WFIR T Wide-Field Infra-Red Survey Telescope



(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 2024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 (大阪大学), WFIRST連絡会、WACO WG

2015/9/15 [光赤天連シンポジウム] NAOJ

2.4m WFIRST-AFTA

(Astrophysics Focused Telescope Assets)

- 口径:2.4m (HSTと同じ)、NRO(国家偵察局)から譲渡
- 28.5 度傾斜静止軌道(ロボットサービス) or L2(アトラス V 541)
- 広視野分光撮像・コロナグラフ装置 可視光・近赤外(0.6-2μm)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

neiu channer miermeulate locus.

Channel field layout for AFTA-WFIRST wide field instrument

0.788° wide 0.427° high

X gaps 2.5mm Y gaps 8.564mm



Moon (average size seen from Earth)

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

~90 × bigger than HST–ACS FOV, ~200 × bigger than IR channel of WFC3 4k x 4k, 10 micron pitch 288 Mpixels total

Slitless spectroscopy with grism in filter wheel $R_{-}\theta \sim 100 \text{ arcsec/micron}$

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

z = 10.8 Galaxy

弱重カ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

WFIRST-AFTA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~800) Y<26.7, J<26.9, H<26.7, E184W<26.2
 ・弱い重力レンズ現象(WL)

·Red shift space distortion (RSD) / 暗黒物質、構造進化

•Baryon Acoustic Oscillation (BAO)

◆Ia型超新星探査 ----- テ宙の加速膨張史 5,9,27平方度、撮像モニタリング+IFU分光 (R~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)

期待される成果の例

高銀緯領域サーベイ (HLS) での高赤方偏移銀河数の累積分布。高赤方偏移銀河は、JWST や TMT で詳細な追観測が可能。初期銀河の理解には、 広視野のWFIRST-AFTA と大口径の JWST や TMT とのシナジーが非常に強力である。 WFIRST で期待される暗黒 エネルギーの状態方程式パラメータ (w, dw/da)の制限の予想。 (w = -1, dw/da = 0 の場合 が宇宙定数に対応)

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

- 銀河系バルジ内の星3億個 in 2.8 deg.²
- 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)

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

AFTA Coronagraph Instrument

ExoPlanet Exploration Program

- With additional ~\$100M cost
- 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
- デブリ円盤
- ・ 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)
- Proper Motions and Parallaxes of Disk and Bulge Stars (~10µas/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(東北大)が参加。
- 2013年8月、「WFIRST 連絡会」立ち上げ。
 山田亨(代表)、住(幹事)、岩田、河合、郷田、児玉、芝井、高田、田村、
 中川、宮崎、諸隈、山田(良)、塩谷、西川、村上、矢野、小谷、川原、柏川、
 田中、井上、成田、鈴木、Haze、Kwon,大内、松尾(敬称略)他
 約30人、2-3 か月に1回開催
- 2014年2月、コロナグラフ開発 WACO WG設立
 田村(PI,東大,NAOJ) 小規模プロジェクト枠(国際協力)
 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)
- 2015年8月NASA WFIRST Formulation Science Team公募高田(IPMU)、吉田(東大)、住
- 2015-16年、NASAで正式に予算化される見通し。
 全般的なWFIRST WG申請中。(WACOからの発展改組)
 興味のある方は是非参加ください。

WACOのコロナグラフ装置開発 日本での具体的開発目標

-日本独自技術によるマスク開発

(1)フォトニック結晶技術によるPIAA用焦点面マスク (2)スーパーインクジェット技術によるOMC(BLC)用焦点面マスク

(3) バイナリ瞳マスクコロナグラフ コロナグラフへの部分寄与として

-偏光機能の検討

コロナグラフのための偏光機能の検討 (装置偏光補正および偏光観測による コントラスト向上の検討など) 偏光は日本が得意

-赤外PIAA 開発

赤外線PIAAコロナグラフの光学設計 コロナグラフバックアッププランへの寄与

略的開発経費で昨年製作、村上(北大)

Heritage of the SPICA Coronagraph Instrument (SCI)

- 1. High stability vacuum testbed in JAXA/ISAS.
- 2. Pupil masks for obscured pupil were designed, and fabrication of free-standing masks is ready.
- 3. Non-coronagraphic parts, e.g., mirrors, filters, mechanical changers.
- 4. Experiences are also important heritage?

日本の貢献の可能性

Hardware:

- コロナグラフ(WACO)
- Flight calibration system
- Integral field spectrograph
- Fine guidance sensor

Non-Hardware:

- 26GHz Ka-band downlink station (臼田、内之浦)
- すばる HSC/PFS 観測による WFIRSTのphoto-zのキャリブレーション
- アーカイブ,データ解析(地上での経験)
- 地上近赤外観測によるWFIRST観測領域の最適化(マイクロレンズ)

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。
- 日本の光赤外コミュニティーは参加に強い興味。 (WFIRST連絡会)
- 日本のコロナグラフ関係者は参加に向けてR&Dを開始 (WACO WG)

すばるHSC/PFSサーベイが強く望まれている。
 Subaru/PFSやTMT、SPICAの良いターゲットとなる
 WFIRST WG設立を申請中
 興味のある方は是非参加ください。