

量子技術イノベーション会議（第18回）議事要旨

1. 日時 令和6年2月1日(木) 13:00~15:00
2. 場所 Web会議+中央合同庁舎第8号館623室
3. 出席者(敬称略)

<構成員> ◎座長、*Web参加

荒川 泰彦*	東京大学 ナノ量子情報エレクトロニクス研究機構 特任教授
◎伊藤 公平	慶應義塾 塾長
北川 勝浩	大阪大学大学院基礎工学研究科 教授
小柴 満信	Cdots 合同会社 共同創業者
島田 太郎*	量子技術による新産業創出協議会 代表理事
中村 祐一	日本電気株式会社 主席技術主幹
波多野 睦子	総合科学技術・イノベーション会議 議員
藤原 幹生	国立研究開発法人情報通信研究機構 量子ICT協創センター 研究センター長
松岡 智代	株式会社 QunaSys COO
村山 宣光	国立研究開発法人産業技術総合研究所 副理事長

<オブザーバ(有識者)(順不同)>

根本 香絵	沖縄科学技術大学院大学 量子情報科学・技術ユニット 教授
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
本多瑠美子*	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 特任准教授(客員)
清中 茂樹	国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学 大学院工学研究科 教授

<政府関係者(関係行政機関の職員)>

大塚 幸寛*	内閣府審議官
松尾 泰樹	内閣府科学技術・イノベーション推進事務局長
川上 大輔	内閣府科学技術・イノベーション推進事務局審議官
菊池 継亮*	内閣官房副長官補室付参事官補佐(代理出席)
村田 健太郎*	内閣官房内閣サイバーセキュリティセンター参事官(代理出席)
山本 英一*	内閣府知的財産戦略推進事務局参事官(代理出席)
宮澤 康一*	内閣府総合海洋政策推進事務局長
栗原 潔*	内閣府健康・医療戦略推進事務局企画官(代理出席)
楠 正憲*	デジタル庁デジタル社会共通機能グループ統括官
高田 英樹*	金融庁総合政策局総合政策課長(代理出席)
田原 康生*	総務省国際戦略局長
林 美都子*	外務省軍縮不拡散・科学部審議官
奥野 真*	文部科学省大臣官房審議官(代理出席)
高江 慎一*	厚生労働省大臣官房厚生科学課研究企画官(代理出席)
森 幸子*	農林水産省農林水産技術会議事務局研究開発官室研究開発官(代理出席)
田中 哲也*	経済産業省産業技術環境局大臣官房審議官(産業技術環境局担当)
石橋 洋信*	国土交通省大臣官房技術総括審議官
奥村 暢夫*	環境省大臣官房総合政策課環境研究技術室長(代理出席)
松本 恭典*	防衛装備庁技術戦略部長

4. 議事

- (1) 「量子産業の早期創出・発展に向けた推進方策(素案)」について意見交換事務局
- (2) 量子技術イノベーション戦略のフォローアップ
 - 量子技術イノベーション拠点の取り組み
 - 量子国際連携拠点(沖縄科学技術大学院大学)の取り組み
根本 香絵 沖縄科学技術大学院大学 教授
 - 量子ソリューション拠点(東北大学)の取り組み
大関 真之 東北大学 教授
 - 量子化学産業創出拠点(東海国立大学機構)の取り組み

(3) その他

5. 配布資料

- 資料 1-1 量子産業の早期創出・発展に向けた推進方策（素案）【非公開】
- 資料 1-2 推進方策素案概要【非公開】
- 資料 1-3 マイルストーン【非公開】
- 資料 1-4 構成員・有識者の主な意見【非公開】
- 資料 1-5 構成員・有識者の意見書一覧【非公開】
- 資料 1-6 研究者ヒアリングでの主な意見【非公開】
- 資料 2-1 量子国際連携拠点資料
- 資料 2-2 量子ソリューション拠点資料
- 資料 2-3 量子化学産業創出拠点資料
- 資料 3 今後のスケジュール
- 参考資料 1 関係行政機関の職員一覧
- 参考資料 2 量子技術イノベーション有識者会議の開催について

6. 議事要旨

川上審議官から冒頭挨拶がなされ、議事次第に沿って議事が進められた。

議事 1. として、構成員から提出された意見書、第 17 回会議での議論、研究者ヒアリングの意見をもとに事務局で取りまとめた、量子技術の早期創出・発展に向けた推進方策（素案）（資料 1-1）について、資料 1-2 を用いて説明した後、意見交換がなされた。

議事 2. として、量子技術イノベーション戦略フォローアップとして、量子国際連携拠点の取り組みを沖縄科学技術大学院大学の根本教授が資料 2-1 を用いて、量子ソリューション拠点の取り組みを東北大学の大関教授が資料 2-2 を用いて、量子化学産業創出拠点の取り組みを名古屋大学の清中教授が資料 2-3 を用いて説明した。

【意見交換】

- 「激化する国際情勢のキャッチアップ」を修正し、産業化を進めるためには基礎が量子コンピュータに限らず、センシング、通信、あらゆる場面において、並走する必要があるという視点で「基礎学理に基づく」を記載すること。「基礎研究振興」も同様に全てを対象に記載してほしい。国研についての記述に比べ、大学に関する記述が少ない印象で議論を頂きたいところである。
「自国技術の育成・確保」の部分、「量子ダイナミクスの基礎学理」よりも「量子全体の基礎学理」や「量子科学技術に関する基礎学理」の方が全体をカバーすると考える。
- 国研の量子スタートアップは、フランス国立科学研究センター（CNRS）からスピニアウトした PASQAL（仏）ぐらいの認識。日本では、QunaSys や QuEL、NanoQT など大学発のスタートアップが複数あり、大学発をもっと支援する方が効果的と考える。大学が個別に持つのではなく、優良な施設・設備を国研に設置頂き、みんなで使えるような、支援の仕方がよい。
2020 年に策定した量子技術イノベーション戦略では、量子技術の学科や専攻等を 5 年以内に作るとしているが、現状は学生が増えていない。これは研究者が増えない最大の原因と考えている。量子科学技術を支える、基盤となる学科が脆弱なことは一番の問題。
- 有償の副業については、国研によっていろいろなルールがあるので参照頂きたい。産総研は、今、ベンチャー創業に積極的に取り組んでおり、いろいろな制度改正もしている。
- 「クーリエ・ジャポン」の記事で、ノーベル物理学賞を受賞したアラン・アスペによると、CNRS の研究者は就業時間 20%以内まではスタートアップで働ける、100%をスタートアップの仕事に充てる場合でも、研究者のポストは無くならずに戻ってこられる仕組みができており、制度的にかなり後押ししていると聞く。そういった制度面の整備が重要だと思う。
- 若手ヒアリングの際に、スタートアップで働くことはできるが、それが評価されないとか、論文は

評価されるが、社会実装に向けた取組が評価されない、という意見が出た。お金だけの問題ではなく、評価されないこともが一番の問題である。

- 産総研は社会実装がミッションなので、極端に言うと、社会実装をどれだけ果たしたかを第一優先で評価している。評価については、国研のミッションによってかなり異なると考えられる。
- 大学のベンチャーについては認識しているが、手当が必要な点を書くか、うまくいっているものを書くのかは判断と考えており、現状の文案では手当が必要な、足りていない点を書こうとした結果、国研に寄った記載となっている。大学が取り組んでいないということではない。どこに大学を書くかは、これから検討したい。
- 「サプライチェーン」については、産総研の持つ測定技術、標準化技術、低温におけるコントロール技術はすばらしいものがあるし、これを産業化して、戦略的につかんでいくことが重要なので、「産業化」ということで表現を考えてほしい。

人材のところ、ソフトウェアをもっと丁寧に書くこと。

大学と国研の基礎的な研究者がどこをやるか、限られたリソースをうまく配分していく必要。その中で、24年度が一番のポイントは、非量子人材をいかに量子の世界に招き入れるかだと思う。AI人材を早くピボットさせ、数学者たちも招き入れることが一番効果的で、すぐにやらないといけない。

- どのような分野で量子技術がビジネスになるか不明確な段階であるので、エコシステムを国内だけではなくて国際的に昇華させたい、ビジネスにつなげて、サプライチェーンも含めて、アカデミアの人材育成も含めて、有志国と一緒にやっていきたい、というメッセージがもう少し最初であればよい。特に量子技術を活用したサービスの情報が不足していることを実感している。

量子はまだ日本が進んでいる分野なので、グローバルサウスと連携するチャンスである。韓国は投資を増やしており、法律も作った。戦略的に検討する必要があるので、丁寧に調査することが必要である。

- 全体の流れとして、量子2.0と量子1.0では施策の考え方が異なってもいいのではないかと。量子コンピュータや量子中継など、もつれ状態を中核にしている分野である量子2.0については、2030年までに研究開発が終わらないので、例えば物理量子ビットと論理量子ビットの差を1桁ぐらいに抑えるような壮大な目標を持って、じっくり研究する体制も一案ではないか。その観点から内外の研究者を集結する、ファンダメンタル・クオラム・サイエンスは一つの考え方である。

他方で、準位間遷移を活用する量子1.0に立脚している、例えば、量子計測・センシング分野の大半や量子鍵配送などについては、国の施策としては、実用化に向けた産学官連携体制をより強靱、強固にして、本当にマーケットの創出が期待できる研究開発に国の投資を集中していくのも一案である。SIPがその役割を果たすことを期待する。

既存の量子技術ではなくて、従来になかった新たな量子技術の創生に向けた環境づくりを進めることも、長期的視点から重要である。多様性が新たな科学技術をもたらすという面を忘れずに、量子技術の施策を展開することが望ましい。

- それぞれの分野の皆さんがいかに協力して量子産業を盛り上げていくのが一番大切である。フォードが大量生産で車を造ったときに、従業員の給料を上げることによって車を増やした話があるように、みんなが協力して相互に作用しあい、産業が立ち上がることによって基礎研究も進み、また、人材も豊富になり、量子以外の人材も入り込み、様々なアーキテクチャーも進んでいくという循環が起こせる。パンチラインみたいなものがもう少し入っていると、文章に力強さが出るのではないかと。

- 研究者は、企業から要望があれば見学を受け入れて意見交換をすることがとても大切である。様々

な国際的な協調についても、記載があるとよい。

- 量子の領域は何が勝者となるかまだ分からない。勝敗がある程度見えてきたような記述は良くない。安易に何かをやめてしまうことないように、海外とのチャンネル、研究のディスカッションのチャンネルがなくならぬよう配慮すること。コンピュータだけではなく、センシングや通信、及び、それらの素材、量子マテリアルもとても重要である。企業と国研、アカデミアとの距離感を少し縮めてもらうような書き方にしてほしい。
- スタートアップを増やす議論は、ユーザーをどう増やすかの議論とセットとする方がよい。その意味で、アーリーアダプタとして、政府系ユーザーが導入検討を推進、公的機関がいち早く調達することは一案である。一番川下をサポートすることで、川上の産業化をドライブするのはよいアイデアだと思うが、政府だけではなく、ユーザー企業が実際に買うなど、スタートアップのサービス利用をサポートするような仕組みがあってもよい。
- 量子技術を利用者の側面から評価することも必要である。例えば量子技術をどのようにデータ活用に活かすのか、センシング、コンピューティング、通信、その全てに量子という技術があるからこそ得られるデータとは何かを明らかにすれば、量子技術の研究開発を続ける意義の説明となり、成長戦略にも繋がるものとなる。
- 4つ目の視点として「グローバリゼーション」を今回取り上げているが、基盤的な取組の中に埋め込まれていて、グローバリゼーションを実行するための施策のアピールとして弱い。アクションを強く出した方がよい。
- 歴史的な大きな変化点で必ず新しい技術がイノベーションとして生まれる。その一つは量子だと思う。「グローバリゼーション」ではなく、同志国間連携などという方がよい。
- 「グローバリゼーション」は、国際戦略を起点に考えた。いろいろな国の状況を政府が調べて産業界に提供することが基本的には必要だということに立ち返って表現した。それにより国際連携のあり方が見えてくるものと考えた。他方、政府同士の連携協定や機関・大学の連携も、この1年余りで10件近く生まれているので、「グローバリゼーション」と記述した。
- ファンダメンタル・サイエンス構想という単語は良いと思う。日本学術会議が取りまとめた「未来の学術振興構想」に量子情報科学が記載されているので、参照頂きたい。
ムーンショットは、2050年の目標だが、2030年以降は企業に引き継いでもらわないといけない。ハードウェア産業も日本にとっては非常に重要な産業で、2030年以降は、企業とアカデミアと一緒に研究開発する体制としなければいけない。急には無理なので、段階的に企業が参画することが重要。
- 「グローバリゼーション」に関しては、「不安定化する国際情勢におけるタイムリーな国際情勢の把握と、それに基づく我が国の一段の価値創造による世界からのレジリエンスの向上」とすれば、国際情勢というところで、結果的に有志国が含まれてくる。
- 連携するところで、同盟国、同志国という言葉を入れていただけるとよい。
- 今のインターネットをどう守るのか、耐量子計算機暗号を含めて、量子暗号通信だけではなく SEED もある。エッジのIoTをどうやって守るかという観点も重要。
- 量子技術イノベーション拠点（QIH）に対して、予算が付いていない。拠点連携として使える予算をつけて強化した方がよい。
- 量子技術イノベーション拠点に認定されると、大学の中での存在感が増す。今後参加機関が増えることを見越すと、もう一度、拠点を再定義しないといけない。人材の教育は大学が担っているので、拠点を起点に連携して量子の人材育成、そこが一番重要で、他の分野から人材を引き込むため、リスクリングも含めて重要だと思う。
- 少なくともQIH全体として力を発揮するために、国研には、予算が付き建物を建てたところもあ

るが、それ以外には拠点費はついていない。もう少し積極的に活動して、ビジビリティを高めることが、国際的な位置付けとして必要である。有識者会議の希望として、検討してほしい。

- 「アニーリング方式による社会実装と知見蓄積」のところで、「ゲート方式の開発や本格利用の時代に向けた実利用ベースの課題抽出と産業化の道筋に明確化につながるものであり」とあるが、アニーリング方式をやるときにゲート方式を引き合いに出す必要はない。FTQCは当分できないし、NISQとアニーリングは並立していくものなので、独立に主張していただいた方がよいと思う。
- 量子に関しては、文科省では、いろいろな産学連携の施策、経済安保の施策等からいろいろ投資をしていると思っており、先ほどの人材育成も、QIH予算という取り方はしていないが、Q-LEAP予算などから大学も活動できるよう、ポートフォリオを組んでいる。QIH活動費として、予算要求が可能か検討するが、既に手当てをしている認識である。
- 本方策の位置付けについて、ニュートラルな正しい自己評価をした方がよい。
- 量子インターネットについては、ムーンショット目標6で研究しているが、長距離通信については、総務省でプロジェクトを組成するとよい。

【フォローアップ】

- 「量子化学産業創出拠点で量子コンピュータが最初に使われるべきと思う。量子コンピュータを使って材料開発を加速することはスコープに入っているのか。」との質問に以下回答する。
入っている。実際にMRIを開発している医学部の先生と話をしているが、今は高磁場のところで高感度に画像を得るという形で解析している。一方で、粗い画像の中から有用な情報を得るのも今後の大事なアプローチで、量子コンピュータを使って画像診断ができれば、低磁場で負荷のない形で今後医療が進むので、今後、大いに量子コンピューティングが使える。あるいは、マテリアルの開発の材料探索でも使えると思っている。
- 「量子人材育成について、東北大学では学科あるいはコースをつくる予定なのか」との質問に以下回答する。
東北大学では、全学部生対象の講座を2024年4月から全15回で開催する予定である。仙台市の企業とともに、学部生が実際の問題を解きながら行うワークショップであり、継続的に人材育成ができるシステムを整備する。
- 「高校生ぐらいから教えるにはどうすべきか」との質問に以下回答する。
ラズベリーパイのような量子コンピュータのシミュレータは、小さなキューブだが、クリスマスプレゼントにすれば、プレゼントされた中学生や小学生はウキウキして使うのではないかと。本当の量子コンピュータは大学生になってから使うことで十分である。
東北大では高校生から参加できる講座を用意しており、既に論文を書く学生もたくさんいる。高校生以上から参加できるという背景には、連立方程式が分かるところから参加できるようにしている。まずテクノロジーに触れて自分が直に見ているものを量子の技術に当てはめてみる体験から始めてもらう。今は、十分なマシンタイムを確保できず、ゲート方式の量子コンピュータには気軽にアクセスできない。支援を得られれば加速できる。
nano techで理研が量子コンピュータのバーチャルリアリティーコンテンツを展示していた。子供の頃を考えると、内容は理解できなくても、印象として残すことも大事ではないか。こういう世界があるというのを教えるのも一案である。
- 「東海国立大学機構の組織について」との質問に以下回答する。
東海国立大学機構自体には人事権がないので、名古屋大学と岐阜大学に所属される先生が兼務する形でこの拠点を形成する。その意義は、東海国立大学機構としてこの研究領域を特に力を入れて推

し進めるため、実際に、拠点認定を受けた研究所、センターは各大学として非常に力を入れている。

- 「卒業生の進路について」との質問に以下回答する。

研究と教育は二本柱で両方とも必要である。O I S Tの卒業生はかなりの方が海外へ出て行く状況。日本に残り就職を希望する学生は、かなりいるにもかかわらず、日本で活躍する道ができていない。S I P第3期も含めて、日本の中で活躍できる道筋を具体的に示していく。企業の方には、海外に行ってリクルートするより、そもそも日本に興味があって日本の大学院で勉強し、国際的なスキルを身に付けていながら、日本語の授業も受けて、少しは日本語を話せ、日本の文化も少しは知っている点で有利性がある学生をアピールできれば、と思う。これに対し、(中村祐一構成員)「企業側にも問題があるが、もう少し知名度を上げる活動をされるとよい。」とのコメントが出た。

以上