

令和 2 年 6 月 29 日現在

機関番号：23201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K05546

研究課題名(和文) 近藤半導体の異常磁気秩序と局所反転対称性の破れによる奇パリティ多極子秩序

研究課題名(英文) Odd-parity multipole order and unusual ordering in Kondo semiconductor

研究代表者

谷田 博司 (Tanida, Hiroshi)

富山県立大学・工学部・准教授

研究者番号：00452615

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)：例外的反強磁性秩序を示す近藤半導体の「セリウム 遷移金属 - アルミニウム」化合物について、圧力効果と元素置換効果を調べ、近藤半導体の特徴づけるギャップと反強磁性秩序状態との関連について知見を得た。研究当初から発見されていた磁気励起構造の起源について中性子実験による進展があった。一方、局所的に反転対称性の破れを持つ「セリウム 遷移金属 シリサイド」については、世界で初めて単結晶合成に成功し、圧力効果により大きく増強される未知の秩序相が奇パリティの多極子秩序である可能性を提案した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近藤半導体で磁気秩序を示す化合物はまず存在しないと考えられるが、予想に反し、「セリウム 遷移金属 - アルミニウム」化合物は、異常に高い温度で磁気秩序を示す。本研究成果により、新しい磁気材料、半導体材料、などの開発に繋がる可能性がある。

「セリウム 遷移金属 シリサイド」については、初めて単結晶合成に成功し、非従来型の秩序相である「奇パリティ多極子秩序相」における研究のスタート地点を築いた。

研究成果の概要(英文)：Unusual antiferromagnetic (AFM) Kondo semiconductor CeT₂Al₁₀ system (T=Fe, Ru, Os) were investigated for pressure effect and substitution effect. We obtained information on the relation between the hybridization gap typical for the Kondo semiconductor and the unusual AFM order. The origin of the magnetic excitation found at the early stage of this study remains unsolved, but progress has been obtained by neutron experiments. Metallic antiferromagnet CeCoSi without local space inversion symmetry was also examined from an "odd-parity" multipole ordering point of view. We succeeded in synthesizing single crystals of CeCoSi for the first time, and proposed the possibility of "odd-parity" multipole order.

研究分野：強相関電子系

キーワード：強相関電子系

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近藤半導体の異常な AFM 秩序

希土類化合物では 4f 電子が磁性を担う。通常、低温で磁気秩序を示すが、一部の Ce や Yb 化合物などでは伝導電子との強い混成 (cf 混成) により非磁性となる。その基底状態は基本的に金属的だが、ごく一部、cf 混成に起因するギャップが伝導バンドに形成され、半導体的挙動を示す化合物がある。それらは近藤絶縁体 / 半導体と呼ばれ、強い cf 混成ゆえに磁気秩序を示すことはないと考えられていた。ところが、近藤半導体であるにも拘わらず反強磁性 (AFM) 秩序を示す系が見つかった。それが反強磁性近藤半導体 $\text{CeT}_2\text{Al}_{10}$ ($\text{T}=\text{Ru}, \text{Os}$) である。磁気転移温度は約 30 K であるが、Ce-Ce 間距離が 5.2 Å と離れていること、近藤半導体ゆえの強い cf 混成を考慮すると、30 K は異常に高い。研究当初、AFM 秩序以外の可能性が提案されたこともあり、2009 年以降盛んに研究が行われてきた。しかしなぜ転移温度が異常に高いのか、AFM 秩序とともに発達するスピングャップの起源は何か、という研究当初からの根本的問題は未解決のままである。

$\text{CeT}_2\text{Al}_{10}$ の奇パリティ多極子秩序

$\text{CeT}_2\text{Al}_{10}$ には、もう 1 つ興味深い特徴がある。結晶構造は直方晶 Cmcm で、結晶全体では空間反転対称性が保たれているが、希土類サイト上では局所的に空間反転対称性が破れている。最近、局所的に空間反転対称性の破れた系において、対称性の高い系では許されない奇パリティの多極子秩序の現れることが理論的に提案された。多極子自由度についての研究は古いが、これまでに研究された化合物では、磁性イオンサイトの点群対称性は一般に高く、空間反転操作に対して「偶」であることが殆どであった。この場合、いわゆる「偶」パリティの多極子自由度のみを考慮すればよかった。一方、磁性イオンサイトの対称性が空間反転操作に対して「奇」である場合、非自明な「奇」パリティの多極子自由度が原理的に活性となる。これには、空間反転対称性の欠如に由来したスピン軌道相互作用に起因する「パリティの異なる軌道間の混成」が本質的に重要である。ただし、オンサイトでの混成は非常に弱いため、磁性イオンとその周囲にある原子と間で混成を考えることになる。即ち、奇パリティ多極子は「隣接サイトを含むクラスタ」に拡張して定義される。それ故、奇パリティ多極子はしばしば「拡張多極子」とも呼ばれる。 $\text{CeT}_2\text{Al}_{10}$ では希土類サイトがジグザグ鎖を形成するが、このジグザグ構造上にある磁性イオンが AFM 秩序を起こすと、強トロイダル秩序と同時に磁気 4 極子モーメントも誘起されることが理論的に指摘されている。

CeCoSi の奇パリティ多極子秩序

空間反転対称性の局所的に破れた系として、 CeCoSi も興味深い。 CeCoSi は $T_N=9.5$ K で AFM 秩序を示す金属反強磁性体である。結晶構造は正方晶 CeFeSi 型で、結晶全体では空間反転対称性を有すが、Ce オンサイトでは空間反転対称性が破れている。これまでの圧力下電気抵抗測定の結果から、AFM 相は約 1.3 GPa の加圧で消失し、より高压では未知の圧力誘起相 (pressure-induced ordered phase=PIOP) が急速に発達することが報告されている。PIOP の転移温度は 1.5 GPa で 40 K 程度にまで達するが、加圧により急速に抑制され、2.2 GPa で消失する。PIOP 相の起源として、Ce4f 電子の SDW 秩序、軌道秩序の可能性が提案されているが、殆ど物性報告はなく、詳細は未解明である。局所的に空間反転対称性が破れていることから、上述の奇パリティの多極子自由度が PIOP の起源に関与している可能性も考えられる。実験的に検証を進めるには単結晶試料を用いて、異方性などを詳しく調べる必要がある。しかし、過去の報告はすべて多結晶についての研究報告であり、単結晶の合成報告は一切なかった。

2. 研究の目的

近藤半導体の異常な AFM 秩序

CeT₂Al₁₀ で観測される異常なスピンギャップについて、非弾性中性子散乱実験により直接的に詳しく調べ、近藤半導体に特有の磁気励起か、異常な AFM 秩序に由来する特異な磁気励起かを明らかにする。角度分解光電子分光により、混成ギャップについても詳しく調べる。

奇パリティ多極子秩序

局所的に空間反転対称性の破れた構造を持つ希土類金属間化合物の CeT₂Al₁₀ と CeCoSi を舞台に、奇パリティ多極子秩序に由来する異常物性の実験的検証を目指す。

3. 研究の方法

近藤半導体の異常な AFM 秩序

中性子非弾性散乱実験および角度分解光電子分光実験により直接的に系統的に調べる。

奇パリティ多極子秩序

電流を流した状態で誘起されると考えられる付加的な磁化を、SQUID 磁束計やファラデー法による精密磁化測定により調べる。CeCoSi については、圧力下磁化測定を行い、PIOF 相の起源が磁気的か非磁気的かを調べる。また、CeCoSi の関連物質とともに単結晶の合成を試みる。

4. 研究成果

CeCoSi の圧力下磁化測定

圧力下磁化測定と La 置換効果を調べることで、未知の相転移の起源が (i) Co 由来の SDW 秩序か、(ii) Ce 由来の軌道秩序か、区別することができる。Ce の一部を La で置換した結果、転移温度 T₀ は減少することがわかった。また、圧力下での磁化測定の結果、T₀ 以下で磁化は減少しないことがわかった。これらの結果は、(ii) の可能性を強く支持する。

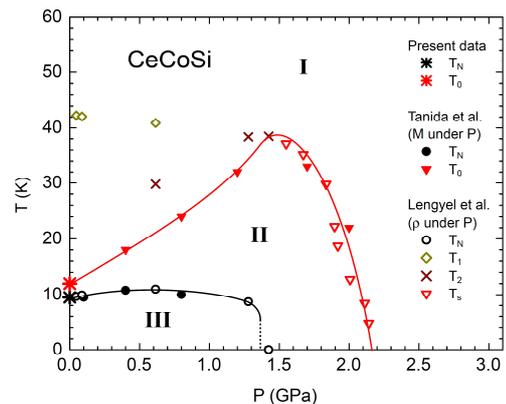
CeCoSi の単結晶合成の成功

CeCoSi の研究は多結晶についてのみであり、単結晶での報告はなかった。Ce-Co の共晶点フラックス法による CeCoSi の単結晶合成を試みた結果、世界で初めて単結晶合成に成功した。単結晶が出来たことにより、磁気異方性が予想外に小さいこともわかった。また、単結晶試料での磁化測定の結果 T₀ ~ 12 K で小さな異常のあることを初めて発見した。これは、圧力下で誘起されると報告されていた未知の秩序相が、常圧でも既に存在していることを強く示唆する。単結晶の合成成功と常圧での T₀ の発見により、磁気相図、圧力相図が完成した。

反強磁性近藤半導体 CeT₂Al₁₀ のスピンギャップ

CeT₂Al₁₀ (T=Fe, Ru, Os) の諸物性は元素置換に極めて敏感である。スピンギャップの元素置換効果を、遷移金属サイトのみならず、希土類サイトも置換した試料について、中性子非弾性散乱実験を CeFe₂Al₁₀ 母体の試料について系統的に行った。その結果、スピンギャップ構造が近藤半導体的な電子状態に由来すること、cf 混成強度との関係などが明らかになった。

上記の他にも、文献欄に挙げたような論文の発表、学会等での講演発表を行った。



CeCoSi の温度 - 圧力相図。横軸が圧力で縦軸が絶対温度。I 相は無秩序状態、III 相は磁気秩序状態、II 相が未知の秩序状態。II 相の相境界は未解明のままだったが、本研究によりこの圧力相図が完成した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計14件（うち査読付論文 14件／うち国際共著 1件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 S. Nishioka, T. Nishioka	4. 巻 30
2. 論文標題 Role of Two Inequivalent Pr ³⁺ Ions in Pr ₃ Al ₁₁	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 JPS Conference Proceedings	6. 最初と最後の頁 011147-1~6
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.7566/JPSCP.30.011147	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. Ohno, F. Tajima, and T. Nishioka	4. 巻 30
2. 論文標題 Magnetic Field-angle Phase Diagram in the Ordered State of TbRu ₂ Al ₁₀	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 JPS Conference Proceedings	6. 最初と最後の頁 011163-1~6
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.7566/JPSCP.30.011163	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. Koyama, K. Nakanishi, and T. Nishioka	4. 巻 30
2. 論文標題 Development of 1K Refrigerator Using 0.1W GM Cryocooler	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 JPS Conference Proceedings	6. 最初と最後の頁 011195-1~6
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.7566/JPSCP.30.011195	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 Fukuhara Tadashi, Kamiya Yohei, Mitsumoto Keisuke, Tanida Hiroshi, Muro Yuji, Namiki Takahiro, Masubuchi Shin-ichi, Ooiwa Kiyoshi	4. 巻 30
2. 論文標題 Chemical Composition and Atomic Order of Single Crystal NiMnSb	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 JPS Conference Proceedings	6. 最初と最後の頁 011178-1~6
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.7566/JPSCP.30.011178	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Honda Harutaka, Ozono Yusaku, Matsumura Takeshi, Sera Masafumi, Tanida Hiroshi, Ochiai Akira	4. 巻 30
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 Conference Proceedings	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) https://doi.org/10.7566/JSPSC.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 Tanida Hiroshi, Mitsumoto Keisuke, Muro Yuji, Fukuhara Tadashi, Kawamura Yukihiro, Kondo Akihiro, Kindo Koichi, Matsumoto Yuji, Namiki Takahiro, Kuwai Tomohiko, Matsumura Takeshi	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 Conference Proceedings	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) https://doi.org/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 Tanida Hiroshi, Mitsumoto Keisuke, Muro Yuji, Fukuhara Tadashi, Kawamura Yukihiro, Kondo Akihiro, Kindo Koichi, Matsumoto Yuji, Namiki Takahiro, Kuwai Tomohiko, Matsumura Takeshi	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 Journal of the Physical Society of Japan	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) https://doi.org/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 M. Sera, K. Kunimori, T. Matsumura, A. Kondo, H. Tanida, H. Tou, F. Iga	4. 巻 97
2. 論文標題 Appearance of the octupole ordered phase IV in $Ce_{x}La_{1-x}B_6$	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 184417
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/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 Tanida Hiroshi, Muro Yuji, Matsumura Takeshi	4. 巻 87
2. 論文標題 La Substitution and Pressure Studies on CeCoSi: A Possible Antiferroquadrupolar Ordering Induced by Pressure	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 023705-1~5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.87.023705	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 Tanida Hiroshi, Kitagawa Kentaro, Tateiwa Naoyuki, Sera Masafumi, Nishioka Takashi	4. 巻 96
2. 論文標題 Pressure studies on the antiferromagnetic Kondo semiconductor Ce(Ru _{1-x} Rh _x) ₂ Al ₁₀ (x=0,0.1)	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 235751-1~7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.96.235131	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. Kamikawa, I. Ishii, K. Takezawa, T. Mizuno, T. Sakami, F. Nakagawa, H. Tanida, M. Sera, T. Suzuki, K. Mitsumoto, X. Xi	4. 巻 96
2. 論文標題 Elastic softening due to the quadrupole interaction and anomalous magnetic phase diagram under the magnetic field in HoRu ₂ Al ₁₀	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 155131-1~9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.96.155131	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, T. Yamamoto, H. Tanida, M. Sera	4. 巻 86
2. 論文標題 Temperature-Dependent Cycloidal Magnetic Structure in GdRu ₂ Al ₁₀ Studied by Resonant X-ray Diffraction	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 094709-1~8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.86.094709	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. Kawamura, J. Hayashi, K. Takeda, C. Sekine, H. Tanida, M. Sera, S. Nakano, T. Tomita, H. Takahashi, T. Nishioka	4. 巻 131
2. 論文標題 X-Ray Diffraction Study of CeT ₂ Al ₁₀ (T= Ru, Os) at Low Temperatures and under Pressures	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Acta Physica Polonica	6. 最初と最後の頁 988-990
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.12693/APhysPoIA.131.988	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54件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 川村幸裕, 上田諒大, 谷田博司, 林純一, 武田圭生, 郷地順, 上床美也, 関根ちひろ
2. 発表標題 反強磁性物質CeCoSiの構造相転移
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 真砂全宏, 小手川恒, 藤秀樹, 谷田博司
2. 発表標題 NMRによるCeCoSiの非磁性転移の起源の解明
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 小島隆志, 田山孝, 蟹雄介, 谷田博司
2. 発表標題 精密熱膨張測定によるCeCoSiの逐次相転移の研究
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 山岡人志, 谷田博司, Eike Schwier, Shiv Kumar, 有田将司, 島田賢也
2. 発表標題 LaドーブしたCeRu ₂ Al ₁₀ の角度分解光電子分光測定
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 吉川智己, 北山悠斗, Wang Xiaoxiao, 岩澤英明, 鹿子木将明, 河野嵩, 尾田拓之慎, 小澤秀介, Shiv Kumar, Eike Schwier, 島田賢也, 室隆桂之, 谷田博司, 木村昭夫
2. 発表標題 希土類元素を含むディラック電子系の放射光ARPES
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 谷田博司, 三本啓輔, 室裕司, 福原忠, 川村幸裕, 松本裕司, 並木考洋, 桑井智彦
2. 発表標題 CeCoSiの圧力効果と結晶構造の特徴
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 真砂全宏, 小手川恒, 藤秀樹, 谷田博司
2. 発表標題 単結晶CeCoSiのNMRによる研究
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 三本啓輔, 田中拳太郎, 谷田博司
2. 発表標題 希土類正方晶化合物CeCoSiの多極子効果
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 Keisuke Mitsumoto, Kentaro Tanaka, Hiroshi Tanida
2. 発表標題 Crystalline Electric Field Effects of CeCoSi
3. 学会等名 SCES2019(Okayama) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuji Muro, Hiroshi Tanida, Tadashi Fukuhara, Takahiro Namiki, Tomohiko Kuwai
2. 発表標題 A New Caged Kondo Compound CeRh4Al15
3. 学会等名 SCES2019(Okayama) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yusaku Ozono, Harutaka Honda, Takeshi Matsumura, Masafumi Sera, Hiroshi Tanida, Akira Ochiai
2. 発表標題 Quantum critical phenomenon of CeS by electrical resistivity measurements under high pressure
3. 学会等名 SCES2019(Okayama) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tadashi Fukuhara, Yohei Kamiya, Keisuke Mitsumoto, Hiroshi Tanida, Yuji Muro, Takahiro Namiki, Shin-ich Masubuchi, Kiyoshi Ooiwa
2. 発表標題 Chemical Composition and Atomic Order of NiMnSb Single Crystal
3. 学会等名 SCES2019(Okayama) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Akinari Koriki, Masataka Yamamoto, Nana Shikanai, Hiraku Saito, Chihiro Tabata, Hiroyuki Hidaka, Tatsuya Yanagisawa, Hiroshi Tanida, Takeshi Matsumura, Masafumi Sera, Hiroshi Amitsuka
2. 発表標題 Current-Induced Magnetization of CeRu2Al10
3. 学会等名 SCES2019(Okayama) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroshi Tanida, Keisuke Mitsumoto, Yuji Muro, Tadashi Fukuhara, Yukihiro Kawamura, Akihiro Kondo, Koichi Kindo, Yuji Matsumoto, Takahiro Namiki, Tomohiko Kuwai, Takeshi Matsumura
2. 発表標題 Magnetic Properties in Tetragonal Antiferromagnet CeCoSi
3. 学会等名 SCES2019(Okayama) (国際学会)
4. 発表年 2019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 谷田博司, 室裕司, 三本啓輔, 福原忠, 川村幸裕, 松本裕司, 並木孝洋, 桑井智彦
2. 発表標題 CeCoSiの磁性と压力効果
3. 学会等名 2018年度日本物理学会, 北陸支部定例学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 谷田博司, 室裕司, 三本啓輔, 福原忠, 川村幸裕, 松本裕司, 並木孝洋, 桑井智彦
2. 発表標題 単結晶CeCoSiの逐次相転移
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 三本啓輔, 田中拳太郎, 谷田博司, 室裕司, 福原忠
2. 発表標題 希土類正方晶化合物CeCoSiの結晶場効果
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 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 (2019年)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 川村幸裕, 谷田博司, 林純一, 武田圭生, 関根ちひろ
2. 発表標題 反強磁性物質CeCoSiの压力下粉末X線回折
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 室裕司, 谷田博司, 福原忠, 桑井智彦
2. 発表標題 Ce新三元化合物CeT4Al15(T=Rh, Ir)の単結晶物性
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 高山榛佳, 西岡颯太郎, 藤井一太, 西岡孝, 宮本悟, 門恒男
2. 発表標題 上部冷却型1K GM冷凍機の開発
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 大野航輔, 西岡孝
2. 発表標題 RRu2Al10(R=重希土類)の磁気相図
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 徳永浩人, 仲西海斗, 西岡孝, 西岡颯太郎
2. 発表標題 正方晶 $\text{-ThSi}_2\text{型RSi}_2\text{-xAl}_x$ (R=希土類元素) の磁性
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 西岡颯太郎, 藤井一太, 高山榛佳, 西岡孝, 宮本悟, 門恒男
2. 発表標題 倒立型0.1WGM冷凍機による1K環境の開発
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 川村幸裕, 林純一, 武田圭生, 関根ちひろ, 西岡孝
2. 発表標題 $\text{RT}_2\text{Al}_{10}$ (R=希土類, T=Fe, Ru, Os) 系の低温・高圧下X線回折
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 鹿内奈南, 網塚浩, 齋藤開, 山本将隆, 日高宏之, 柳澤達也, 谷田博司, 松村武, 世良正文
2. 発表標題 局所空間反転対称性の破れた $\text{Ce}(\text{Ru}_{1-x}\text{Rhx})_2\text{Al}_{10}$ における電気磁気効果II
3. 学会等名 日本物理学会第73回年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 室裕司, 青木雄平, 谷田博司, 福原忠
2. 発表標題 Ce希薄系Ce-Rh-Al三元化合物の物質探索
3. 学会等名 日本物理学会第73回年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 世良正文, 国森啓介, 松村武, 谷田博司, 藤秀樹, 伊賀文俊, 近藤晃弘, 上床美也, 小林達生
2. 発表標題 CexLa1-xB6 : 圧力誘起多極子秩序相
3. 学会等名 日本物理学会第73回年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 世良正文, 国森敬介, 副島慧, 松村武, 近藤晃弘, 谷田博司, 伊賀文俊
2. 発表標題 CexLa1-xB6 IV相出現の理由について
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 谷田博司, 室裕司, 福原忠
2. 発表標題 CeTXの磁性と圧力効果
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 近藤晃弘, 金道浩一, 中川史也, 片岡真一, 谷田博司, 世良正文, 川端丈, 高島敏郎, 西岡孝
2. 発表標題 パルスマグネットを用いた近藤半導体CeT ₂ Al ₁₀ (T=Ru, Os, Fe)の圧力下磁気抵抗 II
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 鹿内奈南, 齋藤開, 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 局所空間反転対称性の破れたCe(Ru _{1-x} Rh _x) ₂ Al ₁₀ における電気磁気効果
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 加藤治一, 柴田凌, 西岡孝
2. 発表標題 ホランダイト型マンガン酸化物へのカチオン導入
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 山岡人志, 山本義哉, Eike Schwie, 仲武昌史, 有田将司, 岩澤英明, 島田賢也, 田島史郷, 小野寺蓮太, 西岡孝, 水木純一郎
2. 発表標題 Ce(Ru,Rh) ₂ Al ₁₀ 系の角度分解光電子分光
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 徳永浩人, 仲西海斗, 西岡孝
2. 発表標題 正方晶 -ThSi_2 型 $\text{PrSi}_{2-x}\text{Al}_x$ の磁性
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 西岡颯太郎, 西岡孝
2. 発表標題 二種類の希土類イオンサイトを持つ $\text{Pr}_3\text{Al}_{11}$ の磁性
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 久野大貴, 加藤治一, 西岡孝, 桜井裕也
2. 発表標題 Cu-NQRをプローブとした遍歴電子系 $\text{CaCu}_3\text{Ru}_4\text{O}_{12}$ と局在電子系 $\text{CaCu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$ の中間組成における電子状態の変遷
3. 学会等名 日本物理学会第73回年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 徳永浩人, 仲西海斗, 西岡孝
2. 発表標題 RAiSi (R=希土類元素)のベクトル磁化測定
3. 学会等名 日本物理学会第73回年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西岡颯太郎A, 西岡孝
2. 発表標題 GM冷凍機の温度振動低減と比熱測定
3. 学会等名 日本物理学会第73回年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山岡人志, Eike F. Schwier, 山本義哉, 仲武昌史, 有田将司, 岩沢英明, 島田賢也, 大野航輔, 田島史郷, 小野寺蓮太, 西岡孝, 水木純一郎
2. 発表標題 CeT2Al10系の角度分解光電子分光
3. 学会等名 日本物理学会第73回年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大野航輔, 西岡孝
2. 発表標題 TbT2Al10(T=Fe,Ru)の磁気相図
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 高山榛佳, 西岡孝, 宮本悟, 門恒夫
2. 発表標題 0.1W GM冷凍機によるトップローディング型1K冷凍機の開発
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 大野航輔, 西岡孝
2. 発表標題 TbRu ₂ Al ₁₀ の角度磁場相図
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 西岡孝, 合田海輝, 山本佳奈, 宮本悟, 門恒男
2. 発表標題 倒立型1K GM冷凍機の開発
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 加藤治一, 濱松太一, 西岡孝
2. 発表標題 ペロブスカイト型コバルト酸化物の核磁気共鳴測定
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 Sotaro Nishioka, Hajime Nakamori, Takashi Nishioka
2. 発表標題 Role of two inequivalent Pr ³⁺ ions in Pr ₃ Al ₁₁
3. 学会等名 SCES2019(Okayama)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takashi Nishioka, Hiroto Tokunaga, Kaito Nakanishi, Sotaro Nishioka
2. 発表標題 Strong in-plane axial magnetic anisotropy of tetragonal -ThSi ₂ -type ferromagnetic CeSiAl
3. 学会等名 SCES2019(Okayama)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kousuke Ohno, Fumisato Tajima, Takashi Nishioka
2. 発表標題 Magnetic field-angle phase diagram in the ordered state of TbRu ₂ Al ₁₀
3. 学会等名 SCES2019(Okayama)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Haruka Koyama, Kaito Nakanishi, Takashi Nishioka
2. 発表標題 Development of 1K refrigerator using 0.1W GM cryocooler
3. 学会等名 SCES2019(Okayama)
4. 発表年 2019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
研究分担者	西岡 孝 (Nishioka Takashi) (10218117)	高知大学・自然科学系・教授 (16401)	