

2024年度共同利用研究報告書

2025年03月13日

所属・職名 Quantinuum K.K.・量子ソフトウェア アウトリーチ オフィサー
米澤 康好

		整理番号	2024a027
1.研究計画題目	量子誤り訂正理論の表現論的アプローチと量子人材育成		
2.新規・継続	継続		
3.種別	一般研究		
4.種目	短期共同研究		
5.開催方法	ハイブリッド開催		
6.研究代表者	氏名	米澤 康好	
	所属 部局名	Quantinuum K.K.	量子ソフトウェア アウトリーチ オフィ サー
7.研究実施期間	2024年08月19日(月曜日)~2024年08月21日(水曜日)		
	2024年12月16日(月曜日)~2024年12月18日(水曜日)		
8.キーワード	量子コンピューティング、量子誤り訂正、量子人材育成		
9.参加者人数	71人		

10.本研究で得られた成果の概要

<p>本研究では、量子コンピューティングの現状を踏まえ、以下の二つを目的として活動した。</p> <p>目的1：量子誤り訂正理論の表現論的アプローチ（8月19日、20日、21日、非公開）</p> <p>目的2：量子人材育成（12月16日、17日、18日、公開）</p> <p>目的1</p> <p>a.実施内容</p> <p>2022、2023年度共同利用研究計画 一般研究-短期共同研究(2022a004、2023a007組織委員：米澤康好、落合啓之、村上順)」では、位相的量子計算に表れる三価グラフが、量子群の表現論から再構成できることを確認した。これまでの議論を基に、本年度は具体的にトポロジカルな構造を利用した量子誤り訂正理論のアーキテクチャを議論した。</p> <p>b.成果</p> <p>表現論の計算からユニバーサル量子計算に必要なフェーズ ゲートやエンタングリング ゲートの構成が可能であることの確認を行った。さらに、Quantinuum社の20量子ビットの実機で実験できるロジカル量子ビット、ロジカル量子ゲートの議論を行ったが、残念ながら本研究期間内では、エンコーディングの設計の完成には至らなかった。</p> <p>c.今後の計画</p> <p>2025年度も、Quantinuum社の量子コンピュータでのトポロジカル量子計算の実験を目的とした議論を継続する。トポロジカルな構造（種数、バンクチャー）とエンコード空間の次元等の量子計算に必要な構造の関係をより深く考察し、アーキテクチャを完成させる。</p> <p>目的2</p> <p>a.実施内容</p> <p>1日目は量子コンピュータ事業に取り組んでいる企業からビジネスアップデートの講演を提供した。</p> <p>2日目はQuantinuum TKETを用いた量子コンピューティングの講演を提供した。Quantinuum TKETハンズオンで提供したTKETのコンテンツは以下ページで公開している。 https://github.com/quantinuum-jp/Kyushu_IMI/tree/main/2024</p> <p>3日目はQuantinuumのクラウドプラットフォームNexusを参加者に提供し、測定型量子計算モデルの演習に取り組んでもらった。</p> <p>b.成果</p> <p>参加登録者数は71名。24年度の登録者総数は23年度と等しいが、アカデミックからの登録が減る一方、民間企業からの登録が増えた。情報収集だけではなく、実際に量子計算に取り組むことを念頭にしている企業が増えていると思われる。</p>
--

研究計画題目:量子誤り訂正理論の表現論的アプローチと量子人材育成 成果報告書

本研究では、量子コンピューティングの現状を踏まえ、以下の二つを目的として活動した。

目的1：量子誤り訂正理論の表現論的アプローチ（8月19日、20日、21日、非公開）

目的2：量子人材育成（12月16日、17日、18日、公開）

目的1：量子誤り訂正理論の表現論的アプローチ

a.実施内容

2022、2023年度共同利用研究計画「一般研究-短期共同研究(2022a004、2023a007 組織委員：米澤康好、落合啓之、村上順)」では、位相的量子計算に表れる三価グラフが、量子群の表現論から再構成できることを確認した。これまでの議論を基に、本年度は具体的にトポロジカルな構造を利用した量子誤り訂正理論のアーキテクチャを議論した。

b.成果

表現論の計算からユニバーサル量子計算に必要なフェーズゲートやエンタングリングゲートの構成が可能であることの確認を行った。さらに、Quantinuum社の20量子ビットの実機で実験できるロジカル量子ビット、ロジカル量子ゲートの議論を行ったが、残念ながら本研究期間内では、エンコーディングの設計の完成には至らなかった。

c.今後の計画

2025年度も、Quantinuum社の量子コンピュータでのトポロジカル量子計算の実験を目的とした議論を継続する。トポロジカルな構造（種数、パンクチャー）とエンコード空間の次元等の量子計算に必要な構造の関係をより深く考察し、アーキテクチャを完成させる。

目的2：量子人材育成

a.実施内容

1日目は Quantinuum を含めた量子コンピュータ事業に取り組んでいる企業からビジネスアップデートの講演を提供した。量子コンピュータ概要 (Quantinuum 米澤康好)、三井物産における量子コンピュータの取り組み (三井物産株式会社 濱野倫弥)、Quemix における量子コンピュータの取り組み (Quamix 松下雄一郎)、Quantinuum イオントラップ型量子コンピュータ、量子 SDK TKET (Quantinuum 米澤康好) を対面+ウェビナーのハイブリット形式で実施した。

2日目は Quantinuum TKET を用いた量子コンピューティングの講演 (Quantinuum 米澤康好) を対面+ウェビナーのハイブリット形式で提供した。Quantinuum TKET ハンズオンで提供した TKET のコンテンツは以下ページで公開している。

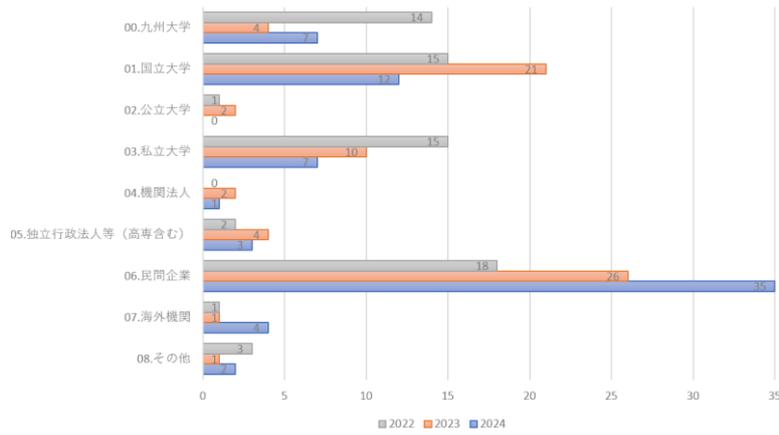
https://github.com/quantinuum-jp/Kyushu_IMI/tree/main/2024

3日目は Quantinuum のクラウドプラットフォーム Nexus を参加者に提供し、測定型量子計算モデルの演習に取り組んでもらった。

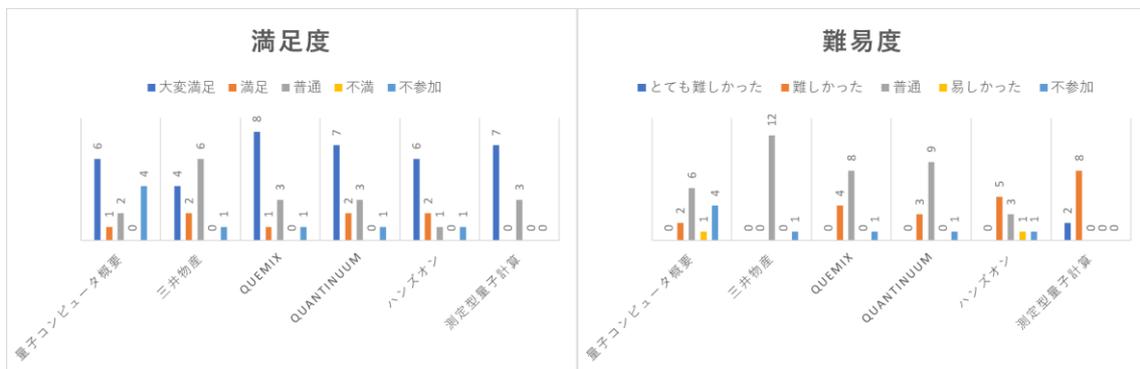
b.成果

参加登録者数は71名 (組織委員を含む)。様々なカテゴリーに所属されている方の登録があった。24年度の登録者総数は23年度と等しいが、アカデミックからの登録が減る一方、民間企業からの登録が増えたのが下記グラフから見て取れる。民間企業登録者のうち32名が1日目のビジネスアップデートに登録、26名が2日目の量子計算ハンズオンに参加登録した。情報収集だけではなく、実際に量子計算に取り組むことを念頭にしている企業が増えていると思われる。

参加登録者数（総数：2022年69名、2023年71名、2024年71名）



実際に聴講した人数は、各講演でオンラインでの聴講が約20名、対面での聴講が各日7名であった。各日の講演後に取ったアンケートに1日目13名、2日目10名、3日目3名からの回答があった。下記集計からは、満足いただける内容を提供できたと思われる。新たに提供した測定型量子計算モデルは一般によく知られている量子回路モデルとは異なり、難易度が高かったようだ。しかし、満足度から測定型量子計算モデルの重要さは伝わったと思われる。3日目は対面参加者に測定型量子計算モデルをTKETで構成することに取り組んでもらい、最後の1時間を使ってディスカッションの時間を設け、参加者間で活発な議論が行われた。



c.今後の計画

受講後のアンケート結果を参考にし、今後も継続的に量子人材育成に取り組んでいく。

開催日:2024/12/16~2024/12/18

量子誤り訂正理論の表現論的アプローチと量子人材育成 | 2024a027

カテゴリ: イベント

タグ:

一般研究

短期共同研究

開催概要

- 開催方法:九州大学 伊都キャンパスとZoomウェビナーによるハイブリッド開催
- 開催場所:
 - 2024年12月16日、17日:九州大学 伊都キャンパス ウェスト1号館 D棟 4階 IMIカンファレンスルーム (W1-D-414)
 - 2024年12月18日午前:九州大学 伊都キャンパスウェスト1号館 C棟 5階C513
 - 2024年12月18日午後:九州大学 伊都キャンパス 講義棟302号室
- 主要言語:日本語
- 共催:九州大学マス・フォア・インダストリ研究所, Quantinuum K.K.
- 協力企業:三井物産株式会社、株式会社Quemix
- 種別・種目:一般研究・短期共同研究
- 研究計画題目:量子誤り訂正理論の表現論的アプローチと量子人材育成
- 研究代表者:米澤 康好 (Quantinuum K.K.・量子ソフトウェア アウトリーチ オフィサー)
- 研究実施期間:2024年8月19日(月)~8月21日(水)(非公開)、2024年12月16日(月)~2024年12月18日(水)
- 公開期間:2024年12月16日(月)~2024年12月18日(水)
- 研究計画詳細:https://joint1.imi.kyushu-u.ac.jp/research_chooses/view/2024a027
- 概要:量子コンピュータの性能は急速に進んでいる。100量子ビット近くある量子コンピュータを古典コンピュータでエミュレートすることは難しく、このサイズを必要とする量子アルゴリズムは量子コンピュータの環境でないと実験ができない。世界一の精度を誇るQuantinuumの量子コンピュータも2024年に56量子ビットを提供し始めており、2025年には96量子ビットを提供する予定である。
Quantinuumだけでなく各社の量子コンピュータ開発のロードマップから、今後かなりのスピードで量子ビット数や量子ボリュームの値が増えることが予想される。そのため、量子コンピューティングの人材育成を継続的に行うことは重要であり、2024年度も量子コンピューティングのトレーニングを学生、研究者向けに以下の日程で開催する。
- プログラム概要:
 - 12月16日:ハイブリッド形式(対面+ウェビナー)
内容:量子コンピュータ概要、三井物産株式と株式会社Quemixから量子コンピュータ業界での取組、Quantinuum量子SDK TKET、量子コンピューティングプラットフォーム Nexusのご紹介
対象:量子コンピュータに興味をお持ちの方
 - 12月17日:ハイブリッド形式(対面+ウェビナー)
内容:TKETを用いた量子コンピューティング
対象:量子コンピュータで量子コンピューティングを行いたい方
 - 12月18日:対面形式(定員20名、定員以上の参加希望があった際には抽選)
内容:TKET、Nexusを用いた量子コンピューティング演習
対象:12月17日、18日の両日対面参加が可能な方

プログラム

12月16日(月)対面+Zoom

●10:30-12:00

米澤康好 (Quantinuum K.K.)

量子コンピュータ概要

●13:30-14:30

TBA (三井物産株式会社)

(仮題)三井物産における量子コンピュータ取組

●14:40-15:40

松下 雄一郎 (株式会社Quemix・代表取締役CEO)

(仮題)Quemixにおける量子コンピュータ取組

- 16:00-18:00 (休憩時間を含む)

米澤 康好 (Quantinuum K.K.)

Quantinuum 量子SDK TKET、量子コンピューティング プラットフォーム Nexus

12月17日(火) 対面+Zoom

- 10:00-10:50

米澤 康好 (Quantinuum K.K.)

量子コンピューティング1

- 11:00-12:00

米澤 康好 (Quantinuum K.K.)

量子コンピューティング2

- 13:30-14:30

米澤 康好 (Quantinuum K.K.)

TKETを用いた量子コンピューティング1

- 14:40-15:40

米澤 康好 (Quantinuum K.K.)

TKETを用いた量子コンピューティング2

- 16:00-17:00

米澤 康好 (Quantinuum K.K.)

TKETを用いた量子コンピューティング3

- 17:10-18:10

米澤 康好 (Quantinuum K.K.)

TKETを用いた量子コンピューティング4

12月18日(水) 対面のみ

- 内容:Quantinuum 量子コンピューティングプラットフォーム Nexusを利用したTKETの量子プログラミング演習

- ※対面の実施です。3日目の参加を希望される方は2日目も対面で参加できる方に限らせていただきます。

- 10:00-11:00

米澤康好 (Quantinuum K.K.)

演習内容の説明

- 11:00-12:00

実施内容:子コンピューティングプラットフォーム Nexusを利用したTKETを用いた量子コンピューティング演習

- 13:30-18:00

実施内容:子コンピューティングプラットフォーム Nexusを利用したTKETを用いた量子コンピューティング演習