

光WGM共振器を利用した 励起子エネルギー移動の速度制御

～制御性のあるエネルギー集約の広範囲化を目指して～

理学研究科 物質科学専攻

◎M1 みかじりともし 三ヶ尻智紀、教授 やまだじゅんいち 山田 順一、
たじまひろゆき 教授 田島裕之、准教授 こみの たけし 小箕 剛

キーワード

ウィスパーリングギャラリーモード, 微小共振器, 有機半導体,
励起子エネルギー移動, レート方程式

研究概要

軸対称性を持つ誘電体の外縁部に光が局在するウィスパーリングギャラリーモード (WGM) を用いた微小共振器に関する研究を行っている。WGM 共振器を利得媒質で構成すると、レーザーと同様の原理で共振器の共振周波数において、発光スペクトルが先鋭化する。これは、励起子を特定のエネルギーに集約させることに同じである。これまでに、ディスク型の共振器アレイを作製し、共振器のサイズと共振器間の距離を変えることによって、共振周波数（すなわち、エネルギー）を能動的に制御できることを見出した。しかし、これまでの共振器は単一成分の利得媒質で構成されており、制御できるエネルギーの範囲は限られていた。そこで、二種類のレーザー色素試料（青色: BSB-Cz）および（緑色: C545T）を使用して発光波長範囲を広げる工夫を講じた。直径 20 μm のシリカビーズ上に、有機半導体を真空蒸着法で成膜する簡易的な手法を用いた。図 1 に示すように、総膜厚を 250 nm に固定したまま、いくつかの膜厚構成で BSB-Cz/C545T/BSB-Cz 積層膜を作製した。励起光源として、BSB-Cz のみを励起できる波長のレーザーで、光励起発光 (PL) スペクトル (図 2) を測定した。ここで、C545T は BSB-Cz からの励起子エネルギー移動でのみ励起される。得られた PL スペクトルとレート方程式から、エネルギードナーである

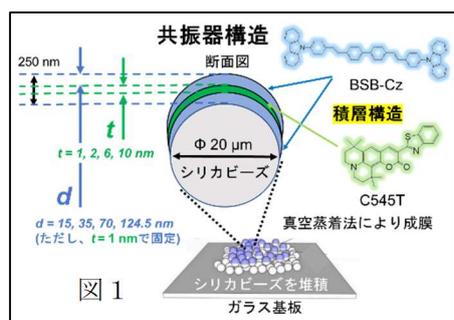


図 1

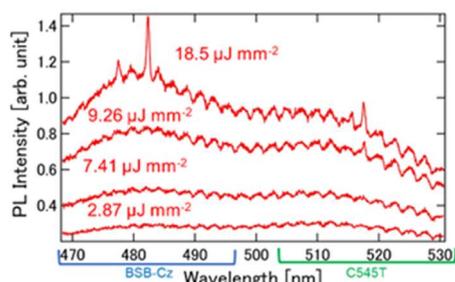


図 2 : PL スペクトル

BSB-Cz からアクセプターである C545T へのエネルギー移動と共振器構造の関係について調べた。

アピールポイント

WGM 共振器による光閉じ込め効果を利用した物性制御が注目を集めており、励起子エネルギー移動の効率を向上させることが報告されている。しかし、WGM 共振器内における励起光強度に対する励起子密度の関係は、まだよく調べられていなかった。そこで本研究は、レート方程式を用いてこのことについて調べた。また、既往の研究では、二種類の色素から成るドープ系 WGM 共振器では、エネルギーアクセプター分子のスペクトルは先鋭化されることが報告されている [1]。一方で、本研究では、二成分の積層構造を変化させることで、励起子エネルギー移動の速度定数を任意に変化させることができる。この原理を用いて、両材料について同時にスペクトルの先鋭化を実現した。

([1] D. Okada, et al., *Nano Lett.* 2018, **18**, 7, 4396)