

## 平成20年度共同利用研究・研究成果報告書

### 研究課題名

和文：宇宙の進化と素粒子模型

英文：Evolution of the universe and particle physics

研究代表者：東京大学宇宙線研究所・教授・川崎雅裕

参加研究者：東京大学宇宙線研究所・准教授・久野純治

東京大学宇宙線研究所・研究員・平松尚志、浅野雅樹

京都大学工学部・助教・瀬波大土

佐賀大学理学部・准教授・高橋智

神奈川大学理学部・助教・粕谷伸太

東北大学理学部・助教・青木真由美

富山大学理学部・准教授・松本重貴

青山大学工学部・准教授・山口昌英

東京大学宇宙線研究所・D2・関口豊和、中山和則

東京大学宇宙線研究所・D1・杉山昇平

東京大学宇宙線研究所・M2・川上悦子

東京大学宇宙線研究所・M1・宮本幸一、齋川賢一、山本裕資、梁正樹

### 研究成果概要

ニュートリノ質量、暗黒物質、及び宇宙のバリオン数非対称性は、素粒子の標準模型の枠内では説明が出来ない現象である。青木達は、TeV スケールの新たな物理によってこれらを説明し得る模型を提案した。

中山達は、最近 PAMELA 衛星が宇宙線中の陽電子フラックスに、暗黒物質起源と解釈される超過成分を報告したことを受けて、ビッグバン元素合成やニュートリノの観測から暗黒物質対消滅模型に対して制限が付くことを示した。

浅野達は、超対称模型について軽いヒッグス粒子の可能性、付加的なU(1)対称性や隠れたセクターの超共形対称性をもたらす影響を評価した。またILC実験においてリトルヒッグス模型の検証可能性も評価した。

宇宙の構造を造る源となる密度揺らぎの時間発展は、重力理論の詳細に敏感であり、数多く存在する重力理論を取捨選択するためには、非線形領域におけるパワースペクトルの詳細な理論予言が必要とされている。平松達は、揺らぎの発展方程式を完結近似に基づいて定式化した先行研究を使って、アインシュタインの一般相対性理論に対して修正を加えた、Dvali-Gabadazde-Poratti ブレーンワールドモデルと  $f(R)$  重力理論にそれを適用し、密度揺らぎのパワースペクトル理論予言を行った。また、その理論予言を行うために必要な非線形偏微分積分方程式を解くための数値計算手法を開発した。

関口達は、現在及び将来の宇宙背景放射を用いて様々な宇宙論パラメータについて制限を求めた。特に宇宙初期のヘリウム 4 元素の量や相対論的粒子の量について、現在の観測から

制限を求めるとともに、近い将来行われる宇宙背景放射の観測によりそれらの量に対する制限がどのように向上するか見積もりを行った。

高山達は、インフラトンの崩壊で直接ニュートリノを生成し、ニュートリノの崩壊からレプトン数を生成するシナリオを考えた。このシナリオでは、ニュートリノの崩壊が適度に遅く、相対論的な時期に崩壊する場合に関して今まで詳細な検討がなされていない。今回の研究では、この場合も含め広いパラメータ領域でこのシナリオを調べ、新しく指摘した領域では熱的に生成される gravitino だけでなく非熱的に生成される gravitino の問題も回避する可能性があることを示した。

須山達は、宇宙初期揺らぎの非ガウス性を大きく生み出すモデル(Ungaussiton)を提唱し、このモデルの予言として初期揺らぎの三点相関関数と四点相関関数の間に成り立つ整合性条件を導いた。また非一様再加熱モデルに対しても、同じような整合性条件を導き、四点相関関数を使うことでモデルが検証できることを示した。さらに、適用が断熱揺らぎのみの場合に制限されていた従来の非ガウス性を評価する計算手法を、等曲率揺らぎを含む場合まで拡張した。一例としてアクシオン等曲率揺らぎを求め、宇宙背景放射を使った観測にも示唆を与えた。これらに加え、ダイアグラムを用いた非常に効率的な、初期揺らぎの高次相関関数を評価するための一般的な計算手法を導いた。一本のまっすぐな宇宙ひもの周りの時空が、欠損角を持つ平坦な時空であることは古くから知られているが、見目が蜘蛛の巣のような多数のひもがジャンクションを持つ場合にも、周りの時空は欠損角を持つ平坦な時空であることを示した。

久野達は、超対称型におけるフレーバーの破れにともなう CP の破れによって生じる  $B_s$  中間子崩壊過程の CP の破れ、ハドロンの電気双極子能率の評価を行った。

整理番号