

課題名 (タイトル) :

素粒子物理学における行列模型の数値的解析

利用者氏名 : 畔柳 竜生

理研での所属研究室名 : 和光研究所 仁科加速器研究センター 理論研究部門 橋本数理物理学研究室

1. 本課題の研究の背景、目的、関係するプロジェクトとの関係

素粒子の世界の 4 つの基本的相互作用を統一的に記述する有力な候補として、超弦理論が現在精力的に研究されているが、それに関連した様々な文脈において種々の行列模型が登場する。本研究では特に、橋本-飯塚-Yi によってゲージ重力対応を用いることで提案された、核子の束縛状態を記述する行列模型に注目した。橋本-森田によって提案されているように、この行列模型は特別な場合には有限個のエルミート行列を力学的自由度とする一次元ボソンの行列模型で近似することが可能である。彼らはこの行列模型の large-D 極限(行列の数が無限個の極限)における核子数密度を解析的に計算したが、ある点において発散が存在する等の問題点が存在する。我々の目的は、large-D 極限をとることなく、有限個のエルミート行列を力学的自由度とする場合の一次元行列模型を直接数値的に解析することにより、この行列模型が示唆する核子数密度がどのようなものであるかを調べることである。

2. 具体的な利用内容、計算方法

ハイブリッドモンテカルロ法を用いることで配位を生成し、核子数密度のフーリエ変換に対応する演算子(これは Taylor-Raamsdonk によって BFSS 行列模型の文脈で提案されている)の期待値を計算し、その後さらに数値的にフーリエ変換をすることで、核子数密度を計算することを試みる。使用したのは PC クラスタ。

3. 結果

あくまで暫定的ではあるが、核子数密度をフーリエ変換したものに関しては、large-D 極限の場合と定性的には類似した振舞をすることを示唆する数値的結果を得ている。現在この結果の是非をより詳細に調べるとともに、数値的にフーリエ変換を実行し、核子数密度そのものを計算する作業

を引き続き行っている。

4. まとめ

前述のように、超弦理論と関連した様々な文脈において種々の行列模型が登場するが、数値的手法を用いてそれらの模型を解析することは、摂動論を超えた物理を定量的・定性的に理解するうえで重要であると考えられる。我々の解析はまだ途中段階にあるため、今後より詳細な解析を行うことが必須である。

5. 今後の計画・展望

数値的なフーリエ変換を実行することにより、核子数密度そのものを計算すること。さらに、現在は特別なパラメータセットに対してのみ数値的解析をしているが、より様々なパラメータセットに対する数値計算をすることで、この行列模型の振舞とその物理的解釈をより明確に理解したいと考えている。

6. 利用研究成果が無かった場合の理由

数値解析を開始してまだ 2 カ月程度と短期間のため、十分なデータが取れていないことが挙げられる。今後より詳細な解析を進めたいと考えている。