ミー共鳴ナノアンテナによる光と物質の相互作用の増大

Enhancing Light Matter Interactions by Nanoantennas with Mie Resonances

神戸大院工[1]，JST さきがけ[2] ○杉本 泰[1,2]

Kobe Univ.[1], JST-PRESTO[2] ○Hiroshi Sugimoto[1,2]

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

高い屈折率（概ね $n > 3$）をもつ誘電体のナノ構造は、Mie 共鳴により可視～近赤外領域で特異な光学応答を示す。Mie 共鳴ナノアンテナを利用したメタサーフェス等の光制御技術は“Mie-tronics (*Nature Photonics*, 13, 585(2019))”と呼ばれ、これまでのナノフォトニクスの中心であった”Plasmonics”における様々な課題を解決する技術として注目を集めている。また、Mie 共鳴は構造の内部を周回する電場により磁気的な共鳴モードと、強い光「磁場」を誘起するため、従来の光「電場」増強では成し得なかった高い自由度での光制御、新機能の創出が期待されている。

我々のグループでは、磁気的な Mie 共鳴モードを示すナノアンテナにより光と物質の相互作用を増大・制御する技術について、材料開発から光学的な機能実証に関する研究を行っている。近年、独自の手法で真球性の高い結晶シリコンナノ粒子の開発に成功した（図(a)）[1]。精密に粒径を制御し、分布を抑制することで、分散した溶液においても明瞭な Mie 共鳴ピークが発現し、マクロなスケールでシリコンナノ粒子の Mie 共鳴を観測・利用できるようになった（図(b)）。この特性を利用し、特異な有効屈折率をもつ光メタフルイド[2]や、印刷可能な構造色インク[3]への応用可能性を実証している。

加えて、高い真球性と結晶性により、個々のナノ粒子が高 Q 値の Mie 共鳴モードを示すため、Mie 共振器が関与する様々な物理現象の観測に有用である[4-8]。従来のナノアンテナと同様に局所電場による電気双極子遷移の増強効果[4]に加えて、高次の磁気的 Mie 共鳴モードを利用して磁気双極子遷移発光を大幅に増大する効果（磁気 Purcell 効果）を実証した[5]。講演では、Mie 共鳴による光と物質の相互作用の増大・制御に関する最新の研究結果と今後の展開について説明する。

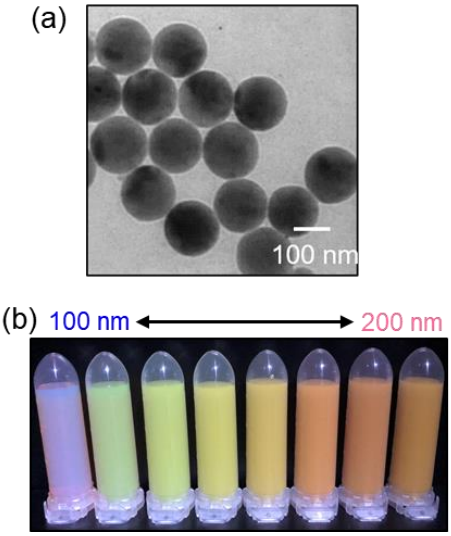

Figure. (a) TEM image of crystalline Si nanospheres. (b) Photograph of colloidal dispersion of Si nanospheres with different average diameters under white LED illumination.

[1] Sugimoto, *et al.*, *Adv. Opt. Mater.* 8, 2000033 (2020)
[2] Hinamoto, *et al.*, *Nano Lett.* 20, 7737 (2020)
[3] Okazaki, *et al.*, *ACS Appl. Mater. Interface* 13, 13613 (2021)
[4] Shinomiya, *et al.*, *ACS Photonics* 9, 1741 (2022)
[5] Sugimoto, *et al.*, *ACS Photonics* 8, 1794 (2021)
[6] Parker, *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* 124, 097402 (2020)
[7] Hinamoto, *et al.*, *Small* 18, 2200413 (2022)
[8] Fiedler, *et al.*, *Nano Lett.* 22, 2320 (2022)
[9] Negoro, *et al.*, *Adv. Opt. Mater.* 10, 2102750 (2022)

© 2023年 応用物理学会