0.1 東 武大: 京都大学 理学部物理学第二教室 素粒子論研究室 (D3)

large N reduced model による重力相互作用の記述

現在、超弦理論の構成的定義 (摂動論に依存しない定式化) は、large-N reduced model と呼ばれる一連の模型によって記述されるだろうと強く信じられている。その中でも特に有力な候補であると考えられているのが、石橋・川合・北澤・土屋によって提唱された IIB 行列模型 [1] である。行列模型が真に重力相互作用をも統一しうる定式化であるためには、重力と行列模型の関係についてのさらなる追求が不可欠である。IIB 行列模型それ自体にも、重力相互作用を含む証拠を見つけることができる。最も本質的であるのは、行列の固有値を時空の座標として解釈することで時空の $\mathcal{N} = 2$ 超対称性を持つ点である。その他にも、graviton-dilaton exchange や、一般座標変換不変性の解釈についても論じられている。しかしながら、IIB 行列模型は平坦な非可換空間しか古典解に持ち得ず、曲がった空間をより明白な形で記述できるように IIB 行列模型の一般化を考えることは興味深い問題である。

その中で最も代表的であるのは、IIB 行列模型に Chern-Simons 項を付け加えたものであり、[3] の論文で詳しく論じられている。そうすれば、この行列模型は $su(2)$ 代数を満たす S^2 fuzzy sphere を古典解に持つことができる。fuzzy sphere 解は、曲がった空間としては非常に単純なものであるが、行列模型が曲がった空間をより明白な形で記述する可能性を示唆する上で重要な意味を持つ。

東は、この問題に関心を持ち、以下の事柄について研究を遂行している。一つは、$osp(1, 32|R)$ super Lie algebra に基づく行列模型との関連である。$osp(1|32, R)$ super Lie algebra は M-theory の対称性を含んだ極大な Lie algebra として着目されており、IIB 行列模型の自然な拡張として興味深いものである。そこで、[4] の論文では、3 次式の相互作用項に 2 次の質量項を付け加えた行列模型を調べることによって、$S^2 \times S^2 \times S^2$ 及び S^8 の fuzzy sphere を古典解に持つことを指摘した。

また、今後の方針として、fuzzy sphere 解の安定性についてよりしっかりとした議論も必要とされる。そのためには、上記の Chern-Simons 項を付け加えた行列模型を Monte-Carlo 法によって解析する必要がある。IIB 行列模型のボゾン項のみの Monte-Carlo simulation は [2] の論文で論じられている。この手法を用いて、現在 fuzzy sphere 解の安定性について考察を進めている。

References

[1]N. Ishibashi, H. Kawai, Y. Kitazawa and A. Tsuchiya, "A large-N reduced model as superstring," Nucl. Phys. B **498**, 467 (1997) [hep-th/9612115].

[2]T. Hotta, J. Nishimura and A. Tsuchiya, "Dynamical aspects of large N reduced models," Nucl. Phys. B **545**, 543 (1999) [hep-th/9811220].

[3]S. Iso, Y. Kimura, K. Tanaka and K. Wakatsuki, "Noncommutative gauge theory on fuzzy sphere from matrix model," Nucl. Phys. B **604**, 121 (2001) [hep-th/0101102].

[4]T. Azuma and M. Bagnoud, "Curved-space classical solutions of a massive supermatrix model," Nucl. Phys. B **651**, 71 (2003) [hep-th/0209057].