



Title	Reconstructing the Primordial Spectrum with CMB Temperature and Polarization
Author(s)	小合, 徳幸
Citation	大阪大学, 2006, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/46506
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名 小 合 徳 幸

博士の専攻分野の名称 博 士 (理 学)

学 位 記 番 号 第 20052 号

学 位 授 与 年 月 日 平成 18 年 3 月 24 日

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第4条第1項該当

理学研究科宇宙地球科学専攻

学 位 論 文 名 Reconstructing the Primordial Spectrum with CMB Temperature and Polarization
(宇宙マイクロ波背景放射の温度ゆらぎと偏光を用いた初期スペクトルの再構築)

論 文 審 査 委 員 (主査)
教 授 高 原 文 郎

(副査)
教 授 常 深 博 教 授 川 村 光 助 教 授 藤 田 裕
京 都 大 学 教 授 佐 々 木 節 東 京 大 学 教 授 横 山 順 一

論 文 内 容 の 要 旨

インフレーションモデルに密接に関係する初期ゆらぎのパワースペクトルは、宇宙マイクロ波背景放射 (CMB) の温度ゆらぎや偏光といった観測量から調べることができる。本研究では、CMB の非等方性から直接初期スペクトルを再構築するために提案された“Cosmic Inversion”という手法の改良を行った。このような方法の利点は、従来のパラメータフィッティングとは違い、初期スペクトルの形について一切の仮定を必要としないという点である。これまでは温度ゆらぎのみを用いたものであったが、偏光も考慮した定式化を行った。温度ゆらぎと偏光を線形結合させた公式を用いることにより、それぞれを単独で用いた場合に生じる特異点による数値的不安定が抑えられ、初期スペクトルを精度よく求めることができることを示した。

また、偏光の寄与にかかわらず、得られる初期スペクトルの形がコンシステントでなければならないという条件を課すことにより、宇宙論パラメータを制限する方法を考案した。この方法を用いて、2007 年打ち上げ予定の観測衛星 PLANCK で予想される観測誤差を考慮したシミュレーションにより、宇宙論パラメータに対する誤差評価を行った。その結果、どれか1つをフリーパラメータとした場合は10%以下の精度で宇宙論パラメータが決まることが分かった。

観測衛星 WMAP によって得られた実際のデータを用いた解析も行った。偏光については今のところ十分に精度のよいデータがないため、温度ゆらぎのデータのみからの初期スペクトルの再構築を行った。この方法が初期スペクトルの細かい特徴を考慮する上で有効であることを確認した上で、シミュレーションを用いた統計的な解析を行い、初期スペクトルの一部にスケール不変からの非自明なズレが存在する可能性があることを示した。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、宇宙マイクロ波背景放射 (CMB) の非等方性の観測から宇宙初期の空間曲率の揺らぎのパワースペクトル

ルを再構築する新しい方法を提案したものである。

CMB の温度や偏光の非等方性の観測は、宇宙論パラメータや宇宙初期の曲率揺らぎのパワースペクトルに強い制限を与える。従来は、宇宙初期の曲率揺らぎのパワースペクトルに適当な関数形を仮定して、その優位度を検定するという方法でデータ解析がなされていた。しかし最近、CMB の温度の非等方性から初期スペクトルを再構築する“Cosmic Inversion”という手法が提案された。この方法の利点は、初期スペクトルの形について一切の仮定を必要としない点である。本論文では、この Cosmic Inversion 法をさらに改良・発展させ、温度ゆらぎと偏光の観測データを線形結合した公式に基づく再構築法の定式化を行った。その結果、温度ゆらぎと偏光のそれぞれを単独で用いた場合に生じる数値的不安定を取り除くことに成功し、精度の良い再構築を可能にした。また、再構築で得られる初期スペクトルの形が、線形結合のウェートの取り方によってはならないという条件から、宇宙初期のモデルに依存しない宇宙論パラメータに対する制限が得られることを明らかにした。

本論文の結果は、観測的宇宙論の発展に重要な寄与をするものであり、その意義は大きい。よって、本論文は博士(理学)の学位論文として十分価値あるものと認める。