

古典/量子コンピュータの計算ルール

東野 仁政

よくある誤解

量子コンピュータに関するニュースが増えていますが、しかし、誤りや紛らわしい情報も多く、誤解も多いのが実情です。本稿ではまず、誤解されやすい内容を解説しつつ、量子コンピュータの特徴について説明します。

● 古典コンピュータが量子コンピュータを模したらそれは量子コンピュータ？

量子コンピュータは量子力学の原理に従って情報を操作し、計算するコンピュータです。量子コンピュータで扱う情報の単位を量子ビットと言います。量子ビットにはさまざまな種類がありますが、量子力学的な現象が現れる原子や電子、光子などのミクロな粒子を利用します。

量子コンピュータと区別するため、既存のコンピュータを古典コンピュータと呼びます^{注1}。全ての物質は分解していくと、ミクロの粒子から構成されるため、「全てのコンピュータは量子コンピュータだ」と思われるかもしれませんが、そうではありません。

古典コンピュータは、量子力学の原理に従った情報の操作はしていません。量子コンピュータによる情報の操作がどのようなものかの詳細は後述しますが、これは古典コンピュータの計算ルールとは異なります。

量子コンピュータの動作は行列やベクトルを使って表せるため、古典コンピュータでシミュレーションできます。量子力学の原理に従った情報の操作をシミュレーションできますが、高速に計算(シミュレーション)できるわけではありません。そのため、量子コンピュータをシミュレーションできるだけでは、量子コンピュータとは言えません。

注1：区別のために「古典」と呼んでいます。物理学の世界では「古典力学」、「量子力学」と区別して呼びますが、「古典」に悪い意味はありません。

● 古典コンピュータは要らなくなる？

これも、多くの誤解がある問いです。量子コンピュータが高速に動作するには、量子アルゴリズムという、量子コンピュータ特有のアルゴリズムが必要です。高速な量子アルゴリズムが発見されている計算だけ、速くなります。主な量子アルゴリズムは、次のウェブ・サイトで公開されています。

<https://www.qmedia.jp/algorithm-zoo/>

PCやスマートフォン、スーパー・コンピュータなど、さまざまな種類のコンピュータが存在しますが、それぞれの強みや弱みがあり、強みが生きる領域で使われています。少なくとも今のところ、何でも速い夢のようなコンピュータを人類は手にしていません。量子コンピュータが実現しても、既存のコンピュータは利用され続けるでしょう。

● 既に実用化されている？

実用化を「実用的な問題で古典コンピュータと同じかそれ以上の計算能力を発揮している」と考えると、量子コンピュータはまだ実用化されていません。現時点で古典コンピュータより高速に計算できている問題もありますが、それは実用的な問題ではありません。

一方で、商用化を「利用料を徴収して実機を扱えるサービスがある」と考えると、量子コンピュータは既に商用化されています。このように、「実用化されていないけれど、商用化されている」というのが量子コンピュータの状況で、誤解されやすいです。

そのため、量子コンピュータに関するニュースに接する際には、実用化と商用化の違いに注意しましょう。

● とにかく計算が速い

この質問には、さまざまな観点での回答があり得ると思います。これが唯一の回答ではありませんが、ここでは「計算の代数的なルール」という観点で回答します。例えばGPUで機械学習やグラフィックスの処理が高速になる理由は「行列計算(計算の代数的なルール)が速い」という説明の仕方になります。