

令和 6 年 5 月 18 日現在

機関番号：82401

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19H00660

研究課題名（和文）電子顕微鏡によるトポロジカルスピン構造とそのダイナミクスの実空間観察

研究課題名（英文）Real space observations of topological spin textures and their dynamics by electron microscopy

研究代表者

于 秀珍 (Yu, Xiuzhen)

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

研究者番号：30538244

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 34,790,000 円

研究成果の概要（和文）：理論で予測された3次元トポロジカルスピン構造、例えばヘッジホッグ（モノポール）、スキルミオン紐、ホップフィオンを、らせん磁性体中に励起し、新たに開発した電子線位相トモグラフィ技法で可視化することに成功した。その場ローレンツ電顕技法を巧みに使用し、極低温（8K）で既知の化合物中では最小となる直径1.9nmのスキルミオンの正方格子をGdRu₂Si₂に生成し、可視化することに成功した。さらに、「電流」、「熱流」に対する（アンチ）スキルミオンの「駆動ダイナミクス」や、「生成・消滅・スイッチング現象」を実空間からアプローチし、（アンチ）スキルミオンの動的挙動を明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

従来の3次元観察では、膨大なデータセットを取得するのに時間がかかり（少なくとも数時間）、特にナノスケールの磁化構造の場合、時間だけでなく高い空間分解能も求められる。本研究では、新たに3次元電子線位相顕微鏡を開発し、従来の3次元磁化イメージングの空間分解能（約10nm）を大幅に向上させ、5nm以下を達成した。さらに、測定時間も10分以下に短縮できた。また、磁気単極子を含むスキルミオンの低電流/熱流下での動的挙動を明らかにした。この成果は、トポロジカル材料科学の理論構築や、将来の革新的な低消費電力デバイスに向けた概念実証に重要な役割を果たすことができた。

研究成果の概要（英文）：To visualize three-dimensional (3D) topological spin textures, we developed Lorentz TEM and differential phase contrast (DPC) tomography. We demonstrated new 3D topological structures, such as skyrmion (Sk) strings, (anti)hedgehogs, and 'hopfion' in chiral-lattice magnets. The achievements allowed us to gain insights into 3D spin structures in addition to the 2D topological structures observed thus far. We achieved a spatial and temporal resolutions of less than 5 nm and 10 minutes, respectively, by using the DPC tomography, which significantly enhances the spatial and temporal resolution compared to conventional 3D magnetic imaging techniques. Using in-situ Lorentz TEM, we generated and visualized for the first time a square lattice of Sks with a diameter of 1.9 nm in GdRu₂Si₂ at an ultralow temperature (8K), the smallest ever observed in known compounds. We elucidated the dynamic behavior of (anti)Sks by investigating their 'driving dynamics' in response to 'current' and 'heat flow'.

研究分野：物性物理、顕微計測、ナノサイエンス、スピントロニクス

キーワード：トポロジカルスピン構造 スキルミオン紐 スピンヘッジホッグ構造 3次元磁化顕微観察 電流・熱流下のスキルミオンの動的挙動

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。

1. 研究開始当初の背景

スキルミオン(以下「Sk」と略す)は原子核を記述するモデルとして核物理研究者によって提唱され、カイラルな結晶構造を持つらせん磁性体において、多数のスピンの作る磁気渦(磁気 Sk)の三角格子状態(図1(a))が、小角中性子散乱(SANS)に続き、本研究代表者らのローレンツ電子顕微鏡を用いた実験によって検出された。Skのトポロジカルな性質によって特異な安定性が存在することや、その非共面的なスピン構造に付随したトポロジカルホール効果などの創発現象を誘起できること、また、低い電流密度(磁壁の駆動電流しき値より5桁低い)で駆動可能であることなどから、Skに関する基礎研究および応用に向けた研究が世界中に爆発的な勢いで広まっている。

Skは安定なトポロジカル粒子として振る舞い、様々な形態や内部構造を持つ。本研究代表者らは、これまでに、Skの形態のバリエーション(例えば、単一Sk、Sk分子、Skのヘリシティ(スピン渦の回転方向)の自由度、Skの六方晶格子状態など)やSkの電流駆動、熱によるブラウン運動、非平衡状態のSk凝縮・相分離等のSkの動的挙動を調べ、Skのトポロジカルな性質とそのダイナミクスを明らかにしつつある。

一方、早い時期に予測された様々な2次元的なSkの周期構造、例えば図1(b)に示されているSk正方格子、一次元Skチェーン(図1(c))、または図2に示されている、枝分かれSkストリング(左図、(Sk紐))と千切れたSk紐の端点に生じるヘッジホッグ(右図、磁気単極子とみなす)について直接観察例がない。磁気単極子構造は、Sk紐の安定性に対して大きな影響を与え、特に、そのダイナミクスにより発生する巨大な創発電磁場は電子輸送現象に影響し、トポロジカルスピン構造中での電磁気応答の学理構築、さらには将来の革新的な低消費電力デバイスにむけた概念実証にとって、大変重要なカギを握ると考えられている。しかしながら、その構造が微小であるが故に、これまで直接観測されたことはない。

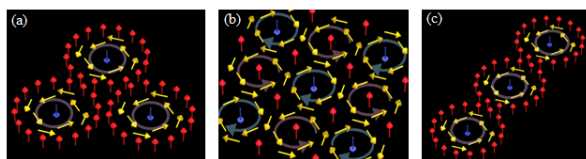


図1 様々なSkの周期構造の模式図。(a)Sk三角格子。(b)Sk正方格子。(c)Skチェーン。矢印は電子スピンを示す。

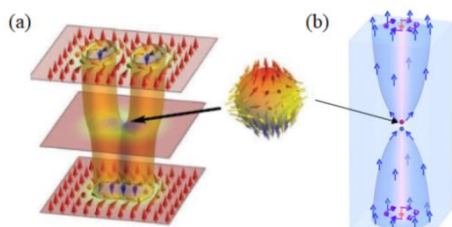


図2 Sk紐中に生じる磁極単極子構造(長い矢印によって示されている)。(a)二本のSk紐が接合・分離する所で生じるヘッジホッグSk(湧き出し磁極単極子)。(b)一本のSk紐が切れるところで生じるヘッジホッグ(矢印で示した上側ストリングの端点) - アンチヘッジホッグ(下側ストリングの端点)のペア。

このようなSk紐は数ナノから数十ナノメートルサイズの複雑な磁気構造であり、その内部変形を調べるには、高空間分解能を有する実空間イメージング技法が必須である。従来のローレンツ電子顕微鏡は高い空間分解能($< 2 \text{ nm}$)を有するが、入射電子線に対して垂直な2次元面内の磁気構造の情報しか得られない。

2. 研究の目的

本研究の目的は、孤立したSkなどの様々なトポロジカル磁気構造とそのダイナミクス、ならびにその運動するトポロジカルスピントクスチャー中に発生・消滅する磁気単極子・反磁気単極子構造を実空間で実験的に観測することである。具体的には、理論で予測されている様々なトポロジカル磁気構造とその内部変形構造、例えば、ちぎれた紐状のSkの端点に現れる磁気単極子などの生成・消滅を実空間で観察し、トポロジカル磁気構造のダイナミクス、準安定状態のトポロジカル相の発生、消滅、相転移、相分離など、様々なトポロジカル状態を解明することである。特に、磁極単極子を持つナノメートルスケールのSk紐の3次元スピン構造の情報を実空間で記録するため、3次元磁化構造イメージング技法を開発する。

3. 研究の方法

3次元磁気構造のイメージング法の開発

磁極単極子を携帯する Sk 紐を可視化するために、電子線トモグラフィック観察が必要である。そのため、全方位入射した電子線が透過出来るようなマイクロピラーを集束イオンビーム加工装置で作製し、ピラー中に生成した磁気構造とそのダイナミクスを実空間で、実験的に観測する。

具体的には、まず、Skの3次元構造をゼロ磁場で実現し、その3次元構造の2次元投影像を取得する。得られた多方向入射の2次元像を用いて3次元磁気構造の再構築を行う。取得した3次元磁気構造と電子線位相の3次元分布（磁気構造は電子線位相の微分に比例している）のシミュレーション結果を照合して再度の2次元投影像を取得し、得られた多方向入射の2次元投影像を3次元磁気構造の再構築の補正を行う。一連の繰り返し操作を、実験とシミュレーションで得られたSkの3次元構造の差異が最小限となるよう追求する。

様々なトポロジカル磁気構造とその内部変形、またはその動的な振る舞いを実空間観測理論で予測されている様々なトポロジカル磁気構造とその内部変形構造、Sk 紐、ヘッジホッグ・アンチヘッジホッグ対、カイラルソリトン等の生成・消滅および駆動条件を実空間観察で確定し、トポロジカル スピントクスチャのダイナミクス、準安定状態のトポロジカル相の発生、消滅、相転移、相分離など、様々なトポロジカル状態の観察を行う。また、電流やスピン流、マグノン流により誘起されたトポロジカル構造の並進運動とホール運動の実空間観察を行い、異なるトポロジカルチャージを持つ磁気テクスチャの空間配列の相違が電子輸送特性に与える効果を調べ、そのマイクロな機構の解明への足掛かりとなる情報を提供する。例えば、トポロジカル電荷の符号が異なるSkと antiSkのホール運動の方向やトポロジカルホール電圧の符号が異なることなどを検証する。また、温度勾配を伴う熱流によるトポロジカル磁気テクスチャの生成・運動を直接観察し、検証する。

4. 研究成果

3次元磁気構造を観察するために、ローレンツ電子顕微鏡トモグラフィック技法と3次元ベクトル場再構築アルゴリズムを開発した。これらの手法を用いて、新たな3次元トポロジカル磁化構造である「バイメロン」や「ホプフィオン」などを実証した。また、トモグラフィック電子線ホログラフィーを用いた反 Sk の観察により、磁気ヘッジホッグーアンチヘッジホッグ対が、Sk—antiSk—Skのハイブリッド構造中に観察され、その動的振る舞いがシミュレーションで確認できた。これにより、理論と実験で観察された2次元トポロジカル構造に加えて、安定な3次元スピン構造に関する知見を得た。さらに、3次元磁化イメージングの空間・時間分解能を改善するため、新たに3次元電子位相顕微法(3D-DPC)の開発に成功し、従来の3次元イメージングに比べて空間分解能と時間分解能を大幅に向上させた。具体的には、空間分解能を5 nm以下、時間分解能を10分以下にまで達成した。これにより、Sk 紐中に現れたヘッジホッグーアンチヘッジホッグの熱揺らぎによる動的振る舞いを明らかにした(論文1, 2, 4, 6, 8, 11)。本研究で得られた主要成果は以下である。

成果 1: 3次元磁化構造を観察するために、集束フォーカスイオンビームを用いた様々な磁性体のピラー状試料の作製を行って、試料のサイズおよび形状を3次元観察できるように最適化した。また、2次元傾斜シリーズ像から、3次元磁化構造を得るため、試料の傾斜角、試料の厚さなど様々のパラメータを最適化し、3次元ローレンツ電子トモグラフィック法を確立した。この方法を用いた、antiSk、Sk 紐、スピンヘッジホッグの3次元スカラー場およびベクトル場の分布の知見を得ることが出来た(論文8)。

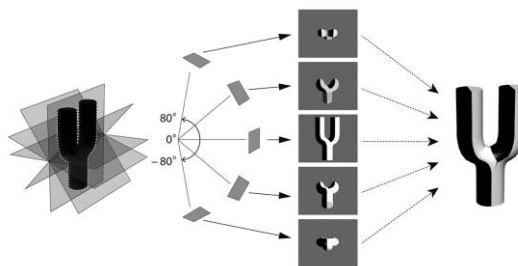


図3. 3次元電子顕微鏡結像法によるSk紐中に生じた磁気単極子の実空間観察。(a) 試料を最大で $\pm 80^\circ$ まで傾斜しながら2次元像を撮影する。(b) 多方向入射の電子顕微鏡イメージ。(c) 枝分かれたSk紐の3次元構造。

成果 2 : ローレンツ電子顕微鏡トモグラフィー技法を用いて、様々な 3 次元トポロジカル磁気構造 (antiSk、変形した Sk 紐、ヘッジホッグ) のベクトル場の分布を直接計測することが出来た。理論で予測されたヘッジホッグ スピントクスチャや Sk 紐を、ナノスケールらせん磁性体中に励起し、その 2 次元射影像をローレンツ電顕で観察した。まず、カイラル磁性体 Co-Zn-Mn と Fe-Co-Ge ナノプレートに面内磁場を加え、プレート面に平行した Sk 紐の周期構造を励起した。次に、面内磁場を印加したまま、試料を 100K まで冷却し、準安定 Sk 紐を生成した。中には、千切れた Sk 紐や枝分かれした Sk 紐の存在、または Sk 紐上に現れたヘッジホッグ スピントクスチャの生成・消滅現象 (図 4) は実空間観察により明らかになった (論文 8, 19, 22)。

成果 3 : らせん磁性体 FeGe において、世界で初めて三次元カイラルソリトン (hopfion) を生成・観察に成功した。さらに、その場観察顕微技法を用いて、電流誘起による hopfion 集合体のホール運動および電流の極性の反転に伴い、電流方向へ hopfion の伸び、縮み現象が観察された (論文 6)。

成果 4 : S4 対称性を持つ新規トポロジカル磁性体 $\text{Fe}_{1.9}\text{Ni}_{0.9}\text{Pd}_{0.2}\text{P}$ を用いて、磁場下のローレンツ電子顕微鏡観察で、室温を含む広い温度領域 (100K-400K) に antiSk および antiSk の格子状態を実証した。また、試料の厚さを変えることで、磁気構造が劇的に変化し、100nm 以下の薄板状試料中に Sk の三角格子は現れるが、厚さ 100nm 以上の板状試料に antiSk の正方格子が形成される。厚さはさらに $1\mu\text{m}$ を超える厚い試料の表面では、結晶の対称性 (S4) を反映したノコギリ型の新しい磁気ドメイン構造が形成されることが分かった。また、 $(\text{Fe}, \text{Ni})_3\text{P}$ 金属磁性体に Pd をドーピングすることで、室温で安定な antiSk が形成され、その安定性の試料形状や結晶方位依存性を考察した。試料境界は [110] および [-110] 結晶軸に沿った正方形試料の中に、antiSk の正方格子が安定的に生成されることが実空間観察によって明らかになった。一方、菱形形状や三角形の試料において、antiSk が崩れやすく、歪んだ格子構造であることが分かった (論文 2, 7, 10, 12, 18, 21, 25)。

成果 5 : 極低温 (8K) での高空間分解能ローレンツ電顕法を用いて、空間反転対称性の破れがない結晶構造を持つ希土類合金 GdRu_2Si_2 において、既知の化合物では過去最小となる Sk (直径 1.9nm) の正方格子の直接観察に成功した。この原子スケールの Sk の起因は物質中の遍歴電子が媒介する新機構であることが分かった。電子顕微鏡像が直接的に、周期的に並んだ原子像の上に、周期 1.9nm の Sk 正方格子が重畳していることを示した。今回の結果によって、新機構に由来した Sk の生成機構、そして新たなトポロジカル構造体の発見へ繋がること期待できる (論文 24)。

成果 6 : 今までよく知られた 2 次元トポロジカル磁気構造—Sk を用いて、その電流下のダイナミクスの直接観察を行って、電流下の Sk の動的挙動を明らかにした。直径 100nm 以下の単一 Sk や Sk クラスターの運動をリアルタイムで追跡した (図 5)。電流の大きさの増加に伴い、Sk の静止状態 (ピンニング)、クリープ運動、そしてホールモーションや Sk クラスターの回転運動が観察され、理論で予測した Sk のホール運動を実証し

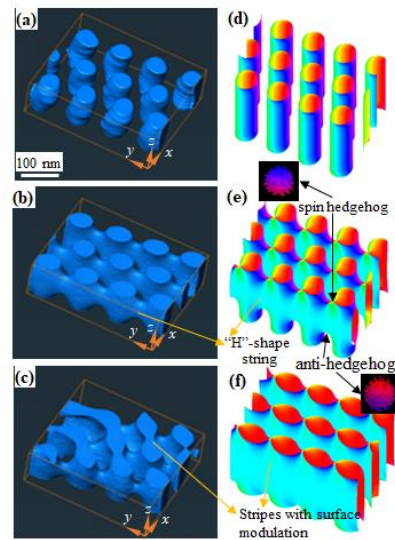


図 4. 熱で Sk 紐 (青色) の融解過程。各温度で観察された Sk ひもの 3 次元位相像 : (a) 95K でひものが安定に存在する。(b) 200K ではひものが溶け始める。(c) 220K になるとひものは完全に溶ける。(d ~ f) スキルミオンひもの計算像は観察像を再現している。

た (論文 13, 20, 23)。

成果 7 : 電流誘起による単一 Sk の変形をその場観察し, Sk が電流下で円形から楕円形に変形することが判明した。電流密度が $8.46 \text{ A}\cdot\text{m}^{-2}$ の場合, Sk の離心率は約 20% であり, Sk のコアは電流下で膨張することが分かった。さらに, Sk は変形するものの, そのトポロジーに守られたトポロジカル性質 (トポロジカル数) は変化しないことが明らかになった (論文 9)。

成果 8 : Sk の熱流下のダイナミクスの直接観察を行った。これまで, Sk は金属中では微小電流によって駆動させられることが分かっていたが, 絶縁体中での Sk の熱流駆動について, 理論で予言されたものの, 実験で実証されていなかった。本研究は, 絶縁体 Cu_2OSeO_3 の薄板に垂直な磁場を加えて, 直径約 60nm の Sk をクラスタ状に生成し, この薄板の片端に設置されたヒーター線に電流を流し, 電流に直交する方向に微小な温度勾配 (約 $0.02\text{K}/\text{mm}$) をつけて, 熱流を発生させた。そして, 熱流下の Sk クラスタの動きを電子顕微鏡で追跡した。その結果, Sk が低温側から高温側に流ることが分かった。この Sk 駆動に必要な熱流は, 従来の金属中における磁壁の駆動に必要な熱流の 100 分の 1 程度で微小であることが分かった (論文 15)。

成果 9 : AntiSk がもたらす電子輸送特性を究明するために, 熱流駆動 antiSk のダイナミクスを考察した。その場ローレンツ電子顕微鏡を用いて, Sk と antiSk 生成可能な $(\text{Fe}_{0.63}\text{Ni}_{0.3}\text{Pd}_{0.07})_3\text{P}$ 磁性体における, 磁気構造の熱流駆動ダイナミクスを直接観察し, Sk と antiSk の相互転換を実現した (論文 5)。

論文

- [1] [XiuZhen Yu \(1/9\)](https://doi.org/10.1038/s43246-024-00512-5), et al., **Communications Materials** (2024) <https://doi.org/10.1038/s43246-024-00512-5>.
- [2] Fehmi Sami Yasin, [XiuZhen Yu \(12/12\)](#), et al., **Advanced Materials** 36, 2311737 (2024).
- [3] Yao Guang, [XiuZhen Yu \(8/8\)](#), et al., **J. Phys. Mater.** 7, 025009 (2024)
- [4] [XiuZhen Yu \(1/9\)](#), et al., **Advanced Materials** 36, 2306441 (2023).
- [5] Fehmi S. Yasin, [XiuZhen Yu \(7/7\)](#), et al., **Nature Communications** 14, 7094 (2023).
- [6] [XiuZhen Yu \(1/6\)](#), et al., **Advanced Materials**, 35, 2210646 (2023).
- [7] Daisuke Nakamura, [XiuZhen Yu \(5/7\)](#), et al., **Phys. Rev. B** 108, 104403 (2023).
- [8] [XiuZhen Yu \(1/10\)](#), et al., **Nano Letters**, 22 (23), 9358 (2022).
- [9] Fehmi Sami Yasin, [XiuZhen Yu \(7/7\)](#), **PNAS**, 119(41) (2022).
- [10] Licong Peng, [XiuZhen Yu \(6/6\)](#), et al., **Advanced Science**, 2202950 (2022).
- [11] Kodai Niitsu, [XiuZhen Yu \(4/11\)](#), et al., **Nature Materials**, 21(3) 305-310, (2022).
- [12] Kosuke Karube, [XiuZhen Yu \(7/9\)](#), et al., **Advanced Materials**, 34(11) 2108770 (2022).
- [13] Licong Peng, [XiuZhen Yu \(6/6\)](#), et al., **Nature Communications**, 12(1), (2021).
- [14] Licong Peng, [XiuZhen Yu \(9/9\)](#), et al., **Adv. Fun. Mater.**, 31(37) 2103583 (2021).
- [15] [XiuZhen Yu \(1/11\)](#), et al., **Nature Communications**, 12(1), (2021).
- [16] Fehmi Yasin, [XiuZhen Yu \(6/6\)](#), et al., **Microscopy and Microanalysis**, 27(S1) 382 (2021).
- [17] Takahiro Shimojima, [XiuZhen Yu \(3/7\)](#), et al., **Science Advances**, 7(25) eabg1322 (2021).
- [18] Kosuke Karube, [XiuZhen Yu \(4/7\)](#), et al., **Nature Materials**, 20, 335 (2021).
- [19] Nitish Mathur, [XiuZhen Yu \(9/10\)](#), et al., **Adv. Fun. Mater.**, 31(13) 2008521 (2021).
- [20] Jan Masell, [XiuZhen Yu \(2/5\)](#), et al., **Physical Review B**, 102(18) (2020).
- [21] Fehmi S. Yasin, [XiuZhen Yu \(7/7\)](#), et al., **Advanced Materials**, 32(46) 2004206 (2020).
- [22] [XiuZhen Yu \(1/12\)](#), et al., **Nano Letters**, 20(10) 7313 (2020).
- [23] [X. Z. Yu \(1/8\)](#), et al., **Science Advances**, 6(25) eaaz9744 (2020).
- [24] Nguyen Duy Khanh, [XiuZhen Yu \(3/15\)](#), et al., **Nature Nanotechnology**, 15(6) 444 (2020).
- [25] Licong [XiuZhen Yu \(9/10\)](#), et al., **Nature Nanotechnology**, 15(3) 181 (2020).

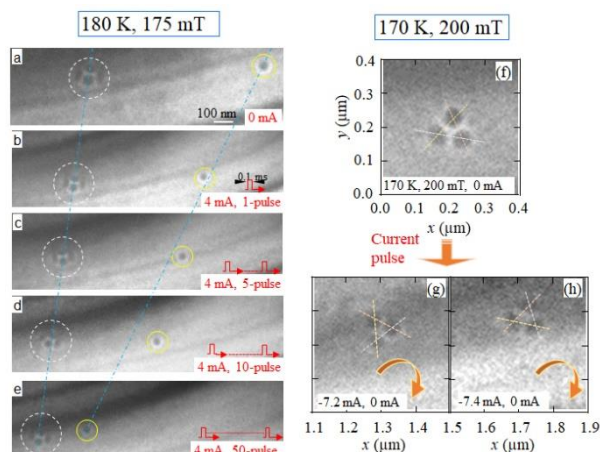


図 5. 電流下の Sk (黒色ドット) とそのクラスタのダイナミクス (a-e) 電流駆動 Sk とそのクラスタのホール運動。 (f-h) 電流駆動 Sk クラスタの回転運動。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計30件（うち査読付論文 30件 / うち国際共著 14件 / うちオープンアクセス 11件）

1. 著者名 Yu Xiuzhen, Kanazawa Naoya, Zhang Xichao, Takahashi Yoshio, Iakoubovskii Konstantin V., Nakajima Kiyomi, Tanigaki Toshiaki, Mochizuki Masahito, Tokura Yoshinori	4. 巻 36
2. 論文標題 Spontaneous Vortex Antivortex Pairs and Their Topological Transitions in a Chiral Lattice Magnet	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Advanced Materials	6. 最初と最後の頁 2306441
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adma.202306441	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 Yu Xiuzhen, Liu Yizhou, Iakoubovskii Konstantin V., Nakajima Kiyomi, Kanazawa Naoya, Nagaosa Naoto, Tokura Yoshinori	4. 巻 35
2. 論文標題 Realization and Current Driven Dynamics of Fractional Hopfions and Their Ensembles in a Helimagnet FeGe	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Advanced Materials	6. 最初と最後の頁 2210646
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adma.202210646	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 Yasin Fehmi Sami, Masell Jan, Takahashi Yoshio, Akashi Tetsuya, Baba Norio, Karube Kosuke, Shindo Daisuke, Arima Takahisa, Taguchi Yasujiro, Tokura Yoshinori, Tanigaki Toshiaki, Yu Xiuzhen	4. 巻 36
2. 論文標題 Bloch Point Quadrupole Constituting Hybrid Topological Strings Revealed with Electron Holographic Vector Field Tomography	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Advanced Materials	6. 最初と最後の頁 2311737
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adma.202311737	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 Yasin Fehmi Sami, Masell Jan, Karube Kosuke, Shindo Daisuke, Taguchi Yasujiro, Tokura Yoshinori, Yu Xiuzhen	4. 巻 14
2. 論文標題 Heat current-driven topological spin texture transformations and helical q-vector switching	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 7094
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-023-42846-7	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Guang Yao, Fujishiro Yukako, Tanaka Aito, Peng Licong, Kaneko Yoshio, Kanazawa Naoya, Tokura Yoshinori, Yu Xiuzhen	4. 巻 7
2. 論文標題 Topological stability of spin textures in Si/Co-doped helimagnet FeGe	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Journal of Physics: Materials	6. 最初と最後の頁 025009 ~ 025009
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/2515-7639/ad2ec4	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 Kosuke Karube, Licong Peng, Jan Masell, Mamoun Hemnida, Hans Albrecht Krug von Nidda, Istvn Kazsmarki, Xiuzhen Yu, Yoshinori Tokura, Yasujiro Taguchi	4. 巻 34
2. 論文標題 Doping Control of Magnetic Anisotropy for Stable Antiskyrmion Formation in Schreibersite (Fe,Ni)3P with S4-symmetry	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Advanced Materials	6. 最初と最後の頁 2108770-2108770
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adma.202108770	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 Xiuzhen Yu, Konstantin V. Iakoubovskii, Fehmi Sami Yasin, Licong Peng, Kiyomi Nakajima, Sebastian Schneider, Kosuke Karube, Takahisa Arima, Yasujiro Taguchi, Yoshinori Tokura	4. 巻 22
2. 論文標題 Real-space observations of three-dimensional antiskyrmions and skyrmion strings	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nano Letters	6. 最初と最後の頁 9358-9364
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.nanolett.2c03142	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 Fehmi Sami Yasin, Jan Masell, Kosuke Karube, Akiko Kikkawa, Yasujiro Taguchi, Yoshinori Tokura and Xiuzhen Yu	4. 巻 119
2. 論文標題 Real-space determination of the isolated magnetic skyrmion deformation under electric current flow	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.	6. 最初と最後の頁 e2200958119
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.220095811	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 Licong Peng, Konstantin V. Iakoubovskii, Kosuke Karube, Yasujiro Taguchi, Yoshinori Tokura, Xiuzhen Yu	4. 巻 9
2. 論文標題 Formation and control of zero field antiskyrmions in confining geometries	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Advanced Science	6. 最初と最後の頁 2202950-2202950
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/advs.202202950	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 Niitsu Kodai, Liu Yizhou, Booth Alexander, Yu Xiuzhen, Mathur Nitish, Stolt Matthew, Shindo Daisuke, Jin Song, Zang Jiadong, Nagaosa Naoto, Tokura Yoshinori	4. 巻 21
2. 論文標題 Geometrically stabilized skyrmionic vortex in FeGe tetrahedral nanoparticles	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nature Materials	6. 最初と最後の頁 305 ~ 310
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41563-021-01186-x	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 Karube Kosuke, Peng Licong, Masell Jan, Hemmida Mamoun, Krug von Nidda Hans Albrecht, Kezsmarki Istvan, Yu Xiuzhen, Tokura Yoshinori, Taguchi Yasujiro	4. 巻 34
2. 論文標題 Doping Control of Magnetic Anisotropy for Stable Antiskyrmion Formation in Schreibersite (Fe,Ni) 3P with S4 symmetry	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Advanced Materials	6. 最初と最後の頁 2108770 ~ 2108770
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adma.202108770	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 Yu Xiuzhen	4. 巻 539
2. 論文標題 Magnetic imaging of various topological spin textures and their dynamics	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Magnetism and Magnetic Materials	6. 最初と最後の頁 168332 ~ 168332
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jmmm.2021.168332	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 Peng Licong, Yasin Fehmi S., Park Tae Eon, Kim Sung Jong, Zhang Xichao, Nagai Takuro, Kimoto Koji, Woo Seonghoon, Yu Xiuzhen	4. 巻 31
2. 論文標題 Tunable Neel-Bloch Magnetic Twists in Fe ₃ GeTe ₂ with van der Waals Structure	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Advanced Functional Materials	6. 最初と最後の頁 2103583 ~ 2103583
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adfm.202103583	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 Yu Xiuzhen, Kagawa Fumitaka, Seki Shinichiro, Kubota Masashi, Masell Jan, Yasin Fehmi, Nakajima Kiyomi, Nakamura Masao, Kawasaki Masashi, Nagaosa Naoto, Tokura Yoshinori	4. 巻 12
2. 論文標題 Real-space observations of 60-nm skyrmion dynamics in an insulating magnet under low heat flow	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 5079
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-021-25291-2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Yasin Fehmi, Karube Kosuke, Kikkawa Akiko, Taguchi Yasujiro, Tokura Yoshinori, Yu Xiuzhen	4. 巻 27
2. 論文標題 Current-driven Dynamics of Magnetic Skyrmion Bunches	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Microscopy and Microanalysis	6. 最初と最後の頁 382 ~ 383
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/s1431927621001896	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 Shimajima Takahiro, Nakamura Asuka, Yu Xiuzhen, Karube Kosuke, Taguchi Yasujiro, Tokura Yoshinori, Ishizaka Kyoko	4. 巻 7
2. 論文標題 Nano-to-micro spatiotemporal imaging of magnetic skyrmion's life cycle	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Science Advances	6. 最初と最後の頁 1322
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/sciadv.abg1322	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 Peng Licong, Karube Kosuke, Taguchi Yasujiro, Nagaosa Naoto, Tokura Yoshinori, Yu Xiuzhen	4. 巻 12
2. 論文標題 Dynamic transition of current-driven single-skyrmion motion in a room-temperature chiral-lattice magnet	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 6797
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-021-27073-2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Khanh Nguyen Duy, Nakajima Taro, Yu Xiuzhen, Gao Shang, Shibata Kiyou, Hirschberger Max, Yamasaki Yuichi, Sagayama Hajime, Nakao Hironori, Peng Licong, Nakajima Kiyomi, Takagi Rina, Arima Taka-hisa, Tokura Yoshinori, Seki Shinichiro	4. 巻 15
2. 論文標題 Nanometric square skyrmion lattice in a centrosymmetric tetragonal magnet	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nature Nanotechnology	6. 最初と最後の頁 444 ~ 449
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41565-020-0684-7	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 Yu X. Z., Morikawa D., Nakajima K., Shibata K., Kanazawa N., Arima T., Nagaosa N., Tokura Y.	4. 巻 6
2. 論文標題 Motion tracking of 80-nm-size skyrmions upon directional current injections	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Science Advances	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/sciadv.aaz9744	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 Yu Xiuzhen, Mase II Jan, Yasin Fehmi S., Karube Kosuke, Kanazawa Naoya, Nakajima Kiyomi, Nagai Takuro, Kimoto Koji, Koshibae Wataru, Taguchi Yasujiro, Nagaosa Naoto, Tokura Yoshinori	4. 巻 20
2. 論文標題 Real-Space Observation of Topological Defects in Extended Skyrmion-Strings	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nano Letters	6. 最初と最後の頁 7313 ~ 7320
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.nanolett.0c02708	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 Yasin Fehmi S., Peng Licong, Takagi Rina, Kanazawa Naoya, Seki Shinichiro, Tokura Yoshinori, Yu Xiuzhen	4. 巻 32
2. 論文標題 Bloch Lines Constituting Antiskyrmions Captured via Differential Phase Contrast	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Advanced Materials	6. 最初と最後の頁 2004206 ~ 2004206
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adma.202004206	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 Inagaki S., Nakamura M., Aizawa N., Peng L. C., Yu X. Z., Tokura Y., Kawasaki M.	4. 巻 116
2. 論文標題 Molecular beam epitaxy of high-quality CuI thin films on a low temperature grown buffer layer	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 192105 ~ 192105
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0007389	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 Karube Kosuke, Peng Licong, Masell Jan, Yu Xiuzhen, Kagawa Fumitaka, Tokura Yoshinori, Taguchi Yasujiro	4. 巻 20
2. 論文標題 Room-temperature antiskyrmions and sawtooth surface textures in a non-centrosymmetric magnet with S4 symmetry	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nature Materials	6. 最初と最後の頁 335 ~ 340
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41563-020-00898-w	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 Inagaki S., Nakamura M., Okamura Y., Ogino M., Takahashi Y., Peng L. C., Yu X. Z., Tokura Y., Kawasaki M.	4. 巻 118
2. 論文標題 Heteroepitaxial growth of wide bandgap cuprous iodide films exhibiting clear free-exciton emission	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 012103 ~ 012103
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0036862	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 Mathur Nitish, Yasin Fehmi S., Stolt Matthew J., Nagai Takuro, Kimoto Koji, Du Haifeng, Tian Mingliang, Tokura Yoshinori, Yu Xiuzhen, Jin Song	4. 巻 31
2. 論文標題 In Plane Magnetic Field Driven Creation and Annihilation of Magnetic Skyrmion Strings in Nanostructures	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Advanced Functional Materials	6. 最初と最後の頁 2008521 ~ 2008521
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adfm.202008521	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 Park Tae-Eon, et al.	4. 巻 103
2. 論文標題 Neel-type skyrmions and their current-induced motion in van der Waals ferromagnet-based heterostructures	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 104410-1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.103.104410	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 Maseell Jan, Yu Xiuzhen, Kanazawa Naoya, Tokura Yoshinori, Nagaosa Naoto	4. 巻 102
2. 論文標題 Combing the helical phase of chiral magnets with electric currents	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 180402-1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.102.180402	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 L. C. Peng*, R. Takagi, W. Koshibae1, K. Shibata, K. Nakajima, T-h. Arima, N. Nagaosa, S. Seki, X.Z.Yu* and Y. Tokura	4. 巻 15
2. 論文標題 Controlled transformation of skyrmions and antiskyrmions in a non-centrosymmetric magnet	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 nature Nanotechnology	6. 最初と最後の頁 181-186
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41565-019-0616-6	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, T. Nakajima, S. Gao, L. C. Peng, A. Kikkawa, T. Kurumaji, M. Kriener, Y. Yamasaki, H. Sagayama, H. Nakao, K. Ohishi, K. Kakurai, Y. Taguchi, X. Z. Yu, T. Arima, Y. Tokura	4. 巻 10
2. 論文標題 Skyrmion phase and competing magnetic orders on a breathing kagome lattice	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 nature Communications	6. 最初と最後の頁 5831
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-019-4	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 R. Watanabe, R. Yoshimi, M. Kawamura, M. Mogi, A. Tsukazaki, X. Z. Yu, K. Nakajima, K. S. Takahashi, M. Kawasaki, and Y. Tokura	4. 巻 115
2. 論文標題 Quantum anomalous Hall effect driven by magnetic proximity coupling in all-telluride heterostructure	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 102403
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5111891	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31件 (うち招待講演 18件 / うち国際学会 20件)

1. 発表者名 Xiuzhen Yu
2. 発表標題 Real-space observations of three-dimensional spin textures
3. 学会等名 CMS symposium on emergent quantum materials 2024 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Xiuzhen Yu
2. 発表標題 Real-Space Observation of Spontaneous Vortex-Antivortex Pairs and Their Topological Transitions Through Transmission Electron Microscopy
3. 学会等名 2023 MRS Fall Meeting & Exhibit (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Xiuzhen Yu
2. 発表標題 Vortices, antivortices and their current-driven dynamics
3. 学会等名 APW2023 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Xiuzhen Yu
2. 発表標題 3D topological solitons and their dynamics
3. 学会等名 2023 MRS Spring Meeting & Exhibit (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Fehmi Yasin, Xiuzhen Yu, et al.
2. 発表標題 Three-dimensional vector field electron tomography of hybrid antiskyrmions and their Bloch points
3. 学会等名 The 20th International Microscopy Congress (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Xiuzhen Yu
2. 発表標題 Real-space observations of three-dimensional spin texture and their dynamics
3. 学会等名 2022 MRS Fall Meeting & Exhibit (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Xiuzhen Yu
2. 発表標題 Topolocal spin textures in multiferroic and 2D vdW materials
3. 学会等名 2022 MRS Spring Meeting&Exhibit (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Xiuzhen Yu
2. 発表標題 Three-dimensional spin textures
3. 学会等名 RIKEN CEMS-Tsinghua-Kavli workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Xiuzhen Yu
2. 発表標題 Real-space imaging of electronic states in condensed matter by transmission electron microscopy
3. 学会等名 2022 RIKEN -NCHU symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Licong Peng, Xiuzhen Yu, et al
2. 発表標題 Dynamic transition of current-driven single-skyrmion motion in a chiral-lattice magnet
3. 学会等名 LT29 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Xiuzhen Yu
2. 発表標題 Skyrmion motions driven by electric current and temperature gradient
3. 学会等名 CRIM 2021: Magnetic Skyrmions-IOP Magnetism Group (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Xiuzhen Yu
2. 発表標題 Magnetic imaging of various topological spin textures and their dynamics by using Lorentz TEM and DPC-STEM
3. 学会等名 Topological Matter Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Xiuzhen Yu
2. 発表標題 Control, drive and manipulation of various topological spin textures
3. 学会等名 2021 Virtual MRS Spring Meeting & Exhibit (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Xiuzhen Yu
2. 発表標題 Manipulation and control of nanometric topological spin textures
3. 学会等名 Magnetism at the Nanoscale: Imaging, Fabrication, Physics 736. WE-Heraeus-Seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Fehmi Yasin, Licong Peng, Rina Takagi, Naoya Kanazawa, Shinichiro Seki, Yoshinori Tokura, Xiuzhen Yu
2. 発表標題 Identification of Topological Magnetic Spin Textures via Differential Phase Contrast
3. 学会等名 日本顕微鏡学会第77回学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 ボン リソン, 軽部 皓介, マーセル ヤン, 賀川 史敬, 十倉 好紀, 田口 康二郎, 于 秀珍
2. 発表標題 新しいアンチスキルミオン磁石におけるトポロジカルスピントクスチャの実空間観測
3. 学会等名 日本顕微鏡学会第77回学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Fehmi Yasin, Kosuke Karube, Akiko Kikkawa, Yasujiro Taguchi, Yoshinori Tokura, Xiuzhen Yu
2. 発表標題 Driving Magnetic Skyrmion Bunches with a 10 ns wide Electric Pulse Current
3. 学会等名 日本顕微鏡学会第77回学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Jan Masell, Xiuzhen Yu, Naoto Nagaosa
2. 発表標題 Late News: Magnetic Skyrmions in a Thermal Gradient-Experimental Observation and Critical Speed-Up
3. 学会等名 2021 Virtual MRS Spring Meeting & Exhibit
4. 発表年 2021年

1 . 発表者名 Licong Peng, Kosuke Karube, Rina Takagi, Wataru Koshibae, Kiyou Shibata, Kiyomi Nakajima, Taka-hisa Arima, Naoto Nagaosa, Shinichiro Seki, Yoshinori Tokura, Yasujiro Taguchi, Xiuzhen Yu
2 . 発表標題 Real-Space Observation of Topological Skyrmions/Antiskyrmions and Their Controlled Transformation in Non-Centrosymmetric Magnets
3 . 学会等名 2021 Virtual MRS Spring Meeting & Exhibit
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 Nitish Mathur, Matthew J. Stolt, Fehmi Yasin, Xiuzhen Yu, Song Jin
2 . 発表標題 Topological Nature of Magnetic and Electronic Structures in Cubic B20 Nanostructures
3 . 学会等名 2021 Virtual MRS Spring Meeting & Exhibit
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 Masao Nakamura, Sotato Inagaki, Yoshihiro Okamura, Makiko Ogino, Youtarou Takahashi, Licong Peng, Xiuzhen Yu, Yoshinori Tokura, Masashi Kawasaki
2 . 発表標題 Extremely Sharp Free Exciton Emission in Heteroepitaxial Cuprous Iodide Thin Films Grown by MBE
3 . 学会等名 2021 Virtual MRS Spring Meeting & Exhibit
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 L. Peng, K. Karube, Y. Taguchi, N. Nagaosa, Y. Tokura, X. Yu
2 . 発表標題 Current-driven single-skyrmion motion in a room-temperature chiral-lattice magnet
3 . 学会等名 2022 Joint MMM-INTERMAG
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 L. Peng, R. Takagi, K. Karube, W. Koshibae, J. Masell, K. Shibata, F. Kagawa, S. Seki, N. Nagaosa, Y. Tokura, Y. Taguchi, X. Yu
2 . 発表標題 Real-space imaging of topological skyrmions/antiskyrmions and their transformation
3 . 学会等名 2022 Joint MMM-INTERMAG
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 F.S. Yasin, K. Karube, A. Kikkawa, Y. Taguchi, Y. Tokura, X. Yu
2 . 発表標題 Current-driven deformation of isolated magnetic skyrmions
3 . 学会等名 2022 Joint MMM-INTERMAG
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 Xiuzhen Yu
2 . 発表標題 Control, drive and manipulation of topological spin textures
3 . 学会等名 APW-RIKEN-Tsinghua-Kavil workshop (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 Xiuzhen Yu
2 . 発表標題 Manipulation and control of nanometric topological spin textures
3 . 学会等名 Magnetism at the Nanoscale: Imaging, Fabrication, Physics 736. WE-Heraeus-Seminar (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1. 発表者名 xiuzhen Yu
2. 発表標題 Imaging magnetic vortices including skyrmions by Lorentz TEM and differential phase-contrast microscopy
3. 学会等名 Microscopy&Microanalysis (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Xiuzhen Yu
2. 発表標題 Imaging topological electron-spin textures by using atomic-resolution Lorentz TEM
3. 学会等名 PRISM10 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Xiuzhen Yu
2. 発表標題 Imaging topological electron-spin textures by using atomic-resolution Lorentz TEM
3. 学会等名 SPS meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Peng Licong, Xiuzhen Yu, et al.
2. 発表標題 In-situ L-TEM observation of antiskyrmion to chiral bubble transformation
3. 学会等名 The 75th Annual Meeting of Japanese Society of Microscopy
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Peng Licong, Xiuzhen Yu, et al.
2. 発表標題 Real-Space Observation of a Transformation from Antiskyrmion to Skyrmion by Lorentz TEM
3. 学会等名 Microscopy & Microanalysis (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>プレスリリース&新聞発表: 1. スキルミオンとアンチスキルミオンの相互変換に成功 https://www.riken.jp/press/2020/20200121_1/index.html 2. 新機構が生み出す過去最小の磁気渦粒子を発見 https://www.riken.jp/press/2020/20200521_3/index.html 3. 2020年6月18日プレスリリース「低電流でのスキルミオン制御に成功」 https://www.riken.jp/press/2020/20200618_1/index.html 4. 「スキルミオン」室温駆動 日刊工業新聞 2021年11月25日 朝刊29面 5. 2021年8月23日プレスリリース「微小な熱流によるナノスケールスキルミオンの駆動に成功」 https://www.riken.jp/press/2021/20210823_2/index.html 6. 理研・東大、スキルミオンとアンチスキルミオン 室温で相互変換成功 日刊工業新聞2023年11月16日</p> <p>受賞 1. 令和2年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰 科学技術賞 2. 2023年度 江崎玲於奈賞</p>
--

6. 研究組織			
氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考	

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			
米国	ウィスコンシン大学			
韓国	KIST	IBM	CNRS	