

結合導波モード局所電場の蛍光を用いた直接観測

Local field of coupled waveguide mode directly monitored by fluorescence

神戸大院工¹ ○本倉 健吾¹, 藤井 稔¹, 林 真至¹

Kobe Univ.¹, °Kengo Motokura¹, Minoru Fujii¹, Shinji Hayashi¹,

E-mail: s.hayashi@dragon.kobe u.ac.jp

Plasmon hybridization に代表されるように、一般に 2 つの電磁気モードが結合した系は、電磁場が同位相で振動する *symmetric mode* と、逆位相で振動する *anti-symmetric mode* を固有モードとして持つ。これらのモードのエネルギー（又は波数）差は結合強度とともに大きくなり、強結合と呼ばれる状態の光学応答には顕著なピークの分裂が現れる。一方、結合が弱い場合には分裂が抑制され、しばしば鋭い *Fano* 共鳴が観測されている。

我々はこれまでに、2 つの平面導波路が数 100 nm のスペーサーで隔てられた誘電体多層膜構造の全反射減衰（ATR）スペクトル上に、高い Q 値を持つ *Fano* 共鳴が現れることを示している [1]。これは、それぞれの導波モードが近接場を介して弱く結合するために生じる。しかし ATR スペクトルは構造全体の光吸収量で決まるため、それだけでは個々の導波モードの振る舞いや、局所電場に対する情報は直接的には得られない。光学応答を詳細に明らかにするうえでは、構造内部の局所電場の振る舞いを知ることが重要と考えられる。

今回は、図 1 のような有機薄膜からなる多層膜構造を作製し、各導波路層に誘起される局所電場の観測を試みた。観測の手法として蛍光を用い、発光波長の異なる 2 種類の蛍光色素（DCM, Coumarin314）をそれぞれの導波路層に埋め込み、空気側に放射される蛍光の強度を測定した。発光体の蛍光強度は励起光の吸収量に比例し、光吸収量は局所電場強度に比例するため、この手法により各導波路に作られる局所電場強度の情報が得られる。試料を Kretschmann 配置としてプリズム側から単色の励起光（441 nm）を入射し、入射角をスキャンしながら発光強度を測定した。得られた発光励起スペクトルを図 2(a)に示す。470 nm で観測した導波路 2 からの蛍光は鋭いピークを示す一方、640 nm で観測した導波路 1 からの蛍光強度は非対称かつ鋭いディップを示し、これは *Fano* 共鳴に伴う典型的な光学応答である。実際、蛍光強度は図 2(b)に示すように局所電場が強く誘起される入射角の領域で増強しており、図 2(a)の結果が導波路層の局所電場を反映していることが確認できる。さらに、スペーサー膜厚すなわち導波モード間の結合強度を系統的に変えて同様の実験を行った結果、図 2(c,d)に示すように、結合強度に応じて、各層の蛍光スペクトルが、*symmetric mode*, *anti-symmetric mode* に対応する 2 つのピークに分裂する様子が観測できた。詳細については、講演で議論する。

【参考文献】 [1] Kang et al, J. Opt. 20 125003 (2018).

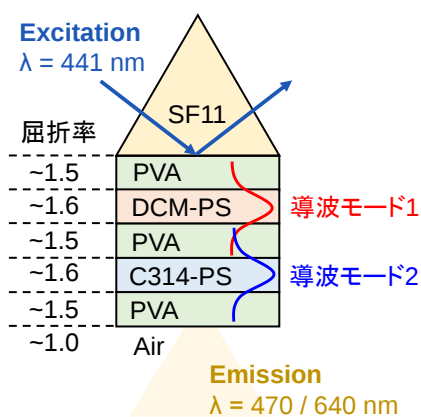


図 1. 試料構造

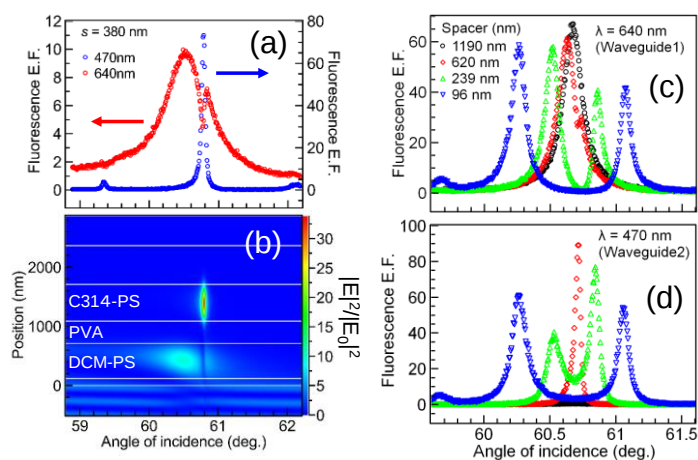


図 2. (a) 蛍光スペクトル。観測波長 470 nm, 640 nm のデータは、それぞれ導波路 2 (C314-PS), 導波路 1 (DCM-PS) からの蛍光に対応する。(b) 電場分布計算結果。(c) DCM-PS、(d) C314-PS 層の蛍光スペクトルのスペーサー膜厚依存。