

## これまでの研究成果

私はこれまで超弦理論に関する研究を行ってきた。初めて超弦理論について知ったのは10代半ばにブルーボックスを読んだ時で、以来30年近くも超弦理論について考えていることになる。研究者として取り組んだ研究テーマは、M2-braneの性質、AdS/CFT対応、タキオン凝縮と真空の安定性、行列模型などがある。

近年はM2-braneに関する研究を行っている。M2-braneはM理論の重要な構成要素のひとつで、その性質を理解することは非常に重要である。最近の研究では大阪市大の森山翔文氏と共同で、orbifold上のM理論におけるM2-braneの性質を調べている。M2-braneの運動は3次元のゲージ理論で記述することが出来るが、ある種の物理量の計算は1次元のフェルミ粒子系についての計算に帰着することが知られており、これにより詳細な解析が可能になる。近年我々が得た結果は、orbifoldのようなやや非自明な時空におけるM2-braneの性質を解明する足掛かりになると期待している。

上述の研究で議論される3次元ゲージ理論(ABJM理論)の研究を私は以前から行ってきた。ABJM理論はAdS/CFT対応を示す例の一つで、4次元反ド・ジッター時空中のM理論を記述すると期待されている。私はソウル大滞在中にSoo-Jong Rey氏(ソウル大)、山口哲氏(大阪大)と共同で、ABJM理論と4次元M理論との対応を調べた。我々が注目したのは、Wilson loop演算子というゲージ理論において基本的な非局所的演算子である。AdS/CFT対応では、Wilson loop演算子は重力理論側では弦そのものを記述すると考えられている。(この場合、M理論は10次元にコンパクト化されてType IIA超弦理論になっていると考える。)我々はこの対応を調べるためにWilson loop演算子への量子補正を解析した。この結果は後の研究において基本的な知見とみなされ、我々の論文は数多く引用されている。

この共同研究に引き続いて、私はABJM理論および関連する3次元ゲージ理論の研究を進めた。このような理論でのWilson loop演算子の計算は行列模型の計算に帰着することが知られている。私は種々の3次元ゲージ理論に対応する行列模型の性質を調べ、その結果から3次元ゲージ理論と4次元重力理論との関係を調べた。近年の研究により、問題となる行列模型の性質はある常微分方程式系の性質に関係することが分かってきており、今後の進展が期待される。

AdS/CFT対応は、重力を含まない場の量子論と、未だに未知の部分が多い量子重力理論との対応を主張するものであり、その妥当性を支持する非常に多くの計算例があるものの、その本質に対する理解は進んでいるとは言えない。私は京都大滞在時に川合光氏(京都大)と共同で、AdS/CFT対応の多くの主張が、摂動論的弦理論にD-braneが導入されたときに近似的なスケール不変性が存在するという仮定に基づいて説明できることを示し、またその近似的スケール不変性が現れる機構について議論した。

AdS/CFT対応関連以外にも、私はタキオン凝縮に関する研究を行った。摂動論的に定義された弦理論の中にはタキオンを含むものがある。これは摂動論的に定義された真空状態が適切なものではないことを示唆している。そのような場合、タキオン場が凝縮することによって安定な真空が実現されるとするのがタキオン凝縮の基本的な考え方である。私はタキオンを含む種々の弦理論の性質を調べ、それらが安定化された場合に実現される理論の性質等について議論した。それらに関する論文の一つは第3回素粒子メダル奨励賞を受賞した。