

革新的な量子情報処理技術基盤の創出
2019 年度採択研究者

2020 年度 年次報告書

松崎 雄一郎

産業技術総合研究所 新原理コンピューティング研究センター 量子エンジニアリングチーム
主任研究員

完全秘匿性を実現する量子 IoT アーキテクチャの構築

§ 1. 研究成果の概要

今年度は A. 量子センサと量子通信の複合プロトコルである量子遠隔センシング、B. 量子ビットを用いた磁場センサの高感度化・多機能化、C. 超伝導量子ビットのデコヒーレンス解析、D. 量子アニーリングのノイズ耐性向上、E. NISQ アルゴリズムの提案と NISQ デバイスのノイズ耐性向上、の研究を行った。より具体的には、A に関しては、DICKE 状態を利用して量子センサに匿名性の機能を追加する研究、位相緩和の影響下での量子秘匿センサの性能解析を行った。B. に関しては、電子スピン間のエンタングルメントの利用による NMR の感度向上、量子ゼノン効果を用いたバイアスノイズの抑制、ハイゼンベルク限界を達成するエンタングルメントの効率的生成法の提案、量子ビットの協調効果を利用した位相緩和に対してロバストなセンシングプロトコルの開発、量子ビット間相互作用の制御不要なエンタングルメントセンサ、マイクロ波と RF の組み合わせによる NV 中心の制御理論の構築などを行った。C に関しては、パラメロン量子ビットのノイズ下でのダイナミクスの解析、トランズモン量子ビットのデコヒーレンス解析を目指した基礎的な数値計算を行った。D に関しては、ラムゼ測定を用いることで非断熱的遷移に対してロバストなプロトコルの提案を行い、またエネルギー分散測定を用いることで量子アニーリングの精度を保証するスキームの考案をした。E に関しては、NISQ の変分原理アルゴリズムを用いてボルツマン機械学習を実行する手法を提案して、さらに NISQ における疑似確率法を用いたノンマルコフノイズの抑制理論を構築した。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Yamaguchi, T., Matsuzaki, Y., Saijo, S., Watanabe, H., Mizuochi, N., & Ishi-Hayase, J. (2020). Control of all the transitions between ground state manifolds of nitrogen vacancy centers in diamonds by applying external magnetic driving fields. *Japanese Journal of Applied Physics*, 59(11), 110907.
- 2) Aoki, T., Matsuzaki, Y., & Hakoshima, H. (2021). Possibility of the total thermodynamic entropy production rate of a finite-sized isolated quantum system to be negative for the Gorini-Kossakowski-Sudarshan-Lindblad-type Markovian dynamics of its subsystem. *Physical Review A*, 103(5), 052208.
- 3) Matsuzaki, Y., Hakoshima, H., Sugisaki, K., Seki, Y., & Kawabata, S. (2021). Direct estimation of the energy gap between the ground state and excited state with quantum annealing. *Japanese Journal of Applied Physics*, 60(SB), SBBI02.
- 4) Hakoshima, H., Matsuzaki, Y., & Endo, S. (2021). Relationship between costs for quantum error mitigation and non-Markovian measures. *Physical Review A*, 103(1), 012611.