

②量子ハードウェアテストベッド

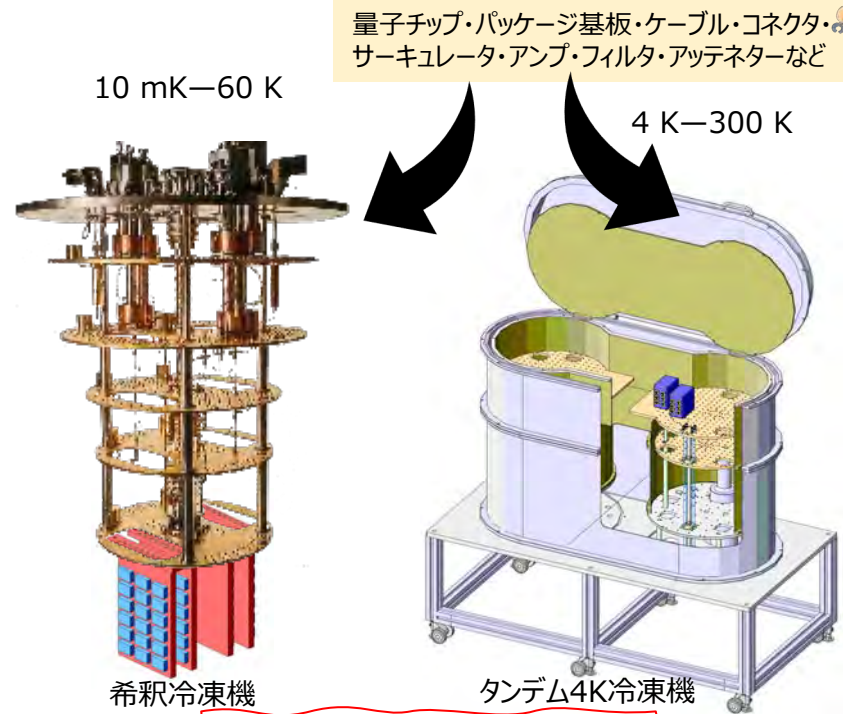
- ・大規模量子ハードウェアの評価及びインテグレーションを実施するテストベッド
- ・部品・素材の低温性能評価テストベッド→評価・認証の有償サービス



A社製量子コンピュータ

B社製量子アニーリングマシン

量子ハードウェア(量子アニーリングマシン・量子コンピュータ)の低温評価テストベッドを設置
→企業によるインテグレーション・動作評価→事業化支援へ



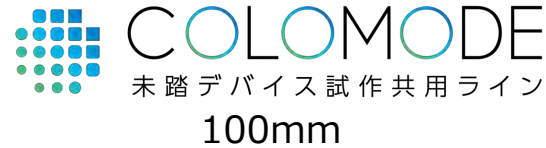
低温性能・動作保証

低温(10mK)から室温において、部品・素材の評価を可能とする設備を設置
→企業が開発した部品・素材の動作評価・認証と標準化を産総研と連携して実施→企業による製品化支援・サプライチェーン強靱化

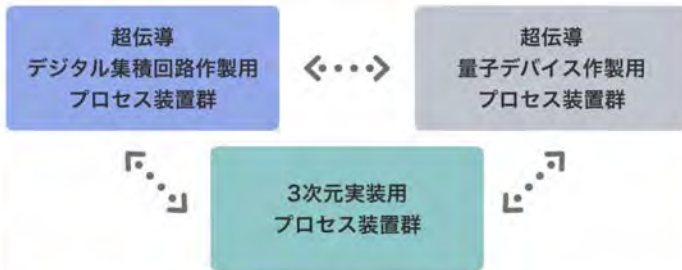
想定利用者：ベンダー・中小企業・ベンチャー・アカデミア

③量子デバイス試作プラットフォーム

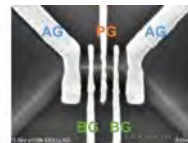
超伝導体・半導体・ダイヤモンド量子デバイスの試作を可能とする共用試作プラットフォーム
PoC及び事業化のための試作・装置利用サービスを2022年より有償で提供



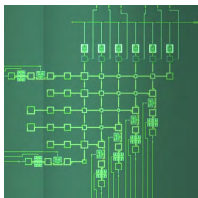
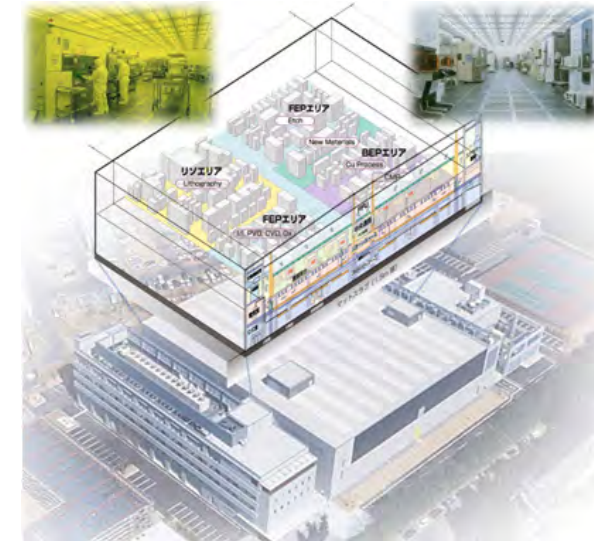
スーパークリーンルームSCR
300mm



● 超伝導量子回路試作施設



シリコン量子コンピュータ
クライオCMOS制御回路



超伝導量子アニーリングマシン
超伝導量子コンピュータ
超伝導制御回路
超伝導光子検出器など

ダイヤモンドNV中心を用いた量子センサー・量子インターフェースに資する材料およびデバイスも開発

想定利用者：ハードベンダー・ベンチャー・中小企業・アカデミア

補足説明資料2

量子デバイス開発拠点の代表的研究成果

研究開発：超伝導量子アニーリングマシン

6量子ビット超伝導量子アニーリングマシンの実現（日本初・集積度世界2位）



産総研

エネルギー環境 生産工学 医療・人間工学 材料・化学 エレクトロニクス・製造 社会調査 計測標準

研究開発 - 研究開発記事一覧 > 2021年 > 独自のアーキテクチャを用いた超伝導量子アニーリングマシンを実現

1版 - 掲載日：2021/07/06

独自のアーキテクチャを用いた超伝導量子アニーリングマシンを実現

～大規模な組合せ最適化問題の処理や幅広いビジネスへの利用に道筋～

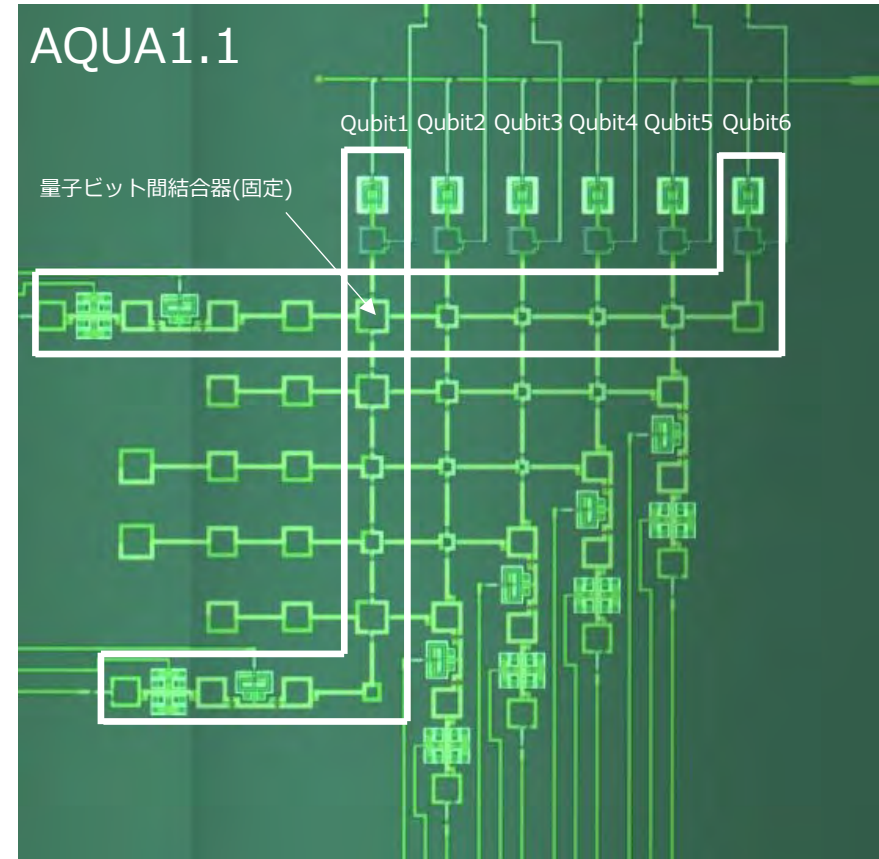
ポイント

- 超伝導量子アニーリングマシンの開発と動作実証に成功
- 大規模な組合せ最適化問題の処理を可能とする独自アーキテクチャを採用
- 創薬や物流事業など幅広い産業分野での作業の効率化に貢献

概要

国立研究開発法人 産総研産総研研究所【理事長 石村 和彦】（以下「産総研」という）新領域コンピューティング研究センター【研究センター長 湯浅 新平】、川越 誠 教授研究主幹らは、デバイス技術研究部門【研究部門長 中野 隆志】らと共同で、超伝導量子ビットから構成される量子アニーリングマシンの開発と動作実証を日本で初めて成功した。

産総研は、特定組合せ最適化問題専用のアーキテクチャ（ASAC）を世界で初めて提唱した。これに基づいて、6量子ビットの量子アニーリングマシンの製造を行い、絶対温度10 mKにおいてその動作実証に成功した。ASACを用いることで、従来方式に比べて1桁程度少ない量子ビット数で、組合せ最適化問題を解くことができる。これにより、問題の大規模化に伴って、計算に必要な量子ビット数が増大するという実用上の課題が軽減される。超伝導量子アニーリングマシンの社会実装は、創薬、運輸などの幅広い産業分野における効率化につながるであろう。なお、この技術の詳細は、2021年6月22～25日にオンライン開催された第9回量子国際会議AQIC2021で発表された。



Saida, Yamanashi, Hidaka, Hirayama, Imafuku, Nagasawa, Kawabata, IEEE Transactions on Quantum Engineering 2 (2021) 3103508, Saida, Hidaka, Imafuku, Yamanashi, Sci. Rep. 12 (2022) 13669, Sci. Rep. 12 (2022) 15894

https://www.aist.go.jp/aist_j/new_research/2021/nr20210706/nr20210706.html

研究開発：超伝導量子コンピュータ

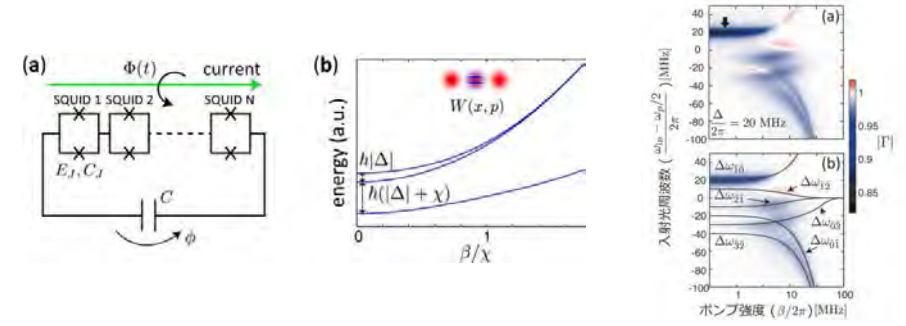
従来方式を越える超伝導量子コンピュータを目指して

目標：ボソニック量子ビット(Kerr猫量子ビット)を利用した超伝導量子コンピュータ(NISQ&FTQC)の開発

	トランズモン(従来型)	Kerr猫量子ビット(本研究)
量子ビット	共振回路の単一光子状態 	共振回路の巨視的な振動状態 
集積度	433量子ビット (IBM) 😞	2量子ビット 😞
制御技術	確立 😊	未確立 😞
コヒーレンス	位相エラー&ビット反転エラー 😞	位相エラーのみ 😊
量子エラー訂正のための冗長な量子ビット数	多い 😞	少ない 😊
開発企業	IBM, Intel, Google, Baidu, Alibaba, Rigetti, IQM, OQC, Delft circuits, 他多数	Amazon, Alice&Bob

成果

- エネルギー分光の理論 Masuda他, New J. Phys. 23 (2021)093023
- 精度1量子ビットゲートの理論 Masuda他, Sci. Rep. 11 (2021)11459
- 高精度2量子ビットゲートの理論 Kanao他, Phys. Rev. Applied 18 (2022) 014019
- 2量子ビットゲートの制御理論 Masuda他, Phys. Rev. Applied 18 (2022) 034076
- 初期状態準備の理論 Suzuki他, arXiv:2208.04524
- 量子状態トモグラフィの理論 Suzuki他, arXiv: 2212.14627 (NECとの連携)
- 2量子ビットの結合実験 arXiv:2212.13682 (NECの実験)
- 「超伝導量子パラメトロン:測定と制御の理論」 増田他, 日本物理学会誌 77 (2022) 373

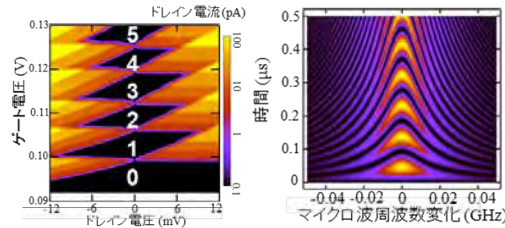
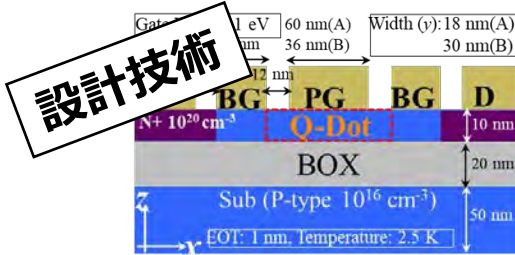
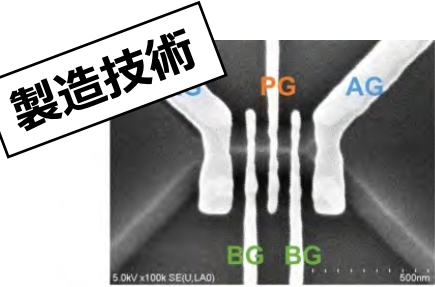


研究開発：シリコン量子技術

シリコン量子コンピュータ

1万量子ビット超時代を見据え、半導体技術による大規模集積可能なシリコンスピン量子ビット技術を開発

半導体量子集積デバイス工学の世界トップランナー

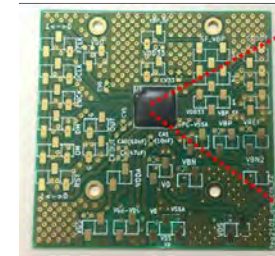


- LSI向けトランジスタ技術で培った集積化ノウハウと世界随一の設計技術を活用し研究展開
- 基本特許5件、トップ国際会議ハイライト発表、報道多数 (日経クロステック他)、SEMICON2022出展

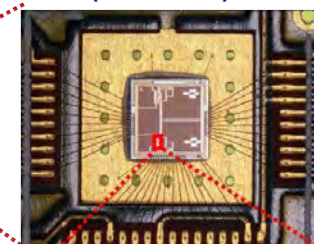
クライオCMOS制御回路

超伝導型含む量子ビット制御に必要な極低温で動作する集積回路技術を開発

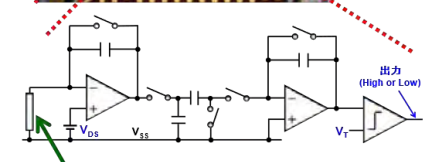
4Kで測定可能な
評価ボード



試作チップ
(2.5mm角)



微小電流測定回路
(400μm x 200μm)



可変電流発生素子(MOSFET)
実際は単電子電荷計

- トランジスタ動作原理から解き起こすボトムアップアプローチ
- トップ国際会議発表複数、報道多数 (マイナビニュース他)

【文科省】Q-LEAP 量子情報処理領域「シリコン量子ビットによる量子計算機向け大規模集積回路の実現」

【NEDO】高効率・高速処理を可能とするAIチップ・次世代コンピューティングの技術開発「量子計算及びイジング計算システムの統合型研究開発」