

令和 5 年 5 月 22 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19H00652

研究課題名（和文）トポロジカル端状態の量子コヒーレンス

研究課題名（英文）Quantum Coherence in Topological Edge States

研究代表者

勝本 信吾（Katsumoto, Shingo）

東京大学・物性研究所・教授

研究者番号：10185829

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 34,100,000円

研究成果の概要（和文）：典型的トポロジカル端状態である量子ホール端状態，更にそのスピンの相関効果により偏極した量子ホール強磁性体において，高い量子コヒーレンスとスピンの制御性，検出容易性，などを用いて，端状態量子スピントロニクスを展開した．スピン偏極端状態電子を「飛行量子ビット」として扱い，スピン状態の初期化，ブロッホ球内での天頂角，方位角の制御，すなわちユニタリー変換を，軌道形状を制御することで自在に行えることを示した．これを使ったマッハ-ツェンダー干渉計を用いて，干渉経路を接近させ，一つのみ使用することで電磁雑音を無力化し，mmオーダーに迫る極めて長いコヒーレンス長を実現した．

研究成果の学術的意義や社会的意義

量子コンピュータ実現技術において，固体量子ビットの優位性は，集積可能性，サイズの縮小可能性にある．単一電子の電子スピンは最も小さい量子ビットを構成できる可能性を持っている．本研究では，トポロジカル端状態を伝播する電子のスピンが，経路の空間形状制御によってユニタリー変換可能なこと，極めて長い距離にわたって量子コヒーレンスを保ち得ることを示し，「飛行量子ビット」としての応用に極めて有望であることを示すことができた．学術的には，量子デコヒーレンスを生じる理由が，重ね合わせ状態のそれぞれに異なる擾乱が加わるためであることを立証できた点が重要な成果と考える．

研究成果の概要（英文）：We have developed topological edge-state quantum spintronics using high quantum coherence, spin controllability, and detectability in quantum Hall ferromagnets, in which the electron spins are polarized due to the correlation effects. Spin-polarized edge-state electrons are treated as "flying qubits," and it is shown that the spin state can be initialized and then the zenith and azimuth angles in the Bloch sphere can be controlled, i.e., unitary transformations can be performed freely by controlling the orbital geometry. By constructing a Mach-Zehnder interferometer with this technique, we have achieved extremely long coherence lengths approaching the order of millimeters by keeping the interference paths close together and using only one edge to cancel out the effect of electromagnetic noise.

研究分野：量子物性物理学，低温物理学，スピントロニクス

キーワード：トポロジカル端状態 スピン量子ビット 量子ホール強磁性体 量子スピントロニクス 量子コヒーレンス

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

(1) トポロジカル状態がその境界に持つ「端状態」は、対称性その他に起因する保存則により高い量子コヒーレンスの保持が期待される。実際、量子ホール端状態では、他の系と比較すると高いコヒーレンスがあることが実験的に報告され、これを量子ビームとして使用する実験も多く報告されてきた。

(2) 一方、量子スピンホール状態であるトポロジカル絶縁体においては、時間反転対称性によりやはり状態が保護されているはずであるが、実際には量子性が確認できるのは、極低温かつ微小な試料においてであり、他のメゾスコピック系と比較してもコヒーレンスが高いとは言えない状況であった。

2. 研究の目的

この研究の目的は2つあった。

(1) 端状態の理想的なケースとしての量子ホール端状態を使用して、端状態の電子に対して量子ゲート操作を施し、これを検出できるかどうか、また、その量子コヒーレンス性を限定しているものは何か、どこまでコヒーレンス性を高めることができるか、などを、軌道や端状態の選別ゲートなどを用いて実験し、明らかにすること。可能であれば、量子情報処理への応用可能性についても評価する。

(2) トポロジカル絶縁体における端状態に対して、繰り返し構造を用いることで、伝導度測定では確定できなかった量子コヒーレンスについての情報を得る。また、繰り返し構造によるバンドエンジニアリングによるトポロジカル絶縁体生成の検討をする。

3. 研究の方法

(1) 理想端状態としての量子ホール端状態の扱いにおいては、相関効果によりスピン偏極が生じている量子ホール強磁性体を使用する。これらは、極めて近い位置に互いにスピン反転した端状態が並走しており、トポロジカル絶縁体のヘリカル端状態と類似状況にある。軌道角運動量を発生させるために経路の「折り曲げ」を導入。極小干渉計も構成でき、コヒーレンスを測定できる。

(2) トポロジカル絶縁体として、 MoS_2 の $1T'$ 表面準安定相をレーザー照射により空間構造を持って生成し、繰り返し構造として量子コヒーレンスを調べる。また、 InAs/GaSb 系でゲート電圧を用いてトポロジカル状態を作り出すと同時に、端状態の生成については、直接伝導で調べるのではなく、静電容量などを通して量子ホール効果で使用された技術を用いて調べる。

4. 研究成果

(1) 新しいトポロジカル端状態候補

希薄磁性半導体 $(\text{In,Fe})\text{As}$ に Nb 電極を接触することで、強磁性体の中を $1\mu\text{m}$ の長距離にわたって近接効果超伝導が生じることを見出した [1]。この時、超伝導電流は接触領域の端に強く局在しており (図 1)、端状態が生じていることが示唆された。また、 $(\text{In,Fe})\text{As}$ はハーフメタル強磁性体で、スピン偏極率 100% と考えられることから、到達距離の長さ合わせて、この近接効果超伝導は、スピン三重項超伝導であると結論された。スピン三重項超伝導状態で端に局在している状態は、トポロジカル超伝導を生じさせるための有力な候補である。 $(\text{In,Fe})\text{As}$ にバックゲートを設けてキャリアを調整することで実現可能と期待される。

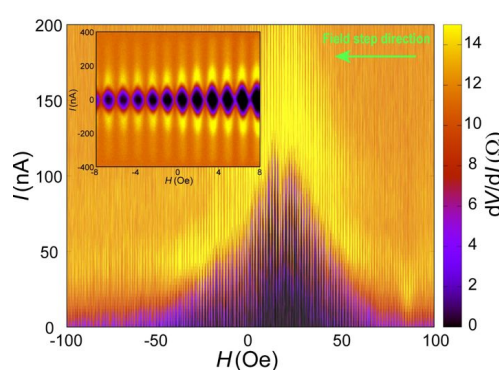


図 1 $(\text{In,Fe})\text{As}$ -Nb 接合の超伝導電流の磁場による振動。電流の局在を示す。 [1]

MoS_2 の表面にレーザー照射によって $1T'$ 準安定相を作ると、室温でも伝導度が量子化することを見出した [2]。極めてコヒーレンスの高い端状態の形成が期待された。ただ、酸化による劣化が激しく、それ以上に進めることは困難であった。

$\text{GaSb}/\text{InAs}/\text{GaSb}$ 系の 2 次元電子-正孔系を分子線エピタキシーにより形成し、キャパシタを形成して静電容量を測定して端状態の形成を確認した。より正確な情報を得るためには、リークを抑えるキャパシタの構造形成が必要である。

(2) 量子ホール端状態を用いたスピン量子ビットの形成

上記トポロジカル絶縁体を用いる実験は、コロナ禍により他研究機関での試料処理などが困難になり、進捗に遅れを生じた。そこで、研究のプランを B に切り替え、理想的な端状態としての量子ホール端状態の研究に集中することにした。

研究の方法(2)に沿って、スピン偏極量子ホール端状態を発生し、反転スピンをもつ隣接端状態を微細加工ショットキーゲートを用いて分離統合する技術を確立した。

これを用いて、一旦スピン状態を分離して up に初期化し、down 軌道と並走を回復する点に 90° のコーナーを設けて、局所角運動量を発生させ、down 軌道に一部をトンネルさせることでスピンの天頂角を回し、並走時の運動量位相によって方位角を回すことを試みた。トンネル点を出口に設けて再度スピン分離することで、方位角依存の電流分配率を得た。経路のゲート電圧によって運動量位相差を変化させ、図 2 のようなモデル計算と定性的に一致するスピン歳差運動を検出することができた。以上は、この端状態上を伝播する電子を「飛行量子ビット」として、ゲート電圧で調整可能な経路形状を使ってユニタリー変換が可能であることを示している[3]。

このような量子ホール強磁性体を使ったスピン回転実験は、様々な手法を用いて行われてきたが、ここに示した我々の手法が最も簡単で明瞭な結果が得られている。

このユニタリー変換を完全に自在に行うため、図 3 左図にあるように、更に鋭角のコーナーを用意した。このデバイスでは、コーナーを端状態の結合点と別に取り、天頂角回転をより正確に測定すると同時に、中央ゲート電圧の制御により広範囲の回転を可能にした。結果、ゲート電圧により $0 \sim \pi/2$ の天頂角回転が可能になり、方位角回転と合わせてプロホ球をカバーするユニタリー変換が可能になった。すなわち、ハーフミラーのビームスプリッタを形成することができた[4]。

このような量子ホール端状態のハーフミラービームスプリッタは、これまで、量子ポイントコンタクト(QPC)を用いて作られてきた。この場合は量子回路のサイズが大きくならざるを得ず、そのためかコヒーレンス長も非常に長いとは言えなかった。また、スピン偏極端状態を使うものは、磁性体の楕形電極を使い、回転角も大変小さかった。この実験では、50%という完全なハーフミラーが得られ、かつ量子回路も極めてコンパクトで干渉経路の構成自由度も高い。そこで、Mach-Zehnder (MZ)干渉計を構成し、干渉効果を調べたところ、図 3(a)のように 70%程度の大きな可視度を得、更に温度依存性から $600 \mu\text{m}$ を超える非常に長いコヒーレンス長が得られた。この系においては干渉パス間の距離が極めて近く、デコヒーレンスを引き起こす電磁ノイズが経路間で異なる擾乱を与えることが困難であることが理由として挙げられる。

<引用文献>

1. T. Nakamura, Y Hashimoto, S Ohya, M Tanaka, S Katsumoto, Phys. Rev. Lett. **122**, 107001 (2019).
2. H. Mine et al., Phys. Rev. Lett. **123**, 146803 (2019).
3. T. Shimizu, T. Nakamura, Y. Hashimoto, A. Endo, S. Katsumoto, Phys. Rev. B **102**, 235302 (2020).
4. T. Shimizu, J. Ohe, A. Endo, T. Nakamura, S. Katsumoto, Phys. Rev. Applied **19**, 034085 (2023).

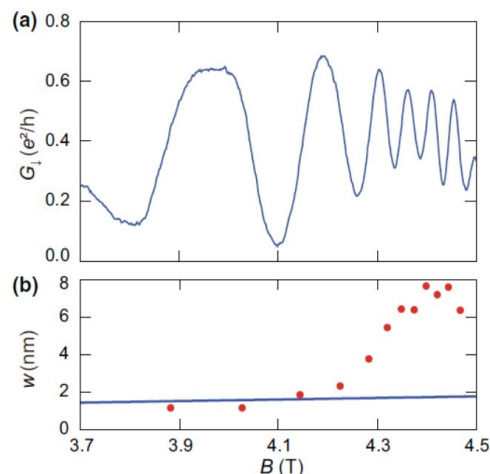
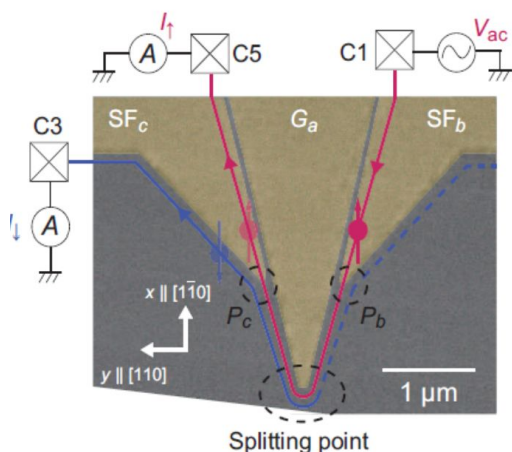


図 3 左：ビームスプリッタ試料の電顕写真．右：(a) MZ 干渉計の量子干渉振動．(b) 振動から計算した端状態間距離．[4]

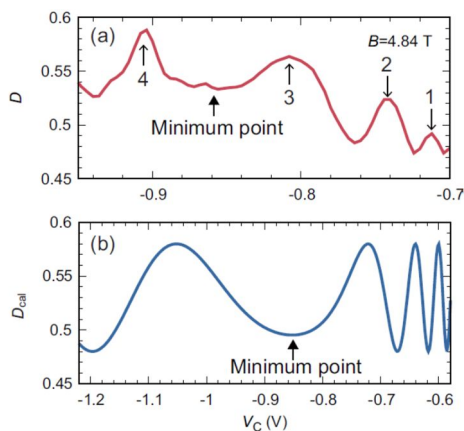


図 2 (a) 90° コーナーを通過したスピン偏極電子のコーナーゲート電圧に対する電流分配率に生じるスピン歳差運動．(b)モデル計算．

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 0件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Endo Akira, Katsumoto Shingo, Iye Yasuhiro	4. 巻 103
2. 論文標題 Commensurability oscillations in the Hall resistance of unidirectional lateral superlattices	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 235303 (1-8)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.103.235303	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 Shimizu Takase, Hashisaka Masayuki, Bohuslavskyi Heorhii, Akiho Takafumi, Kumada Norio, Katsumoto Shingo, Muraki Koji	4. 巻 92
2. 論文標題 Homemade-HEMT-based transimpedance amplifier for high-resolution shot-noise measurements	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Review of Scientific Instruments	6. 最初と最後の頁 124712 ~ 124712
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0076196	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 Shimizu Takase, Nakamura Taketomo, Hashimoto Yoshiaki, Endo Akira, Katsumoto Shingo	4. 巻 102
2. 論文標題 Gate-controlled unitary operation on flying spin qubits in quantum Hall edge states	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 1 ~ 8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.102.235302	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 Nagamine Y., Sato J., Qian Y., Inoue T., Nakamura T., Maruyama S., Katsumoto S., Haruyama J.	4. 巻 117
2. 論文標題 Optoelectronic properties of laser-beam-patterned few-layer lateral MoS ₂ Schottky junctions	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 043101 ~ 043101
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0015471	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 Katsuragawa Naoki, Nishizawa Mizuki, Nakamura Taketomo, Inoue Taiki, Pakdel Sahar, Maruyama Shigeo, Katsumoto Shingo, Palacios Juan Jose, Haruyama Junji	4. 巻 1
2. 論文標題 Room-temperature quantum spin Hall phase in laser-patterned few-layer 1T - MoS2	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Communications Materials	6. 最初と最後の頁 1~6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s43246-020-00050-w	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 Nakamura Taketomo, Hashimoto Yoshiaki, Ke Tong, Katsumoto Shingo	4. 巻 256
2. 論文標題 Spin Filtering Magnetoresistance in Double Well Resonant Structures	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 physica status solidi (b)	6. 最初と最後の頁 1800560 ~ 1800560
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/pssb.201800560	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 Kobayashi T., Mine H., Tokuda T., Hashimoto Y., Katsumoto S., Haruyama J.	4. 巻 115
2. 論文標題 Edge-derived magnetisms in very thin non-doped Bi2Te3 nanomesh	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 093101 ~ 093101
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5100024	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 Nakamura Taketomo, Anh Le Duc, Hashimoto Yoshiaki, Ohya Shinobu, Tanaka Masaaki, Katsumoto Shingo	4. 巻 122
2. 論文標題 Evidence for Spin-Triplet Electron Pairing in the Proximity-Induced Superconducting State of an Fe-Doped InAs Semiconductor	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 1~5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.122.107001	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 Mine H., Kobayashi A., Nakamura T., Inoue T., Pakdel S., Marian D., Gonzalez-Marin E., Maruyama S., Katsumoto S., Fortunelli A., Palacios J.-J., Haruyama J.	4. 巻 123
2. 論文標題 Laser-Beam-Patterned Topological Insulating States on Thin Semiconducting MoS ₂	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 1~5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.123.146803	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 Ohtsuki Takumi, Tian Zhaoming, Endo Akira, Halim Mario, Katsumoto Shingo, Kohama Yoshimitsu, Kindo Koichi, Lippmaa Mikk, Nakatsuji Satoru	4. 巻 116
2. 論文標題 Strain-induced spontaneous Hall effect in an epitaxial thin film of a Luttinger semimetal	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Sciences	6. 最初と最後の頁 8803 ~ 8808
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.1819489116	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 Endo Akira, Fujita Kazuhiro, Katsumoto Shingo, Iye Yasuhiro	4. 巻 3
2. 論文標題 Spatial distribution of thermoelectric voltages in a Hall-bar shaped two-dimensional electron system under a magnetic field	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Physics Communications	6. 最初と最後の頁 055005 ~ 055005
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/2399-6528/ab1add	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 春山 純志、勝本 信吾、中村 壮智	4. 巻 74
2. 論文標題 微量微粒子修飾がもたらすグラフェンのトポロジカル絶縁体転移	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本物理学会誌	6. 最初と最後の頁 839 ~ 844
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11316/butsuri.74.12_839	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35件(うち招待講演 1件/うち国際学会 17件)

1. 発表者名 中村壮智, 橋本義昭, 勝本信吾
2. 発表標題 超伝導近接効果によるInAs二次元電子系の電気伝導度の変化
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 遠藤彰, 勝本信吾, 家泰弘
2. 発表標題 1次元平面超格子における熱起電力整合性磁気振動の異方性: ホール抵抗整合性振動振幅との関係
3. 学会等名 日本物理学会2022年年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Taketomo Nakamura, Yoshiaki Hashimoto, Shingo Katsumoto
2. 発表標題 Resistance enhancement of InAs 2D electron gas near the superconductor
3. 学会等名 Joint Conference: EP2DS-24/MSS-20 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Akira Endo, Shingo Katsumoto, Yasuhiro Iye
2. 発表標題 Detection of the heating of a two-dimensional electron gas by the third harmonics of the resistance
3. 学会等名 Joint Conference: EP2DS-24/MSS-20 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takase Shimizu, Masayuki Hashisaka, Heorhii Bohuslavskiy, Takafumi Akiho, Norio Kumada, Shingo Katsumoto, Koji Muraki
2. 発表標題 High-Precision Noise Cross-Correlation Measurement Using Homemade-HEMT-Based Transimpedance Amplifiers
3. 学会等名 Joint Conference: EP2DS-24/MSS-20 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T. Shimizu, T. Nakamura, A. Endo, J. Ohe, S. Katsumoto
2. 発表標題 An Electronic Half-mirror on Quantum Hall Copropagating Spin-split Edge Channels
3. 学会等名 ISNTT2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 浜本あや、遠藤 彰、勝本 信吾、石黒 亮輔
2. 発表標題 Ti 電極によって MoS ₂ 界面に誘起された界面状態の面内輸送特性と超伝導
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 清水貴勢, 橋坂昌幸, 秋保貴史, 勝本信吾, 村木康二
2. 発表標題 自家製HEMTを用いた雑音相互相関測定用電流アンプ
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 鬼崎誠, 橋本義昭, 中村壮智, 勝本信吾
2. 発表標題 トップゲート付き超伝導体/InAs二次元電子ガス/超伝導体接合の輸送特性
3. 学会等名 日本物理学会2021年年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 橋本義昭, 鬼崎誠, 遠藤彰, 中村壮智, 勝本信吾
2. 発表標題 InAs/GaSb二次元系の伝導とゲート静電容量
3. 学会等名 日本物理学会2021年年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 遠藤彰, 勝本信吾, 家泰弘
2. 発表標題 温度に依存する現象の抵抗3倍高調波を利用した高感度測定
3. 学会等名 日本物理学会2021年年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 清水貴勢, 中村壮智, 遠藤彰, 勝本信吾
2. 発表標題 スピン軌道相互作用を用いた並走エッジチャンネル間のビームスプリッター
3. 学会等名 日本物理学会2021年年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 桂川直樹, 西澤実起, 中村武智, 井ノ上大樹, S.Pakdel, 丸山茂夫, 勝本信吾, J.J. Palacios, 春山純志
2. 発表標題 低パワーレーザー照射による少数原子層MoS ₂ への室温量子スピンホール相創出
3. 学会等名 日本物理学会2021年年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小林隆, 峰彰秀, 徳田隆弘, 橋本義昭, 勝本信吾, 春山純志
2. 発表標題 原子層ノンドープBi ₂ Te ₃ ナノメッシュの細孔エッジ起因磁性
3. 学会等名 日本物理学会2021年年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 長嶺泰, 佐藤純, Y. Quian, 井ノ上大樹, 中村武智, 丸山茂夫, 勝本信吾, 春山純志
2. 発表標題 少数層MoS ₂ へのレーザー照射による一次元ショットキー接合創製とその特異な光応答
3. 学会等名 日本物理学会2021年年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 浜本 あや、遠藤 彰、勝本 信吾、石黒 亮輔
2. 発表標題 Ti/MoS ₂ 接合における界面状態の面内電気伝導
3. 学会等名 応用物理学会2021年春季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 遠藤彰, 勝本信吾, 家泰弘
2. 発表標題 量子ホール系の熱伝導率測定
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 Shingo Katsumoto
2. 発表標題 Creation of Two-Dimensional Topological Phases with Perturbations
3. 学会等名 New Perspective in Spin Conversion Science (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高橋海光, 峰彰秀, 西澤実起, 中條士, 中村武智, 勝本信吾, S.Pacdel, J.J. Palacios, 春山純志
2. 発表標題 少数原子層MoS ₂ へのレーザー照射による二次元トポロジカル絶縁体相創製
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 峰彰秀, 高橋海光, 西澤実起, 中條士, 中村武智, 勝本信吾, S.Pacdel, J.J. Palacios, 春山純志
2. 発表標題 少数原子層MoS ₂ における室温量子スピンホール効果の可能性
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 鬼崎誠, 橋本義昭, 中村壮智, 勝本信吾
2. 発表標題 トレンチ型サイドゲート付き超伝導/InAs二次元電子ガス/超伝導接合の輸送特性
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 相川夕美花, 石黒亮輔, 遠藤彰, 中村壮智, 橋本義昭, 清水貴勢, 津村公平, 柏谷聡, 高柳英明, 勝本信吾
2. 発表標題 Ti/MoS ₂ 界面における超伝導状態の磁気履歴効果
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 中村壮智, 勝本信吾, 橋本義昭
2. 発表標題 Spin blockade in k-space and Rashba resonance in a double well structure
3. 学会等名 応用物理学会2019年秋季講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takase Shimizu, Yoshiaki Hashimoto, Taketomo Nakamura, Akira Endo, and Shingo Katsumoto
2. 発表標題 Control of electron spin at spin-resolved quantum Hall edges
3. 学会等名 Compound Semiconductor Week 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yoshiaki Hashimoto, Tong Ke, Taketomo Nakamura, and Shingo Katsumoto
2. 発表標題 Spin Blockade and Magnetoresistance in Double Quantum Well Diode with Inverted Electric Field
3. 学会等名 Compound Semiconductor Week 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Taketomo Nakamura, Yoshiaki Hashimoto, and Shingo Katsumoto
2. 発表標題 The Josephson effect in InAs quantum wells with the spin Hall effect
3. 学会等名 Compound Semiconductor Week 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Makoto Onizaki, Yoshiaki Hashimoto, Taketomo Nakamura, and Shingo Katsumoto
2. 発表標題 Superconductor connection to InAs two-dimensional electrons with accumulation edges
3. 学会等名 Compound Semiconductor Week 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Taketomo Nakamura, Yoshiaki Hashimoto, Shingo Katsumoto
2. 発表標題 Spin-Blockade and Rashba-Resonance in a Double Quantum Well Diode
3. 学会等名 Materials Research Meeting 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Shimizu, Y. Hashimoto, T. Nakamura, A. Endo, and S. Katsumoto
2. 発表標題 Gate control of intra-Landau level transition and observation of spin precession at quantum Hall state
3. 学会等名 Materials Research Meeting 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 M. Onizaki, Y. Hashimoto, T. Nakamura, S. Katsumoto
2. 発表標題 Supercurrent Reduction through Voltage-control of Kinetic Phase
3. 学会等名 International School and Symposium on Nanoscale Transport and Phonics 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Nakamura, Y. Hashimoto and S. Katsumoto
2. 発表標題 In-plane field and current dependence of the Josephson effect in Nb/InAs/Nb junctions
3. 学会等名 Topological Phases and Functionality of Correlated Electron Systems 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Ohtsuki, Z. Tian, A. Endo, M. Halim, S. Katsumoto, Y. Kohama, K. Kindo, M. Lippmaa, and S. Nakatsuji
2. 発表標題 Spontaneous Hall effect in a Luttinger semimetal Pr ₂ Ir ₂ O ₇ thin film
3. 学会等名 Topological Phases and Functionality of Correlated Electron Systems 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 M. Onizaki, Y. Hashimoto, T. Nakamura and S. Katsumoto
2. 発表標題 Supercurrent on accumulation edges of an InAs quantum well
3. 学会等名 Topological Phases and Functionality of Correlated Electron Systems 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Shimizu, Y. Hashimoto, T. Nakamura, A. Endo, and S. Katsumoto
2. 発表標題 Control of electron spin through quantum Hall edge-spin entanglement
3. 学会等名 Topological Phases and Functionality of Correlated Electron Systems 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Ohtsuki, Z. Tian, A. Endo, M. Halim, S. Katsumoto, Y. Kohama, K. Kindo, M. Lippmaa and S. Nakatsuji
2. 発表標題 Extracting the Chiral Contribution to the Negative Longitudinal Magnetoresistance in Epitaxial Pr ₂ Ir ₂ O ₇
3. 学会等名 International Conference on Strongly Correlated Electron Systems 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019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	遠藤 彰 (Endo Akira) (20260515)	東京大学・物性研究所・助教 (12601)	

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
研究 分 担 者	中村 壮智 (Nakamura Taketomo) (50636503)	福岡工業大学・工学部・准教授 (37112)	

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