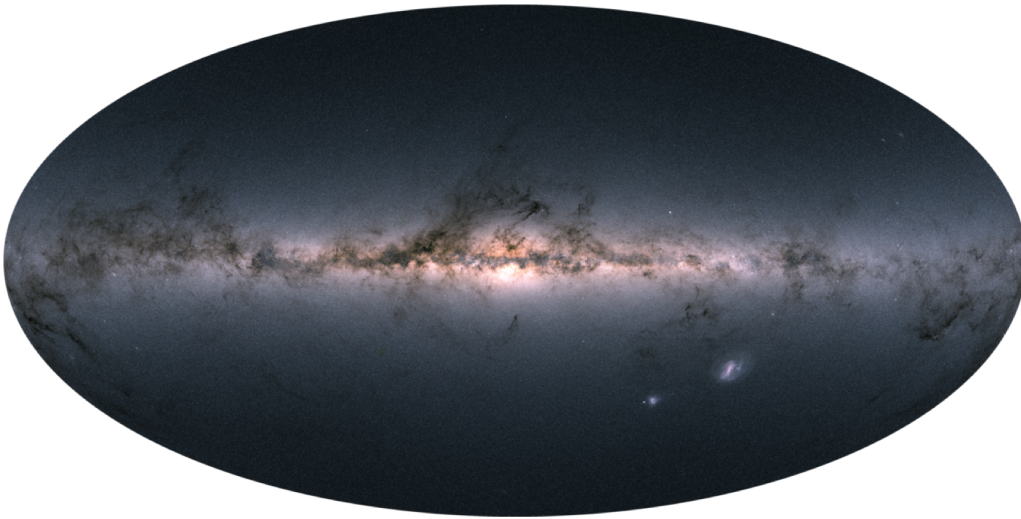


Gaia DR2, WISEと組み合わせた
「あかり」指向観測データの活用
～大量の残骸円盤の特徴づけ～

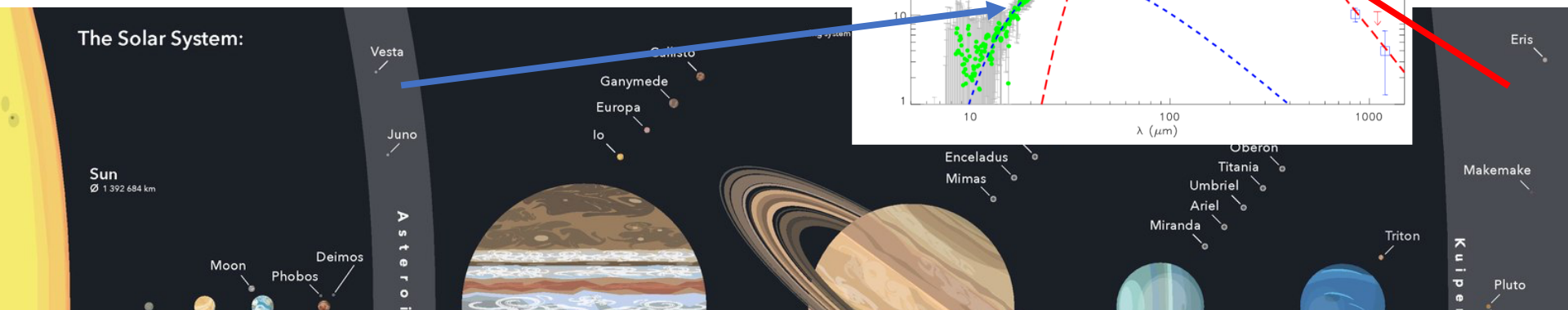
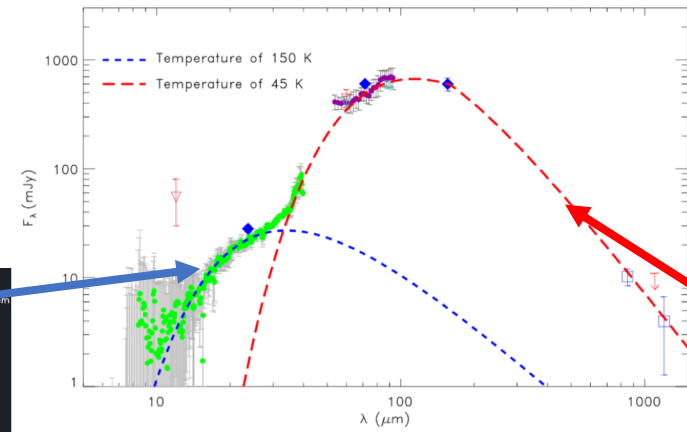
水木敏幸, 山村一誠 (ISAS/JAXA)

Gaia DR2による近傍星サンプルの拡張

- Gaia Data Release 2 was released on 25 April 2018 and is available through the Gaia Archive.



	N_{source}	$d_{\text{typical limit}} [\text{pc}]$	mag limiting
Tycho-2	1.1 M	100-200	12
Gaia DR2	1.3 G	>1 k	21



目的：近傍星における残骸円盤の大量探査・特徴付け

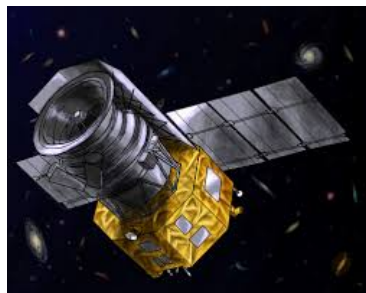
- 近傍星で、中間赤外線以遠における超過を発見・特徴づけ



Gaia

WISEのみの赤外超過検出はconfusionの可能性が高く (Dennihy et al. 2020)、
又、残骸円盤は複数の温度構造をもつことが示唆されている (Chen et al. 2014)。

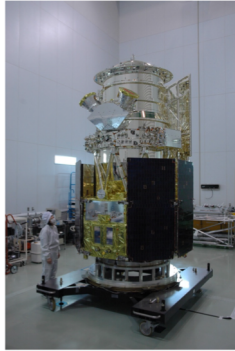
データの信頼性・ターゲットの詳細な特徴づけのため、
追加の中間赤外線観測データが要求される



AKARI/IRC指向観測データ

「あかり」データの特徴

- 観測装置：IRC(1.8-26 μm), FIS(50-180 μm)



望遠鏡口径 68.5 cm
太陽同期軌道

2006-2007年：cryogenic mission(2-200 μm)
2008-2010年：warm mission(2-4 μm)

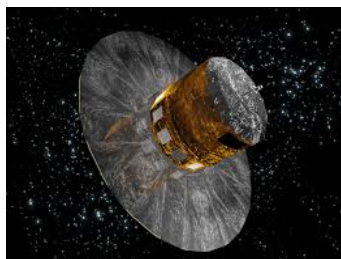
	観測波長 μm	観測範囲	限界等級 mag_{Vega}
IRC-survey (Ishihara et al. 2010)	9, 18	~ all-sky	7.6, 5.5
IRC-pointed	2, 3, 4, 7, 9, 11, 15, 18, 24	< 1 % 10'x10' FoV	~ 17, 13, 10
WISE (Wright et al. 2010)	3.4, 4.6, 12, 22	~ all-sky	17, 15.6, 11.5, 7.9

浅い

深い・狭い

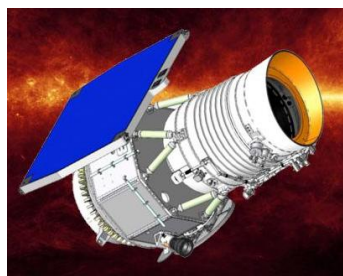
目的：近傍星における残骸円盤の大量探査・特徴付け

- 近傍星で、中間赤外線以遠における超過を発見・特徴づけ



Gaia

- ↑ 近傍星の検出及び色等級図上での特徴付け
- ↓ 可視光観測なので円盤検出はできない



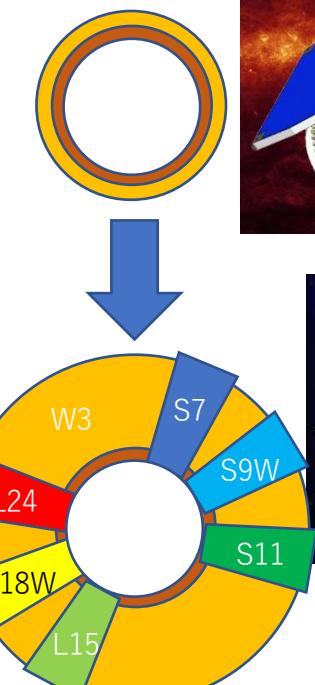
WISE

- ↑ 大量の赤外超過候補天体の検出
- ↓ 超過成分のSEDを理解するには不十分 (12, 22 μm)

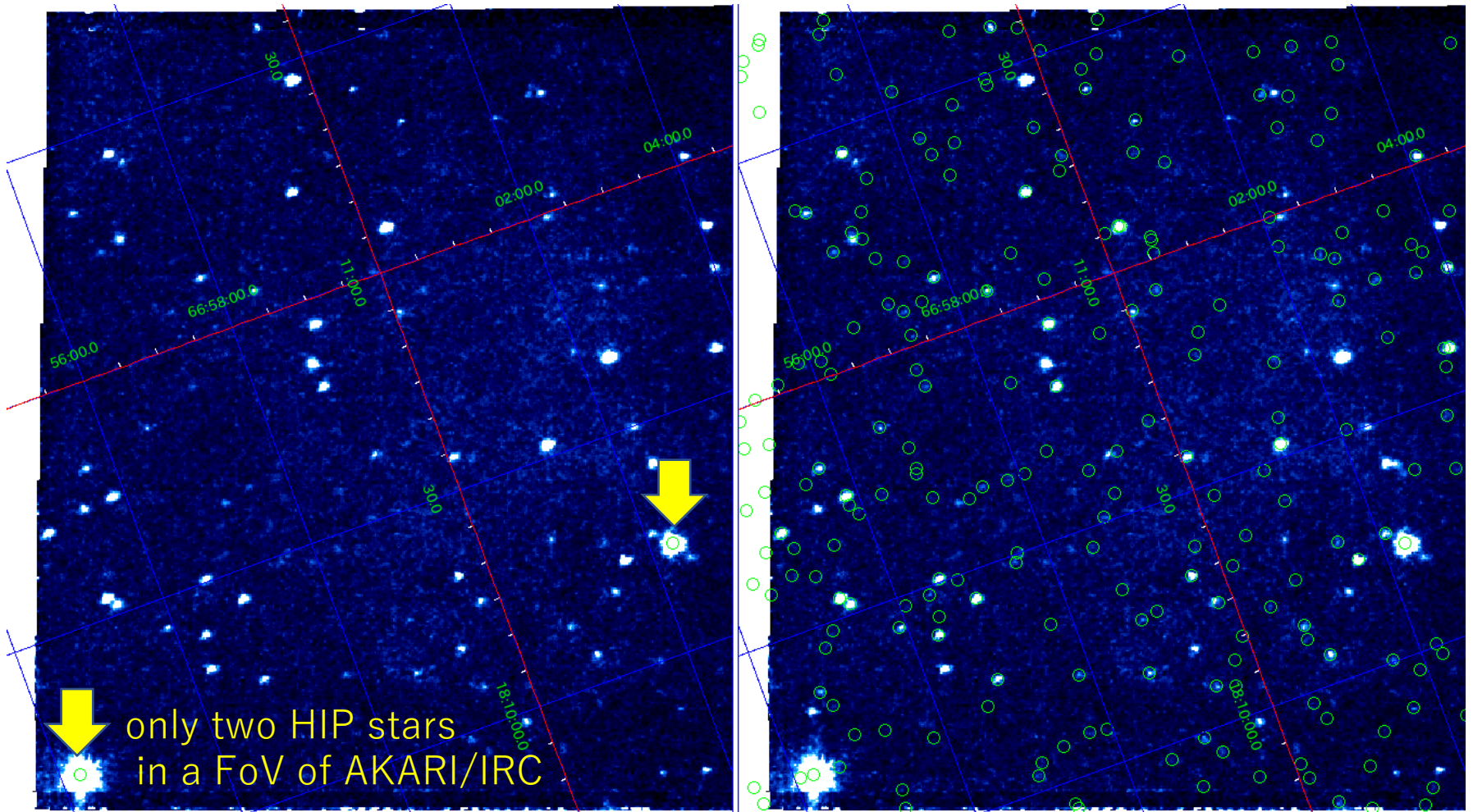


AKARI/IRC指向観測データ

- ↑ 中間赤外線においてWISEと相補的 (7,9,11,15,18,24)
- ↓ 指向観測データ：観測範囲が限定的

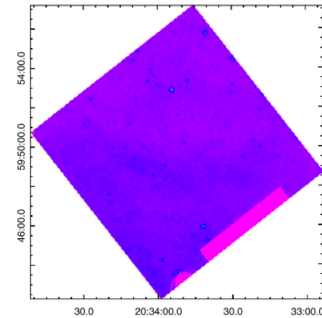
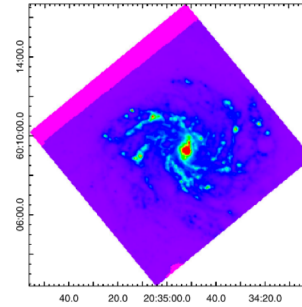
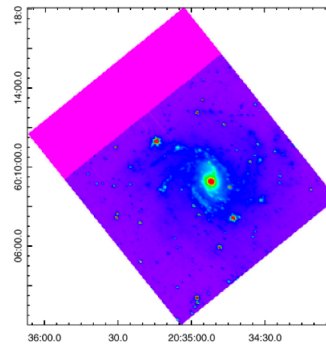
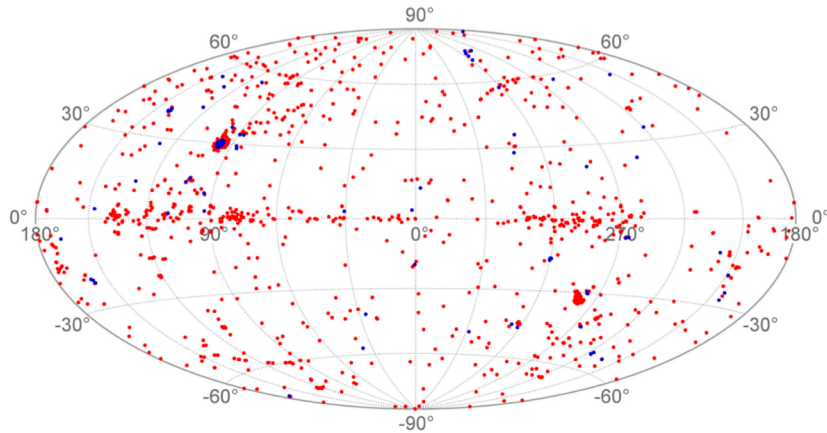


Hipparcos and Gaia DR2



「あかり」 指向観測“アーカイブ”データ・パイプライン

- 液体ヘリウム冷却期間中に取得された約4000観測を整約 (Egusa et al. 2016)



「あかり」 webページ等を通じて公開
生データ、整約済みデータ、解析パイプラインが公開

「あかり」 指向観測アーカイブデータの良いところ

- 「あかり」運用時のユーザが異なる目的で取得したデータが単一のパイプラインで解析可能
- パイプラインのインストール及び実行は比較的容易

「あかり」指向観測“アーカイブ”データ・パイプライン

AKARI IRC Pointed Observation Images Version 1 Public Release

Image query service

Required Parameters:

Object Name or Coordinate:
(e.g., "Ori A" or "12 34 56.7, +76 54 32.1", or "123.45, -12.345")

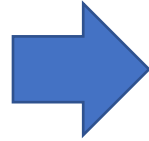
Coordinate System:

Detectors: both NIR/MIR-S and MIR-L NIR/MIR-S only MIR-L only

Options:

Search Radius [degrees]: (Max: 90)

[Submit Request](#)



query results

Number of observations: 190

input coordinate

Target "NGC_6543" resolved by Simbad.

- J2000: (269.639184, 66.632986)
- Galactic: (96.467937, 29.954488)
- Ecliptic: (153.071750, 89.839491)

[Download wget script](#) [Select All](#) [Clear All](#)

Matched position

No	OBSID (show info)_	Data	Reference RA (NIR)_	Reference Dec (NIR)_	Reference RA (MIR-L)_	Reference Dec (MIR-L)_	Object_	Object RA_	Object Dec_	Proposal	AC	
<input checked="" type="checkbox"/>	1	5124112_001	DL	269.9767	66.4162	269.4243	66.6622	GHOST1____L_IM_GH	269.3940	66.6575	DTIRC	IRC
<input checked="" type="checkbox"/>	2	5124113_001	DL	270.3432	66.4930	269.7115	66.7258	GHOST2____L_IM_GH	269.7007	66.7295	DTIRC	IRC
<input checked="" type="checkbox"/>	3	5124114_001	DL	270.4480	66.3849	269.8969	66.6039	GHOST3____L_IM_GH	269.8854	66.6078	DTIRC	IRC

座標をインプットすると、その座標を含む観測データのリストが出てくる

「あかり」指向観測アーカイブデータの良くないところ

- CLスクリプト(IRAF)+Perl
- 潜在的には数十万天体以上を含む、天体カタログがない (天体サーチもない)
- 画像歪みが存在→ Gaia, WISE等とのcross-matchに失敗する
- 地球迷光→ 背景成分の変動により、検出されるべき天体が未検出・測光精度の低下

「あかり」指向観測データの再解析・カタログ作成

- アーカイブデータ作成案
- Python（主流、且つIRAF等のheritageを活用可能）
 - 複数のオプションを用意しつつ、単一のパイプラインで解析
- 処理の追加
 - ディストーションの導出、地球迷光テンプレートの作成
- 再解析（必要や手間に応じて）
 - ダーク、フラット、測光キャリブレーション
- 点源カタログの作成

AKARI/IRC image analysis

• Image reduction ~ pipeline

△ • Raw data

- data cubeにひとつのヘッダ
- NIR: 1short&1long, MIR: 1short&3long ~ 1 minute
- とある一瞬の情報しかついておらず、1分間で観測フィルター・観測モード・地球迷光パターンが変わっている
- 一部のデータにAvoidance Angle等の欠落がある

○ • Dark

- マスク領域を用いたSAAによる影響の低減 (NIR dark in Tsumura&Wada, 2011)
- hot pixelを再現するための neighboring MIR dark (Egusa et al., 2016)

△ • Flat

- パターンが数日程度で変化 (Egusa et al., 2016)
- 変化するタイミングが異なる

✕ • Distortion

- x, yのピクセルスケールの調整 (e.g., Egusa et al., 2016)
- 検出器の位置に依る顕著な歪みがある

△ • Photometric calibration

- 黄極等にいる Cohen starを用いる (Tanabe et al., 2008)
- 2008年以降、アップデートされていない

△ • WCS

- WISE-based (e.g., Egusa et al., 2016)
- 顕著な歪みがMIRにあるので、MIR WCSは正確ではないかも

• Additional processings

• Saturated star

- NIRで顕著、付随するパターンあり (検出器由来の anomaly?)

• Earth stray light

- 地球の夏の時期に、NEPで顕著
- 複数の観測データの線型結合でパターンをモデル化 (PCA)

• Multi-FoV stacking for NEP and LMC

- NEP deepの作成に必要

• Point Source Catalogue

AKARI/IRC image analysis

• Image reduction ~ pipeline

• Raw data

- data cubeにひとつのヘッダ
- NIR: 1short&1long, MIR: 1short&3long ~ 1 minute
- とある一瞬の情報しかついておらず、1分間で観測フィルター・観測モード・地球迷光パターンが変わっている
- 一部のデータにAvoidance Angle等の欠落がある

• Dark

- マスク領域を用いたSAAによる影響の低減 (NIR dark in Tsumura&Wada, 2011)
- hot pixelを再現するための neighboring MIR dark (Egusa et al., 2016)

• Flat

- パターンが数日程度で変化 (Egusa et al., 2016)
- 変化するタイミングが異なる

✕ Distortion

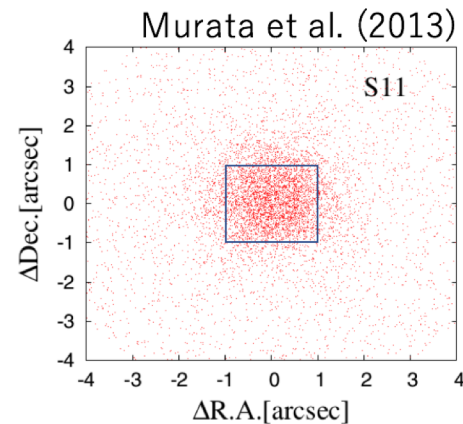
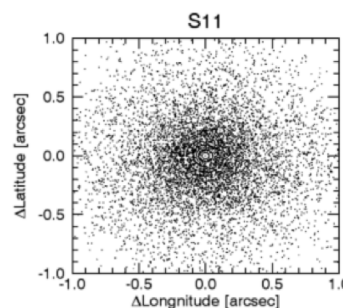
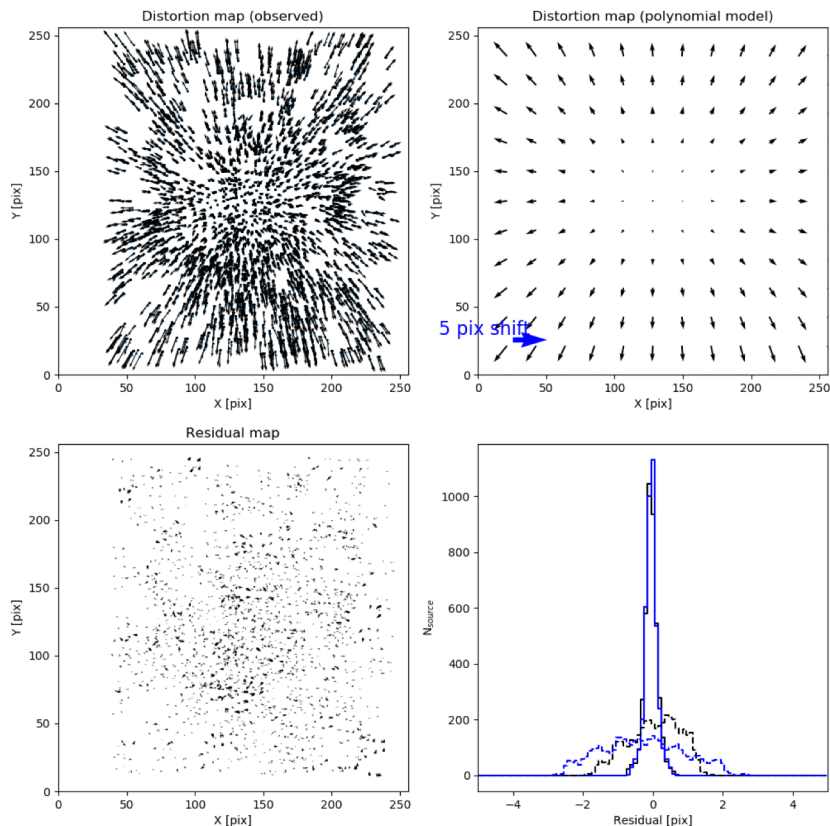
- x, yのピクセルスケールの調整 (e.g., Egusa et al., 2016)
- 検出器の位置に依る顕著な歪みがある

• Photometric calibration

- 黄極等にいる Cohen starを用いる (Tanabe et al., 2008)
- 2008年以降、アップデートされていない

• WCS

- WISE-based (e.g., Egusa et al., 2016)
- 顕著な歪みがMIRにあるので、MIR WCSは正確ではないかも



AKARI/IRC image analysis

• Image reduction ~ pipeline

△ Raw data

- data cubeにひとつのヘッダ
- NIR: 1short&1long, MIR: 1short&3long ~ 1 minute
- とある一瞬の情報しかついておらず、1分間で観測フィルター・観測モード・地球迷光パターンが変わっている
- 一部のデータにAvoidance Angle等の欠落がある

○ Dark

- マスク領域を用いたSAAによる影響の低減
(NIR dark in Tsumura&Wada 2011)
- hot pixelを再現するための neighbor
(Egusa et al., 2016)

△ Flat

- パターンが数日程度で変化 (Egusa et al., 2016)
- 変化するタイミングが異なる

✕ Distortion

- x, yのピクセルスケールの調整
- 検出器の位置に依る顕著な歪み

△ Photometric calibration

- 黄極等にいる Cohen starを用いる
- 2008年以降、アップデートされていない

△ WCS

- WISE-based (e.g., Egusa et al., 2016)
- 顕著な歪みがMIRにあるので、MIR WCSは正確ではないかも

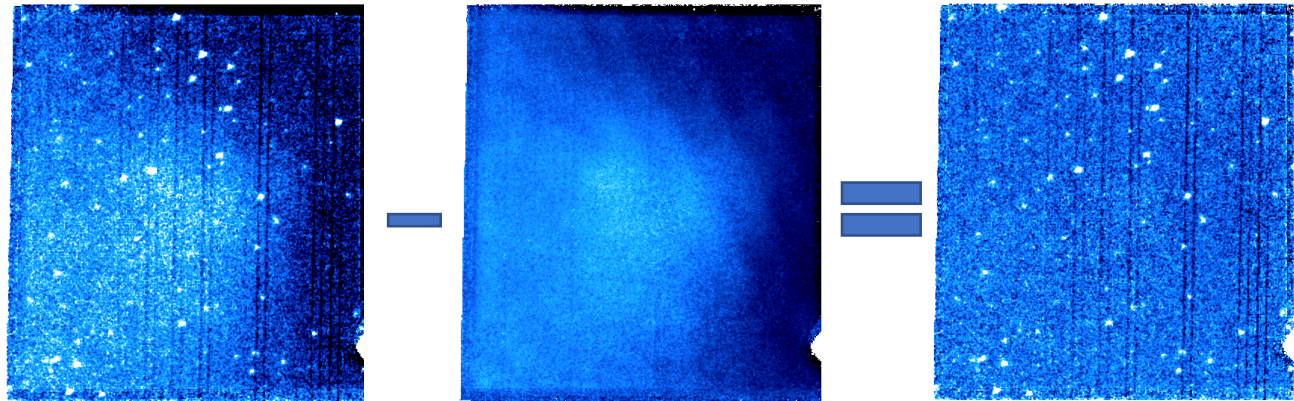
• Additional processings

• Saturated star

- NIRで顕著、付随するパターンあり (検出器由来の anomaly?)

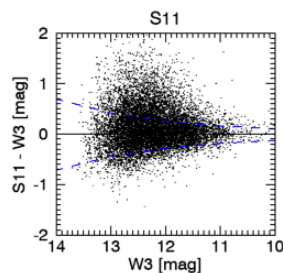
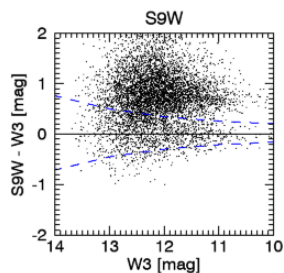
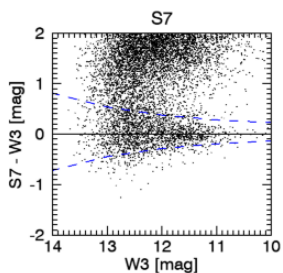
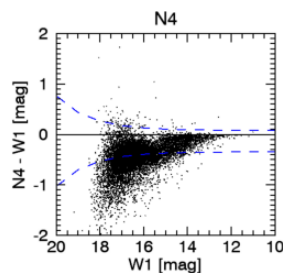
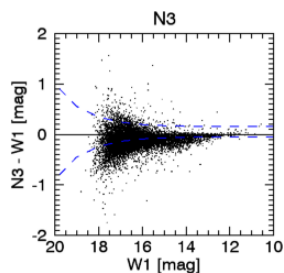
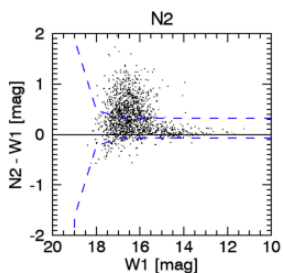
• Earth stray light

- 地球の夏の時期に、NEPで顕著
- 複数の観測データの線型結合でパターンをモデル化 (PCA)



点源カタログの試作状況

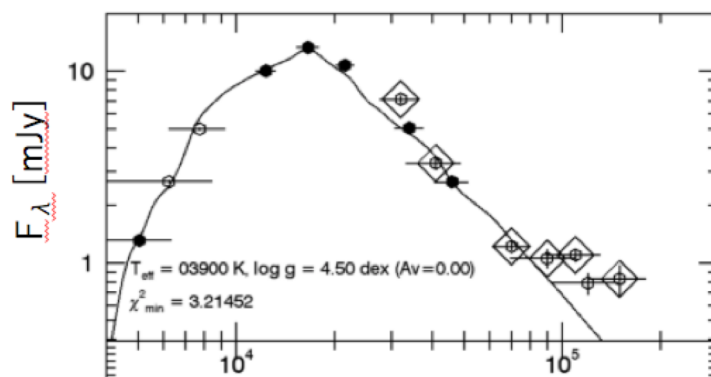
- キャリブレーションデータ作成
- 撮像データ解析
- カタログ パイプラインはおよそ作成済み
- 一部の領域（北黄極）を重点的に処理して検証作業中であり、測光結果はWISEと比較的良く一致している



```
"RA": 270.54669,  
"DEC": 66.518433,  
"NDETECT": "333331000",  
"FLAG_PSF": "000001111",  
"FLAG_PHOT": "100000111",  
"N2_RA": 270.54663,  
"N2_DEC": 66.518478,  
"N2_MAG_APER": 12.716824,  
"N2_EMAG_APER": 0.0087051783,  
"N2_MAG_PSF": 12.636630,  
"N2_EMAG_PSF": 0.11769824,  
"N3_RA": 270.54654,  
"N3_DEC": 66.518440,  
"N3_MAG_APER": 12.673600,  
"N3_EMAG_APER": 0.055469219,  
"N3_MAG_PSF": 12.669975,  
"N3_EMAG_PSF": 0.16893598,  
"N4_RA": 270.54663,  
"N4_DEC": 66.518440,  
"N4_MAG_APER": 12.696372,  
"N4_EMAG_APER": 0.057417799,  
"N4_MAG_PSF": 12.729527,  
"N4_EMAG_PSF": 0.22358552,  
"S7_RA": 270.54675,  
"S7_DEC": 66.518463,  
"S7_MAG_APER": 12.604163,  
"S7_EMAG_APER": 0.054016858,  
"S7_MAG_PSF": 12.653010,  
"S7_EMAG_PSF": 0.13514611,  
"S9W_RA": 270.54651,  
"S9W_DEC": 66.518456,  
"S9W_MAG_APER": 12.545280,  
"S9W_EMAG_APER": 0.14635785,  
"S9W_MAG_PSF": 12.525163,  
"S9W_EMAG_PSF": 0.20926571,  
"S11_RA": 270.54709,  
"S11_DEC": 66.518333,  
"S11_MAG_APER": 12.604087,  
"S11_EMAG_APER": 0.15016443,  
"S11_MAG_PSF": 13.102956,  
"S11_EMAG_PSF": 0.15016443,
```

まとめ

- AKARI/IRC指向観測データをGaia DR2, WISEと組み合わせて、大量の残骸円盤の検出・特徴づけを行ないたい。
- IRCアーカイブデータには地球迷光等の顕著な課題が複数あったので、これを解決、カタログ作成中である。
- 多数の多波長赤外超過天体を検出中



- 論文執筆と同時に解析済みデータ及びカタログを公開予定 (2020年内くらいを目安)。

アーカイブデータを作ったり・使ったりした感想

- アーカイブデータは将来的に“より”重要となる可能性がある
e.g.)多波長、変動など
- アーカイブが持つべき機能
 - 最低限、再解析の必要性を判断するためのQL的な役割
 - Science readyと言えるような高品質、研究に直接つながる情報があればなお良い
- 公開データの種類：
 - 処理済みが望ましい、生データには解析するためのプログラムが必要
- 品質
 - 低くても良い、データの定量的な評価の方が大事
- 置かれ方
 - 現代の観測研究は多波長データを利用することが当たり前
 - 関連したデータと併置することで利用促進につながる



CDS X-Match Service

X-match

Tables management

[Documentation](#)

[Login](#) [Preferences](#) [Register](#)

Choose tables to cross-match

e.g. VII/260/dr7qso, or select in list

VizieR SIMBAD My store

Show options

Begin the X-Match

e.g. VII/233/xsc, or select in list

- 2MASS
- 2MASS6X
- APASS DR9
- AllWISE
- CFHTLS Deep
- CFHTLS Wide

VizieR SIMBAD My store

Visualize and manage your cross-match jobs

List of X-match jobs

Table 1	Table 2	Options	Begin
No job in list			



NASA/IPAC INFRARED SCIENCE ARCHIVE

IRSA | DATA SETS | SEARCH | TOOLS | HELP

[Login](#)

General Catalog Query Engine

powered by Gator

[Quick Guide](#)

[Tutorial](#)

[Catalog List](#)

[Process Monitor](#)

[Program Interface](#)

IRSA CATALOGS

Select

- WISE/NEOWISE (Wide-Field Infrared Survey Explorer)
- 2MASS (Two Micron All-Sky Survey)
- Spitzer Space Telescope
- Planck
- Herschel Space Observatory
- Gaia
- COSMOS (Cosmic Evolution Survey)
- ZTF (Zwicky Transient Facility)
- PTF (Palomar Transient Factory)
- IRAS (Infrared Astronomical Satellite)
- MSX (Midcourse Space Experiment)
- AKARI Infrared Astronomy Satellite