

WISH

upon a first galaxy....

WISH

Wide-Field Imaging Surveyor for High-Redshift

超広視野初期宇宙探査衛星
(仮称)

WISH 計画 推進・検討チーム

メンバー構成

- 山田 亨:PI (東北大)
 - 岩田 生, 常田 佐久, 児玉 忠恭, 諸隈 智貴, 小宮山 裕 (国立天文台)
 - 松原 英雄, 和田 武彦, 大藪 進喜 (宇宙研)
 - 河合 誠之 (東工大)
 - 太田 耕司, 矢部 清人 (京大)
 - 土居 守, 安田 直樹, 内一・勝野 由夏 (東大)
 - 後藤 友嗣(ハワイ大)
- (これまでの検討会に参加したメンバー)

WISH 計画の概要

近赤外線 (波長 1-5 μm) における、これまでにない
超広視野・深宇宙探査計画

再電離期の宇宙を探索し、第1世代と呼べる初期の
天体形成をとらえる

== 銀河宇宙史の究極のフロンティア

主鏡口径 1.5m、広視野 (~1000平方分角)
シンプルな光学系を持つ、単機能・専用望遠鏡
+ 焦点面検出器

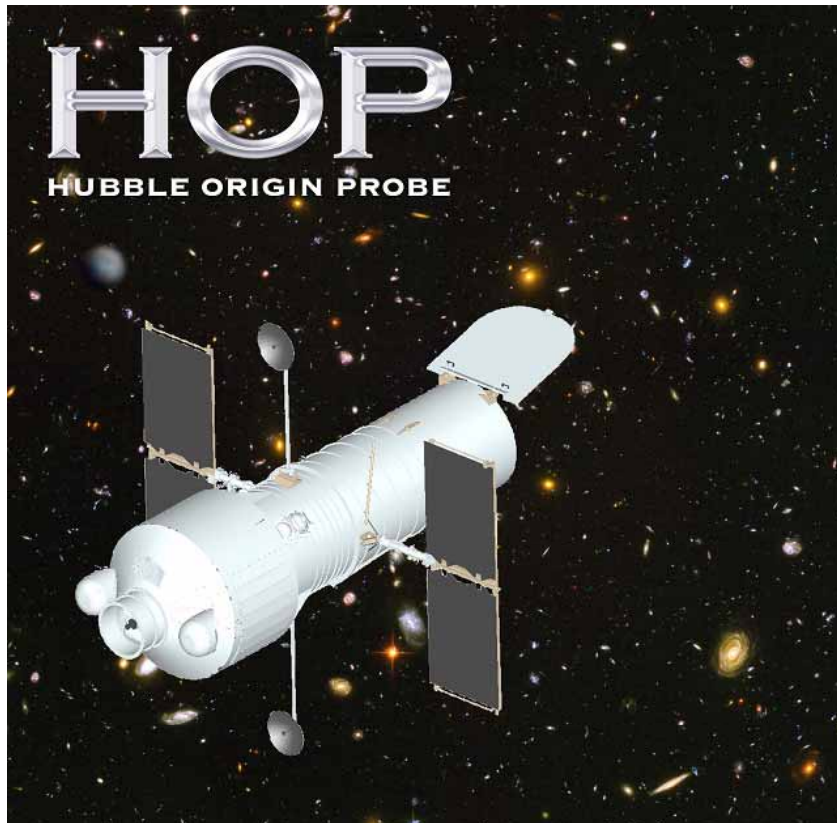
TMT、JWST、SPICA、すばる [HSC, WFMOS]

とも相補的な機能

すばる、ひので、あかりからの発展

HOP 超広視野カメラ計画 (2004-2006)

- HST SM4 中止時の代替オプション (Hubble Origins Probe) に搭載する超広視野カメラ (波長 $<1.05 \mu\text{m}$) の概念検討、R&D
- ユニークなプリズム補正光学系、完全空乏型 CCD、低消費電力のモザイクカメラ・エレクトロニクスの試作、冷凍機低擾乱化、宇宙用大型フィルタ・シャッタ機構の設計、試作



「HOP 超広視野カメラ提案書」

HOP VWFI は、すでに制作されていた HST 用観測装置のため、HST と同様の前提条件のもとでの検討

WISH 計画では、HOP VWFI 検討チームが中心になってキックオフ (現在は、より広い範囲に拡大)

唐突な新計画ではなく、HOP VWFI からの発展的検討

WISH が目指す主要なサイエンス

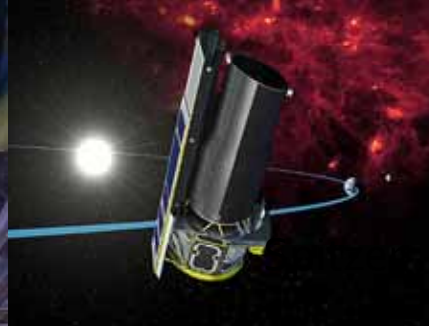
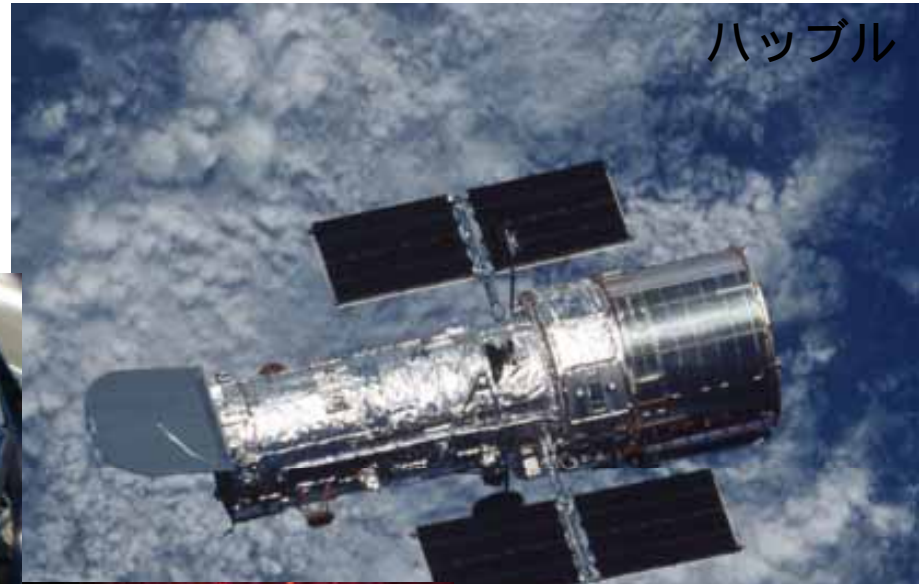
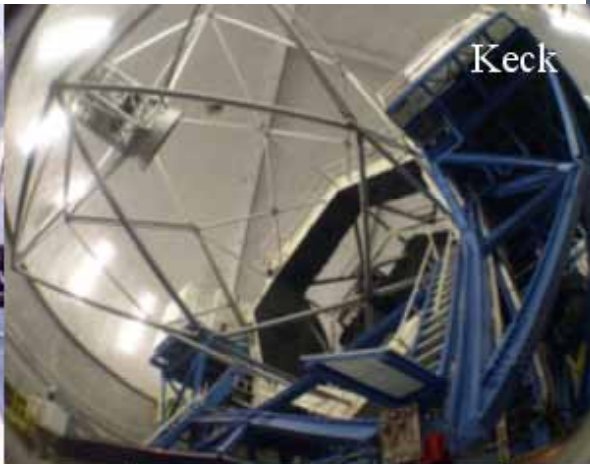
地上から達成不可能な深い探査による
宇宙最遠方＝宇宙最初期の銀河の発見、および
宇宙再電離期における天体形成の系統的研究

遠方 Ia 型超新星探査による宇宙膨張則と
暗黒エネルギーの研究、活動銀河核、ガンマ線バーストなど、
突発天体・変光天体の探査

近赤外線観測の特徴を活かした
銀河形成・進化についての広範な研究

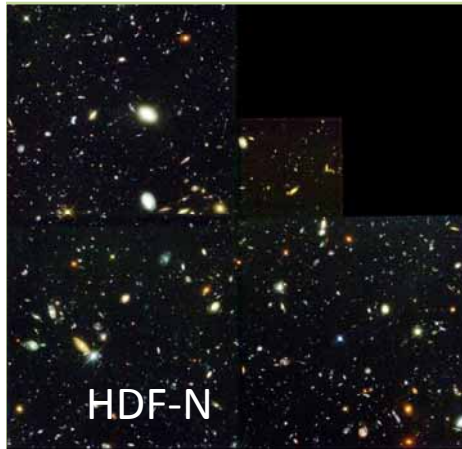
地上巨大望遠鏡と宇宙大天文台

「宇宙史を俯瞰的に捉えることに成功」

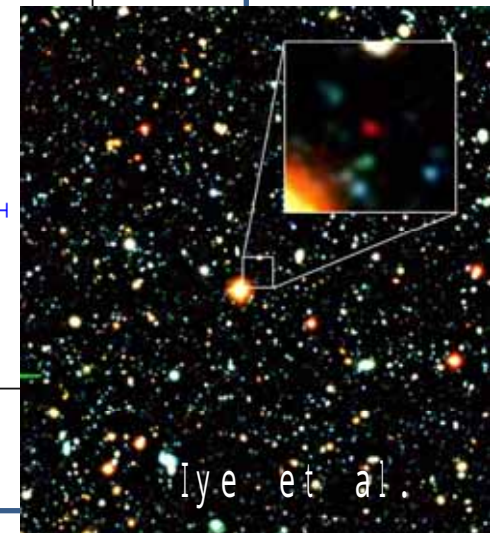
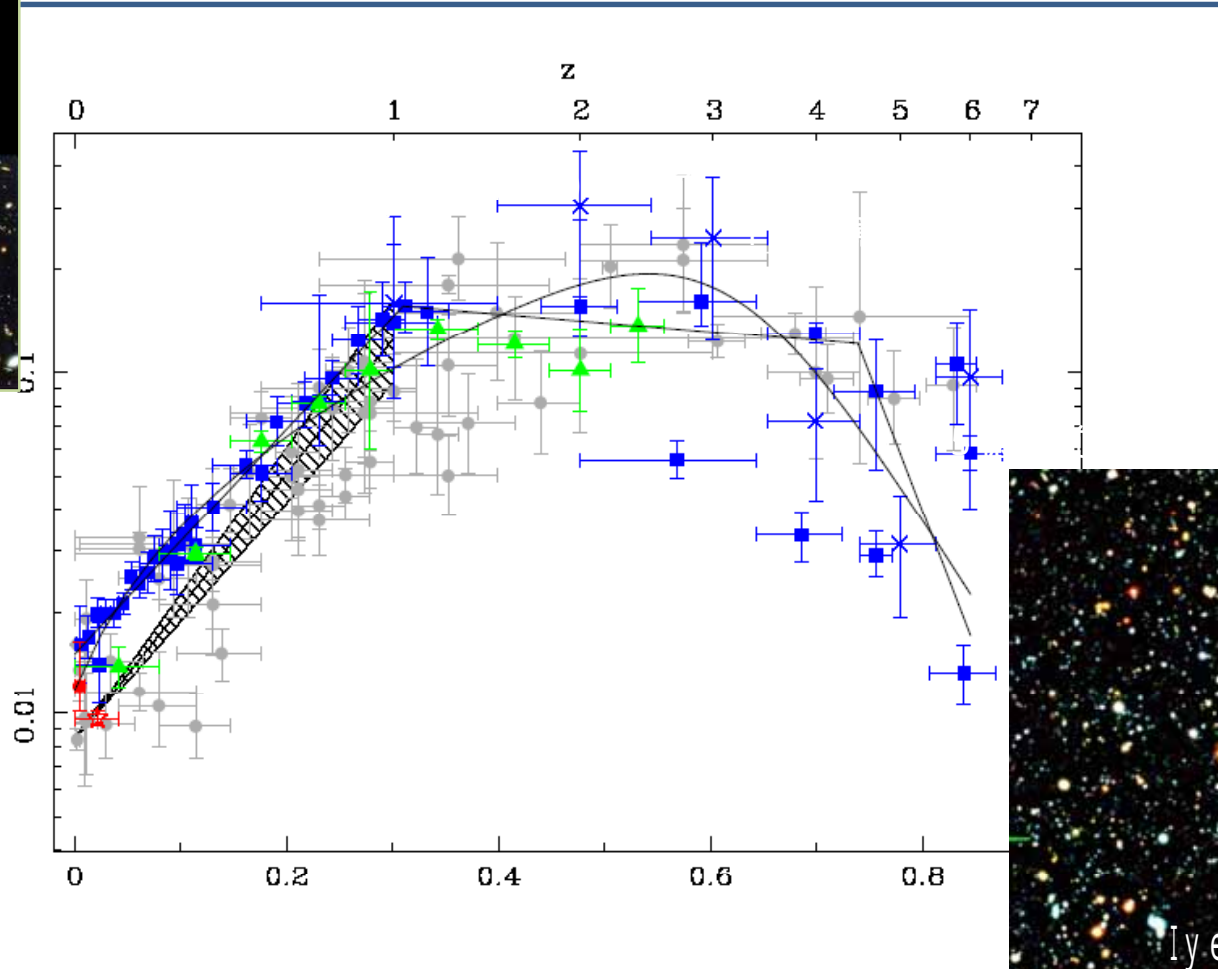


銀河の歴史を俯瞰する

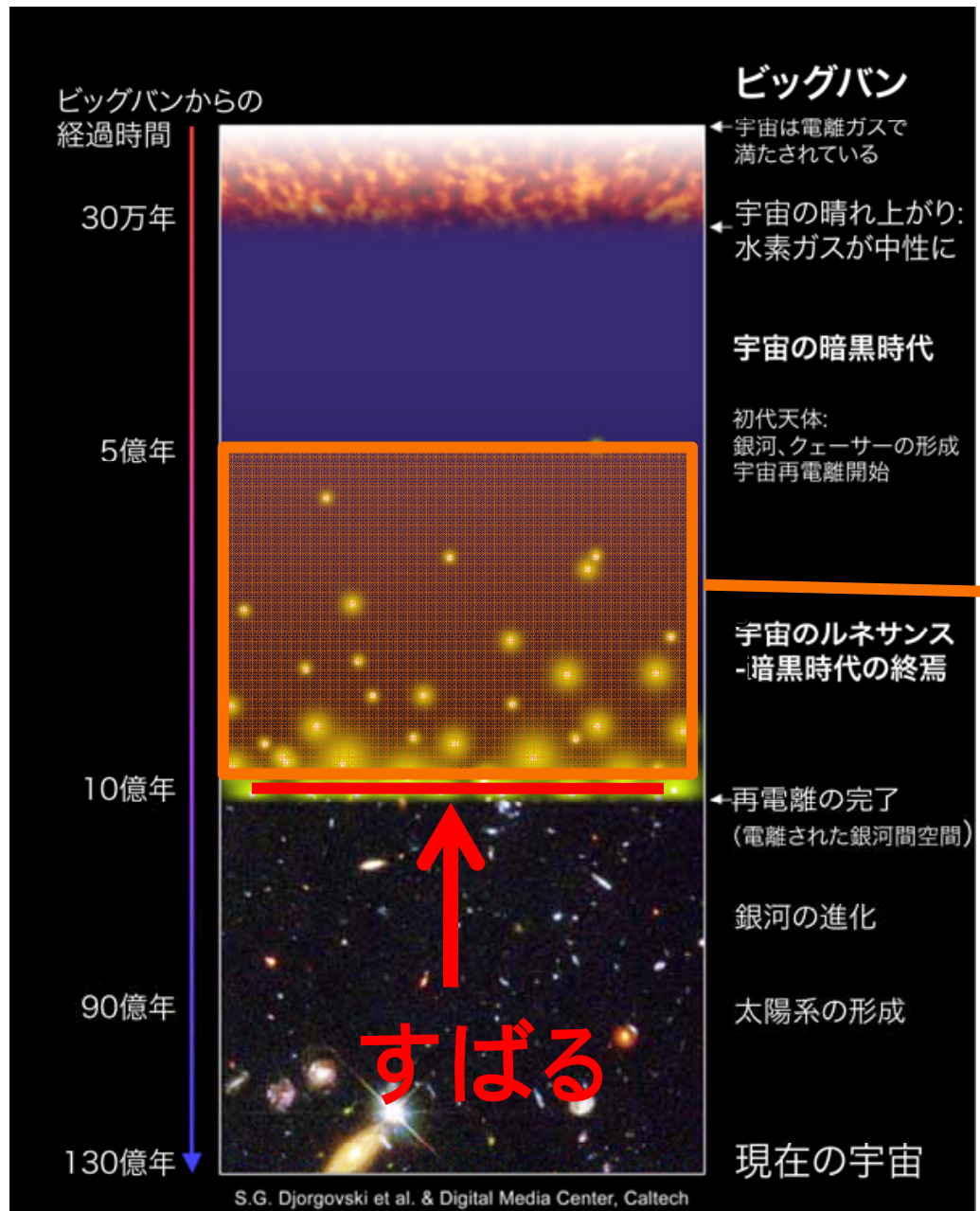
宇宙における銀河・星形成の歴史



星形成率「密度」
/ 1立方メガパーセク



Hopkins and Beacom 2006



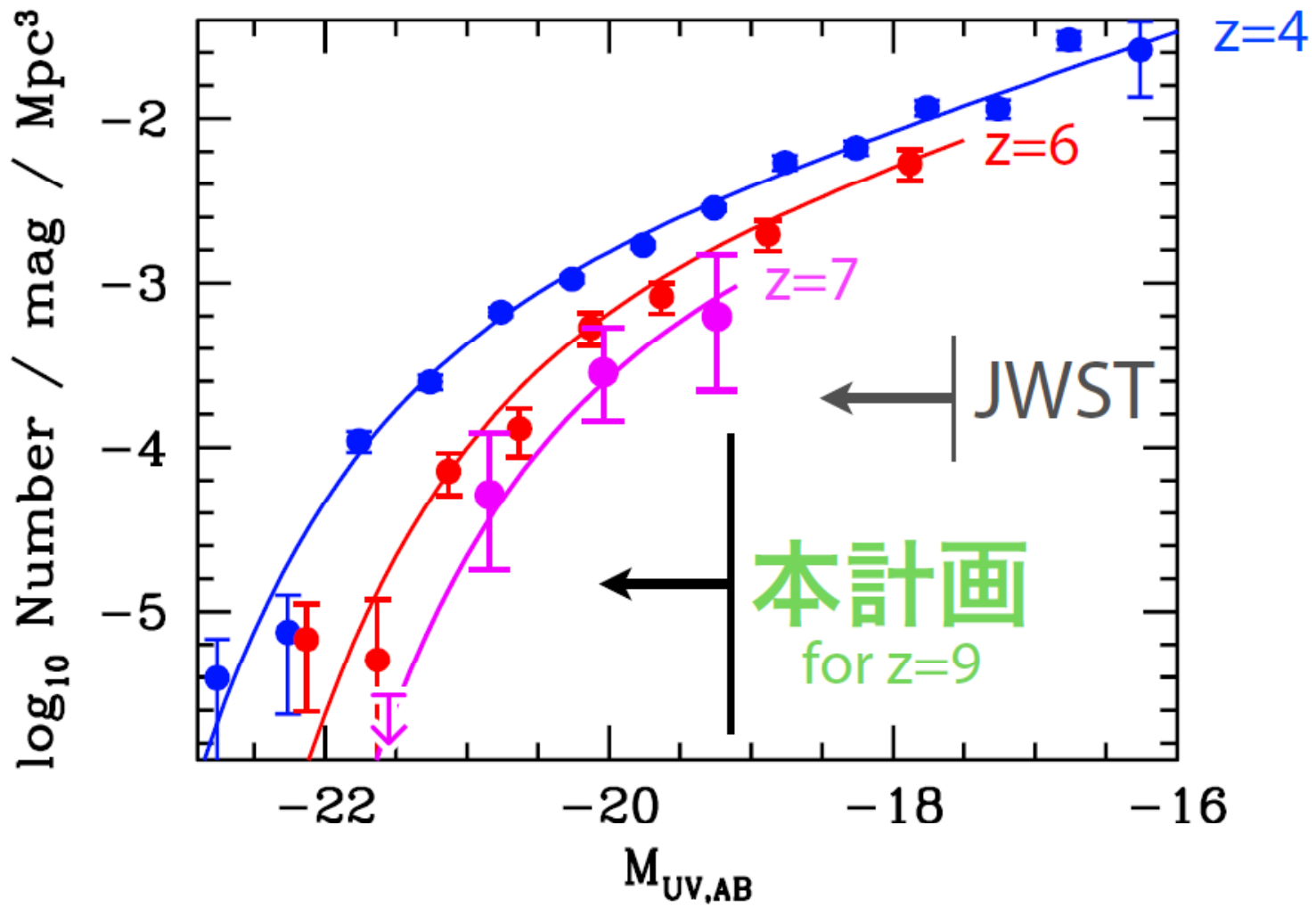
CMB

Dark age ~ 密度揺らぎの成長
HI

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



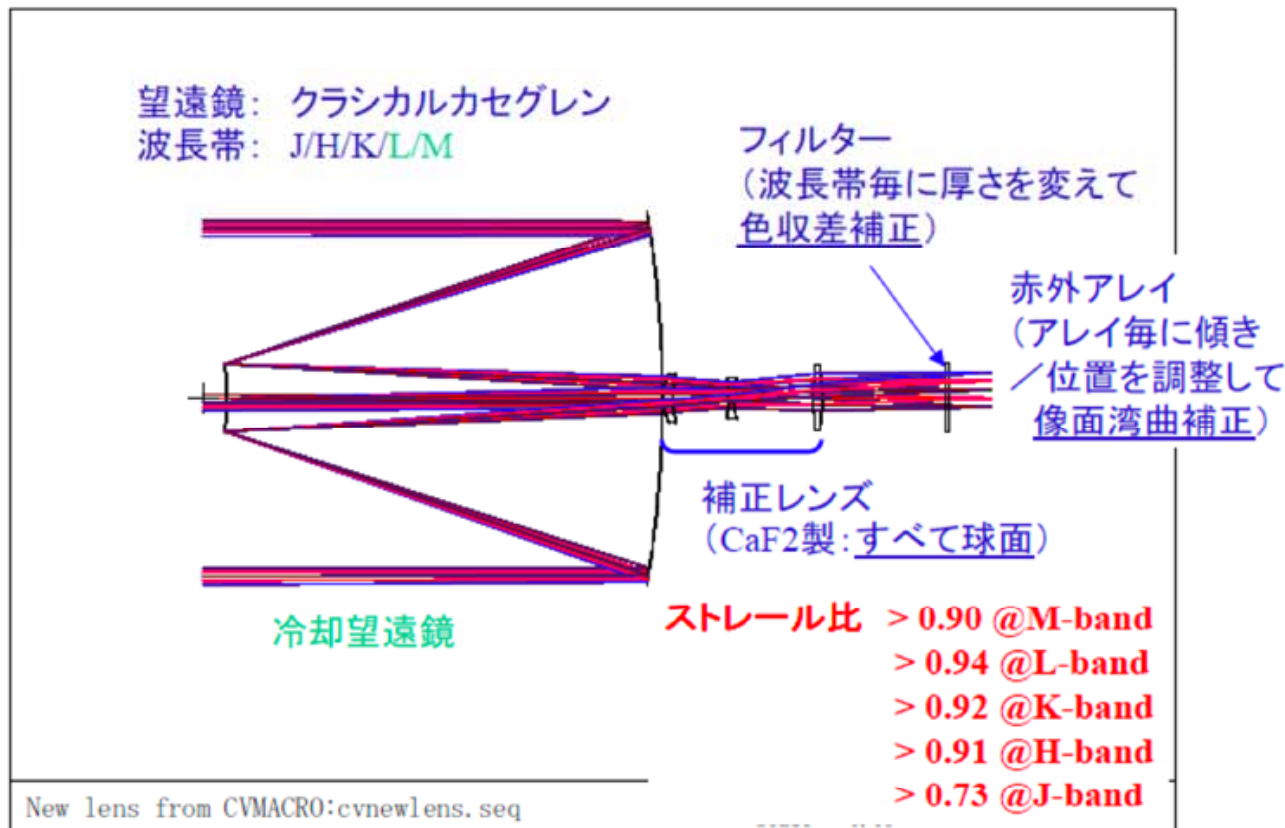
based on Bouwens+2008

WISH 衛星・望遠鏡、基本案

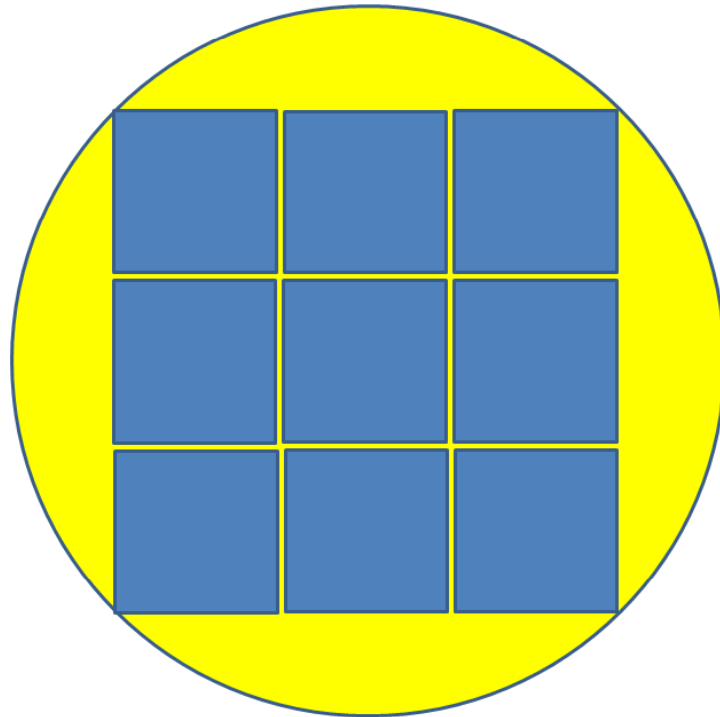
望遠鏡	
主鏡口径	1.5m
観測波長帯	1 μ m - 5 μ m
視野角	約 1 0 0 0 平方分角
冷却温度 (焦点面)	40-100K
広視野赤外線カメラ	
検出器	HgCdTe (18 μ m/pixel) 焦点面にモザイク状に配置
空間サンプリング	0.15"/pix
動作温度	100K (受動的冷却)
フィルタ	1 μ mから5 μ mまでを均一にカバーする約5枚の広帯域フィルター 狭帯域フィルター / スリットレス分光: (TBD)
衛星・ロケット	
軌道	L2 軌道を主に検討中
打ち上げ	HIIA を主に検討中
総重量	TBD (最軽量化を目指して検討)
その他	
ミッション ライフタイム	5 年間

WISH 光学系 基本案

主鏡有効径	1.5m
視野	直径30分角以上、または約1000平方分角以上
焦点面(ピクセル)スケール	F16 0.15秒角/18 μ m (想定される検出器のピクセルサイズ)
波長範囲	波長範囲 1-5 μ m

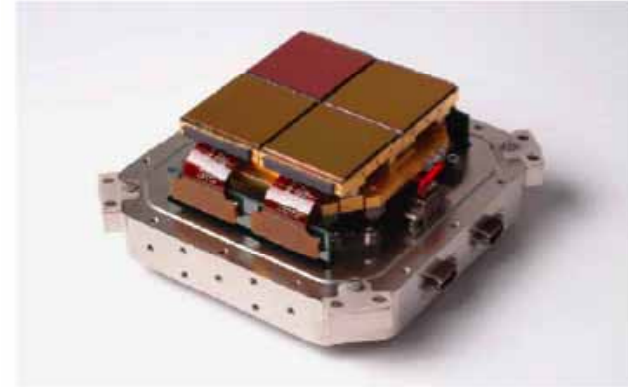


WISH 焦点面検出器配置模式図



視野直径
43.5'

検出器
0.15"/pix
4k x 4k
10.3' x 10.3'
X 9



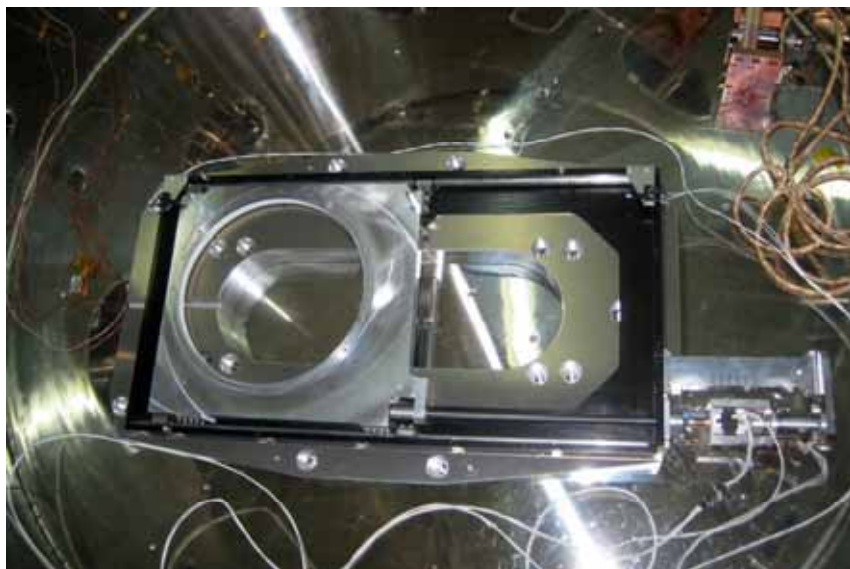
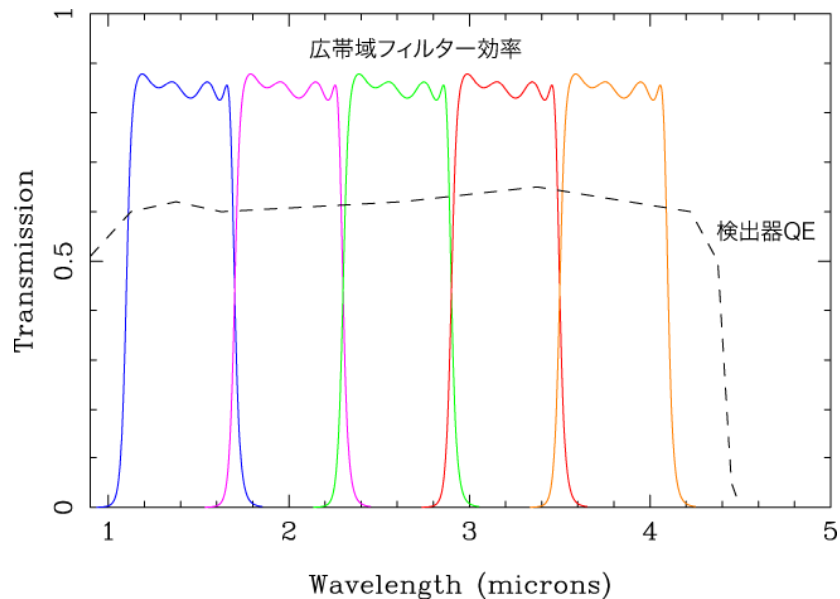
	$\lambda_{\text{cutoff}}=2.5\mu\text{m}$	$\lambda_{\text{cutoff}}=5\mu\text{m}$
Detector material	HgCdTe	HgCdTe
Spectral range	1 ~ 2.5 μm	1 ~ 5 μm
Array configuration	2048 x 2048	2048 x 2048
Unit cell size	18 μm x 18 μm	18 μm x 18 μm
Operating temperature	80 K	35 ~ 37 K
Dark current	<0.01e-/s/pixel	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

データ・生成率 3-4 Mbps

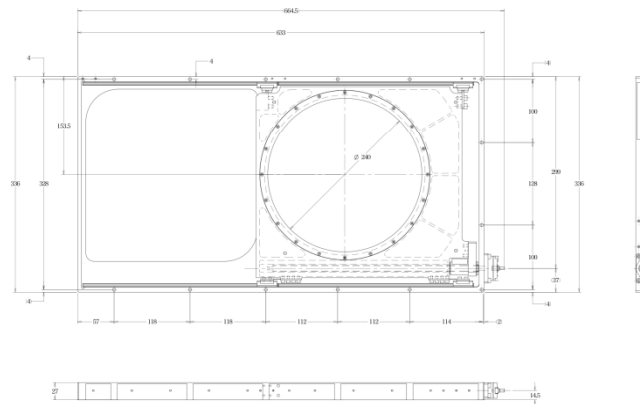
データ・ダウンリンクレート < 10 Mbps

WISHフィルタ基本案

1-5 μm 広帯域フィルタ 5枚
+ 狭帯域フィルタ

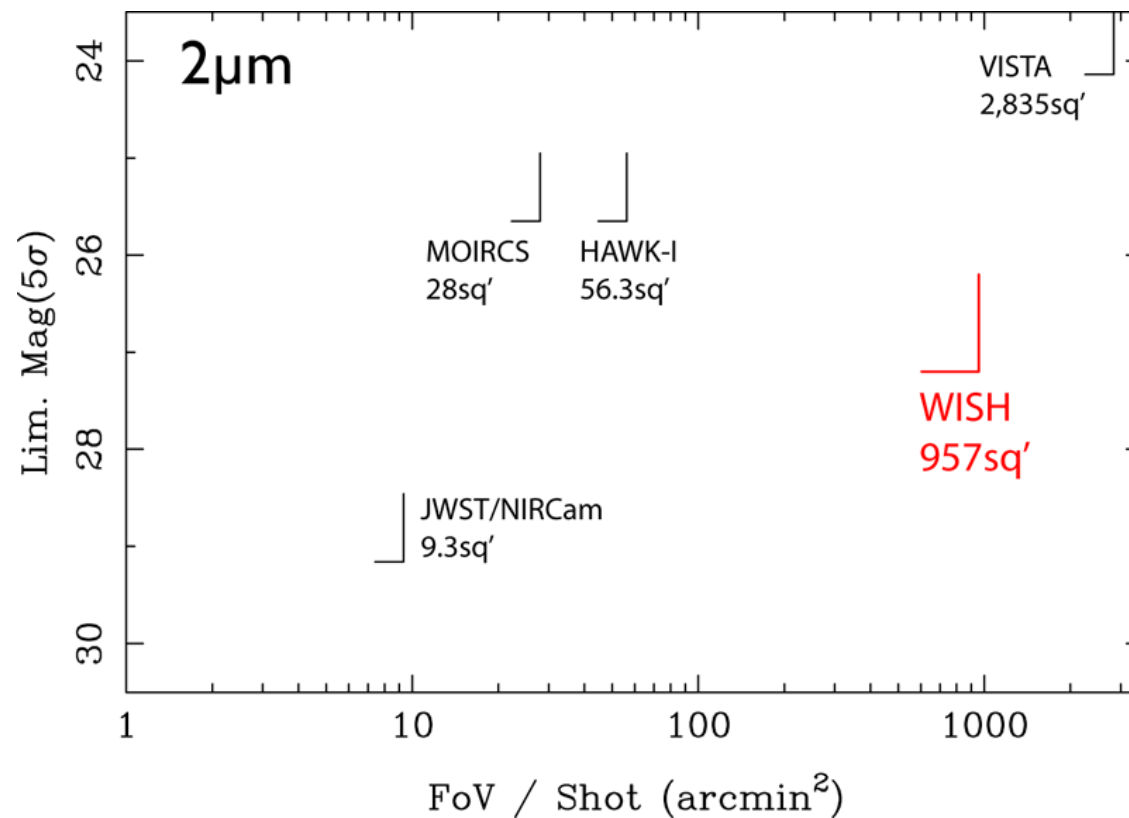


HOP VWFI 用に開発した
大型フィルタ・シャッタ機構
現在連続稼働試験中(7万回はクリア！)



WISH サーベイ計画と期待される成果

近赤外線で、ユニークなサーベイ能力



広視野

安定した広視野での
高解像度

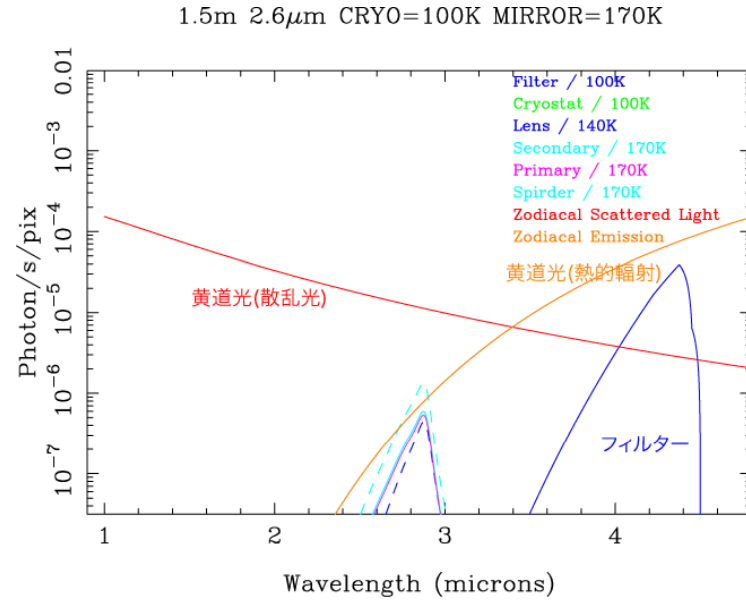
スペース環境での
低背景光による
高感度

WISH 検出限界

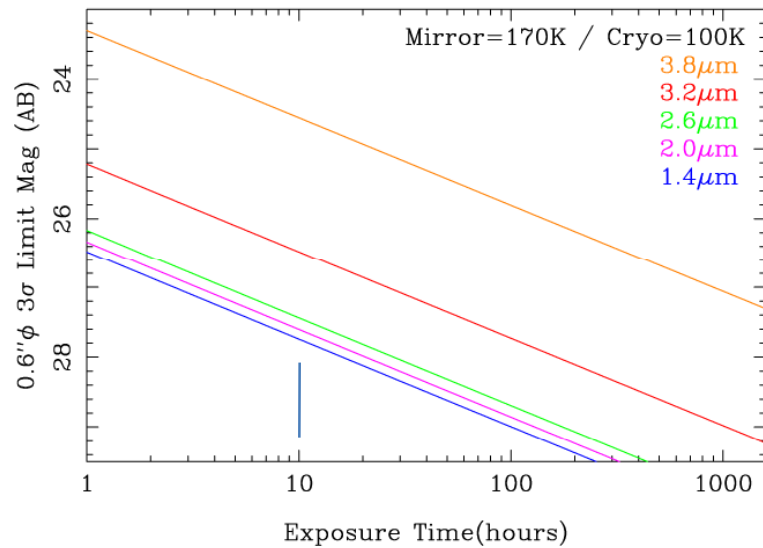
1.5m

0.15" /pix

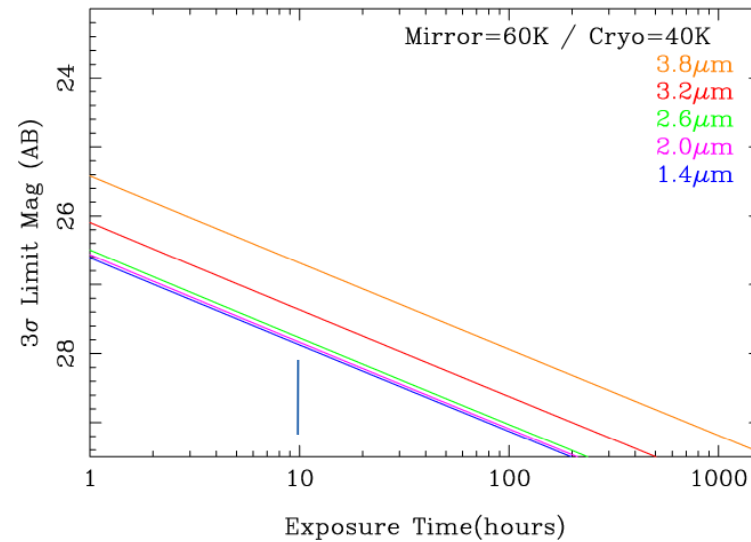
黄道光、熱背景雑音



Limiting Mags for 1.5m Space Telescope



Limiting Mags for 1.5m Space Telescope



WISH サーベイ観測を主体とする衛星

サーベイ	検出限界	バンド数	面積	備考
Ultra Deep Survey	28 AB	3	100 平方度	
Multi-Band Survey	27-28 AB	5	UDS 内	Narrow-Band? Grism?
Ultra Wide Survey	24-25 AB	2 - 3	1000 平方度	

期待される最遠方銀河の検出数 (UDS)

~28 等まで探査し、静止系 UV 波長で27AB より明るい銀河

(A) $z=7$ から No Evolution

(B) $z=7$ から、0.5等、暗くなる進化

(C) $z=7$ から、1等、暗くなる進化

赤方偏移	検出数(A)	検出数(B)	検出数(C)
$z=8-11$ (J-drop)	82,600	28,200	6,900
$z=11-14$ (H-drop)	68,500	6,900	1,100

今後の検討の進め方、スケジュール案

年度	目標	タスク
Yr0 (2008-)	プロジェクト検討開始 概念検討、WG 結成 口径、軌道など主要素策定	宇宙研 理学委員会 WG 申請 科研費 申請開始
Yr1-2 (2009-2010)	概念検討 主要素決定 / 要素技術検討 (衛星/OTA/VWFI-IR)	天文台 R&D 開始 大型科研費申請
Yr3 (2011)	CoDR / PDR Phase A / Proto Model 制作開始	
Yr4-5 (2012-13)	PM 制作・試験 主鏡制作開始 / 検出器制作開始	
Yr6-7 (2014-15)	PM試験 CrDR Flight Model 制作開始	
Yr8 (2016)	FM 制作 / 試験	
Yr8-9 (2016?)	FM 試験 打ち上げ	

他の超大型計画との相補性、親和性

TMT / E-ELT など地上超大型望遠鏡

宇宙最初期の銀河探査は、いずれも中心課題(サイエンスの親和性)

WISH-撮像 ↔ TMT-分光 (TMT は広視野カメラは[現時点では]ない)

WISH 1時間検出限界 ~ 26.5 等 ~ TMT (IRMOS) による分光検出限界 ~ 0.1 μ Jy

(強い親和性)

おそらく、波長 1-2 μ m で、

> 1平方度で、AB26.5 等を超える撮像サーベイは他に存在しないだろう

“TMT へのターゲット供給源”

SPICA

SPICA ~ 5-200 μ m

WISH 1 - 5 μ m (観測波長の相補性)

遠方銀河: WISH 宇宙最初期(再電離期)の銀河探査

SPICA 塵に包まれた銀河形成物理の解明

(サイエンスの相補性)

他の超大型計画との相補性、親和性

すばる HSC / WFMOS

HSC $<1.05\mu\text{m}$ Ly α $z < 7$
WISH $1-5\mu\text{m}$ Ly α $z > 7$ (相補性)

WFMOS (分光) (相補性)

ALMA

WISH 静止系可視光での画像データ
ALMA ガス、ダスト成分の分布 ($\sim 0.1''$ 分解能) (強い相補性)
WISH による星形成領域の観測も。

JWST

視野の相補性

WISH 深探査 \rightarrow JWST 分光 ($\sim 10\text{nJy}$) へのターゲット供給

HST WFC3 視野、観測波長 (WFC3 $< 1.7\mu\text{m}$)

地上望遠鏡 感度、観測波長

WISH 今後の進め方

2008年9月 宇宙研理学委員会にWG 設立を提案予定

本格的な概念検討、R&D 開始
より幅広いサイエンスの議論

さらに広い範囲で、検討への参加を期待
- 9月中旬に、次回検討会

興味をお持ちの方は、
岩田 (iwata @ oao.nao.ac.jp)
山田 (yamada @ astr.tohoku.ac.jp)
まで、コンタクトをお願いします。

(質疑応答 — Q:質問, A:回答, C:コメント — 氏名無しは発表者の発言, 敬称略)

(Q) 予算はどの程度? (吉田み)

(A) 全部で250億円くらい。

(Q) JWST との関係は? (中川)

(A) JWST では主に狭く深い観測が行われるだろう。WISH では100平方度まで行けるので、まとめて天体を捕まえることが出来る。また JWST は汎用望遠鏡なので、両者が同時に上がれば WISH で見つけて、JWST で分光ということも出来る。

(Q) この pix サイズにした理由は? (斉藤)

(A) 観測バンドと口径、限界等級から決めた。現在は、波長 1.5um で最適化した値である。HST/WFPC2 や NIC-MOS は undersampling なので、drizzle が有効だった。