

論文の内容の要旨

論文題目:

Gauge Fixing of the Wess-Zumino-Witten-Type Open Superstring Field Theory

(Wess-Zumino-Witten 型の開いた超弦の場の理論のゲージ固定)

氏名: 鳥居真吾

摂動論的な超弦理論においては、開弦と閉弦は独立な自由度として導入されている。しかし、開弦-閉弦双対性の背後にあるものを突き詰めれば、第二量子化の理論である弦の場の理論においては、開弦の場という1つの自由度を用いて、開弦のみならず閉弦をも記述できる可能性がある。開弦の場の理論においてこの問題を解析するためには、同理論の量子化を行えばよいであろう。なぜなら、開弦-閉弦双対性は、開弦の立場では量子効果に他ならないからである。この場合、考察すべきことは、

『開弦の場の理論は、閉弦の場のような新たな力学的自由度を加えることなしに、無矛盾に量子化可能か』… (*)

という問題になる。もし開弦の場の理論が閉弦に関する何らかの必要情報を欠いていたならば、同理論の対称性は、量子化の際にアノマリーを持つであろう。一方、そのようなアノマリー無しに、(*)の問題が肯定的に解決されたとすれば、そのことは、「閉弦が開弦の場の言葉で記述可能である」ということを示唆しており、さらには、閉弦が開弦の場の言葉で「どのように記述できるのか」また「どの程度記述できるのか」という問題へと繋がるものとなる。第一量子化のレベルでは理論の基本的な構成要素と考えられている閉弦も、開弦の場の理論という非摂動論的な枠組みの中では、開弦の場という、より基本的な要素から生じる副次的なものである可能性がある。開弦の場の理論を量子化しようという試み自体はこれまでもあったが、その際に扱われたのはボソンの弦の

場の理論であったことから、**tadpole diagrams** に起因する発散があった他、そもそもタキオンが存在するという困難を抱えていた。したがって、(*)の問題を解決するためには、超弦の場の理論を取り扱うことが重要となる。

以上のような動機に基づき、本学位論文では特に、**Wess-Zumino-Witten** 型の開いた超弦の場の理論に着目し、量子化に向けた第一歩として、**NS** セクターのゲージ固定に取り組んだ。弦の場の理論のゲージ構造は複雑であり、そのゲージ固定に際しては、単なるゴースト場のみならず、ゴースト場のゴースト場なども含めた無限個のゴースト場および反ゴースト場が必要になる。そこで、本論文ではまず自由場の理論を考察し、どのような量子数を持つゴースト場や反ゴースト場が出現するのかを明らかにした。また、将来アノマリーの計算をする上で有用と思われるようなゲージ固定条件を含む、十分に大きなゲージ固定条件の族を提案し、対応するプロパゲータの導出も行った。

これら自由場の理論の解析は通常 **BRST** 形式を用いて完遂することが可能だが、相互作用まで含めた理論のゲージ固定においては、**on-shell** ゲージ対称性をも取り扱う必要がある。この問題にシステマティックに対処するために、本論文では、**Batalin-Vilkovisky** 形式というものをを用いた。同形式において、ゲージ固定の問題は、マスター方程式と呼ばれる方程式の解を構成することに帰着される。この方程式の基本変数には反場というものが含まれるが、自由場の理論の解析を通して同定した反場および場をもとに相互作用のある理論のマスター方程式を解き、完全な解を得るまでには至らなかったものの、三次の相互作用項を全て特定することに成功した。