

熱輸送のスペクトル学的理解と機能的制御
2019 年度採択研究者

2020 年度 年次報告書

梶原 優介

東京大学 生産技術研究所
准教授

熱励起エバネッセント波を介したナノスケール熱分光法の開拓

§ 1. 研究成果の概要

本研究は、熱励起エバネッセント波を分光検出することにより、ナノスケールの熱分光技術を確立することを主目的としている。2019年度はデュアルプローブ AFM システムの設計および低温受光光学系 (4.2 K) の設計・構築を行った。2020年度は主に、デュアルプローブ AFM システムを用いた 2 探針測定実験、低温受光光学系を用いた近接場分光測定のトライアルを行った。

2 探針測定に関しては、2 つの独立した AFM 駆動システムを近接場光学系に組み込んだ。水晶振動子を利用したシアフォース制御によって、探針-試料間の距離を nm オーダで制御している。また 2 探針の干渉を避けるため、探針近接時の水晶振動子の共振周波数シフトを利用した衝突回避アルゴリズムを導入した。これらのシステムを導入して、2 探針によって熱励起エバネッセント波を検出する実験を行い、4 μm 離れた探針から金属上の近接場信号を同時に取得することに成功した。近接場分光測定に関しては、当初導入予定であった 3 色 CSIP 検出器 (8–15 μm) が、検出帯域が広いものの感度が不十分であったため、感度の高い単色 CSIP (14.5 \pm 0.8 μm) を導入し、確実な分光測定結果を取得することを目指した。各取得波長における S/N が下がるため苦労はあったが、最終的に Au/SiC 試料上において波長 14–15 μm における簡易的な分光計測に成功した。分光結果は電磁エネルギー密度の計算値と程よく一致しており、ナノスケールの熱分光の第一段階がクリアされたといえる。

2021年度は、2探針をサブミクロンオーダ以下まで近接させた際のデュアルプローブ検出を行うとともに、実デバイスの熱輸送の可視化にトライする。加えて、3色 CSIP を導入して広帯域での近接場分光検出を実現し、散乱効率定式化を含む指導原理解明、応用展開に発展させることを目的とする。