

X60a 高分解能矮小銀河形成シミュレーションで探るコア-カスプ問題

金子克大, 藤井通子 (東京大学), 斎藤貴之 (神戸大学), 平居悠 (ノートルダム大学/東北大学)

コア-カスプ問題は、 Λ CDM理論の小スケール問題の内の1つである。この問題はバリオンを考慮することで解決するという説が有力であり、シミュレーションから矮小銀河ではコアからカスプまでの多様性も指摘されているが、バリオン関連のモデルによって結果が異なっており、未だ未確定である。また従来の銀河形成シミュレーションで用いられてきた、星団程度の質量 ($> 10^3 M_{\odot}$) を1つの星粒子とする SSP 近似 (Simple Stellar Population) では矮小銀河中心部を十分に分解できないため、従来手法に代わる手法が必要となっている。

そこで本研究では新たな手法として、個々の星を1つの粒子として直接扱う Star-by-Star 法 (Hirai et al. 2020) を基に、大質量星のみを Star-by-Star、フィードバック寄与のない低質量星を $1 M_{\odot}$ の星粒子とする手法を開発、実装した。これを用いて、 $M_{\text{halo}} \sim 10^9 M_{\odot}$ のハローで矮小銀河形成シミュレーション (質量分解能: $\sim 20 M_{\odot}$ (ガス粒子), $\sim 100 M_{\odot}$ (ダークマター粒子)) を行い、ダークマターのみ計算 (DMO) とバリオンを含んだ計算 (Hydro) で比較した。結果として、ダークマター密度分布では Hydro と DMO の両方で明確なコアは確認できず、分布に関しても大きな差は見られなかったが、DMO と比較して Hydro は中心で超過、中間で不足というバリオン質量分布と似た傾向を示していることがわかった。単純な power-law ($\rho \propto r^{\alpha}$) を用いてビリアル半径の 1–2% の範囲のみでフィット (Cintio et al. 2014 など) を行った結果、DMO では $\alpha \sim -1.5$ 、Hydro では $\alpha \sim -1.6$ と Hydro は DMO よりもカスプな傾向にあること、また $z=0$ での $M_{\star}/M_{\text{halo}} - \alpha$ の関係図では、その他のシミュレーションモデルの結果とおおよそ一致していることがわかった。小さな矮小銀河 ($M_{\text{halo}} \sim 10^9 M_{\odot}$) でのダークマター密度分布はカスプである可能性が高い一方で、バリオンの存在によってその程度は変化し得る可能性がある。