

WISH

Wide-field Imaging Surveyor for High-Redshift

超広視野初期宇宙探査衛星

WISH Working Group
2008年9月～

<http://www.wishmission.org/en/index.html>

WISH Working Group and Meetings

山田亨 (主査、東北大)

岩田生、常田佐久、児玉忠恭、小宮山裕 (国立天文台)

松原英雄、和田武彦、杉田寛之、佐藤洋一 (JAXA)

内一由夏、馬渡健 (東北大) 東谷千比呂 (UCリバーサイド)

太田耕司、矢部清人、筒井亮 (京都大)

諸隈智貴、土居守、安田直樹 (東京大)

大藪進喜 (名古屋大)

河合誠之 (東工大)

米徳大輔 (金沢大) 後藤友嗣 (ハワイ大)

井上昭雄 (大阪産業大)

池田優二 (フォトコーディング)

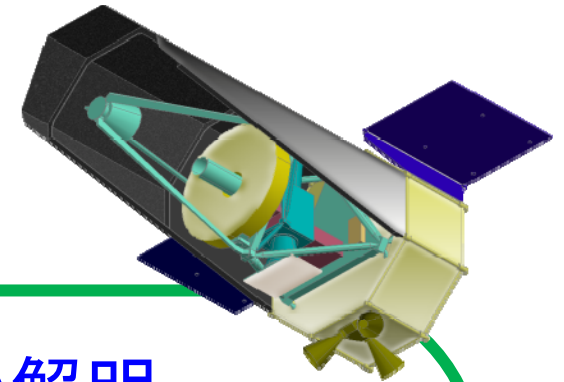
岩村哲 (エム・アール・ジェイ)

定例 WISH 検討会 毎月・第2火曜日

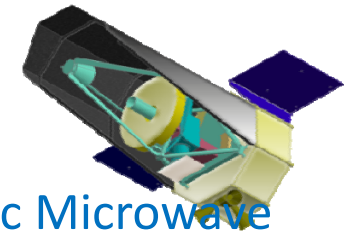
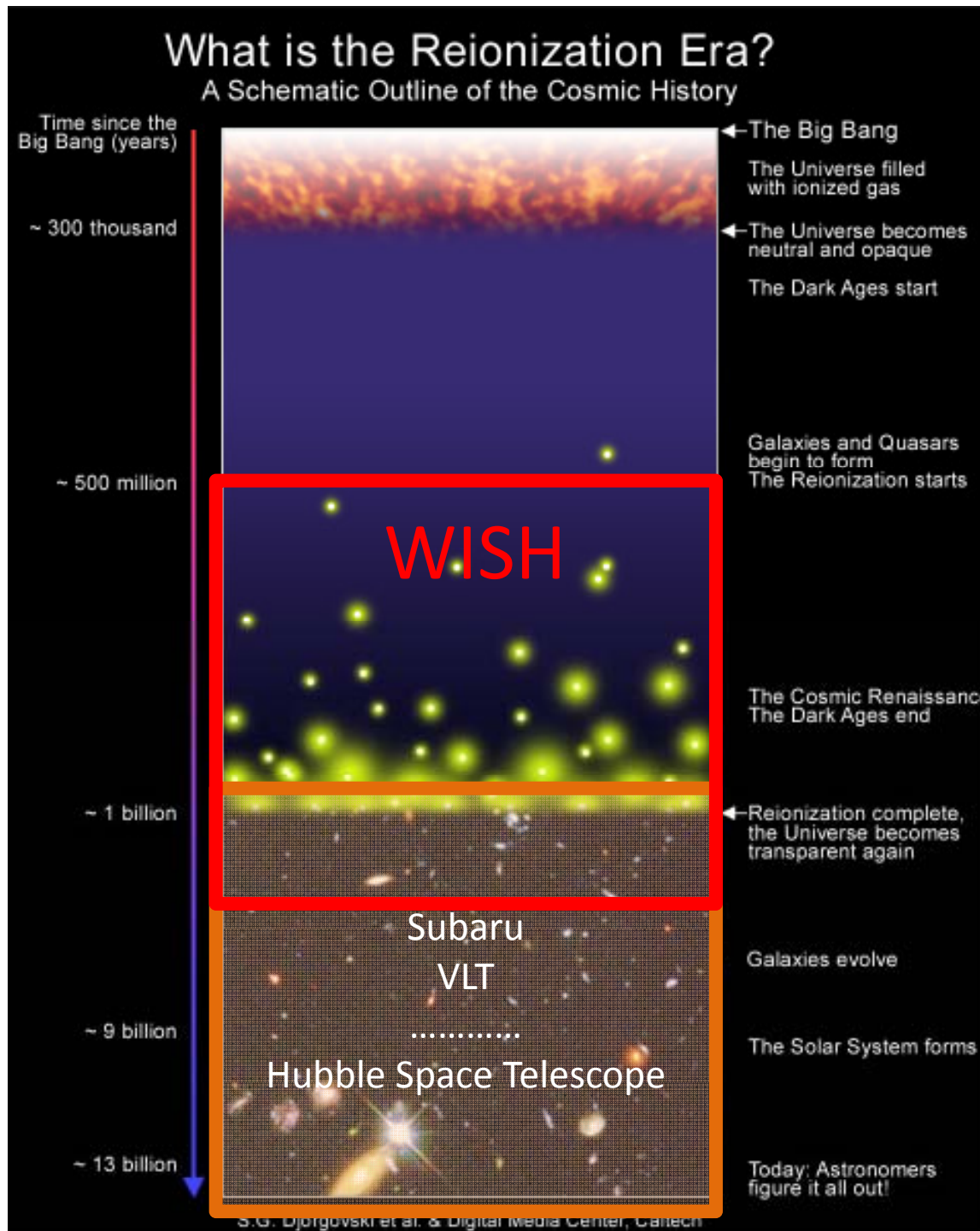
WISH 技術検討会 随時

WISH サイエンスミーティング (2010年3月10日)

WISH Science Goals



- 銀河形成史の究極のフロンティアの解明
第1世代銀河を多数観測し
 $z=7-15$ の時代に渡って宇宙再電離を研究
- Ia 型超新星の静止系近赤外線検出・光度曲線
宇宙の膨張史と暗黒エネルギー
- Transients: 高赤方偏移 GRB、明るい超新星
- 様々な分野の大規模統計、新発見

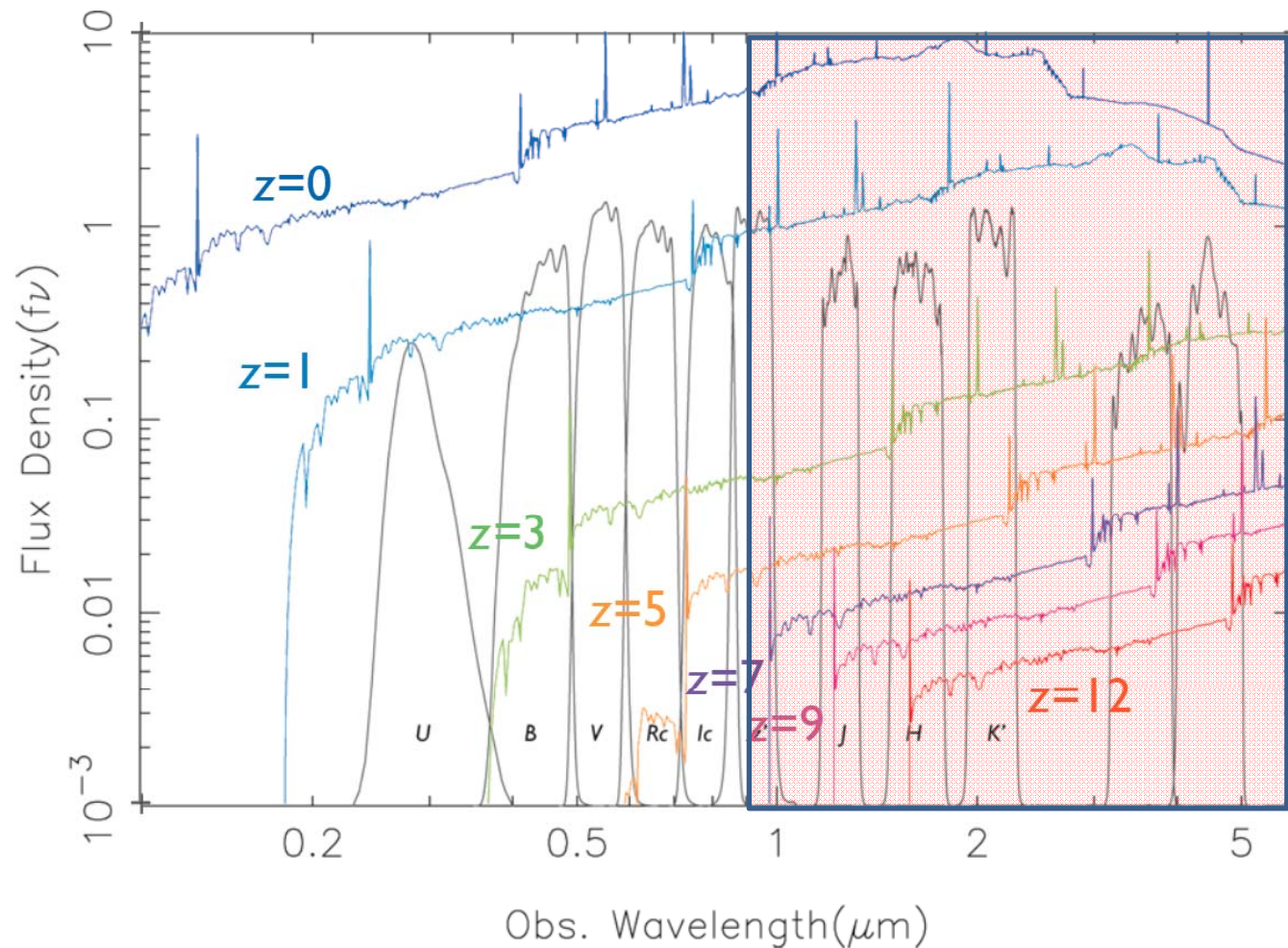


Cosmic Microwave Background (CMB)
Universe: **Neutral**

First-Generation Galaxies
Ultimate Frontier of Galaxies

Universe: **Ionized**

Expected Spectra of $z=0-12$ star-forming (Lyman Break) galaxies



宇宙初期の銀河は
可視光では
観測できない。

波長1-5 μm
での**非常に深い**
観測が必須

Iwata et al.

WISH 望遠鏡

- 口径 1.5mの光学望遠鏡 100Kに冷却
- ~ 1000 平方分角の広視野カメラ
近赤外線(波長1-5 μ m)の
「宇宙の Suprime Cam」
- 広視野サーベイに特化した運用
- 十分なサンプリング
(0.15"/pix ← 1.5 μ m 回折限界に最適化)
- 望遠鏡 ~ 90-100K, 検出器 ~40-50K の低温
機械式冷凍機を使わず冷却 SE-L2軌道 HIIA
- シンプルな構造、現在利用可能な技術

Hubble Ultra Deep Field
HST WFC3 IR

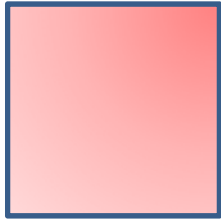
ハッブル宇宙望遠鏡による最も深い(その深さで最も広い)
近赤外線観測画像。

ただし、波長は $1.0\text{-}1.8\mu\text{m}$ で、赤方偏移 $z\sim 8$ 以上の
検出は難しい。

深さは WISH 深探査程度



HST UDF



~ JWST
(effective)
~ SPICA

WISH 1ショットの視野
(~900平方分角)



WISH 1ショット視野

- ・ HST UDF
- JWST 1ショット視野

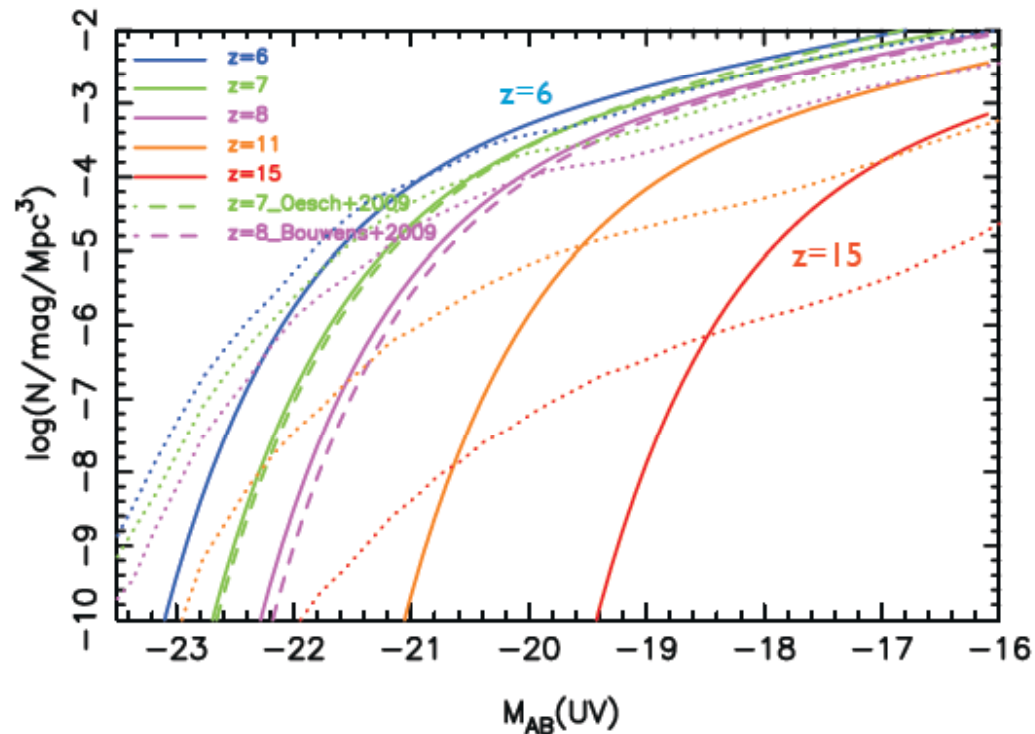
WISH Ultra Deep Survey
探査領域の面積(100平方度)

昨年度宇宙科学シンポからの主な進展

項目	現状	備考・課題
宇宙再電離期天体検出数の詳細評価	$z > 11$ の天体を数千個以上検出可能	
様々な分野の科学目的を検討し観測波長最適化	広帯域フィルタ基本案策定	狭帯域撮像 広視野低分散分光
衛星システム概要の検討	重量、電力、データ処理、通信、姿勢など基本的な成立性を確認	衛星熱構造の最適化
主鏡保持機構	主鏡接合部の解析 接着方式、クランプ方式の成立性・問題点評価	試作・評価
望遠鏡構造素材の検討	低温(100K)冷却に伴うCRFP素材の変形・強度評価と最適化を検討	鏡材マッチング試験 構造設計・熱設計へのフィードバック
フリップ式フィルタ交換機構の評価、試作、試験	ゴースト(予備)解析 試作 振動試験、冷却耐久試験	振動試験問題無し 耐久試験進行中 (現在5万回稼働@120K)

必要な検出限界は?

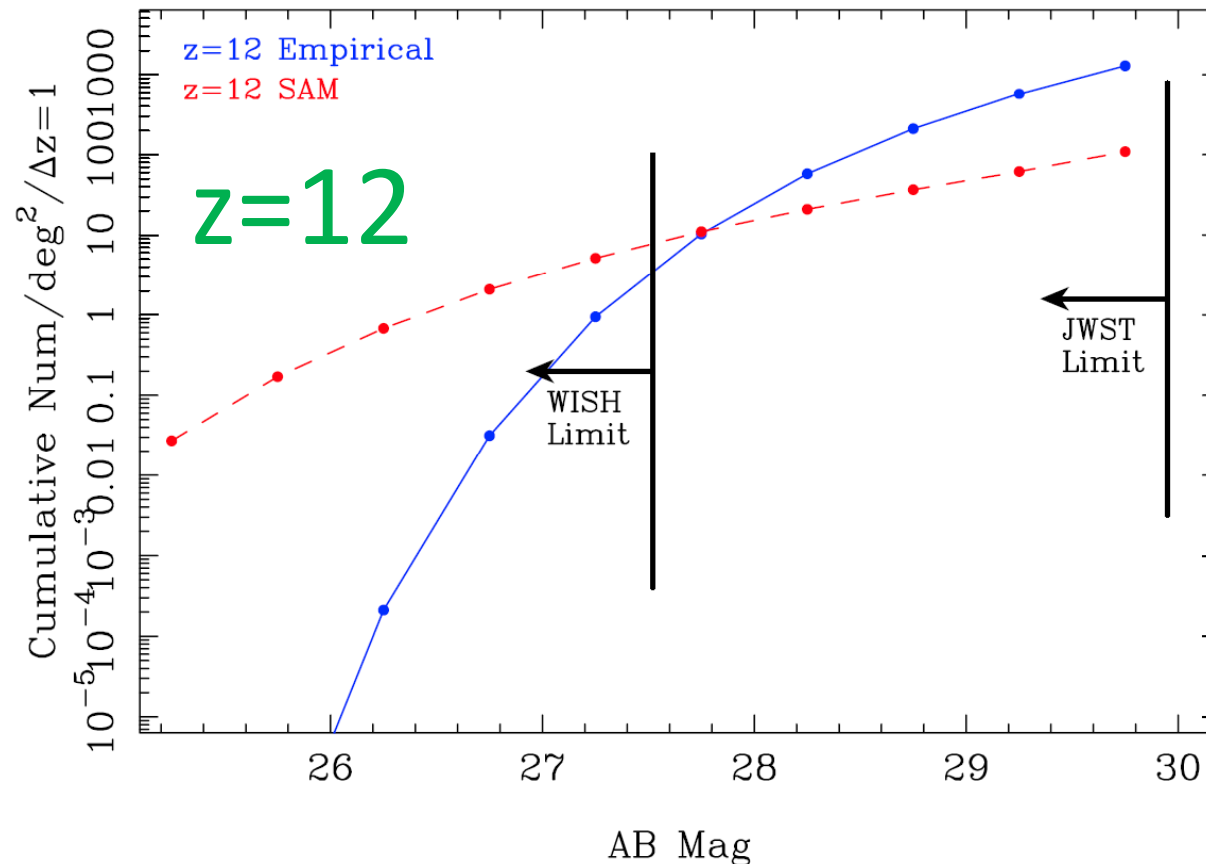
Observed ($z=6-8$, HST WFC3 **dashed lines**) and
Predicted ($z=6-15$) UV Luminosity Function of Galaxies



Solid lines: empirical expectation (extrapolation) from $z=6-8$ luminosity function

Dotted lines: expectation based on galaxy models (semi-analytic treatment: SAM)

In the observers' frame...



Limit of
AB>27-28 is
needed

—
Empirical
luminosity evolution

- - -
Semi-analytic
Model prediction

FoV JWST NIRCam 2.2'x2.2' x 2ch (per filter)
~ 2.8x10⁻³ deg²

WISH Science Goals

Expected number of the *observed*
very high-redshift galaxies

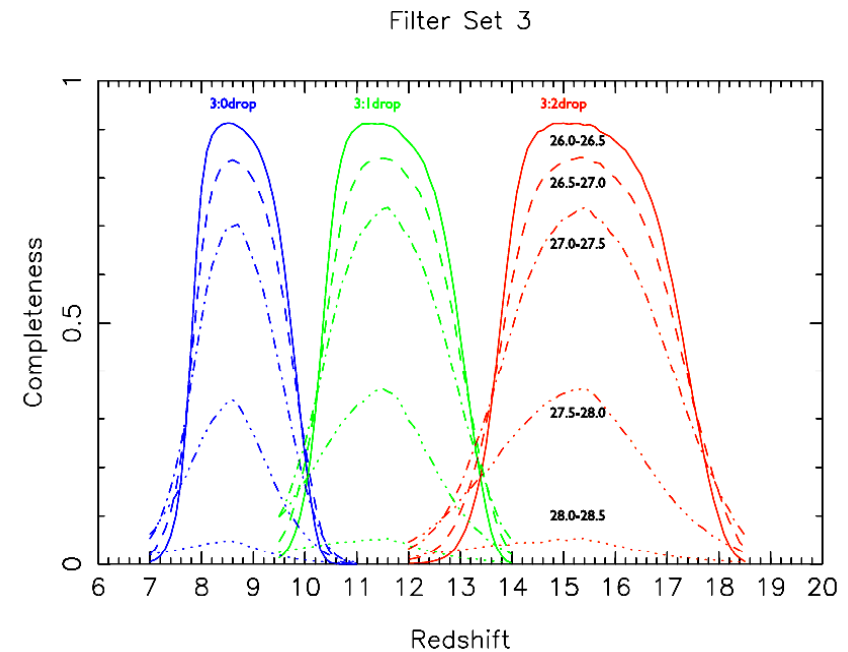
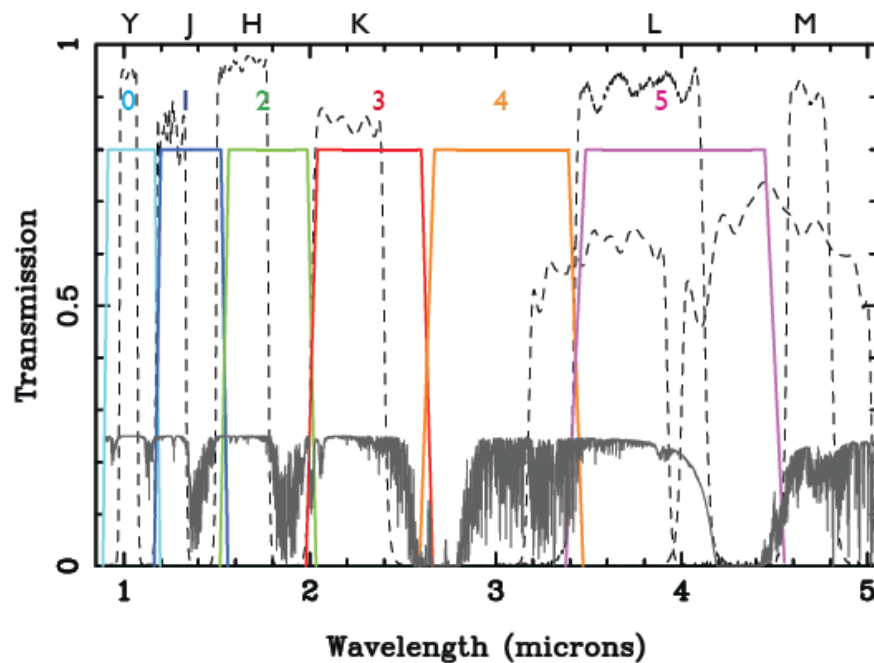
		Number Density [objects per 1 deg ²] for AB < 28.0			
	redshift	No Evolution	Empirical	SAM	DMH
1.0μm-drop	8-9	4,000	1,700	630	850
1.4μm-drop	11-12	2,400	100	50	4.1
1.8μm-drop	14-17	1,200	0.72	1.1	0.003

Numbers for 1 deg² , <28AB

Galaxies bright enough for deep spectroscopy
with ELT + AO spectrograph

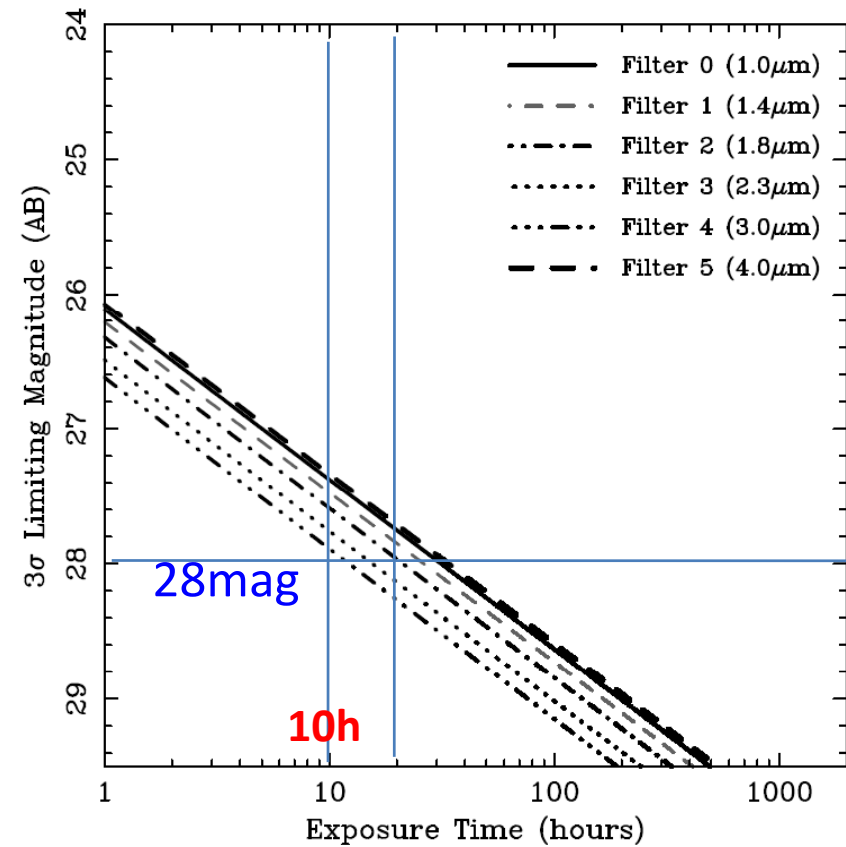
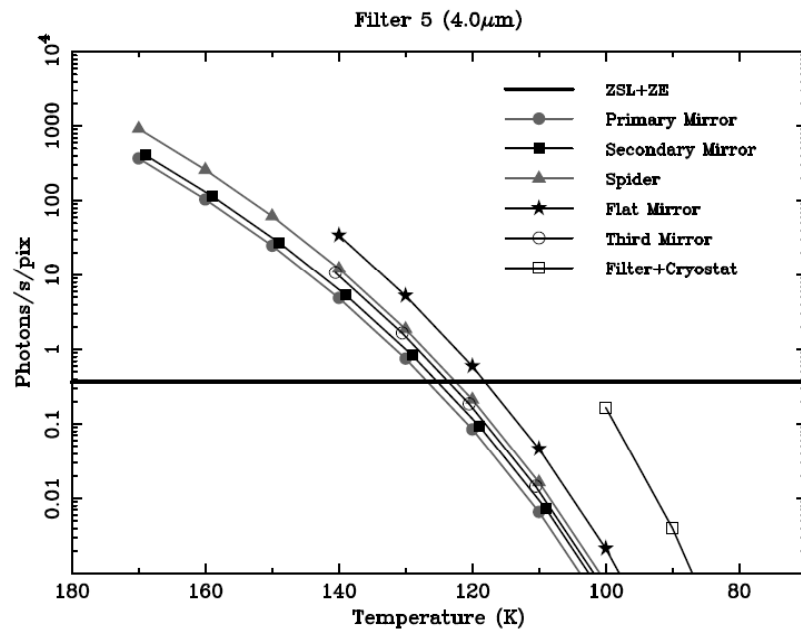
WISH: Survey Strategy

set of broad-band filters to select high- z galaxies



WISH: Survey Strategy

Telescope should be cooled to $\sim 100\text{K}$
(detector to $\sim 40\text{K}$ for $5\text{ }\mu\text{m}$)



WISH: Survey Strategy

Survey categories

	Depth (3σ) (AB mag)	Area	Example of the Filters (a plan, to be determined)
Ultra Deep Survey (UDS)	28	100 deg ²	1.0,1.4,1.8, 2.3, 3.0, (4.0) μm
Ultra Wide Survey (UWS)	24-25	1000 deg ²	1.0,1.4,1.8, 2.3, 3.0 ,4.0 μm
Extreme Survey (EXS)	29-30	0.25 deg ²	1.0, 1.4, 1.8

WISH: Survey Strategy

~1000 日間 (50% overhead) の観測によって、

WISH によって

~ 10^{4-5} galaxies at $z=8-9$,

~ 10^{3-4} galaxies at $z=11-12$,

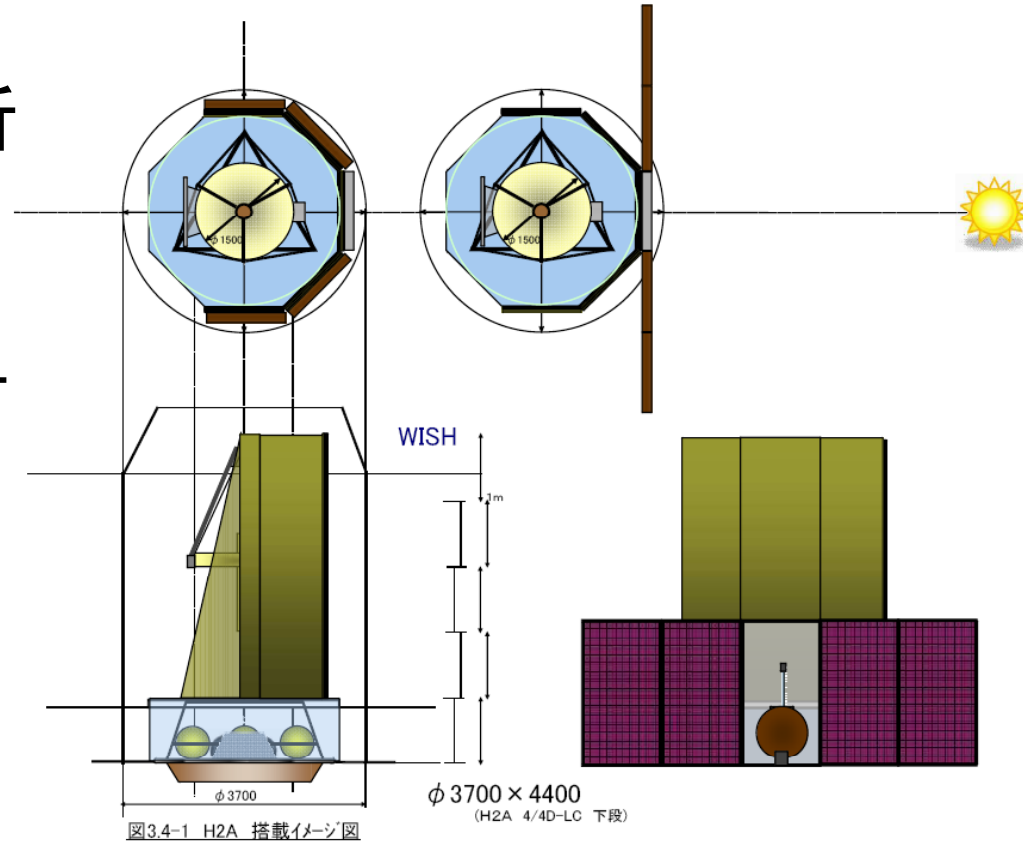
and

~50-100 galaxies at $z=14-17$

$z \sim 8$ までの現実的な評価に基づく。多くは分光観測可能な天体

WISH: 衛星システム概要検討

- システム要求分析
- システム解析
- システム設計
- サブシステム設計



Wet 質量 ~1.3t+0.2t(マージン)
消費電力 1.5kw

WISH: 衛星システム概要検討

システム解析

運用解析

マヌーバ解析

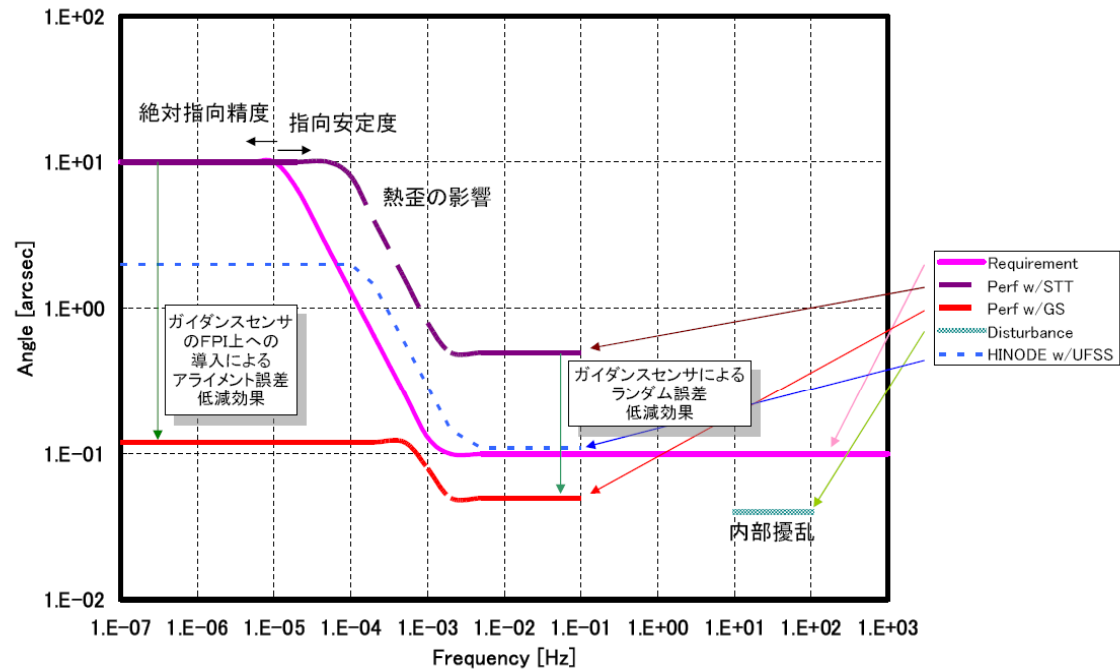
電力解析

指向精度解析

観測領域解析

推薬解析

ロンチウィンド解析



- 姿勢系光学センサと観測センサの
アラインメント精度の確保が必要
- 焦点面「ガイドセンサ」機能は必須
- RW擾乱を抑制するためのアイソレータが必要

WISH: 衛星システム概要検討

データ生成量、蓄積量、ダウンリンクの評価

データ圧縮1/2

可視／非可視運用	画像読み出し	運用時間 (h)	運用局	運用頻度	記録時間	再生時間	蓄積量 (GB)	通信系要求			DR要求容量 蓄積量×1.25(注3)
								Real(Mbps)	再生(Mbps)	downlink(Mbps)	
24h観測、UDSC+DSN可視(24h)でダウンリンク	4回読み出し	8	UDSC	毎日(注2)	12	8	60	0.1	16.7	16.8	75
		16	DSN	毎日(注2)	12	16	60	0.1	8.3	8.4	75

通信系

Xバンド高利得アンテナ（メイン）

- 臼田(16QAM) + (たとえば) NASA DSN 併用での24h運用が望ましい
- ~50%の圧縮が可能な場合、臼田(16QAM)1局のみ8h運用の場合でも、露出1枚につき読み出し1回分データを送信可能

WISH: 衛星システム概要検討

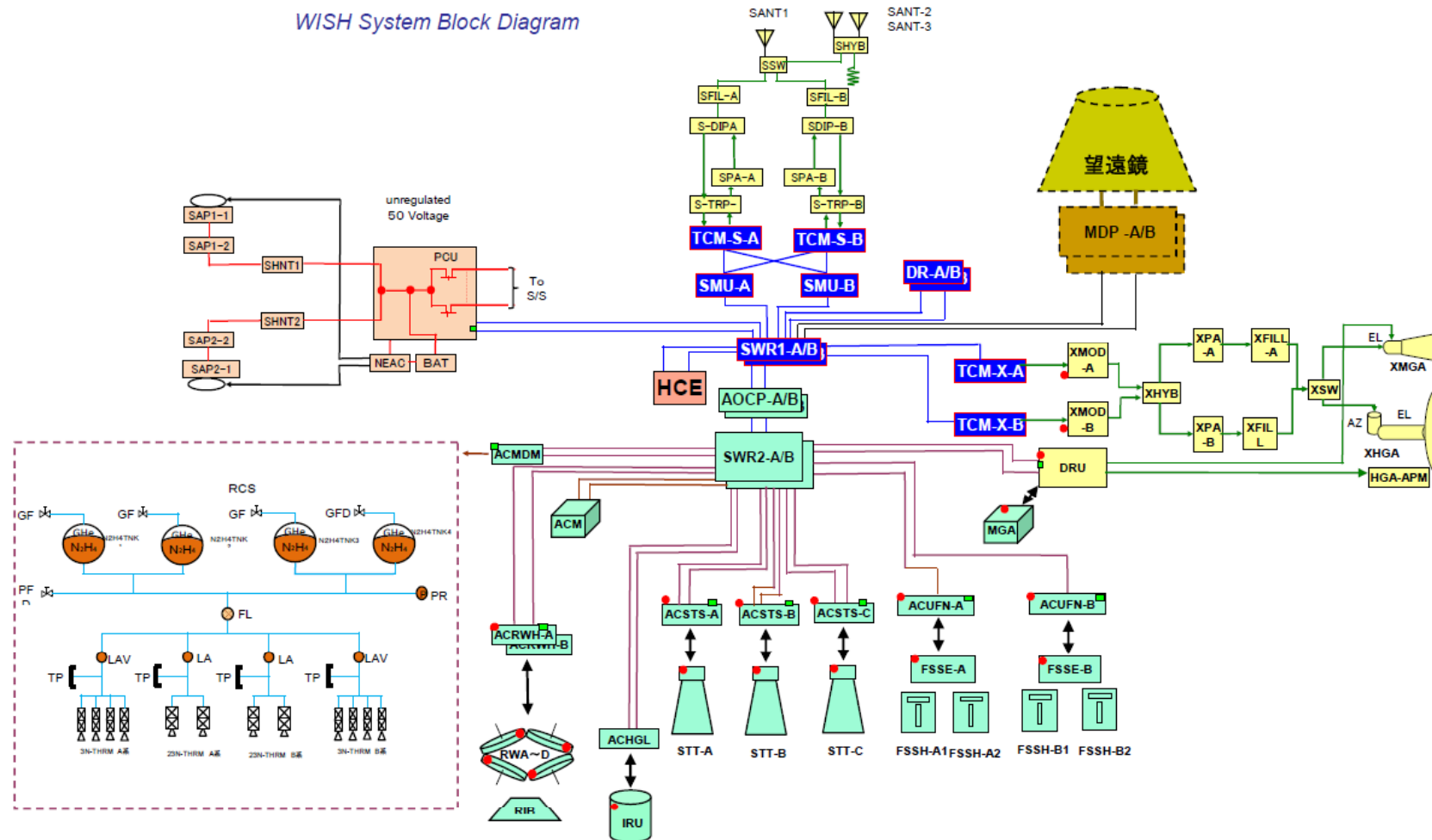


図3.2-1 WISHシステムブロック図

WISH Development: フィルタ交換機構

要求:

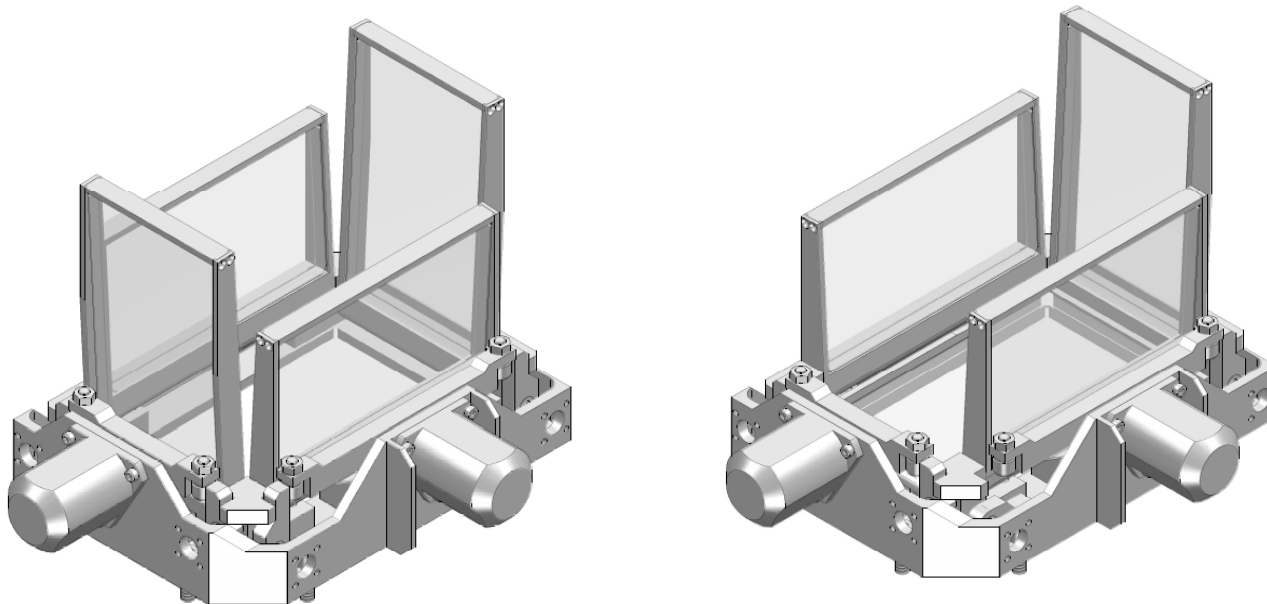
- 少なくとも7枚以上のフィルタを運用
(selection of high-z galaxies)
- 単色での超広視野探査の潜在的必要性

➔ フィルタ交換機構が必要 VS 広視野、低温(100K)
WISH 観測モードで唯一の可動部

Type	Merits/advantage	difficulties
ホイール	heritage	Large beam size, weights
スライド式	works in room temperature	Lubrication at 100K
フリップ式	Less difficulty in lubrication	Gaps between detectors

WISH Development: Filter Exchanger

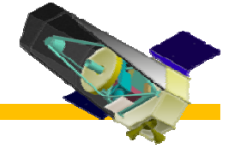
Flip-type filter exchanger



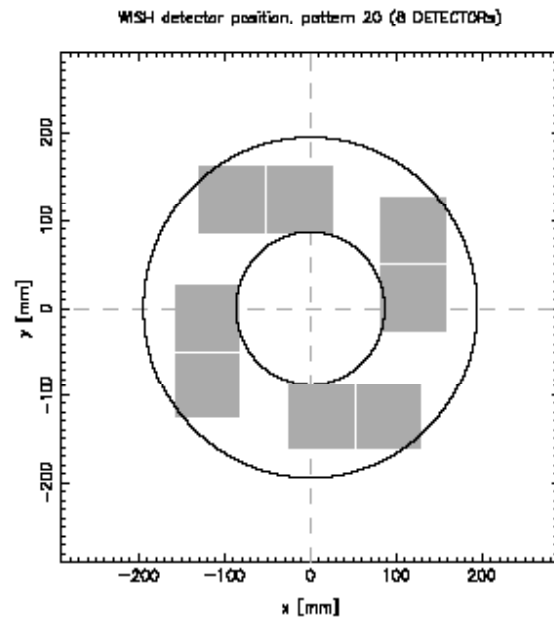
- less difficulty of lubrication at low temperature
- helps thermal design easier
- needs gaps between detectors

in use

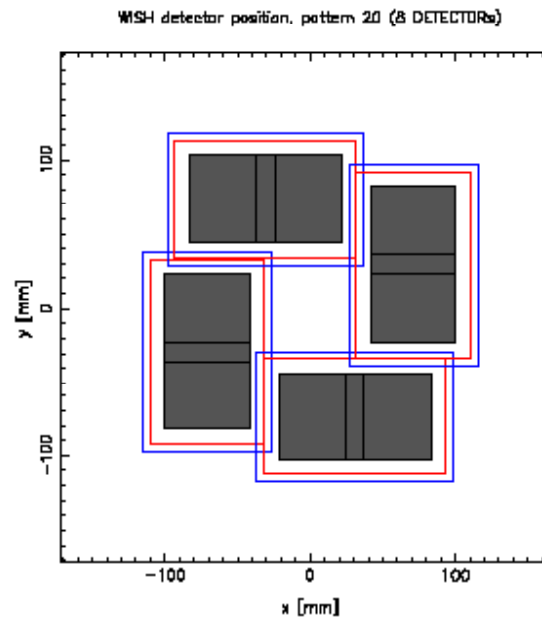
WISH Development: Filter Exchanger



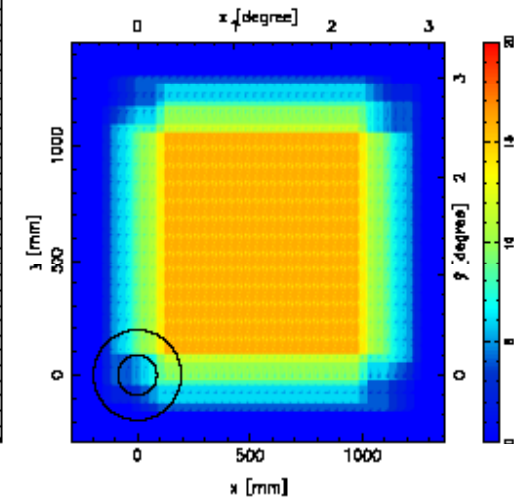
Detector Focal Plane



Filter location



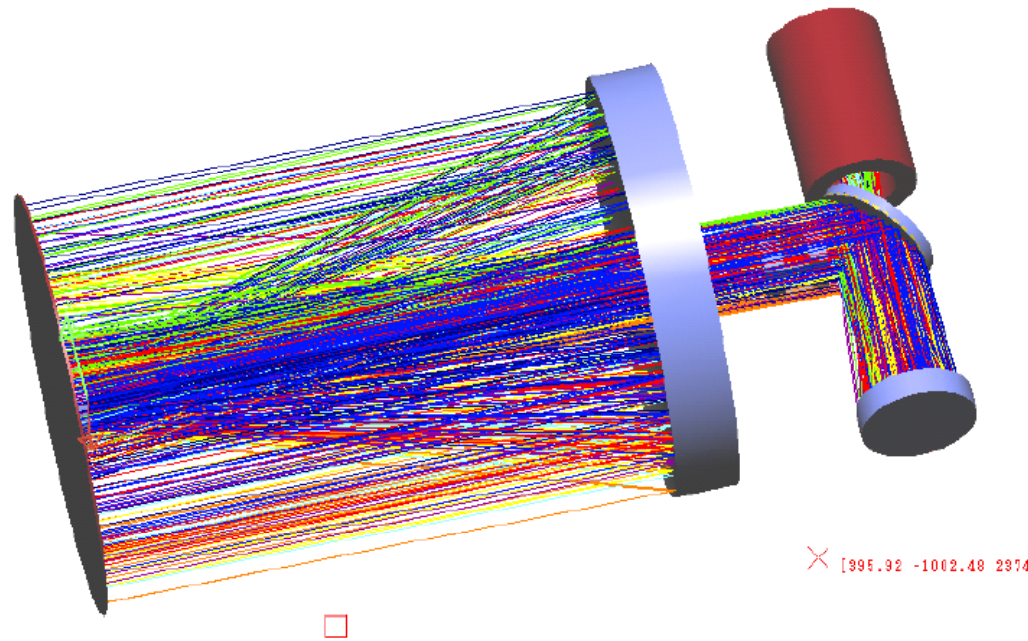
Dithering Pattern



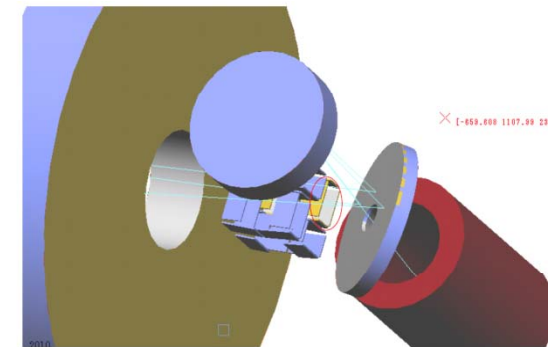
- 1 filter exchanging unit for a two (4k x 4k) arrays
- 8 filters for 1 unit

WISH Development: Filter Exchanger

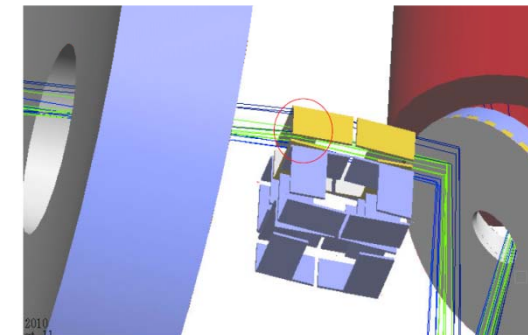
光線追跡によるゴースト解析



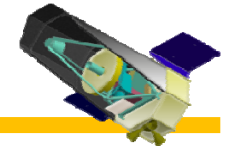
ゴースト無し



副鏡脇からのゴースト
→ バッフルリングの必要



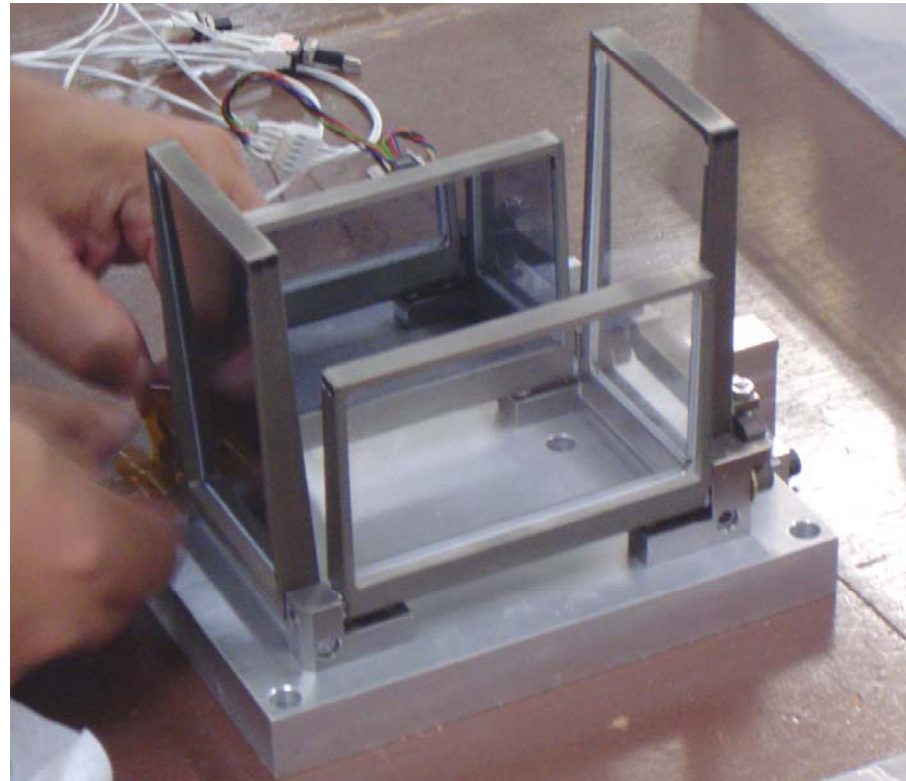
フィルタ交換機構 振動試験



2010年11月16－19日
JAXA/ISAS 振動制御室

ダミーフィルタ
石英
白板ガラス
シリコン

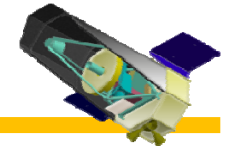
ECSS-E-10-03A
“Testting” ガイドラインによる
Generic 加振レベル



今回の振動試験では、大きな問題は無かったが、
さらに試験結果を詳細に解析中

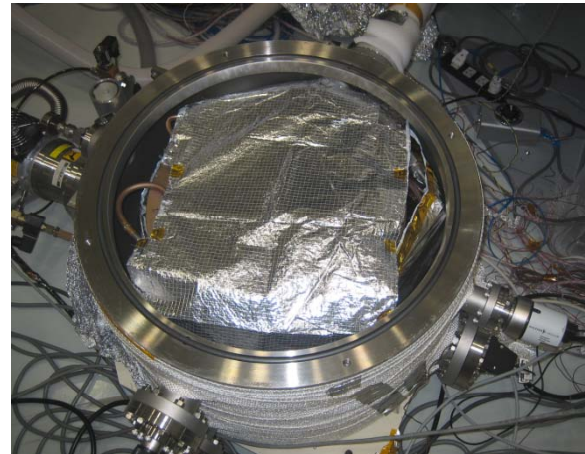


フィルタ交換機構 低温耐久試験



於: 国立天文台
先端技術センタ 大クリーンルーム

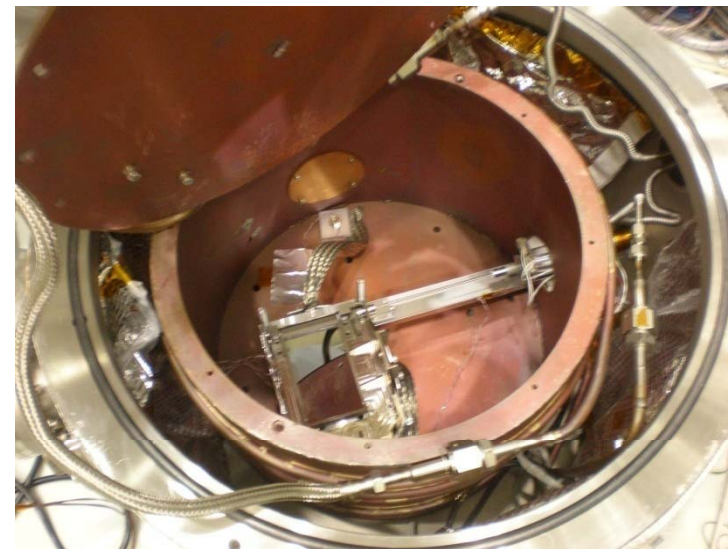
真空チャンバ内にシュラウドをおき、
液体窒素循環により 100-120K に冷却
供試体の温度も 120-150K



2010年12月6日-28日

約5万回の駆動を達成

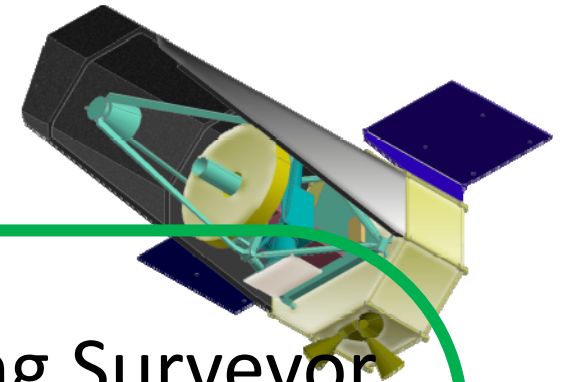
引き続き、1月11日より
合計10万回以上の駆動を行う。



WISH Schedule

FYr	Items
FYr0 (2008)	Project launched JAXA/ISAS Working Group Conceptual Study for Specification
FYr1-2	Conceptual Study, R&D Mission Requirement/Definition Reviews Mission Proposal
FYr3	Phase A / Proto Models
FYr4-5	Proto Models / Test Preliminary Design Review
FYr6-7	Proto Models / Test Primary Mirror / Detector fabrication start Critical Design Review Flight Model
FYr8	Flight Model / Test
FYr8-9 (NET 2017)	Flight Model / Test Launch

Summary



- NIR Deep and Wide-field Imaging Surveyor
- 1.5m aperture, 0.15"/pix
- Exploring the 1st generation galaxies
- Dedicated, $\sim 100 \text{ deg}^2$, 28AB ($\sim 25 \text{ nJy}$)
- $\sim 10^{4-5}$ galaxies at $z=8-9$, $\sim 10^{3-4}$ at $z=11-12$,
and $\sim 50-100$ galaxies at $z=14-17$
- Concept developed under JAXA/ISAS WG
to be launched in late 2010's