

量子コンピュータ

岸本 善一

本稿では、量子コンピュータを4つの抽象度に応じて解説します。まずは一番抽象的なレベルである適用分野、次にその分野で使用されるアルゴリズム、さら

にそのアルゴリズムを開発/実行する環境、そして最後に量子コンピュータを実装するハードウェアについて解説します。

1. 適用分野

適用分野では、機能別分野と産業分野を織り交ぜて解説します。つまり、シミュレーションや最適化、暗号化という機能レベルと、製薬、金融、交通、ロジスティクスなどの産業分野別応用を対応させます。

ここで1つ注意しておきたいのは、現時点ではどの企業も量子コンピュータを日々のビジネスに使用しておらず、もっぱら研究開発や実証実験で使用していることです。また、産業別適用分野は多種多様なので、誌面の制約もあり全てを網羅することはせず、主なものに限って解説します。

● 量子コンピュータが使われている主な分野

2022年12月のQCWare社のQ2Bコンファレンス^{注1}で、HyperionResearchのBob Sorensen氏は、各国の量子コンピュータのコンソーシアム（日本では量子技術による新産業創出協議会、以後Q-STAR^{注2}）を通じて大規模なアンケート調査を行い、機能分野と産業別分野を報告しています。

回答の数が多かった上から4つの機能分野は、

- ・シミュレーション
- ・最適化
- ・機械学習 (ML)
- ・暗号化

で、これは量子コンピュータ業界でも広く知られています。

今回の調査では、Sorensen氏はモンテカルロ方式 (MC) への応用/改良も無視できないほどの使用例が含まれるため、これも含めた5つの分野を挙げています。

ただし、この機能分類は厳密なものではなく、各社が

回答した分類に沿っています。機械学習やモンテカルロ方式は他の3つの分野にも適用でき、分類が困難な場合もあるからです。

▶今は金融などへの応用もある

適用分野を機能別と産業別でまとめた結果を表1に示します。適用を検討している企業や機関も網羅しています。

当初は、産業別分野から言うと、1980年代の初めにPrinceton大学のRichard P. Feynman教授が述べたように、量子コンピュータは量子の世界のシミュレーションに最適なので、量子化学計算分野への応用が有望だとされていました。

しかし、最近は金融分野への応用の取り組みが多く報告されています。さらに、乱数発生も有力なアプリケーションで、Quantium社が量子乱数発生製の製品を発表しています。また、モンテカルロ方式への応用も有力視されています。

● 分野1…シミュレーション

量子の世界で起こる現象は非常に複雑で、古典コンピュータではそのシミュレーションを処理できず、量子コンピュータの応用が不可欠です。実際の産業分野であれば、創薬、化学製品の製造、電気自動車用のバッテリー技術の改良を含む材料工学などです。日本では、大阪大学のスピノフであるQunasy社がこれに特化した事業を展開しています。

● 分野2…最適化

量子コンピュータは大きく分けて量子アニーリング型と汎用型の2種類があります。量子アニーリング型は最適化に特化しており、汎用型は名前の通り最適化以外にも応用されます。

最適化が必要なケースは特定の産業分野に関わらず広く頻繁に生じます。例えば、製造分野や次の分野が

注1: QCWare B2Q 2022年.

<https://youtu.be/C8CeZP0cbao>

注2: Q-STAR. <https://qstar.jp/>