

# キラル液晶セルの特異な秩序構造とその光学顕微鏡像

(九大院理) 福田順一

(NAS Ukraine) Andriy Nych, Uliana Ognysta

(Univ. of Ljubljana/Jožef Stefan Institute) Slobodan Žumer, Igor Mušević

**【はじめに】** 液晶は、相の対称性に応じた様々な秩序構造や位相欠陥を示すことから、基礎物理学の興味深い研究対象として認知されている。我々はこれまで、強いキラリティを有する液晶からなる薄い平行平板セルが、位相欠陥を含む様々な秩序構造を形成することを、連続体理論に基づく数値計算によって明らかにしてきた[1]（ここでいう「薄い」とは、液晶のキラリティによるねじれのピッチ（数百 nm）と同程度以下であることを指す）。本研究では、そのようなキラル液晶の秩序構造を光学顕微鏡で直接観察した結果と、光学顕微鏡像を数値計算によって求める試みを紹介する[2]。

**【結果と考察】** いま着目している構造の周期は数百 nm 程度なので、幾何光学や Jones matrix 法などの液晶の分野でよく用いられる手法に頼ることはできず、電磁波に関する Maxwell 方程式を数値的に直接解く必要がある。本研究では、セルの平行平板に平行な方向には Bloch の定理に基づく平面波展開を、垂直な方向にはエネルギー保存則を適切に考慮した差分法を用いて離散的な線形連立方程式を構成し、単色平面波がセルに入射した際の光の透過波、反射波の計算を行った。液晶の秩序構造は、配向秩序を 2 階のテンソルの秩序変数  $\chi_{ij}$  で記述する連続体理論に基づいて計算し、液晶の誘電率テンソルは  $\epsilon_{ij} = \epsilon_{\text{iso}} \delta_{ij} + \epsilon_a \chi_{ij}$  と書けるとした（ $\delta_{ij}$  は Kronecker のデルタ。  $\epsilon_{\text{iso}}$  と  $\epsilon_a$  は液晶の物性で決まる定数）。また、光学顕微鏡においてはレンズによって集光された光が液晶セルに入射するので、入射単色平面波の波数ベクトルの方向を、レンズの開口角によって決まる立体角内の様々な方向にとって計算を行った。その結果を用いて、反射光の強度分布を焦点面内において計算し、その結果を顕微鏡像とした。

本研究では、セルが非常に薄い場合に生じるヘキサゴナルなスカーミオン格子と、それより少し厚いセルで生じるバルクのコレステリックブルー相の秩序構造を薄くスライスしたような構造について光学顕微鏡像の計算を行い、実験による顕微鏡像の定性的性質をほぼ完全に再現する結果を得た[2]。計算手法、および計算結果の詳細については、講演で紹介する。

この研究は、科研費(JP25400437, JP17H02947)、Slovenian Research Agency (P1-0099, J1-6723, J1-7300), Center of Excellence NAMASTE (Slovenia)、および物質デバイス領域共同研究拠点の支援により行なった。

## 【参考文献】

- (1) J. Fukuda and S. Žumer, Phys. Rev. Lett. **104**, 017801 (2010); Phys. Rev. Lett. **106**, 097801 (2011); Nature Commun. **2**, 246 (2011).
- (2) A. Nych, J. Fukuda, U. Ognysta, S. Žumer and I. Mušević, Nature Phys. DOI:10.1038/nphys4245