

研究計画

私は素粒子物理学および量子重力理論、特に統一理論としての超弦理論を対象に研究を進めて生きたい。目標としては、超弦理論が統一理論としての要求を満たしているか、すなわちこの理論から既知の素粒子の性質を導いたり、電磁気力や重力などについて統一的な記述を可能にするかを明らかにしたい。超弦理論においては、これらは理論の真空構造を明らかにすることによって達成できると考えられる。このような研究を通じて、素粒子物理学における基本的な質問、たとえば「なぜわれわれの世界は4次元なのか」や「なぜ世の中には4種類の力があるのか」と言った質問への答えを導くことが私の目標である。

さて、これらの質問に対し、現時点での超弦理論の研究には2つの問題点が存在する。一つ目は、古典的には超弦理論の運動方程式は無限に多くの解を許すこと。二つ目は超弦理論が摂動論を用いてのみ定式化されていることである。摂動論は確かに場の量子論や弦理論を解析するには優れた近似法であるが、残念ながら多数の古典的真空の中からどれが量子論的な真の真空であるかを決定せよ、と言った問題に関しては無力である。すなわち、現時点では超弦理論は上記の質問に対する答えを出すことはできない。これらの点を克服するためには、我々は摂動論を超えて非摂動論的な研究を行わなければならない。

これまでも超弦理論の非摂動効果を研究するための様々なアプローチが与えられてきた。その中でも最も有望なものは、ラージ N 行列模型を用いるものである。超対称性を備えた行列模型は、超弦理論の非摂動論的な定式化の候補として提唱され、摂動論的な弦理論の結果を再現すると共に非摂動な解析を行える定式化であると信じられている。このようなモデルの中で、最も有名なものが BFSS モデルと IKKT モデルであり、私は自分の研究においてこれらのモデルの解析を行っていきたい。とくに興味があるのは IKKT モデル（また IIB 型行列模型とも呼ばれる）である。このモデルを解析し、ここから興味ある物理量を厳密に計算しうる技術を定式化することが、私の目標の一つである。

これらの背景の下、私は一般のラージ N 行列模型を研究していきたい。特にラージ N 極限の下でのこれらのモデルのダイナミカルな振る舞いに興味がある。これらを調べることによって、これらのモデルの物理的な側面を明らかにしていきたい。まず最初に、ラージ N 極限の下での対称性、たとえば回転対称性や超対称性、の破れについての研究を念頭においている。

これまでは超弦理論と行列模型に的を絞ってきたが、私自身は広く理論物理学への興味をもっている。とくにゲージ理論の振る舞いは興味深い。Yang-Mills 理論はラージ N リダクションを通じて行列模型と深いかわりを持つ。したがって、行列模型に対する非摂動な解析の手法を通じ、プラナー極限でのゲージ理論の非摂動論的な性質についての知見を深めることも、また私の目標である。

以上のような計画をもとに、これまでの研究との継続性を意識しつつ、新たな研究分野を切り開いていきたい。