

論文審査の結果の要旨

論文提出者氏名: 野村 充

弦理論は一般相対論と量子力学を矛盾無く組み合わせることのできる枠組みとして広く研究されているが、通常の弦理論は第一量子化の言葉で書かれている。「弦の場の理論」はこれを第二量子化の言葉で書くもので、本質的に摂動に依存している第一量子化と異なり、非摂動効果も含めた弦理論の定義によりふさわしいと思われており、こちらも広く研究されている。このプログラムの完遂のためには、1. まず古典作用を構成し、2. 構成された古典作用のゲージ構造を統制するため、それを Batalin-Vilkovisky (BV)形式における古典作用にもちあげ、3. さらに量子 BV 形式に適合させる、というステップが必要である。ボゾン弦の場合はこのプログラムはほぼ実行されているが、超弦の場合は過去数年でようやくステップ 1 が実行された。さて、超弦の場の理論は、small Hilbert space をつかうものと large Hilbert space をつかうものがあるが、後者のほうが自然だと思われている。ステップ 2 は small Hilbert space をもちいたものはなされたが、より自然だと思われる large Hilbert space におけるものはまだなされていない。それを開超弦の NS セクターの場合に実行しようというのが、論文提出者の目標である。

より詳細に論文提出者のなしたことを述べると以下ようになる。まず、開超弦の場の理論は、80年代に Witten によって大まかな形は提唱されていたが、picture changing operator の衝突にともなう発散の問題が長らく回避できなかったが、数年前に Erler-Konopka-Sachs により、ようやく開超弦の場の理論の古典作用が A_∞ 構造をもとに構成された。 A_∞ 構造は自然に古典作用のゲージ自由度、ゲージ自由度のゲージ自由度、等々を記述できる。Small Hilbert space においては、これを Batalin-Vilkovisky 形式における master 方程式を満たす古典作用にもちあげることは容易である。しかし、large Hilbert space においては、ゲージ自由度が A_∞ 構造からくるものに加え、第二のものが増える為、それに対するゲージ自由度を固定す

るのが一筋縄ではいかない。BV形式においては、もともとの場のセットに反場とよばれる場を追加するが、通常なされるミニマルな反場のセットでは master 方程式を満たすことができないことを論文提出者はまず見出した。そのため、さらに場を追加して、master 方程式を満たすようにしなければならない。このような場合に、追加すべき場を決める筋道だった方策はないため、試行錯誤を繰り返す必要があるが、これをなんとか実現したというのが論文提出者のなしたことである。

提出された論文の構成は以下のようにになっている。Section 1 のイントロダクションからはじまり、Section 2 において BV 形式の簡単なレビューを行い、Section 3 において過去数年で建設された開超弦の古典理論を概説し、Section 4 ではそのゲージ構造をレビューする。ここまではレビューで、以後が論文提出者と共同研究者の松永氏(Cech Academy of Science 所属)の研究である。Section 5 では、通常の BV 形式における反場の追加法では、BV master 方程式をみたす BV 作用は作れないことが詳細に解説されている。そこで、Section 6 では、場の数を二倍にすることが試されるが、このアプローチにも問題がある。Section 7 では、それらの問題がすべて消失する方法が、適切な拘束条件を導入することによって達成される。Section 8 は結論であって、論文の全体が振り返ってある。Appendix A,Bでは本文に書くには煩雑な計算の詳細が説明されてある。

以上のように、論文提出者は、これまでの超弦の場の理論の進展にもとづき、次の自然なステップを実行した。この研究は上記のとおり共同研究であるが、論文提出者はすべての箇所に重要な寄与をしている。また、博士論文審査会において、論文提出者は明快なプレゼンテーションを行い、主査、副査、その他の参加者からの鋭くまた厳しい質問に対しても、満足の行く返答をし、自身の深い理解をあきらかにした。したがって、本審査委員会は 博士（学術）の学位を授与するにふさわしいものと認定する。