2025 年度年次報告書

先端国際共同研究推進事業
【2025 年度採択　次世代のための ASPIRE　量子分野】

【研究課題名】
次世代イオントラップ量子コンピュータの国際共同開発

研究代表者：
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）

主たる共同研究者：
豊田 健二（大阪大学 量子情報・量子生命研究センター 教授）

相手側研究代表者：
Ferdinand Schmidt-Kaler（マインツ大学 教授）
Tanja Mehlstaeubler（PTB 教授）

1. 研究進捗状況と成果

マインツ大学より導入する量子コンピュータシステムの構築に向けて準備を進めた。ドイツ側との複数回の打ち合わせを通して、まず、日本側で構成を理解し、必要な物品のリストアップ、国内における調達先の選定、見積りの取得、納期の確認とそれに基づく研究計画の立案と一部の設計変更を行った。集積導波路光回路に関する研究開発においては、光導波路の交差素子の設計を行った。その結果、スケーラブルな光回路構成のために十分な透過率を有する光導波路交差素子の設計をいくつかの波長の組み合わせに対して明らかにすることができた。rf 量子ゲートに関する研究開発においては、マインツ大グループで開発されたイオントラップに rf 電極を仕込む改変を行うための準備を行なった。CAD ソフト上で rf 電極を追加するようにイオントラップの設計を変更し、配線も含めた整合性を検証した。また、有限要素法を用いた数値計算により特定の設計における rf 近接場の三次元分布を計算し、捕獲イオンの位置における rf 磁場の強度、勾配を算出した。微小光共振器を用いた量子光接続に関する研究開発においては、シリコン基板上での局所的な凹面構造の作製を行った。加工プロセスの確立のため、ICP 装置を使った微細加工における種々の最適化（プラズマ安定性、サンプルステージ、サンプルとステージの熱伝導等）を行った。また、MEMS 式微小光共振器と統合するためにマインツ大学で開発されたセグメント型線形イオントラップの設計改変を行った。この新しいイオントラップの設計に基づき、新規にチップ作製を進めるため、OIST より博士課程学生を 2026 年 3 月よりマインツ大学に派遣した。

2. 代表的な成果事例

研究開始後間もないことから、現時点で対外的に公表可能な研究成果には至っていない。一方で、研究計画に基づき文献調査、研究環境の整備及び実験・調査準備等を進めており、今後本格的な研究活動を展開する予定である。