

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 4 日現在

機関番号：14501
研究種目：基盤研究(C)（一般）
研究期間：2020～2023
課題番号：20K03861
研究課題名（和文）フラストレーションを有するf電子系における非従来型異常ホール効果の系統的検証

研究課題名（英文）Systematic investigation of the unconventional anomalous Hall effect on the rare-earth compounds with geometrical frustration

研究代表者
松岡 英一（Matsuoka, Eiichi）

神戸大学・理学研究科・准教授

研究者番号：20400228
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）：これまであまり研究例のないf電子系（希土類やアクチナイドを含む化合物系）における非従来型の異常ホール効果（AHE）についての知見を得るため、幾何学的フラストレーションを有する化合物系であるR6Pd13X4（R = 希土類，X = Zn, Cd）と、R6Mg23Z（Z = 第14, 15族元素）を対象とした系統的な物性測定を行った結果、これらにおいてはAHEが観測されなかった。さらに、幾何学的フラストレーションを有する新しいf電子系化合物の物質探索を行った結果、CeMgZn₂やCeMgInなどを見出し、これらがフラストレーションの影響を強く受けた磁性と伝導を示すことが明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で扱った化合物系においてAHEが観測されなかったことは、幾何学的フラストレーションはAHEが出現するための必要条件ではあり得ても十分条件とは言えず、その出現には反強磁性構造の対称性など、別の条件が必要であることが分かった。このことは、AHEを示す化合物の物質探索に何らかの指針を与えるはずである。さらに、本研究で見出した複数の新化合物は、f電子系におけるフラストレーションと、それに伴う物性発現という、これまで研究例が十分ではなかった観点を調べるための新しい舞台を提供したと言える。

研究成果の概要（英文）：Although some d-electron compounds have been known to exhibit unconventional anomalous Hall effect (AHE), few f-electron compounds have been reported to exhibit AHE. In this study, physical property measurements of R6Pd13X4 (R = rare earths, X = Zn, Cd) and R6Mg23Z (Z = group 14 or 15 elements) whose R ions form geometrically-frustrated lattices have been performed to examine the similarities and differences of AHE between d- and f-electron compounds. However, it was found that these compounds do not exhibit AHE. Searching for new f-electron compounds with geometrical frustration has been performed concurrently and some new compounds such as CeMgZn₂ and CeMgIn have been found to exhibit magnetic and transport properties strongly affected by frustration.

研究分野：磁性物理学

キーワード：非従来型異常ホール効果 f電子系化合物

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

強相関分野における f 電子系と d 電子系は、二大研究対象であると同時に相補的な関係にある。すなわち、一方の系が研究の主体の現象を、他方の系で実測すれば、現象に対する理解が深まるだけでなく、新しい物理概念の創出にもつながり得る。

これまで一方の系が研究の主体であった現象の一つが、幾何学的フラストレーションを有する反強磁性体が示す、非従来型の異常ホール効果 (AHE) である。自発磁化を持たない反強磁性体は、一般にゼロ磁場下では磁化に由来するホール効果 (従来型の異常ホール効果) を示さない。しかし、隣接スピンの 120° の角度をなすことでフラストレーションと折衷した反強磁性構造を取る場合は、磁化に由来しない異常ホール効果、すなわち AHE を示し得ることが理論的に予測され、実験的にも Mn_3Sn のような一部の d 電子系化合物が大きな AHE を示すことが見いだされている。ところが、フラストレーションを有する化合物の多くが d 電子系酸化物 (絶縁体) で導電性化合物が少ないため、AHE の実証例も少数の導電性の d 電子系が中心であり、理論研究との対比も十分ではない。 f 電子系と d 電子系の相補性を考慮すると、これまでほとんど例のない導電性の f 電子系による AHE の実証が、その発現機構の理解に大きく寄与する可能性がある。

このような背景の下、研究代表者は f 電子系の物質探索を推進してきた結果、立方晶の新しい物質系である $\text{R}_6\text{Pd}_{13}\text{X}_4$ ($\text{R} =$ 希土類, $\text{X} = \text{Zn}, \text{Cd}$) と、 $\text{R}_6\text{Mg}_{23}\text{Z}$ ($\text{Z} =$ 第 14, 15 族元素) の結晶構造が、磁性を担う R が正八面体の副格子をなすという、三次元的な幾何学的フラストレーションを有することに注目した。そして、これらが実際にフラストレーションの影響を強く受けた反強磁性秩序を示すことを見出した。そのため、「AHE の性質は、 f 電子系と d 電子系でどのように類似し、どのように異なるのか」という問題についての重要な知見が、 $\text{R}_6\text{Pd}_{13}\text{X}_4$ と $\text{R}_6\text{Mg}_{23}\text{Z}$ の磁性と伝導を詳細に調べることで得られると考えたことが本研究を開始する動機となった。

2. 研究の目的

本研究では、幾何学的フラストレーションの影響を強く受けた磁性を示す f 電子系化合物である $\text{R}_6\text{Pd}_{13}\text{X}_4$ と $\text{R}_6\text{Mg}_{23}\text{Z}$ を対象に、構成元素である R , X , Z を変化させた時の AHE を系統的に検証する。そして、 Mn_3Sn などの d 電子系の AHE や、理論予測との比較検討によって、 f 電子系における AHE の性質を浮き彫りにすることを目的とした。

3. 研究の方法

$\text{R}_6\text{Pd}_{13}\text{Zn}_4$ と $\text{R}_6\text{Mg}_{23}\text{Z}$ は、 Zn と Mg という高蒸気圧の金属を含むため、耐圧性容器内に構成元素を密封した状態で加熱することで試料作製を行う必要がある。本研究では、高融点、かつ他の元素との反応性が低い金属である Mo 、または Ta で作られたるつぼ内に構成元素を化学当量比 (あるいは化学当量比から数%程度増減させた比) で密封し、 $950 \sim 1200$ の温度で構成元素を融解後、 $650 \sim 750$ で一週間程度の熱処理を行うことで多結晶試料作製が行われた。

得られた多結晶試料を用いて、磁化、比熱、電気抵抗率の測定を行って物性を評価後、以下の手順で AHE を検証した。まず、ホール抵抗 $\rho_H = V_H \cdot t / I$ (V_H : ホール電圧、 I : 電流、 t : 試料の厚さ) の、一定温度下での磁場 H に対する依存性を測定する。そして、 $\rho_H = R_0 H + 4\pi R_S M + \rho_{\text{AHE}}$ (第一項: 正常ホール係数 R_0 の項、第二項: 磁化 M に比例する従来型異常ホール係数 R_S の項、第三項: AHE の項) という式と、 ρ_H , M の実験結果を対比して ρ_{AHE} の寄与を見積もった。

4. 研究成果

(1) $\text{Ce}_6\text{Pd}_{13}\text{Zn}_4$ のホール効果

図 1 に $\text{Ce}_6\text{Pd}_{13}\text{Zn}_4$ のホール抵抗 ρ_H の磁場依存性を示す。 $\text{Ce}_6\text{Pd}_{13}\text{Zn}_4$ は $T_N = 3.3$ K 以下で一部のスピンの常磁性状態に留まる反強磁性構造を取り、 $T_N' = 1.3$ K 以下で 120° の反強磁性構造を取ると推測されていた。そのため ρ_H の測定は、 0.43 K ($T < T_N'$)、 2.5 K ($T_N' < T < T_N$)、 4.2 K ($T > T_N$) の三つの温度で行われた。常磁性状態である 4.2 K での ρ_H は、磁場の増加に従ってなだらかに増加する。一方、反強磁性状態での ρ_H も磁場によって増加するが、 2.5 K の ρ_H は $2 \sim 3$ T の磁場で肩を示し、 0.43 K の ρ_H は 3 T で極大を示す点が 4.2 K での挙動と異なる。反強磁性状態で見られる肩や極大は正常ホール効果によっては説明出来ず、異常ホール効果 (従来型、もしくは非従来型) の存在を示唆する物である。特に 0.43 K の ρ_H に見られるような極大は、 f 電子系化合物である UCu_5 でも見られ、その出現が従来型の異常ホール効果ではなく、AHE に起因すると報告

されている。しかし 1.8 K ($T_N' < T < T_N$) での磁化 M の磁場依存性が 3.5 T で折れ曲がりを見せることを考えると、反強磁性状態で見られた ρ_H の肩と極大は、AHE によって出現したものではなく、磁場印可による反強磁性状態から常磁性状態への遷移に対応した磁化の変化、すなわち、従来型の異常ホール効果によって出現したものである可能性も考えられる。 ρ_H の肩や極大が従来型、非従来型のどちらの異常ホール効果に起因するのかについて定量的に考察するために、「3. 研究の方法」で示した式の右辺第二項までを考慮した式を用いて実験結果のフィッティングを行った。ここで、 $R_S = \alpha\rho + \beta\rho^2$ (α と β は定数、 ρ は電気抵抗率) と表され、 R_0 , α , β がフィッティングパラメーターである。図 1 に青の実線で示したのが 2.5 K でのフィッティング結果であり、2 ~ 3 T の肩が再現されている。また、赤の実線は 0.43 K でのフィッティング結果であり、3 T の極大が再現されている。従って、 $\text{Ce}_6\text{Pd}_{13}\text{Zn}_4$ の ρ_H には AHE の寄与が見られず、その磁場依存性は正常ホール効果と従来型の異常ホール効果のみによって説明できると言える。

(2) その他の $R_6\text{Pd}_{13}\text{Zn}_4$ のホール効果

本研究で作製した $\text{Pr}_6\text{Pd}_{13}\text{Zn}_4$ は、0.4 K 以上で磁気転移を示さなかったため、AHE の出現は期待出来ない。実際に、 $\text{Pr}_6\text{Pd}_{13}\text{Zn}_4$ のホール抵抗 ρ_H は、最低の測定温度である 0.5 K においても、図 2 に示すように磁場印可によって直線的に増加するのみであった。一方、 $\text{Sm}_6\text{Pd}_{13}\text{Zn}_4$ は、26 K と 7.5 K で強磁性的な相転移を示し、3.5 K で反強磁性的な相転移を示すことが分かったため、3.5 K 以下では AHE が出現しうる状況にある。しかし、常磁性状態と磁気秩序状態とで ρ_H の磁場依存性にほとんど差が見られず、最低の測定温度である 0.5 K においても、図 2 に示すように ρ_H は磁場印可によって直線的に増加するのみであった。従って、 $\text{Sm}_6\text{Pd}_{13}\text{Zn}_4$ の ρ_H に対しても AHE の寄与が見られないと言える。

(3) $R_6\text{Mg}_{23}\text{Z}$ のホール効果

$\text{Ce}_6\text{Mg}_{23}\text{Ge}$ と $\text{Ce}_6\text{Mg}_{23}\text{Si}$ は、それぞれ 1.6 K と 1.2 K で反強磁性転移を示すことを報告していた。本研究ではさらに、 $\text{Pr}_6\text{Mg}_{23}\text{Ge}$ と $\text{Nd}_6\text{Mg}_{23}\text{Ge}$ が、それぞれ 6.4 K と 12.5 K で反強磁性転移を示すことを明らかにした。図 3 にこれら四化合物の反強磁性状態におけるホール抵抗 ρ_H の磁場依存性を示す。四化合物とも、常磁性状態での ρ_H が磁場の増加に従って直線的に減少するのに対し、図 3 に示した反強磁性状態での $\text{Ce}_6\text{Mg}_{23}\text{Ge}$ 、 $\text{Pr}_6\text{Mg}_{23}\text{Ge}$ 、 $\text{Ce}_6\text{Mg}_{23}\text{Si}$ の ρ_H は、それぞれ 1.7 T、2.7 T、2.6 T 付近を中心とした肩を示す。このような肩の出現は、(1)に

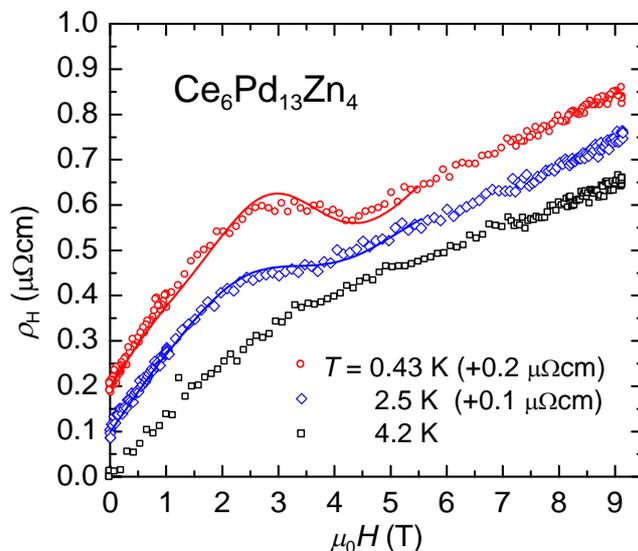


図 1 : $\text{Ce}_6\text{Pd}_{13}\text{Zn}_4$ のホール抵抗の磁場依存性

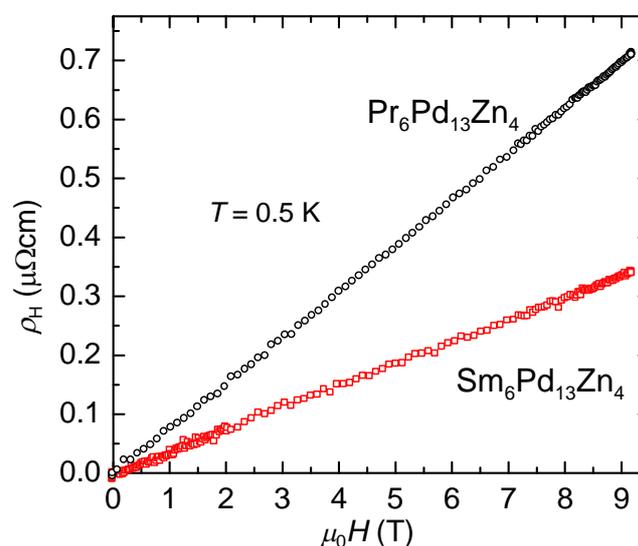


図 2 : $\text{Pr}_6\text{Pd}_{13}\text{Zn}_4$ と $\text{Sm}_6\text{Pd}_{13}\text{Zn}_4$ のホール抵抗の磁場依存性

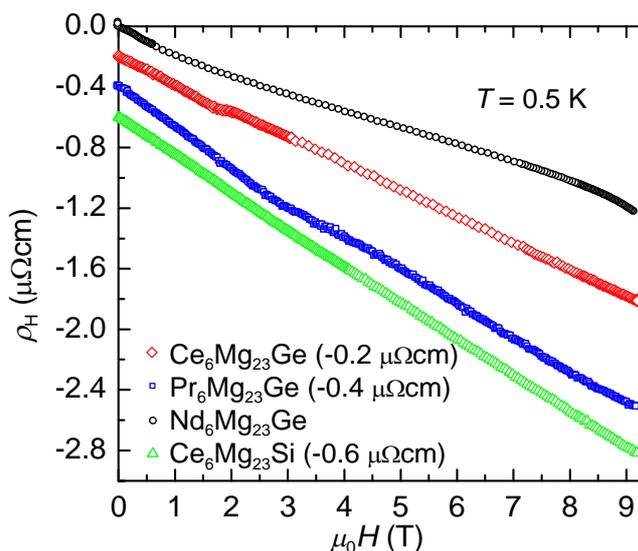


図 3 : $R_6\text{Mg}_{23}\text{Z}$ のホール抵抗の磁場依存性

示した $\text{Ce}_6\text{Pd}_{13}\text{Zn}_4$ の場合と同様に、AHE によるものではなく、磁場印可による反強磁性状態から常磁性状態への遷移に対応した磁化の変化、すなわち、従来型の異常ホール効果によって説明可能である。一方、 $\text{Nd}_6\text{Mg}_{23}\text{Ge}$ の ρ_{H} は肩を示すことなく、磁場の増加に伴ってなだらかに減少している。 $\text{Nd}_6\text{Mg}_{23}\text{Ge}$ の ρ_{H} が肩や極大を示さないのは、AHE の寄与が見られないことに加えて、反強磁性状態から常磁性状態へ遷移する磁場が 9 T よりも大きく、従来型の異常ホール効果の変化も見られないためであると考えられる。

(4) フラストレーションを有する f 電子系化合物の物質探索

$\text{R}_6\text{Pd}_{13}\text{X}_4$ と $\text{R}_6\text{Mg}_{23}\text{Z}$ における AHE の検証と並行して、フラストレーションを有する他の f 電子系化合物の物質探索を行った結果、以下の成果を得た。

立方晶化合物 CeMgZn_2

磁性を担う Ce を頂点とする正四面体が一辺を共有して並んだ構造を持つ立方晶化合物 CeMgZn_2 を見出した。そして、 CeMgZn_2 が $T_{\text{N1}}=5.4$ K と $T_{\text{N2}}=3.1$ K で反強磁性転移を示し、3 T 以下の磁場下で少なくとも四つの磁気秩序相を持つことを明らかにした。立方晶化合物にもかかわらずこのような複雑な磁気秩序状態を示すことは、幾何学的フラストレーションの強い影響が存在することを示唆する。 CeMgZn_2 についてもホール抵抗 ρ_{H} の測定を行った結果、AHE の寄与は確認されなかった。

六方晶化合物 RTX (R: 希土類、T: 遷移金属や In など、X: Pb や Mg など)

ZrNiAl 型の六方晶化合物である RTX は、R が歪んだカゴメ格子をなすことで幾何学的フラストレーションを有することが知られている。このうち、T や X が Mg, Pb, In などの低融点かつ高蒸気圧の元素である化合物については、その存在が知られながらも、試料作製の困難さから基礎物性が不明な物が数多く残っていた。本研究ではこのうち、 RMgIn , RPdPb , RAgMg , RPdZn , RPdMg の五種類について純良な多結晶試料を作製することに成功し、その基礎物性を解明した。特に RMgIn は、逐次反強磁性転移や、近藤効果 (f 電子の持つ磁気モーメントが伝導電子によって遮蔽される現象) に起因しない電気抵抗率の極小現象など、フラストレーションの強い影響を受けた磁性と伝導を系統的に示す化合物系であることが明らかとなった。今後、RTX 系化合物の単結晶作製を行い、それを用いた AHE の検証を行う予定である。

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 0件 / うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Y. Nagase, M. Manago, J. Hayashi, K. Takeda, H. Tou, E. Matsuoka, H. Sugawara, H. Harima, H. Kotegawa	4. 巻 107
2. 論文標題 Observation of multigap and coherence peak in the noncentrosymmetric superconductor CaPtAs: 75As nuclear quadrupole resonance measurements	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Phys. Rev. B	6. 最初と最後の頁 104512/1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.107.104512	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. Kotegawa, T. Uga, H. Tou, E. Matsuoka, H. Sugawara	4. 巻 106
2. 論文標題 Avoided ferromagnetic quantum critical point in CeZn	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Phys. Rev. B	6. 最初と最後の頁 L180405/1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.106.L180405	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. Horie, E. Matsuoka, H. Sugawara, H. Kotegawa, H. Tou, T. Terashima, S. Uji	4. 巻 2164
2. 論文標題 Single crystal growth and de Haas-van Alphen effect in strong coupling s-wave superconductor SrPt3P	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 J. Phys.: Conf. Ser.	6. 最初と最後の頁 012005/1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1742-6596/2164/1/012005	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 E. Matsuoka, T. Yoshimoto, H. Sugawara, T. Sakurai, and H. Ohta	4. 巻 2164
2. 論文標題 Low-temperature physical properties of a new cubic compound CeMgZn ₂	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Physics: Conference Series	6. 最初と最後の頁 012035 ~ 012035
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1742-6596/2164/1/012035	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 H. Hayashi, E. Matsuoka, H. Sugawara, T. Sakurai, and H. Ohta	4. 巻 2164
2. 論文標題 Magnetic and transport properties of a new ferromagnetic orthorhombic compound CePtAl ₂	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Physics: Conference Series	6. 最初と最後の頁 012036 ~ 012036
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1742-6596/2164/1/012036	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 K. Onishi, E. Matsuoka, H. Sugawara, T. Sakurai, and H. Ohta	4. 巻 2164
2. 論文標題 Low-temperature physical properties of new orthorhombic compounds RE ₂ Au ₃ Sn ₆ (RE = Ce, La)	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Physics: Conference Series	6. 最初と最後の頁 012037 ~ 012037
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1742-6596/2164/1/012037	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 Y. Nakamura, E. Matsuoka, H. Sugawara, T. Sakurai, and H. Ohta	4. 巻 2164
2. 論文標題 Low-temperature physical properties of new orthorhombic compounds R ₄ Pt ₉ Al ₁₃ (R = Ce, Pr)	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Physics: Conference Series	6. 最初と最後の頁 012038 ~ 012038
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1742-6596/2164/1/012038	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 T. Komoda, E. Matsuoka, H. Sugawara, T. Sakurai, and H. Ohta	4. 巻 2164
2. 論文標題 Low-temperature physical properties of a new orthorhombic compound Ce ₂ Ir ₃ Sb ₄	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Physics: Conference Series	6. 最初と最後の頁 012039 ~ 012039
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1742-6596/2164/1/012039	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 Kubo Tomoya, Sakoda Masahito, Matsuoka Eiichi, Terashima Taichi, Kikugawa Naoki, Uji Shinya, Sugawara Hitoshi	4. 巻 89
2. 論文標題 Magnetoresistance, Hall Effect, and Shubnikov de Haas Effect in Antiferromagnetic Kondo Semimetal CeRu ₂ Al ₁₀	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 114704 ~ 114704
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.89.114704	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 Kaneyoshi Jun, Yoshinaga Takeo, Matsuoka Eiichi, Kotegawa Hisashi, Tou Hideki, Hirose Hishiro T., Terashima Taichi, Uji Shinya, Sugawara Hitoshi	4. 巻 90
2. 論文標題 de Haas van Alphen Effect in Pressure-Induced Superconductor CrAs	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 034712 ~ 034712
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.90.034712	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 -

〔学会発表〕 計18件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 大西昂、松岡英一、菅原仁、櫻井敬博、太田仁
2. 発表標題 六方晶プラストレーション化合物REMGIn (RE = 希土類) の低温物性
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 林英利、松岡英一、菅原仁、櫻井敬博、太田仁
2. 発表標題 ZrNiAl型六方晶化合物RPdPb (R = 希土類) の低温物性
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 中村優介、松岡英一、菅原仁、櫻井敬博、太田仁
2. 発表標題 ZrNiAl型六方晶化合物RAgMg(R = 希土類)の磁性と伝導
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 松岡英一、菅原仁、櫻井敬博、太田仁
2. 発表標題 新しい直方晶化合物CePd ₂ Sn ₃ の低温物性
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 大西昂、松岡英一、菅原仁、櫻井敬博、太田仁
2. 発表標題 六方晶フラストレーション化合物RE ₂ MgIn (RE = 希土類) の低温物性II
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 E. Matsuoka, H. Sugawara, T. Sakurai, H. Ohta
2. 発表標題 Low-Temperature Magnetic and Transport Properties of a New Orthorhombic Compound CePt ₃ Sn ₂
3. 学会等名 29th International Conference on Low Temperature Physics (LT29) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 E. Matsuoka, T. Yoshimoto, H. Sugawara, T. Sakurai, and H. Ohta
2. 発表標題 Low-temperature physical properties of a new cubic compound CeMgZn_2
3. 学会等名 International Conference on Strongly Correlated Electron systems 2020/21 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 H. Hayashi, E. Matsuoka, H. Sugawara, T. Sakurai, and H. Ohta
2. 発表標題 Magnetic and transport properties of a new ferromagnetic orthorhombic compound CePtAl_2
3. 学会等名 International Conference on Strongly Correlated Electron systems 2020/21 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 K. Onishi, E. Matsuoka, H. Sugawara, T. Sakurai, and H. Ohta
2. 発表標題 Low-temperature physical properties of new orthorhombic compounds $\text{RE}_2\text{Au}_3\text{Sn}_6$ (RE = Ce, La)
3. 学会等名 International Conference on Strongly Correlated Electron systems 2020/21 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Y. Nakamura, E. Matsuoka, H. Sugawara, T. Sakurai, and H. Ohta
2. 発表標題 Low-temperature physical properties of new orthorhombic compounds $\text{R}_4\text{Pt}_9\text{Al}_{13}$ (R = Ce, Pr)
3. 学会等名 International Conference on Strongly Correlated Electron systems 2020/21 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T. Komoda, E. Matsuoka, H. Sugawara, T. Sakurai, and H. Ohta
2. 発表標題 Low-temperature physical properties of a new orthorhombic compound $\text{Ce}_2\text{Ir}_3\text{Sb}_4$
3. 学会等名 International Conference on Strongly Correlated Electron systems 2020/21 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松岡英一、菅原仁、櫻井敬博、太田仁
2. 発表標題 新しい直方晶化合物 CePt_3Sn_2 の低温物性
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 林英利、松岡英一、菅原仁、櫻井敬博、太田仁
2. 発表標題 強磁性を示す新しい直方晶化合物 CePtAl_2 の低温物性
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 大西昂、松岡英一、菅原仁、櫻井敬博、太田仁
2. 発表標題 新しい直方晶化合物 $\text{R}_2\text{Au}_3\text{Sn}_6$ (R = Ce, La) の磁性, 伝導及び熱物性
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 中村優介、松岡英一、菅原仁、櫻井敬博、太田仁
2. 発表標題 新しい直方晶化合物 $R_{3}Pt_{4}Sn_{6}$ (R=La, Ce)の磁性と伝導
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 薦田拓也、松岡英一、菅原仁、櫻井敬博、太田仁
2. 発表標題 新しい直方晶化合物 $R_{2}Ir_{3}Sb_{4}$ (R = 希土類) の低温物性
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 松岡英一、吉本多嘉仁、菅原仁、櫻井敬博、太田仁
2. 発表標題 新しい立方晶化合物 $RMgZn_{2}$ (R = 希土類) の低温物性
3. 学会等名 日本物理学会2020年秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中村優介、松岡英一、菅原仁、櫻井敬博、太田仁
2. 発表標題 新しい直方晶化合物 $R_{4}Pt_{9}Al_{13}$ (R=Ce, Pr) の磁氣的、電氣的、および熱的特性
3. 学会等名 日本物理学会2020年秋季大会
4. 発表年 2020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
--	---------------------------	-----------------------	----

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