

Connection between the Hagedorn Transition of Closed Strings and the Creation of D9-brane– $\overline{\text{D9}}$ -brane pairs

高エネルギー加速器研究機構 堀田健司

E-mail: khotta@post.kek.jp

アティックとウィッテンは、閉弦の‘ハゲドロン相転移’を提唱した [1]。それは、松原形式で閉弦の理想気体の自由エネルギーを解析すると、ハゲドロン温度以上でユークリッド時間方向の巻付きモードがタキオンになり、タキオン凝縮により相転移が起こるというものである。今のところ、このタキオン凝縮の最終段階は分かっていないが、巻付きモードの頂点演算子を作用させるということは、閉弦の世界面に穴を開け、その穴をユークリッド時間方向に巻付けるということに相当しているので、その穴の境界を開弦の境界と見なせば、もはや閉弦ではなく開弦の世界面と見なせ、ブレーンが存在しているとも考えられる。

一方、我々は以前、Dブレーン・反Dブレーンの有限温度系における相転移について調べた [2]。Dブレーン・反Dブレーン上の開弦は、複素スカラーのタキオン場 T を含む。境界超弦場理論 (BSFT) に基づけば、 $T = 0$ であれば、ブレーン・反ブレーン対が存在すると解釈され、 $T = 0$ でポテンシャルは上に凸であり、これがブレーン・反ブレーンの不安定性を表し、 $|T| = \infty$ はブレーンのない閉弦の真空となるものと思われる。我々はDブレーン・反Dブレーン対の有限温度有効ポテンシャルを計算し、その高温での性質を調べた。D9ブレーン・反D9ブレーン対の場合、温度が上昇すると、ハゲドロン温度よりも少し低い温度で相転移が起こり、D9ブレーン・反D9ブレーン対が安定となる。ところが、Dpブレーン・反Dpブレーン対で $p < 9$ の場合、このような相転移は起こらない。したがって、温度がハゲドロン温度に近くなると、空間を埋め尽くすD9ブレーン・反D9ブレーン対が生成されるものと思われる。

ここで、閉弦と開弦のハゲドロン温度付近での熱平衡を、理想気体近似で考えると、開弦の方がエネルギー優勢となる (閉弦と開弦でハゲドロン温度は同一である)。以上述べてきたことから、我々は次のような仮説を提唱したい。

『閉弦の‘ハゲドロン相転移’により、D9ブレーン・反D9ブレーンが生成される。』

そこで、我々が以前に求めたD9ブレーン・反D9ブレーン上の開弦の1ループ自由エネルギーで、 $|T|$ を閉弦真空に近づけたところ、閉弦の巻付きモードタキオンの伝播関数に非常に似通ったものが得られた。これは、閉弦タキオンの凝縮と、開弦タキオンの有限温度有効ポテンシャルが持ち上がることによる9ブレーン・反9ブレーン対の生成が連動していることを示唆している。

References

- [1] J. J. Atick and E. Witten, Nucl. Phys. **B310** (1988) 291.
- [2] K. Hotta, JHEP **0212** (2002) 072, hep-th/0212063; JHEP **0309** (2003) 002, hep-th/0303236; Prog. Theor. Phys. **112** (2004) 653, hep-th/0403078.