

Mie 共鳴ナノ粒子によるドナー・アクセプタ分子の蛍光制御

Controlling fluorescence properties donor-acceptor molecules by Mie resonant nanoparticles

神戸大院工¹, JST さきがけ² °大沢 慶祐¹, 杉本 泰^{1,2}, 藤井 稔¹

Kobe Univ.¹, JST-PRESTO², °Keisuke Ozawa¹, Hiroshi Sugimoto^{1,2}, Minoru Fujii¹

E-mail: sugimoto@eedept.kobe-u.ac.jp

蛍光性ナノ粒子プローブは、バイオセンシング・イメージングへの応用が期待されている。特に光学的な共鳴を示すナノ粒子と蛍光分子を修飾した系で、共鳴による蛍光増強を利用した高感度化技術に関する研究が多数報告されている。当グループでは、高い屈折率($n \sim 4$)を持つシリコン(Si)ナノ粒子をコアとする蛍光ナノ粒子プローブの開発を行っている。粒径 100-250 nm の Si ナノ粒子は可視域に Mie 共鳴による電磁気共鳴モードを示す。また、光損失が小さいため、プラズモニック粒子で懸念されている光熱効果による検出物質の劣化・蛍光標識の退色が低減できる。前回の講演では、Si ナノ粒子に蛍光分子を修飾し、暗視野散乱・発光の同時イメージングについて報告した[1]。今回は、標的物質との特異的結合を高感度でモニターできる Förster 共鳴エネルギー移動(FRET)型の蛍光バイオセンサへの応用を念頭に、Si ナノ粒子に FITC および RITC を同時に修飾したナノ粒子プローブ(Si@(F,R))を開発し、Mie 共鳴による2種の色素分子の発光特性制御を目指した。

Si ナノ粒子にシランカップリング剤(APTES)を反応させ、2種の蛍光分子 FITC と RITC を同時に修飾した複合ナノ粒子を作製した(図(a)挿入図)。図(a-c)に粒径の異なる単一シリコンナノ粒子の散乱スペクトル(黒線)と発光スペクトル(赤線)を示す。500 nm 以上に共鳴を持たない 110 nm の Si ナノ粒子(図(a))において、480 nm の励起光(FITC の吸収波長)で FRET により RITC の発光ピークがみられる。FITC の発光波長で磁気双極子(MD)共鳴を示す 120 nm の粒子(図(b))では、発光ペクトルの形状が変化している。さらに、図(c)では 575 nm にシャープなピークが見られる。これは電気四重極子(EQ)共鳴の Purcell 効果によるアクセプタ分子の発光増強に起因すると考えられる。発表では、蛍光寿命測定結果から、Purcell 効果およびエネルギー移動レートの変化について詳細な議論を行う。[1]足立他, 2021 年度第 82 回応用物理学会秋季学術講演会, 13p-N324-12

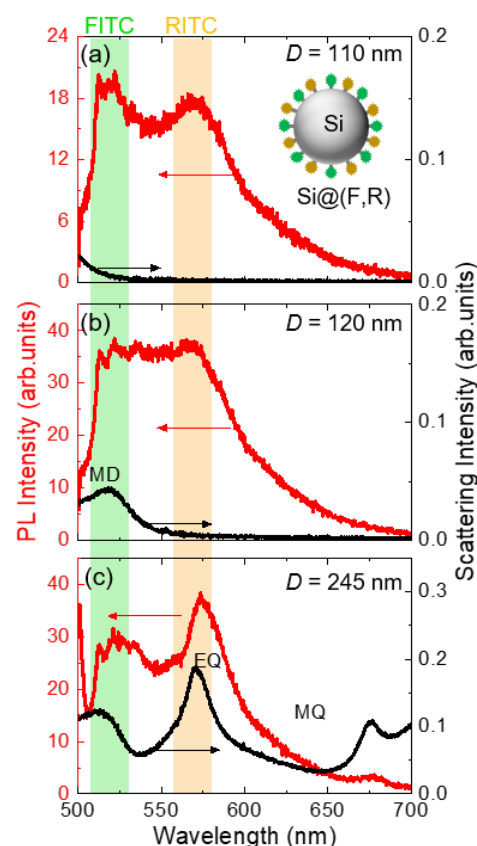


Fig. Scattering (black curves) and photoluminescence (red curves) spectra of Si@(F,R) with different Si core diameters. Excitation wavelength of photoluminescence spectra is 480 nm.