Benard 対流系における Lagrangian 乱流の統計的性質

九大理　大内克哉，森　信之，掘田武彦，森　肇

ロールパターンが時間的に振動する Rayleigh－Benard 対流系において，passive粒子が拡散することがわかり，その lateral oscillationの振幅Bに対する依存性が調べられた。

Rigid boundary を持ち，非圧縮性二次元流体であることを仮定されたＲＢ対流系において，時間的に定常な速度場は，Boussinesq 近似を行って厳密に解くことができる。ここではロールパターンが時間的に振動するモデルとして，次の流れ関数を考える。

$$\Psi(x, z, t) = A \sin\{\pi(x + B\sin(2\pi T))\} \cdot W(z)$$

ただし，$W(z)$は rigid boundary を満たす関数，Aは flow の最大速度，をそれぞれ表す。

Passive 粒子の運動は，

$$\dot{x} = -\frac{\partial \Psi}{\partial z}$$

$$\dot{z} = \frac{\partial \Psi}{\partial x}$$

で記述され，多くの初期粒子について，上式を数値的に積分して，拡散係数を計算する。拡散係数は，

$$<(x_n - <x_0>)^2> \equiv Dn$$

で定義される。ただし<……>は初期点についての平均で，x_nはn周期経過した粒子のx成分である。

このDを，Bに対してプロットしたものが図１で，これより，$D \propto \sqrt{B}$なることが分かり，更に何ケ所かでピークがあることも分かる。

ピークは次のようにして理解される。まず，$B=0$の時，cell 間をさえぎっていた不変多様体は，$B \neq 0$になると hetero clinic な交わりが生じ，それによって passive 粒子は,cell 間の移動ができるようになり，拡散が起こる。Bをかえていった時，偶然 hetero clinic な交わりによって大きな面積が，不変多様体によって囲まれた時，それまで cell 間を移るのに多くのステップが必要だったものが１ステップで移ることができるようになる。それによって遷移確率が大きくなり，拡散係数が増大する，これを模式的に示したのが，図２である。

この現象は，ＲＢ対流系に特有なものではなく，拡散が起こるような Chaos 系で一般に見られると思われ，更に実験で確かめられることも期待される。

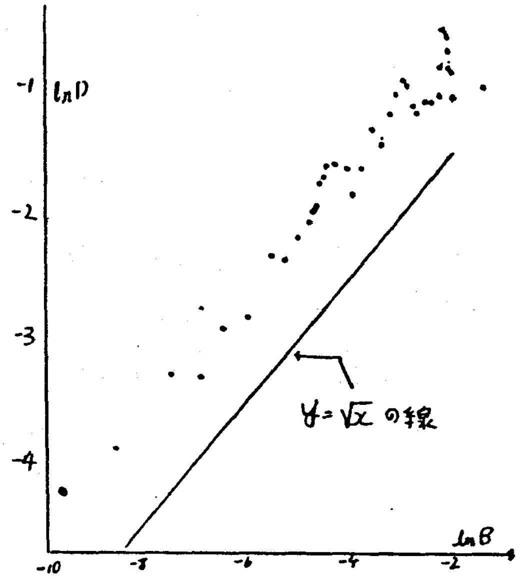

図 1

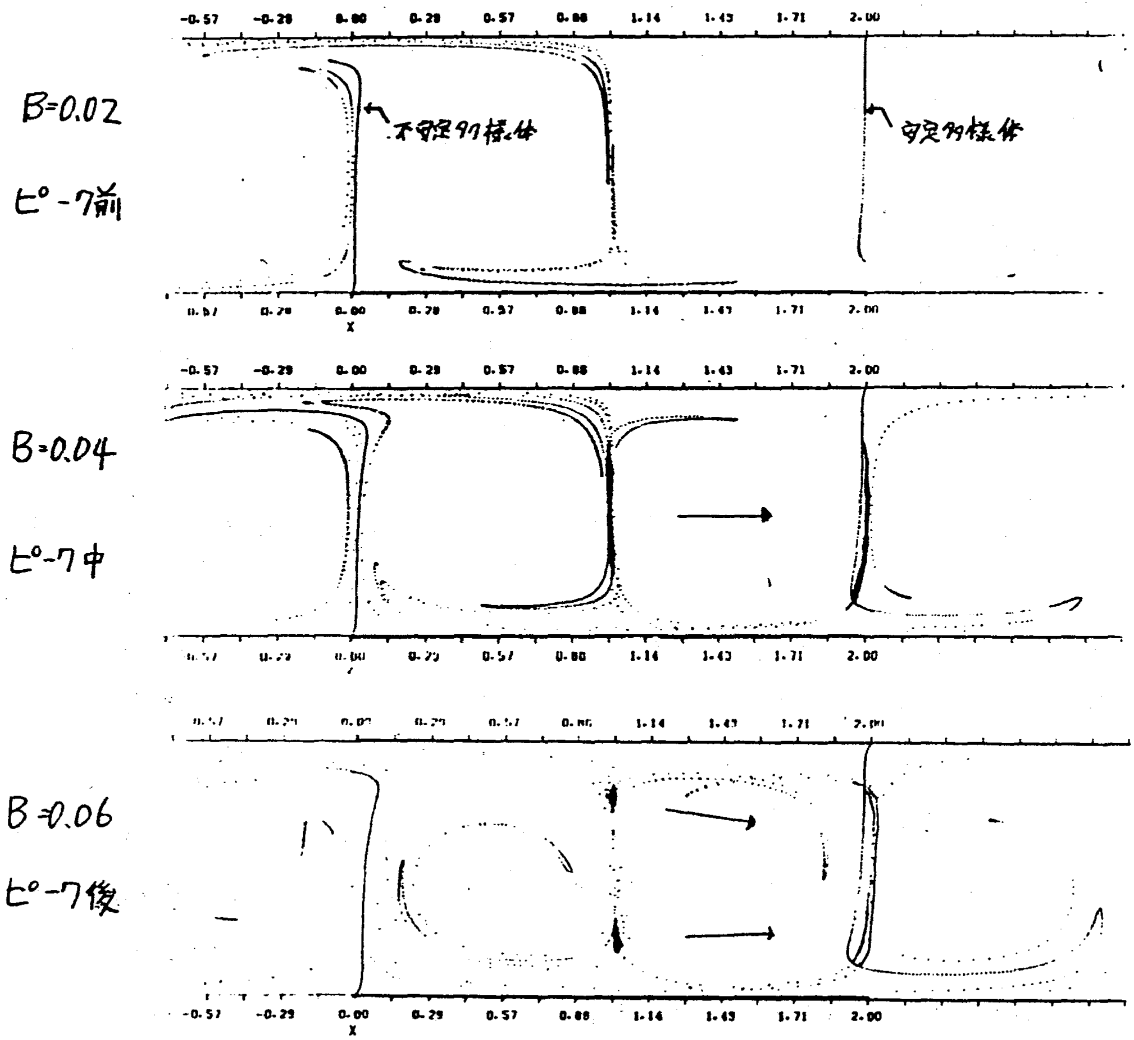

図 2