

量子コンピューターの現状と今後の展望

渡辺日出雄

慶應義塾大学 理工学研究科

e-mail: hiwat@keio.jp

講演概要

近年ムーアの法則に限界が見えつつあり古典コンピューターの性能向上のボトルネックが意識されている。特に、大規模言語モデルに代表される機械学習ワークロードの増大により、計算速度やエネルギー効率への対応が求められている。そんな中、1960 年台に提案された量子物理を用いた新たな計算の仕組みである量子コンピューターが 2010 年代に実際に稼働し始めた。まだ実用的とは言えないが、量子コンピューターは産業界から大きな期待を集めており、多くの研究者が世界中で精力的な研究を実施している。

本講演では、主にゲート型と呼ばれる量子コンピューターのハードウェアとソフトウェアの視点からの進展を概観する。ハードウェアの違いとしては超伝導型が先行していたが、近年イオントラップ型や中性原子型も稼働しており、ハードウェアの競争は激しさを増している。現在の量子コンピューターはエラーありの状態で動いているので NISQ(Noisy Intermediate-Scale Quantum computer)と呼ばれるが、この NISQ でエラーを抑制する(Error Suppression)技術や将来の FTQC(Fault-Tolerant Quantum Computer)で必須のエラー訂正(Error Correction)技術にも様々な進展が見られる。このような現状の課題と共に今後期待される将来像についても概説する。

さらに、未だ萌芽的ではあるが人工知能・化学・物理学・金融・最適化など様々な分野での産業応用を目指した研究が行われている。従来古典コンピューターで行われてきたアルゴリズムで、処理速度の問題があるケースや計算困難な問題などで量子計算の可能性を追求した研究が盛んになっている。これらの動向についても紹介する。

前述した産業界からの期待に伴い、世界的には多くのベンチャー企業が立ち上がってきている。また、政府からの資金拠出もあり様々な研究グループができている。このような背景の元行われている産学官の連携についても触れる。