

富士通コンピューティング 研究戦略

2025年4月22日

富士通株式会社
副社長 CTO
(兼) システムプラットフォームBG

Vivek Mahajan
(ヴィヴェック マハジャン)

中核となるAIと、世界をリードしている4技術の融合で差別化

量子・コンピューティング

- 量子
- プロセッサー (MONAKA)

ネットワーク

- モバイル：AI-RAN、Open RAN、vCUDU
- フォトニクス：APN
800G/1.2T/1.6T超高速化技術
- ソフトウェア：Virtuora



データ&セキュリティ

- Trustable Internet
- AI セキュリティフレームワーク
- Data Trust
- Ambient認証

AI Platform「Kozuchi」

- エンタープライズ生成AIフレームワーク
- 大規模言語モデル Takane

コンバーGINGテクノロジー

- ソーシャルデジタルツイン
- 海洋デジタルツイン
- 人の行動変容技術

中核となるAIと、世界をリードしている4技術の融合で差別化

量子・コンピューティング

世界最速、最高効率の計算技術実現に向けた技術投資

量子コンピュータ

- ・ 256量子ビット (2025.03.31)
- ・ 1024量子ビット(FY26)
- ・ 誤り耐性量子計算“FTQC”への挑戦(FY26以降)

ブレイクスルーに向けた技術開発

- ・ ダイヤモンドスピン方式
- ・ STARアーキテクチャ)

プロセッサ

MONAKA

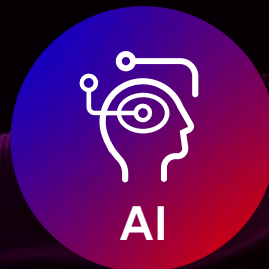
世界初 2nmサーバーチップ

データ&セキュリティ

- ・ Trustable Internet
- ・ AI セキュリティフレームワーク
- ・ Data Trust
- ・ Ambient認証

ネットワーク

- ・ モバイル：AI-RAN
- ・ フォトニクス：APN
800G/1.2T超高速化技術
- ・ ソフトウェア：Virtuora



AI Platform「Kozuchi」

- ・ エンタープライズ生成AIフレームワーク
- ・ 大規模言語モデル
Takane

コンバージングテクノロジー

- ・ ソーシャルデジタルツイン
- ・ 海洋デジタルツイン
- ・ 人の行動変容技術

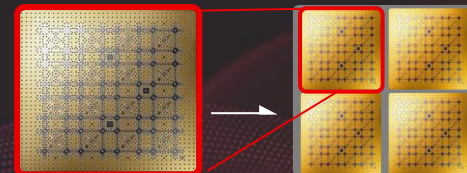
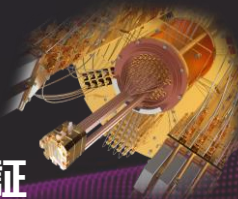
256量子ビット超伝導量子コンピュータを開発

FUJITSU

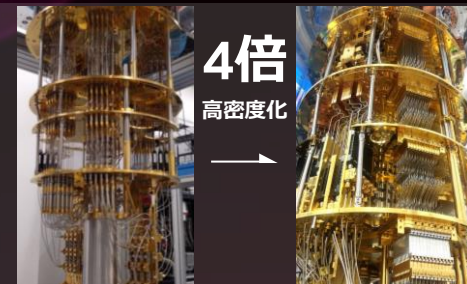
1024量子ビット、beyond 1024量子ビットを見据えた重要なマイルストーン

64_{qubit} → 256_{qubit}

チップ
3次元
接続構造の
有用性を実証



希釈冷凍機内
高密度化



4倍
高密度化

256量子ビット超伝導量子コンピュータを開発

1024量子ビット、beyond 1024量子ビットを見据えた重要なマイルストーン

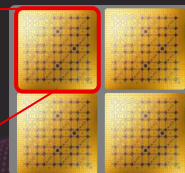
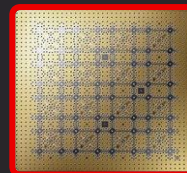
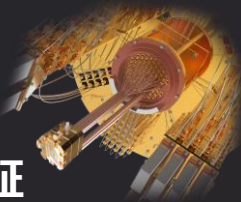
64_{qubit} → 256_{qubit} ----> 1024_{qubit}

チップ

3次元

接続構造の

有用性を実証



3次元接続構造
のまま拡張可能

希釈冷凍機内
高密度化



4倍
高密度化



増強
容積
冷凍能力

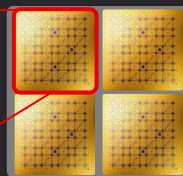
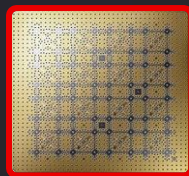
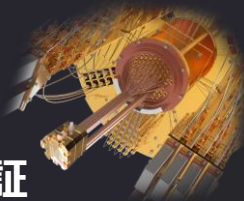
容積と冷凍能力の
増強で稼働見込み

256量子ビット超伝導量子コンピュータを開発

1024量子ビット、beyond 1024量子ビットを見据えた重要なマイルストーン

64_{qubit} → 256_{qubit} ----> 1024_{qubit} ----> beyond 1024_{qubit}

チップ
3次元
接続構造の
有用性を実証

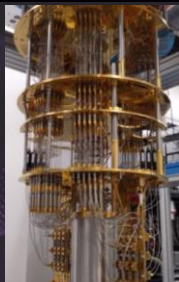


3次元接続構造
のまま拡張可能

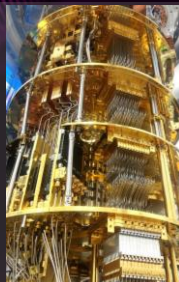
レベル
アップ
→

接続構造の
レベルアップ

希釈冷凍機内
高密度化



4倍
高密度化
→



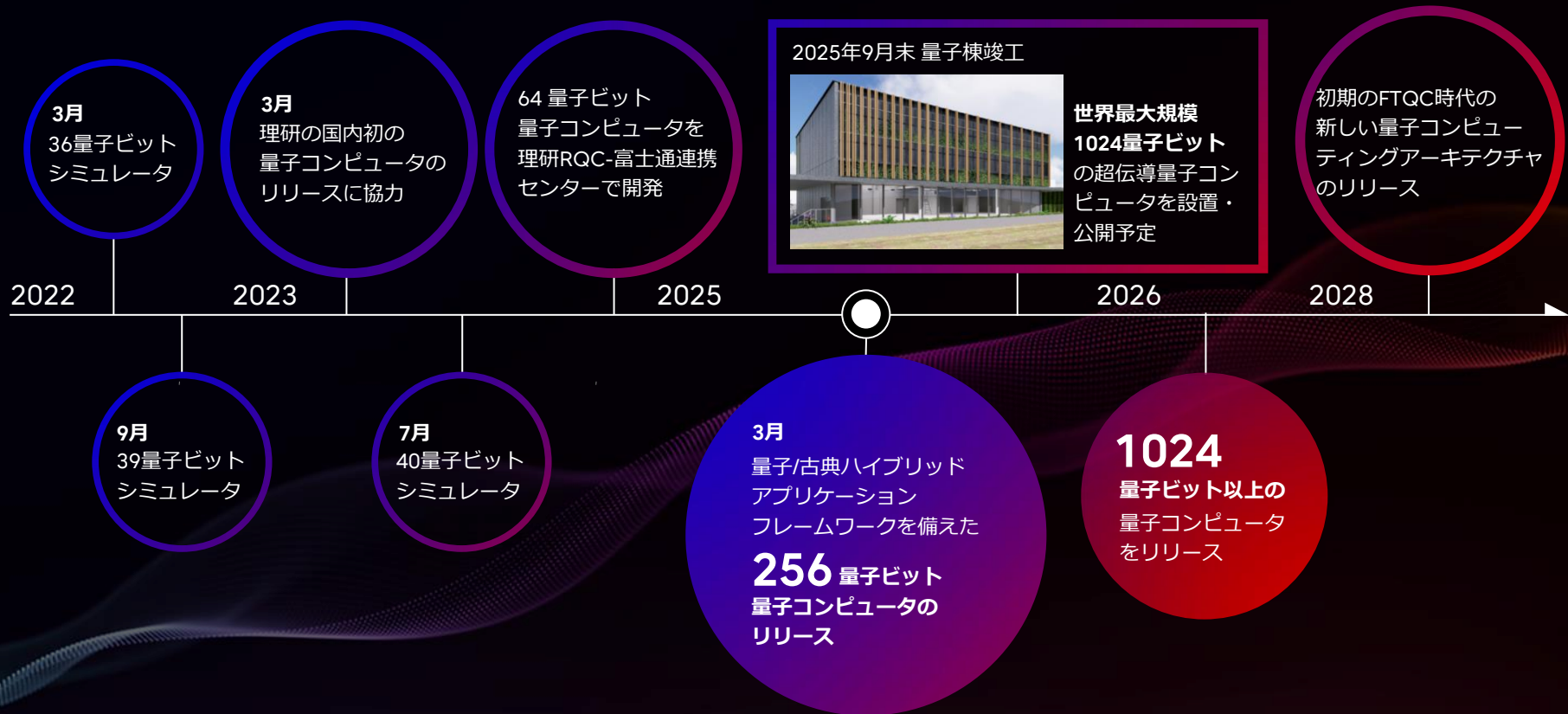
増強
容積
冷凍能力
→

容積と冷凍能力の
増強で稼働見込み

レベル
アップ
→

高密度化の
レベルアップ

富士通の量子コンピュータのロードマップ



Thank you

理化学研究所量子コンピュータ研究センター (RQC) 理研RQC-富士通連携センター 活動概要

中村 泰信

理化学研究所量子コンピュータ研究センター センター長
兼 理研RQC-富士通連携センター 連携センター長



量子コンピュータ実現に向け、ハードウェア・ミドルウェア・ソフトウェアすべての技術レイヤーを貫いた研究開発を推進する。

ブレークスルーを目指して基礎から応用まで、実験から理論まで多様な人材が協働する。

開かれた拠点として、産官学・国内外にわたり広く連携しながら研究開発を進め、社会貢献を目指す。

研究開発を通じて、次世代の量子技術を担う人材を育成する。

2025年4月

古澤明 (副センター長、光子)
米澤英宏 (光子)
福原武 (冷却原子)
川上恵里加 (浮揚電子)
青木隆朗 (共振器QED)
Sylvain de Léséleuc (冷却原子)



萬伸一 (副センター長)



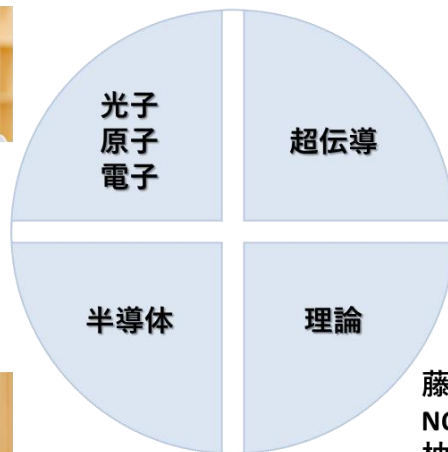
樽茶清悟



野口篤史 (ハイブリッド系)



中村泰信 (センター長)
蔡兆申
阿部英介
田淵豊



LOSS Daniel



藤井啓祐
NORI Franco
柚木清司
後藤隼人
REGULA Bartosz
桑原知剛
鈴木泰成



佐藤信太郎

(理研QCC-富士通連携センター副センター長)

理研の量子コンピュータ先端技術と、富士通のコンピューティング技術・実用化技術を融合

2021年4月発足

取組内容

- － 基盤技術：
1000量子ビット級を念頭に置いた量子ビットの製造技術・実装技術などの基盤技術開発
- － 実機試作：
ハードウェア・ソフトウェアに関する要素技術の研究成果を統合し、超伝導量子コンピュータ実機を開発、要素技術の有用性を検証、運用技術を蓄積
- － アプリケーション開発：
超伝導量子コンピュータ実機を用いたアプリケーション開発

**20名以上の富士通メンバーが理研に常駐して
理研チームと密に協働**

さらに多くのメンバーがリモートで活動



2025年4月より第2期開始 超伝導量子コンピュータの一層の大規模化と性能向上を目指す

文科省Q-LEAPフラッグシップ「超伝導量子コンピュータの研究開発」

2025.4現在



SIP 先進的量子技術基盤の
社会課題への応用促進



共同研究機関



東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO

JST ERATO 巨視的量子機械Pj



大阪大学
OSAKA UNIVERSITY

文科省Q-LEAP量子AIフラッグシッ
P JST共創の場形成支援プログラム
COI-NEXT



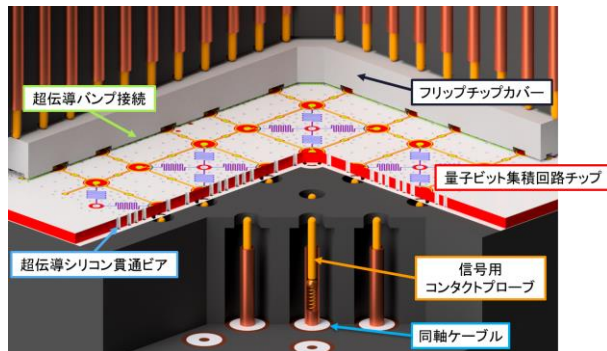
東北大学
Tohoku University



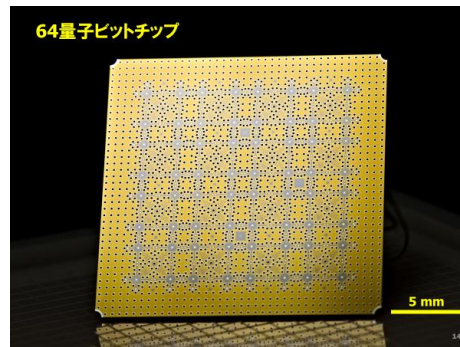
Institute of
SCIENCE TOKYO

連携研究機関

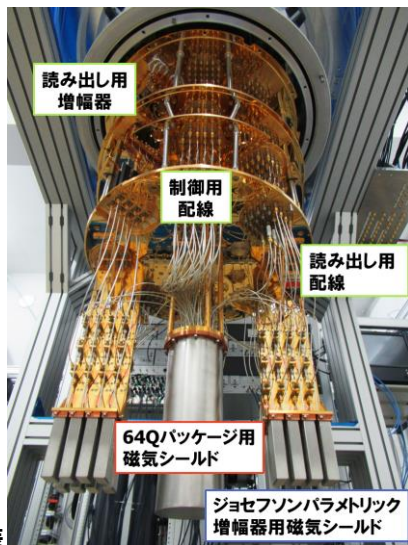
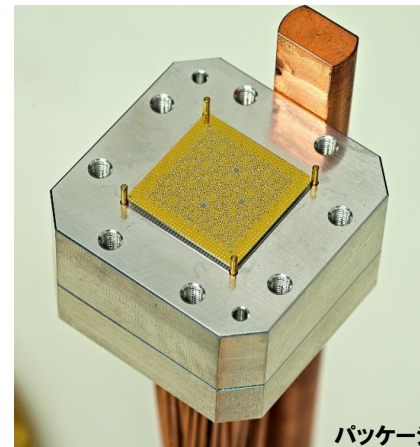
超伝導量子コンピュータ開発の取り組み



集積回路実装方式



超伝導量子ビット集積回路作製

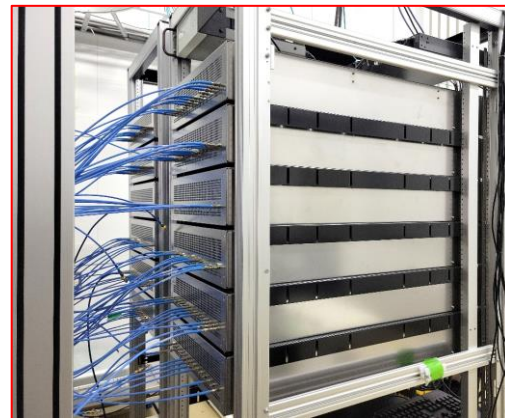


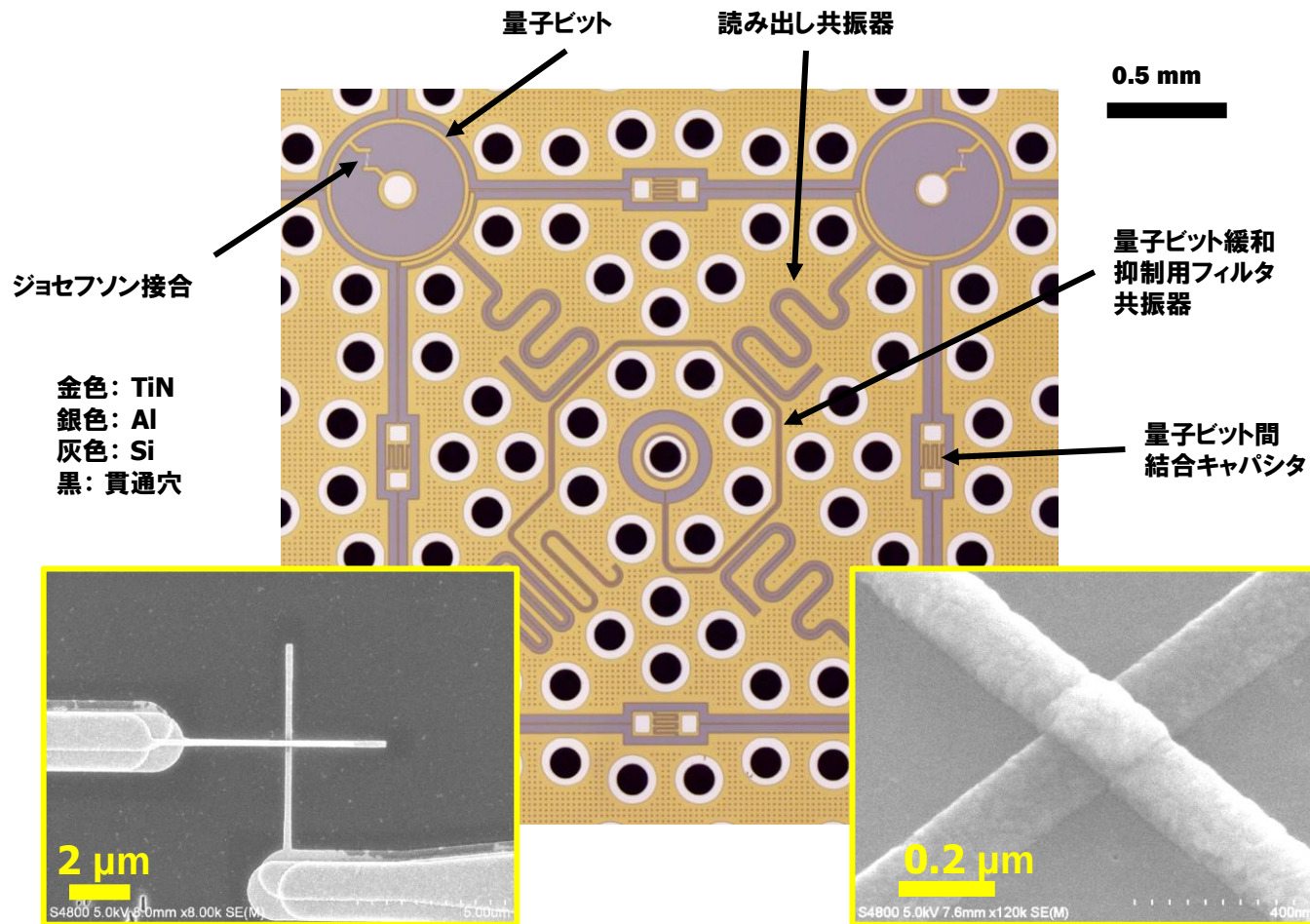
配線実装

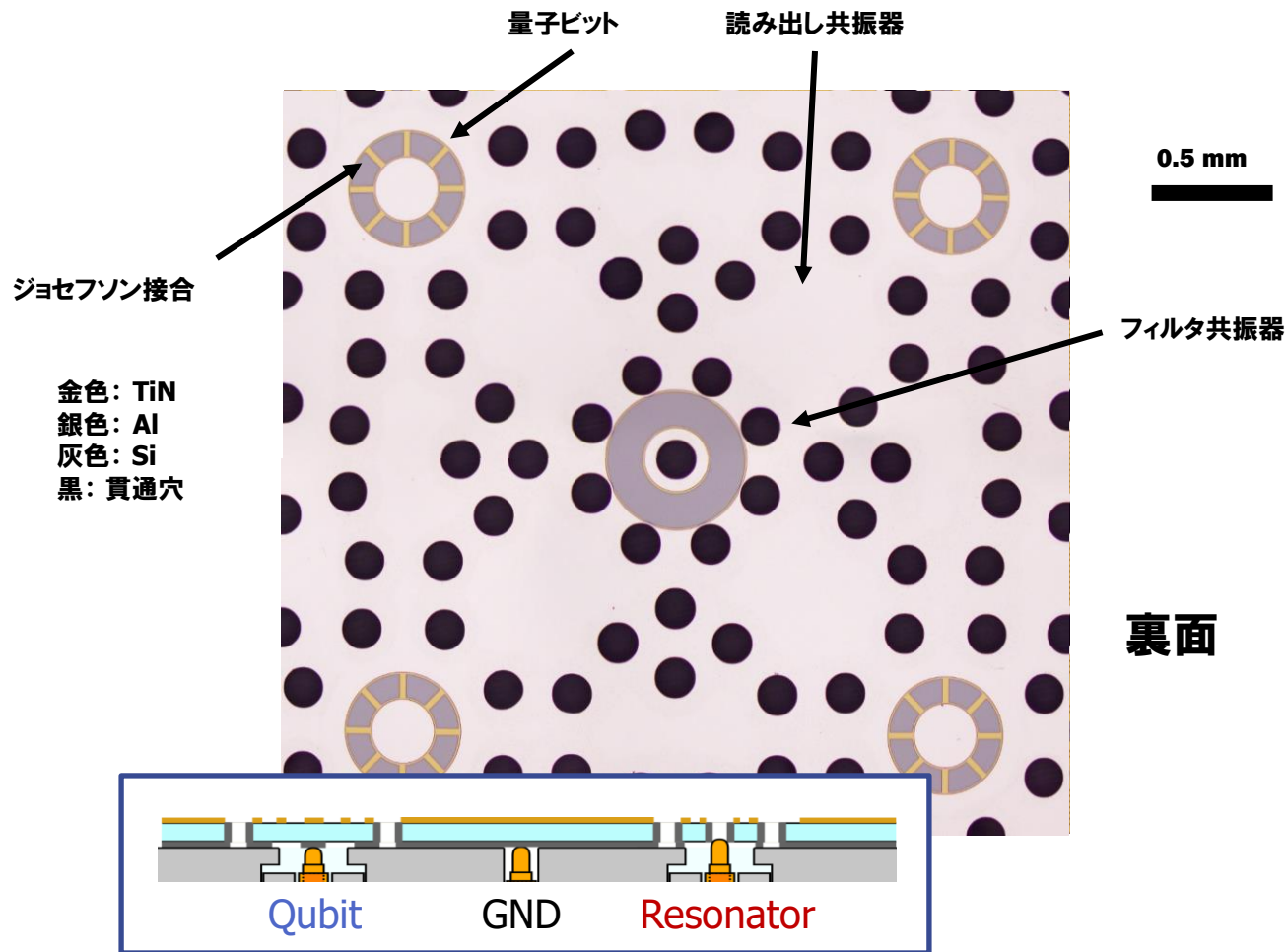


冷却技術

制御エレクトロニクス

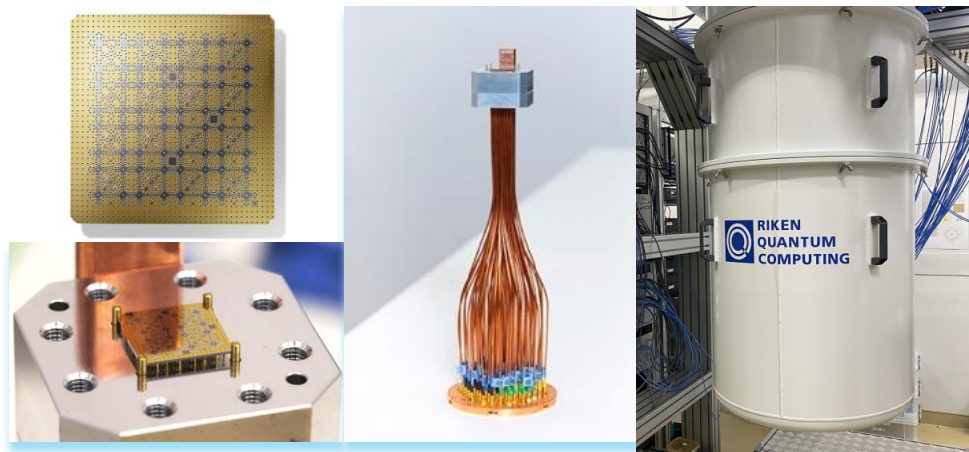






理研量子コンピュータ研究センターにおける国産初の
実機立ち上げとクラウド公開

2023年3月

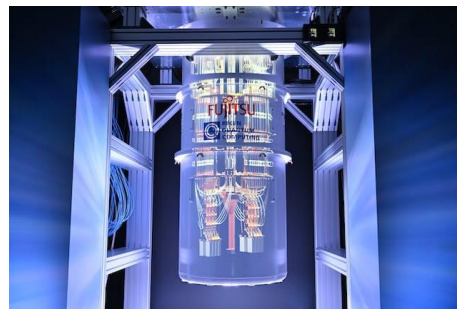


64量子ビット超伝導量子コンピュータシステム



理研RQC－富士通連携センターに
おける2号機公開

2023年10月



大阪大学量子情報・量子生命研究
センターにおける3号機公開

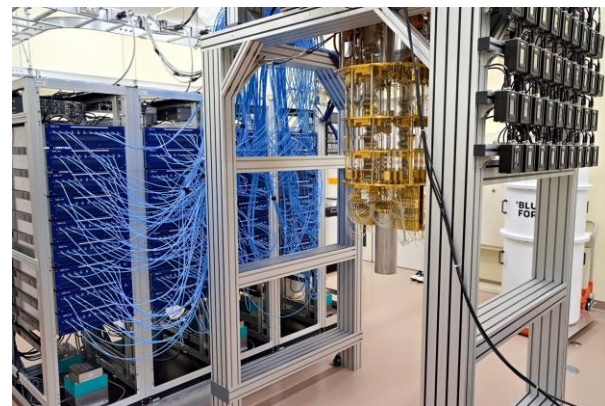
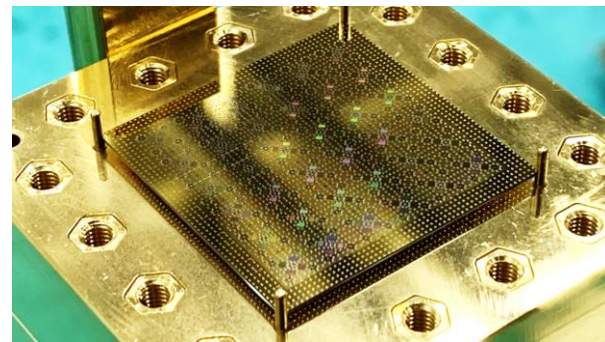
2023年12月



- ・ 一層の高忠実度化・大規模化を目指したハードウェア技術開発
 - ・ 144量子ビットシステム評価開始
 - ・ 量子ビットの低周波化(4-5 GHz)によるコヒーレンス向上
 - ・ 高速・高忠実度読み出し
 - ・ 読み出し回路用フィルタ
 - ・ 高速<100 ns・高忠実度>99.9%・低リークエラー
 - ・ 伝搬型ジョセフソンパラメトリック増幅器開発
 - ・ 高利得・広帯域・低リップル・低雑音
 - ・ 量子ビット読み出し性能の一層の向上に寄与

今後の展開

- ・ コヒーレンスと忠実度の改善による高性能化 ⇒ 誤り訂正技術の実装へ
- ・ 一層の大規模化へ向けた新しい技術とアーキテクチャの研究



理研RQC－富士通連携センターの活動を通じて、研究開発から社会実装までシームレスに推進

世界最大級256量子ビット 超伝導量子コンピュータ 開発

2025年4月22日

富士通株式会社
富士通研究所 フェロー 兼 量子研究所長
理研RQC-富士通連携センター 副連携センター長

佐藤 信太郎

富士通の量子コンピューティング研究開発戦略

- 量子デバイスから基盤ソフト、アプリまで全領域で、世界有数の研究機関と取り組む
- ソフトウェア技術に注力する一方、ハードは幅広く可能性を追求
- ハイブリッド量子プラットフォームを活用し、早期からお客様とアプリケーション開拓に取り組む

量子アプリケーション

エンドユーザーとの共同研究を推進



材料



創薬



金融

富士フィルム
東京エレクトロンなど

デルフト
工科大

量子基盤ソフトウェア

QunaSys
アルゴリズム

キーサイトテクノロジー
エラー緩和技術

大阪大学
エラー訂正技術

量子プラットフォーム

ミドルウェア

コンパイラ

クラウド技術

量子状態制御 量子デバイス、集積

理化学研究所
超伝導方式

デルフト工科大
ダイヤモンドスピン方式

その他の方式も
幅広く検討

ミッション：量子コンピュータ実用化に向けた基盤技術の確立

- 1000量子ビット級の大規模化を可能にするハードウェア、ソフトウェア技術の開発
- 試作する実機を利用した、エンドユーザーを巻き込んだアプリケーション開発

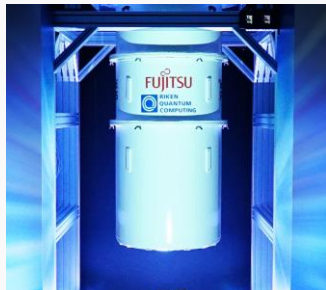
連携センター第一期は2025年3月末で終了し、4月から第二期開始

理研RQC-富士通連携センター設立
1000量子ビット向け技術開発開始



2021年4月

国産2号機 64量子ビット機発表
ハイブリッド量子プラットフォーム提供



2023年10月

本日

256量子ビット機発表
4倍の高密度化を実現



2025年

2025/04～
連携センター
第二期
開始

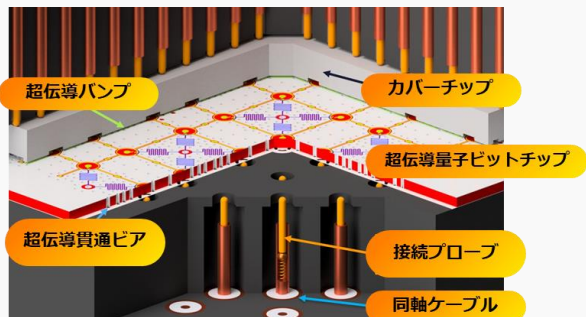
256量子ビット機の開発

課題：

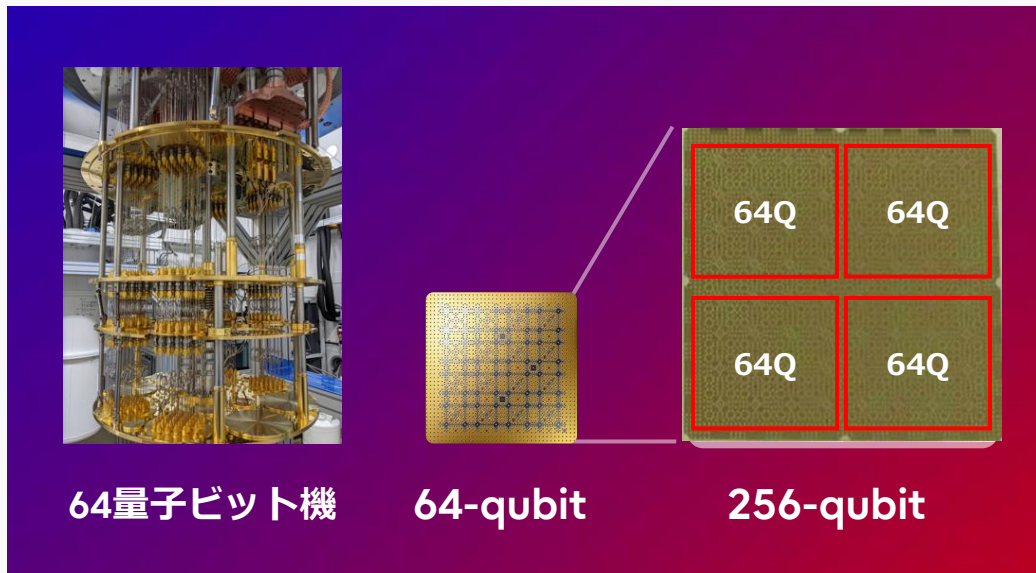
64量子ビット機と同サイズ、同能力の冷凍機に4倍の高密度実装が可能か

- 部品はすべて冷凍機内に収まるか
- 4倍の実装密度においても極低温まで冷却可能か

(約20ミリケルビン、摂氏-273.13度)

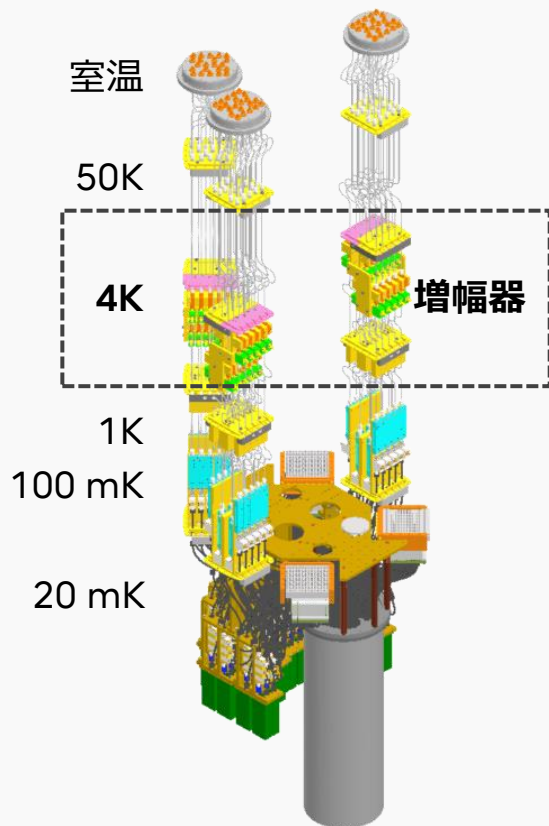


量子ビットチップはスケールアップが
容易な三次元接続構造を持つ

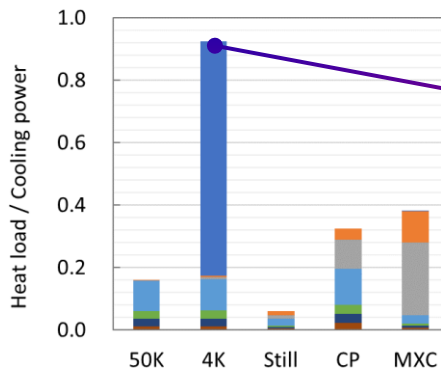


大規模化に向けた熱設計技術

- ・ 希釈冷凍機内部の各温度ステージにおける熱収支の試算
- ・ ボトルネックの4Kステージにおいて、
熱源となる増幅器の選定・冷却効率を改善する筐体設計

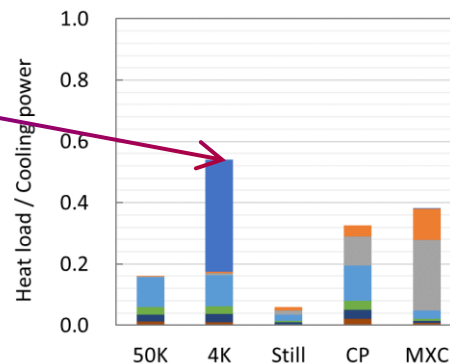


国産2号機の構造で
256量子ビット機を構築した場合



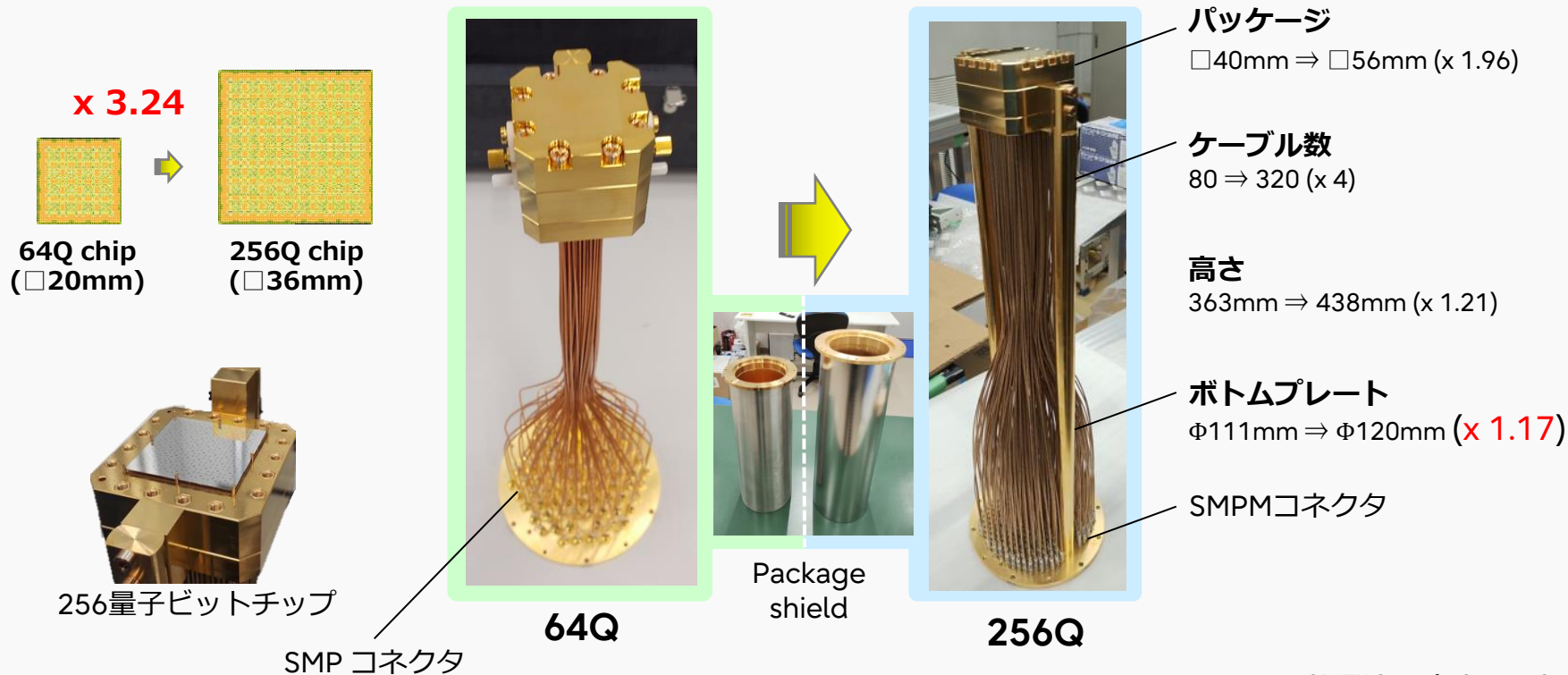
約60%

開発した新規構造



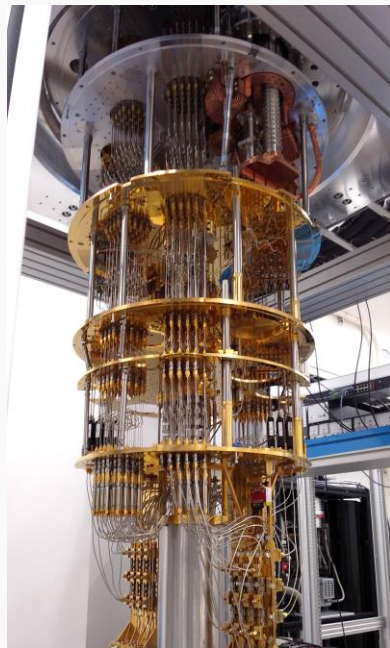
希釈冷凍機内部の各ステージでの熱収支
(発熱量と冷却能力の比率)

新規パッケージの開発

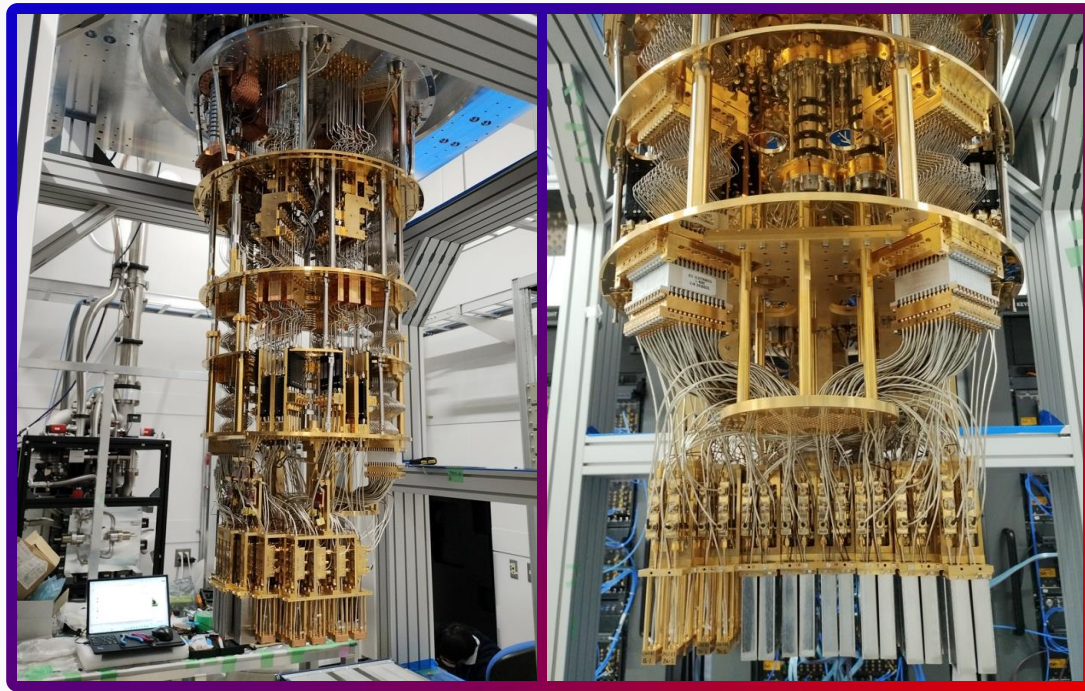


高密度実装技術

希釈冷凍機内で4倍の高密度実装を実現



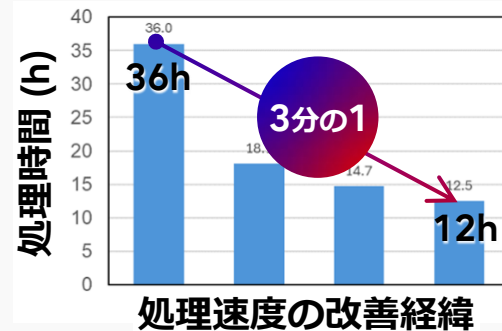
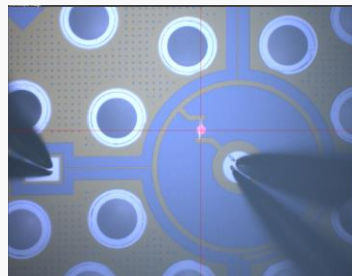
64量子ビット機



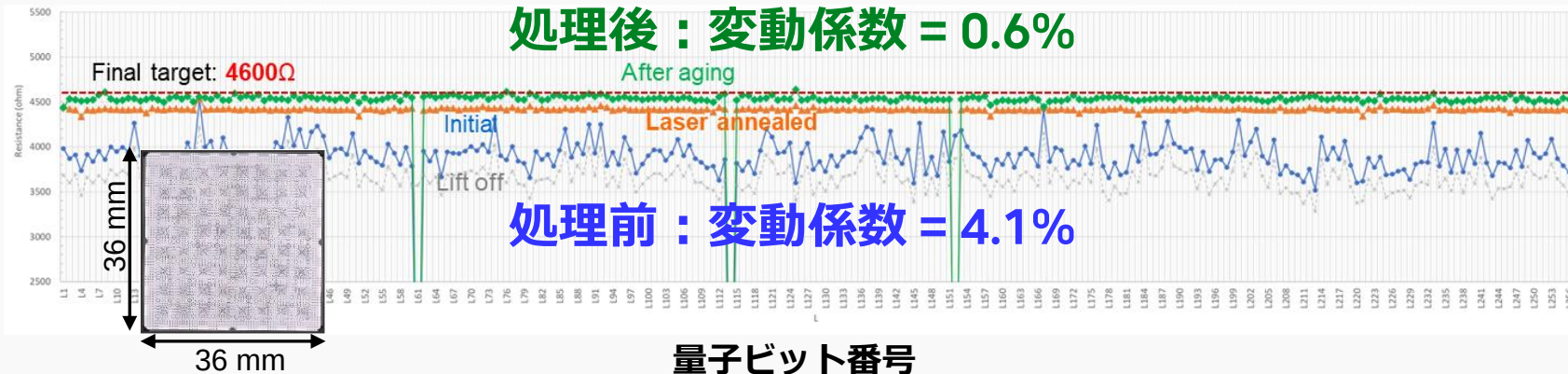
256量子ビット機

量子ビットの特性バラツキ改善技術

- レーザ照射によって特性を自動で個別に微調整する技術を開発
- 素子抵抗の変動係数を、処理前の4.1%から0.6%へ改善
- 処理速度も従来比3分の1に



ジョセフソン接合素子の
抵抗値 (Ω)



256量子ビットチップ

開発した256 量子ビット機



- 熱設計と高密度化技術によって世界最大級※の256量子ビット機の開発を実現
- 提供開始時期：2025年6月

※外部ユーザーに提供されている量子コンピュータとして
(2025年4月現在、富士通調べ)

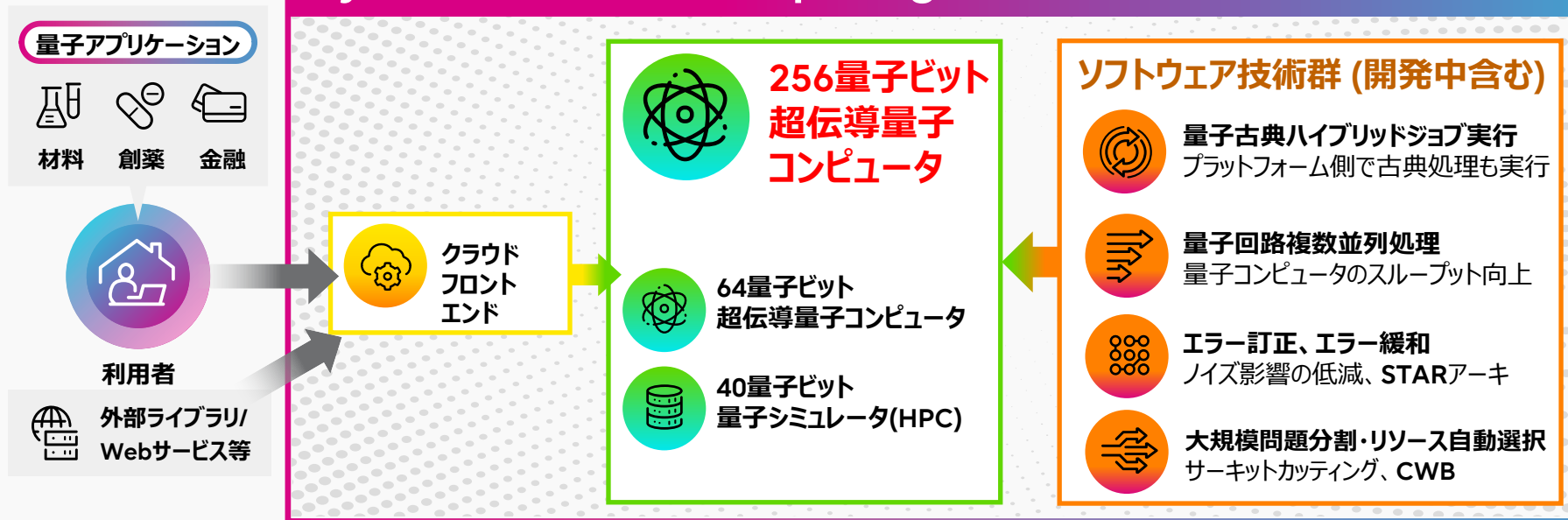


ハイブリッド量子コンピューティングプラットフォーム



- 256量子ビット機をハイブリッド量子プラットフォームに接続完了
- 規模を拡大した量子コンピュータの性能を最大限発揮する新ソフトウェア技術群を開発中

Hybrid Quantum Computing Platform

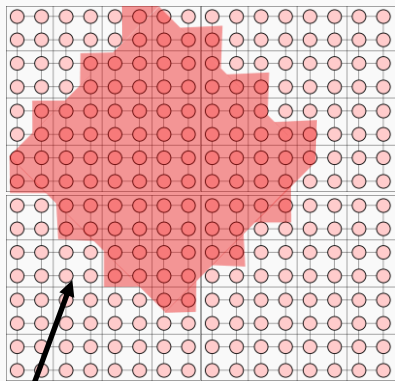


Future Plan: 量子エラー訂正実験

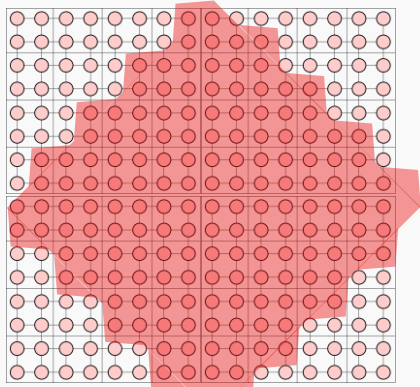
誤り耐性量子計算の実現へ

- 論理量子ビットおよび論理量子ゲート操作の実現と性能評価
(回転表面符号で符号距離 7 まで実装可能)
- 量子エラー訂正システムの開発

回転表面符号 (符号距離7) 回転表面符号 (符号距離9)



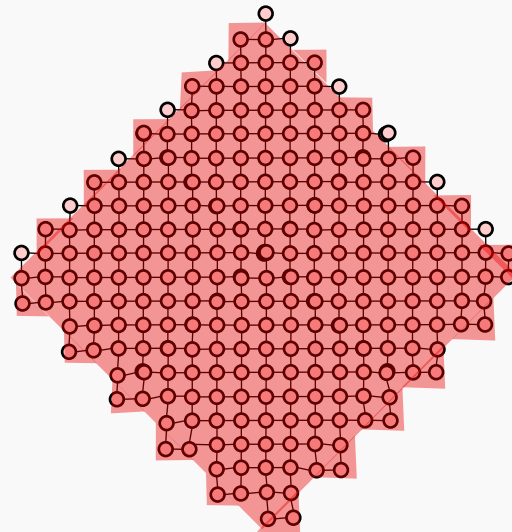
1 論理量子ビット



量子ビットが
足りない

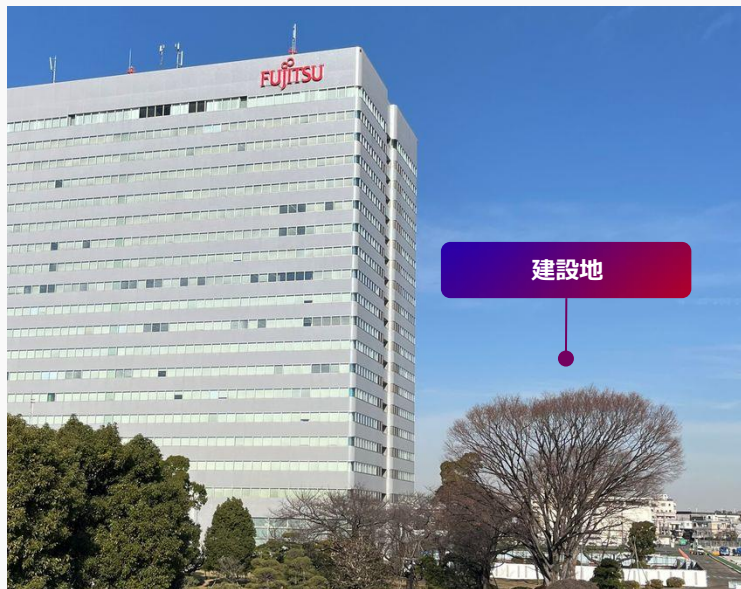


レイアウト変更により符号距離11まで
対応可能 (検討中)



1000 量子ビット機の開発

- ・ 1000量子ビット機用の施設をFujitsu Technology Parkに建設中
- ・ 1000量子ビット機を開発し、2026年度に提供開始予定



施設建設地



施設の完成予想図

今後の展望



- ・ 2025年度第一四半期中に、ハイブリッド量子プラットフォームを通して、お客様に共同研究ベースで256量子ビット機の提供を開始。お客様と共に、材料開発や創薬、金融分野をはじめとするアプリケーションの開拓に取り組む
- ・ 256量子ビット機を活用し、エラー訂正の実験を実施
- ・ 2026年度中の提供に向けて、1000量子ビット機の開発を進めるとともに、1000量子ビット超に向けた技術開発の実施

Thank you

Decorative wavy lines in shades of purple, pink, and orange, composed of many small dots, flowing across the bottom half of the slide.