

単一銀粒子と銀基板の光学カップリングのカソードルミネセンス測定

Cathodoluminescence observation of single Ag nanoparticles coupled to silver substrates

東工大物質理工¹, JST さきがけ², 理研³, 〇三宮工^{1,2}, (M2)松方妙子¹, 岡本隆之³, 山本直紀¹

Tokyo Tech.¹, JST PRESTO², RIKEN³, 〇Takumi Sannomiya^{1,2}, Taeko Matsukata¹, Takayuki

Okamoto², Naoki Yamamoto¹,

E-mail: Sannomiya.t.aa@m.titech.ac.jp

金属ナノ粒子を金属基板上に設置すると、金属基板との光学カップリングにより新たなモードが生成する。本研究では、走査型電子顕微鏡カソードルミネセンス法 (STEM-CL 法) を用いて、このカップリングを単一粒子ごとに測定する。

厚い (>100nm) 銀膜上にシリカを 100nm スパッタ堆積し、基板とした。その上に、Ar 雰囲気中で Ag 蒸着を行い、球状ナノ粒子を吸着させた。また参照試料として、有機膜 (エラスチックカーボン) 上に同様の球状ナノ粒子を作製した。銀基基板のない場合は、銀球状粒子の光学共鳴はサイズに依存して、ほぼ Mie 散乱の理論値どおりに双極子と 4 極子が観測された。一方、銀/シリカ上の銀球状粒子においては、直径 100nm を超えるサイズの粒子では面内の双極子ピークが分裂した。これは銀粒子と、シリカ膜内のファブリ・ペロ共振器がカップリングしたためと考えられる。また、膜垂直方向の双極子のエネルギーは面内双極子に比べてはるかに低いエネルギーで共鳴を示した。

下地とカップリングした微粒子は、下地銀上の表面プラズモンポラリトン (SPP) とのカップリングが想定される。すなわち、SPP を介して微粒子のモードが励起ができる。STEM-CL 法では、特定の位置において、電子線により SPP を直接励起することが可能である。また、電子線を金属基板に照射することにより、SPP 励起とともに基板から強い遷移放射 (TR) が観測される。電子線による SPP 励起、SPP からの微粒子モードの励起、TR のすべてがコヒーレントな過程であるため、それぞれ可干渉である。(Fig.1)

この干渉を利用し、TR を参照波とすることでカップリングした微粒子の光学共鳴の位相抽出が可能である。本発表では、光学カップリングした微粒子の位相が SPP の位相としてマッピング可能であることを紹介する。この手法は、電子線を用いた位相抽出方としての応用が可能である。[1]

参考文献

- [1] T. Matsukata, C. Wadell, N. Matthaiakakis, N. Yamamoto, T. Sannomiya, "Selected Mode Mixing and Interference Visualized within a Single Optical Nanoantenna", *ACS Photonics*, 5, 4986–4992, 2018.

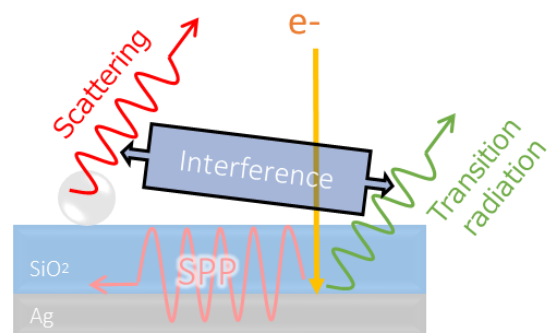


Fig. 1 Schematic illustration of the interference of transition radiation and light scattering from the nanoparticle through surface plasmon polariton.