

2021 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	鈴木 はるか（丹治 はるか）
研究機関名	電気通信大学
所属部署名	レーザー新世代研究センター
役職名	准教授
研究課題名	真空場の積極活用による量子技術の開拓
研究実施期間	2021 年 4 月 1 日～2022 年 3 月 31 日

研究成果の概要

本研究では、真空場をレーザー光と同様に様々な用途で活用するための真空場制御の要素技術の開拓および、制御された真空場を利用した原子や光子の操作に挑戦する。そのために、まずは、真空場の制御技術、具体的には、真空場の強度と周波数の制御技術の開発に取り組む必要がある。そこで、2021 年度は、真空場を増強するための光共振器、原子捕捉用の光双極子トラップ、および、光共振器と中性原子との強結合を実現するための超高真空チャンバーの設計を行い、構築に着手した。また、原子のレーザー冷却に必要な光源の整備を行った。

光共振器については、まず、要求される各種パラメータを決定し、モードマッチ用の光学系も含めた設計を行った。それと並行して、別の用途で作製済みであった高反射ミラーについて、新たに散乱ロスの測定を行った結果、特注での作製を依頼した仕様と矛盾しない結果を得た。しかしながら、散乱ロスと透過率の比率が好ましい値ではなく、本研究の用途でミラーを作製する際には、特注仕様の指定の仕方に工夫が必要であることが判明した。そこで、ミラー製作会社と協議を重ね、本研究での用途に適した仕様での作製を依頼し、ミラーが完成した。

光共振器中に単一原子を捕捉するための光双極子トラップについては、そのサイズについての検討を行い、必要なビーム径とレーザーパワーを決定した。また、光双極子トラップとして用いる予定の、 $1\mu\text{m}$ 程度の微小なビーム径を測定するための測定系の構築を行い、試験的に $4\mu\text{m}$ 程度のビーム径の評価を行った結果、回折限界に近い値が得られていることを確認した。

超高真空チャンバーについては、設計を行い、構築に着手した。

また、原子のレーザー冷却に必要な光源の整備を行い、既存の真空チャンバー中で冷却原子を観測することによって、正しい周波数への安定化が行えていることと、必要な強度が得られていることの確認を行った。