

量子技術イノベーション会議（第17回）議事要旨

1. 日時 令和5年12月11日(月) 15:00~17:10
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 |
| 篠原 弘道* | 総合科学技術・イノベーション会議 議員 |
| 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 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 |
| 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 C00 |

<オブザーバ(有識者)(順不同)>

| | |
|--------|--|
| 上妻 幹旺 | 東京工業大学 科学技術創成研究院 教授 |
| 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 |
| 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 |

<政府関係者(関係行政機関の職員)>

| | |
|--------|-----------------------------------|
| 大塚 幸寛* | 内閣府審議官 |
| 渡邊 昇治 | 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 |
| 岩渕 秀樹* | 内閣官房副長官補室内閣参事官(代理出席) |
| 白石 哲朗* | 内閣官房内閣サイバーセキュリティセンター内閣参事官補佐(代理出席) |
| 奈須野 太* | 内閣府知的財産戦略推進事務局長 |
| 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参事官補佐(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) |
| 豊嶋 基暢* | 総務省国際戦略局官房審議官 |
| 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 |
| 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

量子センサ拠点(東京工業大学)の取り組み

上妻 幹旺 東京工業大学 科学技術創成研究院 量子航法研究ユニット 教授

量子ソフトウェア研究拠点(大阪大学)の取り組み

北川 勝浩 大阪大学大学院基礎工学研究科 教授

○ ムーンショット目標6の取り組み

北川 勝浩 大阪大学大学院基礎工学研究科 教授

(2) 2030年の目指すべき状況に向けたマイルストーン、タイムスケジュール等の検討事務局

(3) その他

5. 配布資料

資料 1-1 量子センサ拠点資料

資料 1-2 量子ソフトウェア研究拠点資料

資料 1-3 ムーンショット目標 6 資料

資料 2-1 2030 年の目指すべき状況に向けたマイルストーン、タイムスケジュール等の検討

資料 2-2 2030 年目標実現に向けた方針と取組の現状【非公開】

資料 2-3 意見書【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

6. 議事要旨

渡邊統括官より荒川先生の文化功労者受章、波多野 CSTI 議員が General Chair を務められた国際シンポジウム「Quantum Innovation 2023」、自民党量子技術推進議員連盟が主催する政官民の新たな対話の場「Q-SUMMIT」の第 4 回開催に関する話題紹介の後、「量子未来社会ビジョン」で掲げた 2030 年目標実現に向け、活発な議論をお願いする旨の冒頭挨拶がなされ、議事次第に沿って議事が進められた。

議事 1. として、量子技術イノベーション戦略フォローアップとして、量子センサ拠点の取り組みを東京工業大学の上妻教授が資料 1-1 を用いて、量子ソフトウェア研究拠点の取り組みを大阪大学の北川教授が資料 1-2 を用いて、さらに、ムーンショット目標 6 の取り組みを北川 PD (大阪大学教授) が資料 1-3 を用いて説明した。

議事 2. として、2030 年の目指すべき状況に向けたマイルストーン、タイムスケジュール等の検討について、内閣府事務局から資料 2-1 を用いて説明した。

その後、資料 2-3【非公開】をもとに意見書を提出した構成員から簡単に説明し、意見交換を行った。

【意見交換】

- 市場が特殊な中で VC マネーを入れるのが難しいとすると、補助金や自分たちの稼ぎだけでやっていけないように見えるが、そういう意味での難しさはあるか。
- ベンチャーキャピタルは、基本的に 3 年から 5 年ぐらいで売り抜けるのが基本で、方針が変わってしまうので難しい。一方、大企業は経営が一番重要になってくるので、量子技術がマイナーな状況では経営者の時の判断で消えてしまうことがある。総合研究所はいいが、事業部ではなかなか手を出しにくいので、ディープテックベンチャーがギャップフィラーとして入る必要性がある。スケールを目指しているというよりは、ギャップフィラーとして稼業がまわっていれば問題ない。
- 東工大の 2 つのプロジェクトは非常に際立った特徴をそれぞれ持っており素晴らしいと思うが、大学としての 1 つの拠点という見方からすると、2 つのプロジェクトはどういう連携を取っているのか。
- 国際会議などでお互いに協力するなど緩い連携で、学術的な連携にまで至っていない。航法装置はハイブリッド化するのが通常の流れで、色々なセンサをハイブリダイズすることによって性能を底上げするというのがあるので、固体量子センサを使って性能アップする道筋はある。
- 人材交流や議論をしている。エコシステムをどんどん広げていくということで、東京医科歯科大学や国際的にも展開していくが、センサとしては 2 通りの方法があってもよいという気がしている。
- 経済安全保障技術イノベーションエコシステムとあるが、その中にアカデミアが入っている。極秘技術に関わっている研究者のキャリアはどう考えるか。
- 純粋なアカデミア、原子干渉の物理などは、例えば、学生がたくさん集まる大岡山のキャンパスで研究している。一方、小型化して性能を上げて動くものに仕上げていくのは、すずかけ台キャンパスで研究することになっている。量子慣性センサはまだマチュアになっている技術ではないので、アカデミアの力が必要で、大岡山で育った人材はそのまま他の大学や国研に出ていくことができる。一方、すずかけ台のグループも勿論アカデミア研究の範疇であるため、自由な学術活動を行いキャリアパスも自ら選択して行くことになるが、インテグレーションや高性能化といったより社会実装に近い部分を担当するため、ノウハウ化や秘匿化といった部分に気を付けることになる。そしてその中でもベンチャーマインドの旺盛な研究者は、ベンチャーの社員を兼ねていくというキャリアパスになっている。
- 共創の場で多くの人を集めていると予算のほとんどを人件費に費やしているのではないか。共創の場もずっと続くわけではないので、いわゆる量子関係の予算が恒久的に回るかどうかの今のシステムの継続にかかっている、個人の努力だけでは難しい部分があるのではないか。逆に、恒久的に運

営するための知恵や考えがあれば聞きたい。

- 共創の場合は10年間で最後2年間は額が半分に減っていくので、自立化の取組が必要。一つは量子情報・量子生命研究センターは独立部局になっているので、間接経費が入ってくる。それが割と大きなウエイトを占めていて、運営費交付金を一銭も使っていない独立採算制でやっているが、何とか長期的にできるような仕組みとして、大学のポストに変えようとしている。概算要求でポストを増やすということをやって、まず人件費の部分を内部化しようとしている。もう一つは、企業からの共同研究費もどんどん増えているので、10年後に国からのお金がゼロになってもやっていけるように着地させるようにやっている。
- Q-LEAPの量子情報分野のなかで、AI、ソフトウェア関連のフラッグシップが始まったときに、大阪大学から理研量子コンピュータのミドルウェアやソロスタックを作る提案があったが、共創の場で初めて予算を取り、今これだけ理研の量子コンピュータのミドルウェアが進んだことで、日本のフラッグシップ量子コンピュータがここまで進むのにそれだけ大阪大学が寄与した、今後のフラッグシップコンピュータの予算に本来はそういう費用が含まれていくべきと考えている。最初から全部パッケージにするとできるかどうか分からないが、結果として信じられない貢献をし、それが評価されて一つのパッケージとして量子コンピュータの中に入っていると思う。そうなってきたときに企業がそれを評価する、そういう発展が理想的だと思う。
- 企業が量子技術に入ってくる時、いわゆる研究所が入ってきて大学や国研と連携するところまでは割とスムーズにいくが、事業部が入って事業としてやっていくにはものすごく大きなギャップがある。現在、量子コンピューティング関係で事業部も含めて一緒に開発しているのは、どのくらいか。
- 2023年の量子技術による生産額に記載している数字は、純粋な量子ではないが、イジングマシンを使った国内企業の売上2兆円を仮置きしている。このように実際に使われ始めている部分をまず拾っていききたい。これは事業部が関係してやっている。
- 今のロジックだと、2028年、2030年の15兆円、50兆円をどうやって達成するのか、ラフに計算するだけでもちょっと苦しいのではないかな。
- 公開されている中でいうと、理研のNEDO事業の中では量子セントリックなデータセンターを明らかに意識しながらやっている。コンピューティングでなくても、QKDなども、事業部が一緒になってやっている。
- Q-STARの中でもすでに量子技術を事業化しているところがあるというのが特色だ。アニーリングに関してはビジネスにしてきているので、ここからその下がどんどん変わってきた時に、どう転換するかという議論になっている。日本はグローバルに見てもそういう量子技術は進んでいると思う。
- プライベートマネーがどの程度入ってくるかが重要。現在、世界でプライベートインベストメントが20億ドルに入っているところに対して日本が圧倒的に遅れている。これをどう引き出すかは別の議論になるが、KPIの中にもう少し違った数字を入れるといい。
- 特に重要なのがどれだけ大きな問題に取り組めるかということで、論理キュービットをどれだけ使いこなすか、アルゴリズムのKPIを入れるべきではないか。
- 2030年の数字はもちろん目標としているが、途中の数字については、頭出し、議論を始めたばかりなので、これから精緻化していききたい。
- 量子技術による生産額は、量子技術を使った生産額だけにとどめるのか、量子技術を実現するための生産額も含んでいるのか。
- 量子が関わることによって加速されるもの、量子を使って生産したものも含む。例えば、量子コンピュータを作るためのワイヤーなどの新しい部品も入る。
- 量子の尖った部分だけの議論が多いが、本当にモノにしようと思うと、製品化するための周辺技術が結構、幅広にあると思う。金額の問題だけでなく、拠点の中でこれから進めていく時に製品にするためにどんな技術が必要なのか、ぜひ産業界と一緒に議論してほしい。富士山型ではなくて八ヶ岳型で、色々な周り技術が必要になってくるので絶えず視野に入れること。
- サプライチェーンを含めた量子産業として広くとらえるべきだ。当然のことながら、最終的には非常に優れた量子コンピュータの実現を目指したいと思うが、その手前に量子技術の副産物として生まれた様々な技術でも産業化さえすれば、それ自体、国にとって非常に意味があるし、それを進めることによって、さらに高度な量子技術みたいなものも進展が進むと考えている。今現在すでに使われ始めようとしている技術をどう使えば、実際の産業に役に立つのかを徹底的に追求することによって、量子技術を使っていることを感じずに量子技術を使う人が1,000万人を超える世界を達成することが大切だと考えている。すでに多くの日本企業が事業部として量子事業を作っている会社が存在している。
- 量子技術イノベーション戦略、量子未来社会ビジョン、量子未来産業創出戦略という3つの戦略により、日本の量子技術全体は飛躍的に進歩した。今年度中に議論すべきことは、量子未来産業創出

戦略に掲げられた取り組むべき産業化の部分をどのように具体的に進めていくか、来年度以降の継続的な発展に向けた内容の議論が重要だということ。

来年度以降の目標は、国立の研究所が64量子ビットの量子コンピュータを実際に動く形で示したことは、世界中の量子研究者が驚いているところ。これは企業が何人もの人と資金を投入して達成してきたもので、これを理研が阪大等と組んで行ったのは素晴らしいこと。基礎研究なしに今や量子技術は応用の時代を迎えたというのはとても危険で、それが日本の量子技術の発展を止めてしまうことになる。量子産業の発展と同時に、そこに並走する量子の基礎研究を常に奨励していかなければいけない。基礎研究を奨励し産業を発展させるためには、世界との協力が不可欠で、同志国といかに有機的かつ密な連携を作っていくかという国際化にも、今後、更に力を入れなければならない。

- 1つ目は、これまで量子技術分野、特にここ5年くらい集中的に資金投入をしてきたが、その投入予算、投入効果を、基礎研究力向上の観点から点検して、その結果に応じて、さらに国の研究力の向上や有能な人材の育成に向けた今後の施策のあり方を議論するのはどうか。興味があるのは、今の施策の中で、例えば、大学自身が量子にどれだけ重点化し始めているか、あるいはどう大学が変わろうとしているか知りたい。

2つ目は、量子産業、量子技術による産業の数値が出てきたが、量子技術は何かという定義があって、広く量子技術が及ぼす周辺の基幹技術、これもある意味で量子技術であり、波及効果あるいは連携効果を点検することによって、産業競争力強化への貢献を明らかにし、必要に応じて実施すべきものをまた議論するのはどうか。

- 量子コンピュータで行いたいことは未知の計算領域を開きたいというところなのでやはり目標を上げるべき。その点において、世界の色々な動きを見ているとやはり日本は結構今また離されているという実感を持たざるを得ない。

今年議論していきたいのは、50キュービット、100キュービットを使う今までの領域を越えたアプリケーションをどう目標を設定して、それに対して産官学が一緒になって何をやるかという、どちらかというとそのトップダウン的な目標を作ることができないか。

海外企業のように、ハッカソンのようなチャレンジ、賞金を出してチャレンジ、テーマを募るなど、少しレベルを上げた研究目標を持つことが重要ではないか。

基礎研究の重要性はよくわかっているつもりだが、一方で、アプリケーション、アルゴリズムに関してどうやってテコ入れをするのかというのが重要。日本の量子ベンチャーをもっと大きなサイズに持って行かなければいけないと、アメリカのAIベンチャーに駆逐されたようなことが起こる。

- 1点目は、量子未来産業創造戦略の中に書かれているプラットフォーム戦略、共創環境構築に書かれているプラットフォームの定義を技術分野ごとに定義して、協調分野と競争分野を明確にすることが必要ではないか。

2点目は、国際連携を推進するにあたって、各技術分野、各方式、要素技術ごとに、どの国とはどこまで話をしていいのかというガイドラインが必要ではないか。

- 産業界としては、量子コンピューティング、量子暗号通信ネットワーク、量子センシング、マテリアル・デバイス等々、幅広く量子技術というものを捉えて、とにかくお金になるところからお金にしていきたい。特に直近の出口として産業創出が期待しているのは、量子センシング領域である。実用化を考えると、量子インスパイアードを含むアニーリング等の活用も非常に重要で、これらが本格的な量子技術の発展の際に先に出口のスタンダードをおさえてしまうことが可能になると思っており、本格的にゲート型が出来上がった場合でも両方の共存が可能になるのではないか。

1つ目はテストベッドの整備、東京QKDネットワークの全国規模展開、幅広いセンシングの実用化に応える環境を整備。2つ目は実用に耐えうるテストベッド運用体制に対する費用の確保。3つ目は産業化をにらんだ形での人材育成、企業側のデジタル人材を量子人材にシフトするようなプログラムが必要。4つ目はグローバル化で地域別戦略の策定。5つ目はセンシング領域で明確な旗印は何にするのかを何とかして決めたい。

- 1番は、有志国を含めてどこまでオープンするか。大学の研究を考えると、オープンにできないということは、論文が書けず、学生をどうするのかという問題が起きる。

組み合わせ最適化が、日本では今非常に重要になっている。ポイントは2つで、1つは社会課題に内包されている量子のポイントを探し出すことが日本の強みになるのではないか。もう1つは、すべての制約を盛り込んだ最適化問題を解くことはできないが、多様な解があればそれを出発点に議論が始まるので、アニーリングで色々な知識や知見が出てきたのでそれをもう少し強化する。

もう1つはセンシングや暗号の議論をもう少し増やした方がいいのではないか。センシングの方はもう少しユーザー企業がたくさん入るべきで、そのためにどうすべきかを議論できればよい。

量子ネイティブの育成が最近すっかり忘れられている気がして、高校生を含めた若年教育をどうするかもこれから考えておけば、日本の財産になると感じている。

- 第1に、国内システムからグローバルエコシステムへの昇華、国際頭脳循環の加速が重要。人材育

成や社会実装を含む大掛かりな連携が求められており、OECD の議論ではセンサは世界で同じような課題を抱えており、もっとユースケースを増やし企業を巻き込んでいくにはどうしたらいいのかが課題になっている。

経済安全保障の観点から、量子は国際頭脳循環のロールモデルになると期待している。固体センサは、まずドイツを中心とした企業や大学を含む社会実装と人材育成を含むコンソと連携できないか検討を開始した。EU ファンドのような知財の取扱いをどうするかなどの国際的なルール作りや、どうライセンスするかを検討する必要がある、QIH がその役割を担うことができないか。

2 つ目は、半導体、コンピュータ、AI を含む情報分野、マテリアルなどの重要課題との協調が重要で、ロードマップ策定を行って、協調的な研究や人材育成に繋がらないか。

3 つ目は、量子人材を増やす企業内の取り組み。まだ入門段階からの取り組みが望まれ、SIP 第 3 期のテストベッドや教育コースなどの施策が始まるが、企業内の量子人材が量子に取り込めるインセンティブ、企業のさきがけ的なファンディングなどで連携できないか。

QIH のミッション(企業対応、人材育成、国際連携など)をどこかに集中させる方が有効かどうか議論することが重要で、各拠点に散在する知財の集約と戦略的な特許網の構築をしておかないと国際的な連携がなかなか難しい。そのための国のサポート、知財をどうするか、ライセンス費用も、イノベーションアクセラレーション支援金をそれに充てるとか、あとイノベーション拠点税制みたいなものも量子は活用して循環させていくことが重要ではないか。

韓国の量子への投資が急増してすごい引き合いがある。急激な投資によって世界の共同研究にキャッチアップしようとする動きで、半導体の教訓を踏まえて日本の対応の検討が必要。

- 量子鍵配送は規制ビジネスのため、こういったデータを扱うためには量子暗号を使わなければいけないというガイドラインがあると普及できると考える。また、装置自身が安全であることをどうやって担保するか、認証制度をマチュアさせることが我が国での産業の発展に繋がる。テストベッドの構築も進めているので、その充実が必要と考える。

来年度以降、継続的に議論していただきたいのは、シリコンエレクトロニクス、シリコンフォトニクスをどうするべきか。さまざまな理由があるが、いわゆる QKD 装置の低コスト化にも必須で、例えば、携帯電話に必要ななると、ユーザーを 1 億人くらい増やすことが簡単にできる。今後、量子通信には宇宙というプラットフォームが非常に重要で、そこで耐えうるデバイスを世界に先駆けて開発すれば、市場を逆転できる。

- 2030 年目標に向けたマイルストーンでより重要なのは要素分解だ。生産額を 50 兆円にするためにどういう指標を増やしたらいいのかという視点があまり見えないので、そこを分解してそれに対して探っていくべき。生産額が上がる前に企業の研究開発の投資が増えて、その前にまずベンチャー投資のような様子見の投資が増えるイメージなので、それを上げていく施策が必要ではないか。企業が関心を試せるようなテクノロジーのチャレンジに助成金を付ける施策があってもいいのではないか。

来年度以降、長期目線の量子人口 1,000 万人も、トップクラスの研究者を育成するにはどうしたらいいか、そのために何万人もの大学院生がその技術に触れる場を創出して、さらに一般の方々がその技術のインパクトを知るような場を作る、そういう施策に分解して考える必要がある。

- 1 点目は、量子産業自身のグローバル化。2020 年から 23 年にかけて出された各国量子戦略には、3 つのポイント(エコシステム、サプライチェーン、ユースケース創出)が盛り込まれており、世界の共通認識であると認識している。OECD、QWC、Q2B でも、エコシステムの話が出始めており、エコシステムを作っていくことが最重要課題。応用だけではなく基礎にも循環していくシステムを作るべきで、日本としてどう作るかが 1 つの議論になる。

昨今、EuroHPC でも、新たに QECT(Quantum Extent Computing Task)が発足して HPC 側から古典・量子ハイブリッドの整備の話も進んでいる。アルゴンヌ等々でもハイブリッドが進んでいるという話を聞いているので、ある種のスタンダードになってくる。背景としては量子コンピュータどう使ってユースケースを創出していくか、そのための計算基盤と認識している。

3 つ目がグローバル産業人材の育成。Quantum Native の育成と両輪で必要になってくる。Quantum Native の周りにそれらを支える支援人材も必要になってくる。非量子人材をどのように量子分野に巻き込んでいくか、理解を増進するかが人材育成のポイントになるのではないか。

来年度以降、大規模量子コンピュータ、それを活用したソリューションの産業化が重要。すでにコンピューティングを語るのが物理ビットから論理ビットに、今後 5 年間のロードマップはスケールではなくゲートの深さに変わっている。さらに、AI を導入してきたことがポイントで、やはりソフトウェアからハードウェア、そういったところもすべて大規模化、さらにそれを使ったアプリケーションをどう開発するかに重点が置かれてきている。超電導だけではなく、光、中性原子、イオントラップがかなり性能を上げてきており、広い目で HPC との連携、さらには多様な量子コンピュータの使い方、それらを支えるサプライチェーン等、総合的に議論して行く必要がある。

- 量子コンピュータは今すごく伸びてきたが、まだ 100 万量子ビット、数千論理量子ビットの量子コンピュータを作れると分かっているわけではない。今回の QuEra の発表も地道に基礎研究を積み重ねてきたからこそ、大きく成果を出せた。まだこれから何が起るかわからない領域なので、基礎的な研究を地道に積み重ねておくことが非常に重要な分野だ。そのためにも人材の流動性はすごく重要で、特に国際的な人材循環の中に日本が組み込まれることが重要だ。トップレベルの研究環境の中で国際的人材が動けるような、日本の研究機関の居心地を良くすることも重要で、それをアピールしていくということが必要。
- 基礎研究の部分は、アメリカではサイエンスファーストというアプローチが取られている。日本では主に量子技術イノベーションという形でイノベーション駆動型をやっているが、やはり基礎研究の充実が必要で、Q-LEAP やムーンショットに参加している人だけでは全然足りない。裾野を広げる意味で、今年、日本学術会議の「未来の学術振興構想」という提案をして採択された。大学や基礎研究には科研費が重要だが、キーワードの改定で量子技術イノベーション分野が完全にゼロになってしまった。量子技術イノベーションの色々なキーワードがすべて科研費に入るくらいでないと、大学ではなかなか浸透していかない。
人材育成について、2020 年の量子技術イノベーション戦略で、2025 年までに量子分野の専攻を作るということを国が決めたが、大学はあまり変わっていないのでフォローアップが必要と考えている。量子コンピュータを作る方の産業化には必ず産業の力が必要で、ムーンショット 6 は企業や製造業のさらなる参画が必要で、ぜひ来年度以降議論していただければと思う。
- 本来基礎研究はキュリオシティドリヴンなので、本当に自由な発想で誰も考えていなかったことをやる、それが量子エレクトロニクスや量子技術の次の基盤になって、次の 10 年、20 年を支えると思うが、若手の人たちが、基礎研究を行う際にも出口を意識しなければならないと感じているように思える。このままいくのは危ないのではないだろうか。
- 日本における耐量子計算機暗号はどこ部署が政策としてどう取り組むのか。
- PQC をどう導入するかは、基本は NIST が決めている。それに対して、CRYPTREC が追随する形になる。今年 10 月にイオン格子の基準法式が決まり、セキュリティパラメータの公開があってパブリックコメントを募集している段階。一方で実装のところはまだマイグレーションを含めて色々な課題がある。雑音源、いわゆる乱数源がないとケム、いわゆるエクステンションができない。重要なのは、量子雑音源がなければ本来安全な実装はできないということと言える。PQC と量子技術は一体でないと実装できない。例えば、携帯電話に入れるということになれば、非常にユーザーも増えるし、産業としても増えるのではないか。
- 政策として国のポリシーとしてしっかりしているので、この会議で議論することは必要ないか。
- NIST が決めているので恐らく追随するが、一方で、量子技術を入れるために日本はどうあるべきかについては、有識者の知恵がないと外国製品に駆逐されてしまうのではないか。
- PQC を含む暗号方式については、関係省庁等が共同で運用する CRYPTREC において調査検討等を行っている。国際的には、米国 NIST が PQC の標準化作業を進めており、我が国の企業や大学も暗号方式の提案を行なっている状況。なお、PQC など量子暗号以外の暗号については、サイバーセキュリティ関係の部署の担当となる。
- 乱数源はやはり量子の共通項だと思う。色々な IOT デバイスが出てくる中で半導体戦略にも関わってくるところだが、この部分の議論はやはりもう少し深掘りが必要だ。
- 全体としては、皆さん、方向性は非常に似ている、相反するような意見はなかったという認識。QIH がどういう役割を果たして行くかは重要。どう国際化を進めていくかが 1 つのポイントで、それをリードして行く。同時に、半導体、またバイオといった様々な分野と全体的に物事を強めていく、さらにコンピューティングという枠組みの中で、例えば、量子コンピュータがどういう役目を果たしていくのか、センシングという枠組みの中で量子センサ等がどういう役目を果たしていくのか、通信または暗号というところで量子暗号や通信がどのような役目を果たしていくのかといったことを、我々量子の委員会だけで話し合っているのでは不十分で、だからこそ QIH のような研究所、そして大学が参加している中で、横の繋がり、また国際的な繋がりがしっかりと作れているところが、どういう目標を持って、良い意味での日本の発展を世界のトップ集団と一緒に作り、トップ集団の 1 人としてリーディング集団の中に入っていくということが大切で、その中でどういう国とどう話し合っていくのが重要。
国際的な所をどう繋いでいくかというとき、半導体や量子は今やりやすい立場にいるのではないか。韓国や様々な国との関係という指摘も出たが、どういう国とどういう付き合い方をすることが重要になってくる。
予算投入効果の検証は難しいが、プロジェクトの棲み分けをしっかりとってきた中において、今後の方針がどう整理されていくかを検証して国費を適正かつ相応しく使うということにしたい。
- フォローアップや点検をして、今後どこをさらに強化すべきか、という積極的な視点での議論をこ

- こでできれば、意義があるのではないか。
- 非常に具体的かつ必要なことは、どのような議論を同志国としてよいのかを決めていかなければいけないのではないか。
様々な量子コンピュータ、量子センシング、その他を支える要素技術を協調領域としてどうやっていくか、マネタイズに繋がるということを意識しながらも、地域別戦略の国際対応、先進領域では明確な旗印が必要。
産業界の方々からは、全体として国際協調と競争におけるガイドラインをしっかりとっていないとこの領域は厳しいとの意見があった。
学問、学会の方からは、産業界が進むためには当然のことながら、基礎学問、基礎研究の発展が必要で、広い意味で色々な研究が行われている中で基礎研究の人たちにどんどん参加してもらい、例えば、数学で言えば、データサイエンスの枠を超えた広い意味での応用数学があって、その中から量子ソフトウェア、量子センシングのアルゴリズムに必要な数学ができる人は必要で、そういう人たちがその分野だけに閉じこもるのではなく、量子やバイオや半導体に参加してくれるような枠組みを作っていく、そういう努力が必要ではないか。
- 産業化をする際には、いわゆるどこをどう分担していくのか、誰が何を取るのかということも非常に重要な点であるので、そういう議論が今後進展して行くためにも、我々がテストベッド等によりしっかりと実施を行っていくということが重要ではないか。

議事3. その他

最後に、内閣府から資料3を用いて今後のスケジュールを説明した。

以上