

2023 年度年次報告書

革新的光科学技術を駆使した最先端科学の創出

2021 年度採択研究代表者

本田 洋介

高エネルギー加速器研究機構 加速器研究施設
准教授

レーザー冷却極低温電子源による超精密ビーム制御

研究成果の概要

レーザー冷却の技術を用いて極低温に冷却した原子ガスから、レーザーによる光電離で電子を発生させる電子源の開発を行っている。この手法では発生源の温度を極限まで下げることで、従来技術では到達できない高品質の電子源が実現できると期待される。

昨年度まで、Magneto-Optical Trap (MOT) による Rb 原子のレーザー冷却を行う試験装置を立ち上げ、MOT に必要な冷却レーザーおよびその制御システムの開発を行ってきた。その経験を踏まえて、電子源実機的设计を進めた。概念設計から、製作図面に落とし込み、実機の主要部品の製作を行った。

製作された電子源真空チェンバと高電圧電極構造を組み合わせ、真空排気試験を行った。真空ベーキングを経て、十分な到達真空圧力が実現できることを確認した。また、加速電極に高電圧を印加する試験を行い、目標の電圧を長期安定保持できることを確認した。これで、電子源実機の主要部品は問題無く完成したことになる。

電子ビームの発生は、Rb 原子を 2 段階で光電離して行う。このために波長 480nm のレーザー光が必要である。このためにチタンサファイア再生増幅レーザーと OPA 波長変換のレーザーシステムを導入した。レーザー冷却のレーザーシステムと電子源実機真空チェンバを立ち上げているレーザー室に隣接するように電離レーザーのシステムを立ち上げ、電離レーザー光を輸送できるようにした。

本研究で開発しているレーザー冷却電子源は、オランダのアイントホーフェン工科大学 (TU/e) のグループにより最初に提案されたものである。TU/e では最初の原理実証機による試験を経て、小型化簡便化と応用研究を目標とした装置の開発を行っており、この種の電子源の開発を牽引している。さががけ国際強化支援の制度を活用して、TU/e に約 1 ヶ月滞在し、レーザー冷却電子源のビーム調整と、電子線回折像の測定の実験に参加させてもらった。