

密度行列繰り込み群によるベクトルスピン カイラリティーの計算について

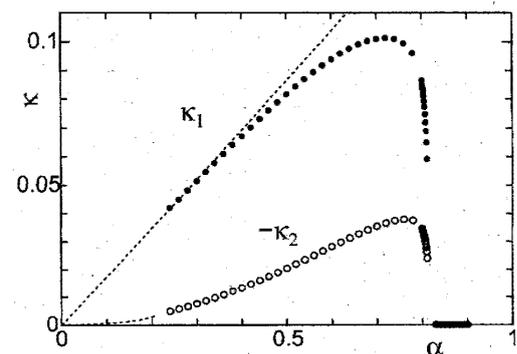
新潟大理 奥西 巧一

最近, いろいろな文脈でフラストレートスピン系でのベクトルカイラリティーが注目を集めている. ここでは $U(1)$ 対称軸方向のカイラリティー

$$\chi_{i,j}^z = [\vec{S}_i \times \vec{S}_j]_z$$

を考えるが, これは, 量子性を強調してスピнкаレントとよばれることもしばしばである. 一方, ジグザグ鎖はフラストレーションを含む最も基本的なスピン系であるが, カイラル秩序も予想されており内包する物理の豊富さが改めて認識されているところであろう. これまで, ジグザグ XY 鎖においてボソン化と平均場近似を組み合わせるとカイラル秩序が予想され, さらに DMRG 法などによる相関関数の長距離の振舞の解析により, その存在が確認されている. また, ジグザグハイゼンベルク鎖においても, 磁場中でカイラル秩序が現われるという指摘がなされ, これも相関関数の長距離の振舞の解析により, 一応確認されている. しかし, カイラリティー期待値の直接数値計算は難しく, 秩序変数そのものの振舞の理解は現状では片手落の状態であると考えられる. これは, カイラリティー演算子自体が純虚数の行列要素を持つ量であるため, 通常の数値計算で得られる実ベクトル表記の波動関数では, その期待値は必ずゼロになるからである. カイラリティー秩序をスピнкаレントの秩序化という立場から見れば, ジョセフソン流とのアナロジーから各サイトのスピンの位相間に位相差が存在することが予想される. これはスピンの回転角に相当するから, スピン回転に相当するユニタリー変換により 1 体カイラリティー期待値の計算が可能になる可能性がある.

ここでは, ジグザグスピン鎖に対してスピン一つおきの z 軸まわりの $\pi/2$ 回転に相当するユニタリー変換を施すことで, カイラリティーの 1 体期待値を計算し, カイラル秩序の直接検証をすることに成功した. 具体的には, ジグザグ XY 鎖のカイラル秩序についての相転移が Z_2 対称性に起因してイジングクラスに属することの検証を行い, さらに, カイラル秩序まで含めたジグザグハイゼンベルク鎖の磁気相図を完全に決定することが出来た.



ジグザグ XY 鎖のカイラリティー期待値

- [1] K. Okunishi, J. Phys. Soc. Jpn. **77**, (2008) 114004 (arXiv:0805.3872)