

前回到続き、量子コンピュータについてお伝えします。今回は「量子コンピュータの種類」と「産学官の対応」についてお伝えします。

主な量子コンピュータ5種

1. 超伝導量子コンピュータ

超伝導回路を用いて量子ビットを作成し、超電導リングの電流の向きでビットを表す方式で、現在研究開発されている量子コンピュータの代表格です。超低温環境(10mK: -273.14℃)で動作させる必要があり、希釈冷凍機の製造及び維持に莫大な資金を必要とします。現在IBM、Google、Microsoft、Intelなど世界的な大企業がこの方式を採用して開発を進めており、その一部は実機も公開されています。

2. シリコン量子コンピュータ

シリコンウェア上の²⁸Si(ケイ素)の電子「スピン」を量子ビットとして使用します。シリコンは半導体産業で広く使われており、既存の技術や製造プロセスを応用できるため、実用化の際にコスト低減や製造効率が期待されます。他の素材に比べて環境の影響を受けにくく、量子ビットの状態が長く保持されやすいというメリットがあります。一方で、集積した量子ビットを正確に制御する演算技術が未確立のままです。

3. イオントラップ量子コンピュータ

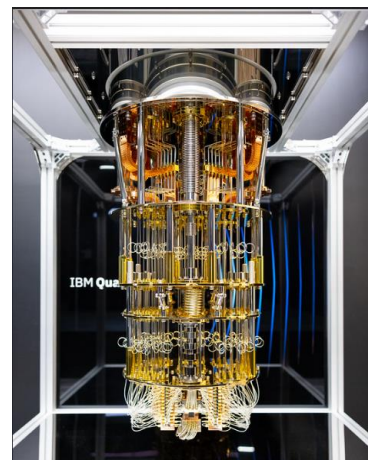
イオンを電磁的にトラップし、レーザーで操作して量子ビットを制御する方式で、精度が高く長時間安定した量子ビットを保持できる点が強みです。しかしイオン操作には精密なレーザー技術が必要なため難度が高く、取り扱っている企業は世界で10社程度です。

4. 光量子コンピュータ

光子を使って量子ビットを実現するタイプで、同ビットが室温で動作するため、大規模化が容易と期待されています。また光通信との相性が良い点も評価されています。光パルスを発生する光源の開発や光回路を構成する部品の高性能化が課題となっています。

5. トポロジカル量子コンピュータ

「トポロジカル絶縁体」の表面に現れるマヨラナ粒子を利用して計算処理を実行します。理論的には非常に安定した量子ビットが実現可能な方式とされますが、まだ実用段階には至っていません。Microsoftが中心となり、欧米各国の大学研究所と国際連携体制を構築しています。



出典：IBM社HP

量子コンピュータ研究開発における産学官の対応

1. 政府

日本の量子コンピュータ研究開発は、数年前まで欧米諸国と比較して明らかに遅れ感がありました。しかし日本政府は、2020年1月に量子技術の研究開発戦略「量子技術イノベーション戦略」、2022年4月に量子技術による社会変革に向けた戦略「量子未来社会ビジョン」を策定し、「①国内量子技術の利用者を1,000万人②量子技術による生産額を50兆円規模③量子ユニコンベンチャー企業を創出」を2030年目標として定めました。また翌2023年4月には量子技術の実用化・産業化のための戦略「量子未来産業創出戦略」を策定、加えて本年4月には前記3戦略にグローバル視点(国際連携)を加えて、量子産業の創出・発展に向けた推進を一層強化するとともに、国際的な競争力の向上を図る方針を明確にしました。

2. 企業

(1)富士通:応用先が広がると期待される量子ゲート方式において、量子デバイスから基盤ソフト、アプリまで、すべての技術領域を開発対象にしています。またソフトウェア技術に注力する一方、ハードウェアは世界有数の研究機関とグローバルに連携しています。
(2)東芝:量子インスパイアード最適化計算機シミュレーテッド分岐マシンを用いて、5G通信の最適な時間と周波数の割り当てを行うリソース制御アルゴリズムを開発し、世界で初めて0.5ミリ秒以下の複数端末のリソース割当の最適化に成功しました。
(3)NEC:量子コンピュータのコアである「量子ビット」の製造に世界で初めて成功。組合せ最適化問題を解くシミュレーテッドアニーリングマシンを開発。量子技術とAI・数理最適化技術を活用し、企業の業務最適化など実課題への適用を進めています。

3. 研究機関

(1)理化学研究所:日本を代表する研究機関。量子計算の基礎研究や量子アルゴリズムの開発、量子ハードウェアの実装、量子エラー訂正、量子シミュレーションなど研究対象は幅広く、国際的な共同研究にも数多く参加しています。
(2)産業技術総合研究所(AIST):2023年7月に量子・AI融合技術ビジネス開発グローバル研究センターを設置。量子技術を利用した新たな融合計算技術の社会実装を推進し、経済社会課題解決・新市場創出を目指しています。
(3)情報通信研究機構(NICT):Beyond 5G、AI、量子情報通信、サイバーセキュリティ(量子暗号技術)について横断的かつ戦略的に量子技術を活用した研究開発を推進しています。

4. 大学

(1)東京大学:2019年にIBMとパートナーシップ締結。IBM東大ラボを中心に、量子コンピューティングのアルゴリズムおよびアプリケーションに関わる戦略的に重要な研究開発活動を展開中。日本における量子技術の経済的機会の拡大を目指しています。
(2)京都大学:2024年3月に共同研究により、環境ノイズに非常に強いトポロジカル量子コンピュータの実現の鍵となる「マヨラナ粒子」の存在を証明する決定的な証拠を得たと発表。同コンピュータの実現に向けた進展が期待されています。

量子コンピュータは、次世代コンピュータとして世界各国で激しい開発競争が繰り広げられています。令和に入って漸く日本政府も量子技術による社会変革に向けた戦略を明確に示しました。現状は我々の実生活には馴染みの薄い存在ですが、将来的に「量子理論・技術」が至極当然に各産業界で採り入れられ、開発製品がスマホやタブレットと同様に我々にとって必需品となる日が来るものと予想します。

次回は、量子コンピュータの「研究開発上の課題」、「今後の展望」についてお伝えいたします。