

SPP と結合した銀粒子のカソードルミネセンス位相マッピング

Cathodoluminescence Phase Mapping of SPP-Coupled Nanoparticles

東工大物質理工¹, JST さきがけ², ICFO³, 理研⁴, ICREA⁵,○三宮工^{1,2}, Andrea Konecna³, (D)松方妙子¹, ソーラザック¹, 岡本隆之⁴,F. Javier Garcia de Abajo^{3,5}, 山本直紀¹Tokyo Tech.¹, JST PRESTO², ICFO³, RIKEN⁴, ICREA⁵○Takumi Sannomiya^{1,2}, Andrea Konecna³, Taeko Matsukata¹, Zac Thollar¹, Takayuki Okamoto²,F. Javier Garcia de Abajo^{3,5}, Naoki Yamamoto¹,

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

金属基板上の表面プラズモンポラリトン(SPP)と結合した金属ナノ粒子は、基板—粒子間に強い電場を伴うギャップモードを生成する。カップリングした微粒子のモードは、結合モードと反結合モードに分離する。本研究では電子線励起の光分光法であるカソードルミネセンス (CL) 法を用いて、この結合・反結合モードを解析し、さらにこれらの位相抽出を行う。基板には銀と薄いシリカ膜、ナノ粒子には球状の銀粒子を用いた。

一般に位相抽出には、参照波が必要となる。本研究で提案する手法 (Fig.1a) では、参照波として、加速電子が物質界面に突入する際に放射される電磁波 (遷移放射) を利用する。金属基板に入射した加速電子は遷移放射と同時に SPP を励起する。ナノ粒子に到達した SPP は、粒子モードと結合しているため、粒子モードの放射として光に変換される。これらの放射はいずれもコヒーレントに励起・放射されるため、可干渉である (Fig.1a)。この干渉を用いて、電子線励起による光位相抽出および光位相マッピングを試みた。Fig.1b に位相マッピングの結果を示す。電子顕微鏡 CL により、異なるエネルギーで SPP の干渉パターンが得られている。このエネルギーは微粒子のモードのうち、面内方向の双極子モードに相当し、画像中央で位相が反転する画像横向き双極子の SPP 分布パターンが得られている。

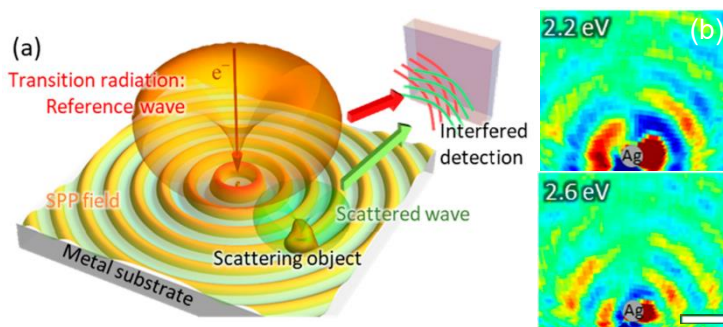


Fig. 1. Phase measurement by cathodoluminescence. (a) Transition radiation is used as a reference. (b) Phase mapping in a conformal space. Scale bar : 500nm

参考文献

- [1] T. Sannomiya, A. Konečná, T. Matsukata, Z. Thollar, T. Okamoto, F. J. García de Abajo, N. Yamamoto
 “Cathodoluminescence Phase Extraction of the Coupling between Nanoparticles and Surface Plasmon Polaritons” *Nano Lett.* 20, 592-598, 2020.