2024 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	2024 年 4 月 1 日～2025 年 3 月 31 日

研究成果の概要

当該年度は、以下の 3 つ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－物質相互作用の研究
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. 原子スケールでの超高速探針増強赤外近接場分光を目指した新規装置の開発

課題 1 では、超高真空・低温探針増強ラマン分光を用いて、従来は困難と考えられていたバルク半導体表面（Si(111)-7x7 再構成表面）における単一分子のラマンスペクトル測定に成功した【Chem. Phys. Phys. Chem. 2024】。これにより、これまで金や銀などのプラズモニック基板に限定されていた単一分子分光を半導体表面へと応用可能であることを示し、原子スケールの極微分光の新たな研究展開の可能性を拓いた。さらに、国際共同研究として、局在プラズモン励起を介した半導体表面における単一分子の光スイッチング制御【Nat. Commun. 2024】や、低次元系における走査トンネル発光分光の新しい発光メカニズムの解明【Nano Lett. 2025】に取り組んだ。

課題 2 では、独自に開発した大気環境下で動作可能な超高速赤外近接場分光を用いて、次世代の低次元半導体として期待される遷移金属ダイカルコゲナイドにおける光励起に伴う超高速ダイナミクスを捉えた。特に、不均一な光キャリアの挙動をフェムト秒・ナノメートルスケールで解明することに成功した【ACS Photonics 2024】。

課題 3 では、原子スケールの赤外近接場計測の実現に向けて、新規装置の開発を進めた。特に、既報の高感度・高分解能検出手法【Nano Lett. 2024】を基盤とし、水晶振動子を用いた原子間力顕微鏡により、探針振幅を 1 nm 以下に制御することで、可視光領域における局在電磁場の弾性散乱を 1 nm スケールの空間分解能で検出することに成功した。