

# 宇宙航空研究開発機構研究開発資料

## JAXA Research and Development Memorandum

---

「あかり」データの歩き方 version 2.0  
～「あかり」データプロダクト活用ガイド～

AKARI data guide for beginners version 2.0  
～ An introduction to the AKARI data Products ~

山村 一誠, 稲田 久里子, 松崎 恵一

YAMAMURA Issei, INADA Kuriko and MATSUZAKI Keiichi

2024年1月

宇宙航空研究開発機構

Japan Aerospace Exploration Agency

## 目次

概要	1
1. 「あかり」データプロダクト	2
2. 「あかり」ミッションの概要	6
2.1. 焦点面観測装置 .....	8
2.1.1. FIS (Far-Infrared Surveyor; 遠赤外線サーベイヤ) .....	9
2.1.2. IRC (InfraRed Camera; 近・中間赤外線カメラ) .....	11
2.2. 衛星姿勢・観測モード .....	13
3. おわりに	15
謝辞	15
参考文献	15
改訂履歴	16
Appendix. AOT (Astronomical Observation Template)	17

# 「あかり」データの歩き方 version 2.0

～「あかり」データプロダクト活用ガイド～

山村 一誠<sup>\*1</sup>, 稲田 久里子<sup>\*1</sup>, 松崎 恵一<sup>\*1</sup>

## AKARI data guide for beginners version 2.0

～ An introduction to the AKARI data Products ~

YAMAMURA Issei<sup>\*1</sup>, INADA Kuriko<sup>\*1</sup>, MATSUZAKI Keiichi<sup>\*1</sup>

### ABSTRACT

The infrared astronomical satellite AKARI (formally known as ASTRO-F) was equipped with a 68.5 cm cooled telescope and two onboard instruments, namely the Far-Infrared Surveyor (FIS) and the InfraRed Camera (IRC), and carried out an all-sky survey in the mid- to far-infrared wavelengths as well as thousands of pointed observations of particular targets or regions from May 2006 to February 2011. The AKARI data products are distributed from DARTS for various purposes such as scientific research and education. This document aims to introduce the archival data (mainly higher-order processed data such as catalogues, images, and spectra) produced from AKARI observations, primarily for professional astronomers who are not necessarily familiar with AKARI.

**Keywords:** Astronomy, Infrared, AKARI, data products

### 概 要

赤外線天文衛星「あかり」(ASTRO-F)は口径68.5cmの冷却望遠鏡と、遠赤外線サーベイヤー(FIS)および近・中間赤外線カメラ(IRC)の2台の搭載装置により、2006年5月より2011年2月まで中間・遠赤外線波長での全天サーベイおよび多数の指向観測を行いました。得られたデータは、天体カタログ、イメージ、スペクトルなどの高次処理データを含めて、DARTSより公開されています。本文書は、「あかり」のデータプロダクトを、天文学をはじめとする学術研究や教育に有効に活用していただくため、公開されているデータの内容や、利用上の留意点、さらにそれを取得した「あかり」のミッションについて概説します。

---

<sup>\*</sup> 2023年11月22日受付 (Received November 22, 2023)

<sup>\*1</sup> 宇宙科学研究所 (Institute of Space and Astronautical Science)

## 1. 「あかり」データプロダクト

本文書は、JAXA 宇宙科学研究所科学衛星運用・データ利用ユニット(C-SODA)が運営する、DARTS (Data Archives and Transmission System)<sup>注1)</sup> より公開されている (公開予定を含む) 「あかり」データプロダクトを紹介します。

「あかり」データプロダクトには、生データに加え、ASTRO-F プロジェクト、その後継の「あかりデータ処理・解析チーム」が中心となって作成した、すぐに科学的解析が行える状態にまで高次処理を施したデータがあります。図1は、「あかり」データプロダクトをその全体像を把握するために、いくつかの観点から分類、整理したものです。まず、生データ、高次処理データ (カタログ・イメージ・スペクトル) などのプロダクト属性によって分類しました。次に、焦点面観測装置 (2.1 に後述)、さらに、衛星姿勢・観測モード (2.2 に後述) によって分類しています。

生データは、1回の指向観測ごとに、観測データ (FITS 形式) および関連情報をまとめた tar+gz パッケージとして提供されています。これらの生データは、「あかり」の Web サイト<sup>注2)</sup> から提供されているソフトウェアによって、科学的解析を行うための較正済データへと整約することができます。IRC の指向観測撮像データ処理ソフトウェアは IRAF (Image Reduction and Analysis Facility)<sup>注3)</sup> 上で、それ以外は IDL (Interactive Data Language)<sup>注4)</sup> 上で動きます。

高次処理済みデータは以下のフォーマットで提供されています。

- (1) カatalogはテキスト形式あるいは テーブル FITS 形式
- (2) イメージデータはイメージ FITS 形式
- (3) スペクトルデータはテキスト形式

これらの処理済みデータは、汎用のデータ解析ツールあるいは自作のプログラム等で科学的解析を行うことができます。イメージデータは、主に撮像モードで、スペクトルデータは分光モードで取得したものです。高次処理済データは、元の観測モードを強く意識することなく利用できるようになっています。

「あかり」データプロダクトと、その概要については、表1をご覧ください。

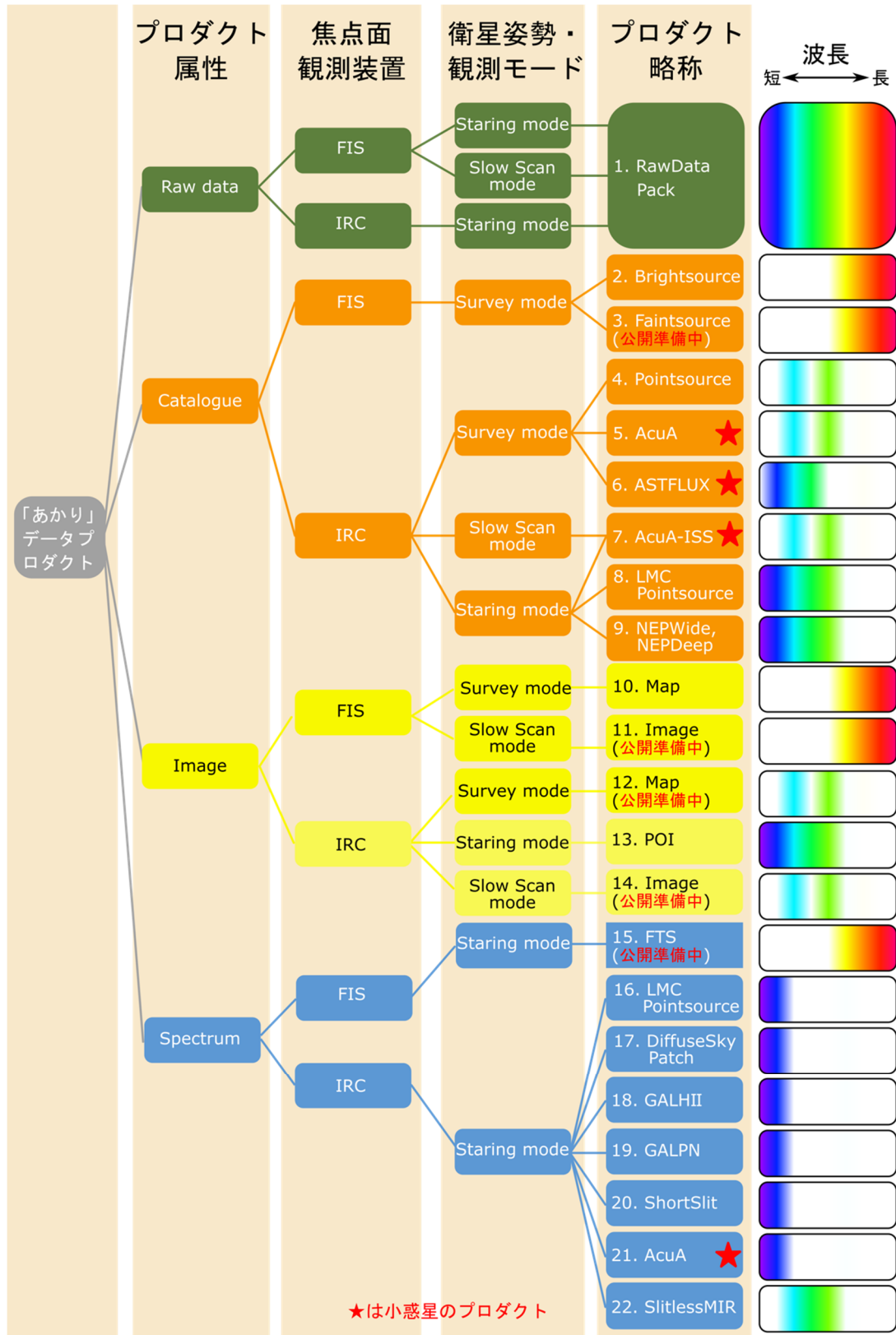


図1: 「あかり」データプロダクト一覧

分類項目の詳細は後述の説明を参照のこと。プロダクト属性ごとに色分けされていて、緑色が生データ、オレンジ色がカタログ、黄色がイメージ、青色がスペクトルを表す。赤い星印★は小惑星の観測データプロダクトを表す。右端はプロダクトの大きな波長域を表す（詳細は表1プロダクト一覧を参照。紫～青がIRC/NIR、水色がIRC/MIR-S、緑～黄緑がIRC/MIR-L、黄～赤がFISに概ね対応）。

表 1: 「あかり」 プロダクト一覧

	プロダクト名称 [プロダクトID] (※1)	プロダクト 属性	焦点面 観測装置	衛星姿勢・ 観測モード	波長 (※2)	登録 天体数	感度	説明
1	AKARI Pointed Observation Data v.1 (Phase1 and 2) [AKARI_Pointed_RawDataPack_1.0] AKARI Pointed Observation Data v.2 (Phase3) [AKARI_Pointed_RawDataPack_2.0]	Raw data	FIS & IRC	Staring and Slow-scan mode	all band	—		ヘリウム枯渇前までの FIS, IRC の 指向観測データ (撮像と分光) の 生データ。
			IRC		2, 3, and 4 µm/1.7- 5.4µm	—		ヘリウム枯渇後の IRC の指向観測 データ (撮像と分光) の生デー タ。
2	AKARI/FIS Bright Source Catalogue Version 1.0 [AKARI-FIS_Catalogue_AllSky_BrightSource_1.0] AKARI/FIS Bright Source Catalogue Version 2.0 [AKARI-FIS_Catalogue_AllSky_BrightSource_2.0]		FIS	Survey mode	65, 90, 140 and 160 µm	427,071	0.55 Jy @ 90 µm	FIS による明るい点源の全天カタ ログ。
			FIS	Survey mode	65, 90, 140 and 160 µm	501,444	~0.44 Jy @ 90 µm	処理方法の改善や検出器校正を反 映した FIS による明るい点源の全 天カタログ version2。
3	AKARI/FIS Faint Source Catalogue Version 1.0 [公開準備中]		FIS	Survey mode	65, 90, 140 and 160 µm	401,157	~0.35 Jy @ 90 µm	観測回数に応じてより暗い天体ま で検出を行った遠赤外線全天点源 カタログ。
			IRC	Survey mode	9 & 18 µm	870,973	0.045 Jy @ 9 µm	IRC による明るい点源の全天カタ ログ。
4	AKARI/IRC Point Source Catalogue Version 1.0 [AKARI-IRC_Catalogue_AllSky_PointSource_1.0] AKARI Asteroid Catalog Version 1.0 [AKARI-IRC_Catalogue_AllSky_AcuA_1.0]		IRC	Survey mode	9 & 18 µm	5,120		IRC による全天サーベイデータを 用いた小惑星カタログ。
			IRC	Survey mode	3, 4, 7, 9, 11, 15, 18 and 24 µm	5,201		IRC による全天サーベイ及び、ス ロースキャン観測データを用いた 小惑星の観測時間ごとの光度カタ ログ。
5	AKARI Asteroid Flux Catalog Ver.1 [AKARI-IRC_Catalogue_AllSky_ASTFLUX_1.0]		IRC	Slow-scan mode	9 & 18 µm	88		IRC によるスロースキャン観測デ ータを用いた小惑星カタログ。
			IRC	Slow-scan mode	9 & 18 µm	88	10 シグマ限界 光度(累積も り)は下記。 N3 17.9 mag S7 13.8 mag S11 12.4 mag L15 9.9 mag L24 8.6 mag	
6	The AKARI-LMC Point Source Catalogue [AKARI- IRC_Catalogue_Pointed_LMCPointSource_1.0]		IRC	Staring mode	3, 7, 11, 15, 24 µm	802,285		IRC による LMC(Large Magellanic Cloud: 大マゼラン雲の略称として 広く通用) の点源天体カタログ。
			IRC	Staring mode	2, 3, 4, 7, 9, 11, 15, 18 and 24 µm	114,794		IRC による北黄極付近の広領域(5.4 平方度)の天体のカタログ。
7	The AKARI-NEP-Wide Source Catalogue Version 1 [AKARI-IRC_Catalogue_Pointed_NEPWide_1.0] The AKARI-NEP-Deep Source Catalogue Version 1 [AKARI-IRC_Catalogue_Pointed_NEPDeep_1.0]		IRC	Staring mode	7, 9, 11, 15, and 18 µm	7,284		IRC による北黄極付近の狭領域 (0.67 平方度)の天体のカタログ。
			IRC	Staring mode	2, 3, 4, 7, 9, 11, 15, 18 and 24 µm	27,770		処理方法の改善や検出器校正を反 映した IRC による北黄極付近の狭 領域の天体のカタログ version2。
8	AKARI Far-infrared All-Sky Survey Maps Version 2.1 [AKARI-FIS_Image_AllSky_Map_2.1]	Image	FIS	Survey mode	65, 90, 140, and 160 µm	—		FIS による 4 バンドの全天画像。 IRAS に比べて約 5 倍の解像度。

	プロダクト名称 [プロダクトID] (※1)	プロダクト属性	焦点面 観測装置	衛星姿勢・ 観測モード	波長 (※2)	登録 天体数	感度	説明
11	AKARI Far-infrared Slow-scan Images Version 1 [公開準備中]		FIS	Slow-scan mode	65, 90, 140, and 160 $\mu\text{m}$	—		FISによる Slow-scan 観測データの 処理済み画像。
12	AKARI/IRC All-Sky Image Maps Version 1.0 [公開準備中]		IRC	Survey mode	9 & 18 $\mu\text{m}$	—		IRCによる 2 バンドの全天画像。
13	IRC Pointed Observation Images (Phase 1&2) [AKARI-IRC_Image_Pointed_POIphase1-2_1.0.1]		IRC	Staring mode	2, 3, 4, 7, 9, 11, 15, 18 and 24 $\mu\text{m}$	—		IRC 指向観測の高次処理撮像デー タ。
	IRC Pointed Observation Images (Post-Helium Mission) [AKARI-IRC_Image_Pointed_POIphase3_X.X]		IRC	Staring mode	2, 3, and 4 $\mu\text{m}$	—		ヘリウム枯渇後の IRC 指向観測の 高次処理撮像データ。
14	AKARI Mid-infrared Slow-scan Images Version 1 [公開準備中]		IRC	Slow-scan mode	9 & 18 $\mu\text{m}$	—		IRC による Slow-scan 観測データの 処理済み画像。
15	FIS-FTS Spectral-Image Maps [公開準備中]		FIS	Staring mode	80–160 $\mu\text{m}$	—		FIS フォーリエ分光器による分光画像 データ。
16	The AKARI-LMC Near-infrared Spectroscopic Catalogue [AKARI-IRC_Spectrum_Pointed_LMCPointSource_1.0]		IRC	Staring mode	2.5–5.0 $\mu\text{m}$	2,111	飽和限界は ~0.1 と ~0.5--1.0 Jy	IRC による LMC の点源 (星) の分 光データ。
17	AKARI-IRC NIR Low-resolution Spectral Catalogue of Diffuse Sky Patches [AKARI-IRC_Spectrum_Pointed_DiffuseSkyPatch_1.0]		IRC	Staring mode	1.8–5.3 $\mu\text{m}$	278		IRC による黄道光や背景光の低分 散分光データ。
18	AKARI Near-infrared Spectral Atlas of Galactic HII regions [AKARI-IRC_Spectrum_Pointed_GALHII_1.0]		IRC	Staring mode	1.7–5.4 $\mu\text{m}$ and/or 2.5– 5.0 $\mu\text{m}$	464		IRC による銀河系内の HII 領域 (ガ ス星雲) の分光データ。
19	AKARI/IRC NIR Spectral Atlas of Galactic Planetary Nebulae [AKARI-IRC_Spectrum_Pointed_GALPN_1.0]	Spectrum	IRC	Staring mode	2.5–5 $\mu\text{m}$	72		IRC による銀河系内の惑星状星雲 の分光データ。
20	IRC Point Source Spectroscopy Data [AKARI-IRC_Spectrum_Pointed_ShortSlit_1.0]		IRC	Staring mode	1.8–5.5 $\mu\text{m}$ and/or 2.5– 5.0 $\mu\text{m}$	—		IRC の点源スリットを用いた指向 観測による近赤外線分光データ。
21	AKARI Near Infrared Asteroid Spectral Catalog Ver.1 [AKARI-IRC_Spectrum_Pointed_AcuA_1.0]		IRC	Staring mode	2.5–5 $\mu\text{m}$	64		IRC による 64 個の小惑星の分光デ ータ。
22	AKARI/IRC MIR-S slit-less spectroscopic catalogue [AKARI-IRC_Spectrum_Pointed_SlitlessMIR_1.0]		IRC	Staring mode	5.5–12.5 $\mu\text{m}$	604		IRC による中間赤外線スリットレ ス分光データ。

(※1) DARTS では、以下のような命名則でプロダクトIDを定義し、このプロダクトIDをデータと Web ページの公開 URL として採用している。

命名則 衛星名\_焦点面観測装置\_プロダクト属性\_衛星姿勢\_プロダクト略称\_version

データ URL [https://darts.isas.jaxa.jp/pub/akari/\[プロダクトID\]](https://darts.isas.jaxa.jp/pub/akari/[プロダクトID])

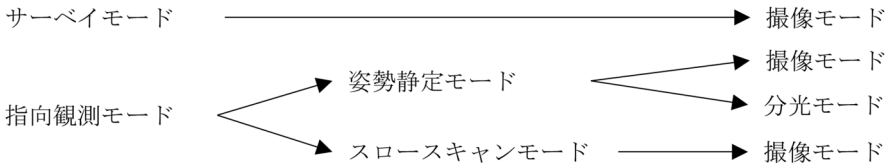
Web ページ URL [https://darts.isas.jaxa.jp/astro/akari/data/\[プロダクトID\].html](https://darts.isas.jaxa.jp/astro/akari/data/[プロダクトID].html)

(※2) カタログとイメージの波長は中心波長 (図 5 及び図 8 を参照) を、スペクトルの波長は波長域 (波長分解能は表 3 及び表 4 を参照) を表す。

## 2. 「あかり」ミッションの概要

表2に「あかり」の衛星概要、図2に各検出器の観測モードと波長域・波長分解能を示します。

表2: 「あかり」の衛星概要 [1][6]

打上げ	2006年2月22日 JST
観測フェーズ と期間	2006年5月-2007年8月 (Phase1&2: 冷凍機+液体ヘリウム冷却) 2008年6月-2010年2月 (Phase 3: 冷凍機のみで冷却。近赤外線観測のみ) Phase1: 最初の半年間の全天サーベイ観測中心の期間 Phase2: 液体ヘリウムが枯渇するまでの期間 Phase3: 液体ヘリウム枯渇後の期間
軌道	太陽同期極軌道/昼夜境界帯周回 周期: 約100分 高度: 700km (円軌道) 傾斜角: 98度
望遠鏡 [1]	有効口径 68.5 cm. リッチー・クレティエン方式
冷却系 [7]	液体ヘリウム (170リットル) +スターリングサイクル冷凍機 液体ヘリウム保持期間 550日
衛星姿勢・ 観測モード (詳細は2.2に 記載)	(1) サーベイモード (Survey mode) 地球周回中に連続的に天球をスキャン観測。スキャンの幅は、検出器により8または10 arcmin。 スキャン速度は3.6 arcmin/秒。全天の96%以上を2回以上観測。 (2) 指向観測モード (Pointing observation mode) 予め指定した特定の天体、天域を詳細観測する。1回約30分の運用中に約10分間の観測を行う。 以下の2種類がある。 (2-1) 姿勢静定モード (Staring mode): 目標座標に視野を固定した撮像・分光観測。 複数枚の画像取得の間に指向方向を微量ずらすディザリングを行う。 (2-2) スロースキャンモード (Slow-scan mode): スキャン速度8~30 arcsec/秒で天域を往復スキャン。 FISによる高感度撮像観測、IRCによる広域詳細マッピング観測で使用。 これらのモードは以下のような関係になっている。   <pre> graph LR     Survey[サーベイモード] --&gt; Imaging1[撮像モード]     Pointing[指向観測モード] --&gt; Staring[姿勢静定モード]     Pointing --&gt; Slow[スロースキャンモード]     Staring --&gt; Imaging2[撮像モード]     Staring --&gt; Spectro[分光モード]     Slow --&gt; Imaging3[撮像モード] </pre>
焦点面 観測装置 (詳細は2.1に 記載、波長域・ 波長分解能は 図2参照)	(1) FIS (Far-Infrared Surveyor 遠赤外線サーベイヤ) [1][3][8] 波長 50-180 μm の4波長帯で全天サーベイ、撮像を実施。異なる波長域をカバーする4つの Ge:Ga 検出器アレイを使用 (図4参照)。フーリエ分光器による分光撮像機能を持つ。 (2) IRC (InfraRed Camera 近・中間赤外線カメラ) [1][4][5][9] 波長 2-26 μm を3つのカメラ (光学系と検出器の組み合わせ) でカバー。フィルターを変えることで、計9波長帯で撮像可能。全天サーベイ、スロースキャン観測には9、18 μm の2波長帯を使用。また、フィルターの代わりにプリズム・グリズムを用いることで、低分散分光観測を行うことが可能。



有効な静止観測の概数		Phase 1 & 2	Phase 3
	FIS 撮像	1100	----
	FIS 分光	550	----
	IRC 撮像	3000	3800
IRC 分光	900	900	8800

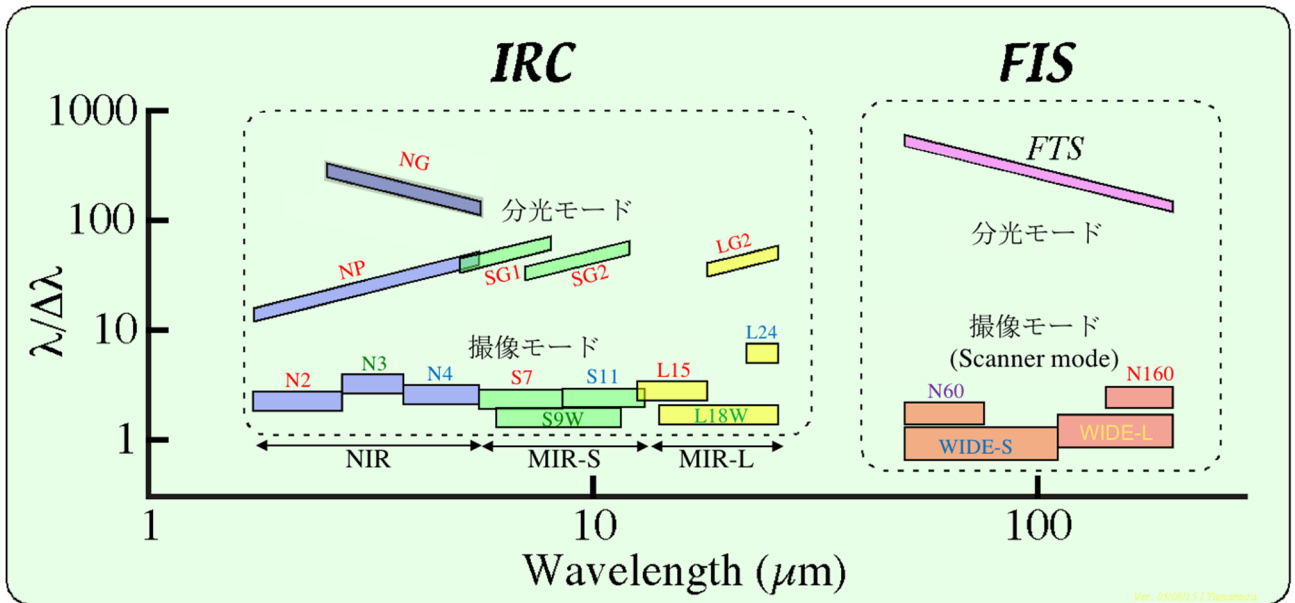


図 2 : 各検出器の観測モードと波長域・波長分解能 [1][6]

## 2.1. 焦点面観測装置

「あかり」の望遠鏡焦点面には、FIS (Far-Infrared Surveyor; 遠赤外線サーベイヤ) と IRC (InfraRed Camera 近・中間赤外線カメラ) の2種類の観測装置が配置されています。これらの観測装置は同時にデータを取得することができます。図3は、各観測装置の天球面上での視野の配置を表しています。

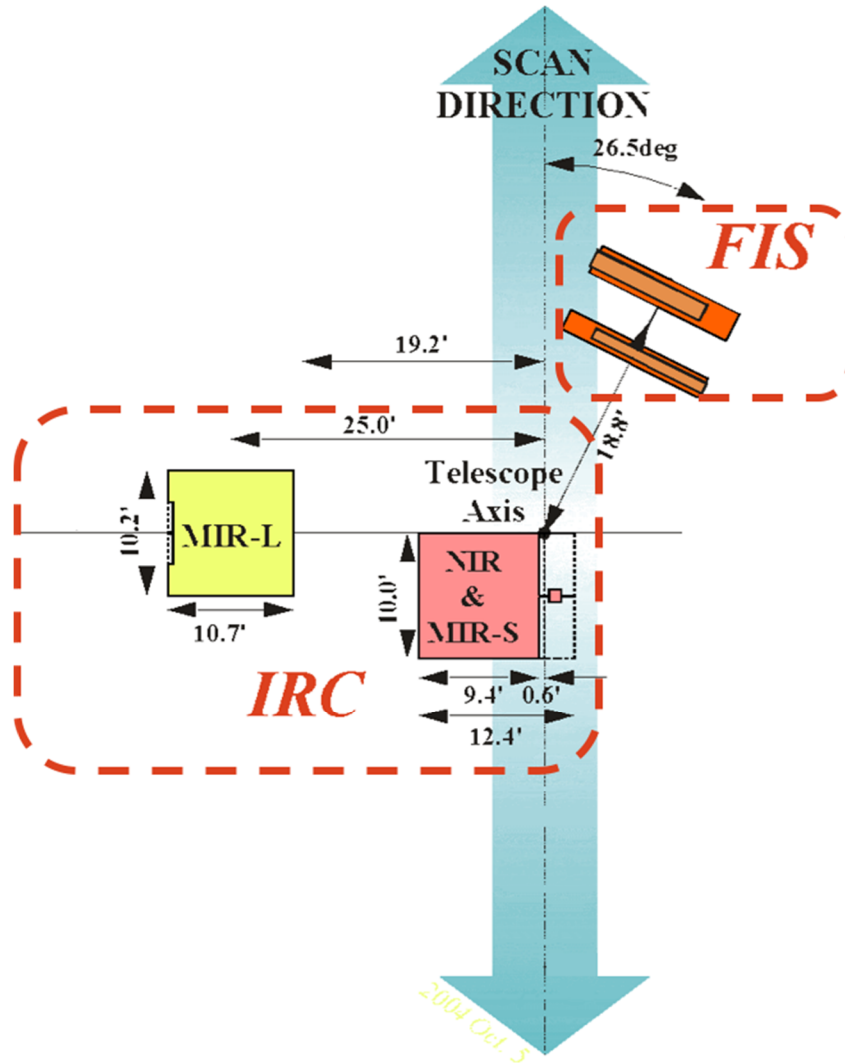


図3:「あかり」焦点面視野配置図 [1][6]

中心付近にIRC/NIR&MIR-S (図7参照)、そこから少し外れたところにIRC/MIR-LやFIS (図6参照)の視野が配置されている。

### 2.1.1. FIS (Far-Infrared Surveyor; 遠赤外線サーベイヤ) <sup>[1][3][8]</sup>

FIS は遠赤外線で全天サーベイを行うことを主な目的として搭載された観測装置です。FIS は 2006 年 5 月 7 日から液体ヘリウムが枯渇した 2007 年 8 月 26 日まで観測を行いました。図 4 に示すように、望遠鏡から FIS に入射した光は、ビームスプリッター (Beam Splitter) を通る場合 (撮像モード) と、偏光板 (Polarizer) を通す場合 (分光モード) で、異なる光路に導かれます。どちらの光路を通っても、最終的に 2 種類の検出器に集光します。これらの検出器により広い波長範囲の遠赤外線観測が可能となりました。

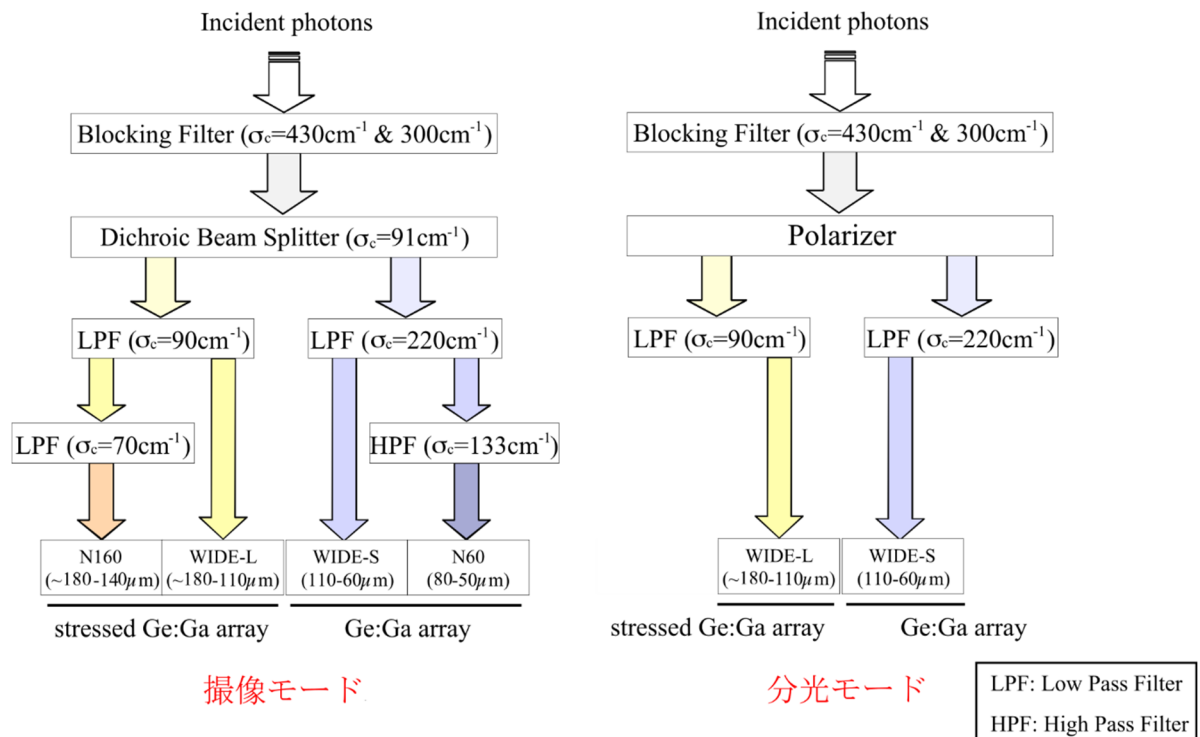


図 4 : FIS の光路概念図 <sup>[1][8]</sup>

撮像モードでは、ビームスプリッターで長波長側と短波長側に分けた後、N60, N160 の検出器直前に置いたフィルターでさらに波長域を限定している。分光モードでは、偏光板で 2 つの偏波に分けた後、光路差を付けて干渉させ、分光データを取得する。

#### (1) 撮像モード

フィルターと検出器の組み合わせによって、4 つの波長帯 (バンド) で観測します。これらは、N60 (中心波長 65  $\mu\text{m}$ )、WIDE-S (90  $\mu\text{m}$ )、WIDE-L (140  $\mu\text{m}$ )、N160 (160  $\mu\text{m}$ ) と呼ばれています。それぞれのバンドの波長感度特性を図 5 に示します。図 6 のように、バンドごとに異なる検出器で同時にデータを取得します。サーベイモード (Survey mode) あるいは スロースキャンモード (Slow-scan mode) で観測し、スキャン方向には 4 つの検出器の視野が重なるように考慮されています。得られたスキャンデータから、データ処理によって画像データが得られます。スロースキャンモードでは、サーベイモードに比べ、3-5 倍感度が向上します。

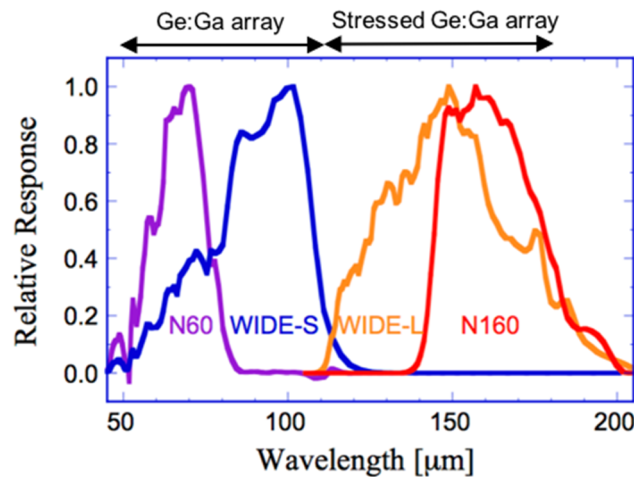


図 5 : FIS の 4 つのバンドの波長感度特性 <sup>[8]</sup>

フィルターの透過率と、各波長に対する検出器の感度の組み合わせで決まる。それぞれピークを 1.0 とした相対値で示している。

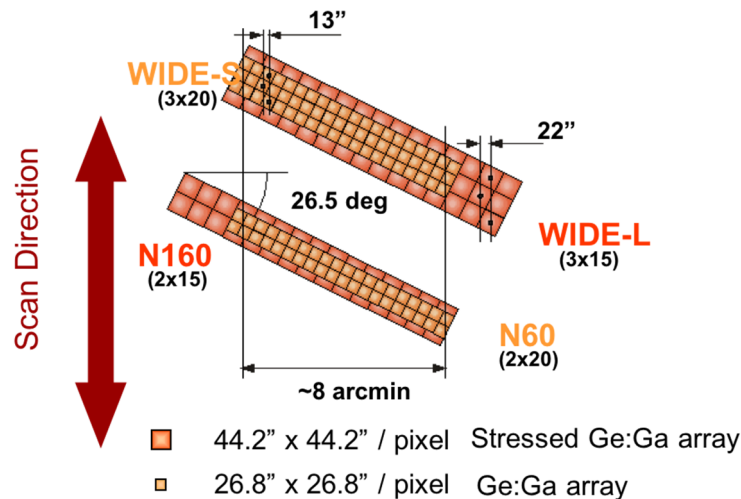


図 6 : FIS 撮像モードの視野 <sup>[1][8]</sup>

視野が重なっている検出器は、ビームスプリッターで分離された異なる光路に置かれている(図 4 参照)。上図は天球上に投影した場合。

## (2) 分光モード

図 4 の撮像モードのビームスプリッターを偏光板に入れ替えることで光路を切り替えてフーリエ分光器 (Fourier Transform Spectrometer; FTS) を構成します。WIDE-S と WIDE-L の 2 つの検出器で、表 3 に示す波長範囲の分光データを取得します。フーリエ分光器は、天体の空間構造と、スペクトル情報の両方を得られることが特徴です。すなわち、得られるデータは、波長毎に分けられた天体・天域の画像です。波長分解能は、Full-resolution mode と SED mode の 2 種類があります。表 3 では、FIS の分光モードの性能を表しています。

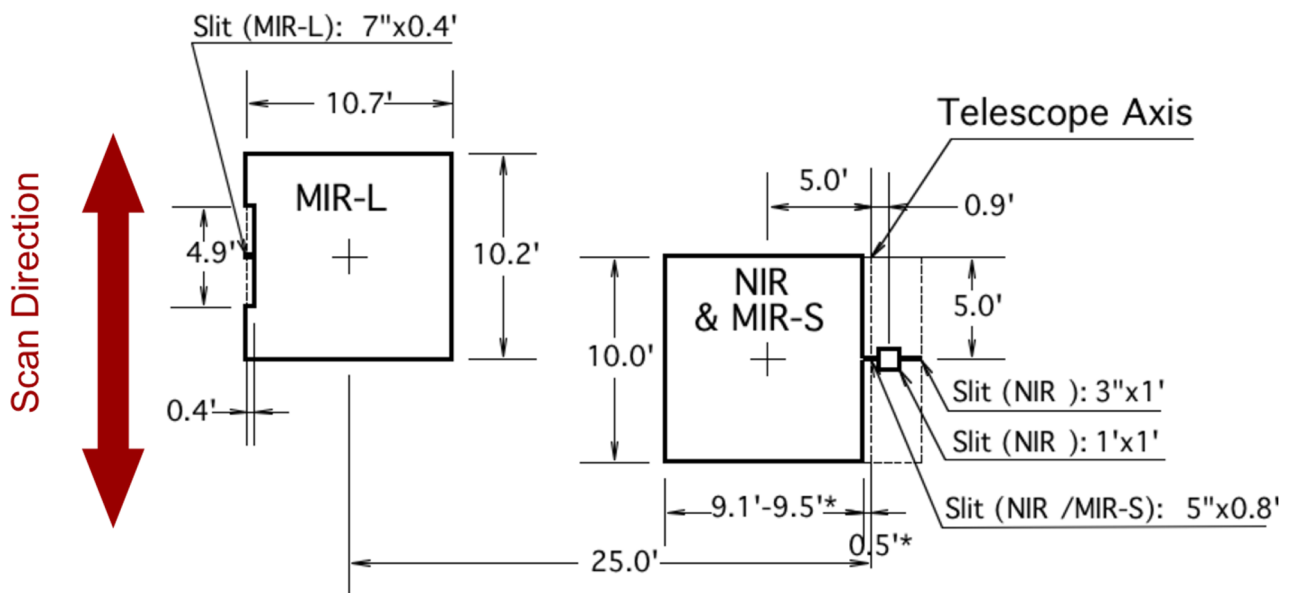
表 3 : FIS 分光モードにおける性能 <sup>[8][12][13]</sup>

検出器	実効帯域 [ $\mu\text{m}$ ]	波長分解能 $\lambda/\Delta\lambda$
WIDE-S	80–110	150–450 (Full-resolution mode; scan time 48 sec)
WIDE-L	110–170	or 23–75 (SED mode; scan time 12 sec)

### 2.1.2. IRC (InfraRed Camera; 近・中間赤外線カメラ) <sup>[11][4][5][9]</sup>

IRC は 3 台の独立したカメラシステムから構成されています。近赤外線領域 (1.7–5.5  $\mu\text{m}$ ) を NIR カメラ、中間赤外線領域の短波長側 (5.8–14.1  $\mu\text{m}$ ) を MIR-S カメラ、中間赤外線領域の長波長側 (12.4–26.5  $\mu\text{m}$ ) を MIR-L カメラが担当します。IRC の観測は指向観測モードで実施されたほか、MIR-S/L カメラについては、FIS と同様にサーベイ観測も行われました。

図 7 は IRC の視野を表しています。NIR カメラと MIR-S カメラはビームスプリッターで分けた光を用いているため、同じ視野をカバーしています。一方、MIR-L カメラは独立した視野と光路を持っており、スキャン方向にも NIR カメラ、MIR-S カメラと視野が重なっていません。

図 7 : IRC の第一焦点面視野とスリットの位置関係 <sup>[11][4][5][9]</sup>

各カメラには、3 種類の撮像用フィルターと 2 種類の分光素子が搭載され、切り替えられるようになっています。

## (1) 撮像モード (Imaging mode)

NIR カメラでは N2 (2.4  $\mu\text{m}$ )、N3 (3.2  $\mu\text{m}$ )、N4 (4.1  $\mu\text{m}$ )、MIR-S カメラでは S7 (7.0  $\mu\text{m}$ )、S9W (9.0  $\mu\text{m}$ )、S11 (11.0  $\mu\text{m}$ )、MIR-L カメラでは L15 (15.0  $\mu\text{m}$ )、L18W (18.0  $\mu\text{m}$ )、L24 (24.0  $\mu\text{m}$ ) の中から、それぞれフィルター (観測波長) を選び、順番に切り替えて撮像観測を行います。図 8 は、各フィルターの透過率と検出器の感度を合わせた、波長感度特性を示しています。3 台のカメラは同時にデータを取得しますが、MIR-L カメラのみは天球上の離れたところを観測しているため、ある天体を全てのカメラで観測するためには、最低 2 回の指向観測が必要です。

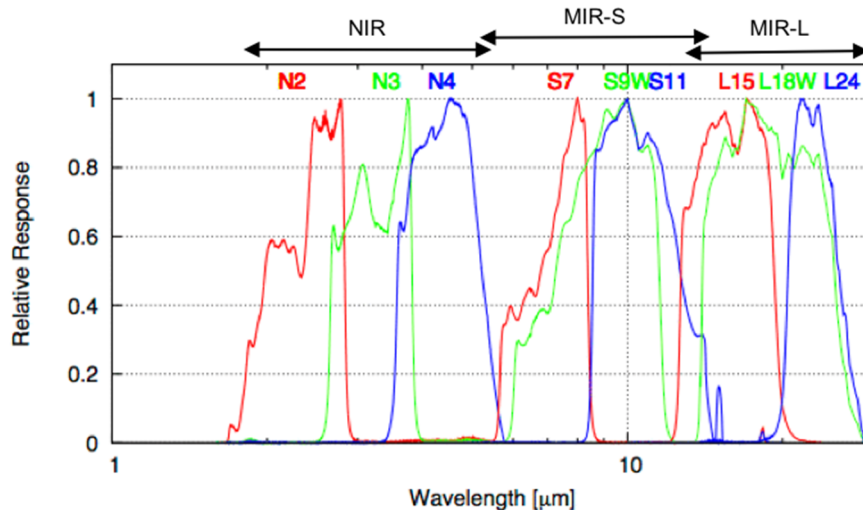


図 8 : IRC 撮像モードでの波長感度特性 <sup>[31][9]</sup>

フィルターの透過率と、各波長に対する検出器の感度の組み合わせで決まる。それぞれピークを 1.0 とした相対値で示している。

## (2) 分光モード (Spectroscopy mode)

フィルターの代わりに NIR カメラではプリズム (NP) とグリズム (NG)、MIR-S カメラでは 2 種類のグリズム (SG1, SG2)、MIR-L カメラでも 2 種類のグリズム (LG1, LG2) のうちのいずれかを選択することで、分光観測を行いました。ただし、このうち MIR-L カメラの LG1 は地上試験において劣化したため、観測で使用されることはありませんでした。表 4 はそれぞれの分光性能を表しています。

IRC の分光モードにおいては、天体からの光は、撮像モード (Imaging mode) のフィルターの代わりに、分光素子 (プリズムあるいはグリズム) を通過し、波長毎に分けられます。この、スペクトルの分散方向は、図 7 に示す検出器図上で、上下方向になります。従って、もともと視野内で上下方向に並んでいる天体や、空間的に広がった天体のスペクトルの情報は、互いに混じり合ってしまう。これを避けるため、NIR カメラでは、点源観測用のスリットに目的的天体を導入することで、混入のないスペクトルを観測することができます (図 7 参照)。MIR-S/L カメラには点源用スリットはないため、撮像視野での観測 (スリットレス観測) となり、混入の可能性があります。このほか、各カメラには拡散光の分光用のスリットが設けられています。

表 4：IRC 分光モードにおける性能<sup>[4][5][9]</sup>

カメラ	フィルター	帯域 [ $\mu\text{m}$ ]	波長分解能 [ $\mu\text{m}/\text{pix}$ ]
NIR	NP (プリズム)	1.8–5.2	0.06 @ 3.5 $\mu\text{m}$ (分散能は波長に依存)
	NG (グリズム)	2.5–5.0	0.0097
MIR-S	SG1 (グリズム)	5.4–8.4	0.057
	SG2 (グリズム)	7.5–12.9	0.099
MIR-L	LG1 (グリズム) (劣化のため使用せず)	(11–19)	(0.173)
	LG2 (グリズム)	17.5–25.7	0.175

※ Phase 3 のデータについて<sup>[5]</sup>

2008年6月から観測を開始した Phase 3 では、機械式冷凍機による冷却で近赤外線波長 (NIR カメラ) のみの観測を行いました。Phase 1&2 に比べ、検出器温度が高いため、ホットピクセル等の正常にデータが得られないピクセルが増えています。そのため、Phase 3 では、最低3回の観測を行い、データを重ね合わせることで、適切なデータを取得する方針で観測を行いました。冷凍機性能の経年劣化により、検出器の温度は徐々に上昇し、それにともない暗電流、不正なピクセルも増加していることに留意する必要があります。

## 2.2. 衛星姿勢・観測モード<sup>[1][6]</sup>

「あかり」は、以下のように、大きく分けて2つ、細かく分けて3つの衛星姿勢・観測モードで観測を行いました。

### (1) サーベイモード (Survey mode)

地球周回中に連続的に天球をスキャン観測します。

スキャンの幅は、検出器により8または10 arcmin、スキャン速度は3.6 arcmin/秒。

全天の96%以上を2回以上観測しました。

### (2) 指向観測モード (Pointing observation mode)

予め指定した特定の天体、天域を詳細観測します。目標位置への指向～観測～サーベイ姿勢への復帰で、1回の観測は約30分かかります。そのうち実際の観測（露出）時間は約10分間です。

以下の2種類のモードがあります。

#### (2-1) 姿勢静定モード (Staring mode)

目標座標に視野を固定して撮像・分光観測を行います。複数回の露出の間に指向方向を微量ずらす、ディザリングを行うこともあります。

## (2-2) スロースキャンモード (Slow-scan mode)

天球上をゆっくり (8-30 arcsec/秒) スキャンしながら観測します。

全天サーベイ観測時に比べ、数倍高い感度があります。

FIS による高感度撮像観測、IRC による広域マッピング観測で使用されました。

本資料作成時点で、FIS の生データと IRC の小惑星カタログが公開されており、FIS、IRC の整約済みデータプロダクトは公開準備中です。

なお、「あかり」の位置決定精度は、観測モードや観測天域によって異なりますが、概ね 5-6 arcsec 以下です。表 1 では、各プロダクトの正式名称や登録天体数、検出感度に関する情報をまとめています。

指向観測モードでの観測においては、観測モードの選択や、スキャン速度、指向方向、フィルターセットなどの詳細なパラメータを AOT (Astronomical Observation Template) というテンプレートを用いて管理しました。AOT の情報は、各データの FITS ヘッダなどに記述されています。

データプロダクトは、適切な処理・較正が施されて科学的な解析ができる状態になっていますので、利用者が AOT を意識する必要はそれほどありませんが、観測の内容を理解し、適切なデータを選択するための情報となりますので、Appendix にその概要を記載しています。



### 3. おわりに

FIS と IRC の 2 種類の焦点面観測装置、3 種類の衛星姿勢・観測モードで観測された「あかり」データは、2023 年 3 月時点で、2 種類の生データ、10 種類のカatalog、3 種類のイメージ、7 種類のスペクトルデータが公開されています。今後も IRC による全天マップ等の高次プロダクトが公開される予定です。

### 謝 辞

本文書の作成にあたり、初版執筆にご協力いただいた菅原泰晴さん、多くの有益なご助言を戴いた海老澤研教授、吉野良子さん、古庄多恵さん、「あかり」データ処理・解析チームおよび「あかり」関係者の方々に深謝します。

### 注

注 1) <https://darts.isas.jaxa.jp/astro/akari/products.html>

DARTS では指向観測の観測情報も公開されており、いつ、どのようなモードで天体が観測されたかを調べることができます。「あかり」の Web サイト<sup>注2)</sup>からもデータにアクセスすることができます。

注 2) <https://www.ir.isas.jaxa.jp/AKARI/>

「あかり」チームが運営する Web サイトです。

注 3) <https://iraf.net>

アメリカ国立光学天文台 (NOAO) が作成した天文データ処理システムです。

注 4) <https://www.nv5geospatialsoftware.co.jp/Software-Technology/IDL>

NV5 Geospatial 株式会社から販売されているデータ解析環境です。

### 参考文献

- [1] ASTRO-F User Support Team, ASTRO-F Observer's Manual Version 3.2, 2005
- [2] AKARI User Support Team, AKARI Observer's Manual for the Post-Helium (Phase3) Mission Version 1.2, 2009
- [3] Verdugo, E., et al., AKARI FIS Data User Manual Version 1.3, 2007
- [4] Egusa, F., et al., AKARI IRC Data User Manual Version 2.2, 2016
- [5] Onaka, T., et al., AKARI IRC Data User Manual for Post-Helium (Phase 3) Mission Version 1.1, 2009
- [6] Murakami, H., et al., The Infrared Astronomical Mission AKARI, PASJ, Volume 59, 2007, Pages S369-S376
- [7] Nakagawa, T., et al., Flight Performance of the AKARI Cryogenic System, PASJ, Volume 59, 2007, Pages S377-S387

- [8] Kawada, M., et al., The Far-Infrared Surveyor (FIS) for AKARI, PASJ, Volume 59, 2007, Pages S389-S400
- [9] Ohyama, Y., et al., Near-Infrared and Mid-Infrared Spectroscopy with the Infrared Camera (IRC) for AKARI, PASJ, Volume 59, 2007, Pages S411-S422
- [10] Onaka, T., et al., The Infrared Camera (IRC) for AKARI -- Design and Imaging Performance, PASJ, Volume 59, 2007, Pages S401-S410
- [11] Kaneda, H., et al., In-orbit focal adjustment of the AKARI telescope with IRC images, PASJ, Volume 59, 2007, Pages S423-S427
- [12] Kawada, M., et al., Performance of an Imaging Fourier Transform Spectrometer with Photoconductive Detector Arrays: An Application for the AKARI Far-Infrared Instrument, PASJ, Volume 60, 2008, Pages S389-S397
- [13] Murakami, N., et al., Calibration of the AKARI Far-Infrared Imaging Fourier-Transform Spectrometer, PASJ, Volume 62, 2010, Pages 1155–1166

文献[1][2][3][4][5]は、「あかり」Web サイト<sup>注2)</sup>のユーザーサポートページにあります。

<https://www.ir.isas.jaxa.jp/AKARI/Observation/support/>

## 改訂履歴

### 第 1.0 版 2018 年 11 月

初版発行

### 第 1.1 版 2019 年 9 月

図 2 及び表 2 の修正

- プロダクトキーの導入
- スペクトルデータ情報追加 (AKARI Near Infrared Asteroid Spectral Catalog Ver.1 及び AKARI/IRC MIR-S slit-less spectroscopic catalogue)
- 誤記修正 (AKARI Asteroid Catalog Version 1.0 の観測装置及び波長)

### 第 2.0 版 2023 年 7 月

章立ておよびサブタイトルの見直し

図 1 (旧図 2) 及び表 1 (旧表 2) を修正

- プロダクトキーをプロダクト ID と改称
- プロダクト略称の変更 (AKARI/IRC Pointed Observation Images)
- 命名則に従いプロダクト ID を変更 (AKARI/IRC MIR-S slit-less spectroscopic catalogue 及び IRC Pointed Observation Images)
- 公開準備中の FIS Faint Source Catalogue, FIS/IRC Slow-scan data, FIS-FTS spectral image data を追記。

IRC の撮像モードにおける各フィルターの代表的な波長を追記

用語の統一、誤記修正

AOT に関する説明を追加

## Appendix. AOT (Astronomical Observation Template)

「あかり」の指向観測は、観測装置の運用方法を予めテンプレートとして設定した AOT に従って行われました。観測者は、適切な AOT を選択し、その中でフィルターや指向方向に関するオプションを指定することで、個々の観測を設定しました。「あかり」データプロダクトは、適切な処理・較正が施されて科学的な解析ができる状態になっていますので、利用者が AOT を意識する必要はそれほどありませんが、観測波長、観測領域、指向方向など、観測の内容を理解し、適切なデータを選択するための情報となりますので、表 5 にその概要をまとめます。より詳しく理解したい方は、**Observer's Manual**<sup>[1][2]</sup>、**Data User's Manual**<sup>[3][4][5]</sup>等をご覧ください。

AOT の情報は、各データの FITS ヘッダなどに記述されています。

表 5 : 「あかり」 AOT の概要 [1][2][3][4][5]

AOT	AOT パラメータ	解説	観測数 (※)
FIS01	書式 : リセット間隔; スキャン速度; ステップ幅 リセット間隔 : 0.5, 1.0, 2.0 (秒), CDS スキャン速度 : 4, 8, 15 (arcsec/秒) ステップ幅 : 70, 240 (arcsec)	目標位置を中心に、Slow-scan で 2 往復スキャンする。個別天体の撮像観測や、比較的狭い領域を高精度でサーベイ観測するのに使われる。1 回目の往復後に、スキヤン方向と垂直方向にステップ幅だけシフトする。 リセット間隔は、天体の明るさに応じて設定する。CDS は非常に明るい天体を観測する際に用いられる高速読み出し方法。	709
FIS02	書式 : リセット間隔; スキャン速度 リセット間隔 : 0.5, 1.0, 2.0, 2.0D (秒) スキャン速度 : 15, 30 (arcsec/秒)	目標位置を中心に、Slow-scan で 1 往復スキャンする。複数回の指向観測を組み合わせて撮像することを前提に、FIS01 に比べ広い領域をサーベイ観測するために用意された。 リセット間隔は、天体の明るさに応じて設定する。2.0D は暗い空専用の特殊モード。	403
FIS03 FIS04	書式 : リセット間隔; 波長分解能; 天体位置 リセット間隔 : 0.1, 0.25, 0.5, 1.0, 2.0 (秒) 波長分解能 : F, S 天体位置 : 0, 1, 2	フーリエ分光モードで、撮像分光データを取得する。FIS04 は、IRC の観測と同時観測でデータを取得するためのもので、基本的な内容は FIS03 と同じ。 波長分解能は以下の 2 種類から選択。 F : Full-resolution mode S : SED mode 天体位置は以下の 3 種類から選択 (図 6 参照)。 0 : WIDE-L と WIDE-S の検出器の間 1 : WIDE-S 検出器の中心付近 2 : WIDE-L 検出器の中心付近	550

AOT	AOT パラメータ	解説	観測数 (※)
IRC05 IRC00	書式：フィルターセット;指向方向  フィルターセット：a, b, c 指向方向：N, L	IRC で撮像観測を行う。1 回の指向観測中、各カメラ 1 種類のフィルターで観測。露出時間重視でダイザリング観測は行わないため、同方向で複数回の指向観測を繰り返すことが前提。当初 IRC00 が定義されたが、初期観測後改良が施された IRC05 が定義され、その後の観測で利用された。フィルターセットは以下の 3 種類の組み合わせから選択。 a : [N2, S9W, L18W] b : [N3, S7, L15] c : [N4, S11, L24] 指向方向は以下の 2 種類から選択 (図 7 参照)。 N : 目標天体を NIR&MIR-S の中心に指向 L : 目標天体を MIR-L の中心に指向	744
IRC02	書式：フィルターセット;指向方向  フィルターセット：a, b 指向方向：N, L	IRC で撮像観測を行う。1 回の指向観測中、各カメラ 2 種類のフィルターで 3 回ずつ撮像。それぞれの間にダイザリングを行う。 フィルターセットは以下の a の組み合わせが原則だが、LMC サーベイのみ、近赤外線分光観測を行う b の特殊モードを使用した。 a : [N3&N4, S7&S11, L15&L24] b : [N3&NP, S7&S11, L15&L24] 指向方向の指定は IRC05 と同じ。	1551
IRC03	書式：フィルターセット;指向方向  フィルターセット：a 指向方向：N, L	IRC で撮像観測を行う。1 回の指向観測中、各カメラ 3 種類すべてのフィルターで 2 回ずつ撮像。2 回の撮像の間にダイザリングを行う。 フィルターセットは、すべてのフィルターを用いるので、組み合わせはひと通りのみ。 a : [N2&N3&N4, S7&S9W&S11, L15&L18W&L24] 指向方向の指定は IRC05 と同じ。	689

AOT	AOT パラメータ	解説	観測数 (※)
IRC04	書式：フィルタセット;指向方向  フィルタセット：a, b 指向方向：Np, Ns, Nh, Ne, Ls, Lc	IRC で分光観測を行う。 フィルタセットは以下の分光素子を選択。a と b とは、NP と NG のみが異なる。 分光観測中、() 内に記載のフィルタを用いて、同一視野の撮像データを取得する。 a : [NP (N3), SG1&SG2 (S9W), LG2 (L18W) ] b : [NG (N3), SG1&SG2 (S9W), LG2 (L18W) ] 指向方向は、目標天体をそれぞれ以下の場所に指向する (図 7 参照)。 Np : NIR 点源天体用スリット Ns : NIR&MIR-S 共通スリット Nh : NIR 拡散光スリット (NG 用) Nc : NIR&MIR-S の撮像領域の中央 Ls : MIR-L 拡散光用スリット Lc : MIR-L の撮像領域の中央	889
IRC11 IRC51	書式：スキヤン往復数;指向方向;スキヤンスピード  スキヤン往復数：a, i 指向方向：N, L スキヤンスピード：15, 30 (arcsec/秒)	IRC の MIR-S カメラと MIR-L カメラで Slow-scan 観測を行う。初期に定義された IRC11 は、全天サ ーベイと同様、機上で 4 ピクセルごとのデータを足し合わせてデータ量を削減していたのに対し、 IRC51 では、すべてのピクセルの値をそのまま保存するよう改良された。多くの観測は IRC51 で行 われた。 スキヤン往復数は、以下の 2 種類から選択。2 往復の場合には、スキヤンの長さは約半分になる。 FIS01 と異なり、往復間でのシフトはない。 a : 1 往復 i : 2 往復 指向方向は、以下の 2 種類から選択 (図 7 参照)。 N : MIR-S が指定した位置を観測する L : MIR-L が指定した位置を観測する	507

AOT	AOT パラメータ	解説	観測数 (※)
IRCZ0		観測期間 Phase3 のために定義された AOT。基本的に、それぞれ IRC00/05、IRC02、IRC03、IRC04 と同じだが、MIR-S および MIR-L に対する指定は無効となる。	444
IRCZ2			626
IRCZ3			2740
IRCZ4			8844

(※) 観測数は、当該 AOT にて正常に行われた観測の概数。

宇宙航空研究開発機構研究開発資料 JAXA-RM-23-004

JAXA Research and Development Memorandum

「あかり」データの歩き方 version 2.0 ～「あかり」データプロダクト活用ガイド～

AKARI data guide for beginners version 2.0 ～ An introduction to the AKARI data Products ～

---

発行 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構(JAXA)

〒182-8522 東京都調布市深大寺東町7-44-1

URL: <https://www.jaxa.jp/>

発行日 2024年1月29日

電子出版制作 松枝印刷株式会社

※本書の一部または全部を無断複写・転載・電子媒体等に加工することを禁じます。

Unauthorized copying, replication and storage digital media of the contents of this publication, text and images are strictly prohibited. All Rights Reserved.

---



