





# Star Formation Newsletter

## #~~316~~315 18-27

麻生 有佑 (ASIAA)

# The Synthetic ALMA Multiband Analysis of the Dust Properties of the TW Hya Protoplanetary Disk

Seongjoong Kim<sup>1</sup> , Hideko Nomura<sup>1</sup> , Takashi Tsukagoshi<sup>2</sup> , Ryohei Kawabe<sup>2,3,4</sup> , and Takayuki Muto<sup>5</sup>

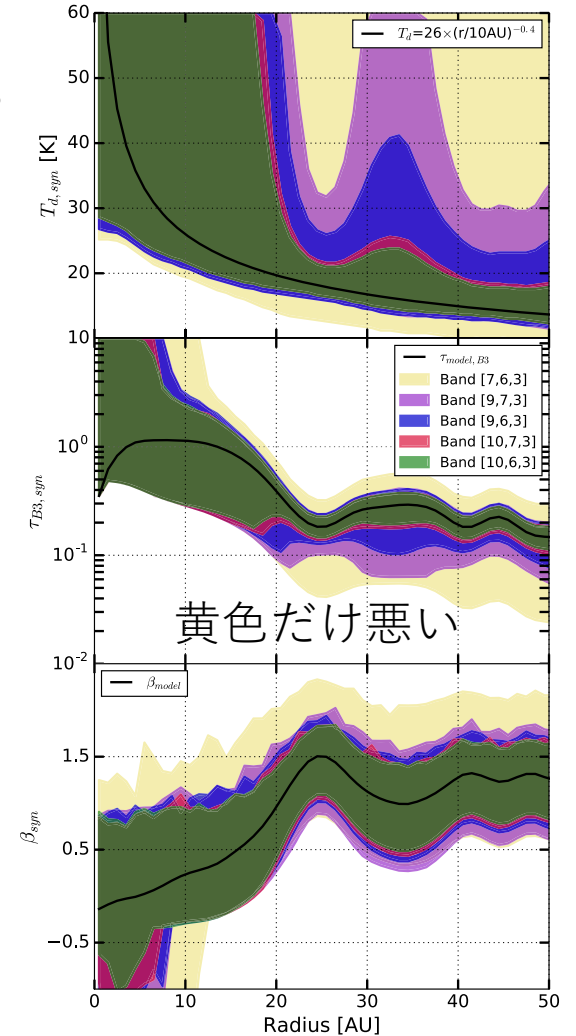
- TW Hya ( $M_*=0.8 M_{\text{sun}}$ ,  $d=59$  pc)の複数リングへの説明がいくつもある。
- 惑星円盤相互作用、MRI、GI、ダストの成長破壊 ← ダストの性質から制限できる。
- $T$ 、 $\tau$  (係数)、 $\beta$  を切り分けるにはどのような3バンドがよいか検証。

$$I_\nu(r) = B_\nu(T_d(r))[1 - \exp(-\tau_\nu(r))], \quad \tau_\nu = \tau_0(\nu/\nu_0)^\beta \quad T_{d,\text{model}}(r) = 26 \text{ K}(r/10 \text{ au})^{-0.4}.$$

$$\alpha(r) = 3 - \frac{h\nu}{k_B T_d(r)} \frac{e^{h\nu/k_B T_d(r)}}{e^{h\nu/k_B T_d(r)} - 1} + \beta \frac{\tau_\nu(r)}{e^{\tau_\nu(r)} - 1},$$





- 各半径で計算。視線（～円盤鉛直）方向は一様を仮定。88 mas x 62 mas。
- まず190 GHz (Band 5)での観測輝度と観測  $\alpha$  から  $\tau_{0,\text{model}}$  と  $\beta_{\text{model}}$ 、そして  $I_{\nu,\text{model}}$ 。
- 各半径で、観測不定性xから決まる妥当な輝度範囲を与える  $T$ 、 $\tau$ 、 $\beta$  の範囲を見る。
- 初めに温度を5-60 Kとして2バンドで温度以外を決めて、最後のバンドの輝度を評価。
- $x = (10, 10, 10, 10, 15, 15, 20, 20)\%$  for Band 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10。

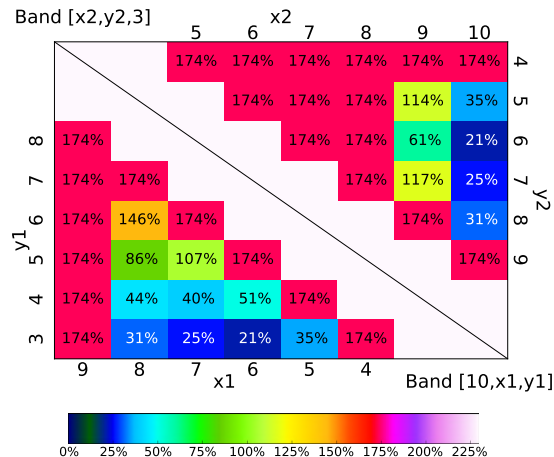
$$(100\% - x)I_{\nu,\text{model}} \leq I_{\nu,\text{syn}} \leq (100\% + x)I_{\nu,\text{model}}$$



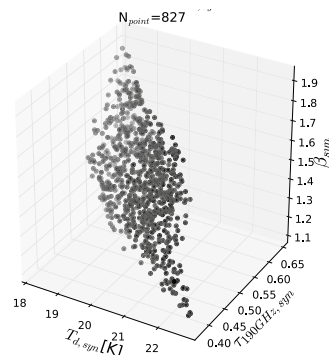
# The Synthetic ALMA Multiband Analysis of the Dust Properties of the TW Hya Protoplanetary Disk

の続き

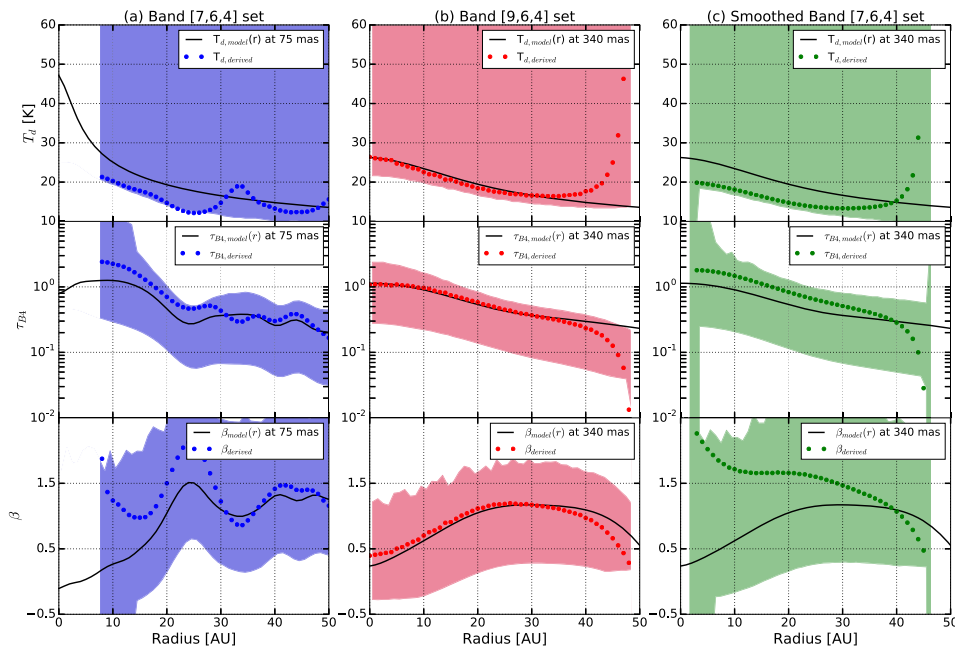
Seongjoong Kim<sup>1</sup> , Hideko Nomura<sup>1</sup> , Takashi Tsukagoshi<sup>2</sup> , Ryohei Kawabe<sup>2,3,4</sup> , and Takayuki Muto<sup>5</sup>



$$(1/n_{20-45 \text{ au}}) \sum_{r=20 \text{ au}}^{45 \text{ au}} (T_{d,\text{syn,max}}(r) - T_{d,\text{model}}(r)) / T_{d,\text{model}}(r)$$



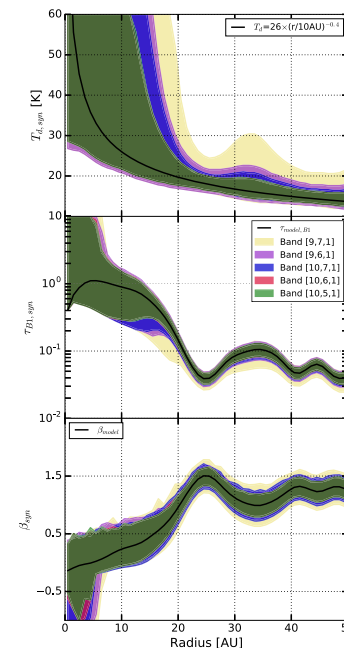
- (3, 6, 10)がベスト。
- 良い条件: (1) Band 9 or 10, (2) 広間隔。
- バンドが近いと温度エラー~200% (輝度の縮退)。
- モデルの  $\tau$  が大きいと  $\tau$  に依らない、小さいと縮退。
- モデルの  $\beta$  が大きいと thin, thick を含みやすい。
- モデルの T が小さいと RJ からずれて決まりやすい。



温度の鉛直構造について

- 薄ければ赤道面を見るので同じ。
- 照射でも  $\tau \sim 1$  の面は同じ温度。
- 粘性加熱は影響する。

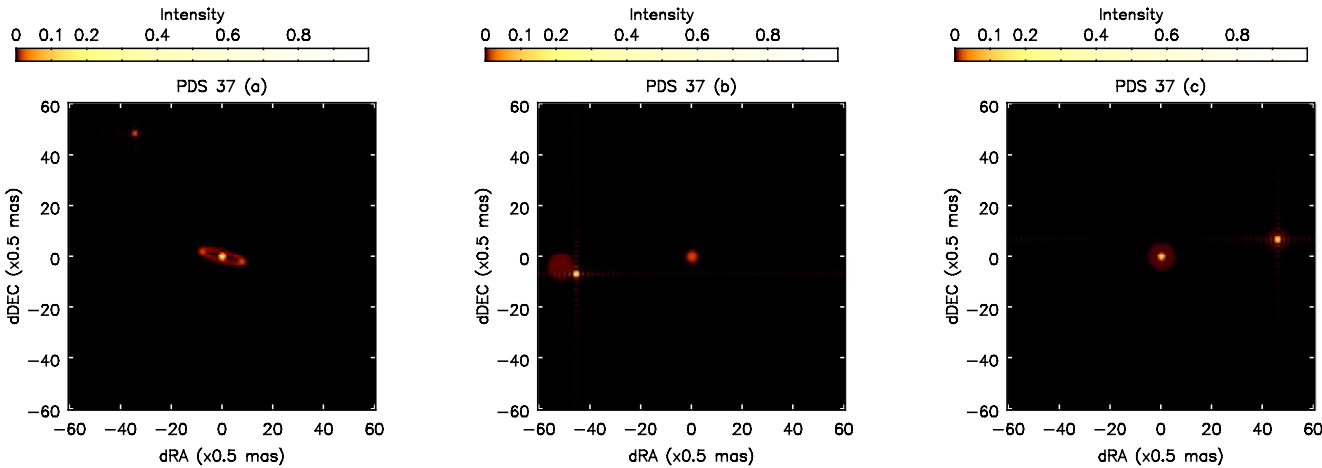
- $\beta$  の周波数依存性もあるかも。
- Band 3の代わりにBand 1だと2倍制限できる。



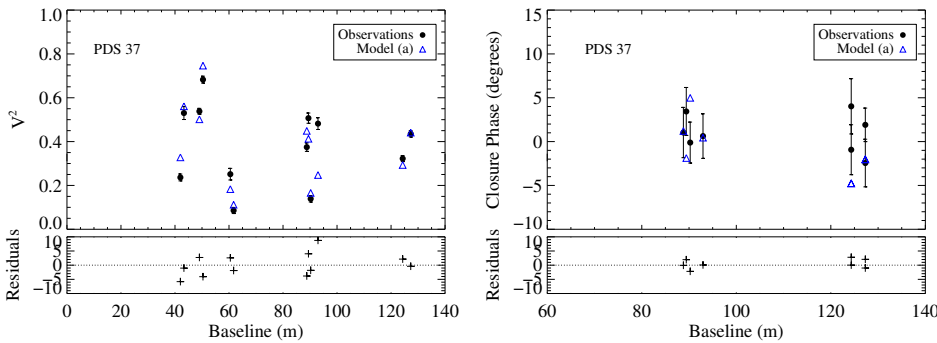
# Resolving the MYSO binaries PDS 27 and PDS 37 with VLT/PIONIER

E. Koumpia<sup>1</sup>, K. M. Ababakr<sup>10</sup>, W. J. de Wit<sup>2</sup>, R. D. Oudmaijer<sup>1</sup>, A. Caratti o Garatti<sup>3</sup>, P. Boley<sup>4,5</sup>, H. Linz<sup>6</sup>, S. Kraus<sup>7</sup>, J. S. Vink<sup>8</sup>, and J.-B. Le Bouquin<sup>9,\*</sup>

- OBの連星率は高く（MYSO,  $>16 M_{\text{sun}}$ ; 16 / 16）、進化も影響を受ける。今のところ間隔は $>45 \text{ au}$ 。
- PDS 27 ( $12 M_{\text{sun}}$ , 2.55 kpc), PDS 37 ( $11 M_{\text{sun}}$ , 1.93 kpc), 17500 K,  $10^4 L_{\text{sun}}$ ,
- VLTi, 赤外干渉計PIONIER, H band ( $1.66 \mu\text{m}$ ), 3-10 au, VLTの分光（Fe II, Ca II）も7年4回。



- ビジビリティ強度は単調ではない減少。
- 位相も $0^\circ$  や $180^\circ$  ではない。
- 単一对称だと  $\chi^2 > 100$ だが、次の3つだと $\sim 10$ 。
- (a) 星周リング、(b) 非対称連星、(c) 対称連星
- PDS 37は42-45 auの連星だろう。

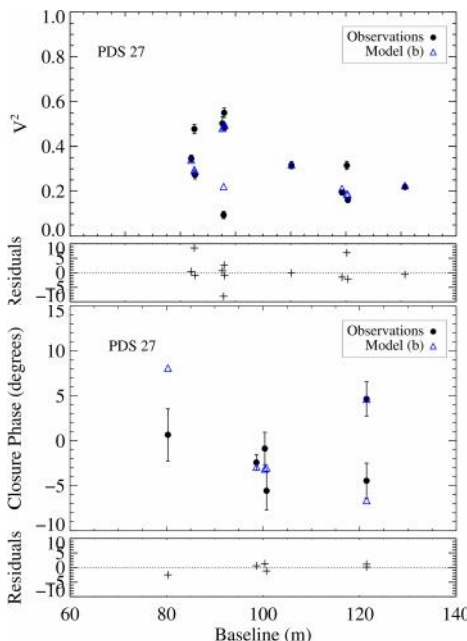
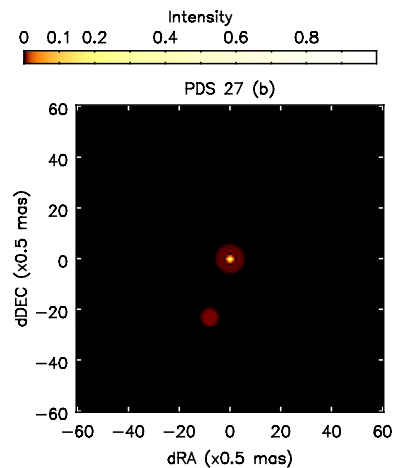
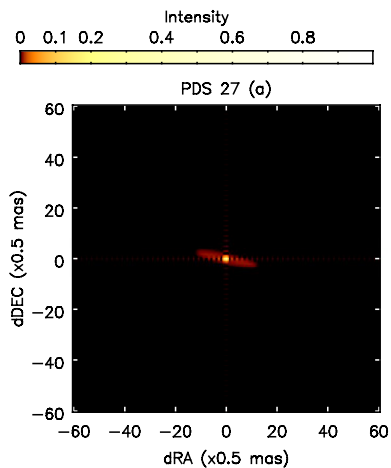


Model ring	Flux weight 1	Flux w. 2	Flux w. ring	Inner diameter mas	Width mas	PA (minor axis) degrees	Flatten ratio	x2 mas	y2 mas	
PDS 37 (a)	0.5 ± 0.4	0.06 ± 0.05	0.44 ± 0.34	7.7 ± 0.3	0.78 ± 0.25	14.0 ± 1.4	5 ± 1	−17.2 ± 0.3	24.3 ± 0.4	
PDS 27 (a)	0.5 ± 0.4		0.5 ± 0.4	2.6 ± 0.4	4.7 ± 0.2	12.6 ± 1.2	8 ± 5	0	0	
Model disk	Flux w. disk 1	Flux w. 1	Flux w. disk 2	Flux w. 2	Diameter 1 mas	Diameter 2 mas	x1 mas	y1 mas	x2 mas	y2 mas
PDS 37 (b)	0.2 ± 0.1	0.001 <sup>+0.054</sup> <sub>−0.001</sub>	0.28 ± 0.15	0.5 ± 0.3	1.9 ± 0.2	5 ± 0.3	−25.8 ± 0.2	y2 = −2.0 ± 0.3	−22.7 ± 0.1	−3.4 ± 0.1
PDS 27 (b)	0.33 ± 0.3	0.49 ± 0.44	0.18 ± 0.16	0	5.4 ± 0.3	3.0 ± 0.3	0	0	−4.0 ± 0.2	−11.5 ± 0.3
PDS 37 (c)	0.22 ± 0.18	0.35 ± 0.28	0.11 ± 0.11	0.32 ± 0.25	1.9 ± 0.2	5 ± 0.3	22.8 ± 0.1	3.4 ± 0.1	22.8 ± 0.1	3.4 ± 0.1

# Resolving the MYSO binaries PDS 27 and PDS 37 with VLT/PIONIER

の続き

E. Koumpia<sup>1</sup>, K. M. Ababakr<sup>10</sup>, W. J. de Wit<sup>2</sup>, R. D. Oudmaijer<sup>1</sup>, A. Caratti o Garatti<sup>3</sup>, P. Boley<sup>4,5</sup>, H. Linz<sup>6</sup>,  
S. Kraus<sup>7</sup>, J. S. Vink<sup>8</sup>, and J.-B. Le Bouquin<sup>9,\*</sup>



- PDS 27はビジビリティでは連星 (30 au,  $\chi^2=12$ ) かリング ( $\chi^2=10$ ) かわからない。
  - 4 epoch分光から  $e=0$ ,  $i=90$  (edge-on) を仮定。
  - 周期5.5-12年、間隔9-15 au
  - 間隔はビジビリティと同じオーダー。
  - secondary diskはフラックスがprimaryの22%で、埋まっている。間隔も近く (30 au) 周期も短い (10年)。
- high mass + 降着中の low mass か。

$$d = \frac{R_{\star}}{2} \frac{T_{\star}^2}{T_d^2}$$

- $R_{\star} \sim 12-13 R_{\text{sun}}$ ,  $T_{\star}=17500$  K,  $T_d=1500$  K (sublimation)。
  - $d=1.7$  mas (3.2 au, PDS 37), 1.5 mas (3.8 au, PDS 27)。
  - PDS 27のリングモデルを採用すると  $r_{\text{in}}=1.3$  mas で矛盾しない。
  - PDS 37だと  $r_{\text{in}}=3.8$  mas だが、小さいダストや subli 以外の穴かも。
- 今回の観測は穴の内側を分解したと言える。(連星でなければ?)

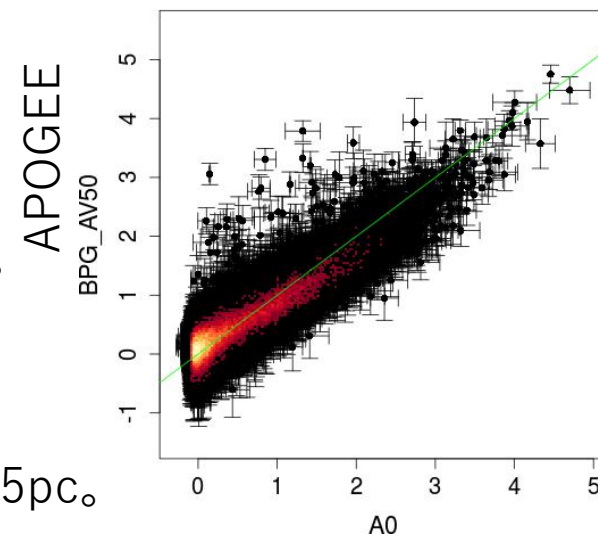
# Gaia-2MASS 3D maps of Galactic interstellar dust within 3 kpc

R. Lallement<sup>1</sup>, C. Babusiaux<sup>2,1</sup>, J.L. Vergely<sup>3</sup>, D. Katz<sup>1</sup>, F. Arenou<sup>1</sup>, B. Valette<sup>4</sup>, C. Hottier<sup>1</sup>, and L. Capitanio<sup>1</sup>

- 星間ダスト観測は赤化を戻し、星間物質と星の関わりを明らかにする。
- 減光量をトモグラフィ（CT画像など）的に復元。最も単純には視線ごと。
- 星間物質の間に空間的相関を課す（隣の視線をつなぐ）ことで3D減光密度(mg / pc)を得る。
- Gaiaの距離。視差の相対誤差20%以下に限定。
- 2MASSの分光。誤差0.05 mag以下に限定。
- 遠距離のために明るいものだけ(MG>5)。saturationも除く。
- 減光則、SED ( $\log g = -8.3 + 0.0023 T_{\text{eff}}$ )を使って、フィッティングで $A_0$ を求める。
- 2700万個が残った。過去の減光(APOGEE)とも合う。

## 3D減光密度の復元（逆変換）

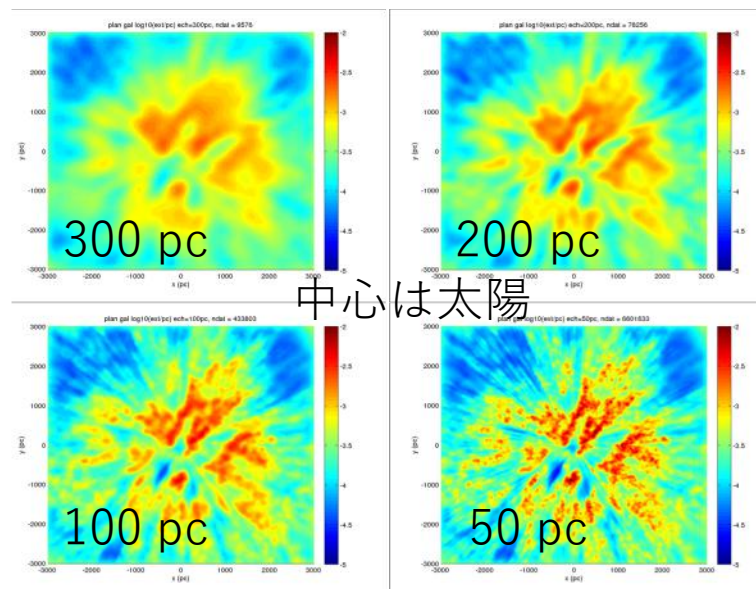
- 空間スケールを階層的に下げるという新しい手法。500, 400, 300, 200, 100, 50, 25pc。
- 減光をこのスケールで平均化  
（半分のサイズを太陽と端の間に置いた立体角と奥に半分のサイズ）。
- 箱の中の星はスケールごとに最少で10, 10, 10, 10, 5, 3, 2個。
- 復元はBayesian inversionで、一つ前の階層の3D減光密度がprior。
- 変換の共分散がこのスケールのガウシアン、このガウシアンを自己相関関数として課す（…?）。





# Gaia-2MASS 3D maps of Galactic interstellar dust within 3 kpc の続き

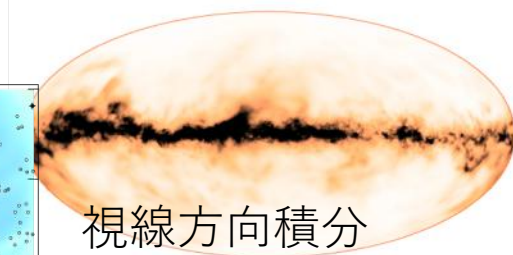
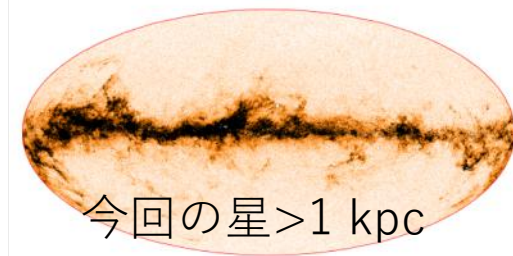
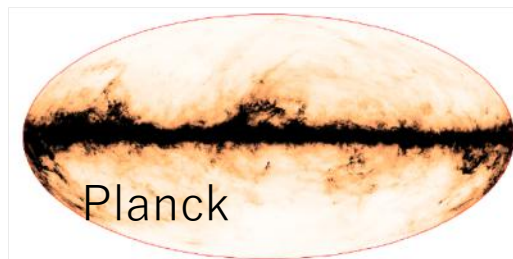
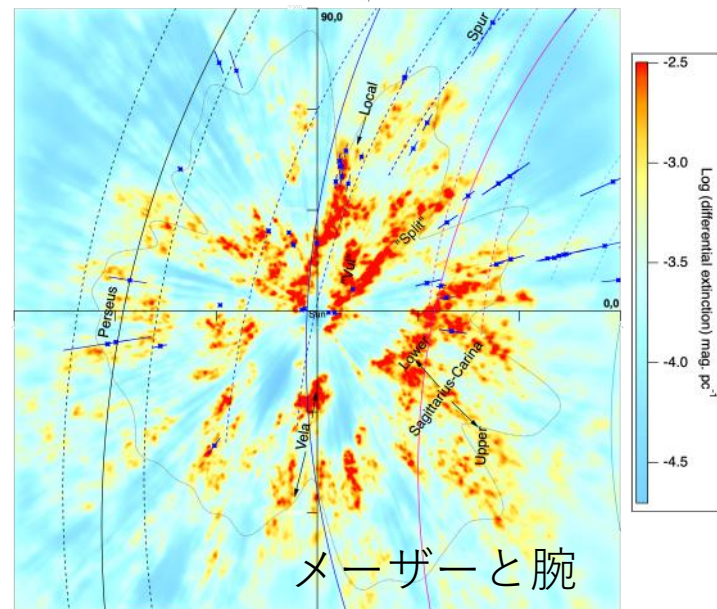
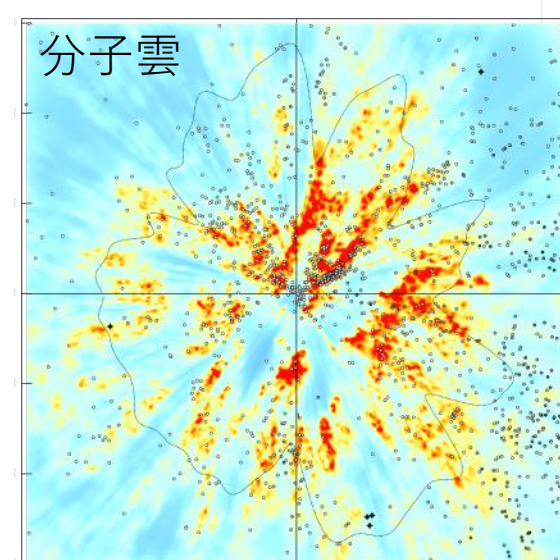
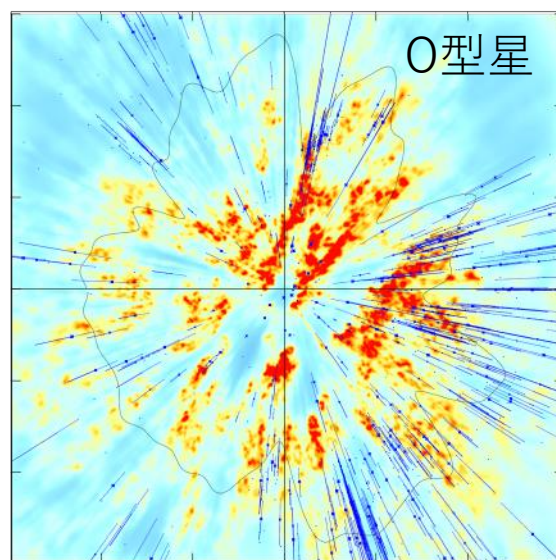
R. Lallement<sup>1</sup>, C. Babusiaux<sup>2,1</sup>, J.L. Vergely<sup>3</sup>, D. Katz<sup>1</sup>, F. Arenou<sup>1</sup>, B. Valette<sup>4</sup>, C. Hottier<sup>1</sup>, and L. Capitanio<sup>1</sup>



- 過去の方法だと相関長が1つ。
- 遠いと相関長は長いはずなので、階層的がよい。

## ダストと星形成

- Sagi腕に沿っていない。
- SplitとVulは分子雲があり、メーザーなどはない。
- Localは>1.2 kpcにある。
- Perseusにダストがない。星形成に使われたか。



Planckと比べると  
詳細がはっきりした。