

Fermionic impurity non-preserving 3-point correlators of BMN operators from PP-wave holograpy

北海道大学 理学研究科 土橋 卓

E-mail: doba@particle.sci.hokudai.ac.jp

良く知られているように、AdS 背景のある極限として得られる PP-wave 背景の下では弦理論を量子化でき、超重力を越えて弦のレベルで AdS/CFT 対応を議論出来る [1]。具体的には、弦の真空 $|0\rangle$ に $\text{Tr}(Z^J)$ が対応し、励起状態に関しては、例えば、ボソンが 2 つ励起した弦の状態 $a_n^i a_{-n}^j |0\rangle$ に対し、 $\sum_{k=0}^J e^{\frac{2\pi i n(k+1)}{J+2}} \text{Tr}(\phi^i Z^k \phi^j Z^{J-k})$ のようなゲージ理論の演算子が対応する。 $(\phi^i (i = 1, \dots, 6))$ はスカラー場で $Z \equiv (\phi^5 + \phi^6)/\sqrt{2}$ 。 $\text{Tr}(Z^J)$ に挿入された ϕ^i のような演算子を impurity と呼ぶ。)

弦の自由スペクトラムとゲージ理論の演算子の対応関係が分かったならば、弦の相互作用レベルでの対応関係を明らかにすることが次の目標となる。この点に関し、米谷氏との共同研究 [2] において、PP-wave 背景上の弦の場の理論の 3 点ハミルトニアン of the行列要素 H_{123} とゲージ理論側の CFT 係数 C_{123} の間に

$$C_{123} = \frac{1}{\Delta_2 + \Delta_3 - \Delta_1} \left(f \frac{J_2 J_3}{J_1} \right)^{-\frac{\Delta_2 + \Delta_3 - \Delta_1}{2}} \Gamma\left(\frac{\Delta_2 + \Delta_3 - \Delta_1}{2} + 1\right) \langle 1, 2, 3 | H_3 \rangle \quad (1)$$

の関係が成り立つべきことをホログラフィーの原理に基づき提案した。

この関係式は BPS 状態に対して成立する関係式を non-BPS 状態に対して拡張することで得た関係式であり、特に上式中の f (Neuman 係数の組合せで書けている) は弦の長さの効果を含む。実際に (1) が non-BPS 状態に関して成立するか否かは具体的に計算して確かめる必要があるが、任意の 3 点関数に関しその計算を実行することは容易ではない。しかし、この関係式は、反応前後で impurity が保存するか否か、及び、3 点関数の外線状態の種類が何であるか (スカラー、ベクター、フェルミオン) に応じて特徴的な振舞いをするため、各々の代表的な外線状態に関して双対関係の成立を確かめることが、一般の non-BPS 状態に対して成立するか否かの重要なチェックになる。

実際、これまで様々な非自明な外線状態に関してチェックを行い、提案した双対関係式が成立することを確かめてきたが [2, 3]、impurity が保存せず、かつ外線状態にフェルミオンが含まれる場合の計算はその複雑さのためにこれまで成されていなかった。この場合に (1) を確かめる事は、特に、複雑な相互作用ハミルトニアン of the フェルミオン部分の形の正当性、及び、上関係式中の f の奇与の正しさを確認する上で重要となる。

この問題に対し最近 [4] において、提案した関係式がやはり成立することを明らかにでき、3 点関数の双対関係に関し、提案 (1) 式がほぼ間違いないことが確かめられた。この結果は未解決問題である 1-loop レベルの対応関係を論ずる土台となると考えている。

References

- [1] D. Berenstein, J.M. Maldacena, H. Nastase, hep-th/0202021
- [2] S. Dobashi and T. Yoneya, hep-th/0406255
- [3] S. Dobashi and T. Yoneya, hep-th/0409058
- [4] S. Dobashi, hep-th/0604082