

令和 5 年 6 月 7 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(S)

研究期間：2018～2022

課題番号：18H05246

研究課題名（和文）金属人工格子ルネサンス

研究課題名（英文）Renaissance of Metallic Superlattices

研究代表者

高梨 弘毅（TAKANASHI, Koki）

東北大学・金属材料研究所・非常勤講師

研究者番号：00187981

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 150,900,000円

研究成果の概要（和文）：異種金属をナノスケールで積層した金属人工格子の有する界面・周期性・構造異方性に着目し、スピントロニクス、反強磁性スピントロニクス、スピントロニクス、スピントロニクスの課題について研究を遂行した。界面磁気異方性とスピントロニクス（SOT）の相関など界面におけるスピントロニクス相互作用に関する知見や、層間交換結合（IEC）と大きなSOTを両立できる非磁性金属の創製、反強磁性結合人工格子におけるSOT磁化スイッチングの実証とダイナミクスの解明、金属人工格子における磁気熱電効果の増大と熱伝導率の制御といった成果を得た。加えて、巨大な反対称IECの発現など、予期しなかった金属人工格子の新たな可能性が拓かれた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

金属人工格子を舞台とし、界面やスピントロニクス相互作用をキーワードとして3つのトピックスに跨る横断的な研究を行った結果、界面磁気異方性とSOTの相関といった物理の深化から、Cu-Ir非磁性中間層やNi/Pt金属人工格子などの新材料の創製、さらに反対称IECを活用した新概念の磁化反転手法の実証など、多岐にわたる成果を上げてきた。スピントロニクス分野のみならず、材料科学、物理学などの複数の分野にインパクトを与えるため、学術的価値は高い。また、本研究成果は低消費電力動作や高速かつ大容量の情報処理を可能とするスピントロニクス素子、高効率なエネルギー変換素子などの基盤技術となることから、社会的にも意義深い。

研究成果の概要（英文）：This research project revisited metallic superlattices, where different metal layers are alternated periodically in a nanometer scale, from the viewpoint of modern developments of spintronics: spin-orbitronics, antiferromagnetic spintronics, and spin-caloritronics. We elucidated the relationship between interface magnetic anisotropy and spin orbit torque (SOT), fabricated the nonmagnetic material simultaneously showing large SOT and interlayer exchange coupling (IEC), revealed the magnetization dynamics of SOT switching in the antiferromagnetically coupled superlattices, and demonstrated a large magneto-thermoelectric effect and a suppressed thermal conductivity in the metallic superlattices. In addition, large antisymmetric IEC was observed, which opened a new avenue of spintronic research.

研究分野：磁性材料学

キーワード：スピントロニクス 金属人工格子 反強磁性 スピントロニクス相互作用 スピントロニクス

## 1. 研究開始当初の背景

異種の金属をナノスケールで周期的に積層した金属人工格子は、巨大磁気抵抗効果 (GMR) や層間交換結合、界面磁気異方性等の観点で 1980~90 年代に盛んに研究された物質群である。特に、金属人工格子における GMR の発見は、スピントロニクス発展の基礎となり、トンネル磁気抵抗効果 (TMR) やスピン角運動量移行 (スピントランスファー) 効果、スピン角運動量の流れであるスピン流など、さまざまな現象の研究に繋がった。現在、スピントロニクスは新たな展開期を迎えている。軌道の自由度を取り入れスピン軌道相互作用を積極的に活用する「スピンオービトロニクス」、強磁性体を反強磁性体で置き換えることで新しい機能性を発現させる「反強磁性スピントロニクス」、さらに電荷とスピンの加え熱との相関を対象とした「スピнкаロリトロニクス」などが注目を集めている。これらの研究の中で、異種金属界面の特殊性があらためて認識されるようになり、界面の集合体である金属人工格子は、展開期を迎えたスピントロニクス研究の新たな舞台を提供する格好の材料である。

まずスピンオービトロニクスでは、異種金属の界面では従来考えられていた以上に強いスピン軌道相互作用が働くことが新たに認識されている。スピン軌道相互作用に基づいて電流とスピン流を変換する代表的な現象がスピンホール効果であり、スピン軌道相互作用が起源のスピン流と強磁性体の磁化との間に働くトルクをスピン軌道トルク (SOT) と呼んでいる。界面の集合体である金属人工格子は、界面でのスピン軌道相互作用を系統的に調べるための理想的な材料であり、加えて界面での増強効果を上手く利用すれば、金属人工格子において巨大な SOT の発現も期待できる。

反強磁性スピントロニクスでは、反強磁性体の持つ正味の磁化がゼロとなる特徴や、サブ THz の磁化ダイナミクスといったメリットに注目が集まっている。現在のところバルク反強磁性体が研究の主流となっているが、反強磁性磁区の制御が困難であり、結合強度が物質で決まるため、系統的な研究は難しい。一方、反強磁性に層間結合した金属人工格子は、層厚によって結合強度や変調周期を任意に制御できるので、系統的な研究には有利である。さらに、界面で増強される SOT を利用することにより、電流による反強磁性磁化スイッチングや磁化ダイナミクスの励起に関する研究を行うことができる。

スピнкаロリトロニクスにおいては、これまで研究されている物質の多くが、単一の強磁性体である。そもそもこれまでの歴史の中で、金属人工格子の熱的性質や磁気熱電現象に関する研究はきわめて少なく、それらに対する界面効果やナノ積層効果は全く理解されていない。したがって、金属人工格子がスピнкаロリトロニクスの材料として有するポテンシャルを調べることは、興味深い課題である。

## 2. 研究の目的

本研究では、金属人工格子を現代の目で見直し、界面磁気異方性と SOT の比較によるスピン軌道相互作用の界面効果の解明 (スピンオービトロニクス)、反強磁性結合人工格子における SOT を用いた磁化スイッチングと磁化ダイナミクスの解明 (反強磁性スピントロニクス)、大きな磁気熱電効果と小さな熱伝導率を併せ持つ金属人工格子の作製 (スピнкаロリトロニクス) の 3 つの課題を柱として研究を進め、スピントロニクスの新展開における金属人工格子の有用性を明らかにする。

## 3. 研究の方法

(1) 界面磁気異方性とスピン軌道トルクの相関性の解明: 本研究項目では、界面磁気異方性と SOT を同時に評価することがポイントとなる。「非磁性層 1(NM1) / 強磁性層(FM) / 非磁性層 2(NM2)」の 3 層構造を基本とし、層厚や材料を様々に変えた実験を行う。垂直磁気異方性の FM 層厚依存性を調べ、界面磁気異方性を評価する。並行して、SOT の定量評価を行い、界面磁気異方性と SOT を比較する。それにより、界面におけるスピン軌道相互作用の役割を明らかにすることができる。そして、基本構造で得られた知見をもとに、積層回数を増やした周期構造へと展開させる。変調周期の短い金属人工格子を作製することで、SOT の界面効果を最大限に発揮させることを試みる。

(2) 反強磁性結合人工格子におけるスピン軌道トルクを用いた磁化スイッチングと磁化ダイナミクスの解明: 反強磁性結合人工格子では、「強磁性層 (FM) / 非磁性層 (NM) / 強磁性層 (FM)」の 3 層構造を基本として、電流を流したときの磁化の挙動を明らかにする。ここでポイントになるのが、「反強磁性構造のための層間交換結合」と「磁化スイッチングのための大きなスピン軌道トルク」を両立できる非磁性層材料の探索である。添加元素や合金化により、強い反強磁性結合を維持したまま、SOT を増大できる非磁性層材料を創製する。上記で見出した知見を基に、反

強磁性結合人工格子を設計・作製し、面内電流による磁化スイッチングを実証する。最終的には、反強磁性体における SOT の系統的な理解を得る。

(3) 大きな磁気熱電効果と小さな熱伝導率を併せ持つ金属人工格子の作製：スピンカロリトロニクス機能として、古くから知られる磁気熱電効果の一つである異常ネルンスト効果 (ANE) に着目し、金属人工格子における ANE を調べ、ANE に対する界面効果およびナノ積層効果を明らかにする。さらに、熱伝導に及ぼす界面効果およびナノ積層効果も調べ、大きな異常ネルンスト係数と小さな熱伝導率を有し、結果として高い無次元性能指数 ( $ZT$ ) を示す材料の開発指針を確立する。

#### 4. 研究成果

##### (1) スピンオービトロニクス

###### 界面磁気異方性とスピン軌道トルクの相関性の解明

界面磁気異方性と SOT の相関を理解する目的で、NM1 / Co / NM2 の積層において NM1 および NM2 を Pd あるいは Pt とした基本 3 層構造をスパッタ法により作製し、磁化測定から界面磁気異方性および誘導磁気モーメントを、高調波ホール電圧測定から SOT のダンピングライク (DL) 成分およびフィールドライク (FL) 成分を見積もった。図 1 に、Pt / Co / Pt および Pd / Co / Pd の対称構造と、Pt / Co / Pd および Pd / Co / Pt の非対称構造の試料を用いて算出した対称構造および非対称構造における単位面積あたりの有効な垂直磁気異方性エネルギー ( $K_{\text{eff}}t_{\text{eff}}$ ) の平均値の Co 層厚 ( $t$ ) 依存性を示す。 $t_{\text{eff}}$  は実効的な膜厚である。ここで平均値を取ることで、積層順の違いによる影響を排除でき、構造の対称性に依存した  $K_{\text{eff}}t_{\text{eff}}$  の差が観測されている。さらに非対称構造における DL トルクと FL トルクの  $t$  依存性を調べたところ、DL トルクは Co 層厚に依存しないのに対して、FL トルクは Co 層厚に依存し、さらに  $K_{\text{eff}}t_{\text{eff}}$  の差との相関が見られた。非対称構造における  $K_{\text{eff}}t_{\text{eff}}$  の増大は、理論提案されているラシュバ磁場起因の垂直磁気異方性に関連している可能性がある。そこで、第一原理計算においてラシュバ磁場の寄与を考慮した界面磁気異方性を計算したところ、実験で観測された膜厚依存性を再現することに成功した。これらの結果より、FL トルクとラシュバ磁場の相関を示唆する知見が初めて得られ、垂直磁気異方性と SOT の関連についての理解が飛躍的に進んだ。[国際会議 INTERMAG にて発表、論文準備中]

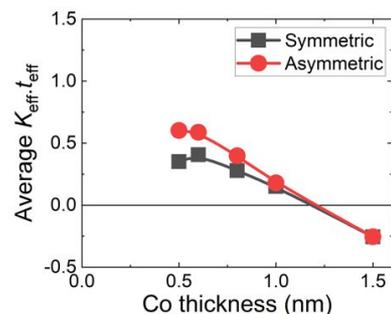


図 1 Pt/Co/Pd と Pd/Co/Pt の非対称構造および Pt/Co/Pt と Pd/Co/Pd の対称構造の試料を用いて評価した、非対称構造および対称構造における有効面積あたりの垂直磁気異方性エネルギー ( $K_{\text{eff}}t_{\text{eff}}$ ) の平均値の Co 層厚 ( $t$ ) 依存性。

###### 単一強磁性層におけるスピン軌道トルクと界面効果

スピン流の生成における界面およびバルクの寄与を調べることを目的として、従来はスピン流の源である非磁性層を設けずに、Ni-Fe 合金 (パーマロイ、以下 Py と記す) の単一強磁性層から成る薄膜試料を作製し、スピントルク強磁性共鳴法 (ST-FMR) を用いて SOT を定量評価した。この実験では、Al-O / Py / Al-O の対称構造の試料、および Si-O / Py / Al-O の非対称構造の試料の結果を比較した。非対称構造を有する Py の ST-FMR スペクトルには DL トルクの存在を示唆するローレンツ関数の成分が明瞭に現れており、層厚の減少に伴ってスピン軌道トルクの DL 項の寄与が増加することを明らかにした。一方で、Al-O / Py / Al-O の対称構造の試料では、DL トルクの成分が顕著ではないことがわかった。これらの実験結果を理解するために、スピン流を生成する界面層の存在を仮定したモデルを新たに構築して解析計算を行ったところ、実験で観測された膜厚依存性を上手く説明することができ、界面層の寄与を無視できないことが確認された。この成果は、当該研究課題の目的とした界面におけるスピン軌道相互作用の役割の解明に繋がる知見である。[Phys. Rev. B **104**, 094430 (2021)]

###### Ni/Pt 金属人工格子におけるスピン軌道トルク

積層数を増やした金属人工格子を作製し、複数磁性層を有するケースにおいても SOT が効果的に作用するかを調べた。[Pt (1nm) / Ni (3nm)]<sub>x5</sub> の金属人工格子と Pt (1nm) / Ni (3nm) の 2 層膜における ST-FMR の測定結果を比較したところ、繰り返し回数を増やした金属人工格子においても上下 Pt 層からの SOT が相殺することなく、Ni 層の磁化に効果的にトルクを作用させることが明らかとなった。これは上下界面の特性に非対称性が存在することを示唆する結果であり、金属人工格子を用いたスピンオービトロニクスにおいて重要な設計指針を与えるものである。[論文投稿中]

##### (2) 反強磁性スピントロニクス

###### 層間交換結合とスピン軌道トルクを両立できる Ir 添加 Cu 非磁性金属

層間交換結合と大きな SOT を両立できる非磁性層材料を見出すことを目的として、Ir を Cu にドープした Cu-Ir 非磁性金属に着目した。Cu および Ir は層間交換結合を示す非磁性材料の代表格だが、小さなスピンホール効果しか得られない。一方で、Cu に Ir をドープするとスピンホール効果の増大が報告されているが、層間交換結合という視点での Cu-Ir の研究は皆無であった。スパッタ法により Ir を 5% ドープした Cu-Ir 層を有する Co / Cu-Ir / Co の基本 3 層構造を作製し、磁気特性の Cu-Ir 層厚依存性を調べたところ、図 2 に示す反強磁性結合エネルギーの Cu-Ir 層厚依存性が明らかとなった。この結果より、0.75 nm 厚近傍で Cu-Ir 非磁性層を介した反強磁性結合人工格子を実現できることが示された。また、高調波ホール電圧測定から本研究で作製した Cu-Ir のスピンホール角が 4% であることがわかった。この値は、SOT による磁化スイッチングに用いられている Pt のスピンホール角に匹敵する大きな値であり、Cu-Ir 非磁性層が層間交換結合と大きな SOT を両立できる非磁性層材料の候補になることを意味している。したがって、本成果は金属人工格子を用いた反強磁性スピントロニクスにおけるマイルストーンとして位置付けられる。[*Phys. Rev. B* **101**, 224413 (2020), Editors' Suggestion に選定]

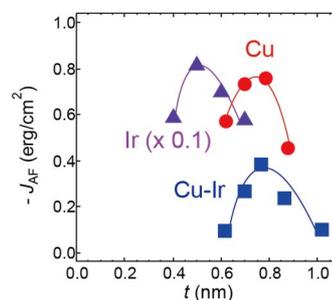


図 2 Cu、Cu-Ir および Ir 中間層における反強磁性結合エネルギーの中間層厚依存性。

### 巨大なスピンホール効果を示す Cu-Ir 非平衡合金の創製

平衡状態図では Cu-Ir は全率固溶ではなく、固溶限は 10% 以下と狭い。そこで、さらに広い組成領域での Cu-Ir 合金の特性を解明すべく研究を展開させた。組成傾斜膜と熱イメージング技術を組み合わせたコンビナトリアル手法を用いて Cu-Ir 二元系合金におけるスピンホール効果の組成依存性を広範囲に調べたところ、Ir が 24 at.% の非平衡組成の強制固溶体において高いスピンホール角が得られることが判明した。この結果は、新しいスピンホール材料の発見という学術的にも応用の観点でも価値の高い実験結果であり、スピンオービトロニクスの進展にも貢献する成果である。[*Commun. Mater.* **1**, 75 (2020)]

### 反強磁性結合人工格子における電流誘起磁化スイッチング

スピンホール効果を示す非磁性層と層間交換結合のための非磁性層を磁性層の上下に設けた多層膜構造を採用し、反強磁性結合人工格子における電流誘起磁化スイッチングの実証に取り組んだ。Pt / Co / Ir / Co / Pt の積層構造に着目し、層間交換結合を示す Ir 層厚を系統的に変化させることで 2 つの Co 層を反強磁性的あるいは強磁性的に結合した試料を作製した。この構造では上部および下部の Pt 層のスピンホール効果により Co 層に SOT を作用させることができる。電気的手法および磁気光学カー効果による磁区イメージングを通して電流印加によって誘起される磁化挙動を調べた結果、反強磁性的に結合した試料および強磁性的に結合した試料ともに電流誘起磁化スイッチングの実証に成功した。この実験結果はマクロスピンモデルに基づく数値計算によって再現され、磁化スイッチングのダイナミクスも含め層間交換結合によって決まる磁化配置に依存した磁化挙動の差異を明らかにすることに成功した。特に反強磁性的に結合した試料では、スピン軌道トルクによって逆磁区が形成された後にスムーズな磁壁移動が生じることがわかった。[*Appl. Phys. Lett.* **122**, 162402 (2023)]

### 反強磁性結合人工格子における高速な電流誘起磁壁移動の観測

磁気光学カー効果による磁区イメージングを用いて、電流誘起磁壁移動の移動速度を見積もった。磁気光学カー効果顕微鏡像において、電流パルスの印加回数に応じて磁壁位置が変化していることが確認された。印加電流密度で規格化した磁壁速度 ( $v_{dw}/j_c$ ) を見積もったところ、 $0.3 \times 10^{-10} (\text{m}^3\text{S}^{-1}\text{A}^{-1})$  の値が得られた。ここで、後述する反対称層間交換結合を有する層厚傾斜の試料において同様の実験を行なったところ、特定の層厚傾斜の試料において  $1.9 \times 10^{-10} (\text{m}^3\text{S}^{-1}\text{A}^{-1})$  という高い値が得られた。この値は、層間交換結合によって生じるトルクを利用し磁壁移動の高速化を実現した先行研究の  $2.0 \times 10^{-10} (\text{m}^3\text{S}^{-1}\text{A}^{-1})$  (S.-H. Yang *et al.*, *Nat. Nanotechnol.* **10**, 221–226 (2015).) に匹敵する値である。したがって、反強磁性結合の人工格子に反対称層間交換結合を取り入れることで、電流誘起磁壁移動の高速化・高効率化を達成できた。[応用物理学会にて発表]

### 巨大な反対称層間交換結合の観測と新しい磁化スイッチング手法への展開

従来の対称な層間交換結合では、各磁性層の磁気モーメント ( $m_i$  と  $m_j$ ) の配置が交換エネルギー  $E = J(m_i \cdot m_j)$  における交換結合定数  $J$  の符号によって決まり、強磁性的あるいは反強磁性的といったコリニアな磁気構造をもたらす。これとは別に、 $E = D \cdot (m_i \times m_j)$  で表現される反対称交換相互作用が存在すると、ノンコリニアな磁気構造などが出現する。ここで  $D$  はジャロシンスキー・守谷相互作用 (DMI) パラメータであり、構造の非対称性などを起源とする物理量である。本研究課題では、層厚傾斜を有する試料において面内の対称性が破れていることに着目し、これまでの報告よりも一桁大きな反対称層間交換結合磁場を観測し、対称な層間交換結合との関係について重要な知見を得た。さらに、そのノンコリニア磁気構造を活用することにより、面内磁場で垂直磁化をスイッチングできることを実証した。これはオリジナルの磁化反転手法であり、

反強磁性スピントロニクス of 新しい方向性をもたらす結果である。[Phys. Rev. Appl. 17, 054036-1-9 (2022)]

### (3) スピнкаロリトロニクス

#### Ni 系金属人工格子の創製

当該研究課題では、FM層にNi、NM層にPtを選択したNi/Pt系金属人工格子の作製を試みた。Niは特徴的な磁気熱電効果が報告されている強磁性金属であり、Ptは誘導磁気モーメントおよびスピン軌道相互作用が大きいことで有名な非磁性金属である。単結晶基板上に高品位なNi/Pt金属人工格子の成長を試みたところ、成長温度の最適化により(001)エピタキシャル成長した金属人工格子を作製できることが明らかとなった。さらに、Ni/Pt(001)金属人工格子における磁気特性の層厚依存性を調べた結果、あるNi層厚領域において一軸磁気異方性( $K_u$ )が増大し垂直磁化膜となることがわかった。これまでに、エピタキシャル成長したNi/Pt(001)金属人工格子の作製報告はないことから、新しい金属人工格子の創製に成功した成果と位置づけられる。[Phys. Rev. Mater. 4, 064413 (2020)].

#### Ni/Pt 金属人工格子における異常ネルンスト効果の増大

Ni/Pt(001)金属人工格子を用いて、ANEを調べた。薄膜面内に温度勾配をつけて横方向電圧を測定し異常ネルンスト係数( $S_{ANE}$ )を見積もったところ、 $1 \mu\text{V/K}$ を超える値を得ることに成功した。図3に示した $S_{ANE}$ のNi層厚( $t$ )依存性からわかるように、この値はバルクNiの $S_{ANE}$  ( $\sim 0.2 \mu\text{V/K}$ )よりも一桁大きい。物理機構を検討した結果、Ni/Pt金属人工格子では熱流から横方向電流への直接変換のプロセスが支配的であることが明らかとなった。直接変換のプロセスのパラメータとなる横熱電伝導率( $\alpha_{xy}$ )は、大きなANEを示すことで有名なトポロジカル材料に匹敵するほど大きく、金属人工格子における周期性が電子構造の変調をもたらした $\alpha_{xy}$ の増大につながったものと結論付けた。この成果は、Ni系材料においても、金属人工格子化がANEの増大に有用であることを意味している。[Phys. Rev. B 103, L020402 (2021)]

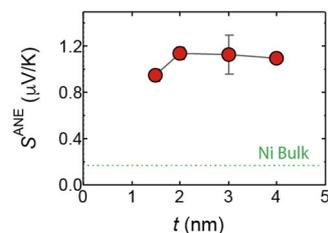


図3 Ni/Pt(001)金属人工格子における異常ネルンスト係数( $S_{ANE}$ )のNi層厚依存性。

#### Co<sub>2</sub>MnGa / AlN 人工格子における異常ネルンスト効果とフレキシブル基板上への作製

強磁性物質自体が大きな $S_{ANE}$ を示すことが報告されているCo<sub>2</sub>MnGa (CMG)を用い、CMG層と窒化Al層との人工格子を形成することで、ANEの更なる増大を目指した。熱酸化膜付きSi基板上にAlN (20 nm) / [CMG ( $t_{CMG}$  nm) / AlN (5 nm)]<sub>xN</sub>の積層構造を室温で成膜し、成膜後に500°Cでアニールすることにより、CMG層の規則化を促進した。この試料における輸送特性の $t_{CMG}$ 依存性を調べたところ、CMGの単結晶バルクや単結晶薄膜に匹敵する大きな異常ネルンスト係数が得られること( $S_{ANE} = 4.9 \mu\text{V K}^{-1}$ )、そしてその大きなANEは歪み誘起のゼーベック効果の増大をもたらしていることがわかった。これらの結果は、界面での歪みを活用することがCMG / AlN超格子構造の $S_{ANE}$ を増大させる有効な方策の一つであることを示唆している。ここで重要な点は、AlNと積層化させることで単結晶のCMGでなくとも、言い換えると単結晶基板を用いなくとも、大きなANEが得られることである。そこで、同様の構造をポリイミドのフレキシブル基板上に作製し異常ネルンスト効果を評価したところ、 $S_{ANE}$ が $4.7 \mu\text{V K}^{-1}$ と見積もられた。このことから、CMGとAlNを組み合わせた積層構造では、フレキシブル基板上においても高い $S_{ANE}$ を得ることが可能である。本研究課題では、エネルギーハーベスティング技術として不可欠なコピキタス性を満足するフレキシブル磁気熱電素子の候補として期待できることを示すことができた。[Adv. Electron. Mater. 8, 2101380 (2022)].

#### Fe/Pt 金属人工格子における膜面垂直方向の熱伝導率計測

金属人工格子における熱電変換機能の性能指数の見積を試みた。性能指数 $ZT$ は、温度勾配を $z$ 方向、磁化を $y$ 方向、および異常ネルンスト電圧の測定を $x$ 方向とした場合、 $ZT = (\sigma_x S_{ANE}^2 / \kappa_z) \cdot T$ で与えられる。ここで、 $\sigma_x$ は面内 $x$ 方向の電気伝導率、 $\kappa_z$ は膜面垂直方向の熱伝導率である。金属人工格子では、界面の存在により $\kappa_z$ を低減が期待できる。そこで、Fe/Pt金属人工格子をモデルケースとして選択し、単位膜厚当たりのFe/Pt界面数で定義される界面密度と $\kappa_z$ の関係を調べた。その結果、 $\kappa_z$ は界面密度の増加に伴い低下する傾向を示し、Fe 0.5 nm / Pt 0.5 nmの金属人工格子において $\kappa_z$ が最小値となった。

以上まとめると、金属人工格子を舞台に研究を遂行し、界面磁気異方性とSOTの相関など界面におけるスピン軌道相互作用に関する知見や、IECと大きなSOTを両立できる非磁性金属材料の創製、反強磁性結合人工格子におけるSOT磁化スイッチングの実証とダイナミクスの解明、金属人工格子における磁気熱電効果の増大と熱伝導率の制御といった成果を得た。加えて、巨大な反対称IECの発現など、予期しなかった金属人工格子の新たな可能性が拓かれた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計52件（うち査読付論文 52件 / うち国際共著 4件 / うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 関剛斎、増田啓人、高梨弘毅	4. 巻 58
2. 論文標題 反強磁性結合人工格子の新展開 - 反対称層間交換結合を中心にして -	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 固体物理	6. 最初と最後の頁 9-20
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 高梨弘毅	4. 巻 62
2. 論文標題 金属人工格子を基軸とした先進磁性材料開発と新展開	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 まてりあ	6. 最初と最後の頁 301-306
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2320/materia.62.301	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 Hiroto Masuda, Yuta Yamane, Takeshi Seki, Klaus Raab, Takaaki Dohi, Rajkumar Modak, Ken-ichi Uchida, Jun'ichi Ieda, Mathias Klaui, and Koki Takanashi	4. 巻 122
2. 論文標題 Magnetization switching process by dual spin-orbit torque in interlayer exchange-coupled systems	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 162402/1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0140328	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 高梨 弘毅, 関 剛斎	4. 巻 17
2. 論文標題 金属人工格子ルネサンス	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 まぐね	6. 最初と最後の頁 4-11
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 J. Wang, Y.-C. Lau, W. Zhou, T. Seki, Y. Sakuraba, T. Kubota, K. Ito, K. Takanashi	4. 巻 8
2. 論文標題 Strain-Induced Large Anomalous Nernst Effect in Polycrystalline Co <sub>2</sub> MnGa/AlN Multilayers	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Advanced Electronic Materials	6. 最初と最後の頁 2101380/1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/aelm.202101380	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. Dutta, S. N. Panda, T. Seki, S. Pan, K. Takanashi, A. Barman	4. 巻 5
2. 論文標題 All-Optical Detection of Spin Pumping and Giant Interfacial Spin Transparency in Co <sub>2</sub> Fe <sub>0.4</sub> Mn <sub>0.6</sub> Si/Pt Heterostructure	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Advanced Quantum Technologies	6. 最初と最後の頁 2200033/1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/qute.202200033	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. Masuda, T. Seki, Y. Yamane, R. Modak, K. Uchida, J. Ieda, Y.-C. Lau, S. Fukami, K. Takanashi	4. 巻 17
2. 論文標題 Large Antisymmetric Interlayer Exchange Coupling Enabling Perpendicular Magnetization Switching by an In-Plane Magnetic Field	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review Applied	6. 最初と最後の頁 054036/1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevApplied.17.054036	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. Yamazaki, T. Seki, R. Modak, K. Nakagawara, T. Hirai, K. Ito, K. Uchida, K. Takanashi	4. 巻 105
2. 論文標題 Thickness dependence of anomalous Hall and Nernst effects in Ni-Fe thin films	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 214416/1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.105.214416	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. Ito, J. Wang, Y. Shimada, H. Sharma, M. Mizuguchi, K. Takanashi	4. 巻 132
2. 論文標題 Enhancement of the anomalous Nernst effect in epitaxial Fe <sub>4</sub> N films grown on SrTiO <sub>3</sub> (001) substrates with oxygen deficient layers	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 133904/1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0102928	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. Modak, Y. Sakuraba, T. Hirai, T. Yagi, H. Sepehri-Amin, W. Zhou, H. Masuda, T. Seki, K. Takanashi, T. Ohkubo, K. Uchida	4. 巻 23
2. 論文標題 Sm-Co-based amorphous alloy films for zero-field operation of transverse thermoelectric generation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Science and Technology of Advanced Materials	6. 最初と最後の頁 767-782
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/14686996.2022.2138538	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 関 剛斎	4. 巻 62
2. 論文標題 電流-スピン流-熱流変換材料の現状と課題	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 まてりあ	6. 最初と最後の頁 85-92
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2320/materia.62.85	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. Yin, K. Ito, Y. Tsubowa, M. Tsujikawa, M. Shirai, K. Takanashi	4. 巻 13
2. 論文標題 Anomalous Nernst effect in epitaxially grown Fe <sub>4</sub> -xNi <sub>x</sub> N films	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 AIP Advances	6. 最初と最後の頁 025243/1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/9.0000564	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 K. Ito, N. Kikuchi, T. Seki, K. Takanashi	4. 巻 563
2. 論文標題 Perpendicularly magnetized epitaxial Co/Ni multilayers grown on Ru (0001) layers by alternate monoatomic layer deposition	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Magnetism and Magnetic Materials	6. 最初と最後の頁 169908/1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jmmm.2022.169908	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 H. Mizuno, R. Modak, T. Hirai, A. Takahagi, Y. Sakuraba, R. Iguchi, and K. Uchida	4. 巻 120
2. 論文標題 Deposition temperature dependence of thermo-spin and magneto-thermoelectric conversion in Co <sub>2</sub> MnGa films on Y <sub>3</sub> Fe <sub>5</sub> O <sub>12</sub> and Gd <sub>3</sub> Ga <sub>5</sub> O <sub>12</sub>	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 202401/1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0091285	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. Takahagi, T. Hirai, R. Iguchi, K. Nakagawara, H. Nagano, and K. Uchida	4. 巻 15
2. 論文標題 Spin Peltier effect and its length scale in Pt/YIG system at high temperatures	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Applied Physics Express	6. 最初と最後の頁 063002/1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1882-0786/ac6fae	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. Hirai, Y. Sakuraba, and K. Uchida	4. 巻 121
2. 論文標題 Observation of the giant magneto-Seebeck effect in a metastable Co <sub>50</sub> Fe <sub>50</sub> /Cu multilayer	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 162404/1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0118382	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. Zhou, A. Miura, T. Hirai, Y. Sakuraba, and K. Uchida	4. 巻 122
2. 論文標題 Seebeck-driven transverse thermoelectric generation in magnetic hybrid bulk materials	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 062402/1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0126870	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. Hirai, R. Modak, A. Miura, T. Seki, K. Takanashi, K. Uchida	4. 巻 14
2. 論文標題 Temperature dependence of anisotropic magneto-Seebeck effect in NiPt alloys	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Physics Express	6. 最初と最後の頁 073001/1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1882-0786/ac057c	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 J. Wang, T. Seki, Y-C. Lau, Y. K. Takahashi, K. Takanashi	4. 巻 9
2. 論文標題 Origin of magnetic anisotropy, role of induced magnetic moment, and all-optical magnetization switching for Co <sub>100-x</sub> Gdx/Pt multilayers	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 APL Materials	6. 最初と最後の頁 061110/1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0050985	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. Kubota, K. Ito, R. Y. Umetsu, K. Takanashi	4. 巻 118
2. 論文標題 Perpendicular magnetic anisotropy in ultra-thin Cu <sub>2</sub> Sb-type (Mn-Cr)AlGe films fabricated onto thermally oxidized silicon substrates	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 262404/1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0049899	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. Tang, Y-C. Lau, K. Nawa, Z. Wen, Q. Xiang, H. Sukegawa, T. Seki, Y. Miura, K. Takanashi, S. Mitani	4. 巻 3
2. 論文標題 Spin Hall effect in a spin-1 chiral semimetal	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 PHYSICAL REVIEW RESEARCH	6. 最初と最後の頁 033101/1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevResearch.3.033101	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-C. Lau, Takeshi Seki, and Koki Takanashi	4. 巻 9
2. 論文標題 Highly fcc-textured Pt-Al alloy films grown on MgO(001) showing enhanced spin Hall efficiency	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 APL Materials	6. 最初と最後の頁 081113/1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0052544	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 H. Masuda, R. Modak, T. Seki, K. Uchida, Y-C. Lau, J. Nitta, K. Takanashi	4. 巻 11
2. 論文標題 Spin Hall effect in a non-equilibrium Cu76Ir24 alloy measured at various temperatures	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 AIP Advances	6. 最初と最後の頁 095221/1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0065253	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. Seki, Y-C. Lau, S. Iihama, K. Takanashi	4. 巻 104
2. 論文標題 Spin-orbit torque in a Ni-Fe single layer	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 PHYSICAL REVIEW B	6. 最初と最後の頁 094430/1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.104.094430	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 Ken-ichi Uchida, Weinan Zhou, and Yuya Sakuraba	4. 巻 118
2. 論文標題 Transverse thermoelectric generation using magnetic materials	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 140504/1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0046877	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 Jian Wang, Asuka Miura, Rajkumar Modak, Yukiko K. Takahashi, and Ken-ichi Uchida	4. 巻 11
2. 論文標題 Magneto-optical design of anomalous Nernst thermopile	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 11228/1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-90865-5	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 Takumi Yamazaki, Ryo Iguchi, Hosei Nagano, and Ken-ichi Uchida	4. 巻 54
2. 論文標題 Lock-in thermoreflectance as a tool for investigating spin caloritronics	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Physics D: Applied Physics	6. 最初と最後の頁 354001/1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6463/ac0843	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 Hiroto Masuda, Takeshi Seki, Yong-Chang Lau, Takahide Kubota and Koki Takanashi	4. 巻 101
2. 論文標題 Interlayer exchange coupling and spin Hall effect through an Ir-doped Cu nonmagnetic layer	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 PHYSICAL REVIEW B	6. 最初と最後の頁 224413/1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.101.224413	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. Seki, M. Tsujikawa, K. Ito, K. Uchida, H. Kurebayashi, M. Shirai, and K. Takanashi	4. 巻 4
2. 論文標題 Perpendicularly magnetized Ni/Pt (001) epitaxial superlattice	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 PHYSICAL REVIEW MATERIALS	6. 最初と最後の頁 064413/1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevMaterials.4.064413	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 Asuka Miura, Keisuke Masuda, Takamasa Hirai, Ryo Iguchi, Takeshi Seki, Yoshio Miura, Hiroki Tsuchiura, Koki Takanashi, and Ken-ichi Uchida	4. 巻 117
2. 論文標題 High-temperature dependence of anomalous Etingshausen effect in SmCo5-type permanent magnets	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 082408/1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0023111	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 Hiroyuki Masuda, Rajkumar Modak, Takeshi Seki, Ken-ichi Uchida, Yong-Chang Lau, Yuya Sakuraba, Ryo Iguchi, and Koki Takanashi	4. 巻 1
2. 論文標題 Large spin-Hall effect in non-equilibrium binary copper alloys beyond the solubility limit	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Communications Materials	6. 最初と最後の頁 75/1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s43246-020-00076-0	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 T. Yamazaki, R. Iguchi, H. Nagano, and K. Uchida	4. 巻 59
2. 論文標題 Enhancement of charge-to-spin current conversion in a Ni/Pt bilayer film detected by spin Peltier effect	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 050901/1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1347-4065/ab8025	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. Seki, Y. Sakuraba, K. Masuda, A. Miura, M. Tsujikawa, K. Uchida, T. Kubota, Y. Miura, M. Shirai, and K. Takanashi	4. 巻 108
2. 論文標題 Enhancement of the anomalous Nernst effect in Ni/Pt superlattices	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 PHYSICAL REVIEW B	6. 最初と最後の頁 L020402/1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.103.L020402	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 H. Nakayama, B. Xu, S. Iwamoto, K. Yamamoto, R. Iguchi, A. Miura, T. Hirai, Y. Miura, Y. Sakuraba, J. Shiomi, and K. Uchida	4. 巻 118
2. 論文標題 Above-room-temperature giant thermal conductivity switching in spintronic multilayers	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 042409/1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0032531	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 Takumi Sato, Takeshi Seki, Makoto Kohda, Jeongchun Ryu, Hiromu Gamou, Shutaro Karube, Koki Takanashi, and Junsaku Nitta	4. 巻 58
2. 論文標題 Evaluation of spin-orbit torque in a L10-FePt single layer and a L10-FePt/Pt bilayer	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 060915/1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/1347-4065/ab1e5a	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 関剛斎、内田健一	4. 巻 139
2. 論文標題 異常エッチングスハウゼン効果：磁気熱電効果がもたらす新しい熱制御機能	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 電気学会誌	6. 最初と最後の頁 662-667
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. Zhou, T. Seki, H. Imamura, J. Ieda, and K. Takanashi	4. 巻 100
2. 論文標題 Spinmotive force in the out-of-plane direction generated by spin wave excitations in an exchange-coupled bilayer element	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 PHYSICAL REVIEW B	6. 最初と最後の頁 094424/1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.100.094424	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 Takeshi Seki, Satoshi Iihama, Tomohiro Taniguchi and Koki Takanashi	4. 巻 100
2. 論文標題 Large spin anomalous Hall effect in L10-FePt: Symmetry and magnetization switching	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 PHYSICAL REVIEW B	6. 最初と最後の頁 144427/1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.100.144427	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 Zhenchao Wen, Zhiyong Qiu, Sebastian Tolle, Cosimo Gorini, Takeshi Seki, Dazhi Hou, Takahide Kubota, Ulrich Eckern, Eiji Saitoh, Koki Takanashi	4. 巻 5
2. 論文標題 Spin-charge conversion in NiMnSb Heusler alloy films	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Science Advances	6. 最初と最後の頁 eaaw9337/1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/sciadv.aaw9337	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 Qiang Wang, Zhenchao Wen, Takahide Kubota, Takeshi Seki, and Koki Takanashi	4. 巻 115
2. 論文標題 Structural-order dependence of anomalous Hall effect in Co <sub>2</sub> MnGa topological semimetal thin films	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 252401/1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5127553	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 H. Nakayama, T. Nakatani, R. Iguchi, T. Seki, and K. Uchida	4. 巻 115
2. 論文標題 Direct observation of magneto-Peltier effect in current-in-plane giant magnetoresistive spin valve	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 092406/1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5120569	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 H. Nakayama, T. Hirai, J. Uzuhashi, R. Iguchi, T. Ohkubo, T. Koyama, D. Chiba, and K. Uchida	4. 巻 12
2. 論文標題 Electric-field-induced on-off switching of anomalous Ettingshausen effect in ultrathin Co films	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Applied Physics Express	6. 最初と最後の頁 123003/1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/1882-0786/ab55bb	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. Miura, H. Sepehri-Amin, K. Masuda, H. Tsuchiura, Y. Miura, R. Iguchi, Y. Sakuraba, J. Shiomi, K. Hono, and K. Uchida	4. 巻 115
2. 論文標題 Observation of anomalous Ettingshausen effect and large transverse thermoelectric conductivity in permanent magnets	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 222403/1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5131001	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. Iguchi, S. Kasai, K. Koshikawa, N. Chinone, S. Suzuki, and K. Uchida	4. 巻 9
2. 論文標題 Thermoelectric microscopy of magnetic skyrmions	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 18443/1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-54833-4	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 J. Wang, Y. K. Takahashi, and K. Uchida	4. 巻 11
2. 論文標題 Magneto-optical painting of heat current	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 2/1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-019-13799-7	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 -

1. 著者名 R. Modak and K. Uchida	4. 巻 116
2. 論文標題 Enhancement of temperature change induced by anomalous Ettingshausen effect in thin Ni films on suspended membrane substrates	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 032403/1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5139976	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. Yamazaki, R. Iguchi, T. Ohkubo, H. Nagano, and K. Uchida	4. 巻 101
2. 論文標題 Transient response of the spin Peltier effect revealed by lock-in thermoreflectance measurements	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 020415(R)/1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.101.020415	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 Asuka Miura, Ryo Iguchi, Takeshi Seki, Koki Takanashi and Ken-ichi Uchida	4. 巻 4
2. 論文標題 Spin-mediated charge-to-heat current conversion phenomena in ferromagnetic binary alloys	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 PHYSICAL REVIEW MATERIALS	6. 最初と最後の頁 034409/1-13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevMaterials.4.034409	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. Uchida, M. Sasaki, Y. Sakuraba, R. Iguchi, S. Daimon, E. Saitoh, M. Goto	4. 巻 8
2. 論文標題 Combinatorial investigation of spin-orbit materials using spin Peltier effect	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 16067/1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-018-34493-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 R. Das, K. Uchida	4. 巻 114
2. 論文標題 Thermopile based on anisotropic magneto-Peltier effect	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 082401/1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5087464	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. Seki, A. Miura, K. Uchida, T. Kubota, K. Takanashi	4. 巻 12
2. 論文標題 Anomalous Ettingshausen effect in ferrimagnetic Co-Gd	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Applied Physics Express	6. 最初と最後の頁 023006/1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/1882-0786/aafb5a	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. Das, R. Iguchi, K. Uchida	4. 巻 11
2. 論文標題 Systematic Investigation of Anisotropic Magneto-Peltier Effect and Anomalous Ettingshausen Effect in Ni Thin Films	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review Applied	6. 最初と最後の頁 034022/1-13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevApplied.11.034022	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135件（うち招待講演 64件 / うち国際学会 61件）

1. 発表者名 関 剛斎
2. 発表標題 強磁性転移に伴うスピン変換効率の増大
3. 学会等名 令和4年 東北大学電気通信研究所 共同プロジェクト研究会 「固体中のスピン・軌道ダイナミクスとその制御」（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 T. Yamazaki
2. 発表標題 Optical thermometry for investigating spin caloritronics
3. 学会等名 Early Career Researchers' Presentations and Networking EPSRC International Network for Spintronics From Material Development to Novel Energy Efficient Technologies (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 T. Yamazaki, T. Seki, T. Kubota, K. Takanashi
2. 発表標題 Thermoreflectance detection of thermo-spin effects through antiferromagnetic NiO
3. 学会等名 24th International Colloquium on Magnetic Films and Surfaces (ICMFS2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 T. Yamazaki, T. Seki, T. Kubota, K. Takanashi
2. 発表標題 Thermo-spin effects through antiferromagnetic NiO detected by lock-in thermoreflectance
3. 学会等名 The 5th International Union of Materials Research Societies International Conference of Young Researchers on Advanced Materials (IUMRS-ICYRAM2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 伊藤啓太、Himanshu Sharma、水口将輝、高梨弘毅
2. 発表標題 SrTiO <sub>3</sub> 基板上的窒化物薄膜における異常ネルンスト効果の変調
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 山崎匠、関剛斎、窪田崇秀、高梨弘毅
2. 発表標題 反強磁性絶縁体NiOを介した熱スピン効果の光学測定
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 W. Yin, K. Ito, Y. Tsubowa, M. Tsujikawa, M. Shirai, K. Takanashi
2. 発表標題 Characterization of the anomalous Nernst effect in Fe <sub>4</sub> -xNi <sub>x</sub> N films
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 増田啓人、山根結太、関剛斎、ラブクラウス、土肥昂堯、モダックラージクマール、内田健一、家田淳一、クラウイマティアス、高梨弘毅
2. 発表標題 人工反強磁性体における電流誘起磁化反転プロセスの磁区構造イメージング
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 関剛斎、増田啓人、高梨弘毅
2. 発表標題 人工反強磁性体における反対称層間交換結合
3. 学会等名 令和4年 電気学会 基礎・材料・共通部門大会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 H. Masuda, Y. Yamane, T. Seki, K. Raab, T. Dohi, R. Modak, K. Uchida, J. Ieda, M. Klaui, and K. Takanashi
2. 発表標題 Domain structure imaging of current-induced magnetization switching process in a synthetic antiferromagnet
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 W. Yin, K. Ito, Y. Tsubowa, M. Tsujikawa, M. Shirai, K. Takanashi
2. 発表標題 Anomalous Nernst effect in Fe <sub>4</sub> -xNi <sub>x</sub> N and Fe <sub>4</sub> -xCoxN films grown by molecular beam epitaxy
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 K. Ito, K. Takanashi
2. 発表標題 Modulation of the Anomalous Nernst Effect in Nitride Films on SrTiO <sub>3</sub>
3. 学会等名 The 6th Symposium for the Core Research Clusters for Materials Science and Spintronics, and the 5th Symposium on International Joint Graduate Program in Materials Science (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 H. Masuda, T. Seki, Y. Yamane, R. Modak, K. Uchida, J. Ieda, Y.-C. Lau, S. Fukami, K. Takanashi
2. 発表標題 Large antisymmetric interlayer exchange coupling enabling perpendicular magnetization switching by an in-plane magnetic field
3. 学会等名 The 67th Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials (MMM 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 W. Yin, K. Ito, Y. Tsubowa, M. Tsujikawa, M. Shirai, K. Takanashi
2. 発表標題 Anomalous Nernst effect in epitaxially grown Fe <sub>4</sub> -xNi <sub>x</sub> N films
3. 学会等名 The 67th Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials (MMM 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 伊藤啓太
2. 発表標題 窒化物を用いた高磁気異方性材料と磁気熱電材料の開発
3. 学会等名 応用物理学会 強磁気とその制御に関わる研究会 第15回夏の学校 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高梨弘毅
2. 発表標題 金属人工格子ルネサンス
3. 学会等名 第32回日本MRS年次大会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 T. Seki
2. 発表標題 Antisymmetric interlayer exchange coupling in synthetic antiferromagnet
3. 学会等名 York-Tohoku-Kaiserslautern-Leeds-Manchester-Spintech Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 伊藤啓太
2. 発表標題 窒化物混晶薄膜における異常ネルンスト効果
3. 学会等名 令和4年度通研共同プロジェクト研究成果報告会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 尹偉達、伊藤啓太、辻川雅人、白井正文、高梨弘毅
2. 発表標題 分子線エビタキシー法により作製したFe <sub>4</sub> -xMnxN薄膜の異常ネルンスト効果
3. 学会等名 日本金属学会2023年春季第172回講演大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 T. Yamazaki, T. Seki, T. Kubota, K. Takanashi
2. 発表標題 Crystalline orientation dependence of spin current transmission in epitaxial NiO film probed by thermo spin effects
3. 学会等名 2023年第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 H. Masuda, Y. Yamane, T. Seki, T. Dohi, T. Yamazaki, R. Modak, K. Uchida, J. Ieda, M. Klaui, K. Takanashi
2. 発表標題 Current-induced domain-wall motion in a synthetic antiferromagnet with antisymmetric interlayer exchange coupling
3. 学会等名 2023年第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 関剛齋、増田啓人、高梨弘毅
2. 発表標題 人工反強磁性体におけるスピン軌道トルク
3. 学会等名 「スピントロニクス学術研究基盤と連携ネットワーク (Spin-RNJ)」シンポジウム / Spin-RNJ 2022年度報告会 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 高梨弘毅
2. 発表標題 金属人工格子を基軸とした先進磁性材料開発と新展開
3. 学会等名 日本金属学会2023年春季第172回講演大会 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 内田健一
2. 発表標題 スピнкаロリトロニクスと横型熱電変換
3. 学会等名 第27回日本熱電学会研究会「新しいコンセプトに基づく熱-電気変換技術」(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 K. Uchida
2. 発表標題 Future directions in spin caloritronics
3. 学会等名 Spin Caloritronics XI (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 内田健一
2. 発表標題 ゼーベック駆動横型熱電効果
3. 学会等名 日本磁気学会 第237回研究会/第84回スピントロニクス専門研究会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 K. Uchida
2. 発表標題 Spin caloritronics and transverse thermoelectric conversion
3. 学会等名 The 22nd International Vacuum Congress (IVC-22) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 内田健一
2. 発表標題 スピнкаロリトロニクスによるエネルギーハーベスティング
3. 学会等名 第83回応用物理学会秋季学術講演会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 K. Uchida
2. 発表標題 Transverse Magneto-Thermoelectric Conversion
3. 学会等名 The 7th International Conference on Electronic Materials and Nanotechnology for Green Environment (ENGE2022) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 K. Uchida
2. 発表標題 Progress in transverse thermoelectric conversion using spin caloritronics
3. 学会等名 2022 MRS Fall Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 関 剛斎
2. 発表標題 金属人工格子における磁気熱電効果
3. 学会等名 ナノスケール磁性体を用いた機能性材料開発調査専門委員会・研究会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 関 剛斎, ラウ・ヨンチャン, 飯浜賢志, 高梨弘毅
2. 発表標題 Ni-Fe単層膜におけるスピン軌道トルク
3. 学会等名 第45回日本磁気学会学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 増田啓人, 関 剛斎, 山根結太, モダックラージクマール, 内田健一, 家田淳一, ラウヨンチャン, 深見俊輔, 高梨弘毅
2. 発表標題 面内空間反転対称性の破れたPt/Co/Ir/Co/Pt構造における反対称層間交換結合
3. 学会等名 第45回日本磁気学会学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T. Seki, Y.-C. Lau, S. Iihama, K. Takanashi
2. 発表標題 Spin-orbit torque in a Ni-Fe single layer
3. 学会等名 2021年第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 Y.-C. Lau, T. Seki, K. Takanashi
2. 発表標題 Highly fcc-textured Pt-Al alloy films grown on MgO(001) showing enhanced spin Hall efficiency
3. 学会等名 2021年第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 H. Masuda, T. Seki, Y. Yamane, R. Modak, K. Uchida, J. Ieda, Y.-C. Lau, S. Fukami, K. Takanashi
2. 発表標題 Antisymmetric interlayer exchange coupling in Pt/Co/Ir/Co/Pt with in-plane spatial inversion symmetry breaking
3. 学会等名 2021年第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 K. Ito, J. Wang, H. Sharma, M. Mizuguchi, K. Takanashi
2. 発表標題 Anomalous Nernst effect of epitaxial Fe <sub>4</sub> N films grown on SrTiO <sub>3</sub> (001) substrates
3. 学会等名 2021年第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 高梨弘毅
2. 発表標題 規則合金スピントロニクスから金属人工格子ルネサンスへ
3. 学会等名 日本金属学会2021年秋期（第169回）講演大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高梨弘毅
2. 発表標題 金属人工格子ルネサンス
3. 学会等名 株式会社デンソー先端技術研究所30周年記念講演会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T. Seki, J. Wang, Y.-C. Lau, Y. K. Takahashi, and K. Takanashi
2. 発表標題 Origin and Optical Switching of Perpendicular Magnetization for Co <sub>100-x</sub> Gdx/Pt Multilayers
3. 学会等名 IEEE International Magnetics Conference (INTERMAG) 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1 . 発表者名 Y.-C. Lau, J. Wang, T. Kubota, K. Takanashi
2 . 発表標題 Anomalous Nernst effect in compensated ferrimagnetic Mn <sub>2</sub> Ru <sub>x</sub> Ga
3 . 学会等名 IEEE International Magnetism Conference (INTERMAG) 2021 (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 J. Wang, Y. Lau, W. Zhou, T. Seki, Y. Sakuraba, T. Kubota, K. Ito and K. Takanashi
2 . 発表標題 Enhancement of the Anomalous Nernst Effect in Polycrystalline Co <sub>2</sub> MnGa/AlN Multilayers
3 . 学会等名 IEEE International Magnetism Conference (INTERMAG) 2021 (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 K. Uchida
2 . 発表標題 Transverse thermoelectric conversion based on spin caloritronics
3 . 学会等名 IEEE International Magnetism Conference (INTERMAG) 2021 (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 T. Seki, H. Masuda, K. Takanashi
2 . 発表標題 Development of Cu-based spin Hall materials
3 . 学会等名 SPIE. OPTICS+PHOTONICS, Spintronics XIV (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1. 発表者名 K. Takanashi
2. 発表標題 Metallic superlattices revisited
3. 学会等名 NISER : W2S webinar 62nd lecture (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T. Yamazaki, T. Seki, and K. Takanashi
2. 発表標題 Thermo-spin Effects in Magnetic Multilayer with CoFeB Detected by the Lock-in Thermoreflectance Method
3. 学会等名 The 5th Symposium for The Core Research Clusters for Materials Science and Spintronics, and the 4th Symposium on International Joint Graduate Program in Materials Science (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T. Seki
2. 発表標題 Spin-Charge Conversion in Ferromagnetic Materials
3. 学会等名 Symposium on magnetism and spintronics (SMS-1) 2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 内田健一
2. 発表標題 磁性材料および磁性/熱電複合材料における横型熱電変換
3. 学会等名 日本磁気学会 第79回スピントロニクス専門研究会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 内田健一
2. 発表標題 スピнкаロリトロニクスと磁気熱電変換
3. 学会等名 日本学術振興会 R025先進薄膜界面機能創成委員会 第6回委員会・第5回研究会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 K. Uchida
2. 発表標題 Transverse thermoelectric conversion using magnetic materials
3. 学会等名 Hybrid Kavli ITS-IOP 2021 Workshop on "Multidisciplinary Spintronics"（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 K. Uchida
2. 発表標題 Transverse thermoelectric conversion using magnetic materials
3. 学会等名 The 12th International Conference on Advanced Materials and Devices (ICAMD2021)（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 K. Uchida
2. 発表標題 Thermal management principles based on spin caloritronics
3. 学会等名 Mini-Workshop on Thermal and Charge Transport across Flexible Nano-Interfaces (TCTFN2021)（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 関 剛斎, 増田啓人, 高梨弘毅
2. 発表標題 人工反強磁性体における反対称交換相互作用
3. 学会等名 令和4年 東北大学電気通信研究所 共同プロジェクト研究会 「固体中のスピン・軌道ダイナミクスとその制御」(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 伊藤啓太, 市村 匠, 尹 偉達, 高梨弘毅
2. 発表標題 窒化物を用いた高磁気異方性材料と磁気熱電材料の創製
3. 学会等名 令和3年度東北大学電気通信研究所共同プロジェクト研究会「2p軽元素を含む遷移金属化合物薄膜のスピン輸送機構解明と高効率磁化反転素子の開発」
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高梨弘毅
2. 発表標題 金属人工格子ルネサンス
3. 学会等名 「スピントロニクス学術研究基盤と連携ネットワーク」シンポジウム(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 関 剛斎
2. 発表標題 電流 - スピン流 - 熱流変換のための材料創製
3. 学会等名 日本金属学会2022年春季(第170回)講演大会(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 K. Ito, K. Takanashi
2. 発表標題 Enhancement of the anomalous Nernst effect in Fe <sub>4</sub> N films on SrTiO <sub>3</sub> (001) substrates
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. Yamazaki, T. Seki, T. Kubota, and K. Takanashi
2. 発表標題 Thermo-spin effects through antiferromagnetic insulator NiO detected by lock-in thermoreflectance
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 R. Modak, Y. Sakuraba, T. Hirai, T. Yagi, H. Sepehri Amin, H. Masuda, T. Seki, K. Takanashi, W. Zhou, T. Ohkubo, K. Uchida
2. 発表標題 Sm-Co-based amorphous alloy films for zero-field transverse thermoelectric generation
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 内田健一
2. 発表標題 磁性/熱電複合材料における横型熱電変換
3. 学会等名 2022年第69回応用物理学会春季学術講演会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1 . 発表者名 H. Masuda, T. Seki, Y. Yamane, R. Modak, K. Uchida, J. Ieda, Y.-C. Lau, S. Fukami, and K. Takanashi
2 . 発表標題 Large antisymmetric interlayer exchange coupling in Pt/Co/Ir/Co/Pt with in-plane spatial inversion symmetry breaking
3 . 学会等名 Summit of Materials Science (SMS) 2022 and GIMRT User Meeting 2022 Affiliated with KINKEN WAKATE 2022 (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 T. Seki, H. Masuda, and K. Takanashi
2 . 発表標題 Large antisymmetric interlayer exchange coupling
3 . 学会等名 Indo-Japan Workshop on Interface Phenomena for Spintronics (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 T. Yamazaki
2 . 発表標題 Optical thermometry for investigating spin-caloritronic phenomena
3 . 学会等名 Indo-Japan Workshop on Interface Phenomena for Spintronics (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 K. Uchida
2 . 発表標題 Future directions in spin caloritronics
3 . 学会等名 Indo-Japan Workshop on Interface Phenomena for Spintronics (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1. 発表者名 Y. Lau, Z. Wen, K. Ito, J. Ieda, T. Taniguchi, T. Sasaki, T. Seki and K. Takanashi
2. 発表標題 Origin of field-like torque enhancement with decreasing Co thickness in X/Co/Y (X, Y = Pt, Pd) metallic trilayers
3. 学会等名 IEEE International Magnetism Conference (INTERMAG) 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 T. Seki, S. Iihama, T. Taniguchi and K. Takanashi
2. 発表標題 Large Spin Anomalous Hall Effect in L10-FePt.
3. 学会等名 IEEE International Magnetism Conference (INTERMAG) 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 H. Masuda, T. Seki, Y. Lau, T. Kubota and K. Takanashi
2. 発表標題 Spin-orbit torque in Co / Ir-doped Cu / Co antiferromagnetically-coupled metallic superlattice
3. 学会等名 IEEE International Magnetism Conference (INTERMAG) 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 H. Masuda, T. Seki, Y.-C. Lau, T. Kubota, K. Takanashi
2. 発表標題 Evaluation of spin-orbit torque and interlayer exchange coupling for Co / Ir-doped Cu system
3. 学会等名 Spin-RNJ若手オンライン研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Y.-C. Lau, Z. Wen, K. Ito, J. Ieda, T. Taniguchi, T. Sasaki, T. Seki, K. Takanashi
2. 発表標題 Perpendicular magnetic anisotropy and spin Hall effect in X/Co/Y (X, Y = Pt, Pd) metallic trilayers
3. 学会等名 Spin-RNJ若手オンライン研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takeshi SEKI
2. 発表標題 Large spin anomalous Hall effect in L10-FePt
3. 学会等名 SPIE Optics + Photonics Digital Forum (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 T. Seki, Y. Sakuraba, A. Miura, K. Masuda, M. Tsujikawa, K. Uchida, T. Kubota, Y. Miura, M. Shirai and K. Takanashi
2. 発表標題 Enhanced anomalous Nernst effect in Ni / Pt superlattice
3. 学会等名 2020年第81回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 H. Masuda, R. Modak, T. Seki, K. Uchida, Y.-C. Lau, Y. Sakuraba, R. Iguchi, and K. Takanashi
2. 発表標題 Spin Hall effect in non-equilibrium Cu-based binary alloys
3. 学会等名 2020年第81回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yong-Chang Lau, Junya Ikeda, Kohei Fujiwara, Takeshi Seki, Atsushi Tsukazaki, Koki Takanashi
2. 発表標題 Spin Hall effect in paramagnetic kagome-lattice topological semimetal Co <sub>3</sub> Sn <sub>2</sub> S <sub>2</sub>
3. 学会等名 2020年第81回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takeshi SEKI
2. 発表標題 Cu-based spin Hall materials - Antiferromagnetic spintronics & Non-equilibrium alloy -
3. 学会等名 Webinar series on Spintronics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 野尻英史、Wang Jian、Lau Yong-Chang、関剛斎、高梨弘毅
2. 発表標題 Ni/Cu金属人工格子における異常ネルンスト効果
3. 学会等名 日本金属学会2020年秋期講演大会 (第167回)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 内田健一
2. 発表標題 磁性・スピントロニクス材料における熱エネルギー変換・輸送
3. 学会等名 日本物理学会2020年秋季大会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 T. Seki, Y. Sakuraba, A. Miura, K. Masuda, M. Tsujikawa, K. Uchida, T. Kubota, Y. Miura, M. Shirai and K. Takanashi
2. 発表標題 Enhanced anomalous Nernst effect in Ni / Pt superlattice
3. 学会等名 65th Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials (MMM) 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yong-Chang Lau, Junya Ikeda, Kohei Fujiwara, Takeshi Seki, Atsushi Tsukazaki, Koki Takanashi
2. 発表標題 Spin Hall effect in paramagnetic kagome-lattice semimetal Co <sub>3</sub> Sn <sub>2</sub> S <sub>2</sub> (CSS)
3. 学会等名 65th Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials (MMM) 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 H. Masuda, R. Modak, T. Seki, K. Uchida, Y.-C. Lau, Y. Sakuraba, R. Iguchi, and K. Takanashi
2. 発表標題 Large spin Hall effect in non-equilibrium Cu-based binary alloys beyond solubility limit
3. 学会等名 65th Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials (MMM) 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高梨弘毅
2. 発表標題 金属人工格子からスピントロニクスへ、そしてまた金属人工格子へ
3. 学会等名 第44回日本磁気学会学術講演会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 増田啓人、モダックラージクマール、関剛斎、内田健一、ラウヨンチャン、桜庭裕弥、井口亮、高梨弘毅
2. 発表標題 Cu 基非平衡合金における巨大スピンホール効果
3. 学会等名 第44回日本磁気学会学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 関剛斎、増田啓人、高梨弘毅
2. 発表標題 Cu基2元系合金を用いた層間交換結合とスピンホール効果
3. 学会等名 電気学会 マグネティックス技術委員会, 光・熱・電気との相互作用を活用した高機能磁気デバイス技術調査専門委員会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 内田健一
2. 発表標題 スピнкаロリトロニクス
3. 学会等名 応用物理学会 スピントロニクス研究会 第19回スピントロニクス入門セミナー (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 内田健一
2. 発表標題 光スピнкаロリトロニクス
3. 学会等名 レーザー学会学術講演会第41回年次大会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 内田健一
2. 発表標題 スピカロリトロニクス
3. 学会等名 オンデマンドセミナー「はじめての熱電変換」(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yong-Chang Lau, Junya Ikeda, Kohei Fujiwara, Akihiro Ozawa, Takeshi Seki, Kentaro Nomura, Atsushi Tsukazaki, and Koki Takanashi
2. 発表標題 Anomalous Hall and spin Hall effect in kagome-lattice cobalt shandite films
3. 学会等名 令和3年東北大学電気通信研究所共同プロジェクト研究会「固体中のスピン・軌道ダイナミクスとその制御」
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Jian Wang, Yong-Chang Lau, Weinan Zhou, Takeshi Seki, Yuya Sakuraba, Takahide Kubota, Keita Ito, Koki Takanashi
2. 発表標題 Enhancement of the Anomalous Nernst Effect in Polycrystalline Co <sub>2</sub> MnGa/AlN Multilayers
3. 学会等名 The 4th International Symposium for The Core Research Cluster for Spintronics (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 H. Masuda, R. Modak, T. Seki, K. Uchida, Y.-C. Lau, Y. Sakuraba, R. Iguchi, and K. Takanashi
2. 発表標題 Spin Hall effect in a non-equilibrium Iridium-doped Copper binary alloy
3. 学会等名 The 4th International Symposium for The Core Research Cluster for Spintronics (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takeshi Seki, Hiroto Masuda and Koki Takanashi
2. 発表標題 Development of Cu-based Spin Hall Materials
3. 学会等名 The 4th International Symposium for The Core Research Cluster for Spintronics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yong-Chang Lau, Jian Wang, Takahide Kubota, Koki Takanashi
2. 発表標題 Anomalous Nernst effect in compensated ferrimagnetic Mn <sub>2</sub> Ru <sub>x</sub> Ga
3. 学会等名 2021年第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 Jian Wang, Yong-Chang Lau, Weinan Zhou, Takeshi Seki, Yuya Sakuraba, Takahide Kubota, Keita Ito, Koki Takanashi
2. 発表標題 Enhancement of the Anomalous Nernst Effect in Polycrystalline Co <sub>2</sub> MnGa/AlN Multilayers
3. 学会等名 2021年第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 T. Seki, J. Wang, Y.-C. Lau, Y. K. Takahashi, and K. Takanashi
2. 発表標題 Origin and Optical Switching of Perpendicular Magnetization for Co <sub>100-x</sub> Gdx/Pt Multilayers
3. 学会等名 2021年第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 Takeshi SEKI
2. 発表標題 Origin and Optical Switching of Perpendicular Magnetization for Co-Gd/Pt Multilayers
3. 学会等名 Tohoku-Lorraine Joint Conference 2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hiroyuki Masuda, Rajkumar Modak, Takeshi Seki, Ken-ichi Uchida, Yong-Chang Lau, Yuya Sakuraba, Ryo Iguchi, and Koki Takanashi
2. 発表標題 Large spin Hall effect in a nonequilibrium Iridium-doped Copper binary alloy
3. 学会等名 Tohoku-Lorraine Joint Conference 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Jian Wang, YongChang Lau, Weinan Zhou, Takeshi Seki, Yuya Sakuraba, Takahide Kubota, Keita Ito, Koki Takanashi
2. 発表標題 Enhancement of the Anomalous Nernst Effect in Polycrystalline Co <sub>2</sub> MnGa/AlN Multilayers
3. 学会等名 Spin Research Network of Japan (Spin-RNJ) 2020 年度 (令和2年度) 年次報告会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Koki Takanashi, Masaki Mizuguchi, Takeshi Seki
2. 発表標題 Spin-caloritronics in ordered-alloy thin films
3. 学会等名 JSPS-EPSC-DFG Core-to-Core Programme York-Tohoku-Kaiserslautern Research Symposium on "New-Concept Spintronics Devices" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 H. Masuda, T. Seki, T. Kubota, and K. Takanashi
2. 発表標題 Spin-orbit torque in antiferromagnetically-coupled Co / Ir-doped Cu / Co layers
3. 学会等名 The 10th International Symposium on Metallic Multilayers (MML 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Seki, T. Kubota, K. Ito, H. Kurebayashi, K. Uchida, Y. Sakuraba, A. Miura, M. Tsujikawa, M. Shirai, K. Takanashi
2. 発表標題 Perpendicularly Magnetized Ni / Pt Superlattices
3. 学会等名 The 10th International Symposium on Metallic Multilayers (MML 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Koki Takanashi, Masaki Mizuguchi, Takeshi Seki
2. 発表標題 Spin-caloritronics in ordered alloy thin films
3. 学会等名 III International Baltic Conference on Magnetism 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 関剛斎、野尻英史、窪田崇秀、伊藤啓太、紅林秀和、内田健一、桜庭裕弥、三浦飛鳥、辻川雅人、白井正文、高梨弘毅
2. 発表標題 垂直磁化Ni/Pt金属人工格子
3. 学会等名 日本金属学会2019年秋期(第165回)講演大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Koki Takanashi, Masaki Mizuguchi, Takeshi Seki
2. 発表標題 Spin-caloritronics in ordered alloy systems
3. 学会等名 Tohoku-Lorraine Conference 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 関剛斎、飯浜賢志、谷口知大、高梨弘毅
2. 発表標題 L10-FePtにおけるスピン異常ホール効果
3. 学会等名 第43回日本磁気学会学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 増田啓人、関剛斎、窪田崇秀、高梨弘毅
2. 発表標題 Cu-Irスピンホール層を有する人工反強磁性構造の創製
3. 学会等名 第43回日本磁気学会学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Q. Wang, Z.C. Wen, T. Kubota, T. Seki, K. Takanashi
2. 発表標題 Structrual order dependence of anomalous Hall effect in Co <sub>2</sub> MnGa full Heusler alloy thin films
3. 学会等名 第43回日本磁気学会学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T.Seki, K. Takanashi
2. 発表標題 Spin-Charge Conversion in Ferromagnetic Materials
3. 学会等名 KIST (PSI) -KINKEN Joint Symposium 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Y-C. Lau, Z. Wen, K. Ito, T. Sasaki, T. Seki, and K. Takanashi
2. 発表標題 Perpendicular magnetic anisotropy and spin Hall effect in X/Co/Y (X,Y = Pt, Pd) metallic trilayers
3. 学会等名 SMS2019 & GIMRT User Meeting 2019 [第138回金研講演会] (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hirotō Masuda, Takeshi Seki, Yong-Chang Lau, Takahide Kubota, Koki Takanashi
2. 発表標題 Spin Hall effect of Ir-doped Cu layer for antiferromagnetically-coupled metallic superlattice
3. 学会等名 SMS2019 & GIMRT User Meeting 2019 [第138回金研講演会] (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Seki, K. Takanashi
2. 発表標題 Spin-Charge Conversion in Ferromagnetic Materials
3. 学会等名 17th RIEC International Workshop on Spintronics and 10th JSPS Core-to-Core Workshop on “New-Concept Spintronic Devices” (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Seki, S. Iihama, T. Taniguchi and K. Takanashi
2. 発表標題 Large Spin Anomalous Hall Effect in L10-FePt
3. 学会等名 Materials Research Meeting (MRM) 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 内田健一
2. 発表標題 スピンによる熱制御
3. 学会等名 日本表面真空学会 2019年度 関東支部学術講演大会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Uchida
2. 発表標題 Spin Seebeck & Peltier effects: Review & Outlook
3. 学会等名 Spin Caloritronics X Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 内田健一
2. 発表標題 スピнкаロリトロニクスに基づく新しい熱マネジメント原理
3. 学会等名 第1回慶應義塾大学スピントロニクス研究開発センター研究会「スピントロニクスの新たな潮流」(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Uchida
2. 発表標題 Thermal management principles based on spin caloritronics
3. 学会等名 The 21st International Conference on Electron Dynamics in Semiconductors, Optoelectronics and Nanostructures (EDISON21) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 内田健一
2. 発表標題 スピncaloritronics: スピンを用いた新しい熱エネルギー制御原理
3. 学会等名 日本学術会議 第5回 理論応用力学シンポジウム ~力学と新学術の融合II~ (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Uchida
2. 発表標題 Active thermal management principles based on spin caloritronics
3. 学会等名 The 3rd Workshop on Functional Materials Science (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Seki, K. Takanashi
2. 発表標題 Spin-Charge Conversion in Ferromagnets
3. 学会等名 The 3rd Symposium for The Core Research Clusters for Materials Science and Spintronics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Y-C. Lau, Z. Wen, K. Ito, T. Sasaki, T. Seki, K. Takanashi
2. 発表標題 Perpendicular magnetic anisotropy and spin Hall effect in X/Co/Y (X,Y = Pt, Pd) metallic trilayers
3. 学会等名 The 3rd Symposium for The Core Research Clusters for Materials Science and Spintronics (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 K. Uchida
2. 発表標題 Thermal energy engineering based on spin caloritronics
3. 学会等名 The 3rd Symposium for The Core Research Clusters for Materials Science and Spintronics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 増田啓人、関剛斎、高梨弘毅
2. 発表標題 反強磁性スピントロニクスのための非磁性スピンホール材料の開発
3. 学会等名 令和2年東北大学電気通信研究所共同プロジェクト研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 T. Seki, H. Masuda, and K. Takanashi
2. 発表標題 Artificial Antiferromagnetic Layered Structure with Cu-Ir "Spin Hall" Spacer Layer
3. 学会等名 The 60th REIMEI International Workshop "New excitations for spintronics seen with quantum beams" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 T. Seki, K. Takanashi
2. 発表標題 Spin-Charge Conversion in Ferromagnetic Materials
3. 学会等名 New Perspective in Spin Conversion Science (NPSCS2020) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 H. Masuda, R. Modak, T. Seki, K. Uchida, Y. Lau, Y. Sakuraba, R. Iguchi, and K. Takanashi
2. 発表標題 Spin Hall effect of non-equilibrium Cu-Ir binary alloy
3. 学会等名 2020年第67回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 増田啓人、関剛斎、Yong-Chang Lau、窪田崇秀、高梨弘毅
2. 発表標題 Antiferromagnetically-coupled metallic superlattice with Ir-doped Cu interlayer generating spin Hall effect
3. 学会等名 2020年第67回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 増田啓人、モダック ラージクマール、関剛斎、内田健一、ラウ ヨンチャン、桜庭裕弥、井口亮、高梨弘毅
2. 発表標題 非平衡組成Cu-Ir二元系合金におけるスピホール効果
3. 学会等名 日本金属学会2020年春季(第166回)講演大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 内田健一
2. 発表標題 スピンカロリトロニクスに基づく熱エネルギー変換・輸送
3. 学会等名 日本物理学会第75回年次大会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Koki Takanashi, Masaki Mizuguchi, Takeshi Seki
2. 発表標題 Spin caloritronics in ordered-alloy thin films
3. 学会等名 The largest multidisciplinary optical sciences meeting in North America (SPIE Optics + Photonics 2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 増田啓人、関 剛斎、窪田崇秀、高梨弘毅
2. 発表標題 反強磁性磁気構造に作用するスピンホールトルクの評価
3. 学会等名 第42回日本磁気学会学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 関 剛斎、周 偉男、窪田崇秀、パウアー・ゲーリット、高梨弘毅
2. 発表標題 フェリ磁性金属/非磁性金属の積層構造におけるスピンホール磁気抵抗効果
3. 学会等名 日本金属学会2018年秋期（第163回）講演大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 関 剛斎
2. 発表標題 強磁性およびフェリ磁性物質における熱磁気効果の可視化
3. 学会等名 ナノスピ放射光科学研究会「放射光を用いたナノスピ材料科学の新展開」(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Seki, R. Iguchi, K. Takanashi, K. Uchida
2. 発表標題 Visualization of thermo-magnetic effect in a ferromagnetic thin film
3. 学会等名 International Conference on Magnetic Materials and Applications (ICMAGMA) 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K. Takanashi
2. 発表標題 Spintronics and spin-caloritronics with ordered alloys
3. 学会等名 International Conference on Magnetic Materials and Applications (ICMAGMA) 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 増田啓人、関 剛斎、窪田崇秀、高梨弘毅
2. 発表標題 Antiferromagnetic coupling and spin Hall effect in Co / Ir-doped Cu / Co layers
3. 学会等名 第66回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Seki, A. Miura, K. Uchida, T. Kubota, K. Takanashi
2. 発表標題 Anomalous Ettingshausen Effect in Ferrimagnetic Co-Gd
3. 学会等名 第66回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Q. Wang, ZC.Wen, T.Seki, K.Takanashi
2. 発表標題 Systematic investigation of anomalous Hall effect in Co2(Fe, Mn)Si Heusler alloy films with various
3. 学会等名 第66回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Takanashi
2. 発表標題 Spin-caloritronics in ordered-alloy thin films
3. 学会等名 Spin Mechanics 6 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 磁性材料、積層体及び積層体の製造方法並びに熱電変換素子及び磁気センサ	発明者 王建、関剛斎、高梨 弘毅	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2021-28690	出願年 2021年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

[ その他 ]

研究室ホームページ  
<http://magmatelab.imr.tohoku.ac.jp/>

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 啓太  (ITO Keita)  (70791763)	東北大学・金属材料研究所・助教    (11301)	
研究分担者	関 剛斎  (SEKI Takeshi)  (40579611)	東北大学・金属材料研究所・准教授    (11301)	
研究分担者	白井 正文  (SHIRAI Masafumi)  (70221306)	東北大学・電気通信研究所・教授    (11301)	
研究分担者	内田 健一  (UCHIDA Ken-ichi)  (50633541)	国立研究開発法人物質・材料研究機構・磁性・スピントロニクス材料研究拠点・グループリーダー    (82108)	

	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
連携研究者	久保 百司  (KUBO Momoji)  (90241538)	東北大学・金属材料研究所・教授    (11301)	

6. 研究組織（つづき）

	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
連携研究者	窪田 崇秀 (KUBOTA Takahide)  (00580341)	東北大学・金属材料研究所・助教  (11301)	2021年12月31日まで参画

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