

Double Field Theory における運動方程式： 古典的粒子から量子宇宙まで

山口短期大学 菅菜穂美

E-mail: kan@yamaguchi-jc.ac.jp

本発表では Double Field Theory (DFT)[1] における背景場中の粒子の運動方程式について考察した。DFT は双対座標を含めた時空で高い対称性を持つ massless の場の理論であるが、特に Jeon らは DFT の“射影共変”な微分幾何学的構成を押し進めている [2]。この場合、射影行列を用いて接続が定義されるが、この接続を用いた測地線方程式（の対応物）からは物理的な方程式は得られない。

そこで我々は、双対座標により拡張された空間における測地線の意味を明確にするために、射影を拘束条件に入れたラグランジアンを採用し、そこから導かれる力学について調べた。拘束条件を課したラグランジアンからハミルトニアンをつくり、測地流方程式を求めてやると、双対空間の共役運動量を 0 とした場合に測地流方程式が粒子の運動方程式となることがわかった。

次に粒子を拘束条件付きで量子化し、 S^1 及び T^2 コンパクト化の各々についてスペクトラムを求めた。いずれの場合も、質量の 2 乗は弦の振動部分のないコンパクト化した閉弦理論のスペクトラムになっていることがわかった。

DFT では計量を適切に選ぶと string cosmology でよく知られたアクションを得ることが出来る。我々はモデルを拡張し、計量が 2 種類ある場合 (bi-metric model) を考え、宇宙論的な解について考察した。前半の内容を参考に、射影行列による“近似的な”拘束条件を課したハミルトニアンをつくり、方程式を導いた。通常の座標と双対座標の各々に対応するスケールファクターを考えた場合、これら 2 つのスケールファクターの積が無限時間で漸近的に 1 に近づく古典解が得られた。また、拘束条件付きのハミルトニアンを量子化し Wheeler-DeWitt 方程式を立てて数値的に解いても同様の結果が得られた。

今回の bi-metric モデルにはいくつかの自由度が残されているが、これらがどのような物理をもたらすのかを今後明らかにしていきたい。また、場の理論の枠組みで、射影による拘束条件を課した様々なモデルについて考察したい。

なお、この研究は山口大学の小林孝一郎氏、及び白石清氏との共同研究 [3] に基づく。

References

- [1] C. Hull and B. Zwiebach, JHEP **0909** (2009) 099, arXiv:0904.4664 [hep-th]; JHEP **0909** (2009) 090, arXiv:0908.1792 [hep-th].
- [2] I. Jeon, K. Lee and J.-H. Park, JHEP **1104** (2011) 014, arXiv:1011.1324 [hep-th]; arXiv:1105.6294 [hep-th].
- [3] N. Kan, K. Kobayashi and K. Shiraishi, arXiv:1108.5795 [hep-th].