

量子技術の実用化推進ワーキンググループ（第五回）議事要旨【公開用】

1. 日時 令和5年1月12日（木）10：00～12：00
2. 場所 Web会議（Teams）
3. 出席者（敬称略、順不同）

<構成員> ○主査代理

- 岡田 俊輔 一般社団法人量子技術による新産業創出協議会実行委員長
川畑 史郎 産業技術総合研究所新原理コンピューティング研究センター副研究センター長
佐藤 信太郎 富士通株式会社富士通研究所量子研究所長
嶋田 義皓 国立研究開発法人科学技術振興機構研究開発戦略センターフェロー
鈴木 教洋 株式会社日立製作所執行役常務CTO兼研究開発グループ長
寒川 哲臣 日本電信電話株式会社先端技術総合研究所基礎・先端研究プリンシパル
松岡 智代 株式会社QunaSysCOO
山田 昭雄 日本電気株式会社執行役員
萬 伸一 国立研究開発法人理化学研究所量子コンピュータ研究センター副センター長

<有識者>

- 青木 隆朗 早稲田大学教授
伊藤 陽介 キュエル株式会社代表取締役
大関 真之 国立大学法人東北大学大学院情報科学研究科情報基礎科学専攻教授
菊地 英一 株式会社長大執行役員（事業戦略推進担当）
樹神 弘也 三菱ケミカル株式会社 Science & Innovation Center Materials
Design Laboratory 所長
近藤 正雄 富士通株式会社量子研究所シニアディレクター
高野 秀隆 株式会社長大クオンタム推進部部長
田中 智樹 株式会社三菱UFJフィナンシャル・グループシステム企画部調査役
藤堂 眞治 東京大学大学院理学系研究科教授
中村 泰信 国立研究開発法人理化学研究所 量子コンピュータ研究センターセンター長
廣瀬 雅 株式会社 Nanofiber Quantum Technologies CEO
藤井 啓祐 大阪大学大学院基礎工学研究科教授
藤澤 克樹 国立大学法人九州大学マス・フォア・インダストリ研究所教授
観山 正道 株式会社シグマアイ代表取締役

<政府関係者（関係行政機関の職員）>

- 高原 勇 内閣府科学技術・イノベーション推進事務局審議官
増田 幸一郎 内閣府科学技術・イノベーション推進事務局政策企画調査官
犬塚 誠也 金融庁総合政策課総合政策企画室長
武馬 慎 総務省国際戦略局技術政策課研究推進室長

高江 慎一 厚生労働省大臣官房厚生科学課研究企画官
羽子田 知子 農林水産省農林水産技術会議事務局研究開発官室
堀部 雅弘 経済産業省産業技術環境局研究開発課研究開発調整官
川村 竜児 国土交通省総合政策局技術政策課技術開発推進室長
大崎 馨 防衛装備庁技術戦略部技術戦略課技術企画室長

<事務局>

内閣府科学技術・イノベーション推進事務局

4. 議事次第

1. 量子コンピュータの論点等について

2. 量子コンピュータについての有識者リアリング

(1) 量子拠点の現状、量子コン利用環境整備、産学官連携体制強化等について

○中村 泰信 国立研究開発法人理化学研究所 量子コンピュータ研究センターセンター長

○川畑 史郎 産業技術総合研究所新原理コンピューティング研究センター 副研究センター長

(2) 量子拠点の現状、産学官連携体制強化の在り方について

○藤井 啓祐 大阪大学大学院基礎工学研究科教授

○藤堂 眞治 東京大学大学院理学系研究科教授

○大関 真之 東北大学大学院情報科学研究科情報基礎科学専攻教授

観山 正道 株式会社シグマアイ代表取締役

(3) 産学連携や地域連携等を通じたユーザ産業振興方策について

○藤澤 克樹 国立大学法人九州大学マス・フォア・インダストリ研究所教授

(4) 総合議論

3. その他

5. 配布資料

資料 1 量子コンピュータの論点等

資料 2-1 有識者資料（理研中村センター長資料）

資料 2-2 有識者資料（産総研川畑副センター長資料）

資料 2-3 有識者資料（大阪大学藤井教授資料）

資料 2-4 有識者資料（東京大学藤堂教授資料）

資料 2-5 有識者資料（東北大学大関教授資料）

資料 2-6 有識者資料（九州大学藤澤教授資料）

資料 3 量子技術の実用化推進ワーキンググループのスケジュール

参考資料 1 量子技術の実用化推進ワーキンググループの設置

参考資料 2 量子技術の実用化推進ワーキンググループの概要

参考資料 3 量子技術の実用化推進ワーキンググループの論点

参考資料 4 量子技術の実用化推進ワーキンググループの進め方

参考資料 5 量子技術の実用化推進ワーキンググループ（第三回）の議事要旨案

参考資料 6 量子技術の実用化推進ワーキンググループ（第四回）の議事要旨案

6. 議事要旨

議事 1 量子コンピュータの論点等について

事務局が、資料 1 を用いて、量子コンピュータの論点等を説明した。

議事 2 量子コンピュータについての有識者ヒアリング

(1) 量子拠点の現状、量子コン利用環境整備、産学官連携体制強化等について

中村氏が、資料 2-1 を用いて説明した。主な意見や質疑は以下のとおり。

【中村氏からの説明】

- 量子コンピュータの実用化に向けて、基礎基盤がしっかりしないといけない。長期の研究が重要。ハードウェアは更に進化していく必要がある。
- 新たに作り、スケールアップさせ、応用することを産学官で連携して取組むことが非常に重要。
- そのための人材は不足している。国には、人材をそろえる、整える施策を長期的な視点で実施いただきたい。

【質疑】

- 個々の研究者、特に若い人がどんどん海外に出て自分の成果をアピールし海外を引き込んでほしい。
- 量子コンピュータは古典の制御とサポートが無いと動かないため、古典の領域のパワーアップが量子を変えると考えている。
- 量子の基礎部分と、古典側における産業界で実用されている技術の取込みとを、両輪で進める必要がある。
- アーキテクチャの全体を見渡すことができる人材も必要になると考えている。

川畑氏が、資料 2-2 を用いて説明した。主な意見や質疑は以下のとおり。

【川畑氏からの説明】

- 今後のビジネスにおいては、量子技術を使った様々な分野におけるユースケース創出が重要。
- 全てを産総研だけでやるのは難しい。産総研の場を多様なステークホルダーに活用いただき、さらに課題解決と価値創出を推進していただきたい。
- 企業と一緒に、共同研究のみならず、設備の運営・管理、国際標準化活動を実施していきたい。
- 国内のみならず有志国の産業界、大学からも、当拠点に参画いただくとともに、企業にはぜひ、様々なユースケースのニーズ提供や人材、資金の投入をお願いしたい。

【質疑】

- 量子技術について、基礎研究と応用技術は表裏一体であるため、どちらの組織にも企業の参画は必要と考えている。

- 人材育成とユースケースづくりに各拠点と協力しながら取り組んでいきたい。
- 複数者が関わる際には、知財の枠組みとして、企業もアカデミアも参画できるようなコンソーシアムなどを検討している。
- 他の拠点が研究開発した部素材等が、産総研の拠点に持ち込まれ、製品化に向けた仕上げがなされることも想定されるが、それぞれの拠点で制度的にコンフリクトが無いようにしていただきたい。

(2) 量子拠点の現状、産学官連携体制強化の在り方について

藤井氏が、資料 2-3 を用いて説明した。主な意見や質疑は以下のとおり。

【藤井氏からの説明】

- 10 人規模のチームができれば、開発成果が目に見える形になっていくのではないかと。
- NISQ についてビジネス的に価値のある使い方が見つけられていないこと、FTQC について技術的なブレイクスルーがいくつも必要であることの 2 つの不確実性は世界共通の課題である。
- これらをチャンスへと導く雰囲気づくりが重要ではないか。
- 企業の ROI を明確にするなど、量子の価値や持続可能性を可視化することが重要ではないか。

【質疑】

- 量子の価値を可視化し、その中で取組を進める必要があるのではないかと。
- 企業と一緒に、業界として取り組んでいく必要がある。
- 分野融合的な研究分野であるがゆえに、工学系や理学系に分散している。このため、各セクションどこにいてもマイノリティとなり、カリキュラム・人事などの関係で一枚岩になることができない。
- 量子に取り組む研究室が可視化されないと学生も進路選択ができないのではないかと。
- 企業で求められている人材と併せて、アカデミアの中で人を育てていく人材も確保しなければならないと考えている。
- 開発に向いている学生もいるが、そういった人材は理論が分かって開発もできるので引っ張りだこであり、任期付ポスドクというアカデミックな進路を選ばない。ポストとキャリアパスの問題がある。

藤堂氏が、資料 2-4 を用いて説明した。主な意見や質疑は以下のとおり。

【藤堂氏からの説明】

- 量子ゲートと量子アニーリングは、あるいは NISQ と FTQC は、対立構造とするのではなく、速度・精度など様々な観点で評価し、適材適所で活用していくことが必要ではないかと。
- 量子の技術は未成熟であり、アーキテクチャも急速に変化する。フレームワークやライブラリなどのソフトウェアスタックも 2 - 3 年に一度見直す必要がある。
- 中小企業も参画できるような「ゆるやかな研究所」として、「共創の場」事業を機能させたいと考えている。
- 期待値コントロールと正しい経営判断の観点では、経営層への教育も必要ではないかと。

【質疑】

- アーキテクチャの見直しでアカデミアが重要と述べた意図について、アカデミアは自由な発想で良くも悪くも個人個人が取り組む場であるため、研究テーマの広がりや多様性の観点から重要と考え

ている。企業だと、企業としての意思決定が必要になる。

- 量子・古典ハイブリッドというが、データを量子の状態と古典の状態に変換しあうなかで、捨てているデータも多くある。例えば、量子状態を古典で非常に精度よく少ないデータ量で表すために発展してきたテンソルネットワークを参考にするなどして、量子と古典の融合の境界をぼやかしていく必要がある。

大関氏が、資料 2-5 を用いて説明した。主な意見や質疑は以下のとおり。

【大関氏の説明】

- 東北大学発量子スタートアップを 2 件設立し量子アニーリング技術の産業推進を担っており、大学だけではなしえない数のアプリケーションの創出や幅広い協業を果たしている。
- 多数の企業と継続的に共同研究を行い、論文や特許、国際会議上での発表等活発であり、東北大学内には独自に複数企業が集う共同研究講座を設置しており、現在進行形で拡充している。
- YouTube を利用した公開伴走型生配信で量子アニーリングおよびゲート方式の講義を複数回、長時間行い、量子アプリを多数作成する高校生以上の学生および社会人を巻き込んだ延べ 800 人を超えるコミュニティが成長しており、その成果は国際会議、展示会や Google Play などのプラットフォーム上で公開している。
- このような実績を踏まえ、東北大学は 2022 年 4 月より量子イノベーション拠点としての認定を受けるに至った。
- 卒業認定にはオープンバッジ制度を活用し、東北大学では専門科目相当として公的に認定をすることで質を担保しつつ日本全国での量子人材育成に貢献している。
- これまでの産学連携や人材育成の実績などを踏まえて、量子コンピュータを使える人材が東北大の拠点から飛び立ち、企業・教育現場をはじめとする様々なところへ展開される起点となる、Quantum Universe For You 構想を実現したいと考えている。

【質疑】

- 量子人材育成プログラム修了者にオープンバッジを付与するのは画期的。
- この取組は、東北大の公的なものになっている。学内での調整はあったが、門戸の開放が大事と考える総長、理事等の経営層の共感もあり進めやすかった。

(3) 産学連携や地域連携等を通じたユーザ産業振興方策について

藤澤氏が、資料 2-6 を用いて説明した。主な意見や質疑は以下のとおり。

【藤澤氏からの説明】

- データ取得、データ送信、計算実行、結果反映までを 1 サイクルとし、その 1 サイクルをどれだけ早くできるかが鍵となる。10～15 分で 1 サイクルを目指している。さらに、スマート工場の運用に必要な精度の回が得られる前提のもと、10 分以内で回せようになると、日本のキラーアプリケーションになりえると考えている。この速さは世界にも少ない。
- 量子技術のように実績も信頼も無い技術をどう実装していくか。実プラットフォームを検証の場とすることが大事ではないか。

- 工場をサポートするデータ基盤、日本全国の工場の位置関係とクラウドでつないだ時のスループットを考えると、量子技術の活用は、工場の作業を速くするのみならず、日本全体のインフラの再整備につながってくるのではないか。

【質疑】

- 規模が大きいときにもこのサイクルの時間を変えないことが重要であり、大きな課題ともなっている。
- 量子アニーリングと QAOA はヒューリスティクス的一种である。量子アニーリングと QAOA を使ったとしても必ず最適化問題が高速で解けるわけではなく、指数爆発は避けられないことを考慮する必要があるのではないか。
- 量子の活用以前に、クラウドを使ってでも工場を改善していこうという営みを受け入れてもらうことも課題の一つかと思う。
- 例えば資源管理や給与計算等、一部の業務は必ずクラウドに入っているような現状がある。全体システムの中でどう構築していくかという話になってくるかと思う。

(4) 総合議論

主な意見や質疑は以下の通り。

- 場を作るという話は、ユーザ側とシーズ側の双方にとって重要な取組と認識している。量産に耐えられない技術であっても、場にあげて、みんなで何が必要か議論してはどうか。
- 拠点間の連携を強めるのは重要。技術の移管をするにも、渡す側と渡される側の人材が必要。
- 米 QED-C は、NIST の予算で量子コンピュータの各方式について製造ロードマップを作成するから、Q-STAR にヒアリングに協力してほしいとのこと。製造技術の発展についても作成する予定とのこと。
- アニーリングマシンであっても、量子の状態を使っているからこそやれる対象というのは、量子現象にほかならない。
- 色んな技術、方式があり、さらにそれぞれの技術に応じて部品開発も必要になるという現状においては、1社での対応は難しいと感じている。設備を整備するだけでなく、産学官での知財の枠組みを作れば日本の競争力確保につながるのではないか。
- ROI の観点で、実産業・経済へのインパクトにつながるベンチマークを定義できると良いのではないか。
- ユーザ企業の経営層に、正しい時間軸で何ができるか正しくインプットすることが継続的な取組を進める上では重要と考える。
- 量子技術や産業化といった言葉の定義もはっきりさせるべきではないか。
- 産業化に関して、ユーザ企業が利益を上げて、それがベンダーに還元される流れが必要ではないか。

議事3 その他

事務局が、資料3を用いて今後の開催スケジュール等を説明した。

以上