

矮小不規則銀河NGC4449における 星形成現象の研究

三澤瑠花 (日本女子大学)

西浦慎悟, 土橋一仁, 柏木雄太(東京学芸大学)
濤崎智佳 (上越教育大学), 伊藤信成 (三重大学)
富田晃彦 (和歌山大学), 泉田史杏 (東京大学)

銀河によって星形成が異なるか？

- 星形成は局所的なもの
- ISMの状態は銀河の形態によって違う...

SpiralsよりもDwarfsはlower dust, lower metallicity, smaller molecular core...etc (e.g., Hunter & Thronson 1996)

が、星形成過程は同じ(Gallagher & Hunter 1984)

⇒そこでSpiralsよりもより簡単な系のDwarfsを調べた

- Dwarf Galaxy
 - Mass: 10^{6-10} Msun
- Dwarf Irregular Galaxy(dIrr)
 - gas rich
 - active star forming



GC



Dwarf Galaxy

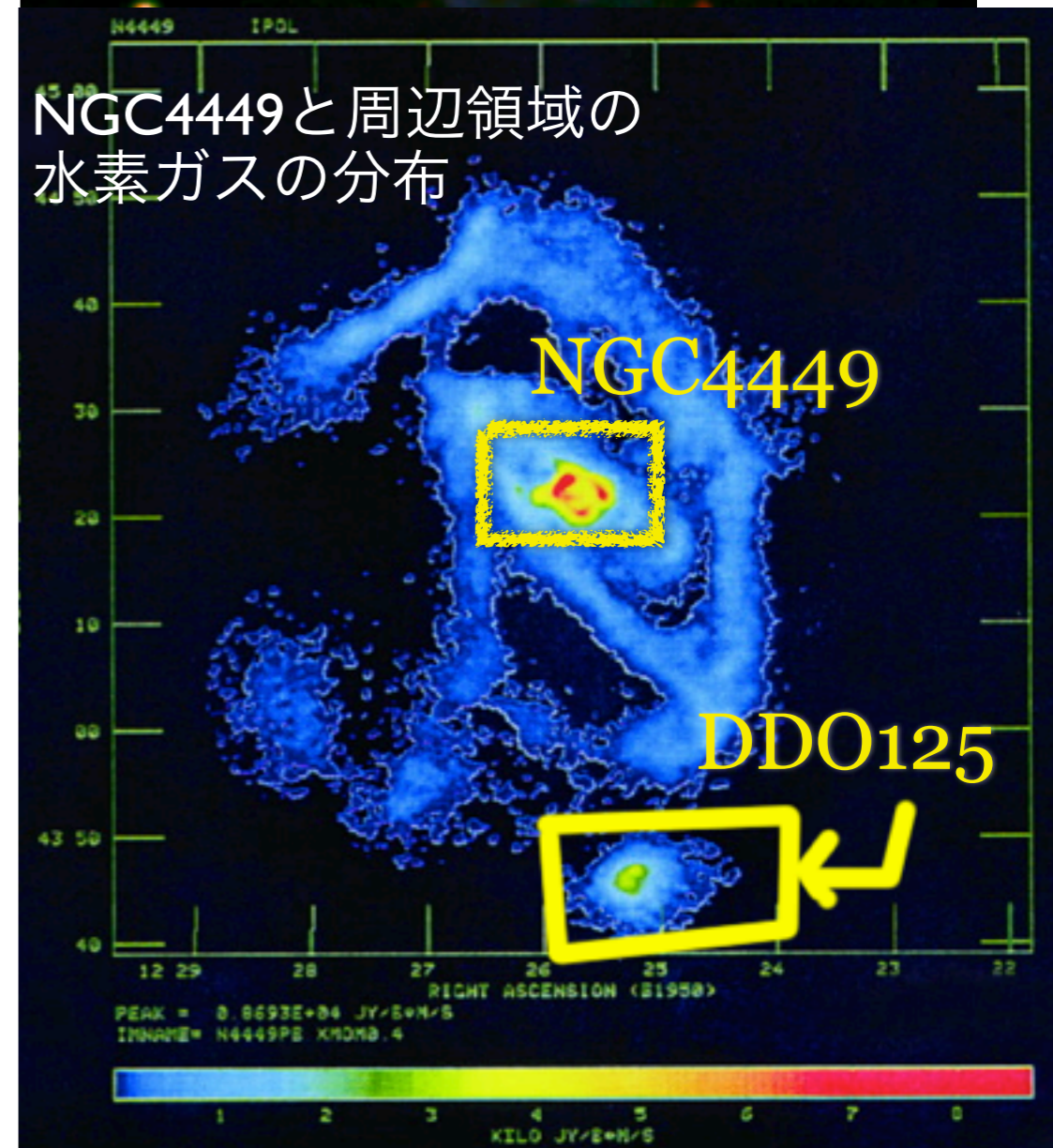
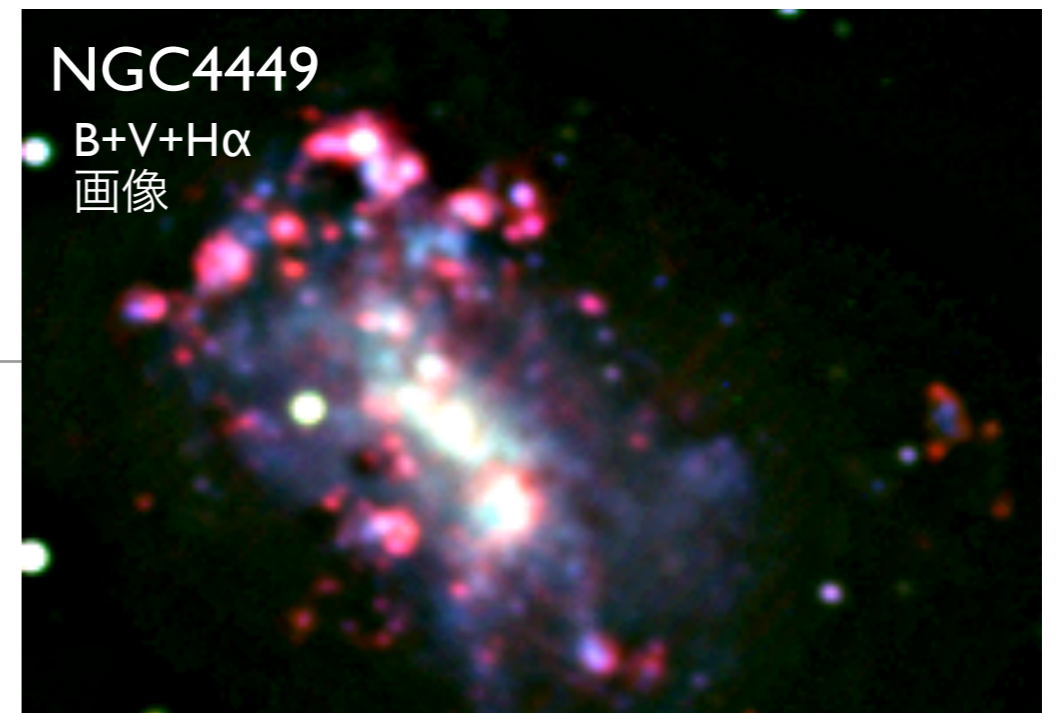


Spiral Galaxy

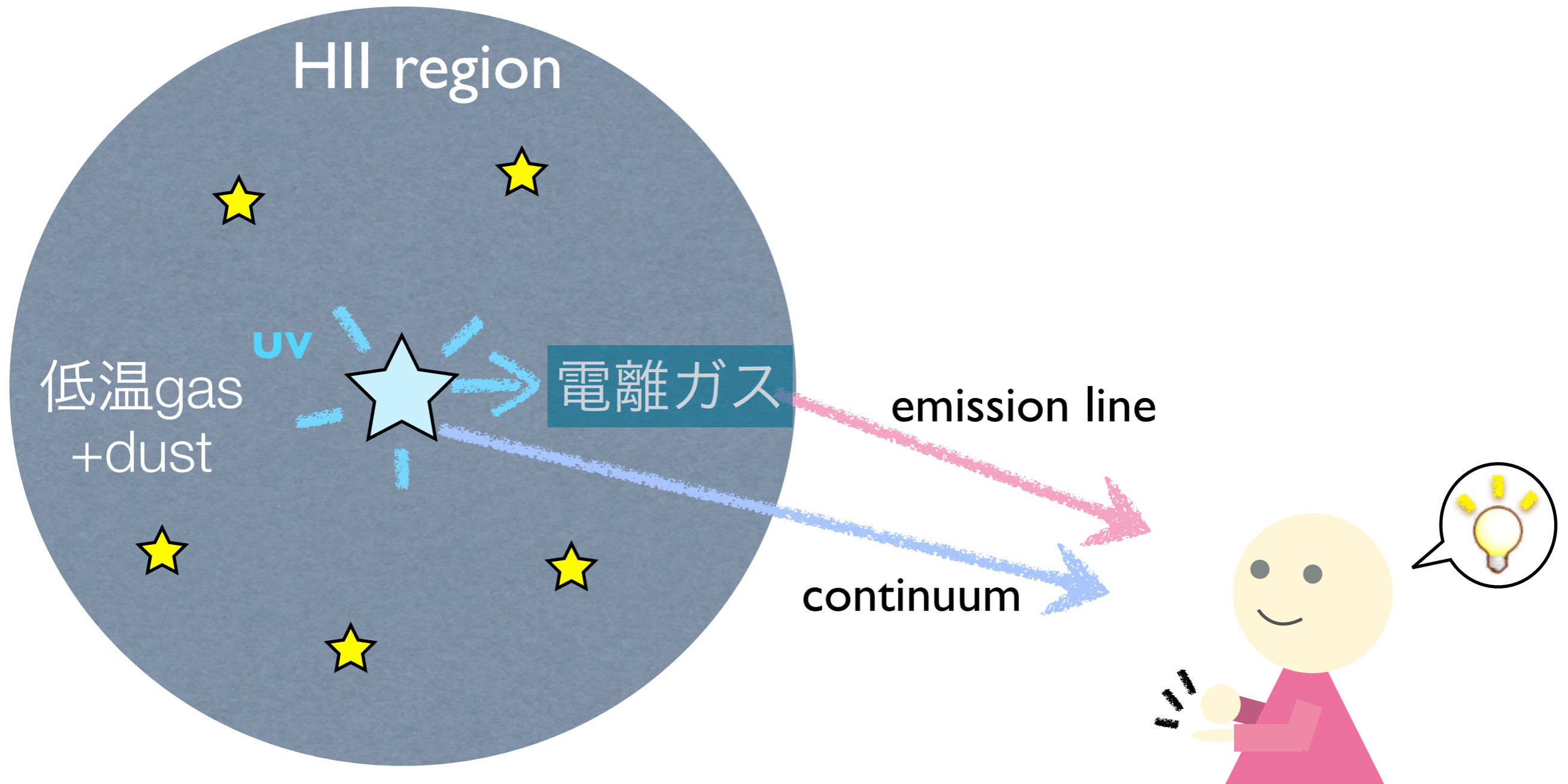
→星形成を調査するのに最適！

Dwarf Irregular Galaxy NGC4449

- 特徴
 - 棒構造がある
 - 非常に活発に星形成中
(銀河間相互作用で活性化)
→活発な星形成領域の研究がしやすい
- メリット
 - 構造が簡単
 - 銀河系近傍に位置
→空間的に分解しやすい
 - 星形成に関する先行研究が豊富
→比較しやすい



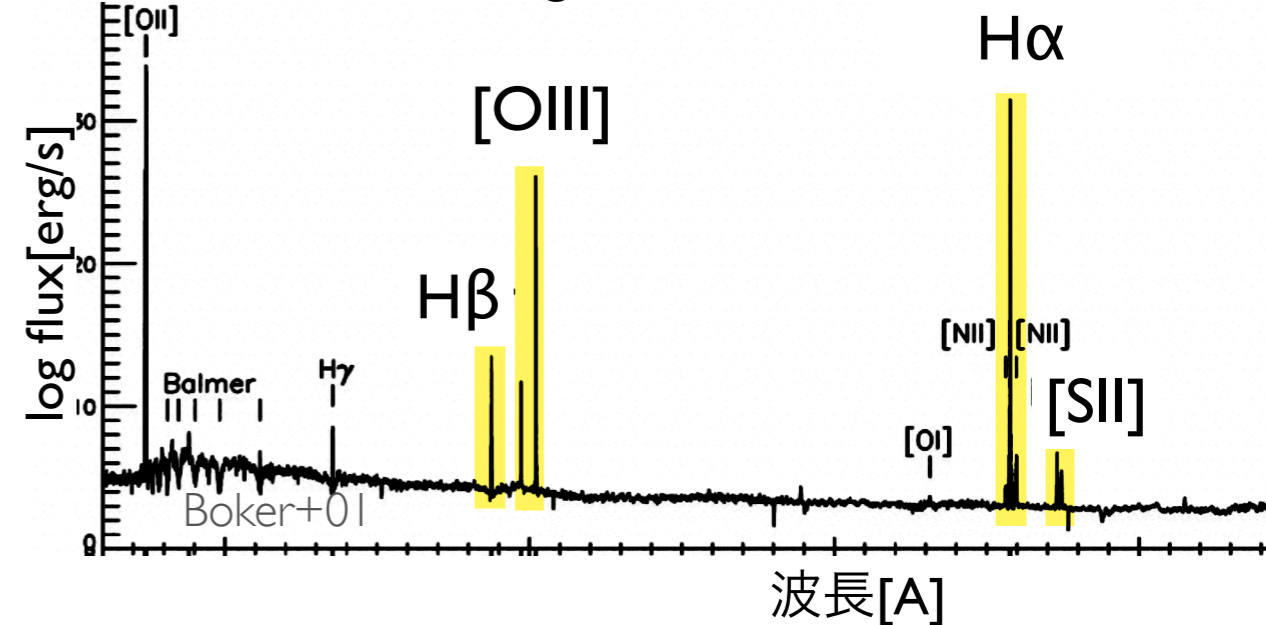
HII region



HII regionの観測手法

スリット分光観測	<ul style="list-style-type: none">×一度に1, 2個しか観測できない×明るいHII regionのスペクトルのみ○波長分解能高→詳細な輝線情報
輝線撮像観測	<ul style="list-style-type: none">×波長分解能低○暗いHII regionの観測可能○複数のHII regionを一度に観測可能

NGC4449のHII regionのスペクトル



先行研究

分光観測:

数個の明るいHII regionの観測のみ(e.g., Boker+01, Chomiuk&Wilcots 09)

輝線撮像観測:

多くはHα輝線の観測のみ(e.g., Guisen+08, Gutierrez&beckman 10)

多輝線&暗いHII regionの観測で先行研究では見えてこなかった星形成の性質を明らかにできる可能性あり！

...そこでHII regionに特徴的な波長で輝線撮像観測を実施

木曾105cmシュミット望遠鏡での観測と結果

結果2 ～NGC4449のHII region～

- これから話をします

NGC4449の深い
撮像を行う過程で
淡い構造を検出

結果1 ～TTの光学的性質～

- ショートで時間を頂きました
- 2010年木曾シンポ集録+αなので
詳細は年次報告書を！

Main Body

Tidal Tail

1.0'

データ概要

- Observation dates

2007-2010の12夜

- Filter

- Broad bands: U, B, V, Rc, Ic

- Narrow bands: N487(H β), N499([OIII]), N519(emission line free), Ha6517(emission line free), Ha6577(H α), Ha6737([SII])

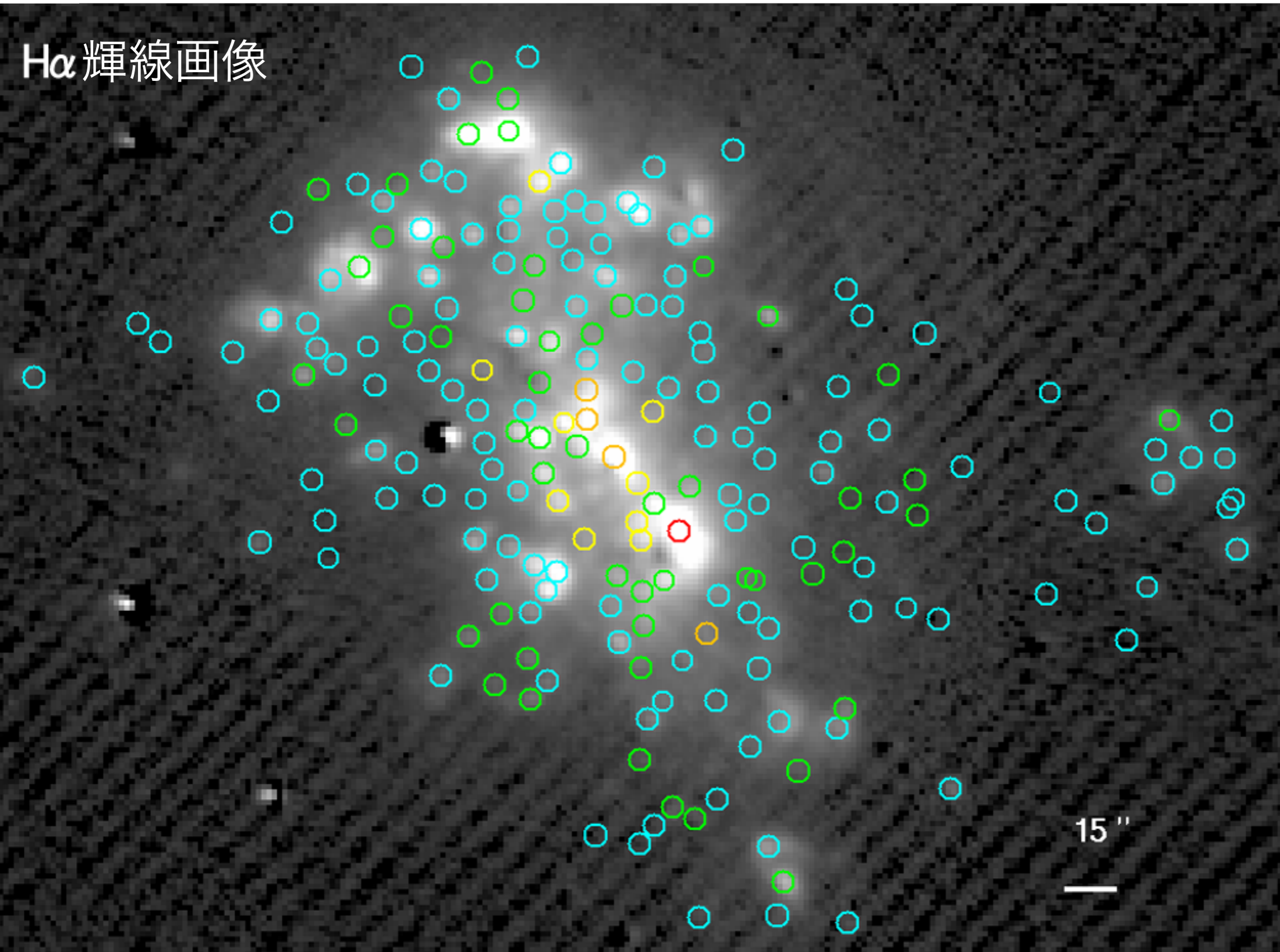
	U	B	V	R	I	N487	N499	N519	Ha 6417	Ha 6577	Ha 6737
exp. time [sec]	1500	1200	2400	2820	3720	3600	3600	3600	12540	12240	12240
seeing (FWHM) [arcsec]	5.25 \pm 0.75					3.75 \pm 0.75					

- Reduction/Analysis

IRAF, SPIRAL, SDFRED, SExtractor

HII regionの検出

H α 輝線画像



- 検出数
H α → 201個
H β → 147個
[OIII] → 182個
[SII] → 194個

輝線光度関数

- 光度と単位光度LあたりのHII regionの個数Nの関係

$$dN(L)=L^a dL$$

- 暗いHII regionと明るいHII regionの相対的な個数の比

→勾配が緩やか

→相対的に明るいHII regionが多い

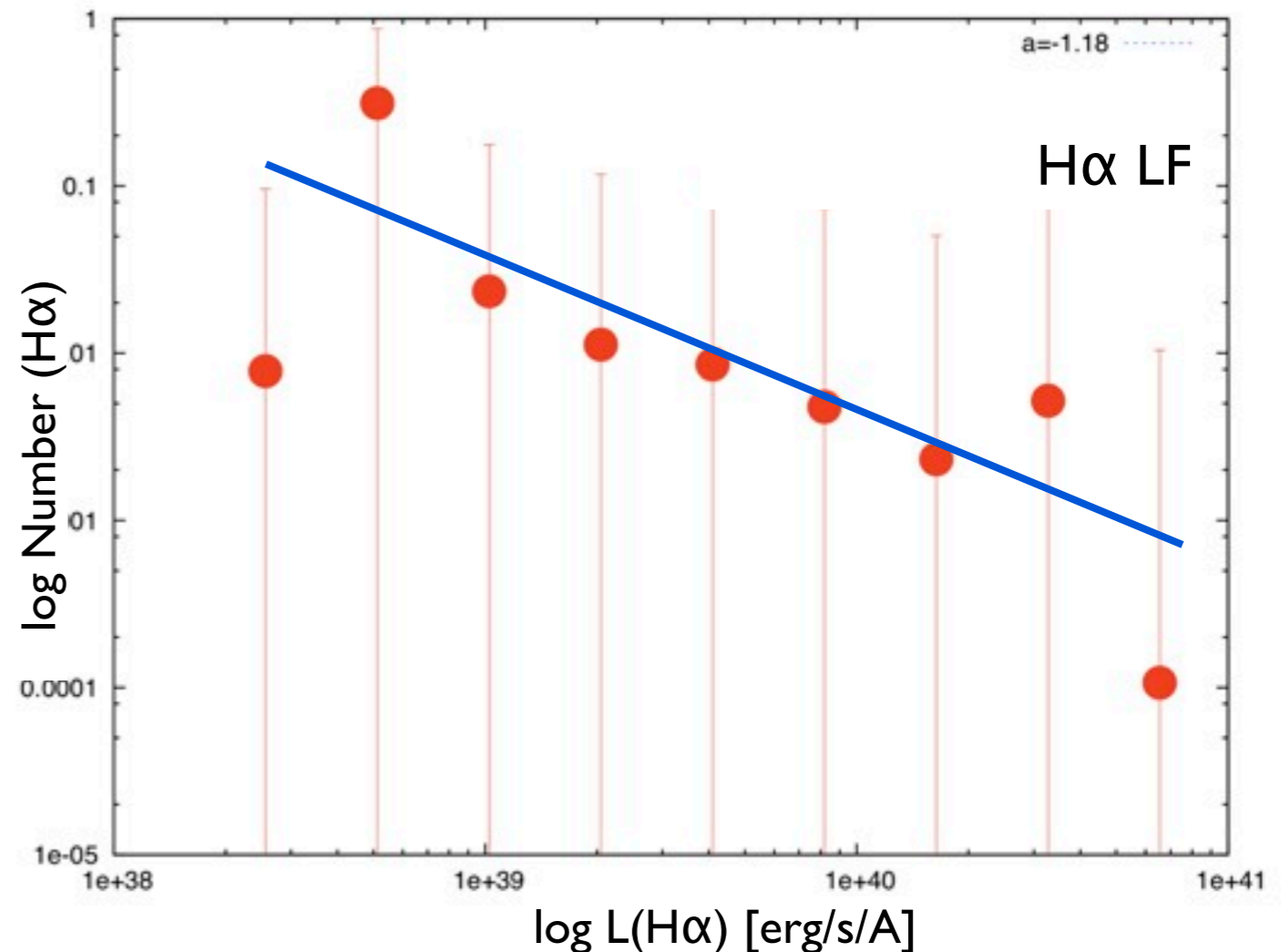
- 勾配

H α :-1.18 \pm 0.24

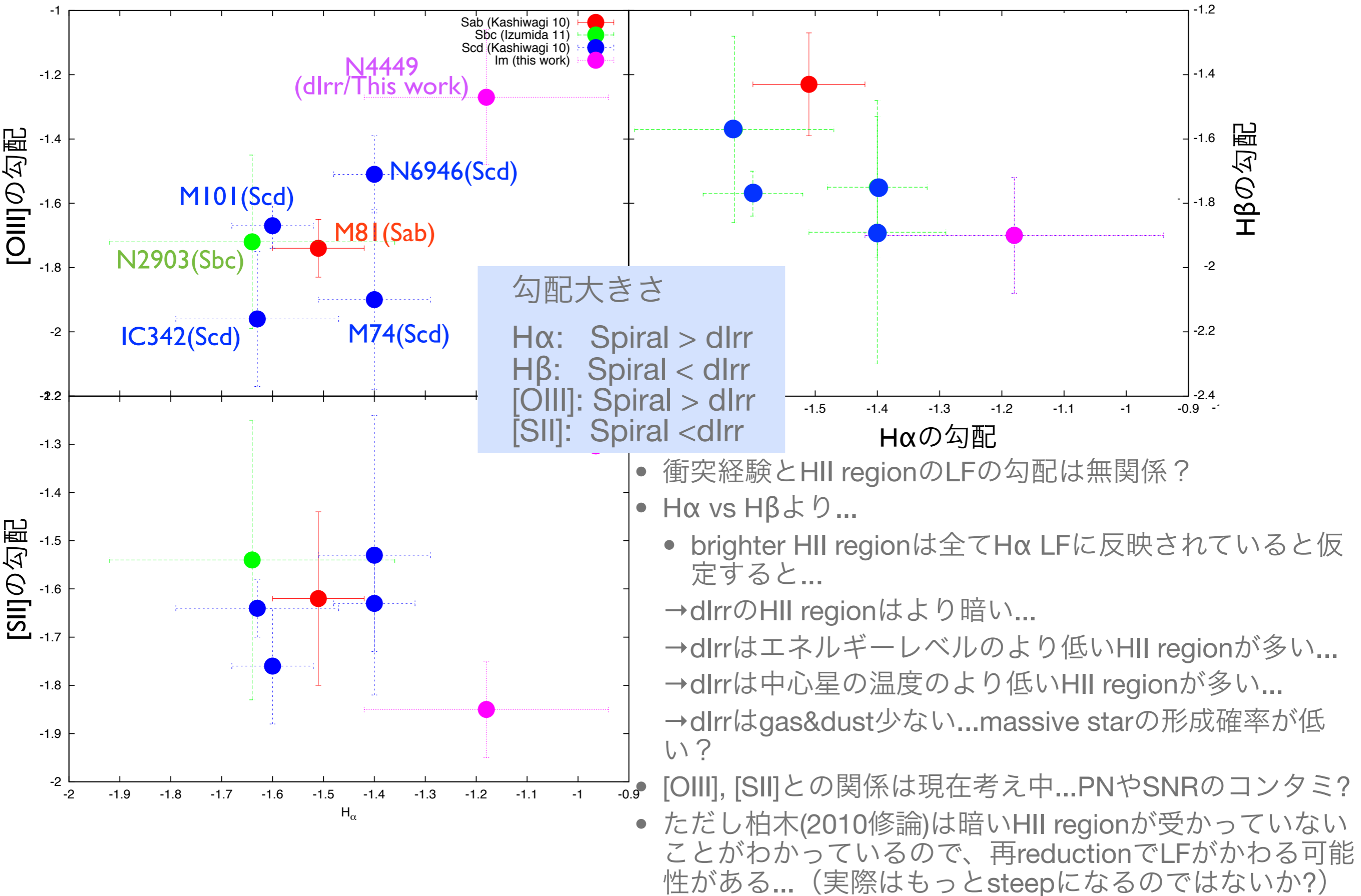
H β :-1.90 \pm 0.18

[OIII]:-1.27 \pm 0.21

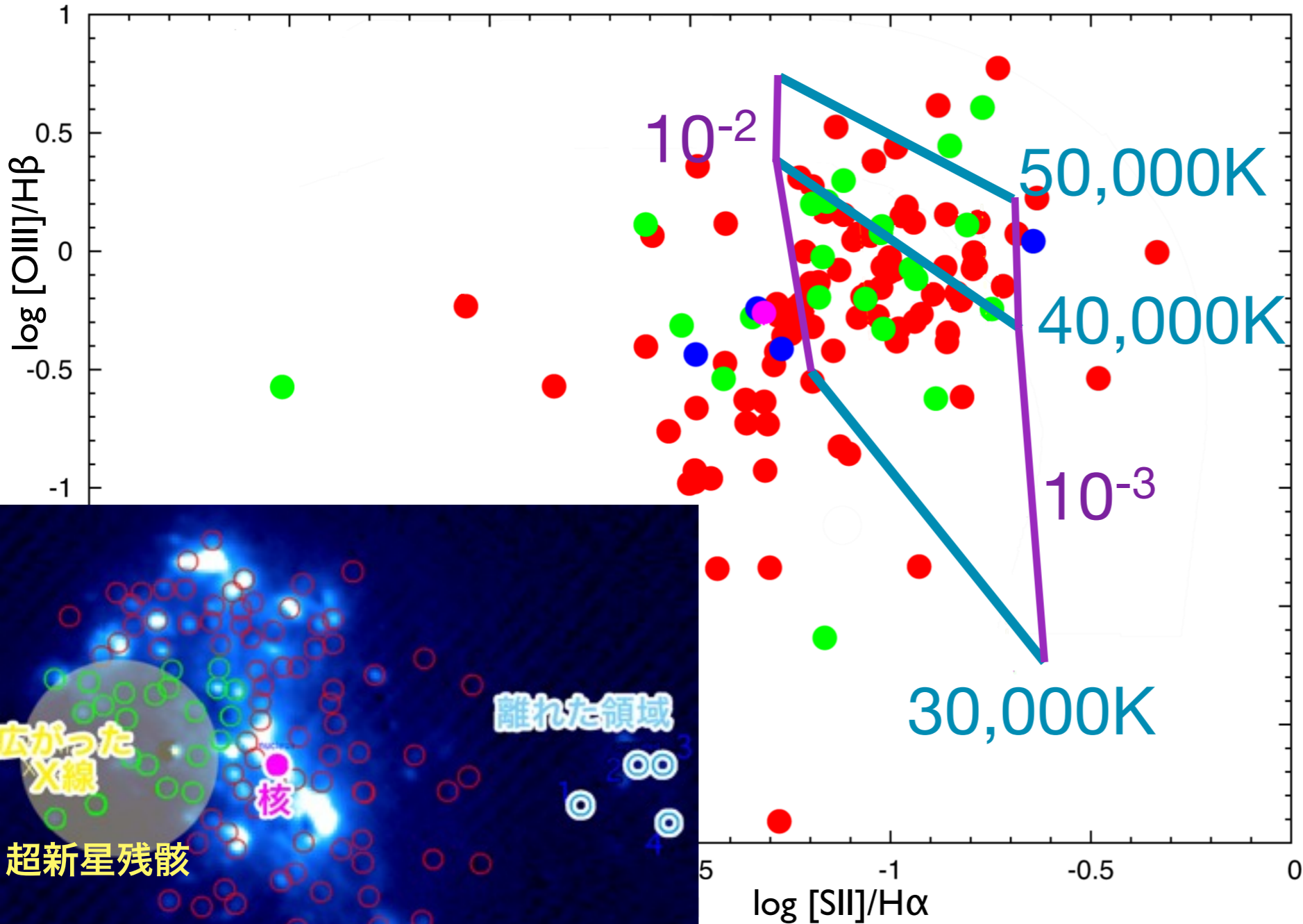
[SII]:-1.85 \pm 0.10



銀河の形態による輝線光度関数の勾配比較



電離ガスの状態



- CLOUDY simulations ver.08.00

- parameter fixed

水素の数密度:
 10^4 cm^{-3}

metallicity:
 $0.5 Z_{\text{sun}}$

- parameter vary

励起星の温度:
 $30,000\text{-}50,000\text{K}$

電離パラメータ:
 $10^{-2}\text{-}10^{-3}$

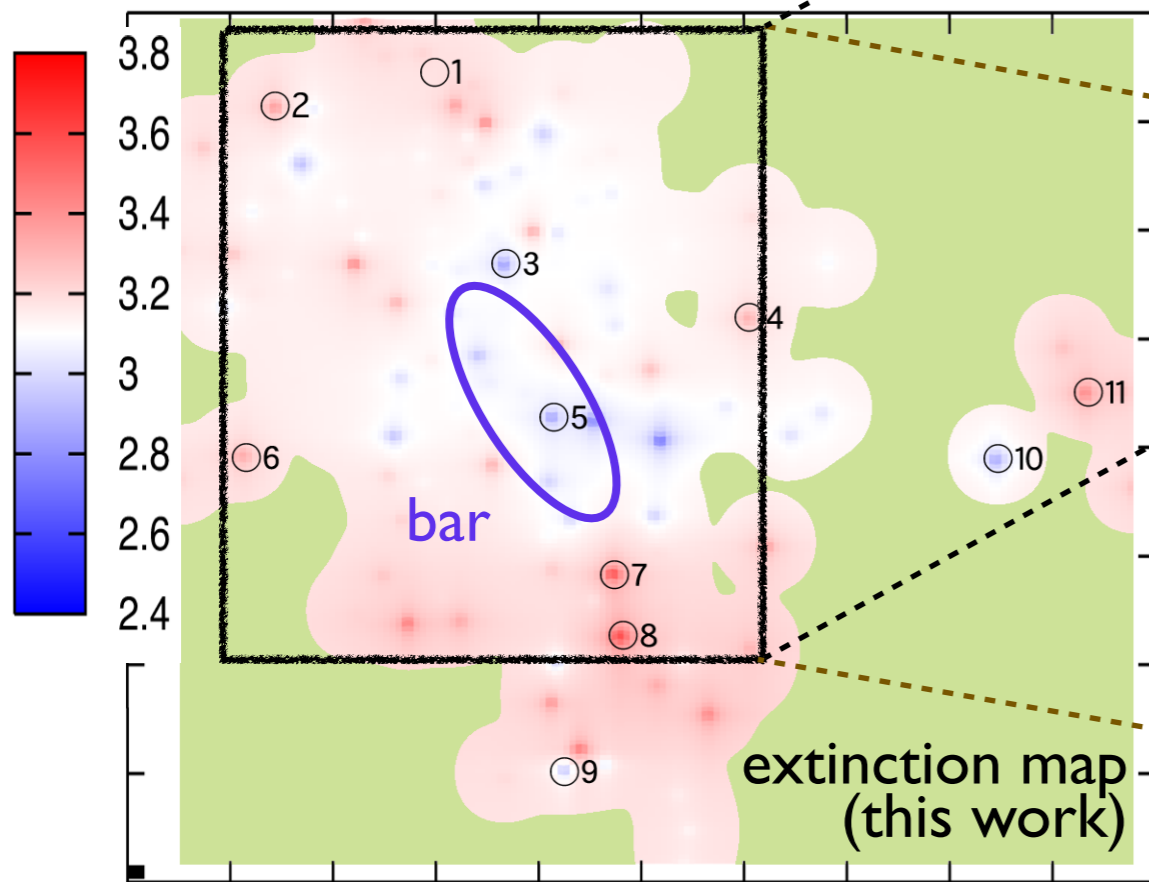
- HII regionごとの電離ガスの差は見られない

Internal Extinction

- $H\alpha/H\beta=2.87$ (理論値)を観測と比較し減光量(A_v)を算出

$$A_v = 8 \log(H\alpha/H\beta) / 2.85$$

- A_v : 2-4.3mag
- 先行研究と誤差の範囲内で一致 (e.g., Quillen+01; Reines+08)

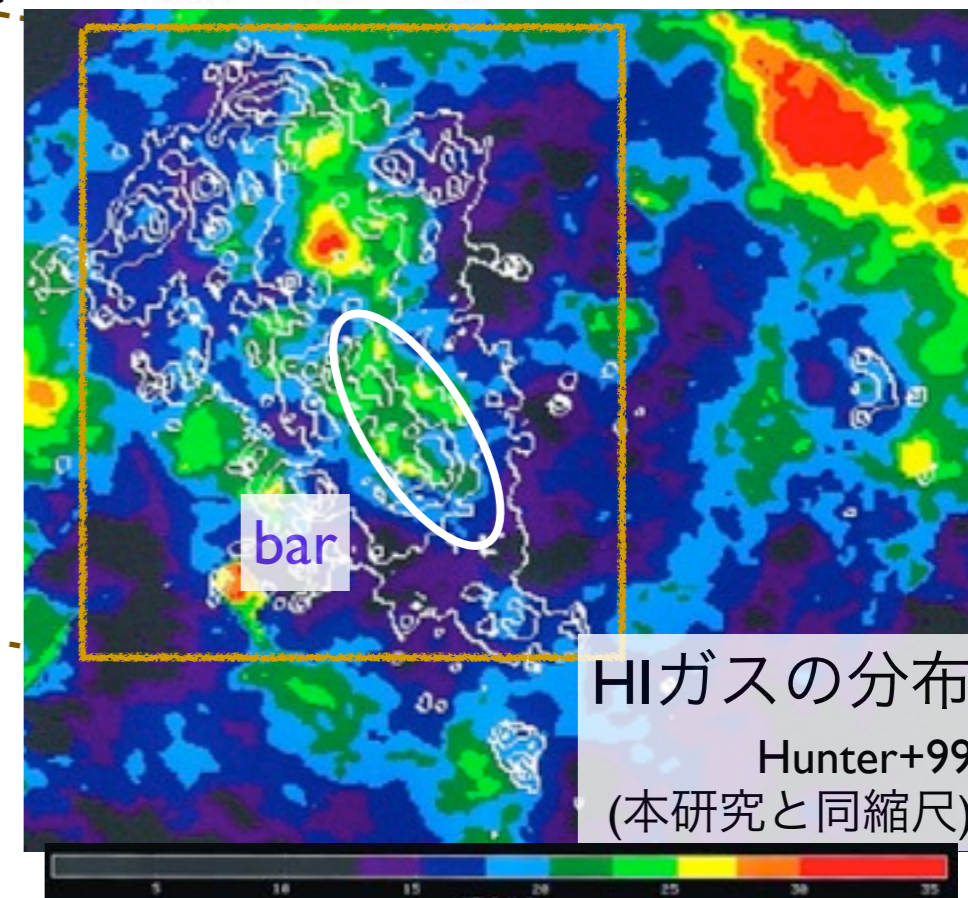
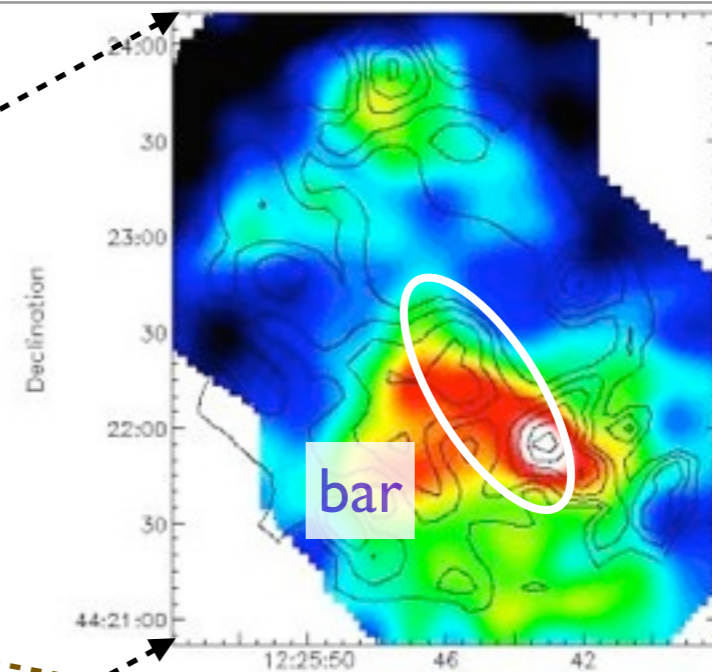


COの分布

強度分布:
(SCUBA:850um CO(J=3-2))

コントア:
(CO(1-0) 0.15-0.60 K km s⁻¹)

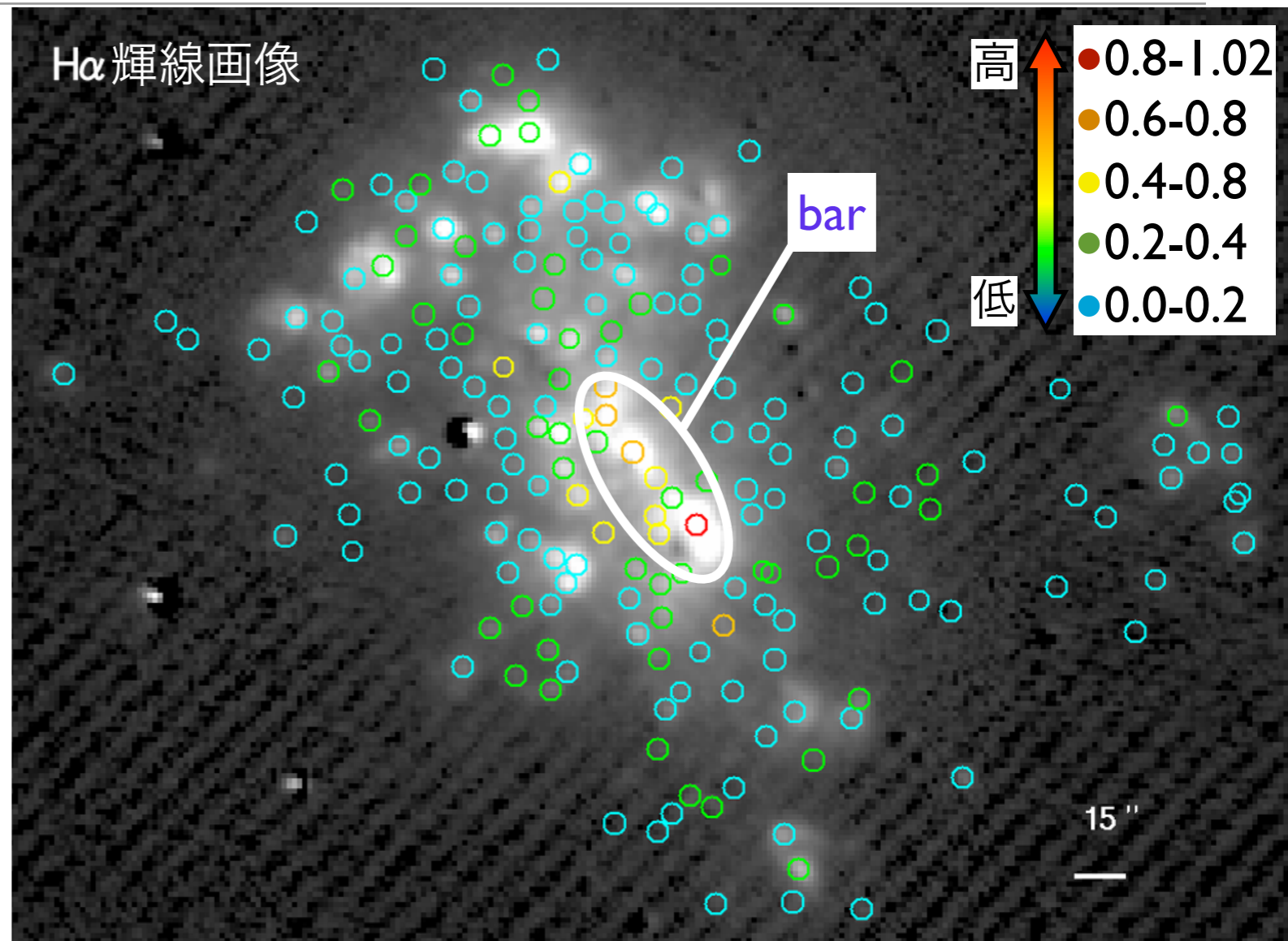
Böttner+04
(本研究と同縮尺)



- barほど extinction小 (e.g., Martin+99)
⇔ barred spirals (SBc)のbarsでは extinction大

SFR

- H α の強度から算出(Kennicutt 98)
- $SFR[M_{\text{sun}}/\text{yr}] = 7.9 \times 10^{-42} \times L(\text{H}\alpha) [\text{erg/s}]$
- 0.00~1.02 M_{sun}/yr
- SFRは先行研究と誤差の範囲内で一致(e.g., Ott+05)
- barほどSFR大
 - 他のdlrrのbarの報告と一致(Hunter & Elmegreen 06)
- ⇒barred spiralsのbarsでは...
 - SBm: SFR大(Elmegreen&Elmegreen 80)
 - SBc: SFR小(Martin+99)

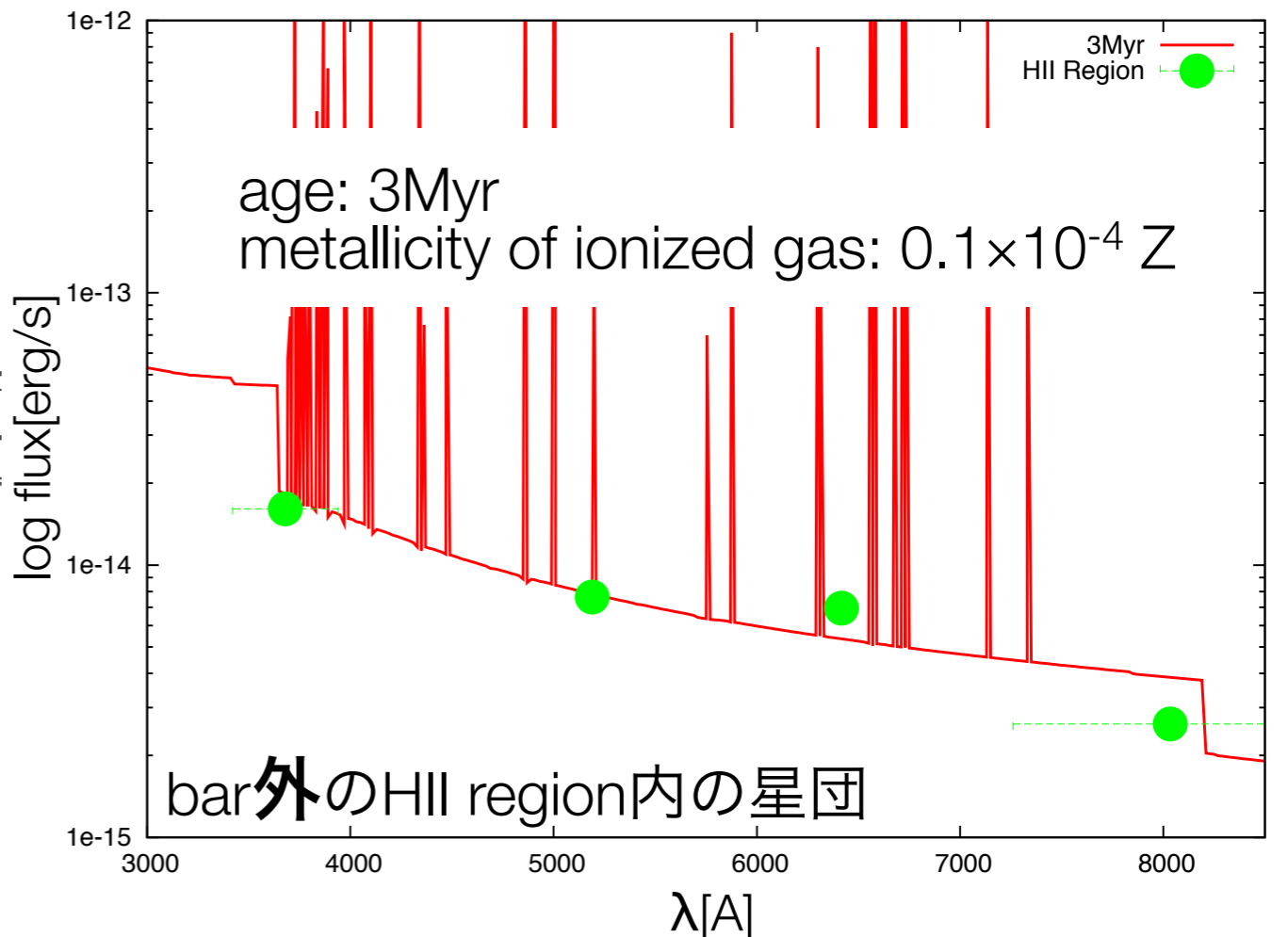
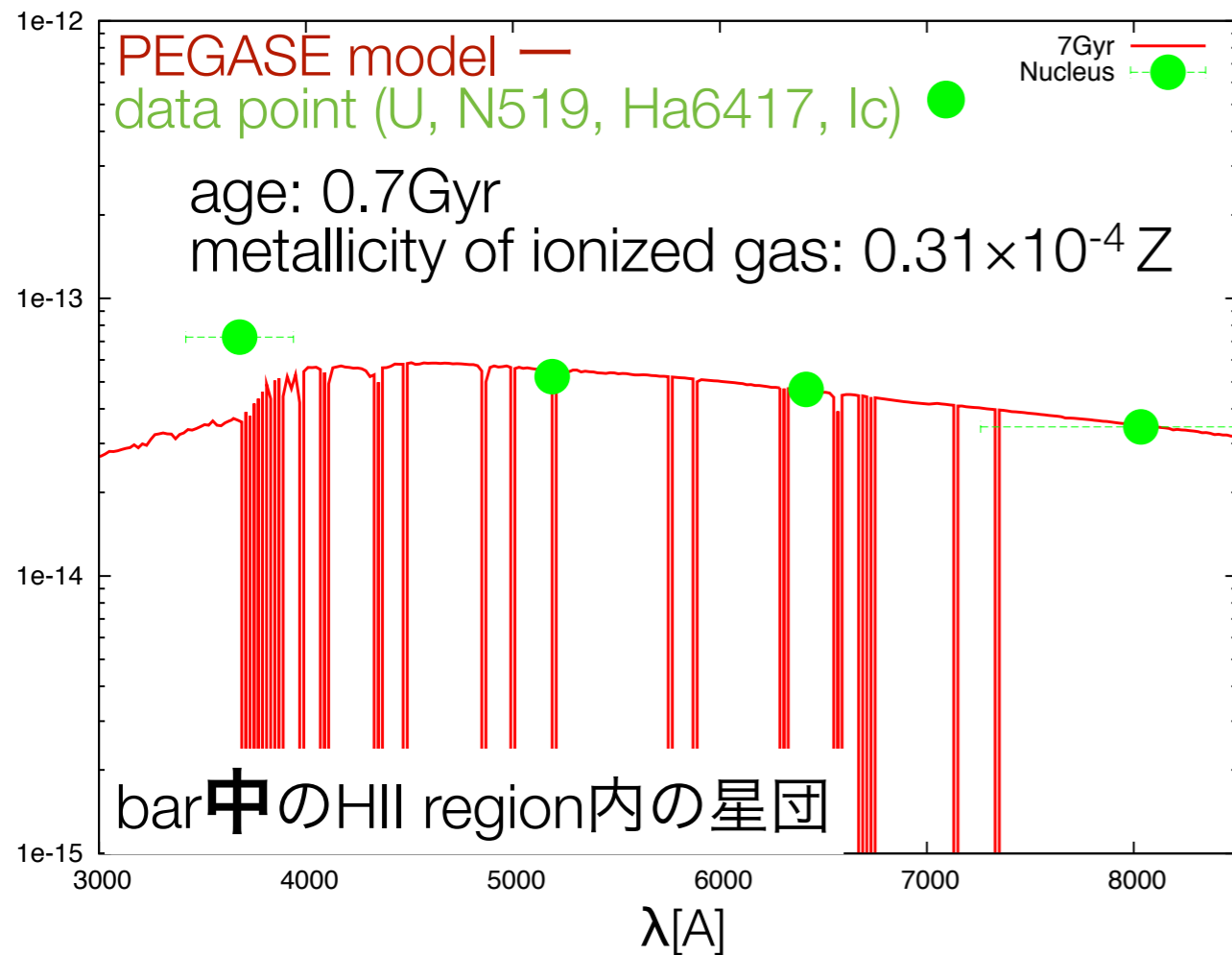


棒渦巻銀河の棒構造とは
異なった性質の構造かも??

star clustersのSED

- PEGASE (Fioc 1999) による Simulationとの比較

mass loss: SN II + stellar wind
 infall time scale : 10 Gyr
 SFR: constant
 IMF: Salpeter (0.1-120 Msun)



bar中に古い星団(0.7Gyr)
 bar外に若い星団(3Myr)

数億年前に銀河間相互作用
 (simulation by Theis+01)



NGC4449全体で
 この傾向があるか?



ある、なら
 bar中の古い星団は
 銀河間相互作用の結果
 できたものかも?

まとめ

- HII region LFの傾きは衝突経験の有無とは無関係？
- Spiralsに比べてdlrrはmassive starの形成確率が低い？
→Spiralsを再キャリブレーション&もっとサンプルを増やす必要あり
- 中心核や超新星残骸に付随するようなHII regionや銀河間相互作用でできたと考えられる構造でもHII regionに差は見られなかった
- extinction小&SFR大 のためNGC 4449のbarはbarred spiralsのbarとは違う？
- bar中の古い星団は銀河間相互作用の結果出来たものかも...