

銀ナノワイヤー2 量体間隙に形成された一次元ホットスポット における SERRS 光伝搬の電磁場解析

Electromagnetic field analysis of propagation of SERRS light through one dimensional
hotspots of silver nanowire dimers

産総研健医工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³

AIST¹, 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 量体間隙のホットスポットではプラズモンと少数分子とが電磁学的強結合系を形成している[1]。この強結合によって分子の電子状態は数百 meV 程度の変調を受ける[2]。従って、分子の光吸収特性も大きく変化し光化学等への応用が期待できる[3]。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 10^4 倍程度に延びている[4]。前回、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 SERRS 光が数 μm に渡る伝搬を示す現象を見出した。今回、電磁場解析でこの伝搬現象のメカニズムの解明を試みた。

【計算実験】有限差分時間領域(FDTD)法を用いて長さ 10 μm 程度の銀ナノワイヤー2量体間隙の端を 400 nm から 800 nm の集光ビームで照射しホットスポットにおける局在光の伝搬を再現した。

【結果と考察】FIG. 1 に直径 20 から 120 nm のナノワイヤー2 量体間隙の右端を励起した場合に生じる増強電場の伝搬の励起波長依存性を示す。実験と同様に励起偏光がナノワイヤー単軸方向の時のみに図の様な伝搬現象が生じた。この偏光依存性は伝搬に関与するモードが通常の孤立ナノワイヤーの様なモノポールモードではなく、二つのモノポールモードが結合することによって間隙に生じたダイポールモードであることを示唆している。ナノワイヤーの直径を 40 nm から 120 nm に変化させても常に波長 550 nm 付近に伝搬現象が現れる。この励起波長非依存性は端の局在プラズモンではなく二つのモノポールがこの伝搬に寄与していることを支持している。実際、間隙の距離を変化させるとこの増強電場の励起波長依存性は大きく変化した。

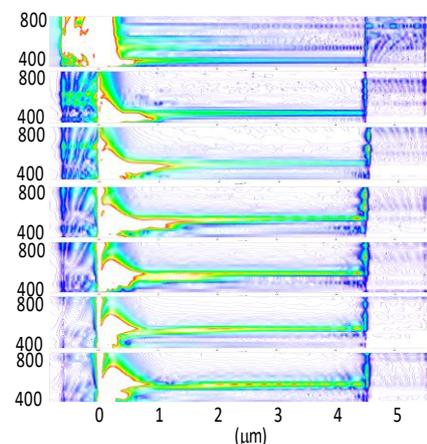


FIG. 1(a) to (g) Excitation wavelength dependence of distribution of electric field amplitude through the gaps of silver nanowire dimers. Diameters of (a) to (g) are 20 to 120 nm per 20 nm. Vertical and horizontal axis are Excitation wavelength and distance.

[1] T. Itoh, Y. S. Yamamoto, T. Okamoto, *J. Chem. Phys.* **152**, 054710 (2020).

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

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

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