

単一銀ナノワイヤー2量体間隙の一次元 SERS ホットスポット観察

Observation of one dimensional SERS hot spots of single silver nanowire dimers

産総研健工¹, 学振 RPD², 香大工³, 滋賀県大工⁴ ○伊藤 民武¹, 山本 裕子^{2,3}, 脇田慎一¹,

バラチャンドラン ジャヤデワン⁴

AIST¹, JSPS RPD², Kagawa Univ.³, Univ. Shiga Pref.⁴, ○Tamitake Itoh¹, Yuko S. Yamamoto^{2,3},

Shin-ichi Wakida¹, Jeyadevan Balachandran⁴

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

【序】金や銀のナノ粒子2量体の間隙ではプラズモン共鳴によって場のモード体積が 1 nm^3 程度となり単分子の揺らぎや構造変化などがラマン観察可能となる[1,2]。この現象を表面増強ラマン散乱(SERS)といい、この間隙をホットスポットという。しかしこの様な間隙に分子が適切に吸着する確率は低く SERS の高感度性を生かせない問題がある。近接したナノワイヤーが平行に並んだ2量体では SERS ホットスポットが一次元となるために分子が適切に吸着する確率が格段に向上すると期待できる[3]。今回銀ナノワイヤー凝集体の SERS スペクトルを詳細に観察することで一次元ホットスポットに吸着した少数色素分子が SERS を示すこと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 100 nm, 長さ数マイクロン)/色素(ローダミン 6G $<10^{-6}$ M)/NaCl (2 mM)の混合水溶液をスライドガラス基板上に滴下、カバーガラスで封印し倒立顕微鏡に配置した。そして白色光で銀ナノワイヤー凝集体のプラズモン共鳴スペクトルを観察し、斜入射したレーザー光(波長 532nm)で SERS スペクトルを測定した。光学系の詳細は Ref. 4 に記載する。

【結果と考察】FIG. 1(a), (b)は凝集したナノワイヤーの暗視野照明散乱像とナノワイヤーの SEM 像である。凝集の度合いによってプラズモン共鳴波長が場所ごとに大きく異なることが分かる。FIG. 2(a), (b) はそれぞれナノワイヤー2量体の暗視野像と SERS 像である。ナノワイヤー長軸に SERS スポットが並んでいるのが分る。ナノワイヤー2量体のプラズモン共鳴と SERS は強い偏光特性を示した。SERS の点滅現象や銀ナノワイヤー間隙におけるプラズモン共鳴と分子との強結合等[5]などについて実験した結果を当日報告する。

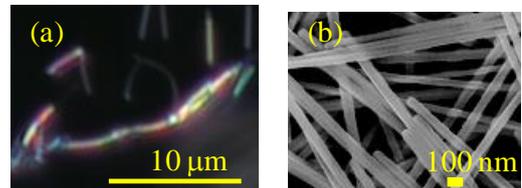


FIG. 1(a) and (b). Dark-field image of silver nanowires aggregates and SEM image of silver nanowires.

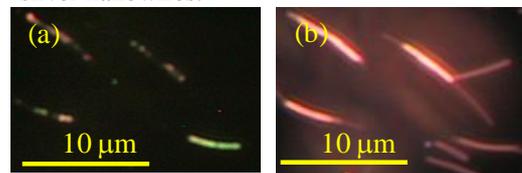


FIG. 2(a) and (b). SERS image of silver nanowires aggregates and Dark-field image of silver nanowires aggregates.

[1] T. Itoh, M. Iga, H. Tamaru, K. Yoshida, V. Biju, M. Ishikawa, *J. Chem. Phys.* **136**, 024703 (2012).

[2] T. Itoh, Y. S. Yamamoto, V. Biju, H. Tamaru, S. Wakida, *AIP Adv.* **5**, 127113 (2015).

[3] M. Miyata, A. Holsteen, Y. Nagasaki, M. L. B, J. Takahara, *Nano Lett.* **15**, 5609 (2015).

[4] T. Itoh, Y. S. Yamamoto, H. Tamaru, V. Biju, S. Wakida, Y. Ozaki, *Phys. Rev.*, **B 89**, 195436 (2014).

[5] Y. S. Yamamoto, Y. Ozaki, T. Itoh, *J. Photochem. Photobio. C*, **21**, 81 (2014).