

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 6 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20H00347

研究課題名（和文）オペランド（外場印加）スピン角度分解光電子分光によるトポロジカル相転移の研究

研究課題名（英文）Study of Topological Phase Transitions Using Operando Spin- and Angle-Resolved Photoelectron Spectroscopy

研究代表者

奥田 太一（Okuda, Taichi）

広島大学・放射光科学研究センター・教授

研究者番号：80313120

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 35,300,000円

研究成果の概要（和文）：スピン・角度分解光電子分光を外場（温度、圧力、電場など）を印加しながら行い、トポロジカル相転移等を解明することを目指した。試料ホルダーとマニピュレータの改造により試料に圧力・電場勾配などを生じさせ、ミラー等で励起光を微小に絞り、試料上の位置を変化させることで、効率よく外場変化による電子状態変化を観測できる、顕微スピンARPESシステムを完成させた。これを用いて、圧力や温度変化によるトポロジカル物質の電子状態変化や、キラル物質に電流を流すとスピン偏極電流が生じるCISS効果の検証などを行った。その結果、圧力印加による電子状態変化や、キラル物質からの螺旋状の光電子分布等、新たな物理現象を発見した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、圧力や温度によるトポロジカル相転移や電流によるCISS効果などの解明をするため、オペランド顕微スピン角度分解光電子分光装置を開発した。トポロジカル物質の研究は物性物理において主要な研究分野であるとともに、オペランド分光や顕微分光は光電子分光業界で急速にニーズが高まっていることから、本研究で得られた成果やノウハウは当該分野の発展に寄与することが予想される。また、現在スピントロニクスなどの次世代デバイス開発研究が精力的に行われているが、開発した装置は共同利用施設であるHiSORに設置され、国内外のユーザーが利用可能であり、スピントロニクス材料等の研究に広く貢献することが期待できる。

研究成果の概要（英文）：We performed spin- and angle-resolved photoelectron spectroscopy while applying external fields (pressure, electric fields, etc.) to study topological phase transitions and related phenomena. By modifying the sample holder and manipulator to create pressure or electric field gradients etc. on the sample, and focusing the excitation light to a small spot using mirrors or lens, we developed the micro-spin ARPES system that enables to efficiently observe electronic states change caused by the external fields. Using this system, we investigated the changes in electronic states of topological materials due to pressure and temperature variations, as well as the Chiral Induced Spin Selectivity effect, which generates spin-polarized current when an electric current passes through chiral materials. As a result, we discovered new physical phenomena, including changes in electronic states of topological materials caused by pressure and a spiral photoelectron pattern from chiral materials.

研究分野：固体物理、表面物理、光電子分光、放射光

キーワード：スピン分解光電子分光 トポロジカル相転移 キラリティ誘起スピン選択（CISS）効果 オペランド電子分光 放射光・レーザー スピントロニクス

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。

1. 研究開始当初の背景

トポロジカル絶縁体などのスピン偏極電子状態はスピンを利用したスピントロニクスデバイスへの応用が期待され、その発見以来現在まで精力的に研究が行われている。これまでに多くのトポロジカル物質（トポロジカル絶縁体、トポロジカル結晶絶縁体、ワイルセミメタル等）が理論的に予言され、実験的にその実在がさまざまな物質において確認されており、現在も物質探索が広く行われている。しかしながら実際のデバイス応用に不可欠な、外場（例えば温度、圧力、電場、磁場など）によるその電子状態の変化や応答については、これまであまり多くの研究例はなかった。特に外場によるトポロジカル相転移（トポロジカルに自明の状態から非自明な状態への相転移（またはその逆））は理論的に予想されていたが、実験的検証はほとんど行われていなかった。

2. 研究の目的

上記のような背景のもと、本研究では、我々の保有する高効率・高分解能スピン・角度分解光電子分光装置とオペランド測定を組み合わせ、トポロジカル物質の電子状態の外場による変化を観測し、トポロジカル相転移やトポロジカル電子状態の変化を実験的に解明することを目的として研究を行なった。

3. 研究の方法

我々の保有するスピン・角度分解光電子分光装置は世界的に見ても高効率・高分解能の装置であり、国内では唯一の放射光を用いたスピン・角度分解光電子分光装置である。しかしながらスピン・角度分解光電子分光法は原理的に測定効率が悪いという問題があるため、様々な条件下での電子状態を効率よく観測するための工夫が必要となる。そこで、本研究では試料に温度勾配、圧力勾配、電場勾配などを生じさせ、測定に用いる励起光（放射光、レーザー）を微小に絞り、試料上の位置を変化させて測定することで、効率よく外場の変化による電子状態の変化を観測することを計画した。

微小ビームの実現にはキャピラリー型の回転楕円ミラーを導入した（図1）。このミラーは高い透過効率（80%程度）を維持しながら10倍程度の縮小倍率を達成することができる。さらに、放射光実験ホールに併設されたレーザーを用いたスピン分解光電子分光実験装置に集光レンズを導入し、こちらでもビームの微小化を行った。

続いて試料に外場を印加するため、圧力印加、電場印加が可能な特殊な試料ホルダーの作成と、マニピュレータの改造を行った。圧力印加ホルダーでは試料中心部が最も引っ張り（もしくは圧縮）圧力が高く、中心から離れるに従って圧力が小さくなる。従って上述の微小ビーム位置を試料上で変化させることにより、異なる条件での試料を効率よく観測することが可能となる。また試料位置を精度良く変化させることも重要になるため、精密なXYZステージを導入しステップモーターで0.1ミクロン以下の精度で制御することで、顕微測定も可能とした。

以上のような装置の改造・整備を行った後、 Bi_2Se_3 などの典型的なトポロジカル絶縁体や、温度や圧力でトポロジカル相転移が生じることが予想されている TlBiSe_2 、 TlBiS_2 の、圧力や温度による電子状態変化の観測を行った。さらにキラリティを持つ結晶に電流を流すとスピン無偏極な電子が偏極する、キラリティ誘起スピン選択効果（chirality induced spin selectivity: CISS 効果）の検証を NbSi_2 や TaSi_2 について電流を印加しながら行った。

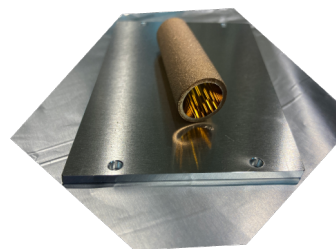


図1 キャピラリーミラー

4. 研究成果

ビームの微小化については、放射光ビームラインにおいて、これまでの $4\text{mm}\times 1\text{mm}$ 程度の大きなビームを $400\mu\text{m}\times 100\mu\text{m}$ のビームに集光することができた。またレーザーを用いたシステムにおいては、直径 $5\mu\text{m}$ 程度の微小ビームを実現した。この微小ビームと高精度マニピュレータにより顕微光電子分光、さらには顕微スピン分解光電子分光測定が実現できた（図2）（T. Iwata et al., Sci. Rep.14, 127 (2024).）。これらの装置を用いて微小なドメイン構造を持つ反強磁性体の電子状態を明らかにするなど（R. Yamamoto et al. in preparation）の成果も得られた。また放射光ビームラインにおいても集光されたビームを用いてこれまでよりも効率よくトポロジカル物質などの電子状態観測が可能となり共同利用研究も実施した。

続いて圧力印加可能な試料ホルダーを3種類考案して、集光ビームとこれらの試料ホルダーを用いて圧力印加実験を行った（図3）。その結果、圧力による電子状態の変化（エネルギーシフ

トなど)は観測されたが、残念ながら再現性が思わしくなく、はっきりとしたトポロジカル相転移はこれまでのところ観測されていない。この圧力の再現性が十分でないという問題は、ピエゾなどを用いた新たな圧力印加試料ホルダーの開発が今後必要となると考えている。

また CISS 効果については明瞭なスピン偏極が観測されなかった。さまざまなキラル物質 (DNA, 誘起キラル分子, NbSi_2 , TaSi_2 など) の観測を試みたが、電子輸送測定では明瞭なスピン

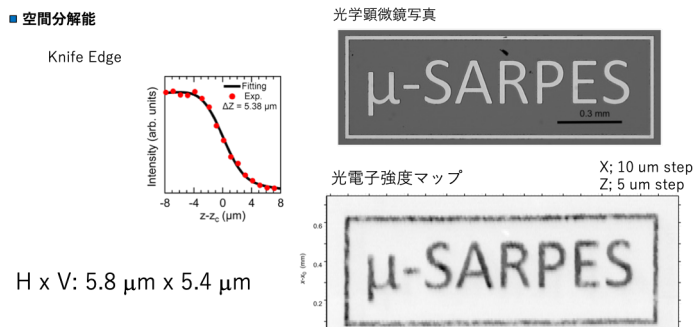


図2 レーザーで観測した顕微光電子イメージ

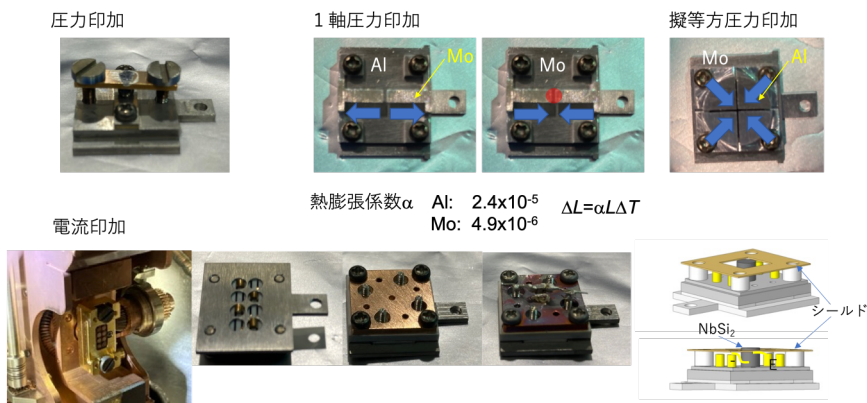


図3 開発した圧力印加ホルダーや電場印加ホルダーとマニピュレータ

シグナルが観測されているのに対し、なぜか光電子測定では明瞭なスピンが観測できない。本質的にスピン偏極度が極端に小さい可能性が考えられるが、今後更なる検証が必要である。一方で NbSi_2 と TaSi_2 については、光電子の角度分布に螺旋上の分布が現れることが観測された (図4)。この螺旋パターンはキラリティに依存しており、第一原理計算との比較などから表面に由来する光電子に起因していることが明らかとなった (C. Zhang et al. Phys. Rev. B 108, 235164 (2023))。

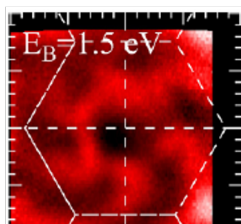


図4 NbSi_2 で観測された螺旋光電子パターン

以上のように、本研究により圧力、電場などを印加したオペランド・スピン・角度分解光電子分光実験が実現した。また微小ビームを用いたドメイン選択的な観測も可能となった。本研究で開発した装置は広島大学放射光科学研究所にて全国共同利用されており、国内外のユーザーも利用できることから今後大いに活用されることが期待される。トポロジカル相転移や CISS 効果の研究については現在も進行中であり、更なる実験条件や測定手法の改良により引き続き成果を上げていけるものと考えている。

5. 主な発表論文等

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

1. 著者名 Cheng Zhang, Tatsuya Shishidou, Ryoga Amano, Koji Miyamoto, Taisei Sayo, Chiho Shimada, Yusuke Kousaka, Michael Weinert, Yoshihiko Togawa, Taichi Okuda	4. 巻 108
2. 論文標題 Spiral band structure hidden in the bulk chiral crystal NbSi ₂	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 235164
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1103/PhysRevB.108.235164	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 Hideaki Iwasawa, Kazuki Sumida, Shigeyuki Ishida, Patrick Le Fevre, Francois Bertran, Yoshiyuki Yoshida, Hiroshi Eisaki, Andres F Santander-Syro, Taichi Okuda	4. 巻 13
2. 論文標題 Exploring spin-polarization in Bi-based high-Tc cuprates	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 13451
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-023-40145-1	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 Takuma Iwata, T Kousa, Y Nishioka, K Ohwada, K Sumida, E Annese, M Kakoki, Kenta Kuroda, H Iwasawa, M Arita, S Kumar, A Kimura, K Miyamoto, T Okuda	4. 巻 14
2. 論文標題 Laser-based angle-resolved photoemission spectroscopy with micrometer spatial resolution and detection of three-dimensional spin vector	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 127
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-023-47719-z	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 B Geldiyev, M Unzelmann, P Eck, T Kisslinger, J Schusser, T Figgemeier, P Kagerer, N Tezak, M Krivenkov, A Varykhalov, A Fedorov, L Nicolai, J Minar, K Miyamoto, T Okuda, K Shimada, D Di Sante, G Sangiovanni, L Hammer, MA Schneider, H Bentmann, F Reinert	4. 巻 108
2. 論文標題 Strongly anisotropic spin and orbital Rashba effect at a tellurium-noble metal interface	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 L121107
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1103/PhysRevB.108.L121107	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 Marcel Holtmann, Peter Kruger, Koji Miyamoto, Taichi Okuda, Kenya Shimada, and Markus Donath	4. 巻 107
2. 論文標題 Surface electronic structure of Re(0001): A spin-resolved photoemission study	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 165420 - 1 - 9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.107.165420	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 Shi-Long Wu, Koichiro Yaji, Yuichi Ota, Ayumi Harasawa, Shik Shin, Takehito Imai, Koji Miyamoto, Masanori Nagao, Satoshi Watauchi, Isao Tanaka, Xiaoping Ma, Huaixin Yang, Yongqing Cai, Lin Zhao, Xingjiang Zhou, and Taichi Okuda	4. 巻 106
2. 論文標題 Systematic study of electronic states of Ln(0,F)BiS2 by spin- and angle-resolved photoemission spectroscopy	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 104511-1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.106.104511	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 Marcel Holtmann, Peter Kruger, Koji Miyamoto, Taichi Okuda, Pascal J. Grenz, Shiv Kumar, Kenya Shimada, and Markus Donath	4. 巻 105
2. 論文標題 Distinct Tamm and Shockley surface states on Re(0001) mixed by spin-orbit interaction	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 L241412-1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.105.L241412	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 Takehito Imai, Jiahua Chen, Kazuki Kato, Kenta Kuroda, Teruo Matsuda, Akio Kimura, Koji Miyamoto, Sergey V. Eremin, and Taichi Okuda	4. 巻 102
2. 論文標題 Experimental verification of temperature induced topological phase transition on TlBiS2 and TlBiSe2	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 125151
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.102.125151	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 4件/うち国際学会 15件)

1. 発表者名 C. Zhang, K. Miyamoto, T. Shishidou, R. Amano, T. Sayo, C. Shimada, Y. Kousaka, M. Weinert, Y. Togawa, and T. Okuda
2. 発表標題 Spiral electronic structure of chiral crystal NbSi ₂
3. 学会等名 第36回日本放射光学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Cheng Zhang, Koji Miyamoto, Tatsuya Shishidou, Ryoga Amano, Taisei Sayo, Chiho Shimada, Yusuke Kousaka, Michael Weinert, Yoshihiko Togawa, and Taichi Okuda
2. 発表標題 Spiral Band Structure Hidden in the bulk Chiral Crystal NbSi ₂
3. 学会等名 The 19th International Conference on Chiroptical Spectroscopy (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 C. Zhang, T. Shishidou, R. Amano, K. Miyamoto ¹ , T. Sayo, C. Shimada, Y. Kousaka, M. Weinert, Y. Togawa, and T. Okuda
2. 発表標題 Spiral Band Structure Hidden in the bulk Chiral Crystal NbSi ₂
3. 学会等名 The 3rd Advanced Materials Research Grand Meeting and the 24th International Union of Materials Research Societies-International Conference in Asia (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 國友香里, 角田一樹A, 宮本幸治, Cheng Zhang, 桜庭裕弥, 奥田太一
2. 発表標題 垂直磁気異方性を示すRh(001)基板上のFeCo薄膜のスピン偏極電子状態
3. 学会等名 日本物理学会春季大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 L. Konermann, H. Abe, K. Sumida, K. Miyamoto, T. Okuda, M. Imamura, K. Takahashi, A. Takayama
2. 発表標題 Electronic Properties of (Bi,Pb)/Ge(111) Studied by Spin-Resolved ARPES
3. 学会等名 日本物理学会春季大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 國友香里, 宮本幸治, Cheng Zhang, 桜庭裕弥, 奥田太一
2. 発表標題 スピン角度分解光電子分光による酸素終端FeCo薄膜のスピン電子状態の観測
3. 学会等名 日本物理学会年次大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 岩田拓万, 白石海人, 中西楓恋, 森田雄晴, 西岡幸美, 高佐永遠, 大和田清貴, Munisa Nurmat, 山神光平, 木村昭夫, 宮本幸治, 奥田太一, 高津浩, 黒田健太
2. 発表標題 軟X線角度分解光電子分光とSHG顕微鏡を用いたデラフォサイト型酸化物の電子状態の研究
3. 学会等名 日本物理学会年次大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 岩田 拓万、白石 海人、中西 楓恋、森田 雄晴、西岡 幸美、高佐 永遠、大和田 清貴、Munisa Nurmat、山神 光平、木村 昭夫、宮本 幸治、奥田 太一、高津 浩、黒田 健太
2. 発表標題 軟X線角度分解光電子分光を用いた反強磁性体PdCrO ₂ における電子状態の研究
3. 学会等名 日本放射光学会
4. 発表年 2024年

1 . 発表者名 T. Asano, K. Sumida, K. Kunitomo, T. Okuda, and K. Miyamoto
2 . 発表標題 Preparation of Pt Thin Film on MgO (001) and Observation of Its Electronic Structure
3 . 学会等名 28th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation (国際学会)
4 . 発表年 2024年

1 . 発表者名 R. Yamamoto, K. Sumida, K. Miyamoto, and T. Okuda
2 . 発表標題 Attempt to Control the Anisotropy of Topological Surface States
3 . 学会等名 28th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation (国際学会)
4 . 発表年 2024年

1 . 発表者名 K. Kunitomo, K. Sumida, K. Miyamoto, C. Zhang, Y. Sakuraba, and T. Okuda
2 . 発表標題 Spin-polarized electronic states of FeCo thin film on Rh(001) substrate
3 . 学会等名 28th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation (国際学会)
4 . 発表年 2024年

1 . 発表者名 K. Sumida, K. Kunitomo, M. Kakoki, K. A. Kokh, O. E. Tereshchenko, J. Reimann, J. Gudde, U. Hofer, K. Miyamoto, T. Okuda and A. Kimura
2 . 発表標題 Ultrafast Spin-Dependent Dynamics in a Carrier-Tuned Topological Insulator
3 . 学会等名 28th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation (国際学会)
4 . 発表年 2024年

1 . 発表者名 Towa Kousa, T. Iwata, S. Kumar, A. Kimura, K. Miyamoto, T. Okuda and K. Kuroda
2 . 発表標題 Demonstration of phase-resolved spin-ARPES on topological surface states in Bi ₂ Te ₃
3 . 学会等名 28th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation (国際学会)
4 . 発表年 2024年

1 . 発表者名 Takuma Iwata, T. Kousa, Y. Nishioka, K. Ohwada, K. Sumida, E. Annese, M. Kakoki, K. Kuroda, H. Iwasawa, M. Arita, S. Kumar, A. Kimura, Miyamoto and T. Okuda
2 . 発表標題 Performance of laser-based SARPES with micrometer spatial and vector spin resolution at HiSOR
3 . 学会等名 28th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation (国際学会)
4 . 発表年 2024年

1 . 発表者名 Rikako Yamamoto, T. Motoyama, T. Iwata, T. Kosa, Y. Nishioka, K. Ideura, M. Arita, S. Ideta, K. Shimada, K. Miyamoto, T. Okuda, A. Kimura, T. Onimaru, and Kenta Kuroda
2 . 発表標題 Direct Observation of Spin-split Electronic Structures in Antiferromagnet NdBi by Laser-based SARPES
3 . 学会等名 28th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation (国際学会)
4 . 発表年 2024年

1 . 発表者名 奥田太一
2 . 発表標題 次世代スピン分解光電子分光測定に向けたHiSORでのR&Dの現状
3 . 学会等名 ナノテラスARPESシンポジウム(ナノ集光で拓くサイエンスの新展開)
4 . 発表年 2023年

1. 発表者名 Taichi Okuda
2. 発表標題 Peculiar spin texture of Bi(110) observed by ESPRESSO machine
3. 学会等名 Seminar ISMO, Universite Paris-Saclay
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Taichi Okuda
2. 発表標題 Spin- and Angle-resolved photoelectron spectroscopy and its application for chiral material
3. 学会等名 SKCM2 2023 Winter School
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Takuma Iwata, Kousa Towa, Yukimi Nishioka, Ohwada Kiyotaka, Hideaki Iwasawa, Masashi Arita, Akio Kimura, Kenta Kuroda, Koji Miyamoto, Taichi Okuda
2. 発表標題 Development of the laser based μ -SARPES machine at HiSOR
3. 学会等名 American Physical Society March meeting (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Karen Nakanishi, Kiyotaka Ohwada, Kenta Kuroda, Kazuki Sumida, Hitoshi Sato, Koji Miyamoto, Taichi Okuda, Shinji Isogami, Keisuke Masuda, Yuya Sakuraba, Akio Kimura
2. 発表標題 Band structure of ferromagnetic Fe4N thin-film revealed by spin- and angle- resolved photoelectron spectroscopy
3. 学会等名 American Physical Society March meeting (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名	C. Zhang, K. Miyamoto, T. Shishidou, R. Amano, T. Sayo, C. Shimada, Y. Kousaka, M. Weinert, Y. Togawa, and T. Okuda
2. 発表標題	Spiral electronic structure of chiral crystal NbSi ₂
3. 学会等名	American Physical Society March meeting (国際学会)
4. 発表年	2023年

1. 発表者名	ZHANG Cheng ,天野凌我, 宮本幸治, 獅子堂達也, 佐用大晴, 島田千穂, 高阪勇輔, WEINERT T. Michael , 戸川欣彦, 奥田太一
2. 発表標題	角度分解光電子分光によるカイラル結晶のヘリシティの可視化
3. 学会等名	日本放射光学会年会
4. 発表年	2023年

1. 発表者名	宮本幸治, 天野凌我, Chen Zhang, 戸川欣彦, 獅子堂達也, 奥田太一
2. 発表標題	カイラル構造を持つNbSi ₂ の電子構造
3. 学会等名	日本物理学会分科会
4. 発表年	2022年

1. 発表者名	C. Zhang, K. Miyamoto, T. Shishidou, R. Amano, T. Sayo, C. Shimada, Y. Kousaka, M. I. Weinert, Y. Togawa, T. Okuda
2. 発表標題	Spiral band structure hidden in the bulk chiral crystal NbSi ₂
3. 学会等名	27th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation (国際学会)
4. 発表年	2023年

1. 発表者名 K. Kunitomo, K. Miyamoto, T. Okuda
2. 発表標題 Investigation of Perpendicular Anisotropy in FeCo Alloy Films Covered with Oxygen for Development of Multi Spin Detecting Target
3. 学会等名 27th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 奥田太一
2. 発表標題 次世代スピン分解光電子分光測定に向けたHiSORでのR&Dの現状ーナノテラスにおけるナノスピンARPESへの期待
3. 学会等名 ナノテラスARPESシンポジウム「ナノ集光ビームで拓くサイエンスの新展開」(招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Taichi Okuda
2. 発表標題 Spin-resolved photoemission and its future prospect
3. 学会等名 6th QST International Symposium, Innovation in Science and Technology from “NanoTerasu” (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 奥田太一
2. 発表標題 キラリティ誘起スピン選択のスピン分解光電子分光による観測の試み
3. 学会等名 第26回HiSOR研究会 ~生体分子の構造機能研究におけるキララル分光の新しい可能性~ (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Taichi Okuda
2. 発表標題 Development of micro-focus spin-resolved photoemission spectrometer in VUV-SX region
3. 学会等名 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (Pacifichem 2021) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 今井健人、加藤和貴、松田旭央、Jiahua Chen、宮本幸治、木村昭夫、奥田太一
2. 発表標題 TlBiS2およびTlBiSe2における温度誘起トポロジカル相転移の光電子分光による研究
3. 学会等名 日本放射光学会
4. 発表年 2020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

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	Munster University	Wurzburg University		
フランス	SOLEIL	Universite Paris-Saclay		
中国	中国科学院	南方科学技術大学	中国・電子科技大	
イスラエル	Weizmann Institute of Science			