

# 可視光による Lockman Hole 近傍 の赤外線シラスの観測

---

家中信幸

川良公明、浅見奈緒子、鮫島寛明、清水孝則(東京大)  
松岡良樹(名古屋大)、大藪進喜(JAXA)、山本哲生(北大)

# 赤外線シラス

Infrared Cirrus (Low et al. 1984)



- 遠赤外線で見られる広がった成分
- まわりの星からの光によって温められた星間塵の熱放射

IRAS 100um (10° × 10° )

# 赤外線シラスと可視光の関係

- 赤外線シラスは星間塵が周辺の星からの光を吸収し、そのエネルギーを赤外線で再放射したもの。
- 星間塵は星からの光を吸収するだけでなく、散乱もしている。



シラスは遠赤外線と可視光の両方で観測できるはず

光学的に薄い領域では

どちらの強度もダストの量に比例するはず

**可視散乱光 (DGL)  $\propto$  遠赤外線**

# 観測の目的

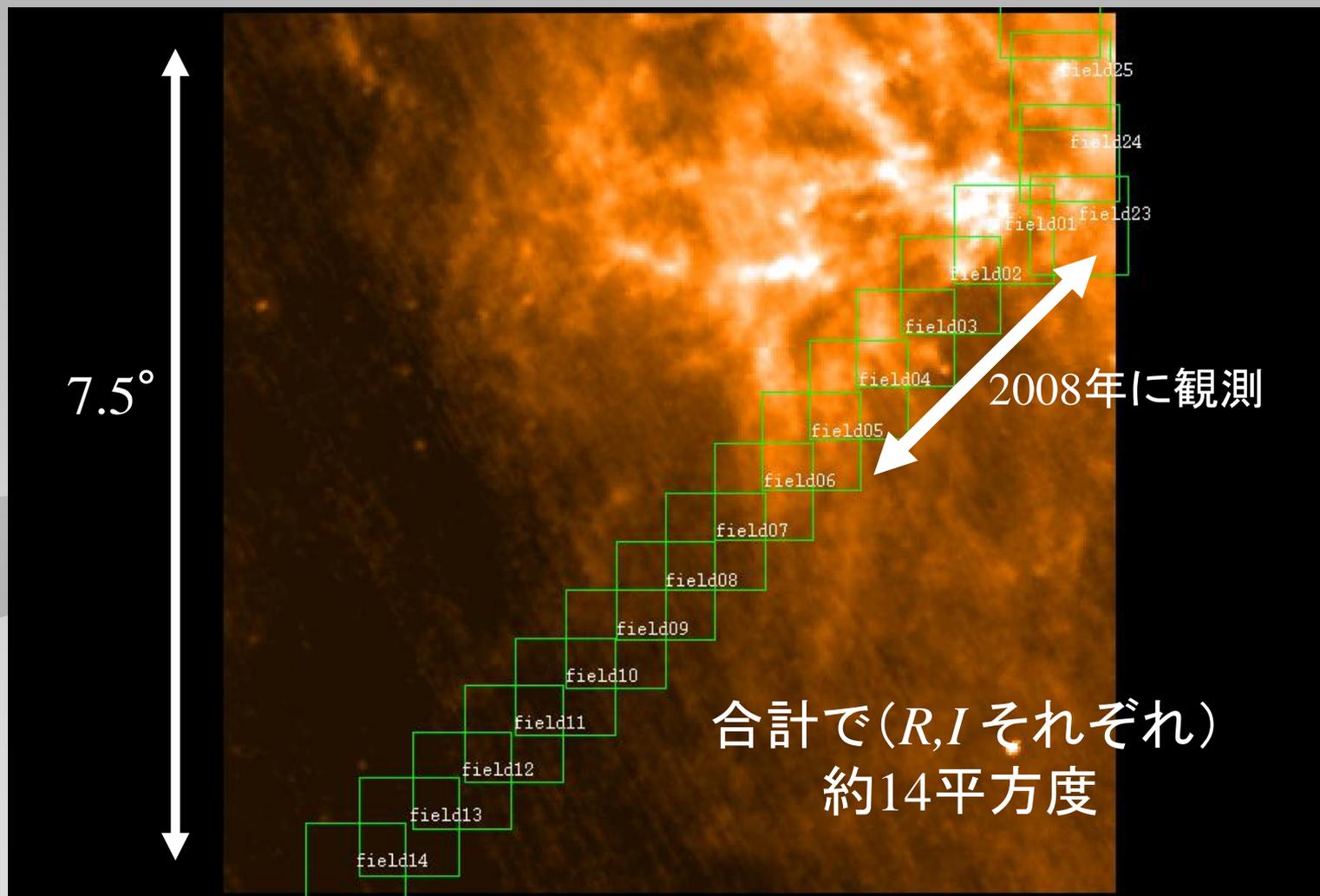
- 赤外線シラスと可視光の間に相関関係があれば、これを利用して星間ダストに起因する成分を分離することができる。
  - 可視光宇宙背景放射の測定
  - ダストの分布に関する情報
  - 赤外線シラスに埋れた遠方の赤外線天体の検出

この遠赤外線と可視光の相関関係を明らかにするために  
木曾シュミット望遠鏡で赤外線シラスを観測した

# 観測の概要(1)

- 観測装置
  - Kiso Schmidt 105cm (FOV: 50' × 50')
- 観測時期
  - 2008.4.4-7 / 2009.2.17-23 / 2009.5.24-31
- 観測領域
  - Lockman Hole の付近 ( $b \sim 40^\circ$ )
  - 遠赤外線強度が比較的強い部分から極小となる部分まで
- 観測波長
  - B, R - band* 900sec (300 × 3)

# 観測の概要(2)

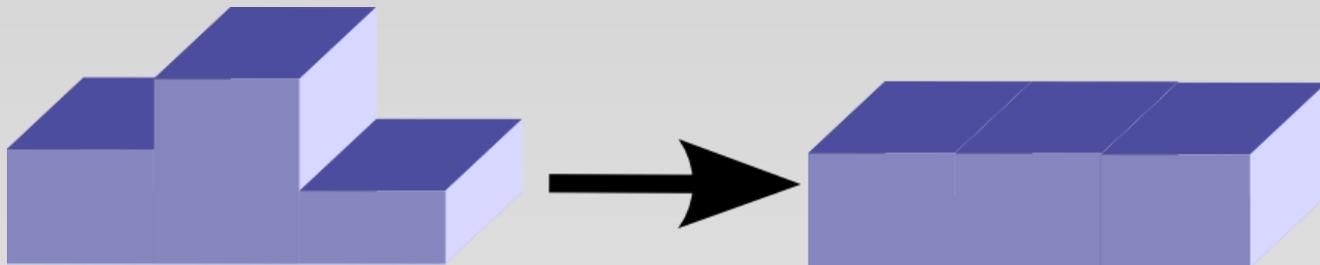


# 解析の手順

1. Bias, Flat-field
  - 通常の手順で行なう
2. 同じ領域の3枚の足し合わせ
  - それぞれの画像で空の明るさが同じになるように定数を加減して足し合わせる
3. 画像から星・銀河を除去
  - SExtractorを用いる
4. 重なりあう2枚の間での空の明るさの補正
  - 重なり合う部分の空の明るさが同じになるように定数を加減する

# 解析：重ね合わせ

- 空の明るさ = 大気の夜光 + 宇宙から来る光  
(時間変動する) (一定)
- 1フレームの領域での時間変動は、どこでも同じであると仮定
- 画像の最頻値 (Mode) を空の明るさとする
- 定数を加減することで、一枚目に合わせる  
(ファクターの掛算でスケールしない)



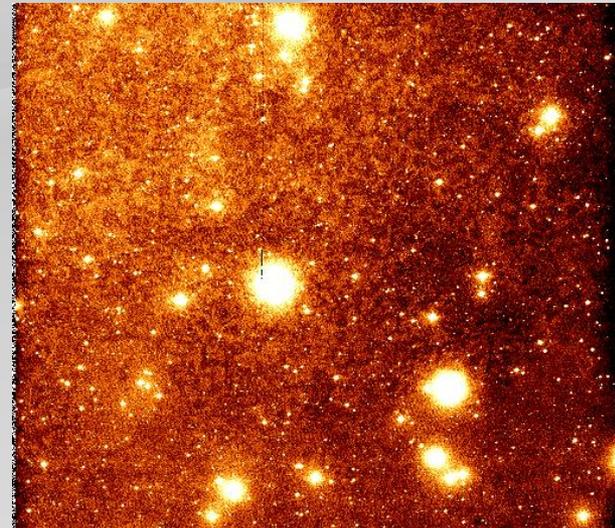
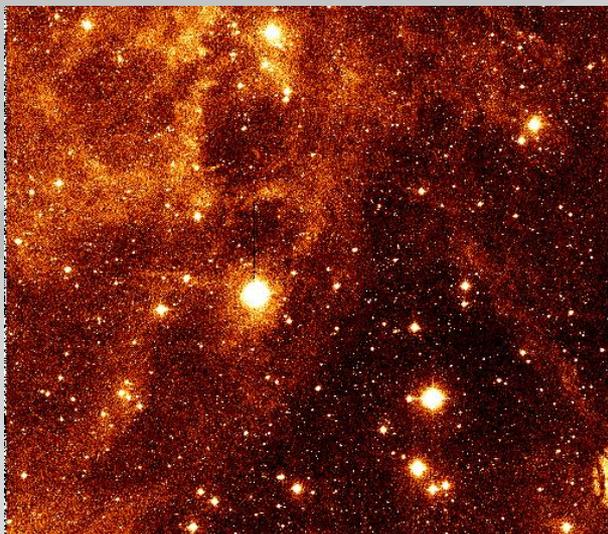
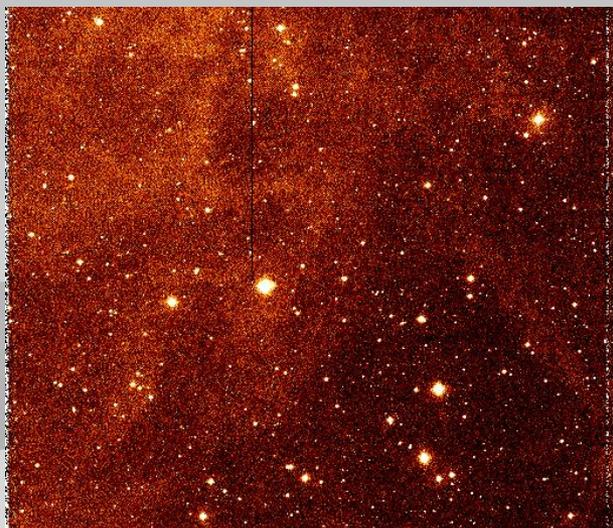
# 解析：重ね合わせ

- 遠赤外線が観測領域中で最も強い部分 (field01)

B (900sec)

R (900sec)

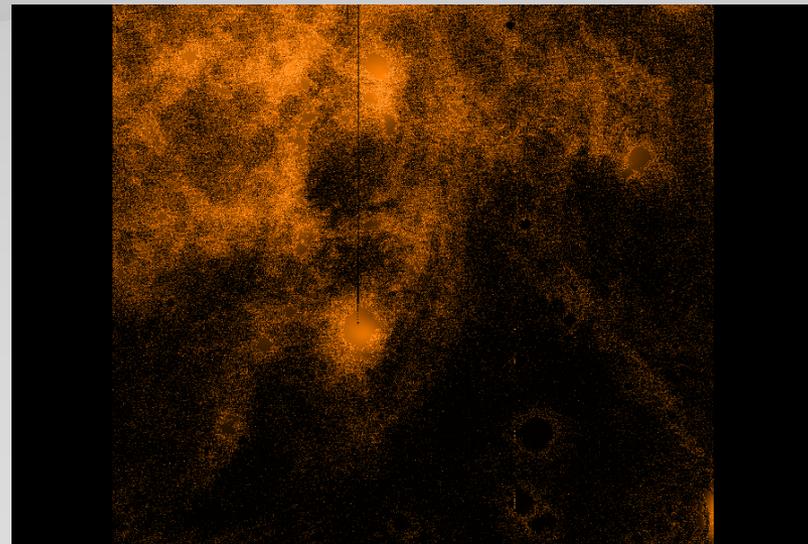
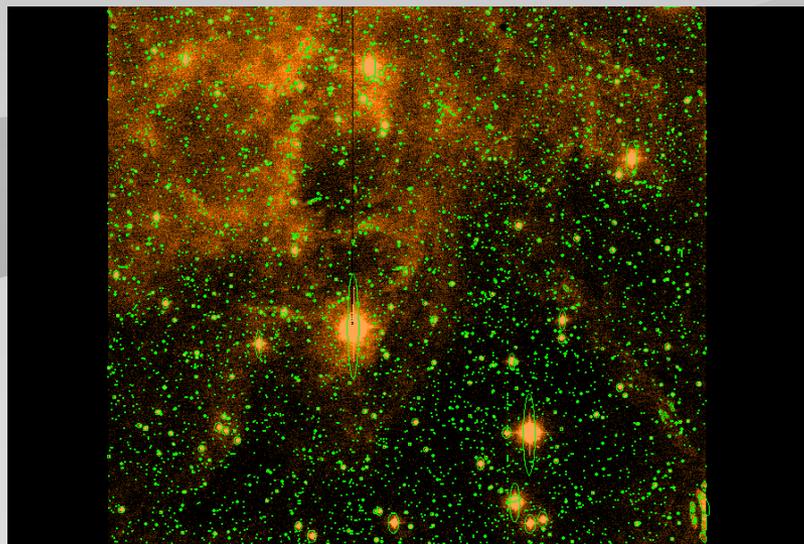
I (300sec)



← 50' →

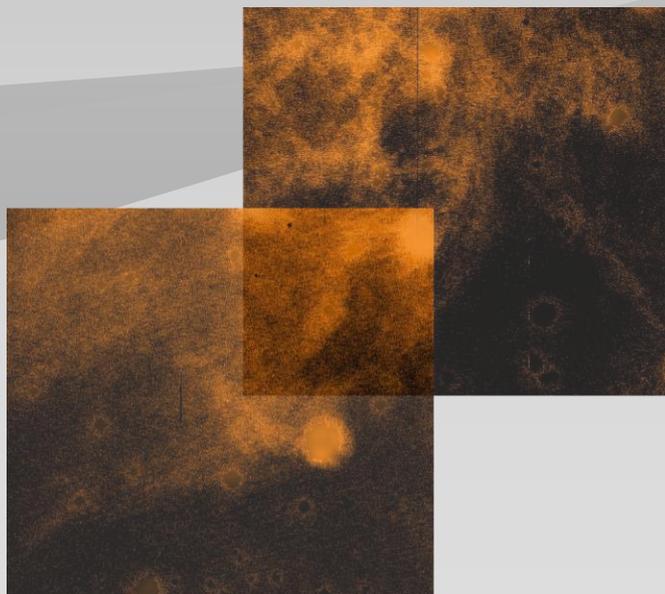
# 解析：画像から星・銀河を取り除く

- 宇宙から来る光 = 星・銀河の直接光  
+ 散乱光
- SExtractor で天体を検出し、その成分を元の画像から差し引く



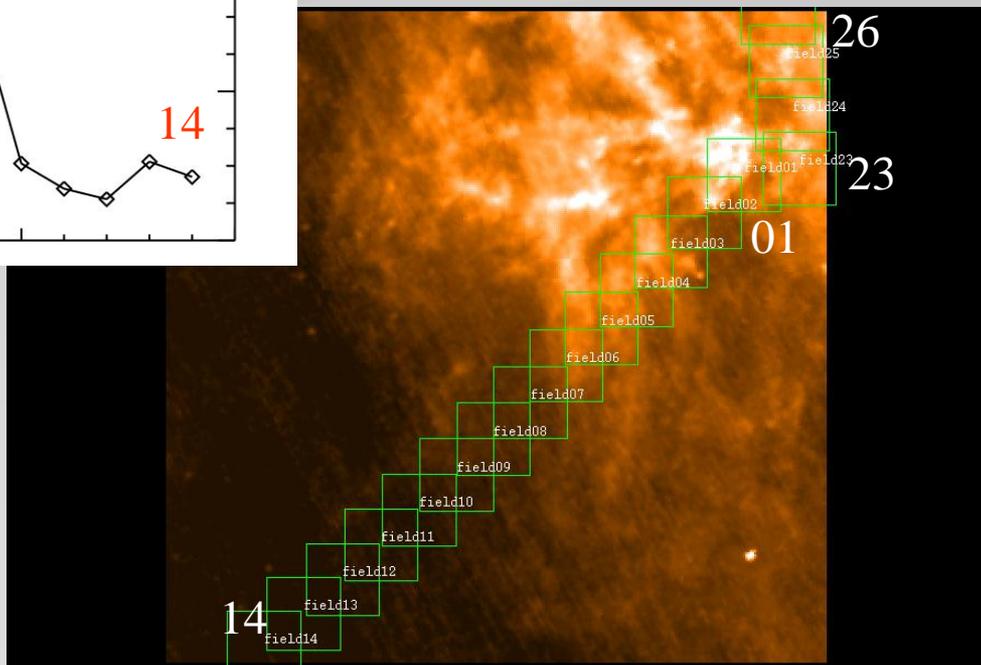
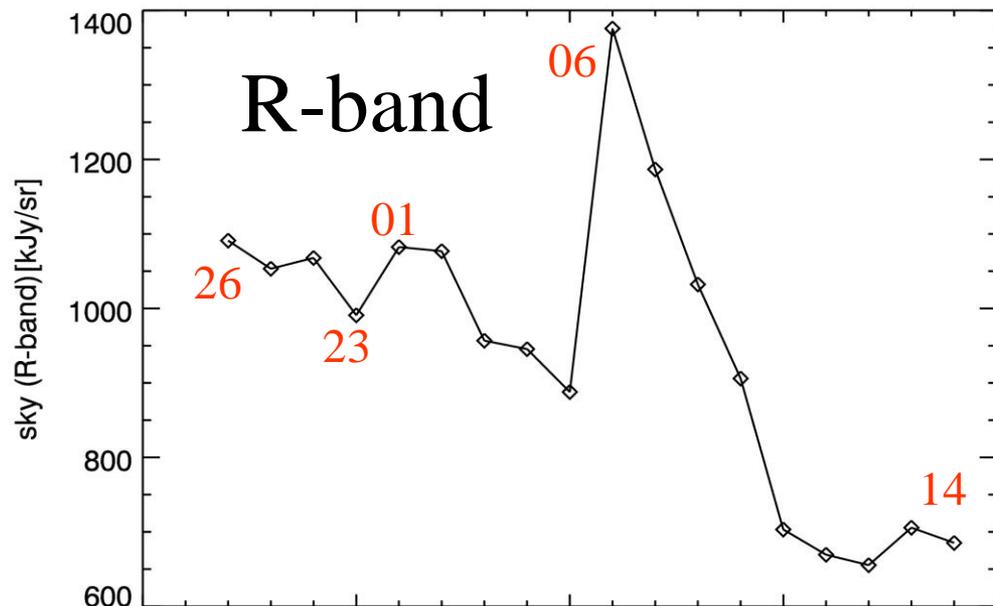
# 解析：フレーム間の明るさの補正

- 画像の輝度 = 大気の夜光 + 散乱光成分  
(時間変動する) (一定)
- 夜光の強度をすべてのフレームで同じ値にする
- 重複して観測している領域を用いて、フレーム間のオフセットを計算

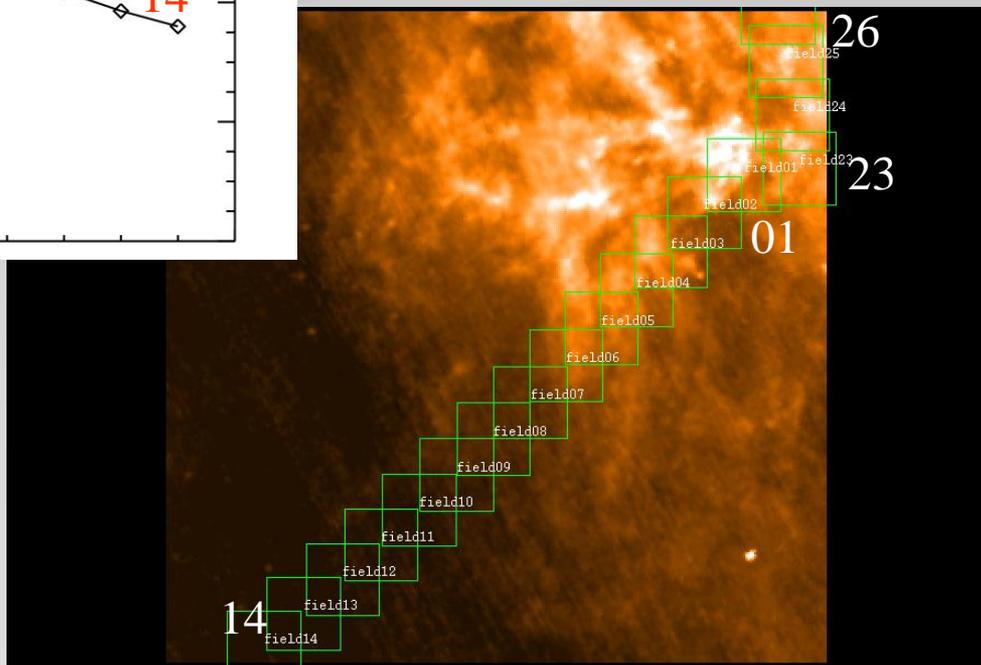
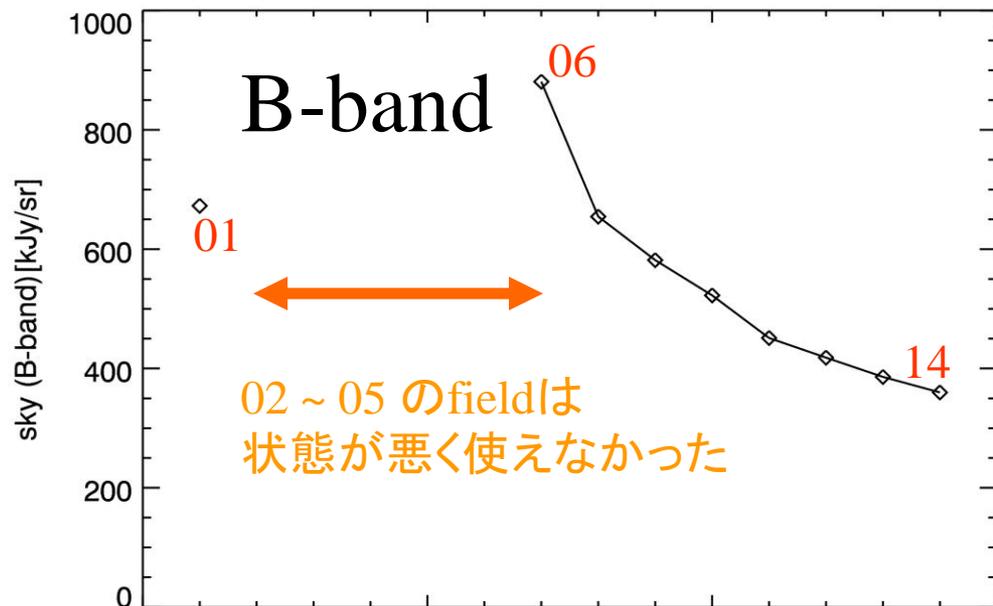


重なり合う部分の輝度が等しくなるように  
全体に定数を加える

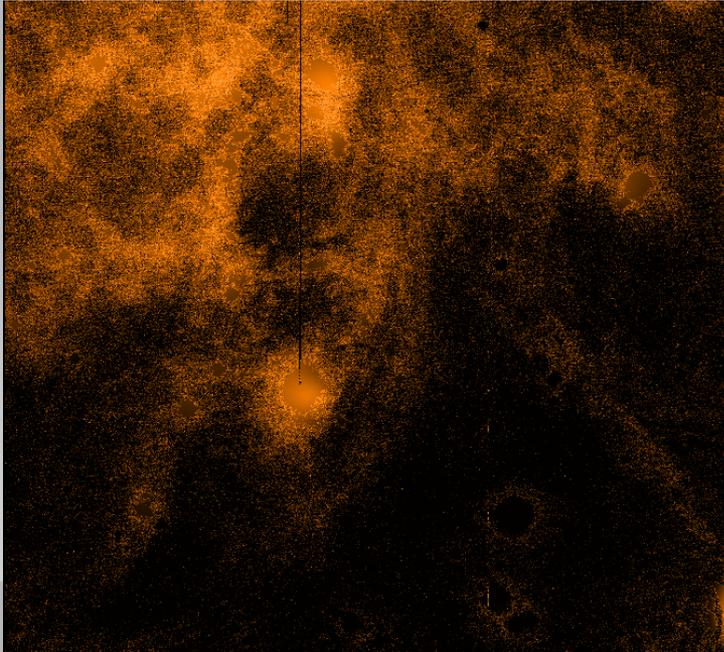
# 解析：フレーム間の明るさの補正



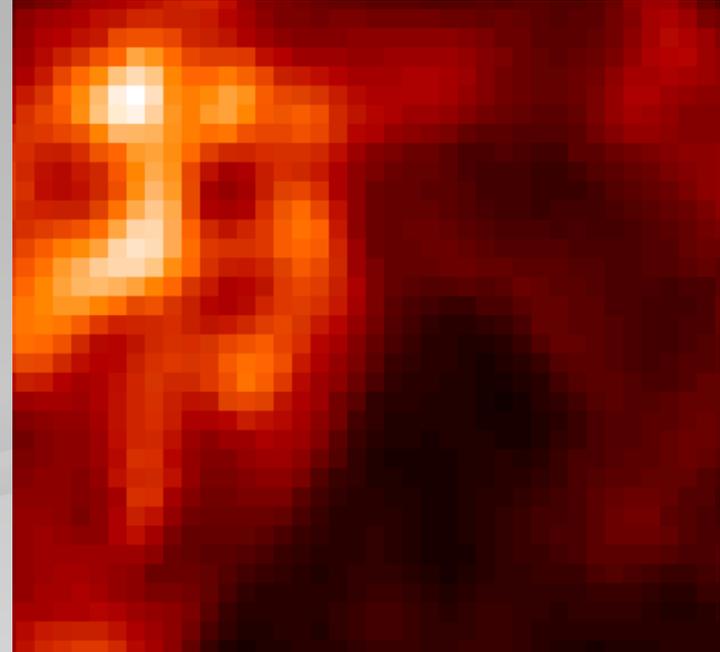
# 解析：フレーム間の明るさの補正



# 遠赤外線との比較



*R-band*

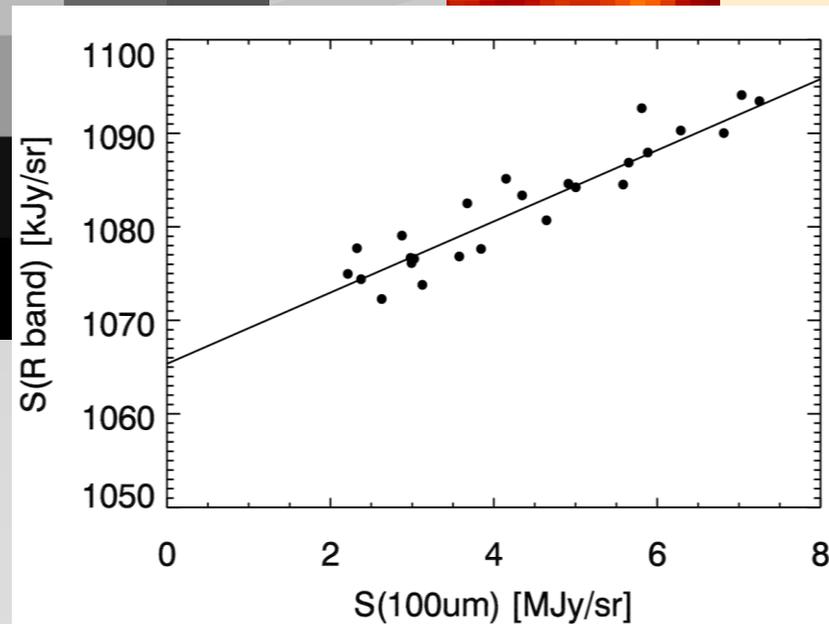
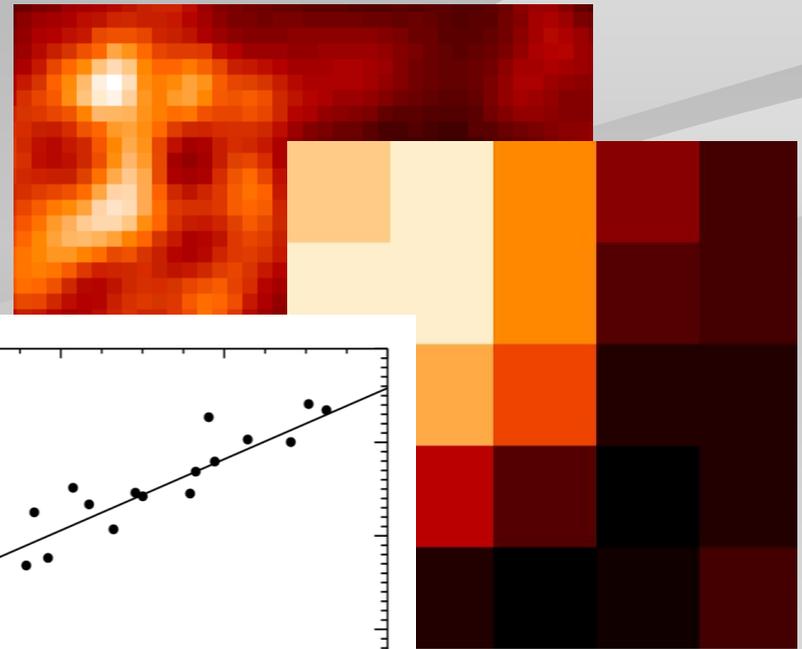
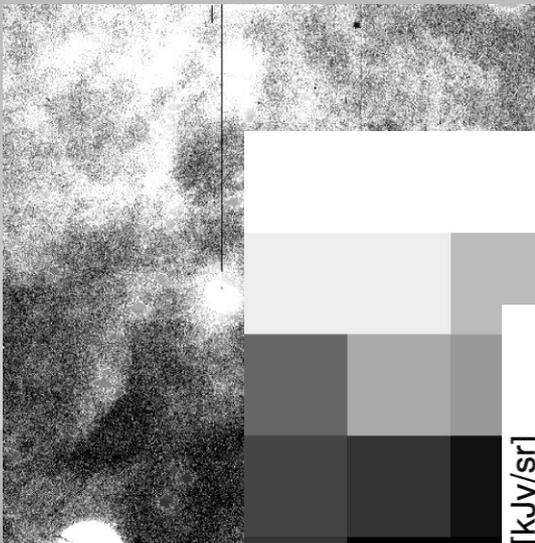


*IRAS (100μm)*

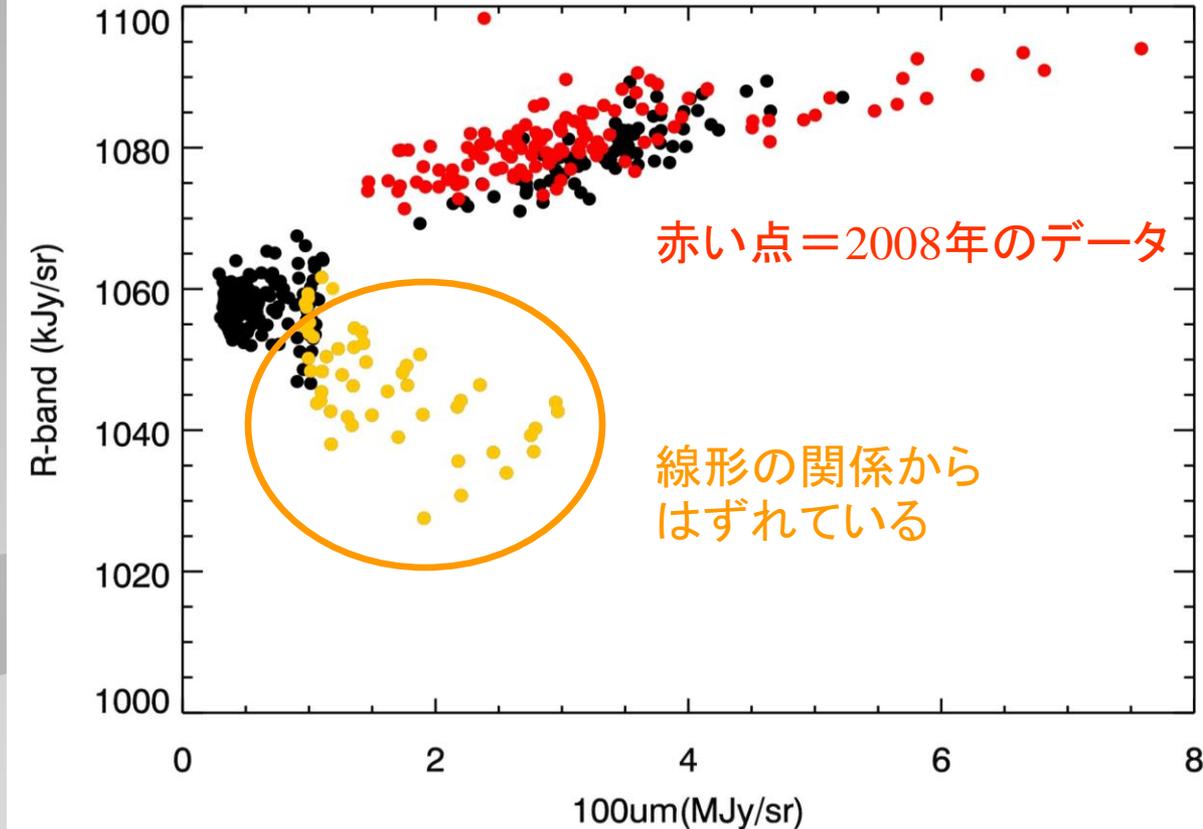
- 可視光と遠赤外線で見える構造は非常によく似ている

# 定量的な評価

- $9' \times 9'$ の領域でサンプリング

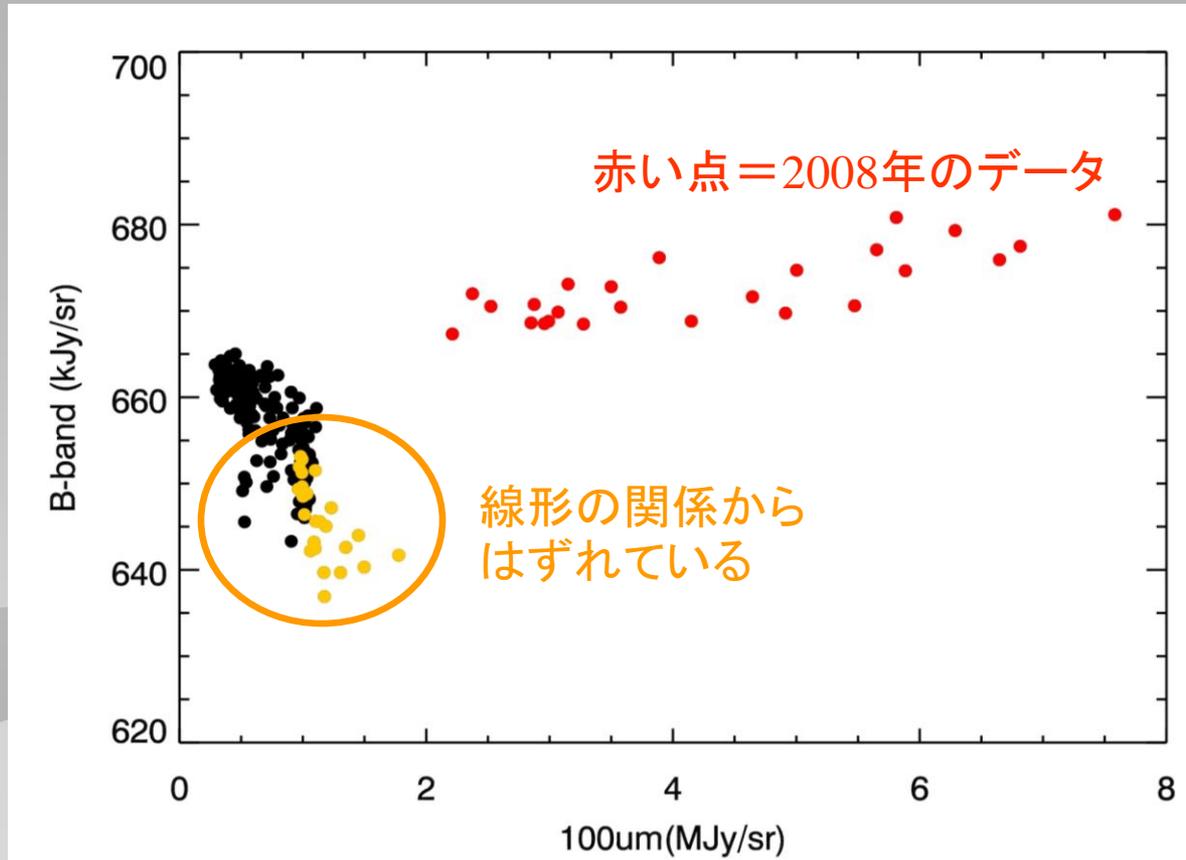


# R-band と 100 $\mu\text{m}$



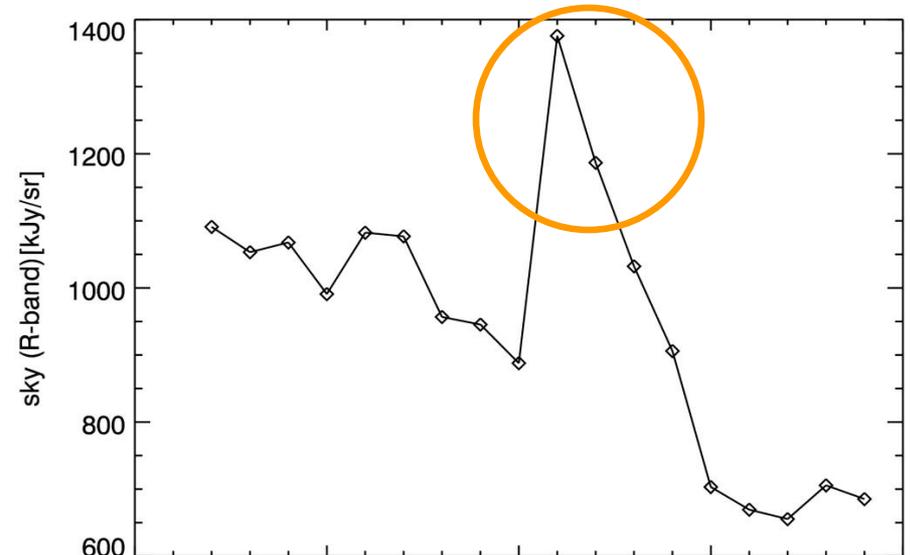
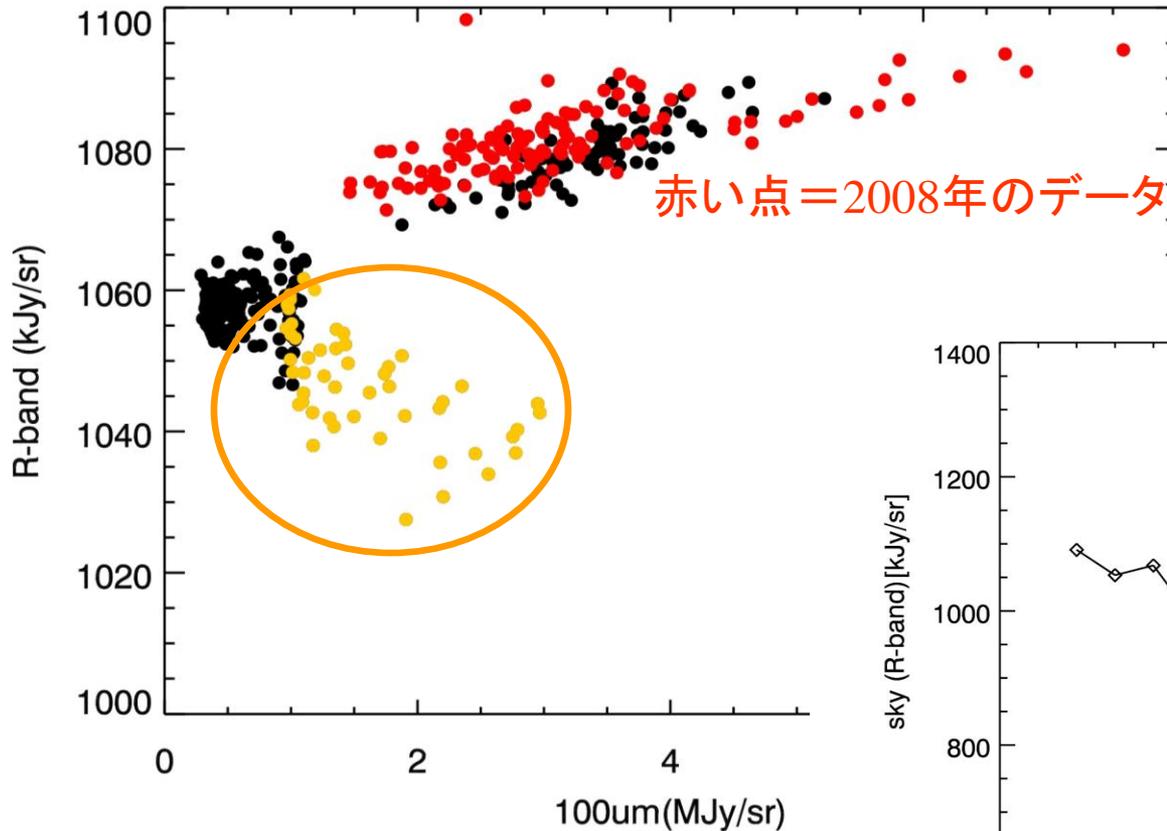
- R-bandと100 $\mu\text{m}$ の間には線形の関係
- 新たなデータには、その関係にあわない部分がある

# B-band と 100 $\mu\text{m}$



- R-bandと同様の傾向

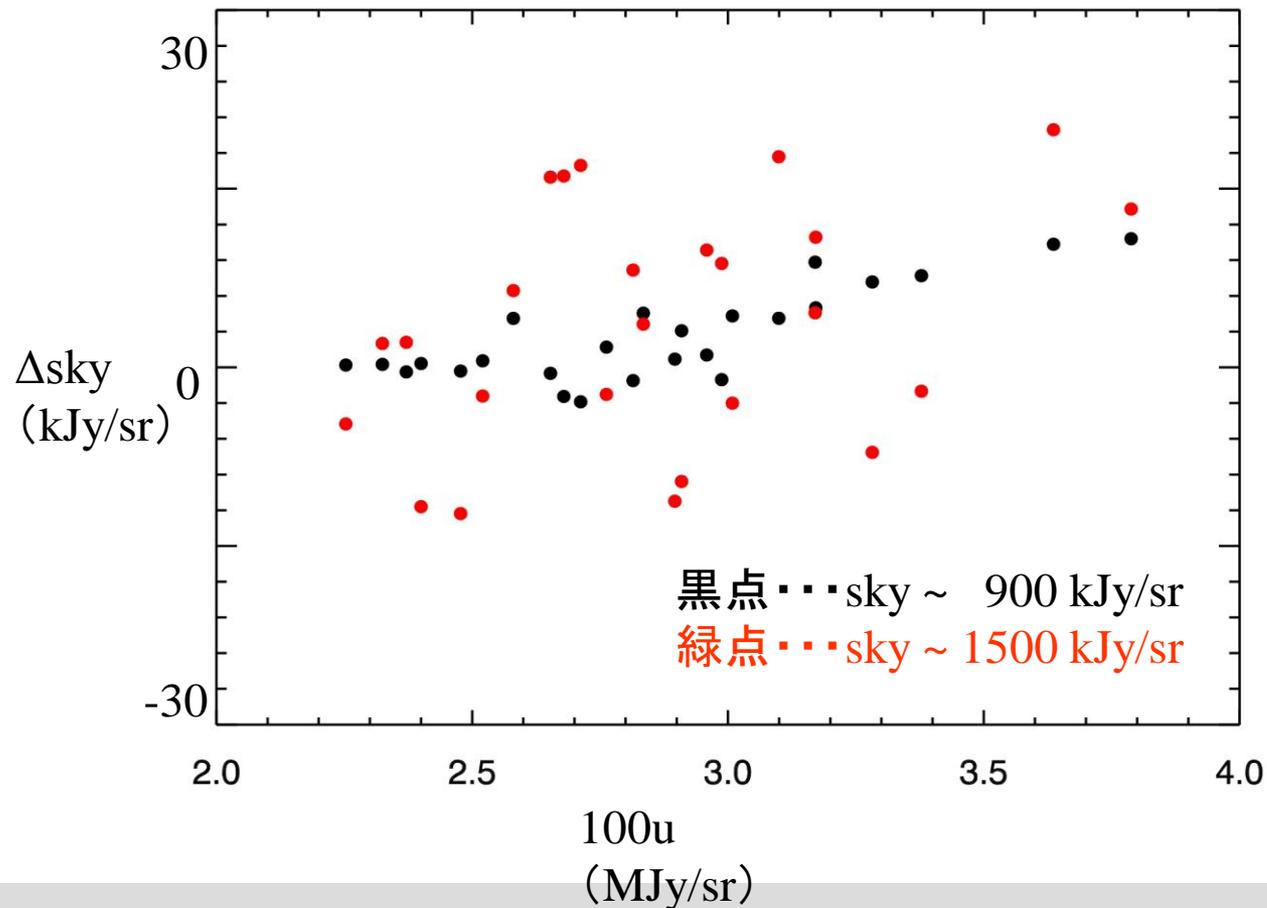
# 空の明るさによる影響



- 相関からはずれている部分は空が明るい  
→ 誤差が大きい、オフセットが不正確？

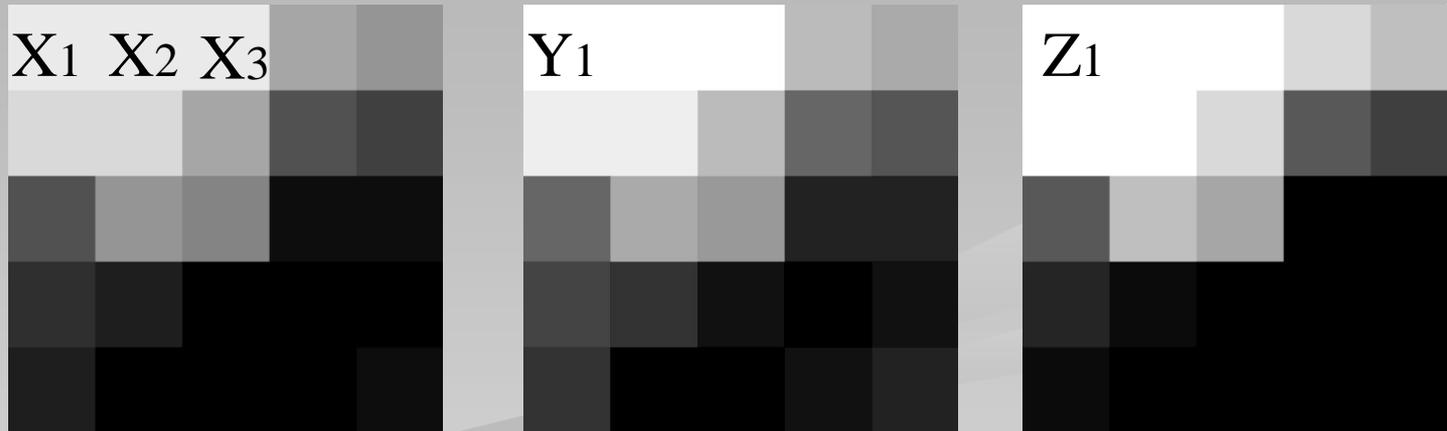
# 空の明るさと誤差

- 同じ領域での比較 (field05, R-band)



# 誤差の評価

- 足し合せ前の3枚の差から誤差を見積もる



$$A = (X + Y + Z) / 3$$

$$\sigma^2 = \{(A - X)^2 + (A - Y)^2 + (A - Z)^2\} / 3$$

$$\text{Sky} \sim 900 \text{ kJy/sr} \rightarrow \sigma \sim 0.5 \text{ kJy/sr}$$

$$\text{Sky} \sim 1500 \text{ kJy/sr} \rightarrow \sigma \sim 1.5 \text{ kJy/sr}$$

# まとめ

- 赤外線シラスは可視光では散乱光として観測される
- 遠赤外線と可視散乱光の間に線形の関係が見られる  
(とくに遠赤外線の強い領域でよくわかる)
- 可視散乱光を精度良く測定するには、空の暗いときに観測することが望ましい
- 誤差を正しく評価をする必要性