Gauge Fixing and Scattering amplitudes in String Field Theory around Universal Solutions[1]

大阪市立大学 理学部　瀬々将吏
E-mail: zeze@sci.osaka-cu.ac.jp

Chern–Simons 型弦の場の理論の枠内でタキオン凝縮とその後の過程を正しく記述することは重要なテーマであり，これまでに多くの研究がなされてきた．しかし，それらの研究の多くは 1) レベル近似を用いたものか 2)Vacuum String Field Theory を用いたものであり，タキオン凝縮後の理論を調べる際には問題が多い[2]．これらの問題は理論の厳密解を用いていないことが原因であり，もし厳密解が存在し，それが利用できるならばただちに解決されるはずである．

我々は，Witten の Chern-Simons 型弦の場の理論の厳密解である universal 解[3]のまわりで展開された理論をゲージ固定し，物理的状態と散乱振幅を求めた．得られた結果はタキオン凝縮の物理を正しく記述していることがわかった．

universal 解のうち最も簡単なものは identity state $\mathcal{I}$ と関数 $h_a(w) = \log\left(1 + a/2(w + 1/w)^2\right)$ を用いて

$$\Psi_0 = Q_L(e^{h_a} - 1)\mathcal{I} - C_L((\partial h_a)^2 e^{h_a})\mathcal{I}$$

で定義される 1–パラメーター解であり，この解のまわりで展開した理論の BRST 電荷は

$$Q'_B(a) = \oint \frac{dw}{2\pi i}\left(e^{h_a(w)} j_B(w) - (\partial h_a(w))^2 e^{h_a(w)} c(w)\right)$$

となる．

Siegel ゲージでの運動項は，ツイストされた Virasoro 演算子 $L'_n = L_n + nq_n + \delta_{n,0}$ を用いて

$$L(a) = (1 + a)L'_0 + \frac{a}{2}(L'_2 + L'_{-2}) + 4aZ(a) - (1 + a)$$

となるため，L'_n を用いて運動項を対角化するのが自然である．L'_n は b_0 と可換であるから，生成される変換は Siegel ゲージにおけるコンフォーマル変換である．

pure gauge $(a > -1/2)$ の場合，Siegel ゲージでの物理的状態は，ツイストされたコンフォーマル変換 $U'(a)$ と matter part の正ノルム状態 $|P\rangle$ を用いて

$$U'(a)^{-1}\left(|P\rangle \otimes c_1 |0\rangle\right)$$

と求まった．この状態を用いて，物理的散乱振幅はもとの理論と同じになることが示せた．

非自明解 $(a = -1/2)$ の場合には「no open string theorem」を示すことができた．物理的状態は，$U'_F = \exp\left(\frac{1}{2}L'_{-2}\right)$ を用いて

$$U'_F\left(|P\rangle \otimes b_{-2}|0\rangle + |P'\rangle \otimes |0\rangle\right)$$

と書き表され，ゴーストが非正であるために物理的散乱振幅は 0 になる．

これらの結果は，$a = -1/2$ の非自明解がタキオン凝縮を表すという有力な証拠になっている．さらに，今回用いたコンフォーマル変換の手法は，開弦を用いて閉弦の物理を記述する際に重要である．

---

[1] T. Takahashi and S. Zeze, PTP **110** (2003) 159 [hep-th/0304261] に基づく

[2] レベル近似においてはタキオン凝縮後の物理について限られた解析しか行えない．特に理論の代数構造については何も言えない．VSFT での解析は正則化の方法に依存するが，その選び方には明確な根拠があるわけではない

[3] T. Takahashi and S. Tanimoto, JHEP 03 (2002) 033 [hep-th/020133]