝導の有力候補である。その中でも  $U_{1-x}Th_xBe_{13}$  と  $UTe_2$  は時間反転対称性の破れたスピン三重項超伝導体である可能性があり、その超伝導対称性と磁気特性の解明に強い関心が集まっている。5f 電子系スピン三重項超伝導・多重超伝導体における超伝導物性と電子状態を明らかにすることが、一つ目の重要なポイントである。

二つ目の重要なポイントは、5f 電子の常伝導相の理解を深化させることである。上記の新奇超伝導物性の背後には、強いスピン軌道相互作用、5f 電子自由度、さらには局在・遍歴の二面性など、『5f 電子特有の性質』が絡んでいるはずである。しかし、多くの場合、実際にどのような微視的機構が基となって新奇物性が起こるのか、常伝導相においても 5f 電子の基本描像が確立されていないのが現状である。そこで本研究では、スピン三重項多重超伝導を起こす  $U_{1-x}Th_xBe_{13}$  の非フェルミ液体異常金属相 (常伝導相) に対しても精密物性測定からアプローチした。さらに、5f 電子の結晶場が絡んで新奇量子相を起こす物質の探索・物性研究も精力的に進めた。

### 2. 研究の目的

本研究では純良単結晶育成・極低温精密物性測定から、スピン三重項超伝導を示すウラン化合物の超伝導特性を明らかにすることを主要な研究目的とした。特に『ウラン系超伝導多重相のギャップ構造と磁気特性』の他、その対形成機構を明らかにする上で重要な『5f 電子の異常金属状態・電子状態』の理解、5f 電子系新奇多極子伝導物質の開拓を目指した。

具体的には、スピン三重項超伝導の候補物質  $UTe_2$  ( $T_{sc} = 1.6-2.1$  K)、 $UNi_2Al_3$  ( $T_{sc} = 1$  K) における超伝導特性の研究を集中的に行なった。 $UTe_2$  は常圧下で超伝導多重相の存在が議論されており、常圧下において超伝導多重相の存在を精密物性測定により検証した。ウラン系超伝導体  $UBe_{13}$  及びその関連物質  $MBe_{13}$  において『非フェルミ液体異常金属状態』や『電子状態』を明らかにすることも研究目的とした。発展的な内容として、5f 電子系における『新奇トポロジカル量子現象』や『新しい機能性』の探索ため、ウラン系化合物において微細加工を実施した。さらに、ウラン系新奇物質探索としては、ZrNiAl 型の結晶構造を持つ  $URhSn$  に着目し、この物質系の基礎物性・強磁場物性・高圧物性を明らかにすることも研究目的として課題を進めた。

### 3. 研究の方法

チョクラルスキー法により育成した  $UNi_2Al_3$  単結晶、化学輸送法によって育成した  $UTe_2$  単結晶について試料評価・基礎物性測定を行った。スピン三重項超伝導体の候補である  $UNi_2Al_3$  と  $UTe_2$  の純良単結晶に対し、これらの超伝導特性、磁気的性質を明らかにするため、極低温高精度磁化測定・磁場中比熱測定を行った。さらに、これらの物質において、超伝導相近傍での相転移の探索をした。

$UBe_{13}$  の関連物質である  $RBe_{13}$  ( $M = U, Th$ , 希土類元素  $Ce, Pr, Nd, Yb, Sc, Y, Lu$ ) 純良単結晶をフラックス法により作成し、 $UBe_{13}$  の電子状態に関する情報を得るため、量子振動探索を行った。本研究では、簡便に量子振動探索が行えるよう、市販の PPMS に挿入可能な磁気トルク測定プローブを新たに開発した。同時に高感度な熱力学的測定として有効な熱膨張の測定をキャパシタンスによって簡便に測定できる熱膨張セル・システムの開発も行った。また  $UBe_{13}$  の超伝導・フェルミ面電子状態に関する理解を深めるため、 $UBe_{13}$  および  $Th$  置換系の超伝導相近傍の非フェルミ液体状態における磁気特性・熱力学的特性を超精密極低温磁化測定・磁場中比熱測定によって精査した。

チョクラルスキー引上げ法により  $URhSn$  単結晶を育成し、真空アニールによって純良単結晶を得た。得られた純良単結晶に対し、電気抵抗・磁化率・熱膨張・比熱測定、さらにはパルス強磁場磁化測定によって  $URhSn$  の磁性・伝導性・熱力学特性・強磁場物性を調べた。

### 4. 研究成果

(1) 本研究では純良で且つ十分に大きなサイズの  $UNi_2Al_3$  結晶育成にも取り組んだ。しかし、*incongruent* である  $UNi_2Al_3$  は、数ミリグラム以上で且つ超伝導転移のシャープな試料の合成はチョクラルスキー法による単結晶合成では試行錯誤の末、得られなかった。そこで、磁気モーメントの小さな  $UNi_2Al_3$  の微小試料であっても高感度に磁化測定を行える超高精度磁化測定技術開発に集中的に取り組んだ。この磁化測定開発において、自身で育成したヴァンヴレック常磁性体  $Pr_{0.1}La_{0.9}Be_{13}$  純良単結晶やマグネシウム合金を用いた純良『材料』開発も進め、これらをキャパシタの反磁性補償材料として用いることで、極低温磁化測定の超高精度・高性能化に繋げた。その結果、 $UNi_2Al_3$  の超伝導相において定量的に高精度磁化測定を行うことに成功した。磁化測

定技術開発に関する論文を *Review of Scientific Instruments* に発表した (引用文献①)。本研究で作製した、超高精度磁化測定用トランスデューサーを利用することで、 $\text{UNi}_2\text{Al}_3$  の 1mg 程の微小単結晶においても定量的磁化測定が希釈冷凍機温度まで実現できた。これにより、超伝導対称性を明らかにする上で重要な常磁性効果の異方性が希釈冷凍機温度まで明らかになった。現在論文投稿に向けて進めている。 $\text{UNi}_2\text{Al}_3$  の極低温比熱測定も実施したが、試料の重量が少ないこと・大きな残留比熱の存在などの制約から、超伝導準粒子励起に関する高精度データは得られなかった。今後、測定精度高精度化あるいは試料合成法の改善によってその超伝導ギャップ構造に関してアプローチしていきたい。

(2) 本研究ではスピン三重項超伝導体の有力候補である  $\text{UTe}_2$  の極低温磁化・比熱・熱膨張・磁歪測定を重点的に行なった。特に磁化測定と比熱測定に関する実験結果は学術雑誌 *Physical Review Research* 及び *Physical Review B* に出版した (引用文献②、③)。極低温比熱測定からは  $\text{UTe}_2$  の超伝導ギャップを調べ、異方的な準粒子励起が観測された。さらに、超伝導準粒子励起だけでは説明のつかない、異常な比熱の磁場中角度依存性が観測された。

$\text{UTe}_2$  は圧力下で超伝導多重相の存在が明らかになっており (引用文献④、⑤)、熱力学的考察に基づき、常圧下においても超伝導多重相が存在している可能性が議論されてきた。本研究では、比熱・磁化・熱膨張・磁歪の極低温精密測定から超伝導多重相を  $\text{UTe}_2$  において検証した。15T 以下の常圧下超伝導相では、明確な多重相の熱力学的証拠は得られなかったが、 $\text{UTe}_2$  の比熱の低温での磁場中での増大が見られ ( $H/b$ )、リエントラント超伝導と関連した磁気揺らぎが内在している可能性がある。

$\text{UTe}_2$  の極低温磁化測定からは、磁化困難軸  $H/b$  において通常の超伝導体では見られないエキゾチックな磁束ピンニングと磁化異常を観測した (図1) (引用文献③)。この磁化異常は交流磁化率や核磁気共鳴実験でも観測されており、矛盾のない結果が得られている (引用文献⑥)。一方、磁化容易軸方向 ( $H/a$ ) では、超伝導相内に複数の磁気異常が観測された。さらに超伝導上部臨界磁場直上にフェルミ面の再構築によると思われる「リフシツ転移」が観測された (引用文献③) (図2)。今後、超伝導状態とフェルミ面再構築の関連性に興味を持たれる。

$\text{UTe}_2$  の超伝導は、発見当初、超伝導転移温度は 1.6 K と報告されたが、最近超伝導転移が高い ( $T_{sc} = 2\text{--}2.1\text{ K}$ ) 結晶試料の育成が後に確立された。本研究でも、この超伝導転移点の高い純良単結晶において希釈冷凍機温度領域まで精密磁化測定を行った。現在、論文投稿に向け進めている。

(3) 本研究では、重い電子系超伝導である  $\text{UBe}_{13}$  の非フェルミ液体異常金属状態の起源およびその電子状態に関する情報を得るために、 $\text{UBe}_{13}$  の常伝導相に対して精密磁化測定・比熱測定によりアプローチした。 $\text{UBe}_{13}$  はスピン三重項超伝導状態の可能性があると、古くから研究されてきたが、未だに謎の多い物質である。本研究により  $\text{UBe}_{13}$  の非フェルミ液体異常金属状態において高精度磁化測定を 14.5 T まで行った。その結果、立方晶の [110] と [111] 方向において、磁化の温度依存性において磁化が温度減少とともに上昇する振舞いを観測した。このような実験データは、通常の磁性相では見られない特徴であり、高次多極子や 5f 電子の異常なバンド構造が起源になっている可能性がある。なお、実験データを得る上で、上記の超高精度磁化測定トランスデューサーを有効活用した (引用文献①)。

また、精密比熱測定によっても対応する熱力学的異常を  $\text{UBe}_{13}$  において観測することができた。これらの磁氣的・熱力学的異常は、超伝導上部臨界磁場の振舞いに変化し始める 5 T 以上の高磁場領域から見え始めており、本物質の超伝導相には常伝導相における 5f 電子状態の異常性が密接に関わっていると考えられる。現在、論文投稿に向けてまとめている。

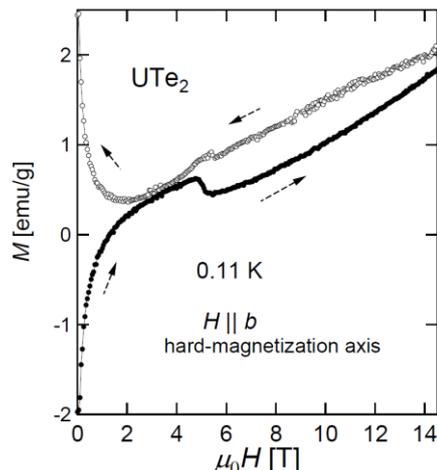


図 1.  $\text{UTe}_2$  磁化困難軸に関する磁化過程 (0.11 K)。5.6 T 付近に磁化履歴が急激に増大する異常なピンニングの振舞いを観測した。

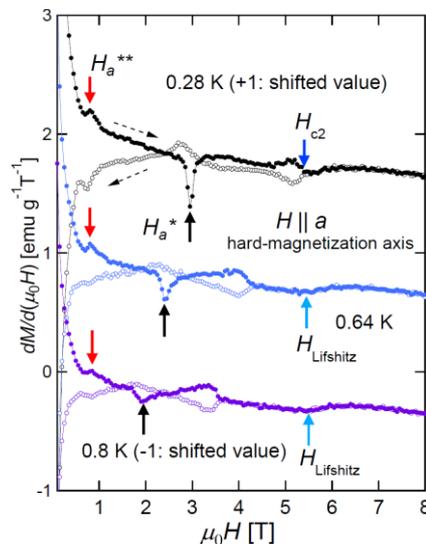


図 2.  $\text{UTe}_2$  の磁化容易軸に関する微分磁化 (0.28, 0.64, 0.8 K、括弧中の値はシフトした値)。 $H_{c2}$  以下では超伝導渦糸状態における磁化履歴が見え、1 T と 3 T 付近に磁化異常を観測した。さらに  $H_{c2}$  近傍 5.6 T にリフシツ転移を観測した。

さらに、関連物質として同結晶構造を持つ希土類化合物 $RBe_{13}$ ( $R$ :希土類、Th)の純良単結晶育成及び電子状態の研究も進めた。現在純良単結晶 $ScBe_{13}$ ,  $YBe_{13}$ ,  $ThBe_{13}$ においてドハース・ファン・アルフェン効果(量子振動)を観測することに成功した。 $RBe_{13}$ の量子振動観測は、巨大な有効質量を持ち残留抵抗が大きいため量子振動観測の困難な $UBe_{13}$ の異常な電子状態を理解する上で重要なステップとなる。この $RBe_{13}$ 物質群において価数と共に電子相関効果(有効質量の異方性、フェルミ面のトポロジーや体積)がどのように変化していくのかを系統的に調べていきたい。現在、 $ThBe_{13}$ と $ScBe_{13}$ の研究結果を論文投稿に向け進めている。

(4) 本研究ではウラン系新奇物質の探索も行なった。ZrNiAl型準カゴメ構造をもつURhSnの純良単結晶育成に成功し、基礎物性測定(電気抵抗・磁化・比熱・熱膨張)及び強磁場パルス磁化測定から、低温 $T_C = 17$  Kでの強磁性相に加えて、磁場で強化される新奇量子相( $T_O = 54$  K)を発見した(図3)(引用文献⑦)。この非自明量子相の起源は本物質の5f電子の結晶場状態に由来する新奇な反強四極子秩序である可能性が高く、現在、核磁気共鳴実験・共鳴X線散乱実験・中性子散乱実験などの微視的プローブによる研究も進めている。また物性研においてキュービックアンビルセルを用いた超高压下電気抵抗実験も実施し、URhSnの逐次相転移( $T_C = 17$  K,  $T_O = 54$  K)の圧力効果を解明した。その結果、通常のウラン系における磁性相の圧力効果には見られない新奇な多重相が得られた。さらに、6.25 GPa以上の超高压下では低温で電気抵抗のA係数が極めて増大する振舞い、電気抵抗の冪が5/3になる異常物性が観測された。常圧の基礎物性の結果及び、超高压実験に関する結果はそれぞれPhysical Review Bに発表した(引用文献⑦、⑧)。微視的プローブの実験結果に関しては現在論文準備中である。本課題ではURhSnの微細加工も着手し、現在精密電気抵抗測定実験を通じた新たな機能性の探索を進めている。本研究において見出したURhSnの新奇量子相は、強相関5f電子系における『隠れた秩序相』などの異常物性を総合的に理解していくための一つのモデルケースとなる重要な研究成果である。

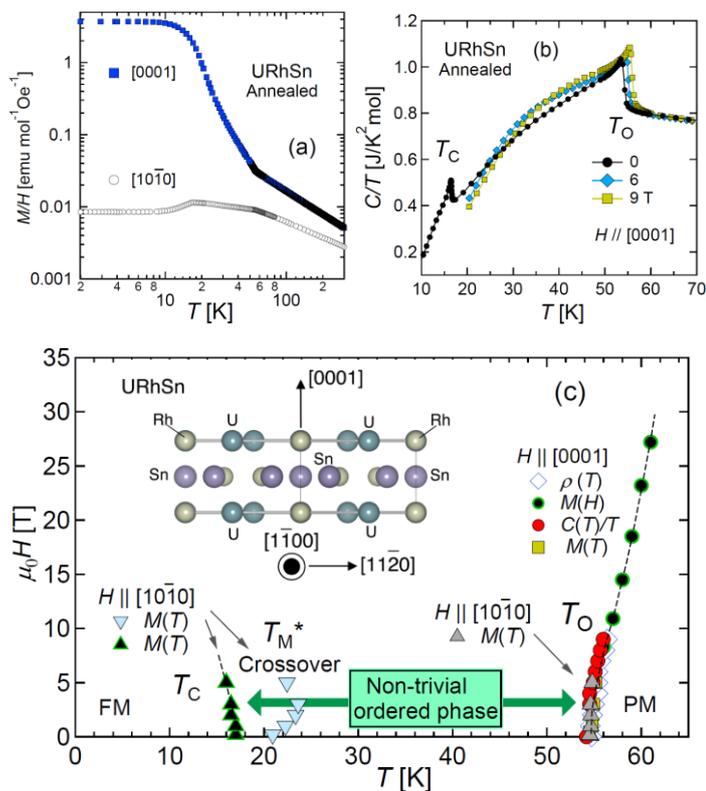


図3. (a) URhSnの磁化率の温度依存性(対数表示)及び、(b) 磁化容易軸方向磁場下での比熱の温度依存性。 $T_O$ での相転移異常が磁場印加とともに明確になり、 $T_O$ も高温にシフトする。(c) 磁場-温度相図(引用文献⑦)。

#### <引用文献>

- ① Y. Shimizu, Y. Kono, T. Sugiyama, S. Kittaka, Y. Shimura, A. Miyake, D. Aoki, and T. Sakakibara, Rev. Sci. Instrum. **92**, 123908 (2021).
- ② S. Kittaka, Y. Shimizu, T. Sakakibara, A. Nakamura, D. X. Li, Y. Homma, F. Honda, D. Aoki, and K. Machida, Phys. Rev. Research **2**, 032014 (2020).
- ③ Y. Shimizu, S. Kittaka, Y. Kono, T. Sakakibara, K. Machida, A. Nakamura, D. X. Li, Y. Homma, Yoshiki J. Sato, Atsushi Miyake, Minoru Yamashita, and D. Aoki, Phys. Rev. B **106**, 214525 (2022).
- ④ D. Braithwaite, M. Vališka, G. Knebel, G. Lapertot, J. P. Brison, A. Pourret, M. E. Zhitomirsky, J. Flouquet, F. Honda, and D. Aoki, Commun. Phys. **2**, 147 (2019).
- ⑤ D. Aoki, F. Honda, G. Knebel, D. Braithwaite, A. Nakamura, D. X. Li, Y. Homma, Y. Shimizu, Y. J. Sato, J-P. Brison, and J. Flouquet, J. Phys. Soc. Jpn **89**, 053705 (2020).
- ⑥ G. Nakamine, K. Kinjo, S. Kitagawa, K. Ishida, Y. Tokunaga, H. Sakai, S. Kambe, A. Nakamura, Y. Shimizu, Y. Homma, D. X. Li, F. Honda, and D. Aoki, J. Phys. Soc. Jpn. **90**, 064709 (2021).
- ⑦ Y. Shimizu, A. Miyake, A. Maurya, F. Honda, A. Nakamura, Y. J. Sato, D. X. Li, Y. Homma, M. Yokoyama, Y. Tokunaga, M. Tokunaga, and D. Aoki, Phys. Rev. B **102**, 134411 (2020).
- ⑧ A. Maurya, D. Bhoi, F. Honda, Y. Shimizu, A. Nakamura, Y. J. Sato, D. X. Li, Y. Homma, M. Sathiskumar, J. Gouchi, Y. Uwatoko, and Dai Aoki, Phys. Rev. B **104**, 195119 (2021).

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計41件（うち査読付論文 41件/うち国際共著 11件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Shimizu Yusei, Kono Yohei, Sugiyama Tomoyoshi, Kittaka Shunichiro, Shimura Yasuyuki, Miyake Atsushi, Aoki Dai, Sakakibara Toshiro	4. 巻 92
2. 論文標題 Development of high-resolution capacitive Faraday magnetometers for sub-Kelvin region	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Review of Scientific Instruments	6. 最初と最後の頁 123908-1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0067759	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Nakamine Genki, Kinjo Katsuki, Kitagawa Shunsaku, Ishida Kenji, Tokunaga Yo, Sakai Hironori, Kambe Shinsaku, Nakamura Ai, Shimizu Yusei, Homma Yoshiya, Li Dexin, Honda Fuminori, Aoki Dai	4. 巻 90
2. 論文標題 Inhomogeneous Superconducting State Probed by $^{125}\text{Te}$ NMR on $\text{UTe}_2$	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 064709-1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.90.064709	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Higa N., Ito T. U., Yogi M., Hattori T., Sakai H., Kambe S., Guguchia Z., Higemoto W., Nakashima M., Homma Y., Nakamura A., Honda F., Shimizu Y., Aoki D., Kakihana M., Hedo M., Nakama T., Onuki Y., Tokunaga Y.	4. 巻 104
2. 論文標題 Critical slowing-down and field-dependent paramagnetic fluctuations in the skyrmion host $\text{EuPtSi}$ : $\mu\text{SR}$ and NMR studies	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 045145-1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.104.045145	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Li Dexin, Nakamura Ai, Honda Fuminori, Sato Yoshiki J., Homma Yoshiya, Shimizu Yusei, Ishizuka Jun, Yanase Youichi, Knebel Georg, Flouquet Jacques, Aoki Dai	4. 巻 90
2. 論文標題 Magnetic Properties under Pressure in Novel Spin-Triplet Superconductor $\text{UTe}_2$	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 073703-1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.90.073703	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Aoki Dai, Kimata Motoi, Sato Yoshiki J., Knebel Georg, Honda Fuminori, Nakamura Ai, Li Dexin, Homma Yoshiya, Shimizu Yusei, Knafo William, Braithwaite Daniel, Valiska Michal, Pourret Alexandre, Brison Jean-Pascal, Flouquet Jacques	4. 巻 90
2. 論文標題 Field-Induced Superconductivity near the Superconducting Critical Pressure in UTe <sub>2</sub>	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 074705-1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.90.074705	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Miyake Atsushi, Shimizu Yusei, Sato Yoshiki J., Li Dexin, Nakamura Ai, Homma Yoshiya, Honda Fuminori, Flouquet Jacques, Tokunaga Masashi, Aoki Dai	4. 巻 90
2. 論文標題 Enhancement and Discontinuity of Effective Mass through the First-Order Metamagnetic Transition in UTe <sub>2</sub>	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 103702-1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.90.103702	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Maurya Arvind, Bhoi Dilip, Honda Fuminori, Shimizu Yusei, Nakamura Ai, Sato Yoshiki J., Li Dexin, Homma Yoshiya, Sathiskumar M., Gouchi Jun, Uwatoko Yoshiya, Aoki Dai	4. 巻 104
2. 論文標題 Pressure-induced multicriticality and electronic instability in the quasi-kagome ferromagnet URhSn	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 195119-1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.104.195119	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Li D X, Shimizu Y, Nakamura A, Sato Y J, Maurya A, Homma Y, Honda F, Aoki D	4. 巻 34
2. 論文標題 Transition from spin glass to paramagnetism in the magnetic properties of PrAu <sub>2</sub> Si <sub>2</sub>	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Physics: Condensed Matter	6. 最初と最後の頁 135805-1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-648X/ac49c7	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yokoyama Makoto, Honma Yutoku, Oshima Yoshiki, Rahmanto, Suzuki Kohei, Tenya Kenichi, Shimizu Yusei, Aoki Dai, Matsuo Akira, Kindo Koichi, Nakamura Shota, Kono Yohei, Kittaka Shunichiro, Sakakibara Toshiro	4. 巻 105
2. 論文標題 Nature of field-induced antiferromagnetic order in Zn-doped CeCoIn5 and its connection to quantum criticality in the pure compound	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 054515-1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.105.054515	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tokunaga Yo, Sakai Hironori, Kambe Shinsaku, Haga Yoshinori, Tokiwa Yoshifumi, Opletal Petr, Fujibayashi Hiroki, Kinjo Katsuki, Kitagawa Shunsaku, Ishida Kenji, Nakamura Ai, Shimizu Yusei, Homma Yoshiya, Li Dexin, Honda Fuminori, Aoki Dai	4. 巻 91
2. 論文標題 Slow Electronic Dynamics in the Paramagnetic State of UTe2	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 023707-1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.91.023707	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Fujibayashi Hiroki, Nakamine Genki, Kinjo Katsuki, Kitagawa Shunsaku, Ishida Kenji, Tokunaga Yo, Sakai Hironori, Kambe Shinsaku, Nakamura Ai, Shimizu Yusei, Homma Yoshiya, Li Dexin, Honda Fuminori, Aoki Dai	4. 巻 91
2. 論文標題 Superconducting Order Parameter in UTe2 Determined by Knight Shift Measurement	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 043705-1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.91.043705	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Aoki Dai, Nakamura Ai, Honda Fuminori, Li DeXin, Homma Yoshiya, Shimizu Yusei, Sato Yoshiki J., Knebel Georg, Brison Jean-Pascal, Pourret Alexandre, Braithwaite Daniel, Lapertot Gerard, Niu Qun, Vali?ka Michal, Harima Hisatomo, Flouquet Jacques	4. 巻 30
2. 論文標題 Spin-Triplet Superconductivity in UTe2 and Ferromagnetic Superconductors	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 JPS Conf. Proc.	6. 最初と最後の頁 011065- 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSCP.30.011065	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Tsutsui Satoshi, Shimizu Yusei, Hidaka Hiroyuki, Koriki Akinari, Murata Ryoya, Yoda Yoshitaka, Yanagisawa Tatsuya, Amitsuka Hiroshi	4. 巻 30
2. 論文標題 Rare-Earth Atomic Motion in RBe13 (R: La, Pr, Sm)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 JPS Conf. Proc.	6. 最初と最後の頁 011115 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSCP.30.011115	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sato Yoshiki J., Harima Hisatomo, Nakamura Ai, Maurya Arvind, Shimizu Yusei, Homma Yoshiya, Li Dexin, Honda Fuminori, Aoki Dai	4. 巻 30
2. 論文標題 Single Crystal Growth and de Haas-van Alphen Effect of Non-Centrosymmetric Heavy-Fermion Compound UPt5	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 JPS Conf. Proc.	6. 最初と最後の頁 011171 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSCP.30.011171	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sato Yoshiki J., Shimizu Yusei, Honda Fuminori, Nakamura Ai, Homma Yoshiya, Maurya Arvind, Li Dexin, Aoki Dai	4. 巻 29
2. 論文標題 Single Crystal Growth and Anisotropy of the Upper Critical Field of CeIr3	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 JPS Conf. Proc.	6. 最初と最後の頁 011007 1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSCP.29.011007	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takeuchi R., Kishimoto Y., Kotegawa H., Harima H., Homma Y., Honda F., Nakamura A., Shimizu Y., Li D. X., Aoki D., Tou H.	4. 巻 29
2. 論文標題 11B-NMR Investigation for Crystal Structure in Antiferromagnet UNi4B	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 JPS Conf. Proc.	6. 最初と最後の頁 013001 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSCP.29.013001	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Honda Fuminori, Kawamura Naomi, Li Dexin, Hirose Yusuke, Homma Yoshiya, Nakamura Ai, Shimizu Yusei, Maurya Arvind, Sato Yoshiki J., Aoki Dai	4. 巻 29
2. 論文標題 Magnetic and Electronic Properties of the Ternary Compound U <sub>2</sub> T <sub>3</sub> Si <sub>5</sub> (T = Rh, Ir)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 JPS Conf. Proc.	6. 最初と最後の頁 013002 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JSPSC.29.013002	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Maurya Arvind, Honda Fuminori, Shimizu Yusei, Nakamura Ai, Sato Yoshiki J., Homma Yoshiya, Li DeXin, Aoki Dai	4. 巻 29
2. 論文標題 Electrical Transport under Pressure in Non-centrosymmetric URhSn	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 JPS Conf. Proc.	6. 最初と最後の頁 014003 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JSPSC.29.014003	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Aoki Dai, Honda Fuminori, Knebel Georg, Braithwaite Daniel, Nakamura Ai, Li DeXin, Homma Yoshiya, Shimizu Yusei, Sato Yoshiki J., Brison Jean-Pascal, Flouquet Jacques	4. 巻 89
2. 論文標題 Multiple Superconducting Phases and Unusual Enhancement of the Upper Critical Field in UTe <sub>2</sub>	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 053705 1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.89.053705	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Knebel Georg, Kimata Motoi, Valiska Michal, Honda Fuminori, Li Dexin, Braithwaite Daniel, Lapertot Gerard, Knafo William, Pourret Alexandre, Sato Yoshiki J., Shimizu Yusei, Kihara Takumi, Brison Jean-Pascal, Flouquet Jacques, Aoki Dai	4. 巻 89
2. 論文標題 Anisotropy of the Upper Critical Field in the Heavy-Fermion Superconductor UTe <sub>2</sub> under Pressure	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 053707 1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.89.053707	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kittaka Shunichiro, Shimizu Yusei, Sakakibara Toshiro, Nakamura Ai, Li Dexin, Homma Yoshiya, Honda Fuminori, Aoki Dai, Machida Kazushige	4. 巻 2
2. 論文標題 Orientation of point nodes and nonunitary triplet pairing tuned by the easy-axis magnetization in UTe <sub>2</sub>	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review Research	6. 最初と最後の頁 032014(R) 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevResearch.2.032014	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Nakamura Ai, Honda Fuminori, Homma Yoshiya, Li Dexin, Shimizu Yusei, Maurya Arvind, Sato Yoshiki J., Harima Hisatomo, ?nuki Yoshichika, Aoki Dai	4. 巻 89
2. 論文標題 de Haas-van Alphen Effect and Fermi Surface Properties in Single-Crystalline ThCu <sub>2</sub> Si <sub>2</sub>	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 094703 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.89.094703	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sato Yoshiki J., Harima Hisatomo, Nakamura Ai, Maurya Arvind, Shimizu Yusei, Homma Yoshiya, Li Dexin, Honda Fuminori, Aoki Dai	4. 巻 102
2. 論文標題 Orbital crossing in spin-split Fermi surfaces and anisotropic effective mass of the noncentrosymmetric heavy-fermion paramagnet UPt <sub>5</sub>	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 125114 1-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.102.125114	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Li D X, Shimizu Y, Nakamura A, Maurya A, Sato Y J, Homma Y, Honda F, Aoki D	4. 巻 32
2. 論文標題 Magnetic and transport properties of new ternary uranium-based germanide U <sub>2</sub> Rh <sub>3</sub> Ge <sub>5</sub>	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Physics: Condensed Matter	6. 最初と最後の頁 495804 1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-648X/abb31a	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shimizu Yusei, Miyake Atsushi, Maurya Arvind, Honda Fuminori, Nakamura Ai, Sato Yoshiki J., Li Dexin, Homma Yoshiya, Yokoyama Makoto, Tokunaga Yo, Tokunaga Masashi, Aoki Dai	4. 巻 102
2. 論文標題 Strong magnetic anisotropy and unusual magnetic field reinforced phase in URhSn with a quasi-kagome structure	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 134411 1-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.102.134411	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sato Yoshiki J., Honda Fuminori, Shimizu Yusei, Nakamura Ai, Homma Yoshiya, Maurya Arvind, Li Dexin, Koizumi Takatsugu, Aoki Dai	4. 巻 102
2. 論文標題 Anisotropy of upper critical field and surface superconducting state in the intermediate-valence superconductor CeIr3	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 174503 1- 10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.102.174503	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yoshiki J. Sato, Fuminori Honda, Arvind Maurya, Yusei Shimizu, Ai, Nakamura, Yoshiya Homma, Dexin Li, Yoshinori Haga, Dai Aoki	4. 巻 5
2. 論文標題 Single crystal growth and magnetic phase diagram of the enantiopure crystal of NdPt2B	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review Materials (Editors' Suggestion)	6. 最初と最後の頁 034411 1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevMaterials.5.03441	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nakamine Genki, Kinjo Katsuki, Kitagawa Shunsaku, Ishida Kenji, Tokunaga Yo, Sakai Hironori, Kambe Shinsaku, Nakamura Ai, Shimizu Yusei, Homma Yoshiya, Li Dexin, Honda Fuminori, Aoki Dai	4. 巻 103
2. 論文標題 Anisotropic response of spin susceptibility in the superconducting state of UTe2 probed with <sup>125</sup> Te NMR measurement	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 L100503 1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.103.L100503	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kinjo Katsuki, Fujibayashi Hiroki, Nakamine Genki, Kitagawa Shunsaku, Ishida Kenji, Tokunaga Yo, Sakai Hironori, Kambe Shinsaku, Nakamura Ai, Shimizu Yusei, Homma Yoshiya, Li Dexin, Honda Fuminori, Aoki Dai	4. 巻 105
2. 論文標題 Drastic change in magnetic anisotropy of UTe2 under pressure revealed by 125Te-NMR	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 L140502 1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.105.L140502	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Miyake Atsushi, Gen Masaki, Ikeda Akihiko, Miyake Kazumasa, Shimizu Yusei, Sato Yoshiki J., Li Dexin, Nakamura Ai, Homma Yoshiya, Honda Fuminori, Flouquet Jacques, Tokunaga Masashi, Aoki Dai	4. 巻 91
2. 論文標題 Magnetovolume Effect on the First-Order Metamagnetic Transition in UTe2	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 063703 1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.91.063703	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Ishikawa Hajime, Kurihara Ryosuke, Yajima Takeshi, Nishio-Hamane Daisuke, Shimizu Yusei, Sakakibara Toshiro, Matsuo Akira, Kindo Koichi	4. 巻 6
2. 論文標題 Sm13: 4f5 honeycomb magnet with spin-orbital entangled 7 Kramers doublet	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review Materials	6. 最初と最後の頁 064405 1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevMaterials.6.064405	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Aoki Dai, Sakai Hironori, Opletal Petr, Tokiwa Yoshifumi, Ishizuka Jun, Yanase Youichi, Harima Hisatomo, Nakamura Ai, Li Dexin, Homma Yoshiya, Shimizu Yusei, Knebel Georg, Flouquet Jacques, Haga Yoshinori	4. 巻 91
2. 論文標題 First Observation of the de Haas-van Alphen Effect and Fermi Surfaces in the Unconventional Superconductor UTe2	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 083704 1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.91.083704	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Nakamura Shota, Kittaka Shunichiro, Machida Kazushige, Shimizu Yusei, Nakamura Ai, Aoki Dai, Sakakibara Toshiro	4. 巻 106
2. 論文標題 Anisotropic field response of specific heat for a ferromagnetic superconductor UCoGe in magnetic fields	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 035152 1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.106.035152	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sato Yoshiki J., Honda Fuminori, Pospisil Jiri, Nakamura Ai, Valiska Michal, Shimizu Yusei, Maurya Arvind, Homma Yoshiya, Li Dexin, Sechovsky Vladimir, Harima Hisatomo, Aoki Dai	4. 巻 91
2. 論文標題 Single-Crystal Growth and Fermi Surface Properties of LaPd <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> : Comparison with Pressure-Induced Heavy-Fermion Superconductor CePd <sub>2</sub> Si <sub>2</sub>	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 114708 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.91.114708	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Shimizu Yusei, Kittaka Shunichiro, Kono Yohei, Sakakibara Toshiro, Machida Kazushige, Nakamura Ai, Li Dexin, Homma Yoshiya, Sato Yoshiki J., Miyake Atsushi, Yamashita Minoru, Aoki Dai	4. 巻 106
2. 論文標題 Anomalous electromagnetic response in the spin-triplet superconductor UTe <sub>2</sub>	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 214525 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.106.214525	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Maurya Arvind, Miyake Atsushi, Kotegawa Hisashi, Shimizu Yusei, Sato Yoshiki J., Nakamura Ai, Li Dexin, Homma Yoshiya, Honda Fuminori, Tokunaga Masashi, Aoki Dai	4. 巻 107
2. 論文標題 Ising-type quasi-one-dimensional ferromagnetism with anisotropic hybridization in UNi <sub>4</sub> P <sub>2</sub>	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 085142 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.107.085142	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kinjo K., Fujibayashi H., Kitagawa S., Ishida K., Tokunaga Y., Sakai H., Kambe S., Nakamura A., Shimizu Y., Homma Y., Li D. X., Honda F., Aoki D., Hiraki K., Kimata M., Sasaki T.	4. 巻 107
2. 論文標題 Change of superconducting character in UTe2 induced by magnetic field	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 083704 1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.107.L060502	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Fujibayashi Hiroki, Kinjo Katsuki, Nakamine Genki, Kitagawa Shunsaku, Ishida Kenji, Tokunaga Yo, Sakai Hironori, Kambe Shinsaku, Nakamura Ai, Shimizu Yusei, Homma Yoshiya, Li Dexin, Honda Fuminori, Aoki Dai	4. 巻 92
2. 論文標題 Low-Temperature Magnetic Fluctuations Investigated by $^{125}\text{Te}$ -NMR on the Uranium-Based Superconductor UTe2	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 053702 1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.92.053702	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Maurya Arvind, Harima Hisatomo, Honda Fuminori, Shimizu Yusei, Sato Yoshiki J., Nakamura Ai, Li Dexin, Homma Yoshiya, Aoki Dai	4. 巻 92
2. 論文標題 Superconductivity in Noncentrosymmetric LaNiZn Single Crystal	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 043703 1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.92.043703	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Matsumura Hiroki, Fujibayashi Hiroki, Kinjo Katsuki, Kitagawa Shunsaku, Ishida Kenji, Tokunaga Yo, Sakai Hironori, Kambe Shinsaku, Nakamura Ai, Shimizu Yusei, Homma Yoshiya, Li Dexin, Honda Fuminori, Aoki Dai	4. 巻 92
2. 論文標題 Large Reduction in the a-axis Knight Shift on UTe2 with $T_c = 2.1$ K	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 063701 1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.92.063701	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 清水悠晴、榊原俊郎	4. 巻 58
2. 論文標題 反磁性補償したキャパシタンス式トランスデューサーによる極低温磁化測定技術開発と強相関物質への応用	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 固体物理	6. 最初と最後の頁 303-317
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 清水悠晴, 橘高俊一郎, 河野洋平, 榊原俊郎, 仲村愛, 李徳新, 本間佳哉, 佐藤芳樹, 三宅厚志, 青木大
2. 発表標題 超高感度極低温磁化測定技術の開発とウラン系奇パリティ超伝導体の磁気特性
3. 学会等名 日本物理学会 第77回年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 清水悠晴, 本間佳哉, 仲村愛, 李徳新, 青木大
2. 発表標題 準カゴメ構造をもつ URhSn および置換系 U(Rh,Co)Sn における電気抵抗・ホール効果
3. 学会等名 日本物理学会 2022年秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yusei Shimizu
2. 発表標題 High resolution magnetization and magnetostriction measurements in UTe <sub>2</sub>
3. 学会等名 GIMRT, REIMEI and IRN Aperiodic joint international workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 清水悠晴
2. 発表標題 ウランを含む重い電子系超伝導体における超伝導対称性、磁気応答および異常金属状態に関する研究
3. 学会等名 日本物理学会 第78回年次大会 第17回 領域8 若手奨励賞（招待講演）
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関		
フランス	University Grenoble Alpes, CEA	LNCMI, EMFL, CNRS	
フランス	University Grenoble Alpes, CEA	LNCMI	
チェコ	Charles University	Faculty of Mathematics and Physics	