

Spatially Resolved Star Formation and Inside-out Quenching

in the TNG50 Simulation and 3D-HST Observation

Nelson et al. 2021 arXiv : 2101.12212

ABSTRACT

We compare the star forming main sequence (SFMS) – both integrated and resolved on 1kpc scales – between the high-resolution TNG50 simulation of IllustrisTNG and observations from the 3D-HST slitless spectroscopic survey at $z \sim 1$. Contrasting integrated star formation rates (SFRs), we find that the slope and normalization of the star-forming main sequence in TNG50 are quantitatively consistent with values derived by fitting observations from 3D-HST with the Prospector Bayesian inference framework. The previous offsets of 0.2-1 dex between observed and simulated main sequence normalizations are resolved when using the updated masses and SFRs from Prospector. The scatter is generically smaller in TNG50 than in 3D-HST for more massive galaxies with $M_* > 10^{10} M_\odot$, even after accounting for observational uncertainties. When comparing resolved star formation, we also find good agreement between TNG50 and 3D-HST: average specific star formation rate (sSFR) radial profiles of galaxies at all masses and radii below, on, and above the SFMS are similar in both normalization and *shape*. Most noteworthy, massive galaxies with $M_* > 10^{10.5} M_\odot$, which have fallen below the SFMS due to ongoing quenching, exhibit a clear central SFR suppression, in both TNG50 and 3D-HST. In TNG this inside-out quenching is due to the supermassive black hole (SMBH) feedback model operating at low accretion rates. In contrast, the original Illustris simulation, without this same physical SMBH mechanism, does not reproduce the central SFR profile suppression seen in data. The observed sSFR profiles provide support for the TNG quenching mechanism and how it affects gas on kiloparsec scales in the centers of galaxies.

概要

- IllustrisTNGシミュレーションと3D-HST観測データをMSやsSFR radial profileなどの観点で比較。
- 両者は良く一致し、massive銀河では星形成活動の中心抑制が見られた。

背景

- 一般には分解能を犠牲にした宇宙論的シミュレーションか、数を犠牲にしたzoom-inシミュレーションの二種だが、徐々に分解能が十分な宇宙論的シミュレーションができるように(sub-kpc分解能で数千個の銀河)。
- 一方でシミュレーションによるMSは観測に比べて、特に $z=1-3$ で0.1-1 dex小さい傾向がある。
- また観測ではsSFR radial profileがflat(MS中)かrising(MS下)であるのに対し、シミュレーションでは特にMS下の銀河でfalling。
- 観測とシミュレーションを比較し、シミュレーションで再現可能なのか、そしてその理由は何かを理解する必要がある。

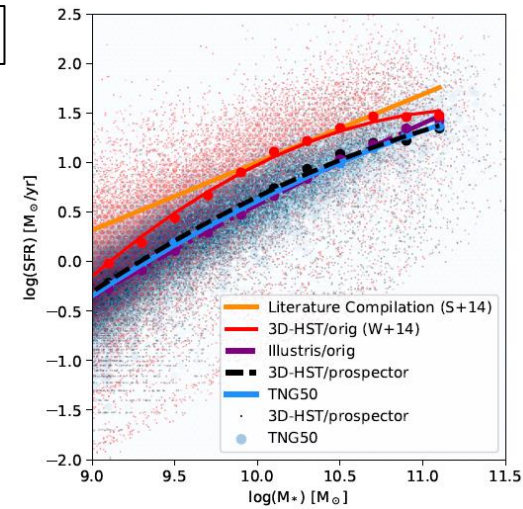
データ

- 観測
 - 1 kpcの空間分解能を持つ、 $z=0.5-2$ の3D-HST+CANDELSの3200の銀河から、 $0.75 < z < 1.5$ かつ $9 < \log M < 11$ のものを選択。Zを測光およびslitless分光から、massとSFRを0.3-24 μm の測光結果のモデリングから算出。
- シミュレーション：
 - IllustrisTNGの最高分解能シミュレーションTNG50。51.7 Mpc box、70-140 pc分解能、 $z \sim 1$ で同じmass rangeに2130個の銀河。Z=0.7, 1.0, 1.5のスナップショットデータを使用。

Fig. 1

結果(SFMS)

- TNG50(青線)と3D-HST(黒線)が非常に良く一致。
 - Prospectorを使用して星種族を決定すると0.2-0.5 dex減少。
 - 過去のシミュレーション(紫線)との高質量側での差はstellr/AGN feedbackによるもの。



結果(sSFR radial profile)

- Massiveな銀河の“below”ではInside-out quenchingが双方で見えている。
 - IllustrisTNGでは行えなかった局所的なfeedbackが反映されている。
- “above”はflatでcentral starburstと言えるほどではない。
- シミュレーションと観測がよく一致している。

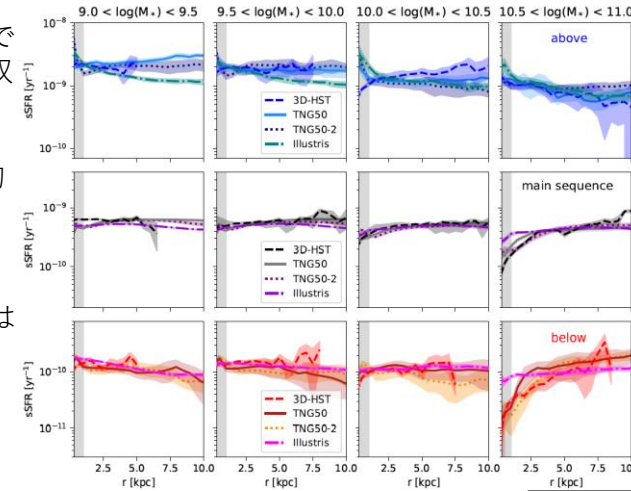


Fig. 4

まとめ

- $Z \sim 1$ の銀河をシミュレーション(TNG50)と観測(3D-HST)で比較した結果、MSは0.1 dex程度の差しかなかった。
 - Prospectorによる改善されたmass、SFRの算出の影響。
- sSFR radial profileも非常に良く一致する。
 - MS上の銀河は位置によらずflatで、銀河サイズの成長が緩やかであることを示唆。
 - High massでMS下にある銀河は中心部数kpcの範囲で星形成が抑制される。これはAGN feedbackによるもの。