

# 「あかり」全天サーベイ画像が明らかにした、 高エネルギー現象を伴う星間雲中の PAH・ダストの振る舞い

名古屋大学 近藤 徹

- ・Introduction
- ・「あかり」全天サーベイ画像の作成
- ・超新星残骸に付随するPAH・ダストの振る舞い
- ・分子雲ループに付随するPAH・ダストの振る舞い
- ・銀河風に付随するPAH・ダストの振る舞い
- ・まとめ

# PAHと々

## PAH(Polycyclic aromatic hydrocarbon) : 多環芳香族炭化水素

H I や分子雲中に存在

典型的なサイズ  $\sim 6 \text{ \AA}$

高温プラズマ中、ショック領域では

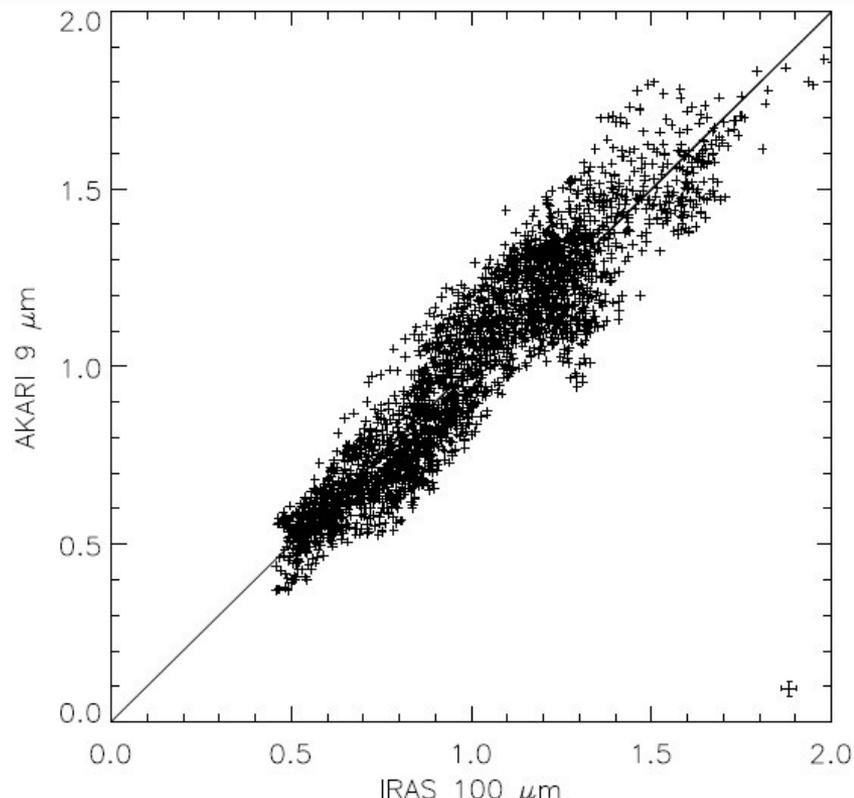
(同じサイズのダストと比較しても

$10^{12}-3$  倍寿命が短い; Tielens et al., 1991)

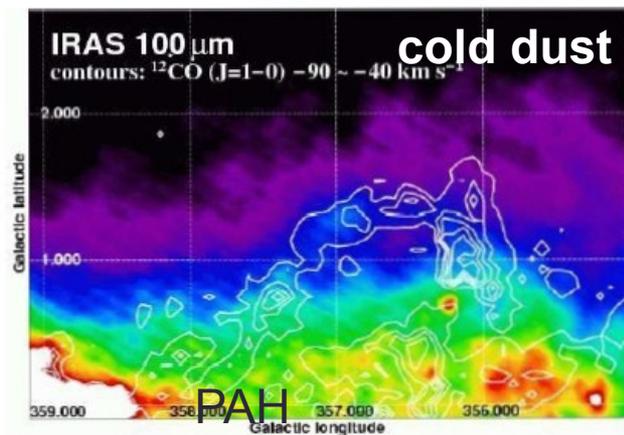
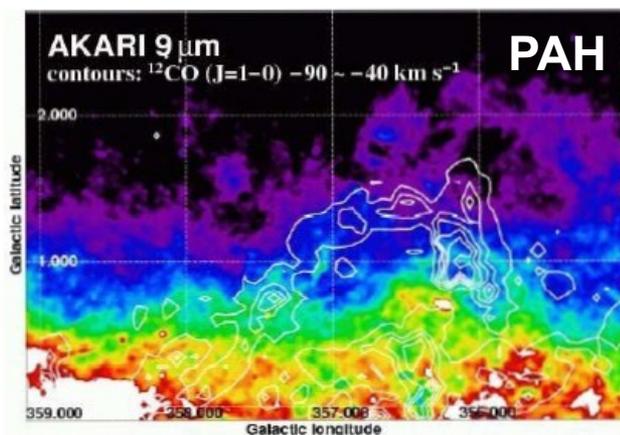
## cold dust

全ガス質量の良し

PAHと良い相関

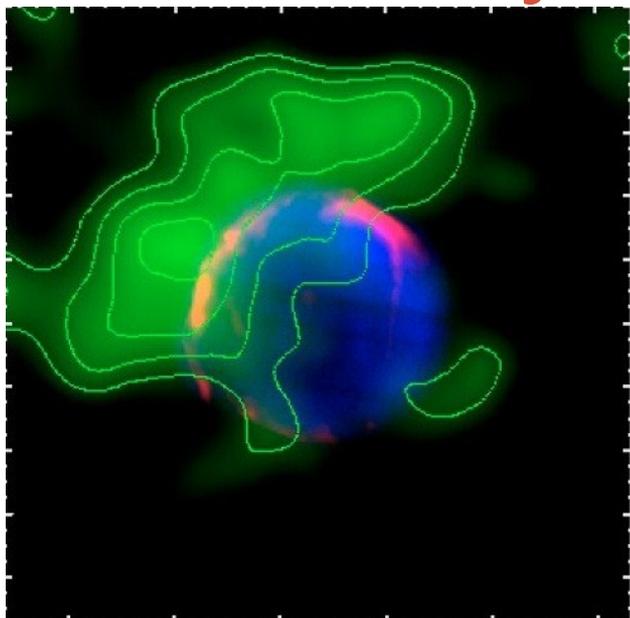


Kaneda et al., 2011



# Tycho超新星残骸

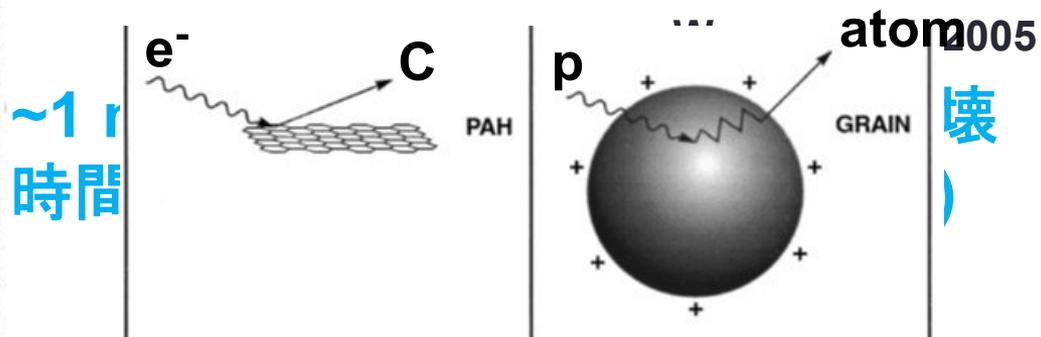
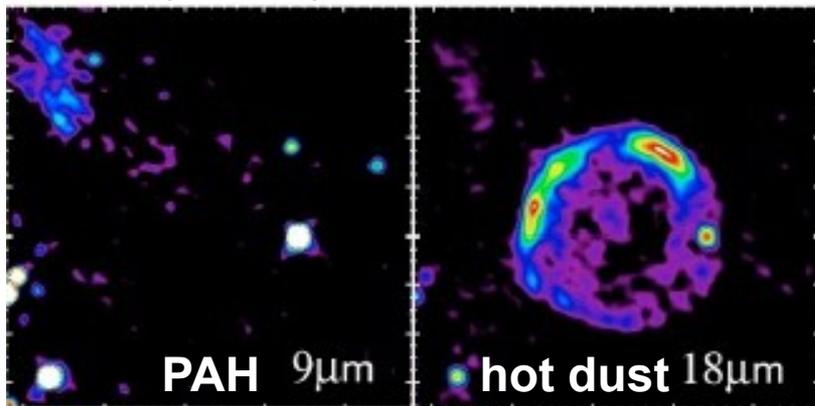
Ishihara et al. 2010



- 1572年に発見された Ia型超新星
- 距離 1.5-3.1 kpc
- 衝撃波面の膨張速度  $\sim 3000 \text{ km s}^{-1}$
- 衝撃後のプラズマ中におけるダストの滞留時間 50年

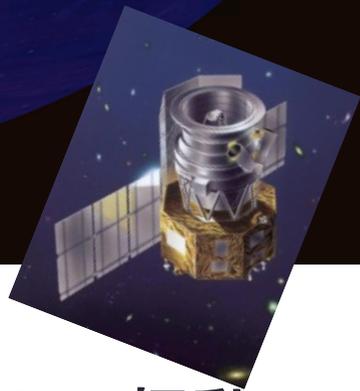
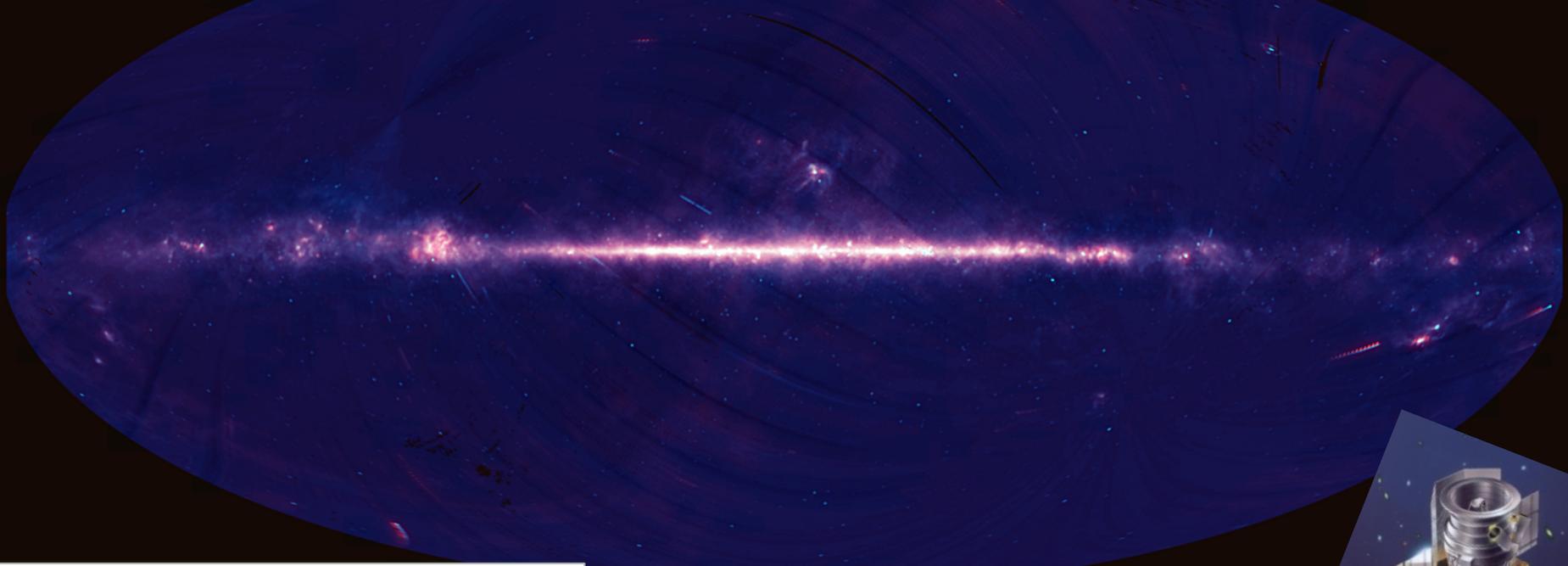
赤: 24  $\mu\text{m}$  (「あかり」), 青: X線 (「すざく」),  
 緑: CO (CGPS)

( $T_e = 8 \times 10^6 \text{ K}$ ,  $n_e = 10^{10} \text{ m}^{-3}$ )

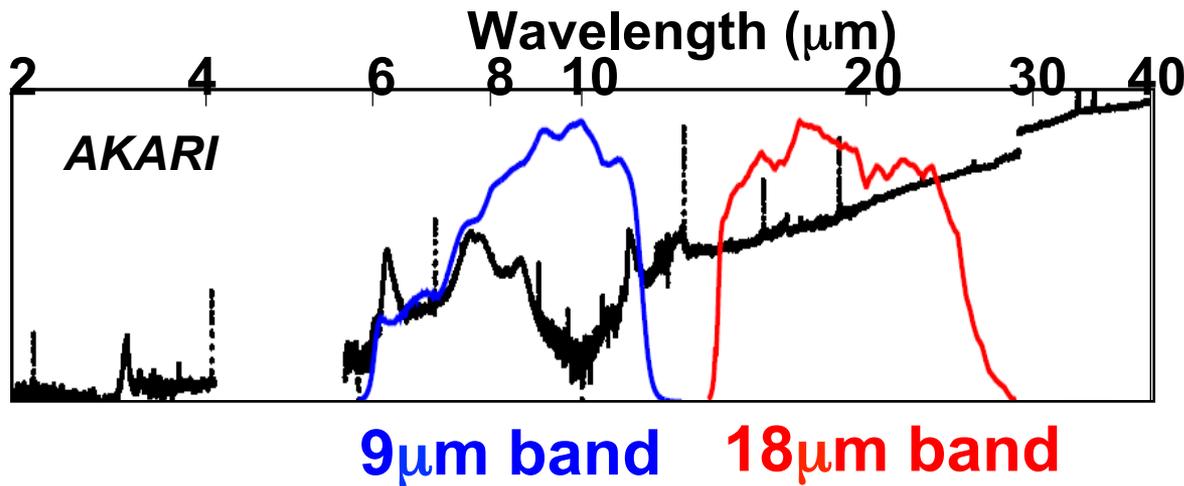


壊)

# 「あかり」による中間赤外線全天サーベイ



青: 9  $\mu\text{m}$ 、赤: 18  $\mu\text{m}$ の2色合成図



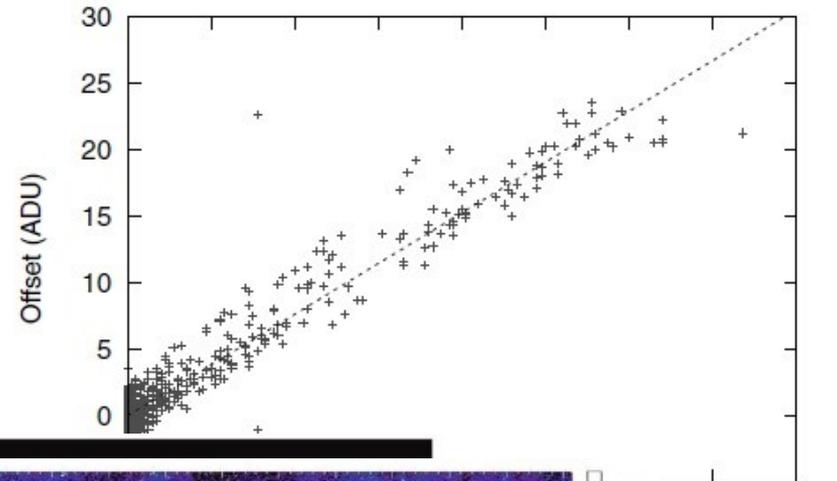
- **9  $\mu\text{m}$ 帯**  
PAHによるC=C振動  
フィーチャー
- **18  $\mu\text{m}$ 帯**  
hot dustからの熱放射

# マップ作成における問題と補正

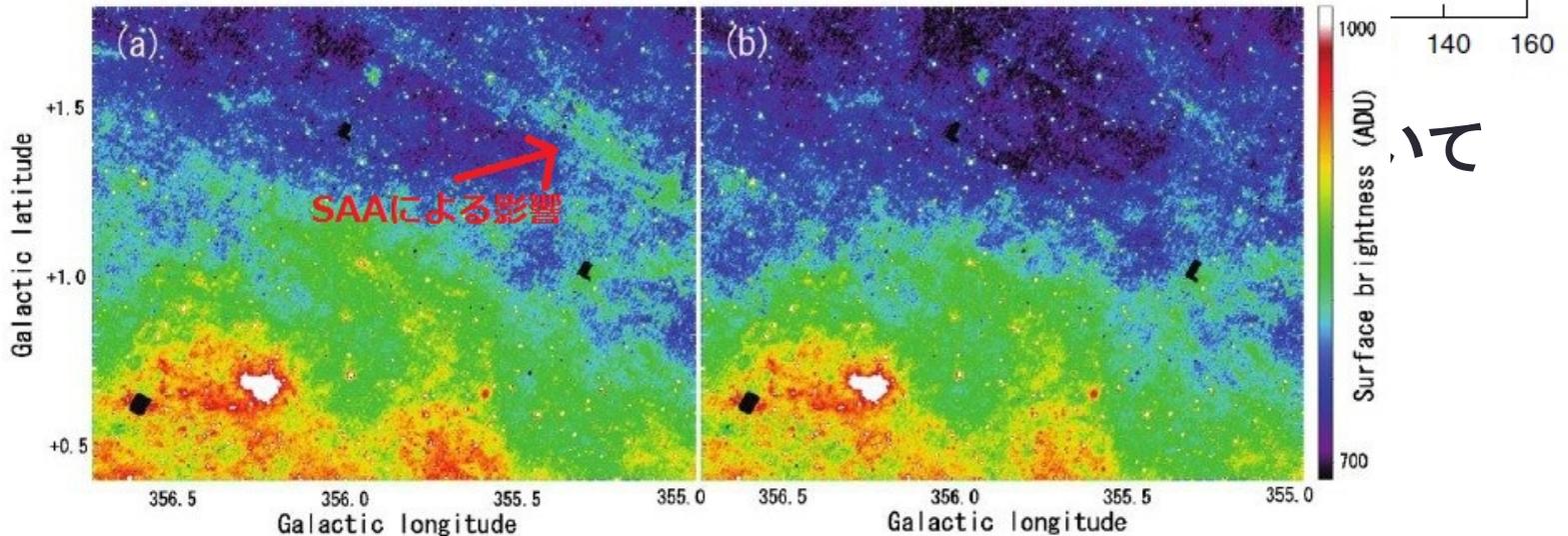
## 例1: SAAの影響の補正

Mouri et al. 2011

- **SAA(South Atlantic Anomaly)**  
地球磁場の弱い領域であり、低出力値のオフセット変化として現
- **SAAによる影響**  
出力値のオフセット変化として現



- **補正**  
放射  
補正す

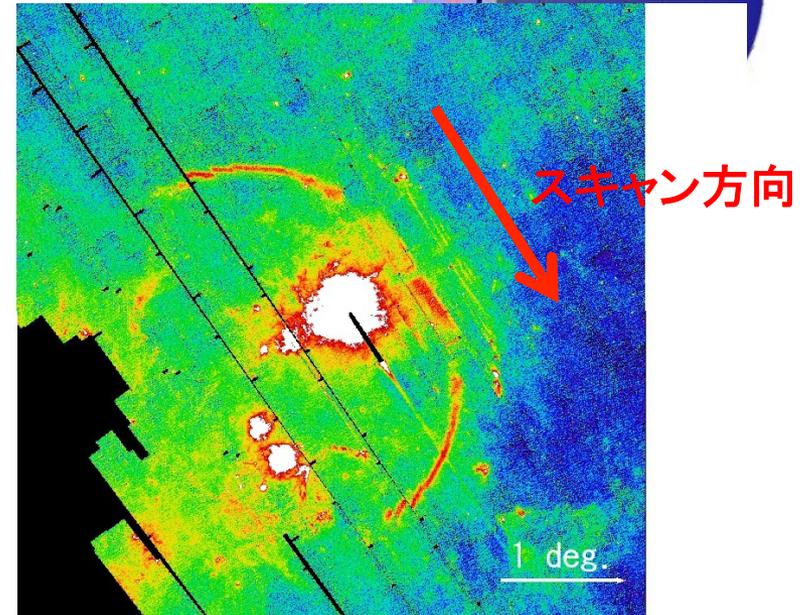
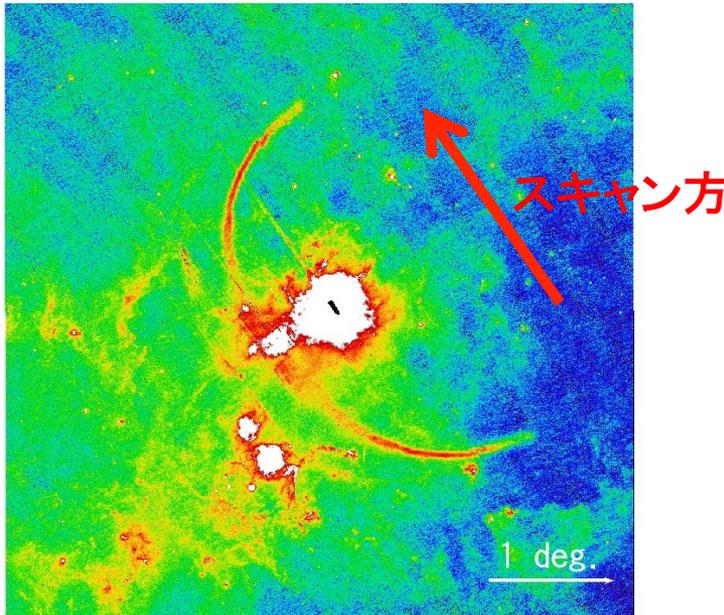
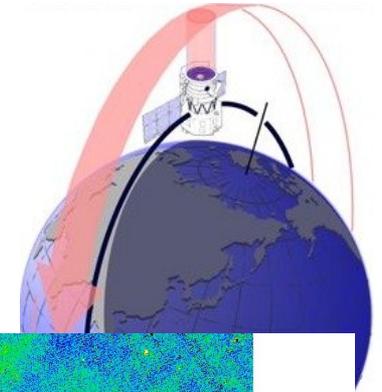


補正前 出力値のオフセット量補正後

「あかり」18  $\mu$ m

## 例2: 明るい天体からの迷光

- 望遠鏡が衛星は天体を発見を迷光が出て  
後には同じ領域を逆方向にスキャン。
- スキャン方向によって迷光の出る向きが  
逆になる。

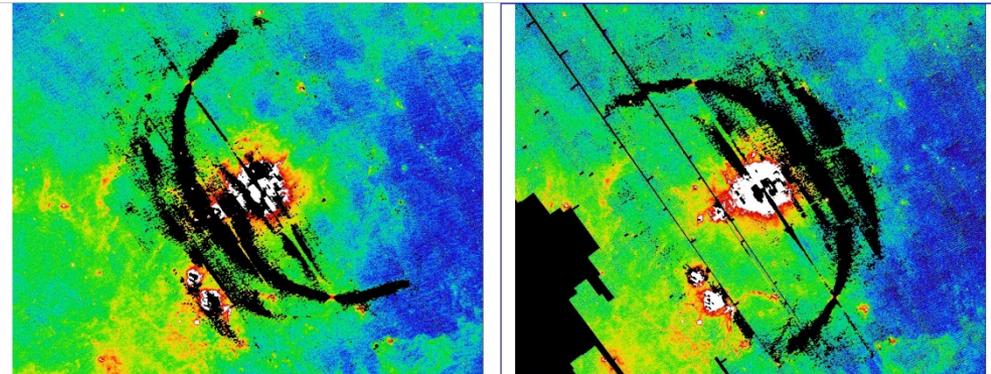
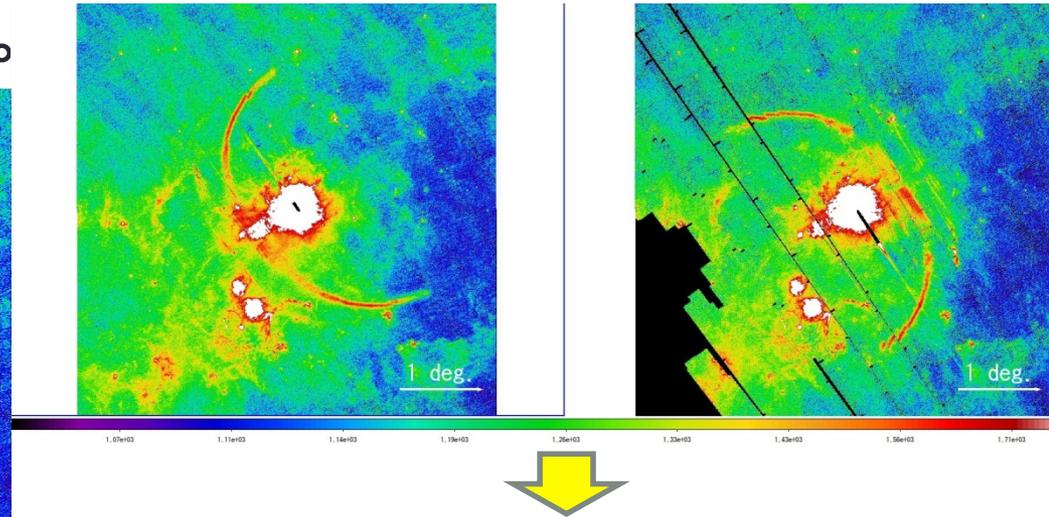
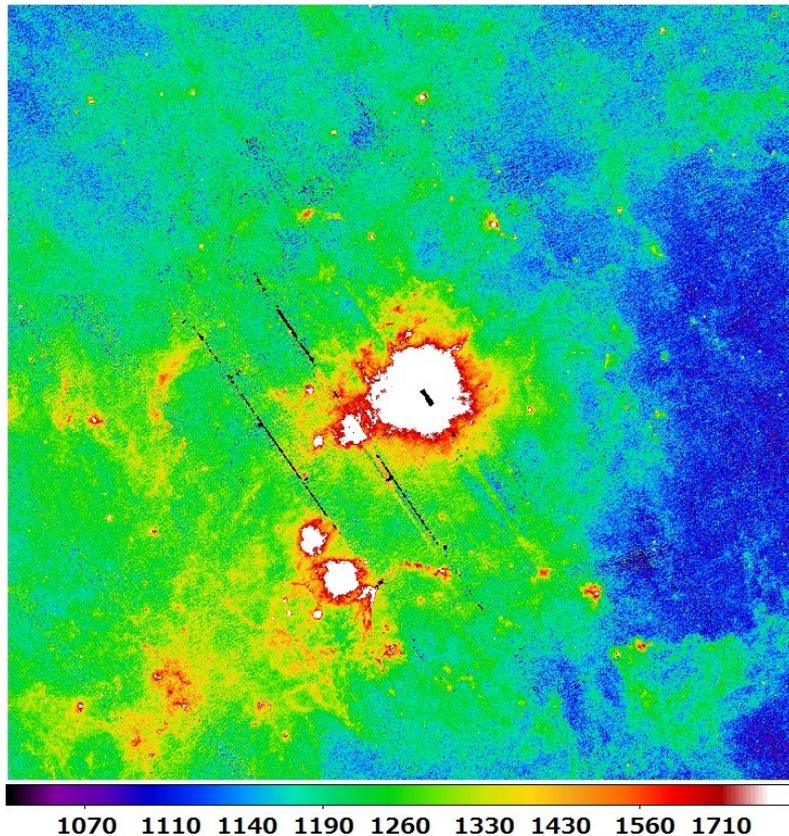


1.07e+03 1.11e+03 1.14e+03 1.19e+03 1.26e+03 1.33e+03 1.43e+03 1.56e+03 1.71e+03

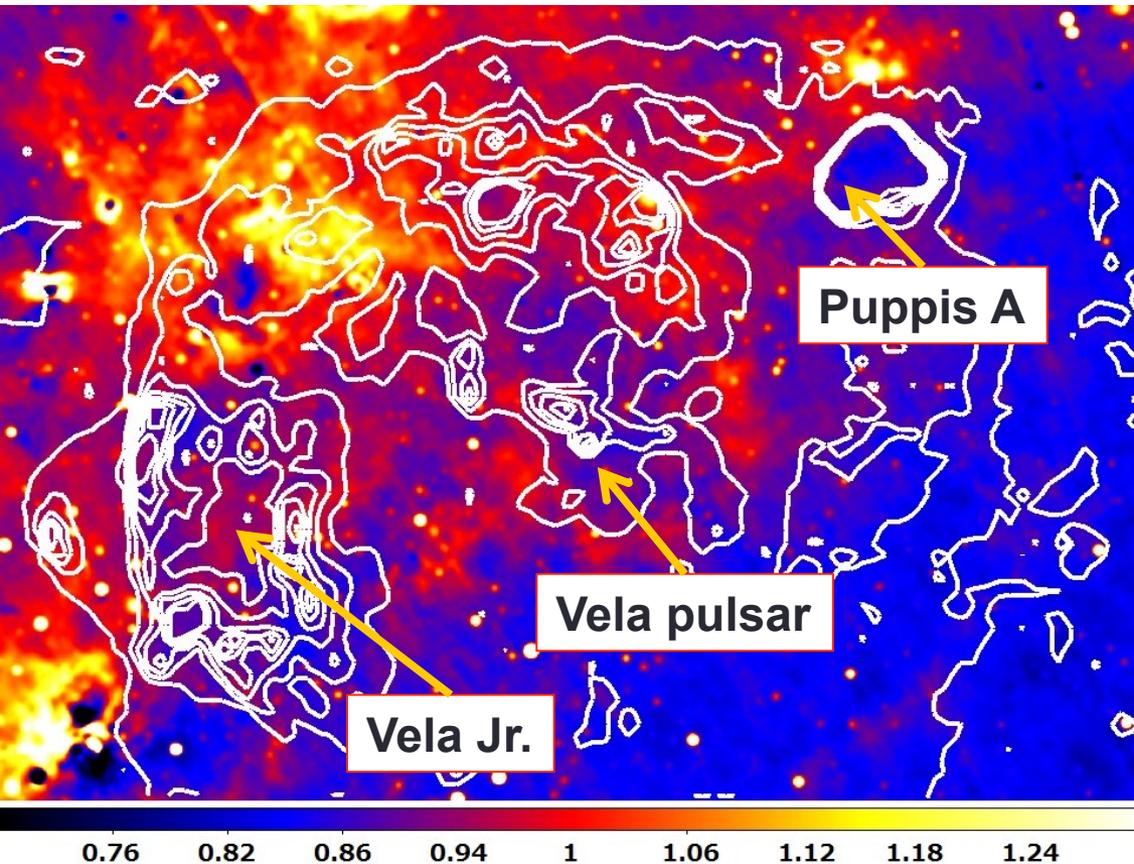
RCW 38「あかり」18  $\mu\text{m}$

## 例2: 明るい天体からの迷光

- 異なる季節の同画像域の画像の差をとり、その平均値からずれている部分をマスクする。



# Vela超新星残骸

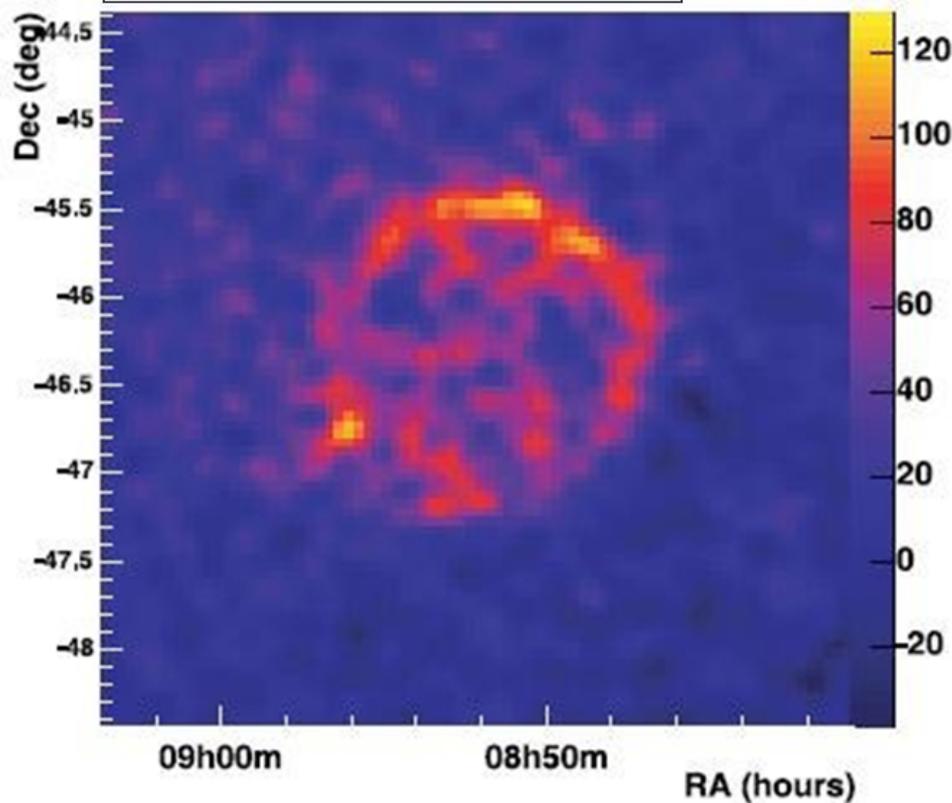


- 11000年前に爆発した超新星残骸
- 距離 250-600 pc  
(Cha et al.1999; Davies 1969)
- 9  $\mu\text{m}$ とX線が反相関  
⇒ **高温プラズマ領域でPAHは破壊されている**

color of  $9\mu\text{m}$ , contour of X線 (線) (SAO SAT)

# Vela Jr. (RX J0852.0-4622)

Aharonian et al. 2007b



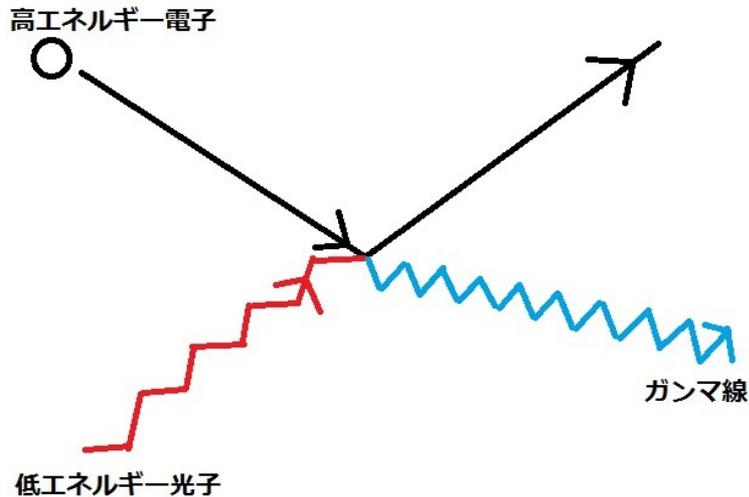
- 直径  $\sim 2^\circ$
- 距離 0.2~1 kpc?

TeVガンマ線(HESS)

# ガンマ線の放射機構

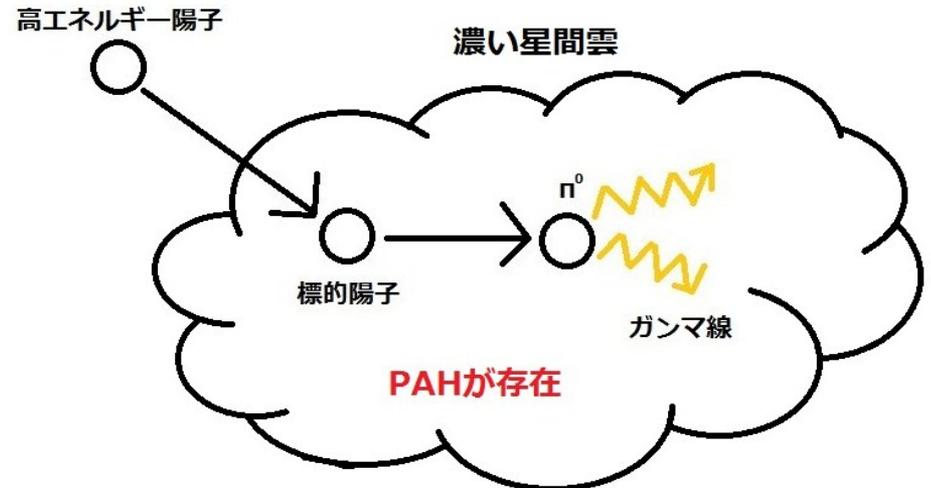
- 電子起源(逆コンプトン散乱)

高エネルギー電子がエネルギーの低い光子(CMB、IR)を散乱することで、光子のエネルギーをガンマ線までたたき上げる。

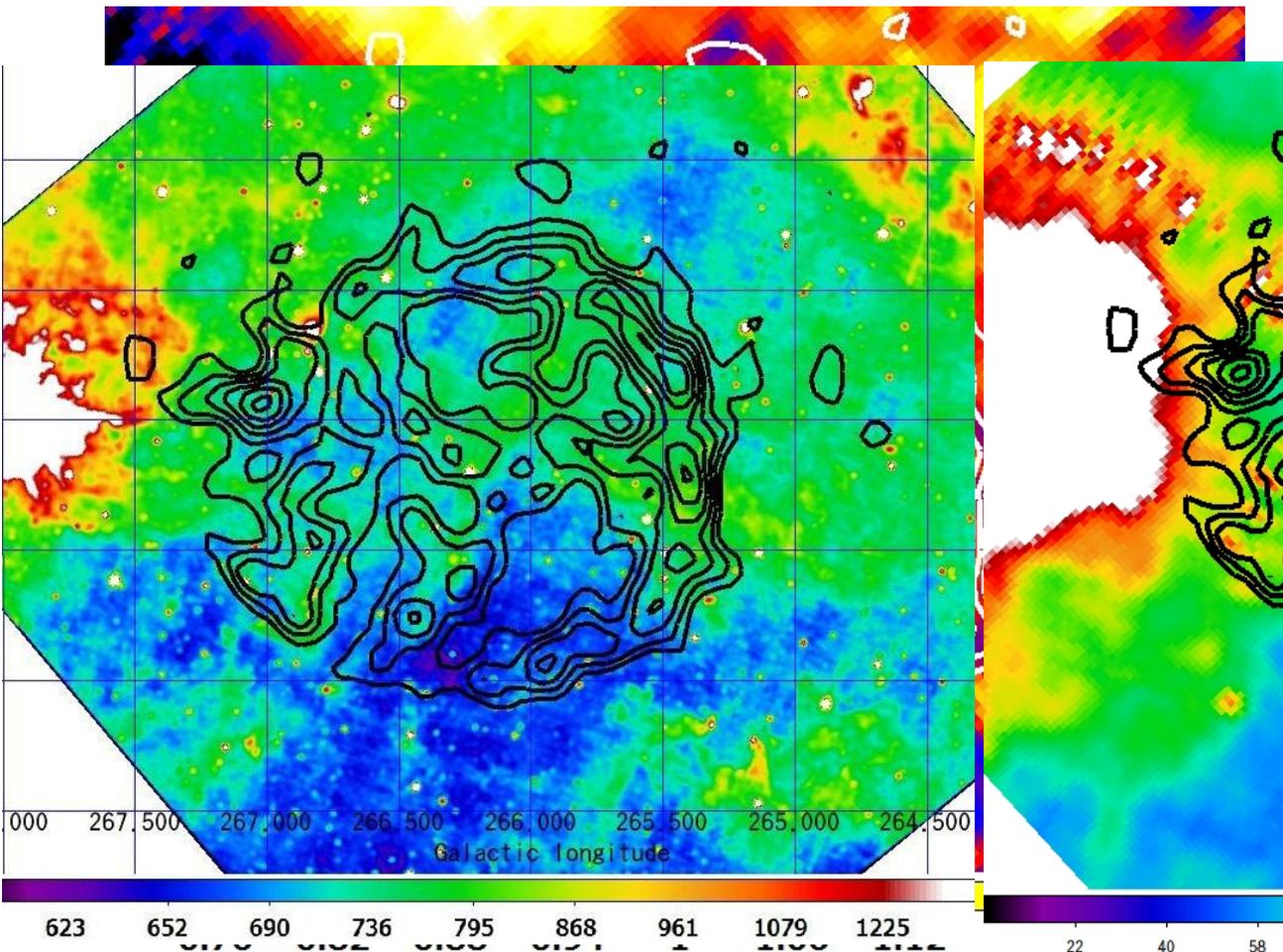


- 陽子起源( $\pi^0$  生成、崩壊)

陽子-陽子間の衝突により $\pi^0$ 中間子を生成し、それが崩壊することでガンマ線を放射。



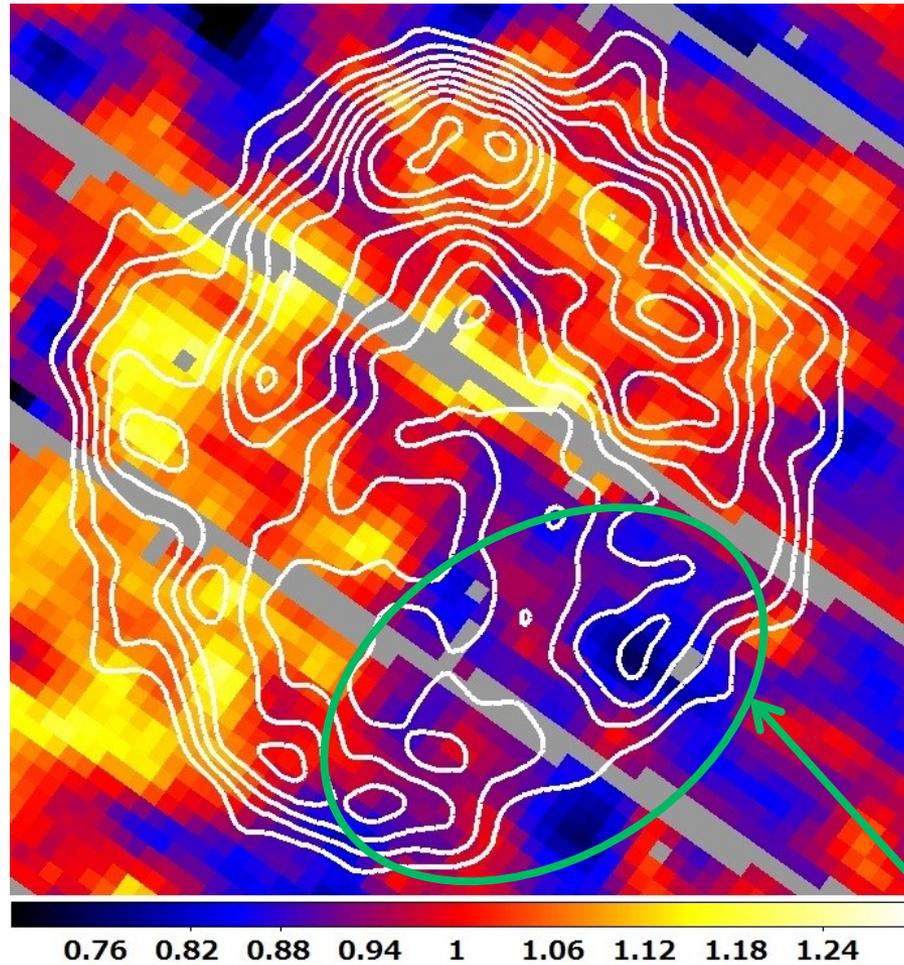
# Vela Jr.



- ガンマ線強度によるPAH/dust比に系統的な違いは見られない。
- TeVガンマ線の強い方向に、衝撃波によってPAHが選択的に破壊されているような領域は存在しない。
- **濃い星間雲の存在**  
⇒ **陽子起源を示唆**

color: 9 μm/IRAS 100 μm, contour: ガンマ線 (HESS)

# RX J1713.7-3946



- 直径  $\sim 1^\circ$
- 距離  $\sim 1$  kpc  
(Fukui et al.2003)
- 半径  $\sim 9$  pc@1 kpc
- 年齢  $\sim 1600$ 年  
(Fukui et al. 2003; Wang et al. 1997)
- 衝撃波面の膨張速度  
 $\sim 3000$   $km\ s^{-1}$   
(Zirakashvili & Aharonian 2007;  
Uchiyama et al. 2003,2007)

TeVガンマ線の強い方向で  
PAH/dust比が落ちている。  
濃い星間雲の不在(標的陽子  
が少ない)

**電子起源のガンマ線？**

color:「あかり」9  $\mu m$ /IRAS 100  $\mu m$ , contour:ガ

# 銀河系中心部分の分子雲ループ

Kaneda et al. 2011

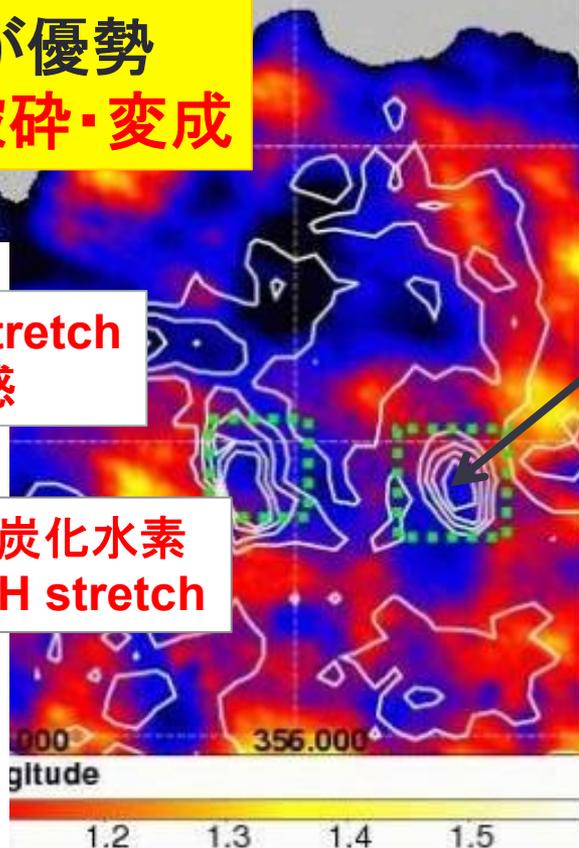
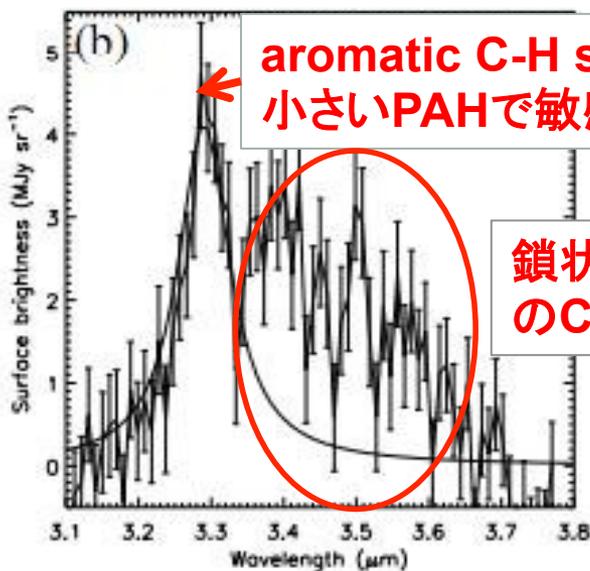
ループの根元部分において3.3  $\mu\text{m}$ のフィーチャーが見られない。

⇒ shock heatingによる小さいPAHの破壊

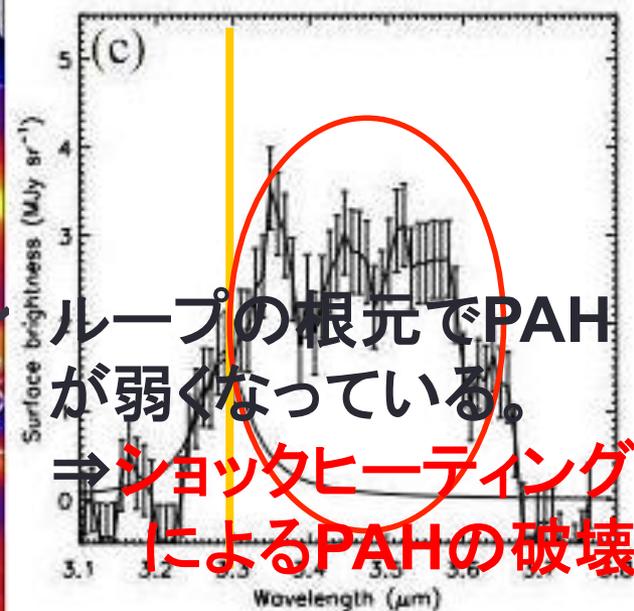
またサブフィーチャーが優勢

⇒ カーボンダストの破碎・変成

Galactic latitude



パーカー不安定



AKARI 9  $\mu\text{m}$ /IRAS 100  $\mu\text{m}$

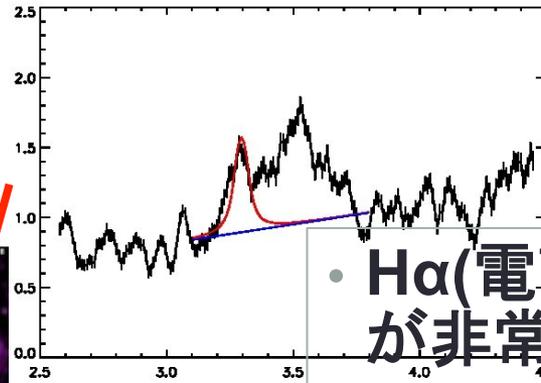
Kaneda et al. 2010

Yamagishi et al. in prep.

・フローがH $\alpha$ やX線で

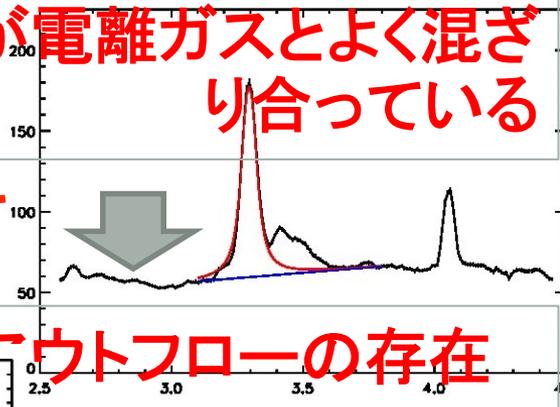
- ・活発な星形成銀河であり観測されている。

PAH

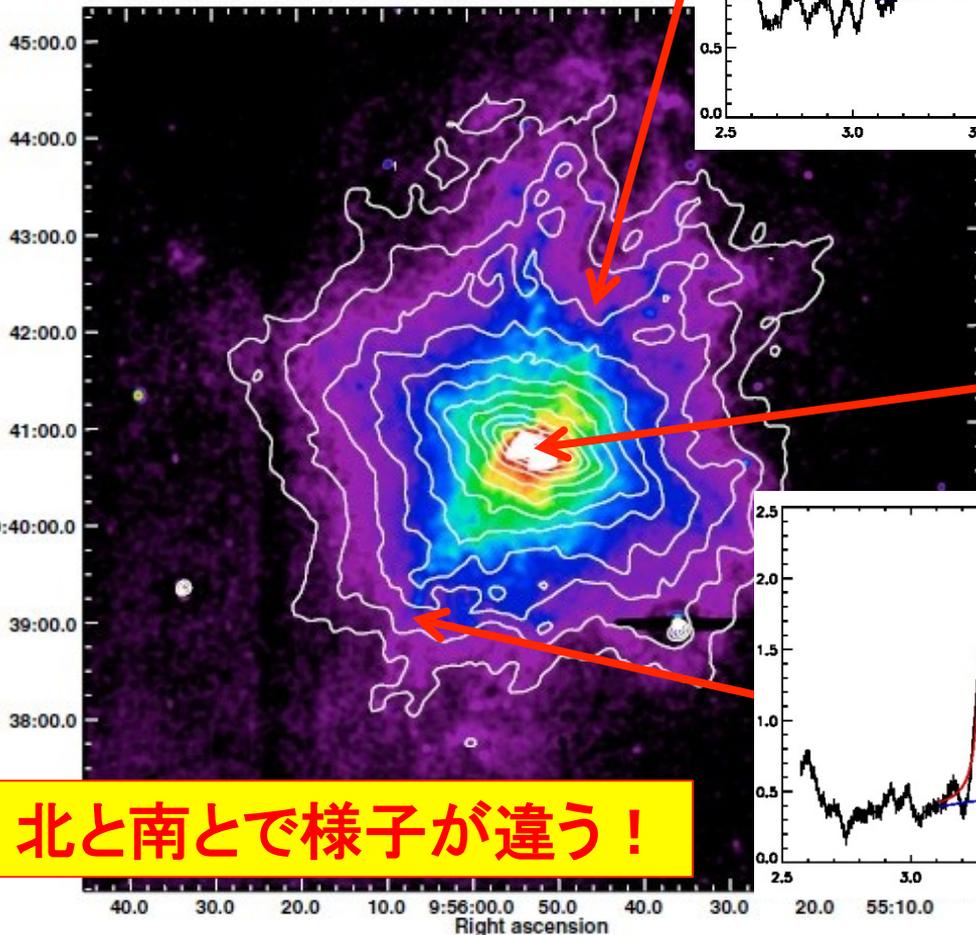
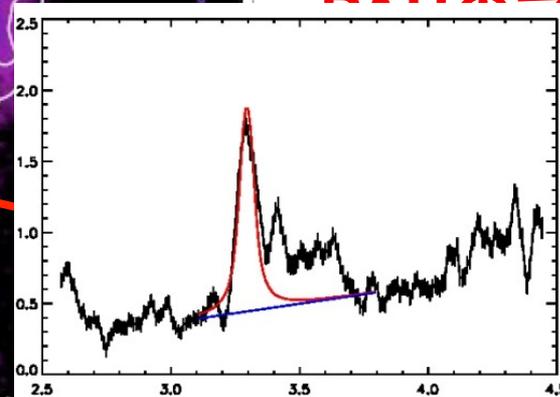


- ・ H $\alpha$ (電離ガス)と7  $\mu$ m(PAH)が非常に良い相関

⇒ PAHが電離ガスとよく混ざり合っている



PAHアウトフローの存在



北と南とで様子が違う!

color: H $\alpha$ , contour: 7  $\mu$ m

## まとめ

- 9  $\mu\text{m}$ 、100  $\mu\text{m}$ の空間変化と、近赤外線3.3  $\mu\text{m}$ 、3.4-3.6  $\mu\text{m}$ のフィーチャー変化という二つの手法を用いて星間環境を調べた。
- RX J1713.7-3946の一部において電子起源のガンマ線放射の兆しが見られた一方で、Vela Jr.ではそのような兆しは見られなかった。
- 分子雲ループの根元でPAHが破壊され、またカーボンダストが変成を受けている。
- M82の南側のアウトフローでは3.3  $\mu\text{m}$ のPAHのフィーチャーが見えていたのに対し、北側ではサブフィーチャーが優勢であった。
- そのために重要となる中間赤外線全天マップの作成を行った。