

多孔質中に閉じ込めたネマチック液晶のトポロジカル欠陥と非線形流動

(京都大学 理学研究科) 荒木 武昭

【はじめに】ネマチック液晶と並行な2枚のカバーガラスで挟むと、アンカリング効果と弾性効果により、欠陥を持たない均一な配向状態を実現することができる。ここで磁場などの外場を印加すると配向場は歪められるが、その外場を除くと弾性による緩和により元の配向状態を復元することができる。それでは、多孔質のような複雑な形状を持つ空間に閉じ込めたり、液晶にコロイド粒子を添加したりするとどのようなようになるであろうか？アンカリング効果が十分強ければ、配向場は一様に揃うことができず、それを補償するようトポロジカル欠陥が安定に存在するようになる。動的性質に着目すると、ネマチック液晶を多孔質に封入した系において、単純なセルに封入した場合に見られる弾性力による早い緩和とは別に、遅い緩和とそれに由来するメモリー効果が見られることが知られている[1]。我々はこれまで、Lebwohl-Lasherポテンシャルを用いたモンテカルロシミュレーションによって、こうした振る舞いを調べ、この遅い緩和が熱的に誘起された配向欠陥の組み換えによるものであることを示した。また、規則的な構造を持つ多孔質を用いることで配向欠陥の構造も規則的に配置することができることも示した[2]。本研究は、多孔質中に閉じ込めたネマチック液晶の欠陥構造と、多孔質中での液晶の流動性がどのように関係づけられるかをLandau-de Gennesモデルを組み合わせた格子ボルツマン法[3]によって調べることを目的としている。

【結果と考察】図1は、立方対称の対称性を持つ多孔質にネマチック液晶を流した場合の配向欠陥のパターンである。ここでは多孔質によってトポロジカルに拘束されたものとそうでないものの二種類の欠陥が存在することが分かっている[2]。この系に力学的な外場により液晶相を流してみる。流れが小さい場合には、欠陥は分子の回転運動によって流れに逆らい、自由エネルギー的に安定な元の位置を保持することが示された。流れが大きくなると、トポロジカルに拘束されていない欠陥が動き出すようになる。さらに流れを強くすると、拘束された欠陥も組み換えながら運動するようになった。これらの変化は系の流れやすさに大きく影響することが分かった。また、図1(a)の欠陥構造は3方向に縮退した、多重安定状態であり、電場などの外場により制御できることは分かっていたが、流れ場によっても制御できることが分かった。

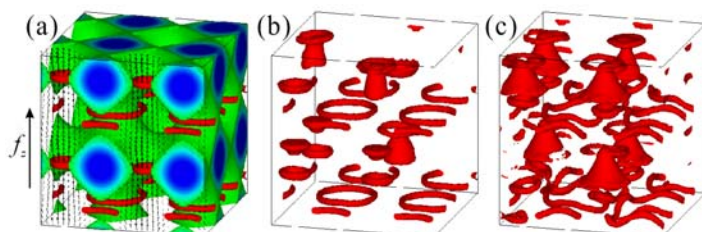


図1 立方対称の対称性を持つ多孔質中でネマチック液晶を流した時の配向欠陥の様子。(a), (b), (c)の順に流れを強くしている。赤い線が配向欠陥で、緑青の物体は多孔質を表している。

【参考文献】

- (1) G. P. Crawford and S. Žumer, Liquid Crystals in Complex Geometries Formed by Polymer and Porous Networks (Taylor and Francis, London 1996).
- (2) T. Araki *et al.*, Nature Materials 10, 303 (2011).
- (3) C. M. Care *et al.*, Phys. Rev. E 67, 061703 (2003).