

あかり：最近の成果と現況

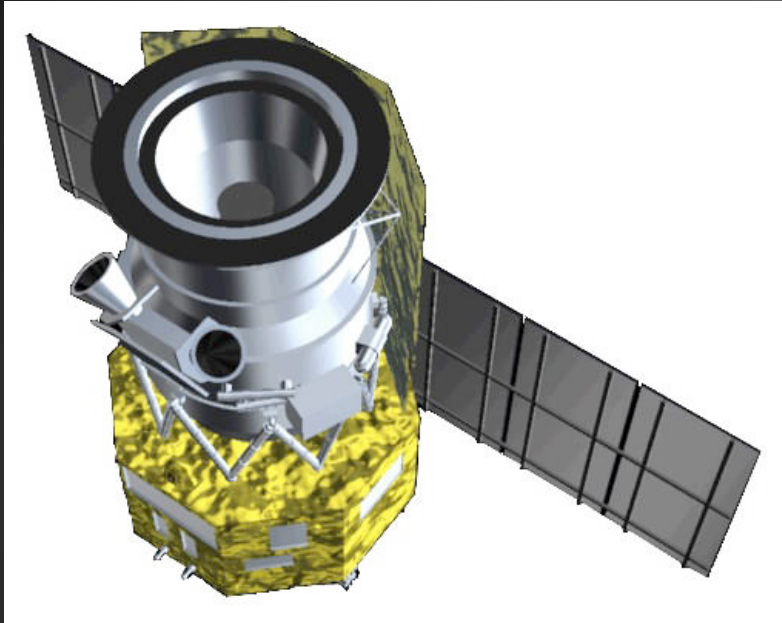
2011年1月 宇宙科学シンポジウム

宇宙航空研究開発機構

宇宙科学研究所

村上 浩、ASTRO-Fプロジェクトチーム

「あかり」の概要



- ◆ 日本初の赤外線天文観測専用衛星
- ◆ 高度約700km太陽同期極軌道(円軌道)
- ◆ 長さ3.7m、重さ952kg
- ◆ 口径68.5cmの反射望遠鏡
液体ヘリウムと冷凍機で極低温冷却
- ◆ 2台の観測装置
遠赤外線サーベイヤ(FIS)
近・中間赤外線カメラ(IRC)
波長2~170 μ mの赤外線全域をカバー
- ◆ 連続スキャンによる全天サーベイ(6波長帯)
+ 指向観測(撮像、分光)

◆ 目的: 赤外線全天サーベイによる第二世代の赤外線天体カタログの提供
銀河、星・惑星の誕生と進化を追う

JAXA「あかり」プロジェクトは、主に以下の機関の協力で実施。

名古屋大学、東京大学、自然科学研究機構・国立天文台、欧州宇宙機関(ESA)、英国Imperial College London、University of Sussex、The Open University、オランダUniversity of Groningen/SRON、韓国Seoul National University。なお、遠赤外線検出器開発では情報通信研究機構の協力を得ている。

これまでの経過と現状 1

- 液体ヘリウム冷却による観測（観測Phase 1&2）
 - 2006年2月打上げ ⇒ 2007年8月まで
 - 6波長帯の全天サーベイに成功（全天の約96%以上）
 - 5,088回の指向観測で全赤外線波長帯での詳細観測（分光・撮像）（試験観測を含めると5,380回）
- 液体ヘリウム消費後の近赤外線観測（Phase 3）
 - 冷凍機により波長2～5 μ mの観測を継続
 - 地球大気に邪魔されない連続したスペクトル
 - 2008年3月の審査で3年間のミッション延長が承認された
 - 2008年6月より本観測開始
 - 2010年2月15日までに約 12,800回の指向観測
エクストラサクセスを達成
 - 2月16日に冷凍機異常電流。低電力運転を強いられる。
 - 検出器温度上昇 ⇒ データ品質劣化
 - 5月に観測中断。冷凍機復帰運用を継続中。

最近の成果

ポスター

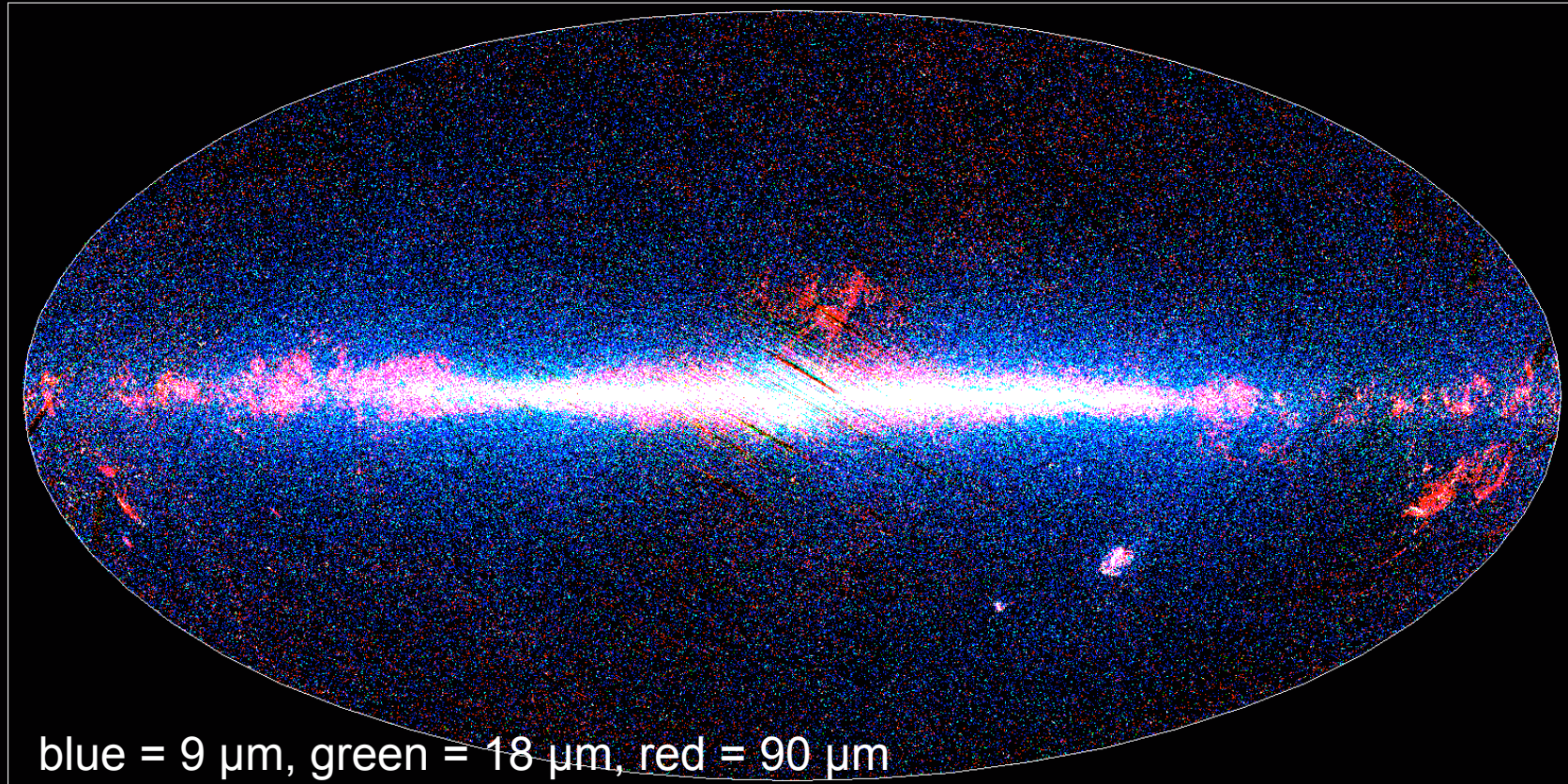
これまでの衛星・探査機・観測ロケット・大気球により得られた成果

- P1-010 「あかり」全天サーベイデータ 中川貴雄 他
- P1-011 「あかり」で探る銀河の進化と宇宙赤外線背景放射 松原英雄、松浦周二 他
- P1-012 「あかり」による低温度星研究の進展 山村一誠 他
- P1-013 「あかり」による星・惑星系形成領域観測 Mission Program (AFSAS) 上野宗孝 他
- P1-014 「あかり」による大マゼラン雲と北黄極の指向観測広域サーベイの概要と点源カタログの公開 加藤大輔 他
- P1-015 「あかり」による大光度赤外銀河ULIRGsの分光観測 白旗麻衣 他
- P1-016 「あかり」による太陽系小天体の赤外線観測 2010 臼井文彦 他
- P1-017 『あかり』による近傍銀河の撮像分光観測 有松亘 他
- P1-018 赤外線天文衛星「あかり」が明らかにした多様な星周・星間ダスト環境 大澤亮 他

宇宙科学を支えるテクノロジー

- P7-020 宇宙用InSb赤外線センサアレイの動作温度に対する性能変化の物理的理解 森達哉 他
- P7-086 「あかり」カタログ・アーカイブ・サーバ(AKARI-CAS)の開発 山内千里 他

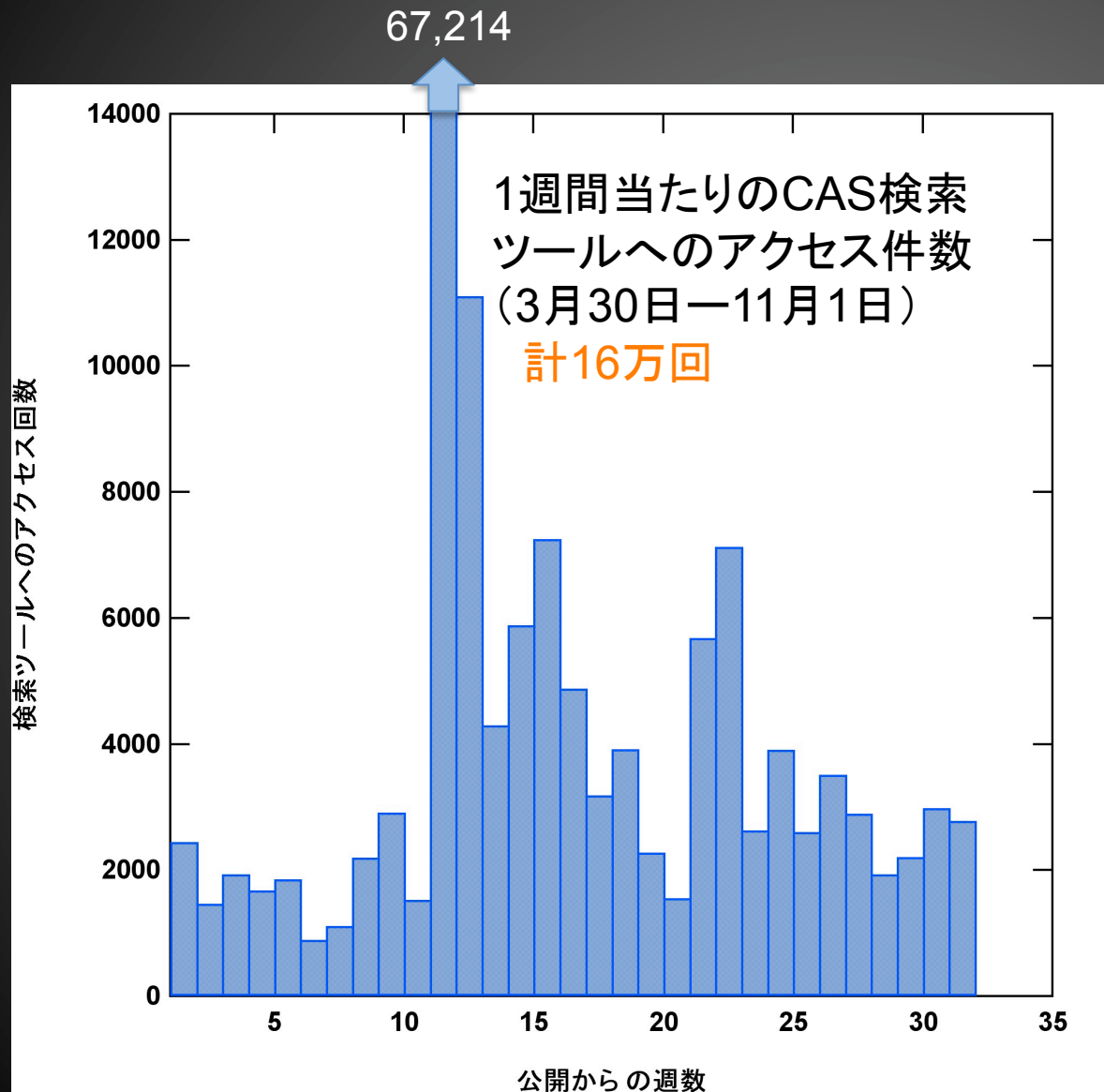
赤外線天体カタログの公開



- 2010年3月30日、130万天体の情報を含む赤外線天体カタログを公開
- 日本が世界に発信する天文学の最重要カタログ
- 全天サーベイデータより、中間赤外線(9, 18 μm)、遠赤外線(65, 90, 140, 160 μm)での点源天体を抽出してカタログ化

P1-010「あかり」全天サーベイデータ 中川貴雄 他

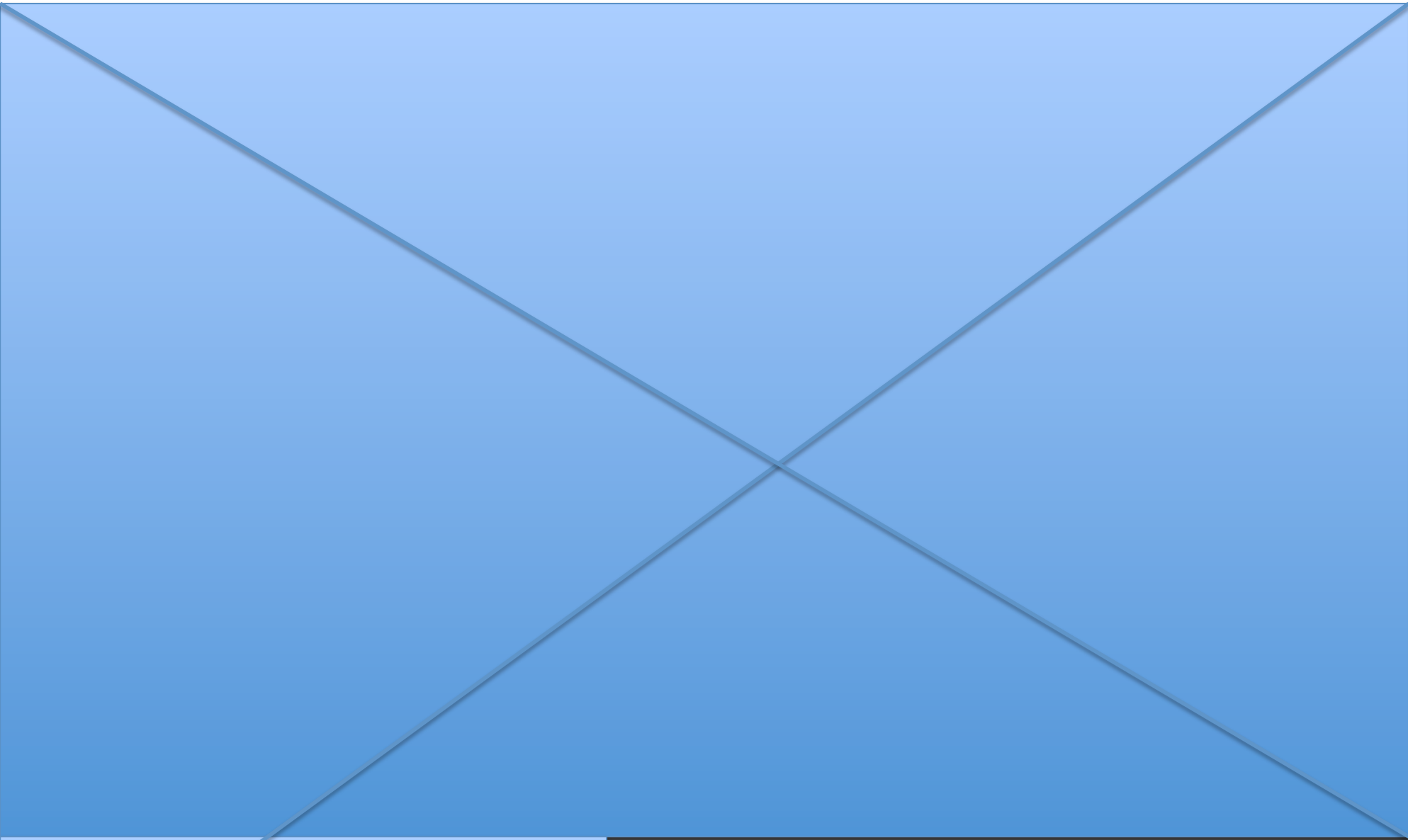
あかり赤外線天体カタログ



■科学衛星運用・データ利用センター(C-SODA)が運用する高機能のデータ公開サービスAKARI Catalogue Archive Server (CAS) により公開、多くのアクセスを集めている。
(米国からも公開)

■ESAのHerschel 宇宙天文台の観測立案ツールにも、CASへのアクセスサービスが実装されている

■カタログは、現在改訂作業中
⇒ 信頼性 & 天体数向上



遠赤外線全天画像 チーム内公開へ

P1-010 中川貴雄 他 『「あかり」全天サーベイデータ』

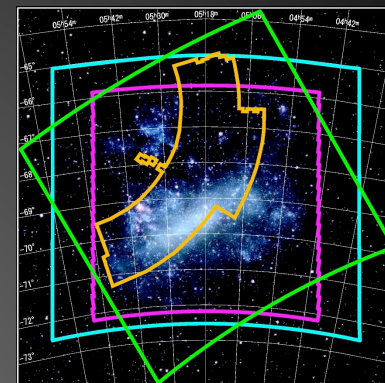
公開間近の その他の天体カタログ

大マゼラン雲(LMC)天体カタログ

P1-014 加藤 他

- ❖ 指向観測で、波長3, 7, 11, 15, 24 μm の5波長で観測
- ❖ 約10平方度の領域をカバーし、約60万天体を含むカタログ
- ❖ 星形成や晩期型星研究の基礎資料として今後の天文学研究に重要な役割
- ❖ 可視光、近赤外線などによる地上観測、Spitzer宇宙望遠鏡による観測と合わせた研究を期待。特に「あかり」の波長11, 15ミクロンのデータは、「暖かい」ダストをまとった星の性質を調べるのに有効

「あかり」LMCサーベイ領域(オレンジ)と他波長でのサーベイ領域



NEPディープサーベイ領域の近赤外線画像



北黄極領域(NEP)天体カタログ

P1-011 松原・松浦 他

- ❖ 指向観測で、波長2~24 μm を9波長バンドで観測
- ❖ 二種類のカタログデータ
 - NEP-ディープサーベイ (0.38 平方度)
中間赤外線で約7300天体(波長15,18 μm で世界最大の銀河サンプル)
 - NEP-広域サーベイ (5.8 平方度)
近赤外線天体で約77000天体
- ❖ 遠方銀河の中間赤外線放射特性について、全天で最も質の高い情報が得られるカタログ

カタログ化される小惑星の位置

全天サーベイに基づく小惑星カタログ

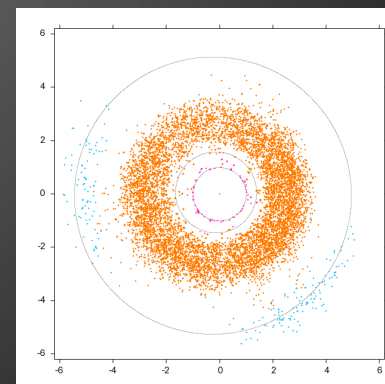
P1-016 臼井 他

- ❖ IRASによるカタログの約2倍の5,000個以上の小惑星を含む

南天あかりディープフィールドの天体カタログ

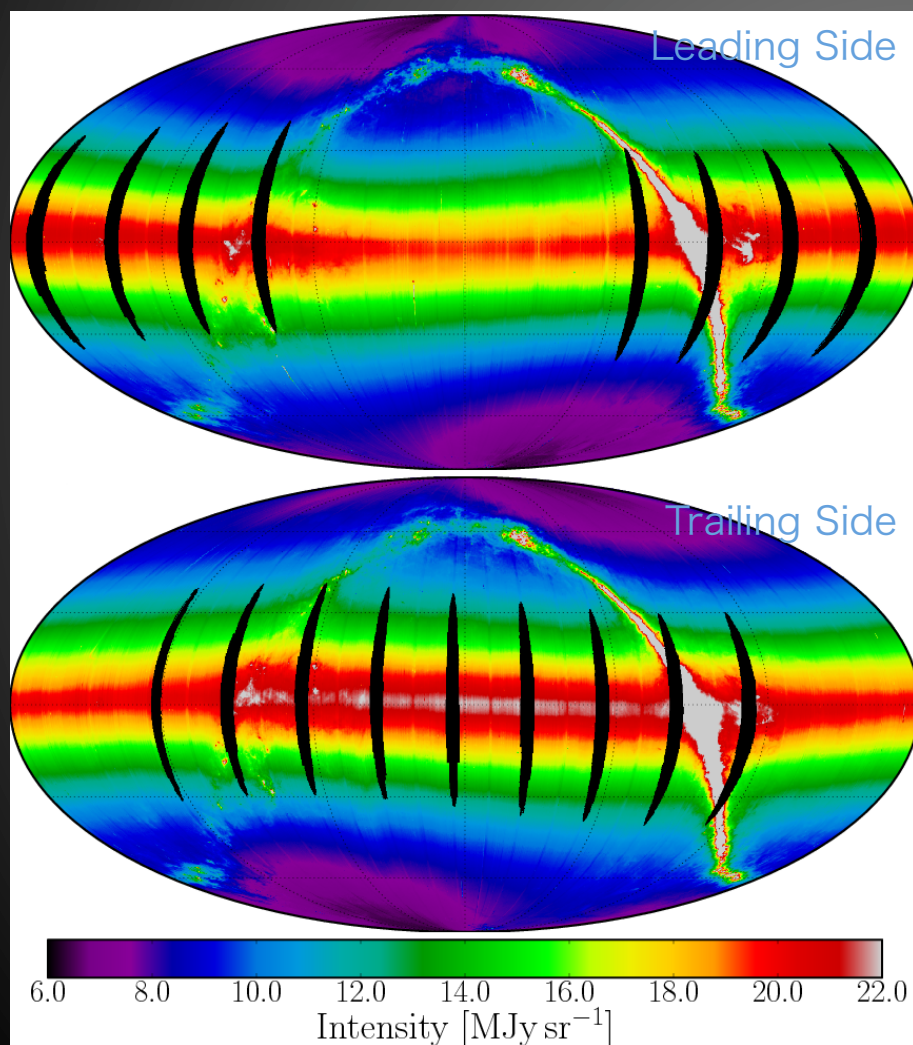
P1-011 松原・松浦 他

- ❖ 指向観測で、波長90 μm で観測
- ❖ 10平方度をカバーし、約3,000個の銀河を検出(遠赤外線での貴重な銀河カタログ)



惑星間塵の熱放射観測と、塵の分布のモデルの改訂

黄道光の分布の測定



- 9, 18 μm の黄道光全天マップ。惑星間塵雲の対称面が黄道面（地球軌道面）に対して傾いているのが見えている。(Pyo et al., 2010)

P1-016 「あかり」による太陽系小天体の赤外線観測 2010 臼井文彦 他

- これまでほぼ**IRAS/DIRBEの結果**にのみ依存していた黄道光モデルを大幅に改訂し、**基礎テンプレート**として世界中に提供。

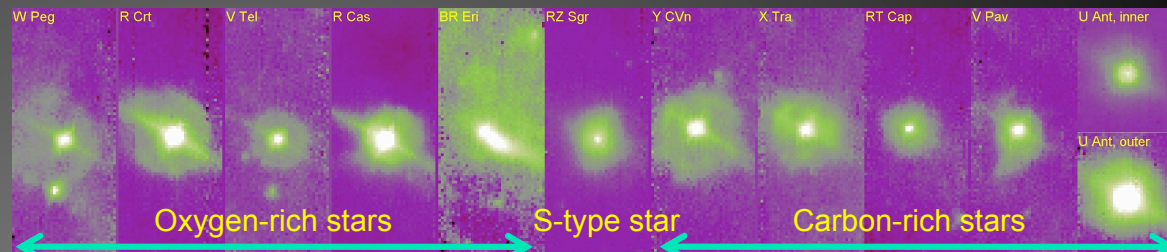
星の終末期における質量放出と塵形成 1

質量放出星のダストシェルの

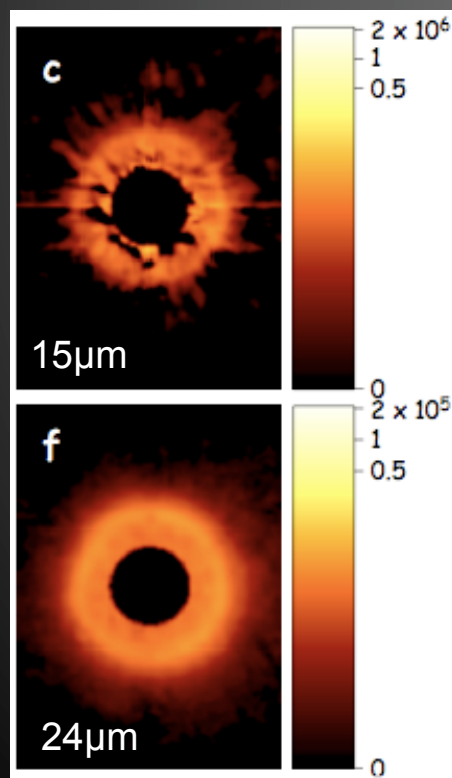
遠赤外線観測

140天体を観測して、以前のサンプル数を10倍の規模に拡大(半数の星の周囲に広がったダストシェルを検出)。

小・中質量星の進化最末期における、質量放出の履歴を系統的に研究。



Izumiura, Ueta et al. in press

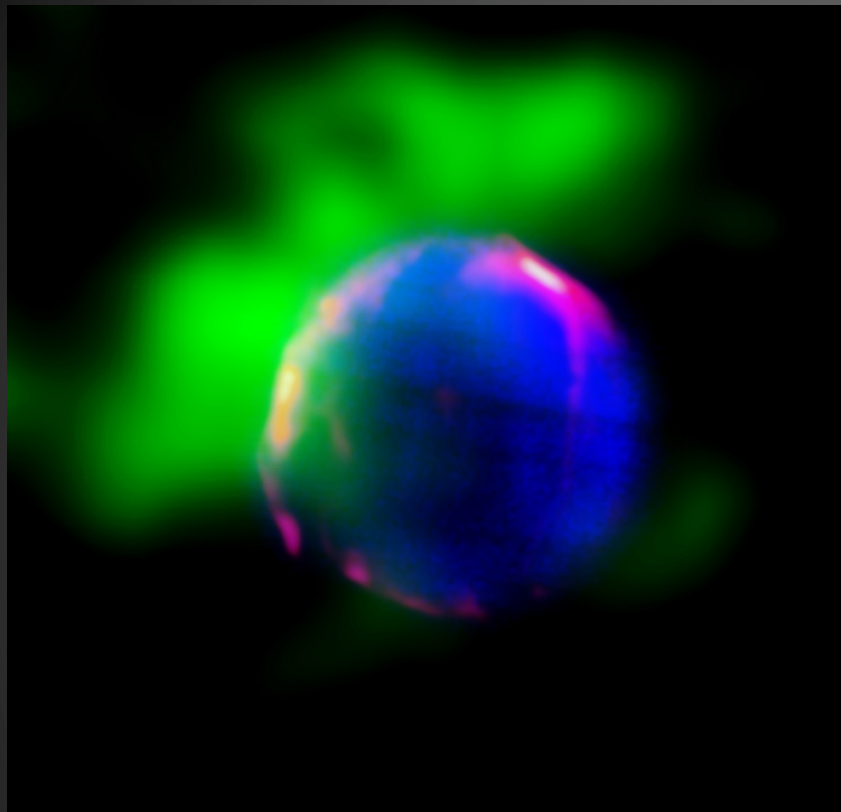


質量放出星のダストシェルの中間赤外線観測

光学系が作るゴースト(反射等による偽の像)や、PSF(点源像の広がり)を詳細に解析し、中心星の像を取り除くことにより、炭素星 U Ant の周囲に広がる二重のダストシェルを、中間赤外線ですべて初めて観測。

ESAのHerschel宇宙天文台による遠赤外線観測と合わせて、広い赤外線波長域にわたるスペクトルを取得。2つのシェル(中心星から43"と50"の位置)の塵が異なる温度(140 Kと60 K)を持つこと、ほとんどの塵は外側のシェルにあることを確認。塵の成長を示唆した。Arimatsu et al. 2010 ApJL, in press.

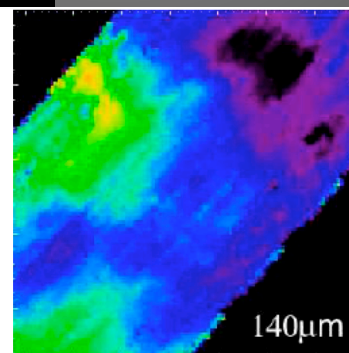
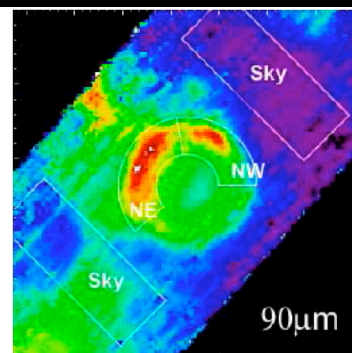
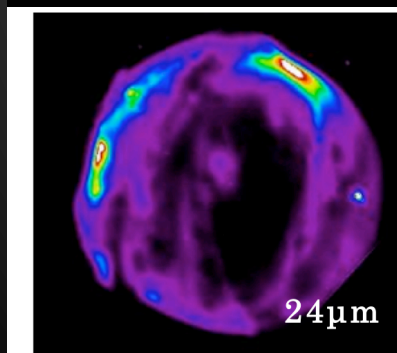
星の終末期における質量放出と塵形成 2



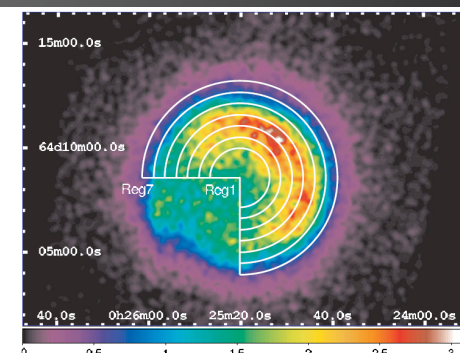
ティコの超新星残骸の多波長合成画像
青が「すざく」衛星による高温プラズマ画像、
赤が「あかり」衛星による赤外線画像(波長
24 μ m)。 緑は電波で観測された一酸化炭素
分子ガスの分布。(Ishihara, et al. 2010)

核融合暴走型(Ia)超新星で塵の生成の徴候を
世界で初めてとらえた。

高温プラズマの泡(青)が 星間分子雲(緑)と
ぶつかっている左上では、星間塵が飲み込ま
れて壊されている。一方、右上では超新星爆
発で放出された物質から塵が作られている可
能性がある。

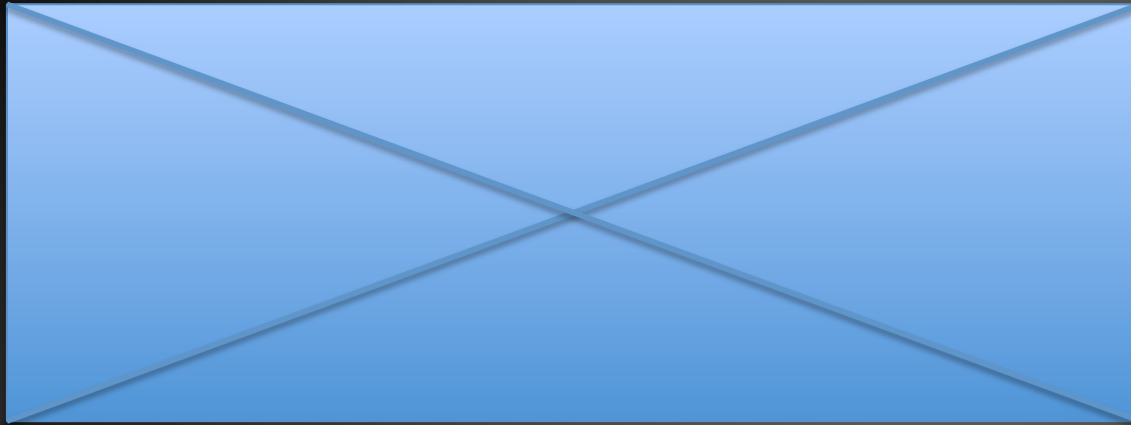


あかり(塵の放射)



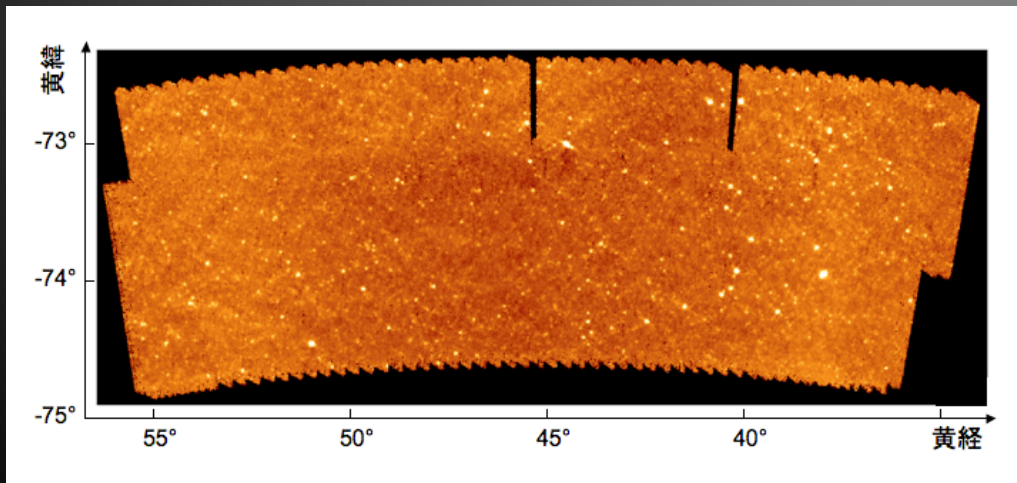
すざく(鉄輝線)

宇宙赤外線背景放射



観測領域の部分画像（左から波長2.4, 3.2, 4.5 μm ）.
(Matsumoto et al. 2010, submitted.)

P1-011 「あかり」で探る銀河の進化と宇宙赤外線背景放射
松原英雄、松浦周二 他



あかり南天ディープフィールドの90 μm 画像
SMatsuura et al. 2010, submitted

近赤外域の観測

- IRC撮像／分光指向観測、北黄極サーベイ領域中心部の6平方度をマッピング
- 点源（銀河・星）の影響がない宇宙背景放射の測定を実現
- 系外銀河では説明できない**大角度（10分角スケール）の背景放射ゆらぎを発見**

第一世代星の分布や放射スペクトルの理論的予測と良い一致

遠赤外域の観測結果

- 南天のダスト放射が少ない領域で、指向観測により全天サーベイの100倍高い感度で12平方度を観測
- 90 μm にて約3,000個の銀河を検出
- **背景放射ゆらぎの検出**
 - 赤外線銀河のクラスタリング
- **銀河ではない超過エネルギーの発見！**
 - 未知の天体？ 宇宙初期天体？

あかり冷凍機の現状

● 冷凍機の性能劣化

- 「あかり」は冗長系を含めて2台の冷凍機を搭載
 - 1台は2007年末に駆動電流急増、電源OFF。地絡発生と考えられる。
- 今年2月、残る1台にも類似現象が発生(要求寿命1年以上、目標寿命3年は、ともに満足)。低電力運転を強いられている。
⇒ 検出器温度上昇
- 2月16日以降の観測データは質が劣化、5月より観測プログラム中断。
- 現在、冷凍能力復帰のための運用を実施中
 - 1) 駆動電力を上げると地絡発生
地絡を起こさない範囲で、できるだけ大きな電力の駆動を試みた
⇒ 冷凍効率が落ちているため、目標温度に冷却できず
 - 2) 作動ガス中の不純物ガスが低温部で固化して動作を妨げているため冷凍効率が低下
⇒ 不純物の固体を気化させるため、一旦昇温する運用を実施(11月22-24日)。

慣性固定姿勢で、望遠鏡に地球光を導入
& 鏡筒先端部に太陽光を当てる
常温での冷凍機動作は、正常復帰！ 現在、再冷却中。

冷凍機昇温運用後の温度変化

11月の昇温運用で250K程度に上昇した冷却部温度は、再冷却により、冷凍機の冷却端・赤外線検出器ともに現在70K程度まで下がっている

観測に必要な50K程度の低温が得られるかどうか、最終判断にはもう1月ほど必要