

令和 5 年 6 月 5 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19H01834

研究課題名(和文) 反転対称性の破れた磁性体における非相反マグノンの研究

研究課題名(英文) Nonreciprocal magnons in noncentrosymmetric magnets

研究代表者

佐藤 卓 (SATO, TAKU)

東北大学・多元物質科学研究所・教授

研究者番号：70354214

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 11,400,000円

研究成果の概要(和文)：近年、磁性体の秩序状態からの素励起であるマグノンがスピン流の担い手として注目を集めている。マグノンのスピン流応用に関しては伝播制御が課題である。本研究では中性子非弾性散乱を用いてマグノン分散関係を精密に測定することにより、マグノン非相反性(順方向伝播・逆方向伝播の非対称性)の起源解明や制御可能性探索を行った。主な研究成果として(a)量子反強磁性体 α -Cu₂V₂O₇におけるマグノン電場制御の可能性の中性子散乱および電気磁気効果測定による検証、(b)新しい非相反マグノン候補物質の発見とその磁気対称性決定、(c)対称異方的交換相互作用による非相反マグノン形成起源の理論提案等があげられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

マグノンをスピン流の担い手として利用するためにはマグノンの伝播制御が必須である。ある種の反転対称性の破れた磁性体においてはマグノン分散関係が原点に関して非対称になることが予想される。この非対称分散を利用することで非相反マグノンを実現することができる。本研究では、物質探索・単結晶育成から中性子非弾性散乱までを系統的に行うことで非相反マグノン候補物質を提案した。また、その電場制御の可能性の検証も行った。これらの成果には非相反マグノン形成の理解という学術的意義、および将来の応用に向けた社会的意義が認められる。

研究成果の概要(英文)：Recently, magnons, which are elementary excitations from the ordered state of magnetic materials, have attracted much attention as a carrier of spin currents. The propagation control of magnons is an issue for the application of spin currents. In this study, we have investigated the origin of magnon nonreciprocity (asymmetry of forward and backward propagation) and its controllability by precisely measuring the magnon dispersion relation using inelastic neutron scattering. The main results are (a) a verification of the possibility of controlling the magnons by external electric field in the quantum antiferromagnet α -Cu₂V₂O₇ using neutron scattering and magnetoelectric effect measurements, (b) a discovery of new nonreciprocal magnon candidates and determination of their magnetic symmetries, and (c) a theoretical proposal of nonreciprocal magnons originating from symmetric anisotropic exchange interactions.

研究分野：磁性・中性子散乱

キーワード：中性子散乱 マグノン 非相反 反転対称性の破れ

1. 研究開始当初の背景

磁性体の秩序状態からの素励起であるマグノンは1950年代から研究されているよく知られた協力的励起であるが、研究開始当初においてはスピン流の担い手として再び大きな注目を集めていた。マグノンのスピン流応用に関してはその伝播の制御が大きな課題であり、特に伝播の方向制御、すなわちマグノンの整流の必要性が強く認識されていた。理論的には反転対称性が破れた磁性体においてマグノン伝播に非相反性(順方向伝播と逆方向伝播の不等価性)が予想され、この効果はマグノンスピン流の整流を可能にすると期待されていた。一方で、マグノンの非相反性の研究は強磁性体薄膜試料における表面静磁波に対するものがほとんどであり、バルク磁性体中のマグノン非相反性に関する研究はほとんど行われてこなかった。このような状況の中で、研究代表者は反転対称性が破れたバルク磁性体におけるマグノン分散非対称性に早くから着目し中性子散乱を用いた独自の研究を行っていた。その過程で、2016年には反転対称性の破れたカイラル磁性体である MnSi の磁場下強制強磁性相においてマグノン分散関係の片方向シフトを、また、2017年には同じく反転対称性の破れた量子磁性体である α -Cu₂V₂O₇ においてマグノン分散関係の両方向シフトを見出した。これらの結果はマグノンの非相反性に直接関連するものであり、中性子散乱を用いたより広範囲なマグノン非相反性研究を着想した。

2. 研究の目的

中性子非弾性散乱は広い波数・エネルギー領域のマグノン分散関係の測定を可能にする唯一無二の実験手法である。本研究では、これまで我々自身が達成したバルク強磁性体中の非相反マグノンの実験的確認を超え、反強磁性体等の多種の磁性体中のマグノン分散に対する反転対称性の破れの影響の理解を目指した。さらに、より挑戦的課題として非相反マグノン分散関係の外場制御可能性の探索も提案した。具体的には、バルク磁性体中の分散関係測定に関して中性子非弾性散乱を駆使することにより、(a)種々のバルク磁性体(フェリ磁性体、反強磁性体等)に対して非相反マグノンを確認し、それらに共通する微視的発現機構や対称性を解明すること、(b)そこから得られる知見を活用し新たな非相反マグノン物質を開拓すること、そして、(c)マグノン非相反性の外場制御の可能性を探索することである。

3. 研究の方法

上述の目的のため以下の研究を行った。

- (a) 反転対称性の破れた量子反強磁性体 α -Cu₂V₂O₇の巨大単結晶育成法の確立
ブリッジマン法における結晶成長パラメータの最適化を中心とした結晶成長研究を行った。
- (b) α -Cu₂V₂O₇の単結晶を用いた電気磁気効果測定による外場磁性制御可能性の探索
単結晶全軸方向に関する電気磁気効果を通常の焦電流測定により行うとともに、SQUIDを用いた高感度電場誘起磁化測定法を開発しこれを用いた測定を行った。
- (c) α -Cu₂V₂O₇の反転ドメイン分布のX線回折による確認
X線異常散乱効果を用いることで絶対構造決定を行い、多数の単結晶試料に対して反転ドメイン比を調べた。
- (d) α -Cu₂V₂O₇の電場下中性子散乱研究
10kVまでの電場下における中性子の弾性散乱および非弾性散乱に関して、オーストラリア原子力機構(ANSTO)SIKA分光器を用いて測定した。
- (e) 他の非相反マグノン候補物質の探索とその単結晶育成の研究
結晶構造データベース等を活用することで非相反マグノン候補物質の探索を行った。また、得られた候補物質に関して単結晶育成および物性研究を実施した。
- (f) 非相反マグノン起源の理論的探索
面内磁場誘起マグノン非相反性や多極子秩序下の輸送現象分類等を行った。

4. 研究成果

- (a) 反転対称性の破れた量子反強磁性体 α -Cu₂V₂O₇の巨大単結晶育成法の確立
ブリッジマン法において、ヒーター下部に水冷の急冷帯を配置することで単結晶育成に必要な急峻な温度勾配(6 K/mm)を達成した。この上で、初期位置温度を820°Cとし、温度勾配中を0.5 mm/hの速度で降下させることで10 mm × 10 mm × 5 mm以上の大きさの単結晶が安定的に得られることがわかった。この内容は当時研究代表者の研究室の博士課程学生であったPharit Piyawongwatthana氏の学位論文の重要な成果の一つとなった[1]。

(b) α - $\text{Cu}_2\text{V}_2\text{O}_7$ の単結晶を用いた電気磁気効果測定による外場磁性制御可能性の探索

α - $\text{Cu}_2\text{V}_2\text{O}_7$ に関して単結晶を用いた電気磁気効果測定を焦電流測定および SQUID を用いた電場誘起磁化測定(SQUID-ME)の 2 手法で実施した。図 1 に後者の SQUID-ME で測定された交流電場誘起磁化の温度依存性を示す。図の縦軸は SQUID 出力のフーリエ成分であり、誘起磁化の大きさに対応する。結果より分かる通り、磁気転移温度 $T_N = 33.3$ K 付近で発散的な電気磁気効果が見られた。ピーク位置での電気磁気結合定数 α は 100 ps/m を超えると見積もられ、磁気帯磁率の臨界発散に伴う電気磁気効果の増強を実験的に明瞭に示すことができた。

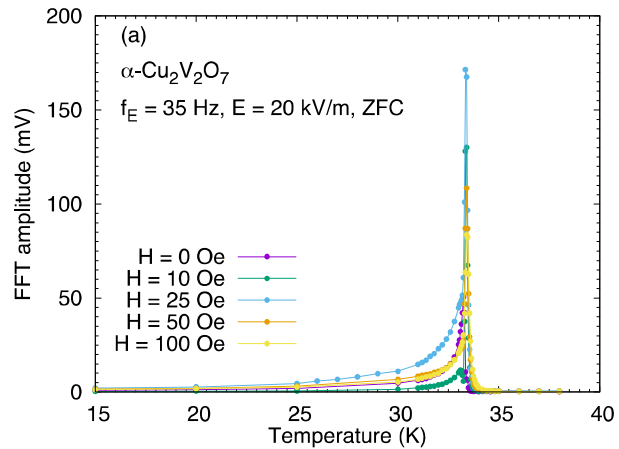


図 1: SQUID-ME 法により測定した α - $\text{Cu}_2\text{V}_2\text{O}_7$ における電場誘起磁化の温度依存性。交流電場 E は E/c の条件、磁場は電場に並行に印加。交流電場周波数は 35 Hz に固定し、SQUID 出力のフーリエスペクトラムから 35 Hz 成分のみを示している。

(c) α - $\text{Cu}_2\text{V}_2\text{O}_7$ の反転ドメイン分布の X 線回折による確認

巨大単結晶試料を砕き X 線回折に適当な 100μ 以下の球形整形試料を 10 個用意し、 $\text{MoK}\alpha$ 線源による X 線回折実験を実施した。 $\text{MoK}\alpha$ 波長においては異常散乱効果によりフリーデル対に強度差が生じ、ここから結晶の反転ドメインの情報を含む絶対構造が決定できる。実験により 10 個全ての結晶に関してフラックパラメータが誤差範囲内で 0 であることが確認され、全ての整形試料が単一反転ドメインであることが確認された。また、巨大単結晶の試料表面に対して、 $14\ 2\ 2$ 反射と $14\ 2\ -2$ 反射の強度比を調べることで、巨大単結晶全体が単一ドメインであることも示された。これらの結果から、育成された α - $\text{Cu}_2\text{V}_2\text{O}_7$ が反転ドメイン構造を有さない単一ドメインであることが確認された。これは物性および中性子散乱実験の解析に非常に重要な情報である。

(d) α - $\text{Cu}_2\text{V}_2\text{O}_7$ の電場下中性子散乱研究

(b)の結果から本物質では誘起強磁性成分を電場で制御することが可能であることがわかった。強磁性成分は有限のジャロシンスキー・守谷相互作用に起因すると考えられるため、電場によるジャロシンスキー・守谷相互作用の制御の可能性が示唆される。この効果を検証するため、電場下での中性子非弾性散乱実験を実施し、マグノン分散関係のシフトからジャロシンスキー・守谷相互作用の電場依存の確認を試みた。図 2 にゼロ電場および電場下 (14.7 kV/cm)での磁気秩序相 ($T = 5$ K)中の中性子非弾性散乱スペクトルを示す。スペクトルを比較することで分かるように今回の実験で印加可能な電場範囲においてはマグノン分散の有意な変化は検出できなかった。実験結果の詳細な解析により、 14.7 kV/cm におけるジャロシンスキー・守谷相互作用の変化量の上限が 0.01 meV と見積もられた。

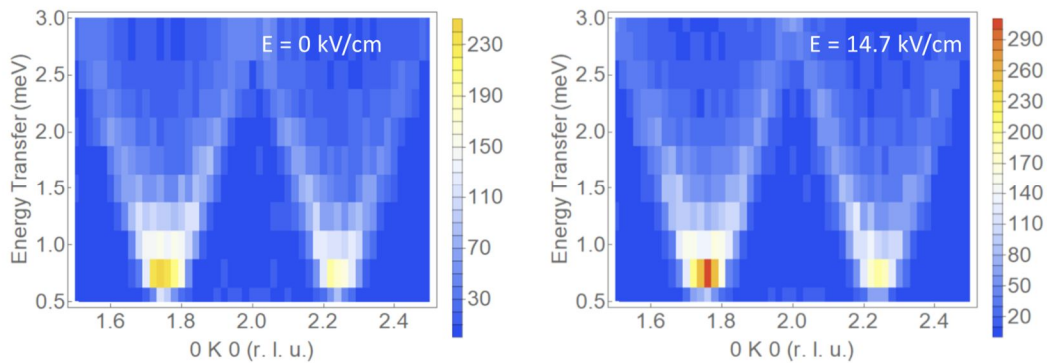


図 2: α - $\text{Cu}_2\text{V}_2\text{O}_7$ における電場下中性子非弾性散乱実験結果。 $T = 5$ K における結果。電場は c 軸方向に印加。(左) ゼロ電場における非弾性散乱スペクトラム。(右) $E = 14.7$ kV/cm 電場印加時の非弾性散乱スペクトラム。強度に多少の変化は見えるものの分散関係には実験的に有意な変化は検出できなかった。

(e) 他の非相反マグノン候補物質の探索とその単結晶育成の研究

Crystallography Open Database 等を用いて非相反マグノン候補物質の探索を結晶構造の観点から行い、かなりの数の候補物質を検討した。その中で、最も可能性が高いと想定した $\text{Cu}_2(\text{MoO}_4)(\text{SeO}_3)$ の単結晶育成から包括的な物性研究までを実施した。単結晶に関しては当初水熱合成法を用いて結晶成長を行っていたが、中性子散乱に耐える巨大結晶の育成には成功しな

かった。そこで、育成方法を気相成長法へと変更し種々の育成パラメータを試したところ、中性子非弾性散乱にも耐えうる大きく純良な短結晶試料を得ることができた。図 3 に得られた単結晶試料の写真を示す。この物質の結晶構造解析から空間群 $P2_1/c$ に属する結晶であることが明らかになった。帯磁率測定により、 $T_N = 23 \text{ K}$ の反強磁性体であること、また、磁気モーメントの方向が c 軸方向であることが示唆された。転移点より高温側で帯磁率に山が見られることから低次元的な様子も見られた。磁気構造は粉末中性子回折により決定が試みられたが、 Cu^{2+} の小さな秩序モーメントのため、限られた数の磁気反射しか観測することができず、 $P2'_1/c$, $P2_1/c$ ' の区別は回折からは困難であった。そこで、SQUID-ME 法による電気磁気効果測定をおこなった。結果として、 $H//c, E//b$ の条件で測定された α_{32} に磁気転移に伴う異常が観測され、 $P2'_1/c$ であることが確定した。この結果は帯磁率から見られた磁気モーメント方向とも矛盾しない。最後に中性子非弾性散乱を行いこの系のマグノン分散を詳細に調べた。その結果、 $\alpha\text{-Cu}_2\text{V}_2\text{O}_7$ とは異なる、エネルギー方向のマグノンバンドシフトが観測され、マグノンバンドに興味深い線形交差が生じていることが明らかとなった。

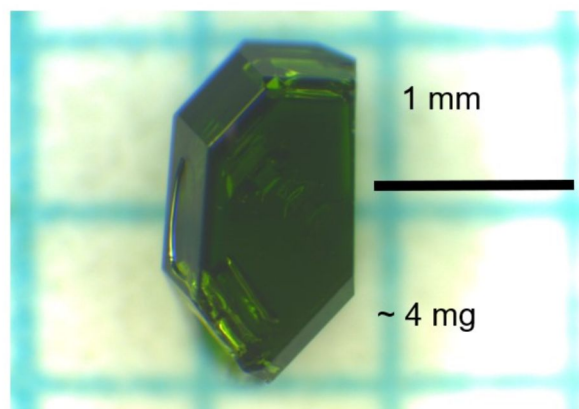


図 3: 気相成長法により育成した $\text{Cu}_2(\text{MoO}_4)(\text{SeO}_3)$ の単結晶試料。気相成長法においてはこの程度のサイズの結晶が大量に得られるため、それらの方位を揃えて固定することで中性子非弾性散乱が可能になった。

(f) 非相反マグノン起源の理論的探索

ジャロシンスキー・守谷相互作用以外により生じる非相反マグノンを理論的に探索した。特に対称的な交換相互作用異方性の効果を蜂の巣格子を例に詳しく調べた。その結果バンド方向に依存する対称的好感相互作用異方性を考えることでバレー型のマグノンが形成されることが示された。このマグノンは興味深い面内磁場依存性を示すことが判明したが、このことはマグノンの非相反性の生じる方向を磁場方向により制御できることを意味しており、今後の研究の方向に大きなヒントを与えるものとなった。

< 引用文献 >

[1] Pharit Piyawongwatthana 博士学位論文、東北大学(2023 年)

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 9件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Nawa Kazuhiro, Avdeev Maxim, Berdonosov Peter, Sobolev Alexey, Presniakov Igor, Aslandukova Alena, Kozlyakova Ekaterina, Vasiliev Alexander, Shchetinin Igor, Sato Taku J.	4. 巻 11
2. 論文標題 Magnetic structure study of the sawtooth chain antiferromagnet Fe ₂ Se ₂ O	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 24049(1-9)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-03058-5	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 Nawa Kazuhiro, Imai Yoshinori, Yamaji Youhei, Fujihara Hideyuki, Yamada Wakana, Takahashi Ryotaro, Hiraoka Takumi, Hagihara Masato, Torii Shuki, Aoyama Takuya, Ohashi Takamasa, Shimizu Yasuhiro, Gotou Hirotada, Itoh Masayuki, Ohgushi Kenya, Sato Taku J.	4. 巻 90
2. 論文標題 Strongly Electron-Correlated Semimetal Ru ₁₃ with a Layered Honeycomb Structure	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 123703 (1-5)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/jpsj.90.123703	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 Kimura Shojiro, Onishi Hiroaki, Okutani Akira, Akaki Mitsuru, Narumi Yasuo, Hagiwara Masayuki, Okunishi Kouichi, Kindo Koichi, He Zhangzhen, Taniyama Tomoyasu, Itoh Mitsuru	4. 巻 105
2. 論文標題 Optical selection rules of the magnetic excitation in the S=1/2 one-dimensional Ising-like antiferromagnet BaCo ₂ V ₂ O ₈	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 014417 (1-9)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.105.014417	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 Otsuki Yasunao, Kimura Shojiro, Awaji Satoshi, Nakano Motohiro	4. 巻 128
2. 論文標題 Enhancement of the Magnetoelectric Effect Using the Dynamic Jahn-Teller Effect in a Transition-Metal Complex	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 117601 (1-6)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.128.117601	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 Hayami Satoru, Motome Yukitoshi	4. 巻 33
2. 論文標題 Topological spin crystals by itinerant frustration	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Physics: Condensed Matter	6. 最初と最後の頁 443001(1-31)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-648X/ac1a30	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 Hanate Hiroki, Hasegawa Takumi, Hayami Satoru, Tsutsui Satoshi, Kawano Shoya, Matsuhiro Kazuyuki	4. 巻 90
2. 論文標題 First Observation of Superlattice Reflections in the Hidden Order at 105 K of Spin?Orbit Coupled Iridium Oxide Ca5Ir3O12	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 063702 (1-5)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.90.063702	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 Hayami Satoru, Kusunose Hiroaki	4. 巻 103
2. 論文標題 Essential role of the anisotropic magnetic dipole in the anomalous Hall effect	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 L180407 (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.L180407	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 Yambe Ryota, Hayami Satoru	4. 巻 11
2. 論文標題 Skyrmion crystals in centrosymmetric itinerant magnets without horizontal mirror plane	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 11184 (1-8)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-90308-1	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 Hayami Satoru, Yambe Ryota	4. 巻 90
2. 論文標題 Field-Direction Sensitive Skyrmion Crystals in Cubic Chiral Systems: Implication to 4 <i>f</i> -Electron Compound EuPtSi	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 073705 (1-5)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.90.073705	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 Hayami Satoru	4. 巻 103
2. 論文標題 In-plane magnetic field-induced skyrmion crystal in frustrated magnets with easy-plane anisotropy	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 224418 (1-8)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.103.224418	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 Hayami Satoru, Kusunose Hiroaki	4. 巻 104
2. 論文標題 Spin-orbital-momentum locking under odd-parity magnetic quadrupole ordering	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 045117 (1-16)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.104.045117	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 Yatsushiro Megumi, Kusunose Hiroaki, Hayami Satoru	4. 巻 104
2. 論文標題 Multipole classification in 122 magnetic point groups for unified understanding of multiferroic responses and transport phenomena	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 054412 (1-41)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.104.054412	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 Hayami Satoru, Yambe Ryota	4. 巻 104
2. 論文標題 Meron-antimeron crystals in noncentrosymmetric itinerant magnets on a triangular lattice	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 094425 (1-11)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.104.094425	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 Hayami Satoru, Motome Yukitoshi	4. 巻 104
2. 論文標題 Charge density waves in multiple-Q spin states	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 144404 (1-14)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.104.144404	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 Matsumoto Takuya, Hayami Satoru	4. 巻 104
2. 論文標題 Nonreciprocal magnon excitations by the Dzyaloshinskii-Moriya interaction on the basis of bond magnetic toroidal multipoles	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 134420 (1-15)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.104.134420	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 Hayami Satoru	4. 巻 23
2. 論文標題 Temperature-driven transition from skyrmion to bubble crystals in centrosymmetric itinerant magnets	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 New Journal of Physics	6. 最初と最後の頁 113032 (1-10)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1367-2630/ac3683	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 Hayami Satoru, Okubo Tsuyoshi, Motome Yukitoshi	4. 巻 12
2. 論文標題 Phase shift in skyrmion crystals	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 6927 (1-6)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-021-27083-0	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 Hayami Satoru, Yambe Ryota	4. 巻 3
2. 論文標題 Locking of skyrmion cores on a centrosymmetric discrete lattice: Onsite versus offsite	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review Research	6. 最初と最後の頁 043158 (1-10)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevResearch.3.043158	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 Kato Yasuyuki, Hayami Satoru, Motome Yukitoshi	4. 巻 104
2. 論文標題 Spin excitation spectra in helimagnetic states: Proper-screw, cycloid, vortex-crystal, and hedgehog lattices	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 224405 (1-21)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.104.224405	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 Hayami Satoru, Matsumoto Takuya	4. 巻 105
2. 論文標題 Essential model parameters for nonreciprocal magnons in multisublattice systems	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 014404 (1-14)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.105.014404	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 Hayami Satoru	4. 巻 105
2. 論文標題 Skyrmion crystal and spiral phases in centrosymmetric bilayer magnets with staggered Dzyaloshinskii-Moriya interaction	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 014408 (1-13)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.105.014408	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 Hayami Satoru	4. 巻 105
2. 論文標題 Mechanism of antisymmetric spin polarization in centrosymmetric multiple-Q magnets based on effective chiral bilinear and biquadratic spin cross products	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 024413 (1-9)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.105.024413	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 Hayami Satoru	4. 巻 91
2. 論文標題 Multiple Skyrmion Crystal Phases by Itinerant Frustration in Centrosymmetric Tetragonal Magnets	5. 発行年 2022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.91.023705	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 Hayami Satoru	4. 巻 553
2. 論文標題 Skyrmion crystals in centrosymmetric triangular magnets under hexagonal and trigonal single-ion anisotropy	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Magnetism and Magnetic Materials	6. 最初と最後の頁 169220 (1-13)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jmmm.2022.169220	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 Hayami Satoru, Yambe Ryota	4. 巻 105
2. 論文標題 Helicity locking of a square skyrmion crystal in a centrosymmetric lattice system without vertical mirror symmetry	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 104428 (1-14)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.105.104428	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. Kimura, M. Matsumoto and H. Tanaka	4. 巻 124
2. 論文標題 Electrical switching of the nonreciprocal directional microwave response in a triplon Bose-Einstein condensate	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Phys. Rev. Lett.	6. 最初と最後の頁 217401 (1-5)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.124.217401	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. Sakurai, S. Kimura, S. Awaji, M. Matsumoto and H. Tanaka	4. 巻 102
2. 論文標題 Spin-driven ferroelectricity in the quantum magnet TlCuCl_3 under high pressure	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Phys. Rev. B	6. 最初と最後の頁 064104 (1-6)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.102.064104	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. Hayami, Y. Yanagi, and H. Kusunose	4. 巻 101
2. 論文標題 Spontaneous antisymmetric spin splitting in noncollinear antiferromagnets without spin-orbit coupling	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 220403(R)- 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.101.220403	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 T. Matsumoto and S. Hayami	4. 巻 101
2. 論文標題 Nonreciprocal magnon by symmetric anisotropic exchange interaction in honeycomb antiferromagnets	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 224419 (1-7)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.101.224419	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. Hayami	4. 巻 513
2. 論文標題 Multiple-Q magnetism by anisotropic bilinear-biquadratic interactions in momentum space	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Magnetism and Magnetic Materials	6. 最初と最後の頁 167181 (1-11)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jmmm.2020.167181	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. Hayami and R. Yambe	4. 巻 89
2. 論文標題 Degeneracy Lifting of Neel, Bloch, and Anti-Skyrmion Crystals in Centrosymmetric Tetragonal Systems	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 103702 (1-5)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.89.103702	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. Kusunose, R. Oiwa, and S. Hayami	4. 巻 89
2. 論文標題 Complete Multipole Basis Set for Single-Centered Electron Systems	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 104704 (1-10)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.89.104704	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. Hayami, Y. Yanagi, and H. Kusunose	4. 巻 102
2. 論文標題 Bottom-up design of spin-split and reshaped electronic band structures in spin-orbit-coupling free antiferromagnets: Procedure on the basis of augmented multipoles	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 144441 (1-24)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.102.144441	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. Yatsushiro and S. Hayami	4. 巻 102
2. 論文標題 NQR and NMR spectra in odd-parity multipole material CeCoSi	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 195147 (1-17)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.102.195147	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. Hayami and Y. Motome	4. 巻 103
2. 論文標題 Square skyrmion crystal in centrosymmetric itinerant magnets	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 024439 (1-11)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.103.024439	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. Hayami and Y. Motome	4. 巻 103
2. 論文標題 Noncoplanar multiple-Q spin textures by itinerant frustration: Effects of single-ion anisotropy and bond-dependent anisotropy	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 054422 (1-36)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.103.054422	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. Hirschberger, S. Hayami, and Y. Tokura	4. 巻 23
2. 論文標題 Nanometric skyrmion lattice from anisotropic exchange interactions in a centrosymmetric host	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 New Journal of Physics	6. 最初と最後の頁 023039 (1-7)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1367-2630/abdef9	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 S. Seo, S. Hayami, Y. Su, S. M. Thomas, F. Ronning, E. D. Bauer, J. D. Thompson, S.-Z. Lin, and P. F. S. Rosa	4. 巻 4
2. 論文標題 Spin-texture-driven electrical transport in multi-Q antiferromag- nets	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Communications Physics	6. 最初と最後の頁 58 (1-8)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s42005-021-00558-8	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 Farid Labib, Daisuke Okuyama, Nobuhisa Fujita, Tsunetomo Yamada, Satoshi Ohhashi, Taku J Sato, An-Pang Tsai	4. 巻 32
2. 論文標題 Magnetic properties of icosahedral quasicrystals and their cubic approximants in the Cd-Mg-RE (RE = Gd, Tb, Dy, Ho, Er, and Tm) systems	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Physics: Condensed Matter	6. 最初と最後の頁 415801-415801
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-648x/ab9343	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 Takanobu Hiroto, Taku J Sato, Huibo Cao, Takafumi Hawaii, Tetsuya Yokoo, Shinichi Itoh, Ryuji Tamura	4. 巻 32
2. 論文標題 Noncoplanar ferrimagnetism and local crystalline-electric-field anisotropy in the quasicrystal approximant Au70Si17Tb13	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Physics: Condensed Matter	6. 最初と最後の頁 415802-415802
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-648x/ab997d	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 Mitsuru Takahashi, Kazuhiro Nawa, Daisuke Okuyama, Hiroyuki Nojiri, Matthias D. Frontzek, Maxim Avdeev, Masahiro Yoshida, Daichi Ueta, Hideki Yoshizawa, Taku J. Sato	4. 巻 89
2. 論文標題 Crystal Structure and Magnetic Properties of the Breathing Kagome Ising Antiferromagnet Yb ₃ Ni ₁₁ Ge ₄ .63	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 094704-094704
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/jpsj.89.094704	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 Farid Labib, Daisuke Okuyama, Nobuhisa Fujita, Tsunetomo Yamada, Satoshi Ohhashi, Daisuke Morikawa, Kenji Tsuda, Taku J Sato, An-Pang Tsai	4. 巻 32
2. 論文標題 Structural-transition-driven antiferromagnetic to spin-glass transition in Cd-Mg-Tb 1/1 approximants	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Physics: Condensed Matter	6. 最初と最後の頁 485801-485801
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-648x/aba921	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 Kazuhiro Nawa, Daigorou Hirai, Maiko Kofu, Kenji Nakajima, Ryo Murasaki, Satoshi Kogane, Motoi Kimata, Hiroyuki Nojiri, Zenji Hiroi, Taku J. Sato	4. 巻 2
2. 論文標題 Bound spinon excitations in the spin-12 anisotropic triangular antiferromagnet Ca ₃ ReO ₅ Cl ₂	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review Research	6. 最初と最後の頁 043121-1-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/physrevresearch.2.043121	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 Pharit Piyawongwatthana, Daisuke Okuyama, Kazuhiro Nawa, Kittiwit Matan, Taku J. Sato	4. 巻 90
2. 論文標題 Formation of Single Polar Domain in alpha-Cu ₂ V ₂ O ₇	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 025003-1-2
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/jpsj.90.025003	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 Aji Seno, Ishida Hidesato, Okuyama Daisuke, Nawa Kazuhiro, Hong Tao, Sato Taku J.	4. 巻 3
2. 論文標題 Effect of Ge substitution on magnetic properties in the itinerant chiral magnet MnSi	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review Materials	6. 最初と最後の頁 104408-1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevMaterials.3.104408	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 Sato Taku J, Matan Kittiwit	4. 巻 88
2. 論文標題 Nonreciprocal Magnons in Noncentrosymmetric Magnets	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 081007 ~ 081007
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.88.081007	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 Hayami Satoru, Yanagi Yuki, Kusunose Hiroaki	4. 巻 88
2. 論文標題 Momentum-Dependent Spin Splitting by Collinear Antiferromagnetic Ordering	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 123702 ~ 123702
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.88.123702	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39件 (うち招待講演 15件 / うち国際学会 21件)

1. 発表者名 Taku J Sato
2. 発表標題 Nonreciprocal and topological magnetic excitations
3. 学会等名 PACIFICHEM 2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kazuhiro Nawa, Maxim Avdeev, Peter Berdonosov, Alexey Sobolev, Igor Presniakov, Alena Aslandukova, Ekaterina Kozlyakova, Alexander Vasiliev, Igor Shchetinin, Taku J Sato
2. 発表標題 Magnetic structure of the sawtooth chain antiferromagnet Fe ₂ Se ₂₀₇
3. 学会等名 日本中性子科学会第21回年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松坂信之介, 那波和宏, 奥山大輔, 佐藤卓
2. 発表標題 量子三角格子磁性体Ba ₃ Yb(B ₀₃) ₃ の単結晶育成および結晶場
3. 学会等名 日本中性子科学会第21回年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 村崎遼, 那波和宏, 古府麻衣子, 佐藤卓
2. 発表標題 中性子非弾性散乱による S=1 スピンドイマー物質 K ₂ NiMo ₂ O ₈ の磁気励起研究
3. 学会等名 日本中性子科学会第21回年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Pharit Piyawongwatthana, Maiko Kofu, Kazuhiro Nawa, Daisuke Okuyama, Taku J Sato
2. 発表標題 Magnetic Excitation of Cu ₂ (MoO ₄)(SeO ₃)
3. 学会等名 日本中性子科学会第21回年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 H. C. Wu, D. Okuyama, K. Nawa, A. Nakamura, D. Aoki, T. J. Sato
2. 発表標題 Neutron diffraction study for the magnetic ordering in YbNiSn single crystal
3. 学会等名 日本中性子科学会第21回年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 村崎遼, 那波和宏, 古府麻衣子, 佐藤卓
2. 発表標題 S=1スピンドイマー物質K ₂ NiMo ₂ O ₈ の中性子非弾性散乱実験による磁気励起測定
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 柴田将弥, 那波和宏, 村崎遼, 伊藤晋一, 植田大地, 佐藤卓
2. 発表標題 反転対称性の破れたフェリ磁性体LiFe ₅ O ₈ の低エネルギースピンの励起
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 那波和宏, 村崎遼, 伊藤晋一, 齋藤開, Clarina R Dela Cruz, 佐藤卓
2. 発表標題 パイロクロア格子反強磁性体Na ₃ Co(CO ₃) ₂ Clの結晶場励起
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 Pharit Piyawongwatthana, Kazuhiro Nawa, Stuart A Calder, Daisuke Okuyama, Taku J Sato
2. 発表標題 Magnetic properties and magnetic structure of the quasi one-dimensional antiferromagnet $\text{Cu}_2(\text{MoO}_4)(\text{SeO}_3)$
3. 学会等名 XXV General Assembly and Congress of the International Union of Crystallography (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 S. Hayami
2. 発表標題 Bottom-up design of momentum-dependent spin-split band structures in spin-orbit-coupling free antiferromagnets
3. 学会等名 New Trends in Quantum Condensed Matter Theory 2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 S. Hayami
2. 発表標題 Classification of atomic-scale multipoles under magnetic point groups and application to multiferroic phenomena
3. 学会等名 The 12th APCTP Workshop on Multiferroics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 S. Hayami
2. 発表標題 Mechanisms of square and triangular skyrmion crystals
3. 学会等名 International Conference on Frustration, Topology, and Spin Textures (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 S. Hayami
2. 発表標題 Skyrmion crystals in centrosymmetric magnets
3. 学会等名 Young Leaders Workshop: Emerging Quantum Spintronics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 奥山大輔
2. 発表標題 定常中性子源を使った磁気スキルミオン格子とその駆動状態の研究
3. 学会等名 物性研短期研究会 中性子散乱研究の現状とJRR-3再稼働後の展望 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐藤 卓
2. 発表標題 Topological magnetic textures and topological magnetic excitations
3. 学会等名 The 20th Korea-Taiwan-Japan Symposium on Strongly Correlated Electron Systems (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 那波和宏, 平井大悟郎, 古府麻衣子, 河村聖子, 廣井善二, 佐藤卓
2. 発表標題 異方の三角格子反強磁性体Ba ₃ ReO ₅ Cl ₂ における中性子非弾性散乱
3. 学会等名 日本物理学会第75回年次大会 (2020年), 名古屋
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 那波和宏, 柴田将弥, 奥山大輔, 佐藤卓
2. 発表標題 正方格子J1-J2フラストレート磁性体の物質探索
3. 学会等名 日本物理学会2020年秋季大会 (オンライン開催)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Pharit Piyawongwatthana, Kazuhiro Nawa, Stuart Calder, Daisuke Okuyama, Taku J Sato
2. 発表標題 Magnetic structure of a quasi one-dimensional material $\text{Cu}_2(\text{MoO}_4)(\text{SeO}_3)$
3. 学会等名 日本物理学会2020年秋季大会 (オンライン開催)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐藤卓
2. 発表標題 JRR-3の固体物理分野における展開と装置の将来計画
3. 学会等名 拡大装置担当者会議 (東京大学物性研究所 (柏)) (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐藤卓
2. 発表標題 4G-GPTASを用いた物性研究の今後の展望
3. 学会等名 物性研短期研究会「中性子散乱研究の現状とJRR-3再稼働後の展望」 (オンライン開催)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Taku J Sato
2. 発表標題 Recent Aspects of Incommensurate/Noncoplanar Magnetic Order
3. 学会等名 International Research Network: IRN-APERIODIC Open Space Between Aperiodic Order and Physics & Chemistry of Materials Kick off Meeting (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 柴田 将弥, 那波 和宏, 奥山 大輔, 佐藤 卓
2. 発表標題 低次元フラストレート強磁性体候補物質の探索
3. 学会等名 第20回東北大学多元物質科学研究所研究発表会 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 S. Aji, H. Ishida, D. Okuyama, K. Nawa, T. Hong, S. Yano, T. J Sato
2. 発表標題 Magnetic properties in the itinerant chiral magnet MnSi _{1-x} Gex
3. 学会等名 International Conference on Strongly Correlated Electron Systems 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kazuhiro Nawa, Kimihiko Tanaka, Nobuyuki Kurita, Taku J Sato, Haruki Sugiyama, Hidehiro Uekusa, Seiko Ohira-Kawamura, Kenji Nakajima, Hidekazu Tanaka
2. 発表標題 Triplon band splitting and topologically protected edge states in the dimerized antiferromagnet
3. 学会等名 The 3rd Asia-Oceania Conference on Neutron Scattering 2019 (AOCNS 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 Nobuyuki Kurita,Daisuke Yamamoto,Takuya Kanesaka,Nobuo Furukawa,Seiko Ohira-Kawamura,Kenji Nakajima,Kazuhiro Nawa,Taku J Sato,Hidekazu Tanaka
2 . 発表標題 Localized magnetic excitations in the fully frustrated dimerized magnets
3 . 学会等名 The 3rd Asia-Oceania Conference on Neutron Scattering 2019 (AOCNS 2019) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Nobuyuki Kurita,Daisuke Yamamoto,Takuya Kanesaka,Nobuo Furukawa,Seiko Ohira-Kawamura,Kenji Nakajima,Kazuhiro Nawa,Taku J Sato,Hidekazu Tanaka
2 . 発表標題 Localized magnetic excitations of the strongly frustrated dimerized magnets
3 . 学会等名 International Conference on Strongly Correlated Electron Systems 2019 (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Ryo Murasaki,Kazuhiro Nawa,Kenji Nakajima,Seiko Ohira-Kawamura,Tao Hong,Taku J Sato
2 . 発表標題 Inelastic neutron scattering on the S=1/2 anisotropic triangular lattice antiferromagnet Cs ₂ CuCl ₄
3 . 学会等名 Polarized Neutron Diffraction and Spectroscopy: Applications to Quantum Materials (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Pharit Piyawongwatthana,Daisuke Okuyama,Kazuhiro Nawa,Kittiwit Matan,Taku J Sato
2 . 発表標題 Absolute structure of α -Cu ₂ V ₂ O ₇
3 . 学会等名 日本物理学会2019秋季大会
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名	奥山大輔, 牧野晃也, J. D. Reim, E. P. Gilbert, N. Booth, 大石一城, 山内邦彦, 小口多美夫, 佐藤卓
2. 発表標題	立方晶カイラル磁性体Pr ₅ Ru ₃ Al ₂ の磁気相図及び中性子小角散乱
3. 学会等名	日本物理学会2019秋季大会
4. 発表年	2019年

1. 発表者名	那波和宏, 平井大悟郎, 古府麻衣子, 中島健次, 村崎遼, 廣井善二, 佐藤卓
2. 発表標題	異方の三角格子反強磁性体Ca ₃ Re ₀₅ Cl ₁₂ における磁気励起の検証
3. 学会等名	日本物理学会2019秋季大会
4. 発表年	2019年

1. 発表者名	佐藤 卓
2. 発表標題	Topological magnetic textures and topological magnetic excitations
3. 学会等名	The 20th Korea-Taiwan-Japan Symposium on Strongly Correlated Electron Systems (招待講演) (国際学会)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	佐藤 卓
2. 発表標題	Nonreciprocal magnons in noncentrosymmetric magnets
3. 学会等名	3rd Asia-Oceania Conference on Neutron Scattering (招待講演) (国際学会)
4. 発表年	2019年

1. 発表者名 佐藤 卓
2. 発表標題 Topological Magnetic Textures and Excitations
3. 学会等名 INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED MATERIAL TECHNOLOGY IN CONJUNCTION WITH INTERNATIONAL CONFERENCE OF MULTIDISCIPLINARY RESEARCH 2019 (ICAMT-ICMR 2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐藤 卓
2. 発表標題 Quantum condensed matter & WAND2 University users
3. 学会等名 WAND2「Complementarity and Synergy effects with the JRR3 Instrument Suite」(招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐藤 卓
2. 発表標題 Quantum magnetism and topological magnetic structures
3. 学会等名 International School of Crystallography 53rd Course: Magnetic Crystallography (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 那波和宏, 平井大悟郎, 古府麻衣子, 河村聖子, 廣井善二, 佐藤卓
2. 発表標題 異方の三角格子反強磁性体Ba ₃ ReO ₅ C ₁₂ における中性子非弾性散乱
3. 学会等名 日本物理学会第75回年次大会 (2020年), 名古屋
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Satoru Hayami
2. 発表標題 Momentum-dependent spin splitting by collinear antiferromagnets without atomic spin-orbit coupling
3. 学会等名 J-Physics 209 international conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shojiro Kimura
2. 発表標題 Multiferroic behaviors in the quantum spin dimer system
3. 学会等名 14th Asia-Pacific Physics Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計8件

1. 著者名 速水賢, 八城愛美, 柳有起, 楠瀬博明	4. 発行年 2021年
2. 出版社 株式会社アグネ技術センター	5. 総ページ数 18
3. 書名 固体物理56(4)	

1. 著者名 速水賢, 八城愛美, 柳有起, 楠瀬博明	4. 発行年 2021年
2. 出版社 株式会社アグネ技術センター	5. 総ページ数 21
3. 書名 固体物理56(7)	

1. 著者名 速水賢, 八城愛美, 柳有起, 楠瀬博明	4. 発行年 2021年
2. 出版社 株式会社アグネ技術センター	5. 総ページ数 25
3. 書名 固体物理56(10)	

1. 著者名 速水賢, 八城愛美, 柳有起, 楠瀬博明	4. 発行年 2022年
2. 出版社 株式会社アグネ技術センター	5. 総ページ数 21
3. 書名 固体物理57(3)	

1. 著者名 速水賢, 八城愛美, 柳有起, 楠瀬博明	4. 発行年 2020年
2. 出版社 アグネ技術センター	5. 総ページ数 11
3. 書名 固体物理, ミクロな多極子による電子物性の表現論(その 2)	

1. 著者名 速水賢, 八城愛美, 柳有起, 楠瀬博明	4. 発行年 2020年
2. 出版社 アグネ技術センター	5. 総ページ数 17
3. 書名 固体物理, ミクロな多極子による電子物性の表現論(その 3)	

1. 著者名 楠瀬博明, 速水賢	4. 発行年 2020年
2. 出版社 アグネ技術センター	5. 総ページ数 11
3. 書名 固体物理, 微視的多極子の一般化と秩序および交差相関物性	

1. 著者名 速水賢, 八城愛美, 柳有起, 楠瀬博明	4. 発行年 2020年
2. 出版社 アグネ技術センター	5. 総ページ数 19
3. 書名 固体物理, ミクロな多極子による電子物性の表現論(その 4)	

〔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	那波 和宏 (Nawa Kazuhiro) (10723215)	東北大学・多元物質科学研究所・助教 (11301)	
研究分担者	木村 尚次郎 (Kimura Shojiro) (20379316)	東北大学・金属材料研究所・准教授 (11301)	
研究分担者	速水 賢 (Hayami Satoru) (20776546)	東京大学・大学院理学研究院 物理学部門・准教授 (12601)	

6. 研究組織（つづき）

	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	奥山 大輔 (Okuyama Daisuke) (30525390)	東北大学・多元物質科学研究所・助教 (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			
オーストラリア	オーストラリア原子力研究機構 (ANSTO)			
米国	オークリッジ国立研究所(ORNL)			