

平成 28 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 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

東京大学宇宙線研究所・研究員・大山祥彦

名古屋大学・教授・久野純治

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・教授・粕谷伸太

東京工業大学・准教授・山口昌英、

金沢大学・助教・青木真由美

高エネルギー加速器機構・准教授・郡和範 東北大学理学部・准教授・高橋史宜

東京大学宇宙線研究所・D2・早川拓、ホンジョンビン、D1・鈴木資生、

M2 猪俣敬介、中野湧天

研究成果概要

初期宇宙において熱浴中に存在した暗黒物質が対消滅によってその残存量が決定される熱的暗黒物質のシナリオは暗黒物質の量が対消滅断面積の大きさによって説明され、宇宙の初期条件に強く依存しないことから魅力的な暗黒物質模型であると考えられている。一方で暗黒物質の対消滅断面積の大きさには量子論のユニタリティーからくる上限が存在しており、その上限と観測された暗黒物質の残存量の説明に必要な対消滅断面積を組み合わせることで暗黒物質の質量に上限が課せられ、その値はおおよそ 300TeV となる。本研究グループの成果の一つとしてその上限を超える質量を持つ熱的残存暗黒物質模型の可能性を議論した[1]。提案した模型では広がりを持った物質は対消滅する際(各角運動量モードの)ユニタリティー上限を超える断面積を持ち得ることに着目し、広がりを持った状態で対消滅する暗黒物質模型を考案した。具体的には 1 フレーバーのフェルミオンの SU(Nc) ゲージ理論におけるバリオンが暗黒物質となる模型を考案した。そこでバリオン暗黒物質が広がりを持った物体としてメソンに対消滅し、メソンが標準模型の粒子に崩壊する。その結果通常の熱的暗黒物質では不可能であった質量が PeV を超えるような重い熱的残存暗黒物質が可能であることを示した。またこの模型の応用として IceCube 実験で報告されている PeV 領域の neutrino flux が熱的暗黒物質の崩壊によるものとして説明可能であることを示した。

[1] “Thermal Relic Dark Matter Beyond the Unitarity Limit. “

Keisuke Harigaya, Masahiro Ibe, Kunio Kaneta, Wakutaka Nakano, Motoo Suzuki.

JHEP 1608 (2016) 151.

整理番号 G02