

STEM-CL 法による光アンテナの研究

Optical nano-antennas characterized by STEM-CL method

東工大理工¹, JST-CREST², 物質・材料研究機構³西尾夏希^{1,2}, 山本直紀^{1,2}, D.D. Thang³, C.V. Hoang³, 長尾忠昭³Tokyo Tech¹, JST-CREST², National Institute for Materials Science (NIMS)³Natsuki Nishio^{1,2}, Naoki Yamamoto^{1,2}, D.D. Thang³, C.V. Hoang³, Tadaaki Nagao³

近年、注目を集めている光を利用したナノテクノロジーの研究分野の一つに光アンテナがある。光アンテナとは別名ナノアンテナとも言い波長数百ナノメートルの電磁波、つまり光をナノメートルスケールの金属物体で受け止め（受光）、また送り出す（発光）ことを可能にする素子である。一般の RF アンテナと異なる点はその大きさの他にも金属物体のごく周辺に光を閉じ込め、電場を著しく増強させる効果を持つことである。これは光が金属表面の自由電子の協同的な振動運動と結合したためであり、この現象を表面プラズモンと言う。これらの特徴を有効に活用することで、光アンテナは単分子センサー技術や回折限界を超えた光学結像技術への応用が実現できると期待されている。

本研究では走査型透過電子顕微鏡（STEM）に光検出器を組み込んだ装置を用いて、電子線によって励起された光アンテナからの表面プラズモン発光スペクトル（CL：カソードルミネッセンス）を測定し、解析を行った。試料は電子線リソグラフィーにより、SiO₂/Si 基板上に金のトライアングル型構造（図 1 (a)）と蝶ネクタイ（Bow-tie）型構造（図 1 (c)）の光アンテナを作製したものを用いた。電子線を試料上に二次元走査し各点で発光スペクトルを取得することで、試料位置と対応関係を持つ発光分布像（フォトンマップ）を作ることが出来る。図 1 (b),(d)はそれぞれトライアングル型構造と Bow-tie 型構造のエネルギー（波長）積分処理されたフォトンマップである。トライアングル型構造のフォトンマップではコーナーでほぼ均等に発光が起きているのに対し、Bow-tie 型構造のそれでは中央のギャップ付近で発光がほとんど起きていないことが見て取れる。これは Bow-tie 型ナノアンテナに非発光性の表面プラズモン振動モードが励起されたことによるものと考えられる。

本研究は文科省委託事業ナノテクノロジープラットフォームの支援を受けた。

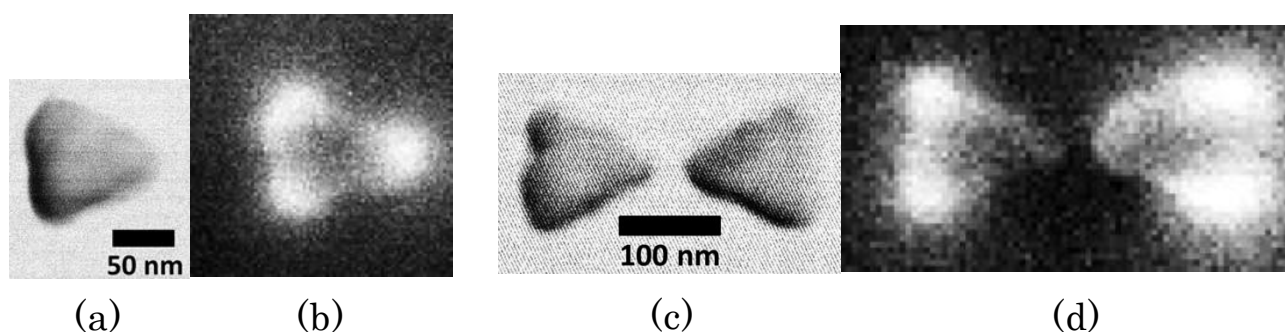


Fig. 1 (a),(c)SEM images of a triangle and a bow-tie optical antenna, and (b),(d)corresponding panchromatic photon maps.