The observable properties of galaxy accretion events in Milky Way-like galaxies in the FIRE-2 cosmological simulations

GAゼミ 2022.11.30 鈴木善久

Horta et al. (2022) : arXiv : https://arxiv.org/abs/2211.05799

アブスト

本研究では宇宙論的 zoom-in シミュレーション FIRE-2 を用いて、7つの MW-like な銀河に対して降着してきた矮小銀河 ($M_* \gtrsim 10^7 M_\odot$) とその潮汐ストリームの物理的特徴 (星質量や降着時刻など) を調査した。その結果、平均的な銀河中心からの距離 $<R_{GC}>$ が 30kpc 以内には、progenitor の星質量に関わらずその痕跡は phase-mixed した状態で存在していることが分かった。一方 $<R_{GC}>$ が 50kpc 以上において複数の低質量の恒星系が coherent な状態で存在していることが確認され、今後 LSST などにより観測的に検出されることが期待される。

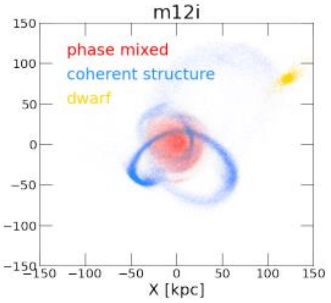


Fig.1

ゴール

化学動力学観点でMWの形成史を紐解くこと

オリジナリティ

矮小銀河スケール の合体・降着の化学動力学的な特徴およびその観測可能性について調査したこと

ロジック

▶ シミュレーション

宇宙論的 zoom-in シミュレーション (FIRE2 ; the sophisticated Feedback In Realistic Environments)
→ classicalな矮小銀河 ($M_* \gtrsim 10^7 M_\odot$) の潮汐ストリームの形成過程を追跡可能

▶ phase-mixed / coherent structure/ dwarfの定義 (Fig.1)

phase-mixed : 任意の 2 つの星粒子間の最大距離が120kpc以上で$\sigma_{local} \geqq <\sigma>$
coherent structure :任意の 2 つの星粒子間の最大距離が120kpc以上で$\sigma_{local} \leqq <\sigma>$
dwarf :任意の 2 つの星粒子間の最大距離が120kpc以下

$$\langle\sigma\rangle = -5.28 \log\left(\frac{M_*}{M_\odot}\right) + 53.55,$$

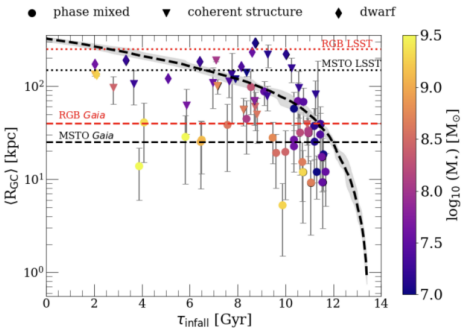


Fig.2

▶ circularity : η

同じ軌道エネルギーに対して円軌道する場合の全角運動量と実際のmergerの全角運動量の比
$<\eta>$ = 1 : mergerは現在完全に円軌道している / $<\eta>$ = 0 : mergerは現在完全にradial orbitをしている

結果と考察

Fig.2 : 各降着イベントにおけるinfall time (τ_{infall})と平均的な銀河中心からの距離$<R_{GC}>$の関係性

τ_{infall} : サブハローがホスト銀河のビリアル半径を横切ったときを現在から遡った時刻

- $<R_{GC}>$の最小値がτ_{infall}が現在に向かうにつれて増加 → ホスト銀河の成長と関連
- $M_* < 10^{7.5} M_\odot$のmergerが$<R_{GC}> \sim 40$kpc以上に多数存在 → 将来観測で発見される可能性
- $M_* > 10^{8.5} M_\odot$のmergerは$<R_{GC}> \sim 40$kpc以下にphase-mixedの状態で存在

Fig.3 : 各降着イベントにおけるinfall time (τ_{infall})と規格化された軌道エネルギー / circularityの関係

- τ_{infall}一定とすると、よりmassiveなmergerほど軌道エネルギーが低い
- massiveなmergerはτ_{infall}が昔ほど軌道エネルギーの広がりが大きい
  →力学摩擦やホスト銀河の重力ポテンシャルの時間変化を反映
- circularityはτ_{infall}や星質量に依らない→$<\eta>$は合体・降着の重要なパラメータでないことを示唆

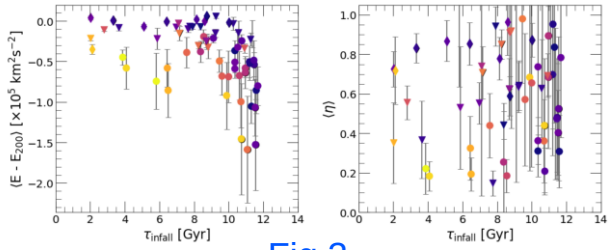


Fig.3

Fig.4 : 各降着イベントにおける平均的な[Mg/Fe]と[Fe/H]の関係

- [Mg/Fe] 一定とすると、massiveなmergerほど[Fe/H]が大きい→ mass-[Fe/H] relation
- [Fe/H] 一定とすると、早くに降着してきたmassiveなmergerほど[Mg/Fe]が高く、
  phase-mixed (=星形成が抑制)された状態にある

→ massiveで早くに降着してきたmergerは星形成率が高いことを示唆

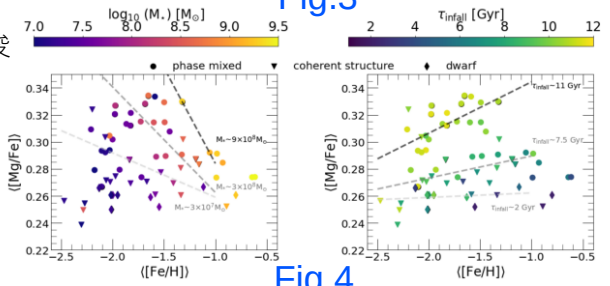


Fig.4

コメント 各降着イベントの [Mg/Fe] 以外のabundance pattern (e.g. [C/Fe]) はどうなっているのか