

CEERS Key Paper I:

An Early Look into the First 500 Myr of Galaxy Formation with *JWST*

STEVEN L. FINKELSTEIN,¹ MICAELA B. BAGLEY,¹ HENRY C. FERGUSON,² STEPHEN M. WILKINS,^{3,4}

まとめ: JWST/CEERSサーベイ (NIRCam 35.5平方分)で、 $z=9-16$ 候補を26天体検出。rest-frame UV-LFは $z=9$ から $z=11$ でほとんど変わらず。 $z>10$ ではIMFがtop-heavyなのか?

背景

- $z>10$ 天体は、HSTの口径(2.4m)と波長(WFC3でF160Wまで)の限界のため研究が進んでいない
- わかっていないこと
 - 初期宇宙での星形成効率は近傍と違うのか?
 - IMFはどうなっているのか? low-metallicity の効果でtop-heavy になっているのか?
- JWST最初のERSデータはキャリブレーションに問題があった(現在は解決済み)

CEERS : Cosmic Evolution Early Release Science Survey

- 13あるERSの一つ
- CANDELS EGS field
- 10 NIRCam pointing
 - 6 pointingでNIRSpecと同時観測
 - 4 pointingでMIRIと同時観測
 - 4 pointingにはNIRCam slitless grism 分光も撮られている
- F115W, F150W, F200W / F277W, F356W, F410M, F333W

Table 1. Imaging Data Summary

Camera	Filter	FWHM	PSF Enclosed Flux ($d=0.2''$)	Point-Source Limiting Magnitude (5σ)	Zeropoint Correction
<i>JWST</i> /NIRCam SW	F115W	0.066''	0.80	29.2	1.07 ± 0.03
<i>JWST</i> /NIRCam SW	F150W	0.070''	0.80	29.0	1.05 ± 0.02
<i>JWST</i> /NIRCam SW	F200W	0.077''	0.76	29.2	1.03 ± 0.03
<i>JWST</i> /NIRCam LW	F277W	0.123''	0.64	29.2	1.00 ± 0.03
<i>JWST</i> /NIRCam LW	F356W	0.142''	0.58	29.2	1.01 ± 0.02
<i>JWST</i> /NIRCam LW	F410M	0.155''	0.56	28.4	1.00 ± 0.02
<i>JWST</i> /NIRCam LW	F444W	0.161''	0.52	28.6	0.99 ± 0.02
<i>HST</i> /ACS	F606W	0.118''	0.70	28.6	1.02 ± 0.02
<i>HST</i> /ACS	F814W	0.124''	0.63	28.3	0.96 ± 0.03
<i>HST</i> /WFC3	F105W	0.235''	0.35	27.1	0.97 ± 0.04
<i>HST</i> /WFC3	F125W	0.244''	0.33	27.3	0.95 ± 0.03
<i>HST</i> /WFC3	F140W	0.247''	0.32	26.7	0.95 ± 0.03
<i>HST</i> /WFC3	F160W	0.254''	0.30	27.4	0.95 ± 0.03

NOTE—PSFs were created by stacking stars across all four pointings. For our photometry, we PSF

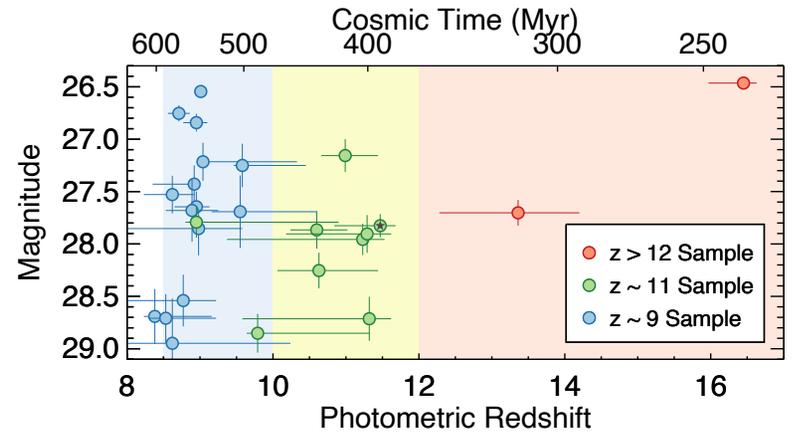


Figure 3. The distribution of the best-fitting (minimized χ^2) photometric redshift versus apparent magnitude. Each object is

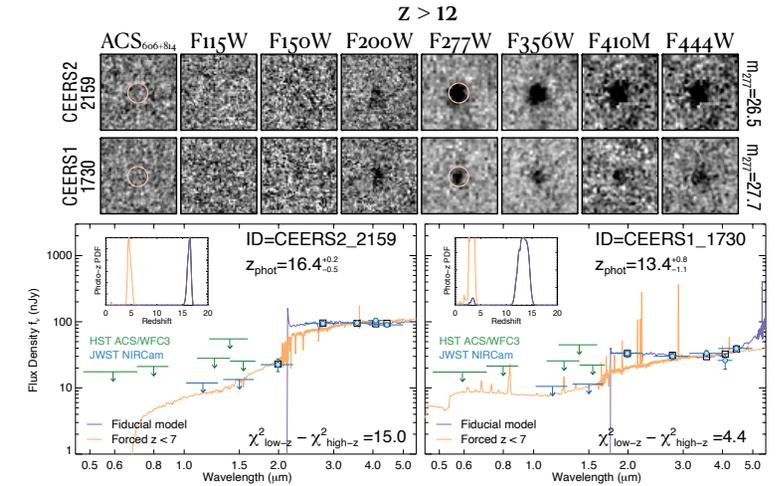


Figure 5. Top) Stamp images, $1.5''$ on a side, of the two galaxies that are best-fit with $z > 12$ (shown from the non-PSF-

$z>9$ 天体同定

- Photo-z: EAZY and CIGALE
 - 26天体同定
 - 1天体はCIGALEでは $z=5.4$ となった
- HST/SSTで同定されていた $z>9$ 候補二天体 (Finkelstein+22a)
 - 片方は $z=8.1$, もう一方は検出できず(spurious? transient?)
- サイズ
 - F200W
 - $r=0.2-1.2\text{kpc}$ (@ $z=10$) / median 0.45kpc

UV luminosity function

- $z=9-12$ サンプル
- $z=9$ LFからほとんど進化していない (Bowler+20とconsistent)
 - $z=4-8$ までは急速に暗くなっているのと対照的

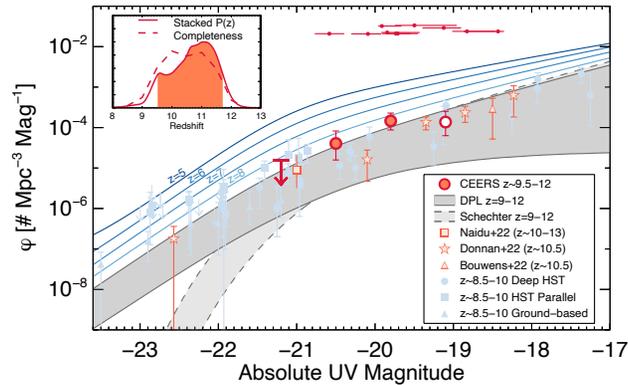


Figure 13. The rest-frame UV luminosity function at $z \sim 11$, shown as the red circles (the open circle denotes our faintest bin, where we are $<30\%$ complete). Each galaxy's magnitude and magnitude uncertainty is denoted by a small circle and line

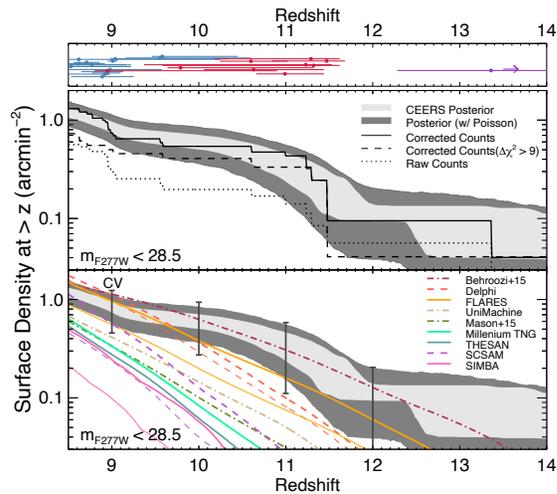


Figure 14. The cumulative surface density of sources with $m_{F277W} < 28.5$ at redshift greater than a given x-axis value, starting

理論モデルとの比較

- Cumulative surface density (Fig 14)
 - $F277W < 28.5\text{mag}$
 - Behroozi+15 (Empirical model) とはよくあっている
 - semi-analytic / hydrodynamic modelでは銀河の数を再現できてない
 - 実際の銀河ではダストがほとんどない?
 - Kennicutt-Schmidt則が近傍と異なる?: low- z でSFRは高くなる
 - semi-analytic modelでDM halo merger treeの時間分解能が足りていない?
 - hydrodynamic modelで空間分解能が足りていない? (高密度/burstyな星形成がトレースできていない)
 - IMFがちがう? hi- z では low- z , CMB温度が高いなどの影響がある
- UV Luminosity
 - 理論予想よりも2倍くらい明るい (Fig 15)
 - たとえばTumlinson06だと0.01 Z_{sol} を仮定した時のtop heavy IMFで0.4dexくらい明るくなる。=> HeII 1640輝線の検出などで確認できるだろう。
 - とはいえ、SNフィードバックとダスト吸収をゼロにすれば現行のIMFでも説明できる。
 - ということで Λ CDMが危うい、とかいう話にはならない(だろう)

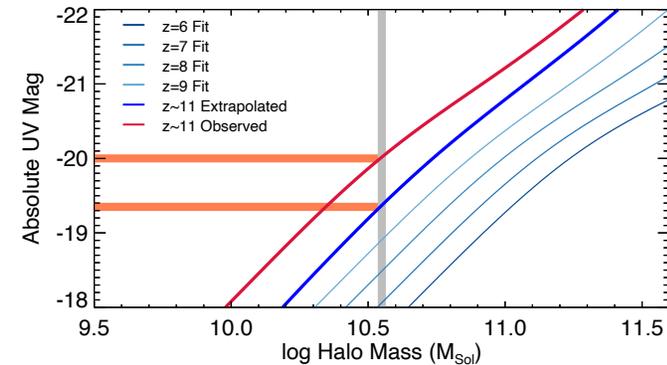


Figure 15. The relation between rest-UV absolute magnitude and halo mass, obtained via abundance matching the observed UV