

X28a 高解像度宇宙論的シミュレーションに基づいた準解析的初代星形成モデルの開発

石山智明（千葉大学），平野信吾（神奈川大学）

過去 20 年以上にわたる研究により、宇宙論的な枠組みでの初代星の形成過程が明らかになってきた。近年は、宇宙再結合時のダークマターとバリオン間の相対速度や Lyman-Werner 輻射場が初代星形成に与える影響、そして水素原子冷却ハローにおける超大質量星形成などが高解像度の輻射流体計算を用いて活発に研究されている。一方、高コストな計算であるため、比較的少数の初代星形成に着目しており、宇宙全体にわたる初代星の質量分布や星形成率などの統計量はあまり研究されていなかった。

そこで本研究では、まず高赤方偏移で初代星が形成するダークマターミニハローを分解でき、1 辺 $16 h^{-1} \text{Mpc}$ の空間サイズをもつ高分解能宇宙論的 N 体シミュレーションを行った。そしてその上で初代星形成とその後の銀河形成を準解析的にモデル化し統計的研究を行った。近年の輻射流体計算の結果を再現するように、相対速度や Lyman-Werner 輻射場、そしてミニハローの性質に依存させて初代星の質量を与える。金属汚染を受けたハローは第二世代の星を形成し、それらの Lyman-Werner 輻射はセルフコンシステントにモデル化されている。

その結果、 $z = 7.5$ までに形成する初代星の質量分布はトップヘビーであり、水素分子 ($20 \lesssim z \lesssim 25$) と原子冷却 ($z \lesssim 15$) ハローそれぞれに対応する 2 つのピークが現れた。原子冷却ハローでは超大質量星 ($> 10^5$ 太陽質量) が形成され、その割合は相対速度とともに増加する。相対速度が大きくなるにつれて、初代星が形成する水素分子冷却ハローは減少し、原子冷却ハローは増加する。最終的には $z = 7.5$ でおよそ 10^9 太陽質量のハローにひとつの超大質量星が存在し、ブラックホールの種として高赤方偏移のキューサーを再現するのに十分な数である。