

# スピン梯子系のSU(4)対称点近傍に現れる スカラーカイラル秩序相

筑波大物理学系 桃井 勉<sup>1</sup>

物材機構 引原俊哉、胡 暁  
東理大応物 中村正明

## 1 始めに

近年様々な磁性体において4体スピン相互作用が存在することが知られてきている。特に、量子固体の磁性においては、多体交換相互作用が強く存在することが知られているが、その磁性はいまだによく理解されていない。一方で、軌道縮退した系のスピンと軌道の自由度をそれぞれ独立なスピン自由度として書くと、やはりスピンの4体相互作用を持つ有効モデルで記述されるが、この系において4体相互作用の効果で交替ダイマー状態やギャップレス状態がSU(4)対称点の周りに現れることが、近年明らかになってきた[1, 2]。我々は4体相互作用が引き起こす磁性を厳密な双対変換を用い調べ、スカラー型カイラル秩序が現れる事を示した[3]。

## 2 スピンとカイラリティー間の双対変換

まず、梯子の個々のrung上の2つのスピンが作るスピン自由度とベクトルカイラリティー自由度間の厳密な双対変換を作った。この変換は4体相互作用を含む一般化した梯子模型のパラメタ空間内の双対変換になっており、パラメタ空間内のマップを作る。また、この変換を用いると、leg上のダイマー状態がスカラー型カイラル状態に変換される事を示した。

## 3 スカラーカイラル秩序状態

この双対変換を用いることにより、スカラー型カイラル秩序状態を行列積(matrix product)形式で容易に書き下すことが出来る。我々は、このカイラル秩序状態が4体相互作用を持つスピン梯子系のあるパラメタ領域で厳密な基底状態になる事を示した。このスカラー型カイラル秩序相では、基底状態が2重に縮退し、その上にスピギャップが開いている。

---

<sup>1</sup>E-mail: momoi@cm.ph.tsukuba.ac.jp

また、カイラル秩序相は、広いパラメタ空間に広がって存在しており、モデルのパラメタを変える事により、ダイマー状態、ハルデン状態、rung singlet 状態、強磁性状態に量子相転移を起こす。またこのスカラー型カイラル相の相境界は  $SU(4)$  対称点に接している事が、それと双対な系における繰り込み群の議論 [2] と合わせ考える事により判る。 $SU(4)$  対称なモデルには2つの異なる relevant な摂動が存在し、1つの摂動をわずかに加えると leg 上のダイマー状態が出現し、もう一方の摂動をわずかに加えるとスカラー型カイラル秩序状態が出現する。(図 1 参照。)

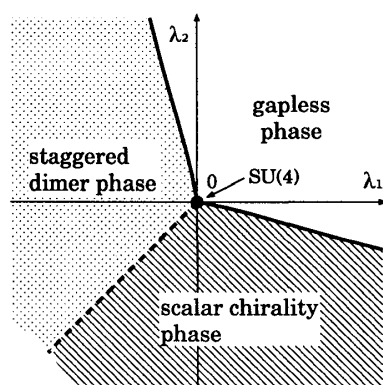


図 1:  $SU(4)$  対称点近傍の相図。 $SU(4)$  対称点が、ダイマー相、スカラー型カイラル相、ギャップレス相の多重臨界点になっている。

## 4 まとめ

以上の結果、スピン梯子系において4体相互作用がスカラー型カイラル秩序状態を引き起こし得る事が厳密に示された。以前の数値計算 [4, 5] においてカイラル秩序状態が4体スピン環状置換相互作用の系に存在する事が示されていたが、最近の我々の数値計算ではこの状態が広いパラメタ領域に広がっており今回上で示したスカラー型カイラル秩序相と同じものである事が明らかになっている。

## 参考文献

- [1] A. K. Kolezhuk and H.-J. Mikeska, Phys. Rev. Lett. **80** (1998), 2709.
- [2] P. Azaria, *et al.*, Phys. Rev. Lett. **83**, 624 (1999).
- [3] T. Momoi, T. Hikihara, M. Nakamura, and X. Hu, preprint.
- [4] T. Hikihara *et al.*, preprint (cond-mat/0206102).
- [5] A. Läuchli *et al.*, preprint (cond-mat/0206153).