

プラズモン増強ルミネセンスの電子線ナノ分光マッピング

Plasmon-enhanced luminescence nanoscopically and spectroscopically visualized by electron beam

九大¹, 東工大², 名工大³ ○齊藤 光¹, 松方妙子², 木村勇一郎¹, 松崎健太郎¹, 渡邊厚介³,
稲田幹¹, 三宮工²

Kyushu Univ.¹, Tokyo Tech.², Nagoya Tech.³, °Hikaru Saito¹, Taeko Matsukata², Yuichiro Kimura¹,
Kentaro Matsuzaki¹, Kosuke Watanabe³, Miki Inada¹, Takumi Sannomiya²

E-mail: saito.hikaru.961@m.kyushu-u.ac.jp

表面プラズモンを利用した物質の蛍光増強の空間分布を走査透過電子顕微鏡カソードルミネセンス(STEM-CL)によりナノメートル空間分解能で可視化した。蛍光物質の近傍に発光性のプラズモン共振器を配置することによって蛍光緩和が高速化[1]することや放射角度分布の操作[2]が可能になることが先行研究で明らかにされてきた。本研究では励起された物質内発光中心からプラズモン共振器へのエネルギー移送をナノメートルスケールで可視化し、エネルギー移送の決定因子を実験的に明らかにすることを目的として走査透過電子顕微鏡(STEM)-カソードルミネセンス(CL)を用いた解析手法を検討した。

実験に用いた試料の構造を Fig. 1 に示す。市販の透過電子顕微鏡観察用の Si_3N_4 支持膜付グリッド上に Zn_2SiO_4 蛍光膜を RF マグネトロンスパッタリング及び大気中アニーリングにより作製した[3]。作製された蛍光膜は波長 525 nm に蛍光ピークをもつ α 相である[4]。同蛍光膜の背面に Al 薄膜を成膜し、上面に電子線リソグラフィにより Al ディスク三角格子配列を作製した。波長 525 nm に周期構造に由来する表面プラズモンモードや Al ディスクに局在するプラズモンモードが含まれるよう設計した。高速電子線は蛍光膜のみならず金属構造の表面プラズモンも直接励起してしまう。したがって波長 525 nm の発光には①蛍光膜由来のものと②電子線の表面プラズモン励起由来のものが含まれる。①のうち蛍光膜の発光中心からプラズモン共振器を介して発光に至ったものは放射角度分布の変化を伴うため、フォトルミネセンスでは抽出可能であるが、②との区別が困難である点が CL 固有の問題である。そのため本研究では入射電子線量の増加に伴う蛍光の飽和現象を利用し、①と②の比率を変化させた測定を行ない、それらと比較することで①の成分を抽出した。その結果、表面プラズモンによる蛍光膜の発光増強の空間分布をナノメートル空間分解能で可視化することができた。

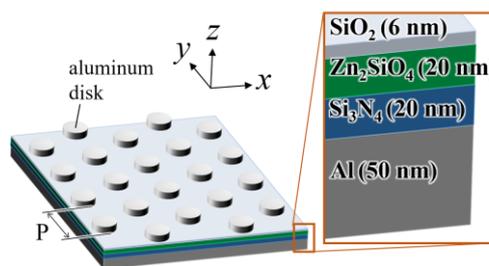


Fig. 1 Schematic drawing of the sample.

[1] K. J. Russell et al., Nature Photon. 6, 459 (2012). [2] G. Lozano et al., Light Sci. Appl. 2, e66 (2013).
[3] T. Furukawa et al., Opt. Express 23, 18630 (2015). [4] Y. Jiang et al., Mat. Chem. Phys. 120, 313 (2010).