

10. 秩序構造の成長過程

— ブロックスピンによる解析 —

阪大・理 菊池 誠
 東北大・理 岡部 豊

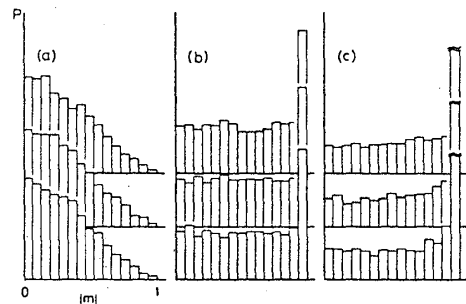
三次元イジング系(秩序パラメータ非保存)を $T=\infty$ から T_c 以下へクエンチした時の緩和過程をモンテカルロ法によって調べた。くりこみ群の立場では、この問題は、 $T=\infty$ と $T=0$ の二つの安定固定点の間での遷移とみなせるので、本質的な部分は温度によらない。そこでブロックスピン変換によるくりこみ操作を用いて、温度の効果を落としてしまう事が有効である。また、クラスタ成長機構から特徴的な長さ $R(t)$ は、時刻 t に対して $t^{1/2}$ で依存すると考えられている。これらの点から、有限系(一辺の長さ L)の全磁化(サイト数で規格化したもの)の分布関数 $P(|m|, t, L)$ について、以下の事が予想される。

- (1) くりこまれた系の $P(|m|, t, L)$ は温度によらない。
- (2) くりこまれた系の $P(|m|, t, L)$ は、 $R(t)$ と L の比だけで決まると考えられるので、有限サイズスケーリング

$$P(|m|, t, L) = \tilde{P}(|m|, t^{1/2}, L)$$

が成立する。

計算は、 $T=0.74 T_c$ について $L=64$ 及び32、 $T=0.89 T_c$ について $L=64$ の系で行なった。それぞれ4500通りの完全にランダムな初期配置から出発して、異なる乱数でシミュレーションを実行した。図には、ブロックの一辺を2としたブロックスピン変換を三回くり返した系についての $P(|m|, t, L)$ を示す。時刻 t は $L=64$ については100, 200, 300, $L=32$ についてはその $\frac{1}{4}$ の25, 50, 75である。



ブロックスピン変換を三回行なった系の分布関数。上から、 $L=32$, $T=0.74 T_c$ の系, $L=64$, $T=0.74 T_c$ の系, $L=64$, $T=0.89 T_c$ の系の順。時刻 t は(a), (b), (c)の順に $L=64$ では100, 200, 300, $L=32$ では25, 50, 75 (単位はモンテカルロステップ)

図より, 上記, (1), (2)が確かに成立している。分布関数の時間発展は, まずガウス型の分布の幅が広がってゆき, 非常に平らな分布が実現した後に, 秩序相のピークが立ち上がる, という順序になっている。これは四乗型のポテンシャルをもつ一変数系に対する鈴木のスケーリング解と定性的に一致する。⁽¹⁾

緩和初期のガウス型の分布に対しては, 例えば二次のモーメントが $t^{3/4}$ に従う事が確かめられた。従って大きさ $R(t)$ 程度のクラスターがランダムに分布するという描像がよく成立している。

最後に, $T=0$ から有限温度への緩和, 特に短距離秩序構造の緩和についても述べたが, それについては, 論文を見ていただきたい。⁽²⁾

参考文献

- 1) M. Suzuki: Prog. Theor. Phys. 56 (1976) 77.
- 2) M. Kikuchi and Y. Okabe: Phys. Rev. B35 (1987) 5382.

11. 樹枝状結晶成長のシミュレーション

慶大・理工

IFF der KTA

斎藤 幸夫

H. Müller-Krumbhaar, G. Goldbeck-Wood

自然現象の多くは非平衡条件下で起こるが, 不規則乱雑で恐れを抱かせる形ばかりでなく, 規則的な美しい形態をも示す。生命体の形態分化の問題は難かし過ぎるとしても, 自然界に見られる自発的パターン形成の一例として, 結晶成長形が注目されている。⁽¹⁾ 特に雪に見られる様な樹枝状の形態形成については, 最近著しい進展があった。⁽²⁻¹⁰⁾ 研究会ではそのレビューと我々が行なった数値シミュレーションについて報告した。

過冷却液体から成長する結晶は, 固体-液体の界面が粗いとする, 液体中の温度拡散によってその成長が制御される。つまり, 固化に伴って発生する潜熱が温度勾配に従って伝達されることが成長の速度を律している。所で結晶が低温側へ突出すると潜熱がす早く放出されるため成長速度が増し, 更に突出が進む。このままでは結晶はより微細複雑で不規則な形へと変化する筈であるが, 表面張力があると微細構造への分化は抑えられる。定常的な形として枝分れのある樹枝状結晶となる。この際, 成長速度 V や成長形を特徴づける先端曲率 R , 側枝周期 λ 等と制御変数 (過冷却度 Δ , 表面張力 d_s 等) との関係性を明らかにするのが課題である。