

論文審査の結果の要旨

氏名 安部保海

安部氏の学位論文は非可換空間上の場の理論の量子化についての考察を行っている。全体は4章よりなり第1章が非可換空間の場の理論に関する簡単な導入、第2章が非可換空間上の場の理論に関するレビューである。第3章が本人が開発した新しい量子化についての議論を述べた部分でこの学位論文の中核をなしている部分である。第4章は簡単なまとめと展望である。

非可換空間は弦理論で（あるいは量子重力を限りより一般的に）現れる概念であり、通常の点の集まりとしての空間の概念を一般化したものである。弦理論に関しては非可換性は2階反対称テンソル場に関連して出現し、その典型的な例として Moyal 空間がある。非可換空間上の場の理論は通常の場合の理論とは異なる多くの顕著な性質がある。その中で特に有名なものとして UV/IR mixing(紫外/赤外混合)がある。これは点粒子を基礎と置く粒子の場の量子論のさけることのできない難点である近距離に現れる発散が、非可換空間上の場の理論においては空間の非可換性を通じて遠距離に現れる発散と混合してしまうという現象である。

安部氏は時空の非可換性に関連する正準量子化の新たな方法を提唱している。通常正準量子化では演算子の交換関係を通じて量子化を行う。このとき演算子の積は位相の因子が入らな単なる積で定義されるが、安部氏は例えば場の演算子の積を Moyal 積で再定義してみること考えた。このような再定義を行うとボソン場に対する交換関係とフェルミオン場に対する反対称交換関係式以外の演算子の間の交換関係を設定が可能である。安部氏が示したのはこのような交換関係の再定義を行うと、結果的に空間の非可換性を吸収できることである。つまり空間の非可換性のパラメータと正準量子化に現れる演算子の積の変更を適当に調整すると、非可換でない通常の場合の空間の上の場の理論と同等になる。安部氏はこの対応をより正確に表現するため、通常の場合の理論で考えられる Fock 空間表示、伝播関数の計算、グリーン関数やS行列の計算を行い、量子化を再定義した非可換空間上の場の理論が可換空間上で通常の場合の量子化を行った場の理論と同等であることを示した。一般に量子化のパラメータを任意に変更すると空間の非可換性を勝手に変更できることも示されている。

また非可換空間におけるローレンツ対称性は通常の意味では破れているが Lie 代数の代わりにより広い概念である Hopf 代数を考えると対称性が回復できることが知られていた。こ

これはツイストされたローレンツ対称性と呼ばれる概念である。安部氏はこの学位論文で導入された一般化された量子化の方法を用いた系においてもこのツイストされたローレンツ対称性が保たれていることを示している。場の理論が（拡張された意味における）ローレンツ対称性を持つことは粒子のスペクトルの表現などを考える上で重要である。

以上のように安部氏は空間の非可換性と正準量子化の変更の関連を明らかにした。このような視点はこれまでに無かったものであり、十分独自性が高い研究であることが認められた。

これにより審査員全員一致で博士（理学）の学位を授与できると認める。