“LYRA II: Cosmological dwarf galaxy formation with inhomogeneous Population III enrichment”

Gutcke et al. 2021 arXiv:2110.06233

GAゼミ@20211109 林航平

【アブスト】

孤立系高解像度シミュレーションLYRA（m_gas~4Msun）を用いて、popIIIによる化学汚染の仕方を３通り考慮した上で、このモデルによる矮小銀河スケール(Mdm~1e9 Msun) の形成史を調べた。計算した４つの矮小銀河は、local groupにある矮小銀河の星質量、金属量、v/σを良く再現している一方、ダークマター密度分布はz=0でコア構造を持つものは１つもなかった。また、popIII化学汚染の違いは矮小銀河ハロー内のサブストラクチャー数に大きく影響することがわかった。

【ゴール】

矮小銀河形成史の解明

【オリジナリティ】

超高解像度の矮小銀河シミュレーション。ISMを10Kまでresolveしている。

【ロジック】

・LYRAシミュレーション

AREPOがベースの孤立系シミュレーション。ハロー質量2×10^9Msunのハローを選択。m_dm~80Msun, m_gas~4Msun。ISMを10Kまでresolveし、分子雲形成までモデル化。
個々のSN blast waveをresolve。星形成thresholdはn_H>10^4 cm^-3。

・PopIII enrichment モデル

popIIIによる金属汚染の仕方を3通り用意。①全てのガスが一様にZ=-4、ハロー質量が②1e6Msun、③1e7Msunのハロー内にあるガスのみZ=-4。

・結果

(a) 星形成史(図１)：”homogeneous”と”10^7”では、z~4.5でmergerによる星形成、z~0.3でslow gas accretionによる星形成が見られる。”10^6”で起きない理由は、再電離や降ってくるガスの量の問題か？

(b) Mstar - Mhalo relation(図２)：今回のシミュレーションでは、星質量が大きい傾向にある。特にWheeler+19 (FIRE-2)とは２桁異なる。feedbackの入れ方の違いによるものか。

(c) Size-magnitude relation, Mass-metallicity relation, sigma-Mstar relation(図３)。LG銀河の観測量とよく一致している。UFDよりはClassicalに近い性質を持つ。

(d) DM密度分布（図４）：斜線はDM粒子数が2000個以下の領域なので無視する。３つのモデルで星形成史は異なるが(図１)、DM密度分布に大きな差異はなく、**コア構造が見られない**。FIREやEDGEでは、同様の質量範囲でlate bursts of SFが起きるとコアを形成。

(e) 矮小銀河ハロー内のサブストラクチャー数の時間進化(図５)：ハロー内にある明るいサブストラクチャー(星粒子32個以上)の数。“homogeneous”は銀河進化が進んだ明るいハローがaccreteしているから。JWSTを使えばこのサブストラクチャーが検出できる？

【コメント＆感想】

- popIIIモデルの違いは、z=0の結果にはあまり影響がないように見える。
- 似たようなシミュレーション（EDGEなど）ではカスプが形成。原因不明。重力solverの違い？
- 孤立系で、サンプル４つのみ。統計的な議論はしていない。
- 矮小銀河（特にUFD scale）形成史はまだ混沌としている。特に銀河系シミュレーションではresolveできていない。今後のシミュレーションの発展が楽しみ。

図５

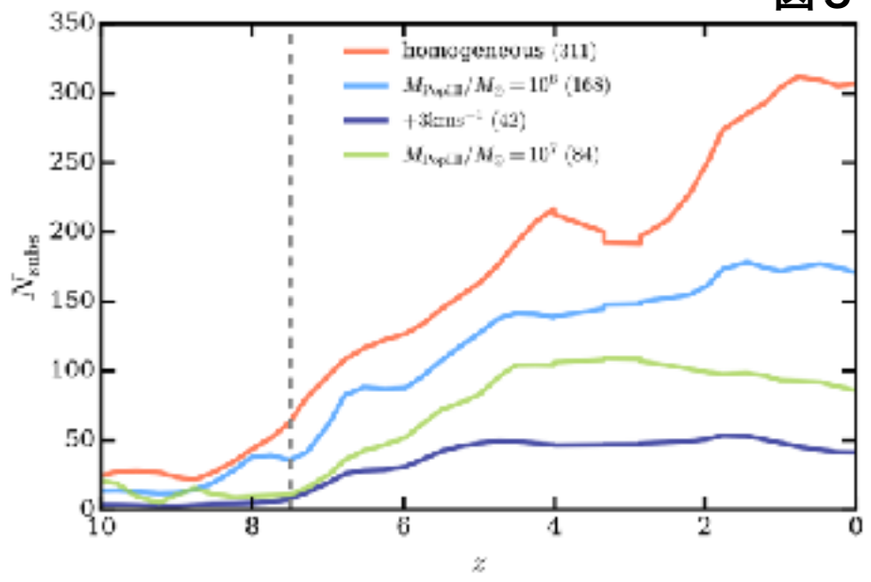


図１

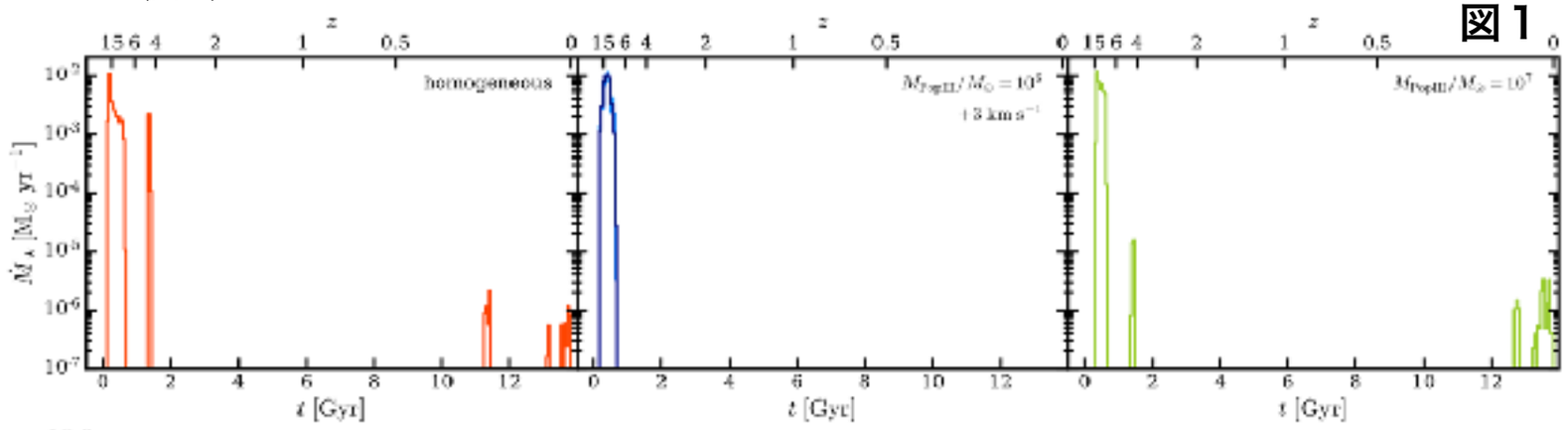


図４

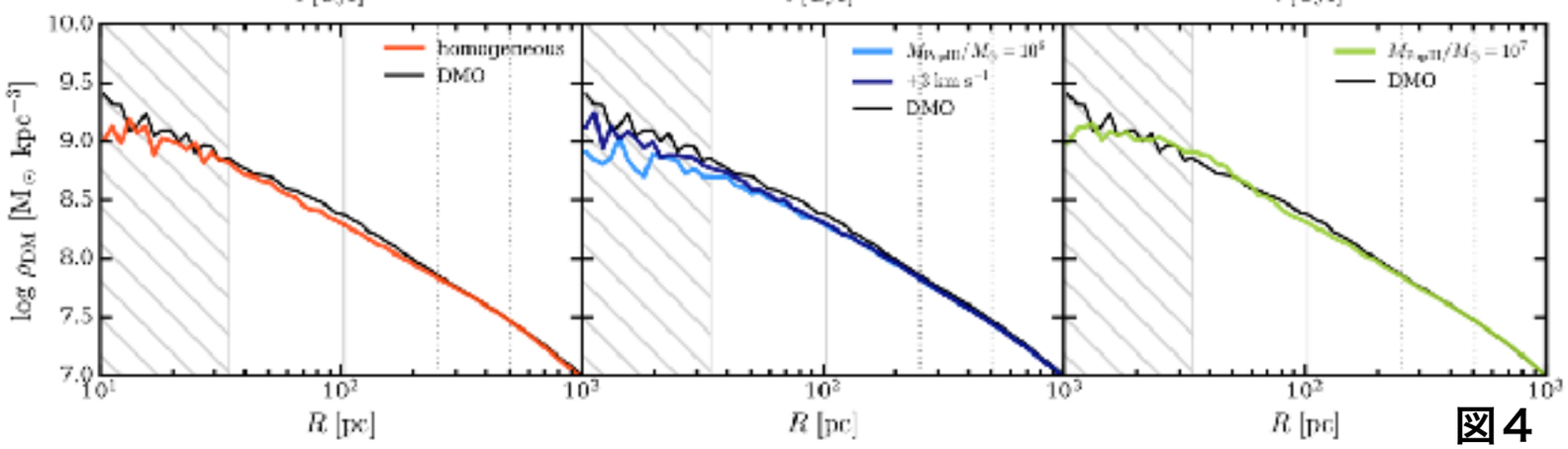


図２

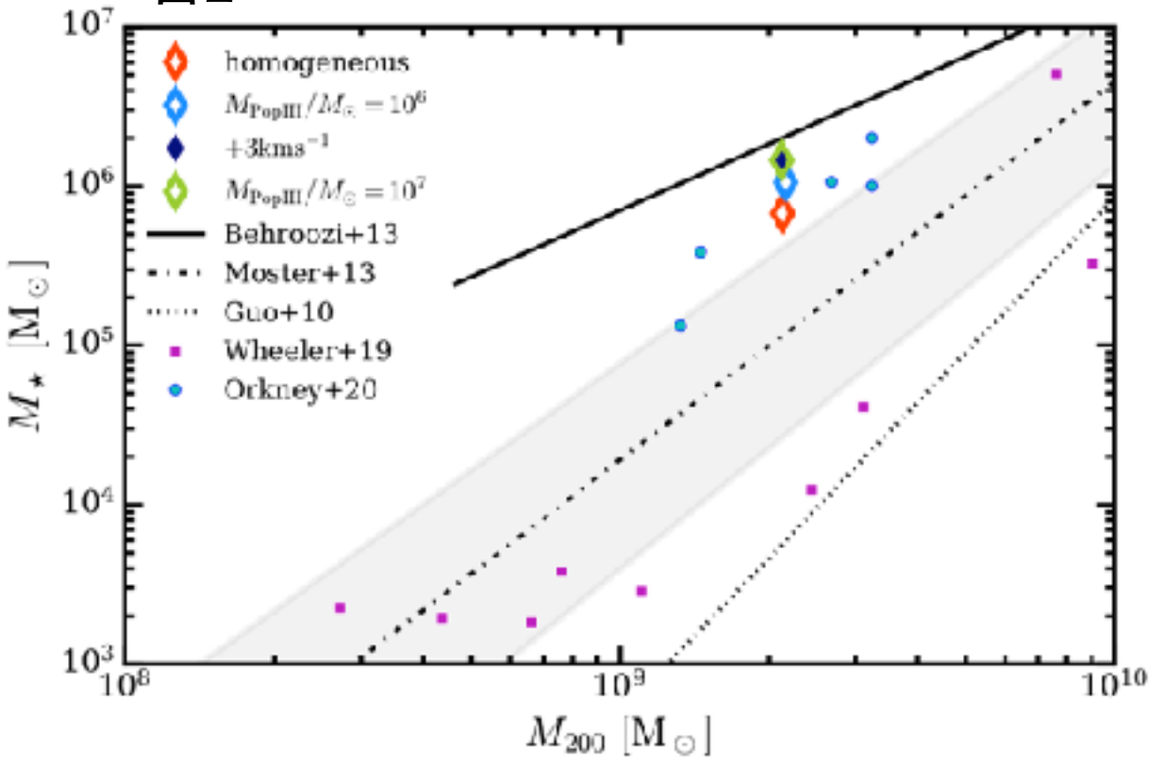


図３a

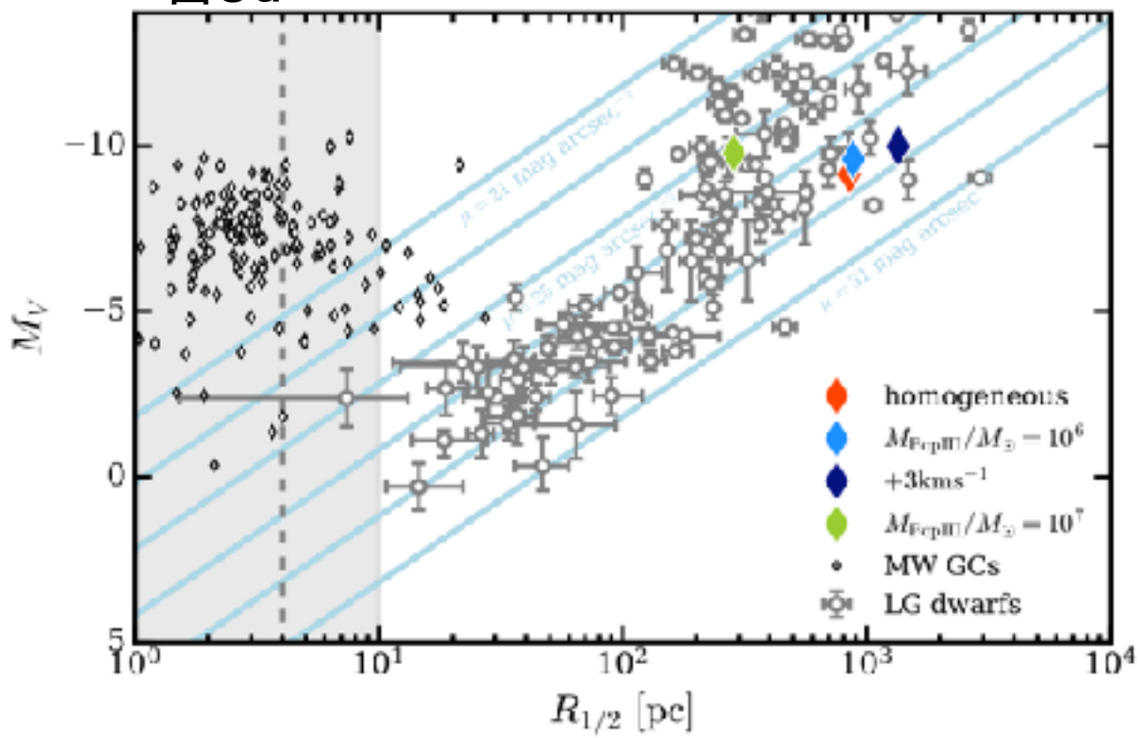


図３b

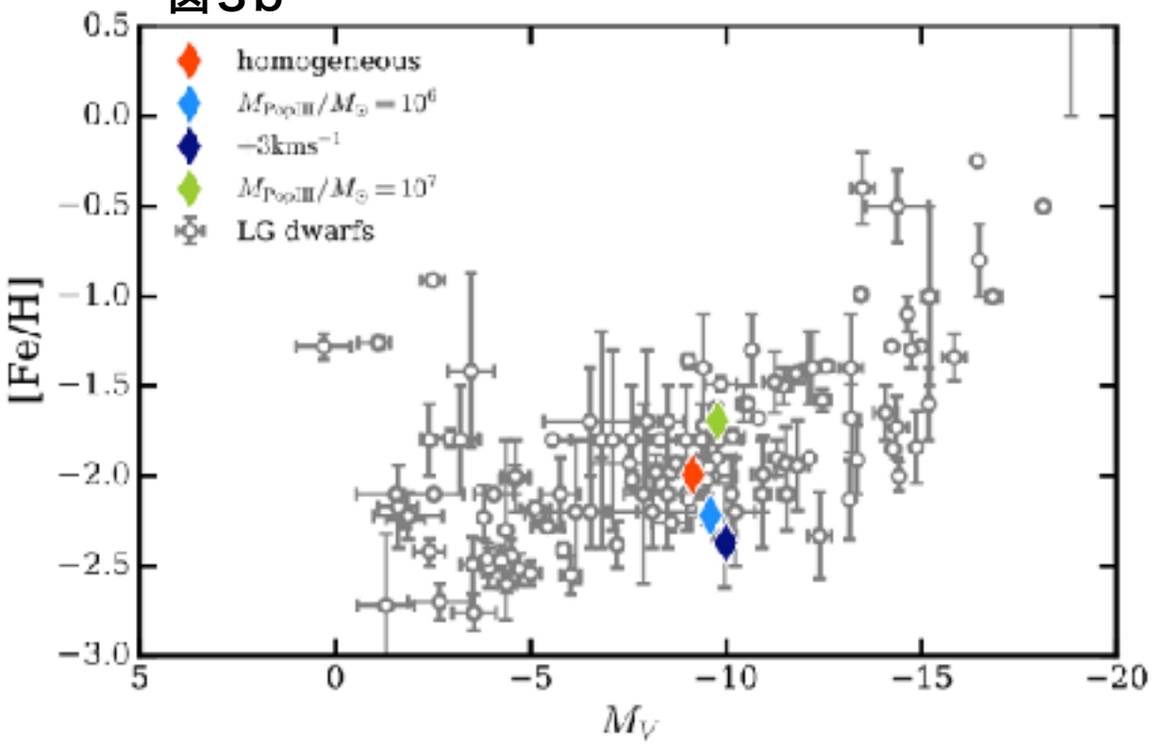


図３c

