Orbifold Matrix Model

佐賀大学理工学部　青木　一
E-mail:　haoki@cc.saga-u.ac.jp

IIB 行列模型は弦理論の非摂動的定式化として提唱され、多くの証拠があげられ、今のところ矛盾は見つかっていない。しかし、いくつかの興味深い問題点がある。

1. 時空間と物質が行列の中にどのように埋め込まれているのか明らかでない。非可換背景場の考察から、行列の対角成分あたりが時空間で、その近傍に粒子的な自由度があり、さらに非対角な成分には開弦のような非局所的自由度が含まれていることがわかってきたが、このような描像をより明確にしたい。もう少し具体的には、メトリック、トポロジー、コンパクト化などが行列の中でどのように表されるのかを明らかにしたい。このような問題に取り組むために、曲がった空間上での行列模型を定式化し、そのダイナミクスの考察を行っている。

2. 行列模型におけるユニヴァーサリティーや背景場非依存性は全然わかっていない。これは弦理論の非摂動的定式化ならば見えていてほしい性質であるし、連続極限のとり方を議論するためにも必要である。そこで、IIB 行列模型以外の行列模型を定式化し、両者のダイナミカルな関係、例えば、一方の模型で場を凝縮させると他方になり、逆も言えるというようなことを見たい。

3. 現象論的に面白い模型を作るために、4 次元カイラルフェルミオンを実現したい。

そこで、オービフォールド上 [1] やファジー球面上 [2] の行列模型を定式化し、そのダイナミクスを調べた。

オービフォールド行列模型は IIB 行列模型を手でオービフォールド化して定式化した。つまり、対称性を持つ部分行列だけを手で残したものである。ある模型では、4 次元カイラリティーが逆の場が互いにゲージ群の複素共役表現になり、カイラルな理論になる。D ブレーンやフラクショナル D ブレーンに対応する古典解を見つけ、その有効理論がしかるべきゲージ理論になること、2 体間ポテンシャルがしかるべき相互作用になっていることを見た。さらに、ある古典解を考え、十分大きな真空期待値をとると、完全に IIB 行列模型が再現されることを見た。

本当は逆に、IIB 行列模型である種の凝縮が生じるとオービフォールド行列模型になるということを見たい。そうすれば、ユニヴァーサリティー、背景場非依存性やコンパクト化のダイナミクスに知見を与えることができる。また、IIB 行列模型からダイナミカルに 4 次元カイラルフェルミオンを実現したことになる。

そのためには結局、パリティーを破る背景場、つまりインデックスが必要になる。この問題を解くために、ファジー球面上の行列模型を定式化し、アノマリーやインデックスの考察を行っている。非可換空間上で局所的なアノマリーの式を書くのは不可能に思えるが、コバリアントなカレントを用いれば可能である。また、この模型は有限の大きさの行列で定式化できるが、このような紫外も赤外も完全に有限自由度の理論で、カイラルフェルミオンやインデックスがどのように定義できるのかは大変興味深い問題であり、現在考察中である。

参考文献

[1] H. Aoki, S. Iso, T. Suyama, hep-th/0203277, Nucl. Phys. B.

[2] H. Aoki, S. Iso, K. Nagao, appear soon.