



## ムーンショット目標 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

# 実施状況報告書

## 2022年度版

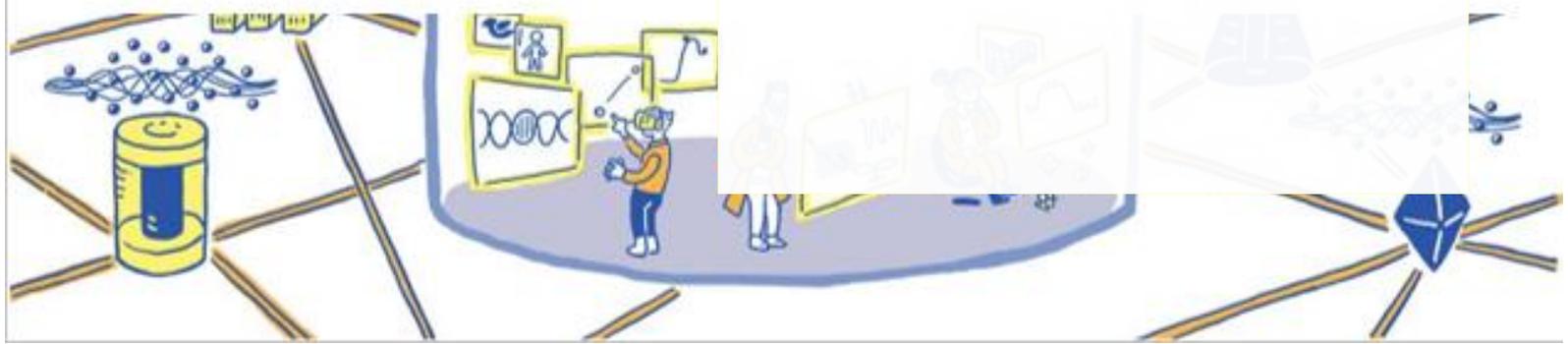
ナノファイバー共振器 QED による

大規模量子ハードウェア

**青木 隆朗**

早稲田大学 理工学術院

 **MOONSHOT**  
RESEARCH & DEVELOPMENT PROGRAM



## 研究開発プロジェクト概要

独自のナノファイバー共振器 QED 技術に基づき、大規模化と分散化が可能な新方式の量子コンピューターハードウェアを開発するとともに、社会実装を推進します。それにより、2050 年には、圧倒的に大規模な量子ビット数を持つ分散型の誤り耐性汎用量子コンピュータと量子インターネットの実現を目指します。

[https://www.jst.go.jp/moonshot/program/goal6/68\\_aoki.html](https://www.jst.go.jp/moonshot/program/goal6/68_aoki.html)

## 課題推進者一覧

課題推進者	所属	役職
青木 隆朗	早稲田大学 理工学術院	教授
稲場 肇	産業技術総合研究所 物理計測標準研究部門	研究グループ長
碁盤 晃久	株式会社 Nanofiber Quantum Technologies	最高技術責任者 (CTO)

## 1. 当該年度における研究開発プロジェクトの実施概要

### (1) 研究開発プロジェクトの概要

独自のナノファイバー共振器 QED 技術に基づき、大規模化と分散化が可能な新方式の量子コンピューターハードウェアを開発するとともに、社会実装を推進する。それにより、2050 年には、圧倒的に大規模な量子ビット数を持つ分散型の誤り耐性汎用量子コンピューターと量子インターネットの実現を目指す。

### (2) 研究開発プロジェクトの実施状況

ナノファイバー共振器 QED 方式ハードウェアの原理実証に関しては、原理実証用ユニットを設計し、立ち上げを開始した。周波数安定化光源システムに関しては、ECDL ベースのテーブルトップシステム設計および要素部品の試作を実施した。大規模化に関しては、1,000 物理量子ビット用イメージング光学系の設計に必要な要求仕様を確定した。分散化に関しては、遠隔 2 ユニット間での 2 量子ビットゲートの実証に向けた分散化ユニットを設計した。社会実装に関しては、ハードウェア制御システムの概要を検討した。

### (3) プロジェクトマネジメントの実施状況

プロジェクトとして重要事項の連絡・調整のため運営会議を開催し、また、PM が各研究開発機関における研究の進捗状況を把握すると同時に、各課題推進者がプロジェクト全体の状況と MS 目標達成からバックキャストしたシナリオ上での現在地を把握するため、PM を起点として各課題推進者と連携した。また、必要に応じて PM によるサイトビジットを実施した。

## 2. 当該年度の研究開発プロジェクトの実施内容

### (1) 研究開発項目1:ナノファイバー共振器 QED 方式ハードウェアの研究開発

#### 研究開発課題1:ナノファイバー共振器 QED 方式ハードウェアの原理実証

当該年度実施内容:ナノファイバー共振器 QED 基盤技術を開発し、ナノファイバー共振器 QED 方式ハードウェアの原理実証を確立するため、当該年度は、原理実証用ナノファイバー共振器 QED ユニットの設計し、立ち上げを開始した。

課題推進者:青木 隆朗(早稲田大学)

#### 研究開発課題2:ナノファイバー共振器 QED 方式に適した量子誤り訂正理論

当該年度実施内容:なし(当該課題推進者は令和 5 年度より参画、当該課題は令和 5 年度より研究開発開始に計画変更)

課題推進者:徳永 裕己(NTT コンピュータ&データサイエンス研究所)

#### 研究開発課題3:周波数安定化光源システム

当該年度実施内容:ECDL ベースの小型で堅牢なテーブルトップシステムの開発に向け、当該年度はシステムの設計および要素部品の試作を実施した。

課題推進者:稲場 肇(産業技術総合研究所)

#### 研究開発課題4:大規模化・分散化

当該年度実施内容:ナノファイバー共振器 QED ユニットの大規模化および複数ユニット接続による分散化に基づく大規模ハードウェア技術の開発に向け、当該年度は、ユニットの大規模化に関しては、1,000 物理量子ビット用イメージング光学系の設計に必要な要求仕様を確定し、分散化に関しては、遠隔 2 ユニット間での 2 量子ビットゲートの実証に向けた分散化ユニットを設計した。

課題推進者:青木 隆朗(早稲田大学)

#### 研究開発課題5:社会実装

当該年度実施内容:ナノファイバー共振器 QED 方式量子コンピューターシステム全体の高稼働率長期運用技術を確立するとともに、クラウドシステムの開発により本方式の NISQ 量子コンピュータを社会実装する目標に向け、当該年度はハードウェア制御システムの概要を検討した。

課題推進者:碁盤 晃久(Nanofiber Quantum Technologies)

### 3. 当該年度のプロジェクトマネジメント実施内容

#### (1) 研究開発プロジェクトのガバナンス

##### 進捗状況の把握

代表機関として早稲田大学は、リサーチイノベーションセンターが PM 活動を支援し、さらに全体の事務統括として研究推進部が事業進捗を管理した。また新たに、早稲田大学グリーン・コンピューティング・システム研究機構に本プロジェクトとして参画した。

プロジェクトとして重要事項の連絡・調整のため運営会議を開催し、また、PM が各研究開発機関における研究の進捗状況を把握すると同時に、各課題推進者がプロジェクト全体の状況と MS 目標達成からバックキャストしたシナリオ上での現在地を把握するため、PMを起点として各課題推進者と連携した。また、必要に応じて PM によるサイトビジットを実施した。

##### 研究開発プロジェクトの展開

プロジェクト内で課題推進者が有機的に連携できるよう、メンバーの相互派遣を含めた協働体制を構築した。また、効果的な社会実装のため、知的財産権の適切な取得や技術移転活動等を推進した。さらに、MS 目標 6 内にてプロジェクト間連携を展開した。

#### (2) 研究成果の展開

知財運用会議を設置し、研究開発プロジェクトにおける知財戦略や知財出願の計画、技術動向調査、市場調査、事業化戦略、グローバル展開戦略等を継続的に検討した。

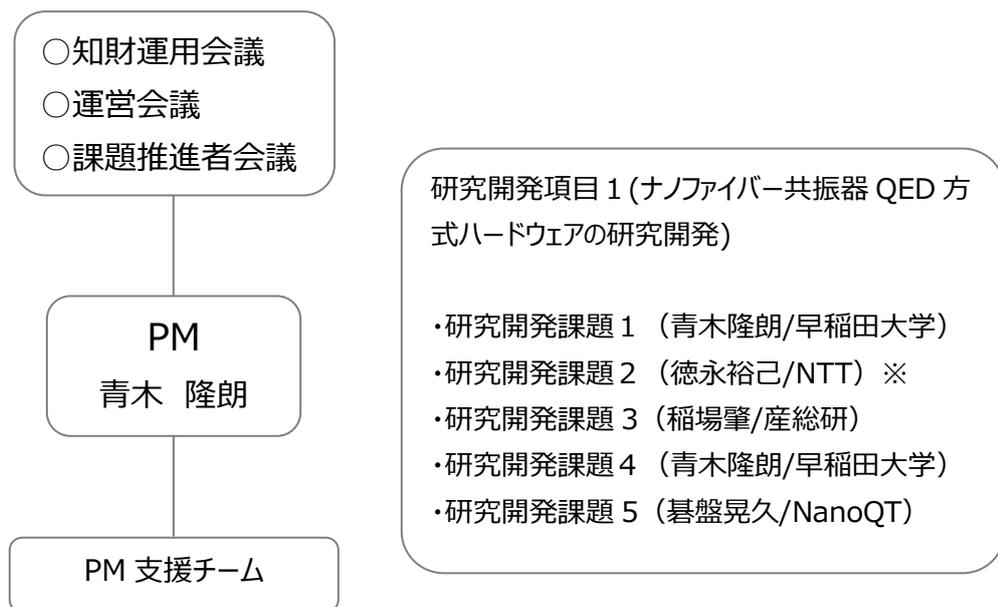
#### (3) 広報、アウトリーチ

広報、アウトリーチ活動、公開シンポジウムの開催等の方針を検討した。

(4) データマネジメントに関する取り組み

データマネジメントプランを作成し、これに基づいたデータの保存・管理・公開を実施した。

#### 4. 当該年度の研究開発プロジェクト推進体制図



##### 知財運用会議

構成機関：早稲田大学、NTT、産総研、NanoQT

実施内容：研究開発プロジェクトにおける知財戦略や知財出願の計画、技術動向調査、市場調査、事業化戦略、グローバル展開戦略等の検討

##### 運営会議

実施内容：プロジェクトの重要事項の連絡・調整

##### 課題推進者会議

構成機関：早稲田大学、NTT、産総研、NanoQT

実施内容：プロジェクト全体の状況、および MS 目標達成からバックキャストしたシナリオ上での現在地の共有

※R5 年度より参画

## 5. 当該年度の成果データ集計

知的財産権件数				
	特許		その他産業財産権	
	国内	国際(PCT含む)	国内	国際
未登録件数	1	0	0	0
登録件数	0	0	0	0
合計(出願件数)	1	0	0	0

会議発表数			
	国内	国際	総数
招待講演	3	0	0
口頭発表	0	0	0
ポスター発表	0	0	0
合計	3	0	0

原著論文数(※proceedingsを含む)			
	国内	国際	総数
件数	0	0	0
(うち、査読有)	0	0	0

その他著作物数(総説、書籍など)			
	国内	国際	総数
総説	0	0	0
書籍	0	0	0
その他	0	0	0
合計	0	0	0

受賞件数		
国内	国際	総数
0	0	0

プレスリリース件数
0

報道件数
0

ワークショップ等、アウトリーチ件数
0