

今後の研究計画

現時点での大きな目標として、行列模型および AdS/CFT 対応を通じて超弦理論の非摂動的効果、特に真の真空の決定に至るメカニズムに対する理解を深めたい。現時点の研究計画は、行列模型のダイナミクスの理解と超弦理論の性質の関係、および AdS/CFT 対応の枠組みでの Wilson loop 演算子のより深い理解である。

以下、幾つかの具体的な計画について簡単に述べる。

行列模型における自発的対称性の破れ large N 極限の下での行列模型における自発的対称性の破れを、より深く理解したい。この研究の背景として、IIB 型の行列模型が超弦理論の構成的な定義だと信じられているという点が挙げられる。このため「自発的に破れた」後の理論の対称性は、超弦理論の真空の対称性を反映していると考えられ、これは現象論的に非常に興味深い。ここではこの IIB 型行列模型の解析を視野に、より簡単な模型からなるべく厳密に対称性の破れを議論する手法を確立することを目指す。

large N 極限をとる前の行列模型は有限自由度系である為に自発的対称性の破れを起こさない。一方 large N 極限の下では、幾つかの行列模型は対称性の破れを示すことが期待できる。この事実は、数値計算や改良平均場近似等いくつかの手法で広く研究されてきた。そして特に Yang-Mills 型の場合、理論に Fermionic な自由度があるときには、回転対称性について自発的対称性の破れが見られるであろうという理解が得られてきた。

研究としては、最も簡単な Bosonic 型の理論からはじめて、実際にこれが回転対称性の破れを起こすかどうかを厳密に取り扱う手法を発展させ、それを後により興味ある超対称性行列模型に応用したい。

AdS/CFT 対応における Wilson loop 演算子 Wilson loop 演算子はゲージ不変な量としてゲージ理論で重要な役割を果たすだけでなく、その Schwinger-Dyson 方程式が Loop 方程式としてゲージ理論のダイナミクスを再現することから、より基本的な自由度としての意味さえもつといえる。このことを念頭に、AdS/CFT 対応への Wilson loop を通した理解を深めたい。特にループ方程式は、Wilson loop の変形という幾何学的な描像をもつ一方、String 側の Wilson loop もまた、Fundamental string の Boundary という明快な幾何学的描像を持つため、この二つをつなぐ理解を得ることを長期的な目標にしたい。このために、次のアプローチを試みる。すなわち、円環状の Wilson loop の String/Supergravity 側でのさらに深い理解である。ゲージ理論側では、この Wilson loop はその高い対称性の為に超対称性の一部を保ち、そのためループの真空期待値の摂動計算は large N Gaussian 行列模型の計算に帰着する。良く知られているように、large N では行列模型の諸量は、固有値密度を求めれば計算可能である。AdS/CFT 対応は、String 理論側で Wilson loop に対応する境界条件を設定すれば、large N ゲージ理論の対応する諸量を計算できることを保証するので、たとえば固有値密度のような量をより直接的に String 理論側から求めるという問題を考えてみたい。

その他、より直接的に重力側および Super Yang-Mills 側での Loop 方程式自体のより詳細な定式化にも興味がある。