Cubic/Non-polynomial Correspondence in Open Superstring Field Theory?

東京大学大学院理学系研究科　大森 一樹
E-mail: ohmori@hep-th.phys.s.u-tokyo.ac.jp

Open superstring field theory の定式化に関して、これまでにいくつかの提案がなされてきた。Witten は、bosonic string field theory [1] の自然な拡張として cubic 型の superstring field theory を提案した [2]。しかし、後にこの理論は picture changing operator に起因する発散があり、うまくいっていないということが指摘された。そこで、action が cubic 型という特徴を保ったままこの困難を回避しようという試みがなされ、modified cubic superstring field theory と呼ばれている [3]。この理論では、NS string field を 0-picture にとることにより action の構造を変え、相互作用点で picture changing operator が衝突するのを防いでいる。しかし、2 次の項にも picture changing operator が含まれるため、open superstring の perturbative spectrum がきちんと再現できていないのではないかという批判もなされているが、これは微妙な問題であり完全には決着がついていない。それに対し、Berkovits は、$\mathcal{N}=4$ topological string の technique を援用することにより picture changing operator を使用せずに action を書き下すことに成功した [4]。この定式化では、action は cubic 型とは全く異なる Wess-Zumino-Witten 型 (non-polynomial) をとる。

これら 2 つの理論は、もともとは全く異なる定式化として提案されたにもかかわらず、いくつかの似通った性質を持っていることがわかる。そこで、ここでは両者の関係について考察する。まず、Berkovits' non-polynomial theory における古典解 Φ_0 を一つ持ってきたとき、$\mathcal{A}_0 \equiv e^{-\Phi_0} Q_B e^{\Phi_0}$ を計算するとこれは modified cubic theory での古典解と見なすことができる [5]。さらに、$\mathcal{A}_0$ と Φ_0 がそれぞれの理論において表す物理的内容は同一であることも示せる。このように、2 つの理論の解の間に具体的な map が構成できたので、これらの理論は on-shell(=解空間) では等価だと考えられる。また、modified cubic theory の主な難点は action の 2 次の項にあったわけであるが、少なくとも massless sector に限ってはいくつかの補助場を消去 (積分) してしまうことによって off-shell の物理的場に対する正しい kinetic term が得られることが示せる [6]。したがって、modified cubic theory においても 0-picture に特有な補助場を積分することによって off-shell で有効な理論が得られ、それは何らかの意味で Berkovits の理論と対応しているのではないかと期待される。これらのことから、Berkovits の non-polynomial theory と modified cubic theory は実は compatible な理論であり、open superstring の 'dual' な記述を与えている可能性がある。

参考文献

[1] E. Witten, *Nucl. Phys.* **B268** (1986) 253.

[2] E. Witten, *Nucl. Phys.* **B276** (1986) 291.

[3] I.Y. Aref'eva, P.B. Medvedev and A.P. Zubarev, *Nucl, Phys.* **B341** (1990) 464;
C.R. Preitschopf, C.B. Thorn and S.A. Yost, *Nucl. Phys.* **B337** (1990) 363.

[4] N. Berkovits, *Nucl. Phys.* **B459** (1996) 439.

[5] K. Ohmori, *Nucl. Phys.* **B648** (2003) 94-130 [hep-th/0208009].

[6] K. Ohmori, hep-th/0305103.