

硫化銅ナノ粒子のプラズモン増強光電場と非線形光学特性

Plasmonic field enhancement and optical nonlinearities of Cu_{2-x}S nanoparticles

名工大院¹⁾, 室工大²⁾, (M1)宮川 和樹¹⁾, 廣瀬 達徳¹⁾, 山田 薫¹⁾, 濱中 泰¹⁾, 葛谷 俊博²⁾

Nagoya Inst. Tech.¹⁾, Muroran Inst. Tech.²⁾, Kazuki Miyagawa¹⁾, Tatsunori Hirose¹⁾, Kaoru Yamada¹⁾,

Yasushi Hamanaka¹⁾, Toshihiro Kuzuya²⁾

E-mail:29412078@stn.nitech.ac.jp

高密度にキャリアがドーパされた半導体ナノ粒子は、近赤外領域に局在表面プラズモン共鳴 (Localized Surface Plasmon Resonance, 以下 LSPR) を示す。半導体ナノ粒子の特徴は、金属ナノ粒子と異なりキャリアのドーパ量によって LSPR 波長を制御できることである。そのため、近赤外領域に対応するプラズモニクス材料としての期待が大きい[1]。LSPR の励起に伴いナノ粒子には強く増強された近接場光が発生する。しかし、半導体ナノ粒子に生じる近接場光は金属ナノ粒子に比べて弱いとの報告がある[2]。本研究では、近接場光強度が低い理由を調査するため、LSPR を示す硫化銅(Cu_{2-x}S)ナノ粒子を作製し、非線形光学特性を評価した。

酢酸銅と硫黄を用いて、液相法によって粒径 4~5 nm の Cu_{2-x}S ナノ粒子(A~D)を作製した[3]。Fig.1 にこれらの吸収スペクトルを示す。ナノ粒子のキャリア密度が異なるため、LSPR のピークエネルギーは 0.7~1.0 eV と異なる。ナノ粒子分散系の三次非線形感受率 $\chi^{(3)}$ は、LSPR の電場増強効果を受けて共鳴増大するため、 $\chi^{(3)}$ から電場増強度を推定できる。Fig.2 は、Fig.1 (D)の Cu_{2-x}S ナノ粒子と、これと同じ粒径の Au ナノ粒子の $\chi^{(3)}$ の虚部を示す。この結果から、 Cu_{2-x}S ナノ粒子の電場増強度は Au ナノ粒子のその半分程度と見積もられた[3]。この原因として、金属と半導体のキャリア密度には約 10 倍の差があることが考えられる。そこで、キャリア密度の異なる Cu_{2-x}S ナノ粒子(A~C)の $\chi^{(3)}$ を測定し、この点を明らかにする予定である。

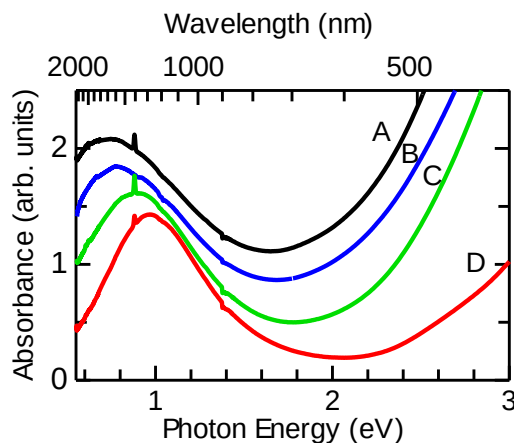


Fig 1. Absorption spectra of Cu_{2-x}S nanoparticles.

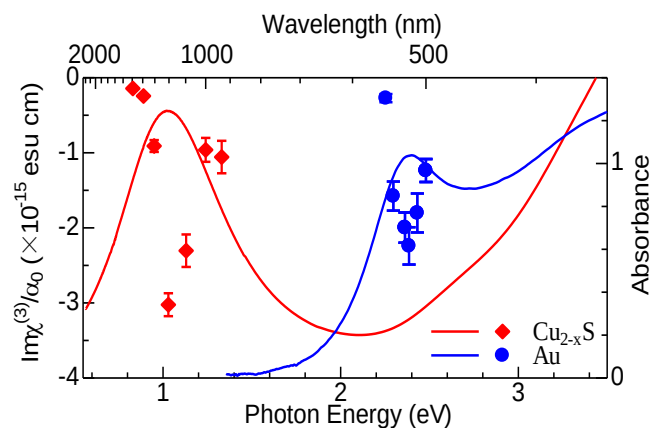


Fig 2. Third-order nonlinear susceptibilities of Cu_{2-x}S and Au nanoparticles.

[1] G. Hartland, *J. Phys. Chem. Lett.* 5, 1583 (2014).

[2] I. Kriegel *et al.*, *ACS Nano* 7, 4367 (2013).

[3] Y. Hamanaka *et al.*, *Opt. Mater. Express* 6, 12, 3838 (2016).