

課題名 (タイトル) :

格子計算によるゲージ重力対応の数値的検証

利用者氏名 : ○加堂 大輔

所属研究室名 : 初田量子ハドロン物理学研究室

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

ゲージ重力対応とは、強結合ゲージ理論と古典重力が等価であるという主張である。この考えに立てば、重力理論からゲージ理論の理解、あるいは逆に、ゲージ理論を用いた重力(超弦理論)の理解が可能になる、と期待される。しかし、この対応自身は予想である。本研究では、コンピュータを用いた数値シミュレーションによって、ゲージ重力対応を検証することを目指している。

本研究でターゲットとするのは、16 個の超対称チャージを持つ 1 次元超対称ヤンミルズ理論である。この理論は IIA 型超重力・超弦理論の N 枚重なった $D0$ -ブレーン系と双対である。特に、数値計算で得られた結果を重力側の解析解と比較することで、どの程度ゲージ重力対応が成り立っているかを定量的に明らかにする。

2. 具体的な利用内容、計算方法

計算には Fortran90 で書いたハイブリッドモンテカルロ法のコードを使用している。特に、プログラムは MPI を用いて並列化することで計算にかかる実際の時間を減らしている。また、ディラック行列式の 4 重根は擬フェルミ場を用いた積分表示と分数近似で用意し、分数近似は多重質量シフトソルバを用いて展開の全次数をまとめて計算している。その他のアルゴリズムの改良も含めて、カラー自由度 N_c を $N_c=2$ から 32 まで変えた十分大きな N_c での計算を実現した。

3. 結果

本年は、昨年度から更に低温領域の計算を進めた。図 1 に、得られたブラックホールの内部エネルギーの結果を示した。

ゲージ重力対応の予測が正しければ、低温領域において、ゲージ側の計算結果は、重力側の解析

解を再現するはずである。図 1 から、ゲージ側の計算結果(赤と緑の点)はスムーズに重力側の期待(青の点線カーブ)に近づいていくことが見て取れる。

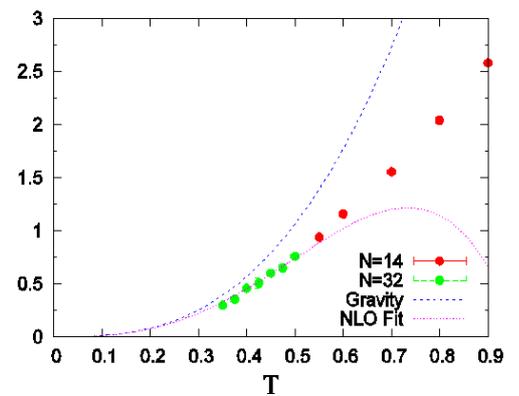


図 1 : 縦軸はブラックホールの内部エネルギー、横軸は、次元を持ったトフト結合定数の単位で測った温度 T である。

ピンクの点線カーブは、ブラックホールの内部エネルギーに α' 補正項(未定係数係数 C)を加えて、計算結果をフィットした結果である。結果として、係数 C は約 -7.9 という値であった。これは、重力側の超弦理論の振幅に対する予言値に相当する。

4. 今後の計画・展望

今後は、低温側のデータ点(図 1 の緑の点)の統計量を増やして、定量的に α' 補正項の決定を目指す。さらに、他の物理量として、シュワルツシルド半径の決定や、それぞれの結果に対する $1/N$ 補正項の決定を行う。

平成 25 年度 RICC 利用研究成果リスト

【論文、学会報告・雑誌などの論文発表】

【国際会議などの予稿集、proceeding】

“Lattice simulation of lower dimensional SYM with sixteen supercharges”

D.Kadoh and S.Kamata, PoS(LATTICE 2013)343

【国際会議、学会などでの口頭発表】

[1] “Lattice simulation of lower dimensional SYM with sixteen supercharges.”

D.Kadoh, Talk given at 31th International Symposium on Lattice Field Theory (Lattice 2013), 29th July-3rd August, 2013, Mainz, Germany. Published in PoS LATTICE2013 (2013) 343

[2] “超対称チャージを 16 個持つ超対称ヤンミルズ理論の格子計算”

加堂大輔, 鎌田翔, 日本物理学会 2013 年秋季大会 高知大学, 2013 年 9 月 22 日

【その他】