

令和 6 年 6 月 21 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20H02614

研究課題名（和文）高密度ナノドメインが拓く電荷・スピン機能開発

研究課題名（英文）Development of charge and spin functionality via domain engineering

研究代表者

片山 司（Katayama, Tsukasa）

北海道大学・電子科学研究所・准教授

研究者番号：50784617

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,800,000円

研究成果の概要（和文）：遷移金属酸化物は多種多様な物性を示す。本研究では、ナノドメイン構造制御による機能拡張を行った。例えば、六方晶希土類鉄酸化物において、高密度ドメインを膜内に形成し、この系で初めての室温反強誘電特性の発見に成功した。また磁気相転移に伴う強誘電特性の変調も達成した。更にダブルペロブスカイトGdBaCo₂O_xにおいてドメイン制御により磁気特性が変調できることを見出した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

遷移金属酸化物は遷移金属元素の種類と結晶構造の組み合わせにより、光触媒・高温超伝導・巨大磁気抵抗・強誘電などの多種多様な物性を示すため、基礎研究から応用開発まで精力的な新奇物性探索が展開されている。本研究ではナノドメイン構造制御による機能拡張を行い、その有用性を実証できた。

研究成果の概要（英文）：Transition metal oxides exhibit a wide range of properties. In this study, we expanded functionality through nano-domain structure control. For instance, in hexagonal rare-earth ferrite oxides, we successfully formed high-density domains within the film, leading to the discovery of room-temperature antiferroelectric properties in this system for the first time. We also achieved modulation of ferroelectric properties accompanying magnetic phase transitions. Furthermore, we discovered that magnetic properties can be modulated through domain control in double perovskite GdBaCo₂O_x.

研究分野：機能性酸化物薄膜

キーワード：酸化物薄膜 強誘電 強磁性

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 (共通)

1. 研究開始当初の背景

遷移金属酸化物は遷移金属元素の種類と結晶構造の組み合わせにより、光触媒・高温超伝導・巨大磁気抵抗・強誘電などの多種多様な物性を示すため、基礎研究から応用開発まで精力的な新奇物性探索が展開されています。中でも最近注目され始めたのが、ナノドメイン構造制御による機能拡張です。例えば、ドメイン境界を活用することでバンドギャップ以上のエネルギーの光起電力を得ることや、磁気スピン秩序を反強磁性から強磁性に変調すること、さらに二次元超伝導の発現など様々な新奇物性が報告されています。このようなドメイン由来の新奇物性を広く活用する上で、高密度ドメインを酸化物中に形成することが重要となります。しかしながら、これまで酸化物薄膜でのドメイン密度(単位面積当たりのドメイン数)は小さく、マクロ物性への影響は限られていました。本研究では高密度ドメインを有する酸化物材料の合成手法開拓と物性開拓を進めました。

2. 研究の目的

申請者は2つの物質群に注目し、研究を進めました。1つ目は六方晶希土類鉄酸化物($h\text{-RFeO}_3$)系材料です。 $h\text{-RFeO}_3$ は磁気秩序と強誘電秩序の両方を示すマルチフェロイック材料です。さまざまなマルチフェロイック材料がある中で、六方晶系希土類マンガン酸化物および六方晶希土類鉄酸化物($h\text{-RMnO}_3$ および $h\text{-RFeO}_3$)は、高い強誘電体の秩序化温度($>800\text{ K}$)と磁気秩序および強誘電秩序間が大きな結合を持つ特徴を持ちます。 $h\text{-RMnO}_3$ ($h\text{-RFeO}_3$)の強誘電秩序は、 Mn(Fe)O_5 三角錐ピラミッドの傾斜とそれに応じたRイオンの変位に起因しています。この傾斜は、Rと Mn(Fe) のサイズの不一致によって誘起されるため、Rのサイズを変えることで強誘電特性を調節することができます。たとえば、RがTb、Dy、Er、またはHoなどの大きなイオンの場合、 $h\text{-RMnO}_3$ は電場(E)による非極性と極性状態の間のスイッチングを示します。これは $h\text{-RMnO}_3$ が、反強誘電特性を示すということです。最近、このような反強誘電材料は、その電場による結晶および/またはドメイン構造の変化によってもたらされる優れた特性により、注目を集めています。さらに、電場誘起された強誘電-反強誘電相転移を介したドメイン壁の変化は、その磁気ドメイン壁が強誘電ドメイン壁によって固定されているため、 $h\text{-RMn(Fe)O}_3$ 系統の磁気-電気結合に大きな影響を与える期待があります。しかし、これまでに、 $h\text{-RMn(Fe)O}_3$ の反強誘電相は60-160 Kの狭い温度範囲でしか観察されておらず、これが反強誘電相の2つの重要な調査、すなわち室温での透過型電子顕微鏡(TEM)を用いた微視的調査と低温(数ケルビン)での磁気電気効果調査を制限しています。これらの分析は、詳細な構造、磁気-電気結合、および反強誘電相の起源を理解するために不可欠です。したがって、 $h\text{-RMn(Fe)O}_3$ 系統の広い温度範囲のAFE化合物の開発が求められていました。

2つめに注目したのはダブルペロブスカイト構造を有する RBaCo_2O_x です。 RBaCo_2O_x は強磁性-反強磁性転移、大きな磁気抵抗、スピנקロスオーバー誘起の金属-絶縁体転移など多くの興味深い磁気物性を示します。 RBaCo_2O_x の特徴は、二種類のイオン秩序から生じます。1つ目のイオン秩序は、c軸に沿うAサイトカチオン(RとBa)の秩序で、これによりCo 3d軌道が大きく歪み、その結果、a軸方向の強い磁気異方性が生じます。もう1つは、八面体(Oh)CoO6およびピラミッド(Py)CoO5の秩序であり、ここではOhおよびPyのCo³⁺イオンがそれぞれ低スピン($S=0$)および高スピン($S=2$)の状態にあるため、スピン状態の秩序が生じます。これら二種類のイオン秩序を独立して制御することは、 RBaCo_2O_x の磁気および電子特性をさらに修正することになります。しかし、イオン秩序はR³⁺とBa²⁺イオンのイオン半径の大きな差によって熱力学的に安定しており、従来の固相反応では操作が難しいです。そこで基板からのエピタキシャルストレインを介して単結晶膜中のイオン秩序を制御することを考えました。

3. 研究の方法

パルスレーザー堆積法で酸化物薄膜を作製し、結晶構造はX線回折や透過型電子顕微鏡、強誘電特性は強誘電体テスター、磁気特性はMPMSにより評価した。

4. 研究成果

4.1. 高密度ドメイン形成による $h\text{-DyFeO}_3$ での室温反強誘電の実現

$h\text{-DyFeO}_3$ 薄膜はITO(111)/YSZ(111)上に作製しました。XRD測定より、c軸配向の薄膜が作製されたことが分かりました。この配向は、 $h\text{-RFeO}_3$ の強誘電分極がc軸方向にあるため、強誘電測定に適しています。膜と基板の面内の方位関係を評価するために、XRD ϕ -スキャン測定を $h\text{-DFO}$ {114}およびYSZ {220}回折ピークの周りで実施しました。 $h\text{-DFO}$ 膜は六方対称性を示し、膜法線周りの六角対称性を確認しました。一方、YSZ {220}ピークは三方対称性を持ち、ピーク位置は $h\text{-DFO}$ {114}と同じでした。これらの結果から、 $h\text{-DFO}$ 膜の[100]および[001]方向がそれぞれ基板の[11-2]および[111]方向に平行であることが示されています。この成長方向は、 $h\text{-DFO}$ の $4/3$ aDFO値(8.32 Å)が $2/3$ aITO(8.25 Å)に近いこと合理的です。

$h\text{-DFO}$ 膜の強誘電特性を計測したところ、300 Kでの強誘電分極-電圧(P-E)曲線には二重ヒステリシスループが含まれ、室温での反強誘電性がc軸方向に存在することが分かりました。このような二重ヒステリシスループの挙動は、10 Kおよび100 Kでも観測されました。したがって、反

強誘電(AFE)の挙動は h-RMnO₃ および h-RFeO₃ 系の他の材料とは異なり、広い温度範囲(10–300 K)にわたることが明らかになりました。

h-DFO 膜の断面 HAADF-STEM 画像を計測したところ、h-DFO 膜が異なる Dy 配置を持つ三種類の領域で構成されていることが分かりました。これ以降、これらの三つの領域はそれぞれ FE(Pdown)、FE(Pup)、および AFE 領域と呼びます。h-DFO 膜中の AFE 領域は、P_{3c1} 対称性を持つようです。ただし、深さ方向に Pup および Pdown を持つ P_{63cm} ドメインが配置されている可能性を排除できません。さらに詳細にドメイン構造を調査するために、強誘電(FE)および AFE ドメインの空間分布を分析しました。h-DFO 膜では、AFE 領域は FE(Pup)および FE(Pdown)の境界近くだけでなく、FE ドメイン内にも分布し、ナノモザイク構造を形成しました。FE ドメイン内で観察された AFE 領域は、異なる P 方向を持つ FE ドメインと接触していないため、P_{3c1} 型構造から派生したものと考えられます。したがって、h-DFO 膜では P_{63cm} FE および P_{3c1} AFE ドメインが共存しています。FE および AFE ドメインのサイズは、h-ScFeO₃ 膜よりもはるかに小さかったです。十分大きな正の E の場合、膜は P_{63cm} (Pup) 構造を持つと考えられます。E が EA よりも小さくなると、P_{63cm} (Pdown) 構造は P_{3c1} または P_{63cm} (Pdown) 構造に変化します。E = 0 でほぼゼロの P を示す P–E 測定の結果を考慮すると、E = 0 で P_{63cm} (Pdown) および P_{63cm} (Pup) 相の体積分率がほぼ同じであると予測されます。つまり、E = 0 で FE(Pup)領域の P は FE(Pdown)領域の P とマクロスコピックに相殺されます。これは、ドメイン壁の形成エネルギーが非常に小さいことを示唆しています。実際、STEM の結果は、いくつかのナノメートルの非常に小さなドメインの存在を示しました。

4.2. 歪効果による h-DyFeO₃ での強誘電 - 反強誘電相転移の実現

4.1 項では 100 nm 厚みの h-DyFeO₃ 膜を用い、10 K–300 K の温度領域で反強誘電特性が高密度ドメインにより得られることが分かりました。次に膜厚依存性を調べるため、異なる膜厚の h-DyFeO₃ 膜を作製し、基板からの歪効果を検証しました。38 nm 厚の h-DyFeO₃ 膜の電気的特性を見たところ、175 K 以下では、P–E 曲線がダブルヒステリシスループを示しました。また、I–E 曲線には 2 つの正のピークと 2 つの負のピークが観測されました。これらの結果から、膜は 175 K 以下で AFE 挙動を示すことが分かりました。一方、225 K 以上では、膜の P–E 曲線は単一のヒステリシスループを示し、膜が 225 K 以上で FE 挙動を示すことが分かりました。したがって、膜は温度誘起の AFE から FE への相転移を示します。38 nm 厚の膜の残留偏極 (Pr) の温度依存性を見てみると、Pr 値は 175 K 以下では 0.2–0.3 μC cm⁻² であり、AFE–FE 転移に伴い 225 K で 41 μC cm⁻² に増加します。

c/a 比と温度に関する h-RFeO₃ の FE および AFE 相図を調べました。FE および AFE 相は c/a と温度に関連しており、c/a と温度が増加すると FE 相が誘導されやすくなります。これらの結果はまた、c/a 比を調整することで、AFE–FE 相転移温度を室温付近に調整する可能性があることを示唆しています。同様に、c/a 値を減少させることで h-RMnO₃ でも AFE の振る舞いが観察されています。AFE h-DyFeO₃ が極性結晶構造を持ち、AFE の振る舞いが低周波で徐々に消失することから、h-DyFeO₃ 膜の AFE 振る舞いもドメイン壁の運動と密接に関連していると考えられます。私たちの実験結果は、h-RFeO₃ 膜の AFE–FE 転移に影響を与える要因が 3 つあることを示しています：c/a、温度、および周波数。温度と周波数はドメイン壁の移動距離と関連しています。一方、c/a が小さいと、以前に報告されたように、初期状態での強誘電ドメインサイズが減少し、ドメイン壁のピン止め中心が増加し、結果としてドメイン壁の運動が遅くなります。極性と平行 (垂直) な格子定数が減少 (増加) すると、ドメイン壁の形成エネルギーが減少する傾向にあります。

4.3. 磁気相転移を利用した強誘電特性の変調

h-RFeO₃ はマルチフェロイック材料ですので、磁気秩序と強誘電秩序を併せ持ちます。反強誘電 - 強誘電相転移が可能となったので、磁場印加による大きな強誘電特性の変調を試みました。そこで h-TbFeO₃ 薄膜の面外磁化 (M) 対磁場 (H) 曲線を計測したところ、30 K では、単一の磁気ヒステリシスループが観測され、dM/dH–H 曲線には 2 つの正のピークが観測されました。これらの結果は、薄膜が 30 K で弱強磁性(wFM)状態を示していることを示しています。wFM 挙動は、50 K でも観測されました。しかし、30 K 以下の温度では、M–H 曲線には 2 重の磁気ヒステリシスループが観測されます。また、dM/dH–H 曲線には 4 つの正のピークが観測されます。したがって、h-TbFeO₃ 薄膜は 30 K 以下で磁場誘起の反強磁性(AFM)–wFM 相転移を示します。例えば、膜は T = 10 K および H = 0 のときに AFM 状態にありますが、H > 12 kOe の場合に wFM 状態に変化します。T を 30 K に上げると、dM/dH–H 曲線の外側のピークが低い H 位置に移動し、AFM 状態がより安定になります。h-RFeO₃ では、4 つの磁気構造 (Γ1–Γ4) が可能です。Fe イオンは、z = 1/4 または 3/4 の平面に位置しています。Fe の面内 120°非共線スピン配向は、平面方向の磁気モーメントを打ち消します。しかし、いくつかの場合、FeO₅ ピラミッドの傾きのため、c 軸方向に沿った磁気モーメントは打ち消されません。たとえば、Γ2 構成では、磁気モーメントはわずかに c 軸方向に傾き、c 軸に沿った有限の磁化を引き起こします。一方、Γ3 構成では、z = 1/4 および 3/4 の平面の磁化が逆向きであり、磁気モーメントが完全に打ち消され、AFM 挙動が起こります。Γ1–Γ4 構成の中で、wFM 挙動を示すのは Γ2 型のみです。したがって、観測された AFM–wFM 相転移は、Γ2 と他の構成の間の磁気構造の変化に伴います。

15 K における h-TbFeO₃ 薄膜の電場に対する分極 (P-E) 曲線を見たところ、この膜は、強誘電性ヒステリシスループを示しました。15 K における残留偏極 (Pr) は 8.5 μC/cm² です。h-TbFeO₃ 薄膜の Pr 値は、R = Sc、Yb、および Lu の h-RFeO₃ 薄膜 (4.9–10 μC/cm²) の平均ぐらいでした。また h-TbFeO₃ 薄膜の誘電率 (ε_r) はこの AFM–wFM 相転移に伴い、ヒステリシスを持って変化しました。

一方、h-HoFeO₃ 薄膜の P-E 曲線を計測したところ、12 K では、P-E 曲線は二重のヒステリシスループを示し、h-HoFeO₃ 薄膜には h-TbFeO₃ 薄膜とは異なる支配的な反強誘電性成分があることが分かりました。そのため、h-HoFeO₃ 薄膜の Pr 値 (0.6 μC/cm²) は h-TbFeO₃ 薄膜のそれ (8.5 μC/cm²) よりも 1 桁小さいです。h-HoFeO₃ 薄膜の Pr 値を T の関数として見たところ、Pr-T 曲線では、TAFM–wFM および TN で 2 つの変曲点が観察されます。20 K (wFM 相) での Pr 値は、14 K (AFM 相) でのそれより 12% 大きいです。したがって、Pr 値は磁気相に対して敏感です。磁気相遷移を介した Pr の大きな変化は、P-E ヒステリシス曲線の形状の変化と関連しています。たとえば、150 K の P-E 曲線は明確な二重のヒステリシスループを示しませんが、これは薄膜内の強化された強誘電性成分を示しています。したがって、結果は、強誘電性および反強誘電性様成分の比率が磁気相によって影響を受けることを示しています。従来の反強誘電材料である PbZrO₃ や AgNbO₃ とは異なり、反強誘電性様振る舞いの h-RFe(Mn)O₃ では、結晶構造の変化は伴いません。h-RFe(Mn)O₃ システムの強誘電性および反強誘電性様振る舞いを持つ h-RFe(Mn)O₃ の重要な違いは、そのドメイン構造です。反強誘電性様振る舞いの h-RFe(Mn)O₃ には、上向きと下向きの強誘電性ドメイン (P_{up} および P_{down}) のほぼ等しい割合が含まれており、ゼロの純粋な巨視的な P を生じます。一方、強誘電性の h-RFe(Mn)O₃ には、P_{up} および P_{down} ドメインの異なる割合が含まれており、自発的な P を生じます。h-RFeO₃ では、強誘電性ドメインウォールの運動が遅いと反強誘電性様成分が増加します。h-RFeO₃ および h-RMnO₃ には磁気ドメインと強誘電性ドメインウォールとの間の強力な相互作用が存在します。たとえば、h-YMnO₃ では、強誘電性ドメインウォールは磁気ドメインとは独立して形成されず、つまり磁気および強誘電性ドメインウォールとの間にクランプ効果が存在します。h-RMnO₃ は h-Ho(Tb)FeO₃ と同じ結晶構造を持ちます。さらに、h-RMnO₃ の磁気および強誘電性特性は、h-RFeO₃ システムのそれと強く関連しています/類似しています。本研究では、h-HoFeO₃ 薄膜で AFM から wFM 相への遷移中に強誘電性成分が増加することが示されています。これは、クランプ効果により wFM 相での強誘電性ドメインウォールの移動が AFM 相と比較して速くなるためと考えられます。

4.4. GdBaCo₂O_{5.5} における高密度ドメイン効果

GBCO 薄膜は STO (001)、NGO (110)、LSGO (001) および LSAO (001) 基板上に調製されました。STO、LSGO、および LSAO は、それぞれ a = 3.905、3.843、および 3.754 Å の正方形の面内格子を持ち、一方、NGO は [1-10] = 7.729 Å および [001] = 7.710 Å の長方形の面内格子を持ちます。バルクの GBCO は直交晶構造を持ち、2a_{bulk} = 7.758、b_{bulk} = 7.820、および c_{bulk} = 7.535 Å です。したがって、以下の関係が得られます: b_{bulk} > 2a_{STO} > 2a_{bulk} > [1-10]NGO > [001]NGO > 2a_{LSGO} > c_{bulk} > 2a_{LSAO}。異なる基板上に堆積された GBCO 薄膜の面外 X 線回折から、STO 上の薄膜は、11.8° で超格子 (SL) ピークを示し、面外方向での Gd/Ba または Py/Oh イオンの秩序の存在を確認しました。面外格子定数は 7.529 Å であり、c_{bulk} とほぼ同じでしたが、b_{bulk} よりも 3.7% 長いでした。このような大きな格子定数の差はエピタキシャルひずみによって説明できません。したがって、XRD の結果は、膜が面外方向での Gd と Ba イオンの順序を持っていることを示しています。膜の c 軸方向の配向は合理的であり、STO の面内格子領域 (4a_{STO} × 2 = 61.00 Å²) が 2a_{bulk} × b_{bulk}、60.67 Å² に近いからです。001 SL/004 および 003 SL/004 の強度比は、それぞれ 5.6 ± 0.3% および 5.7 ± 0.3% であり、計算値 (6.4 および 5.9%) と良好な一致を示しています。一方、面内の 2θ-θ パターンでは SL ピークは観測されませんでした。これは、Oh CoO₆ および Py CoO₅ の長距離秩序が薄膜で消失したことを示していますが、Co の価数状態は三価のままです。

LSGO 基板上の膜は、面外 XRD 2θ-θ パターンで 010 SL および 040 の回折ピークを示しましたが、面内 XRD 2θ-θ パターンでは SL ピークは検出されませんでした。これは、膜に Gd/Ba の長距離秩序がなく、Oh/Py の長距離秩序のみがあることを示唆しています。ただし、膜が短距離 Gd/Ba 順序を持っているかどうかは判断が難しいです。逆空間マッピング測定により、STO および LSGO 上の膜が面内定数が基板と同一の四方晶格を持っていることが明らかになりました。STO および LSGO 上の膜での面内方向での長距離イオン秩序の消失は、基板からのエピタキシャルひずみによって誘起される GBCO の直交-四方変換によるものです。

一方、NGO 上の膜は、面外 [001]NGO 2θ-θ パターンでは 010 SL および 001 SL ピークが、面内 [1-10]NGO パターンでは SL ピークが検出されませんでした。したがって、膜はそれぞれ [001]NGO および面外方向で Gd/Ba および Oh/Py の秩序を持っていました (図 8)。さらに、膜は直交結晶構造を持っており、面内格子が [001]NGO 方向にロックされていましたが、[1-10]NGO 方向には緩和されていました (図 2d)。その面外 (7.811 Å) および面内 (7.729 Å および 7.635 Å) の格子定数は、それぞれ b_{bulk}、a_{bulk}、および c_{bulk} の値に近かったです。LSAO 上の膜は、面外 XRD 2θ-θ パターンで 200 および 0k0 の回折ピークを示しました。これは、a 軸および b 軸方向に配向したドメインの混合を示しています。040 および 200 の回折ピークの強度は等しく、し

たがって、a 軸および b 軸方向に配向したドメインはほぼ同じ体積分率を持っていました。さらに、a 軸および b 軸方向に配向したドメインは、c 軸が面内方向に整列している四方晶構造を持っていました。これは、aLSAO (7.508 Å) と c_{bulk} (7.538 Å) の間の良好な格子整合性によるものです。HAADF-STEM 測定により、面内 Gd/Ba 順序も確認されました (図 S7)。したがって、成長配向と Gd/Ba および Py/Oh のイオン秩序は、図 8 にまとめられているように、応力工学によって 4 つの方法で制御できます。

STO 上の GBCO 膜の面内の M-T 曲線は、 $T_M = 254$ K で鋭いピークを示します。このピークの原因を調べるために、RXMD 測定を行いました。c 軸に沿った AFM 配向から派生した RXMD 001/2 の回折ピークは、250 K 以下で観測され、この膜が TM で FM-AFM 転移を経験したことを確認しました。FM-常磁性転移温度 (TC) は、Kouvel-Fisher 法を用いて 280 K と推定されました。一方、面外の M-T 曲線にはピークがなく、面内の磁気異方性が強調されています。NGO 上の膜は、H が [1-10]NGO 方向に印加されたときに 236 K で特徴的なピークを示しました。これは、膜がバルク GBCO と同様に膜の a 軸と平行な磁気容易軸を持つ単軸性面内磁気異方性を持っていることを意味します。LSGO 上の膜も面内磁気異方性を示しました。一方、LSAO 上の膜は面外磁気異方性を有していました。面内および面外の M-T 曲線の両方に特徴的なピークが見られましたが、後者のピークの強度は前者の 2 倍でした。その面外磁気異方性定数は、250 K で 1.3×10^4 J/m³ と計算されました。すべての膜では、磁化軸は Gd/Ba および Oh/Py 配列の方向に直交しています。

報告した成果 責任論文 21 報

1. “Magnetic phase transition-induced modulation of ferroelectric properties in hexagonal RFeO₃ (R = Tb and Ho)”
Y. Liu, B. Chen, Binjie, Y. Hamasaki, L. Gong, H. Ohta, T. Katayama*,
ACS Appl. Mater. Interfaces 16, 14, 17832 (2024).
2. “Half-metallicity and magnetic anisotropy in double-perovskite GdBaCo₂O₆ films prepared via topotactic oxidation”
T. Katayama*, S. Mo, A. Chikamatsu, Y. Kurauchi, H. Kumigashira, and T. Hasegawa,
Chem. Mater. 35, 1295 (2023).
3. “Hexagonal RFeO₃ (R = Dy, Er, and Lu) films grown on glass substrates with both magnetic and ferroelectric orders”
B. Chen, and T. Katayama*,
ACS Appl. Electron. Mater. 5, 1, 344 (2023).
4. “Ferroelectricity, high permittivity, and tunability in millimeter-size crack-free Ba_{1-x}Sr_xTiO₃ flexible epitaxial sheets”
R. Yu, L. Gong, H. Ohta, and T. Katayama*,
ACS Appl. Electron. Mater. 5, 9, 5234 (2023).
5. “Anisotropic proton conduction in double-perovskite GdBaCo₂O_{5.5}”
T. Katayama*, K. Magara, A. Chikamatsu, and T. Hasegawa,
Appl. Phys. Lett. 123, 012902 (2023).
6. “Significant suppression of cracks in freestanding perovskite oxide flexible sheets using a capping oxide layer”
L. Gong, M. Wei, R. Yu, H. Ohta, and T. Katayama*,
ACS Nano 16, 12, 21013 (2022).
7. “Improvement of electric insulation in dielectric layered perovskite nickelate films via fluorination”
T. Nishimura, T. Katayama*, S. Mo, A. Chikamatsu, and T. Hasegawa,
J. Mater. Chem. C 10, 1711 (2022).
8. “Antiferroelectric-to-ferroelectric phase transition in hexagonal rare-earth iron oxides”
B. Chen, T. Hasegawa, H. Ohta, and T. Katayama*,
J. Mater. Chem. C 10, 5621 (2022).
9. “Ferroelectric and magnetic properties of hexagonal ErFeO₃ epitaxial films”
B. Chen, H. Ohta, and T. Katayama*,
ACS Appl. Electron. Mater. 4, 4547 (2022).
10. “Ionic-order engineering in double-perovskite cobaltite”
T. Katayama*, A. Chikamatsu, Y. Zhang, S. Yasui, H. Wadati, and T. Hasegawa,
Chem. Mater. 33, 5675 (2021).
11. “Epitaxial-strain-induced spontaneous magnetization in polar Mn₂Mo₃O₈”
S. Mo, T. Katayama*, A. Chikamatsu, M. Kitamura, K. Horiba, H. Kumigashira, and T. Hasegawa,
Chem. Mater. 33, 7713 (2021).
12. “Room-temperature antiferroelectricity in multiferroic hexagonal rare-earth ferrites”
J. Kasahara, T. Katayama*, S. Mo, A. Chikamatsu, Y. Hamasaki, S. Yasui, M. Itoh, and T. Hasegawa,
ACS Appl. Mater. Interfaces 13, 4230 (2021).

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計39件（うち査読付論文 39件 / うち国際共著 5件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Chen Binjie, Katayama Tsukasa	4. 巻 5
2. 論文標題 Hexagonal RFeO ₃ (R = Dy, Er, and Lu) Films Grown on Glass Substrates with Both Magnetic and Ferroelectric Orders	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ACS Applied Electronic Materials	6. 最初と最後の頁 344 ~ 349
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsaem.2c01356	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 Kasahara Jun, Katayama Tsukasa, Chikamatsu Akira, Hamasaki Yosuke, Hasegawa Tetsuya	4. 巻 757
2. 論文標題 Epitaxial growth of hexagonal GdFeO ₃ thin films with magnetic order by pulsed laser deposition	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Thin Solid Films	6. 最初と最後の頁 139409 ~ 139409
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tsf.2022.139409	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 Fukuma Shota, Chikamatsu Akira, Katayama Tsukasa, Maruyama Takahiro, Yanagisawa Keiichi, Kimoto Koji, Kitamura Miho, Horiba Koji, Kumigashira Hiroshi, Hirose Yasushi, Hasegawa Tetsuya	4. 巻 6
2. 論文標題 Crystal structure and electronic property modification of Ca ₂ RuO ₄ thin films via fluorine doping	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review Materials	6. 最初と最後の頁 35002
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevMaterials.6.035002	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 Maruyama Takahiro, Hirose Yasushi, Katayama Tsukasa, Sugisawa Yuki, Sekiba Daiichiro, Hasegawa Tetsuya, Chikamatsu Akira	4. 巻 10
2. 論文標題 Negative magnetoresistance in different nitrogen content EuNbO _{3-x} N _x single-crystalline thin films	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Materials Chemistry C	6. 最初と最後の頁 14661 ~ 14667
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d2tc03328c	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 Tsukasa Katayama, Akira Chikamatsu and Tetsuya Hasegawa	4. 巻 130
2. 論文標題 Ionic order and magnetic properties of double-perovskite GdBaCo ₂ O _{5.5} films on SrTiO ₃ substrates	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of the Ceramic Society of Japan	6. 最初と最後の頁 P7~1-P7-3
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2109/jcersj2.130.P7-1	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 Zhang Yujun, Katayama Tsukasa, Chikamatsu Akira, Schubler-Langeheine Christian, Pontius Niko, Hirata Yasuyuki, Takubo Kou, Yamagami Kohei, Ikeda Keisuke, Yamamoto Kohei, Hasegawa Tetsuya, Wadati Hiroki	4. 巻 5
2. 論文標題 Photo-induced antiferromagnetic-ferromagnetic and spin-state transition in a double-perovskite cobalt oxide thin film	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Communications Physics	6. 最初と最後の頁 50
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s42005-022-00823-4	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 該当する

1. 著者名 Wang Ling, Katayama Tsukasa, Wang Chaoyue, Li Qin, Shi Yun, Fang Yuqiang, Huang Fuqiang, Zhu Yinghao, Li Hai-feng, Yasui Shintaro, Huang Xintang, Yu Jianding	4. 巻 12
2. 論文標題 Enhancement of room-temperature magnetization in GaFeO ₃ -type single crystals by Al and Sc doping	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 AIP Advances	6. 最初と最後の頁 065015 ~ 065015
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0088234	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 Gong Lizhikun, Wei Mian, Yu Rui, Ohta Hiromichi, Katayama Tsukasa	4. 巻 16
2. 論文標題 Significant Suppression of Cracks in Freestanding Perovskite Oxide Flexible Sheets Using a Capping Oxide Layer	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ACS Nano	6. 最初と最後の頁 21013 ~ 21019
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsnano.2c08649	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 Chen Binjie, Ohta Hiromichi, Katayama Tsukasa	4. 巻 4
2. 論文標題 Ferroelectric and Magnetic Properties of Hexagonal ErFeO ₃ Epitaxial Films	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ACS Applied Electronic Materials	6. 最初と最後の頁 4547 ~ 4552
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsaem.2c00767	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 Nishimura Takuma, Katayama Tsukasa, Mo Shishin, Chikamatsu Akira, Hasegawa Tetsuya	4. 巻 10
2. 論文標題 Improvement of electric insulation in dielectric layered perovskite nickelate films via fluorination	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Materials Chemistry C	6. 最初と最後の頁 1711 ~ 1717
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D1TC04755H	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 Chen Binjie, Hasegawa Tetsuya, Ohta Hiromichi, Katayama Tsukasa	4. 巻 10
2. 論文標題 Antiferroelectric-to-ferroelectric phase transition in hexagonal rare-earth iron oxides	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Materials Chemistry C	6. 最初と最後の頁 5621 ~ 5626
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D1TC05944K	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 Zhang Yujun, Katayama Tsukasa, Chikamatsu Akira, Schubler-Langeheine Christian, Pontius Niko, Hirata Yasuyuki, Takubo Kou, Yamagami Kohei, Ikeda Keisuke, Yamamoto Kohei, Hasegawa Tetsuya, Wadati Hiroki	4. 巻 5
2. 論文標題 Photo-induced antiferromagnetic-ferromagnetic and spin-state transition in a double-perovskite cobalt oxide thin film	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Communications Physics	6. 最初と最後の頁 50
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s42005-022-00823-4	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 該当する

1. 著者名 Fukuma Shota, Chikamatsu Akira, Katayama Tsukasa, Maruyama Takahiro, Yanagisawa Keiichi, Kimoto Koji, Kitamura Miho, Horiba Koji, Kumigashira Hiroshi, Hirose Yasushi, Hasegawa Tetsuya	4. 巻 6
2. 論文標題 Crystal structure and electronic property modification of Ca ₂ RuO ₄ thin films via fluorine doping	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review Materials	6. 最初と最後の頁 35002
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevMaterials.6.035002	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 Katayama Tsukasa, Chikamatsu Akira, Zhang Yujun, Yasui Shintaro, Wadati Hiroki, Hasegawa Tetsuya	4. 巻 33
2. 論文標題 Ionic Order Engineering in Double-Perovskite Cobaltite	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemistry of Materials	6. 最初と最後の頁 5675 ~ 5680
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.chemmater.1c01228	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 Mo Shishin, Katayama Tsukasa, Chikamatsu Akira, Kitamura Miho, Horiba Koji, Kumigashira Hiroshi, Hasegawa Tetsuya	4. 巻 33
2. 論文標題 Epitaxial-Strain-Induced Spontaneous Magnetization in Polar Mn ₂ Mo ₃ O ₈	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemistry of Materials	6. 最初と最後の頁 7713 ~ 7718
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.chemmater.1c01877	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 Katayama Tsukasa, Mo Shishin, Kurauchi Yuji, Chikamatsu Akira, Hasegawa Tetsuya	4. 巻 728
2. 論文標題 Synthesis and magnetism of MoCo ₂ O ₄ spinel thin films	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Thin Solid Films	6. 最初と最後の頁 138696
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tsf.2021.138696	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 Chikamatsu Akira, Katayama Tsukasa, Maruyama Takahiro, Kitamura Miho, Horiba Koji, Kumigashira Hiroshi, Wadati Hiroki, Hasegawa Tetsuya	4. 巻 118
2. 論文標題 Investigation of the electronic states of A-site layer-ordered double perovskite YBaCo ₂ O _x (x = 5.3 and 6) thin films by x-ray spectroscopy	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 12401
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0031096	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 Hamasaki Yosuke, Yasui Shintaro, Katayama Tsukasa, Kiguchi Takanori, Sawai Shinya, Itoh Mitsuru	4. 巻 119
2. 論文標題 Ferroelectric and magnetic properties in δ -Fe ₂ O ₃ epitaxial film	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 182904
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0063021	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 Zhang Yang, Wang Hui, Tachiyama Koki, Katayama Tsukasa, Zhu Yinghao, Wu Si, Li Hai-Feng, Fang Jinghong, Li Qin, Shi Yun, Wang Ling, Fu Zhengqian, Xu Fangfang, Yu Jianding, Yasui Shintaro, Itoh Mitsuru	4. 巻 21
2. 論文標題 Single-Crystal Synthesis of δ -Fe ₂ O ₃ -Type Oxides Exhibiting Room-Temperature Ferrimagnetism and Ferroelectric Polarization	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Crystal Growth & Design	6. 最初と最後の頁 4904 ~ 4908
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.cgd.1c00310	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 Rao Badari Narayana, Yasui Shintaro, Han Yefei, Hamasaki Yosuke, Katayama Tsukasa, Shiraishi Takahisa, Kiguchi Takanori, Itoh Mitsuru	4. 巻 2
2. 論文標題 Redox-Based Multilevel Resistive Switching in AlFeO ₃ Thin-Film Heterostructures	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Applied Electronic Materials	6. 最初と最後の頁 1065 ~ 1073
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsaem.0c00083	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 Gu Ke, Katayama Tsukasa, Yasui Shintaro, Chikamatsu Akira, Yasuhara Sou, Itoh Mitsuru, Hasegawa Tetsuya	4. 巻 30
2. 論文標題 Simple Method to Obtain Large Size Single Crystalline Oxide Sheets	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Advanced Functional Materials	6. 最初と最後の頁 2001236 ~ 2001236
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adfm.202001236	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 Yasuhara Sou, Hamasaki Yosuke, Katayama Tsukasa, Ao Takahiro, Inaguma Yoshiyuki, Hojo Hajime, Karppinen Maarit, Philip Anish, Yasui Shintaro, Itoh Mitsuru	4. 巻 59
2. 論文標題 Modulating the Structure and Magnetic Properties of $\text{-Fe}_2\text{O}_3$ Nanoparticles via Electrochemical Li^+ Insertion	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 4357 ~ 4365
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.inorgchem.9b03302	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 Rao Badari Narayana, Yasui Shintaro, Katayama Tsukasa, Taguchi Ayako, Moriwake Hiroki, Hamasaki Yosuke, Itoh Mitsuru	4. 巻 8
2. 論文標題 Investigation of ferrimagnetism and ferroelectricity in $\text{Al}_x\text{Fe}_{2-x}\text{O}_3$ thin films	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Materials Chemistry C	6. 最初と最後の頁 706 ~ 714
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c9tc05390e	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 Hamasaki Yosuke, Katayama Tsukasa, Yasui Shintaro, Shiraiishi Takahisa, Akama Akihiro, Kiguchi Takanori, Taniyama Tomoyasu, Itoh Mitsuru	4. 巻 8
2. 論文標題 Switchable third ScFeO_3 polar ferromagnet with YMnO_3 -type structure	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Materials Chemistry C	6. 最初と最後の頁 4447 ~ 4452
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c9tc07006k	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 Maruyama Takahiro, Chikamatsu Akira, Katayama Tsukasa, Kuramochi Kenta, Ogino Hiraku, Kitamura Miho, Horiba Koji, Kumigashira Hiroshi, Hasegawa Tetsuya	4. 巻 8
2. 論文標題 Influence of fluorination on electronic states and electron transport properties of Sr2IrO4 thin films	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Materials Chemistry C	6. 最初と最後の頁 8268 ~ 8274
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d0tc01734e	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 Chikamatsu Akira, Maruyama Takahiro, Katayama Tsukasa, Su Yu, Tsujimoto Yoshihiro, Yamaura Kazunari, Kitamura Miho, Horiba Koji, Kumigashira Hiroshi, Hasegawa Tetsuya	4. 巻 4
2. 論文標題 Electronic properties of perovskite strontium chromium oxyfluoride epitaxial thin films fabricated via low-temperature topotactic reaction	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review Materials	6. 最初と最後の頁 25004
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevMaterials.4.025004	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 Kasahara Jun, Katayama Tsukasa, Mo Shishin, Chikamatsu Akira, Hamasaki Yosuke, Yasui Shintaro, Itoh Mitsuru, Hasegawa Tetsuya	4. 巻 13
2. 論文標題 Room-Temperature Antiferroelectricity in Multiferroic Hexagonal Rare-Earth Ferrites	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ACS Applied Materials & Interfaces	6. 最初と最後の頁 4230 ~ 4235
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsmi.0c20924	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 Chikamatsu Akira, Katayama Tsukasa, Maruyama Takahiro, Kitamura Miho, Horiba Koji, Kumigashira Hiroshi, Wadati Hiroki, Hasegawa Tetsuya	4. 巻 118
2. 論文標題 Investigation of the electronic states of A-site layer-ordered double perovskite YBaCo2Ox (x=5.3 and 6) thin films by x-ray spectroscopy	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 012401 ~ 012401
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0031096	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 Wang Hui, Zhang Yang, Tachiyama Koki, Xia Zhaoyang, Fang Jinghong, Li Qin, Cheng Guofeng, Shi Yun, Yu Jianding, Katayama Tsukasa, Yasui Shintaro, Itoh Mitsuru	4. 巻 60
2. 論文標題 Large Polarization Switching and High-Temperature Magnetoelectric Coupling in Multiferroic GaFeO ₃ Systems	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 225 ~ 230
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.inorgchem.0c02855	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 Nishida Akihiro, Katayama Tsukasa, Matsuo Yasutaka	4. 巻 6
2. 論文標題 Atomic Layer Deposition of HfO ₂ Films Using Tetrakis(1-N,N-dimethylamino)-2-propoxy)hafnium [Hf(dmap) ₄] for Advanced Gate Dielectrics Applications	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 ACS Applied Nano Materials	6. 最初と最後の頁 18029 ~ 18035
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsnm.3c03319	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 Katayama Tsukasa, Magara Kento, Chikamatsu Akira, Hasegawa Tetsuya	4. 巻 123
2. 論文標題 Anisotropic proton conduction in double-perovskite GdBaCo ₂ O _{5.5}	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 123
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0153239	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 Katayama Tsukasa, Mo Shishin, Chikamatsu Akira, Kurauchi Yuji, Kumigashira Hiroshi, Hasegawa Tetsuya	4. 巻 35
2. 論文標題 Half-Metallicity and Magnetic Anisotropy in Double-Perovskite GdBaCo ₂ O ₆ Films Prepared via Topotactic Oxidation	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Chemistry of Materials	6. 最初と最後の頁 1295 ~ 1300
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.chemmater.2c03335	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 Gong Lizhikun, Yu Rui, Ohta Hiromichi, Katayama Tsukasa	4. 巻 52
2. 論文標題 Synthesis and transparent conductivity of crack-free La:BaSnO ₃ epitaxial flexible sheets	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Dalton Transactions	6. 最初と最後の頁 6317 ~ 6323
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d3dt01097j	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 Katayama Tsukasa, Mo Shishin, Chikamatsu Akira, Hasegawa Tetsuya	4. 巻 62
2. 論文標題 Solid phase epitaxy of perpendicular magnetic BaFe ₂ O ₁₉ flexible sheets on a mica substrate	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 065505 ~ 065505
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1347-4065/acda01	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 Mo Shishin, Katayama Tsukasa, Chikamatsu Akira, Hasegawa Tetsuya	4. 巻 11
2. 論文標題 Grain engineered polar-axis-oriented epitaxial Mn ₂ Mo ₃ O ₈ films with enhanced magnetic transition temperature	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Materials Chemistry C	6. 最初と最後の頁 7427 ~ 7432
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d3tc00730h	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 Nishida Akihiro, Katayama Tsukasa, Matsuo Yasutaka	4. 巻 13
2. 論文標題 Atomic layer deposition of Y ₂ O ₃ films using a novel liquid homoleptic yttrium precursor tris(sec-butylcyclopentadienyl)yttrium [Y(sBuCp) ₃] and water	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 RSC Advances	6. 最初と最後の頁 27255 ~ 27261
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d3ra05217f	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 Rui, Gong Lizhikun, Ohta Hiromichi, Katayama Tsukasa	4. 巻 5
2. 論文標題 Ferroelectricity, High Permittivity, and Tunability in Millimeter-Size Crack-Free Ba1-xSrxTiO3 Flexible Epitaxial Sheets	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 ACS Applied Electronic Materials	6. 最初と最後の頁 5234 ~ 5239
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsaem.3c00963	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 Liu Yaoming, Chen Binjie, Hamasaki Yosuke, Gong Lizhikun, Ohta Hiromichi, Katayama Tsukasa	4. 巻 16
2. 論文標題 Magnetic Phase Transition-Induced Modulation of Ferroelectric Properties in Hexagonal RFeO3 (R = Tb and Ho)	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 ACS Applied Materials & Interfaces	6. 最初と最後の頁 17832 ~ 17837
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acсами.4c02475	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 Marunouchi Ko, Gong Lizhikun, Ohta Hiromichi, Katayama Tsukasa	4. 巻 796
2. 論文標題 High-concentration doping effects of aliovalent Al and Ga on ferroelectric properties of BaTiO3 Films	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Thin Solid Films	6. 最初と最後の頁 140339 ~ 140339
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tsf.2024.140339	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5件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 抵抗変化型デバイス	発明者 片山司、長谷川哲也	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2022-066328	出願年 2022年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔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
---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------