

論文審査の結果の要旨

論文提出者氏名 伊東 佑人

あるクラスの場の理論は、超弦理論やその強結合極限として存在すると考えられているM理論のブレーン上の理論として実現することができる。その場合、場の理論の双対性などの非摂動的な性質がブレーンの立場から見通し良く理解できたり、逆に場の理論の研究で得られた結果が超弦理論やM理論に対する知見を与えてきたりと、双方向の進展がなされている。特に重要なのはM理論におけるM5ブレーンと呼ばれるブレーン上の6次元の理論で、ブレーンが複数枚重なっている場合は理論のLagrangian さえも知られていないが、ひとたびその理論の存在を仮定すると場の理論における多くの非摂動的な性質を説明することができる。この6次元時空が4次元時空と2次元リーマン面から構成されるとき、4次元の場の理論における物理量と2次元の共形場理論における物理量の間には非自明な対応が存在する可能性があることが Alday, Gaiotto and Tachikawa によって 2009 年に指摘され、その後、M5ブレーン上の理論の理解に向けてこのような2次元理論と4次元理論の対応が活発に研究されている。

伊東氏の博士論文では、このような4次元理論と2次元理論の対応の新たな2つの例について研究されている。1つ目の例は博士論文の第2章に書かれているもので、4次元のうちの1つの方向が円周になっていて残りの3次元が平坦で無限に広がっている時空上の $N=2$ $SU(N)$ 超対称ゲージ理論を考え、その円周上に Wilson loop 演算子や 't Hooft loop 演算子が挿入されている場合についての研究である。これらの演算子の期待値を局所化という手法を用いて厳密に計算し、2次元共形場理論である戸田理論の Verlinde 演算子と対応があることを確認している。これは4次元理論に loop 演算子が挿入されている場合のより一般的な4次元理論と2次元理論の対応を考える際に、その基本的な構成材料になると考えられるセットアップである。2つ目の例は博士論文の第3章に書かれているもので、平坦で無限に広がっている4次元時空が Z_2 対称性によって orbifold された時空上の $N=2$ $SU(2)$ 超対称ゲージ理論の場合についての研究で

ある。この場合、ゲージ場の配位が位相的に異なるセクターに分類されるが、対応する2次元の共形場の理論は超対称 Liouville 理論であると考えられていて、こちらはフェルミオンの境界条件の違いによって異なるセクターに分類される。伊東氏は、今まで議論されていなかったセクターについて4次元理論と2次元理論の両方での計算を行い、物理量の間に対応があることを確認した。これらの結果は、M5ブレーン上の理論について重要な知見を与えることが期待され、今後の研究の方向性が博士論文の第4章で議論されている。

なお、博士論文の第2章に書かれている結果は東京大学駒場素粒子論研究室の助教である奥田拓也氏、理化学研究所の研究者である瀧雅人氏との共著論文として学術雑誌に出版されており、博士論文の第3章に書かれている結果は単著論文として学術雑誌に出版されている。一部共同研究に基づく部分があるが、伊東氏の貢献は十分であると判断し、本審査委員会は博士（学術）の学位を授与するにふさわしいものと認定する。