

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 13 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2021～2023

課題番号：21H04614

研究課題名(和文)人工トポロジカル構造が誘発するスピンドYNAMIXの学理構築と制御技術の開発

研究課題名(英文) Spin dynamics in artificial topological structures and its control

研究代表者

谷山 智康 (Taniyama, Tomoyasu)

名古屋大学・理学研究科・教授

研究者番号：10302960

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 33,600,000円

研究成果の概要(和文)：広義のトポロジカルな磁気状態を形成する面内強磁性薄膜/非磁性薄膜/垂直磁化強磁性多層膜ヘテロ構造、面内強磁性薄膜/非磁性薄膜/垂直磁化強磁性多層膜ドットヘテロ構造、強磁性合金薄膜、強磁性酸化物薄膜など種々のヘテロ構造に対して、磁気ダンピング特性を網羅的に評価した。その結果、全てのヘテロ構造において特異な負の見かけの磁気ダンピング定数が観測された。この特異な負のダンピング定数は、個々のヘテロ構造系に依存せず、磁気的不均一性がわずかに現れる磁気状態において顕著となる現象であることを突き止めた。この結果は、磁気的不均一性を制御することが磁気ダンピングを制御する上で極めて重要であることを示している。

研究成果の学術的意義や社会的意義

強磁性体の磁気ダンピング定数は、スピントランスファートルクを利用した磁化スイッチング機構に基づいて動作する磁気メモリの消費電力を決定づける因子である。したがって、強磁性金属における磁気ダンピングの要因を解明することは、低消費電力スピントロニクスデバイスを設計する上で特に重要である。本研究では、個々のヘテロ構造系に依存せず、特異な負の見かけの磁気ダンピング定数が磁気的不均一性と関連づけられることを見出されており、従来にない新たな知見として学術的に重要な意義をもつ。また、スピントロニクスデバイスを設計する上でも重要な知見であり、産業的・社会的にも重要な意義をもつ。

研究成果の概要(英文)：The magnetic damping properties are comprehensively evaluated for various heterostructures forming a broad topological magnetic state: in-plane ferromagnetic thin film/non-magnetic thin film/perpendicularly magnetised ferromagnetic multilayer heterostructures, in-plane ferromagnetic thin film/non-magnetic thin film/perpendicularly magnetised ferromagnetic multilayered dot heterostructures, ferromagnetic alloy thin films and ferromagnetic oxide thin films. As a result, a peculiar negative pseudo magnetic damping constant is observed in all heterostructures. It is found that the conditions under which the peculiar negative damping constant is found are independent of the individual heterostructure system, and that the phenomenon is observed in magnetic states where a small amount of magnetic inhomogeneity occurs. This result suggests that the control of magnetic inhomogeneities is crucial for the control of magnetic damping.

研究分野：ナノ磁性、スピントロニクス

キーワード：磁性薄膜 磁気ダイナミクス

## 1. 研究開始当初の背景

スピントロニクスデバイスの低消費電力化や高速化を実現する上で、強磁性体の磁化ダイナミクス、すなわち磁化の歳差運動の振る舞いを理解することは極めて重要である。特に、磁気ダンピング (スピンドンピング) 特性はデバイス設計上、特に重要な情報である。磁気ダンピングは一般に Gilbert ダンピング定数  $\alpha$  により特徴づけられ、ダンピング定数が小さいほど磁化の歳差運動が減衰せず長時間保持されることを意味する。また、ダンピング定数は、スピントランスファートルクによる磁化スイッチングの際の消費電力を支配する因子でもあり、デバイス設計のための指針を与える。このような背景のもと研究代表者は、磁気ダンピングの起源を解明することが重要であるとの観点から、磁性薄膜における磁気ダンピング現象を調査してきた。その結果、エピタキシャル FeRh 金属強磁性薄膜において、 $10^{-4}$  位の低ダンピング定数を見出すことに成功した。しかし、4d 遷移金属元素などのスピン軌道相互作用の大きな元素を含む合金は一般に大きな磁気ダンピングを示すと考えられていたため、スピン軌道相互作用の大きな Rh を多量に含む FeRh 合金において小さな磁気ダンピング定数が見出されたことは驚きであった。したがって、強磁性金属における磁気ダンピングを誘発するさらに本質的な要因を解明することが求められる。

## 2. 研究の目的

最近、強磁性体や強誘電体のドメイン境界、超伝導渦糸、さらには磁気スキルミオンと呼ばれる微小な磁気渦構造等のトポロジカル構造 (位相欠陥、位相テクスチャー) において巨大な創発磁場が発現することが実験的、理論的に示されている。本研究では、このようなトポロジカル構造に起因する創発磁場が磁気ダンピングの本質を理解する上で重要な糸口を与えるのではないかと考え、強磁性体、強誘電体、超伝導体の界面に形成される広義のトポロジカル構造に対して、トポロジカル構造とそれに誘発される有効磁場が磁気ダンピングに与える影響を網羅的に精査することで、強磁性金属における磁気ダンピングの要因を解明することを目的とした。

## 3. 研究の方法

### (1) 面内強磁性薄膜/非磁性薄膜/垂直磁化強磁性多層膜ヘテロ構造における磁気ダンピングの評価

面内磁気異方性を持つ Fe 薄膜と磁性多層膜  $[\text{Co}(t \text{ nm})/\text{Ni}(0.6 \text{ nm})]_8$  を非磁性金属 Pt を介して積層化したヘテロ構造を分子線エピタキシー (MBE) 法により作製した。  $[\text{Co}(t \text{ nm})/\text{Ni}(0.6 \text{ nm})]_8$  の Co 膜厚を変化させることで、  $[\text{Co}(t \text{ nm})/\text{Ni}(0.6 \text{ nm})]_8$  の磁気異方性を面内磁気異方性から面直磁気異方性に変化させ、  $[\text{Co}(t \text{ nm})/\text{Ni}(0.6 \text{ nm})]_8$  多層膜の磁気異方性が Fe 薄膜の磁気ダンピングに与える影響を調査した。  $[\text{Co}(t \text{ nm})/\text{Ni}(0.6 \text{ nm})]_8$  多層膜の磁気異方性は振動試料型磁力計により評価し、ダンピング定数を強磁性共鳴の共鳴ピーク線幅  $\Delta H$  と共鳴周波数  $f_{\text{res}}$  との関係から算出した。強磁性共鳴は、ベクトルネットワークアナライザを用いて co-planar waveguide にマイクロ波を印加することで評価した。

### (2) 面内強磁性薄膜/非磁性薄膜/垂直磁化強磁性多層膜ドットヘテロ構造における磁気ダンピングの評価

(1)に記載の垂直磁気異方性を持つ磁性多層膜  $[\text{Co}(0.4 \text{ nm})/\text{Ni}(0.6 \text{ nm})]_8$  を異なるサイズを持つドット配列 (直径  $2 \leq d \leq 30 \mu\text{m}$ ) に電子線リソグラフィおよびアルゴンイオンミリングを用いて微細加工し、Fe/Pt/ $[\text{Co}(0.4 \text{ nm})/\text{Ni}(0.6 \text{ nm})]_8$  ドットヘテロ構造を作製した。ドットサイズの異なるヘテロ構造に対して(1)と同様の手法によりダンピング定数を評価し、ドットサイズとダンピング定数との関係を調査した。また、磁気力顕微鏡を用いてドットの磁区構造観察を合わせて行った。

### (3) 強磁性合金薄膜における磁気ダンピングの評価

$\text{Fe}_{100-x}\text{Rh}_x$  薄膜は  $x=50$  付近で強磁性-反強磁性相転移など特異な物性を示す。これまでの研究代表者らの研究により  $x=18$  付近の  $\text{Fe}_{100-x}\text{Rh}_x$  薄膜において極めて小さなダンピング定数が得られることが示されている (Appl. Phys. Lett. **115**, 142403 (2019))。しかしその起源は明らかでなかった。本研究項目では、ダンピング定数の Rh 組成依存性を詳細に調査することで、その物理起源の解明を目指した。エピタキシャル  $\text{Fe}_{100-x}\text{Rh}_x$  薄膜を MBE 法により作製し、ダンピング定数の Rh 組成依存性を(1)と同様の手法により評価した。

### (4) 強磁性酸化物薄膜における磁気ダンピングの評価

$\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$  は、Sr 組成に依存してその磁性が大きく変化し  $x=0.15$  から 0.5 の領域で強磁性状態、 $x=0.5$  以上で反強磁性状態を示す。特に  $x=0.5$  付近は、強磁性と反強磁性が共存する領域となるため、ダンピング定数に大きな変化が期待される。本研究項目では、 $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$  薄膜をパルスレーザー堆積法により作製し、ダンピング定数の温度依存性を(1)と

同様の手法により評価した。

#### 4. 研究成果

##### (1) 面内強磁性薄膜/非磁性薄膜/垂直磁化強磁性多層膜ヘテロ構造における磁気ダンピングの評価

磁気測定および強磁性共鳴測定の結果から、磁性多層膜[Co( $t$  nm)/Ni(0.6 nm)]<sub>8</sub>では、Coの膜厚  $t$  の増加と共に  $t=0.5$  nm 付近で面直磁化状態から面内磁化状態に切り替わることを確認した。これらの多層膜に対して得られたダンピング定数の Co 膜厚依存性を図 1 に示す。 $t=2.0$  nm の面内磁化多層膜をもつヘテロ構造では、ダンピング定数が 0.013 であるのに対して、 $t=0.4$  nm の面直磁化多層膜をもつヘテロ構造では、-0.0039 と異常な負の値が示された。この異常な負の見かけのダンピング定数は、磁場の印加に伴い[Co( $t$  nm)/Ni(0.6 nm)]<sub>8</sub> 多層膜の磁区構造が多磁区構造から単磁区構造に変化することで、Fe 薄膜と[Co( $t$  nm)/Ni(0.6 nm)]<sub>8</sub> 多層膜の間の双極子相互作用が均一化し、結果、 $f_{\text{res}}$  との増加とともに  $\Delta H$  が減少した結果であると考えられる。

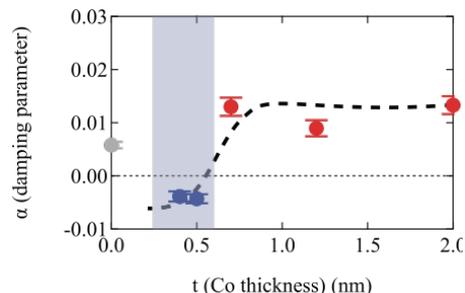


図 1 ダンピング定数の Co 膜厚依存性

##### (2) 面内強磁性薄膜/非磁性薄膜/垂直磁化強磁性多層膜ドットヘテロ構造における磁気ダンピングの評価

(1)において垂直磁気異方性が確認された磁性多層膜[Co(0.4 nm)/Ni(0.6 nm)]<sub>8</sub>を直径  $2 \leq d \leq 30$   $\mu\text{m}$  のドット配列に微細加工した試料に対してダンピング定数のドットサイズ依存性調査した(図 2)。ドットサイズ  $d=30$   $\mu\text{m}$  の試料では、連続膜の場合と同様にダンピング定数が-0.0083 と負の値を示すのに対して、ドットサイズ 10  $\mu\text{m}$  の試料では、0.0011 と正の値に変化した。さらにドットサイズが減少すると再び負の値に転じ、-0.043 と巨大な負のダンピング定数が現れることがわかった。この負の見かけのダンピング定数の起源を探るために、ドットのある領域の面積  $S_1$  とドットのない領域の面積  $S_2$  で定義されるパラメータ  $AR=|0.5 \cdot S_1 / (S_1 + S_2)|$  に対してダンピング定数をプロットした(図 3)。AR が増加するにしたがって、ダンピング定数は単調に減少することがわかる。パラメータ  $AR=0$  の試料はドットのある領域とない領域の面積が等しいことに対応し、AR の大きな試料はドットサイズが小さい、もしくはドットのない領域が小さいことに対応する。この結果から、ドットのある領域もしくはドットのない領域の内、いずれか面積の小さい方の領域が面積の大きな領域に対して不均一領域として作用し、結果、Fe 薄膜と垂直磁化ドットとの間の双極子相互作用が磁場とともに均一化したため、AR の大きなヘテロ構造で大きな負の見かけのダンピング定数が示されたと理解される。一方、図 4 に示すように[Co(0.4 nm)/Ni(0.6 nm)]<sub>8</sub> ドットの磁気力顕微鏡観察から、 $d=2$   $\mu\text{m}$  のドットでは迷図型の磁区構造が観察され、この磁区構造が大きな負のダンピング定数に寄与している可能性が指摘されるが、現時点で磁区構造とダンピング定数との間の系統的な相関は見られていない。

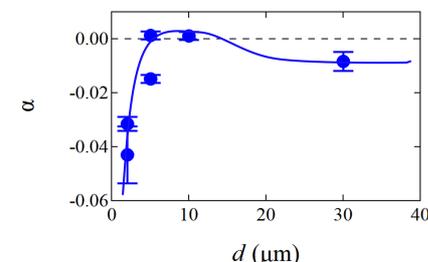


図 2 ダンピング定数のドットサイズ依存性

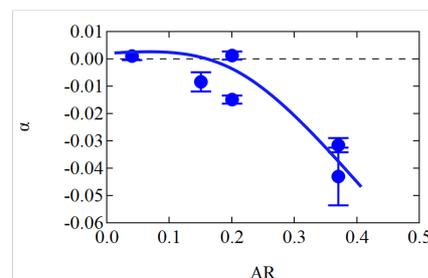


図 3 ダンピング定数のドットサイズ依存性

##### (3) 強磁性合金薄膜における磁気ダンピングの評価

Fe<sub>100-x</sub>Rh<sub>x</sub> 薄膜におけるダンピング定数と Rh 組成  $x$  との関係を図 5 に示す。 $x$  が増加するにしたがってダンピング定数が減少し、 $x=21-22$  において負のダンピング定数が観測される。さらに  $x$  が

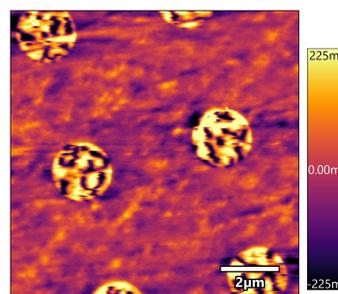


図 4 垂直磁化ドットの磁気力顕微鏡像

増加すると再び正のダンピング定数へと変化する。 $\text{Fe}_{100-x}\text{Rh}_x$  では、Rh 組成を増加させると Fe の体心立法構造から  $\text{Fe}_{50}\text{Rh}_{50}$  の CsCl 構造へと結晶構造が変化するが、 $x=15$  付近ではこれら二つの結晶構造の共存した状態が現れる。したがって、ダンピング定数が減少し、負の見かけのダンピング定数が観測される組成領域は、この体心立法構造と CsCl 構造の共存領域からわずかにずれた組成領域、つまり、磁気的な不均一性がわずかに存在する領域 ( $x=21-22$ ) に対応する。このようにわずかに不均一性が現れる領域で負のダンピング定数が観測される傾向は(2)に示した面内強磁性薄膜/非磁性薄膜/垂直磁化強磁性多層膜ドットヘテロ構造において見出された傾向と類似しており、この場合にも、主相と微量に含まれる異相との間の磁気的な相互作用によって主相の強磁性共鳴が影響を受け、負のダンピングが発現したと考えられる。

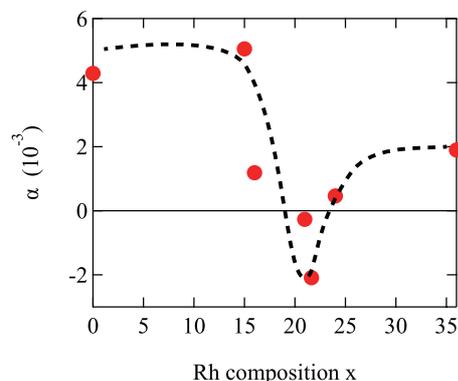


図5  $\text{Fe}_{100-x}\text{Rh}_x$  薄膜のダンピング定数の Rh 組成依存性

(4) 強磁性酸化物薄膜における磁気ダンピング評価の評価

異なる Sr 組成 ( $x=0.37, 0.45, 0.5$ ) を持つ  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$  エピタキシャル薄膜の温度依存性を図6に示す。 $x=0.37$  の薄膜では温度の上昇に伴い磁化が単調に減少する。この振る舞いは一般的な強磁性体で見られる現象である。一方、 $x=0.45$  の薄膜では、110 K 付近にキック (図中に矢印で示した特徴) が現れ、110 K 以下での新たな強磁性相の発現が示唆される。この傾向は、 $x=0.5$  の薄膜においてさらに顕著になる。また、磁化は  $x$  の増加とともに減少する。この磁化の減少は、反強磁性相に近いことを示唆している。これらの薄膜に対するダンピング定数の温度依存性を図7に示す。 $x=0.37$  の薄膜では、温度の上昇に伴ってダンピング定数が単調に減少することがわかる。この傾向は Kamberský の磁気緩和モデルのバンド内遷移により理解される。一方、 $x=0.45$  の薄膜では、ダンピング定数が温度の上昇に伴って減少し極小を示したのち増大に転じる。さらに  $x=0.5$  の薄膜ではダンピング定数が 100 K 付近で極小を示すとともに、50 K 以下で急激な増大を示す。100 K 付近におけるダンピング定数の極小値は  $\alpha=8.5 \times 10^{-4}$  と極めて小さく、FeCo 合金薄膜や FeRh 合金薄膜などで見出されている  $10^{-4}$  台の値に匹敵する。このような極めて小さな磁気ダンピング定数が観測される温度は、磁化の温度依存性で確認された新たな強磁性相が現れる温度と一致している。したがって、磁気的な不均一性がわずかに現れる温度でダンピング定数が減少することを示唆している。この傾向も、研究項目(2),(3)で見られた結果と一致するものである。

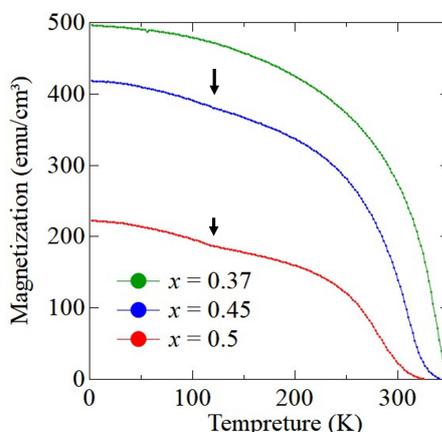


図6  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$  薄膜の磁化の温度依存性

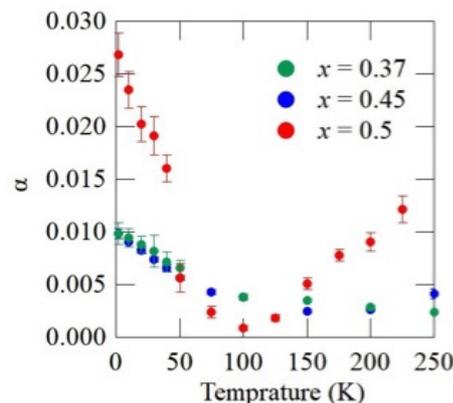


図7  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$  薄膜のダンピング定数の温度依存性

以上の結果から、均一な強磁性薄膜では物質固有の磁気ダンピング定数が観測されるのに対して、わずかに不均一な磁性相や磁気的な相互作用が発現すると、極めて小さな見かけの磁気ダンピング定数が発現することがわかる。この傾向は、(2)-(4)のように物質系が異なっても共通して見られる現象であり、小さなダンピング定数を持つ物質・材料を設計、開発する上で重要な知見であると言える。さらに、磁気スキルミオンのような微小なトポロジカル欠陥が現れる場合においても同様な磁気ダンピングの低減化が期待され、磁気的不均一性を制御することが磁気ダンピングを制御する上で重要であることを示している。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 3件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 S. P. Pati, T. Usami, S. Komori, and T. Taniyama	4. 巻 4
2. 論文標題 Emergence of quasi two-Dimensional electronic states at the interface of LSMO/STO via lattice mismatch-induced strains	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ACS Appl. Electronic Mater.	6. 最初と最後の頁 4748-4754
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsaem.2c00967	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 A. Das, Mrinalini, T. Usami, S. P. Pati, T. Taniyama, and V. Gorige	4. 巻 35
2. 論文標題 Electric and magnetic tuning of Gilbert damping constant in LSMO/PMN-PT(011) heterostructure	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 J. Phys.: Condens. Matter	6. 最初と最後の頁 285801-1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-648X/accc66	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. Imura, S. Ishikawa, S. Komori, and T. Taniyama	4. 巻 -
2. 論文標題 Enhanced magnetic modulation at a border of magnetic ordering in La <sub>1-x</sub> Sr <sub>x</sub> MnO <sub>3</sub> /BaTiO <sub>3</sub> (100) heterostructure	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Appl. Phys. Lett.	6. 最初と最後の頁 202402-1-5
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 -
1. 著者名 W. Zhu, H. Qin, L. Flajsman, T. Taniyama, and S. van Dijken	4. 巻 120
2. 論文標題 Zero-field routing of spin waves in a multiferroic heterostructure	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Appl. Phys. Lett.	6. 最初と最後の頁 112407-1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0086430	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. Yamanoi, K. Hase, S. Komori, T. Taniyama, and Y. Nozaki	4. 巻 12
2. 論文標題 Y3Fe5012 film with multi-domain epitaxy on single-crystalline LiNbO3 substrate	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 APL Mater.	6. 最初と最後の頁 021130-1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0189760	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 S. Komori and T. Taniyama	4. 巻 37
2. 論文標題 Superconducting properties of bismuthate/manganite epitaxial multilayers	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Superconductor Science and Technology	6. 最初と最後の頁 035018-1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6668/ad2301	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 Y Hisada, S Komori, K Imura, and T Taniyama	4. 巻 -
2. 論文標題 Electric field modulation of spin-flop behaviors in Co/Ru/Co/PMN-PT(011) artificial multiferroic heterostructures	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 INTERMAG Short Papers	6. 最初と最後の頁 1-2
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/INTERMAGShortPapers58606.2023.10228509	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 S. Komori, K. Tada, N. Taguchi, T. Taniyama, and T. Masese	4. 巻 11
2. 論文標題 Antiferromagnetic ordering and signatures of enhanced spin-frustration in honeycomb-layered tellurates with Ag bilayers	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 J. Mater. Chem. C	6. 最初と最後の頁 11213-11217
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D3TC01915B	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. Kang, H. Omura, D. Yesudas, O. Lee, K. -J. Lee, H. -W. Lee, T. Taniyama, and G. -M. Choi	4. 巻 14
2. 論文標題 Spin current driven by ultrafast magnetization of FeRh	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Nat. Commun.	6. 最初と最後の頁 3619-1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-023-39103-2	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 H. Omura, S. Komori, K. Imura, and T. Taniyama	4. 巻 19
2. 論文標題 Controllable perpendicular magnetic anisotropy in Fe/Fe100-xRhx heterostructures probed by ferromagnetic resonance	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Phys. Rev. Appl.	6. 最初と最後の頁 064077-1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevApplied.19.064077	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 Y. Hisada, S. Komori, K. Imura, and T. Taniyama	4. 巻 122
2. 論文標題 Interlayer coupling-dependent magnetoelastic response in synthetic antiferromagnets	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Appl. Phys. Lett.	6. 最初と最後の頁 222402-1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0151832	査読の有無 無
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44件 (うち招待講演 7件 / うち国際学会 26件)

1. 発表者名 T. Taniyama
2. 発表標題 Artificial multiferroic heterostructures for spintronic applications
3. 学会等名 NPG Asia Materials Symposium 2022 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1 . 発表者名 S. P. Pati, T. Usami, S. Komori, and T. Taniyama
2 . 発表標題 Inhomogeneous strain induced new interfacial phase of La <sub>0.7</sub> Sr <sub>0.3</sub> MnO <sub>3</sub> thin film
3 . 学会等名 Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials (MMM 2022) ( 国際学会 )
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 A. Das, Mrinalini, Mrinalini, T. Usami, S. P. Pati, T. Taniyama, and V. Gorige
2 . 発表標題 Variation of Gilbert damping constant via interface induced magnetic anisotropy in LSMO/PMN-PT heterostructures
3 . 学会等名 Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials (MMM 2022) ( 国際学会 )
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 T. Taniyama
2 . 発表標題 Artificial multiferroic heterostructures for spin-wave applications
3 . 学会等名 12th India-Japan Science and Technology Conclave: International Conference on Frontier Areas of Science and Technology (ICFAST-2022) ( 招待講演 ) ( 国際学会 )
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 A. Das, Mrinalini, Mrinalini, T. Usami, S. P. Pati, T. Taniyama, and V. Gorige
2 . 発表標題 Variation of Gilbert damping constant via interface induced magnetic anisotropy in LSMO/PMN-PT heterostructures
3 . 学会等名 12th India-Japan Science and Technology Conclave: International Conference on Frontier Areas of Science and Technology (ICFAST-2022) ( 国際学会 )
4 . 発表年 2022年

1. 発表者名 S. Suzuki, S. Komori, K. Imura, and T. Taniyama
2. 発表標題 Superconducting control of magnetization in oxide superconducting spin-valves
3. 学会等名 24th International Colloquium on Magnetic Films and Surfaces (ICMFS-2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 S. Ishikawa, K. Imura, S. Komori, and T. Taniyama
2. 発表標題 Control of Magnetic Ordering of $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3/\text{BaTiO}_3(100)$ Heterostructures
3. 学会等名 24th International Colloquium on Magnetic Films and Surfaces (ICMFS-2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 T. Kanno, K. Imura, S. Komori, and T. Taniyama
2. 発表標題 Asymmetric electric field induced magnetic anisotropy in $\text{Fe}_{70}\text{Co}_{30}/\text{PMN-PT}$ heterostructures
3. 学会等名 24th International Colloquium on Magnetic Films and Surfaces (ICMFS-2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 H. Omura, S. Komori, K. Imura, and T. Taniyama
2. 発表標題 Controllable perpendicular magnetic anisotropy in $\text{Fe}/\text{FeRh}$ heterostructures probed by ferromagnetic resonance
3. 学会等名 24th International Colloquium on Magnetic Films and Surfaces (ICMFS-2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Y. Hisada, S. Komori, K. Imura, and T. Taniyama
2. 発表標題 Electric field effects in Co/Ru/Co/PMN-PT multiferroic synthetic antiferromagnets
3. 学会等名 24th International Colloquium on Magnetic Films and Surfaces (ICMFS-2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 T. Kikuta, S. Komori, K. Imura, and T. Taniyama
2. 発表標題 Electric field control of the superconducting transition temperature
3. 学会等名 24th International Colloquium on Magnetic Films and Surfaces (ICMFS-2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Y. Osawa, H. Omura, S. Komori, K. Imura, and T. Taniyama
2. 発表標題 Ferromagnetic resonance and magnetic damping anomaly in Fe <sub>1-x</sub> Rh <sub>x</sub> ordered alloy thin films
3. 学会等名 24th International Colloquium on Magnetic Films and Surfaces (ICMFS-2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大橋 裕生, 鈴木 聡悟, 小森 祥央, 谷山 智康
2. 発表標題 LSMO/SrTiO <sub>3</sub> (011)における界面格子歪み相と緩和相の磁気特性
3. 学会等名 第70回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 久田 優一, 小森 祥央, 井村 敬一郎, 谷山 智康
2. 発表標題 Co/Ru/Co人工反強磁性体における磁気異方性への電界効果
3. 学会等名 第70回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 小森 祥央, 鈴木 聡悟, Angelo Di Bernardo, Jason Robinson, 谷山 智康
2. 発表標題 異方の超伝導によって誘起される長距離交換磁気結合
3. 学会等名 第28回 渦糸物理ワークショップ (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 菊田 智弘, 小森 祥央, 井村 敬一郎, 谷山 智康
2. 発表標題 YBCO/LSMO/PMN-PTヘテロ構造における超伝導転移温度の電界制御
3. 学会等名 2022年第83回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 鈴木 聡悟, 小森 祥央, 井村 敬一郎, 谷山 智康
2. 発表標題 LSMO/YBCO/LSMO超伝導スピナルブにおける2つの対破壊効果
3. 学会等名 2022年第83回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 久田 優一, 小森 祥央, 井村 敬一郎, 谷山 智康
2. 発表標題 Co/Ru/Co人工フェリ磁性体の磁化過程
3. 学会等名 第46回日本磁気学会学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 石川 翔太, 小森 祥央, 井村 敬一郎, 谷山 智康
2. 発表標題 La <sub>1-x</sub> Sr <sub>x</sub> MnO <sub>3</sub> 薄膜/BaTiO <sub>3</sub> (100)における磁気異方性変調効果
3. 学会等名 日本磁気学会第45回学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 橋本 敬宏, 小森 祥央, 井村 敬一郎, 谷山 智康
2. 発表標題 薄膜界面マルチフェロイクスのためのPMN-PT(110)薄膜の高品質成長
3. 学会等名 第82回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 S. P. Pati, M. Al-Mahdawi, M. Oogane, Y. Ando, T. Taniyama
2. 発表標題 Evidence of Electric Field Induced Magnetization Switching in a Multiferroic Heterostructure with Perpendicular Magnetic Anisotropy
3. 学会等名 Materials Research Meeting (MRM2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 S. Yamada, Y. Teramoto, T. Taniyama, K. Hamaya
2. 発表標題 Electric-field modulation of magnetotransport properties in an epitaxial Co <sub>2</sub> FeSi/BaTiO <sub>3</sub> interfacial multiferroic heterostructure
3. 学会等名 Materials Research Meeting (MRM2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大澤 優子, 大村 浩貴, 小森 祥央, 井村 敬一郎, 谷山 智康
2. 発表標題 Fe <sub>1-x</sub> Rh <sub>x</sub> 規則合金薄膜における強磁性共鳴と磁気ダンピング異常
3. 学会等名 2022年第69回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 菅野 樹, 小森 祥央, 井村 敬一郎, 谷山 智康
2. 発表標題 Fe <sub>70</sub> Co <sub>30</sub> /PMN-PT(001)における磁気-電気結合の界面依存性
3. 学会等名 2022年第69回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 菊田 智弘, 小森 祥央, 井村 敬一郎, 谷山 智康
2. 発表標題 Nb/Co/PMN-PTヘテロ構造における超伝導転移温度の電界制御
3. 学会等名 2022年第69回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大村 浩貴, 小森 祥央, 井村 敬一郎, 谷山 智康
2. 発表標題 Fe/FeRh規則合金ヘテロ構造における強磁性共鳴の界面効果
3. 学会等名 2022年第69回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 T. Taniyama
2. 発表標題 Multiferroic synthetic ferrimagnet for spintronic applications
3. 学会等名 Seminar Talk, Center for Advanced Studies o Electronics Science & Technology, University of Hyderabad (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 T. Taniyama
2. 発表標題 Artificial multiferroic heterostructures with synthetic ferrimagnets
3. 学会等名 Seminar Talk, School of Physical & Mathematical Sciences, Nanyang Technological University (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Y. Hisada, S. Komori, K. Imura, and T. Taniyama
2. 発表標題 Effect of interlayer exchange coupling on magnetoelastic response in Co/Ru/Co/PMN-PT artificial multiferroic structure
3. 学会等名 MRM2023/IUMRS-ICA2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Y. Ohashi, S. Suzuki, S. Komori, and T. Taniyama
2. 発表標題 Electric field Effect of magnetodynamic properties in LSMO/PMN-PT(011)
3. 学会等名 MRM2023/IUMRS-ICA2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 H. Sumida, T. Kanno, Y. Hisada, S. Komori, and T. Taniyama
2. 発表標題 Asymmetric magnetoelectric effects in Fe70Co30/PMN-PT(011) multiferroics
3. 学会等名 MRM2023/IUMRS-ICA2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 T. Taniyama
2. 発表標題 Artificial multiferroic multilayers for spintronic applications
3. 学会等名 International Conference on Magnetic Materials and Applications (ICMAGMA-2023) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 S. Suzuki, S. Komori, K. Imura, and T. Taniyama
2. 発表標題 Key factors determining Tc-switching in oxide superconducting spin-valves
3. 学会等名 11th International Symposium on Metallic Multilayers (MML 2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 T. Izumi, Y. Hisada, S. Komori, K. Imura, and T. Taniyama
2. 発表標題 Anomalous ferromagnetic resonance in [Co/Ni] multilayer/Pt/Fe heterostructures
3. 学会等名 11th International Symposium on Metallic Multilayers (MML 2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Y. Ohashi, S. Suzuki, S. Komori, and T. Taniyama
2. 発表標題 Magnetic properties of interfacial lattice distorted and relaxed phases of LSMO/SrTiO <sub>3</sub> (011)
3. 学会等名 11th International Symposium on Metallic Multilayers (MML 2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Y. Hisada, S. Komori, K. Imura, and T. Taniyama
2. 発表標題 Electric field modulation of spin-flop behaviors in Co/Ru/Co/PMN-PT(011) artificial multiferroic heterostructures
3. 学会等名 Intermag 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 T. Kikuta, S. Komori, K. Imura, and T. Taniyama
2. 発表標題 Superconducting transition temperature and proximity coupling in Nb/Co multilayers
3. 学会等名 Intermag 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 T. Taniyama
2. 発表標題 Electric field effect on magnetic properties of synthetic ferrimagnets
3. 学会等名 NPG Asia Materials Symposium 2023 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 久田 優一, 小森 祥央, 井村 敬一郎, 谷山 智康
2. 発表標題 Co/Ru/Co/PMN-PTにおける層間磁気結合の電界変調
3. 学会等名 第71回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 鈴木 聡悟, 小森 祥央, 井村 敬一郎, 谷山 智康
2. 発表標題 高温超伝導スピナルブにおける界面交換結合とスピン輸送
3. 学会等名 第71回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 泉 統真, 久田 優一, 小森 祥央, 井村 敬一郎, 谷山 智康
2. 発表標題 多層膜ドット/Pt/Fe ヘテロ構造における磁気ダンピング異常
3. 学会等名 第71回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 泉 統真, 久田 優一, 小森 祥央, 井村 敬一郎, 谷山 智康
2. 発表標題 [Co/Ni] 多層膜/Pt/Fe ヘテロ構造における磁気ダンピング異常
3. 学会等名 第47回日本磁気学会学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 久田 優一, 小森 祥央, 井村 敬一郎, 谷山 智康
2. 発表標題 単結晶Co/Ru/Co人工反強磁性体/PMN-PTの電界効果
3. 学会等名 第47回日本磁気学会学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 鈴木 聡悟, 小森 祥央, 井村 敬一郎, 谷山 智康
2. 発表標題 高温超伝導スピナルブにおける Tcのマンガン酸化物依存性
3. 学会等名 第84回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 谷山智康	4. 発行年 2023年
2. 出版社 S&T社	5. 総ページ数 7
3. 書名 スピントロニクスハンドブック ~基礎から応用まで~	

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 積層構造体およびスピントロニクスデバイス	発明者 谷山智康、小森祥 央、井村敬一郎、泉 統真	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2023-117440	出願年 2023年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

名古屋大学大学院理学研究科 ナノ磁性・スピン物性研究室  
<http://www.j-group.phys.nagoya-u.ac.jp/publication.html>

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			
インド	University of Hyderabad			
韓国	Sungkyunkwan University			
フィンランド	Aalto University			