

P144a 宇宙初期のガス衝突による大質量星団形成における紫外線強度の影響

前田龍之介, 大向一行 (東北大学), 井上剛志 (甲南大学)

近年、JWST によって $z \sim 4 - 10$ の大質量星団形成の現場が観測され始めた (e.g., Adamo et al. 2024)。これらの星団は当時の銀河星質量の $> 30\%$ を担い、銀河形成・進化に重大な影響を及ぼすと考えられるが、その形成過程は未解明である。Maeda et al. (2021, 2024) では、近傍銀河で観測された銀河間相互作用によるガス衝突をシミュレーションで再現し、高速なガス衝突が大質量星団形成に重要であることを示した。しかしながら、宇宙初期の星団形成領域は、低金属量かつスターバースト活動に起因する強い紫外線 (UV) の影響下にあったと考えられ、現在の星団形成環境とは大きく異なることが予想されている。こうした環境が形成する星団にどのような影響を及ぼすのかを理解することは、初期宇宙における星団形成過程を明らかにする上で不可欠である。

そこで、本研究では Maeda et al. (2024) で行った自己重力、加熱・冷却、化学反応、フィードバック入りの三次元理想 MHD シミュレーションを用いて、ガス衝突で形成するクランプ質量の金属量・UV 強度依存性を調べた。本研究では、ガスの金属量として $Z \sim 10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3} Z_{\odot}$ を UV 強度として $10^0, 10^2 G_0$ を考え、ガス衝突のスケールと速度は Maeda et al. (2021, 2024) と同様に、銀河間相互作用のスケールである大スケール ($\gtrsim 100$ pc) かつ高速 (~ 100 km/s) な衝突を考えた。その結果、低金属環境下における衝撃波圧縮層では、金属冷却ではなく水素分子冷却が高密度構造の形成に重要な役割を果たすことがわかった。また、UV が強い場合は、水素分子の解離によって冷却効率が低下し、高密度構造の形成時期や形態が変化することがわかった。これらの結果は、衝撃波圧縮層の重力収縮により形成される星団の質量が、金属量および UV 強度に強く依存することを示唆しており、宇宙初期の大質量星団形成を理解する上で重要な手がかりを与える。