Ghost Kinetic Operator of Vacuum Superstring Field Theory

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

ここ 1 年半ほどの間、open string tachyon が凝縮した後に残る真空のまわりの様子を open string の立場から記述する理論の候補として vacuum string field theory (VSFT) が精力的に研究されてきた。Tachyon 凝縮に伴って D-brane が消滅すると、そのまわりには physical な open string mode がなくなることが予想されるので、この理論では non-dynamical かつ、消えた D-brane の詳細に依存しないような pure-ghost kinetic operator を仮定する。そして、この理論の古典解として D-brane を構成することにより、tachyon 凝縮の予想を逆方向から証明しようというのが VSFT proposal の考え方である。Bosonic string の場合は、これまでに D-brane の tension が再現されること、D-brane まわりの perturbartive open string spectrum が正しく再現されること、などが示され、この理論が正しいことの証拠と考えられている。

Bosonic string の場合のこのような発展に対して、VSFT の type II superstring の場合への拡張 [1] はこれまであまり議論されてこなかった。しかし、open superstring の tachyon 凝縮では bosonic string の場合にはなかった次のような物理的に面白い現象がある：(1) 不安定な D-brane だけでなく、安定な BPS D-brane の存在、(2) tachyon vacuum は D-brane のいない closed string の真空と考えられるので、type II 理論の場合にはそのまわりに破れていない spacetime supersymmetry が存在すること、である。特に (2) については、これまでに tachyon condensate を表す厳密解が superstring field theory で見つかっていないことを考えると、tachyon vacuum まわりの理論を直接構成する以外に調べる方法がないように思われる。このようなことから、tachyon vacuum まわりの superstring field theory を定式化するのは重要であると考える。

Bosonic VSFT の kinetic operator の具体形の候補として、これまでに c-ghost を open string midpoint に挿入するものが提案されている [2, 3]。これに、action が 'twist 不変性' を持つことを要請すると、kinetic operator の形はほぼ一意的に定まることがわかる。このやり方を superstring の場合に適用することによって vacuum superstring field theory の kinetic operator を構成する。Superstring の場合、tachyon vacuum まわりの kinetic operator は一般に $\widehat{\mathcal{Q}} = \mathcal{Q}_{\rm odd}\otimes\sigma_3 - \mathcal{Q}_{\rm even}\otimes i\sigma_2$ という形を持つが、twist 不変性を保つためには $\mathcal{Q}_{\rm even}$ (Grassmann-even operator) が、それが作用する状態の GSO parity に応じてその形を変えなければならないということがわかる [4]。しかも、action がゲージ不変になるためには $\mathcal{Q}_{\rm even}$ がこのような構造を持つことが必要であるということも示される。我々は、このような性質を持つ $\widehat{\mathcal{Q}}$ を midpoint への local insertion という仮定の下で具体的に構成し、それが superstring field theory の kinetic operator としてふさわしい性質 (nilpotency, derivation property など) を備えていることを示した。

参考文献

[1] I.Y. Aref'eva, D.M. Belov and A.A. Giryavets, hep-th/0201197.

[2] D. Gaiotto, L. Rastelli, A. Sen and B. Zwiebach, hep-th/0111129.

[3] H. Hata and T. Kawano, *JHEP* **0111** (2001) 038 [hep-th/0108150].

[4] K. Ohmori, hep-th/0208009.