

星形成銀河における 分子ガスの性質と銀河環境の関係

小山 舜平^{1,2}

小山 佑世³, 松原 英雄², 山下 拓時², 中川 貴雄²
児玉 忠恭³, 諸隈 佳菜³, 嶋川 里澄³, 林 将央³

1. 東京工業大学, 2. ISAS/JAXA, 3. 国立天文台

銀河の形態分布の環境依存性

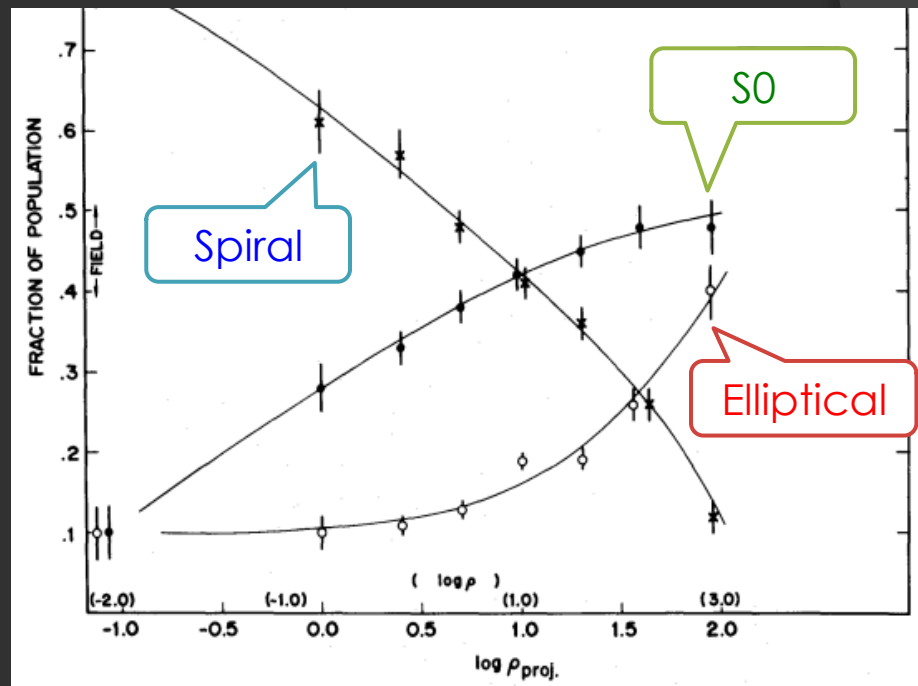
銀河環境：ある銀河まわりの銀河の密集度合（個数密度）

環境効果

銀河環境が高密度なほどpassiveな銀河の割合が高くなる。
=> 高密度な環境ほど、早い時期に星形成を止めている。

環境効果の起源は？

星形成銀河を
環境毎に取り出して比較してみる。

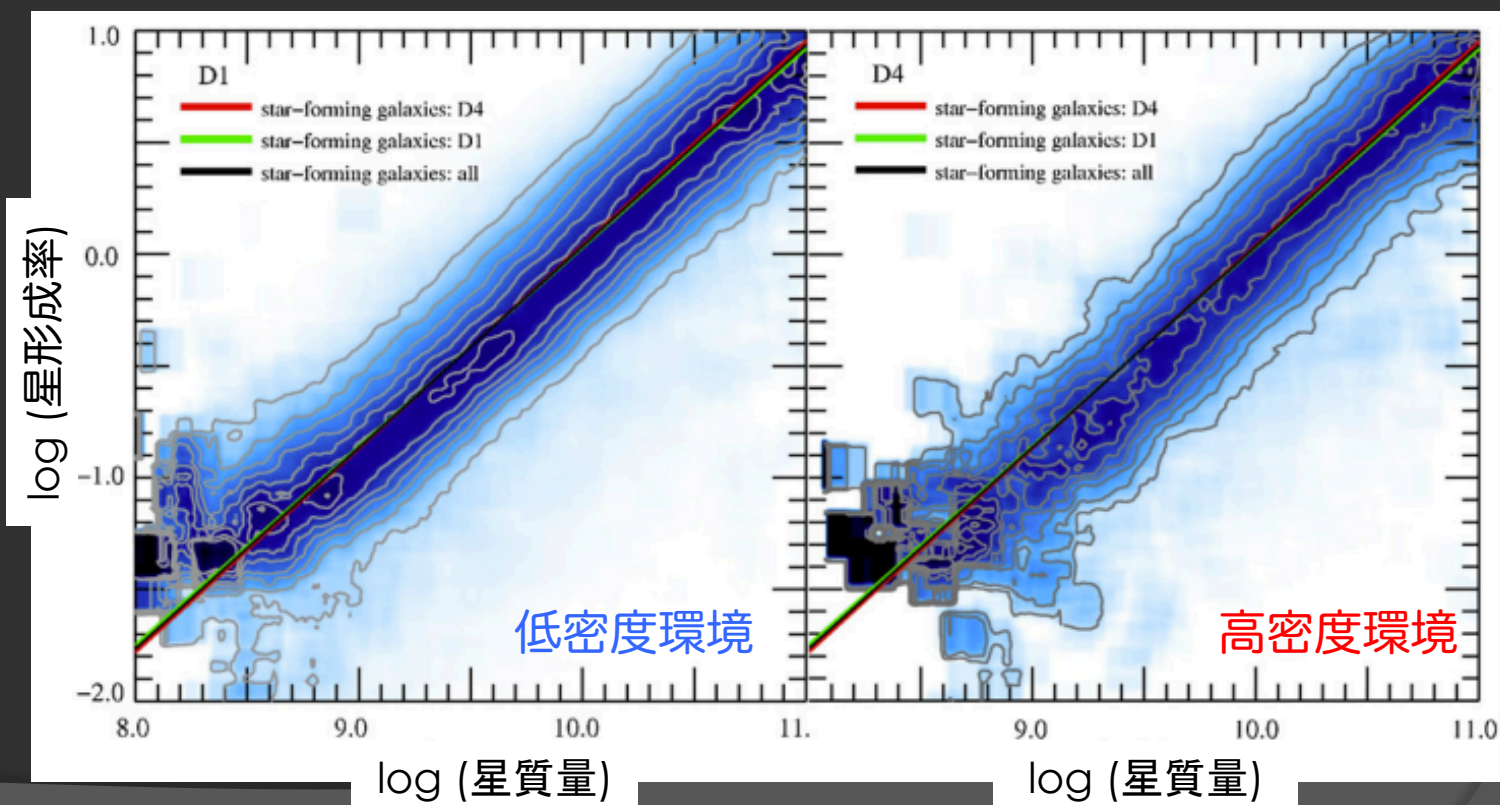


MS関係の環境依存性

Main Sequence (MS) : 星形成銀河のもつ星形成率と星質量の関係

MS関係は環境で不変 at $z \sim 0$ 。

MS下方の分散は高密度な環境ほど大きい傾向。

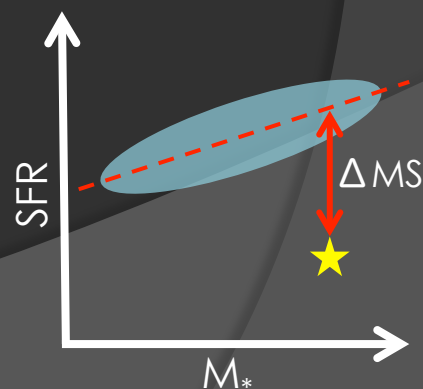
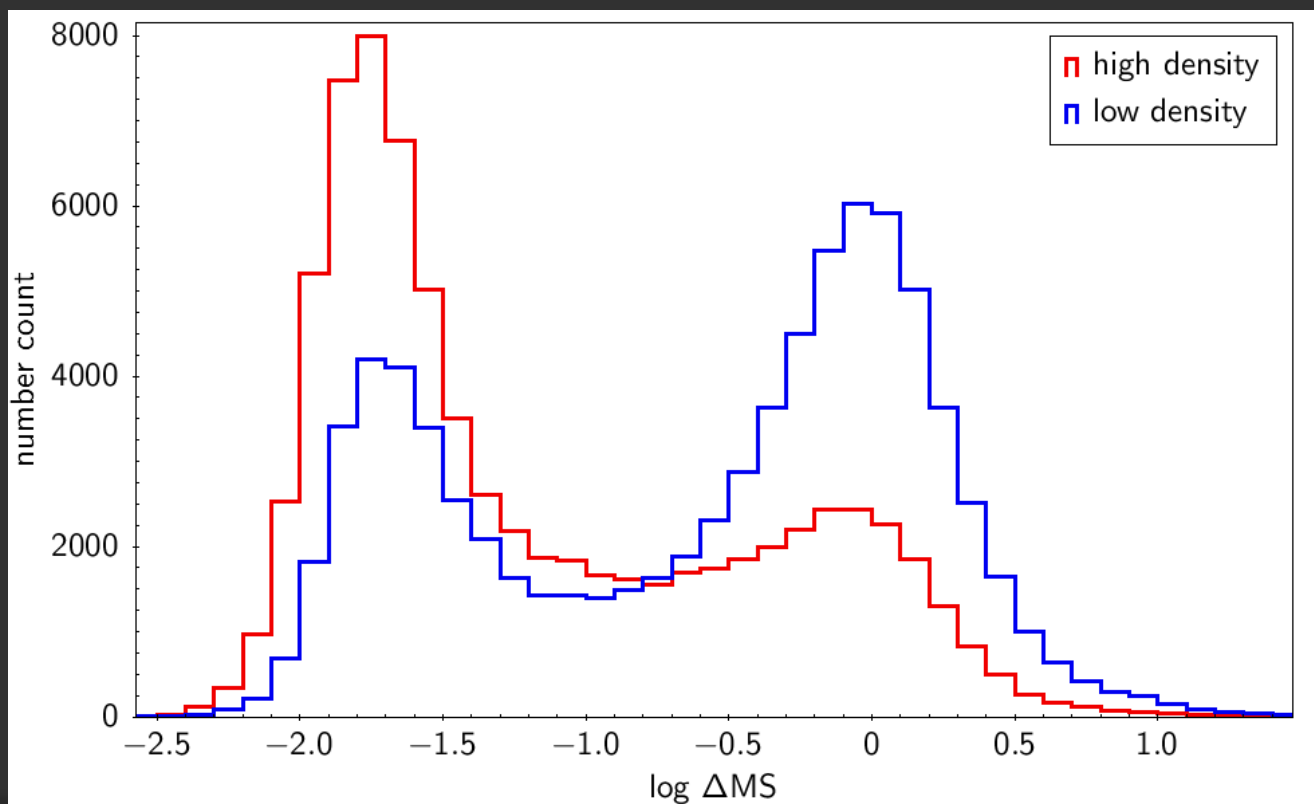


MS関係の環境依存性

Main Sequence (MS) : 星形成銀河のもつ星形成率と星質量の関係

MS関係は環境で不変 at $z \sim 0$ 。

MS下方の分散は高密度な環境ほど大きい傾向。



sample from Matsuki et al. (2016)

環境効果の起源は？

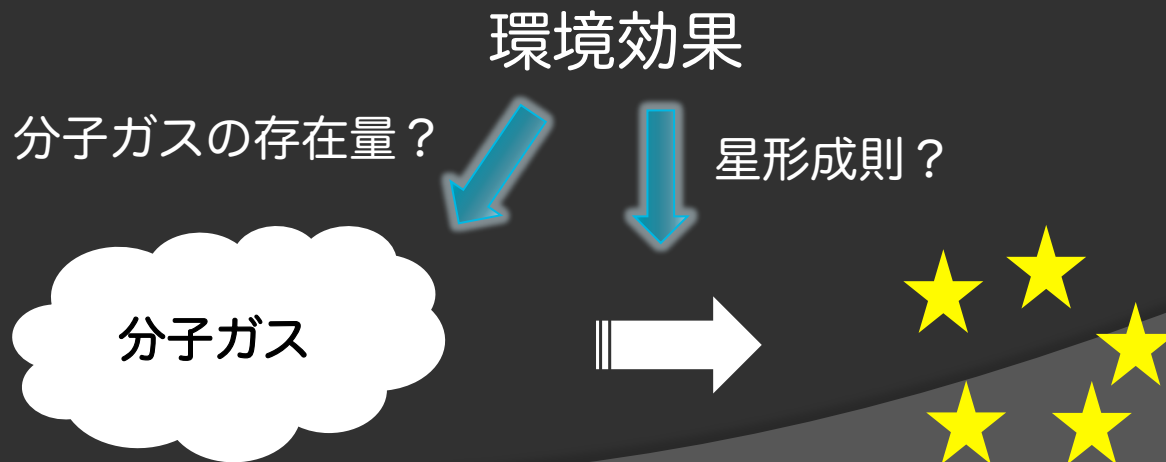
星形成率と星質量だけでは、環境効果の原因は良く判らない。

=> 星の材料である分子ガスに着目してみる。

分子ガスが密度環境により何か影響を受けているかもしれない。

高密度環境では星形成則が異なる？

分子ガスの存在量が高密度環境では少ない？



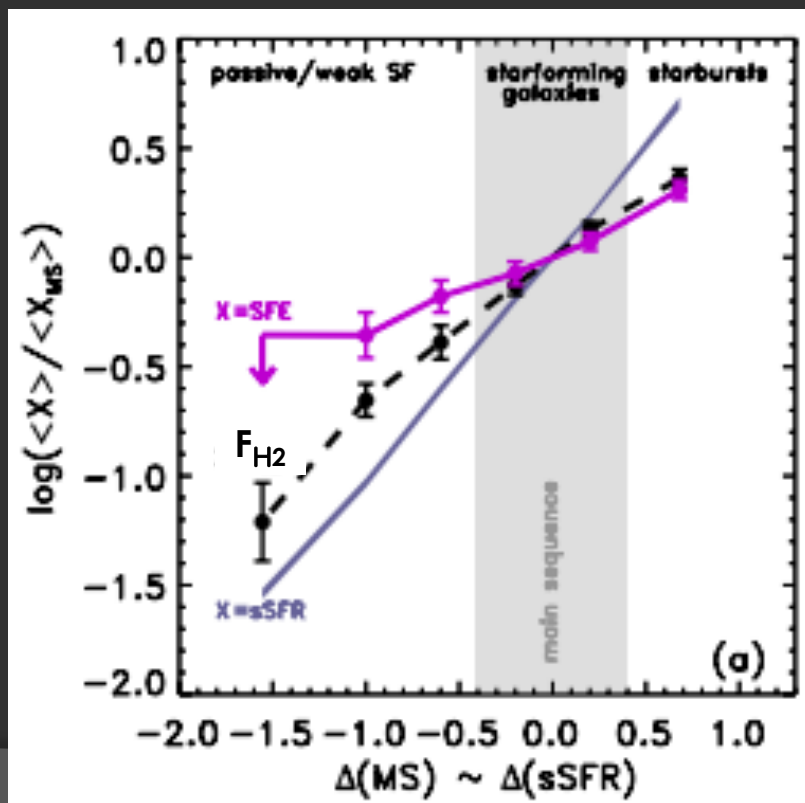
分子ガスと星形成の関係

通常の星形成銀河の場合...

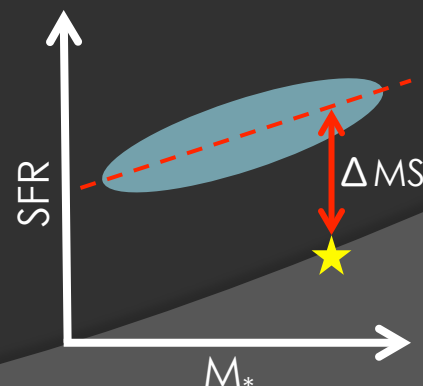
星形成率と分子ガス質量の関係は一定の傾きに乘る。

MSからのズレの大きさ (ΔMS) は、 $f(\text{gas, mol})$ と相関する。

=> 様々な密度環境にある銀河の、これら関係を比較してみる。



molecular gas fraction :
 $f(\text{gas, mol}) = M_{H_2} / (M_* + M_{H_2})$



Saintonge et al. 2012

本研究の目的

近傍の星形成銀河について、
分子ガスの性質の環境依存性を調べる。

- ・ 幅広い密度環境を網羅した星形成銀河サンプル
- ・ 分子ガス質量の推定

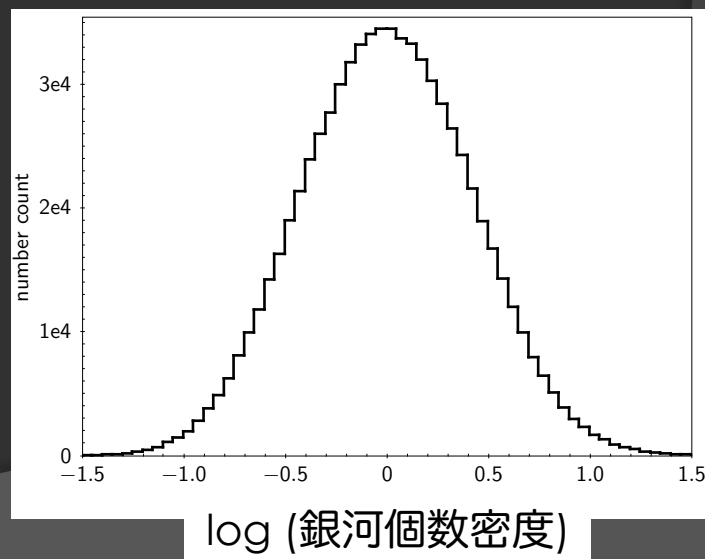
分子ガス質量の推定

分子ガス質量の推定

=> CO(J=1-0) line @ 115GHz (rest frame)

低密度・高密度環境にある
銀河は数が少ない。

=> 既存のCOサーベイだけでは、
均質な密度環境を確保できない。



sample selection

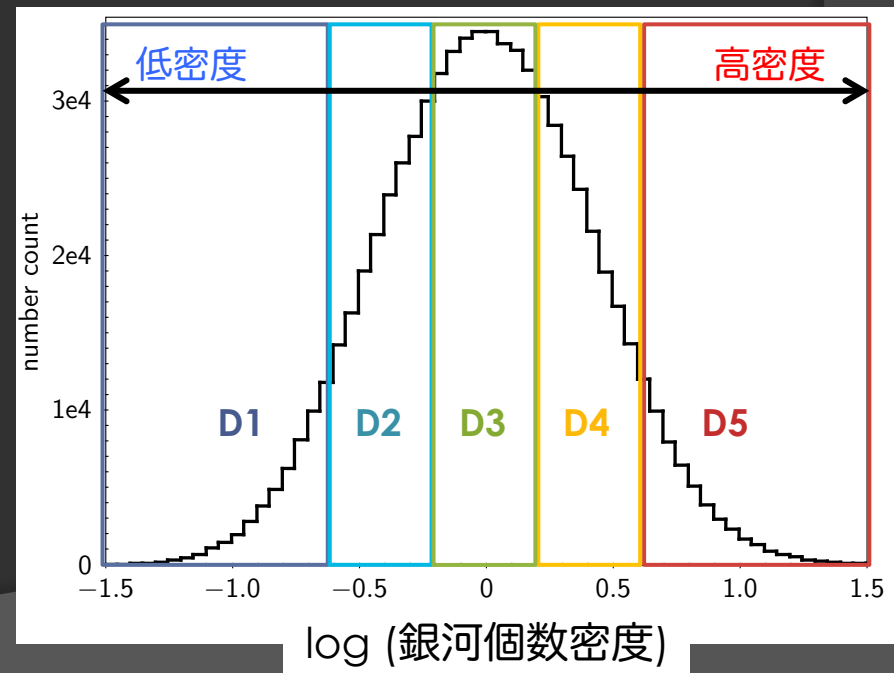
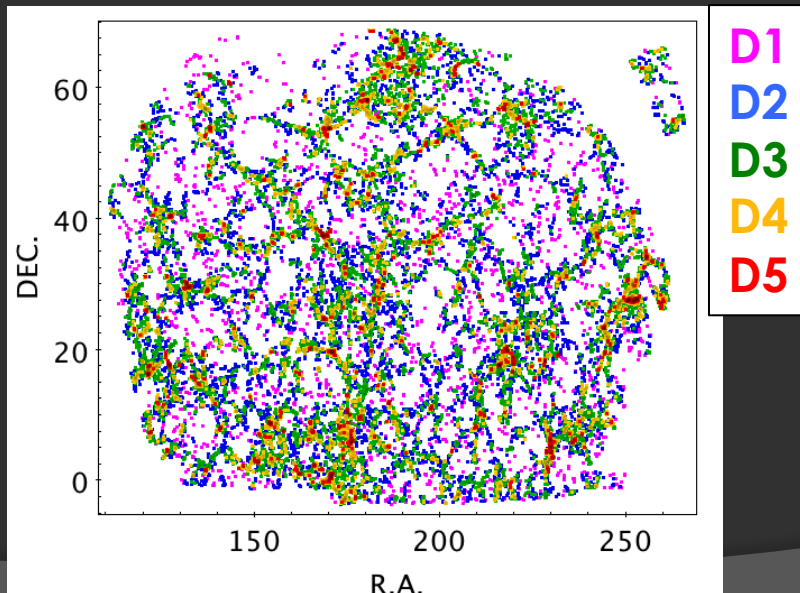
SDSS DR7

M_* , SFRはMPA/JHUカタログの値を利用
5つ目に近い銀河($\pm 1000\text{km/s}$)までの距離を用いて
銀河の個数密度を定義。



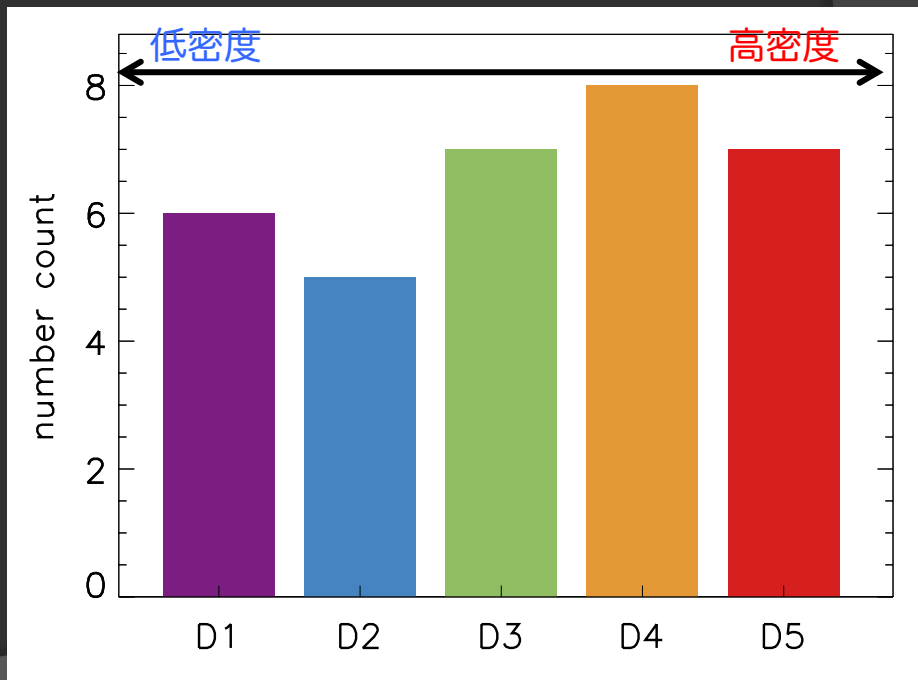
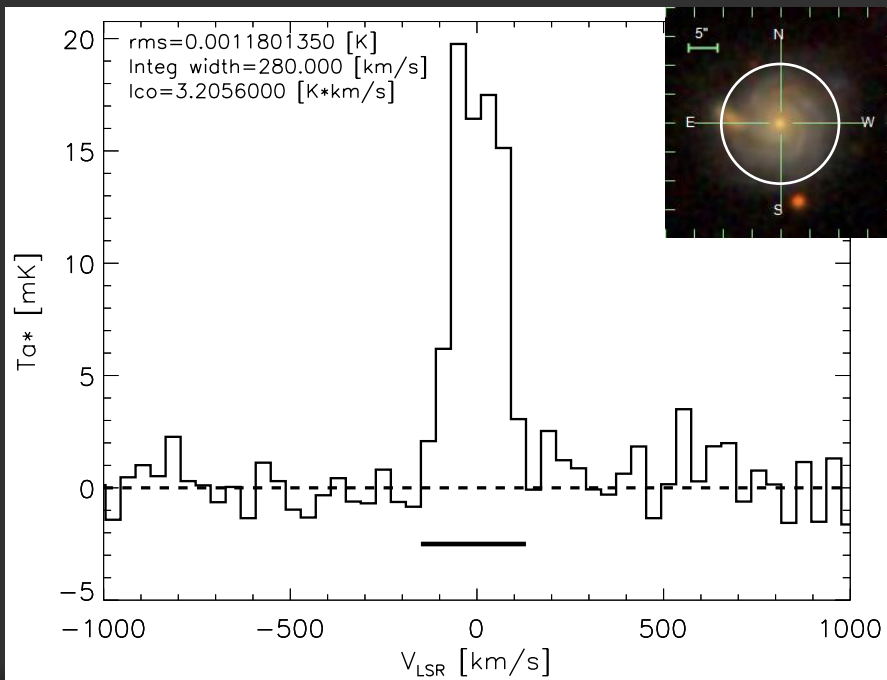
D1-D5まで均等に、近傍 ($0.03 < z < 0.11$) の星形成銀河を選択。

=> 分子ガス質量を推定



CO(J=1-0) 観測

- CO(J=1-0) 観測 @ NRO45m
- 2015年12月&2016年2月 (計 約140時間)
- TZ1,2によるON-OFF観測
- $T_{\text{sys}} \sim 150 - 300 \text{ K}$



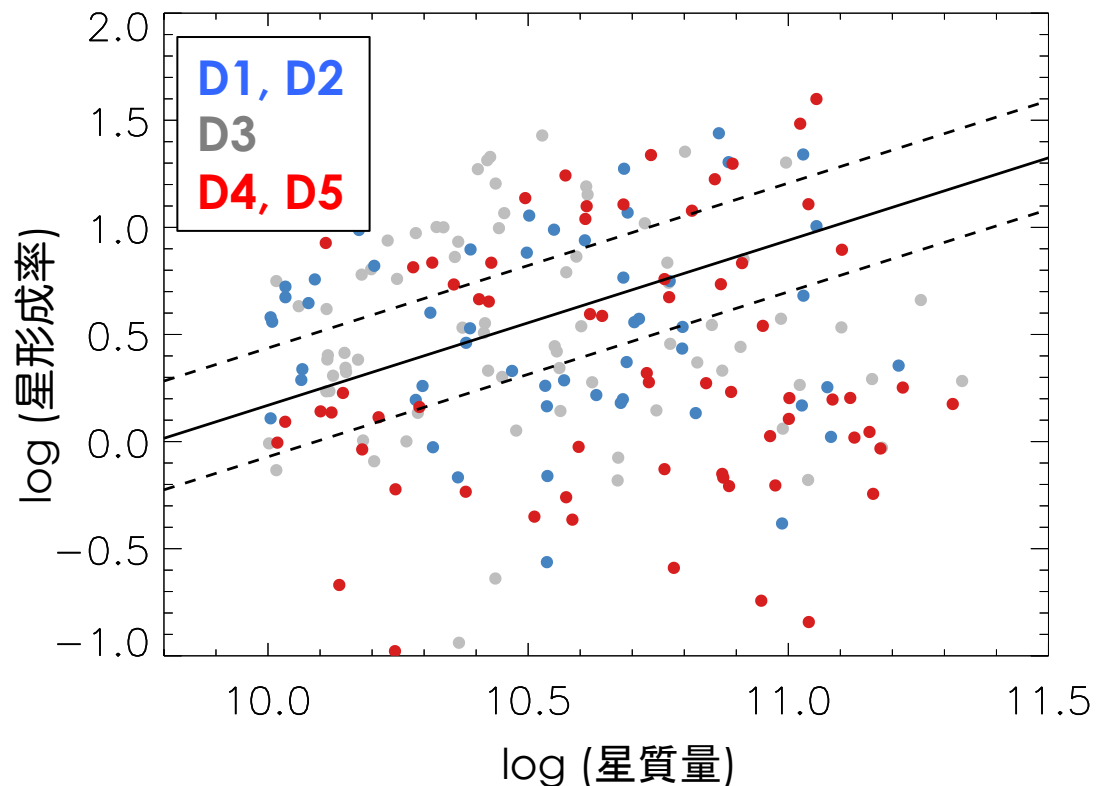
CO sample

NRO45mによる観測データ + COLDGASS
=> CO sample

$$M_{\text{H}_2} = \alpha_{\text{CO}} L_{\text{CO}} \quad : \quad \alpha_{\text{CO}} = 4.3 [M_{\text{sun}} / (\text{K km s}^{-1} \text{ pc}^2)]$$

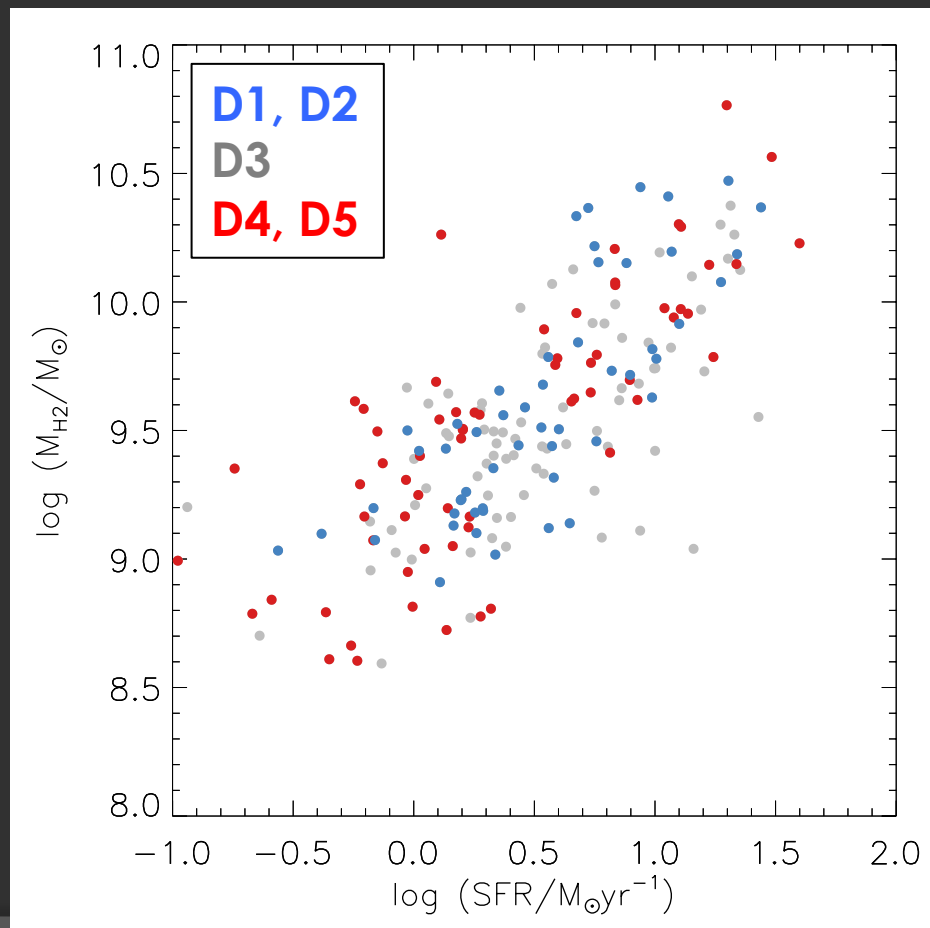
COLDGASS
(Saintonge et al. 2011)

$M_* > 10^{10} M_{\text{sun}}$ の近傍銀河
COサーベイ @ IRAM30m
約300天体を観測



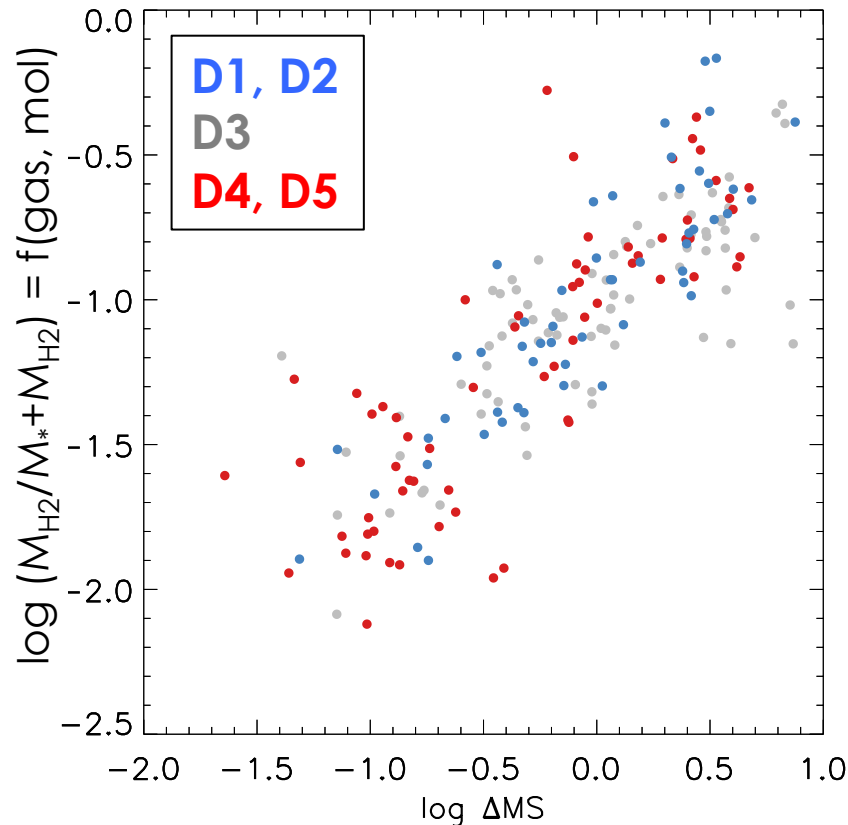
分子ガス質量 vs 星形成率

ガスから星への変換則に環境依存性は見られない。
=> 星形成効率は環境に依存していない。

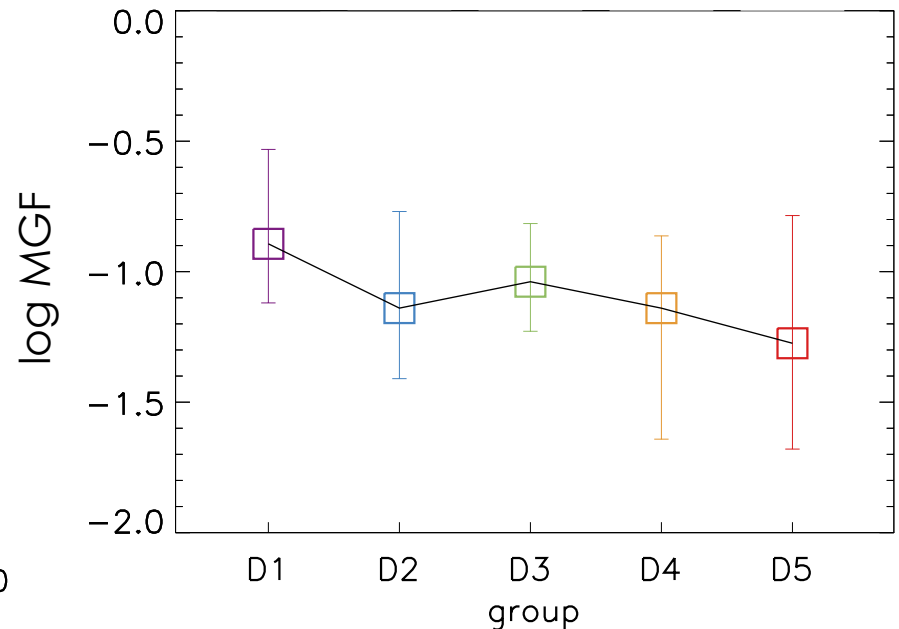


密度環境毎のMGF vs ΔMS

$f(\text{gas, mol})$ と ΔMS の関係は環境によらず一つの関係に乗っている。
=> 高密度環境においてMSの分散が大きい原因は $f(\text{gas, mol})$ の低下？



$f(\text{gas, mol})$ のmedianは
環境に依存してわずかに低下。



分子ガス存在割合の環境依存性

星形成則は環境に依存しなかった。

ΔMS と $f(\text{gas}, \text{mol})$ には環境に依らず普遍的な比例関係が見られた。
 $f(\text{gas}, \text{mol})$ の分布は、高密度環境ほど若干低い側に偏っている。

星形成そのものの性質に環境は影響していないが、
分子ガスの存在量には何か影響していそう。

環境効果による分子ガスの減少？

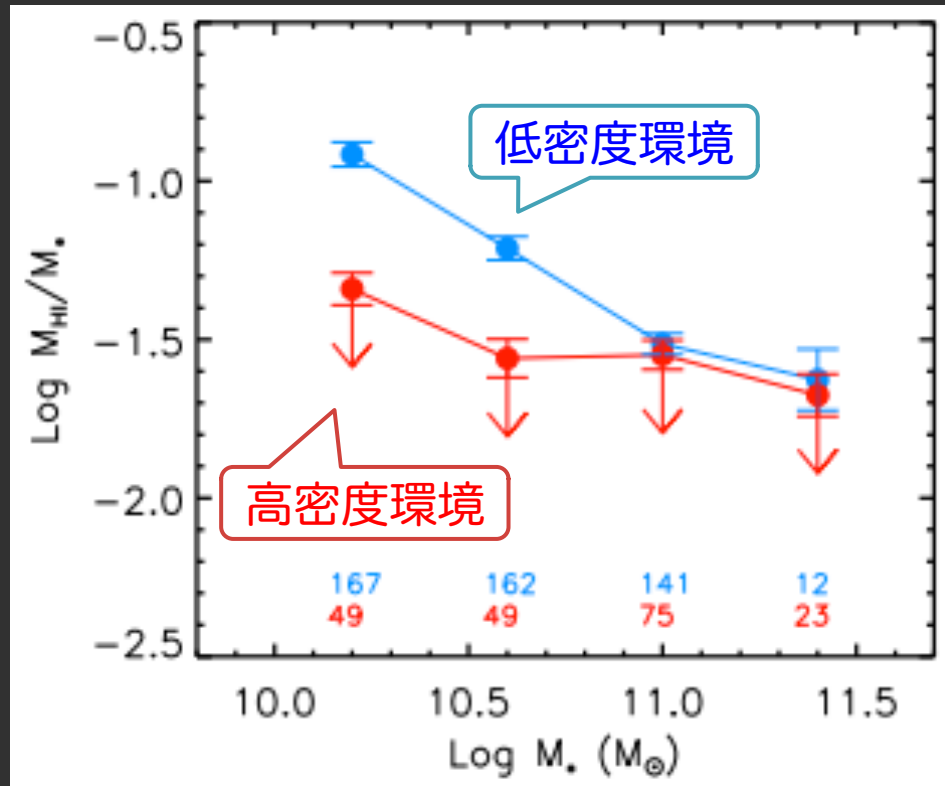
ただし、環境効果により

分子ガスを銀河から直接吹き飛ばすことは困難

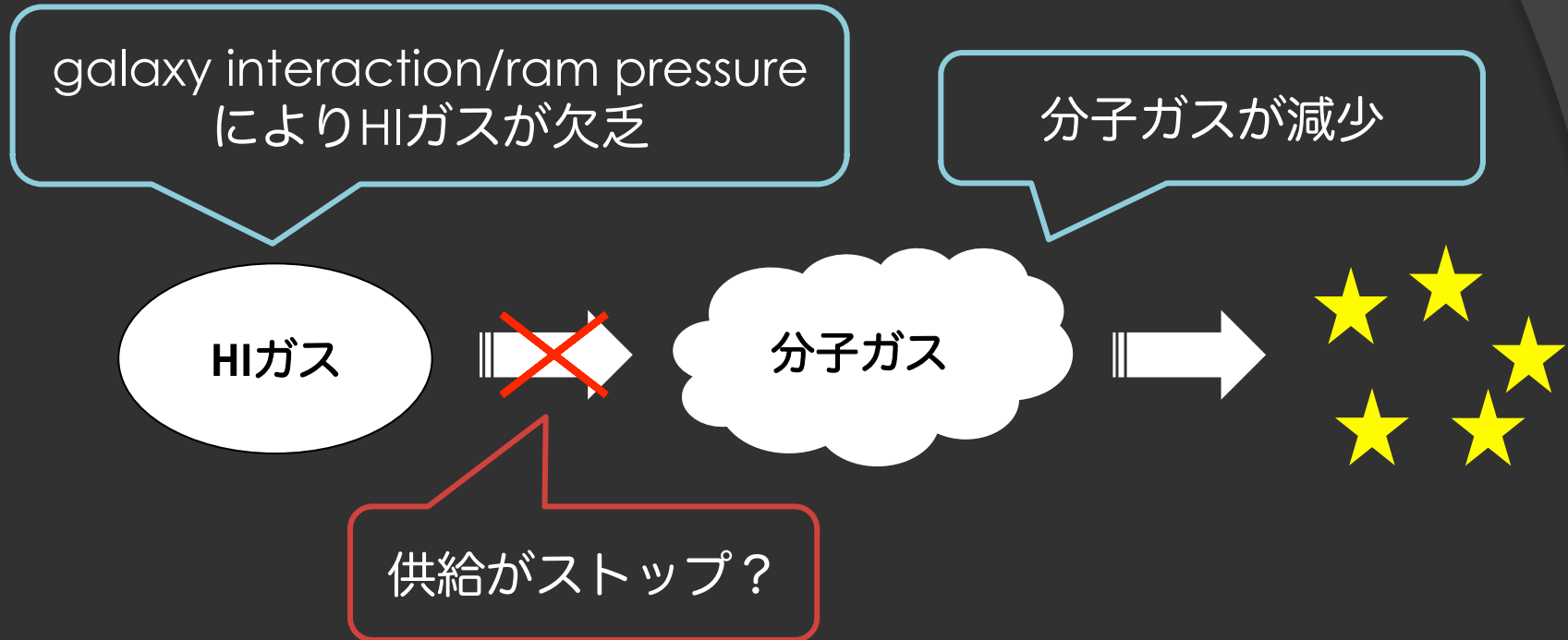
高密度環境によるHIガスの欠乏

HIガスは分子ガスの主成分H₂ガスの供給元

高密度環境にはHI欠乏銀河が存在している。
=> galaxy interaction / ram pressure



環境効果の要因は？



galaxy interactionの頻度が高密度環境になるほど高い。
=> HIガスが欠乏 (HIガス密度が低下)
=> 分子ガスの供給がストップ (Krumholz et al. 2009)
=> ΔMS が低下

Summary

- 様々な密度環境にいる近傍の星形成銀河33天体について、CO(1-0)観測により分子ガス質量を取得。
- 星形成と分子ガスの関係に環境依存性は見られない。
- 分子ガス存在量の分布には環境によって偏りがあり、高密度環境ほど少ない傾向。
- interactionなどによりHIガスが減少し、分子ガスの供給をストップしているかもしれない。

Future work

- HIガスの減少量と分子ガスの関係は？