

Moduli fixing in Type II brane gas models

北海道大学 佐野 正和

E-mail: sano@particle.sci.hokudai.ac.jp

Brandenberger と Vafa によってはじめられた String gas モデル [1] は, T-duality による初期宇宙の特異点の解消や 4 次元の起源など, String 理論から初期宇宙の振る舞いに新たな見方を提供した. その後, 論文 [2] によって, D-brane も含む Brane gas モデルへと拡張され, 様々な初期宇宙の研究が進められている.

現実の宇宙を弦理論のような高次元理論から記述する際, 4 次元時空以外の余分な空間が我々から見えないようにすることが必要になる. この問題に対し, String/Brane gas モデルでは, String/D-brane の世界体積と T-duality をつかって, 6 次元トーラスの半径が $R \leftrightarrow 1/R$ で不変な自己双対半径に小さくコンパクト化されると予想されてきた. しかし, その後の研究で, モジュライを dilaton を含めて完全に固定できないことが明らかになった [3].

この問題を解消するため, 論文 [4](北大 鈴木久男氏との共同研究) では, TypeII 超弦理論に的を絞り, Brane gas で 6 次元トーラスのコンパクト化を研究した. 我々のアイデアは T-duality ではなく, プレーンの張力によってモジュライを固定するというものである. そして, 従来考えられてこなかった, D-brane 上のゲージ場, D-brane の垂直方向への速度および, NS5/Kaluza-Klein monopole の世界体積を取り入れた. 論文 [4] では, 具体例として, D1-brane の winding とその上の電場, そして KK5-monopole の winding mode が各々サイクリックに 6 次元トーラスに巻きついてある場合を調べた (brane は 4 次元時空方向へ広がっていない). その結果, brane の tension によるサイクルの束縛と電場の力とのつりあいで, dilaton と各サイクルのスケールを同時に固定できるモデルを構成できた.

その後, このポテンシャルはおわん状のミニマムを持つことが明らかになってきた. Brane gas が初期宇宙で支配的な時期があれば, Inflaton の初期値に何らかの制限を与えると推測される. Inflation と Brane gas の初期宇宙での関連を今後の研究で明らかにしていきたい.

参考文献

- 1 R. H. Brandenberger and C. Vafa: Superstrings in the Early Universe: Nucl. Phys. **B316** 391 (1989)
- 2 S. Alexander, R. H. Brandenberger and D. Easson: Brane gases in the early universe: Phys.Rev.**D62**(2000) 103509
- 3 A. Berndsen, T. Biswas, J. M. Cline: Moduli stabilization in brane gas cosmology with superpotentials: JCAP **0508** 012 (2005)
- 4 M. Sano and H. Suzuki: Moduli fixing and T-duality in Type II brane gas models: arXiv:0804.0176: accepted in PRD