

氏名： 出口 哲生
所属： 人間文化創成科学研究科自然・応用科学系
職名： 教授
学位： 理学（博士）（1992 東京大学）
専門分野： 数理物理学、物性基礎論、統計物理学
E-mail： deguchi@phys.ocha.ac.jp

◆研究キーワード / Keywords

可積分量子スピン鎖／量子 X X Z 鎖／相関関数の多重積分表示
integrable quantum spin chains / quantum XXZ spin chains / integral representations of correlation functions

◆主要業績

総数（4）件

- ・可積分高次スピン量子 X X Z 鎖の任意の相関関数の多重積分表示の導出
可解な高次スピン X X Z 鎖の量子逆散乱法を定式化し、そのベータ固有状態間のスカラー積の公式を経由して、可積分な高次スピン X X Z 鎖の形状因子の表式を解析的に導いた。マスレス領域において、高次スピンの任意の演算子積に対する相関関数の多重積分表示を厳密に求めた。
- ・PT 対称性な物理系の厳密解 &OoA;&OoA; 非エルミートな量子ハミルトニアンであっても、PT 対称性であればその固有値は全て実数であることが知られている。横磁場イジング模型を拡張して、PT 対称な厳密解の様々な実例を導いた。これは数年前に学振の外国人 PD として受け入れた P.K. Ghosh 氏との共同研究である。
- ・トーラスに閉じ込められた冷却原子系の厳密解
トーラス中に閉じ込められた回転する冷却原子系に相互作用がある場合、理論模型はデルタ関数型ボース気体で与えられる。回転系の励起スペクトルを、dressed energy を用いて厳密に解析した。
- ・環状高分子鎖のモノマー間の距離分布関数
ランダム結び目の 2 点間距離の分布関数を調べた。一定のトポロジーを持つランダムポリゴンの二頂点間の距離分布関数から、一定のトポロジーを持つ環状高分子の対相関関数および散乱関数が導かれる。結び目によるトポロジー効果がある場合、慣性半径のスケーリング指数 ν の値はおおよそ 0.52 程度と推測され、自己排除体積鎖の値 0.588 より小さく、ランダムウォークの値 0.5 よりも少し大きいことが示唆される。

◆教育内容 / Educational Pursuits

2名の学部生は卒研で数理物理学を学んだ。そのうち一名は量子相転移の厳密解をほぼ理解した。

2名の学部生は卒研で高分子物理の英文教科書を輪講した。

1名の学部生は卒研で、結合した線形振動子の共鳴現象について研究し、3月の学会で講演発表した。

Two senior undergraduate students studied the mathematical physics of quantum phase transitions.

In another group two senior undergraduate students read an English textbook on the physics of polymers every week.

A senior undergraduate student has studied synchronization of coupled linear oscillators with damping terms.

◆研究計画

超可積分カイラルポッツ模型の相関関数の研究

可積分高次スピン量子 XXZ 鎖の量子逆散乱問題を応用して、超可積分カイラルポッツ模型の相関関数の多重積分表示を導くことを試みる。

トーラスに閉じ込められた回転する冷却原子気体の Yrast 励起スペクトルの厳密な導出

トーラスに閉じ込められた冷却原子系は、周期的境界条件下の1次元量子系とみなすことができる。

最近、冷却原子を回転させて、超流動状態が実験で実現された。この系の理論模型として、デルタ関数型相互作用をするボース気体を考え、角運動量一定の状況での励起状態のスペクトルを研究する。与えられた角運動量を持つ固有状態の中で、最低エネルギーの状態を Yrast 状態とよび、与えられた角運動量を持つ励起状態を Yrast 励起状態と呼ぶ。有限サイズ効果の方法を適用して、Yrast 励起状態を厳密に求める。

可積分高次スピン量子 XXZ 鎖の相関関数の研究

(1) ギャップ領域の相関関数の多重積分表示の導出

可積分高次スピン量子 XXZ 鎖のギャップ領域において、相関関数の多重積分表示を厳密に導出する。

(2) 高次スピン量子 XXZ 鎖の相関関数の数値評価

ギャップレス領域の相関関数の多重積分表示の積分を計算して、その値を求める。隣り合う2点間の相関関数などを求める。この結果は、DMRG など量子系の数値計算法の精度の確認に用いることができる。

アフライン量子群から導かれる可解模型の研究

可積分高次スピン量子 XXZ 鎖など、アフライン量子群から導かれる可解模型の形状因子を、ベータ仮設法を用いて厳密に求める。

◆メッセージ

理論物理の研究を行うことは、決して難しいことではありません。実は研究は勉強と異なるのです。もちろん、これまでに人類が蓄積した様々な物理学上の知識を相当量学ぶことは、これまた決して容易なことではありません。大学で物理学の基礎知識をじっくり学んで深く理解することはもちろん重要ですが、一方、研究というのは今までに知られていない事柄を見つけることが目的なので、極論すると多くの基礎知識がなくても出来ることなのです。もしも必要な知識を例えば指導教員に聞いて理解できるならば、研究の初期段階ではそれで済んでしまうこともあるのです。新発見をした後で、何を自分が見つけてしまったのかを確認するのも、人生の楽しい経験の一つになるのではないのでしょうか。

出口研究室では、数理物理と高分子物理の2分野で、世界最先端のテーマを数多く研究しています。特に、外国の人と一緒に議論や研究をしてみたい人にはうってつけです。ぜひ参加と一緒に研究を楽しみましょう。