

## 量子コンピュータと产学連携の話



若 者

御手洗 光 祐\*

Quantum computer and Industry-academia collaboration

Key Words : Quantum computer, Quantum information, Industry and academia

### はじめに

量子コンピュータは、従来の情報の基本単位であるビットの代わりに、0・1の量子力学的重ね合わせ状態が許される量子ビットから構成される計算機です。素因数分解や量子系のシミュレーションなど、ある特定の計算タスクに対して従来型のコンピュータ（古典コンピュータ）を凌駕すると期待されています。しかしこれらの期待に応えられるだけの量子ビットを集積化したハードウェアはまだできていません。そのような状況下では、ハードウェアの進展も重要ですが、ソフトウェア側から現存するデバイスに歩み寄って行くことも同等に重要となります。

私は大学院生時代から一貫して、量子コンピュータの実応用を可能な限り早期に実現するためのアルゴリズムやソフトウェアについて研究しています。それに関連して、博士課程在学中の2018年には量子ソフトウェアベンチャーである株式会社QunaSysの創業にも携わり、最初期には技術営業的な立場で様々な企業と話すという経験もしました。2020年からは基礎工学研究科システム創成専攻の助教として研究を進めています。

近年では関心を持ち始める国内企業も増えてきており、分野の発展のためにも产学連携の重要さをひしひしと感じています。この「若者」の記事では何を書いてもいいということなので、量子コンピュ

ータの最近についてまとめたあと、これまでの私が経験してきた产学連携にまつわる出来事について書いてみたいと思います。

### 量子コンピュータの最近

量子コンピュータには、私が研究を始めた2017年の時点でもかなりの関心が寄せられていましたが、近年ではその期待も過熱気味なレベルに達していると感じます。海外ではGoogleやIBMなどの巨大IT企業がその開発に乗り出し、2021年にはIonQという量子コンピュータハードウェアベンダーが上場を達成するなど、分野の盛り上がりは著しいです。興味のある国内企業も増えてきました。

その盛り上がりを支えているのは、なんといってもハードウェアの劇的な進展です。2019年には、現在主流方式である超伝導量子ビットを使って、Googleの研究グループがエラー率1%程度の量子ビットを53個集積化したデバイスを発表しました<sup>1)</sup>。このレベルの量子コンピュータの動きをつぶさにシミュレートすることは、現在最高のスーパーコンピュータを使っても困難です。実際Googleのグループは、ある特定の計算タスクにおいて彼らのデバイスがスーパーコンピュータを上回ったと主張しました<sup>1)</sup>。近未来には、同方式で数百量子ビットを集積化したデバイスの実現が期待されています。

分野の究極の目標は誤り耐性量子計算の実現です。量子ビットは外界からのノイズに非常に弱く、単体で古典ビットと同等のエラー率に到達することはほぼ不可能であると考えられています。ハードウェアの進展があるとはいえ、例えば量子ビットを使って数bitの加算器を作ることですらまだ実現できません。加算器に必要な論理操作をしている間に、ノイズが蓄積して出力が意味のないものになってし

\* Kosuke MITARAI

1994年2月生まれ  
大阪大学大学院基礎工学研究科システム創成専攻博士後期課程（2021年）  
現在、大阪大学大学院基礎工学研究科システム創成専攻 助教 博士（工学）  
TEL : 06-6850-6312  
E-mail : mitarai.kosuke.es@osaka-u.ac.jp



まうのです。そこで量子誤り訂正という技術が重要になります。これは1量子ビットの情報を多数の物理量子ビットに埋め込み、ノイズへの耐性を持った「論理」量子ビットを作り出す手法です。このような論理量子ビットを使うことで、誤りに耐性をもった量子計算が可能となります。実現には大量の量子ビットが必要です。誤り耐性量子計算を、現在の古典コンピュータでは手が届かない計算タスクに適用するには、100万～1000万個程度の量子ビットを集積化することが必要であると見込まれています<sup>2,3)</sup>。現状のデバイスがたったの50量子ビットであることを踏まえれば、近未来に実現するとは言い難い状況です。

そこで近年学会や産業界で注目されているのが、現状のデバイスをどうにかして活用できないかという研究です。この文脈で、現状のノイズ耐性の無いデバイスはNISQ (noisy intermediate scale quantum) デバイスと呼ばれます。私もNISQを使った機械学習や量子化学計算に関する研究を発表してきました。NISQ応用は非常に活発な研究分野で、例えば2022年のアメリカ物理学会ではNISQ computersというセッションが6個も立ち上がって います。

### 起業を通して知財戦略に思うこと

そんな中で株式会社 QunaSys というベンチャーを共同創業させていただいたのですが、その直後に私の知財に対する理解を深める出来事がありました。それはQunaSysに大学発のある特許をライセンスしようとしたときのことです。実は起業の話が大きく進む前に、NISQによる機械学習に関する研究の特許出願もしていたのですが、それをライセンスすべくQunaSysとして弁理士の方に見ていただいたところ、「このような特許にはあまり意味がありません。競合他社を抑える効果が薄いからです。特にソフトウェア特許のようなものの場合、ビジネスでのソフトウェアをどのように活用するかを見据えた特許にしなければいけません。」といった趣旨のコメントを頂いてしまいました。

このコメントをいただいたあと、そもそも大学で特許出願する意味とは何なんだろうかと素人ながら自問しました。よくある理由は、出願せずに他の機関に特許化されてしまうと、後々の研究に支障が出

るというものだと思います。しかし考えてみると、その研究成果を対外的に発表した時点でその技術は公知のものとなって新規性が喪失し、特許は成立しえなくなるので、特許出願によってその成果を守る必要は感じられません。特許などで「稼げる大学」にしていくということもよく言われますが、日本の大学が特許侵害訴訟を起こした例は無いのではないかでしょうか。そうすると特許で稼ぐというのも現状では現実的ではありません。

このような思索を経て、私は現在大学単独での特許出願には非常に消極的です。起業やライセンスを前提とした特許でなければ意味がないし、研究者個人がビジネス展開まで見据えた有効な特許を書くことは難しいのではないかという懸念からです。一方で企業・大学間の共同研究での特許出願の場合、上記の懸念は解消されます。産学連携の最大の旨味はここにあるのでは無いかと思っています。

### 新しい分野での産学連携

上記のような知財問題の解決のためだけではなく、分野の発展のために、産業界との広い協力は欠かせないです。非常にありがたいことに、現在国内だけでもかなりの数の企業に、特にその応用可能性について興味を持っていただいている。すぐにでも何らかの形で連携できるのが理想ではありました、量子計算のような新しい分野だと、難しさもあることがわかりました。

ほとんどの場合、そもそも量子計算に関する一定の知識を持っている方が社内に一人もいないのです。したがって私達の第一の仕事は、まず企業内に量子計算の知識を持つ人を育成することでした。QunaSys創業初期には、量子計算に興味を持っている企業を個別に回り、「量子計算・NISQ入門」のような話を何度もしました。しかしこれでは効率が悪いということで、今では様々な企業の方に同時に知識をインプットできる勉強会が立ち上げられています。私が関わっているのはQunaSysのコミュニティであるQPARC、大阪大学量子ソフトウェア研究拠点の一環として立ち上げられた量子ソフトウェア勉強会です。これらの取り組みを経て共同研究に至った企業もあり、新しい分野での産学連携のあり方として素晴らしいと思っています。

### 国産量子コンピュータ／量子ソフトウェアへの期待

最後に「若者」らしく夢のようなものを書いて終わりたいと思います。私は上で書いたような産学連携を経ることで、日本がハード面でもソフト面でも量子計算の世界をリードすることは決して不可能では無いと思っています。2019年時点では間違いなく53量子ビットを集積化したGoogle、ひいては米国がハードウェアをリードしていたことは間違いありません。しかしその2年後には、中国のグループがそのデッドコピーのようなデバイスの開発に成功<sup>4)</sup>しており、優位性はそれほど大きなものではなかったことがわかります。ソフトウェア分野に関してはまだまだ具体的な応用先の模索が続いている段階で、どこかの企業もしくは大学が最も優位であるということは言えない状況です。このような環境

ならチャンスは十二分にあると考えます。日本が量子計算分野で一定の立ち位置を得られるように、私も微力ながらその発展の一端を担えればと思います。

末筆になりましたが、本稿執筆の機会を与えてくださった大阪大学大学院基礎工学研究科の阿部真之教授ならびに関係者の方々に深く感謝申し上げます。

### 参考文献

- 1) F. Arute, et al., *Nature*, **574**, 505–510 (2019)
- 2) R. Babbush, et al., *Phys. Rev. X*, **8**, 041015 (2018)
- 3) G. Gidney and M. Ekerå, *Quantum*, **5**, 433 (2021)
- 4) Y. Wu, et al., *Phys. Rev. Lett.*, **127**, 180501 (2021)

