

量子コンピュータの産業化に向けた開発の加速 及び環境整備事業 説明資料

イノベーション・環境局

イノベーション政策課 量子産業室

量子コンピュータの産業化に向けた開発の加速及び環境整備

国庫債務負担行為等含め総額**1,009億円** ※令和6年度補正予算額518億円

イノベーション・環境局

イノベーション政策課フロンティア推進室

事業の内容	事業スキーム（対象者、対象行為、補助率等）
事業目的 量子コンピュータは従来技術では不可能な計算問題を解決でき、産業革命を起こし得るものであり、ポスト5Gに対応した情報通信システムにおいても重要となる新規の計算基盤技術である。世界各国で政府が量子コンピュータに関する大型投資を進めていることに加え、誤り訂正技術の向上等の画期的な発表やスタートアップの創業が相次ぐなど、産業化に向けた動きが加速している。そこで本事業では、各種方式の量子コンピュータシステムの民間による開発、国内企業が強みを持つ部素材やミドルウェア開発、人材育成等への重点支援を実施し、開発を加速させる。また、これに必要な環境を整備するため、産業技術総合研究所 量子・AI融合技術ビジネス開発グローバル研究センター（以下、「G-QuAT」）の更なる充実化を図る。これにより、世界に先駆けて量子コンピュータの産業化を実現することを目的とする。	量子コンピュータの産業化に向けた開発の加速 P5G基金事業 量子コンピュータの産業化に向けた環境整備 産総研への施設整備
事業概要	成果目標
量子コンピュータの産業化に向けた開発の加速 P5G基金事業 量子コンピュータの産業化に向けて、各方式での量子コンピュータシステム、部素材及びミドルウェアの開発、人材育成等に関する支援を実施する。 量子コンピュータの産業化に向けた環境整備 産総研への施設整備 量子コンピュータの産業化に向けて、量子コンピュータの開発・利用・連携等に関する研究施設や評価設備、計算資源の拡充などを通じて、G-QuATを世界最高水準のグローバル・ハブとすることを目指す。	本事業の成果として、未来社会ビジョンに向けた2030年に目指すべき状況（「量子未来産業創出戦略」：令和5年4月）である ・国内の量子技術の利用者を1,000万人に ・量子技術による生産額を50兆円規模に ・未来市場を切り拓く量子ユニコーンベンチャー企業を創出を目指す。 また、本事業で開発した技術が、将来的に我が国のポスト5G情報通信システムにおいて活用されることを目指す。 （開発した技術の実用化率50%以上（累計））



1. 背景

2. 事業概要

3. 効果検証

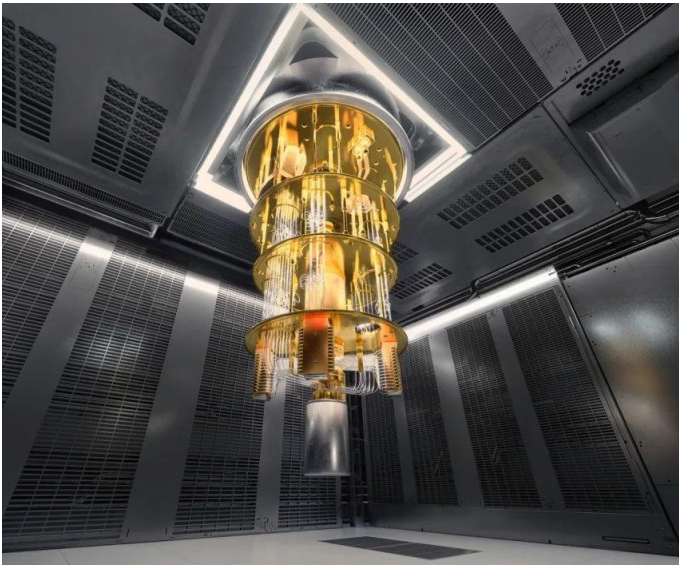
量子コンピュータとは

従来のコンピュータとの違い

	計算単位	計算イメージ
従来の コンピュータ	ビット 1 0 1か0 どちらかの値	0 0 計算 → 1 0 → 0 1 → 1 1 → 解 4回の計算が必要
量子 コンピュータ	量子ビット 1 0 1と0 を同時に持つ (重ね合わせ)	1 計算 → 解 4回の計算を一度 にできる。

量子超越性の実証（2019年）

Googleが従来のコンピュータで解くのに1万年を要する特定の計算を、その10億倍速い200秒で計算

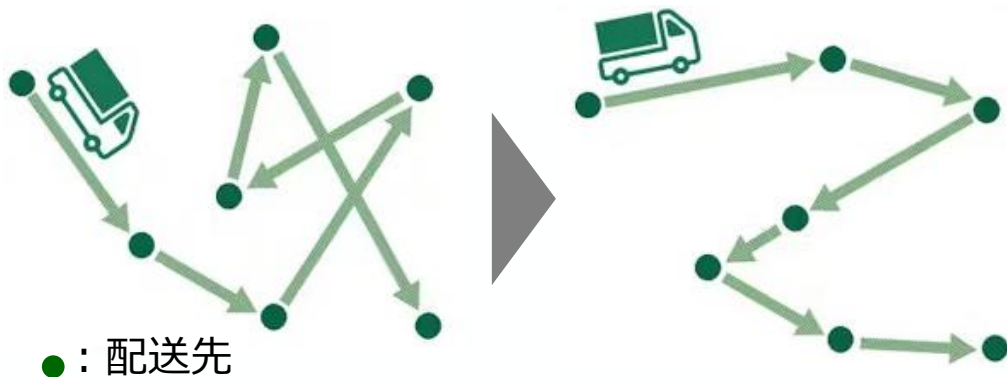


* Nature 24, 461 (2019)

量子コンピュータが変える社会

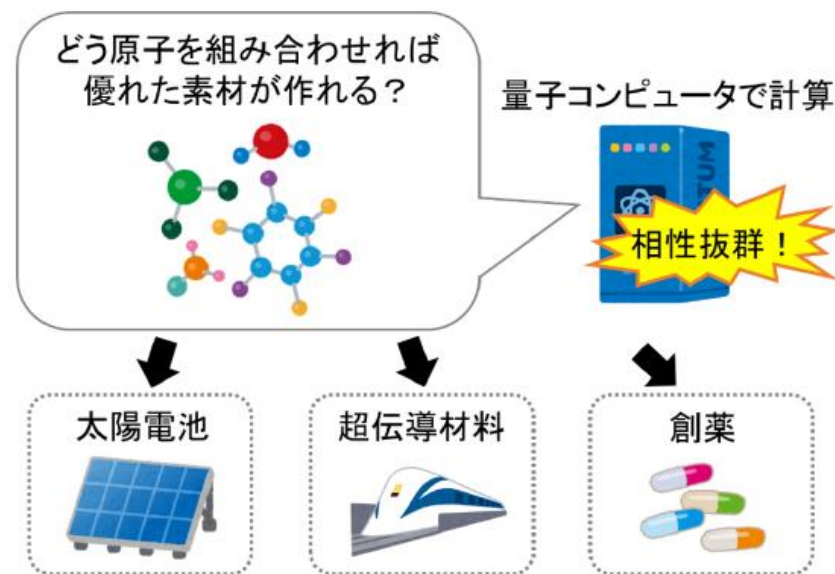
驚異的な計算能力の配送経路最適化、材料・創薬開発、金融、エネルギー等の分野への適用が期待

物流、輸送ルート最適化



- 荷量・容積、到着時間、車格制限、輸送ルート等の膨大な組み合わせパターンを瞬時に計算
- 輸送ルートの最適化により、車両台数とCO₂の削減、ドライバーの労働環境の改善

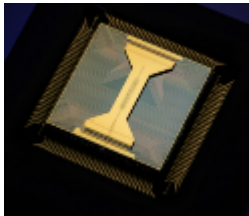
新材料・新薬の開発



- 古典コンピュータでは数千年かかってしまうような材料の化学計算の大幅な高速化が期待。
- 特殊機能を持つ新材料や効果的な新薬の設計に貢献

量子コンピュータの方式

- 様々な方式が乱立し、開発競争が激化。それぞれの方式に実用化に向けた技術的ハードルがあり、決定的な方式は未確定。1つの物理的なブレークスルーで状況は一変し、1つの方式に絞ること自体がリスク。

技術方式	超伝導	シリコン	光	イオントラップ	中性原子
原理	超伝導体電極における <u>電子対の位置</u>	シリコン回路中の <u>電子スピンの向き</u>	<u>光の偏光方向</u> や 振幅・位相の変化	電場・レーザーで 捕捉した <u>イオン</u>	磁場・レーザーで 捕捉した <u>中性原子</u>
制御方法	電気	電気	レーザー	レーザー	レーザー
動作温度	0.01 K程度	1-4 K程度	常温(一部低温*)	常温(一部低温**)	常温
					
主な 開発主体	・企業：富士通、IBM、Google、Amazon ・ベンチャー：Rigetti、本源量子、IQM、Nord Quantique等 ・アカデミア：理研/東大/大阪大、カリフォルニア大、MIT、中国科学技術大 等	・企業：日立、Intel ・ベンチャー：Blueqat、Qubly、Equal1、Silicon Quantum Computing 等 ・アカデミア：理研、デルフト工科大 等	・企業：NTT ・ベンチャー：XANADU、PsiQuantum、Quandela、OptQC 等 ・アカデミア：理研/東大、中国科学技術大 等	・企業：Quantinuum ・ベンチャー：IonQ、Alpine Quantum Technology、Qubitcore、Oxford Ionics 等 ・アカデミア：メリーランド大、NIST、Duke大、OIST、大阪大 等	・ベンチャー：QuEra、Pasqal、Infleqtion、Planqc、Atom Computing、Yaquimo 等 ・アカデミア：CNRS、分子研、京大 等

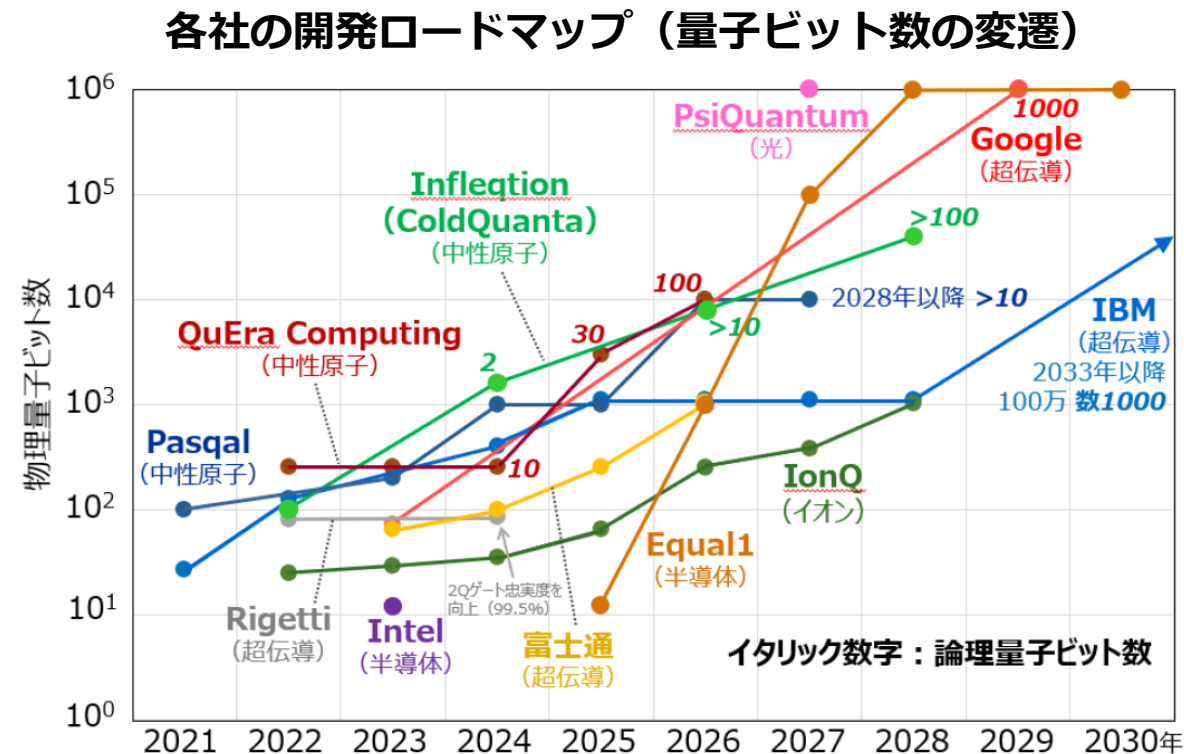
※太字企業は商用化済、赤字企業は日本企業・大学等

* 光検出器やコンピュータ全体を低温状態（4 K程度）に設置するものも存在(PsiQuantum社など)

**低温状態（0.1～4 K程度）のイオントラップ装置などを使うものも存在

【参考】世界的な量子コンピュータ開発競争／様々な方式が乱立

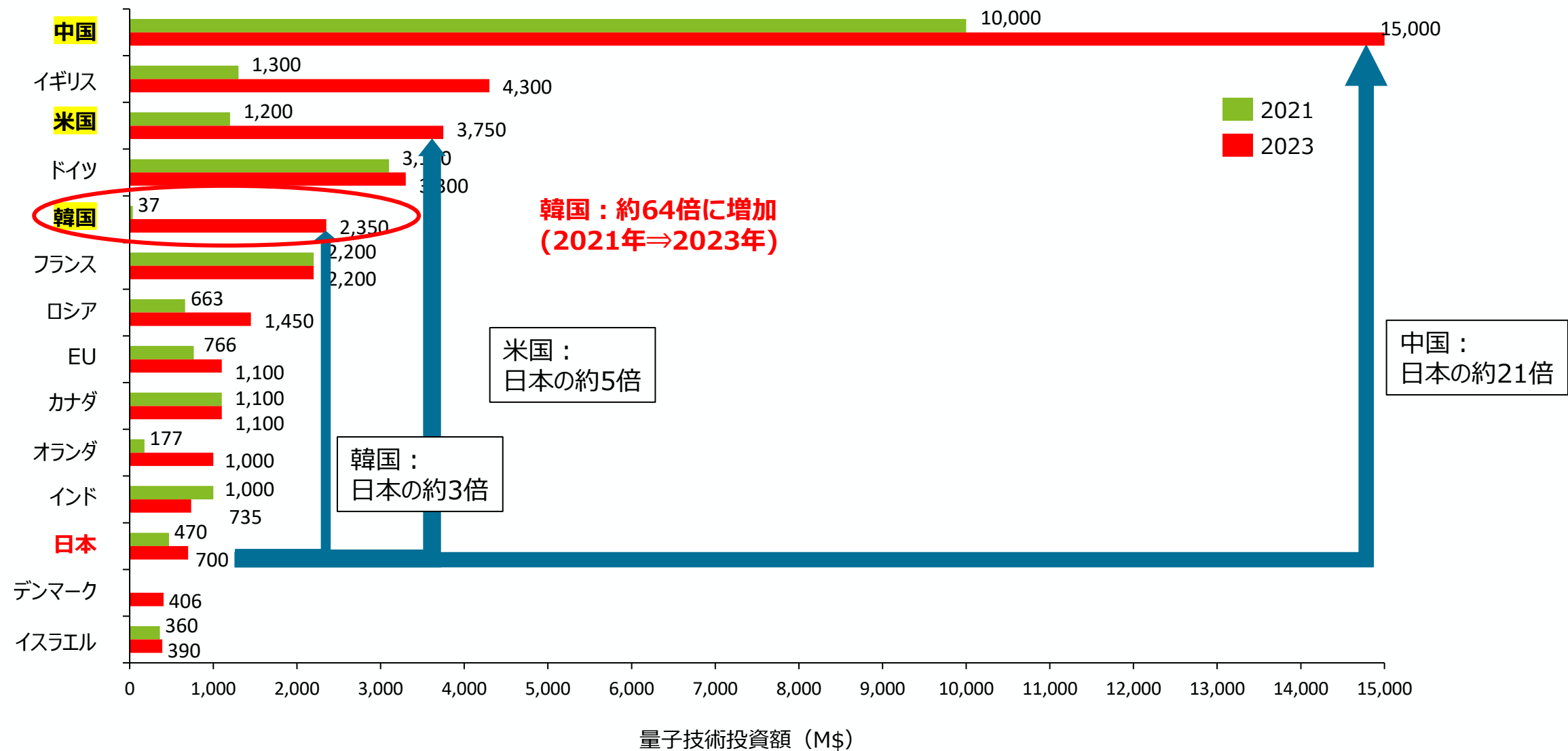
- 海外各社のロードマップでは、2030年前後での大規模化・実用化が示されている。
- 大規模化に向けては、大量の量子ビットの作製・制御技術だけでなく高強度レーザー・高速高感度検出器などの部素材が不可欠。これらは日本が強みを持つものが多い。
- 次世代機やそのための部素材等の開発には最大5年間程度が必要なため、早急に開始し、我が国の優位性を確保することが肝要。



公表情報を基に作成

各国の政府投資額が急増：中国突出、G7でも競争、韓国猛追

2021年と2023年の量子技術に対する累計投資額（国・地域別）の比較



【参考】量子技術に関する多国間の主な会合など

- 24年7月、量子技術における技術力とサプライチェーンを強化するための有志国枠組みとして、米国国務省主導で次官級会合（QDG）が創設されるなど、経済安全保障の文脈でも量子技術の重要性の認識は高まりつつある。

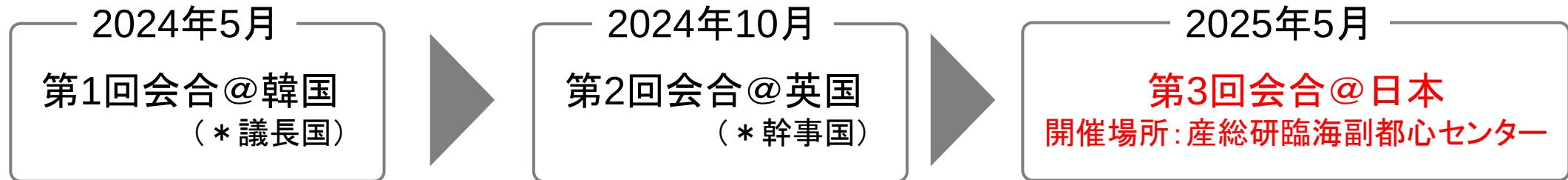
名称、参加国	最近の開催	概要
量子開発グループ（QDG） 参加国：米、豪、加、デンマーク、フィンランド、仏、独、日、蘭、韓、スウェーデン、スイス、英	初回：'24年7月（米国） 2回：'25年1月（米国） 3回：'25年3月（豪州）	米国が各国政府高官を招き、競争力のある量子開発の環境を維持しながら、量子の未来を促進する協調の方法について議論。
量子多国間対話（MDQ） 参加国： 同上	第5回：'24年9月（米国） 第6回：'25年3月（豪州）	13か国の量子政策関係者が協力強化のために情報交換・議論。 25年9月に日本（つくば）開催予定。
経済協力開発機構（OECD） ①世界技術フォーラム（GFTech） ②科学技術政策委員会（CSTP） ③デジタル政策委員会（DPC） ④バイオ・ナノ・融合技術（BNCT）	①'25年4月 ②'25年4月 ③'25年4月 ④'25年5月	量子技術に関して、各国からの有益な情報を基に議論がなされ、それらを取りまとめた報告書等の文書作成が進められている。
G7 参加国：加、仏、独、伊、日、英、米	昨年：'24年3-7月 本年：'25年7月	'24年6月のG7サミットでの決定を受け、 G7量子ワークショップを24年10月に開催。 産学官の専門家が科学技術・産業化の両面で意見交換。
NATO 環大西洋量子コミュニティ（TQC）	①'24年11月 ②'25年5月	NATO加盟国・関連国の産学官の専門家が議論する場
Quantum Innovation '24年参加政府： 日、豪、加、デンマーク、EU、蘭、英、米	第4回：'24年10月 第5回：'25年7-8月	日本の4府省と6国研、6大学などの共催により開催。 量子技術の産学官の関係者が一堂に会して発表・議論。

国際標準議論のキックオフ

ISO/IEC JTC3（量子技術）

- ISO/IECが設置した量子分野の新たな技術検討会
- 業務範囲⇒量子コンピューティング、量子シミュレーション、量子源、量子計測、量子検出器、量子通信の分野における国際標準の開発
- 国内審議団体をQ-STAR（国内産業団体）に設置

JTC3会合の実績と予定



- 第3回JTC3総会を2025年5月26～29日に東京で開催
- ISO/IEC JTC3で産学官一体となった戦略的な国際標準化対応を進める

(参考) 日本における主な量子拠点

下線はQIH (緑枠：量子コンピュータ、青枠：量子センシング、橙枠：量子通信が主)

東京近郊 (川崎～東京～千葉)

【慶應大】SW等。IBMと東大・慶應等で人材育成協力

【早稲田大】量子SW、ナノファイバー型HW等。

川崎【富士通】超伝導HW、計算PF等

【東京科学大】量子センシング等

小金井【NICT】量子セキュリティ等

【東大・QII】SW、人材育成等

①超伝導 IBM機(Eagle) 156qbit

有明【エクイニクス】超伝導HW

②超伝導 OQC機(Toshiko) 32qbit

国分寺【日立】シリコンHW等

千葉【QST】量子生命、バイオ等

【横国大】量子インターネット等



関西 (京都～大阪～神戸)

【京都大学】中性原子HW、光センシング等

【大阪大学】超伝導HW、SW等。

③超伝導 国産3号機 64qbit



神戸【理研RCCS】富岳との連携SW等。

④超伝導 IBM機(Heron) 156qbit



中部 (愛知～岐阜)

岡崎【分子研】中性原子HW

【名古屋大・岐阜大】量子化学産業

沖縄【OIST】国際連携、人材育成、イオントラップHW等。

仙台【東北大学】人材育成、SW等。

北関東 (和光～高崎)

和光【理研RQC】各方式HW、SW等。

⑤超伝導 国産初号機 64qbit

⑥超伝導 国産2号機 (富士通機)

64→256qbit

⑦イオントラップ Quantinuum機、

≥20qbit

⑧光方式 理研/東大/NTT等の共同開発



高崎【QST】量子センシング

つくば

【産総研】グローバルエコシステム構築、産業化支援、テストベッド提供(大規模GPU(ABCI-Q)、試作・評価設備等)

⑨超伝導方式 富士通機

⑩中性原子方式 QuEra機

⑪光方式 OptQC機



【NIMS】量子マテリアル

日本の現在地① ハード開発における日本のプレイヤー

超伝導量子コンピュータ



写真：理化学研究所HPより

超伝導方式では、理研を中心に実機開発に成功し、クラウド公開中
世界のトッププレイヤーと熾烈な競争

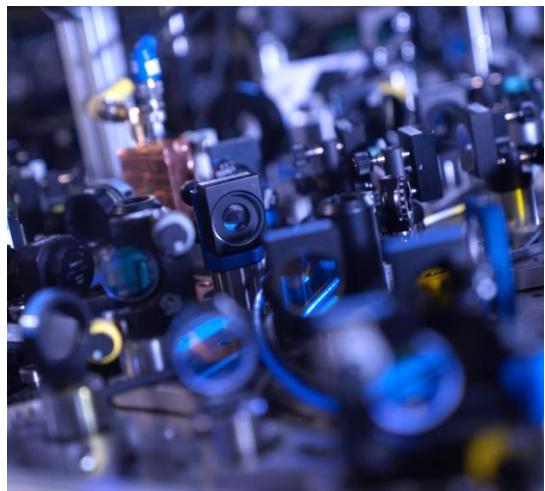
- ・国産1号機：理研（2023年3月）
- ・国産2号機：富士通（2023年10月）
- ・国産3号機：大阪大学（2023年12月）

※当初は全て64量子ビット、量子ビット部は理研開発のもの

※富士通は産総研から超伝導量子コンピュータを受注（2024年5月）

※富士通は256量子ビット機を2号機を基に開発（2025年4月）

それ以外の方式



写真：OptQC社HPより

その他の方式でもスタートアップが設立

光方式では1 論理量子ビットの生成に初めて成功するなどの優位性

- ・NanoQT（早稲田大発、ナノファイバー方式
（光と中性原子の間のようなもの）2022年設立）
- ・Qubitcore（OIST発、イオントラップ方式）2024年7月設立
- ・OptQC（東大発、光方式）2024年9月設立
- ・Yaqumo（分子研・京大発、中性原子方式）2025年4月設立

日本の現在地②：サプライチェーンにおける日本の技術

- 量子コンピュータの産業化には、極低温冷凍技術等、古典コンピュータとは全く異なる部品技術が必要となり、サプライチェーンの構造転換が必要。
- 日本に強みのある部素材技術が数多く存在し、海外企業・研究機関も注目。

①低温動作低雑音増幅器（アンプ）

10K以下の低温環境で
高周波信号を増幅する部品

②高周波コネクタ

量子ビットの制御、出力信号を伝達
する信号線を繋ぐ部品

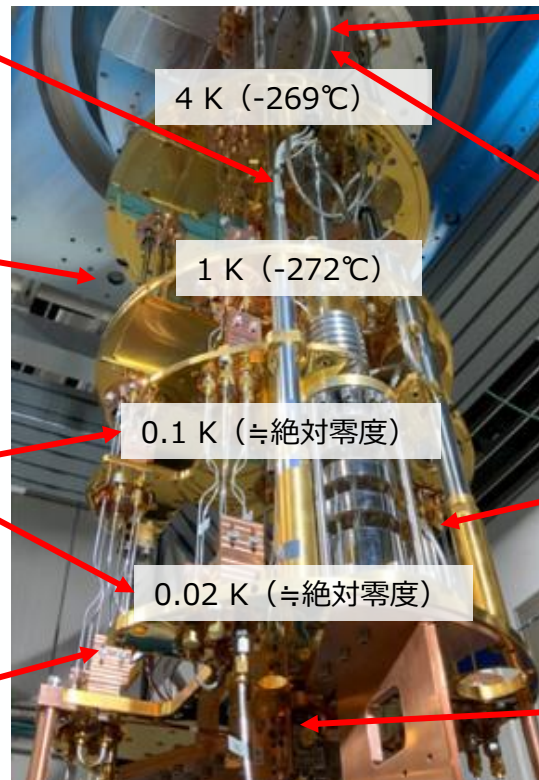
③希釈冷凍機

ヘリウムガスとその気化熱で絶対零度
付近の極低温まで冷却する装置

④低温高周波部品

大規模化の際に必要な低温環
境下で量子ビット制御のための高周
波信号を生成・検出するための部品

（超伝導量子コンピュータの場合）



⑤制御装置・ソフトウェア

量子ビットを制御するソフトとその情
報に基づいた命令を送信する制御
装置

⑥高周波入力線

量子ビットの制御、信号読み取り
を行うマイクロ波を伝える信号線

⑦超電導同軸ケーブル

極低温下でマイクロ波の信号を伝え
る信号線

⑧チップ実装用ソケット

量子チップの配線と信号線を低温
環境下でも良好に接続する部品

日本の現在地③：急成長をみせる量子スタートアップ

ハードウェア



2024年創設



高瀬 寛
CEO



古澤 明
取締役

- 光型量子コンピュータの開発
- 東京大学(古澤研)発のSU
- 古澤教授:光型QCのパイオニア

ハード/コンポーネント



2022年創設



廣瀬 雅
CEO



碁盤 晃久
CTO

- 中性原子型量子コンピュータの接続システム
- 早稲田大学発の国内初の量子コンピュータ開発SU
- メリーランド大学(米国)にも開発拠点

ソフトウェア



2018年創設



楊 天任
CEO



松岡 智代
COO

- 素材、化学、製薬分野における量子アルゴリズムの開発
- 大阪大学・藤井啓祐教授と連携
- デンマークにも開発拠点

産総研G-QuAT落成式における石破総理発言（令和7年5月18日）



視察



落成式



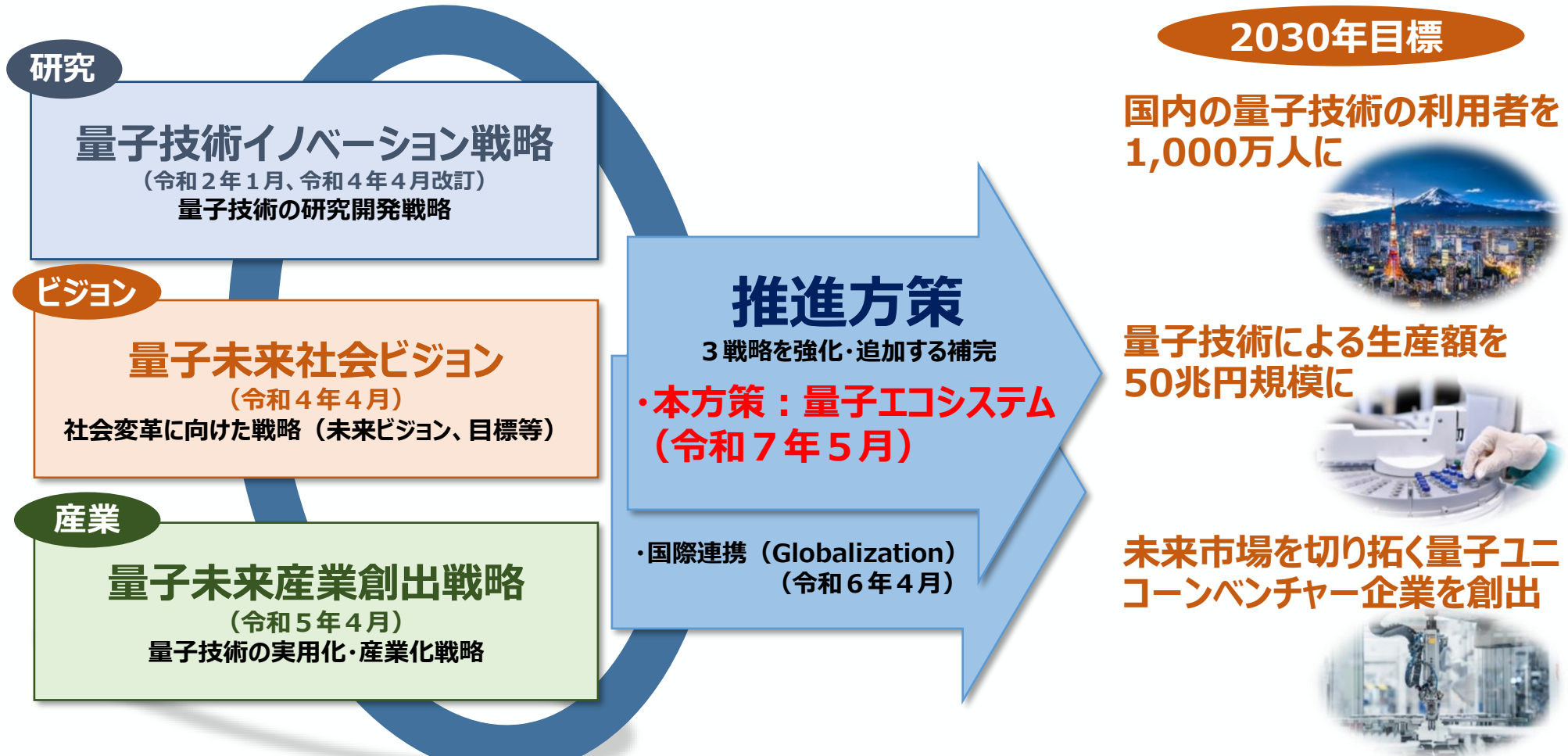
車座対話

石破総理大臣の発言（抜粋）

「（前略）…量子というのは、（中略）**次の世代の重要技術**であります。我が国の**新しい産業の柱**として期待されますし、また、**経済安全保障上も重要な技術**であるという認識（中略）**今年を「量子産業化元年」と位置**づけました上で、**ハードウェア、OS、アプリケーションそれぞれで、スタートアップへの支援**や大学と連携した**量子人材育成**プログラムの開発や実施を進めてまいります。（中略）**今後3年間で更なる機能強化**を進めてまいります。第一に、スタートアップ、中小企業の入居者数を5倍以上にしたいと。独自では投資困難な**スーパーコンピュータや共同研究設備を拡充**し、開発を加速してまいりたいと思っております。第二に、**このG-QuATを核として**、量子コンピュータ利用企業とスタートアップをマッチングするなど、**ビジネス機会の創出を支援**（中略）我が国として、また政府として、これに最大限の力を注ぎ、我が国がこれから先、世界をリードする、そのために大きな役割を果たすものと考えておりまして、政府としても、**最大限の支援**を行ってまいりたい…（後略）」

量子技術の国家戦略について

- ✓ 著しく進展する量子技術を取り巻く国際状況の中、量子技術の産業化を世界に先駆けて達成するために、本推進方策では**現在の政府戦略の下、特にエコシステム構築に向けて必要な内容**をまとめた。（令和6年度は国際連携を中心にまとめた方策を発出）
- ✓ 位置づけ：2030年目標に向けて“**既存3戦略を強化し補完する方策**”の報告書。





1. 背景

2. 事業概要

3. 効果検証

①量子コンピュータの産業化に向けた開発の加速（495億円）

P5G基金事業

- 複数方式の量子コンピュータの開発が世界で進む中、どれがいち早く実用化されるか分からないことも踏まえ、民間企業に対する次世代の量子コンピュータの開発補助を通じて、**方式を絞らず技術力を上げていく**。更に、**国内プレイヤーが強みを持つ部素材等を重点支援**する。

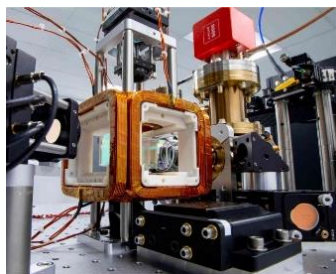
主な事業概要

1. 量子コンピュータシステム開発

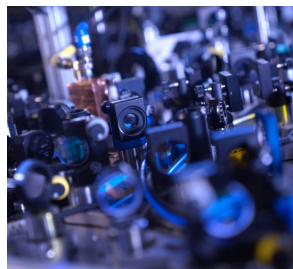
- 現時点で日本企業が強みを持つ方式（①超伝導、②中性原子、③光）について、大規模化やエラー訂正能力向上などの本質的な研究開発課題の克服に対する支援を行う。



超伝導型



中性原子型



光型

2. 量子コンピュータの部素材・ミドルウェア開発

- 国内外の量子コンピュータの企業ニーズや様々な方式の量子コンピュータの研究開発動向等を踏まえた次世代の部素材開発およびミドルウェア開発を支援。
- ハードウェア開発とのシナジーを追求することに加え、①いずれのハードウェアが勝った場合にでも汎用的に使う可能性が高く、コアとなり得るものであり、かつ②日本として強みを現時点で有しているものに集中的に支援を行う。

3. 人材育成

- 国内外の企業、大学、研究機関との連携による人材育成プログラムを実施。

②量子コンピュータの産業化に向けた環境整備（515億円）

産総研への施設整備

- ①の開発支援と並行して、我が国を量子技術の産業利用のグローバル・ハブとすべく、昨年、産総研つくばセンターに創設した開発センター「**G-QuAT**」を更に**増強**することで国際的な地位を確立し、**現時点での最新鋭の実機を用いた部素材等の研究開発やユースケース開発**を行う。

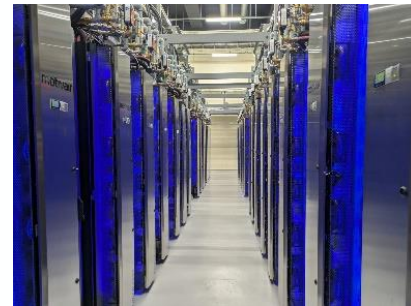
産総研G-QuAT



G-QuAT本部棟



インキュベーションエリア



スパコンABCI-Q

① インキュベーション施設の増築

: G-QuAT施設を活用して共同研究を行うスタートアップや中小企業などが入居・研究開発を行うインキュベーション施設を増築

② 計算資源の増強

: G-QuATを核としたシステム・部素材・ユースケース開発や人材育成をより加速させるため、計算資源を増強

③ クリーンルームの増築

: 主に超伝導系の部素材開発や評価を行うための実験スペースを拡充

④ 精密計測研究棟の増築

: 主に光学系（中性原子方式や光方式）の部素材開発や評価を行うための実験スペースを拡充

量子コンピュータ



超伝導方式
富士通



中性原子方式
QuEra
(米国SU)



光方式
OptQC
(東大発SU)

- 
1. 背景
 2. 事業概要
 - 3. 効果検証**

量子コンピュータの産業化に向けた開発の加速及び環境整備事業におけるロジックモデル（案）

※本ロジックモデル案については、今後も検討・見直し予定

