

THE SUPER-LINEAR SLOPE OF THE SPATIALLY RESOLVED STAR FORMATION LAW IN NGC 3521 AND NGC 5194 (M51a)

Guilin Liu¹ , Jin Koda² , Daniela Calzetti¹ ,
Masayuki Fukuhara³ , and Rieko Momose 2011

黒田 麻友

Abstract

本研究

- NGC3521についてCARMAとNRO45を用いて観測を行なった。
- NGC3521とM51a(NGC5194)についてH α 、24 μ m、HI、FUVのデータをもとにSFRとガスの面密度を導出し関係を調べた。

結果

- 近傍銀河のSFR導出には恒星とダストのバックグラウンドを慎重に差し引く必要がある。
- S-K則がsuper-linear or basically linear はバックグラウンドの減算か保存かによる
- 利用可能な最高分解能(~ 230 pc)でsuper-linear ($\gamma_{\text{H}_2} > 1.5$)
- 分解能が低下するごとに γ_{H_2} は単調に減少する
- 分解能の増加に伴い γ_{H_2} の散乱が増加
- $\gamma_{\text{H}_2} = -1.1\log[\delta_{\text{dp}}/\text{kpc}] + 1.4$ 、 $\sigma_{\text{H}_2} = -0.2\log[\delta_{\text{dp}}/\text{kpc}] + 0.7$ (M51aデータより)

$$\Sigma_{\text{SFR}} \propto \Sigma_{\text{H}_2}^{\gamma_{\text{H}_2}}$$

Introduction ～星形成率～

銀河の星形成の求め方：大質量星を観測し初期質量関数を仮定して全星形成を求める

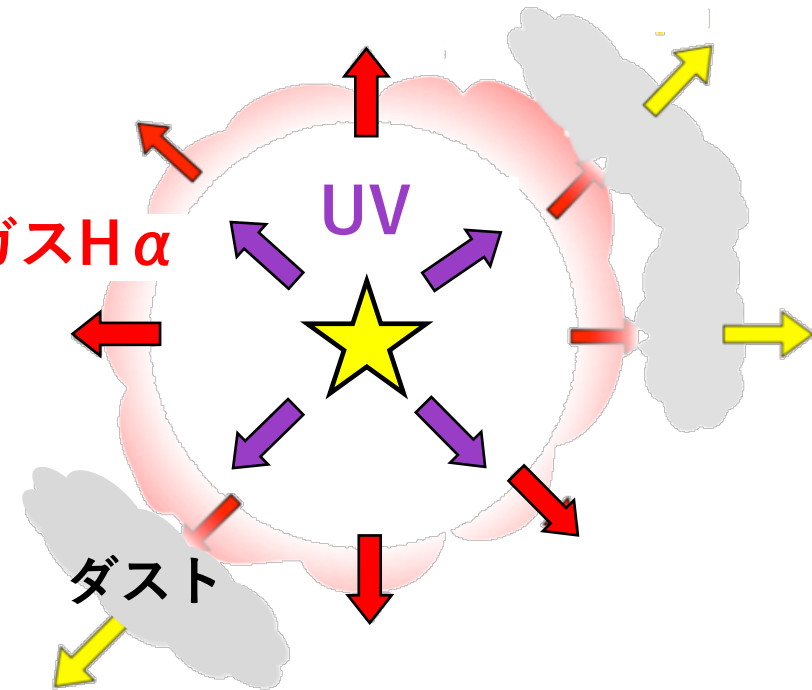
- 初期質量関数 (Initial Mass Function : IMF) $\varphi = m^{-(1+x)}$
どの質量を持つ星がどのくらいの数存在するかを表す質量頻度分布関数

- 星形成率 (SFR) を求める 2 つの手法 Kroupa (2001)

$$\text{SFR}_{\text{H}\alpha+24\mu\text{m}} = 5.3 \times 10^{-42} (L_{\text{H}\alpha} + 0.031 L_{24\mu\text{m}})$$

$$\text{SFR}_{\text{FUV}+24\mu\text{m}} = 3.4 \times 10^{-44} (L_{\text{FUV}} + 6.0 L_{24\mu\text{m}}) \quad \text{電離ガスH}\alpha$$

従来はH α 輝線を使用することが主流だったが
GALEXにより高解像度の紫外線データが公開され
FUV+24 μm が主流となってきた



Introduction ～SK則～

星形成率SFRとガス密度の関係を表した法則

Schmidt – Kennicutt 則 (kennicutt et al. 1998) $\Sigma_{\text{SFR}} \propto \Sigma_{\text{gas}}^{1.4 \pm 0.15}$

- この法則は広範囲を平均化して導出している
- より星形成を理解するためには空間分解されたデータでの調査が必要

先行研究

- Boissier et al. (2003) $\sim 0.6 - 1.3$ (16 galaxies)
- Heyer et al. (2004) 1.36 ± 0.08 (M33)
- Kennicutt et al. (2007) 1.37 ± 0.03 (M51a / 分解能500pc) : K07
- Bigiel et al. (2008) 1.0 ± 0.2 (M51a / 分解能750pc) : B08

本論文

- K07とB08の違いについて、M51aの同じデータを用いて再検証する
- NGC3521、M51aにおける数kpcスケールのS-K則の研究を行なった

Data

NGC3521 : 8.03Mpc SAB?

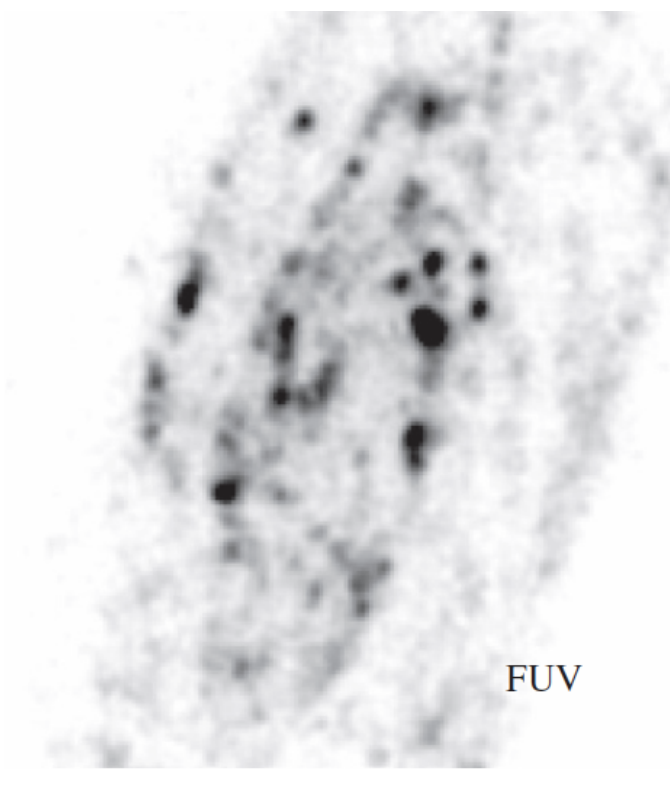
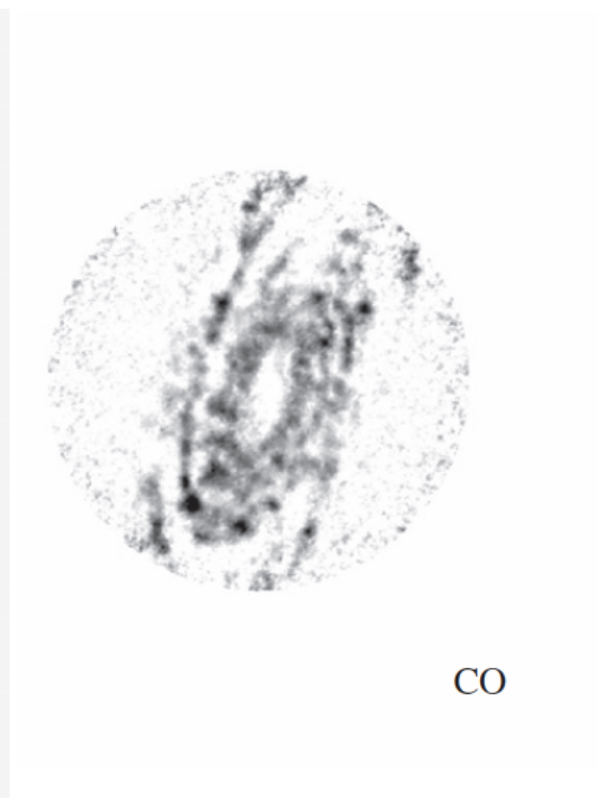
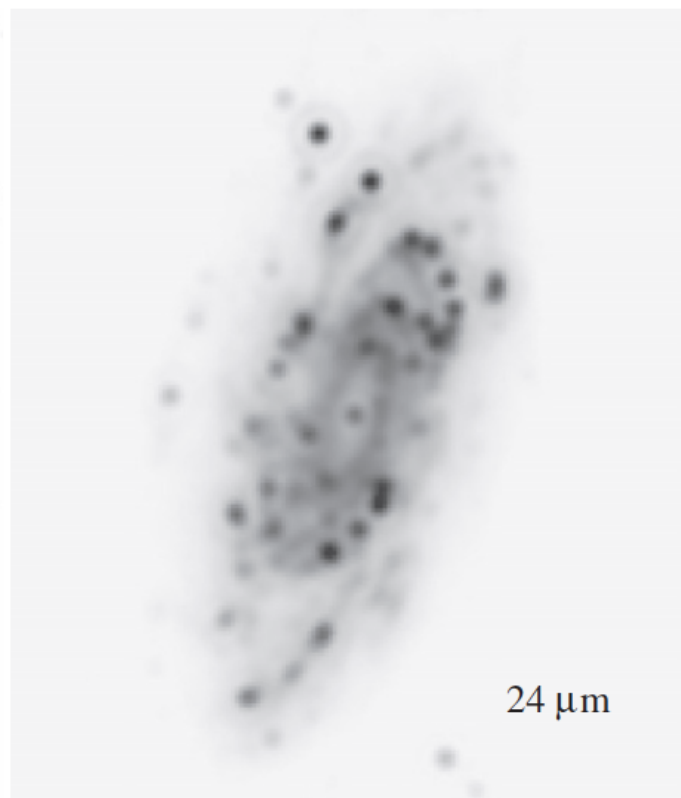
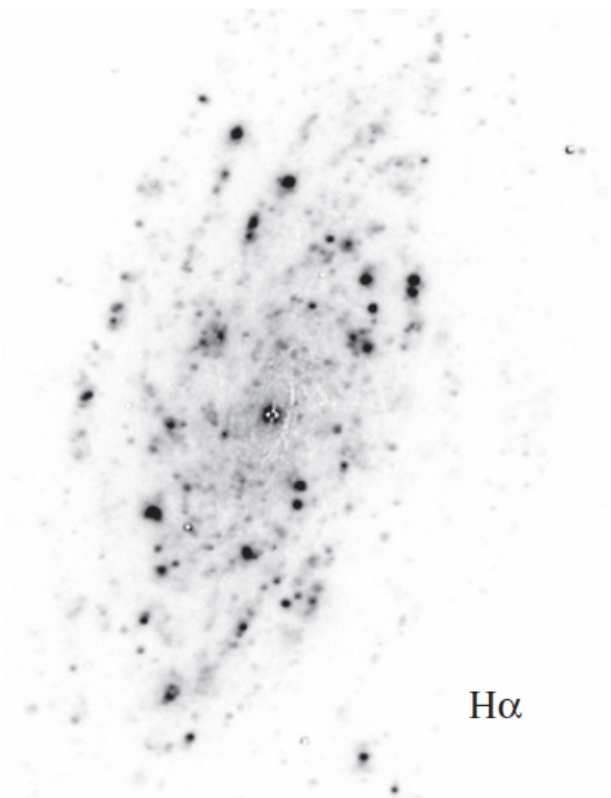


M51a : 8.0Mpc SA



- どちらも制止星形成系、金属量豊富
- CO($J=1-0$) : CARMA+NRO45
- $H\alpha$ 輝線 : Kitt Peak National Observatory(KPNO) 2.1 m telescope
- $24\mu m$ 放射 : Spitzer SINGS survey
- FUV : GALEX NGS survey
- HI : THINGS

Data



NGC3521

Local Backgroundを差し引く

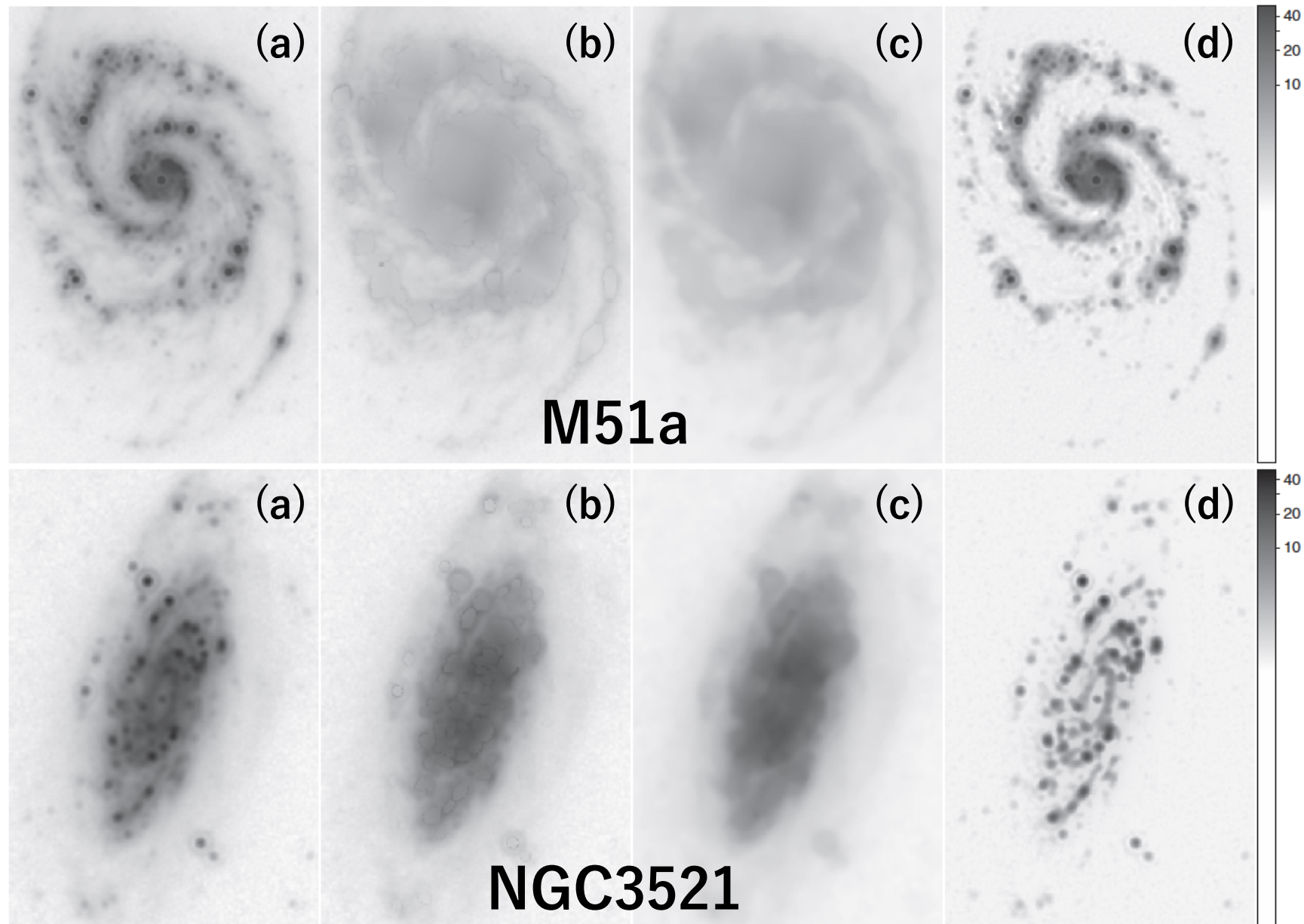
それぞれ $24\ \mu\text{m}$ 放射の画像
バックグラウンドを差し引く

(a) $24\ \mu\text{m}$ オリジナルデータ

(b)HII photというアルゴリズム
を用いてバックグラウンドを特定
(Thilker et al.(2000))

(c)スムージング

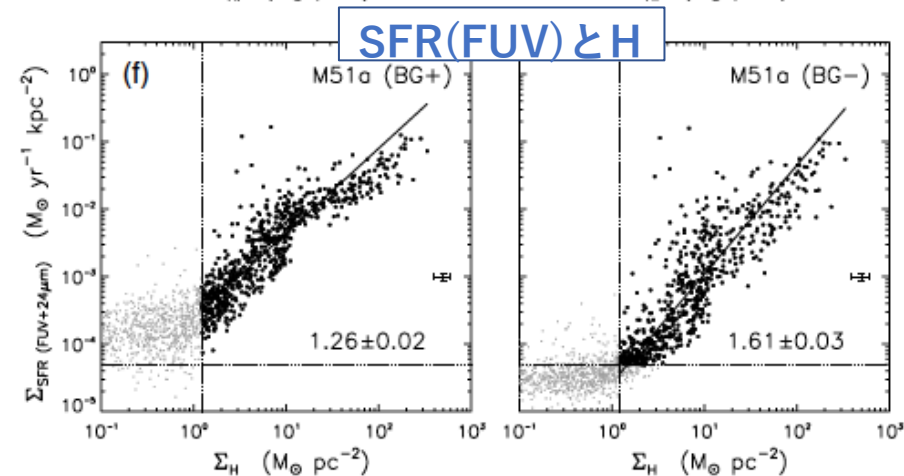
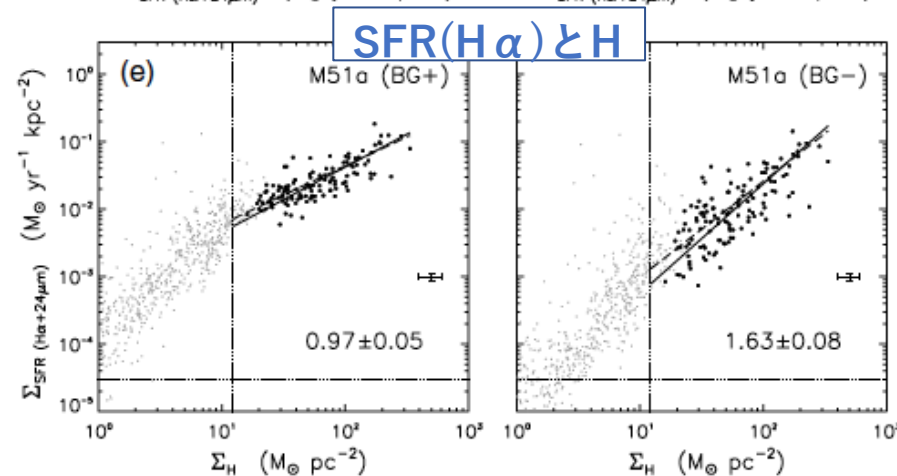
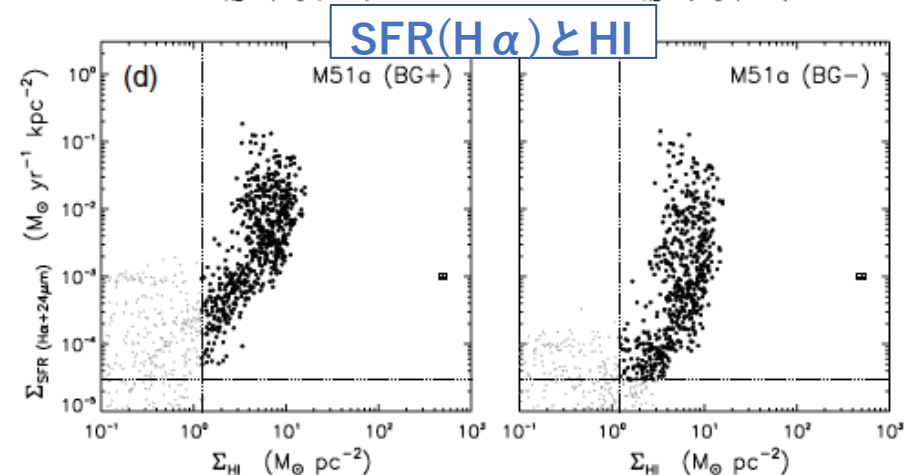
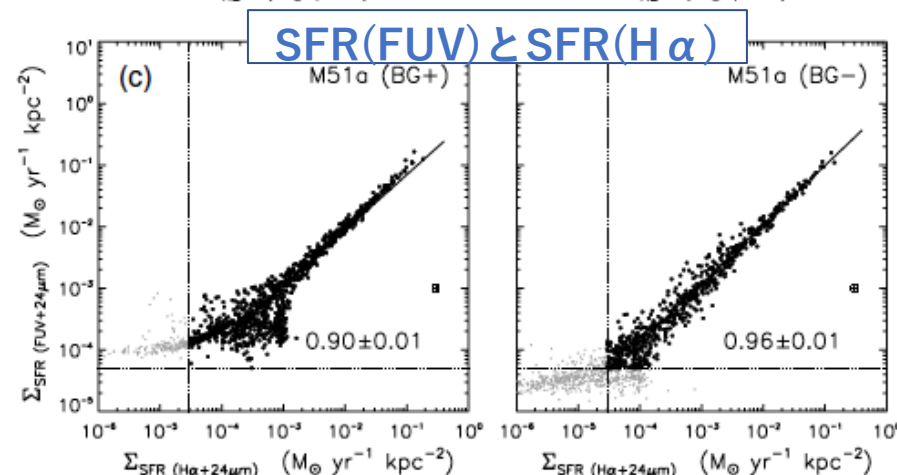
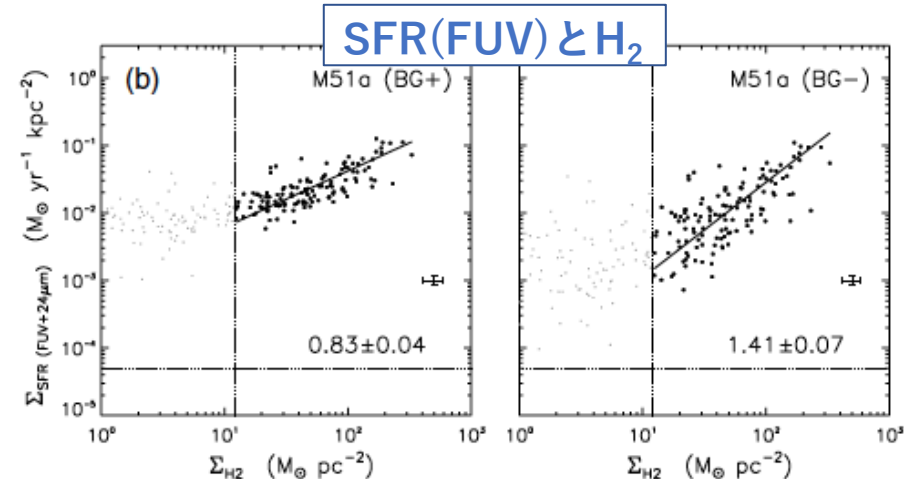
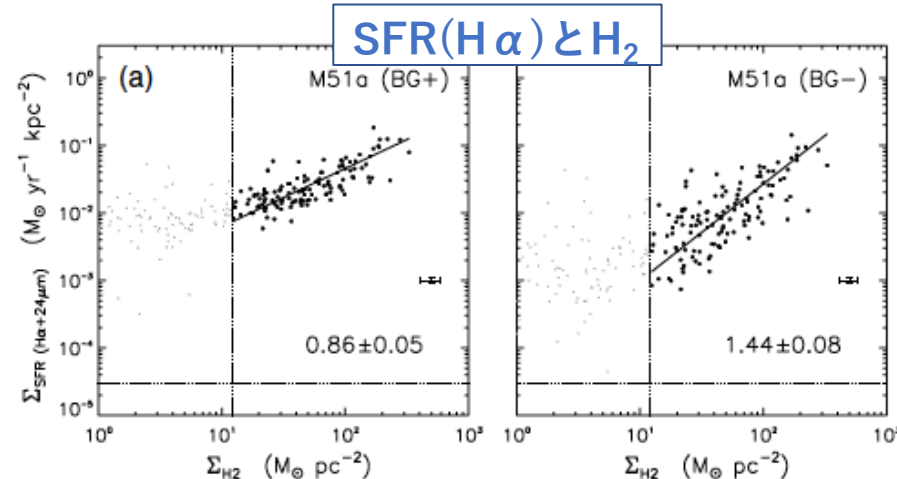
(d)(a)－(c)をしたデータ



先行研究 2 つの S-K 則
の違いについて同じ
データを用いて再検討
(M51a)
(BIMASONG COmap)

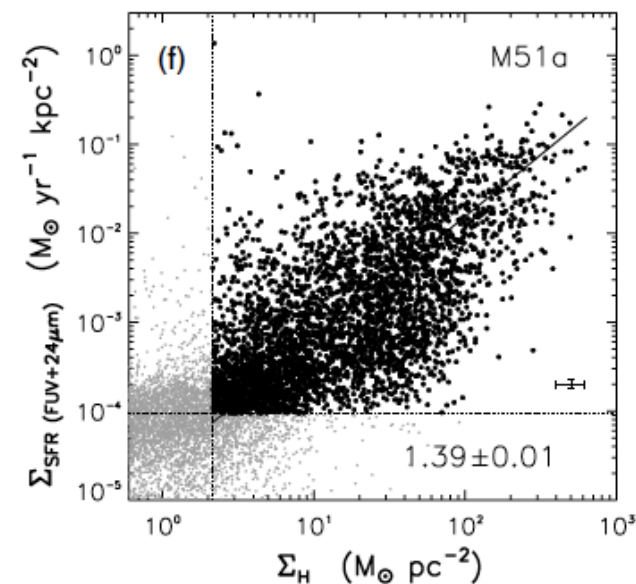
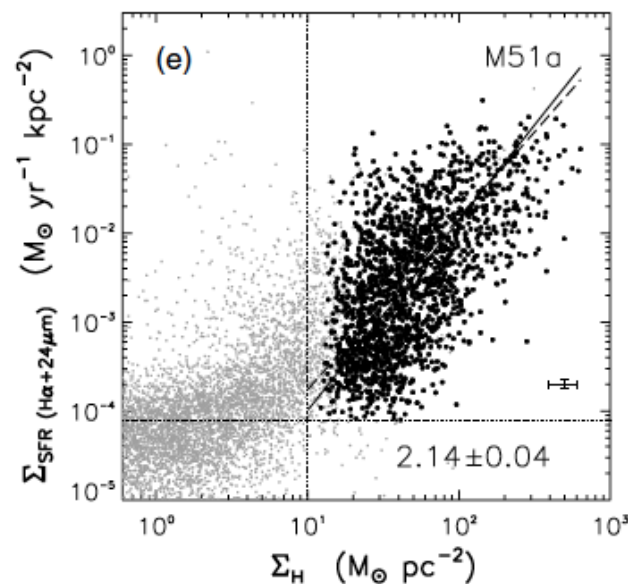
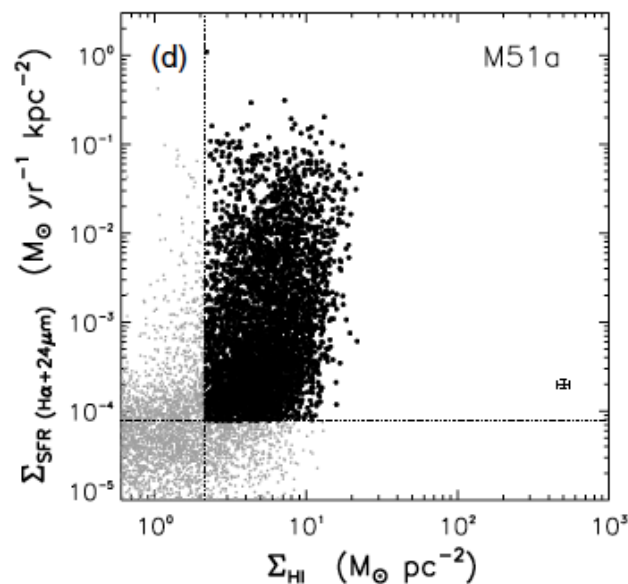
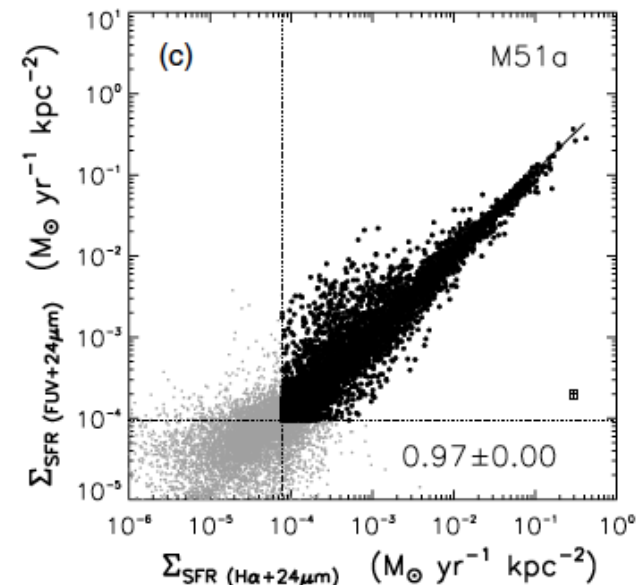
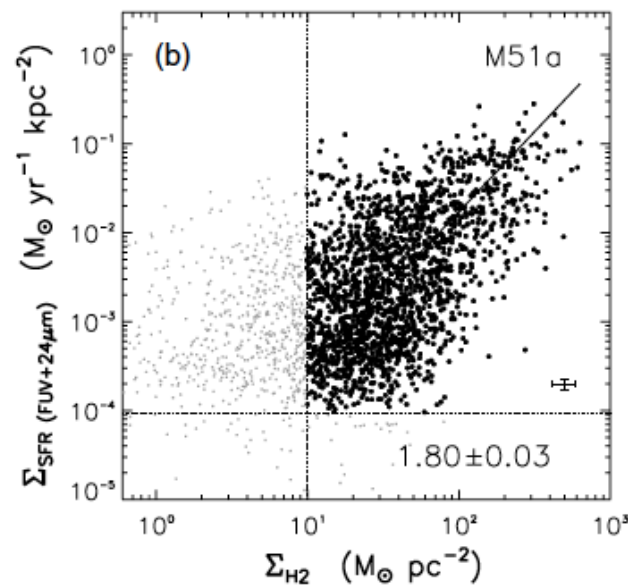
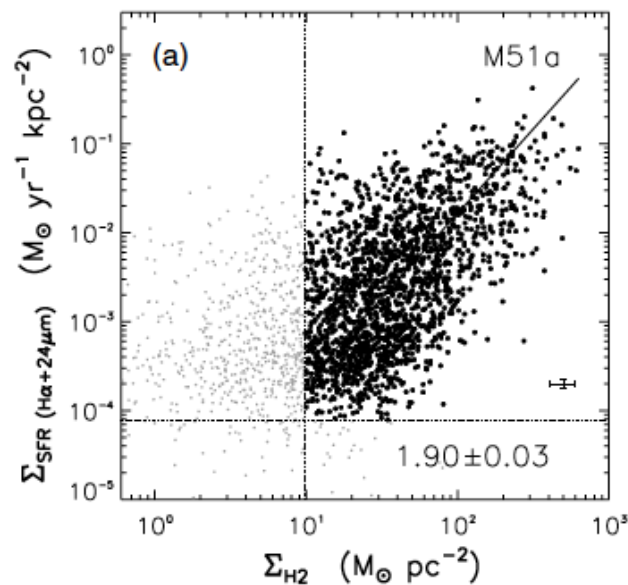
- 750pc 分解能での M51a の相関
- 直線は 3σ
- バックグラウンドを引くと S-K 則にしたがっている

BG+ : B08
BG- : K07



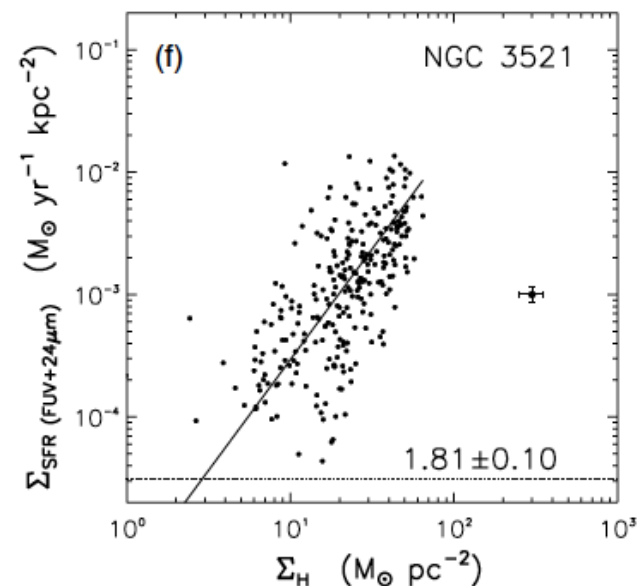
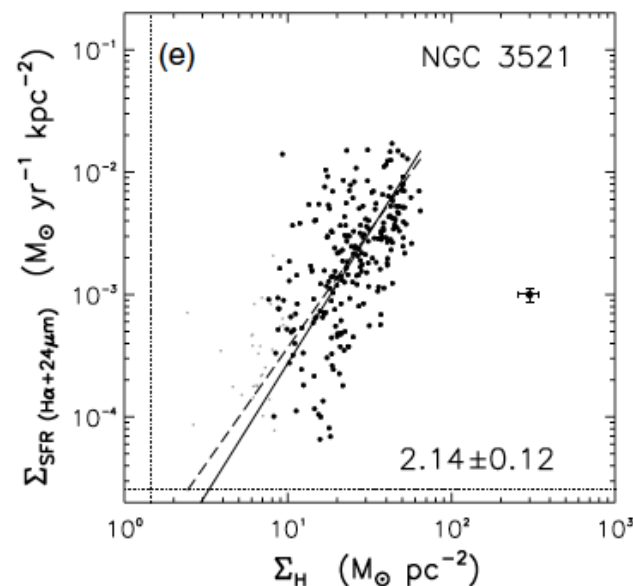
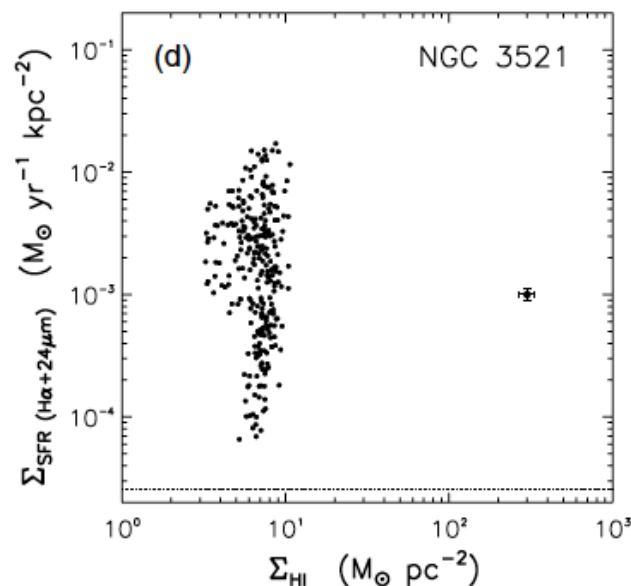
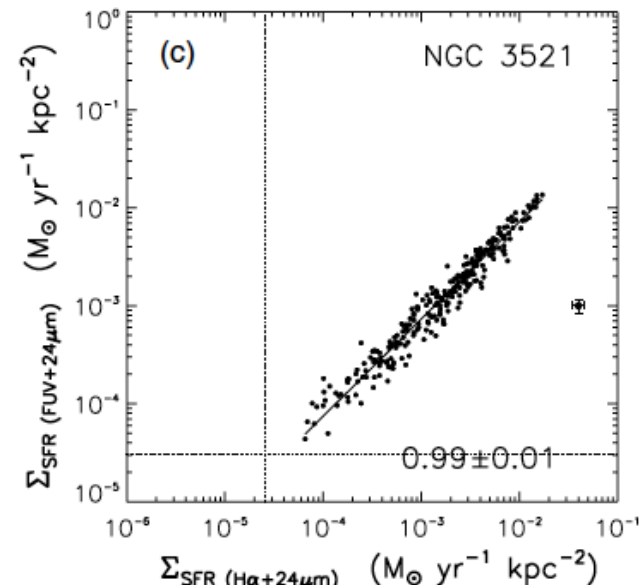
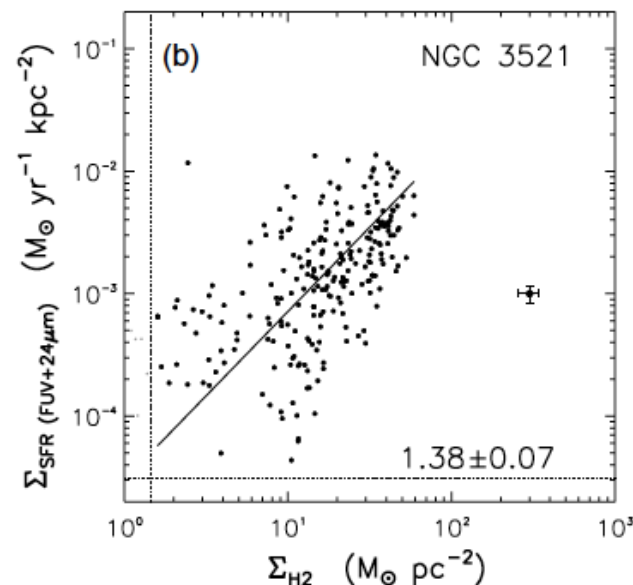
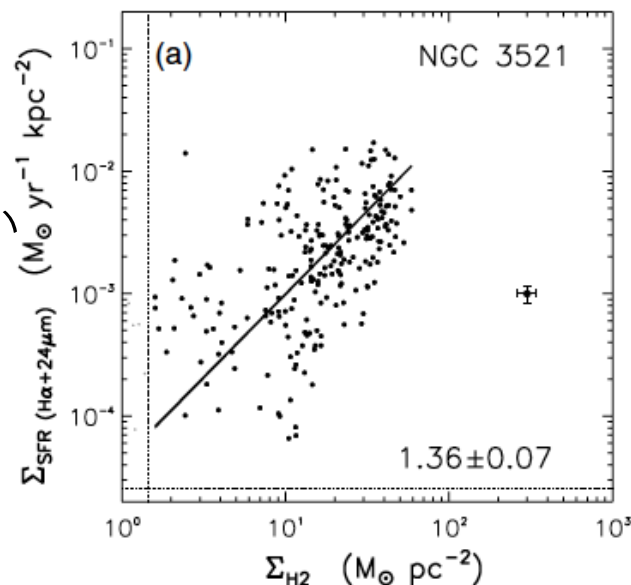
SFR M51a (CARMA+NRO45)

HIは相関が見られない



SFR NGC3521 (CARMA+NRO45)

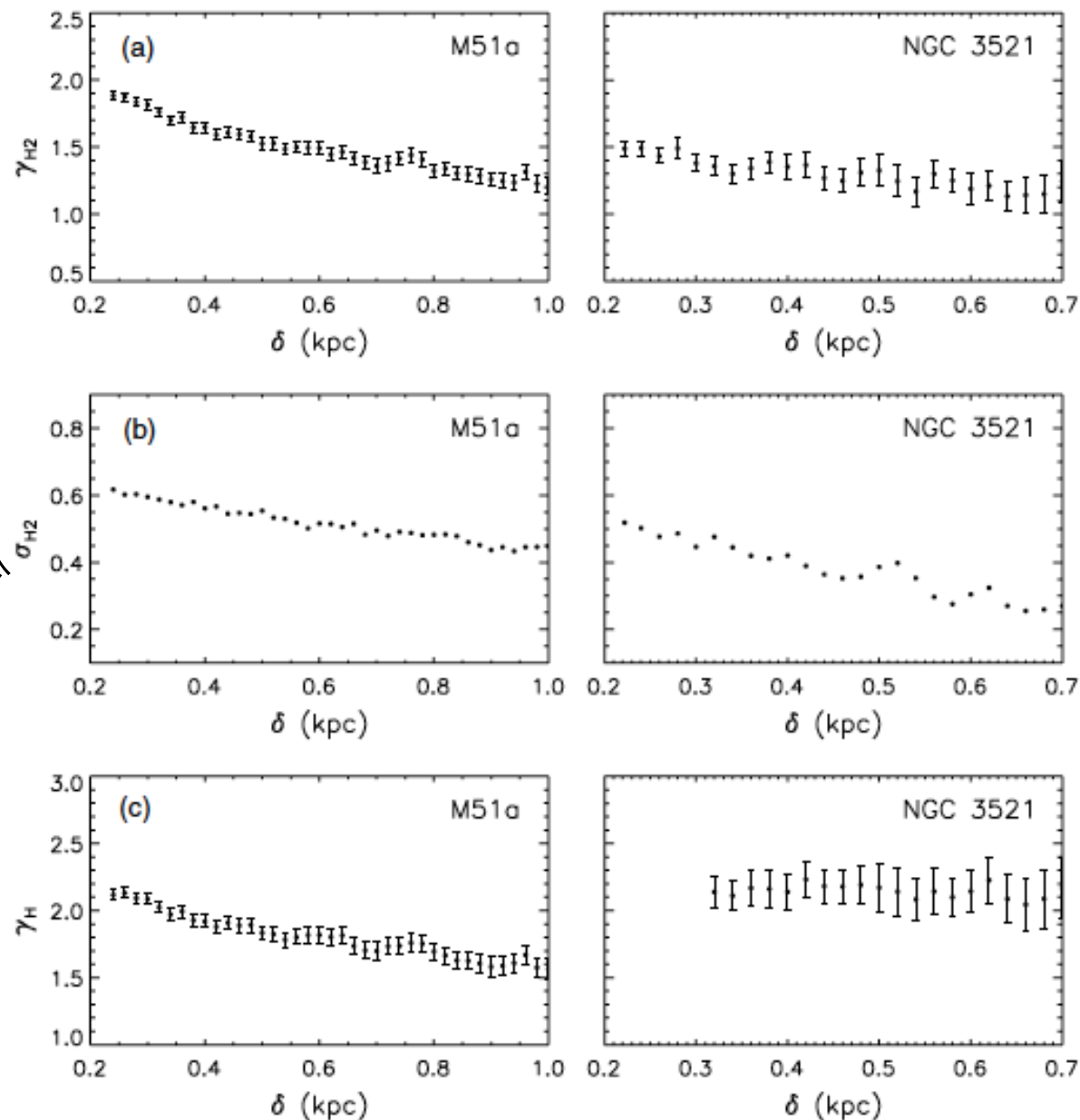
HIは相関が見られない



分解能とパラメーターの関係

$$\Sigma_{\text{SFR}}(\text{H}\alpha + 24\ \mu\text{m}) = A \Sigma_{\text{H}_2}^{\gamma_{\text{H}_2}}$$

- どちらの銀河も利用可能な最高分解能で super-linear ($\gamma_{\text{H}_2} > 1.5$)
- 分解能が低下するごとに γ_{H_2} は単調に減少
- 分解能の低下に伴い γ_{H_2} の散乱が増加



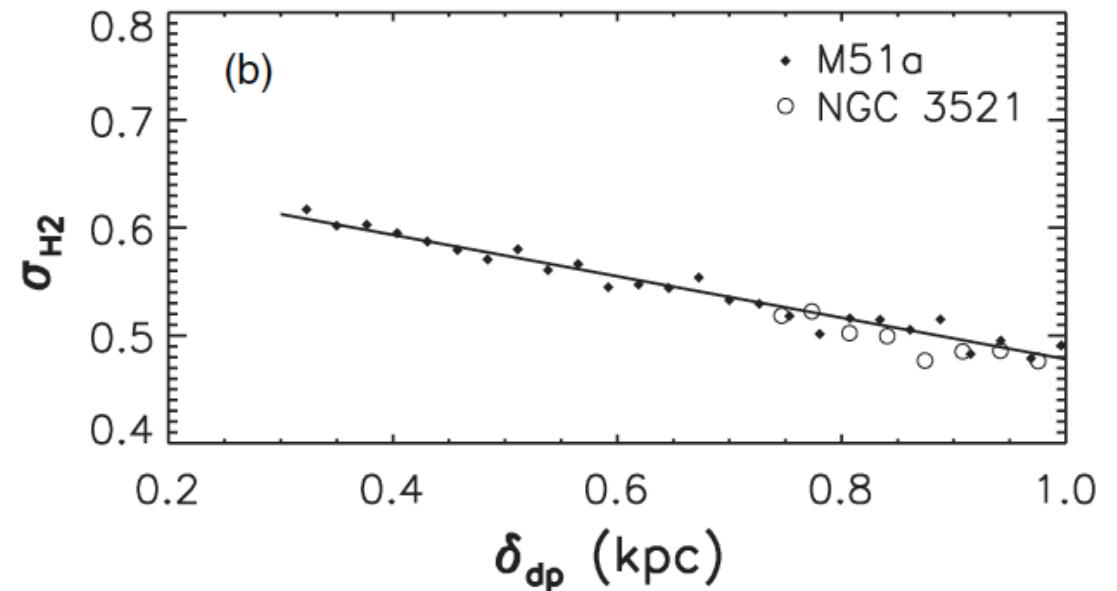
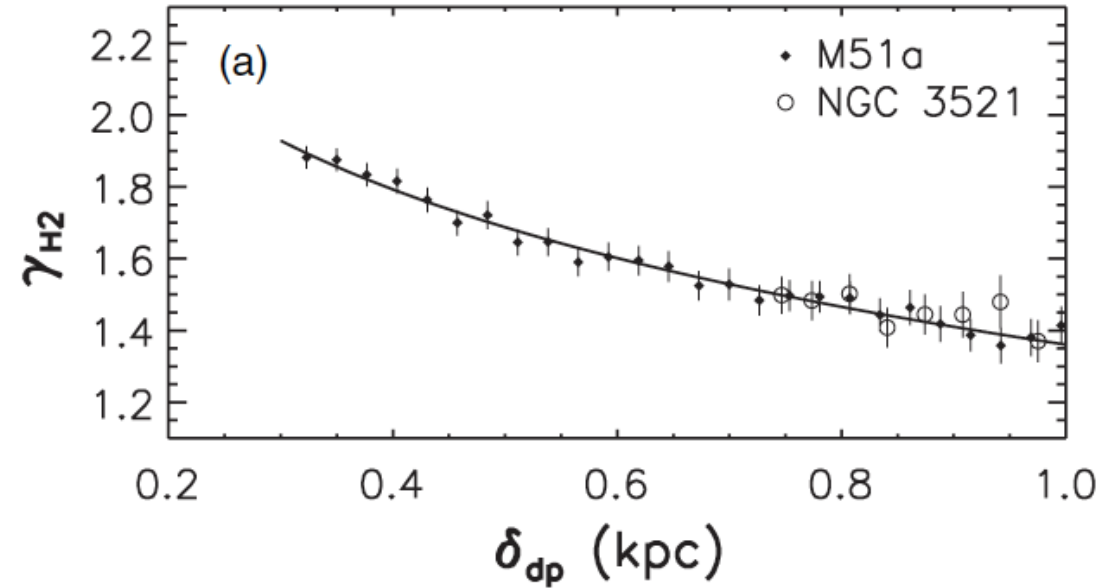
分解能とパラメーターの関係(de-projected resolutions)

先ほどより銀河間の差がなくなり
グラフがよく一致している

→渦巻銀河の間で普遍的な数kpcスケールの
S-K則があるように見える。

$$\gamma_{\text{H}_2} = -1.1 \log[\delta_{\text{dp}}/\text{kpc}] + 1.4$$

$$\sigma_{\text{H}_2} = -0.2 \log[\delta_{\text{dp}}/\text{kpc}] + 0.7 \text{ (M51aより)}$$



Summary

本研究

- NGC3521についてCARMAとNRO45を用いて観測を行なった。
- NGC3521とM51a(NGC5194)についてH α 、24 μ m、HI、FUVのデータをもとにSFRとガスの面密度を導出し関係を調べた。

結果

- 近傍銀河のSFR導出には恒星とダストのバックグラウンドを慎重に差し引く必要がある。
- S-K則がsuper-linear or basically linear はバックグラウンドの減算か保存かによる
- 利用可能な最高分解能(~ 230 pc)でsuper-linear ($\gamma_{\text{H}_2} > 1.5$)
- 分解能が低下するごとに γ_{H_2} は単調に減少する
- 分解能の増加に伴い γ_{H_2} の散乱が増加
- $\gamma_{\text{H}_2} = -1.1\log[\delta_{\text{dp}}/\text{kpc}] + 1.4$ 、 $\sigma_{\text{H}_2} = -0.2\log[\delta_{\text{dp}}/\text{kpc}] + 0.7$ (M51aデータより)

$$\Sigma_{\text{SFR}} \propto \Sigma_{\text{H}_2}^{\gamma_{\text{H}_2}}$$