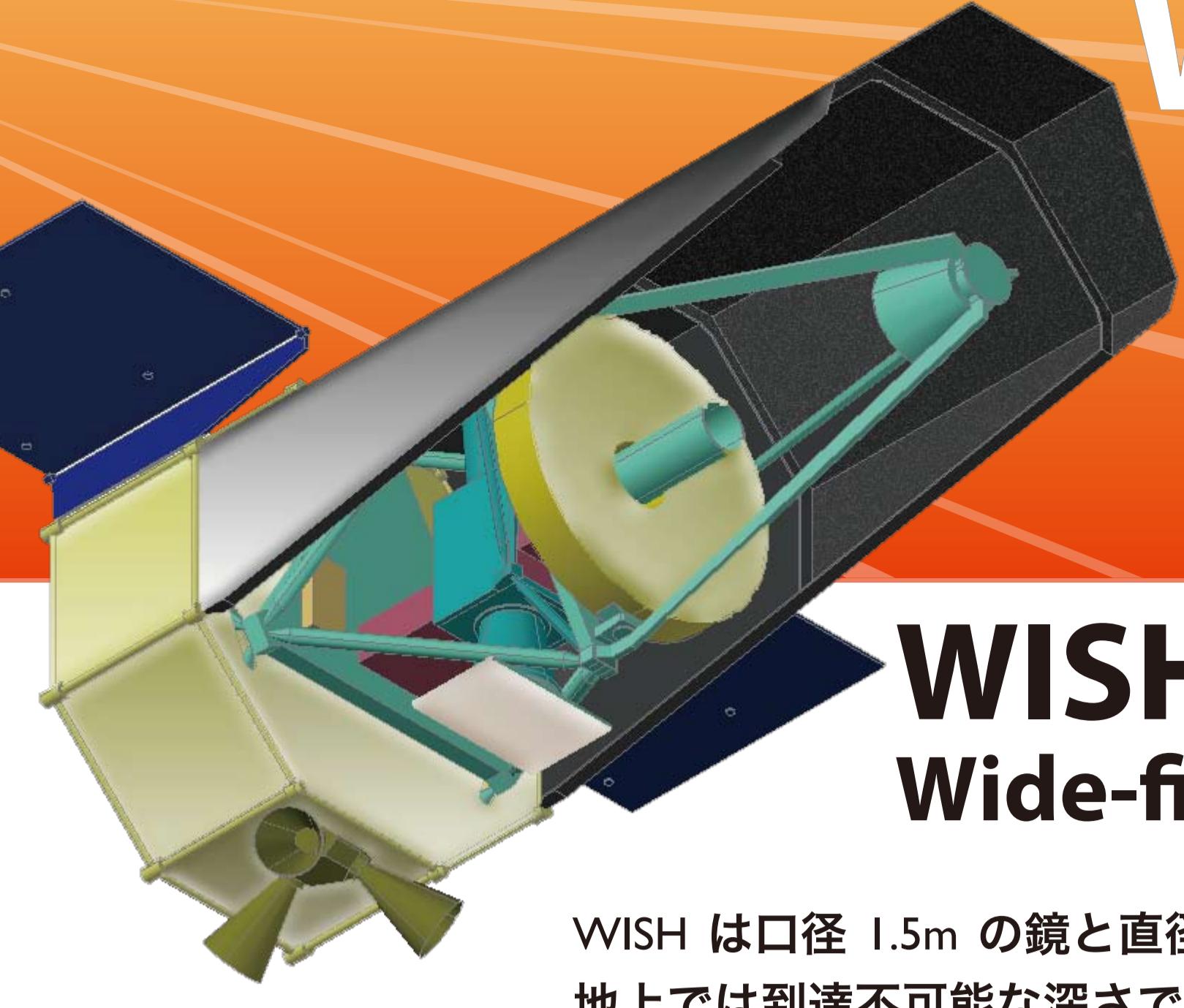


WISH 超広視野初期宇宙探査衛星計画の進捗



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⁴、常田 佐久²、東谷 千比呂⁵、大藪 進喜⁶、和田 武彦⁷、松原 英雄⁷、太田 耕司⁴、河合 誠之⁸、児玉 忠恭²、小宮山 裕²、池田 優二⁹、岩村 哲¹⁰ ほか

1: 東北大学 2: 国立天文台 3: 東京大学 4: 京都大学 5: UC Riverside 6: 名古屋大学 7: JAXA/ISAS 8: 東京工業大学 9: フォトコーディング 10: MRJ

WISH: Wide-field Imaging Surveyor for High-redshift

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。赤外偏移 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: 0.15" |
| 検出器 : 32 2k × 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 |

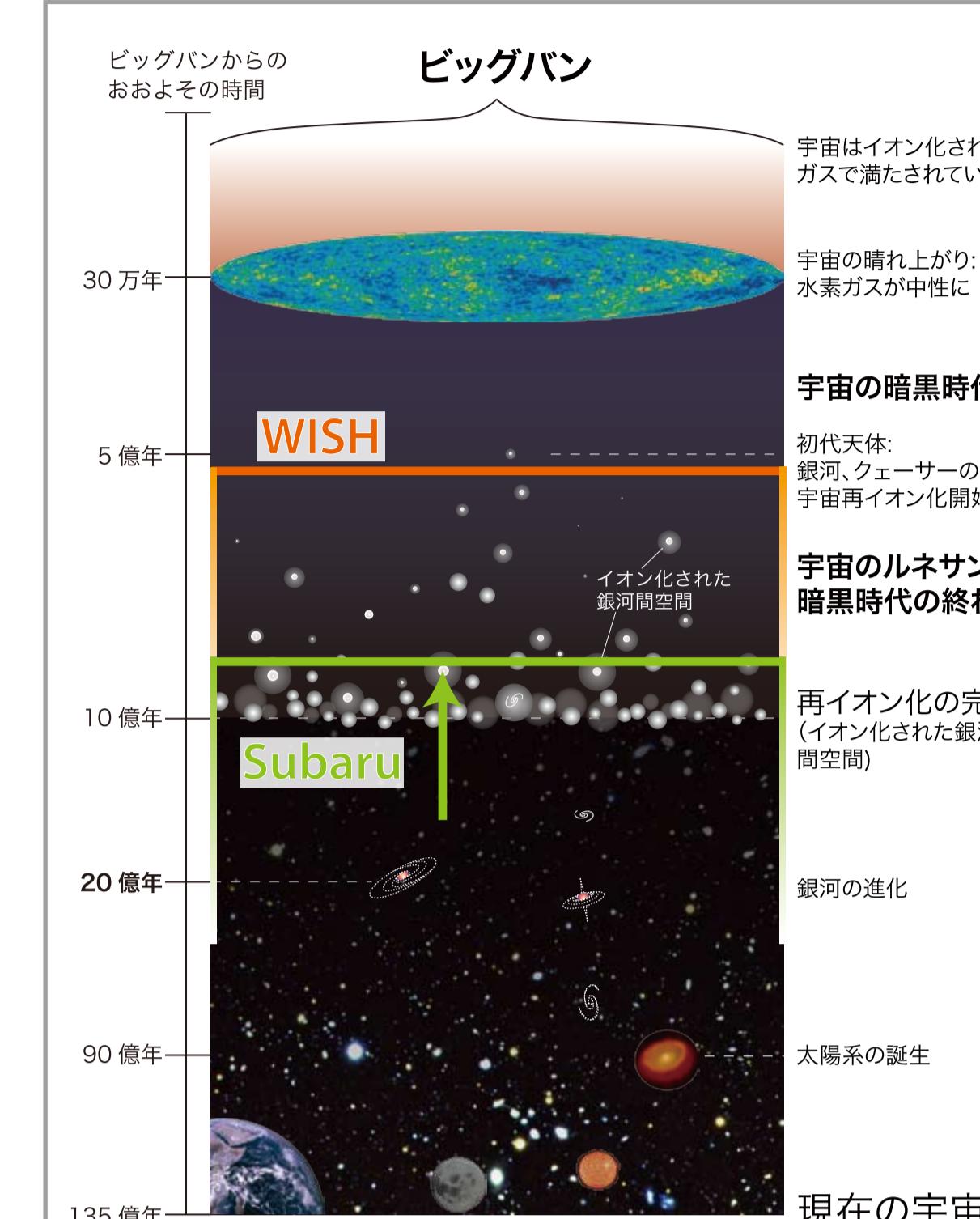
Survey Plan

| | # 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 |

* サーベイに要する日数には 50% のオーバーヘッドを含む

主体となる Ultra Deep Survey に加え、遠方ケイエーサーの探査などを行う Ultra Wide Survey を展開する。これらのはか、Narrow-band Filter を用いたサーベイなどを組み込むことを検討する。サーベイ中に WISH が指向できる方向にガンマ線バーストが発生した場合はフォローアップを実施する。

科学目標



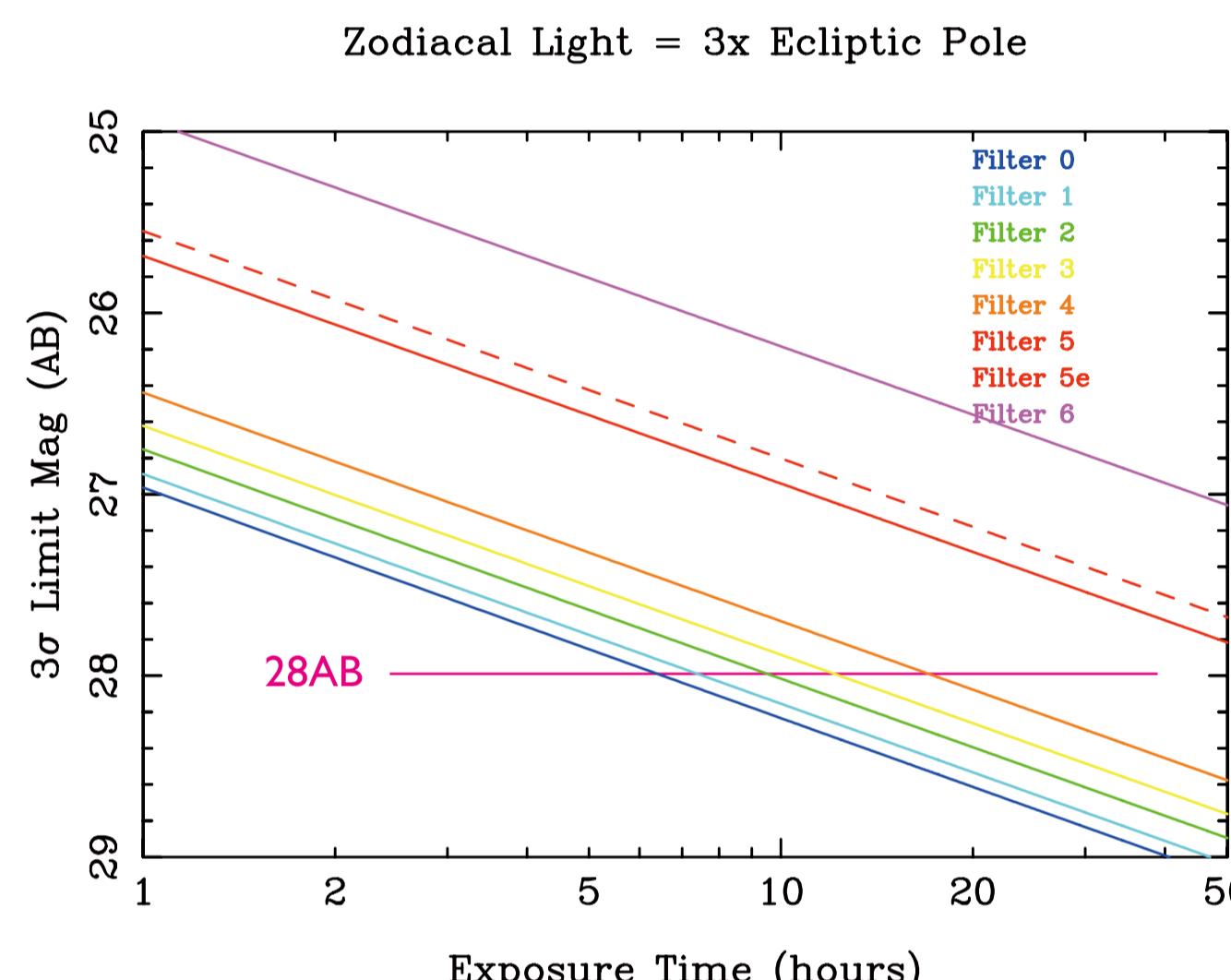
* 地上では実現できない非常に広くかつ深い近赤外撮像サーベイによる初代銀河 (z~15 まで) の探査

- * 多数回観測から遠方 Ia 型超新星を検出し、宇宙の膨張史を探ることによる、ダークエネルギーの性質の解明
- * 近赤外線サーベイによる、星質量集積史、星形成史などの銀河形成、進化史の解明
- * ガンマ線バースト残光の観測による遠方宇宙での星形成の研究
- * その他、太陽系内天体、系外惑星、星形成、銀河系、銀河団など多様でユニークなサイエンスがスペース近赤外サーベイで可能 (2009 年 4 月 WISH サイエンスワークショップ、2010 年 3 月サイエンスマーニング)

WISH のユニークネス

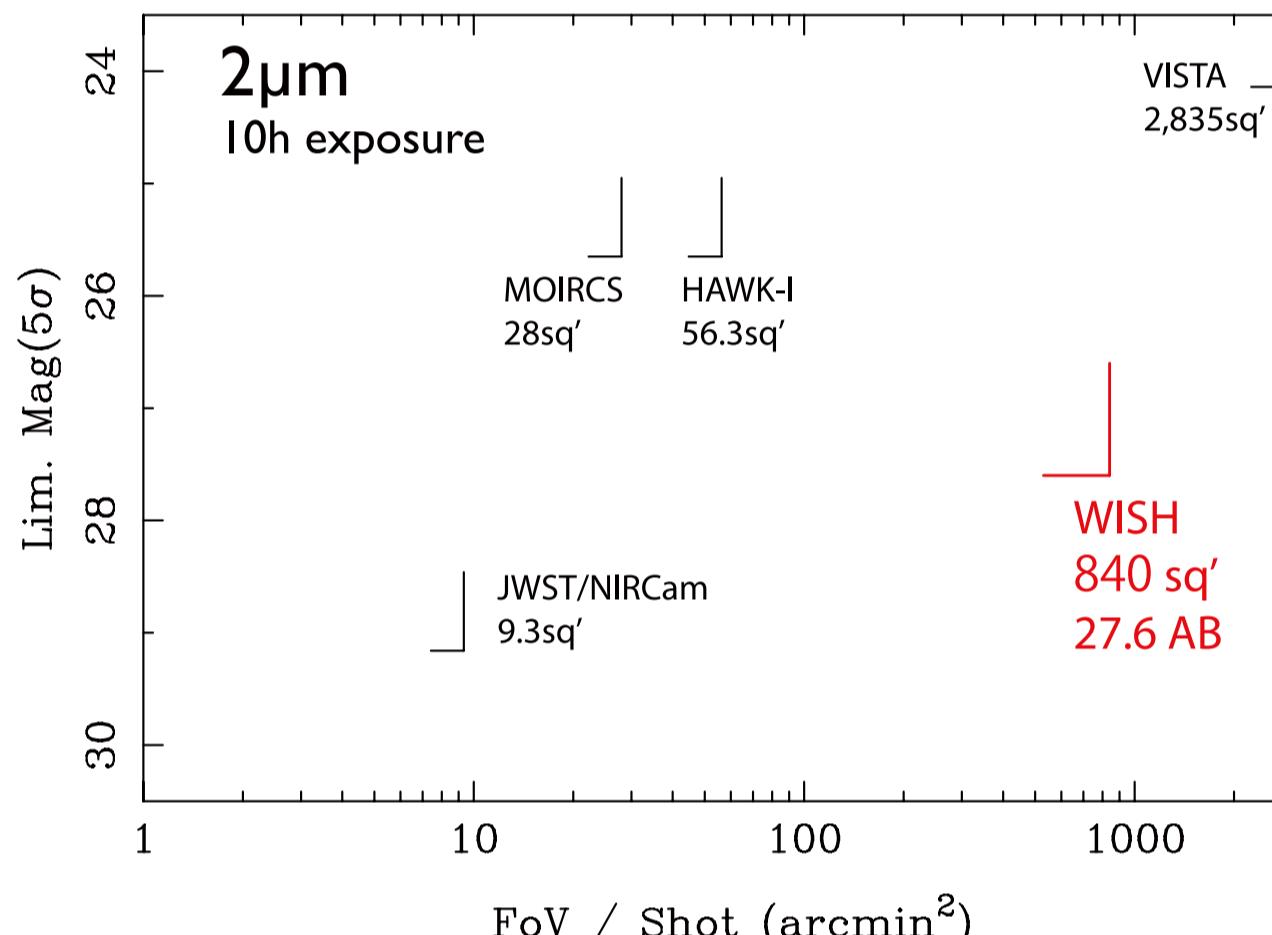
サーベイの深さ

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 で検討されている 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。



十分に光学系が冷却された状態での積分時間あたりの予想限界等級。3μm までのバンドでも、20 時間未満で 28AB 等級にまで到達することが可能。

サーベイの広さ

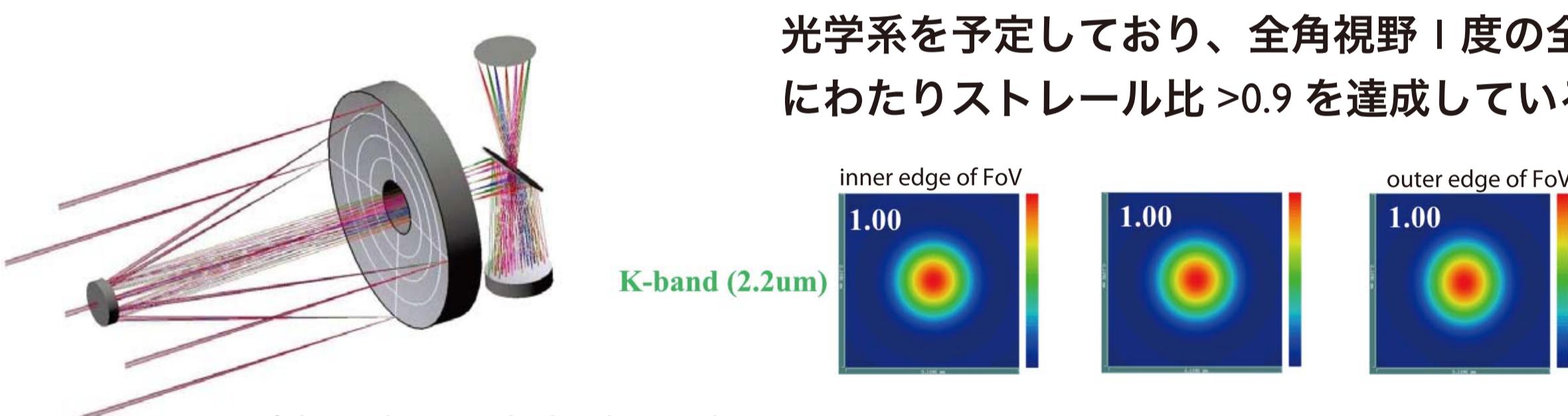


WISH は地上望遠鏡の最新の近赤外カメラ (MOIRCS, HAWK-I, VISTA) よりも深く、JWST/NIRCam よりも 100 倍近い広さの視野をもつユニークな装置である。

WISH ではこれまでのスペースミッションにはなかった極めて視野の広い近赤外カメラが搭載される。これにより、100-1,000 平方度という圧倒的な広域サーベイを実現する。分光フォローアップが可能な明るい遠方銀河は非常に稀であり、このような広域サーベイが検出の正否の力ぎを握る。WISH で検出された明るい銀河は TMT などの次世代超大型地上望遠鏡で追究観測可能で、WISH と TMT は極めてよい連携関係を構築できる。

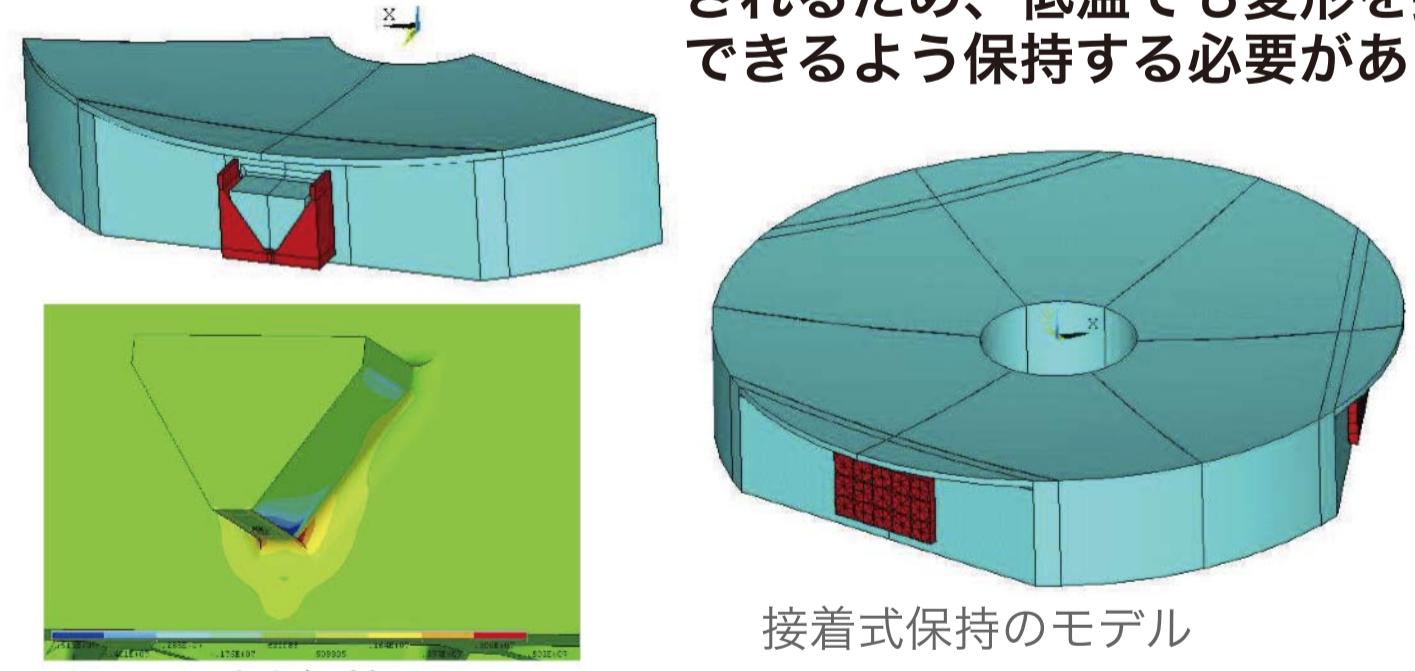
開発・検討の進捗

光学系・望遠鏡



optical design by Dr. Y. Ikeda (photocoding)

主鏡保持検討

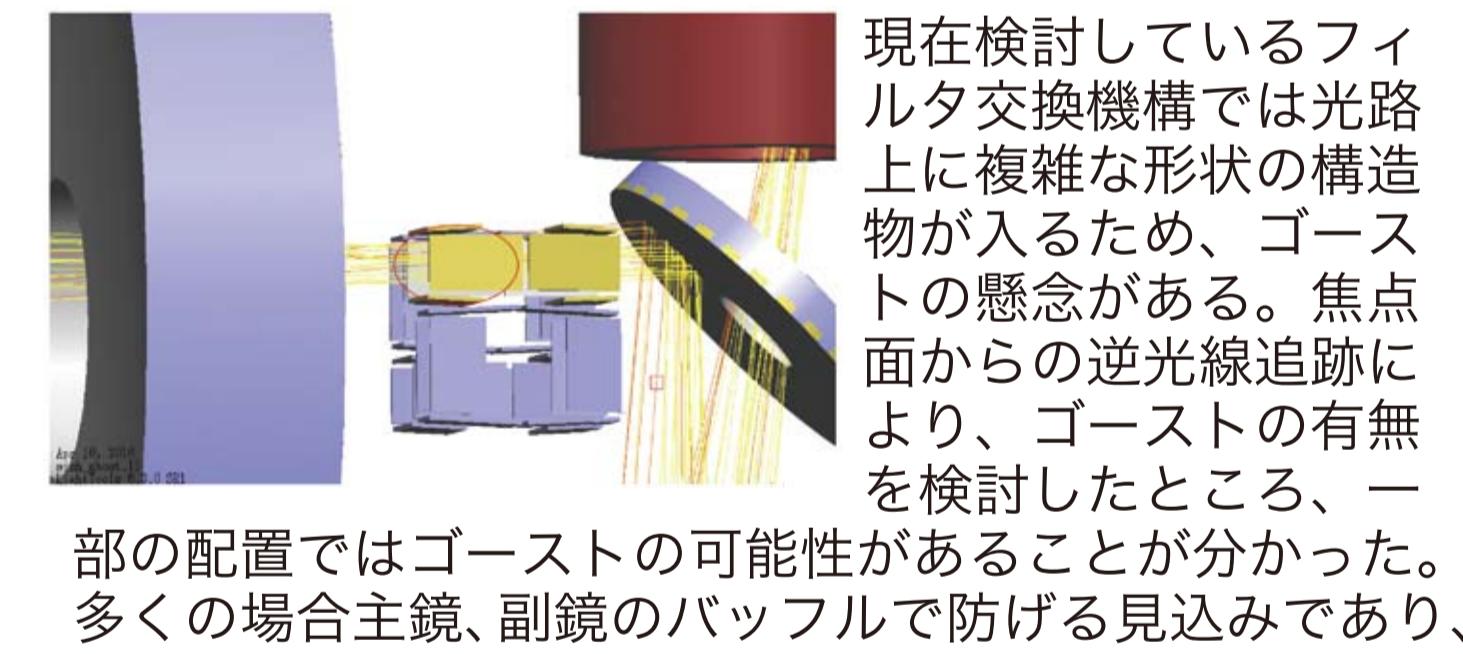


接着式保持のモデル

WISH の主鏡は 100K まで冷却されるため、低温でも変形を抑制できるよう保持する必要がある。

クランプによる機械的保持と接着剤を用いた保持の 2 種類を検討した。接着式ではパッドの素材と鏡との熱膨張係数の違いから冷却時に大きな負荷がかかることが分かった。クランプ式の場合、現時点では 30MPa(マージン込み)の負荷がかかることが、鏡の構造や保持方法の最適化により改善が可能とみており、さらなる検討を要する。

ゴースト解析



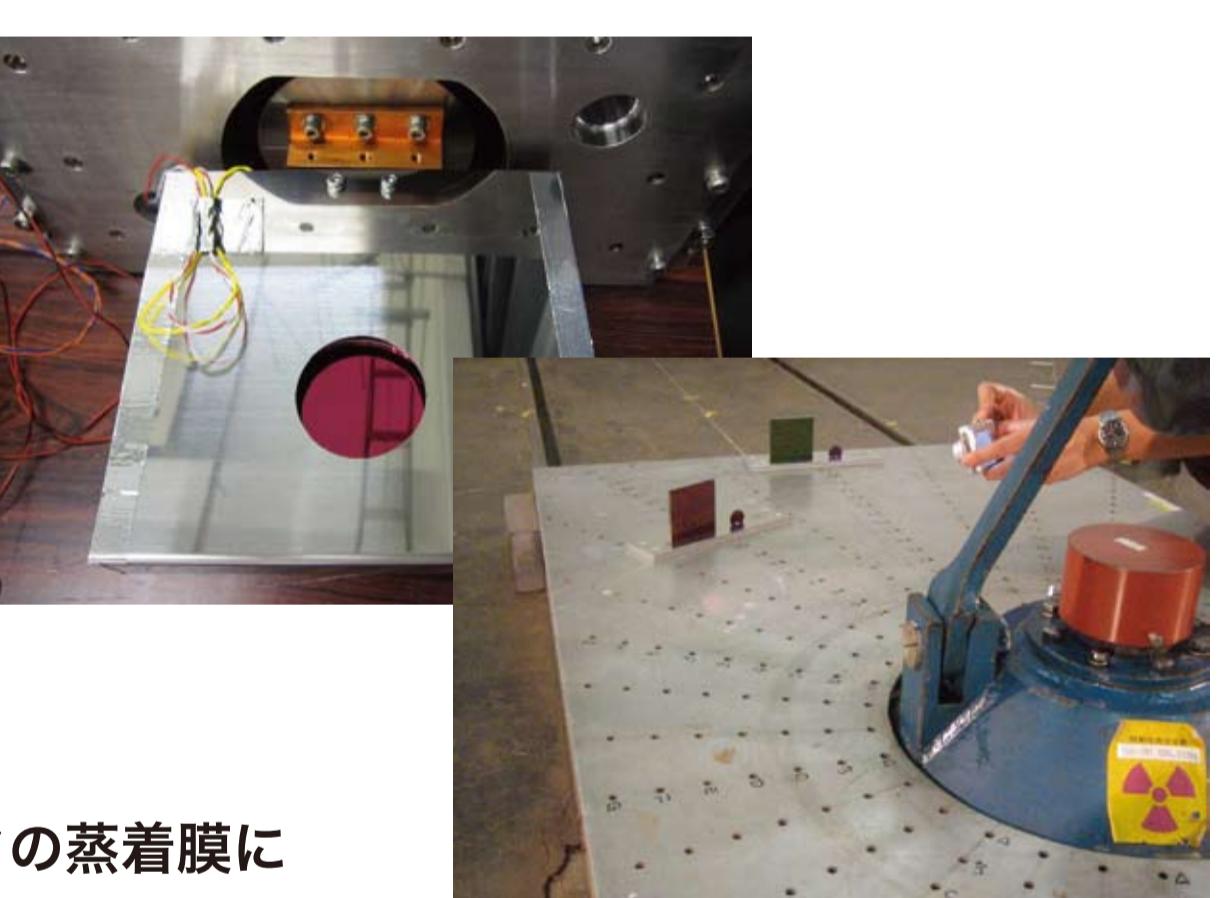
現在検討しているフィルタ交換機構では光路上に複雑な形状の構造物が入るため、ゴーストの懸念がある。焦点面からの逆光線追跡により、ゴーストの有無を検討したところ、一部の配置ではゴーストの可能性があることが分かった。多くの場合主鏡、副鏡のバッフルで防げる見込みであり、バッфリングの検討が今後必要である。

望遠鏡構造材検討

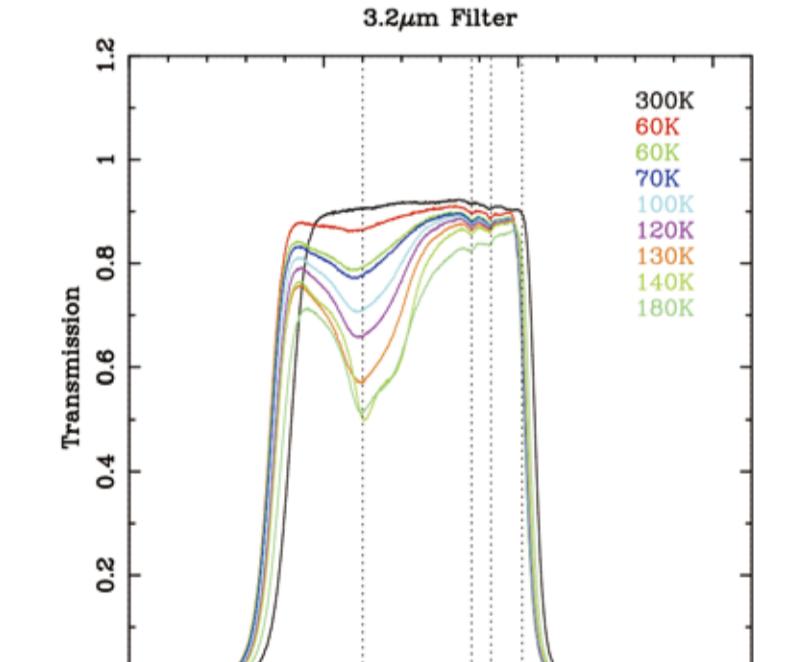
望遠鏡構造は常温での打ち上げから 100K での運用までに対応し、低温下で主鏡をはじめとする光学系にストレスを与えないことが求められる。現在、WISH の望遠鏡構造部材として炭素強化プラスチックの候補素材の選定、物性評価を進めている。

フィルタ試作

大型近赤外線フィルタの試作として、まず中心波長 3.2μm の 80mm 角フィルタを試作し、冷却試験、放射線試験等を実施した。



冷却サイクル試験、放射線試験ではフィルタの蒸着膜に異常は見られず、テープテストでも膜の剥離は起きなかった。また、透過率曲線にも変化は認められなかった。これらのことから、WISH での運用に必要な耐久性は確保されていると考えている。一方、冷却時の透過率曲線に吸収が見られており、この原因については調査中である。



試作フィルタの透過率曲線の温度変化

システム検討

基礎的システム検討として以下の項目を実施した：

システム要求分析

衛星構造の検討 (フェアリング収納性)、軌道方式の検討、観測指向要求、運用要求の分析、通信方式の検討

システム解析、設計

電力解析、姿勢要求、指向精度解析、観測領域解析等を行い、衛星形状、質量配分等を検討

サブシステム設計

電源系、データ処理系、通信系、姿勢制御系、推進系等の検討

内部擾乱解析：フィルタ交換機構の駆動による擾乱を評価。簡単な解析では最大 40 秒間程度指向安定性要求を満たさない可能性がある。駆動速度低減、配置検討などを要する。

これらの検討結果はミッション提案書に反映する予定である。

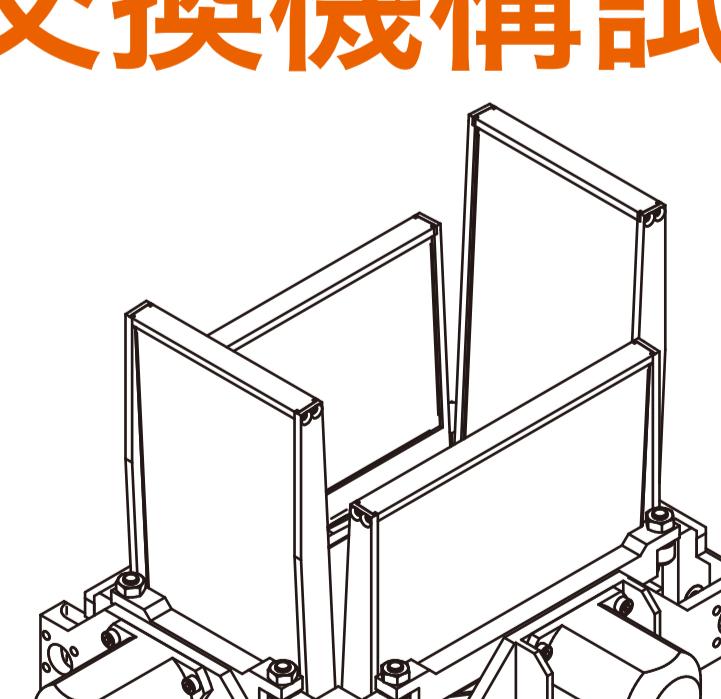
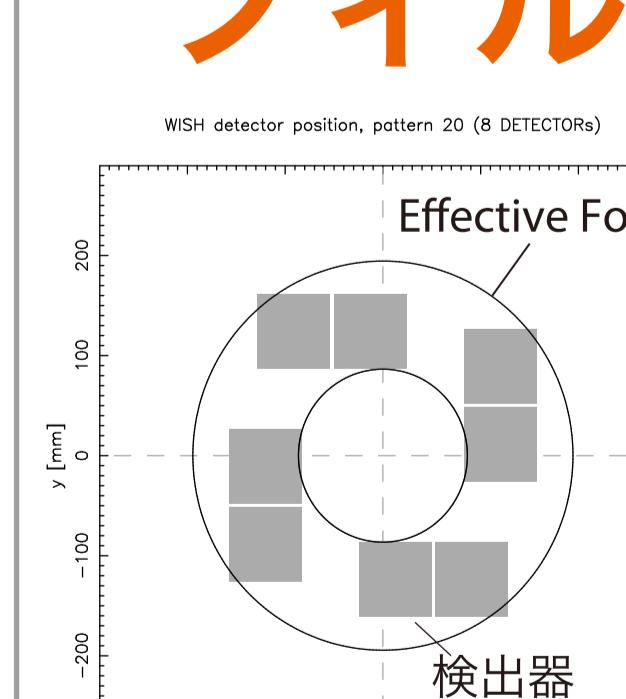
通信方式：運用時のデータ生成量とあわせ方式ごとのトレードオフを検討し、X バンド (8.5GHz) が適すると結論した。

指向安定性：<0.07 arcsec/300 秒を要求。バス部とミッション部の熱歪みのため Star Tracker のみでは実現が困難であり、焦点面上の Fine Guide Sensor が必要。

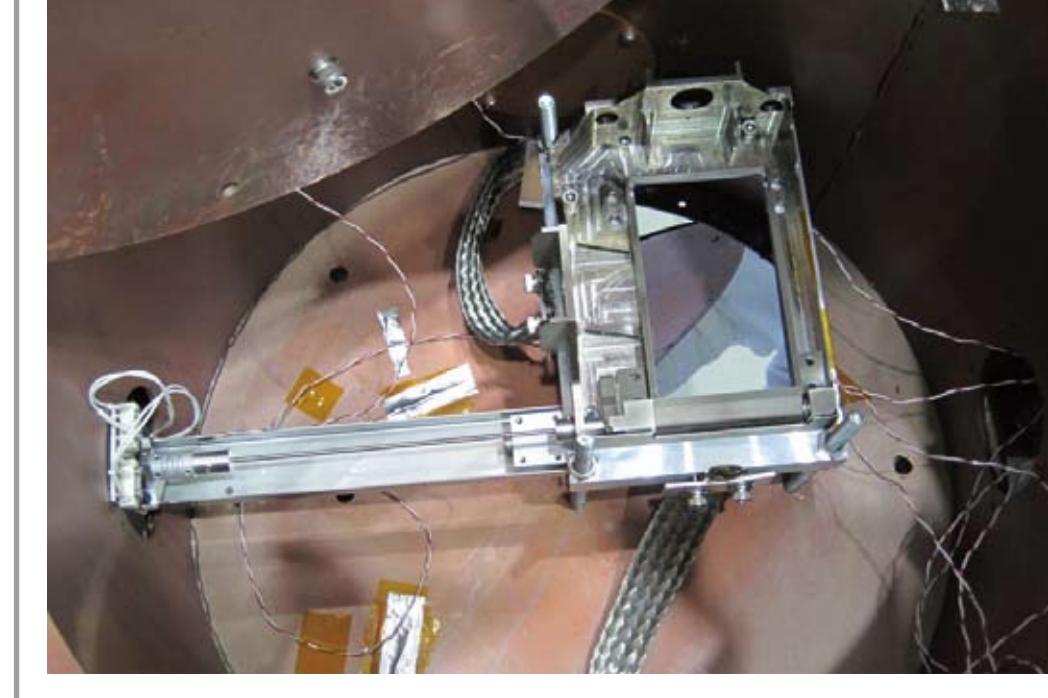
マヌーバ解析：ガンマ線バーストのフォローアップなどの突発現象への対処のため 180 度 / 10 分を要求しているが、これを実現するためにはリアクションホイールの強化、衛星慣性モーメントの低減等の対策を要する。

データ処理系：データ発生レート 4.5Mbps。3 局以上での 24 時間運用が必要であり、データの圧縮を行うことが望ましい。

フィルタ交換機構試作



多数のフィルタを入れ替えながら観測を行う必要がある。各検出器ブロックに対しフィルタを割り当てるフリップ式交換機構を検討しており、試作品を制作して、振動試験、耐久試験を実施している。詳細は P3-072 (諸隈ほか) を参照のこと。



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

コミュニティ会議 国際会議など

2010 年 3 月に国内でのサイエンスマーニングを開催し、サイエンスベースの具体化、ミッションデザインへの反映を行った。また、SPIE や COSPAR などの国際会議において WISH について発表を行い、国際的認知度の向上を図った。さらに、衛星コンポーネントの開発における国際協力の可能性の具体的な検討も始めている。

<http://wishmission.org>