

Topological Aspects of an Antisymmetric Background Field on Orbifolds *

橘 基 (神戸大自然)

トロイダルオービフォールド上での弦理論は [1]、弦のコンパクト化の模型として現在までに研究がなされ、演算子及び経路積分形式の双方から調べられてきている。演算子形式の利点は、理論の代数構造が明白で、ラグランジアンや作用関数がなくても理論を定式化できる点である。一方、経路積分形式では、幾何学的あるいはトポロジ的な構造が理解しやすく、より高次の genus を持った Riemann 面への一般化も比較的容易であり、さらに弦理論にとって大切なモジュラー不変性も、経路積分の観点からみれば自明な対称性になっているという特徴がある。弦理論においてはこの双方からのアプローチが不可欠であるが、一般にこれら二つの形式の間の関係は非自明である。

ここでは Narain 達によって導入された反対称背景場を持つトロイダルオービフォールド模型 [2, 3] のトポロジカルな側面を演算子、経路積分形式の双方から調べることにより、新しいクラスのオービフォールド模型の可能性を探る。演算子形式においてはゼロモードの量子化に関して、閉弦の巻き付き数 w^I に共役な量 Q^I の幾何学的意味の不在のために困難が生じるが、それを振幅の duality [4] を満足するという自然な要請を置くことにより、ゼロモードに関して非自明な交換関係を得る [5]。さらにはそれらの交換関係を用いて、ゼロモードの Hilbert 空間を構成することが出来、最終的に 1 ループ振幅の計算とそのモジュラー不変性を確かめることが出来る。これにより我々は反対称背景場 B^{IJ} がオービフォールドの作用 (回転行列 U^{IJ} で表される) と可換な場合と非可換な場合とで、トポロジ的に大きな違いがあることを見る。後者の場合、弦のゼロモードの波動関数は周期的にならず、 B^{IJ} と U^{IJ} との非可換性を反映した位相因子を生じる。これは、電子が無限に長いソレノイドの周りを運動するときの Aharonov-Bohm 効果 [6] に非常に似ている。

一方、経路積分形式 [7] では、出発点となるのは弦の作用関数であるが、我々はまず今までに考察されてきた作用関数がそもそも U^{IJ} と B^{IJ} とが非可換な場合には well-defined でないことを指摘する。そしてこの点を解決するために Wess-Zumino 項 Γ_{WZ} [8, 9] を導入し、 U^{IJ} と B^{IJ} が非可換な場合にも適用できる作用関数を構成する。またその項の物理的意味は経路積分の立場から直観的に理解することができる。最終的に 1 ループ振幅が計算でき、結果が演算子形式で得られたものと一致することが確かめられる。ただし我々がここで導入した Wess-Zumino 項は、演算子形式の結果の一部を再現しているだけなので、その一般化が望まれるが、その点に関しては最近いくつかの発展がある [10]。

*この報告は、坂本 真人氏、J. O. Madsen 氏との共同研究によるものです。

参考文献

- [1] L. Dixon, J.A. Harvey, C. Vafa and E. Witten, *Nucl. Phys.* **B261** (1985) 678; **B274** (1986) 285.
- [2] K.S. Narain, M.H. Sarmadi and E. Witten, *Nucl. Phys.* **B279** (1987) 369.
- [3] K.S. Narain, *Phys. Lett.* **B169** (1986) 41.
- [4] J.H. Schwarz, *Phys. Rep.* **8C** (1973) 269; **89** (1982) 223;
J. Scherk, *Rev. Mod. Phys.* **47** (1975) 123.
- [5] M.Sakamoto, *Nucl. Phys.* **B414** (1994) 267
- [6] Y. Aharonov and D. Bohm, *Phys. Rev.* **115** (1959) 485.
- [7] A.M. Polyakov, *Phys. Lett.* **B103** (1981) 207.
- [8] J. Wess and B. Zumino, *Phys. Lett.* **B37** (1971) 95.
- [9] E. Witten, *Commun. Math. Phys.* **92** (1984) 455.
- [10] M. Sakamoto and M. Tachibana *Topological Terms in String Theory on Orbifolds*,
KOBE Univ preprint, KOBE-TH-94-05 (hep-th/9409123).