



Title	Testing some scenarios in modified gravity
Author(s)	Arraut, Ivan
Citation	大阪大学, 2014, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/34062
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

Abstract of Thesis

Name (Ivan Arraut)	
Title	Testing some scenarios in modified gravity (修正重力理論におけるいくつかのシナリオの検証)
Abstract of Thesis Modified gravity theories have emerged as an alternative for solving the dark energy and dark matter problems by introducing additional degrees of freedom inside the standard gravitational theory. These extra degrees of freedom might be problematic at the moment of analyzing some scenarios where they can reproduce some pathologies, generally absent inside the standard formulation of gravity (General Relativity). In this document, we analyze two modifications of gravity. The first one corresponds to the de-Rham-Gabadadze-Tolley (dRGT) theory of non-linear massive gravity which is a candidate for solving the dark energy problem. In this theory we study the perturbative behavior of the Schwarzschild de-Sitter (S- dS) solution with one free parameter satisfying $\beta = \alpha^2$. We find that the linear perturbation equations become identical to those for the vacuum Einstein theory when they are expressed in terms of the gauge-invariant variables. This implies that this black hole is stable in the dRGT theory as far as the spacetime structure is concerned in contrast to the case of the bi-Schwarzschild solution in the bi-metric theory. However, we have also found a pathological feature that the general solution to the perturbation equations contain a single arbitrary function of spacetime coordinates. This implies a degeneracy of dynamics in the Stuckelberg field sector at the linear perturbation level in this background. Physical significance of this degeneracy depends on how the Stuckelberg fields couple to the observable ones. As dRGT is not able to reproduce dark matter effects, we analyzed a second model. It corresponds to one of the proposed non-local models of gravity. The model was used before in order to recreate screening effects for the cosmological constant (Λ) value. Here we analyze the possibility of reproducing dark matter effects in that formulation. Although the model in the weak-field approximation (in static coordinates) can reproduce the field equations in agreement with the AQUAL Lagrangian, the solutions are scale dependent and cannot reproduce the observed dark matter dynamics in agreement with the Modified Newtonian Dynamics (MOND) proposed by Milgrom.	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (Ivan Dario Arraut Guerrero)		
	(職)	氏 名
論文審査担当者	主 査	教授 細谷 裕
	副 査	教授 (KEK) 小玉 英雄
	副 査	教授 窪田 高弘
	副 査	教授 大野木哲也
	副 査	助教 田中 実
論文審査の結果の要旨 Einstein 重力理論は天文、宇宙論に関する現在の観測と驚くべき一致をみるが、決して、完全に検証された訳ではない。暗黒物質や暗黒エネルギー、超大スケールでの宇宙の構造など謎に包まれている部分も多い。本論文「Testing some scenarios in modified gravity (修正重力理論におけるいくつかのシナリオの検証)」では、重力場が小さな質量をもつ場合などの修正重力理論を系統的、包括的に調べ、整合性と問題点を明らかにした。特に、暗黒エネルギー問題を説明する手段として、Fierz-Pauli 質量をもつ修正重力理論 (dRGT 理論) を Stuckelberg 場を用いて定式化し、非線形項を含めて零質量極限が整合的にとれることを示した。また、この理論でのブラックホール解の安定性を、微少揺らぎ (摂動) を系統的に完全に吟味することにより確立した。しかしながら、Stuckelberg 場の中に含まれる余分の自由度に起因して理論に不定性が残ることも示し、dRGT 理論が現状では不完全であることも示した。これは世界初の結果である。さらに、暗黒物質問題を解決する一つの方法として提案されている非局所重力理論は、銀河の分布や運動を正しく再現しないことも示した。これらの結果は、今後、修正重力理論を改良完成し、実験観測に結びつけていく上で極めて重要である。よって、本論文は博士 (理学) の学位論文として十分価値のあるものと認める。		