

課題名 (タイトル) :

プラズモニックナノ構造の光学特性の解析

利用者氏名 : 岡本 隆之

所属 : 石橋極微デバイス工学研究室

1. 本課題の研究の背景、目的、関係するプロジェクトとの関係
金属微粒子に光を照射すると、その中に含まれる自由電子は光の電場により集団的に振動する。この振動の強さは光の周波数に依存し、特定の周波数で共鳴を起こす。この共鳴は局在型の表面プラズモン共鳴と呼ばれる。共鳴周波数は金属の種類や微粒子の形状に強く依存する。粒子が2つ以上近接している場合、それぞれの粒子での振動モードが相互作用し、新たな振動モードが誘起される。特に同じ共鳴周波数を持つ双極子モードと四重極子モードが相互作用する場合、ファノ共鳴と呼ばれる干渉が生じ、興味ある現象が見られる。本研究ではこのような表面プラズモンの振る舞いを数値計算により明らかにする。
2. 具体的な利用内容、計算方法
平面波または双極子励起による光学応答を求めため、計算方法として有限差分時間領域法 (FDTD 法) を採用した。MPI および OpenMP を用いて 8 ノード 64 コアを使用するソフトウェアを作製した。
3. 結果
図 1 に解析例を示す。用いた構造は、図 1a に示すように直径 150 nm、厚さ 50 nm の金円盤を 5 nm 離して真空中に並べたものである。この円盤の法線方向から円盤の並ぶ向きに平行な電場を持つ平面波を照射したときの散乱光スペクトルとギャップでの電場強度のスペクトルの計算結果を図 1b に示す。短波長側のピークに着目する。ギャップでの強度は 552 nm で極大値を持つが、ここでは散乱光強度は極小値に近い。このピークが双極子モードと四重極子モードとの干渉によるファノモードと考えられる。図 1c は波長 552 nm における円盤の表面電荷分布を計算したものである。この分布は図 1d に示すように双極子モードと四重極子モードの電荷部ブの重ね合わせと

して表すことができ、このモードがファノモードであることが予想される。

4. まとめ
近接した2つの金属ナノ粒子における短波長側の局在型表面プラズモン共鳴がファノ共鳴であることを FDTD 法を用いた計算により示した。
5. 今後の計画・展望
現在、FDYD 法に導入できている機能は最小限のものである。今後、例えば斜入射光を扱えるようにするなどの機能の強化を行う。さらに、並列度を向上し、より高精度、高分解、大規模モデルの計算を行えるようにする。

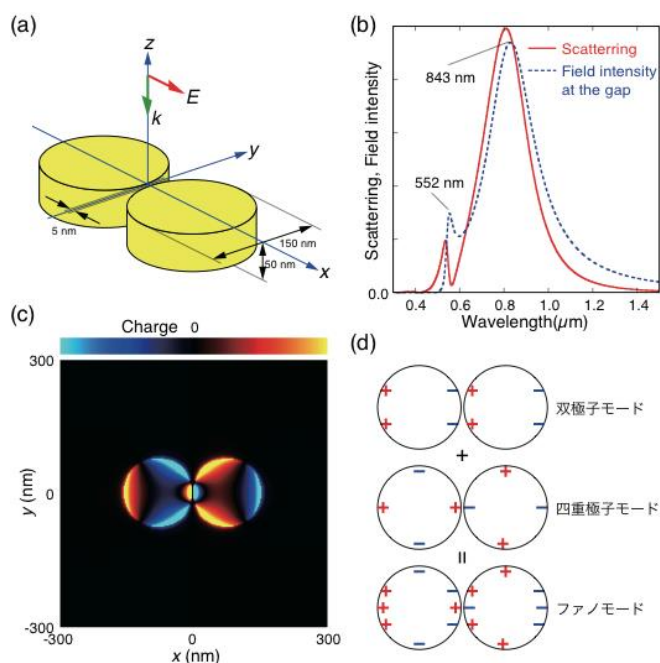


図 1、(a) 金円盤 2 量体の計算モデル、(b) 散乱スペクトルとギャップでの電場強度スペクトル、(c) 波長 552 nm の平面波を照射したときの表面電荷分布、(d) ファノモードの電荷分布の模式図。

平成 26 年度 RICC 利用研究成果リスト

【国際会議、学会などでの口頭発表】

岡本隆之, “金円盤 2 量体におけるファノ共鳴,” 第 12 回プラズモニクスシンポジウム, 東京, 1 月 24 日 (2015).