



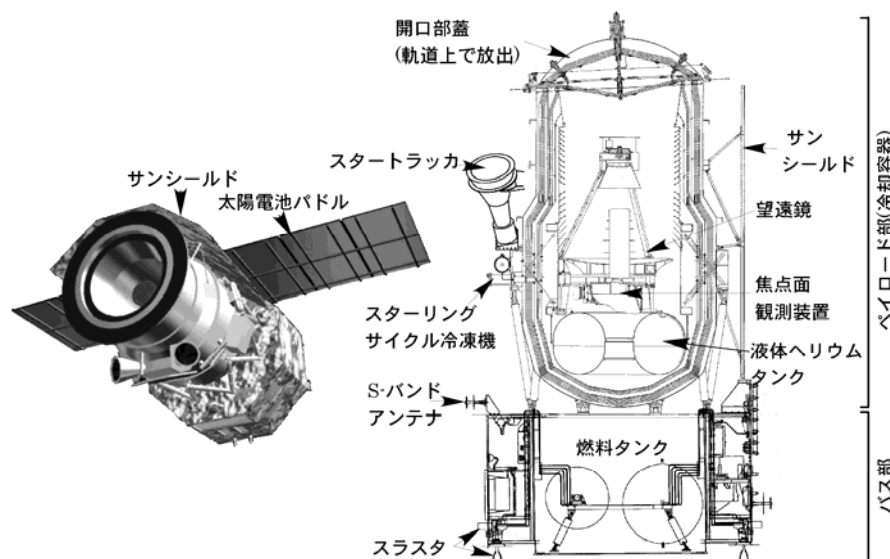
# 参考

# 1. 「あかり」(ASTRO-F)の概要

## (1) 衛星主要諸元



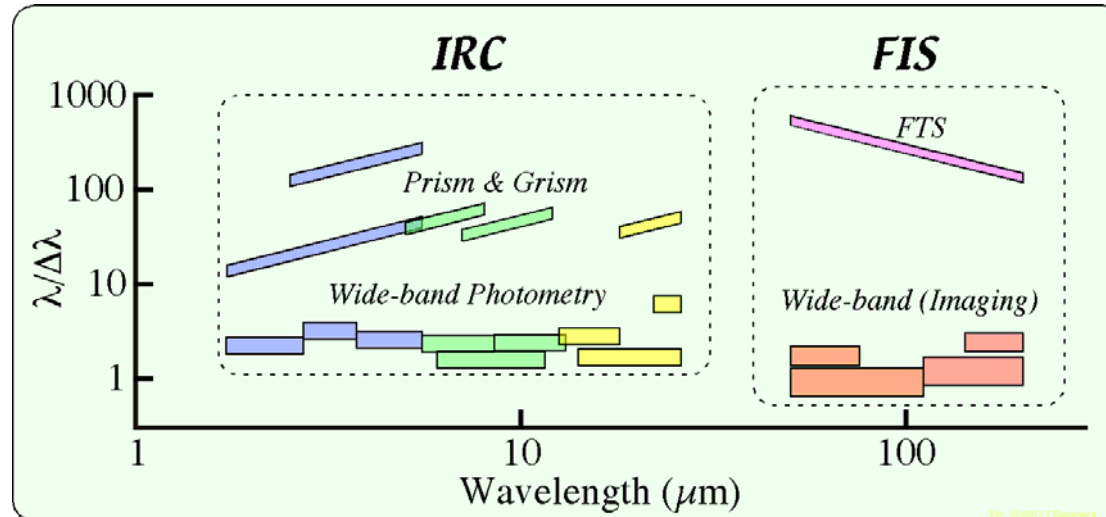
質量	952 kg (打上げ時Wet)
サイズ	2026 × 1880 × 3675 mm (打上げ時)
太陽電池パドル	2翼 × 3枚、発生電力 940 W (3年後)
蓄電池容量	22 AH (Ni-MH, 1系統)
通信系	S帯でコマンド受信、低速テレメトリ送信 X帯で高速テレメトリ送信
姿勢制御	3軸姿勢制御
推進系	1液(3N × 4)・2液(20N × 4)デュアルモード(調圧式)
軌道	太陽同期軌道 / 昼夜境界帯周回 軌道高度: 700 km (円軌道) 軌道傾斜角: 98度



国際標識番号  
2006-005A

# 1. 「あかり」(ASTRO-F)の概要

## (2) 観測装置



「あかり」の観測波長帯と波長分解能

空間分解能(軌道上での実績値)

FIS: 65/90 $\mu\text{m}$ 帯で約40秒角、140/160 $\mu\text{m}$ 帯で60秒角

IRC: 2/3/4 $\mu\text{m}$ 帯で約4秒角、5 $\mu\text{m}$ ～24 $\mu\text{m}$ 帯は5～7秒角

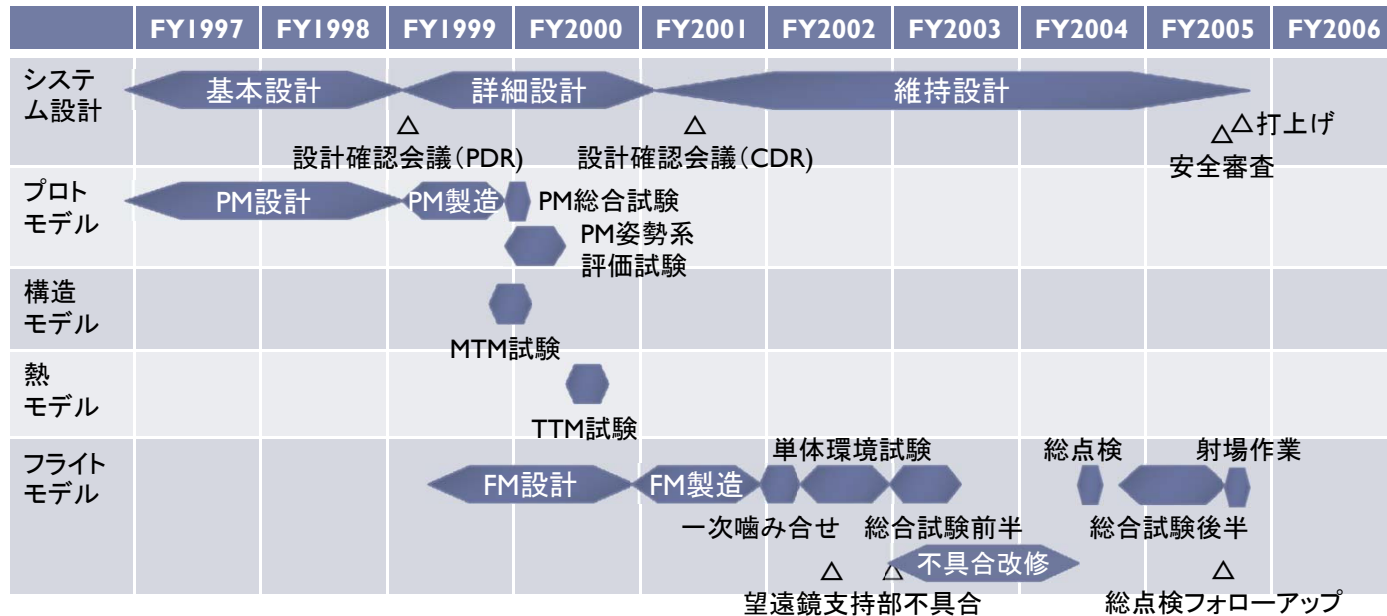
ただし、全天サーベイでは9, 18 $\mu\text{m}$ 帯ともに約10秒角

### 観測姿勢モード

- 全天サーベイ: 約100分の軌道周期で360度を連続的にスキャン(3.6'/s)
- 指向観測
  - スロースキャン: 8～30"/sで天をスキャン。主にFISによる高感度マッピング等。
  - ステップスキャン: 指向観測中に最大5'、指向方向をずらして複数の天域を観測。
  - マイクロスキャン: IRCのditheringのためのモード

# 2. プロジェクトの経緯

## (1) 開発の経緯



1989年5月  
1993年11月  
1995年1月  
1995年1月～  
1997年度より  
1999年7月  
2000年  
2001年10月  
2002年4月-7月  
2002年11月

宇宙理学委員会の下に赤外線天文衛星WG発足  
ミッション提案書を理学委員会に提出(当時の名称はIRIS計画)  
1994年8月～12月の評価小委員会での議論を受け、宇宙理学委員会本委員会にてミッション採択  
日本初の衛星搭載赤外線望遠鏡である、Space Flyer Unit (SFU) 搭載赤外線望遠鏡Infrared Telescope in Space (IRTS) 打上げ、成功裏に運用。  
「ASTRO-F」として開発開始。当初は6年計画(打上げ目標2002年度末)  
第1回設計確認会議(PDR相当)  
M-Vロケットの遅れ等により、打上げ目標2003年度末へ  
第2回設計確認会議(CDR相当)  
フライトモデル一次噛み合せ試験  
望遠鏡極低温振動試験において、主鏡支持部の接着の剥離発生

2003年4月  
2003 6月  
2003年4月 - 10月  
2004年7月  
2004年9月  
2004年9月 - 11月  
2005年2月 - 12月  
2005年11月  
2005年12月  
2006年1月 2日  
2006年1月11日  
2006年2月22日

接着工法改良後の振動試験にて剥離再発。宇宙科学研究所内に不具合対策会議発足、原因究明と改修へ。  
宇宙開発委員会に、不具合発生と打上げ延期を報告。打上げ目標は2005年度末へ  
総合試験前半(バス部のみ組立て・試験)  
望遠鏡不具合改修、及び環境試験による検証を終了  
望遠鏡不具合対策会議による最終レビュー(不具合対策完了)  
総点検。過電流対策(電流リミッタ・保護抵抗の追加等)を中心に10項目の処置。処置のフォローアップは12月に実施。  
総合試験後半(ミッション部を含む組立て、試験)  
安全審査  
出荷前審査  
射場作業開始  
M-V-8号機 最終確認会議  
午前6時28分 打上げ

# 2. プロジェクトの経緯

## (2) 運用の経緯



	FY2005	FY2006	FY2007	FY2008	FY2009	SY2010	FY2011	
運用	打上げ △△ 望遠鏡ふた開け	観測φ1 試験観測#1	観測φ2 液体He枯渇 冷凍機B 運転停止	△ 温度安定待機 軌道修正 試験観測#2 観測計画再設定	観測φ3	△ 冷凍機A 性能劣化 観測中断	冷凍機復帰運用 △ 電源異常 → 観測終了	終了運用 △ 停波
全天サーベイ &天体カタログ		サーベイ #1	サーベイ #2	#3		カタログ チーム内公開	カタログ一般公開	

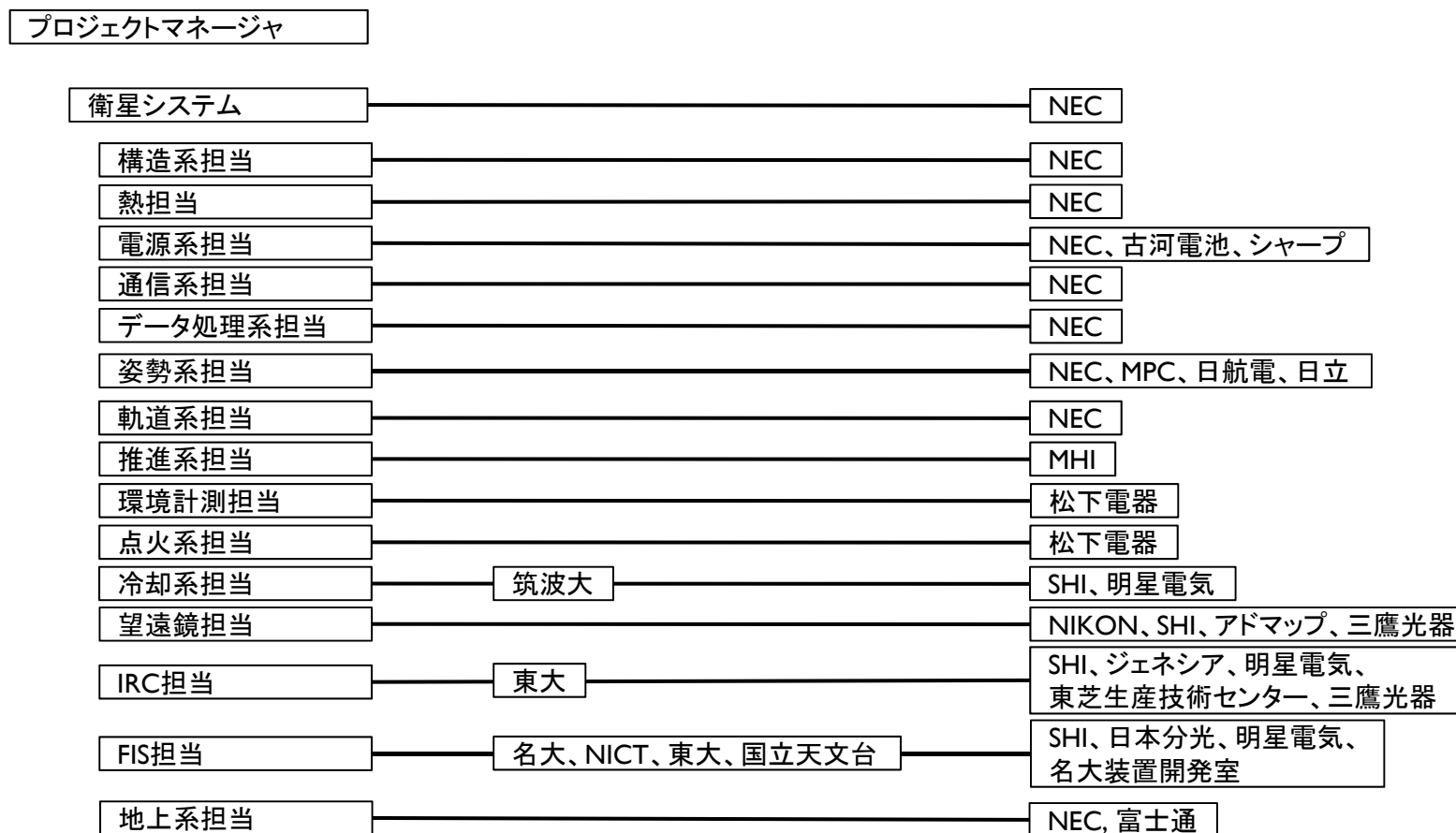
- 2006年2月22日 日本時間6:28打上げ。M-V-8号機により初期軌道への投入成功  
打上げ直後に「太陽面問題」発生。2台の太陽センサが太陽を捉えられない等、衛星太陽指向面の複数の機器に異常。地上からの指令により3軸姿勢を確立、電力を確保。太陽同期極軌道への投入に成功。また、太陽センサーなしで姿勢制御を行うよう搭載ソフトウェアを改修し、以後の運用に成功。
- 2006年4月13日 望遠鏡ふた開け。4月16日より試験観測を実施
- 2006年5月8日 本観測開始(フェーズ 1)
- 2006年11月8日 最初の全天サーベイ終了。フェーズ 2 へ移行
- 2007年8月26日 液体ヘリウム全量消費
- 2007年9月20日 2台の冷凍機のうち1台に異常電流。運転を停止
- 2008年6月1日 本観測再開(フェーズ 3)
- 2010年2月14日 冷凍機異常電流、性能劣化
- 2010年5月より 観測中断。冷凍機性能復活のための運用
- 2011年5月23日 電源系異常発生。
- 2011年6月 観測運用終了の決定
- 2011年9月～11月 衛星姿勢の再確立～軌道降下運用
- 2011年11月24日 停波・衛星運用終了

### ▶ 「あかり」の観測運用フェーズ

- ▶ 観測フェーズ1(上の表ではφ1): 本観測開始より半年間。第1回全天サーベイを最優先で実施。
- ▶ 観測フェーズ2(φ2): 第2回全天サーベイ開始より液体ヘリウム枯渇までの期間。全天サーベイに加えて多くの指向観測を実施。
- ▶ 観測フェーズ3(φ3): 液体ヘリウム枯渇後、冷凍機冷却のみで近赤外線の指向観測を実施。

# 2.プロジェクトの経緯

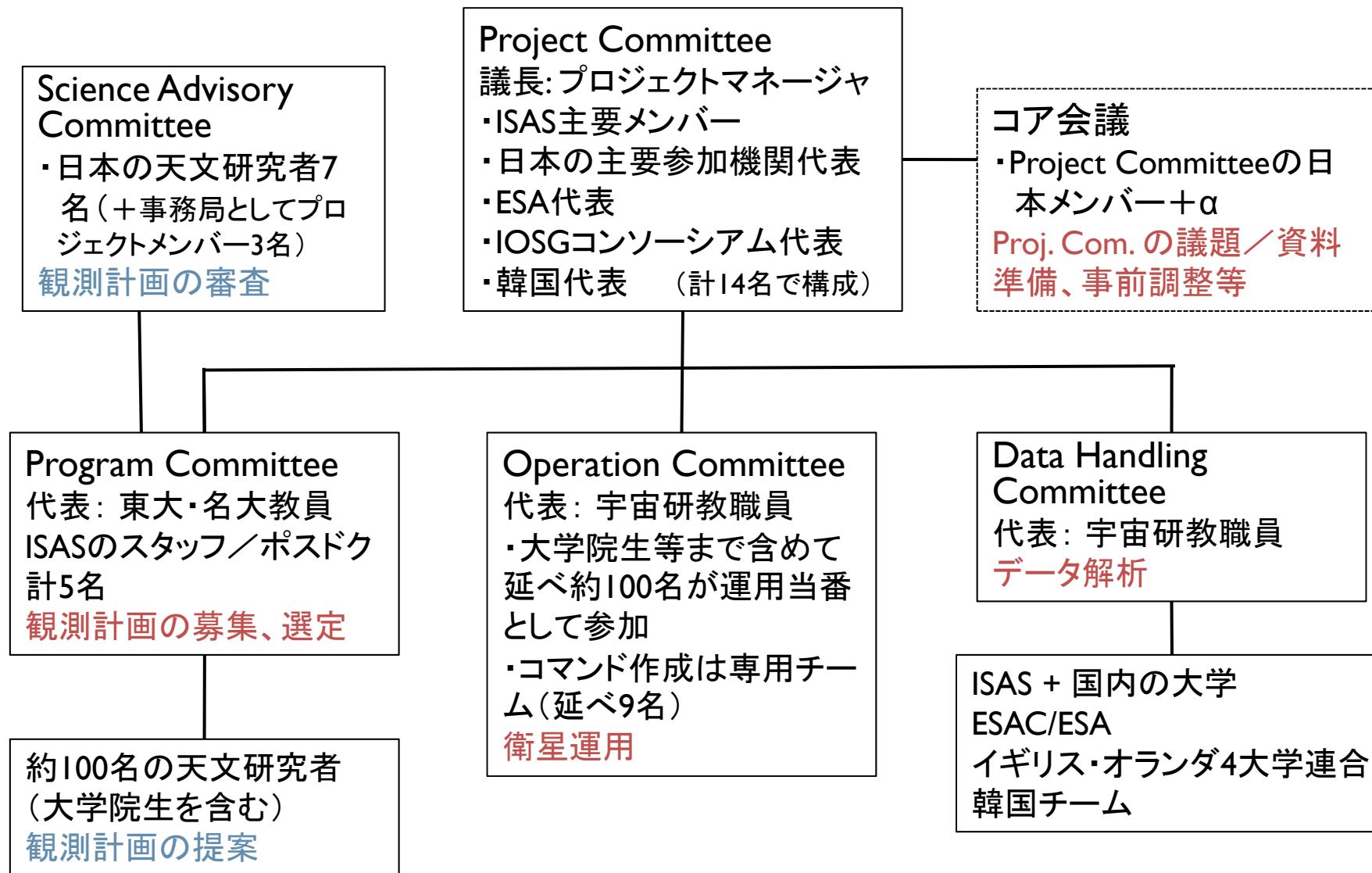
## (3)衛星開発体制



◆ IRC, FIS については常勤職員のほかに研究員、大学院生の寄与があった

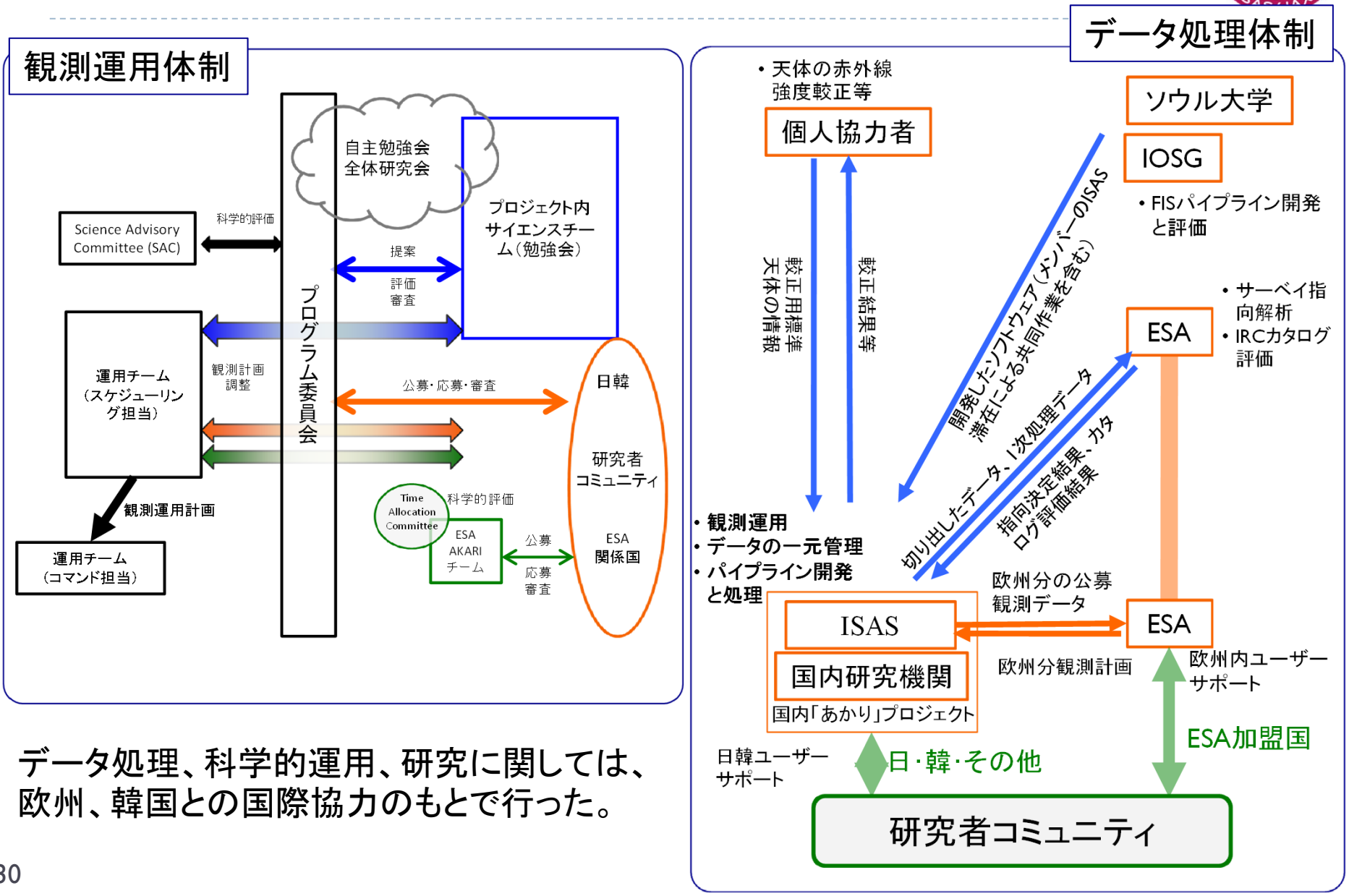
# 2. プロジェクトの経緯

## (4) 運用組織



# 2. プロジェクトの経緯

## (5) 観測運用／データ処理体制



データ処理、科学的運用、研究に関しては、欧州、韓国との国際協力のもとで行った。



## 2. プロジェクトの経緯

### (6) 国際協力



- ▶ 前ページのデータ処理体制図に示したように、「あかり」ではデータ処理において欧州と韓国との国際協力によって体制を強化することができた。
  - ▶ ESAに対して公募観測機会の30%を提供した。それに対し、ESAは地上局を提供するとともに、望遠鏡指向方向の決定および欧州観測者への支援を担当した。
  - ▶ 欧州の4つの研究機関 Imperial College London, The Open University, The Sussex University, University of Groningenは、データ処理ソフトウェアの開発を担当し、プロジェクト内部の研究機関として観測計画作成と取得したデータによる天文研究に参加した。
  - ▶ 韓国ソウル大学は、日本への人材の派遣を含めてデータ処理ソフトウェア開発に参加し、観測面では日本チームの一員として観測計画作成と天文研究に参加した。
- ▶ 赤外線天体カタログ初版が2010年3月に公開できたことに対しては、これらの国際協力が大きく寄与している。
- ▶ 上記以外に、個人の立場で「あかり」データの較正等に協力してくれた海外研究者が2名存在する。

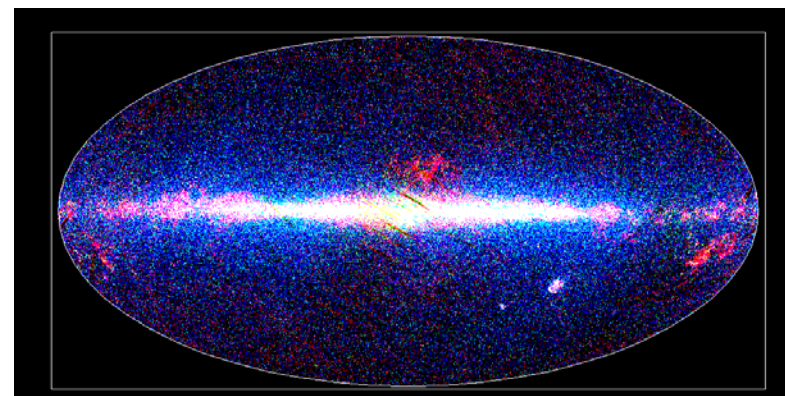
# 3.1 成功基準の達成状況

## (1) データ公開状況 (1/4)



「あかり」全天サーベイデータより、中間赤外線(9, 18  $\mu\text{m}$ )、遠赤外線(65, 90, 140, 160  $\mu\text{m}$ )での点源天体を抽出、測定してカタログ化 (Bright Source Catalogue)

- ❖ 総計約**130万天体**(IRAS点源カタログの5倍以上)
- ❖ 2010年3月30日に世界中に公開
- ❖ 今後数十年にわたって使われる天文学の基礎資料
- ❖ さらにデータ処理過程を改良を進め、信頼性を高めたBright Source Catalogueの改訂、さらに検出能力を高めたFaint Source Catalogueの準備を実施中。



9  $\mu\text{m}$ , 18  $\mu\text{m}$ , 90  $\mu\text{m}$  3色合成による全天点源分布図  
カバーした天域(2回以上観測)は、全天の96%を越える。

	IRC PSC ver.1		FIS BSC ver.1			
波長バンド	9 $\mu\text{m}$	18 $\mu\text{m}$	65 $\mu\text{m}$	90 $\mu\text{m}$	140 $\mu\text{m}$	160 $\mu\text{m}$
天体数	844,649	194,551	29,336	373,819	117,994	36,646
	870,973		427,071			
検出限界	50 mJy	130 mJy	3.2 Jy	0.55 Jy	3.8 Jy	7.5 Jy
測光精度	5~20 %	7~20 %	20 %			
空間分解能	~7 arcsec		48 arcsec (source extraction)			
位置精度	1-3 arcsec		~6 arcsec			

「あかり」全天点源カタログ仕様

全天カタログについての詳細は FIS Bright Source Catalogue Release Note (Ver. 1), IRC Point Source Catalogue Release Note (Ver. 1)参照。(http://www.ir.isas.jaxa.jp/ASTRO-F/Observation/PSC/Public/)

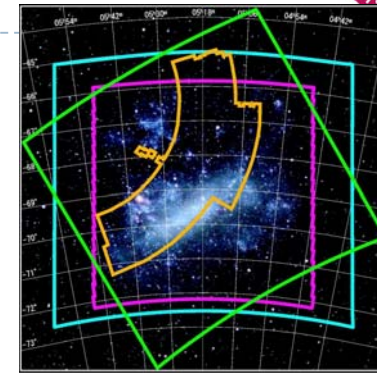
# 3.1 成功基準の達成状況

## (1) データ公開状況 (2/4)



### 大マゼラン雲(LMC)天体カタログ

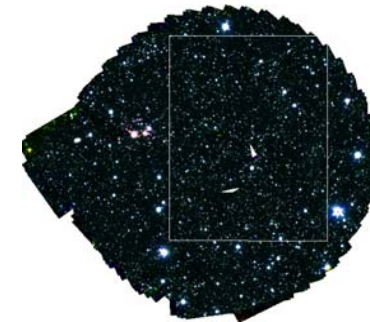
- ❖ 指向観測で、波長3, 7, 11, 15, 24  $\mu\text{m}$ の5波長で観測
- ❖ 約10平方度の領域をカバーし、**66万天体**を含む世界最大規模のカタログ
- ❖ 2012年11月に成果論文を発表、データを一般公開。
- ❖ 1757天体を含む世界初の分光カタログも2013年1月に論文発表と一般公開。
- ❖ 星形成や晩期型星研究の基礎資料として今後の天文学研究に重要な役割
- ❖ 可視光、近赤外線などによる地上観測、Spitzer宇宙望遠鏡による観測と合わせた研究を期待。特に「あかり」の波長11, 15  $\mu\text{m}$ のデータは、「暖かい」ダ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  
可視光(Zaritskyら): 水色、近赤外線サーベイ(加藤ら): ピンク  
Spitzer宇宙望遠鏡サーベイ(Meixner): 緑

### 北黄極領域(NEP)天体カタログ

- ❖ 指向観測で、波長2~24 $\mu\text{m}$ 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7,300天体 (**波長15, 18  $\mu\text{m}$ 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115,000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
- ❖ 2012年に成果論文を発表。2013年3月にカタログを一般公開した。



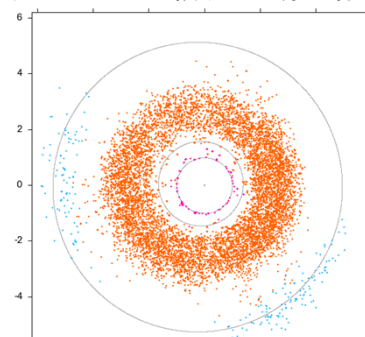
NEPディープサーベイ領域の近赤外線画像

### 全天サーベイに基づく小惑星カタログ

- ❖ IRASによるカタログの約2倍の**5,120個の小惑星**を含む
- ❖ 成果論文を発表し、カタログを公開(2011年9月)

### 南天「あかり」ディープフィールドの天体カタログ

- ❖ 指向観測によるディープサーベイ(全天サーベイの20倍高い感度)
- ❖ 12平方度をカバーし、波長90 $\mu\text{m}$ で2,000個以上の銀河を検出
- ❖ 遠赤外線での貴重な銀河カタログ。
- ❖ 成果論文を準備中。



カタログ化された小惑星の位置  
(円は、内側から地球、火星、木星の軌道)



# 3.1 成功基準の達成状況

## (1) データ公開状況 (3/4)

- ◆ これまでに「あかり」の大規模サーベイデータから作成され、世界中の研究者に公開された天体カタログを以下にまとめた。

プロダクト名	一般公開日	天体数	説明
遠赤外線点源天体カタログ ver.1	2010/03/30	427,071	波長 65, 90, 140, 160 マイクロメートルでの全天サーベイにより検出された天体の位置と明るさの情報
中間赤外線点源天体カタログ ver.1	2010/03/30	870,973	波長 9, 18 マイクロメートルでの全天サーベイにより検出された天体の位置と明るさの情報
小惑星カタログ ver.1	2011/09/16	5,120	中間赤外線全天サーベイで検出された小惑星の直径と表面の反射率
大マゼラン雲点源天体カタログ ver.1	2012/11/13	660,286	波長 3, 7, 11, 15, 24 マイクロメートルで観測した大マゼラン領域約10平方度で検出した天体の位置と明るさ
大マゼラン雲近赤外線分光カタログ ver.1	2013/01/07	1757	上記点源カタログに記載されている天体の一部について、波長2.5~5.0マイクロメートルのスペクトル
北黄極広域査領域点源天体カタログ ver.1	2013/03/15	114,794	波長 2, 3, 4, 7, 9, 11, 15, 18マイクロメートルで観測した、北黄極領域5.4平方度の天体の位置と明るさ
北黄極深探査領域点源天体カタログ ver.1	2013/03/15	7,284	波長 7, 9, 11, 15, 18マイクロメートルで観測した、北黄極領域0.67平方度の天体の位置と明るさ。上記の広域探査領域のカタログに比べ、感度で2-3倍優れている。

- ◆ ミッションプログラム、公募観測、ディレクタータイムの指向観測データ(有効観測数約22,400回)は、生データ+解析ソフトウェアツールキットの形で、観測提案者に対する1年間の占有期間を経て、一般に公開されている。

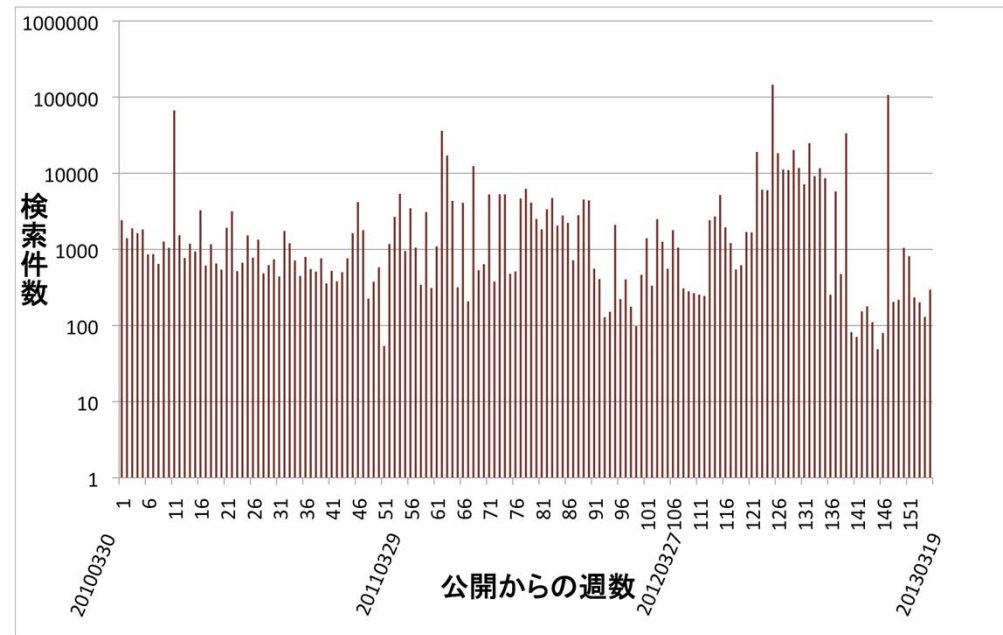
# 3.1 成功基準の達成状況



## (1) データ公開状況 (4/4)

### データの利用状況

- ❖ 2013年3月までに、カタログデータファイルのダウンロードは延べ約1100回(計数できるISASサーバからのダウンロード数のみ)。
- ❖ 科学衛星運用・データ利用センター(C-SODA)の運営する衛星データアーカイブシステムDARTS上に、高機能の検索ツールであるカタログアーカイブサーバ(CAS)が構築されている。CAS経由でのカタログ検索は公開以来一週間あたり数百件を維持している。
- ❖ 欧州宇宙機関(ESA)の運用する **Herschel 宇宙天文台の観測立案ツール**に、CASへのアクセスサービスが実装されている。
- ❖ 国立天文台やアメリカ、欧州等数カ所のデータセンターが運用するデータサービスにも、「あかり」天体カタログが登録。



「あかり」点源カタログの、1週間当たりの検索回数 (2010年3月30日より2013年3月19日まで)

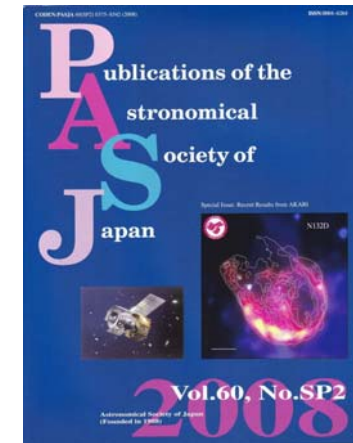
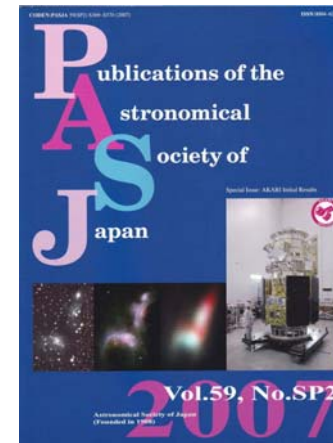
# 3.1 成功基準の達成状況

## (2) 学術研究成果出版状況 (1/2)



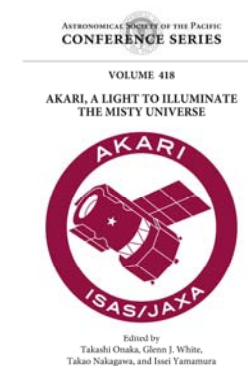
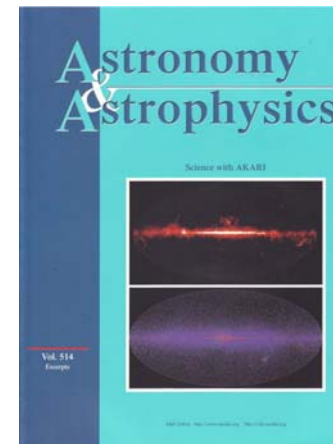
### 学術論文誌で3回の特集号発行

- ❖ Publications of the Astronomical Society of Japan (PASJ; 日本天文学会欧文報告誌), Vol. 59, SP2 (2007年10月10日発行)・・・19編
- ❖ Publications of the Astronomical Society of Japan (PASJ; 日本天文学会欧文報告誌), Vol. 60, SP2 (2008年12月25日発行)・・・13編
- ❖ Astronomy & Astrophysics (ヨーロッパの天文天体物理学専門誌), Vol. 514, 2010年5月3日発行)・・・17編



### 「あかり」国際研究会収録

- “AKARI, a Light to Illuminate the Misty Universe”, eds., T. Onaka, Glenn J. White, Takao Nakagawa, Issei Yamamura, ASP Conference Series, Vol 418・・・86編
- “A Paramic View of the Dusty Universe”, eds, M. Im and H. M. Lee, Publication of the Korean Astronomical Society, Vol.27, No.4 (2012)・・・71編



### 学位論文(2013年3月現在)

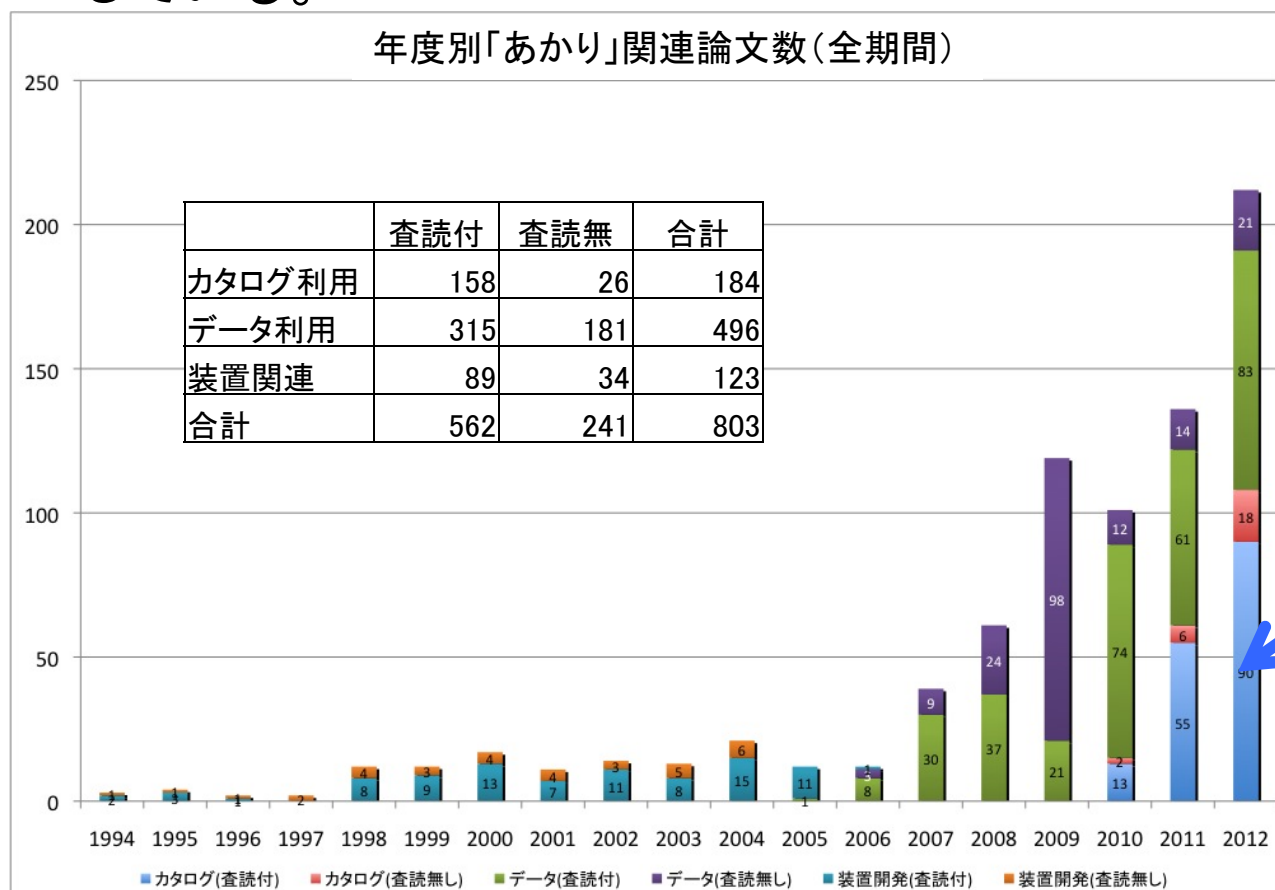
- ❖ 修士論文: 観測データ利用 27件、装置開発など 26件
- ❖ 博士論文: 観測データ利用 23件、装置開発など 7件

# 3.1 成功基準の達成状況

## (2) 学術研究成果出版状況 (2/2)



- ▶ これまでに発表された「あかり」関連の論文数の推移を示す。2010年に全天赤外線天体カタログが一般公開されて以来、プロジェクト外の研究者によるカタログデータを利用した論文数が急速に増加している。



カタログデータを利用した論文数が急速に増加

37 ※ 論文件数調査は、天文学文献検索データベース(ADS)を用いて「AKARI」、「ASTRO-F」をキーワードに全文検索を行った後、個々の論文で「あかり」データが実際に利用されていることを確認している。「あかり」データが当該論文の主要な要素でなくても、利用されている場合にはカウントしているため、Web of Science 等の集計よりも多く出る傾向がある。