Tachyon condensation and universal solutions in string field theory

奈良女子大学理学部　高橋 智彦
E-mail: tomo@asuka.phys.nara-wu.ac.jp

弦理論の非摂動論的効果であるタキオン凝縮と D ブレーンの消滅は、弦の場の理論の古典解を用いて記述できることが知られている。[1] しかし、この古典解はレベル切断による数値的な解しか構成されていない。弦の場の理論への理解を深め、Sen の予想を厳密に証明するためには、タキオン凝縮解を解析的に構成することが不可欠であると考えられる。

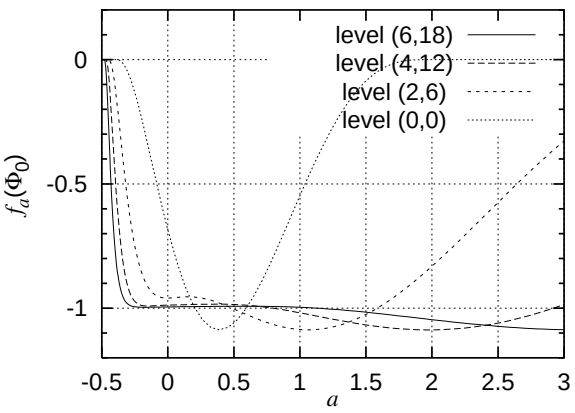
弦の場の理論の古典解の一つとして、universal 解が構成されている。[2]

$$\Psi_0 = Q_L(e^h - 1)I - C_L((\partial h)^2 e^h)I$$

ここで、I は identity string field であり、演算子 $Q_L(f)$ と $C_L(f)$ は、ある関数 $f(w)$ に対し、BRS カレント J_B とゴースト場 c を用いて定義されている。universal 解を与える関数 $h(w)$ は、$h(-1/w) = h(w)$ と $h(\pm i) = 0$ をみたさなければならない。

この関数 $h(w)$ として $h_a(w) = \log(1 + a(w + 1/w)^2/2)$ $(a \geq -1/2)$ を選ぶと、universal 解は一つのパラメーター a でラベルされる。このラベルされた解の性質として、i) 解は matter Virasoro 演算子とゴースト・反ゴーストモードのみ (universal Fock 空間の元のみ) で表現できる ii) $a > -1/2$ の場合、pure gauge 解として表せるが、$a = -1/2$ の場合は表せない、ということが知られている。[2] また、弦の場をこの解のまわりで展開した理論を解析し、iii) $a > -1/2$ の場合、展開した理論はもとの理論と同じ開弦のスペクトラムと散乱振幅を与える iv) $a = -1/2$ の場合、展開した理論には開弦が含まれない (no open string theorem)、ことが示されている。[3),4)] これらの事実から、この解は $a > -1/2$ の場合には pure gauge 解、$a = -1/2$ の場合にはタキオン凝縮解であると予想されている。

さて、弦の場をこの解のまわりで展開した理論の真空構造について考えてみる。この解に対する予想が正しければ、$a > -1/2$ の解のまわりで展開した理論にはタキオン真空が存在し、$a = -1/2$ の解のまわりではタキオン真空が存在しないことになる。つまり、展開した理論の非摂動論的真空のエネルギー (D ブレーン張力定数を 1 に規格化) は、$f_a(\Phi_0) = -1$ $(a > -1/2)$, $= 0$ $(a = -1/2)$ のように振る舞うと期待できる。 レベル切断を用いた解析の結果が右のグラフである。レベルが上がるにともない、$f_a(\Phi_0)$ は期待される形に近づいていくのがわかる。これは universal 解の物理的解釈が正しいという証拠である。結果として、タキオン凝縮解が $a = -1/2$ の universal 解として既に解析的に与えられていると期待できるのである。[5]



1) A. Sen and B. Zwiebach, J. High. Energy Phys. **03** (2000) 002.
2) S. Tanimoto and T. Takahashi, J. High. Energy Phys. **03** (2002) 033.
3) I. Kishimoto and T. Takahashi, Prog. Theor. Phys. **108** (2002) 591.
4) T. Takahashi and S. Zeze, Prog. Theor. Phys. **110** (2003) 159.
5) T. Takahashi, Nucl. Phys. **B670** (2003) 161.