

2024 年度年次報告書
物質と情報の量子協奏
2024 年度採択研究代表者

橋本 和樹

東京大学 大学院理学系研究科
助教

サブショットノイズ限界高感度赤外分光法の開発

研究成果の概要

本研究ではスクイーズド光及び非線形干渉計を赤外フォトサーマル分光法に適用することでサブショットノイズ限界の高感度赤外分光法を開発することを目的としています。この目的を達成するために今年度はスクイーズド光生成のための基本光源の評価・検討及び赤外フォトサーマル効果の評価を行いました。

光源の検討に関しては $1.55\text{ }\mu\text{m}$ 波長・ 200 fs パルス幅のパルス光源を用いました。当該光源をスペクトルフィルタリング、光ファイバー増幅したのち、擬似位相整合結晶に照射することで 100 mW 程度の 2 次高調波発生(SHG)を確認できました。この SHG 光をポンプ光、基本光源を別途スペクトルフィルタリングしたものをシード光として別の擬似位相整合結晶に照射し、結晶中でシードされた光パラメトリック増幅を起こし、 2.7 dB 程度のシード光減衰を確認することができました。減衰量はスクイージング量の指標となるため、今後この数値を向上していくことを目指します。また別途基本光を光検出器で直接検出し、RF スペクトラムアナライザで $1\text{--}3\text{ MHz}$ の周波数領域のノイズ特性を評価しました。RF ノイズパワーと光平均パワーの間に線形性が見え、このパルス光源によりショットノイズ限界レベルを達成できることが確認できました。次年度は今年度の成果を生かして、最適な光源・非線形媒質・光検出器の導入とスクイーズド光の測定とを行います。

赤外フォトサーマル効果の評価に関しては、 $4.6\text{ }\mu\text{m}$ 波長の量子カスケードレーザーをサンプルであるポリスチレンシートに集光して熱レンズ効果を引き起こし、それを $1.55\text{ }\mu\text{m}$ 波長の CW 光源でプローブしました。量子カスケードレーザーに数十 kHz の強度変調をかけたところ、プローブ光に同周波数の変調が現れることを RF スペクトラムアナライザで確認できました。次年度はフォトサーマル効果の効率向上と変調周波数の高周波化を目指します。