

2020 (令和二) 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 名古屋大学・教授・久野純治 京都大学工学部・講師・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・教授・山口昌英、 金沢大学・准教授・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・教授・高橋史宜 東京大学宇宙線研究所・研究員 林航平、D3 園元英祐、安藤健太、M2 大谷フランスス、 中塚洋祐、小林伸、D1 村井開、M2 上田柊介、中山悠平
研究成果概要 近年の宇宙の小規模構造観測実験の観測によってこれまでに期待されてきたいわゆる相互作用を持たない冷たい暗黒物質では説明が難しい可能性が指摘されている。特に観測から天の川銀河周辺の随伴銀河の中心構造が広がったコアを持つ可能性が指摘されており、コアを形成しないはずの暗黒物質の予言と一致しない。この問題の解決策の一つに自己相互作用を持つ暗黒物質が挙げられる。暗黒物質が自己相互作用を持つ場合随伴銀河の中心付近が等温化され、広がったコアが形成され、観測と矛盾しない。本年度の研究では自己相互作用を持つ暗黒物質の可能性をこれまで用いられてきた随伴銀河よりもさらに暗い随伴銀河を用いて検証を行った。その結果より暗い随伴銀河ではコアを持つ兆候は見られず、むしろ暗黒物質の相互作用断面積に強い制限が与えられることを示した。この結果は単純な相互作用を持つ暗黒物質では小規模構造の不一致問題を解決できないことを示す重要なものである。 令和2年度に暗黒物質探索実験である Xenon1T 実験が電子散乱数の超過の可能性を報告した。その報告に伴い様々な理論模型が提案されたが、その中の一種として軽い新粒子がニュートリノと電子の間の相互作用を媒介する模型が提案された。本年度の研究ではそのような新粒子に対する CMB 観測からの制限の研究を行った。新粒子は初期宇宙においてニュートリノが熱浴から離脱した後も相互作用を続けるため、CMB 観測で精密に測定されている実効的ニュートリノ世代数に影響を与える。結果として Xenon1T 実験の結果を説明可能なパラメータ領域はすでに CMB からの制限で棄却されていることを示した。 [1] K. Hayashi, M. Ibe, S. Kobayashi, Y. Nakayama, S. Shirai <i>Phys.Rev.D</i> 103 (2021) 2, 023017 [2] M. Ibe, S. Kobayashi, Y. Nakayama, S. Shirai <i>JHEP</i> 12 (2020) 004
整理番号 H02