

別紙 1 - 1

## 論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※	甲	第	号
------	---	---	---	---

氏 名 平賀 祐輝

論 文 題 目

ゲージ化された線形シグマ模型を用いたTaub-NUT空間上の弦理論の解析

### 論文審査担当者

主 査 名古屋大学大学院理学研究科 准教授 博士(理学) 酒井 忠勝  
委 員 名古屋大学大学院理学研究科 特任教授 PhD 重森 正樹  
委 員 名古屋大学大学院理学研究科 教 授 理学博士 野尻 伸一  
委 員 名古屋大学大学院理学研究科 教 授 博士(理学) 宮崎 州正  
委 員 名古屋大学大学院理学研究科 准教授 博士(理学) 井上 剛志

## 論文審査の結果の要旨

## 別紙 1-2

自然界に存在する4つの基本的な力を統一する万物の理論と考えられているのが、弦理論である。摂動論的弦理論は弦を基本的自由度として定式化される。しかしながら非摂動効果に関する研究が進んだ結果、弦のみならず、ブレーンと呼ばれる広がりを持つ物体の理解が極めて重要であることが明らかになってきた。

弦理論には様々な種類のブレーンが存在する。そして、それらは弦理論における双対性と呼ばれる対称性の下で、互いに移りあうことが知られている。弦理論の低エネルギー有効理論である超重力理論の文脈では、これらの関係はよく調べられている。しかしながら、超重力理論はあくまで弦理論の有効理論であるため、弦理論特有の物理は無視されている。超重力理論近似を超えたブレーンの物理、そしてそれらの双対性の下での関係を解明することは、弦理論の非摂動論的側面を理解する上で必要不可欠である。

これらの問題に答えるため、申請者はKK5-ブレーンと呼ばれる配位に注目した。10次元超重力理論の解であるKK5-ブレーン解は、10次元時空のうち4次元部分が Taub-NUT(TN)空間で与えられる。またKK5-ブレーン解は、NS5-ブレーン解と呼ばれる別の背景時空と、T-双対性の下で関係づくことが知られていた。これらに関して、超重力理論近似では記述不可能な弦理論特有な効果を調べるために、申請者はTN空間のパラメータ空間に関する数学的構造の観点から研究を行なった。

申請者はまず、TN空間を背景時空とする弦理論を2次元線形シグマ模型(GLSM)により構築した。これは2次元平坦時空においてなされた結果を、2次元球面上でかつ超対称性を保つように拡張したものである。申請者は局所化の方法を用いて分配関数を厳密に計算し、経路積分における非自明な停留点に起因する世界面インスタントンの効果が含まれることを示した。また、2次元球面上のGLSMの分配関数がTN空間のパラメータ空間のケーラーポテンシャルに一致することから、申請者は世界面インスタントンの寄与を厳密に考慮した、TN空間のパラメータ空間の数学的構造を決定した。

申請者はさらに、経路積分の厳密な結果を1-センター TN空間における世界面インスタントンに応用した。それにより、世界面インスタントンが寄与しうるパラメータ領域を同定し、その分配関数への寄与を厳密に求めることに初めて成功した。

申請者はTN空間上の弦理論を実現するGLSMの分配関数を、最も一般的なパラメータの場合に厳密に計算した。これにより、1-センター TN空間上の世界面インスタントンの物理の全容を明らかにした。このように申請者の結果は評価に値するものであり、申請者は博士(理学)の学位を与えるに相応しいと認められる。