

P102a 輻射輸送の近似法が同一ミニハロー内の初代星形成に与える影響

千秋元（東北大学）, John H. Wise（ジョージア工科大学）

初代星は宇宙で最初に形成される天体である。小質量（ $\sim 10^5\text{--}10^6 M_{\odot}$ ）の暗黒物質ハロー（ミニハロー）で形成され、紫外線を放射することで周囲の星形成に影響を与える。近年、宇宙論的シミュレーションによって初代星形成過程が精力的に調べられているが、個々の初代星から放射される紫外線の輻射輸送を厳密に解くと数値的にコストがかかる。特に水素分子解離光子に対しては、先行研究の多くは局所的な物理量を用いて柱密度を求めることで光子の脱出確率を近似的に求めている。このとき、柱密度は水素分子数密度と典型的長さの積として与えられる。本研究では、あるミニハローで最初に初代星が形成された後、続いて同一ハロー内で起きる星形成に着目し、その形成効率が輻射輸送の近似法によっては過大評価されうることを明らかにした。宇宙論的シミュレーションを行い、赤方偏移 25.1 で質量 $4.15 \times 10^5 M_{\odot}$ のミニハローについて、最初の星が形成されてから 0.1 Myr 以内の星形成過程を比較した。まず、輻射輸送を厳密に解いた場合、星の周囲に高密度（ $\gtrsim 10^6 \text{ cm}^{-3}$ ）の D 型衝撃波が形成されるが、その厚さは $\sim 0.1 \text{ pc}$ と薄いため、解離光子の浸透により水素分子の存在度が 10^{-3} 以下となって星形成が抑制された。次に、典型的長さとして密度勾配を用いた場合、その長さは衝撃波の厚みと同等となり、最終的な星の個数は輻射輸送を解いた場合と同様に 1 個のままであった。最後に、典型的長さとして局所的なジーンズ長を用いる場合、その長さ（ $\sim 10 \text{ pc}$ ）は衝撃波の厚さより大きいため柱密度が過大評価された。その結果、水素分子の解離が抑制され、最初の星形成から 0.1 Myr で計 6 個の星が形成された。このことから、大規模な構造形成シミュレーションにおいて輻射輸送計算の近似を行う場合は、典型的長さとして密度勾配を用いる必要があることが分かった。