

## 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)

LIU, Shuyi (学振外国人特別研究員)

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：探針増強分光によるナノ物理化学の研究

- 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・多変量ナノ顕微分光の開発

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・多変量ナノ顕微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, M. WOLF and T. KUMAGAI**, “Nanoscale Heating of an Ultrathin Oxide Film Studied by Tip-Enhanced Raman Spectroscopy,” *Phys. Rev. Lett.* **128(20)**, 206803 (2022). DOI: 10.1103/physrevlett.128.206803

**T. KUMAGAI**, “Sub-Molecular Diagnostics of Coherent Energy Transfer,” *Nat. Nanotechnol.* **17(7)**, 674–675 (2022). DOI: 10.1038/s41565-022-01171-8

**B. CIRERA, M. WOLF and T. KUMAGAI**, “Joule Heating in Single-Molecule Point Contacts Studied by Tip-Enhanced Raman Spectroscopy,” *ACS Nano* **16(10)**, 16443 (2022). DOI: 10.1021/acsnano.2c05642

**S. LIU, A. HAMMUD, I. HAMADA, M. WOLF, M. MÜLLER and T. KUMAGAI**, “Nanoscale Coherent Phonon Spectroscopy,” *Sci. Adv.* **8(42)**, eabq5682 (2022). DOI: 10.1126/sciadv.abq5682

**N. M. SABANÉS, F. KRECINIC, T. KUMAGAI, F. SCHULZ, M. WOLF and M. MÜLLER**, “Femtosecond Thermal and Nonthermal Hot Electron Tunneling Inside a Photoexcited Tunnel Junction,” *ACS Nano* **16(9)**, 14479–14489 (2022). DOI: 10.1021/acsnano.2c04846

**X. XING, J. LI, J. P. BREEN, J. NISHIDA, H. I. KARUNADASA and M. D. FAYER**, “Probing Lattice Dynamics in Two-Dimensional Inorganic Pseudohalide Perovskites with Ultrafast Infrared Spectroscopy,” *J. Phys. Chem. C* **126(24)**, 10145–10158 (2022). DOI: 10.1021/acs.jpcc.2c03516

#### B-4) 招待講演

熊谷 崇, 「Atomic-Scale Optical Spectroscopy at Surfaces」, NanospecFY2022mini, オンライン開催, 2023年3月.

熊谷 崇, 「原子スケールの極微分光」, 物性研短期研究会「機能的走査プローブ顕微鏡の新展開」, オンライン開催, 2023年3月.

**T. KUMAGAI**, “Atomic-Scale Optical Spectroscopy at Surfaces,” 14<sup>th</sup> International Symposium on Atomic Level Characterizations for New Materials and Devices '22, Nago, October 2022.

**T. KUMAGAI**, “Atomic-Scale Optical Spectroscopy at Surfaces,” The DPG Spring Meeting of the Condensed Matter Section, Regensburg (Germany), September 2022.

**T. KUMAGAI**, “Atomic-Scale Optical Spectroscopy at Surfaces,” JSAP-Optica-SPP Joint Symposia, Sendai (Hybrid), September 2022.

#### B-7) 学会および社会的活動

その他

分子科学若手の会夏の学校講師 (2022). (西田 純)

#### B-8) 大学等での講義, 客員

北海道大学, 客員准教授, 2020年4月–.

京都大学大学院理学研究科, 客員准教授, 2022年4月–2023年3月.

京都大学大学院理学研究科, 非常勤講師, 2022年4月–2023年3月.

東京工業大学, 非常勤講師, 「化学コース化学特別講義第五」, 2022年9月–2023年3月.

北海道大学触媒科学研究所, 招へい教員, 2022年4月–2023年3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年度–2023年度).

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年度–2027年度).

自然科学研究機構新分野創成センター先端光科学研究分野プロジェクト, 「原子スケールのラマン分光による半導体・酸化物表面の局所構造と化学反応の解明」, 熊谷 崇 (2022年度).

科研費若手研究, 「時空間極限分光測定による有機鉛ペロブスカイトの電子–格子相互作用の実時空間観測」, 西田 純 (2022年度–2023年度).

自然科学研究機構新分野創成センター先端光科学研究分野プロジェクト,「超局在赤外近接場分光による単一タンパク質内の振動分光」,西田 純 (2022年度).

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・多変量ナノ分光の開発」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。