

Title	Spectrum of Cosmological Fluctuations in Inflationary Universe
Author(s)	丸野, 元志
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/39966
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について <a>〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	丸野元志
博士の専攻分野の名称	博士(理学)
学位記番号	第 12933 号
学位授与年月日	平成9年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 理学研究科物理学専攻
学位論文名	Spectrum of Cosmological Fluctuations in Inflationary Universe (インフレーション宇宙における宇宙論的揺らぎのスペクトル)
論文審査委員	(主査) 教授 高杉 英一 (副査) 教授 吉川 圭二 教授 東島 清 助教授 窪田 高弘 助教授 郷田 直輝

論文内容の要旨

本研究ではスカラーテンサー重力理論に基づくインフレーションモデルとケイオティックインフレーションモデルの密度揺らぎ、重力波の揺らぎについて解析した。揺らぎのスペクトルは通常、Slow rolling 近似を使った公式により求められているが、この場合、各モデルの揺らぎの方程式の解を指数関数型膨張宇宙モデルの場合の解で近似していることとなり、揺らぎの方程式の解のスペクトルへの影響を考慮していない。

そこで本研究ではslow rolling 近似を使わないで揺らぎの公式を求めた。その際、インフレーションモデルにおいて、通常無視される曲率項についても考慮した。揺らぎの公式はモデルに依存する揺らぎの方程式の解で書き表される。そこで、精度良く揺らぎを計算した例を示すため、揺らぎの方程式(密度揺らぎの方程式と重力波の方程式)が解けるモデルを探した。このとき曲率項も考慮したため、解析的に解けるモデルの範囲が広がった。揺らぎの方程式は係数がスケール因子のみで表される2階の微分方程式であるので、ガウスの超幾何微分方程式もしくは合流型超幾何微分方程式で解くことができるスケール因子の関数形を求めた。その結果、重力波の方程式が超幾何微分方程式に帰着するスケール因子の形は超幾何関数で、合流型超幾何微分方程式に帰着するスケール因子の形は合流型超幾何関数で表されることがわかった。一方、密度揺らぎの方程式が超幾何微分方程式に帰着するスケール因子は超幾何関数の逆数であり、合流型超幾何微分方程式に帰着するスケール因子は合流型超幾何関数の逆数で表されることがわかった。また、両方の揺らぎの方程式が解けるモデルとして指数関数型、及びべき級数型のモデル以外に7個のインフレーションモデルを見だし、スペクトルの解析をした。これらはいずれもインフレーションの終わりにおいて指数関数型のモデルへ移行するが、始まりにおけるスケール因子の振る舞いが異なるので、どのモデルもスケール不変でない揺らぎのスペクトルを与える。我々が調べた解析的に解けるモデルの範囲内では、slow rolling parameters は、インフレーションの終わりではどのモデルでもゼロに近くなるのに対し、インフレーションの始まりにおいては無視できない大きさとなっているモデルもある。そのようなモデルに対してはslow rolling 近似は良い近似とはいえず、我々の公式における計算が意味を持つ。また、時空の曲率がゼロでない値においてのみ、存在できるモデルも見つかり、これに対しては、曲率項を無視せずに、また、それに伴って、曲率項を無視しない精度を保つためにslow rolling 近似を使わないで計算すべきである。曲率項がゼロである指数関数型の膨張モデルは、ポテンシャルが平らなためスカラー場が転がらず、通常の公式において密度揺らぎの値は、発散する。それを正則化するため、微小な質量項を導入しスケール不変なスペクトルが得られている。これに対し、時空の曲率が正の指数関数型の膨張モデルはポテンシャ

ルは平らでなく、スペクトルはスケール不変ではない。さらに、曲率がゼロの極限をとった場合でも、スケール不変とはならない。このような結果は曲率項を考慮して初めて得られる。

論文審査の結果の要旨

本研究では、スカラー場と重力場が結合している理論で、インフレーション宇宙における密度ゆらぎや重力波のゆらぎを解析的に調べている。ゆらぎが解析的に解ける場合は大変限られているが、解ける場合を分類し、ゆらぎのスカラーポテンシャルの形や曲率への依存性を議論した。通常 slow rolling 近似や曲率を無視して議論されているが、これらが無視できない場合があるとの興味ある結果をえた。今回見つけた、解析的な解は、より精密な議論をするときに重要になると考えられる。これらの点で、本研究は博士（理学）の学位論文として十分価値のあるものと認める。