

Time-dependent Supersymmetric Solutions in M-theory and singularities of the Universe

近畿大学理工学部理学科 太田 信義

E-mail: ohtan@phys.kindai.ac.jp

最近超弦理論や M 理論において、宇宙論への応用を念頭に置いて、時間に依存した解が注目を浴びている。目的は、超弦理論によりインフレーション宇宙が出せるかどうかということや、宇宙初期のビッグバン特異点近傍の振る舞いがうまく記述できるかということを探ることにある。この際に、超対称性が残っている解があれば、それにより弦理論の双対な描像を用いて、解の様子が非摂動的に調べられる可能性があって、大変面白い。実際 Craps 達は、線形ディラトン解を用いて、その双対である行列弦理論を用いて宇宙論的特異点近傍の振る舞いが摂動的に記述できることを議論した。しかしこの解は、超弦理論特有の反対称場に期待値が入っていない非常に特殊な解である。そこで、このような記述ができるのは、非常に限られた特殊な場合だけなのか、あるいは反対称場に期待値のあるさらに大きな解のクラスがあって、一般的な記述となりうるのか大きな問題となる。

超対称性が残りうるのは、その Killing spinor が時間的か、光錘的であるかのいずれかに限られるということが知られている。前者では、解は時間に依存しないので、ここでの目的には役に立たない。我々は、この条件の下で、計量と背景場が光錘座標に依存すると仮定し、Killing spinor 条件を解き、さらにアインシュタイン方程式を満たすという条件を課した。この結果、背景場があって、超対称性を 1/2 保つ非常に大きなクラスの解が構成できた [1]。それは、1 つの光錘座標 u に依存するいくつかの未定関数を含むが、それらが満たす常微分方程式が 1 つあるだけの解である。その解を調べてみると、インフレーション的な解は無いということも結論される。

さらに、これらの解が同様に宇宙初期特異点を持つ解になっており、その近傍で上と同様に、双対行列弦理論 (2 次元ヤンミルズ理論) を用いることにより、特異点近傍の摂動論的記述ができることを示した [2]。さらにこの解を一般化することもできる [3]。代償としては、時空といった幾何学的な描像は失われるが、幾何学的描像では特異点があるので、これは避けられないことであろう。特異点から離れると、双対行列弦理論では強結合になり、その結果、相互作用項が 0 になるという条件を満たすところが、理論の基底状態に対応するようになることがわかる。これは、超対称ヤンミルズ理論の行列が、可換な座標になることを示しており、時空が「生成される」という描像が得られることを示している。さらに詳細は、以下の文献を参照してください。

References

- [1] T. Ishino, H. Kodama and N. Ohta, Time-dependent Solutions with Null Killing Spinor in M-theory and Superstrings, Phys. Lett. B **631** (2005) 68–73.
- [2] T. Ishino and N. Ohta, Matrix String Description of Cosmic Singularities in a Class of Time-dependent Solutions, Phys. Lett. B **638** (2006) 105–109.
- [3] H. Kodama and N. Ohta, Time-dependent Solutions with Null Killing Spinor in M-theory and Superstrings, Prog. Theor. Phys. **116** (2006) 295–318.