

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 6 月 3 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17H01143

研究課題名(和文) マルチフェロイック新規物性機能の開拓に向けた物質展開

研究課題名(英文) Materials development toward novel multiferroic properties and functionalities

研究代表者

木村 剛 (Kimura, Tsuyoshi)

東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授

研究者番号：80323525

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 34,600,000円

研究成果の概要(和文)：従来のマルチフェロイクスの範疇を超えた新しいタイプのマルチフェロイック結合の創成および新規マルチフェロイック物質開発を目指した本研究で得られた主な成果は以下のとおりである。強磁気四極子秩序系物質を開発し、その電気磁気効果および電気磁気光学効果を実現することに成功した。コニカルらせん磁性体における強誘電・強磁性ドメイン構造の結合現象を共鳴X線回折により明らかにした。フェロアキシアル秩序におけるドメイン構造の可視化に成功した。構造および光学特性の観点からフェロカイラル秩序の相転移現象を検証した。液晶材料における室温電気磁気効果を実現した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の成果は、従来のマルチフェロイクスの枠を超えた新たなフェロイック物性実現の足掛かりとなるものと位置づけられる。フェロアキシアル・フェロカイラル物性に関して、従来のフェロイック物性と同レベルのドメイン制御性が実証・確立することになれば、結晶学・物性物理学の教科書の一章を新たに追加するような新たな研究分野が立ち上がるような意義があると考えられる。また、本研究で明らかとなったフェロアキシアル物質における電気旋光効果などの特異な光学特性は、強磁性や強誘電性など従来のフェロイック物性と同様に新規なメモリや光学素子などといった応用への展開につながるものと考えられる。

研究成果の概要(英文)：In this proposal study, we explored novel multiferroic coupling phenomena and developed novel multiferroic materials. Main achievements are listed below. 1. We developed a novel magnetic quadrupolar system showing magnetoelectric and optical magnetoelectric effects. 2. We clarified the origin of magnetoelectric coupling in a conical spiral multiferroic with resonant x-ray diffraction. 3. We successfully visualized domain structures due to ferroaxial order. 4. We clarified a ferro-chiral phase transition in terms of crystal structure and optical property. 5. We achieved room-temperature magnetoelectric effect in a liquid crystal.

研究分野：物性科学

キーワード：フェロイック秩序 電気磁気効果 磁気四極子 フェロアキシアル フェロカイラル 共鳴X線回折 液晶ドメイン

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、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

「磁場と磁化」、「電場と電気分極」、「応力と歪み」の関係に履歴現象を生じる物質は、強磁性体(ferromagnetics)、強誘電体(ferroelectrics)、強弾性体(ferroelastics)と各々呼ばれ、その履歴特性によって物性の外場応答が不揮発性を示すことからエネルギー消費の少ない情報保持が実現でき、機能性材料として電子デバイスなどに広く用いられ、現代社会を支える基盤となっている。これらの性質を持つ物質はひとまとめに「フェロイクス(ferroics)」と総称されるが、さらに、単一の物質中で複数のフェロイックな性質を持つ物質は「マルチフェロイクス(multiferroics)」と名付けられ、研究開始当初、その研究は急速に進展していた。2003年の本研究代表者らの研究グループによる TbMnO_3 におけるらせん磁気秩序誘起の強誘電性および巨大電気磁気効果の発見などを契機として、磁場による強誘電分極制御といった、複数の秩序パラメータの結合に起因する非自明な外場による物性制御機能に対して、応用のみならず基礎物性研究の観点からも、大きな関心が集まり、磁性遷移金属イオンを含む様々な化合物において磁気秩序が誘起する強誘電性、またそれに起因する電気磁気効果や方向二色性などといった特異物性が報告されていた。しかしながら、当時は報告のある物質における動作温度は室温よりはるかに低く、また、強誘電体としてもその強誘電分極の大きさが小さいなどの理由で、応用の観点からの性能向上には、物質・物性・機能開発に関する新たなブレークスルーが必要な状況であった。

2. 研究の目的

上記の背景を踏まえ、本研究では従来のマルチフェロイクスの範疇を超えた新しいタイプのマルチフェロイック結合の創成および新規マルチフェロイック物質開発を行い、複数の構造・電子秩序状態の結合に起因する非自明な摂動による物性・構造制御など新規物性・機能の発現を目的とした。強磁性、強誘電性、強弾性といった従来の強秩序の枠を超えて、磁気トロイダル、磁気四極子、キラリ秩序といった非従来型の強秩序状態の創成、さらにそれらの複合物性の制御法の確立を目指した。また、物質開発に関しては、遷移金属化合物を主とする従来のマルチフェロイック物質の枠にとどまらず、分子結晶や液晶など革新的なマルチフェロイック物質への展開をねらった。

3. 研究の方法

「新しいタイプのマルチフェロイック結合の創成」および「新規マルチフェロイック物質開発」という研究目的達成のため、下記の研究項目を実施した。

- ・ 特異な結晶構造ユニットが誘起する渦状スピン配列に起因する電気磁気結合の開拓
- ・ コニカルらせんマルチフェロイクスにおける新規複合ドメイン制御の実現
- ・ 液晶に着目した新規な室温電気磁気効果物質の開発
- ・ 新規フェロイック秩序「フェロアキシシャル秩序」の実験的検証
- ・ 鏡像異性構造を持つ結晶における結晶キラリティのフェロイック秩序としての確立

4. 研究成果

具体的な成果を数例挙げる。

(1) 特異な結晶構造ユニットが誘起する渦状スピン配列に起因する電気磁気結合の開拓

正四角オクタヘドラル構造と呼ばれる特異な結晶構造を内包する磁性体 $\text{Pb}(\text{TiO})\text{Cu}_4(\text{PO}_4)_4$ を新たに合成し、同物質において強的な磁気四極子秩序が実現することを明らかにし、さらにこの強四極子秩序に起因する電気磁気効果の発現を実証した。また同物質において、可視光領域における線二色性を観測し、また、その線二色性の符号が光の進行方向を反転すると線二色性の符号も反転する、すなわち「非相反線二色性」が発現することを見出した。観測された線二色性による吸収係数の相対的变化は約4%と大きく、さらに磁気四極子の符号を反転することによっても線二色性の符号が反転することを明らかにした。この現象を利用することにより、磁気四極子ドメインの空間分布を偏光顕微鏡により可視化することにも成功した。[Phys. Rev. B 97, 134418 (2018) Editors' Suggestion; Commun. Mater. 1, 39 (2020).]

(2) コニカルらせんマルチフェロイクスにおける新規複合ドメイン制御

(2-1)オリビン型マンガン酸化物 Mn_2GeO_4 を対象として、コニカルらせん磁気構造を示すマルチフェロイクスにおける強誘電および強磁性ドメインの特異な結合現象の観測、さらには現象論的な議論によるそのメカニズムの解明を図った。その結果、電場の印加によって強磁性ヒステリシス曲線における保持力が変調を受けるという「電場誘起交換バイアス効果」ともいふべき特異な電気磁気結合現象を見出した。[Phys. Rev. B 91, 054412 (2020) Editors' Suggestion]

(2-2)室温で特異なコニカルらせん磁気秩序に起因した電気磁気効果を示すことが報告されている Y 型六方晶フェライトを対象として、複合マルチフェロイックドメインの観測およびその外場応答に関する測定を行った。円偏光を用いた共鳴軟 X 線回折の手法により、コニカルらせん構造に起因する複合ドメインの空間分布およびその磁場応答を明らかにした。通常、共鳴 X 線回折を用いたドメイン観測では、磁気散乱の偏光依存性を用いることが多いが、本研究により、電荷-磁気干渉効果の円偏光依存性を用いることにより、共線反強磁性秩序のドメイン構造を観測できることが明らかになった。また、横滑りコニカルらせん磁気構造に起因する室温電気磁気効果を示す Z 型六方晶フェライト $\text{Sr}_3\text{Co}_2\text{Fe}_{24}\text{O}_{41}$ を対象として円偏光 X 線共鳴回折測定を行い、同物質における共存する強磁性および強誘電性を担う二種類の秩序変数が形成するドメイン構造をそれぞれ可視化し、外場応答の検証によって結合性を明らかにした。さらに得られたドメイン観察の結果とランダウ理論に基づいた対称性の考察と組み合わせ、結合性の有無から電気磁気応答の起源を解明した。[Phys. Rev. B 98, 134415 (2018); Phys. Rev. B 100, 094444 (2019).]

(3) 液晶に着目した新規な室温電気磁気効果物質の開発

強誘電液晶の電気磁気効果材料としての可能性を探った。液晶材料のいくつかは強誘電性を示し、それらは電場による分子配向、さらには偏光特性の制御が可能であり、ディスプレイなどに使われていることはよく知られている。これに対し、本研究ではそれを構成する分子の反磁性に着目し、その分子配向および強誘電性の磁場制御を試みた。強誘電液晶を構成する分子は反磁性を示すが、反磁性異方性を有するため磁場の印加によって分子軸の方向を制御することが可能である。これらのことを利用して強誘電液晶に対する磁場の印加により分子軸の配向を変化させることに付随して強誘電分極の方向を制御するといった磁場誘起の強誘電性制御が可能となる。実際に、2種類の分子で構成される強誘電液晶材料において室温以上の温度で磁場印加による強誘電分極の変化といった電気磁気効果の観測に成功した。[Appl. Phys. Lett. 111, 262901 (2017).]

(4) 新規フェロイック秩序「フェロアキシャル秩序」の実験的検証

新たなフェロイック物性の候補として、結晶構造に内在する原子配置の回転歪みで特徴づけられる秩序「フェロアキシャル秩序」に着目した。フェロアキシャル秩序状態とは結晶内の原子配置の回転歪みによって特徴付けられるものであり、その秩序変数の符号は回転の向き(時計回り、反時計回り)によって決定される。同秩序は、マルチフェロイック物質における電気磁気結合現象などの様々な現象と深く関連することが議論されており、その性質を解き明かすことは新たな多機能物質の開拓につながるものと期待される。しかしながら、同秩序を有する物質や、また、それを調べるために有効な測定手法は限られており、その研究はあまり注目されてこなかった。本研究では、電場変調イメージング技術を応用した電気旋光効果測定および走査型透過電子顕微鏡と収束電子回折を組み合わせた測定により、フェロアキシャル秩序を示す NiTiO_3 におけるフェロアキシャルドメインを可視化することに成功した。光学的手法によるフェロアキシャルドメインの観測はこれまで例のないことである。[Nat. Commun. 11, 4582 (2020).]

(5) 鏡像異性構造を持つ結晶における結晶キラリティのフェロイック秩序としての確立

鏡映対称性を持たない分子や結晶構造における右手系と左手系を区別する物理量「キラリティ」は化学・生物・物理など幅広い分野で認識されているが、その相転移現象に着目した研究はあまりなされてこなかった。本研究では、室温において結晶構造キラリティを有する $\text{Ba}(\text{TiO})\text{Cu}_4(\text{PO}_4)_4$ を対象として、室温から 900 K までの旋光性イメージングと単結晶 X 線回折実験を行い、キラリティ強度が秩序変数として振舞うフェロキラル相転移が約 700 K で生じることを明らかにした。さらに、同相転移が正負一対の極性構造ユニットのスタッガード回転歪みによって普遍的に実現できることを示し、強キラル相転移物質の探索のための設計指針を与えた。[J. Am. Chem. Soc. 143, 3638 (2021).]

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計27件（うち査読付論文 27件 / うち国際共著 10件 / うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 R. Misawa, T. Kimura et al.	4. 巻 103
2. 論文標題 Chirality and magnetic quadrupole order in Pb(TiO)Cu ₄ (PO ₄) ₄ probed by an interference scattering in resonant x-ray diffraction	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Phys. Rev. B	6. 最初と最後の頁 174409-1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.103.174409	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 Jung J.-S., Nakamura T., Wakabayashi Y., Kimura T.	4. 巻 76
2. 論文標題 Direct Evidence of Simultaneous Reversal of Ferrimagnetically Coupled Sm 4f and Mn 3d Angular Momenta in SmMnO ₃	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of the Korean Physical Society	6. 最初と最後の頁 904 ~ 910
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3938/jkps.76.904	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 Kimura Kenta, Urushihara Daisuke, Asaka Toru, Toyoda Masayuki, Miyake Atsushi, Tokunaga Masashi, Matsuo Akira, Kindo Koichi, Yamauchi Kunihiko, Kimura Tsuyoshi	4. 巻 59
2. 論文標題 Synthesis, Structure, and Anomalous Magnetic Ordering of the Spin-1/2 Coupled Square Tetramer System K(NbO)Cu ₄ (PO ₄) ₄	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 10986 ~ 10995
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.inorgchem.0c01463	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 Kenta, Katsuyoshi Tsukasa, Sawada Yuya, Kimura Shojiro, Kimura Tsuyoshi	4. 巻 1
2. 論文標題 Imaging switchable magnetoelectric quadrupole domains via nonreciprocal linear dichroism	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Communications Materials	6. 最初と最後の頁 39/1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s43246-020-0040-3	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 -

1. 著者名 Fischer J. K. H., Ueda H., Kimura T.	4. 巻 102
2. 論文標題 Domain switching and exchange bias control by electric field in the multiferroic conical magnet Mn ₂ GeO ₄	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 054412/1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.102.054412	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 該当する

1. 著者名 Hayashida T., Uemura Y., Kimura K., Matsuoka S., Morikawa D., Hirose S., Tsuda K., Hasegawa T., Kimura T.	4. 巻 11
2. 論文標題 Visualization of ferroaxial domains in an order-disorder type ferroaxial crystal	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 4582/1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-020-18408-6	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 -

1. 著者名 上田大貴, 田中良和, 木村 剛	4. 巻 33
2. 論文標題 マルチフェロイック物質における共鳴X線回折による磁気ドメイン観察	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 放射光	6. 最初と最後の頁 334-343
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 Ueda Hiroki, Tanaka Yoshikazu, Wakabayashi Yusuke, Tsurumi Junto, Takeya Jun, Kimura Tsuyoshi	4. 巻 128
2. 論文標題 Multiple magnetic order parameters coexisting in multiferroic hexaferrites resolved by soft x rays	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 174101/1-14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0029010	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 Miyake Atsushi, Mitamura Hiroyuki, Kawachi Shiro, Kimura Kenta, Kimura Tsuyoshi, Kihara Takumi, Tachibana Makoto, Tokunaga Masashi	4. 巻 91
2. 論文標題 Capacitive detection of magnetostriction, dielectric constant, and magneto-caloric effects in pulsed magnetic fields	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Review of Scientific Instruments	6. 最初と最後の頁 105103/1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0010753	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 Schoenherr Peggy, Manz Sebastian, Kuerten Lukas, Shapovalov Konstantin, Iyama Ayato, Kimura Tsuyoshi, Fiebig Manfred, Meier Dennis	4. 巻 5
2. 論文標題 Local electric-field control of multiferroic spin-spiral domains in TbMnO ₃	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 npj Quantum Materials	6. 最初と最後の頁 86/1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41535-020-00289-z	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 De Binoy Krishna, Dwij Vivek, Misawa R, Kimura T, Sathe V G	4. 巻 33
2. 論文標題 Femtometer atomic displacement, the root cause for multiferroic behavior of CuO unearthed through polarized Raman spectroscopy	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Physics: Condensed Matter	6. 最初と最後の頁 12LT01/1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-648X/abd738	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 Hirose Sakyō, Urushihara Daisuke, Asaka Toru, Kimura Tsuyoshi	4. 巻 118
2. 論文標題 Improved room-temperature magnetoelectric effect and crystal structure in polycrystalline BaSrCo ₂ Fe ₁₁ Al ₁₀ O ₂₂	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 062407/1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0037741	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 Hayashida Takeshi, Kimura Kenta, Urushihara Daisuke, Asaka Toru, Kimura Tsuyoshi	4. 巻 143
2. 論文標題 Observation of Ferrochiral Transition Induced by an Antiferroaxial Ordering of Antipolar Structural Units in Ba(TiO)Cu ₄ (PO ₄) ₄	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the American Chemical Society	6. 最初と最後の頁 3638 ~ 3646
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.1c00391	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 Kenta, Kimura Shojiro, Kimura Tsuyoshi	4. 巻 88
2. 論文標題 Magnetoelectric Behaviors in Magnetic-Field-Induced Phases of Pb(TiO)Cu ₄ (PO ₄) ₄	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 093707-1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.88.093707	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 Ueda Hiroki, Tanaka Yoshikazu, Wakabayashi Yusuke, Kimura Tsuyoshi	4. 巻 100
2. 論文標題 Insights into magnetoelectric coupling mechanism of the room-temperature multiferroic Sr ₃ Co ₂ Fe ₂ O ₄ from domain observation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 094444-1-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.100.094444	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 R?sta Riho, Heinmaa Ivo, Kimura Kenta, Kimura Tsuyoshi, Stern Raivo	4. 巻 101
2. 論文標題 Magnetic structure of the square cupola compound Ba(TiO)Cu ₄ (PO ₄) ₄	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 093707-1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.101.054417	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 Kimura K., Toyoda M., Babkevich P., Yamauchi K., Sera M., Nassif V., R?nnow H. M., Kimura T.	4. 巻 97
2. 論文標題 A-cation control of magnetoelectric quadrupole order in A(TiO)Cu ₄ (PO ₄) ₄ (A=Ba,Sr,and Pb)	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 134418-1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.97.134418	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 Ueda Hiroki, Akita Takuya, Uchida Yoshiaki, Kimura Tsuyoshi	4. 巻 138
2. 論文標題 Measuring Magnetically-Tuned Ferroelectric Polarization in Liquid Crystals	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Visualized Experiments	6. 最初と最後の頁 e58018
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3791/58018	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 Ueda Hiroki, Tanaka Yoshikazu, Wakabayashi Yusuke, Kimura Tsuyoshi	4. 巻 98
2. 論文標題 Observation of collinear antiferromagnetic domains making use of the circular dichroic charge-magnetic interference effect of resonant x-ray diffraction	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 134415-1-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.98.134415	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 Kenta, Kato Yasuyuki, Yamauchi Kunihiko, Miyake Atsushi, Tokunaga Masashi, Matsuo Akira, Kindo Koichi, Akaki Mitsuru, Hagiwara Masayuki, Kimura Shojiro, Toyoda Masayuki, Motome Yukitoshi, Kimura Tsuyoshi	4. 巻 2
2. 論文標題 Magnetic structural unit with convex geometry: A building block hosting an exchange-striction-driven magnetoelectric coupling	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review Materials	6. 最初と最後の頁 104415-1-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevMaterials.2.104415	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, Kimura Kenta, Miyake Atsushi, Tokunaga Masashi, Matsuo Akira, Kindo Koichi, Akaki Mitsuru, Hagiwara Masayuki, Kimura Shojiro, Kimura Tsuyoshi, Motome Yukitoshi	4. 巻 99
2. 論文標題 Magnetoelectric behavior from cluster multipoles in square cupolas: Study of Sr(TiO)Cu ₄ (PO ₄) ₄ in comparison with Ba and Pb isostructurals	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 024415-1-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.99.024415	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 Ueda H., Tanaka Y., Wakabayashi Y., Kimura T.	4. 巻 536
2. 論文標題 Soft x-ray resonant diffraction study of magnetic structure in magnetoelectric Y-type hexaferrite	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physica B: Condensed Matter	6. 最初と最後の頁 118 ~ 121
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physb.2017.09.061	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 Kenta, Sera Masakazu, Nakano Takehito, Nozue Yasuo, Kimura Tsuyoshi	4. 巻 536
2. 論文標題 Magnetodielectric properties of the square cupola antiferromagnet Ba(TiO)Cu ₄ (PO ₄) ₄	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physica B: Condensed Matter	6. 最初と最後の頁 93 ~ 95
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physb.2017.10.101	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. Honda, T. Kimura et al.	4. 巻 8
2. 論文標題 Coupled multiferroic domain switching in the canted conical spin spiral system Mn ₂ GeO ₄	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nat. Commun.	6. 最初と最後の頁 15457-1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/ncomms15457	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 H. Nakajima, T. Kimura et al.	4. 巻 96
2. 論文標題 Observation of magnetic domain and bubble structures in magnetoelectric Sr ₃ Co ₂ Fe ₂₄ O ₄₁	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Phys. Rev. B	6. 最初と最後の頁 024431-1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.96.024431	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. Ueda, T. Kimura et al.	4. 巻 111
2. 論文標題 Room-temperature magnetoelectric effect in a chiral smectic liquid crystal	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Appl. Phys. Lett.	6. 最初と最後の頁 262901-1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5007317	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 Kenta, Kato Yasuyuki, Kimura Shojiro, Motome Yukitoshi, Kimura Tsuyoshi	4. 巻 6
2. 論文標題 Crystal-chirality-dependent control of magnetic domains in a time-reversal-broken antiferromagnet	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 npj Quantum Materials	6. 最初と最後の頁 54-1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41535-021-00355-0	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 -

〔学会発表〕 計72件 (うち招待講演 36件 / うち国際学会 45件)

1. 発表者名 T. Kimura
2. 発表標題 Electrogyration as a tool to detect rotational structural distortion in a ferroaxial crystal
3. 学会等名 Molecular Chirality Asia 2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 T. Kimura
2. 発表標題 Observation, manipulation, and understanding of coupled multiferroic domains in single-phase magnetoelectrics
3. 学会等名 2020 MRS Spring/Fall Meeting & Exhibit (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 T. Kimura
2. 発表標題 Visualization of domain structures in unconventional ferroics
3. 学会等名 The 8th Asian Conference on Crystal Growth and Crystal Technology (CGCT-8) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 K. Kimura, T. Kimura et al.
2. 発表標題 Anomalous magnetic and magnetoelectric behaviors of square cupola antiferromagnets in high magnetic fields
3. 学会等名 ARHMF2020 & KINKEN Materials Science School 2020 for Young Scientists (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 八木直輝, 三宅厚志, 徳永将史A, 萩原雅人, 木村健太, 木村剛
2. 発表標題 線形電気磁気効果を示す反強磁性体Mn ₃ Ta ₂ O ₈ における低温構造相転移
3. 学会等名 日本物理学会 2020年秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 木村健太, 加藤康之, 木村尚次郎, 求幸年, 木村剛
2. 発表標題 Pb(TiO)Cu ₄ (PO ₄) ₄ の反強磁性相における結晶キラリティ依存電気磁気応答
3. 学会等名 日本物理学会 2020年秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 三澤龍介, 上田大貴, 田中良和, 木村健太, 木村剛
2. 発表標題 正四角台塔型反強磁性体Pb(TiO)Cu ₄ (PO ₄) ₄ における円偏光軟X線共鳴回折
3. 学会等名 日本物理学会 2020年秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 林田健志, 上村洋平, 木村健太, 松岡悟志, 廣瀬左京, 長谷川達生, 木村剛
2. 発表標題 電界変調イメージング法を用いたNiTiO ₃ におけるフェロアキシシャルドメインの研究
3. 学会等名 日本物理学会 2020年秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 三澤龍介, 上田大貴, 田中良和, 木村健太, 木村剛
2. 発表標題 磁気四極子型反強磁性体Pb(TiO)Cu ₄ (PO ₄) ₄ における円偏光軟X線共鳴回折の外場効果
3. 学会等名 日本物理学会 第76回年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 木村健太, 佐藤雅恭, 木村剛
2. 発表標題 Bi ₂ CuO ₄ における電気磁気光学効果
3. 学会等名 日本物理学会 第76回年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 林田健志, 木村健太, 廣瀬左京, 木村剛
2. 発表標題 Electrogyrationを用いたRbFe(MoO ₄) ₂ におけるフェロアキシシャル相転移の観測
3. 学会等名 日本物理学会 第76回年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T. Kimura
2. 発表標題 Cross-correlation phenomena in magnetoelectric complex compounds
3. 学会等名 Gordon Research Conference on Neutron Scattering (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Kimura
2. 発表標題 Observation of different types of antiferromagnetic domains by resonant x-ray microdiffraction
3. 学会等名 4th International Conference on Resonant Elastic X-ray Scattering (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Kimura
2. 発表標題 Observation, control, and understanding of coupled multiferroic domains in conical spiral magnetoelectrics
3. 学会等名 Superstripes 2019, Quantum physics in Complex Matter: Superconductivity, Magnetism and Ferroelectricity (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Kimura
2. 発表標題 Observation, control, and understanding of coupled multiple domains in multiferroics
3. 学会等名 International Conference on Advanced Materials Modelling (ICAMM2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Kimura
2. 発表標題 Insights into magnetoelectric-coupling mechanisms of multiferroic hexaferrites from domain observations
3. 学会等名 11th APCTP Workshop on Multiferroics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Kimura
2. 発表標題 Coupled order parameters and domains in magnetoelectric multiferroics breaking both space inversion and time reversal symmetries
3. 学会等名 The 13th Pacific Rim Conference of Ceramics Societies (PACRIM13) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Kimura
2. 発表標題 Coupled responses of multiferroic domains to external fields in single-phase multiferroics
3. 学会等名 The 5th International Conference on Advanced Electromaterials (ICAE2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Kimura
2. 発表標題 Observation and manipulation of coupled order parameters and domains in magnetoelectric multiferroics
3. 学会等名 2019 MRS Fall Meeting & Exhibit (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Kimura
2. 発表標題 Magnetoelectric effect in visible light region due to ferroic order of magnetic multipole moments
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 J. Fischer, T. Kimura et al.
2. 発表標題 Insights into the coupled domains in conical spin-driven multiferroics
3. 学会等名 DPG Spring Meeting Regensburg 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 J. Fischer, T. Kimura et al.
2. 発表標題 Insights into the coupled domains in conical spin-driven multiferroics
3. 学会等名 Labvisit to Augsburg University (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 J. Fischer, T. Kimura et al.
2. 発表標題 Insights into the coupled domains and discovery of new functionalities in conical spin-driven multiferroics
3. 学会等名 International Conference on Strongly Correlated Electron Systems 2019 in Okayama (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 J. Fischer, T. Kimura et al.
2. 発表標題 Insights into the coupled domains in conical spin-driven multiferroics
3. 学会等名 The 13th Pacific Rim Conference of Ceramics Societies (PACRIM13) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 J. Fischer, T. Kimura et al.
2. 発表標題 Insights into the Coupled Domains of conical spin-driven multiferroic Mn ₂ GeO ₄
3. 学会等名 The 20th Korea-Taiwan-Japan Symposium on Strongly Correlated Electron Systems (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 J. Fischer, T. Kimura et al.
2. 発表標題 Domain switching and exchange bias control by electric field in spiral multiferroic Mn ₂ GeO ₄
3. 学会等名 Quantum Liquid Crystals FYR01 meeting in Kashiwa [Online]
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 K. Kimura, T. Kimura et al.
2. 発表標題 Nonreciprocal linear dichroism in a magnetoelectric antiferromagnet
3. 学会等名 The 3 rd Asia-Oceania Conference on Neutron Scattering 2019 (AOCNS 2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 木村健太, 木村 剛
2. 発表標題 電気磁気光学効果を用いた反強磁性ドメインの観察
3. 学会等名 日本物理学会2019年秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 木村健太, 木村 剛他
2. 発表標題 電気磁気効果を介した反強磁性ドメインのイメージングと制御
3. 学会等名 CSRN-Tokyo Workshop 2019 「スピントロニクス新機能物質と巨大物性応答」(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 木村健太, 木村 剛
2. 発表標題 電気磁気光学イメージングによる反強磁性ドメインの電場反転の可視化
3. 学会等名 日本物理学会第75回年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 林田健志, 木村剛他
2. 発表標題 酸化物単結晶における電場誘起旋光性に関する研究
3. 学会等名 日本物理学会2019年9月秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Hayashida, T. Kimura et al.
2. 発表標題 Electric-field-induced optical rotation in centrosymmetric systems
3. 学会等名 SNU-PKU-U-Tokyo Joint Workshop on strongly correlated Materials (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 林田健志, 木村剛他
2. 発表標題 Electrogyrationを用いたNiTiO ₃ におけるフェロアキシシャルドメイン観測
3. 学会等名 日本物理学会2020年3月年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 R. Misawa, T. Kimura et al.
2. 発表標題 Resonant x-ray diffraction using circularly polarized soft x rays in the antiferromagnetic phase of CuO
3. 学会等名 The 20th Korea-Taiwan-Japan Symposium on Strongly Correlated Electron Systems (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 三澤龍介, 木村剛他
2. 発表標題 CuOの反強磁性相における円偏光軟X線共鳴回折
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 T. Kimura
2. 発表標題 Magnetoelectric multi-spin variables in complex transition-metal oxides
3. 学会等名 The Workshop on Complex Oxides 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Kimura
2. 発表標題 Magnetoelectrics showing non-coplanar magnetic order
3. 学会等名 ISSP Workshop Future Perspective of US-Japan Cooperative Program on Neutron Scattering (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Kimura
2. 発表標題 Liquid crystals as room-temperature magnetoelectrics
3. 学会等名 International Symposium on Chiral Magnetism (-mag 2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Kimura
2. 発表標題 How to embed magnetoelectric intercalations in complex compounds
3. 学会等名 Multiferroic and Magnetoelectric Materials, Gordon Research Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Kimura
2. 発表標題 Manipulation of magnetoelectrically-coupled multiple order parameters in multiferroic transition-metal oxides
3. 学会等名 4th EMRS & MRS-J Bilateral Symposium on Advanced Oxides and Wide Bandgap Semiconductors (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Kimura
2. 発表標題 Magnetoelectric effect in a liquid crystal
3. 学会等名 10th APCTP Workshop on Multiferroics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Kimura
2. 発表標題 Magnetoelectric effect in visible light range due to ferroic order of magnetoelectric-active multipole moments
3. 学会等名 Dynamic Quantum Matter (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Kimura
2. 発表標題 Observation of different types of antiferromagnetic domains by resonant x-ray microdiffraction
3. 学会等名 19th Japan-Korea-Taiwan Symposium on Strongly Correlated Electron Systems (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 上田大貴, 田中良和, 若林裕助, 木村剛
2. 発表標題 マルチフェロイック(Ba,Sr)3Co2Fe24O41における円偏光共鳴回折
3. 学会等名 日本物理学会 2018年秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 木村健太, 木村尚次郎, 木村剛
2. 発表標題 正四角台塔型反強磁性体Sr(TiO)Cu4(P04)4の磁場誘起相における電気磁気特性
3. 学会等名 日本物理学会 2018年秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 勝吉司, 木村健太, 澤田祐也, 木村尚次郎, 木村剛
2. 発表標題 磁気四極子型スピン配列を示す $Pb(TiO)Cu_4(PO_4)_4$ における電気磁気光学効果
3. 学会等名 日本物理学会 2018年秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 三澤龍介, 上田大貴, 石井梨恵子, 木村健太, 木村剛
2. 発表標題 コニカルらせん磁性体 $CoCr_2O_4$ におけるドメイン状態に依存する電気磁気応答
3. 学会等名 日本物理学会 2018年秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 勝吉司, 木村健太, 澤田祐也, 木村尚次郎, 木村剛
2. 発表標題 正四角台塔型反強磁性体 $Pb(TiO)Cu_4(PO_4)_4$ の磁場誘起相における電気磁気光学効果
3. 学会等名 日本物理学会 第74回年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 木村健太, 勝吉司, 三宅厚志, 徳永将史, 松尾晶, 金道浩一, 赤木暢, 萩原政幸, 木村尚次郎, 木村剛
2. 発表標題 正四角台塔型反強磁性体 $A(TiO)Cu_4(PO_4)_4$ ($A = Ba, Sr, Pb$)の磁気相図と電気磁気結合
3. 学会等名 日本物理学会 第74回年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三澤龍介, 上田大貴, 石井梨恵子, 木村健太, 木村剛
2. 発表標題 コニカルらせん磁性体CoCr204の逐次相転移に起因する特異な電気磁気応答
3. 学会等名 日本物理学会 第74回年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 R. Misawa, H. Ueda, R. Ishii, K. Kimura, and T. Kimura
2. 発表標題 Magnetoelectric responses depending on multiferroic-domain state in conical magnet CoCr204
3. 学会等名 10th APCTP Workshop on Multiferroics (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tsukasa Katsuyoshi, Kenta Kimura, Yuya Sawada, Shojiro Kimura, and Tsuyoshi Kimura
2. 発表標題 Optical magnetoelectric effect originating from quadrupolar spin arrangement in Pb(TiO)Cu4(P04)4
3. 学会等名 10th APCTP Workshop on Multiferroics (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 R. Misawa, H. Ueda, R. Ishii, K. Kimura, and T. Kimura
2. 発表標題 Anomalous magnetoelectric responses caused by successive magnetic transitions in conical magnet CoCr204
3. 学会等名 19th Japan-Korea-Taiwan Symposium on Strongly Correlated Electron Systems (国際学会)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 H. Ueda, T. Akita, Y. Uchida, and T. Kimura
2 . 発表標題 Magnetic control of electric polarization in chiral smectic liquid crystal
3 . 学会等名 27th International Liquid Crystal Conference (ILCC 2018) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 H. Ueda, Y. Tanaka, Y. Wakabayashi, and T. Kimura
2 . 発表標題 Observation of magnetic domains in magnetoelectric hexaferrite
3 . 学会等名 Energy Materials and Nanotechnology (EMN) Greece Meeting (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 T. Kimura
2 . 発表標題 Multiple order parameters and their domain control in magnetoelectric multiferroics
3 . 学会等名 Superstripes 2017 -Quantum physics in Complex Matter: Superconductivity, Magnetism and Ferroelectricity- (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 T. Kimura
2 . 発表標題 How to embed magnetoelectric multi-spin variables in complex transition-metal compounds
3 . 学会等名 Telluride Workshop on Competing Interactions and Colossal Responses in Transition Metal Compounds (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1. 発表者名 T. Kimura
2. 発表標題 Multiple order parameters and their control by various fields in spin-driven ferroelectrics
3. 学会等名 Moscow International Symposium on Magnetism (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 T. Kimura
2. 発表標題 Coupled multiple order parameters and their domain switching in magnetoelectrics
3. 学会等名 The 14th International Meeting on Ferroelectrics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 T. Kimura
2. 発表標題 Multiferroic domain switching in canted antiferromagnetic conical spin chains
3. 学会等名 Junjiro Kanamori Memorial International Symposium -New Horizon of Magnetism- (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 T. Kimura
2. 発表標題 Coupled multiple order parameters and their domain switching in magnetoelectrics
3. 学会等名 2017 MRS Fall Meeting & Exhibit (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 T. Kimura
2. 発表標題 Exploration for new room-temperature magnetoelectrics
3. 学会等名 The 18th Taiwan-Japan-Korea Symposium on Strongly Correlated Electron Systems (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Kimura
2. 発表標題 Multiferroic oxides with multiple magnetic order parameters and domain structures
3. 学会等名 APS March Meeting 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 H. Ueda, T. Kimura et al.
2. 発表標題 Soft x-ray resonant diffraction study of magnetic structure in magnetoelectric Y-type hexaferrite
3. 学会等名 International Conference on Strongly Correlated Electron Systems (SCES2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 顕谷祐輝, 木村健太, 木村剛
2. 発表標題 イルメナイト型スピングラス磁性体における電気磁気効果の起源の検証
3. 学会等名 日本物理学会 2017年秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 上田大貴、木村剛他
2. 発表標題 室温マルチフェロイックSr ₃ Co ₂ Fe ₂ O ₁₂ における磁気ドメイン観察
3. 学会等名 日本物理学会 第73回年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 H. Ueda, T. Kimura et al.
2. 発表標題 Observation of ferrimagnetic and ferroelectric-cycloidal domains in magnetoelectric Z-type hexaferrite
3. 学会等名 The 9th APCTP Workshop on Multiferroics (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 R. Yamamoto, T. Kimura et al.
2. 発表標題 Relationship between strengths of structural chirality and optical activity in Ba(TiO)Cu ₄ (PO ₄) ₄ and related materials
3. 学会等名 The 9th APCTP Workshop on Multiferroics (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 H. Ueda, T. Kimura et al.
2. 発表標題 Magnetic control of electric polarization in chiral liquid crystal
3. 学会等名 29th International Symposium on Chirality (Chirality 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 木村剛
2. 発表標題 マルチフェロイック機能材料の物質展開
3. 学会等名 日本セラミックス協会 第30回秋季シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 木村剛
2. 発表標題 マルチフェロイック物質における 複合秩序パラメータとそのドメイン制御
3. 学会等名 International workshop Frontiers in Strongly Correlated Electron System (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 木村剛
2. 発表標題 マルチフェロイック物質における複合秩序の 検出、可視化、制御
3. 学会等名 第27回 日本MRS年次大会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

東京大学大学院新領域創成科学研究科 木村剛研究室
<http://crystal.k.u-tokyo.ac.jp/hp/>

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
研究協力者	木村 健太 (Kimura Kenta)		

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1件

国際研究集会 The 9th APCTP Workshop on Multiferroics	開催年 2017年～2017年
---	--------------------

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			
エストニア	Natl. Inst. Chem. Phys. Biophys.			
スイス	Paul Scherrer Institut (PSI)	ETH, Zurich		
インド	UGC-DAE			