

銀ナノワイヤー2量体間隙の一次元ホットスポットでの SERRS 光伝搬

Propagation of SERRS light through one dimensional hotspots of silver nanowire dimers

産総研健工¹, 北陸先端大², 滋賀県大工³ ○伊藤 民武¹, 山本 裕子²,バラチャンドラン ジャヤデワン³AIST¹, JAIST², Univ. Shiga Pref.³, ○Tamitake Itoh¹, Yuko S. Yamamoto², Jeyadevan Balachandran³

E-mail: tamitake-itou@aist.go.jp

【序】金や銀のナノ粒子2量体の1 nm 以下の間隙はホットスポットとよばれプラズモンと少数分子の分極とが量子電磁気学的な強結合系を形成している[1]。この強結合効果によってホットスポットの分子の電子状態は数百 meV 程度の大きな変調を受ける[2]。従って、新しい光反応場としての応用が期待されている。しかし、ホットスポットの微小さがその応用を難しくしている。ナノワイヤー2量体の間隙ではこのホットスポットが一次元方向に10 μm 程度、つまり10⁴倍程度に伸びている [3]。今回、この一次元ホットスポットの端の局在プラズモンを光励起することで発生した SERS 光が数μm に渡る伝搬を示す興味深い現象を見出したので報告する。

【実験】銀ナノワイヤー分散液(平均直径 60 nm, 長さ 10 μm 程度)/色素(ローダミン 6G <10⁻⁵ M)の混合メタノール溶液をスライドガラス基板上に滴下、乾燥し倒立顕微鏡に配置した。そして白色光暗視野励起でプラズモン共鳴スペクトルを測定し、100 倍の対物レンズを通して入射したレーザー光 (波長 532nm)で一次元ホットスポットの端を励起し SERS 光の伝搬現象を測定した。

【結果と考察】FIG. 1(a), (b)にナノワイヤー2量体の暗視野照明像と SERRS 像を示す。ナノワイヤーが2量体を形成することでナノワイヤー単軸方向のプラズモン共鳴が紫外域から可視域にシフトし可視光励起でSERRSを引き起こすホットスポットが2量体間隙に発現する[3]。FIG. 1(c), (d) はホットスポットの下端を532 nmのレーザー光で励起した時に表れる SERRS 像である。SERRS 光が下端から上端へと伝搬していることが分かる。SERRS 像の振動構造はこの伝搬にファブリ・ペロー型の表面プラズモンモードが寄与していることを示す。励起偏光がナノワイヤー長軸方向と垂直の場合は平行の場合と比較して何倍も明るく振動構造が明確な SERRS 像が得られている。この偏光依存性は伝搬に寄与する表面プラズモンモードが異なることを示唆している。FDTD 等を用いた定量解析は当日報告する。

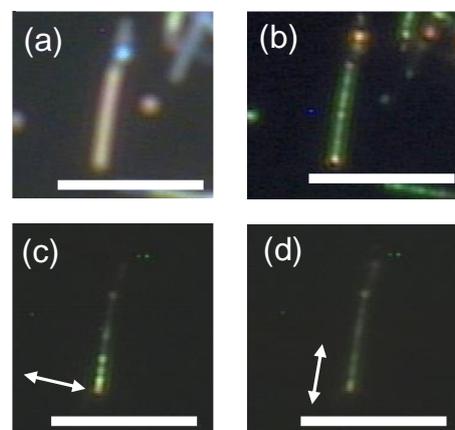


FIG. 1(a) and (b) dark-field and SERRS images of silver nanowire dimer by wide-field excitation. (c) and (d) SERRS propagation images with excitation through 100× objective with orthogonal and parallel to nanowire dimer long axis. Scale bars are 5 μm.

[1] T. Itoh, and Y. S. Yamamoto, *J. Chem. Phys.* **149**, 244701 (2018).

[2] T. Itoh, Y. S. Yamamoto, T. Okamoto, *Phys. Rev. B* **99**, 235409 (2019).

[3] T. Itoh, Y. S. Yamamoto, Y. Kitahama, J. Balachandran, *Phys. Rev. B* **95**, 115441 (2017).