

令和 5 年度 (2023) 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	伊部昌宏
参加研究者	東京大学宇宙線研究所・教授・川崎雅裕 名古屋大学・教授・久野純治 京都大学工学部・講師・瀬波大土、 神奈川大学理学部・教授・粕谷伸太 金沢大学・教授・青木真由美 国立天文台・教授・郡和範 東北大学理学部・教授・高橋史宜 金沢大学・教授・青木真由美 東京大学宇宙線研究所・研究員 浅井健人、D3 中山悠平、D2 渡邊圭一、D1 笠井健太郎、M2 千歳彬文、根田俊輔
研究成果概要	<p>本年度の成果の一つに準安定な宇宙ひもの崩壊率の再考察が挙げられる。宇宙ひもは、真空とは異なる位相(トポロジー)を持つため、無限に長いものは安定となる。一方で宇宙ひものループや、宇宙ひもの小さな揺らぎは重力波として放出される。そのため統計的な重力波の観測は宇宙ひもの存在を検証する重要なチャンネルとなると期待されてきた。最近複数のパルサー・タイミング・アレイ(PTA)により、nHz 周波数の統計的重力波の検出の可能性が報告されている。この検出された信号は、ヘリングス・ダウンズ角度相関を示しており、統計的重力波の検出を強く示唆するものである。興味深いことに観測されたスペクトルは、完全に安定な宇宙ひもからなるループ状のものではなく、準安定な宇宙ひもを示唆している。準安定な宇宙ひもは、U(1)対称性がより大きな非可換対称性に埋め込まれている模型の位相欠陥として実現される。そのため PTA による統計的重力波の検出は初期宇宙の新たな非可換対称性の存在を示している可能性があり注目されている。一方でこれまでの理論研究では、準安定な宇宙ひもの崩壊率の計算は宇宙ひもの太さや、宇宙ひもの断裂に伴う磁気モノポール、反磁気モノポールのサイズを無視した非常に大まかな見積もりであった。本年度の研究では、宇宙ひもの崩壊率を精密化するために、宇宙ひもの太さや磁気モノポール、反磁気モノポールの有限の大きさを考慮した解析を行った。その結果、PTA 実験の結果とこれまでの崩壊率計算に基づくモデルのパラメータ領域との間に乖離が見られることが明らかになった。本研究の結果は統計的重力波のスペクトルとその背後の理論模型をつなぐ上で重要なインプットを与えるものとなる。</p>
整理番号	H02