

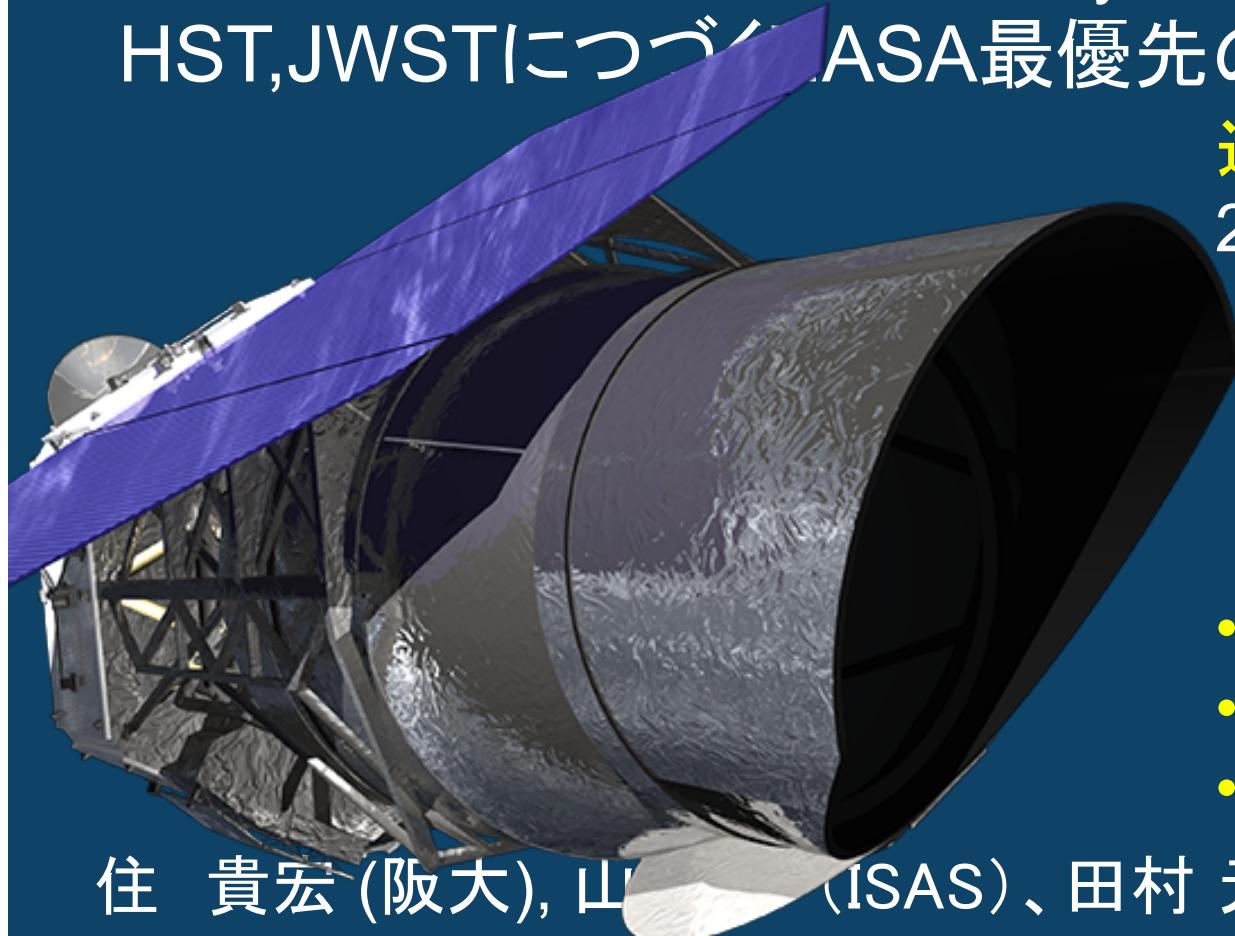
WFIRSTの現状と日本の参画についての見通し

(Wide Field Infra Red Survey Telescope)

米国Decadal survey大型衛星1位

HST,JWSTにつづくNASA最優先の次期旗艦大型衛星

近赤外広視野サーベイ衛星
2025年ごろの打ち上げ

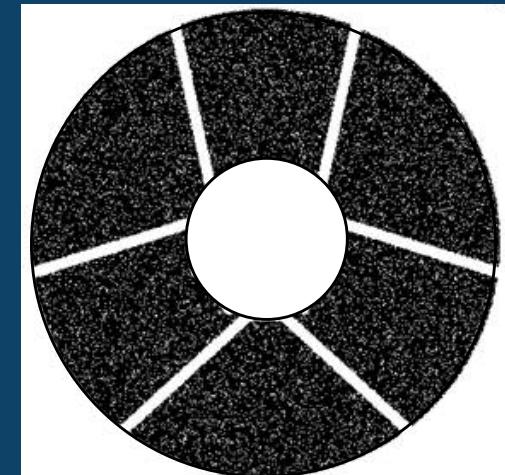
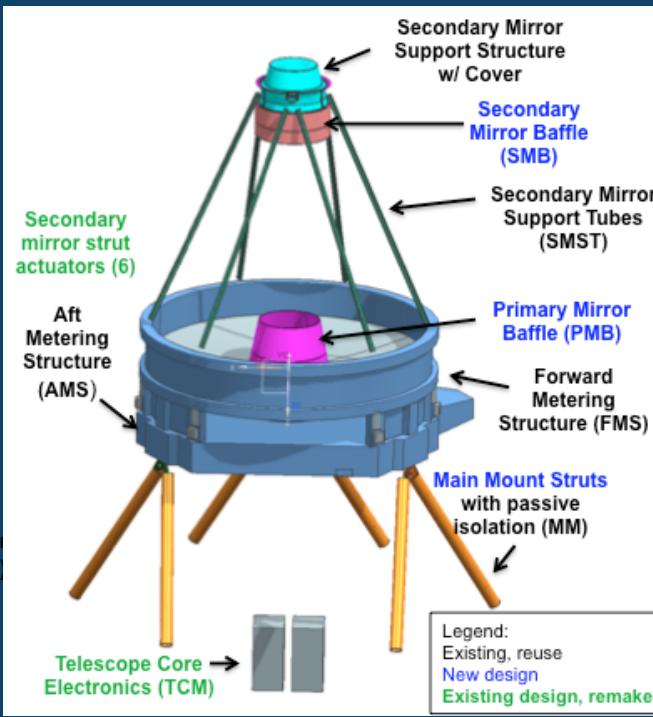
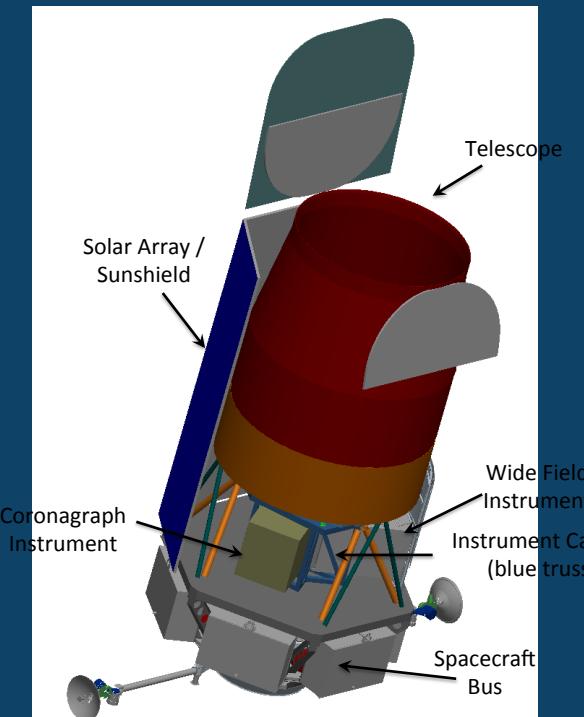


- 暗黒エネルギー/修正重力
- 系外惑星
- 近赤外サーベイ

住 貴宏(阪大), 山口和也(ISAS)、田村 元秀(東大)、高田 昌広(IPMU) WFIRST WG

2.4m WFIRST

- 口径: 2.4m (HSTと同じ)、NRO(国家偵察局)から譲渡
- 軌道:L2
- 広視野分光撮像・コロナグラフ装置
可視光・近赤外($0.6\text{--}2 \mu\text{m}$) 270K
- 寿命: 5年+1年



The telescope entrance pupil

Figure 3-3: WFIRST-2.4 Observatory configuration featuring the 2.4-m telescope, two modular instruments and a modular spacecraft bus

Channel field layout for AFTA-WFIRST wide field instrument

0.788° wide
0.427° high
X gaps 2.5mm
Y gaps 8.564mm

4k x 4k pixel H4RG-10 IR検出器を18 個
0.11 arcsec/pixel 0.28 deg²



Moon (average size seen from Earth)



HST/ACS



HST/WFC3



JWST/NIRCAM

~90 × bigger than HST–ACS FOV,

~200 × bigger than IR channel of WFC3

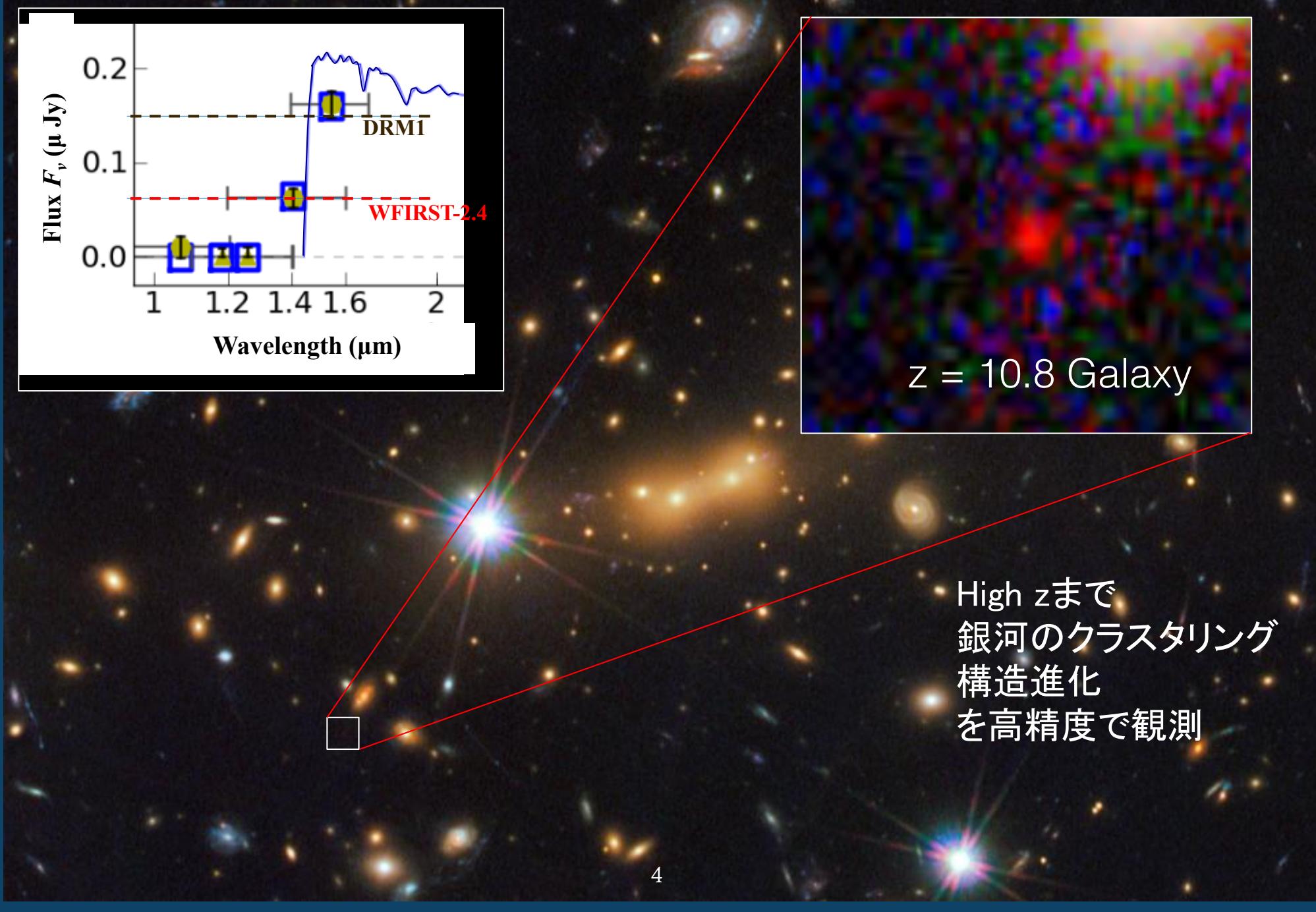
Each square is a H4RG-10

4k x 4k, 10 micron pitch
288 Mpixels total

Slitless spectroscopy with grism in filter wheel

R_θ ~ 100 arcsec/micron

Hubble x 200 Discovery of High- z Galaxies



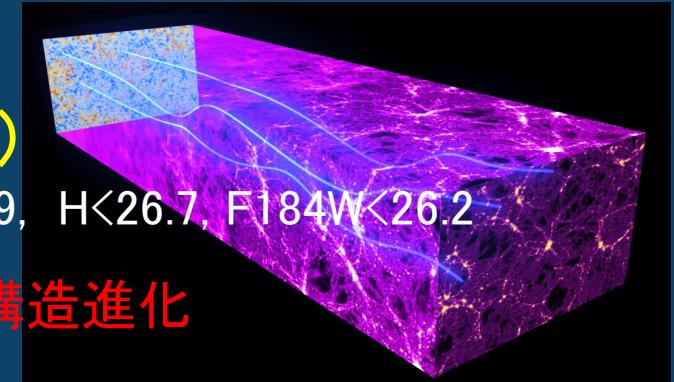
WFIRST観測計画概要

➤ 暗黒エネルギー/修正重力(～2.5年)

◆ High Latitude Survey (HLS)(銀河分布)

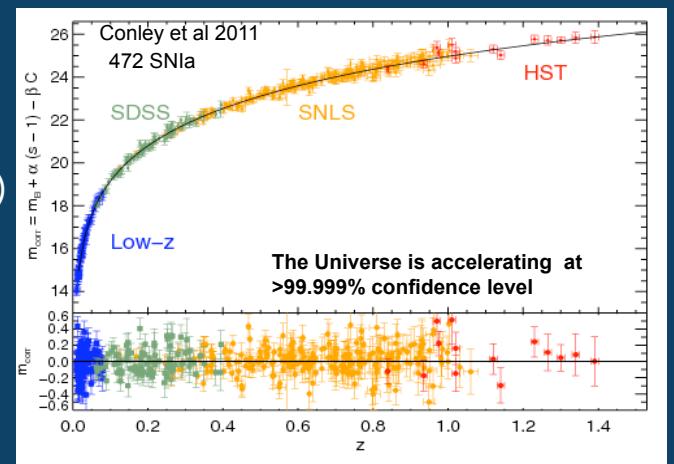
2000平方度、撮像(YJH)+分光(R \sim 800) Y<26.7, J<26.9, H<26.7, F184W<26.2

- ・弱い重力レンズ現象(WL)
- ・Red shift space distortion (RSD)
- ・Baryon Acoustic Oscillation (BAO)



◆ Ia型超新星探査

5, 9, 27平方度、撮像モニタリング+IFU分光 (R \sim 100)



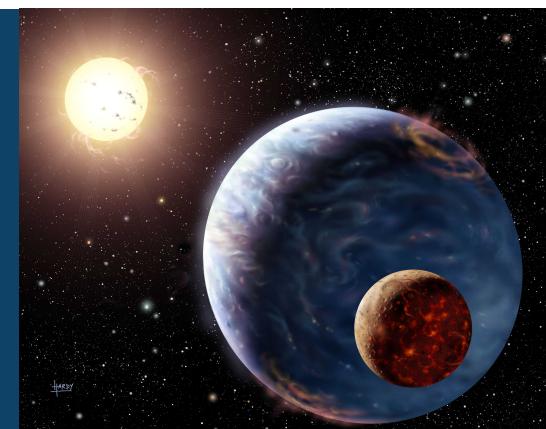
➤ 系外惑星:

◆ 重力マイクロレンズ観測(～1年)

銀河系中心方向、大軌道半径惑星の分布

◆ コロナグラフ観測(～1年)

可視、コントラスト 10^{-9} , IWA 0.2"



➤ Guest Observer 観測(25%,1.5年)

弱重力レンズによる暗黒物質分布

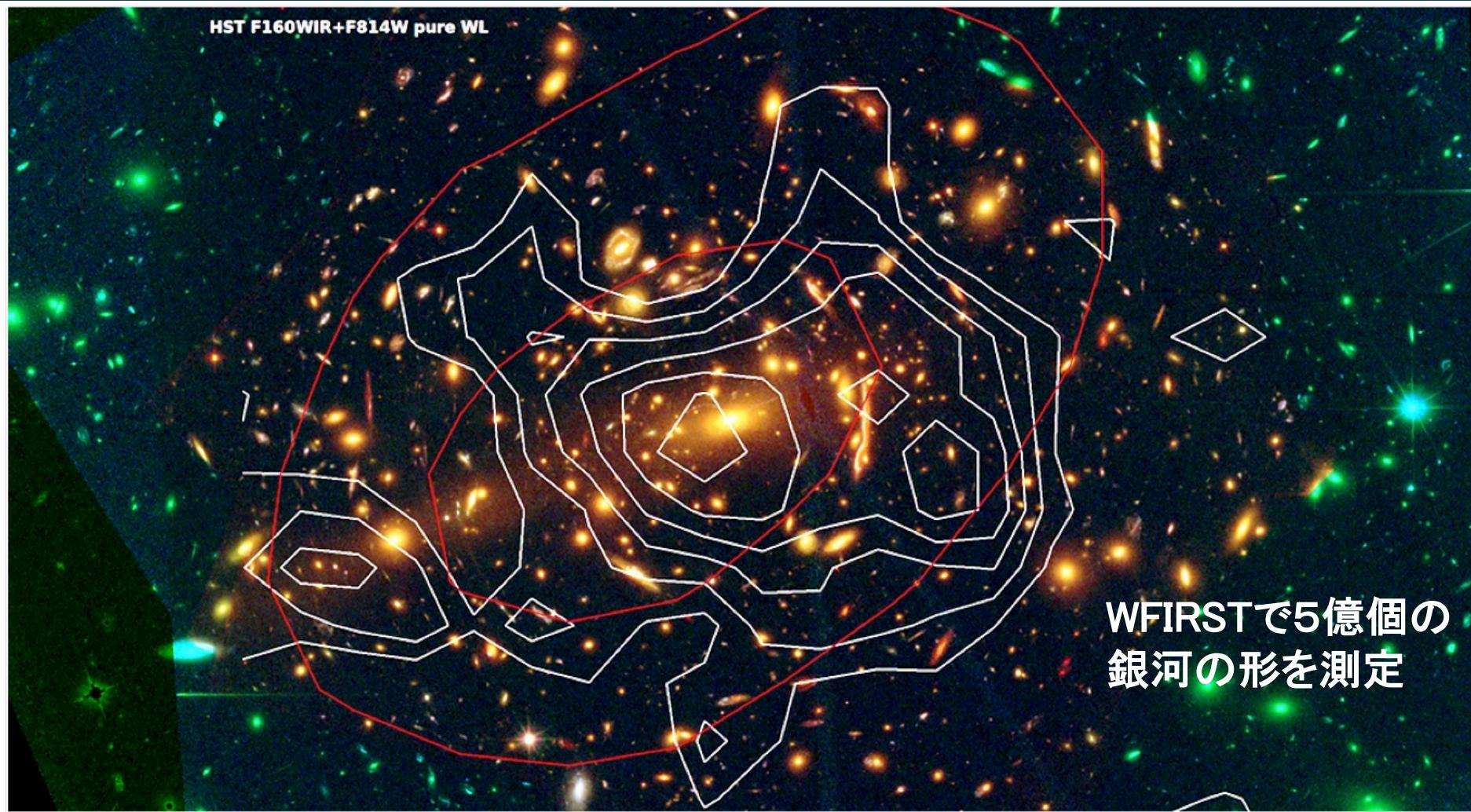
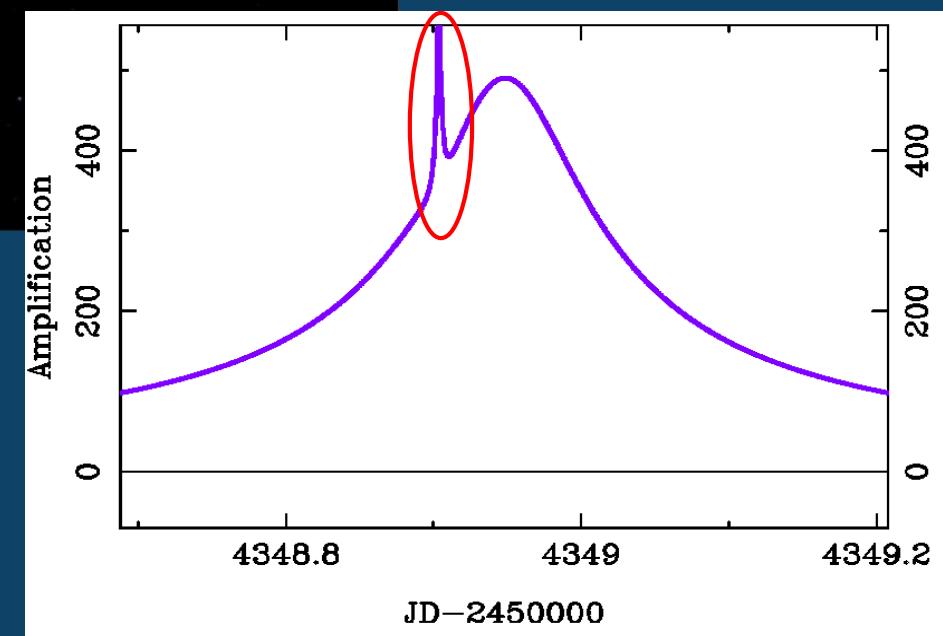
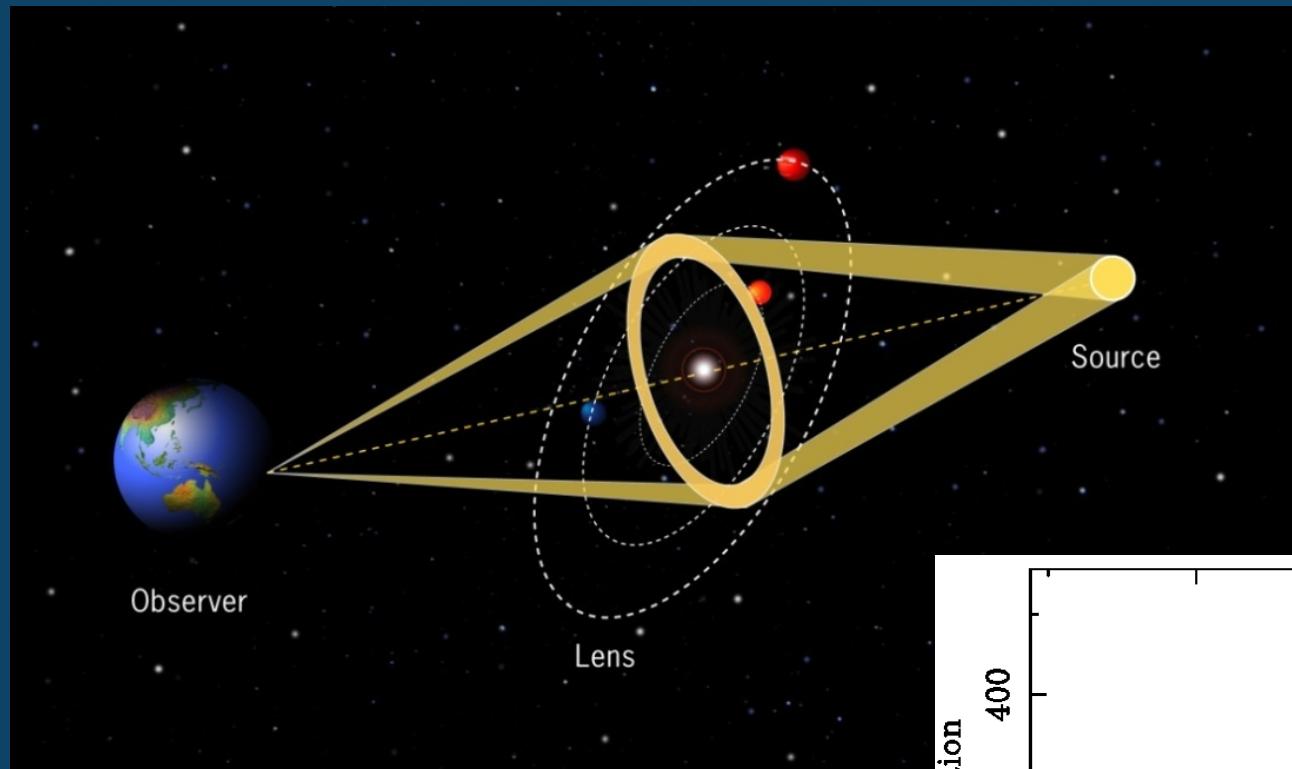
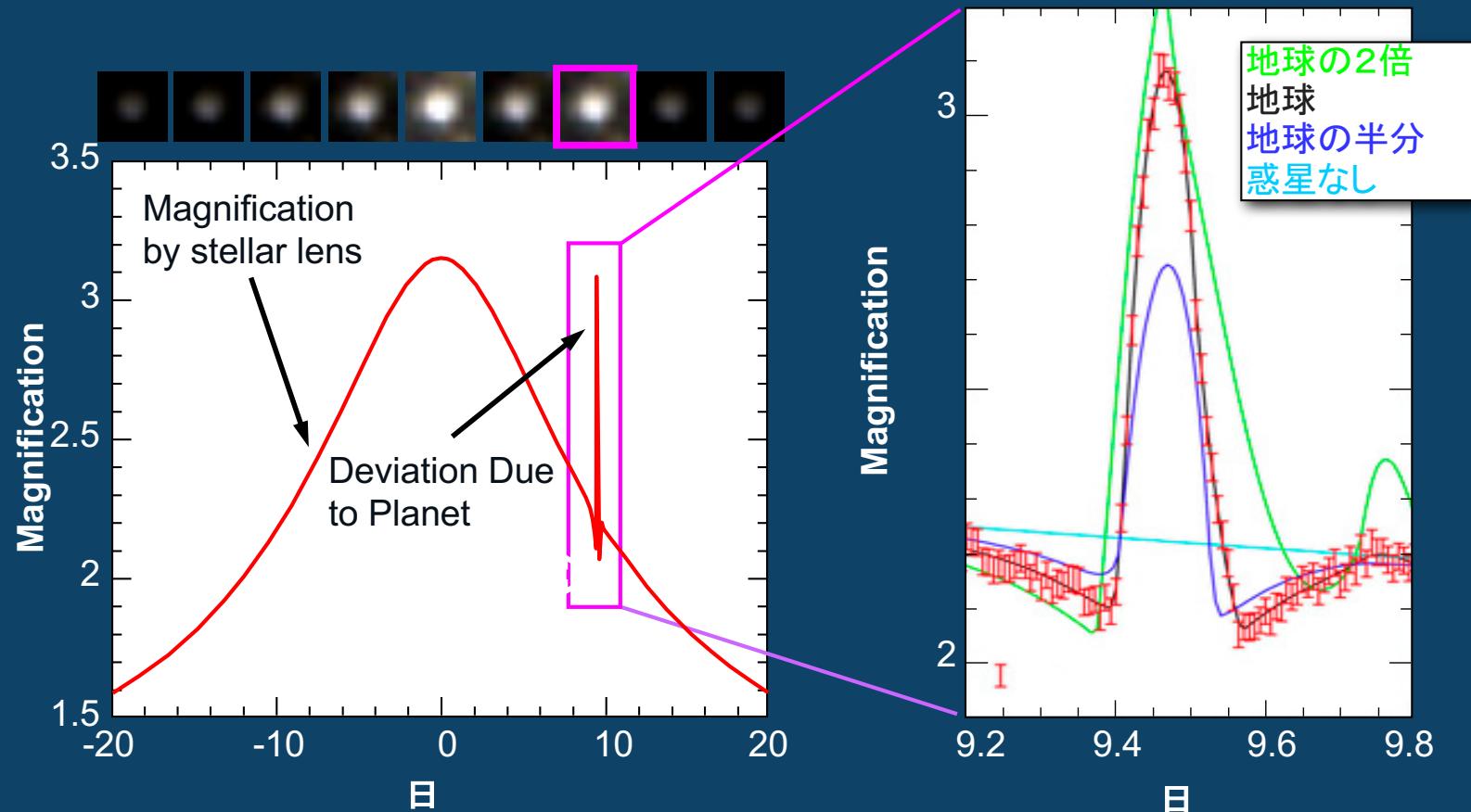


Figure 2-12: Mass density contours around the cluster MACS J1206.2-0848 derived from a ground-based weak lensing survey with Subaru (red) vs. a weak lensing study with HST/ACS+WFC3 (white). The 10x higher surface density of lensed galaxies achieved from space yields ~ 3 x higher spatial resolution maps. The HST data shown here is representative of the WFIRST 2.4 WLS. WFIRST 2.4 will make a map of this quality over 2,000

重力マイクロレンズによる系外惑星探査



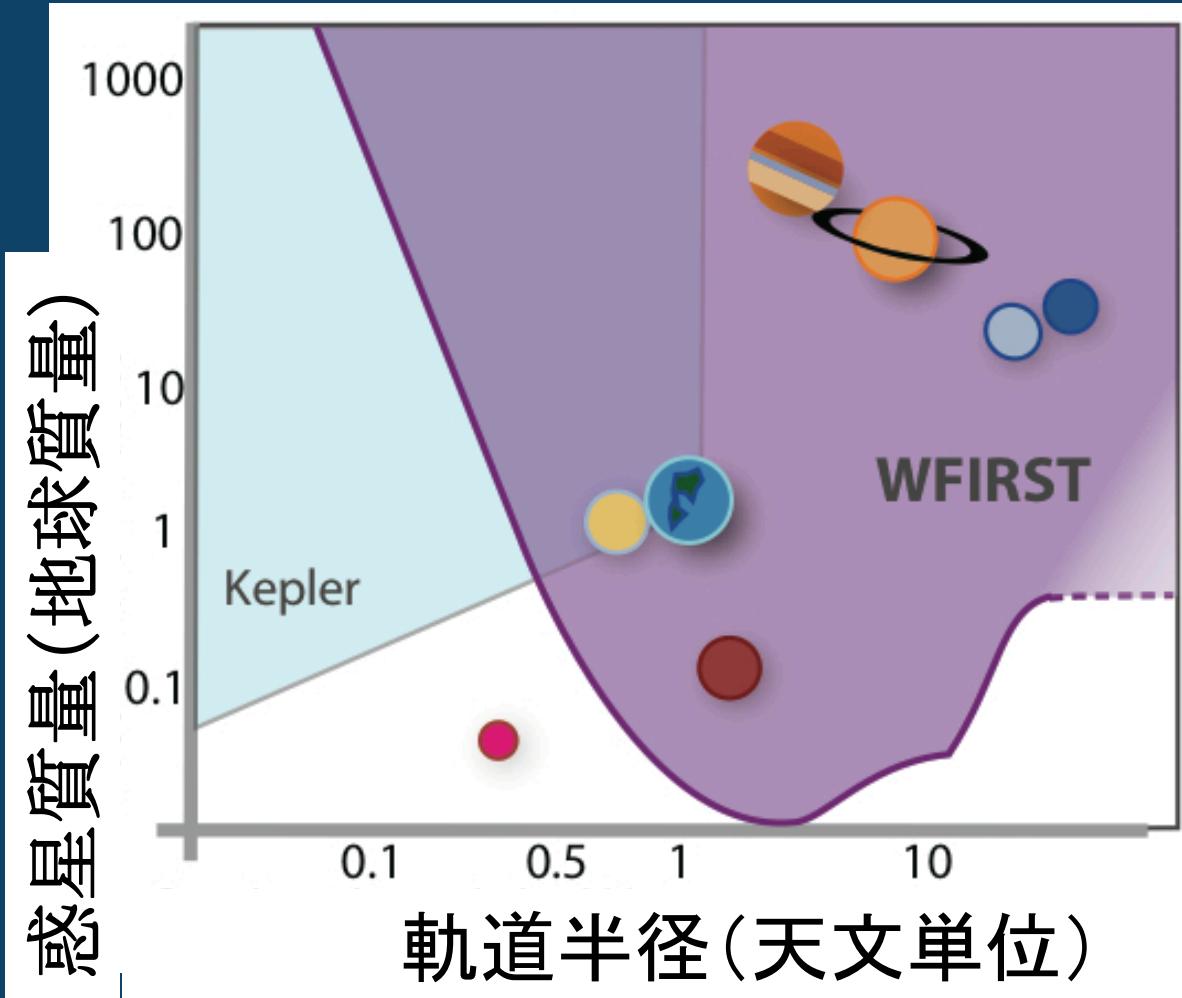
WFIRSTによる地球質量惑星検出



- 銀河系バルジ 2.8 deg^2 内の星3億個
- 15分に1回、24時間、72日ぶつ続けて観測
- 6シーズン(合計1.2年)

地球質量惑星による4-5時間の明るさの変化を捉える。
惑星: 3千個
(地球質量以下: 約2百個)

WFIRSTによる惑星検出



惑星: 3千個

(地球質量以下: 約2百個)

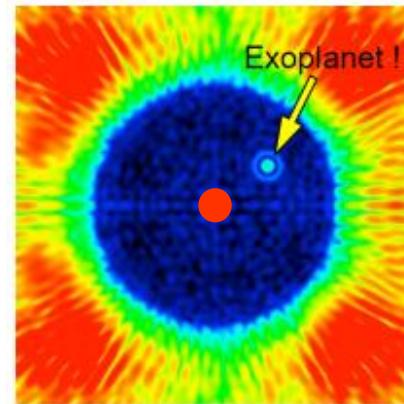
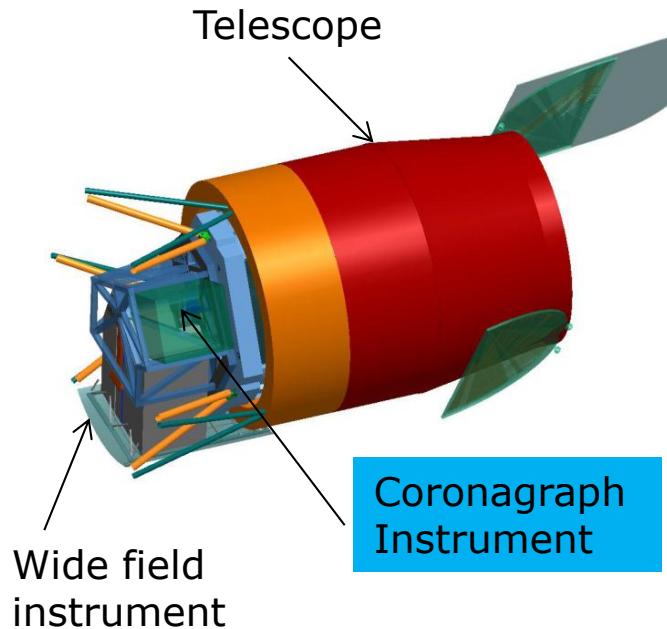
水星以外全ての太陽系
惑星を検出可能

Keplerと合わせて
全ての種類の惑星の
分布を解明

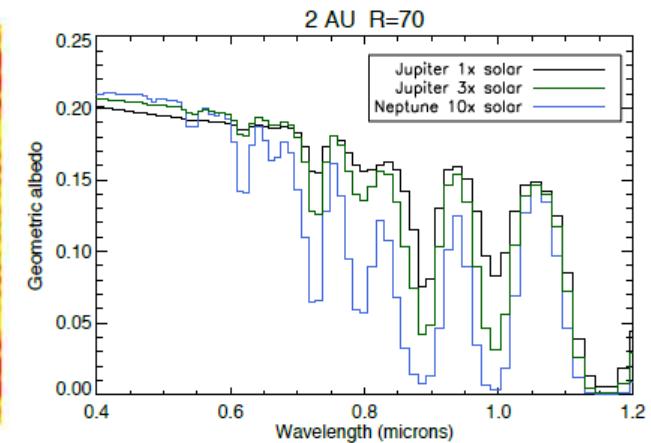
Coronagraph Instrument



ExoPlanet Exploration Program



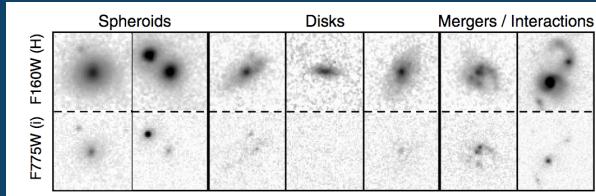
Exoplanet
Direct imaging



Exoplanet
Spectroscopy

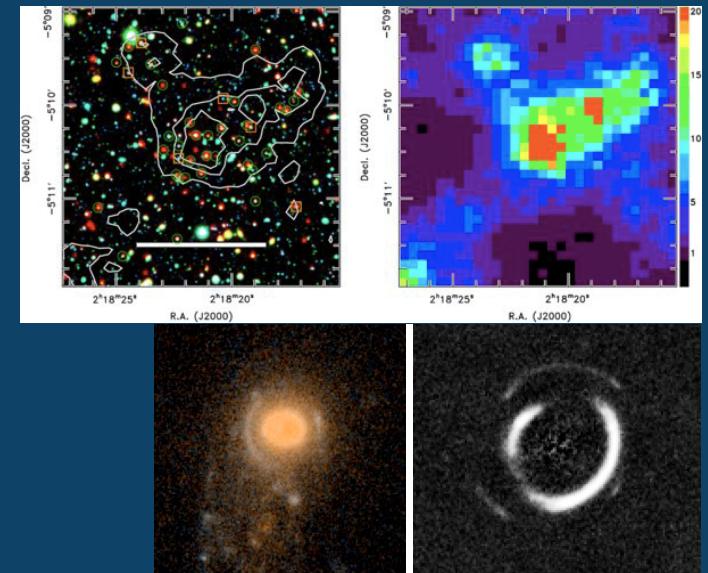
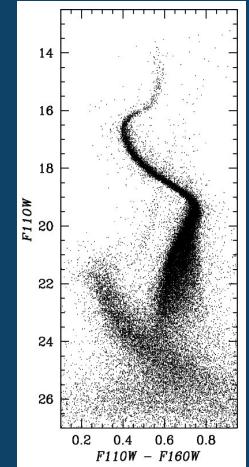
- 400–1000nm band pass
- 10^{-9} contrast
- 100 milliarcsec inner working angle at 400nm
- R=70 spectra and polarization at 400–1000 nm

- 近傍の巨大ガス惑星、氷惑星、超地球の撮像、分光
- 原始惑星系円盤
- 将来の地球型惑星直接観測(TPF)への技術実証



GO & Archive sciences

1. Open Cluster and Star Forming Region **IMFs** to Planetary Mass
2. Exoplanet via **transit** and Astrometry
3. High-precision **IR CMDs** of stellar populations.
4. Quasars as a Reference Frame for Proper Motion Studies (LMC,GB)
5. **Proper Motions** and **Parallaxes** of Disk and Bulge Stars ($\sim 10\mu\text{as/yr}$)
6. White dwarfs.
7. **Nearby Galaxies**
8. **Galaxy Structure** and Morphology
9. Evolution of **Massive Galaxies**
10. Distant, High Mass Clusters of Galaxies
11. **Obscured Quasars**
12. Strongly Lensed Quasars
13. **Strong Lensing**
14. **High-Redshift Quasars** and Reionization
15. Faint End of the Quasar Luminosity Function
16. Probing the Epoch of Reionization with Lyman- α Emitters



日本のWFIRST参加への活動

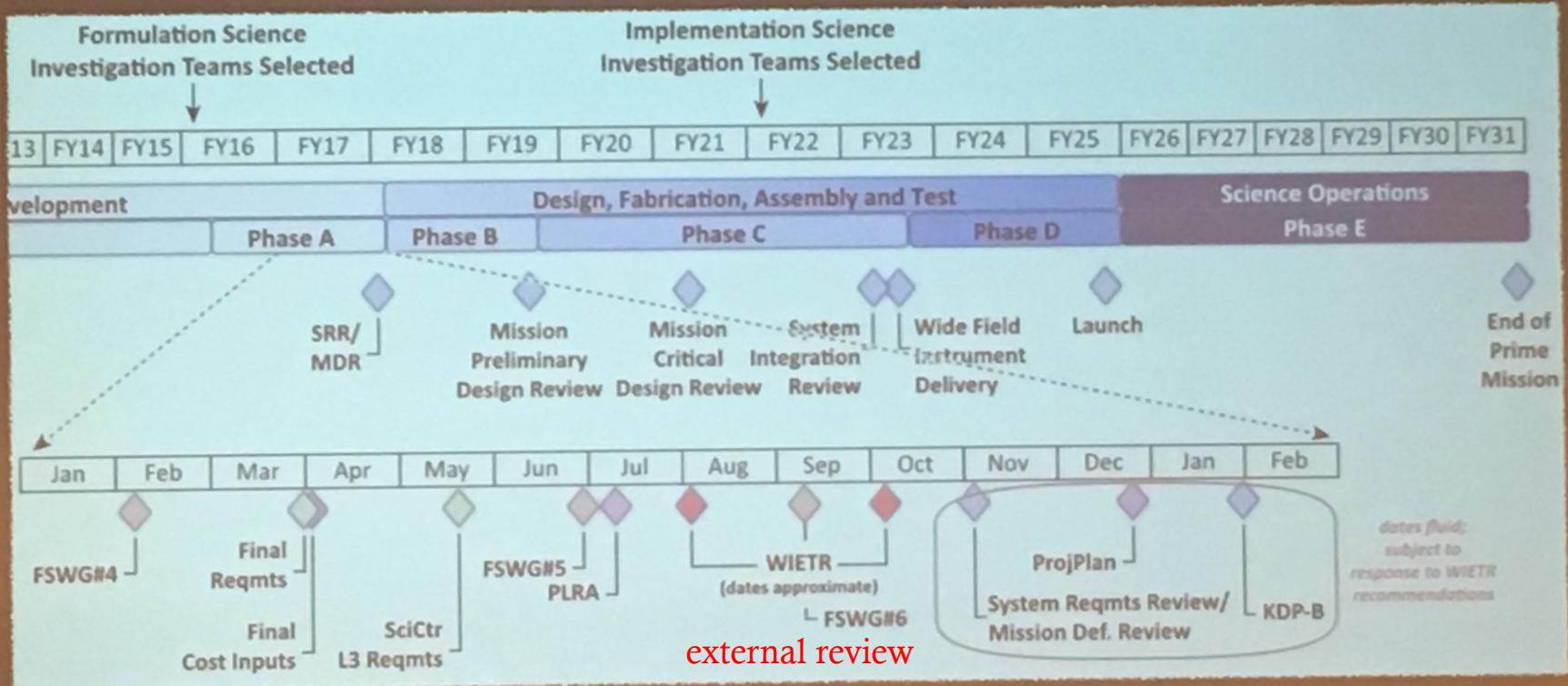
- 2010年12月、初期WFIRST Science Definition Team(SDT)に住が参加
- 2013年 7月、WFIRST-AFTA SDTにJAXA代表として山田亨(ISAS)が参加。
- 2013年 8月、「WFIRST 連絡会」立ち上げ。山田亨(代表)、住(幹事)、 約30人
- 2014年2月、コロナグラフ開発 WACO WG設立
田村(PI,東大,NAOJ) 早期の具体的検討が必至なコロナグラフ装置検討を先行
- 2015年3月、SDT final report(日本の潜在的興味の表明を記載、他欧州、カナダ、韓国)
- 2016年1月、WFIRST WGが承認(PI:住)(WACOからの発展的改組)
小規模プロジェクト(戦略的海外協同計画)での参加実現を推進
- 2016年2月、NASA started phase A. \$90M budget in FY 2016FSWG 開始
- 2016年6月から、山田(亨)がJAXA repとして、NASA FSWGにオブザーバ参加
- 2017年3月ISAS戦略的基礎開発予算(コロナグラフ)採択
- 2017年3月ISAS国際調整旅費採択
- 2017年8月、日本の参加計画提案書をJAXAへ提出
- 2017年11月末～12月、NASA WFIRST
SRR(System Requirements Review),
MDR (Mission Definition Review)



WFIRST

WIDE-FIELD INFRARED SURVEY TELESCOPE
ASTROPHYSICS • DARK ENERGY • EXOPLANETS

Schedule: the Next Year



26 June 2017

Synergies with WFIRST - Benford

日本の貢献案および検討状況

■ 宇宙研 WFIRST WG (主査:住)で以下をひとつのパッケージとして考えている。

1. すばる望遠鏡によるWFIRST Synergy Survey (2025年ごろ～100晩)

1. photo-zのキャリブレーション
2. 狹帯域フィルター

2016/9 光赤天連シンポジウムで合意を得た

2016/11: 有本ハワイ観測所長から常田宇宙研所長へ
Letter of Intent 送付 (NASA HQへcc)

2016/11: 有本ハワイ観測所長及び、すばる委員会より、
Commitmentの合意を得た。



2. WFIRST コロナグラフ装置における機能強化

- ・偏光撮像機能の付加
- ・偏光補償機能の開発

3. 地上局による貢献



4. 地上マイクロレンズデータ提供(MOA)貢献合意準備

地上赤外マイクロレンズ同時観測(阪大)貢献合意準備

(2) コロナグラフ装置への寄与

- コロナグラフ装置を科学的に発展をもたらす機能・性能強化をする貢献を目指す。
- 次世代のスペースからの高コントラスト観測に向けて基盤を作る。

(戦略的基礎開発予算で開発中)

(基本案)

■ 偏光撮像ユニットの提供

惑星反射光

惑星系円盤→偏光を示す。

偏光分離素子を光路に挿入

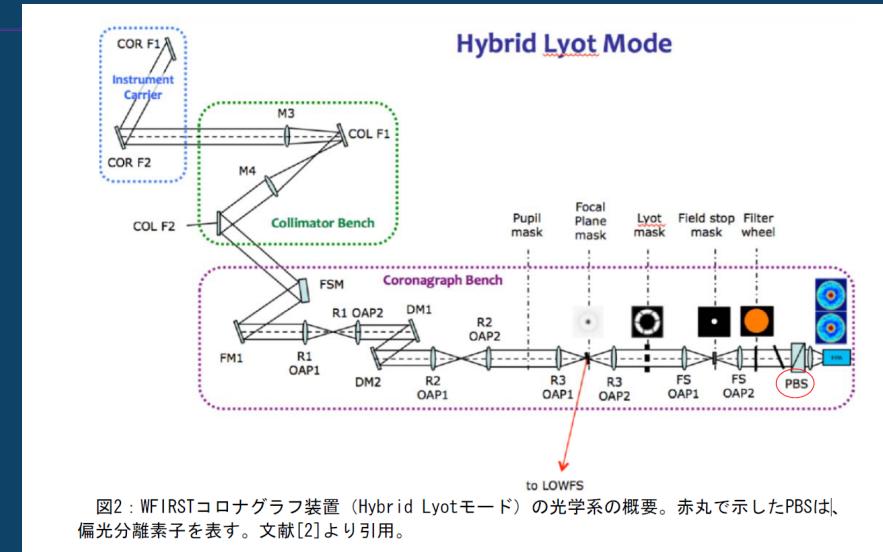
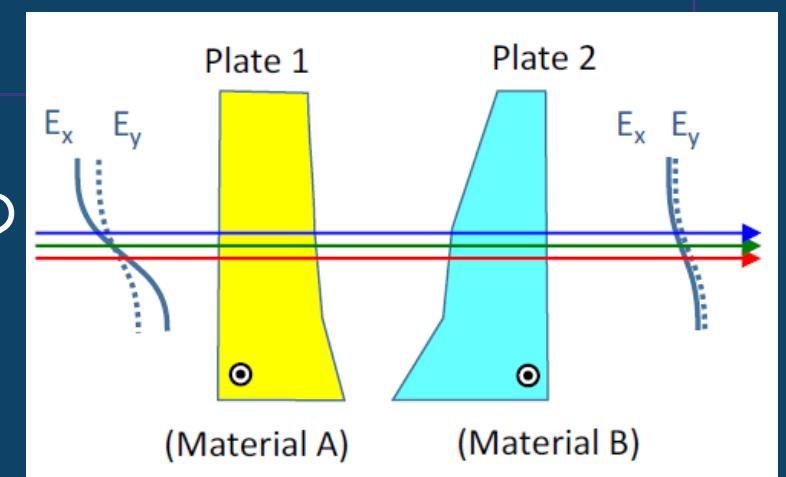


図2: WFIRSTコロナグラフ装置 (Hybrid Lyotモード) の光学系の概要。赤丸で示したPBSは、偏光分離素子を表す。文献[2]より引用。

■ 偏光補償機能の開発・提供

- 望遠鏡・装置偏光による偏光差分波面収差(PDWA)が発生
- 現在のベースライン案: 直線偏光の1成分のみを取りだしDMで波面補償を行う
- 偏光補償装置: 複屈折デバイスによる波面整形、色消し～コントラスト低下を防ぐ

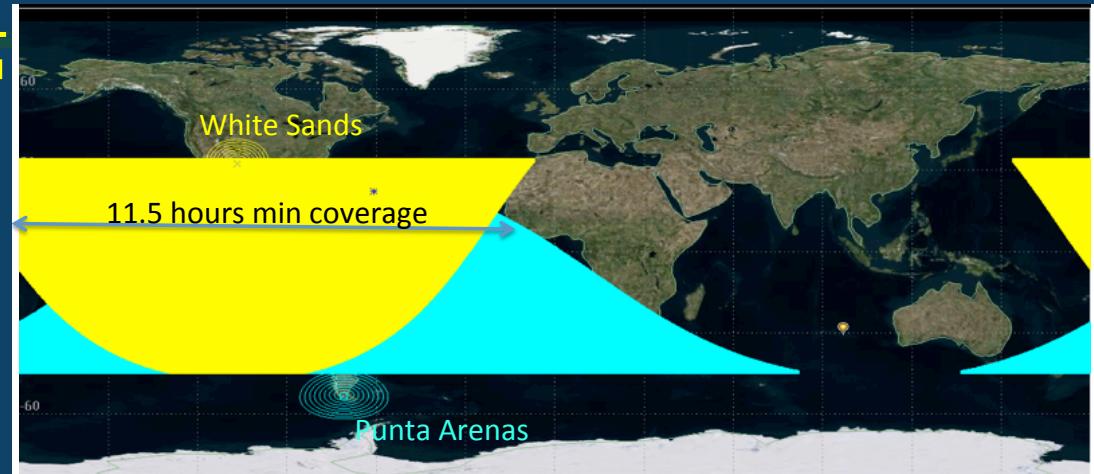


(3) 地上データ局について

ダウンリンク・レンジング(軌道:L2)

- Kaバンド帯(26GHz帯)受信
Sバンド送受信

- Near Earth Network (NEN)
18 m antenna@White Sands
- New ~12 meter antennas
at Punta Arenas



- 日本のタイムゾーンでの基地局運用は大きなメリット
 - JAXA 白田アンテナグループ、深宇宙追跡技術グループの協力を得て進めたい。
 - GREAT (Kaバンド帯は32GHz)、内之浦34m等のアップグレードを検討
- WFIRST WGとして 26GHz帯の追加を検討

- 26.5 GHz Ka band science downlink – G/T of 48.5 dB/K
- Science data rate 262.5 Mbps
- 11.4 Terabits per contact





WFIRST-Subaru Synergistic Observation Workshop

December 18-20, 2017
NAOJ Mitaka Campus, Tokyo, Japan

Menu

Home

Important Dates

Venue

Programme

Announcements

Registration

Participants

Banquet

Visitor Information

Committees

Contact



First announcement — save the date

WFIRST-Subaru Synergistic Observation Workshop

to be held from **December 18 - 20, 2017**

at

Large Seminar Room, NAOJ, Mitaka, Tokyo, Japan

http://www.ir.isas.jaxa.jp/WFIRST_Subaru/index.html

OC:

Jeremy Kasdin, (Princeton Univ.)

Jeff Kruck, (NASA/GSFC)

Jason Rhodes, (NASA/JPL)

David Spergel, (Princeton Univ.)

Takahiro Sumi, (Osaka Univ.)

Masahiro Takada, (Kavli IPMU/Tokyo Univ.)

Toru Yamada, (ISAS/JAXA)

Yusei Koyama (NAOJ)

Hironao Miyatake (JPL)

Takashi Moriya (NAOJ)

Daisuke Suzuki (ISAS/JAXA)

WFIRST/Subaru装置のステータス把握

WFIRST側の要望／日本側の要望の把握

各分野ごとの最適な観測案の議論

決定プロセス／組織の提案と議論

Summary

- WFIRSTは、大統計量で宇宙の加速膨張、系外惑星を解明する。
- GO program →多くの分野の方の参加が可能。
→SPICA, TMTと相補的
- 日本の貢献パッケージ
 - 1) すばるシナジーサービイ OK
 - 2) 地上マイクロレンズデータ提供 OK
 - 3) コロナグラフ偏光機能の提供(R&D中) on going
 - 4) 地上局の貢献の検討 on going

8月頭に、提案書をJAXAに提出予定。(戦略的海外協同計画)

宇宙科学の今後20年の構想を検討する委員会(20年委員会)

- ◎ WFIRST
- ◎ SPICA
- ◎ LUVOIR, Habex, OST, ?