

11. $\pm J$ イジングモデルのスピングラス（パラ）－フェロ境界線

北谷英嗣（長岡技科大）

 $\pm J$ イジングモデルが

$$P(J_{ij}) = (p \delta(J_{ij}-1) + (1-p) \delta(J_{ij}+1))/2 \quad (1)$$

という分布をとる場合の $p-T$ （温度）面での相図は、二次元正方格子・三次元立方格子について種々の方法で調べられ、かなり多くの事がわかってきている [1-4]。しかし、西森ライン

$$\exp(2/T) = p/(1-p) \quad (2)$$

より低温域での強磁性相への転移線が垂直であるキャリアントラントかという問題はまだ完全には解決していない [3,4]。今回は、この問題を、CAM を適用することにより調べたので、その予備的な報告を行なう。

近似方法としては、有効ハミルトニアンの方法を用いた。以下、簡単にその方法を述べる。あるクラスター Ω_i について有効ハミルトニアンは

$$H_i = H_{\Omega_i} - \sum_{k \in \partial \Omega_i} S_k z_k h_{\text{eff}} - H \sum_{j \in \Omega_i} S_j \quad (S_i = +1) \quad (3)$$

と書ける。 h_{eff} は有効場、 H は外場である。ここでは強磁性相への転移のみに注目しているので、 H_i についてランダム平均をとる際、実レプリカ等を使わず、単にそのクラスターについてランダム平均をとるものとする。二つのクラスターについてランダム平均をとれば、

$$[\langle S_0 \rangle]_{c1,1} = [\langle S_0 \rangle]_{c1,2} \quad (4)$$

より転移点が求まる。

まず二次元正方格子について考える。クラスターとしては、1 スピン、2 スピン（ボンド）、4 スピン（正方形）の三つについて計算し、

$$\begin{aligned} [\langle S_0 \rangle]_1 &= [\langle S_0 \rangle]_2 \\ [\langle S_0 \rangle]_1 &= [\langle S_0 \rangle]_4 \end{aligned} \quad (5)$$

より転移点を求めた。図1にその結果が示してある。黒丸は1スピンと2スピン、白丸は1スピンと4スピンの結果である。

CAMを適用する際、 $p-T$ 面で強磁性相への転移線が垂直かどうかを調べるために T を一定にして p を変えたときのcoherent anomalyを調べた。従って、各温度で、転移点付近では、帯磁率及び自発磁化は以下のようなふるまいをする：

$$\chi_i = \overline{\chi}_i / ((p_{c1} - p)/p) \quad (6)$$

$$m_i = \overline{m}_i ((p - p_{c1})/p)^{1/2}.$$

直接CAMを適用するには、それぞれの T について三つ以上の近似結果が必要であるが、現状では二つしか得られていない。そこで weak universality を仮定し、

$$\gamma / \beta = (\gamma / \nu) / (\beta / \nu) = C_0 = \text{const.} \quad (7)$$

とした。ここで、 C_0 については

$$C_0 = 1.75/0.125 \quad (8)$$

というpure強磁性モデルの値を用いた。weak universality が強磁性への転移線上で成り立っているという仮説は、西森ラインより高温域では、かなり確からしい [2,3]。しかし、この仮説が西森ラインより低温域でも成り立っており、またその値が(8)の右辺と等しいかどうかということは、まだ問題となるところである。今回の問題にCAMを適用する利点は、もっと多くの近似結果を求めれば、上記の仮説を用いずに転移線を得られるところにある。今回の結果は、先に述べた様な仮定を用いて得られたものなので、ごく準備的なものと考えていただきたい。得られた $p-T$ 図が図2である。白丸が得られた転移点、点線は西森ライン、破線はweak universality($\gamma/\nu=1.75$)を仮定して得られた文献3の結果である。これらから以下のことがわかる。

- 1) 西森ラインより高温域で得られた転移線は、他の結果とよく一致しており、この曲線は破線に自然につながるように思われる。
- 2) 西森ライン付近から低温域にかけて得られた転移線は、変曲点を持ち小さい p の方に曲がっていく。この結果は奇異に思われるが、得られた

転移線は文献3で得られたRAS相への転移線と半定量的に一致する。RAS相が非常にスピン間の相関が強い相[3]だとすれば、CAMを適用する際に自発磁化のcoherent anomalyも使ったために、RAS相への転移線が現われたと考えると説明できる。

以上のように、得られた結果は極めて予備的なものであり、強磁性相への転移線を得るためには、もっと多くの近似結果を求めて帯磁率のcoherent anomalyを調べなくてはならない。三次元の場合を含めた詳細な結果は、後に報告したい。

文献

- [1] H. Nishimori, Prog. Theor. Phys. 66 (1981) 1169.
- [2] Y. Ozeki and H. Nishimori, J. P. S. J. 56 (1987) 1568.
- [3] Y. Ozeki and H. Nishimori, J. P. S. J. 56 (1987) 3265.
- [4] H. Kitatani and Y. Oguchi, Proceedings of YKIS 88'

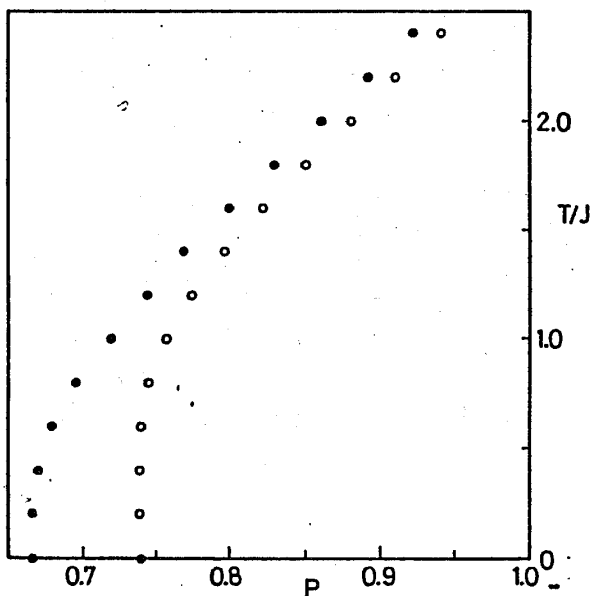


図 1

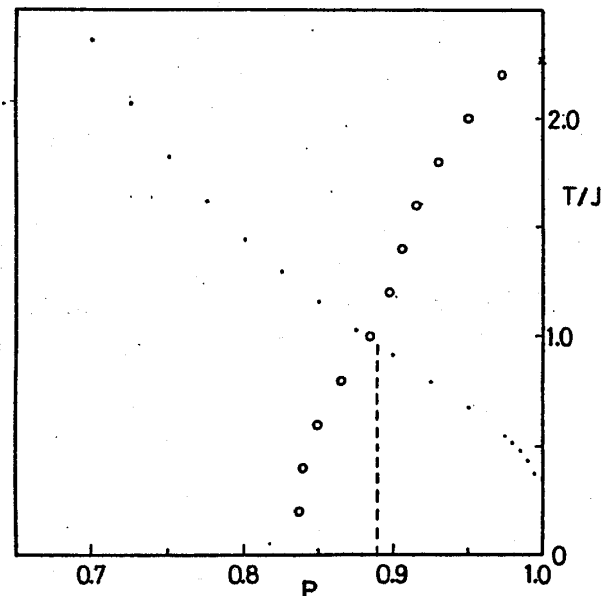


図 2