

量子技術イノベーション会議（第22回）議事要旨

1. 日時 令和6年12月23日(月) 14:00~15:50
2. 場所 Web会議+中央合同庁舎第8号館5F共用C会議室
3. 出席者(敬称略)

<構成員> ◎座長、*Web参加

荒川 泰彦	国立大学法人東京大学 特任教授
◎伊藤 公平	慶應義塾 塾長 総合科学技術・イノベーション会議議員(非常勤)
北川 勝浩	国立大学法人大阪大学 量子情報・量子生命研究センター長 ムーンショット型研究開発制度目標6 プログラムディレクター
小柴 満信	Cdots 合同会社 共同創業者
篠原 弘道	日本電信電話株式会社 相談役 総合科学技術・イノベーション会議議員(非常勤)
島田 太郎*	一般社団法人量子技術による新産業創出協議会 代表理事
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長
中村 祐一	日本電気株式会社 主席技術主管
波多野睦子*	国立大学法人東京科学大学 理事/副学長 総合科学技術・イノベーション会議議員(非常勤)
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

<有識者(順不同)>

益 一哉*	国立研究開発法人産業技術総合研究所 量子・AI融合技術ビジネス開発グローバル研究センター長
堀部 雅弘	国立研究開発法人産業技術総合研究所 量子・AI融合技術ビジネス開発グローバル研究センター 副センター長
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
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

<政府関係者(関係行政機関の職員)>

原 宏彰*	内閣府審議官
濱野 幸一	内閣府科学技術・イノベーション推進事務局長
柿田 恭良*	内閣府科学技術・イノベーション推進事務局統括官
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
轟 渉*	内閣官房副長官補室付内閣参事官(代理出席)
中溝 和孝*	内閣官房内閣サイバーセキュリティセンター審議官
奈須野 太*	内閣府知的財産戦略推進事務局長
笠谷 圭吾*	内閣府健康・医療戦略推進事務局企画官(代理出席)
高杉 典弘*	内閣府総合海洋政策推進事務局長
森 寛敬*	デジタル庁戦略・組織グループ参事官(代理出席)
張 恭輔*	金融庁総合政策局総合政策課課長補佐(代理出席)
竹村 晃一*	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
塩見 みづ枝*	文部科学省研究振興局長
眞鍋 馨*	厚生労働省大臣官房厚生科学課長(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(代理出席)
今村 亘*	経済産業省イノベーション・環境局審議官
中崎 剛*	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) ムーンショット目標 6 の取り組み報告
ムーンショット目標 6 PD 北川 勝浩
- (2) 量子エコシステム構築の意見交換
 - 量子エコシステム推進 WG 活動報告
量子エコシステム推進 WG 主査 島田 太郎
 - 量子エコシステム構築に係るまとめ（素案）
事務局
- (3) その他

5. 配布資料

- 資料 1 ムーンショット目標 6 資料
- 資料 2-1 量子エコシステム推進 WG 活動報告
- 資料 2-2 量子エコシステム構築に係るまとめ（素案）【非公開】
- 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
- 参考資料 3 量子エコシステム推進 WG 有識者ヒアリング回答（主な意見）【非公開】
- 参考資料 4 量子技術に係る最近の政府の国際関係トピックス（令和 6 年 12 月）

6. 議事要旨

濱野事務局長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、ムーンショット目標 6 の北川 PD から資料 1 を用いて、ムーンショット目標 6 の取り組みを説明、意見交換を実施した。

議事 2.として、量子エコシステム推進ワーキンググループの島田主査から資料 2-1 を用いて、量子エコシステム推進ワーキンググループの活動報告がなされ、続いて、事務局から資料 2-2 を用いて、量子エコシステム構築に係るまとめ（素案）を説明し、意見交換を実施した。

【意見交換】

（議題 1：ムーンショット目標 6 の取り組み報告）

- （『2040 年目標の変更はどういうプロセスで変更し、どこで承認されたのか』の問いに対して）まだ手続はしていない。検討中で文言は変わっているが、元の表現よりもう少しクリアカットな表現にした。例えば、2030 年は、「一定規模の NISQ 量子コンピューターの開発と量子誤り訂正の有効性実証」から「小規模なあるいは部分的な誤り耐性を持つ量子コンピューターの実現」というように簡潔にクリアカットにした。2040 年も、分散処理型で中規模を考えていたが、分散処理はやはりオーバーヘッドが大きいので、必ずしも分散処理を明示的に決め打ちにせず、単体の量子コンピューターを大型化した方がはるかに効率がよいので、それも入れて手段は限定せずに、スパコンを超えるような「中規模な誤り耐性量子コンピューターを目指す」というように、手段ではなく目的を書くように変えたい。
- （『方向性が見えていないチャレンジングな研究開発テーマに取り組めるような評価方法、管理方法を新たに設ける想定か』の問いに対して）スパコンで解決できないと分かっている問題は、例えば、RSA 公開鍵暗号、あるいはフェモコの量子化学計算など限定的。それ以外のアプリケーションもあるはずで幅広く考えている。10 月 1 日にオンラインでミニシンポジウム「量子コンピュータは、未来をどう変えるか～FTQC とそこに至る過程で期待されるアプリケーション～」を実施した。企業を含め 300 名超が参加し、数学的なものなど色々なものを議論して、資料も JST で公開されているが、非常に注目が高かった。アプリケーションは幅広く考えており、量子コンピューターを知らない人でも参加できるようにしたい。分かっていることをやるので、チャレンジングなものを許容する。
- （『ポートフォリオの中で、2030 年、2040 年はこれを中心にやっていこうというのが現時点で言え

るのか、言えないのか。もし言えない場合には、例えば、2028 年ぐらいには 2030 年の方向感を決めていこうと言えるのか』の問いに対して)ハードウェアに関しては現時点では強弱あるが横並びで、2030 年までは全ての系で目指す。その後ある程度淘汰されて、2040 年の中規模にいくときには、もう少し絞られる可能性はあると考えている。ただ、最初は原子で一番量子ビットが増えても、後で光に追い抜かれるなど、色々なことが想定されるので、その時点のゴールラインより、将来性も含めて判断することを考えている。

- アプリケーション研究開発のところで、全ての量子コンピューターが古典量子ハイブリッドだとすると、もう少し HPC 側面でテーマを書いた方がいいと思うし、HPC のアルゴリズムをよく知っている方にどれだけ協力してもらえるかが鍵になると思う。HPC の方が参加しやすい形に変えていただくとういと思う。
- (『「2030 年のマイルストーンが世界に伍すること」の「伍する」は世界のトップという意味でなくて、先端でトップ集団にいればいいということかと思うが、物理系によって状況が変わってくるかと思うが、どう整理されているか』の問いに対して) 数値を入れるかは悩ましいところで、「検討中」としている。「世界に伍する」でよいならそれがよい。世界もどんどん動いているので、世界がどんどん進んだら、更に頑張らないといけない。グーグルですらできないことはできないので、世界のベンチマークに伍するということがいいのではないか。
- 再公募でポートフォリオを組み替えて、2030 年の目標に向けて進める体制はできると思うが、本分野のみんなが気にしているのは、2030 年の後どうなるか。日本の総力をここはかなり注入して活動していくときに、その先の在り方もどこかの段階で議論しないといけないと思うので、皆さんで心に留めておいてほしい。
- (『ムーンショットと Q-LEAP 等との重なり、又は、スパコンの人など違う人がもっと入ってきやすいようにする等は、この有識者会議で考えるべきと決めるのがよいと思うがどうか』の問いに対して) 以前に ERATO と Q-LEAP が合算でオーバーヘッドを減らすために一緒にやったこともあるので、国の方で制度にこだわらなければ、最適なものはこの有識者会議、あるいは CSTI で議論していただければと思う。
- 全体としての方向性は、この有識者会議が取りまとめ主体となる。事務局が各プログラムの位置づけや、どの辺が連携できそうかという基礎資料を準備してご議論いただくのがよいと思う。
- (『全体像を見ながら、日本にとって何が一番いいのかを問いかけ、プレゼンをしてもらいながら、様々な日本全体のプロジェクトの中に位置づけていく、部分的な重なりがあったとしても、それは致し方ないと思うがどうか』の問いに対して) 量子技術イノベーション会議が始まった 2020 年頃からは、文科省もデマケーションよりはシナジーということで、むしろ何かお見合い状態、隙間ができるよりは多少重なっても効果は大きくなることを重視するようになり、研究者としては研究しやすくなっていると思うので、是非その方向でお願いしたい。
- 量子コミュニティの内輪だけではなくて、できるだけ多くの人を外から引きずり込んでくる形にさせていただくと広がり感が出る。同じ中だけで再構成するのは絶対に避けないといけない。
- ムーンショット目標 6 には現時点で研究者が 600 名ぐらい参加している。減らさないように、増やすようにしたいと思う。
- ムーンショットは本当にチャレンジングなテーマなので、その中で改めて基礎研究の分野を強化しないといけないとか、広がりを持って進めるとか、あとはもう一つ、アプリケーションの開発と両にらみで考えていただきたい。このプロジェクトには期待している。

- (『クラブメンバーはどういう方々か。また、クラブメンバーに入るためにどういった支援が必要か』の問いに対して) 例えば、海外で量子技術が集積している場所、もしくはそういうところに集まっている人の会話に入れないといけないと盛んに言うベンチャー投資家がたくさんいた。海外で実際に起こっていることをリアルタイムに把握するため、そういうところへの人材派遣や頻度高く行き来するための支援が必要ではないかという議論だった。
- (『「エコシステムを自然に育つネットワークと捉えた」とあるが、イメージをもう少し具体的に説明してほしい』の問いに対して) エコシステムの言葉の定義を考えたときに、色々な人が多様に関係し合ってどんどん育っていくことを共通認識として最終的に持つことができた。無理やりではなくて自然発生的にお互いが影響を与えながら育っていく環境とは何なのか。それを起こすためにはそれを作る土壌が必要であらうし、それに興味を持つ人が必要であらうし、みんなを動かすのはお金であらうと、こういう形でみんなの理解が一致した。
- (『アカデミアと産業界の流動性の双方向性という指摘があったが、これは今、一方向はアカデミアから産業界には動くが、逆は少ないということか』の問いに対して) 逆も同じで、両方向あるが、行ったきり。海外の例を見ると、やはり行ったり来たりしている。よくエコシステムで例に挙げられるスタンフォードはその典型。日本の場合は一方向で硬直化しているのではないかという議論があった。
- (『例えば、週1日、大学の専門家を会社が雇用するイメージか』の問いに対して) そういうこともあり得ると思う。もしくは、大学で研究していたが、もう一気にやりたいからそっちに全部移る。移ったが思ったようにいかないから大学にまた戻る。もしくは、半分半分の時間を大学と企業と分担することも可能ではないか。そういうことが行われている国もあるという議論があった。
- (『お金のところで、海外資金を日本に集めてくる重要性がハイライトされたと思うが、まとめでの雰囲気あまり書かれていないが、どこで表現しているか』の問いに対して) 国に対する提言なので、あまり書かれていないというのが実際のところ。議論の中では海外資金をどう集めるのかは、一つには場所のところで「海外製品の幅広い取り込み」と書いているが、こういう内容にすることで海外の期待値を高めて、お金の流れを作ることもできるのではないかと表現しているつもり。
- ワーキンググループのポイントをどう強調するか。余計なものが肉付けされ過ぎると焦点がぶれる、ぼやける。

(議題 2-2: 量子エコシステムの構築に係るまとめ(素案)の意見交換)

- ワーキンググループとしては、できるだけその焦点をぼやけないようにするためにも、かつ、今まで様々提案された内容とのリダンダンシーを避ける上においても、ワーキンググループの提案を真摯に受け止めていただいて、骨子に盛り込んでいただきたいと思う。一方で、ワーキンググループの様々な議論の対象は、民間の企業、民間の機関がほとんどだった。少し足りていないと思うのは、エコシステムを考える上において国家間の関係性は極めて重要だが、その議論はワーキンググループの中からは抜けているので、その点については別途補足いただいた方が良くと思う。
- (『量子技術の場合は、あくまでも最先端のサイエンスと一緒に進まないといけないわけだが、そのような観点はワーキンググループではどのように議論されたか』の問いに対して) 今現在において、量子技術の場合はサイエンスと切り離すことは不可能であるということで、サイエンスとの連携は極めて重要である。かつ、サイエンスの向かう方向性に対しても、民間、もしくはお金を出す人がどういうことを求めているのかをもっと強かにインプットできなければエコシステムとして失速するであろうという議論になった。
- (『今、Q-LEAP、ムーンショット、その他様々なサイエンティフィックな活動が行われているが、国

の様々なプログラムとの協調という観点を入れても構わないか』の問いに対して) 是非お願いしたい。その成果を企業が使って評価する。シーズからこんなことができると思い付くこともあると思うし、一方で、ニーズ側からこれができたら量子コンピューター、量子ハイブリッドを使うということもあると思う。そこがうまく循環できるようにしなければ、国として他国に対しての優位性を育成していくことは難しいのではないか。

- (『2024 年 4 月に推進方策を策定して、3 つの 2030 年目標達成のために量子エコシステムの構築が必要だという論理を展開していると思う。今回、それに対応して量子エコシステムの議論がなされたと考えている。今回議論される量子エコシステムによって、この 3 つの目標がどう達成し得るのかについて、ある程度議論あるいは言及しておく必要があるのではないか』の問いに対して) そういう議題は出たが、ワーキンググループのメンバーとして、それを具体的に提案するには不十分ではないかということで、親会議の問題だと切り分けた。
- 親会議で最終的な報告書を作るので、ここで議論することにしたい。3 つの目標を達成するためのエコシステムという書き方になるようお願いする。
- 「持続的に発展できる量子エコシステム」の「持続的に発展」がすごく重要だと思う。理想的には、量子技術によって新しい産業が生まれ、そして、企業の得た利益がまた量子技術の基礎研究にフィードバックするサイクルを実現することが一つのエコシステムの理想の姿ではないか。まずはそういうものがあって、ただ、それを実現するために、初期には国の投資が不可欠で、ワーキンググループでも述べられたように、国の施策に対する要求につながると思うが、エコシステムの目指す姿は、自律性・持続性という観点から、企業活動から基礎研究への還元を目指すことをうたった上での国の投資があった方がいいと思う。
- この部分は、成果の取りまとめの「エコシステムを自然に育つネットワークと捉えた」というところともつながると思う。自然に、自律的に、発展的に回るために、まずは国の人、場所(物)、金が必要で、ギアを入れてやるというイメージは皆さん一致していると思うので、そういうギアを、初期段階、その後の段階を意識しながら入れるという方向でまとめていけたらと思う。
- 量子エコシステムは重要であることは間違いないが、近年、経済安全保障の重要性もあるので、世界と協調するのが当たり前。それをどう位置づけるか、あとは、半導体や AI、内閣府が設定している重要課題技術との関連性、その辺りをエコシステムの中にどう入れていくかは切っても切り離せない。材料もそう。全体感としてどうまとめていくのかは、何か議論した方がいいと思う。
- ワーキンググループの成果のまとめでまさにその議論があった。場所のところに「海外製品の幅広い取り込みと国内製品育成のバランス」という言葉を書いた。結局こういう書き方しかできない。海外製品を排除すると、遅れていくことになるし、かつ、海外とのつながりもないと、安全保障上重要なキーパーツを彼らに供給することもできないということで、提言の内容は、そこを乗り越えるために、様々な施策として使えるようにする、拠点を使う、標準化を推進する等々としている。一方で、経済安全保障として何を守らないといけないのかは、ワーキンググループではお答えできない。それは CSTI で考えていただかなければならないのではないかな。
- 例えば、低ノイズレーザー、単一フォトン検出器が輸入に依存している状況があるという事例が書かれている。この事例の裏返しとして、今後の取組として、こういうものはやはり国産をしっかりと目指すべきだと書けるなら書いた方がいい。サプライチェーンで何が不可欠かを網羅することはできないが、今の時点で分かっているものを書ければいい。同じような意味で言うと、ユースケースの話も、これからの姿を見ると、みんなユースケースを早期に創出と書いてあって、2、3 年前とあまり変わらない感じがする。2、3 年の間で、ユースケースについても、例えば、量子センサーで言うと、医療分野の先生との連携をもっと強化すべきとか、量子以外の人とのコラボレーションをこ

の領域についてはもっと強化すべきみたいなことが言えるといいと思う。

- それぞれの分野の方々が、例えば、量子暗号にしても、全てを言い切ることはできないが、まずは有望なので、そこを徹底的に深く掘っていきたいというのはたぶんあると思う。だから、言い切るわけではないが、こういうところを中心にまずやっていったらどうかみたいな、それが、ある意味でユースケースも含めたエコシステムではないか。
- サプライチェーンは、産総研、又は経産省が相当網羅してリストを作っている。参考にしてはどうか。
- 進展していくと、本当に大事なコンポーネントが変わっていく。経済安全保障に関して何を育成すべきか、何が大事かは、Q-STAR がまとめているサプライチェーンのところから出てくると思うが、安全保障としてどう考えるのかは、それをガバナンスする仕組みを政府側に持っていただく必要があるのではないかと思う。ずっと継続的に行わないと、昨日今日で状況が変わることは経済の話では頻繁にある。一体それは誰が責任を取るのかを決めることが大事ではないか。
- CSTI 側、政府側も一般解の答えを持ち得ない。特殊解を見てあるときにだんだんそうでもなくなってきたという話にならざるを得ない。現時点ではこうであるという書き方だと無責任過ぎるか。
- K プロでターゲットにしている、現時点でこれというテーマがあるが、10 年間変わらないというわけではない。
- 「世界のクラブメンバー」とも関係するが、例えば、DARPA から支援を受けている研究者がいて、DARPA から支援を受けているということは必ず、毎年、ワシントン DC に行って報告会をやって、その中で相当な情報交換がされている。日本は今のところ入りづらい状況にあるので、海外の経済安全保障に関係しているファンディングを日本が受けられない状況の中では、クラブメンバーから外れていて、情報も入りづらく、ダイナミックなところに入りづらい。研究の最先端でクラブメンバーに入っている方はたくさんいるが、更に一步進んだところをどう考えていくべきか。
- 経済安全保障で、今ちょうどセキュリティクリアランスのシステムができているのは、デュアルユーースの中に入れるようにということをやっているので、体制を整えているところだと思う。経済安全保障からいくと、一番シリアスなこと、我々が目指すことは、いかに日本に計算力・計算資源を確保するかであり、これが新しい世界における国を守るものになる。経済安全保障は基本的に自律性と不可欠性。サプライチェーンは不可欠性だが、やはり重要なのが自律性で、コンピューテーションの世界で言うと、いかに計算力、計算資源を確保するかである。そのときに、我々の目標はクオantumなデータセンターをどうやって設計して持つかがすごく重要なところだ。単純に買えばできるわけではなく、スパコン単体はできるが、そういう技術はまたちょっと違うところ。ただ、経産省に正に産業支援という形で予算が下りてきているので、やはり、それは一つ重要だと思った。
- 当然全部の技術には投資できない。その中で特出しにされているのが、コンピューティングとグリーンテックとバイオテックとクリーンテック。エコシステムをどこまで捉えるかがなかなか難しく、サプライチェーンとある程度、明確に分けないといけない。エコシステムは人によって随分違うと思うが、量子効果を使っていく中で、足りていないと思うところがバイオとの融合だと思う。医療は、確かに MRI など色々あるし、非常に個別化してきているので産業化しづらい。バイオテックは、まさにバイオものづくりもそうだが、クオantumバイオという分野としては明確にやられている。エコシステムの中で、少し情報科学に寄り過ぎだと思う。センサーがなければ何もデータが取れない。バイオテックをもう少しエコシステムの中に入れていかないといけないし、QIH の中で、それを誰がやるのか、その部分が明らかに遅れている。合成バイオにもものすごいお金を入れている国もある。その部分が抜け落ちないようにしたい。今、どこの会議を見ている、抜けている感じがする。

- いわゆるデュアルユーセージについて、もう少し踏み込んだ表現ができれば一番いいと思う。量子技術は、経済安全保障はおろか、安全保障そのものを左右する極めて重要な技術で、いわゆる防衛における研究開発費が今非常に増えている中で、それを結び付けることができれば、デュアルユーセージとして我々の強みも発現できるし、DoD との会話もはるかにやりやすくなると思う。経済安全保障が何であるのかを量子技術イノベーション会議で議論するのはなかなか難しいと正直思っており、ここで何かを定義するのはどうかと思う。一方で、バイオなど、量子技術に対して、他の様々な予算が付いているものともう少し連携ができるようにしなければならない。量子や計算資源は極めてプロベシブなもので、色々なものに貢献することができるのがエコシステム上重要なポイントで、そういった辺りを広げられると一番良いと思う。
- 成果まとめのポイントに「海外製品の幅広い取り込みと国内製品育成のバランス」というのがあって、骨子にどう反映されているかが見えなかった。海外製品を買うだけで国内製品の技術が育たなくなると良くないというところが、ワーキンググループで一つ論点になった。「バランス」は判断基準にならない気がしており、もう一步踏み込んで、例えば、海外製品買うときは必ず国内プレーヤーとのパートナーシップを前提とするなど何か定義しないとバランスを保つのは難しいと思う。
- 「世界的にマシンリソースが不足する中、産業レベルのユースケースを創出するうえでも、日本国内で必要なリソースを確保する必要がある。国内プレーヤーからの導入と支援・育成だけでなく、海外プレーヤーからの導入・購入も現状では選択肢。」との記載で「しっかりバランスを取りながらやっていく」というところで、量子コンピューターの事例として入れているが、この表現だと海外製品を積極的に買いましょうという意味に捉えられてしまう。海外製品を買い過ぎるとその領域の技術は育たないのが問題だと思うので、表現を検討していただきたい。
- 経産省の半導体・デジタル戦略会議はもともと半導体とデジタルだけの議論であったが、そこに量子も重要であるということで参加することになった。量子コンピューターだけ、あるいは量子コンピューターアプリだけで見いだすのではなくて、世界の潮流もそうだが、必ず HPC と量子コンピューター、HPC を支えているのは半導体戦略ということになるので、半導体、さらに量子、実はそこをつなぐ AI も一緒になって議論しないといけない。デマケーションよりもシナジーということを忘れずに議論しないといけないというのを改めて思った。
- (『DARPA の話があったが、なかなか大学が参加するのは難しい。国研は今どう受けているのか』の問いに対して) 産総研の方針としては、扱う技術が基礎研究・基盤研究であれば、今でも防衛施設庁の安全保障制度にも積極的にアプライしようとかかなり踏み込んでいる。DARPA となると海外のファンドになるので、そこではチェックが入るが、基本的な考えとしては、基礎研究であればトライしていいと思う。あともう 1 点は民生応用が想定されるものを一つの判断基準にしている。
- (『国研を中心という枕詞を付けるのかどうか分からないが、もっと踏み込んで書いてくれるのであればという話だったが、どうか』の問いに対して) オール国研になるとまだ。
- 防衛省と DoD 間で何か議論が進んでいると聞いている。その枠組みの中に入れば本当は一番いいと思う。
- 今、日米の中でお互いのセキュリティクリアランスを認め合ってくれという交渉をしていると思う。
- 国同士のセキュリティクリアランスの問題と、機関の考え方、その二つを分けておいた方がいいと思う。それを整理した上で、将来的には DARPA の研究には参画できる状況になることが量子技術については重要ではないかと思う。
- エコシステムの議論の中に安全保障と領域をどう入れるかという話は非常に重要だが、どこまで書くかという判断がワーキンググループでもできないという議論になった。アカデミアでの学会は色々な国の方もいる。安全保障上の議論をどこまで書くかは本当に大事なポイントだと思う。色々

な会議に出るときに、指針は我々で決められない。だから、指針をどう議論するのか、コントロールを誰がどこでやるのかを決めないと、これから極めてシビアな状況になると思う。具体的な例で言うと、NATO の拡大ワーキングの議論が進展していて、その中で、日本としてどう貢献していくのかと言われたときに、民間では答えられない。そこをどうするかというスキームは、重要な要素だと思う。それから、今回のワーキンググループの議論の中で、特に海外のベンチャーファンドの方々から切実にコメントとして出たのは、必ず量子においては一旦幻滅期が来るだろうというときに、どうお金が回るか、そこをどう乗り越えるかというスキームが非常に重要だという話である。この点で言うと、日本としては、実ユースケースの議論が進んでいるということと、それを実際に産総研 G-QuAT の中で動かせる環境を強く打ち出して行って、産業界も国もここは一旦乗り越える、幻滅期を迎えずに済むようなアグレッシブさをこの中では出していくべきだと思っている。

- ハイブリッド環境がやはり重要。ここ 1、2 年でもう前提になっていると思うが、例えば最適化の領域はユースケースの中で非常に期待されているが、既に古典の上での最適化の人との間でどう利用の意識合わせをするか、もう少しスコープ広げて、量子に限らずにファンダメンタルな部分で使える部分を使っていくという定義をしていかないといけないと、ワーキンググループを通じて感じた。
- 「ミドルウェアの開発には海外製品も必要。」と書いているが、ミドルウェアの開発には何の海外製品が必要なのか。ミドルウェアをやるためには、ハードウェアの部分を海外から買うことも必要という意味なのか。どういう海外製品が必要なかが分からなかった。国内の産業振興の観点から考えていただいた方がいいと思う。
- 買ったらいっ放しになってしまって、その技術に依存してしまうことがよくない。一方で、実際に実機がなければユースケースの開発ができない。今使える海外製品を使うが、それによってユーザーに知見がたまってきたことによって、その知見がハードウェアの開発にフィードバックがかかるという、海外製を導入するが、国産機の開発により良いものを作っていくところに裨益するという観点が必要ではないかという話は議論の中にもあったので、そういう文脈をきちんと入れる必要があると思う。
- 日本で買えない装置が結構あることが最近分かってきた。日本で買えないものは実は世の中にたくさんあって、そういうものを増やしてはいけないと思う。何で対抗するかというと、やはり知財だと思う。製品の将来的なバージョンアップに日本の知財を使わないとそれができないとなれば、我々はその入手に対して何らかの形で優位な立場に立てるのではないかと。標準化もそれに寄与すると思うが、もう少し戦略的な知財。いわゆる経済安全保障の立場から、この特許は絶対取って色々な国で出願しておいた方がいいというようなこと、しっかり拠点の中の色々な成果を見つ、戦略的な特許を見分けて、それを本当に育てていくという、何かそういう立場の知財的な面がこの文書になかったのが一番気になった。そこに標準化も絡んでくると思う。
- 国内でハードウェアを作ろうと思うと、サプライチェーンが非常に重要であることは間違いなくて、それをエコシステムとして全般に作り上げていく、育成していくことが重要かと思う。それを使ってもらってフィードバックをかけることも重要なので、ユースケースの研究も重要だと思う。
- 研究対象のダイヤモンドを使ったものは、やはり材料が非常に重要で、その他はなるべく国内のものを使う。今、パーツも自分たちで作るようにしている。センサーはアナログなので徹底的にノイズを落とすところは今自作しており、そういうのを国内で囲う。あと、材料は日本が強いが、もう世界中で材料が重要であることに気が始めて、色々やり始めている。高品質なセンサーでしかも生産技術に耐えられるものは、企業と一緒にやっていかないといけないと思っている。
- (『計測装置、関連制御装置系は日本の装置でも使えるということか』の問いに対して) その認識だが、まだまだ足りていないところもあるかもしれない。

- 国産化が重要だということはそのとおりだが、少なくとも今の日本の企業ではそういう体力がないので、もっと頑張ってもらふ必要があると思う。エコシステムもよいが、ものすごく脆弱。一方で、ビジネスとして自律させなければ量子は必ず幻滅期がくると、危機感を覚えている。そのときに守る方法として、日本人のデータを守るという大義名分の下だからこそ、国産の QKD 装置や量子コンピューター、量子センサーを使わなければいけないというところで、WTO やそういったものに対して防護壁を付ける。標準化やガイドラインをうまく使って、国内の産業を守りつつ適正レベルで海外製品を入れて、ホワイト国限定だが、中でやって、なおかつデータは今後将来にわたって日本の成長戦略の根源になるものなので、それを守るということで進めていく。そういうことを国民に説明できるシナリオを識者の方々に言っていただけると有り難い。
- 計測関係で言うと、非常に線幅の狭いレーザー、非常に特化したものは日本ではできない、作っていない。海外から買っている。中性原子の冷却原子用のレーザーも海外から買っている。日本に技術がないわけではなくて、潜在的にはかなり持っていると思う。何が足りないかというと、やはりマーケットが見えないと、そこまで無理して作るようにはならない。マーケット自体が小さいので頑張らないのではないかなと思う。どうすればいいかというと、ユースケースという言葉もあるが、調達が一つ重要な要素になってくるのではないかなと思う。例えば、年間どれだけ買う、何十億円の保証はする、そういうことを調達するところがやってくれば、日本でも企業として育っていくのではないかなと思う。
- レーザーはムーンショットでも、海外から買ってもまだ足りないものを作ろうとしているが、産総研や理研、分子研など、そういう最先端の世界に勝てるようなレーザーを作れる人はいる。日本のマーケットがあまりにも小さいので、ヨーロッパやアメリカ、あるいは中国に取られてしまっているのが現状で、研究開発レベルでしか太刀打ちできていない状況なので、逆に言うと、日本の最先端の技術も世界をマーケットにしないと、日本国内の内需だけでは成り立たないと思う。

(議題 2-3 : QIH に関する意見交換)

- 本日、エコシステムを育てるという観点で、人、場所、お金が重要との議論があった。一方、QIH に関しては、人的リソースの確保、あるいはその活動経費がまだ今のところあまり手当てされていなかったということがあり、ここに書いていただけるとよい。アカデミアと産業界という話もあったが、今、日本のアカデミアは予算的に非常に苦しいところがある。量子の活動は現在、QIH で横に連携し、お互い協力していこうということで非常に助かっており、それを強化していただくのは非常に有り難い。できれば産業界とも双方向的に人が流動できるように、アカデミア側のネットワークとして QIH がしっかり運営されて、産業界の窓口になれる形で発展できるといいと思う。
- QIH も国研の拠点と大学の拠点で大きく 2 種類あると思う。それぞれの特徴を踏まえた役割分担が今後重要になってくると思う。強化すべき具体的な取組として 3 点挙げているが、例えば、G-QuAT はミッションがビジネス創出支援なので、企業寄り、産業界寄り。Q-STAR との連携をこれまですごく強く持ってきたが、それだけではなく、アカデミアとの連携、アカデミアの皆様にも G-QuAT の施設を積極的に使っていただける仕組みづくりをこれからやっていかないといけないと思っていて、国研の拠点は、むしろ大学の学生を育成する場としてもこれから重要な役割を果たすと思っており、何らか言葉で盛り込んでいただけると有り難い。
- QIH としては既にバイオ拠点はありますが、光拠点として京都大学が入る可能性を今検討している。
- 人材育成のところで、今、SIP の中では、OIST のおかげで社会人の量子の再教育プログラムが無事動き出したが、一方で、まだ物理に寄り過ぎているところもある。また、Q-STAR の中では量子スキル標準を今定義していて、より産業界の目で見えてどういうスキルを定義しようか、それに向けてど

ういうプログラムで教育しようと今議論をしているが、いざプログラムをやるときに、QIH と協力しながら実際の装置を使わないと結局データのことしかできなくなってしまうので、Q-STAR 中の議論がうまく進んだ後は、是非 QIH と協力させていただいて、プログラムづくりも一緒にやらせていただきたい。

- 国研と大学の関係だが、連携講座というシステムがあって、例えば、国研の人を大学の教員にするシステムはあるが、そちらの人气が出て、学生を取られて嫌だと言う人がいる。大学の先生を国研の方でコラボみたいな形で雇用いただいて、大学の方も持っている形にすれば、学生を送り込みやすくなるのではないかと思うので、検討いただければ有り難い。
- Q-LEAP の成果も見ていると、例えば、量子コンピューターであればゲート式というと 1 論理ビット、ひたすらカチカチと操作していくわけだが、量子多体系を使った、量子状態を使った計算やセンシングが最先端のサイエンスとして相当出てきている。もちろん今のように何量子ビットを目指すという考え方も絶対大切だが、それと並行して日本のサイエンスから様々な新しい提案が出ているので、結局サイエンスと産業がしっかりと結び付きながら、お互いに見ていることが新たな領域に先に進めるということだと思うので、相乗効果を目指していきたいと思う。

以上