

2023 年度年次報告書

物質探索空間の拡大による未来材料の創製

2021 年度採択研究代表者

筒井 祐介

京都大学 大学院工学研究科

助教

テラヘルツトリプルパルス分光法による電子フォノン結合評価技術の開発

研究成果の概要

本研究ではレーザー技術を駆使した原子・分子の自在な制御技術の実現を通して、新機能性材料の新たな探索空間軸を創出することにより、未来材料の探索を加速する。本年度は光学系のさらなる構築および共同研究を推進した。

発光素子に求められる高い発光量子収率を達成するためには、輻射速度の増強、無輻射速度の抑制が重要である。前者は分子設計により容易に調整できるが、後者は励起状態の緻密な設計が必要である。実素子の固相においては発光体の濃度上昇に伴う自己再吸収、励起子の拡散のため、発光密度に制限が生じてしまう。

本年度は、特に自己再吸収の抑制に着目し、励起状態の緩和を非常に大きく設計した分子を新規開発することで、高濃度下での高い発光量子収率を達成した。この高い量子収率のため、強励起下で自然放射増幅光 (ASE 光) の観測に成功し、最大 $g = 16.5 \text{ cm}^{-1}$ という高い光学ゲインを有していることを明らかにした。ASE 光は、有機材料系においては液相・結晶相においてこれまで観察されてきているが、能動的な外場制御は困難であった。本研究では新たに液晶相の配向性に着目し、偏光依存 ASE 光の発生、ASE 光の外的電気制御が行える、従来の液相・結晶相ではなし得ない新規液晶デバイスの創製を行った。このような素子は新しい能動的有機レーザー素子の開発につながると期待される。

また、国内およびさがけ支援による国際共同研究を通して、金属材料・超伝導体・有機金属錯体などの光励起過渡ダイナミクスについて多岐にわたる解析を行っている。次年度は探索した材料群・構築した光学系を用いた詳細な解析・さらなる共同研究を通じて、材料探索の加速を行っていく予定である。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Amplified spontaneous emission from a liquid crystalline phase: anisotropic property and active modulation, Y. Tsutsui, T. Sakurai, S. Seki, *Faraday Discuss.* **2024**, 250, 271.