

令和 6 年 5 月 16 日現在

機関番号：34419

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K05304

研究課題名（和文）トリプレット超伝導電流におけるスピン偏極率の電気伝導測定

研究課題名（英文）Experimental estimation of spin polarisation in triplet supercurrent

研究代表者

大西 紘平（Ohnishi, Kohei）

近畿大学・理工学部・准教授

研究者番号：30722293

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：超伝導体中におけるスピン偏極超伝導電流は、スピントロニクス省エネルギー性と量子力学的特性を最大限に引き出すものである。この超伝導スピン流は、近年、磁化状態を制御した強磁性体と超伝導体の界面において生成されるトリプレットクーパー対を用いることで実現されつつあるものの、未だスピン偏極した状態である直接的な証拠は見つかっていなかった。本研究では、そのスピン偏極超伝導電流の超伝導体中での緩和過程を明らかにすることで、スピン偏極率を定量的に測定可能とするものである。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の成果は、トリプレット超伝導電流を複合ナノ構造中において制御する手法を提案する。未だ微細加工技術に限られたトリプレット超伝導体に代わり、従来の超伝導体を用いてスピン偏極超伝導電流の制御を実現することは、超伝導スピン流のスピンデバイス応用への道を大きく切り拓くものである。また、超伝導電流中のスピン偏極率測定への足掛かりを形成するものであり、将来的な超伝導スピン流のモデル化を可能とし、超伝導スピントロニクスを大きく発展させると期待される。

研究成果の概要（英文）：Spin-polarized superconducting currents in superconductors maximize the energy-saving and quantum mechanical properties of spintronics. Although this superconducting spin current has recently been realized using triplet Cooper pairs generated at the interface between a ferromagnet and a superconductor with controlled magnetization, direct evidence of a spin-polarized state has not yet been found. In this study, we have clarified the relaxation process of the spin-polarized superconducting current in the superconductor, which enables us to quantitatively measure the spin polarization.

研究分野：超伝導スピントロニクス

キーワード：スピン流 超伝導 スピン偏極準粒子 スピンバルブ測定

1. 研究開始当初の背景

電子は、電荷のみならず、スピンという自由度をもつ。スピントロニクスでは、そのスピン角運動量の流れであるスピン流の伝導特性を調べることで、新奇物性の観測や新機能デバイスの実現を行われてきた。そのようなスピン流の研究が、非磁性金属、半導体、絶縁体に加え、超伝導体にも舞台を広げつつあった。

超伝導体中のスピン流は、拡散スピン流と超伝導スピン流に分類される。拡散スピン流は、電気化学ポテンシャルの勾配による準粒子の流れであり、拡散方程式によって記述される。一方、超伝導スピン流は、超伝導体の量子力学的物理量である位相の勾配によって記述されるトリプレットクーパー対 (Triplet Cooper pair: TCP) の流れである。そのため、超伝導スピン流は、コヒーレントな状態 (量子状態) が維持されるならば、無散逸のスピン流を実現し、量子力学的な干渉効果からの新奇機能性も期待できる。

TCP は、 UPt_3 や Sr_2RuO_4 といった一部のトリプレット超伝導体においてのみ、NMR の測定などから示唆されていた一方で、最新の研究成果では、Al や Nb といった従来型の超伝導体と強磁性体からなる複合ナノ構造においても、不均一な磁化状態や強いスピン軌道相互作用により、シングレットクーパー対から TCP が生成されることが報告されていた。これは、未だ微細加工技術が限られたトリプレット超伝導体に代わり、従来の超伝導体を用いることで、超伝導スピン流のスピンデバイス応用への道を大きく切り拓くものと考えられる。しかしながら、これらの報告において、実際に生成された TCP がスピン偏極しているか否か、すなわち、スピン 1 の状態が実現されているか否かは未だ確認されていないかった。

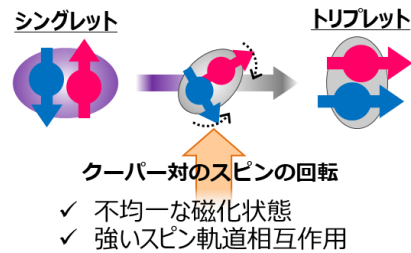


図 1: スピン偏極超伝導電流の形成

2. 研究の目的

上述の背景を踏まえ、シングレット超伝導体と強磁性体の複合ナノ構造における TCP のスピン偏極率を、電気伝導により測定することを目的とする。そのために、まず、先行研究で報告されていたものとは異なる面内の複合ナノ構造を用いて TCP を生成できることを示す。その後、スピン流測定の一般的な方法であるスピバルブ測定を応用することにより、新奇の複合ナノ構造中に生成された TCP を検出し、スピン偏極率の定量的見積もりを目指す。

3. 研究の方法

スピントロニクスにおいて、スピン偏極率の測定方法として、スピバルブ測定がよく知られている。これは、2つの強磁性体をスピン流の注入および検出端子として用い、それらの磁化の相対角度に依存する電圧からスピン偏極率を評価する方法である。しかし、TCP に対するスピバルブ測定には、(i) TCP の生成と磁化の平行・反平行状態の制御を同時には実現できない (ii) 超伝導スピン流には検出可能な電気化学ポテンシャルの勾配 (差) が存在しない といった問題点があった。

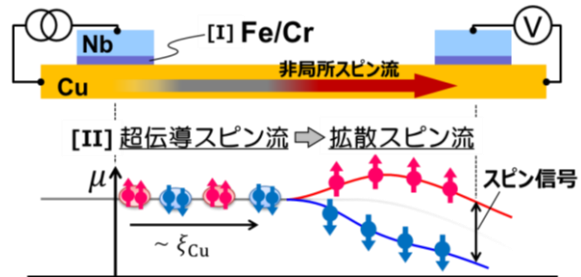


図 2: 本研究で検討した方法

そこで本研究では、[I] スピン注入および検出端子に先行研究でおもに用いられていた螺旋磁化構造ではなく、Fe/Cr 二層構造を用いること [II] 超伝導スピン流から拡散スピン流へ変換したのちにスピバルブ測定を行うこと で上記の問題を解決する。とくに [II] について、超伝導スピン流を近接効果下にある非磁性常伝導体に注入したのちに、コヒーレンス長以上流すことで、原理的に拡散スピン流への変換を促す。それにより、通常のスピン流と同様に、スピバルブ測定が可能となると考えた。

4. 研究成果

研究を遂行した結果、当初の目的から派生したものを含め、以下のような代表的な成果を得た。

(1) 上述の通り TCP は、コヒーレンス長以上ではスピン偏極準粒子へ変換され、超伝導体内を流れると考えられる。このスピン偏極準粒子は拡散的な準粒子流として流れ、サブミクロンまたは数ミクロンの長さのスケールで徐々にクーパー対に変換される。ここで、Nb に代表される従来型の s 波超伝導体では、クーパー対はアップスピンとダウンスピンの電子の対で構成されているため、スピン偏極準粒子流が超伝導電流に変換されるまでには、スピン偏極していない準粒子よりも長い時間がかかると予想される。まだ当時に、スピン偏極状態はスピン流が有効磁

場として作用するため、超伝導特性に影響を与える可能性も考えられる。しかしながら、これまで、スピン偏極準粒子の超伝導体中での緩和過程に着目した実験的研究はなされていなかった。そこで、まず、スピン偏極準粒子の緩和過程を定量的に評価可能とすることを目指し、実験を行った。

図3に本実験に用いた素子構造の走査電子顕微鏡像と模式図を示す。本構造では、準粒子流の注入と検出端子間の距離に対する非局所抵抗の変化を評価可能としている。非局所抵抗は検出端子における準粒子流の大きさに比例することが知られているため、超伝導体中の緩和長を評価可能である。さらに、図3に示す2つの構造を比較することで、注入および検出端子以外の接合の影響を調べることも可能となっている。

本構造で実験を行った結果、非局所抵抗は、転移温度付近でピーク値を取ることが確認された。このピーク値の注入-検出端子間距離依存性を示したものが、図4である。とくに図4は、図3(a)の構造における測定結果であり、実際に理論式によるフィッティングを行った結果、準粒子の緩和長として300 nm との結果が得られた。また、注入端子部における接合抵抗がフィッティングの結果の切片の値とほぼ一致しており、見積もりが適当であることが示唆された。さらに、図3(b)の構造を用いた測定から見積もられた緩和長は、上記の値とは大きく異なっていた。このことから、接合部の影響によって実効的な準粒子緩和長が影響を受けることが明らかとなった。

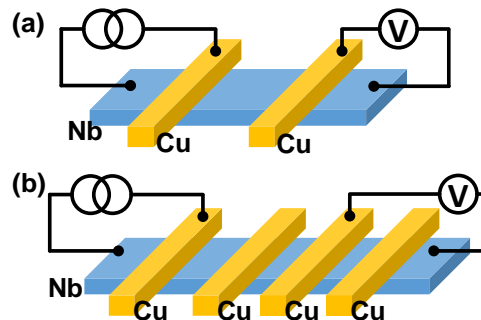


図3: 複数接合の影響を調べる素子構造。(a) 準粒子流の注入・検出端子のみの2接合構造と(b)多接合構造。

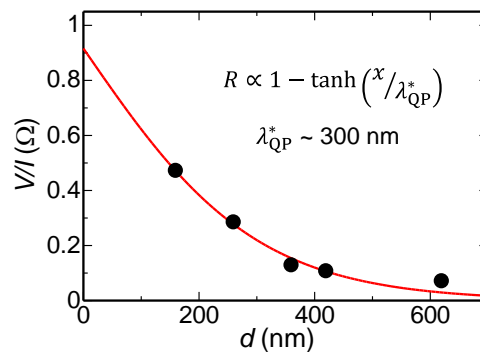


図4: 非局所信号の端子間距離依存性

(2) 準粒子流チャンネルにおける接合面積がその緩和過程に強い影響を与えることが明らかになったため、次に、その接合部の状態による影響を調べた。同じ拡散流であるスピン流を用い、面内スピバルブ構造に吸収層を追加した構造(図5)で実験を行った。

面内スピバルブ構造は、2つの強磁性ワイヤが非磁性ストリップで橋渡しされた構造であり、様々な端子配置での測定が可能であることから、拡散流の輸送特性を調べるために理想的なプラットフォームとなり得る。とくに、非局所スピン注入および検出は、電流による信号を排除できるため、非磁性ストリップ中の拡散スピン流を正確に検出可能である。本実験では、図5に示すように、拡散流のチャンネルとなる非磁性ストリップの上部に吸収層を接合させた。一般に、接合された吸収層が非磁性体に比べて強いスピン緩和を持つ場合、チャンネル内の拡散スピン流は著しく影響を受けることが知られている。本実験では、吸収層に超伝導体を用いた場合、および、強磁性体を用いた場合の影響を、転移温度前後および磁化状態の観点から詳細に調べることで、吸収層の材料のみならず、その界面状態の影響を調べた。

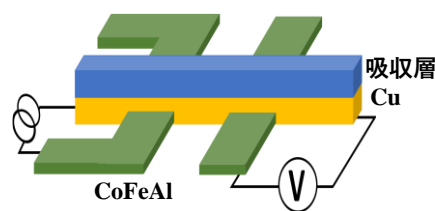


図5: 拡散流のチャンネル部に吸収層を接合した面内スピバルブ構造。

実験の結果、吸収層に超伝導体を用いた場合、超伝導転移温度以下においては、非磁性体中のスピン流の緩和が抑制された。これは、先行研究におけるスピン吸収効果の抑制によるものと考えられる。一方、その緩和の変化量を評価したところ、先行研究から期待される変化量からは大きな乖離があった。これにより、チャンネル層と吸収層の接合面の状態がチャンネル層中の拡散流の緩和に強く影響を与えることが確かめられた。次に、強磁性体を吸収層に用いた場合、拡散流の緩和は強磁性体の磁化方向に依存することがわかった。これは、スピン偏極準粒子の緩和においても、吸収層に異方性をもたせることで、そのスピン偏極方向との相対角度による緩和過程の制御が可能であることを示唆している。

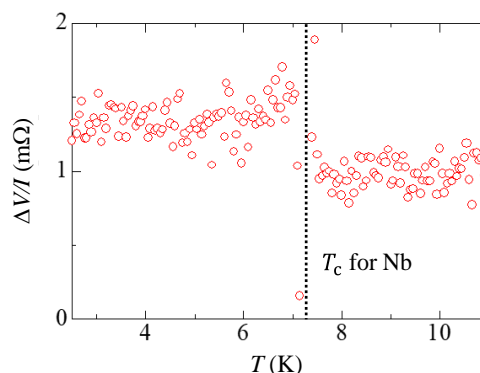


図6: 吸収層に超伝導体 Nb を用いた場合の非局所抵抗の温度依存性。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 3件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Obinata Sora, Ohnishi Kohei, Kimura Takashi	4. 巻 118
2. 論文標題 Significant suppression of galvanomagnetic signal under dynamical spin injection in CoFeB/Pt bilayer	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 152401 ~ 152401
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0046601	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 Kamruzzaman Md, Hu Shaojie, Ohnishi Kohei, Kimura Takashi	4. 巻 14
2. 論文標題 Temperature profile of nanospintronic device analyzed by spin-dependent Seebeck effect	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Physics Express	6. 最初と最後の頁 073004 ~ 073004
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1882-0786/ac0b05	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 Jin Mi-Jin, Um Doo-Seung, Ohnishi Kohei, Komori Sachio, Stelmashenko Nadia, Choe Daeseong, Yoo Jung-Woo, Robinson Jason W. A.	4. 巻 21
2. 論文標題 Pure Spin Currents Driven by Colossal Spin-Orbit Coupling on Two-Dimensional Surface Conducting SrTiO ₃	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nano Letters	6. 最初と最後の頁 6511 ~ 6517
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.nanolett.1c01607	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 Hu Shaojie, Cui Xiaomin, Yue Zengji, Wang Pangpang, Guo Lei, Ohnishi Kohei, Wang Xiaolin, Kimura Takashi	4. 巻 9
2. 論文標題 The positive exchange bias property with hopping switching behavior in van der Waals magnet FeGeTe	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 2D Materials	6. 最初と最後の頁 015037 ~ 015037
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/2053-1583/ac456f	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 Kamruzzaman Md, Hu Shaojie, Ohnishi Kohei, Kimura Takashi	4. 巻 -
2. 論文標題 Experimental Evaluation of 3D Heat Flow Using Magneto Thermoelectric Effects in a Ferromagnetic Nanowire	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 physica status solidi (RRL) ? Rapid Research Letters	6. 最初と最後の頁 2100608 ~ 2100608
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/pssr.202100608	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 Iwahori T., Mizokami K., Matsuda R., Ohnishi K., Kimura T.	4. 巻 58
2. 論文標題 Relaxation Process of Spin-Polarized Quasiparticles in a Superconducting Nb Wire	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Magnetism	6. 最初と最後の頁 1 ~ 4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TMAG.2021.3083059	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 Obinata S., Iimori R., Ohnishi K., Kimura T.	4. 巻 58
2. 論文標題 Quantitative Evaluation of Heating Effect on Dynamical Spin Injection Using CoFeB/Pt/CoFeB Trilayered Film	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Magnetism	6. 最初と最後の頁 1 ~ 4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TMAG.2021.3087797	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 Ariki Taisei, Nomura Tatsuya, Ohnishi Kohei, Kimura Takashi	4. 巻 55
2. 論文標題 Effective modulation of spin accumulation using a ferromagnetic/nonmagnetic bilayer spin channel	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Physics D: Applied Physics	6. 最初と最後の頁 095302 ~ 095302
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6463/ac34aa	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 Obinata Sora, Imori Riku, Ohnishi Kohei, Kimura Takashi	4. 巻 12
2. 論文標題 Influence of heat flow control on dynamical spin injection in CoFeB/Pt/CoFeB trilayer	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-022-06784-6	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 Komori Sachio, Devine-Stoneman James M., Ohnishi Kohei, Yang Guang, Devizorova Zhanna, Mironov Sergey, Montiel Xavier, Olde Olthof Linde A. B., Cohen Lesley F., Kurebayashi Hidekazu, Blamire Mark G., Buzdin Alexandre I., Robinson Jason W. A.	4. 巻 7
2. 論文標題 Spin-orbit coupling suppression and singlet-state blocking of spin-triplet Cooper pairs	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Science Advances	6. 最初と最後の頁 eabe0128
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/sciadv.abe0128	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29件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 10件)

1. 発表者名 Yamada Kazumasa, K. Inoue, Md Kamruzzaman, S. Hu, K. Ohnishi, and T. Kimura
2. 発表標題 Three-dimensional heat analysis using magneto-thermoelectric effects in a ferromagnetic nanowire
3. 学会等名 24th International Colloquium on Magnetic Films and Surfaces (ICMFS-2022) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Sora Obinata, Riku Imori, Kohei Ohnishi, and Takashi Kimura
2. 発表標題 Influence of FMR Heating on Dynamical Spin Injection in CoFeB/Pt/CoFeB Trilayer
3. 学会等名 24th International Colloquium on Magnetic Films and Surfaces (ICMFS-2022) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Hiroto Hitotsukabuto, Riku Imori, Sora Obinata, Kohei Ohnishi, and Takashi Kimura
2. 発表標題 Electric field influence of spin conductivity in CoFeB/Pt/PMN-PT multi-phase structure
3. 学会等名 24th International Colloquium on Magnetic Films and Surfaces (ICMFS-2022) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Shaojie Hu, Xiaomin Cui, Zengji Yue, Pangpang Wang, Lei Guo, Kohei Ohnishi, Xiaolin Wang, and Takashi Kimura
2. 発表標題 The positive exchange bias property with hopping switching behavior in van der Waals magnet FeGeTe
3. 学会等名 24th International Colloquium on Magnetic Films and Surfaces (ICMFS-2022) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yuichiro Kurokawa, Masakazu Wakae, Masayuki Memita, Uraku Kamihoki, Masahiro Fujimoto, Satoshi Sumi, Hiroyuki Awano, Kohei Ohnishi, and Hiromi Yuasa
2. 発表標題 Current-induced domain wall motion in ferrimagnetic Gd-Fe wire
3. 学会等名 24th International Colloquium on Magnetic Films and Surfaces (ICMFS-2022) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Kohei Mizokami, Kazumasa Yamada, Taisei Ariki, Daiki Ito, Kohei Ohnishi, and Takashi Kimura
2. 発表標題 Spincurrent transports in bilayer spin channels
3. 学会等名 24th International Colloquium on Magnetic Films and Surfaces (ICMFS-2022) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Mi-Jin Jin, Doo-Seung Um, Kohei Ohnishi, Sachio Komori, Nadia Stelmashenko, Daeseong Choe, Jung-Woo Yoo, and Jason W.A. Robinson
2. 発表標題 Strong spin orbit coupling driven pure spin current at defect dominant 2-dimensional conducting SrTiO ₃ surface
3. 学会等名 24th International Colloquium on Magnetic Films and Surfaces (ICMFS-2022) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 大日方初良, 飯森陸, 大西紘平, 木村崇
2. 発表標題 強磁性共鳴発熱効果により誘引される動的熱スピン注入の定量的評価
3. 学会等名 日本磁気学会 第46回学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 一兜博人, 飯森陸, 大日方初良, 大西紘平, 山田和正, 木村崇
2. 発表標題 PMN-PT基板を用いたPt/CoFeB二層膜系スピンダイナミクスの電界制御
3. 学会等名 日本磁気学会 第46回学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 岩堀拓真, 入倉大輔, 神本晋作, 溝上航平, 大西紘平, 木村崇
2. 発表標題 Nb/Cuオーミック接合における超伝導準粒子吸収効果
3. 学会等名 日本物理学会 2022年秋季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 加藤遼馬, 古賀陸生, 志賀雅巨, 大日方初良, 飯盛陸, 大西紘平, 木村崇, 河江達也
2. 発表標題 低温で水素吸蔵したPdHx薄膜の電気抵抗測定
3. 学会等名 日本物理学会 2022年秋季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 大西紘平
2. 発表標題 スピンドYNAMIXSを基軸にした界面マルチフェロイク構造の評価
3. 学会等名 CREST「革新材料開発」領域会議
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 神本晋作, 飯森陸, 大日方初良, 大西紘平, 木村崇
2. 発表標題 Ag/Bi 界面におけるラシュバ・エデルシュタイン効果の電氣的測定の試み
3. 学会等名 日本物理学会 第128回九州支部例会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 小谷悠太, 井上建吾, 一兜博人, 胡少杰, 大西紘平, 山田和正, 木村崇
2. 発表標題 マルチフェロイク構造と磁気熱電効果を用いた強誘電体基板の熱伝導率の測定
3. 学会等名 日本物理学会 第128回九州支部例会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 吉田展一朗, 加藤遼馬, 古賀陸生, 飯森陸, 大日方初良, 大西紘平, 木村崇, 河江達也
2. 発表標題 低温水素吸蔵を利用したPd薄膜の電気抵抗測定
3. 学会等名 日本物理学会 第128回九州支部例会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 加藤遼馬, 古賀陸生, 吉田展一朗, 飯森陸, 大日方初良, 大西紘平, 木村崇, 河江達也
2. 発表標題 低温水素吸蔵を用いたPdHxの超伝導転移の研究
3. 学会等名 日本物理学会 第128回九州支部例会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 入倉大輔, 岩堀拓真, 大西紘平, 木村崇
2. 発表標題 PMN-PT 基板を用いた超伝導 Nb 細線における準粒子緩和過程の電界制御
3. 学会等名 日本物理学会 第128回九州支部例会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 大西紘平
2. 発表標題 超伝導/常伝導体界面によるスピン流制御
3. 学会等名 第70回 応用物理学会 春季学術講演会(招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 加藤遼馬, 古賀陸生, 吉田展一朗, 志賀雅巨, 飯森陸, 大日方初良, 大西紘平, 木村崇, 河江達也
2. 発表標題 低温水素吸蔵で作製したPdHx超伝導体の電気抵抗・磁化測定
3. 学会等名 日本物理学会 2023年春季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 T. Iwahori, K. Mizokami, R. Matsuda, K. Ohnishi, and T. Kimura T. Iwahori, K. Mizokami, R. Matsuda, K. Ohnishi, and T. Kimura
2. 発表標題 Relaxation Process of Spin-Polarized Quasiparticles in a Superconducting Nb Wire
3. 学会等名 IEEE International Magnetism 2021 (Intermag21) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大西紘平
2. 発表標題 超伝導体 / 常伝導体二層膜におけるスピン流
3. 学会等名 第1回「超伝導真空」領域推進研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 K. Ohnishi, and T. Kimura
2. 発表標題 Non-local spin transport in superconductor / ferromagnet hybrid lateral structures
3. 学会等名 7th International Conference on Superconductivity and Magnetism (ICSM2021) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大西紘平
2. 発表標題 超伝導体 / 常伝導体構造におけるスピン流
3. 学会等名 CSRNスピン若手交流会 第1回セミナー
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 溝上航平, 岩堀拓真, 胡少杰, 大西紘平, 木村崇
2. 発表標題 Nb/Cu二層構造におけるスピン流の輸送特性
3. 学会等名 日本物理学会 第127回九州支部例会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 井上建吾, 溝上航平, 胡少杰, 山田和正, 大西紘平, 木村崇
2. 発表標題 遷移磁性金属細線における横ゼーベック効果の検出
3. 学会等名 日本物理学会 第127回九州支部例会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shaojie Hu, Shinya Yamada, Po-Chun Chang, Kohei Ohnishi, Kohei Hamaya, Wen-Chin Lin, and Takashi Kimura
2. 発表標題 Electric-field control of magnetization process in Co ₂ FeSi/BaTiO ₃ multiferroic hybrid
3. 学会等名 Materials Research Meeting (MRM) 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大日方初良, 飯森陸, 公田悠樹, 榎本浩克, 大西紘平, 木村崇
2. 発表標題 電流磁気効果の抑制による動的スピン注入の詳細機構の解明
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 一兜博人, 飯森陸, 大日方初良, 大西紘平, 木村崇
2. 発表標題 ビエゾ効果を用いたスピンホール角の電界変調の試み
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 大西紘平, 岩堀拓真, 木村崇
2. 発表標題 Nb系超電導細線における電荷およびスピン不均衡状態の観測
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

〔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
---------	---------