

赤外線天文衛星「あかり」における国際協力と 今後への教訓



山村一誠(宇宙研)

2017年7月25日



赤外線天文衛星「あかり」



打ち上げ: 2006/2/22 (JST)

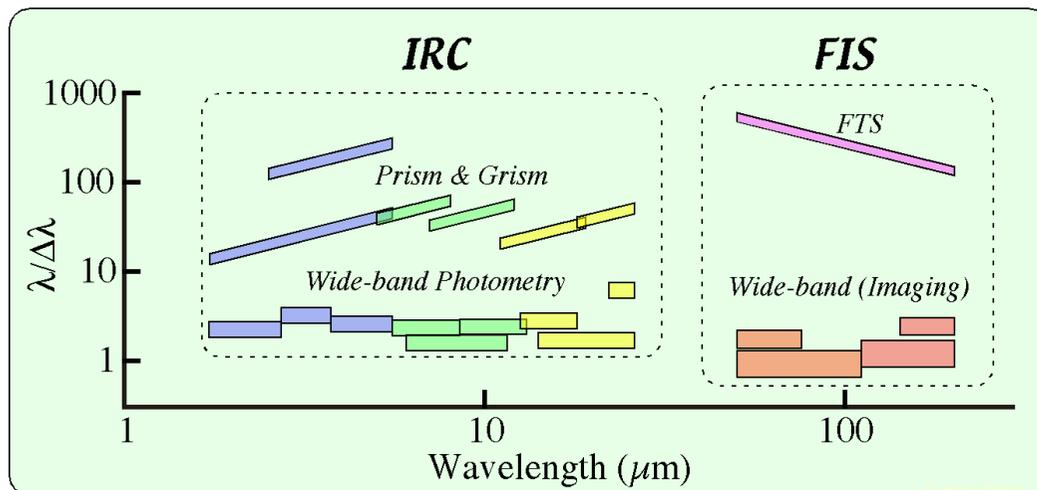
観測期間:

2006/5/8~2007/8/26 (Phase 1 & 2: 液体ヘリウム冷却)

2008/6/1~2010/2/15 (Phase 3: 機械式冷凍機のみ)

運用終了: 2011年11月24日

望遠鏡口径 68.5 cm
二種類の観測装置
観測波長 1.8–26, 50–180 μm



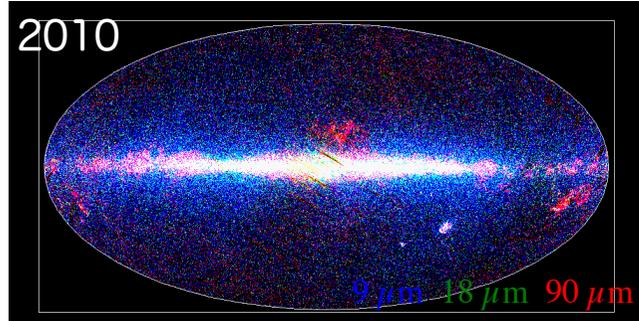
- 全天サーベイ
(2006/05–2007/08)
 - 9, 18, 65, 90, 140, 160 μm
 - 全天の 96 % 以上をカバー

■ 指向観測

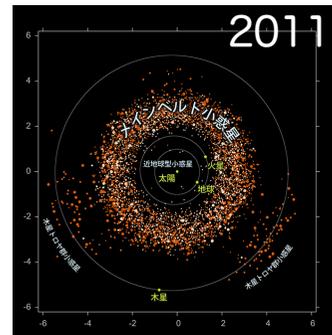
Phase	1&2	3
IRC撮像	3000	3800
IRC分光	900	8800
FIS撮像	1100	—
FIS分光	550	—

これまでに公開された主なデータ

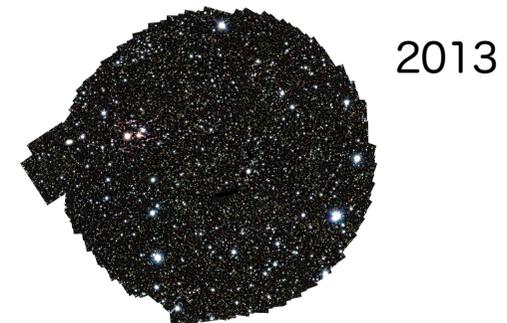
点源天体カタログVer.1



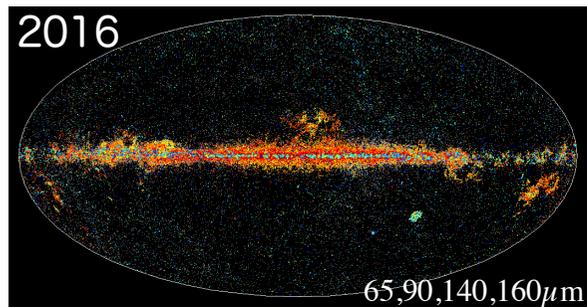
「あかり」小惑星カタログ



北黄極領域天体カタログ



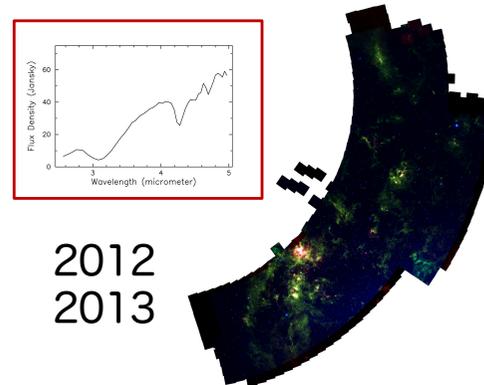
遠赤外線点源天体カタログ Ver.2



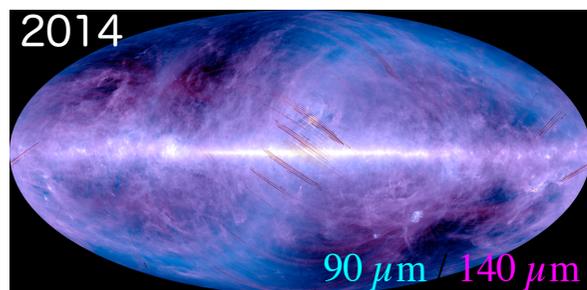
近・中間赤外線撮像データ



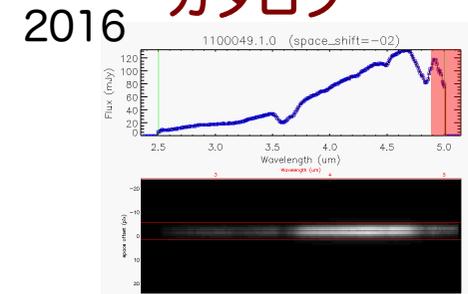
大マゼラン雲天体カタログ・
分光カタログ



遠赤外線全天イメージマップ



近赤外線点源スペクトル
カタログ





第4回「あかり」国際会議

- 2017年10月17～20日@東京大学
- <http://www.ir.isas.jaxa.jp/AKARI/akari2017/>



AKARI 2017

OCTOBER 17-20, 2017
THE UNIVERSITY OF TOKYO, JAPAN

Menu

Home

Important Dates

Venue

Programme

Announcements

Registration

Participants

Banquet

Visitor Information

Proceedings

The Cosmic Wheel and the Legacy of the AKARI archive:
from galaxies and stars to planets and life

Ito International Research Center Conference, The University of Tokyo

to be held from October 17 - 20, 2017

at

Ito Hall, The University of Tokyo, Tokyo, Japan

Registration open!

[2nd Announcement]

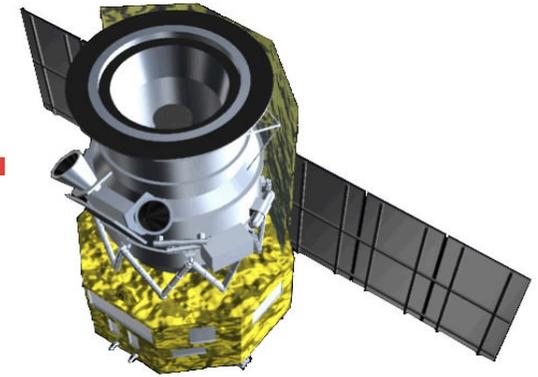


「あかり」の国際協力

- ESA
 - データ受信
 - 全天サーベイの指向決定
 - ユーザサポート
- IKSG(Imperial/Kent/Sussex/Groningen)
 - 4つの大学の合同チーム
 - 遠赤外線全天サーベイデータ処理
- ソウル大学
 - 遠赤外線全天サーベイデータ処理
- 個人レベル協力
 - Thomas Müller (MPE): 小惑星キャリブレーション
 - Martin Cohen (UC Berkeley): 恒星キャリブレーション



「あかり」(ASTRO-F)の経歴



開発から運用終了までの主な経過

- 1995年1月 宇宙理学委員会にてミッション採択(当時の名称:IRIS計画)
- 1997年度より 第21号科学衛星「ASTRO-F」として開発開始
- 1999年頃 国際協力の議論開始
- 2000年 M-Vロケットのため、打ち上げ予定が2002年度末→2003年度末に
- 2003年6月 主鏡保持機構トラブルにより、打上げ予定2005年度末へ。

- 2006年2月22日 M-Vロケット8号機により打上げ。
- 2006年4月13日 望遠鏡の蓋を開き、試験観測を開始。 5月8日 本観測を開始。
- 2007年8月26日 液体ヘリウム全量消費。
- 2008年6月 1日 冷凍機冷却による近赤外線観測(エクストラサクセス)を開始。
- 2010年2月14日 冷凍機性能劣化。 5月より観測中断、性能復帰をめざした運用。
- 2011年5月24日 電力異常が発生。 6月 科学観測終了を決定。
- 2011年11月24日 衛星姿勢の再確立～軌道降下運用を経て停波、運用終了。



IRIS計画提案書（1994年）

- 7.3開発体制
（中略）

国外の研究者からも関心が寄せられており、NASAのSIRTFグループとの協力が具体的に検討されている。具体的にアメリカ側は、(1) 望遠鏡をNASAが支給し、(2) 近・中間赤外カメラを日米共同開発すること、(3) DSN のサポートを提案している。IRISの経費削減、開発体制の強化に寄与する点が多いので、積極的に日米協力を進めるべく検討を進めている。



前史(～1995)

- IRIS(Infrared Imaging Surveyor)計画: 検討は1980年代後半から
- 当時の国内の体制を踏まえ、アメリカとの協力を模索
 - アメリカの有力研究者と議論など
 - SIRTf(現Spitzer = 2003年打上げ) チームとの協力を模索
- NASAからの提案
 - IRAC(近赤外線カメラ)のみを日本の衛星に搭載
 - 日本の衛星にはそれ以外の観測装置は載せるな!
- 日本側としてとうてい受け入れられない → 成立せず



前史（～1998）

- アメリカとの協力(2)
 - 遠赤外線フーリエ分光器(FTS)を強化し、星間空間の水を観測
 - NASAへのプロポーザル：不採択
 - 感度的にも厳しかった

- アメリカとの協力(3)
 - データ解析における協力
 - NASAへのプロポーザル：不採択
 - アメリカは SIRTf (Spitzer) へ全力投入すべき



ESAとの協力

- 背景
 - 日本側は、データ解析体制の強化が課題
 - ESAとは、ISO以来の強力なつながりがあった
 - ESAは、ISO後Herschel(当時FIRST)へ人をつなぐ必要があった
- 1999年頃から個人レベルでの相談
 - ESA側は上記の理由により前向き。
 - 協力方法(ESA内でのプロジェクト承認手段)を模索
- 2000年に入って公式な協力の議論が行われる
 - 協力内容はこの時点でおおよそ方針が固まる
 - ESA SPC(Science Programme Committee)承認
- MoU調印: 2002年12月(外交文書としての調整に時間がかかる)



ESAとの協力内容

- ESAが提供する
 - Kiruna局でのデータ受信(1日4パス程度)
 - 全天サーベイの指向解析(Pointing Reconstruction)
 - ISOの知見の提供
 - 全天サーベイ解析に協力するヨーロッパグループの斡旋
 - ヨーロッパ公募ユーザのサポート
- 日本が提供する
 - 公募指向観測機会の 30 % (全指向観測機会の約10%)
 - ヨーロッパユーザに対する、FIRST (Herschel) のインプットカタログとしての、遠赤外線全天サーベイカタログの提供

ヨーロッパチームとの協力

- (遠赤外線) 全天サーベイカタログの作成について協力
- 「公募」以前に個別に打診
 - 1999年8月に Imperial College を中心としたグループより打診
 - 当時宇宙研にいたポスドクが紹介
 - 研究会などの機会に議論
 - 2001年2月に来日、議論 ~ LoA 作成開始
- 2001年8月にESAより公募(9月15日締切)
 - 10チームから応募 → 2チームを選定
 - Groningenチーム → 英国チームと合流
 - MPEチーム(個人): 小惑星を用いたcalibration
- **インタフェースを一本化**することが日本側の必須条件だった
 - イギリス3大学(Imperial, Kent, Sussex)とオランダ(Groningen)の合同チーム(IKSG)として2002年10月にLoA
 - MPEチームは個人かつ内容が異なるので個別に参加



Chris Pearson



韓国(ソウル大学)との協力

- 1999年12月に議論開始。ソウル大学訪問。
 - 遠赤外線全天サーベイデータの解析に参加する
- 当時韓国は、衛星観測データの扱いの経験は無い
 - ユーザレベルのみ
 - 日本としては、即戦力よりは将来の関係構築の意図
- 2000年夏より2006年夏までソウル大教員1名と大学院生1,2名が宇宙研に滞在(1チーム半年~1年)
 - データ処理活動の補助(大学院生中心)
 - サイエンス面での協力



ESAとの協力：データ受信

- ESA側はESOC (European Space Operations Centre) が担当(窓口 Angela Head)
- 日本側は松原英雄氏が担当
- 打ち上げ前(2001～)
 - I/F 調整、通信系の適合性試験(宇宙研通信系担当、NEC)
 - 出張2回、メールベース、ESA側がかなり対応
 - データフォーマット確認(山村)
 - 打ち上げ前レビュー
 - データ転送(専用回線)設置、データ転送(テレメトリ、軌道要素)プロトコル確立(山村、富士通)
- 打上後(2006～)
 - 運用調整(アンテナ予約)(松原)
 - データ転送モニタ、データ欠落への対処(山村、紀伊)
 - 「あかり」の軌道が変わっていくことに対する対処



ESAとの協力：指向決定

- 全天サーベイ中の指向方向を解析・決定
- 担当：ESAC (European Space Astronomy Centre)
 - 主担当：職員1名、技術派遣 1名
- 日本側窓口：山村＋姿勢系詳細：紀伊
- 打ち上げ前
 - 技術文書の翻訳、作成
 - ICD策定、データフォーマット制定
 - 技術方針の議論
- 打上後
 - データの作成と供給
 - 焦点面姿勢センサーの感度が不足していたため、IRC全天サーベイイベントリストをメインデータとして使用(石原)
 - 結果の評価とフィードバック
 - ESACへ、NECへ

IRC全天カタログの作成協力



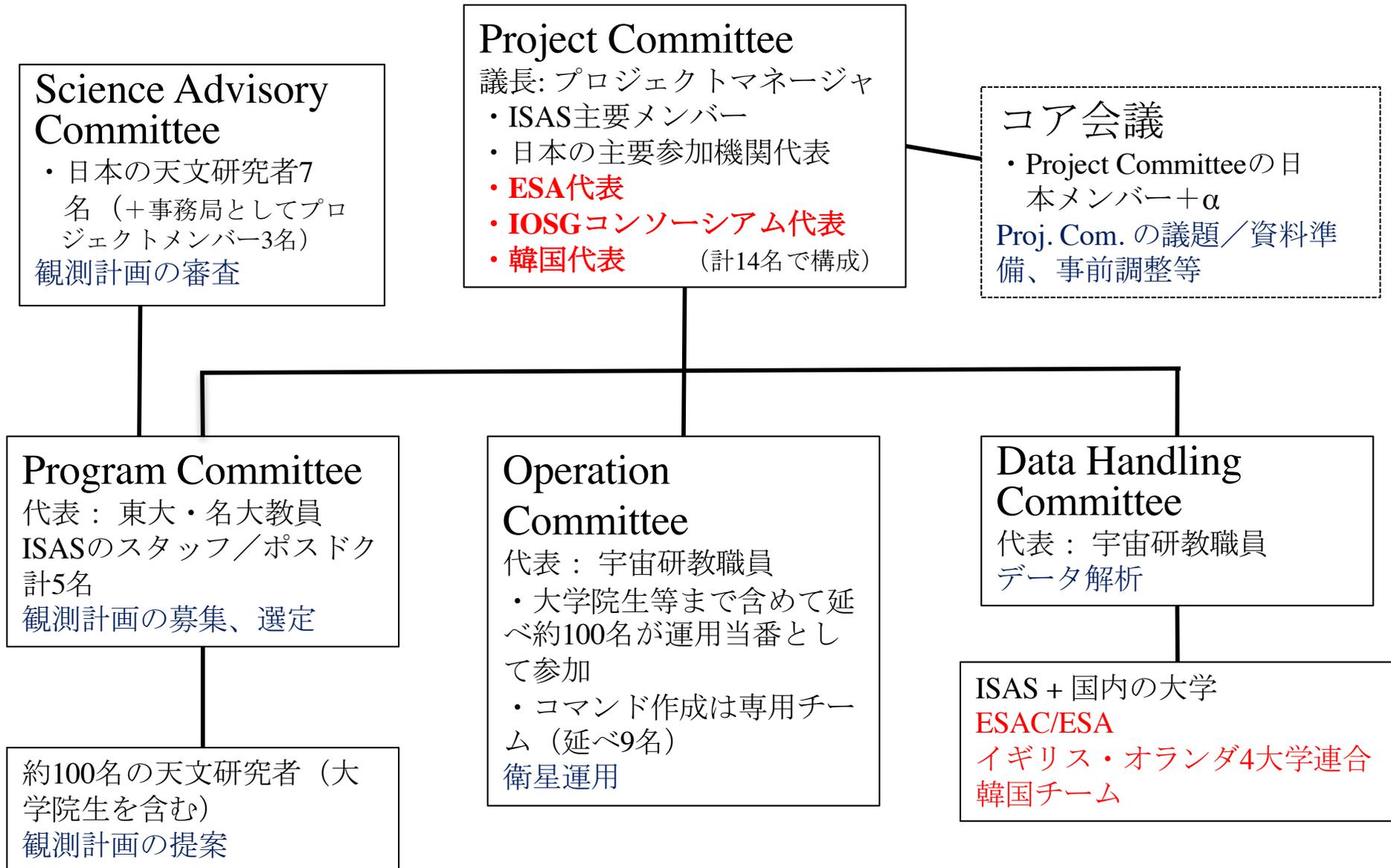
ESAとの協力：ユーザサポート

- ヨーロッパの公募時間の配分、ユーザサポート
- 担当：ESAC (European Space Astronomy Centre)
 - 主担当：職員2名
- 日本側窓口：山村
 - 尾中(プログラム委員会)、臼井(スケジューリング)
- 打ち上げ前
 - 観測公募の枠組み議論
 - 観測公募実施
 - 提案者用マニュアル作成
 - サポートツール作成
 - 説明会開催@UK, ESA(, Korea)
- 打上後
 - 観測者サポート
 - 解析説明書作成
 - 解析ソフトウェアの作成(ISAS)、評価(ESAC)
 - 説明会開催

TACは独立 (ESA主催)



マネージメント体制





データ解析体制・活動

- 2001～2008にかけて
 - 2週間～1ヶ月に一回電話会議
 - 半年に一回程度実体会議
 - @ISAS: 集中開発合宿(1週間～2週間)
 - @ヨーロッパ: 1,2日の会議
 - 開発の主体:
日本4名, IKSG 3-4名, Korea 2名
 - 打上後は、データのある宇宙研での作業が中心
 - 2008年頃、ヨーロッパ側のプロジェクト予算終了に伴い活動はフェードアウト。ISASが引き継ぐ

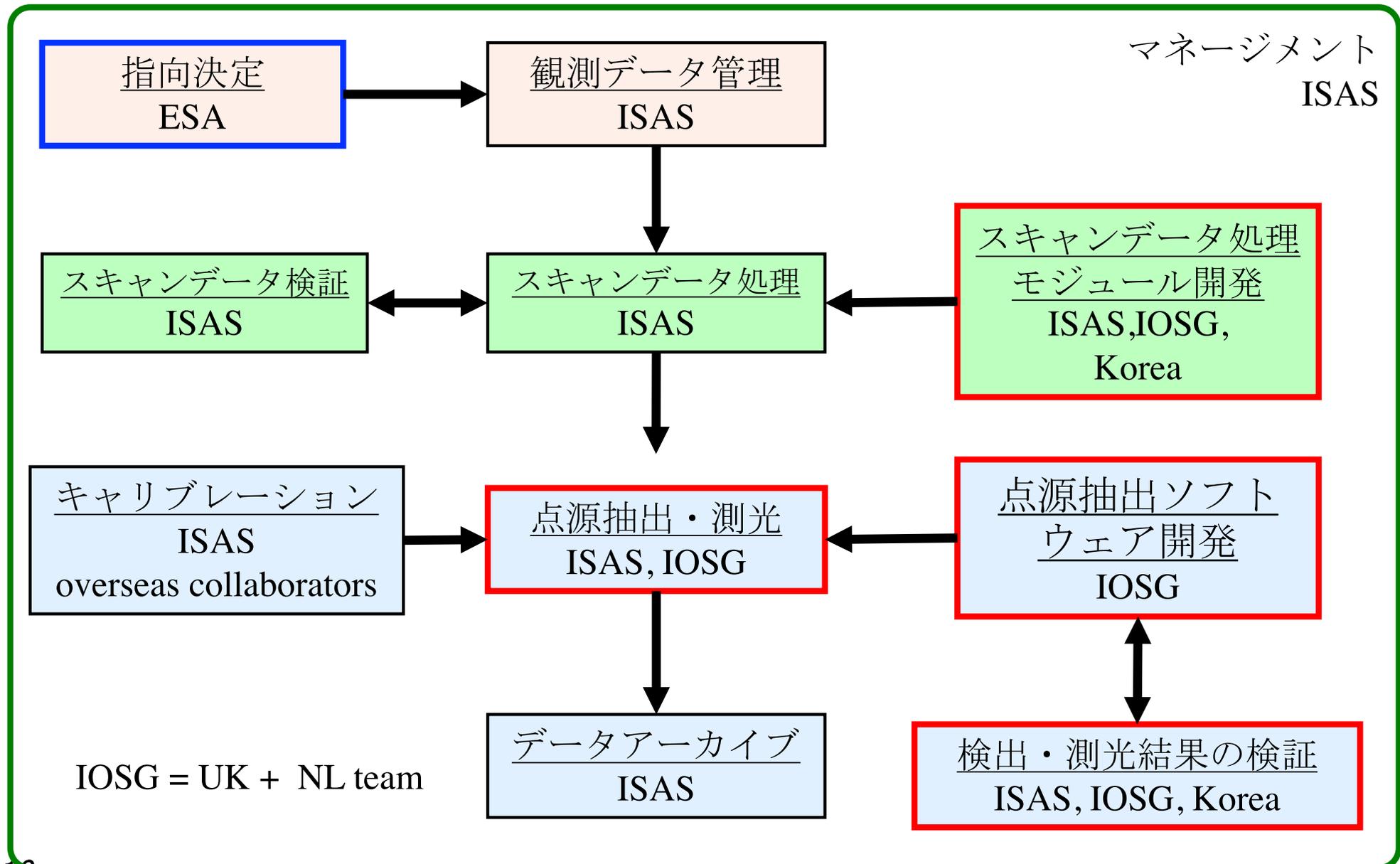


2003年1月 Sussex大学

※ Herschel 打上げ2009年5月



「あかり」遠赤外線カタログ作成における分担





Calibrationに関する個人レベルでの国際協力

- Thomas Müller (MPE)
 - 小惑星を用いた(遠)赤外線強度較正の唯一の専門家
 - ESAの協力公募を通じて関係確立
 - 2003～数回に渡って宇宙研滞在
 - 日本側(ISAS)小惑星チームが手動で同定検出した小惑星とその時刻を元に、標準天体小惑星のSEDを計算～供給。
 - 日本側で各バンドのフラックスを導出してキャリブレーション。
- Martin Cohen (UC Barkley)
 - K～M型巨星を用いた赤外線標準星のネットワークを構築
 - 日本とは IRTS 以来の関係。2001年頃からASTRO-Fに協力。
 - 標準天体データを供給



研究活動への波及

- 「あかり」国際協力は、データ処理などを目的としたものだったが、サイエンスチームに加わることで、自由な研究協力の議論が進んだ。
- Large Area Survey, Mission Program (GTに相当) で、共同研究チームを構成
- 「あかり」を超えた共同研究グループに発展した例もある



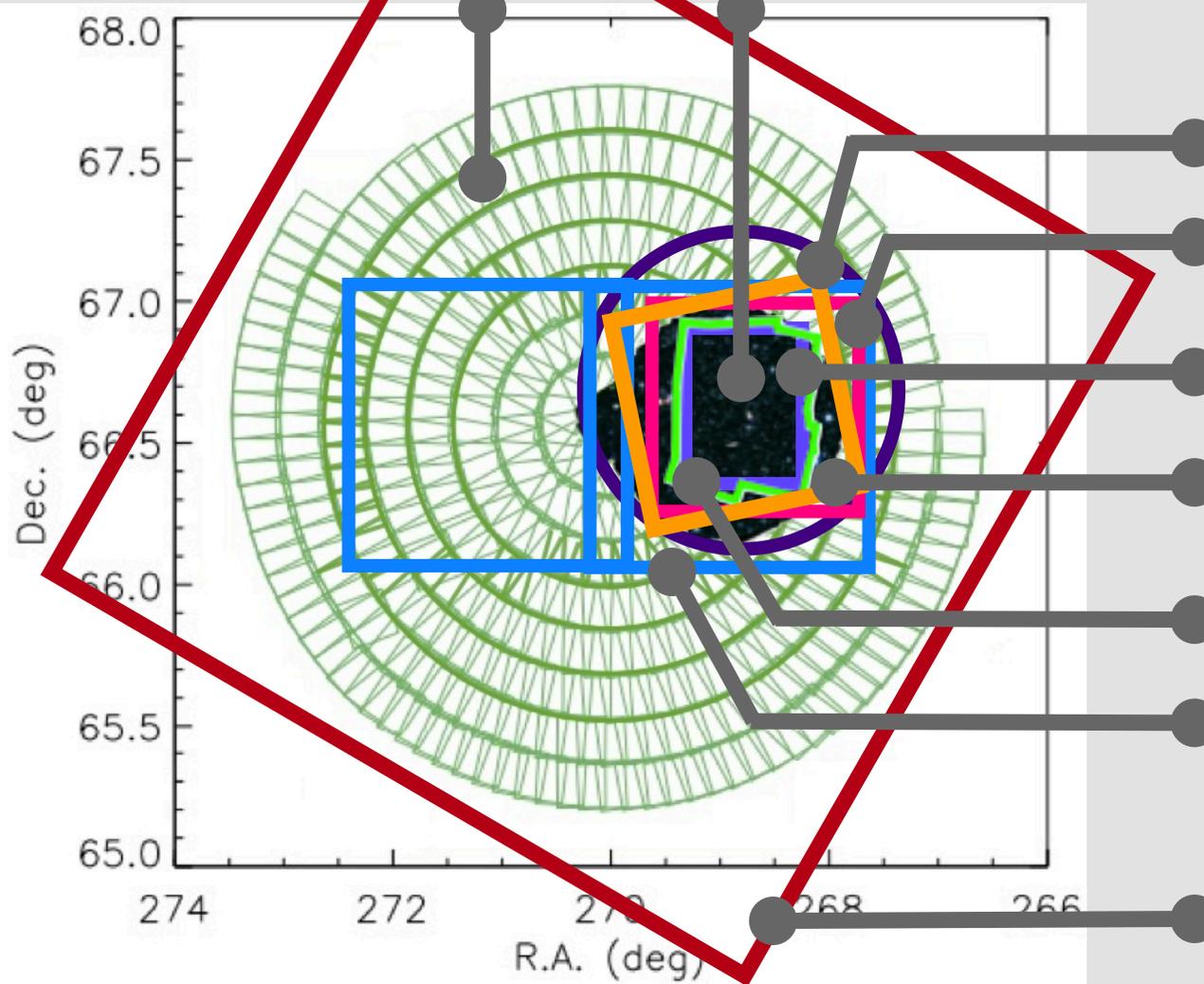


NEP Multi-wavelength Survey

NEP-Wide

NEP-Deep

Coming Soon:
Subaru/ HSC
JCMT/SCUBA-2



- GALEX
- WIRCam
- S-Cam
- PACS
- Chandra
- MegaCam
- SPIRE



NEP survey: Contributors (2016 Spring)

国内

- ISAS, JAXA
- Kwansai-Gakuin Univ.
- Hiroshima Univ.
- Nagoya University
- NAOJ
- Iwate University
- Kyoto Sangyo University

国内チームから拡散
国際協力機関チーム
海外チームから拡散

海外

- Seoul National University
- KASI
- Kyungpook National Univ.
- NTHU
- ASIAA
- Open University
- RAL
- AIP
- Univ.de Lyon
- NCNR, Poland
- LAM
- INAF
- UCLA
- UNAM



「あかり」国際協力に関する(個人的)評価

- 苦勞したことは？
 - ほとんど無い
- その理由
 - メンバーに恵まれた。とくにヨーロッパチームは、ISO等の経験を活かし、日本側(とりまとめ)を尊重し、常に建設的な貢献をしてくれた。
 - IKSGとしてまとまったことにより、日本側から見たI/Fが簡素化。
 - 山村がヨーロッパ(オランダ)でポスドクをしていたため、ヨーロッパの空気にある程度なじんでいた。
- 協力を生かし切れたか？
 - 満足はしていない
 - 日本側の対応力不足(経験不足による見通しの甘さ)により、海外チームの持つスキルを十分に生かし切れなかった
 - 打上げの遅れによる、マンパワー・資金ピークのずれ
 - 特に打ち上げ後、データ解析のリソースを集中できなかった



今後への教訓(個人的意見)

- 時代は違う。。。
 - 良くも悪くもドライな関係(契約)
 - 互いの計画執行スタイルを理解しておくべき
- 現場は人で動く
 - 懐に入ってお互いにものが言える関係
 - 食事(懇親会)は大事
- (日本側に)十分な体制を
 - 国際協力を十分に生かすには、相手の作業に対応出来るだけの体制が必要。
 - 日本国内での意思の疎通が重要
 - 計画遅延など、リスクの予測と対策を十分にとること