

論文審査の結果の要旨

論文提出者氏名 堀金哲雄

この学位論文では、反ドジッター空間における超粒子と超弦の量子化が議論されている。反ドジッター空間とは最近急速に発展している重力と共形場理論の双対性で基本的な役割を果たす曲がった時空である。その空間における超粒子などの量子化は双対性の理解において基礎的な重要性を有すると考えられる。

堀金氏の学位論文は本文の6章といくつかの補遺よりなる。第1章は一般的な導入であり、本論文の超弦理論における意義付けや章立ての説明などがなされている。第2章は AdS/CFT 対応と呼ばれる、重力理論と共形場理論の間の双対性のレビューであり、超重力理論における BPS 状態のスペクトルや相関関数など、本論文で別の方法で導かれる先行研究の結果がまとめられている。第3章から第5章が本論文で導かれたオリジナルな結果であり、第6章では結論と今後の研究の課題などが述べられている。

まず、第3章ではこの論文の研究対象である反ドジッター空間における超弦の作用が考察されている。最初にこの空間の対称性である $\mathfrak{psu}(2|2)$ 代数の構造を具体的に述べたあと、反ドジッター空間をこの超代数の商空間として定義し、超弦の作用を書き下している。元々の力学変数は大変煩雑であるが、この作用にはカッパ対称性という局所的な対称性があり、それを用いることにより力学変数を制限し、簡単化することができる。この簡略化された力学変数に対して相空間の構造を定義し、古典的なポアソン括弧式が定義されている。この際、上で述べた力学変数の制限と矛盾を起こさないように括弧式を定義するのは非自明であり、この論文では Lagrange 括弧式の手法を用いて問題が解決される。さらに対称性を生成するチャージが定義されている。

次に第4章で反ドジッター空間中の超粒子の量子化が導かれる。前の章で古典的な括弧式が導かれているので、それを矛盾のない形で量子化するのが非自明な部分である。特に対称性を生成するチャージの交換関係が正しい超代数を導くことが確認されている。この構成により超粒子の Hilbert 空間が具体的に導かれ、第2章でレビューされた超重力から導かれるスペクトルとの一致が導か

れる。チャージの構成などについては先行研究もあるが、全てのチャージをあからさまな形で導いたところや Hilbert 空間の具体的な構成を行った点がこの研究の新しい点である。さらにこの章では超粒子の相関関数も計算され、先行研究との一致が部分的にはあるが確認されている。

最後に第5章では超弦の量子化について考察がなされている。保存チャージの形が非常に複雑であるため、この問題については大きな困難があり、この論文でも解決はされていない。ただ、解決に向けたいくつかのアイデアとその問題点についてまとめられている。

上でも述べたとおり反ドジッター空間は超弦理論の双対性を理解する上で基本的な役割を果たしている空間であり、その空間における超粒子や超弦の量子化を直接計算することは、超弦理論の基礎研究として意義がある。この研究は風間洋一教授との共同研究であるが、具体的な解析に関して本人が十分な寄与を与えていることが確認できた。

よって本論文は博士（学術）の学位請求論文として合格と認められる。