

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※	甲	第	号
------	---	---	---	---

氏 名 前海真志

論 文 題 目

AdS/CFT対応を用いたexactly marginal 演算子の相関関数の解析

論文審査担当者

主 査 名古屋大学大学院理学研究科 准教授 博士(理学) 酒井 忠勝

委 員 名古屋大学素粒子宇宙起源研究所

教 授 博士(理学) 久野 純治

委 員 名古屋大学大学院理学研究科 教 授 博士(理学) 原田 正康

委 員 名古屋大学大学院理学研究科 教 授 理学博士 河野 浩

委 員 名古屋大学大学院理学研究科 准教授 博士(理学) 市來 淨與

論文審査の結果の要旨

別紙 1-2

共形対称性を持つ場の量子論は共形場理論(CFT)と呼ばれている。2次相転移点における臨界現象に応用されるなど、古くから様々な角度から研究されてきた。最近では、反ドジッター(AdS)空間上の重力理論とCFTが互いに双対であることを主張するAdS/CFT対応の発見を契機として、素粒子論のみならず、量子重力や量子情報など非常に広い分野にわたって高い関心を呼んでいる。

CFTの中には、exactly marginal 演算子(EMO)と呼ばれる特殊な複合演算子を含むものが存在する。EMOによる摂動は共形対称性を保つため、EMOを持つCFTは連続的なパラメータに依存する。そして、パラメータにより定義される空間は共形多様体と呼ばれ、CFTの立場からその幾何学的な意味が論じられてきた。

申請者の研究目的は、AdS/CFT対応を出発点とし、AdS空間上の重力理論からEMOに関する数学的な構造を詳しく調べることである。まず、EMOの存在を許すもっとも一般的なAdS重力理論が共形多様体を標的空間とする非線形シグマモデルで与えられることを、AdS/CFT対応における繰り込み群の手法を用いて示した。

次にこの模型に基づき、EMOに関する多点相関関数をAdS重力理論から計算した。CFTによるこれまで解析により、多点相関関数には局所相殺項では消せないコンタクト項が現れ、かつその係数は共形多様体に関わる幾何学的意味を持つことが知られていた。申請者は、AdS重力理論から求めたEMOの多点相関関数がそれらの結果を正しく再現することを初めて確かめた。

CFTにおいてEMOの摂動の効果を計算するには、共形摂動論と呼ばれる方法を用いる。その際に現れる発散を正則化するスキームはいくつか知られているが、ゲージ対称性を明白に保つ有用な方法は知られていなかった。申請者は、AdS重力理論の計算に用いられるcut-off surfaceの方法は、共形摂動論の正則化法としても有用であることを初めて明らかにした。

申請者はさらに、EMOの4点相関関数の計算結果から、EMOから構成される2重トレース演算子の数学的な構造について詳しく調べた。特に、2重トレース演算子とEMOを含む3点相関関数、および2重トレース演算子の異常スケーリング次元が、共形多様体の幾何学量で表されることを示した。これらは、特殊な模型で知られていた結果を最も一般的な場合に拡張したものである。

申請者は、AdS/CFT対応を用いて、EMOの数学的構造について特に共形多様体の観点から調べた。そして、CFTにおいて既に得られていた結果をAdS重力理論が再現することを確かめたことは、AdS/CFT対応の正当性をさらに支持するものであり評価できる。また、共形摂動論における正則化スキームに関して新たな視点を与えた点も評価される。以上の理由により、申請者は博士(理学)の学位を与えるに相応しいと認められる。