



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

2020 年度版

2020 年 12 月～2021 年 3 月

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

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



研究開発プロジェクト概要

複数のイオントラップを光で連結する新しいアイデアにより、従来技術では達成できない、大規模化が容易なイオントラップデバイスを開発します。それにより、2050年には、大規模な量子コンピュータの実現を目指します。

https://www.jst.go.jp/moonshot/program/goal6/63_takahashi.html

課題推進者一覧

課題推進者	所属	役職
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
野口篤史	東京大学 大学院総合文化研究科	准教授
豊田健二	大阪大学 先導的学際研究機構	特任准教授
早坂和弘	情報通信研究機構 未来 ICT 研究所	研究マネージャー

1. 当該年度における研究開発プロジェクトの実施概要

本年度はプロジェクト発足後の初年度であり、実質活動期間が3か月程度しかないため来年度以降の研究活動につながる準備を万全とすることに注力した。まず各研究課題において基盤となるイオントラップやその周辺機器、レーザー光源等の仕様について検討を行い、今後の実験研究の基本設計を固めた。また、今後必要となる要素的な実験技術の開発も一部行った。研究項目ごとの実施内容を以下に挙げる。

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:イオントラップの量子光接続に関する研究開発

研究開発課題1:微小光共振器一体型線形イオントラップの開発

当該年度実施内容:

令和2年度(R2年12月-R3年3月)は微小光共振器一体型イオントラップシステムの設計を行った。イオントラップおよび光共振器の構造を決定するとともに、それらに付随する信号線の取り回しや周辺装置・真空装置を含めたシステム全体の設計、実装するために必要な物品の選定・発注を行った。

課題推進者:高橋優樹(沖縄科学技術大学院大学)

(2) 研究開発項目2:超伝導マイクロ波回路を用いたイオントラップの開発

研究開発課題1:超低振動クライオシステムおよび超伝導回路イオントラップの開発

当該年度実施内容:

令和2年度は、クライオイオントラップシステムを開発するための全体の設計や冷凍機やレーザー光源の準備、また超伝導回路イオントラップを実現するための予備的な実験として、高強度のRFが印加可能な超伝導共振器の技術開発を行った。

課題推進者:野口篤史(東京大学)

(3) 研究開発項目3:振動自由度を用いた量子誤り訂正符号実装のための研究開発

研究開発課題1:振動状態の多モード量子制御と符号化への応用に関する研究開発

当該年度実施内容:

光定在波によりイオン配列に時間依存の力を加えることで、イオン配列の振動モード間に結合を誘起し、ビームスプリッター相互作用を実現することを目指し、光定在波による具体的な励起スキーム(使用電子遷移、使用副準位、偏光、光学軸等)の候補を選定した。そして、それに必要な励起レーザー等に対する要件(強度、集光径、パワー等)を抽出し

た。また、本研究に必要な実験系の検討・セットアップ(パルス生成系などの実験装置制御系、真空装置等について)を行った。

課題推進者: 豊田健二(大阪大学)

(4) 研究開発項目4: 高性能イオントラップ作製・評価技術およびクラウド化基盤技術の確立

研究開発課題1: 高性能イオントラップ作製・評価技術の確立

当該年度実施内容:

高性能イオントラップ作製・評価に関して、文献(web、電子メールでの情報収集も含む)による動向調査、課題推進者の所属する3研究グループとの協議、国内の5研究グループとの協議、外部ファンドリーでの電極構造試作および当グループでの評価等を実施し、重点的に製作・評価に取り組むイオントラップの基本設計を決定した。

課題推進者: 早坂和弘(情報通信研究機構)

研究開発課題2: イオントラップ量子コンピュータのクラウド化基盤技術

当該年度実施内容:

イオントラップ量子コンピュータクラウド化のための研究基盤となるイオントラップ実験系の仕様について、量子ビットとして用いるイオン種および遷移を選定し、そのイオン種に対する光イオン化スキーム・冷却スキーム・量子ビット励起スキーム等を検討・決定した。各スキームに必要なレーザーに対する要件(パワー、周波数安定度等)を明らかにした。また、本研究に必要な実験系の整備(パルス生成系などの実験装置制御系、真空装置等について)を行った。

課題推進者: 豊田健二(大阪大学)

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

PM支援体制チームはPMが所属する沖縄科学技術大学院大学(OIST)に設置済である。事務的な対応について指揮を執るアシスタントPM(Administration)を兼任する事務職員を充てた。また、間接経費により事務職員を新たに1名雇用し、令和3年4月1日より実務を担当させる。アシスタントPMが運営会議の実施や研究開発機関、JSTとの連絡役となり、それぞれの事務窓口を通じてスケジュール調整等を行った。

研究開発プロジェクトの展開

本年度はプロジェクト発足後の初年度であり、実質活動期間が3か月程であるため、策定した研究計画に沿って研究活動を行った。そのため、大幅な研究体制の再構築は行わなかった。研究機関同士、メンバー間の交流活性化、情報共有のため、令和3年度からオンラインでのマンスリーミーティングを開始することを決定した。

(2) 研究成果の展開

本年度は、プロジェクトを開始して間もないため、知財に関する活動は生じなかった。なお、目標6の一般向けキックオフシンポジウム開催を受けて、本研究開発プロジェクトのイベントの企画を開始した。PM 支援チームとして、OIST 広報担当部署と、今後の広報・アウトリーチ戦略を立案した。その手始めとして、ホームページの作成に着手した。

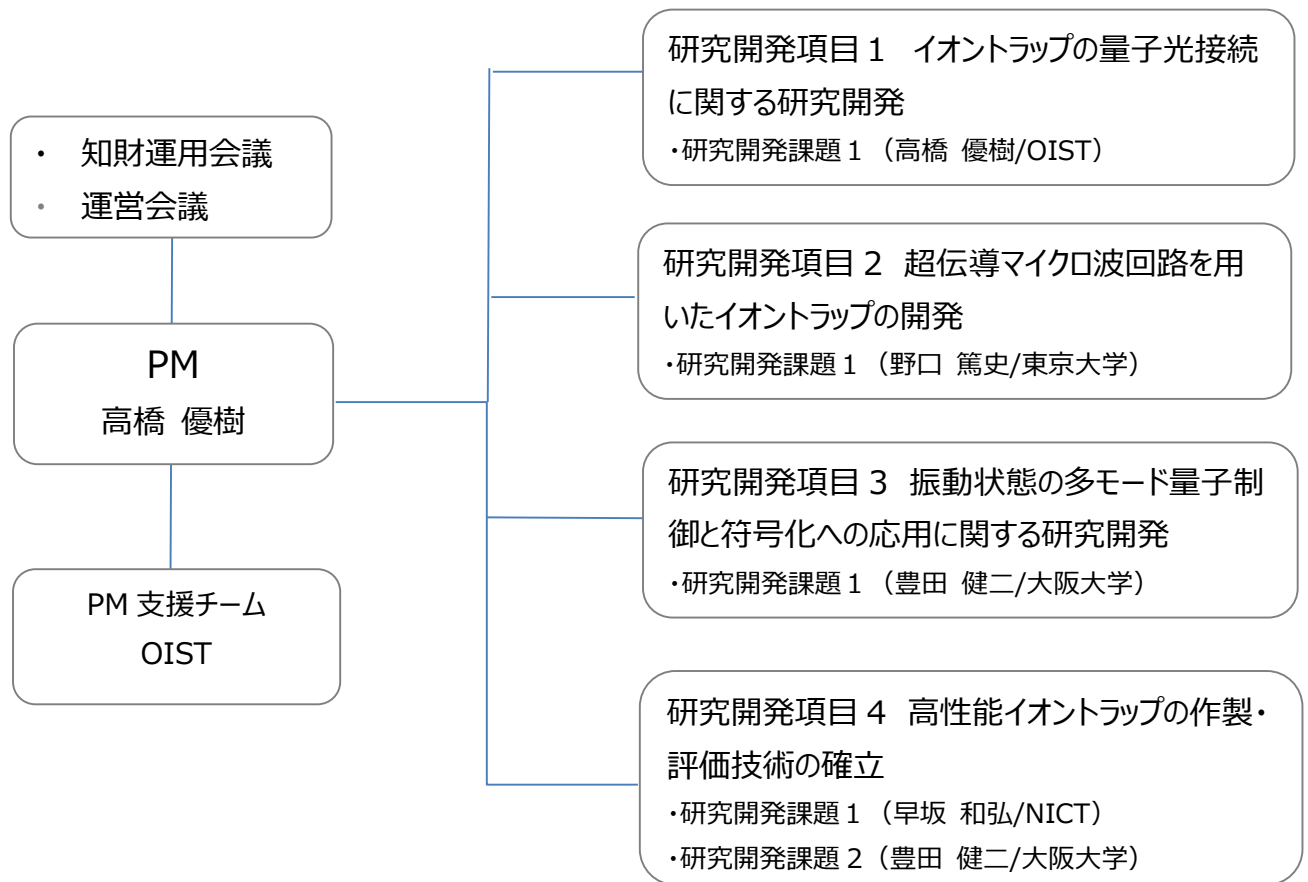
(3) 広報・アウトリーチ

広報・アウトリーチ活動として、ホームページ作成に着手した。本研究開発プロジェクト全体を俯瞰できるような構成にしつつも、各研究開発機関の活動とそれぞれで貢献する若手研究者の様子も発信することを念頭に置いている。情報発信は日英で行う。ターゲットは量子コンピュータに関心がある人、広くコンピュータや物性科学に関心がある人とした。特に、地域でサイエンスカフェを主催しているような人や、社会学・経済学・材料科学・計算機科学専攻の学生を主なターゲットと想定し、記事の編集を行う方針である。基本情報の公開に至った後、研究レポート、メンバー紹介記事など、プロジェクトをよりよく知っていただくためのコンテンツを随時追加する予定である。

(4) データマネジメントに関する取り組み

該当なし

4. 当該年度の研究開発プロジェクト推進体制図



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	0	0	0	0
登録件数	0	0	0	0
合計(出願件数)	0	0	0	0

会議発表数			
	国内	国際	総数
招待講演	2	0	2
口頭発表	2	0	2
(うち、査読有)	2	0	2
ポスター発表	0	0	0
合計	4	0	4

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