

配向制御された液晶エラストマー／ゲルの多様な外場応答特性

Stimulus-Response Behavior of Liquid Crystal Elastomers and Gels with Controlled Director Alignment

○浦山 健治 (京工繊大院工)

○Kenji Urayama (Kyoto Institute of Technology)

E-mail: urayama@kit.ac.jp

[緒言] 液晶エラストマー(Liquid Crystal Elastomers; LCE)は緩く架橋された高分子液晶であり、液晶性とゴム弾性をもつ材料である。LCE や液晶ゲルは液晶性とゴム弾性のカップリングによりマクロな形状(変形)と液晶配向が強く相関するユニークな特徴をもち、液晶配向を変化させる外場(温度変化、電場、光照射など)によりゴムやゲルの大きなマクロ変形を誘起できる。LCEの液晶配向を制御することにより複雑な変形を誘起したり特殊な光学特性を付与することが可能であり、ソフトアクチュエータの素材やゴム状光学素子として期待されている¹⁾。本講演では、我々のグループの研究結果を中心に LCE の様々な刺激応答特性を紹介したい。

[種々の配向パターンの LCE の熱変形] プラナー配向の LCE は温度を増減させると液晶配向度の増減により、ダイレクター方向に大きな伸縮変形を生じる。我々は、ハイブリッド配向およびツイスト配向を膜厚方向に有する LCE を作製し、屈曲変形²⁾およびねじれ変形(Fig. 1)³⁾を熱可逆的に誘起できることを示した。ハイブリッド配向の場合は屈曲方向の極性が、ツイスト配向の場合はねじれの向きが反転するほど大きな熱変形が生じる。

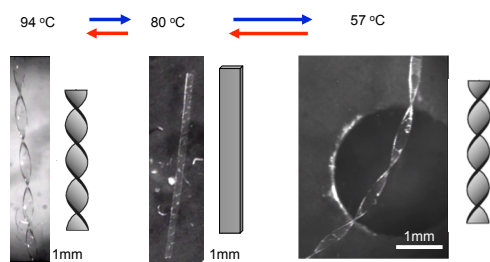


Fig. 1. Thermally induced twisting of a LCE film with twist nematic alignment.³⁾

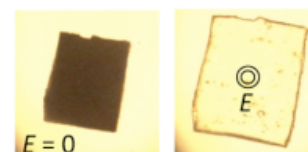


Fig. 2. Electrically driven deformation of I-PLCE.⁵⁾

[LCE の電場による変形] 我々は、等方相で架橋されたポリドメイン(ランダム)配向の LCE を伸長すると、非常に小さな張力で伸長方向に液晶が一軸配向すること(ソフト弾性)を見いだした⁴⁾。この LCE の電場応答性を調べたところ、25MV/m の電場強度で、約 35%に達する大きな変形を生じることがわかった(Fig.2)⁵⁾。

[コレステリック LCE の電場応答挙動]

膜厚方向に巨視的ならせん配向軸をもつコレステリックゲルを作製し、電場に対する応答挙動を調べた。電場下のコレステリックゲルでは、選択反射の波長域が長波長側にシフトするとともに、らせん軸と垂直方向に約 12% の収縮ひずみを示すことがわかった(Fig. 3)⁶⁾。

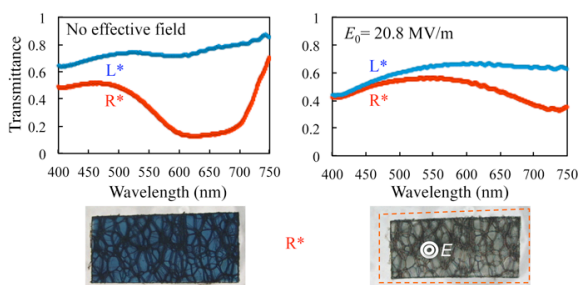


Fig. 3. Electro-optical and electromechanical effects in a cholesteric LC gel.⁶⁾

1) 総説として *Macromolecules*, **40**, 2277 (2007); *React. Funct. Polym.* **73**, 885 (2013).

2) *Macromolecules*, **43**, 4362 (2010). 3) *Proc. Nat. Acad. Sci., USA*, **108**, 6364 (2011); *Phys. Rev. E.*, **88**, 022502 (2013). 4) *Macromolecules*, **42**, 4084 (2009). 5) *Soft Matter*, **7**, 10585 (2011). 6) *ACS Macro Lett.* **3**, 813 (2014).