

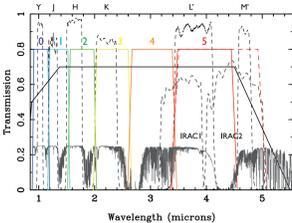
WISH: Wide-field Imaging Surveyor for High-redshift は、口径1.5m級の鏡と直径約30分角の視野をもつ近赤外線(1-5 μ m)カメラを搭載した衛星により、地上では到達不可能な深さでの広い天域の探査を目指す計画である。宇宙最遠方の銀河の発見、および宇宙再電離期における天体形成の系統的研究を始めとして、遠方 Ia 型超新星探査や銀河形成・進化についての広範な研究などを行なうことを目標としている。現在、有志研究者による検討ミーティングを定期的に開催し、科学的目標の詳細と望遠鏡、カメラ、衛星の仕様の検討などを行いつつ、要素技術の検討及び開発、試験を開始している。2008年9月、JAXA 宇宙科学研究本部の宇宙理学委員会にてWISHワーキンググループの設立が承認され、WISHチームではこれまでの検討に基づいたミッション提案第1案を作成した。本講演では昨年の宇宙科学シンポジウム以降の進捗状況を報告する。

WISH計画概要

WISH衛星仕様

主鏡口径: 1.5m
視野: ~1000 平方分
Pixel Scale: 0.155"
検出器: 32 2k x 2k HgCdTe
波長: 1-5 μ m
軌道: Sun-Earth L2
ロケット: HII-A
打ち上げ時期: 2010 年代後半
Mission Lifetime: L2 で 5 年間

WISHフィルター仕様



科学目標の効率的達成と感度の検討から、6枚のブロードバンドフィルタセットを基本案として設定している。地球大気による吸収がないため、0.9 μ mから5 μ m程度までを隙間なくカバーできる。他にも、非常に遠方の星形成銀河の探査などのための狭帯域フィルタの搭載も検討している。

WISHサーベイ計画

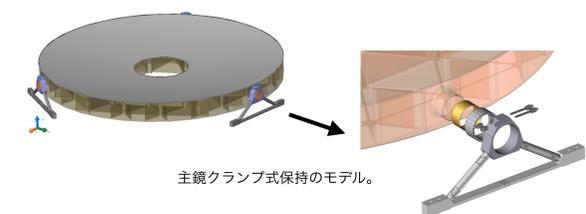
WISHでは、冷却光学系により地上望遠鏡では到達できない深さのサーベイを実現できる。宇宙最初期の銀河を検出するためにはUltra Deep Surveyによる限界等級28等(AB)の達成が必須であるが、これはESAが推進するEuclidよりも2等程度深い。1-5 μ mの波長領域で、この深さと100平方度という広さでサーベイするミッションは他には提案されていない。

	# of Filters	Limiting Mag.	Area	Days*
Ultra Deep Survey	5	28 AB	100 deg ²	1,500
Ultra Wide Survey	3-4	25 AB	1,000 deg ²	50-70
Extreme Survey	3	29.5-30 AB	~1 deg ²	~100

*サーベイに要する日数には50%のオーバーヘッドを含む

ミッション部

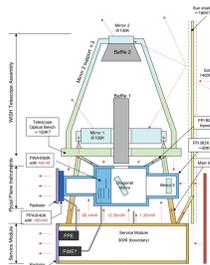
望遠鏡構造・主鏡保持機構



主鏡クランプ式保持のモデル。

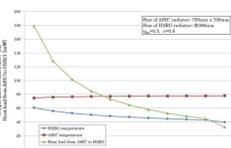
主鏡保持の方法として、円柱テノンと熱変形を吸収するクランプ機構による機械的保持を検討している。FEM解析で打ち上げ時および冷却時の負荷に十分耐えられる構造になっていることを確認した。現在試作機を製作中であり、常温および低温環境下での熱変形測定試験の準備中である。また、望遠鏡構造素材であるCFRPの基本的な物性の調査を行ってきた。

熱解析

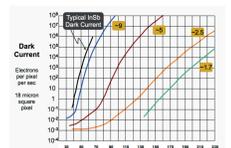


熱解析モデルブロック図

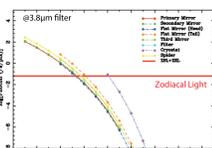
WISHミッション部の温度要求は、望遠鏡構造100 K、フィルタおよび焦点面周辺部80 K、検出器40 Kである。受動冷却でこの温度が達成できるかの検討をJAXA研究開発本部熱グループと協力して進めている。現在、検出器周辺部の温度要求が厳しいため、ラジエータの大型化や熱伝導率の変更、ミッション部コンポーネントの熱的結合の見直しなどの可能性を検討し、より成立性の高い熱構造の実現を目指す。



検出器・読み出し回路間の熱伝導と検出器温度、読み出し回路の予想到達温度との関係



Cutoff波長の異なるH2RGでの温度と暗電流との関係。5 μ m cutoffでは0.01 e-/sに抑えるためには60 K以下への冷却が必要



各コンポーネントの温度による熱的雑音量の推定。黄道光以下になるように目標温度を設定した。

衛星システム系

衛星システムの基礎的な検討として、システム要求を定義し、衛星構造、軌道、指向精度、通信、電力、打ち上げウインド、衛星システム構成、運用モード、質量バジェット、サブシステム(電源、データ処理系、通信、姿勢制御、推進系、熱制御)の各項目の検討を進めている。JAXA/ISAS せ室との議論を通じ、システム要求の明確化を図っている。

データ量・通信検討

データ生成量は通常時30-120 GB/日(50%圧縮時)、データ通信量は3-30 Mbpsと見込まれる。ダウンリンクについては、X-bandにて白田16 Mbps 8時間/日 + 海外局 8 Mbps 16時間/日に対応可能であるが、データ量が非常に大きいため、Kaバンドの国内地上局が新設されることが望ましい。

重量バジェット

ミッション部、バス部の各コンポーネントを積算したドライ重量は約1.3 tと見積もられた。これはH2Aでタンデム打ち上げの条件を満たしている。

運用計画

定期的な多数回撮像のサーベイ観測モードに加え、突発天体への指向を含めた運用計画を吟味し、マナーバ、電力などを検討して成立可能であることを確認した。一方で、指向方向や衛星安定までの時間から科学観測への制約も明らかになりつつある。

電力バジェット

衛星全体の消費電力はマージンを含め、約1200 Wで、太陽に対する傾斜を考慮して十分な電力を供給するためには、太陽電池パネルの面積は8.5 m²が必要である。熱設計との整合性の検討、衛星傾斜角度の制限によるビシビリティーの評価とサーベイプランへの影響の調査を行なっている。

ミッション提案書/サイエンスワークショップ



ミッション提案書ドラフト(第1稿)

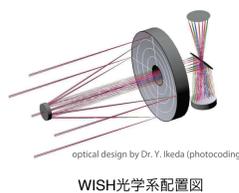
これまでの検討内容をまとめ、ミッション提案書ドラフト(第1稿)として印刷し、様々な場所で配布を行なっている。また、国際ワークショップを開催し、様々な科学目標に対するWISH計画の重要性を再確認し、国際協力の可能性を議論する上で非常に充実した研究会となった。今後、WISH衛星の要求仕様やサーベイプランなどに対し、さらなるフィードバックを行なう。



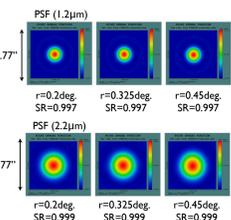
第1回 WISH International Science Workshop
2013年12月 @国立天文台 三鷹キャンパス

広視野カメラ系

光学系

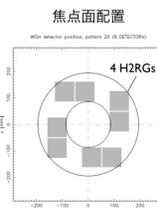


WISH光学系配置図

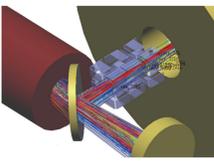


1.2 μ mと2.2 μ mの広帯域フィルタでのPSFシミュレーションの結果(視野サイズ=0.8秒角)。各バンド全ての画角でStrehl比>0.8をほぼ達成。

3枚鏡+平面鏡によるドーナツ型の視野を持つ光学系を予定しており、視野の全面にわたってストレール比>0.8を達成している。検出器はH2RGを32個搭載し、フィルタ交換機構により多色撮像を行なう。サイエンス検出器の非破壊での高速読み出しにより、安定した焦点面ガイドが可能である。



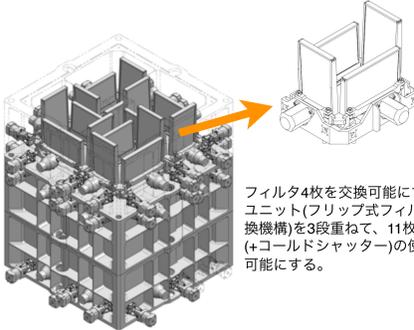
光路解析・バッフル検討



逆光線跡によるゴースト解析

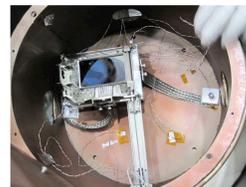
光路上にフィルタ交換機構などの複雑な構造物があるため、ゴースト解析、ケラシ解析を実施した。この結果に基づき、主鏡、副鏡部などに施すバッフルについて簡易的な解析を実施し、**迷光は大きな問題にならないことを確認した。**

フィルター交換機構



フィルタ4枚を交換可能にするユニット(フリップ式フィルタ交換機構)を3段重ねて、11枚(+コールドシャッター)の使用を可能にする。

多波長撮像を実施するためのフィルタ交換機構として、フリップ式フィルタ交換機構を設計している。試作機の振動試験や冷却環境下での耐久試験を実施し、**ミッションで予想される10万回の往復動作が概ね可能であることを実証した。**現在は駆動モーターの耐久試験を行なっている。



フィルタ交換ユニットの冷却耐久試験



フィルタ交換機構駆動用モーターの冷却耐久試験

今後のスケジュール

2008年9月のWG設立以降、概念検討と重要なコンポーネントの開発・実験、サイエンスケースと具体的なサーベイプランの検討を進めてきた。国内外向けのサイエンスワークショップを精力的に開催し、ミッション提案書ドラフト(第1稿)を印刷し、来るべき公募に向け、前進を続けている。計画に興味がおありの方は、ぜひ山田 (yamada@astr.tohoku.ac.jp)、岩田 (ikuru.iwata@nao.ac.jp)、矢部 (kiyoto.yabe@nao.ac.jp) までご連絡ください。

<http://wishmission.org>

FYr 0 (2008) Project Launched
JAXA/ISAS Working Group
FYr 1-4 Conceptual Study / R&D
Mission Requirement / Definition Reviews
Mission Proposal
Mission Definition Review
FYr 4-5 Phase A / Proto Models
System Requirement Review
FYr 5-6 Proto Models / Tests
System Definition Review
FYr 6-8 Phase B
Preliminary Design Review
Primary Mirror / Detectors Fabrication Start
Critical Design Review
FYr 9-10 Phase C
Flight Model / Tests
Launch (2018 or later)