

実空間繰り込み群による 横磁場 Blume-Emery-Griffiths 模型の解析

長内 淳樹

東京工業大学大学院理工学研究科 物性物理学専攻

Blume-Emery-Griffiths 模型 [1](以下 BEG 模型) において, 量子揺らぎがもたらす効果を実空間繰り込み群を用いて解析した。特にボンドにランダムネスのある有限次元系に対して解析を行い, 相図を描くことに成功した。

BEG 模型はスピン 1 の Ising 模型とも呼ばれ, スピン変数が S_i^z が $0, \pm 1$ の 3 値を取る模型である。この模型は Ising 的なスピンとスピン 0 の状態が共存する状態が存在するため, 一次転移を示す模型として知られている。ハミルトニアンは次の式で与えられる。

$$-\beta H = \sum_{\langle i,j \rangle} J_{ij} S_i S_j + \sum_{\langle i,j \rangle} K_{ij} S_i^2 S_j^2 - \sum_i D_i S_i^2. \quad (1)$$

有限次元での性質を調べるため, 実空間繰り込み群を用いた解析を行った。具体的には Migdal-Kadanoff の繰り込み群 (以下 MKRG) を用いて解析を行った。MKRG は近似的な要素が含まれているため, 転移点や臨界指数の値については正確さを失うが, 系の定性的な性質を抜き出すことが出来る。またランダムネスがある場合へと容易に拡張出来る強力な手法である。MKRG は階層格子という特殊な格子の上では厳密に成り立っており, 今回の結果は階層格子上で厳密な結果を得たとも言える。

熱揺らぎに対して BEG 模型がどのような性質を持つかは, ランダムネスに対する影響も含めて考察した先行研究がある [2, 3]。しかし量子揺らぎに対しての BEG 模型の振る舞いは詳細には分かっていない。ランダムネスの効果については皆無である。そこで現実の物質において重要となる有限次元系での量子揺らぎの効果とランダムネスに対する影響を中心に解析を試みた。繰り込み群と, 素朴に量子性を近似して取り入れる事により解析を行った。その結果, 量子揺らぎに晒されたスピン 1 の模型においてもスピングラス相は安定であることが分かった。これは Ising 模型と同様の性質である。さらにはこの模型特有のスピン 0 状態の存在がどのような効果を与えているか。即ち一次転移の振る舞いが量子揺らぎ及びランダムネスに対してどのように変化するか等, 興味は尽きない。

本講演では解析手法の紹介と, 得られた相図及び転移の次数などについて報告をする。

参考文献

- [1] M. Blume, V. J. Emery and R. B. Griffiths, Phys. Rev. A **4**, 1071 (1971).
- [2] M. Kaufman, R. B. Griffiths, J. M. Yeomans and M. E. Fisher, Phys. Rev. B **23**, 3448 (1981).
- [3] V. O. Özçelik and A. N. Berker, Phys. Rev. E **78**, 21104 (2008).