

論文審査の結果の要旨

氏名 仙洞田 雄一

本論文は、6章からなり、第1章は序章として、本研究の枠組みとなるインフレーション宇宙モデルおよび余剰空間を導入する観測・理論的動機付けがなされている。

第2章では、余剰次元をもつ宇宙モデル（ブレーンワールド）の代表として Randall-Sundrum モデルがレビューされている。Randall-Sundrum モデルは5次元反ドジッター空間中に物質と張力を閉じこめた4次元一様等方空間が埋め込まれたモデルで、重力のみが余剰次元を伝搬するという性質を持つ。論文では、特に、第2種の Randall-Sundrum モデルの場合に、宇宙膨張を記述するフリードマン方程式が導かれ、それが通常の4次元宇宙モデルと異なる項を持つことが述べられ、さらに、このモデルにおけるインフレーションとそれが生成する密度揺らぎについて4次元の場合と対比させてまとめられている。また、この章の最後に余剰次元が2ある6次元ブレーンワールドのモデル構築への試みが述べられている。

第3、4、5章は論文提出者による研究に基づいて書かれており、まず3章では第2種 Randall-Sundrum モデルに基づく宇宙での原始ブラックホール生成について述べられている。論文提出者は原始ブラックホールがインフレーションの生成する密度揺らぎが大きな振幅を持つ場合に作られることに注目して、密度揺らぎのスペクトルが指数 n で特徴付けられる場合に、輻射優勢期に生成されるブラックホールの質量関数を求めた。その際、5次元宇宙では初期段階において宇宙膨張が遅いため、密度揺らぎの時間発展、重力崩壊の閾値、および質量降着の効果が4次元宇宙と異なり、余剰次元の広がりよりも小さなシュバルツシルド半径を持つブラックホールについては、5次元に特有な質量関数が得られることを明らかにした。この章では、さらに、原始ブラックホールからのホーキング放射についてその特徴が議論され、5次元的ブラックホールの

ホーキング温度が低下することが述べられている。

4、5章においては、ホーキング放射によって放出された宇宙線を地球で観測する場合、どのようなスペクトルとして見えるかが議論されている。まず、4章では銀河系にはランダムな磁場があるために宇宙線の電氣的性質によって伝搬過程が異なること、つまり、中性粒子は直線的に地球に到達するが荷電粒子は拡散過程を経て地球に届くことを考慮して宇宙線のスペクトルが定式化されている。5章ではこれを銀河系外背景光子と銀河系内起源の反陽子に応用し、観測との比較から、放出源としての原始ブラックホールの存在量に対する制限が得られている。さらに、原始ブラックホールの存在量に対する制限からインフレーションが生成する揺らぎの制限が求められ、5次元宇宙の場合、4次元宇宙と比べてより小さなスケールの揺らぎを探ることができその振幅に対する制限が厳しいことが示されている。

最後に、第6章で本論文のまとめが述べられている。

このように本論文は5次元宇宙モデルの1つである第2種 Randall-Sundrum モデルに基づき、原始ブラックホールの生成とそれから放出される宇宙線を手がかりに5次元宇宙モデルに特徴的な性質を明らかにし、その観測可能性を論じたもので十分な学問的価値が認められる。本論文3章以降5章までが論文提出者の研究に基づいて書かれており、佐藤氏(第3、4、5章)、長滝氏(3、4、5章)、郡氏(5章)との共同研究であるが、論文提出者が主体となって解析を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士(理学)の学位を授与できると認める。