

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 27 日現在

機関番号：73905

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20H02602

研究課題名(和文) ノンコリニア窒化物磁性体が拓く巨大磁気伝導物性

研究課題名(英文) Giant magnetotransport properties achieved by noncollinear magnetic nitrides

研究代表者

浅野 秀文 (Asano, Hidefumi)

公益財団法人名古屋産業科学研究所・研究部・上席研究員

研究者番号：50262853

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、反強磁性体Mn<sub>3</sub>GaNとスピン流生成源BiSbとの積層構造において、5×10<sup>5</sup> A/cm<sup>2</sup>という超低電流密度でのスピン軌道トルクスイッチングを達成した。キラル強磁性(Fe<sub>2</sub>-yPdyMo<sub>3</sub>N; FPMN)、および反強磁性(Co<sub>2</sub>-yPdyMo<sub>3</sub>N; CPMN)を用いた検討を行った。強磁性FPMNでは、キュリー温度600 K、60 nmの微細スキルミオン形成を、トポロジカルホール効果、L-TEM観察、XMCD分光から明らかにした。反強磁性体CPMNでは、異常ホール効果、トポロジカルホール効果、ノンコリニア磁気抵抗効果を用いた解析から、室温反強磁性スキルミオン生成の可能性が示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ノンコリニア反強磁性体における室温、無磁場、超低電流密度(5×10<sup>5</sup> A/cm<sup>2</sup>)のスピン軌道トルク磁化スイッチングの実現は、磁気メモリの低消費電力書込動作を実証するものであり、次世代スピントロニクスに向けた重要な意義を持つ。反転対称性の破れた充填-Mn構造磁性体において、Dzyaloshinski-Moriya相互作用と電子状態密度の同時制御により、従来より特性の優れた強磁性スキルミオンが実現され、およびこれまでに報告例のない反強磁性スキルミオンの可能性が示された。これらの知見は、今後のスキルミオン物質探索、並びにロジックデバイス応用へのスキルミオン研究における重要な指針となる。

研究成果の概要(英文)：This research is aimed to develop novel magnetotransport properties in antiferromagnets and skyrmions with noncollinear spin structures. By using bilayers of antiferromagnetic Mn<sub>3</sub>GaN and spin source BiSb, ultra-low-current-density switching of 5×10<sup>5</sup> A/cm<sup>2</sup> was achieved by spin-orbit-torque effect. With the use of chiral -Mn type ferromagnets (Fe<sub>2</sub>-yPdyMo<sub>3</sub>N; FPMN) and antiferromagnets (Co<sub>2</sub>-yPdyMo<sub>3</sub>N; CPMN), attention was paid to the Pd content in terms of controlling Dzyaloshinski-Moriya interaction. In ferromagnetic FPMN, formation of skyrmions with small size of 60 nm and high-T<sub>c</sub> of 600 was identified by topological Hall effect, Lorentz-TEM, and XMCD spectroscopy. In antiferromagnetic CPMN, the room-temperature canted antiferromagnetic phase was found, and through the magnetic phase transition, the low-temperature ferrimagnetic phase appeared. By using AHE, THE, and noncollinear magnetoresistance, possible formation of room-temperature antiferromagnetic skyrmion was suggested.

研究分野：スピントロニクス、磁性薄膜物性

キーワード：ノンコリニア反強磁性 スキルミオン キラル磁性体 窒化物薄膜 異常ホール効果 トポロジカルホール効果 スピン軌道トルク

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

本研究で着目する反強磁性体と磁気スキルミオンは省電力・高集積磁気メモリー開発にイノベーションをもたらす次世代材料として注目を集めている。ノンコリニア(非共線)磁気構造は、反強磁性体や磁気スキルミオンで現れる特異な磁気配列の1つであり、それらの物性・機能の発現に本質的に重要な役割を果たすことが明らかになっている。

反強磁性体は、強磁性体と比較して非常に高速なスピンドダイナミクス、電荷や外部磁場等の外乱に対して安定、漏れ磁場がないという特徴を有している。このため、ポスト Moore 技術の時代における、超高密度集積、不揮発のマルチビットセル、超高速メモリーへの応用が期待されている。しかし、強磁性体と異なり、磁場にほとんど応答しないため、反強磁性体のスピン(磁気)状態の検出と制御が課題となっている。

一方、キラル磁性体や接合界面など反転対称性の破れた磁性体中で発現する磁気スキルミオンは、トポロジカルに保護された強固なノンコリニア磁気構造を有し、その安定性、ナノスケールでの極小性、省電力での制御・操作性などの特徴を合わせ持つことから、スピントロニクス研究の対象として注目されている。近年の研究により、メモリ素子だけでなくロジック素子などへの幅広いデバイス応用が期待できる豊かな機能を持つことが明らかになっている。スキルミオンの実用化に向けた課題として、実際にスキルミオンが実証されたキラル磁性体は少ないことより、より高い温度でスキルミオンを示すことなど、より応用に適した新しいスキルミオン物質の探索が必要となっている。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、ノンコリニアな磁気構造を有する反強磁性体と磁気スキルミオンにおける新奇な巨大磁気伝導物性・機能の開拓、およびそれら2つの物質の特徴を合わせ持つ「反強磁性スキルミオン」の創成である。

具体的には、ノンコリニア反強磁性体として逆ペロブスカイト窒化物を、および磁気スキルミオン物質として、反転対称性の破れた充填 $\beta$ -Mn 構造窒化物を用い、これらの複金属窒化物で構成されるエピタキシャル薄膜・ヘテロ構造を用いた研究を通して、各種ホール効果(AHE, THE, TSHE)を中心とする巨大磁気伝導物性を開拓する。

### 3. 研究の方法

ノンコリニア反強磁性体としては逆ペロブスカイト窒化物  $Mn_3GaN$  を、磁気スキルミオン物質としてはキラル充填 $\beta$ -Mn 構造窒化物磁性体  $A_{2-y}Pd_yMo_3N$  ( $A=Fe, Co$ ) を対象として、次の3つのアプローチから研究を計画した。

- 1) ノンコリニア反強磁性体からのアプローチ
  - 1-a) 異常ホール効果(AHE)による反強磁性体の磁気状態の解析
  - 1-b) 反強磁性体のスピン軌道トルク磁化反転
- 2) 強磁性スキルミオンからのアプローチ
  - 2-a) トポロジカルホール効果(THE)による強磁性スキルミオン挙動の解明
  - 2-b) 強磁性  $Fe_{2-y}Pd_yMo_3N$  を用いたノンコリニア磁気抵抗効果の検証
- 3) 反強磁性スキルミオンに向けたアプローチ
  - 3-a) キラル反強磁性体  $Co_{2-y}Pd_yMo_3N$  における磁気状態図の作成
  - 3-b) 反強磁性スキルミオン実証のための電気的検出法の開拓

### 4. 研究成果

ノンコリニア反強磁性体については、逆ペロブスカイト窒化物反強磁性体  $Mn_3GaN$  を用いて電流駆動による反強磁性スピンの効率的制御に関する研究を進めた。スピン流生成源である Pt や Ta との積層構造において、 $Mn_3GaN$  の反強磁性スピンの磁化反転を異常ホール信号により検出する系統的な実験から、反強磁性スピンの磁化反転機構がスピン軌道トルク効果によるものであることを明らかにした。 $Mn_3GaN$ /重金属 Pt の積層構造において、Pt からのスピン流注入により臨界反転電流密度  $1.5 \times 10^6$  A/cm<sup>2</sup> という従来より1桁以上の低減された高効率な磁化反転の観測に成功している。<sup>1)</sup> また、そのパルス電流依存性の実験から多値記憶状態を示すヒステリシス特性が得られることが分かった。さらなる臨界反転電流密度の低減を目指して、より効率的なスピン流生成源であるトポロジカル  $BiSb^2)$  を用いた実験を行った。その結果、 $4 \times 10^5$  A/cm<sup>2</sup> という超低電流密度化を無磁場、室温で達成することに成功した。さらに、逆ペロブスカイト窒化物反強磁性  $Mn_3Ni_{0.35}Cu_{0.65}N$  において、高次のスピン配列に伴う特異な異常ホールが発現することを見出した。<sup>3)</sup>

磁気スキルミオンについては、キラル充填  $\beta$ -Mn 構造を有する強磁性  $Fe_{2-y}Pd_yMo_3N$  薄膜、反強磁性  $Co_{2-y}Pd_yMo_3N$  薄膜を用いた検討を行った。スキルミオン形成に支配的な要因となる Dzyaloshinski-Moriya 相互作用(DMI)の制御の観点から Pd 置換量(y)依存性に着目し、磁気特性や磁気伝導特性の Pd 置換量 y, 温度, 磁場依存性を調べた。強磁性  $Fe_{2-y}Pd_yMo_3N$  については、

$y=0.32$  では 600 K の高キュリー温度を有する室温以上まで 60 nm という微細スキルミオンが形成されることを、トポロジカルホール効果やローレンツ透過型顕微鏡観察から明らかにした。また、それらの温度依存性の評価から、100 K 近傍にスピン再配列型磁気転移が存在し、スキルミオン密度が転移温度を境に大きく変化することが分かった。さらに、強磁性  $\text{Fe}_{2-y}\text{Pd}_y\text{Mo}_3\text{N}$  ( $y=0.32$ ) を下部電極としたトンネル素子におけるトンネル伝導測定から、スキルミオンに特徴的なノンコリニア磁気抵抗効果を示すことを見出した。<sup>4)</sup>

反強磁性  $\text{Co}_{2-y}\text{Pd}_y\text{Mo}_3\text{N}$  薄膜については、温度と Pd 置換量  $y$  に対する系統的な磁気状態図を明らかにした。その結果、 $0.75 < y < 1.38$  では室温以上のネール温度を有するキャント型反強磁性が出現するとともに、低温(40 K 近傍)での磁気相転移に由来する特異な磁気伝導特性を示すことが分かった。磁気特性、伝導特性の評価から、温度と Pd 置換量  $y$  に依存して、コリニア反強磁性相、コリニアフェリ磁性相、キャント型フェリ磁性相、及びキャント型反強磁性相の 4 種類の磁気相が存在することが分かった。Pd 置換については、Dzyaloshinski-Moriya 相互作用の増強と同時にフェルミ準位近傍の状態密度の増加に寄与しており、これらの二つの効果の協奏により、 $1.0 < y < 1.38$  においてキャント型反強磁性相の生成をもたらしていることが分かった。さらに、異常ホール効果、トポロジカルホール効果、ノンコリニア磁気抵抗効果を併用した詳細な解析から、高温相であるキャント型反強磁性相において室温反強磁性スキルミオンが生成されている可能性が示された。<sup>5,6)</sup>

さらにキラル充填  $\beta$ -Mn 構造磁性体におけるスキルミオン挙動を解明するために、既に強磁性スキルミオンが実証されている  $\text{Fe}_{2-y}\text{Pd}_y\text{Mo}_3\text{N}$  薄膜、およびキャント型反強磁性  $\text{Co}_{2-y}\text{Pd}_y\text{Mo}_3\text{N}$  薄膜に対して、軟 X 線磁気円(線)二色性 (XMC(L)D) 分光を用いた元素分解磁気構造解析を行った。強磁性  $\text{Fe}_{2-y}\text{Pd}_y\text{Mo}_3\text{N}$  ( $x=0.32$ ) では、XMCD-PEEM イメージング像において約 60 nm サイズの高密度スキルミオンの存在を示唆する L2, L3 端における XMCD 強度反転の観測に成功した。一方、反強磁性  $\text{Co}_{2-y}\text{Pd}_y\text{Mo}_3\text{N}$  ( $x=1.3$ ) では、1 T の垂直磁場印加での Co L3 端の温度依存測定から、高温相においては XMCD スペクトルが観測されないのに対して、XMLD スペクトルについては高温相においても低温相と同様に観測された。これらの結果は、高温相が反強磁性スキルミオンを発現するキャント型反強磁性相であることの間接的証拠となると考えている。

#### 関連投稿論文

- 1) “Spin-Orbit-Torque Switching of Noncollinear Antiferromagnetic Antiperovskite Manganese Nitride  $\text{Mn}_3\text{Ga}$ ”, T. Hajiri, K. Matsuura, K. Sonoda, E. Tanaka, K. Ueda, and H. Asano, *Phys. Rev. Appl.* 16 (2021)024003.
- 2) “Dirac semimetal like transport features in high-quality  $\text{Bi}_{0.06}\text{Sb}_{0.04}$  thin films”, Y. Hadate, H. Asano, and K. Ueda, *Thin Solid Films* 768 (2023) 139691.
- 3) “Revealing the higher-order spin nature of the Hall effect in non-collinear antiferromagnet  $\text{Mn}_3\text{Ni}_{0.35}\text{Cu}_{0.65}\text{N}$ ”, Adithya Rajan, Tom G. Saunderson, Fabian R. Lux, Rocio Yanes Diaz, Hasan M. Abdullah, Arnab Bose, Beatrice Bednarz, Jun-Young Kim, Dongwook Go, Tetsuya Hajiri, Gokaran Shukla, Olena Gomonyay, Yugui Yao, Wanxiang Feng, Hidefumi Asano, Udo Schwingenschlogl, Luis Lopez-Diaz, Jairo Sinova, Yuriy Mokrousov, Aurelien Manchon, and Mathias Kläui, To be appeared in *Nature Communications* (2023).
- 4) “Room-temperature magnetic skyrmion in epitaxial thin films of  $\text{Fe}_{2-x}\text{Pd}_x\text{Mo}_3\text{N}$  with the filled  $\beta$ -Mn-type chiral structure”, B. Qiang, N. Togashi, S. Momose, T. Wada, T. Hajiri, M. Kuwahara, and H. Asano, *Appl. Phys. Lett.* 117(2020)142401.
- 5) “Magnetic phase diagram and vanishing topological Hall effect in the chiral antiferromagnet  $\text{Co}_{2-x}\text{Pd}_x\text{Mo}_3\text{N}$ ”, B. W. Qiang, T. Fukasawa, T. Hajiri, T. Ito, T. Hihara, and H. Asano, *Jpn. J. of Appl. Phys.* 61 (2022) 120901.
- 6) “Magnetic and transport properties of chiral antiferromagnetic  $\text{Co}_{2-x}\text{Pd}_x\text{Mo}_3\text{N}$  thin films”, B. W. Qiang, T. Fukasawa, T. Hajiri, T. Ito, T. Hihara, and H. Asano, *AIP Advances*, 13(2023) 25138.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 B. Qiang, N. Togashi, S. Momose, T. Wada, T. Hajiri, M. Kuwahara, and H. Asano	4. 巻 117
2. 論文標題 Room-temperature magnetic skyrmion in epitaxial thin films of Fe <sub>2</sub> -xPdxMo <sub>3</sub> N with the filled - Mn-type chiral structure	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Appl. Phys. Lett.	6. 最初と最後の頁 142401-1-5
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1063/5.0024071	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. Hajiri, H. Goto, and H. Asano	4. 巻 102
2. 論文標題 Scaling the electrical current switching of exchange bias in fully epitaxial antiferromagnet/ferromagnet bilayers	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Phys. Rev. B	6. 最初と最後の頁 014404-1-7
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1103/PhysRevB.102.014404	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 R. Miki, K. Zhao, T. Hajiri, P. Gegenwart, H. Asano	4. 巻 127
2. 論文標題 Epitaxial growth and orientation-dependent anomalous Hall effect of noncollinear antiferromagnet Mn <sub>3</sub> Ni <sub>0.35</sub> Cu <sub>0.65</sub> N films	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J. Appl. Phys.	6. 最初と最後の頁 113907-1-7
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1063/1.5142250	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 K. Ueda, Y. Hadate, K. Suzuki, and H. Asano	4. 巻 713
2. 論文標題 Fabrication of high-quality epitaxial Bi <sub>1-x</sub> Sb <sub>x</sub> films by two-step growth using molecular beam epitaxy	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Thin Solid Films	6. 最初と最後の頁 138361-1-8.
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1063/1.5142250	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 K. Ueda, Y. Mizuno, and H. Asano	4. 巻 117
2. 論文標題 Multibit optoelectronic memory using graphene/diamond (carbon sp <sup>2</sup> -sp <sup>3</sup> ) heterojunctions and its arithmetic functions	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Appl. Phys. Lett.	6. 最初と最後の頁 092103-1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0013795	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. Hajiri, K. Matsuura, K. Sonoda, E. Tanaka, K. Ueda, and H. Asano	4. 巻 16
2. 論文標題 Spin-Orbit-Torque Switching of Noncol-linear Antiferromagnetic Antiperovskite Manganese Nitride Mn <sub>3</sub> GaN	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Phys. Rev. Appl.	6. 最初と最後の頁 024003-1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevApplied.16.024003	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 B. W. Qiang, T. Fukasawa, T. Hajiri, T. Ito, T. Hihara, and H. Asano	4. 巻 61
2. 論文標題 Magnetic phase diagram and vanishing topological Hall effect in the chiral antiferromagnet Co <sub>2</sub> -xPdxMo <sub>3</sub> N	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Jpn. J. of Appl. Phys.	6. 最初と最後の頁 120901-1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1347-4065/ac9a92	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 B. W. Qiang, T. Fukasawa, T. Hajiri, T. Ito, T. Hihara, and H. Asano	4. 巻 13
2. 論文標題 Magnetic and transport properties of chiral antiferromagnetic Co <sub>2</sub> -xPdxMo <sub>3</sub> N thin films	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 AIP Advances	6. 最初と最後の頁 25138-1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/9.0000454	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 Adithya Rajan, Tom G. Saunderson, Fabian R. Lux, Rocio Yanes Diaz, Hasan M. Abdullah, Arnab Bose, Beatrice Bednarz, Jun-Young Kim, Dongwook Go, Tetsuya Hajiri, Gokaran Shukla, Olena Gomonay, Yugui Yao, Wanxiang Feng, Hidefumi Asano, and Mathias Klaui ,et.al.	4. 巻 *
2. 論文標題 Revealing the higher-order spin nature of the Hall effect in non-collinear antiferromagnet Mn <sub>3</sub> Ni <sub>0.35</sub> Cu <sub>0.65</sub> N	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 *
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

〔学会発表〕 計28件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 7件)

1. 発表者名 B. Qiang, N. Togashi, S. Momose, T. Wada, T. Hajiri, M. Kuwahara, and H. Asano
2. 発表標題 Magnetic skyrmions in epitaxial thin films of A <sub>2</sub> Mo <sub>3</sub> N with the filled -Mn type structure
3. 学会等名 2020 Magnetism and Magnetic Materials Conference (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 K. Matsuura, T. Hajiri, K. Sonoda, S. Ishino, and H. Asano
2. 発表標題 Electrical switching of Hall resistance in noncollinear antiferromagnetic antiperovskite nitrides
3. 学会等名 2020 Magnetism and Magnetic Materials Conference (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 H. Kato, S. Nakamura, K. Matsuura, B. W. Qiang, T. Hajiri, and H. Asano
2. 発表標題 Fabrication and characterization of NbN magnetic Josephson junctions using non-collinear antiferromagnet Mn <sub>3</sub> GaN
3. 学会等名 2020 Magnetism and Magnetic Materials Conference (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 K. Ueda, Y. Mizuno, and H. Asano
2. 発表標題 Multibit optoelectronic memory functions of graphene/diamond heterojunctions
3. 学会等名 SSDM (International Conference on Solid State Device and Materials) 2020, (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 安藤 優介、羽尻 哲也、植田 研二、浅野 秀文
2. 発表標題 六方晶Mn3Gaエピタキシャル薄膜作製と磁気特性
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 園田航, 羽尻哲也, 松浦健人, 田中恵理, 浅野秀文
2. 発表標題 Mn3GaN/X素子 (X=Pt, Bi <sub>x</sub> Sb <sub>1-x</sub> )による電流駆動磁化反転の低電流密度化
3. 学会等名 第30回学生による材料フォーラム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 羽立 康浩、鈴木 健太、浅野 秀文、植田 研二
2. 発表標題 スピントロニクス応用に向けた高品質トポロジカルBi <sub>1-x</sub> Sb <sub>x</sub> 薄膜の作製
3. 学会等名 第81回日本応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 水野 雄貴、伊藤 悠河、浅野 秀文、植田 研二
2. 発表標題 カーボンナノウォール/ダイヤモンド接合のパルス光応答性
3. 学会等名 第81回日本応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 三木 竜太, 羽尻 哲也, Z. Kan, C. Hua, and G. Philipp, 浅野秀文
2. 発表標題 ノンコリニア磁性体 $Mn_3Ni_{1-x}Cu_xN$ 薄膜の作製と磁気・電気的特性
3. 学会等名 2020日本磁気学会学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 羽立 康浩、鈴木 健太、浅野 秀文、植田 研二
2. 発表標題 高品質トポロジカル $Bi_{1-x}Sb_x$ エピタキシャル薄膜の作製と特性評価
3. 学会等名 2020日本磁気学会学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 強博文, 富樫宣孝, 百瀬秀平, 和田壮史, 深澤健留, 羽尻哲也, 桑原真人, 浅野秀文
2. 発表標題 室温スキルミオン $Fe_xPd_{2-x}Mo_3N$ エピタキシャル薄膜の量子輸送特性及び磁気状態図
3. 学会等名 IEEE Magnetics Society 名古屋支部 若手研究会
4. 発表年 2021年



1. 発表者名 松浦健人, 羽尻哲也, 園田航, 田中恵理, 浅野秀文
2. 発表標題 ノンコリニア反強磁性体Mn <sub>3</sub> GaNの磁気輸送およびスピン軌道トルク磁化反転特性
3. 学会等名 IEEE Magnetism Society 名古屋支部 若手研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 深澤 健留、強 博文、百瀬 秀平、羽尻 哲也、浅野 秀文
2. 発表標題 室温スキルミオンFe <sub>2</sub> -xPdxMo <sub>3</sub> Nエピタキシャル薄膜の磁気輸送特性
3. 学会等名 第68回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 強 博文、富樫 宣孝、百瀬 秀平、和田 壮史、深澤 健留、羽尻 哲也、桑原 真人、浅野 秀文
2. 発表標題 室温スキルミオンFe <sub>2</sub> -xPdxMo <sub>3</sub> Nエピタキシャル薄膜の磁気状態図
3. 学会等名 第68回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 園田 航、松浦 健人、田中 恵理、羽尻 哲也、浅野 秀文
2. 発表標題 ノンコリニア反強磁性体逆ペロブスカイト窒化物薄膜Mn <sub>3</sub> GaNにおける異常ホール効果とスピン軌道トルクスイッチング
3. 学会等名 第68回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 安藤 優介、羽尻 哲也、松岡 孝輔、植田 研二、浅野秀文
2. 発表標題 TiNバッファ層を用いた六方晶Mn <sub>3</sub> Ga薄膜の成長方位制御と評価
3. 学会等名 第68回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 羽立 康浩、森 一将、浅野 秀文、植田 研二
2. 発表標題 Bi <sub>1-x</sub> Sbxトポロジカル薄膜の構造・電気特性の膜厚依存性
3. 学会等名 第68回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 W. Qiang, N. Togashi, S. Momose, T. Wada, T. Hajiri, M. Kuwahara, and H. Asano
2. 発表標題 Magnetic skyrmions in epitaxial thin films of the filled $\alpha$ -Mn-type Molybdenum nitride
3. 学会等名 NEFES 2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 園田航, 加藤大雅, 松浦健人, 強博文, 羽尻哲也, 植田研二, 浅野秀文
2. 発表標題 ノンコリニア反強磁性体逆ペロブスカイト窒化物薄膜における異常ホール効果
3. 学会等名 日本磁気学会講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 加藤大雅, 園田航, 松浦健人, 強博文, 羽尻哲也, 植田研二, 浅野秀文
2. 発表標題 逆ペロブスカイト窒化物ノンコリニア反強磁性体 $Mn_3AN$ ( $A = Ga, Sn$ ) 薄膜における異常ホール効果
3. 学会等名 応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 強博文, 深澤健留, 羽尻哲也, 富樫将孝, 桑原真人, 伊藤孝寛, 浅野秀文
2. 発表標題 充填 -Mn構造カイラル磁性体における磁気スキルミオンのトポロジカル量子物性
3. 学会等名 日本磁気学会講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 強博文, 深澤健留, 羽尻哲也, 伊藤孝寛, 日原岳彦, 浅野秀文
2. 発表標題 カイラル反強磁性 $Co_2-xPdxMo_3N$ 薄膜の磁気状態と輸送特性
3. 学会等名 応用物理学会秋期学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 B.W. Qiang, T. Fukasawa, T. Hajiri, T. Ito, T. Hihara, and H. Aasano
2. 発表標題 Magnetic and Transport Properties of Chiral Antiferromagnetic $Co_2-xPdxMo_3N$ Thin Films
3. 学会等名 The 67th Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 強博文, 深澤健留, 羽尻哲也, 伊藤孝寛, 日原岳彦, 浅野秀文
2. 発表標題 充填 -Mn構造カイラル反強磁性体における磁気スキルミオンの量子輸送特性
3. 学会等名 IEEE magnetics 名古屋支部若手研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Bowen Qiang, Masataka Togashi, Takeru Fukasawa, Tetsuya Hajiri, Makoto Kuwahara, Hidefumi Asano, and Takahiro Ito
2. 発表標題 X-ray magnetic circular dichroism study of skyrmion-host chiral ferromagnetic Fe <sub>2</sub> -xPdxMo <sub>3</sub> N thin films
3. 学会等名 IEEE International Magnetism Conference (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 強 博文, 深澤健留, 羽尻哲也, 富樫宣孝, 桑原真人, 伊藤孝寛, 日原岳彦, 浅野秀文
2. 発表標題 磁気スキルミオンの観測及び量子輸送特性ー強磁性から反強磁性へー
3. 学会等名 磁気学会スピントロニクス専門研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 強博文, 深澤健留, 羽尻哲也, 富樫宣孝, 桑原真人, 伊藤孝寛, 日原岳彦, 浅野秀文
2. 発表標題 充填 -Mn構造カイラル強磁性体/反強磁性体 における磁気スキルミオンの観測及び量子輸送特性
3. 学会等名 通研共同プロジェクト研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 森一将, 強 博文, 浅野秀文, 田淵雅夫
2. 発表標題 ノンコリニア反強磁性体Mn3GaNの局所構造と磁気特性
3. 学会等名 第70回応用物理学会春期学術講演会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	伊藤 孝寛 (Ito Takahiro) (50370127)	名古屋大学・シンクロトン光研究センター・准教授  (13901)	
研究分担者	羽尻 哲也 (Hajiri Tetsuya) (80727272)	名古屋大学・工学研究科・助教  (13901)	削除：2021年12月17日

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			
ドイツ	Johannes Gutenberg-University Mainz	Forschungszentrum Jülich and JARA	University of Augsburg	
フランス	CNRS			
米国	Yeshiva University			
ノルウェー	Norwegian University			
中国	Beijing Institute of Technology			

共同研究相手国	相手方研究機関			
シンガポール	Technology and Research (A*STAR)			
スペイン	Universidad de Salamanca			
サウジアラビア	King Abdullah University			