

WFIRST

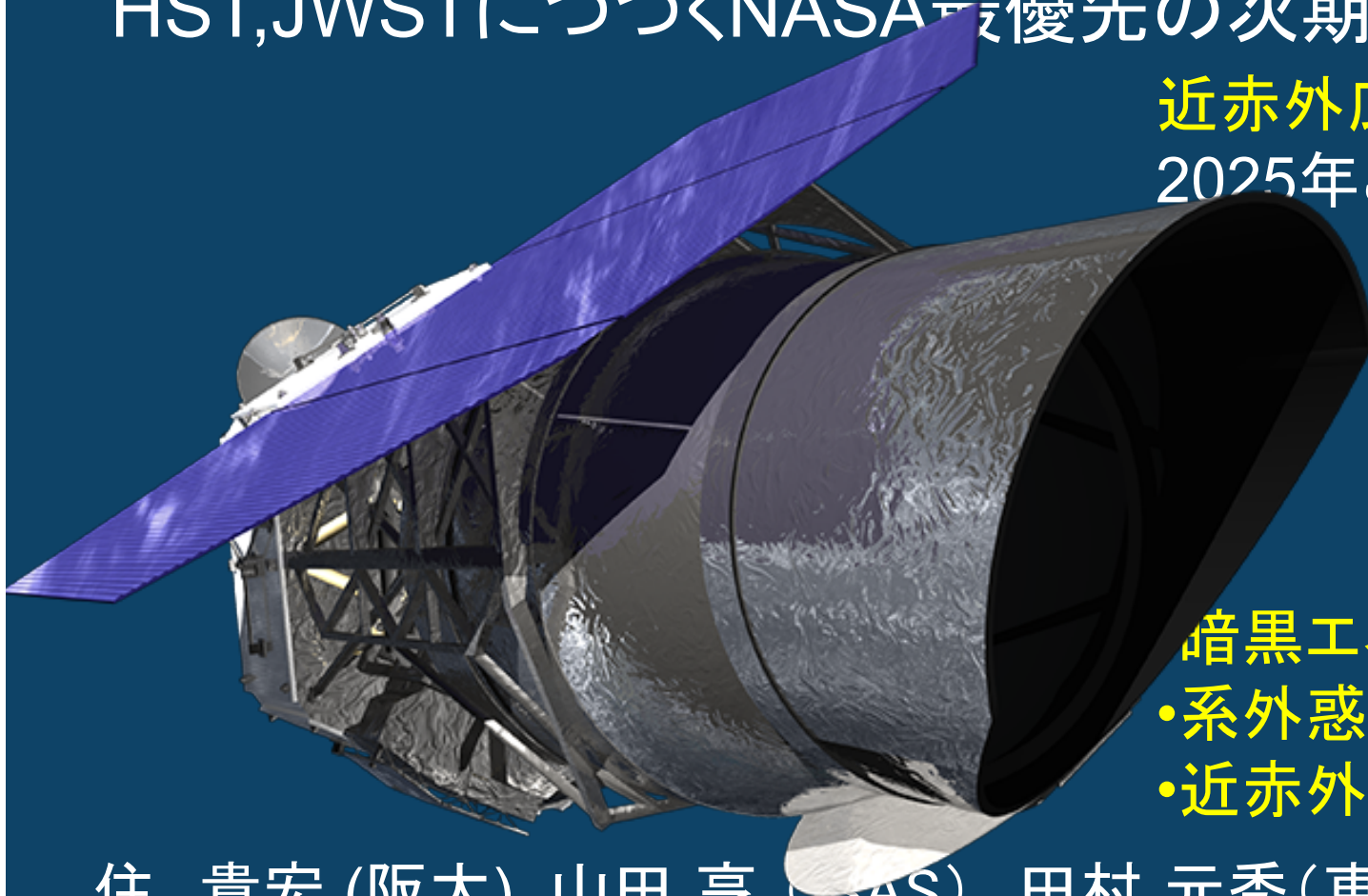
(Wide Field Infra Red Survey Telescope)

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), 山田 亨 (ISAS)、田村 元秀 (東大)、高田 昌広 (IPMU) **WFIRST WG**

2017/1/6 [宇宙科学シンポジウム] ISAS

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 ($0.6-2 \mu\text{m}$) 270K
- 寿命 : 5年 + 1年

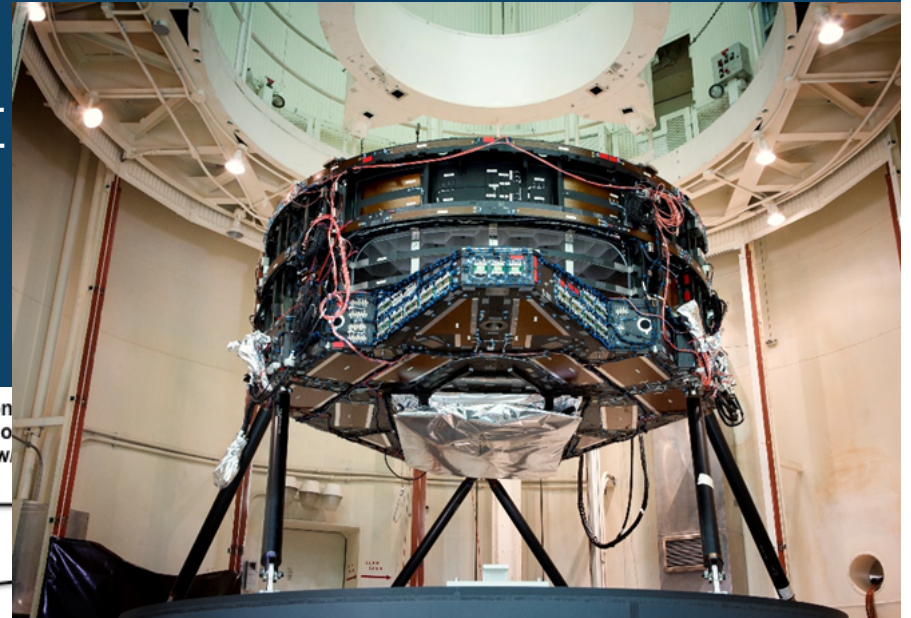
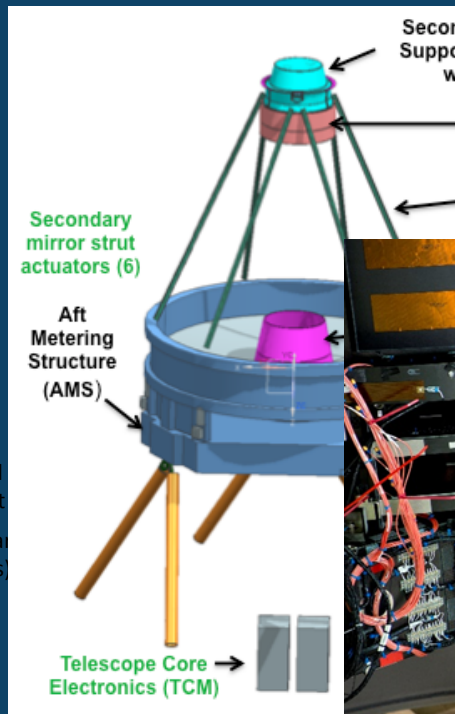
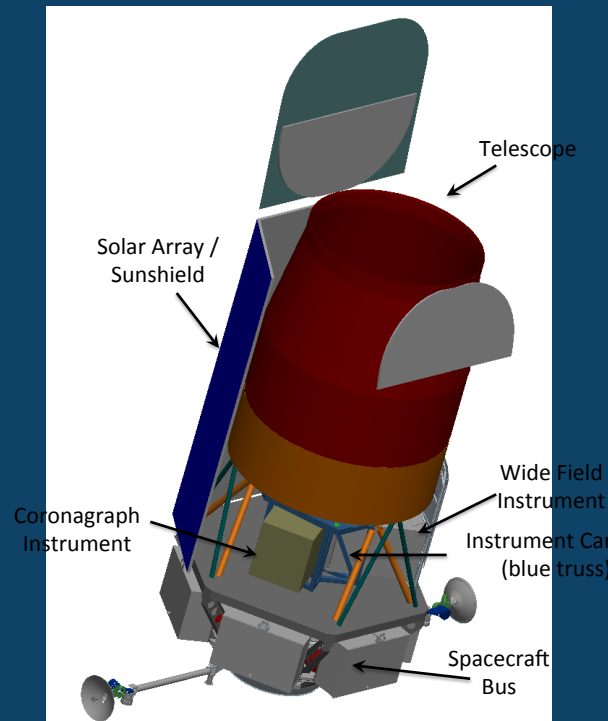


Figure 3-3: WFIRST-2.4 Observatory configuration featuring the 2.4-m telescope, two modular instruments and a modular spacecraft bus

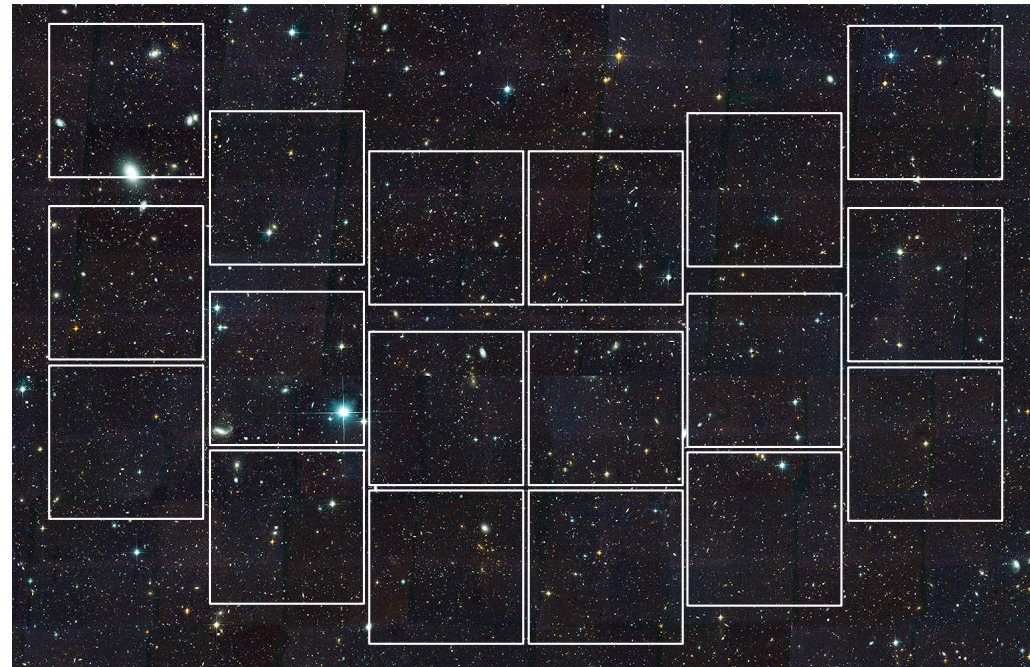
Channel field layout for AFTA-WFIRST wide field instrument

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

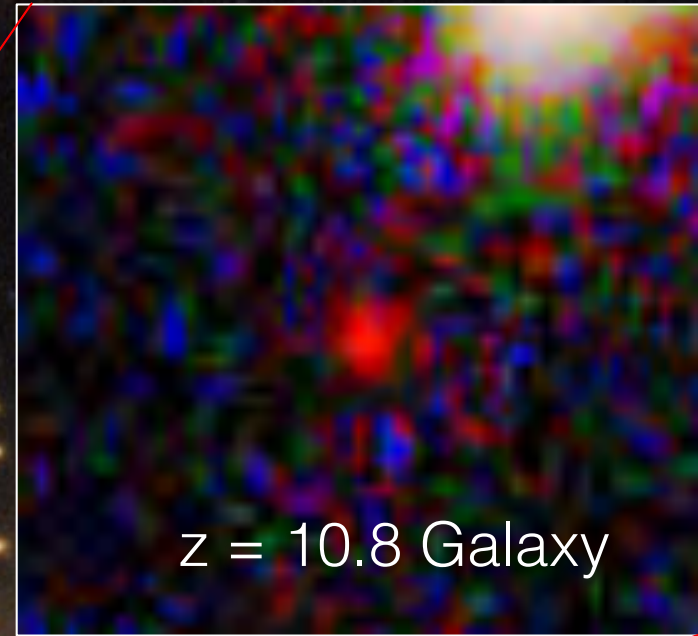
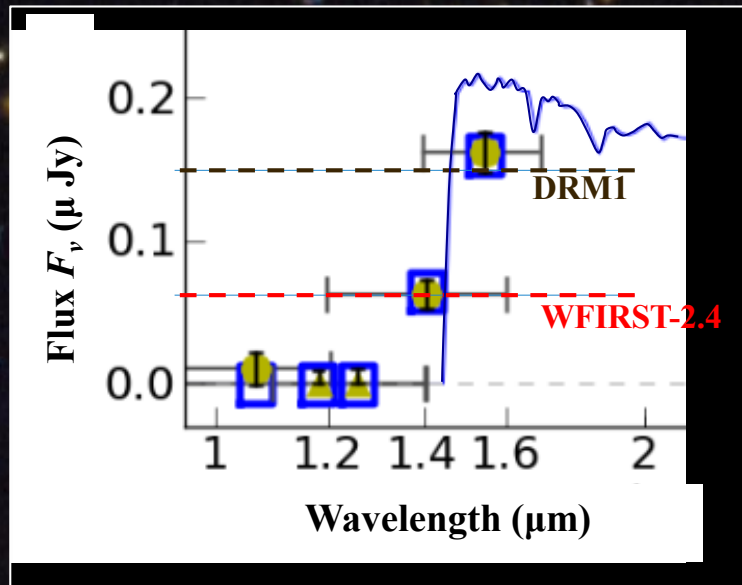
4k x 4k, 10 micron pitch

288 Mpixels total

Slitless spectroscopy with grism in filter wheel

R_θ ~ 100 arcsec/micron

Hubble x 200 Discovery of High-z Galaxies



High z まで
銀河のクラスタリング
構造進化
を高精度で観測

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)

暗黒物質、構造進化

◆ Ia型超新星探査

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

宇宙の加速膨張史

➤ 系外惑星:

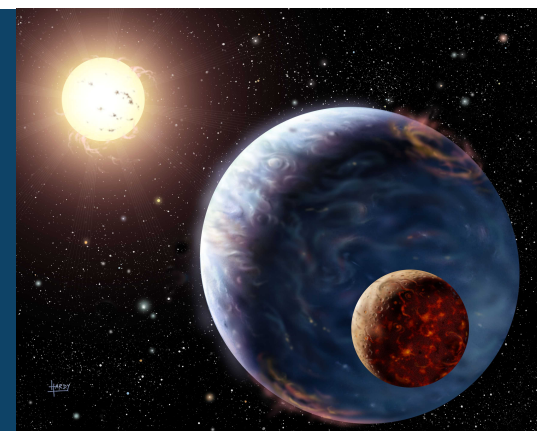
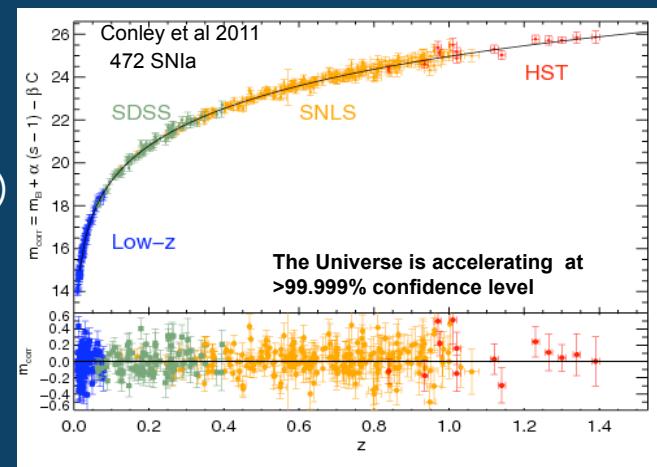
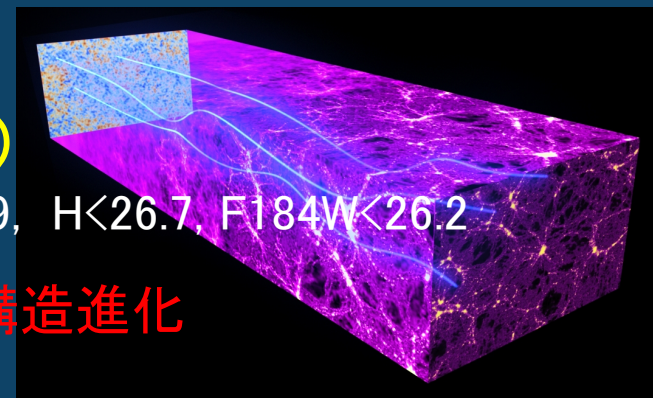
◆ 重力マイクロレンズ観測(～1年)

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

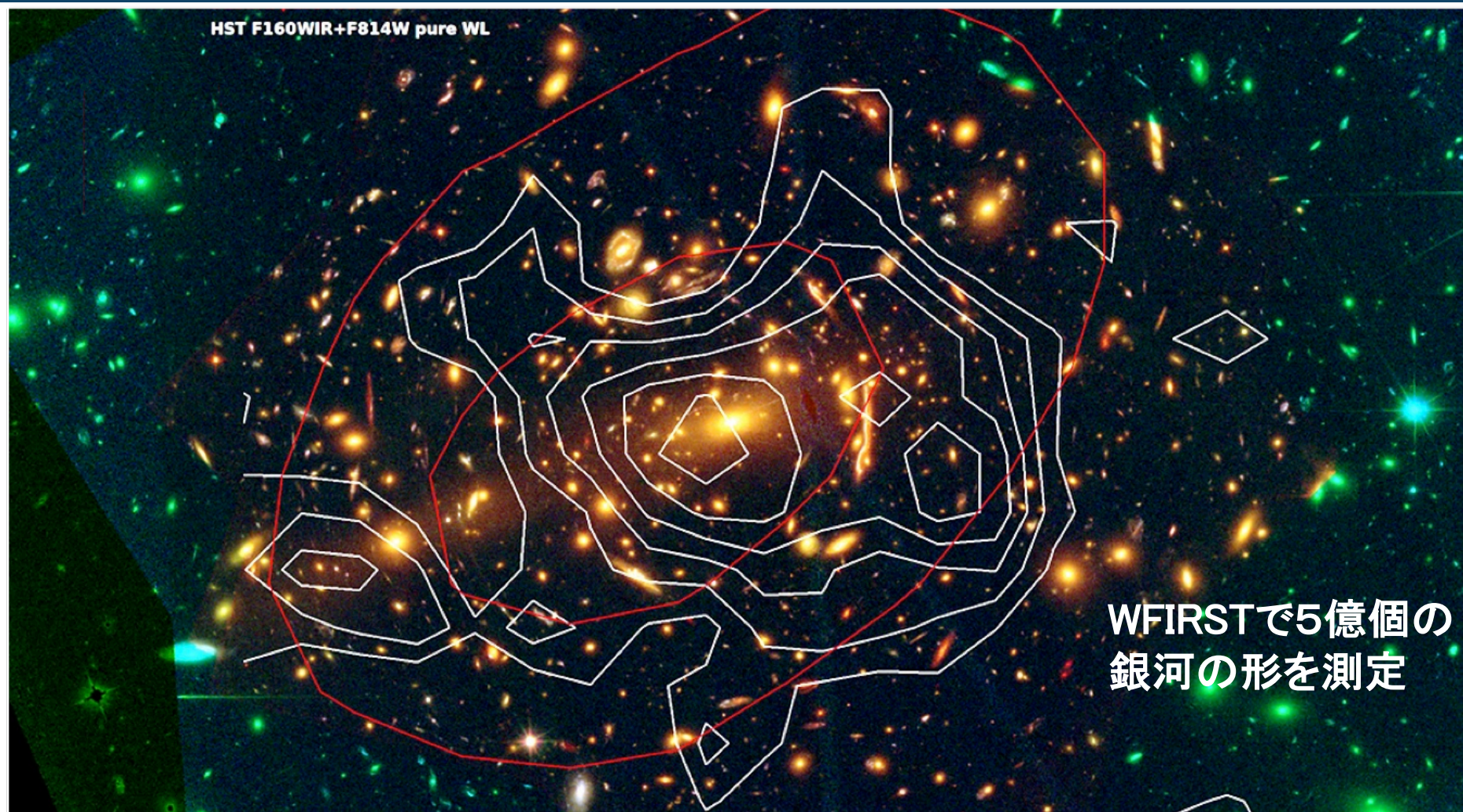
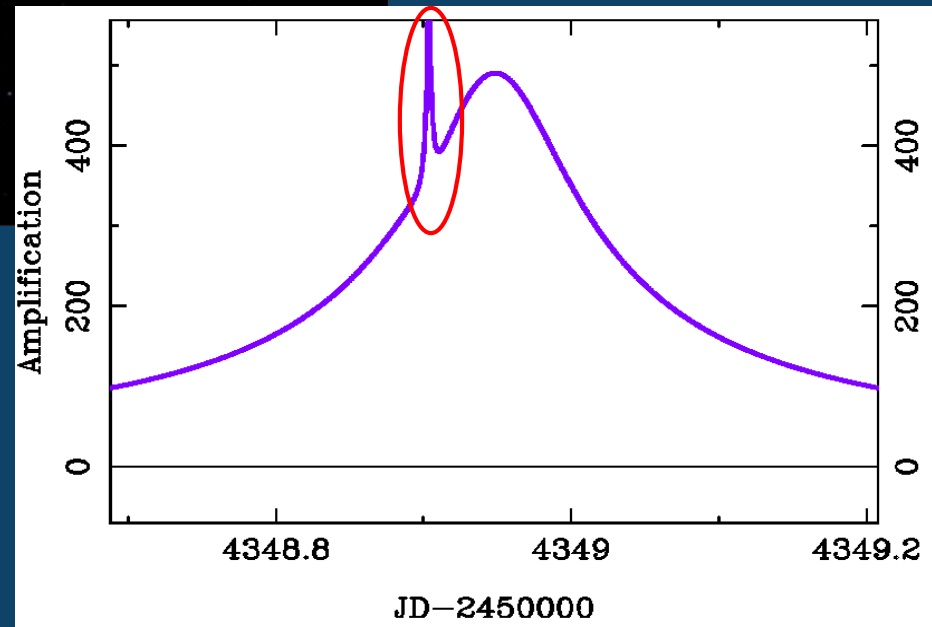
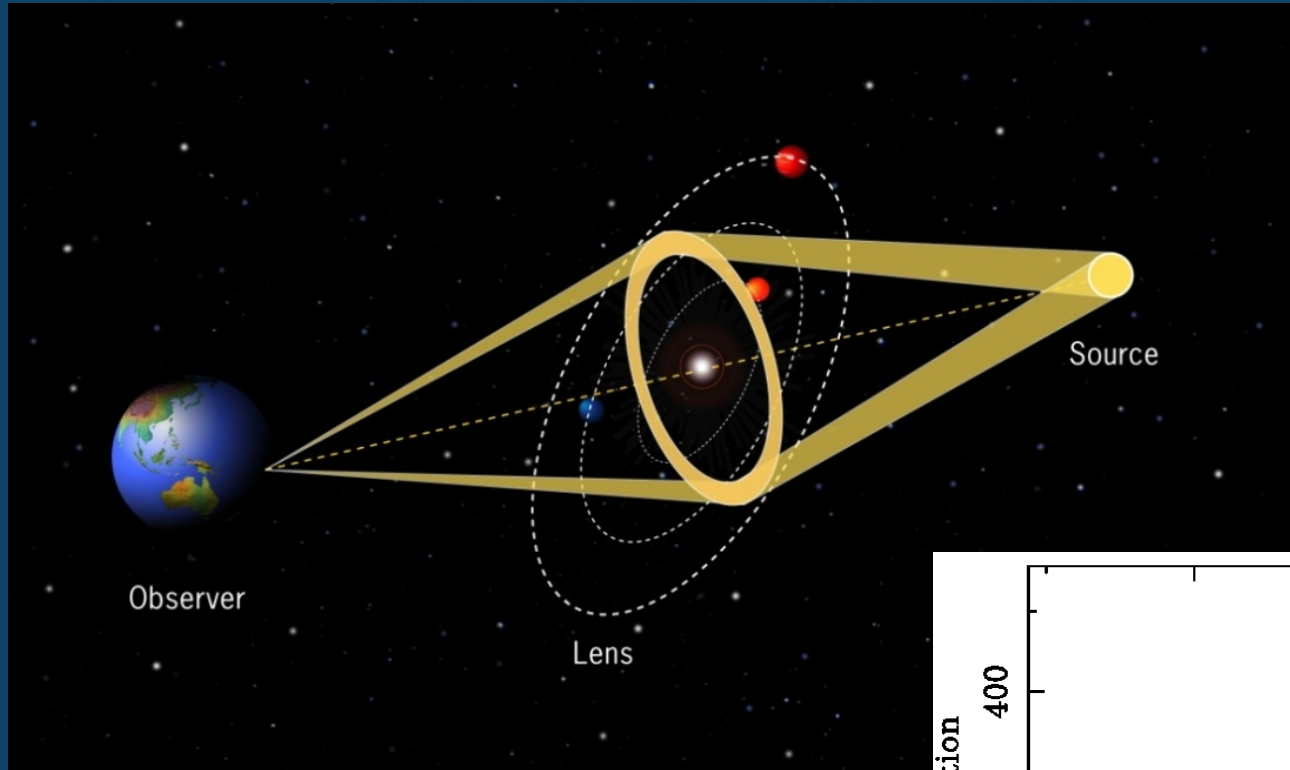
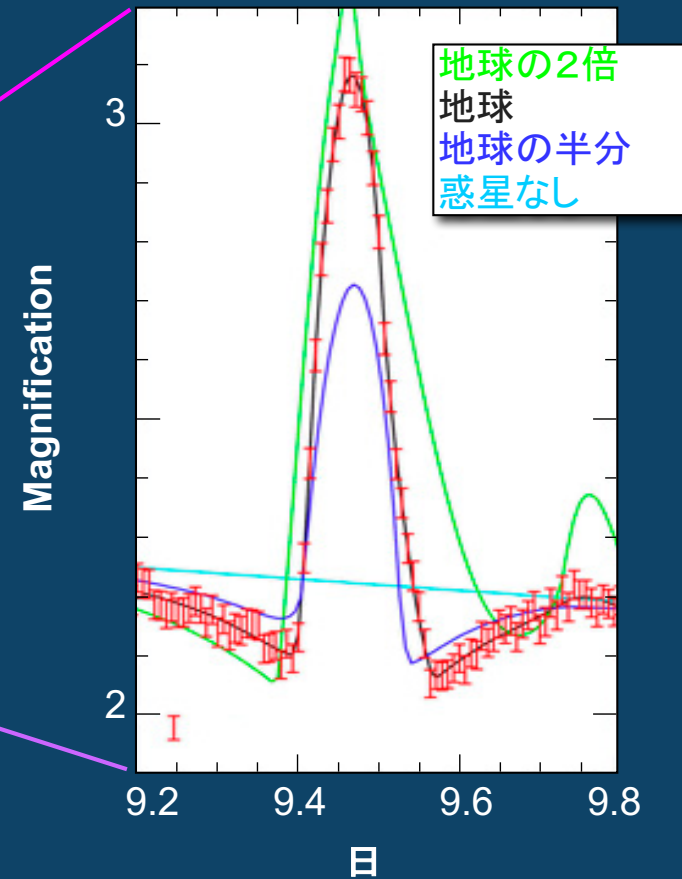
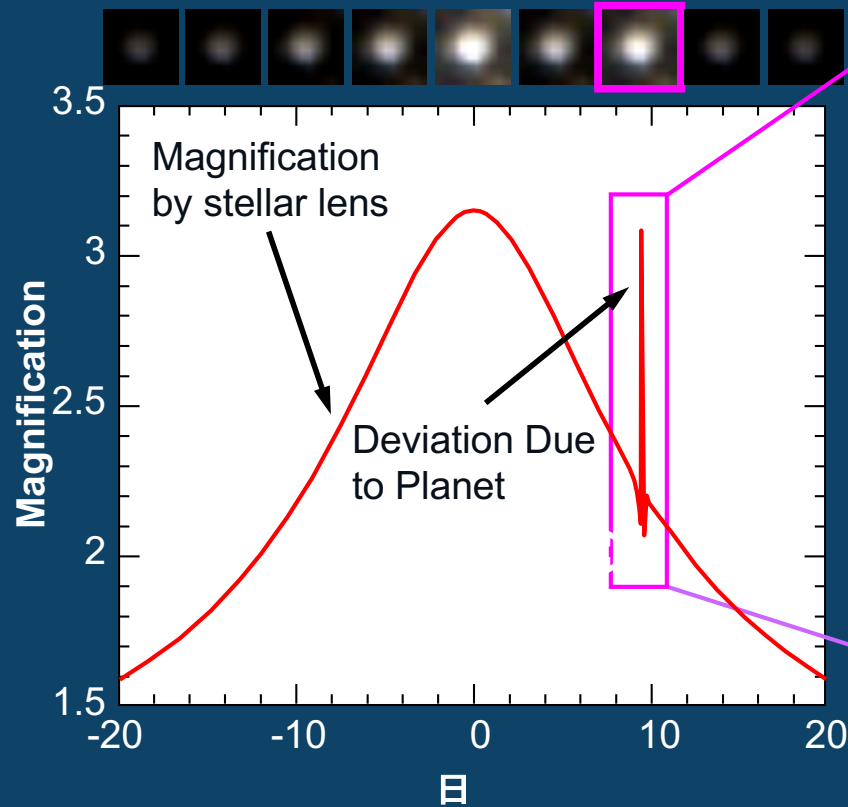


Figure 2-12: Mass density contours around the cluster MACS J1206.2-0848 derived from a ground-based weak lensing survey with Subaru (red) vs. a weak lensing study with HST/ACS+WFC3 (white). The 10x higher surface density of lensed galaxies achieved from space yields ~3x higher spatial resolution maps.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

重カ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

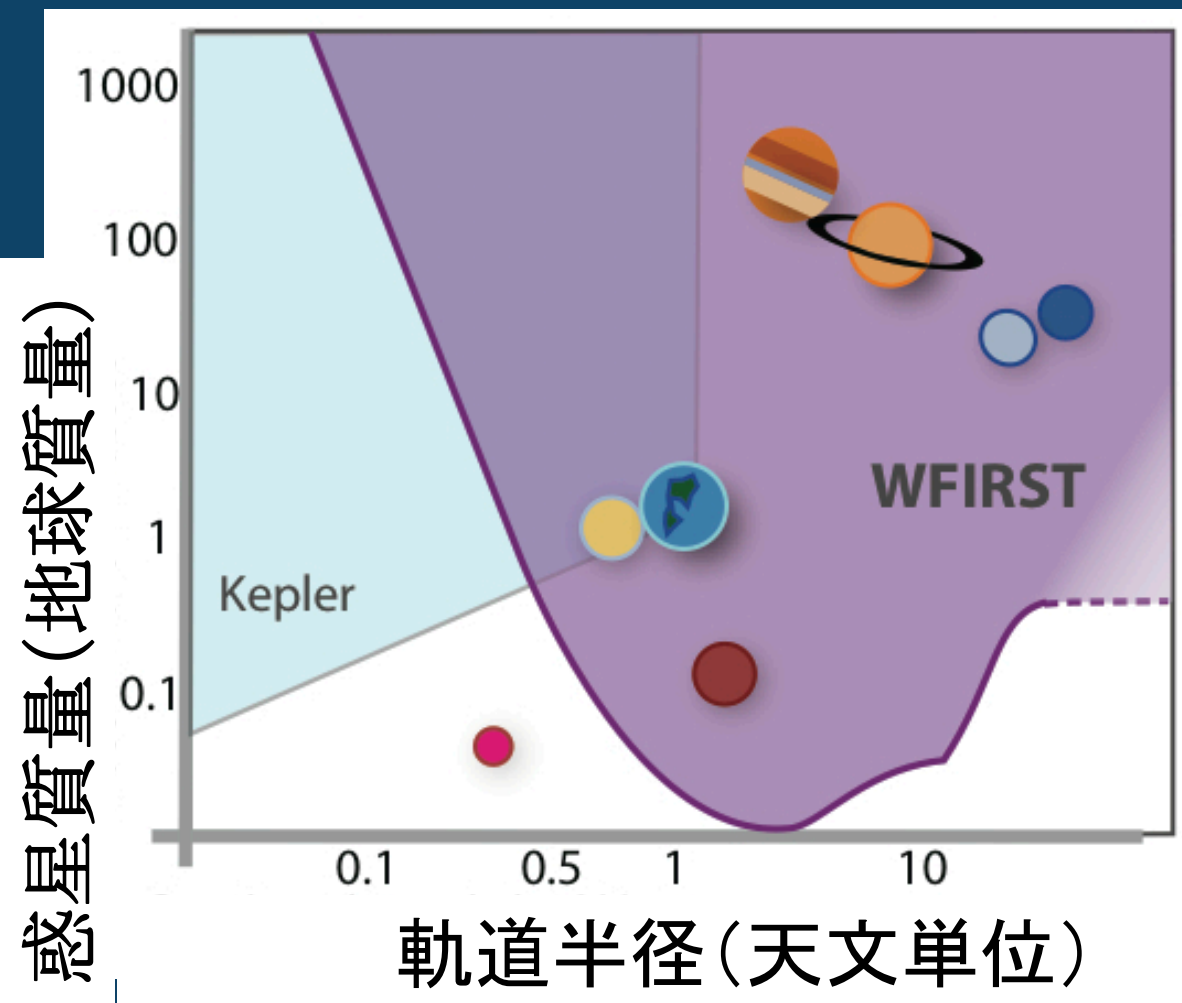


- 銀河系バルジ2.8 deg.²内の星3億個
- 15分に1回、24時間、72日ぶっ続けで観測
- 6シーズン(合計1.2年)

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

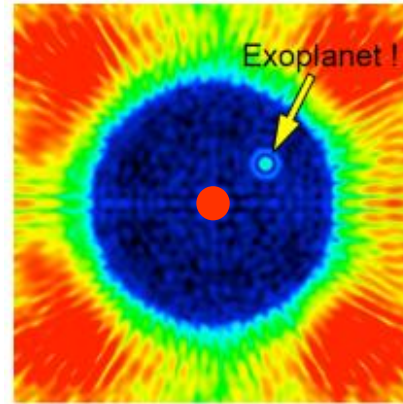
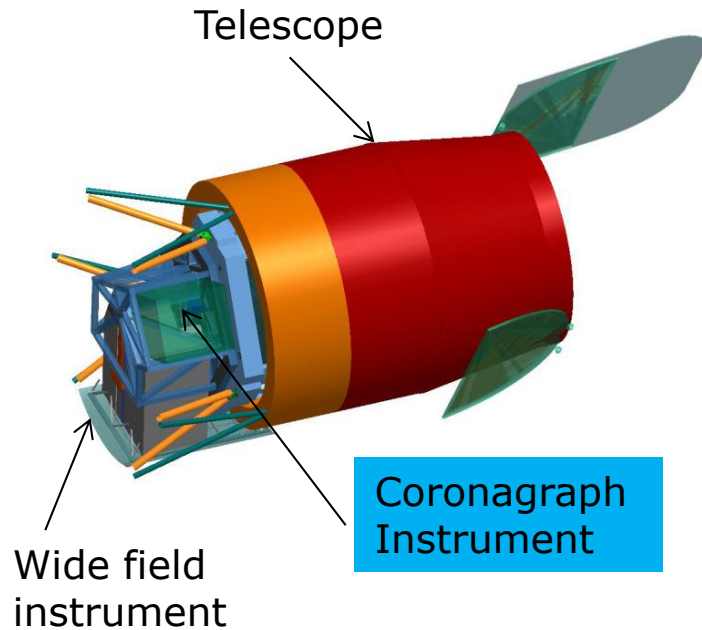
(地球質量以下: 約2百個)

浮遊惑星: 2千個

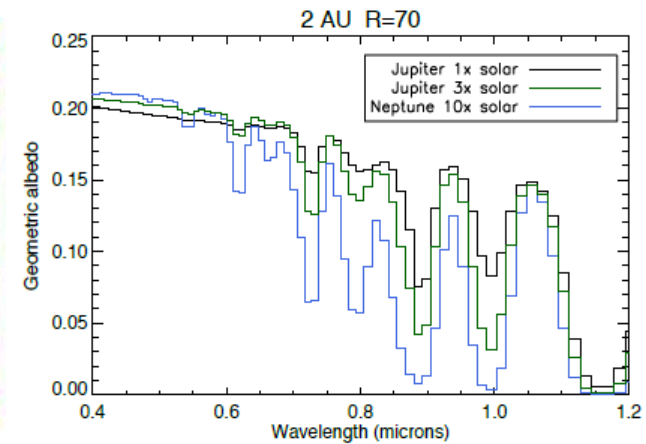
(地球質量以下: 約百個)

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



Exoplanet Direct imaging

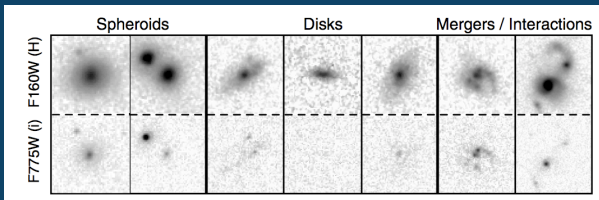


Exoplanet Spectroscopy

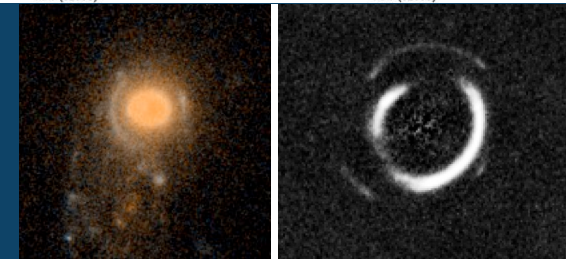
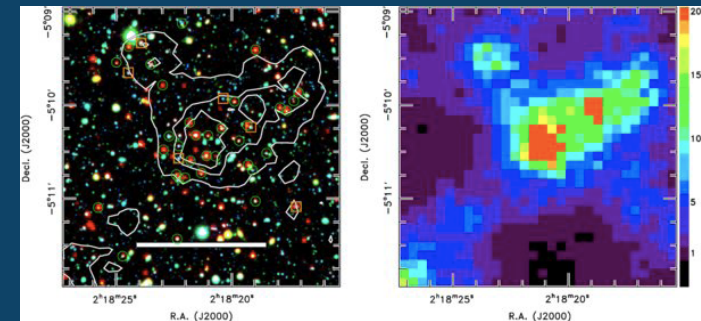
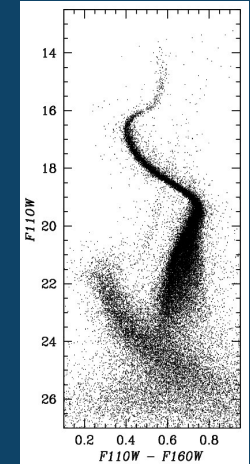
- 400–1000nm band pass
- 10^{-9} contrast
- 100 milliarcsec inner working angle at 400nm
- R=70 spectra and polarization at 400–1000 nm

- 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 2016
Formulation Science Working Group 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7月、NASA WFIRST SRR

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. 狭帯域フィルター

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)

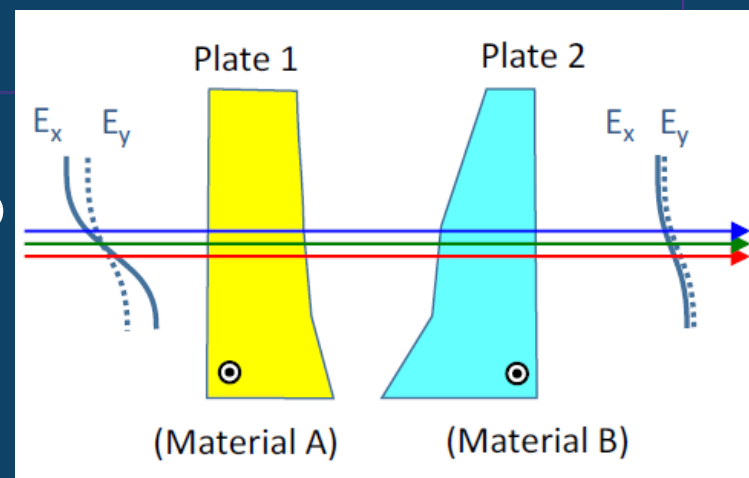
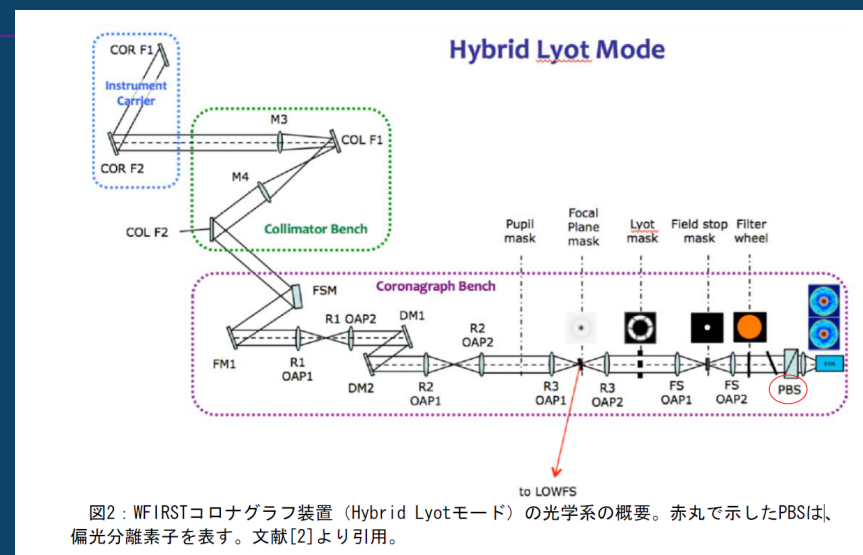
(基本案)

■ 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

■ 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成分のみをとりだし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



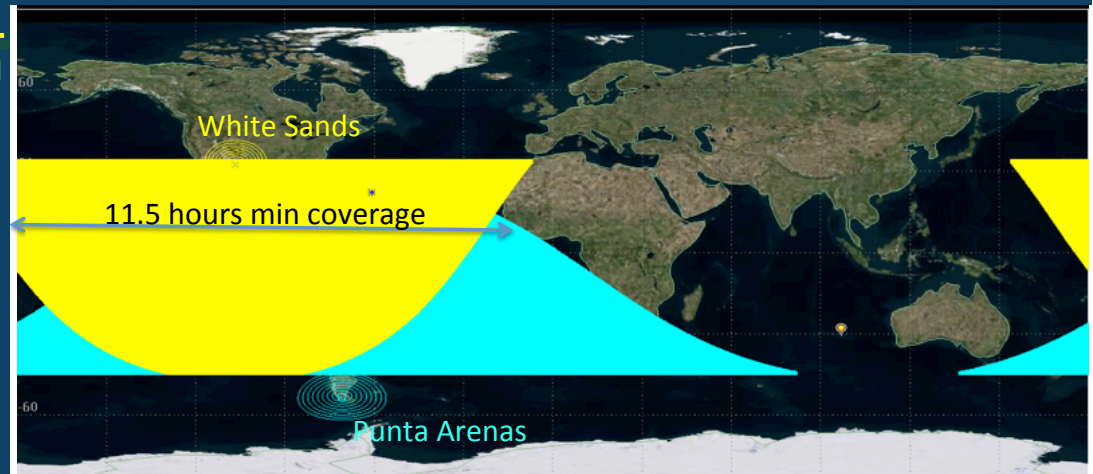
2017/1, JPLと月例TV会議開始

(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 臼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



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
- WFIRST WG設置(戦略的海外協同計画で参加提案)
- 日本の貢献パッケージ
 - 1) すばるシナジーサーベイ OK
 - 2) コロナグラフ偏光機能の提供(R&D中) on going
 - 3) 地上局の貢献の検討 on going
 - 4) 地上マイクロレンズデータ提供,同時観測 OK

興味のある方は是非ご参加ください。