

超広視野初期宇宙探査衛星 WISH: 検討の進捗状況

WISH ワーキンググループ

山田 亨¹, ○岩田 生², 諸隈 智貴³, 矢部 清人², 常田 佐久², 東谷 千比呂³, 大藪 進喜⁵, 和田 武彦⁶, 松原 英雄⁶, 杉田 寛之⁶, 岡本 篤⁶, 佐藤 洋一⁶, 太田 耕司⁴, 河合 誠之⁷, 児玉 忠恭², 小林 正和², 馬渡 健¹, 池田 優二⁸, 岩村 哲⁹ ほか

1: 東北大学 2: 国立天文台 3: 東京大学 4: 京都大学 5: 名古屋大学 6:JAXA 7: 東京工業大学 8: フォトコーディング 9: MRJ

WISH は口径 1.5m の鏡と直径約 30 分角の視野をもつ近赤外線 (1-5μm) 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行う計画です。赤方偏移 7-15 の宇宙最初期の銀河の探査、遠方宇宙の Ia 型超新星検出による宇宙膨張史=ダークエネルギーの性質の解明をはじめとするユニークなサイエンスの実現を目指します。2008 年 9 月に WG が設立され、活発な検討・開発を進めてきました。本ポスターではこれまでの進捗を報告します。

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：1-5μm
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

他の大型計画との関係・シナジー

SPICA: コア波長域 (WISH:<5μm, SPICA:>5μm) が分かれており相補的、サイエンスターゲットが異なる。冷却宇宙望遠鏡という点で共通化しうる開発要素が多い。

TMT: 高感度の分光観測が可能だが、サーベイに向かない。WISH は TMT に超遠方銀河の分光サンプルを提供する最高のサーベイ装置。**極めて高い親和性。**

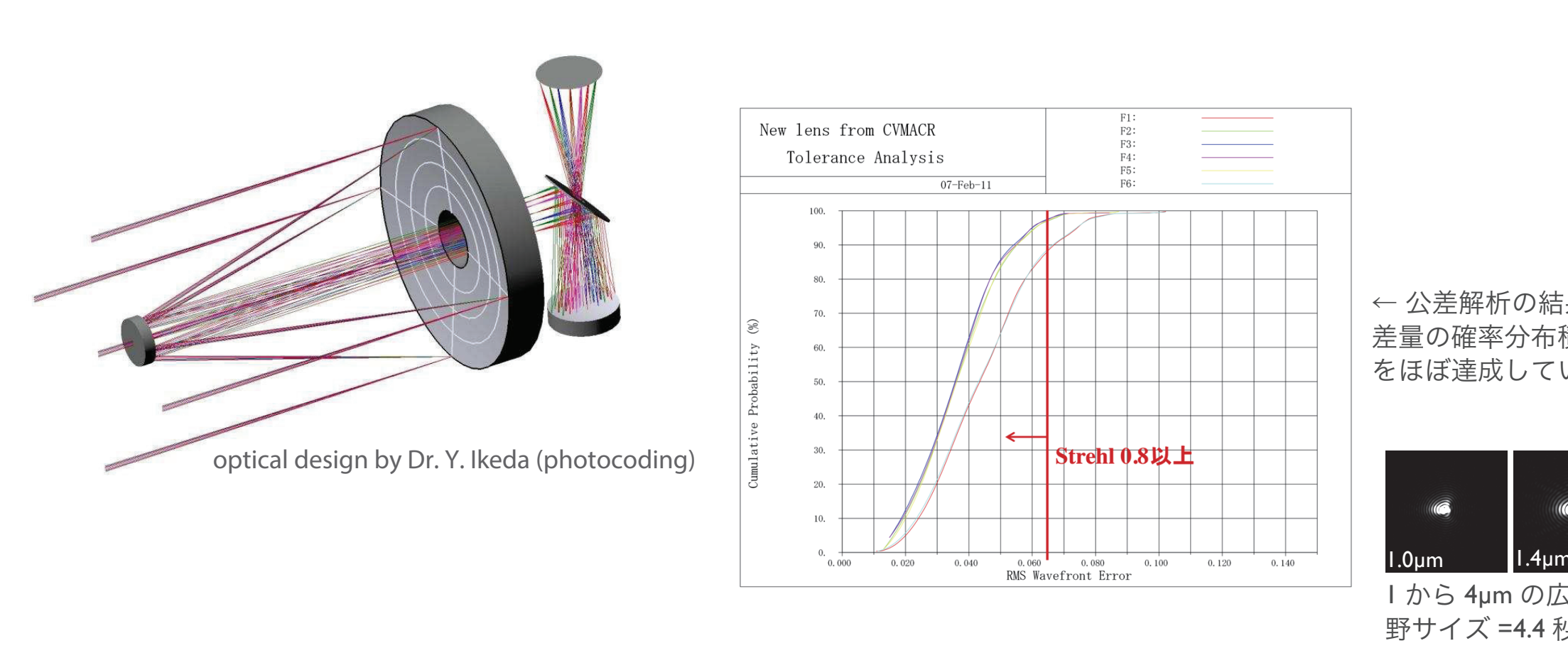
JWST: 高感度の赤外線観測が可能だが、サーベイに向かない。JWST の比較的狭い天域でのサーベイで検出される遠方銀河は非常に暗く、TMT でも分光が困難。

Euclid, WFIRST: これらは、より広いサーベイを浅く行う衛星計画である。Euclid は近赤外線チャンネルの解像度が低い。ダークエネルギーなどのサイエンスに最適化されており、WISH とは明確に方針が分かれている。

広視野カメラ

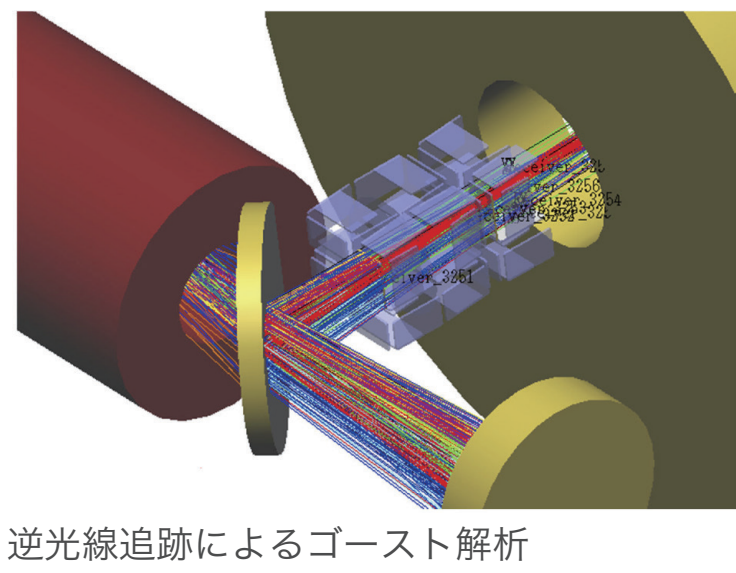
光学系

3 枚鏡＋平面鏡によるドーナツ型の視野をもつ光学系を予定しており、角視野 1 度の全面にわたりストレール比 >0.8 を達成している。検出器は H2RG 32 個を搭載し、フィルタ交換機構によって多色撮像を実行する。



光路解析・バッフル検討

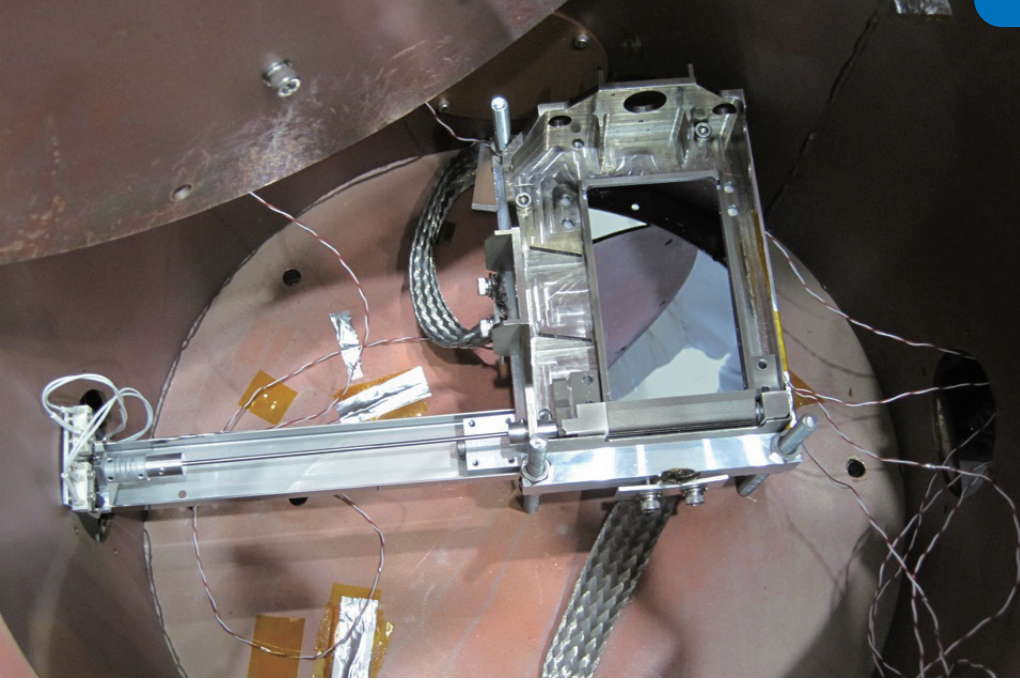
光路上にフィルタ交換機構等の複雑な構造物があるため、ゴースト解析、ケラレ解析を実施した。この結果に基づいて、主鏡、副鏡部などに施すバッフルについて簡易的な解析を実施しており、迷光を防ぐことができると考えている。



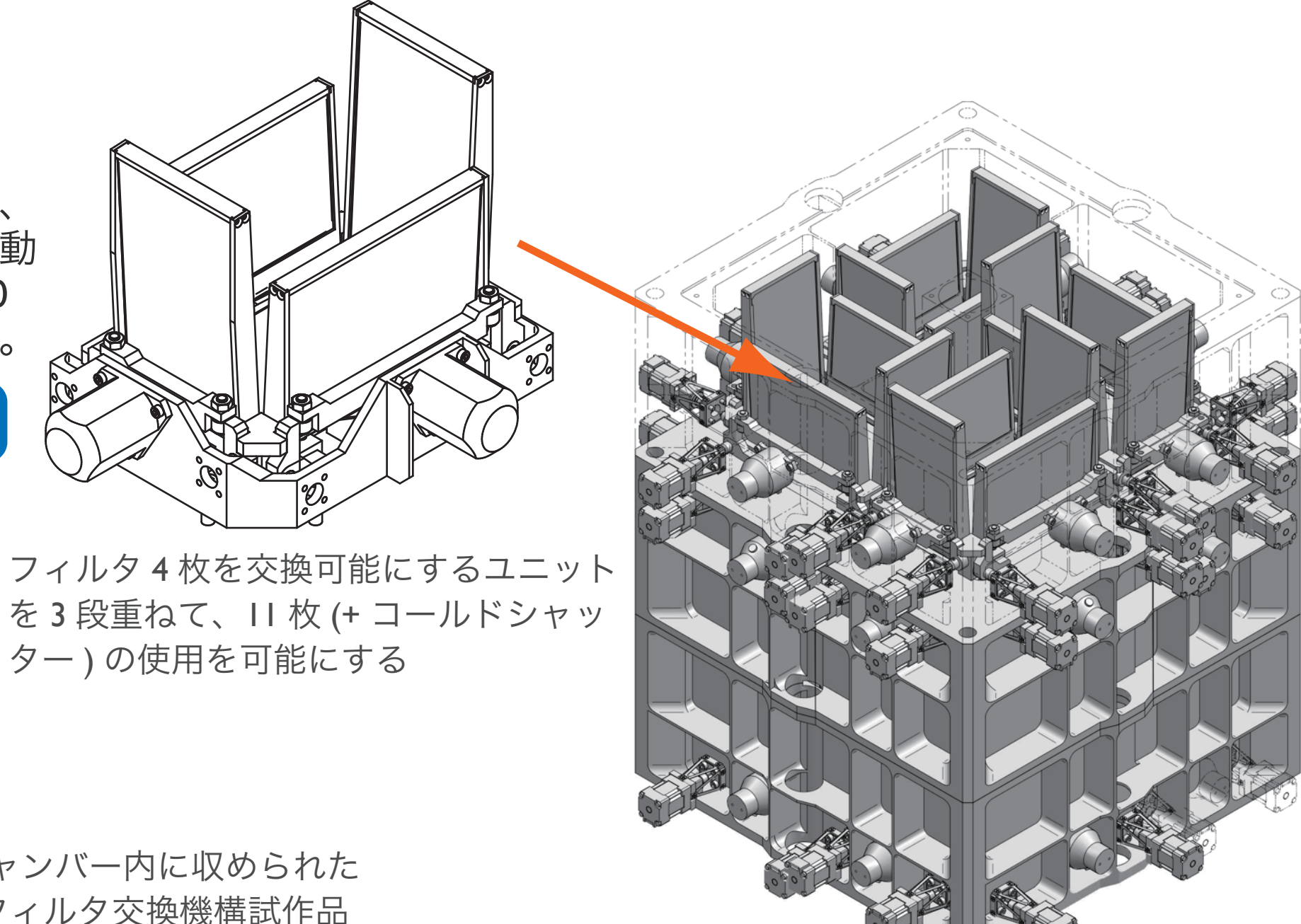
フィルタ交換機構

多波長撮像を実行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た。試作品の振動試験、耐久試験を実施し、ミッションで予想される 10 万回の往復動作が低温下で可能であることを実証した。

P2-080 参照



冷却試験 チャンバー内に収められたフリップ式フィルタ交換機構試作品



衛星システム検討

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、打ち上げウィンド、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。

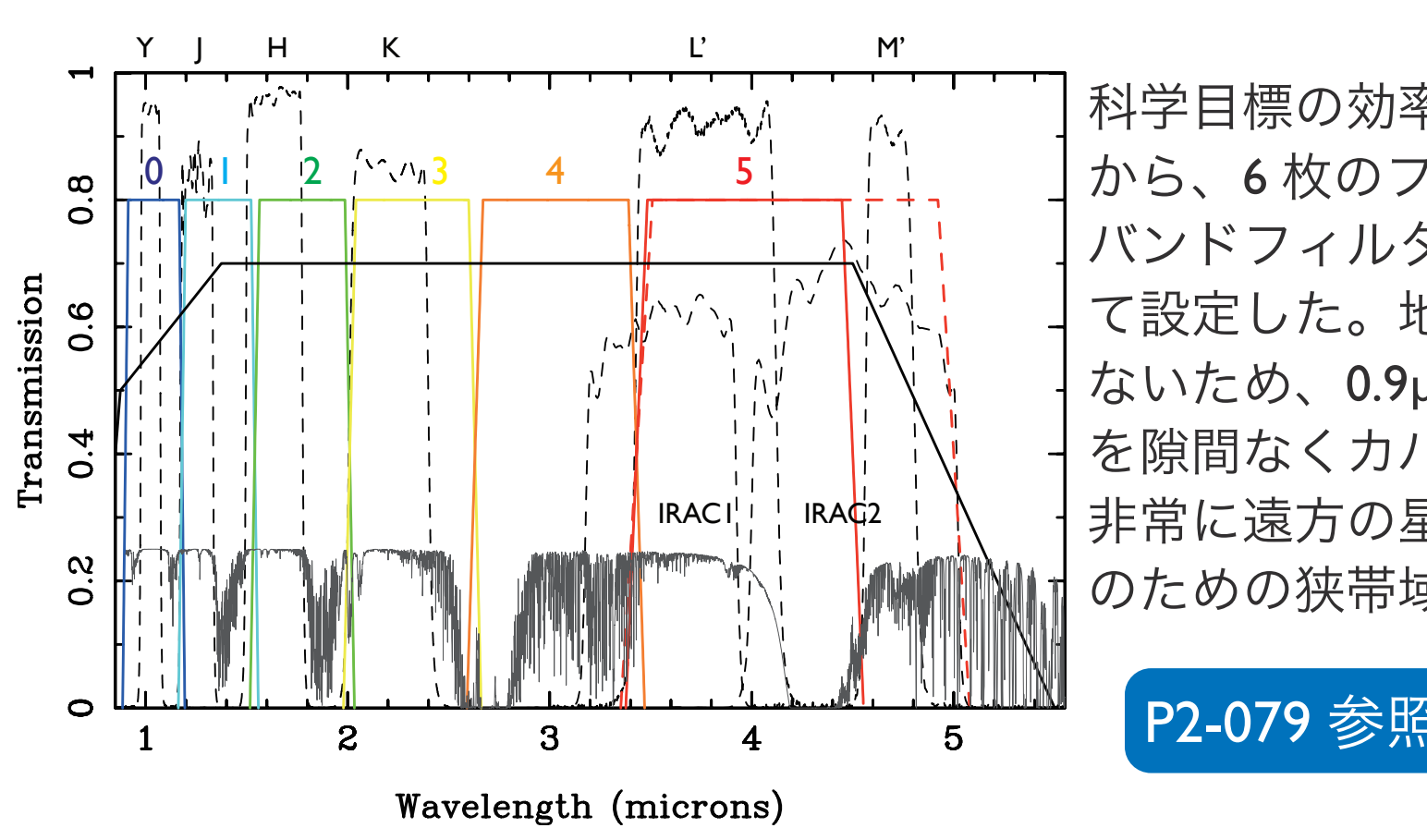
データ量、通信検討

データ生成量は定常時 30 - 120GB/ 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 にて臼田 16Mbps 8 時間 / 日 + 海外局 8Mbps 16 時間 / 日で対応可能であるが、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 1.3t と見積もられた。これは H2A でタンDEM 打ち上げの条件を満たしている。

フィルタ仕様



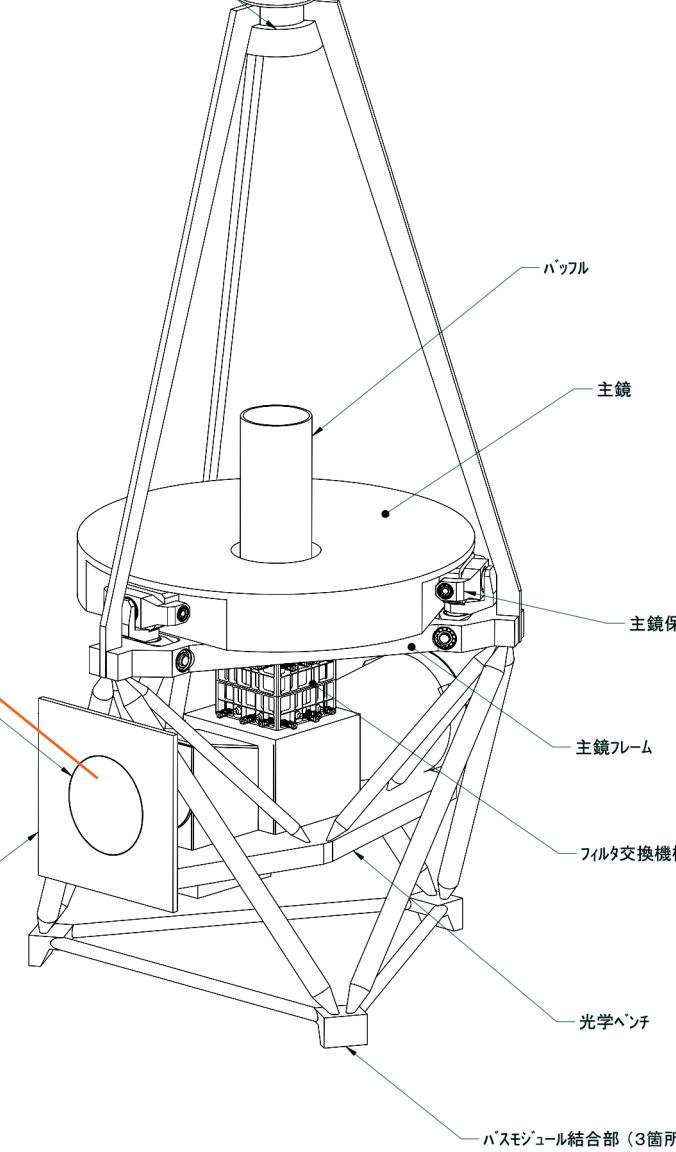
科学目標の効率の達成と感度の検討から、6 枚のフィルタによるブロードバンドフィルタセットを基本案として設定した。地球大気による吸収がないため、0.9μm から 5μm 程度までを隙間なくカバーできる。この他、非常に遠方の星形成銀河の探査などのための狭帯域フィルタを搭載する。

WISH のユニークネス

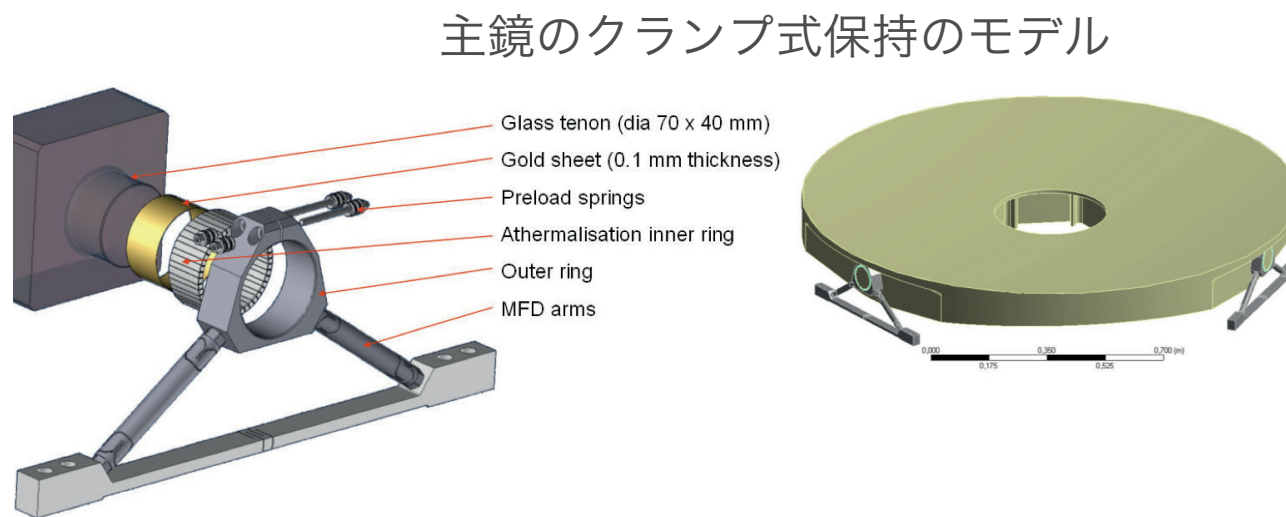
WISH では、冷却された光学系により、**地上望遠鏡では到達できない深さ**のサーベイを実現できる。宇宙最初期の銀河を検出するためには、Ultra-Deep Survey で実現する 28AB 等級の達成が必須である。これは、ESA が推進する **Euclid よりも 2 等程度深い**。1-5μm の波長範囲を、このような深さで、100 平方度もの天域についてサーベイするミッションは他には提案されていない。

ミッション部

ミッション部デザイン



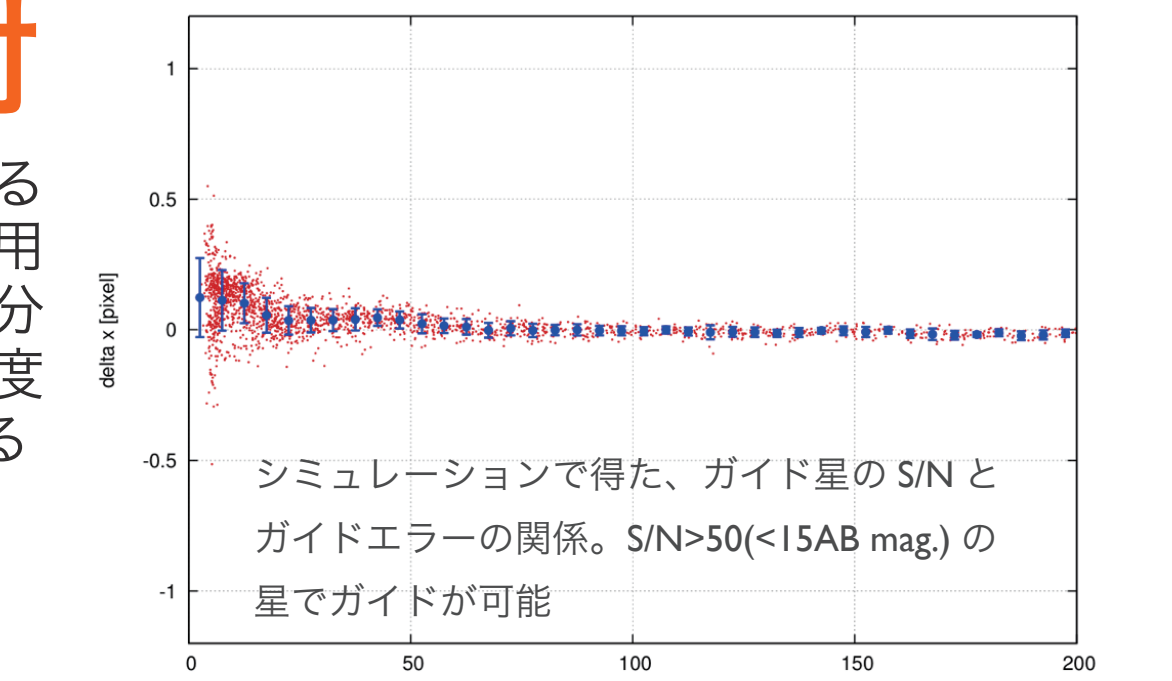
望遠鏡構造・主鏡保持



赤外線での高感度観測のため、望遠鏡は 100K 以下に冷却される必要がある。WISH ではこれを受動的冷却で実現する計画である。鏡は高い鏡面精度を達成するため軽量化低熱膨張ガラスを用い、望遠鏡構造は CFRP で構成する。

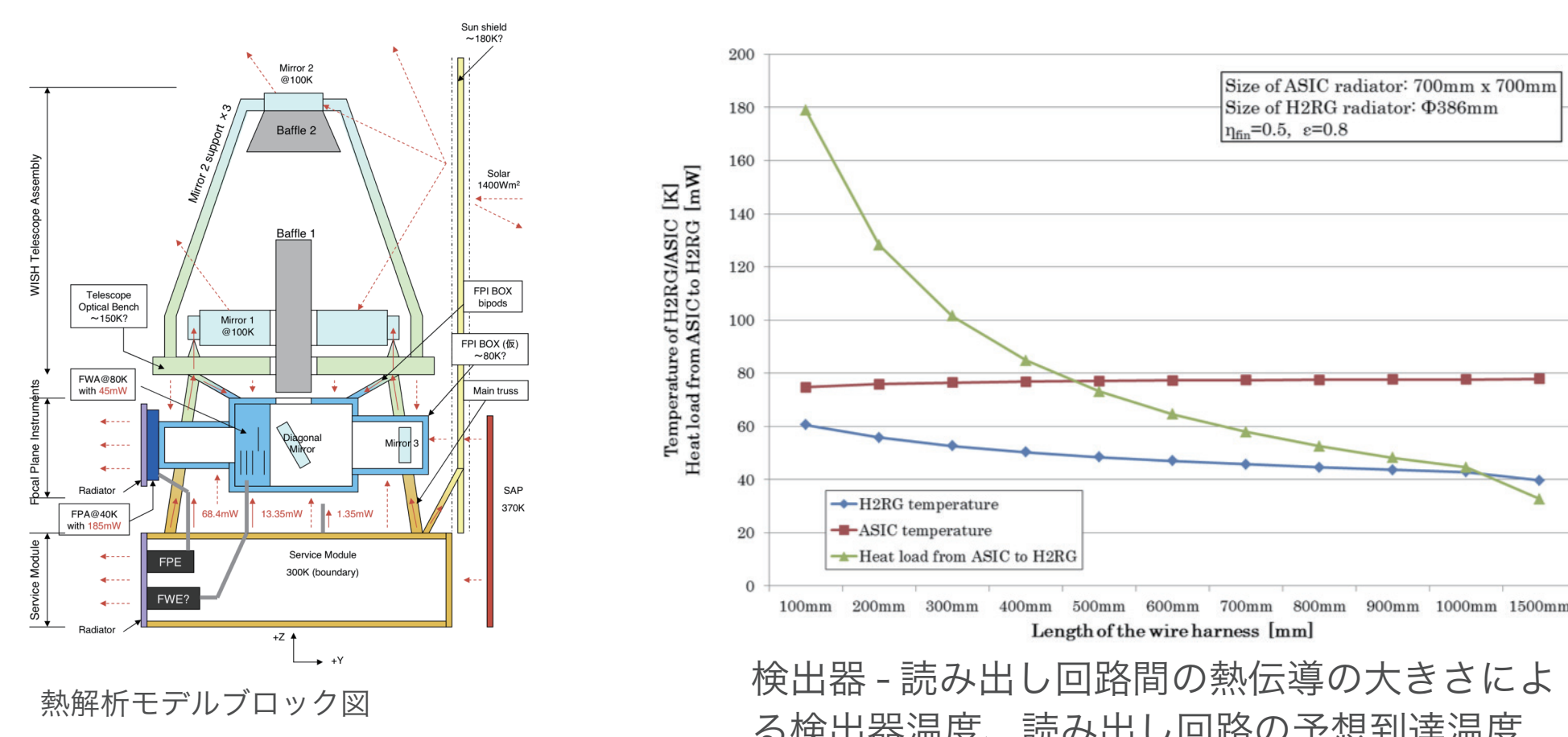
ガイド系検討

典型的に 300 秒程度の積分時間内において、望遠鏡の姿勢が十分に安定していることが必要であり、このためにガイド系の実装が必須である。独立したガイド用カメラの可能性を吟味したが、フィルタ交換機構との両立が容易でないことが分かった。一方、サイエンス検出器は非破壊での高速読み出しが可能であり、感度と重心検出誤差のシミュレーションの結果、WISH の視野内に十分な数存在する明るさの星を使って安定したガイドが可能と見込まれることが分かった。



熱解析

WISH ミッション部の温度要求は、望遠鏡構造 100K、フィルタおよび焦点面周辺部 80K、検出器 40K 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。特に検出器周辺の温度要求が厳しく、ラジエータの大型化や熱伝導率の変更などでの変化を調査している。サンシールド、ラジエータ、ミッション部コンポーネントの熱的結合の見直し等を進め、成立性の高い熱構造の実現を目指す。



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、サイエンスケースの検討を進めてきた。2012 年末にミッション提案書ドラフト (第 1 版) を発行した。

<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)