

ブロックコポリマーゲルのミクロ相分離

東北大学大学院理学研究科 内田就也

液晶ゲルは弾性と方向自由度が結合した系としてユニークな力学特性を示す。その例としてネマティック相におけるソフト弾性 [1] が知られているが、スメクティック相やコラムナー相などのより低い対称性を持つゲルについての知見は限られている [2]。一方、類似した系としてブロックコポリマーを架橋して作られるゲルがあり、相図や秩序構造が実験により調べられつつある [3]。

本研究では、2成分ブロックコポリマーゲルの Ginzburg-Landau モデルを構成し、中間相（特にラメラ相）における秩序構造および力学応答を数値シミュレーションにより調べた。等方相からラメラ相への転移に伴って各々のポリマーは相界面に垂直な方向に伸長する。2成分の濃度差を ψ とするとこの伸長は層配向テンソル $Q = \nabla\psi\nabla\psi - (\nabla\psi)^2\mathbf{1}/d$ と変形勾配テンソル Λ の結合として表される。また架橋時におけるポリマー配位の非平衡性、不均一性は、巨視的にはランダム応力 R として表現できる。これらを考慮した現象論的な自由エネルギーを

$$F = \int d\mathbf{r} \left\{ -\frac{a}{2}\psi^2 + \frac{c}{4}\psi^4 + \frac{D}{2}(\nabla\psi)^2 - \frac{B}{2}\psi\frac{1}{\nabla^2}\psi + \frac{\nu}{2}(\Lambda:\Lambda^t - \alpha\Lambda^t\cdot Q\cdot\Lambda^t + \Lambda\cdot R\cdot\Lambda) \right\}$$

の形で導入する。結合項 ($\propto \alpha$) およびランダム項の形は等方相での架橋に伴う回転不変性を保証する最も単純なものである。非圧縮条件下で適当な動力学を仮定して得られた濃度場および歪み場の構造を下図に示す。講演では加えて散乱関数や力学応答について論じる予定である。

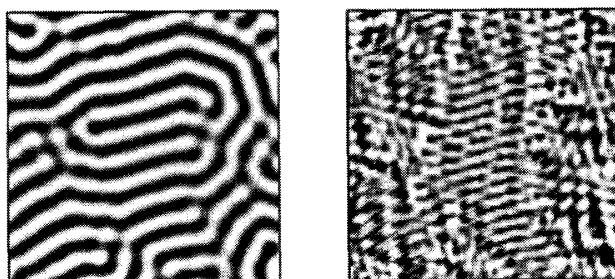


図 1: ミクロ相分離過程における濃度場 $\psi(\mathbf{r})$ (左) および歪み場 $(\Lambda \cdot \Lambda^t)_{xy}(\mathbf{r})$ (右) のスナップショット。

参考文献

- [1] M. Golubović and T. C. Lubensky, Phys. Rev. Lett. **63**, 1082 (1989); M. Warner *et al.*, J. Phys. II (France) **4**, 93 (1994); N. Uchida, Phys. Rev. E **60**, 13 (1999); **62**, 5119 (2000).
- [2] S. Panyukov and M. Rubinstein, Macromolecules **29**, 8220 (1996); M. J. Osborne and E. M. Terentjev, Phys. Rev. E **62**, 5101 (2000).
- [3] H. Hahn *et al.*, Phys. Rev. Lett. **90**, 155505 (2003).