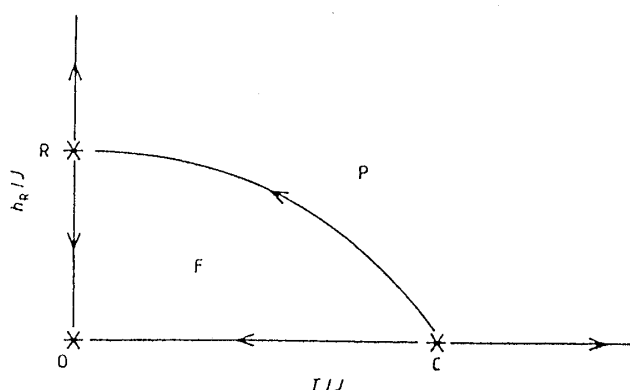


37. ランダム磁場イジングモデルの理論の最近の展開

東北大理、阪大理^A 岡部 豊、 菊池 誠^A

ランダム磁場イジングモデルの下臨界次元がいくつであるかについて、長い間論争が行われてきたが、3次元では有限の臨界温度があるということに落ち着いてきた。これは大きなサイズのモンテカルロシミュレーション [1] でも示されているが、最近、弱磁場下での秩序相の存在が厳密に議論されている [2]。

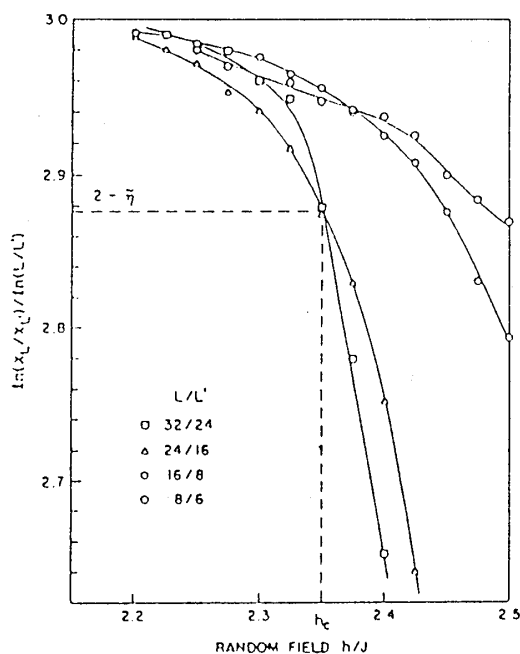
相転移が存在すれば、次に臨界現象に興味が持たれる。ランダム磁場イジングモデルの臨界現象については、“絶対零度固定点”に支配された2次転移とするスケーリング理論がいくつかのグループにより議論されている [3-5]。くりこみ群の流れ図を第1図に示す。図中Cは、ランダム磁場のない純粋系の“熱的な”固定点、Rが絶対零度“ランダム磁場”固定点を表す。この理論によれば、臨界現象を記述する独立な臨界指数は3つで、ハイパスケーリング則が、 $2-\alpha=(d-y)\nu$ と修正される。ここで、第3の臨界指数 y は、くりこみ変換を行ったときの相互作用 J に関する指数、 $J'=b^y J$ 、である。 $y>0$ のときは、第1図の流れの向きのように、有限のランダム磁場が存在すれば、臨界現象はすべて絶対零度固定点Rに支配されることになる。



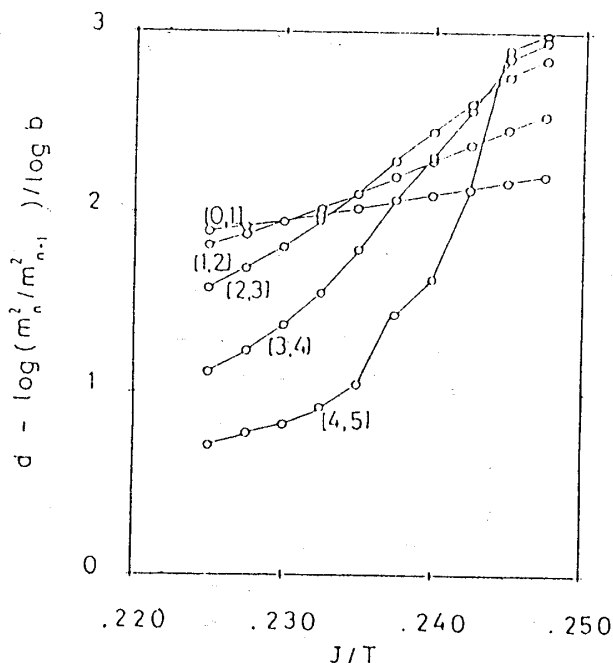
第1図 ランダム磁場イジングモデルのくりこみ群の流れ図 [4]。

Ogielski [6] は、3次元系の絶対零度の性質を、最適化のシミュレーションで調べた。非常に多くのランダム磁場配置について、基底状態を探し、物理量の配置平均を求めた。具体的に、磁化の2乗平均のサイズ依存性を解析したのが第2図である。これから臨界指数として、 $\tilde{\gamma}=\gamma-y\approx-0.9$ 、 $\nu\sim 1.0$ という結論を得ている。

一方、我々 [7] は有限温度の臨界的性質をモンテカルロくりこみ群を用いて研究した。 64^3 のサイズのランダム磁場イジングモデルのモンテカルロシミュレーションを実行し、



第2図 絶対零度における磁化の2乗平均のサイズ依存性 [6]。ランダム磁場の分布はガウス分布。系のサイズは L^3 。



第3図 ブロックスピン磁化の比のくりこみのふるまい [7]。ランダム磁場は $\pm h_R$ 分布で $h_R/J=0.8$ 。図中のかっこ内の数字はブロックスピン変換の次数を表す。

各モンテカルロステップでブロックスピン変換を行って、磁化の変換の性質を調べた。ランダム磁場を大きくすると臨界温度が低くなっていくことがわかるが、第3図に、ブロックスピン磁化の比の、くりこみの様子を示す。これから、 $\tilde{\eta} \simeq -0.7 \sim -0.9$ と評価できる。また別の解析から、 $\nu \simeq 0.9$, $\gamma \simeq 1.7 \sim 1.8$, $\beta \simeq 0.2 \sim 0.3$ と得られるが、これらの臨界指数は、 $\nu \simeq 0.8$ とすれば、スケーリング則 [3-5] を満たすことがわかる。

3次元ランダム磁場イジングモデルの有限温度の相転移が示されたといっても [2]、定量的な臨界現象の研究は、理論的にも実験的にもまだ不十分である。今後の発展が望まれる。

- [1] A.P. Young and M. Nauenberg, Phys. Rev. Lett. 54 (1985) 2429.
- [2] J. Brincmont and A. Kupiainen, Phys. Rev. Lett. 59 (1987) 1829; preprint.
- [3] J. Villain, J. Phys. (France) 46 (1985) 1843.
- [4] A.J. Bray and M.A. Moore, J. Phys. C18 (1985) L927.
- [5] D.S. Fisher, Phys. Rev. Lett. 56 (1986) 416.
- [6] A.T. Ogielski, Phys. Rev. Lett. 57 (1986) 1251.
- [7] Y. Okabe and M. Kikuchi, in preparation.