

Thermodynamical properties of the fuzzy sphere in a matrix model — all order calculations and Monte Carlo

総合研究大学院大学 竹内 紳悟

E-mail: shingo@post.kek.jp

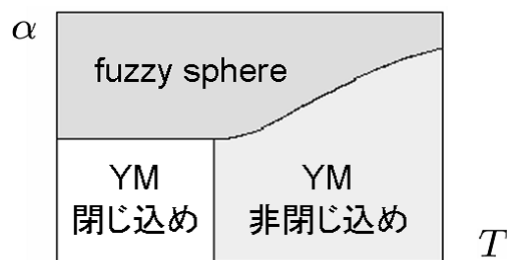
弦理論の非摂動的な定式化として提唱された IKKT 行列模型や BFSS 行列模型では、行列の非可換性から「非可換時空」が自然に現れる。特にファジー球面は、「コンパクトな非可換時空」の典型的な例として、非可換幾何や弦理論を初めとする様々な文脈で、精力的に研究されてきた。

我々は、ファジー球面の有限温度における性質を明らかにするため、ファジー球面を古典解として持つ有限温度系の行列模型を、摂動的計算とモンテカルロ・シミュレーションという2つの独立したアプローチを用いて調べた。

まず弱結合相 (Fuzzy sphere 相) ではファジー球面は安定化する。その時、ファジー球面周りの摂動展開は、行列サイズが無限大の極限で簡単化する。そのことを利用して、1ループの計算からルジャンドル変換を通して、all order の結果を読み取った。また結合定数が臨界点を超えると1次相転移が生じてファジー球面が不安定化するが、その臨界点を温度の関数として精確に求めた。これらの結果はシミュレーションの結果と完全に一致した。

一方、摂動論が適用できない強結合相 (Yang-Mills 相) において、ある温度で「Hagedorn 転移」が数値的に確認された。また充分高温では、温度軸 (虚時間) 方向の dimensional reduction が起きることを具体的に示した。この結果は、M 理論の非摂動的定式化として提案された BFSS 行列模型が、充分高温において簡単化することを意味しており、タイプ IIB 超弦理論の非摂動的定式化として提案された IKKT 行列模型のボゾン部分との間に明確な関係が存在する事を示唆している。

以上の結果から結合定数と温度からなる次のような相図を得た：



ここで α が大きい領域と小さい領域はそれぞれ弱結合相、強結合相に対応する。

展望として、我々は現在、本研究で得たシミュレーションを使って、シュワルツシルト・ブラックホールの性質を、AdS/CFT を通じて、強結合相のゲージ理論側から調べている。

この研究は KEK、総研大の西村 淳氏と KEK の川原 直幸氏との共同研究に基づく。