

3AA04

ホメオトロピック配向したネマチック液晶における パターン形成 II

(九大工) Jong-Hoon Huh, ○日高芳樹, 甲斐昌一

Pattern Formation in Homeotropically Oriented Nematics II

Jong-Hoon HUH, °Yoshiki HIDAKA, Shoichi KAI (Department of Applied Science, Faculty of Engineering, Kyushu University, Fukuoka 812-81)

The electrohydrodynamic instability in a homeotropically oriented nematic system occurs after the Freedericksz transition which leads to the Goldstone mode due to additional symmetry. In the system with no magnetic field the transition from a rest state to spatiotemporal chaos via the supercritical bifurcation, that is, *soft-mode turbulence* occurs. In the presence of magnetic fields the bifurcation point to spatiotemporal chaos shifts to higher value of control parameter with intensity magnetic fields. Above convection thresholds, normal rolls (the wavevector of the pattern k is parallel to the C-director) appear at the frequency of the applied AC-voltage beyond the Lifshitz point (LP), and oblique rolls below LP.

負の誘電異方性をもつネマチック液晶に電場を印加したときに生じる電気対流現象は、非平衡パターン形成の恰好の研究対象として活発に研究されている。これまで主に電気対流の研究が行われてきたのは、液晶分子を電極面に平行に配向させたプレナー配向の場合である。この場合、あるしきい値以上の電圧が印加されると系内にロール状対流構造が生じ、連続的な並進対称性が破れる。一方、液晶分子が電極面に垂直に配向したホメオトロピック系では、対流が生ずる前にフレデリクス転移によって連続的回転対称性の破れが起こり、それによって付加的なゴールドストーン・モード (GM)，つまり液晶分子が長波長の回転自由度をもつようになる。すなわち、対流による対称性の破れは2次的に発生し、対流モードとともに常に中立安定なGMが系内に存在していることになる。

プレナー系では、あるしきい値電圧で静止安定な周期パターンが現れ、さらに電圧を上げて行くと第2のしきい値で周期パターンが不安定化して時空カオスが発生することが知られている。一方、これまでのわれわれの研究によると、付加的な回転自由度をもつホメオトロピック系では、空間的に一様な静止状態から対流発生と同時に時空カオス状態へ超臨界分岐を示すことがわかり、そのようにして発生した時空カオスを「Soft-Mode Turbulence」と名づけた [1]。また、パターンの運動の相関時間 τ と制御パラメータ ϵ ($= (V^2 - V_c^2) / V_c^2$, V_c : 対流発生のしきい値電圧) の間に $\tau^{-1} \propto \epsilon$ という関係があることがわかった。

今回はまず、磁場下でのホメオトロピック配向系の時空カオスを定量的に調べ、これまでの磁場を印加していない場合と比較した。液晶セルに水平方向に印加した磁場は、ホメオトロピック系のもつ付加的なGMを抑えることができることから、GMの時空カオスに対する影響を調べることができる。その結果、磁場を印加すると時空カオスの発生が抑えられ、時空カオス発生のしきい値が磁場とともにずれるという結果が得られた。この時空カオス発生

ほ じよんふん・ひだか よしき・かい しょういち

のシナリオは、上下境界条件によって分子の回転自由度が抑えられているプレナー系と同様で、時空カオスの発生にディレクタの回転自由度が重要な役割を果たしていることが定量的に明らかになった。

ホメオトロピック系の電気対流のもうひとつの特徴は、Lifshiz point (LP) の存在である。すなわち、対流発生点を越えて最初に現れるパターンが、印加電場の周波数によって

normal roll の場合と oblique roll の場合に分けられ、 f - V 相図中に LP 周波数 f_L が存在する（図 1）。図 1 に示されているパターンは、磁場印加によって STC の発生を抑えて観測したものであり、磁場の方向と波数ベクトルの方向の関係によってパターンの違いは明白である。無磁場の場合、STC によってパターンが複雑化しているが、ディレクタの電極面への射影 (C-director) とパターンの波数ベクトル k が平行か否かによって normal

roll と oblique roll を定義できる。oblique roll の場合、C と k が平行でないため、その間に一種のトルクがはたらき、それによって対流構造がすばやく不安定化して時空カオスが起こる。一方、normal roll ではこのトルクが存在せず、GM と対流モードの非線形相互作用によって STC が発生する。

われわれは、磁場の大きさを変えながら f_L を観測し、外挿することによって無磁場での f_L を定め、 f_L より上の領域と下の領域でそれぞれパターン・ダイナミクスを観測した。その結果、どちらの領域で観測される STC も SMT の性質を有していた。つまり対流発生とともに STC が発生し、相関時間と制御パラメータの間には $\tau^{-1} \propto \epsilon$ という関係が得られた。したがって、付加的な GM すなわちディレクタの回転自由度をもつホメオトロピック系では SMT が起こるという結論が得られた。しかしながら、LP より上の領域では “slow” なダイナミクスから “fast” なダイナミクスへの転移も観測されており、パターンの転移とダイナミクスの関係を現在も継続して研究中である。

参考文献

- [1] 日高他, 第22回液晶討論会講演予稿集, 357 (1996); S. Kai, K. Hayashi and Y. Hidaka, J. Phys. Chem. **100**, 19007 (1996).

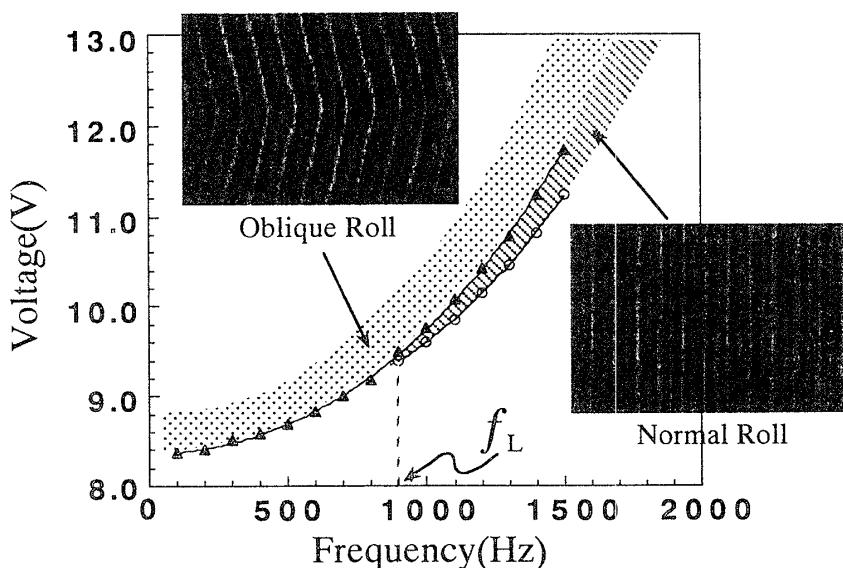


図 1 : 1600G の磁場の下でのパターンの f - V 相図。