

革新的光技術を駆使した最先端科学の創出
2019 年度採択研究者

2021 年度 年次報告書

吉岡 孝高

東京大学 大学院工学系研究科
准教授

炭素原子気体の精密分光と冷却の実現

§ 1. 研究成果の概要

真空中で希薄中性炭素原子気体を発生させ、深紫外領域に存在する $^3P-^3D$ 遷移を真空中で初めて2光子励起するための研究を遂行した。気体発生法としてはグラファイトのレーザーアブレーションに引き続き着目し、アブレーションルームの発光スペクトルの取得を通じて中性炭素原子が放出される励起フルーエンスの範囲を特定した。昨年度開発したナノ秒深紫外 Ce:LiCAF レーザーの狭線幅化、高パルスエネルギー化を進め、数値計算上確実に2光子共鳴励起を誘起可能な条件を用意した。しかし、アブレーションルームの観測による炭素原子の発生条件下では2光子励起の証拠を捉えることが出来なかった。そこで、適切な励起フルーエンスの探索とともに再度実験を試みた結果、初めて共鳴2光子励起の証拠である真空紫外領域の発光の観測に成功した。このようにして発生させた中性炭素原子気体の温度は約 10000 K であることも実測することが可能となった。

レーザー冷却の前段階として、冷却したヘリウム気体をバッファーガスとする予冷の実施を当初より計画していた。昨年度構築したバッファーガスセルを実際に無冷媒ヘリウム3冷凍機により冷却し、外部からヘリウム気体を導入する試験を実施した。その結果、バッファーガス冷却を実施するために必要な気体導入レートのもとで、バッファーガスセルを数 K に冷却できることを確認した。

また、本研究で実施する遷移周波数の計測やレーザー冷却に関して、当初計画では深紫外フェムト秒周波数コムを用いる予定であったが、絶対周波数が定まりパルス幅の長い高強度単一縦モードパルスレーザーに切り替えることとし、その構築を進めた。