

論文審査の結果の要旨

氏名 福田真之

本論文は表現論を用いた弦理論・場の理論の研究の報告である。主結果は、ある類の5次元超対称ゲージ理論の分配関数を表示する方法を「Ding-Iohara-Miki(DIM)代数」と呼ばれる代数の表現論を用いて開発、超弦理論の双対性から従うと期待される分配関数の間の等式から表現論における定理を抽出、それを証明することにより分配関数の等式を示す、というものである。

超弦理論のブレーンの配位から超対称ゲージ理論が実現されるが、これは超弦理論の持つ双対性により様々な記述法を持つことが知られている。特に、5次元理論の「 Ω 背景」と呼ばれる幾何的背景における分配関数がトポロジカルな弦理論におけるトポロジカル・バーテックスを用いて記述され、それを通じてDIM代数の構造を持つことが知られていた。本論文では平行に並んだ N 枚の D5 ブレーンとそれに直行する方向に並んだ M 枚の NS5 ブレーンから定まる5次元超対称ゲージ理論 $T_{N,M}$ に注目し、DIM代数の表現論を用いて「ムカデ演算子」と呼ばれる演算子を導入し、 $T_{N,M}$ 理論の分配関数をムカデ演算子の積の期待値として表した。一方、IIB型の超弦理論のS双対性から $T_{N,M}$ と $T_{M,N}$ の等価性が従い、それらの分配関数が一致することが期待されている。本論文ではこの期待からムカデ演算子に関する定理を抽出し、それに証明を与えることにより分配関数の一致を示した。この研究はIIB型の超弦理論のS双対性に新たな証拠を与えるものであり、それ自体重要であると同時に、物理的な動機から表現論における定理を導くという価値も持っている。

本論文の構成は以下のようになっている。第2章は5次元超対称ゲージ理論の分配関数とそのトポロジカル・バーテックスによる表示に関するレビュー、第3章はDIM代数とその表現論のレビュー、第4章はDIM代数の表現論を $T_{N,M}$ 理論の分配関数へ応用するための準備である。第5章が本論で、ムカデ演算子の導入、それを用いた分配関数の表示、ムカデ演算子に関する定理とその証明、 $T_{N,M}$ と $T_{M,N}$ の分配関数の一致の証明、が全てここでなされている。第6章でムカデ演算子のさらなる性質が紹介され、第7章でまとめと展望が述べられている。

本論文の表現論に関する部分は、白石潤一と大久保勇輔との共同研究に基づいているが、そもそもの動機は論文提出者が物理から導き出したものである。また、証明自体においても論文提出者が主導的役割を果たしており、その寄与は十分である。

以上のような理由により、博士(理学)の学位を授与できると認める。