
10:00 - 10:30

Opening talk

超伝導量子コンピュータ開発について
朝永顕成（東京理科大学・産業技術総合研究所）

10:30 - 11:00

Invited lecture talk

実験自動化のための情報技術
吉川成輝（東京科学大 助教）

11:00 - 11:30

Invited lecture talk

量子情報技術の現状と課題：基礎からシステムまで
佐々木寿彦（東京大学 講師）

Lunch break

13:00 - 13:10

部門長、来年度部門長挨拶
蔡兆申、吉原文樹

13:10 - 13:16

芝浦工業大学量子情報工学研究室の紹介
渡部昌平（芝浦工業大学 准教授）

13:17 - 13:23

中央大学松崎研究室紹介
新倉裕磨（中央大学理工学部電気電子情報通信工学科）

13:24 - 13:30

富士通の量子コンピュータ研究開発の取り組み

阿部徹（富士通株式会社）

富士通では、従来の計算機では現実的に計算が困難な問題に対するソリューションとして量子コンピュータに注目し、ハードからソフト、アプリケーション、さらには古典コンピュータとのハイブリッド計算プラットフォームの構築まで幅広いレイヤにおいて研究開発に取り組んでいる。これまでに、40 量子ビットシミュレータの公開、64 量子ビット超伝導量子コンピュータ実機の公開、early-FTQC 時代に向けた量子計算アーキテクチャである STAR アーキテクチャの開発などの成果を上げてきた。

13:31 - 13:37

SNAIL カップラーを用いた超伝導共振器制御の実装

安藤元太（東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻相関基礎科学系）

近年、超伝導量子回路においてハードウェア効率がよく高性能な量子ビットを実現する方法として、共振器に論理量子ビットの符号化を行うボソニック符号が注目されている。我々は 2 次の非線形性を持つジョセフソン接合素子(SNAIL)により仲介される 2 次元共振器-超伝導量子ビット間の相互作用を用いて共振器状態の制御を行う。本講演では超伝導量子回路の性能と共振器制御の評価について報告する。

Invited lecture talk

13:37 - 14:05

Strangeworks の紹介

aka whurley & Kaori Tanaka (Strangeworks Inc.)

会社概要

2017 年にアメリカ合衆国テキサス州オースティンで設立された量子スタートアップの Strangeworks (ストレンジワークス) は、量子計算用クラウドプラットフォームの提供とソフトウェア開発をおこなっています。具体的には、直感的にカスタマイズされたソフトウェア・対話型計算技術・生成 AI・量子コンピューティングを組み合わせたソリューションです。企業が抱える大規模で複雑な計算課題を解決するための Strangeworks のソリューション一式は簡単に使えるように工夫されているので、様々な業界の Fortune500 企業で採用されています。米国、ヨーロッパ、日本を中心にグローバルに展開中。シリーズ A ラウンドでは Hitachi Ventures がリードインベスターとして投資しています。

14:06 - 14:12

窒化物超伝導体を用いた超伝導量子回路のコヒーレンス測定と回路評価

河野夏希(東京理科大学 理学研究科)

誤り耐性量子コンピュータの実現に向けて超伝導量子ビットのコヒーレンス時間を向上させることは必要不可欠であり、これを向上させるためにはノイズ源となり得る微視的な欠陥を取り除く必要がある。これまでキャパシタンスや共振器に関する様々な研究が進められてきたが、従来のアルミニウムの Josephson 接合 (Al/AlO_x/Al) を用いた量子回路では、アモルファスである酸化アルミニウムのトンネル障壁に微視的な 2 準位系が存在するため、コヒーレンス時間が制限される可能性がある」と指摘されている。そこで、代替材料として Si/TiN 基板上に NbN/AlN/NbN のエピタキシャル Josephson 接合を用いた非対称 SQUID 付きの量子ビットを用いる。具体的には分光測定、時間領域測定を行い、量子ビットの最適動作点やコヒーレンス時間等の測定を行う。さらに、パラメータの異なるサンプルでも同様な測定を行い、回路の評価についても行う。

本研究は情報通信研究機構 (NICT) 所属の寺井弘高博士との共同研究である。"

14:13 - 14:28

クラウド量子コンピュータシステムの開発と運用

宮永崇史(大阪大学 量子情報・量子生命研究センター)

本公演では、大阪大学におけるクラウド量子コンピュータシステムの開発と運用の現状について説明する。大阪大学は、2023 年に 2 台の国産量子コンピュータの立ち上げに貢献した。特にクラウドシステムをはじめソフトウェアの開発に尽力しており、本公演ではクラウドシステムの概要と現在の開発状況について説明する。また日々のクラウドサービス運用にて得た知見やソフトウェアによる対応についても解説する。

14:29 - 14:44

非線形計算力学シミュレーションの方法について

遠藤克浩(産業技術総合研究所)

計算科学による力学系のシミュレーションは、量子コンピュータ活用が期待される主要な分野の一つである。その中でも時間微分方程式で記述される力学方程式をシュレディンガー方程式の形に乘せることによって、量子コンピュータにより力学シミュレーションを行う手法が注目されつつある。本発表では時間微分方程式を解く先行研究での量子計算手法を簡単にまとめるとともに、非線形微分方程式を解く際の課題とその解決に関する提案手法を紹介する。

Coffee break

15:25 - 16:05

Invited lecture talk

半導体量子ビットシミュレータの開発

浅井栄大 (産業技術総合研究所)

16:05 - 16:11

Lagrangian Formalism for Josephson Electronics: An Introduction

Marc A. Galí Labarias (産業技術総合研究所 G-QuAT)

16:11 - 16:26

調和ポテンシャル中多数イオン配列におけるフォノン・ポラリトン伝搬の観測と解析

百合巧 (大阪大学大学院基礎工学研究科)

よく制御された量子系を用いて別の量子系をシミュレートする量子シミュレーションは、物質系の性質を探索する新たな方法として注目され、その研究が盛んに行われるようになってきている。真空中で電磁場により捕縛されたイオン配列は、その高いコヒーレンスと制御性の高さから、量子シミュレーションを行う物理系の有力な選択肢である。イオンを用いた量子シミュレーションでは、量子ビットとフォノンの両方が重要な役割を果たす。ここで、量子ビットはイオンの内部状態を指す。一方、フォノンはイオンの振動量子状態を指し、レーザーによる冷却・励起といった量子制御が可能である。冷却されたイオンの内部状態は、高い精度で制御することができ、理想的な量子ビットとして注目を集めており、これまでイオン配列中の内部状態を主役として扱った少数個から多数個のイオンを用いた実験が行われてきた[1]。一方、フォノンの自由度は量子ビットよりも多くのエネルギー準位を備え、より大きな情報を扱うことができるが、多数個イオン配列中のフォノンの情報を正確に把握することの難しさから、フォノンを主役にした実験に関しては、これまで少数個イオン配列を用いた実験の報告しかされていない[2, 3]。また、イオンの内部状態とフォノンが結合するようなレーザーを入れて生成されるポラリトンについても同様に少数個の実験報告しかされていない[4]。そこで本研究では、フォノンを主役とした多数個イオン配列を用いた実験を行うことを目標とした。そのためにまず、多数イオン配列において、

調和ポテンシャル中にトラップされたイオンの個数が増えるほどイオン間隔不均一性が顕著に現れることを考慮したフォノン・ポラリトンホッピングの観測・解析を行う。本講演では、10 個のイオンを用いたフォノン・ポラリトンホッピングの解析とその観測についての発表を行う。その後、今後の計画について発表・議論を行う。

[1]M. -W. Li et al., Phys. Rev. Lett. 129, 140501 (2022).

[2]E. K. Irish et al., Phys. Rev. A 77, 033811 (2008).

[3]K. Toyoda et al., Phys. Rev. Lett. 111, 160501 (2013).

[4]R. Ohira et al., Quantum Sci. Technol. 6, 024015 (2021)."

16:26 - 16:41

Y00 量子暗号の安全性証明と量子測定の関係

岩越丈尚 (法政大学 理工学部 機械工学科)

代表的な量子暗号として量子鍵配送が提案されてから量子鍵合意などの新しい暗号プロトコルなども提案され、研究されている。その中で Y00 量子暗号は既存の光通信との親和性が高い点が利点である。しかし本プロトコルの安全性に関する理論的研究は十分ではない。本発表では、Y00 量子暗号の安全性証明を、量子測定の立場から概説する。さらに、Y00 量子暗号に必要な初期鍵を、同暗号で配布できる可能性についても述べる。

16:41 - 16:56

Invited lecture talk

如何に光子は生命現象へと変換されるか

柴田桂成 (筑波大学数理物質系化学域)

我々が最も身近に感じる量子力学的な現象は光吸収であろう。色を認知できるのも、何光年も離れた星を見ることが出るのも、光が量子化された光子として振る舞うからである。そして生態系全体に視野を広げると、地球上の生命は太陽光を光吸収という過程を経て受け取り、それらを化学的なエネルギーや情報へと変換することで維持されている。それでは生物は、どのようなメカニズムを通じて光子を生命維持へと役立てているのだろうか。本発表では、光受容膜タンパク質であるチャネルロドプシンに注目し、光子という素粒子が生命現象へと変換されるメカニズムを紹介する

16:56 - 17:24

Invited lecture talk

超伝導デジタル回路とその作製プロセス
知名史博（産業技術総合研究所 G-QuAT）

17:24 - 17:40

量子回路冷却器の紹介と実装に向けた評価環境の整備
杉山大地（東京理科大学 理学研究科 物理学専攻）

誤り耐性型量子コンピュータの実現に向けた誤り訂正手法として、表面符号が注目されている。この手法の実現には、量子ビットのゲート操作、読み出し、初期化のサイクルを数百ナノ秒以下で正確に行うことが求められる。量子回路冷却器（QCR）の一つである SINIS（超伝導体-絶縁体-常伝導体-絶縁体-超伝導体）接合による初期化プロトコルは、量子ビットの状態に依存せず能動的に実行されるため、高い初期化性能が期待されている。実際、先行研究では、99%忠実度、180 ナノ秒での量子ビットの初期化に成功している。しかし、それは雑音によって量子ビットの第一励起状態の占有率が増加し、理論的に予測される初期化速度を達成できないという課題を残していた。そこで本研究では、より高速かつ高精度な初期化の実装を目指し、配線のノイズ評価とその抑制に取り組んだ。具体的には、SINIS 接合による初期化プロトコルに使用する交流配線と、評価に用いる直流配線に含まれるノイズを測定した。本発表ではその結果と今後の展望について述べる。