

平均場結合モデルでは $\Delta_n^i = f(\sigma_{n-1}) = \kappa \sigma_{n-1} (1 - \sigma_{n-1}^2)$ とする。つまり Δ_n^i がオーダーパラメータの関数となっている。 $N \rightarrow \infty$ では σ_n は Δ_n^i に等しくなるので、オーダーパラメータがみたす式 $\sigma_n = f(\sigma_{n-1}) = \kappa \sigma_{n-1} (1 - \sigma_{n-1}^2)$ が得られる。従って、 $\kappa = 1$ で対称性の破れる相転移が生じ、 κ を大きくすると period doubling をへて、カオスになることがわかる。 $N = 100000$ のシミュレーションの結果を図 2 に示す。マクロな変数 σ が 2 周期運動やカオティックな運動をしていることがわかる。

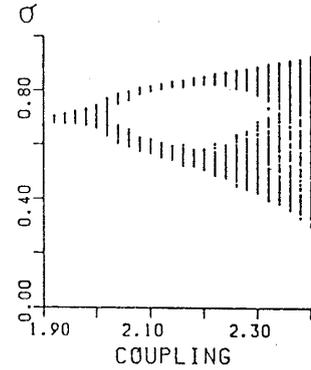


図 2

正方格子交互マップモデルでは Δ_n^i として $\tanh\left(\frac{\kappa}{4} \sum_{j \in N_i} S_{n-1}^j\right)$ を用いる。 N_i は i の最近接格子点を表わしており、 Δ_n^i は i のまわりの 4 つの格子点のスピンの平均値の関数になっている。ある点 i のマップを実行する時はまわりの 4 格子点の値をとめておき、次のステップで i 点をとめておき、まわりの 4 格子点でマップを実行する。こうすると定常状態でのスピンの確率分布は、2 次元イジングモデルの熱平衡分布 $\exp\left\{-\frac{\kappa}{4} \sum_{j \in N_i} S^i S^j\right\}$ となることがわかる。図 3 は $N = 99 \times 99$ のシミュレーションの結果を 2 次元イジングモデルの厳密解と比較したもので、結合マップ系で 2 次元イジングモデルの相転移が生じていることがわかる。

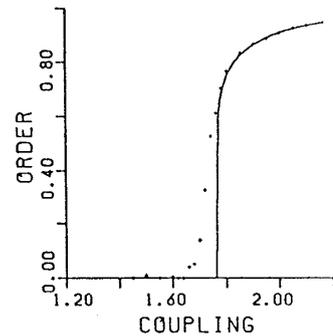


図 3

3. ベナール対流におけるロール波数の競合

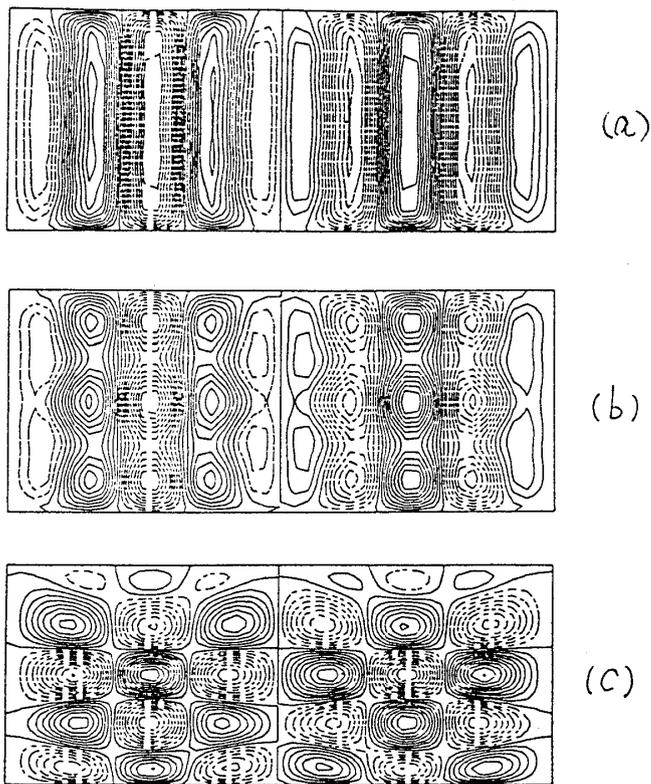
広島大・理 八 幡 英 雄

ベナール対流は、レイリー数 R 、容器のアスペクト比、流体のプラントル数 σ などに応じて、種々の空間的パターンと時間発展挙動を示す。最近水を用いて、アスペクト比が中程度（直方体容器で $\Gamma_x \approx 4$, $\Gamma_y \approx 10$, 垂直方向を z 軸とする）の体系の実験が、複数のグループによって行われた^{1), 2)} その結果のうちいくつかをのべると、(1)対流の空間パターンははじめ短軸に平行な軸をもつ 10 個のロールであるが、 R を上げていくと、6 個のロール構造に遷移する。(2)6

個のロール流状態では、振動数数mHz 程度の時間振動が現われる。

基礎方程式としては、通常の Navier-Stokes と熱輸送方程式の結合系で、Boussinesq 近似をしたものを用いる。速度場・温度場を 10 個および 6 個のロールを表現するモード変数で展開し、Galyokin 法により全体で 112 変数からなるモード結合方程式系をみちびき、これをいくつかの R に対して時間積分し、系の時間的挙動と空間的パターンを求める。

図 1 に計算結果の一例を示す。図 1 (a), (b), (c) はそれぞれ $R = 5890, 15300, 26500$ における対流の y 軸 (長辺) 方向への速度成分 $u_y(x, y, z = 0.75, t)$ の水平面等値線を示す。ただし $0 \leq z \leq 1$ とし、実線は右向き、点線は左向きを示す。 R の上昇とともに、10 ロール状態から、6 ロール状態に遷移している。(c) の 6 ロール状態では cross-roll 不安定が起っている。さらにここでは長周期時間振動を伴っている。



1) R. W. Walden et al., Phys. Rev. Lett. **53** (1984) 242.

P. Kolodner et al., J. Fluid Mech. **163** (1986) 195.

2) S. Nasuno et al., 物理学会分科会 (1986年9月).