

有機半導体 TDAF を用いた励起子ポラリトンにおける 緩和過程の時間分解測定

Time-resolved spectroscopy of relaxation dynamics in an organic semiconductor (TDAF) microcavity exciton-polariton system

奈良先端科技大・物質¹, [○](M2)松内 秀直¹, (M2) Stemo Garrek¹, 香月 浩之¹, 柳 久雄¹

*Division of Materials Science, Graduate School of Science and Technology, Nara Institute of Science
and Technology.*¹, [○]Hide-nao Matsuuchi¹, Garrek Stemo¹, Hiroyuki Katsuki¹, Hisao Yanagi¹

E-mail: matsuuchi.hide-nao.mb2@ms.naist.jp

概要

本研究では光と相互作用する物質の素励起状態の一種である有機半導体励起子ポラリトンにおける、励起エネルギー緩和過程についてフェムト秒パルスレーザーを用いた時間分解過渡吸収スペクトル測定を行った。閾値以上の励起強度において観測されるポラリトン凝縮状態の生成過程について、エネルギー緩和の観点から考察を試みる。

実験方法・結果

試料は分布型ブラッグ反射構造中に閉じ込めた TDAF 薄膜を作成した。¹⁾角度分解反射スペクトルおよび角度分解蛍光スペクトルの解析から、強結合状態の形成と $69\mu\text{J}/\text{cm}^2$ の励起閾値でのポラリトンレーザー発光を確認した。²⁾図 1 に示した実験系を用いて、キャビティ内に生成された励起子の過渡吸収スペクトルの測定を行った。参照試料としてキャビティではない TDAF 薄膜での測定も行い、両者における応答の違いを評価した。また、キャビティ試料における励起波長、励起強度を変化させ、応答の変化について解析を行った。図 2 には TDAF 薄膜で観測された過渡吸収スペクトルである。 650nm を中心とするブロードな過渡吸収が観測され、励起子状態からのさらに上の電子状態への吸収に由来すると考えられる。

図 3 にはキャビティ試料において励起強度を変えた場合の励起状態の緩和時間の変化を示す。閾値より上のポンプ強度で励起した場合緩和定数は減少し、励起子状態の密度増加によりポラリトン下枝バンド、または基底状態への緩和が加速していると考えられる。励起光の波長、入射角度を変えた場合のスペクトルの変化から、緩和ダイナミクスの詳細について議論する。

1) H. Mizuno et al., Jpn. J. Appl. Phys. **58**, 052003 (2019).

2) K. S. Daskalakis et al., Nat. Mat. **13**, 271 (2014).

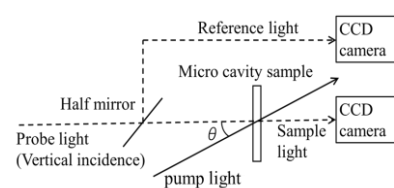


Fig.1 Scheme of pump (UV, 1 kHz, 35 fs FWHM) - probe (white light generated in a sapphire) plate experiment

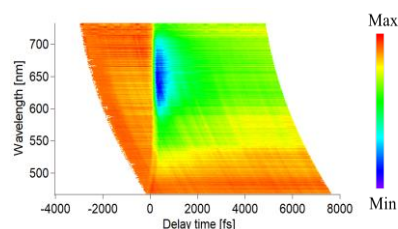


Fig.2. Transient absorption spectrum observed in TDAF thin film

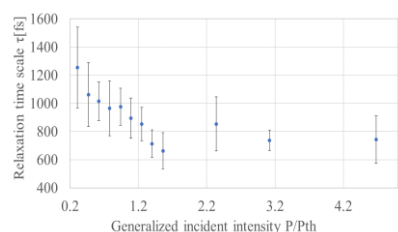


Fig.3 Dependence of exciton relaxation time on incident intensity