

2026 年第 87 回応用物理学会秋季学術講演会報告

KS2. 研究会セッション「量子情報工学研究会」

量子情報工学研究会では、近年、量子情報技術が多岐にわたる分野へと広がりを見せていることを踏まえ、分野横断的な議論を通じて相互理解を深めることを目的として、2024 年春季学術講演会より研究会セッションを開設している。

今回の研究会セッションでは、講演奨励賞受賞記念講演 1 件を含む計 27 件の口頭発表が行われた。以下、各セッションの概要を報告する。

9 月 9 日午前・前半では、原子接合の作製や巡回セールスマン問題などの具体的な問題に表れる複数のパラメータに関する組合せ最適化問題に対し、量子勾配降下法、リーマン勾配法といった手法を取り込んだ量子アルゴリズムを開発し、量子コンピュータ上で実行し、他の手法との比較からその有効性を検証する研究が報告された。特に、量子勾配降下法は、実時間を虚時間として Schrödinger 方程式を考えるので、扱う方程式は熱方程式 (i.e., 拡散方程式) という古典の方程式になってしまう。そこで、虚時間を逆温度と見なすことで非ユニタリになってしまった Schrödinger 描像の演算子を熱平衡状態の密度演算子とみなし、その熱方程式を Bloch 方程式とすることで、逆温度が無限大 (i.e., 絶対温度がゼロ) の極限を取り基底状態を得るという物理的背景に基づく手法になっている。したがって、ユニタリ性により Bloch 球面上を歳差運動していたものが、ユニタリ性が崩れ、基底状態へ最急降下するという手法が、この前半の講演に共通した物理的特徴であった。なお、午前・前半の冒頭には、東京農工大学の金刺氏による講演奨励賞受賞記念講演が行われた。

午前・後半では、量子コンピュータや量子リザーバーコンピューティングの応用に関する理論研究 6 件の発表が行われた。具体的には、巡回セールスマン問題用の変分量子固有値ソルバー、量子機械学習のための量子・古典ハイブリッドアーキテクチャ探索、時間遅延入力を用いた量子リザーバーによるカオス時系列予測、時間遅延量子極限学習マシンを用いた原子接合の量子化コンダクタンス予測、自然摂動型ゼロ次最適化を用いた量子制御のグレイボックス最適化、伝導特性計算のための変分量子線形ソルバーの応用といった多岐にわたる課題について研究成果・進捗が報告された。

午後・前半では、半導体スピン量子ビットに関連する 5 件の発表が行われた。大規模集積化に向けた LLM を用いた半導体量子ドットの自動調整、新たな高忠実度スピン量子ビット制御手法として期待されるホッピング方式に向けた微小磁石設計、シリコン MOS 量子ドットにおける正孔スピン量子ビットの PSB 読み出し実験および同種デバイスにおける電子スピン量子ビットの微視的スピン緩和機構の研究、共振器列を用いた遠隔量子ドット間のコヒーレント結合の理論検討など、幅広いテーマについて興味深い研究成果・進捗が

報告された。各発表では聴衆との活発な議論が展開され、本分野の着実な進展がうかがえた。

午後・中盤では、超伝導材料を用いた機械振動子、超伝導量子ビット、およびイオントラップ量子コンピュータの制御技術に関する 6 件の発表が行われた。超伝導材料を用いた機械振動子については、高応力 TiN 薄膜振動子における極低温での高 Q 値の実現や、外部磁場による機械共鳴周波数シフトの観測が報告された。超伝導量子ビットに関しては、複数の固有モードをもつダイヤモンドを用いたシェルビング読み出しと高速初期化、および強磁性 π 接合を導入した自己シャント型磁束量子ビットの動作実証が報告された。また、イオントラップ量子コンピュータの大規模化に向け、50 チャンネル DAC ボードの開発・性能評価や、低温環境における時間分割多重化を用いた多電極制御システムの実証について報告がなされた。

午後・後半では、量子通信・量子ネットワークの実現に向けた量子インターフェース技術を中心に、固体量子系と光・マイクロ波を接続するための研究発表が行われた。具体的には、量子ドットと Bullseye cavity を用いた光子-スピンインターフェース、結晶欠陥スピン集団を用いた連続量の光-スピン変換、ダイヤモンド NV 中心における決定論的ベル測定など、量子中継や量子メモリに関する研究が報告された。また、超伝導量子ビットを光通信ネットワークへ接続する量子トランスデューサに関する発表もあり、シリコンオプトメカニカル結晶における光励起時の雑音や、通信波長帯で発光するシリコン G 中心の利用可能性などが議論された。

以上のように、本研究会セッションでは、量子アルゴリズム、量子機械学習、半導体スピン量子ビット、超伝導量子ビット、量子通信・量子ネットワークなど、量子情報工学の幅広い分野にわたる研究成果が報告された。各講演では活発な質疑応答が行われ、専門分野の異なる研究者間での議論も随所に見られるなど、分野横断的な交流の場として有意義なセッションとなった。また、会場には立ち見が出るほど多くの聴講者が集まり、量子情報工学に対する関心の高さと本分野のさらなる広がりを感じさせる盛況なセッションとなった。