“The missing Satellite Problem in 3D”

Nierenberg et al.2016, arXiv:1603.01614

GAゼミ＠20160310 本間大輔

【アブスト】

Missing Satellite問題の解決策として、feedbackなどのバリオン効果によりlow massハローの星形成が抑制されると考えられる。その仮説を証明するために、feedbackを考慮した高解像度シミュレーションが数多く行われてきたが、そのほとんどは$z = 0$でのMWサイズハローのs-光度関数（以下、s-光度関数）を再現することに焦点を当てている。しかし、シミュレーションで使用したモデルが本当に正しいと断定するには、様々な質量、様々なredshiftでのホストハローのs-光度関数を同時に再現できる必要がある。この論文では、ホストハローの星質量が$10^{10.5} \leq M_*/M_\odot \leq 10^{11.5}$、redshiftが$0.1 \leq z \leq 1.5$の範囲にある銀河のs-光度関数を測定し、4つのシミュレーション結果と比較した。結果、すべての光度関数を再現できるようなモデルは無かった。依然として、サテライト銀河の進化を支配する物理過程を理解することが必要。

【ゴール】

様々な種類（質量、redshift）の銀河のs-光度関数をすべて再現するようなモデルを探ることで、サテライト銀河の進化を支配する物理過程に制限を与え、理解を深める

【オリジナリティ】

・MW以外の銀河に対してもs-光度関数を測定し、各シミュレーション結果と比較した

・$z = 1.5$まで銀河のs-光度関数を測定したのは初めて

【ロジック】

DATA

・$0.1 \leq z \leq 0.8$の銀河とそのサテライトの選別にはHST COSMOS field(~$1.7\mathrm{deg}^2$(wide)、F814)のカタログを使用
→ 3038個の銀河（s-光度関数の測定は先行研究*Nierenberg et al.2012*ですでにしている）

・$0.4 \leq z \leq 1.5$の銀河とそのサテライトの選別にはHST CANDELS field(~$0.25\mathrm{deg}^2$(deep)、F160W,F140W,F125W)のカタログを使用 → 1708個の銀河

以上の2つを組み合わせて、広いredshift範囲の銀河をカバーするs-光度関数を測定できる

METHOD

ホスト銀河の星質量を2つのbinに区切る（$10.5 < \log_{10}[M_*/M_\odot] < 11.0$と$11.0 < \log_{10}[M_*/M_\odot] < 11.5$）
×
redshiftを3つのbinに区切る（$0.1 \leq z \leq 0.4$と$0.4 \leq z \leq 0.8$と$0.8 \leq z \leq 1.5$）
＝ 合計6種類のs-光度関数を作り、以下の4つのシミュレーション結果と比較

①MENCI(CDM)：セミアナ的に星形成を考慮したCDM merger treeシミュレーション
②MENCI(WDM)：①と同じ星形成を考慮しているが、DMをWDMとして扱った
③Lu：Local galaxiesのstellar mass functionを再現するような、セミアナCDMモデル
④Illustris：流体力学的な星形成を考慮したN体CDMシミュレーション

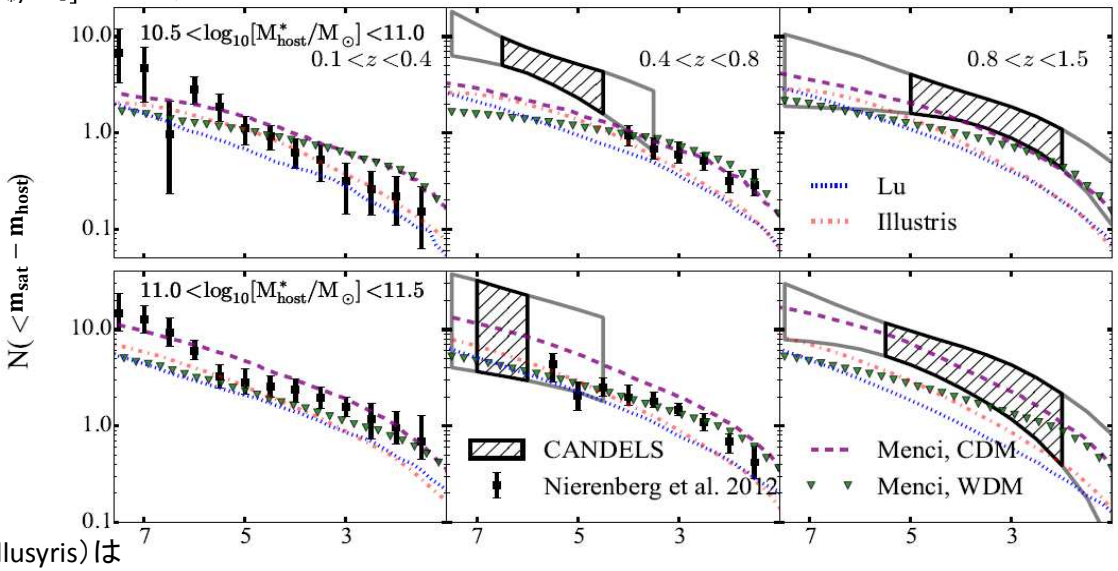
RESULT

図1：6種類の（累積）s-光度関数とシミュレーションの比較
x軸はサテライトとホスト銀河との実視等級差$\mathrm{m_{sat} - m_{host}}$(※)
y軸はサテライトの累積数
表1：各シミュレーションフィッティングのχ^2値

表1

z	$\mathrm{Log_{10}[M^*_{host}/M_\odot]}$	# Data Points	χ^2値 Menci CDM	Menci WDM	Lu	Illustris
0.1 – 0.4	10.5- 11	13	17	18	10	9
	11- 11.5	13	14	10	12	11
0.4 – 0.8	10.5- 11	9	6	11	13	12
	11- 11.5	11	31	9	18	20
0.8 – 1.5	10.5- 11	4	2	2	5	5
	11- 11.5	4	2	2	3	2
Total		54	72	55	59	61
			5%	60%	15%	20%

図1



DISCUSSION

6種類すべてのs-光度関数をよく再現するモデルはないが、部分的には再現できている
全体に共通していえることは
(i)low-redshiftで星質量の小さい銀河のs-光度関数を比較的再現できているモデル（LuとIllusyris）は星質量の大きい銀河のs-光度関数を再現できていない。逆もまた同様。
(ii)WDMモデルではs-光度関数のslopeがCDMに比べて緩い → $\mathrm{m_{sat} - m_{host}} > 7$では他のモデルとのズレが顕著になる
以上の比較から分かることは、
今後、銀河の星質量やredshiftの違いにより採用するfeedbackモデルを変えることなどが必要であろう ex）SNe feedbackとPreventative feedback

※参考 $\mathrm{m_{sat} - m_{host}}$~2 → LMC/MW(z=0)
~4 → SMC/MW(z=0)
~8 → Sgr/MW(z=0)

【コメント】

MWのs-光度関数だけを再現するようにモデルを考えていたら、真の銀河形成の物理を理解することはできない、というのが教訓であろうか？