

論文内容の要旨

論文題目 : Nonlinear Relations among Boundary States in
Supersymmetric Closed String Field Theories

超対称性のある閉弦の場の理論において境界状態が
満たす非線形関係式

氏名 : 渡辺 英徳

弦の場の理論を用いて、境界状態の間に成り立つ非線形方程式を議論する。弦理論は素粒子間の相互作用を重力まで含めて無矛盾に記述する量子論であると考えられている。現在弦理論の持つ性質を理解すべくさまざまな研究が行われている。

私はタキオン凝縮に代表される弦理論の非摂動的な振る舞いを理解するため、弦の第二量子化に基づいた理論を考察してきた。弦理論には非摂動的な自由度として D ブレインが存在するが、これは開弦の端が束縛される面であると同時に閉弦の吸収・放出をする源とみなすことができる。後者の立場にたった場合、D ブレインは閉弦を通して記述することができ、具体的には D ブレインから放出された閉弦を表す境界状態により表されると考えられる。この境界状態を閉弦の場の理論で考察し、それらの間に成り立つ非線形な関係式 (冪等方程式) を得た。さらにこの方程式の解に許される変形には、開弦の質量殻条件が課されることを見つけた。加えてベクトル的な変形には横波条件も導かれる。冪等方程式は弦の相互作用を表すリーマン面上の Dirichlet 条件が課された 2 つの穴が融合し、1 つになる過程を表していると考えられる。

本論文では、冪等方程式をまずボソンの閉弦の場の理論を用いて 2 通りの方法で証明する。まず、弦の場の理論の振動子表示を用いて忠実に計算を実行する。次に共形写像を用いて弦の場の理論を再定式化し、より一般の共形理論を背景とする場合に証明を行う。次にそれぞれの方法で冪等方程式の解の変形には開弦の質量殻条件が課されることを示す。

後半では以上のボソンの弦理論での結果を超対称性のある閉弦の場の理論へ拡張

するための試みを議論する。ボソンの閉弦の場の理論には主に畑—伊藤—九後—国友—小川によって提唱された HIKKO 型と呼ばれるものと、九後—国友—末広および Zwiebach によって提唱された非多項式型があり、私は、ボソンの場合に冪等方程式を証明する際に主に HIKKO 型の理論を用いて議論した。超対称性を持つ Lorentz 共変な閉弦の場の理論は未だ満足に建設されていない。特に、HIKKO 型開弦理論においてはその一部である 3 弦相互作用のみが作られている。これは開弦の理論としては不十分であるが、閉弦の相互作用としては充分であると考えられる。そこで、私は超対称性を持つ開弦の 3 弦相互作用を閉弦の場合に拡張し、その上で冪等方程式を議論しようと試みているが、この場合は必要なノイマン行列の相互の関係を得るに至っていないため、議論が完結していない。一方光円錐ゲージでの II 型超弦の場の理論はすでに知られており、最近では pp-wave 背景中の弦の相互作用を表すものとして注目されている。私はこの光円錐ゲージの超弦の場の理論においても冪等方程式が成立していると推測し、それを示すための解析を行った。

本論文では以上の研究をまとめ、解説している。