Various Wrapped Branes from Gauged Supergravities

東大総合文化　　那珂 通博

AdS/CFT 対応により我々は AdS 空間の背景場の超弦理論のラグランジアンを手にするに至った。一方で対応を用いてゲージ理論を調べることもまた自然である。超対称性の低い配位を記述する超重力理論の古典解は非自明な例として重要であるが、一般にその構成は困難を伴う。ここでは超対称サイクルに巻き付いた様々なブレインの解を考えたい。他に fractional ブレイン や intersecting ブレイン等が知られているが、その解は局所化しておらず時空構造を正しく反映しているとはいえない。ブレインが何かに巻き付いている様子が露わに見て取れる局所化した解が望ましく、これを wrapped ブレイン解と呼ぶことにする。これら異なる型の古典解が同じ特徴を持つ例が知られており、その相互関係の理解も重要な問題である。

wrapped ブレイン解はゲージ化超重力理論の磁荷を帯びた古典解とみなせることが認識された [1]。11,10 次元超重力理論で古典解を構成すれば良いようだが、near horizon と呼ばれる領域の古典解を構成するには宇宙項を真空解に許すゲージ化超重力理論が有用である。この意味で 11,10 次元では特殊なクラスの古典解を扱うことになる。今回我々は各次元で可能な最大の超対称性をもったゲージ化超重力理論に基づき、全ての可能な次元の超対称サイクルに巻き付いた wrapped ブレイン解を統一的に扱うことを試みた [2]。

まず、 wrapped NS5 ブレインは興味深い対象である。4 次元 $\mathcal{N}=1$ Yang-Mills 理論の強結合相を反映した特異性のない解が提案され [1]、それ以来他の配位への拡張が一つの課題であった。ここでは 7 次元ゲージ化超重力理論の枠組の中で NS5 ブレイン解を M5 ブレイン解から一方向を落とす domain wall を切り出す操作を援用した極限として導出した。その中から T^*P^1, K_{P^2} 内の正則な P^1, P^2 に巻き付いた超対称な古典解を考えると、6 次元からの次元削減として得られる 4 次元 $\mathcal{N}=2$, 2 次元 $\mathcal{N}=(2,2)$ 超対称 $SU(N)$ Yang-Mills 理論のクーロン相に双対な古典解と予想される。特に両者の解の漸近的振舞いは本質的に同じであるが、これは超弦の世界面の理論からの厳密な解析 [3] と矛盾しない。双対性に関わる議論については文献 [3, 4] を参照して頂きたい。ここで強調すべき意義は我々は 7 次元での解が保つ超対称性を明確に示した点にある。解の幾何学的構造を明らかにするには calibrated geometry と呼ばれる枠組みが有用であると期待される。NS5 ブレイン解には RR 場が存在しないため、超弦の世界面における β 関数などの議論に基づき全ての NS5 ブレイン解を理解することが原理的には可能である。物理的にはこれに基づき、超重力理論の枠内で特異点解消が可能か、例えばエンハンソン等の必要性の有無を議論することが望まれる。

他に、wrapped D3, M2 ブレインを 5, 4 次元 $SO(6), SO(8)$ ゲージ化超重力理論の BPS 解として構成した。計量とゲージ場とスカラー場 1 個が入った系を扱っており、超対称サイクルに巻き付く条件は計量のスピン接続とゲージ群を同一視する位相的ツイストから決まる。これら古典解の振舞いを数値的に解析した。スカラー場の漸近値が解のモジュライを与える。振舞いの予備的解釈等は論文を参照されたい。

最後に、6 次元 massive ゲージ化超重力理論で超対称性を保たない AdS 空間を含んだ D4 wrapped ブレイン解を構成した。一般に古典解の満たす運動方程式は二階の微分方程式で解析的に解けないが、対称性の高い AdS 空間を含ませると容易に厳密に解ける。この古典解は素朴には wrapped D4 ブレイン上の超対称性のない CFT に双対な背景場を与えると期待される。特に超対称な配位にも存在する AdS 空間を含んだ解と合わせた二個の AdS 解の対に関して holography の立場から解釈を与えることは興味深い課題である。

参考文献

[1] J. Maldacena and C. Nunez, Int. J. Mod. Phys. **A16** (2001) 822, Phys. Rev. Lett. **86** (2001) 588.

[2] M. Naka, "*Various Wrapped Branes from Gauged Supergravities*", hep-th/0206141.

[3] K. Hori and A. Kapustin, "*Worldsheet Descriptions of Wrapped NS Five-Bbranes*", hep-th/0203147.

[4] J. Gauntlett, N. Kim, D. Martelli and D. Waldram, Phys. Rev. **D65** (2002) 0206003.