Cluster environment quenches the star formation of low-mass satellite galaxies from the inside-out; Bitao Wang; arXiv:2208.14004v1　　GAゼミ 2022/09/21 太田 隼

【アブスト】
SDSSから測定されたスペクトルの$\mathrm{D4000n}$と$\mathrm{H\delta_A}$を用いて、銀河中心部の星形成率(sSFR)を求め、sSFR半径勾配の環境依存性を調べた。その結果、質量$9 < \log M_*/M_\odot < 9.8$のlow-mass satellite galaxiesは、星質量、全sSFR、ファイバーカバーが一致するisolated galaxiesと比較して、inside-out(内側)でquenchingが起き、環境はmassive haloの中心付近に存在するsatelliteでピークとなり、位相空間からは軌道特性と関係があることがわかった。これらの結果からcluster内のgas strippingがどのように、inside-out quenchingを引き起こすかを議論した。

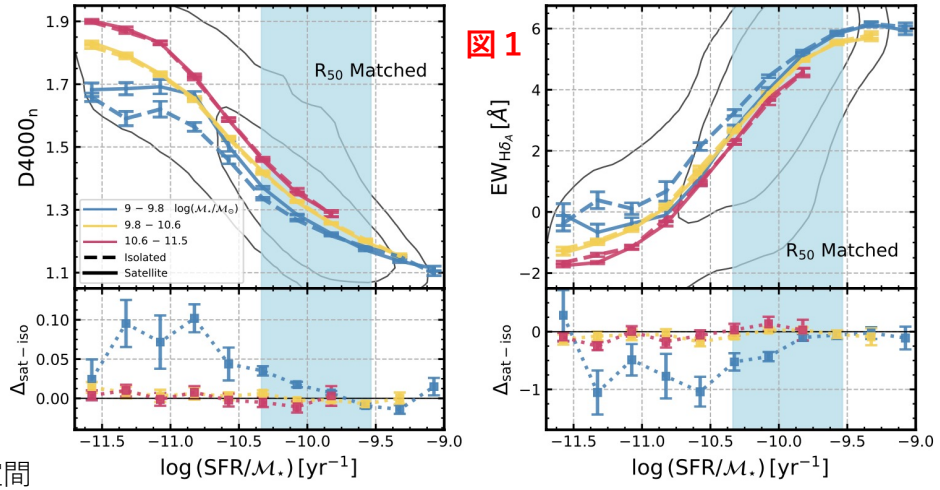
【ロジック】
[データ]
・MPA-JHU catalogue → $\mathrm{D4000n}$と$\mathrm{H\delta_A}$
・GALEX-SDSS-WISE Legacy Catalogue (GSWLC-2) → sSFR
→ マッチングにより、$0.01 < z < 0.085$ の銀河112,028個が得られた。
[手法]
$\mathrm{D4000n}$は金属吸収線に起因する4000Åブレイク・$\mathrm{H\delta_A}$はA型前後のスペクトル
→ 中心部sSFRとSEDフィッティングで得られる全sSFRからsSFRの半径勾配を推測
図１：全sSFRに対する$\mathrm{D4000n}$と$\mathrm{H\delta_A}$(中心部sSFR)
　青色はstar formation main sequence(SFMS,星質量-SFR関係の線)の範囲、下図はsatelliteとisolatedの差分
図２：$\mathrm{D4000n}$のsatelliteとisolatedの差分について、高/低sSFRで分けた。
　→ 中心銀河ハロー質量M_h 、規格化された中心銀河までの投影距離R_{bcg}/R_{200} 、グループ内の銀河数N_{member}
図３：図２よりもさらに低質量・低sSFRに絞る。M_h、R_{bcg}/R_{200}、N_{member}の残り2パラメータを条件分けで制限する。
　→ M_hとN_{member}には互換性がある。 M_hへの依存は一次的に重要で、 R_{bcg}/R_{200}への依存は二次的である 。
図４：大質量ハロー($M_h > 10^{13.7} M_\odot$)・低質量satellite($M_* = 10^9 - 10^{9.8}$)のR_{bcg}/R_{200}とclusterに対する相対視線速度の位相空間
　上図：high-sSFR、下図：low-sSFR、図の上の黒破線は脱出速度、下の黒破線はvirialized part
　→ 右列は局所重み付け回帰法を用いて平滑化した。 ハロー中心部でsatelliteの速度が大/小のとき$\mathrm{D4000n}$は大きい。
　→ 中心部のquenchingとsatelliteの軌道位置との関連がある。
[議論]
図４におけるcluster中心部の速度が小さいsatelliteは昔にinfallして長い間中心部に捕われていた。
速度が大きいsatelliteは1,2回目のpericenterを経験した最近にinfallした銀河 → 潮汐力だけでなくram pressureも受ける
速度の速いsatelliteはハローの外縁部でhydrodynamic gas strippingを受ける → 図４と一致。
→潮汐力と流体力学的な相互作用の両方が、satelliteの中心部quenchingに関与する。

図６：大質量ハローにおけるsatelliteのinside-out quenchingのシナリオ模式図
　外側が剥ぎ取られる → 中心部で星形成を続ける → ガスの流入がない(枯渇) → 星形成できない(quenching)

注意：先行研究では、結果が矛盾していることがある。
ex）低質量satelliteでは結果が同じだが、大質量satelliteは中心部より外側がquenchingしている。
ex）低質量satelliteでは外側がquenchingしていて、大質量satelliteは中心部がquenchingしている。
→ サンプルの選択基準が多様であることが原因か。

【コメント】
・結局、なぜlow-mass satellite？low-massだからsSFRが低いから？ sSFRが低いからlow-massなのか？
・手法としては近傍なら面分光が正確？ファイバーからsSFRの半径勾配を推測するのは無理があるのでは？プロファイルが欲しい。

【ゴール】
cluster内gas strippingがどのようにquenchingを引き起こすかを解明する
【オリジナリティ】
SDSS(MPA-JHU and GSWLC)を用いたinside-out quenchingの議論



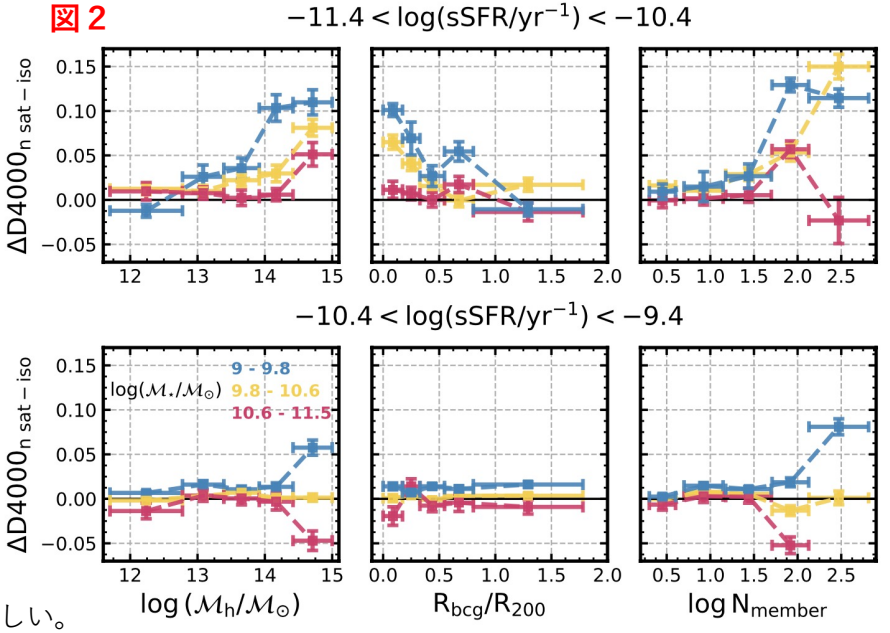


図 3

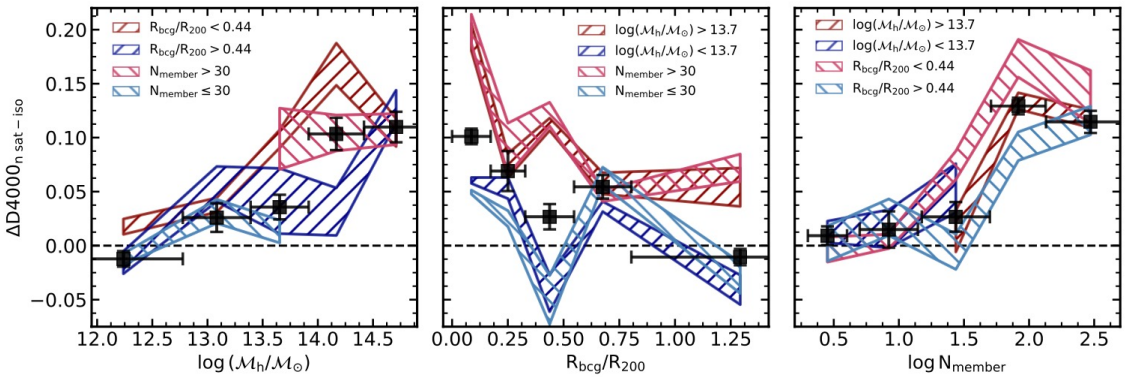

$9 < \log(\mathcal{M}_*/\mathcal{M}_\odot) < 9.8$ & $-11.4 < \log(\mathrm{sSFR/yr^{-1}}) < -10.4$
$R_{bcg}/R_{200} < 0.44$
$R_{bcg}/R_{200} > 0.44$
$N_{member} > 30$
$N_{member} \leq 30$
$\log(\mathcal{M}_h/\mathcal{M}_\odot) > 13.7$
$\log(\mathcal{M}_h/\mathcal{M}_\odot) < 13.7$
$\Delta D4000_{n\ sat-iso}$
$\log(\mathcal{M}_h/\mathcal{M}_\odot)$
R_{bcg}/R_{200}
$\log N_{member}$

図 4

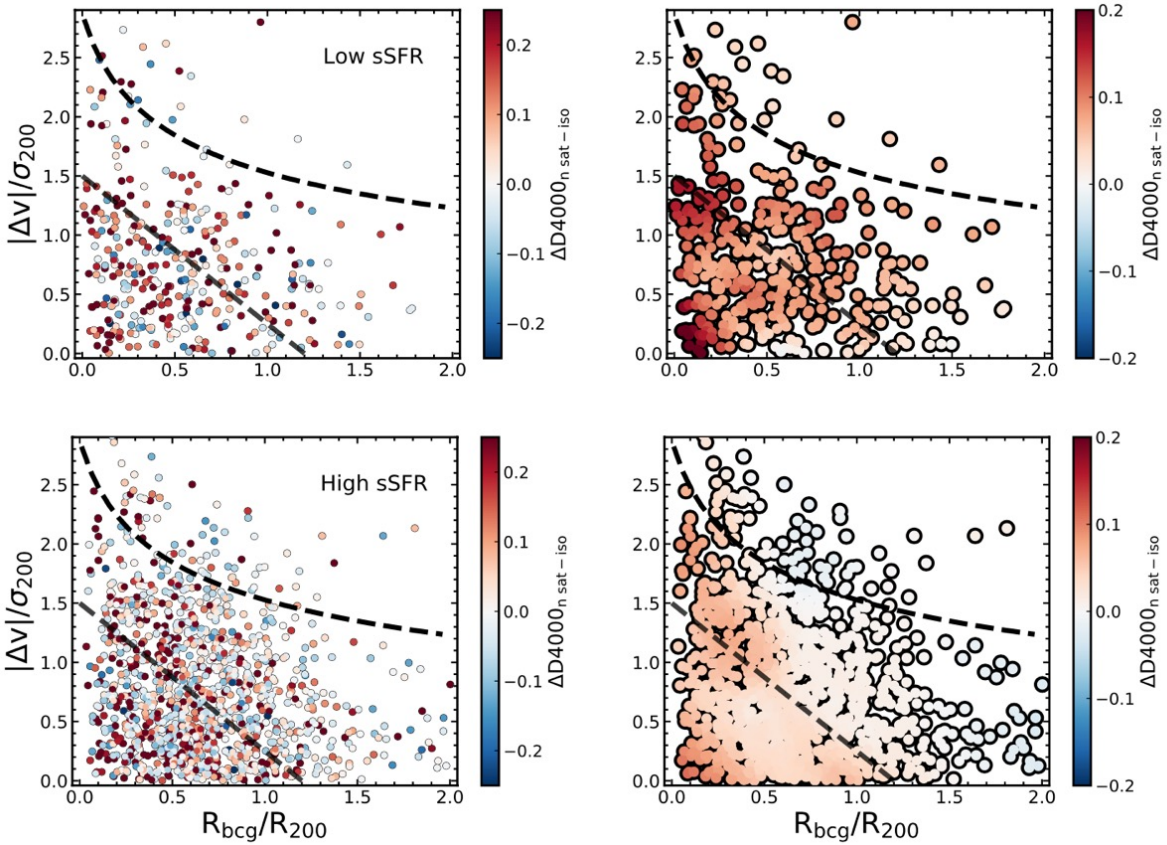
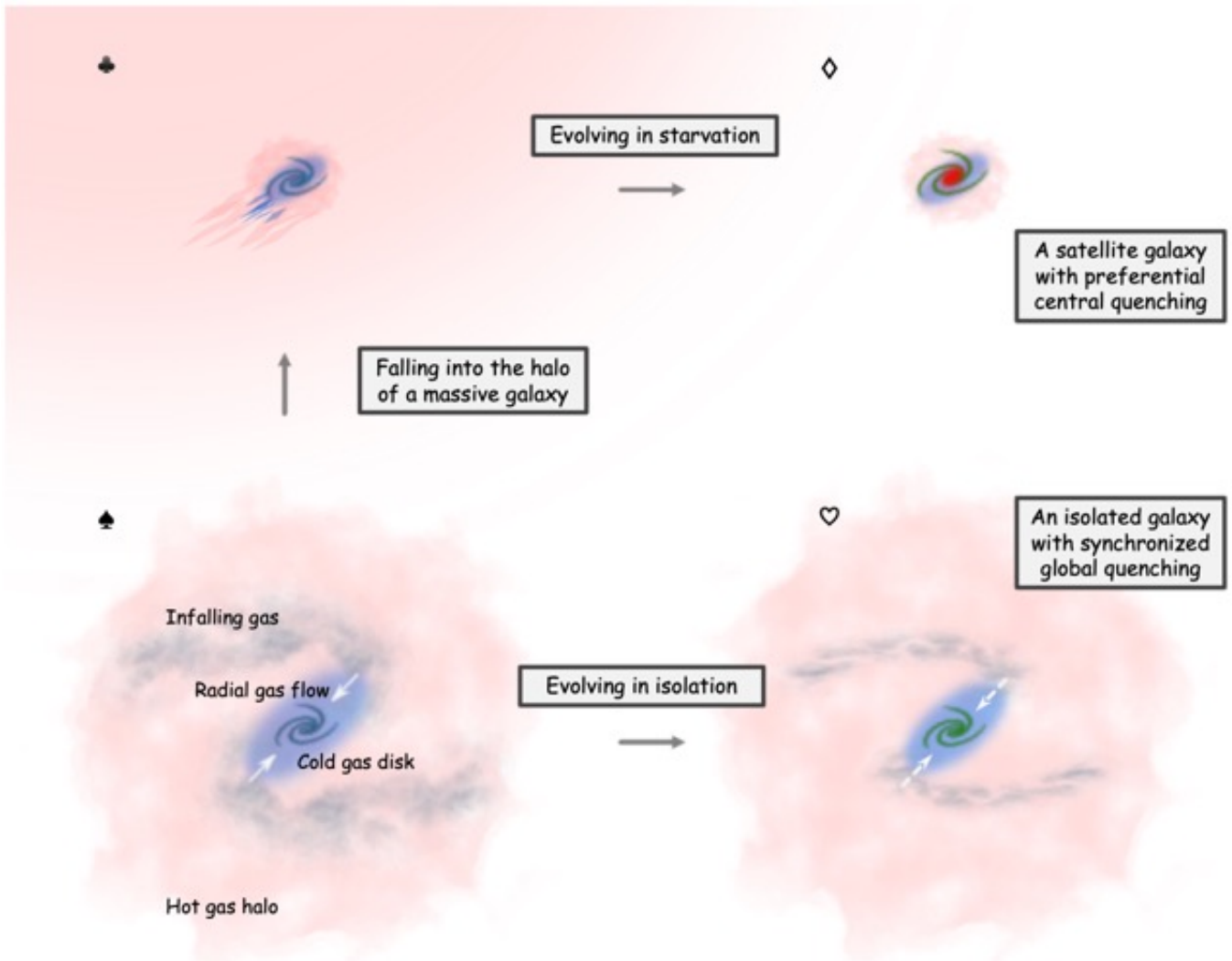

Low sSFR
High sSFR
$|\Delta v|/\sigma_{200}$
$\Delta D4000_{n\ sat-iso}$
R_{bcg}/R_{200}

図 6


Evolving in starvation
A satellite galaxy with preferential central quenching
Falling into the halo of a massive galaxy
An isolated galaxy with synchronized global quenching
Infalling gas
Radial gas flow
Cold gas disk
Evolving in isolation
Hot gas halo