

炭素架橋フェニレンビニレンによる自己組織化マイクロ共振器

Self-Assembled Carbon-Bridged Phenylenevinylene Microresonators

¹筑波大数理物質, ²東京大, ³神奈川大, ⁴産総研

○岡田大地¹・西岡拓紀²・辻勇人^{2,3}・佐々木史雄⁴・中村栄一²・山本洋平¹

¹ Faculty of Pure and Applied Sciences, Univ. of Tsukuba, ² Univ. of Tokyo, ³ Kanagawa Univ., ⁴ AIST

○Daichi Okada,¹ Hiroki Nishioka,² Hayato Tsuji,^{2,3} Humio Sasaki,⁴ Eiichi Nakamura,² Yohei Yamamoto¹
e-mail: s-okada@ims.tsukuba.ac.jp

【緒言】マイクロ光共振器は、レーザー素子や光スイッチング素子、光導波路、センシング素子など様々な光学素子に応用される。有機材料からなるマイクロ共振器は簡便なボトムアッププロセスによる作製が可能であり、低閾値レーザーや電界駆動レーザーの開発に向けた研究が進められている。有機レーザー材料の中で、パラフェニレンビニレン (PPV) は優れた電氣的・光学的特性を示す有望な材料の一つである。近年、PPV を炭素架橋した分子 (Carbon-bridged oligo-*para*-phenylenevinylene, COPV) が開発され、レーザー発振特性と優れた光耐久性を示すことが報告された^[1,2]。本研究では、COPV の自己組織化によるマイクロ球体およびマイクロ結晶の作製を行った。作製した構造体を共振器として用い、フェムト秒 (fs) 光ポンピングを行った結果、レーザー発振特性を得たので報告する。

【実験】COPV2 (Fig. 1a) 単体の自己組織化は、THF 溶液と水による界面析出法および self-organized precipitation (SORP) 法により行い、マイクロ球体およびマイクロ結晶を作製した。また、COPV2 とポリスチレン(PS)を溶解したクロロホルム溶液と水によるマイクロエマルジョン法より、COPV2 添加 PS 球体を作製した。これらの構造体に波長 400 nm の fs パルスレーザーを照射し、発光特性を計測した。

【結果・考察】COPV2 を THF 中に溶解し、水/THF 界面にて析出させた結果、菱形のマイクロ結晶が形成した (Fig. 1a 左)。また COPV2 の THF 溶液と水の混合溶液から、THF を蒸発させたところ、COPV2 の球状構造体が生成した (Fig. 1a 中央)。ゆっくりとした析出により結晶が、急速な析出によりアモルファスな球体が構築すると考えられる。これらの構造体に対し、fs パルスレーザーを照射した結果、いずれの構造体からも明確なレーザー発振特性が得られた (Fig. 1b)。いずれも Whispering Gallery Mode (WGM) による共振からの誘導放出と考えられる。また、COPV2 を添加して作製した PS 球体 (Fig. 1a 右)からも同様に、明確な WGM レーザー発振を確認した。レーザー発振閾値は $4 \mu\text{J}/\text{cm}^2$ と COPV2 のみからなる構造体 (結晶: $300 \mu\text{J}/\text{cm}^2$ 、球体: $200 \mu\text{J}/\text{cm}^2$) よりも 2 桁程度低いことが明らかになった。COPV2 がポリマー媒質中に分散することで、濃度消光等の効果が抑えられることが一因と考えられる。

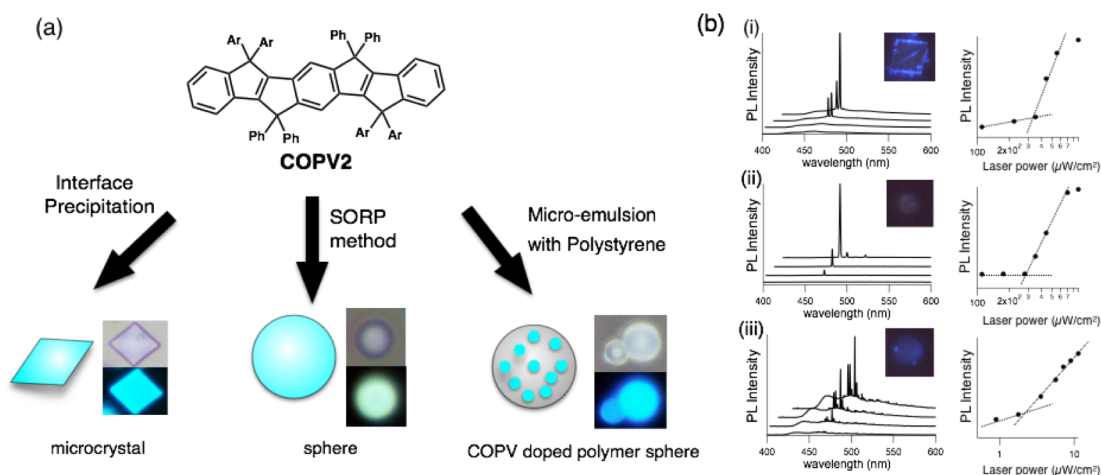


Fig. 1. (a) Molecular structure of COPV2 and the resultant self-assembled crystal (left), microsphere (center), and COPV-doped PS microsphere (right). (b) Laser properties by femto-second pumping of a COPV2 microcrystal (i), microsphere (ii), and COPV-doped PS microsphere (iii).

[1] X. Zhu *et al.* *J. Am. Chem. Soc.* **2012**, *134*, 19254.

[2] M. Morales-Vidal *et al.*, *Nat. Comm.*, **2015**, *6*, 8458.