

別紙 4

報告番 -	※ 甲 第 号
----------	---------

主 論 文 の 要 旨

論文題目 Influence of Primordial Non-Gaussianities
on statistical properties of galaxy shapes
(初期非ガウス性を与える銀河形状の統計的性質への影響)
氏 名 小 粥 一 寛

論 文 内 容 の 要 旨

現在有力な宇宙論シナリオでは宇宙初期に急激な加速膨張（インフレーション）があったとされている。これはスカラー場であるインフラトンが引き起こしたとされ、この量子的ゆらぎにより空間曲率のゆらぎ(初期ゆらぎ)が生じこれが宇宙の構造形成の種となったと考えられている。

ゆらぎの特徴を調べるには統計的な扱いを必要とする。これは理論が各地点におけるゆらぎの大きさを一意に予言せず、ゆらぎの相関の期待値を予言することに由来する。初期ゆらぎは概ねガウス分布に従うが僅かにガウス分布から外れた非ガウス性には宇宙初期の物理の性質が反映される。

宇宙初期は超高エネルギーであったことからインフラトン以外にも素粒子標準模型には含まれない場や粒子が存在する可能性がある。このとき初期ゆらぎを担うインフラトンと未知の粒子が相互作用するとき初期ゆらぎの性質を探ることでその存在を検証できる。このような未知の粒子の存在を予言する理論の一つに超弦理論がある。これは粒子の固有角運動量(スピン)が2より大きい粒子(高スピン粒子)の存在を予言しており高スピン粒子とインフラトンが相互作用していた場合、初期ゆらぎの非ガウス性に特徴を持った痕跡を残すとされている。

本論文では統計的な銀河形状の相関と初期ゆらぎの統計的性質の関係について考察した。早期に銀河形成が始まり十分時間が経過した楕円銀河の形状は、その周囲のダークマターハローの潮汐場と相関すると考えられている。潮汐場は初期ゆらぎを基に生じているため銀河形状の相関を用いて初期ゆらぎの性質を調べられる。申請者はスピン粒子によって生成される初期ゆらぎの非ガウス性のうち低次の三点相関が銀河形状の相関に与える影響について調べた。その結果、銀河形状の相関ではスピン2粒子による初期三点相関の寄与がありその粒子の質量によって痕跡が現れるスケールが異なることを明らかにした。

次に、銀河形状を用いて2よりも大きな高スピン粒子の痕跡を調べる手法について提案した。楕円形状に見える銀河にあっても詳細な形状構造に着目すれば複数の形状モーメントの重ね合わせであることが期待される。申請者はこれに着目し銀河形状をモーメント分解することで、その次数に対応する形状とスピン粒子により生成される初期三点相関との関係性を調べた。その結果、形状モーメントの次数とスピン粒子のスピンが対応して痕跡が現れることを明らかにした。さらに、具体的にスピン4粒子による初期三点相関の寄与が4次モーメントの銀河形状相関に与える影響を調べ、スピン2粒子の場合と同様に質量によってその痕跡が現れるスケールが異なり、重い粒子では小スケール物理の寄与を考慮する必要があることを明らかにした。

本研究で申請者は、初期ゆらぎの非ガウス性が銀河形状に与える影響の検証可能性について調べた。将来の高解像度な銀河撮像サーベイにより銀河形状は高スピン粒子の痕跡探査につながることを示した。