時間分解蛍光イメージング法を用いたプラズモン-分子相互作用の研究

Plasmon-molecular interaction studied by time-resolved fluorescence imaging

早大院 [1]　○長谷川 誠樹 [1]，今枝 佳祐 [1]，井村 考平 [1]

Waseda Univ. [1], °Seiju Hasegawa[1], Keisuke Imaeda[1], Kohei Imura[1]

E-mail: seijuhasegawa@ruri.waseda.jp

【緒言】金属ナノ構造体に励起されるプラズモンは，周囲に存在する分子の蛍光を増強する。蛍光は，励起と放出の両方で増強する。励起過程では，プラズモンの局所的な電場閉じ込め効果により励起が促進される一方，放出過程では，励起状態が高速に緩和するプラズモンに変換されることで実効的な蛍光量子収率を増加させる。プラズモンを介した蛍光増強を利用するためには，両過程における増強効果の空間特性を理解することが本質的に重要である。本研究では，近接場および共焦点時間分解蛍光イメージング法により，金ナノプレート近傍における蛍光観測を行い，プラズモンと分子の相互作用を詳細に究明することを目的とした。

【実験】測定試料は，化学合成した金ナノプレートをガラス基板上に分散し，次に蛍光色素（ローダミン 6G）　をスピンコートし作製した。試料の二光子蛍光励起には，モードロック Ti: S レーザー（励起波長 820 nm，繰り返し周波数 80 MHz）を光源として用いた。また，時間相関光子計測により，蛍光寿命測定を行った。

【結果・考察】試料の二光子蛍光像を図 1(a)に示す。図中の点線は，金三角形プレートの概形を，矢印は入射偏光方向を示す。図から，三角形プレートの頂点部分で蛍光が増強していることが分かる。入射偏光により増強部が変化すること，増強度がプレートサイズに依存することなどから，プラズモン励起により蛍光が増強されていると考えられる。図 1(b)に，金プレートおよびガラス基板上で測定した蛍光減衰曲線を示す。図から，ガラス基板上の蛍光寿命は金プレート上と比べて短いことがわかる。図 1(a)のすべての点において蛍光減衰曲線を測定し，蛍光寿命の分布を得た結果を図 1(c)に示す。図 1(a,c)の比較から，蛍光増強部位と蛍光短寿命部分が概ね一致していることがわかる。一方，近接場のイメージ測定では，空間分布にわずかながら差異が認められることから，励起と放射の過程で，増強効果の空間特性が数十 nm の空間スケールで異なることが示唆される。

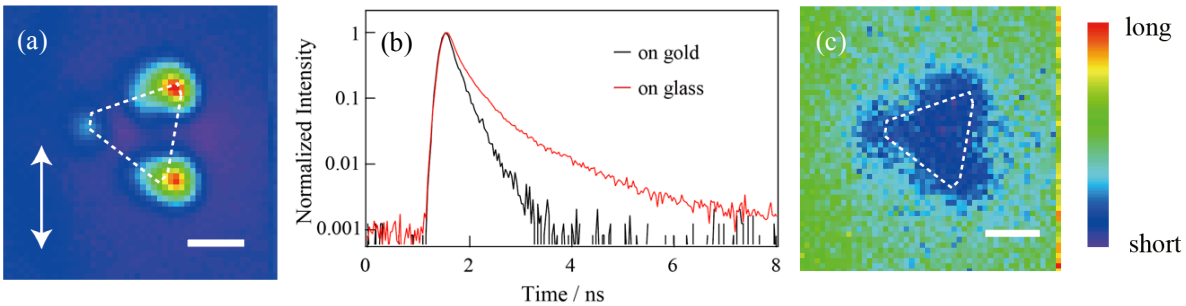

Figure 1. (a) Two-photon fluorescent excitation image near the dye dispersed gold nanoplate. Arrow indicates the incident polarization. (b) Time-resolved fluorescence curves taken on the gold plate (black) and on the glass (red). (c) Fluorescence lifetime distribution on the sample. Scale bar: 500 nm. Dotted line indicates the approximate shape of the nanoplate.

© 2017年 応用物理学会