

Large N limit of SYM theories with 16 supercharges from superstrings on Dp-brane backgrounds

京大理 浅野 雅子

E-mail: asano@gauge.scphys.kyoto-u.ac.jp

AdS/CFT 対応などの弦理論-ゲージ理論の holographic な対応は、超共形対称性が存在する $\text{AdS}_5 \times S^5$ 時空中の超弦理論と $\mathcal{N}=4$ $U(N)$ ゲージ理論の場合だけでなく、より SUSY の低い場合、例えば、Dp-brane 背景時空中の超弦理論と 10 次元 $\mathcal{N}=1$ からの dimensional reduction により得られる $(p+1)$ 次元ゲージ理論との間にも成り立つと期待することができる。ここでは、

$$\begin{aligned} \text{予想:} & \quad [\text{bulk}] \text{ D}p\text{-brane 背景時空中の弦理論} \\ & \quad \Updownarrow \text{holographic dual} \\ & \quad [\text{boundary}] (p+1) \text{ 次元超対称ゲージ理論} \end{aligned}$$

の関係が成立すると仮定し、bulk 側の解析を行うことにより、 $(p+1)$ 次元ゲージ理論のある種の演算子の 2 点関数に対する予想を与えた。

Dp-brane 背景時空 ($0 \leq p \leq 4$) の ‘horizon’ 近傍領域において、Wick 回転¹ $(t, \psi) \rightarrow -i(t, \psi)$ を行うと、この時空中には、領域の境界 ($z \sim 0$) 上の 2 点を結ぶ光的測地線 (‘tunneling null geodesic’) が存在することがわかる (図 1)。フェルミオン部分も含めた超弦理論の作用を、この測地線の周りで展開して得られた 2 次の作用を量子化し、 $\tau = -T \rightarrow T$ の S -行列を求めた。これを対角化したものが、境界上の $(p+1)$ 次元ゲージ理論の Berenstein-Maldacena-Nastase (BMN) タイプの R-charge J が非常に大きい演算子の相関関数 $\langle \bar{\mathcal{O}}(t_f) \mathcal{O}(t_i) \rangle$ を与えると定める。

結果として、 $p=3$ の場合には BMN[2002] を再現し、それ以外の場合は、点粒子モード ($n=0$) に関しては、2 点関数が power-law の形となることがわかった。この結果は、超重力理論における、Gubser-Klebanov-Polyakov/Witten の提唱した関係を用いた解析と、 J の sub-leading も含めて正確に一致する。また、特に $p=4$ の場合には、弦のモード ($n \in \mathbb{Z}$) に関わらず、赤外極限では、5 次元でなく 6 次元の自由場の 2 点関数と一致する結果を得た。これらの結果を説明するゲージ理論側からの解析が今後の課題の一つである。

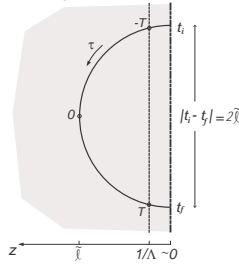


図 1: Dp-brane 時空の brane に平行な方向 (t, x_a) 及びそれに垂直な z 方向を図示。領域の境界の 2 点を結ぶ光的測地線は $t^2 + z^2 = \ell^2$ で表される。 ($\ell \sim J/E$.)

参考文献

- [1] M. Asano, Y. Sekino and T. Yoneya, “PP-wave holography for Dp-brane backgrounds,” Nucl. Phys. B **678** (2004) 197 [arXiv:hep-th/0308024].
- [2] M. Asano and Y. Sekino, “Large N limit of SYM theories with 16 supercharges from superstrings on Dp-brane backgrounds,” arXiv:hep-th/0405203.
- [3] M. Asano, “Stringy effect of the holographic correspondence for Dp-brane backgrounds,” arXiv:hep-th/0408030.

¹これは、通常の AdS/CFT の議論と同様に、 AdS_{p+2} に共形な部分をユークリッド化して扱うためと考えてよい。