銀ナノアンテナに励起される表面プラズモンポラリトンの分散関係

Dispersion relation of surface plasmon polariton excited on a silver nanoantenna

京都大学化学研究所 ⁰斉藤 光,倉田 博基

Institute for Chemical Research, Kyoto University, [°]Hikaru Saito, Hiroki Kurata

E-mail: saito@eels.kuicr.kyoto-u.ac.jp

銀ナノワイヤーの表面に励起される表面プラズモンポラリトン(SPP)は、電磁場のエネルギーを 回折限界以下の小さな領域に閉じ込めつつ、銀ナノワイヤーの長さ方向に導波することを可能に する。中でも短いものでは、SPP の先端での反射により、Fabri-Perot 共振器のように SPP の共鳴 が生じ、銀ナノアンテナと呼ばれている。任意の振動数の電磁場を増強する銀ナノアンテナを設 計するために、銀ナノアンテナに励起される SPP の分散関係を知ることは重要である。

我々は、透過型電子顕微鏡を用いた角度分解電子エネルギー損失分光法(AREELS)[1]と、走査型 透過電子顕微鏡を用いた位置分解電子エネルギー損失分光法(SREELS)により銀ナノアンテナに 励起される SPP の分散関係を測定した。Fig. 1 は太さ 47 nm、長さ 2.5 μm の銀ナノアンテナと太 さ 37 nm、長さ 1.2 μm のものから AREELS により得られた分散曲線を示している。無限長の銀円 筒に励起される SPP の計算結果(実線)と比較すると、実験結果は高波数側にずれている。この原 因として、実際の銀ナノアンテナが円筒状の表面を有していないことや、銀ナノアンテナを支持 するカーボン膜や銀ナノアンテナ表面に付着している界面活性剤の影響などが考えられる。一方、 より短い銀ナノアンテナに対しては SPP 共鳴時の定在波を SREELS で測定し分散関係を求めた。 Fig. 2 は、太さ 37 nm、長さ 218 nm から 462 nm の4本の銀ナノアンテナにおける分散関係である。 AREELS で測定した長さ 1.2 μm の銀ナノアンテナの分散関係と比較して、3 次以上の SPP 共鳴か ら求めた分散関係には大きなずれはないが、2 次の SPP 共鳴は低波数側に大きくずれている。以 上より、銀ナノアンテナの長さが SPP の波長に比べて十分に長い場合には一定の分散関係に従う が、SPP の波長と同程度以下まで短くなると、分散関係が変化することを見出した。



[1] Midgley, P. A. Ultramicroscopy 1999, 76, 91-96.