

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 樋口 将文

論 文 題 目 Domain wall 宇宙におけるベクトル場の局所化

論文審査担当者

主 査 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 准教授 理学博士 南部 保貞

委 員 名古屋大学大学院理学研究科 教授 博士(理学) 紺谷 浩

委 員 名古屋大学大学院多元数理科学研究科

教授 博士(理学) 白水 徹也

委 員 名古屋大学大学院理学研究科 准教授 博士(理学) 戸部 和弘

論文審査の結果の要旨

別紙 1 - 2

この宇宙が高次元宇宙に浮かぶ膜のようなものではないかというシナリオの研究には長い歴史があるが、1989年に超弦理論には D-brane が古典解として存在することが示唆され盛んに研究されている。このようなモデルで最も有名なものは Randall-Sundrum モデルである。このモデルでは、我々の宇宙は 5 次元時空に浮かぶ 4 次元の膜である。

この brane の運動には不明な点が多い。そこで、先行研究として、スカラー場を使って厚みのある膜である domain wall が構成され、その厚みがなくなる極限として brane を考えることで不定性なく膜の運動を記述できるモデルが考えられた。この定式化により、膜が膨張宇宙となるようなモデルも構成されている。高次元では重力が距離の 2 乗より速く小さくなり、ニュートンの重力と矛盾するが、Randall-Sundrum モデルなどでは重力が局所化し、ニュートンの逆 2 乗則が再現されることが知られている。

申請者はまず膨張宇宙となるような domain wall のモデルでも重力の局所化が起こることを示すことに成功した。申請者はその後スピノール場やベクトル場の局所化の研究を行い、これらの場が局所化するようなモデルを初めて構成した。ベクトル場については局所化を起こす 3 種類の定式化を研究した。最初の定式化では 5 次元のベクトル場の作用を調べた。質量を持たない、ベクトル場が媒介する力は 4 次元では距離の 2 乗に反比例して弱くなるが、5 次元では距離の 3 乗に反比例する。申請者は膨張宇宙となっている domain wall 上でもベクトル場が局所化し逆 2 乗則が再現されることを発見した。

申請者はまた、二つ目の定式化として、Dvali と Shifman が提案した機構について調べた。Dvali と Shifman の機構では、非可換ゲージ場であるベクトル場が domain wall から離れた領域では「閉じ込め」によって現れないのに対し、domain wall 上ではゲージ場の対称性が自発的に破れ質量を持たないベクトル場が現れる。申請者は、この機構が膨張宇宙となっているような domain wall 上でも働くことを初めて示した。申請者は更に三つ目の定式化として、高次元の理論で重力子の一部がしばしばベクトル場として現れる Kaluza-Klein 理論に着目し、同様な機構でベクトル場が domain wall 上にも現れることを示すと同時に、膨張宇宙となっている domain wall では高次元からの補正が現れることを明らかにした。

申請者は以上のようにベクトル場の局所化を起こす定式化について調べ、膨張宇宙となっているような domain wall 上でも実際に局所化が起こることを発見した。本研究は高次元理論に基づく素粒子論や宇宙論の構築に重要な示唆を与えている点で高く評価される。また、参考論文は本研究の基礎となる研究であり価値のあるものである。以上の理由により、申請者は博士（理学）の学位を与えられるに相応しいと認められる。