

記者説明会

富士通と大阪大学、 Early-FTQC時代の量子コンピュータで 化学材料のエネルギー計算を可能にする新技術を開発

創薬・新素材開発への量子コンピュータの早期適用に貢献

2026年3月25日

富士通株式会社

国立大学法人大阪大学

1. 登壇者による説明

1 量子コンピュータの解説、および量子コンピュータ実現に向けた大阪大学の取り組み

ふじい けいすけ
藤井 啓祐

国立大学法人大阪大学量子情報・量子生命研究センター 副センター長
兼) 大阪大学大学院基礎工学研究科 システム創成専攻 電子光科学領域
量子コンピューティング研究グループ 教授

2 量子コンピュータ実現に向けた富士通の取り組みと開発技術について

さとう しんたろう
佐藤 信太郎

富士通株式会社
富士通研究所フェロー 兼 量子研究所長

2. 質疑応答

3. フォトセッション

1

量子コンピュータの解説、および 量子コンピュータ実現に向けた大阪大学の取り組み

発表者

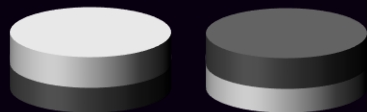
国立大学法人大阪大学 量子情報・量子生命研究センター 副センター長
兼) 大阪大学大学院 基礎工学研究科 システム創成専攻 電子光科学領域
量子コンピューティング研究グループ 教授

藤井 啓祐

- 量子力学的効果を利用して、計算の飛躍的な高速化を実現

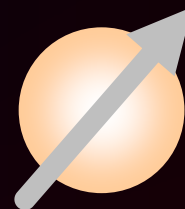
現行のコンピュータ

0か1の
どちらかの状態



量子コンピュータ

0と1の重ね合わせ
状態を取れる



2^N の状態の計算を順番に実行

Nビット
の計算

2^N の状態を同時に表現し、
量子もつれを利用して解をあぶりだす

指数関数的な高速化

- 現行のコンピュータでは原理的に高精度 / 高速計算が困難な、量子化学計算や複雑系の計算など

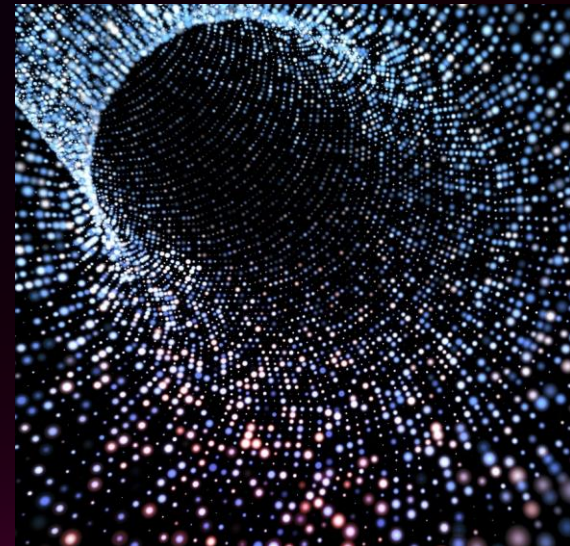
新しい材料や医薬の発見



金融や経済の動向予測



産業を変革する新原理の発見



量子エラー訂正の必要性

- **量子エラー**：量子ビットの状態がノイズにより変わり、計算を間違ふこと
 - ・ ノイズ要因：外部環境(熱雑音など)、操作信号(揺らぎや相互作用など)
- **計算の正確さ = (量子ビットの正確さ)^(Q×D)**
 - ・ 例： $(0.999)^{(50\text{qubit} \times 20\text{回})} = 0.368$
- **量子エラー訂正**：冗長化により情報を守る
 - ・ 複数の物理量子ビットから1つの論理量子ビットを形成

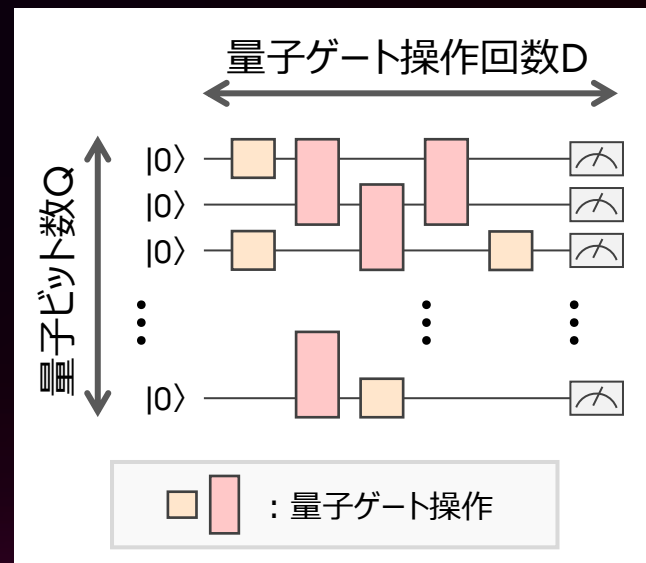


物理量子ビット

冗長化



論理量子ビット



● 量子情報・量子生命研究センター「QIQB」を設立（2020年3月）

- 幅広い分野での研究に取り組む
 - 量子コンピューティング、量子情報融合、量子情報デバイス、量子通信・セキュリティ、量子計測・センシング、量子生命科学
- これらの分野間、および、他の学問分野との学際融合研究を推進
- 国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）の「共創の場形成支援プログラム（COI-NEXT）」における量子技術分野で、**量子ソフトウェア研究拠点**として採択



- 量子コンピュータテストベッドから、制御装置、基盤アルゴリズム、応用ライブラリーに至るまで、量子コンピュータフルスタックを構築
- 40を超える企業の参加と、全国から参加する学生に教育プログラム提供
→ 量子人材育成

日本の量子技術イノベーション戦略の一端を担う

2

量子コンピュータ実現に向けた 富士通の取り組みと開発技術について

発表者

富士通株式会社
富士通研究所フェロー 兼 量子研究所長

佐藤 信太郎

- 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	富士フイルム 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	其他方式も幅広く検討、 中性原子など

- 大阪大学と富士通の連名でプレスリリース（2021年10月1日）

目的 誤り耐性量子計算（FTQC）に向けた量子ソフトウェアの研究開発

- 量子エラー訂正アルゴリズム、その性能評価技術、量子技術分野の人材育成

大阪大学と富士通、誤り耐性量子コンピュータの 研究開発体制を強化

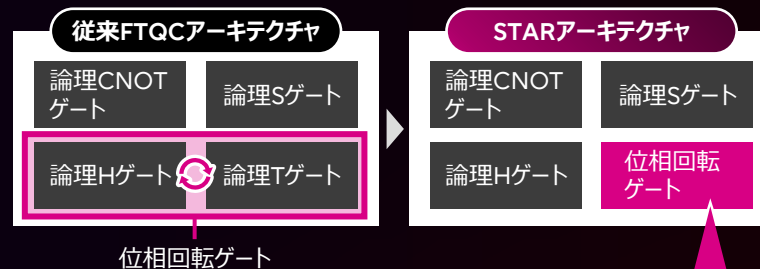
「富士通量子コンピューティング共同研究部門」を設置

国立大学法人大阪大学^(注1)（以下、大阪大学）と富士通株式会社^(注2)（以下、富士通）は、量子情報および量子生命研究を推進する大阪大学の「量子情報・量子生命研究センター（Center for Quantum Information and Quantum Biology、以下、QIQB）」内に、両者の共同研究部門として「富士通量子コンピューティング共同研究部門」を10月1日に設置しました。

大阪大学内に
「富士通スモール
リサーチラボ」
も設置

これまでの共同研究成果①

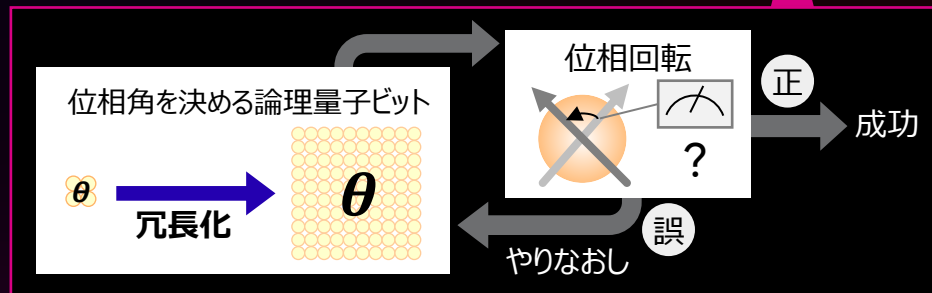
- 独自の量子計算アーキテクチャ（STARアーキテクチャ※1）を確立
- 大阪大学と富士通の連名でプレスリリース・共同記者会見を実施（2023年3月23日）※2



量子コンピュータの実用化を早める新たな量子計算アーキテクチャを確立

一万程度の中規模な物理量子ビット数でも高精度な量子エラー訂正を実現

国立大学法人大阪大学^(注1)（以下、大阪大学）量子情報・量子生命研究センターと富士通株式会社^(注2)（以下、富士通）は、このたび、量子コンピュータの実現に不可欠な量子エラー訂正に必要な物理量子ビット^(注3)数を大幅に低減することで、現行コンピュータの計算性能を超える量子コンピュータの実用化を早めることが可能な高効率位相回転ゲート式量子計算アーキテクチャを確立しました。



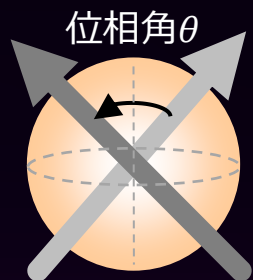
※1 Space-Time efficient Analog Rotation quantum computing architecture (STAR architecture)

※2 量子コンピュータの実用化を早める新たな量子計算アーキテクチャを確立：富士通 (fujitsu.com)

● 従来より少ない量子ビットで実用量子計算を可能にする技術

- 量子計算に欠かせない「位相回転※」を効率的に実行することにより、必要な量子ビット数・量子ゲート操作回数を1桁以上削減
- ただし、位相回転ゲートのエラーを訂正できないため、精度は限定的

量子ビットの位相回転



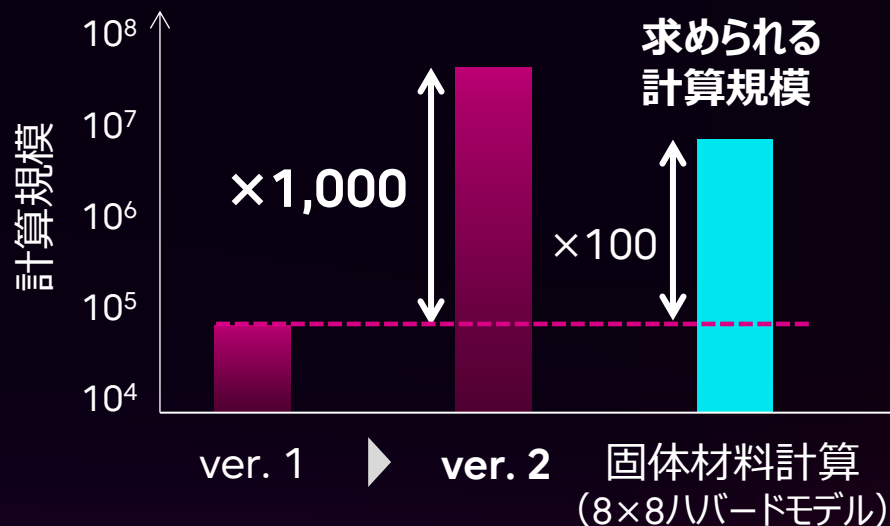
基本量子ゲートセット



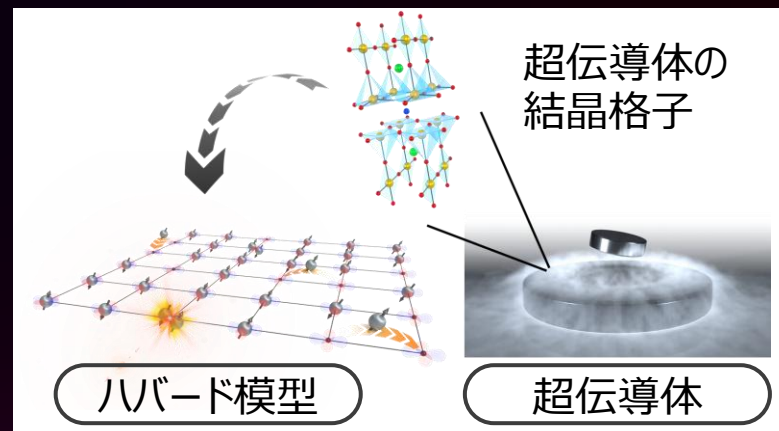
※ 量子ビットを任意の位相角だけ回転させる操作。従来手法では固定角の回転 (T, Hゲート) を何回も繰り返す必要がある。

これまでの共同研究成果 ②

- STARアーキテクチャ ver. 2をプレスリリース（2024年8月28日）※
 - ・ 位相回転ゲートの精度を飛躍的に向上させ、計算規模を1,000倍拡大



固体材料の物性計算に適用可能

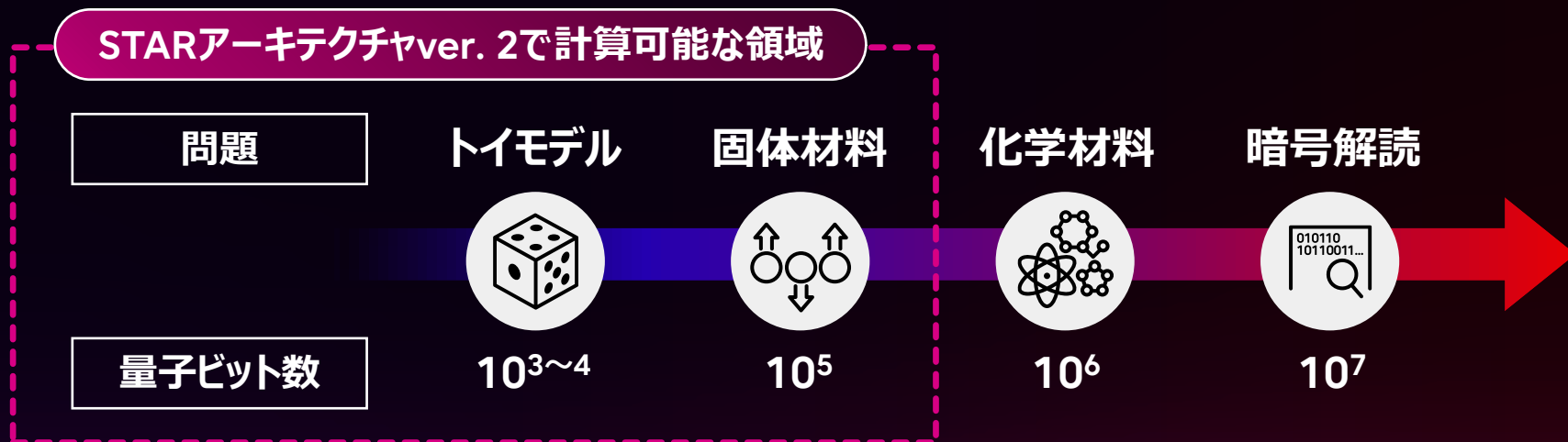


※ 数万量子ビットの量子コンピュータでも、現行コンピュータを超える速度で実用アルゴリズムを実行する方法を確立：富士通 (fujitsu.com)

化学材料への量子コンピュータ適用に向けた取り組み

- ① STARアーキテクチャ ver. 3
- ② 分子モデル最適化技術

- より大規模な問題である化学材料の物性計算へ量子コンピュータの適用範囲を拡大したい
 - 化学材料（分子）は新素材開発や創薬などの様々な産業分野で用いられている



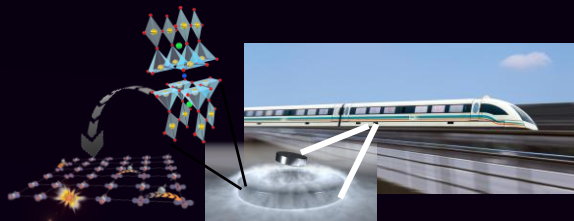
N. Yoshioka et al., *npj Quantum Information*, Vol.10 Art.45 (2024)

化学材料分野とその市場規模

- 化学材料の分野は市場規模が桁違いに大きい
- この分野でEarly-FTQC時代の量子コンピュータを適用したい

世界市場規模（2025）

固体材料計算の対象（固体モデル）



超伝導材 93億米ドル※1

200倍
以上

化学材料計算の対象（分子モデル）

製薬・創薬



1兆9,992億
米ドル※2

アンモニア合成



1,717億
米ドル※3

カーボン リサイクル



174億
米ドル※4

※1 Global Market Insights (2025), ※2 Fortune Business Insights (2025), ※3 Straits Research (2025), ※4 Fortune Business Insights (2024)

1 STARアーキテクチャ ver. 3

STARアーキテクチャ ver. 3の全体像

- 位相回転ゲートと論理Tゲートを融合させ、計算精度を約10倍向上
 - 同じ量子ビット数でも計算規模を拡大
 - 量子コンピュータへの要求性能も緩和できる：物理エラー率を0.01%から0.10%へ



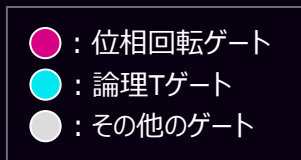
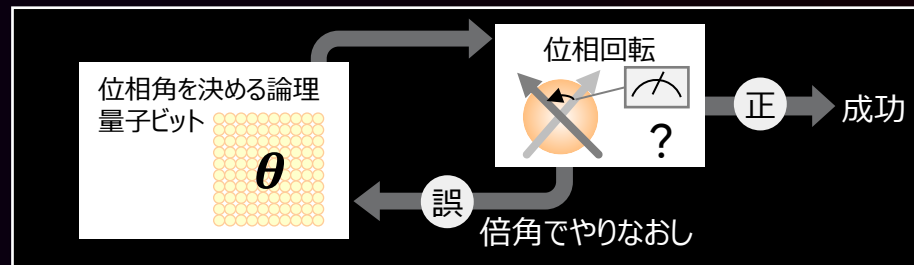
位相回転ゲート

STARアーキテクチャ ver. 3の詳細

● 独自の位相回転ゲートから論理Tゲートを用いた位相回転に切り替える

- 計算精度を悪化させる要因は、位相回転において回転失敗が連続すること
- その状況が発生しないよう、論理Tゲートによる位相回転に移行

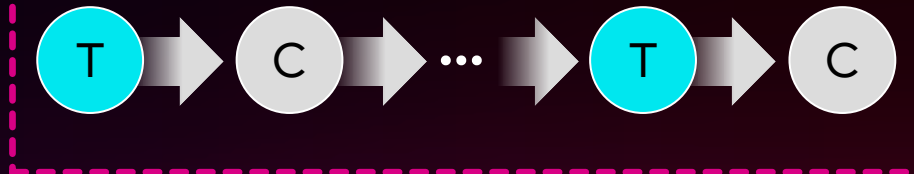
▼ STAR独自の位相回転



予め設定した
限度角度を越えた場合

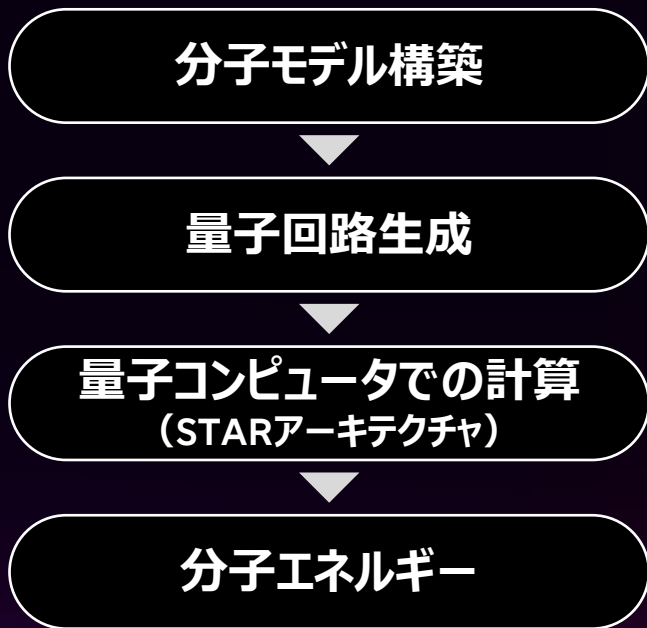


論理Tゲートを用いた位相回転



2 分子モデル最適化技術

- 各原子間の相互作用を表す分子モデルから量子回路を生成し、分子エネルギーを量子コンピュータが出力



- 分子モデルを複数の項に分割して量子回路を生成
- 計算手法は下記2種類

$$\hat{H} = \sum_{k=1}^L c_k \hat{P}_k$$

手法	特徴	計算コスト
時間発展法	1つの項を、時間を掛けて高精度に計算	項の数 L が大きいほど高コスト
ランダムサンプリング法	複数の項を、重要度に応じたランダムな選択により効率的に計算	重要度 $ c_k $ が大きいほど高コスト

分子モデル最適化技術の詳細

- 近似精度を維持したまま分子モデルを変形して重要度の分布を変え、2つの手法のバランスを最適化
 - 分子エネルギー計算のために必要な計算コスト（計算時間）を大幅に削減



これらの取り組みの効果

物理量子ビット数の削減効果

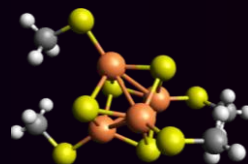
● 産業上重要な化学材料のエネルギー計算（スパコンでは計算不可能）

シクロム
P450



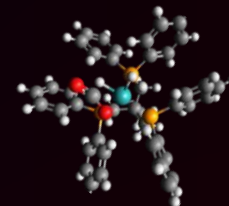
(創薬)

鉄-硫黄
クラスター

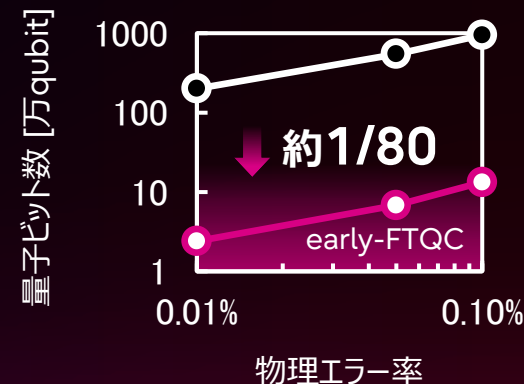
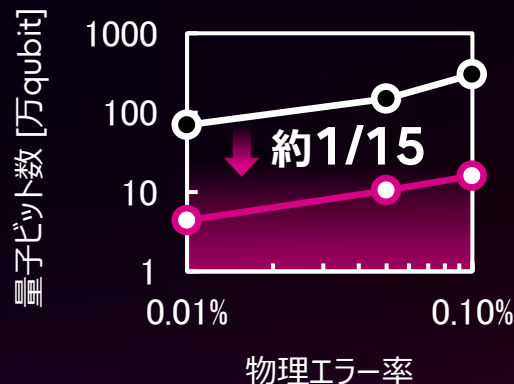
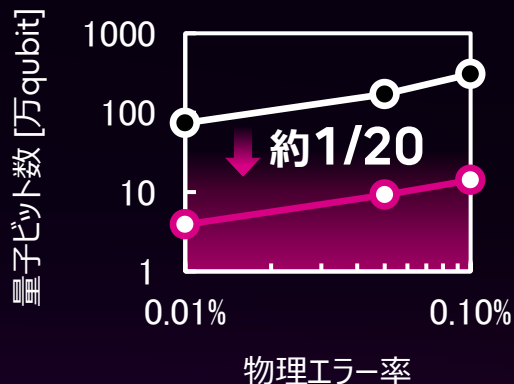


(アンモニア合成)

ルテニウム
触媒



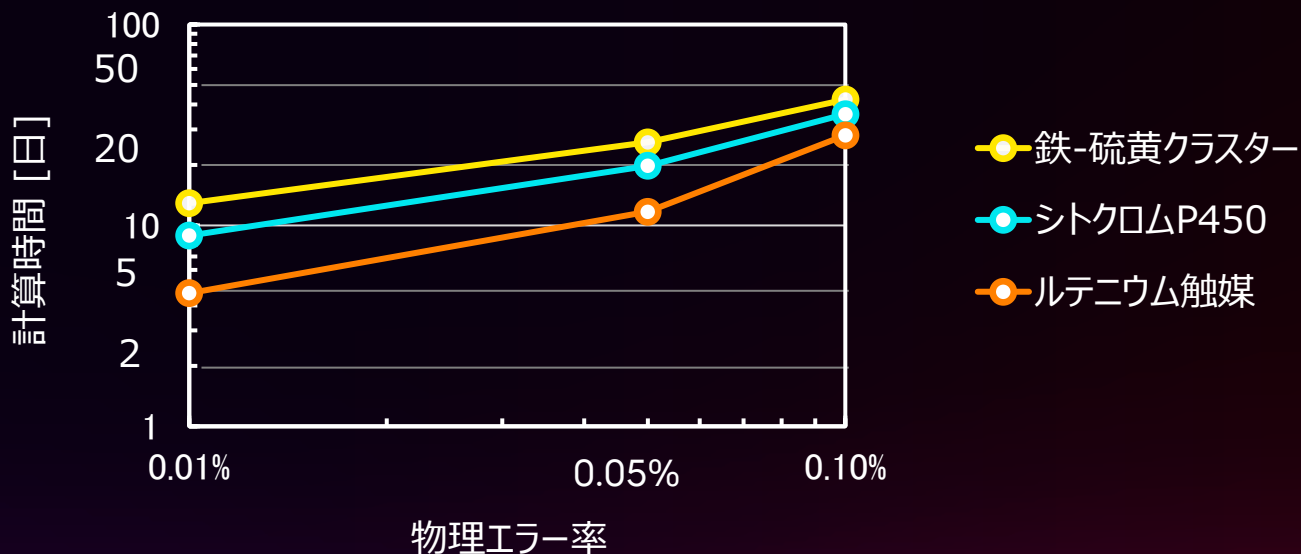
(カーボンリサイクル)



○ 従来FTQC ● 本技術

計算時間の短縮効果

- 実用に耐える時間でエネルギーが計算できる見込みが得られた
 - 複数台の量子コンピュータを用いて並列計算すれば計算時間を短縮することも可能



物理量子ビット数と計算時間の比較

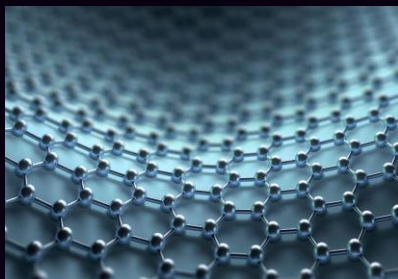
● 物理エラー率が0.01%の場合

	シトクロムP450 (創薬)	鉄-硫黄クラスター (アンモニア合成)	ルテニウム触媒 (カーボンリサイクル)
従来FTQC	74万量子ビット	70万量子ビット	200万量子ビット
STARアーキテクチャver. 3	5万量子ビット、5千日	6万量子ビット、13千日	5万量子ビット、5千日
STARアーキテクチャver. 3 + 分子モデル最適化	4万量子ビット、9日	4万量子ビット、13日	2万量子ビット、5日

市場規模が膨大な化学材料分野での量子コンピュータ適用に貢献

- STARアーキテクチャや関連技術をさらに発展させ、Early-FTQC時代における量子コンピュータの実用的な応用範囲を拡大していきます

材料物性計算・量子化学計算



- ・次世代バッテリー開発
- ・材料設計（自動車・航空機・宇宙関連）
- ・高性能太陽電池開発
- ・クリーンアンモニア製造
- ・高効率水素エネルギー生成（人工光合成）

新たな応用先



- ・高度な最適化問題の解決（金融・物流・医療）
- ・量子機械学習による未来予測（金融）

Thank you!