

## ムーンショット型研究開発事業

### 令和5年度プロジェクト外部評価（中間評価）について（目標6）

#### (1) 目的

プロジェクトごとに、研究開発の進捗状況や成果を把握し、これを基に適切な予算配分及び研究開発計画の見直しや研究開発の中止等を行うことにより、事業運営の改善及び機構の支援体制の改善に資することを目的とする。

#### (2) 実施時期

原則として研究開発開始時点から3年目に実施する。

#### (3) 評価項目及び基準

- ムーンショット目標達成等に向けたプロジェクトの目標や内容の妥当性
- プロジェクトの目標に向けた進捗状況(特に国内外とも比較)
- プロジェクトの目標に向けた今後の見通し
- 研究開発体制の構築状況
- PMのプロジェクトマネジメントの状況(機動性、柔軟性等を含む。)
- 研究データの保存、共有及び公開の状況
- 産業界との連携及び橋渡しの状況(民間資金の獲得状況(マッチング)及びスピリアウトを含む。)
- 国際連携による効果的かつ効率的な推進
- 大胆な発想に基づく挑戦的かつ革新的な取組
- 研究資金の効果的・効率的な活用
- 国民との科学・技術対話に関する取組
- その他(1)に定める目的を達成するために必要なこと。

なお、上記に関する詳細については、評価者が決定する。

#### (4) 評価者

評価者はPDとし、評価にあたってはアドバイザー等の協力を得て行う。

#### (5) 評価の手続き

プロジェクトごとに、被評価者からの報告及び被評価者との意見交換等により評価を行う。この場合において、必要に応じて研究開発実施場所での調査等又は外部有識者の意見の聴取を行うことができる。

評価結果は、ガバニング委員会に報告するとともに、研究開発の中止等についてはガバニング委員会の全体調整事項として付議するものとする。

※評価対象プロジェクト、評価会実施日、評価者一覧は別紙のとおり

(別紙)

■評価対象プロジェクト

※令和2年度採択プロジェクト

- 小芦プロジェクト
- 小坂プロジェクト
- 高橋プロジェクト
- 古澤プロジェクト
- 水野プロジェクト
- 山本（俊）プロジェクト
- 山本（剛）プロジェクト

■評価会実施日

令和5年7月21日、8月8日

■評価者一覧

氏名	所属・役職等
北川 勝浩	大阪大学 教授
上妻 幹旺	東京工業大学 科学技術創成研究院 教授
中村 泰信	東京大学 大学院工学系研究科 教授
山下 茂	立命館大学 情報理工学部 教授
天野 英晴	慶應義塾大学 理工学部 教授
石内 秀美	株式会社先端ナノプロセス基盤開発センター (EIDEC) 元 代表取締役社長
井元 信之	東京大学 特命教授室 特命教授
宇都宮 聖子	アマゾン ウェブ サービス ジャパン合同会社 AIML 事業本部 プリンシパル機械学習・量子スペシャリストソリューションアーキテクト
小澤 正直	中部大学 AI 数理データサイエンスセンター 特任教授
川畑 史郎	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
佐々木 雅英	情報通信研究機構 オープンイノベーション推進本部 主管研究員
茂本 勇	ダイキン工業株式会社 テクノロジー・イノベーションセンター 技師長
若山 正人	日本電信電話株式会社 基礎数学研究センタ 数学研究プリンシパル ／九州大学 名誉教授

※所属・役職等は評価会時点のもの

ムーンショット型研究開発事業  
研究開発プロジェクト 外部評価（中間評価）結果

1. プログラム

目標 6「2050 年までに、経済・産業・安全保障を飛躍的に発展させる誤り耐性型汎用量子コンピュータを実現」

プログラムディレクター 北川 勝浩

2. 研究開発プロジェクト名

誤り耐性型量子コンピュータにおける理論・ソフトウェアの研究開発

3. プロジェクトマネージャー（機関名・役職は評価時点）

小芦 雅斗（東京大学 大学院工学系研究科 教授）

4. 評価結果

評点： S

（適切に策定された計画を達成しており、想定以上の成果が得られている。）

総評：

本プロジェクトには誤り耐性型汎用量子コンピュータの設計指針を与える、本プログラムの頭脳の役割を期待しており、その期待に応えつつあることを高く評価する。今後、超伝導と表面符号以外のより一般的な量子コンピュータについてモデルを拡張することを期待する。

3年目のマイルストーンを達成しそれ以上に進んでいる。クロスレイヤー協調設計モデルの雛形が出来て、表面符号を用いた超伝導量子コンピュータで量子優位性を発揮するのに必要なリソースの見積もりが可能となった。また、FTQC（誤り耐性型量子コンピュータ, Fault-Tolerant Quantum Computer）の実現に資する成果が得られた。

以上

ムーンショット型研究開発事業  
研究開発プロジェクト 外部評価（中間評価）結果

1. プログラム

目標 6「2050 年までに、経済・産業・安全保障を飛躍的に発展させる誤り耐性型汎用量子コンピュータを実現」

プログラムディレクター 北川 勝浩

2. 研究開発プロジェクト名

量子計算網構築のための量子インターフェース開発

3. プロジェクトマネージャー（機関名・役職は評価時点）

小坂 英男（横浜国立大学 量子情報研究センター センター長／大学院工学研究院・先端科学高等研究院 教授）

4. 評価結果

評点： A

（計画の策定・達成ともに概ね適切である。）

総評：

要素技術の研究開発は計画以上に進捗しているので、要素技術をインテグレートして高効率の超伝導量子ビット—通信波長光子の量子インターフェースの PoC を達成することを期待する。

3年目のマイルストーンを達成。ダイヤモンドにインテグレートされたオプトメカニカル共振器、量子メモリー、フォトニック結晶からなる高効率の超伝導量子ビット—通信波長光子の量子インターフェースを設計し、要素技術の研究開発が一部前倒しで計画通り進捗した。強力なナノテク研究体制により、要素技術の一部では世界最高性能を実現した。

以上

ムーンショット型研究開発事業  
研究開発プロジェクト 外部評価（中間評価）結果

1. プログラム

目標 6「2050 年までに、経済・産業・安全保障を飛躍的に発展させる誤り耐性型汎用量子コンピュータを実現」

プログラムディレクター 北川 勝浩

2. 研究開発プロジェクト名

イオントラップによる光接続型誤り耐性量子コンピュータ

3. プロジェクトマネージャー（機関名・役職は評価時点）

高橋 優樹（沖縄科学技術大学院大学量子情報物理実験ユニット 准教授）

4. 評価結果

評点： A

（計画の策定・達成ともに概ね適切である。）

総評：

3年目のマイルストーンを達成見込みである。

イオントラップ量子コンピュータの大規模集積化に必要な要素技術を、光接続を中心として、振動モードの制御、超伝導トラップなど多岐に渡って取り組んでおり、個別の要素技術については、ほぼ計画通りに進捗している。

共振器 QED（量子電磁力学, Quantum electrodynamics）を用いてイオントラップ間を高効率で光接続するブレークスルーを是非成し遂げて欲しい。本プロジェクトで手掛ける要素技術を統合した未来像を是非示して欲しい。

以上

ムーンショット型研究開発事業  
研究開発プロジェクト 外部評価（中間評価）結果

1. プログラム

目標6「2050年までに、経済・産業・安全保障を飛躍的に発展させる誤り耐性型汎用量子コンピュータを実現」

プログラムディレクター 北川 勝浩

2. 研究開発プロジェクト名

誤り耐性型大規模汎用量子コンピュータの研究開発

3. プロジェクトマネージャー（機関名・役職は評価時点）

古澤 明（東京大学 大学院工学系研究科 教授 /

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）

4. 評価結果

評点：S

（適切に策定された計画を達成しており、想定以上の成果が得られている。）

総評：

世界にさきがけて提案した測定型の大規模誤り耐性型量子コンピュータとそれに必要な導波型光パラメトリック増幅器と超伝導光子数識別器の開発に取り組んでおり、当初計画以上に進捗し、画期的な成果を出している。

当初提案の全光IC化から導波型光パラメトリック増幅器と光ファイバーに大胆かつ柔軟に計画を変更したことによって、当初計画よりも早く実験が進捗している。10THz帯域で8dB以上のスクイーミング、GKP (Gottesman-Kitaev-Preskill) 量子ビットの生成など画期的な成果を上げている。FTQC（誤り耐性型量子コンピュータ, Fault-Tolerant Quantum Computer）達成前の早期のクラウド化と、非線形演算の高速化のためのASIC作製の追加提案を認める。

以上

ムーンショット型研究開発事業  
研究開発プロジェクト 外部評価（中間評価）結果

1. プログラム

目標 6「2050 年までに、経済・産業・安全保障を飛躍的に発展させる誤り耐性型汎用量子コンピュータを実現」

プログラムディレクター 北川 勝浩

2. 研究開発プロジェクト名

大規模集積シリコン量子コンピュータの研究開発

3. プロジェクトマネージャー（機関名・役職は評価時点）

水野 弘之（株式会社日立製作所 研究開発グループ 基礎研究センタ主管研究長兼日立京大ラボ長）

4. 評価結果

評点： A

（計画の策定・達成ともに概ね適切である。）

総評：

小規模な部分系について PoC を示す方向に着実に進捗しており、量子ビットとしての評価はこれからであるが、3 年目のマイルストーンは近いうちに達成する見込みがある。

大規模量子ドットアレイの小規模な部分系にフォーカスした結果、遅れを取り戻しつつある。ただし、このプロジェクトの方式は NISQ(Noisy Intermediate-Scale Quantum)までしか想定されておらず、スケーラビリティや FTQC（誤り耐性型量子コンピュータ, Fault-Tolerant Quantum Computer）への道筋を示す必要がある。

なお、理化学研究所の少数量子ビットはアプローチが異なり、樽茶プロジェクトの採択に伴い独立することとなった。

以上

ムーンショット型研究開発事業  
研究開発プロジェクト 外部評価（中間評価）結果

1. プログラム

目標6「2050年までに、経済・産業・安全保障を飛躍的に発展させる誤り耐性型汎用量子コンピュータを実現」

プログラムディレクター 北川 勝浩

2. 研究開発プロジェクト名

ネットワーク型量子コンピュータによる量子サイバースペース

3. プロジェクトマネージャー（機関名・役職は評価時点）

山本 俊（大阪大学 大学院基礎工学研究科 教授 /  
量子情報・量子生命研究センター 副センター長）

4. 評価結果

評点： A

（計画の策定・達成ともに概ね適切である。）

総評：

光子検出器は量子通信、光子を使った量子情報処理のキーデバイスであり、本プロジェクトの成果として他のプロジェクトにも提供可能となったことは高く評価できる。

3年目のマイルストーンを達成見込みである。原子、超伝導、半導体など多様な量子ビットと通信波長光子との量子インターフェースと光子検出器の研究開発がほぼ計画通り進捗した。光子検出器はプロジェクト内の企業に技術移転され、多チャンネル SNSPD（超伝導ナノワイヤ単一光子検出器, Superconducting Nanowire Single-Photon Detector）がムーンショットの他プロジェクトにも提供可能となった。

以上



ムーンショット型研究開発事業  
研究開発プロジェクト 外部評価（中間評価）結果

1. プログラム

目標 6「2050 年までに、経済・産業・安全保障を飛躍的に発展させる誤り耐性型汎用量子コンピュータを実現」

プログラムディレクター 北川 勝浩

2. 研究開発プロジェクト名

超伝導量子回路の集積化技術の開発

3. プロジェクトマネージャー（機関名・役職は評価時点）

山本 剛（日本電気株式会社セキュアシステムプラットフォーム研究所 主席研究員）

4. 評価結果

評点： A

（計画の策定・達成ともに概ね適切である。）

総評：

3年目のマイルストーンを達成している。超伝導量子コンピュータの大規模集積化に必要な要素技術を、量子ビットの高品質化、3次元実装から、クライオエレクトロニクス、希釈冷凍機まで、網羅的に手掛けており、着実に進捗している。

多岐に渡る要素技術に挑戦しており、進捗の程度には差があるが、予定以上や世界最高レベルの成果を得ているものもあり、順調である。

本プロジェクトで開発した希釈冷凍機を用いて要素技術を統合するテストベッドの構築の追加提案は、有意義なので認める。

以上