

単一金属ナノディスクの光渦励起 LPR 特性の DDA シミュレーション

LPR Properties of Single Metal Nanodisk Excited by an Optical Vortex Beam Simulated by a DDA method

大分高専¹, 原尻 駿吾¹, 田中 大輔¹

NIT, Oita College.¹, Shungo Harajiri¹, Daisuke Tanaka¹

E-mail: d-tanaka@oita-ct.ac.jp

近年、複雑な金属ナノ構造で発現する局在プラズモン共鳴(LPR)由来の特異な光学特性が注目されている。それに比べて励起光源に特色を持たせ、単純なナノ構造により魅力的な光学特性を発現させたという研究報告[1]は少ない。本研究では、ベクトルビームの一種である光渦を入射した際の真空中の単一金属ナノディスク(ND)の光学応答を離散双極子近似(DDA)法により計算し、サイズや金属種と光学応答の関係について調査した。シミュレーションは DDSCAT[2] (CC ライセンス 3.0)の計算コードの一部を書き換え、コンパイルして用いた。入射光としてトポロジカルチャージ $l = -2$ の円偏光光渦を設定した。

図1に直径400 nm、ディスク厚30 nmの AuND、AgND、AlND の光渦入射時の光学スペクトルと各ピーク波長での光電場分布図を示す。周辺媒質は真空とし、ディスクの中心軸と入射光の中心軸が一致するよう計算空間を設定した。AuND と AgND では3つの消光ピーク、AlND では更に散乱がメインの別の小さな消光ピークが現われた。材料に寄らず、最も大きな消光ピークは六重極子型の LPR であり、AuND では吸収が支配的、AgND と AlND では散乱が支配的、という違いが表れた。この六重極子型の共鳴モードは、時間経過に伴って各極が連動して回転する。このことは入射光渦の空間的、時間的な位相面の変化に追従した疑似的な LPR であることを示唆していると考えられる。それ以外のピークは全て四重極子型となっている。短波長側の四重極子型のピークは構造由来と推察した。長波長側のピーク値の小さな四重極子型の共鳴ピークは、直線偏光入射時の双極子型の共鳴ピークと波長やサイズによるピークシフトの傾向が一致した。

本研究では金属ナノディスクの光渦励起 LPR 特性について DDA 計算を行い、材料による光学特性の違いや光渦励起特有の共鳴モードに関する知見を得た。

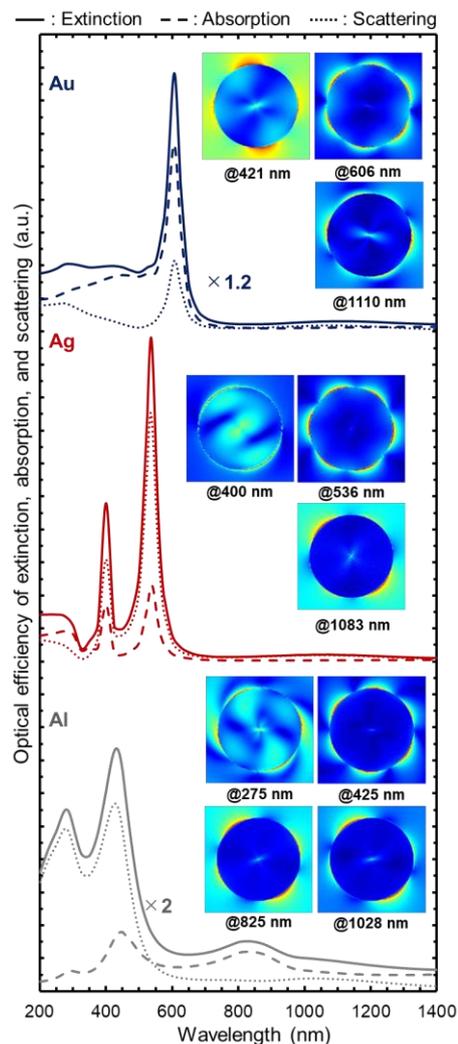


図1. 光渦入射時の AuND, AgND, AlND の光学スペクトルとピーク波長の電場分布図

[1] K. Sakai *et al*, *Sci. Rep.*, 5, 8431 (2015). [2] B. T. Draine *et al*, *J. Opt. Sci. Am. A*, 11, 1491 (1994).