

## 四重極子相互作用のための金属ナノ四量体構造の光学特性

### Optical properties of metal nano-tetramers for quadrupole interactions

北大電子研<sup>1</sup>, <sup>○</sup>北嶋大暉<sup>1</sup>, 酒井恭輔<sup>1</sup>, 笹木敬司<sup>1</sup>

RIES Hokkaido Univ.<sup>1</sup>, <sup>○</sup>Hiroki Kitajima<sup>1</sup>, Kyosuke Sakai<sup>1</sup>, Keiji Sasaki<sup>1</sup>

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( $l$ )が見出されたことにより<sup>1)</sup>、電子の遷移則を超えた光と物質の相互作用を実現できるとの議論が始まっている<sup>2)</sup>。しかし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光渦を金属ナノ四量体ギャップ部に局在させる手法(四重極子共鳴の生成手法)の提案や、その確認のための暗視野散乱測定に関する報告を行った<sup>3,4)</sup>。今回は狙った波長で多数の四重極子場を形成するため、共鳴波長の形状パラメータ依存性と、四量体アレイ構造での四重極子共鳴ピークの確認を行ったので報告する。

図 1(a,c)にガラス基板上に作製した金ナノ四量体の電子顕微鏡(SEM)像を示す。形状パラメータに関し、三角形粒子一辺の長さが 160 nm (図 1(a))及び 210 nm (図 1(c))であり、角の丸み曲率 15 nm、ギャップ間隔 50 nm であった。図 1(a,c)の構造に対し暗視野光学系を用いて測定した散乱スペクトルをそれぞれ図 1(b,d)に示す。スペクトルには二つのピークが現れているが、数値解析との比較から長波長側ピークが四重極子共鳴によるものと考えられる。粒子一辺の長さを大きくすると、各ピークが長波長シフトすることから、粒子サイズにより共鳴波長の調整が可能であることを確認できた。更に作製した金ナノ四量体アレイの SEM 像を図 1(e)に示す。アレイの周期は 550 nm であり、粒子一辺の長さは 190 nm である。この構造の消滅スペクトルを図 1(f)に示す。スペクトル中に現れた長波長側ピークは四重極子共鳴に起因し、この波長において多数の四重極子場が励振されることが数値解析と合わせて示唆された。数値解析結果を含む詳細については当日報告する。

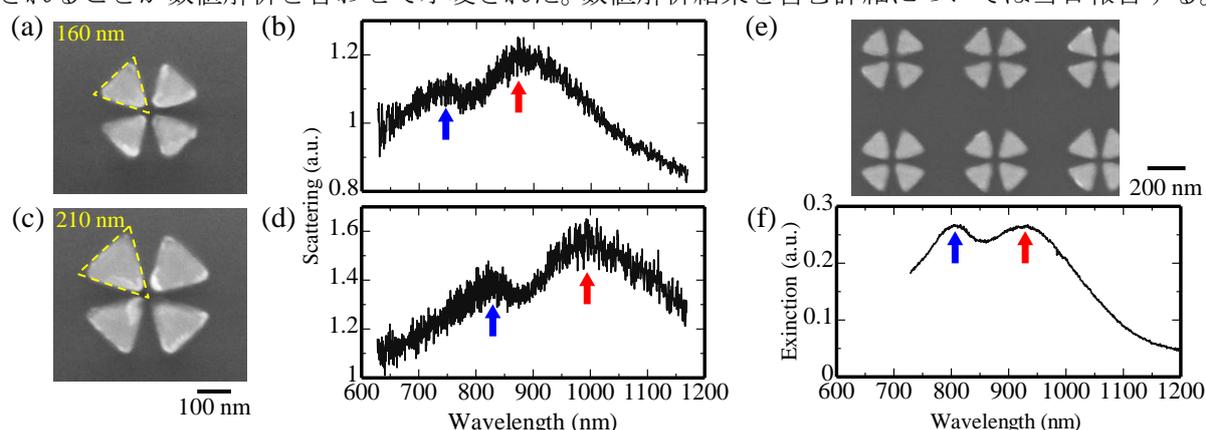


Fig. 1 (a) and (c) SEM images of fabricated tetramers with the side length of 160nm and 210nm, respectively. (b) and (d) Scattering spectrum in the dark-field illumination system for the sample in Fig. 1(a) and (c), respectively. (e) SEM image of fabricated tetramer array with the period of 550nm. (f) Extinction spectrum of the sample in Fig. 1(e). In the above spectra, Red and blue arrows indicate the quadrupole and dipole peaks, respectively.

1) L. Allen, et al., PRA **45**, 8185 (1992). 2) C. T. Schmiegelow, et al., Nat. Comm. **7**, 12998 (2016). 3) K. Sakai, et al., Scientific Reports, **8**, 7746 (2018). 4)北嶋他:2018 年春季応用物理学会, 18p-P9-10.