

Title	Analytic Solutions for Cosmological Fluctuation Equations in Extended inflation Models
Author(s)	桑原, 正規
Citation	大阪大学, 1993, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/38098">https://hdl.handle.net/11094/38098</a>
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">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</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	くわはらまさのり 桑原正規
博士の専攻分野の名称	博士(理学)
学位記番号	第 10585 号
学位授与年月日	平成5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	<b>Analytic Solutions for Cosmological Fluctuation Equations in Extended inflation Models</b> (拡張インフレーションモデルにおける宇宙のゆらぎの解析的な解)
論文審査委員	(主査) 教授 高杉 英一 (副査) 教授 吉川 圭二 助教授 太田 信義 助教授 窪田 高弘 助教授 郷田 直輝

### 論文内容の要旨

宇宙の構造形成は、宇宙論における重要な問題である。宇宙の多様な構造を作り出すためには、その元となるエネルギー密度のゆらぎが宇宙初期に存在しなければならない。インフレーション宇宙モデルは、地平線問題、平坦性問題などの宇宙論的問題を解決するのみならず、構造形成の元となる非一様性の「種」を初期宇宙にもたらす。インフレーションモデルでは、密度ゆらぎの起源はスカラー場の量子論的ゆらぎに由来し、それが宇宙の急激な膨張（インフレーション）によって引き伸ばされると考える。

最初のインフレーションモデルが提案されてから数々の改良が行われ、最近ではプランスーディッケ理論に基づく拡張版インフレーションモデルが提案された。このモデルの利点は理論に含まれるパラメータの微調整なしに望ましいインフレーションが起こる点である。このモデルは、アインシュタインフレームにおいて、あるポテンシャルを持つ重力と極小相互作用するスカラー場の理論とみなすことができる。密度ゆらぎに対する線形微分方程式を解いてゆらぎの発展を調べることは、多くの研究者によって行われているが、これらの仕事は主に指数型ポテンシャルを持つモデル種類だけに集中している。これは主に、そのようなモデルに対しては、古典的な宇宙の膨張の様子が解析的な解として知られていることによる。なお宇宙初期を考える以上、拡張版インフレーションモデルにおいて、重力のゆらぎの効果は重要になると思われる。

本論文では、三種類のスカラーポテンシャルに対して密度ゆらぎを調べた。重力のゆらぎの効果を取り入れて密度ゆらぎの方程式を立てこれを解いたところ、解析的な解が得られた。これによりゲージ不変な密度ゆらぎを解析的な形で構成することができた。これら三つのモデルでは、宇宙は巾関数的な膨張ののちに指数関数的な膨張をするようになっているが、この型のモデルに対する解析的な解としては、今回得られたものが初めてのものである。また重力のゆらぎの効果を入れた場合と入れなかった場合とを比較することにより、一般に重力のゆらぎは、密度ゆらぎの長波長でのふるまいに大きな影響を及ぼすことがわかった。さらに個々のモデルについて重力波の方程式を解き、これに対しても、やはり解析的な解を得た。

解析的な解を与えるポテンシャルを見つけることは、ゆらぎの一般的な性質を議論するうえで重要なことである。それによって例えば、宇宙膨張の様子が変化する頃のゆらぎのふるまいや重力のゆらぎの効果を調べたり、ゲージ不変な形でゆらぎの表式を構成したりすることが近似に頼らずに可能となるからである。ここで求められた解によってこれらの性質が調べられるようになった。

## 論文審査の結果の要旨

宇宙の構造形成は、宇宙論における重要な問題である。宇宙の多様な構造を作り出すためには、その源となるエネルギー密度のゆらぎが宇宙初期に存在しなければならない。桑原君はプランスーディッケ理論に基づく拡張インフレーションモデルで密度ゆらぎの時間的发展を調べた。このモデルではゆらぎの源はスカラー場の量子的ゆらぎに起因する。特に、宇宙が巾関数的な膨張の後に指数関数的な膨張をするようなモデルで、密度ゆらぎの方程式の解析的な解を初めて求めた。また、重力がゆらぎの長波長でのふるまいに大きな影響を及ぼすことを示し、さらに、重力波の解析的な解を得た。これらの解析的な解はゆらぎの一般的な性質を議論するうえで重要で、特に、宇宙膨張の様子が変化する項のゆらぎのふるまい、重力のゆらぎに対する効果、ゲージ不変な形でのゆらぎの表式等を直接調べることができた。

以上の内容を検討した結果、この論文は博士論文として十分な価値があるものとして認める。