

高分子水溶液中で作製される液晶ネックレス構造

(¹産総研機能化学, ²Jožef Stefan Institute)

武仲 能子¹, Miha ŠKARABOT², Igor MUŠEVIČ²

最近、液晶の自己集合体が示す機械的、光学的性質に注目が集まっている。これらは、液晶をマイクロメートルスケールの微小空間に閉じ込めることで発現する。たとえば、ネマチック液晶を直径数 μm ~100 μm 程度の液滴内に閉じ込めると、Whispering Gallery mode (WGM) と呼ばれる特異な光共振現象を示す[1]。この共振モードは、液滴の外的環境変化や液滴内の分子配向などに敏感に反応するため、センサーとして利用することができる。また、スメクチック液晶を直径100 μm 程度のシェル構造に閉じ込めたものは、全方位レーザーへの応用が期待されている[2]。先行研究では、これらの液滴同士はつながっておらず、隣の液滴に情報を伝えることができなかった。そこで、本研究では連結されたネマチック液滴構造（液晶ネックレス構造）を作製し、その機械特性と光学特性を調べる[3]。

液晶ネックレス構造は、マイクロ流路デバイスを用いて作製した。Utada らのマイクロ流路デバイス[4]を改変し、直径十数 μm の液晶液滴を微量の液晶で作製できるようにした。マイクロ流路の2つの挿入口のうち、一つからポリビニルアルコール水溶液 72000 (PVA, 5 wt%)、もう片方から 4-cyano-4'-pentylbiphenyl (5CB、ネマチック相)を流す。PVA が流れる流路中に 5CB を吐出すると、液体の粘性、流速、界面張力等が一定の条件を満たすとき、ネックレス構造が作製される。このネックレス構造は、5CB から成る液滴部分と、5CB と PVA の混合物から成る tether 部分がつながったものである。PVA と 5CB の流速をそれぞれ 15 $\mu\text{L}/\text{min}$ 、5.0 $\mu\text{L}/\text{min}$ としたときのネマチック液滴構造の直径は約 135 μm であった (Fig. 1)。ネマチック液滴構造の直径は、5CB を吐出するキャピラリー径に依存し、キャピラリー径を変化させることで、十数 μm ~数百 μm まで変化させることができた。次にレーザーピンセットを用いて、tether 部分の弾性率を推定したところ、PVA ハイドロゲルのそれと同程度であることが分かった。最後に、液晶に色素を混合してネックレス構造を作製し、得られたネックレス構造の光特性を調べた。

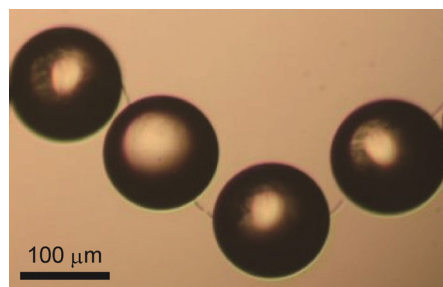


Fig. 1 Liquid crystal necklace structure.

Ar⁺ レーザー (514.5 nm) を照射したところ、液滴内では WGM が観察されたが、隣接する液滴には光伝達されなかった。これは、tether 部分が細すぎたことや 5CB と PVA 水溶液との屈折率差が十分でなかったことが起因していると考えられる。

本研究は、スロベニア留学時に行いました。発表では、スロベニアでの研究の様子についても触れたいと思います。

[1] M. Humar, *Nat. Photonics*, 2009, **3**, 595. [2] Y. Uchida, *Adv. Mater.*, 2013, **25**, 3234. [3] Y. Takenaka et al., *Langmuir*, 2020, **36**, 3234. [4] A. S. Utada et al., *Science*, 2005, **308**, 537.