

X15a 初代星 IMF は普遍か？ – 宇宙論的シミュレーションで探る環境依存性

平野信吾^{1,2}, 梅田秀之² (¹ 神奈川大学, ² 東京大学)

JWST による観測の進展により、 $z > 10$ の明るい銀河や、いわゆる Little Red Dots (LRDs) を含む高赤方偏移 AGN が多数報告されており、初代銀河や超大質量ブラックホール (SMBH) の起源を統一的に説明するモデルが求められている。とくに、星・銀河形成の出発点となる初代星の形成史や質量分布を定量的に評価することが、高赤方偏移銀河の化学組成や SMBH の形成史を理解する鍵となる。本講演では、初期バリオン・ダークマター相対速度 (streaming velocity; SV) を系統的に変えた宇宙論的流体シミュレーション・サーベイ (Hirano+2025) を用いて、 $z \simeq 50 - 10$ における初代星の星質量分布を解析した結果を報告する。

先行研究で構築した 120 本のズームイン宇宙論的シミュレーションに対して、初代星形成ガス雲の merger tree 解析を行い、各ハロー内に形成される複数のガス雲の形成・合体・分裂史を追跡した。さらに、各ガス雲の半径方向質量降着率プロファイルに基づく手法 (Hirano+2014; Toyouchi+2023) を用いて初代星質量を推定し、ハローごとの初代星質量分布 (per-halo IMF) を構築した。

解析の結果、ハロー形成時の {(1) 赤方偏移, (2) ハロー質量, (3) SV} の組み合わせによって、ハローあたりの分子雲・初代星の個数や初代星 IMF の高質量側 ($M_* \gtrsim 10^3 M_\odot$) の強さが系統的に変化することが分かった。高 SV・高質量ハローでは、多数の分子雲からなる初代星団が形成し、 $10^3 - 10^5 M_\odot$ 級の初代星が一般的に出現する一方、低 SV・低質量ハローでは少数の初代星かつ比較的低質量が支配的となる。本講演では、得られた $z - M_{\text{halo}}$ および $z - M_{\text{BH}}$ 平面上で、SV を含む初代星形成環境の多様性が、高赤方偏移銀河・SMBH・Milky Way ハローなど多様な観測対象の起源をどの程度まで統一的に説明しうるかを議論する。