

2023 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	2023 年 4 月 1 日～2024 年 3 月 31 日

研究成果の概要

当該年度は、以下の研究課題に取り組んだ。

1. 超高真空・低温探針増強近接場分光による原子スケールの極微分光と光と物質の相互作用の研究
2. 大気動作型探針増強赤外近接場分光によるナノマテリアルの研究
3. 超高真空動作型超高速探針増強赤外近接場分光の開発

課題 1 では、既に超高真空・低温探針増強ラマン分光を用いて、Ag(111) 表面に吸着した単一 Ag 原子の局在ラマン散乱を計測することに成功していた。実験結果に基づき、原子スケールに閉じ込められた光電場の微視的理解を目指して、Max Planck Institute for the Structure and Dynamics of Matter と共同で、最先端の時間依存密度汎関数理論に基づく電磁場シミュレーションを行った。また、走査トンネル顕微鏡のプラズモニックナノ接合で、CW レーザーによる非線形光誘起電子輸送現象を発見し、独自の理論モデルを用いてその微視的機構を解明した。これらの結果は、従来のナノオプティクスの限界を突破し、原子レベルの光学現象の観測・制御に貢献する新技術の創出につながるものである。

課題 2 では、新たに構築した大気動作型探針増強赤外近接場分光を用いて、単一タンパク質の赤外振動分光や、強相関酸化物である二酸化バナジウムのナノ粒子における絶縁体－金属転移の中赤外ナノイメージングを行った。赤外分光法は、物質の構造や化学分析のみならず、様々な固体物性を調べるのに有用であるが、従来の赤外顕微分光は光の回折限界により空間分解能がマイクロメートルのオーダーである。探針増強赤外近接場分光はこの限界を突破し、様々なナノマテリアルの研究に広く応用できると考えている。

課題 3 は、原子スケールでの探針増強赤外近接場分光を目指した新しい装置の開発である。当該年度中に、独自に設計した超高真空・低温対応型システムを構築し、非接触原子間力顕微鏡と可視近接場分光の試験を行った。今後、低温での実験により赤外領域における原子スケールの極微分光に挑戦する予定である。