

WISH超広視野初期宇宙探査衛星計画:

フィルター交換機構の開発

○諸隈 智貴(東京大学)、岩田 生(国立天文台)、山田 亨、東谷 千比呂、馬渡 健(東北大学)、
矢部 清人(京都大学)、岩村 哲(エム・アール・ジェイ)、ほかWISH Working Group

[概要]

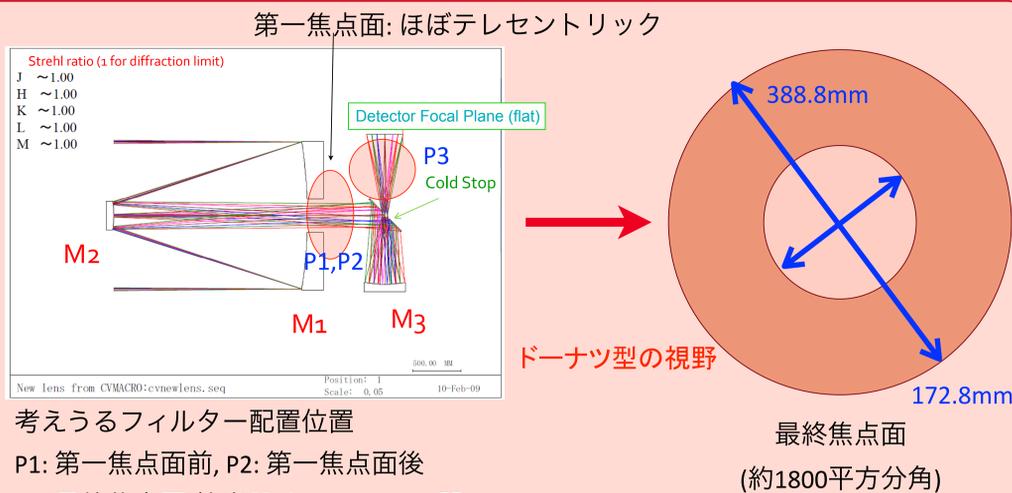
超広視野初期宇宙探査衛星WISH計画(<http://www.wishmission.org/>)では、外形直径約400mmのドーナツ状に、目標視野約1000平方分角をカバーする。視野全体を1枚で覆う径400mmの赤外フィルターの製作可能性、および宇宙空間でのフィルター交換機構の安全性を考え、検出器ごとに小さなフィルターを割り当てる機構(フリップ式フィルター交換機構)の検討を、フィルター交換機構の最有力候補として検討、試作、試験を行ってきた。本講演では、これまでの検討状況と試作、及び現在行いつつある振動試験、冷却・耐久試験の経過を報告する。

[フリップ式フィルター交換機構]

WISHでは、3枚鏡+平面鏡による光学系により、約1000平方分角という広視野を実現する。視野は右図のようにドーナツ型となり、最終焦点面サイズは直径約400mmもの大きさになる。

交換機構の大きさ、フィルター製作の実現性、配置可能な検出器の数(視野の広さ)、事故停止の際のリスク、目的のサイエンスを達成するのに必要なフィルターの枚数、必要な検討課題等を考慮した結果、すでにスペース・地上望遠鏡での使用実績のあるターレット式(HST, JWST等)やスライド式(Subaru/Suprime-Cam)ではなく、フリップ式フィルター交換機構を最有力候補として検討を進めることにした。

必要な駆動部による視野ロスを軽減するため、一つの機構で検出器2枚分の視野をカバーし、それを4つ導入することで、検出器8枚をカバーする。



考えるフィルター配置位置

P1: 第一焦点面前, P2: 第一焦点面後

P3: 最終焦点面(検出器)とCold Stopの間

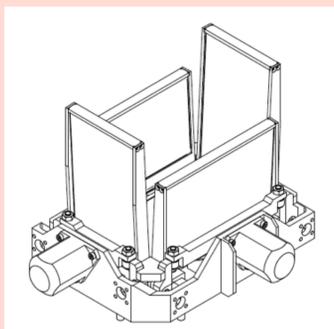
[試作]

フリップ式フィルター交換機構は、スペース望遠鏡での実績がないため、試作を行い、

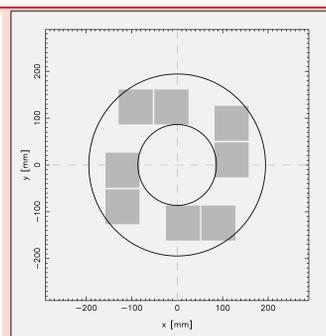
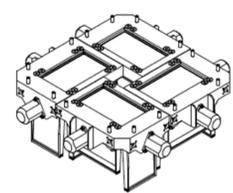
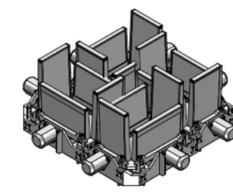
(1) 打ち上げを想定した振動試験

(2) スペース環境での使用を想定した冷却・耐久試験

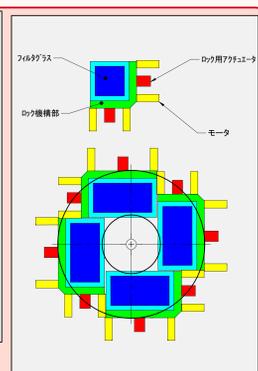
を2010年11月から開始した。現在のところ、特に大きな問題は見つかっていない。今後、試験結果データを吟味し、本番用設計・製作へ反映させる。



正方形の検出器2枚分を1枚のフィルターでカバーするため、不使用時(↑)の高さが異なる。この機構を4つ並べ、第一焦点面を挟んで配置する(→)ことで、8種類のフィルターが搭載できる。



フリップ式フィルター交換機構での検出器焦点面配置案。2枚の検出器に対して1つの機構を割り当て、8枚(約900平方分角)の視野を確保できる。



駆動部も含めたフリップ式交換機構の配置。

[試験①:振動試験]

打ち上げ時に、

(1) 動作機構に破損が生じないか

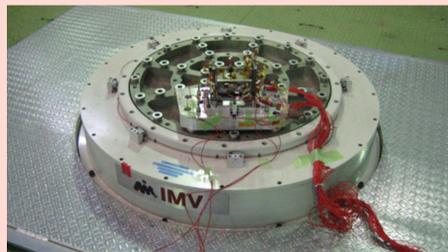
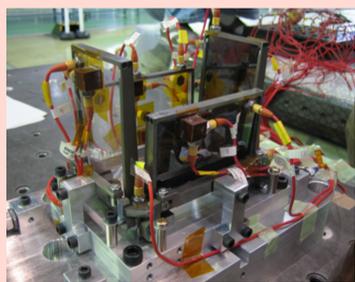
(2) 保持したフィルタに破損が生じないか

を検証するため、打ち上げを模擬した衝撃・振動を加える試験を行った。

日時: 2010/11/16-19 (4日間)

場所: JAXA/ISAS振動制御室

スーパーインバー製の交換機構に、使用予定の3種のフィルター材(合成石英、白板ガラス、シリコン)のダミーフィルターを取り付けた。



フィルター交換機構に加速度センサを取り付け(←)、加振器へ取り付けた(↑)。

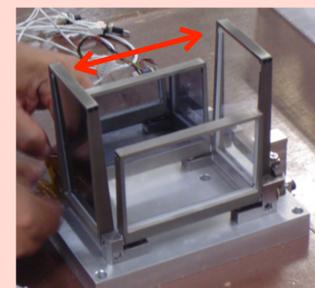
試験項目

フィルター交換機構の保持方法は未定

--> genericな加振レベルとして、European Cooperation for Space Standardization (ECSS) が発行した"Space Engineering" (ECSS-E-10-03A; 2002年2月15日) の"Testing"のセクションで示されている振動試験のガイドラインを基に設定。

- ・ X/Y/Z軸モーダルサーベイ
- ・ X/Y/Z軸正弦波加振
- ・ X/Y/Z軸1/2正弦波加振
- ・ X/Y/Z軸衝撃加振
- ・ X/Z軸ランダム加振

を実施。



X軸(背の高いフィルターが倒れる)方向への衝撃に対して最も弱いと考えられたが、破損は生じなかった。

液体燃料ロケットによる打ち上げでの標準的な加振レベルに対して、動作機構および保持しているフィルタに破損が生じないことが確認できた。

[試験②:冷却・耐久試験]

[目的]: フリップ式フィルター交換機構試作品を100-120Kまで冷却し、10万回程度の往復運動を行うことで、フィルター交換機構の可動フレーム部分が、WISH衛星で要求される耐久性を有しているかどうかを実証的に調査する。

日時: 2010/12/06-2010/12/28 (23日間)

場所: 国立天文台三鷹/先端技術センター大クリーンルーム

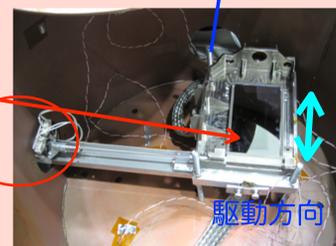
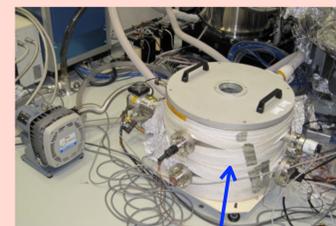
モータトルク、モータ温度をモニタしながら、駆動を繰り返し(1周期約10秒)、2010/12末時点で、約5万回の駆動を問題なく終えている。2011/01中旬から試験を再開予定。

液体窒素でフィルター交換機構本体は120K程度にまで冷却。

インバー製フレームにシリコン製ダミーフィルターを固定。4辺のうち1辺のみを使用。

ダミーフィルター(シリコン)

モーター、ギア部



駆動方向