“A massive stellar bulge in a regularly rotating galaxy 1.2 billion years after the Big Bang”

:Lelli et al. 2021 https://arxiv.org/abs/2102.05957

GAゼミ@210225 津久井

[アブスト]

近傍の銀河は一般に主に星が中心集中した球状のバルジ構造と星やガスが回転した円盤構造を持つ。バルジはディスクのゆっくりとした進化によってできるか、二つの銀河のmergerによってできると考えられている。z=4.8 (ビッグバンから僅か12億年)に存在する爆発的な星形成銀河(SFR>1000)ALESS 73.1の[CII]輝線を観測したところ、[CII]は非常に規則的に運動した円盤から放射されており、その回転曲線を解析したところ、すでにこの年代でバルジが存在することがわかった。

[ゴール]

遠方銀河の銀河構造を推定し、銀河構造の形成を解明する。

[オリジナリティ]

高分解能、高感度のALMAによって取得した、[CII]輝線の回転曲線と、dust輝度放射の分布、ガスの分布を組み合わせることで、銀河の質量分布(ガス、星、DM)を導出した。

[ロジック]

1. [CII]の力学には規則的な回転運動が検出された。(図１)また回転運動速度Vとランダム運動速度sigmaの比はV/sigma~10-40であった。遠方に行くほど、ガスは擾乱の影響を受けていると考えられてきたが、ALESS 73.1で観測されたV/sigmaは爆発的な星形成をしている天体にも関わらず近傍銀河の値と似た値であり、既存のfeedbackと反する。(図3)
2. 回転曲線をガス円盤、星円盤、星バルジ、DMハローの4成分でモデルした。

$$V_{rot}^2 = \Gamma_{gas} V_{gas}^2 + \Gamma_{disk} V_{disk}^2 + \Gamma_{bulge} V_{bulge}^2 + V_{halo}^2(C_{200}, V_{200})$$

V_{gas}^2, V_{disk}^2はそれぞれ、観測された[CII]輝度分布、ダスト放射分布から導出した。V_{bulge}^2はSersic profile, V_{halo}^2はNFWを用いた。Γ_{gas}はscale parameter

3. 星質量-ハロー質量関係等を仮定しfittingを行なった。(図2, 表1)

[コメント]

Face onであるため、inclinationの不定性が大きいので、V/sigmaの不定性も実は大きそう。
フリーパラメータが多く、回転曲線だけではそれらを決定できず、苦しみが伝わってきた。

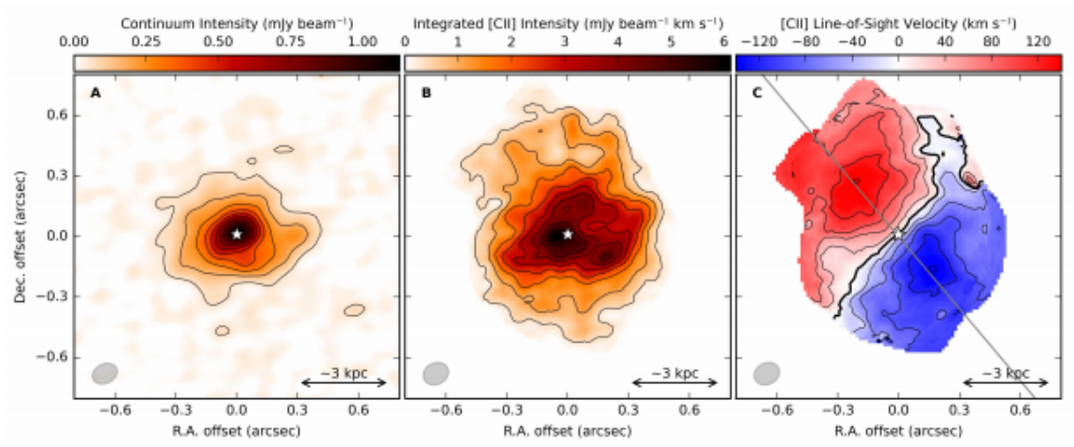


図1 ALMAの観測データ、右から、ダスト連続波放射、[CII]輝線、[CII]輝線放射マップ。

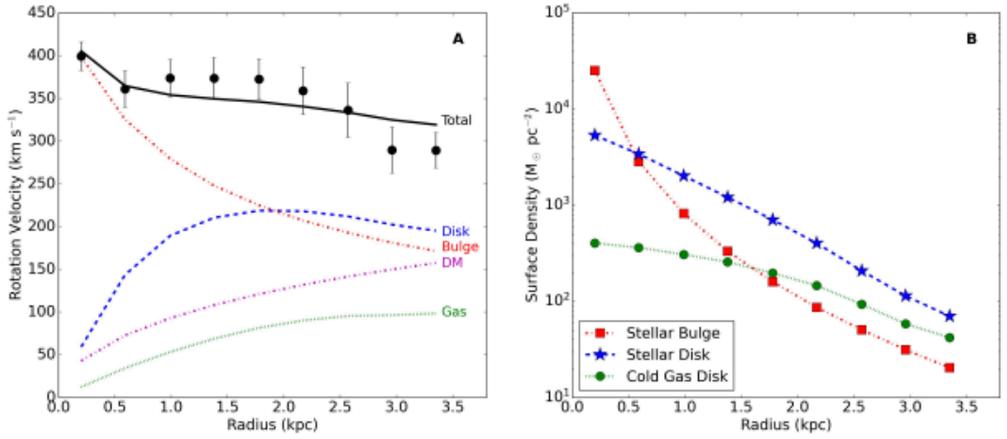


図2 左: 導出された回転曲線とモデルのfitting結果、右: 質量分布

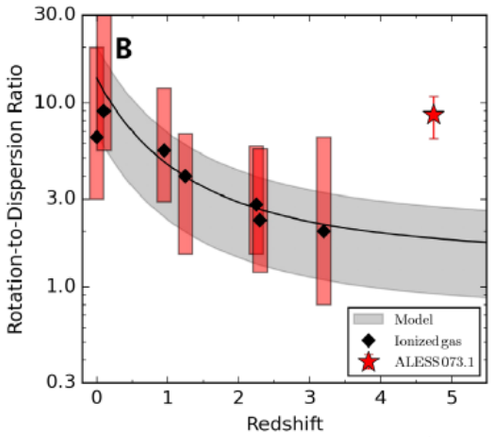


図3 ALESSと他の赤方偏移天体, 準解析的モデルとの比較。

i (°)	$22.0^{+2.9}_{-2.9}$
M_{gas} (10^{10} $M_\odot$)	$0.5^{+0.4}_{-0.4}$
M_{disk} (10^{10} $M_\odot$)	$2.4^{+0.9}_{-1.0}$
M_{bul} (10^{10} $M_\odot$)	$2.3^{+0.6}_{-0.6}$
V_{200} (km s^{-1})	263^{+81}_{-80}
C_{200}	$2.9^{+0.9}_{-0.9}$
M_{200} (10^{11} $M_\odot$)	$8.1^{+2.7}_{-2.7}$
M_{baryon} (10^{10} $M_\odot$)	$5.2^{+1.2}_{-1.2}$
M_{bul}/M_{baryon}	$0.44^{+0.11}_{-0.12}$

表1 得られたモデルパラメーター