

学位論文要旨

Behavior of Chameleon Mechanism on $F(R)$ Gravity

($F(R)$ 修正重力理論におけるカメレオン機構の振る舞い)

氏名 松尾大和

現在、観測技術の発達に伴い重力波の観測やブラックホールの直接撮像など、一般相対性理論によって予言されたさまざまな現象が検証されている。一方で一般相対性理論だけでは説明できない未解決問題として宇宙初期に起こったとされる急激な宇宙の加速膨張(インフレーション)やダークエネルギー、ダークマター問題が存在する。これ等の未解決問題へのアプローチ法としてしばしば、一般相対性理論を拡張する修正重力理論が研究されている。申請者が研究対象とした $F(R)$ gravity は修正重力理論の理論の一つであり、一般相対性理論を記述する Einstein-Hilbert 作用をスカラー曲率 R の任意の関数 $F(R)$ で置き直した理論である。特に 1980 年に Starobinsky によって提唱された曲率の二乗で表される R^2 型の Starobinsky model は現在の宇宙論の観測を再現するようにインフレーションを説明できることが知られている[1]。 $F(R)$ gravity は計量テンソルに対して Weyl 変換を行うことによって Einstein-Hilbert 作用とスカラー粒子の描像に書き直すことができる。このスカラー粒子はスカラロンと呼ばれるが、chameleon mechanism によって地球上では観測されない。

申請者は $F(R)$ gravity の研究の試みとして、 R^2 型の Starobinsky model を対数関数を加えて拡張したモデルについてその振る舞いを調べた。その結果、対数型の $F(R)$ モデルがインフレーションを説明するだけでなく、現在の加速膨張を引き起こしつつ、ダークマターの候補となり得るようにモデル中のパラメータを選ぶことができることを示した。

また、 $F(R)$ gravity の存在の検証になり得る現象である chameleon mechanism の検証可能性についても議論を行なった。特にインフレーションが終わった後のフェイズである preheating 期には共鳴効果によってスカラロンから物質場への崩壊現象が指数関数的に引き起こされる。その際、背景の物質場の急激な増加に伴い chameleon mechanism によってスカラロンの質量が急激に変化し、最終的な再加熱温度に影響を及ぼすことが期待される。申請者は[2]の計算方法を参考に preheating 期のスカラロンの振る舞いについて数値的な計算を行なった。

[1] A. A. Starobinsky, Phys. Lett. B 91, 99 (1980)

[2] Z.Huang, (2011)