

# 実施報告書

## 1) 研究組織

研究責任者

氏名：西村 淳（にしむら じゅん） 高エネ研 素核研 准教授

共同研究者

氏名：東 武大（あずま たけひろ） 摂南大、講師

氏名：竹内 紳悟（たけうち しんご） KEK、協力研究員  
(9月より韓国、APCTP ポスドク)

氏名：青山 龍美（あおやま たつみ） 高エネ研 ポスドク

氏名：花田 政範（はなだ まさのり） Weizmann Institute、ポスドク

氏名：Konstantinos Anagnostopoulos アテネ工科大学、助手

## 2) 20年度の実施報告の詳細

我々は、昨年度に引続き行列量子力学のシミュレーションを行い、ゲージ／重力対応の直接検証およびブラックホール熱力学の微視的起源に関する知見をさらに深める結果を得ました。

以下、重要なポイントを箇条書きにします。

- 「ゲージ／重力対応」の直接検証が精密になされた。

重力側の計算に、有限温度の効果により生じる高階微分項による補正を取り入れた解析を行い、「ゲージ／重力対応」の直接検証を精密に行いました。

- ブラックホール・エントロピーの微視的起源に対する新しい理解が得られた。

1次元超対称ラージNゲージ理論における内部エネルギーが、それと双対な10次元ブラックホールのブラックホール・エントロピーから熱力学関係式を通して計算される内部エネルギーに一致する結果が得られました。これは、ブラックホール・エントロピーの微視的な起源が、Dブレーンに付着した開弦によって説明できることを表わします。有名な Strominger-Vafa('96)では、extremalブラックホール(1/4 BPS)を扱うことにより、非くりこみ定理を援用し、相互作用のない理論の状態数の計算に問題を帰着させました。我々は、非くりこみ定理が成り立たない non-extremalブラックホールの場合について、相互作用をフルに取り入れて、ブラッ

クホール・エントロピーの微視的な起源を明らかにしたことになります。特に、高階微分項まで含めてブラックホールの熱力学を再現できたことは、他に例がありません。

- 弦の量子的な揺らぎがブラックホールの表面まで達している描像が明らかになった。

ゲージ理論側で Wilson loop を計算することにより、弦の量子的な揺らぎを測定することができます。そのような計算を実際に実行することにより、揺らぎの大きさが Schwarzschild 半径に一致することがわかりました。これは、弦の量子的な揺らぎがブラックホールの表面まで達していることを表しています。このような描像は、information paradox を解決する試みの中で、fuzzball conjecture として予想されていたものですが、第一原理に基づく具体的な計算によりこれが検証されたことは、大きな意義があります。

このように、ブラックホール、ゲージ/重力対応といった研究分野にわたり、大きなインパクトのある発展だと思えます。