

コロイド状シリコン球の作製と誘電体ナノアンテナへの応用 Colloidal Silicon Nanospheres for Low-Loss Antenna in Visible Regime

神戸大院工, [○]杉本 泰, 藤井 稔

Kobe Univ. Hiroshi Sugimoto, Minoru Fujii

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

金属ナノ構造の表面プラズモン共鳴を利用した表面増強蛍光、ラマン散乱は超高感度センシング・イメージング応用に向けて精力的に研究されている。表面増強効果を最大限活用するためには標識物質（蛍光体やラマン活性物質）を金属ナノ構造近傍に配置する必要があるが、貴金属は誘電率の虚数部が大きく、非輻射エネルギー移動によって蛍光が失活するという難点がある。さらに、局所的な温度上昇により標識物質の変性や分解が起こるという問題がある。

誘電体ナノ構造は、屈折率やサイズに依存した電磁気的な共鳴モードを有することが知られている。シリコン (Si) は高屈折率 (>3.6) 誘電体材料であり、可視領域の吸収係数が非常に小さいため、低損失な可視応答材料として注目されている。先行研究では、Si 基板のレーザーアブレーションにより数 100 nm の Si 粒子を形成し、可視域で Mie 散乱に由来する特性が示されている。しかしながら、形状や粒径制御が困難な現状であり、光学共鳴の発現及びその機構の解明にとどまっている。本研究では、100-250 nm の範囲で精密にサイズ制御されたコロイド Si 球を作製し、誘電体ナノアンテナとしての特性を評価する。図 1 は本研究で作製したコロイド Si 球（メタノール溶媒中）の消光スペクトル及び透過型電子顕微鏡像である。平均粒径 130 nm の Si 粒子が溶液中に均一に分散しており、540 nm に消光ピークを示す。図 2 は基板上に滴下・固定した Si 球の暗視野散乱イメージと、粒径 150 nm の単一 Si 球の前方散乱スペクトルである。可視域でサイズに依存した強い散乱が見られる。単一 Si 球のスペクトルは電気双極子、磁気双極子モードに由来するピークを示し、Mie 理論による計算結果と非常に良く一致する。これは作製した Si 球の高い真球性と結晶性を示している。講演では、単一粒子の前方後方散乱特性評価、平面基板との相互作用について議論し、低損失な共鳴効果を利用した表面増強蛍光について報告する。

[1] H. Sugimoto, M. Fujii, *Advanced Optical Materials*, (2017) DOI: 10.1002/adom.201700332

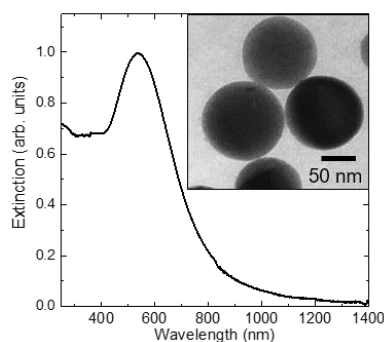


Figure 1. Extinction spectrum and electron microscope image of colloidal Si nanospheres.

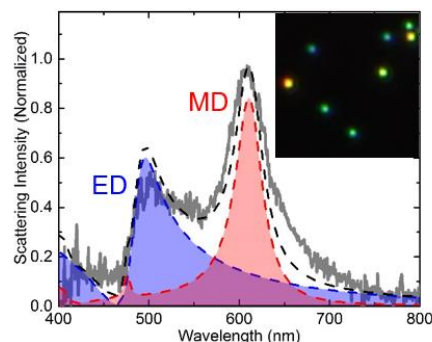


Figure 2. Measured (solid) and calculated (calculated) scattering spectra of 150 nm Si nanosphere. Inset shows the scattering image of nanospheres on a glass substrate.