

Title	Nonlocal Gravity(Abstract_要旨)
Author(s)	Zhang, Ying-li
Citation	Kyoto University (京都大学)
Issue Date	2013-09-24
URL	https://doi.org/10.14989/doctor.k17849
Right	学位規則第9条第2項により要約公開
Type	Thesis or Dissertation
Textversion	none

(続紙 1)

京都大学	博士 (理 学)	氏名	章 穎理
論文題目	Nonlocal Gravity		

(論文内容の要旨)

In this thesis, the cosmological correspondence of theory of nonlocal gravity, which is an infrared (IR) modification of Einstein's theory, is studied in detail.

It is known that Einstein's General Relativity (GR) suffers from the Cosmological Constant Problem (CCP), which is one of the most severe problems in fundamental physics. A related cosmological mystery is the dark energy problem, namely, what drives the current accelerated expansion of the universe? Aiming at the resolution of these two problems, a nonlocal modification theory of gravity that may originate from the loop corrections to GR was proposed. In this theory, on cosmological scales, it is hoped that the observed accelerated expansion of the current universe can be explained by the nonlocal modification term while leaving the large bare vacuum energy predicted by quantum field theory unchanged. Moreover, with an appropriate reconstruction procedure, one can construct a model, though with rather unnatural tuning, in which the evolution of the universe is indistinguishable from that predicted by the Λ CDM model.

After reviewing the proposal and achievements of nonlocal gravity, we study cosmology of this theory. We firstly probe the possibility of resolution of CCP by discussing the screening of cosmological constant in this theory. Spatially flat and decelerating solutions are found with the presence of a bare cosmological constant term. This shows that the screening mechanism works effectively in this theory. We also find a de Sitter solution with and without a perfect fluid matter component. Further, we obtain a whole set of power-law solutions with and without a perfect fluid matter component. The conformal transformation in this theory is clarified, and we apply it to finding the corresponding solutions in the Einstein frame.

Next, we formulate the linear cosmological perturbations in nonlocal gravity. By considering the Newtonian limit, we simplify the equation and obtain the post-Newtonian parameter. Using the bound given by time-delay effect of the Cassini tracking for the sun, we obtain the local constraints on this theory. It is found that for a wide range of model parameters, nonlocal gravity theories can satisfy the local constraints.

Finally, we argue that since the Hubble parameter of the de Sitter solution found for a particular theory of nonlocal gravity is a free parameter specified by the initial condition, not by the parameter of the theory, there is a hope that nonlocal gravity can describe both a proper inflationary scenario in the early universe, subsequent decelerated expanding phase of the universe, and the current accelerated expanding phase, irrespective of the value of the bare cosmological constant in the Lagrangian, thus giving a solution to the cosmological constant problem. We then conclude by stating a few important future issues including the search for a theory that properly reproduce both the early inflationary phase and the current accelerated phase simultaneously without fine-tuning of the model parameters.

注)「論文内容の要旨」と「論文審査の結果の要旨」は、1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 words で作成し、審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、非局所重力理論に基づく宇宙論を展開し、その理論によって宇宙定数問題や宇宙の暗黒エネルギー問題を解決する可能性を追求したものである。

一般相対論はこれまでに、理論的にも観測的にもこれまで大きな成功を収めてきた。また、場の量子論もミクロな自然界を記述する理論として大きな成功を収めてきた。しかし、場の量子論と一般相対論を同時に考えると、いくつもの大きな難題が持ち上がる。その最も大きな問題のひとつが理論的に予測される大きさより、観測されている大きさが 120 ケタ以上小さいという宇宙項問題がある。

この宇宙項問題を非局所重力理論が解決するかもしれないという可能性が 10 年ほど前から議論されてきた。本論文では、非局所項が指数関数的な理論を取り扱い、その宇宙論的解を求め、その解が元々の理論にある宇宙定数の効果を遮蔽していることを示している。審査の結果、本論文で行われた以上の解析は、非局所重力理論の有効性を示す重要な成果であると認めた。また、特殊な指数関数の場合に、宇宙膨張が指数関数的である宇宙モデルが存在し、それが現在の暗黒エネルギーを説明するモデルになっている可能性を指摘した。これも独創的で重要な成果である。

以上の成果によって、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。また平成 25 年 6 月 19 日論文内容とそれに関連した口頭試問を行った。その結果合格と認めた。

注 1) 「論文審査の結果の要旨」の結句には、学位論文の審査についての認定を明記すること。更に、試問の結果の要旨（例えば「平成 年 月 日論文内容とそれに関連した口頭試問を行った。その結果合格と認めた。」）を付け加えること。

注 2) 「論文内容の要旨」及び「論文審査の結果の要旨」は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公開する。
特許申請、雑誌掲載等の関係により、学位授与後、Web での即日公開を希望しない場合は、以下に公開可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降