Vacuum structure around identity based solutions[1]

理化学研究所　岸本 功
E-mail: ikishimo@riken.jp

パラメータ a を含む identity-based 解のまわりの開弦の場の理論を考え、その Siegel ゲージの古典解を数値的に構成しゲージ不変量を評価した。その結果 $a>-1/2$ では安定な解が存在し $a=-1/2$ では摂動論的真空に対応する不安定な解が存在することが示唆される結果を得た。これらは、元の解が $a=-1/2$ ではタキオン真空を与え $a>-1/2$ では pure gauge であるという従来の予想に対する定量的な証拠を与えている。

ボゾニックな cubic な開弦の場の理論において、2002 年に高橋-谷本により identity state に演算子を有限回かけた形の解析解（TT 解）が構成され、解に含まれるパラメータ a が $-1/2$ になるところで非自明なタキオン凝縮解をあらわしていると期待されていた。実際、解を形式的に pure gauge の形に書き直したとき $a>-1/2$ ではゲージパラメータをあらわす弦場が特異になっており、そこでは非自明な解になっていることが示唆される。しかし、このような identity-based 解を用いてゲージ不変量を直接評価するのは、途中で発散する表式に遭遇するため困難である。別の方針として TT 解まわりで元の作用を展開しなおした理論を考えると、新しい BRS 演算子 Q' が厳密に計算でき、そのコホモロジーは $a=-1/2$ でのみ消えていることがわかる。[2]

今回は TT 解まわりの理論において $Q'\Phi+\Phi*\Phi=0$ を満たす Siegel ゲージの数値解をレベルトランケーションにより求め、その解におけるゲージ不変量（normalize した vacuum energy $f_a(\Phi)=2\pi^2(\langle\Phi,Q'\Phi\rangle/2+\langle\Phi,\Phi*\Phi\rangle/3)$ と gauge invariant overlap $\mathcal{O}_V(\Phi)=2\pi\langle\hat{\gamma}(1_{\rm c},2)|\Phi_V\rangle_{1_{\rm c}}|\Phi\rangle_2$）を計算した。数値解は具体的には逐次近似法で構成した。そのとき初期配位により、$a=0$ つまり $Q'=Q_{\rm B}$ のときの非自明解（通常のタキオン真空解）から連続につながる解 Φ_1 と $a=-1/2$ の非自明解から連続につながる解 Φ_2 を各 $a(\geq -1/2)$ で構成した。その結果、レベルを上げていくと

$$f_a(\Phi_1)=\begin{cases}-1 & (a>-1/2)\\ 0 & (a=-1/2)\end{cases},\qquad \mathcal{O}_V(\Phi_1)=\begin{cases}+1 & (a>-1/2)\\ 0 & (a=-1/2)\end{cases},$$
$$f_a(\Phi_2)=\begin{cases}0 & (a>-1/2)\\ +1 & (a=-1/2)\end{cases},\qquad \mathcal{O}_V(\Phi_2)=\begin{cases}0 & (a>-1/2)\\ -1 & (a=-1/2)\end{cases},$$

に近づく傾向が見えた。これは $a>-1/2$ のときはポテンシャルの高さが D ブレーン張力分だけ下がった安定な解が存在し、$a=-1/2$ ではポテンシャルの高さが D ブレーン張力分だけ上がった不安定な解が存在することを示している。後者は摂動論的真空を表す解だと解釈できる。これらの結果は元の TT 解が $a=-1/2$ では Sen の予想におけるタキオン真空を与え $a>-1/2$ では pure gauge であることを示唆している。

2005 年に Schnabl の解析解が登場して以来、タキオン真空解といえば Schnabl 解が議論されることが多いが、今回の計算は TT 解も同様な性質をもつことを改めて示した結果である。

[1] 高橋智彦氏（奈良女大理）との共同研究に基づく：I. Kishimoto and T. Takahashi, arXiv:0904.1095 [hep-th].
[2] I. Kishimoto and T. Takahashi, Prog. Theor. Phys. **108**, 591 (2002) [arXiv:hep-th/0205275].