

Title	メゾスコピック複合系を利用した多体効果による量子状態の制御と観測の理論研究
Sub Title	Theoretical study on control and observation of quantum states by many-body effects using mesoscopic complexes
Author	阪野, 塁(Sakano, Rui) 小栗, 章(Oguri, Akira) 小林, 研介(Kobayashi, Kensuke) 秦, 徳郎(Hata, Tokuro) 江藤, 幹雄(Eto, Mikio)
Publisher	
Publication year	2025
Jtitle	科学研究費補助金研究成果報告書 (2024.)
JaLC DOI	
Abstract	極低温の環境で、ナノサイズの電子素子「量子ドット」を使い、電子同士の強い相互作用（量子多体効果）が電流や電流ノイズに与える影響を実験と理論の両面から調べました。特に、複数の電子が複雑に関係し合う多体効果の新しい状態の存在を初めて確認しました。また、量子ドットの電子の多体効果のふるまいに強く関わるエネルギースケール「近藤温度」を正確に測定する新しい方法を提案し、実験でその有効性を確認しました。さらに、電子の波としての性質を活かした量子のゆらぎや、量子もつれと呼ばれる現象の測定法についても新たな理論と手法を打ち立てました。 We investigated how interactions between electrons, known as quantum many-body effects, affect electrical current and noise in nanoscale devices called quantum dots, under extremely low temperature conditions. By combining theoretical analysis with experimental measurements, we successfully identified, for the first time, a quantum state arising from cmany-body correlations involving multiple electrons. Furthermore, we proposed a novel and accurate method to determine the "Kondo temperature," an important energy scale that characterizes many-body behavior in quantum dots. This method was validated through comparison with experimental data. In addition, we developed new theoretical frameworks and measurement techniques to analyze quantum fluctuations and quantum entanglement phenomena that emerge from the wave-like nature of electrons. These results contribute to a deeper understanding of quantum transport phenomena and open new possibilities for future quantum technologies.
Notes	研究種目：基盤研究 (C) (一般) 研究期間：2021～2024 課題番号：21K03415 研究分野：物性物理理論
Genre	Research Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KAKEN_21K03415seika

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the Keio Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

令和 7 年 6 月 2 日現在

機関番号：32612

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2024

課題番号：21K03415

研究課題名（和文）メゾスコピック複合系を利用した多体効果による量子状態の制御と観測の理論研究

研究課題名（英文）Theoretical study on control and observation of quantum states by many-body effects using mesoscopic complexes

研究代表者

阪野 塁 (Sakano, Rui)

慶應義塾大学・理工学研究科（矢上）・准訪問研究員

研究者番号：00625022

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,800,000 円

研究成果の概要（和文）：極低温の環境で、ナノサイズの電子素子「量子ドット」を使い、電子同士の強い相互作用（量子多体効果）が電流や電流ノイズに与える影響を実験と理論の両面から調べました。特に、複数の電子が複雑に関係し合う多体効果の新しい状態の存在を初めて確認しました。また、量子ドットの電子の多体効果のふるまいに強く関わるエネルギースケール「近藤温度」を正確に測定する新しい方法を提案し、実験でその有効性を確認しました。さらに、電子の波としての性質を活かした量子のゆらぎや、量子もつれと呼ばれる現象の測定法についても新たな理論と手法を打ち立てました。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、極低温下の量子ドットにおいて、三体相関を含む量子多体効果の新たな電流応答を初めて実験的に観測し、その理論的背景を明らかにした点で学術的に重要です。また、近藤温度を精密に測定する手法や量子もつれ検出法の開発により、量子デバイス設計や量子情報処理の発展に資する社会的意義も大きいです。これにより、ナノスケールでの電子輸送現象に対する理解が飛躍的に深まりました。

研究成果の概要（英文）：We investigated how interactions between electrons, known as quantum many-body effects, affect electrical current and noise in nanoscale devices called quantum dots, under extremely low temperature conditions. By combining theoretical analysis with experimental measurements, we successfully identified, for the first time, a quantum state arising from many-body correlations involving multiple electrons. Furthermore, we proposed a novel and accurate method to determine the "Kondo temperature," an important energy scale that characterizes many-body behavior in quantum dots. This method was validated through comparison with experimental data. In addition, we developed new theoretical frameworks and measurement techniques to analyze quantum fluctuations and quantum entanglement phenomena that emerge from the wave-like nature of electrons. These results contribute to a deeper understanding of quantum transport phenomena and open new possibilities for future quantum technologies.

研究分野：物性物理理論

キーワード：量子デバイス 量子多体効果 量子もつれ 輸送現象 非平衡 近藤効果 超伝導

※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

量子もつれ状態の研究が、基礎と応用の両面において重要性を増していた。それは、量子もつれ状態の生成・制御が量子コンピュータや量子通信の実現において鍵となるからである。また、物性物理学や統計物理学においても、量子もつれを用いた物理特性の評価は現代的な手法として注目されていた。

量子もつれ状態にある光子対の観測は、2015年にオランダのグループによって、数キロメートルもの巨大な光学系を用いた完全なベル測定によって達成された[B. Hensen et al., *Nature* 526, 682-686 (2015)]。電子系でも観測の局所性についての問題はあるが、量子もつれ状態にある電子のベル測定は行われてきた。そして、研究期間中の2022年には、ノーベル物理学賞が「ベルの不等式の破れの実証と量子情報科学の開拓」の業績に授与されたことから分かるように、現在でも量子もつれの生成、制御、観測についての研究は注目され続けている。

そして新たな研究段階として、量子多体効果による量子もつれ状態の観測も、実現に向けて進展していた。そこで重要な課題は、『どのように量子状態がもつれて多体効果を形成するのか』と『どのように多体効果を形成する量子もつれ状態を観測するか』であった。例えば、2009年以降、超伝導-常伝導接合を利用したクーパー対分離器の研究が行われてきたが、未だ量子もつれ状態の測定には至っていない。その理由は2つあった。1つ目は任意の方向のスピン流とその揺らぎの測定が難しい実験技術であるためであった。もう1つは、量子多体系では、電流中に複数の散乱状態が発生するため、必要な散乱状態だけ取り出す工夫が必要なことであった。前者に関しては、ごく最近、スピン蓄積を利用したスピン流ノイズの観測が行われ、電流測定技術もまた、近藤効果による低エネルギーの電流揺らぎが高精度に観測できるまでに大きく向上していた。

以上の背景から、量子多体効果による量子もつれ状態形成について研究を行う好機にあった。

2. 研究の目的

量子多体系における量子もつれを介して形成される多体状態の特性を明らかにすることである。特に、超伝導や近藤効果といった典型的な量子多体状態がどのように生成されるかを、ベルの不等式やエンタングルメントエントロピーなどの指標を用いて理論的に解析する。加えて、これらの多体状態に内在するエンタングルメントを直接観測可能とするメゾスコピック複合素子を提案し、その動作原理を明確にする。従来はエンタングルメントの結果として現れる物理量のみが観測されてきたが、本研究はエンタングル状態そのものの直接的な検出と解析を可能とし、量子多体系の基礎的理解と今後の研究の進展に資することを目指す。

3. 研究の方法

場の理論に基づく解析手法を用いて、量子多体効果とメゾスコピック素子の輸送特性、量子もつれ特性について、高精度で信頼性の高い解析を行った。具体的には、次の通りである。

- 非平衡状態の取り扱いのためにケルディシュ形式のグリーン関数を用いた
- 輸送や量子もつれ、多体効果に寄与する散乱過程の解析に摂動展開を用いた
- 超伝導相関の取り扱いには平均場、近藤効果の取り扱いには局所フェルミ流体論を用いた
- 近藤相関の解析では、局所フェルミ流体パラメーターの算出などで、厳密解に基づいた解析や数値繰り込み群などの数値的計算を用いた

さらに、本研究における特徴的な研究手法は、実験研究グループと連携し、理論と実験の結果の比較、検証を行ったことである。これにより、本研究で得られた理論解析結果の有効性が明らかになった。

4. 研究成果

(1) シンプルな構造を持ったクーパー対分離器の性能についての研究

超伝導体に2つの常伝導体を接合しただけの、単純な構造を考え、このデバイスが電荷フィルターを持たないにも関わらず、クーパー対分離器として機能することを明らかにした。具体的には、超伝導を平均場近似により取り扱い、非平衡グリーン関数を用いて、電流と電流相関を解析した。この電流相関にベルの不等式を適用して、電子の量子もつれ状態が2つの常伝導電極間に現れることが明らかした。そして、2つ常伝導電極と超伝導体の結合が非対称になるとこの量子もつれ状態の量が減ることがわかった。電流中の量子もつれ状態の量は、各電極の電流ノイズと電流を観測し、電流ノイズのファノ因子から特定できることを明らかにした。

この研究は量子もつれ状態の生成と制御のための素子の開発が鍵となる、量子コンピュータや量子通信などの量子技術の発展に寄与するものである。

(2) 多準位アンダーソン不純物系の三体フェルミ流体補正の熱電輸送と電流雑音への影響

多準位アンダーソン不純物模型を用いて、量子ドット、および希薄磁性合金における熱電輸送係数と線形電流雑音の低温特性を体系的に解析し、三体相関が主要非線形項に与える影響を明らかにした。

かにした。特に、電子正孔対称性および時間反転対称性の破れた非対称系において、非線形項がどのように三体相関により特徴付けられるかを、 $SU(N)$ 対称性を持つ系 ($N=4, 6$) に着目して検討した。

本研究の理論枠組みは、局所フェルミ流体理論に基づいた低エネルギー展開であり、温度、バイアス電圧に対する二次補正項の係数が、占有数、線形感受率、および三体相関関数により完全に決定されることを示した。数値的繰り込み群を用いた解析により、三体相関は強相互作用領域において1つの支配的なパラメータで記述できること、そして電子占有数が $1, 2, \dots, N-1$ の整数値において $SU(N)$ 近藤効果効果によるプラトー構造が現れることを確認した。さらに、熱電輸送に関わるローレンツ数は絶対零度でのワイドマン・フランツ則からの逸脱が温度の自乗項として現れ、この係数が三体相関に依存すること明らかにした。

この研究は、量子ドットおよび磁性合金における熱・電輸送の非線形現象について、三体相関を通じて包括的に記述するはじめての解析であり、今後の多体量子系の輸送現象研究やデバイス設計に対して重要な知見を提供するものである。

〈関連論文〉 “Thermoelectric transport and current noise through a multilevel Anderson impurity: Three-body Fermi-liquid corrections in quantum dots and magnetic alloys”

Yoshimichi Teratani, Kazuhiko Tsutsumi, Kaiji Motoyama, Rui Sakano, Akira Oguri

Physical Review B 110, 035308 (2024)

(3) 磁場下での線形コンダクタンスのスケール普遍性と、近藤温度の見積もり手法

低温の線形コンダクタンスの磁場依存性に現れるスケーリング普遍性を理論的に詳しく明らかにし、実験などによるデータから多体効果のエネルギースケールである近藤温度を効率よく見積もる手法を開発した。

近藤温度は典型的でよく知られた量子多体効果のひとつである近藤効果のエネルギースケールである。近藤効果は低エネルギーの現象であり近藤温度以下のエネルギースケールで観測される。そのため、近藤温度を決めることは近藤効果についての実験を行う上できわめて重要である。近藤効果は超伝導などの秩序相転移型の多体現象とは異なり、その状態形成は高エネルギーと低エネルギーの間のクロスオーバー現象である。多くの研究では近藤効果が起こる系の輸送現象の温度依存性を通して、近藤温度が決められてきた。しかし、半導体基板上の量子ドットでの近藤効果の観測では、温度を大きく変化させると系の特性が変わってしまう課題がある。また、光格子の冷却原子を用いて近藤効果を観測する場合、そもそも系の温度を変化させながら物性観測することが難しいことがある。このような制約を踏まえ、輸送量の温度依存性ではなく、磁場依存性から近藤温度を見積もる手法を提案した。

この研究では、低温の量子ドットで発生する近藤効果による線形コンダクタンスの磁場依存性に現れるスケーリング普遍性を Bethe 仮設解や数値繰り込み群を用いて明らかにした。そして、線形コンダクタンスを半減させる磁場の大きさと近藤温度の間にある比例関係を見出し、その比例定数を決定した。この関係を実際にカーボンナノチューブ量子ドットでの実験データに適用した。実際にこの手法によって得られた近藤温度を用いると、実験で得られた物性は理論によってよく説明できている。また従来の温度依存性から求めた近藤温度ともよく一致していることが確かめられた。

この研究によって、温度制御の難しい様々な系など、新しい系での量子多体効果を調べるための新たな道筋が示された。

〈関連論文〉 “Kondo Temperature Evaluated from Linear Conductance in Magnetic Fields”

Rui Sakano, Tokuro Hata, Kaiji Motoyama, Yoshimichi Teratani, Kazuhiko Tsutsumi, Tomonori Arakawa, Meydi Ferrier, Richard Deblock, Mikio Eto, Kensuke Kobayashi, and Akira Oguri

Physical Review B 108, 205147 (2023). [この論文は Physical review B 誌の Editor's suggestion に選ばれた]

(4) $SU(N)$ 量子ドットにおける非線形フェルミ流体輸送と三体相関の役割

$SU(N)$ 対称性を持つ多準位量子ドット系における非線形電子輸送を、フェルミ流体理論の枠組みで解析した。特に、2つの電極のバイアス電圧、およびトンネル結合の非対称性が、非線形電流（特に三次の電圧項）に及ぼす影響を定量的に評価し、三体相関関数の寄与が本質的役割を果たすことを明らかにした。

電流の低エネルギー展開における係数は、位相シフト・線形感受率・三体相関関数によって決定され、 $SU(N)$ の内部自由度が増すことで、三体相関の成分も多様化し、輸送特性に新たな変化が生じることが分かった。数値繰り込み群を用い、量子ドットの電子占有数 1 から $N-1$ の範囲において $SU(N)$ 近藤状態が現れ、三体相関が強く関与する領域を明らかにした。特に、バイアスおよびトンネルの非対称性が協調的に働くと、電子の一方方向的輸送が促進される。この効果は、 $SU(N)$ 量子ドットに特有の三体相関（異なる3準位間の相関）に起因するものであり、3つ以上の準位の縮退を持つ系で特に顕著になる。

本研究の結果は、非線形領域における多体効果の理論的理解を深めるだけでなく、三体相関の実験的検出や、高精度の量子輸送制御に向けた指針を示すものである。

〈関連論文〉 “Role of bias and tunneling asymmetries in nonlinear Fermi-liquid transport

through an $SU(N)$ quantum dot”

Kazuhiko Tsutsumi, Yoshimichi Teratani, Kaiji Motoyama, Rui Sakano, and Akira Oguri
Physical Review B 108, 045109 (2023)

(5) 非線形応答における三体相関の実験的検証

強相関量子流体における非平衡非線形応答の物理を明らかにするため、カーボンナノチューブ量子ドットを用いた精密な実験を行い、三体相関が非線形電気伝導に寄与することを実証した。従来、量子ドットの線形応答は二体相関（線形感受率）で記述されてきたが、この研究ではこれを超え、三体相関（非線形感受率）の存在が重要な役割を果たすこと実験で明確に示した。

具体的には、近藤効果を示す量子ドットを用い、電流-電圧特性のバイアス依存性を詳細に測定した。ゼロバイアスでの伝導度を、磁場あるいはゲート電圧により、時間反転対称性、または粒子-正孔対称性を系統的に破ることで、非平衡応答における三体相関の発現を定量的に捉えた。特に、磁場を印加して時間反転対称性を破ると、非線形項の係数の磁場依存性が明確に現れ、二体相関だけでは説明できない振る舞いを示した。これは最近の局所フェルミ流体の解析の結果と一致し、三体相関の存在を強く支持している。さらに、クーロンピーク内のゲート電圧によるエネルギー準位の調整では、三体相関はほぼゼロであり、近藤領域で電荷の揺動は強く抑制されていることが分かる。

この成果は、最近理論的に発展した非平衡の局所フェルミ流体理論の実証であり、量子多体系の動的性質を解明する新たな道を開くものである。特に、三体相関が対称性の破れに敏感であることから、様々な量子状態の研究にも応用が期待される。

〈関連論文〉 “Three-body correlations in nonlinear response of correlated quantum liquid”
Tokuro Hata, Yoshimichi Teratani, Tomonori Arakawa, Sanghyun Lee, Meydi Ferrier,
Richard Deblock, Rui Sakano, Akira Oguri, and Kensuke Kobayashi
Nature Communications 12, 3233 (2021)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 7件／うち国際共著 3件／うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Sakano Rui, Hata Tokuro, Motoyama Kaiji, Teratani Yoshimichi, Tsutsumi Kazuhiko, Oguri Akira, Arakawa Tomonori, Ferrier Meydi, Deblock Richard, Eto Mikio, Kobayashi Kensuke	4. 巻 108
2. 論文標題 Kondo temperature evaluated from linear conductance in magnetic fields	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physical Review B	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） 10.1103/PhysRevB.108.205147	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 Tsutsumi Kazuhiko, Teratani Yoshimichi, Motoyama Kaiji, Sakano Rui, Oguri Akira	4. 巻 108
2. 論文標題 Role of bias and tunneling asymmetries in nonlinear Fermi-liquid transport through an SU(N) quantum dot	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physical Review B	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） 10.1103/PhysRevB.108.045109	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 Zhang Yujie, Kato Makoto, Sakano Rui, Eto Mikio	4. 巻 93
2. 論文標題 Numerical Simulation of Quantum Dot Interferometer in Kondo Regime	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	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） 10.7566/JPSJ.93.024702	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 Zhang Yujie, Sakano Rui, Eto Mikio	4. 巻 91
2. 論文標題 Kondo Effect and Phase Measurement in Double Quantum Dot in Parallel	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 14703
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.7566/JPSJ.91.014703	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 Tsutsumi Kazuhiko, Teratani Yoshimichi, Sakano Rui, Oguri Akira	4. 巻 104
2. 論文標題 Nonlinear Fermi liquid transport through a quantum dot in asymmetric tunnel junctions	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 235147
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.104.235147	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 Hata Tokuro, Teratani Yoshimichi, Arakawa Tomonori, Lee Sanghyun, Ferrier Meydi, Deblock Richard, Sakano Rui, Oguri Akira, Kobayashi Kensuke	4. 巻 12
2. 論文標題 Three-body correlations in nonlinear response of correlated quantum liquid	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 3233
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-021-23467-4	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 該当する

1. 著者名 Oguri Akira, Teratani Yoshimichi, Tsutsumi Kazuhiko, Sakano Rui	4. 巻 105
2. 論文標題 Current noise and Keldysh vertex function of an Anderson impurity in the Fermi-liquid regime	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 115409
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.105.115409	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29件（うち招待講演 0件／うち国際学会 7件）	
1. 発表者名 阪野壘, 秦徳郎, 本山海司, 荒川智紀, Meydi Ferrier, Richard Deblock, 江藤幹雄, 小林研介, 小栗章	
2. 発表標題 スピン近藤効果による量子ドットの電流ノイズの磁場応答の理論と実験	
3. 学会等名 日本物理学会2024年春季大会	
4. 発表年 2024年	

1. 発表者名 佐伯彰彦, 秦徳郎, 本山海司, 寺谷義道, 阪野壘, 荒川智紀, Meydi Ferrier, Richard Deblock, 小林研介, 小栗章
2. 発表標題 カーボンナノチューブ量子ドットの近藤状態における磁場誘起SU(4)-SU(2)クロスオーバーに対する3体的Fermi流体効果II
3. 学会等名 日本物理学会2024年春季大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 本山海司, 寺谷義道, 阪野壘, 小栗章
2. 発表標題 SU(4)量子ドット系の電流ノイズのFermi流体領域における軌道分裂の効果
3. 学会等名 日本物理学会2024年春季大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 佐伯彰彦, 本山海司, 寺谷義道, 阪野壘, 小栗章
2. 発表標題 カーボンナノチューブ量子ドットの近藤状態における磁場誘起SU(4)-SU(2)クロスオーバーに対する3体的Fermi流体効果
3. 学会等名 日本物理学会第78回年次大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 阪野壘, 小栗章, 橋本将司, 江藤幹雄
2. 発表標題 超伝導-常伝導接合中のクーパー対のベル相関
3. 学会等名 日本物理学会第78回年次大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 本山海司, 寺谷義道, 阪野 壘, 小栗 章
2. 発表標題 SU(4)量子ドット系の3体Fermi流体補正に対する軌道分裂の効果II
3. 学会等名 日本物理学会第78回年次大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Rui Sakano, Tokuro Hata, Kaiji Motoyama, Yoshimichi Teratani, Tomonori Arakawa, Meydi Ferrier, Rechard Deblock, Mikio Eto, Kensuke Kobayashi, and Akira Oguri
2. 発表標題 Theory and Experiment of Current Noise through Kondo Dot under Magnetic Fields
3. 学会等名 American Physical Society March Meeting 2024 (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Akira Oguri, Kazuhiko Tsutsumi, Yoshimichi Teratani, Kaiji Motoyama and Rui Sakano
2. 発表標題 Role of bias and tunneling asymmetries in nonlinear Fermi-liquid transport through an SU(N) quantum dot
3. 学会等名 American Physical Society March Meeting 2024 (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Kaiji Motoyama, Kazuhiko Tsutsumi, Yoshimichi Teratani, Rui Sakano, Akira Oguri
2. 発表標題 Three-body Fermi-liquid effects on transport through the $U=\infty$ Anderson impurity
3. 学会等名 American Physical Society March Meeting 2024 (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名
R. Sakano, T. Hata, K. Motoyama, Y. Teratani, K. Tsutsumi, T. Arakawa, M. Ferrier, R. Deblock, M. Eto, K. Kobayashi, and A. Oguri
2. 発表標題
Evaluation of the Kondo temperature from linear conductance measurements in magnetic fields in a carbon nanotube quantum dot
3. 学会等名
The 25th International Conference on the Electronic Properties of Two-Dimensional Systems and 21st International Conference on Modulated Semiconductor Structures (国際学会)
4. 発表年
2023年

1. 発表者名
Yujie Zhang, Rui Sakano, and Mikio Eto
2. 発表標題
Numerical study on transport through quantum dot interferometer in Kondo regime
3. 学会等名
The 25th International Conference on the Electronic Properties of Two-Dimensional Systems and 21st International Conference on Modulated Semiconductor Structures (国際学会)
4. 発表年
2023年

1. 発表者名
Rui Sakano, Tokuro Hata, Kaiji Motoyama, Yoshimichi Teratani, Tomonori Arakawa, Kazuhiko Tsutsumi, Meydi Ferrier, Rechardeblock, Mikio Eto, Kensuke Kobayashi, and Akira Oguri
2. 発表標題
Universal Scaling property of Linear Conductance through a Kondo Dot in Magnetic Field and its Application
3. 学会等名
the 29th International Conference on Low Temperature Physics (国際学会)
4. 発表年
2022年

1. 発表者名
Kazuhiko Tsutsumi, Takuro Kemi, Yoshimichi Teratani1, Rui Sakano, and Akira Oguri
2. 発表標題
Fermi-liquid corrections for nonlinear magneto-conductance through a quantum dot in asymmetric tunnel junctions
3. 学会等名
the 29th International Conference on Low Temperature Physics (国際学会)
4. 発表年
2022年

1. 発表者名 堤和彦, 寺谷義道, 阪野 壘, 小栗 章
2. 発表標題 磁場中の量子ドット系の非線形電流に対するトンネル結合・バイアス電圧の非対称性の効果
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 本山海司, 堤和彦, 寺谷義道, 阪野 壘, 小栗 章
2. 発表標題 SU(4)量子ドット系の3体Fermi流体補正に対する軌道分裂の効果
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 Zhang Yujie, Rui Sakano, and Mikio Eto
2. 発表標題 Numerical study on transport through Aharonov-Bohm ring with an embedded quantum dot III
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 寺谷義道, 小栗 章, 本山海司, 阪野 壘
2. 発表標題 軌道縮退した磁性不純物系の熱電気輸送に対する三体的Fermi流体効果：Anderson模型による定式化
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 本山海司, 堤和彦, 寺谷義道, 阪野壘, 小栗章
2. 発表標題 強相関SU(4)量子ドット系の輸送係数における3体Fermi流体補正 II
3. 学会等名 日本物理学会2022年秋季大会秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 寺谷義道, 小栗章, 阪野壘
2. 発表標題 SU(3)Anderson不純物模型を透過する電流に対する3体相関の効果
3. 学会等名 日本物理学会2022年秋季大会秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 堤和彦, 寺谷義道, 阪野壘, 小栗章
2. 発表標題 磁場中のAnderson不純物の非線形応答に対するトンネル結合の非対称性の効果 II
3. 学会等名 日本物理学会2022年秋季大会秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Zhang Yujie, Rui Sakano, and Mikio Eto
2. 発表標題 Numerical study on transport through Aharonov-Bohm ring with an embedded quantum dot II
3. 学会等名 日本物理学会2022年秋季大会秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 阪野 皇, 秦徳郎, 本山海司, 寺谷義道, 堤和彦, 荒川智紀, Meydi Ferrier, Richard Deblock, 江藤幹雄, 小林研介, 小栗章
2. 発表標題 磁気コンダクタンスを用いた近藤温度の見積もりの実験データへの適用
3. 学会等名 日本物理学会2022年秋季大会秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 阪野 皇, 堤和彦, 寺谷義道, 小栗章
2. 発表標題 線形コンダクタンスの磁場応答を用いた近藤温度の見積もり
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 堤和彦, 寺谷義道, 阪野 皇, 小栗章
2. 発表標題 SU(N)量子ドット系の非線形電流に対するトンネル結合の非対称性の効果
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 寺谷義道, 小栗章, 阪野 皇
2. 発表標題 N重に縮退した局在準位を持つ量子ドットの非平衡輸送に表れる3体非線形相関: $1/(N-1)$ 展開と数値くりこみ群による解析
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 堤和彦, 寺谷義道, 阪野壘, 小栗章
2. 発表標題 非対称なトンネル結合を持つSU(N)量子ドット系に対する電子間相互作用の影響
3. 学会等名 日本物理学会2022年時大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 本山海司, 堤和彦, 寺谷義道, 阪野壘, 小栗章
2. 発表標題 強相関SU(4)量子ドット系の輸送係数における3体Fermi流体補正
3. 学会等名 日本物理学会2022年時大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小林良輔, 寺谷義道, 小栗章, 阪野壘
2. 発表標題 強相関極限における量子ドット系の非線形磁気伝導度
3. 学会等名 日本物理学会2022年時大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 寺谷義道, 小栗章, 阪野壘
2. 発表標題 SU(N) Anderson 不純物模型における熱起電力および熱伝導度に対する3体Fermi流体補正
3. 学会等名 日本物理学会2022年時大会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

からみあう電子たち ― 量子液体における三体相関の検出
<https://www.issp.u-tokyo.ac.jp/maincontents/news2.html?pid=13398>

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
研究協力者	小栗 章 (Oguri Akira)	大阪公立大学 (24405)	
研究協力者	小林 研介 (Kobayahi Kensuke)	東京大学 (12601)	
研究協力者	秦 徳郎 (Hata Tokuro)	東京科学大学 (12608)	
研究協力者	江藤 幹雄 (Eto Mikio)	慶應義塾大学 (32612)	

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
---------	---------