

プラズモニック結晶の四量体欠陥 - 局在四重極子モード -

Quadrumer defect in plasmonic crystal – localized quadrupole mode -

酒井 恭輔, 山本 岳明, 大村 竜矢, 菅原 翔太郎, 笹木 敬司 (北大電子研)

Kyosuke Sakai, Takeaki Yamamoto, Tatsuya Omura, Shotaro Sugawara and Keiji Sasaki

(Hokkaido Univ. RIES) E-mail: k_sakai@es.hokudai.ac.jp

金属ナノ粒子に形成するプラズモンのモードには、双極子モードに加え多重極子モードが存在する。多重極子モードには、双極子モードに比べ放射損失が小さい特徴や、多重極子モーメントが物質の新たな励起過程を誘起する可能性があり、光と物質との興味深い相互作用が期待される。我々は、こうした新たな光・物質相互作用を生み出すプラズモンナノ構造の検討を行っている^{1,2)}。多重極子モーメントが物質の励起に関与するには、物質側の波動関数とプラズモンモードの分布を近づける必要がある。今回、ナノ空間に多重極子モードを局在させるため、四量体のギャップ構造³⁾をプラズモニック結晶⁴⁾に欠陥として導入し、数値計算を行ったところ、四重極子モードが10nm程度に局在し、大きな電場増強効果を示すことを見いだしたので報告する。

金ナノディスク(直径:400nm, 厚み:30nm)が正方格子状に配列したプラズモニック結晶(周期:700nm)中に、四量体ギャップ構造を欠陥として導入した。簡単のため、周囲は空気としている。図1(a)に、四量体欠陥周辺での電界分布を示す。欠陥以外での電場は図からは確認できないほど弱く、エネルギーの多くが欠陥中心に局在している。拡大図から、四量体ギャップ部に四重極子モードが10nm程度の範囲に形成することが分かる。図1(b)に、四量体の内側端部における近接場スペクトルを示す。なお、強度は金構造がない場合の計算結果で規格化した。中心波長が約800nmの単一のピークが得られ、増強度は 10^7 と非常に大きいことが分かる。比較のため四量体を単体で設置した場合、増強度は 10^4 であった。この差は、プラズモニック結晶によるアンテナ効果と欠陥への凝縮効果によるものであり、本構造が効率的に入射光をギャップ部分に凝縮させることを示している。本構造のギャップ部を利用した新たな光・物質相互作用の実現が期待される。

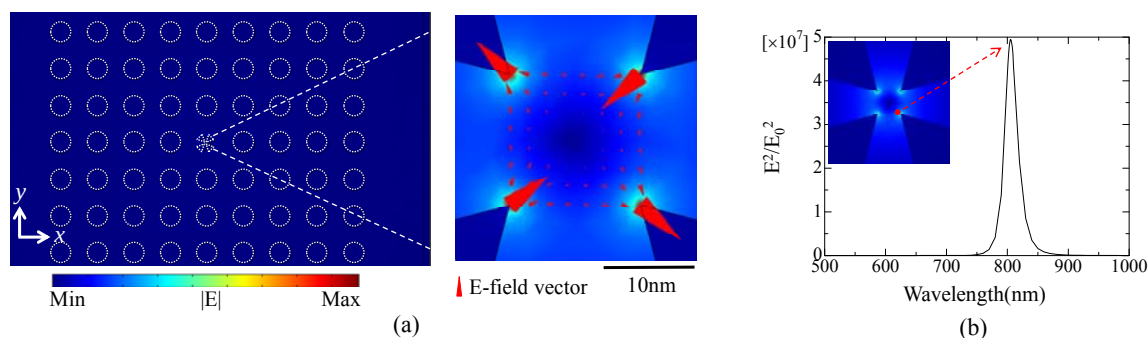


図1. (a) 四量体ギャップ構造の欠陥を導入したプラズモニック結晶での電界分布. (b) ギャップ端部での近接場スペクトル. 非常に大きな増強度が得られている.

- 1) Y. Tanaka, et al, *Scientific Reports*, **2**, 764 (2012). 2) K. Sakai, et al, *Scientific Reports*, **5**, 8431 (2015). 3) 竹井他:2014 年秋季応用物理学会, 17a-C1-10. 4) 酒井他:2015 年春季応用物理学会, 11a-A12-11.