

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和元年5月30日現在

機関番号：11301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K17713

研究課題名(和文) 磁気空間対称性が保護する軌道秩序相の隠れた電子状態特性の理論研究

研究課題名(英文) Theoretical study of hidden electronic structure property of orbital ordering phase protected by magnetic space group symmetry

研究代表者

鈴木 通人 (Suzuki, Michi-To)

東北大学・金属材料研究所・准教授

研究者番号：10596547

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究プロジェクトを通して、強磁性体・反強磁性体の持つ対称性の情報を最大限に活用した物性予測手法を開発し、さらに、異常ホール効果や電気磁気効果などの目的の物性を発現する磁気構造を系統的に生成する新しい理論手法を提案している。これらの理論は、Mn<sub>3</sub>SnやMn<sub>3</sub>Geで近年発見された、磁化のない非線形磁気秩序相の巨大異常ホール効果を説明する理論として提出され、同磁気秩序相における異常ネルンスト効果や磁気光学カー効果の発見にもつながっている。

研究成果の学術的意義や社会的意義

現在機能性材料として使われている磁性体のほとんどは強磁性体である。材料としての機能性は多くの場合外部から電場や磁場を印加した際の応答現象によるものであるが、近年、強磁性体でのみ発現すると考えられていた異常ホール効果や異常ネルンスト効果といった現象が一部の反強磁性体で強磁性体と同等かそれ以上の効果として現れることが明らかになっている。本研究プロジェクトでは、これらの磁気的な秩序相の対称性の情報を最大限に活用することで反強磁性体の物性現象を明らかにでき、磁性体材料の可能性を反強磁性体にまで広げたことで、今後の物質探索や物質設計研究に大きな変革をもたらすことが期待できる。

研究成果の概要(英文)：We have developed the method to predict the physical property of magnetic materials by making use of information of magnetic symmetry in antiferromagnets as well as ferromagnets and further suggested a novel method which generate the magnetic structures the induce aimed physical property such as anomalous Hall effect and magnetoelectric effect. These theory was originally suggested as the method to identify the degree of freedom that induce the non-collinear magnetic order phase with zero magnetization observed recently in Mn<sub>3</sub>Sn and Mn<sub>3</sub>Ge and led to the discovery of anomalous Nernst effect and magnetic optical Kerr effect in the magnetic order phases of these compounds.

研究分野：磁性

キーワード：第一原理計算 反強磁性 トポロジ

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

### 1. 研究開始当初の背景

(1) 物質の対称性によって保護される電子構造のトポロジーの研究や大きな軌道自由度が引き起こす特徴的な磁気的・電気的対称性の破れが注目されていた。

(2) 当研究プロジェクト以前の研究では、強相関電子系の強いスピン軌道相互作用下で形成される軌道秩序相(多極子秩序相)の第一原理計算手法を進展させ、秩序パラメータが長年にわたり謎となっている  $\text{URu}_2\text{Si}_2$  の隠れた秩序や  $\text{NpO}_2$  の磁気八極子秩序について、秩序相の電子状態の解明に貢献していた。

### 2. 研究の目的

(1) 大きな軌道自由度のもとで生じる秩序現象を対称性の観点から捉え直すことで、強相関電子系の秩序現象と電子状態の間にある普遍的概念の構築を目指す。

(2) マルチフェロイックやトポロジカル絶縁体に次ぐ、新しい物理状態と物質設計に対する知見を得る。

### 3. 研究の方法

(1) 磁気空間対称性を記述する群論手法をもとに、磁気・軌道・多極子秩序相の電子状態特性を同定する体系的な群論スキームを構築・提案する。

(2) 上記の群論手法を第一原理計算による解析と併用することで、物質の特異な秩序形成下における電子状態の研究を行う。

### 4. 研究成果

(1) 反強磁性秩序下で発現する異常ホール効果の研究に取り組み、国内外の研究会・国際会議で研究発表に加え、得られた成果をまとめた論文を *Physical Review B* に出版している [1]。本論文では、異常ホール効果を発現する電子構造のトポロジーが持つ性質を明らかにし、大きな異常ホール効果が発現する条件を議論し、一般の多くの反強磁性体においても強磁性体の磁化と同じように、巨視的な量(クラスター多極子)が定義できることを示した。さらに、異常ホール効果を誘起する反強磁性構造が強磁性体の磁化と同じ対称性を持つ、クラスター八極子によって特徴づけられることを明らかにした。本研究ではさらに、第一原理計算によって強磁性体と反強磁性体の異常ホール伝導度を計算し、クラスター多極子を用いることで強磁性体と反強磁性体の異常ホール効果が統一的に理解できることを示している。同論文は、査読者と編集者から高い評価を受けた論文として *Editors' Suggestion* に選定されている。

(2) アイオワ州立大学の角度分解高電子分光実験グループとの共同研究により、 $\text{MoTe}_2$  のトポロジーで保護される電子構造の縮退点(ワイル点)に関する研究を実施し、第一原理計算により、フェルミ面が点接触して形成される Type II 型のワイル点の存在を示すことに成功している。本論文は初の Type II 型ワイル点の例として研究成果が高く評価され、研究論文が *Nature Materials* 誌に出版されている [2]。

(3) 実験グループとの共同研究で、 $\text{Mn}_3\text{Sn}$  の反強磁性相における時間反転の破れが生み出す特異なバンド縮退点(ワイル点)の同定に成功し、*Nature Materials* 誌に論文を出版している [3]。また、同反強磁性相の大きな異常ネルンスト効果の起源を調べ、*Nature Physics* 誌に論文を出版している [4]。さらに、クラスター多極子理論を反強磁性体の磁気光学カー効果の研究に適用し、実験で観測される磁気光学カー効果と磁気八極子の関係を明らかにし、*Nature Photonics* 誌に論文を出版している [5]。

(4) 第一原理計算による多極子理論研究の包括的な解説記事を固体物理と *Journal of the Physical Society of Japan* に出版した他 [6, 7]、反強磁性相におけるフェルミ面の研究や Yb 系化合物の電子状態研究を実施し論文を出版している [8, 9]。

(5) 実験グループとの共同研究によって磁性体における巨大な異常ネルンスト効果の発見に貢献したほか [10]、巨大異常ホール効果を起こす反強磁性体として知られる  $\text{Mn}_3\text{Sn}$  で新たに発見された異常熱ホール効果の発現機構の研究に取り組んだ [11]。さらに、これまでの研究で進展させたクラスター多極子理論を一般化することで、一般の結晶構造に対して多極子と対称性によって分類された直交磁気構造が生成できることを示し、中性子散乱実験における磁気構造の同定や第一原理計算における安定磁気構造の評価を行う上で有用な、直交な磁気構造を系統的に生成する新しい理論を提案している [12]。本理論によって、与えられた結晶構造のもとで異常ホール効果や電気磁気効果など種々の物性を示す磁気構造を網羅することが可能となり、トポロジーとマクロ物性の関係を第一原理計算を使って系統的に解析するための一連の枠組が一通り構築できたことになる。ここで提案された新しい理論は、研究代表者らによる反強磁性体のトポロジー構造と異常ホール効果の系統的研究や、第一原理計算による全エネルギー計算と

組み合わせた安定磁気構造の評価フレームワーク構築の研究などに応用されており、多岐にわたる新しい研究展開の礎となっている。

<引用文献>

- [1] M.-T. Suzuki, T. Koretsune, M. Ochi, and R. Arita, Cluster multipole theory for anomalous Hall effect in antiferromagnets, *Phys. Rev. B* **95**, 2017, 094406
- [2] Lunan Huang, Timothy M. McCormick, Masayuki Ochi, Zhiying Zhao, Michi-To Suzuki, Ryotaro Arita, Yun Wu, Daixiang Mou, Huibo Cao, Jiaqiang Yan, Nandini Trivedi, Adam Kaminski, Spectroscopic evidence for type II Weyl semimetal state in MoTe<sub>2</sub>, *Nature Mater.* **15**, 2016, 1155-1160
- [3] K. Kuroda, T. Tomita, M.-T. Suzuki, C. Bareille, A. A. Nugroho, P. Goswami, M. Ochi, M. Ikhlas, M. Nakayama, S. Akebi, R. Noguchi, R. Ishii, N. Inami, K. Ono, H. Kumigashira, A. Varykhalov, T. Muro, T. Koretsune, R. Arita, S. Shin, Takeshi Kondo, and S. Nakatsuji, Evidence for magnetic Weyl fermions in a correlated metal, *Nat. Mater.* **16**, 2017, 1090
- [4] Muhammad Ikhlas, Takahiro Tomita, Takashi Koretsune, Michi-To Suzuki, Daisuke Nishio-Hamane, Ryotaro Arita, Yoshichika Otani and Satoru Nakatsuji, Large anomalous Nernst effect at room temperature in a chiral antiferromagnet, *Nat. Phys.* **13**, 2017, 1085
- [5] Tomoya Higo, Huiyuan Man, Daniel B. Gopman, Liang Wu, Takashi Koretsune, Large magneto-optical Kerr effect and imaging of magnetic octupole domains in an antiferromagnetic metal, *Nat. Photonics* **12**, 2018, 73
- [6] 鈴木通人、五宝健、播磨尚朝、多極子伝導系の第一原理計算-局在多極子からクラスター多極子-, *固体物理* **52**, 2017, 683
- [7] Michi-To Suzuki, Hiroaki Ikeda, Peter M. Oppeneer, First-principles theory of magnetic multipoles in condensed matter systems, *J. Phys. Soc. Jpn.* **87**, 041008 (2018)
- [8] Pourret, Suzuki et al., *J. Phys. Soc. Jpn.* **86**, 2017, 084702
- [9] Hitoshi Yamaoka, Naohito Tsujii, Michi-To Suzuki, Yoshiya Yamamoto, Ignace Jarrige, Hitoshi Sato, Jung-Fu Lin, Takeshi Mito, Jun' ichiro Mizuki, Hiroya Sakurai, Osamu Sakai, Nozomu Hiraoka, Hirofumi Ishii, Ku-Ding Tsuei, Mauro Giovannini, and Ernst Bauer, Pressure-induced anomalous valence crossover in cubic YbCu<sub>5</sub>- based compounds, *Sci. Rep.* **7**, 2017, 5846
- [10] Akito Sakai, Yo Pierre Mizuta, Agustinus Agung Nugroho, Rombang Sihombing, Takashi Koretsune, Michi-To Suzuki, Nayuta Takemori, Rieko Ishii, Daisuke Nishio-Hamane, Ryotaro Arita, Pallab Goswami, Satoru Nakatsuji, Giant anomalous Nernst effect and quantum-critical scaling in a ferromagnetic semimetal, *Nature Phys.* **14**, 2018, 1119
- [11] Kaori Sugii, Yusuke Imai, Masaaki Shimozawa, Muhammad Ikhlas, Naoki Kiyohara, Takahiro Tomita, Michi-To Suzuki, Takashi Koretsune, Ryotaro Arita, Satoru Nakatsuji, Minoru Yamashita, Anomalous thermal Hall effect in the topological antiferromagnetic state, 2019, arXiv:1902.06601
- [12] Suzuki, Nomoto, Arita, Yanagi, Hayami, Kusunose, Multipole expansion for magnetic structures: A generation scheme for symmetry-adapted orthonormal basis set in crystallographic point group, *Phys. Rev. B* **99**, 2019, 174407

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 16 件)

- ① M.-T. Suzuki, T. Nomoto, R. Arita, Y. Yanagi, S. Hayami, H. Kusunose, Multipole expansion for magnetic structures: A generation scheme for symmetry-adapted orthonormal basis set in crystallographic point group, *Phys. Rev. B* **99**, 査読有り, 2019, 174407/1-10  
DOI:10.1103/PhysRevB.99.174407
- ② Akito Sakai, Yo Pierre Mizuta, Agustinus Agung Nugroho, Rombang Sihombing, Takashi Koretsune, Michi-To Suzuki, Nayuta Takemori, Rieko Ishii, Daisuke Nishio-Hamane, Ryotaro Arita, Pallab Goswami, Satoru Nakatsuji, Giant anomalous Nernst effect and quantum-critical scaling in a ferromagnetic semimetal, *Nature Phys.* **14**, 査読有り, 2018, 1119-1124  
DOI:10.1038/s41567-018-0225-6
- ③ Michi-To Suzuki, Hiroaki Ikeda, Peter M. Oppeneer, First-principles theory of magnetic multipoles in condensed matter systems, *J. Phys. Soc. Jpn.* **87**, 査読有り, 2018, 041008/1-24  
DOI:10.7566/JPSJ.87.041008
- ④ Tomoya Higo, Huiyuan Man, Daniel B. Gopman, Liang Wu, Takashi Koretsune, Olaf M. J. van 't Erve, Yury P. Kabanov, Dylan Rees, Yufan Li, Michi-To Suzuki, Shreyas Patankar, Muhammad Ikhlas, C. L. Chien, Ryotaro Arita, Robert D. Shull, Joseph Orenstein, and

- Satoru Nakatsuji, Large magneto-optical Kerr effect and imaging of magnetic octupole domains in an antiferromagnetic metal, *Nature Photonics* **12**, 査読有り, 2018, 73-78  
DOI:10.1038/s41566-017-0086-z
- ⑤ 鈴木通人、五宝健、播磨尚朝、多極子伝導系の第一原理計計算-局在多極子からクラスター多極子-、*固体物理*、52巻、査読有り、2017、683
- ⑥ K. Kuroda, T. Tomita, M.-T. Suzuki, C. Bareille, A. A. Nugroho, P. Goswami, M. Ochi, M. Ikhlas, M. Nakayama, S. Akebi, R. Noguchi, R. Ishii, N. Inami, K. Ono, H. Kumigashira, A. Varykhalov, T. Muro, T. Koretsune, R. Arita, S. Shin, Takeshi Kondo, and S. Nakatsuji, Evidence for magnetic Weyl fermions in a correlated metal, *Nature Mater.* **16**, 査読有り, 2017, 1090-1095  
DOI:10.1038/nmat4987
- ⑦ Muhammad Ikhlas, Takahiro Tomita, Takashi Koretsune, Michi-To Suzuki, Daisuke Nishio-Hamane, Ryotaro Arita, Yoshichika Otani and Satoru Nakatsuji, Large anomalous Nernst effect at room temperature in a chiral antiferromagnet, *Nature Phys.* **13**, 査読有り, 2017, 1085-1090  
DOI:10.1038/nphys4181
- ⑧ Hitoshi Yamaoka, Naohito Tsujii, Michi-To Suzuki, Yoshiya Yamamoto, Ignace Jarrige, Hitoshi Sato, Jung-Fu Lin, Takeshi Mito, Jun'ichiro Mizuki, Hiroya Sakurai, Osamu Sakai, Nozomu Hiraoka, Hirofumi Ishii, Ku-Ding Tsuei, Mauro Giovannini, and Ernst Bauer, Pressure-induced anomalous valence crossover in cubic YbCu<sub>5</sub>-based compounds, *Sci. Rep.* **7**, 査読有り, 2017, 5846/1-6  
DOI:10.1038/s41598-017-06190-3
- ⑨ Alexandre Pourret, Michi-To Suzuki, Alexandra Palaccio Morales, Gabriel Seyfarth, Georg Knebel, Dai Aoki, Jacques Flouquet, Fermi surfaces in the antiferromagnetic, paramagnetic and polarized paramagnetic states of CeRh<sub>2</sub>Si<sub>2</sub> compared with quantum oscillation experiments, *J. Phys. Soc. Jpn.* **86**, 査読有り, 2017, 084702/1-7  
DOI:10.7566/JPSJ.86.084702
- ⑩ M.-T. Suzuki, T. Koretsune, M. Ochi, R. Arita, Cluster multipole theory for anomalous Hall effect in antiferromagnets, *Phys. Rev. B* **95**, 査読有り, 2017, 094406/1-11  
DOI:10.1103/PhysRevB.95.094406
- ⑪ Lunan Huang, Timothy M. McCormick, Masayuki Ochi, Zhiying Zhao, Michi-To Suzuki, Ryotaro Arita, Yun Wu, Daixiang Mou, Huibo Cao, Jiaqiang Yan, Nandini Trivedi, Adam Kaminski, Spectroscopic evidence for type II Weyl semimetal state in MoTe<sub>2</sub>, *Nature Mater.* **15**, 査読有り, 2016, 1155-1160  
DOI:10.1038/nmat4685
- ⑫ S. M. Butorin, A. Modin, J. R. Vegelius, M.-T. Suzuki, P. M. Oppeneer, D. A. Andersson, D. K. Shuh, Local symmetry effects in actinide 4f x-ray absorption in oxides, *Anal. Chem.* **88**, 査読有り, 2016, 4169-4173  
DOI:10.1021/acs.analchem.5b04380
- ⑬ Ryotaro Arita, Hiroaki Ikeda, Shiro Sakai, and Michi-To Suzuki, Ab initio downfolding study of the iron-based Ladder superconductor BaFe<sub>2</sub>S<sub>3</sub>, *Phys. Rev. B* **92**, 査読有り, 2015, 054515/1-6  
DOI:10.1103/PhysRevB.92.054515
- ⑭ Michi-To Suzuki, Ryotaro Arita, and Hiroaki Ikeda, First-principles study of magnetic properties in Fe-ladder compound BaFe<sub>2</sub>S<sub>3</sub>, *Phys. Rev. B* **92**, 査読有り, 2015, 085116/1-6  
DOI:10.1103/PhysRevB.92.085116
- ⑮ A. Modin, M.-T. Suzuki, J. Vegelius, Y. Yun, D. K. Shuh, L. Werme, J. Nordgren, P. M. Oppeneer, and S. M. Butorin, 5f-shell correlation effects in dioxides of light actinides studied by O 1s x-ray absorption and emission spectroscopies and first-principles calculations, *J. Phys.: Condensed Matter* **27**, 査読有り, 2015, 315503/1-8  
DOI:10.1088/0953-8984/27/31/315503
- ⑯ A. Palacio Morales, A. Pourret, G. Seyfarth, M.-T. Suzuki, D. Braithwaite, G. Knebel, D. Aoki, J. Flouquet, Fermi surface instabilities in CeRh<sub>2</sub>Si<sub>2</sub> at high magnetic field and pressure, *Phys. Rev. B* **91**, 査読有り, 2015, 245129/1-9  
DOI:10.1103/PhysRevB.91.245129

[学会発表] (計 37 件)

- ① 鈴木通人、星野晋太郎、池田浩章、Charge Self-Consistent LDA+DMFT 法の重い電子系への適用, 日本物理学会第 74 回年次大会, 2019 年, 九州大学 伊都キャンパス (福岡), 講演番号 15pS-PS-94
- ② 鈴木通人、反強磁性体の磁気対称性・トポロジーと異常ホール効果, 第 11 回凝縮系理論勉強会, 2019 年, 東京理科大学 (東京)

- ③ 鈴木通人、反強磁性体の異常ホール効果の系統的研究, TMS 新学術領域 第4回領域研究会, 2019年, 名古屋大学 理学部南館 坂田・平田ホール (愛知)
- ④ 鈴木通人、第一原理データベースと機械学習によるトポロジカル磁性体の探索と物性予測, 第4回東北大学若手研究者アンサンブル研究会, 2019年, 宮城県大崎市中山コミュニティセンター (宮城)
- ⑤ 鈴木通人、多極子理論とデータ科学の融合による物質設計, さきがけ研究領域 「理論・実験・計算科学とデータ科学が連携・融合した先進的マテリアルズインフォマティクスのための基盤技術の構築」第7回領域会議, 2018年, 橿原市商工経済会館 (奈良)
- ⑥ Michi-To Suzuki, Topology and multipole inducing intrinsic anomalous Hall effect in antiferromagnets, Second TMS-PKU alliance workshop, 2018年, Beijing University (Beijing)
- ⑦ 鈴木通人、LDA+DMFT 法による Yb 系化合物の価数状態と準粒子スペクトル, 日本物理学会 2018年秋季大会, 2018年, 同志社大学京田辺キャンパス (京都)
- ⑧ 鈴木通人、クラスター多極子理論のトポロジー・マクロ物性研究への応用, 日本物理学会 2018年秋季大会, 2018年, 同志社大学京田辺キャンパス (京都)
- ⑨ 鈴木通人、多極子理論とデータ科学の融合による物質設計, さきがけ研究領域「理論・実験・計算科学とデータ科学が連携・融合した 先進的マテリアルズインフォマティクスのための基盤技術の構築」平成30年度 第6回領域会議, 2018年, 富山県民会館 (富山)
- ⑩ 鈴木通人、第一原理計算による反強磁性体の電子構造トポロジーとマクロ物性の研究, 新学術領域「トポロジーが紡ぐ物質科学のフロンティア」 公募研究キックオフミーティング, 2018年, 京都大学 (京都)
- ⑪ 鈴木通人、固体中の多極子自由度の第一原理計算による研究, 日本物理学会第73回年次大会, 2018年, 東京理科大学 (東京)
- ⑫ 鈴木通人、クラスター多極子による反強磁性相の巨視的秩序パラメータ, J-Physics: 多極子伝導系の物理平成29年度領域全体会議, 2018年, 物性研究所 (千葉)
- ⑬ 鈴木通人、クラスター多極子理論の応用, 新学術領域研究「J-Physics: 多極子伝導系の物理」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」, 2018年, 兵庫県立淡路夢舞台国際会議場 (兵庫)
- ⑭ 鈴木通人、さきがけ研究領域「理論・実験・計算科学とデータ科学が連携・融合した先進的マテリアルズインフォマティクスのための基盤技術の構築」平成29年度 第5回領域会議, 2017年, プラザヴェルデ (静岡)
- ⑮ 鈴木通人、多極子理論とデータ科学の融合による磁性体の物質設計, ポスト新物質開発のための戦略会議, 2017年, 東京大学本郷キャンパス (東京)
- ⑯ Michi-To Suzuki, Cluster multipole theory for macroscopic magnetization of antiferromagnetism: Application to anomalous Hall effect and recent progress, International Workshop on Multipole Physics and Related Phenomena, 2017年, 八幡平ロイヤルホテル(岩手)
- ⑰ 鈴木通人、楠瀬博明、野本拓也、有田亮太郎、結晶構造における多極子・トロイダル磁気構造の生成手法と非対角応答現象の研究, 日本物理学会 2017年秋季大会, 2017年, 岩手大学 (岩手)
- ⑱ M.-T. Suzuki, T. Koretsune, M. Ochi, R. Arita, Cluster multipole theory for anomalous Hall effect in antiferromagnets, International Conference on Strongly Correlated Electron Systems (SCES2017), 2017年, the Clarion Congress Hotel Prague (チェコ)
- ⑲ Michi-To Suzuki, Cluster multipole theory for anomalous Hall effect in antiferromagnets, Spin-orbit interaction and G-factor (SOIG2017), 2017年, ESPCI Paris (フランス)
- ⑳ M.-T. Suzuki, T. Koretsune, M. Ochi, R. Arita, Cluster multipole theory for anomalous Hall effect in antiferromagnets, Interdisciplinary Symposium on Modern Density Functional Theory (iDFT), 2017年, 理化学研究所大河内ホール
- ㉑ 鈴木通人、クラスター多極子理論に基づく反強磁性体の非対角応答現象の物質設計, J-Physics トピカルミーティング「局在多極子と伝導電子の相関による新現象」, 2017年, 物性研究所
- ㉒ M.-T. Suzuki, T. Koretsune, M. Ochi, R. Arita, Cluster multipole theory for anomalous Hall effect in antiferromagnets, CEMS-QPEC Symposium on Emergent Quantum Materials, 2017年, 東京大学伊藤謝恩ホール
- ㉓ 鈴木通人、クラスター多極子理論による反強磁性体の巨大非対角応答の物質設計, ナノテクイニシティブ研究会「マテリアルズ・インフォマティクス・ネットワーク」, 2017年, メーブル有馬 (兵庫)
- ㉔ 鈴木通人、反強磁性体の巨視的秩序パラメータと異常ホール効果の研究, 第6回「強相関電子系理論の最前線」研究会, 2016年, 勝浦観光ホテル (和歌山)
- ㉕ 鈴木通人、Cluster multipole theory for anomalous Hall effect in antiferromagnets, 第2回「トポロジーが紡ぐ物質科学のフロンティア」 領域研究会, 2016年, 東北大学片平さくらホール (宮城)

- ②⑥ Michi-To Suzuki, Takashi Koretsune, Masayuki Ochi, Ryotaro Arita, Theoretical investigation of anomalous Hall effect in antiferromagnets, joint 13th Asia Pacific Physics Conference and 22nd Australian Institute of Physics Congress (APPC-AIP), 2016年, ブリスベン(オーストラリア)
- ②⑦ 鈴木通人、反強磁性体の巨視的秩序パラメータと異常ホール効果の研究, 第16回 琉球大学物性研究会, 2016年, 琉球大学(沖縄)
- ②⑧ M.-T. Suzuki, T. Koretsune, M. Ochi, R. Arita, Cluster-multipole-driven Anomalous Hall Effect in antiferromagnets, International workshop on nano-spin conversion science & quantum spin dynamics (NSCS-QSD), 2016年, 東京大学武田先端知ビル
- ②⑨ 鈴木通人、是常隆、越智正之、有田亮太郎、反強磁性相の電子構造トポロジーと異常ホール効果, 日本物理学会2016年秋季大会, 2016年, 金沢大学(石川), 講演番号14pKE-2
- ③⑩ 鈴木通人、拡張多極子による電氣的・磁氣的秩序の表現について, J-Physics 多極子伝導系の物理:理論討論会, 2016年, 明治大学駿河台キャンパス(東京)
- ③⑪ 鈴木通人、是常隆、有田亮太郎、反強磁性体における巨大異常ホール効果の物質設計, 日本物理学会年次大会第71回年次大会, 2016年, 東北学院大学(宮城), 講演番号21pAU-8
- ③⑫ Michi-To Suzuki, Takashi Koretsune, Ryotaro Arita, First-principles study of Berry curvature and anomalous hall effects in antiferromagnets, Asia-Pacific Workshop (APW)-CEMS Joint Workshop "Highlights of modern condensed matter physics", 2016年, 理化学研究所
- ③⑬ 鈴木通人、ベリー曲率に起因する物性の第一原理計算による研究, 第五回「強相関電子系理論の最前線」研究会, 2015年, 勝浦観光ホテル(和歌山)
- ③⑭ Michi-To Suzuki, First-principles investigation of the electronic/magnetic properties of quasi-one dimensional Fe-ladder compound BaFe<sub>2</sub>S<sub>3</sub>, TMU International Symposium 2015 "New Quantum Phases Emerging from Novel Crystal Structure", 2015年, 首都大学東京南大沢キャンパス(東京)
- ③⑮ 鈴木通人、有田亮太郎、池田浩章、第一原理計算による梯子型鉄系物質BaFe<sub>2</sub>S<sub>3</sub>の磁性と電子構造の研究, 日本物理学会2015年秋期大会, 2015年, 関西大学(大阪), 講演番号18pDB-5
- ③⑯ 鈴木通人、多極子自由度がもたらす電子状態と物性の第一原理計算による研究, 新学術領域研究「J-Physics:多極子伝導系の物理」キックオフミーティング, 2015年, 神戸大学統合研究拠点コンベンションホール(兵庫)
- ③⑰ Michi-To Suzuki, Ryotaro Arita, Hiroaki Ikeda, First-principles investigation of electronic and magnetic properties of Fe ladder compound BaFe<sub>2</sub>S<sub>3</sub>, PSI-K 2015 Conference, 2015年, サンセバステイアン(スペイン)

[図書] (計1件)

鈴木通人 他、技術情報協会、マテリアルズ・インフォマティクスによる材料開発と活用集 - データベースの構築、記述子の設計法、モデル作成-, 2019、47-52

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

[その他]

ホームページ等

<https://www.sc.imr.tohoku.ac.jp/researcher/suzuki/index.html>

## 6. 研究組織

(1) 研究分担者

(2) 研究協力者

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。