

金属ナノ四量体の光学特性 II —散乱スペクトル—

Optical property of metal nano tetramer II- Scattering spectrum-

北大電子研¹, [○]北嶋大暉¹, 酒井恭輔¹, 笹木敬司¹

RIES Hokkaido Univ.¹, [○]Hiroki Kitajima¹, Kyosuke Sakai¹, Keiji Sasaki¹

E-mail: hiroki_071011@eis.hokudai.ac.jp

光がもつ角運動量に関しスピン(円偏光)に加え軌道成分(l)が見いだされたことにより¹⁾、微粒子の回転や量子情報操作など新たな光制御が実現した²⁾。さらに光の軌道角運動量は、電子の遷移則にも影響を与えうるとの議論が始まっている^{3,4)}。遷移則を決める角運動量変化が、スピンだけでなく軌道成分からも与えられるためである。光の軌道角運動量が電子に作用するためには、光の分布が電子の波動関数に近づく必要がある。これまでに我々は、局在表面プラズモンを用いて軌道角運動量を有する光渦をナノ領域に局在させる手法を報告した^{5,6)}。今回、本手法に用いる金属ナノ四量体の光学特性を測定するため暗視野光学系を構築し、軌道成分($l = \pm 1$)をもつ四重極子共鳴が得られていることを示唆する散乱スペクトルを得たので報告する。

図 1(a)に金属ナノ構造体の模式図を示す。4つの三角形からなるクローバー構造(四量体)であり、現実的に作製可能な構造として角の丸みは曲率 15nm(青線)とし、ギャップ間隔(G)は 50nm とした。構造はガラス基板上に金で作製する。まず共鳴モードを理解するため、数値計算を行った。構造に対して垂直上方より、ベクトルビームと y 偏光ガウスビームを照射した際のギャップ部分(赤点)における近接場スペクトルをそれぞれ図 1(b)と(c)に示す。図 1(b)より四重極子プラズモン共鳴のピーク波長が 910nm 付近となることが確認できる。一方、図 1(c)より双極子プラズモン共鳴のピーク波長は 850nm 付近となることが分かる。次に設計値に従い作製した試料について、暗視野照明系で測定した散乱スペクトルを図 1(d)に示す。5本のスペクトルはそれぞれ同一設計値で作製した別々の金構造について測定したものである。得られた散乱スペクトルは 2つのピークを持ち、長波長側のピーク(赤矢印)は 915nm 付近に現れている。数値計算結果との比較により、これは作製試料のギャップ部分において四重極子モードが励振されていることを示唆している。

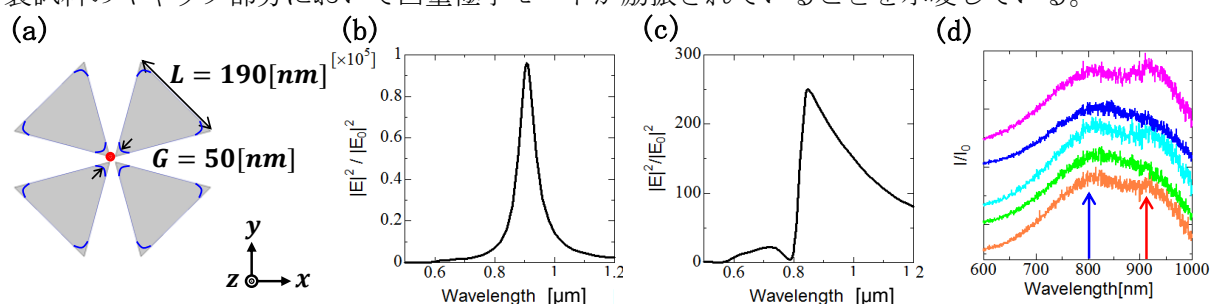


Fig. 1 (a) Schematic of our tetramer metal structure. Blue curves indicate the corner roundness expected in experiments. (b)(c) Near-field intensity spectra at red point in Fig.1(a) when irradiated with vector beam ((b)) and with y -polarized Gaussian beam ((c)). (d) Scattering spectra of five fabricated samples. Red and blue arrows indicate peak position.

1) L. Allen, et al., PRA **45**, 8185 (1992). 2) H. Rubinsztein-Dunlop, et al., J. Opt. **19**, 013001 (2017). 3) C. T. Schmiegelow, et al., Nat. Comm. **7**, 12998 (2016). 4) Franke-Arnold, et al., Philos. Trans. A Math. Phys. Eng. Sci. **375**, 2015435 (2017). 5) K. Sakai, et al., Scientific Reports, **5**, 8431 (2015). 6) K. Sakai, et al., CLEO/Europe-EQEC 2017.