

2023 年度年次報告書

量子・古典の異分野融合による共創型フロンティアの開拓

2023 年度採択研究代表者

高野 哲至

京都大学 大学院理学研究科／科学技術振興機構  
特定准教授／さがけ研究者

光導波路による中性冷却原子デバイスの集積化

## 研究成果の概要

本研究は、冷却ツリウム(Tm)原子の表面相互作用の評価・制御および、導波路近傍での1ms以上のコヒレンス制御を目的とする。2023年度は、実験室環境の構築、Tm原子のレーザ冷却に向けた光源開発、真空槽の設計を行い、並行を行い、理論的基礎検討を行う予定であった。

まず、第一段階の410nmの光源構築のため、820nmの外部共振器半導体レーザと半導体増幅器によるMOPA(Master Oscillator Power Amplifier)を構成した。前者としては、コンパクトで周波数安定な性質をもつ干渉フィルタ型を採用した。外部環境の擾乱を防ぐため、共振器部分が封止された治具を設計し、所望の波長にて20 mWの発振を達成した。一方、半導体増幅器の波長範囲が常温では所望の波長より外れていたため、16度まで増幅器を冷却し、300 mW程度までの光増幅を達成した。本来必要である800 mWの出力には到達しなかったため、より低温まで冷やしても結露しないために、増幅器を封止する治具を設計した。さらに、新規設計した線形型の二次高調波共振器によって、共振器の構成に成功した。今後、より低温まで冷やしたうえで、共振器を使って410nmへの波長変換を行う。また、これらの半導体レーザの光源のための、リモート制御可能な電流・温度コントローラを開発した。

第二段階の506nmの光源の為、1012nmのMOPAを構成した。これらの評価、ならびに、二次高調波発生、波長安定化は2024年度に引き継がれた。

真空槽としては、800度という高温の原子線発生装置から、レーザ冷却して捕獲するに至る真空槽すべての設計を行った。原子線をZeeman減速するためのコイルや磁気光学トラップ用のコイルも設計した。

一方、理論的基礎検討については、研究計画に表面相互作用の評価が加わったために、2023年度は行わず、今後に延期とした。