

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2007～2010

課題番号：19740145

研究課題名 (和文)

精密宇宙論的観測データに基づく宇宙の進化と素粒子物理

研究課題名 (英文)

Particle cosmology in the era of precision cosmology

研究代表者 高橋 智

(TAKAHASHI, TOMO)

佐賀大学・理工学部・准教授

研究者番号：60432960

研究分野：素粒子論・宇宙論

科研費の分科・細目：素粒子・原子核・宇宙線・宇宙物理

キーワード：初期宇宙、初期揺らぎ、非ガウス性

1. 研究計画の概要

近年、宇宙論の観測の発展は目覚ましく、WMAP 衛星による宇宙背景放射の揺らぎの観測に代表されるように、より精密化されてきた。2009年には WMAP 衛星よりもさらに精密に宇宙背景放射の観測が可能になる Planck 衛星が打ち上げられ、今後さらに多くの精密な宇宙論のデータが期待できる。これらのデータにより、宇宙の発展の歴史、また現在の姿の理解が大きく進む事が期待される。本研究ではこれらの精密な観測データを用いて、宇宙の進化の歴史を明らかにし、そして宇宙進化の研究から、素粒子物理を理解していく、ということを目指とする。特に、宇宙進化の過程の中で、宇宙初期の物理、特に初期密度揺らぎに関連した物理と、また現在の加速膨張宇宙に焦点を当て、研究を進めていく。

2. 研究の進捗状況

昨年度までに初期揺らぎについては、主にその非ガウス性について研究を行ってきた。宇宙初期揺らぎの非ガウス性が素粒子論から示唆される初期宇宙の進化モデル、またバリオン非対称性の生成メカニズム、および暗黒物質の性質 (生成過程) などに対してどのような示唆が得られるかについて具体的なモデルや、また一般的な枠組みで議論し、詳細に検討してきた。例えば、自己相互作用を含むようなカーバトン場から生成される初期揺らぎの3点関数、4点関数について詳細に解析し、将来の観測で、カーバトン場のポテンシャルについても調べることができる可能性があることを指摘した研究などがある。

また、バリオン数非対称性の生成や暗黒物質の性質 (特に生成過程) に関連して、等曲率揺らぎについて調べ、その非ガウス性についても研究を行った。その結果、初期揺らぎの非ガウス性を調べることにより、様々な物理に対して大きな示唆が得られることを分かってきた。

3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進行している

ほぼ当初の計画通り研究は進んでいると思われる。昨年度までに本研究に関連する論文は20編ほど出版され、初期揺らぎの非ガウス性のみならず、様々なトピックスについて宇宙観測データに基づいた様々な結果を得ている。

4. 今後の研究の推進方策

今後も引き続き初期揺らぎの非ガウス性については研究を続け、さらに暗黒物質の性質に対する宇宙の密度揺らぎからの示唆などについて研究を行っていく予定である。

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] (計20件) (すべて査読あり)

1. Kari Enqvist, Sami Nurmi, Olli Taanila and Tomo Takahashi,

“Non-Gaussian Fingerprints of Self-Interacting Curvaton,”

JCAP 1004, 009 (2010)

2. Toyokazu Sekiguchi, Kazuhide Ichikawa, Tomo Takahashi and Lincoln Greenhill, “Neutrino mass from cosmology: Impact of high-accuracy measurement of the Hubble constant,” JCAP 1003, 015 (2010)

3. Masahiro Kawasaki, Tomo Takahashi and Shuichiro Yokoyama, “Density Fluctuations in Thermal Inflation and Non-Gaussianity,” JCAP 0912, 012 (2009)

4. Kari Enqvist and Tomo Takahashi, “Effect of Background Evolution on the Curvaton Non-Gaussianity,” JCAP 0912, 001 (2009)

5. Kazunori Kohri and Tomo Takahashi, “Cosmology with Long-Lived Charged Massive Particles,” Phys. Lett. B 682, 337 (2010)

6. Tomo Takahashi, Masahide Yamaguchi and Shuichiro Yokoyama, “Primordial Non-Gaussianity in Models with Dark Matter Isocurvature Fluctuations,” Phys. Rev. D 80, 063524 (2009)

7. Kari Enqvist, Sami Nurmi, Gerasimos Rigopoulos, Olli Taanila and Tomo Takahashi, “The Subdominant Curvaton,” JCAP 0911, 003 (2009)

8. Kazuhide Ichikawa, Masahiro Kawasaki, Kazunori Nakayama, Toyokazu Sekiguchi and Tomo Takahashi, “Constraining Light Gravitino Mass from Cosmic Microwave Background,” JCAP 0908, 013 (2009)

9. Tomo Takahashi, Masahide Yamaguchi, Jun-ichi Yokoyama and Shuichiro Yokoyama, “Gravitino Dark Matter and Non-Gaussianity,” Phys. Lett. B 678, 15 (2009)

10. Chiaki Hikage, Kazuya Koyama, Takahiko Matsubara, Tomo Takahashi and Masahide Yamaguchi, “Limits on Isocurvature Perturbations from Non-Gaussianity in WMAP Temperature Anisotropy,” Mon. Not. Roy. Astron. Soc. 398, 2188 (2009)

11. Kiyotomo Ichiki, Masahiro Takada and Tomo Takahashi, “Constraints on Neutrino Masses from Weak Lensing,” Phys. Rev. D 79, 023520 (2009)

12. Takeo Moroi and Tomo Takahashi, “Non-Gaussianity and Baryonic Isocurvature Fluctuations in the Curvaton Scenario,” Phys. Lett. B 671, 339 (2009)

13. Robert H. Brandenberger, Tomo Takahashi and Masahide Yamaguchi, “Adiabatic fluctuations from cosmic strings in a contracting universe,” JCAP 0907, 015 (2009)

14. Kazuhide Ichikawa, Teruaki Suyama, Tomo Takahashi and Masahide Yamaguchi, “Primordial Curvature Fluctuation and Its Non-Gaussianity in Models with Modulated Reheating,” Phys. Rev. D 78, 063545 (2008)

他 6 件は省略

〔学会等発表〕 (計 10 件)

学会等発表については省略