

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

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 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なので、その正しさを何らかの方法を用いて検証したい。

本研究では、格子ゲージ理論を用いた数値計算からゲージ重力対応の正当性を検証する。具体的には、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の数値シミュレーションを行う。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(及び C, C++) 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

図 1 には、ゲージ理論の数値計算から得られたブラックホールの内部エネルギーを示した。データは、高温側で高温展開の結果(緑の点線)を良く

再現している。一方、温度が下がるに従って、高温展開の結果から外れ、滑らかに重力側の解析解に近づいていくさまが見られつつある。これは、この系のゲージ重力対応に対して、格子ゲージ理論の立場から得られた最初の証拠である。

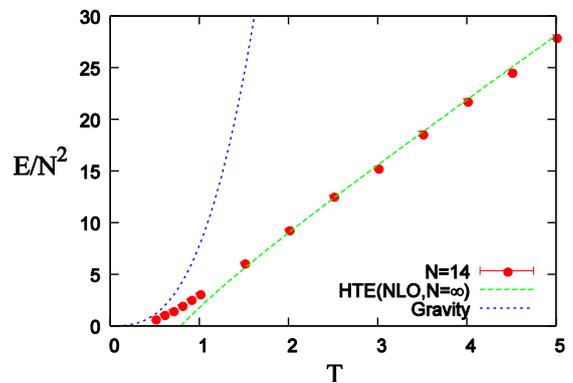


図 1 : 縦軸はブラックホールの内部エネルギー、横軸は温度  $T$  である。データ点(赤点)は、高温領域で高温展開の結果(緑の点線)に合っており、低温で滑らかに重力側の予測(青の点線)に合っていく。

## 4. 今後の計画・展望

今後は、低温側での計算を更に進めることで、ゲージ重力対応の予想の正しさを、より定量的に示すことを目指している。また、シュワルツシルド半径などの他の物理量や理論の相構造を明らかにしていく。

平成 24 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】

“Toward numerical verification of the gauge/gravity duality in 1d SYM with 16 supercharges.”,  
D.Kadoh and S. Kamata., in preparation.

【国際会議などの予稿集、proceeding】

“One dimensional supersymmetric Yang-Mills theory with 16 supercharges.”,  
D.Kadoh, S. Kamata, Lattice 2012 proceeding, PoS LATTICE 2012:064.

【国際会議、学会などでの口頭発表】

[1] “One dimensional supersymmetric Yang-Mills theory with 16 supercharges.”,  
D.Kadoh, S. Kamata, Talk given at 30th International Symposium on Lattice Field Theory (Lattice 2012),  
24 - 29 June, 2012, Carins, Australia.

[2] “16 個超対称チャージを持つ低次元超対称ヤン-ミルズ理論の格子計算” ,  
加堂大輔, 鎌田翔. 日本物理学 2012 年会秋季大会, 京都産業大学, 2012 年 9 月 13 日.