

2022 年度  
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	矢野隆章
研究機関名	徳島大学
所属部署名	ポストLED フォトニクス研究所
役職名	教授
研究課題名	金属ナノ構造で拓く新奇ナノ熱工学
研究実施期間	2022 年 4 月 1 日～2023 年 3 月 31 日

### 研究成果の概要

本年度は、ナノスケールの熱源として使用するコア-シェル型金属プローブ探針の光加熱温度と光増強度（入射光強度の増幅度。熱物性分光計測の感度に相当）の相関を実験と理論から究明し、高効率なナノスケール熱計測・制御を実現した。

具体的には、シリコン探針をコア（下地）として利用し、その表面に金属を真空蒸着することによってコア-シェル型の金属プローブを開発した。探針先端の温度はシリコンのラマン散乱を利用して測定され、金属探針先端の光増強度は探針下の試料のラマン散乱を利用して測定された。探針先端の光増強度は金属膜厚に依存することを見だし、最終的に光増強度が一番高い金属プローブを採用した。入射光強度によって光加熱温度を制御しながら探針先端の温度と光増強度を測定した結果、探針先端の温度が 500K 以上になると光増強度が減少することがわかった。とくに、探針先端が 800K 程度まで光加熱されると、光増強度が室温（300K）程度の時と比べて半減することがわかった。有限要素法を用いた電磁場解析および熱解析を行った結果、500K 以上になると金属の誘電関数の温度依存性が支配的になることにより、金属探針先端の光共鳴波長が長波長シフトすることがわかった。したがって、探針先端を 500K 以上で光加熱する場合は、高温での共鳴波長に近い励起光波長を用いることによって、光増強度の低減を抑制できることがわかった。

開発したコア-シェル型金属プローブ探針を用いて、物質のナノ熱制御への応用を図り、その有効性を示した。具体的には、自己組織化単分子膜上に金属プローブ探針を近接させ、光加熱温度を増大させながら分子のラマン散乱の強度変化を検出することによって、分子の熱脱離温度を測定することに成功した。脱離温度はナノ領域での分子吸着力に対応しており、吸着力（脱離温度）は吸着分子種に依存することがわかった。