

氏 名 根木 利和

学位（専攻分野） 博士（理学）

学位記番号 総研大甲第 1234 号

学位授与の日付 平成 21 年 3 月 24 日

学位授与の要件 高エネルギー加速器科学研究科 素粒子原子核専攻
学位規則第 6 条第 1 項該当

学位論文題目 Vertex Operators of Type IIB Matrix Model via
Calculation of Disk Amplitudes

論文審査委員 主 査 准教授 西村 淳
准教授 磯 暁
教授 岡田 安弘
准教授 橋本 省二
教授 北澤 良久
教授 初田 真知子（浦和大学）

論文内容の要旨

In this thesis, we give the vertex operators of Type IIB matrix model calculating disk amplitudes.

Super string theory is known as the candidate of the consistent quantum gravity theory. But it is not easy to formulate it nonperturbatively. Type IIB matrix model is considered as the non-perturbative formulation of the type IIB superstring theory. And it is necessary to know the precise form of the vertex operators in that theory to compute the scattering amplitude.

The vertex operators of Type IIB matrix model were derived by expansion of the supersymmetric Wilson loop operator as to Majorana-Weyl fermion parameter. We rederived them exploiting the conformal field theoretical technique. Comparing to previous method, we can confirm that the vertex operators of Type IIB matrix model are given as the coupling of the closed strings and open strings, which is introduced by the existence of D(-1)-branes in the disk amplitude method.

For the disk amplitude method, there was calculation when there are only bosonic open strings. And when there are only fermionic strings bounded on 1 D(-1)-brane. We calculated the disk amplitudes for the case when there are N D(-1)-branes and there are both the fermionic and bosonic strings precisely. The precise forms of the vertex operators of Type IIB matrix model contain Wilson-line and symmetrized trace. We rederived the precise form of the vertex operators of the IIB massless supergravity multiplet up to the order of graviton and the part of the 4-th rank anti-symmetric tensor.

論文の審査結果の要旨

超弦理論は、重力を含む統一理論として精力的に研究されている分野であるが、現実の物理を記述できるかどうかを明らかにするためには、非摂動的な研究が不可欠であると考えられている。1996年に提唱された行列模型は、超弦理論の非摂動的定式化として有望なものであり、以来10数年にわたり、重要なテーマとして多くの研究がなされてきた。本博士論文は、その流れにあり、行列模型から重力的な自由度をどのように同定するか、という問題に関する新しい研究結果をまとめたものである。この結果は、行列模型を用いた時空の微視的構造の理解において、重要な役割を果たすものと考えられる。

行列模型においては、重力的自由度は頂点演算子に対応し、具体的にはゲージ不変なウィルソンループを用いて記述できると考えられる。特に閉じた弦の低エネルギーモードである超重重力多重項と結合する頂点演算子の構造は、超対称性によって強く制約されることが知られている。これまでなされた研究では、この超対称性による制約を用いる事により、頂点演算子の構造が予想されていた。これに対して本論文では、共形不変な超弦理論の摂動論に基づく計算により、頂点演算子の構造を第一原理から導き、上の予想を検証したものである。先行する研究としては、ボース場のみ、もしくはフェルミ場のみを頂点演算子が含む場合について、その構造を導いたものがある。これに対して本博士論文においては、フェルミ場を行列自由度に拡張し、又ボース場とフェルミ場の双方に依存する場合に計算を遂行することにより、予想されていた頂点演算子の構造を再現することに初めて成功した。

本論文は、上記の独創的な研究に関して、その背景となった研究や理論的な枠組みについても要領よく触れながら、計算の詳細をきちんとまとめたものであり、高い完成度を持っている。これは、超弦理論に対する摂動論的および非摂動論的なアプローチに関する出願者の深い知識と研究能力を証明するものであり、博士論文審査において合格と判定する。