

博士論文公聴会の公示（物理学専攻）

学位申請者：中西 由香理

論文題目：Higgs inflation with nonminimal coupling

（非最小結合のあるヒッグスインフレーションモデル）

日時：2018年 2月 7日（水） 10:30-12:00

場所：理学研究科H棟7階7階セミナー室（H701号室）

主査：兼村晋哉

副査：窪田高弘、長峯健太郎、尾田欣也、田中実

論文要旨：

インフレーションは、宇宙初期に起こったと考えられている空間の加速的膨張である。この機構によって宇宙論における未解決問題を複数解決できることから、観測・理論の双方で盛んに研究されている。インフレーションの性質は宇宙背景放射の温度ゆらぎや偏光を観測することで推測でき、現在は単一スカラー場のポテンシャルを利用したスローロール機構が、インフレーションを起こす機構として最も有力な候補の一つと考えられている。一方、素粒子標準模型では、ヒッグス粒子が唯一のスカラー場として存在が確認されているが、ヒッグスポテンシャルは四次の項を含んでいる。四次ポテンシャルの単一スカラー場のインフレーションモデルは観測からほぼ棄却されているため、通常は重力とヒッグス間の非最小結合を新たに加え、計量を変換することでポテンシャルをインフレーションに適した形に変形させる。

本研究では、非最小結合があるヒッグスインフレーションモデルにおける問題を考えた。まず、計量を変換し、物理が計算されるフレームを乗り移ることで物理に変化が無いかを調べた。古典理論の範囲では、計量変換によって物理が変化しない事は明白だが、量子論においても不変性が成り立つかどうかは長い間議論されてきた。また、くりこみスケールの取り方（処方箋）は理論が定義されているフレームと一対一対応をしていると考えられていたが、本研究では処方箋の違いはフレームに関係なく理論の高次項に吸収可能であることを示した。一方、ヒッグスと他の場との非最小結合を加えれば、従来は大きな重力との非最小結合が必要だった処方箋でも結合を小さく出来ることを示した。しかし、標準模型のヒッグス四点結合は高エネルギーで十分ゼロに近づく可能性もある。その場合は重力との非最小結合は小さくて良いが、その分インフレーションが起こるエネルギースケールが高くなる。既知の低エネルギー有効理論が成り立つ範囲よりも高いエネルギースケールでインフレーションが起こった場合でも、インフレーションがスローロール機構である限り、初期ゆらぎのテンソル成分とスカラー成分の振幅の比に下限を付けられることを示した。低エネルギーにおける理論として、ヒッグスとの結合があるダークマターモデルを仮定し、ダークマター質量とテンソル-スカラー比の関係を計算した結果、将来検証可能なテンソル-スカラー比の下限及びダークマター質量の上限を得た。