

Boundary states in the open string channel ¹

東京大学理学系研究科 磯野裕

E-mail: isono@hep-th.phys.s.u-tokyo.ac.jp

D-brane そのものを弦理論の枠内で取り扱う便利な方法として境界状態を用いる方法がよく使われている。境界状態とは、D-brane を閉弦の放出、吸収をつかさどる物体とする描像にもとづくものである。

この「閉弦」を「開弦」に置き換えた場合にも、同様に開弦の放出、吸収するような系を実現することが可能で、2枚以上のD-braneが交叉している系を設ければ、一方のD-braneから開弦が放出されもう一方のD-brane上を動いてまた別のD-braneに吸収される過程を実現することができる。この弦の運動に対する世界面の形は長方形になり、必ず4つの「角」が存在することが重要である。すると開弦の放出、吸収を与える開弦の状態として「開弦での境界状態 (Open Boundary State; OBS)」を定義できる。このとき長方形の4辺にはそれぞれ境界条件が割り当てられ、境界状態は、開弦の出入りに対応する辺の境界条件と、開弦そのものの境界条件、計3つのパラメタにより指定される。naiveには閉弦の境界状態の doubling trick を用いて $(T(\sigma) - T(-\sigma))|B^o\rangle = 0$ と定義する (じつはOBSに対応する辺の両端において特異になる)。最も簡単な自由ボソン弦に対しても閉弦での定義から同様に構成できる。

OBSにおいて最も重要な性質の1つ目は、世界面の角に演算子が挿入されていなくとも、角固有の共形次元が存在することである。この共形次元は $\lambda_i = -\epsilon_i \epsilon_{i+1} / 16$ で与えられる。ここで $i, i+1$ は角をはさむ2辺を指し、 ϵ_i は辺 i での境界条件で、Dirichlet で -1 , Neumann で 1 である。この特異性によりOBSはBRST不変ではなくなる。よって26次元において具体的にこのbraneの交叉する系を考察する際には、OBSをBRST不変にするための、境界条件に対する制限がつく。さらにこれらの事実は、OBSの振動子表示によらず、共形場理論による一般的議論によって示すことができる。

2つ目に重要な性質は、2つのOBSの内積で与えられる長方形世界面に振幅に関する性質である。この振幅の moduli parameter は弦の伝播に対応する長方形の2辺の比 t である。するとどの向かい合う2辺を2つのOBSと見なすかにより、長方形振幅に対し modular dual な2つの内積を考えることができ、二つは長方形のスケール変換を除き、 t と $1/t$ で結びつく。自由ボソン弦の場合に具体的に振幅を振動子計算することにより、この2つの振幅は、4つの角の次元に由来するスケール変換の寄与を除いて等しいことがわかる。さらにOBSを用いた振幅の振動子計算と、長方形上の Polyakov 作用の経路積分による振幅計算が一致することも示される。

次の課題はフェルミオン系でのOBSである。この場合 consistent なOBSの定義は可能であるが、振幅の計算がかなり困難になることがわかっている。振幅の計算を直接行わずにどこまで一般的議論ができるかを現在検討中である。

¹これは、東大の今村洋介氏、松尾泰氏との共同研究 [hep-th/0511203, 0512098] に基づくものです