

平成 21 年 5 月 28 日現在

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2006 年度 ~ 2008 年度

課題番号：18540376

研究課題名（和文） フラストレーションによる整合・非整合遷移

研究課題名（英文） Commensurate-Incommensurate change by frustration

研究代表者

野村 清英（NOMURA KIYOHIDE）

九州大学・理学研究院・准教授

研究者番号：70222205

研究成果の概要：

## 1. AKLT 模型と整合・非整合(C-IC)遷移

S=1 bilinear-biquadratic(BLBQ) 鎖で、C-IC 遷移はちょうど AKLT 模型に対応する点で起きる。このメカニズムを構造因子の複素平面での特異点の融合・分裂として説明し、数値計算を精度良く説明することに成功した。

## 2. 次近接相互作用のある古典 1 次元イジングモデル(1D NNNI)での有限温度での C-IC 遷移

1D NNNI モデルでの有限温度の C-IC 遷移を考察し、C-IC 遷移の理論を発展させた。

## 3. 3 体相互作用のある 2 次元 3 角格子上的 6 状態クロックモデルの相転移

大塚氏（首都大学東京）との共同研究で、3 体相互作用のある 2 次元 3 角格子上的 6 状態クロックモデルの相転移を扱った。このモデルでは低温の秩序相と高温の無秩序相の間に、準長距離秩序を持つ中間相(c=2 CFT)がある。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
平成 18 年度	1,500,000 円	0 円	1,500,000 円
平成 19 年度	1,100,000 円	330,000 円	1,430,000 円
平成 20 年度	800,000 円	240,000 円	1,040,000 円
年度			
年度			
総計	3,400,000 円	570,000 円	3,970,000 円

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：数理物理・物性基礎

キーワード：整合・非整合遷移、特異点の融合・分裂、ジョルダン標準形、AKLT 模型、多体相互作用

## 1. 研究開始当初の背景

フラストレーションによる物理現象は、近年解析面では共形場理論など、数値計算の面では DMRG などの発展で説明が進んできた。しかし、整合-非整合(C-IC)遷移に関しては理解が不十分であった。C-IC 遷移は、フラストレーションのない場合でも、1次元量子系で朝永ラッティンジャー的領域から高温領域へのクロスオーバーなどにも広く見られる現象である。

## 2. 研究の目的

整合-非整合遷移の解析的現象論を進展させ、数値計算や実験を説明する。

## 3. 研究の方法

a) AKLT モデルは自由境界条件でのエッジ状態で特徴付けられる。そこでエッジ状態と C-IC 遷移との関連があると予想し、AKLT 類似のモデルでの自由境界条件でエッジ状態がサイズにより振動する事を数値的に調べ、解析的予想と比較した。

b) j 次近接相互作用のある 1次元古典 イジングモデルでの C-IC 遷移をを考察して一般化し、1次元量子系での有限温の-IC 遷移などへの応用をはかる。

## 4. 研究成果

### a) AKLT 模型と整合-非整合(C-IC)遷移

S=1 bilinear-biquadratic(BLBQ) 鎖で、C-IC 遷移はちょうど AKLT 模型に対応する点で起きる。このメカニズムを説明する

ため、構造因子を解析接続し、複素平面での特異点の融合-分裂として説明することで、C-IC 遷移の特徴を統一的に説明できた。

また自由境界条件での数値計算を全領域で精度良く説明することに成功した。従来、C-IC 遷移が起きる近傍では変調波数が小さいため大きなサイズのデータが必要だが、一方相関距離が非常に小さいため数値的には大変困難な課題だったが、これがクリアーに解決された。

### b) 次近接相互作用のある古典 1次元イジングモデル(1D NNNI)での有限温度での C-IC 遷移

1D NNNI モデルでの有限温度の C-IC 遷移を考察し、C-IC 遷移の理論を進展させた。これは複素平面での極の融合-分裂でも説明ができるが、別のアプローチとして、転送行列が非対称実行列になることから考察を進め、ジョルダン標準形からの摂動でも説明 ができることを見出した。

この成果は磁場中の 1次元量子スピン系で、有限温度で朝永ラッティンジャー流体的な挙動から高温の常磁性領域へのクロスオーバーの理解にも役立つ。

また 1次元電子系(t-J モデル)などでも有限温度で C-IC 遷移が起きることが報告されている。

### c) 3体相互作用のある古典 2次元 3画格子上のモデルの相転移

大塚氏(首都大学東京)との共同研究で、3体相互作用のある 2次元 3角格子上の 6状態クロックモデルの相転移を扱った。このモデルでは低温の秩序相と高温の無秩序相の間に、準長距離秩序を持つ中間相(c=2 CFT)がある。この中間相に関して、対称性を考慮して有効理論(ベクトルサインゴールドンモデル)を構築し、解析的に繰り込み群の計算を行い、数値計算で求めた転送行列の固有値と比較した。

5. 主な発表論文等  
(研究代表者、研究分担者及び連携研究者  
には下線)

[雑誌論文](計 3件)

a) T. Murashima and K. Nomura:  
"Incommensurability and edge  
states in the one-dimensional S=1  
bilinear-biquadratic model"  
Phys. Rev. B Vol.73, p.214431  
(2006).  
(査読あり)

b) T. Murashima and K. Nomura:  
"Cancellation of oscillatory  
behaviors in incommensurate  
region"  
J. Phys. C Vol.19, p.145210, (2007)  
(査読あり)

c) H. Otsuka and K. Nomura:  
"Critical intermediate phase and  
phase transitions in a  
triangular-lattice three-spin  
interaction model:  
Level-Spectroscopy approach"  
J.Phys. A Vol.41, p.375001(2008)  
(査読あり)

[学会発表](計 3 件)

a) 小林敬吾・野村清英  
「次近接相互作用のある一次元イジング  
モデルの整合・非整合遷移」  
日本物理学科 第63回年会  
2008年3月28日、近畿大学

b) 野村清英・小林敬吾  
「次近接相互作用のある一次元イジング  
モデルの整合・非整合遷移 II」  
日本物理学会 第63回年会  
2008年3月28日 近畿大学

c) Kiyohide Nomura:  
"Theory of  
commensurate-incommensurate  
change"  
PSM2009WS, International Workshop on  
Quantum Critical Phenomena and Novel  
Phases in Superclean Materia,  
Jan. 10-13, (2009) Honolulu, USA

6. 研究組織

(1) 研究代表者

野村 清英 (NOMURA KIYOHIDE)

九州大学・理学研究院・准教授

研究者番号：70222205

(2) 研究分担者

( )

研究者番号：

(3) 連携研究者

( )

研究者番号：

(4) 研究協力者

村島 隆浩 (九州大学、京都大学)

大塚 博巳 (首都大学東京)