

令和 5 年 6 月 2 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2022

課題番号：17K05555

研究課題名(和文)非磁性自由度のゆらぎに起因する異常物性の理論的研究

研究課題名(英文)Theoretical Study for Anomalous Properties due to Fluctuations of Non-magnetic Degrees of Freedom

研究代表者

三宅 和正 (Miyake, Kazumasa)

大阪大学・大学院理学研究科・招へい教授

研究者番号：90109265

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)：磁気的自由度に起因しない局所自由度に起因する非自明な物理現象を解明するために、おもに、「価数転移量子臨界現象」、「電荷近藤効果」、「電気4極子ゆらぎ」をキーワードとする3つの研究テーマについて研究を進めた。その結果、以下で報告するように、それぞれのテーマに関して新しい知見が結果が得られた。その成果は、26編の英文論文、5編の和文論文として出版され、計51件の学会発表(国際20件、国内31件、その内招待講演は計14件)で発表された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

価数ゆらぎに (Valence Fluctuations) 関する物理の研究は、20世紀後半に多くの研究の蓄積はあったが、それは主に静的性質に関するものであった。21世紀に入るところから、価数の2次の相転移に伴う臨界ゆらぎが電気抵抗や比熱の温度依存性を始めとする様々な物性に非自明な振舞いを生じることが次第に分かってきた。この研究分野は、20世紀を通じて多くの研究成果が蓄積されてきた磁性研究の分野に比べると研究の発展段階は初期の段階にあったと言える。本基盤研究(C)では、価数ゆらぎの物理をより広く「非磁性自由度のゆらぎ」に起因する異常物性を解明するという点に学術的意義がある。

研究成果の概要(英文)：In order to clarify the origin of unconventional physical phenomena originate from the fluctuations of non-magnetic local degrees of freedom, such as valence and electric quadrupole moment, three subjects were investigated. Namely, "quantum critical phenomena of valence transition", "charge Kondo effect", and "electric quadrupole fluctuations" were investigated theoretically. As a result, new insights were obtained as explicitly discussed below. These achievements were reported in international conferences (20) and domestic conferences (31), in which 14 presentations were invited talks.

研究分野：物性物理

キーワード：量子臨界価数転移 原子価スキッピング 電荷近藤効果 4極子近藤効果

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

平成 25 年度～平成 28 年度に採択された基盤研究 (C)「強相関電子系における超伝導発現機構の多様性に関する理論的研究」において、イオンの価数の臨界ゆらぎによって誘起される超伝導機構の研究を進めてきたが、その過程で価数の臨界ゆらぎに起因する異常物性の存在とその広がりが明らかになり、価数のゆらぎに象徴される非磁性自由度のゆらぎに起因する異常物性の研究の重要性が明らかになってきた。例えば、バレンススキップという特定のイオン価数が現れないこと (スキップされるという現象) が知られていたが、これに起因する「電荷近藤効果」という現象が超伝導の発現機構と関連して注目されていた。本研究計画 (非磁性自由度のゆらぎに起因する異常物性の理論的研究) は、これら「非磁性自由度のゆらぎ」に起因する異常物性、とりわけ、「価数転移量子臨界現象」を理論的に解明することの重要性に鑑み提案されたものである。

### 2. 研究の目的

局所的強相関電子系の典型現象であった「近藤効果」やその格子系と考えられる「重い電子系」では、スピン自由度や結晶場のクラマース縮退自由度が関与する多体効果が重要な役割を果たしてきた。一方、20 世紀末から、磁気的自由度に起因しない局所自由度に起因する非自明な物理現象が注目を集めてきた。その一つが価数転移にともなう「臨界価数ゆらぎ」とそれに起因する非自明な非フェルミ液体状態の物理である。もう一つは、バレンススキップ効果に起因する電荷近藤効果と超伝導状態の共存の物理である。

本研究の目的は、これらの非磁性自由度がもたらす異常物性を理論的に解明することを通じて、新しい研究分野の更なる深化をめざすことである。

### 3. 研究の方法

ファイマン図形を用いる量子多体問題の方法により基本的に解析的な理論手法に基づきつつ数値解析的手法も駆使して研究を進めた。国内外の研究者との討論も研究の発展にとって極めて有益であった。

### 4. 研究成果

[1]「価数転移量子臨界現象」に関しては、以下の成果が得られた。

1)

Ce や Yb を含む重い電子系で観測される価数転移量子臨界現象に関して理論的観点からのレビュー論文を執筆した。

2)

Yb を含む強相関準結晶および近似結晶 Yb-A-Al の価数転移臨界点近傍での価数の圧力変化を理論的に予言した。

3)

臨界価数ゆらぎによるグリューナイズン係数の温度依存性を理論的に求め、磁気量子臨界ゆらぎとは異なり、発散的な振る舞いを示さないことを示した。

4)

実験家との共同研究により、CeRhIn<sub>5</sub> で観測されていた圧力下での反強磁性の 1 次的消失は Ce の価数の急激な変化に起因することを示した。

5)

Yb(A<sub>10</sub>Fe<sub>0.014</sub>)B<sub>4</sub> において観測された  $\mu$ SR の緩和率  $1/T_1$  の異常な温度依存性は Yb の量子臨界価数ゆらぎにより理解されることを示した。

6)

Ce<sub>(1-x)</sub>La<sub>x</sub>Cu<sub>5.62</sub>Au<sub>0.38</sub> (x=0.02~0.1) の電気抵抗の異常な温度依存性 (const - T<sup>0.75</sup>) は Ce の量子臨界価数ゆらぎにより理解されることを示した。

7)

30 年度に発表した理論の論文で予言した、Yb を含む強相関準結晶および近似結晶 Yb-A-Al の価数転移臨界点近傍での価数の圧力依存性が、実験により確かめられた

8)

CeCu<sub>2</sub>Si<sub>2</sub> などの Ce<sub>122</sub> 系、CeRhIn<sub>5</sub> などの Ce<sub>115</sub> 系の加圧下の超伝導発現機構を臨界的価数ゆらぎに起因するという観点から俯瞰するレビュー論文を実験家と共同執筆した。

9)

臨界価数ゆらぎによるグリューナイズン係数の温度依存性を理論的に求め、磁気量子臨界ゆらぎとは異なり、発散的な振る舞いを示さないことを示した。

10)

常圧、低温領域で反強磁性を示す重い電子系物質 EuCu<sub>2</sub>Ge<sub>2</sub> に加圧すると、反強磁性が 1 次転移的に消失すると同時にその圧力で残留電気抵抗が巨大なピークを示し、電気抵抗の温度依存

性が温度の1次に比例することが観測されたが、これらの異常な物性は価数転移量子臨界現象として理解できることを示した。

1 1)

Ce<sub>x</sub>La<sub>1-x</sub>Cu<sub>5.62</sub>Au<sub>0.38</sub> (x = 0.02-0.10)で観測された非フェルミ液体的な振舞いが、価数量子臨界現象として理解できることを示した。

1 2)

臨界価数ゆらぎによるグリューナイズン係数の温度依存性を理論的に求め、磁気量子臨界ゆらぎとは異なり、発散的な振る舞いがないことを示した。

1 3)

常圧、低温領域で反強磁性を示す重い電子系物質 EuCu<sub>2</sub>Ge<sub>2</sub>に加圧すると、反強磁性が1次転移的に消失すると同時にその圧力で残留電気抵抗が巨大なピークを示し、電気抵抗の温度依存性が温度の1次に比例する。この新しい実験事実は価数転移量子臨界現象として理解できる論文を実験家との共著論文として出版した。

1 4)

臨界量子価数ゆらぎは波数にほとんど依存しない局所的なものであることを反映して、熱起電力を大きく減少させることを理論的に示した。これは長年の謎であった YbRh<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>、CeCoIn<sub>5</sub>での観測された異常な温度依存性の結果を説明するとともに、YbAlB<sub>4</sub>ではその減少が見られないという理由を与える(論文準備中)。

[ 2 ] 「電荷近藤効果」に関しては、以下の成果が得られた。

1)

AAPPS Bulletin 誌編集部の依頼に応じて、価数スキッピング現象により生じる「電荷近藤効果」に関する総合報告を出版した。その中で、Pb<sub>(1-x)</sub>Tl<sub>x</sub>Te (x=0.1)で観測された<sup>125</sup>Te の NMR 緩和率  $1/T_{1T}$  が示す  $T < 10K$  での発散的な温度依存性を示す実験結果を説明する理論 [ arXiv:1806.00254 (ver2) ] の結果を紹介した。また、ゼーベック係数の温度依存性を増大させる効果があることが分かった。(論文準備中)

2)

前年度までの研究で、Pb<sub>(1-x)</sub>Tl<sub>x</sub>Te (x=0.1)での<sup>125</sup>Te の NMR 緩和率  $1/T_{1T}$  の  $T < 10K$  での発散的な温度依存性を示す実験結果が、ペアホッピング相互作用と軌道間クーロン斥力相互作用の降温にともなう増大で理解できるという結果を示した [ arXiv:1806.00254 (ver2) ]、それを発展させて、ゼーベック係数の温度依存性を増大させる効果があることを示した(論文準備中)。

[ 3 ] 「電気4極子ゆらぎ」に関しては、以下の成果が得られた。

1)

いわゆる Pr-1-2-20 系の Pr 希薄系、Y<sub>(1-x)</sub>Pr<sub>x</sub>Ir<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub> (x=0.05) において x=1 の場合と同じ非フェルミ液体的な温度依存性が電気抵抗など種々の物理量に現れるが、これを理解する理論の枠組みを構成した理論 [ J. Phys. Commun. 誌に掲載 ] にもとづいて、電気4極子転移温度の濃度 (x) 依存性の理論を作った。(論文準備中)

2)

PrPt<sub>2</sub>Cd<sub>20</sub> や PrRh<sub>2</sub>Cd<sub>20</sub> など Zn の代わりに Cd を含む系では、実験で普通に到達できる最低温領域では電気抵抗がフェルミ液体的振舞いを示すことが知られている。この現象は、 $f^2$  の基底結晶場は  $\Gamma_3^-$  2重項であっても Zn 系に比べて低い励起エネルギーをもつ非磁性 1重項の影響を受けて生じることを理論的に示した。(物理学会で発表し、論文準備中)

3)

PrV<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub>、PrV<sub>2</sub>Al<sub>20</sub>、PrTi<sub>2</sub>Al<sub>20</sub> において観測されている超伝導転移温度が加圧下で急上昇する現象を解明する研究を、これらの物質のノーマル状態での種々の非フェルミ液体的な振る舞いを説明する 2 チャンネルアンダーソン格子モデルにもとづいて展開した。その結果、4極子秩序状態ではスピン 3重項 s 波奇周波数状態が、加圧により 4極子秩序が消失した領域ではスピン 3重項 p 波状態とスピン 1重項 d 波状態が拮抗することが分かった(物理学会、国際磁性会議 ICM2018 で発表)。

[ 4 ] その他の成果

1)

U を含む新しい超伝導体として注目を集めている UTe<sub>2</sub> が磁場下で示すメタ磁性転移は体積の変化と U の価数転移を伴うが、この振舞いを U の 5f 電子が示す遍歴・局在 2重性の観点にもとづいて説明する理論を与え、実験家との共著論文として出版した。

2)

スピン軌道相互作用と電子格子相互作用の協奏効果によりどのような超伝導状態が実現するかについて、Ginzburg-Landau 自由エネルギーの構造を調べた結果、スピン 3重項 p 波非ユニタリ

ー状態が安定化することが分かった。(29回低温物理国際会議 LT29、2023年8月、札幌)で発表し、論文は会議録"JPSJ Conference Proceedings"(印刷中)として発表した。

3)

Ceは $4f^1$ 電子配置を基本とするが、重い電子物質 CeRh<sub>2</sub>As<sub>2</sub>において $4f^2$ 電子配置をもつ Pr-1-2-20系の PrIr<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub>などで観測されている2チャンネル近藤格子系と同様の非フェルミ液体的振舞いが観測され注目を集めている。この実感事実を説明するため、Ceの位置の安定点が複数存在する多準位近藤効果として理解できることを、日本物理学会2022年秋季大会で発表した(論文を準備中)。

4)

Ceは $4f^1$ 電子配置(即ち、Ce<sup>+3</sup>)を基本とするが、立方晶構造でイオン価数がCe<sup>+3</sup>の場合であってもそのエネルギー準位がある条件を満たすと、 $4f^2$ 電子配置をもつ Pr-1-2-20系において観測されている2チャンネル近藤格子系と同様の非フェルミ液体的振舞いを示す可能性があることを理論的に指摘し、日本物理学会2022年秋季大会で発表した(論文準備中)。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計25件（うち査読付論文 23件 / うち国際共著 6件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 A. Miyake, M. Gen, A. Ikeda, K. Miyake, Y. Shimizu, Y. J. Sato, D. Li, A. Nakamura, Y. Homma, F. Honda, J. Flouquet, M. Tokunaga, and D. Aoki	4. 巻 91
2. 論文標題 Magnetovolume Effect on the First-Order Metamagnetic Transition in UTe <sub>2</sub>	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 J. Phys. Soc. Jpn	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 -
1. 著者名 H. Matsuura, H. Mukuda and K. Miyake	4. 巻 32
2. 論文標題 Valence Skipping Phenomena, Charge Kondo Effect, and Superconductivity	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 AAPPS_Bulletin	6. 最初と最後の頁 1-18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s43673-022-00056-1	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 -
1. 著者名 A. Tsuruta and K. Miyake	4. 巻 6
2. 論文標題 Unconventional Non-Fermi Liquid Properties of Two-Channel Anderson Impurities System	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 J. Phys. Commun.- IOPscience	6. 最初と最後の頁 015006-1, 18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/2399-6528/ac42dd	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 三宅 和正 (作成者: 猪崎優喜, 河村省吾, 山田暉馨, 浅香雄哉, 粟島裕大)	4. 巻 9
2. 論文標題 超伝導の基礎概念 初等的な理解に向けて	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 物性研究 (電子版)	6. 最初と最後の頁 091201-1, 72
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 無
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 J. Gouchi, K. Miyake, W. Iha, M. Hedo, T. Nakama, Y. Onuki, Y. Uwatoko	4. 巻 89
2. 論文標題 Quantum Criticality of Valence Transition for the Unique Electronic State of Antiferromagnetic Compound EuCu <sub>2</sub> Ge <sub>2</sub>	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J. Phys. Soc. Jpn.	6. 最初と最後の頁 053703-1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.89.053703	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 K. Miyake	4. 巻 90
2. 論文標題 On Sharp Enhancement of Effective Mass of Quasiparticles and Coefficient of $T^2$ Term of Resistivity around First-Order Metamagnetic Transition Observed in UTe <sub>2</sub>	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 J. Phys. Soc. Jpn.	6. 最初と最後の頁 024701-1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.90.024701	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 渡辺真仁, 三宅和正	4. 巻 55
2. 論文標題 量子臨界現象の新展開 (その2) 量子臨界磁気体積効果	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 固体物理	6. 最初と最後の頁 697-713
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 -

1. 著者名 S. Watanabe, K. Miyake	4. 巻 306
2. 論文標題 Non-divergent Grüneisen Parameter in Quantum Critical Quasicrystal Yb <sub>15</sub> Al <sub>34</sub> Au <sub>51</sub> : Reflection of Robustness of Quantum Criticality under Pressure	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Solid State Commun.	6. 最初と最後の頁 113774-1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ssc.2019.113774	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 K. Miyake	4. 巻 29
2. 論文標題 Spin-orbit-phonon interaction as an origin of helical-symmetry breaking spin-triplet superconducting state	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 JPS Conf. Proc.	6. 最初と最後の頁 011002-1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSCP.29.011002	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 S. Watanabe, K. Miyake	4. 巻 29
2. 論文標題 Charge Transfer Effect under Odd-Parity Crystalline Electric Field	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 JPS Conf. Proc.	6. 最初と最後の頁 014001-1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSCP.29.014001	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 K. Miyake, S. Watanabe	4. 巻 30
2. 論文標題 Theory for Non-Fermi Liquid Temperature Dependence in Resistivity of $Ce_xLa_{1-x}Cu_{5.62}Au_{0.38}$ ( $x = 0.02-0.10$ ) on the Local Quantum Valence Criticality of Ce Impurities	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 JPS Conf. Proc.	6. 最初と最後の頁 011027-1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSCP.30.011027	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 R. Horikawa, M. Yashima, T. Matsumura, S. Maki, H. Mukuda, ¥km, H. Murakami, P. Walmsley, P. Giraldo-Gallo, T. H. Geballe, I. R. Fisher	4. 巻 30
2. 論文標題 Charge Kondo Effect Induced by Valence Skipping Dopants in $Pb_{1-x}Te$ and $Pb_{1-x}Na_xTe$ Probed by $^{125}Te$ -NMR	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 JPS Jpn. Conf. Proc. {¥bf 30} (2020) 011127-1-5	6. 最初と最後の頁 011127-1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSCP.30.011126	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 渡辺真仁, 三宅和正	4. 巻 55
2. 論文標題 量子臨界現象の新展開(その1) スピンゆらぎのSCR理論	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 固体物理	6. 最初と最後の頁 55-68
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 無
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 S. Watanabe, K. Miyake	4. 巻 30
2. 論文標題 Effects of Crystalline Electric Field and Interorbital Interaction in Yb-based Quasicrystal and Approximant Crystal	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Phys.: Condens. Matter	6. 最初と最後の頁 184001-1-11
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-648X/aab817	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. W. Scheerer, Z. Ren, S. Watanabe, G. Lapertot, D. Aoki, D. Jaccard, K. Miyake	4. 巻 3
2. 論文標題 The Dominant Role of Critical Valence Fluctuations on High Tc Superconductivity in Heavy Fermions	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 npj Quantum Materials	6. 最初と最後の頁 41-1-7
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41535-018-0111-6	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. Miyake, S. Watanabe	4. 巻 98
2. 論文標題 On anomalous temperature dependence of relaxation rate measured by $\mu$ SR in $\alpha$ -YbAl <sub>0.986</sub> Fe <sub>0.014</sub> B <sub>4</sub>	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Phys. Rev. B	6. 最初と最後の頁 075125-1-6
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.98.075125	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 H. Mukuda, M. Yashima, T. Matsumura, S. Maki, Y. Kitaoka, K. Miyake, H. Murakami, P. Giraldo-Gallo, T. H. Geballe, I. R. Fisher	4. 巻 10
2. 論文標題 $\text{Pb}_{1-x}\text{TI}_x\text{Te}$ with Valence Skipping Dopants	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Supercond. Nov. Magn.	6. 最初と最後の頁 10-1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10948-018-4886-2	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 K. Miyake, C. M. Varma	4. 巻 98
2. 論文標題 Renormalizations in unconventional superconducting states born of normal and singular Fermi-liquids	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Phys. Rev. B	6. 最初と最後の頁 174501-1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.98.174501	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. Watanabe, K. Miyake	4. 巻 99
2. 論文標題 Grüneisen Parameter and Thermal Expansion near Magnetic Quantum Critical Points in Itinerant Electron Systems	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Phys. Rev. B	6. 最初と最後の頁 035108-1-25
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.99.035108	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 S. Watanabe, K. Miyake	4. 巻 88
2. 論文標題 Charge Transfer Effect under Odd-Parity Crystalline Electric Field: Divergence of Magnetic Toroidal Fluctuation in $\beta\text{-YbAlB}_4$	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 J. Phys. Soc. Jpn.	6. 最初と最後の頁 033701-1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.88.033701	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 K. Miyake, S. Watanabe	4. 巻 97
2. 論文標題 Ubiquity of Unconventional Quantum Criticality due to Critical Valence Fluctuations in Heavy Fermion Metals	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Philos. Mag. B	6. 最初と最後の頁 3495-3516
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/14786435.2017.1314561	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. Ren, G. W. Scheerer, D. Aoki, K. Miyake, S. Watanabe, D. Jaccard	4. 巻 96
2. 論文標題 Coincidence of magnetic and valence quantum critical points in CeRhIn5 under pressure	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Phys. Rev. B	6. 最初と最後の頁 184524-1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.96.184524	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 H. Mukuda, T. Matsumura, S. Maki, M. Yashima, Y. Kitaoka, H. Murakami, K. Miyake, P. Giraldo-Gallo, T. H. Geballe, I. R. Fisher	4. 巻 87
2. 論文標題 Anomalous Nuclear Spin Relaxation with Charge Kondo Behavior in Pb <sub>1-x</sub> Tl <sub>x</sub> Te with Valence Skipping TI Dopants: <sup>125</sup> Te-NMR Probe	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Phys. Soc. Jpn.	6. 最初と最後の頁 023706-1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.87.023706	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. Watanabe, Miyake	4. 巻 87
2. 論文標題 Gruneisen Parameter and Thermal Expansion by the Self-Consistent Renormalization Theory of Spin Fluctuations	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Phys. Soc. Jpn.	6. 最初と最後の頁 034712-1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.87.034712	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 S. Watanabe, Miyake	4. 巻 30
2. 論文標題 Effects of Crystalline Electric Field and Interorbital Interaction in Yb-based Quasicrystal and Approximant Crystal	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Phys.: Condens. Matter	6. 最初と最後の頁 184001-1-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-648X/aab817	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48件 (うち招待講演 16件 / うち国際学会 20件)

1. 発表者名 三宅和正
2. 発表標題 UTe2のb-c面内磁場下超伝導相図の理論
3. 学会等名 日本物理学会2021年 秋季大会 (オンライン)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鶴田篤史, 三宅和正
2. 発表標題 有限濃度不純物2チャンネルアンダーソン模型における非フェルミ液体
3. 学会等名 日本物理学会2021年 秋季大会 (オンライン)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 三宅和正
2. 発表標題 スピン軌道-フォノン相互作用により誘起される非ユニタリー超伝導状態の可能性
3. 学会等名 日本物理学会2022年 年次大会 (オンライン)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 鶴田篤史, 三宅和正
2. 発表標題 4f <sup>2</sup> - 3基底をもつ系における非フェルミ液体 - フェルミ液体クロスオーバー
3. 学会等名 日本物理学会2022年 (オンライン)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 三宅和正
2. 発表標題 不連続メタ磁性の発生に伴う比熱と電気抵抗の顕著な増大の理論: UTe <sub>2</sub> の場合
3. 学会等名 日本物理学会2020年 秋季大会 (オンライン)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鶴田篤史, 三宅和正
2. 発表標題 有限濃度不純物2チャンネルアンダーソン模型における非フェルミ液体
3. 学会等名 日本物理学会2020年 秋季大会 (オンライン)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 K. Miyake
2. 発表標題 Theory of Remarkable Enhancement of Specific Heat and Resistivity Associated with Discontinuous Metamagnetic Transition: Case of UTe <sub>2</sub>
3. 学会等名 Japan-France Online Workshop on UTe <sub>2</sub> (Zoom Meeting) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 三宅和正
2. 発表標題 ゼーベック係数への強磁性的スピン揺らぎの効果：UTe2の場合
3. 学会等名 日本物理学会 第76回 年次大会（オンライン）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鶴田篤史，三宅和正
2. 発表標題 有限濃度不純物2チャンネルアンダーソン模型における秩序状態
3. 学会等名 日本物理学会 第76回 年次大会（オンライン）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 K. Miyake
2. 発表標題 Aspects of extra “magnetization” in varieties of superconductors and possible scenarios: Spin-orbit-phonon interaction as an origin of spin-triplet superconductivity
3. 学会等名 10th Condensed Matter Physics in the Cities 2019, week 1, London & Didcot (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Miyake
2. 発表標題 Valence Skipping, Charge Kondo Effect, and Superconductivity
3. 学会等名 10th Condensed Matter Physics in the Cities 2019, week 2, Pairs, France (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三宅和正
2. 発表標題 スピン軌道相互作用と電子格子相互作用の協奏による新しいスピン3重項超伝導
3. 学会等名 新学術領域「J-Physics：多極子伝導系の物理」地域研究会 - 大阪
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三宅和正, 渡辺真仁
2. 発表標題 Ce <sub>x</sub> La <sub>1-x</sub> Cu <sub>5.62</sub> Au <sub>0.38</sub> (x=0.02-0.10) における 量子価数臨界ゆらぎによる非フェルミ液体的振る舞いの理論II
3. 学会等名 日本物理学会 2019年秋季大会 (岐阜大学)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡辺真仁, 三宅和正
2. 発表標題 奇バリティ結晶場における電荷移動効果： -YbAlB <sub>4</sub> における 磁気トロイダルゆらぎの発散
3. 学会等名 日本物理学会 2019年秋季大会 (岐阜大学)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Miyake
2. 発表標題 Spin-orbit-phonon interaction as an origin of helical-symmetry breaking spin-triplet superconducting state
3. 学会等名 J-Physics 2019 International Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Miyake, S. Watanabe
2. 発表標題 Theory for Non-Fermi Liquid Temperature Dependence in Resistivity of $Ce_xLa_{1-x}Cu_{5.62}Au_{0.38}$ ( $x=0.02-0.10$ ) on the Local Quantum Valence Criticality of Ce Impurities
3. 学会等名 International Conference on Strongly Correlated Electron Systems 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 A. Tsuruta, K. Miyake
2. 発表標題 Non-Fermi liquid behaviors in two-channel Anderson impurities and lattice model
3. 学会等名 J-Physics 2019 International Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. Watanabe, K. Miyake
2. 発表標題 Charge transfer effect under odd-parity crystalline electric field: divergence of magnetic toroidal fluctuations in $\beta$ -YbAlB <sub>4</sub>
3. 学会等名 J-Physics 2019 International Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 A. Tsuruta, K. Miyake
2. 発表標題 Essentially the Same Non-Fermi Liquid Behaviors in Two-Channel Anderson Impurities and Lattice Model
3. 学会等名 International Conference on Strongly Correlated Electron Systems 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. Watanabe, K. Miyake
2. 発表標題 Quantum Valence Criticality in Heavy Fermions on Periodic and Aperiodic Crystals
3. 学会等名 International Conference on Strongly Correlated Electron Systems 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 R. Horikawa, M. Yashima, T. Matsumura, S. Maki, H. Mukuda, K. Miyake, H. Murakami, P. Walmsley, P. Giraldo-Gallo, T. H. Geballe, I. R. Fisher
2. 発表標題 Charge Kondo Effect Induced by Valence Skipping Dopants in $\text{Pb}_{1-x}\text{Tl}_x\text{Te}$ Probed by $^{125}\text{Te}$ - and $^{205}\text{Tl}$ -NMR
3. 学会等名 International Conference on Strongly Correlated Electron Systems 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三宅和正
2. 発表標題 電荷近藤効果による NMR 縦緩和率の異常な温度依存性 - $\text{Pb}_{1-x}\text{Tl}_x\text{Te}$ の場合 -
3. 学会等名 第19回琉球物性研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三宅和正, 松浦弘泰
2. 発表標題 電荷近藤効果による NMR 緩和率の異常の理論
3. 学会等名 日本物理学会第75回年次大会 (2020年)
4. 発表年 2020年



1. 発表者名 鶴田篤史, 三宅和正
2. 発表標題 有限濃度不純物2チャンネルアンダーソン模型における非フェルミ液体II
3. 学会等名 日本物理学会第75回年次大会 (2020年)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 K. Miyake
2. 発表標題 Quantum Critical Phenomena Associated with Charge-Transfer Fluctuations in Heavy Fermion Metals and High-Tc Cuprates
3. 学会等名 Workshop "Emergent Phenomena in Strongly Correlated Matter" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K. Miyake
2. 発表標題 Varieties of spontaneous magnetization in unconventional superconductors
3. 学会等名 International Workshop on "Unconventional Superconductors: New Paradigms for New Materials" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K. Miyake
2. 発表標題 Ubiquity of unconventional phenomena associated with critical valence transition or valence crossover in heavy fermion metals: Ce-, Eu- and Yb-based heavy fermion metals
3. 学会等名 新学術領域「J-Physics: 多極子伝導系の物理」トピカルミーティング、 "Recent topics related with quantum critical phenomena" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 三宅和正
2. 発表標題 非磁性自由度による異常現象
3. 学会等名 新学術領域研究「J-Physics: 多極子伝導系の物理」トピカルミーティング ものづくりシリーズ第3回「物質探索最前線」(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 三宅和正
2. 発表標題 Ce系重い電子系物質の圧力下での急激な価数変化にともなう異常物性とその磁場効果
3. 学会等名 第5回西日本強磁場研究会(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 三宅和正, 渡辺真仁
2. 発表標題 -YbAl <sub>{0.986}</sub> Fe <sub>{0.014}</sub> B <sub>4</sub> におけるμSR緩和率の異常な温度依存性の理論
3. 学会等名 日本物理学会秋季大会(2018年)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡辺真仁, 三宅和正
2. 発表標題 準結晶Yb <sub>15</sub> (Al <sub>{1-x}</sub> Ga <sub>x</sub> ) <sub>{34}</sub> (Au <sub>{1-y}</sub> Cu <sub>y</sub> ) <sub>{51}</sub> のYb価数の格子定数依存性
3. 学会等名 日本物理学会秋季大会(2018年)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鶴田篤史, 三宅和正
2. 発表標題 2チャンネルアンダーソン格子模型における四極子秩序と超伝導II
3. 学会等名 日本物理学会秋季大会 (2018年)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 三宅和正
2. 発表標題 量子臨界価数転移と $\mu$ SR の異常緩和: $\mu^+$ が周囲に与える影響とそのフィードバックの重要性
3. 学会等名 第18回琉球大学物性研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 A. Tsuruta, K. Miyake
2. 発表標題 Theoretical Study of Non Fermi Liquid and Ordered States in Pr 1-2-20 Systems
3. 学会等名 International Conference on Magnetism 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鶴田篤史, 三宅和正
2. 発表標題 Pr 希薄系 $(Y, La)_{1-x}Pr_xT_2X_{20}$ ( $T=Ir, Ti$ ; $X=Zn, Al$ ) における非フェルミ液体的挙動の理論
3. 学会等名 日本物理学会第74回年次大会 (2019年)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 堀川瑠星, 八島光晴, 松村隆史, 牧翔太, 椋田秀和, 三宅和正, 村上博成, P. Walmsley, P. Giraldo-Gallo, T. Geballe, I. Fisher
2. 発表標題 ドーバントサイトから見た(Pb <sub>{1-x}</sub> Tl <sub>x</sub> )Te超伝導体におけるNMR緩和率の異常と電荷近藤効果
3. 学会等名 日本物理学会第74回年次大会 (2019年)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三宅和正, Sudeep K. Ghosh, James F. Annett, Jorge Quintanilla
2. 発表標題 非ユニタリースピン3重項超伝導状態での自発磁場の大きさ
3. 学会等名 日本物理学会第74回年次大会 (2019年)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Miyake, H. Matsuura
2. 発表標題 Theory for Charge Kondo Effect and Valence Skipping Phenomenon: Anomalous <sup>125</sup> Te-NMR Relaxation in Pb <sub>0.99</sub> Tl <sub>0.01</sub> Te
3. 学会等名 International Workshop on Open Space between Aperiodic Order and Strongly Electronic Correlations, 6/19-22, Hotel Beauregard, Annecy, France (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 K. Miyake, A. Tsuruta
2. 発表標題 Duo of Broken Time-Reversal-Symmetry in Spin-Triplet Chiral Superconductor Sr <sub>2</sub> RuO <sub>4</sub>
3. 学会等名 International Conference on Strongly Correlated Electron Systems, 7/17-21, Prague, Czech Republic (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 K. Miyake
2. 発表標題 Theory for Extremely Small Spontaneous Magnetic Field in Chiral Superconductor Sr <sub>2</sub> RuO <sub>4</sub> Measured by $\mu$ SR
3. 学会等名 First USC Theory-Experiment Collaborative Meeting, 9/7-8, Rutherford Appleton Laboratory, Harwell, UK (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 鶴田篤史, 三宅和正
2. 発表標題 2チャンネルアンダーソン格子模型における秩序状態
3. 学会等名 日本物理学会2017年秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 渡辺真仁, 三宅和正
2. 発表標題 遍歴電子系の磁気量子臨界点における熱膨張係数とグリユナイゼンパラメータ
3. 学会等名 日本物理学会2017年秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 A. Tsuruta, K. Miyake
2. 発表標題 Theoretical study of the antiferro quadrupole and superconducting ordered state in Pr 1-2-20 systems
3. 学会等名 J-Physics 2017: International Workshop on the Multipole Physics and Related Phenomena, 9/24-28, Hachimantai Royal Hotel, Iwate (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 K. Miyake
2. 発表標題 Renormalization and Superconductivity in Heavy Fermion Metals: History and Frontier
3. 学会等名 Workshop on Fundamental Enduring Problems in Quantum Condensed Matter, 12/7-9, University of California, Riverside, USA (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 K. Miyake
2. 発表標題 Superconductivity by Enhanced Valence Fluctuations and Valence Skipping Effect
3. 学会等名 ZUNOJUNKAN Workshop - Exotic properties of heavy fermion superconductors under extreme conditions and Future directions of superconductivity research, 2/19, Okayama University (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 三宅和正、渡辺真仁
2. 発表標題 CexLa1-xCu5.62Au0.38 (x=0.02-0.10) における量子価数臨界ゆらぎによる非フェルミ液体的振る舞いの理論
3. 学会等名 日本物理学会第73回年次大会 (2018年)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鶴田篤史, 三宅和正
2. 発表標題 2チャンネルアンダーソン格子模型における四極子秩序と超伝導
3. 学会等名 日本物理学会第73回年次大会 (2018年)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 八島光晴, 堀川琉星, 松村隆史, 牧翔太, 椋田秀和, 三宅和正, 村上博成, P. Walmsley, P. Giraldo-Gallo, T. Geballe, I. Fisher
2. 発表標題 PbTe系における電荷近藤効果の微視的電子状態とドーパント依存性
3. 学会等名 日本物理学会第73回年次大会 (2018年)
4. 発表年 2018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
研究協力者	鶴田 篤史 (Tsuruta Atsushi)	大阪大学	
研究協力者	渡辺 真仁 (Shinji Watanabe)		

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
---------	---------