



量子コンピュータと コロケーション： デジタル世界の進化

目覚ましい進歩を遂げる量子コンピューティング。実用的かつ重要な役割を果たすようになったこの技術は、現在、企業のシステム環境で積極的な導入が進められています。



このホワイトペーパーはOxford Quantum Circuits（以下、OQC）が作成しました。

協力者一覧： Ilana Wisby（CEO） / Simon Phillips（CTO） / Katy Alexander（シニア・マーケティング・スペシャリスト） / Abbie-Rose Curbison（マーケティング・スペシャリスト） / Owen Arnold（リード・ソフトウェア・エンジニア） / Jonathan Burnett（ハードウェア・エンジニアリング・リード） / Jamie Friel（コンプライヤー・チーム・マネージャー）、Ines Juvan-Beaulieu（パートナーシップ・スペシャリスト）

パートナー一覧： Equinix / Cyxtera / NVIDIA / Oxford Instruments / 富士通

OQCチームの全メンバーに、深い感謝の意を表します。メンバーの献身的な取り組み、揺るぎない決意、そして卓越した専門知識が、量子コンピューティング分野におけるOQCの目覚ましい成長を支えています。これらの貢献が、私たちをより良い未来へと導く原動力となっています。

OQC
Thames Valley Science Park,
Shinfield Reading
RG2 9LH, United Kingdom

oxfordquantumcircuits.com
hello@oxfordquantumcircuits.com

目次

01 量子コンピューティングのビジネス実用化

02 量子コンピューティングのエコシステム構築

03 量子コロケーションの先駆け

04 研究室から身近な存在へ：エンタープライズ対応の 量子コンピューティング

05 量子イノベーションの今後

量子コンピューティングのビジネス実用化

OQCは、世界中の普遍的なデータセンターに量子コンピューティングを組み込み、より実用的でアクセスしやすい技術としてビジネス環境に展開することを実現しました。

技術の進歩に伴い、私たちはデジタルインフラと量子コンピューティングを積極的に統合させ、新たなパラダイムの成熟を促進してきました。研究室からビジネス社会へ、コロケーションのデータセンターを活用することで、実際的な課題に対応できるようになるなど量子コンピュータの活躍の場は拡大しています。

具体的には、確立されたネットワークとユーザー企業とのセキュアな接続により、お客様のデジタルインフラと量子コンピューティングをシームレスに統合できます。OQCのシステムは堅牢かつ拡張性に優れるだけでなく、シンプルかつセキュアなアクセスで、企業に新たな発見の機会を提供します。

持続不可能なトレンド

- ◎ ゼタフロップ（10の21乗）規模のコンピュータ予測には、1~20GWの電力が必要です。一方、日本の全国送電網は863.5GWh（2021年・資源エネルギー庁）しかありません。
- ◎ なお、コンピューティングのエネルギー効率（GFLOPS/Watt）は、2~2.5年ごとに倍増しています²。

現在、世界中の多くの企業や組織が、消費電力、研究予算、計算能力の限界という課題に直面しています。CPUとGPUの急激な進化にもかかわらず、1.2年間で2倍になるスーパーコンピューティング¹の能力を以ってしても、増大する計算ニーズに追いつくことはできません。量子コンピューティングは、こうした課題に対する有望な解決策として注目されています。

このように増加する需要に対し、企業はデータセンターなどのインフラを拡充することで、その運用と維持に努めています。しかし、これには広範なストレージ、ネットワーキングシステム、そしてコンピューティング技術の革新が不可欠です。

すなわち、データセンターは「技術革新」「持続可能性」「セキュリティ」「データの拡張性」「要件のスケーリング」「柔軟性」など幅広い要求を満たす必要があります。これを実現するのが量子コンピューティングです。

データセンターとは？

データセンターとは「さまざまな業界の企業が大量のデータやアプリケーションをセキュアに管理、処理、伝送し、さらに最も重要な要素である保存のために一元化された施設」です。デジタル社会に不可欠なサービスを提供し、ITインフラの持続的な運用を可能にするために設計されています。

データセンター内には、サーバーやネットワークデバイス、ストレージシステム、セキュリティデバイスなど、多岐にわたるIT機器が配置されています。また、世界の上位15カ国に広がる1万カ所以上のデータセンター3は、ビジネスオペレーションとグローバルデジタルエコシステムにおいて中心的な役割を果たしていると言えます。

コロケーションとは？

コロケーションとは、特定のデータセンターのことを指し、企業がデータセンター内のスペースを借りてインフラを保守するサービスです。また、データセンターがサービスの管理や監視を行い、顧客が異なるコンピューティングモデルやサービスにアクセスし、セキュアなエコシステムを構築できる環境を提供します。特に地理的に広範囲に展開する企業にとって、技術サポート、予測可能な費用、コスト削減、柔軟な拡張性といった多くの利点があります

これらの利点は、量子コンピュータを既存のインフラに統合する上で重要な前提条件となります。

「量子コンピューティング単体では普及に課題があり、その潜在能力を十分に発揮することは容易ではありません」

Ilana Wisby, OQC CEO

量子コンピューティングとは？

量子コンピューティングは、リチャード・ファインマンによって1980年代に理論化された次世代の技術です。1999年までに、研究者たちは超伝導キュービットの最初のデモンストラーションを成功させました。

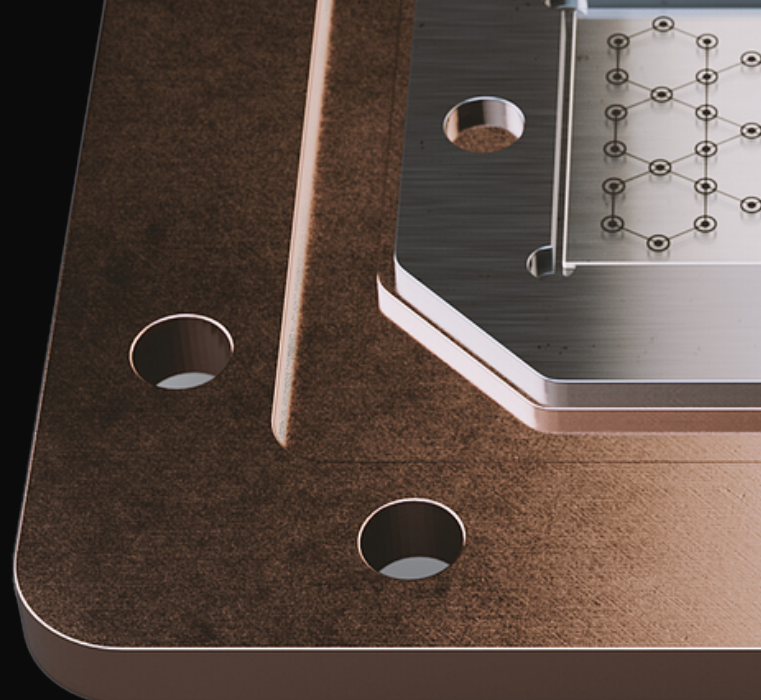
量子力学に基づくこのコンピュータは、従来のものでは不可能だったタスクを実行し、理論上、計算複雑性を指数関数的に向上させることができます。

量子コンピュータは情報処理を高速化し、多様な問題の解決に貢献することが期待されており、幅広い分野にイノベーションをもたらす可能性があります。

さらに、量子コンピューティングの経済的影響は大きくなると予測されています。大手コンサルティング会社・マッキンゼー（McKinsey & Company）の調査によると、自動車、化学、金融サービス、ライフサイエンスなどの業界は量子コンピューティングから最も早く利益を得る可能性があります。2035年までに最大1.3兆ドルの経済効果が見込まれています。

OQC独自の取り組み

量子コンピューティングの普及に向けて、OQCが中心に据える技術が「Coaxmon」（コアクスモン）です。この技術は、主要コンポーネントをオフチップ化することで、シンプルさ、柔軟性、エンジニアリング性、拡張性を大きく向上させた革新的な3次元アーキテクチャを採用しています。



Coaxmonを用いることで、OQCはクロストークを抑えながら高品質な技術拡張を実現し、優れたコヒーレンスと忠実度をもたらしています。他のアプローチでは、スケーリングに伴う複雑さが忠実度やクロストーク、その他の性能指標に影響を及ぼすがありますが、Coaxmonはこれらの問題を効果的に解決するユニークな成果を示しています。

企業のワークフローの観点からは、量子コンピュータをコロケーションによって最新のデジタルインフラに接続する必要があり、これが実用的な量子コンピュータをデザインする上での制約条件になります。

しかし、OQCが開発したCoaxmonとその周辺的设计は、研究室外の環境にも適応し、既存のインフラに量子コンピューティングを統合するための最適な方法となっています。

従来のコンピュータと量子コンピュータの比較

従来のコンピュータと量子コンピュータの主な違いは、情報の単位と処理方法にあります。従来のコンピュータは「ビット」と呼ばれる基本情報単位を使用し、これは0か1のどちらかの状態で表現されます。

従来のビットは、有用な計算に何兆個ものトランジスタを必要とするため、多くのエネルギーを必要とする特徴があります。しかし、性能向上のために、ただトランジスタを増やせばいいというわけではありません。毎年、従来のコンピュータの性能向上に投資される金額は数千億ドルにのぼり、複雑なエンジニアリングが必要となっています。

一方、量子コンピュータは、キュービットと呼ばれる計算単位を使用し、これは0と1を確率的に重ね合わせた状態（量子重ね合わせ）を表すことができます。

例えば、大規模なデータセットからある基準に基づいて特定のレコードを検索する必要があるとします。従来のコンピュータはひとつずつレコードを検索しますが、量子コンピュータは何千倍も早くアルゴリズムを実行できます。これにより、時間やコストの削減とエネルギー効率の向上が期待されます。

「自然は、従来の方法では計算できないが、量子力学的なものであればシミュレーション可能でしょう」（リチャード・ファインマン）

Richard Feynman

現在、従来のアナログコンピュータを使って量子コンピュータと同じように応用する研究も進んでいますが、その成果はまだ出ていません。



量子コンピューティングのエ コシステム構築

「量子技術はまだ黎明期で、データセンターへの導入は時期尚早」という意見もある中、OQCは異なる見解を持っています。実際、私たちの量子コンピュータはデータセンター内で既存のサーバーと並んでコロケーション可能であることが証明されています。

OQCは、量子コンピューティングの発展に伴い、実社会の課題解決に必要なシステムを構築し、機能を向上させる事業を推進しています。量子コンピューティングは、もはや理論に留まらず、ビジネスが直面する現実となっています。新しいアルゴリズムを見つけるだけでなく、実際のビジネスデータを駆使できる潜在能力について理解することが求められます。また、量子コンピューティングのシステムを管理できる人材を育成し、未来に備えることも重要です。

OQCは、世界中の企業や組織に対し、量子コンピュータを既存のデータセンターに展開するためのサポートを提供しています。

積極的に量子を活用することで、自社の事業をさらに推進することが期待できます。こうした企業の戦略を実現できるのは、OQCだけです。

OQCは、量子コンピューティングとその応用についての理解の差を最小限に抑え、世界で最も強力なマシンをセキュアに使用し、障害なくアクセスできるバランスを追求しています。

量子コンピューティングのスケールアップは、単にチップ上のキュービットの数を増やすだけではありません。顧客の需要に応えることができること、そして再現可能に量子コンピュータをデータセンターに配置することを意味します。これを解決することは、OQCにとって壮大な挑戦の1つでした。そして、数チームが1年以上かかり、実現までこぎつけました。その知識を構築し、現在も独自開発を続けています。

こうしてOQCは量子コンピューティングとデータセンターの統合を実現しました。これにより、数多くのお客様がオンプレミスや公共のインターネットを介することなく量子コンピュータにアクセスできるようになりました。

OQCはソフトウェアと量子エンジニアリングに加えて、IT業界への深い理解を持ち、ネットワーク接続やインターフェイス設計、コンプライアンスに関するサポートも提供しています。量子コンピューティングの複雑でデリケートな性質を鑑みると、以前まで不可能だと考えられていたことです。

「OQCは、顧客体験をより円滑にする量子コンピューティングの取り組みを推進しており、“フリクションレス（無摩擦）”なサービスを目指しています」

Simon Phillips, OQC CTO

OQCでは、ビジネス面と経済面で必要なスキルの向上を通して、お客様に最適なソリューションを提供しています。このサービスを通じて、お客様は新しい量子スキルの習得に留まらず、既存のスキルをうまく活用し、将来的に生じ得るスキルギャップを緩和することができます。

このように、OQCはさまざまな業界において、量子コンピューティングの重要性を認識し、ビジネスのスキルアップと量子の未来に備えるための支援を行っています。

同様に、OQCのデータセンターチームは、導入にあたっての新しい技術の習得や極低温技術（クライオジェニックス）についてサポートしています。

これまで多くの企業がAIなどのディープテックを活用することを議論してきました。しかし、その導入への準備を行わなかったことが、多くの業界でスキルと能力のギャップを生み出しました。量子コンピューティングの分野で、同じ過ちを繰り返す必要はありません。OQCでは、丁寧なお客様サポートを通じて、そうしたギャップをなくしていきます。

量子コロケーションの先駆け

量子コンピュータをデータセンターに取り入れることで、物理的なインフラの課題が解決され、従来のコンピューティングと量子コンピューティングが（コロケーションによって）融合するデジタルな環境が構築されます。これにより、量子コンピューティングが一層身近な存在となり、ビジネス界がその応用を模索し始めるでしょう。このような取り組みにより、量子コンピューティングの実用化がますます加速していくと考えられます。

データセンターと量子コンピュータのコロケーションは、今やイノベーションの源泉であり、複雑な課題の解決に貢献するとともに、デジタルトランスフォーメーション（DX）を推進しています。

コロケーションの重要性

量子コンピュータのデータセンターへのコロケーションにより、企業はセキュアで信頼性の高いデータ管理を実現し、中核事業に集中することができます。

世界初の量子コロケーション

OQCは、量子コンピュータを世界有数のデータセンターに統合し、この分野での先駆者となっています。確立されたシステムと新しい技術のコロケーションさせることで、エンドユーザーに量子コンピュータをセキュアかつ容易に提供することが可能となりました。インフラを変更することなく、既存のシステムと統合させることでこれを実現しています。

コロケーション市場の主要なプレーヤーは、物理プラットフォーム、冷却、電力、ネットワーク、スペースなどの基本的な要素だけでなく、ソフトウェア定義型のインフラやサービスも提供します。また、メトロエリアの展開やダイレクトなクラウド接続など、エコシステム内でのみ利用可能なソリューションも提供しています。

量子コンピュータがビジネスにインパクトを与えるためには、積極的に「研究室の外」で使用される必要があります。そのためには、24時間365日稼働する電力のバックアップや信頼性、安定したネットワーク接続が不可欠です。

「革新的なパートナーシップにより、OQCのお客様は最新の量子コンピュータに直接アクセスできます。自らのデータセンター内で、ボタンをクリックするだけです」

Dr Ilana Wisby, OQC CEO

ソリューションは、お客様の既存のコロケーションデータセンターのセットアップを活用すること。既存のインフラと直接かつセキュアな接続を構築しました。

こうしてOQCは、世界をリードするデータセンターとの戦略的なパートナーシップにより、ユニークなエンタープライズ向け量子コンピュータをコロケーションセンターに統合することに成功しました。その結果、高性能ネットワーク接続を活用し、場所に関係なく量子パワーへのシームレスなアクセスを提供できるようになりました。

障壁をなくす

世界初のOQCによる量子コンピューティングのコロケーションデータセンターへの統合は、技術的、財政的、地理的な障壁を取り除きました。量子コンピュータを活用することで、あらゆる企業が競争力を持ち、量子の能力を発揮する機会は増えていくでしょう。

単に量子コンピュータの恩恵を受けるだけでなく、企業には、実用的でアクセスしやすい道筋を構築し、量子パワーによってより良い未来に向けて歩んでいくことが求められます。量子コンピューティングの商業利用における大きな課題の一つは、「データセンターからクラウドを経由して量子コンピュータにデータが移動する際のセキュリティの確保」でした。OQCの量子コンピュータをデータセンター内に配置することで、顧客データの安全性を確保し、企業は安心して量子コンピューティングを体験し、学習することができます。

さらに、既存のITインフラと安定した冗長電力システムを組み合わせることで、組織は施設への巨額の投資やデータ移動に関連するリスクを大幅に軽減できます。しかし、量子コンピューティングをデータセンターに導入するだけでは不十分であり、「量子データセンター」としての機能を果たすためには、信頼性の高い接続が求められます。この課題に対応するには、コロケーションが現代のデジタルインフラに量子コンピューティングを統合するための唯一の手段となります。

現代のコネクテッドワールド（つながった世界）は、高度なデジタルインフラによって支えられています。これは、ハイパースケーラーと呼ばれるIT企業やコロケーションプロバイダーなどのエコシステムによって確立されています。物理的およびデジタルなセキュリティの確保、標準の採用、厳格なSLAを実現するためのメンテナンスプロトコルの遵守、そしてキャリア間やデータセンター間、データセンター内の接続性の監査が、この信頼を構築する上で欠かせない要素です。

コロケーションデータセンターとの提携

量子コンピューティングは、今後のビジネス変革において重要な役割を果たす技術です。しかし、これまで量子コンピューティングを企業に実際に利用してもらうための取り組みは限られていました。

この課題に対応するため、OQCは研究開発を続けるとともに、世界で初めてコロケーションデータセンターに量子コンピュータを展開し、サービスとしての量子コンピューティング（QCaaS）を実現しました。世界有数のコロケーションデータセンターとのパートナーシップを結び、戦略的に量子コンピュータを既存のデータセンターに配置しています。

OQCのコロケーションモデル

OQCのコロケーションモデルは、完全なデータ主権をサポートするように設計されています。物理的な量子コンピュータと補助的なサービスをコロケーション環境内に統合することで、お客様はデータの送信に公共のインターネット回線を使用する必要がなくなります。

これはセキュリティ面での優位性に加え、少ないホップ数と専用接続の帯域幅により、ラウンドトリップタイムの短縮が期待できます。

実際、OQCの初期テストでは、ラウンドトリップタイムが2倍改善したことが示されました。このほか、私たちはさらなる性能向上のための様々なオプションも提供しています。



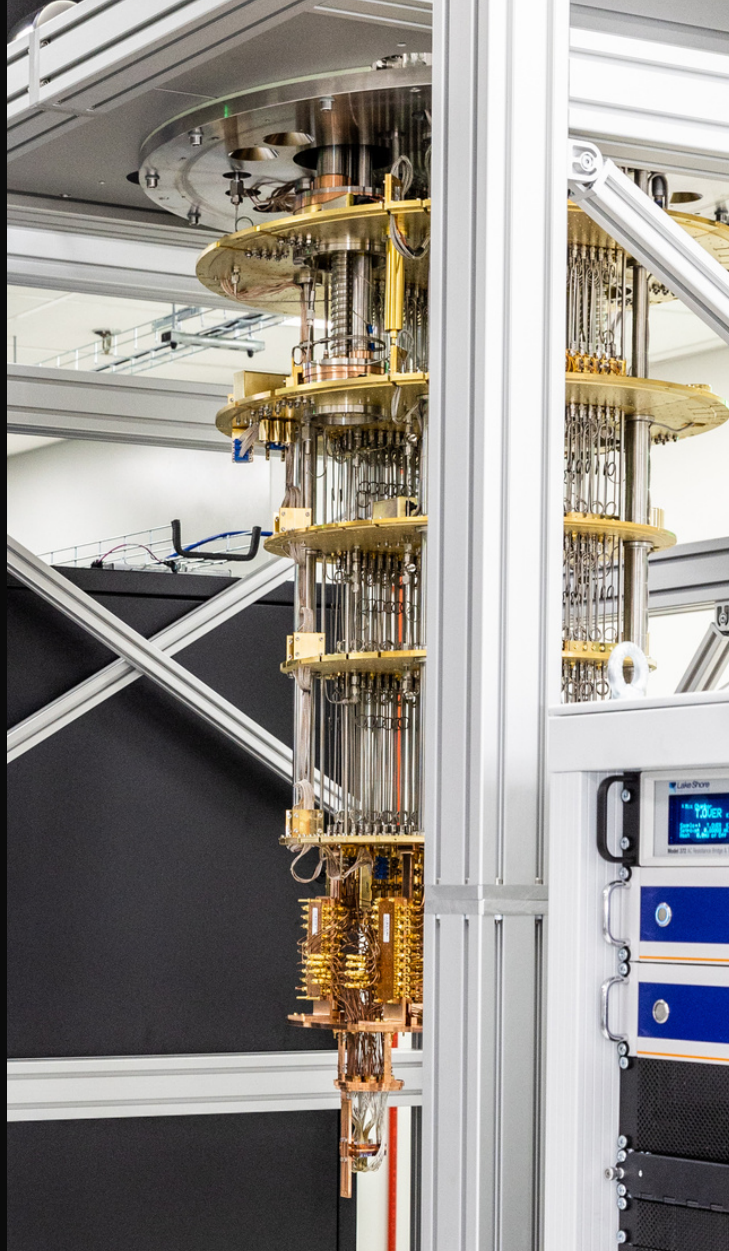
Equinixによる量子コンピューティングの推進

2023年、OQCは世界的なデジタルインフラ企業であるEquinixと提携し、Platform Equinix上でのコロケーションおよびインターコネクションサービスを通じて量子コンピュータを導入しました。この提携は、量子技術の普及に向けた画期的な一歩と言えます。

現在、1万社を超える企業がEquinixのグローバルプラットフォームを利用し、持続可能かつセキュアに、ビジネスに不可欠な基盤インフラを接続しています。

そうしたなか、キュービットプラットフォーム「OQC Toshiko」がEquinixが東京に設置したデータセンター

「Equinix International Business Exchange TY11 データセンター」（以下、TY11）に導入されました。TY11では、防振パッドや耐震ブレースなどの特殊な制振技術を採用しており、建設や地震などによる振動を軽減し、設備の安定性を確保しています。また、TY11のもう一つの重要な特徴として、施設内のインフラに電磁シールドが組み込まれていることが挙げられます。これにより、感度の高い電子部品が電気機器の電気ノイズや電磁干渉から保護されます。



持続可能性を優先する

データやデータセンターは膨大な電力を消費しています。そのため、OQCはエネルギー消費を効率化し、地球規模の課題解決に取り組む企業との提携が重要であると考えています。

Equinixは、データセンター業界で初めて2030年までに気候中立（クライメイト・ニュートラル）を目指す公約した企業となりました。これは、同社が顧客のデジタルサプライチェーンとステークホルダーの変化するニーズに向き合い、環境問題で重要な役割を果たしていることを示しています。

日本の重要性

日本はその技術革新、熟練のスキル、そして堅牢なインフラで世界に知られています。1990年代初頭の実験を通じて、日本は量子研究のフロンランナーとしての地位を築いてきました。

こうした中、金融、医療、研究などの分野におけるハイパフォーマンスコンピューティングへの需要が高まり、日本の企業が量子コンピュータを導入する絶好の機会が訪れました。

OQCとEquinixはこのポテンシャルを見据え、戦略的に量子コンピュータ「OQC Toshiko」の拠点として日本を選定しました。この量子コンピュータは、日本の女性物理学者のパイオニアとされる湯浅年子博士にちなんで名付けられたものです。

「OQC ToshikoをPlatform Equinixでホストすることを誇りに思います。量子コンピュータをサービスとして提供するという私たちの目標は、革新的な技術を提供することに加え、Equinixの『世界中のコミュニティがより包括的で持続可能な未来を実現する』という理念と一致しています」

Equinix 代表取締役社長 小川久仁子氏



研究室から身近な存在へ：エンタープライズ対応の量子コンピューティング

量子コンピューティングは「次世代のビジネス変革のフロンティア」と位置づけられており、OQCの使命は量子の価値を人々に届けることです。OQCはコロケーションデータセンターへの量子コンピュータの導入という世界初の試みを実現し、お客様への「量子コンピューティング・アズ・ア・サービス」（QCaaS）の提供も拡大しています。

しかし、量子コンピューティング技術をビジネス環境に適応させるためには、量子デバイス特有の課題の克服が必要でした。量子コンピュータには特殊なインフラ要件があり、エラーリスクを軽減するために特別な電源セットアップ、冷却システム、振動を遮断する構造が必要です。OQCはこれらに対応し、量子コンピュータが厳格なセキュリティ基準に準拠していることを確認するため、定期的なペネトレーションテストも実施しています。

商業化への挑戦

研究からビジネスへの量子コンピューティングの移行には、技術的な課題だけでなく、他にもさまざまな障壁がありました。これらの課題に対処するために、OQCは冷却技術を含むハードウェアのセットアップについて慎重に検討してきました。

未来の装置

極低温技術（クライオジェニク）はすでに確立され、商業的にも利用可能です。しかし、量子コンピューティングでは極低温技術による温度管理が不可欠なため挑戦的な技術ともいえます。超伝導キュービットシステムでは希釈冷凍機に電力を供給し、フォトニック・システムやトラップドイオン・システムでは超伝導単一光子検出器を冷却するために使われています。

エンタープライズ向け量子ソリューション

OQCの使命は、量子コンピュータを利用するための障壁を取り除くことです。そのために、私たちは複数のアクセスオプションを提供しています。具体的には、クラウドにおける量子コンピューティング、データセンターでのダイレクトアクセス、ビジネスで使用しているソフトウェアアプリケーションからのアクセスなどです。

すなわち、「エンタープライズ向けの量子コンピューティング」です。これらを利用することで、企業は自社のワークフローに関係なくビジネスに最適な形で量子コンピューティングの価値を享受できます。

「テクノロジーが進化するにつれ、私たちのシステムや量子プロセッサユニット（QPU）も常にアップグレードを続けています。これにより、企業が今築き上げているワークフローが、将来に向けても効果的に機能することが期待できます」

Dr Ilana Wisby, OQC CEO

量子コンピューティングの普及を目指し、私たちはエンタープライズ向け量子ソリューションの一環として、次のような特徴を備えたサービスを提供します。

アクセス性

オープンスイム – 専用キューがなく、プライベートQCaaSで2000時間以上利用可能。

安全性

顧客のデータセキュリティ、システムの信頼性、データセンター基準への準拠を徹底。

信頼性

年間330営業日以上で、稼働率は95%以上を実現。

再現性

各企業に合わせたシステム設計で、即座にワークフローを導入可能。

レジリエンス

キャリア級のネットワークを使用し、N+1の冗長電源とネットワークバックアップを提供。

ハイパフォーマンス・コンピューティングの発展と卓越性

ハイパフォーマンス・コンピューティング（HPC）は、数百万ものプロセッサを搭載し、それらのプロセッサが規則正しく高いパフォーマンスを発揮することで、従来の高性能デスクトップよりも100万倍以上の速度⁵で運用するスーパーコンピュータです。

現在、多くの研究機関、政府機関、企業が、オンプレミスやクラウド上でHPC関連の高速コンピュータサーバーを使用しています。

続く進化の背景

データセンターに量子コンピュータが導入される背景には、世界的に生成されるデータ量の増加があります。HPCは複雑な科学シミュレーション、天気予報、金融モデリングなどに利用され、これらのワークロードをサポートするために、GPUのように計算能力のある、高度なハードウェア「アクセラレータ」の必要性が高まっています。また、HPCは機械学習やリアルタイムデータ分析に必要な処理能力も備えています。

コラボレーション

量子コンピューティングへのアクセス障壁を取り除くため、私たちはサプライヤーと協力し、アプリケーションの拡張に取り組んでいます⁶。その一例が「NVIDIA CUDA Quantum」です⁷。これはQPU、GPU、CPUを一つのシステムに統合し、プログラミングのためのオープンソースプラットフォームを提供します。

長年にわたってヘテロジニアス・コンピューティングに関する知見を持つNVIDIAは、近年、QPUカーネル固有のコード用の追加ブロックを備えた「C++」を中心に、統一プログラミングモデルを開発しています。これは、HPCに適した科学的発見やシミュレーションの分野に向けたものです。

NVIDIAや富士通とOQCの協業は、イノベーションに多様な視点と専門知識の融合が不可欠であることを示しています。OQCの「コアを構築し、最良のパートナーと提携する」という企業方針もこれを反映したものです。

富士通との提携では、シームレスな量子コンピューティング・サービスを開発し、同社のお客様に提供しています。富士通の「デジタルアニーラ」をOQCのケージ内で共同で配置し、高性能コンピューティングの統合を進めています。2023年初めには、富士通とCESGAとの取り組みも開始し、スペイン全土の研究者や企業に高度な計算サービスを提供するため、富士通のHPCインフラにOQCの最先端の32キュービットシステムを設置しました。

「OQCは、HPCやデータセンターにOQC Toshikoを導入し、量子コンピューティングへのアクセスを容易にしています。これは、量子計算リソースをより広く利用しやすくし、研究及び産業アプリケーションの相互接続を可能にする上で注目すべき進歩です」

Javier Mancilla, CEO, Stafford Computing

将来を見据えた取り組み

エネルギー消費

データセンターは膨大なエネルギーを消費しており、世界の電力消費量の最大3%を占めると推定されています。この割合は、2030年には4%に達するという予測もあります。

世界を代表する不動産エージェンツ・サヴィルズ（Savills）のレポートによると、2025年までにデータセンターの電力容量は合計9000MWに達し、需要を満たすためには現在のデータセンターを2.5倍に増やす必要があるとされています。エッジやコロケーション、ハイパースケール施設を通じてのトラフィック量を満たすため、ヨーロッパ全体で3,000以上の新しい施設が必要になる計算です。環境への懸念にも対応するため、エネルギー効率の高いハードウェア、再生可能エネルギー、革新的な冷却ソリューションなどの取り組みが重視されています。

増え続けるデータ

データ処理要件の急激な増加に伴い、エネルギー消費も増大しています。一方で、量子コンピュータは、従来のコンピュータよりも大幅にエネルギー消費を抑えながら大規模な計算できるため、効率的なエネルギー利用が期待できます。

持続可能性を高め、よりクリーンで環境に優しい未来を実現する上で、この特性は非常に重要です。データセンターにおけるAIを活用したサービスと量子コンピューティングの組み合わせは、効率性、正確性、革新性の面で大きな可能性を秘めています。

。一方で、量子コンピュータは、従来のコンピュータよりも大幅にエネルギー消費を抑えながら大規模な計算できるため、効率的なエネルギー利用が期待できます。持続可能性を高め、よりクリーンで環境に優しい未来を実現する上で、この特性は非常に重要です。データセンターにおけるAIを活用したサービスと量子コンピューティングの組み合わせは、効率性、正確性、革新性の面で大きな可能性を秘めています。

目的を持った技術

OQCの新たなテクノロジーは、お客様やパートナー企業のサステナビリティ達成を支援し、次の項目によって世界の持続可能性に関する課題解決に貢献することを目指しています。

- データセンターやサーバーのエネルギー消費量を削減
- AI、最適化、シミュレーションの需要が拡大するなか、膨大な計算に必要なエネルギー量を削減
- 地球規模のサステナビリティに関する課題解決のためのアプリケーション開発（脱炭素や新型バッテリーなど）
- 量子コンピューティング自体が持つ環境への潜在的影響を最小化

OQCは持続可能性を念頭に置き、お客様が量子コンピュータを容易に利用できるように取り組んでいます。将来的には量子コンピュータを世界中のデータセンターに接続し、セキュアでエネルギー効率の高い方法で大規模タスクを処理できるようにすることを目指しています。

大規模言語モデル（LLM）のトレーニングに必要なエネルギー量は、過去6年間で30万倍に増加し、AIモデルのサイズは3～4カ月ごとに倍増しています。

極低温技術（クライオジェニク）

量子コンピューティングでは、デコヒーレンスを低減させ、ノイズを最小化するため、物理的な機器を低温に保つ冷却技術が不可欠です。

希釈冷凍機は約1mK（絶対零度の1000分の1）の温度まで冷却可能で、次の2段階で行われます。

- 第一段階：ケルビン（絶対零度より数度高い温度）に達するための冷凍機を使用し、極低温流体の圧縮と膨張を交互に繰り返す。この原理は家庭用冷蔵庫とまったく同じ。
- 第二段階：ヘリウムの2つの同位体（He3とHe4）の希薄混合物によって冷却する。

「希釈冷凍機をOQCのデータセンターに設置するのは、初めての試みでした！」

Harriet van der Vliet, Quantum Technologies Product Manager, Oxford Instruments

利用にあたり、全ての極低温プラットフォームは真空チャンバーを使用し、さまざまなコールドステージを周囲環境から隔離する必要があります。量子コンピューティングに関して、極低温プラットフォームは以下2つのいずれかで使用されます。

- マイクロ波ベースのプラットフォームでは、超伝導キュービットや半導体キュービット、トポロジカルキュービット構造を含む量子チップを冷却するために極低温技術（クライオジェニク）が使用される。

- 光学ベースのプラットフォームでは、超伝導単一光子検出器を冷却するために極低温技術（クライオジェニク）が使用される。この検出器は、利用可能な中で最も感度が高く、トラップイオンや中性原子、フォトニックベースの量子コンピュータの読み出しを可能にする。

量子と地球のための冷却

しかし、量子コンピューターや希釈冷凍機をデータセンターに導入することは予想されるほど困難ではありませんでした。最も挑戦的だったのは、アセンブリとシステムのコンプライアンステストでした。

上記の希釈冷凍機の中で、最も電力を消費するのは量子コンピューティングの全てのユースケースに共通する装置です。

通常、冷凍機は10kWの電力を使用します。OQC Toshikoの量子コンピューティングにおけるネットワークや制御、診断なども合わせると、総消費電力は約25kWになります。最新のデータセンターでは、キャビネット1台あたりの消費電力を20 kWとしていますが、液浸冷却などの新しい技術が登場したことでキャビネット1台あたりの消費電力は50 kWまで上がることも予想されています。

このような消費電力の増加は、従来のコンピュータにおけるワットあたりの性能が限界に達しており、今後さらに電力が必要とされることを示しています。これに対して、量子コンピュータの主な電力消費は希釈冷凍機に関連しており、量子コンピュータのサイズが大きくなっても追加の冷却がすぐには必要ないとされています。



量子イノベーションの未来

OQCとコロケーションデータセンターの提携により、ビジネスが「量子時代」へと進むことが期待されます。コロケーションデータセンターと量子コンピューティングを世界で初めて統合することは、技術的、財政的、地理的な障壁を取り除き、あらゆる企業に競争上の優位性をもたらすチャンスを提供します。

こうした革新的な取り組みにより、インターネットに接続できる企業は量子の利点を享受できるようになります。これは、量子コンピューティングの恩恵を受けるだけでなく、企業に新たな領域への一步を踏み出す機会を与えます。

統合がさらにスケールし、量子コンピュータのネットワークが各国・各地域に拡大することで、世界に新たな可能性がもたらされるでしょう。

「1Mキュービットシステムの構築に注力する企業もありますが、OQCはより小さくて強力で、信頼性の高い量子コンピュータの開発に取り組んでいます。これにより、はるかに高い性能が期待できます」

Simon Phillips, OQC CTO

OQC TOSHIKO

「OQC Toshiko Gen 1」は、世界初のエンタープライズ対応の量子コンピューティングプラットフォームで、超伝導キュービットで動作します。明示的に指定可能な32個のキュービットが、2:1あるいは3:1の接続によりラティス状に配置されています。

「QIR」「OpenPulse」「OpenQASM v2.0」に対応し、順次「OpenQASM v3.0」で実装される機能へのアップグレードを予定しています。

システム構成

グループ名	TOSHIKO 1
バージョン	GEN 1
タイプ	SUPERCONDUCTING CIRCUIT UNIVERSAL GATE-BASED
キュービット数	32
導入日	NOV 2023

言語機能

QIR

OpenPulse

OpenQASM v2.0

OQC Toshikoは、日本の原子物理学者・湯浅年子博士にちなんで命名されました。博士は日本人初の国際的な女性物理学者といわれ、日本の科学界における女性のロールモデルとして広く称賛されています。1976年には紫綬褒章を受章しました。

「我々は、さらに小さく、強く、信頼性の高い量子コンピュータを実現します。そして、より大きなパワーと質の高いパフォーマンスを提供します」

Simon Phillips, OQC CTO



OQCについて

OQCは2017年に設立され、その基盤はPeter Leek博士が開発したコア特許に由来しています。私たちの使命は、量子コンピューティングが広く活用される未来を構築することです。その実現に向け、企業が量子コンピューティングに容易にアクセスできるようエンタープライズ向けの量子ソリューションを提供しています。

QCaaS

量子コンピューティング・アズ・ア・サービス（QCaaS）を利用することで、企業はクラウドまたはデータセンターを通じて私たちの量子コンピュータに容易にアクセスすることができます。

バリュードリブン

私たちはビジネスの成功、起業家精神、そして倫理的な行動を重視しています。

これらの価値観を基に、世界にポジティブな影響を与え、高いパフォーマンスを持ったチームを通じて次世代にインスピレーションを提供したいと考えています。

SOURCES & REFERENCES

1. *The First Peeks At The DOE Post-Exascale Supercomputers – Next Platform* | Oct 2023
2. *A Zettascale Computer Today Would Need 21 Nuclear Power Plants, By Agam Shah – HPC* | Feb 2023
3. *Data Centres Worldwide – Statista* | 2023
4. *Technology Trends Outlook –McKinsey* | 2023
5. *What is High Performance Computing? – Hewlett Packard* | 2023
6. *The Power of Collaboration – Oxford Quantum Circuits* | 2023
7. *OQC CUDA Quantum – NVIDIA* | 2023
8. *Data Centres Energy Efficiency Predictions – DataCentre Magazine* | 2023
9. *Data Centre Demands in Europe – Savills* | 2023

量子化の未来へ、一歩
踏み出しましょう

OXFORDQUANTUMCIRCUITS.COM