

令和 3 年 5 月 15 日現在

機関番号：32508

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17H02923

研究課題名(和文)キラル物質における対称性の破れと電磁応答

研究課題名(英文)Electromagnetic responses in chiral-symmetry-broken materials

研究代表者

岸根 順一郎(Kishine, Junichiro)

放送大学・教養学部・教授

研究者番号：80290906

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,500,000円

研究成果の概要(和文)：代表者は2005年頃よりカイラル結晶特有の磁性現象に取り組み、カイラル物質中で電子スピンのダイナミクスがカイラル環境下で示す非対称・非局所・非線形・非相反現象を明らかにしてきた。磁性研究は2016年頃までにほぼまとめ、光と弾性の研究に移った。2017年には、カイラル物質中を伝搬する電磁波が特有の保存量を運ぶことを示した。この保存量は電場と磁場の空間微分を含み、空間反転で符号を変える擬スカラー量である。真空電磁波についてはZilchとして知られていたが、これをカイラル媒質中の光に拡張した。そして2020、宿願であったカイラル結晶特有のフォノン(カイラルフォノン)の理論を完成させた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

右手と左手は、互いに鏡映しの関係にあるが互いに重ならない。この形態をカイラリティという。らせん階段はカイラリティの身近な例である。ミクロな世界の分子や結晶内部の原子の並び方もカイラルな構造を持つことがある。不思議なことに、カイラルな物質は光や電場、磁場、さらに弾性的な歪に対して特徴的な応答と機能を示す。こうした「カイラル応答」の研究の源流は19世紀前半に遡るが、量子論に基づく統一的な理解の試みは比較的最近始まったばかりである。代表者(岸根)らは、過去15年ほどこの方向の研究に携わってきた。今回の大きな研究成果として、光・電気磁気・弾性という結晶が示す三大応答のつながりを理論的に明らかにした。

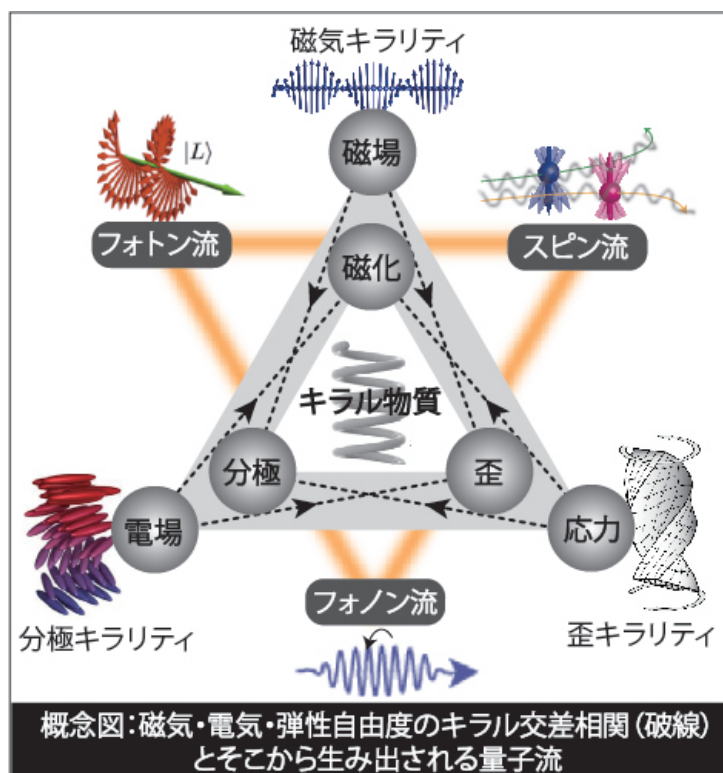
研究成果の概要(英文)：The PI (Kishine) has been working on magnetic phenomena in chiral crystals since around 2005. Throughout this project, we have focused on cross correlations among electric, magnetic and optical responses. As notable achievement obtained in this project, we have clarified features of the phonon spectrum of a chiral crystal are examined within the micropolar elasticity theory. This formalism accounts for not only translational micromotions of a medium but also rotational ones. It is found that there appears the phonon band splitting depending on the left- and right-circular polarization in a purely phonon sector without invoking any outside subsystem. We found that hybridization of the microrotational and translational modes gives rise to the acoustic phonon branch with a "roton" minimum reminiscent of the elementary excitations in the superfluid helium-4.

研究分野：理論物理学(物質機能の量子論)

キーワード：カイラリティ 電子 スピン 弾性 対称性 量子論 応答

### 1. 研究開始当初の背景

キラル対称性(左右対称性)の破れを指導原理とする物質機能の探求が活発に進められている。本研究では、キラル構造が持つ非対称・非線形・非局所という普遍的特性が電気・磁気・力学的な自由度間の結合をもたらし、多様な物質機能を生み出す機構の全貌を明らかにする。キラル螺旋磁性体に磁場を印加することで発現するキラルソリトン格子 (CSL) の理論および実証研究を先導してきた申請者を中心とするコアメンバーを結集し、磁気・電気・弾性自由度とスピン、フォトン、フォノン、マグノンなど量子カレントとの結合ダイナミクス (広い意味での電磁応答) を記述する理論体系を構築して現象の予測と実験の設計を行う。これらの成果を統合することで凝縮系物理学におけるキラリティの概念の理解を深化させ、磁性分野を超えて「キラル物質科学」という新分野の基盤を確立する (下記概念図参照)。



### 2. 研究の目的

本研究では上述した目下の課題を解決した上で、それを超えて研究対象をより広く磁気・電気・弾性的な自由度を運ぶ非平衡量子流 (スピン、マグノン、フォトン、フォノンなど) がキラル物質中で示す特異電磁ダイナミクス (非相反伝導、非対角応答) に拡張していく。これは「キラル凝縮相特有のドメイン (CSL はその典型) を外場制御することで量子流の制御を実現しよう」という発想であり、磁気工学 (マグネティクス) と凝縮系物理学それぞれの主要分野であるドメインエンジニアリングとスピントロニクスを融合する試みに他ならない。キラル結晶特有のドメイン構造という観点でドメインの概念そのものを拡張していくと、磁気的自由度だけでなく電気分極や力学的歪みにもキラル結晶特有のドメイン構造が現れる。実際、光学活性や超音波活性はこれらキラルドメインとフォトン、フォノンの結合効果の産物である。これら異なる自由度間の「交差相関 (非対角応答)」を活用すれば、磁気的・電氣的・力学的な外場を用いた量子流の交差制御 (自由度の間接結合を用いた量子流制御) が可能となる。さらに研究対象を磁性結晶だけでなく液晶やナノ構造体に拡張していくことで物質の幅を広げていくこともできる。この方針で研究成果を発展させることで凝縮系物理学におけるキラリティの役割を明確にし、磁性にとどまらない「キラル物質科学」という新分野の理論的基盤を確立することが目的である

### 3. 研究の方法

A キラル磁性相理解の深化、B 量子流の電磁応答、C キラル物質科学への展開について段階的に理論研究を積み上げることでキラル物質科学という新領域の基盤理論を構築する。理論手法として対称性理論（群論）、多体量子論、場の理論、非平衡統計力学、非線形力学理論など数理解析的方法と量子化学計算、電子状態計算、モンテカルロシミュレーションなど数値・計算物理的手法を縦横に組み合わせる必要がある。このため、これらの手法のエキスパートからなる共同研究チームを結成して要求される広範な手法に対応する。理論物理研究に根差しつつ実験的検証可能性を常に探求し、結晶学、マグネティクス、ドメインエンジニアリング、スピントロニクス、フォトニクス、プラズモニクス、メタマテリアル、超音波工学など周辺分野の知見をキラリティ概念によって架橋、統合して新たな物質科学分野を切り拓く。

#### 4. 研究成果

代表者は2005年頃よりカイラル結晶特有の磁性現象に取り組み、カイラル物質中で電子スピンのダイナミクスがカイラル環境下で示す非対称・非局所・非線形・非相反現象を明らかにしてきた。磁性研究は2016年頃までにほぼまとめ、光と弾性の研究に移った。2017年には、カイラル物質中を伝搬する電磁波が特有の保存量を運ぶことを示した。この保存量は電場と磁場の空間微分を含み、空間反転で符号を変える擬スカラー量である。真空電磁波についてはZilchとして知られていたが、これをカイラル媒質中の光に拡張した。そして2020、宿願であったカイラル結晶特有のフォノン（カイラルフォノン）の理論を完成させた。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計18件（うち査読付論文 17件 / うち国際共著 11件 / うちオープンアクセス 2件）

|  |                               |
|--|-------------------------------|
| 1. 著者名<br>Mito M., Ohsumi H., Shishidou T., Kuroda F., Weinert M., Tsuruta K., Kotani Y., Nakamura T., Togawa Y., Kishine J., Kousaka Y., Akimitsu J., Inoue K.                          | 4. 巻<br>99                    |
| 2. 論文標題<br>Observation of orbital angular momentum in the chiral magnet CrNb <sub>3</sub> S <sub>6</sub> by soft x-ray magnetic circular dichroism                                       | 5. 発行年<br>2019年               |
| 3. 雑誌名<br>Physical Review B  | 6. 最初と最後の頁<br>1~16            |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1103/PhysRevB.99.174439   | 査読の有無<br>有                    |
| オープンアクセス<br>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<br>-                     |
| 1. 著者名<br>Kishine J., Sinitsyn V. E., Bostrem I. G., Proskurin Igor, Goncalves F. J. T., Togawa Y., Ovchinnikov A. S.  | 4. 巻<br>100                   |
| 2. 論文標題<br>Theory of standing spin waves in a finite-size chiral spin soliton lattice  | 5. 発行年<br>2019年               |
| 3. 雑誌名<br>Physical Review B  | 6. 最初と最後の頁<br>24411           |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1103/PhysRevB.100.024411  | 査読の有無<br>有                    |
| オープンアクセス<br>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<br>該当する                  |
| 1. 著者名<br>Ohkuma M., Mito M., Nakamura N., Tsuruta K., Ohe J., Shinozaki M., Kato Y., Kishine J., Kousaka Y., Akimitsu J., Inoue K.  | 4. 巻<br>9                     |
| 2. 論文標題<br>Surface-size and shape dependencies of change in chiral soliton number in submillimeter-scale crystals of chiral magnet CrNb <sub>3</sub> S <sub>6</sub>                      | 5. 発行年<br>2019年               |
| 3. 雑誌名<br>AIP Advances   | 6. 最初と最後の頁<br>075212 ~ 075212 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1063/1.5092366  | 査読の有無<br>有                    |
| オープンアクセス<br>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<br>-                     |
| 1. 著者名<br>Yoshizawa Daichi, Sawada Yuya, Kousaka Yusuke, Kishine Jun-ichiro, Togawa Yoshihiko, Mito Masaki, Inoue Katsuya, Akimitsu Jun, Nakano Takehito, Nozue Yasuo, Hagiwara Masayuki | 4. 巻<br>100                   |
| 2. 論文標題<br>Anomalous spiked structures in ESR signals from the chiral helimagnet CrNb <sub>3</sub> S <sub>6</sub>  | 5. 発行年<br>2019年               |
| 3. 雑誌名<br>Physical Review B  | 6. 最初と最後の頁<br>1~12            |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1103/PhysRevB.100.104413  | 査読の有無<br>無                    |
| オープンアクセス<br>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<br>-                     |

|   |                     |
|---|---------------------|
| 1. 著者名<br>Togawa Y., Kishine J., Nosov P.?A., Koyama T., Paterson G.?W., McVitie S., Kousaka Y., Akimitsu J., Ogata M., Ovchinnikov A.?S. | 4. 巻<br>122         |
| 2. 論文標題<br>Anomalous Temperature Behavior of the Chiral Spin Helix in CrNb3S6 Thin Lamellae   | 5. 発行年<br>2019年     |
| 3. 雑誌名<br>Physical Review Letters   | 6. 最初と最後の頁<br>17204 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1103/PhysRevLett.122.017204  | 査読の有無<br>有          |
| オープンアクセス<br>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<br>該当する        |

|  |                      |
|--|----------------------|
| 1. 著者名<br>Proskurin Igor, Ovchinnikov Alexander S., Kishine Jun-ichiro, Stamps Robert L. | 4. 巻<br>98           |
| 2. 論文標題<br>Cavity optomechanics of topological spin textures in magnetic insulators      | 5. 発行年<br>2018年      |
| 3. 雑誌名<br>Physical Review B  | 6. 最初と最後の頁<br>220411 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1103/PhysRevB.98.220411                                   | 査読の有無<br>有           |
| オープンアクセス<br>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<br>該当する         |

|   |                               |
|---|-------------------------------|
| 1. 著者名<br>Takahashi Hirohisa T., Proskurin Igor, Kishine Jun-ichiro | 4. 巻<br>87                    |
| 2. 論文標題<br>Landau Level Spectroscopy by Optical Vortex Beam         | 5. 発行年<br>2018年               |
| 3. 雑誌名<br>Journal of the Physical Society of Japan                  | 6. 最初と最後の頁<br>113703 ~ 113703 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.7566/JPSJ.87.113703                  | 査読の有無<br>有                    |
| オープンアクセス<br>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<br>該当する                  |

|  |                      |
|--|----------------------|
| 1. 著者名<br>Proskurin Igor, Ovchinnikov Alexander S., Kishine Jun-ichiro, Stamps Robert L. | 4. 巻<br>98           |
| 2. 論文標題<br>Excitation of magnon spin photocurrents in antiferromagnetic insulators       | 5. 発行年<br>2018年      |
| 3. 雑誌名<br>Physical Review B  | 6. 最初と最後の頁<br>134422 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1103/PhysRevB.98.134422                                   | 査読の有無<br>有           |
| オープンアクセス<br>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<br>該当する         |

|  |                      |
|--|----------------------|
| 1. 著者名<br>Goncalves F. J. T., Sogo T., Shimamoto Y., Proskurin I., Sinitsyn V. E., Kousaka Y., Bostrem I. G., Kishine J., Ovchinnikov A. S., Togawa Y. | 4. 巻<br>98           |
| 2. 論文標題<br>Tailored resonance in micrometer-sized monoaxial chiral helimagnets   | 5. 発行年<br>2018年      |
| 3. 雑誌名<br>Physical Review B  | 6. 最初と最後の頁<br>144407 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1103/PhysRevB.98.144407   | 査読の有無<br>有           |
| オープンアクセス<br>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<br>該当する         |

|   |                      |
|---|----------------------|
| 1. 著者名<br>Tereshchenko A. A., Ovchinnikov A. S., Proskurin Igor, Sinitsyn E. V., Kishine Jun-ichiro | 4. 巻<br>97           |
| 2. 論文標題<br>Theory of magnetoelastic resonance in a monoaxial chiral helimagnet                      | 5. 発行年<br>2018年      |
| 3. 雑誌名<br>Physical Review B   | 6. 最初と最後の頁<br>184303 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1103/PhysRevB.97.184303  | 査読の有無<br>有           |
| オープンアクセス<br>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<br>該当する         |

|  |                    |
|--|--------------------|
| 1. 著者名<br>Tsuruta K., Mito M., Deguchi H., Kishine J., Kousaka Y., Akimitsu J., Inoue K.   | 4. 巻<br>97         |
| 2. 論文標題<br>Nonlinear magnetic responses at the phase boundaries around helimagnetic and skyrmion lattice phases in MnSi: Evaluation of robustness of noncollinear spin texture | 5. 発行年<br>2018年    |
| 3. 雑誌名<br>Physical Review B  | 6. 最初と最後の頁<br>1-11 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1103/PhysRevB.97.094411   | 査読の有無<br>有         |
| オープンアクセス<br>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<br>-          |

|  |                    |
|--|--------------------|
| 1. 著者名<br>Mito Masaki, Ohsumi Hiroyuki, Tsuruta Kazuki, Kotani Yoshinori, Nakamura Tetsuya, Togawa Yoshihiko, Shinozaki Misako, Kato Yusuke, Kishine Jun-ichiro, Ohe Jun-ichiro, Kousaka Yusuke, Akimitsu Jun, Inoue Katsuya | 4. 巻<br>97         |
| 2. 論文標題<br>Geometrical protection of topological magnetic solitons in microprocessed chiral magnets  | 5. 発行年<br>2018年    |
| 3. 雑誌名<br>Physical Review B  | 6. 最初と最後の頁<br>1-10 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1103/PhysRevB.97.024408   | 査読の有無<br>有         |
| オープンアクセス<br>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<br>-          |

|  |                    |
|--|--------------------|
| 1. 著者名<br>Nosov P. A., Kishine Jun-ichiro, Ovchinnikov A. S., Proskurin I.   | 4. 巻<br>96         |
| 2. 論文標題<br>Functional renormalization-group approach to the Pokrovsky-Talapov model via the modified massive Thirring fermions | 5. 発行年<br>2017年    |
| 3. 雑誌名<br>Physical Review B  | 6. 最初と最後の頁<br>1-12 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1103/PhysRevB.96.235126   | 査読の有無<br>有         |
| オープンアクセス<br>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<br>該当する       |

|   |                               |
|---|-------------------------------|
| 1. 著者名<br>Fukuyama Hidetoshi, Kishine Jun-ichiro, Ogata Masao   | 4. 巻<br>86                    |
| 2. 論文標題<br>Energy Landscape of Charge Excitations in the Boundary Region between Dimer?Mott and Charge Ordered States in Molecular Solids | 5. 発行年<br>2017年               |
| 3. 雑誌名<br>Journal of the Physical Society of Japan  | 6. 最初と最後の頁<br>123706 ~ 123706 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.7566/JPSJ.86.123706  | 査読の有無<br>有                    |
| オープンアクセス<br>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<br>-                     |

|  |                               |
|--|-------------------------------|
| 1. 著者名<br>Tokushuku Kunio, Kishine Jun-ichiro, Ogata Masao | 4. 巻<br>86                    |
| 2. 論文標題<br>Tunable Spin Dynamics in Chiral Soliton Lattice | 5. 発行年<br>2017年               |
| 3. 雑誌名<br>Journal of the Physical Society of Japan         | 6. 最初と最後の頁<br>124701 ~ 124701 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.7566/JPSJ.86.124701         | 査読の有無<br>有                    |
| オープンアクセス<br>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<br>-                     |

|  |                   |
|--|-------------------|
| 1. 著者名<br>Proskurin Igor, Stamps Robert L., Ovchinnikov Alexander S., Kishine Jun-ichiro | 4. 巻<br>119       |
| 2. 論文標題<br>Spin-Wave Chirality and Its Manifestations in Antiferromagnets                | 5. 発行年<br>2017年   |
| 3. 雑誌名<br>Physical Review Letters  | 6. 最初と最後の頁<br>1-6 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1103/PhysRevLett.119.177202                               | 査読の有無<br>有        |
| オープンアクセス<br>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<br>該当する      |

|  |                               |
|--|-------------------------------|
| 1. 著者名<br>Proskurin Igor, Ovchinnikov Alexander S, Nosov Pavel, Kishine Jun-ichiro | 4. 巻<br>19                    |
| 2. 論文標題<br>Optical chirality in gyrotropic media: symmetry approach                | 5. 発行年<br>2017年               |
| 3. 雑誌名<br>New Journal of Physics   | 6. 最初と最後の頁<br>063021 ~ 063021 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1088/1367-2630/aa6acd                               | 査読の有無<br>有                    |
| オープンアクセス<br>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<br>該当する                  |

|  |                         |
|--|-------------------------|
| 1. 著者名<br>Ovchinnikov A. S., Bostrem I. G., Sinitsyn V. E., Kishine J. | 4. 巻<br>191             |
| 2. 論文標題<br>Critical behavior of a monoaxial chiral helimagnet          | 5. 発行年<br>2017年         |
| 3. 雑誌名<br>Theoretical and Mathematical Physics                         | 6. 最初と最後の頁<br>924 ~ 938 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1134/S0040577917060101                  | 査読の有無<br>有              |
| オープンアクセス<br>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<br>該当する            |

〔学会発表〕 計16件 (うち招待講演 15件 / うち国際学会 6件)

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Jun-ichiro Kishine  |
| 2. 発表標題<br>Highly nonlinear dynamics of chiral solitons in a mono-axial helimagnet                             |
| 3. 学会等名<br>V International workshop Dzyaloshinskii-Moriya Interaction and Exotic Spin Structures (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年<br>2019年  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Jun-ichiro Kishine   |
| 2. 発表標題<br>Interplay of Magnetic, Electronic and Elastic Degrees of Freedom in Chiral Materials |
| 3. 学会等名<br>Materials Research Meeting 2019  |
| 4. 発表年<br>2019年   |



|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Jun-ichiro Kishine   |
| 2. 発表標題<br>Chirality-protected Phenomena in Chiral Magnets                                |
| 3. 学会等名<br>International Conference on Superconductivity and Magnetism 2018 (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年<br>2018年   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>岸根順一郎                       |
| 2. 発表標題<br>Theory of Chiral Helimagnet |
| 3. 学会等名<br>QCD Club (招待講演)             |
| 4. 発表年<br>2018年                        |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>岸根順一郎                            |
| 2. 発表標題<br>カイラル磁性体の数理論と物理                   |
| 3. 学会等名<br>東工大量子物理学・ナノサイエンス第229回セミナー (招待講演) |
| 4. 発表年<br>2018年                             |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>岸根順一郎                          |
| 2. 発表標題<br>Chiral磁気プラズモニクスへ向けて            |
| 3. 学会等名<br>光とナノ物質の相互作用：分子科学の未来にむけて (招待講演) |
| 4. 発表年<br>2018年                           |

|                             |
|-----------------------------|
| 1. 発表者名<br>岸根順一郎            |
| 2. 発表標題<br>Chiral磁性薄膜の理論    |
| 3. 学会等名<br>スピン系物理の最前線(招待講演) |
| 4. 発表年<br>2018年             |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Junichiro Kishine  |
| 2. 発表標題<br>Soliton transport in chiral helimagnet   |
| 3. 学会等名<br>International Symposium on Frontiers of Quantum Transport in Nano Science (招待講演)(国際学会) |
| 4. 発表年<br>2018年   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>岸根順一郎                                       |
| 2. 発表標題<br>スピノル, スピン, 磁気モーメント                          |
| 3. 学会等名<br>ISSPワークショップ: スピン軌道強結合伝導系におけるサイエンスの新展開(招待講演) |
| 4. 発表年<br>2018年  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>岸根順一郎                                     |
| 2. 発表標題<br>低対称空間における波動関数                             |
| 3. 学会等名<br>原子・ナノスケール低対称環境における 量子自由度制御と革新的機能の創成(招待講演) |
| 4. 発表年<br>2019年                                      |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Junichiro Kishine                      |
| 2. 発表標題<br>Soliton transport in chiral helimagnet |
| 3. 学会等名<br>原研先端研セミナー（招待講演）                        |
| 4. 発表年<br>2019年                                   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Jun-ichiro Kishine   |
| 2. 発表標題<br>Chirality in Condensed Matter Magnetism, Optics and Elasticity           |
| 3. 学会等名<br>Winter school on condensed matter physics, St. Petersburg, Russia (招待講演) |
| 4. 発表年<br>2018年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>岸根順一郎  |
| 2. 発表標題<br>物質科学と Chirality                                |
| 3. 学会等名<br>J-Physics トピカルミーティング「どう創る？：キラル磁性体と拡張多極子」（招待講演） |
| 4. 発表年<br>2018年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Jun-ichiro Kishine, I. Proskurin and A. S. Ovchinnikov   |
| 2. 発表標題<br>Chirality-protected phenomena in magnetism and optics  |
| 3. 学会等名<br>The 4th International Symposium on Advanced Magnetic Materials and Applications (ISAMMA) December 10 - 13, 2017, Novotel Phu Quoc Resort (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年<br>2017年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Jun-ichiro Kishine                                       |
| 2. 発表標題<br>Spintronic Applications of Mono-axial Chiral Helimagnets |
| 3. 学会等名<br>Energy Materials Nanotechnology on Quantum (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年<br>2017年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Jun-ichiro Kishine   |
| 2. 発表標題<br>Mono-axial Chirality in Magnetism and Optics Fundamental aspect of optical chirality                 |
| 3. 学会等名<br>IV International Workshop Dzyaloshinskii-Moriya Interaction and Exotic Spin Structures (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年<br>2017年   |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

|   |
|---|
| <a href="https://researchmap.jp/read0200802/">https://researchmap.jp/read0200802/</a> |
|---|

6. 研究組織

|       | 氏名<br>(ローマ字氏名)<br>(研究者番号)                         | 所属研究機関・部局・職<br>(機関番号)                          | 備考 |
|-------|---|--|----|
| 研究分担者 | 戸川 欣彦<br><br>(Togawa Yoshihiko)<br><br>(00415241) | 大阪府立大学・工学(系)研究科(研究院)・教授<br><br><br><br>(24403) |    |

6. 研究組織（つづき）

|       | 氏名<br>(ローマ字氏名)<br>(研究者番号)                      | 所属研究機関・部局・職<br>(機関番号)                              | 備考 |
|-------|--|--|----|
| 研究分担者 | 加藤 雄介<br>(Kato Yusuke)<br><br>(20261547)       | 東京大学・大学院総合文化研究科・教授<br><br>(12601)                  |    |
| 研究分担者 | 松浦 弘泰<br>(Matsuura Hiroyasu)<br><br>(40596607) | 東京大学・大学院理学系研究科（理学部）・助教<br><br>(12601)              |    |
| 研究分担者 | 福島 孝治<br>(Hukushima Koji)<br><br>(80282606)    | 東京大学・大学院総合文化研究科・教授<br><br>(12601)                  |    |
| 研究分担者 | 多々良 源<br>(Tatara Gen)<br><br>(10271529)        | 国立研究開発法人理化学研究所・創発物性科学研究センター・チームリーダー<br><br>(82401) |    |

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                 |              |  |
|---------|-------------------------|--------------|--|
| ロシア連邦   | Ural Federal University |              |  |
| 英国      | University of Glasgow   |              |  |
| ロシア連邦   | Ural Federal University |              |  |
| カナダ     | Manitoba University     |              |  |
| ロシア     | ウラル連邦大学                 | ベテルブルク核物理研究所 |  |
| カナダ     | マニトバ大学                  |              |  |
| スペイン    | サラゴサ在学                  |              |  |

| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 |  |  |  |
|---------|---------|--|--|--|
| 英国      | グラスゴー大学 |  |  |  |