

平成 22 年 4 月 30 日現在

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2007～2011

課題番号：19340054

研究課題名（和文） コズミックバリエーションを超越した次世代精密宇宙論の研究

研究課題名（英文） The next-generation research on precision cosmology beyond the cosmic variance

研究代表者 横山 順一（YOKOYAMA JUN'ICHI）

東京大学・大学院理学系研究科・教授

研究者番号：50212303

研究代表者の専門分野：宇宙物理学

科研費の分科・細目：素粒子・原子核・宇宙線・宇宙物理（理論）

キーワード：宇宙論、宇宙背景放射、温度揺らぎ、密度揺らぎ、インフレーション、宇宙論的パラメータ

1. 研究計画の概要

宇宙初期に生成した密度揺らぎのスペクトルは、宇宙背景放射探査衛星WMAPによって温度揺らぎとして測定されていますが、その観測誤差は、今や見込む角度の逆数に対応するマルチポール $l=400$ 程度までは、測定法や解析法を原因とする誤差よりも、観測できる宇宙が一つしかないことに起因するコズミックバリエーション（宇宙論的バラツキ）によるものの方が大きく、今後観測技術がどんなに進歩しても、これ以上の誤差の減少は見込めないところまで来ています。本研究の第一の目的はアンサンブル平均としての宇宙論パラメータを求めるのではなく、われわれ自身の宇宙の初期揺らぎを求めることによって、この問題を克服することです。また、揺らぎ生成の理論的な観点から、単純なべき乗則によらない揺らぎを生成する可能性を追求するとともに、その検証法を検討します。

2. 研究の進捗状況

（1）第一の目的については、まず、最小尤度再構築法によって初期揺らぎのスペクトルを再構築し、現在のスケールにして約700メガパーセクに対応するスケールに、べき乗則からのずれを確認しました。それに基づいて温度揺らぎと偏光の双方のデータを用いてマルコフチェーンモンテカルロ法によって、我々の宇宙の初期揺らぎを再現しました。その結果、上記スケールに見られるズレが単純なべき乗モデルから得られる確率が1万分の1以下であること、スケールの任意性を考慮しても千分の1以下であることを見いだしました。さらにこのズレの存在を考慮して、

宇宙論的パラメータの値を求めました。

（2）このほか、小スケールの密度揺らぎを探る方法として、揺らぎの2次摂動論で生成するテンソル揺らぎすなわち重力波が有用であることを示しました。さらに大振幅小スケール揺らぎの直接の観測的証拠となる原子ブラックホールの存在量について広範な宇宙論的制限を得ました。

（3）宇宙背景放射を用いて微細構造定数や電子・陽子質量等の基礎物理定数がどの程度時間変化してもよいか、WMAPデータを用いてマルコフチェーンモンテカルロ法で求め、制限を得るとともに、そのモデル依存性を明らかにしました。

3. 現在までの達成度

おおむね順調に進展している

4. 今後の研究の推進方策

最終年度の課題として、揺らぎのパワースペクトルだけでなく、各方向ごとの温度揺らぎをのものを用いて、我々の宇宙の初期状態をより詳細に再構築し、それに基づいて宇宙論的パラメータを求める計算が残されています。前年度に雇用した永田研究員が半年で他の研究機関に職を得たため、本研究は若干延期せざるを得ませんでした。新しい研究員を雇用し、現在鋭意進めているところです。

5. 代表的な研究成果

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕(査読済み論文計23件)

B.J. Carr, 郡和範、仙洞田雄一、横山順一
Physical Review D 81 巻 104019 論文
33 ページ 2010 年 “New cosmological
constraints on primordial black holes”

市来浄與、永田竜、横山順一 Physical
Review D 81 巻 0830101 論文 6ページ 2010
年 “Cosmic Discordance: Detection of a
modulation in the primordial fluctuation
spectrum”

齋藤遼、横山順一 Physical Review
Letters 102 巻 161101 論文 4ページ 2009
年 “Gravitational wave background as a probe
of the primordial black hole abundance”
他 20 編

〔学会発表〕(計8件)

横山順一「インフレーションと重力波」日
本物理学会 2010年3月22日 岡山大学

〔図書〕(計2件)

横山順一「電磁気学」講談社 278 ページ
2009年

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

論文の内容は、日本学術振興会発行の科研
費ニュースに掲載されることになっていま
す。

論文の内容は、東京大学理学部によってプ
レスリリースが行われました。