

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） Tata Institute、ポスドク

氏名：竹内 紳悟（たけうち しんご） 総研大 博士課程 学生

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) 19年度の実施報告の詳細

我々は、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得ました。

以下、重要なポイントを箇条書きにします。

- 格子を用いない新しいシミュレーション法を考案し、16個の超電荷を持つ行列量子力学のシミュレーションに初めて成功した。

格子上で超対称性をどのように実現するか、というのは、最近のホット・トピックスの一つですが、格子を用いない新しいシミュレーション法は、その観点でも注目されています。16個の超電荷という非常に高い超対称性を持った理論の非摂動的性質が、第一原理に基づいて研究されたこと自体、快挙だと思います。

- 「ゲージ/重力対応」の直接検証が初めてなされた。

2007-2008年は「ゲージ/重力対応」が提唱されてから10年目の節目に当たります。超対称ゲージ理論の強結合、ラージNでの性質を、第一原理から計算することにより、「ゲージ/重力対応」の直接検証が初めてなされました。

- 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。

- ブラックホールに対する量子重力効果が明らかになった。

超対称ラージ N ゲージ理論による記述は、重力側で量子効果や α' 補正が重要になるパラメタ領域でも有効です。実際シミュレーションは、そのような領域でも行われ、具体的な結果が得られています。特に、ブラックホールが量子重力効果により不安定化する、という新しい現象が示唆されました。

このように、格子ゲージ理論、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。

3) 成果発表

口頭研究発表

- 2007年7月30日-8月4日 LATTICE2007、一般講演
ドイツ、レーゲンスブルグ大学
“Putting M theory on a computer”
- 2007年12月7日-10日 The 21st Century COE Program “Constitution of wide-angle mathematical basis focused on knots”、招待講演
大阪市立大学、メディアセンター
“A direct confirmation of the gauge/gravity duality and the string theoretical description of a black hole”
- 2008年3月4日-6日 KEK 理論ワークショップ 2008、招待講演
“行列模型から4次元時空は出るのか？—ガウス展開法とシミュレーションの進展と展望”
- 2008年3月22日-26日 日本物理学会第63回年次大会、招待講演
近畿大学本部キャンパス、“ゲージ/重力対応の直接検証とブラックホールの弦理論的記述”

発表論文

- Monte Carlo studies of supersymmetric matrix quantum mechanics with sixteen supercharges at finite temperature
Konstantinos N. Anagnostopoulos, Masanori Hanada, Jun Nishimura, Shingo Takeuchi
Published in Phys.Rev.Lett.100:021601,2008.
e-Print: arXiv:0707.4454 [hep-th]

国際会議等のプロシーディング論文

- Putting M theory on a computer
Jun Nishimura, Konstantinos N. Anagnostopoulos, Masanori Hanada, Shingo Takeuchi
Talk given at 25th International Symposium on Lattice Field Theory, Regensburg, Germany, 30 Jul - 4 Aug 2007.
Published in PoS LATTICE2007:059,2006.
e-Print: arXiv:0801.4205 [hep-lat]

新聞発表、雑誌での掲載

- 朝日、日経、産経、日刊工業、茨城新聞 (2008年1月16日朝刊)
- 毎日 (2008年1月20日朝刊)
- 読売 (2008年2月10日朝刊)
- CERN COURIER, 2008年3月号
- 日立製作所発行の機関誌「はいたっく」2008年5月号

その他投稿中の論文等のリスト：なし