

令和 4 年 6 月 16 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19H02595

研究課題名(和文) 3次元軌道・スピン分解STMによる強相関トポロジカル絶縁体の原子分解能観察

研究課題名(英文) Atomic scale observations of a strongly correlated topological insulator by spin and orbital resolved STM

研究代表者

宮町 俊生 (Miyamachi, Toshio)

名古屋大学・未来材料・システム研究所・准教授

研究者番号：10437361

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究ではトポロジカル近藤絶縁体候補物質であるYbB12のスピン偏極した表面状態を電子相関の観点からスピン・電子軌道ごとに分解して原子スケールで明らかにすることを目的に、各種STM測定を実施した。大面積で均一な表面作製法を確立したYbB12表面の軌道分解STM観察および、準粒子干渉計測を行い、YbB12に発現した金属表面状態への各電子軌道(s, p軌道およびd, f軌道)の寄与を分離して実空間・波数空間から議論することができた。さらにスピン分解STMによるYbB12表面のスピン状態検出に取り組んだ。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究によって、トポロジカル近藤絶縁体候補物質YbB12の金属表面状態をSTMによりスピン・電子軌道ごとに分解して評価できることが明らかになった。このことは、強相関電子系特有の新奇なトポロジカル量子現象の発現が期待される系においてSTMが新規機能性の発現機構を理解する上で強力な手法であることを示している。本研究によって、強相関トポロジカル絶縁体のみならず、表面数原子層の様々な電子軌道のスピンが物性を担い、かつ将来のデバイス応用が見込まれる系の新しい研究展開が期待できる。

研究成果の概要(英文)： We performed spin and orbital resolved STM measurements for YbB12, which is a promising candidate as a topological Kondo insulator. The purpose of this work was to understand the origin of spin-polarized surface states of YbB12 by STM in terms of electron correlations. We first optimized surface preparation conditions and realized large-area and atomically homogeneous YbB12 surface. Orbital-resolved STM observations on this surface in combination with STM Imaging of quasiparticle interference enable to discuss the roles of s, p, d, f orbitals on the emergence of metallic surface states both from real-space and momentum-space. We further performed spin polarized STM to investigate the spin polarization of YbB12 surface.

研究分野：表面科学, ナノ磁性

キーワード：トポロジカル絶縁体 走査トンネル顕微鏡 近藤効果 スピン

1. 研究開始当初の背景

トポロジカル絶縁体は、高い電子移動度や電場によるスピン制御の観点からスピントロニクス材料として注目を集めてきた。中でも、強い電子相関によって極低温でバンドギャップ中に金属状態が現れる近藤絶縁体 YbB_{12} はトポロジカル近藤絶縁体(TKI)と理論的に予測され、新奇な量子現象の発現が期待されている。近年、 YbB_{12} にはスピン偏極した表面状態が実際に存在し、TKI の有力な候補であることがスピン・角度分解光電子分光測定により実験的に示された。しかし、表面状態の発現に寄与する電子の軌道対称性(電子軌道)や、強い電子相関が表面状態発現に果たす役割については依然多くの点が未解明である。その原因の一つとして、詳細な表面原子構造がわかっておらず、理論との比較が困難である点が挙げられる。そこで、電子軌道(s, p, d, f 軌道)とスピンを分解した表面電子状態観測に原子スケールでの表面構造評価を組み合わせた研究が TKI のさらなる理解に求められている。これまでに研究代表者は、原子分解能で構造と電子・磁気状態の実空間観測が可能なスピン偏極走査トンネル顕微鏡(STM)を主な研究手法として、原子スケールのスピン物性研究を行ってきた (Nature2013, Nat.Comm.2012, NanoLett.2012, PRL2009)。さらに、STM 探針と試料間の距離を精密に制御することにより、試料の電子軌道(s, p, d 軌道)を選択的に観測できること世界で初めて実験的に実証することに成功した(STM の軌道選択性:PRL2016)。この2つの研究手法を組み合わせることにより、 YbB_{12} 表面の電子状態を原子スケールで軌道/スピン分解して議論することが可能になると考えた。

2. 研究の目的

本研究の目的は、TKI 候補物質である YbB_{12} の表面状態を3次元的(面直・面内方向)に軌道・スピン分解してその発現機構を原子スケールで解明し、強相関トポロジカル絶縁体を将来的なデバイス応用に繋げるための基盤研究を行うことである。

3. 研究の方法

(1) 大面積で均一な YbB_{12} 表面作製法の確立

YbB_{12} の表面状態を本質的に理解し、評価手法(ミクロ・マクロ)の違いを越えた融合的研究を推進していくためには大面積で均一な YbB_{12} 表面作製法の確立が必須である。これまでに研究代表者は、別の TKI 候補物質であり、同様の表面の不均一性の問題を抱えていた SmB_6 の大面積化・均一化に世界で初めて成功しており(Sci.Rep.2017)、本研究でも表面作製条件の精密制御により大面積で均一な YbB_{12} 単結晶(001)面の作製に取り組む。本研究によって、表面不均一性の原因と考えられている高温加熱処理に伴う表面原子の脱離を抑制し、大面積で均一な表面を作製するための基礎的な知見を獲得する。

(2) YbB_{12} 表面状態の3次元軌道分解観測

研究代表者が実験的に世界で初めて実証した STM の軌道選択性を利用する。STM 探針が試料表面に近い場合には局在化した電子軌道(d, f 軌道)へのトンネル過程が優勢になり、STM 探針が表面から遠ざかると遍歴的な電子軌道(s, p 軌道)を主に反映した情報が得られることを明らかにしている(PRL2016)。本研究でも STM 探針と試料表面間の距離を精密に制御して、適切な実験手法の欠如からこれまで調べられてこなかった YbB_{12} 表面状態への各電子軌道(s, p, d, f 軌道)の寄与や役割を軌道分解して明らかにする(面直方向)。さらに、面方位制御によって表面原子を異方的に配置し[例:(110)面]、空間的に構造変調させた YbB_{12} の表面状態と近藤状態(強い電子相関)を STM 分光測定により原子スケールで同時検出し、両者の相関を電子軌道分解して明らかにする(面内方向)。

(3) スピン偏極 STM による YbB_{12} 表面状態のスピン・軌道分解観測

高度な測定技術と経験が必要なため、研究代表者を含めて世界で10程度のグループしか測定に成功していないユニークな研究手法であるスピン偏極 STM に、研究代表者が見出した STM の軌道選択性を組み合わせ、強相関トポロジカル絶縁体 YbB_{12} の軌道・スピン分解観測に取り組む。電子軌道だけでなくスピンについても3次元的に分解して表面状態を調べることにより、 YbB_{12} の TKI としての物性を包括的・総合的に理解する。

(4) 準粒子干渉計測による YbB_{12} 表面状態のバンド分散観測

STM を使ったトポロジカル絶縁体の研究に主に用いられている準粒子干渉計測に STM の軌道選択性を組み合わせ、 YbB_{12} 表面状態の軌道分解したバンド分散の計測に取り組む。角度分解光電子分光測定が苦手としていた非占有準位のバンド分散の観察のみならず、強相関トポロジカル絶縁体の表面状態を解明するための新しい知見を得る。

4. 研究成果

(1) 大面積で均一な YbB₁₂ 表面作製法の確立

先行研究では約 1400°C で 10 秒程度試料を加熱して YbB₁₂(001)表面を作製していたが、この試料作製法では Yb 原子の脱離によって不均一表面が現れ、それに伴い、表面電子の空間的乱れが存在することが原子分解能 STM 構造観察および分光測定により明らかになった。そこで、本研究では加熱温度を下げて Yb 原子の脱離を抑制し、さらに加熱時間を延ばして表面の原子拡散を十分に促して YbB₁₂(001)表面の大面積・均一化を試みた。試料加熱温度および加熱時間を変化させながら STM 構造観察を行った結果、加熱温度約 1200°C で 1 時間加熱することにより原子レベルで均一な c(2×2)再配列構造を持つ YbB₁₂(001)表面が数百 nm 程度の領域で観測された (図 2)。STM 分光測定でもスペクトル形状は測定場所に依らずほぼ同一であったことから YbB₁₂(001)単一表面の作製に成功したと結論づけた。

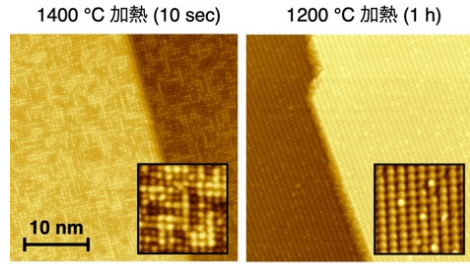


図1：YbB₁₂(001)表面の成長条件依存性

(2) YbB₁₂ 表面状態の 3 次元軌道分解観測

STM 形状像や分光スペクトルが STM 探針-試料表面間の距離に依存して変化する STM の軌道選択性を利用して、大面積で均一な YbB₁₂ 表面の電子軌道分解 STM 測定を行った。まず、STM 探針位置を YbB₁₂(001)表面から遠ざけた状態で s,p 軌道に敏感な STM 分光測定を極低温環境下にて行った。結果、角度分解光電子分光測定による先行研究同様、強い電子相関 (近藤効果) に起因してフェルミ準位近傍にバンドギャップが観測され、バンドギャップ中に金属的な表面状態が新たに観測された。さらに、STM 探針位置の精密制御をして YbB₁₂(001)表面に近づけて d, f 軌道へのトンネル過程が優勢な状態で STM 分光測定を行い、バンドギャップの形状や金属的な表面状態のエネルギー位置が変化することが明らかになった。得られた結果は YbB₁₂ の s,p 軌道を強く反映したトンネル分光スペクトルが、STM 探針位置が表面に近づくにつれて d, f 軌道に敏感なトンネル分光スペクトルに変化したと考えられ、YbB₁₂ 表面状態を電子軌道分解して観測に成功した。また、成長条件の精密制御により、表面原子が [110] 方向に異方的に配置した微傾斜 YbB₁₂(001)面を作製することに成功し、その表面電子状態が原子レベルで強い空間変調を起こすことも確認した。

(3) スピン偏極 STM による YbB₁₂ 表面状態の スピン・軌道分解観測

まず、本研究の事前準備として現在まで最も高い磁気特性を示す永久磁石として各種制御モーターに幅広く利用されている NdFeB 磁石のスピンの偏極 STM 観察を行い、そのスピン偏極表面電子状態および磁壁幅を評価することによって使用する STM 装置の性能チェックを行った。NdFeB 磁石には Dy が微量添加されたナノ結晶粒バルク磁石を用いた。NdFeB 磁石の清浄表面は Ar⁺スパッタリングとその後の加熱処理により作製した。STM による構造観察の結果、Ar⁺スパッタリング後、約 600°C での加熱処理により大面積かつ原子レベルで平坦な表面を作製できることがわかった。また、原子分解能 STM 構造観察および分光測定を行い、本研究で利用した NdFeB 磁石表面には Fe c サイトが存在していることを明らかになった。さらに、スピン偏極 STM 観察によって NdFeB 磁石表面のスピンの偏極表面電子状態および磁壁幅をサブナノスケールの高分解能で評価することに成功した (図 2)。以上の結果より、使用する STM 装置は本研究を遂行するのに十分な性能を有していることを確認することができた。今後、YbB₁₂(001)表面のスピンの偏極 STM 観察を進めていく。

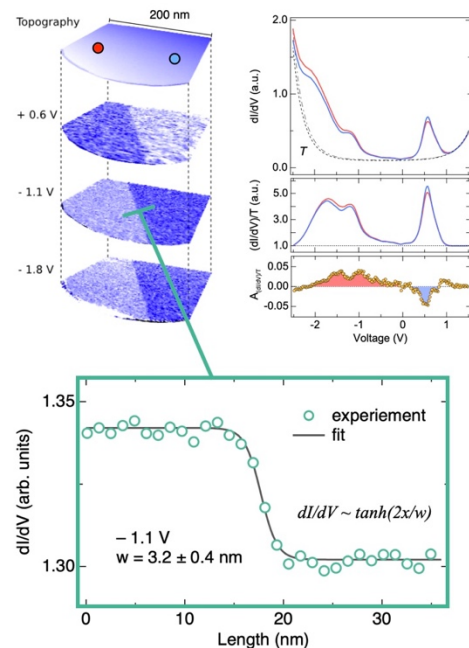


図2：NdFeB磁石のスピンの偏極STM観察

(4) 準粒子干渉計測による YbB_{12} 表面状態のバンド分散観測

より低ノイズ環境での STM 測定を行うことができるよう、STM 装置に高剛性架台およびアクティブ除振システムを導入した (図 3)。この装置改良により STM 探針位置を安定的に制御することが可能になり、探針状態を維持したまま長時間の STM 分光測定が可能になる。 YbB_{12} (001)表面の準粒子干渉計測を行った結果、明瞭なバンド分散は観測されなかった。角度分解光電子分光測定の結果を考慮すると、バンドギャップ中に観測された金属状態はトポロジカルに保護された表面状態であり、後方散乱が抑制された結果、明瞭な準粒子干渉パターンが観測されなかったと解釈できる。

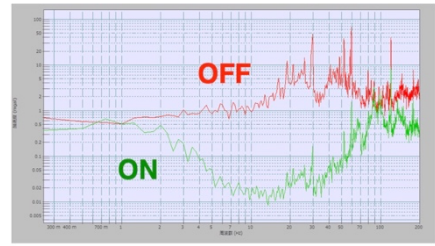


図3：アクティブ除振システム性能評価

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 12件／うち国際共著 2件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 T. Hattori, T. Miyamachi, T. Yokoyama, F. Komori	4. 巻 31
2. 論文標題 Electronic and magnetic properties of the Fe ₂ N monolayer film tuned by substrate symmetry	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Physics: Condensed Matter	6. 最初と最後の頁 255001
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1088/1361-648X/ab0fbc	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. Iwata, T. Miyamachi, E. Minamitani, F. Komori	4. 巻 116
2. 論文標題 Sensing surface lattice strain with Kondo resonance of single Co adatom	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 51604
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1063/1.5142064	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. Ito, M. Saito, T. Miyamachi, F. Komori, T. Koganezawa, M. Mizuguchi, M. Kotsugi	4. 巻 9
2. 論文標題 Fabrication of L1 ₀ -type FeCo ordered structure using a periodic Ni buffer layer	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 AIP Advances	6. 最初と最後の頁 45307
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1063/1.5079982	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 Kaishu Kawaguchi, Toshio Miyamachi, Takushi Iimori, Yuki Takahashi, Takuma Hattori, Toshihiko Yokoyama, Masato Kotsugi, Fumio Komori	4. 巻 4
2. 論文標題 Realizing large out-of-plane magnetic anisotropy in L1(0)-FeNi films grown by nitrogen-surfactant epitaxy on Cu(001)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review Materials	6. 最初と最後の頁 54403
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1103/PhysRevMaterials.4.054403	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 Hitoshi Imamura, Anton Visikovskiy, Ryosuke Uotani, Takashi Kajiwara, Hiroshi Ando, Takushi Iimori, Kota Iwata, Toshio Miyamachi, Kan Nakatsuji, Kazuhiko Mase, Tetsuroh Shirasawa, Fumio Komori, Satoru Tanaka	4. 巻 13
2. 論文標題 Twisted bilayer graphene fabricated by direct bonding in a high vacuum	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Applied Physics Express	6. 最初と最後の頁 75004
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1882-0786/ab99d1	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 Masamichi Yamada, Koichiro Ienaga, Yukio Takahashi, Toshio Miyamachi, Fumio Komori	4. 巻 700
2. 論文標題 Hexagonal iron nitride monolayer on Cu(001): Zigzag-line-in-trough alignment	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Surface Science	6. 最初と最後の頁 121679
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.susc.2020.121679	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. Kawagoe, R. Oka, T. Miyamachi, S. Suga	4. 巻 103
2. 論文標題 Odd spin frustration in Cr(001) films thinner than three nanometers revealed by spin-polarized scanning tunneling microscopy	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 85427
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.103.085427	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 Takuma Hattori, Norikazu Kawamura, Takushi Iimori, Toshio Miyamachi, Fumio Komori	4. 巻 21
2. 論文標題 Subatomic Distortion of Surface Monolayer Lattice Visualized by Moire Pattern	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nano Letters	6. 最初と最後の頁 2406 ~ 2411
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.nanolett.0c04408	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 Koichiro Ienaga, Sunghun Kim, Toshio Miyamachi, Fumio Komori	4. 巻 104
2. 論文標題 Structural and electrical characterization of the monolayer Kondo-lattice compound CePt6/Pt(111)	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 165419
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.104.165419	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. Miyamachi, C. Surgers, W. Wulfhekel	4. 巻 14
2. 論文標題 Resolving the spin polarization and magnetic domain wall width of (Nd,Dy)2Fe14B with spin-polarized scanning tunneling microscopy	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Physics Express	6. 最初と最後の頁 115504
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1882-0786/ac2a56	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 Takushi Iimori, Anton Visikovskiy, Hitoshi Imamura, Toshio Miyamachi, Miho Kitamura, Koji Horiba, Hiroshi Kumigashira, Kazuhiko Mase, Kan Nakatsuji, Satoru Tanaka, Fumio Komori	4. 巻 5
2. 論文標題 Electronic structure of 3°-twisted bilayer graphene on 4H-SiC(0001)	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review Materials	6. 最初と最後の頁 L051001
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevMaterials.5.L051001	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 Kazuyuki Sakamoto, Hirotaka Ishikawa, Takashi Wake, Chie Ishimoto, Jun Fujii, Hendrik Bentmann, Minoru Ohtaka, Kenta Kuroda, Natsu Inoue, Takuma Hattori, Toshio Miyamachi, Fumio Komori, Isamu Yamamoto, Cheng Fan, Peter Kruger, Hiroshi Ota, Fumihiko Matsui, Friedrich Reinert, Jose Avila, Maria C. Asensio	4. 巻 21
2. 論文標題 Spatial Control of Charge Doping in n-Type Topological Insulators	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nano Letters	6. 最初と最後の頁 4415 ~ 4422
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.nanolett.1c01100	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計30件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 8件）

1. 発表者名 宮町俊生, Thomas Gozlinski, Wulf Wulfhekel, 小森文夫
2. 発表標題 水素修飾による窒化銅表面上のCo単一原子のスピン状態変化
3. 学会等名 日本物理学会2019年秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岩田孝太, 宮町俊生, 南谷英美, 小森文夫
2. 発表標題 Cu(001)表面上Co単原子の近藤効果のCu格子の歪みに対する応答のSTM測定
3. 学会等名 日本物理学会2019年秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 飯盛拓嗣, 今村均, 魚谷亮介, 宮町俊生, 中辻寛, 間瀬一彦, 梶原隆司, Visikovskiy Anton, 田中悟, 小森文夫
2. 発表標題 SiC(0001)上のツイストグラフェンの電子状態について
3. 学会等名 日本物理学会2019年秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 服部卓磨, 飯盛拓嗣, 宮町俊生, 小森文夫
2. 発表標題 Cu(001)基板上的窒化コバルト鉄膜の作製と構造評価
3. 学会等名 日本物理学会2019年秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Toshio Miyamachi, Kaishu Kawaguchi, Takushi Iimori, Yuki Takahashi, Takuma Hattori, Toshihiko Yokoyama, Masato Kotsugi, Fumio Komori
2. 発表標題 Magnetic anisotropy of L10-FeNi fabricated by N- surfactant epitaxy
3. 学会等名 19th International Conference on Solid Films and Surfaces (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Hattori, T. Iimori, T. Miyamachi, T. Yokoyama, F. Komori
2. 発表標題 Physical properties of Fe ₂ N monolayers tuned by Cu substrates
3. 学会等名 19th International Conference on Solid Films and Surfaces (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hisaaki Ito, Takuya Miyashita, Takuya Kumagai, Toshio Miyamachi, Fumio Komori, Tomoyuki Koganezawa, Takuo Ohkochi, Masato Kotsugi
2. 発表標題 Study of fabrication method of L10-FeCo
3. 学会等名 19th International Conference on Solid Films and Surfaces (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Miyamachi, S. Nakashima, Y. Takagi, T. Yokoyama, F. Komori
2. 発表標題 Atomic scale surface and interface magnetism of Mn/Fe thin film heterostructures
3. 学会等名 19th International Conference on Solid Films and Surfaces (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takuya Miyashita, Hisaaki Ito, Takuya Kumagai, Tomoyuki Koganezawa, Toshio Miyamachi, Fumio Komori, Masato Kotsugi
2. 発表標題 Fabrication FeNi thin films on Al ₂ O ₃ (0001)
3. 学会等名 19th International Conference on Solid Films and Surfaces (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuki Takahashi, Toshio Miyamachi, Takushi Iimori, Takuma Hattori, Takanori Koitaya, Kohei Yamamoto, Toshihiko Yokoyama, Masato Kotsugi, Fumio Komori
2. 発表標題 Toward fabrication of L10-FeCo thin films using the nitrogen surfactant effect
3. 学会等名 19th International Conference on Solid Films and Surfaces (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮町俊生, 菅滋正, 飯盛拓嗣, Martin Ellguth, Christian Tusche, Claus M. Schneider, 伊賀文俊, 小森文夫
2. 発表標題 SmB ₆ (001)表面の構造安定性と表面電子状態
3. 学会等名 日本物理学会第75回年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 飯盛拓嗣, 今村均, 魚谷亮介, 宮町俊生, 服部琢磨, 中辻寛, 間瀬一彦, 梶原隆司, Visikovskiy Anton, 田中悟, 小森文夫
2. 発表標題 SiC(0001)上のツイストグラフェンの電子状態について II
3. 学会等名 日本物理学会第75回年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 服部卓磨, 飯盛拓嗣, 河村紀一, 宮町俊生, 小森文夫
2. 発表標題 走査トンネル顕微鏡によるCu(111)基板上における三角格子窒化鉄膜のひずみ観察
3. 学会等名 日本物理学会第75回年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮町俊生, 菅滋正, 飯盛拓嗣, 伊賀文俊, 小森文夫
2. 発表標題 構造制御されたSmB6(001)表面の金属的な電子状態
3. 学会等名 日本物理学会2020年秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 飯盛拓嗣, 今村均, 魚谷亮介, 宮町俊生, 服部琢磨, 中辻寛, 北村未歩, 堀場弘司, 間瀬一彦, 梶原隆司, Visikovskiy Anton, 田中悟, 小森文夫
2. 発表標題 SiC(0001)上のツイストグラフェンの電子状態のツイスト角度依存性
3. 学会等名 日本物理学会2020年秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮町俊生, 高橋優樹, 飯盛拓嗣, 服部卓磨, 山本航平, 小坂谷貴典, 横山利彦, 小嗣真人, 小森文夫
2. 発表標題 窒素サーファクタント効果により作製したFeCo合金超薄膜の構造と磁気状態
3. 学会等名 日本物理学会第76回年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮町俊生
2. 発表標題 スピン偏極 STM と放射光 X 線磁気円二色性測定による 磁性超薄膜ヘテロ構造の原子スケール表面・界面磁性研究
3. 学会等名 Nanospec2021 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 川越毅, 宮町俊生, 菅滋正
2. 発表標題 3nm厚のCr(001)薄膜で観測された特異なスピンプラストレーション
3. 学会等名 日本物理学会 2021年秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 家永紘一郎, 金聖憲, 宮町俊生, 小森文夫
2. 発表標題 走査トンネル顕微分光を用いた2次元近藤格子CePt6/Pt(111)の電子状態観測
3. 学会等名 日本物理学会 2021年秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 飯盛拓嗣, 今村均, 宮町俊生, 服部琢磨, 中辻寛, 北村未歩, 堀場弘司, 間瀬一彦, Visikovskiy Anton, 田中悟, 小森文夫
2. 発表標題 大面積数度ツイストグラフェンの電子状態
3. 学会等名 日本物理学会 2021年秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 家永紘一郎, 金聖憲, 宮町俊生, 小森文夫
2. 発表標題 単層近藤格子CePt ₂ /Pt(111)の構造と電子状態
3. 学会等名 日本物理学会 2021年秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 家永紘一郎, 金聖憲, 宮町俊生, 加藤弘一, 小森文夫
2. 発表標題 Pt(111)上のCePt ₂ 単原子層の成長と電子状態
3. 学会等名 日本物理学会 第77回年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 飯盛拓嗣, 今村均, 宮町俊生, 中辻寛, 北村未歩, 堀場弘司, 間瀬一彦, Visikovskiy Anton, 田中悟, 小森文夫
2. 発表標題 SiC基板上の1度以下のツイスト2層グラフェンの電子状態
3. 学会等名 日本物理学会 第77回年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 宮町俊生, Wulf Wulfhekel
2. 発表標題 スピン偏極STMによるNdFeB磁石の磁壁幅の実空間・高分解能観察
3. 学会等名 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 小野広喜, 梅田佳孝, 山本航平, 石山修, 横山利彦, 水口将輝, 宮町俊生
2. 発表標題 CoPc/ γ -Fe ₄ N 有機-無機ハイブリッド薄膜の界面磁気状態
3. 学会等名 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 梅田佳孝, 小野広喜, 山本航平, 石山修, 横山利彦, 水口将輝, 宮町俊生
2. 発表標題 窒素サーファクタント効果により作製した L10-FeCo 規則合金薄膜の界面磁気結合状態の制御
3. 学会等名 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 Hiroyuki Fukuda, Toshio Miyamachi, Masaki Mizuguchi
2. 発表標題 Anomalous Nernst effect in Co/Au/Fe trilayer thin films
3. 学会等名 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 Takuya Tsujimoto, Toshio Miyamachi, Masaki Mizuguchi
2. 発表標題 Anomalous Nernst and Hall effects in Ge-doped Co thin films
3. 学会等名 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 Toshio Miyamachi, Wulf Wulfhekel
2. 発表標題 Resolving the spin polarization and magnetic domain wall width of (Nd, Dy) ₂ Fe ₁₄ B with spin-polarized scanning tunneling microscopy
3. 学会等名 ICMaSS2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Toshio Miyamachi
2. 発表標題 Challenges in the application of spin-polarized STM to materials science
3. 学会等名 The 29th International Colloquium on Scanning Probe Microscopy (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	小森 文夫 (Komori Fumio) (60170388)	東京工業大学・物質理工学院・研究員 (12608)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関		
ドイツ	Karlsruhe Institute of Technology		