

未来のCPU… 量子コンピュータの基礎知識

[ご購入はこちら](#)

山崎 清仁, 今村 謙之

表1 量子コンピュータの種類, 量子ゲート型と量子アニーリング型の比較

項目	量子ゲート型	量子アニーリング型
計算できる問題	汎用的な計算. 理論上今の計算機できる全ての計算	限定的な計算. 組み合わせ最適化問題とサンプリング
計算機の特性	指数関数的な高速化が保証されているアルゴリズムがある	数学的な証明がなく, 高速化が保証されているわけではない

次世代のCPUを語る上で量子コンピュータを外すことはできません. 量子コンピュータにはゲート型量子コンピュータと量子アニーラと呼ばれる組み合わせ最適化問題の解法に特化したアニーリング型量子コンピュータがあります(表1). 本章では汎用的な計算ができるゲート型量子コンピュータ(以下, 量子コンピュータ)について解説します.

3-1 量子コンピュータ

Q1 構成

Q 従来のコンピュータとの違いは何?

A 構成の枠組みに大きな違いはないがマイクロアーキテクチャと回路が異なる

図1は古典コンピュータ(量子コンピュータ界限ではノイマン型コンピュータを指す)と量子コンピュータの構造を表しています. 左右を比べると古典コンピュータも量子コンピュータも計算するために必要な構成の枠組みには大きな差はありません. 根本的な計算装置としては, 量子的な計算をするための命令セッ

ト/マイクロアーキテクチャとゲート回路が相違点となります.

さらに, 計算装置の周辺にあるメモリやストレージといった記憶装置や情報の伝達に使われる通信路は, 量子コンピュータならではの相違点があります. メモリについては, 量子的な情報を扱うための量子メモリ(QRAM, Quantum Random Access Memory)が必要です. 現時点では物理的な実装がされていません. 量子状態の情報は外部のノイズなどの影響を受けやすく情報として壊れやすいものです. ストレージのような情報を同じ状態を保ったまま長時間保持できるような装置は想定できず, 大容量の記憶装置の実現化は困難だと考えられています. そして通信路は, 光ファイバの中を光で量子状態を運ぶ光量子通信が実用化に向けて研究されています.

Q2 内部構造

Q 量子コンピュータの写真によく出てくる大きな円筒形の筐体の中には何があるの?

A 量子ビットを搭載したチップが含まれる

量子コンピュータと言えば, 写真1のような円筒形の筒の中に金色のシャンデリアのような姿を思い浮かべる方が多いと思います. この円筒形の中は図1のどの部分になるでしょうか.

実はこの中には量子ビットしか含まれていません. 円筒形の大部分は極低温に量子ビットを冷やすための



図1 古典コンピュータと量子コンピュータの構成(概念図)