

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 6 月 5 日現在

機関番号：15401

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K18737

研究課題名(和文) 圧力下量子臨界点近傍における近藤半導体状態の探索

研究課題名(英文) Search for a Kondo semiconducting state near the quantum critical point under high pressure

研究代表者

松村 武 (Matsumura, Takeshi)

広島大学・先進理工系科学研究科(先)・教授

研究者番号：00312546

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,900,000円

研究成果の概要(和文)：常圧でのノーマルな近藤金属状態からスタートして圧力下で近藤半導体状態が実現する現象の探索を試み、有力な候補物質と考えていたCeSiについて、圧力下物性の研究を行った。電気抵抗、ホール効果の測定を量子臨界圧を超える圧力まで測定した。電気抵抗では混成の増大による半導体的温度変化が観測されたが、ホール効果は量子臨界圧近傍でも発散的振る舞いが見えず、ギャップ形成とは異なる機構で電気抵抗が増大しているという結論に達した。今後の展開が期待できる新たな発見としては、半導体金属転移に伴って強磁性が出現するTmTeにおいて、強磁性の前兆現象と思われる磁化率の異常を転移圧力近傍で観測した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

物質は一般に金属か絶縁体のどちらかに分類されるが、その境界領域がどうなっているかは実はまだ謎が多い。金属に圧力をかけることで電子状態を変化させ、絶縁体に移り変わる過程、あるいは絶縁体から金属に変わる過程が詳細に観察できれば、その謎に迫ることができる。しかし、その様相は多彩である。本研究では原子に局在して磁性を担う電子も電気伝導性の変化に関与する現象のいくつかを調べた。圧力下で電子間の相互作用が変化することで、伝導電子の散乱状態が変わったり、また、電子が原子に局在した状態から原子間を動き回る状態に変化することでスピンの強磁性に変化する現象などを詳細に調べた。

研究成果の概要(英文)：We have studied the electronic properties of CeS, which has recently been expected to realize a Kondo insulator state under high pressure due to an increase in c-f hybridization, starting from a normal Kondo metal. We measured the electrical resistivity and Hall effect up to pressures above the critical point P_c . Although a strong anomaly was observed in resistivity reminiscent of a semiconducting state, the Hall effect did not exhibit a semiconducting behavior, indicating that the anomalous increase in resistivity is caused by a mechanism different from the energy gap formation at the Fermi level. Another finding in this research from which we expect future progress is on TmTe, which exhibit an insulator-to-metal transition with a simultaneous appearance of a ferromagnetic order. We found an anomalous increase in magnetic susceptibility around the critical pressure which is reminiscent of a precursor of the ferromagnetism.

研究分野：強相関電子系物理

キーワード：磁性 電気伝導 量子臨界現象 圧力

1. 研究開始当初の背景

物質中の磁性イオンが up と down の 2 つのスピン自由度を持つ場合、その自由度は絶対零度まで凍結せずにいるわけにはいかず、必ず何らかのエントロピー消失過程を経て、基底状態に達しなければならない。最も単純なのは、磁気秩序やスピングラスのようにスピンが秩序化して凍結する場合である。しかし、金属の場合は、伝導電子と局在スピンとの相互作用(混成)を通じて、両者のスピンの 1 重項状態を形成することがある。その形成過程で起こる電子の散乱現象が、電気抵抗の増大をはじめとする様々なマクロ物性の異常を引き起こす。これが近藤効果であり、金属中の希薄な磁性不純物の場合の近藤効果については、理論・実験ともに十分な理解がなされている。

局在スピンが結晶格子を組んだ状況で近藤効果が起こると、近藤一重項が格子を組んだ基底状態が実現することがある。セリウム系希土類化合物がその典型例である。この基底状態は、4f 電子が伝導電子と混成して両者が一体化し、f 電子の局在的性格を強く引きずりながら遍歴して動き回る状態になることから、重い電子状態と呼ばれている。このとき、f 電子状態を反映した大きな状態密度がフェルミ準位上の伝導電子にも形成される。しかし、この大きな状態密度は電子系エネルギーを高くするため、エネルギーギャップを開いてフェルミ準位上の状態をなくしてしまったほうが、電子系のエネルギーは低くなる。これが、強い電子相関のためにギャップが開いた、いわゆる近藤半導体状態である。これまで知られている近藤半導体物質としては、SmB₆、YbB₁₂、CeNiSn、Ce₃Pt₃Bi₄ 等が有名である。しかしながら、これらはいずれも、常圧の最初の状態からギャップが開いた物質であり、ギャップが開く前の金属状態がどうなっているのかわからない。バンドギャップ半導体との区別がつかないと言ってもよい。

2. 研究の目的

本研究の目的は、理論的に存在が提唱されながら、真の意味で現実に存在が確認されているとは言い難い、「いわゆる近藤半導体状態」を、本来の概念に立脚して実証することである。ノーマルな近藤金属状態から始まり、圧力下で混成を強くすることでフェルミ準位上の状態密度が増大し、反強磁性転移が消失する量子臨界点近傍になったとき、ついにギャップが開いて状態密度を下げて安定化する。これが本来の近藤半導体であり、これを探索し、実証することを目的とした。これまでの「いわゆる近藤半導体」は、すべて、はじめから半導体の状態にある物質である。本研究では、本来の近藤半導体としての可能性を秘めたセリウムモノカルコゲナイド CeX (X=S, Se, Te) に着目し、常圧でのノーマルな近藤金属状態から始まり、圧力下で到達する量子臨界点近傍で近藤半導体を実現しているのかどうかを探索することで、近藤半導体の形成機構にせまることを目的とした。

3. 研究の方法

セリウムモノカルコゲナイド CeS, CeSe, CeTe について、最高約 8 GPa 程度の圧力、最低温度 0.1 K、最高磁場 15 T の複合極端条件下で電気抵抗、ホール効果、比熱の測定を行い、量子臨界点近傍の圧力における電子状態を調べる。これと並行して、圧力セルや比熱測定系のシステム構築、関連技術の習得とノウハウ蓄積も行う。

4. 研究成果

CeS の圧力下電気抵抗は最低温度 1.5K、磁場 14.5T、最高圧 7.2GPa まで測定した(図 1)。約 4.8GPa の量子臨界圧力に近づくにつれて、電気抵抗率が低温で異常な上昇を示し、その温度依存性は単純な近藤効果による $\log T$ 依存性を大きく超える上昇を示す。横軸を圧力、縦軸を TN 直上での電気抵抗率にとったプロットでは(図 2)、臨界圧に向かっての電気抵抗の上昇は常圧の 10 倍にも達し、価数ゆらぎの効果が指摘されている CeCu₂Si₂ を上回るほどの上昇である。この急激な上昇の起源を探るため、その臨界圧 4.8GPa までの圧力下でホール効果の測定を行った。図 3 に示すように、圧力下でホール係数が上昇し、キャリア数が減少していくことがわかった。ただ、電気抵抗の上昇がギャップ形成と関係しているのではないかとの当初の予想は、ホール係数の温度変化がないことから、ギャップ形成よりもむしろ、通常のスピンゆらぎによる近藤効果とは異なる機構による電子の散乱が増大しているのではないかと考えられる。むしろ、臨界圧近傍での電荷ゆらぎが d-f クーロン相互作用が強く働くことによる散乱の増大ではないかと考えられる。反強磁性転移直前の電気抵抗率の急激な上昇については 2 つの要因からなると考えられる。1 つは、結晶場の縮小によって 7, 8 状態が縮退することによる c-f 混成の強化、つまり、近藤効果の増強による要因である。2 つ目は、圧力印加によって価数揺動状態をとる Ce 原子が生じ、価数揺らぎによる物性異常が起こりやすい状態となる要因である。これらの結果については、国際会議 SCES2019 で発表した。

当初の目的にはなかった研究であるが、本研究で圧力下での測定の応用範囲が広がったため、約 2GPa の圧力下で絶縁体金属転移を示す磁性体 TmTe について、未だ未解明の現象である絶縁体金属転移と強磁性出現の問題に取り組んだ。圧力下交流磁化率測定により、金属への転移後に

突然生じるとされていた強磁性の前兆現象が転移圧力近傍で観測される可能性を見いだした。強磁性が出現する直前の圧力で、強磁性転移温度である 15K 付近に小さな磁化率上昇が見られ、また、1K 以下の低温に向かって発散が起きているような結果を得た。これは、強磁性の出現が 15K に突然現れるのではなく、金属転移の出現と相関して 0 K から急上昇してくるものであることを示唆している。この重要な結果については、今後も極低温、強磁性出現後の圧力まで含めて、より詳細な測定を行っていく。

また、本研究では、セリウム化合物をはじめとして、様々な圧力誘起量子臨界現象の研究にも対応できるように、交流法による圧力下比熱測定系を構築した。分担者の梅尾によって確立された圧力下比熱測定技術を本研究にも適用し、15 テスラ超伝導マグネットとも組み合わせた測定が行えるようになった。測定プログラムも新たに構築し、温度に対して一定比率の温度振幅、測定周波数連続可変での自動測定が行えるようになった。In の超伝導転移温度による評価で 6.5 GPa まで加圧に成功している。

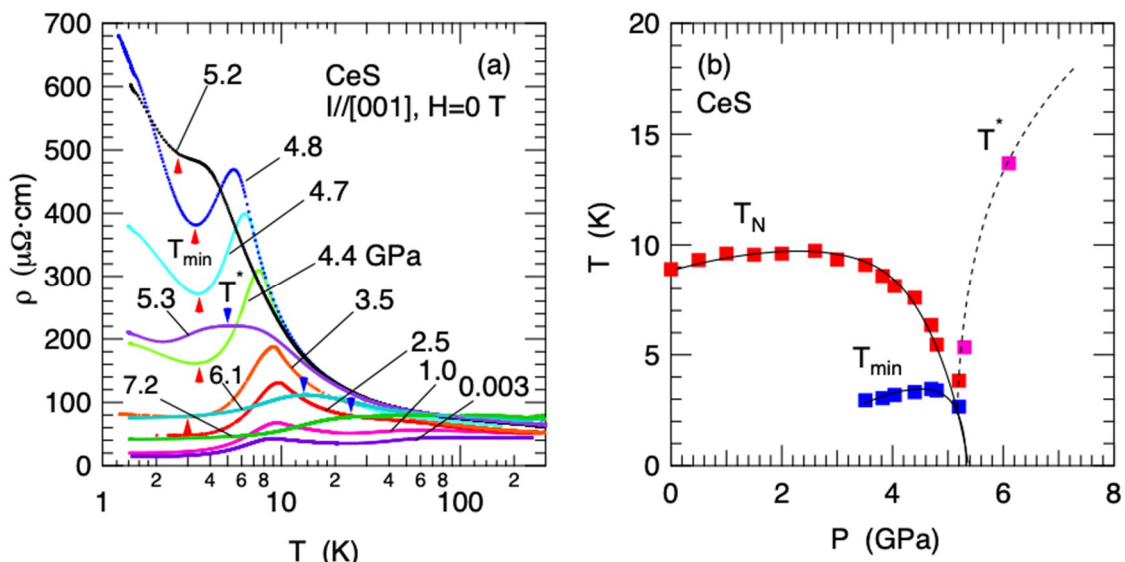


図 1 (a) CeS の電気抵抗率の温度変化 . (b) 転移温度の圧力依存性 .

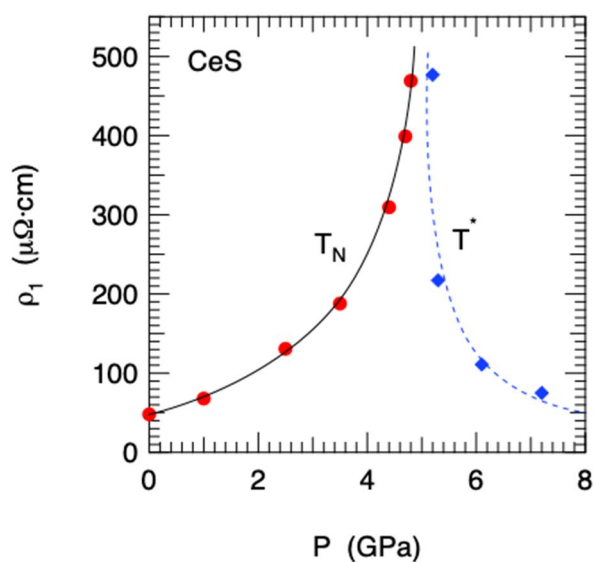


図 2 T_N における電気抵抗率の圧力依存性 .

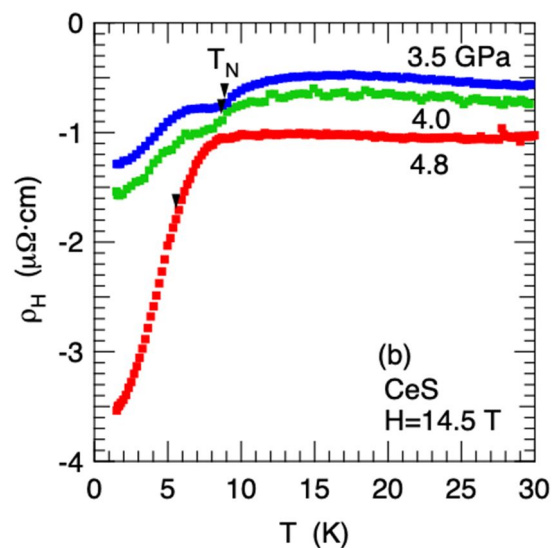


図 3 CeS のホール抵抗率の温度変化 .

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 15件／うち国際共著 3件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 M. Sera, T. Yonemura, K. Itamochi, T. Matsumura, M. Hiroi, and K. Takahashi	4. 巻 88
2. 論文標題 Not a Simple Ferro-quadrupole Order in DyB6	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 J. Phys. Soc. Jpn.	6. 最初と最後の頁 054703-1-10
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.7566/JPSJ.88.054703	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. Tanida, K. Mitsumoto, Y. Muro, T. Fukuhara, Y. Kawamura, A. Kondo, K. Kindo, Y. Matsumoto, T. Namiki, T. Kuwai, and T. Matsumura	4. 巻 88
2. 論文標題 Successive Phase Transition at Ambient Pressure in CeCoSi: Single Crystal Studies	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 J. Phys. Soc. Jpn.	6. 最初と最後の頁 054716-1-10
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.7566/JPSJ.88.054716	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 C. Tabata, T. Matsumura, H. Nakao, S. Michimura, M. Kakihana, T. Inami, K. Kaneko, M. Hedo, T. Nakama, and Y. Onuki	4. 巻 88
2. 論文標題 Magnetic Field Induced Triple-q Magnetic Order in Trillium Lattice Antiferromagnet EuPtSi Studied by Resonant X-ray Scattering	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 J. Phys. Soc. Jpn.	6. 最初と最後の頁 093704-1-5
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.7566/JPSJ.88.093704	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 P. K. Gupta, S. Ghosh, S. Kumar, P. A., P. Singh, M. Alam, A. Singh, S. Roy, R. Singh, B. P. Singh, N. N. Kumar, E. F. Schwier, M. Sawada, T. Matsumura, K. Shimada, H.-J. Lin, Y.-Y. Chin, A. K. Ghosh, and S. Chatterjee	4. 巻 126
2. 論文標題 Room temperature exchange bias in antiferromagnetic composite BiFeO ₃ -TbMnO ₃	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 J. Appl. Phys.	6. 最初と最後の頁 243903-1-14
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1063/1.5109713	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. Iba, T. Matsumura, A. Nakao, Y. Ishikawa, K. Ohishi, R. Kiyanagi, Y. Kousaka, and S. Ohara	4. 巻 30
2. 論文標題 Magnetic Structure of a Chiral Magnet DyNi3Al9	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 JPS Conf. Proc.	6. 最初と最後の頁 011164-1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSCP.30.011164	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 D. Ito, T. Matsumura, and S. Ohara	4. 巻 30
2. 論文標題 Magnetic anisotropy of chiral magnet Yb(Ni _{1-x} Cu _x) ₃ Al ₉ at high magnetic fields	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 JPS Conf. Proc.	6. 最初と最後の頁 011168-1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSCP.30.011168	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. Honda, Y. Ozono, T. Matsumura, M. Sera, H. Tanida, and A. Ochiai	4. 巻 20
2. 論文標題 Quantum critical phenomenon of CeS studied by electrical transport measurements under high pressure	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 JPS Conf. Proc.	6. 最初と最後の頁 011129-1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSCP.30.011129	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. Matsumura and A. Ochiai	4. 巻 30
2. 論文標題 Orbital dependent magnetic exchange interaction in CeXc (Xc=S, Se, Te)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 JPS Conf. Proc.	6. 最初と最後の頁 011154-1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSCP.30.011154	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. Nakamura, S. Awaji, T. Yanagisawa, T. Saito, T. Matsumura, and A. Ochiai	4. 巻 30
2. 論文標題 Magnetic phase transitions of CeTe at 50 mK in fields up to 28 T	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 JPS Conf. Proc.	6. 最初と最後の頁 011155-1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JSPSC.30.011155	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. Tanida, K. Mitsumoto, Y. Muro, T. Fukuhara, Y. Kawamura, A. Kondo, K. Kindo, Y. Matsumoto, T. Namiki, T. Kuwai, and T. Matsumura	4. 巻 30
2. 論文標題 Magnetic properties in tetragonal antiferromagnet CeCoSi	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 JPS Conf. Proc.	6. 最初と最後の頁 011156-1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JSPSC.30.011156	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 Sera M., Kunimori K., Matsumura T., Kondo A., Tanida H., Tou H., Iga F.	4. 巻 97
2. 論文標題 Appearance of the octupole ordered phase IV in CexLa1-xB6	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 184417-1-15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.97.184417	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 Takeshi, Ozono Yusaku, Nakamura Shintaro, Kabeya Noriyuki, Ochiai Akira	4. 巻 88
2. 論文標題 Helical Ordering of Spin Trimers in a Distorted Kagome Lattice of Gd3Ru4Al12 Studied by Resonant X-ray Diffraction	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 023704-1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.88.023704	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. Singh, S. Kumar, M. Singh, P. Singh, R. Singh, V. K Gangwar, A. Lakhani, S. Patil, E. F. Schwier, T. Matsumura, K. Shimada, A. K. Ghosh, and S. Chatterjee	4. 巻 32
2. 論文標題 Anomalous Hall effect in Cu doped Bi ₂ Te ₃ topological insulator	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J. Phys.: Condens. Matter	6. 最初と最後の頁 305602-1-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-648X/ab8521	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. Matsumura, S. Michimura, T. Inami, C. H. Lee, M. Matsuda, H. Nakao, M. Mizumaki, N. Kawamura, M. Tsukagoshi, S. Tsutsui, H. Sugawara, K. Fushiya, T. D. Matsuda, R. Higashinaka, and Y. Aoki	4. 巻 102
2. 論文標題 Isotropic Parallel Antiferromagnetism in the Magnetic-Field-Induced Charge-Ordered State of SmRu ₄ P ₁₂ caused by p-f hybridization	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 214444-1-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.102.214444	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. Umeo, D. Watanabe, K. Araki, K. Katoh and T. Takabatake	4. 巻 11
2. 論文標題 Uniaxial-Pressure-Induced Release of Magnetic Frustration in a Triangular Lattice Antiferromagnet YbCuGe	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Metals	6. 最初と最後の頁 30-1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/met11010030	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24件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 松村武, 林佑弥, 落合明
2. 発表標題 結晶場励起の分散関係からみたCeX(X=S, Se, Te)の奇妙な交換相互作用
3. 学会等名 日本物理学会 2019年秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高力暁成, 山本将隆, 鹿内奈南, 齋藤開, 田端千紘, 日高宏之, 柳澤達也, 網塚浩, 谷田博司, 松村武, 世良正文
2. 発表標題 CeRu ₂ Al ₁₀ における電流誘起磁化とその解釈
3. 学会等名 日本物理学会 2019年秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 尾園優作, 本田脩峰, 松村武, 世良正文, 谷田博司, 落合明
2. 発表標題 圧力下電気伝導測定によるCeSの量子臨界現象の研究 II
3. 学会等名 日本物理学会 2019年秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊藤大地, 松村武, 大原繁男
2. 発表標題 高磁場におけるキラル磁性体Yb(Ni _{1-x} Cu _x) ₃ Al ₉ の磁気異方性
3. 学会等名 日本物理学会 2019年秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 塚越舜, 松村武, 道村真司, 稲見俊哉, 大原繁男
2. 発表標題 共鳴X線散乱によるキラル磁性体DyNi ₃ Ga ₉ の螺旋秩序の観測
3. 学会等名 日本物理学会 2019年秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 射場健士朗, 松村武, 中尾朗子, 石川喜久, 鬼柳亮嗣, 大石一城, 高阪勇輔, 大原繁男
2. 発表標題 キラル磁性体DyNi ₃ Al ₉ の磁気構造
3. 学会等名 日本物理学会 2019年秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Matsumura and A. Ochiai
2. 発表標題 Orbital dependent magnetic exchange interaction in CeXc (Xc=S, Se, Te)
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 T. Matsumura
2. 発表標題 Chiral soliton lattice formation in Yb(Ni _{1-x} Cu _x) ₃ Al ₉
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 D. Ito, T. Matsumura, and S. Ohara
2. 発表標題 Magnetic anisotropy of chiral magnet Yb(Ni _{1-x} Cu _x) ₃ Al ₉ at high magnetic fields
3. 学会等名 International Conference on Strongly Correlated Electron Systems 2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Y. Ozono, H. Honda, T. Matsumura, M. Sera, H. Tanida, and A. Ochiai
2. 発表標題 Quantum Critical Phenomenon of CeS studied by Electrical Transport Measurements under High Pressure
3. 学会等名 International Conference on Strongly Correlated Electron Systems 2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Iba, T. Matsumura, A. Nakao, Y. Ishikawa, R. Kiyonagi, K. Ohishi, Y. Kousaka, and S. Ohara
2. 発表標題 Magnetic structure of a chiral magnet DyNi ₃ Al ₉
3. 学会等名 International Conference on Strongly Correlated Electron Systems 2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中村慎太郎, 淡路智, 柳澤達也, 齋藤猛敬, 松村武, 落合明
2. 発表標題 極低温強磁場領域におけるCeTeの多極子転移
3. 学会等名 日本物理学会第75回年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松村武, 塚越舜, 河村直己, 水牧仁一朗, 稲見俊哉, 道村真司, 東中隆二, 松田達磨, 青木勇二
2. 発表標題 共鳴X線回折とXMCDによるSmRu ₄ P ₁₂ の磁場誘起電荷秩序状態の研究
3. 学会等名 日本物理学会第75回年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 塚越舜, 松村武, 道村真司, 稲見俊哉, 大原繁男
2. 発表標題 共鳴X線散乱によるキラル磁性体DyNi ₃ Ga ₉ のらせん磁気秩序の観測
3. 学会等名 日本物理学会第75回年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 谷田博司, 松本裕司, 室裕司, 福原忠, 桑井智彦, 並木孝洋, 西村克彦, 松村武
2. 発表標題 CeCoSiの磁性と圧力効果
3. 学会等名 日本物理学会 2018年秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大西佑哉, 松村武, 谷田博司, 喜多要介, 世良正文
2. 発表標題 Tm _{1-x} Yb _x Teへの圧力印加による半導体金属転移とその境界領域
3. 学会等名 日本物理学会 2018年秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 本田脩峰, 松村武, 谷田博司, 世良正文, 林佑弥, 落合明, 北川健太郎
2. 発表標題 圧力下電気抵抗測定によるCeSの量子臨界現象の研究
3. 学会等名 日本物理学会 2018年秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 道村真司, 松村武, 中尾裕則, 田端千紘, 東中隆二, 松田達磨, 青木勇二
2. 発表標題 SmRu ₄ P ₁₂ の磁場誘起秩序相における軟X線共鳴X線回折
3. 学会等名 日本物理学会 第74回年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 尾園優作, 松村武, 中村慎太郎, 壁谷典幸, 落合明
2. 発表標題 変形カゴメ格子Gd ₃ Ru ₄ Al ₁₂ における格子非整合磁気秩序
3. 学会等名 日本物理学会 第74回年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田端千紘, 松村武, 中尾裕則, 道村真司, 垣花将司, 稲見俊哉, 金子耕士, 辺土正人, 仲間隆男, 大貫惇睦
2. 発表標題 共鳴X線散乱によるカイラル磁性体EuPtSiの磁気構造の研究
3. 学会等名 日本物理学会 第74回年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高力暁成, 山本将隆, 鹿内奈南, 齋藤開, 田端千紘, 日高宏之, 柳澤達也, 網塚浩, 谷田博司, 松村武, 世良正文
2. 発表標題 CeRu ₂ Al ₁₀ における電流誘起磁化
3. 学会等名 日本物理学会 第74回年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 塚越舜, 松村武, 道村真司, 稲見俊哉, 大原繁男
2. 発表標題 共鳴X線回折によるDyNi ₃ Ga ₉ の反強磁性フロップの観測
3. 学会等名 日本物理学会 第76回年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松村武, 道村真司, 稲見俊哉, 李哲虎, 松田雅昌, 中尾裕則, 水牧仁一朗, 河村直己, 筒井智嗣, 塚越舜, 菅原仁, 東中隆二, 松田達磨, 青木勇二
2. 発表標題 SmRu ₄ P ₁₂ 磁場誘起電荷秩序相における長短型反強磁性と格子変調
3. 学会等名 日本物理学会 第76回年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岡村英一, 丸岳克典, 松村武, 池本夕佳, 森脇太郎
2. 発表標題 TmTe, YbTeの圧力誘起半導体金属転移と赤外スペクトル
3. 学会等名 日本物理学会 第76回年次大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 T. Matsumura (ed. D. S. Inosov)	4. 発行年 2021年
2. 出版社 Jenny Stanford Publishing	5. 総ページ数 42
3. 書名 "Competing Order Parameters in Rare-Earth Hexa- and Tetraborides" in Rare Earth Borides	

〔産業財産権〕

〔その他〕

T. Matsumura's web site
<https://home.hiroshima-u.ac.jp/tmatsu/Matsumura/Home.html>

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	梅尾 和則 (Umeo Kazunori) (10223596)	広島大学・自然科学研究支援開発センター・准教授 (15401)	

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