

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 9 月 26 日現在

機関番号：82401

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2018～2022

課題番号：18H01819

研究課題名（和文）電子スピン量子計算の実現に向けたフィードフォワード制御

研究課題名（英文）Feedforward control of electron spin qubits in quantum dots

研究代表者

中島 峻（Nakajima, Takashi）

国立研究開発法人理化学研究所・創発物性科学研究センター・上級研究員

研究者番号：60534344

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 14,670,000円

研究成果の概要（和文）：半導体量子ドット構造中の単一電子スピンを精密に制御し量子ビットとして利用することで、スケーラブルな量子コンピュータの実現に向けた研究開発が進められている。しかしながら量子ビットは環境の雑音に対して極めて敏感で、現実のデバイスにおいて量子的な安定性を保ちつつ精密に制御することは困難である。本研究では単一電子スピンの精密な測定・制御に基づき、雑音をリアルタイムで検出しフィードバック制御によって抑制する技術確立し、スピン量子ビット系に初めて適用し効果を実証した。量子ビットの制御、測定、初期化といった量子コンピュータに必須の操作において、雑音に由来するエラーを大きく低減できることを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

単一電子スピンは教科書的なシンプルな量子系でありながら、現実のデバイス中でその量子状態を破壊せずに精密に制御することは極めて困難である。本研究では実デバイス中では避けることのできない雑音の様々な影響をフィードバック制御によって回避する革新的な技術確立することで、実用的な量子コンピュータへの応用可能性を見出した。さらにこの実験を通じてデバイス中の雑音の起源や量子ビットのエラーが引き起こされるメカニズムを解明し、さらに高性能な量子デバイス開発に向けた道筋を明らかにした。半導体デバイス中の量子現象の理解およびその応用の両者に対して、大きな進捗を得ることができた。

研究成果の概要（英文）：Electron spins in a semiconductor quantum dot structure is a fascinating platform for a scalable quantum computer. However, electron spin qubits are extremely sensitive to noise in the host material, making it difficult to implement precise control while maintaining quantum mechanical coherence in real devices. In this research, we established a set of feedback control techniques based on the precise measurement and control of single electron spins to detect various noise effects and suppress them in real time. We demonstrated their performance with spin qubit devices for the first time, showing that errors due to noise can be significantly reduced in every qubit manipulation step, including qubit control, measurement, and initialization.

研究分野：半導体量子情報

キーワード：量子ドット 電子スピン 量子ビット 量子コンピュータ

1. 研究開始当初の背景

近年、日常的なデータ処理量の爆発的増加や、エネルギー・環境問題の解決に繋がる最適化問題、創薬や分子化学に必要とされるシミュレーション等、要求される計算量の増大に反して、従来型コンピュータの高速化は限界を迎えつつある。このような問題を一挙に解決する可能性のある万能量子計算機の実現が切望されている。特に集積化に有利であると目されるシリコン(Si)基板の量子ドットデバイスにより高性能な電子スピン量子ビットが実現されて以降[M. Veldhorst *et al.*, Nature Nano. **9** 981 (2014), *ibid.*, Nature **526** 410 (2015)], 量子計算機実現に向けた機運が産業界も巻き込みながら高まってきた。現実の電子スピン量子ビットには必ずエラーが伴うため、この系をスケールアップすることで万能量子計算を実現できるかどうかは、究極的には量子エラー訂正の実現可否にかかっている。しかしながら、量子エラー訂正を実装するにはこの系でこれまでに実現されたことのないフィードフォワード制御・フィードバック制御(量子ビット測定を通じてエラーや擾乱を検出し、その結果に応じた量子制御を行うこと)が必要である。Si 量子ドット系に特有の物理条件下において、具体的にどのような制御回路を構成しどのような手法を用いれば期待した結果が得られるかは全くの未解明である。

2. 研究の目的

本研究では電子スピン量子ビットの状態を検出しその情報に基づいて制御するフィードフォワード制御・フィードバック制御を量子ドット系において初めて実現し、基本的な量子制御プロトコルを実証する。実験を通じて定量的な性能評価を実施し、量子エラー訂正実現のための基盤技術を確立することを目標とする。具体的には、

- (1) フィードフォワード適応制御による量子ビットの高忠実度化
- (2) 量子ビット状態の非破壊測定に基づくフィードバック初期化
- (3) シリコン量子ビット系への適用によるベンチマーキング

の3つの課題に取り組む。これらはいずれも電子スピンによる量子計算実現に向けて系の制御性を格段に向上させるものであり、かつ量子エラー訂正実現に向けた必須の要素でもある。これらの実験的な実装方法の開拓とその性能評価を通じて、既存の単一量子ビット操作・2ビット論理ゲート操作と組み合わせることによる量子エラー訂正実現性の定量的な評価および改善点の解明に繋げる。

3. 研究の方法

(1) フィードフォワード適応制御による量子ビットの高忠実度化

量子エラー訂正を含むあらゆる量子演算においては、量子ビットの状態をコヒーレントかつ極めて高精度に制御できることが必須である(高忠実度制御)。量子ドット中の電子スピンコヒーレンスの主要な制限要因は量子ビットエネルギーの揺らぎであり、その典型的な時間スケールは量子ビットの時間発展に対して遅い。このような揺らぎは集団位相緩和を引き起こすが、その揺らぎをリアルタイムで検出し量子ビットの制御に反映させる適応制御により、緩和を抑制することができる[M. Shulman *et al.*, Nature Comm. **5** 5156 (2014)]。研究代表者らは、このような揺らぎをリアルタイムに検出し量子ビット制御のマイクロ波周波数にフィードバックすることで、電子スピン量子ビットのコヒーレンスが劇的に向上することを示した[日本物理学会2017年秋季大会 21pB31-2, 3]。

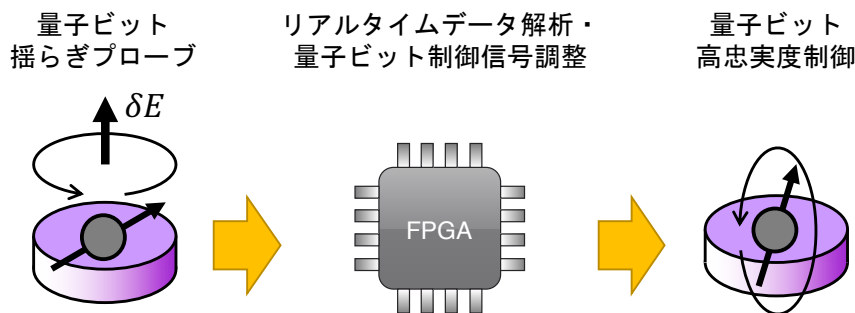


図 1 エネルギー揺らぎ抑制のためのフィードフォワード適応制御フロー。

本研究ではまずこのシステムを拡張し、コヒーレンスを向上させた後に量子ビットの高忠実度制御を行うフィードフォワード処理システムを完成させる(図 1)。これまでに作製したフィードバック制御システムにおいては、量子ビット制御のためのマイクロ波信号の安定性やデジタルアナログ変換器帯域等が高忠実度制御において問題となることが明らかとなっているため、これらの技術的課題を解決し最適化を施した新規システムを用いて量子ビット制御の高忠実度化を図り、その効果の定量的な評価を行う。ここで製作するフィードフォワード制御システムは

以降の計画(2), (3)にもそのまま適用可能な一般的なものであり、リアルタイム処理が可能なFPGAに実装される。こうすることで、将来的には量子ビットと同一のシリコン基板上にASICとして実装可能な回路を構成する。

(2) 量子ビット状態の非破壊測定に基づくフィードバック初期化

次に、量子エラー訂正回路に近いフィードバック制御の例として、量子非破壊測定と組み合わせることで量子ビットの高忠実度初期化を実現する(図2)。これは2量子ビット論理ゲート操作とフィードフォワード制御からなる量子回路であり、量子エラー訂正回路のサブセットとなっている。研究代表者は、GaAs 3重量子ドット系で単一電子スピン状態の高速な量子非破壊測定に成功しており[Nakajima *et al.*, Nature Nano. 14 555 (2019)], これにフィードバック制御を組み合わせることで、量子ビットのビットフリップエラーを検出し直ちに基底状態に戻す高忠実度初期化操作(アクティブリセット)を実現する。通常、電子スピン量子ビットの初期化にはリザーバとの電子交換を用いるため初期化忠実度は電子温度によって制限され、量子エラー訂正実現には不十分であった。この手法を用いることによりその限界を超えた初期化精度が期待できる。

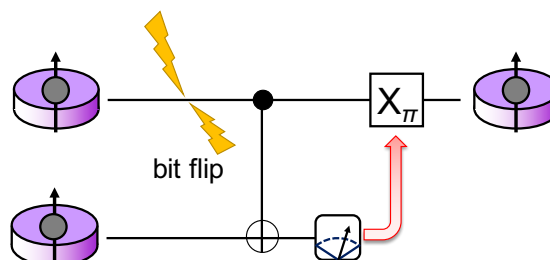


図2 フィードフォワード制御による量子ビット初期化の量子回路図。

(3) シリコン量子ビット系への適用によるベンチマーキング

計画(1)で行う量子ビットのフィードフォワード適応制御をSi量子ビット系に適用し、その性能ベンチマーキングを行う。量子エラー訂正を実現するためにはコヒーレンス時間の長いSi量子ドットを用いる必要があり、それと同時にフィードフォワード制御にも高い精度が求められる。このため、GaAs系とは異なる要因が実験結果に支配的な影響を与えることが起こり得る。そこで計画(1), (2)と同様のフィードフォワード制御をSi量子ドット系に適用することで、定量的な性能評価を行う。研究代表者・分担者らのSi量子ドット系におけるこれまでの研究に基づき当初より所望の性能を有するフィードフォワード制御システムを開発するが、実証実験を通じて量子エラー訂正への応用可能性を明らかにすることを旨とする。

4. 研究成果

(1) フィードフォワード適応制御による量子ビットの高忠実度化

電子スピン量子ビットの主要なエラー要因の一つである集団位相緩和をフィードフォワード適応制御によって抑制するため、スピン量子ビットを量子磁気センサーとして利用することにより、スピン量子ビットの共鳴周波数を高速かつ高感度に測定した。具体的にはスピン量子ビットのラムゼー振動測定を通じてベイズ推定によりリアルタイムでの周波数推定を実行する回路をFPGA上に実装し、推定結果を元にマイクロ波周波数を変調して量子ビット制御を実行できるシステムを開発した。このシステムをGaAsスピン量子ビット系に適用することで、集団位相緩和時間が約24倍と劇的に向上することを確認した[図3]。さらにこのようにして位相緩和を抑制した上で、ランダムノイズベンチマーキングにより量子ビットの制御忠実度を評価した。この結果、制御忠実度が99%以上と飛躍的に向上することを実証し、研究成果を公表した。さらにこのフィードフォワード制御システムを用いることにより、量子ビットの位相緩和・忠実度と環境の雑音スペクトルとの関係を明らかにした。位相緩和に対しては低周波雑音成分の影響が支配的であり、この影響を抑制することで位相緩和時間の劇的な向上が得られることがわかった。一方で制御忠実度に対しては低周波雑音成分の影響を完全に抑制することにより、高周波雑音成分が支配的な領域に達していることを突き止めた。半導体電子スピン系においては、これらの雑音の主要な起源は核スピンの揺らぎであると従来から考えられており、実際に本研究の結果からも低周波の雑音は核スピンの揺らぎに由来することが確認できた。しかしながら高周波の雑音成分はGaAs量子ドット系であっても、予想に反して電荷の揺らぎに由来することが判明した。さらに一般には量子ビットの制御スピードを向上させれば雑音の影響を回避できると期待されるが、ラビ周波数が数MHzを超える制御スピードの領域では、マイクロ波による加熱等の要因によって制御忠実度はより複雑な挙動を示すことが明らかとなった。これらの研究結果は、さらなる量子ビット忠実度向上の手がかりとなる有用な知見である。

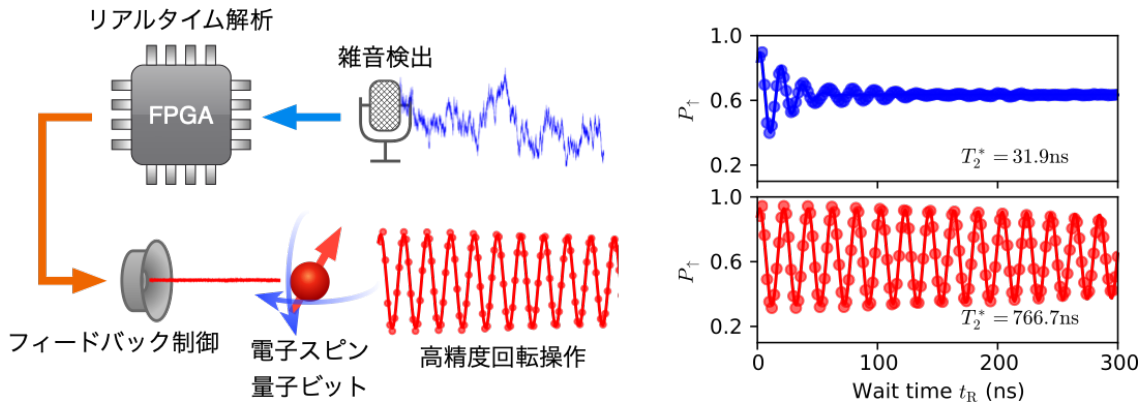


図 3 左：量子コヒーレンス向上のためのキャリブレーションフロー。右：高速キャリブレーションによって得られた半導体量子ビットコヒーレンス時間の向上例。

(2) 量子ビット状態の非破壊測定に基づくフィードバック初期化

フィードフォワード制御による量子ビット制御忠実度の改善に続いて、制御と並んで重要である量子ビット測定および初期化の忠実度向上に取り組んだ。なお本研究項目は計画策定時よりも前倒して、GaAs 量子ドット試料よりも量子ビット性能に優れる Si 量子ドット試料を対象として実施した。本項目ではまず量子ビット読み出しに用いる電荷センサーのフィードバック安定化制御を試みた。電子スピン量子ビットの読み出しには単一電子の電荷を検出可能な量子ドットセンサーが用いられるが、ゲート電極間の電圧クロストークや試料中の電荷雑音にも敏感に反応してセンサー感度が失われてしまうため、その都度精密な調整が必要とされていた。そこで電荷センサーの信号を連続的に測定し電荷センサーのゲート電極電圧をフィードバック制御することで、電荷センサーの動作点を安定化できることを実証した。実験回路およびフィードバックアルゴリズムを最適化することにより、擾乱に対して応答時間 2.2 マイクロ秒でセンサーを安定化することに成功した。この高速応答性により、リアルタイムかつ高ダイナミックレンジでの量子ドット電荷状態測定が可能であることを初めて実証し報告した[図 4]。さらにスピン量子ビットの単発測定に応用することで低周波雑音や電圧ドリフトの影響を抑制し、高忠実度な量子ビット測定を安定的に再現できることを実証した。これは実用的な量子コンピュータの開発に向けて試料の大規模化を図る上で極めて有用な技術と言える。

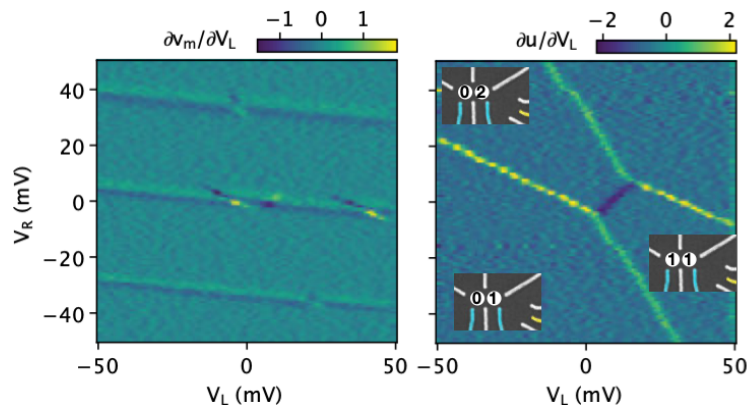


図 4 電荷センサーフィードバック使用前（左）と使用后（右）の電荷状態測定例。左図では量子ビット制御電圧 (V_L , V_R) のクロストークによりセンサー動作点がずれてしまい、観測したい電荷遷移線の一部しか測定できないのに対し、右図では明瞭に観測されている。

次に、量子ビットの測定結果に基づいてフィードバック制御を行い、量子ビットを所望の状態に初期化するアクティブリセットの実験を実施した。測定した（射影された）量子ビットの状態を測定後もそのまま維持するため、補助量子ビットを通じた量子非破壊測定を用いた。測定した量子ビットが励起状態にある場合のみ選択的に量子ビット反転パルスを照射するフィードバック制御を実装した。この結果、ランダムな量子ビット状態を基底状態に初期化できることを確認した。この方法では量子ビットの初期化忠実度がほぼ測定忠実度によって決まることになるため、測定忠実度を改善すれば初期化忠実度も自ずと改善される。そこで測定によって量子ビット状態が変化しない量子非破壊測定の性質を生かし、量子ビット測定を複数回繰り返すことによって確率的な測定エラーを低減した。このような繰り返し測定データの解析と反転パルスへのフィードバックをリアルタイム処理することにより、高忠実度な量子ビット初期化が可能で

あることを実証した。この操作は、測定ベースの量子誤り訂正を実現するための重要な基盤技術である。

(3) シリコン量子ビット系への適用によるベンチマーキング

上述(2)の量子ビット読み出し・初期化に対するフィードバック操作に加えて、(1)の量子ビット制御高忠実度化技術を Si 量子ドット系に適用した。Si 量子ドット系では GaAs 系に比べて核スピン由来の雑音が少ないため元々量子ビット制御の忠実度が高く、それに応じて量子ビット制御信号にも高い品質が求められる。このため、高性能なマイクロ波信号発生器および信号変調器とフィードバック制御回路を統合し、より柔軟かつ精密な制御システムを開発した。また、Si 量子ドット系では単一量子ビットの制御忠実度以上に、2 量子ビットゲート操作時の忠実度向上がより重要な課題である。そこで2 ビットゲート操作時に電気雑音の影響が顕著となることに着目し、フィードバック制御によって電気雑音の影響を抑制することで位相緩和時間の改善を試みた。このために2 量子ビット間の交換相互作用に起因する制御位相振動を測定し、ベイズ推定によってその周波数を推定した。この結果を、交換相互作用を制御するトンネルバリア電圧にフィードバックすることで、交換相互作用の雑音を抑制した。これにより当初の狙い通り位相緩和時間を一定程度改善できることを確認した。一方で、その程度は試料の雑音特性や電圧条件に拠るところが大きいことがわかった。

また、これらに関連する実験を進める過程で、当初予期していなかった新たな発見があった。一つ目は、電荷雑音がクーロン相互作用に由来することを反映し、近傍の量子ビットにおける雑音が一定の相関を有することが明らかになった。このような雑音の相関を実験によって検出し、定量的に解析する手法を確立し報告した。二つ目は、低周波でのドリフトのみが問題であると考えられていた核スピンの影響が、核スピンラーマー歳差運動に対応する MHz 帯の周波数で顕著に現れるという点である。この新しい効果のメカニズムとその応用可能性について理論的に解析し報告した。

以上のように本研究を通じて、半導体スピン量子ビットによる量子コンピュータの実用化に向けた研究を進める上で重要な基礎的物理の理解と基盤技術の確立に大きな進捗を得ることができた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計26件（うち査読付論文 26件 / うち国際共著 12件 / うちオープンアクセス 12件）

1. 著者名 Takeda Kenta, Noiri Akito, Nakajima Takashi, Camenzind Leon C., Kobayashi Takashi, Sammak Amir, Scappucci Giordano, Tarucha Seigo	4. 巻 10
2. 論文標題 Rapid single-shot parity spin readout in a silicon double quantum dot with fidelity exceeding 99%	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 npj Quantum Information	6. 最初と最後の頁 22
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41534-024-00813-0	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 Wu Yi-Hsien, Camenzind Leon C., Noiri Akito, Takeda Kenta, Nakajima Takashi, Kobayashi Takashi, Chang Chien-Yuan, Sammak Amir, Scappucci Giordano, Goan Hsi-Sheng, Tarucha Seigo	4. 巻 10
2. 論文標題 Hamiltonian phase error in resonantly driven CNOT gate above the fault-tolerant threshold	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 npj Quantum Information	6. 最初と最後の頁 8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41534-023-00802-9	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 Rojas-Arias J.S., Noiri A., Stano P., Nakajima T., Yoneda J., Takeda K., Kobayashi T., Sammak A., Scappucci G., Loss D., Tarucha S.	4. 巻 20
2. 論文標題 Spatial noise correlations beyond nearest neighbors in 28Si/Si-Ge spin qubits	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physical Review Applied	6. 最初と最後の頁 54024
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/physrevapplied.20.054024	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 Stano Peter, Nakajima Takashi, Noiri Akito, Tarucha Seigo, Loss Daniel	4. 巻 108
2. 論文標題 Dynamical nuclear spin polarization in a quantum dot with an electron spin driven by electric dipole spin resonance	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 155306
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/physrevb.108.155306	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 Yoneda J., Rojas-Arias J. S., Stano P., Takeda K., Noiri A., Nakajima T., Loss D., Tarucha S.	4. 巻 19
2. 論文標題 Noise-correlation spectrum for a pair of spin qubits in silicon	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Nature Physics	6. 最初と最後の頁 1793 ~ 1798
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41567-023-02238-6	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., Nakajima T., Takeda K., Noiri A., Yoneda J., Tarucha S.	4. 巻 9
2. 論文標題 Feedback-based active reset of a spin qubit in silicon	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 npj Quantum Information	6. 最初と最後の頁 52
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41534-023-00719-3	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 Noiri Akito, Takeda Kenta, Nakajima Takashi, Kobayashi Takashi, Sammak Amir, Scappucci Giordano, Tarucha Seigo	4. 巻 13
2. 論文標題 A shuttling-based two-qubit logic gate for linking distant silicon quantum processors	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 5740
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-022-33453-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 Takeda Kenta, Noiri Akito, Nakajima Takashi, Kobayashi Takashi, Tarucha Seigo	4. 巻 608
2. 論文標題 Quantum error correction with silicon spin qubits	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nature	6. 最初と最後の頁 682 ~ 686
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41586-022-04986-6	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 Kojima Y., Nakajima T., Noiri A., Yoneda J., Otsuka T., Takeda K., Li S., Bartlett S. D., Ludwig A., Wieck A. D., Tarucha S.	4. 巻 7
2. 論文標題 Probabilistic teleportation of a quantum dot spin qubit	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 npj Quantum Information	6. 最初と最後の頁 68
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41534-021-00403-4	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 Takeda Kenta, Noiri Akito, Nakajima Takashi, Yoneda Jun, Kobayashi Takashi, Tarucha Seigo	4. 巻 16
2. 論文標題 Quantum tomography of an entangled three-qubit state in silicon	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nature Nanotechnology	6. 最初と最後の頁 965 ~ 969
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41565-021-00925-0	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 Kiyama H., Yoshimi K., Kato T., Nakajima T., Oiwa A., Tarucha S.	4. 巻 127
2. 論文標題 Preparation and Readout of Multielectron High-Spin States in a Gate-Defined GaAs/AlGaAs Quantum Dot	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 86802
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/physrevlett.127.086802	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 Tadokoro Masahiro, Nakajima Takashi, Kobayashi Takashi, Takeda Kenta, Noiri Akito, Tomari Kaito, Yoneda Jun, Tarucha Seigo, Kodera Tetsuo	4. 巻 11
2. 論文標題 Designs for a two-dimensional Si quantum dot array with spin qubit addressability	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 19406
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-98212-4	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 -

1. 著者名 Noiri Akito, Takeda Kenta, Nakajima Takashi, Kobayashi Takashi, Sammak Amir, Scappucci Giordano, Tarucha Seigo	4. 巻 601
2. 論文標題 Fast universal quantum gate above the fault-tolerance threshold in silicon	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nature	6. 最初と最後の頁 338 ~ 342
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41586-021-04182-y	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 Shinozaki Motoya, Muto Yui, Kitada Takahito, Nakajima Takashi, Delbecq Matthieu R., Yoneda Jun, Takeda Kenta, Noiri Akito, Ito Takumi, Ludwig Arne, Wieck Andreas D., Tarucha Seigo, Otsuka Tomohiro	4. 巻 14
2. 論文標題 Gate voltage dependence of noise distribution in radio-frequency reflectometry in gallium arsenide quantum dots	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Physics Express	6. 最初と最後の頁 035002 ~ 035002
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1882-0786/abe41f	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 Nakajima Takashi, Kojima Yohei, Uehara Yoshihiro, Noiri Akito, Takeda Kenta, Kobayashi Takashi, Tarucha Seigo	4. 巻 15
2. 論文標題 Real-Time Feedback Control of Charge Sensing for Quantum Dot Qubits	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review Applied	6. 最初と最後の頁 L031003 ~ L031003
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/physrevapplied.15.l031003	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 Marx Marian, Yoneda Jun, Otsuka Tomohiro, Takeda Kenta, Yamaoka Yu, Nakajima Takashi, Li Sen, Noiri Akito, Kodera Tetsuo, Tarucha Seigo	4. 巻 58
2. 論文標題 Spin-orbit assisted spin funnels in DC transport through a physically defined pMOS double quantum dot	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 SBB107 ~ SBB107
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/1347-4065/ab01d6	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 Nakajima Takashi, Noiri Akito, Yoneda Jun, Delbecq Matthieu R., Stano Peter, Otsuka Tomohiro, Takeda Kenta, Amaha Shinichi, Allison Giles, Kawasaki Kento, Ludwig Arne, Wieck Andreas D., Loss Daniel, Tarucha Seigo	4. 巻 14
2. 論文標題 Quantum non-demolition measurement of an electron spin qubit	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Nanotechnology	6. 最初と最後の頁 555 ~ 560
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41565-019-0426-x	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 Noiri Akito, Takeda Kenta, Yoneda Jun, Nakajima Takashi, Kodera Tetsuo, Tarucha Seigo	4. 巻 20
2. 論文標題 Radio-Frequency-Detected Fast Charge Sensing in Undoped Silicon Quantum Dots	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nano Letters	6. 最初と最後の頁 947 ~ 952
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.nanolett.9b03847	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 Yoneda J., Takeda K., Noiri A., Nakajima T., Li S., Kamioka J., Kodera T., Tarucha S.	4. 巻 11
2. 論文標題 Quantum non-demolition readout of an electron spin in silicon	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 1144 ~ 1144
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-020-14818-8	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 Nakajima Takashi, Noiri Akito, Kawasaki Kento, Yoneda Jun, Stano Peter, Amaha Shinichi, Otsuka Tomohiro, Takeda Kenta, Delbecq Matthieu R., Allison Giles, Ludwig Arne, Wieck Andreas D., Loss Daniel, Tarucha Seigo	4. 巻 10
2. 論文標題 Coherence of a Driven Electron Spin Qubit Actively Decoupled from Quasistatic Noise	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review X	6. 最初と最後の頁 011060 ~ 011060
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevX.10.011060	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 Takeda K., Noiri A., Yoneda J., Nakajima T., Tarucha S.	4. 巻 124
2. 論文標題 Resonantly Driven Singlet-Triplet Spin Qubit in Silicon	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 117701 ~ 117701
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.124.117701	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 Nakajima Takashi, Delbecq Matthieu R., Otsuka Tomohiro, Amaha Shinichi, Yoneda Jun, Noiri Akito, Takeda Kenta, Allison Giles, Ludwig Arne, Wieck Andreas D., Hu Xuedong, Nori Franco, Tarucha Seigo	4. 巻 9
2. 論文標題 Coherent transfer of electron spin correlations assisted by dephasing noise	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 2133 ~ 2133
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-018-04544-7	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 Ito Takumi, Otsuka Tomohiro, Nakajima Takashi, Delbecq Matthieu R., Amaha Shinichi, Yoneda Jun, Takeda Kenta, Noiri Akito, Allison Giles, Ludwig Arne, Wieck Andreas D., Tarucha Seigo	4. 巻 113
2. 論文標題 Four single-spin Rabi oscillations in a quadruple quantum dot	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 093102 ~ 093102
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5040280	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 Takeda K., Yoneda J., Otsuka T., Nakajima T., Delbecq M. R., Allison G., Hoshi Y., Usami N., Itoh K. M., Oda S., Kodera T., Tarucha S.	4. 巻 4
2. 論文標題 Optimized electrical control of a Si/SiGe spin qubit in the presence of an induced frequency shift	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 npj Quantum Information	6. 最初と最後の頁 54 ~ 54
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41534-018-0105-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 -

1. 著者名 Noiri A., Nakajima T., Yoneda J., Delbecq M. R., Stano P., Otsuka T., Takeda K., Amaha S., Allison G., Kawasaki K., Kojima Y., Ludwig A., Wieck A. D., Loss D., Tarucha S.	4. 巻 9
2. 論文標題 A fast quantum interface between different spin qubit encodings	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 5066 ~ 5066
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-018-07522-1	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 Otsuka Tomohiro, Nakajima Takashi, Delbecq Matthieu R., Stano Peter, Amaha Shinichi, Yoneda Jun, Takeda Kenta, Allison Giles, Li Sen, Noiri Akito, Ito Takumi, Loss Daniel, Ludwig Arne, Wieck Andreas D., Tarucha Seigo	4. 巻 99
2. 論文標題 Difference in charge and spin dynamics in a quantum dot-lead coupled system	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 85402
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.99.085402	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76件 (うち招待講演 33件 / うち国際学会 45件)

1. 発表者名 Takashi Nakajima
2. 発表標題 Quantum computing with spin qubits in silicon
3. 学会等名 36th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Akito Noiri, Kenta Takeda, Takashi Nakajima, Takashi Kobayashi, Leon C. Camenzind, Amir Sammak, Giordano Scappucci, Seigo Tarucha
2. 発表標題 Fabrication and characterization of multiple qubit devices
3. 学会等名 Silicon Quantum Electronics Workshop 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Juan Rojas-Arias, Yohei Kojima, Kenta Takeda, Takashi Nakajima, Peter Stano, Jun Yoneda, Akito Noiri, Takashi Kobayashi, Daniel Loss, Seigo Tarucha
2. 発表標題 Nuclear spin noise in nat Si/SiGe spin qubits
3. 学会等名 Silicon Quantum Electronics Workshop 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Ik Kyeong Jin, Takashi Nakajima, Akito Noiri, Kenta Takeda, Leon Camenzind, Yi-Hsien Wu, Misato Taguchi, Takuji Miki, Makoto Nagata, Seigo Tarucha
2. 発表標題 Characterization of a Flip-Chip Interposer through Photon-Assisted Tunneling in a Double Quantum Dot
3. 学会等名 Silicon Quantum Electronics Workshop 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yohei Kojima, Takashi Nakajima, Akito Noiri, Kenta Takeda, Takashi Kobayashi, Seigo Tarucha
2. 発表標題 Active suppression of low-frequency exchange noise in controlled-phase gate for Si/SiGe spin qubits
3. 学会等名 Silicon Quantum Electronics Workshop 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Jun Yoneda, Juan S. Rojas-Arias, Peter Stano, Kenta Takeda, Akito Noiri, Takashi Nakajima, Daniel Loss, Seigo Tarucha
2. 発表標題 Identifying the decoherence source of silicon spin qubits based on noise cross-correlation
3. 学会等名 Silicon Quantum Electronics Workshop 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Takashi Kobayashi, Akito Noiri, Kenta Takeda, Takashi Nakajima, Leon C. Camenzind, Ik Kyeong Jin, Amir Sammak, Giordano Scappucci, Seigo Tarucha
2. 発表標題 Charge-induced energy shift of a single spin qubit under magnetic-field gradient
3. 学会等名 Silicon Quantum Electronics Workshop 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yi-Hsien Wu, Leon C. Camenzind, Akito Noiri, Kenta Takeda, Takashi Nakajima, Takashi Kobayashi, Chien-Yuan Chang, Amir Sammak, Giordano Scappucci, Hsi-Sheng Goan, Seigo Tarucha
2. 発表標題 Hamiltonian Phase Error in Resonantly Driven CNOT Gate Above the Fault-Tolerant Threshold
3. 学会等名 Silicon Quantum Electronics Workshop 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Patrick Butler, Yi-Hsien Wu, Leon C. Camenzind, Akito Noiri, Kenta Takeda, Takashi Nakajima, Takashi Kobayashi, Seigo Tarucha
2. 発表標題 Pulse Shaping and Composite Pulses for Single-Qubit Gates in SiGe
3. 学会等名 Silicon Quantum Electronics Workshop 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Kenta Takeda, Akito Noiri, Takashi Nakajima, Leon C. Camenzind, Takashi Kobayashi, Amir Sammak, Giordano Scappucci, Seigo Tarucha
2. 発表標題 Rapid single-shot parity spin readout with fidelity exceeding 99 percent
3. 学会等名 Silicon Quantum Electronics Workshop 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Takashi Nakajima
2. 発表標題 Building a Tiny Quantum Computer with Silicon Quantum Dots
3. 学会等名 22 nd International Conference on Electron Dynamics in Semiconductors, Optoelectronics and Nanostructures (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Noiri Akito, Takeda Kenta, Nakajima Takashi, Kobayashi Takashi, Sammak Amir, Scappucci Giordano, Tarucha Seigo
2. 発表標題 離れたシリコン量子プロセッサ間の量子接続に向けた単一電子スピンシャトルによる2量子ビットゲート
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 中島峻
2. 発表標題 シリコン量子コンピュータによる小規模量子演算の実装と課題
3. 学会等名 第106回産研テクノサロン (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Noiri Akito, Takeda Kenta, Nakajima Takashi, Kobayashi Takashi, Sammak Amir, Scappucci Giordano, Tarucha Seigo
2. 発表標題 A shuttling-based two-qubit gate for linking distant silicon quantum processors
3. 学会等名 2022 Silicon Quantum Electronics Workshop (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Noiri Akito, Takeda Kenta, Nakajima Takashi, Kobayashi Takashi, Sammak Amir, Scappucci Giordano, Tarucha Seigo
2. 発表標題 シリコン電子スピン量子ビットにおける高忠実2量子ビット操作
3. 学会等名 日本物理学会 2022年秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Takashi Nakajima
2. 発表標題 Coherence improvement of semiconductor spin qubits via active noise cancelling
3. 学会等名 The 20th International Symposium on the Physics of Semiconductors and Applications (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Rojas Arias, Sebastian Juan, Noiri Akito, Stano Peter, Yoneda Jun, Nakajima Takashi, Takeda Kenta, Kobayashi Takashi, Loss Daniel, Tarucha Seigo
2. 発表標題 Correlated charge noise in Si/SiGe quantum dot spin qubits
3. 学会等名 The 24th International Conference on High Magnetic Fields in Semiconductor Physics (HMF-24) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中島峻
2. 発表標題 半導体量子コンピュータ研究の現状と展望
3. 学会等名 電子情報通信学会システムナノ技術に関する特別研究専門委員会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中島峻
2. 発表標題 シリコンスピン量子ビットによる量子コンピュータ開発
3. 学会等名 電気情報通信学会 量子情報技術研究会 QIT46 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中島峻
2. 発表標題 半導体電子スピン量子ビットの高速量子状態制御
3. 学会等名 東京大学物性研究所ワークショップ「第2回ナノスケール物性科学の最先端と新展開」(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中島峻
2. 発表標題 シリコンスピン量子ビットによる量子情報処理
3. 学会等名 応用物理学会量子情報工学研究会「量子情報工学の最前線」(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Akito Noiri
2. 発表標題 Universal quantum gate fidelity exceeding the fault-tolerance threshold in silicon
3. 学会等名 Silicon Quantum Electronics Workshop (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kenta Takeda
2. 発表標題 Three-qubit quantum error correction using electron spins in silicon
3. 学会等名 Silicon Quantum Electronics Workshop (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takashi Kobayashi
2. 発表標題 Quantum measurement and control of silicon spin qubits
3. 学会等名 The 5th Symposium for The Core Research Clusters for Materials Science and Spintronics, and the 4th Symposium on International Joint Graduate Program in Materials Science (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Akito Noiri
2. 発表標題 Shuttling-based controlled-phase gate in silicon
3. 学会等名 24th International Conference on Electronic Properties of TwoDimensional Systems (EP2DS24) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Rojas-Arias S Juan
2. 発表標題 Charge noise in Si/SiGe quantum dot spin qubits
3. 学会等名 The 11th Workshop on Semiconductor/Superconductor Quantum Coherence Effect and Quantum Information
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yoshihiro Uehara
2. 発表標題 Toward autotuning of spin qubits in semiconductor quantum dots
3. 学会等名 The 11th Workshop on Semiconductor/Superconductor Quantum Coherence Effect and Quantum Information
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kenta Takeda
2. 発表標題 Quantum error correction with spins in silicon
3. 学会等名 The 11th Workshop on Semiconductor/Superconductor Quantum Coherence Effect and Quantum Information
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小林嵩
2. 発表標題 Si スピン量子ビット測定に適した超伝導増幅器の試作と評価
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 中島峻
2. 発表標題 シリコン3ビット量子プロセッサのユニバーサル制御
3. 学会等名 日本物理学会 第77回年次大会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 米田淳
2. 発表標題 シリコン量子ドットにおける電子スピン量子非破壊測定
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 篠崎基矢
2. 発表標題 量子ドット高周波反射測定のノイズ解析
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 武藤由依
2. 発表標題 ベイズ手法による量子ドット電荷状態推定のノイズ依存性
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 中曾拓
2. 発表標題 機械学習による量子ドットの電荷状態推定
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 中島峻
2. 発表標題 半導体スピン量子コンピュータとマイクロ波
3. 学会等名 IEEE MTT-S Kansai Chapter 「量子技術とマイクロ波」ワークショップ(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takashi Kobayashi
2. 発表標題 Measurement-based active reset of a silicon spin qubit
3. 学会等名 10th Workshop on semiconductor/superconductor quantum coherence effect and quantum information(国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Juan Rojas-Arias
2. 発表標題 Spatio-temporal correlations of dephasing noise in spin qubits
3. 学会等名 10th Workshop on semiconductor/superconductor quantum coherence effect and quantum information(国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 野入亮人
2. 発表標題 シリコン3量子ビットプロセッサ(I)
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 武田健太
2. 発表標題 シリコン3量子ビットプロセッサ(II)
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 上原義裕
2. 発表標題 スピン量子ビットのための電荷計のフィードバック制御
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 T. Nakajima
2. 発表標題 Coherent control of a GaAs quantum dot spin qubit operated in a feedback loop
3. 学会等名 Compound Semiconductor Week 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. Tarucha
2. 発表標題 High-speed Manipulation of Si Qubits
3. 学会等名 2nd Joint ISTDM / ICSI 2019 Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. Tarucha
2. 発表標題 Si Platform for Developing Spin-based Quantum Computing
3. 学会等名 2019 Symposia on VLSI Technology and Circuits (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中島 峻
2. 発表標題 単一電子スピンの核スピン浴の揺らぎと相互作用
3. 学会等名 日本物理学会2019年秋季大会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. Tarucha
2. 発表標題 Fault tolerant Si based quantum computing
3. 学会等名 Japan-Netherlands Quantum Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中島 峻
2. 発表標題 量子コンピュータとデータサイエンスの世界
3. 学会等名 秋田県情報産業協会主催 地域連携セミナー (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Y. Kojima
2. 発表標題 Towards quantum teleportation with quantum-dot spin qubits
3. 学会等名 Compound Semiconductor Week 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Y. Kojima
2. 発表標題 Quantum teleportation in a triple quantum dot by utilizing Pauli spin blockade
3. 学会等名 Frontiers in Quantum Information Physics and Technology (Int'l Symposium FQIPT) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Takeda
2. 発表標題 High-fidelity resonant operation of a Si-based singlet-triplet qubit
3. 学会等名 Silicon quantum electronics workshop 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 野入 亮人
2. 発表標題 高周波反射測定による電界誘起型シリコン量子ドットの高速電荷検出
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 小林 高
2. 発表標題 シリコンスピン量子ビットに対する測定ベースの決定性初期化プロトコル
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 T. Nakajima
2. 発表標題 Quantum control of spin qubits in different encodings in a triple quantum dot
3. 学会等名 China-Japan International Workshop on Quantum Technologies (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Seigo Tarucha
2. 発表標題 High-fidelity and scale-up of quantum gates in Si-based quantum computing
3. 学会等名 DENMARK AND JAPAN STI SEMINAR QUANTUM TECHNOLOGY CREATING THE FUTURE! (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Seigo Tarucha
2. 発表標題 Quantum Coherence of Spin Qubits with Limited Coupling to the Environment
3. 学会等名 International Symposium on Quantum Computing and Quantum Optics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Seigo Tarucha
2. 発表標題 Quantum technology for implementing spin based quantum computing with high fidelity and up scaling of qubits
3. 学会等名 The 19th International Symposium on the Physics of Semiconductors and Applications (ISPSA) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Seigo Tarucha
2. 発表標題 Control with Triple Quantum Dots: Hybrid Spin Qubit, QND, and Coherent Entanglement Transfer
3. 学会等名 20th ICSNN (International Conference on Superlattices, Nanostructures and Nanodevices) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Seigo Tarucha
2. 発表標題 High-fidelity spin manipulation toward fault-tolerant quantum computation
3. 学会等名 10th International School and Conference on Physics and Applications of Spin Phenomena in Solids (PASPS10) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Seigo Tarucha
2. 発表標題 QND spin readout and coherent entanglement transfer with a triple quantum dot
3. 学会等名 The international workshop "Quantum Information and Correlation in Quantum Dots" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Seigo Tarucha
2. 発表標題 Quantum control of spin qubits in different encodings in a triple quantum dot
3. 学会等名 Japan-EU Joint Workshop on Advanced Quantum Technology for Future Innovation (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Seigo Tarucha
2. 発表標題 Spin control with triple quantum dots: three spin qubits, CPHASE, entanglement transfer, and QND
3. 学会等名 4th School and Conference on Spin-Based Quantum Information Processing (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中島峻
2. 発表標題 隣り合わないスピン量子ビット間の量子もつれ生成
3. 学会等名 第3回 非ノイマン型情報処理へ向けたデバイス技術分科会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 樽茶清悟
2. 発表標題 量子ドットスピンを用いた量子情報
3. 学会等名 量子エレクトロニクス研究会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Seigo Tarucha
2. 発表標題 Si platform for spin-based quantum computing
3. 学会等名 International School of Spintronics and Korea-Japan Spintronics Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Seigo Tarucha
2. 発表標題 Micro-magnet Techniques for Implementing Spin-based Quantum Computing with Quantum Dots
3. 学会等名 Invitation for Taiwan Quantum Computer Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Seigo Tarucha
2. 発表標題 Versatile Spin Control for Spin-based Quantum Computing with Quantum Dots
3. 学会等名 Taiwan Quantum Computer Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Seigo Tarucha
2. 発表標題 Fast CPHASE and QND using Three Spins in a Triple Quantum Dot
3. 学会等名 UTokyo-ANU workshop on Quantum Control and Electronic Materials and Devices (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Seigo Tarucha
2. 発表標題 Coherent control and dephasing of electron spins in quantum dots
3. 学会等名 Electroweak interaction and Unified Theories Mesoscopic Physics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takashi Nakajima
2. 発表標題 Coherent control of a spin qubit in a frequency-locked loop
3. 学会等名 20th International Conference on Superlattices, Nanostructures and Nanodevices (ICSNN2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Akito Noiri
2. 発表標題 Coherent coupling between different spin qubit encodings
3. 学会等名 20th International Conference on Superlattices, Nanostructures and Nanodevices (ICSNN2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 A. Noiri
2. 発表標題 A quantum interface between different spin qubit encodings
3. 学会等名 第8回半導体/超伝導体量子効果と量子情報の夏期研修会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 米田 淳
2. 発表標題 Cross-correlated noise acting on spins in a silicon double quantum dot
3. 学会等名 Silicon quantum electronics workshop 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Y. Kojima
2. 発表標題 Towards quantum teleportation with quantum-dot spin qubits
3. 学会等名 UTokyo-ANU workshop on Quantum Control and Electronic Materials and Devices (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 米田 淳
2. 発表標題 シリコン2重量子ドットにおける位相雑音の交差相関
3. 学会等名 日本物理学会2019年春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 野入 亮人
2. 発表標題 フィードバック制御による電子スピン量子ビットの操作忠実度の向上
3. 学会等名 日本物理学会2019年春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Ito
2. 発表標題 微小磁石ESRに用いる局所磁場パラメータの解析
3. 学会等名 日本物理学会2019年春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Y. Kojima
2. 発表標題 電子スピンの量子テレポーテーションに向けた実験
3. 学会等名 日本物理学会2019年春季大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 測定装置、測定方法、製造方法、量子コンピュータ、制御方法、及び、集積回路	発明者 中島峻， 小嶋洋平 ， 樽茶清悟	権利者 国立研究開発法 人理化学研究所
産業財産権の種類、番号 特許、特願2021-013935	出願年 2021年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

<p>隣り合わないスピン量子ビット間の量子もつれ生成に成功 http://www.riken.jp/pr/press/2018/20180530_1/ 半導体量子ビットによるハイブリッド量子計算手法の実証 http://www.riken.jp/pr/press/2018/20181129_2/</p>

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	樽茶 清悟 (Tarucha Seigo) (40302799)	国立研究開発法人理化学研究所・創発物性科学研究セン ター・グループディレクター (82401)	

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	Ruhr-University Bochum			
オーストラリア	The University of Sydney			
オランダ	TU Delft			
スイス	University of Basel			
米国	University at Buffalo			