

WISH

超広視野初期宇宙探査衛星計画の進捗

発表者：山田亨（東北大学、WISH WG主査）

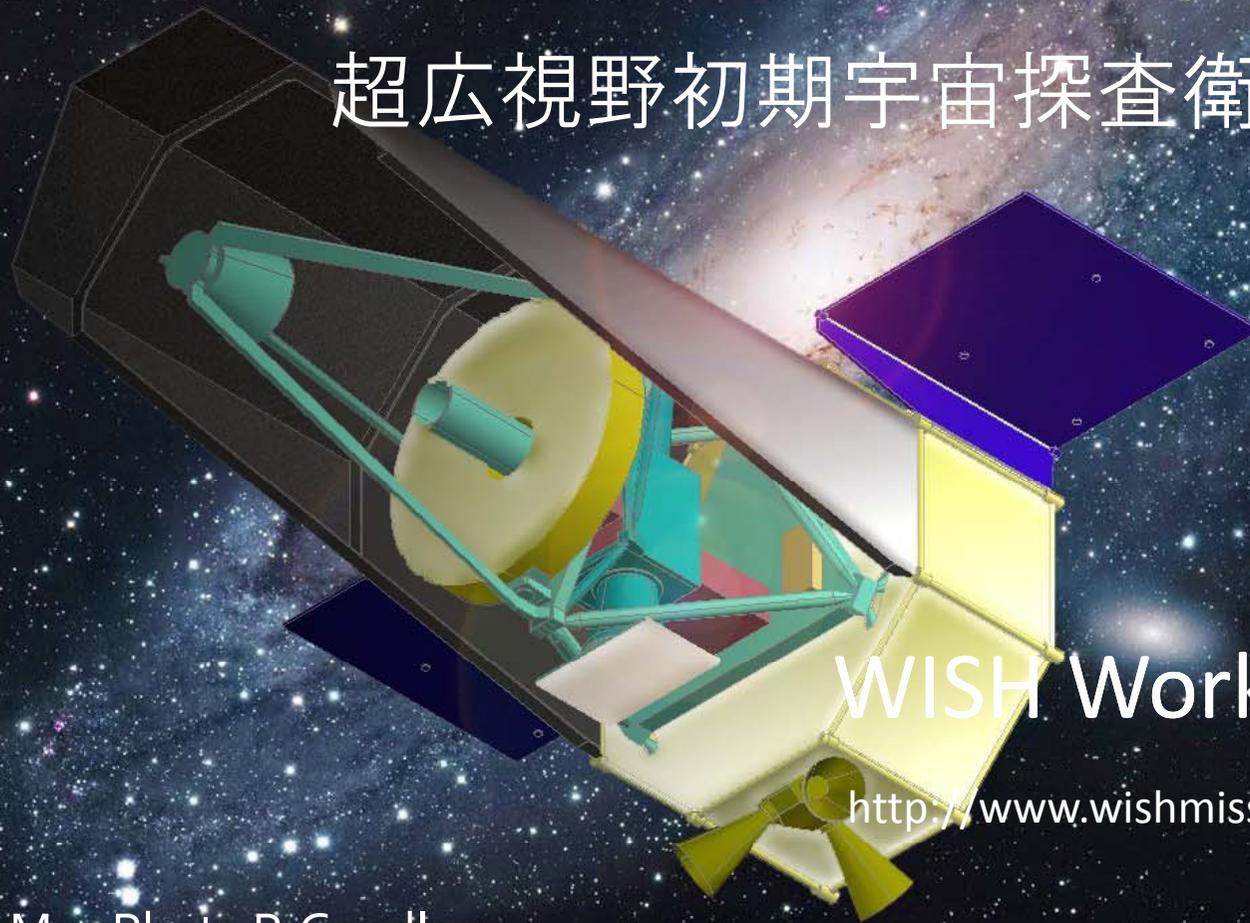
関連ポスター

- | | | |
|--------|------|-----------------------|
| P2-104 | 岩田、他 | WISH 計画 |
| P2-105 | 諸隈、他 | 焦点面レイアウト、
フィルタ交換機構 |
| P2-106 | 矢部、他 | フィルタシステム・試作試験 |

WISH

Wide-field Imaging Surveyor for High-Redshift

超広視野初期宇宙探査衛星



WISH Working Group

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

M31 Phot: R.Gendler

WISH Working Group and Meetings

山田亨(主査)、東谷千比呂(東北大)
岩田生、常田佐久、諸隈智貴、児玉忠恭、小宮山裕(国立天文台)
松原英雄、和田武彦、大藪進喜、杉田寛之、佐藤洋一(ISAS/JAXA)
太田耕司、矢部清人、筒井亮(京都大)
河合誠之(東工大)
土居守、安田直樹(東京大)
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)
他、サイエンス支援

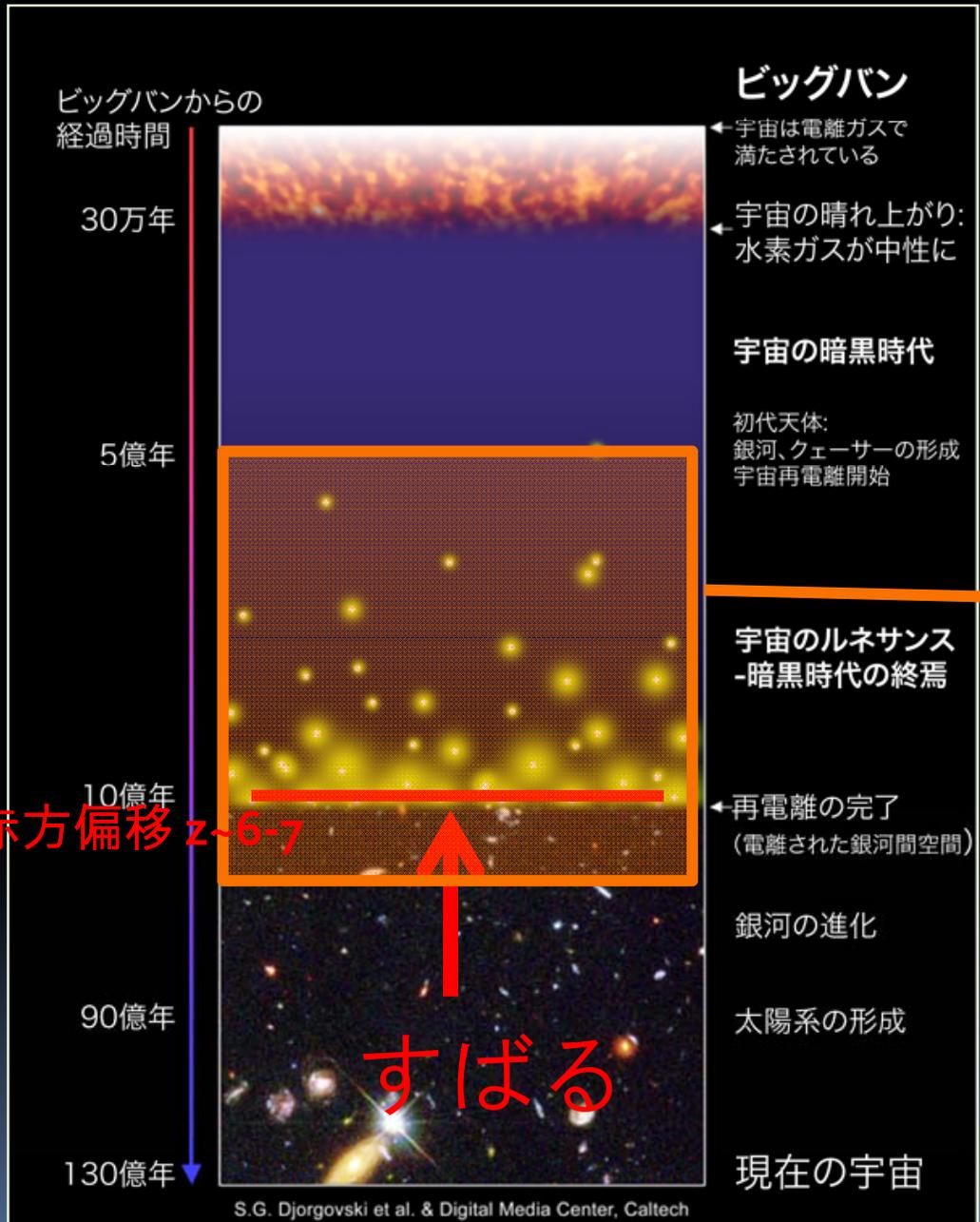
定例 WISH 検討会 毎月・第2火曜日

WISH 技術検討会 随時

WISH サイエンスワークショップ (2009年4月)

WISH Goals and Requirement

- 銀河観測の究極のフロンティア：
赤方偏移 $\sim 7-15$ の宇宙第1世代銀河の研究
- 遠方宇宙 ($z \sim 1.5$) のIa型超新星を多数検出し、
系統誤差の少ない波長で宇宙の膨張史を検証
暗黒エネルギーの性質に挑む
- これまでにない高感度・広視野近赤外線データ
様々な分野の天文学で大きな貢献が期待される
GRB、銀河形成・進化、銀河系構造、系外惑星、
太陽系・・・



WISH

銀河宇宙史の究極のフロンティア

第1世代銀河の観測

WISH Goals and Requirement

- 主鏡口径 **1.5m** 観測波長 **1-5 μ m**
- ~ **1000** 平方分角の広視野カメラ
- 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Passive 冷却 **SE-L2軌道 HIIA**
- シンプルな構造、現在利用可能な技術
- 広視野サーベイに特化した運用

WISH Survey Science

これまでの進捗と展望

- 第1世代銀河探査に必要な感度、視野、波長域の検討
→ WISH ミッション要求の策定

- 2009年4月 第1回WISHサイエンスワークショップ
～50名の参加 コミュニティへの浸透・拡大
宇宙論、銀河進化、位置天文学による銀河系の動力学研究をはじめ、様々な分野でユニークな成果が期待される。

- 国際研究会、天文学会で講演

WISHが目指すサイエンスの必要性・緊急性

Reionization with Multi-frequency Datasets, 2009/08 Stockholm (talk)

Observing the Dark Energy with Euclid, 2009/11 Noordwijk (poster)

IPMU Focus Week on the Epoch of Reionization (talk)

2009 日本天文学会春期年会

超広視野初期宇宙探査衛星 WISH 計画と最遠方宇宙銀河観測 山田 亨 (東北大学) 他

WISH: 光学系検討 諸隈智貴 (国立天文台) 他

WISH: 大型フィルター交換機構の試作 岩田 生 (国立天文台) 他

WISH: 検出限界の評価 矢部清人 (京都大学) 他

WISH Survey Goals

Within the Mission Lifetime of 5 Yrs

Survey	Limiting mag. (3sigma)	Number of Filters	Area
Ultra Deep Survey	28 AB	4 (TBD)	100 deg ²
Multi-Band Survey	27-28 AB	5 (TBD)	Sub WISH-UDS
Ultra Wide Survey	24-25 AB	2-3 (TBD)	1000 deg ²
+ Extreme Survey	29.5 AB	3	0.5 deg ²

サーベイフィルタ、感度の検討
→ P2-106 矢部、他

岩田、他

HST WFC₃ による Ultra Deep Field 15~20h 積分 波長 1-1.8 μ m
検出限界 ~28.5 AB





HST WFC₃ HUDS画像

WISH 1 視野の大きさ

WISH Ultra Deep Survey は
同程度の深さで、
波長 1-5 μ m

サーベイ領域は
この400倍！

WISH Survey Goals

WISH-UDS で検出される「予想」銀河数

Redshift	(A) No	(B) 1mag	(C) DMH	(D) SAM
z=7-8	220,000	←	54,000	160,000
z=8-11 (J-drop)	180,000	26,000	1,100	60,000
z=11-14 (H-drop)	68,000	6,300	0	1,000

Expected number of the detected 1st Gen galaxies (in WISH-UDS)
galaxies brighter than 27AB in their rest-frame UV light

(A) No Evolution from z=7 (LF at z=6-7)

(B) Evolution: 1.0-mag luminosity evolution from z>7

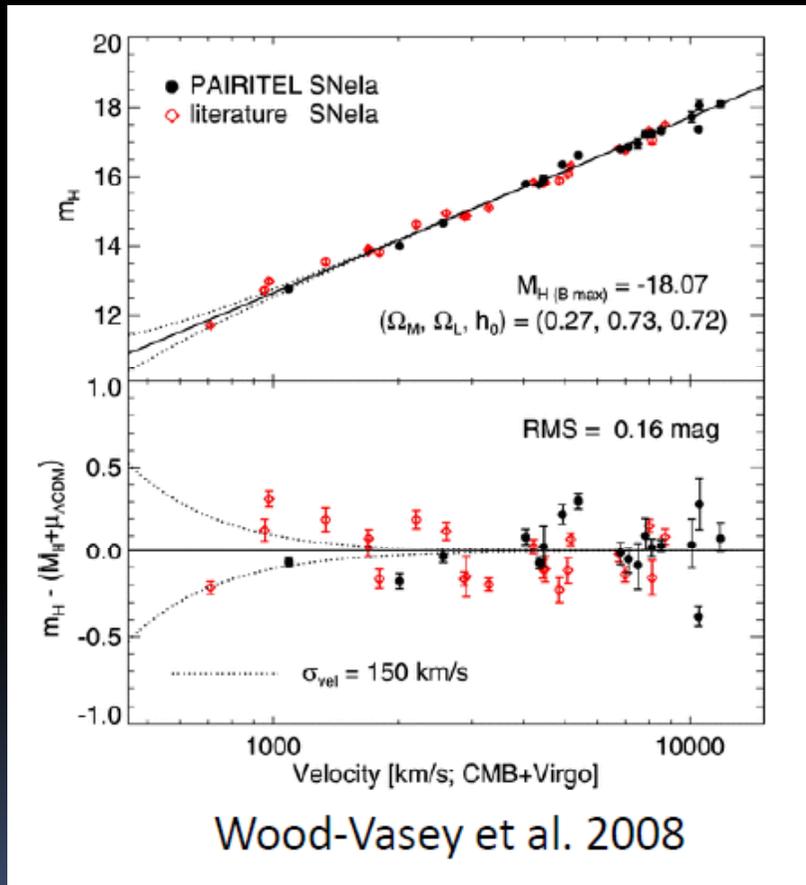
(C) Evolution: Proportional to the DM halo evolution

(D) Prediction by a Semi-Analytic Model (Kobayashi, M. WISH SW)

WISH Goals and Requirement

- 銀河観測の究極のフロンティア：
赤方偏移 $\sim 7-15$ の宇宙第1世代銀河の探索と研究
- 遠方宇宙 ($z \sim 1.5$) のIa型超新星を多数検出し、
系統誤差の少ない波長で宇宙の膨張史を検証
暗黒エネルギーの性質に挑む
- これまでにない高感度・広視野近赤外線データ
様々な分野の天文学で大きな貢献が期待される

Probing Type Ia SNe with WISH



WISH 1 視野で期待される
Ia 型超新星の個数

Rest-frame Band	Redshift range	# of SNe Ia / f.o.v.
B-band	$z > 1.9$	31
I-band	$0.6 < z < 1.6$	33
H-band	$0.0 < z < 0.9$	9

WISH UDS – x 400 (fov)

WISH 衛星の検討

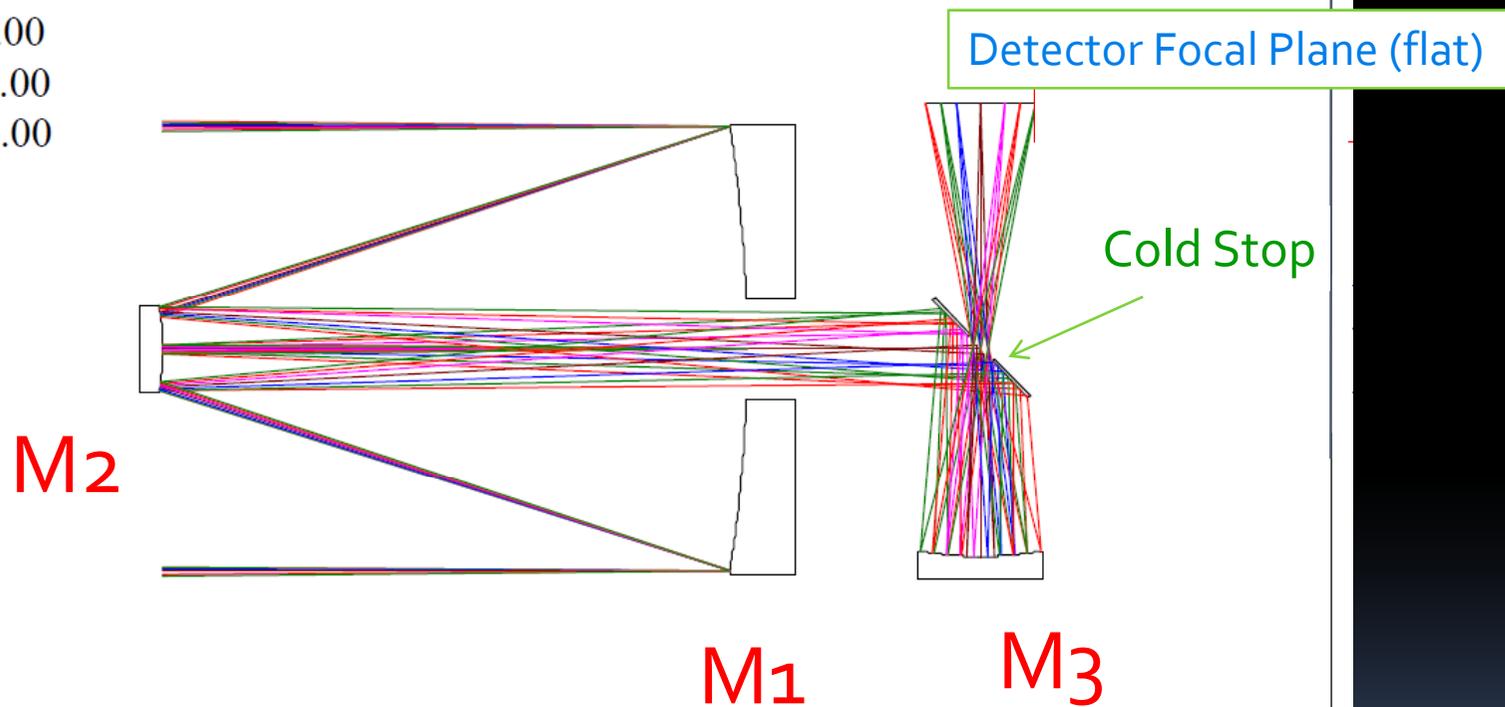
WISH 光学レイアウト

- 基本となる光学レイアウト案を策定
- 3枚鏡によるデザインでフラットな広視野
~1000 平方分角の視野で、1-5 μm で回折限界
- 光学メーカーによる評価
高い製作性
(現在の技術で 1.5m 望遠鏡の製作・試験の見通しを検討し得る)

WISH 光学レイアウト

Strehl ratio (1 for diffraction limit)

J ~1.00
H ~1.00
K ~1.00
L ~1.00
M ~1.00

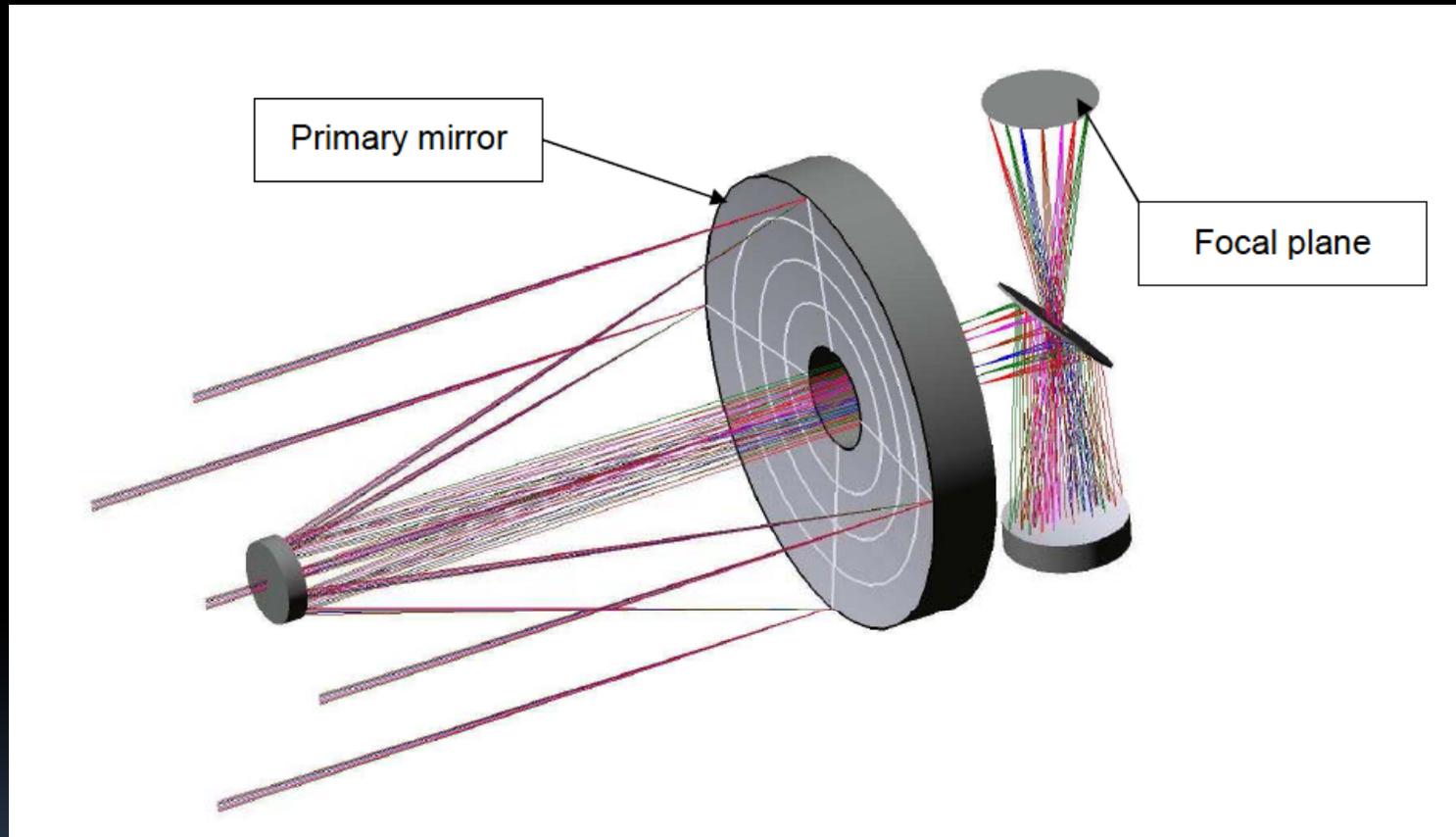


New lens from CVMACRO:cvnewlens.seq

Position: 1
Scale: 0.05

10-Feb-09

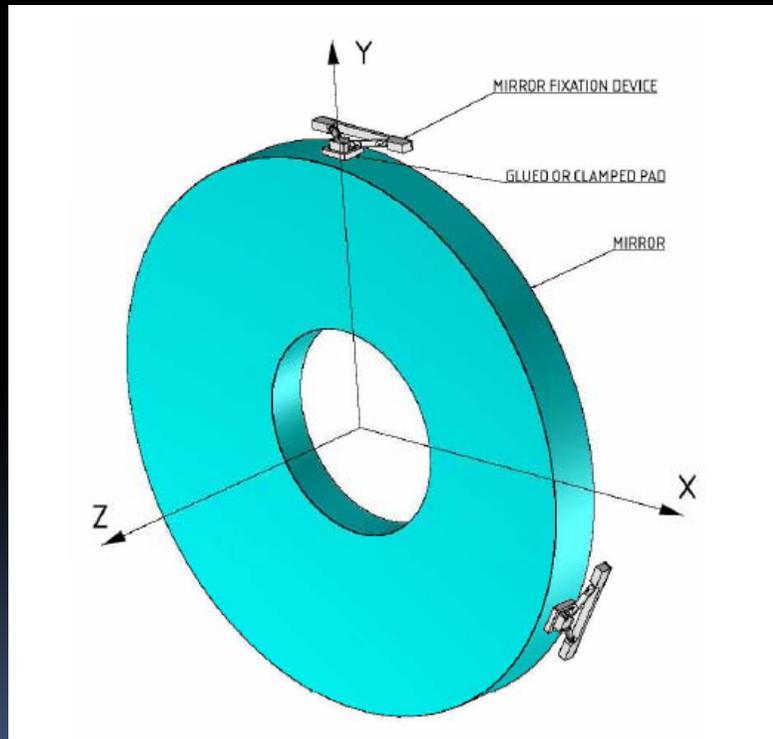
WISH 光学レイアウト



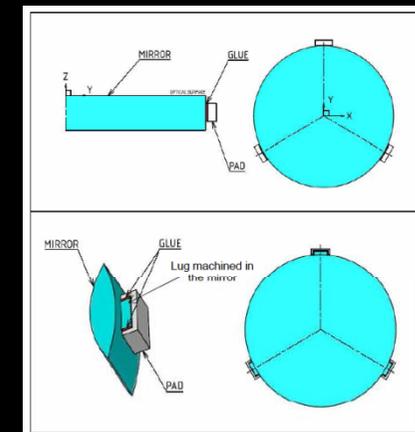
1.5m 主鏡：低熱膨張ガラス
軽量化 (<200 kg, 厚さ < 200mm)

WISH 主鏡と主鏡保持

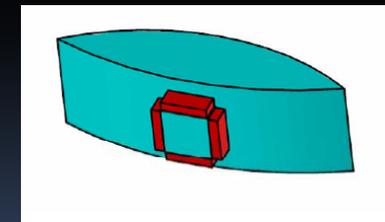
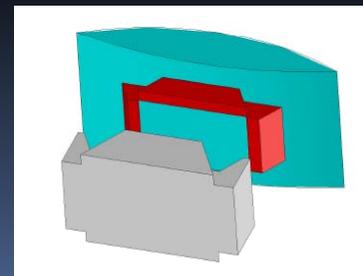
十分な強度を持ち、冷却 (~100K) による光学性能の劣化を起こさない主鏡保持機構の検討



■ Glued Pads



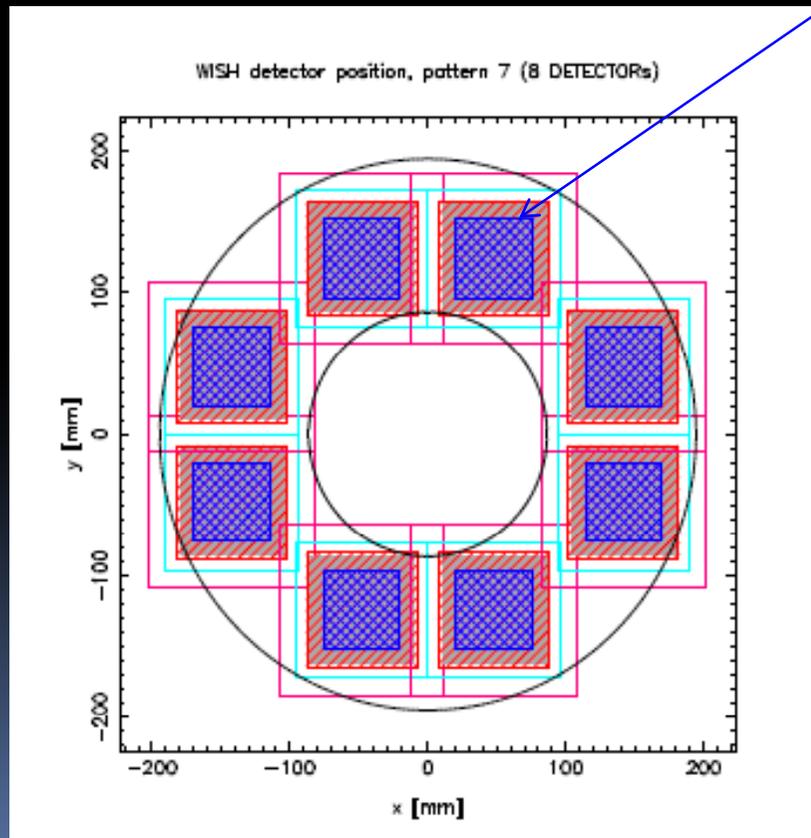
■ Clumps



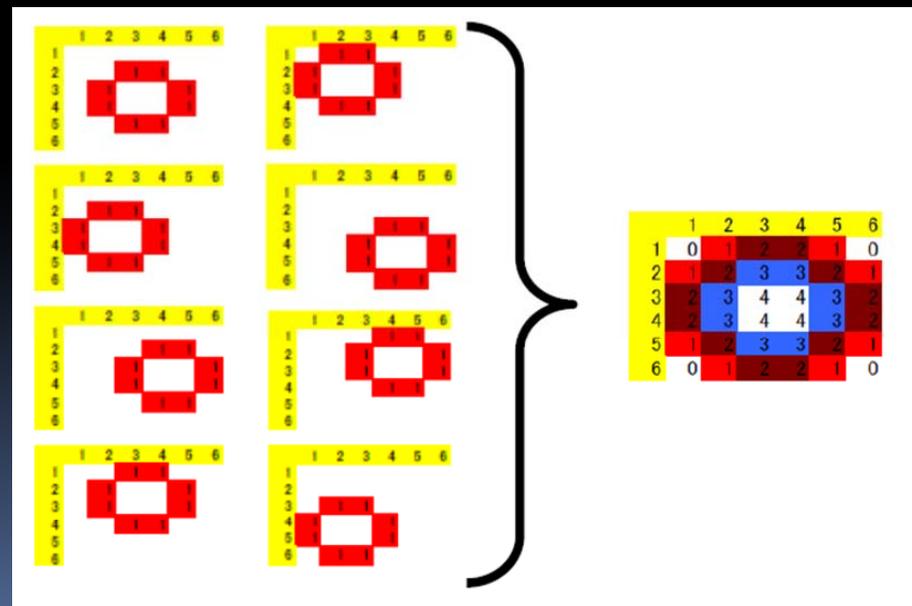
WISH 焦点面レイアウト (1)

- 1-5 μm 波長帯で、視野全域でほぼ回折限界
- 平坦性が非常に高い

4k by 4k, 18 μm pixel



一様な露出を得るためのモザイクング



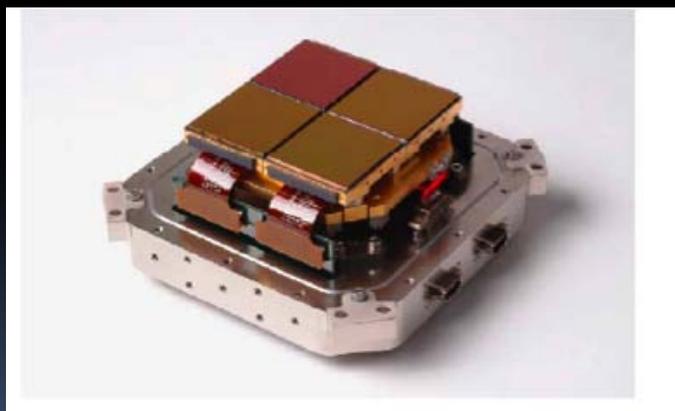
大藪、諸隈、他

WISH焦点面レイアウト (2)

Focal Plane Array

Teledyne HAWAII-2 RG 波長 0.9-5 μ m
JWST NIRCам 用に宇宙仕様のもものが調達可能
2k x 2k バッタブル \rightarrow 4k x 4k を 1 ユニット

山田、東谷、内一



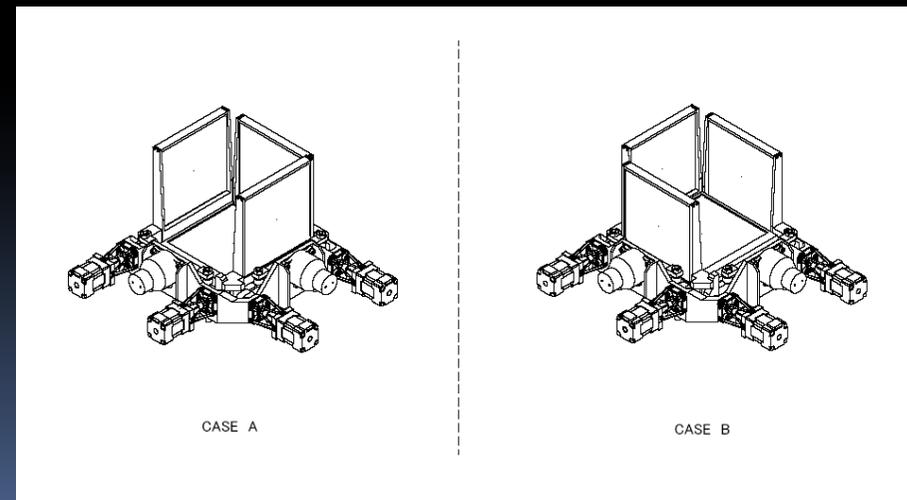
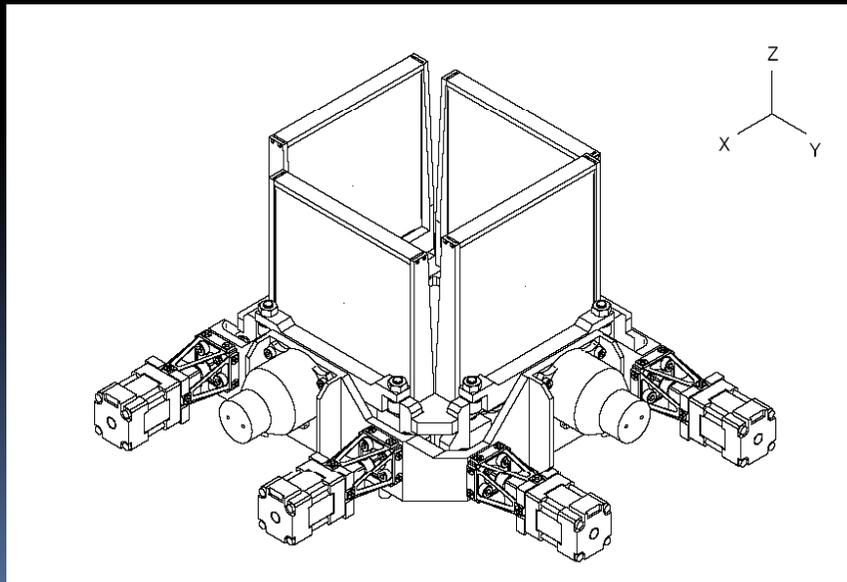
	$\lambda_{\text{cutoff}}=2.5\mu\text{m}$	$\lambda_{\text{cutoff}}=5\mu\text{m}$
Detector material	HgCdTe	HgCdTe
Spectral range	1 ~ 2.5 μm	1 ~ 5 μm
Array configuration	2048 x 2048	2048 x 2048
Unit cell size	18 μm x 18 μm	18 μm x 18 μm
Operating temperature	80 K	35 ~ 37 K
Dark current	<0.01e-/s/pixel	<0.01 e-/s/pixel
Quantum efficiency	>80 %	>80 %
Read noise (CDS)	17 e- rms	15 e- rms
Full well	10 ⁵ e-	10 ⁵ e-

視野全体でのデータ生成率 3-4 Mbps 諸隈、他
視野全体でのデータダウンリンクレート < 10 Mbps

WISHフィルタ交換機構 → P2-105 諸隈

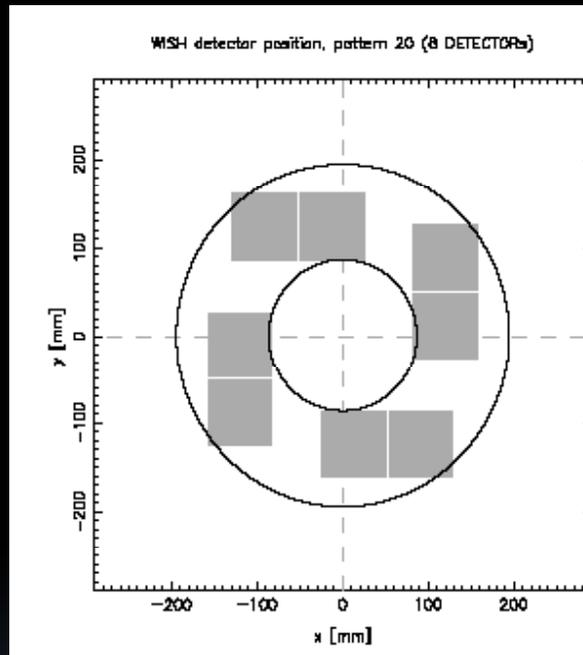
- スライド式 : 低温下での運用が困難。
フィルタホイール式 : ホイール径が大きくなりすぎる見通し。
フリップ式 : 現在、基本案として設計。試作を予定。

- 検出器ユニット毎に、フィルタ交換システムを置く。
- 最大1ユニット8枚まで。

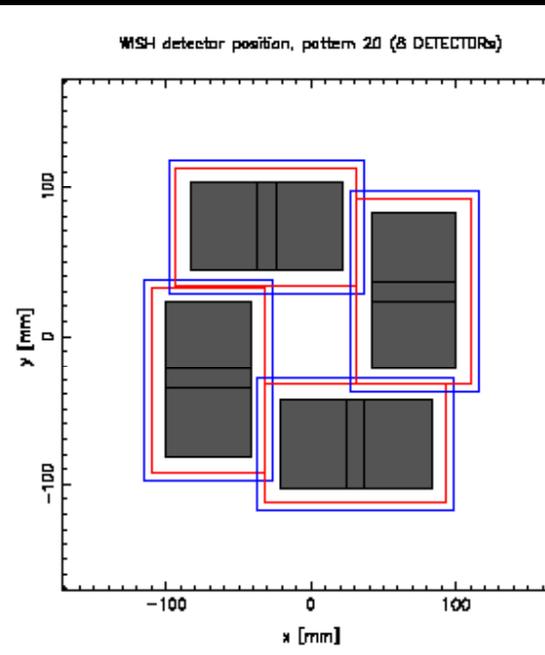


WISH 焦点面レイアウト (3)

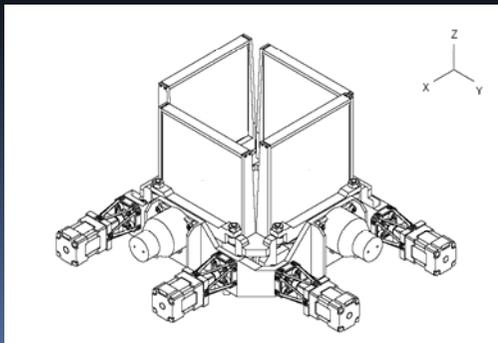
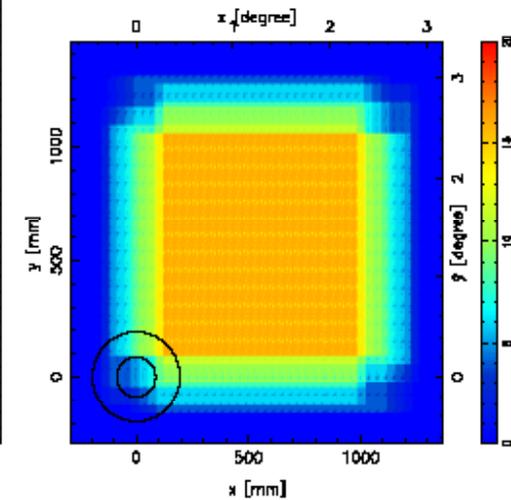
検出器焦点面



フィルタ配置面



モザイクング案



検出器 4k x 4k 2 ユニットの
カバーする「長方形」のフリップ式交換機構

諸隈、他

現在、1ユニットの試作を予定

WISH フィルタ

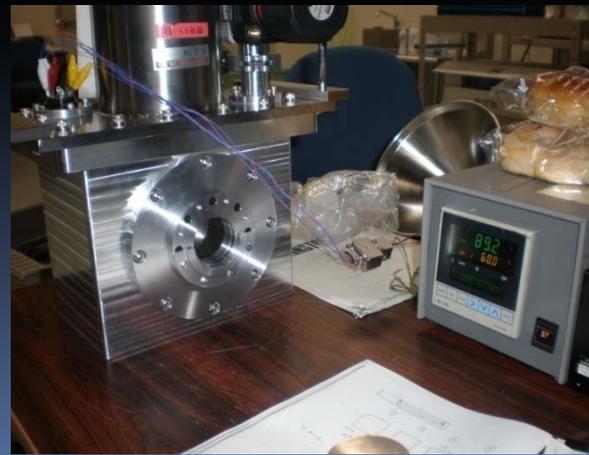
P2-106 矢部、他

広視野赤外線フィルタを光学メーカーと試作
冷却試験、放射線試験を行っている。

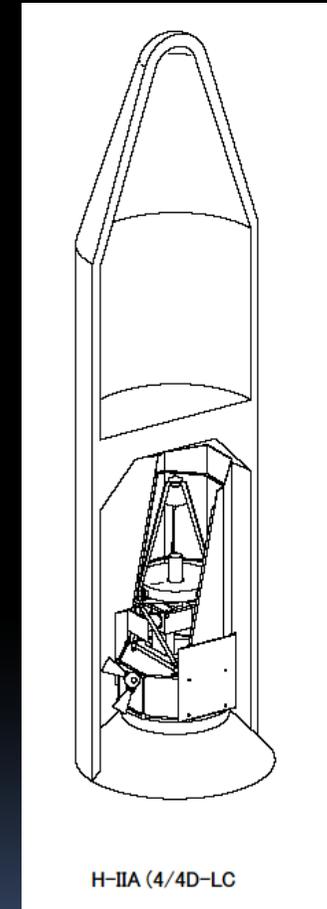
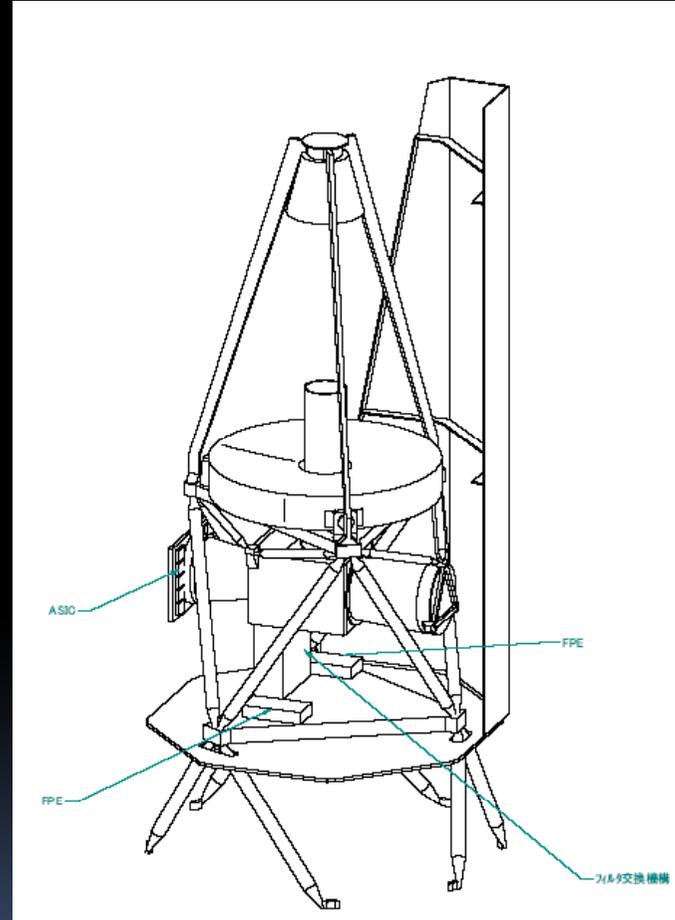
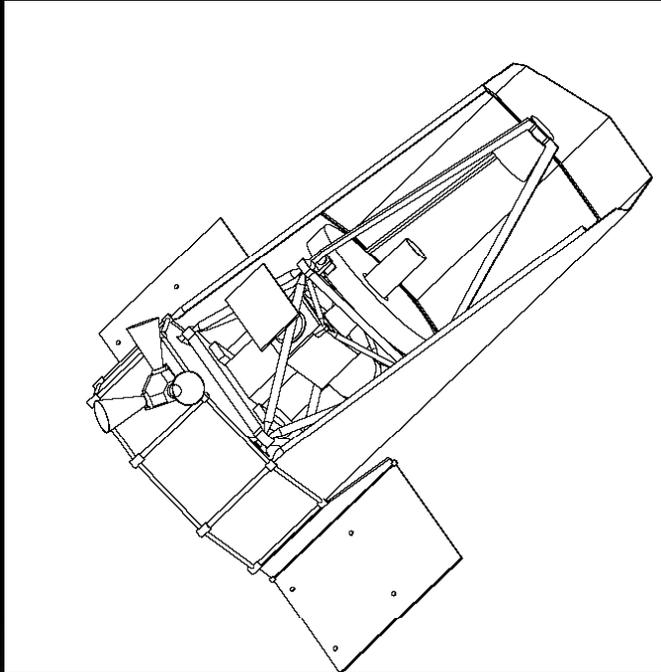
3.2 μm 帯の広帯域フィルタを試作

- 透過率測定：国立天文台、東京大学（ご協力感謝します）
- 冷却試験：国立天文台
- 放射線試験：都立産業技術研究センター

矢部、岩田、東谷、他



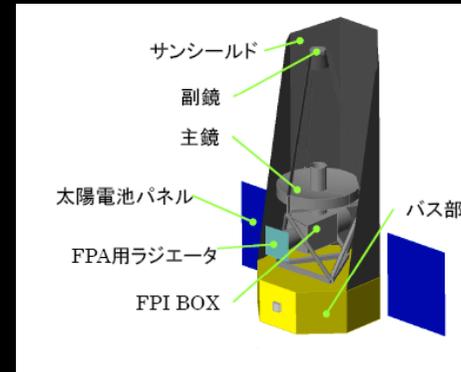
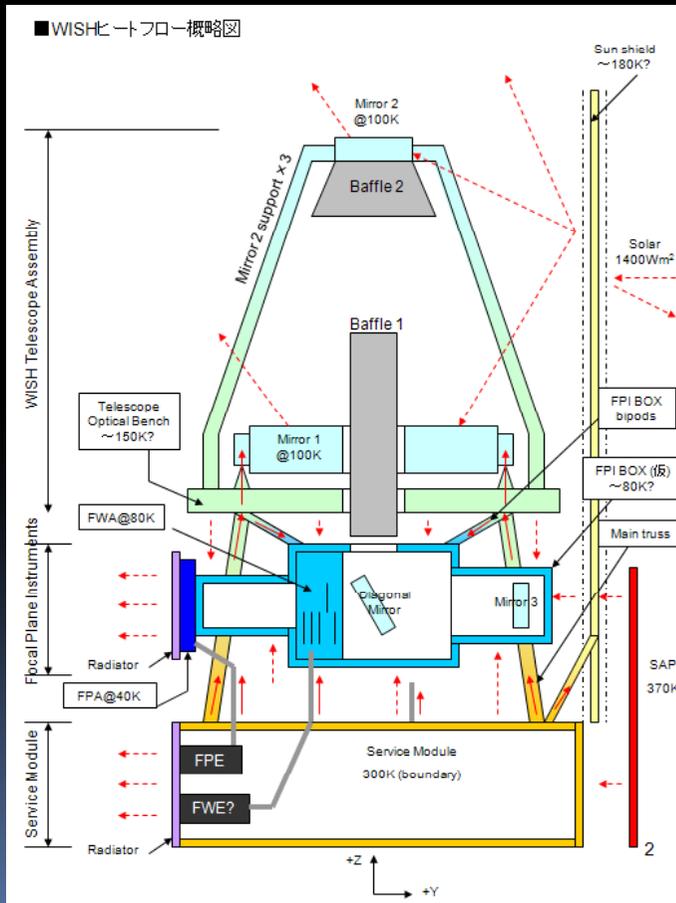
WISH Telescope Structure



今後、予備的熱設計、
主鏡、主鏡保持、
フィルタ交換機構の検討
などを反映して、一段進んだ最適化を行う。

WISH Preliminary Thermal Design

予備的熱設計
JAXA 熱グループと協力
(杉田、佐藤、岡本、他)



現在の簡易モデルでの結果

	予測温度	要求温度
主鏡	79K	~100K
副鏡	132K	~100K
FPI BOX	95K	~80K
FPA	91K *	~40K

* 検出器エレクトロニクス部
(e.g., SIDECAR/ASIC for HAWAII-2 RG)
の排熱を FPI-BOX 側にすることで
検出器自体はさらに冷却可能の見こみ

WISH これまでの進捗

- 光学レイアウト基本案の策定
- 望遠鏡製作性の検討、冷却下での主鏡保持機構
- 望遠鏡・衛星の基本構造
- フィルタシステム検討
- フィルタ交換機構検討
- フィルタ試験
- 準備的熱・構造設計

WISH 今後の推進

ミッション提案に向けて、ミッション要求をさらに精査するとともに、要素技術の評価、設計を進める。

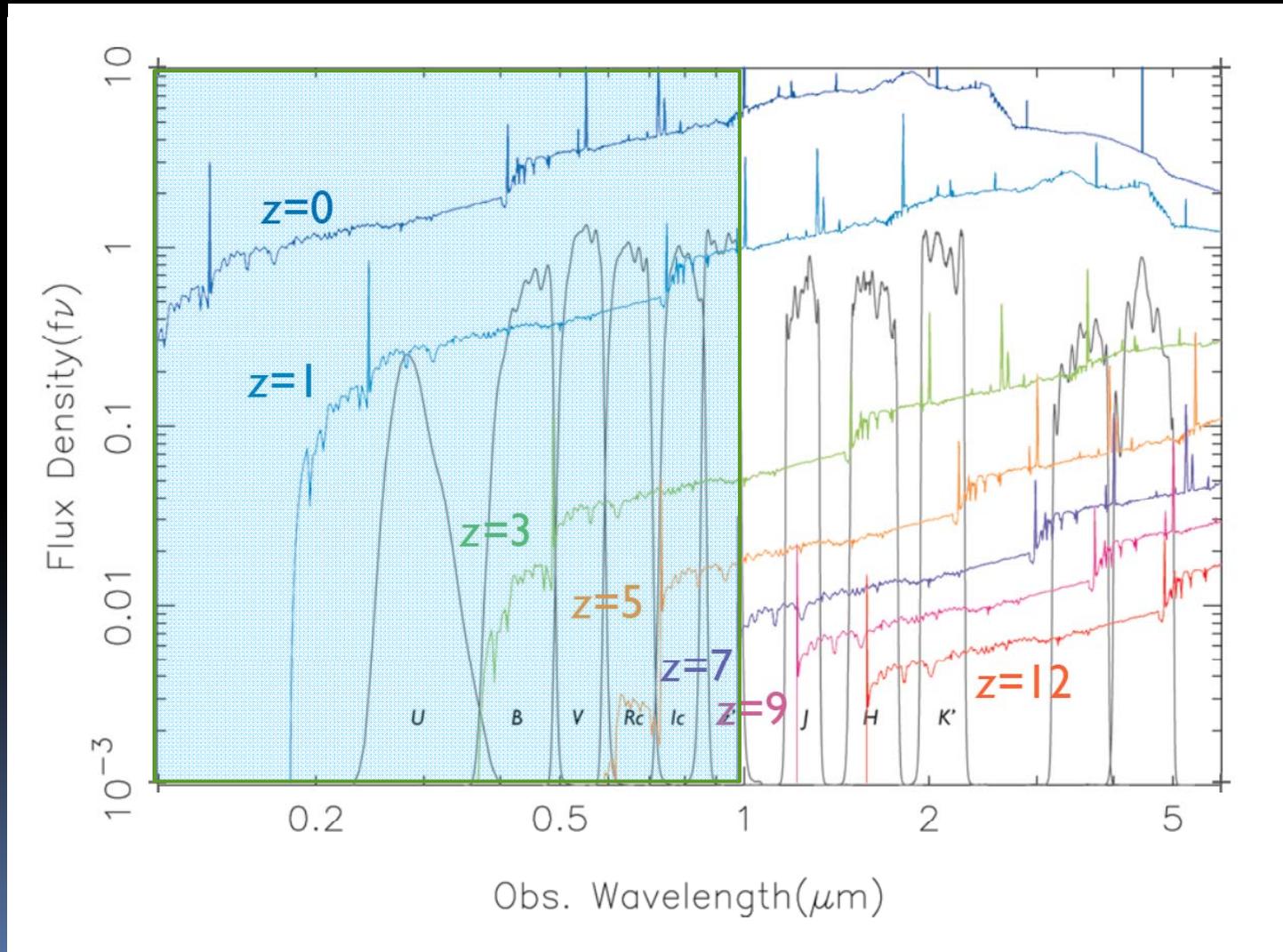
- サイエンス検討会、ワークショップ
- 主鏡保持 試作・試験
- フィルタ交換機構 フリップ式 試作・試験
フィルタ試験
- 望遠鏡・衛星、構造概念設計の詳細化
→ 熱設計、姿勢安定性
- ミッション提案へ向け努力

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 Review 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

Backup

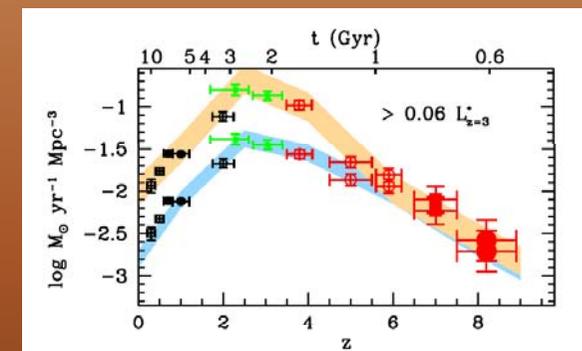
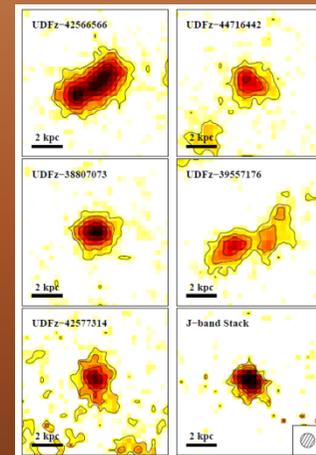
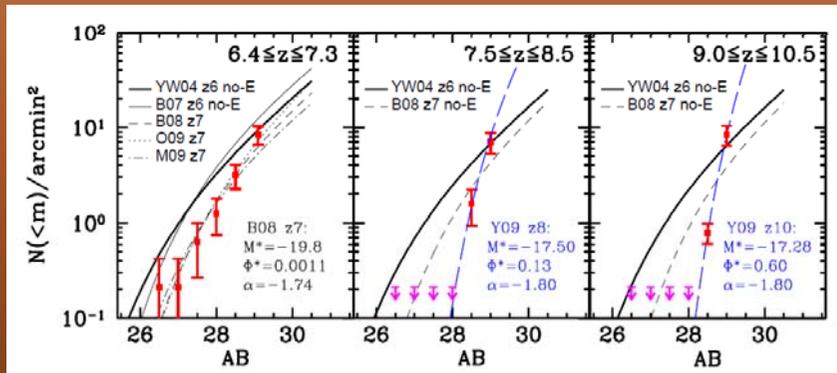
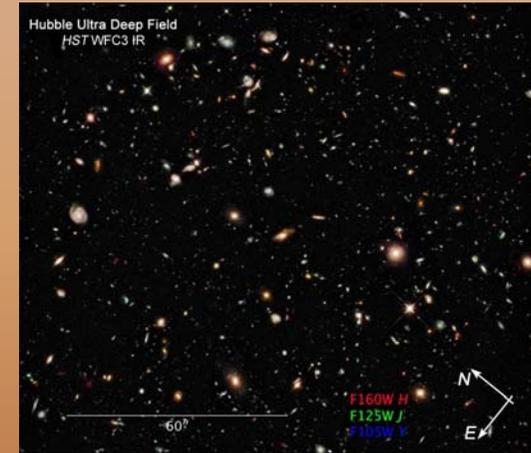
Expected Spectra of $z=0-12$ star-forming (Lyman Break) galaxies



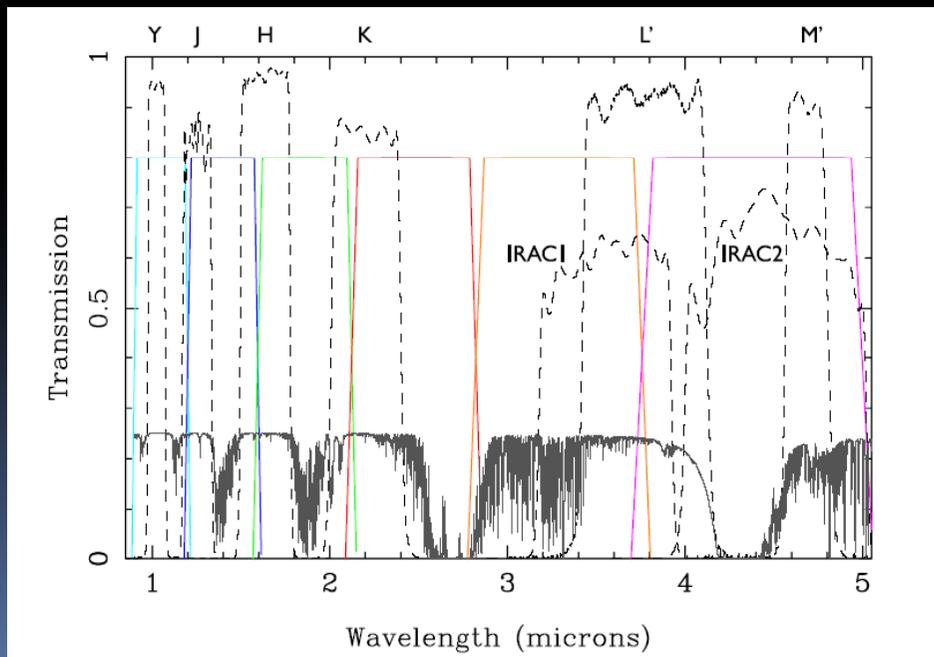
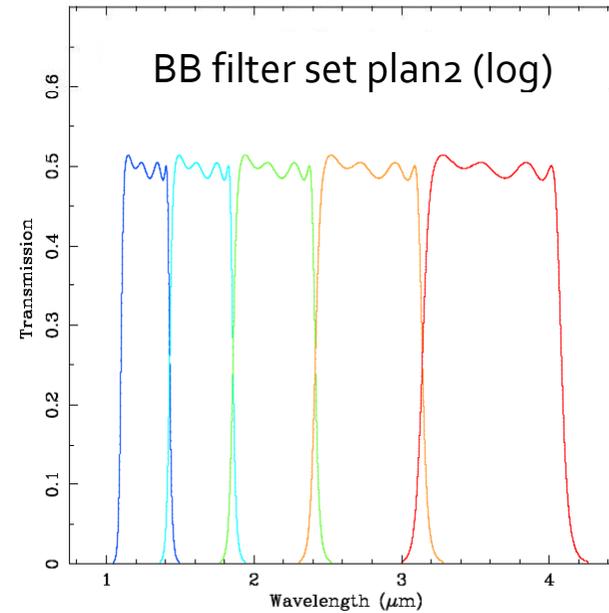
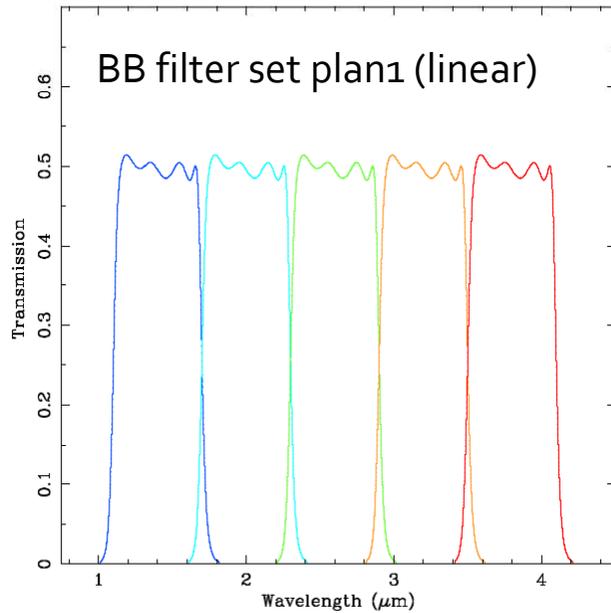
HST SM4 後 WFC3 の初期成果

赤方偏移 $z > 7$ 候補の探査 HUDF
 ~ 15-20時間積分 視野 $2' \times 2'$ AB \sim 28.5

- 再電離期の銀河が観測され始めた!
- 明るい銀河は希少 \sim 0 (小視野)
- $z > 8$ では、不定性が非常に大
 (波長範囲 $1.8\mu\text{m}$ 以下のため)



WISH の必要性がますます高まる結果



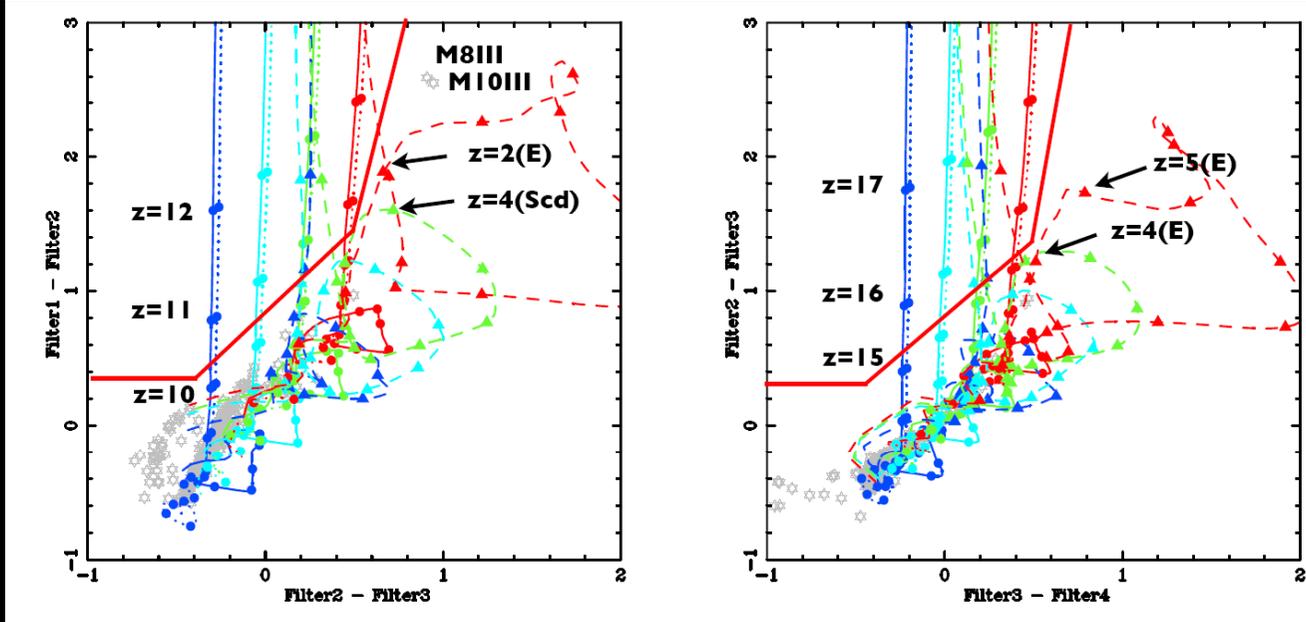
BB filter set plan3 (log, 6 bands)

WISH フィルタ・セット
の検討

→ 今後さらに最適化

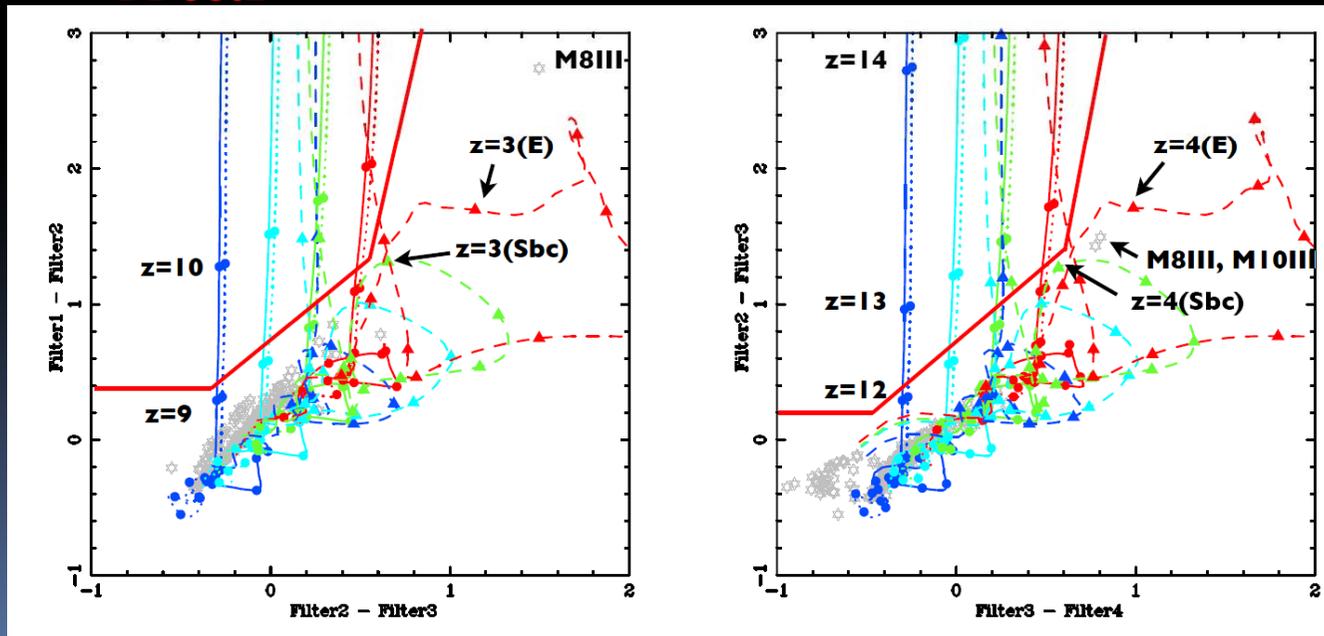
矢部、岩田、鍛冶澤、他

BB set1



- BC2003, const
- ⋯ BC2003, SSP
- E(B-V)=0,0.2,0.4,0.6
- - - CWW
(Im, Scd, Sbc, E)

BB set2

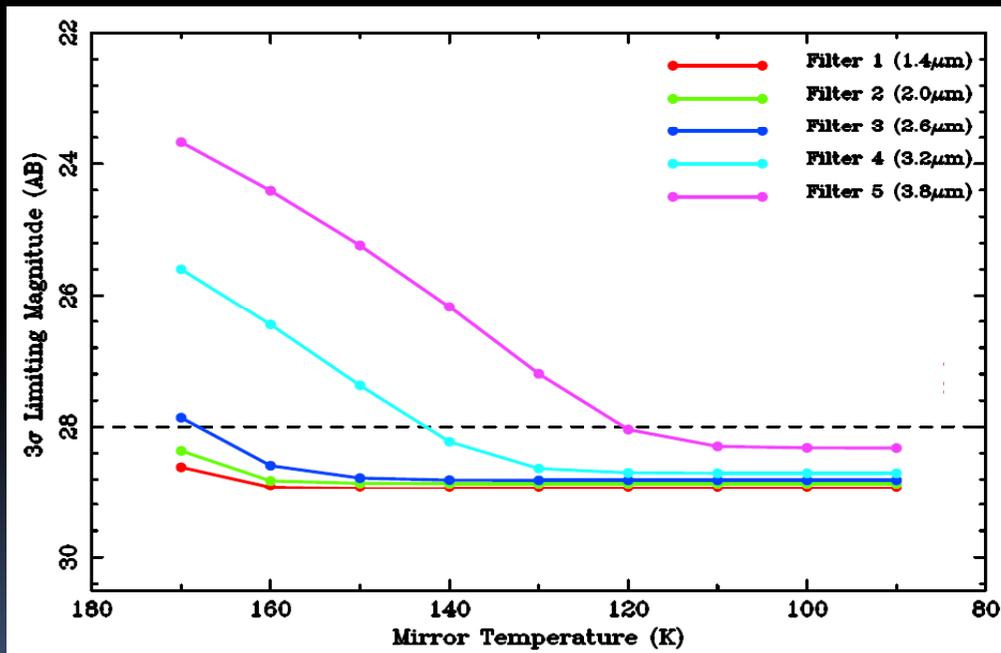


矢部、他

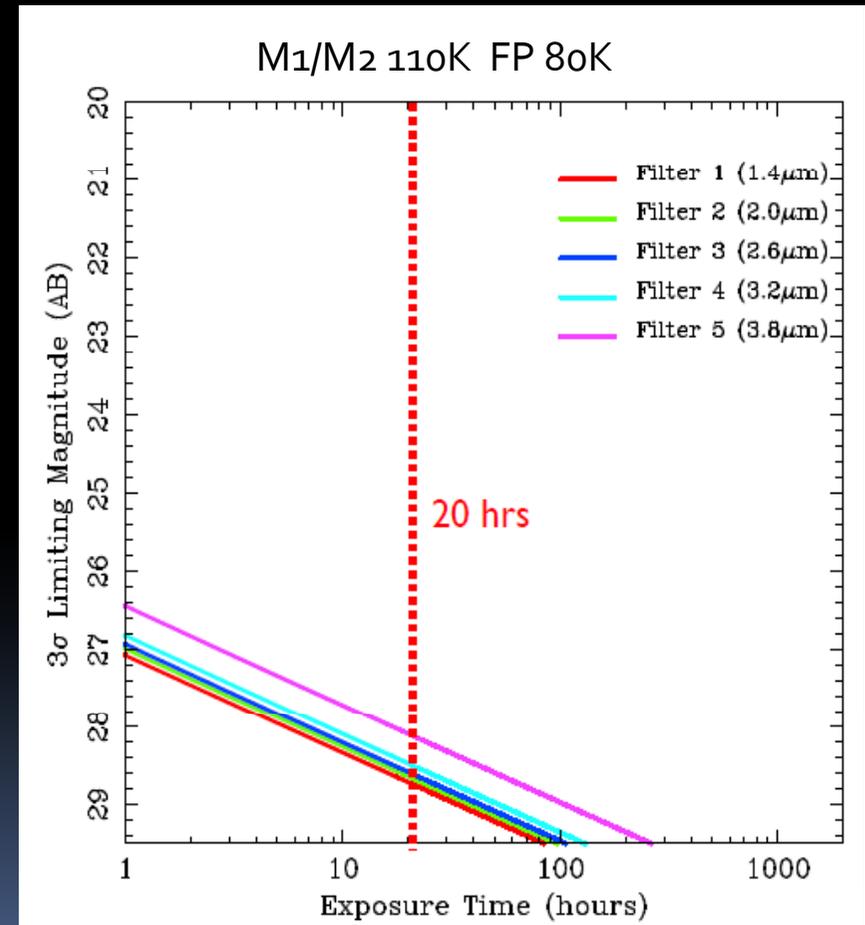
WISH Sensitivity

- 1.5m
- 0.15" /pix
- Zodiacal Light,
Thermal Background

Sensitivity limit of 20-hours exposure



BB Set plan1



矢部、岩田、太田、他