

2023 年度年次報告書
物質と情報の量子協奏
2023 年度採択研究代表者

衛藤 雄二郎

京都大学 大学院工学研究科
准教授

高輝度量子光源によるフーリエ限界を超えた時間分解ラマン分光

研究成果の概要

本研究では、ツインビームに発生する時間と周波数の同時相関を利用することで、フリーリエ限界を超えた高い時間分解能と波数分解能を両立する誘導ラマン散乱分光の実現を目指している。その目的のためにまずは、ツインビームの時間周波数相関を定量的に評価する手法を確立し、相関を低下させる要因を明らかにすることが重要である。

本年度は、和周波発生過程を利用することでツインビームの時間波形を測定し、その結果を解析することで“ツインビーム間のモードミスマッチ”と“光学素子の屈折率分散”によって時間相関が低下していることを定量的に示すことに成功した。

実験では、波長が 532 nm の Q スイッチナノ秒パルスレーザーを励起光として、周期分極反転 LiNbO₃ 結晶に入射することで、高利得のパラメトリック下方変換を誘起し、高強度なシグナル光とアイドラー光のツインビームを生成した。その後、ツインビームを BBO 結晶に入射し、ツインビームの遅延差の関数として和周波強度を測定することで、時間相関波形を測定した。さらに、周期分極反転 LiNbO₃ 結晶の出射端面のフリーリエ面にアイリスを設置し、同軸と非同軸成分のツインビームにおける相関の大きさを比較した。その結果、非同軸成分において、相関の低下が著しく大きいことが明らかになった。この結果は、ツインビーム間にモードミスマッチがあることを示唆している。次に、モードミスマッチの効果と光学系の分散による影響を考慮した理論式を用いて、時間相関波形をフィッティングすることで、モードミスマッチの大きさと分散の大きさを定量的に評価した。今後はこの評価手法をもとにして、ツインビーム相関の改善と誘導ラマン散乱分光の実現を目指す。