

# EXTINCTION AND DUST GEOMETRY IN M83 H II REGIONS : AN *HUBBLE SPACE TELESCOPE* /WFC3 STUDY

Guilin Liu Daniela Calzetti, Sungryong Hong, Bradley Whitmore, Rupali Chandar, Robert W. O'Connell, William P. Blair, Seth H. Cohen, Jay A. Frogel, and Hwihyun Kim

アメリカの研究チームによる2013年の論文

発表：杉内

**目的**：H II 領域のダスト減光を調べる。

**内容**：水素再結合線( **$H\alpha$ ,  $H\beta$ ,  $Pa\beta$** )をターゲットとしてスターバースト銀河M 83のHST/WFC3

ナローバンドイメージを得て、 **$H\alpha/H\beta$ ,  $H\alpha/Pa\beta$** で**6 pc**の空間分解能で減光マップを得る。

**結果**：(1)長波長側はより大きな光学的厚みで調べると、減光は短波長からのものよりも $\sim 1$  mag以上大きい。こ

の違いは減光補正の $H\alpha$ 光度のファクタの2以上のずれにつながる。系外銀河のH II 領域を考える際に重要

(2)単純モデルと比較すると、オブサーバとエミッタの幾何学配置の広い多様性がデータを占め、classical

foreground dust screenの推定よりも複雑な物理構造をしていることを示唆する。しかし、ほとんどのデータ点は

foreground screenと、ダストとエミッタが均一に混ざったモデルで囲まれている。**100-200 pc以上のスケールで**

**平均化**すると、**減光はdust screenと一致**し、他の形状がより局所的なスケールに限定される傾向があることが示

唆される。**どの領域での減光も、foreground screenと、中央（約2kpc以下）の1/3および2/3の重みの均一混合**

**モデルとの組み合わせで説明できる。2/3および1 / 3はディスクの残りの部分に相当する。**

**結論**：この方法はダストの減光補正精度を大幅に改善し、M83に類似する銀河のピクセルに基づいた解析に役立つ。

# ハッブル宇宙望遠鏡/WFC3 narrow band

Hubble Space Telescope HST



Wide Field Camera 3 WFC3



可視光、紫外、近赤外を対象

2009年にWFPC 2 から付け替えられた (200nm~1700nm)

$H\beta$  ( $\lambda$  4861 Å, F487N)

$H\alpha + [N II]$  ( $\lambda$  6563 Å +  $\lambda$  6548,  $\lambda$  6584 Å, F657N) を今回は観測した

$Pa\beta$  ( $\lambda$  12818 Å, F128N)

# Target:M 83



- ・ SABcに分類される
- ・ グランドデザインで棒構造, 渦巻腕, 腕間領域 がはっきり見られる
- ・ 距離 4.56 Mpc でfaced-on
- ・ スターバースト銀河

## 系外H II 領域のダスト減光の詳細な研究の理想的なターゲット

2 ポインティングを観測

南側：中心部分と北東のアーム半分

北側：南西のアームエリアと隣接する視野

$H\alpha, H\beta$  : 3.6 kpc  $\times$  3.6 kpc

$Pa\beta$  : 3.1 kpc  $\times$  2.7 kpc

# $[\text{N II}]/\text{H}\alpha$ 比

文字と数字はBresolinとKennicuttが  
2002年に研究した領域。

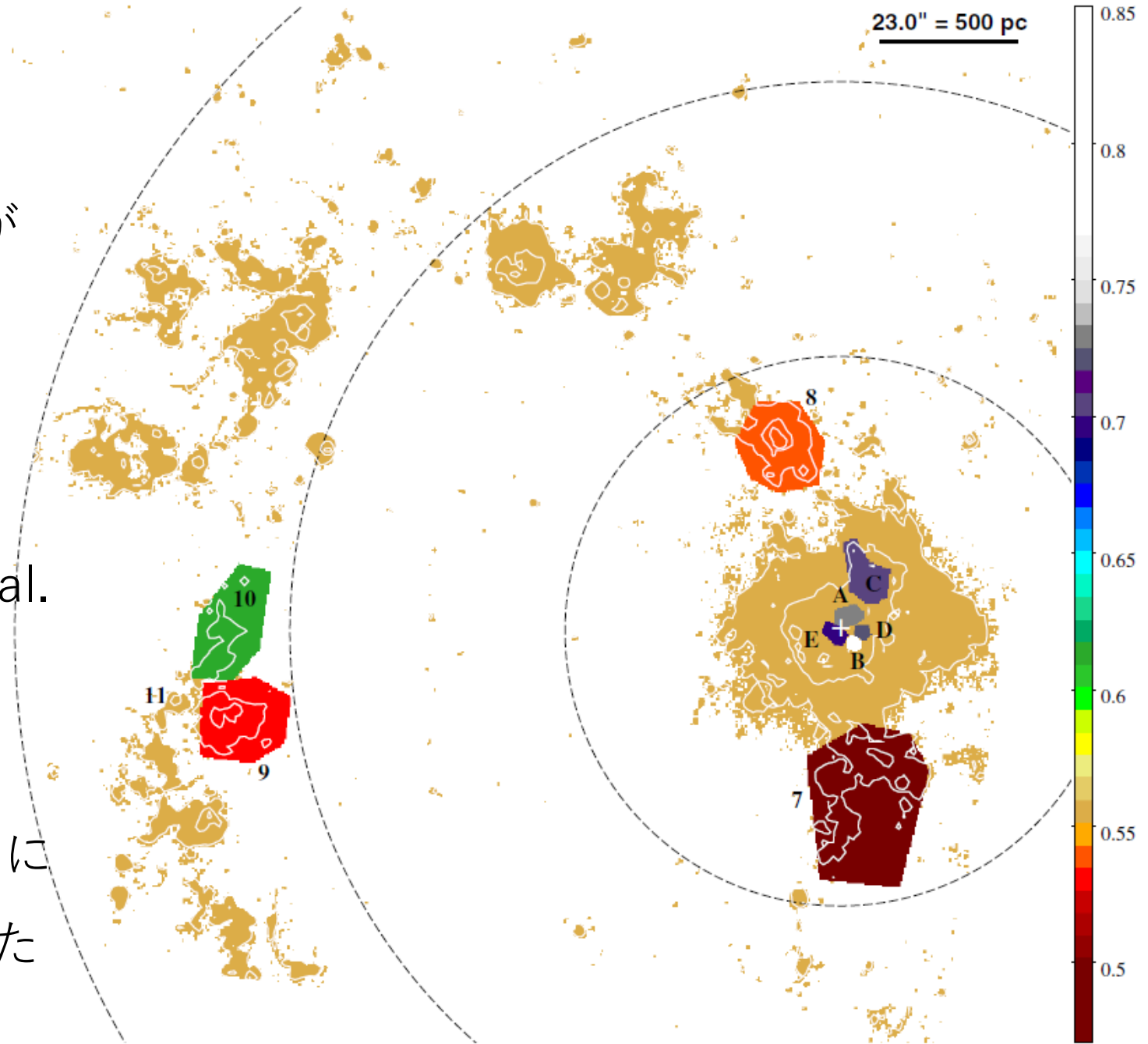
彼らは南側しか観測していない。

カラーバーは $[\text{N II}]/\text{H}\alpha$  比の値

運動中心は白いクロス(Knapen et al.  
2010)

黒い点線円は銀河半径1,2,3,kpc

北東アームに位置し、4領域の平均に  
近いため、Region11の値を仮定した



# 結果

採用したパラメータ  
(Bresolin, Kennicutt 2002; Hong et al. 2013)

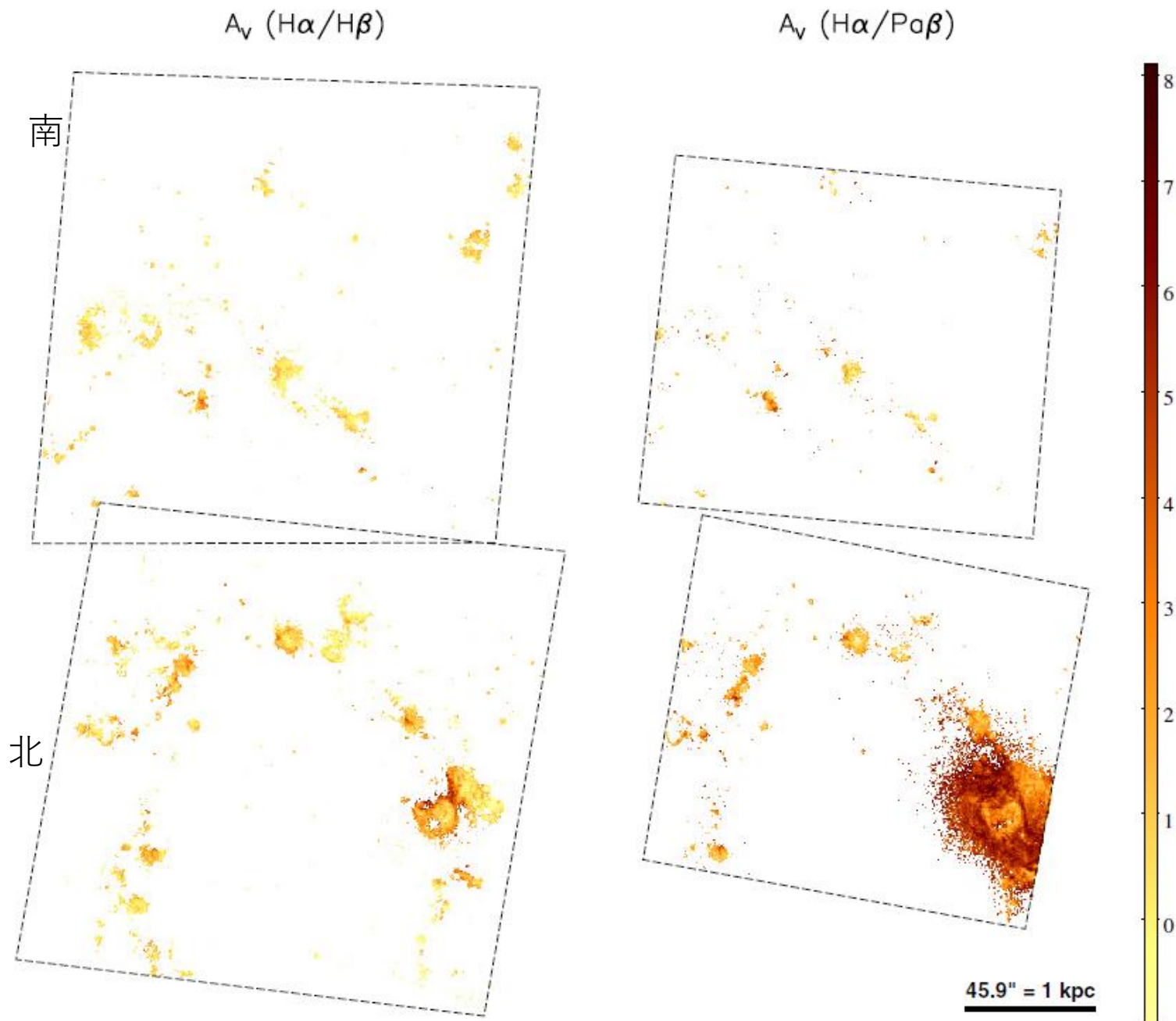
電子温度  $T_e = 7500 \text{ K}$

数密度  $n_e = 10^3 \text{ cm}^{-3}$

基準割合  $I_{H\alpha}/I_{H\beta} = 2.92$   $I_{H\alpha}/I_{Pa\beta} = 17.1$   
(Dopita, Sutherland 2003)

採用した減光カーブ (Cardelli et al. 1989) は  $k(H\alpha) = 2.535$ ,  $k(H\beta) = 3.609$ ,  
 $k(Pa\beta) = 0.840$

$I_{\text{obs}}/I_{\text{intr}} = 10^{-0.4k(\lambda)E(B-V)}$



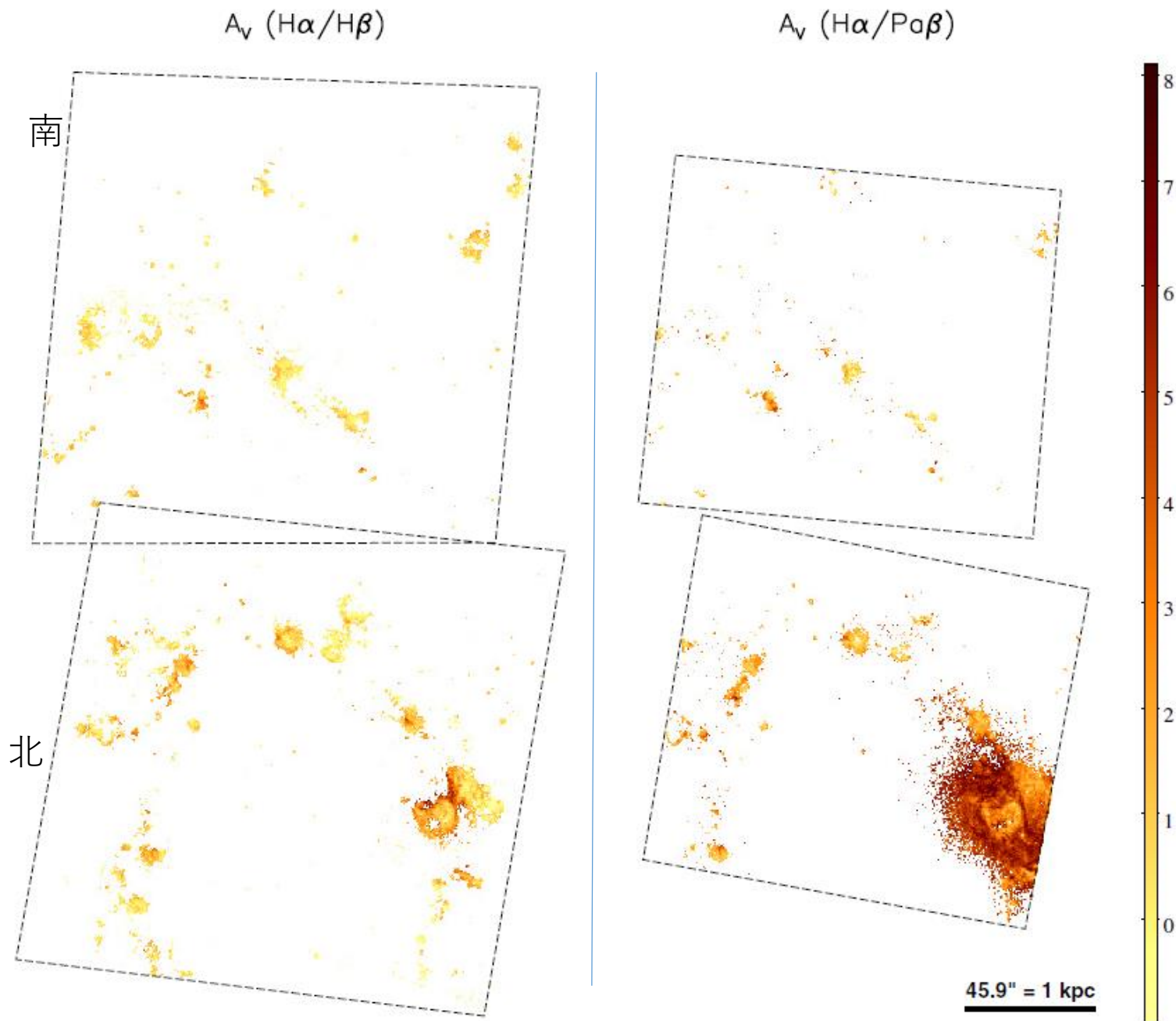
# 結果

M83の二つのVisual Extinction(以下 $A_V$ )

南北のポインティングがモザイクされ、カラーバーは減光度合いを示している

視野のマーzinは黒い点線で示した

5シグマ以上のものを用いた  
 $H\beta$ の深さが主なlimitationとなっている



# 2輝線から得られた $A_V$ のヒストグラム

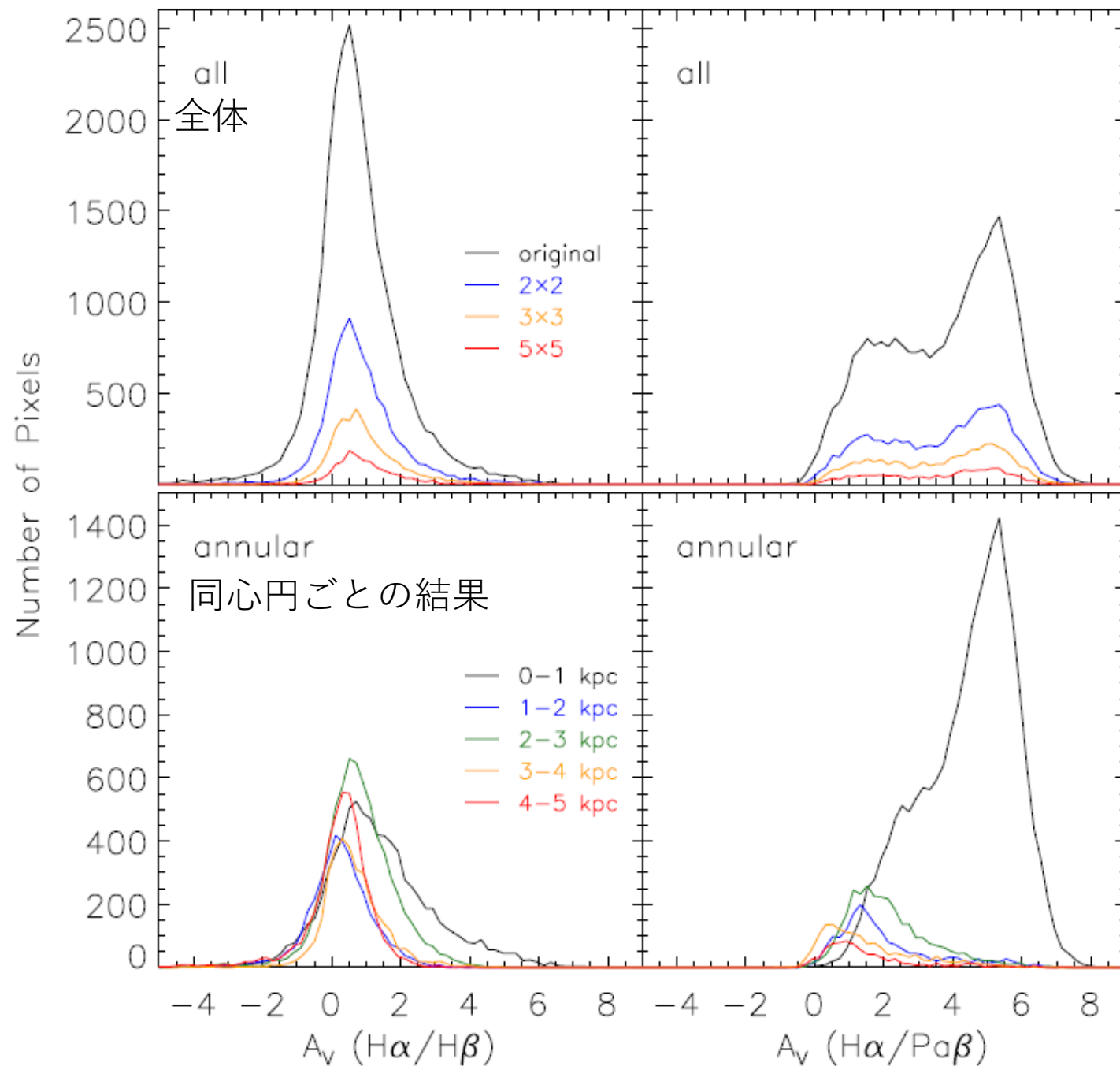
5シグマ以上のデータを用いている

Coarser grid上のマップをRebinningした結果としてのヒストグラムがトップパネルに上乗せしている

$H\alpha/H\beta$  はエラーバーが1magほどでおおきいので負の値になっていて、ピークは約0.5 mag

$H\alpha/Pa\beta$  は二つのピークを示し、2、5.5 magくらいである

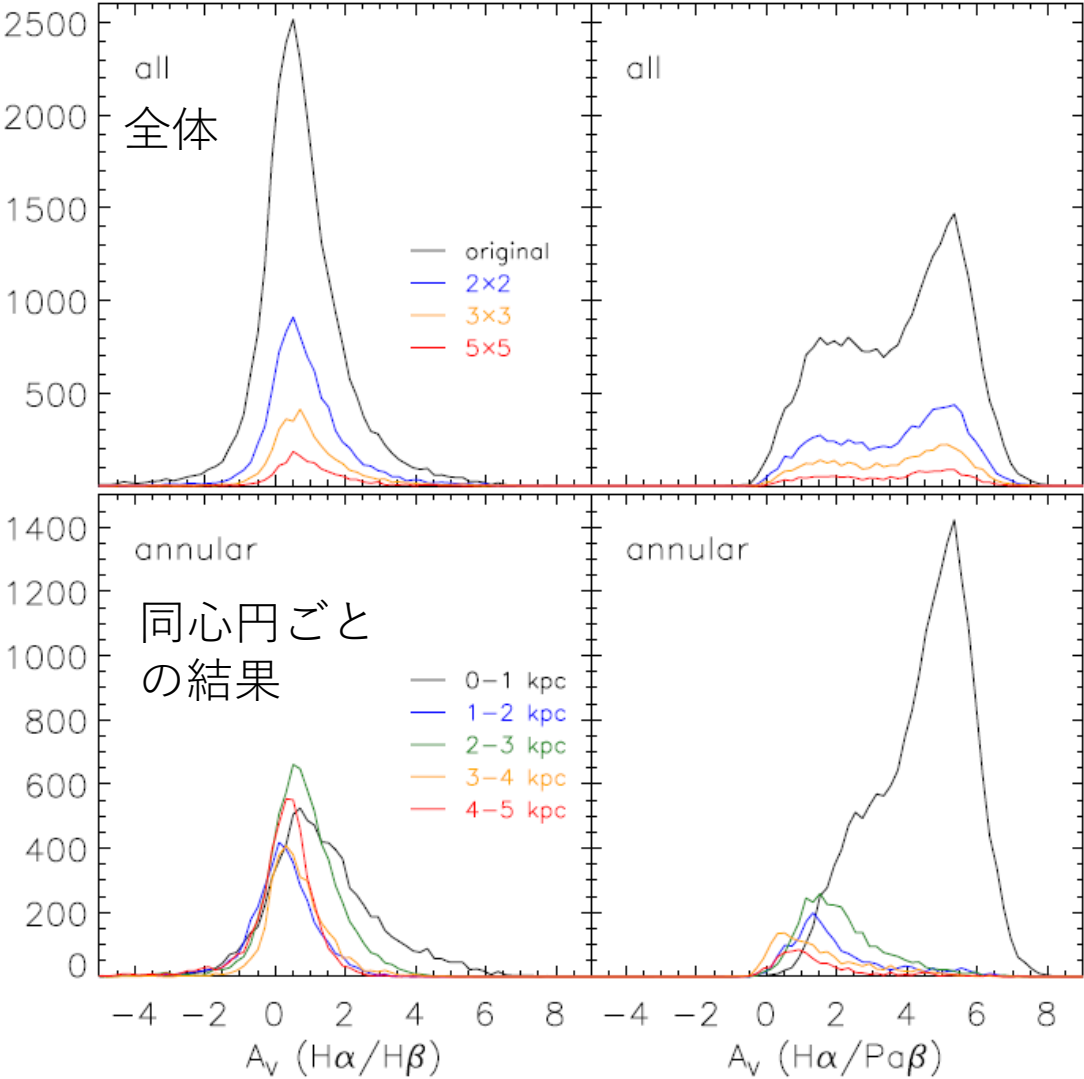
細かいデータは次のページに乗せる



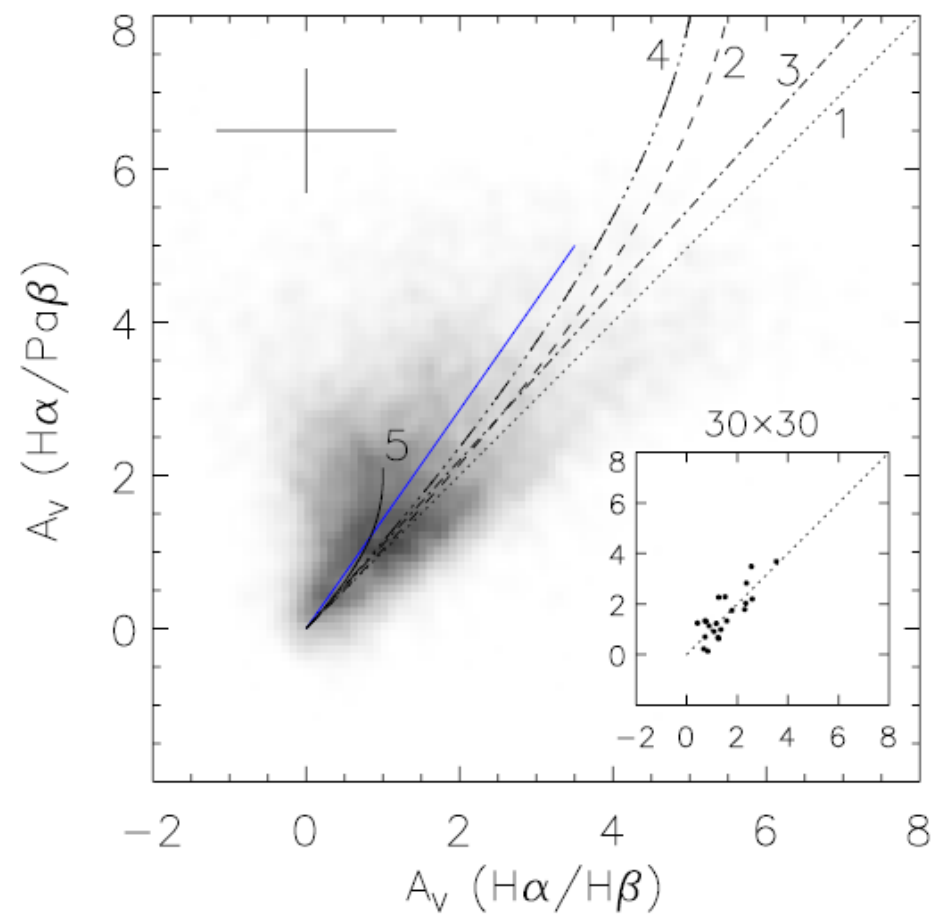
- (1)計算した領域
- (2)(3)考えた領域からの輝線比による減光
- (4)(5)減光の中央値
- (6) (5)より導出したDustのcolumn density

Table 1  
Derived Dust Properties in M83

| Region  | $A_V(\frac{H\alpha_{tot}}{H\beta_{tot}})$ | $A_V(\frac{H\alpha_{tot}}{Pa\beta_{tot}})$ | $\langle A_V(\frac{H\alpha}{H\beta}) \rangle$ | $\langle A_V(\frac{H\alpha}{Pa\beta}) \rangle$ | $\log \langle N_d \rangle$ |
|---------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------|
| (1)     | (2)                                       | (3)                                        | (4)                                           | (5)                                            | (6)                        |
| All     | 1.48                                      | 2.65                                       | 0.61                                          | 4.04                                           | 10.07                      |
| 0–1 kpc | 1.75                                      | 3.40                                       | 1.15                                          | 4.65                                           | 10.13                      |
| 1–2 kpc | 0.82                                      | 2.65                                       | 0.23                                          | 1.58                                           | 9.67                       |
| 2–3 kpc | 1.37                                      | 1.46                                       | 0.72                                          | 1.88                                           | 9.74                       |
| 3–4 kpc | 1.33                                      | 0.68                                       | 0.50                                          | 1.14                                           | 9.53                       |
| 4–5 kpc | 1.42                                      | 0.02                                       | 0.31                                          | 1.09                                           | 9.50                       |



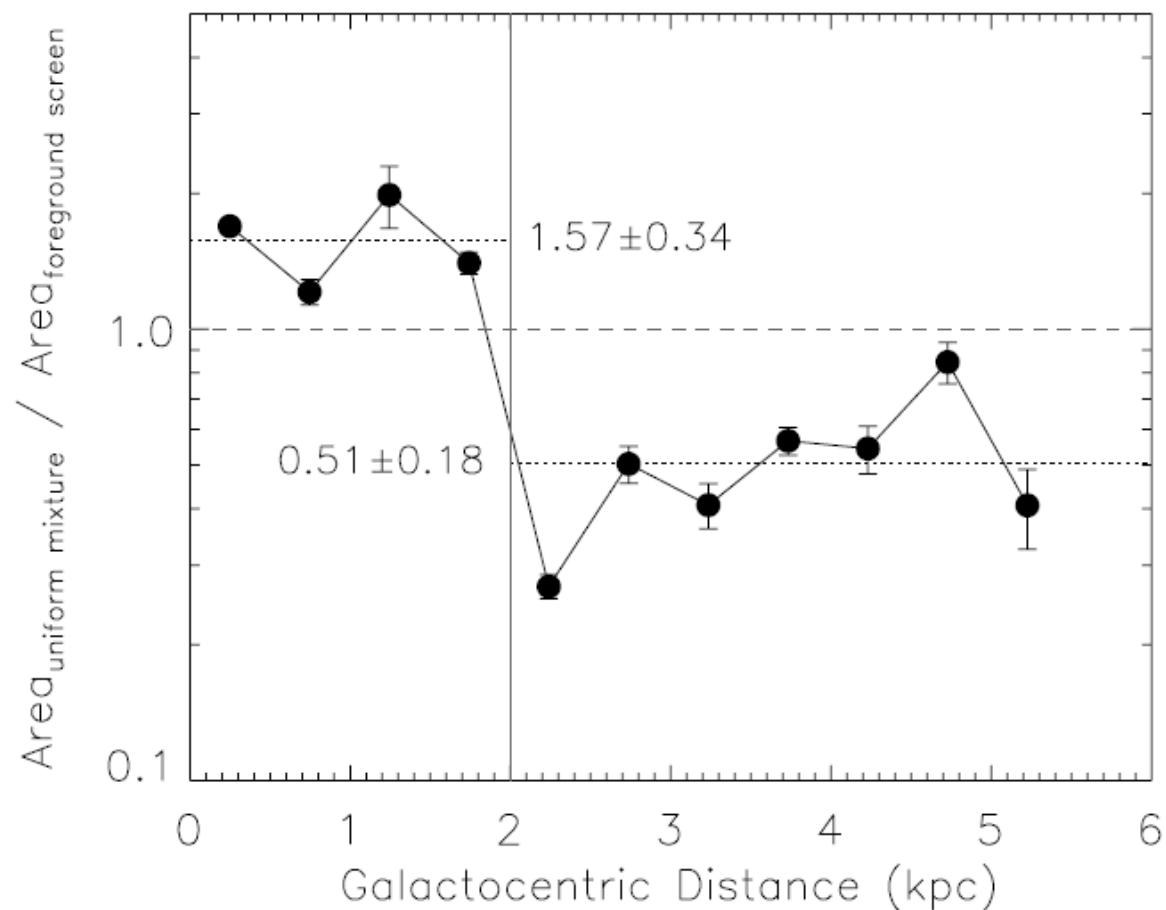
# 2つの比から得られた減光関係



- 1、foreground screen：クランプがなく、散乱が現在起きている。（スクリーンが均一で輝線のエミッターから物理的に遠い）
- 2、clumpy dust screen：同じ光学的な厚みを持ち、輝線に沿ったN個のクランプの平均してPoisson分散している全てのクランプを仮定している。
- 3、uniform scattering slab：ダストはエミッタと近く、輝線へのダストによる散乱は重要な積極的な貢献を果たす。
- 4、clumpy scattering slab：2と3のモデルを混ぜたもの。
- 5、uniform mixture：ダストとエミッタが均質に一緒に混ざって、輝線への散乱は考慮される。

推定された青い線は傾き1.428でデータ点を2等分するものである。  
およそモデル5に合い、ほかの4つのモデルの傾向にはあわない

# Uniform mixture branchによる領域ごとの割合



2 kpc以内の中心領域は61%が uniform mixtureによって支配される

それゆえモデル5が好まれ、ディスクの残りの部分はforeground screenで66%カバーされるのでモデル1がよく好まれる。