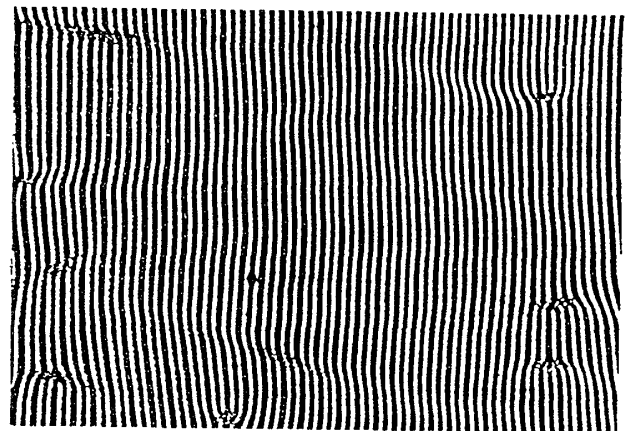


10. 液晶系における defect 分布の示す複雑さ

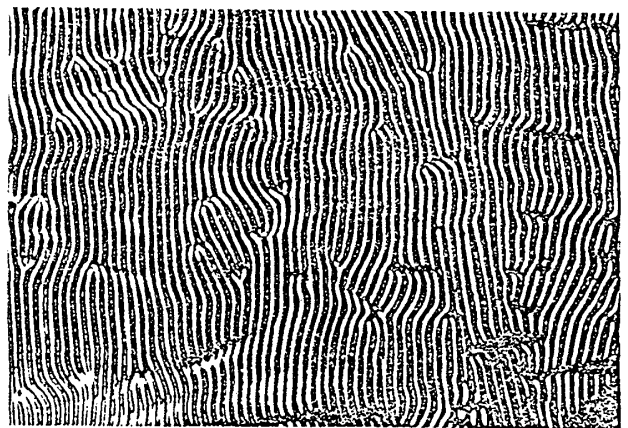
東北大通研 那須野 悟
 佐野 雅己
 沢田 康次

近年の少数自由度力学系のカオスの研究は乱流現象, 特にその発生機構, に関する我々の理解に飛躍的な進歩をもたらした。しかし, 残念ながら自然界に見られる現象の多くは非常に多くの自由度を持ち, 少数自由度の力学系でモデル化できるようなケースはむしろ稀であると言わねばならないだろう。例えば流体乱流においては, 少数自由度力学系理論がその効力を発揮できるのは空間的拡がり小さな閉水路系のしかも乱流発生点近傍での現象に限られている。一方, 発達乱流や空間的拡がり大きな系での乱流化現象といった空間自由度が重要となる問題についてはまた殆んどわかっていない。ここでは空間的拡がり大きな系における乱流化現象の例として, 非常に大きなアスペクト比 $\Gamma (\geq 10^2)$ を持つ液晶系の EHD 不安定現象を取り上げ¹⁾, 実験により明らかになったことを報告する。

透明電極に挟まれたネマチック液晶層に電圧を印加すると, ある閾値 V_c を越えたところでウィリアムス・ドメイン (WD) と呼ばれるロール状対流構造が生ずる (図 1)。印加する電圧を更に増していくと系は時間的にも空間的にも乱れた乱流状態へと遷移してゆき, 最終的には dynamic scattering mode と呼ばれる強い乱流状



a)



b)

図 1

態に至る。このような Γ の大きな系の乱流化過程には、Bénard 対流系でもそうだが、対流構造中に現れる defect が重要な役割を果たしているものと考えられている。ただし、液晶は異方性流体であるために空間構造はその方向に関し強い制約を受け、またこのために WD 中に現れる defect は主に dislocation に限られるという点で等方性流体における Bénard 対流とは異なる。

図 2 は、顕微鏡により可視化された対流パターン中の一点における光強度の時間変化の観測例である。defect の通過によるバーストが不規則に現れている。このときのパワースペクトルは $1/f$ 型を示す。 ε ($= \frac{V-V_c}{V_c}$) の増大に伴いこのバースト間隔は次第に短くなってゆき最終的には強く乱れた状態となる。図 2 のようなときの乱流は、その乱れは空間的にも時間的にも defect 部分に局在しており他の部分では殆んど乱れていないという意味で弱い乱流状態と呼ばれるべきものである。

ε の増加に伴い defect はその数を増す。図 3 に、defect の数密度の ε 依存性を示す。これより、defect の数密度 ρ は ε に対し Arrhenius 型の依存、 $\rho \propto \exp(-\Delta/\varepsilon)$ を示すことがわかる。ここに、 Δ は定数である。

先に、この系の時間的振舞が $1/f$ 型のパワースペクトルを有することを述べた。最近、P.



図 2 (a)

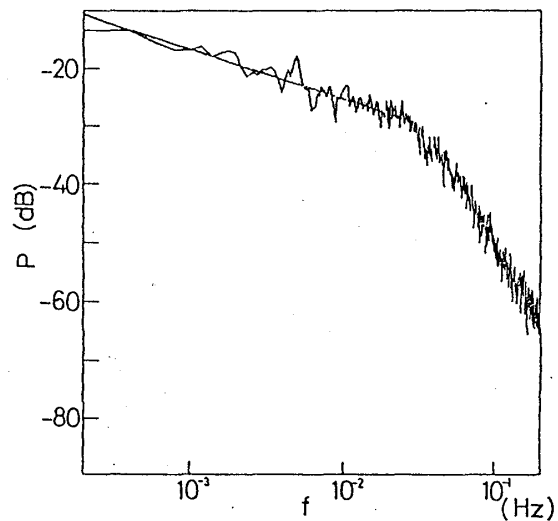


図 2 (b)

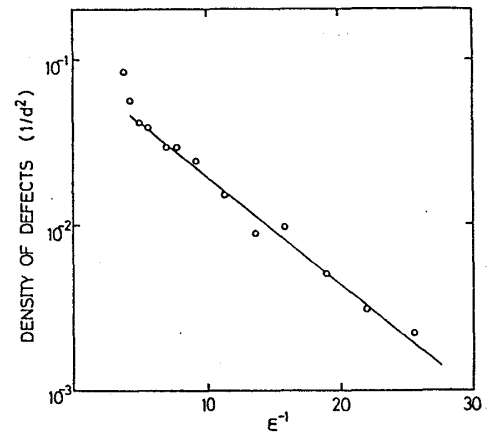


図 3

研究会報告

Bak 達は、空間的拡がりを持つような系が示す $1/f$ 的振舞に対し、非常に簡単なモデルの導入により一般的説明を試みている²⁾。ここでは、このような系は空間的にもあるスケール不変性を有することが示されている。そこで、我々は液晶系においても、そのようなスケール不変性が存在するのを試みに調べてみることにした。ある瞬間の defect の空間分布に関する Correlation Integral $C(l)$ を求めた例が図 4 である。よく知られているように $C(l)$ が

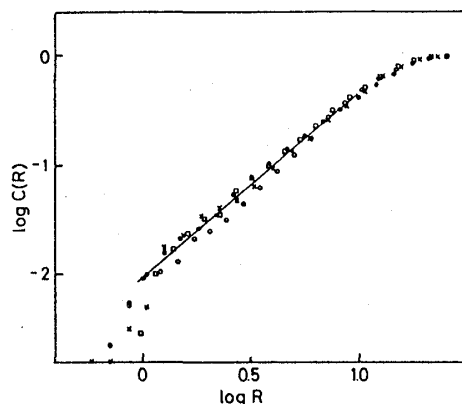


図 4

ベキ乗則 $C(l) \propto l^{-\nu}$ を示せば、それによりスケール不変性があることが保証される。このとき ν は相関次元と呼ばれる。 ε を一定にして得たスナップショット 10 枚に対する平均値よりこの ν を求めると、 $\nu = 1.7$ と求まった。この結果は defect の分布が全くランダムな一様分布 ($\nu = 2$) ではなくて、フラクタル分布をしている可能性を示唆する。しかし、ここで用いたスナップショット一枚の中に存在する defect 数は 10^2 個以下と少ないため、今後更に詳しい実験が必要であることを注意しておく。

参考文献

- 1) カオスという観点からの液晶系の研究については以下の論文も参照されたい。
甲斐昌一；「固体物理」Vol. 21, No. 7 (1986) 43.
- 2) P. Bak et al., Phys. Rev. Lett 59 (1987) 381.

12. ジョセフソン接合における周期カオスと 間欠カオスのリターンマップ

阪大・基礎工 吉木政行, 西田良男

1 はじめに

ジョセフソン接合の量子的位相差 ϕ は、外部から DC 電流 i_0 と AC 電流 $i_1 \sin \Omega_1 \tau$ を接合に加えた時、次のような振子と同じ非線形方程式に従う。