

プラズモン誘起電荷分離の内部量子収率に対する プラズモンカップリングの影響

Effect of Plasmon Coupling on Internal Quantum Efficiency of Plasmon-Induced Charge Separation

東大生研 ○石田 拓也, 立間 徹

Institute of Industrial Science, University of Tokyo, ○Takuya Ishida, Tetsu Tatsuma

E-mail: tatsuma@iis.u-tokyo.ac.jp

局在表面プラズモン共鳴 (LSPR) を示す金属ナノ粒子と半導体 (酸化チタン TiO_2 など) を組み合わせることで, プラズモン誘起電荷分離 (PICS) が生じる[1]. この PICS は通常, 金属ナノ粒子から半導体への電子移動により起こる. 可視・近赤外領域に感度を有する光電変換素子や光触媒, また LSPR 波長の屈折率依存性を利用したセンサーなどに応用されている. しかしながら, PICS 機構には未解明な点が多く, その解明は効率改善の方針を定める上でも重要な課題である. これまでに, 金属ナノ粒子のサイズや, 金属ナノ粒子と半導体の接触状態, 粒子間のプラズモンカップリングによる吸収の増加などが外部量子収率 (EQE) に与える影響について調査されてきた. その一方で, これらのパラメーターが内部量子収率 (IQE) に与える影響についての報告は少ない. そこで本研究では, カップリングが IQE に与える影響について調べた.

粒子間距離に依存するカップリングの強度を制御する目的で, 静電吸着法により金ナノ粒子 (AuNP) の密度を変えた FTO/ TiO_2 /AuNP 基板を作製した. AuNP の密度増加に伴い, 吸収ピークの長波長シフトが観測された (Fig. 1a). ピークシフトは, 粒子間におけるプラズモンカップリングが強くなっていることを示すと考えられる. 次に, 電子ドナー (エタノール) 存在下で短絡光電流を測定し (照射波長 580 nm), EQE と IQE の AuNP 密度依存性を評価した. その結果, 密度の増加に伴い, EQE と IQE はともに増大した (Fig 1b). IQE の増大は, カップリングによってホットキャリア生成効率が上がった[2], またはカップリングモードのプラズモン電場が AuNP- TiO_2 界面付近に発生したことで電荷注入効率が上がった[3]ことに起因すると考えられる.

[1] Y. Tian and T. Tatsuma: J. Am. Chem. Soc. 127, 7632 (2005).

[2] L. V. Besterio and A. O. Govorov: J. Phys. Chem. C 120, 19329 (2016).

[3] E. Kazuma, N. Sakai and T. Tatsuma: Chem. Commun. 47, 5777 (2011).

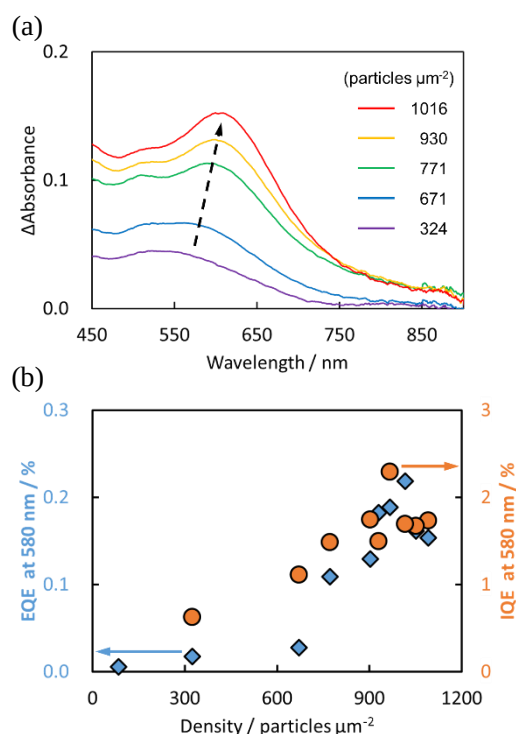


Figure 1. (a) Absorption spectra of FTO/ TiO_2 /AuNP with different densities. (b) Dependencies of EQE and IQE at 580 nm on the AuNP density.