“The formation of low metallicity clusters in dwarf galaxy mergers”

GAゼミ@20190617 豊内 大輔

Lahen et al. 2019, arXiv:1905.09840

【アブスト】

球状星団(GC)は宇宙でもっとも高密度の恒星系である。その密度を説明するには元となるガス雲の圧力が一般的な星間ガスに比べ2-3桁大きい必要がある（裏面）。そのような高圧ガス雲は銀河合体同士の合体時に生じる可能性がある。ここでは矮小銀河合体の高解像度流体シミュレーションを行い、GC形成の様子について調べている。

【手法】

- SPHGAL based on Gadget (metallicity dependent cooling, star formation, radiation & SN feedback)
- **最小星粒子質量 = 4 Msun, softening length = 0.1 pc !!** (Kroupa IMFを仮定、4 Msun以下は複数の星で1粒子)
- 全く同じ2つの矮小銀河を合体させる。M_{vir} = 2x10^{10} M_{sun}, M_{disk} = 2x10^{7} M_{sun}, R_{disk} = 0.73 kpc, Z = 0.1 Z_{sun}

【結果】

- 1000個以上の星団形成($M_* > 10^{2.5}$ M_{sun})。質量関数は $dN/dM_* \propto M^{-1.7}$（OCとGC的な星団が連続的に形成？）。
- 最大の星団質量は7.7x10^5 Msun。その形成現場はdense filamentの中。filamentに沿ってガスが星団に向かって降り積もっている。星団形成領域の圧力は $P/k_B \sim 10^7$ [K cm^{-3}]（図1）。
- 星団内の星形成はSNによって止まる。結果として、星団内の年齢分散は4Myr程度、金属量もほぼ一様。
- シミュレーションで得られた最も重い3つの星団の恒星密度プロファイルは観測されるGCとよく一致している（図2）。
- さらにその**3つの星団は質量、密度、サイズ、速度分散の点でも観測されるGCと一致**（図3）。

【感想】

- 星団がDMハローの中心にできているのか議論していないが、複数の重い星団ができているので、少なくともその内いくつかはハロー中心以外にできていると期待できる。このときDMハローを引き連れていないGCも説明可能か？
- またほとんど言及がないがmultiple populationは出来ていない模様。計算時間(300 Myr)をもっと延ばせば、AGBによる質量放出や再びガスが集積してくる様子が見えるだろうか・・・
- 今回はかなり重めの矮小銀河合体なので、より軽い矮小銀河だとどうなるか気になる。また、あと10年くらいしてもっと計算機性能が上がったら、MWサイズ同士の合体でもGC形成を計算できると良いなぁ。。。

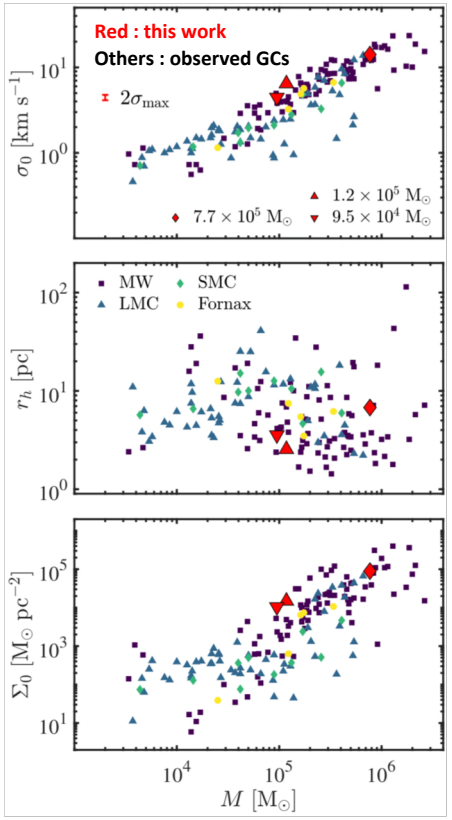


図3: シミュレーション星団と実際の星団の比較

図1: シミュレーション内で最も重い星団の形成現場（星密度、ガス密度、ガス圧）

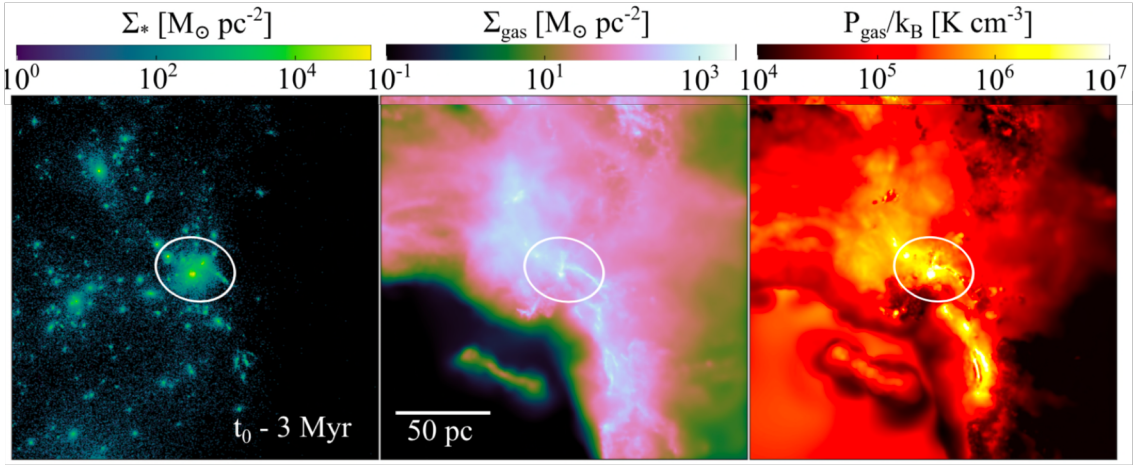
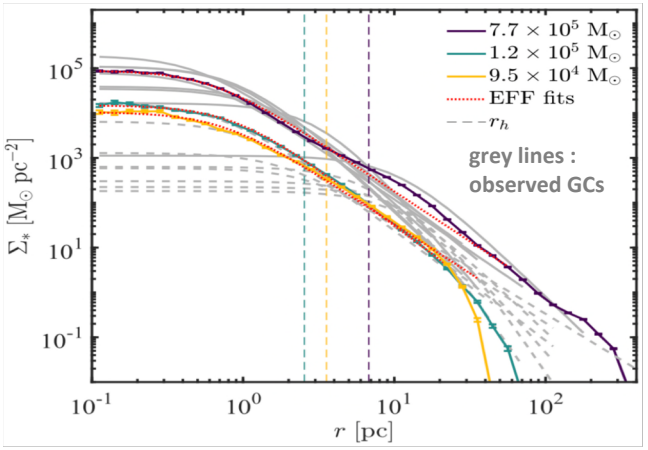
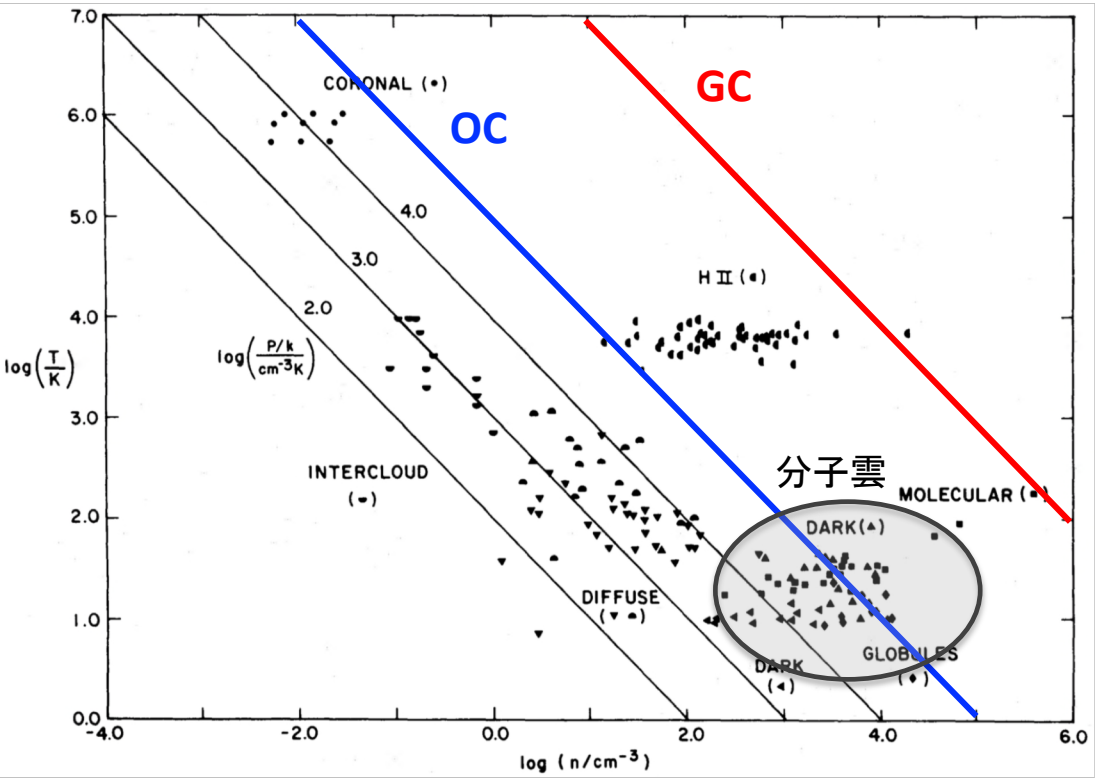


図2: シミュレーション内で最も重い3つの星団の恒星質量プロファイル



GC作るような高圧のガス雲はMWに存在しない



Myers 1978

星団の力学的な圧力

$$P = \rho v^2$$

- Open cluster

  $M_* = 10^4\ M_{sun}$, r = 5 pc, v = 1 km/s

  → **$P/k_B \sim 10^5$ [cm^{-3} K]**

- Globular cluster

  $M_* = 10^5\ M_{sun}$, r = 5 pc, v = 10 km/s

  → **$P/k_B \sim 10^8$ [cm^{-3} K]**