

課題番号 : F-14-HK-0007  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : 金ナノ構造をもちいた新規光反応の実現  
 Program Title (English) : Noble light-matter interaction using gold nano structures  
 利用者名(日本語) : 酒井恭輔  
 Username (English) : K. Sakai  
 所属名(日本語) : 北海道大学電子科学研究所  
 Affiliation (English) : RIES, Hokkaido University

### 1. 概要(Summary)

金属ナノ構造のプラズモン局在場は、その高強度な電場強度により、非常に強い光・物質相互作用を実現する。これまで電場強度のみが注目された局在場であるが、さらに偏光や位相、局在場のモード次数など、多様な変数を制御することが出来れば、新規な光反応の実現も期待される。我々は入射させる光制御により、高次局在場モードを利用できることや、光の軌道角運動量を局在場へ転写できることを理論的に示してきた。本研究では、金ナノディスクを周期的に配置した構造を作製し、特に四重極子モードの電場増強効果についての検討を行った。

### 2. 実験(Experimental)

金ナノディスクは、超高精度電子ビーム描画装置(100 kV)で $200\ \mu\text{m}$ の領域に周期的に形成し、ヘリコンスパタリング装置にて金薄膜を形成、リフトオフ法でガラス基板上に作製した。ディスクの形状やサイズ、全体に渡る面内均一性は電界放射型走査型電子顕微鏡にて評価し、所望のサンプルが出来たことを確認した。作製したサンプルに、フィルターにより形成した白色の光渦を照射し、サンプル透過後のスペクトルを観測した。さらに、色素溶液を塗布してプラズモンによる発光増強の検証も行った。

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1.に、三種のサンプル(ディスク径:(a)200 nm, (b)220 nm, (c)240 nm)に対する消滅スペクトルを示す。周期は450 nmである。スペクトル上、赤矢印で示すピークが四重極子モードと考えられ、長波長側の大きなピークは双極子モードに由来する。黒線で示す励起波長(780 nm)に四重極子モードが合致するサンプル(b)にクリスタルバイオレット(CV)水溶液を塗布し、780 nmのレーザー光を照射した。Fig. 2.に発光スペクトルを示す(黒線)。スペクトル上に現れた鋭い

ピークと CV のラマン散乱信号(赤)を比較すると、良い一致を示すことが分かる。比較のため、金薄膜に CV 水溶液を塗布したサンプルを同条件で測定したところ、CV のラマン散乱ピークは観測されなかった。この結果は、サンプル(b)で大きな電場増強場が得られ、CV の表面増強ラマン散乱が観測されたことを示唆している。

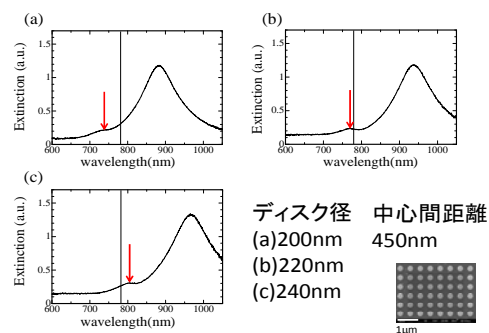


Fig. 1 Extinction Spectra.

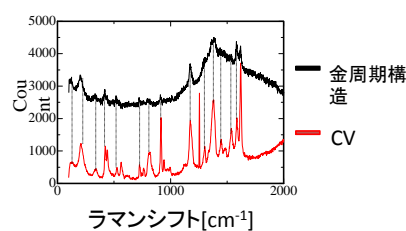


Fig. 2 Emission spectrum of CV aq. Solution.

### 4. その他・特記事項(Others)

なし。

### 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) Kyoosuke Sakai, et al, Scientific Reports, **5** (2015) 8431.
- (2) 山本岳明, その他, 第75回応用物理学会学術講演会, 2014年9月17日.

### 6. 関連特許(Patent)

なし。