

One-Two Quench: A double Minor Merger Scenario

Sanchez et al. 2020 arXiv : 2009.05581

ABSTRACT

Using the N-body+Smoothed particle hydrodynamics code, ChaNGa, we identify two merger-driven processes—disk disruption and supermassive black hole (SMBH) feedback—which work together to quench L* galaxies for over 7 Gyr. Specifically, we examine the cessation of star formation in a simulated Milky Way (MW) analog, driven by an interaction with two minor satellites. Both interactions occur within ~ 100 Myr of each other, and the satellites both have masses 5 to 20 times smaller than that of their MW-like host galaxy. Using the genetic modification process of Roth et al. (2016), we generate a set of four zoom-in, MW-mass galaxies all of which exhibit unique star formation histories due to small changes to their assembly histories. In two of these four cases, the galaxy is quenched by $z = 1$. Because these are controlled modifications, we are able to isolate the effects of two closely-spaced minor merger events, the relative timing of which determines whether the MW-mass main galaxy quenches. This one-two punch works to: 1. fuel the primary halo's supermassive black hole (SMBH) at its peak accretion rate; and 2. disrupt the cold, gaseous disk of the host galaxy. The end result is that feedback from the SMBH thoroughly and abruptly ends the galaxy's star formation by $z \approx 1$. We search for and find a similar quenching event in ROMULUS25, a hydrodynamical (25 Mpc)³ volume simulation, demonstrating that the mechanism is common enough to occur even in a small sample of MW-mass quenched galaxies at $z = 0$.

概要

- N体SPHシミュレーションによって、mergerによる二種のプロセス(ディスク崩壊・SMBHフィードバック)を識別した。
- MW質量銀河のホスト銀河は、4種のsimulationの内2種でquenchedした。

Fig. 1

背景

- 観測的にも理論的にも、銀河の二極性 (low/high SFR、spiral/ellipticalなど)は研究されてきたが、 $z \sim 1$ 以後における quenched galaxyの増加の理論的な説明はまだなされていない。
 - $z \sim 0$ にかけてのSFRの減少は観測的には報告されている。
 - これは近傍宇宙における低温ガス供給量の減少の影響と考えられるが、銀河の星形成に影響を与えるのは大小様々なprocessが存在。
- Mergerによるquenchingを引き起こす物理過程に焦点を当てる。

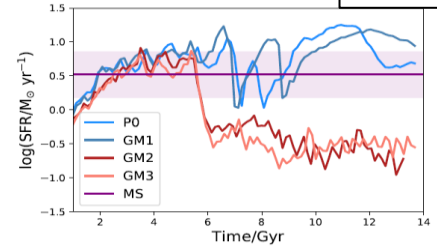


Fig. 2

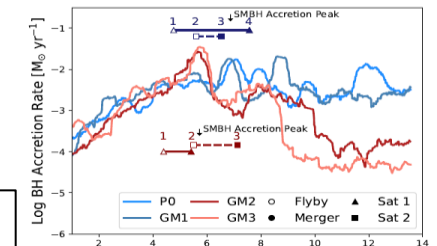
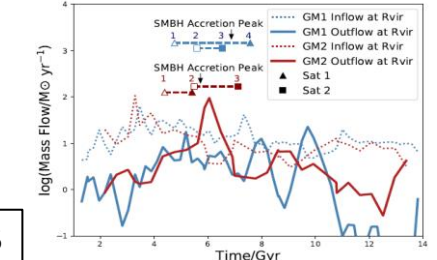


Fig. 5



シミュレーション

- Cosmic UV background、星形成(Kroupa IMF)、超新星フィードバック、低温metal line cooling、およびBHの形成、降着、摩擦を含む
- 最後にMW質量を持ち、LMC程度の merger(mass ratio $\sim 5-10$)を持つ

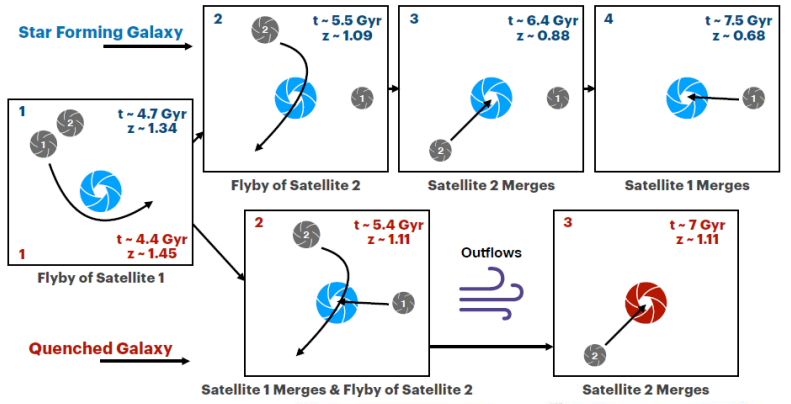
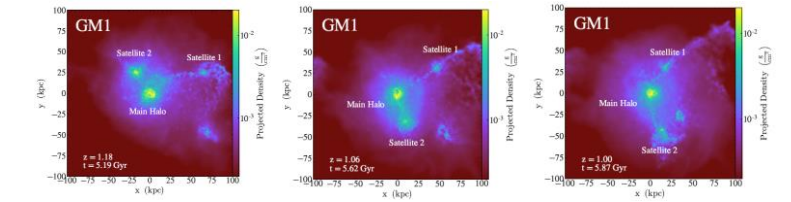


Fig. 3

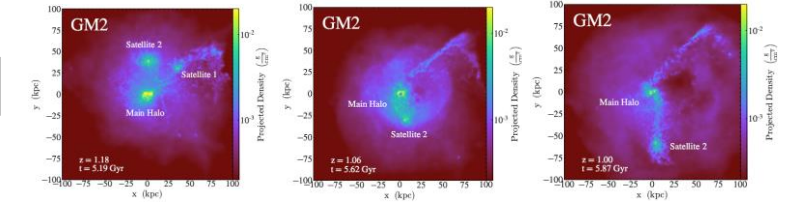


Fig. 4

結果

- Quenched case
 - mergerの質量は小さく、host銀河に早く吸収され最終質量を早くから保つことになる
 - SMBHの降着率も他より早くピークを迎える
 - Outflowが早くかつ大きい
- Satellite 1近接によるSMBH降着のピーク、および二つのsatelliteによるディスク崩壊が、強いSMBHフィードバックを引き起こし、ディスクcold gasを吹き飛ばす結果を招く

まとめ

- 初期でMW質量を持つ銀河のシミュレーションを4種行ったところ、2種は現在まで星形成を続け、2種は $z = 1$ でquenchする結果となった。
- Quenchしたものに関しては、 $z = 1$ でSMBH accretion rateが最も高くなるのと同時に、minor satellite pairの相互作用によりquench。
 - 1つ目がhost銀河に接近し、SMBHの活動を補強。
 - 2つ目はhost銀河の側を通過し、2つの相互作用がdiskを崩壊させる
 - これによりSMBHの活動が数百Myrs以内にピークを迎える