

8. 量子コンピュータの概要と将来展望

大関 真之 東北大学大学院情報科学研究科応用情報科学専攻
応用情報技術論講座物理フラクチュオマティクス論分野

「量子コンピュータが人工知能を加速する」という、パスワードを2つ加えたタイトルの書籍を2016年12月に出版した。大変な反響であった。これは、量子コンピュータに対する世間の興味と関心の強さを物語っていると言える。本稿では、その量子コンピュータが今後巻き起こすであろういくつかの進展を紹介していく。

まずよくある誤解を解いておく。われわれが利用している現状のコンピュータから大幅な加速が見込めると期待している節があるが、そういうものではない。足し算、引き算しか知らない小学校低学年に比べて、掛け算、割り算を知る小学校高学年の方が、より広範な計算手法を利用してさまざまな文章題を解くことができるし、結果としてうまく計算問題を解くことがある。これまでのコンピュータに比べて、量子コンピュータが優れているとしたら、そういった計算手法の幅広さからくる能力の部分についてである。

量子コンピュータは、これまでのコンピュータでは実行できなかった演算方法が利用できるために、「素因数分解」や「高速検索」を効率的に実行することができる。さらには、目的地に最短で、または、かかる費用が小さくなるような経路はどれかを探索するといった「最適化問題」を高速に実行できることが期待されている。

そういった特殊用途に限った加速装置としての利用価値がある。最近の人工知能(AI)関連でのコンピュータの進展では、GPGPU*1を利用した学習の高速化や、FPGA*2を利用した効率化・省電力化が挙げられる。これらも、人工知能における「学習」に必要な計算時間を大幅に縮減するものである。量子コンピュータも同様に、計算に一番時間のかかるところに投下される加速装置という趣がある。

* 1 general-purpose computing on graphics processing units (GPUによる汎用計算)

* 2 Field programmable Gate Array (後からでも回路の書き換え可能なロジックデバイス)

販売されている量子コンピュータ

さて、その量子コンピュータとやらは、どれほど開発が進んでいる新規技術なのか？ 実現までは100年といった声もかつては聞かれたほどだが、用途を限ったものであれば、すでに利用・販売されている。急先鋒は、カナダのベンチャー企業D-Wave Systems社が販売している「D-Waveマシン」だ。最新機器は「D-Wave 2000Q」で、2048量子ビットを有する。量子コンピュータの場合には量子ビットという用語を用いるが、通常のコンピュータにおける処理能力を示す数値であるビット数に類するものである。D-Wave 2000Qは、すでに、Lockheed Martin社をはじめ、NASAとGoogle社(共同購入)、Los Alamos国立研究所、Temporal Defense Systems社、Oak Ridge国立研究所が導入している。このD-Waveマシンはクラウド利用も可能で、筆者をはじめ多くの日本人研究者・企業関係者も利用している(図1)。

このD-Waveマシンは、「最適化問題」を解く機能を有した限定的な量子コンピュータである。ほかにも、IBM社やGoogle社、Intel社やMicrosoft社などが開発を進めている汎用的な量子コンピュータも50量子ビットほどのスケールで日々進化しており、一部はクラウド利用が可能である。こちらの汎用的な量子コンピュータは、これまでのコンピュータと同じことができ、なおかつ、量子コ



図1 D-Waveマシンへのログイン画面