

量子コンピューティングの動向と 当社の取り組み

量子コンピュータ研究開発動向

超伝導、イオントラップで100bit級が公開、1000bit級も視野
中国も台頭。ソフトウェアには多数参入

- IBM: 超伝導で1000量子ビット(2023年)までのロードマップを公開
- Google: 2029年に100万ビットを作ると発表
- IonQ: イオントラップ方式で32ビットチップを発表
- 中国の台頭も著しく、中国科技大は最近超伝導で62ビットを発表
- Amazon、Microsoftがプラットフォーム提供開始。ソフトスタートアップ多数参入



<https://www.ibm.com/blogs/research/2020/09/ibm-quantum-roadmap/>

1次元にイオンをトラップする技術は成熟したが
大規模化の道筋は不明



14 <http://staq.pratt.duke.edu/>

量子コンピュータによる解決が期待される課題 **FUJITSU**

現在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

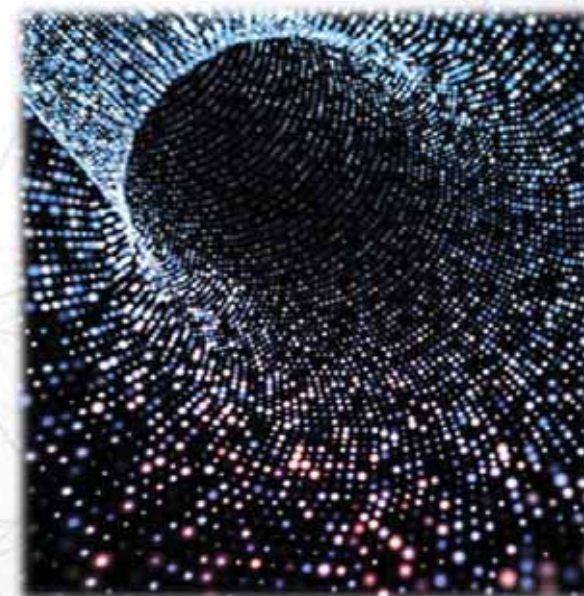
新しい材料や
医薬の発見



金融や経済の
動向予測



産業を変革する
新原理の発見



富士通の量子コンピューティング研究開発戦略

- ▶ 量子デバイスからアルゴリズム、アプリまですべての領域をカバー
- ▶ ハードは幅広く可能性を追求

技術領域

量子アプリケーション

量子アルゴリズム

量子基盤ソフトウェア

量子状態制御

量子デバイス、集積

Quantum Benchmark社

大阪大学

材料、創薬、金融など

量子化学計算、量子機械学習など

エラー緩和技術

エラー訂正技術

制御回路

制御回路

制御回路

超伝導方式

ダイヤモンドスピン方式

其他方式

理化学研究所, 東京大学

デルフト工科大学

広く検討

オープンイノベーションによる研究推進



国内外との世界トップレベルの研究体制

ハードウェア



<https://riken.jp>

理化学研究所・東大



<https://tudelft.nl>

デルフト工科大

超伝導方式
新方式

ソフトウェア



<https://entrance.es.osaka-u.ac.jp>

大阪大



<https://blog.waterlooeedc.ca>

ウォータールー大



Quantum Benchmark facebook

Quantum
Benchmark社

量子アルゴリズム
エラー緩和・訂正技術

理研・東大、蘭デルフト工科大、阪大、QB社との共同研究を開始

ハードへの取り組み：超伝導方式



第一人者である理研・東大の中村教授と共同研究開始

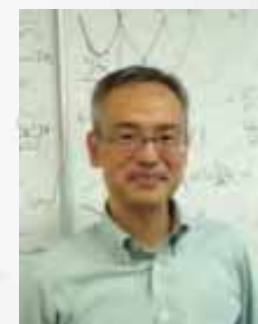
2020/10

理研RQC-富士通連携センターを設立

2021/4

■ 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
- 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



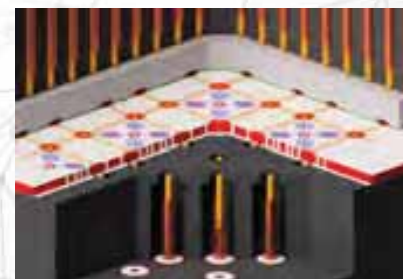
中村教授

■ 設置期間：

- 2021年4月1日から2025年3月31日(継続予定)

■ 組織

- 連携センター長：理化学研究所 中村 泰信
- 連携副センター長：富士通株式会社 佐藤 信太郎



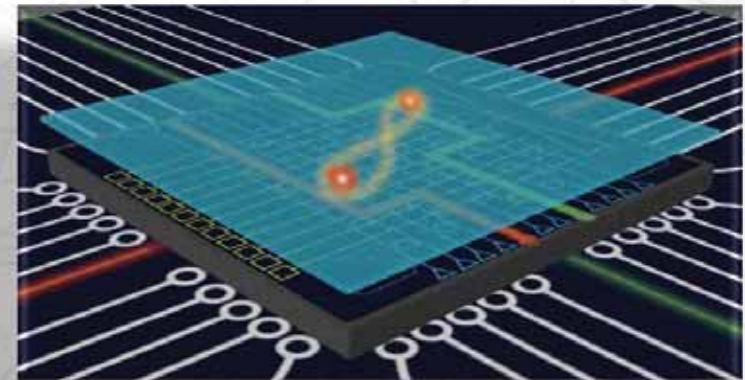
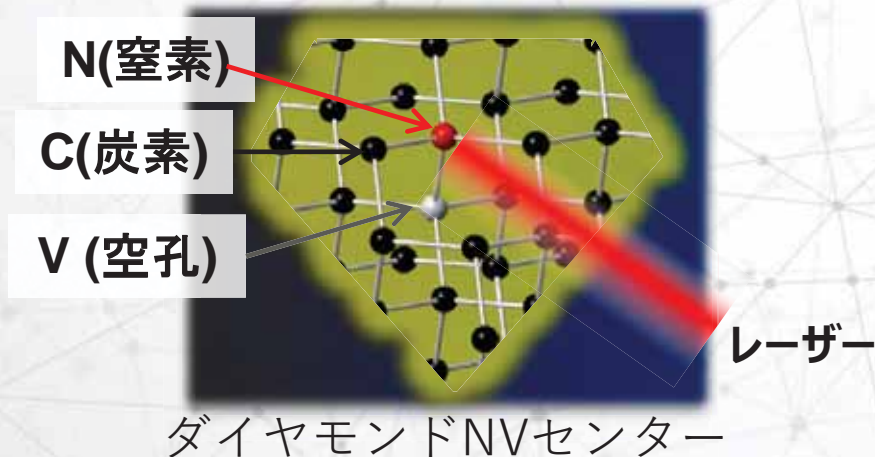
超伝導量子ビットチップ (図提供：理研)

ハードへの取り組み：ダイヤモンドスピン方式 **FUJITSU**

光とスピンを組み合わせて高温(1-10K)動作と大規模化を追求

デルフト工科大と世界初の試み

- 窒素などの不純物導入により **ダイヤモンド中にスピン量子ビット形成**
- 大型冷却器が不要で、読み取り・制御回路の集積化により大規模化が容易
- 離れた量子ビット間の演算を光を介して行い、ノイズの影響を受けにくい



量子プロセッサのイメージ (図提供：デルフト工科大)

ソフトウェアへの取り組み



エラー緩和、訂正技術が大きな鍵

- NISQ用のエラー緩和技術「Randomized Compiling」と、それを利用したアルゴリズムに関し、カナダQuantum Benchmark社と共同研究開始
(2020年3月プレスリリース)
- 新たに大阪大学藤井教授と、誤り耐性量子計算向けエラー訂正技術・アルゴリズムに関し共同研究開始
 - 効率的にエラー訂正が可能な
新たな訂正符号とその実装法を研究
 - 大阪大学は、エラー訂正に必須な
量子・古典コンピュータの連携に強み



藤井教授

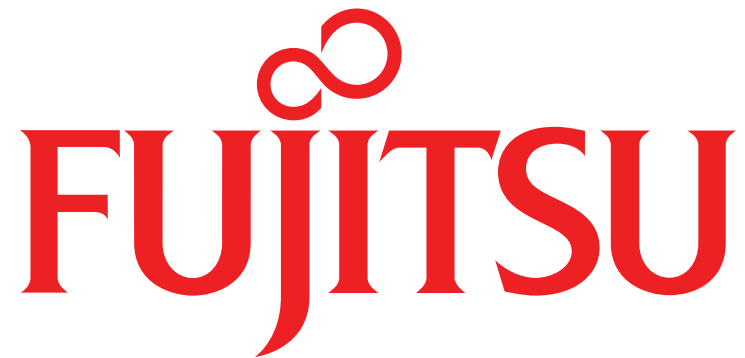


古典、量子コンピュータの
連携によるエラー訂正

持続可能な社会を実現するイノベーションの 創出を目指して

FUJITSU





shaping tomorrow with you