

量子コンピューティング
時代の到来に向けて：
視座を高くして堅実な
取り組みを



Contents

量子コンピューティング時代の到来に向けて：視座を高くして堅実な取り組みを

エグゼクティブ・サマリー	3
1. 量子コンピューティング革命	4
2. 可能性と課題	6
量子コンピュータのさまざまな側面	6
ゲート方式量子コンピュータの開発プロセス	7
完全 FTQC の実現時期	7
経済効果と持続可能な開発の推進に求められること	7
量子コンピュータの開発における制約と懸念	9
先進的なベンダーは、高い目標を設定し課題解決を推進	10
3. CxO が取り組むべきこと	11
提言1：量子インスパイアードコンピューティング技術の早期実装	11
提言2：量子コンピューティング時代到来に向けた準備	12
提言3：高い視座を持ち、「チェック・アンド・ゴー」の順に進める	13

量子コンピューティング時代の到来に向けて： 視座を高くして堅実な取り組みを

エグゼクティブ・サマリー

デジタル時代の到来により、処理されるデータ量が膨大になっています。その結果、材料特性、機械学習/AIモデルトレーニング、社会・経済システムの最適化などの複雑な課題を解決するために、コンピューティング技術の飛躍的な革新が求められています。しかしながら、ムーアの法則に沿って進化を遂げた半導体の小型化技術が限界に達しつつあり、現状の計算能力では、新たな計算ニーズに対応できなくなっています。

従来型のコンピュータよりも計算時間を飛躍的に高速化できる可能性がある量子コンピュータは、政府や学界から注目を集めています。2019年10月に、Googleが「量子超越性」*1 を達成したと発表したことは世界を驚かせ、業界における量子コンピューティングの新時代への期待を高めました。同時に、既存のITシステムやビジネスモデルを破壊してしまうことに対する懸念も生じました。企業は、量子コンピュータの潜在的なメリットを獲得すると同時に、このようなディスラプションのリスクを回避するために行動を起こす必要があります。

実験レベルでの検証とは異なり、正確な計算が可能で、実世界でビジネス価値を生み出すことができる真の量子コンピュータの開発やビジネス検証は、期待されたほど急速には進んでいません。技術の成熟の遅れと投資収益の不確実性のために、量子コンピューティング技術に関するCxOによる投資決定が遅れる可能性も出てきています。

しかし、本稿の研究では、量子コンピューティング技術への政府やリスクマネーの流入は続いており、量子現象を活用した真の量子コンピューティング技術やその実現に向けての繋ぎの技術（量子現象を従来の半導体チップで実現するデジタルアニーラや従来型のコンピュータを用いた量子シミュレーション技術など）の研究開発が進んでいます。また、AIやクラウドなど、量子コンピュータの支援技術も目覚ましい進歩を遂げています。

企業には、量子コンピューティング技術の発展やユースケース開発、ビジネスへの導入の動向を注視し、人材の育成、量子に関する知識やスキルの獲得、繋ぎの技術の活用を進めていくことが求められます。このような準備を進めることが、量子コンピューティング技術の進歩とともに、到来する量子コンピューティング時代に企業に恩恵をもたらすでしょう。

これから、量子コンピューティングに関する市場動向や技術動向で得られた洞察やその力を今後活用していく上での具体的な取り組みを紹介していきます。

*1 プログラム可能な量子デバイスが、どのような古典コンピュータでも実用的な時間では解決できない問題を解決できることを（問題の有用性に関係なく）証明することである。



1. 量子コンピューティング革命

日進月歩のテクノロジーの世界では、政府、企業、人々の想像力をかきたてるような新しいブレイクスルーが次々と生まれています。量子技術は、そのような驚異的な技術の1つです。量子技術にはさまざまな応用分野がありますが、中でも量子コンピュータは、世界に革命をもたらす可能性を持つ技術として大きな注目を集めています。業界のリーダーやイノベーターは、量子コンピュータがもたらすさまざまな可能性の実現を待ち望んでいます。私たちは新たな時代を迎えようとしているのです。

興味深いことに、量子コンピュータの概念は、私たちが思っているほど新しいものではありません。1980年代に活躍した物理学者であるリチャード・フィリップス・ファインマンが、この分野の基礎となる課題を提起しました。彼は、コンピュータが物理法則、特に量子力学をシミュレーションできるのではないかと考え、それには従来型のコンピュータでは不十分だと主張しました。「自然は古典(力学)的なものではない。自然のシミュレーションを実施するには、量子力学に基づく方法を使った方が良い」という彼の有名な言葉は、現在の量子コンピューティングの基盤となっています。ファインマンの洞察は、量子コンピュータ開発の基礎を築いたといえます。ファインマンは、従来型のコンピュータがシミュレーションするのに苦労していた量子力学の原理そのものを使用して動作するマシンを構想していました。

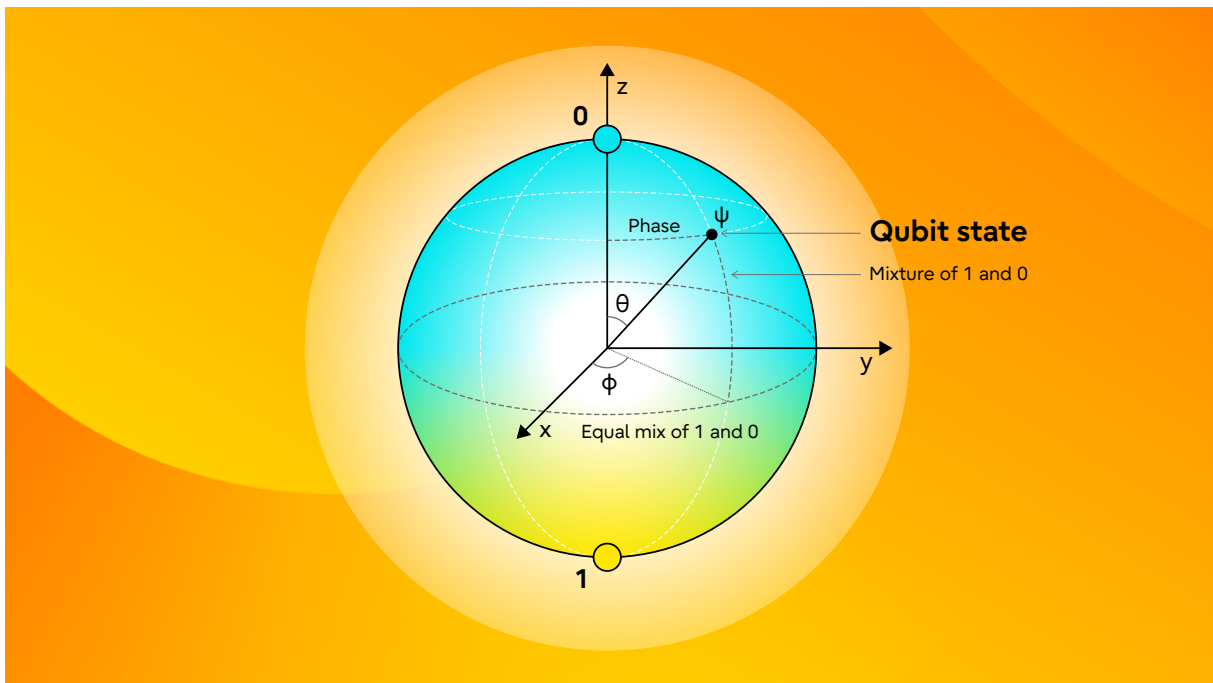
では、量子コンピュータとは一体どのようなものなのでしょう？本質的に量子コンピュータは、従来のコンピュータとは異なります。量子コンピュータは、0または1を表す従来のビットではなく、複数の値を同時に表すことができる量子ビットで動作するのです。これは量子力学の基本原則である重ね合わせと量子もつれの原理により成立します。重ね合わせとは、量子ビットが同時に0と1の両方の状態になる現象です。これは、どちらか一方の状態にしかたれない従来のビットとは異なります。一方、量子もつれは、2つ以上の量子ビットが同じ運命を共有するようにリンクする現象です。つまり、もつれあった量子ビットの1つを測定すると、距離が離れていても、他の量子ビットの状態がわかります。量子ビットが重ね合わせの状態が存在し、もつれあう性質は、量子コンピュータに計り知れない力を与えます。これらの原理を利用することで、量子コンピュータは、従来型のコンピュータでは解くことが難しい、途方もなく時間のかかる問題に取り組むことができるのです。

量子コンピュータは、開発の初期段階にあります。従来型のコンピュータを適用できなかったさまざまな応用分野への適用がすでに想定されています。創薬、材料科学、金融モデリング、サイバーセキュリティなどへの応用が大きく期待されているのです。これらについては後で詳しく説明します。

その一方、商業的に活用できる量子コンピュータの実現には多くの課題があることも事実です。例えば、実用的な応用には数千または数百万の量子ビットにスケールアップする必要があります。これには非常に強力な誤り訂正が必要で、大きな課題となっています。この課題に対する有効な解決方法は、まだ見出されていません。また量子コンピュータは長期的な投資を必要としますが、そのリスクの高さと長期的な時間軸のため、投資家を広く集めることは困難です。

量子コンピュータは、まだ一般に適用される状況にはありません。それにはいくつかの理由があります。量子コンピュータは現在開発の初期段階にあり、その能力や潜在的な応用範囲は非常に限られています。また量子力学の原理は、今日私たちが使っているコンピュータの基礎となっている古典物理学の原理とは大きく異なるため、一般の人々には理解しづらいところがあります。しかし開発が進むにつれて、量子コンピュータは、より強力で汎用性が高く、価格も低下すると推測されます。そして、ChatGPTのように日常的な作業に使われるようになるでしょう。

次の章からは、量子コンピュータの可能性と課題、経済的影響、業界への影響、ユースケースについて説明します。さらに、先駆的なベンダーのイノベーションや、当社が量子領域で進めている具体的な応用分野についても紹介します。一緒に量子コンピュータの世界へ旅立ちましょう。



2. 可能性と課題

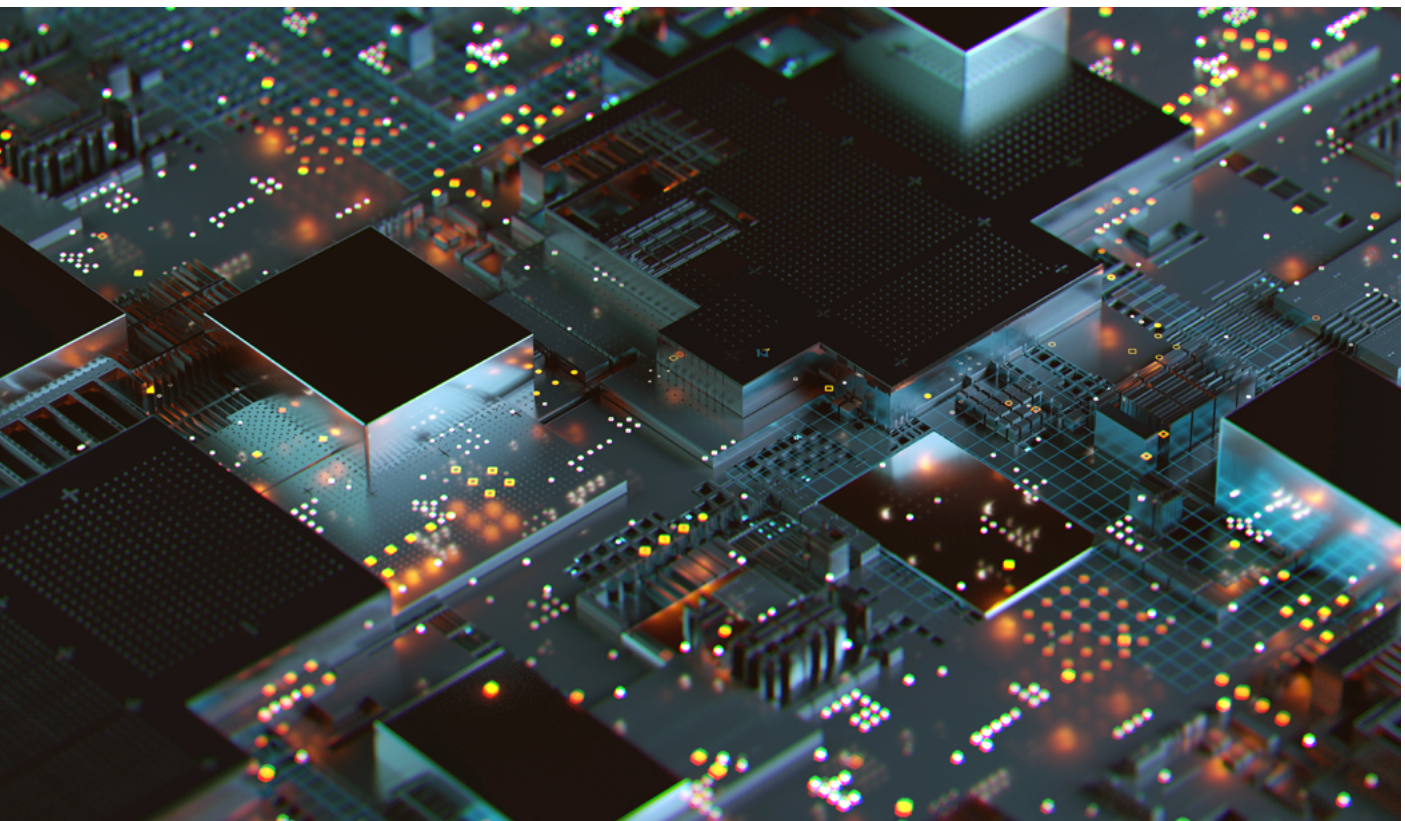
量子コンピュータのさまざまな側面

この章では、まず量子コンピュータのさまざまな側面を確認します。

量子コンピューティングハードウェア(チップ)を実装するには、超伝導、イオントラップ、フォトリック量子、ダイヤモンドスピン、シリコン量子、冷却原子など、いくつかの方法があります。一部のハードウェア(超伝導やイオントラップなど)では、処理性能を維持するために極低温環境が必要です。一方、フォトリック量子のように条件に応じて室温で機能したり、ダイヤモンドスピンのように比較的高温でも動作するハードウェアもあります。

さらに、ハードウェアにおける量子ビットの利用方式には、ゲート方式とアニーリング方式があります。ゲート方式を採用した量子コンピュータは、デジタル量子コンピュータと呼ばれ、量子コンピュータのあらゆるユースケースに適用できる汎用性を持ちます。さらに、理論的には、ノイズを測定してエラーを訂正することが可能です。IBM、Google、富士通などの企業は、汎用性の高い量子コンピュータの可能性に着目し、積極的な開発活動を行っています。

一方、アニーリング方式を採用した量子コンピュータをアナログ量子コンピュータ(量子アニーリング)と呼びます。量子ビットを利用することはできますが、量子ビット間の量子もつれが弱く、ノイズの測定やエラーの訂正が困難です。しかし、アナログ量子コンピュータは、原理的にはデジタル量子コンピュータに比べて比較的簡単に構築できるという利点があります。また、特定のユースケース(主に量子最適化)に量子ビットの機能の一部を利用することもできます。例えば、新興企業のD-Waveは2011年に代表的な超伝導量子アニーリングコンピュータを製品化しました。



ゲート方式量子コンピュータの開発プロセス

一般に、量子コンピュータといえば、汎用性の高いデジタル量子コンピュータを思い浮かべます。これには、コンポーネント量子コンピューティング(CQC)、ノイズの多い中間スケール量子コンピューティング(NISQ)、フォールトトレラント量子コンピューティング(FTQC)という3つの進化の段階があります。

超伝導、フォトニック、イオントラップのようなハードウェア製品はNISQ段階に入りましたが、他の方式の成熟したハードウェア製品は少なく、多くがCQC段階にあります。NISQ段階では、量子コンピュータの優位性を活用することが可能となり、量子シミュレーションなどのユースケースが生まれています。このような検証を通じて、技術の成熟度を高め、NISQからFTQCへと移行していきます。

FTQC段階は、物理量子ビット(実在の量子ビット)が品質と量の点で特定のしきい値を超え、完全な論理量子ビット(計算上のロジック量子ビット)に達した段階と定義されます。ただし、1つの論理量子ビットを実現するために必要な物理量子ビットの数は、ハードウェアのパフォーマンスとエラー訂正技術の向上の両方に依存します。2019年の実証論文によると、1つの論理量子ビットに対して1万から10万の物理量子ビットが必要であると推定されています。富士通は、量子コンピュータの実用化を加速するため、大阪大学と共同で新しい量子コンピューティング・アーキテクチャを開発しました。これにより、1万個の物理量子ビットがあれば、現在のコンピュータの最高性能の約10万倍に相当する64個の論理量子ビット量子コンピュータを構築することが可能になります。これはFTQCに向けた重要な技術的進歩と考えられます。

完全FTQCの実現時期

マッキンゼーが量子関連のエンジニアと企業経営者を対象に行った調査(2023年5月)によると、回答者の72%が完全なFTQCの実現は2035年までに実現、28%が2040年までに実現すると考えています。つまり、量子コンピュータが産業界の期待に応じて商業的に実用化されるまでには、あと10年ほど必要となります。この意味で、政府、学术界、産業界は、今後10年間引き続き開発を継続するための経済的・商業的インセンティブを検討する必要があります。

経済効果と持続可能な開発の推進に求められること

量子コンピュータの経済効果は、仮定条件と推定モデルによって異なります。マッキンゼーによる産業界への聞き取り調査(2023年4月)に基づく推計によると、経済効果は2035年までに約1兆3000億ドルに達すると予想されています(実際の経済効果は6200億ドルから1兆3000億ドルの間と予想)。しかし、経済効果は特定の時点ではなく、導入者数の増加に伴って徐々に拡大していくことを考慮する必要があります。

経済的影響は業界によっても異なります。特に、金融、化学、ライフサイエンス、自動車業界が(付加価値の点で)大きな影響を受けると予想されており、量子コンピューティングベンダーとの共同実証実験や早期採用に対するインセンティブは比較的強いと考えられます。

量子コンピューティングの価値を有効活用できるユースケースレベル(応用分野)として、次の4つが期待されています。

1)最適化

古典的なアルゴリズムを活用して、量子アルゴリズムがより高速に計算できるように、より大きな問題をより小さく、より処理しやすい問題に分割することで最適化計算を実現します。つまり、古典コンピュータの前処理によって量子コンピュータの優位性が引き出されるということです。

例：ポートフォリオの最適化、ネットワークの最適化など。

2)機械学習/AIの強化

量子アルゴリズムは、特定のデータクラスの学習において少なくとも多項式の高速化、特に最も計算集約的な領域における機械学習/AIモデルのトレーニング時間の短縮を達成できます。

例：不正検出、迅速なAIトレーニングなど。

3)シミュレーション

量子コンピュータは、正確な分子シミュレーション(電子構造や分子動力学)において、従来型のコンピュータよりも有効であると期待されています。

例：価格設定方法、材料シミュレーションなど。

4)量子暗号

量子技術は、セキュリティを強化した新しい暗号化プロトコルを提供できます。しかし、量子アルゴリズムは、現在の古典的な暗号プロトコルを破ることによって、オンライン/モバイル通信や銀行送金などのサービスに脅威を与える可能性があります。

例：Shorのアルゴリズムなど。

量子コンピュータの潜在的な技術的利点と経済効果にもかかわらず、技術と経済性(コストパフォーマンス)の観点から実用的な量子コンピューティングシステムを実現するには前述したように10年前後かかるかと想定されます。そのため、開発企業や利用者の持続的な関心を喚起するイネーブラー(推進力)が必要となります。幸いなことに、公的資金やリスクマネーの参入は現在高い水準を維持しており、今後も拡大が見込まれます。例えば、IDCの予測(2023年8月)では、量子コンピュータ(開発、実証実験など)への投資は2027年までに164億ドルに達し、2023年から2027年までの5年間のCAGRは11%に達すると予測しています。

技術面でも、大手企業や著名なスタートアップによる技術開発が活発化しており、さまざまな進化が報告されています。例えば、IBMは2022年に433物理量子ビットを達成し、2023年までに1,121量子ビットに達することを目指していると発表しました。富士通はスーパーコンピュータ「富岳」の技術を用いて、高速で大規模な40量子ビット量子シミュレータの開発に成功しました。また、富士通は、理化学研究所と共同で開発した64量子ビットの超伝導量子コンピュータと40量子ビットのシミュレータを組み合わせて利用できるハイブリッド量子クラウドプラットフォームを開発しました。これにより、量子化学計算、量子金融アルゴリズム、量子アプリケーションなどの開発が加速することが期待されており、富士通はすでに富士フィルム、東京エレクトロン、みずほフィナンシャルグループなどとの実証実験を進めています。

さらに、誤り訂正、量子ビットの状態維持、計算可能時間の延長などの品質面でも技術のブレークスルーが見られます。前述した富士通と大阪大学の共同研究によって開発された新しい量子コンピューティング・アーキテクチャも、大きな技術革新といえます。

量子コンピュータによってもたらされる経済的価値は、アルゴリズムの複雑さ、実行時間、および問題サイズに依存する量子高速化から得られます。技術的側面とコストパフォーマンスの両方を考慮して、ユースケース、タスクの内容、またはサブタスクに応じて、汎用量子コンピュータ、アナログ量子コンピュータ、従来のコンピュータ、またはこれらの組み合わせを活用する等最適な採用戦略を検討することが求められます。

富士通が目指しているのは、量子コンピュータやHPCなど、複数のハードウェアデバイスに最適な演算タスクを割り当て、演算処理を最適化する「コンピューティングワークロードブローカ(CWB)」というソフトウェアコンセプトです。実際、ハイブリッドプラットフォームの開発では、富士通は計算ハードウェア層に加えて、上位層でさまざまなアルゴリズムを自動的に組み合わせる最適な計算を可能にするハイブリッド・アルゴリズムも開発しました。このような成果は、完全なCWBの実現に貢献することが期待されます。

量子コンピュータの開発における制約と懸念

一方、量子コンピュータの進歩にはいくつかの懸念と制約があります。

短期的には、金利の上昇や生成型AIの急拡大の影に隠れたり、期待される技術的ブレークスルーが遅れたりすることにより、量子コンピューティング分野への投資スタンスが保守的になる懸念があります。

また、量子システム(例えば、Shorのアルゴリズム)の利用が既存の暗号システムを解読し、金融秩序などを混乱させる可能性も懸念されています。

さらに、高速化にも課題があり、現在のアルゴリズムでは加速機能が活性化されていないか、十分な加速(二次加速)がないため、従来の計算よりも優位性を示すことができません。

しかも、機器・部品、ハードウェア、ソフトウェア、アプリケーション、サービスからなるバリューチェーンの成熟には、かなりの時間が必要になると予想されます。

しかし、これらの懸念は、マクロ経済や企業経営の視点と、量子コンピュータに関する誤解や短期的な根拠のない懸念を混同しているように見えます。例えば、富士通は39量子ビットの量子シミュレータを使ってShorのアルゴリズムを実行し、広く使われているRSA暗号システムを解読しました。その結果、RSAを解読するためには約104日の間にFTQCを実行する必要があると推定され、RSAに対する量子コンピュータの脅威の可能性が短期的には排除されることが明らかになりました。しかし、長期的には、量子暗号システムの開発などのリスクに備える必要があります。

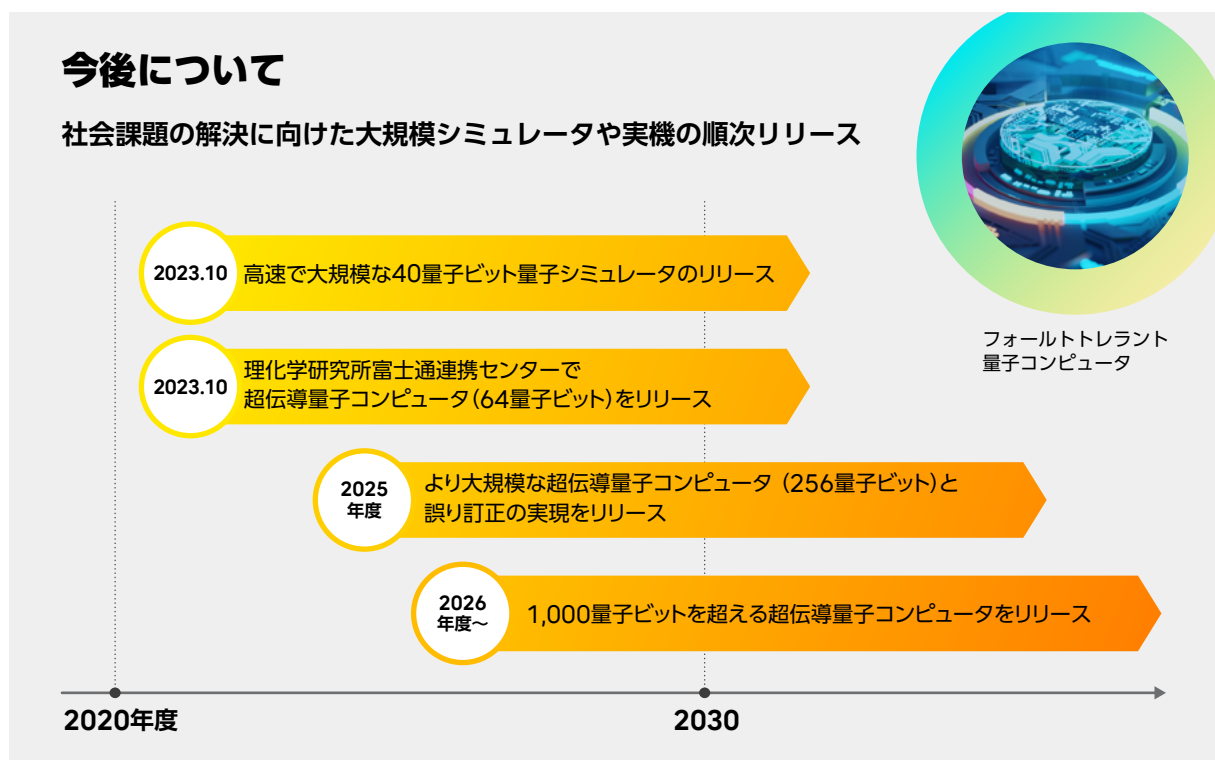
前述したように、量子アルゴリズムの開発の難しさを、過度に悲観する必要はなく、今後も量子コンピュータと従来のコンピュータの間の補完的な関係をうまく活用していく必要があります。

先進的なベンダーは、高い目標を設定し課題解決を推進

前述したように、量子力学を利用した量子コンピュータは、長期的なイノベーションプロセスの途上にあります。しかし、IBM、Google、ionQ、D-Waveなど、高い目標を掲げて開発を推進している大企業や新興企業は、野心的なロードマップを描き、イノベーションを加速させています。

図に示すように、富士通は、2026年までに1,000量子ビット以上の超伝導量子コンピュータをリリースするというロードマップを設定し、戦略的パートナー(公的研究機関、大学、顧客企業、スタートアップ等)とのエコシステムとグローバルネットワークを形成して目標の達成に取り組んでいます。

ここまで、革新的な量子コンピュータのテクノロジーの動向に関して、さまざまな角度から分析と調査を行いました。次の章では、企業のCxOに対する提案を紹介します。



3. CxOが取り組むべきこと

量子コンピュータの導入は、ほぼすべての市場に直接的または間接的に価値をもたらすことが期待されています。これは、量子コンピュータが新しい発見と理解をもたらすことによります。しかし、量子コンピュータの価値を生み出すための導入をためらう企業は、競合他社の早期導入によって引き起こされる競争破壊のリスクにさらされることになります。

提言1 量子インスパイアードコンピューティング技術の早期実装

量子インスパイアードコンピューティングは、コンピューティングの新領域であり、企業が量子技術を使うことを可能にします。

量子インスパイアードコンピューティング

量子インスパイアードコンピューティングは、量子原理を利用して従来のコンピューティングシステムの機能を強化し、複雑な問題を解決するためのパフォーマンスと効率を向上させることによって、従来型のコンピュータと量子コンピュータの間を橋渡しします。

量子インスパイアードコンピューティングは、真の量子コンピュータと同じ潜在的な利点の多くを企業に提供します。これにより、企業は量子技術の導入を進め、先行することができます。

量子エミュレーターやデジタルアニーラなどの量子インスパイアードコンピューティング技術は、企業が量子コンピュータの価値にアクセスできるようにする上で、ますます重要な役割を果たすことが期待されています。将来的には、量子コンピュータに迅速に移行できるアプリケーションやサービスを開発するためのプラットフォームが提供されることが期待されています。

デジタルアニーラ

量子インスパイアードコンピューティング技術の1つの例は、富士通のデジタルアニーラです。この柔軟な量子インスパイアードコンピューティング技術は、真の量子コンピュータとのギャップを埋め、今日の科学技術とビジネスの課題をより迅速かつ効率的に解決する道を開きます。デジタルアニーラは、今日の従来型のコンピュータでは解けない大規模組み合わせ最適化問題を解くために設計されています。

デジタルアニーラは精度を向上させ、多くの産業における組み合わせ最適化問題の解決に必要な時間を大幅に短縮します。例えば、宇宙を持続可能にする(宇宙デブリ除去)、より高速な分子類似性検索(創薬)、銀行および金融サービス(低リスクのポートフォリオ最適化)、流通(倉庫在庫管理)、小売(パーソナライズされたデジタルマーケティング)などに活用されています。

富士通デジタルアニーラの主な活用事例。

- POLARISqbによる製薬の加速：<https://youtu.be/mttMA9yrisE>
- NatWestによる金融セクターにおける流動資産管理の改善：
<https://www.fujitsu.com/global/digitalannealer/pdf/wp-da-financialsector-ww-en.pdf>

富士通量子インスパイアード技術とデジタルアニーラの詳細については、以下を参照してください。

<https://www.fujitsu.com/jp/digitalannealer/superiority/>

量子インスパイアードコンピューティングの導入

量子インスパイアードコンピューティングの早期導入は、投資に対してより大きな利益をもたらすことができるため、特に金融および地球科学分野で進められています。HSBC、JPモルガン・チェース、ゴールドマン・サックス、バークレイズなどの金融機関は、量子のビジネス機会を特定し、量子の開発と導入を推進するための専門チームをすでに設立しています。

企業は、量子シミュレータを使用するなど、量子インスパイアードコンピューティングを活用してソフトウェアやソリューションを開発することで、その先の新しい量子ハードウェアに直接移行することができます。これにより、量子ハードウェアが提供する特別なパワーとパフォーマンスを早期に活用し、競争優位に立てることができます。

また、競合他社も、市場のリーダーが量子コンピュータの早期導入によって競争優位性を高めるリスクを意識し、競争上の不利な立場に置かれることを回避するため、自社の量子導入を加速させています。

提言2 量子コンピューティング時代到来に向けた準備

業界は、量子コンピューティング技術の進歩だけでなく、ユースケースの開発や企業の導入動向に注意を払う必要があります。人材育成を含め、知識・技能の習得も重要です。優先順位の高い業界とユースケースを下表に示します。

1. 医薬品・バイオテクノロジー	6. モデリングとシミュレーション
2. 金融・投資	7. 航空宇宙・防衛
3. 暗号化とサイバーセキュリティ	8. 電気通信
4. 人工知能と機械学習	9. 輸送
5. サプライチェーンと物流	10. 材料科学・化学

量子コンピュータハードウェアの導入

実用的な量子コンピュータが利用可能になれば、導入企業にもたらされる競争優位性によって、量子コンピュータが急速に普及することが予想されます。金融、化学、生命科学(製薬)、自動車、航空宇宙、防衛、半導体設計、先端材料研究などの産業が、特にこの技術の導入に熱心であると予想されます。

しかし、これまで量子コンピュータを活用してこなかった組織が、必要な量子ソフトウェアやサービスを開発するには時間がかかります。このために必要なリードタイムに起因して、量子インスパイアード技術を利用したアーリーアダプターに対して競争上不利な立場に置かれる可能性があります。

人材

量子技術のポテンシャルを活用するには、専門的な量子スキルを持つ専門チームが必要です。現在、ほとんどの企業はこれらのスキルを持った人材を保有していないため、必要な専門的なコンサルティング、開発、展開、およびサポートスキルを持つ人材を採用するか、量子導入をサポートするために必要なすべてのスキルとサポートを提供できる組織と提携するかを検討する必要があります。

専門的な量子エンジニアの需要は高く、20%~25%の量子関係のポジションが埋まっていません。需要は増加しており、量子コンピュータのハードウェアが利用可能になり、導入が進めば、さらに量子人材の需要が大幅に増加すると予想されています。これにより、専門的な量子人材を惹きつけて維持することがますます困難になり、コストがかかるようになります。

これにより、量子プロジェクトやシステムをサポートするために、組織がアウトソーシングパートナーと協力して、必要な専門的な量子人材を提供することも魅力的な選択肢となります。

提言3 高い視座を持ち、「チェック・アンド・ゴー」の順に進める

どこから始めるか

実用的な量子コンピュータの第1世代は、現在のバイナリコンピュータよりもはるかに高価で、所有や運用が困難になると予想されています。量子コンピュータは、できるだけ絶対0度(-273.15度)に近い状態で動作する必要があります。その結果、第1世代の量子コンピュータシステムは、企業が購入し、箱を開け、サーバールームのラックに接続して使用するようなものにはなりません。

量子コンピューティングハードウェアの初期の導入組織は、政府、学術機関、大企業と予想されています。また、今日、サービスとしてのスーパーコンピュータが提供されているのと同じように、多くの組織が量子コンピュータをサービスとして提供できるプロバイダーとの提携を選択することも予想されます。これは、多くの企業にとって、はるかに便利で費用対効果の高いアプローチといえます。

組織に量子のメリットをもたらすには

量子コンピュータは、今日の従来型のコンピュータに直接取って代わるものではありません。組織は、予見可能な将来において、日々の計算のために従来型のコンピュータシステムを運用し続けるでしょう。しかし、量子システムは、量子の根本的な高速計算能力の恩恵を受けることができるタスクを持つ企業によって導入が進んでいくと考えられます。

結論

1. 量子が企業を強化できる部分を特定。
2. 競合他社の量子導入によって、企業が影響を受けるリスクがあるかどうかを検討。
3. 量子インスパイアードコンピューティングを使用して、量子技術を自社のビジネスに導入。
4. 量子導入に関するアドバイスやガイドを提供してくれる適切な専門パートナーとの連携。
5. 競争に遅れて、量子導入のタイミングを外すことを回避。(量子を活用するためのリードタイムが必要となり、キャッチアップが難しくなり、コストが上昇)

著者紹介



Naomi Hadatsuki

技術戦略ユニット シニア市場調査マネージャー。

ナオミの研究は主に世界的なメガトレンドとそれがテクノロジー、企業、政府にどのような影響を与えるかを理解することに焦点を当てており、富士通の企業戦略計画とイノベーション活動をサポートしています。



金 堅敏 (Jianmin Jin) 博士

2020年 富士通株式会社 チーフデジタルエコノミスト

1998年 富士通総研 主席研究員

主に世界経済、デジタルイノベーション/デジタルトランスフォーメーションに焦点を当てた研究に従事。著書物に『自由貿易と環境保護』などの書籍。以下の富士通ホワイトペーパー、ほか。

- サプライチェーンの生産性、回復力、持続可能性を高める変革を (2023)
- 革新的エンタープライズ5G：DXの魅力的なイネーブラーとなるために (2023年)
- VUCA時代に台頭するコンポーザブルエンタープライズ：構想から実践まで (2023年)
- 製造業におけるデジタル変革：経営幹部が直面する最大の課題と実証済みのソリューション (2022)
- IoT時代の変革5G：検証から実装までその可能性をどう実現するか (2021年)
- デジタルテクノロジーを活用し、グローバルサプライチェーン全体の効率性とレジリエンスの実現を (2020)



Nick Cowell

富士通 技術戦略本部 主席コンサルタント

Fujitsu Technology & Service Visionを担当。これまで米国、欧州、オセアニアでの大手テクノロジー企業で勤務した経験を持ち、受賞歴のあるハードウェア、ソフトウェア、およびサービス開発に関する豊富な経験を有します。

この白書の完成には、米田 真一、西川 博、小高 康稔、水野 義博、Martin Schulz、新田 隆司、王 貞翊も貢献しました。

記載されている企業名・製品名などの固有名詞は、各社の商標または登録商標です。
本資料は発行日現在のものであり、富士通によって予告なく変更されることがあります。
本資料は情報提供のみを目的として提供されたものであり、富士通はその使用に関する責任を負いません。
本資料の一部または全部を許可なく複写、複製、転載することを禁じます。
富士通および富士通ロゴは、富士通株式会社の商標です。