

X04a 種族II星団の形成と合体による初代銀河の形成およびその普遍的性質について

石田怜士（東北大学）, 安部牧人（呉高専）, 矢島秀伸（筑波大学）, 大向一行（東北大学）

初代銀河は標準宇宙論では $z \sim 10-20$ の間に形成されると考えられており、近年の James Webb Space Telescope (JWST) の進展によって $z \sim 8-14$ の宇宙初期の銀河が観測され始めている。一方で、JWST で観測された銀河は非常にコンパクトでクランピーな内部構造を持つこと、また標準的な理論予想よりも紫外線で明るい銀河が多いことが報告されており、この観測を説明可能な銀河形成理論の構築が求められている。

本研究では分子雲ガスを温度 $T = 5000\text{K}$ 、数密度 $n_{\text{H}} = 10^5\text{cm}^{-3}$ まで分解した高解像度の宇宙論的流体シミュレーションを行い、初代銀河の形成過程におけるガスのダイナミクスと星形成の物理を調べた。その結果 Lyman-Werner 輻射によって中心にコンパクトなガスクランプ ($\Sigma_{\text{gas}} \simeq 3 \times 10^3 M_{\odot}/\text{pc}^2$) が形成され、さらに金属冷却によってバースト的な星形成が起こることが確認された。形成された星団の質量は $\sim 10^6 M_{\odot}$ であるが、高い面密度 ($\Sigma_* \simeq 10^4 M_{\odot}/\text{pc}^2$) をもち、平均金属量は $10^{-2.5} Z_{\odot} < Z < 10^{-2} Z_{\odot}$ と観測されている球状星団と同程度の金属量であった。さらに $\sim 5 \times 10^7 M_{\odot}$ の星質量を持つ初代銀河はこのようなコンパクト星団が合体することで形成されることがわかった。

また本研究ではこのようなバースト的な星形成が起こる場合における種族II星の IMF の変化が初代銀河の星形成に与える影響を調べた。その結果、バースト的に形成された星団からのフィードバックエネルギーがガスクランプの束縛エネルギーを遥かに超えるため、形成される星質量は種族II星の IMF によらないことがわかった。対して IMF がトップヘビーになると UV 光度は増加し、IMF のべき $\alpha < 1.75$ であれば JWST の観測を説明可能であることが示唆された。