

論文審査の結果の要旨

氏名 藤田 智弘

宇宙初期にインフレーションと呼ばれる宇宙の急激な加速膨張時期があったことは様々な観測から強く示唆されている。本博士論文は、インフレーション中に作られ得るベクトル型、およびテンソル型ゆらぎについて、研究を行ったものである。

本論文は、5章から成る。第1章はイントロダクション、第2章は宇宙初期インフレーションに関する理論的背景・実験的現状の解説である。第3章と第4章が本論文の主要部分である。そして、第5章は結論部にあてられている。

第3章では、インフレーション中のベクトル場（電磁場）のゆらぎが、銀河間のボイド領域における磁場の起源となる可能性について、解析を行っている。インフレーション中に、電磁場がマクスウェル方程式とは異なる方程式に従う場合、電磁場のゆらぎを起源として磁場生成が起り得る。本博士論文は、そのような場合の電磁場ゆらぎの宇宙密度ゆらぎへの影響を考察し、インフレーション中の電磁場ゆらぎを起源とする磁場の大きさの上限を導出した。特に、電磁場の運動項が（他のスカラー場の運動に伴って）時間依存性を持つ模型において **tri-spectrum** への観測的制限を考慮すると、磁場の上限値は約 10^{-47}G となることを明らかにした。この値は、本博士論文以前に得られていた値よりも約 15 桁厳しいものである。さらに、電磁場のモード関数がインフレーション終了直前の 1 **e-folding** の間は **conformal time** の n 乗 ($n>1$) に比例するという仮定のもと、磁場の大きさの上限が $10^{-15}\text{G} \times (\rho_{\text{inf}}^{-1/4}/30\text{GeV})^{-1} \times (p_{\text{B}}/1\text{Mpc})^{5/4}$ と与えられることを明らかにした。（ただし、 ρ_{inf} と p_{B} はそれぞれインフレーション中のエネルギー密度と磁場のピーク波数である。）

第4章では、インフレーション中のスカラーゆらぎの高次効果から生じ得るテンソルゆらぎの大きさを、宇宙密度ゆらぎの制限を考慮しつつ議論している。そして特に、小さな音速を持つスカラー場ゆらぎの高次効果から生じるテンソルゆらぎの大きさは、インフレーション中の重力場ゆらぎからのテンソルゆらぎを超えられないことを明らかにした。

インフレーション時期に生成される様々なゆらぎの効果の理解は、宇宙進化を研究する上での重要課題である。本博士論文は、インフレーション中に生成される磁場、及びスカラー場ゆらぎ起源のテンソルゆらぎそれぞれに対して、新たな制限を与えている。また、そこで得られる制限は、過去に知られていた制限よりも厳しいものである。本論文で得られた結果は、今後インフレーション中のゆらぎの生成を議論する上での重要な知見と言える。なお、本論文第2部は向山信治氏・横山修一郎氏との、第3部は横山順一氏・横山修一郎氏との共同研究に基づくが、論文提出者が主体となって計算を完成したもので、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。