

プラズモニックアレイによる蛍光増強と指向性白色生成

Enhanced photoluminescence and directional white-light generation by plasmonic array

¹京大院 工, ²JST さきがけ, 鎌倉 涼介¹, [○]村井 俊介^{1,2}, 藤田 晃司¹, 田中 勝久¹

¹Kyoto U., ²JST-PRESTO, Ryosuke Kamakura,¹ [○]Shunsuke Murai,^{1,2} Koji Fujita,¹ Katsuhisa Tanaka¹

E-mail: murai@dipole7.kuic.kyoto-u.ac.jp

【緒言】金属ナノ粒子は表面プラズモンポラリトン (SPP) 励起に伴い非常に大きな光吸収・光散乱を示す。特に複数のナノ粒子同士を近接配置させると、その非常に大きな散乱断面積に起因して、放射結合 (= 光散乱を介した粒子間の相互作用) が起こり、SPP の励起条件が変化する。放射結合を制御し大きな光学応答を得るために、様々な金属ナノ構造が提案されてきた。本研究では、それらの中でプラズモニックアレイ (= ナノ粒子を光の波長程度の周期で並べたアレイ構造) に注目する。プラズモニックアレイは、光回折を介して強い放射結合が誘起できる特異な金属ナノ構造である。プラズモニックアレイに光が照射されると、面内への光回折により隣接する粒子の SPP 同士が共鳴振動する現象が起こる。これを協同プラズモニックモードと呼ぶ。個々の SPP が粒子に局在するのに対し、協同プラズモニックモードはその強い放射結合に起因して面内に拡がった光エネルギー分布を有する[1]。本発表では、この特徴を活かし、高い量子収率の蛍光体層とプラズモニックアレイの組み合わせによるフォトルミネッセンス (PL) の強度増強と放射方向の制御について述べる。特に実用的な蛍光板と組み合わせることで、青色励起光の黄色蛍光への高効率変換と蛍光の放出角制御を実現し、指向性ある擬似白色光として取り出すことに成功したので報告する[2]。

【実験方法と結果】青色励起光と釣り合う十分な強度の蛍光を得るため、厚さ 200 μm の黄色蛍光基板を用い、Al ナノピラー (高さ 150 nm・直径 150~250 nm) の三角格子 (周期 400 nm) をナノインプリントにより作製した。図 1 に直径 210 nm の Al ナノピラーからなるアレイを作製した蛍光板の垂直方向で検出した PL スペクトルを示す。リファレンスとした Al ナノピラーのない蛍光板に比べ、はるかに強い PL 強度を示す。発光強度の PL 放出角度を測定すると、ほぼすべての方向においてリファレンスよりも大きな PL 強度が得られ、特に $\pm 60^\circ$ より内側(正面)で PL 増強が顕著であった。光回折は角度依存性があるため、光取り出し効率に角度依存が生じ、リファレンスにおけるランバertian分布から外れた前方に優先的な PL 強度増強と配光が実現されたと考えられる。また、蛍光強度の十分な増強の結果、青色励起光との混色により擬似白色が得られた。

[1] V. G. Kravets et al., *Chem. Rev.* **118**, 5912–5951 (2018).

[2] R. Kamakura et al., *J. Appl. Phys.* **124**, 213105 (2018).

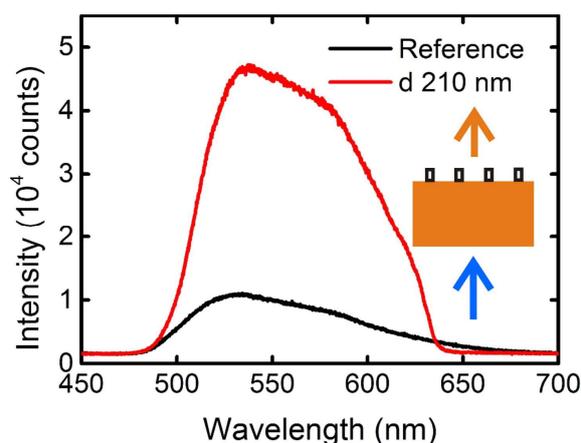


Fig. 1: (c) PL spectra of the phosphor plates without (black line) and with (red line) an Al array, collected with a detector placed normal to the phosphor plate surface. Also shown is the sketch of the sample.