

コアシェル型高屈折率誘電体ナノ構造の可視域電磁場応答制御 Tunable electromagnetic response of high-index dielectric nanostructures in the visible range

○土本悠太¹、矢野隆章^{1,2}、林智広^{1,2}、原正彦^{1,2}

(1. 東工大総理工、2. 理研)

○Yuta Tsuchimoto¹, Taka-aki Yano^{1,2}, Tomohiro Hayashi^{1,2} and Masahiko Hara^{1,2}

(1.Tokyo Tech., 2.RIKEN)

E-mail: tsuchimoto.y@echem.titech.ac.jp

はじめに：金属ナノ構造体は、表面プラズモンポラリトンによってその構造体周辺に強く局在した光を生成し回折限界を超えた光の操作を可能にするため、イメージングやセンシングに向けた応用研究が精力的に行われている。しかしながら、金属ナノ構造体においては電子散乱による熱の発生が不可避であり、熱に弱い生体試料等の計測応用において深刻な課題となっている。近年、この金属ナノ構造体に代わるものとして高屈折率誘電体ナノ構造体が注目を集めている。これまでにガリウムフォスファイドやシリコン (Si) ナノ構造体において、熱の発生を抑制しながらも可視域において高い電場増強効果を得られることが示されている[1-2]。さらに、誘電体ナノ粒子では可視域において内部に強い磁気的雙極子を励起できることが分かっており、分光計測への応用だけでなく、可視域で応答するエネルギー損失の少ないメタマテリアル材料としても注目を集めている[3]。本研究では、可視光応答型のコアシェル型高屈折率誘電体ナノ構造を設計・作製し、その電磁場特性を実験と理論の両輪から明らかにした。

実験方法と結果：コアとシェルそれぞれが Si と酸化シリコン(SiO₂)から成る半径 75 nm (固定)のコアシェル型球状ナノ粒子を設計し、そのコアシェル比を変化させた場合の電磁場応答を有限要素法により解析した。電磁場計算によって得られた散乱断面積を図 1 に示す。各々のスペクトルに存在する 2 つのピークは、それぞれ長波長側から磁気、電気雙極子の応答によるものである。これらのピークは、コアの半径が小さくなるにつれてブルーシフトし、可視域において共鳴波長を制御可能であることが示された。実際に、シリコンウェハ上でのレーザーアブレーションによって半径が 60~100nm 程度の Si ナノ粒子を作製し、加熱によって Si 表面に酸化膜を形成することによって Si/SiO₂ コアシェル構造を作製した。酸化時間を変えることでナノ粒子のコアシェル比を変化させ、その各々において散乱スペクトルの変化を測定・解析した。実験の詳細に関しては当日の発表にて議論する。

[1] P. Albella et al. ACS Photonics **1** 524 (2014).

[2] P. Albella et al. J. Phys. Chem. C **117** 13573 (2013).

[3] A. I. Kuznetsov et al. Sci. Rep. **2** 492 (2012).

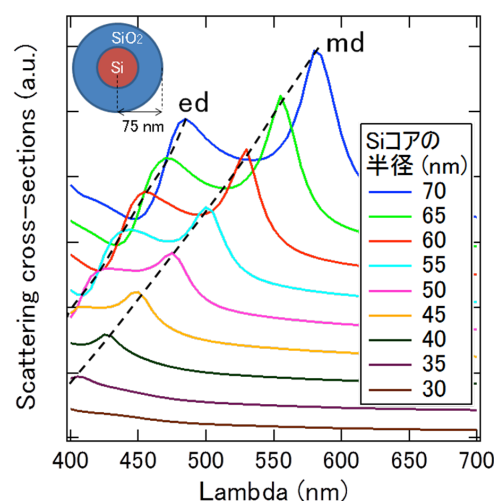


図 1 様々な Si/SiO₂ コアシェル比における散乱断面積の計算結果。ed、md はそれぞれ電気、磁気雙極子由来のピーク。挿入図はコアシェル構造の模式図。