

令和 5 年 5 月 25 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19H00650

研究課題名(和文) ワイル磁性体における電気磁気応答の発現機構の解明

研究課題名(英文) Experimental study of topological phases in strongly correlated system

研究代表者

中辻 知 (Nakatsuji, Satoru)

東京大学・大学院理学系研究科(理学部)・教授

研究者番号：70362431

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 35,800,000円

研究成果の概要(和文)：カイラル反強磁性体 Mn_3X ($X = Sn, Ge$) におけるワイルフェルミオンの検証を多角的に行い、カイラル異常やプラナーホール効果による磁気輸送特性の解明、薄膜デバイスにおける電流磁化反転の実現、歪みによるピエゾ磁気効果、テラヘルツ光による超高速ダイナミクス解明などの成果が得られた。またハイスループット第一原理計算を用いて物質探索の効率化を行い、その結果ノーダルウェブ半金属 Fe_3X ($X = Ga, Al$)、 $CoMnSb$ など巨大異常ネルンスト効果を示す物質の発見に繋がった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまでのスピントロニクスデバイスは強磁性体が主流であったが、漏れ磁場が小さく高速化のポテンシャルを持つ反強磁性体に期待が高まっている。本研究成果は反強磁性体でありながら強磁性と同等の機能をもつワイル磁性体 Mn_3X ($X = Sn, Ge$) の物性を多角的に明らかにしており、次世代の情報処理デバイスへの大きな一歩となる。さらに安価な鉄系材料での異常ネルンスト効果の発見は熱電応用研究を加速させ、実際に様々な産学連携へと繋がっている。

研究成果の概要(英文)：Our research accomplishments encompassed the following key areas:1.We identified Weyl fermions in the chiral antiferromagnet Mn_3X ($X = Sn, Ge$) via versatile experimental probes and comparison with theoretical calculations. 2.We explored magnetotransport properties due to the chiral anomaly of the Weyl fermions, such as the planar Hall effect and anisotropic magnetoresistance. 3.We succeeded in realizing full current-induced magnetization switching in thin-film devices consisting of Weyl magnet Mn_3Sn .

研究分野：物性物理学

キーワード：ワイル磁性体 トポロジー 異常ホール効果 異常ネルンスト効果

1. 研究開始当初の背景

ベリー曲率は波数空間の仮想磁場として垂直方向の量子伝導を誘起する。例えば、2次元電子系では量子ホール効果として整数(チャーン数)を与え、TKNN公式(Thouless-Kohmoto-Nightingale-den Nijs)として知られる。一方、異常ホール効果はゼロ磁場で発現するホール効果であり、同様のベリー曲率機構による理解が進んでいたものの、19世紀の発見以来、強磁性体でしか観測例がなかった。その中、我々は磁性体 Mn_3Sn を用い、世界で初めて反強磁性状態において巨大異常ホール効果を観測した [S. Nakatsuji *et al.*, Nature (2016)]。その後の研究で、フェルミエネルギー近傍にあるワイル点に由来するベリー曲率が、拡張八極子秩序によりゼロ磁場でも有限に残ることが重要であることを明らかにした [K. Kuroda, T. Tomita, *et al.*, Nature Mater. (2017)]。一方これらの発見を契機に、次世代の情報処理デバイスを目指した反強磁性体スピントロニクスの研究や、フレキシブルな薄膜形状で排熱利用を目指した異常ネルンスト効果を用いた熱電応用研究が盛んに行われるようになった。

2. 研究の目的

上記のような状況の中、 Mn_3X ($X = Sn, Ge$) を始めとする強相関トポロジカル量子相「ワイル磁性体」のさらなる物理的理解と、磁場・電流・光・歪みなどによるその物性制御の重要性が非常に高まっている。そこで本研究では我々が世界に先駆けて開発したワイル反強磁性体 Mn_3X ($X = Sn, Ge$) やワイル強磁性体 Co_2MnGa 等に着目し、電気磁気応答、歪み、光励起、量子相転移、界面効果などを調べるために研究を行った。

3. 研究の方法

(中辻) 物質開発、低温磁気輸送特性、熱輸送・熱電測定、一軸歪み、熱膨張・磁歪、薄膜・デバイス加工、パルス電流による電流誘起磁化反転
(松永) THz 光を用いた光学測定
(是常) ハイスループット第一原理計算による物質探索の効率化、得られた結果の理論的解釈

4. 研究成果

スピン軌道トルクを用いたワイル反強磁性体 Mn_3Sn における磁化反転 (中辻) [Nature **580**, 608 (2020).]

ワイル反強磁性体の巨大なベリー曲率効果は強磁性体と同等のスピントロニクス機能の発現を期待させるものの、実験的な実現例は無かった。そこで、反強磁性体を用いた磁気メモリ実現への第一歩として、スピン軌道トルク磁化反転がワイル反強磁性体 Mn_3Sn においても適用可能かの検証実験を行った。具体的には、ワイル反強磁性体 Mn_3Sn と非磁性金属 Pt や W、Cu との多層膜からなるホール抵抗測定用の素子をシリコン基板上に作製し、外部電流によるホール電圧の変化を室温で測定した。その結果、 Mn_3Sn と Pt もしくは W を積層させた素子において、非磁性金属層に $10^{10-11} A/m^2$ の電流を流すことで Mn_3Sn 層由来のホール電圧が反転可能であることを発見した。本成果は、ノンコリニアな反強磁性秩序を持つ Mn_3Sn における磁気構造の電氣的制御手法を理論的に解明しかつ実験的に初めて可能にした所に大きな意義がある。また今回観測した異常ホール効果の反転は、ワイル点对の反転にも対応しており、ワイル反強磁性状態・ワイル点の電氣的制御に成功したと言い換えることもできる。トポロジカルな電子構造の電氣的制御が必要となる次世代デバイス開発において、極めて重要な発見である。

カイラル反強磁性体 Mn_3X ($X = Sn, Ge$) におけるワイルフェルミオンの検証 (中辻、是常) [Nat. Commun. **12**, 572 (2021).]

本研究ではこれまで報告していた Mn_3X 系の巨大異常ホール効果および異常ネルンスト効果の結果に最新の研究結果を新たに加え、包括的なワイルフェルミオンの物理を確立した。特に、 Mn_3Ge は 0.3 K までカイラル磁気秩序状態を保つため、磁気揺らぎが抑えられた十分低温の領域においてワイルフェルミオンに由来する物理を研究することが可能である。 Mn_3Ge におけるカイラル異常や Mn_3Sn におけるプラナーホール効果等の磁気輸送特性の発見はこれらの物質中でワイルフェルミオンが存在することを示している。

ワイル反強磁性体 Mn_3Sn における室温テラヘルツ異常ホール効果の観測 (松永、中辻) ワイル反強磁性体 Mn_3Sn 薄膜に対するテラヘルツ時間領域分光測定を行った。0.5-1.5 THz 帯の回転角スペクトルを 0.05 mrad 以下の精度で計測できる高感度偏光分解分光系を開発し、テラヘルツ周波数帯における異常 Hall 伝導を室温で観測することに成功した[Nat. Commun. **11**, 909 (2020).]。また、6 THz 以上の広帯域に渡って異常 Hall 伝導度スペクトルを計測し、1 THz 程度の周波数まではほぼ無散逸に Hall 電流が流れることや、1 THz より高周波ではワイル点周りのバンド間遷移によるエネルギー損失が生じることなどを見出した。本成果により、反強磁性秩序を 1 ps 以下の時間スケールで高速に読み出す手法を確立した。

巨大異常ネルンスト効果を示すトポロジカル物質群の発見

(i) ノーダルウェブ半金属 Fe_3X ($X = Ga, Al$)の発見 (中辻、是常) [Nature **581**, 53 (2020).] 下記ハイスループット計算の指針を参考に、またデバイス応用への観点から安価で地球上にも多く存在する鉄系かつ作成も容易な 2 元系材料に着目して物質探索を行った。その結果 Fe_3X ($X = Ga, Al$)が室温で過去最大値に匹敵する巨大異常ネルンスト効果を示すことを発見した。また 100 K の高温から -100 K の低温まで高い性能を維持する。さらに厚さ数十ナノメートルの Fe_3Al, Fe_3Ga の薄膜作製にも成功し、ゼロ磁場で世界最高の異常ネルンスト係数を示すことを示した。第一原理計算との比較から、本研究で発見された巨大な異常ネルンスト効果は、ノーダルウェブというトポロジカルなバンド構造に由来していることが明らかになった。異常ネルンスト効果の増強にはベリー曲率と状態密度を同時に大きくすることが重要であり、ノーダルウェブはまさにそのような条件を満たしている。

(ii) カゴメ格子強磁性体 Fe_3Sn における巨大異常ネルンスト効果 (中辻、是常) 本研究では、キュリー温度 760 K のカゴメ強磁性体 Fe_3Sn において、室温以上で $3 \mu V/K$ を超える巨大異常ネルンスト効果を発見した[Sci. Adv., **8**, eabk1480 (2022).]。第一原理計算による電子状態の解析から、アップスピンとダウンスピンが六方晶系の対称性に従って縮退した特殊な電子状態 (ノーダルプレーン) が発現し、巨大なベリー曲率と異常ネルンスト効果の起源となっていることが明らかとなった。このような機構による異常ネルンスト効果の増大はこれまで報告例がなく、今後の物質探索に新たな指針を与えるものである。

(iii) $CoMnSb$ における横熱電係数の異常な温度スケーリング (中辻) 横熱電係数 α_{yx} はフェルミ準位付近の特異なバンド構造に敏感な物理量であり、強磁性体 Co_2MnGa ではワイル半金属状態が量子リフシツ臨界点近傍にチューニングされていることで $\alpha_{yx} \sim T \ln T$ の異常な温度スケーリングを示すことが報告されている。本研究ではキュリー温度 $T_c \sim 470$ K の強磁性体 $CoMnSb$ においても、この異常な温度スケーリングが見られることを実験的に明らかにした[Phys. Rev. B **104**, L161114 (2021).]。更に第一原理計算によって試料のフェルミ準位のごく近傍にワイル半金属状態が存在することを予測した。この異常な温度スケーリングは、巨大異常ネルンスト効果の起源となる特異なバンド構造のプローブとなることが示唆され、他の物質においてもマクロな輸送測定を用いたトポロジカル状態の発見に繋がることを期待される。

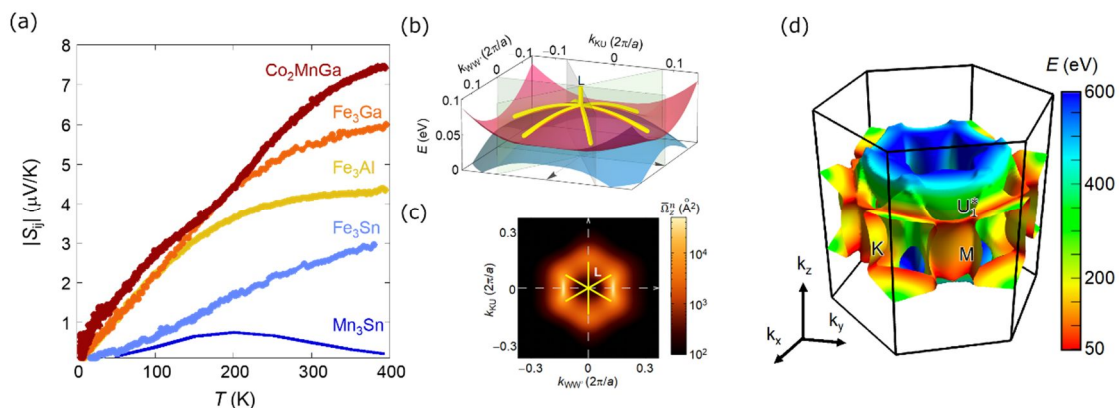


図1 巨大異常ネルンスト効果を示すトポロジカル物質群の発見。(a)異常ネルンスト効果の温度依存性、(b) Fe_3X ($X = Ga, Al$)のノーダルウェブ、(c) Fe_3X ($X = Ga, Al$)のベリー曲率、(d) Fe_3Sn のノーダルプレーン。

ハイスループット第一原理計算を用いた物質探索（是常）[Nature 581, 53 (2020).]
 これまで困難であった2粒子関数を含む、第一原理計算の高速自動化(ハイスループット計算)を可能にする新しいコードを開発し、これを用いて約1400の強磁性体について α_{yx} の計算を行った。その結果上記Fe₃X (X = Ga, Al)を含む巨大異常ネルンスト材料を発見した。

異常ネルンスト効果の増大機構の予測（是常）[Phys. Rev. B 102, 205128 (2020)]
 異常ネルンスト効果の増大機構を明らかにし、効率的な材料探索をおこなうため、ノーダルラインによって作られる状態密度(DOS-NL)を新たに導入し、異常ネルンスト効果の解析をおこなった。ノーダルラインはそれ自体にエネルギーの分散を持つため、第一原理計算によって得られるDOSと同様にDOS-NLはその電子状態に起因したvan Hove特異点を有する。このvan Hove特異点により異常ネルンスト効果の傾向が予測可能であることを理論的に示した。

ピエゾ磁気効果を用いたカイラル反強磁性秩序の制御（中辻、是常）
 外場としては磁場や電場（電流）が一般的であるが、本研究では歪みに着目した。純良なMn₃Sn単結晶試料に引張方向と圧縮方向へ軸性の歪みを高精度、かつ、幅広い範囲で加えることが可能な圧電歪みステージを開発し、歪みによる異常ホール信号の変化を測定した。その結果、Mn₃Snが0.1%程度の非常に小さな歪みでピエゾ磁気効果を示すことを発見した[Nature Phys. 13 (2017) 1085-1090]。ホール信号は大きさのみならず符号まで反転することから、Mn₃Snでは他の磁性体と比べて非常に高効率に歪みにより信号を制御できることが明らかになった。

トポロジカル磁性体の異常ホール効果の超高速ダイナミクス（松永、中辻、是常）
 Mn₃Snの異常ホール効果はベリー曲率による内因性異常ホール効果が主な起源と考えられているが、一般に不純物由来の外因性ホール効果も存在し、どの程度その寄与が重要かはよくわかっていない。本研究ではトポロジカル磁性体Mn₃Snにフェムト秒光パルスを照射しそれによって生じる異常ホール効果の変化を、テラヘルツ波パルスの偏光回転を通して調べる実験を行った。その結果、縦伝導は3%しか変化しないにもかかわらず、ホール伝導は0.5 psほどの時間で40%も変化することが明らかとなった[Phys. Rev. Lett. 130, 126302 (2023).]。この実験結果は、トポロジカルな性質が起源だとするとよく説明できる一方、不純物散乱由来だとすると全く説明できない。すなわち、本研究は光パルスを当てた直後の異常ホール効果を調べることで、その微視的機構を解明する新手法を開拓したものである。また、異常ホール効果は磁性体の磁気情報を電流によって読み出す手段としても重要であるが、本研究成果は磁気記録媒体への情報書き込みおよび読み出しの速度限界を決める機構を明らかにするものとしても注目される。

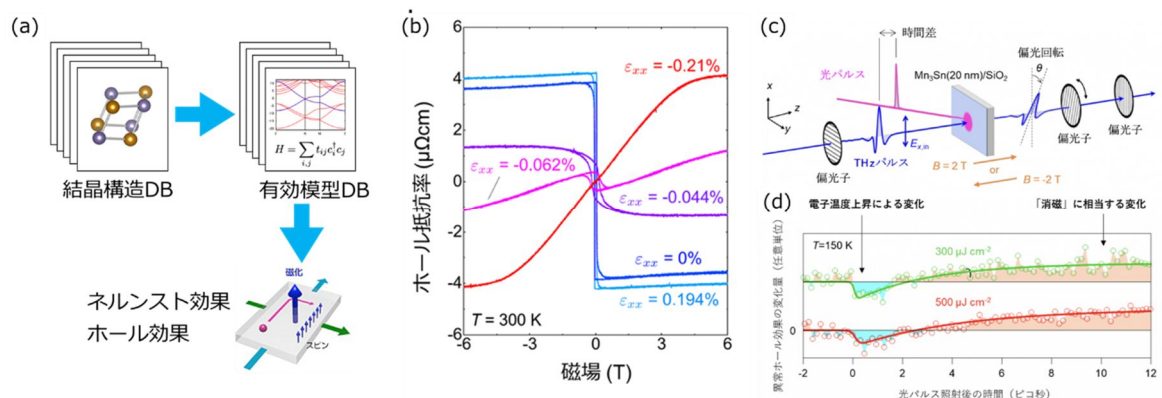


図2 (a) ハイスループット第一原理計算による物質探索の概念図。(b) 様々な一軸歪みの下でのMn₃Snの異常ホール効果の磁場依存性。わずかに0.1%程度の歪みで振る舞いが大きく変わる様子がわかる。(c) テラヘルツ光による実験システムの模式図。光パルスを試料に照射し、時間差をつけてテラヘルツパルスを入射して、その偏光回転角を検出する。(d) 150 Kで計測された異常ホール効果の時間経過。まず温度上昇により異常ホール効果が現象し、その後「消磁」により異常ホール効果が増強する様子がわかる。

反強磁性秩序がつくる垂直二値状態の電氣的スイッチング (中辻) [Nature **607**, 474 (2022).]

本研究では、高品質な Mn_3Sn エピタキシャル薄膜を作製し、エピタキシャル歪みにより膜面垂直方向にのみ自由度を持つ反強磁性秩序 (垂直 2 値状態) を実現した。この Mn_3Sn 層と重金属層との多層膜からなる反転素子を作製し、書き込み電流によるホール電圧の変化を室温で測定した結果、 14 MA/cm^2 程度の書き込み電流によって、素子が出力する信号を 100% 反転可能であることを確認した。数値計算の結果、スピホール効果により生じたスピンのスピンの偏極方向に対して、カイラル反強磁性秩序の回転面 (磁気容易面) を垂直に配置することが、 Mn_3Sn における高効率な情報記憶の鍵であることを明らかにした。本結果は、省電力・信頼性の高い記録技術として磁気メモリで用いられる「垂直磁気記録」が反強磁性体で可能であることを実証した初めての例である。

スピンと軌道の量子もつれの巨視的効果の発見と制御 (中辻) [Nat. Phys. **19**, 92–98 (2023).]

3次元系の磁性体は通常低温で長距離秩序を形成するが、量子もつれを巨視的に観測するためにはそのような秩序を全て抑える必要がある。特にスピンと軌道の両方が揺らいだ状態を作り出すには高い試料の純良性と精密な測定が要求される。本研究では $\text{Pr}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ の純良化に成功し、高精度な超音波、磁歪、熱膨張測定を数十 mK の極低温度まで実施した。その結果、スピンと軌道の量子もつれによるスピン軌道ダイナミクスが量子スピアイス状態を安定化させていることを発見した。この量子スピアイス状態は、高エネルギー物理分野で探索が続いている電気モノポール、磁気モノポールと等価な準粒子が固体の中で安定化しているトポロジカルに新しい状態であり、量子もつれの実験的制御を調べるうえで恰好の舞台となる。

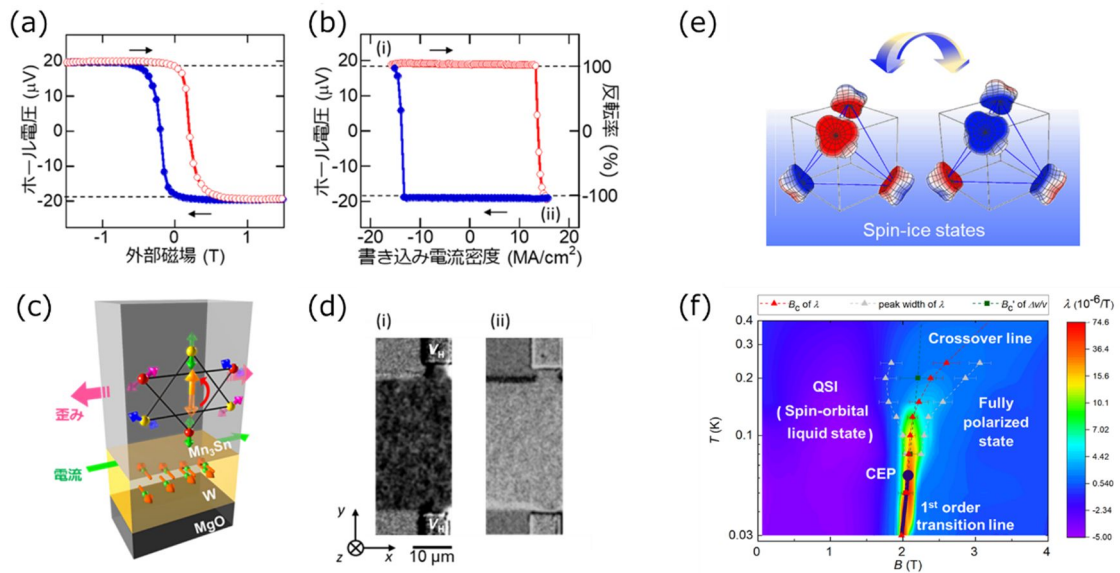


図3 (a) W/ Mn_3Sn 素子におけるホール電圧の面直磁場依存性。(b) 電流によるスイッチング。図(a)の磁場と同等の信号が出ており 100%反転していることがわかる。(c) 電流による拡張磁気八極子モーメント反転の模式図。(d) 図(b) (i), (ii)に対応する状態の磁気光学カー効果顕微鏡像。(e) 量子スピアイス系のスピン軌道液体状態の模式図、(f) $\text{Pr}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ の温度-磁場相図。電気モノポールのボース凝縮であるメタ磁性転移が量子スピアイス系において初めて観測された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計47件（うち査読付論文 47件 / うち国際共著 27件 / うちオープンアクセス 27件）

1. 著者名 Chen Taishi, Tomita Takahiro, Minami Susumu, Fu Mingxuan, Koretsune Takashi, Kitatani Motoharu, Muhammad Ikhlas, Nishio-Hamane Daisuke, Ishii Rieko, Ishii Fumiyuki, Arita Ryotaro, Nakatsuji Satoru	4. 巻 12
2. 論文標題 Anomalous transport due to Weyl fermions in the chiral antiferromagnets Mn ₃ X, X=?Sn, Ge	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 1-14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-020-20838-1	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 Hirschberger Max, Nomura Yusuke, Mitamura Hiroyuki, Miyake Atsushi, Koretsune Takashi, Kaneko Yoshio, Spitz Leonie, Taguchi Yasujiro, Matsuo Akira, Kindo Koichi, Arita Ryotaro, Tokunaga Masashi, Tokura Yoshinori	4. 巻 103
2. 論文標題 Geometrical Hall effect and momentum-space Berry curvature from spin-reversed band pairs	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 L041111 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.103.L041111	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 Minami Susumu, Ishii Fumiyuki, Hirayama Motoaki, Nomoto Takuya, Koretsune Takashi, Arita Ryotaro	4. 巻 102
2. 論文標題 Enhancement of the transverse thermoelectric conductivity originating from stationary points in nodal lines	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 205128 1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.102.205128	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 Okamura Y., Minami S., Kato Y., Fujishiro Y., Kaneko Y., Ikeda J., Muramoto J., Kaneko R., Ueda K., Kocsis V., Kanazawa N., Taguchi Y., Koretsune T., Fujiwara K., Tsukazaki A., Arita R., Tokura Y., Takahashi Y.	4. 巻 11
2. 論文標題 Giant magneto-optical responses in magnetic Weyl semimetal Co ₃ Sn ₂ S ₂	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-020-18470-0	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 Tanaka M., Fujishiro Y., Mogi M., Kaneko Y., Yokosawa T., Kanazawa N., Minami S., Koretsune T., Arita R., Tarucha S., Yamamoto M., Tokura Y.	4. 巻 20
2. 論文標題 Topological Kagome Magnet Co ₃ Sn ₂ S ₂ Thin Flakes with High Electron Mobility and Large Anomalous Hall Effect	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nano Letters	6. 最初と最後の頁 7476 ~ 7481
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.nanolett.0c02962	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 Nomoto Takuya, Koretsune Takashi, Arita Ryotaro	4. 巻 125
2. 論文標題 Formation Mechanism of the Helical Q Structure in Gd-Based Skyrmion Materials	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 117204 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.125.117204	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 Nomoto Takuya, Koretsune Takashi, Arita Ryotaro	4. 巻 102
2. 論文標題 Local force method for the ab initio tight-binding model: Effect of spin-dependent hopping on exchange interactions	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 014444 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.102.014444	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 Kurita Kensuke, Koretsune Takashi	4. 巻 102
2. 論文標題 Systematic first-principles study of the on-site spin-orbit coupling in crystals	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 045109 1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.102.045109	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 Sakai Akito, Minami Susumu, Koretsune Takashi, Chen Taishi, Higo Tomoya, Wang Yangming, Nomoto Takuya, Hirayama Motoaki, Miwa Shinji, Nishio-Hamane Daisuke, Ishii Fumiyuki, Arita Ryotaro, Nakatsuji Satoru	4. 巻 581
2. 論文標題 Iron-based binary ferromagnets for transverse thermoelectric conversion	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nature	6. 最初と最後の頁 53 ~ 57
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41586-020-2230-z	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 Tsai Hanshen, Higo Tomoya, Kondou Kouta, Sakamoto Shoya, Kobayashi Ayuko, Matsuo Takumi, Miwa Shinji, Otani Yoshichika, Nakatsuji Satoru	4. 巻 N/A
2. 論文標題 Large Hall Signal due to Electrical Switching of an Antiferromagnetic Weyl Semimetal State	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Small Science	6. 最初と最後の頁 2000025 ~ 2000025
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/smssc.202000025	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 Miwa Shinji, Iihama Satoshi, Nomoto Takuya, Tomita Takahiro, Higo Tomoya, Ikhlas Muhammad, Sakamoto Shoya, Otani YoshiChika, Mizukami Shigemi, Arita Ryotaro, Nakatsuji Satoru	4. 巻 N/A
2. 論文標題 Giant Effective Damping of Octupole Oscillation in an Antiferromagnetic Weyl Semimetal	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Small Science	6. 最初と最後の頁 2000062 ~ 2000062
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/smssc.202000062	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 Sakamoto Shoya, Higo Tomoya, Tamaru Shingo, Kubota Hitoshi, Yakushiji Kay, Nakatsuji Satoru, Miwa Shinji	4. 巻 103
2. 論文標題 Low Gilbert damping in epitaxial thin films of the nodal-line semimetal D03?Fe3Ga	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 165122-1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.103.165122	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 Higo Tomoya, Li Yufan, Kondou Kouta, Qu Danru, Ikhlas Muhammad, Uesugi Ryota, Nishio Hamane Daisuke, Chien C. L., Otani YoshiChika, Nakatsuji Satoru	4. 巻 31
2. 論文標題 Omnidirectional Control of Large Electrical Output in a Topological Antiferromagnet	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Advanced Functional Materials	6. 最初と最後の頁 2008971 ~ 2008971
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adfm.202008971	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 Yuanyuan Xu, Huiyuan Man, Nan Tang, Santu Baidya, Hongbin Zhang, Satoru Nakatsuji, David Vanderbilt, Natalia Drichko	4. 巻 n/a
2. 論文標題 Importance of dynamic lattice effects for crystal field excitations in quantum spin ice candidate Pr ₂ Zr ₂ O ₇	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 arXiv:2102.07808 [cond-mat.str-el]	6. 最初と最後の頁 1-6
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 Tsai Hanshen, Higo Tomoya, Kondou Kouta, Kobayashi Ayuko, Nakano Takafumi, Yakushiji Kay, Miwa Shinji, Otani Yoshichika, Nakatsuji Satoru	4. 巻 11
2. 論文標題 Spin-orbit torque switching of the antiferromagnetic state in polycrystalline Mn ₃ Sn/Cu/heavy metal heterostructures	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 AIP Advances	6. 最初と最後の頁 045110 ~ 045110
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/9.0000229	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 Ikhlas Muhammad, Shirer Kent R., Yang Po-Ya, Mackenzie Andrew P., Nakatsuji Satoru, Hicks Clifford W.	4. 巻 117
2. 論文標題 A tunable stress dilatometer and measurement of the thermal expansion under uniaxial stress of Mn ₃ Sn	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 233502 ~ 233502
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0029198	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 Reiss Pascal, Baglo Jordan, Tan Hong'En, Chen Xiaoye, Friedemann Sven, Kuga Kentaro, Grosche F. Malte, Nakatsuji Satoru, Sutherland Michael	4. 巻 102
2. 論文標題 Strong in-plane anisotropy in the electronic structure of fixed-valence -LuAlB ₄	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 081102-1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.102.081102	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 Chen Y., Gaudet J., Dasgupta S., Marcus G. G., Lin J., Chen T., Tomita T., Ikhlas M., Zhao Y., Chen W. C., Stone M. B., Tchernyshyov O., Nakatsuji S., Broholm C.	4. 巻 102
2. 論文標題 Antichiral spin order, its soft modes, and their hybridization with phonons in the topological semimetal Mn ₃ Ge	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 054403-1-15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.102.054403	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 Zhang Songtian Sonia, Yin Jia-Xin, Ikhlas Muhammad, Tien Hung-Ju, Wang Rui, Shumiya Nana, Chang Guoqing, Tsirkin Stepan?S., Shi Youguo, Yi Changjiang, Guguchia Zurab, Li Hang, Wang Wenhong, Chang Tay-Rong, Wang Ziqiang, Yang Yi-feng, Neupert Titus, Nakatsuji Satoru, Hasan M. Zahid	4. 巻 125
2. 論文標題 Many-Body Resonance in a Correlated Topological Kagome Antiferromagnet	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 046401-1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.125.046401	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 Wang K., Xu B., Rischau C. W., Bachar N., Michon B., Teyssier J., Qiu Y., Ohtsuki T., Cheng Bing, Armitage N. P., Nakatsuji S., Marel D. van der	4. 巻 16
2. 論文標題 Unconventional free charge in the correlated semimetal Nd ₂ Ir ₂₀ 7	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nature Physics	6. 最初と最後の頁 1194 ~ 1198
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41567-020-0955-0	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 Xu Liangcai, Li Xiaokang, Ding Linchao, Chen Taishi, Sakai Akito, Fauqu? Beno?t, Nakatsuji Satoru, Zhu Zengwei, Behnia Kamran	4. 巻 101
2. 論文標題 Anomalous transverse response of Co2MnGa and universality of the room-temperature ρ_{xx}/ρ_{yy} ratio across topological magnets	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 180404-1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.101.180404	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 Tsai Hanshen, Higo Tomoya, Kondou Kouta, Nomoto Takuya, Sakai Akito, Kobayashi Ayuko, Nakano Takafumi, Yakushiji Kay, Arita Ryotaro, Miwa Shinji, Otani Yoshichika, Nakatsuji Satoru	4. 巻 580
2. 論文標題 Electrical manipulation of a topological antiferromagnetic state	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nature	6. 最初と最後の頁 608 ~ 613
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41586-020-2211-2	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 Kittaka Shunichiro, Taniguchi Takanori, Hattori Kazumasa, Nakamura Shota, Sakakibara Toshiro, Takigawa Masashi, Tsujimoto Masaki, Sakai Akito, Matsumoto Yosuke, Nakatsuji Satoru	4. 巻 89
2. 論文標題 Field-Orientation Effect on Ferro-Quadrupole Order in PrTi2Al2O	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 043701 ~ 043701
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.89.043701	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 1.Mingxing Wu, Hironari Isshiki, Taishi Chen, Tomoya Higo, Satoru Nakatsuji, and YoshiChika Otani	4. 巻 115
2. 論文標題 Magneto-optical Kerr effect in a non-collinear antiferromagnet Mn3Ge	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Appl. Phys. Lett.	6. 最初と最後の頁 132408/1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5143959	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 Ohtsuki Takumi, Tian Zhaoming, Halim Mario, Nakatsuji Satoru, Lippmaa Mikk	4. 巻 127
2. 論文標題 Growth of Pr ₂ Ir ₂ O ₇ thin films using solid phase epitaxy	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 035303 ~ 035303
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5128537	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 Kobayashi A., Higo T., Nakatsuji S., Otani YoshiChika	4. 巻 10
2. 論文標題 Structural and magnetic properties of Mn ₃ Ge films with Pt and Ru seed layers	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 AIP Advances	6. 最初と最後の頁 015225 ~ 015225
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5130522	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 Matsuda Takuya, Kanda Natsuki, Higo Tomoya, Armitage N. P., Nakatsuji Satoru, Matsunaga Ryusuke	4. 巻 11
2. 論文標題 Room-temperature terahertz anomalous Hall effect in Weyl antiferromagnet Mn ₃ Sn thin films	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 909/1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-020-14690-6	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 Fu Mingxuan, Sakai Akito, Sogabe Naoki, Tsujimoto Masaki, Matsumoto Yosuke, Nakatsuji Satoru	4. 巻 89
2. 論文標題 Unveiling Quadrupolar Kondo Effect in the Heavy Fermion Superconductor PrV ₂ Al ₂ O	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 013704 ~ 013704
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.89.013704	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 Narita Hideki, Higo Tomoya, Ikhlas Muhammad, Nakatsuji Satoru, Otani YoshiChika	4. 巻 116
2. 論文標題 Effect of sample size on anomalous Nernst effect in chiral antiferromagnetic Mn ₃ Sn devices	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 072404 ~ 072404
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5126615	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 Tang Nan, Sakai Akito, Kimura Kenta, Nakamura Shota, Fu Mingxuan, Matsumoto Yosuke, Sakakibara Toshiro, Nakatsuji Satoru	4. 巻 30
2. 論文標題 Magnetization and Thermal Expansion Properties of Quantum Spin Ice Candidate Pr ₂ Zr ₂ O ₇	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 JPS Conf. Proc	6. 最初と最後の頁 011090/1-6,
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JSPC.30.011090	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 Patri Adarsh S., Sakai Akito, Lee SungBin, Paramakanti Arun, Nakatsuji Satoru, Kim Yong Baek	4. 巻 10
2. 論文標題 Unveiling hidden multipolar orders with magnetostriction	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 4092/1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-019-11913-3	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 Tomita Takahiro, Ikhlas Muhammad, Nakatsuji Satoru	4. 巻 30
2. 論文標題 Large Nernst Effect and Thermodynamics Properties in Weyl Antiferromagnet	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 JPS Conf. Proc.	6. 最初と最後の頁 011009/1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JSPC.30.011009	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 Ohtsuki Takumi, Tian Zhaoming, Endo Akira, Halim Mario, Katsumoto Shingo, Kohama Yoshimitsu, Kindo Koichi, Lippmaa Mikk, Nakatsuji Satoru	4. 巻 30
2. 論文標題 Extracting the Chiral Contribution to the Negative Longitudinal Magnetoresistance in Epitaxial Pr ₂ Ir ₂ O ₇ Thin Films	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 JPS. Conf. Proc.	6. 最初と最後の頁 011181/1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSCP.30.011181	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 Nakamura Hiroto, Akbar Mochammad Yan Pandu, Tomita Takahiro, Nugroho Agustinus Agung, Nakatsuji Satoru	4. 巻 29
2. 論文標題 Crystal Structure and Magnetic Properties of the Ferromagnet CoMnSb	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 JPS Conference Proceedings	6. 最初と最後の頁 013004/1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSCP.29.013004	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 Taniguchi Takanori, Hattori Kazumasa, Yoshida Makoto, Takeda Hikaru, Nakamura Shota, Sakakibara Toshiro, Tsujimoto Masaki, Sakai Akito, Matsumoto Yosuke, Nakatsuji Satoru, Takigawa Masashi	4. 巻 88
2. 論文標題 Field-Induced Switching of Ferro-Quadrupole Order Parameter in PrTi ₂ Al ₂₀	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 084707 ~ 084707
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.88.084707	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 Kuga Kentaro, Kanai Yuina, Fujiwara Hidenori, Yamagami Kohei, Hamamoto Satoru, Aoyama Yuichi, Sekiyama Akira, Higashiya Atsushi, Kadono Toshiharu, Imada Shin, Yamasaki Atsushi, Tamasaku Kenji, Yabashi Makina, Ishikawa Tetsuya, Nakatsuji Satoru, Kiss Takayuki	4. 巻 238
2. 論文標題 Linear polarization-dependent core-level photoemission spectroscopy in Yb-based valence fluctuating system	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena	6. 最初と最後の頁 146889 ~ 146889
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.elspec.2019.08.004	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 Kuga Kentaro, Kanai Yuina, Fujiwara Hidenori, Yamagami Kohei, Hamamoto Satoru, Aoyama Yuichi, Sekiyama Akira, Higashiya Atsushi, Kadono Toshiharu, Imada Shin, Yamasaki Atsushi, Tanaka Arata, Tamasaku Kenji, Yabashi Makina, Ishikawa Tetsuya, Nakatsuji Satoru, Kiss Takayuki	4. 巻 123
2. 論文標題 Effect of Anisotropic Hybridization in YbAlB ₄ Probed by Linear Dichroism in Core-Level Hard X-Ray Photoemission Spectroscopy	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 036404/1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.123.036404	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 Yang Hung-Hsiang, Lee Chi-Cheng, Yoshida Yasuo, Ikhlas Muhammad, Tomita Takahiro, Nugroho Agustinus, Ozaki Taisuke, Nakatsuji Satoru, Hasegawa Yukio	4. 巻 9
2. 論文標題 Scanning tunneling microscopy on cleaved Mn ₃ Sn(0001) surface	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 9677/1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-45958-7	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 Shimura Yasuyuki, Zhang Qiu, Zeng Bin, Rhodes Daniel, Schonemann Rico, Tsujimoto Masaki, Matsumoto Yosuke, Sakai Akito, Sakakibara Toshiro, Araki Koji, Zheng Wenkai, Zhou Qiong, Balicas Luis, Nakatsuji Satoru	4. 巻 122
2. 論文標題 Giant Anisotropic Magnetoresistance due to Purely Orbital Rearrangement in the Quadrupolar Heavy Fermion Superconductor PrV ₂ Al ₂ O	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 256601/1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.122.256601	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 Ohtsuki Takumi, Tian Zhaoming, Endo Akira, Halim Mario, Katsumoto Shingo, Kohama Yoshimitsu, Kindo Koichi, Lippmaa Mikk, Nakatsuji Satoru	4. 巻 116
2. 論文標題 Strain-induced spontaneous Hall effect in an epitaxial thin film of a Luttinger semimetal	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Sciences	6. 最初と最後の頁 8803 ~ 8808
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.1819489116	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 Kimata Motoi, Chen Hua, Kondou Kouta, Sugimoto Satoshi, Muduli Prasanta K., Ikhlas Muhammad, Omori Yasutomo, Tomita Takahiro, MacDonald Allan. H., Nakatsuji Satoru, Otani Yoshichika	4. 巻 565
2. 論文標題 Magnetic and magnetic inverse spin Hall effects in a non-collinear antiferromagnet	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature	6. 最初と最後の頁 627 ~ 630
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41586-018-0853-0	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 Muduli P. K., Higo T., Nishikawa T., Qu D., Isshiki H., Kondou K., Nishio-Hamane D., Nakatsuji S., Otani YoshiChika	4. 巻 99
2. 論文標題 Evaluation of spin diffusion length and spin Hall angle of the antiferromagnetic Weyl semimetal Mn3Sn	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 184425/1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.99.184425	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 Cheng Bing, Wang Youcheng, Barbalas D., Higo Tomoya, Nakatsuji S., Armitage N. P.	4. 巻 115
2. 論文標題 Terahertz conductivity of the magnetic Weyl semimetal Mn3Sn films	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 012405 ~ 012405
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5093414	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 Mizuguchi Masaki, Nakatsuji Satoru	4. 巻 20
2. 論文標題 Energy-harvesting materials based on the anomalous Nernst effect	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Science and Technology of Advanced Materials	6. 最初と最後の頁 262 ~ 275
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/14686996.2019.1585143	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 Okuyama Daisuke, Tsujimoto Masaki, Sagayama Hajime, Shimura Yasuyuki, Sakai Akito, Magata Atsushi, Nakatsuji Satoru, Sato Taku J	4. 巻 88
2. 論文標題 Crystal Structure in Quadrupolar Kondo Candidate PrTr ₂ Al ₂₀ (Tr = Ti and V)	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 015001 ~ 015001
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.88.015001	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 Murakami Taito, Nambu Yusuke, Koretsune Takashi, Xiangyu Gu, Yamamoto Takafumi, Brown Craig M., Kageyama Hiroshi	4. 巻 100
2. 論文標題 Realization of interlayer ferromagnetic interaction in MnSb ₂ Te ₄ toward the magnetic Weyl semimetal state	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 195103/1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.100.195103	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 G. Pizzi, V. Vitale, R. Arita, S. Blugel, F. Freimuth, G. Geranton, M. Gibertini, D. Gresch, C. Johnson, T. Koretsune., etc	4. 巻 32
2. 論文標題 Wannier90 as a community code: new features and applications	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Physics: Condensed Matter	6. 最初と最後の頁 165902/1-25
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-648X/ab51ff	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

〔学会発表〕 計81件 (うち招待講演 58件 / うち国際学会 58件)

1. 発表者名 是常隆
2. 発表標題 第一原理計算に基づく磁性体物質探索
3. 学会等名 物性研究所短期研究会 「量子多体計算と第一原理計算の新展開」 FQCS2020 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 是常隆
2. 発表標題 強磁性タイトバインディング模型の自動生成を活用した磁気熱電物質の探索
3. 学会等名 第30回日本MRS年次大会(MRS-J) (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中辻知
2. 発表標題 トポロジジーが可能にする磁性体の革新的電子機能
3. 学会等名 東京大学国際オープンイノベーションシンポジウム(2021年3月15日オンラインLIVE開催) Society5.0を加速するトポロジカル磁性体が発現する新奇な物理とスマートデバイス(招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中辻知
2. 発表標題 トポロジカル磁性体の現状と将来
3. 学会等名 日東電工にて招待講演(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中辻知
2. 発表標題 Electrical manipulation of a Weyl semimetallic state
3. 学会等名 APS March Meeting 2021 Online(招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中辻知
2. 発表標題 Electrical manipulation of an antiferromagnetic Weyl semimetal,
3. 学会等名 CIFAR Quantum Materials Program Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中辻知
2. 発表標題 Electrical manipulation of an antiferromagnetic Weyl semimetal state
3. 学会等名 5th CEMS Topical Meeting Online focused on Correlated Topological Semimetals and Insulators (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中辻知
2. 発表標題 量子効果で実現した巨大磁気熱電効果
3. 学会等名 2020年度日本冷凍空調学会 年次大会 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 上杉良太
2. 発表標題 ワイル強磁性体Co ₂ MnGa 薄膜の面内/面直熱流下での異常ネルンスト効果 Anomalous Nernst effect under in- and out-of-plane heat flux in the Weyl ferromagnet Co ₂ MnGa thin films
3. 学会等名 第81回応用物理学会 秋季学術講演会 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yangming Wang
2. 発表標題 Topologically enhanced anomalous Nernst effect in Fe ₃ Ga _{1-x} Al _x and Fe ₃ Al _{1-x} Si _x
3. 学会等名 The 81st Japan Society of Applied Physics Autumn Meeting (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Mayukh Kumar Ray
2. 発表標題 Room temperature large anomalous Nernst effect in ferromagnetic Fe ₃ Ge
3. 学会等名 The 81st Japan Society of Applied Physics Autumn Meeting (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 酒井明人, 見波将, 是常隆, Taishi Chen, 肥後友也, Yangming Wang, 野本拓也, 平山元昭, 三輪真嗣, 浜根大輔, 石井史之, 有田亮太郎, 中辻知
2. 発表標題 Fe ₃ X (X = Ga, Al) における室温巨大異常ネルンスト効果
3. 学会等名 日本物理学会 2020年秋季大会 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 見波 将
2. 発表標題 Fe ₃ X(X=Ga, Al)における異常ネルンスト効果の第一原理計算
3. 学会等名 日本物理学会 2020年秋季大会 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tsai Hanshen
2. 発表標題 Spin-orbit torque switching in a topological antiferromagnet Mn ₃ Sn at room temperature
3. 学会等名 The 81st Japan Society of Applied Physics Autumn Meeting (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 肥後友也
2. 発表標題 Large spontaneous response and its manipulation in non-collinear and non-coplanar antiferromagnets
3. 学会等名 The Physical Society of Japan 2020 Autumn Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Cong Wang
2. 発表標題 Synthesis and characterization of the canted antiferromagnetic
3. 学会等名 Wang Cong (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hirotō Nakamura
2. 発表標題 Investigation of topological state from thermal transport phenomena and first-principles calculation in CoMnSb
3. 学会等名 Hirotō Nakamura (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 nan Tang
2. 発表標題 Metamagnetism and multipole degrees of freedom of quantum spin ice Pr ₂ Zr ₂ O ₇
3. 学会等名 The Physical Society of Japan 2020 Autumn meeting (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tomoya Higo
2. 発表標題 Electrical manipulation of an anomalous Hall effect in the Weyl antiferromagnet Mn ₃ Sn
3. 学会等名 The 81st JSAP Autumn Meeting 2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takachika Isomae
2. 発表標題 The study of switching of the multipolar order parameters in PrTi ₂ Al ₁₀ investigated by electric transport measurements under the magnetic field
3. 学会等名 Isomae Takachika (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Zili Feng
2. 発表標題 Anomalous Nernst Effect in Doped Fe ₃ Ga
3. 学会等名 Zili Feng (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Muhammad Ikhlas
2. 発表標題 Measurement of the thermal expansion of non-collinear antiferromagnet Mn ₃ Sn under uniaxial stress using a new stress-dilatometer
3. 学会等名 JPS Autumn Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Mingxuan Fu
2. 発表標題 Evidence for the quadrupolar Kondo effect in the heavy fermion superconductor PrV ₂ Al ₁₀
3. 学会等名 The Physical Society of Japan 2020 Autumn meeting (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tomoya Higo
2. 発表標題 Large time-reversal-odd responses in the Weyl antiferromagnet Mn ₃ Sn bulk & thin film
3. 学会等名 The Magnetic Society of Japan, 76th Technical Meeting for Spintronics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Nan Tang
2. 発表標題 Multipolar Degree of Freedom and Metamagnetism of the Quantum Spin Ice Candidate Pr ₂ Zr ₂ O ₇
3. 学会等名 Magnetism and magnetic materials (MMM 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 酒井 明人
2. 発表標題 Giant Anomalous Nernst Effect in Topological Magnets
3. 学会等名 MMM2020 Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Nan Tang
2. 発表標題 Low temperature magnetic and elastic properties of quantum spin ice candidate Pr ₂ Zr ₂ O ₇
3. 学会等名 The Physical Society of Japan 2021 Annual meeting (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 肥後友也
2. 発表標題 トポロジックが可能にする磁性体の革新的電子機能
3. 学会等名 東京大学国際 オープンイノベーションシンポジウム (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 肥後友也
2. 発表標題 Large magneto-optical effect in the topological chiral antiferromagnet Mn ₃ Sn
3. 学会等名 APS March Meeting 2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 肥後 友也, 酒井 明人, 三輪 真嗣, 中辻 知
2. 発表標題 D03-Fe3X(X= Ga, Al) 薄膜における 巨大な異常ネルンスト効果
3. 学会等名 第68回 応用物理学会春季学術講演会 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Mingxuan Fu
2. 発表標題 Non-Fermi Liquid Phenomena and Novel Quantum Criticality in the Multipolar Kondo System PrV2Al2O
3. 学会等名 APS March Meeting 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 酒井明人
2. 発表標題 Giant Anomalous Nernst Effect in Nodal Web Ferromagnets Fe3X (X = Ga, Al)
3. 学会等名 APS March Meeting 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ryusuke Matsunaga, Natsuki Kanda, and Takuya Matsuda
2. 発表標題 Efficient terahertz frequency conversion in a Dirac semimetal Cd3As2 and terahertz anomalous Hall effect in a Weyl antiferromagnet Mn3Sn
3. 学会等名 The 44th Annual Conference on MAGNETICS in Japan, Symposium "Electromagnetic responses in wideband from GHz to visible light region (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松永隆佑, 神田夏輝, 松田拓也
2. 発表標題 ワイル反強磁性体Mn3Snの室温テラヘルツ異常ホール効果
3. 学会等名 日本磁気学会第229回研究会「テラヘルツ領域におけるスピントロニクス研究の現状と展望」(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ryusuke Matsunaga, Natsuki Kanda, and Takuya Matsuda
2. 発表標題 Terahertz spectroscopy for dynamics in Dirac and Weyl semimetals toward high-speed electronics and spintronics
3. 学会等名 JSAP-OSA Joint Symposia (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takuya Matsuda, Natsuki Kanda, Tomoya Higo, N. P. Armitage, Satoru Nakatsuji, and Ryusuke Matsunaga
2. 発表標題 Room-temperature large terahertz anomalous Hall effect in Weyl antiferromagnet Mn3Sn thin film
3. 学会等名 CLEO 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中辻知
2. 発表標題 トポロジカル磁性体を用いた新しいスピントロニクスと熱電応用
3. 学会等名 BC/ERM合同委員会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Higo Tomoya
2. 発表標題 Large spontaneous responses induced by ferroic order of cluster magnetic octupoles in Mn ₃ Sn
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 Sakai Akito
2. 発表標題 Giant anomalous Nernst effect at room temperature in the Weyl ferromagnet Co ₂ MnGa
3. 学会等名 The 2nd Workshop on Spin-orbit Coupled Topological States (SOCTS 2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Higo Tomoya
2. 発表標題 Large time-reversal-odd responses in the Weyl antiferromagnet Mn ₃ Sn bulk & thin film for antiferromagnetic spintronics
3. 学会等名 Topological Phases and Functionality of Correlated Electron Systems (TPFC) 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nakatsuji Satoru
2. 発表標題 Topological Weyl Magnets and Room Temperature Functions
3. 学会等名 RIKEN CEMS Colloquium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中辻知
2. 発表標題 反強磁性体の室温トポロジカル機能性とその多極子制御
3. 学会等名 神楽坂凝縮系理論勉強会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tang Nan
2. 発表標題 Metamagnetism, Criticality, and Dynamics of Quantum Spin Ice Material Pr ₂ Zr ₂ O ₇
3. 学会等名 American Physical Society March Meeting 2019（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中辻知
2. 発表標題 磁性材料を用いた革新的熱電変換技術とその熱電モジュール・熱流センサー応用
3. 学会等名 JST戦略的創造研究推進事業 新技術説明会 ～製造技術・情報・材料～（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 酒井明人
2. 発表標題 ワイル強磁性体 Co ₂ MnGa における室温巨大異常ネルンスト効果
3. 学会等名 日本物理学会 第74回年次大会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 酒井明人
2. 発表標題 量子臨界点近傍における新しい物性開拓
3. 学会等名 日本物理学会 第74回年次大会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nakatsuji Satoru
2. 発表標題 Overview: Topological Magnetic Semimetal
3. 学会等名 EFRC Workshop "Institute for Quantum Matter (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nakatsuji Satoru
2. 発表標題 Topological Weyl Magnets and Room Temperature Functions
3. 学会等名 Colloquium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nakatsuji Satoru
2. 発表標題 Quantum Metamagnetic Transition in a Spin Ice System
3. 学会等名 International Workshop on Constrained Many-body Dynamics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中辻知
2. 発表標題 ワイル粒子物理学：巨大ベリー曲率と室温トポロジカル物性
3. 学会等名 東京大学 理学部一号館 物理学教室コロキウム（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tomita Takahiro
2. 発表標題 Topological Phenomena in Magnetic Weyl Metal
3. 学会等名 J-physics地域研究会-本郷-（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 酒井明人
2. 発表標題 四極子近藤格子系 PrTr ₂ Al ₂₀ (Tr = Ti, V)における多極子秩序、非フェルミ液体、超伝導
3. 学会等名 J-physics地域研究会-本郷-（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Higo Tomoya
2. 発表標題 Large Time-Reversal-Odd Responses in the Weyl Antiferromagnet Mn ₃ Sn for Antiferromagnetic Spintronics
3. 学会等名 11th International Conference on Magnetic and Superconducting Materials（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Higo Tomoya
2. 発表標題 Large spontaneous responses induced by ferroic order of cluster magnetic octupoles in Mn ₃ Sn
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 Sakai Akito
2. 発表標題 Giant anomalous Nernst effect at room temperature in the Weyl ferromagnet Co ₂ MnGa
3. 学会等名 The 2nd Workshop on Spin-orbit Coupled Topological States (SOCTS 2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中辻知
2. 発表標題 ワイル粒子物理学：巨大ベリー曲率と室温トポロジカル物性
3. 学会等名 物理学教室コロキウム (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nakatsuji Satoru
2. 発表標題 Quantum Metamagnetic Transition in a Spin Ice Systems Spin-Orbital-Liquid
3. 学会等名 CAQMP2019 "Computational Approaches to Quantum Many-body Problems" (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nakatsuji Satoru
2. 発表標題 Topological Spintronics using Weyl Antiferromagnets
3. 学会等名 UBC-UTokyo workshop "Quantum Materials from Frequency to Time Domain" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中辻知
2. 発表標題 Topological Spintronics using Weyl Antiferromagnets
3. 学会等名 第43回日本磁気学会学術講演会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tang Nan
2. 発表標題 Metamagnetism, criticality and dynamics of quantum spin ice Pr ₂ Zr ₂ O ₇
3. 学会等名 International Conference on Strongly Correlated Electron System 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tomita Takahiro
2. 発表標題 Topological Responses in Magnetic Weyl Metals
3. 学会等名 International Conference on Strongly Correlated Electron System 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nakatsuji Satoru
2. 発表標題 Multipole control of electric and magnetic responses in Weyl magnets
3. 学会等名 International Conference on Strongly Correlated Electron System 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nakatsuji Satoru
2. 発表標題 Large Spintronic Responses in Weyl Antiferromagnets
3. 学会等名 SPICE workshop on "Antiferromagnetic Spintronics: from topology to neuromorphic computing" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nakatsuji Satoru
2. 発表標題 Topological Spintronics using Frustrated Magnets
3. 学会等名 Dresden High Magnetic Field Laboratory Colloquium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nakatsuji Satoru
2. 発表標題 Novel topological phases in frustrated magnets
3. 学会等名 Symposium on Unconventional Superconductivity and Spin Liquids 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nakatsuji Satoru
2. 発表標題 Strange Metal Phase Due to Multipolar Dynamics
3. 学会等名 CIFAR workshop CIFAR;Quantum Materials Program Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nakatsuji Satoru
2. 発表標題 Novel Spintronic Functions in Topological Frustrated Magnets Mn ₃ X
3. 学会等名 The 19th Japan-Korea-Taiwan Symposium on Strongly Correlated Electron Systems (JKT19) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Higo Tomoya
2. 発表標題 Large room temperature spontaneous responses in the Weyl antiferromagnet Mn ₃ Sn
3. 学会等名 CSRN-Tokyo Workshop 2019 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Higo Tomoya
2. 発表標題 Large time-reversal-odd responses in the topological antiferromagnet Mn ₃ Sn
3. 学会等名 Materials Research Meeting 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中辻知
2. 発表標題 磁性体におけるワイル粒子の巨大応答とその制御に向けて
3. 学会等名 第32回QCD Club (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 肥後友也
2. 発表標題 ノンコリニア反強磁性体 Mn_3Sn におけるクラスター磁気八極子由来の室温巨大応答
3. 学会等名 J-Physics領域全体会議 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Sakai Akito
2. 発表標題 Novel quantum phases in non-Kramers systems
3. 学会等名 CCES regular seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Nakatsuji Satoru
2. 発表標題 Weyl Fermions and Topological Spintronics
3. 学会等名 Colorado State University colloquium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Higo Tomoya
2. 発表標題 Large magneto-optical Kerr effect in the non-collinear AF metal Mn ₃ Sn
3. 学会等名 APS March Meeting 2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 肥後友也
2. 発表標題 非共線・非共面スピン構造を持つ反強磁性体における新奇機能物性の開拓
3. 学会等名 日本物理学会 第75回年次大会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Nakatsuji Satoru
2. 発表標題 Multipole control of electric and magnetic responses in magnetic Weyl metals
3. 学会等名 APS March Meeting 2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Uessugi Ryota
2. 発表標題 Phase dependence of anomalous Nernst effect in full-Heusler alloy Co ₂ MnGa (13a-D511-7)
3. 学会等名 The 67th JSAP spring meeting 2020 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Muhammad Ikhlas
2. 発表標題 Magnetic Phase Diagram of Non-Collinear Weyl antiferromagnet $Mn_{3+x}Sn_{1-x}$
3. 学会等名 APS March Meeting 2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松田拓也, 神田夏輝, 肥後友也, N. Peter Armitage, 中辻知, 松永隆佑
2. 発表標題 ワイル反強磁性体 Mn_3Sn 薄膜の室温テラヘルツ巨大異常ホール伝導
3. 学会等名 第80回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松田拓也, 神田夏輝, 肥後友也, 是常隆, 中辻知, 松永隆佑
2. 発表標題 ワイル反強磁性体 Mn_3Sn における異常ホール効果の光励起ダイナミクス
3. 学会等名 第67回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takashi Koretsune
2. 発表標題 Systematic generation of tight-binding Hamiltonians for ferromagnets and its application
3. 学会等名 MRM2019
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計3件

産業財産権の名称 熱電変換素子及び熱電変換装置	発明者 中辻 知, 酒井 明人, 肥後 友也	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2020/018010	出願年 2020年	国内・外国の別 外国
産業財産権の名称 スピントロニクス素子及び磁気メモリ装置	発明者 中辻 知, 大谷 義近	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2020/005901	出願年 2020年	国内・外国の別 外国
産業財産権の名称 ワイル反強磁性体粉末およびそれを用いた熱電変換素子	発明者 中辻 知, 肥後 友也, 佐藤 王高, 松浦 哲也	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、2020044763	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

<p>中辻研究室 https://www.nakatsuji-lab.phys.s.u-tokyo.ac.jp/ 東北大学 理学研究科 是常グループ http://www.cmpt.phys.tohoku.ac.jp/~koretsune/research_j.html 松永研究室 https://matsunaga.issp.u-tokyo.ac.jp/index.html 中辻研究室 https://satoru.issp.u-tokyo.ac.jp/index.html 東北大学 理学研究科 是恒グループ http://www.cmpt.phys.tohoku.ac.jp/~koretsune/research_j.html 松永研究室 https://matsunaga.issp.u-tokyo.ac.jp/index.html</p>

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	松永 隆佑 (Matsunaga Ryusuke) (50615309)	東京大学・物性研究所・准教授 (12601)	
研究分担者	是常 隆 (Koretsune Takashi) (90391953)	東北大学・理学研究科・准教授 (11301)	

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