

Title	液晶対流系におけるDislocationの運動(長期研究会「パターン形成、運動およびその統計」,研究会報告)
Author(s)	那須野, 悟; 竹内, 尚; 沢田, 康次
Citation	物性研究 (1989), 52(4): 374-376
Issue Date	1989-07-20
URL	http://hdl.handle.net/2433/93647
Right	
Type	Departmental Bulletin Paper
Textversion	publisher

液晶対流系における Dislocation の運動

東北大・通研 那須野悟、竹内尚、沢田康次

等方性流体のRayleigh-Benard対流や異方性流体（液晶）の電気流体力学的（EHD）対流におけるパターン形成（選択）および乱流の発生には、対流構造中に現れるDefectが重要な役割を果たしていると考えられている。このため、これらの系におけるDefectの運動に関する理論的研究が様々なモデルを用いて近年盛んに行われているが、それらと比較すべき実験的事実はまだ乏しい。そこで我々は、液晶のEHD対流系のロール状対流構造内でのDefect(Dislocation)の運動を、初期条件を外部からコントロールできるような装置を製作し調べた。

2枚の透明な電極の間にはさまれたネマチック液晶の薄い層（厚さ $d \sim 100 \mu$ ）に電界を印加すると、印加電圧がある閾値 V_c をこえたところで層内に巨視的な周期的対流構造が生ずる。一般に、印加する交流電界の周波数がある臨界周波数 f_c よりも小さいときには、 V_c 近傍では系固有のある特定の方向に平行に並んだロール状の対流構造が現れることが知られている。[1] 系の回転対称性により特定のロール軸方向を持たないRB系とはこの点で異なる。またその結果、この系においてみられるDefectはDislocationに限られる。

我々は、 V_c 近傍において初期条件として様々な波数ベクトル（background wave vector） q_b をもつDislocationを含む対流構造を系に導入することに成功した。[2] 図1（a）にその例を示す。このようにして導入されたDislocationの運動は以下でみるように、（初期状態をなにもコントロールしない時得られる）本来の自然なパターンの波数ベクトル q_{opt} からのずれ $\Delta q = q_b - q_{opt}$ によって特徴づけることができる。

Dislocationの運動は、大きく分けてロール軸に沿った方向への運動（climb）とロール軸に垂直方向への運動（glide）とがあるが、まずはじめにclimb型の運動に関する実験結果を述べる。初期パターンとしては、 $q_b // q_{opt}$ とし、図1（a）にみられるようなそれぞれ異符号のBurgers vectorをもつDislocation対がむかいあっているようなものを用いる。 $q_b < q_{opt}$ のときにはDislocationはclimb型の運動によりお互いに近づき衝突の後消滅する（図1）。図1からもわかるように、この過程によってパ

ターンの平均波数は $q_{0,t}$ に近づく。これはまた、dislocationのclimb型の運動により自然な波数 $q_{0,t}$ に近い波数が選択されたと言い換えることができるだろう。

図2にDislocation間の距離の時間変化の様子を示す。Dislocation間距離がある程度大きいところでは、dislocationは等速度運動をしていることがわかる。我々は、この速度が $|\Delta q|$ とともに大きくなるという結果を得た。このような等速度運動は波数選択に関連した運動であり、単独のdislocationの場合にも同様な運動が期待される。さて、つぎにdislocation間の距離が小さくなったときの運動を見ていただきたい。dislocation同士の引力相互作用によって急速にその速度を増していくことがわかる。しかし、残念ながら相互作用力がどのようなものであるかを定めるまでにはまだ至っていない。

つぎにglide型の運動についてのべる。初期条件としては、climb型の運動が起こるのを避ける目的で、 Δq が $q_{0,t}$ 方向の成分を持たないようにした。ここでも異符号のdislocation対を導入するが、今度はロール軸とは垂直な線上に配置しておく。このような条件下で実験を行った結果、dislocationは $\Delta q \neq 0$ のとき、つまり初期パターンの軸が自然なパターンの軸に対して傾いているときにだけglide型の運動を行うことを示すことができた。また、運動の方向は Δq に垂直方向であった。図3に例を示してある。climbの時と同様にdislocation対はglide型運動によって対消滅をする。ここで注目すべきことは、対消滅後のパターンの軸方向が初期パターンのそれに比べより自然な方向に近づいているということである。このことより、glideはロール軸の方向の選択機構とすることができる。(これは軸異方性をもつ液晶対流系に特有なものである!) 運動の速度はやはりdislocation間距離がある程度大きなところでは等速度運動であることが示された。

以上の結果は、最近の理論的予測[3]と少なくとも定性的にはよく一致している。

参考文献

- 1) P.G.de Gennes, The Physics of Liquid Crystals (Clarendon, Oxford, 1974) Chap.5.

- 2) S.Nasuno, S.Takeuchi, and Y.Sawada, submitted.
- 3) E.Bodenschats, W.Pesch, and L.Kramer, Physica D32 (1988)135.

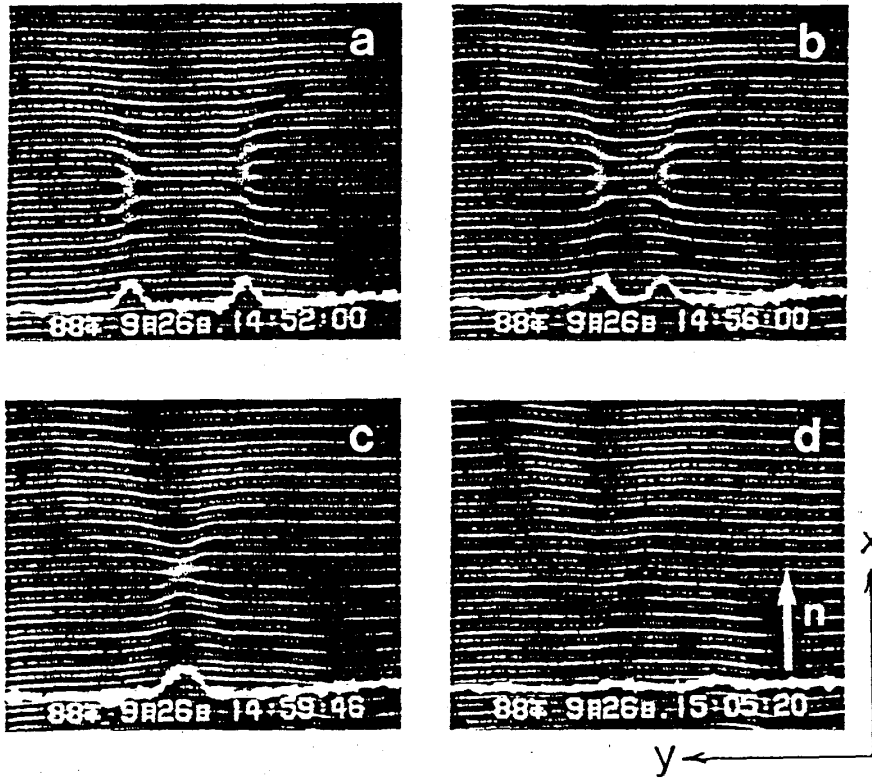


図 1

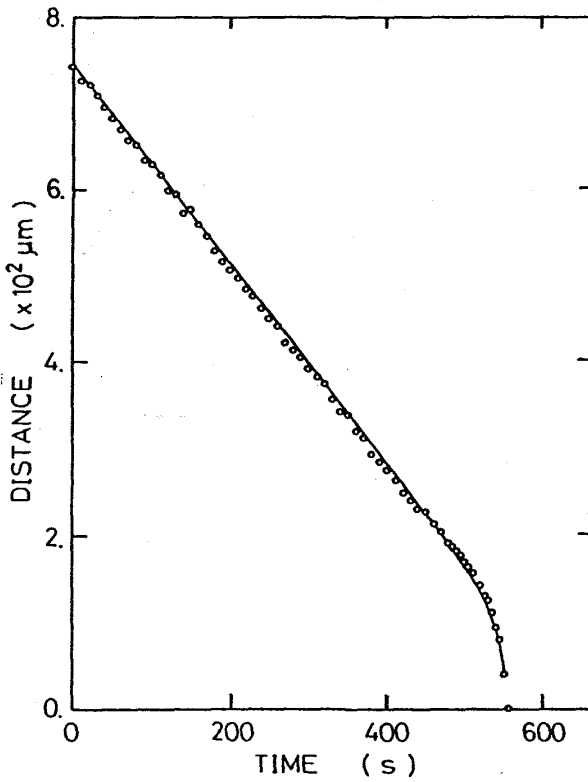


図 2

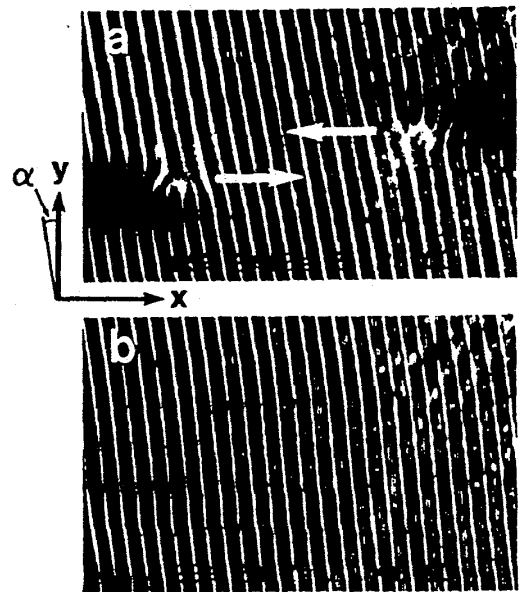


図 3