

論文内容の要旨

論文題目 : Stability of flux compactifications and de Sitter thermodynamics
(フラックスコンパクト化の安定性とドジッター時空の熱力学)

氏名 : 木下 俊一郎

フラックスコンパクト化は、反対称場のフラックスを余剰次元方向に導入することにより安定でコンパクトな余剰次元を構成するもので、高次元理論から加速膨張するわれわれの4次元宇宙を実現するための有力なアイデアである。本論文では、われわれの宇宙がドジッター時空となるようなフラックスコンパクト化の安定性について、動的および熱力学的側面から議論した。

まず、フラックスコンパクト化の一つのモデルである6次元ブレーンワールドモデルで4次元がドジッター時空の場合について、その線形摂動に対する動的安定性を解析した。その結果、ドジッター対称性に関するスカラー型の摂動について、ドジッター時空のハッブルパラメータが大きくなる領域で不安定モードが存在し、背景時空が不安定になることを示した。

次に、ドジッター時空のもつエントロピーの観点から6次元モデルの熱力学的性質を調べ、このモデルを記述する解がエントロピーについて高・低の2つの系列に分かれることを見出した。さらに先の動的安定性と比較することにより、熱力学的に安定な高エントロピーの系列が動的にも安定であり、低エントロピーの系列が不安定であることを解析的に示した。これは熱力学的安定性と動的安定性に密接な相関のある系の新しい例である。

最後に、熱力学的・動的安定性の対応の他のモデルへの適用の一例として、 p 次元ドジッター時空と q 次元球面の直積で時空が記述される Freund-Rubin モデルでの考察を行った。このモデルには、内部空間の半径の一樣な変化に対応するモード ($l=0$) と非一樣な変化に対応する多重極モーメントをもつモード ($l \geq 2$) の2つのチャンネルの動的不安定性が存在する。 $l=0$ モードに関しては、6次元モデルと同様に低エントロピーの系列が動的に不安定であるというエントロピーによる議論がこの場合も妥当であることを示した。このような熱力学的・動的安定性の対応を考慮すると、動的不安定性の存在は別の系列の解の存在を示唆する。そこでこのモデルで新たに出現する $l \geq 2$ モードの不安定性に関して、この不安定

の示唆する内部空間の変形に対応する新しい系列の解を発見した。この解は、変形した球面の内部空間と、その内部空間の座標に依存したワープファクターをもったドジッター時空となっており、単なる直積では表されない。実際に、 $p = 4$ 、 $q = 4$ の場合についてこの新しい解の系列を構成し、パラメータ空間上で2つの解の系列が交わる点に対応する解が、 $l = 2$ のモードの動的不安定性が生じ始める解であることを示した。