プラズモン誘起電荷分離の効率に対する高次モードの影響

Effects of Multipole Plasmon Resonances on Efficiency of Plasmon-Induced Charge Separation

東大生研　°西 弘泰，立間 徹

Institute of Industrial Science, The Univ. of Tokyo, °Hiroyasu Nishi, Tetsu Tatsuma

E-mail: nishi-h@iis.u-tokyo.ac.jp

【緒言】局在型表面プラズモン共鳴（LSPR）を示す金属ナノ粒子と、酸化チタンなどの半導体の界面で起こるプラズモン誘起電荷分離（PICS）現象は、その機構や応用について広く研究されている[1,2]。電荷分離効率を向上させるための研究も行われ、我々も PICS の内部量子収率が照射波長[3]や電場強度[4]に依存することを実験的に示している。本研究では、酸化チタン上に担持した金属ナノキューブの PICS 挙動から、高次のプラズモンモードが PICS の内部量子収率に影響を及ぼす可能性が示唆されたため報告する。

【実験および結果と考察】サイズ約 112 nm の金ナノキューブを酸化チタン電極上に担持し（図 1a）、エタノールを電子ドナーとした加えた電解液中で電極の表側または裏側から光を照射して、吸収スペクトルおよび光電流作用スペクトルを測定した（図 1b）。吸収スペクトルより、電子がキューブの上面付近で振動する distal モードが 590 nm 付近で、キューブと酸化チタンの界面付近で電子が振動する proximal モードが 700 nm 付近で観測された[5]。表側から光を入射した時に distal モード由来の吸収が顕著に見られたが、これは入射光と反射光の干渉によるものである[6]。これに対応する光電流も観測されたが、裏側から入射した時には distal モードよりも短波長側の 540 nm 付近に新たな光電流のピークが現れた。FDTD 計算によって金ナノキューブ表面の電荷密度分布を計算したところ、裏側から光を入射した時には、distal モードより短波長側で高次のプラズモンモードが励起されることが明らかになった。この高次モードが、distal モードよりも高い PICS 内部量子収率を示す可能性が示唆された。

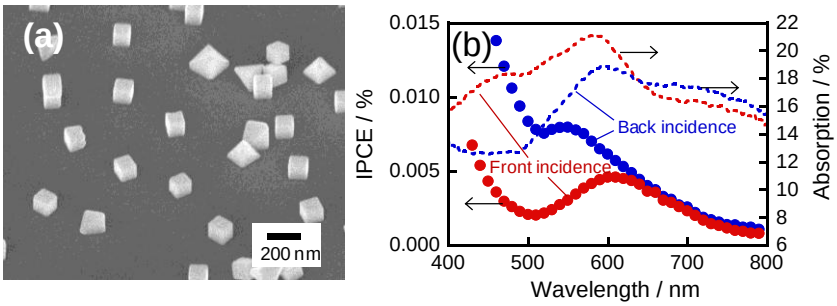

Figure 1. (a) SEM image of Au nanocubes deposited on TiO_2. (b) Absorption and phorocurrent action spectra of TiO_2 electrode modified with Au nanocubes.

【参考文献】[1] Y. Tian and T. Tatsuma, *J. Am. Chem. Soc.* **127**, 7632 (2005). [2] T. Tatsuma, H. Nishi, and T. Ishida, *Chem. Sci.* **8**, 3325 (2017). [3] H. Nishi and T. Tatsuma, *J. Phys. Chem. C* **122**, 2330 (2018). [4] T. Ishida and T. Tatsuma, *J. Phys. Chem. C* **122**, 26153 (2018). [5] H. Nishi and T. Tatsuma, *Chem. Commun.* **54**, 11741 (2018). [6] K. Saito and T. Tatsuma, *Adv. Opt. Mater.* **3**, 883 (2015).

© 2019年 応用物理学会