

令和 5 年 5 月 30 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19H00649

研究課題名（和文）マルチバンド鉄系超伝導体におけるBCS-BECクロスオーバーの研究

研究課題名（英文）BCS-BEC crossover in multiband iron-based superconductors

研究代表者

芝内 孝禎 (Shibauchi, Takasada)

東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授

研究者番号：00251356

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 31,100,000円

研究成果の概要（和文）：FeSe系超伝導体の系統的な測定から、マルチバンド電子構造がBCS-BECクロスオーバーに与える影響を明らかにした。Seサイトを等電荷のSで置換することにより、電子ネマティック秩序が抑制され、秩序消失に伴い、よりBEC的な超伝導状態が実現することを実験的に解明した。この結果は、シングルバンドで期待される超伝導ギャップとフェルミエネルギーの比の大小では説明できず、マルチバンド超伝導ではそれ以外の重要なパラメータが存在することを示唆している。特に、バンド間相互作用とバンド内相互作用の比という新しい視点がBCS-BECクロスオーバーの物理において重要であることを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、今まで主に冷却原子系などに限られていたBCS-BECクロスオーバーの研究をより高い温度で実験可能な固体結晶の電子系において実現したものであり、さらに今まで全く考慮されていなかったマルチバンド電子構造の影響を初めて明らかにした点で学術的意義が高く、マルチバンドの電子状態におけるBCS-BECクロスオーバーという新しい研究領域の創出につながるものと考えられる。特に、本研究により、今まで主に重要と考えられていた超伝導ギャップとフェルミエネルギーの比以外のパラメータの重要性を明らかにしたことで、超伝導のクロスオーバー相図や転移温度の上限に関する新しい指針を提示するものである。

研究成果の概要（英文）：Systematic measurements of FeSe-based superconductors reveal the influence of the multiband electronic structure on the BCS-BEC crossover physics. The substitution of Se sites with isovalent S suppresses the electronic nematic order, and our experimental results show that a more BEC-like superconducting state is achieved as a result of the disappearance of the nematic order. This result cannot be explained by the ratio of the superconducting gap to the Fermi energy, as expected for single-band superconductivity, and suggests the existence of other important parameters in multiband superconductivity. In particular, the new viewpoint of the ratio of interband to intraband interactions is revealed to be important in the BCS-BEC crossover physics.

研究分野：物性物理学

キーワード：超伝導 電子構造 ポーズ凝縮 電子ネマティック 量子臨界点 ポゴリューボフ準粒子 時間反転対称性 マルチバンド

1. 研究開始当初の背景

粒子が散逸なく流れることができる超流動は、金属中の電子による超伝導をはじめ、ヘリウム原子液体の超流動や、中性子星内部の核子超流動などで共通にみられる巨視的量子現象である。これらを統一的に理解する枠組みとして、フェルミ粒子の対形成による BCS 超伝導理論を拡張して、粒子間引力を増すことで強く束縛したボーズ分子の BEC につながる BCS-BEC クロスオーバー理論が提唱されている。BCS の弱結合極限では、フェルミ粒子が対形成温度で対を組み、それとほぼ一致する転移温度 T_c 以下で超流動が実現する。引力を強くしていくと、フェルミ粒子対がより強く束縛することにより分子化しボーズ粒子のように振舞って、BEC を起こすと考えられる。このような考え方は 1980 年代に Leggett や Nozieres、Schmitt-Rink をはじめとした理論家により提案されたが、重要な性質として、BCS 極限と BEC 極限の間は、相転移なしにクロスオーバーとしてつながっているということが挙げられる。その境界のクロスオーバー領域ではフェルミ対同士が非常に強く相互作用する状態が実現すると考えられている。

1990 年代には、銅酸化物高温超伝導体の T_c 以上の温度で見られる擬ギャップを、BCS-BEC クロスオーバー領域の前駆的な電子対として理解しようという試みがなされたが、その解釈については未だ議論が続いている。2000 年代に入ると、冷却原子系の研究で実験的に相互作用の制御が可能になり、極低温の光トラップ中での BCS-BEC クロスオーバーの研究が行われた。しかし、実験対象が光トラップを用いたポテンシャル中のマイクロケルビン程度に冷却された原子という高度な実験系に限られており、より高い温度で実験可能な固体結晶の電子系における研究が望まれていた。

そのような中、研究代表者らは、鉄系超伝導体 FeSe の純良単結晶試料における電子構造を詳細に調べたところ、この系の持つ複数のバンドすべてにおいてフェルミエネルギー E_F が数 meV と非常に小さく、超伝導ギャップ Δ と同程度であることが明らかとなった。この 2 つのエネルギースケールの比 Δ/E_F は、引力の強さの目安を与えると考えられ、通常の BCS 超伝導体では 10^{-4} 程度以下の非常に小さい値である。FeSe では $\Delta/E_F \sim 0.3-1$ 程度と見積もられ、この値はこれまでの固体の超伝導体の中で最も大きく、BCS-BEC クロスオーバー領域内に深く位置することを示している[1]。さらに、超伝導揺らぎの大きさを評価するために、 T_c 以上の反磁性成分を磁気トルク測定により定量評価した結果、通常超伝導体で期待されるガウス型超伝導揺らぎに比べけた違いに大きな揺らぎを持つということが明らかとなった。この結果は、実在する超伝導物質において、BCS-BEC クロスオーバーの実験的物性研究の道を開くものである。

一方、鉄系超伝導体 FeSe では、電子構造がマルチバンドの性質を持っており、フェルミ面はホールバンドと電子バンドが存在しており、このようなマルチバンドの影響は、従来の BCS-BEC クロスオーバーでは、あまり考慮されていなかった点である。特に、引力が強い BEC 的電子状態では、化学ポテンシャルがシフトすることが期待されるが、マルチバンドの電子構造を持つ超伝導体では、この化学ポテンシャルのシフトに関して、非自明な効果が現れる可能性が考えられる。つまり、ホールバンドと電子バンドを持つ電子構造を考えると、フェルミ準位はこれらのバンドの間に位置するため、1 つのバンドに着目し、BEC 的に一方向に化学ポテンシャルをシフトしようとしても、他方のバンドではシフト方向が逆となるため、シフトが阻まれる機構が生まれると考えられる。さらに、マルチバンド超伝導体では、引力相互作用について、バンド内相互作用とバンド間相互作用を考える必要があり、バンド間相互作用が大きい場合は特に化学ポテンシャルのシフトが起こりにくくなる。このような効果は、今まで考えられてきたシングルバンドの BCS-BEC クロスオーバーの物理では全く考慮されていないため、相図を含めて再考の必要があり、新しい研究分野の創出が期待される。

2. 研究の目的

以上の背景のもと、BCS-BEC クロスオーバーの物理の実験研究を、実在する超伝導体で可能とした成果を受けて、本研究では、量子凝縮状態の統一的描像においてマルチバンドの電子状態がどのような効果を及ぼすかという学術的「問い」を設定し、FeSe 系超伝導体について系統的研究を行うことを目的とした。具体的には、マルチバンド電子構造を持つ FeSe 系超伝導体について、化学置換を施すことにより電子構造や相互作用を変化させ、BCS-BEC クロスオーバーの特徴的性質がどのように変化するかを系統的に調べることにより、これまで研究対象が限られてきた BCS-BEC クロスオーバーの実験的研究を初めて固体結晶中の電子系で展開することで、その理解を飛躍的に進歩させる。

FeSe 系超伝導体では、正方晶から斜方晶に構造相転移を起こすとともに、様々な物性が大きな

ab 面内異方性を示す電子状態が出現することから、方向性を持つ電子ネマティック秩序が形成されていることが議論されており、このような秩序が起こる背景として、強いバンド間相互作用の存在が指摘されている。そこで、研究代表者らが作製に成功している Se サイトの一部を等原子価の S に置換した系の純良単結晶試料[2]を用いて、S 置換により電子ネマティック転移温度を抑制し、完全に正方晶の相への量子相転移を起こしたとき、超伝導がどのように変化するかを調べることで、マルチバンドの電子構造が BCS-BEC クロスオーバーの物理にどのような効果をもたらすかを明らかにする。

3. 研究の方法

本研究で対象とした FeSe 系超伝導体の単結晶試料を作製し、その電子相図の作成、および超伝導特性評価を行った。それぞれの方法について、以下に述べる。

(1) 単結晶試料作製

Se サイトの等原子価置換系として、以前から行っていた S 置換系に加え、Te 置換系についても単結晶作製を行った。作製法としては、FeSe において純良単結晶試料が得られることが分かっている化学的気相輸送法を用いた。得られた試料については、X 線回折による構造解析、EDX による元素分析などの評価を行った。

(2) 電子相図の作成

まず、電気抵抗測定により電子ネマティック転移および超伝導転移について評価した。電子ネマティック転移については、放射光 X 線を用いた低温構造解析も一部試料で合わせて行った。さらに、電子ネマティック揺らぎの定量化のため、ピエゾ素子を用いた弾性抵抗測定により、ネマティック感受率の評価も行った。これらの測定を合わせて、温度 - 組成に関する電子相図を Fe(Se,S) および Fe(Se,Te) について完成させた。さらに、物性研究所上床研究室と共同で、キュービックアンビルセルを用いた圧力下電気抵抗測定を行うことにより、圧力下電子相図についても作成した。

(3) 超伝導特性評価

超伝導状態を調べるために、比熱の精密測定を行った。純良単結晶試料は、特に置換した試料について大きなものを得ることが難しく、通常の市販の比熱測定装置では十分な精度が得られない。そこで、ホームメイドの比熱セルを作製し、セルノックス抵抗温度計ペアチップを試料ステージおよびヒーターの役割を共用させるセットアップにて、長時間緩和法という手法を用いて比熱測定を行った。また、物性研究所高磁場施設、およびオランダナイメーヘンの高磁場施設と共同研究を行い、磁場中の輸送現象測定も合わせて行い、超伝導特性を評価した。

4. 研究成果

(1) Fe(Se,S)における BEC 的振る舞いの観測

Fe(Se,S)単結晶試料における電子比熱 C の温度依存性の系統的な測定から、低置換領域の電子ネマティック相内における超伝導では、転移温度 T_c において明確な比熱のとびが観測されたが、高置換領域の正方晶の領域において、転移温度以上から非常に大きな超伝導揺らぎに伴う C/T の緩やかな増大が観測され、転移温度 T_c において、とびではなくキंक構造が現れるという異常な振る舞いを観測した[3]。この結果を解析しエントロピーの議論から、正方晶領域では、転移温度より高い温度で非常に強い超伝導揺らぎが発達していることが明らかとなった。このことは、BCE-BEC クロスオーバー領域にあった FeSe 超伝導体について、S 置換により電子ネマティック秩序を抑制することにより、より BEC 側に移動させることに成功したことを示唆している。共同研究を行っている物性研究所岡崎グループの光電子分光の研究でも、このことを裏付けるように、正方晶領域で BEC 的な電子構造を示唆する結果を得ている[4]。ここで、非常に不思議なことに、S 置換によりフェルミ面は増大しフェルミエネルギー E_F は増大するのに対し、超伝導転移温度 T_c は正方晶領域で減少するため、引力の強さの目安である Δ/E_F はむしろ減少していると考えられる。このことは、マルチバンド超伝導では、引力の強さ以外に BCE-BEC クロスオーバーを考える上で重要なパラメータが存在していることを示唆している。特に、理論的な考察により、バンド間相互作用とバンド内相互作用の比が重要なパラメータになりうることを示すことができた[3]。このようなマルチバンド効果は、BCE-BEC クロスオーバーの物理を理解する上で新しい視点であり、今後のさらなる展開が期待される。

(2) Fe(Se,S)における FFLO 超伝導

BCE-BEC クロスオーバー領域では、高磁場においても特異な超伝導が期待される。特に、引力の強さの目安である Δ/E_F は、超伝導体の上部臨界磁場を決める軌道破壊効果とパウリ効果の比であるマキパラメータと直接関連しているため、クロスオーバー領域ではマキパラメータが大きくなり、低温高磁場領域で有限の運動量を持つクーパー対が実現する Fulde-Ferrel-Larkin-Ovchinnikov (FFLO)状態が期待される。そこで、FeSe 超伝導体において、高磁場実験により、磁場中超伝導相図を作成した。その結果、磁場を超伝導面に対して垂直および平行に印加したいずれの場合においても、低温高磁場領域で FFLO 超伝導相が現れることを示唆する実験結果を得た[5,6]。特に、垂直磁場における FFLO 状態の実現はあまり例がなく、磁場に垂直な面で超伝導が壊れるノーダル面と渦糸が混在する状態が期待される[5]。このような状態では、渦糸がノーダル面によりセグメント化されるため、新しい渦糸ダイナミクスが期待される。

(3) Fe(Se,S)における時間反転対称性を破る超伝導

また、本研究において当初予期していなかった新たな発見があった。それは、比熱測定において、Fe(Se,S)の正方晶にのみ低温極限で残留状態密度が観測された[3]。この残留状態密度は、理研の花栗グループとの共同研究における走査型トンネル分光でも確認され[7]、極低温でスペクトルの微細構造と共存することから、試料のクオリティによるものではなく、本質的なものであると考えられる。このような残留状態密度を持つ超伝導として、最近理論的に超伝導ギャップのノードが2次元面状に現れるボゴリューボフフェルミ面を持つウルトラノーダル超伝導状態が提唱された。このような超伝導状態は、従来型超伝導におけるノードを持たないフルギャップ超伝導、非従来型超伝導体で確認されている点状ノード(ポイントノード)および線状ノード(ラインノード)を持つ超伝導とは異なる新しい状態であり、第4の超伝導の可能性として注目を浴びている。このボゴリューボフフェルミ面が安定化するには、超伝導状態において時間反転対称性を破ることが条件となっている。そこで、コロンビア大の植村グループと共同でミュオンスピン緩和の実験を行い、ゼロ磁場下でFe(Se,S)の超伝導状態において内部磁場が発生することを明らかにした[8]。この結果は、時間反転対称性を破る超伝導がFe(Se,S)で実現していることを示唆している。さらに、磁場下でのミュオン実験から、正方晶のFe(Se,S)では、超伝導電子密度が、常伝導状態から期待される電子密度に比べてかなり小さくなっていることも明らかとなった。これらの結果は、正方晶のFe(Se,S)において、ウルトラノーダル超伝導を支持するものである。このような新しい超伝導状態とBCE-BEC クロスオーバーの関連性は、非常に興味を持たれる重要な課題であり、今後の展開が期待される。

(4) S 置換系と Te 置換系の比較

S 置換系では、置換量とともに電子ネマティック秩序が抑制され、17%置換で完全に消失し、正方晶に転移する。一方でTe 置換系では、以前の研究で置換量10-40%程度の領域で、相分離を起こし、単相の単結晶試料を得ることが困難であることが報告されており、その電子相図の詳細は不明であった。我々は、S 置換系で成功した蒸気輸送法を用いて、作製の条件の最適化を行い、Te 置換量50%程度までの単相単結晶試料の作製に成功した[9]。この結果を受けて、温度-組成相図および圧力下電子相図を完成させた。その結果、Te 置換系では、50%置換で電子ネマティック相が消失すること、超伝導転移温度 T_c は30%程度まで減少したのちより高置換側で増大することを明らかにした。また、圧力相図からは、圧力誘起の磁性相がS 置換系に比べてより高圧側にシフトしやすいため、電子ネマティック相と圧力誘起磁性相の分離が激しいことを明らかにした。さらに、弾性抵抗測定によるネマティック感受率の測定から、S 置換と同様なネマティック量子臨界点が存在することを明らかにした[10]。

さらに、S 置換系においては、量子臨界点を越えた正方晶領域で超伝導転移温度 T_c が減少したが、Te 置換系においては、量子臨界点の周りで超伝導ドーム構造が出現することが明らかになった。また、高磁場実験によりTe 置換系における超伝導ドームは非常に磁場に強いことが明らかとなった[11]。Te 置換のネマティック量子臨界点付近では、量子液晶揺らぎが発達すると考えられ、またこの付近での磁気的なスピン揺らぎは観測されていないことから、これらの結果は、理論的に提唱されてきた量子液晶揺らぎによる超伝導電子対形成を支持する結果である。このような非磁性のネマティック量子臨界点と超伝導の関係を明確にしたのは今回が初めてである。

<引用文献>

[1] S. Kasahara, T. Watashige, T. Hanaguri, Y. Kohsaka, T. Yamashita, Y. Shimoyama, Y. Mizukami, R. Endo, H. Ikeda, K. Aoyama, T. Terashima, S. Uji, T. Wolf, H. v. Loehneysen, T. Shibauchi, and Y. Matsuda, "Field-Induced Superconducting Phase of FeSe in the BCS-BEC Cross-Over", Proc. Natl. Acad. Sci. USA **111**, 16309-16313 (2014).

[2] S. Hosoi, K. Matsuura, K. Ishida, H. Wang, Y. Mizukami, T. Watashige, S. Kasahara, Y. Matsuda, and T. Shibauchi, "Nematic Quantum Critical Point without Magnetism in FeSe_{1-x}S_x Superconductors", Proc.

Natl. Acad. Sci. USA **113**, 8139-8143 (2016).

[3] Y. Mizukami, M. Haze, O. Tanaka, K. Matsuura, D. Sano, J. Boeker, I. Eremin, S. Kasahara, Y. Matsuda, and T. Shibauchi, "Unusual BCS-BEC Crossover in $\text{FeSe}_{1-x}\text{S}_x$ Superconductors", Commun. Phys. (to be published); arXiv:2105.00739.

[4] T. Hashimoto, Y. Ota, A. Tsuzuki, T. Nagashima, A. Fukushima, S. Kasahara, Y. Matsuda, K. Matsuura, Y. Mizukami, T. Shibauchi, S. Shin, and K. Okazaki, "Bose-Einstein Condensation Superconductivity Induced by Disappearance of the Nematic State", Sci. Adv. **6**, eabb9052 (2020).

[5] S. Kasahara, Y. Sato, S. Licciardello, M. Culo, S. Arsenijevic, T. Ottenbros, T. Tominaga, J. Boker, I. Eremin, T. Shibauchi, J. Wosnitzer, N. E. Hussey, and Y. Matsuda, "Evidence for an FFLO State with Segmented Vortices in the BCS-BEC-Crossover Superconductor FeSe", Phys. Rev. Lett. **124**, 107001 (2020).

[6] S. Kasahara, H. Suzuki, T. Machida, Y. Sato, Y. Ukai, H. Murayama, S. Suetsugu, Y. Kasahara, T. Shibauchi, T. Hanaguri, and Y. Matsuda, "Quasiparticle Nodal Plane in the Fulde-Ferrell-Larkin-Ovchinnikov State of FeSe", Phys. Rev. Lett. **127**, 257001 (2021).

[7] T. Hanaguri, K. Iwaya, Y. Kohsaka, T. Machida, T. Watashige, S. Kasahara, T. Shibauchi, and Y. Matsuda, "Two Distinct Superconducting Pairing States Divided by the Nematic End Point in $\text{FeSe}_{1-x}\text{S}_x$ ", Sci. Adv. **4**, eaar6419 (2018).

[8] K. Matsuura, M. Roppongi, M. Qiu, Q. Sheng, Y. P. Cai, K. Yamakawa, Z. Guguchia, R. P. Day, K. M. Kojima, A. Damascelli, Y. Sugimura, M. Saito, T. Takenaka, K. Ishihara, Y. Mizukami, K. Hashimoto, Y. Gu, S. L. Guo, L. C. Fu, Z. Zhang, F. L. Ning, G. Q. Zhao, G. Y. Dai, C. Q. Jin, J. W. Beare, G. M. Luke, Y. J. Uemura, and T. Shibauchi, "Two Superconducting States with Time-Reversal Symmetry Breaking in $\text{FeSe}_{1-x}\text{S}_x$ ", Proc. Natl. Acad. Sci. USA **120**, e2208276120 (2023).

[9] K. Mukasa, K. Matsuura, M. Qiu, M. Saito, Y. Sugimura, K. Ishida, M. Otani, Y. Onishi, Y. Mizukami, K. Hashimoto, J. Gouchi, R. Kumai, Y. Uwatoko, and T. Shibauchi, "High-Pressure Phase Diagrams of $\text{FeSe}_{1-x}\text{Te}_x$: Correlation between Suppressed Nematicity and Enhanced Superconductivity", Nat. Commun. **12**, 381 (2021).

[10] K. Ishida, Y. Onishi, M. Tsujii, K. Mukasa, M. Qiu, M. Saito, Y. Sugimura, K. Matsuura, Y. Mizukami, K. Hashimoto, and T. Shibauchi, "Pure Nematic Quantum Critical Point Accompanied by a Superconducting Dome", Proc. Natl. Acad. Sci. USA **119**, e2110501119 (2022).

[11] K. Mukasa, K. Ishida, S. Imajo, M. W. Qiu, M. Saito, K. Matsuura, Y. Sugimura, S. Liu, Y. Uezono, T. Otsuka, M. Culo, S. Kasahara, Y. Matsuda, N. E. Hussey, T. Watanabe, K. Kindo, and T. Shibauchi, "Enhanced Superconducting Pairing Strength near a Pure Nematic Quantum Critical Point", Phys. Rev. X **13**, 0011032 (2023).

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計33件（うち査読付論文 33件/うち国際共著 21件/うちオープンアクセス 23件）

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 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 Bartlett Jack M., Steppke Alexander, Hosoi Suguru, Noad Hilary, Park Joonbum, Timm Carsten, Shibauchi Takasada, Mackenzie Andrew P., Hicks Clifford W.	4. 巻 11
2. 論文標題 Relationship between Transport Anisotropy and Nematicity in FeSe	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review X	6. 最初と最後の頁 21038
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1103/PhysRevX.11.021038	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 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 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 -

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 -

1. 著者名 Ishihara K., Takenaka T., Miao Y., Mizukami Y., Hashimoto K., Yamashita M., Konczykowski M., Masuki R., Hirayama M., Nomoto T., Arita R., Pavlosiuk O., Wisniewski P., Kaczorowski D., Shibauchi T.	4. 巻 11
2. 論文標題 Tuning the Parity Mixing of Singlet-Septet Pairing in a Half-Heusler Superconductor	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review X	6. 最初と最後の頁 41048
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevX.11.041048	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., 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 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 YbIr ₃ Si ₇	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 Mukasa K., Matsuura K., Qiu M., Saito M., Sugimura Y., Ishida K., Otani M., Onishi Y., Mizukami Y., Hashimoto K., Gouchi J., Kumai R., Uwatoko Y., Shibauchi T.	4. 巻 12
2. 論文標題 High-pressure phase diagrams of FeSe _{1-x} Te _x : correlation between suppressed nematicity and enhanced superconductivity	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 381
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-020-20621-2	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 Sr ₂ (Ir _{1-x} Rh _x)O ₄	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 該当する

1. 著者名 Takenaka T., Ishihara K., Roppongi M., Miao Y., Mizukami Y., Makita T., Tsurumi J., Watanabe S., Takeya J., Yamashita M., Torizuka K., Uwatoko Y., Sasaki T., Huang X., Xu W., Zhu D., Su N., Cheng J.-G., Shibauchi T., Hashimoto K.	4. 巻 7
2. 論文標題 Strongly correlated superconductivity in a copper-based metal-organic framework with a perfect kagome lattice	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Science Advances	6. 最初と最後の頁 eabf3996
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/sciadv.abf3996	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 Mizukami Y., Konczykowski M., Tanaka O., Juraszek J., Henkie Z., Cichorek T., Shibauchi T.	4. 巻 2
2. 論文標題 Suppression of anharmonic phonons and s-wave superconductivity by defects in the filled skutterudite LaRu4As12	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review Research	6. 最初と最後の頁 43428
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevResearch.2.043428	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 Hosoi S., Aoyama T., Ishida K., Mizukami Y., Hashizume K., Imaizumi S., Imai Y., Ohgushi K., Nambu Y., Kimata M., Kimura S., Shibauchi T.	4. 巻 2
2. 論文標題 Dichotomy between orbital and magnetic nematic instabilities in BaFe2S3	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review Research	6. 最初と最後の頁 43293
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevResearch.2.043293	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 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 eabb9052
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 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 FeSe1-xSx	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 Park Joonbum, Bartlett Jack M., Noad Hilary M. L., Stern Alexander L., Barber Mark E., Konig Markus, Hosoi Suguru, Shibauchi Takasada, Mackenzie Andrew P., Steppke Alexander, Hicks Clifford W.	4. 巻 91
2. 論文標題 Rigid platform for applying large tunable strains to mechanically delicate samples	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Review of Scientific Instruments	6. 最初と最後の頁 83902
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0008829	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 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 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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kuwayama T., Matsuura K., Mizukami Y., Kasahara S., Matsuda Y., Shibauchi T., Uwatoko Y., Fujiwara N.	4. 巻 34
2. 論文標題 NMR study under pressure on the iron-based superconductor FeSe _{1-x} S _x (x = 0.12 and 0.23): Relationship between nematicity and AF fluctuations	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Modern Physics Letters B	6. 最初と最後の頁 2040048
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/S0217984920400485	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 S. Licciardello, N. Maksimovic, J. Ayres, J. Buhot, M. Culo, B. Bryant, S. Kasahara, Y. Matsuda, T. Shibauchi, V. Nagarajan, J. G. Analytis, and N. E. Hussey,	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 Phys. Rev. Res.	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 J. Pellicciari, K. Ishii, Y. Huang, M. Dantz, X. Lu, P. O. Velasco, V. N. Strocov, S. Kasahara, L. Xing, X. Wang, C. Jin, Y. Matsuda, T. Shibauchi, T. Das, and T. Schmitt,	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} P _x) ₂	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Commun. Phys.	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 該当する

1. 著者名 K. Y. Yip, K. O. Ho, K. Y. Yu, Y. Chen, W. Zhang, S. Kasahara, Y. Mizukami, T. Shibauchi, Y. Matsuda, S. K. Goh, and S. Yang,	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 S. Kasahara, Y. Sato, S. Licciardello, M. Culo, S. Arsenijevic, T. Ottenbros, T. Tominaga, J. Boker, I. Eremin, T. Shibauchi, J. Wosnitzer, N. E. Hussey, and Y. Matsuda,	4. 巻 124
2. 論文標題 Evidence for an FFLO State with Segmented Vortices in the BCS-BEC-Crossover Superconductor FeSe	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Phys. Rev. Lett.	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 K. Ishida, M. Tsujii, S. Hosoi, Y. Mizukami, S. Ishida, A. Iyo, H. Eisaki, T. Wolf, K. Grube, H. v. Loehneysen, R. M. Fernandes, and T. Shibauchi,	4. 巻 117
2. 論文標題 Novel Electronic Nematicity in Heavily Hole-Doped Iron Pnictide Superconductors	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proc. Natl. Acad. Sci. USA	6. 最初と最後の頁 6424-6429
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.1909172117	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 Ayres Jake, Culo Matija, Buhot Jonathan, Bernath Bence, Kasahara Shigeru, Matsuda Yuji, Shibauchi Takasada, Carrington Antony, Friedemann Sven, Hussey Nigel E.	4. 巻 5
2. 論文標題 Transport evidence for decoupled nematic and magnetic criticality in iron chalcogenides	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Communications Physics	6. 最初と最後の頁 100
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s42005-022-00873-8	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 Ishida Kousuke, Onishi Yugo, Tsujii Masaya, Mukasa Kiyotaka, Qiu Mingwei, Saito Mikihiro, Sugimura Yuichi, Matsuura Kohei, Mizukami Yuta, Hashimoto Kenichiro, Shibauchi Takasada	4. 巻 119
2. 論文標題 Pure nematic quantum critical point accompanied by a superconducting dome	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Sciences	6. 最初と最後の頁 e2110501119
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.2110501119	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 Tsujii Masaya, Ishida Kousuke, Ishida Shigeyuki, Mizukami Yuta, Iyo Akira, Eisaki Hiroshi, Shibauchi Takasada	4. 巻 91
2. 論文標題 Charge Transport in Ba _{1-x} Rb _x Fe ₂ As ₂ Single Crystals	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 104706
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.91.104706	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 Roppongi M., Ishihara K., Tanaka Y., Ogawa K., Okada K., Liu S., Mukasa K., Mizukami Y., Uwatoko Y., Grasset R., Konczykowski M., Ortiz B. R., Wilson S. D., Hashimoto K., Shibauchi T.	4. 巻 14
2. 論文標題 Bulk evidence of anisotropic s-wave pairing with no sign change in the kagome superconductor CsV3Sb5	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 667
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-023-36273-x	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 Mukasa Kiyotaka, Ishida Kousuke, Imajo Shusaku, Qiu Mingwei, Saito Mikihiro, Matsuura Kohei, Sugimura Yuichi, Liu Supeng, Uezono Yu, Otsuka Takumi, Culo Matija, Kasahara Shigeru, Matsuda Yuji, Hussey Nigel E., Watanabe Takao, Kindo Koichi, Shibauchi Takasada	4. 巻 13
2. 論文標題 Enhanced Superconducting Pairing Strength near a Pure Nematic Quantum Critical Point	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physical Review X	6. 最初と最後の頁 11032
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevX.13.011032	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 Matsuura K., Roppongi M., Qiu M., Sheng Q., Cai Y., Yamakawa K., Guguchia Z., Day R. P., Kojima K. M., Damascelli A., Sugimura Y., Saito M., Takenaka T., Ishihara K., Mizukami Y., Hashimoto K., Gu Y., Guo S., Fu L., Zhang Z., Ning F., Zhao G., Dai G., Jin C., Beare J. W., Luke G. M., Uemura Y. J., Shibauchi T.	4. 巻 120
2. 論文標題 Two superconducting states with broken time-reversal symmetry in FeSe1-xSx	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Sciences	6. 最初と最後の頁 e2208276120
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.2208276120	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 Ishihara K., Kobayashi M., Imamura K., Konczykowski M., Sakai H., Opletal P., Tokiwa Y., Haga Y., Hashimoto K., Shibauchi T.	4. 巻 5
2. 論文標題 Anisotropic enhancement of lower critical field in ultraclean crystals of spin-triplet superconductor candidate UTe2	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physical Review Research	6. 最初と最後の頁 L022002
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevResearch.5.L022002	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 Ishihara Kota, Roppongi Masaki, Kobayashi Masayuki, Imamura Kumpei, Mizukami Yuta, Sakai Hironori, Opletal Petr, Tokiwa Yoshifumi, Haga Yoshinori, Hashimoto Kenichiro, Shibauchi Takasada	4. 巻 14
2. 論文標題 Chiral superconductivity in UTe ₂ probed by anisotropic low-energy excitations	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 2966
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-023-38688-y	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 -

〔学会発表〕 計37件 (うち招待講演 37件 / うち国際学会 26件)

1. 発表者名 T. Shibauchi
2. 発表標題 Exotic superconducting states in FeSe-based nematic superconductors
3. 学会等名 International Conference on Quantum Liquid Crystals (QLC2021) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T. Shibauchi
2. 発表標題 Exotic superconducting states in FeSe-based materials
3. 学会等名 The 12th International Conference on Intrinsic Josephson Effect and Horizons of Superconducting Spintronics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T. Shibauchi
2. 発表標題 Ultranodal Pair State in FeSe _{1-x} S _x Superconductors
3. 学会等名 7th International Conference on Superconductivity and Magnetism (ICSM2021) (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T. Shibauchi
2. 発表標題 Exotic superconducting states in FeSe-based materials
3. 学会等名 34th International Symposium on Superconductivity (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T. Shibauchi
2. 発表標題 Exotic superconducting states in FeSe-based materials
3. 学会等名 93rd Riken CEMC colloquium (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 芝内孝禎
2. 発表標題 ネマティック量子臨界点とウルトラノーダルペア状態
3. 学会等名 日本物理学会2021年秋季大会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 芝内孝禎
2. 発表標題 UTe ₂ におけるノード構造とカイラル超伝導
3. 学会等名 基研研究会 「非自明な電子状態が生み出す超伝導現象の最前線：新たな挑戦と展望」 (招待講演)
4. 発表年 2021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エキゾチック超伝導状態
3. 学会等名 令和3年度「第7回強磁場コラボラトリーオンラインセミナー」(招待講演)
4. 発表年 2021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エキゾチック超伝導状態
3. 学会等名 第29回QLCセミナー(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 芝内孝禎
2. 発表標題 電子ネマティック状態と高温超伝導
3. 学会等名 日本物理学会2020年秋季大会(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 芝内孝禎
2. 発表標題 電子ネマティック量子臨界点と超伝導
3. 学会等名 基研研究会「高温超伝導・非従来型超伝導研究の最前線:多様性と普遍性」(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 T. Shibauchi
2. 発表標題 Exotic superconducting states in FeSe-based nematic superconductors
3. 学会等名 RCQM Symposium on Fe-based Superconductivity (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T. Shibauchi
2. 発表標題 Possible transition to a topological ultranodal pair state in FeSe _{1-x} S _x superconductors
3. 学会等名 SPICE Workshop on Topological Superconductivity in Quantum Materials (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 T. Shibauchi
2. 発表標題 Time-Reversal Symmetry Breaking in FeSe-based Superconductors
3. 学会等名 International Conference on Quantum Complex Matter 2020 (QCM 2020) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 T. Shibauchi
2. 発表標題 Exotic superconducting states in FeSe-based materials
3. 学会等名 PSI online condensed matter colloquium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T. Shibauchi
2. 発表標題 Unconventional Superconducting States
3. 学会等名 Frontiers of Condensed Matter Physics (FCMP) Columbia 2021 Spring Online Lectures (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T. Shibauchi
2. 発表標題 BCS-BEC crossover in FeSe-based superconductors
3. 学会等名 Nature Conference on Emergent Materials and Devices: Electronic Structures and Properties (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Shibauchi
2. 発表標題 Novel Electronic Nematicity in (Ba,Rb)Fe ₂ As ₂ Superconductors
3. 学会等名 39th CNLS Annual Conference on Strongly Correlated Quantum Materials (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Shibauchi
2. 発表標題 Time-Reversal Symmetry Breaking in the Nematic Superconductor FeSe
3. 学会等名 IMR Workshop on Research Frontier of Advanced Spectroscopies for Correlated Electron Systems (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Shibauchi
2. 発表標題 Evidence for electronic nematicity in the pseudogap state in cuprates
3. 学会等名 International Conference on Spectroscopies in Novel Superconductors (SNS2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Shibauchi
2. 発表標題 Time-Reversal Symmetry Breaking in the Nematic Superconductor FeSe
3. 学会等名 International Conference on Quantum physics in Complex Matter: Superconductivity, Magnetism and Ferroelectricity (Superstripes2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Shibauchi
2. 発表標題 Novel Electronic Nematicity in Heavily Hole-Doped Iron Pnictide Superconductors
3. 学会等名 The 5th Conference on Condensed Matter Physics (CCMP-2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Shibauchi
2. 発表標題 Electronic nematicity in the pseudogap state in cuprates
3. 学会等名 The 10th Condensed Matter Physics in the Cities (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Shibauchi
2. 発表標題 Electronic nematicity in the pseudogap state in cuprates
3. 学会等名 Quantum Criticality and Topology in Correlated Electron Systems (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Shibauchi
2. 発表標題 Time-Reversal Symmetry Breaking in the Nematic Superconductor FeSe
3. 学会等名 International Conference on Strongly Correlated Electron Systems 2019 (SCES 2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Shibauchi
2. 発表標題 Novel Electronic Nematicity in Heavily Hole-Doped Iron Pnictide Superconductors
3. 学会等名 Materials Research Meeting 2019 (MRM2019) (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 まとめ-BiS2系層状化合物における超伝導発現機構と新奇的な物性
3. 学会等名 日本物理学会2019年秋季大会 (招待講演)
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最近の展開
3. 学会等名 基研研究会 「電子相関が生み出す超伝導現象の未解決問題と新しい潮流」 (招待講演)
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 超伝導かけはしプロジェクト ワークショップ (3) (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Y. Mizukami
2. 発表標題 A novel nematic state in heavily hole-doped iron-pnictides
3. 学会等名 International Conference on Quantum physics in Complex Matter: Superconductivity, Magnetism and Ferroelectricity (Superstripes2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Shibauchi
2. 発表標題 Ultranodal Pair State in FeSe _{1-x} S _x Superconductors
3. 学会等名 15th International Ceramics Congress (CIMTEC2022) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 T. Shibauchi
2. 発表標題 Enhanced superconductivity near a nematic quantum critical point in FeSe-based superconductors
3. 学会等名 Superstripes 2022 Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 T. Shibauchi
2. 発表標題 Nematicity and Exotic Superconductivity in FeSe-based Superconductors
3. 学会等名 13th International Conference on Materials and Mechanisms of Superconductivity & High Temperature Superconductors 2022 (M2S2022) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 T. Shibauchi
2. 発表標題 Nematic quantum critical points and unconventional superconducting states in iron chalcogenides
3. 学会等名 International Workshop on Recent Progress in Superconductivity (IWRS2022) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 T. Shibauchi
2. 発表標題 Nematicity and exotic superconducting states in iron chalcogenides
3. 学会等名 15th Asia Pacific Physics Conference (APPC15) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 T. Shibauchi
2. 発表標題 Chiral superconductivity in UTe ₂ probed by nodal gap structures
3. 学会等名 2023 Quantum Materials Symposium (QMS2023) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 T. Shibauchi
2. 発表標題 Nematic quantum critical points and unconventional superconducting states in Fe(Se/S/Te)
3. 学会等名 The March meeting of the American Physical Society (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>第4の超伝導状態「フェルミ面を持つ超伝導」の発見 https://www.k.u-tokyo.ac.jp/information/category/press/10203.html 超伝導の新しいメカニズム 「量子液晶揺らぎによる電子対形成」の検証に成功 https://www.k.u-tokyo.ac.jp/information/category/press/10102.html カゴメ格子物質で実現する不純物に強い非従来型超伝導 https://www.k.u-tokyo.ac.jp/information/category/press/10067.html 量子液晶の量子臨界点が超伝導転移温度を上昇させることを解明 https://www.k.u-tokyo.ac.jp/information/category/press/9471.html 従来のスピン三重項・三重項の枠組みを超えた超伝導クーバー対状態の発見、その制御も可能に https://www.k.u-tokyo.ac.jp/information/category/press/8768.html 芝内・橋本研究室 http://qpm.k.u-tokyo.ac.jp/</p>
--

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	水上 雄太 (Mizukami Yuta) (80734095)	東京大学・大学院新領域創成科学研究科・助教 (12601)	

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	Ecole Polytechnique			
ポーランド	Polish Academy of Sciences			
スイス	Paul Scherrer Institut	スイス連邦工科大学		
オランダ	Radboud University			
米国	コロンビア大学	コロラド大学	ミネソタ大学	
カナダ	TRIUMF	ブリティッシュコロンビア大学		
ドイツ	カールスルーエ工科大学	ルール大学ボーフム	Max Planck Institute	
中国	香港中文大学			