

氏 名 Rosas Lopez Igmarr Cedrell

学位（専攻分野） 博士（理学）

学位記番号 総研大甲第 1418 号

学位授与の日付 平成 23 年 3 月 24 日

学位授与の要件 高エネルギー加速器科学研究科 素粒子原子核専攻
学位規則第 6 条第 1 項該当

学位論文題目 FLUXES IN STRING/BRANE GAS COSMOLOGY

論文審査委員 主 査 准教授 西村 淳
教授 北澤 良久
教授 磯 暁
教授 小玉 英雄
教授 野尻 美保子
教授 初田 真知子 浦和大学

論文内容の要旨

In this work we study how the introduction of a two-form field flux modifies the dynamics of string gas cosmology in different schemes. In chapter 1, we give a short introduction to the string gas cosmology model. In chapter 2 we present the T-duality invariant string gas cosmology model of Greene, Kabat and Marnerides which replaces the Newtonian-like kinetic terms in the dilaton gravity action by their relativistic counterparts. We introduce the contribution of the two-form field into this model. The two-form flux induces a repulsive potential term in the effective action for the scale factor of the spatial dimensions. Without the two-form field flux, the universe fails to expand when the pressure due to string modes vanishes. With the presence of a homogeneous two-form field flux, it propels 3 spatial dimensions to grow into a macroscopic 4 dimensional space-time. We find that it triggers an expansion of a universe away from the oscillating phase around the self-dual radius. Using the same model we also investigate the effects of a constant two-form field. We can obtain an expanding 4 dimensional space-time by tuning it at the critical value. In chapter 3 we investigate the behaviour of the two-form field in two different models equipped with a moduli stabilization mechanism. The first model uses D-branes, NS5 branes and KK5 monopoles in order to fix the moduli. A simplified KK5-D1 with a two-form field is analyzed. We include the two-form field into the system and conclude that the dilaton is no longer stabilized in this extended model. The second scheme we study consist of a cosmology in which the moduli are fixed using superpotentials. We assume a situation where all the moduli have been fixed except the radion. We find that the inclusion of a two-form field in the action gives a contribution to the effective potential of the radion that helps enhance the stabilization mechanism.

博士論文の審査結果の要旨

弦理論は、量子重力理論の有力な候補であり、重力の量子論的な効果が重要になる宇宙創成の謎を解明すると期待される。しかしながら、超弦理論は10次元時空を予言するので、弦理論においては、なぜ4次元的な時空が出現するのかを説明する必要が生ずる。弦理論においては、エネルギーと共に指数関数的に状態数が増大するため、熱平衡温度に上限が存在する(Hagedorn温度)。BrandenbergerとVafaは、宇宙はトーラス的なトポロジーを持ち、Hagedorn温度の熱平衡状態から始まったと仮定した。この様な初期状態においては、コンパクトな空間方向に巻き付いた弦が存在するため、その張力によって宇宙膨張は押さえられ、巨視的な時空は形成されない。弦の相互作用を考慮すると、この様な弦が対消滅し、4次元的な時空が形成される可能性がある。

しかしながら、この様なシナリオは、1：Hagedorn温度における弦理論低エネルギー有効理論の正当性。2：弦理論の相互作用に対する古典的近似の妥当性、等多くの理論的な問題を含んでいる。Greene等は、弦理論の低エネルギー有効理論を相対論的に拡張した。またPolchinskiは、相互作用の効果を与えるBoltzmann方程式を導いた。

申請者は、弦理論に含まれる2階反対称ゲージ場の役割に注目し、BrandenbergerとVafaの枠組みにおいて、4次元巨視的宇宙が出現する機構を研究した。2階反対称ゲージ場の強さは、3階反対称テンソルであり、それが非自明な値をとることによって、3つの特定の空間次元が特定される。この場合は、3次元空間方向の半径に対応する自由度に、ポテンシャルを生成し、そのために、時空が4次元的に膨張する事を、様々な初期条件の下に詳細に研究した。申請者の研究成果は、弦理論の基本的な対称性であるT双対性を明白に保持しており、弦理論特有の効果を抑えている可能性がある。ゲージ場が存在しない場合には、宇宙が充分膨張しない場合でも、ゲージ場の効果によって、4次元巨視的宇宙が出現することが明示され、弦理論における4次元宇宙生成機構としての有効性が指摘された。

以上の研究成果は、弦理論による宇宙生成機構の解明に関する顕著な成果であり、すでにPhys.Rev.Dに発表されているが、申請者は更に理論に含まれる質量のないスカラー場に質量を与える機構を研究し、この弦理論の基本的な課題について、2階反対称ゲージ場の果たす役割について論じている。

申請者の論文は、弦理論による4次元巨視的宇宙生成機構の解明に貢献する研究であり、弦理論特有の2階反対称ゲージ場の重要性を明らかにしたものである。本研究においては、申請者の弦理論に対する深い学識と、本質的な課題解明に対する強

い意欲と忍耐力が発揮された。

本委員会は、申請者の論文が、博士（理学）の学位に充分値すると判断する。