

論文審査の結果の要旨

氏名 落合洋敬

本論文は4章からなり、第1章は序章で本論文の主題である余次元を持った宇宙を議論する動機と概観が古くからあるカルツァクライン的描像と最近盛んに議論されているブレーンワールドの両方について述べられている。

第2章ではカルツァクライン理論を紹介した後に論文提出者のオリジナルな研究であるカルツァクライン宇宙の創生について議論がなされている。まず、ハートル・ホーキングの無境界仮説の枠組みで、ユークリッド化したアインシュタイン方程式の振る舞いを詳細に調べ、3通りの宇宙が創生する可能性があることを明らかにした。そのうちの1つは内部空間が収縮し、外部空間が膨張するとい性質を持ち我々の宇宙モデルとしてふさわしいものである。さらに、宇宙の波動関数を求め、3通りの宇宙の創生確率を評価した。結果は、外部・内部空間とも膨張する宇宙の確率が高いという宇宙モデルとしては好ましくない結果になった。このことは多次元宇宙の創生が単純ではなく、もっと基本的な新しい理論に基づいて考える必要があることを示唆している。

第3章では、ブレーンワールドの描像から多次元宇宙の問題が議論されている。まず、最近の理論的發展に基づいて、アルカリハムドラによって提唱された比較的大きなサイズを持った余次元をもった理論、余次元がコンパクトな空間ではないランドール・サンドラムのモデルが紹介された後、論文提出者のオリジナルな3つのトピックスについての研究が述べられている。第一にディラトン重力理論におけるランドール・サンドラムのモデルについてその動力的解析を行った。このモデルの動的な解を求め時空構造を調べ、初期特異点・無限遠での特異点を持つことを明らかにした。第二にランドール・サンドラムのモデルの量子的な不安定性を議論した。ランドール・サンドラムのモデルにおいてそれが崩壊していく先の時空の厳密

解を発見し、2つの時空のユークリッド・アクションを評価することによって崩壊の遷移確率を求めた。その結果ランドール・サンドラムのモデルがここで考えられた不安定性に対して実際上安定であるということを明らかにした。第三にランドール・サンドラムのモデルで重要だと考えられる $AdS_p \times S^n \times S^{q-n}$ 時空の安定性について調べ、その結果、 $q > 9$ のとき量子論的に安定になることが示した。

第4章はそれ以前の章の結論がまとめられている。

以上、本論文は、余次元を持った宇宙モデルに関するいくつかのトピックスについて数値計算も含めて詳しく解析し、多次元宇宙の創生や安定性について新しい知見を示したもので宇宙論における意義は高いものである。なお、本論文第2章の内容は佐藤勝彦教授、第3章は白水徹也氏、鳥居隆氏、井田大輔氏との共同研究に基づくものであるが、論文提出者の寄与が十分であると判断する。したがって、この論文で示された幾つかの具体例を通じて論文提出者の研究に関する資質は十分であるものと判断し、博士（理学）の学位を受けるに値するものとする。