

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)	氏名	谷口 真彦
学位授与の要件	学位規則第 4 条第①・2 項該当		
論 文 題 目 Cartan $F(R)$ gravity and the time evolution of the Universe (Cartan $F(R)$ 重力と宇宙の時間発展)			
論文審査担当者 主 査 教 授 稲垣 知宏 審査委員 教 授 黒木 伸一郎 審査委員 教 授 深澤 泰司 審査委員 教 授 野中 千穂			
〔論文審査の要旨〕 本論文（本研究）は、カルタン $F(R)$ 重力理論における宇宙の開闢から現在までの時空の時間変化を明らかにすることを目的としている。一般相対性理論は、高エネルギースケールでの量子論との整合性から、修正が必要になると考えられている。また、重力理論が修正されることで、宇宙の平坦性問題、地平線問題等を解決するインフレーション、および現在の宇宙の加速膨張を引き起こしている暗黒エネルギーについて理解できる可能性がある。その修正された重力理論の候補の一つがカルタン $F(R)$ 重力理論である。 第 1 章では、現代宇宙論の問題と、これらを解決する理論の候補である修正重力理論に関して、これまでの研究成果について概観し、本論文の目的と構成が述べられている。 第 2 章では、本研究の基礎となる宇宙の加速膨張と宇宙背景輻射の揺らぎに関する定式化について、アインシュタイン・ヒルベルト作用から出発し、FLRW 計量を仮定したスカラー・テンソル理論の枠内で説明され、観測からの制限について解説されている。 第 3 章では、カルタン形式での時空の記述について、四脚場、スピン接続、アフィン接続とトーションテンソルについて解説し、カルタン $F(R)$ 重力理論を導入している。その後、通常の $F(R)$ 重力理論とカルタン $F(R)$ 重力理論の違いについて、スカラー・テンソル理論に書き換えることで議論している。ここで用いられている、共形変換を用いないスカラー・テンソル理論への書き換えは、共形変換による曖昧さを持たない理論形式構築に成功したという意味で、本研究の最も重要な成果である。 第 4 章では、カルタン $F(R)$ 重力理論として、 R^2 モデル、 R^n モデルと対数モデルについて、同等なスカラー・テンソル理論に書き換えることでインフレーションを引き起こすモデルを構築している。カルタン $F(R)$ 重力理論によるインフレーションが予想する宇宙背景輻射の揺らぎが堅牢性という特徴を持つことを明らかにしており、今後、宇宙背景輻射			

の観測精度が上がることによる理論の検証可能性を示した成果である。

第5章では、インフレーション後の再加熱過程を R^2 モデルと対数モデルで解析し、インフレーション期の膨張により冷えた宇宙が、十分な温度まで再加熱されることを示している。また、カルタン形式で導入されるスピン接続によるフェルミオンペアの生成を解析することで、フェルミオン場へのエネルギー転送について議論している。

第6章では、カルタン $F(R)$ 重力理論でインフレーションを引き起こしたスカラー場のポテンシャルエネルギーが、インフレーション終了後も僅かな残量を持つことに注目し、クインテッセンス・インフレーションのシナリオを通じて、暗黒エネルギーを説明できることが示されている。多くのモデルでは、暗黒エネルギーの源として、インフレーションを引き起こすエネルギー源とは別の項を作用に導入するが、本モデルでは一つの項で両者を説明できており、興味深い結果である。

第

7章では、本研究の成果と今後の課題がまとめられている。カルタン $F(R)$ 重力理論において、共形変換による曖昧さを持たない理論形式構築に成功し、堅牢性を持つ理論予想を見つけることで検証可能性を示したという成果は、今後、関連分野で小さくない波及効果を持つと期待させるものである。

以上、審査の結果、本論文の著者は博士（理学）の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。

備考：審査の要旨は、1,500字以内とする。