



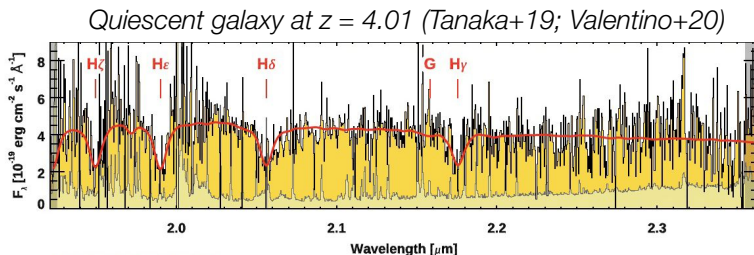
多波長観測で探る遠方大質量銀河の星 形成抑制機構

鈴木 智子 (Kavli IPMU)

Glazebrook et al. 2017; Schreiber et al. 2018b,c; Suzuki et al. 2022

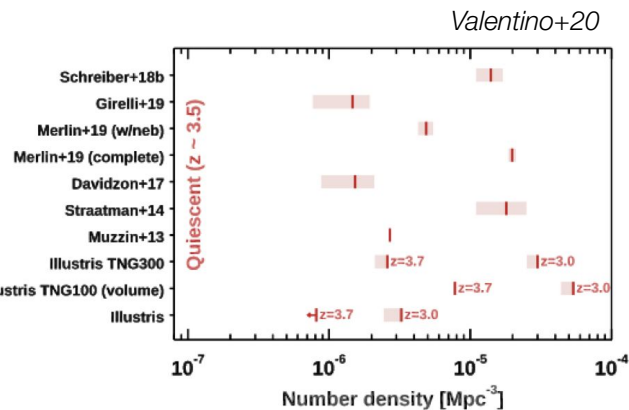
遠方のquiescent銀河探査

- $z > 3$ のquiescent銀河の発見と分光同定
e.g., Glazebrook+17; Schreiber+18b; Tanaka+19; Valentino+20; Kubo+21...
- シミュレーションで得られる個数密度との系統的な差



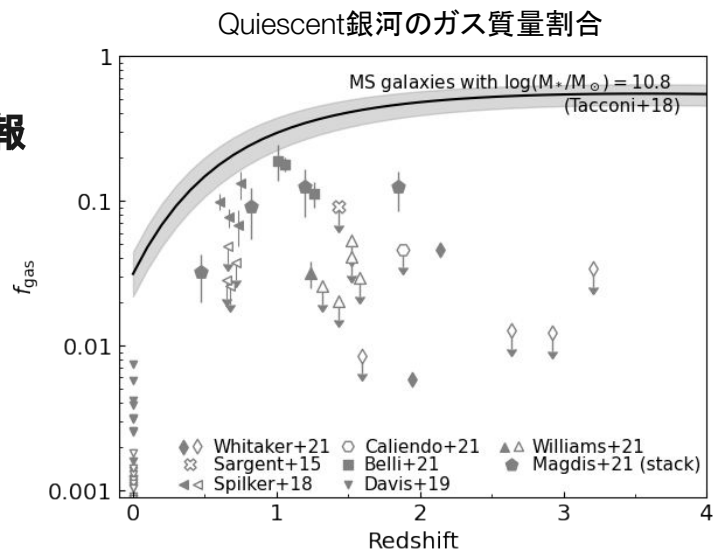
Observation

Simulation



サブミリ波観測の重要性

- ダストに埋もれた星形成活動の有無？
- 残された分子ガスの質量？星形成効率？
→ 星形成活動を止めた機構を理解する上で重要な情報
- $z > 3$ ではガスの情報はほとんど得られていない



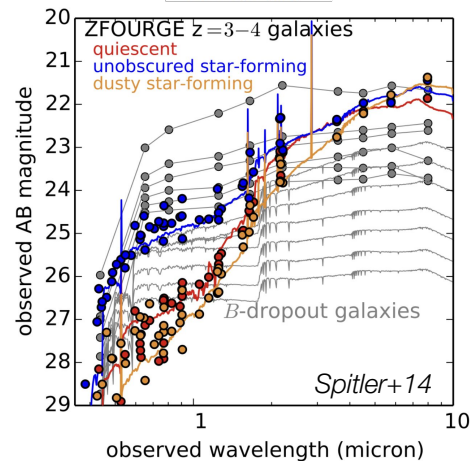
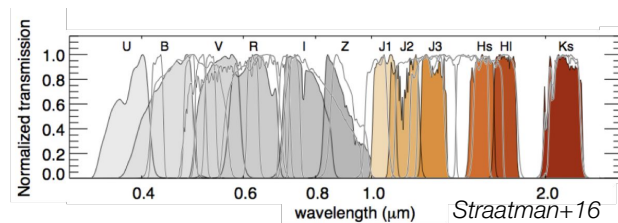
The FOUrstar Galaxy Evolution survey (ZFOURGE)

- Magellan/Fourstarによる深い近赤外線サーベイ
- J/H バンドに5つの中帯域フィルター

: phot-z 精度の向上、星形成銀河とquiescent銀河の分類

- $z = 3-4$ の quiescent銀河のサンプル → 分光同定
- 近赤外線スペクトル + 多色測光データ
→ SED fittingで星形成史の推定

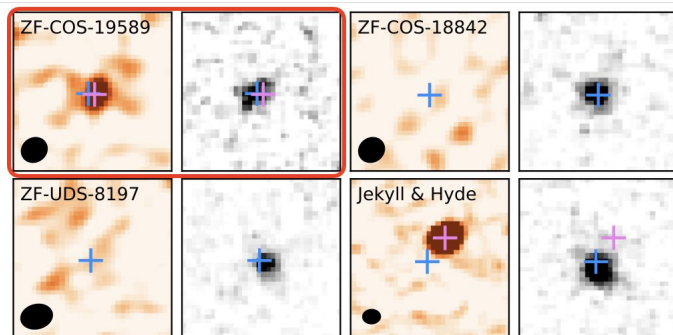
(Glazebrook+17; Schreiber+18b)



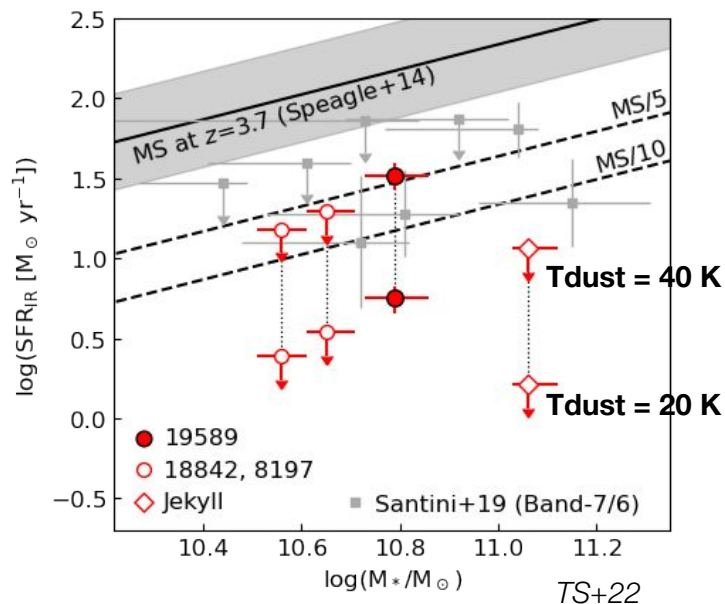
ALMAによるフォローアップ観測

- $z = 3.5 - 4.0$ のquiescent銀河 (近赤外線スペクトルあり)
- **ダストに埋もれた星形成活動の有無** (870 μm 連続光)
 - : 1天体からダスト連続光を検出
- **分子ガスの有無** ([C I] line)
 - : 検出なし

ALMA Band-7 continuum map / HST F160W image

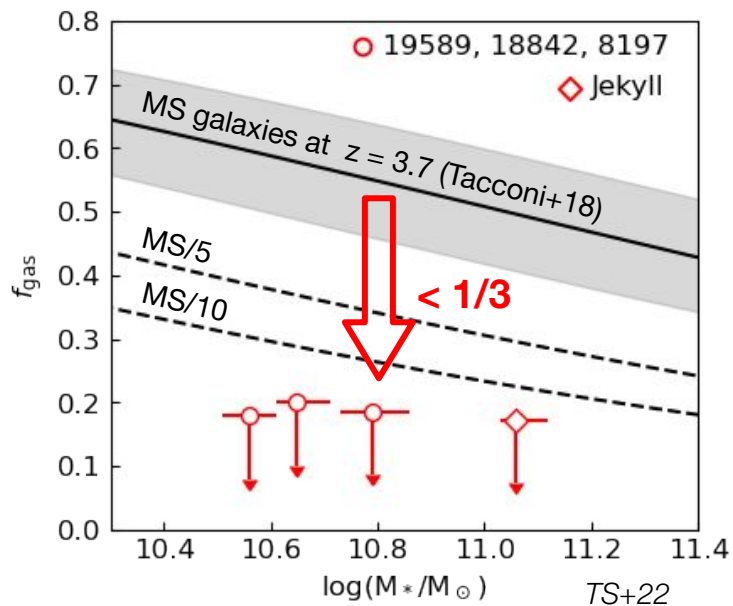


Quiescent銀河の星形成活動



- 870 μ m flux $\rightarrow$ L_{IR} $\rightarrow$ SFR_{IR}
(ダスト温度の不定性あり)
- 星形成主系列と比較して4倍以上低い
星形成率
 $\rightarrow$ 星形成活動がないことを確認

Quiescent銀河のガス質量



- [C I] line flux $\rightarrow M_{\text{gas}}$
- ガスの質量割合 < 20 %
- 星形成銀河と比較して3倍以上低い

遠方大質量銀河の星形成抑制機構？

- 低い分子ガスの質量割合 (< 20 %)

- 星形成史？

$z \sim 5 - 7$ に形成され、 $z \sim 4.5 - 5$ あたりに星形成活動が停止

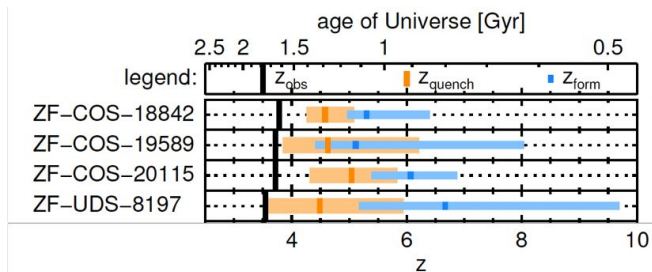
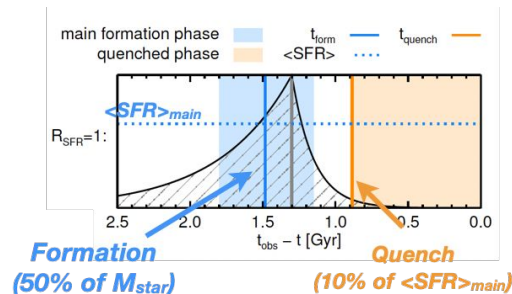
= 形成期から ~ 200 – 500 Myr で星形成を止めたことを示唆

→ 分子ガスを数 100Myr のタイムスケールで失う必要あり

cf. MERAXES semi-analytical model内の類似天体 (Qin+17)

AGNの活動によって、ISMでのガス冷却が抑制

→ 残りのガスを 100 – 300 Myr 程度で消費して quench ($f_{\text{gas}} \sim 5 \%$)



今後期待される発展: Subaru/PFS

分光同定された quiescent 銀河の統計的なサンプルの構築

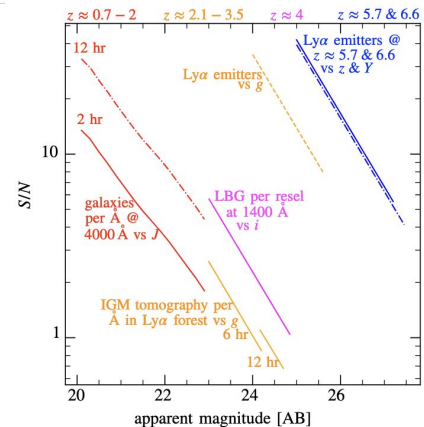
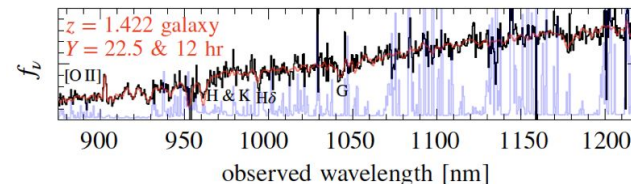
- $z \sim 2$ までバルマー/4000Åブレイクの観測が可能
- 星形成史の reconstruction

PFS-SSP GE survey

- $y, J < 22.8$ mag (for $z > 1$ galaxies) + z_{phot}
- $M_{\text{star}} > 3 \times 10^{10} M_{\text{sun}}$
- Deep sample (12 hours) $\rightarrow$ 14,000 galaxies at $z \sim 0.7-2$ in total

Greene+22 (arXiv: 2206.14908)

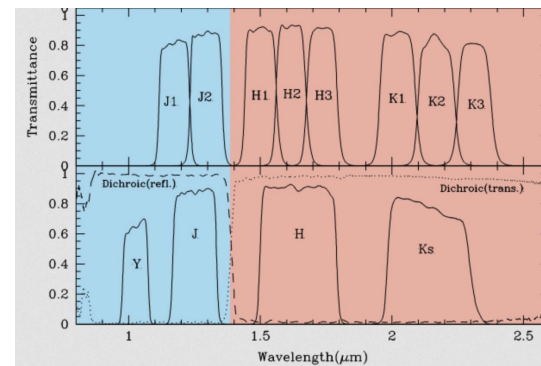
PFS galaxy mock spectrum



今後期待される発展: TAO/SWIMS, ULTIMATE-Subaru...

より遠方のquiescent銀河サンプルの構築

- TAO/SWIMS
K-band帯のMB filters → $z \sim 5$ まで拡張
- ULTIMATE-Subaru = 広視野 + GLAO + MB filters
 $z \sim 5$ のより低質量銀河($\sim 10^{10} M_{\text{sun}}$)まで拡張
- GREX-PLUS → $z > 6$



<http://133.11.160.242/TAO/swims/?Summary>



まとめ

深い近赤外線サーベイで見つかった $z = 3.5-4.0$ の quiescent 銀河に対してサブミリ波のフォローアップ観測を行った

- 星形成活動および分子ガスがほとんどないことを確認
- 数100 Myrという比較的短いタイムスケールでガスを失ったことが示唆された
- 今後の発展の可能性 (光赤外分野)
 - 統計的な分光サンプルの構築 → PFS
 - より遠方の quiescent 銀河探査 → SWIMS, ULTIMATE-Subaru, GREX-PLUS...