

広帯域相関計測解析研究部門

熊谷 崇 (准教授) (2021年4月1日着任)

西田 純 (助教)

伊藤 敦子 (事務支援員)

A-1) 専門領域：物理化学, 表面科学, 近接場分光

A-2) 研究課題：超短光パルスの研究

- a) 低温フォトン走査トンネル顕微鏡を応用したプラズモニックナノ接合における物理化学現象の素過程解明
- b) 低温フォトン走査トンネル顕微鏡を応用した原子スケールの時空間極限における分光の開発
- c) 超高速・超広帯域近接場光顕微鏡を応用した多次元・多変数ナノスケール分光の開発

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) プラズモニックナノ接合では局在表面プラズモン共鳴の励起を介して強く局在化したナノスケールの光を発生させることができる。この強く局在化した光の性質とそれによって引き起こされる現象の微視的機構について低温フォトン走査トンネル顕微鏡を応用した極微分光によって調べている。
- b) 低温フォトン走査トンネル顕微鏡のプラズモニック接合に発生する強く局在化した光を原子スケールで操る技術を開発し、極限空間における極微分光についての研究を行っている。さらに超短パルスレーザーと組み合わせることにより時空間極限における究極的な分光の開発を目指している。現在は低次元物質におけるフォノンダイナミクスを原子スケールで直接観測する研究に取り組んでいる。この研究課題は科研費帰国発展研究に採択されている内容である。
- c) 原子間力顕微鏡に基づいた非開口型近接場光顕微分光を超高速・超広帯域のパルスレーザーと組み合わせた多次元・多変数ナノスケール分光の開発を行っている。この新しい先端計測によって重要な電子・光学材料の構造、物性そして機能を解明する研究へと展開していくことを目指している。これは分子科学研究所への着任に伴い新しく開始した研究課題であり、JST 創発的研究支援事業に採択されている内容である。

B-1) 学術論文

S. LIU, A. HAMMUD, M. WOLF and T. KUMAGAI, “Anti-Stokes Light Scattering Mediated by Electron Transfer Across a Biased Plasmonic Nanojunction,” *ACS Photonics* **8**(9), 2610–2617 (2021). DOI: 10.1021/acsp Photonics.1c00402.

S. LIU, A. HAMMUD, M. WOLF and T. KUMAGAI, “Atomic Point Contact Raman Spectroscopy of a Si(111)-7×7 Surface,” *Nano Lett.* **21**(9), 4057–4061 (2021). DOI: 10.1021/acs.nanolett.1c00998

B. CIRERA, Y. LITMAN, C. LIN, A. AKKOUSH, A. HAMMUD, M. WOLF, M. ROSSI and T. KUMAGAI, “Charge Transfer-Mediated Dramatic Enhancement of Raman Scattering upon Molecular Point Contact Formation,” *Nano Lett.* **22**(6), 2170–2176 (2022). DOI: 10.1021/acs.nanolett.1c02626

B-2) 国際会議のプロシーディングス

M. MÜLLER, N. MARTÍN SABANÉS, F. SCHULZ, F. KRECINIC, T. KUMAGAI, T. KAMPFRATH and M. WOLF, “Quantitative Sampling of Femtosecond THz Voltage Pulses and Hot Electron Dynamics in an STM Junction,” *CLEO: QELS-Fundamental Science*, FTh4L.4 (2021). DOI: 10.1364/CLEO_QELS.2021.FTh4L.4

B-4) 招待講演

熊谷 崇, 「原子スケールの光による分光に向けて」, ナノプローブテクノロジー第167委員会第97回研究会, オンライン開催, 2021年4月.

熊谷 崇, “Direct observation of plasmon-enhanced single-molecule tautomerization Session: Electron- and Photon-Driven Chemical Reactions at Surfaces,” The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2021 (Pacifichem 2021), Honolulu (U. S. A.) (online), 2021年12月.

熊谷 崇, “Atomic-Scale Optical Spectroscopy in Plasmonic Scanning Tunneling Microscope Junctions,” The 9th International Symposium on Surface Science (ISSS-9), オンライン開催, 2021年12月.

熊谷 崇, 「原子スケールの極微分光」, 第15回日本化学連合シンポジウム「持続可能な社会構築のための見分ける化学, 分ける化学」, オンライン開催, 2022年3月.

熊谷 崇, 「原子スケールの極微分光」, 物性研究所短期研究会「機能的走査プローブ顕微鏡の新展開」, オンライン開催, 2022年3月.

B-7) 学会および社会的活動

学会の組織委員等

1st IMS-FHI Symposium (オンライン開催) (2021/7/12-13) 「Emerging Techniques of Scanning Probe Microscopy」, Organizer (Chair) (2021).

B-8) 大学での講義, 客員

北海道大学, 客員准教授, 2020年4月-.

B-10) 競争的資金

科研費国際共同研究加速基金(帰国発展研究), 「時間分解探針増強ラマン分光による時空間極限における原子層物質のフォノン計測」, 熊谷 崇 (2021年-2023年).

科学技術振興機構創発的研究支援事業, 「時空間極限における革新的光科学の創出」, 熊谷 崇 (2021年-2027年).

C) 研究活動の課題と展望

分子科学研究所の着任に伴い新しく開始した研究課題, 「低温フォトン走査トンネル顕微鏡を応用した原子スケールの時空間極限における分光の開発」および「超高速・超広帯域近接場原子間力顕微鏡を応用した多次元・多変数ナノスケール分光の開発」を推進していく。これらの研究課題は科研費帰国発展研究およびJST創発的研究支援事業に採択されており, 加速的に研究を進められると期待している。走査プローブ顕微鏡を基軸とした極限計測技術を研

究室の柱として物理化学，分子科学，そしてナノ科学にまたがる学際領域の形成，革新的な光科学・光技術の創出を目指した基礎研究を展開していきたいと考えている。また，マックス・プランク協会フリッツ・ハーバー研究所（ベルリン，ドイツ）と2021年に締結した研究協力協定に基づいた国際的な共同研究や学術交流についても積極的に推進していきたいと考えている。