

(続紙 1)

京都大学	博士 (理学)	氏名	村瀬 健太
論文題目	Anomaly and Mass Spectrum of Tensionless String in Light-cone Gauge		
(論文内容の要旨)			
<p>Tensionless string theory(張力の無い弦の理論)は、近年盛んに研究されている Higher-spin gauge theory(高階スピングージ理論)との関係が期待されており、また AdS/CFTなどの双対性において通常の$T \rightarrow 0$とは逆の極限を対象にするなど、非常に興味深い研究対象である。本論文は、Light-cone gaugeにおける Tensionless string theoryで時空の共形対称性のアノマリーの有無についてと、Tensionless stringの相互作用の理解を目指した質量スペクトルについての、申請者の研究成果に基づいている。</p> <p>量子化されたTensionless stringに生じるアノマリーに関しては、1980年代後半から研究されてきた。その内Lorentzアノマリーについては、BRST量子化法でもLight-cone gauge量子化法でも、演算子順序の様々な可能性に対して、具体的な計算が為されてきた。また時空の共形対称性のアノマリーについては、BRST量子化法ではTensionless stringと古典的に同等なConformal stringの場合にBRSTチャージの2乗の計算が為され、Light-cone gauge量子化法ではアノマリーの現れ方について考察がされてきた。</p> <p>本論文では、Light-cone gauge量子化法で、エルミート演算子の正しい順序への並び替えの考察から交換子の構造を考え、それを参考に、2つのタイプの演算子順序に対して時空の共形対称性の交換関係の具体的計算が行われ、アノマリーを回避できる場合と自然には回避できない場合を見つけている。そしてアノマリーを自然には回避できない場合は、Tensionless stringは点粒子的であろうことを指摘している。</p> <p>Tensionless stringの質量スペクトルに関しては、これまでは座標や運動量のフーリエモードについての変数分離型の質量固有状態は構成されており、それは時空の共形対称性から期待されるように、ゼロか正の連続値であることが確認されている。しかしながら、質量固有状態には非変数分離型のものも存在する。非変数分離型の質量固有状態を詳しく調べ、massive状態に対してはスピンについても同時固有状態を見付けることは、Tensionless stringの相互作用を理解するためには重要である。</p> <p>そこで本論文では、質量演算子と可換であり角運動量に対応した演算子に着目し、変数分離型の固有状態から非変数分離型の固有状態を、massless状態とmassive状態のどちらに対しても構成している。</p> <p>本論文では主にTensionless closed bosonic stringを扱っているが、SuperstringやOpen stringの場合に対しても、変更点を中心に考察を与えている。</p>			

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

本論文ではまず、エルミートな演算子を様々な演算子順序で正しく並び替えたときの量子的な効果の項を詳しく調べている。その後、それを参考に、Light-cone gaugeにおける Tensionless string theoryで時空の共形対称性の交換関係、特に危険な交換子を、2つのタイプの演算子順序に対してモード展開をして具体的に計算し、一方のタイプのHermitian R-orderでは時空の共形対称性のアノマリーを回避でき、もう一方のタイプのXP-normal orderでは自然には回避できないという結果を得ている。本論文以前にはモード展開をした具体的な計算はされておらず、アノマリーを回避する可能性について言及が為されていなかったため、この研究による結果は意義がある。

さらに本論文では、2つのタイプの演算子順序に対して、質量スペクトルを調べている。特に時空の共形対称性のアノマリーを回避するタイプでは、これまでに知られている座標や運動量のフーリエモードについての変数分離型の質量固有状態のみならず、非変数分離型の質量固有状態の構築を行っている。ここでは質量演算子と可換で時空の角運動量に対応する演算子に注目しており、時空の対称性の観点で弦の状態を理解し、さらには弦の相互作用を考えていく上で、この非変数分離型の固有状態の調査は重要である。

以上のように、申請者は、これまでに存在の可能性が指摘されていたLight-cone gaugeにおける Tensionless string theoryで時空の共形対称性のアノマリーの有無を、2つのタイプの演算子順序に対して具体的計算により確認し、またTensionless stringの相互作用の理解を目指して、時空の共形対称性のアノマリーがないタイプの場合についての非変数分離型の質量固有状態をmassless状態とmassive状態の両方で構築した。

よって、本論文は博士(理学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成27年1月13日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。

要旨公表可能日： 年 月 日以降