



WISH計画

WISH: Wide-field Imaging Surveyor for High-Redshift
超広視野初期宇宙探査衛星

ポスター

1. 岩田、他 計画概要
2. 矢部、他 サイエンス

Toru Yamada (Tohoku University)
on behalf of

WISH Working Group

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

WISH Working Group and Meetings

山田亨 (主査、東北大)

岩田生、矢部清人、常田佐久、児玉忠恭、小宮山裕、中屋秀彦 (国立天文台)

松原英雄、和田武彦、杉田寛之、佐藤洋一、岡本篤、安藤 (JAXA)

馬渡健、久保真理子 (東北大)

太田耕司、筒井亮 (京都大)

諸隈智貴、東谷千比呂、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 (DARK)

井上昭雄 (大阪産業大)

池田優二 (フォトコーディング)

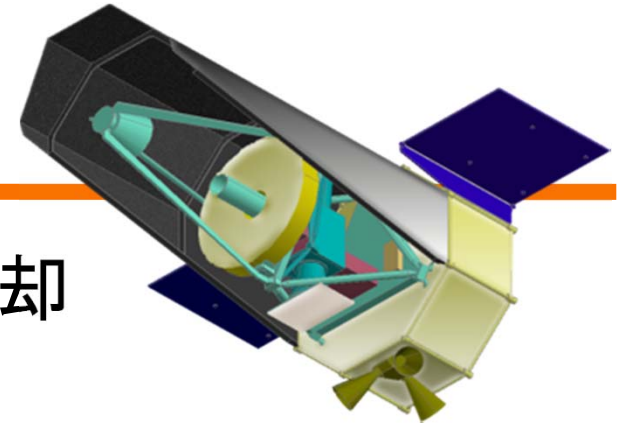
岩村哲 (エム・アール・ジェイ)

定例 WISH 検討会 毎月・第2火曜日

WISH 技術検討会 随時

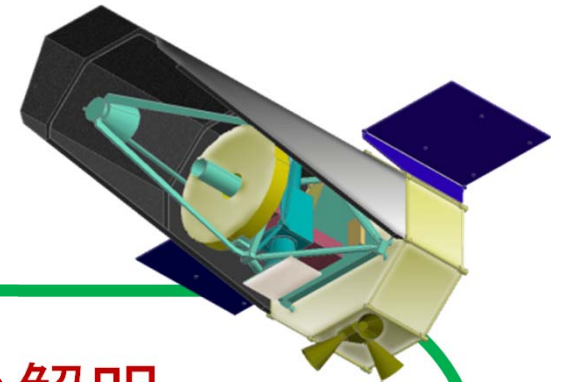
WISH サイエンスワークショップ 2012年7月19-20日

WISH 計画・主要な特徴



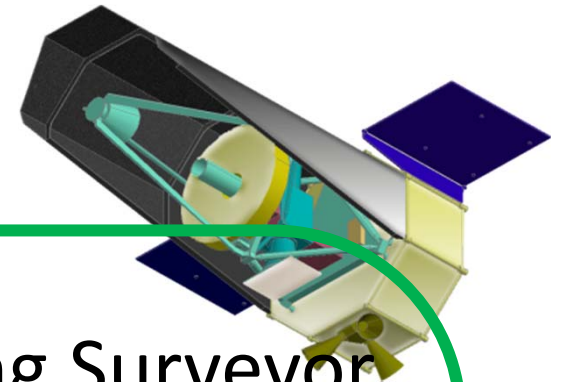
- 口径 **1.5m**の光学望遠鏡 **100K**に冷却
- ~ **850 平方分角**の広視野カメラ
近赤外線 (**波長1-5 μ m**) の
「宇宙の **Suprime Cam**」
- 広視野**サーベイ**に特化した運用 **28等**、**100平方度**
- 十分なサンプリング
(**0.155"/18 μ m pix** ← 1.5 μ m 回折限界に最適化)
- 望遠鏡 ~ 90-100K, 検出器 ~40-50K の低温
機械式冷凍機を使わず冷却 **SE-L2軌道 HIIA**
- 2008年~ **JAXA/ISAS 理学委員会 WISH WG**

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
- 様々な分野における近赤外広視野観測研究

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 $z=14-17$
- ~ 2000 type-Ia SNe at $z=0.5-2$
- Concept developed under JAXA/ISAS WG
to be launched in late 2010's

WISH Schedule (WG提案)

予算年度	内容	Phase
第0年 (2008)	プロジェクト開始 JAXA/ISAS Working Groupの設立 仕様策定のための概念検討	Working Group
第1-4年 (2009-2012)	概念検討、基礎開発研究の遂行 衛星計画ミッション提案のとりまとめ 初期プロトモデル制作、試験	
ミッション提案 ミッション要求審査 (MRR)、ミッション定義審査 (MDR)		
第4-5年	ミッション定義段階 ミッション各部の概念設計 プロトモデル製作	Phase A
システム要求審査 (SRR)		
第5-6年	プロトモデル製作、試験 概念設計	Phase A
システム定義審査 (SDR)		
第6-8年	基本設計 Preliminary Design Review 主鏡、検出器について調達 (制作) 開始 詳細設計 Critical Design Review フライトモデル部分製作開始	Phase B
ミッション最終審査		
第9-10年	フライトモデル製作、試験	Phase C
第10年 (NET 2018)	フライトモデル試験、打上	

光赤天連ロードマップと WISH

- 2003-2005 年の「2010年代の光赤外天文学」の議論の時点では、WISH はまだ登場していなかった。
- **2008年9月**に 2010年代後半以降の計画として、JAXA/ISAS 理学委員会に提案。WG設置。
- 過去 ~4年間の計画検討、開発研究
- **2012: WISH ミッションの提案へ(直近の計画公募)**
「WISH ミッション提案書 第1版(自家版)」> 500 ページ
(近日完成予定)

衛星計画の成立性
コミュニティ・サポート
体制

2012年7月19日－20日 WISH サイエンスワークショップ

<http://www.wishmission.org/files/20120719/index.html>

(or google “wishmission”)



2012年7月19日－20日 WISH サイエンスワークショップ

<http://www.wishmission.org/files/20120719/index.html>

(or google “wishmission”)

● Surveys

- 初期宇宙銀河観測
- Ia型超新星探査と宇宙膨張史／暗黒エネルギー
- 初期宇宙クエーサー / AGN
- 高精度 photo-z による銀河進化研究 / 原始銀河団
- Orphan GRB / Very High-z GRB

● 銀河面 Campaign 散開星団/変光天体

● バルジ Campaign 位置天文観測 JASMINE 計画との協力

● Transit 系外惑星 Campaign

● 重力レンズ系外惑星 Campaign

● 太陽系小天体 氷探査 Campaign

WISH スペース国際広視野計画との比較

表 14.1.3 Euclid , WFIRST 近赤外撮像チャンネルと WISH の比較

	Euclid	WFIRST	WISH
Mirror	1.2m	1.3m	1.5m
Wavelength Coverage	0.9-2 μ m	0.8-2 μ m	1-5 μ m
FoV	0.5deg ²	0.3deg ²	0.23deg ²
Pixel Scale	0.3arcsec	0.18arcsec	0.155arcsec
Num. Pixels	64Mpix	144Mpix	128Mpix
Filters	YJH	4BB	6BB+NB
Survey Area Deep	40deg ²	?	100deg ²
Survey Depth Deep	26AB	?	28AB
Survey Area Wide	20000deg ²	HL >2500deg ²	>1000deg ²
Survey Depth Wide	24AB	25AB	24-25AB
Primary Science	Dark Energy	Dark Energy Exoplanets QSO	First Galaxies

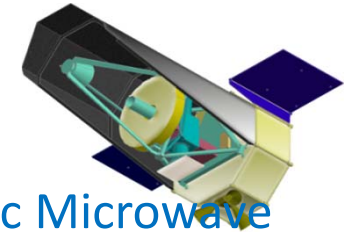
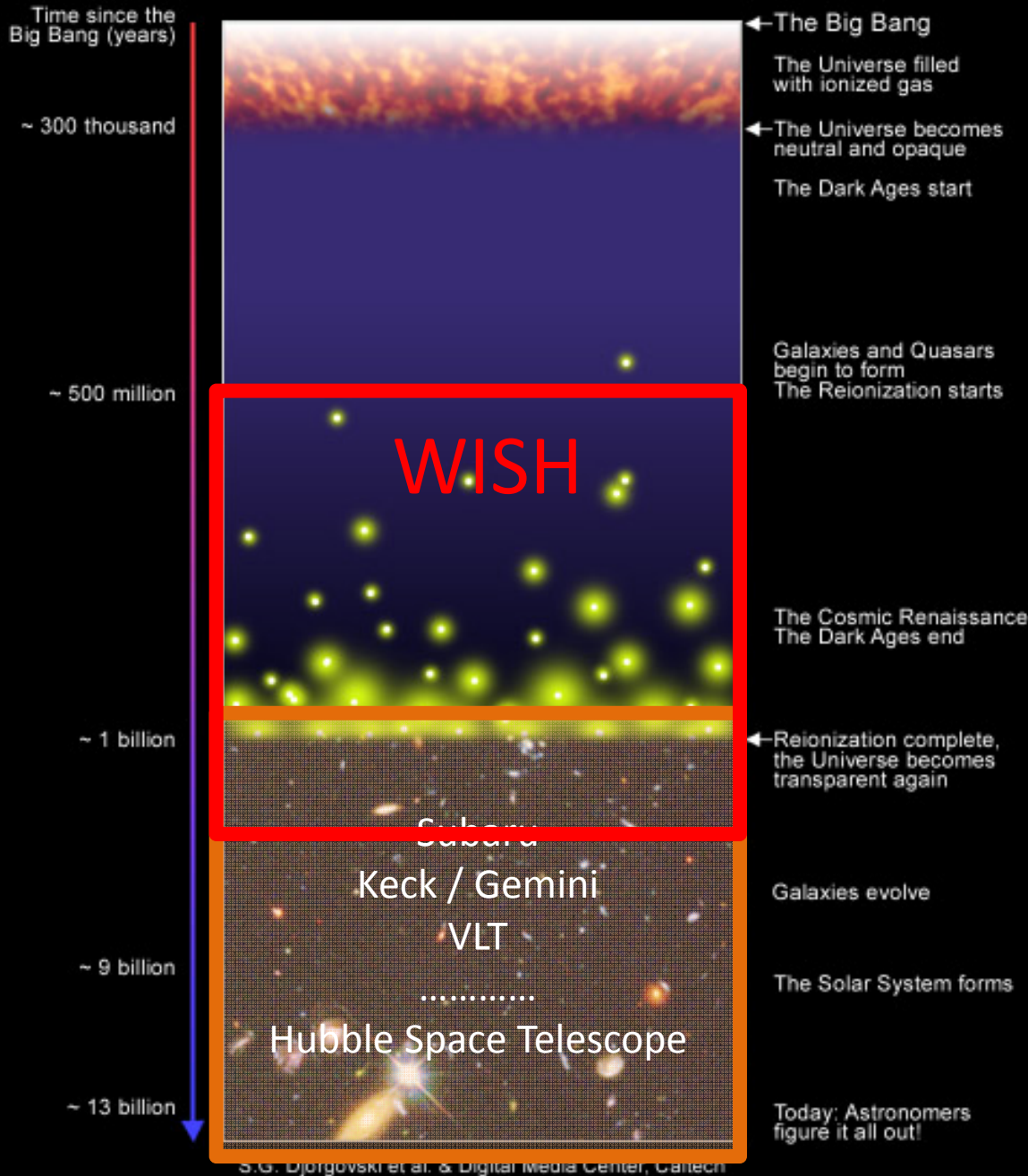
WFIRST: 2011 July SDT Interim Report
Euclid: web page

「すばるの次へ」

- 高赤方偏移銀河 すばる → $z \sim 7$
 $z > 7$: 宇宙再電離を跨ぐ初代天体形成期
- $z > 7$ 天体の観測には、地上でできない
近赤外・広視野・深宇宙探査が必須。
- 「すばる」「あかり」からの発展として
これまでにないスペース近赤外
高解像度・高感度・広視野サーベイ

What is the Reionization Era?

A Schematic Outline of the Cosmic History



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

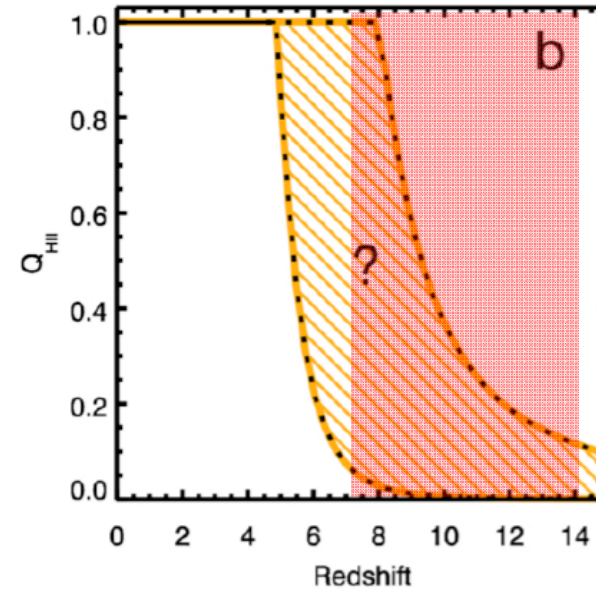
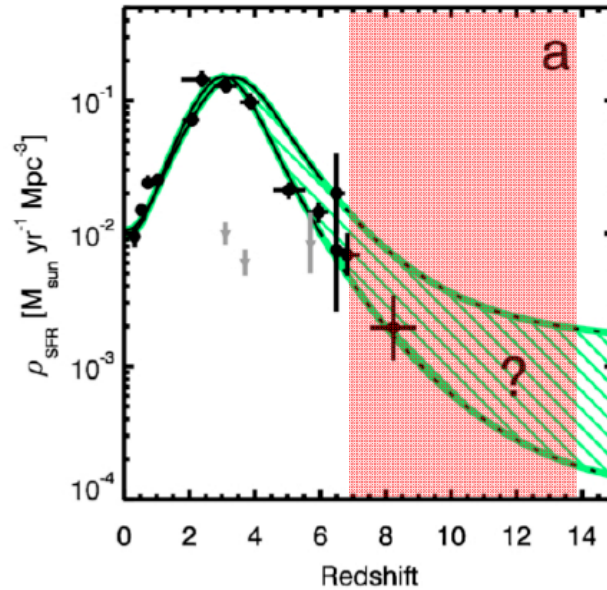
First-Generation Galaxies

Ultimate Frontier of Galaxies

Universe: **Ionized**

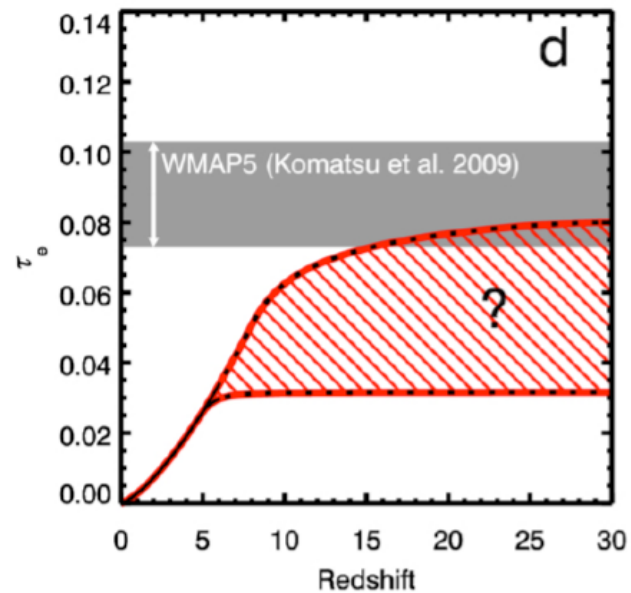
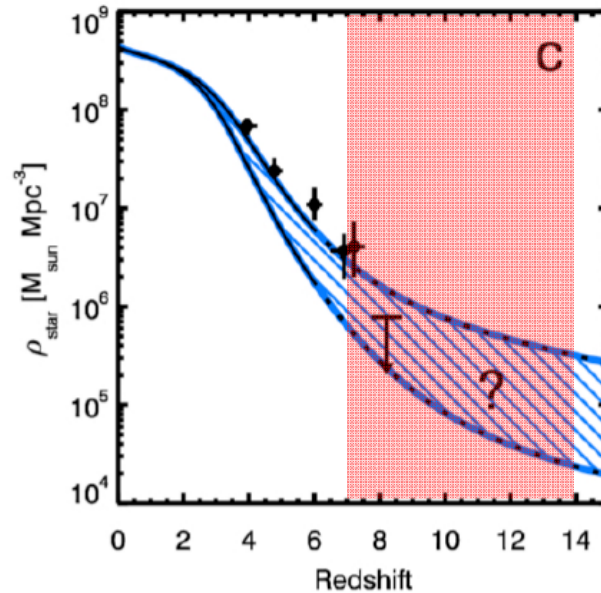
A schematic picture Robertson et al. 2010

SFR density



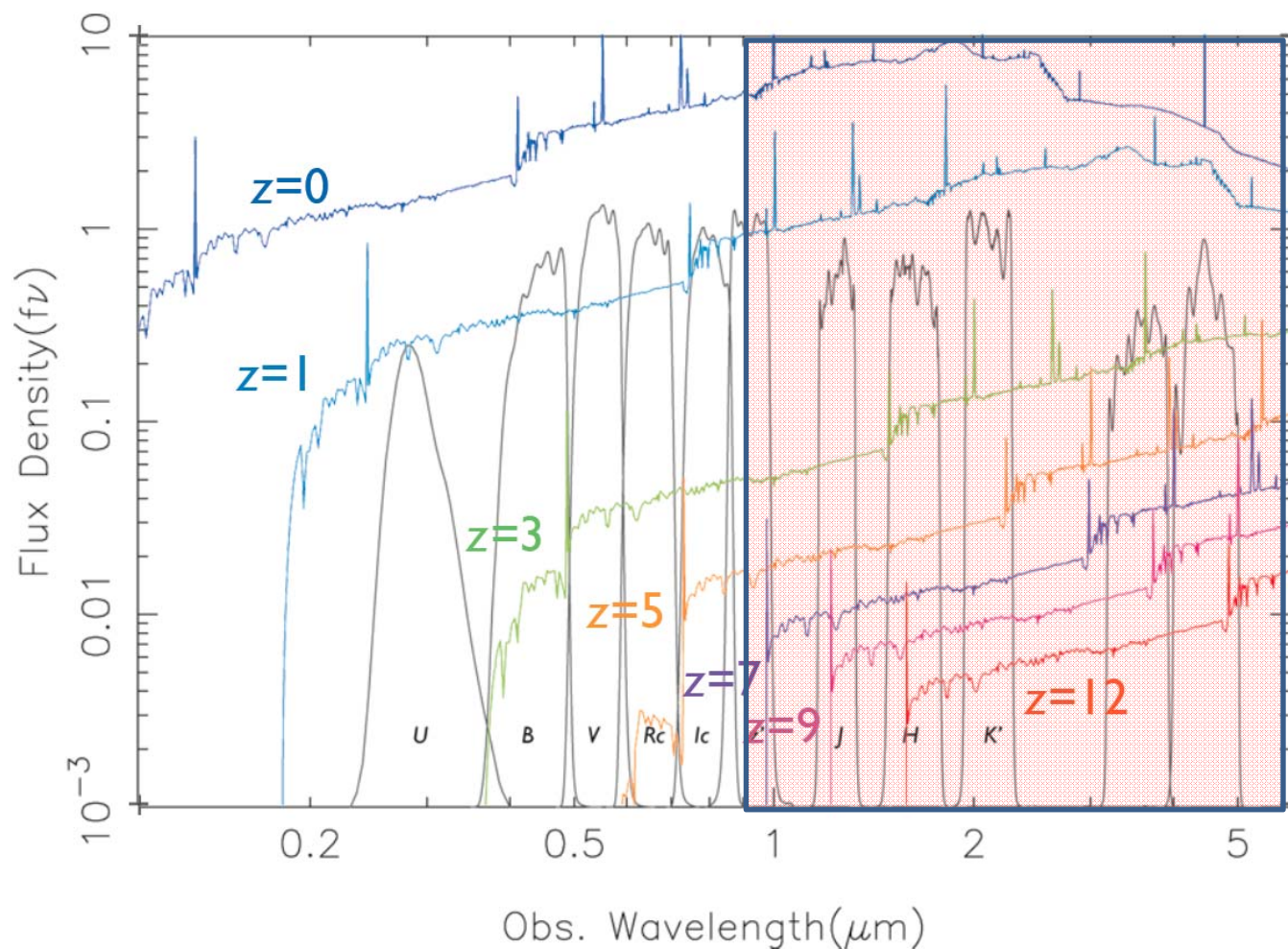
Ionization degree

Stellar mass density



Electron scattering optical depth

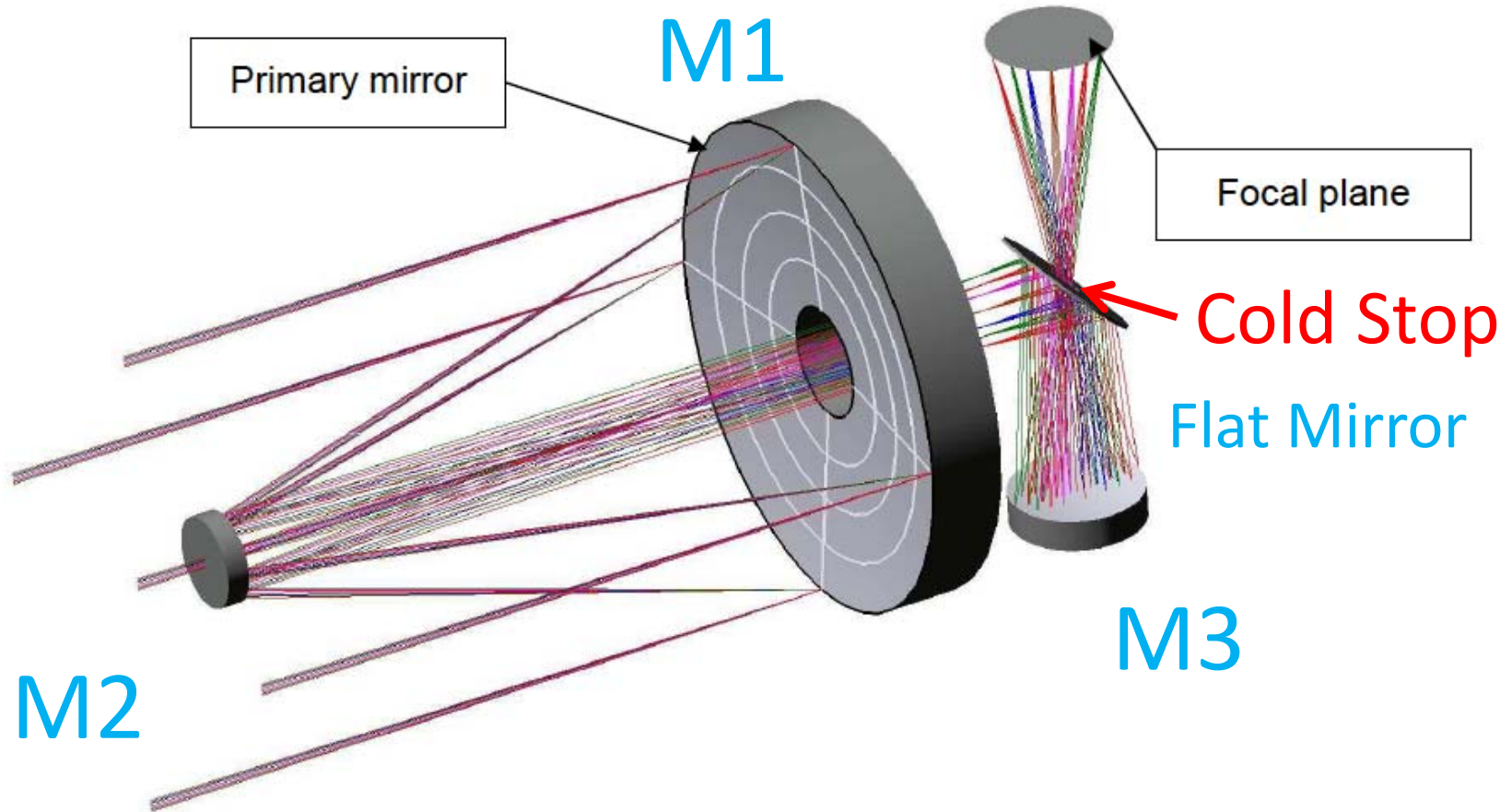
Expected Spectra of $z=0-12$ star-forming (Lyman Break) galaxies

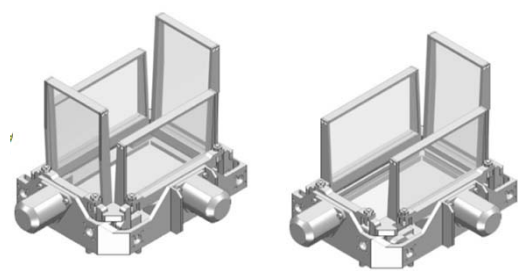
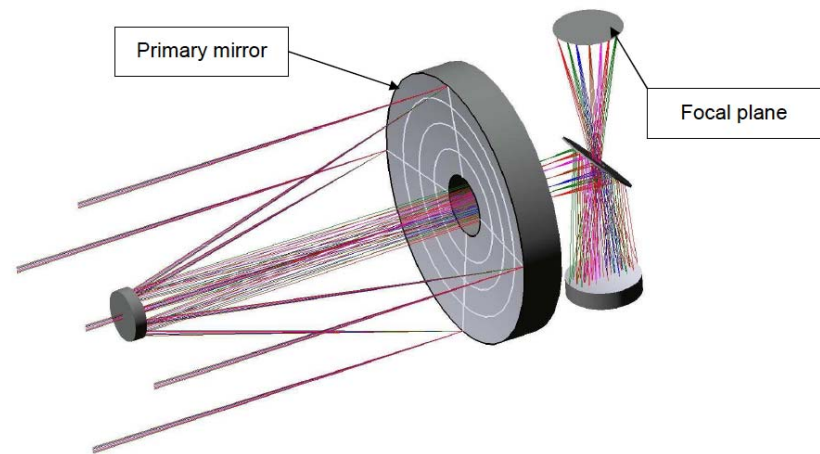
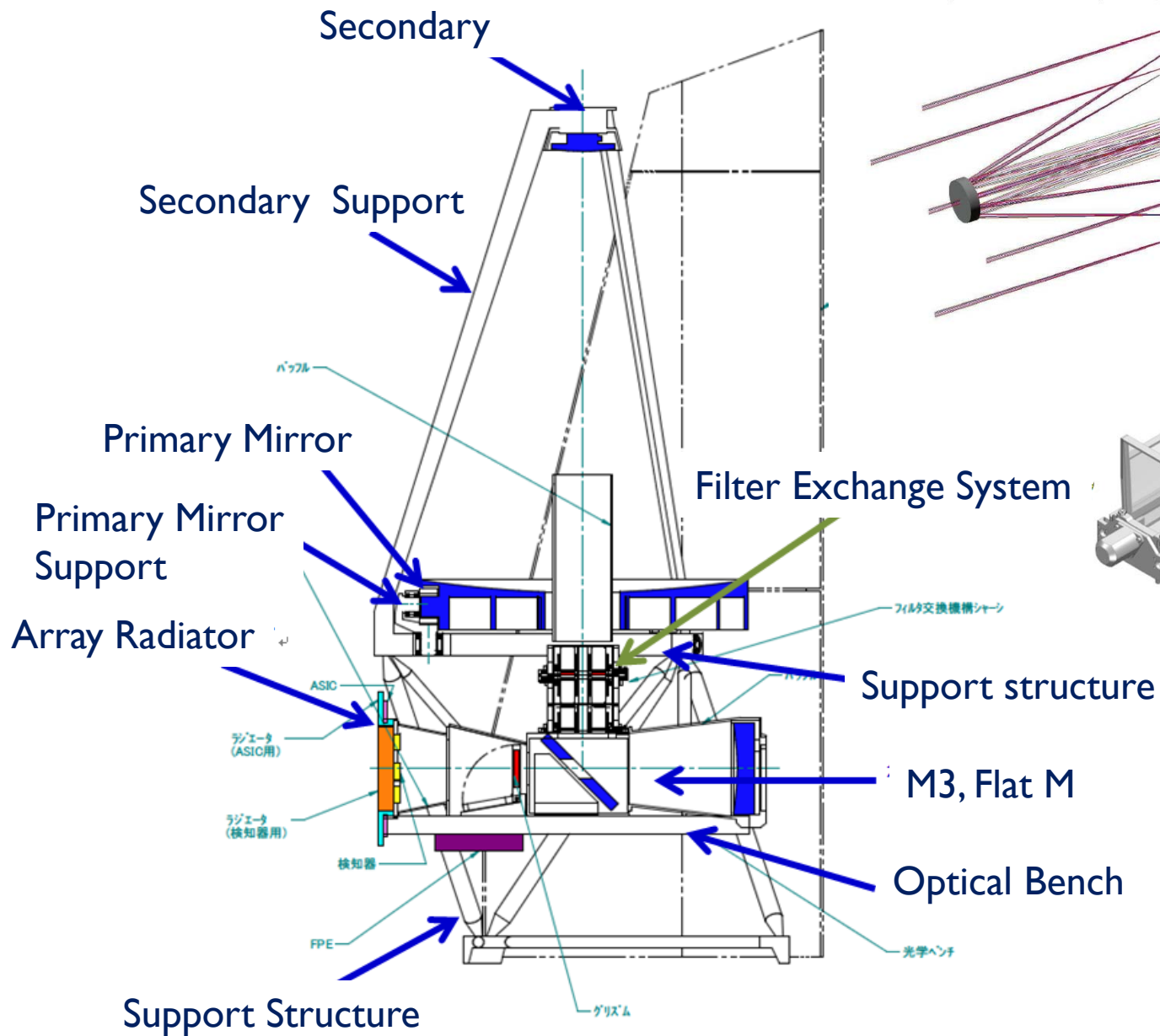


宇宙初期の銀河は
可視光では
観測できない。

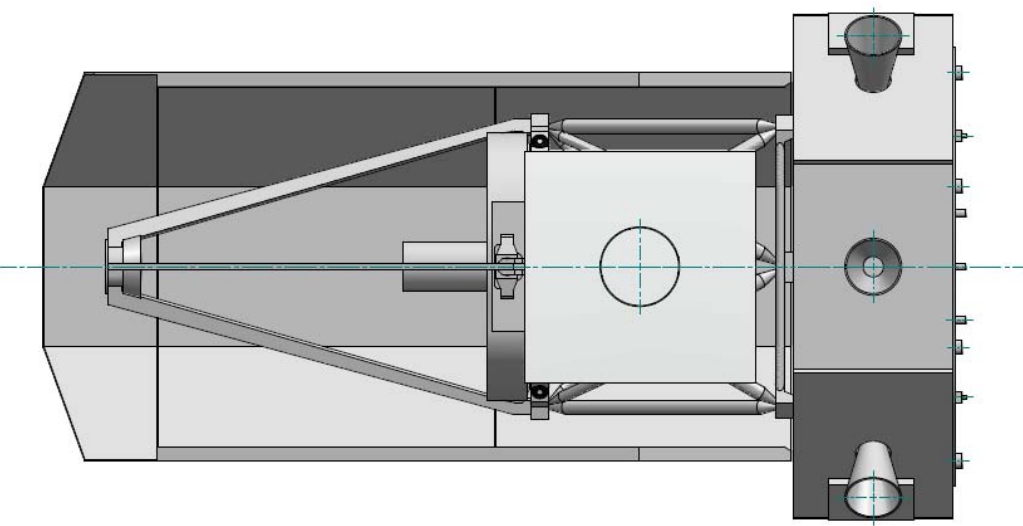
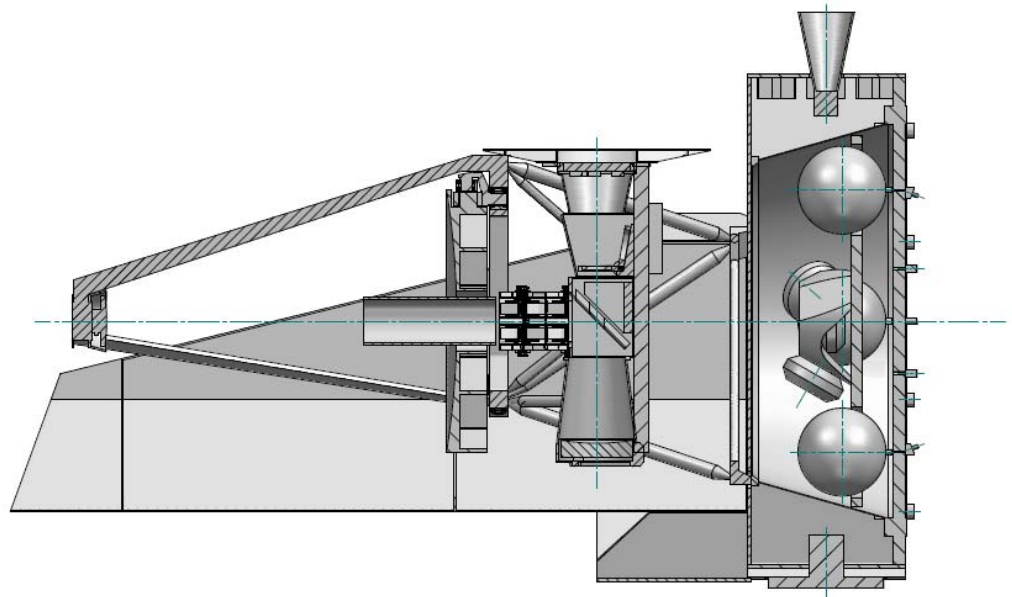
波長1-5 μm
での**非常に深い**
観測が必須

WISH Optical Layout

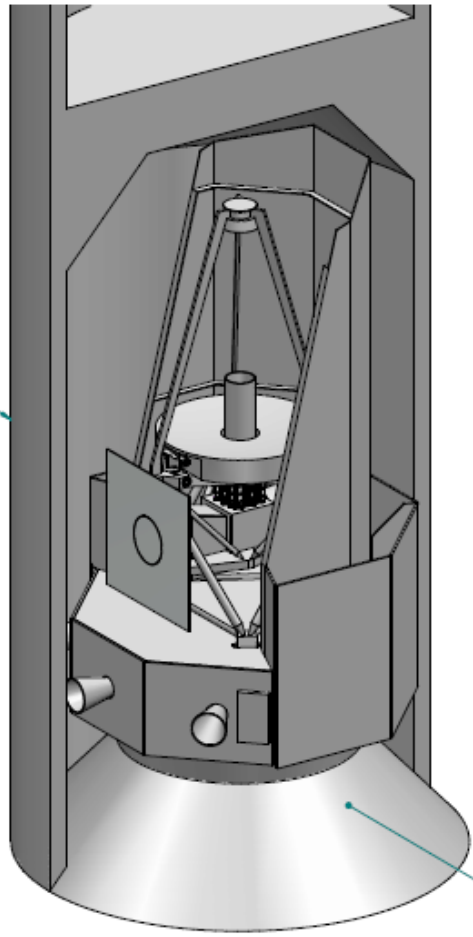




Mass ~ 1.3t



後面図



射撃機体(パイプ)

打上時コンフィギュレーション 概観図

WISH 開発研究の成果

WISH 望遠鏡の開発

CFRP トラス構造の低温 (100K) 環境下における成立性

- パイプ形状 CFRP 素材の試作と低温物性評価
- CFRP / 金属 (INVAR) 低温物性評価とマッチング
- 低温宇宙環境化における接着材物性の評価

CFRP トラス構造の成立性

- 簡易モデルによる構造解析

主鏡保持機構の成立性

- クランプ式保持機構の検討
- 接着式保持機構の検討 (ガラス / CFRP によるマッチングの検討)

WISH 広視野撮像システムの開発

広視野フィルタ交換機構の開発

- フリップ式交換機構試作および試験
- 低温化におけるモータ駆動試験

焦点面におけるガイドシステムの検討

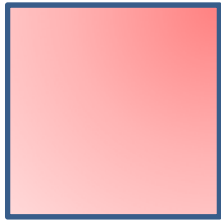
- PSF モデル化と重心検出精度評価

WISH 開発研究の成果

WISH 熱設計(主としてミッション部)
熱モデルの作成と熱収支の評価

WISH 衛星システムの検討
質量・電力バジェット
電源系
データ処理系
通信系
姿勢系
推進系

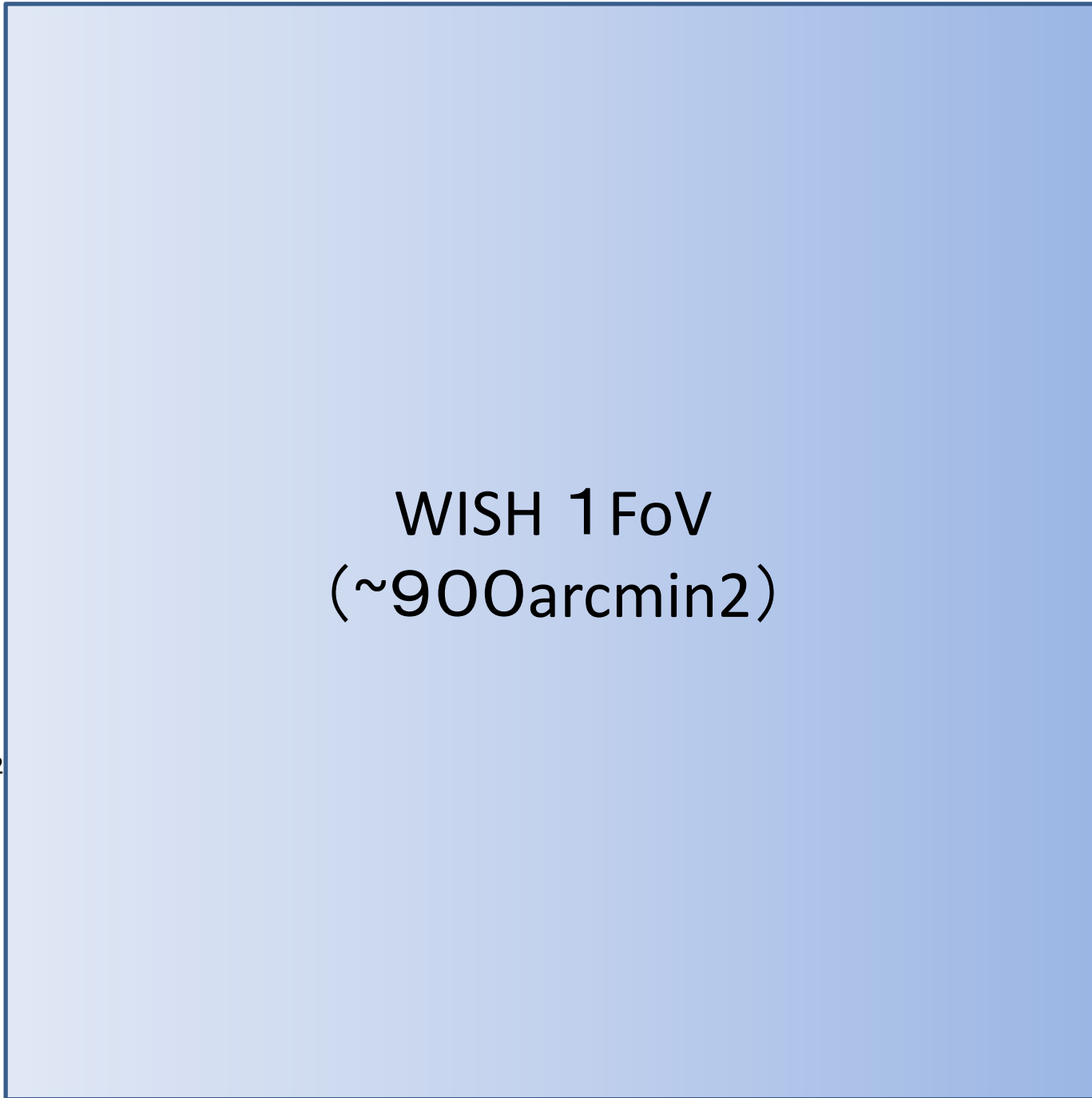
HST UDF



~ JWST
(2x2.2x4.3
=19 arcmin²)

~SPICA
FPC-S
5'x5'=25arcmin²

WISH 1 FoV
(~900arcmin²)



WISH: サーベイ戦略

基本サーベイプラン

	Depth (3 σ) (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 μm
+ Filter 5	28	10 deg ²	4.0 μm
Ultra Wide Survey (UWS)	24-25	1000 deg ²	1.4, 1.8, 2.3
Extreme Survey	29-30	0.25 deg ²	1.0, 1.4, 1.8

UDS 1500days (with 50% overhead)

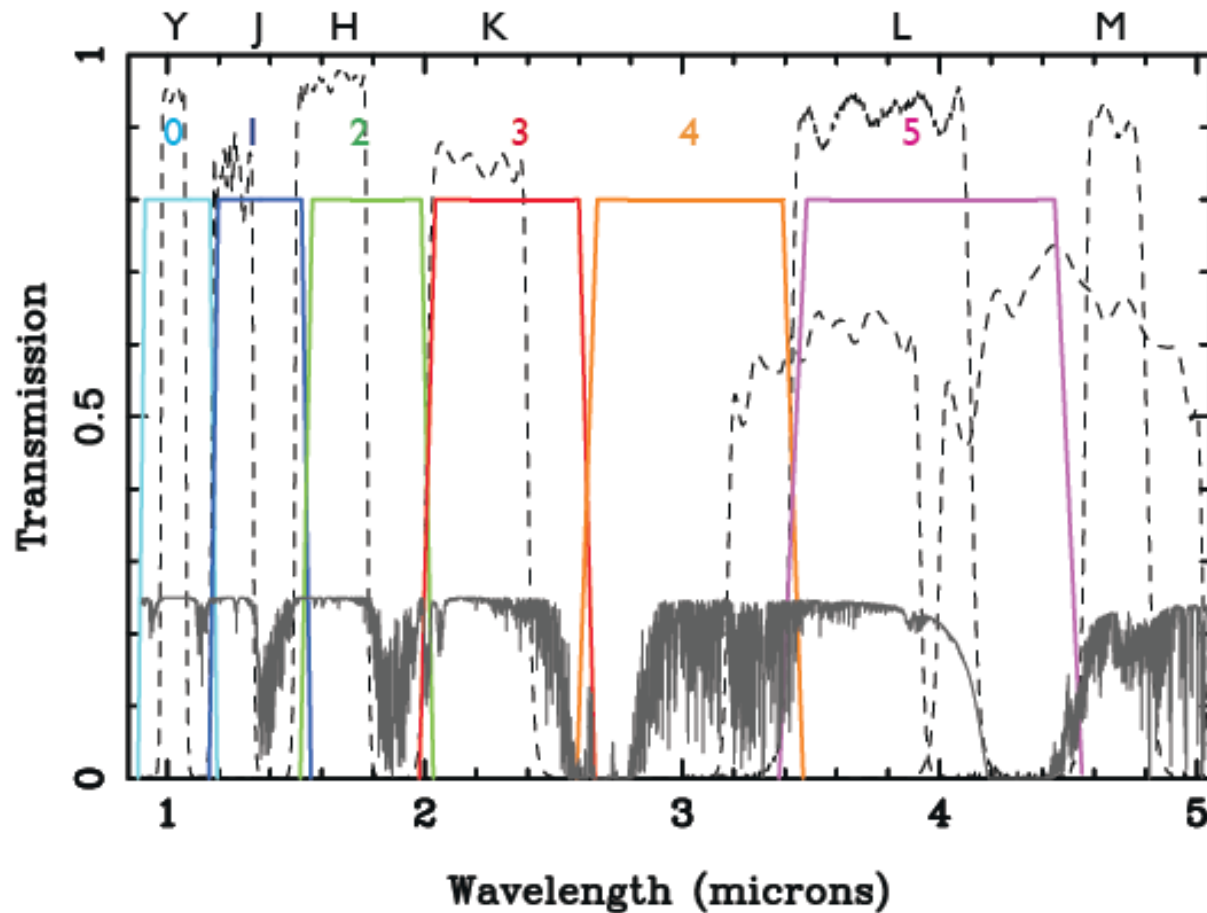
UWS 50-60 days Filter5 150 days

ExS 20 days/FoV

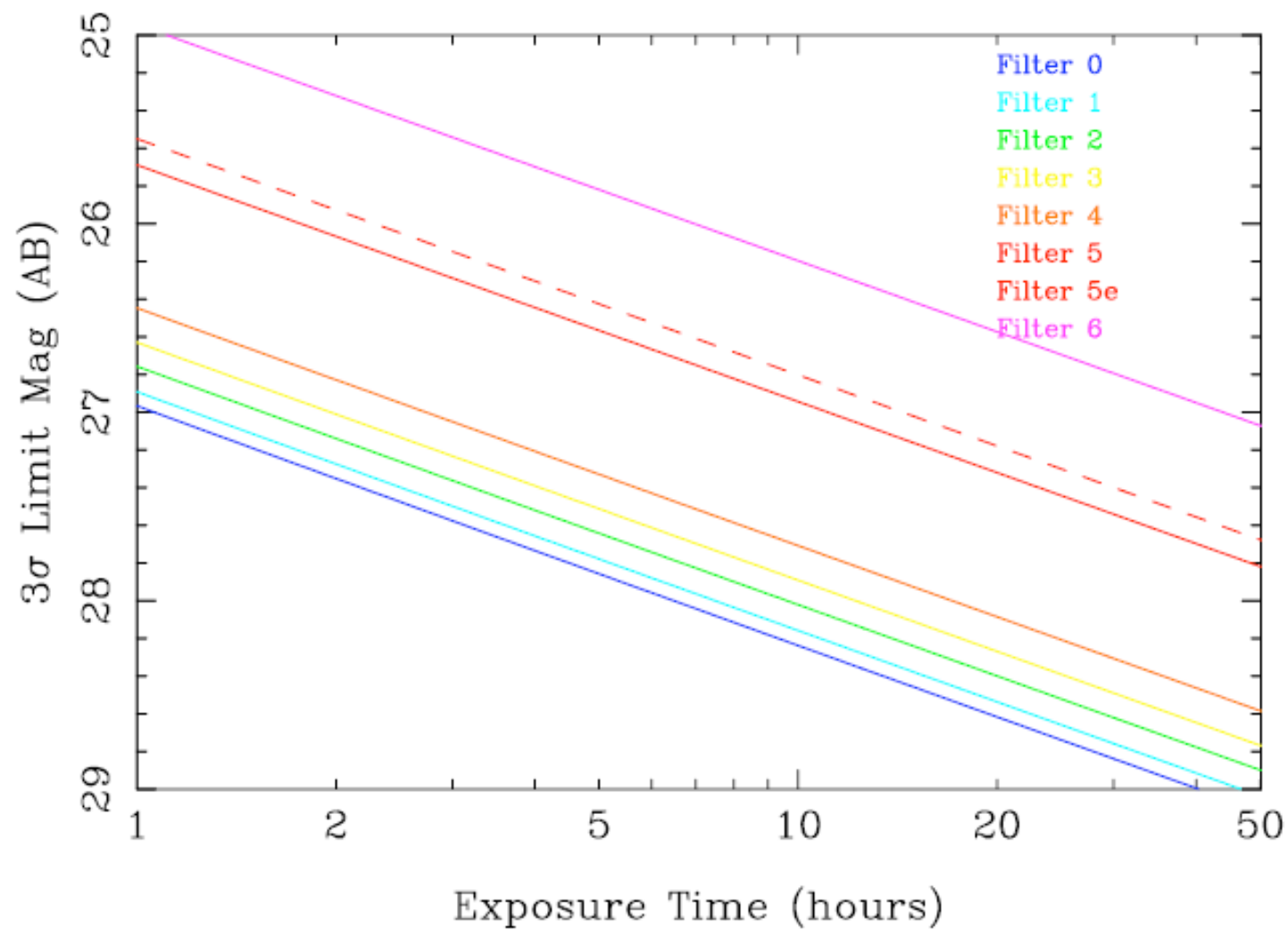
Nominal Five Years

WISH: Survey Strategy

set of **6 broad-band filters** + 5 custom filters

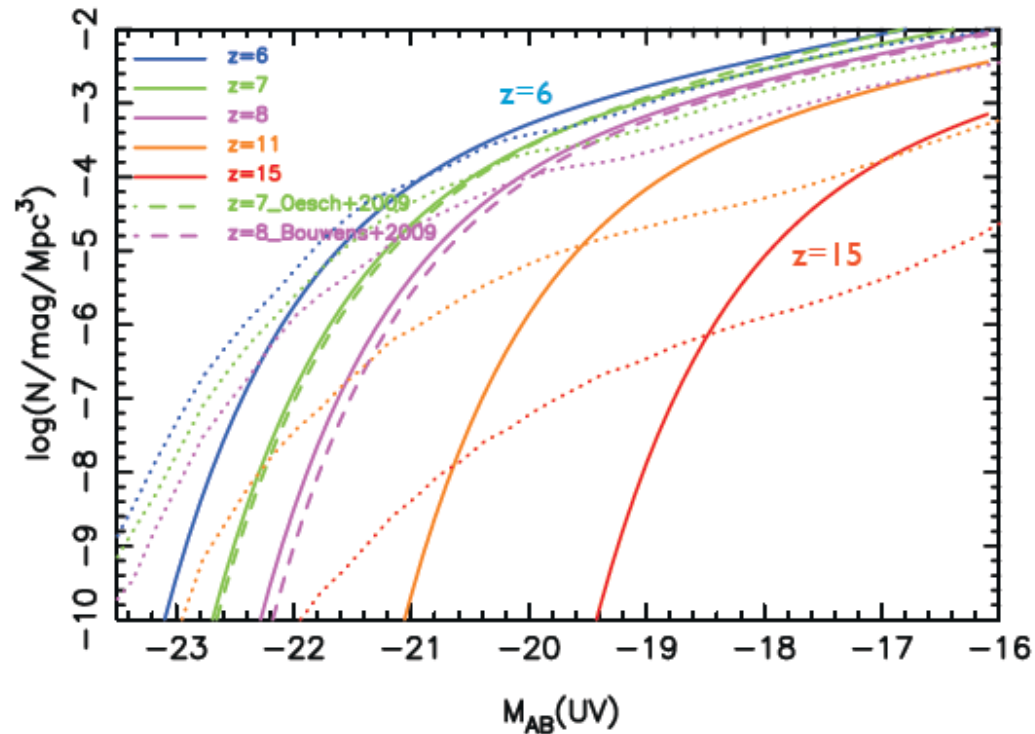


Zodiacal Light = 3x Ecliptic Pole



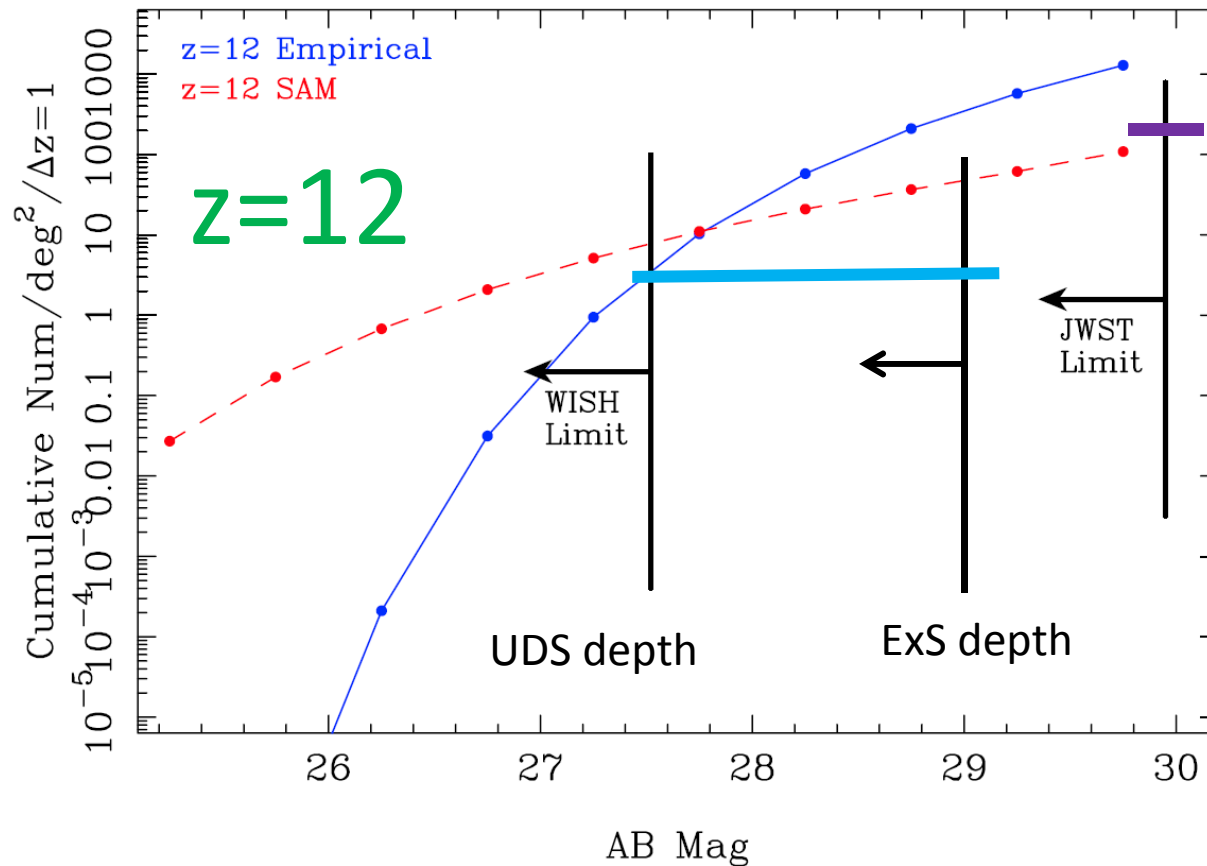
どれくらい深く、広く、観測する必要があるか

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

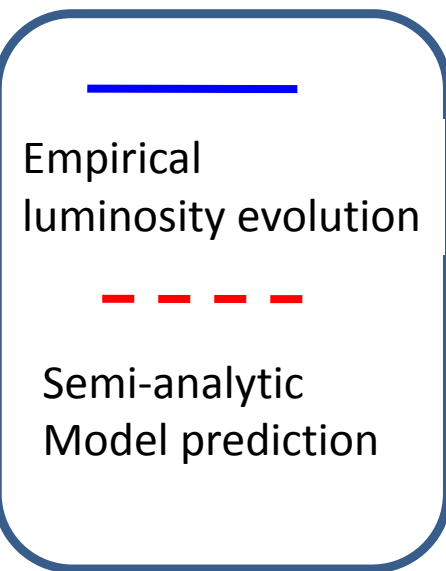


Solid lines: empirical expectation (extrapolation) from z=6-8 luminosity function
Dotted lines: expectation based on galaxy models (semi-analytic treatment)

In the observers' frame...



Limit of
AB>27-28 is
needed

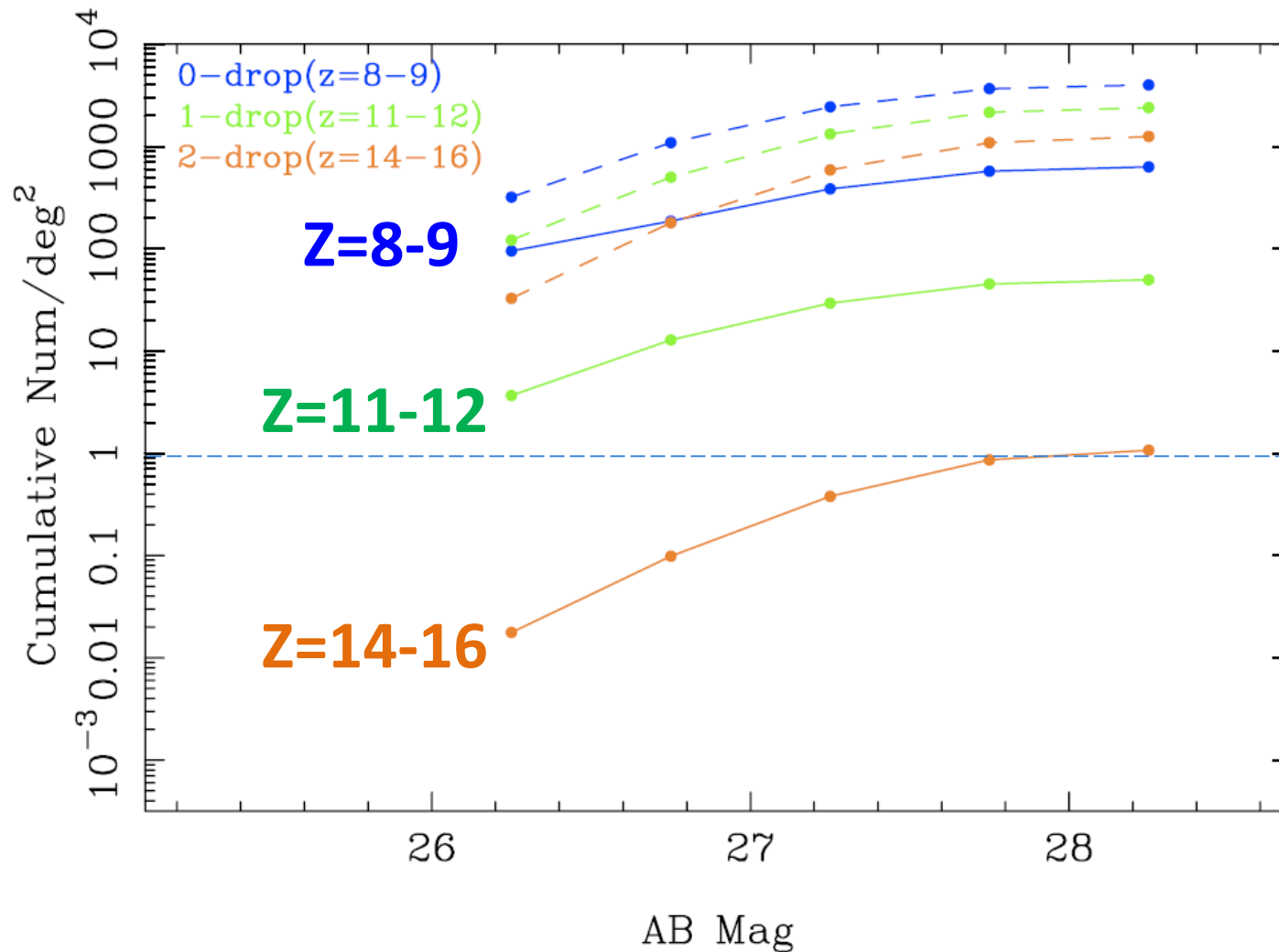


FoV JWST NIRCам 2.2'x2.2' x 2ch (per filter)

~ 2.8x10⁻³ deg²

Expected number of high-z galaxies in 1deg²

Cases for empirical evolution (solid lines)



WISH: Survey Strategy

Surveys achieved within ~ 1000 days (50% overhead)

WISH can detect

$\sim 10^4$ galaxies at $z=8-9$,

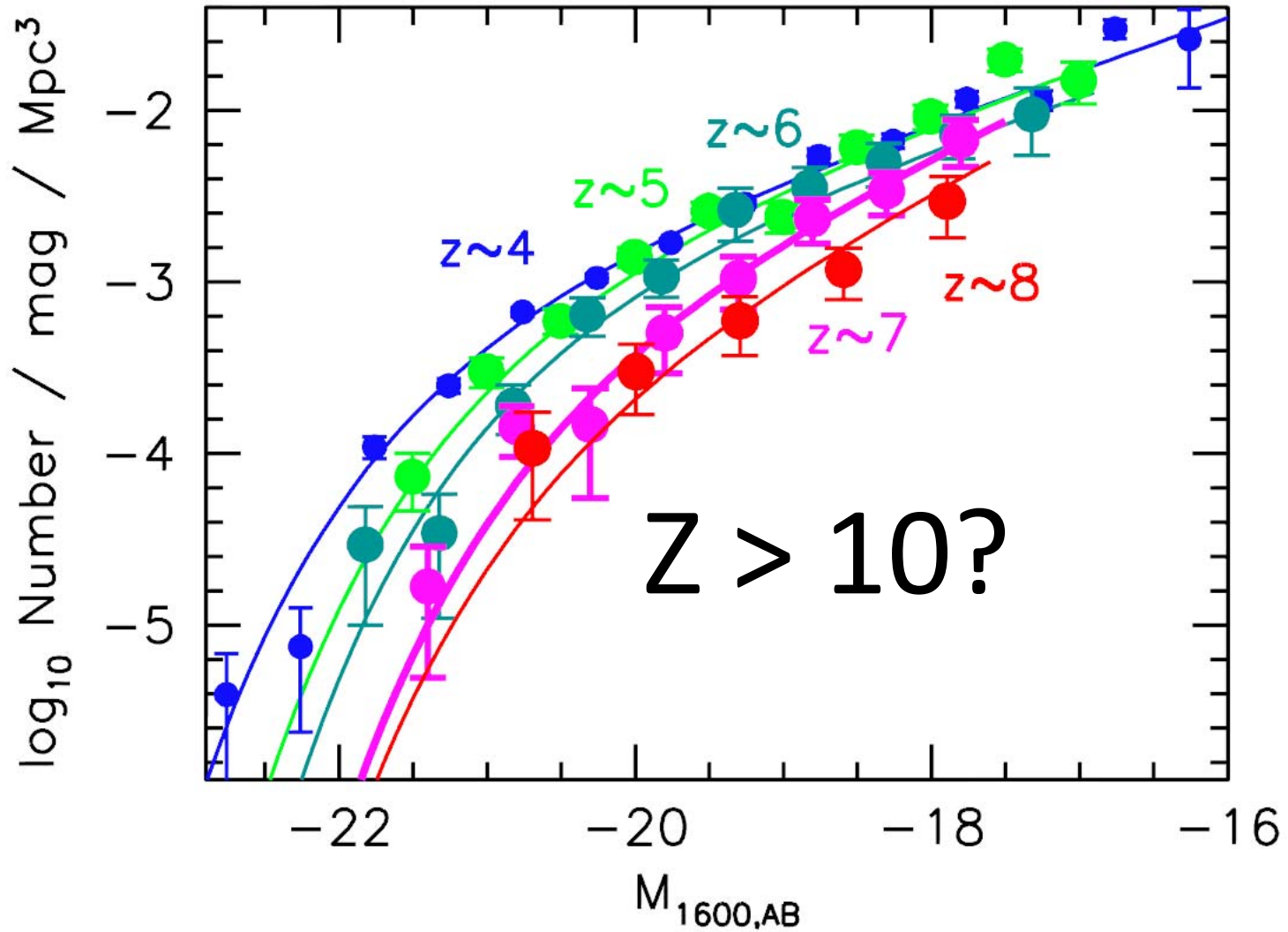
$\sim 10^{3-4}$ galaxies at $z=11-12$,

and

$\sim 50-100$ galaxies at $z=14-17$

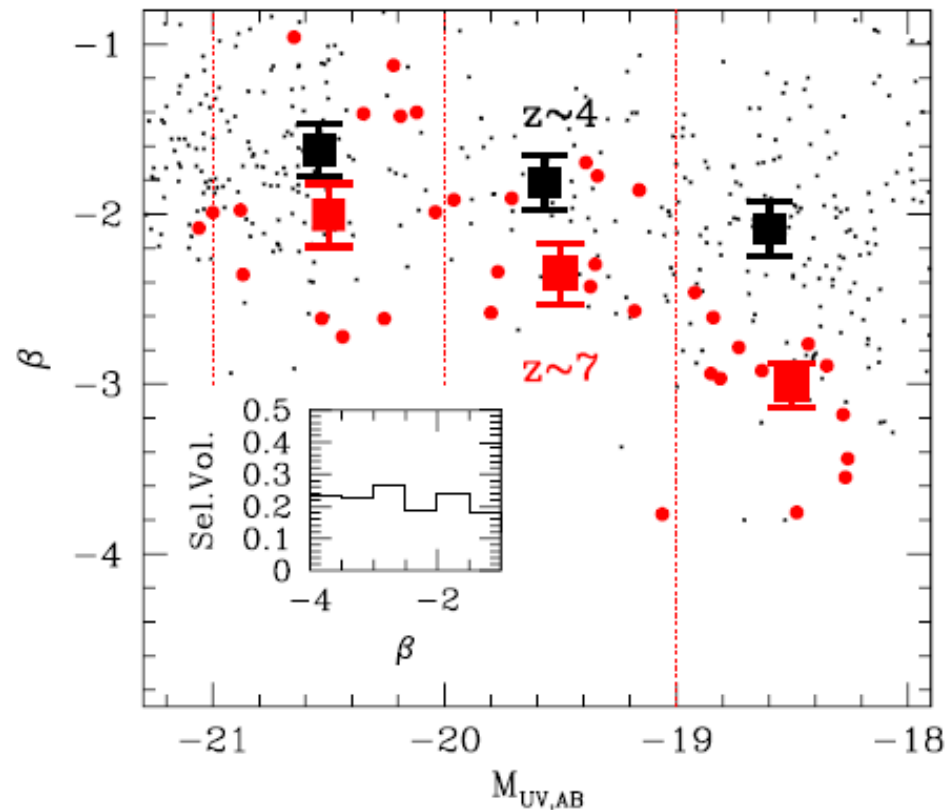
Many of them are feasible spectroscopic targets

紫外線光度関数



初期宇宙銀河の紫外線スペクトル

$$F_{\lambda} \sim \lambda^{\beta} \quad (\text{UV})$$



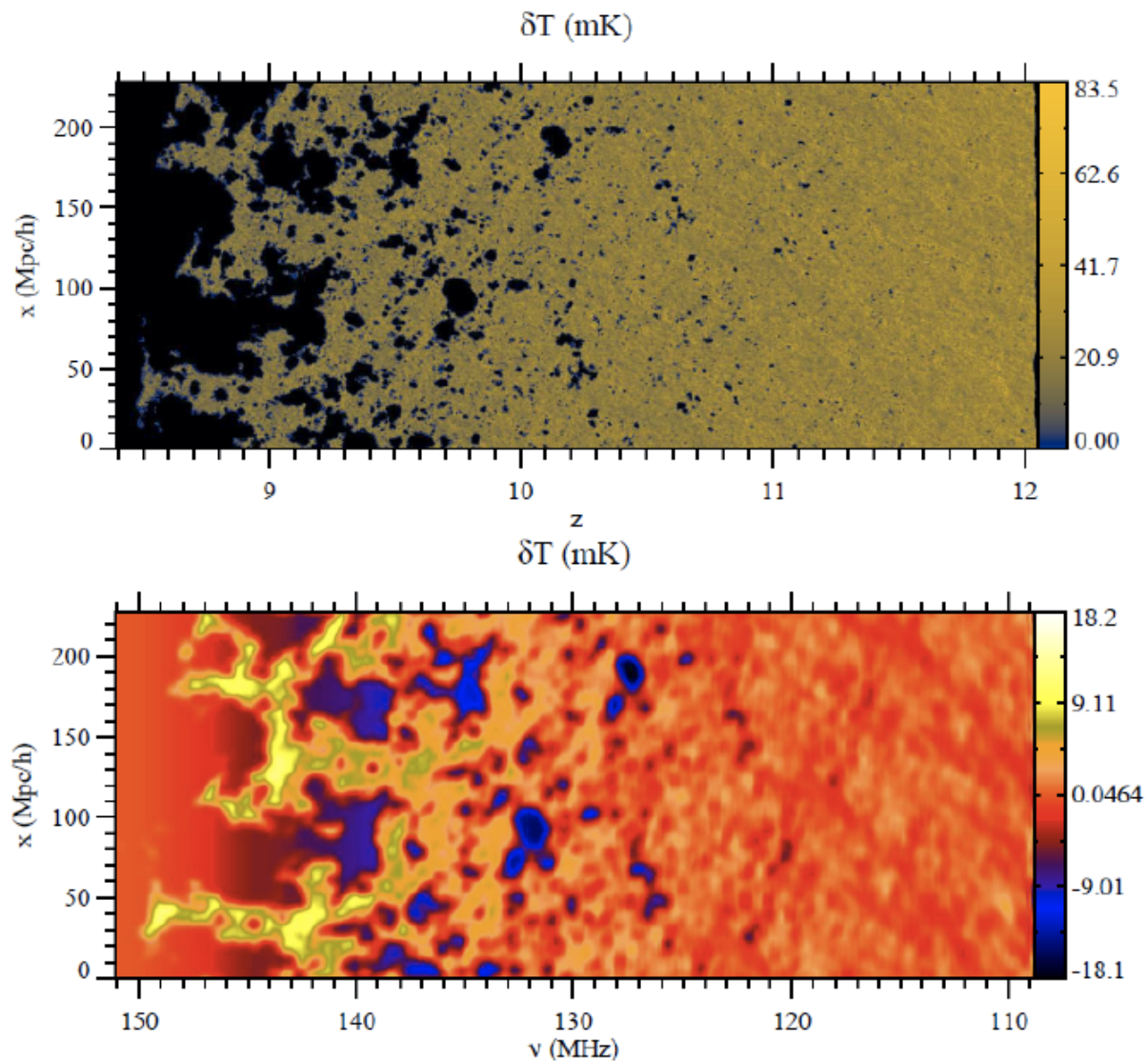
- ◆ Higher Redshift
- ◆ Fainter Galaxies
- Blue

How to produce spectra with $\beta \sim -3$?

Bouwens et al. 2010

中性水素21cm fluctuation との相関

Expected HI fluctuation



静止系赤外 Ia 型超新星探査について

Ia 型超新星による宇宙の膨張史の観測 (Ia 型超新星による距離測定)

(利点)

- 最大光度のばらつきが比較的小さい
- 宇宙の幾何学だけに基づく宇宙膨張の測定
- 銀河・銀河団などと異なり単一種族(よりシンプル)
- 赤方偏移 0-2 の幅広い範囲で観測可能

(諸隈、2010)

宇宙の「明るさのものさし（標準光源）」 Ia 型超新星による宇宙の膨張史の観測

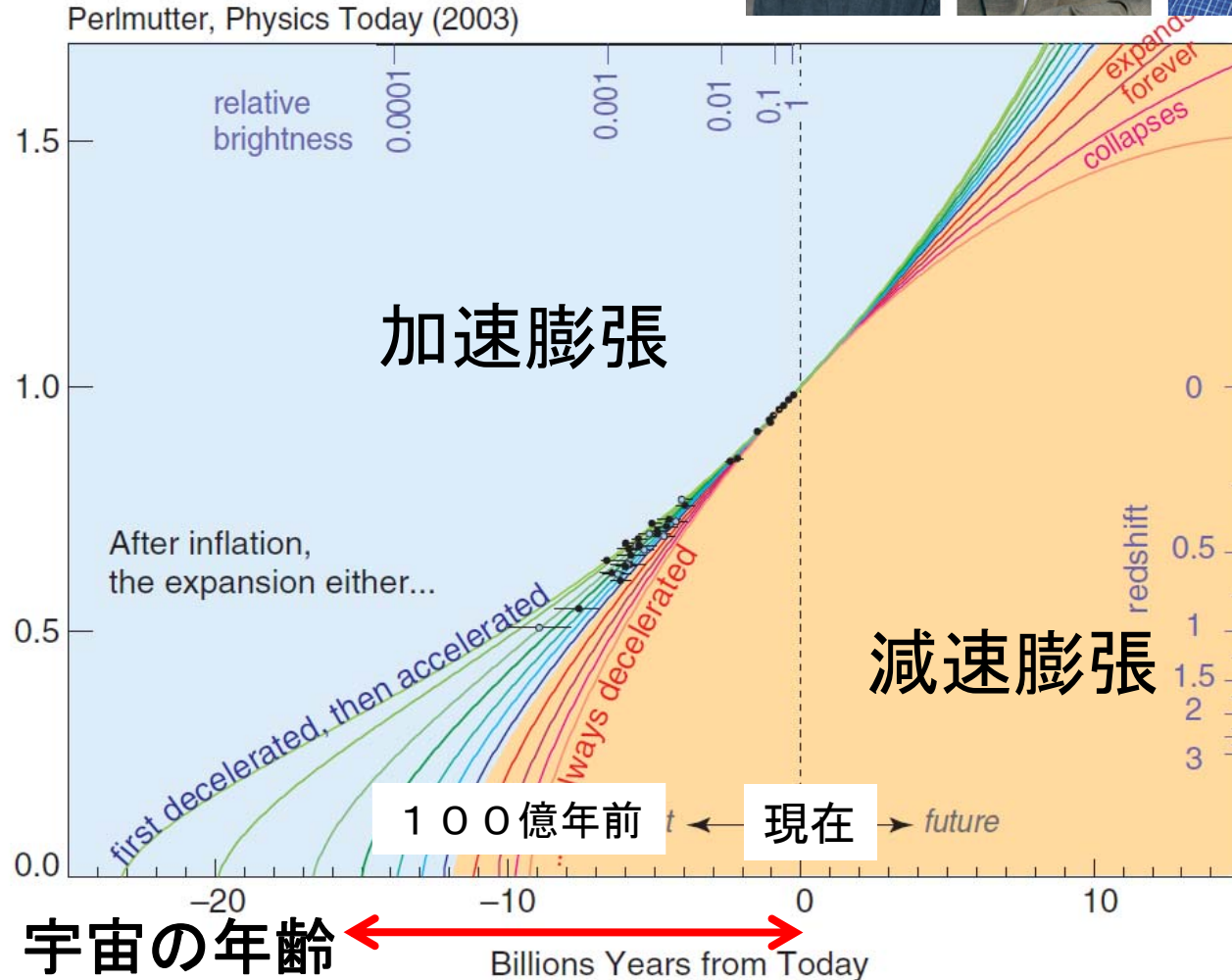
宇宙の加速膨張を観測



Expansion History of the Universe

Perlmutter, Physics Today (2003)

宇宙のスケール長



静止系赤外 Ia 型超新星探査について

(問題点: 系統誤差~現状の統計誤差)

- ダスト吸収

- 絶対光度のスケールリング:

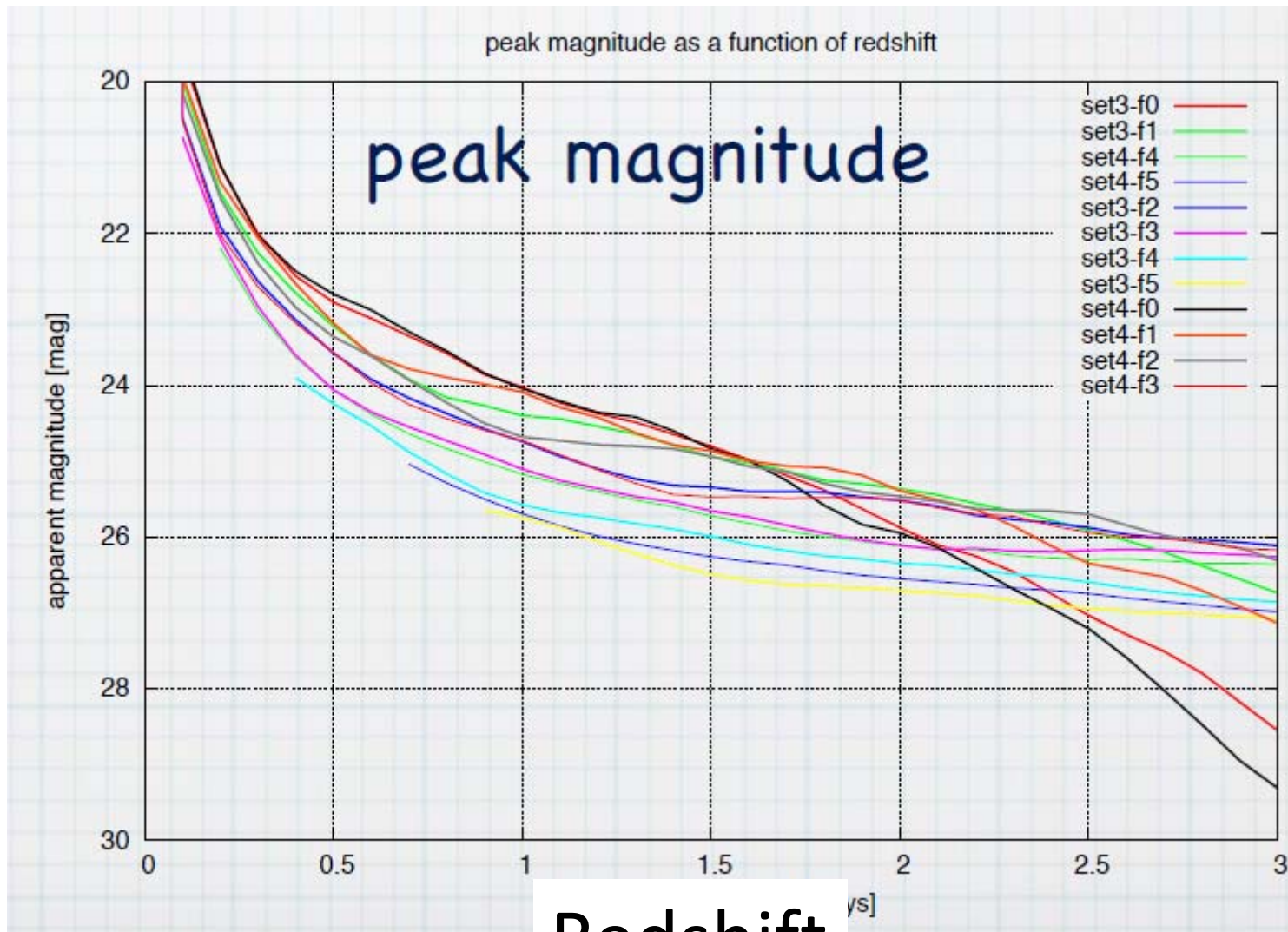
Light Curve Shape, Color

プロジェニタWDの密度、重元素量、存在比、
母銀河環境などに依存

- 高精度の測光が必要

- Malmquist バイアス

- 重力レンズによる影響



Redshift

Morokuma, 2010

WISH による超新星探査

Ultra Deep Survey 3-4 band AB28mag

N=5-10回/年に分けて観測(@z~1 ... 10日間隔)

→ 検出限界 27.1 (N=5) – 26.8 (N=10)

1mag マージン: $m < 26.1$ (N=5) $m < 25.8$ (N=10)

	Rest-frame I Band	Rest-frame H Band
N=5	z=0.2-2.2 2000 SNIa in 80 deg ²	z=0.-1.4 2000 SNIa in 170 deg ²
N=10	z=0.2-1.6 2000 SNIa in 22 deg ²	z=0.-1.0 2000 SNIa in 67 deg ²

WISH Schedule (WG提案)

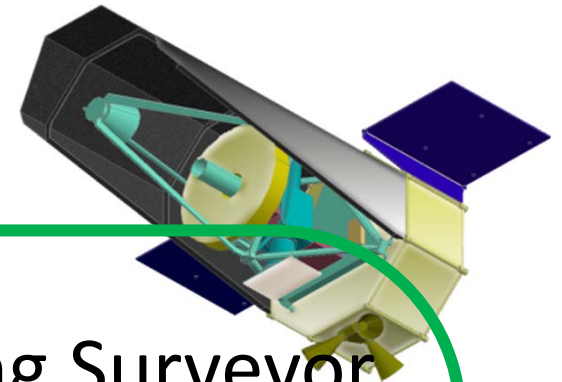
予算年度	内容	Phase
第0年 (2008)	プロジェクト開始 JAXA/ISAS Working Groupの設立 仕様策定のための概念検討	Working Group
第1-4年 (2009-2012)	概念検討、基礎開発研究の遂行 衛星計画ミッション提案のとりまとめ 初期プロトモデル制作、試験	
ミッション提案 ミッション要求審査 (MRR)、ミッション定義審査 (MDR)		
第4-5年	ミッション定義段階 ミッション各部の概念設計 プロトモデル製作	Phase A
システム要求審査 (SRR)		
第5-6年	プロトモデル製作、試験 概念設計	Phase A
システム定義審査 (SDR)		
第6-8年	基本設計 Preliminary Design Review 主鏡、検出器について調達 (制作) 開始 詳細設計 Critical Design Review フライトモデル部分製作開始	Phase B
ミッション最終審査		
第9-10年	フライトモデル製作、試験	Phase C
第10年 (NET 2018)	フライトモデル試験、打上	

WISH 他の大型計画との比較

表 14.1.3 Euclid , WFIRST 近赤外撮像チャンネルと WISH の比較

	Euclid	WFIRST	WISH
Mirror	1.2m	1.3m	1.5m
Wavelength Coverage	0.9-2 μ m	0.8-2 μ m	1-5 μ m
FoV	0.5deg ²	0.3deg ²	0.23deg ²
Pixel Scale	0.3arcsec	0.18arcsec	0.155arcsec
Num. Pixels	64Mpix	144Mpix	128Mpix
Filters	YJH	4BB	6BB+NB
Survey Area Deep	40deg ²	?	100deg ²
Survey Depth Deep	26AB	?	28AB
Survey Area Wide	20000deg ²	HL >2500deg ²	>1000deg ²
Survey Depth Wide	24AB	25AB	24-25AB
Primary Science	Dark Energy	Dark Energy Exoplanets QSO	First Galaxies

Summary



- NIR **Deep** and **Wide-field** Imaging Surveyor
- **1.5m** aperture, **0.15''**/pix
- Exploring the 1st generation galaxies
- Dedicated, **~100 deg²**, **28AB (~25nJy)**
- **~10⁴⁻⁵ galaxies at z=8-9, ~10³⁻⁴ at z=11-12,**
and ~50-100 galaxies at z=14-17
- **~2000 type-Ia SNe at z=0.5-2**
- Concept developed under JAXA/ISAS WG
to be launched in late 2010's

Visibility (days in a year)

