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 (D2)

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 (即ち、摂動論に依らない定式化) は、large N reduced model によってなされるであろうと信じられている。これは理論を $N \times N$ エルミート行列によって記述し、large N の極限において弦理論を再現するという考え方のことである。この考え方の拠り所となるのが、1980 年代後半に行なわれた 1 次元以下の時空の bosonic string を行列によって記述し、経路積分を厳密に計算することに成功した一連の仕事である。

こうした見地に立って様々な行列模型による超弦理論の構成的定義が提唱されているが、その中でも最も成功していると考えられているのが、石橋・川合・北沢・土屋による IIB 行列模型である。IIB 行列模型では、時空は物質場とともに $N \times N$ エルミート行列の自由度の一部として解釈されている。また、IIB 行列模型は $\mathcal{N} = 2$ 超対称性を持つなど、重力相互作用を記述する上での本質的な性質を兼ね備えているが、IIB 行列模型は平坦な非可換空間の古典解しか持ち得ない。従って曲がった空間のまわりでの摂動論ができず、曲がった空間の物理を記述する上で困難を伴うものである。こうした問題点を克服するための一つの立場として、IIB 行列模型の更なる一般化が必要であるとする考え方がある。

そのためには大きくわけて次の二つの方針がある。一つは $N \times N$ の行列を微分演算子と見做すことで [2][3]、一般座標変換不変性及び局所ローレンツ不変性がより見やすい行列模型の定式化を目指す方向である。IIB 行列模型は $so(9,1)$ ローレンツ対称性と $u(N)$ ゲージ対称性が分離した対称性を持っていたが、時空は $u(N)$ 行列によって表わされることから座標に依存したローレンツ対称性を定式化するためには、両者の対称性の混ざった、より対称性の大きい模型を考える必要がある。特に [3] では、こうした方針で低エネルギーの極限で type IIB 超重力理論になるような行列模型の定式化を目指した。

もう一つの方向性は、IIB 行列模型の作用に Chern-Simons 項や負の質量項を付け加えることによって曲がった空間の古典解を持つような模型を構築することである [1][4]。そこで、曲がった空間の簡単な例として、fuzzy sphere を古典解として持つような行列模型の定式化及びその古典解の安定性に関する議論を行なう。後者の方針は一般の曲がった空間の記述には程遠いものの、行列模型によって重力相互作用を記述する可能性を示唆する上で重要な役割を果たすものと思われる。

References

[1]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].

[2] T. Azuma, S. Iso, H. Kawai and Y. Ohwashi, "Supermatrix models," Nucl. Phys. B **610**, 251 (2001) [hep-th/0102168].

[3] T. Azuma and H. Kawai, "Matrix model with manifest general coordinate invariance," Phys. Lett. B **538**, 393 (2002) [hep-th/0204078].

[4] T. Azuma and M. Bagnoud, "Curved-space classical solution of a massive supermatrix model," in preparation