

令和 8 年 5 月 14 日

理事長 殿

2025年度 特定課題研究費研究報告書

研究代表者	所属	一般科(品川)	職	助教	氏名	村田 知瞭
研究分担者	所属		職		氏名	
	所属		職		氏名	
	所属		職		氏名	
研究課題名	(和文) 確率格子シミュレーションのハイブリッドインフレーションへの応用					
	(英文) Stochastic lattice simulation: application to hybrid inflation					
研究種目	スタートアップ研究					
研究実績の概要						
論文[1]においては、ハイブリッドインフレーションモデルにおける曲率ゆらぎの確率分布関数(PDF)に着目し、特にその尾構造を詳細に解析した。確率形式を用いることで、指数尾の存在を確認するとともに、滝場の運動に起因する上限値がPDFに現れることを示した。この上限は、原始ブラックホール(PBH)形成を抑制する新しいメカニズムとして機能しうることを明らかにした。 論文[2]では、確率形式に基づく格子シミュレーション(STOLAS)を応用し、ハイブリッドインフレーションモデルから生成される、曲率ゆらぎの三次元構造を直接計算する手法を確立した。この研究では、複数の滝場を持つハイブリッドインフレーションモデルに対し、パワースペクトルやPDFといった統計量に加え、オイラー標数を用いたトポロジカル解析を行った。その結果、 ・確率的ゆらぎによりトポロジカル欠陥(ドメインウォール・宇宙ひも・モノポール)が曲率ゆらぎの構造に現れる可能性があること ・曲率ゆらぎの統計量が狭義の確率δN形式と整合すること ・特定のポテンシャル(cubic型)においてPDFに上限が現れ、PBH形成が抑制される可能性が高いこと などを明らかにした。さらに、曲率ゆらぎの空間的トポロジーが初期宇宙の新たな観測的裏付けとなる可能性を示した。						
研究発表(論文、著書、講演等)						
論文2編(1本は雑誌済、1本はプレプリントを公開) [1] TM, and Y. Tada, “Stochastic tail of the curvature perturbation in hybrid inflation,” Phys.Rev.D 113 (2026) 2, 023552 [2] TM, and Y. Tada, “STOchastic LAttice Simulation of hybrid inflation,” arXiv: 2603.04850 学会発表1件 [1] 村田知瞭, 多田祐一郎, “多重滝場ハイブリッドインフレーションによる位相欠陥構造の形成”, 日本物理学会2025年秋季大会(広島大学), 2025. 9.						
その他(教育活動・OPCへの貢献、特許等)						
研究成果の一部を授業中に平易な言葉で説明することで、学生への研究成果の還元を行った。						