

## これまでの研究の概要

別紙研究計画で述べたとおり、私の研究対象は素粒子理論、特に超弦理論と行列模型の非摂動的解析である。そして、これまでの研究を通じて超弦理論・場の理論の非摂動効果の理解を深めてきた。以下、テーマごとに概要を述べる。

**IIB 型行列模型の対称性の破れ** 超弦理論の構成的定義の候補である IIB 型行列模型に関して、理論のもとと持っている 10 次元時空での回転対称性が、どのように自発的に破れるかについての研究を行った。「改良された平均場近似」と呼ばれる近似での解析の結果もともとの 10 次元の回転対称性は自発的に破れ、我々の宇宙に対応する 4 次元時空がもっとも安定な真空として実現されるであろうという示唆を得た。

**低次元量子重力と境界条件** 2次元量子重力の境界条件と、その 2次元世界上の幾何学的構造との関連を三角形分割の手法を用いてしらべた。結果としては、境界条件の選び方によって面上の測地線距離は指数関数的に発散することがわかり、共形場理論から予測された非コンパクトな 2次元面に対する幾何学的な理解を得ることが出来た。

**場の理論における改良された平均場近似** この研究では、IIB 型行列模型に適用して成功を収めた「改良された平均場近似」を用いて、非線形シグマ模型と非可換ゲージ理論について非摂動的な解析を試みた。結果、ともに素な場に対する非摂動的な質量が誘引され、とくにシグマ模型では Large  $N$  極限での値を正しく得ることが出来た。

**背景場中の膜の理論** 弦理論は、弦の代わりに 2次元に広がった「膜」を基本的な量とした理論、膜理論、との関連も深い。ここでは、背景場として、定数の 3 階反対称テンソル場がある状況における境界を持った膜の理論のダイナミクスを解析した。結果、境界を支配するダイナミクスは非可換な代数構造を持つことを示した。

**共形場理論における非局所演算子の分類について** 共形場理論において、非局所的な構造を持つ演算子の分類がそれによって保たれる共形群の部分群の表現によってなされることを指摘し、いくつかの簡単な場合にその具体的な表現を与えた。続く論文では、具体的な応用として  $\mathcal{N} = 4$  Super-Yang Mills 理論における円環状の Wilson Loop の繰り込みを考えた。さらにこの枠組みにおいて AdS/CFT 対応について調べ、ゲージ理論側では自然に Open Spin chain が現れることを示し、Bethe 仮説により計算できるオペレータの異常次元は弦理論側の計算と最初のオーダーで厳密に一致することを示した。