

2P030

金ナノディスク及びその一次元配列構造の分光特性

(分子研¹,総研大²) ○小若 泰之¹,成島 哲也^{1,2},西山 嘉男¹,岡本 裕巳^{1,2}

Spectral characteristics of gold nanodisks and their one-dimensional arrays

(Institute for Molecular Science¹, The Graduate University for Advance Studies²)

○ Yasuyuki Kowaka¹, Tetsuya Narushima^{1,2}, Yoshio Nishiyama¹, Hiromi Okamoto^{1,2}

【序】 貴金属微粒子はプラズモン共鳴により光を強く吸収・散乱するが、その分光学的性質は貴金属の種類、サイズ、形状、周囲の媒質に依存する。本研究では、金ナノディスク及びそれを一次元に配列した直鎖構造を試料として、消光及び散乱スペクトルを測定した。単一金ナノディスクに関する研究はいくつか報告があるが[1]、近赤外領域における報告はほとんどない。また、金ナノディスクの二量体構造に関しては、ディスクの直径及びディスク間のギャップに対する依存性及び偏光依存性に関する研究が行われてきているが[1]、金ナノディスクが複数個配列した直鎖構造に関する研究は十分なされていない。これらを近赤外域、直鎖多量体構造に拡張することで、金ナノ構造による光電場の局在と増強を設計するための基礎となる情報が得られる。本研究では、単一金ナノディスクについてはディスクの直径と可視から近赤外域にかけての共鳴波長の相関を、直鎖配列構造においてはディスクの数と共鳴波長の相関及びその偏光依存性に関する知見を得ることを目的とした。

【実験】 試料は、電子線描画法によりガラス基板上に作成した金ナノディスクを用いた。ディスクの直径は 140 nm から 400 nm、高さは 55 nm である。直鎖配列構造試料でのディスク間ギャップは 60 nm から 70 nm である。

波長 1000 nm までの短波長域では、光学顕微鏡下で消光スペクトルと散乱スペクトルを測定した。消光スペクトル測定では、キセノンランプ及びハロゲンランプを光源として明視野照明で試料を照射し、散乱スペクトル測定では、ハロゲンランプを用い、暗視野コンデンサーを用いて試料を照射した。試料直下の対物レンズによって透過光・散乱光を集光し、ファイバー入力型分光器とカップリングし、スペクトルを測定した。長波長域の近赤外吸収スペクトルは分光光度計(日立 U-3500)を用いて測定した。

【結果と考察】 消光スペクトル及び散乱スペクトルのピーク波長からプラズモ

ンの共鳴振動数に関する情報が得られる。図1に得られた単一金ナノディスクの消光スペクトルを示す。1000 nm までの短波長域では、散乱スペクトルのピーク波長が消光スペクトルのピーク波長とほぼ一致した。そのピーク波長のディスクの直径に対する依存性を図2に示す。図2から、ディスクの直径が大きくなるにつれて、ピーク波長が単調に長波長シフトしていることが確認される。

図3に直鎖配列構造の消光スペクトルを示す。光の偏光方向は配列構造の長軸方向に平行である。ディスクの数が增加するにつれて単調に長波長シフトすることが予想されたが、1000 nm までの短波長域では長波長シフトは確認されなかった。長波長域の近赤外吸収スペクトルに吸収バンドが見られたことから、長波長シフトするピークは1000 nm より長波長にあり、図3で見られたピークは高次の結合プラズモンモードである可能性がある。一方、配列の短軸に平行な偏光で測定した消光スペクトルでは、ディスクの数とともにピークの短波長シフトが確認された。

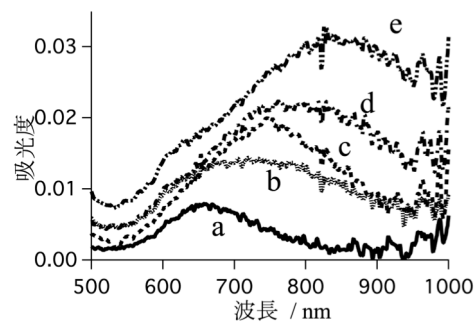


図1 単一金ナノディスクの消光スペクトル。ディスクの直径は以下の通り。a: 142 nm, b: 169 nm, c: 175 nm, d: 193 nm, e: 220 nm。

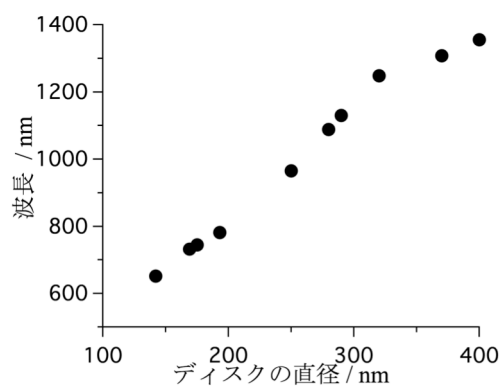


図2 ディスクの直径とピーク波長の相関

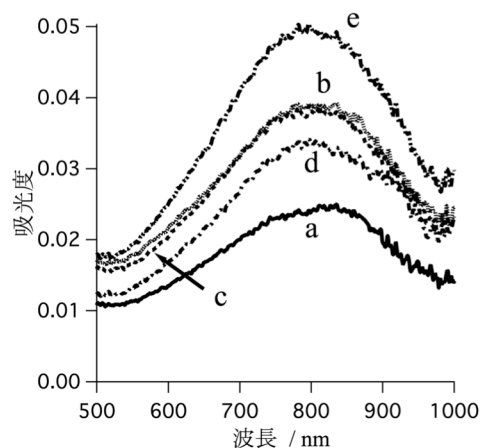


図3 金ナノディスクの直鎖配列構造の消光スペクトル。光の偏光方向は配列構造の長軸方向に平行。ディスクの数は以下の通り。a: 2個, b: 3個, c: 4個, d: 5個, e: 6個。