

学位論文要旨

Inflationary models improved by quantum corrections

(量子補正によって改良されたインフレーションのモデル)

氏名 坂本 弘樹

宇宙全体から観測される宇宙背景放射 (CMB) がほとんど完全に熱平衡状態にある $3K$ の黒体放射のスペクトルと一致するという事実は、標準宇宙論が地平線問題および平坦性問題と呼ばれる問題を抱えていることを示唆する。これらの問題は宇宙の発展の非常に早い段階で時空が加速的に膨張する時代があったと考えることで解決することが出来る。インフレーションはそのような加速膨張のメカニズムを説明する非常に良く出来た模型の一つで、予言される物理量は観測から得られる制限を満足できることが確かめられている。

インフレーションは宇宙の初期においてスカラー場がポテンシャルの平坦部分から極小値に向かって揺らぎながらゆっくり転がり落ち、そのときに開放されるエネルギーが宇宙の加速膨張を引き起こす、というシナリオである。このようなスカラー場はインフラトンと呼ばれ、その初期揺らぎが現在観測される CMB の温度揺らぎとして測定される。インフレーションが起きたとされる時期のエネルギースケールは大型ハドロン衝突型加速器のような地上の加速器実験では到達することが難しいような領域であり、したがって CMB の温度揺らぎを精密に調べることによってそのようなスケールの物理を調べることが可能となる。

本論文では我々が提案する模型がインフレーションのシナリオを説明することが可能かどうかを観測によって得られている物理量に基づいて議論する。その模型の一つであるゲージ化された南部・ヨナラシーニョ模型は、より基本的なフェルミオンの束縛状態で構築されたインフラトンによる時空の加速膨張のシナリオを与える。この模型ではインフレーションより前の時期に存在するフェルミオンと反フェルミオンが、インフレーションの時期に強い相互作用によって中間子のような束縛状態を作り、その束縛状態にある場によってインフレーションが引き起こされるというものである。

加速膨張を引き起こすもう一つの起源として、重力自身が考えられる。アインシュタインの重力理論である一般相対性理論 (GR) では時空の加速膨張に何らかのエネルギー源

が必要となる。GR を記述するアインシュタイン・ヒルベルト項を任意の関数に拡張した $F(R)$ 重力理論はその候補の一つである。ここで R はリッチスカラー曲率である。スタロビンスキーによる先駆的な研究では、アインシュタイン・ヒルベルト項に曲率の 2 次の項を加えることに寄って、インフレーションを引き起こす準ド・ジッター相を実現する。この模型の予言する CMB の揺らぎは現在の観測による制限と矛盾しないものが得られることが知られている。我々は $F(R)$ 重力理論に基づいてインフレーションを特徴づけるスローロールパラメータと e -フォールド数、および CMB の揺らぎであるパワースペクトル、スペクトラル指数とそのランニング、テンソルスカラー比および非ガウス性を求める一般的な公式の導出を行った。先行研究によりすでに知られている量子補正を考慮したスタロビンスキー模型である曲率の n 乗模型を用いてその公式が正しい結果を与えることを確認し、それをさらに発展させた模型の CMB の揺らぎの定量的な研究を行った。