

注目の量子コンピュータ用ライブラリあれこれ

山崎 清仁

本稿では、量子コンピュータに計算させるためのソフトウェアを紹介します^{注1}。

クラウド経由で誰でも使える量子コンピュータが出てきている

現状、量子コンピュータは特殊な環境に置いてあるデバイスを使って実現されているため、ネットワーク経由でクラウド型の量子計算サービスとして利用することになります。現在、量子コンピュータをクラウドで提供している企業、または近い将来に提供の計画を発表している企業は、表1にある通り一部の企業に限られています。クラウド・サービスを使うには、それぞれのサービス仕様に従ったユーザ登録や認証キーの取得が必要になります。

実機が実用レベルに達するまではお手軽なシミュレータを試すのがよい

● 20量子ビットくらいならPCでシミュレーション可能

量子コンピュータは無償で公開されているクラウド

・サービスがあります。ただこれは、量子コンピュータの利用促進とサービス事業者の囲い込みの思惑のもと、試用版として提供されています。本格的に利用するためには、より高精度かつ、より大規模の量子ビット数の商用サービスを利用するようになるでしょう。しかし、有料サービスとして計算リソースを使うのは、それほど気軽には使えない可能性があります。そこで量子コンピュータの計算を模倣できるシミュレータが手元にあれば便利です。

量子コンピュータの計算は、大規模の複素行列計算と確率的な結果出力があれば模倣できますので、古典コンピュータ^{注2}でも目的の量子計算はシミュレーションできます。ただし、 N 量子ビットを搭載した量子コンピュータがあれば、 2^N 個の複素数を同時に扱えるメモリを持ち、 $2^N \times 2^N$ の複素行列の計算が行える古典コンピュータに匹敵する能力があります。つまり、20量子ビットくらいまでの量子コンピュータ・シミュレータは、手元にある少し高性能なPC上で動作させることもできますが、50量子ビットの量子コンピュータ・シミュレータともなると、スーパーコンピュータ上でも動作させるのは困難になるでしょう。

表1 クラウド経由で使える代表的な量子コンピュータ

提供元	提供開始	量子ビット数*	特徴
IBM	2016年5月	5, 16(無償), 20(商用利用)	IBM Q Experience, 5量子ビットの量子コンピュータを世界で初めて公開
Google	未**	72(計画中)	デバイスの製造は進んでいるとされているが、検証中でサービス化には至っていない
Rigetti Computing	2017年12月	19	128量子ビットを製造し提供することが発表された(2018年8月)
Alibaba Cloud	2018年3月	11	中国科学院とともに、量子ビット数の増大を目指す

*: 本稿執筆時点(2018年10月)で提供されている量子ビット数です。

** : 本稿執筆時点(2018年10月)では、未提供です。

表2 量子コンピュータ用ライブラリ

名称	(主な)開発機関	開発言語	リンク
Qiskit	IBM	Python	https://qiskit.org/
Cirq	Google		https://github.com/google/quantumlib/Cirq
pyQuil	Rigetti Computing		https://www.rigetti.com/
ProjectQ	ETH Zurich		https://projectq.ch/
QuTip	有志		http://qutip.org/
QDK (Quantum Development Kit)	Microsoft	Q#	https://www.microsoft.com/en-us/quantum/development-kit
Quantum++	Waterloo 大学	modern C++11	https://github.com/vsoftco/app
ScaffCC	Chicago 大学	C/C++	https://github.com/epiqc/ScaffCC