

令和 6 年 4 月 4 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2021～2023

課題番号：21K03473

研究課題名(和文)ハニカム近藤格子系におけるフラストレーション効果とKitaev近藤物理

研究課題名(英文) Frustration effect and Kitaev interaction in honeycomb Kondo lattice compounds

研究代表者

高島 敏郎 (Takabatake, Toshiro)

広島大学・先進理工系科学研究科(先)・名誉教授

研究者番号：40171540

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：重い電子系CePt6Al3における磁気フラストレーションの役割と同型構造の希土類化合物の磁性を明らかにすることを目的とし、以下の新事実を捉えた。Ptを同族元素のPdで僅か5%置換すると磁気秩序が発生するが、近藤効果を弱めるAuで置換しても磁気秩序は起こらないという結果は、ハニカム格子の磁気フラストレーションがCePt6Al3の重い電子状態の形成に関与していることを意味する。希土類ハニカム化合物RPt6Al3では、結晶構造は反転対称をもつにも関わらず、最近接R原子間の中点において反転対称性が無いためにジャロシンスキー・守谷相互作用がはたらき、R = Nd, Gdは傾角反強磁性秩序を起こす。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近藤効果による重い電子状態の形成機構は既に確立しているが、磁気フラストレーションの役割は不明であった。本研究ではセリウム原子がハニカム格子を組む初めての化合物を対象とした系統的な元素置換による比較研究から磁気フラストレーションの役割を捉えた点に意義がある。更に、研究対象を希土類原子の六角形がPt原子の三角形を内包したハニカム格子を組む同型化合物に展開することによって、結晶構造は反転対称性を有しているにもかかわらず最近接希土類原子間の中点で反転対称が無ければDM型の反対称磁気交換相互作用が活性となり、ハニカム面内の磁気モーメントが反平行から傾いた反強磁性秩序が出現する新たな例を提示した。

研究成果の概要(英文)：A Kondo lattice compound CePt6Al3 with 4f moments on a honeycomb lattice displays heavy-fermion behavior in the specific heat. We found that substitution of the isovalent Pd for Pt at a low level of 5% induces a magnetic order, while substitution of Au weakens the Kondo effect but does not induce magnetic order. This observation reveals the role of magnetic frustration in the formation of heavy-fermion state in the honeycomb lattice. The crystal structure of isostructural rare-earth compounds RPt6Al3 is centrosymmetric without an inversion center at the midpoint of the nearest neighbor R atoms. This condition activates the Dzyaloshinskii-Moriya interaction so that canted antiferromagnetic orders occur for R = Nd and Gd.

研究分野：磁性物理学

キーワード：強相関電子系 磁気フラストレーション ハニカム格子 量子臨界現象 Kitaevモデル 低温高压実験 希土類化合物 反対称磁気交換相互作用

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。

### 1. 研究開始当初の背景

近藤効果を示す希土類の Ce や Yb が磁気フラストレーションの強い格子を組む系が注目されている。Coleman らはフラストレーション強度  $Q$  を縦軸、近藤温度/交換相互作用の比  $T_K/J_H = K$  を横軸とした相図(図1)を提案した[1]。この絶対零度での相図では、磁気秩序が発現する点は  $Q_c$  と  $K_c$  をつなぐ量子臨界線となる。しかし、この相図を実験的に検証した例は少なかった。

我々は、近藤効果を示す Ce イオンがハニカム格子を組む初めての化合物である  $CePt_6Al_3$  の単結晶を育成することに成功し、これが 0.05 K まで磁気転移せず、重い電子的挙動を示すことを先に見出した[2]。図2に示す結晶構造[3]の上部で、ハニカム格子の最近接と次近接の反強磁性相互作用  $J_1$  と  $J_2$  は磁気フラストレーションを起こす。また、下部に示したようなボンド方向に依存したキタエフ型相互作用  $J_x, J_y, J_z$  が存在すれば、ボンドフラストレーションを起こすと期待された。さらに理論的には、有効スピン 1/2 の 4f イオンがハニカム格子を組む近藤系では、キタエフ型相互作用によるボンドフラストレーションと近藤相互作用の共存によって、非従来型の超伝導が発現すると予想されていた[4,5]。

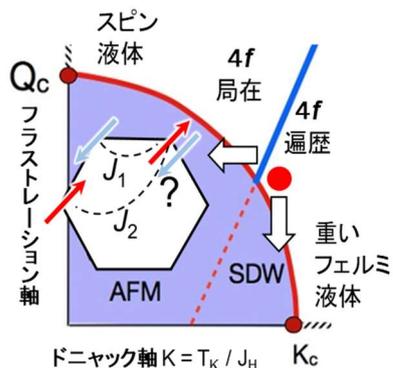


図1. フラストレート近藤格子系の絶対零度での相図[1]に加筆。太い2本の矢印は2方向の量子磁気相転移を示す。内挿図はハニカム格子。

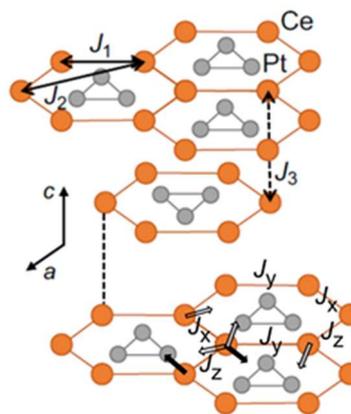


図2. 近藤イオンの Ce がハニカム格子を組む初めての化合物  $CePt_6Al_3$  の結晶構造[3]。層間の  $Pt_9Al_6$  層は省略。

- [1] P. Coleman *et al.*, *J. Low Temp. Phys.* **161**, 182 (2010).
- [2] R. Oishi, Y. Ohmagari, Y. Kusanose, Y. Yamane, K. Umeo, Y. Shimura, T. Onimaru, T. Takabatake, *JPSJ*, **89**, 104705 (2020).
- [3] F. Eustermann, *et al.*, *Z. Anorg. Allg. Chem.* **643**, 1836 (2017).
- [4] U. F. P. Seifert, T. Meng, M. Voita, *PRB* **97**, 085118 (2018).
- [5] W. Choi, A. Rosch *et al.*, *PRB* **98**, 155123 (2018).

### 2. 研究の目的

ハニカム格子 Ce 化合物  $CePt_6Al_3$  の非磁性の重い電子状態における磁気フラストレーション効果を明らかにするとともに、キタエフ近藤格子系で起こりうる非従来型の超伝導を探索することを主な目的とした。更に、 $CePt_6Al_3$  と同型構造の希土類ハニカム化合物  $RPt_6Al_3$  の磁気秩序構造におけるフラストレーションとジャロシンスキー・守谷(DM)相互作用の役割を明らかにすることを副次的な目的とした。

### 3. 研究の方法

上記の目的のために、次の手法を用いた。

- (1)  $CePt_6Al_3$  の重い電子系としての強磁場特性を捉えるために、パルス磁場を 60 T まで印加して、磁化と電気抵抗を測定した。この測定は東大物性研の共同利用で行った。
- (2) フラストレート近藤格子系の相図(図1)においてフラストレーション軸の  $[Q]$  の小さい方向に移動させて磁気臨界線を越えることを狙って、Pt を同族で質量が半分の Pd で置換した  $Ce(Pt_{1-x}Pd_x)_6Al_3$  の多結晶試料を作製した。この置換は格子体積をほとんど変えずにキャリアドーブもしないので、近藤効果の抑制は無視できる。しかし、Pt と Pd の2倍の質量差はスピン・軌道相互作用を局所的に乱し、フラストレーションを緩和すると期待された。低温での電気抵抗、磁化率、磁化、比熱の測定によって、磁気秩序の発生を捉えた。その磁気構造を決定するために中性子回折実験を行った。さらに、磁気秩序直前の Pd 濃度の単結晶に一軸圧を印加して、結晶構造の対称性の低下によるフラストレーションの抑制を調べた。

(3)図1の相図でドニャック軸の[**K**]の小さい方向に移動させるには、 $\text{CePt}_6\text{Al}_3$  に電子をドーピングして近藤温度  $T_K$  を下げる必要がある。5d 正孔/電子をドーピングするために、周期表で Pt の左右に位置する Ir/Au で置換し、更に 4f 正孔をドーピングするために、Ce を La で部分置換した試料を作製した。これらの置換による基底状態の変化と超伝導の発現を調べるために、低温で電気抵抗、磁化率、磁化、比熱を測定した。

(4)一連の  $\text{RPt}_6\text{Al}_3$  化合物の磁気秩序構造におけるフラストレーションと DM 相互作用の役割を理解するために、 $\text{R} = \text{Gd, Nd, Sm, Tb}$  の化合物の単結晶を育成し、低温での物性を調べた。

#### 4. 研究成果

上記の研究から下記の成果を得た。

(1) 単結晶  $\text{CePt}_6\text{Al}_3$  の磁化は、容易軸の c 軸方向において、28 T でメタ磁性を示した。この磁場の値と磁化率が肩を示す温度 17 K の比は、従来の非磁性の重い電子系化合物群が示す値の範囲に収まることが判った。磁気抵抗比が  $B/c = 55 \text{ T}$  で  $-36\%$  に達したことは、磁気フラストレーションによる伝導電子の散乱が抑制されたことを示す[6]。

(2)  $\text{Ce}(\text{Pt}_{1-x}\text{Pd}_x)_6\text{Al}_3$  の固溶限は  $x=0.33$  であることが判った。磁化率、電気抵抗率、および比熱の測定から、 $x$  が 0.05 以上で反強磁性磁気(AFM)秩序が発生し、 $x$  の増加とともにスピン密度波状態から局在した 4f 電子の反強磁性秩序状態へと変化することが判った (図3)。この磁気秩序の発達の原因は、RKKY 相互作用の乱れによる磁気フラストレーションの緩和であると解釈した。その理由は、Pt と Pd の 2 倍の質量差はスピン・軌道相互作用を局所的に乱すが、この置換は格子体積をほとんど変えずキャリアをドーピングしないので、近藤効果の抑制は無視できるからである[7]。実際、フラストレーションパラメータ  $f$  は図3の下部に示すように、Pd 濃度の増大に伴って 1/3 に減少している。

研究協力者の D.T. Adroja は Pd 置換系のミュエスアール測定で磁気秩序の発達を確認したが、中性子回折実験では、これまでのところ磁気ブラッグ散乱ピークが観測されていない。

研究分担者の梅尾と大学院生の大石は、 $x=0.02$  単結晶の比熱測定で比熱係数  $C/T$  が低温で発散することから量子臨界点近傍に位置することを確かめた。そのハニカム面に垂直方向に一軸圧を印加して交流比熱を測定したが、0.3 K まで磁気転移らしき異常は検出できなかった。研究協力者の北川は  $\text{Ce}(\text{Pt}_{1-x}\text{Pd}_x)_6\text{Al}_3$  の Al 核の核磁気共鳴実験を行い、スピン緩和率の温度依存性が  $x=0$  での重い電子系の挙動から  $x > 0.1$  では反強磁性秩序の挙動に変化することを見出した。

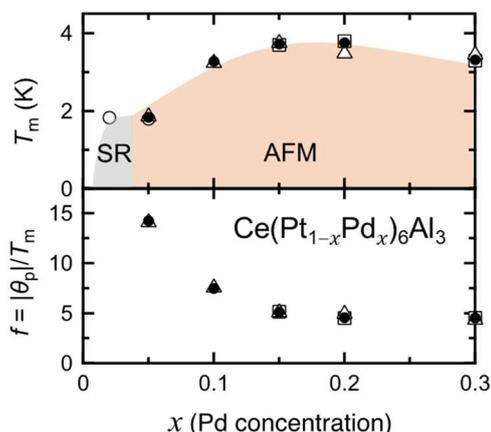


図3.  $\text{Ce}(\text{Pt}_{1-x}\text{Pd}_x)_6\text{Al}_3$  の  $x$  に対する磁気転移温度  $T_m$  とフラストレーションパラメータ  $f$  の変化[8]。

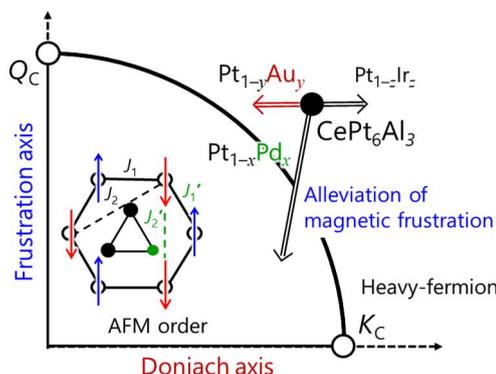


図4. フラストレート近藤格子系の相図[1]上で  $\text{CePt}_6\text{Al}_3$  (右上黒丸の位置) の Pt を Pd, Ir, Au で置換した効果を矢印で示す。

(3)  $\text{CePt}_6\text{Al}_3$  の Pt サイトを Ir/Au で置換すると近藤温度は上下したが、固溶限まで置換しても磁気転移も超伝導転移も現れなかった。この結果は Pd 置換による磁気秩序は、近藤効果の抑制では無く、Ce ハニカム格子の磁気フラストレーションが弱められた為であることを支持している[8]。

(4)一連の希土類ハニカム化合物  $\text{RPt}_6\text{Al}_3$  の磁性を理解するために、 $\text{R} = \text{Gd}$  に加えて  $\text{R} = \text{Nd, Sm, Tb}$  の単結晶を育成し、低温での物性を調べた。その結果、下記の事実が判った[9,10]。

R = Ce から R = Tb までの化合物で、三方晶格子定数  $a$  と  $c$  はランタノイド収縮に従う。R = Nd-Tb はいずれも AFM 秩序を起こすが、R = Nd, Gd では傾角 AFM 構造、R = Sm, Tb は共線的な AFM 構造をとることが判った。常磁性状態の磁化率は、R = Nd, Tb ではハニカム面内の方が面直方向よりも大きいものに対して、R = Sm では逆である。この磁気異方性は、結晶場効果によって説明された。どちらの場合も、常磁性キュリー温度  $\theta_p$  と  $T_N$  の比  $f$  の値が 1 程度と小さいため、磁気フラストレーションの効果は R = Ce に比べて弱い。これは R = Nd-Tb における量子揺らぎが有効量子スピン 1/2 の Ce 系よりも小さいためである。 $T_N$  以下では、R = Nd, Gd の磁気モーメントは  $c$  面内にあり、弱強磁性成分を伴うのに対して、R = Sm, Tb は磁気モーメントが  $c$  軸方向に向いた共線的な AFM 秩序を示す。共鳴 X 線散乱実験によって決めた R = Sm の共線的 AFM 磁気構造を図 6 に示す。一方、非共線的な磁気構造が R = Nd, Gd のみで現れるのは、DM 相互作用がはたらくためである。その原因は、R の六角形が Pt の正三角形を内包することで、最近接 R イオン間の midpoint において反転対称性が失われるためと指摘した。さらに R = Nd, Gd の傾角 AFM 構造と R = Sm, Tb の共線的な AFM 構造の比較から、DM 相互作用の D ベクトルは  $c$  軸方向を向くと結論した[10]。

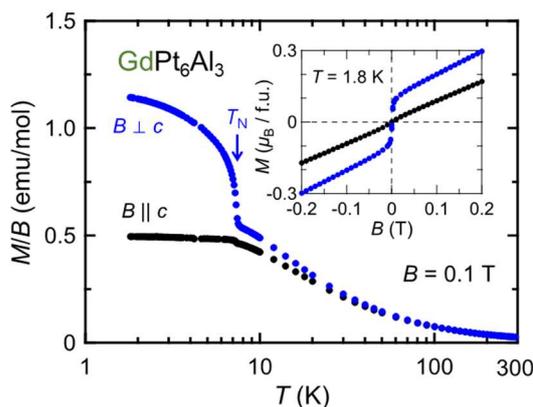


図 5.  $GdPt_6Al_3$  の磁化率の温度変化は磁場がハニカム面に垂直な時  $T_N = 7.3$  K 以下で跳ね上がり、1.8 K での磁化曲線 (挿入図) は  $0.1\mu_B/Gd$  の自発磁化を示す[9]。

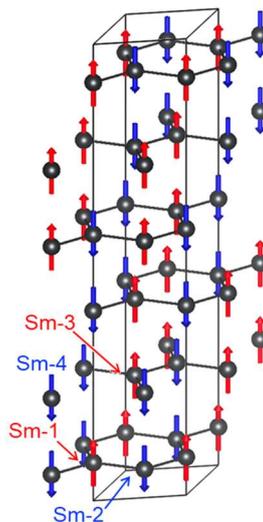


図 6.  $SmPt_6Al_3$  の共鳴 X 線散乱実験で決められた反強磁性構造[10]。

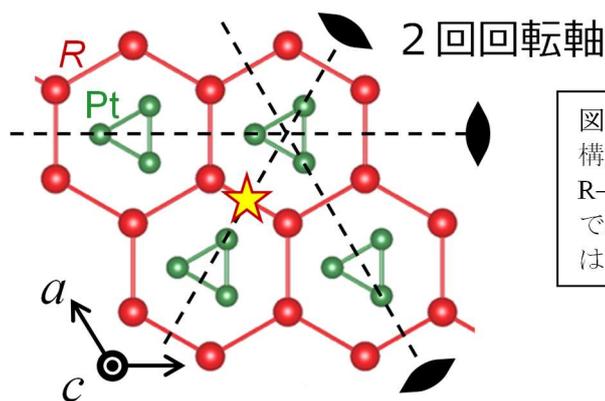


図 7.  $RPt_6Al_3$  の希土類原子 R のハニカム構造は Pt 三角形を内包するので、最近接 R-R の midpoint では反転対称性が失われ、破線で示す 2 回回転軸を有する。この条件では DM 相互作用が活性となる[10]。

以上の結果から、Ce ハニカム化合物として初めての系である  $CePt_6Al_3$  では、内在する磁気フラストレーションが重い電子状態の形成に関与していることを検証できた。一方、キタエフ近藤格子系で起こりうる非従来型の超伝導を探索したが、検出できなかった。希土類ハニカム化合物  $RPt_6Al_3$  では、結晶構造は反転対称をもつにも関わらず、最近接 R イオン間の midpoint において反転対称性が無いために、DM 相互作用がはたらくことを明らかにした。今後は、ハニカム反強磁性体において発現が予言されている磁気トロイダル双極子及び八極子の秩序の検出を目指す。

[6] R. Oishi, A. Miyake, M. Tokunaga, Y. Shimura, K. Umeo, T. Onimaru, T. Takabatake, High-field magnetization and magnetoresistance of the honeycomb Kondo lattice alloys  $\text{Ce}(\text{Pt}_{1-x}\text{Pd}_x)_6\text{Al}_3$ , J. Phys: Conf. Ser. 2164, 012033/1-5, 2022.  
DOI: 10.1088/1742-6596/2164/1/012033

[7] R. Oishi, K. Umeo, Y. Shimura, T. Onimaru, A. M. Strydom, T. Takabatake, Antiferromagnetic order in the honeycomb Kondo lattice  $\text{CePt}_6\text{Al}_3$  induced by Pd substitution, Phys. Rev. B 104, 104411/1-7, 2021.  
DOI: 10.1103/PhysRevB.104.104411

[8] R. Oishi, K. Umeo, T. Onimaru, T. Takabatake, Tuning the Kondo effect in the honeycomb heavy-fermion compound  $\text{CePt}_6\text{Al}_3$  by electron and hole doping, JPS Conf. Proc. **38**, 011987/1-6, 2023.  
DOI: 10.7566/JPSCP.38.011087

[9] R. Oishi, Y. Shimura, K. Umeo, T. Onimaru, T. Takabatake,  $\text{GdPt}_6\text{Al}_3$ : A canted antiferromagnet with a honeycomb structure, J. Phys. Soc. Jpn. **91**, 124706/1-5, 2022.  
DOI: 10.7566/JPSJ.91.124706

[10] R. Oishi, Y. Shimura, K. Umeo, T. Onimaru, T. Matsumura, M. Tsukagoshi, K. Kurauchi, H. Nita, T. Takabatake, Collinear antiferromagnet  $\text{SmPt}_6\text{Al}_3$  with a Sm honeycomb structure centered by Pt triangles, J. Phys. Soc. Jpn. **93**, 034707/1-6, 2024.  
DOI: 10.7566/JPSJ.93.034707

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 10件／うち国際共著 6件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 R. Tripathi, D. T. Adroja, C. Ritter, S. Sharma, C. Yang, A. D. Hiller, M. M. Koza, F. Demmel, A. Sundaresan, S. Langridge, W. Higemoto, T. U. Ito, A. M. Strydom, G. B. G. Stenning, A. Battacharyya, D. Keen, H. C. Walker, R. S. Perry, R. Pratt, Q. Si, T. Takabatake	4. 巻 106
2. 論文標題 Quantum critical spin-liquid-like behavior in $S = 1/2$ quasikagome lattice compound $CeRh_{1-x}PdxSn$ investigated using muon spin relaxation and neutron scattering	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Phys. Rev. B	6. 最初と最後の頁 064436/1-17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.106.064436	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 R. Oishi, Y. Shimura, K. Umeo, T. Onimaru, T. Takabatake	4. 巻 91
2. 論文標題 GdPt6Al13: A canted antiferromagnet with a honeycomb structure	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 J. Phys. Soc. Jpn.	6. 最初と最後の頁 124706/1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.91.124706	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. Oishi, K. Umeo, Y. Shimura, T. Onimaru, A. M. Strydom, T. Takabatake	4. 巻 104
2. 論文標題 Antiferromagnetic order in the honeycomb Kondo lattice $CePt_6Al_3$ induced by Pd substitution	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Phys. Rev. B	6. 最初と最後の頁 104411/1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.104.104411	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 R. Tripathi, D. T. Adroja, M. R. Lees, A. Sundaresan, S. Langridge, A. Bhattacharyya, V. K. Anand, D.D. Khalyavin, J. Sannigrahi, G. Cibin, A. D. Hiller, R. I. Smith, H. C. Walker, Y. Muro, T. Takabatake	4. 巻 104
2. 論文標題 Crossover from Kondo semiconductor to metallic antiferromagnet with 5d-electron doping in $CeFe_2Al_{10}$	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Phys. Rev. B	6. 最初と最後の頁 144405/1-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.104.144405	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. Sundermann, A. Marino, A. Gloskovskii, C. Yang, Y. Shimura, T. Takabatake, A. Severing	4. 巻 104
2. 論文標題 Quantitative investigation of the 4f occupation in the quasikagome Kondo lattice CeRh <sub>1-x</sub> PdxSn	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Phys. Rev. B	6. 最初と最後の頁 235150/1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.104.235150	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 R. Oishi, A. Miyake, M. Tokunaga, Y. Shimura, K. Umeo, T. Onimaru, T. Takabatake	4. 巻 2164
2. 論文標題 High-field magnetization and magnetoresistance of the honeycomb Kondo lattice alloys Ce(Pt <sub>1-x</sub> Pdx)Al <sub>3</sub>	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 J. Phys: Conf. Ser.	6. 最初と最後の頁 012033/1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1742-6596/2164/1/012033	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. Tripathi, D. T. Adroja, M. R. Lees, V. L. Anand, A. Sundaresan, S. Langridge, A. Bhattacharya, Y. Muro, K. Hayashi, T. Takabatake	4. 巻 2164
2. 論文標題 Effect of 3p- and 5d-electron doping on the Kondo semiconductor CeFe <sub>2</sub> Al <sub>10</sub>	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 J. Phys: Conf. Ser.	6. 最初と最後の頁 012043/1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1742-6596/2164/1/012043	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 R. Oishi, K. Umeo, T. Onimaru, T. Takabatake	4. 巻 38
2. 論文標題 Tuning the Kondo effect in the honeycomb heavy-fermion compound CePt <sub>6</sub> Al <sub>3</sub> by electron and hole doping	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 JPS Conf. Proc.	6. 最初と最後の頁 011087/1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSCP.38.011087	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. Kawaue, R. Oishi, C. L. Yang, R. Yamamoto, Y. Shimura, K. Umeo, T. Onimaru, D. T. Adroja, H. C. Walker, T. Takabatake	4. 巻 93
2. 論文標題 Weak Kondo coupling antiferromagnet CePd3Sn2 with quasi-one-dimensional Ce chains	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 J. Phys. Soc. Jpn.	6. 最初と最後の頁 034706/1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.93.034706	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 R. Oishi, Y. Shimura, K. Umeo, T. Onimaru, T. Matsumura, M. Tsukagoshi, K. Kurauchi, H. Nita, T. Takabatake	4. 巻 93
2. 論文標題 Collinear antiferromagnet SmPt6Al3 with a Sm honeycomb structure centered by Pt triangles	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 J. Phys. Soc. Jpn.	6. 最初と最後の頁 034707/1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.93.034707	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16件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 大石遼平, 志村恭通, 梅尾和則, 鬼丸孝博, 高畠敏郎
2. 発表標題 八二カラム格子化合物GdPt6Al3の傾角反強磁性秩序
3. 学会等名 日本物理学会2022年秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大石遼平, 梅尾和則, 鬼丸孝博, 高畠敏郎, D. T. Adroja
2. 発表標題 希土類八二カラム格子化合物RPt6Al3 (R= Nd, Gd, Sm) の非共線的な磁気構造
3. 学会等名 日本物理学会2023年春季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 川上祐大, 大石遼平, 山本理香子, 梅尾和則, 志村恭通, 高畠敏郎, 鬼丸隆博
2. 発表標題 一次元Ce鎖をもつCePd <sub>3</sub> Sn <sub>2</sub> における磁気異方性
3. 学会等名 日本物理学会2023年春季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 R. Oishi, K. Umeo, T. Onimaru, T. Takabatake
2. 発表標題 Tuning the Kondo effect in the honeycomb heavy-fermion compound CePt <sub>6</sub> Al <sub>3</sub> by electron and hole doping
3. 学会等名 29 th Intern. Conf. on Low Temperature Physics (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大石遼平, 梅尾和則, 鬼丸孝博, 高畠敏郎
2. 発表標題 八ニカム近藤格子化合物CePt <sub>6</sub> Al <sub>3</sub> の重い電子状態に対する電子/正孔ドーピングの効果
3. 学会等名 日本物理学会2021年秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 堀 文哉, 北川俊作, 石田憲二, 大石遼平, 鬼丸孝博, 高畠敏郎
2. 発表標題 NMRを用いた八ニカム近藤格子化合物CePt <sub>6</sub> Al <sub>3</sub> におけるPd置換効果の研究
3. 学会等名 日本物理学会2021年秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 R. Oishi, A. Miyake, M. Tokunaga, Y. Shimura, K. Umeo, T. Onimaru, T. Takabatake
2. 発表標題 High-field magnetization and magnetoresistance of the honeycomb Kondo lattice compound $Ce(Pt_{1-x}Pd_x)_{6Al_3}$
3. 学会等名 Intern. Conf. on Strongly Correlated Electron Systems (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大石遼平, 志村恭通, 梅尾和則, 鬼丸孝博, 高畠敏郎
2. 発表標題 八二カム格子反強磁性体NdPt <sub>6</sub> Al <sub>3</sub> の磁性と伝導の異方性
3. 学会等名 日本物理学会2022年第77回年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大石遼平, 梅尾和則, 鬼丸孝博, 高畠敏郎
2. 発表標題 希土類八二カム化合物TbPt <sub>6</sub> Al <sub>3</sub> のIsing型反強磁性秩序
3. 学会等名 日本物理学会2023年第78回年次大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 磯部健太郎, 正路真, 砂崎菜奈, 斎藤奨太, 大石遼平, 鬼丸孝博, 高畠敏郎, 野原実, 鈴木孝至, 石井勲
2. 発表標題 希土類八二カム化合物NdPt <sub>6</sub> Al <sub>3</sub> における電気四極子応答と磁気相転移
3. 学会等名 日本物理学会2023年第78回年次大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 湯浅翔平, 尾崎 優太, 河野洋平, 橘高俊一郎, 志村恭通, 高畠敏郎
2. 発表標題 回轉磁気Rueneisen比による擬カゴメ近藤格子CeRhSnの量子臨界性の検証
3. 学会等名 日本物理学会2024年春季大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 磯部健太郎, 正路真, 砂崎菜奈, 大石遼平, 鬼丸孝博, 高畠敏郎, 野原実, 石井勲
2. 発表標題 希土類八二カム化合物NdPt6Al3における磁気秩序と磁場誘起逐次相転移
3. 学会等名 日本物理学会2024年春季大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 川上裕大, 高畠敏郎, 大石遼平, 楊崇立, 山本理香子, 梅尾和則, 志村恭通, 鬼丸孝博, D.T. Adroja, H.C. Walker
2. 発表標題 準一次元Ce鎖を持つCePd3Sn2単結晶の異方的な磁性と電気伝導
3. 学会等名 日本物理学会2024年春季大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 木村真一, M. F. Lubis, 渡邊浩, 志村恭通, 高畠敏郎
2. 発表標題 擬カゴメ近藤格子CeRhSnの動的プランキアンスケールリング
3. 学会等名 日本物理学会2024年春季大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Ryohei Oishi, Kazunori Umeo, Takahiro Onimaru, Toshiro Takabatake
2. 発表標題 Role of the Dzyaloshinskii-Moriya interaction in honeycomb antiferromagnets RPt6Al3 (R = Nd, Gd, Sm, and Tb) with a centrosymmetric structure
3. 学会等名 H-Physics Workshop: Topology, spin-orbit interactions and superconductivity in strongly correlated quantum materials under extreme conditions (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Ryohei Oishi, Kazunori Umeo, Takahiro Onimaru, Toshiro Takabatake
2. 発表標題 Collinear antiferromagnet SmPt6Al3 with a honeycomb structure
3. 学会等名 29th Intern. Conf. on Strongly Correlated Electron Systems 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023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	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)	

	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	アドロージャ デバシブハイ  (Adroja Devashibhai)		
研究協力者	北川 俊作  (Kitagawa Shunsaku)		

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