
以下、参考資料

【参考】公募等に関する基礎情報

追加募集テーマ

募集する研究開発テーマ	新規プロジェクトに求める要件
誤り耐性獲得に有望な量子ハードウェア(固体系)の研究開発	<p>誤り率の小さい高性能な量子ビットを量子誤り訂正に適した配置で2次元的に拡張し、2030年までに誤り訂正を実証するために十分な規模まで拡張可能な固体系量子ハードウェアの研究開発プロジェクトを募集します。具体的には、少なくとも量子ハードウェア単体として1000物理量子ビット程度まで拡張可能な固体系量子ビットの提案を期待します。</p> <p>シリコン半導体製造技術やその周辺技術などを駆使し、高集積なシリコン量子コンピュータの実現を目指す研究開発プロジェクトを実施しています。これに対して、例えば、半導体系において数ビット程度の小規模な高品質の量子ビットの集積性を向上させるアプローチにより目標達成を目指す研究開発が考えられますが、半導体に限らず、固体系で誤り耐性に適した拡張可能な量子ハードウェアの研究開発プロジェクトの提案も歓迎します。</p>
誤り耐性獲得に有望な量子ハードウェア(原子系など)の研究開発	<p>誤り率の小さい高性能な量子ビットを量子誤り訂正に適した配置で2次元的に拡張し、2030年までに誤り訂正を実証するために十分な規模まで拡張可能な原子系量子ハードウェアの研究開発プロジェクトを募集します。具体的には、少なくとも量子ハードウェア単体として1000物理量子ビット程度まで拡張可能な原子系量子ビットの提案を期待します。</p> <p>例えば、近年、冷却原子系で数百物理量子ビットのアナログ量子シミュレータが実現し、大規模な量子ビット系としても注目されており、量子誤り訂正可能な量子コンピュータとして動作させるような研究開発が考えられますが、原子系に限らず固体以外で誤り耐性に適した拡張可能な量子ハードウェアの研究開発プロジェクトの提案も歓迎します。</p>
大規模量子通信ネットワークのテストベッド構築と実証的研究開発	<p>新設・既設は問わないが量子通信ネットワークのテストベッド環境において、高品質で高密度な量子情報の通信を可能とする大規模量子通信ネットワーク技術やシステム構築に係る実証的研究開発を行う研究開発プロジェクトを募集します。</p> <p>早期に量子通信ネットワークの実証的研究開発を進めるために、既存の通信ネットワークの研究開発プロジェクトと密接に連携し、これらの研究開発プロジェクトの成果を活用することが望まれます。また、理論・ソフトウェアの研究開発プロジェクトや量子ハードウェアの研究開発プロジェクトとの連携により、大規模分散型量子コンピュータの実現に貢献することを期待します。</p>
量子誤り訂正用情報処理システムの研究開発	<p>誤り耐性型汎用量子コンピュータの実現に向け、量子誤り訂正のためのエラーシンドローム解析を高速に行う古典的な情報処理システムを開発する研究開発プロジェクトを募集します。量子誤り訂正による量子優位性の獲得と誤り耐性獲得の実現を加速する大規模で高速な情報処理システム(ハードウェアおよびソフトウェア)を実装する提案を求めます。具体的には、2030年までに量子誤り訂正による量子優位性を実現するために、100~1000論理量子ビットを量子アルゴリズムで利用可能とする量子誤り訂正システムを実装し、さらに、分散型を含む1000論理量子ビット以上の誤り耐性型汎用量子コンピュータに拡張可能な誤り訂正システムの提案を歓迎しますが、提案されるシステムの実装規模や構成などはこれに限るものではありません。</p>

【参考】公募・選考等に関する基礎情報

1. 公募期間、審査・採択スケジュール

(公募期間) 令和4年3月1日～令和4年5月10日

(審査・採択) 令和4年5月11日～6月 書類選考
6月25日、26日 面接選考
7月28日 採択

2. 応募者

11人

3. 採択者数

5人(大学等の公的機関 4人、民間企業等 1人)

4. その他

8月～ 作り込み(ポートフォリオ構築に向けた研究計画の見直し)※

10月以降 契約・研究開始

5. 研究開発規模・実施期間

(研究開発期間) 2022年度～2025年度の4事業年度

(研究開発規模) 研究開発期間中の総額最大20～30億円(間接経費を含む)を目安。

※作り込みで実施する内容:

- ✓ 研究開発プロジェクトの内容のブラッシュアップ(見直し及び具体化)
- ✓ 具体的な研究開発計画及び研究開発体制の立案
- ✓ 研究開発体制の構築 など

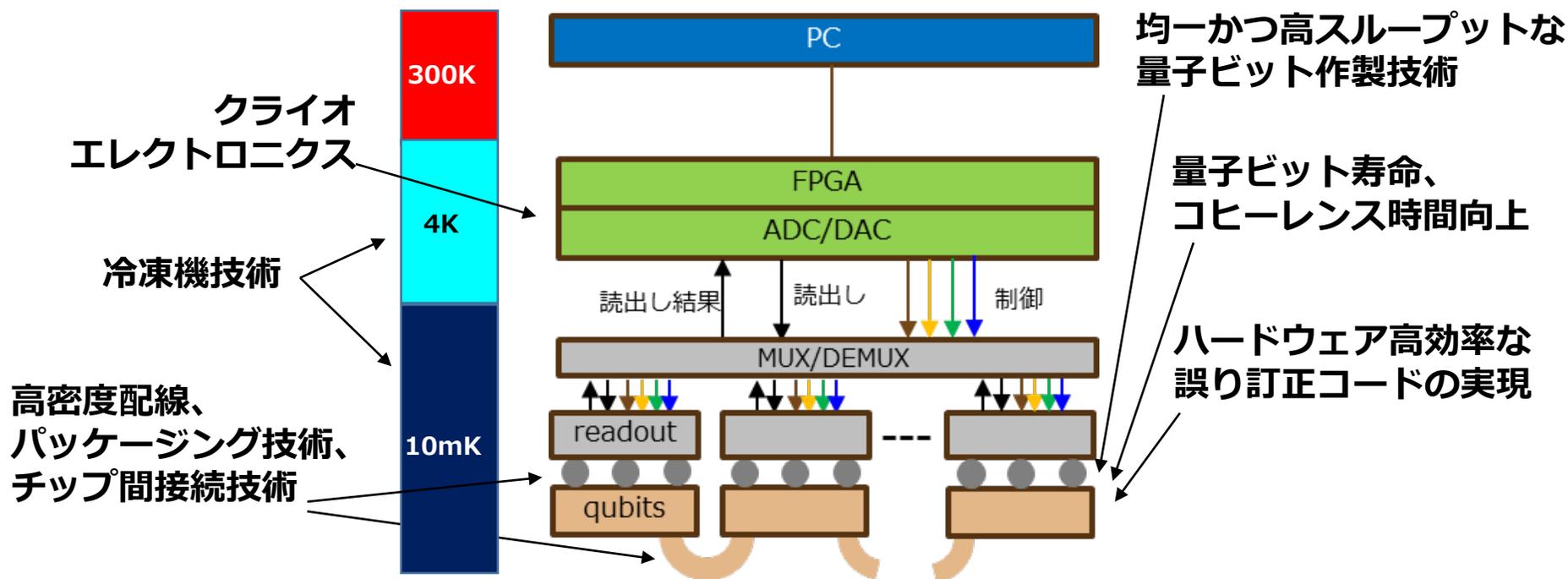
【参考】既存プロジェクトの進捗・成果(山本剛PM)

※2022年3月時点

量子ハードウェア1 超伝導方式

超伝導量子ビットの高集積化と制御を可能とするための**要素技術の開発が進展**

液浸露光装置を用いて従来より抵抗値ばらつきの少ない量子ビットを作成し、高集積化に貢献

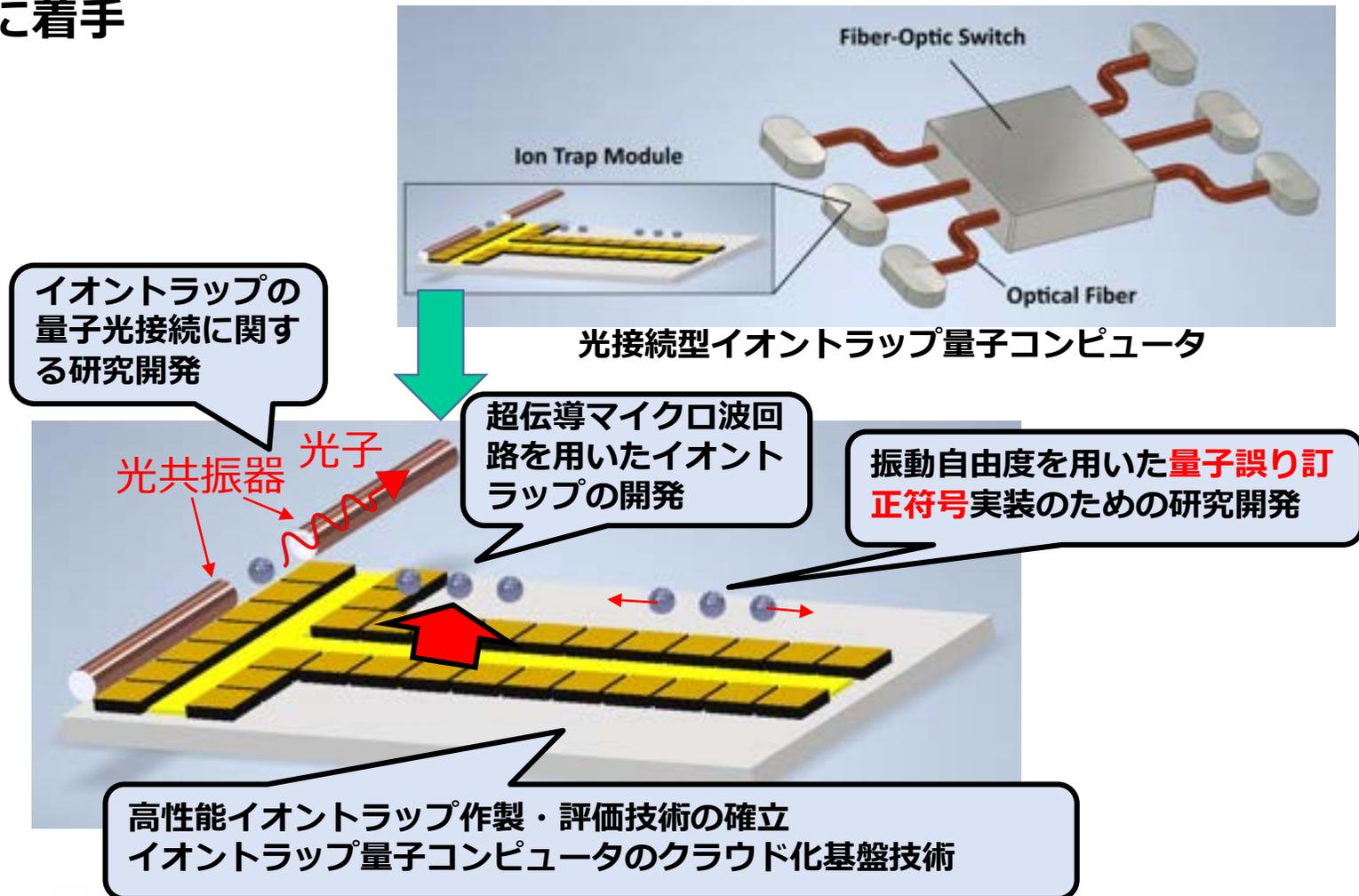


【参考】既存プロジェクトの進捗・成果(高橋PM)

※2022年3月時点

量子ハードウェア2 イオントラップ方式

イオントラップの作製と性能検証を完了し、量子誤り訂正符号実装のための研究開発に着手



【参考】既存プロジェクトの進捗・成果(古澤PM)

※2022年3月時点

量子ハードウェア3 光量子方式

- ✓ **ラックサイズで大規模光量子コンピュータを実現する基幹デバイスを実現**
- ✓ 6THz以上の広帯域にわたって量子ノイズが75%以上圧搾された連続波のスクィーズド光の生成に、世界で初めて光ファイバ光学系で成功
- ✓ 光通信デバイスを用いた安定的かつメンテナンスフリーな、現実的な装置規模の光量子コンピュータ開発を可能とし、**実機開発を大きく前進**



基本構成部品

- 4つのスクィーズド光源
- 2つの遅延線 (光ファイバ)
- 5つのビームスプリッタ

どんな規模の計算も実現可能

12/22プレス発表 (NTT、東大、理研、JST)

出典: <https://www.jst.go.jp/pr/announce/20211222-2/index.html>

量子ハードウェア4 シリコン量子ドット方式

誤り耐性型シリコン量子コンピュータの実現に向けた研究開発が進展

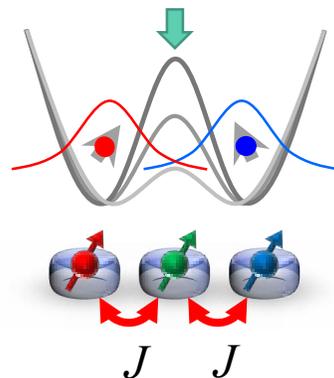
世界初の3量子ビット ユニバーサル操作を実証

- ✓ シリコン集積チップによる大規模量子演算の原理検証として重要な結果であり、今後の集積チップ開発にフィードバック。



Si/SiGe三重量子ドット試料

交換相互作用をゲート電圧制御

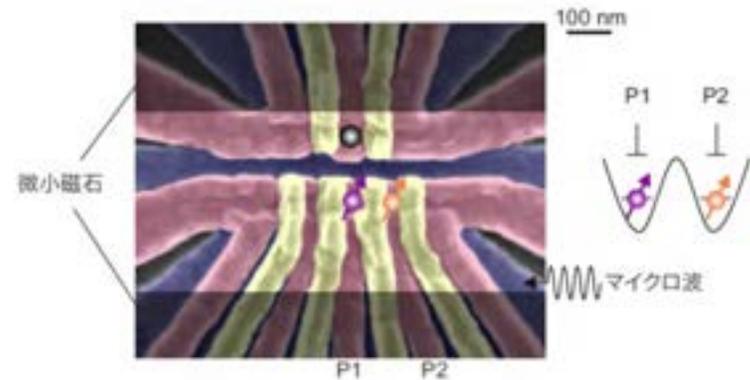


$$F_{\text{GHZ}} = 88\%, |\text{GHZ}\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|\uparrow\uparrow\uparrow\rangle + |\downarrow\downarrow\downarrow\rangle)$$

K. Takeda *et al.*, Nat. nanotechnol. 16, 969 (2021)

シリコン量子ビットで高精度な ユニバーサル操作を実現

- ✓ シリコン量子ドットデバイス中の電子スピンを用いて、**高精度なユニバーサル操作**を実証
- ✓ 世界で初めて**誤り耐性閾値以上の2ビット**操作忠実度 (99.5%) を実証

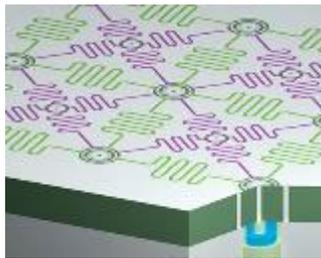


用いた試料の電子顕微鏡写真

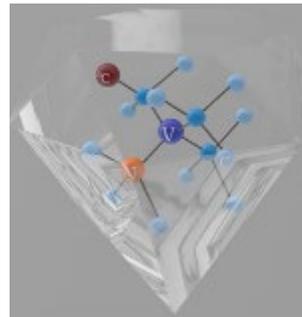
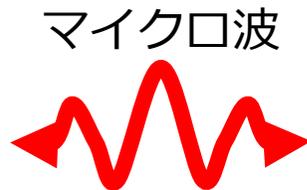
出典 : https://www.riken.jp/press/2022/20220120_1/

量子通信ネットワーク1

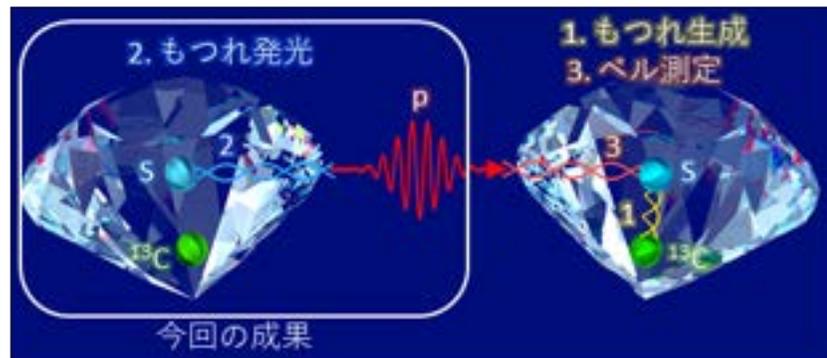
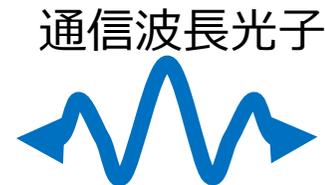
ノイズ耐性のある量子インターネットへの道を拓く
世界初、**ダイヤモンド中の電子と光子の幾何学的な量子もつれの生成に成功**



超伝導や半導体等の
量子ビット



波長変換や量子中継



遠隔ダイヤモンド間の量子もつれの
生成手順と今回の成果の概念図

出典：<https://www.jst.go.jp/pr/announce/20211215/index.html>

本研究成果のポイント

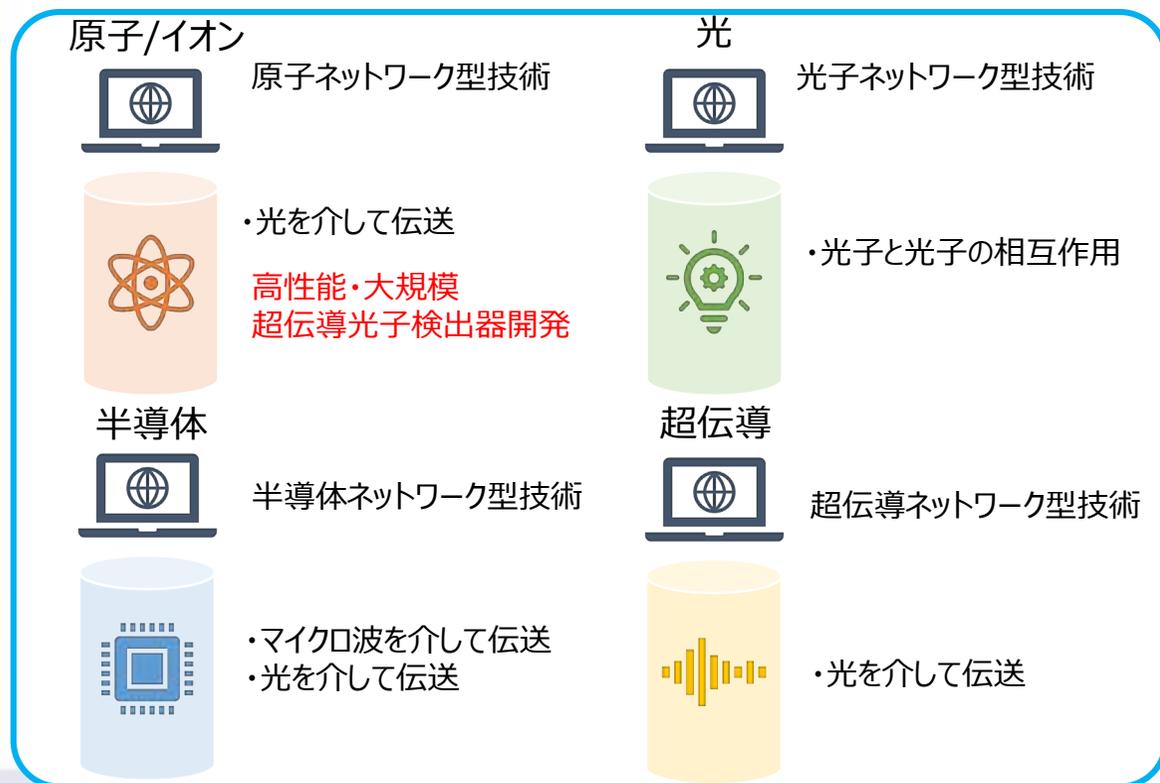
- 異なる量子系と互換性の高いゼロ磁場での量子ビットと光子の量子もつれ生成に成功。
- 量子インターネットに必要な**量子中継器の実現に向け前進**。

12/15プレスリリース (横国大、JST)

量子通信ネットワーク2

「各ハードウェアと光との量子インターフェース」の**基礎原理の実証**、
「多重化光子検出技術」の**システム検証のための立ち上げが進捗**

- ✓ 様々な量子コンピュータを接続する手法をオールインクルーシブに研究
- ✓ 超伝導ナノワイヤ光子検出器(SNSPD)開発が順調に進み、**10チャンネル冷凍システムが完成**



SNSPD素子



多チャンネル
SNSPD
冷凍システム



連携

- ・目標6内ハードウェア
- ・誤り耐性

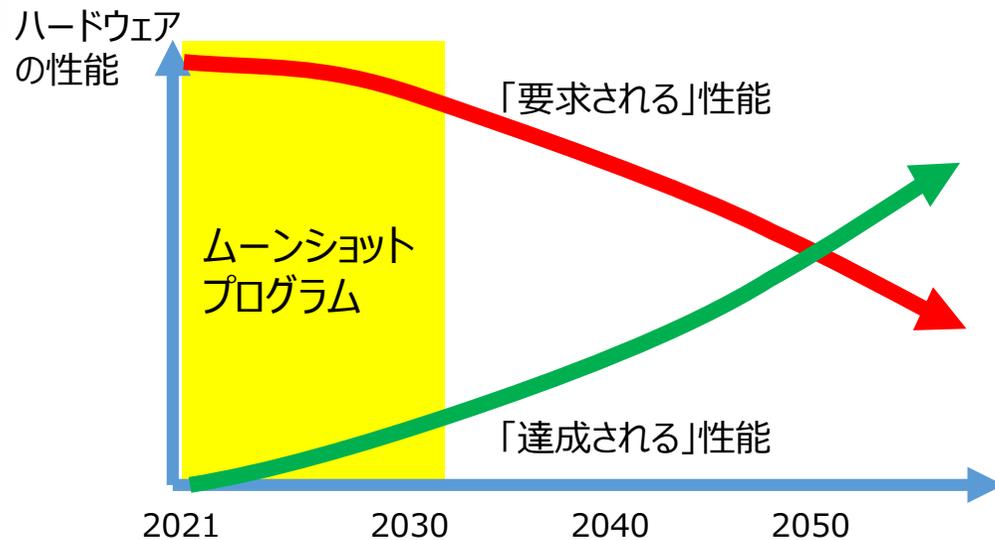
【参考】既存プロジェクトの進捗・成果(小芦PM)

※2022年3月時点

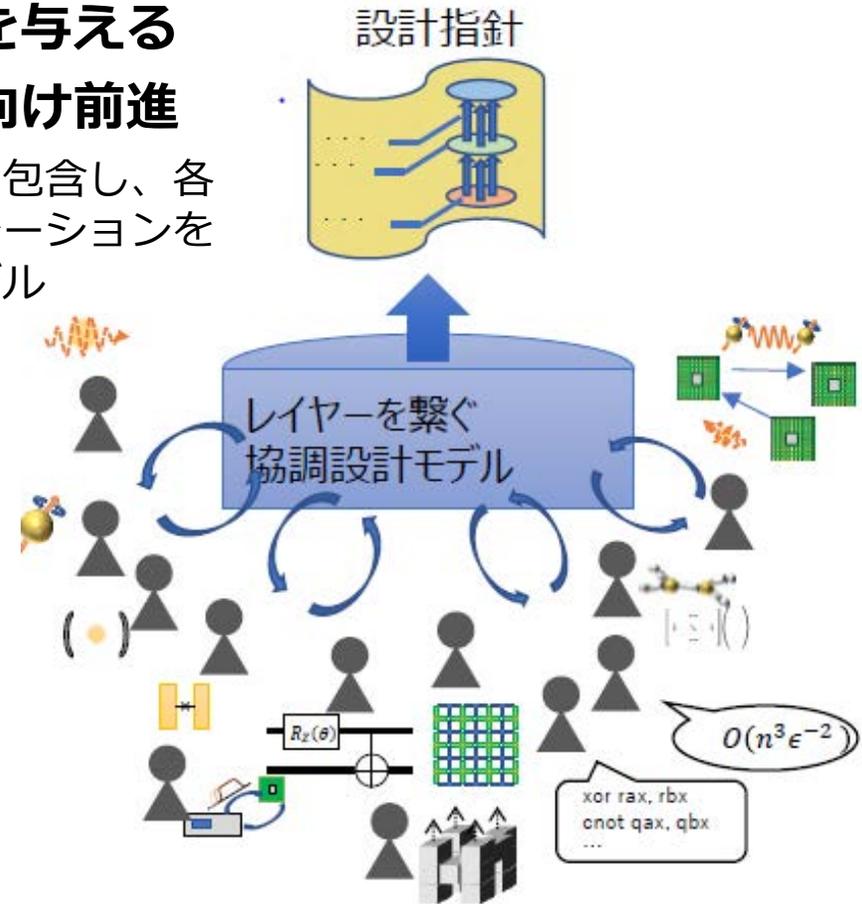
誤り耐性

誤り耐性型量子コンピュータの設計指針を与える クロスレイヤー協調設計モデルの構築に向け前進

- ✓ 誤り耐性型量子コンピュータの様々なレイヤーを包含し、各レイヤーの性能指数をもとに、最適化やシミュレーションを通じてシステム全体としての性能を予言するモデル
- ✓ 超伝導NISQ*のミニマムモデルを構成



誤り耐性型量子コンピュータを大規模化するためのハードウェア要求性能を大幅に低減する



*NISQ:
Noisy Intermediate-Scale Quantum technology
小・中規模でノイズを含む量子コンピュータ