

三角格子イジング系の長周期構造

物性研 中西一夫

三角格子上のイジング系は、反強磁性的な相互作用を考えると、いわゆるフラストレーションがおり、その結果、長周期構造¹⁾あるいは *partially disordered state*²⁾ (一部に常磁性 *state* を有する状態) などの興味ある構造が得られている。ここでは³⁾の論文に続いてこの系での長周期構造を議論する。長周期構造を論ずる時、興味ある問題の一つに長周期構造を持つける波数 q が他の変数 (例えば相互作用定数) の波数として *devil's staircase* をなすか否かということがある。ここで *devil's staircase* とは、ステップの数が無限大であり、任意の隣り合うステップの間に別のステップが存在し、その構造が階層的であるような階段である。イジングモデルにおいて、これまで長距離相互作用を持つ系で *devil's staircase* の存在を示した例はあるが、短距離相互作用を持つ系でそれが確立された例はない。この報告では三角格子イジング系 (短距離相互作用) で *devil's staircase* が得られることを示す。

考える系は chain が三角格子を形成し (六角晶系)、相互作用は chain 内は最近接 ($J_0 > 0$: 強磁性的)、三角格子内は、最近接 (J_1)、次近接 (J_2) まで取り入れる。 $J_2 < 0$ を考える。この系の基底状態は (i) 1×2 構造 ($J_1 < 0$) (ii) 1×4 構造 ($0 < J_1 < 2|J_2|$) (iii) 強磁性構造 ($J_1 > 2|J_2|$) である⁴⁾。この時、以下の機構により、長周期構造が期待される。即ち、相境界 $J_1 = 0, 2|J_2|$ で形成エネルギーが零であるような domain boundary が存在する。それを周期的に並べて作られる高次の整合構造は (絶対零度では) 全て縮退している。これらの構造は有限温度でエントロピーの利得により安定化される。この報告では $J_1 = 0$ の近傍を考える。

具体的な計算は分子場近似をもとに行った。自己無撞着方程式を低温度展開により解き、自由エネルギーの表式を求めた。展開は REDUCE-2 (数式処理言語) を使って行った。その結果、以下のことが明らかにされた。

- 1) 一元的な modulation を持つ無階層の高次の整合構造が低温で安定化される。その状態のほとんどは *partially disordered state* である。
- 2) $J_1 > 0$ では $q = (2m+n)/(6m+4n)$ ($m, n = 1, 2, \dots$) で表わされる構造が安定化され、 q vs J_1 の図は *devil's staircase* を構成する。
- 3) $J_1 < 0$ では $q = (2n+1)/(6n+2)$ ($n = 1, 2, \dots$) で表わされる構造が安定化され、 q vs J_1 の図は無限に続く階段 (しかし *devil's staircase* ではない) をなしている。

[文献]

- 1) K. Nakanishi and H. Shiba: J. Phys. Soc. Jpn. 51 (1982) 2089.
- 2) M. Mekata: J. Phys. Soc. Jpn. 42 (1977) 76.
- 3) P. Bak and R. Bruinsma: Phys. Rev. Letters 49 (1982) 249.
- 4) M. Kaburagi and J. Kanamori: Jpn. J. Appl. Phys. Suppl. 2 (1974) 145.
Y. Tanaka and N. Uryu: Prog. Theor. Phys. 55 (1976) 1356.