

近接場分光イメージングによるプラズモン-エキシトン相互作用の究明

Study on Plasmon-Exciton Coupling by Near-Field Optical Microscopy

早大院理工¹ ○(M1)横澤 旭美¹, 松浦 拓哉¹, 長谷川 誠樹¹, 今枝 佳祐¹, 井村 考平¹

Waseda Univ.¹ Asami Yokozawa¹, Takuya Matsuura¹, Seiju Hasegawa¹, Keisuke Imaeda¹, Kohei Imura¹

E-mail: imura@waseda.jp

金属ナノ構造体に誘起されるプラズモンと半導体に励起されるエキシトンは、共鳴的に相互作用し、あらたに二つのモードに分裂する。プラズモン双極子モードとエキシトンの強結合状態については非常に多くの研究がなされている一方、プラズモン高次モードとエキシトンの相互作用についてはほとんど研究が進んでいない。本研究では、近接場光学顕微鏡 (SNOM) を用いて、プラズモン-エキシトン結合状態のイメージングを行い、その分光特性と空間的特性の解明を目的とした。

化学合成した銀三角形ナノプレートガラス基板上に分散させた後に tetraphenylporphyrin tetrasulfonic acid hydrate (TPPS) をスピコートし測定試料とした。試料の分光特性を暗視野散乱分光法と SNOM を用いて評価した。試料の形状は、走査型電子顕微鏡 (SEM) および原子間力顕微鏡を用いて評価した。

TPPS をガラス基板上にスピコートした試料は、波長 500, 700 nm 付近に J 会合体に特徴的な吸収ピークを示す。銀ナノプレート上では、プラズモンと J 会合体に励起されるエキシトンの相互作用が誘起されると考えられる。図 1 (a) に、J 会合体分散前に測定した銀三角形ナノプレートの SEM 像を示す。図から三角形の一边の長さが 580 nm であると分かる。図 1 (b) に、単一の銀三角形ナノプレートにおいて測定した近接場消衰スペクトルを示す。波長 550 nm, 670 nm, 710 nm に共鳴ピークが観測されることがわかる。これらのピークは、電磁気学シミュレーションより高次のプラズモンモードに帰属される。図 1 (c) に、銀三角形ナノプレートと J 会合体のハイブリッド体における近接場消衰スペクトルを示す。波長 550 nm, 670 nm にプラズモン共鳴に起因するピークが観測されるとともに、波長 700 nm 近傍に鋭いディップが観測される。銀三角形ナノプレートでは、ディップが観測されないことから、プラズモンとエキシトンの相互作用によりディップが生じたものと考えられる。結合状態の可視化については、発表当日議論する。

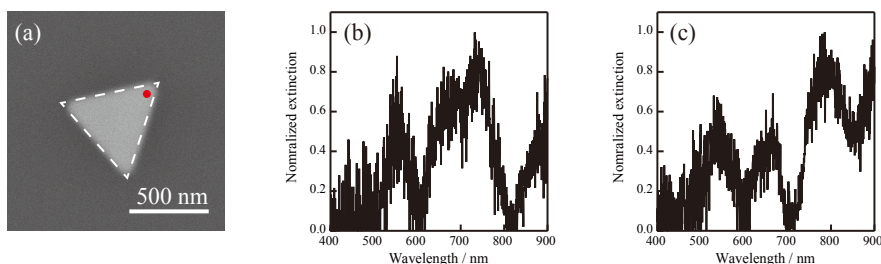


Fig.1 (a) A SEM image of a silver nanoplate. (b, c) Extinction spectra observed at the red point in the SEM image of the nanoplate and nanoplate-J-aggregate hybrid system, respectively.