

**研究評価委員会**  
**「量子・古典ハイブリッド技術のサイバー・フィジカル開発事業」(中間評価)分科会**  
**議事録及び書面による質疑応答**

日 時 : 2025年6月30日(月) 13:00~17:55

場 所 : ステーションコンファレンス川崎A, B, C会議室(リモート開催あり)

出席者(敬称略、順不同)

<分科会委員>

分科会長 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  
分科会長代理 美添 一樹 九州大学 情報基盤研究開発センター 副センター長・教授  
委員 伊井 雅幸 Axcelead Drug Discovery Partners 株式会社 CSO  
委員 越田 誠 三井物産株式会社 コーポレートディベロップメント本部 総合力推進部  
量子イノベーション室 室長  
委員 中林 紀彦 ライオン株式会社 執行役員 全社デジタル戦略推進担当  
委員 松岡 智代 株式会社QunaSys COO  
委員 山岡 雅直 株式会社日立製作所 研究開発グループ 計測インテグレーション  
イノベーションセンタ センタ長

<推進部署>

高田 和幸 NEDO AI・ロボット部 部長  
工藤 祥裕 NEDO AI・ロボット部 ユニット長  
加藤 宏明 NEDO AI・ロボット部 統括調査員・チーム長  
橋本 就吾(PMgr) NEDO AI・ロボット部 主査  
加藤 知彦 NEDO AI・ロボット部 課長  
渡会 岳 NEDO AI・ロボット部 主事  
岩崎 修 NEDO AI・ロボット部 専門調査員  
大城 智隆 NEDO AI・ロボット部 主査  
岸本 太郎 NEDO AI・ロボット部 主査  
寺下 久志 NEDO AI・ロボット部 専門調査員  
広沢 洋帆 NEDO AI・ロボット部 主査  
福島 敦 NEDO AI・ロボット部 主査  
吉本 正和 NEDO AI・ロボット部 専門調査員  
渡辺 真一郎 NEDO AI・ロボット部 主査  
岡田 満哉 NEDO AI・ロボット部 知財コーディネーター

<実施者>

高野 了成 産業技術総合研究所 総括研究主幹  
滝澤 真一郎 産業技術総合研究所 研究チーム長  
田中 宗 慶應義塾大学 教授  
梅津 光央 東北大学 教授  
田嶋 一樹 産業技術総合研究所 研究グループ長

島本 一正	産業技術総合研究所	主任研究員
田口 諒	産業技術総合研究所	研究員
岡本 真樹	アイカ工業株式会社	グループ長
西山 晋太郎	アイカ工業株式会社	
鈴木 敦彦	セメダイン株式会社	チームリーダー
村地 勇佑	セメダイン株式会社	チームリーダー

<オブザーバー>

湯本 正樹	経済産業省	イノベーション・環境局	イノベーション政策課	量子産業室	室長補佐
堀 宏行	経済産業省	イノベーション・環境局	研究開発課		課長補佐

<評価事務局>

山本 佳子	NEDO 事業統括部	研究評価課	課長
松田 和幸	NEDO 事業統括部	研究評価課	専門調査員
北原 寛士	NEDO 事業統括部	研究評価課	専門調査員
中島 史夫	NEDO 事業統括部	研究評価課	専門調査員

## 議事次第

(公開セッション)

1. 開会
2. プロジェクトの説明
  - 2.1 意義・アウトカム (社会実装) 達成までの道筋
  - 2.2 目標及び達成状況
  - 2.3 マネジメント
  - 2.4 質疑応答

(非公開セッション)

3. プロジェクトの補足説明
  - 3.1 事業者による個別説明①: 「量子・古典の最適化等に向けたライブラリ開発」  
「量子・AI ハイブリッド技術の活用を加速する共通ライブラリ基盤の研究開発」
  - 3.2 事業者による個別説明②: 「量子・古典アプリケーション開発・実証」 ①  
「量子・AI 支援による機能タンパク質最適化技術の研究開発」
  - 3.3 事業者による個別説明③: 「量子・古典アプリケーション開発・実証」 ②  
「高次リサイクルシステム構築を志向する解体性接着技術開発」
4. 全体を通しての質疑

(公開セッション)

5. まとめ・講評
6. 閉会

## 議事内容

(公開セッション)

### 1. 開会

- ・開会宣言 (評価事務局)
- ・出席者の紹介 (評価委員、評価事務局、推進部署)

**【萬分科会長】** 萬と申します。理研の量子コンピュータ研究センターで超伝導型の量子コンピュータの研究開発を主として推進している立場でございます。今日は、よろしくお願いいたします。

**【美添分科会長代理】** 美添です。九州大学のスーパーコンピューターの責任者を務めており、主にスーパーコンピューターのAI応用をやっています。その他、最適化の中でも私の場合は離散最適化が多いのですが、そのようなアルゴリズムを研究しております。どうぞよろしくお願いいたします。

**【伊井委員】** 伊井と申します。Axcelead Drug Discovery Partnersで創薬のプロセス全般をサポートしております。バックグラウンドとしては生化学、セルバイオロジーを背景にしており、創薬支援を行っている次第です。今日は、よろしくお願いいたします。

**【越田委員】** 三井物産の越田でございます。現在、三井物産では次世代のビジネス創造ということで、量子コンピュータを活用した新しいビジネスモデルについて、私ども、もしくは私どものパートナー様とつくり上げることに取り組んでいます。よろしくお願いいたします。

**【中林委員】** 中林です。私の専門は、データサイエンス、AI、デジタルトランスフォーメーションになります。現職よりも前職のヤマト運輸にてデジタル戦略担当をやっており、最適化問題に対し、量子コンピュータを使ってどう解くかといった問題に取り組んでいました。今日は、よろしくお願いいたします。

**【松岡委員】** 株式会社QunaSysの松岡と申します。QunaSysは量子コンピュータのアルゴリズムやソフトウェアを開発しているスタートアップであり、私はそこで主にビジネス側を統括している立場になります。よろしくお願いいたします。

**【山岡委員】** 日立製作所の山岡と申します。私は、日立で行っているCMOSアニーリングというインスパイアードの技術があるのですが、その研究開発を牽引しています。現在、非常にビジネス寄りになってきていまして、そのあたりを進めているところです。もともとは半導体等のバックグラウンドになり、そこから新しいコンピューティング技術などといった技術の専門性に結びついていきます。今日は、よろしくお願いいたします。

### 2. プロジェクトの説明

#### (1) 意義・社会実装までの道筋、目標及び達成度、マネジメント

推進部署より資料3に基づき説明が行われ、その内容に対し質疑応答が行われた。

**【萬分科会長】** 御説明ありがとうございました。

それでは、ここから事業全体に対して議論を行います。評価項目に従い、まずは1の意義・アウトカム(社会実装達成)までの道筋について御意見、御質問をお願いいたします。

松岡委員、お願いします。

**【松岡委員】** QunaSysの松岡です。御発表ありがとうございました。今御説明いただいた資料において、また事前質問でも伺った点ですが、650億円というアウトカムの想定を知りたいと思っていました。先ほどの説明によると、650億という数字そのものよりは、本来であれば4分の3だった市場をこの事業のおかげで4分の1増やせるといった理解でよろしいですか。

**【橋本PMgr】** おっしゃるとおり、25%分に寄与するという意味になります。

【松岡委員】 ありがとうございます。納得いたしました。その上で 25%分増やす、1.3 倍に市場を増やすときに重視されていることはどのようなことか。つまり NEDO 様が入らないと 4 分の 3 だった市場というものが大きくなるときに、どういうことをするのが特に重要だという方針で進められているのでしょうか。

【橋本 PMgr】 やはり我々の事業の成果だけでは 25% というのは難しいと思います。繰り返しになりますが、我々の事業の成果を見て、「じゃあ、うちもやってみよう」という形で新しい企業に乗り出してもらうこと、要は、後続の企業も入ってきてもらうことが大事だと思っています。それを促進するために情報発信や広報関係について、各種の取り組みを実施している状況です。

【松岡委員】 ありがとうございます。テーマ設定で何か工夫されている点がありますか。

【橋本 PMgr】 テーマ設定に関しても、前半にあった特にライブラリのところですが、これは我々の事業だけではなく、後続の企業の方も使えるものになります。オープンソースで公開するものになるため、例えばブラックボックス最適化を使う方は、我々のテーマで開発したライブラリを使いアプリケーション開発を行っていただくことができます。そういった効果も項目 2 のライブラリのほうにはございます。

【松岡委員】 そうすると、項目 1 である程度見えてきたユースケースを項目 2 で汎用化、民主化していくという構造になっているという理解でよろしいですか。

【橋本 PMgr】 そういう見方もできると思います。

【松岡委員】 ありがとうございます。

【萬分科会長】 ありがとうございます。一応進行として、資料の右上に 1. と記載あるページについて御質問をお受けします。項目をまたぐ質問が出るのは当然のことなのでお受けしますが、いったん 19 ページまでで何かあればお願いします。

では、美添分科会長代理。

【美添分科会長代理】 基本的なところで恐縮ですが、オープン&クローズ戦略というものが 19 ページに書かれていたと思います。オープンソースに本当にしていただけると大変ありがたいことですが、ありがちなのがオープンソースのソフトウェアというのは、企業が使っているかどうか不明かしてくれない場合があります。そうすると、このプロジェクトの成果が実際より低く評価されてしまう可能性があるかと危惧しますが、そのあたりはどうやってトラックされるおつもりでしょうか。

【橋本 PMgr】 この事業で開発したライブラリは、基本的にはライブラリ整備の項目で整備する拠点で維持・管理、アップデートも含めて行っていく予定です。こちらは今、産総研様、長大様のほうで整備をいただいています、その拠点で可能な限りそういったところもトラッキングしていければと思っています。

【萬分科会長】 そのほかいかがでしょうか。伊井委員、お願いします。

【伊井委員】 Axcelead の伊井です。ありがとうございます。スライド 18 のアウトカム達成までの道筋というスライドで、今回ユースケースを生み出すという事業の中、この事業化がプロジェクト終了 5 年目というタイムラインで設定されています。このタイムラインというのは遅いような気もするのですが、そのあたりはどう考えられていますか。

【橋本 PMgr】 もちろんこの事業の最終フェーズは助成事業ですから、終わってすぐ、もしくは数年後には実用化する事例というのもあると思います。今、全て事業化を 5 年後と書いていますが、実際はもっと早くから実用化、事業化が進むテーマも当然あると思っています。

【伊井委員】 ありがとうございます。

【萬分科会長】 ありがとうございます。では、越田委員、お願いします。

【越田委員】 三井物産の越田です。御説明どうもありがとうございます。資料 18、19 ページのところと少

し絡みます。呼び水効果とおっしゃられているところで、今回これだけの数字を設定されていると思うのですが、実際、事業化に至らなかったものと、事業化に至った場合は実はもっと呼び水が大きく、例えば周辺に波及することも十分あり得ると思うのです。そのあたりは今後何かトラックしていく考えはあるのでしょうか。そういうことを見せていくことで、当初の想定よりも大きな波及効果があったということは、こういうリスクテイクされる方にとっても1つモチベーションになるのではないかと思います。

あと、IP のところをオープン&クローズということで、まさしく先ほどもあったとおり、企業の開発、私どももそうですが、なかなか公開したくないというのはあります。学術的な部分はしっかり逆に公開を促すことで、よりつくられているものの価値を正しく知らしめるという意味からも、そのあたりの促進は逆にNEDO様に変期待できる場所と思っています。コメントですが、以上です。

**【橋本 PMgr】** 1 点目の呼び水的に出てきた効果をどのように発信するかですが、きっかけが我々の事業かというのは、なかなかトラックするのは難しいかもしれません。もしそういったところが我々のほうでも把握できたら、例えばこのユースケースの事例集というのは今後も引き続きアップデートしていく予定ですので、そちらのほうに掲載してアピールしていくという施策は1つ考えられると思います。

2 点目の知財に関してはおっしゃるとおりで、論文を出していくという方針も特許化していく一方で大事だと思っています。これは、一概には言えませんが、しっかりと実施者様の中で議論を行い、特許化しようと思っていたのに論文を出してしまったということだけではないように、しっかりと実施者様の中に知財運営委員会という、こういった情報をオープンにしていくかというところを決めていく委員会を設けるルールがあります。それがこちらの知財マネジメント基本方針の中に書かれていますので、そちらの委員会でしっかりと議論をしていただき、論文にすべき情報については論文にしていたかといった方針で進めていただいている次第です。

**【萬分科会長】** ほかにいかがでしょうか。山岡委員、お願いします。

**【山岡委員】** 日立の山岡です。まさに今出ている特許のオープン&クローズ戦略のところですが、普通にやるところなるだろうと私もすごく思いますし、私が企業の中でやっている場合もこのようにやっています。一方、先ほど呼び水というお話があった場合、他社の人たちがやろうとしたときに、多分このオープンのところだけでは、彼らはできないのではないかという気もいたします。私も何か答えを持って言っているわけではなく、悩みながら聞いておりました。このクローズ戦略のところに書かれているものがあるからこそビジネスが成り立つので、呼び水に本当になるのだろうかという点が少し気になります。

**【橋本 PMgr】** まず、呼び水のファーストステップとしてユースケース事例集というものから、「ああ、こういう事例があるのだ」ということに気づいていただく。そして実際に研究開発を進めていく際は、おっしゃるとおり専門的な知見も必要だと思いますので、それこそ量子のベンダー様とその段階でパートナーを組むであるとか、そういったチーム制、パートナーリングみたいなものもしていただき、実際は研究開発を進めていくものと考えます。やはり事例集だけでは研究開発を進めるのは難しいと思いますので、あくまできっかけとして使っていただく予定です。

**【山岡委員】** 分かりました。

**【工藤ユニット長】** 事例集なのですが、まずは事例集をきっかけにというのは、橋本が申し上げたとおりですが、我々も今回の事業のようなリスクマネーを供給することによって多く企業の提案が出てくると思っていたのですが、そうでもないということも分かってきました。その中で、各社様がどういう情報があると社内の検討が進むのかといったところの分析をした結果がユースケース集の中の情報発信項目の中に含まれています。実際にどういうアルゴリズムなのか、どういう費用対効果を念頭に置いているのかなど、幾つか通常の公開されている情報では網羅できないような情報を入れる努力をし、ま

ず1回目やってみてそれで反応を見ているところです。これはもう少しアップデートしていく予定もありますので、その中でより呼び水に足り得るような成果にしていけるよう工夫をしていきたいと考えています。以上、補足です。

【山岡委員】 ありがとうございます。確かにそのあたりがあると、本当に呼び水にいくのではないかと感じます。

【萬分科会長】 では、中林委員、お願いします。

【中林委員】 中林です。山岡委員の内容とつながるのですが、もっとアプリケーションのところでオープンなところを増やせないかと思えます。私自身アイデアを持ち合わせていないのですが、競争優位を保つのにクローズなところで競争させるのはよいと思うものの、NEDOのお金を投じているのですから、そのところでもう少しオープンなところを増やし、後続のアプリケーション開発者もしくはユーザーが増えるというところをもう少し後押ししてもよいと感じました。論文17本、特許3件以上のところがあるとよいと思い、例えば特許をもっと増やし、その利用のハードルを少し下げたあげるといった工夫であるとか、ジャストアイデアになりますが、そうしたものがあってもよいといった意見になります。

【橋本 PMgr】 ありがとうございます。おっしゃるとおり国費の事業なので、よりオープンにというところと、企業様からすると自社の競争になるところはなるべくクローズにするというように相反するところがあると思っています。我々の事業としては、3つのフェーズのうち左側2つの委託のフェーズに関してはしっかりと成果も世の中にオープンにするという方針にしています。一方、助成のところは企業様も一部費用を負担して実施しているというところもございまして、こちらは一定程度クローズの部分もあります。現状そういった区分けを取っているところです。

【萬分科会長】 ほかにありますか。

では、私から。委員の皆様の御意見は、私も非常に同感に思うところが多かったです。別の視点で質問します。そもそも本事業は量子古典ハイブリッドあるいはAIとの連携というような立てつけで始まったと思います。それに対し、実際は最適化問題をいかに解くかといったところでユースケースを出したいという形になっている。そのあたり考えをお聞かせください。

【橋本 PMgr】 本事業は一応量子とAIを使ったシステム開発をスコープにしていますが、必ずしも最適化だけでなく、アニーリング以外、ゲートを使ったものでも、最適化問題以外のテーマも対象にしております。

【萬分科会長】 結局は応募してくる案件が何かで決まってしまうので、やむを得ないところはありますが、広さを持っていただくのはよいと思います。特に最初のページで量子コンピュータのトレンドが出ていますけれども、ゲート型が中心です。一方、アニーリングもそれなりの種類と性能が上がっています。そうした中で、マシンの多様化や多ビット化していることをこのプロジェクト運営に反映する必要があると思っています。最初の小さなところを小さくやるだけで効果が出ましたというのではなく、それがスケールするのか、最近の量子マシンはそういうことがかなりできるようになってきていると思います。予算的にどうなのかは分かりませんが、そういうところにも配慮が必要ではないかと感じました。

【橋本 PMgr】 おっしゃるとおりです。今の状況を見るとアニーリングを使ったテーマが非常に多い一方、今この瞬間を見るとゲートのマシンも進捗してきているという中で、やはり我々としてもゲートの進捗度合いというのはしっかりウオッチしていきたいと思えますし、今後ゲート本格化時代になっていくわけですから、そちらをより進行するような施策、採択の中でゲート枠を例えば設けるなど、そういったことも含めて検討していきたいと思えます。ありがとうございます。

【萬分科会長】 アニールでもよいのですが、アニールであっても実証的なところでかなり使わないと効果

が見えないのではないかと思います。そういう利用の範囲も、利用料などもあって予算的には難しいのかなど、この課題を推進している方々のニーズを拾ってあげるのがよいと思うところです。

【橋本 PMgr】 承知しました。

【萬分科会長】 それでは、委員の皆様への質問に一区切りついたと思いますので、2 の目標及び達成状況における御意見、御質問等に移りたいと思います。いかがでしょうか。

松岡委員、お願いします。

【松岡委員】 QunaSys の松岡です。25 ページの中間目標と最終目標の設定のところですが、私の理解が追いついておらず申し訳ありません。根拠としてイノベーション戦略のロードマップや未来社会ビジョンと書いてあるのですが、ここの何に対して最終目標の 2 つを置いていただいていると理解したらよろしいでしょうか。

【橋本 PMgr】 根拠のところでしょうか。

【松岡委員】 根拠と最終目標として置いていただいているもののつながりが理解できておりません。

【橋本 PMgr】 どのようにつながっているかですが、まず量子未来社会ビジョンのほうで、量子を活用するのに有望そうな分野というのが当初 3 分野記載されていました。素材、物流・交通、製造というところで 3 つ記載されていたところを受け、事業の開始時点では 3 件を最終目標にしていたのですが、その後、未来産業創出戦略のほうに「ネットワークも有望な分野だ」という提言が加わりました。それを受け、我々の事業のほうでもネットワーク分野も支援の枠に加えようということで枠を増やしたと同時に、目標も 4 件以上と引き上げています。そうしたところで、こちらの戦略と目標値がリンクしている状況です。

【松岡委員】 実証で有効な結果を得たというのは、量子加速ではないにせよ何らかの量子優位性を得るのが 4 件ということでしょうか。

【橋本 PMgr】 そうです。最終目標に関して、実際には 3 つのフェーズのうち、最終フェーズ、実証実験を行っていただき、ここで有効な成果を得たものをカウントすると我々は定義しています。これは、もう実環境上で量子古典アプリケーションを実装していただいて実証をしていただくという段階ですので、技術的にも割と成熟したレベルのものだと思っています。

【松岡委員】 何らかの量子優位性はそこで示すということがマストになっているのでしょうか。

【橋本 PMgr】 そうです。事業上やはり量子がないと駄目だということで、現地調査会で見ていただいた内容のように、量子がないとお客様のニーズを満たせないというような案件になります。

【松岡委員】 承知しました。

【萬分科会長】 ほかにいかがでしょうか。では、美添分科会長代理、お願いします。

【美添分科会長代理】 九州大学の美添です。御説明ありがとうございます。先ほどの萬分科会長のコメントと今いただいた松岡委員からのコメントとも関連します。やはり見ていると、FMQA が特に突出して使いやすいので、今時点で実用化というところについてしまうと、かなりの割合で同じようなものになると思います。ところが、他方これを見ると 2030 何年までということが書かれていて、今まさにやってしまうと FMQA ばかりになってしまいます。例えば 10 年後を見るのであれば、もう少し違うものもすくい上げてよいのではないかと思います。そのあたりのバランスというのは何かお考えがありますか。

【橋本 PMgr】 おっしゃるとおり FMQA が案件数は多いのですけれども、それ以外の最適化、例えば交通の経路最適化といったものもあります。やはりアニーリングの件数が多いというのが現状であり、2030 年、2035 年、ゲートが本格的に利用される時代にどうやってつなげていくかというところはもっともです。1 つは政府の戦略にもあるとおり、まず今ある疑似量子含めたアニーリングを使ってユースケースをどんどん増やしていこうというのが戦略です。ゲートが出てきたとしても、最適化問題に関しては、そ

の事業課題を最適化問題に落とし込んでQUBO定式化するというところはゲート型になっても同じですので、その知見は生かされると思っています。一方、それ以外の分野に関しては、この事業のTRL上はこの事業では見切れないところもありますが、今当部で実施している懸賞金事業という量子コンピュータのアワード形式の事業も行っています。そちらに関しては、この事業よりも少し将来のゲート型マシンも見込んだ事業になっているため、今後はそちらの事業から発生してきた案件をこちらで支援するといったつなぎ込みも含め、将来的なマシンのところは対応していきたいと考えています。

【萬分科会長】 ありがとうございます。この5年間の総予算というのは変わっていません。量子コンピュータの規模も、使いやすさも、選択肢も広がっていてそこを促進する事業であるにもかかわらず、予算が5年間一定というのは問題ないのですか。

【橋本PMgr】 この事業は、今10.0億円横置きにしていますが、この線表を見ても徐々にテーマ数が増えてくる事業になりますから、横置きだと難しいところがあります。実際、ここで予定をしていた公募もできなかったという状況で、これは予算化が一方難しかったという状況もあります。そこは経産省とも連携をしながら、しっかりと来年度以降の予算も獲得していきたいと思っております。

【萬分科会長】 ある意味、アニーリングのテーマが多いというのは一番実用に近いというか、量子コンピュータ利用拡大のきっかけになり得るわけです。そういうところにもしっかりと投資するべきで、予算的に広がらないというのは気になります。

では、ほかにいかがでしょうか。伊井委員、お願いします。

【伊井委員】 伊井です。目標設定のところで、今、量子が使い得るユースケースを増やしていくというのが第1目標だという点は理解していますが、そのユースケースのレベル感はどのようなものか。使えればよいというレベル感のものなのか、例えばグローバルイゼーションを考えたときに、どの程度魅力的なアウトプットになっているのか。そのアウトプットの魅力感であるとかグローバルイゼーションを考えたときの魅力度は今回のゴール設定には入っていないのでしょうか。

【橋本PMgr】 これは各テーマになりますが、各テーマで事業性が見込める内容であるということがアウトプット目標の1つの基準になると思います。

【伊井委員】 そうすると、そういうレベル感も踏まえた上で目標設定をされているのですか。

【橋本PMgr】 そうです。テーマごとにビジネス化を見据えた場合、逆算していくとこの段階、例えば本格フェーズであればこの目標でいいのかといった段階を含め、ステージゲートでは審査をしています。

【伊井委員】 分かりました。そのあたりが資料を見ていて少し分かりにくいと思いましたので、ありがとうございます。

【工藤ユニット長】 今の話に少しだけ補足いたします。先ほど松岡委員もおっしゃったような量子加速性というところまではもしかしらないのかもしれませんが、少なくとも最初の審査の段階で、量子コンピュータでなければならない必要性みたいなところはかなり審議されております。そういう意味では、順調に研究が進んで最終的に事業化までいった際には、今ではできない何かができるようになるということを我々としても期待しているところです。そういった意味で、先ほどグローバル的な魅力の話もありましたが、意義のある、価値になるものが育っていくのではないかと思います。逆に入り口でかなり厳しくやり過ぎているところもあって、当初想定していた多産多死みたいところが難しくなっている面があるというのも正直なところです。一方で、それだけ優れたテーマというのが今取りそろえられている状況であることを少しコメントいたします。

【萬分科会長】 ほかにいかがでしょうか。越田委員、お願いします。

【越田委員】 越田でございます。事業開始が23年ぐらいですので、今日の議論にも多くあったとおり、使える技術としてはアニーリングということがあったのではないかと思います。しかし、日々と進みますか、毎年技術革新が続いている中で、今後事業化される皆様の助成とかのタイミングにおいてはゲ

ートの利用より促進されるであるとか、ゲートを含め、先ほど御意見にもあったとおり、予算が同じということになると、量子コンピュータは今スケールが大きくなっているのに、多分使うにも金額も増えていく中では、このあたりも支援として御考慮があるとより取り組みやすくなると思います。コメントになります。

【橋本 PMgr】 ありがとうございます。そのあたりのテクノロジーのトレンドも踏まえ、今後の予算要求に関しては、経産省の皆様とも協力しながら進めていきたいと思います。

【萬分科会長】 では、中林委員、お願いします。

【中林委員】 中林です。22 ページのアウトカムの市場獲得を着実に達成するために、25 ページのアウトプットの質的なものも少し問うたほうがよいと思います。3 件以上とか件数だけだと多分金額につながっていきません。ソリューションを提供する側もしくはソリューションを提供される側の利益にどう結びついていくかといったところで、金額的であるものの、多分質的なところで確実に儲かるモデルをつくっていかないと、コスト高で一発は NEDO のお金使ってできるものの、それ以降事業継続できないうで儲からないというのは可能性としてあります。しかも、それを提供される側も、それを受けて利益を出すというところまで見ていかなければいけません。ソリューションプロバイダーとソリューションを提供される側、両方の利益がどうなるかというところの質的なところは少しチェックされてもよいと思います。そうしないと、多分 2035 年に、金額は別にしても確実に市場が増えていくところは見えないと思いますから、そこはコメントをいたします。

【橋本 PMgr】 承知しました。ありがとうございます。このアウトプットの最後の 4 件を目標にしていますが、最終フェーズでしっかりと成果を出していただくというのを基準にしているものの、それだけだと本当にビジネスになるのかというところはおっしゃるとおりです。やはり実施中にしっかりと技術推進委員会等々で専門家の方々にも意見をいただきつつ、実施者の皆様の意志というものが非常に大事だと思いますので、そこもしっかり高めていけるよう努力してまいりたいと思います。

【中林委員】 ありがとうございます。

【萬分科会長】 よろしいでしょうか。では、松岡委員、お願いします。

【松岡委員】 先ほどの 1 の項目で聞くべきだったかもしれませんが、結構呼び水としての役割が大きいと思う一方、特許というのは各事業者のものとして今後使われるのですか。要は、この事業に関わっていない人でも使えるようなものとして特許が使われていくのか、この事業者が基本的に保有するものになるのか。そこが呼び水としての役割と相反する話になってくるように思いましたので、何か方針があればお聞きしたいです。

【橋本 PMgr】 まず特許は各テーマの実施者様のビジネスのためにまず出していただくということで占有するのが前提だとは思いますが、もちろんその中でオープン化というか、特許を共有化していくことがビジネス上有意であれば、もちろんそういった方針もあると思います。ここで一概に言うのは難しいですが、特許を取った方の方針にもよると思います。

【松岡委員】 そうすると、呼び水というのは使えるようにするというよりは、あくまで「そういうユースケースがある」ということでインスパイアするという意味になりますか。

【橋本 PMgr】 そうです。

【松岡委員】 理解いたしました。

【萬分科会長】 ありがとうございました。

【工藤ユニット長】 すみません、今のお話ですが、一応フェーズが 3 段階分かれているのではないですか。多分その 2 段階が終わるところまでは、かなり技術的、研究開発的な観点でこれが有効であろうということが分かっている状態になっており、その後実際に実証するというのが次のフェーズになります。ですので、2 段階目までは委託の事業でやっていますので、我々その委託の研究の成果というのは成果

報告書という形で公開をしますから、かなり技術的な内容に関してもコアなものに関しては公表されていくことになります。その上で、それをベースにした実際のビジネス化に向けての知財の獲得や、実際その実証していく中でいろいろ得られる知見というのもあると思いますが、そこはその実証した人のところに帰属をするスキームにはなりません。基本的なところのその内容に関してはちゃんと公開されるというところも補足をしたいと思ひまして、コメントいたしました。

【萬分科会長】 では、時間もありますので、3のマネジメントに関する質疑に移りたいと思ひます。いかがでしょうか。

山岡委員、お願いします。

【山岡委員】 日立の山岡です。実施体制のところユーザー企業に関してヒアリングという形になっています。特に3つ目のフェーズぐらいに来たときにはもっと巻き込んだほうがよいのではないかと思ひます。多分ニーズを聞くだけだと結局いろいろ言ってくれますが、最後に「じゃあ、使ってくれるのですね」と言ったら、「ちょっと分からないな」となってしまうので、ぜひそこを何か巻き込むようなことを考えていただけたらと思ひました。

【橋本 PMgr】 承知しました。テーマによっては実証現場を提供してもらうであるとか、そういった非常に強い関わりを持っていただくようなテーマもござひます。ありがとうございます。

【萬分科会長】 では、越田委員、お願いします。

【越田委員】 越田でござひます。今の御発言にもちょうど絡みますが、ユーザーインタビューというのは私もとても大事だと思ひます。こういったものがどれだけお客様にとって使っていただけるか、できればどれぐらいのお金を払うのかといったところも、なるべく早い段階からヒアリングしていくことで、より事業化の蓋然性が高まると思ひます。そのあたりはぜひ今後のところに取り入れていただくとよりよいと感じます。

【橋本 PMgr】 ありがとうございます。

【萬分科会長】 ほかにいかがでしょうか。中林委員、お願いします。

【中林委員】 44ページの普及活動になります。ライブラリの活用促進につながると思ひますが、広報的なプロモーションも必要と思ひますけれども、技術情報をもっと出すというところでは、多分GitHubなどでライブラリを公開されると思うので、そのユースケースの扱い方であるとか、技術的なテクニカルな情報も様々なメディア通じて情報を発信されるとアプリ開発者がどんどん手を動かすようになると思ひます。環境の問題があるので一概には難しいですけれども、ただ、そういう技術情報を出すことでアプリ開発者が増えるというところもあると思ひますので、展示会もそうですが、そういう技術的な情報発信、テックブログであるとか技術的な媒体を使った発信をされたほうがよいと思ひます。

【橋本 PMgr】 分かりました。ありがとうございます。そこはこのライブラリ整備チームとも協力しながら検討していきたいと思ひます。

【中林委員】 よろしくお願いします。

【萬分科会長】 そのほか、いかがでしょうか。伊井委員、お願いします。

【伊井委員】 伊井です。成果普及のところ、やはり情報発信していくというのは非常に大切だと思ひます。一方、特にグローバルに世界へ出ていくためには、日本はどうしても事業化へ向けたストーリーを語る部分が弱く、技術ベースの発信のみになってしまひます。先ほど知財戦略のサポートをされているということは非常によい試みと思ひますので、そういったストーリーを発信していくというところもサポートされる取組があるとよいですけれども、そのあたりはどうでしょうか。

【橋本 PMgr】 今後グローバルな展開をしていく、グローバルに情報発信もしていくというときには、そういったところも気をつけながら発信をしていきたいと思ひます。ありがとうございます。

【萬分科会長】 ほかにいかがでしょうか。では、美添分科会長代理、お願いします。

【美添分科会長代理】 九州大学の美添です。私は大学の人間なので、このあたりはあまり詳しくはないですが、量子コンピュータユースケース事例集を拝見し、非常に充実しているものと思いました。普通に聞いても教えていただけないような内容が多くあります。仮にライブラリ開発者とする、もう少し詳しく聞きたいというのを強く思いますが、非公開前提でライブラリ開発の方に何か情報が共有されているなど、あるいは可能だったら今後行うといった検討はあるのでしょうか。

【橋本 PMgr】 現状そういった検討はしていません。やはりクローズドな情報を NEDO からオープンに出すのは難しいと思うので、そこはまずユースケース事例集を見ていただきたいです。そこには企業名も書いていますから、個別にアプローチをしていただくしかないと思います。

【美添分科会長代理】 私なんかは直接言っても教えていただけないのですけれども、NEDO 様の看板を背負っていったら教えていただけるなどがあるとよいと思いました。ありがとうございます。

【萬分科会長】 では、山岡委員、お願いします。

【山岡委員】 山岡です。まさにここの成果普及への取組というところで、いろいろ発信されているのはすごくよいことだと思いました。もし可能であれば、発信したときのフィードバックみたいなものをぜひこういうところに載せていただくと、これの効果がどのようにあったのかがよく分かるのではないかと考えます。私もあるコンソーシアムとかでいろいろやっていますが、やはりユーザーの方が「ありがとう、それについて聞いたかったけれども、実際に使うのはまた考えるよ」といったフィードバックがすごく多いです。やはり、そのもう一歩先にいってほしいという思いがありますから、すごく参考になるのではないのでしょうか。ぜひ積極的に発信していただき、さらにそれに対するフィードバックといますか、そういうものも含めていただけたらよいと感じます。

【橋本 PMgr】 承知しました。ありがとうございます。実は、アンケートをイベントの当日に取りまして、そこで参加者の皆様からの声を収集しています。また、さらに一歩進んで、「伴走支援」と書いていますが、アンケートの中で希望者に関してはその後もう一回ヒアリングを行うなど通常よりは一歩進んだこともできているとは思っている、今後も維持していきたいと思っています。

【萬分科会長】 ほかにありますか。松岡委員、お願いします。

【松岡委員】 プロトタイプを何件作るというところから有効性を示すまでに大分飛躍があるように感じます。そこが無理だと言うのではなく、難しさがあろうということ。また、先ほども議論に出ていましたが、事業性みたいところを示していくといったこの2点が25年度から27年度までですごくチャレンジングだと思っています。それをうまくマネジメントしていく上での工夫であるとか、そこで考えられていることがあれば教えていただきたいです。

【橋本 PMgr】 一部繰り返してしまっていますが、やはり NEDO 側の関与としてはしっかりと有識者の皆様との会議を開き、そのテーマの進捗に係る助言をいただくという技術面、事業面に関してはそういった取組を行っています。あとは、知財面に関しては先ほどもあったように、知財コーディネーターとして専門的知見が必要なものですから、そこは専門家の御知見をいただきながら、知財戦略の観点で検討していくところです。

【松岡委員】 そうすると、ステージゲートなどの項目が厳しくなっていくといった形ではあまりマネジメントをされていないのですか。

【橋本 PMgr】 本格から実用化までのステージゲートについて、やはり実用化フェーズがしっかりできる段階にあるかどうか。この点が評価基準になっていきますので、初期から中間までのステージゲート審査の基準よりは少し厳しめの基準になります。

【松岡委員】 承知しました。ありがとうございます。

【萬分科会長】 ありがとうございます。時間も押していますので、私はコメント1点申し上げます。

応募が少ないという記載がありましたが、今の量子の状況であれば、もっと潜在的に多いような気が

いたします。先ほどユーザーヒアリングのような全体の取組を紹介されていましたが、そのような場で拾えるはずのユーザー、応募者候補がいるのではないかと。ただ、技術的に応募まで冒険・挑戦ができないといったこともあると思うので、伴走的な支援、掘り起こしをすることで特にアプリケーション課題においてユースケースの領域が広がるのではないかと。実際に世の中はそうなっていると考えており、そうした印象を持ちました。

【橋本 PMgr】 ありがとうございます。まさにおっしゃるとおり、その案件発掘の取組というのは非常に大事だと思っています。この事業の中でもそういった施策ができないかといったところも検討していただき、また経産省の方とも議論をしながら進めていきたいと思っております。

【萬分科会長】 予算の限られた中で苦労されているとは思いますが。

【橋本 PMgr】 そうした面もあります。

【萬分科会長】 では、時間も超過いたしましたので、以上をもちまして質疑応答の時間を終了いたします。進行を事務局にお返しします。

【中島専門調査員】 ありがとうございます。それでは以上で議題2を終了いたします。

(非公開セッション)

### 3. プロジェクトの補足説明

省略

### 4. 全体を通しての質疑

省略

(公開セッション)

### 5. まとめ・講評

【山岡委員】 日立の山岡です。本日はお疲れさまでした。そして、御説明をありがとうございました。お話を聞かせていただいて、ユースケースをつくり、それをしっかりと事業化まで持っていく道筋が立っているかと思いながら見ていたところです。その中で、最後の本当に事業になるかどうかは、ユーザーの本気度が非常に大事だと思っています。途中の質問でも言ったのですが、単にヒアリングするのではなく、ユーザーをぜひ巻き込みながら、本当にどうやったら使ってもらえるのか。そこまで踏まえながらぜひやっていただきたいと思っております。そのときに体制を変えるのか、どこまで入ってもらおうのかということもあると思っておりますし、横展開、呼び水という話もありましたので、そういったときにどうやってユーザーを最後まで本気で巻き込むかを考えながら進めていただけたら幸いです。そうするとよい例が多く出てくるでしょうし、実事業化まで行くのではないのでしょうか。ぜひよろしく申し上げます。以上です。

【中島専門調査員】 ありがとうございます。続きまして、松岡委員、お願いいたします。

【松岡委員】 QunaSys の松岡です。本日はありがとうございました。全体を通していろいろと話をお聞きし、私がすばらしいと思ったのは、小さくてもいいので具体的な事例にフォーカスして成果を出すことにまずフォーカスされている点です。どうしても量子を見ているとすごく抽象的に、汎用的にやろうとして結局意味のないことをやっている場合が多いですが、この事業の場合、しっかりと具体的な事例でヒューリスティックでもいいので成果を出すことにフォーカスされている点がすばらしいと感じます。一方、それをどう汎用的にしていかが次の課題になるのでしょうか。そのときに量子の場合に難し

いのが単純なプラットフォーム的な考え方で汎用的になっていかないといえますか、基礎研究があってこそ汎用的になっていきます。本日もある物質はできるけれども類似した別の物質には量子の適用が難しいとの話がありましたけれども、そのような話が大量多く、そこは基礎研究が伴ってこないといけません。そこどう連携して汎用化していくかを各事業者に求めるのは結構大変だと思うので、NEDO様として何らかそこに方針を出していくことがあってもよいと思いました。全体としては、中間の段階では進捗されていますので、引き続き期待をしながら拝見してまいります。ありがとうございました。

【中島専門調査員】 ありがとうございました。続きまして、中林委員、お願いいたします。

【中林委員】 御説明お疲れさまでした。事業としてプロジェクトマネジメントがしっかり取られ、皆様アウトプットをしっかりと出しているのは大変素晴らしいと思います。その上で、2035年に向けたアウトカムからバックキャストして少し考えると、アプリケーション開発の部分でアウトプットからアウトカムへのブリッジが不明瞭だとコメントしたとおり、そのあたりは2027年の最終目標に向けて一考いただくと、よりよいアウトカムに向けたアウトプットが出ると思います。そしてライブラリ開発に関しては、オープンソース化を前提としてGitHub等で公開されるのは非常に素晴らしいです。それを持続的に運用し続けられる仕組みをつくるのがこのライブラリ開発のアウトカムに向けたすごく重要なところだと思います。ぜひコントリビューターを増やす仕組みを追加予算も含め、検討いただくとよいです。Pythonでいうところのscikit-learnのようなライブラリになるとよいと強く思いますので、ぜひよろしく願います。以上です。

【中島専門調査員】 ありがとうございました。続きまして、越田委員、お願いいたします。

【越田委員】 越田です。大変お疲れさまでございました。今日1日お話を聞き、2023年から特にこういう呼び水効果をつくるために、ゼロから1つずつユースケースを押し出していくというところで非常に進捗も見せていただき、大変素晴らしいと感じた次第です。その中で、今日の議論にもありましたし、先ほど山岡委員の発言にもありましたが、やはりユーザーをいかに巻き込んでいくことはとても重要になりますし、それが事業化に向かった蓋然性を高めるものと思います。ですので、そのあたりはぜひ今後も取り組んでいただけたら幸いです。それから、こういったユースケースの開発は継続していくことも、参加される方をはじめ、世の中一般にとっても非常に意義があると個人的には思います。そういう意味でも、ぜひ今の皆様に支援していくことに加え、引き続き可能性があれば、また新規の公募もあればよいと感じます。特に今年からモダリティといえますか、量子ゲートが徐々に少しずつ広がってきていますので、そのあたりの可能性が広がるという意味でもいろいろとあるのではないかと感じた次第です。ありがとうございました。

【中島専門調査員】 ありがとうございました。続きまして、伊井委員、お願いいたします。

【伊井委員】 伊井です。今日は本当にありがとうございました。そして皆様、お疲れさまでした。既に皆様からフィードバックをされていますけれども、ユースケースを創出することにフォーカスされた事業で、本当に実務的にしっかり着実に成果を出されています。また、計画以上に成果を出されているのは素晴らしいです。NEDOのほうでもいろいろな打ち手を打ってプロジェクトマネジメントをされているということで、そのシナジーをもって結果が出ているものと考えます。そして今後については、ユーザーの方に「本当にこれはよい」と思って使ってもらうためには、技術の優位性、それから事業としての優位性をしっかりと出していき、見せて伝えて発信していかないと、いいねと思ってもらっても本当に使ってもらえないことは往々にしてあります。その優位性をグローバルも含めてしっかりと見せて発信していくことが今後非常に重要になってくるかと思っておりますので、そのあたりはぜひ継続して進めていただければ幸いです。ありがとうございました。

【中島専門調査員】 ありがとうございました。続きまして、美添分科会長代理、お願いいたします。

**【美添分科会長代理】** 美添です。大変ありがとうございました。いろいろ勉強になりましたし、勝手に楽しませていただいた面もあります。本日話を伺い、うまくいきそうなプロジェクトが多く、その点は非常によかったと思います。一方、求められる役割として苦言を探さないといけないのですが、それを探すとすると、この時期に始めたのでこういう技術が多くなるのだらうと思います。本音を申し上げると、途中で話題に出たことですが、アプリからライブラリへのフィードバックといえますか、こういう事例が役に立っているため、それをそこから逆に抽出し、汎用性のあるものにつなげるという動きが見えてくると、非常にこのプロジェクトとしてはよいのだらうと思います。そのノウハウのオープン&クローズのところの問題だっと思いますけれども、どこまでオープンにしていただけるのかは定かではありません。必ずしも論文特許にならないようなノウハウでも重要なものがあると思うので、ぜひその点には期待したいです。最後に本当に余計なことを申し上げると、どうしてもいわゆるAI と比べると人材の層が薄いことは否めません。実は本家本元のNVIDIA様には「量子アルゴリズムエンジニア」という肩書きのポストがあって、ゲート方式の量子アルゴリズムの研究などもされています。それに対抗するのは難しいかもしれませんが、何かうまくコネクションを見つけて進めていただけることに勝手に期待を持っております。以上です。

**【中島専門調査員】** ありがとうございました。最後に、萬分科会長、お願いいたします。

**【萬分科会長】** 萬です。皆様お疲れさまでした。そして、御議論をありがとうございました。

まず評価項目1に関してですが、大きな立ち位置は量子古典ハイブリッドでAI もという形で時代を捉えており、適切だと思えます。終了までの運営やアウトカム達成の道のりについて、仕組みができていることも確認できました。悩まれているとは思いますが、オープン&クローズ戦略もここが基本だらうと思えます。適切だらうと考えます。本格的な事業の時期はもう少し先だという前提で、公開性を強める「呼び水」というキーワードもありました。この試みは良いのですが、オープン&クローズ戦略とどう調整していくかは非常に重要なポイントであり、難しいマネジメントになるのかと思います。さらに、ライブラリは基本的にオープンソースだということも方針としてはいいのですが、皆が使うオープンソースになるのかどうか結局は重要です。次に項目2ですが、アウトカム目標の設定にこの時代状況ならではの工夫がなされていると思えます。それから目標値、例えば採択数や技術領域の範囲を広げて採択されているなど、見直しもなされており、そういう部分ではきちんとやられている。かつ中間目標も基本的には達成しているという報告であり、私はそれで納得しています。より発展的に本事業を進める観点でコメントさせていただきます。アニーリングマシンは多くの種類が出て性能が向上し、以前のように単純な問題を解いて出来たというレベルではなく、本格的に使える時代が来ています。それからゲート型も実機が出てきているという中で、多分この課題を進めている方も、もっと使いたいニーズがあるのではないかと考えます。その中でインプットの予算がフラットになっているので、結局計画通りのことを、同じ人数でするだけになりかねません。1課題当たりで使える額が増えるほうが人も増員ができマシンタイムも増やせるなど研究の広がりが出てくるのではないのでしょうか。量子技術が広がっているという点から見ても正当な増額だと思いますので、コメントさせていただきました。

最後に項目3の具体的なマネジメントですが、この課題はまだ公的機関がやるべきところにまだあると理解しますので、NEDO様が実施することが適切だらうと思えます。委託事業と補助事業も、ライブラリはOSSを前提としているところから見ても委託事業だらうと思えます。アプリケーションのほうは、基本的なつくりとして委託事業と補助事業を切り分ける考え方でよいですが、マネジメントで課題ごとの事情を酌むことが大事だらうと思えます。また、採択の応募数が少ないという課題を出されております。量子技術のフェーズを考えるとある程度のフレキシビリティ、必ずしも事業規模を数値として正確に求めるだけではなく、多様な形で受け止められるような考え方もこの事業では必要なのではないのでしょうか。例えばもし予算が増えて公募ができるようになれば、その公募はもう少し今の量子技

術の状況に合った形にしてもよいのではないのでしょうか。そもそも応募課題が少ないというのは、一般的な認識と少し異なるところがあります。多分この事業による情報発信においてアピール不足なところもあるのかもしれません。そういう点もよろしく願いいたします。

総論として、よくできたプロジェクトになっていると思っており問題はないのですが、いろいろな点でフレキシビリティを持たせることを重視してください。そのための加速予算、あるいは課題の進捗による運営のフレキシビリティが進めば、よりよいものになるのではないかと思います。以上です。

**【中島専門調査員】** 委員の皆様、御講評をいただきまして、ありがとうございました。ただいまの分科会長の内容に対し、推進部の方から何かございますか。

よろしいでしょうか。では、いただいた御講評に対し、推進部の高田部長から一言お願いいたします。

**【高田部長】** 改めまして、本日はお忙しい中、本事業の評価に時間を割いていただきありがとうございます。また関係者、事業に参加いただいた方々、お越しいただきありがとうございました。

本日、事業の中間地点で指摘いただいた点は、3つほどに集約されるかと思います。まず1つ目は、速い技術潮流の対応をしっかりと行うことです。プロジェクトが始まった時点でアベイラブルだったものにこだわらずにどんどん世の中は変わってきており、日本でもかなり使えるものが出てきています。こういった状況を踏まえ、実際にそういったものを使ってみたいというニーズも酌みながら対応していくべきではないかという意見。それから、事業化に至る過程のギャップの克服やそれへの支援、こういった点が2つ目としてあったかと思います。3つ目は、当然予算がさらに増加するという前提にはなるものの、より分かりやすい情報発信と手法の工夫によって潜在的なプレーヤーをしっかりと掘り起こすべきであるといった点を指摘いただいたと思います。これに対して、我々としては、1つ目のデジタルアニーラーによらない他の方法も含めてというところで、しっかり国内外の実機の整備、利用動向なども把握し、新規のみならず今走っている人たちも含め、柔軟なマシンの設定、こういったことも含めながらしっかり事業を進めていけるような対応ができればと考えます。また事業化に至る過程のギャップ克服、それからそれへの支援ということですが、ステージゲート審査を段階的にやっていく、推進委員のアドバイスをしっかりやっていく、知財コーディネーターやチュートリアル、経営人材の巻き込みもございますが、さらには事業者1人1人にとってのユーザーです。実際の描いている仮説を、実際に使ってみようと思う人たちをしっかりと事業の中で取り込んでほしいということ、それから場合によっては新しいマシンを使うのであれば、アカデミックにもしっかりサポートいただける人を巻き込む、こういった柔軟な体制の変更も含め、しっかり各テーマについて見ていくべきと捉えています。3点目の予算がしっかりつくべき、それを踏まえた新たな情報発信と潜在プレーヤーの掘り起こしについては、まずもってその認知を高めるためにも、今あるユースケースをしっかりと世に知らしめていく。本事業もそうですし、世の中にユースケース事例集を作って公表したということもそうですが、その英語化も含め、さらに強化していく。それから今やっている事業のプレーヤーにおいても、アプリとライブラリの連携を通じて共有可能なところはしっかりアプリを開発している人にとってもオープンにもらい、ライブラリとして整備をしていく。さらには、他の施策との連携ですが、私ども今、懸賞金事業というものを別途やっており、これでいろいろな量子コンピュータを試す機会提供も図っています。その中でチュートリアルも利用環境の提供もやっていますので、そういったものとしっかり連携するであるとか、その中でできてくるコミュニティとの結節も行っていくべきと考えます。ほかにもハードウェア開発、部素材開発、人材育成という施策もこれから始まりますので、そういったところとの連携も本事業においても考えていくべきと思います。そうしたことを通じて潜在的なプレーヤーをしっかりと掘り起こし、まずもって本事業の一番の目的である利便性のあるユースケースを積み上げていく。これをしっかりと実現できるよう本日いただいた中間評価時点での意見を踏まえ、しっかり対策に盛り込む所存です。最後に、長時間にわたり御議論を賜りましたことに感謝を申し上げ、私からの話と

いたします。以上です。

【中島専門調査員】 ありがとうございました。それでは、以上で議題5を終了いたします。

6. 閉会

配布資料

番号無し	議事次第
資料1	分科会委員名簿
資料2	評価項目・評価基準
資料3	プロジェクトの説明資料（公開）
資料4	プロジェクトの補足説明資料（非公開）
資料5	事業原簿（公開）
番号無し	評価コメント及び評点票
番号無し	評価スケジュール

以上

【以下、分科会前に実施した書面による公開情報に関する質疑応答について記載する。】

研究評価委員会

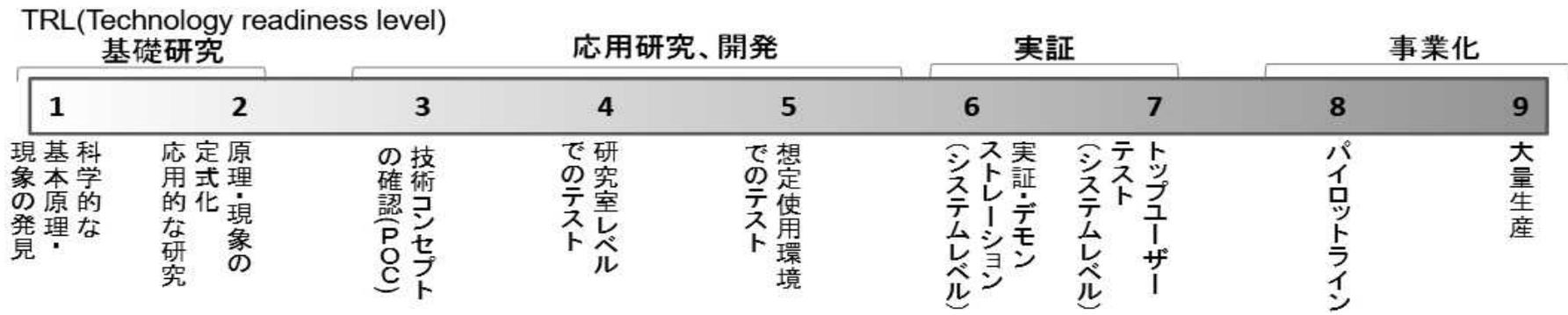
公開可

「量子・古典ハイブリッド技術のサイバー・フィジカル開発事業」（中間評価）分科会

質問・回答票（公開）

資料番号・ご質問箇所	質問	委員名	回答	公開可/非公開
資料3	現在実施しているアプリ課題は、量子側の技術として、アニーリング系（量子、インスパイアード含む）マシンの利用を前提にされていると思われる。ゲート型の量子コンピュータの利用についてどのようにお考えかまとめていただけますでしょうか。	萬分科会長	本事業では量子側の技術として、ゲート型・アニーリング型（疑似量子含む）どちらも対象にしております。ただし、ビジネス化を見据えたユースケース開発を行うために、「現在利用可能なコンピュータに限る」という制限は設けております。実際に現在実施中のテーマにおいても、一部のテーマはゲート型を用いたテーマが存在しております。	公開可
資料3	27ページから29ページのアプリ側の成果達成度で◎とされているテーマに関し、TRLはどのレベルでしょうか。TRLの定義はNEDOの通常の定義で結構です。	萬分科会長	「別紙」シートに添付した、経産省が定義したTRLの基準を用いて回答します。29ページのアプリ三期生のうち、成果達成度見込みを◎としているテーマは、いずれも初期仮説検証フェーズを実施しているテーマです。当該フェーズは資料3のP11にあるとおり、「PoC」を実施するフェーズです。TRLとしては、3程度に相当します。なおいずれのテーマも、今夏のステータスレビューを通過すれば、本格研究フェーズ（プロトタイプ開発、TRLレベル4相当）を実施する予定です。	公開可
資料3 P.18	アウトカム達成までの道筋について。AI関連の技術により情報系の技術全般の進捗が加速されている状況ですので、将来の予測が困難であることについてご配慮いただくことは可能でしょうか。	美添分科会長代理	ご指摘の通り、生成AIをはじめとして情報系の技術全般の加速は目覚ましいものと認識しています。アウトカム達成までの道筋においては、それらの技術的環境等を十分に配慮し、活動を行って参ります。具体的には、推進委員やステータスレビュー委員など第三者有識者のご意見も踏まえ、提案時に想定できなかった外部環境の変化に対する研究開発内容のピボットや目標値変更など、柔軟なプロジェクト・マネジメントを行って参ります。	公開可
資料3	量子ではないアニーリングを使うFMAは量子インスパイアードに入るでしょうか？	美添分科会長代理	はい、FMAの計算の中で疑似量子マシンを使っていれば、本事業では「量子インスパイアード」と考え、事業の対象としています。ただし、ビジネス化を見据えたユースケース開発を行うために、本事業では「現在利用可能なコンピュータに限る」という制限を設けております。よって、FMAの最適化部分の計算規模が、現在利用可能な疑似量子マシンで計算可能であることは条件になります。	公開可
資料3・P27-29	アウトプット目標の達成状況の評価はどのように行っているか。例えば、P27の項柔軟性薬剤分子に関するテーマは達成度が△となっているが、量子計算による優位性が示さなかったために目標未達となっている。一方で、他のテーマを見るとP29の過総発電所需給調整に関するテーマは、渋滞との比較があり、量子計算による優位性を示していると思われるが、それ以外のテーマに関しては、量子計算による優位性が示されていないように見える。この判断基準は定量的になっていると考えてもよいのか。	山岡委員	・資料3の「達成度（見込み）」の欄については、事業原簿の各テーマの進捗状況（「4. 目標及び達成状況の詳細」）を踏まえて評価しました。具体的には、テーマ内の実施項目の達成状況（「成果とその意義」）のうち、過半数の項目が◎であればテーマ全体としての進捗も大いに上回って達成と考えて「◎」、一部未達の項目があれば「△」といった形で評価を行いました。したがって、量子優位性が記載されているテーマと記載されていないテーマが存在しています。 ・上述のようにこの判断基準は、事業原簿の各テーマの進捗状況を踏まえて評価を行っています。基本的にはテーマ内の実施項目は定量的な目標値を設定し、達成状況を判断しております。	公開可
資料4: ライブラリ開発 P.12	「プロジェクトの成果物を維持管理するための予算措置」これは量子・AIに限らず重要なことだと思いますが、現状はかなり不足していると思っています。有用なソフトウェアを持続可能な形で支えることは現実的でしょうか？(例えば、github上で利用者が多いものなどをイメージしています)	美添分科会長代理	ソフトウェアの維持管理は、量子・AI分野に限らず極めて重要な課題ですが、直接的な研究成果とは見なされにくく、持続的な予算確保が困難である点は、国や分野を問わず共通の課題となっております。HPC分野の事例としては、米国防エネルギー省（DoE）の S4PST (Stewardship for Programming Systems and Tools) プログラムがあり、これまでに開発された有用なソフトウェアを、次世代計算環境へ適応させながら継続的に保守しています。また、Linux Foundation 傘下の HPSF (High Performance Software Foundation) との連携により、開発者に対してソースコードのホスティング環境や自動テスト基盤が提供されています。本事業においても、これらの国際的な取り組みを参考にしつつ、成果物の持続可能な維持・展開を見据えた体制構築を検討しています。将来的には、国内外のユーザーコミュニティとの連携や、オープンソース開発の枠組みの活用も視野に入れています。	公開可
資料4: ライブラリ開発 全体	Multi Objective な問題への量子アニーリングの応用は既にあると認識していますが、正しいでしょうか？FMを使って多目的最適化を目指すことは適切でしょうか？	美添分科会長代理	ご指摘の通り、Multi Objective な問題への量子アニーリングマシンやイジングマシン（以下、量子アニーリングマシン等と呼ぶことにします）の応用研究は既に多く存在します。ただしこの場合は、金融分野におけるポートフォリオ最適化や、我々のグループ自身で実施した広告配信最適化等、目的関数が陽に与えられている場合に対して検討されているものです。 multi objectiveなブラックボックス最適化問題に対する量子アニーリングマシン等の応用は、製造業や素材・材料業等幅広く期待されていることについては、複数の企業の方へのヒアリングを通じて確認しております。例えば、我々のグループ自身で実施したフォトニック結晶レーザーの最適設計問題や素材探索等の数例がありますが、いずれの場合も、multi objectiveな目的関数を単一目的関数へとスカラー化し、従来のFMQAを適用するというものでした。本研究開発によって構築されたアンサンブルFMA（資料4 P.15）によって、求解性能が向上することを確認しました。	公開可
資料4: ライブラリ開発 P.15	（もし既発表論文の説明ではなかった場合はこの質問は非公開情報を含むかもしれませんが削除して下さい）「従来のFMAの計算時間を1桁程度短縮可能」とありますが従来のFMAの計算時間とはこの場合何を計算していたのでしょうか？バレットフロントに近い解が得られるまで繰り返し計算を行う、などでしょうか？	美添分科会長代理	FMQAにおける計算時間は大きく分けて以下の3種類に大別されます。(1) ブラックボックス関数の評価（大規模シミュレーションや実験等）、(2) FMモデルの学習時間（古典コンピュータによる機械学習）、(3) FMモデルの最適化（量子アニーリングマシン等）です。実応用を考えると、(1)の計算時間が他に比べて多大な時間を要することが複数の企業の方へのヒアリングを通じて確認されました。実応用を考えると、(1)の計算時間が他に比べて多大な時間を要することが複数の企業の方へのヒアリングを通じて確認されました。よって、従来FMAと同程度の解精度（ハイパーボリューム）となるために要する繰り返し回数が1桁程度減ったことは、計算時間の1桁程度の高速化と言えます。ちなみに、(3)の計算時間は量子アニーリングマシン等で行うことではじめて短時間で求解可能であり、量子・古典ハイブリッド技術の長所であるといえます。	公開可

資料4: ライブラリ開発 P.16	従来のFMQAと比較して、GraphFMAはどのような利点・欠点があるでしょうか？単純にパラメータ数が減ることの利点があると思って良いでしょうか？欠点があるとしたら何でしょうか？	美添分科 会長代理	GraphFMAの利点としては、相互作用のスパース化により量子アニーリングマシン等でFMの最適解を求解する際に必要な変数の個数を削減できる点が挙げられます。この利点により、従来のFMQAでは扱えないサイズの問題に対してGraphFMAを適用できます。欠点としては、GraphFMAの求解性能を高めるための適切なグラフ構造の探索が必要になる点です。適切なグラフ構造の探索手法に関しましてはさらなる検討が必要であると考えております。	公開可
資料4: ライブラリ開発 P.17	「～計算時間は1桁以上の高速化を実現した」とありますがこれは学習時間のことでしょうか？単純に教師例の数が10%以下になったと考えて良いでしょうか？また、右側のグラフの縦軸は何でしょうか？教師例が減って精度が上がるのは直観に反しますが、これはFMAで探索したデータをそのまま教師例に追加していくため探索空間が移動していき性質が変わるために、最新のデータは性質が似ていて自然と予測精度が上がるという理解で良いでしょうか？	美添分科 会長代理	計算時間の1桁以上の高速化について、学習時間のことではありません。まず、FMQAにおける計算時間は大きく分けて以下の3種類に大別されます。 (1) ブラックボックス関数の評価（大規模シミュレーションや実験等）、 (2) FMモデルの学習時間（古典コンピュータによる機械学習）、 (3) FMモデルの最適化（量子アニーリングマシン等）です。実応用を考える際、(1)の計算時間が他に比べて多大な時間を要することが複数の企業の方へのヒアリングを通じて確認されました。よって、従来FMAと同程度の目的関数値となるために要する繰り返し回数が1桁以上減ったことは、計算時間の1桁以上の高速化と言えます。ちなみに、(3)の計算時間は量子アニーリングマシン等で行うことではじめて短時間で求解可能であり、量子・古典ハイブリッド技術の長所であるといえます。 考案したアルゴリズムの有用性を検証するため、LABS問題と呼ばれる典型的なベンチマーク問題を用いた検討を行っております。そのため右側のグラフの縦軸は、LABS問題の目的関数です。 また、我々もご指摘いただいた描像が成立するのではないかと予想を立てておりますが、学術的観点から、この描像が妥当であるかを確認するためのさらなる検討が必要であると考えております。	公開可
資料4: ライブラリ開発 P.18	右側の図は論文 (arXiv:2410.12747 [cs.LG]) の Fig. 2 かと思いますが優劣が良く分かりません。この手法の優位性を示すには Fig. 3 が適切なように思いましたが、この理解は正しいでしょうか？	美添分科 会長代理	資料4 P. 18 の右図は、FMAにおける典型的な条件である教師例が限られた状況 (Dataset size: 10に相当) かつハイパーパラメータが小さい場合において、我々の研究室で開発した手法が優位であることを表しております。しかし、この図にはFMAにおける典型的な条件から外れたデータを示す図が含まれているため、ご指摘の通り、arXiv:2410.12747 [cs.LG] の Fig. 3 (FMAの典型的な条件に対するデータ。右図) の方が適切です。	公開可
ライブラリ 資料4 ページ6	実施項目⑥における25年3月の成果において、記載の成果を出せた理由をご教示下さい。	伊井委員	研究開発当初からプロジェクトのゴールを見据え、多くの企業の方々へのヒアリングを高頻度で行い、研究開発の方向性を確認することができたためであると考えております。またこのヒアリング自体が、本研究開発における量子・古典ハイブリッド技術の売り込みにもつながっていると考えております。	公開可
ライブラリ 資料4 ページ15	多目的最適化において、最適化しうる目的・項目の種類に制限はありますか？	伊井委員	現在の我々の認識では、原理的には最適化しうる目的・項目の種類に制限は無いと考えておりますが、例えば、ブラックボックス関数の出力にノイズを含む場合（困難な実験）については、多目的最適化が困難になるのではないかと予想されます。	公開可
ライブラリ 資料4 ページ17	データ絞り込みの基準、方針はどのような考えられていますか？データ取得時のデザインにも関わってくると思われします。	伊井委員	データ絞り込みの方針として、学習段階時点で近い時点で得られた学習データ群のみを用いることにしています。FMQAにおいては、繰り返し回数が多くなると、FMモデルが真のブラックボックス関数に近づき、最適解に近い解が得られると期待されているため、このような方針としました。	公開可
ライブラリ 資料4 ページ21	ユーザーにとって魅力的なコアライブラリの内容、レベル感、ライブラリー数、サービス提供方法は明確になっていますか？	伊井委員	本事業では、まず「量子・古典ハイブリッド技術のサイバー・フィジカル開発事業」で開発される共通ライブラリを中核に、必要なライブラリ、フレームワークを含む利用環境を構築します。さらに、Fixstars、QunaSys、Jij、NVIDIA等のソフトウェアベンダとはすでに密に連携をしており、オープンソースソフトウェアを中心として利用可能なライブラリを拡充します。ライブラリ自身の魅力に加えて、利用者が具体的な活用イメージを持てるよう、実行可能なチュートリアルも併せて提供し、円滑な導入と利用促進を図ります。 また、サービス提供方法については、既存のABCIのサービス形態を基に概ね設計を終えており、運用開始の準備を進めています。	公開可
資料4: タンパク質	東北大・東大・北里研究所から参加されているのは論文 sci. rep. 14:552 (2024) の著者のチームでしょうか？	美添分科 会長代理	はい ※Andrejs様以外は（委託先・再委託先の）登録研究員として登録されております。	公開可



出典：経産省 産業構造審議会資料

([https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/sangyo\\_gijutsu/kenkyu\\_hyoka/pdf/001\\_s01\\_00.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/sangyo_gijutsu/kenkyu_hyoka/pdf/001_s01_00.pdf))