

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2008 ~ 2012

課題番号：20740148

研究課題名 (和文) 暗黒エネルギーの起源の理論的な探究と観測からの制限

研究課題名 (英文) Construction of theoretical models of dark energy and their observational constraints

研究代表者 辻川 信二

(Shinji Tsujikawa)

東京理科大学 理学部 准教授

研究者番号：30318802

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：物理学, 素粒子・原子核・宇宙線・宇宙物理

キーワード：暗黒エネルギー, 一般相対論

### 1. 研究計画の概要

現在の宇宙のエネルギーの約 70 %程度が、暗黒エネルギーと呼ばれる宇宙を加速膨張させる未知の成分であることが観測的に示唆されている。その起源を明らかにするには、理論と観測の相補的な進展が不可欠である。研究代表者は、様々な暗黒エネルギーモデルに基づく宇宙進化、密度揺らぎの進化、局所重力実験からの制限等を理論的に考察し、有効なモデルの候補を絞り込んでいく。その上で、様々な観測データからモデルへの制限を与える。このようにして、どのようなモデルが最も好まれるかを調べ、暗黒エネルギーの起源に迫っていく。

### 2. 研究の進捗状況

暗黒エネルギーの起源を解明するため、主に修正重力理論に基づくモデルの構築とその観測からの制限についての研究を行ってきた。2008-2009年度は、ラグランジアンがスカラー曲率またはガウスボンネ項の一般的な関数で書かれているモデルにおける宇宙進化と密度揺らぎの進化について調べ、宇宙大規模構造や重力レンズの観測に与える影響についての論文を数編、執筆した。さらに、カメレオン機構と呼ばれる機構でどのように局所重力実験の制限が満たされるかについて、 $f(R)$ 重力理論とスカラーテンソル理論で詳細に調べた。これらの研究に関連して、 $f(R)$ 重力理論の Living Reviews of Relativity 誌にレビュー論文を執筆した。

2010年度には、主にガリレオンと呼ばれる

スカラー場を用いた暗黒エネルギーモデルの構築を行い、最終的に加速膨張解につながるトラッカー解を発見した。さらに、ガリレオン重力に基づくモデルにおいて、超新星、宇宙背景輻射、バリオン振動の観測から、モデルで現れるパラメータに制限をつけた。また、同モデルにおける物質揺らぎの進化について詳細に調べ、宇宙大規模構造や重力レンズの観測に与える影響に関する論文を執筆した。

また過去3年間において、上記の研究に関連して、10回程度の招待講演を行った。

### 3. 現在までの達成度

当初の計画以上に進展している。

2008年度から2009年にかけては、 $f(R)$ 重力やスカラーテンソル理論に基づく暗黒エネルギーモデルの研究を中心に行い、その研究成果が評価され、Living Reviews of Relativity 誌から、 $f(R)$ 重力に関するレビュー論文の執筆を依頼された。2010年度は、ガリレオン理論に基づく暗黒エネルギーモデルの構築に成功し、それに関する5編程度の論文を執筆し、その成果はPhysical Review Letters 誌を始めとする複数の雑誌にすでに掲載されている。

### 4. 今後の研究の推進方策

今後も過去の3年間の研究の内容をさらに押し進め、最新の観測データから様々な暗黒エネルギーモデルに制限を与え、暗黒エネルギーの起源に迫っていく。

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 27 件)

1. Shinji Tsujikawa, Takayuki Tatekawa,  
The effect of modified gravity on weak  
lensing, Physics Letters B665, 325-331  
(2008), 査読有

2. Takashi Tamaki, Shinji Tsujikawa,  
Revisiting chameleon gravity: Thin-shell  
and no-shell fields with appropriate  
boundary conditions,  
Physical Review D 78, 084028 (2008)  
査読有

3. Antonio De Felice, Shinji Tsujikawa,  
Construction of cosmologically  
viable  $f(G)$  gravity models,  
Physics Letters B675, 1-8 (2009),  
査読有

4. Shinji Tsujikawa, Radouane Gannouji,  
Bruno Moraes, David Polarski,  
Dispersion of growth of matter  
perturbations in  $f(R)$  gravity,  
Physical Review D 80, 084044 (2009)  
査読有

5. Antonio De Felice, Shinji Tsujikawa,  
 $f(R)$  theories,  
Living Reviews in Relativity 13, 3 (2010)  
査読有

6. Antonio De Felice, Shinji Mukohyama,  
Shinji Tsujikawa,  
Density perturbations in general modified  
Gravitational theories,  
Physical Review D 82, 023524 (2010)  
査読有

7. Antonio De Felice, Shinji Tsujikawa,  
Cosmology of a covariant Galileon field  
Physical Review Letters 105, 111301 (2010)  
査読有

8. Antonio De Felice, Ryotaro Kase,  
Shinji Tsujikawa,  
Matter perturbations in  
Galileon cosmology,  
Physical Review D 83, 043515 (2011)  
査読有

[学会発表] (計 18 件)

1. Shinji Tsujikawa,  
Dark energy and modified gravity  
NIMS-APCTP Workshop,  
2009年9月25日, 大田

2. Shinji Tsujikawa,  
Dark energy and modified gravity  
A UniverseNet Cosmology workshop,  
2010年8月20日, コペンハーゲン

3. Shinji Tsujikawa,  
Inflation and dark energy  
JGRG20  
2010年9月25日, 京都

4. Shinji Tsujikawa,  
Cosmology of a Galileon field  
Extra-Dimension Probe by Cosmophysics  
2010年11月12日, つくば

5. Shinji Tsujikawa,  
Galileon Cosmology  
Workshop on beyond standard models and  
the Dark Sides of our Universe  
2010年11月19日, 上海

[図書] (計 3 件)

1. Luca Amendola, Shinji Tsujikawa,  
Cambridge University Press,  
Dark energy: Theory and Observations,  
2010年, 506 ページ

[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]  
特になし.