

近接場顕微分光手法の拡張とプラズモン研究への応用

Extension of near-field microscopy and its application to plasmon research

早大理工¹, 金沢大², 分子研³ ○井村考平¹, 今枝佳祐¹, 溝端秀聡¹, 西山嘉男², 岡本裕巳³

Waseda Univ.¹, Kanazawa Univ.², Inst. Mol. Sci.³, ○Kohei Imura¹, Keisuke Imaeda¹, Hidetoshi

Mizobata¹, Yoshio Nishiyama², Hiromi Okamoto³

E-mail: imura@waseda.jp

近接場光学顕微鏡は、1990 年初頭に開発された光トンネル現象を利用するプローブ顕微鏡である。他のプローブ顕微鏡と比べて空間分解能は劣る一方、分光手法との組み合わせにより、試料の物性評価を可能とする利点がある。我々は、2000 年以降、開口型近接場光学顕微鏡と各種分光手法とを組み合わせ、その適用範囲の拡張に取り組んできた。例えば、近接場光学顕微鏡とパルスレーザーとの組み合わせにより、時間分解計測や非線形計測を可能とした。また、最近では、10 fs オーダーの時間分解能を実現するとともに、反射分光計測への拡張に成功した。

我々が研究対象としているのは、金属ナノ構造に光励起されるプラズモンである。プラズモンを理解するためには、その動的空間構造の可視化と分光特性評価が不可欠である。近接場光学顕微鏡の分光手法の拡張によりこれが可能となる。開発した時間分解近接場顕微鏡を用いて、金ナノロッドの光励起の空間特性を可視化した例を図 1 に示す [1]。図 1a はロッドの二光子励起像で、ロッド長軸に沿って振動する空間構造は、ロッドに励起されるプラズモンモードに帰属される。図 1b は、同一のロッド上において測定したプラズモンの位相緩和時間の分布を示す。図から、fs オーダーの時間評価が可能であること、またロッドの位置によらず位相緩和時間が概ね一定であることがわかる。さらにサイズの異なるロッドを用いた計測を行い、可視化される空間構造が数 fs の時間スケールで変化する場合があることを明らかにしている [2]。このように時間分解能の向上により、励起状態の空間特性を 10 fs オーダーの精度で評価することが可能となっている。

もう一つ開発を進めた反射分光顕微鏡は、不透明試料や非発光性試料の分光特性評価を可能とする。また、プラズモンの理解の深化にも有効である。シンポジウムでは、これらの近接場光学顕微鏡の現状と課題を紹介するとともに、今後の展望について発表する。

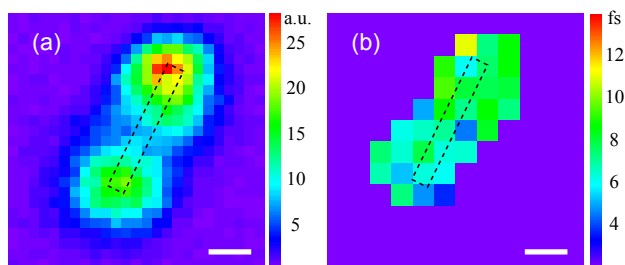


Figure 1. (a) Two-photon excitation image and (b) phase-relaxation time map of a gold nanorod. Scale bar: 100 nm. Dotted line indicates approximate shape of the nanorod.

[1] Y. Nishiyama, K. Imaeda, K. Imura, H. Okamoto, *J. Phys. Chem. C* **119**, 16245-16222 (2015).

[2] Y. Nishiyama, K. Imura, H. Okamoto, *Nano Lett.* **15**, 7657-7665 (2015).