

二次元 XY 土 J モデルのモンテカルロ シミュレーション

阪大・教養 川 村 光
統 数 研 種 村 正 美

容易面的磁性体のスピングラスのモデルとして二次元正方格子上的ボンドランダムな土 J plane rotator 系を考える。

$$\mathcal{M} = \sum_{\langle i, j \rangle} J_{ij} \mathbf{S}_i \cdot \mathbf{S}_j \quad (1)$$

$$J_{ij} = \begin{cases} J & \text{確率 } c \\ -J & 1 - c \end{cases}$$

$$\mathbf{S}_i = (\cos \theta_i, \sin \theta_i)$$

Villain はこの系に対しフラストレートした四角形（プラケット）にはスピンの回転対称性（U(1)対称性）と独立に“chirality”に対応する二重縮退が伴う事を指摘した¹⁾。この自由度は本質的にはフラストレートしたプラケット上でのイジングスピンで記述されると考えられるが Villain はさらに“chirality”自由度 τ_i に伴う有効ハミルトニアンとしてスピン波や vortex を無視する近似の下で

$$\mathcal{M}_{\text{eff}} = \sum_{\langle ij \rangle} V_{ij} \tau_i \tau_j \quad \sum_i \tau_i = 0 \quad (2)$$

$$\tau_i = \begin{cases} \pm 1 & \text{フラストレートしたプラケット上で} \\ 0 & \text{それ以外} \end{cases}$$

$$V_{ij} \sim -\ln r_{ij}$$

を導いた。

我々はこのモデル系に対し i) 初期のシミュレーション²⁾の精度を向上させ ii) カイラリティ自由度に直接着目し iii) 実験データ³⁾に関する洞察を得る事を目標にモンテカルロシミュレーションを行なった。その際、比熱・帯磁率等の他に、スピン及びカイラリティに関する q 及び $q^{(2)}$ を計算しスピングラス相転移の目安とした。

$$q = \left[\frac{1}{N} \sum_i \langle \mathbf{S}_i \rangle^2 \right] \text{ --- スピン} \quad (3)$$

$$q_k = \left[\frac{1}{N} \sum_i \langle \kappa_i \rangle^2 \right] \text{ --- カイラリティ} \quad (4)$$

$$q^{(2)} = \left[\frac{1}{N^2} \sum_{ij} \langle \mathbf{S}_i \cdot \mathbf{S}_j \rangle^2 \right] \text{ --- スピン} \quad (5)$$

$$q_k^{(2)} = \left[\frac{1}{N^2} \sum_{ij} \langle \kappa_i \kappa_j \rangle^2 \right] \text{ --- カイラリティ} \quad (6)$$

κ_i は i 番目のプラケット上のカイラリティで

$$\kappa_i = \frac{1}{2\sqrt{2}} \sum_j \text{sign}(J_{ij}) \sin(\theta_i - \theta_j) \quad (7)$$

で定義される。 $q^{(2)}$, $q_k^{(2)}$ のサイズ依存性を調べ (主として $c = 1/2$ の場合に), スピンの自由度に関しては $N \rightarrow \infty$ で相転移はないが, カイラリティ自由度に関しては $T \simeq 0.25J$ で平衡の相転移を示す可能性があるという結果が得られた。(図1, 2) 通常の $\pm J$ イジングモデルが二次元では平衡のスピングラス相転移を示さない事を考えるとこの結果は奇妙にも思えるが有効相互作用が $\ln r$ で長距離力になっている点が効いているかもしれない。ただモンテカルロでは非平衡効果の分離が必ずしも容易ではなく一層の研究が必要である。

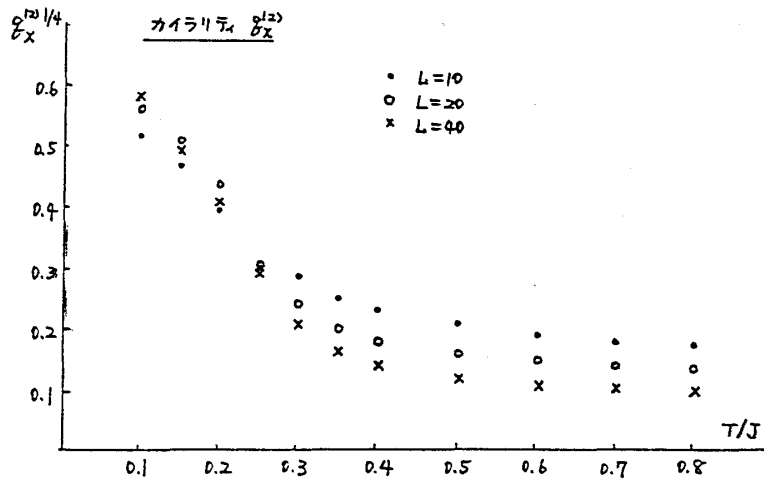


図1 スピン自由度に関する $q^{(2)}$ のサイズ・温度依存性。 $q^{(2)}$ は(5)式で定義される。

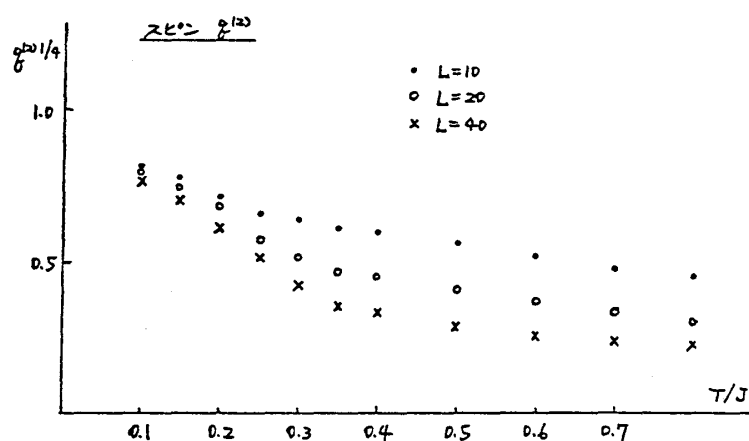


図2 カイラリティ自由度に関する $q_x^{(2)}$ のサイズ・温度依存性。カイラリティの定義は(7)式, $q_k^{(2)}$ の定義は(6)式で与えられる。

文 献

- 1) J. Villain, J. Phys. **C10** (1977) 4793.
- 2) C. Kawabata, J. V. José and S. Kirkpatrick, J. Phys. **C14** (1981) L633.
- 3) K. Katsumata, Proc. ICM '85.

アモルファス磁性体のリエント ラント相におけるスピン波の異常

名大・理 金 吉 敬 人

アモルファス磁性体は、固体物理学の重要な一分野となって来た。現在、その乱れた構造のため、結晶状態の磁性体では見られなかった多くの新しい現象が観測されている。

この研究会の主題が (reentrant) スピングラス相にあると思われるので、その相の存在と密接に関連するとみられる、スピン波等に関する幾つかの問題点

(i) reentrant spin glass 相は Gabay-Toulouse 相であるのか？

(ii) 磁場を加えた時にみられる $T^{\frac{3}{2}}$ -則からの低温でみられる上向きのはずれが、磁場により誘起された asperomagnetic spin configuration と関連があるのではないか？

(iii) reentrant spin glass 相では、磁気能率が非常に不均質となり、その結晶 stiffness cons-