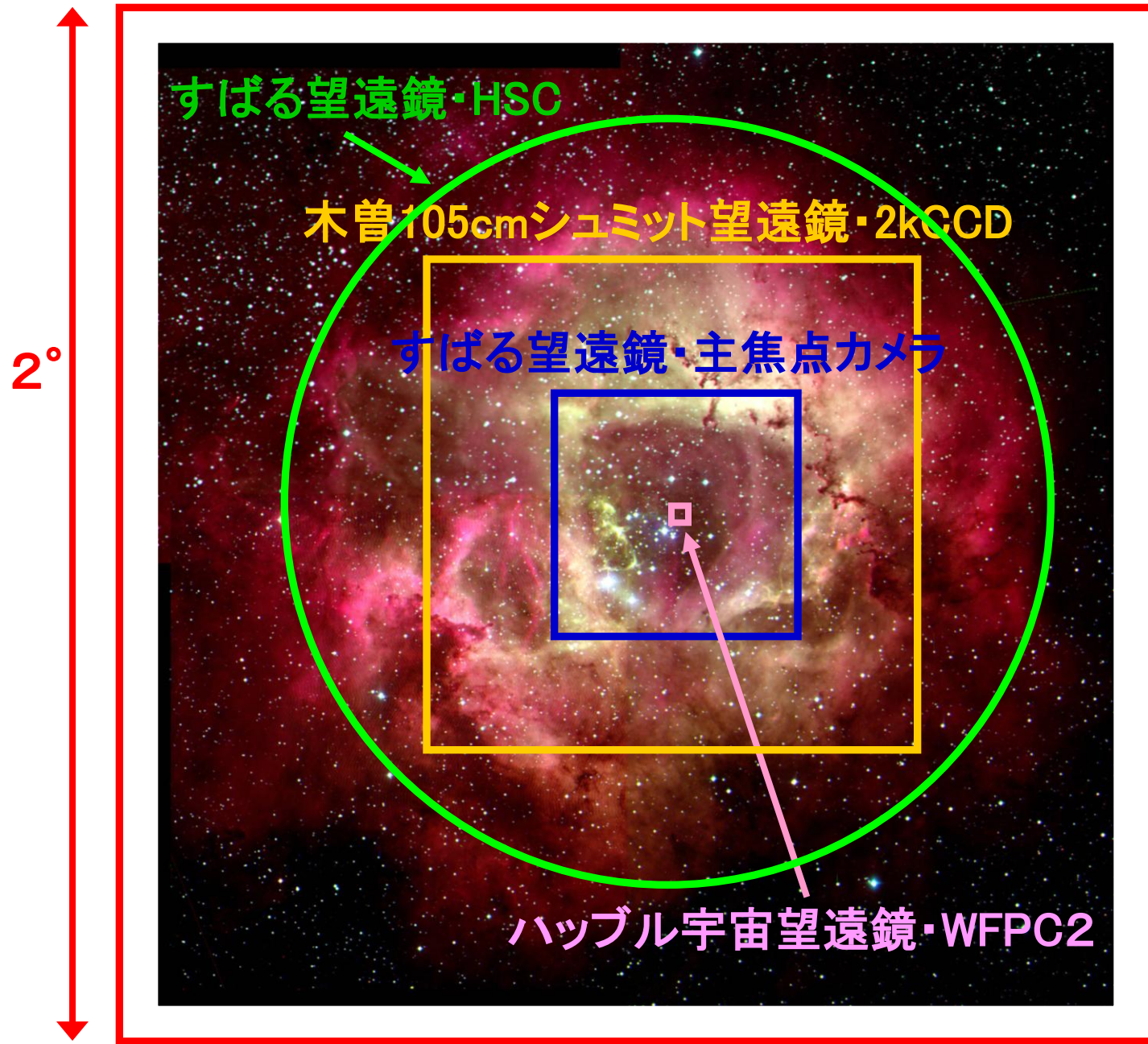


KWFC用狭帯域フィルター(案)



東京学芸大学 自然科学系
宇宙地球科学分野
西浦 慎悟

木曾105cmシュミット望遠鏡・KWFC



とにかく広い！

シュミット望遠鏡
本来の役目(?)
の遂行が可能。

広視野を活かした
特異天体の探索や
カタログ作成。

51'

背景：バラ星雲
Kiso105+2kCCDにより
2×2で撮像。

N487+N499+Ha6577
(H β 、[OIII]、H α)

1. はじめに～2kCCDによる狭帯域撮像

● QSO ($z \sim 2.4-3.6$) サーベイ用 中帯域 (NB) フィルター (林野)

NB1～NB9の9枚 (林野他 1997, 木曾シュミットシンポジウム集録, p.46)

$Z \sim 2.4-3.6$ の Ly α 輝線検出用

NB3 (H γ)、NB4 (H β 、H γ -off)、NB5 (H β)、NB6 ([OIII] λ λ 4959,5007)、NB7 ([OIII]-off) として使用可能 → FWHM大きめ、平行度やや不良気味

(詳しいスペックは西浦 2005, 木曾シュミットシンポジウム集録, p.59 参照)

● 金属欠乏星サーベイ用狭帯域フィルター (官谷&寿岳)

HKバンド (官谷 1997, 木曾シュミットシンポジウム集録, p.98)

● 炭素星サーベイ用狭帯域フィルター (福士&中田)

CNバンド、TiOバンド (福士 2005, 木曾シュミットシンポジウム集録)

1997年の2kCCD公開以来、銀河系内や近傍銀河中の星生成領域の主な輝線成分 (H α やH β 、[OIII]、[SII]) に対応した、王道とも言える狭帯域フィルターは存在しなかった (1枚あたり50万前後と高価なため)。

1. はじめに～2kCCDによる狭帯域撮像

● H α 、H β 、[OIII]、[SII] 狭帯域フィルター

・ 近傍銀河の星生成領域の輝線撮像を対象に製作:

1) 星生成領域の内部運動 : 20～30 km/s 程度

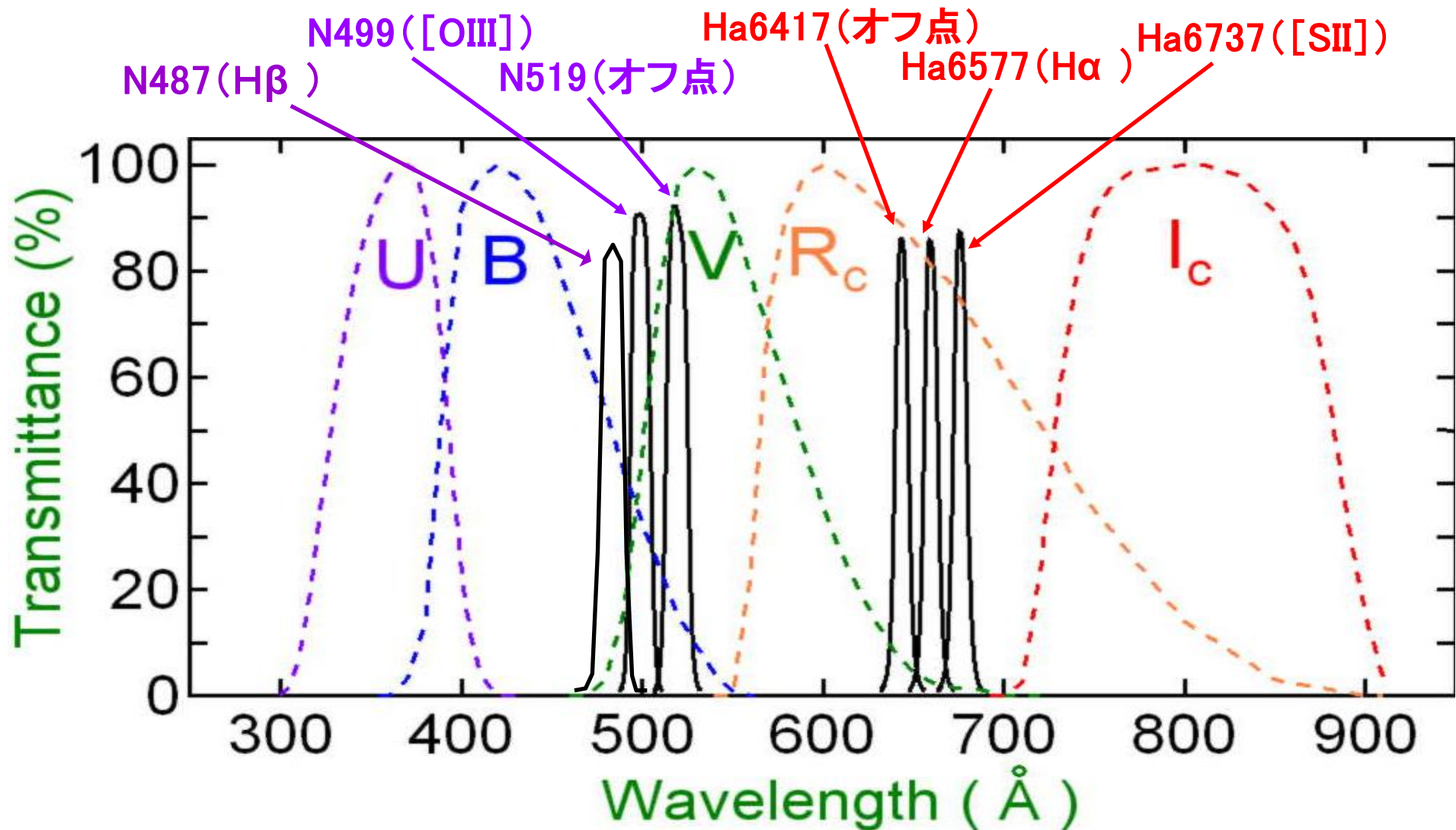
2) 銀河回転 : 300 km/s 程度

3) 後退速度 : 近傍銀河 → ~~3000km/s~~ 0～2500km/s (?)

名称	中心波長	FWHM	帯域 (幅はFWHMに相当)	透過率 (ピーク値)	備考
N487	4879 Å	86 Å	4837 Å – 4923 Å	85%	H β
N499	4993 Å	114 Å	4933 Å – 5047 Å	91%	[OIII] λ λ 4959,5007
N519	5179 Å	122 Å	5131 Å – 5253 Å	92%	H β 、[OIII]用オフ点
Ha6417	6417 Å	79 Å	6396 Å – 6475 Å	86%	H α + [NII]、[SII]用オフ点
Ha6577	6577 Å	83 Å	6555 Å – 6638 Å	86%	H α + [NII] λ λ 6548,6583
Ha6737	6737 Å	83 Å	6716 Å – 6799 Å	87%	[SII] λ λ 6716,6731

1. はじめに~2kCCDによる狭帯域撮像

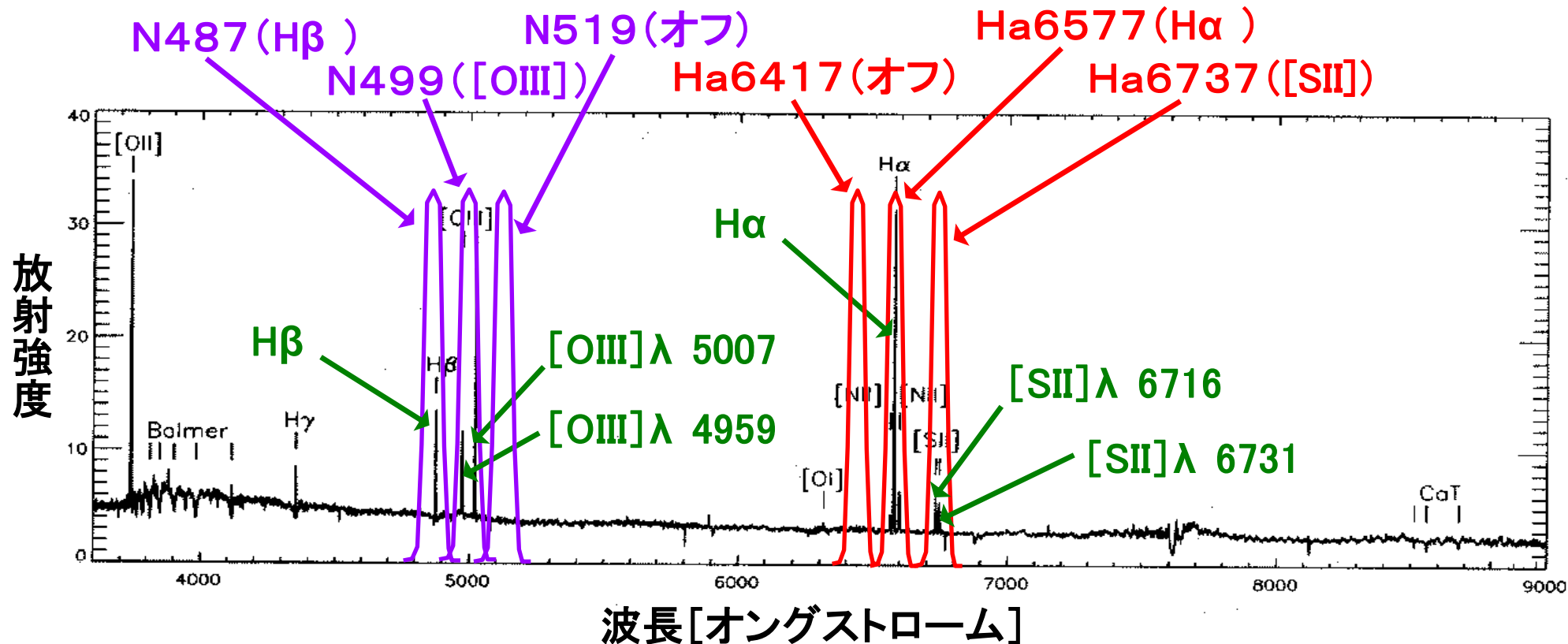
● 狭帯域フィルターのフィルター関数



(U,B,V,Rc,Ic : Bessel 1990, PASP, 102, 1181)

1. はじめに~2kCCDによる狭帯域撮像

● 典型的な系外銀河HII領域とフィルター関数



近傍の矮小不規則銀河NGC4449(後退速度207km/s)のHII領域スペクトル
(Boker et al. 2001, AJ, 121, 1473)

1. はじめに～2kCCDによる狭帯域撮像

● フラックス(等級)較正は？

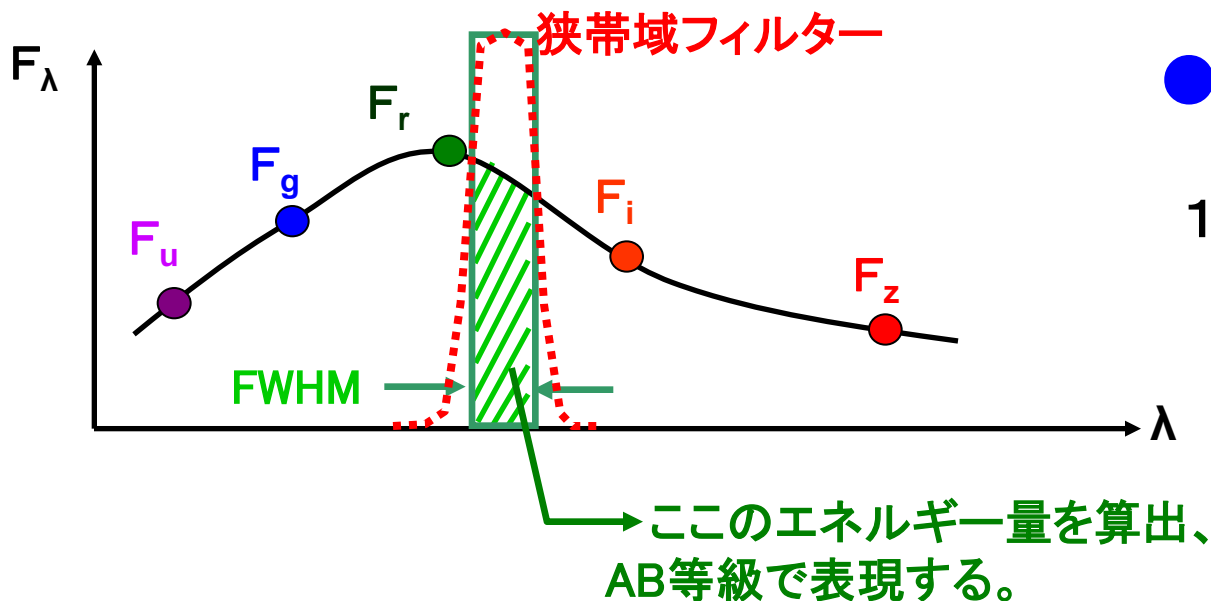
- ・ 基本的には分光測光標準星(狭)やLandoltの測光標準星(広)を観測。

→ 気象条件の他、諸事情で結構大変。

- ・ 目標天体と同一視野の恒星のカタログデータを使用。

SDSS (u、g、r、i、z) 測光データを内挿して恒星のSEDとする

ガウス型に近いフィルター関数をFWHMの幅を持つ矩形波型に簡略



(ゼロ点決定精度は0.03-0.07mag)

● 限界輝度は？

60 min 積分での背景揺らぎの
1σ 相当の表面輝度

N487: 24.93 AB mag/□"

N499: 25.20 AB mag/□"

N519: 25.14 AB mag/□"

Ha6417: 24.61 AB mag/□"

Ha6577: 24.92 AB mag/□"

Ha6737: 25.08 AB mag/□"

(西浦 2011, 木曾シンポ2011)

1. はじめに～2kCCDによる狭帯域撮像

● 2kCCDによる狭帯域撮像例



M42、N487 + N499 + Ha6417
(H β + [OIII] + H α)



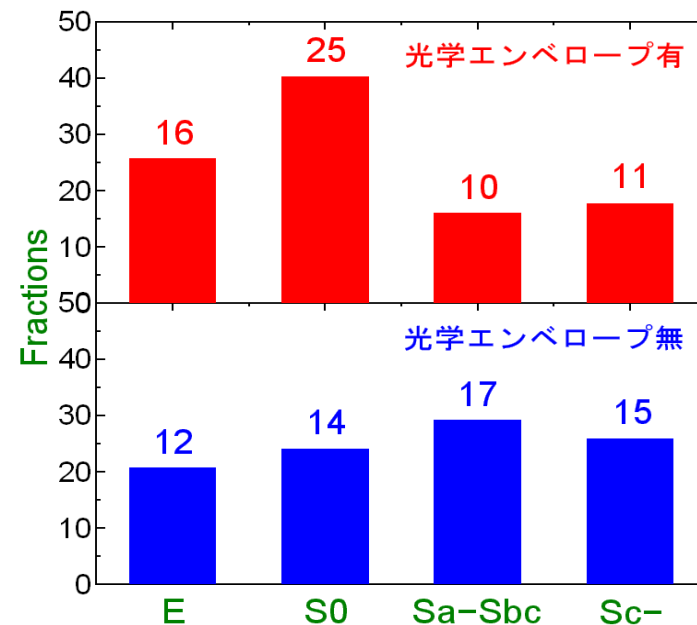
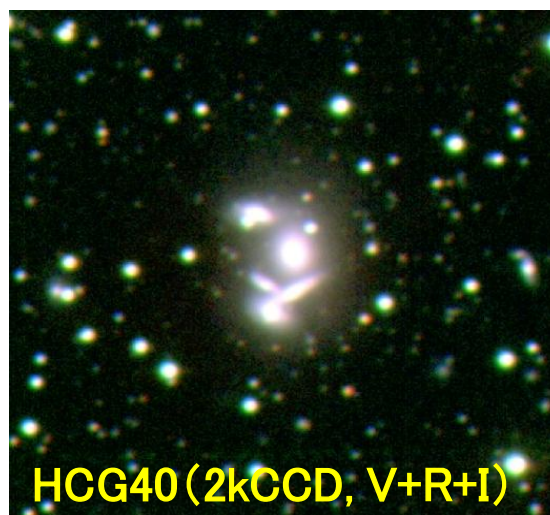
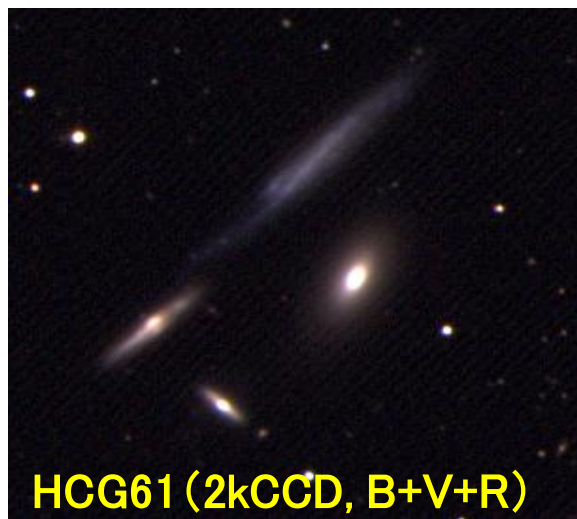
M1、Ha6417 + Ha6577 + Ha6737
(cont. + H α + [SII])

2. 狭帯域撮像で何をしたいか？

● 西浦の目標

銀河環境は、どのように銀河の形成・進化に影響するのか？

特にコンパクト銀河群環境はどのように影響するのか？



・ 光学エンベロップを有するHCGsは力学的に晩期の系であろう。
(Nishiura et al. 2000, AJ, 120, 2355; Nishiura et al. 2012, 執筆中)

→ S0形成の場である可能性がある。

銀河団S0銀河は、周辺部のCG-likeな構造中のEarly-Sが合体して形成される？

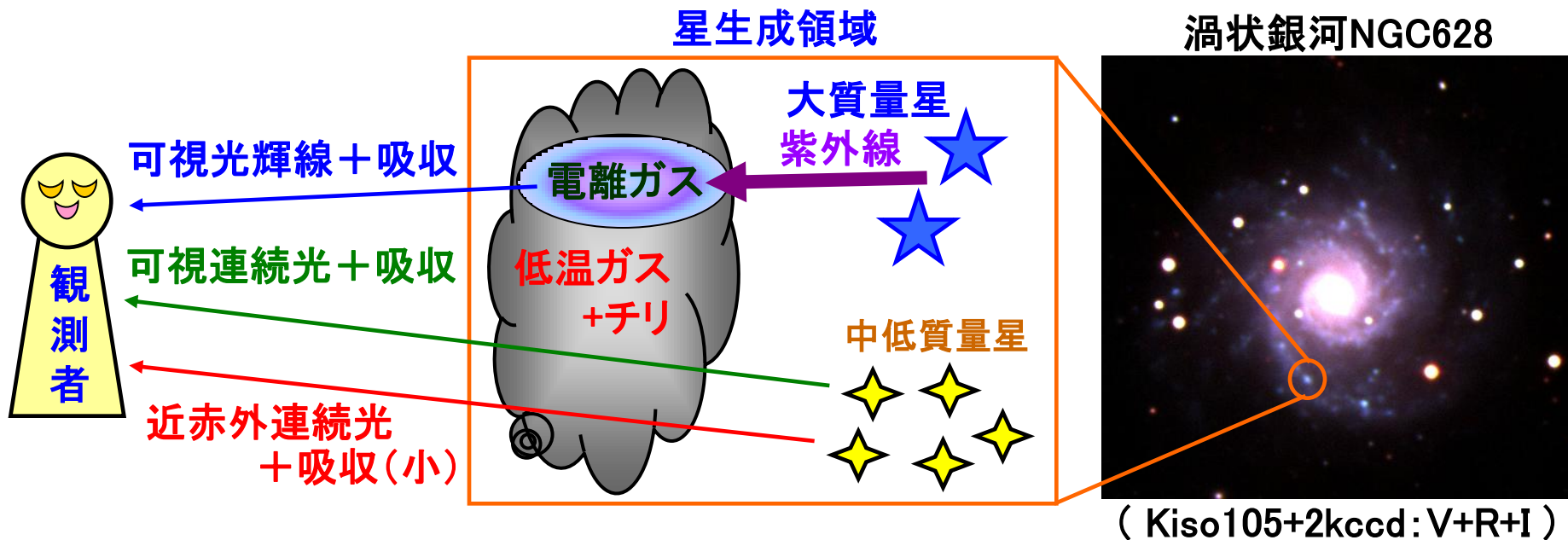
『コンパクト銀河群の銀河も、他環境の銀河と同じ形成・進化を辿る』のか？

→ 実現し得る初期質量関数と星生成史の幅(バラツキ)は？

2. 狭帯域撮像で何をしたいか？

● 近傍渦巻銀河のHII領域

系外銀河のHII領域は、まさしく恒星の集団的形成・進化の現場



星生成領域の連続スペクトル → 中・低質量星

輝線スペクトル → 電離ガス → 大質量星(OB型星)

銀河全域に分布するHII領域のSEDからIMFやSFHを統計的に議論できるはず。

2. 狭帯域撮像で何をしたいか？

● 特殊な星形成が期待される実例

- ・M74 (NGC628)、NGC6946などの外縁部にHII領域を検出

Ferguson et al. (1998, ApJL, 506, L19; 1998, ApJ, 116, 673)

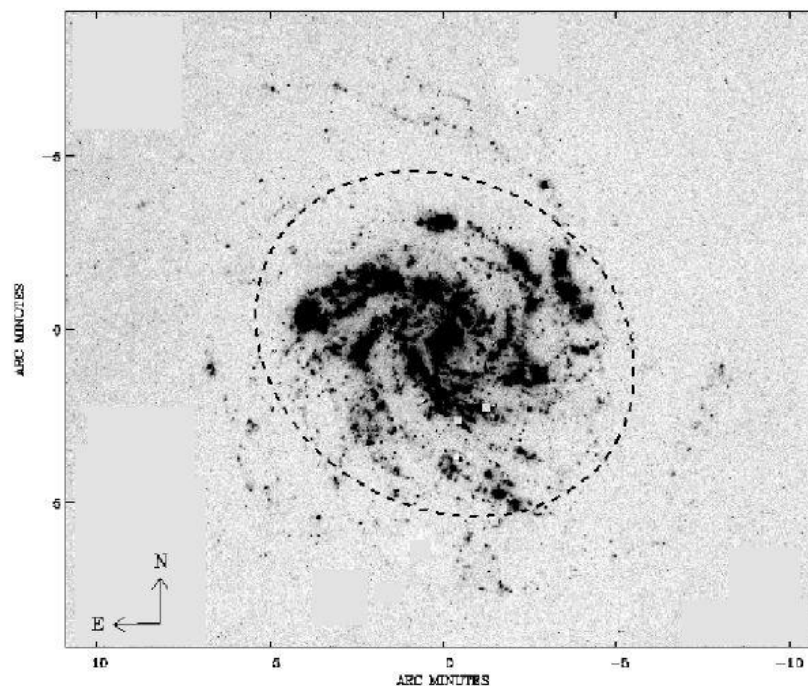
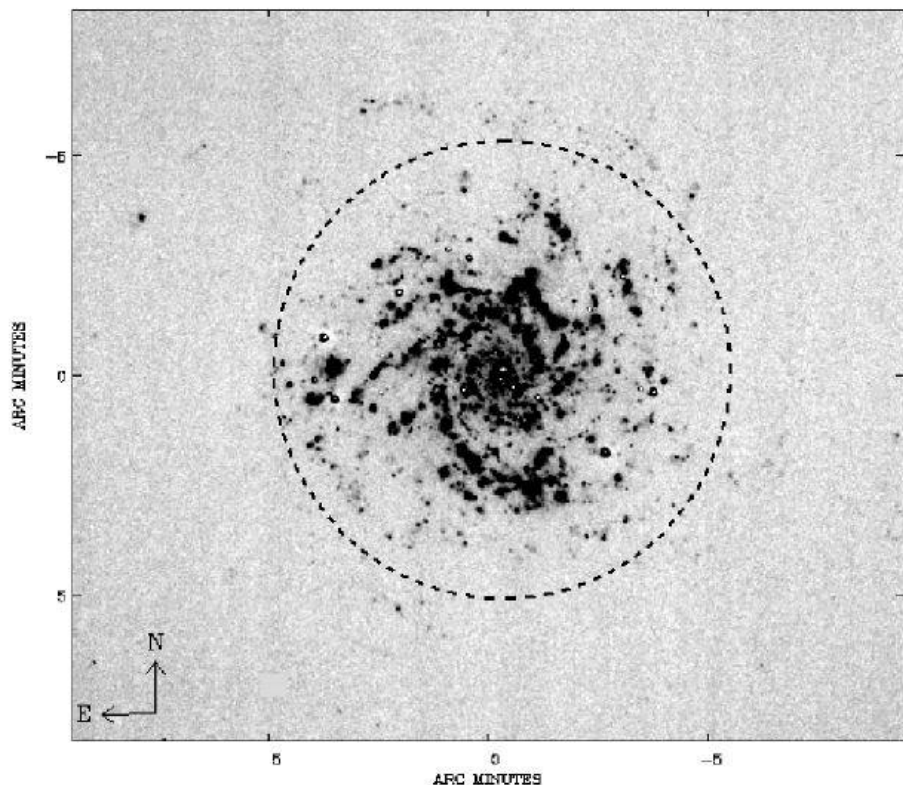


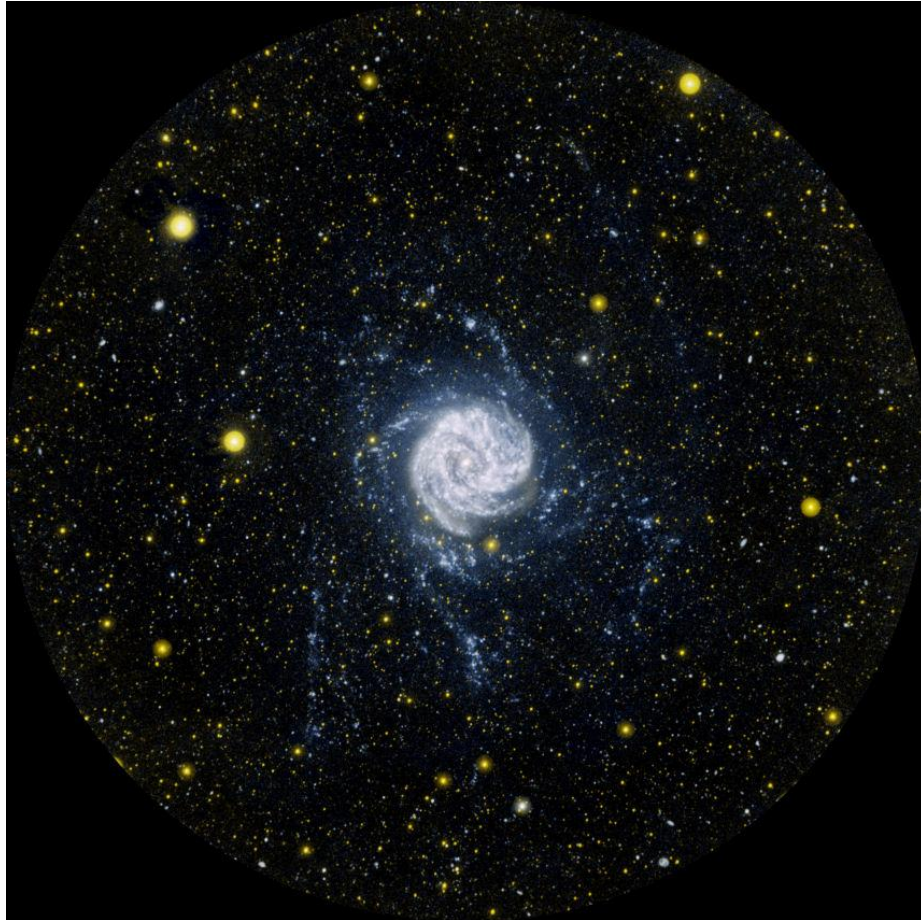
FIG. 1.—H α + [N II] continuum-subtracted image of NGC 628 (*top*), NGC 1058 (*middle*), and NGC 6946 (*bottom*); in each, the optical radius (R_{25}) is marked.

N628(左)とN6946(右)のcontinuumを引いたH α 画像。点線はR25(optical radius)

銀河外縁部が熱い！

2. 狭帯域撮像で何をしたいか？

- ・GALEXがM83の**最外縁部に紫外線源を発見**



GALEX / NASA

B: Far-UV, Yellow: Near-UV

(CfA Press)

銀河系でも外縁部における
大質量星形成や分子雲が発見
されている。

やはり、銀河外縁部が熱い！

2. 狭帯域撮像で何をしたいか？

・グランド・デザイン型NGC5457(M101)とフロキュレント型NGC4395で、HII領域のH α の等価幅の分布に違いがあり、**IMFの恒星質量の上限値の違いで説明可能。**

Cedres et al. (2005, ApJ, 634, 1943)

グランド・デザイン(明瞭な渦巻腕) → 密度波

フロキュレント(羽毛状) → 確率的星生成伝播

} 渦状腕形態と星生成条件に関するか？

● 「近傍渦巻銀河HII領域の狭帯域撮像」

撮像は写真乾板+H α がほとんど

(CCDの感度と引き換えに視野が小さくなり近傍銀河は難しくなった)

分光は明るいものにバイアス

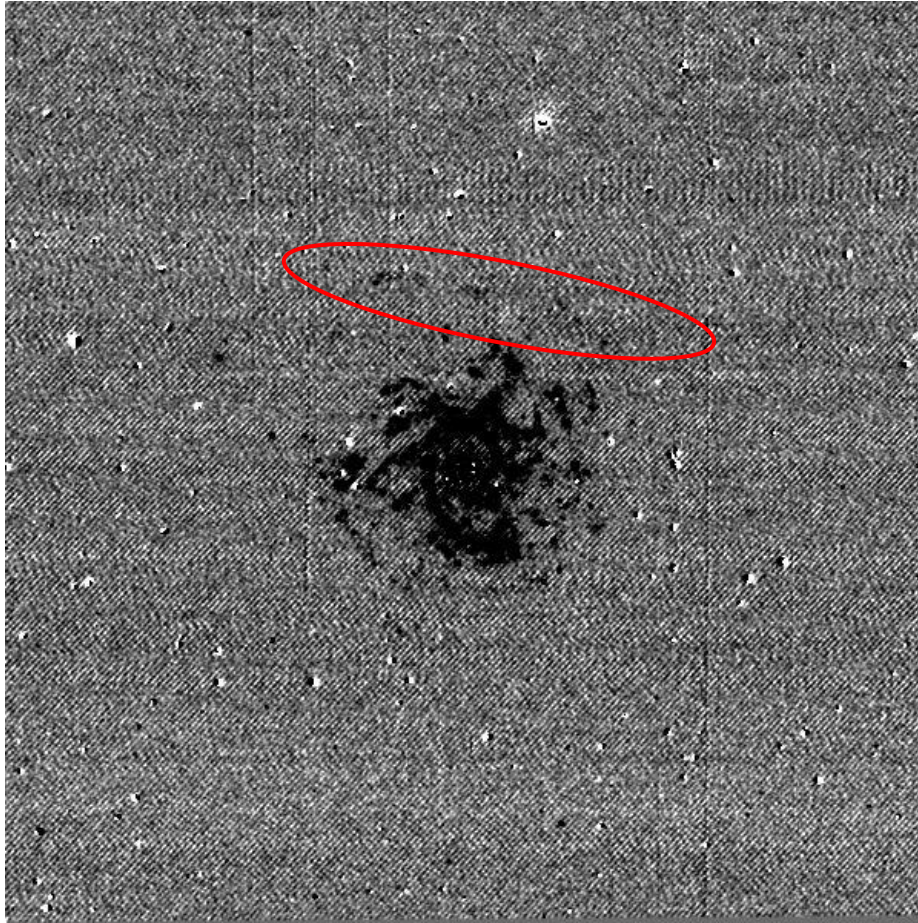
多輝線撮像観測＝超低分散分光観測

輝線を絞り、広視野を活かして効率的にHII領域のスペクトルを得る。

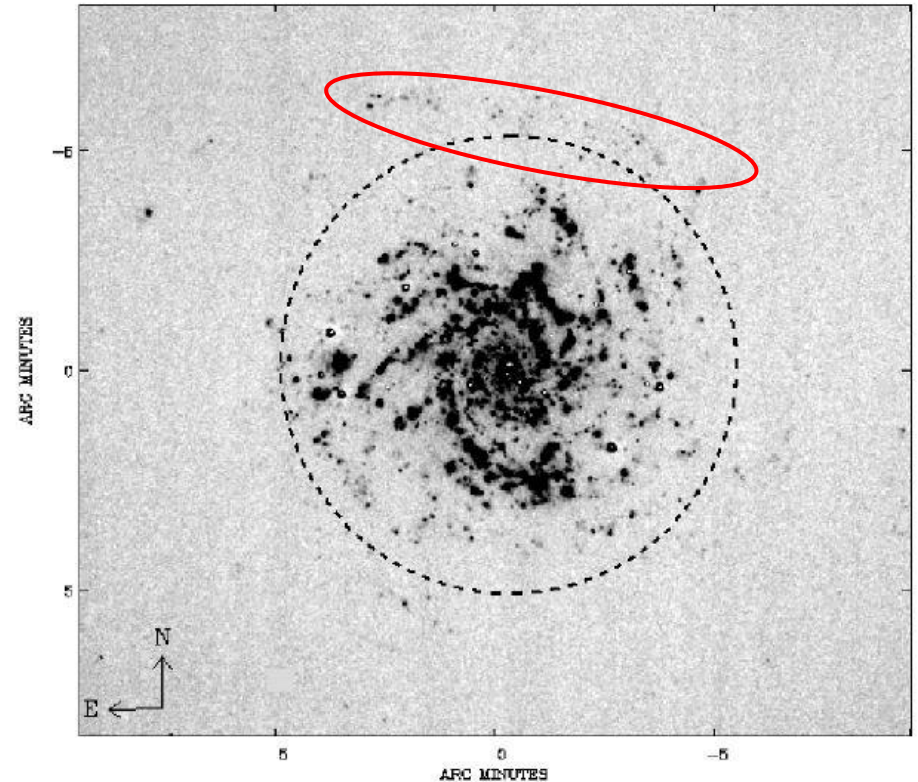
→ 近傍銀河ゆえに広視野と狭帯域フィルターの組み合わせが最適

2. 狭帯域撮像で何をしたいか？

● NGC628 (M74) のH α 輝線撮像



This work

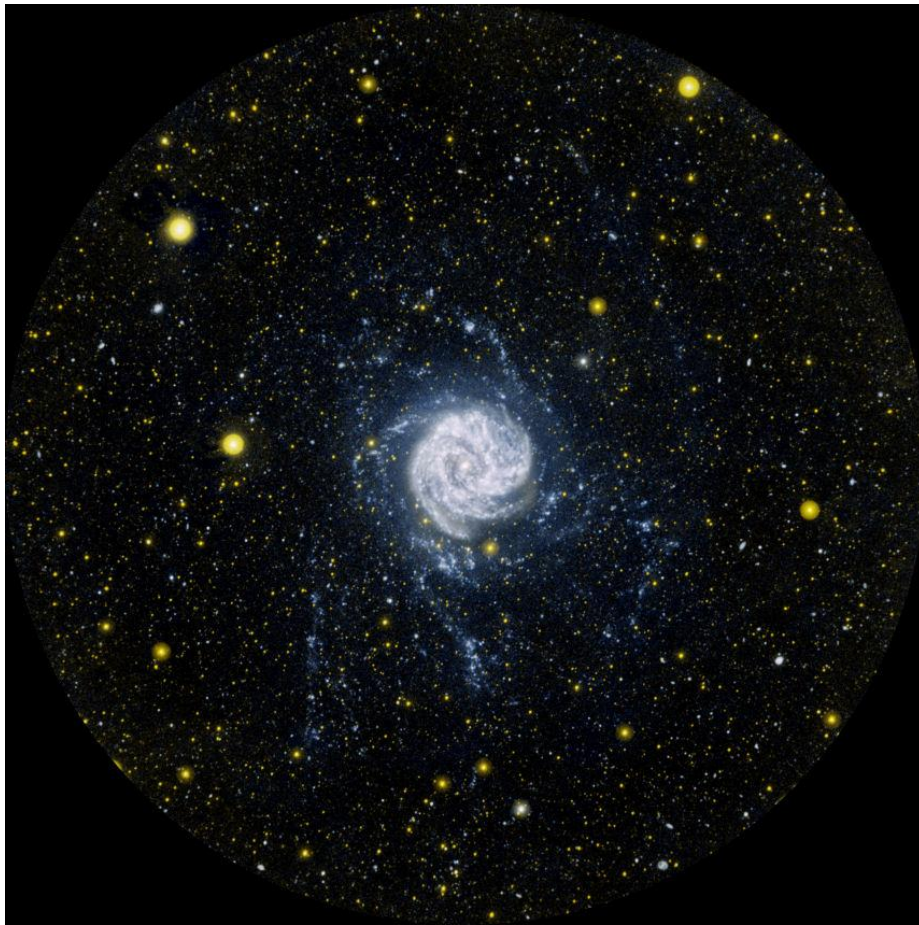


Previous Ferguson's work

シーイングの差こそあれ、きちんと外縁部のHII領域は検出されている。

2. 狭帯域撮像で何をしたいか？

● M83のH α 輝線撮像



GALEX / NASA

B: Far-UV, Yellow: Near-UV
(CfA Press)



Kiso 105cm Schmidt + 2kCCD

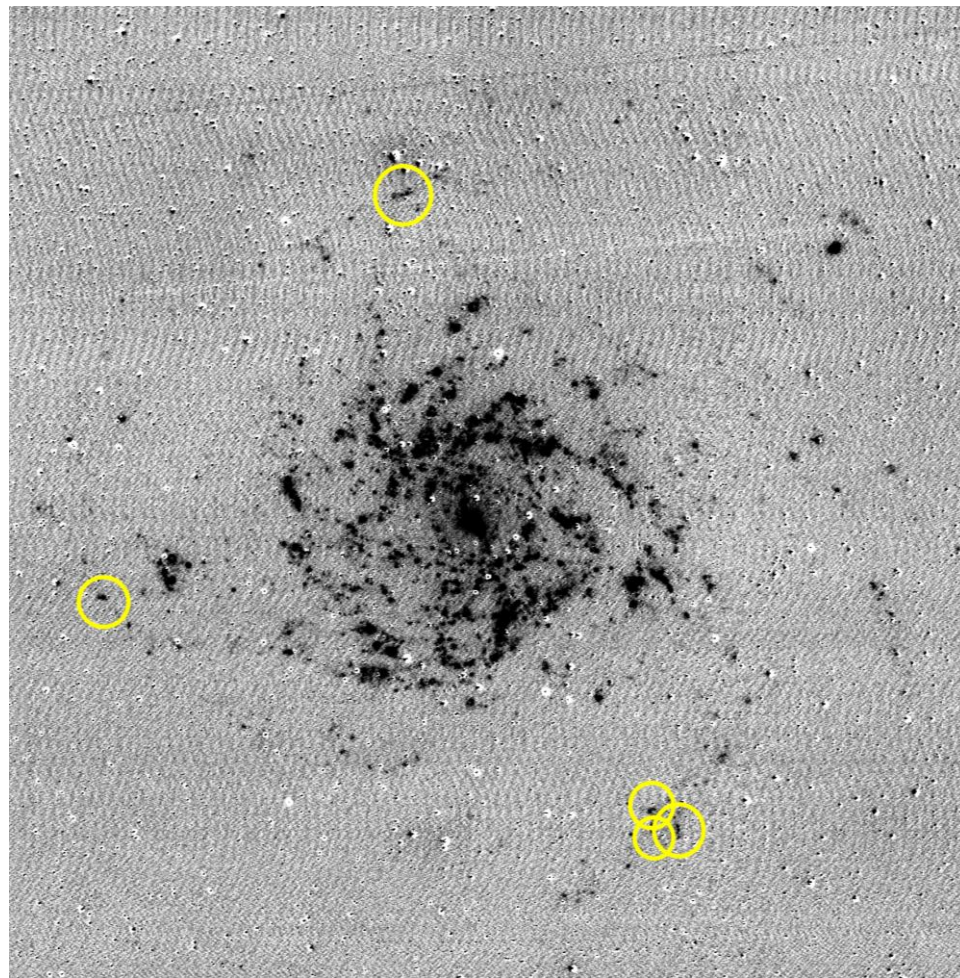
B + V + Ha6577
This work

2. 狭帯域撮像で何をしたいか？

● IC342のH α 輝線撮像(This work)



B+V+Ha6577



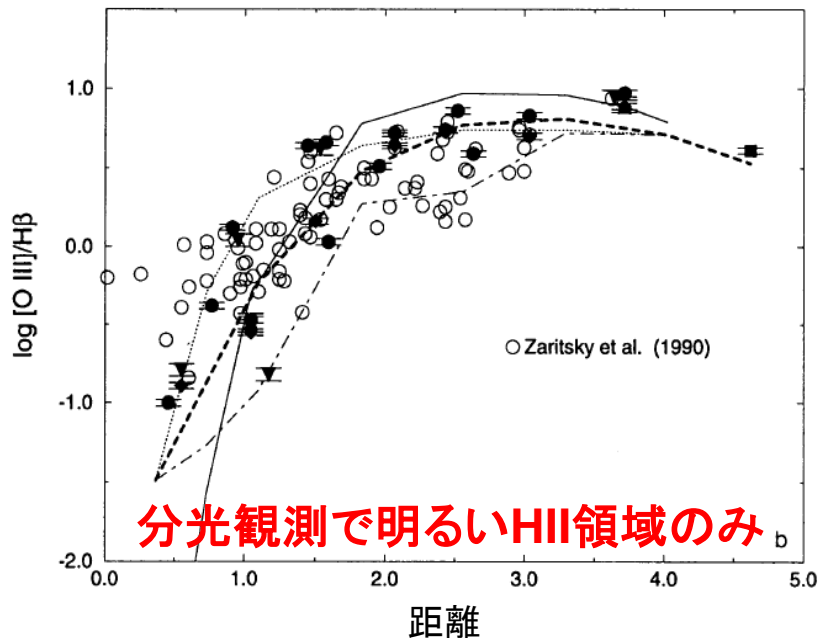
H α 輝線画像

さらに外側にHII領域があるようにも思える

2. 狭帯域撮像で何をしたいか？

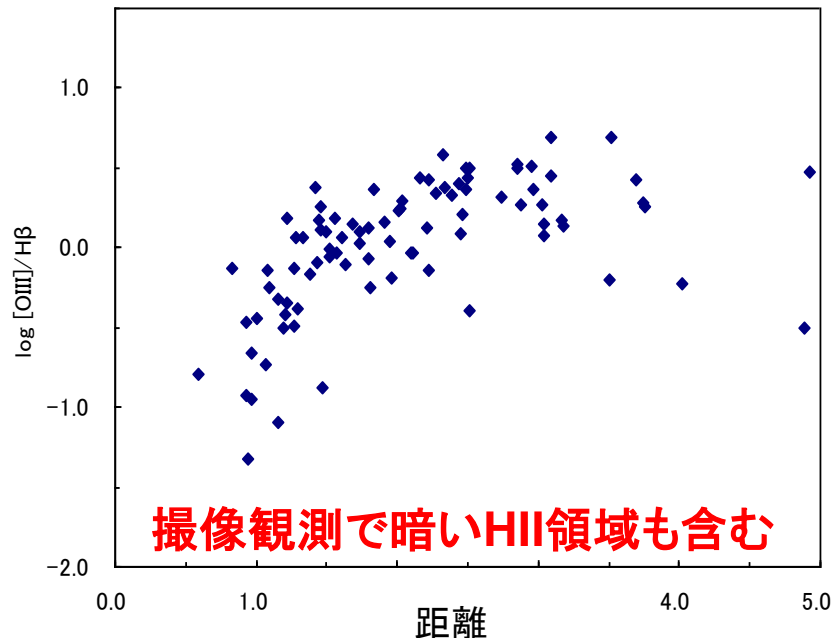
● 輝線強度比 $[OIII]/H\beta$ 空間分布(M101)

幾つかの渦巻銀河で、外側ほど $[OIII]/H\beta$ が大きくなる傾向が知られている。



Henry & Howard (1995)

注) 図中の曲線は、CLOUDYで計算された、幾つかの外側ほど metal poor な電離ガスモデルによる輝線強度比分布。

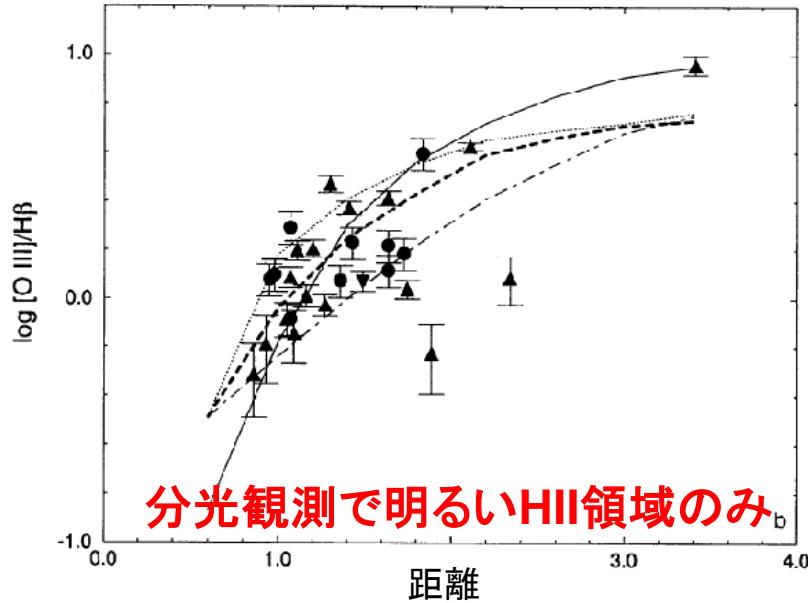


This work

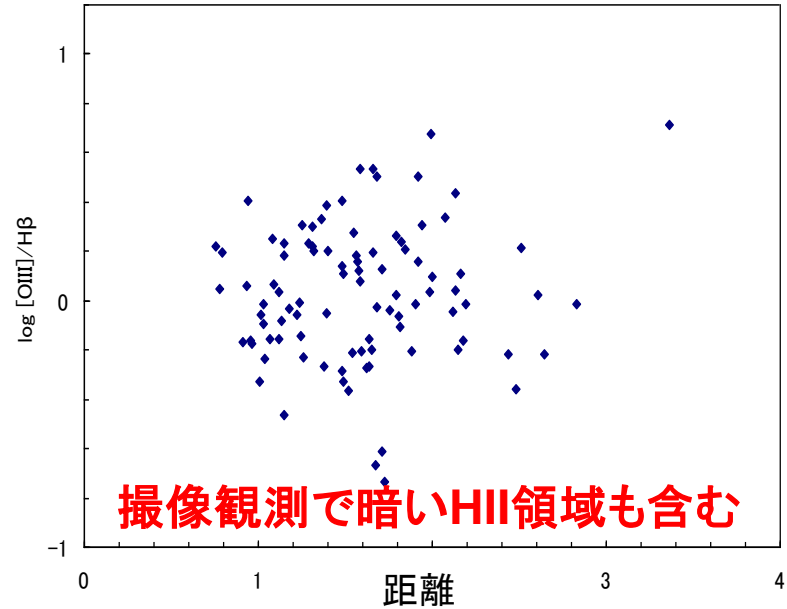
Henry & Howard (1995) とconsistent

2. 狭帯域撮像で何をしたいか？

● 輝線強度比 $[OIII]/H\beta$ 空間分布(M81)



Henry & Howard (1995)



This work

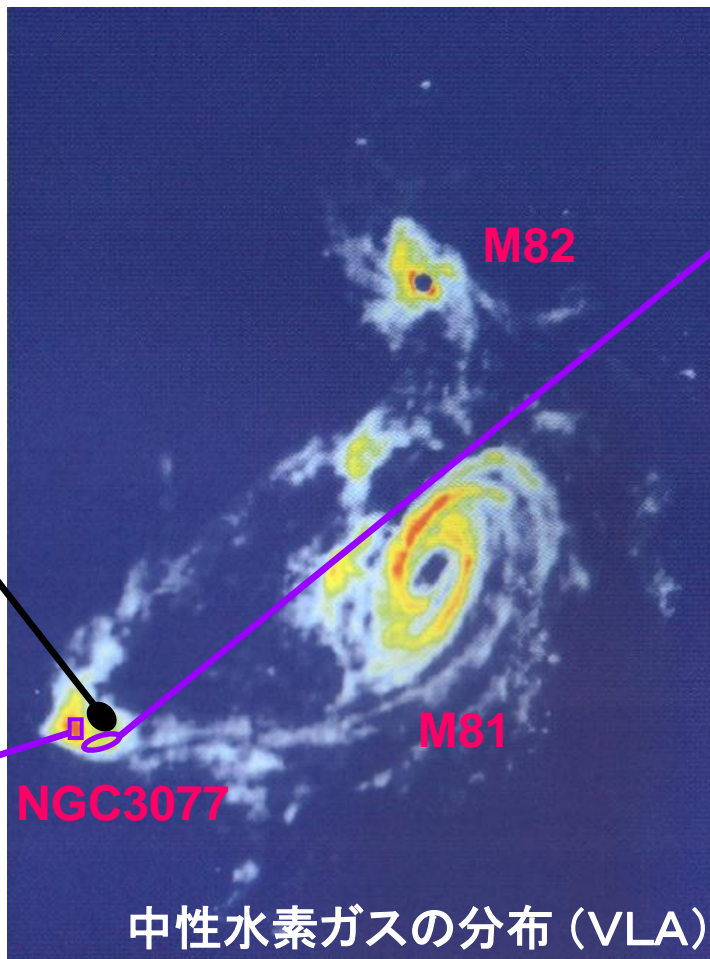
暗いHII領域の空間分布が、従来知られていた傾向と異なっている。

→ M81は近傍でも稀に見る激しい相互作用銀河

やはり、銀河間相互作用や銀河衝突の影響は無視できないのか？

2. 狭帯域撮像で何をしたいか？

● 銀河間相互作用・銀河衝突



NGC3077の
光学位置

IRAM 30m

CO(J=1-0) 115GHz

CO(J=2-1) 230GHz

MCを検出

(Walter & Heithausen 1999, ApJ, 519, L69)

“Garland”(花輪、花冠)

very small
very faint
blue

Tidal debris から矮小
銀河への変形途中？

(Karachentsev et al. 1985,
MNRAS, 217, 731)

NGC3077

M82

M81

中性水素ガスの分布 (VLA)

(Yun et al. 1994, Nat, 372, 530)

2. 狭帯域撮像で何をしたいか？

MegaPrime/MegaCam
camera @CFHT

2048 × 4612 CCD × 36枚

FoV: 1 deg × 1 deg

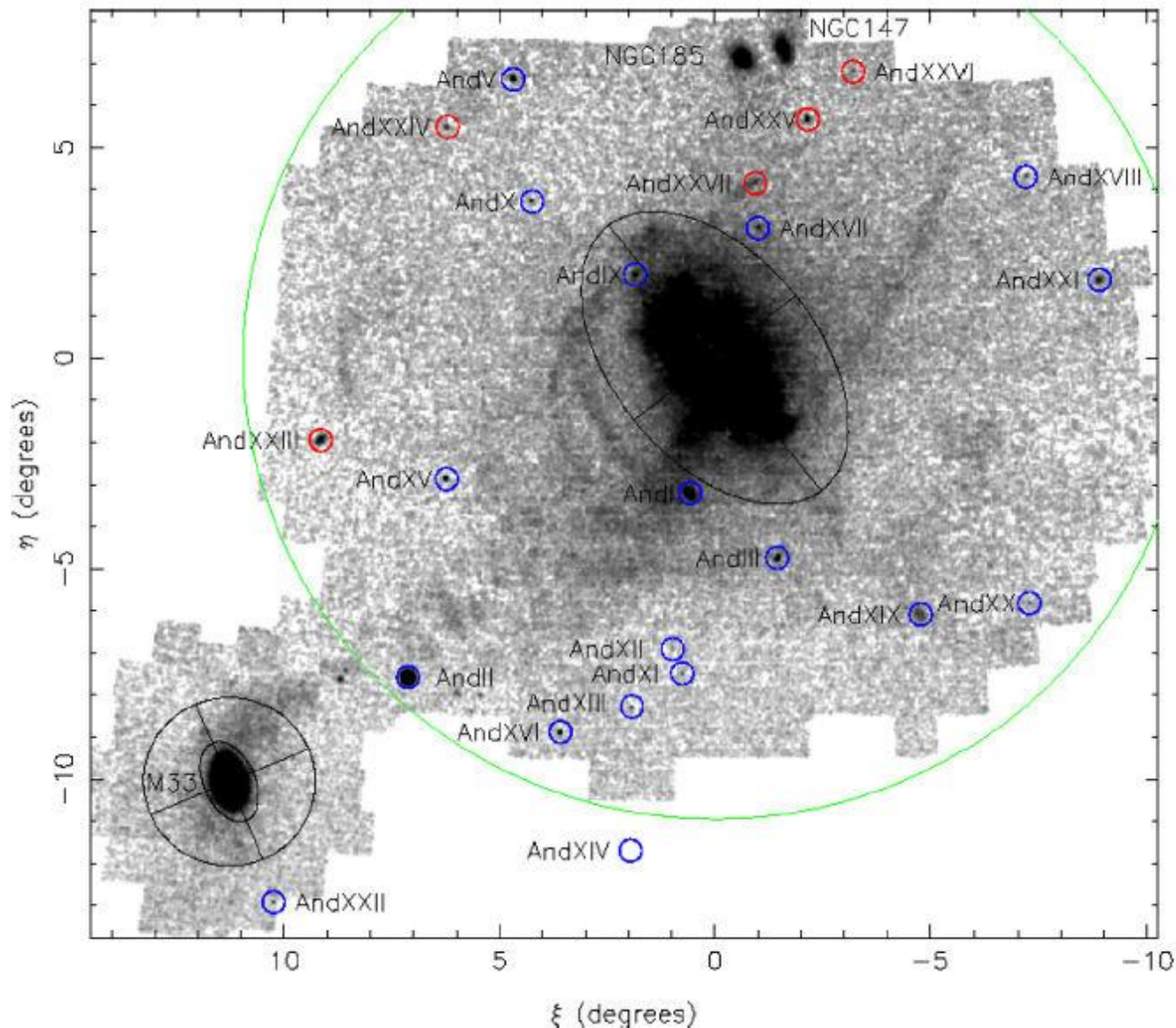
(0.187 arcsec / pix)

The Pan-Andromeda
Archaeological Survey
(PAndAS)

$g \sim 25.5 \text{ mag}$

$i \sim 24.5 \text{ mag}$

RGBのstream状構造



Richardson et al. (2011, ApJ, 732, 76)

3. KWFC用の狭帯域フィルター

より広い領域で系外銀河周辺部のHII領域の探索

希薄かつ低金属量条件下での星生成の実態を明らかにする

IMF、SFHのばらつき具合は？

親銀河の性質との関連性を統計的に調査

平成24年度 挑戦的萌芽研究

「最新広視野観測装置による近傍渦巻銀河
周辺部における星生成領域探査」

直接経費100万(H24)、130万(H25)、60万(H26)で合計290万、
間接経費(3年)87万

Ha6577(H α 用)と同じ仕様 : 130~140万

N499([OIII]用)と同じ仕様 : 140~150万

2kCCD用と同じ仕様で良いのか？ → 様々な問題(Yagi-san's talk)の解決は？

M31(-300km/s) + M33(-179km/s)だと感度は短波長側に伸ばす必要がある

(他にも) PNeの質量放出はどこまで続く？ 超新星爆発によるshell状構造？ 恒星フレア？

3. KWFC用の狭帯域フィルター

- H β 、[SII]用フィルターを狙って 「最新広視野観測装置による天体画像を用いた原子構造・イオンの学習教材開発の試み」(基盤研究B)

