

2022 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	熊谷 崇
研究機関名	自然科学研究機構分子科学研究所
所属部署名	メゾスコピック計測研究センター
役職名	准教授
研究課題名	時空間極限における革新的光科学の創出
研究実施期間	2022 年 4 月 1 日～2023 年 3 月 31 日

研究成果の概要

当該年度は低温光走査トンネル顕微鏡を応用した超高感度・超高分解能の極微分光についての研究を推進し、その成果として関連する原著論文 3 報を責任著者として出版した。これまでに確立した探針増強ラマン分光を応用し、酸化亜鉛超薄膜やフラーレンの単一分子接合における局所的なフォノン・振動励起現象を調べ、その微視的機構を解明した。具体的には探針増強ラマン分光で計測できる反ストークス散乱スペクトルからフォノン・振動励起状態の占有状態を観察した。酸化亜鉛超薄膜では、その伝導帯にトンネル電子が注入されるとフォノン励起状態の占有率が大幅に増加することを見出した。単一分子接合における振動励起は非平衡開放系の量子輸送現象における重要な課題である。特に、伝導電子と分子振動の非弾性散乱は分子接合の局所発熱の要因であり、素子の動作安定性や熱物性評価において電子-振動散乱効果の見積もりは重要である。これらの成果は極限的な空間にまで閉じ込めた電磁場を利用した分光法の新しい応用を切り開くものであると考えている。

空間的に閉じ込めた電磁場をさらに時間的にも閉じ込め、極限的な空間・時間における光誘起現象の観測を目指して超短パルスレーザーと低温光走査トンネル顕微鏡を組み合わせた実験も進めていたが、当該年度はその成果としてナノスケールのコヒーレントフォノン分光に関する成果を報告している。報告した実験では超短パルスレーザーによってプラズモニックな走査トンネル顕微鏡の接合に空間的・時間的に閉じ込められた強い電磁場を発生させ、それによって酸化亜鉛超薄膜のコヒーレントフォノンを励起し、その時間発展を 10 fs 程度の時間分解能で追跡することに成功した。これは極限的な空間・時間における極微分光として新しい展開をもたらす技術として期待される。