

フラストレート強磁性体における UDRVB 状態からの相転移

大仲 潤一郎 (琉球大院理工) 安田 千寿 (琉球大理)

1次元 $S = \frac{1}{2}$ J_1 - J_2 ハイゼンベルグ模型

$$H = J_1 \sum_i \mathbf{S}_i \cdot \mathbf{S}_{i+1} + J_2 \sum_i \mathbf{S}_i \cdot \mathbf{S}_{i+2} \quad (1)$$

では、最近接相互作用 J_1 と次近接相互作用 J_2 の符号によってフラストレーションが起こる場合があり興味を持たれている。例えば、フラストレート強磁性体 $J_1 < 0$ 、 $J_2 > 0$ の場合、 J_1 - J_2 模型の格子を表わす図 1 の各三角形上では、古典的に考えると全てのスピン対が互いに安定した状態をとり得ない。この模型における基底状態の相図を図 2 に示す。 $J_1 > 0$ 、 $J_2 > 0$ (AF-AF) の領域では $J_2/J_1 \simeq 0.241$ でスピン液体 (SL) 相からスピンギャップ (SG) 相へ相転移することが分かっている。また、 $J_1 > 0$ 、 $J_2 < 0$ (AF-F) では、基底状態は SL 相、 $J_1 < 0$ 、 $J_2 < 0$ (F-F) では、強磁性 (F) 相である。最後に $J_1 < 0$ 、 $J_2 > 0$ (F-AF) では、 $J_2/|J_1| = 0.25$ で F 相から非磁性相へ相転移することが分かっている。しかしながら、この非磁性相の性質は十分に理解されているとはいえない。

本研究では、この非磁性相の基底状態をランチョス法などの厳密対角化法を用いて調べた。 $J_2/|J_1| = 0.25$ では、基底状態が Uniform Distributed Resonating Valence Bond (UDRVB) 状態であることが厳密に分かっている [1]。ここで、UDRVB 状態は、

$$\Phi_{\text{UDRVB}} = \sum [i, j][k, l][m, n] \cdots \quad (2)$$

と表わされる。 $[i, j] = \{\alpha(i)\beta(j) - \beta(i)\alpha(j)\}/\sqrt{2}$ はサイト i と j 上のスピンのシングレット状態を表わし、和は $i < j$ 、 $k < l$ 、 $m < n$ 、 \cdots の条件下で全てのスピンの組合せについての和である。 $J_2/|J_1| > 0.25$ の系の基底状態を UDRVB 状態からのずれという視点で調べた。UDRVB 状態と $J_2/|J_1| > 0.25$ の領域の基底状態との内積を調べた結果、その基底状態は UDRVB 状態と直交する状態であることが分かった。本講演では、さらに、スピン相関関数やボンド-ボンド相関関数、ボンドに関する構造因子を計算した結果から $J_2/|J_1| > 0.25$ の領域の基底状態の性質を議論する。

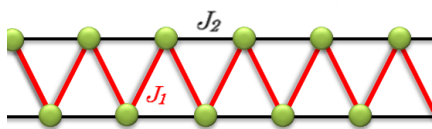


Figure 1: J_1 - J_2 模型における 1次元格子

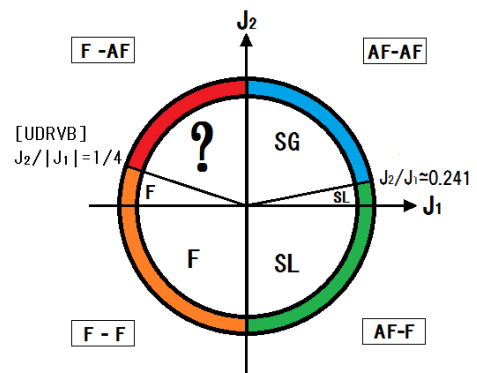


Figure 2: J_1 - J_2 模型の基底状態の相図

[1] T.Hamada et.al., J. Phys. Soc. Jpn. 57 (1988) 2902.