

令和 5 年 6 月 28 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(S)

研究期間：2018～2022

課題番号：18H05227

研究課題名（和文）強相関量子凝縮相における回転対称性の破れの検証

研究課題名（英文）Rotational symmetry breaking in strongly correlated quantum matters

研究代表者

松田 祐司 (Matsuda, Yuji)

京都大学・理学研究科・教授

研究者番号：50199816

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 155,500,000円

研究成果の概要（和文）：強相関電子やスピン系からなる様々な量子多体系において、回転対称性の破れをともなう新しい量子相が存在するかどうか、準粒子の分数励起が現れるトポロジカル相を様々な系で解明した。具体的には(1)銅酸化物高温超伝導体の擬ギャップ相における回転対称性の破れ、(2)鉄系高温超伝導体のネマティック揺らぎもたらす異常電子状態、(3)BCS-BECクロスオーバー領域の新奇超伝導状態、(4)量子スピン液体のエキゾチック準粒子(5) Kitaev・スピン液体におけるマヨラナ粒子と非可換エニオン粒子の検証(6)近藤絶縁体の強磁場中量子振動(7)原子チューリング機構の提唱の研究を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

物理学における最も基本的な概念のひとつが、対称性の破れであることは疑いがない。強く相互作用し合う電子やスピン系からなる様々な量子多体系において、回転対称性の破れなどをともなう新しい量子相が存在するかどうか、準粒子の分数励起などが現れるトポロジカル相とはどのようなものかという疑問が、本研究の背景にある。これらを様々な系で解明できたことは大きな学術的意義を持つと考える。

研究成果の概要（英文）：In various quantum many-body systems consisting of strongly correlated electrons and spin, we have investigated new quantum phases with rotational symmetry breaking, and topological phases in which fractional excitations of quasiparticles appear. Specifically, (1) rotational symmetry breaking in the pseudogap phase of cuprate high-Tc superconductors, (2) anomalous electronic states induced by nematic fluctuations in iron-based high-Tc superconductors, (3) novel superconducting states in the BCS-BEC crossover region, (4) exotic quasiparticles in quantum spin liquids, (5) Kitaev spin liquid (6) quantum oscillations of Kondo insulators in strong magnetic fields (7) atomic Turing mechanism.

研究分野：低温物理学

キーワード：擬ギャップ ネマティック相 BCS-BECクロスオーバー 量子スピン液体 近藤絶縁体 マヨラナ粒子 非可換エニオン チューリング機構

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

銅酸化物高温超伝導体、鉄系高温超伝導体、重い電子系化合物に代表される様々な強相関電子系において、結晶格子の回転対称性を自発的に破る電子ネマティック状態が発見されつつあった。この状態の解明は、擬ギャップ形成、非従来型超伝導、隠れた秩序、量子臨界点などの長年にわたる凝縮系物理学の大問題と密接に関わっていることがわかってきた。さらに絶縁体においても、強い量子揺らぎのために磁気秩序が破壊された量子スピン液体は、いくつかの候補物質が発見され、新しい量子凝縮体として大きな注目を集めていた。

2. 研究の目的

物理学における最も基本的な概念のひとつが、対称性の破れであることは疑いがない。強く相互作用し合う電子やスピン系からなる様々な量子多体系において、回転対称性の破れなどをともなう新しい量子相が存在するかどうかが、準粒子の分数励起などが現れるトポロジカル相とはどのようなものかという疑問が、本研究の背景にある。そのような対称性の破れた状態は、どのような新奇な物理現象や量子状態と結びつくのかを解明しさらに発展させることが、本研究の目的である。

3. 研究の方法

本研究では様々な新しく開発した装置を用いて、強相関電子系と絶縁体量子スピン系における様々な対称性の破れを超高感度で検出した。まず強相関電子系における回転対称性の破れを、磁気トルク法とネマティック感受率の測定を様々な強相関電子系に対し系統的に行った。さらに、比熱を様々な磁場方向に対し超高感度で測定できる装置の開発も行い、量子スピン液体状態における比熱の角度依存性の測定を行い、準粒子励起の角度依存性に関する研究を行った。さらに超高精度で熱ホール効果の測定できる装置を開発し、量子スピン液体中の準粒子励起とトポロジカル励起の研究も行った。

4. 研究成果

本研究においてこれまで得られた主要な成果を7つ上げる。(1)-(5)は応募時に研究計画に記載されたものであり十分に達成された。(6)(7)は当初の計画において予見していなかった新たな展開である。

(1) 銅酸化物高温超伝導体の擬ギャップ相における回転対称性の破れ

銅酸化物高温超伝導体では擬ギャップ相の理解なしには高温超伝導機構の解明は有り得ない。本研究では、 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6+x}$ に引き続き、 $\text{HgBa}_2\text{CuO}_{4+x}$ のアンダードープ領域において、超高精度での磁気トルクの面内磁場角度依存性測定を行った。その結果、擬ギャップ温度において電子系の回転対称性が破れるネマティック転移がおきていることを明らかにした。これは擬ギャップ形成が相転移現象であることの熱力学的証拠である。

(2) 鉄系高温超伝導体のネマティック揺らぎのもたらす異常電子状態

鉄系超伝導体の超伝導発現機構を理解するための最も重要な課題の一つに、回転対称性を破るネマティック電子揺らぎが電子状態に与える影響の解明が挙げられる。本研究でネマティック量子臨界揺らぎが異常な金属相に対して劇的な影響を与えることを明らかにした。さらに輸送現象の精密な解析によりネマティック揺らぎは超伝導発現機構にも大きな影響を及ぼしていることも直接的に示すことができた。

(3) BCS-BEC クロスオーバー領域の超伝導体の強磁場中の新奇超伝導状態

鉄系高温超伝導体 FeSe では、ホールと電子面の両方のフェルミエネルギーが超伝導ギャップと同程度であり、この系が冷却原子でしか実現できなかった BCS-BEC クロスオーバー領域にある初めての超伝導体であることを明らかにした。さらに、 FeSe における渦糸コアが量子極限に近い状態にあることを示すとともに、 FeSe の強磁場中の熱輸送現象測定により、この系において、超伝導電子対の組み替えが起こることで系の並進対称性と回転対称性を同時に破る新奇な超伝導状態が高磁場で実現していることを発見した。

(4) 量子スピン液体のエキゾチック準粒子；スピノン、モノポールと、フォトン

量子スピン液体は、未だに多くの謎を持つ量子力学的にエンタングルメントした状態をもち、トポロジカル秩序と分数化された準粒子励起がそれを解く鍵となる。本研究では、2次元三角格子、カゴメ格子と3次元パイロクロア構造という幾何学的にフラストレートした系で、量子スピン液体の候補物質において比熱測定を行った。その結果、2次元三角格子とカゴメ格子では、磁場中比熱が、RVB状態から励起された局在孤立スピンを仮定した新しいスケーリング則で良く記述できることを示した。さらに3次元パイロクロアでは100 mK以下において熱伝導が異常に大きくなる現象が観測され、これがトポロジカル励起であるフォトン励起によるものであることを示した。

(5) キタエフ・スピン液体におけるマヨラナ粒子と非可換エニオン粒子の検証

キタエフ・スピン物質とよばれるハニカム格子上にスピンを持つ物質では、厳密解を持つ量子スピン液体状態が実現され、マヨラナ励起や非可換エニオンが創発されることが理論的に示されている。我々はキタエフ・スピン液体候補物質である α - RuCl_3 では、熱ホール効果が半整数値に量子化されることを発見した。さらに、熱ホール効果と比熱の磁場角度依存性から α - RuCl_3 のトポロジカルチャーン数とマヨラナギャップの決定にも成功した。これらはマヨラナ粒子と非可換エニオンの存在を直接示すものであり、分数量子ホール効果における電荷の分数化と同様にスピンの分数化の証拠を与えるものである。さらにこの半整数熱量子ホール効果は、熱流と磁場を2次元面に平行に与えたときにも観測されこれは、プラナー熱ホール効果の初めての発見となる。また我々は希釈冷凍機中で精密に磁場方向を制御し超高感度で比熱を測定した。その結果、理論で予想されているマヨラナギャップとディラックコーンを明確に観測し、この系におけるバルク-エッジ対応を初めて明らかにした。

(6)近藤絶縁体 YbB_{12} において強磁場中の量子振動測定を行ない、その結果、磁化だけでなく電気抵抗にも量子振動が現れることを発見した。これは絶縁体においても金属と同様にランダウ量子化にとまなう量子振動が存在するというこれまでの常識を覆すものである。さらに、極低温熱伝導測定の結果、絶縁体であるにもかかわらず金属のような有限の残留熱伝導度が観測された。これは何らかの中性のフェルミオン励起がこの系に存在していることを示しており、新しい量子凝縮状態として全く予期していなかった結果である。さらに我々は、超強磁場中でホール効果の測定も行いこの中性粒子の詳細な研究も行った。

(7)キタエフ量子スピン液体の候補物質 α - RuCl_3 の単層膜を作成している時に偶然 β - RuCl_3 が作成できた。これが2-4nmの幅で単層の厚みを持ち、長さ数マイクロメートルの原子ワイヤができることを発見した。この原子ワイヤが形成される機構として我々は、チューリング機構という非平衡拡散プロセスを提唱した。原子レベルのチューリング機構は、初めての例となる。またこのナノワイヤはそのものは、朝永ラッティンジャーえおたいを実現できるだけでなく、原子レベルで平坦なX,Y接合やナノリングの作成も可能にしており、マヨラナ励起などの新奇な励起の創出も期待できる。さらにこの原子ワイヤはグラフェンの上に成長できるため、今後の展開としてこれまで作成が困難であった長いグラフェン・ナノリボンを大量に作成できる可能性がある。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計45件（うち査読付論文 45件／うち国際共著 22件／うちオープンアクセス 15件）

1. 著者名 Xiang Ziji, Chen Lu, Chen Kuan-Wen, Tinsman Colin, Sato Yuki, Asaba Tomoya, Lu Helen, Kasahara Yuichi, Jaime Marcelo, Balakirev Fedor, Iga Fumitoshi, Matsuda Yuji, Singleton John, Li Lu	4. 巻 17
2. 論文標題 Unusual high-field metal in a Kondo insulator	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nature Physics	6. 最初と最後の頁 788 ~ 793
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41567-021-01216-0	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 Culo M., Berben M., Hsu Y.-T., Ayres J., Hinlopen R. D. H., Kasahara S., Matsuda Y., Shibauchi T., Hussey N. E.	4. 巻 3
2. 論文標題 Putative Hall response of the strange metal component in FeSe _{1-x} S _x	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review Research	6. 最初と最後の頁 23069
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevResearch.3.023069	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 Ando Fuyuki, Kawarazaki Ryo, Naritsuka Masahiro, Kasahara Yuichi, Miyasaka Yuta, Narita Hideki, Kan Daisuke, Shiota Yoichi, Moriyama Takahiro, Shimakawa Yuichi, Matsuda Yuji, Ono Teruo	4. 巻 60
2. 論文標題 Investigation of the upper critical field in artificially engineered Nb/V/Ta superlattices	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 60902
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1347-4065/abfdc1	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 Zhang Weilu, Wu Shangfei, Kasahara Shigeru, Shibauchi Takasada, Matsuda Yuji, Blumberg Girsh	4. 巻 118
2. 論文標題 Quadrupolar charge dynamics in the nonmagnetic FeSe _{1-x} S _x superconductors	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Sciences	6. 最初と最後の頁 e2020585118
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.2020585118	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 Naritsuka M, Terashima T, Matsuda Y	4. 巻 33
2. 論文標題 Controlling unconventional superconductivity in artificially engineered f-electron Kondo superlattices	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Physics: Condensed Matter	6. 最初と最後の頁 273001
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-648X/abdf2	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 Y, Xiang Z, Kasahara Y, Kasahara S, Chen L, Tinsman C, Iga F, Singleton J, Nair N L, Maksimovic N, Analytis J G, Li Lu, Matsuda Y	4. 巻 54
2. 論文標題 Topological surface conduction in Kondo insulator Yb ₁₂	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Physics D: Applied Physics	6. 最初と最後の頁 404002
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6463/ac10d9	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 Gilmore Keith, Pellicciari Jonathan, Huang Yaobo, Kas Joshua J., Dantz Marcus, Strocov Vladimir N., Kasahara Shigeru, Matsuda Yuji, Das Tanmoy, Shibauchi Takasada, Schmitt Thorsten	4. 巻 11
2. 論文標題 Description of Resonant Inelastic X-Ray Scattering in Correlated Metals	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review X	6. 最初と最後の頁 31013
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevX.11.031013	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 Yokoi T., Ma S., Kasahara Y., Kasahara S., Shibauchi T., Kurita N., Tanaka H., Nasu J., Motome Y., Hickey C., Trebst S., Matsuda Y.	4. 巻 373
2. 論文標題 Half-integer quantized anomalous thermal Hall effect in the Kitaev material candidate -RuCl ₃	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Science	6. 最初と最後の頁 568 ~ 572
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/science.aay5551	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 Ohnishi Kosuke, Gupta Sachin, Kasahara Shigeru, Kasahara Yuichi, Matsuda Yuji, Shigematsu Ei, Ohshima Ryo, Ando Yuichiro, Shiraishi Masashi	4. 巻 14
2. 論文標題 Observation of a superconducting state of a topological superconductor candidate, FeTe _{0.6} Se _{0.4} equipping ferromagnetic electrodes with perpendicular magnetic anisotropy	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Physics Express	6. 最初と最後の頁 93002
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1882-0786/ac1ca4	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 Kwayama T., Matsuura K., Gouchi J., Yamakawa Y., Mizukami Y., Kasahara S., Matsuda Y., Shibauchi T., Kontani H., Uwatoko Y., Fujiwara N.	4. 巻 11
2. 論文標題 Pressure-induced reconstitution of Fermi surfaces and spin fluctuations in S-substituted FeSe	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 17265
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-96277-9	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 Shimajima T., Motoyui Y., Taniuchi T., Bareille C., Onari S., Kontani H., Nakajima M., Kasahara S., Shibauchi T., Matsuda Y., Shin S.	4. 巻 373
2. 論文標題 Discovery of mesoscopic nematicity wave in iron-based superconductors	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Science	6. 最初と最後の頁 1122 ~ 1125
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/science.abd6701	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 Kasahara S., Suzuki H., Machida T., Sato Y., Ukai Y., Murayama H., Suetsugu S., Kasahara Y., Shibauchi T., Hanaguri T., Matsuda Y.	4. 巻 127
2. 論文標題 Quasiparticle Nodal Plane in the Fulde-Ferrell-Larkin-Ovchinnikov State of FeSe	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 257001
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.127.257001	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 Suetsugu S., Yokoi T., Totsuka K., Ono T., Tanaka I., Kasahara S., Kasahara Y., Chengchao Z., Kageyama H., Matsuda Y.	4. 巻 105
2. 論文標題 Intrinsic suppression of the topological thermal Hall effect in an exactly solvable quantum magnet	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 24415
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.105.024415	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 Y., Suetsugu S., Tominaga T., Kasahara Y., Kasahara S., Kobayashi T., Kitagawa S., Ishida K., Peters R., Shibauchi T., Nevidomskyy A. H., Qian L., Morosan E., Matsuda Y.	4. 巻 13
2. 論文標題 Charge-neutral fermions and magnetic field-driven instability in insulating YbIr3Si7	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 394
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-021-27541-9	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 Tanaka O., Mizukami Y., Harasawa R., Hashimoto K., Hwang K., Kurita N., Tanaka H., Fujimoto S., Matsuda Y., Moon E.-G., Shibauchi T.	4. 巻 -
2. 論文標題 Thermodynamic evidence for a field-angle-dependent Majorana gap in a Kitaev spin liquid	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nature Physics	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41567-021-01488-6	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 Yamashita M., Sato Y., Tominaga T., Kasahara Y., Kasahara S., Cui H., Kato R., Shibauchi T., Matsuda Y.	4. 巻 101
2. 論文標題 Presence and absence of itinerant gapless excitations in the quantum spin liquid candidate EtMe3Sb[Pd(dmit)2]2	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 140407
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.101.140407	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 Ishida Kousuke, Hosoi Suguru, Teramoto Yuki, Usui Tomohiro, Mizukami Yuta, Itaka Kenji, Matsuda Yuji, Watanabe Takao, Shibauchi Takasada	4. 巻 89
2. 論文標題 Divergent Nematic Susceptibility near the Pseudogap Critical Point in a Cuprate Superconductor	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 64707
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.89.064707	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 Wu S.-F., Zhang W.-L., Thorsmolle V. K., Chen G. F., Tan G. T., Dai P. C., Shi Y. G., Jin C. Q., Shibauchi T., Kasahara S., Matsuda Y., Sefat A. S., Ding H., Richard P., Blumberg G.	4. 巻 2
2. 論文標題 In-plane electronic anisotropy resulted from ordered magnetic moment in iron-based superconductors	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review Research	6. 最初と最後の頁 33140
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevResearch.2.033140	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 Huang W. K., Hosoi S., Culo M., Kasahara S., Sato Y., Matsuura K., Mizukami Y., Berben M., Hussey N. E., Kontani H., Shibauchi T., Matsuda Y.	4. 巻 2
2. 論文標題 Non-Fermi liquid transport in the vicinity of the nematic quantum critical point of superconducting FeSe _{1-x} S _x	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review Research	6. 最初と最後の頁 33367
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevResearch.2.033367	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 Shibauchi Takasada, Hanaguri Tetsuo, Matsuda Yuji	4. 巻 89
2. 論文標題 Exotic Superconducting States in FeSe-based Materials	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 102002
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.89.102002	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 Hashimoto Takahiro, Ota Yuichi, Tsuzuki Akihiro, Nagashima Tsubaki, Fukushima Akiko, Kasahara Shigeru, Matsuda Yuji, Matsuura Kohei, Mizukami Yuta, Shibauchi Takasada, Shin Shik, Okazaki Kozo	4. 巻 6
2. 論文標題 Bose-Einstein condensation superconductivity induced by disappearance of the nematic state	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Science Advances	6. 最初と最後の頁 abb9052
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/sciadv.abb9052	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 Murayama H., Ishida K., Kurihara R., Ono T., Sato Y., Kasahara Y., Watanabe H., Yanase Y., Cao G., Mizukami Y., Shibauchi T., Matsuda Y., Kasahara S.	4. 巻 11
2. 論文標題 Bond Directional Anapole Order in a Spin-Orbit Coupled Mott Insulator Sr2(Ir1-xRhx)O4	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review X	6. 最初と最後の頁 11021
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevX.11.011021	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 Shimajima T., Suzuki Y., Nakamura A., Mitsuishi N., Kasahara S., Shibauchi T., Matsuda Y., Ishida Y., Shin S., Ishizaka K.	4. 巻 10
2. 論文標題 Ultrafast nematic-orbital excitation in FeSe	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 1946
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-019-09869-5	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 Sato Y., Xiang Z., Kasahara Y., Taniguchi T., Kasahara S., Chen L., Asaba T., Tinsman C., Murayama H., Tanaka O., Mizukami Y., Shibauchi T., Iga F., Singleton J., Li Lu, Matsuda Y.	4. 巻 15
2. 論文標題 Unconventional thermal metallic state of charge-neutral fermions in an insulator	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Physics	6. 最初と最後の頁 954 ~ 959
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41567-019-0552-2	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 Naritsuka M., Nakamura S., Kasahara Y., Terashima T., Peters R., Matsuda Y.	4. 巻 100
2. 論文標題 Coupling between the heavy-fermion superconductor CeCoIn ₅ and the antiferromagnetic metal CeIn ₃ through the atomic interface	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 24507
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.100.024507	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 Murayama H., Sato Y., Kurihara R., Kasahara S., Mizukami Y., Kasahara Y., Uchiyama H., Yamamoto A., Moon E.-G., Cai J., Freyermuth J., Greven M., Shibauchi T., Matsuda Y.	4. 巻 10
2. 論文標題 Diagonal nematicity in the pseudogap phase of HgBa ₂ CuO ₄ +	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 3282
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-019-11200-1	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 Kitagawa Shunsaku, Kawamura Takeshi, Ishida Kenji, Mizukami Yuta, Kasahara Shigeru, Shibauchi Takasada, Terashima Takahito, Matsuda Yuji	4. 巻 100
2. 論文標題 Universal relationship between low-energy antiferromagnetic fluctuations and superconductivity in BaFe ₂ (As _{1-x} P _x) ₂	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 60503
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.100.060503	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 Licciardello S., Maksimovic N., Ayres J., Buhot J., Culo M., Bryant B., Kasahara S., Matsuda Y., Shibauchi T., Nagarajan V., Analytis J. G., Hussey N. E.	4. 巻 1
2. 論文標題 Coexistence of orbital and quantum critical magnetoresistance in FeSe _{1-x} S _x	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review Research	6. 最初と最後の頁 23011
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevResearch.1.023011	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 Suzuki Takeshi, Someya Takashi, Hashimoto Takahiro, Michimae Shoya, Watanabe Mari, Fujisawa Masami, Kanai Teruto, Ishii Nobuhisa, Itatani Jiro, Kasahara Shigeru, Matsuda Yuji, Shibauchi Takasada, Okazaki Kozo, Shin Shik	4. 巻 2
2. 論文標題 Photoinduced possible superconducting state with long-lived disproportionate band filling in FeSe	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Communications Physics	6. 最初と最後の頁 115
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s42005-019-0219-4	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 Pellicciari Jonathan, Ishii Kenji, Huang Yaobo, Dantz Marcus, Lu Xingye, Olalde-Velasco Paul, Strocov Vladimir N., Kasahara Shigeru, Xing Lingyi, Wang Xiancheng, Jin Changqing, Matsuda Yuji, Shibauchi Takasada, Das Tanmoy, Schmitt Thorsten	4. 巻 2
2. 論文標題 Reciprocity between local moments and collective magnetic excitations in the phase diagram of BaFe ₂ (As _{1-x} Px) ₂	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Communications Physics	6. 最初と最後の頁 139
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s42005-019-0236-3	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 Yip King Yau, Ho Kin On, Yu King Yiu, Chen Yang, Zhang Wei, Kasahara S., Mizukami Y., Shibauchi T., Matsuda Y., Goh Swee K., Yang Sen	4. 巻 366
2. 論文標題 Measuring magnetic field texture in correlated electron systems under extreme conditions	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Science	6. 最初と最後の頁 1355 ~ 1359
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/science.aaw4278	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 Murayama H., Sato Y., Taniguchi T., Kurihara R., Xing X. Z., Huang W., Kasahara S., Kasahara Y., Kimchi I., Yoshida M., Iwasa Y., Mizukami Y., Shibauchi T., Konczykowski M., Matsuda Y.	4. 巻 2
2. 論文標題 Effect of quenched disorder on the quantum spin liquid state of the triangular-lattice antiferromagnet 1T-TaS ₂	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review Research	6. 最初と最後の頁 13099
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevResearch.2.013099	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 Kasahara S., Sato Y., Licciardello S., Culo M., Arsenijevic S., Ottenbros T., Tominaga T., Boker J., Eremin I., Shibauchi T., Wosnitza J., Hussey N. E., Matsuda Y.	4. 巻 124
2. 論文標題 Evidence for an Fulde-Ferrell-Larkin-Ovchinnikov State with Segmented Vortices in the BCS-BEC-Crossover Superconductor FeSe	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 107001
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.124.107001	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 Y. Tokiwa, T. Yamashita, D. Terazawa, K. Kimura, Y. Kasahara, T. Onishi, Y. Kato, M. Halim, P. Gegenwart, T. Shibauchi, S. Nakatsuji, E.-G. Moon, Y. Matsuda	4. 巻 87
2. 論文標題 Discovery of Emergent Photon and Monopoles in a Quantum Spin Liquid	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 64702
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.87.064702	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 M. Naritsuka, P. F. S. Rosa, Yongkang Luo, Y. Kasahara, Y. Tokiwa, T. Ishii, S. Miyake, T. Terashima, T. Shibauchi, F. Ronning, J. D. Thompson, and Y. Matsuda	4. 巻 120
2. 論文標題 Tuning the Pairing Interaction in a d-Wave Superconductor by Paramagnons Injected through Interfaces	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 187002
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.120.187002	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 T. Hanaguri, K. Iwaya, Y. Kohsaka, T. Machida, T. Watashige, S. Kasahara, T. Shibauchi, Y. Matsuda	4. 巻 4
2. 論文標題 Two distinct superconducting pairing states divided by the nematic end point in FeSe _{1-x} S _x	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Science Advances	6. 最初と最後の頁 ear6419
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/sciadv.aar6419	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 Y. Kasahara, K. Sugii, T. Ohnishi, M. Shimozawa, M. Yamashita, N. Kurita, H. Tanaka, J. Nasu, Y. Motome, T. Shibauchi, Y. Matsuda	4. 巻 120
2. 論文標題 Unusual Thermal Hall Effect in a Kitaev Spin Liquid Candidate -RuCl ₃	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 217205
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.120.217205	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 Y. Kasahara, T. Ohnishi, Y. Mizukami, O. Tanaka, Sixiao Ma, K. Sugii, N. Kurita, H. Tanaka, J. Nasu, Y. Motome, T. Shibauchi, Y. Matsuda	4. 巻 559
2. 論文標題 Majorana quantization and half-integer thermal quantum Hall effect in a Kitaev spin liquid	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nature	6. 最初と最後の頁 227-231
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41586-018-0274-0	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 Z. Xiang, Y. Kasahara, T. Asaba, B. Lawson, C. Tinsman, Lu Chen, K. Sugimoto, S. Kawaguchi, Y. Sato, G. Li, S. Yao, Y. L. Chen, F. Iga, John Singleton, Y. Matsuda, Lu Li	4. 巻 362
2. 論文標題 Quantum oscillations of electrical resistivity in an insulator	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Science	6. 最初と最後の頁 65-69
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/science.aap9607	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 M. Haze, R. Peters, Y. Torii, T. Suematsu, D. Sano, M. Naritsuka, Y. Kasahara, T. Shibauchi, T. Terashima, Y. Matsuda	4. 巻 88
2. 論文標題 Direct Evidence for the Existence of Heavy Quasiparticles in the Magnetically Ordered Phase of CeRhIn ₅	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 14706
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.88.014706	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 A. I. Coldea, S. F. Blake, S. Kasahara, A. A. Haghighirad, M. D. Watson, W. Knafo, E. S. Choi, A. McCollam, P. Reiss, T. Yamashita, M. Bruma, S. Speller, Y. Matsuda, T. Wolf, T. Shibauchi, and A. J. Schofield	4. 巻 4
2. 論文標題 Evolution of the low-temperature Fermi surface of superconducting FeSe1 - xSx across a nematic phase transition	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 npj Quantum Materials	6. 最初と最後の頁 2
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41535-018-0141-0	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 S. Licciardello, J. Buhot, J. Lu, J. Ayres, S. Kasahara, Y. Matsuda, T. Shibauchi, N. E. Hussey	4. 巻 567
2. 論文標題 Electrical resistivity across a nematic quantum critical point	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature	6. 最初と最後の頁 213-217
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41586-019-0923-y	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 T. Hanaguri, S. Kasahara, J. Boker, I. Eremin, T. Shibauchi, and Y. Matsuda	4. 巻 122
2. 論文標題 Quantum vortex core and missing pseudogap in the multi-band BCS-BEC-crossover superconductor FeSe	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 77001
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.99.081115	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 T. Kuwayama, K. Matsuura, Y. Mizukami, S. Kasahara, Y. Matsuda, T. Shibauchi, Y. Uwatoko, N. Fujiwara	4. 巻 88
2. 論文標題 77Se-NMR Study under Pressure on 12%-S Doped FeSe	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 33703
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.88.033703	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 G. Nakamine, T. Yamanaka, S. Kitagawa, M. Naritsuka, T. Ishii, T. Shibauchi, T. Terashima, Y. Kasahara, Y. Matsuda, and Kenji Ishida	4. 巻 99
2. 論文標題 Modification of magnetic fluctuations by interfacial interactions in artificially engineered heavy-fermion superlattices	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 081115(R)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.99.081115	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33件 (うち招待講演 33件 / うち国際学会 28件)

1. 発表者名 Yuichi Kasahara
2. 発表標題 Quantized thermal Hall effect in a Kitaev spin liquid state of α -RuCl ₃
3. 学会等名 2021 Webinar Workshop on NYCU-Kyoto University Research Cooperation (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yuji Matsuda
2. 発表標題 Thermodynamic and thermal transport studies of Kitaev candidate α -RuCl ₃
3. 学会等名 Focus Meeting on thermal transport and microscopic descriptions of α -RuCl ₃ (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yuji Matsuda
2. 発表標題 Thermodynamic and thermal transport studies of Kitaev candidate α -RuCl ₃
3. 学会等名 ICAM GLOBAL SUMMIT 2022 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yuichi Kasahara
2. 発表標題 Quantized thermal Hall effect and topological phase transition in the Kitaev spin liquid candidate -RuCl ₃
3. 学会等名 American Physical Society March Meeting 2022 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yuji Matsuda
2. 発表標題 BCS-BEC crossover in FeSe-based superconductors
3. 学会等名 American Physical Society March Meeting 2022 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Takasada Shibauchi
2. 発表標題 Experimental signatures of a Kitaev quantum spin liquid in -RuCl ₃
3. 学会等名 Correlated Electrons Virtual International Seminars (CEVIS) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yuji Matsuda
2. 発表標題 Half-integer thermal quantum Hall effect in a Kitaev quantum spin liquid
3. 学会等名 Zhejiang University seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takasada Shibauchi
2. 発表標題 Experimental signatures of a Kitaev quantum spin liquid in RuCl_3
3. 学会等名 APCTP-KPS-JPS meeting on new trends in quantum and topological matters under extreme condition (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yuji Matsuda
2. 発表標題 Controlling unconventional superconductivity in artificially engineered Ce_{115} superlattices
3. 学会等名 20 years of the 115's: past, present, and future (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yuji Matsuda
2. 発表標題 Quantum oscillations and charge neutral fermions in Kondo insulator YbB_{12}
3. 学会等名 ARHMF2020 & KINKEN Materials Science School 2020 for Young Scientists (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takasada Shibauchi
2. 発表標題 Unconventional Superconducting States
3. 学会等名 Frontiers of Condensed Matter Physics FCMP Colombia 2021 Spring Online Lectures by leading CMP-AMO researchers (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yuji Matsuda
2. 発表標題 Majorana fermions and half-integer thermal quantum Hall effect in a Kitaev spin liquid
3. 学会等名 Frontiers of Condensed Matter Physics FCMP Columbia 2021 Spring Online Lectures by leading CMP-AMO researchers (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yuji Matsuda
2. 発表標題 Majorana fermions and half-integer thermal quantum Hall effect in a Kitaev spin liquid
3. 学会等名 Columbia University seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takasada Shibauchi
2. 発表標題 Field-angle dependent Majorana gap in a Kitaev spin liquid state of RuCl_3
3. 学会等名 APS March Meeting 2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shigeru Kasahara
2. 発表標題 Evidence for FFLO superconducting states in the BCS-BEC crossover superconductor FeSe
3. 学会等名 APS March Meeting 2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 笠原成
2. 発表標題 FeSeにおけるBCS-BECクロスオーバーとFFLO超伝導
3. 学会等名 SCTMP2020 「超伝導物質、トポロジカル物質」(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yuji Matsuda
2. 発表標題 Half-integer thermal quantum Hall effect in a Kitaev quantum spin liquid
3. 学会等名 International Conference on Topological Materials Science (TopoMat2019), Kyoto, Japan (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuji Matsuda
2. 発表標題 Effect of quenched disorder on a quantum spin liquid state of triangular-lattice antiferromagnet 1T-TaS ₂
3. 学会等名 IBSPCS-KIAS International Workshop "Frustrated Magnetism", PCS ISB, Daejeon, South Korea (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuji Matsuda
2. 発表標題 Exotic Pairing State and Nematic Critical Point of Fe(Se _{1-x} S _x)
3. 学会等名 Physical Review Workshop on New Frontiers of Superconductivity, Hefei, China (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松田祐司
2. 発表標題 キタエフ・スピン液体における半整数熱量子ホール効果
3. 学会等名 第12回トポロジー連携研究会「マヨラナ励起の実証に向けて」, 東京工業大学 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 芝内孝禎
2. 発表標題 -RuCl ₃ における磁場中比熱: マヨラナギャップの角度依存性
3. 学会等名 第12回トポロジー連携研究会「マヨラナ励起の実証に向けて」, 東京工業大学 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takasada Shibauchi
2. 発表標題 Novel Electric Nematicity in Heavy Hole-Doped Iron Pnictide Superconductors
3. 学会等名 Materials Research Meeting 2019 (MRM2019), Yokohama, Japan (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 芝内孝禎
2. 発表標題 FeSe系超伝導体におけるネマティシティと特異な超伝導物性
3. 学会等名 つくば-柏-本郷 超伝導かけしプロジェクトワークショップ(3), 物質・材料研究機構 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yuki Sato
2. 発表標題 Quantum oscillations and charge neutral fermions in topological Kondo insulator YbB12
3. 学会等名 日本物理学会 第75回年次大会, 名古屋大学 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yuji Matsuda
2. 発表標題 Thermodynamic Evidence for a Nematic Phase Transition at the Onset of Pseudogap in YBCO and Hg1201
3. 学会等名 Correlated Electron Systems - Novel Developments (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuji Matsuda
2. 発表標題 Quantum Oscillations of Electrical Resistivity in an Insulator
3. 学会等名 2018 Gordon Conference on Correlated Electron Systems (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuji Matsuda
2. 発表標題 Thermal Hall effect in a Kitaev spin liquid: A possible signature of Majorana chiral edge current
3. 学会等名 International Conference on Highly Frustrated Magnetism 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuji Matsuda
2. 発表標題 Quantum Oscillations and Neutral Fermions in an Insulator
3. 学会等名 Majorana Fermions and Topological Materials Science (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuji Matsuda
2. 発表標題 Majorana quantization and half integer thermal Hall conductance in a Kitaev spin liquid
3. 学会等名 Workshop on Correlations in Electron Systems - from Quantum Criticality to Topology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuji Matsuda
2. 発表標題 Pseudogap in Cuprates, Thermodynamic Evidence for Nematic Phase Transition
3. 学会等名 The 12th International Conference on Materials and Mechanisms of Superconductivity and High Temperature Superconductors (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuji Matsuda
2. 発表標題 Half Integer Thermal Quantum Hall Effect in a Quantum Spin Liquid
3. 学会等名 Workshop on Spin-orbit Coupled Topological States (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuji Matsuda
2. 発表標題 In situ STM observation of the electronic structure in Ce115 thin films grown by MBE
3. 学会等名 2018 Hangzhou Workshop on Quantum Matter (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuji Matsuda
2. 発表標題 Majorana fermions and half-integer thermal quantum Hall effect in a quantum spin liquid
3. 学会等名 The ICAM-NCTS Annual Meeting and Frontiers of Condensed Matter Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

Top - Quantum Condensed Matter Group http://kotai2.scphys.kyoto-u.ac.jp/index.php?Top Top - Quantum Condensed Matter Group http://kotai2.scphys.kyoto-u.ac.jp/index.php?Top Top - Quantum Condensed Matter Group http://kotai2.scphys.kyoto-u.ac.jp/index.php?Top 量子凝縮物性研究室 - 京都大学 http://kotai2.scphys.kyoto-u.ac.jp/index.php
--

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
研究分担者	幸坂 祐生 (Kohsaka Yuki) (80455344)	京都大学・理学研究科・教授 (14301)	

6. 研究組織（つづき）

	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
研究分担者	芝内 孝禎 (Shibauchi Takasada) (00251356)	東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授 (12601)	
研究分担者	笠原 裕一 (Kasahara Yuichi) (10511941)	京都大学・理学研究科・准教授 (14301)	
研究分担者	柳瀬 陽一 (Yanase Yoichi) (70332575)	京都大学・理学研究科・教授 (14301)	
研究分担者	笠原 成 (Kasahara Shigeru) (10425556)	岡山大学・異分野基礎科学研究所・教授 (15301)	

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