

近接場透過イメージングによる近接場光の空間とスペクトル特性の究明

Spatial and spectral characteristics of optical near-field studied by aperture near-field optical microscopy

早大院¹ ○鈴木 啓真¹, 今枝 佳祐¹, 溝端 秀聡¹, 井村 考平¹

¹Waseda Univ., ¹Hiromasa Suzuki, ¹Keisuke Imaeda, ¹Hidetoshi Mizobata, ¹Kohei Imura

E-mail: nsjn2473@asagi.waseda.jp

【緒言】金属ナノ構造体に光照射すると、ナノ構造体近傍に近接場光が発生する。近接場光は、構造体表面近傍に局在するため、構造体表面から離れると急速に減衰する。近接場光は、開口型近接場プローブにも発生する。微小開口に発生する近接場光は、開口から離れるにしたがい減衰する一方、伝播光に変換されて遠方場で観測される。しかし、近接場から遠方場への変換過程は十分に研究されていないため、未解明な点が多い。本研究では、単一の金ナノ粒子を試料として、開口型近接場プローブ先端と試料表面間の距離を変化させて、近接場透過分光イメージングを行うことにより、近接場から遠方場への変換過程を究明することを目的とした。

【実験】化学合成した金ナノ粒子をガラス基板に分散させ、測定試料とした。Xe ランプを光源として、開口型近接場光学顕微鏡により試料の近接場透過分光測定を行った。開口型近接場プローブ先端と試料表面間の距離を変化させて、近接場透過スペクトルとイメージ測定を行った。

【結果・考察】金ナノロッドにおける透過分光測定から、消衰ピークが波長 510 nm, 700 nm に観測された。これらのピークは、偏光特性からそれぞれ横方向、縦方向のプラズモンモードに帰属される。プローブ先端と試料表面間の距離の増大とともに、ピークが短波長側にシフトすることがわかった。これは、近距離ではプローブによる摂動が試料の光学特性に影響するためであると考えられる。図 1(a,b)に距離 10 nm, 200 nm におけるナノロッドの透過像（観測波長 700 nm）を示す。図中の矢印は、偏光方向を表す。図 1(a)では、ロッドの長軸に沿って周期的なモードが観測されたのに対し、図 1(b)では、円形に近いスポットが観測された。このことから、近接場から遠方場への変換がプローブ試料間距離 200 nm 以内で起こっていることがわかる。図 1(c)に波長 700 nm で観測された透過光強度のプローブ先端と試料表面間の距離依存性を示す。透過光強度は、距離とともに指数関数的に減衰することがわかる。観測結果を 2 次の減衰曲線でフィッティングし、速い減衰成分から、近接場光の減衰長が 30 nm であることが明らかとなった。

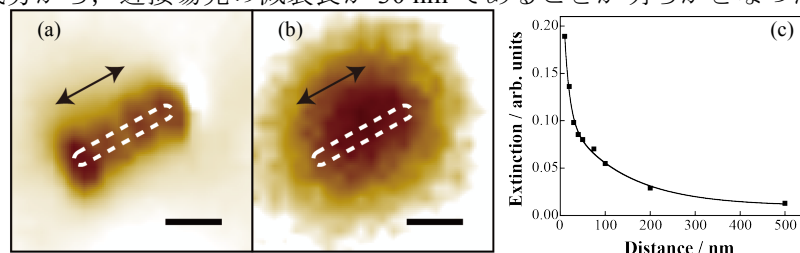


Fig. 1. Near-field transmission images of a gold nanorod taken at wavelength of 700 nm. A probe tip-sample surface distance: (a) 10 nm, (b) 200 nm. Scale bar: 100 nm. (c) Probe tip-sample surface distance dependence of the near-field signal intensity observed at 700 nm.