

J 会合体色素/空気界面における表面励起子ポラリトン

Surface exciton polaritons supported by a J-aggregated-dye/air interface

理研¹, 横浜市大院 生命ナノシステム科学²○ 鷹取 賢太郎^{1,2}, 岡本 隆之¹, 石橋 幸治¹, ルジェロ・ミケレット²RIKEN¹, Nanobioscience, Yokohama City Univ.²○ Kentaro Takatori^{1,2}, Takayuki Okamoto¹, Koji Ishibashi¹, Ruggero Micheletto²

E-mail: takatori@riken.jp

表面励起子ポラリトンは 2 つの媒質の界面を伝搬する表面電磁波であり、その存在条件は一方の媒質の誘電率の実部が励起子により負となることである。現在まで無機結晶界面における表面励起子ポラリトンは多く観測されているが、有機非晶質材料界面におけるその観測例は我々の知る限りない。本研究では有機材料であるシアニン色素の 5,5',6,6'-tetrachloro-di-(4-sulfobutyl) benzimidazolocarbo-cyanine (TDBC) 界面での表面励起子ポラリトンを観測した。TDBC は水溶液として、どのような表面形状を持つ物体にも容易に塗布できるという特長を有する。

シアニン色素である TDBC は水溶液中で容易に J 会合体を形成する。J 会合体中では分子間の双極子・双極子相互作用により励起子が非局在化したフレンケル励起子となる。これによって単量体のときよりも長波長側に J バンドと呼ばれる線幅が狭い吸収バンドが現れ、非常に強い吸収を示す。Fig.1(a) にシリカ基板上にスピコートした TDBC の膜の吸収スペクトルを示す。このスペクトルに 4 つのローレンツ振動子からなるモデルをフィッティングすることで、膜の誘電率を求めた。その結果を Fig.1(b) に示す。励起子によって TDBC の膜の誘電率の実部が負になる領域があり、この領域において TDBC/空気界面における表面励起子ポラリトンの存在条件を満たす。

本研究では Kretschmann 配置における金属薄膜を TDBC に置き換えた系で、表面励起子ポラリトンを観測した。30mM の TDBC 水溶液をガラス基板にスピコートし、インデックスマッチングオイルを介してガラスの面とプリズムの底面を密着させた。用いたプリズムは BK7 製 ($n=1.5195$) で、このときの TDBC の膜厚はおよそ 50nm であった。このプリズムに波長 532nm の p 偏光のレーザーを照射し、反射光強度の角度分布を測定した。その結果を Fig.1(c) に示す。臨界角より大きい角度である 55° 付近において反射光ディップが得られている。これは入射光のエネルギーが TDBC/空気界面で表面励起子ポラリトンに変換され、最終的に熱として失われたためである。

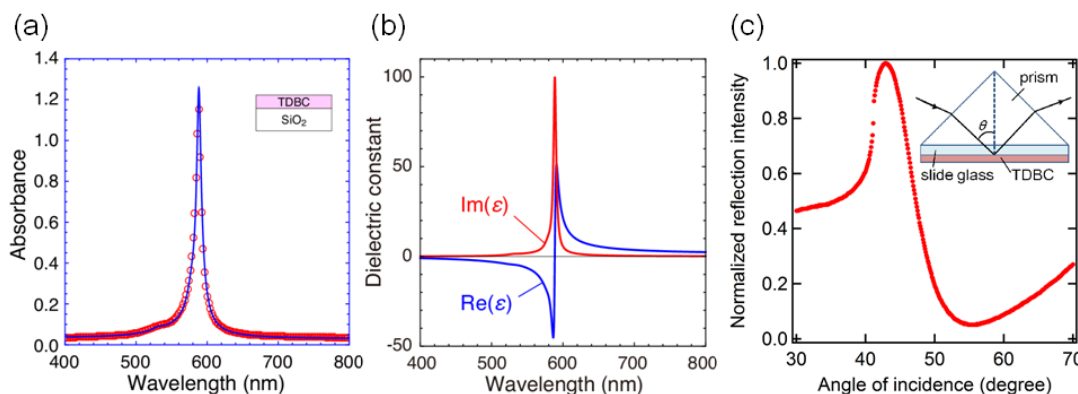


Fig. 1: (a) Absorption spectrum (open circles) of a 7.2-nm thick TDBC film and the fitted one (solid curve). (b) Deduced dielectric function of the TDBC film. (c) Normalized reflection intensity as a function of the angle of incidence and the optical configuration (in set).