



TITLE:

Theoretical and Observational Constraints on the Cosmology of theories of Gravity(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

Chandhanapparambil Pookkillath, Masroor

CITATION:

Chandhanapparambil Pookkillath, Masroor. Theoretical and Observational Constraints on the Cosmology of theories of Gravity. 京都大学, 2021, 博士(理学)

ISSUE DATE:

2021-09-24

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k23453>

RIGHT:

(続紙 1)

京都大学	博士 (理学)	氏名	Masroor Chandhanapparambil Pookkillath
論文題目	Theoretical and Observational Constraints on the Cosmology of theories of Gravity (重力理論の宇宙論に対する理論的および観測的制約)		
(論文内容の要旨) In this thesis, the author explores the theoretical and observational viability of various theories of gravity. In the light of present cosmological tension like H_0 tension, the author aims to explore whether some modified theories of gravity can address them. At first, an investigation was made to check whether any ghost modes are present in Einstein Cubic Gravity theory which are strongly coupled in the exact isotropic and homogeneous cosmological space time. Considering odd-parity modes of linear inhomogeneous perturbations on a spatially homogeneous Bianchi type I manifold close to the isotropic de Sitter spacetime it is shown that in the regime of small anisotropy, the theory possesses new degrees of freedom compared to General Relativity, whose kinetic energy vanishes in the limit of exact isotropy. From the mass dispersion relation, it was found that such theory always possesses at least one ghost mode as well as a very short-time-scale (compared to the Hubble time) classical tachyonic (or ghost-tachyonic) instability. Then an exploration of the baryon physics and tight coupling approximation used in the Einstein-Boltzmann solvers is made. The equations of motion derived from the action obey the general covariance and Bianchi Identity. These equations were then implemented in the Boltzmann code, CLASS and investigated the change in the estimate of cosmological parameters by performing an MCMC analysis. With the covariantly correct baryon equations of motion, the author finds 1% deviation for the best fit values of some of the cosmological parameters that should be taken into account. Then phenomenology of a class of minimally modified gravity theories called $f(H)$ theories is studied. The dynamics of cosmology at the levels of both background and perturbations are studied, and a concrete example of the theory is presented. By confronting this example model to Planck data as well as some later-time probes, it is shown that such a realization of $f(H)$ theories fits the data significantly better than the standard Λ CDM model. Finally, an investigation on whether any Modified gravity can alleviate the present Hubble H_0 tension is also made from the point of view of late time resolution to the H_0 tension. In particular, the studies two models: Generalized Proca theory and a type-II Minimally Modified Gravity (MMG) theory dubbed VCDM. The author found that these models, especially VCDM, can reduce the H_0 tension. The VCDM theory provides an arena to test different modifications to the Hubble function.			

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

宇宙創世のような重力と量子論の両方が本質的となる状況では、一般相対論も場の量子論も破綻してしまう。したがって、真に宇宙創生を論ずるには、この理論的破綻を回避して重力と量子論を調和させる、量子重力理論が必要である。そして、量子重力理論の構築のためには、一般相対論を短距離で修正する必要があると考えられている。また、現在の宇宙の加速膨張は、一般相対論に基づいて説明しようとする、ダークエネルギーの存在を示唆するが、その正体は全く分かっていない。さらに、最近の赤方偏移空間歪みの観測などからは、一般相対論と通常考えられているダークエネルギーでは説明するのが難しいデータも出始めている。そのため、少なからぬ研究者が「ダークエネルギーを導入する代わりに、一般相対論を変更する事はできないか?」と考えている。もしも一般相対論が宇宙論スケールの長距離で変更を受けるのなら、ダークエネルギーを導入せずに観測データを矛盾なく説明できるかもしれない。

申請論文は、以上のような動機づけにより申請者がこれまで行なってきた重力理論および宇宙論についての研究をまとめたもので、既出版された5編の論文に基づいている。そのうち1編は高階曲率重力理論の整合性についての研究、1編は Boltzmann codeにおけるバリオンの取り扱いについての研究、3編は修正重力理論によって宇宙論の観測データを説明する研究である。

特に、 Λ CDMと呼ばれる物理的自由度が2の理論に基づいて観測データを説明する研究は、この理論が H_0 テンションの解決策になる可能性を世界で初めて示したものであり、有益な結果である。

よって、本論文は博士(理学)の学位論文として価値あるものと認める。また、令和3年7月12日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。

要旨公表可能日： 年 月 日以降