

「あかり」中間赤外線全天サーベイ diffuseマップの作成

2012年2月15日 宇宙科学情報シンポジウム
石原大助 (名古屋大・Uir研)

目次

1. イントロダクション

- 1.1 赤外線天文衛星「あかり」と全天サーベイ観測
- 1.2 中間赤外線diffuseマップの特徴 / 1.3 diffuseマップの活用例

2. 観測方法とこれまでのデータ解析

- 2.1 観測方法 / 2.2 解析のアウトライン / 2.3 点源カタログ作成

3. Diffuseマップ作成用の新しい解析

- 3.1 放射線ヒットの影響の補正 / 3.2 月の迷光の補正
- 3.3 明るい天体の迷光の補正

4. 現状のマップと配布形式

- 4.1 改善点のサマリ / 4.2 全天処理の現状

5. 今後の課題

6. まとめ

1. イントロダクション

1.1 赤外線天文衛星「あかり」と全天サーベイ観測

■ 「あかり」衛星

- 日本初の赤外線天文衛星
- $\phi 68.5\text{cm}$ 冷却望遠鏡
- 2006年2月～2010年5月
- 太陽同期極軌道

■ 全天サーベイ観測

- 6波長帯
9, 18 μm 帯 (近・中間赤外線カメラ)
65, 90, 140, 160 μm 帯 (遠赤外線サーベイヤ)
- 2006年5月～2007年8月 (3季節)
- 点源カタログを公開

■ ターゲット指定観測

- 撮像 or 分光 8,000 pointings



1.1 赤外線天文衛星「あかり」と全天サーベイ観測

■ 「あかり」衛星

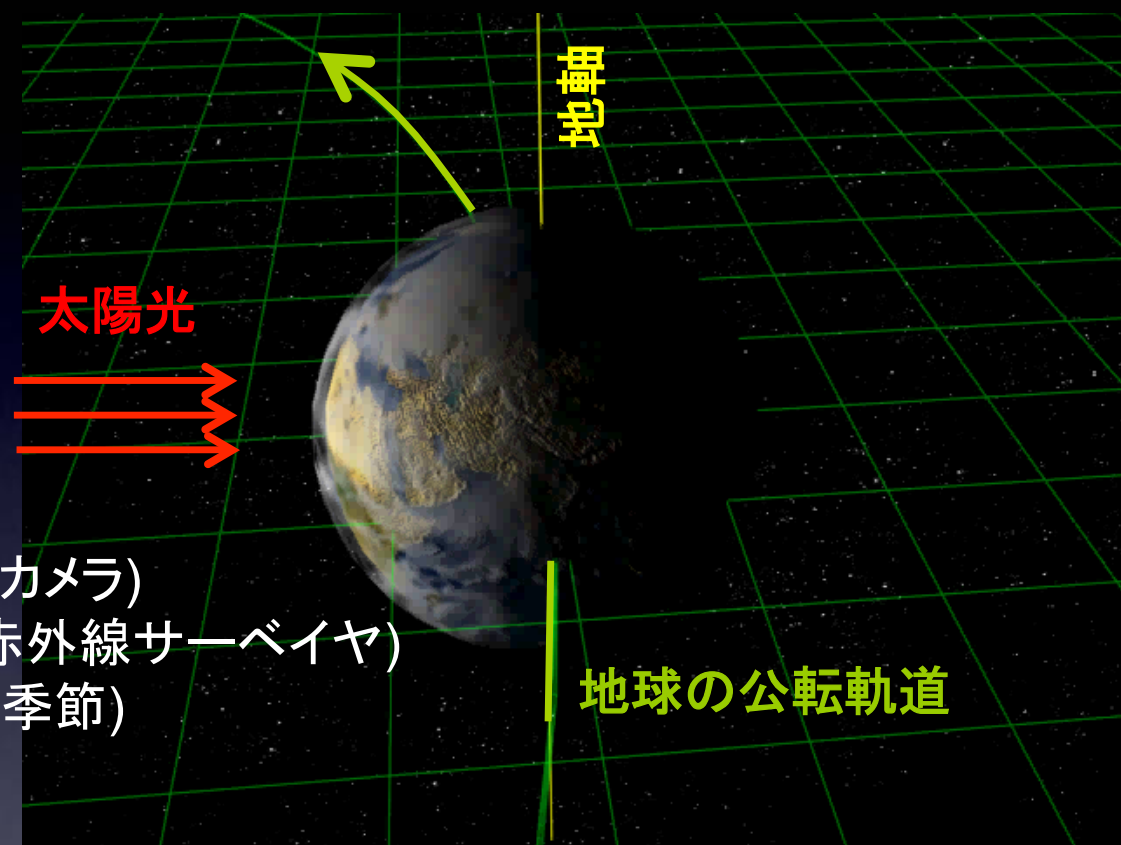
- 日本初の赤外線天文衛星
- $\phi 68.5\text{cm}$ 冷却望遠鏡
- 2006年2月～2010年5月
- 太陽同期極軌道

■ 全天サーベイ観測

- 6波長帯
9, 18 μm 帯 (近・中間赤外線カメラ)
65, 90, 140, 160 μm 帯 (遠赤外線サーベイヤ)
- 2006年5月～2007年8月 (3季節)
- 点源カタログを公開

■ ターゲット指定観測

- 撮像 or 分光 8,000 pointings



太陽同期極軌道

昼と夜の境を飛び続ける
半年で全天をカバーする

1.1 赤外線天文衛星「あかり」と全天サーベイ観測

■ 「あかり」衛星

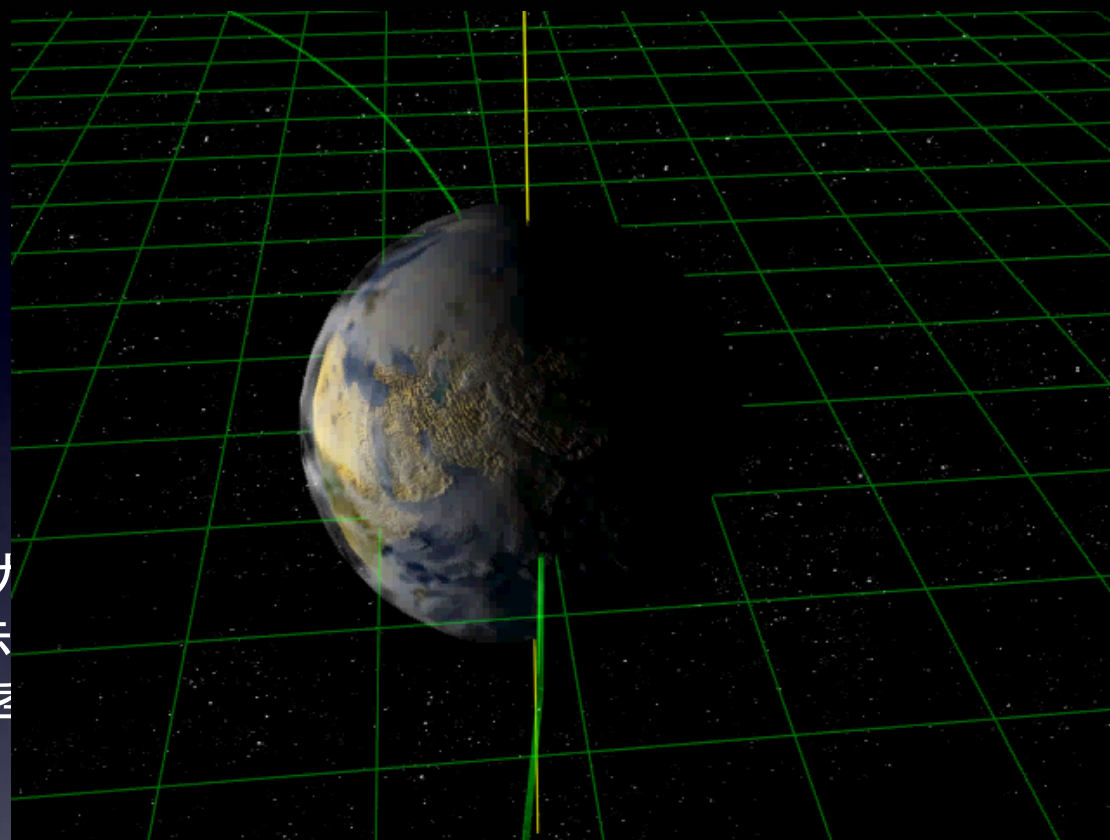
- 日本初の赤外線天文衛星
- $\phi 68.5\text{cm}$ 冷却望遠鏡
- 2006年2月～2010年5月
- 太陽同期極軌道

■ 全天サーベイ観測

- 6波長帯
9, 18 μm 帯 (近・中間赤外線)
65, 90, 140, 160 μm 帯 (遠赤外線)
- 2006年5月～2007年8月 (3年)
- 点源カタログを公開

■ ターゲット指定観測

- 撮像 or 分光 8,000 pointings



太陽同期極軌道

昼と夜の境を飛び続ける
半年で全天をカバーする

1.1 赤外線天文衛星「あかり」と全天サーベイ観測

中間赤外線全天カタログ(銀河座標系表示)

(Ishihara et al. 2010, A&A)

■ 「あかり」衛星

- 日本初の赤外線天文衛星
- $\phi 68.5\text{cm}$ 冷却望遠鏡
- 2006年2月～2010年5月
- 太陽同期極軌道

■ 全天サーベイ観測

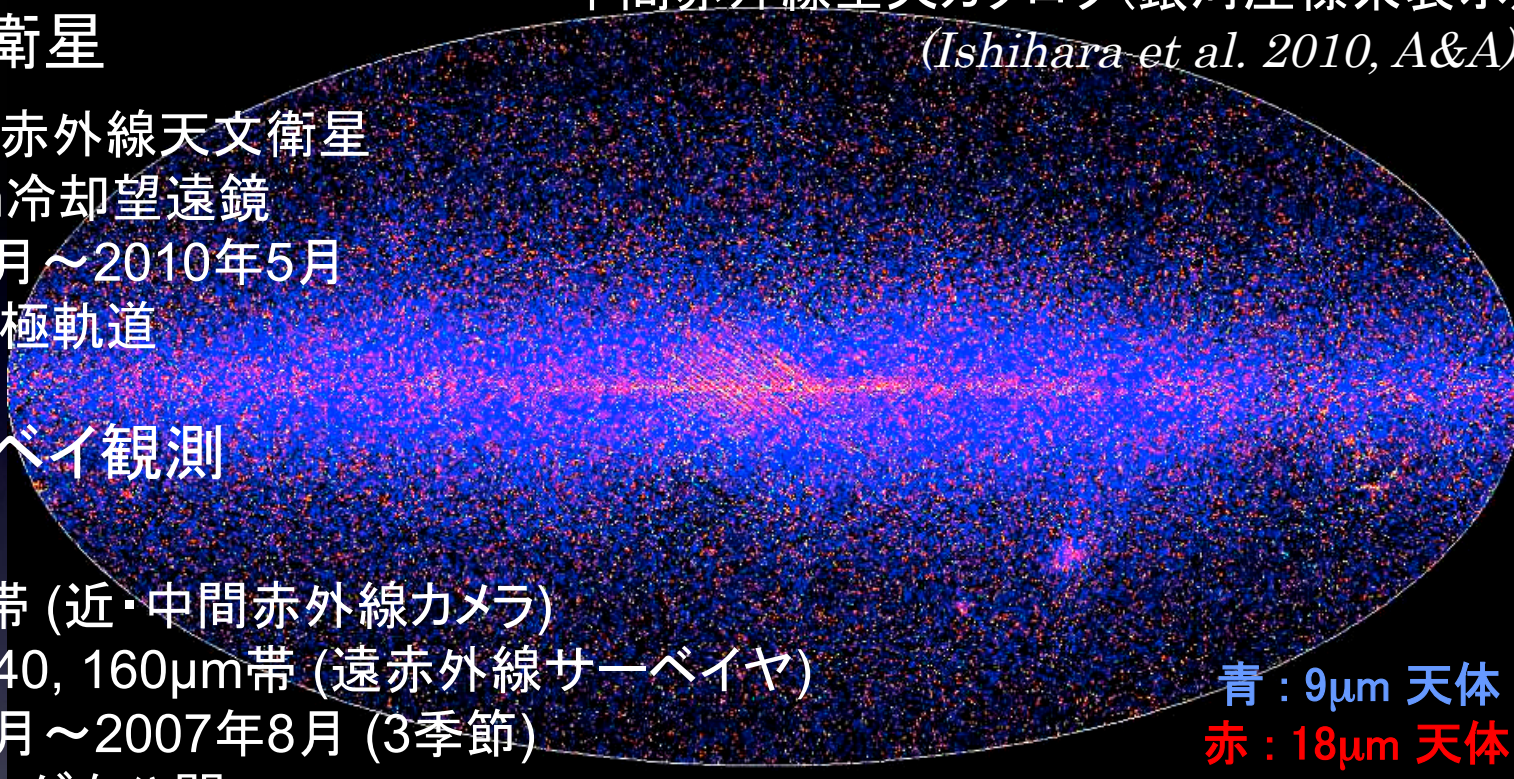
- 6波長帯
9, 18 μm 帯 (近・中間赤外線カメラ)
65, 90, 140, 160 μm 帯 (遠赤外線サーベイヤ)
- 2006年5月～2007年8月 (3季節)
- 点源カタログを公開

青 : 9 μm 天体
赤 : 18 μm 天体

■ ターゲット指定観測

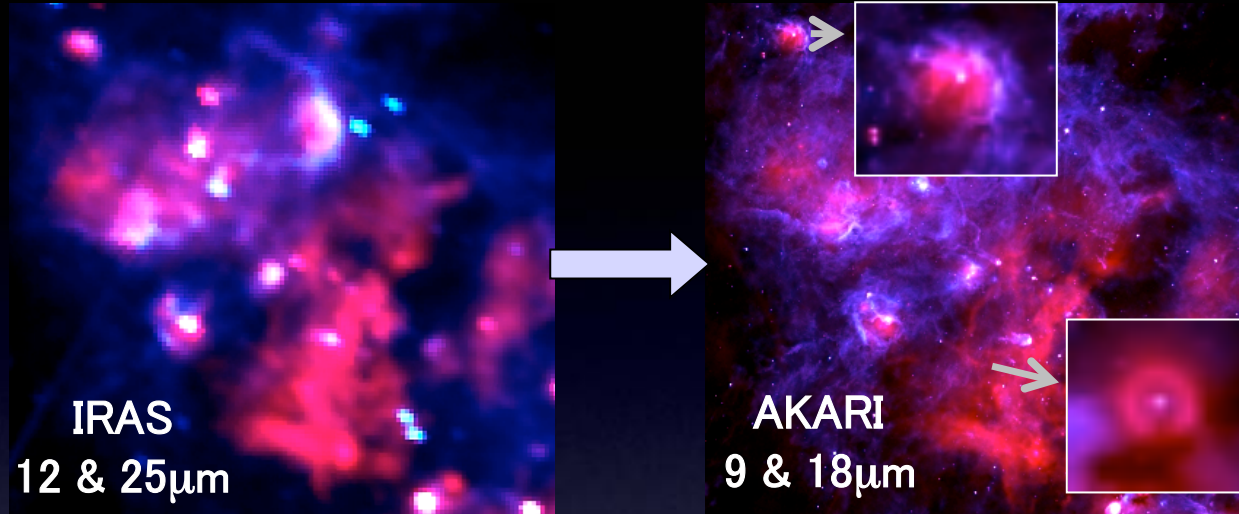
- 撮像 or 分光 8,000 pointings

C-SODAから世界へ公開
天文学の様々な分野で活躍中

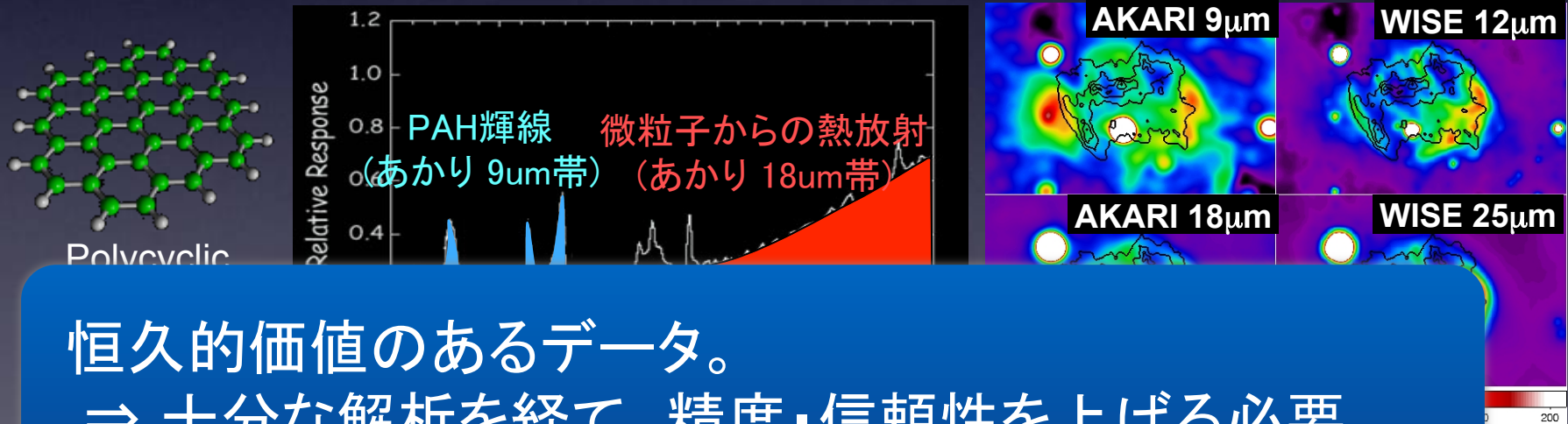


1.2 「あかり」中間赤外線diffuseマップの特徴

- 人類のリソース(IRASマップ)を塗り替える



- 全天に渡るPAH(芳香族炭化水素)輝線トレーサー



恒久的価値のあるデータ。

⇒ 十分な解析を経て、精度・信頼性を上げる必要。

- 長期的な観測計画の重要性

1.3 「あかり」中間赤外線マップの活用例

■ 星形成連鎖の解明

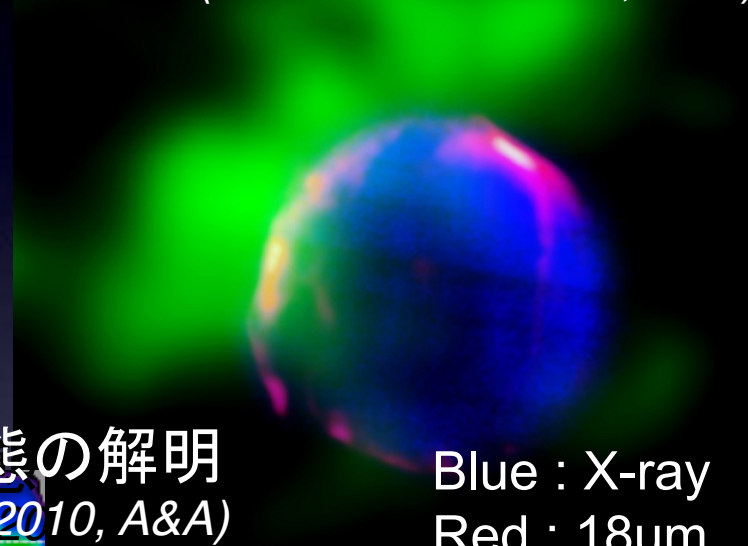
(Ishihara et al. 2007, A&A)



Blue : 9um
Red : 18um

■ 超新星残骸の物理状態の解明

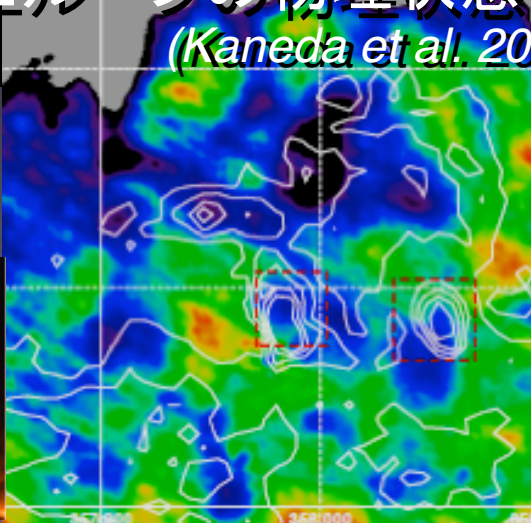
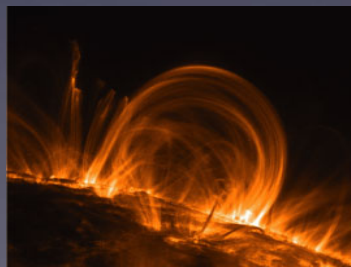
(Ishihara et al. 2009, A&A)



Blue : X-ray
Red : 18um
Green: 12CO

■ 磁気浮上ループの物理状態の解明

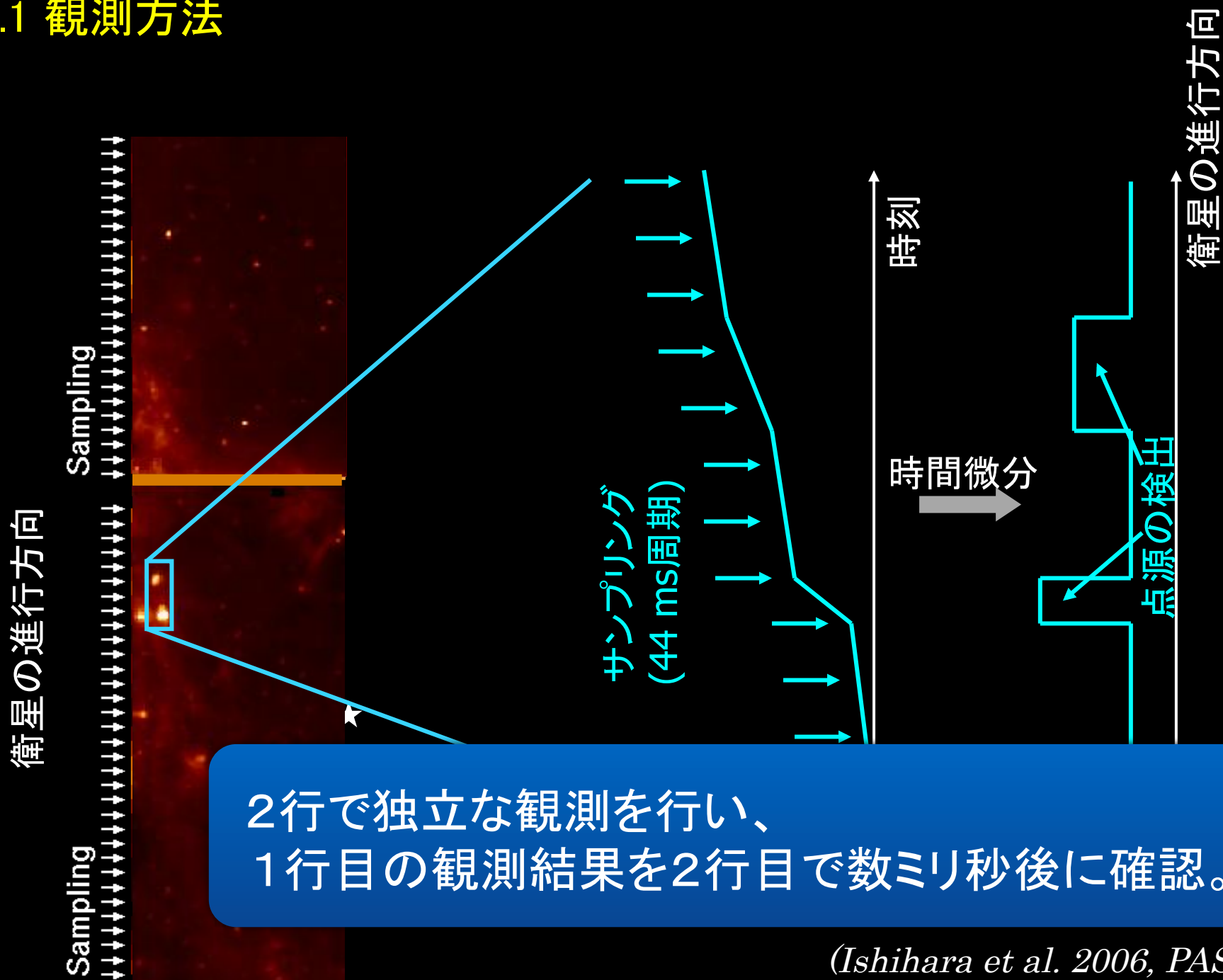
(Kaneda et al. 2010, A&A)



Contour: 12CO
Image: PAH / cold dust
(9um / 100um)

2. 観測方法とこれまでのデータ解析

2.1 観測方法



2行で独立な観測を行い、
1行目の観測結果を2行目で数ミリ秒後に確認。

(Ishihara et al. 2006, PASP)

2.2 データ処理全体のアウトライン

検出器出力 + 位置・温度情報
etc.

基本処理
Linearity補正
微分、Flat補正 etc.

単位イメージ

各パス各行毎に点源状のシグナルを検出

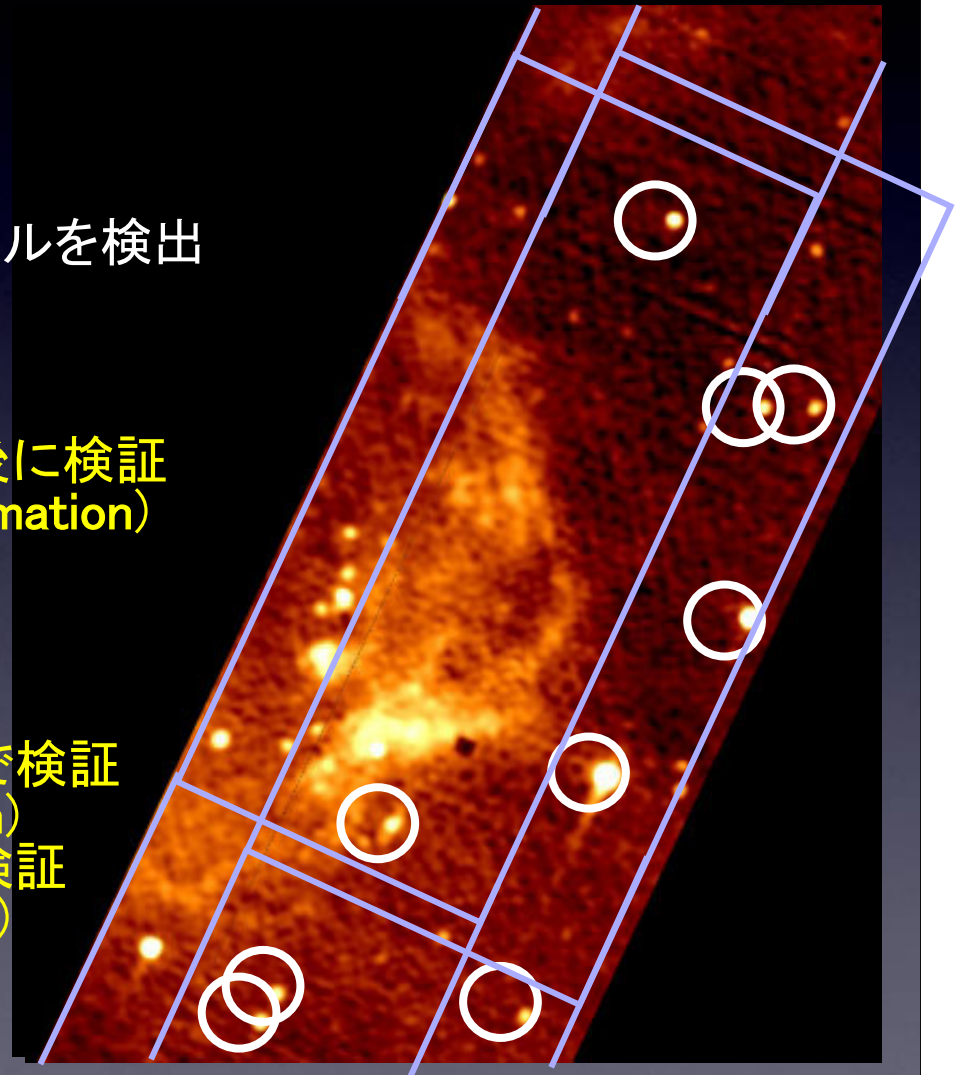
Event リスト → 放射線
ヒット痕

1行目での観測を2行目で数ms後に検証
(milli-seconds confirmation)

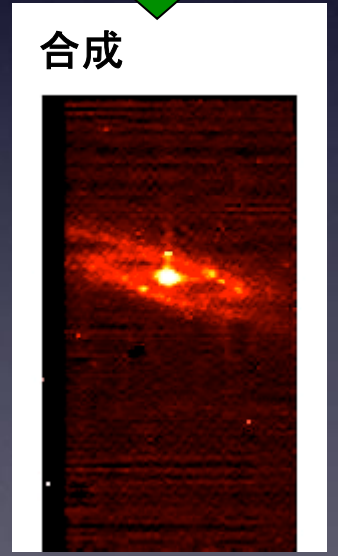
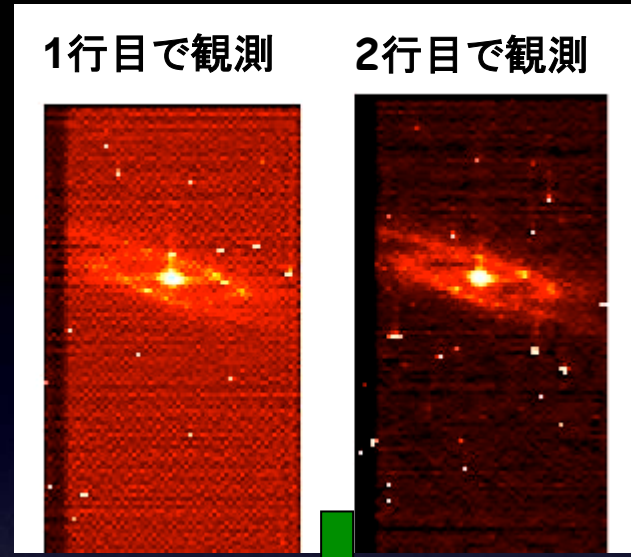
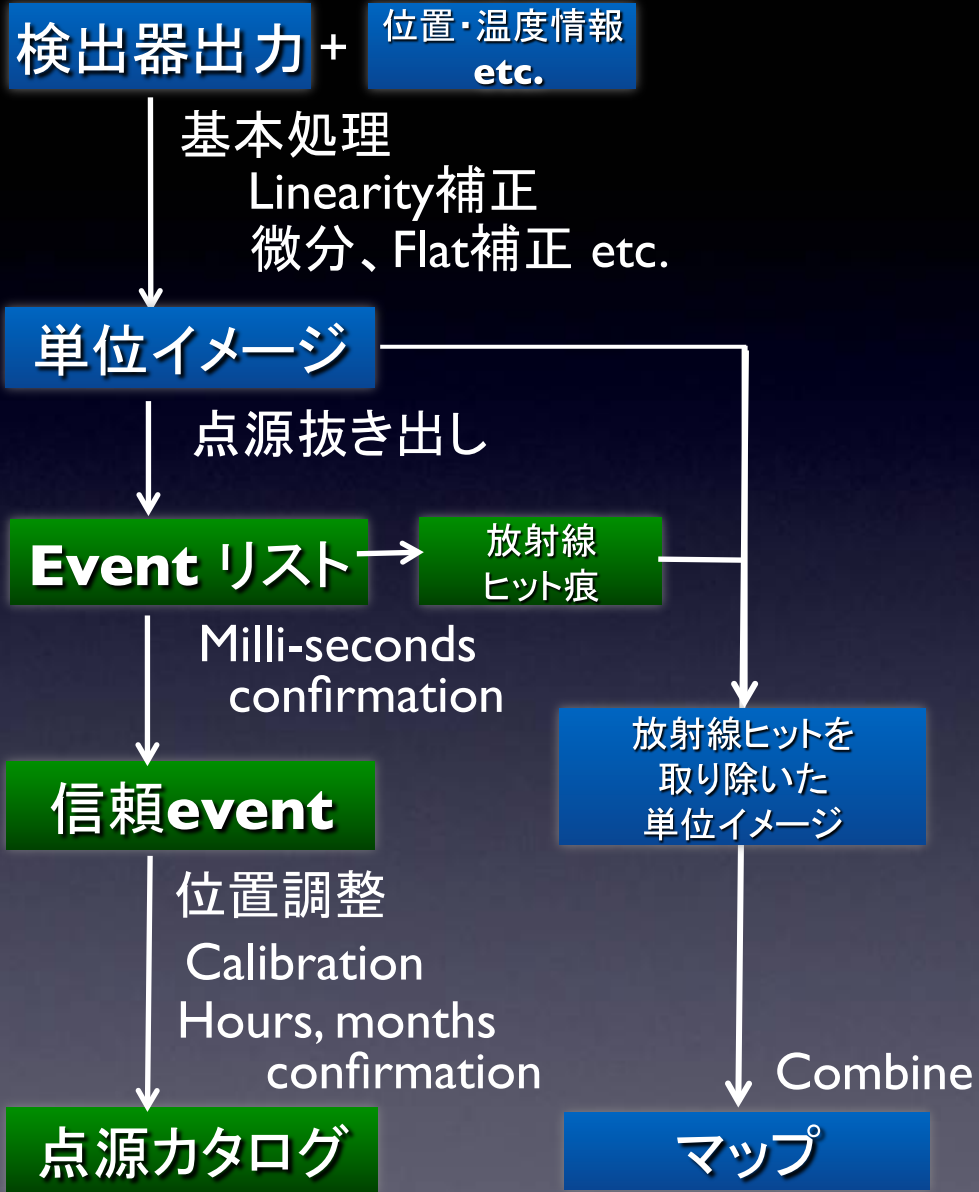
信頼event

位置調整、Calibration
100分後に次の(4'ずれた)パスで検証
(hours confirmation)
半年後に(180°ずれた)パスで検証
(months confirmation)

点源カタログ



2.2 データ処理全体のアウトライン



2回の独立な測定による偽検出(宇宙線)の除去

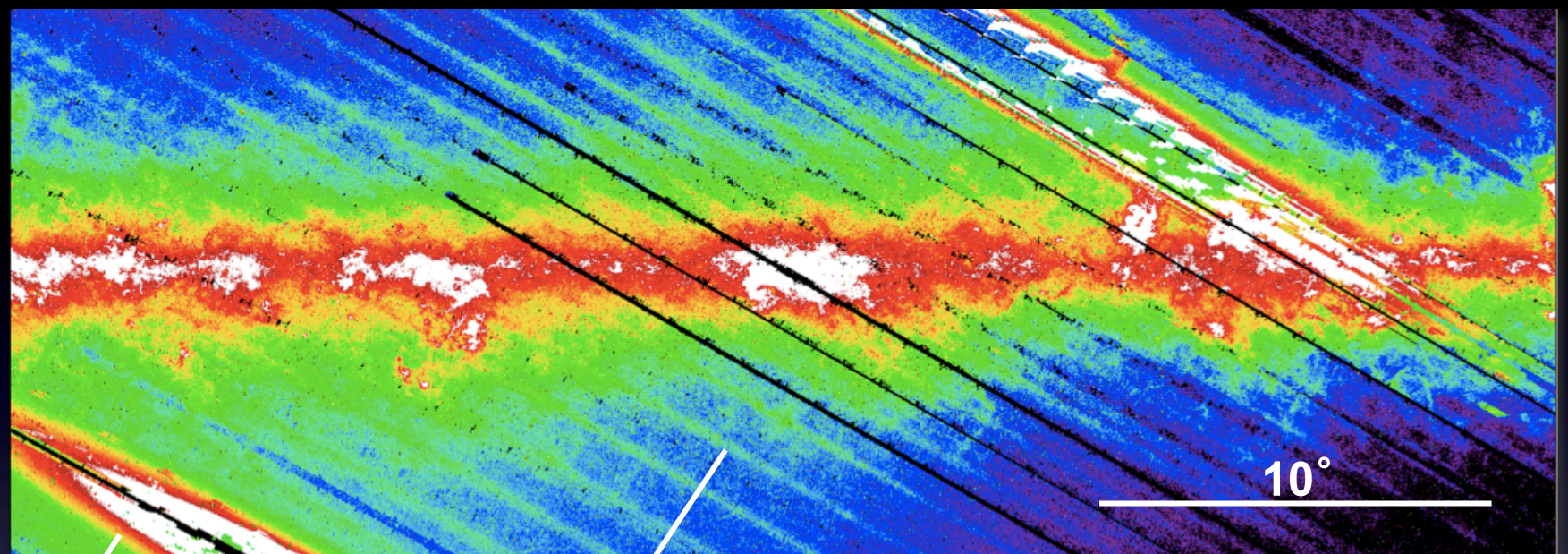
2.2 データ処理全体のアウトライン

検出器出力 +

位置・温度情報
etc.

1行目で観測

2行目で観測



点源抜き出し用に作成した単位イメージをcombineしたもの

位置調整
Calibration
Hours, months
confirmation

SAAにおける
放射線ヒットの影響

明るい天体の迷光の影響

視野外からの月の迷光の影響

Combine

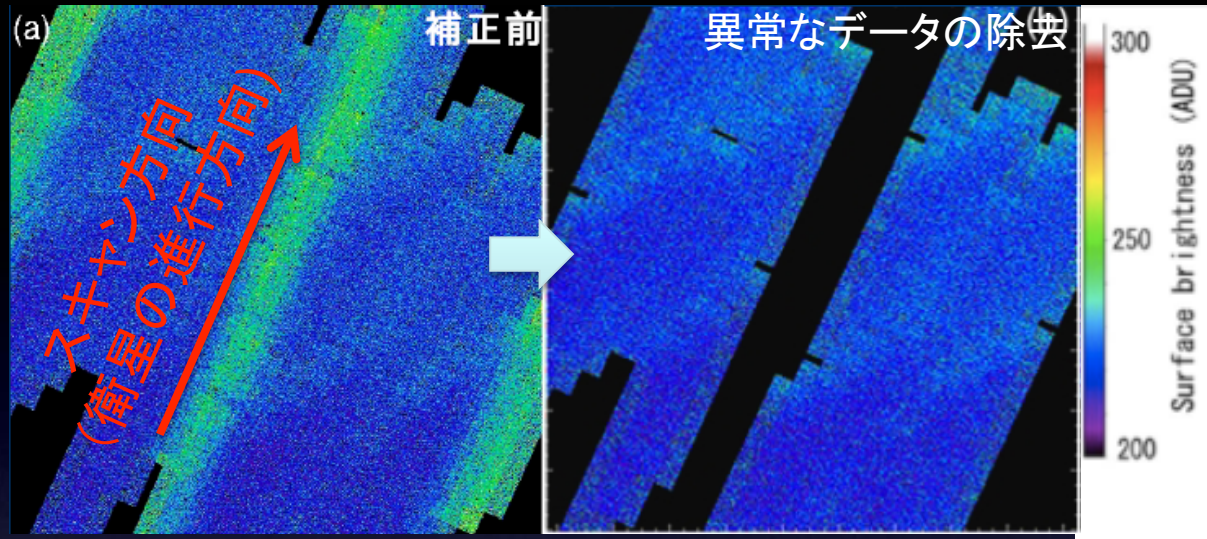
マップ

2回の独立な測定による
偽検出(宇宙線)の除去

3. Diffuseマップ作成用の新しい処理

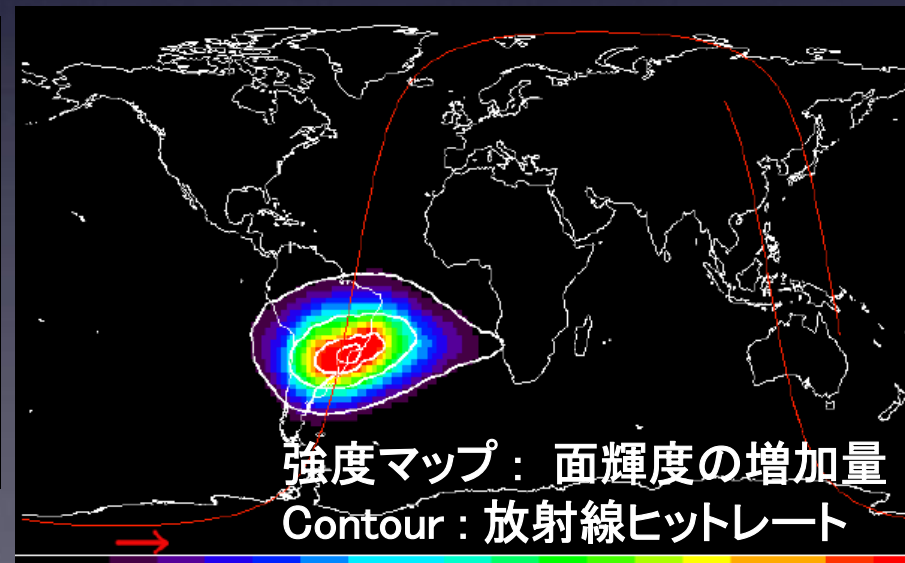
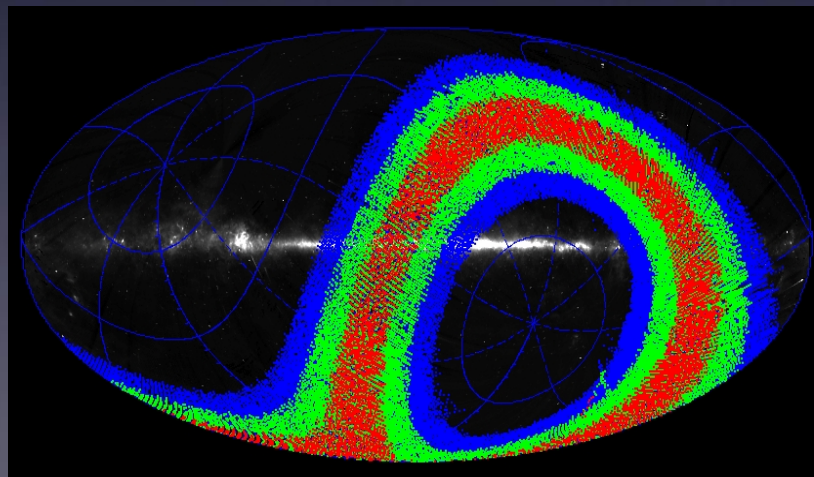
3.1 宇宙放射線ヒットの影響 – 現象

(Mouri et al. 2010, PASP)



- 放射線ヒットのスパイクノイズは除去済
- Si:As BIB検出器は、放射線照射の影響が出ないはず...

宇宙放射線ヒットレートの高い、SAA(南大西洋磁気異常帯)上空で取得したデータには、スパイクノイズに加え、表面輝度の増加がみられる。



3.1 宇宙放射線ヒットの影響 – 現象の解釈

+ 増加量はGainか？ Offsetか？

$$\Delta I / I_{saa} \text{ vs. } I_{saa}$$

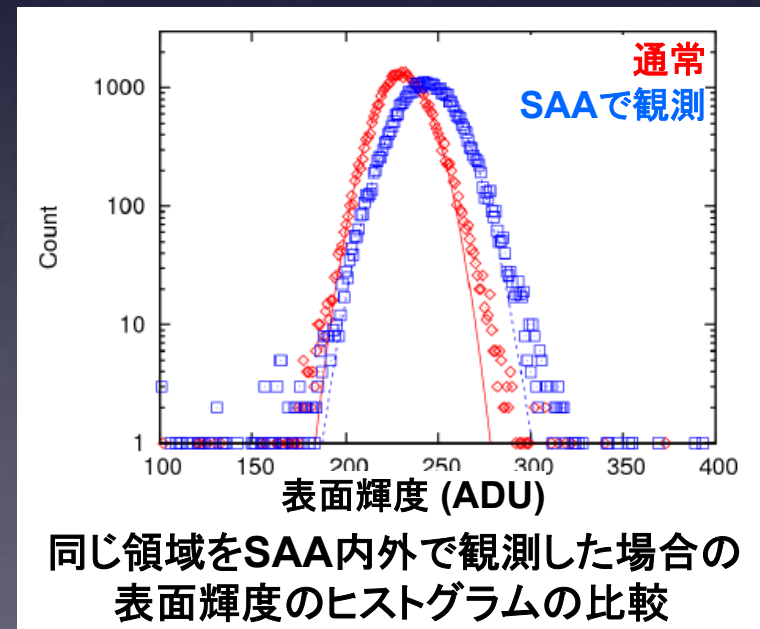
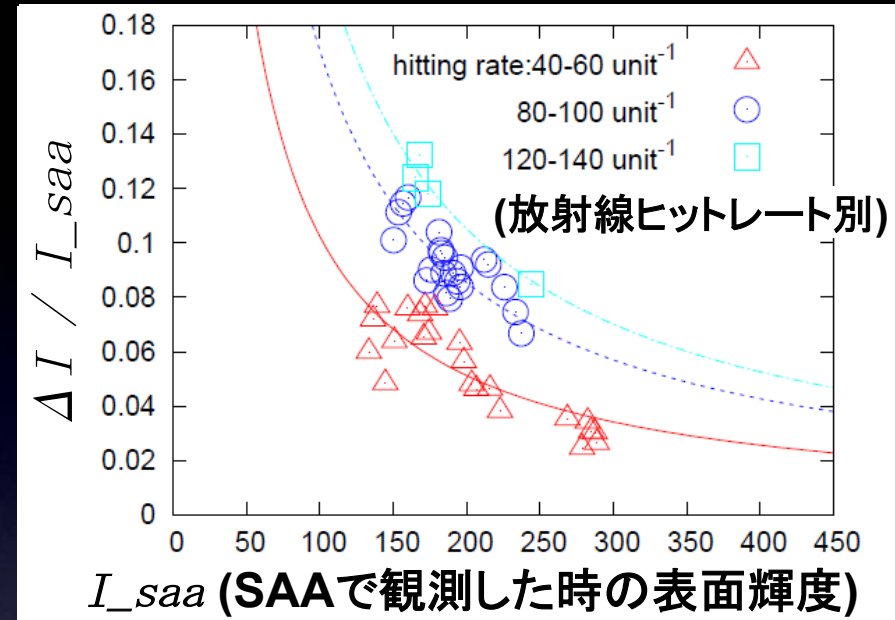
直線に従うならgain、
双曲線に従うならoffset。

⇒ Offset と判明

+ Offsetの原因は？

- (a) 検出レベル以下の小さいスパイクの増加？
- (b) 暗電流(熱電流)の増加？
- (c) 読み出し回路のoffsetの変化？

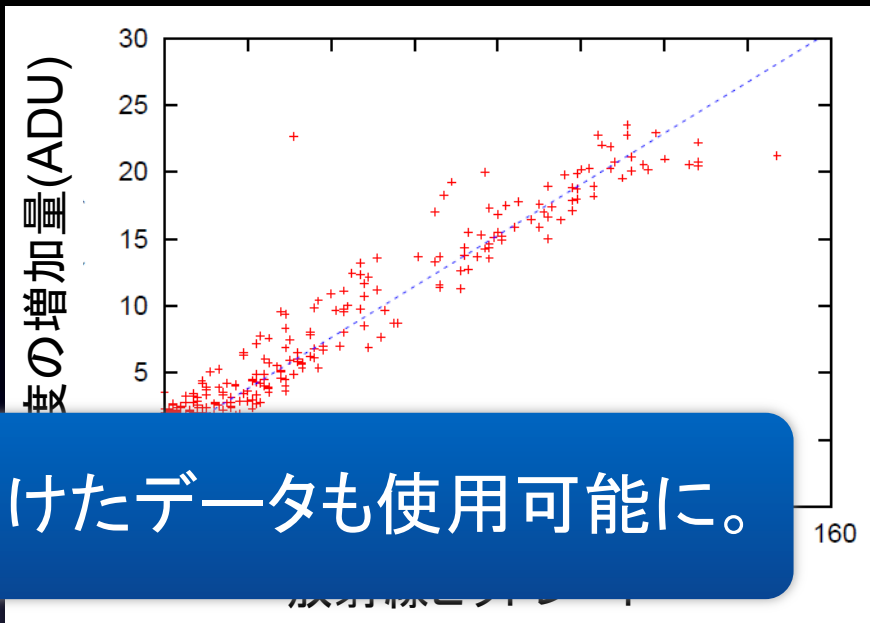
⇒ Poisson統計に従う。
暗電流の増加と判明。



3.1 宇宙放射線ヒットの影響 – 補正結果

+ 補正方法

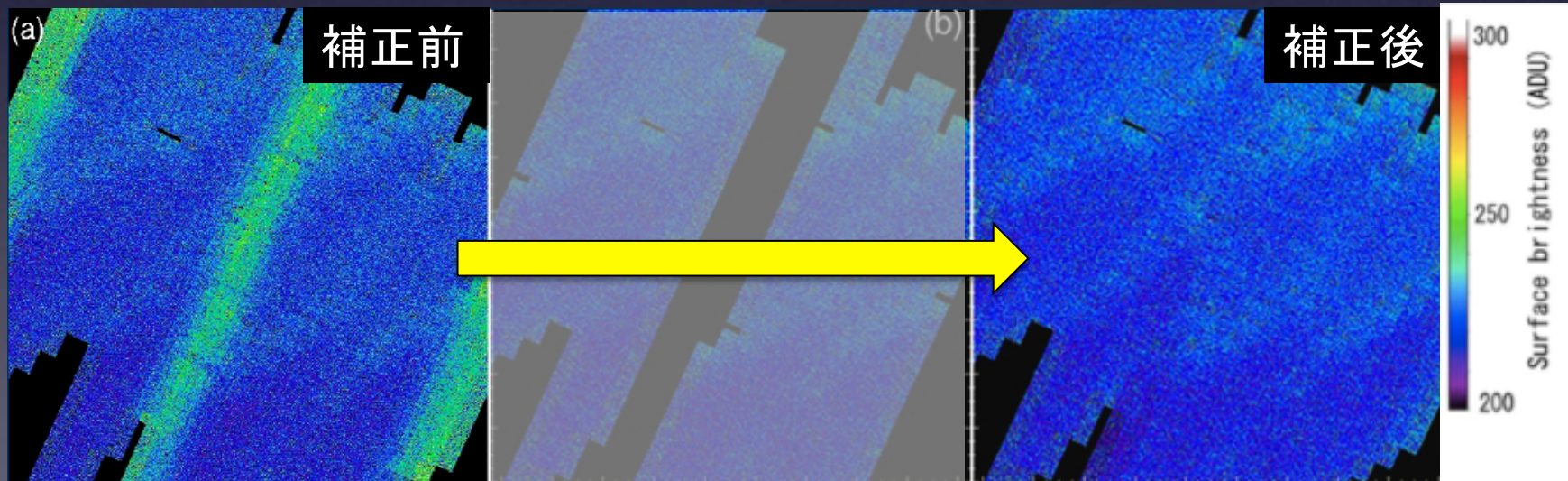
暗電流の増加量を、
放射線ヒットレートの関数で表現。
⇒ ヒットレートから補正量を決める。



宇宙放射線ヒットの影響を受けたデータも使用可能に。

+ 補正結果

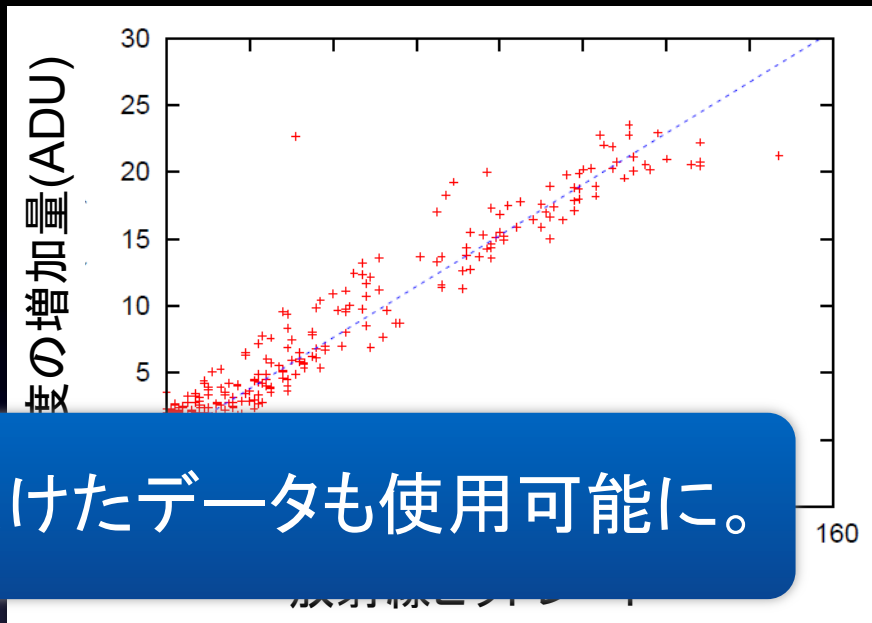
放射線ヒットレートと表面輝度増加量の関係



3.1 宇宙放射線ヒットの影響 – 補正結果

+ 補正方法

暗電流の増加量を、
放射線ヒットレートの関数で表現。
⇒ ヒットレートから補正量を決める。

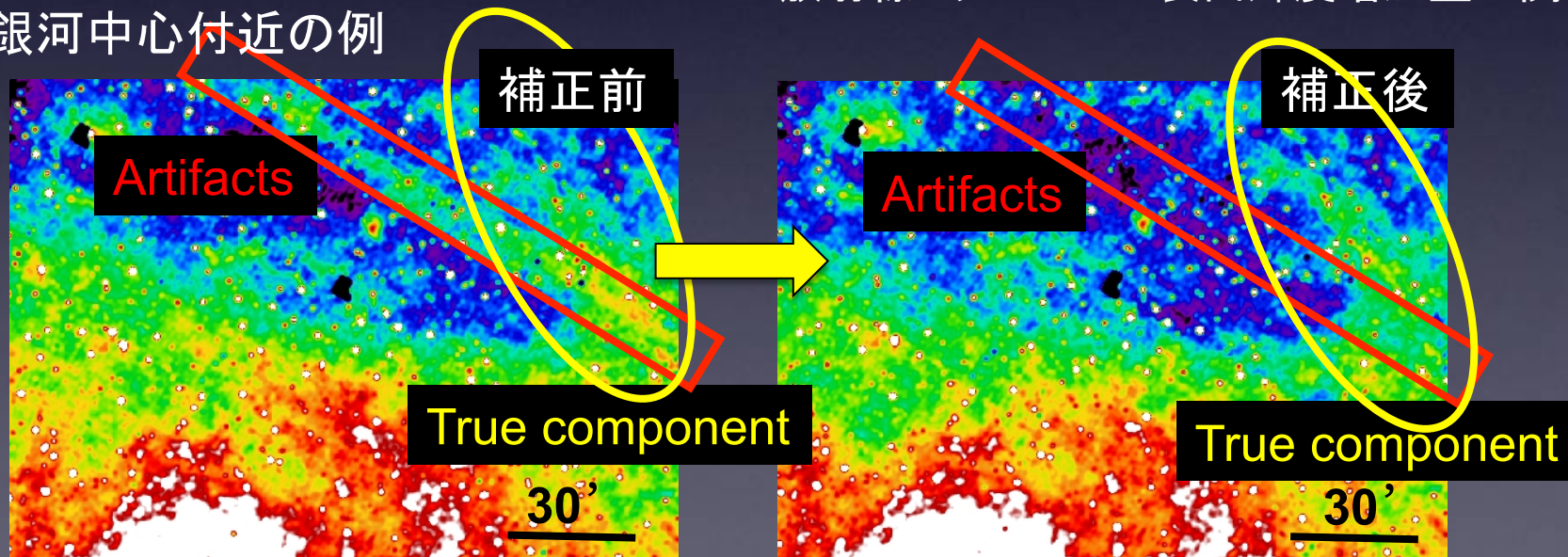


宇宙放射線ヒットの影響を受けたデータも使用可能に。

+ 補正結果

放射線ヒットレートと表面輝度増加量の関係

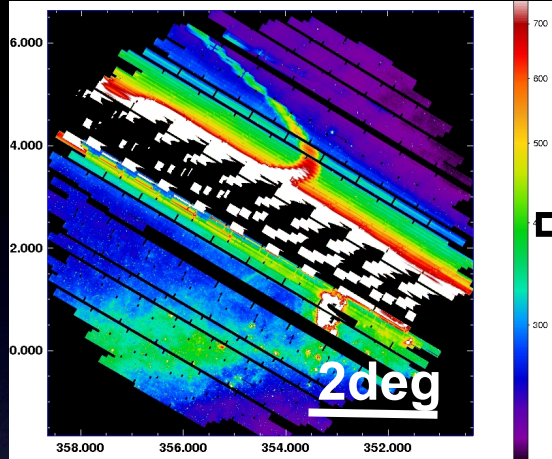
銀河中心付近の例



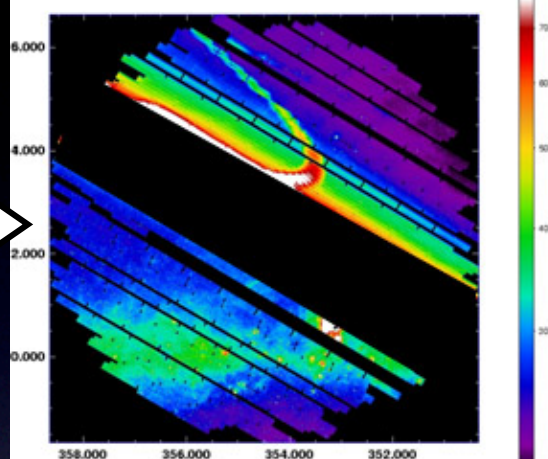
3.2 月の迷光の影響の補正 – 現象

(Mouri 2012, Master thesis)

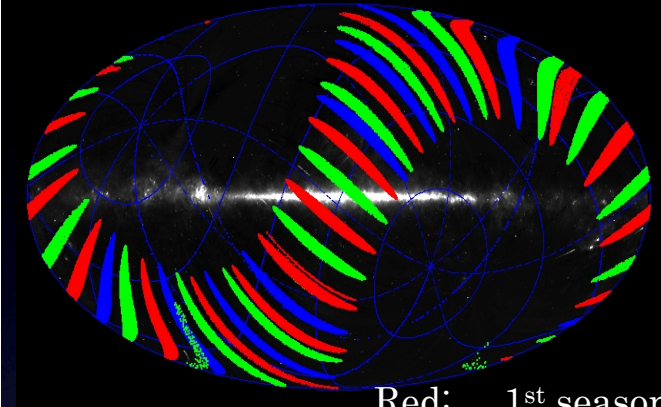
視野外にいる月からの迷光の影響を受けている



補正前 (1季節分のデータ)

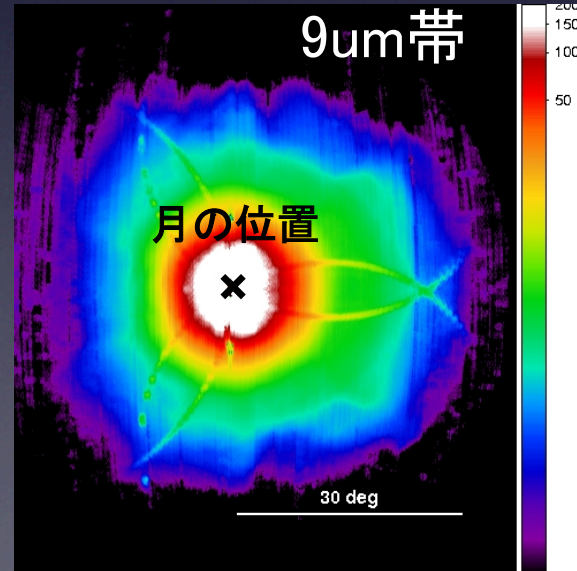
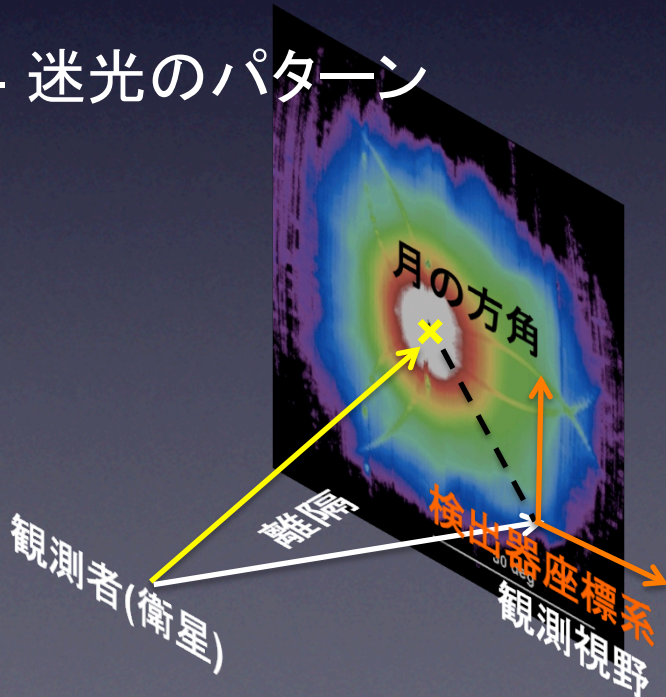


月離隔 (<math><20^\circ</math>) をマスクする



Red: 1st season
Green: 2nd season
Blue: 3rd season

- 迷光のパターン



9 μ m帯
月中心の
検出器座標系で
迷光パターンを作成

離隔 > 40 $^\circ$ に渡る影響
非対称な影響範囲
トラスの影響

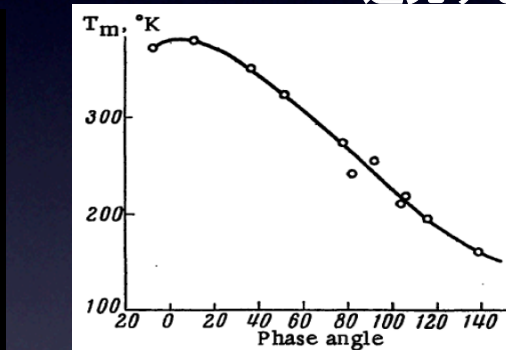
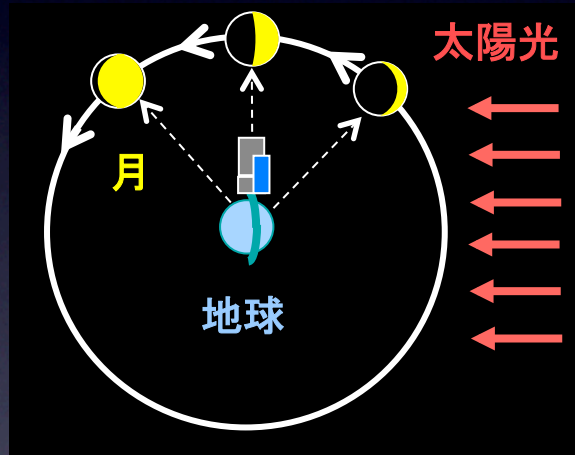
3.2 月の迷光の影響の補正

- 洩れ光の定量評価

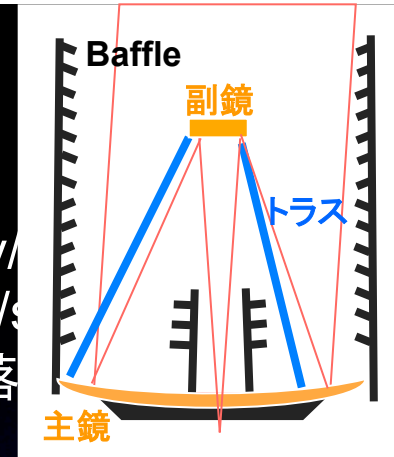
月の明るさ $B(250\text{K}, 9\mu\text{m}) \Rightarrow 7.8 \times 10^7 \text{ MJy/sr}$
 月離隔 10° 部分での強度 $\Rightarrow 20\text{-}100 \text{ MJy/sr}$
 \Rightarrow 光量6桁落

- 左右非対称の原因

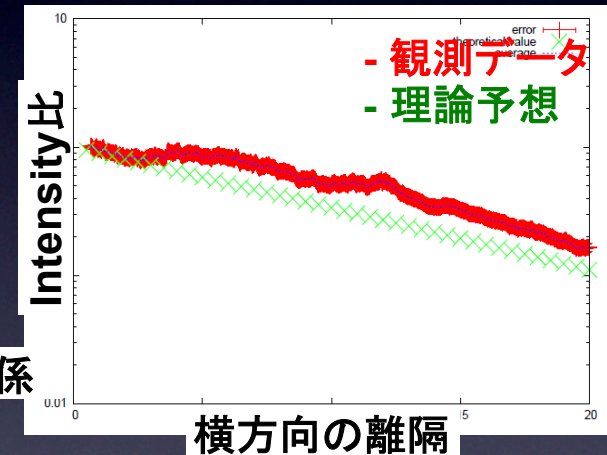
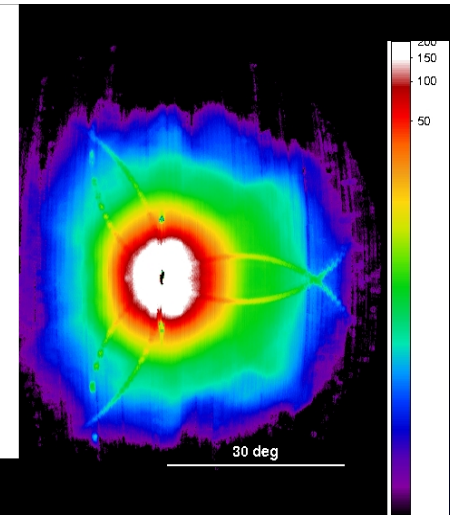
月の phase angle の変化で説明。



月の phase angle と温度の関係
 (Ryadov et al. 1994)

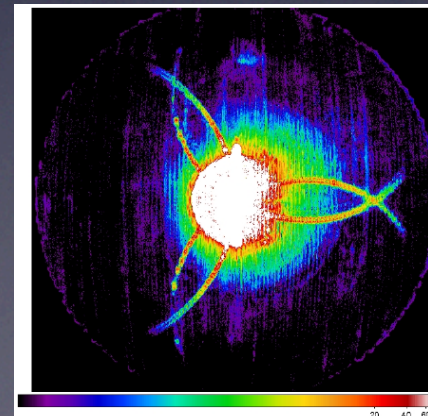


視野外からの光を
 遮光するためのBaffle



- 迷光パターンの時間安定性

複数季節で月の迷光パターンを作成し、
 median画像と σ 画像を作成。
 \Rightarrow 数%以内で安定。

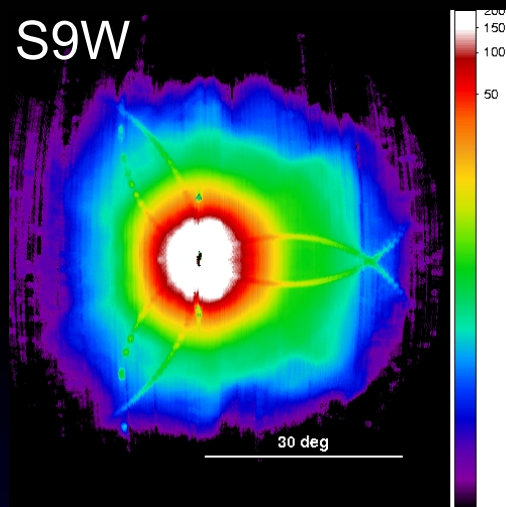


迷光パターンの
 季節間ばらつき(σ 画像)

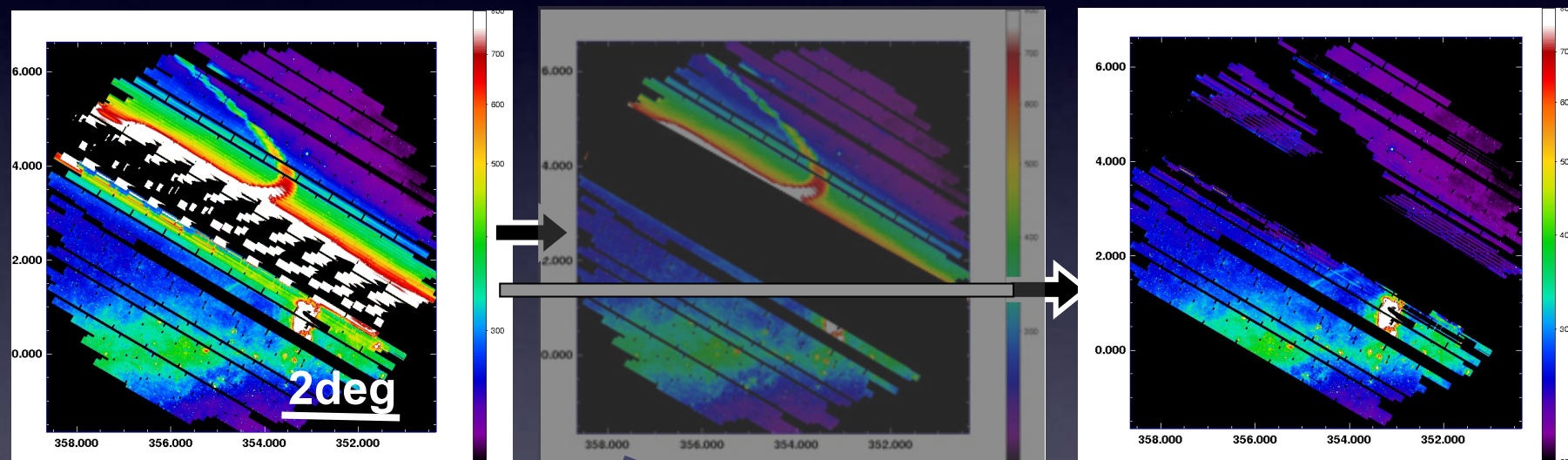
3.2 月の迷光の影響の補正

補正方法

- 月の迷光のテンプレートを元に迷光成分を差し引く
- テンプレートの誤差が大きい部分ではマスクをする



補正結果



補正前
(1季節分のデータ)

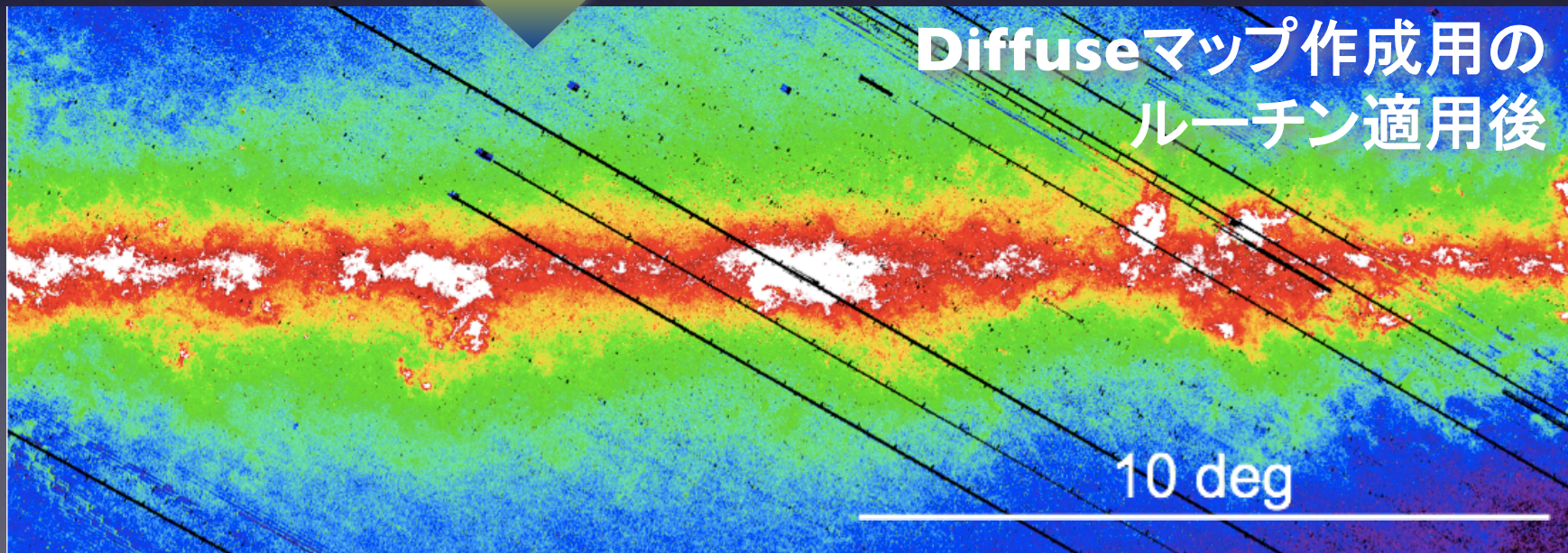
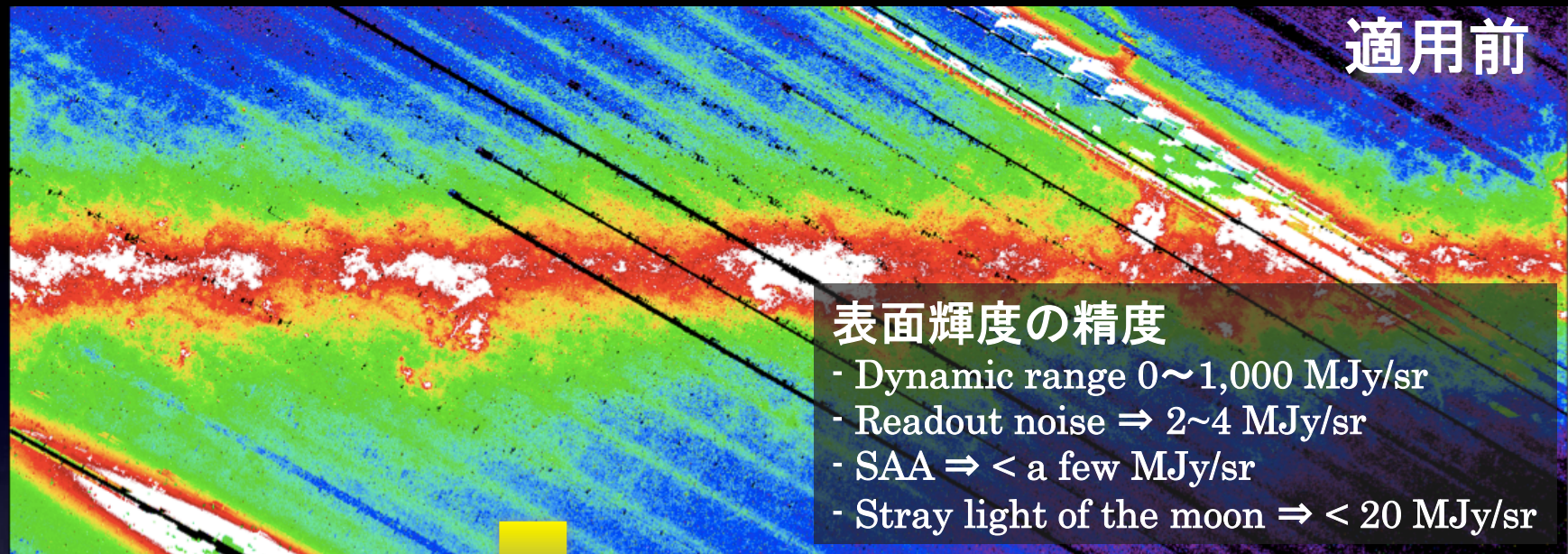
~~月離隔(<20°)を基準に
マスクする~~

補正後

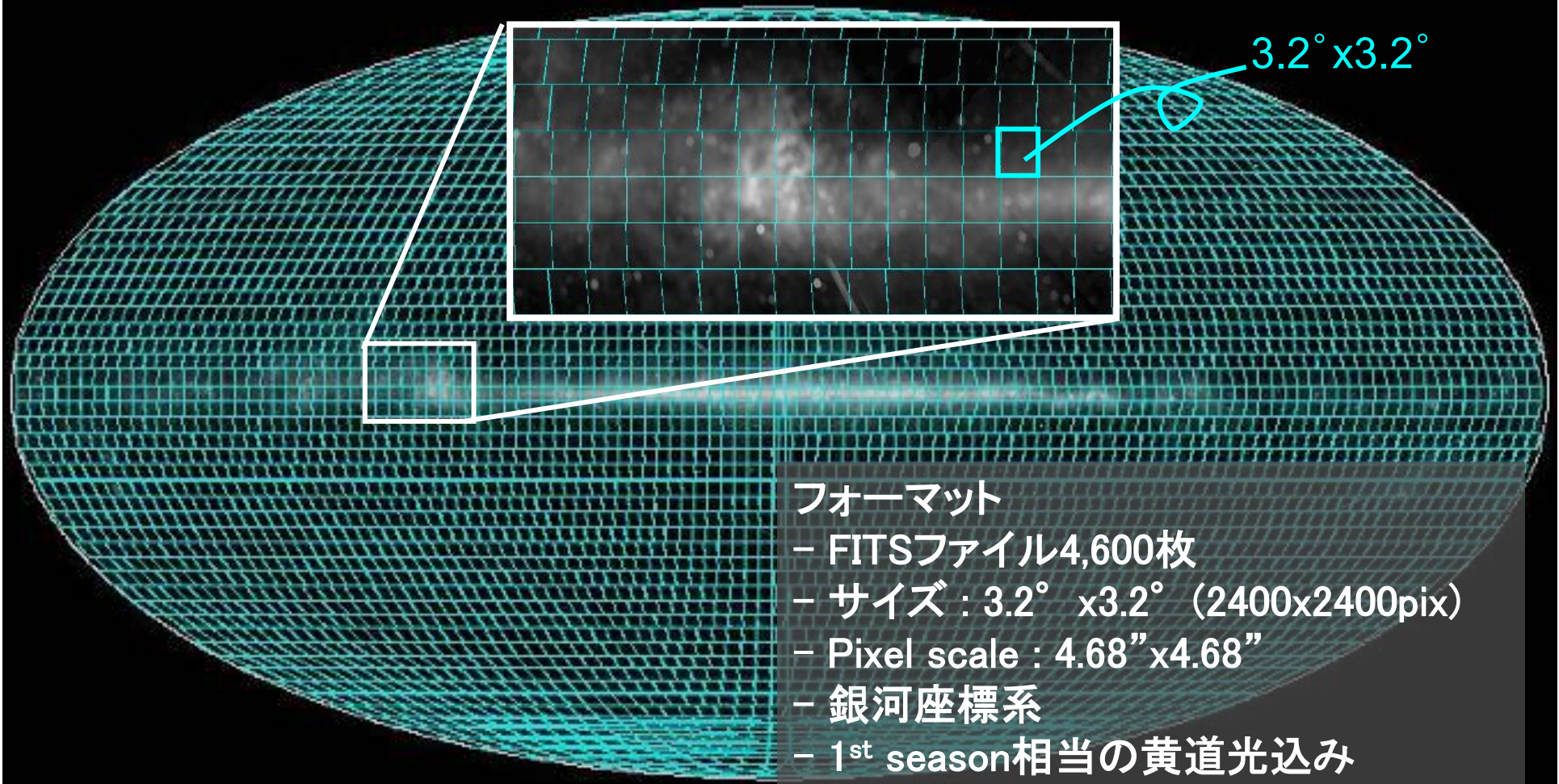
月の迷光を正しく取り除き、月の近くのデータも使用可能に。

4. 全天マップの現状

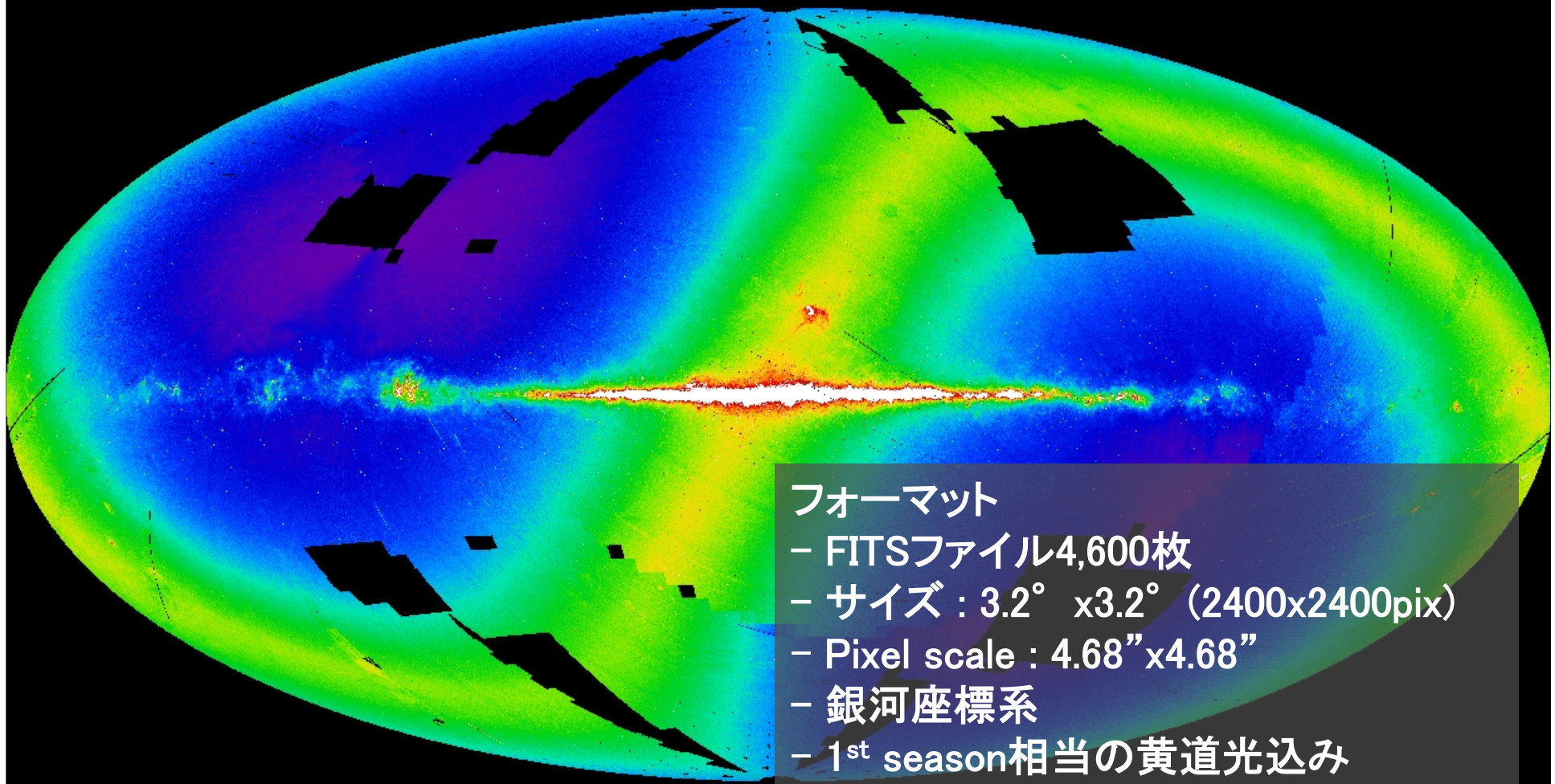
4. 全天マップ – 改善点のサマリ



4. 全天マップ – 現状



4. 全天マップ – 現状 (波長9 μ m帯マップ)



27

37

46

56

66

76

86

95

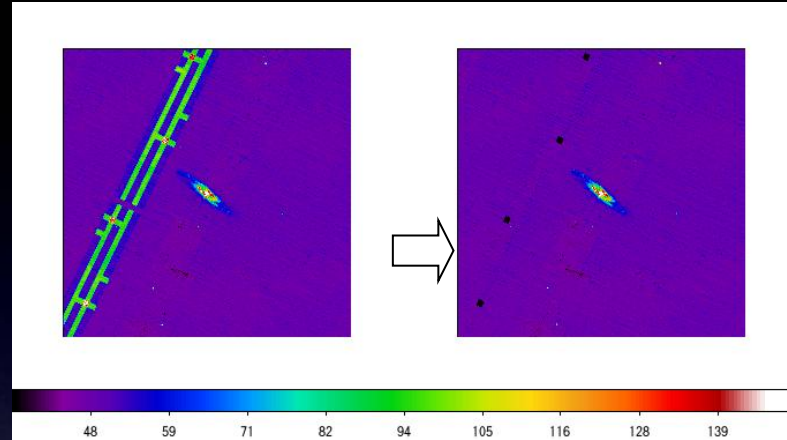
105

2/14日現在の処理状況 (約1ヶ月/runのペースで作成中)

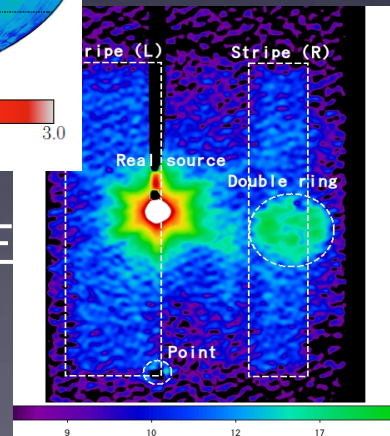
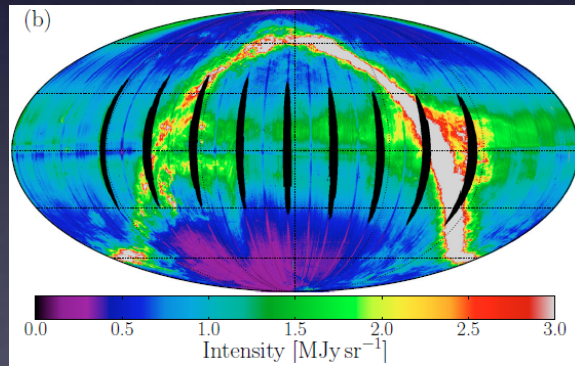
5. 今後の課題

5.1 今後の課題

- 異常なデータ(近軌道デブリ?)の除外

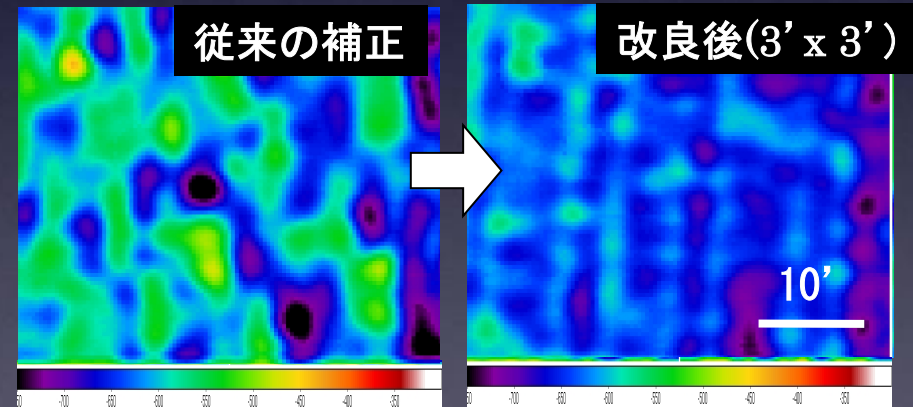
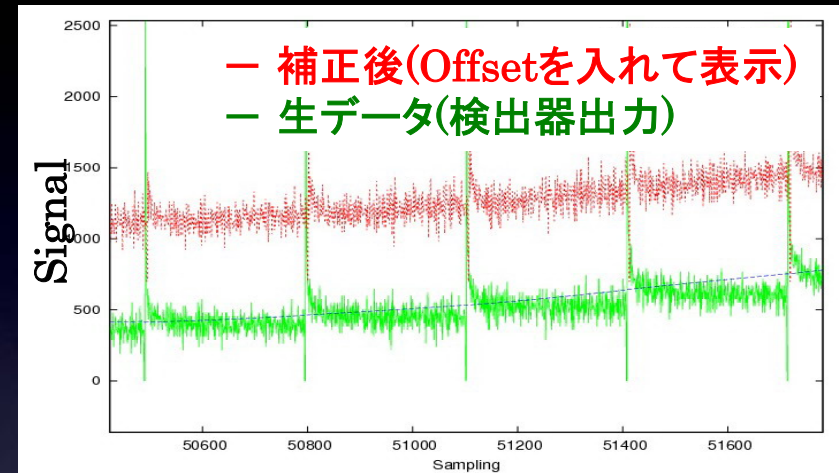


- 月を見た後の感度劣化の補正



- カメラ内散乱光の補正

- LinearityとReset anomaly 補正処理の改善



- 黄道光の差し引き

6. まとめ

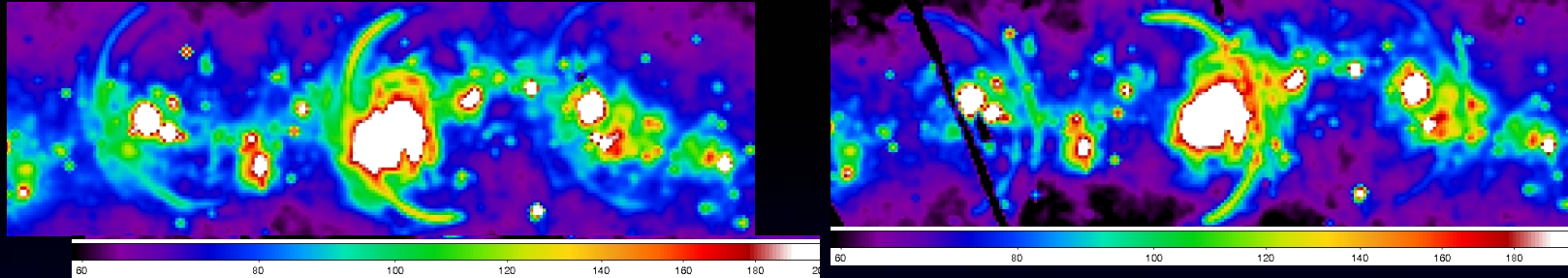
- 「あかり」中間赤外線全天サーベイデータ
 - + 科学的にも解析の進み具合でもユニークなデータセット
 - + 十分な解析を経て公開する価値
 - 解析過程も研究課題・学生教育として有意義
- 点源カタログの作成用の処理
 - + 信頼性の重視
- Diffuseマップ用の新しい解析
 - + 放射線ヒットの影響の補正
 - + 月の影響の補正
 - + 明るい天体の迷光
- 現状
- 今後の課題



3.3 明るい天体の迷光の補正 - 現象

(Kondo et al. in prep.)

明るい天体の離隔1°程度の位置に楕円円弧状の迷光が発生する。



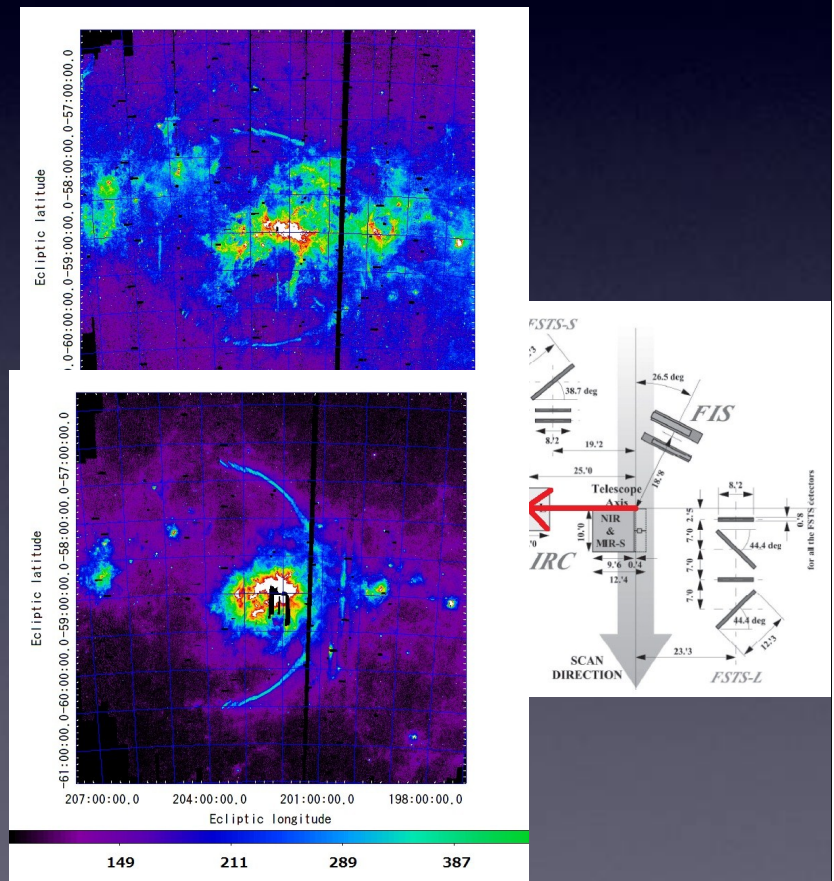
迷光の強度

- 迷光強度は迷光源の明るさに相関
- 迷光源は飽和しており、
明るさを正しく求められない

迷光の形状

- 迷光の楕円円弧形状の中心が望遠鏡焦点における視野位置に対応
- 迷光源は点源状ではなく形状を持っている
⇒ 迷光の形状は単純では無い

⇒ 迷光源の情報(明るさ・位置)から迷光パターンを作成・補正するのは困難

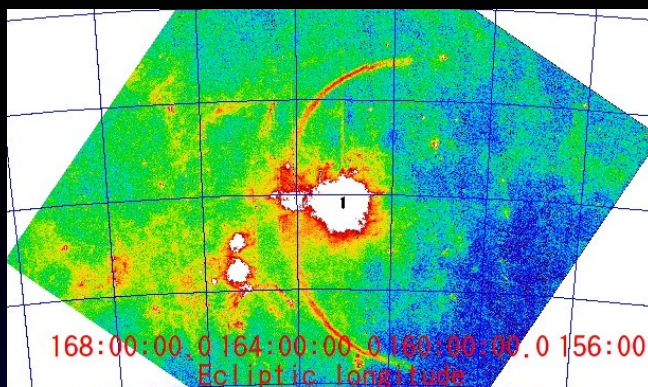


3.3 明るい天体の迷光の補正 - 補正方法と結果

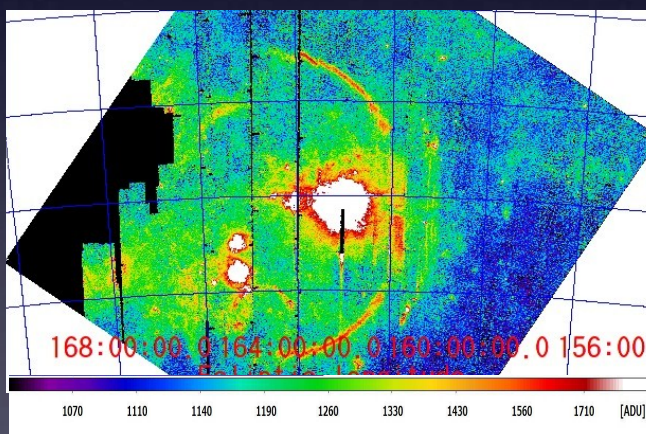
RCW38の例

(Kondo et al. in prep.)

1st season

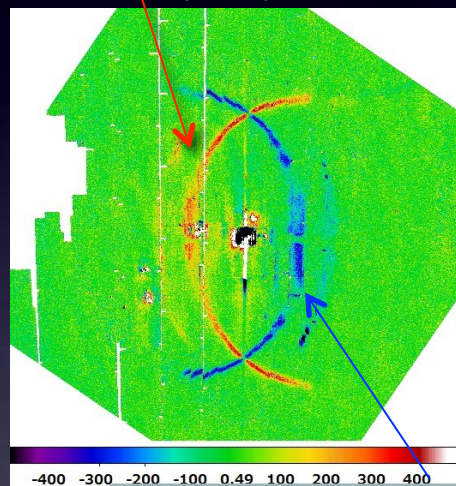


2nd season



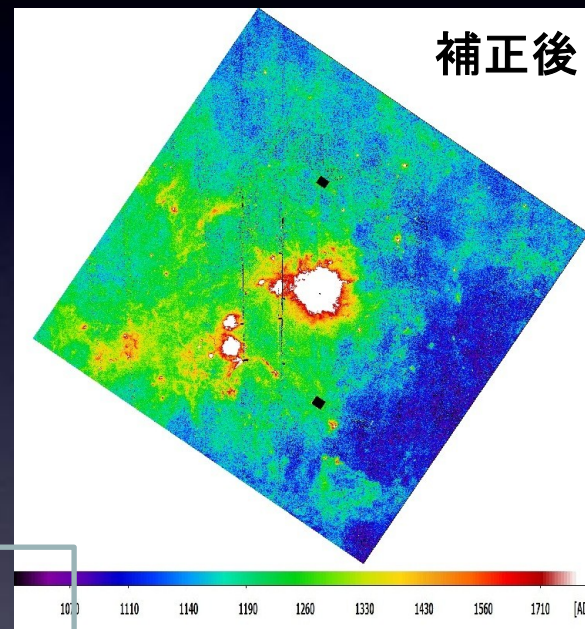
1st seasonの
データ上でマスクする

(1st season) - (2nd season)



2nd seasonの
データ上でマスクする

補正後



銀河面の複雑な領域でも、diffuse天体の形状を正しく再現。