

U01a ダークマターハロー位相空間内の新たな普遍的構造について

柄本耀介 (京都大学), 樽家篤史 (基礎物理学研究所), 西道啓博 (京都産業大学)

ダークマターハロー内部構造の定量的理解は、天文観測からダークマター候補を峻別する上で必要不可欠である。現在最も標準的なダークマター候補である冷たい暗黒物質 (Cold Dark Matter, CDM) の場合、宇宙初期は速度分散が非常に小さく、6次元位相空間上で3次元シート状に分布している。その後、シート構造が自己重力によって畳み込まれてゆき、現在のハロー内位相空間には特徴的なマルチストリーム構造が出来上がる。先行研究 (Sugiura, et al., 2019) では、宇宙論的 N 体シミュレーションを用いてダークマター粒子を軌道遠点通過数で分類し、ハロー外縁部の個々のストリームを分解して自己相似解と定量的に比較した。

本研究では、この手法をより高解像度シミュレーションに適用してハロー中心部のマルチストリーム構造を明らかにするため、ハローの形成史に基づいた新たなハロー中心決定法を導入した。その結果、遠点通過数 40 を超えるストリームの分解に成功し、それらの動径密度分布の中心部の冪が -1 、外縁部が -8 となる二重冪則で表されることを明らかにした。加えて、このような特徴はハローの質量や中心集中度に依らず普遍的に成り立つことを発見した。本講演ではこれらの成果をまとめた Enomoto, et al., (2023) を基に、前述の普遍的構造と自己相似解との比較及び二重冪則の時間発展を参照しつつ、ハローの質量降着史とマルチストリーム構造の関係について議論する。