



超広視野初期宇宙探査衛星 WISH 計画

Wide-field Imaging Surveyor for High-redshift



山田亨(東北大学), WISH チーム

WISH 計画の科学目的

1. 宇宙最初期の銀河形成（主目的）

- 銀河宇宙史・最後のフロンティア
- 宇宙再電離を跨ぐ初期銀河形成

2. Ia型超新星による宇宙の加速膨張史

- 高精度観測による精密宇宙論
- 超新星発生頻度

3. 次世代の近赤外線撮像サーベイ

- 様々な分野で新たな天文学研究を開拓
- これまでにない、深さ・広視野の観測

WISH 計画の現状と今後の展望

2020-2021 を打ち上げ目標時期とする
戦略中型ミッションに提案(2015年2月)。

宇宙科学研究所・宇宙理学委員会
(牧島一夫委員長)において推薦されなかった。

(今後)

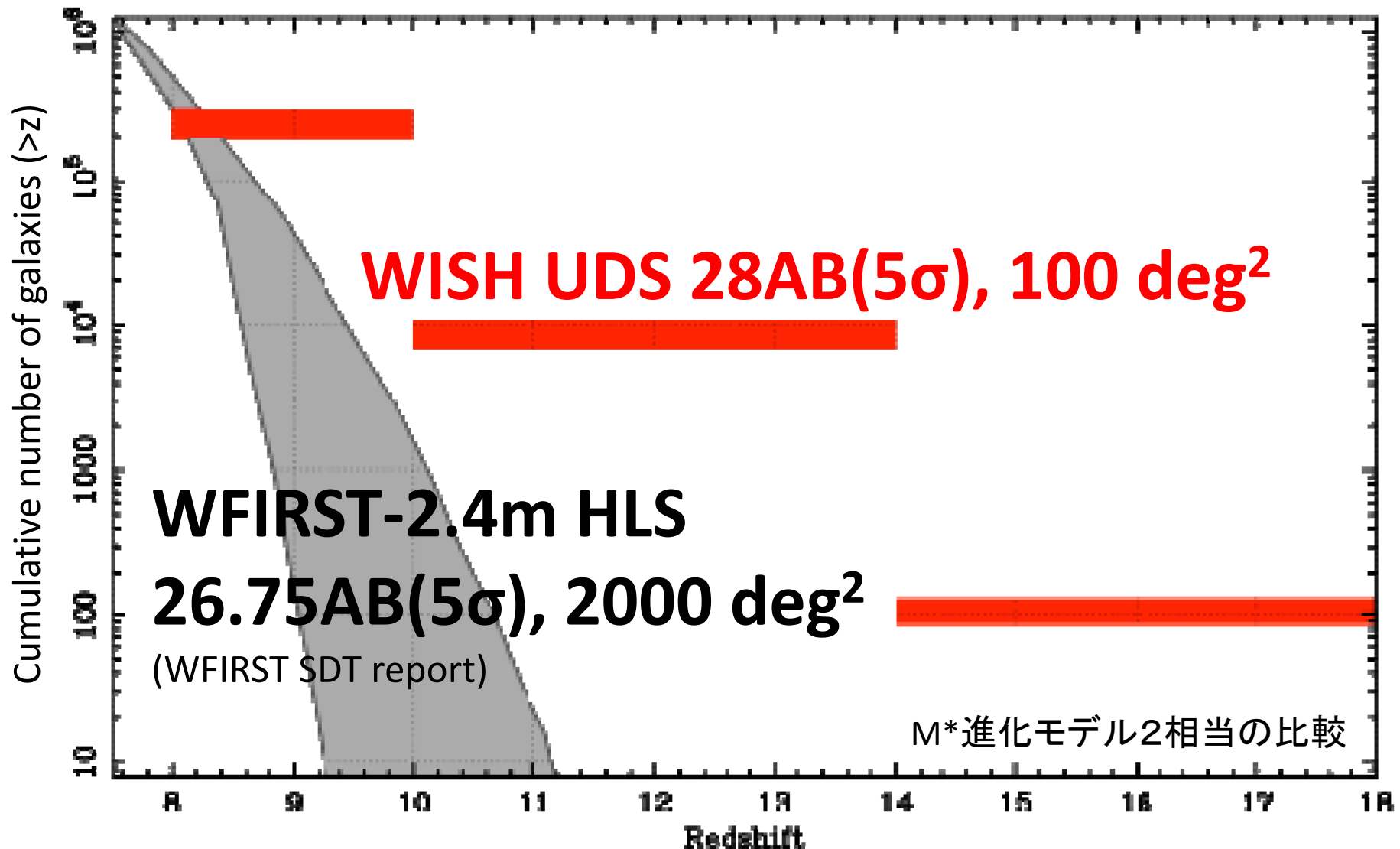
WISH サイエンスの実現

WISH 検討で得られたモーメントム

WISH 検討で得られた技術検討成果

→ 捲土重来を期して鋭意努力

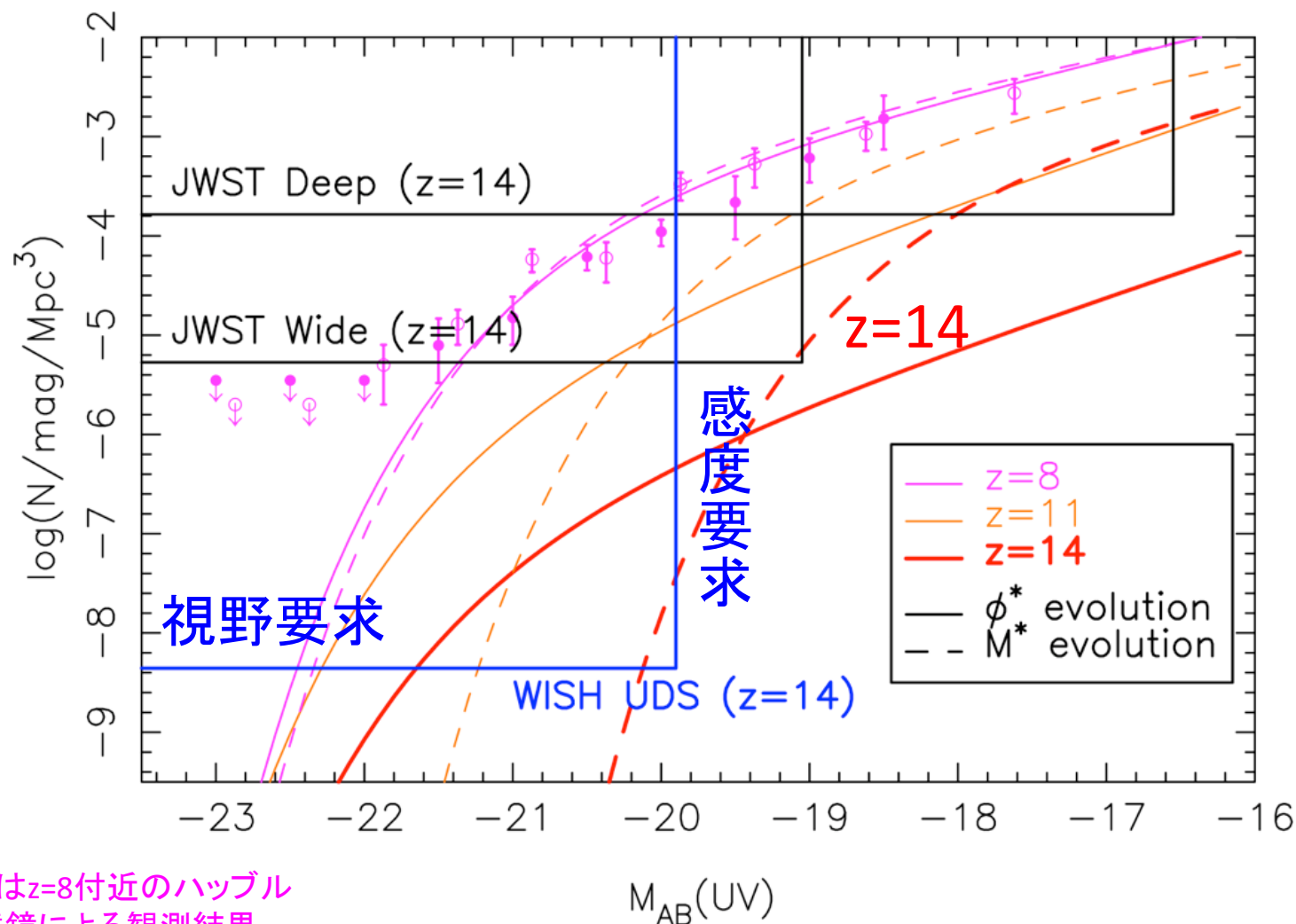
WISHとWFIRSTの比較 初代銀河検出期待数



WISH UDSによるUV光度関数観測



ϕ^* 進化モデル2(実線)、 M^* 進化モデル2(点線)

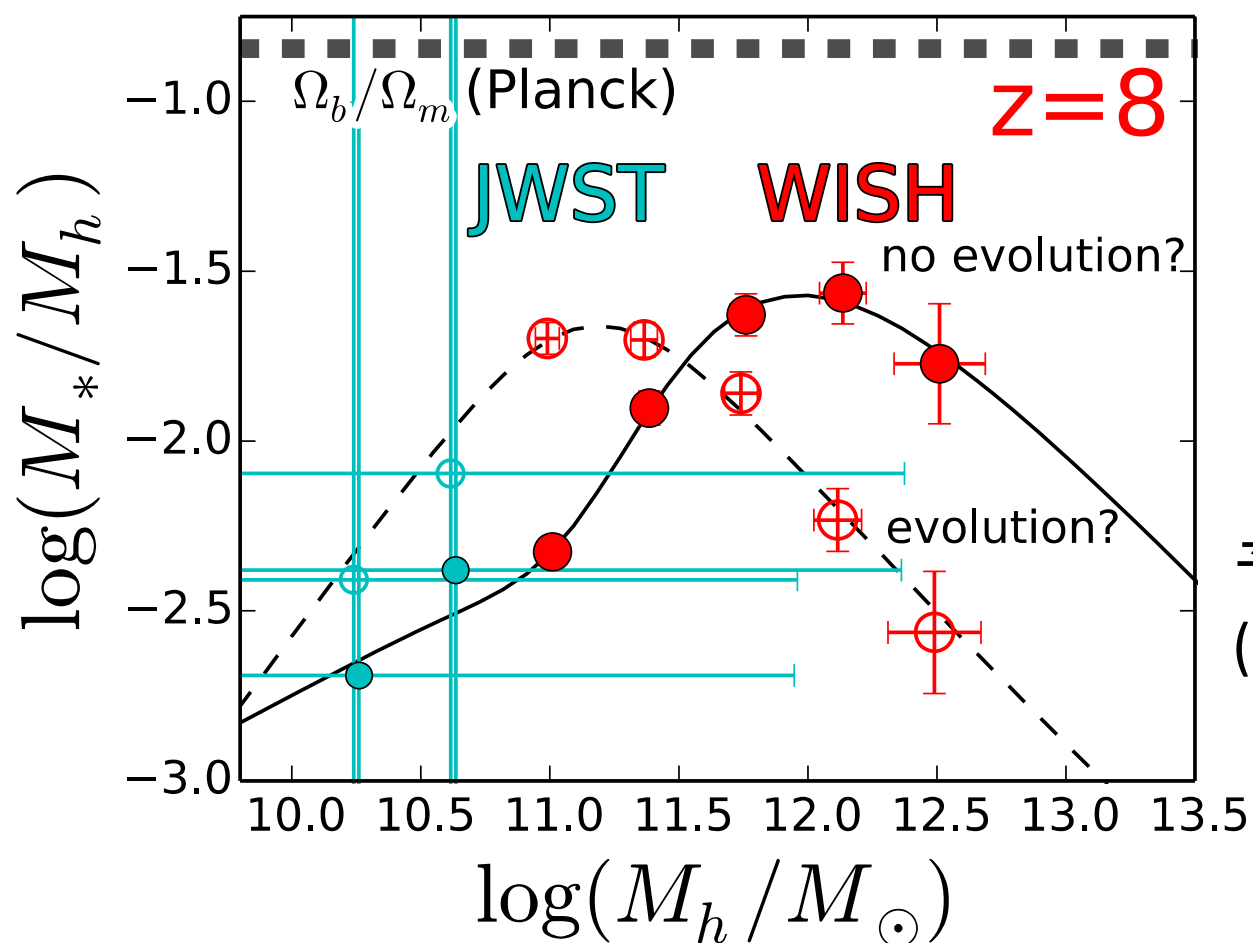


データ点は $z=8$ 付近のハッブル
宇宙望遠鏡による観測結果

初代銀河のクラスタリング



星質量／ダークマター質量比の測定



星質量は、バルマー端
より長波長側の F397
による測光が本質的

予測シミュレーション
(Harikane et al.)

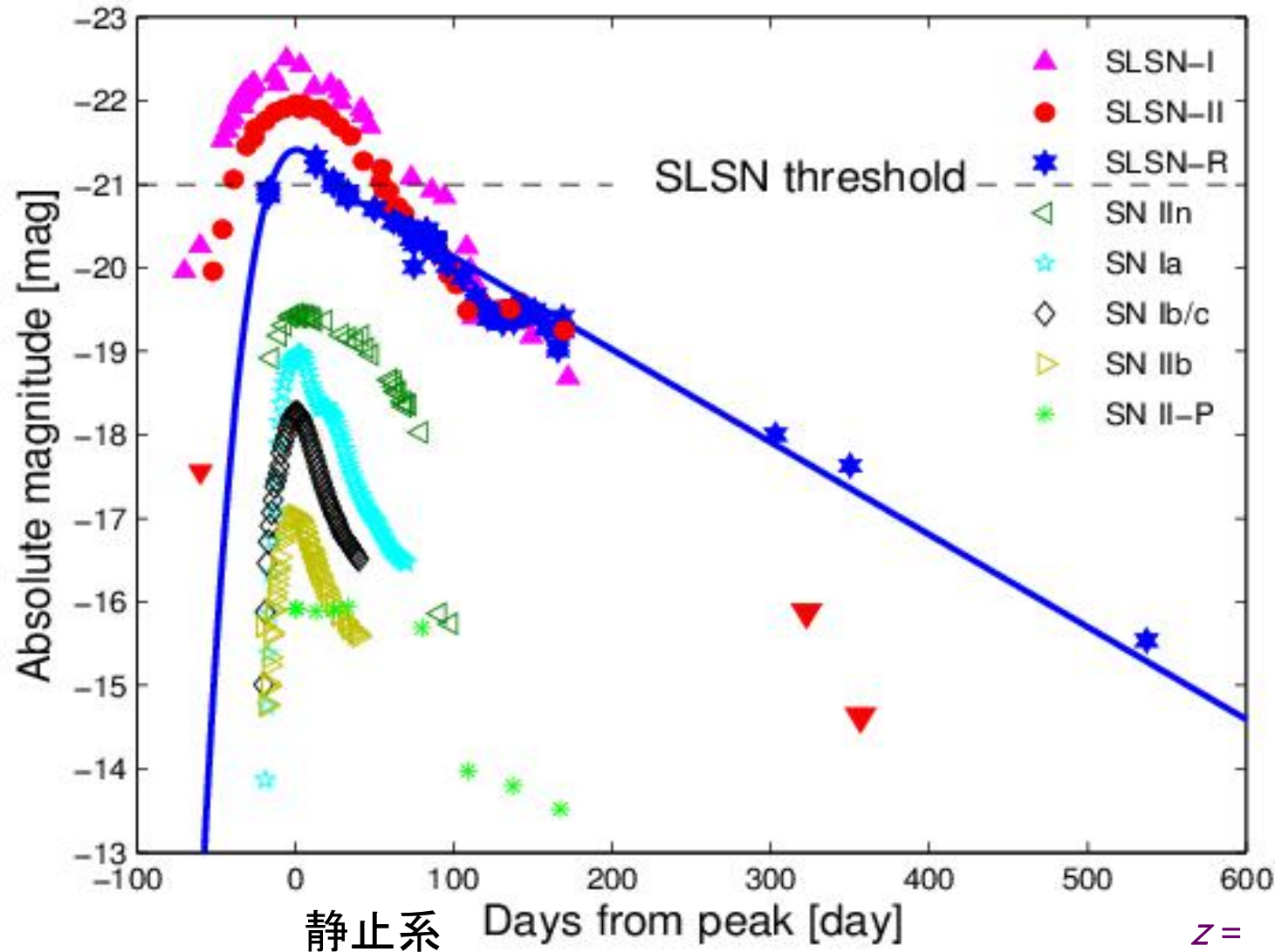
WISHで期待される $z=8$ 銀河のSHMR測定の精度 (進化無=赤丸, 進化有=赤白丸)

WISHによる初代星超新星探査



超高光度超新星 (SLSN) : 静止系で100日程度明るい

観測等級



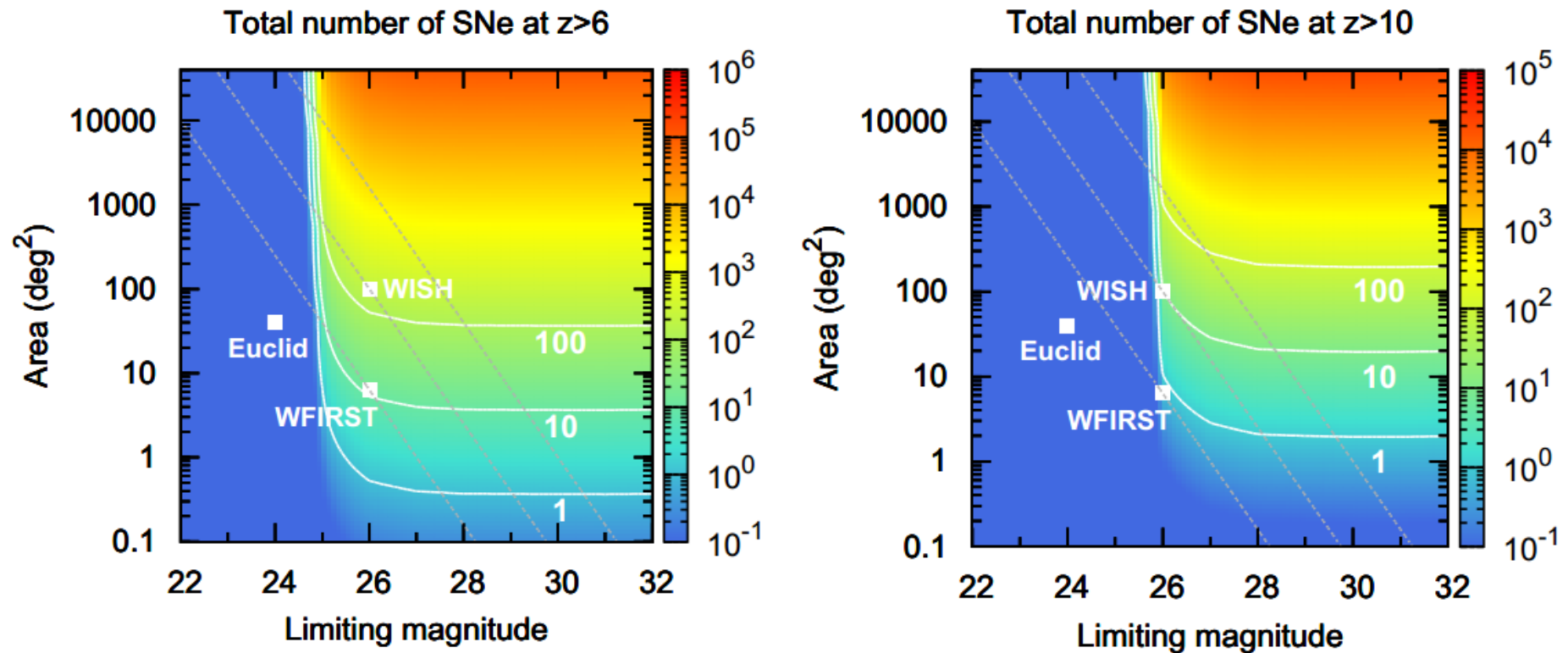
22	23	25
23	24	26
24	25	27
25	26	28
26	27	29
27	28	30
28	29	31
29	30	32
30	31	33
31	32	34
32	33	35

$z = 2.3$ 4 14

WISH UDS $z>6$ SLSN 100個、 $z>10$ 10個



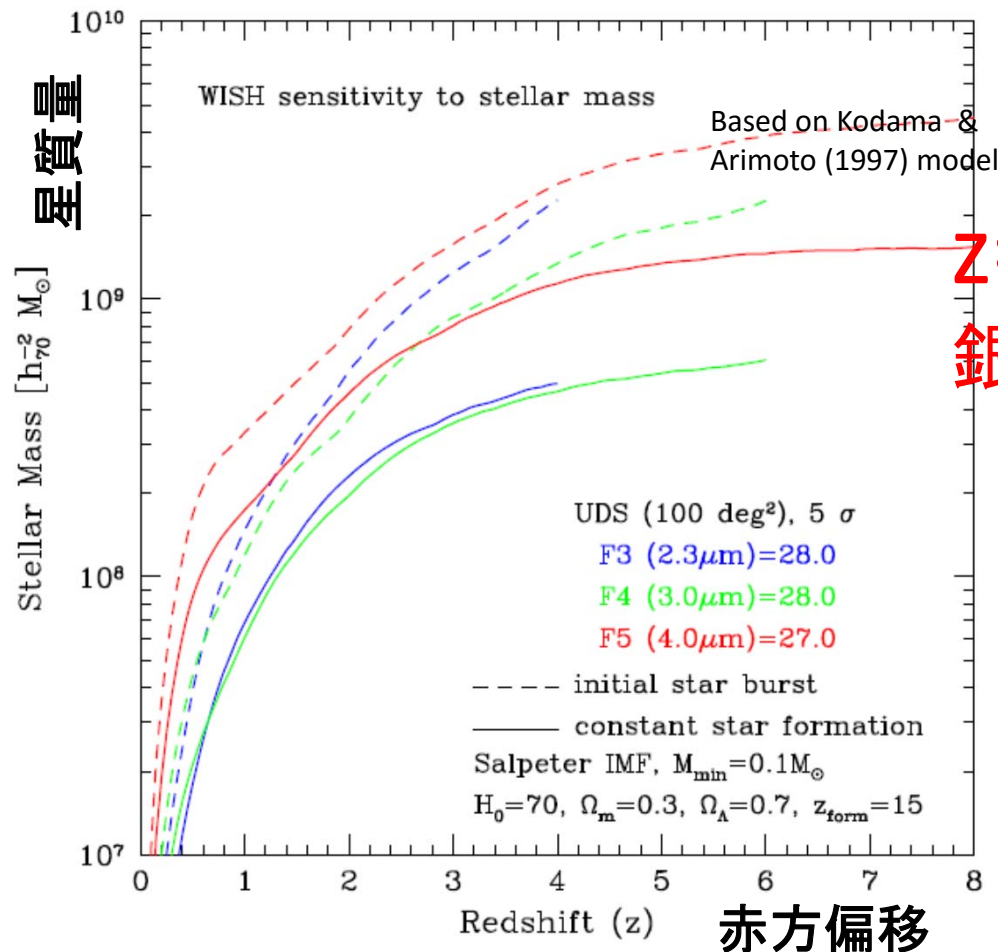
高赤方偏移 SLSN の検出期待値(3年間、3ヶ月ケーデンス)



Tanaka, Moriya, Yoshida et al. (2013)
from Naoki Yoshida WISH Science Workshop 2013

銀河質量集積史(宇宙年齢の95%)

WISH UDSサーベイで到達できる星質量を
赤方偏移の関数として表したものの。



$z=8$ $10^9 M_{\odot}$
銀河系の100分の1

Ia型超新星による宇宙膨張史の測定



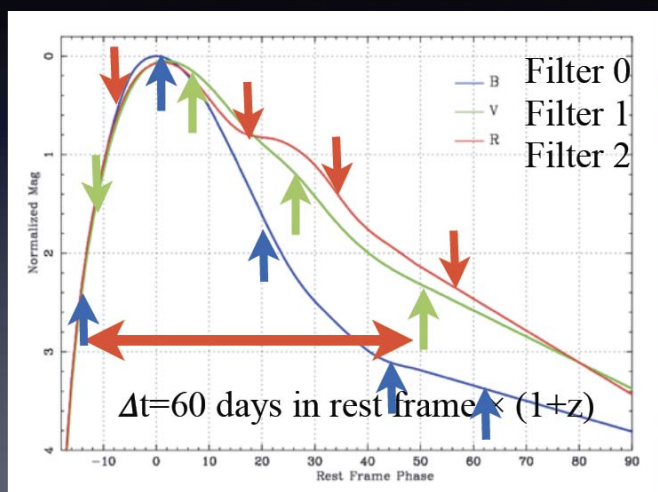
Ia型超新星の光度曲線を得るには爆発天体の静止系で60日程度の連続観測が必要である。

赤方偏移 z の天体は観測者系の時間が $(1+z)$ 倍になる。

WISH UDSは約7000個の $z > 1$ Ia型超新星を発見できると予想される。

Rolling SN Survey for WISH

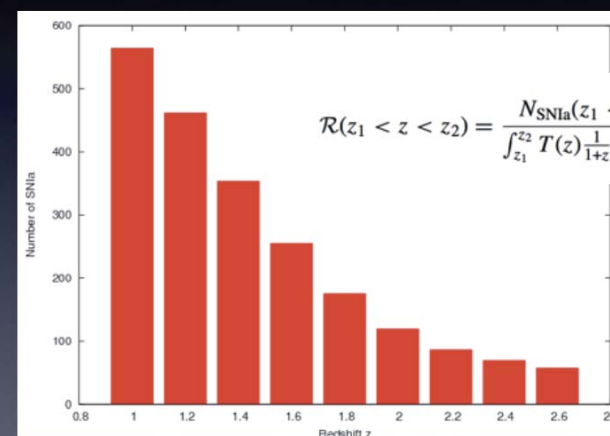
Exp Time Ratio 2:3:4:5



17

WISH SN Survey

7000 SNe $z > 1$ in UDS



19

Ia型超新星による宇宙膨張史の測定



Ia型超新星によるハッブル図の将来予測

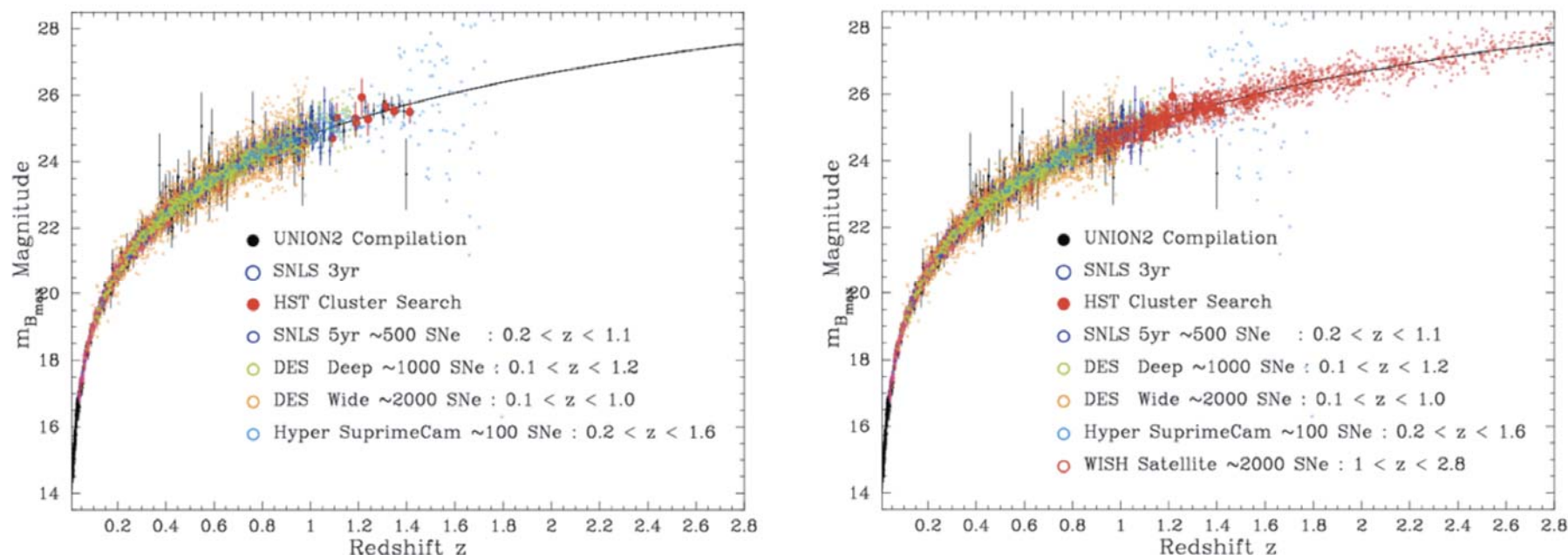
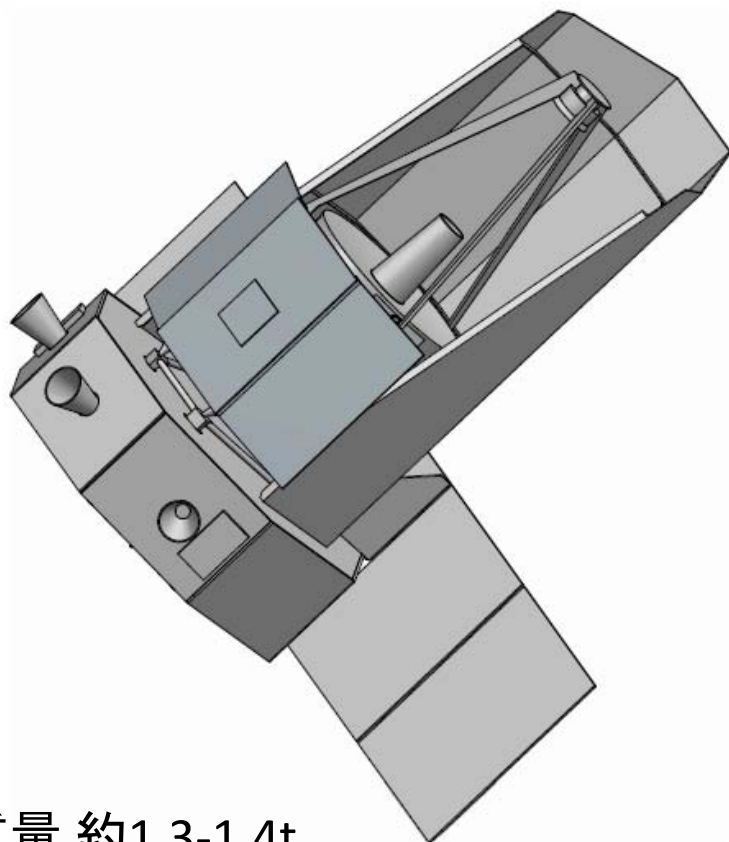


図12 (左)2020年までの主な超新星探査。(右)WISHによる超新星探査を追加。

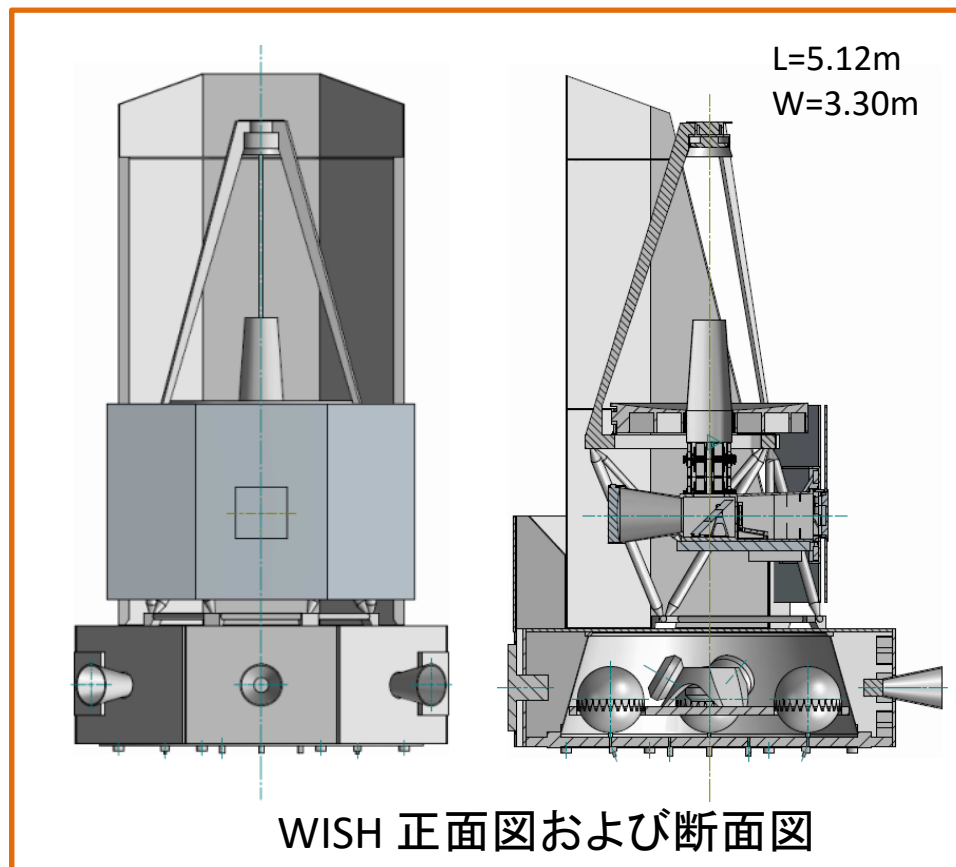
WISH衛星システム・概要



総質量 約1.3-1.4t

総消費電力 約1.2kW

概観図

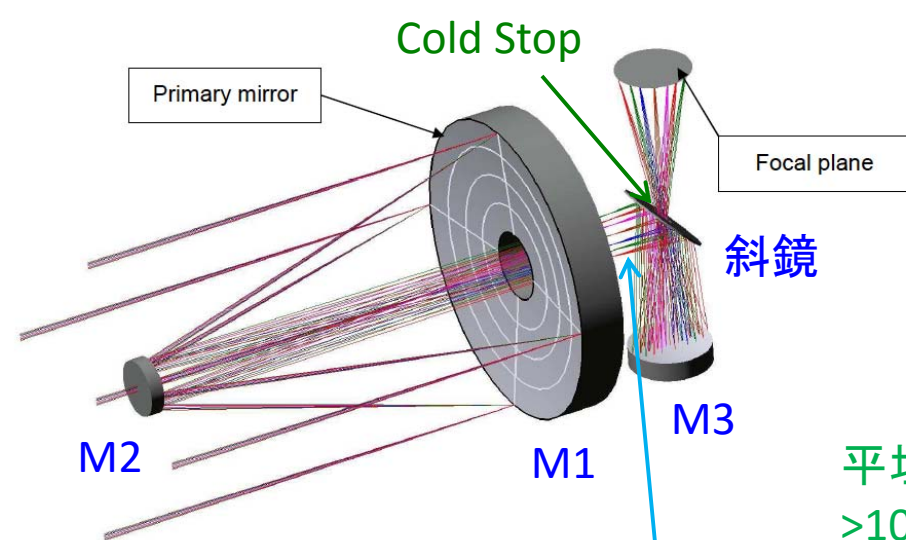


WISH 正面図および断面図

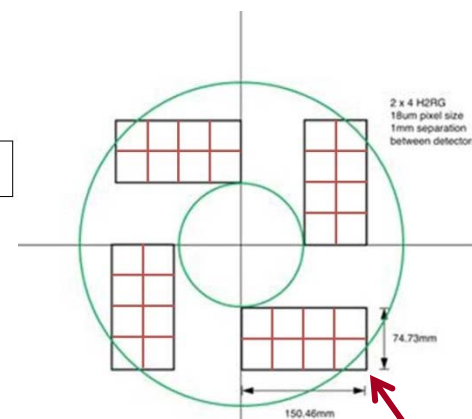
主鏡口径 1.5m の広視野光学望遠鏡

シンプルな構成、既存の技術、高技術熟成度、可動部小、放射冷却

WISH ミッション部・広視野撮像システム

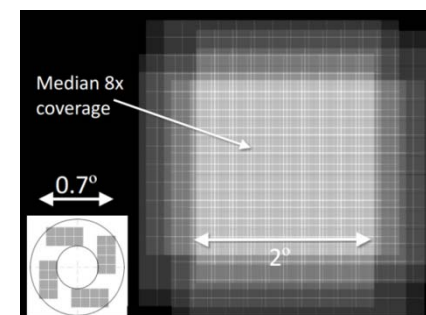


平坦な焦点面
>1000 平方分角

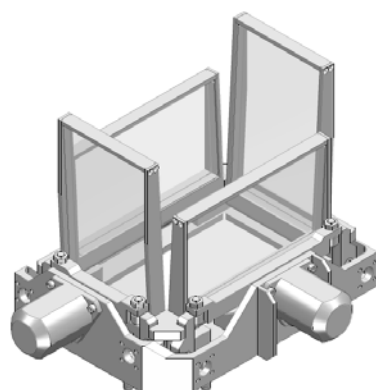


検出器
Teledyne HAWAII-2RG
2k x 2k 32個

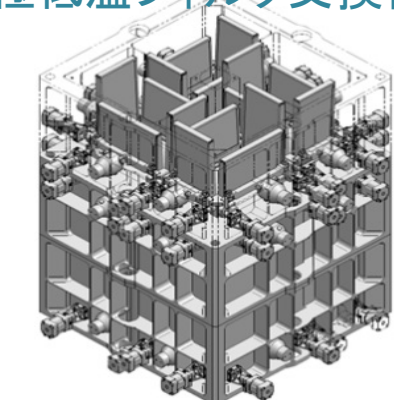
ディザリングパターンの例
15x15



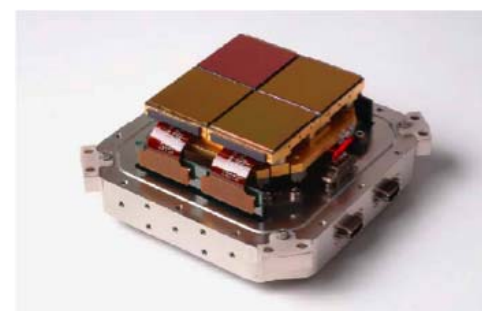
フリップ式
極低温フィルタ交換機構



1ユニット
= 8個の検出器

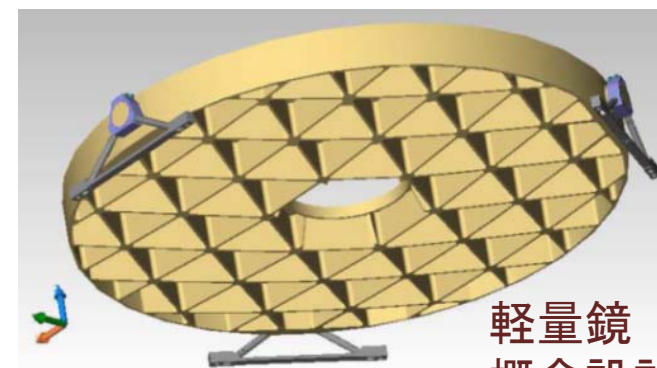
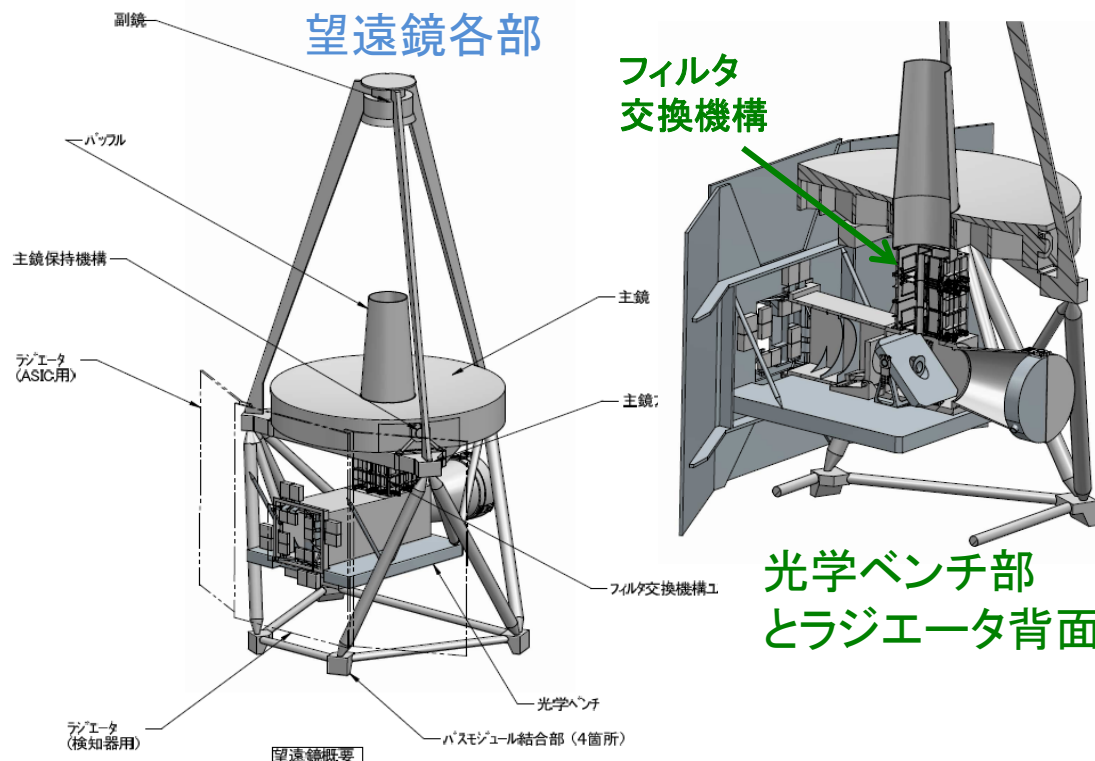


1段4ユニット x 3段

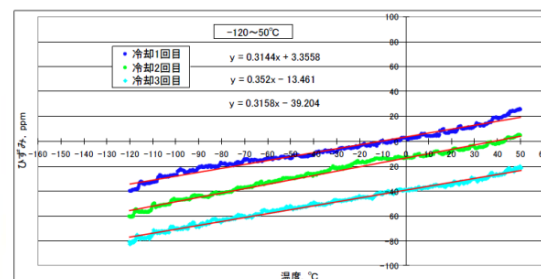
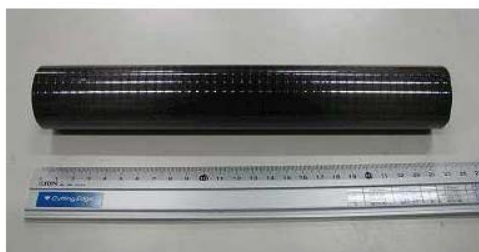


JWST NIRCam/NIRSpec 用に
宇宙用品化されている HAWAII-2RG と
駆動読出エレクトロニクス SIDE CAR/ASIC

WISH ミッション部・望遠鏡システム



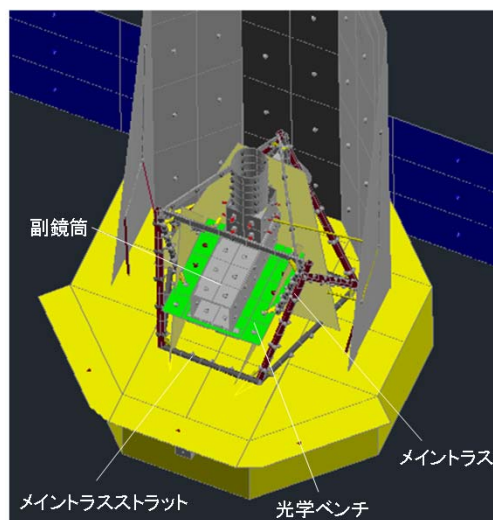
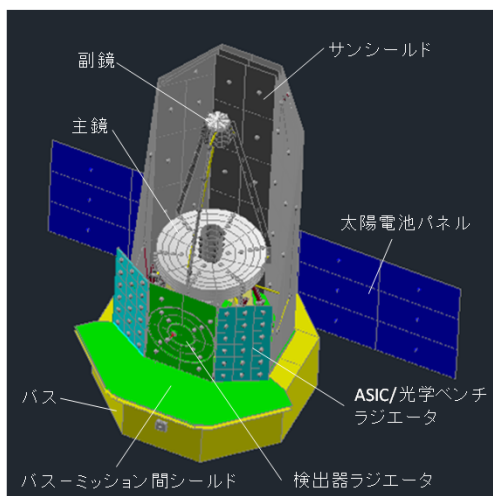
円柱テノン式主鏡保持クランプ機構
設計、解析と試作・冷却試験



構造部材となる CFRPパイプの試作・熱膨張率、膨潤変形計測
CTE ~ 0.1ppm/K 膨潤 20ppm



WISH 熱要求と熱解析



WISH 熱要求:

自然背景光のポアソン雑音が支配的雑音源となる観測

・熱放射雑音の低減 → 望遠鏡構造 80K-100K

・検出器案電流雑音の低減 → 駆動温度 40K(0.003e-/s/pix)

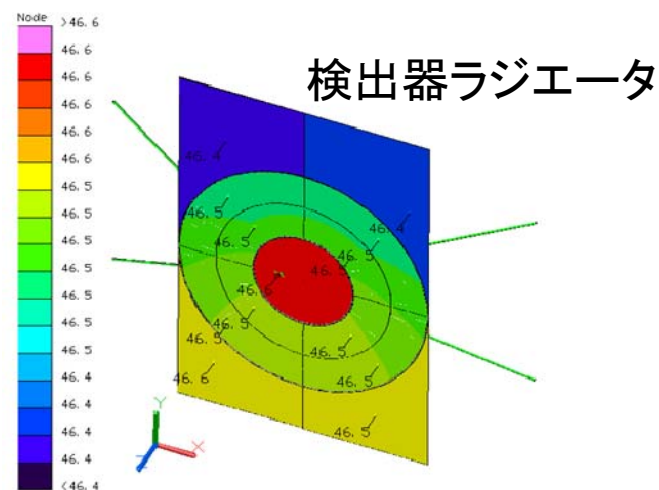
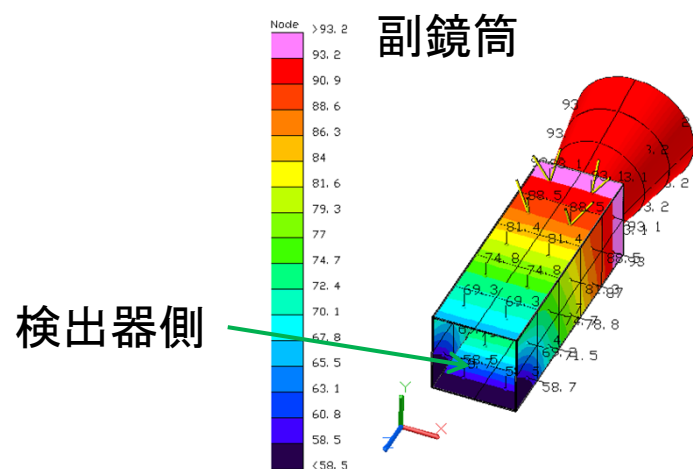
ノミナルな要求値 0.05e-/s/pix

	Temperature (Analysis)	Allowable temperature range
主鏡	35.4	100K 以下
副鏡	37.7 - 39.6	100K 以下
Telescope Optical Bench	86.1 - 93.0	
副鏡筒	58.5 - 93.0	80K 以下
フィルタ交換機構	90.9 - 92.4	
検出器	46.6	40K 以下
ASIC	57.1 - 57.2	
メイントラス	86.0 - 151	
ストラット	143 - 164	
Optical Bench	57.7 - 95.4	
バスモジュール	300K (boundary)	
主鏡バップル	39.9 - 54.8	
副鏡バップル	28.9 - 32.6	
サンシールド	86.6 - 184	
バス・ミッション間シールド	168 - 205	
太陽電池パネル	386 - 389	
副鏡筒用バイボッド	79.4 - 98.4	
フィルタ交換機構用モータドライバ	300K (boundary)	
副鏡焦点調整部用ドライバ	300K (boundary)	

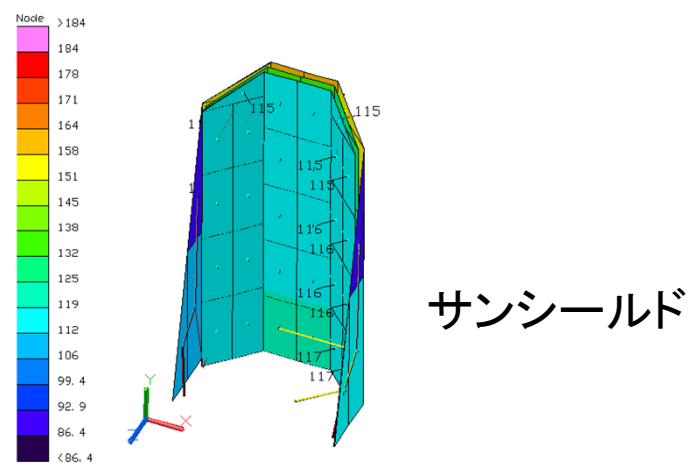
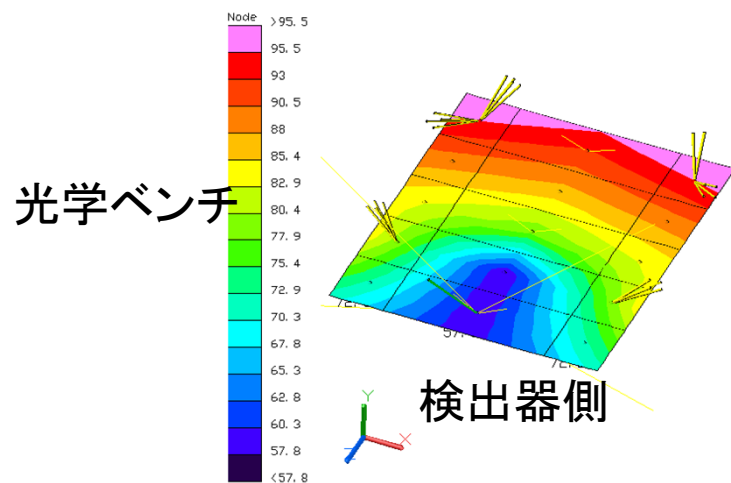
検出器側
低温

暗電流
0.005e-/s/pix 相当

WISH熱解析結果 2015年2月



熱解析結果。副鏡筒の温度分布(左)および検出器ラジエータの温度分布



熱解析結果。光学ベンチの温度分布(左)およびサンシールド最内層内側の温度分布

戦略的中型2021-2022 打ち上げ WISH 提案チーム

名前	所属	身分	役割
山田 亨	東北大学	教授	計画統括, 計画策定, WISH WG 主査
岩田 生	国立天文台	准教授	計画マネジメント, 開発研究, WISH WG 幹事
井上昭雄	大阪産業大学	准教授	科学運用
大内正己	東京大学	准教授	科学運用
太田耕司	京都大学	教授	科学運用
柏川伸成	国立天文台	准教授	科学運用、データマネジメント策定
河合誠之	東京工業大学	教授	科学運用、衛星運用計画策定
久保真理子	東京大学	研究員	科学運用、衛星運用計画策定
児玉忠恭	国立天文台	准教授	科学運用
鈴木尚孝	東京大学	助教	科学運用
田中賢幸	国立天文台	助教	科学運用、データ運用
矢部清人	国立天文台	研究員	開発研究、科学運用、衛星運用計画策定
杉田寛之	宇宙航空研究開発機構 研究開発本部 熱グループ		開発研究（熱解析・設計）
岡本篤			
佐藤洋一			
安藤麻紀子			
学生メンバ（2015年2月）			
石垣真史	東京大学	M1	科学計画策定
利川潤	総合研究大学院大学	D3	科学計画策定
馬渡健	東北大学	D3	科学計画策定
播金優一	東京大学	M1	科学計画策定

コミュニティからのサポート(日本国内)

- ・ 約80名のサポートレター

JAXA 宇宙科学研究所所長 常田佐久 殿

JAXA 宇宙科学研究所理学委員会委員長 牧島一夫 殿

平成 27 年 2 月

超広視野初期宇宙探査衛星 WISH 計画は、スペースからの観測ではじめて達成可能な高感度・高解像度で広視野の近赤外線深宇宙探査を行い、赤方偏移 $z=10$ を越える時代の初代銀河の研究に挑むまさに知のフロンティアの開拓にふさわしいミッション計画です。WISH 計画はこれまでにない革新的な広視野近赤外線データをもたらし、上記初代銀河の研究で他に比肩するものがないデータを得るにとどまらず、Ia 型超新星による宇宙論や銀河の形成進化研究、さらには銀河系構造や系外惑星の研究、太陽系の科学まで様々な分野にも大きな科学的成果が期待できます。また、JWST や WFIRST 計画など将来のスペースミッションと相補的であるだけでなく、TMT など超大型望遠鏡計画やすばる望遠鏡、ALMA 望遠鏡をはじめとする様々な稼働中、あるいは将来計画されている装置とも、非常に強いシナジーが期待されます。

このたび提案募集が行われた JAXA 次期戦略的中型科学ミッションの機会において WISH 計画の実現を強く支持します。

賛同する研究者 (50 音順)

WISH コミュニティ・サポート



コミュニティからのサポート(海外)

- SAO (G. Fazio)
 - proposal to NASA submitted
- EU 124 astronomers
 - proposal to CNES submitted
- Canada 18 astronomers



Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics

60 Garden Street, Cambridge, MA 02138-1516

(617) 495-7000



January 16, 2015

Professor Saku Tsuneta
Director General



Institut Pythéas
Observatoire des Sciences de l'Univers
Aix-Marseille Université



SAINT MARY'S
UNIVERSITY SINCE 1802

Department of Astronomy & Physics

Marcin Sawicki
Professor
923 Robie Street
Halifax, Nova Scotia
B3H 3C3, Canada

e: sawicki@ap.smu.ca
t: (902) 420 5144
f: (902) 496 8218
w: www.ap.smu.ca/~sawicki

Professor Saku Tsuneta

Marseille, February 3, 2015

Tsuneta

and Astronautical Science,
Exploration Agency
Chuo-ku, Sagamihara,

WISH コミュニティ・サポート

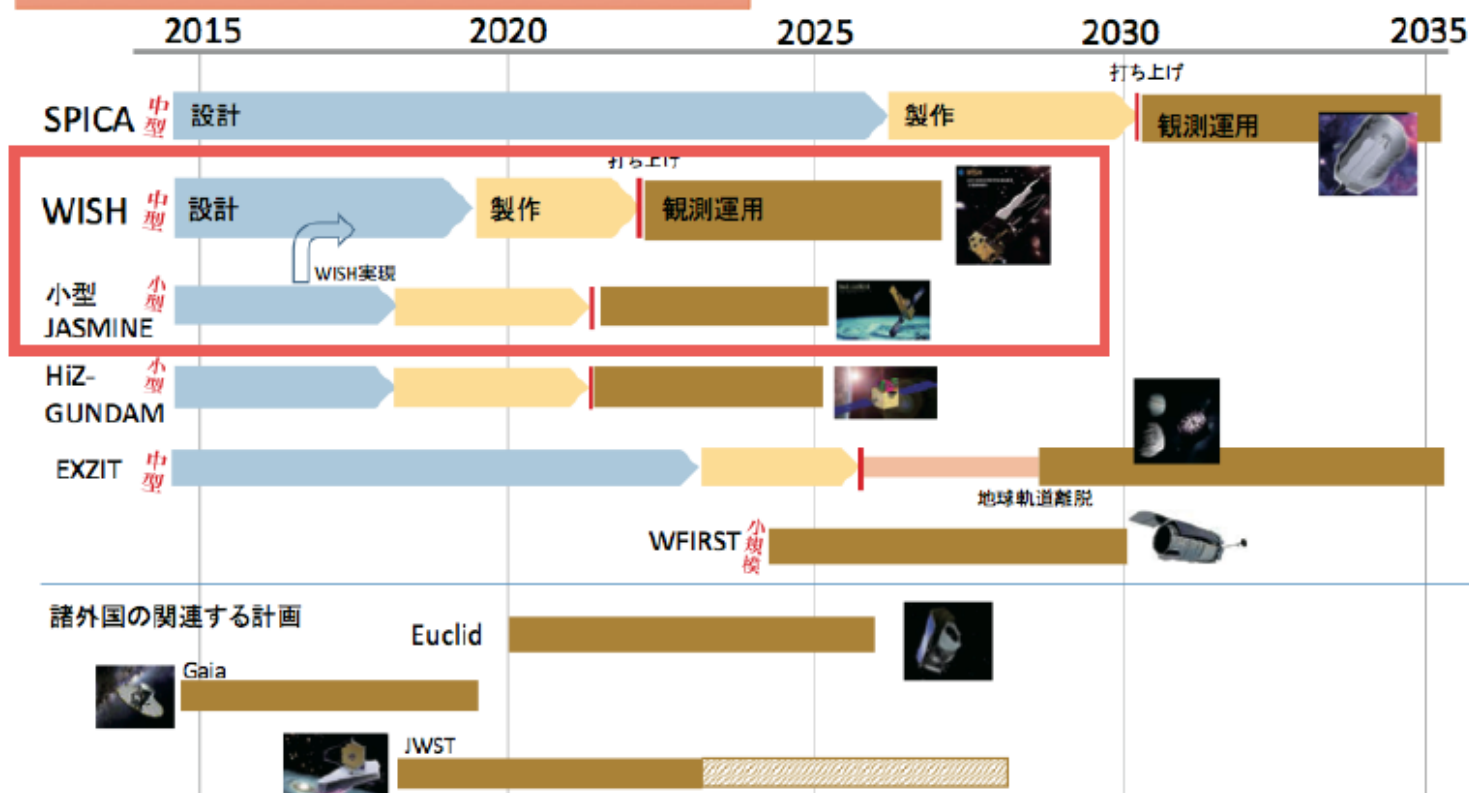


WISH を支持する
欧州の研究者124名の
地理分布

光学赤外線天文連絡会の戦略と工程表

- 「何等かの理由でSPICAの打ち上げが遅れる場合には、WISHの2020年代初頭の打ち上げを最優先度のプロジェクトへと移行する」

ケース2：SPICAの打ち上げが2030年代にずれ込む場合



光赤天連(川端弘治委員長) 目標・戦略・工程表

2015/2/2 宇宙研に提出

Executive Summary

2020 年代以降の光学赤外線天文学分野の発展においては、地上だけに留まることなく、スペースからの観測を実現することが必須と考える。これまで地上をベースに活動してきたグループと、既にスペースをベースに活動してきたグループが手を携えて、2020 年代に最重要と考える科学目標の達成を目指していく。そしてこの観測を通じて新たな革新的な技術の獲得と人材育成を絶やさず進めて行く。

これまで光赤天連は、次世代赤外線天文衛星SPICA の実現を求めて来た。昨今の事情によりその実現時期の遅延や仕様の変更が検討されているが、SPICA の実現を最優先で望むことには変わりがない。ただしSPICA が何らかの理由により2030 年代にずれ込むような場合には、コミュニティとしての持続的な成果創成と人材育成の観点から、SPICA の推進に加えて、超広視野初期宇宙探査衛星WISH(中型計画)、あるいは小型JASMINE 等(公募型小型計画)を2020 年代初頭に打ち上げることが重要な意義を持ち得ると考える。またWFIRST/WACO 等小規模プロジェクトや、EXZIT やHiZ-GUNDAM等の異分野連携プロジェクトを並行して推進することも上述の基幹ミッションとの相補性の観点から重要と考える。

WISH 計画の現状と今後の展望

2020-2021 を打ち上げ目標時期とする
戦略中型ミッションに提案(2015年2月)。

宇宙科学研究所・宇宙理学委員会
(牧島一夫委員長)において推薦されなかった。

(今後)

WISH サイエンスの実現

WISH 検討で得られたモーメントム

WISH 検討で得られた技術検討成果

→ 捲土重来を期して鋭意努力