

Title	Canonical Quantization of Witten's String Field Theory in Mid-Point Time Formalism
Author(s)	前野, 昌弘
Citation	大阪大学, 1990, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/1661
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名・(本籍)	まえのまさひろ
学位の種類	前野昌弘 理学博士
学位記番号	第 9058 号
学位授与の日付	平成 2 年 3 月 24 日
学位授与の要件	理学研究科物理学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	Canonical Quantization of Witten's String Field Theory in Mid-Point Time Formalism (ウイッテン型弦の場の理論の中間時間処方による正準量子化)
論文審査委員	(主査) 教授 吉川 圭二 (副査) 教授 高杉 英一 助教授 佐藤 行 教授 大坪 久夫 助教授 静谷 謙一

論文内容の要旨

弦の理論は重力を含む統一理論の候補として盛んに研究されているが、その第二量子化である弦の場の理論には多くの問題がある。その一つとして、相互作用項が無限階の時間微分を含むために正準量子化が困難であることが挙げられる。この無限階の時間微分は弦の相互作用が非局所的であることに起因するものである。そのため、従来弦の場の理論の量子化は正準形式を経由せず、ラグランジュ形式を用いて配位空間での経路積分によって実行されてきた。この方法は正準形式と一般には等価でなく、ユニタリティなどの理論の無矛盾性が明白には保証されていない。

しかし、ウイッテンによって定式化された開いた弦の場の理論に関して導入された 3 弦の相互作用では、弦の中間点は局所的に接続されており、中間点について考える限り非局所性はない。相互作用が時間に関して非局所的となるのは、接続されていない弦の重心の時間成分を時間として採用しているからである。従って弦の中間点の座標の時間成分を時間に採用して正準形式を作れば、局所的な相互作用を持った理論を作ることができる。本論文では従来の弦の重心座標を時間と考えた理論から弦の中間点を時間と考えた理論に弦の場の理論を書き直し、その場の理論を正準量子化する手続きを実行した。結果として、正準理論に立脚した位相空間に於ける経路積分の結果がラグランジュ形式による配位空間に於ける経路積分と一致することが分かった。

この書き直しの結果、相互作用項が局所的となり正準形式による量子化が可能になる一方、運動項には発散係数が現れる。この発散は連続的な物体である弦を非連続な格子状の弦の極限と考えることで正則化できる。この正則化の下で、重心を時間とした理論の正準交換関係と中間点を時間とした理論の正準交換関係が等価であることも証明できる。

これらの正準理論から導かれた結果は従来の結果と一致しており、妥当性の検討無しに用いられてきた配位空間の経路積分に、妥当性の確認を与えることができた。

論文の審査結果の要旨

相対論的に共変な形式に構成されている弦の場の理論の一つに、ウィッテンによって提案されたものがある。この理論を量子化するに当たって従来行われてきた方法は、経路積分の方法を形式上借りるもので、そこで採用されている積分測度に特別な根拠はなく、散乱振幅を計算してそこに特別な欠陥が見あたらないことを持つて妥当と推定しているに過ぎない。

このように不明確な量子化が行われている理由は、ウィッテン型理論における三弦相互作用項が、各弦の重心座標を用いて表してあるため、時間について局所的な表示になっておらず、このため正準量子化が適用できないせいである。

前野君はこの点に注目し、まず第一に、三弦相互作用を各弦の中心点の座標を使って書くことにより局所的な表示を得た。第二に、その相互作用を用い、弦理論の正準量子化を実行し、ユニタリティーの保証される量子化を確立した。第三は、従来の方法では弦のゲージを固定するさいに起こる複雑さのため議論に曖昧な点があったが、中心点処方を用いると議論が簡素化され曖昧な点も除去できることを発見した。

これら三点の開発および計算過程に於いては、数学的技巧上必要な場の理論的局所量の正則化の問題、ゲージ固定操作の無限操作等、むずかしい処理を必要とする箇所があるが、いずれの点に於いても慎重な解析がなされ、信頼できる結論が引き出されている。

一方、前野君以前にも中点座標の方法を導入した研究者はあるが、正則化に不備な点があったこと、相互作用の無い自由弦にのみ適用したことのため、物理的に興味のある結論を引き出した研究はない。上記の三点はいずれも新しい寄与であり、弦理論の物理的な基礎の確立に重要な役割を果たしたものとして高く評価できる。

以上審査の結果、本論文は理学博士の学位論文として十分な価値があるものと判断する。