

秩序・無秩序転移点以下に急冷すると系は揺ぎの増大を経て新しい平衡状態に落ち着く。最近の計算機実験はこの秩序化過程にスケーリング則が存在することを示している。^{1), 2)} 急冷後充分時間が経過すると、局所的には充分発達した秩序 domain ができらるだろう。我々は domain を形づくる界面の運動に着目して上のスケーリング則を導出した。³⁾ 結果は計算機実験とよく一致を示した。このとき無視した界面に働く熱揺動力の効果を以下議論する。⁴⁾

散乱関数の温度依存性は Gunton 達によつて最近、計算機実験で調べられている。⁵⁾ また、実際の実験でも熱揺動の効果が見出されている。⁶⁾

上のスケーリング則では domain の大きさを特徴づける長さ $\ell(t)$ の存在が本質的である。一方、熱揺動には秩序変数の揺ぎの相関距離 ξ が付随する。 ξ は界面の厚さの程度である。スケーリング則が成り立つ時間領域では $\ell(t) \gg \xi$ であり、したがって、揺ぎは界面の運動に irrelevant であると予想できる。つまり、温度依存性はスケーリング関数に内在するパラメータに繰り込まれるか、あるいは、いわゆる correction to scaling という形で入ってくるだろう。(もちろん、これは上の実験と矛盾しない。)

非保存系の界面モデルは次の方程式で与えられる。⁷⁾

$$v(a, t) = \Gamma k(a, t) + \theta(a, t) \quad (1)$$

ここに、 a は界面上の位置を指定する。 $v(a, t)$ は界面の速度の法線成分。 $k(a, t)$ は平均曲率。界面はその面積を小さくする方向に動く。 Γ は秩序変数に付随する Onsager 係数。 $\theta(a, t)$ は揺動力をあらわし相関は

$$\langle \theta(a, t) \theta(a', t') \rangle = 2k_B T \frac{\Gamma}{\sigma} \delta(a - a') \delta(t - t') \quad (2)$$

σ は界面張力である。方程式 (1) は文献 3) のように補助場を導入しそれについて線型化して近似的に解くことができる。次のような結果を得た。⁴⁾

(i) Onsager 係数 Γ が繰り込まれる。すなわち繰り込まれた係数を Γ_R として

$$\Gamma_R = \Gamma \left\{ 1 - \frac{2d}{d-1} k_B T \left(\frac{\Delta M}{\sigma} \right)^2 (c\xi)^{-d} \right\} \quad (3)$$

ここに、 d は空間の次元、 ΔM は界面上での秩序変数のとびである。関係 $(\Delta M)^2 / \xi = \sigma$ に注意。これは平均場理論で正しい。臨界点近傍では才 2 項は温度によらない定数になる。それが 1 より大きいか小さいかは c の値による。ここでのセミマクロな取り扱いは c を一義的に決めることができない。しかし、(3) から、少なくとも、温度が高くなるにつれて Γ_R が小さくなることわかる。文献 8) では Γ の繰り込みが考慮されている。

(ii) 局所秩序変数 $\psi(x, t)$ の空間相関は次のようになる。 $(d > 1)$

$$\langle \psi(\underline{r}, t) \psi(\underline{r}', t) \rangle = \frac{(\Delta M)^2}{2\pi} \arcsin \left[\exp \left(-\frac{(\underline{r} - \underline{r}')^2}{4R_G(t)^2} \right) \right] \quad (4)$$

ここに, 「慣性半径」 R_G は

$$R_G^2 = \frac{2(d-1)}{d} \Gamma_R t \quad (5)$$

(3), (4) から散乱関数は高温で broad になることがわかる。しかし, スケーリング関数は温度に explicit による。これは実験事実⁶⁾と一致する。計算機実験⁵⁾では弱い温度依存性が見られている。

(ii) correction to scaling として (4) に additive な項がつくが $(\xi/\ell_H)^d$ のオーダーであり無視できる。

参考文献

- 1) M. K. Phani et al, Phys. Rev. Lett. 45 (1980) 366.
- 2) P. S. Sahni et al, Phys. Rev. B24 (1981) 410.
- 3) T. Ohta, D. Jasnow and K. Kawasaki, Phys. Rev. Lett. 49 (1982) 1223.
- 4) T. Ohta, Ann. Phys. (in press).
- 5) K. Kaski, et al, Phys. Rev. B28 (1983) 5263.
- 6) Y. Yamada 日本物理学会講演 1983 年秋 (岡山大学).
- 7) K. Kawasaki and T. Ohta, Prog. Theor. Phys. 67 (1982) 147.
- 8) M. Grant and J. D. Gunton, Phys. Rev. B28 (1983) 5496.