

Some Solutions of Gravitational Equation coupled with Non-BPS D9-branes

高エネルギー加速器研究機構 堀田健司

E-mail: khotta@post.kek.jp

我々は以前、Dブレーン・反Dブレーン系及び非BPS・Dブレーン系の有限温度系について調べた。これらの系の上の開弦は、スペクトルにタキオン場を含み、これが系の不安定性を表している。BSFTに基いてこれらの系の有限温度有効ポテンシャルを調べると、高温でポテンシャルが持ち上がり、系が安定になる場合があることが分かった。タイプII理論において、特にD9ブレーン・反D9ブレーン対あるいは非BPS・D9ブレーンの場合、ハゲドロン温度よりも少し低い温度で相転移が起って、この温度より高温側ではこれらの系が安定となる。したがって、宇宙初期の高温な時期には、これらの空間を埋め尽くすブレーンが存在した可能性がある。

そこで、非BPS・D9ブレーンが存在したとき、重力も考慮に入れると、どのような宇宙の時間発展が期待されるかについて調べたのが今回の仕事である。具体的には、アインシュタイン＝ディラトン重力に‘物質’として、高温では非BPS・D9ブレーン上の開弦の有限温度系、低温では、非BPS・D9ブレーンのタキオンを加えたような重力場方程式を考え、一様等方で空間方向の曲率がゼロであるようなメトリックを仮定し、いくつかの簡単な古典解を求めた。

まず、開弦の有限温度系を‘物質’として入れる場合であるが、完全流体のエネルギー運動量テンソルの形で導入する。圧力を P 、エネルギー密度を ρ とすると、開弦のハゲドロン温度付近での状態方程式は $P \simeq 0$ と近似することが出来る。この近似での重力場方程式については、ツェイトリンとバッファにより一般解が求められていて、膨張解は2種類あり、スケール因子が無限の過去に有限値から始まり有限時間で無限大に発散するような加速膨張解と、スケール因子が有限の過去にゼロから始まり一定の値に漸近的に近づく解がある。有限の過去に特異点を持たない加速膨張解を考えた場合には、宇宙膨張により開弦の密度が低くなり、温度が下がって、タキオンの方が効いてくるので、上手く解を接続しなければならない。

次に、非BPS・D9のタキオンを‘物質’として入れる場合について考える。ただし、タキオンについてはBSFTから求まる作用で解析する。タキオンがゼロ、すなわちポテンシャルの極大点に留まり続けるとした場合には一般解を求めることが出来、スケール因子が無限の過去にゼロから始まり、加速膨張から減速膨張に移り、収縮に転じて有限時間でゼロになる解と、それを時間反転したような解が得られる。有限温度の場合の加速膨張解には、タキオンの場合の加速膨張部分が接続される。ポスター発表後、タキオンがポテンシャルを転がり落ちる場合について数値計算を行ったので、それについて少し述べておく。タキオンがゼロの場合の解で、タキオンをゼロから少しだけずらした初期値を選ぶと、タキオンの初期値が非常に小さければ有限時間でスケール因子がゼロになり、そうでなければ有限時間で発散してしまう。したがって、初期値が特殊な値の場合にはスケール因子が有限値にとどまる可能性があるが、一般の場合には有限の時間で高階微分項を落とす近似が悪くなるものと思われる。高階微分項を含めた場合について調べること、そしてどのような宇宙論が構成できるか等について考察することは、今後の課題である。