Boundary states as exact solutions of (vacuum) closed string field theory[1]

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

弦の場の理論は、1980 年代に精力的に研究されていたが、近年になって再び盛んに議論され、特に Sen の予想を示すのに使われるようになった。それは主に Witten の 開弦 の場の理論に基づくものであり、2000 年には運動項の BRST operator を pure ghost にしたものにより開弦のタキオンが凝縮した真空のまわりの物理を記述されるという vacuum string field theory(VSFT) conjecture が Rastelli-Sen-Zwiebach らによって提唱された。その VSFT の古典解として sliver state などを使ったものが構成され、D brane をあらわしていると解釈された。

ところで、D brane をあらわす方法として、従来 boundary state を使う記述もあるがこれは閉弦の言葉で表されているので、開弦よりも 閉弦 の場の理論の枠内で考えるのが自然であると思われる。そこで我々は HIKKO による共変な閉弦の場の理論の定式化を用いて境界状態を特徴づけることを考えた。これは相互作用項として 3-string vertex ($*$ 積) だけを考えればよいので、具体的な計算を行う上では non-polynomial 型 (Witten 型相互作用の閉弦版) より現実的である。また、Neumann 係数は α という余分なパラメータの関数であるが、光円錐型弦の場の理論での蓄積された知識を流用することができ、実際、我々は通常の D brane をあらわす boundary state (の ghost ゼロモードを調整した弦場) Φ_B の $*$ 積をあらわに計算することにより

$$\Phi_B(\alpha_1) * \Phi_B(\alpha_2) = C\frac{\partial}{\partial \bar{c}_0}\Phi_B(\alpha_1+\alpha_2) \tag{1}$$

を示した。ここで C は Neumann 係数で与えられる α の比の関数である。この式は open の VSFT の運動方程式と酷似しているので、closed 版の「 VSFT 」なるものがあったとして、その運動方程式の「 厳密解 」が boundary state (D brane) になっている、と解釈できそうである。さらに、我々はこの「 厳密解 」の周りのゆらぎの満たす式：

$$\delta\Phi_B(\alpha_1) * \Phi_B(\alpha_2) + \Phi_B(\alpha_1) * \delta\Phi_B(\alpha_2) = C\frac{\partial}{\partial \bar{c}_0}\delta\Phi_B(\alpha_1+\alpha_2) \tag{2}$$

を D brane 上の励起の「 運動方程式 」とみなし、その厳密解 $\delta\Phi_B$ として tachyon 型と vector 型のものをあらわに構成した。その mass-shell 条件はそれぞれ *open* string tachyon, massless vector のものと一致していた。

これらの計算結果により、D brane をあらわす boundary state が閉弦の場の理論における非線形方程式 (1) を満たすものであると同時に式 (2) に 開弦 のスペクトラムの情報が潜んでいることを期待させるものである。もしそうだとすると closed 版 VSFT なるものの存在を示唆しているといえるだろう。もちろん、そのためには D brane 上の *open* string の amplitude を再現しているかどうかということなども調べるべきことである。また closed 版 VSFT が存在した場合、疑問になるのが元々の重力を記述している HIKKO の弦の場の理論との関係である。作用は運動項だけが違っていて、前者が pure ghost、後者が closed string の BRST operator の形であるが、これらをどのように解釈すべきか、ということも今後の課題である。

参考文献

[1] I. Kishimoto, Y. Matsuo and E. Watanabe, arXiv:hep-th/0306189.

[1] これは松尾泰氏、渡辺英徳氏との共同研究 [1] に基づいています。