

Critical phenomena in the vicinity of the SU(3) symmetric tri-critical point of a spin-1 chain

益子, 通生流

<https://hdl.handle.net/2324/6787404>

出版情報 : Kyushu University, 2022, 博士 (理学), 課程博士
バージョン :
権利関係 :

氏名	益子 通生流		
論文名	Critical phenomena in the vicinity of the SU(3) symmetric tri-critical point of a spin-1 chain (一次元 $S=1$ 量子スピン系の SU(3)対称な三重臨界点近傍での臨界現象)		
論文調査委員	主査	九州大学	准教授 野村 清英
	副査	九州大学	教授 野村 健太郎
	副査	九州大学	教授 鈴木 博

論文審査の結果の要旨

連続対称な低次元多体系では量子揺らぎにより長距離秩序が破壊されやすい。しかしそのような系でも Kosterlitz-Thouless 転移のような、長距離秩序は無いが相関距離の発散で特徴づけられる相転移はある。一方 SU(3) のような高い連続対称性は従来の凝縮系物理では実現困難だったが、近年レーザー冷却した原子で基底状態に縮退がある場合、例えばイッテルビウム 173 原子で SU(6) 対称性が見られるが、これを光格子に閉じ込めた量子多体系ができたことで、高い対称性の量子多体系の理論的研究の重要性が増してきた。

これらを背景として、本学位論文では、一次元 $S=1$ 量子スピンの SU(3)対称な三重臨界点近傍で臨界現象を研究している。SU(3) 対称性な連続場に回転対称な摂動を加えた理論は Itoi-Kato らにより提案されていた。対応する格子モデルの Bilinear-Biquadratic (BLBQ) モデルでは、無秩序で相関距離有限な Haldane 相と、長距離秩序はないが 3 回周期的で相関距離が発散する Trimer 液体相のみだった。また BLBQ モデルの一部に厳密解があることが重要な手がかりになっていた。

本学位論文では、BLBQ モデルに、3 回周期の長距離秩序の Trimer 相が形成される項を付け加えた格子上のスピンモデルを提案し、数値計算、共形場理論、繰り込み群、対称性を組み合わせて、Trimer 液体相、Trimer 相および Haldane 相の各相境界を求めた(Fig.1)。またセントラルチャージ $c=2$ や臨界指数 (スケーリング次元 $x=2/3$) などユニバーサリティクラスを確認した。このモデルでは、Trimer 液体相でマージナルな項の繰り込みによる対数補正が存在し、これが従来の数値計算での解析を大変困難にしていた。本学位論文では複数の物理量で対数補正の係数に一定の関係が成り立つことを導き、複数の励起エネルギーを組み合わせ対数補正を巧妙に除去する事で、厳密解がない場合でも信頼できる結果をえた。

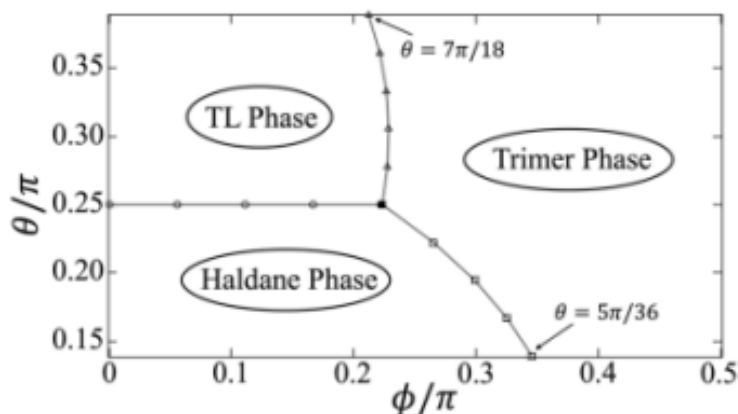


Fig. 1. Phase diagram around the SU(3) symmetric tri-critical point.

以上により、本研究で $SU(3)$ 対称な三重臨界点近傍の相図を調べ、ユニバーサリティクラスも確認した。この方法によって、冷却原子系などに見られる、 $SU(N)$ 対称な量子多体系の分野の研究が進展することが期待される。よって、本研究者は博士（理学）の学位を受ける資格があるものと認める。