Dirichlet Branes in Covariant Open Supermembrane Theory on the PP-Wave Background*

KEK　阪口　真
E-mail: Makoto.Sakaguchi@kek.jp

タイプ IIB 超重力理論の平面波時空解上の超弦理論は、質量項を持つにもかかわらず厳密に解かれ、その物理的状態が明らかにされた。この平面波時空解は、極大超対称な解であり、$\mathrm{AdS}_5 \times S^5$ 解から Penrose 極限で得られることが示された。この Penrose 極限に対応する large N 極限を考えることで、超重力理論の枠をこえ、超弦理論の物理的状態に対して AdS/CFT 対応を議論することが可能になった。

11 次元超重力理論の極大超対称な平面波時空解は、Kowalski-Glikman(KG) 解と呼ばれ、その上の行列模型が構成され議論されている。ところが、非摂動論的状態であるブレインに関しては不明な点も多く、この背景時空に存在できるブレインの分類は完全には与えられていなかった。これを明らかにするには、共変に定式化された超膜理論を共変性を壊さずに解析する必要がある。このような解析は、超弦理論においてさえも、相互作用項があるために一般に困難である。

そこで我々は、開いた超膜理論を考え、その κ 対称性に注目することで、超膜の境界として存在できる Dirichlet 境界条件を満たすブレイン (D-ブレイン) の共変な分類を行った。我々の方法の特徴的な点は、理論に対する κ 対称性という必要条件からブレインに対する条件を引き出し、解析する点である。κ 対称性に関する不変性は、世界体積上のボソンとフェルミオンの自由度を合わせる為に必要で、閉じた超膜の場合、標的空間が 11 次元超重力理論の解であることと等価である。他方、超膜に境界がある場合、超重力理論の解であることに加え、κ 変換の境界項が消えるための境界条件がさらに課せられることになる。この条件から、開いた超膜の境界として存在できる D-ブレインの分類が得られる。

我々は、平面波時空解上の開いた超膜理論の κ 対称性を調べ、境界に存在できる D-ブレインの分類を与えた†。標的空間が平坦な場合は、M5 ブレインおよび 9 ブレインが開いた超膜の境界として存在できることが知られているが、KG 解の場合は、その世界体積が広がることのできる方向が平面波時空解の $\mathrm{SO}(3)\times\mathrm{SO}(6)$ 等長変換群に関してさらに制限されることがわかった。さらに、KG 解とタイプ IIA 超重力理論の平面波時空解との関係から、我々の分類が、IIA 超弦理論で知られているブレインをすべて含むことを示した。

平面波時空解は、Rosen 座標系で明らかなように等質空間であるが、解析でしばしば使われる Brinkmann 座標系ではこれは明らかでない。Brinkmann 座標系の原点にある (ない) 平坦なブレインは、Rosen 座標系では平坦な (曲がった) ブレインに対応することが知られている。実際、ブレインの分類は、ブレインが原点にないとき、更に制限されることが分った。詳しくは本論文 [1] を参照されたい。

我々の方法は、一般の背景時空上の理論に対して適用でき、存在可能なブレインの共変な分類を与えることが可能である。これについては別の場所で報告したい。

References

[1] M. Sakaguchi and K. Yoshida, "Dirichlet branes of the covariant open supermembrane on a pp-wave background," to be published in Nucl. Phys. B, arXiv:hep-th/0306213.

*この発表は、KEK の吉田 健太郎氏との共同研究 [1] に基づく。

†解析は、時空の Grassmann 座標 θ の 4 次までを考慮して行った。より高い次数の項を入れても結果を変えないと言う部分的な議論もあるが、一般に解析することは興味深い課題である。