

氏 名 山田 敏史

学位（専攻分野） 博士（理学）

学位記番号 総研大甲第 1502 号

学位授与の日付 平成 24 年 3 月 23 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 Minimal Supersymmetric Bulk Matter
Randall-Sundrum Model

論文審査委員 主 査 教授 萩原 薫
教授 岡田 安弘
教授 橋本 省二
教授 野尻 美保子
准教授 藤井 恵介

Asistant Professor 岡田 宣親

The University of Alabama

論文内容の要旨

The bulk matter Randall-Sundrum (RS) model is a setup where the Standard Model matter and gauge fields reside in the bulk of 5D warped spacetime while the Higgs field is confined on the infrared brane. The wavefunctions of the 1st and 2nd generation matter particles are localized towards the ultraviolet brane and those of the 3rd generation towards the infrared brane, so that the hierarchical structure of the Yukawa couplings arises geometrically without hierarchy in fundamental parameters. This thesis discusses observing signals of this model in the case where the Kaluza-Klein scale is far above the collider scale, but the model is combined with the minimal supersymmetric Standard Model (MSSM) and supersymmetry (SUSY) particles are in the reach of collider experiments. The minimal supersymmetric extension of the bulk matter RS model is formulated. Then a general SUSY breaking mass spectrum consistent with the bulk matter model is considered; SUSY breaking sector locates on the IR brane and its effects are mediated to 5D MSSM through a hybrid of gravity mediation, gaugino mediation and gauge mediation. This thesis argues that it is possible to observe unique signatures of the bulk matter RS model through rare decays of "almost SU(2) singlet mass eigenstates" that are induced by flavor-violating gravity mediation contributions to matter soft SUSY breaking terms.

博士論文の審査結果の要旨

山田敏史君の博士論文の内容は、5次元時空に基づいた超対称模型の提案とその現象論的帰結に関する研究である。

現在、素粒子物理は素粒子標準模型に基づいて理解されているが、電弱スケールの量子補正に対する安定性やフェルミオンの質量の階層性など標準模型の範囲内では説明できない問題が指摘されている。その解決のために超対称模型や余分な空間次元を含む模型など様々なより基本的な理論模型が提案されており、その検証は今後の高エネルギー実験の重要な課題となっている。

時空の次元として4次元時空以外にマイクロな余剰次元が存在するという考え方は、カルーザ・クライン模型といわれ古くから研究されている。10年ほど前にランドールとサンドラムは余分な空間次元として曲がった空間を採用した場合、素粒子模型の構築に新しい側面を加えることができることを示し、注目を集めた。その可能性の一つは、曲がった5次元方向にクォーク場やレプトン場を伝搬させることにより、フェルミオンの質量の階層性を5次元方向の波動関数の幾何学的重なりによって説明することが可能であるということである。

山田君は、この研究で5次元方向として曲がった空間を採用した模型（ランドール・サンドラム模型）を超対称理論の枠内で考え、その実験的検証方法を提案している。彼はこのようなシナリオでは超対称性の破れの起源が複数存在すること、各々の超対称性の破れの機構は超対称粒子のフレーバー混合に関して特徴的な寄与を与えることに注目した。そして、一般的な超対称性の破れの機構を考慮に入れることにより、SU(2)シングレットに属するスカラーレプトンやスカラークォークに関するフレーバー転換過程をみるのが重要であることを指摘した。特に将来の電子陽電子リニアコライダー実験で関連する超対称粒子の分岐比を測定することにより、このシナリオについてのヒントが得られ、極微の時空の幾何学的構造に関する示唆が得られることを明らかにした。この研究結果は、LHC実験で超対称性が発見された場合、将来のコライダー実験の可能性を探る上で重要になる。

この研究内容は二つの学術論文として出版されている。最初の論文は岡田宣親氏との共同研究であるが、本研究の主要部分は独力で完成させたものであり、山田君の研究者としての高い能力を証明している。

以上のように、本研究は博士論文の研究として十分な内容を持っていると認められ、博士論文審査に合格と判断する。