

R.OMAN



SPACE TELESCOPE

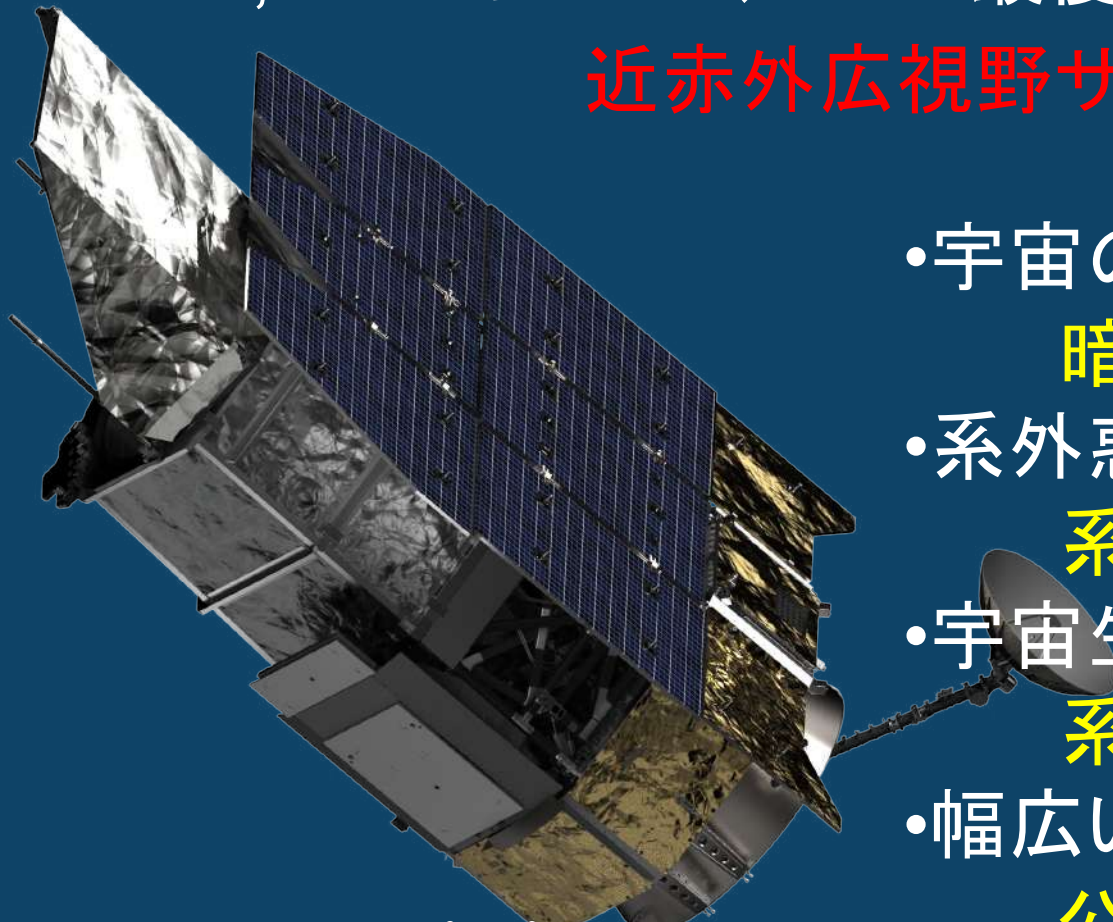
Roman

(Nancy Grace Roman Space Telescope)

米国Decadal survey2010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(2026年打上)

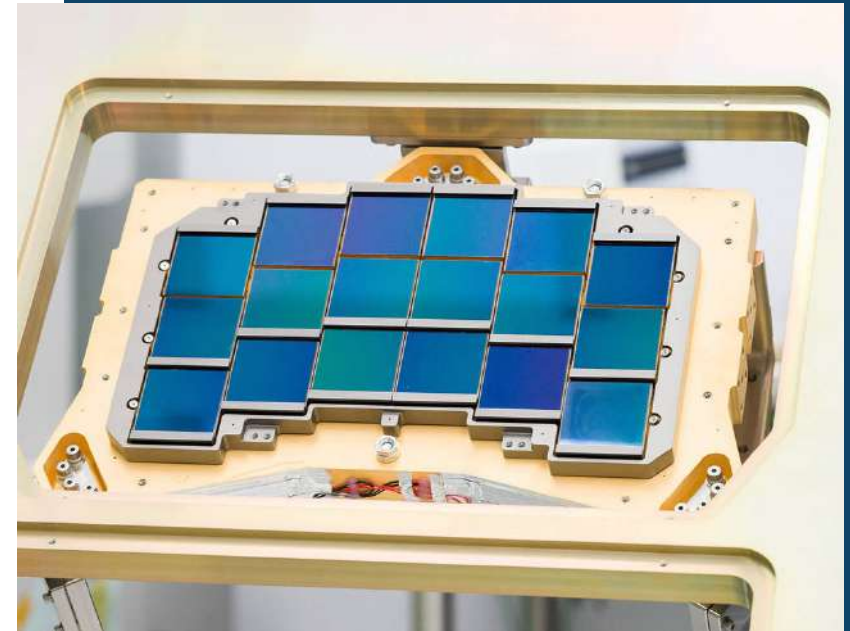
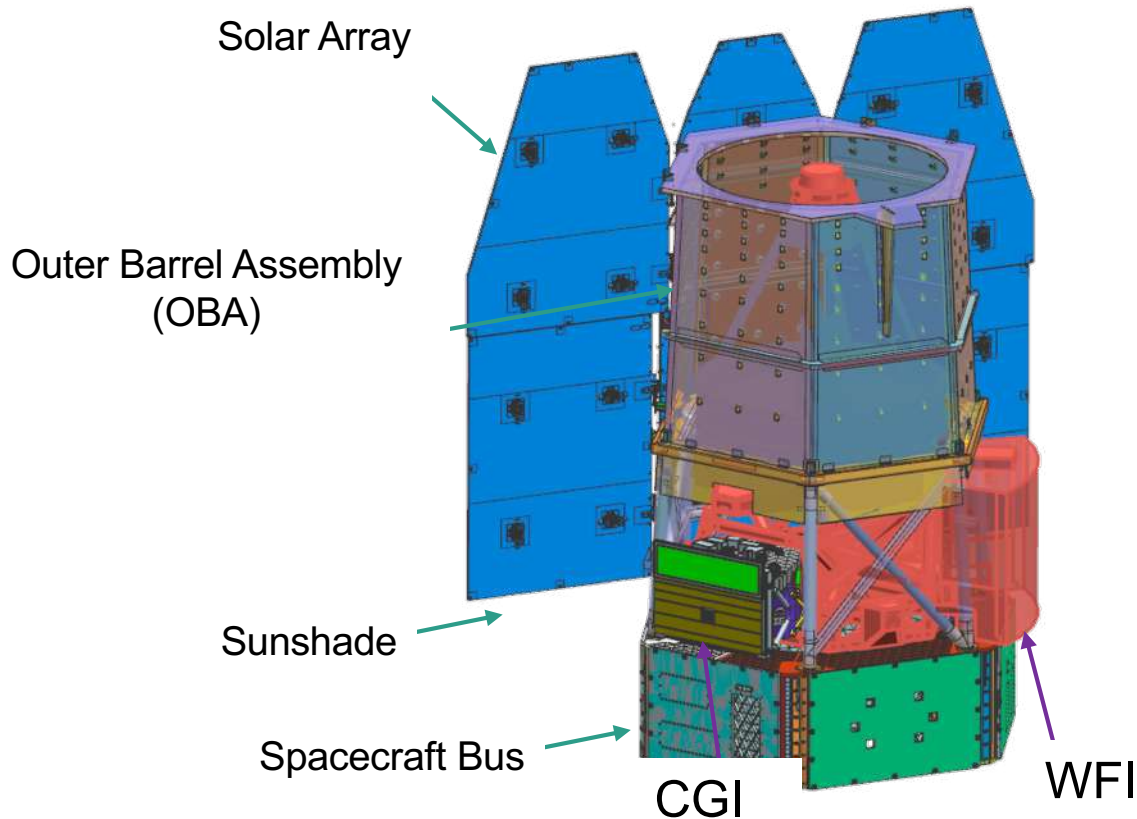
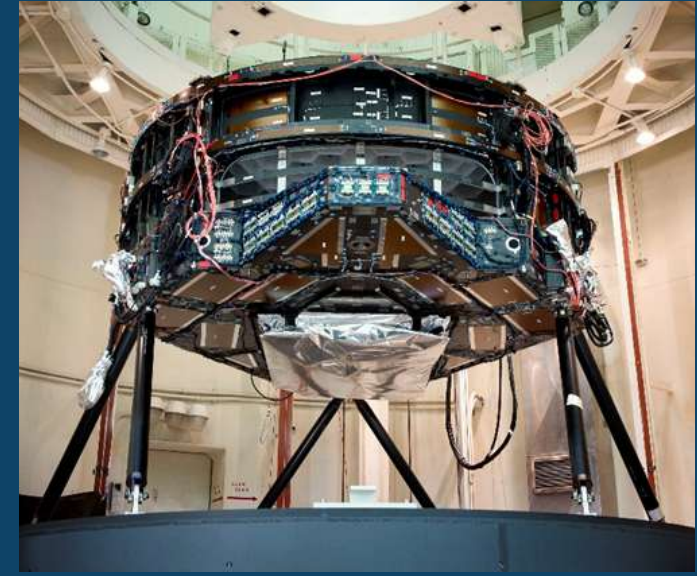


- 宇宙の加速膨張の起源を解明
暗黒エネルギー/修正重力
- 系外惑星の形成過程の解明
系外惑星(マイクロレンズ)
- 宇宙生命探査への技術実証
系外惑星(コロナグラフ)
- 幅広い科学研究
公募観測(25%,1.5年)

住(阪大) Romanプリプロジェクト

Roman

- 口径：**2.4m** (HSTと同じ)、NRO (国家偵察局) から譲渡
- 軌道：L2
- 広視野分光撮像カメラ(**0.28deg²**)
可視光・近赤外 (**0.6–2.3 μm**) 270K
- コロナグラフ装置
- 寿命：5.3年(目標10年：サービス可能)



広視野カメラ

- 視野: 0.28deg^2
- 可視光・近赤外 ($0.6\text{--}2.3\ \mu\text{m}$)

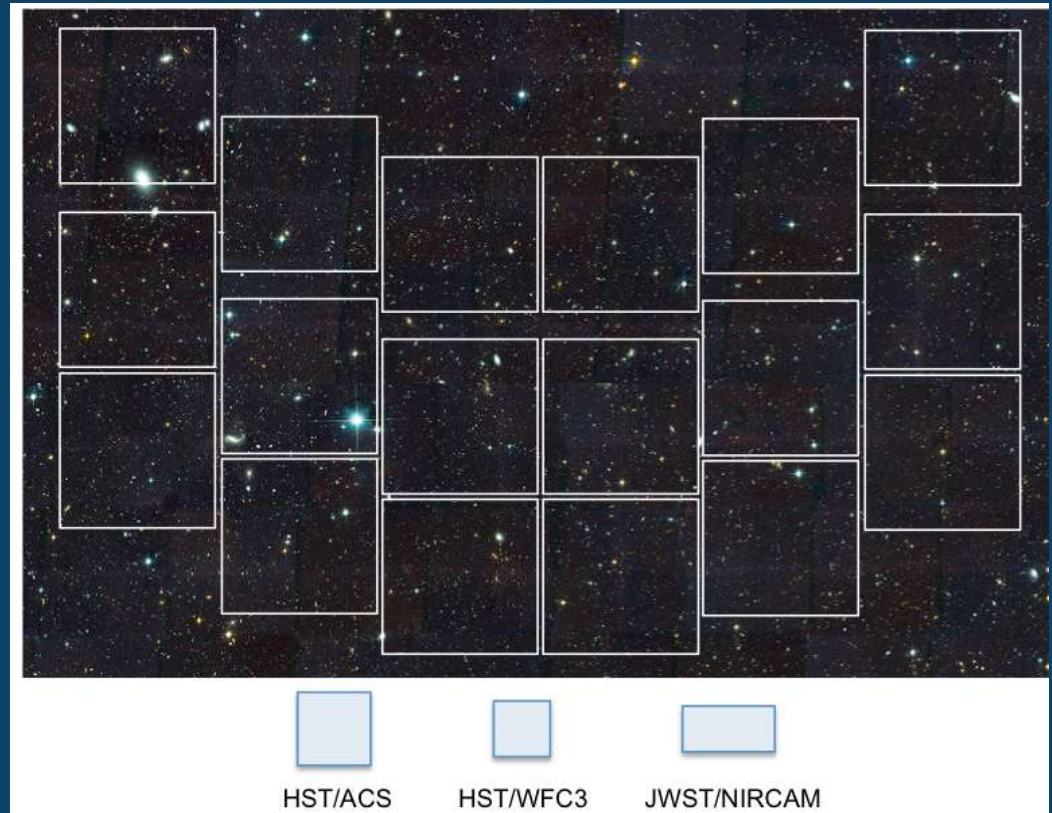
4k x 4k H4RG-10検出器18個
288 Mpixels, 0.11arcsec/pix



Moon (average size seen from Earth)

ハッブル望遠鏡の視野の

- 90倍(可視光)
- 200倍(近赤外)

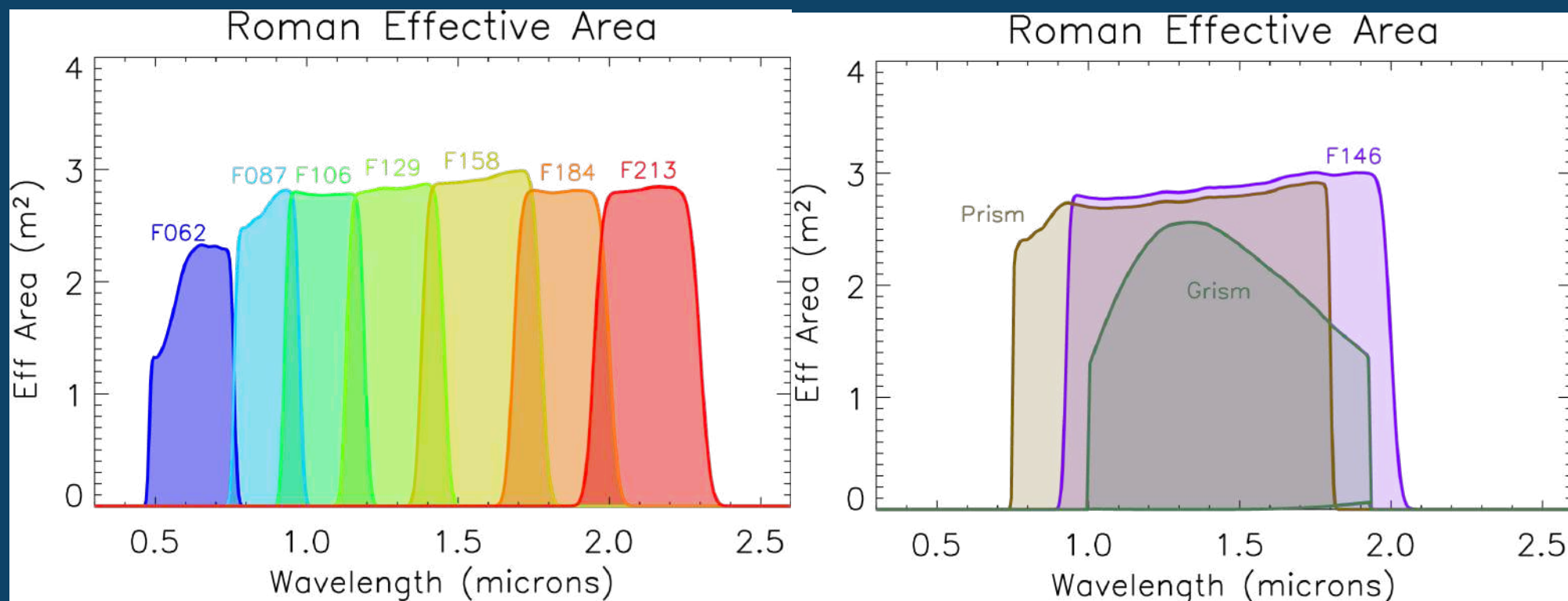


Slitless spectroscopy with grism in filter wheel

最遠方銀河等をハッブルの200倍発見可能

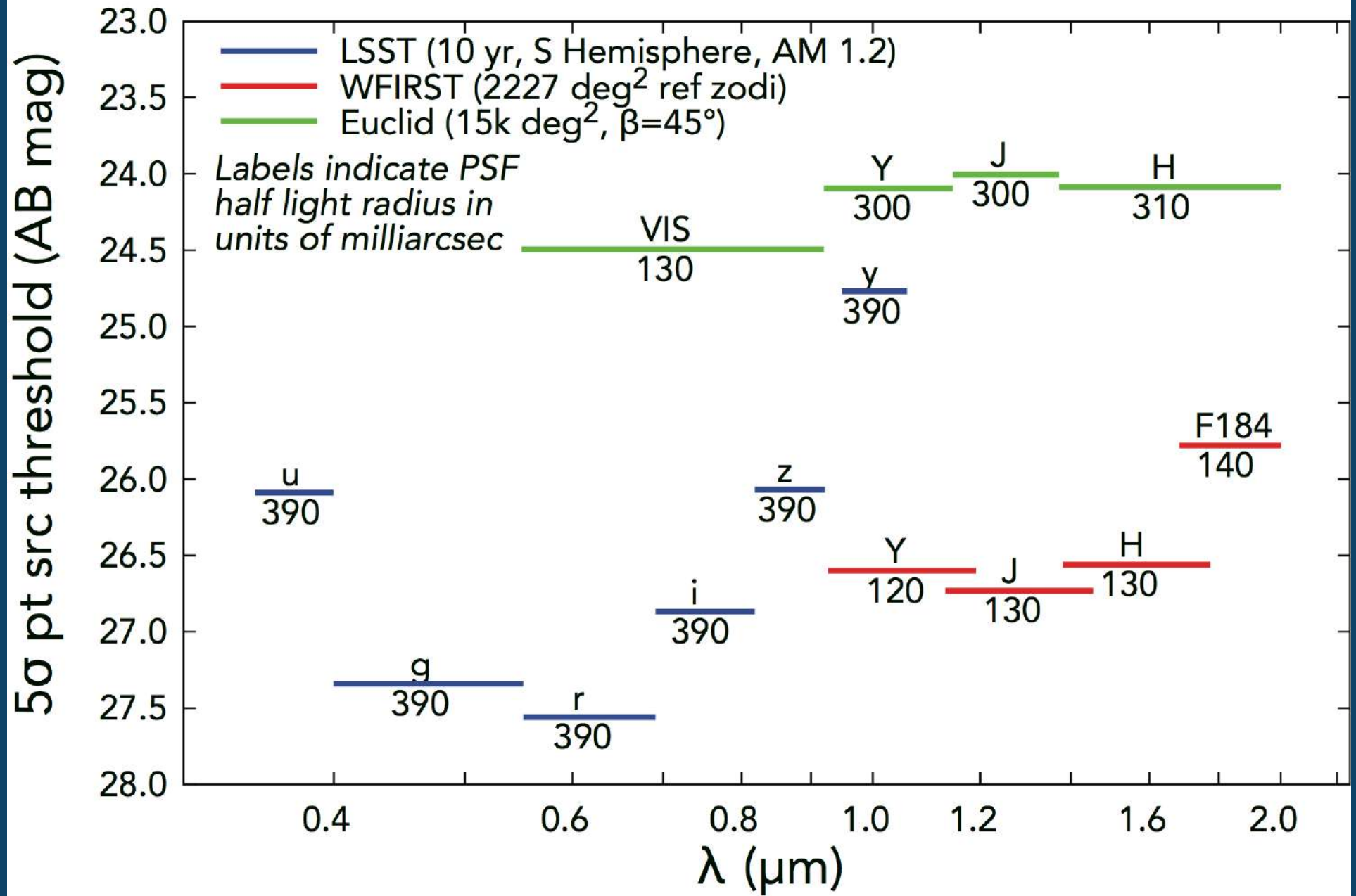
Filters

- 8 imaging filters
- Spectroscopy via prism (0.6–1.8 μm , $R \sim 100$, $\sim 24\text{AB}$)
grism (1.0–1.9 μm , $R \sim 600$, $\sim 22\text{AB}$)

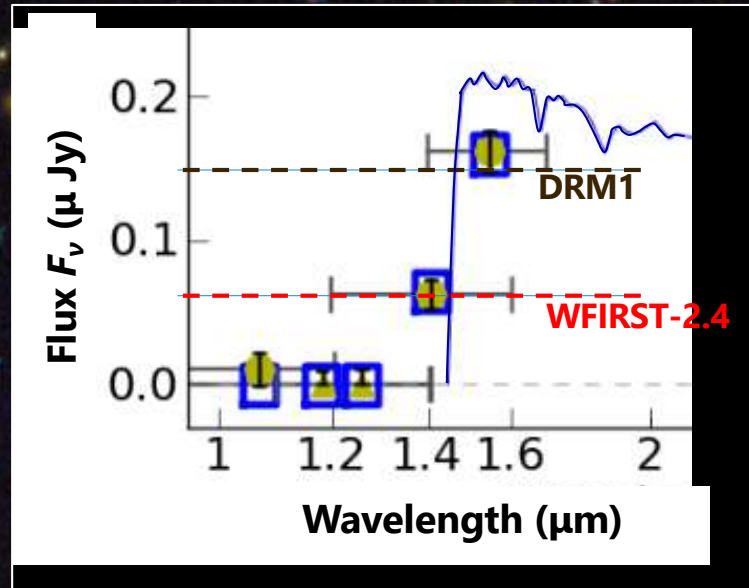


F213 filter (1.95–2.3 micron) が追加

Sensitivities of LSST, WFIRST, and Euclid



Hubble x 200 Discovery of High-z Galaxies



Precise measurements of
Galaxy clustering
Structure evolution
up to high z

弱重力レンズによる暗黒物質分布

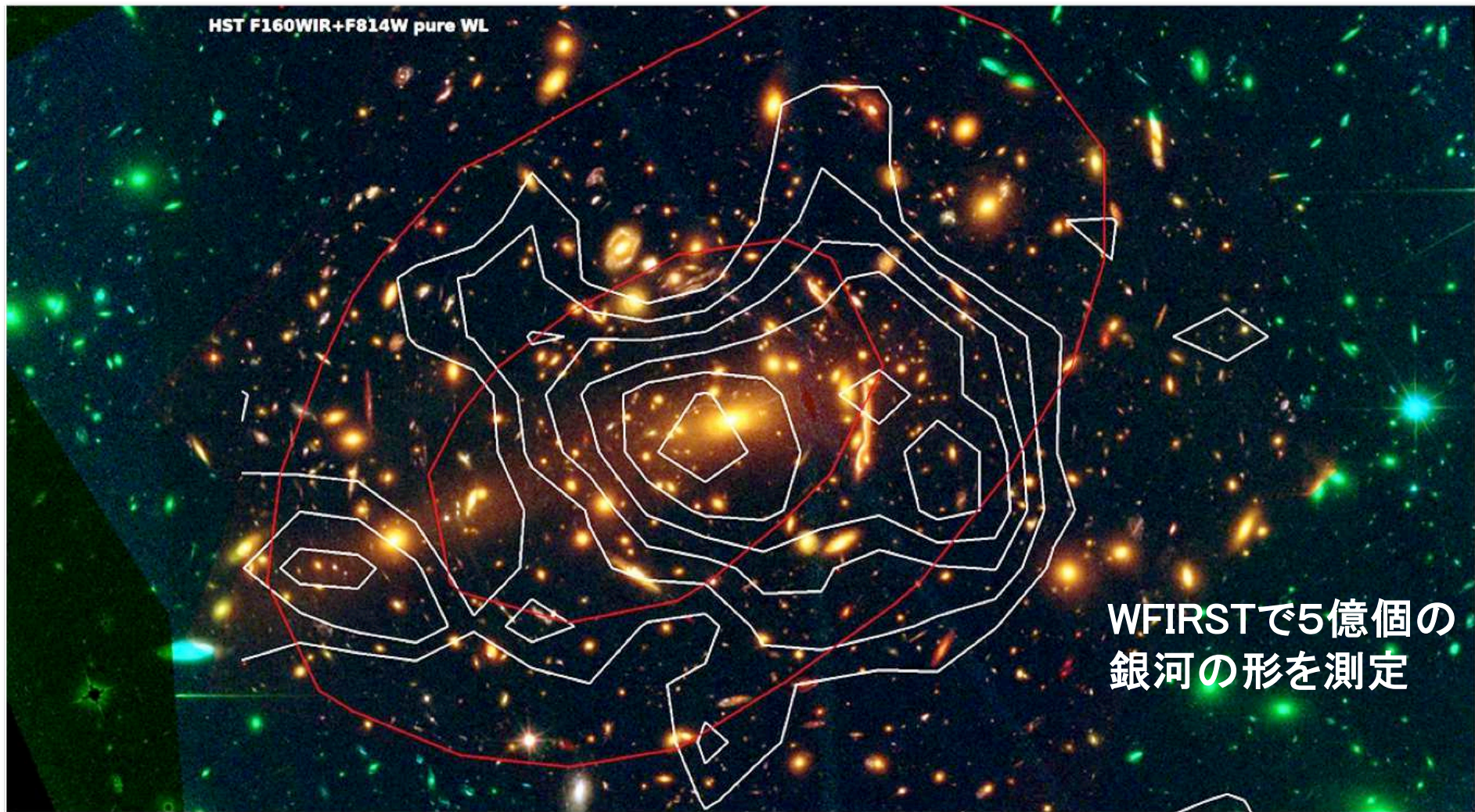
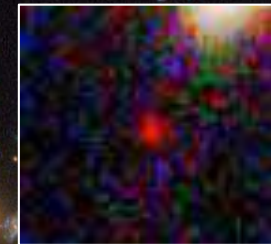


Figure 2-12: Mass density contours around the cluster MACS J1206.2-0848 derived from a ground-based weak lensing survey with Subaru (red) vs. a weak lensing study with HST/ACS+WFC3 (white). The 10x higher surface density of lensed galaxies achieved from space yields $\sim 3x$ higher spatial resolution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

宇宙の加速膨張の起源を解明

(~2.5年観測)



◆ これまでにない深く、広い、銀河分布サーベイ

2000平方度、撮像(YJH, $H < 26.7$) + 分光 ($R \sim 600$)

- 数十億個の銀河を発見
- 遠方銀河の密集度を測定
- 5億個の銀河の形を測定

→

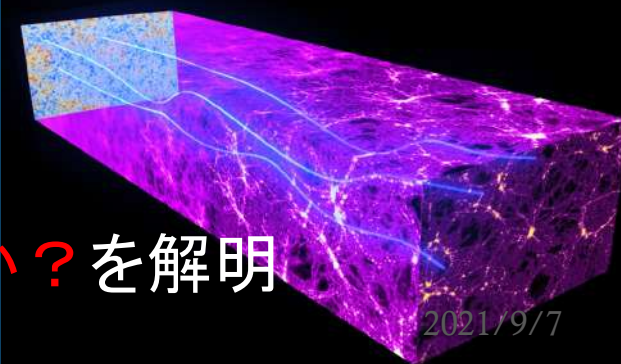
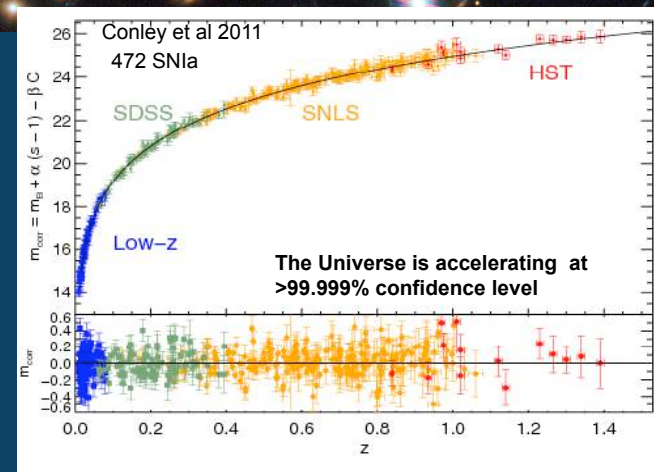
- 弱い重力レンズ現象 (WL)
- Red shift space distortion (RSD)
- Baryon Acoustic Oscillation (BAO)

暗黒物質、
構造進化

→ 宇宙の加速膨張史

◆ これまでにない深いIa型超新星探査

- 遠方のIa型超新星を~1500個検出

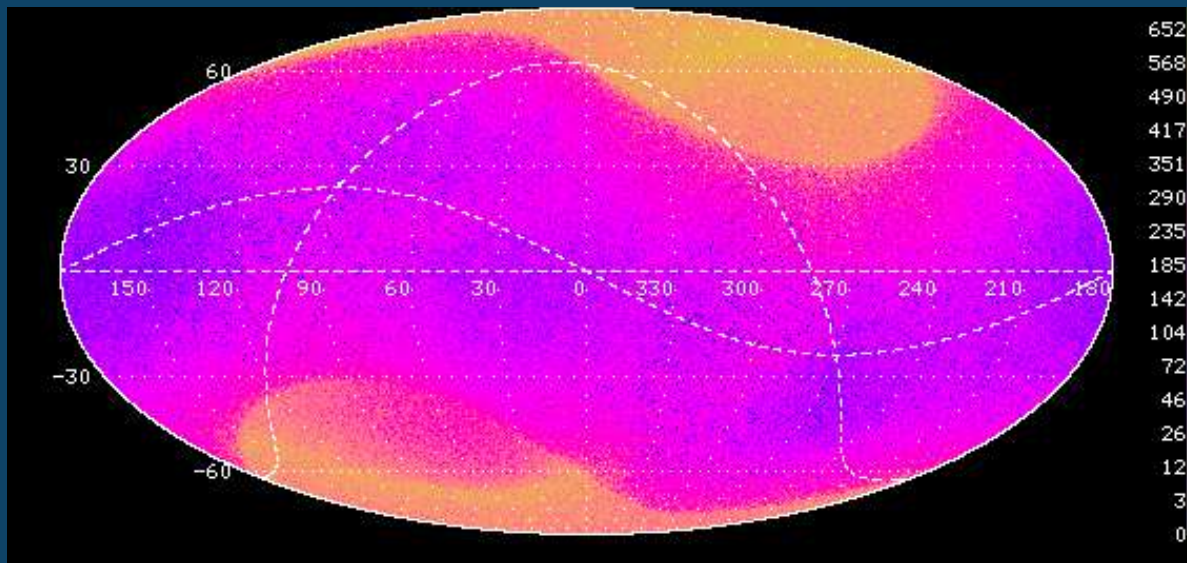


加速膨張の起源が暗黒エネルギーなのか？

アインシュタイン重力理論に修正が必要なのか？を解明

2021/9/7

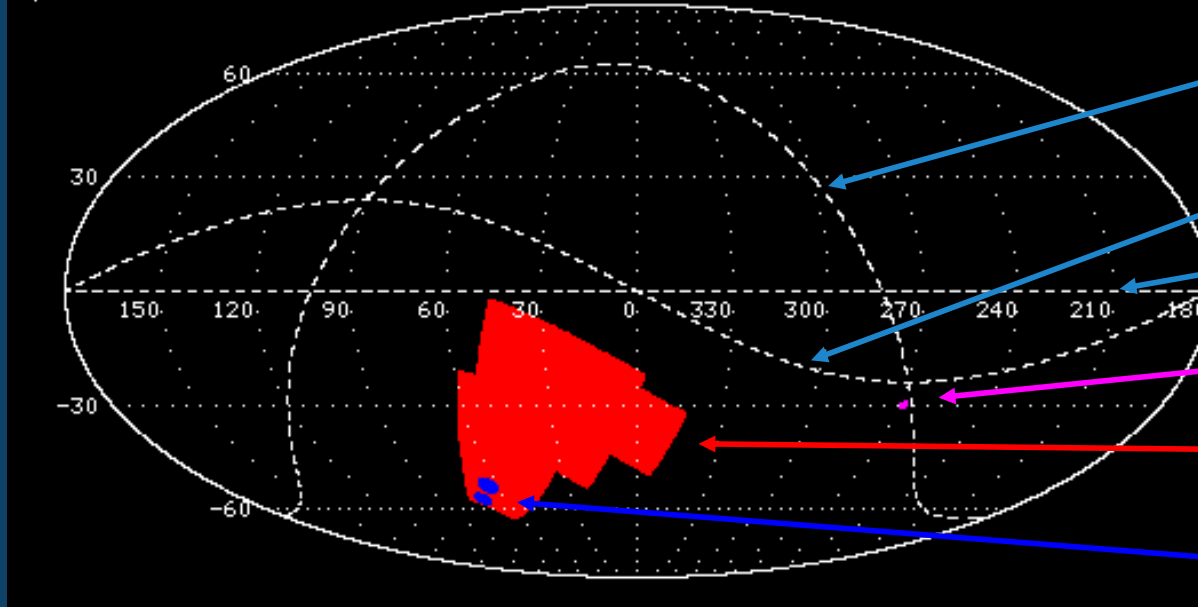
Roman Observational fields



Available for GO

現在検討中

WFIRST Observation Map: Nobs=564188
Equatorial Coordinates



Galactic Plane

Ecliptic Plane

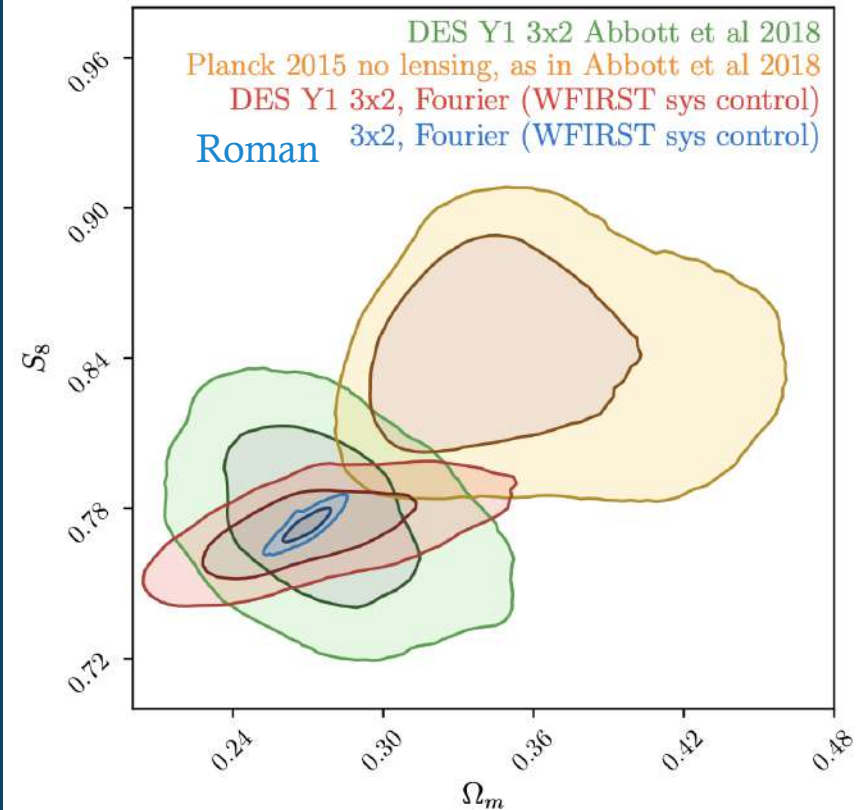
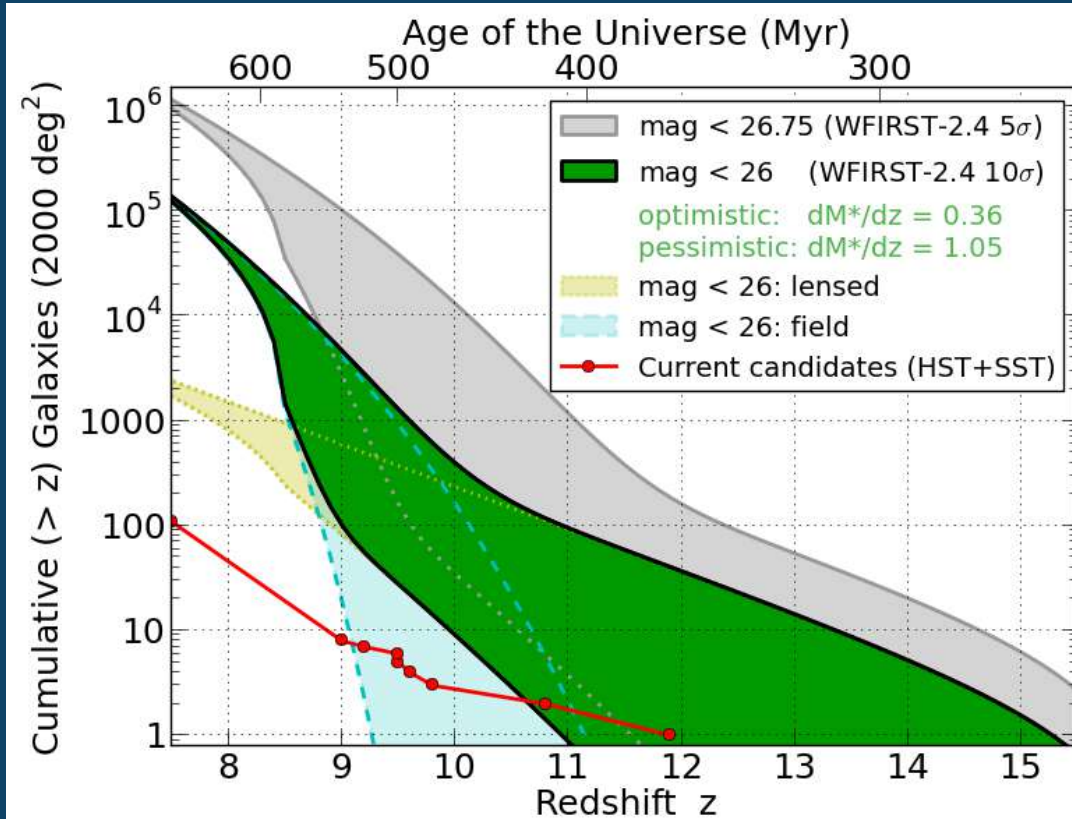
Celestial Equator

Microlensing
Fields

High-Latitude
Survey Area

SN Fields

期待される成果の例

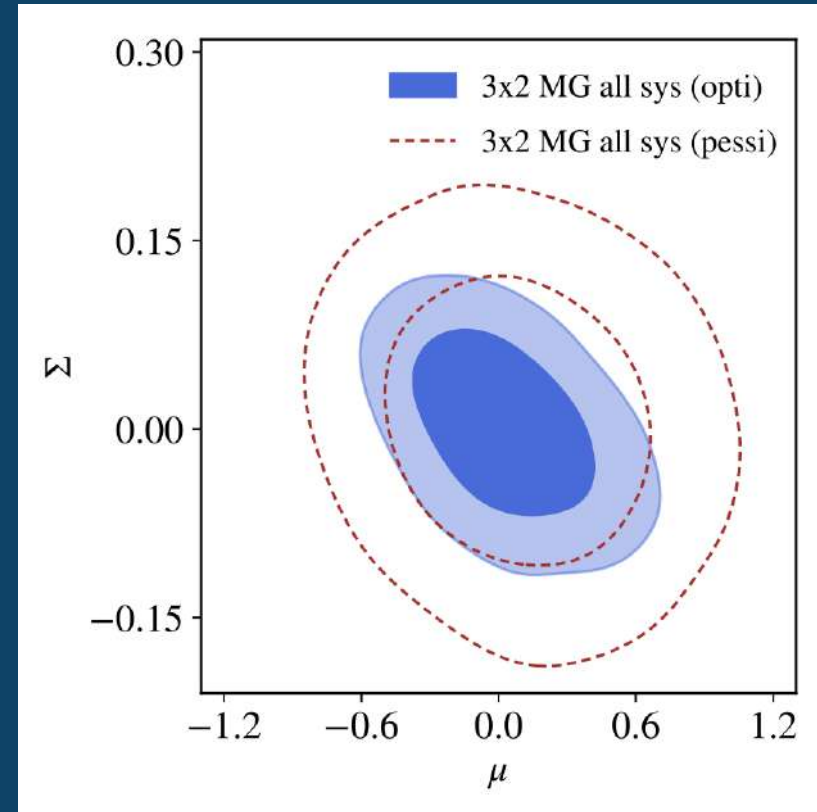
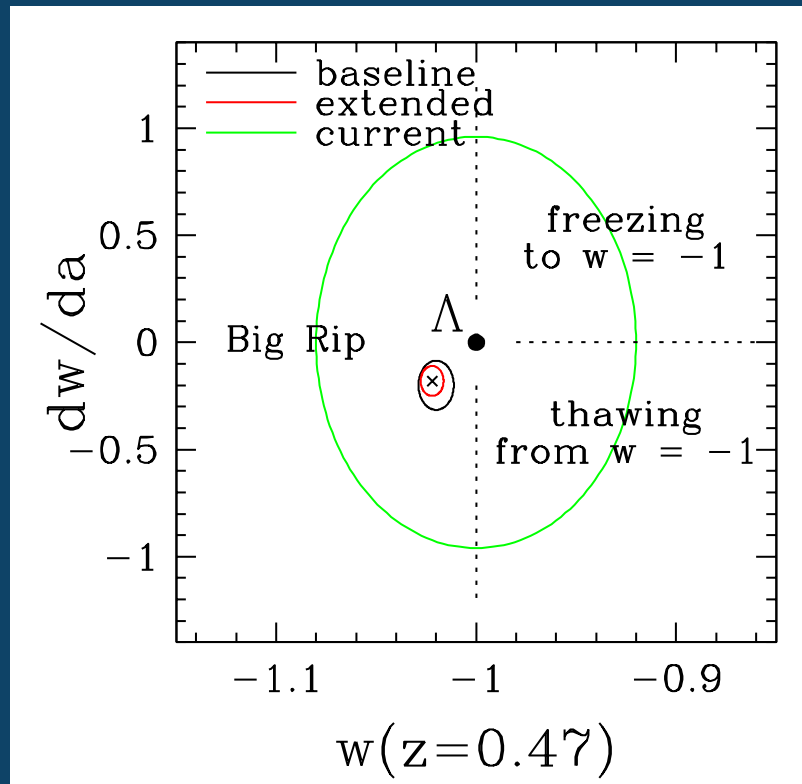


高銀緯領域サーベイ (HLS) での高赤方偏移銀河数の累積分布。高赤方偏移銀河の理解には、広視野のRomanと大口径のJWST/TMTによる詳細な追観測とのシナジーが非常に強力

RomanのWL測定で得られる物質のエネルギー密度 Ω_m と構造形成の進行度合い S_8 の制限の予測

期待される成果の例

暗黒エネルギー/修正重力

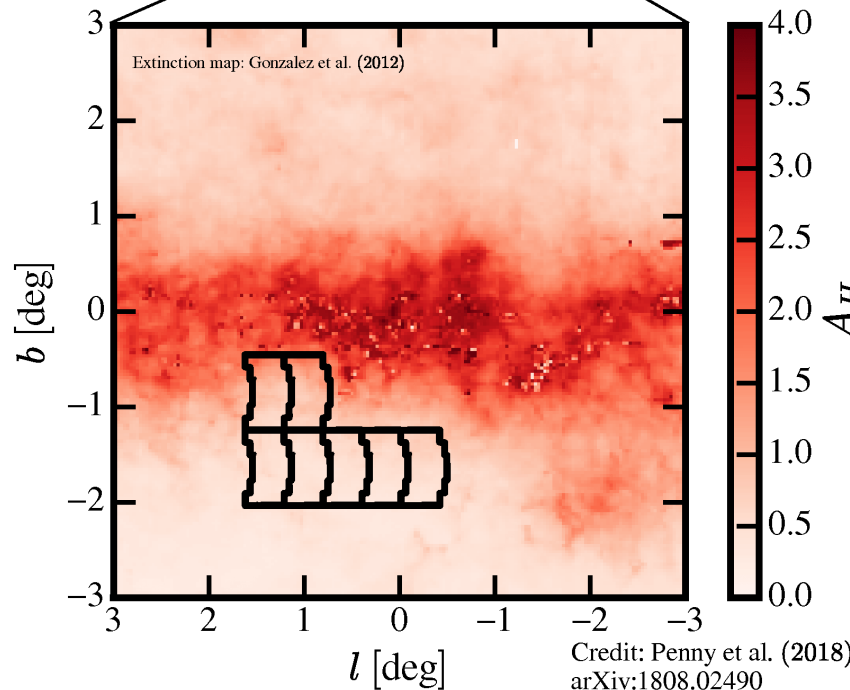
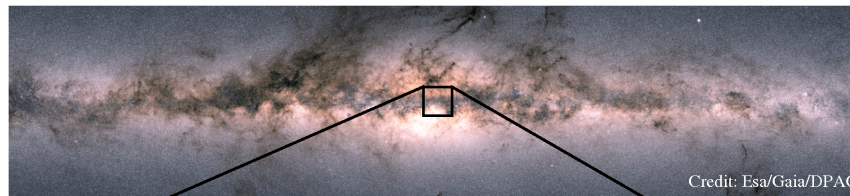


Romanによる暗黒エネルギーの状態方程式パラメータ ($w, dw/da$) の制限の予想。

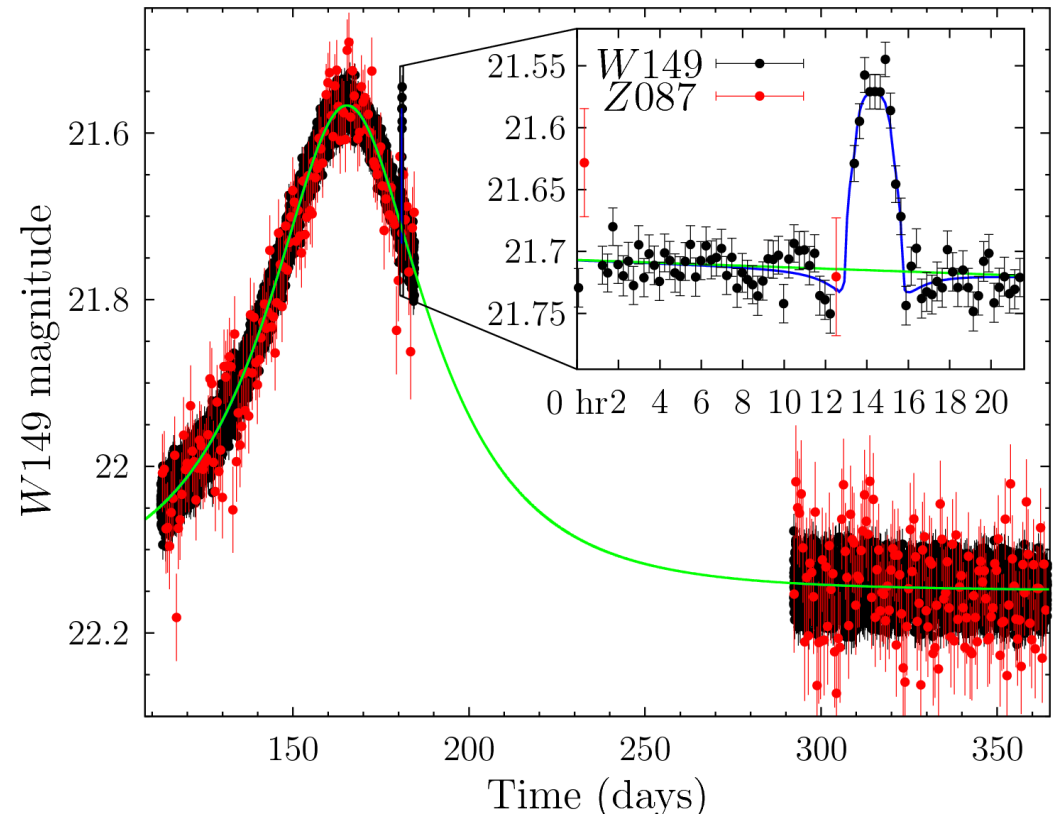
($w = -1, dw/da = 0$ の場合が宇宙定数に対応)

Romanによる修正重力理論パラメータの制限予測。
 μ は非相対論的物質 (バリオン、ダークマターなど) が感じる重力の変更、 Σ は相対論的物質 (光子) が感じる重力の変更を記述するパラメータ。上図は、一般相対論が真の重力理論である場合 ($\mu = \Sigma = 0$)

Microlensing planet search by Roman



$$M = 2.02M_{\text{Moon}} \quad a = 5.20 \text{ AU} \quad M_{\star} = 0.29M_{\odot} \quad \Delta\chi^2 = 710$$



Simulated light curve

- 300M stars in 2 deg.² in the GB
- 15min cadence in 24hrs, 72 days
- 6 seasons (1.2yr total)
- 27,000 microlensing events

4–5hrs signal by Earth mass planet

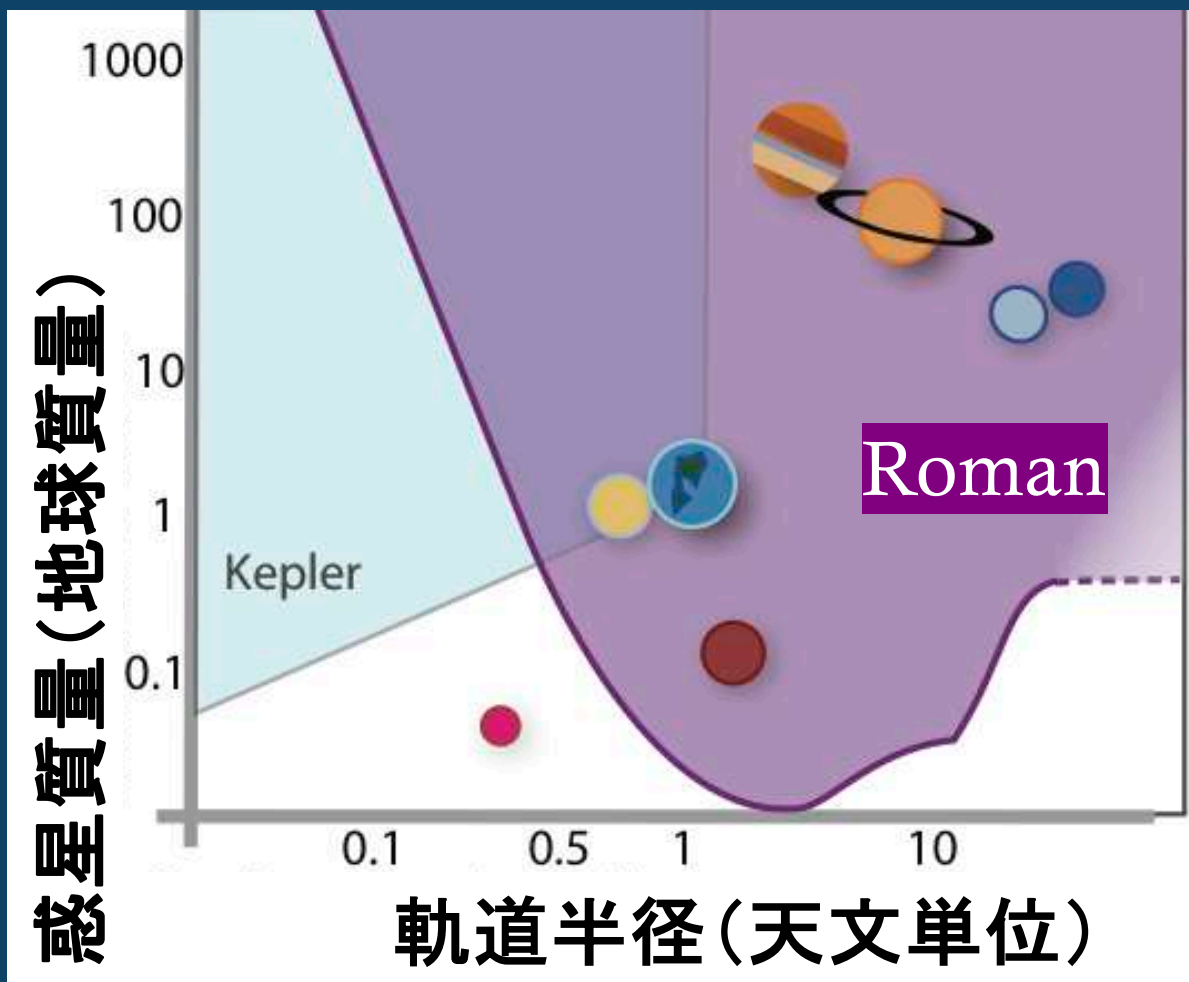
Expect **1400 exoplanets** (Penny+2019)

(~200 less than 3Earth mass)

~250 free-floating planet (Johnson+2020)

重カマイクロレンズによる惑星分布解明

(~1年観測)



惑星: 1400個

(3地球質量以下: 約2百個)

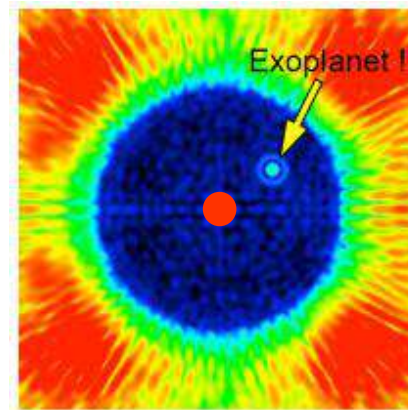
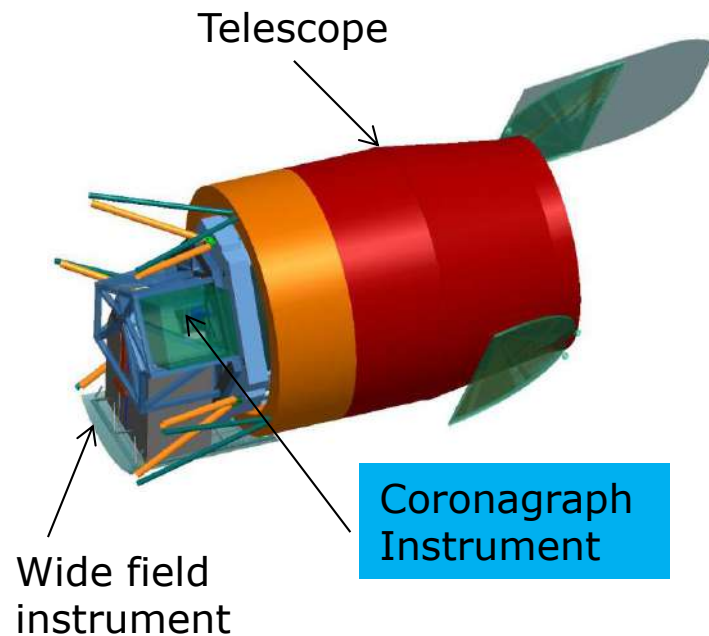
地上より2桁軽い惑星検出

水星以外全ての太陽系惑星を検出可能

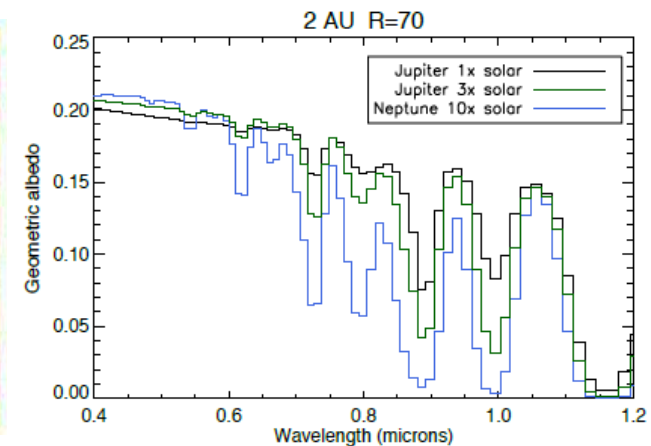
Keplerと合わせて
全ての種類の惑星の
分布を解明

—>
惑星形成過程の解明

コロナグラフ装置による惑星直接観測



Exoplanet Direct imaging



Exoplanet Spectroscopy

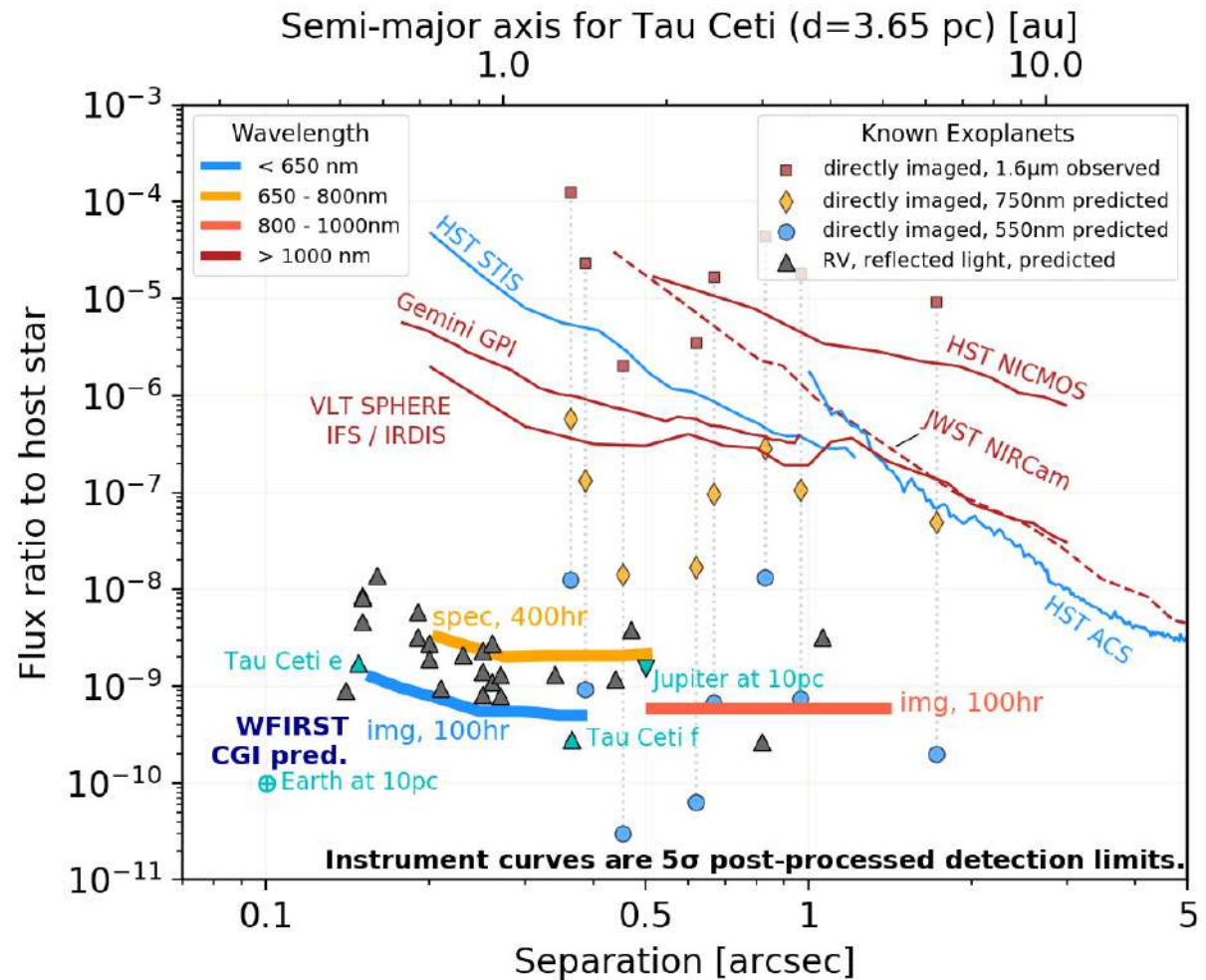
- 可視光
- コントラスト: 5×10^{-8}
- 観測可能最小半径:
100ミリ秒角@400nm
- 分光: R=50
- 偏光観測機能あり
- 技術実証観測~0.3年

- 近傍巨大ガス惑星、氷惑星の撮像、分光
- 残骸円盤・原始惑星系円盤
- **スペースで初の波面補償を用いた本格コロナグラフ**
- **LUVOIR, HabExによる地球外生命探査への技術実証**

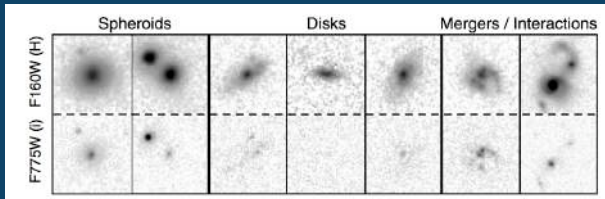
WFIRST Brings Humanity Closer to Characterizing exo-Earths

If present performance predictions are realized, there is potential for:

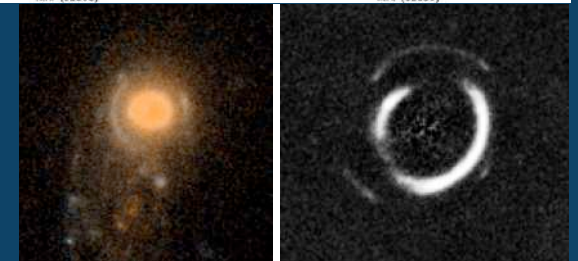
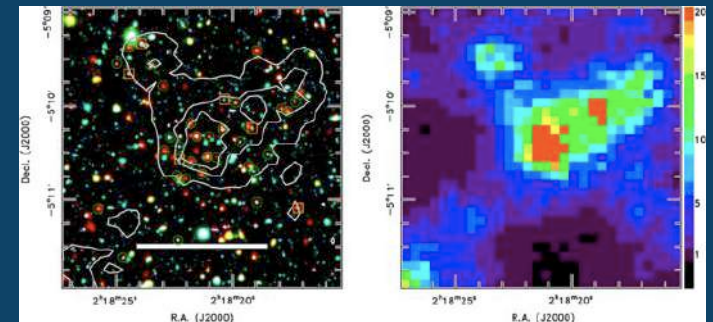
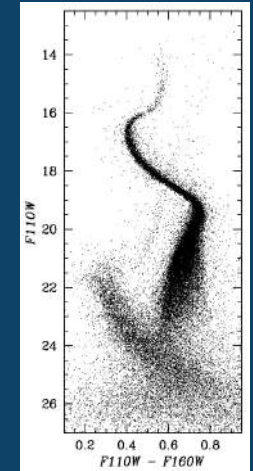
- 1000-fold improvement over present capabilities.
- Dozens of planets within reach of characterization
- Detection limit can reach super-Earths



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

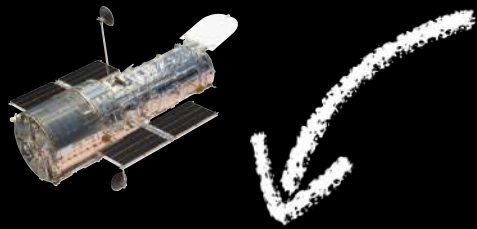




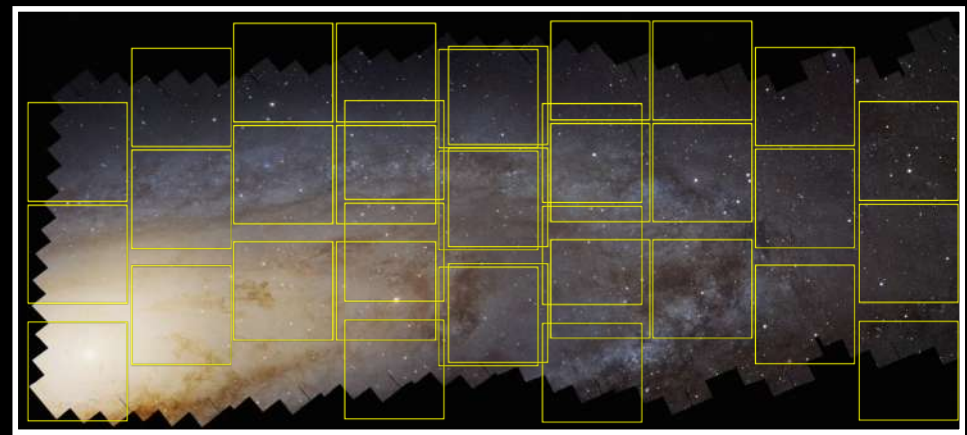
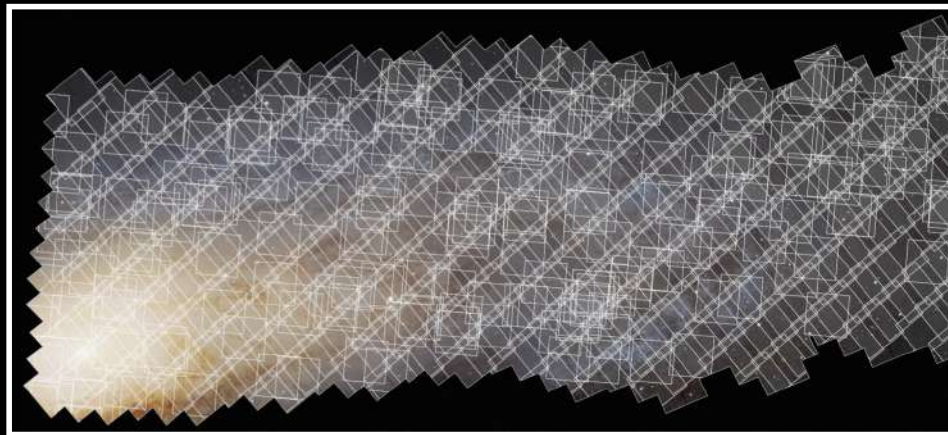
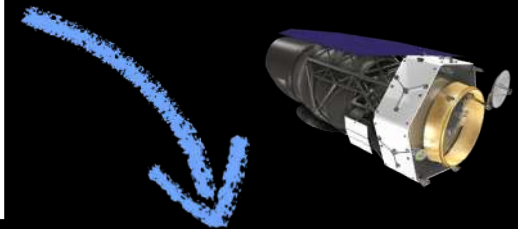
Sample GO Program Assembly of Galaxies

Andromeda - PHAT Survey

The Hubble Way
(400+ individual pointings)



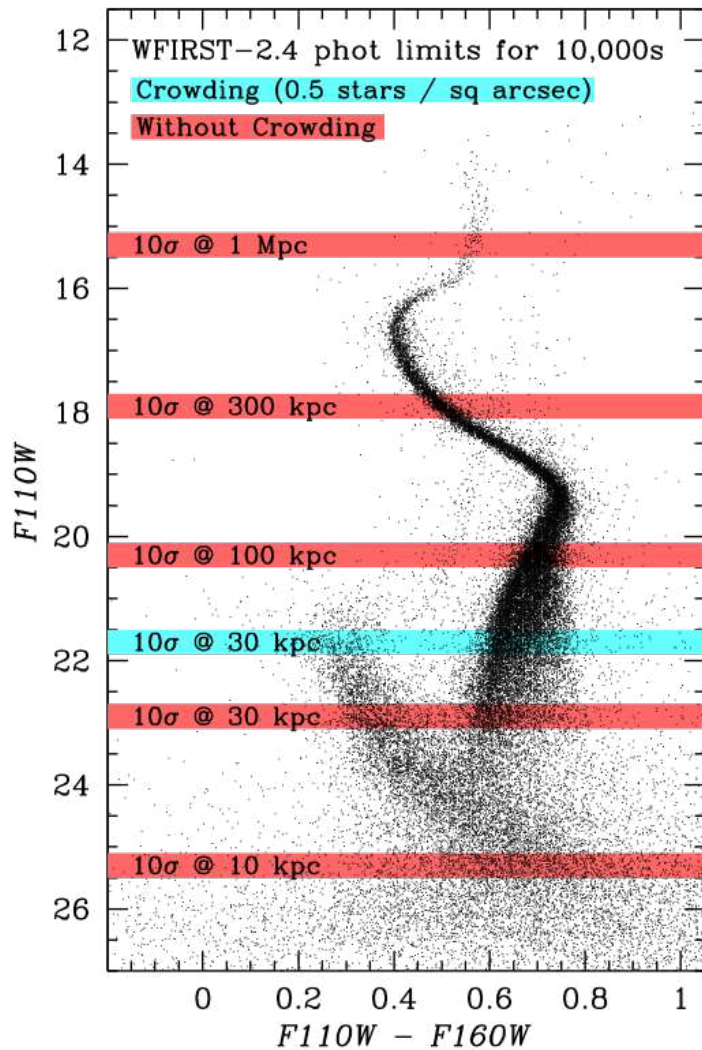
The WFIRST Way
(2 pointings)



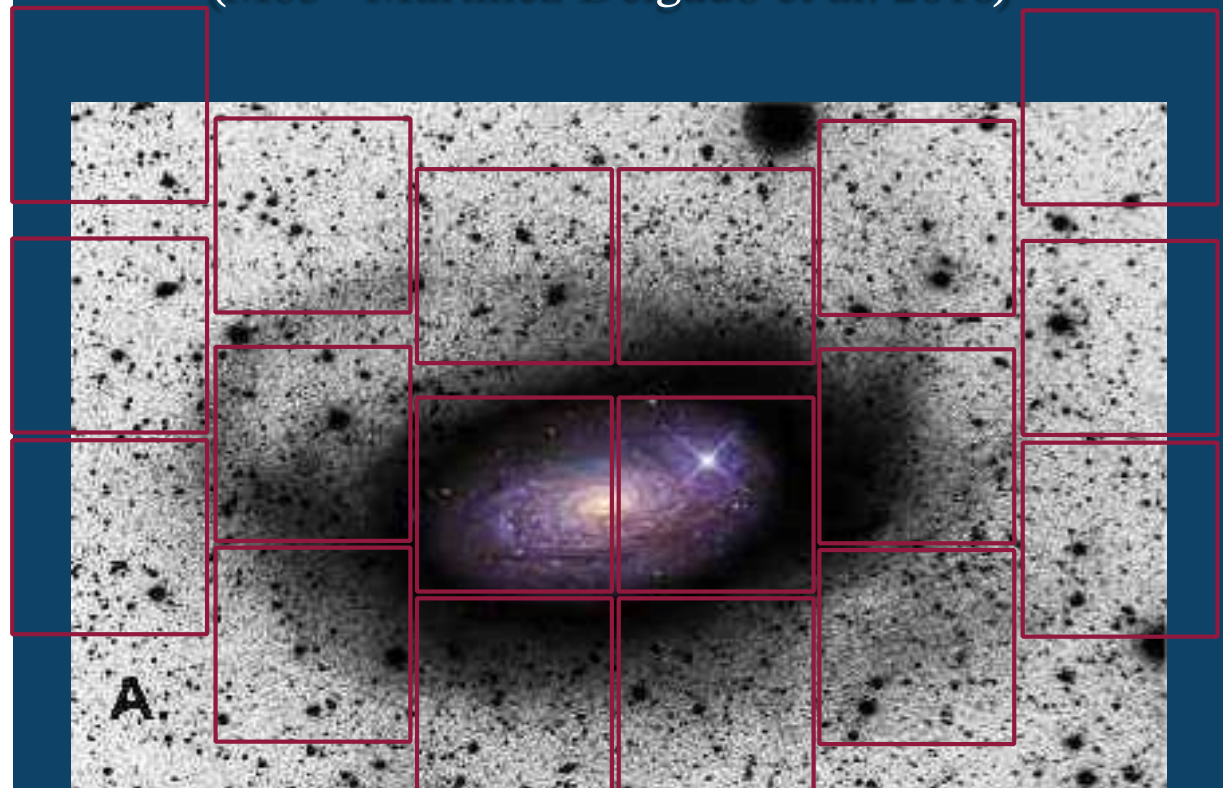
WFIRST will survey nearby galaxies 100x faster than Hubble

Unique Probe of Stellar Populations and Nearby Galaxies

Resolve and characterize stellar pops out to large distances (47 Tuc and SMC - Kalirai et al. 2012)



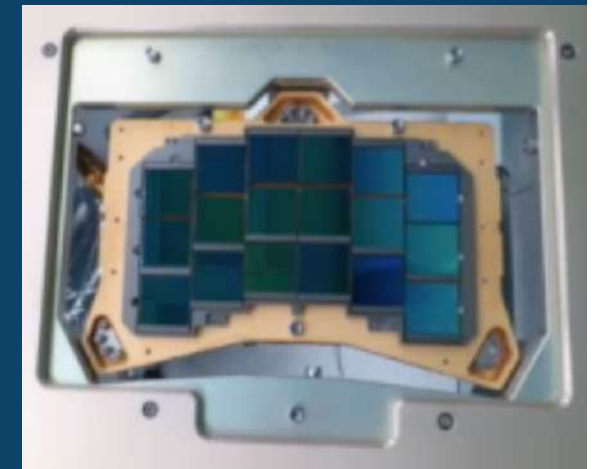
Ultra-deep imaging of galaxy halos (M63 - Martinez-Delgado et al. 2010)



Roman status



1. 2020/2 NASA予定通り進行中(phase C)
2. 2020/5 Nancy Grace Roman Space Telescopeに改名
3. 主鏡副鏡、研磨、コーティング完成。
4. 広視野装置WFI CDR(Critical Design Review)をパス。
5. Ksバンドフィルター追加決定
6. 2021/4 CGI CDRをパス
7. 2021/7 地上系 CDR
8. 検出器20枚選定
9. 2021/9 NASA Mission CDR



日本のRoman参加への活動

- 2010/12、初期WFIRST Science Definition Team(SDT)に住が参加
- 2013/7、WFIRST-AFTA SDTにJAXA代表として山田亨(ISAS)が参加。
- 2013/8、「WFIRST 連絡会」立ち上げ。山田亨(代表)、住(幹事)、約30人
- 2014/2、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
- 2015/3、SDT final report(日本の潜在的興味を記載、他欧州、カナダ、韓国)
- **2016/1、WFIRST WGが承認**(PI:住)(WACOからの発展的改組)
2016/2、NASA started phase A. FSWG 開始
- 2016/6、山田(亨)がJAXA repとして、NASA FSWGにオブザーバ参加
- **2016/9-10、Subaru SACの承認。天文台、阪大からISASへLoI**
- 2017/3、ISAS戦略的基礎開発予算(コロナグラフ)採択
- 2017/3、ISAS国際調整旅費採択
- 2018/3、ISAS戦略的基礎開発予算(コロナグラフ)採択
- **2017/9、日本の参加計画提案書(海外戦略的協力ミッション)をJAXA首脳部へ提出**
- **2020/3 JAXA-NASA LOA にサイン(MOU準備中)**
- Roman Science Integration Team (SIT)に日本から24人参加。
- 2021年2月、JAXAミッション定義審査を通過し、Phase Aに進み、**プリプロジェクトチーム(7名、サイエンスチーム64名)**で推進中。
- コロナグラフ装置、光学系の試作・実機の一部をNASAに納入済

JAXA Roman team members joined to SIT

Roman

24 SIT member, 10 Domestic member

1. “COSMOLOGY WITH THE WFIRST HIGH LATITUDE SURVEY” (Chair: Olivier Dore)
Masahiro Takada (U.tokyo, IPMU), Hironao Miyatake (Nagoya U.), Tomomi Sunayama(Nagoya U.)
2. “OPTIMIZING THE WFIRST TYPE IA SUPERNOVA SURVEY” (Ryan Foley)
Naoki Yasuda (U.tokyo, IPMU) Takashi Moriya (NAOJ) Yuji Urata (National Central University, Taipei)
3. "INVESTIGATING THE NATURE OF DARK ENERGY USING TYPE IA SUPERNOVAE WITH WFIRST-AFTA SPACE MISSION" (Saul Perlmutter)
Nao Suzuki (U.tokyo, IPMU), Tomoki Morokuma (U.Tokyo, IoA)

Exoplanet Microlensing

4. "PREPARING FOR THE WFIRST MICROLENSING SURVEY: SIMULATIONS, REQUIREMENTS, SURVEY STRATEGIES, AND PRECURSOR OBSERVATIONS" (Scott Gaudi)
Takahiro Sumi (Osaka U.), Daisuke Suzuki (Osaka U.), Naoki Koshimoto (U.Tokyo), Kento Masuda (Osaka U.)

Exoplanet Coronagraphs

5. “ OPTIMIZING WFIRST CORONAGRAPH SCIENCE” (Bruce Macintosh)
Motohide Tamura (U. Tokyo/ABC), Taichi Uyama(Caltech/IPAC), Naoshi Murakami (Hokkaido U.)
6. "HARNESSING THE POWER OF THE WFIRST-CORONAGRAPH: A COORDINATED PLAN FOR EXOPLANET AND DISK SCIENCE" (Margaret Turnbull)
Taro Matsuo (Nagoya U.), Satoshi Ito(ISAS/JAXA)

Guest Investigator (GI)/Guest Observer (GO) science

7. "WFIRST EXTRAGALACTIC POTENTIAL OBSERVATIONS (EXPO) SCIENCE INVESTIGATION TEAM"
(Brant Robertson)
Tadayuki Kodama (Tohoku U.), Takashi Moriya (NAOJ) Kimihiko Nakajima (NAOJ), Rhythm Shimakawa (NAOJ)
8. “WINGS: WFIRST INFRARED NEARBY GALAXY SURVEY” (Benjamin Williams)
Masayuki Tanaka (NAOJ), Sakurako Okamoto (NAOJ)
9. “ARCHIVAL RESEARCH CAPABILITIES OF THE WFIRST DATA SET “(Alexander Szalay)
Yusei Koyama (NAOJ) , Hisanori Furusawa(NAOJ), Masao Hayashi (NAOJ/Subaru), Tsuyoshi Terai (NAOJ/Subaru)
10. “COSMIC DAWN WITH WFIRST” (James Rhoads)
Masami Ouchi (U. Tokyo, ICRR/NAOJ) Yuichi Harikane (NAOJ/UCL), Daisuke Yonetoku (Kanazawa U.) Masafusa Onoue (MPIA)
11. “RESOLVING THE MILKY WAY WITH WFIRST” (Jason Kalirai→Jason Tumilson)
Noriyuki Matsunaga (U.Tokyo IoA) Shogo Nishiyama (Miyagi Kyoiu U) Riku Urago (Kagoshima U.)

The activities continue with New science teams

日本の貢献案および検討状況

- 宇宙研Romanプリプロジェクトで以下をひとつのパッケージとして推進

1. すばる望遠鏡によるRoman Synergy Survey (2026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 etc...

コミュニティ、ハワイ観測所長、国立天文台長及び、すばる委員会より**コミットメントの合意**を得た。

2. Roman コロナグラフ装置における機能強化

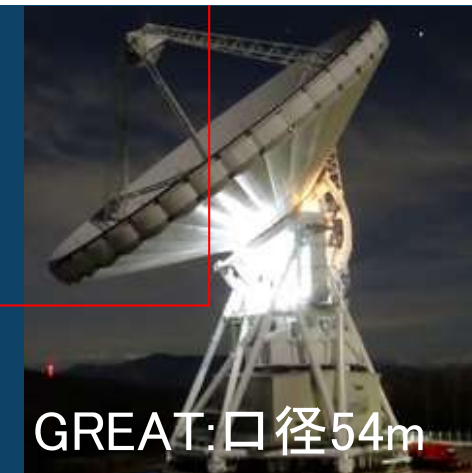
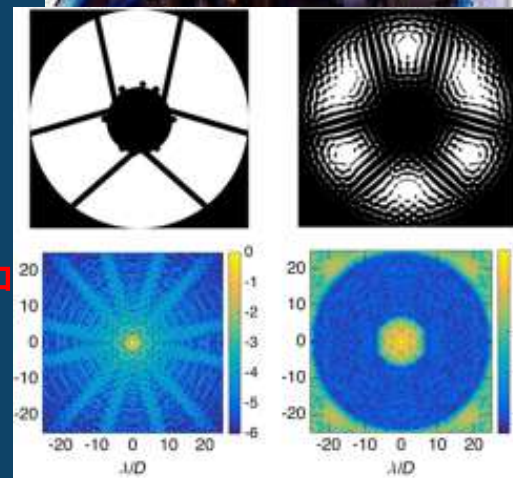
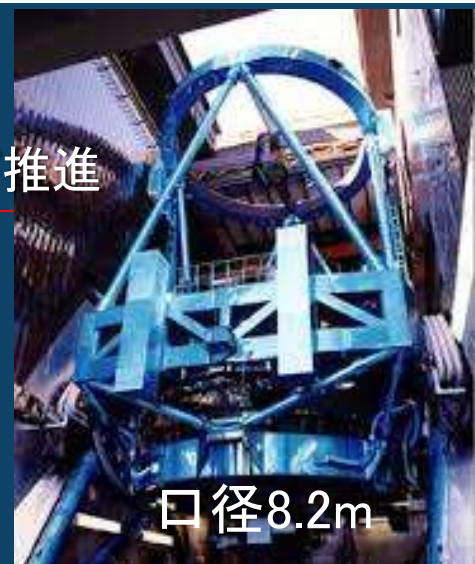
- 偏光撮像機能の付加 **EM制作済、実機制作中**
- コロナグラフマスク基板製作 **製作済**

3. 地上局による貢献(Ka-band downlink)

- 日本のタイムゾーンでの基地局運用は大きなメリット
実施の技術的検討段階

4. 地上マイクロレンズデータ提供(MOA)合意

地上赤外マイクロレンズ同時観測(阪大)合意



Roman-Subaruシナジー観測

- Romanへの日本の貢献案の柱である。
- 2020年代、存在意義を問われる**すばる**の能力を最大限活用。
- 巨大プロジェクトRomanに比較的小さな持ち出しで参加できる、非常に大きなレバレッジ効果がある。(Roman側にとっても同じ)
- 観測提案を公募し、Roman-Jチーム、NASA Roman FSWGでつくるステアリングコミッティーを中心に、コミュニティで検討。
 - **メインサーベイを補完・強化する。**
 - **GOで新たな観測を提案する。**

White paper Subaru- WFIRST synergistic observation

2016/5/15: call
for white paper

30 proposals by
82 people

7/16, released at

<http://iral2.ess.sci.osaka-u.ac.jp/~sumi/Subaru-WFIRST-Synergy.pdf>

Science Program	Authors	HSC	PFS	IRD	SCE	ULT
Cosmology/Extragalactic Astrophysics						
Cosmology with large-scale structure probes	Takada+	○	○	—	—	—
Quasars in the Reionization Era	Matsuoka+	○	—	—	—	—
Finding and Characterizing high-z Clusters	Oguri	○	—	—	—	—
Searching for Bright Lensed high-z Galaxies	Oguri	○	—	—	—	—
Protoclusters across Cosmic Time	Toshikawa+	○	—	—	—	—
Protoclusters in the Reionization Epoch	Toshikawa+	○	—	—	—	—
Precise photo-z for Weak Lensing	Tanaka+	—	○	—	—	—
Low-Mass Galaxies at up to $z \sim 1.5$	Yabe+	○	○	—	—	—
Galaxy and IGM Co-Evolution	Ouchi+	○	○	—	—	—
Superluminous SNe at Reionization Epoch	Moriya+	○	—	—	—	—
Mass Assembly History of Galaxies since $z=4$	Kodama+	○	—	—	—	—
Galactic Astrophysics / Local Volume						
Milky Way Disk Flare behind the Bulge	Matsunaga+	—	—	—	—	○
Deep NIR Imaging of the Galactic Bulge	Nakada +	○	○	—	—	—
Hypervelocity Stars in the Galactic Bulge	Nishiyama	—	○	—	—	○
Dark Matter on Dwarf Spheroidal Galaxies	Hayashi+	—	○	—	—	—
Structure of the Galactic Outer Stellar Disk	Toyouchi+	—	○	—	—	—
Stellar Astrophysics						
Low-Mass End of the Initial Mass Function	Tomida	○	○	○	—	—
Bulge Stellar IMF & Low Mass Close Binary	Ita	—	○	—	—	—
Dust Condensation Region around AGB Stars	Ueta+	—	—	—	○	—
Properties of the Bulge Dwarfs by IR Spectra	Fukui+	—	—	○	—	○
Solar System						
Surface Characterization of TNOs	Terai	○	—	—	—	—
Water Ices in the Inner Solar System	Yoshida	○	—	—	—	—
Exoplanets						
Probing Dust Grains in Circumstellar Disks	Muto	—	—	—	○	—
Polarimetry of Planets/Protoplanetary Disks	Murakami+	—	—	—	○	—
Exoplanets Search by Astrometry	Yamaguchi+	—	—	—	○	—
Extinction in WFIRST Microlensing Fields	Suzuki+	○	—	—	—	—
Concurrent Microlensing Observations	Suzuki+	○	—	—	—	—
Imaging of Microlensing Planetary Hosts	Fukui+	—	—	—	○	○
Characterization of Transiting Exoplanets	Narita	—	—	○	—	—
Exoplanets around Late-M Dwarfs	Kuzuhara+	—	—	○	—	—

Note. — SCE and ULT indicate the SCEXAO and the ULTIMATE-Subaru, respectively.

WFIRST-Subaru Synergistic Observation Workshop

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

Organized by **JAXA WFIRST WG**, Hawaii observatory, **NASA WFIRST FSWG**

Participants: >90, including 16 from US, WFIRST FSWG, SIT



Expected timeline.

YEAR		
2017	1 st Workshop	Collecting ideas, broad interest
2018	2 nd Workshop	Possible programs summarized in WP →
2019	3 rd Workshop as a session in Subaru 20 th Meeting	Possible programs in various different science fields
2020	Preliminary proposal development	development of preliminary 'candidate programs'
2021	4 th Workshop NASA Roman Science Team(s) Solicitation	
2022 TBD	Consolidating the Program	Front-loading program?
2023 TBD	Proposal Planning, Teaming	
2024 TBD	Final Proposal Submission	The proposal of the consolidated program will be reviewed by Subaru Advisory Committee
2026 TBD	Scheduling	

シナジーWSの結果を白書にまとめた。

Enabling Breakthrough Science with the Subaru Telescope and the Wide Field Infrared Survey Telescope (WFIRST): A White paper for Subaru and WFIRST Communities

April 25, 2019

Editors: Jason Rhodes¹ (Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology), Takahiro Sumi² (Osaka University)

Also submitted to: Subaru & Roman communities, US Decal survey

Principal Editors: Jason Rhodes, T.Sumii

Executive Summary: D. Spergel, T. Yamada

http://www.ir.isas.jaxa.jp/WFIRST_Subaru_II/TALKS/WFIRST_Subaru_April25.pdf

User Name: wfirst

Password: subaru

Required nights and conditions in WP2019.

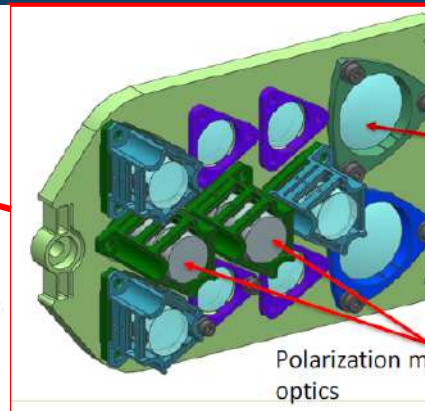
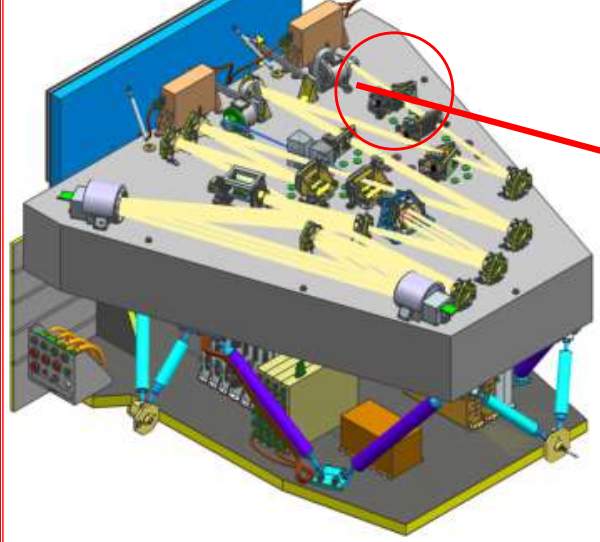
Category/Topic	Instrument	N req.	condition
Microlensing parallax	HSC	13.5	Bright
Microlensing NIR spec. ToO	IRD	11.2-15	Bright
Microlensing NIR concurrent	ULTIMATE	3.4	Bright
CGI Support	SCEXAO/ CHARIS	18	Bright
CGI Support /Doppler	IRD	7	Bright
SNe Follow-up	PFS	25	Dark
SNe Live Spectroscopy	PFS	20	Dark
Deep Field Ultra-Deep	HSC	33	Dark
Deep Field SNe Fields Imaging	HSC	8	Dark
Deep Field SNe Fields Spectra	PFS	8	Dark
Deep Field SNe Fields NB	HSC/PFS	6-10	Dark
Cosmology sp redshift calib.	PFS	25-50	Dark
Cosmology IB redshift calib.	HSC	60	Dark
Nearby Galaxies Pre-im. Halo	HSC	10	Dark
Milky Way Bulge HV	PFS/ULTIMATE	4.5	Dark
Milky Way Bulge stars	IRD	15	Bright
Solar System TNO	HSC	6	Dark
Solar System Minor Body/Irr	HSC	10	Dark
Irregular Satellites	HSC	6	Dark
total		321.4	

- Total required **312** nights is three times more than reserved 100 nights (**100 nights are not enough!**)
- **78% of required time is in Dark night with HSC/PFS.**
- Several programs have overlapping. Should be Combined/shared.
- Completion of the PFS Subaru Strategic Program (SSP: a large program up to 360 night) is delayed to **2027**. Most of Dark nights will be available after this.
- Due to the fact that PFS-SSP is expected to start in 2023A and last until 27B, Dark nights with HSC will be relatively more **available in 2022 (A,B)** before SSP starts.
- **front-loading of a part of our Subaru-Roman Synergistic program in this time slot may be worth considering.**

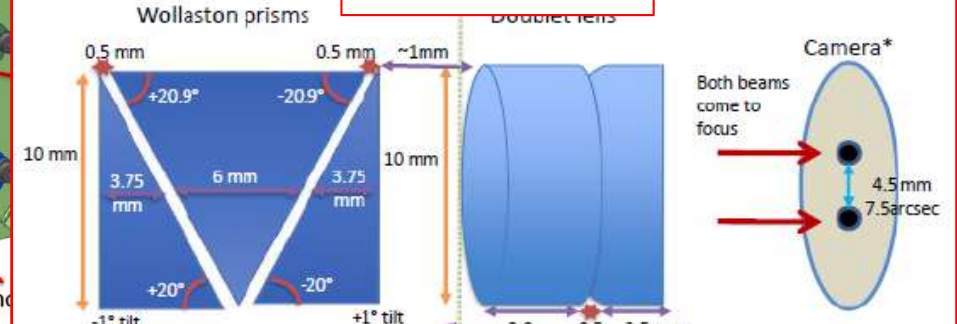
コロナグラフ装置の機能強化

- 偏光撮像機能(高精度偏光分離素子)提供 EM製作済、実機製作中
 - 惑星反射光の偏光 → 実効コントラストを1-2桁向上
 - 惑星系円盤の偏光 → 地球型惑星形成領域の円盤

コロナグラフ装置



偏光ユニット



ウォラストンプリズム
EM制作済。(NASA/
GSCFで試験中)

カメラレンズEM製
作済。(NASA/
GSFCで試験中)

- コロナグラフマスク高面精度基板提供提供済

- 熔融石英基板 : Hybrid-Lyot コロナグラフ用焦点面マスク
→ JPLで製作成功。試験中
- シリコン基板 : Shaped Pupil コロナグラフ用瞳面マスク
→ JPLで制作中

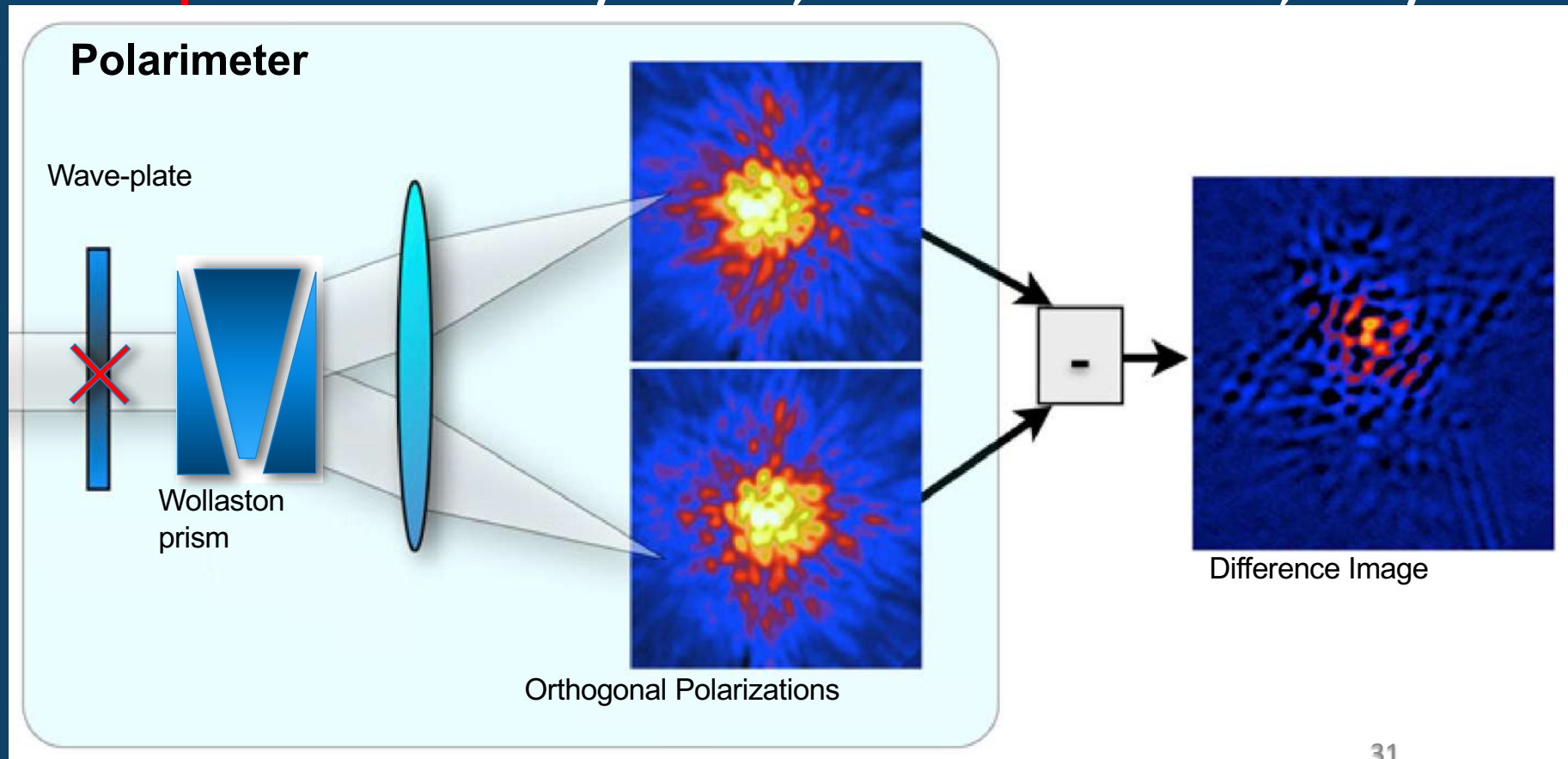
次世代スペース高コントラスト観測の基盤を作る
LUVOIR/HabExの実現に不可欠な技術



Mask substrates

Dual Beam Polarimetry

- In dual-beam polarimetry, we can also use combination of half-wave plate and Wollaston prism.
- But to reduce the optical components, **we do not employ a half-wave plate.**
- **Experience:** Subaru/HiCIAO; PlanetPOL vs. CIAO; IRSF/SIRPOL



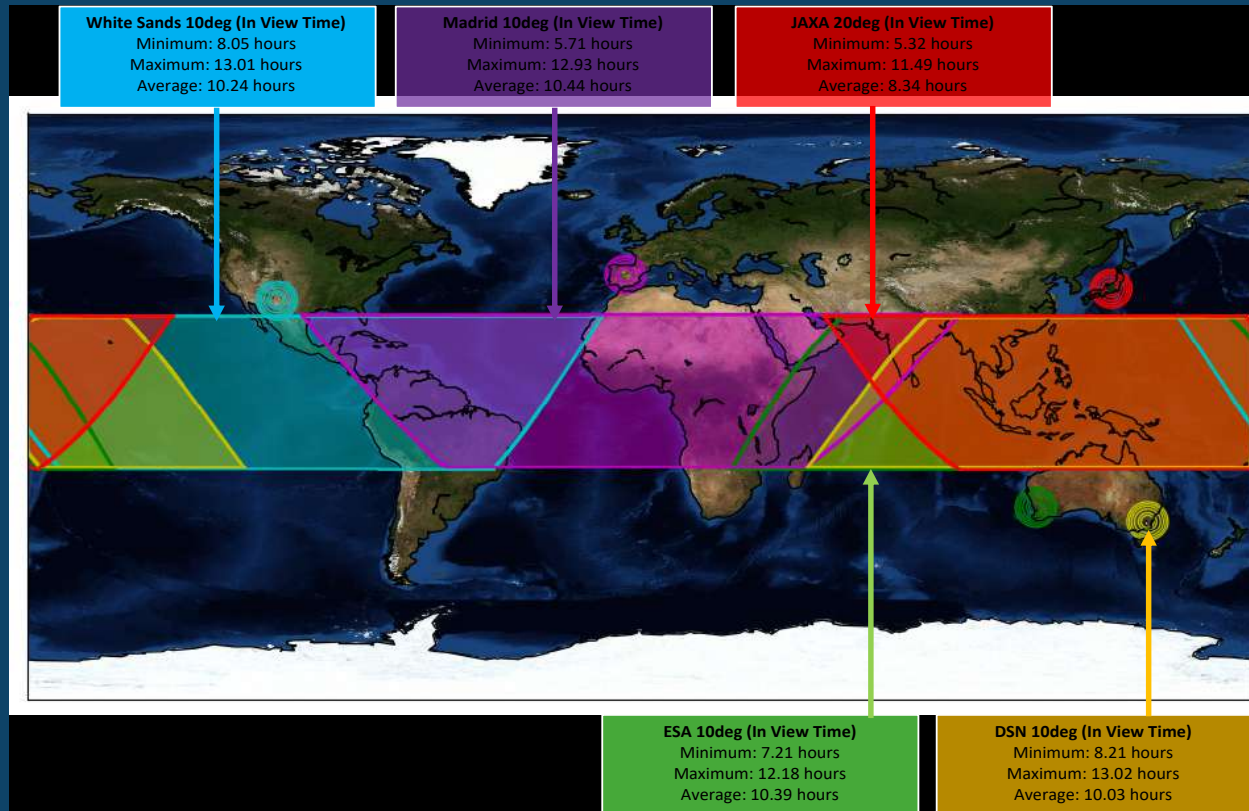
JAXA地上局によるデータ受信協力

- NASA White Sands局、ESA New Norcia局、JAXA 美笹局54mによる受信案
- Ka 26.5GHz帯で大容量受信 250Mbps, 4h/dayが要求
500Mbpsがゴール。



SE-L2など、近地球周回ではない
天文衛星・計画におけるデータ生成率

ミッション	軌道	通信帯	データ通信率
WMAP	L2 リサーチ	S (2GHZ)	667kbps
Planck	L2 リサーチ	X	1.5Mbps
Herschel	L2 リサーチ	X	1.5Mbps
GAIA	L2 リサーチ	X	8.7Mbps
JWST	L2 ハロー	Ka	16Mbps-
Euclid	L2	Ka	74Mbps, 850Gbps
LiteBIRD	L2 リサーチ	X	~10Mbps TBD
SPICA	L2 ハロー	X	~10Mbps TBD
Kepler	Earth Trailing	Ka	4.5Mbps
TESS	Inclined Earth	Ka	100Mbps



- 2020年7月NASA Roman Ground System PDRでJAXA案承認
- JAXA:フェーズA(概念検討+概念設計)
- 日本が欧米なみの受信能力を獲得する基盤整備でもある。

地上マイクロレンズ観測: PRIME

(PRime-focus Infrared Mirolensing Experiment)

H28~特別推進研究(PI:住、阪大)



- 世界初の近赤外線による重力マイクロレンズ系外惑星探査

- Romanの支援観測

(事前観測及び同時観測)

2020年9月国内にて光学調整

2020年12月発送

2022年10月観測棟完成

2021年12月カメラ完成@GSFC

2021年12月望遠鏡インストール

2022年1月カメラインストール

口径:1.8m(f/2.29)

視野:1.45平方度、

(満月の6倍、世界最大級)

南アフリカ共和国サザーランド観測所

The World Widest FOV in NIR with World Largest class NIR camera

U. of Maryland manufacture the camera @GSFC by
Loaning 4 Teledyne **4kx4k H4RG-10** from Roman team

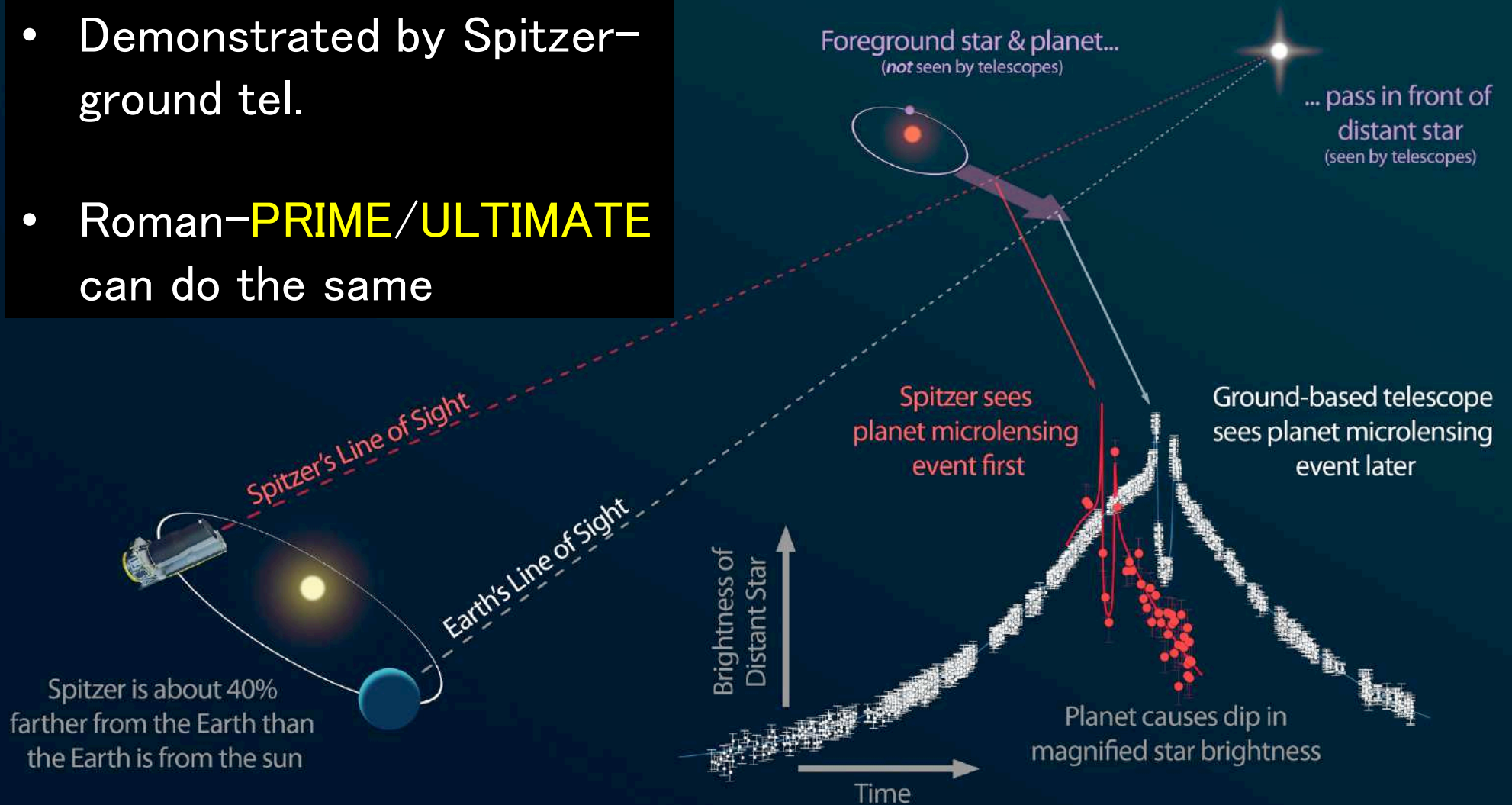


- FOV: **1.45deg²**(0.5" / pix)
- T ~ 80K
- 2 filter wheels
- ACADIA electronics
Alexander Kuttyrev (NASA/GSFC,UMD)
Yuki Hirao (Osaka U./GSFC)

予算不足も、ABC, SAAOの参加で解決

Mass Measurements via Simultaneous Roman–Ground obs.

- Demonstrated by Spitzer–ground tel.
- Roman–**PRIME/ULTIMATE** can do the same



実施主体 & 予算

- すばる望遠鏡: **100夜相当**
(**国立天文台**) (過去の運用費をベースに見積ると約10億円相当)
 - 地上マイクロレンズ望遠鏡: **5.5億円** (建設5億円+運用0.5億円)
(**大阪大学**) (科研費他獲得済み)
 - 地上局 Ka帯機能拡張: **18.4億円** (建設14.8億円+運用3.6億円)
(**JAXA**)
 - コロナグラフ制作費: **2.7億円** (準備0.8億円+建設1.9億円)
(**JAXA, ABC, 北海道大学**など)
 - 計画管理・科学協力推進: **2.5億円**
-

• 総額: **39.1億円**
→ JAXA **戦略的海外共同ミッション**として提案中

JAXAミッション定義審査を通過し、**Phase A**に

→ **JAXA Roman**プリプロジェクト(7名、サイエンスチーム64)

学術的価値

- 暗黒エネルギー/アインシュタイン重力の検証と系外惑星は、宇宙物理の最重要分野の一つで、国民の関心、知的価値は高い。
- 日本の光赤外線衛星は、欧米に比べて大きく遅れており、規模も小さく機会も少ない。2030年代まで大型衛星はない。今回、初めてNASAの旗艦ミッションであるRomanへ参加し、最先端の研究、人材育成を継続的に推進するとともに、今後の日本主導の衛星開発のための技術的ステップとする。
- コロナグラフ装置の開発は実機での実証が不可欠。2030年代以降に計画されている宇宙生命探査ミッション(LUVOIR・HabEx)に繋がる重要な技術で、発展性は非常に高い。
- 地上局整備は、国内では初めてKa-band (26GHz)での受信機能を整備して、欧米並みのL2対応の広帯域通信能力を獲得する。

緊急性, 各分野での連携, 実現性

- 緊急性

- Romanは2026年打ち上げを予定しており、2024年までに地上局改修を完了する必要がある。

- 各分野での連携

- 宇宙論、銀河、突発天体、太陽系、系外惑星など様々な分野の理論、実験研究者64名がサイエンスチームに参加。

- 実現性

- **NASA予定通り進行中(2020/2 phase C)**
- 2020/3 JAXA-NASA LOA にサイン(MOU準備中)
- コロナグラフ装置開発、光学系の試作・実機の一部をNASAに納入済
- PRIME望遠鏡は順調に制作中(科研費特別推進研究等)。
- Roman Science Integration Team (SIT)に日本から24人参加。
- 2021年2月、**JAXAミッション定義審査を通過し、Phase Aに進み、プリプロジェクトチーム**として推進中。

教訓

- **すばるは凄い**(HSC, PFS etc)。てこにして大型計画に参加
- **できるだけ早期からの参加表明が重要**
特にハードウェアの場合は、概念検討段階から。
(PRIMEの例も)。サイエンス計画検討も。
NASA大型の場合は、Decadal検討段階から
(RomanはDecal後から。コミュニティに広げるのに数年)
- 広い分野の方々のサポートが必要(特に若手)
研究会、ミーティングで**地道に意見交換**
- **人が大事**(宇宙研の体制、計画検討への参加、
データ解析 \leftrightarrow NASAオープンスカイポリシー)

Summary

Romanは、**広視野**を利用した**大統計量**でせまる宇宙論
／系外惑星の**究極ミッション**

- 宇宙の**加速膨張の起源**(暗黒エネルギー/修正重力)
- 系外惑星の**形成過程**を解明
- 幅広い宇宙科学(公募観測)
- 系外生命探査のための**技術実証**

- 日本の**貢献パッケージ**

- 1) すばるシナジー観測
- 2) 地上マイクロレンズデータ提供、観測
- 3) コロナグラフ偏光機能の提供
- 4) 地上局

OK

OK

製作中

概念検討中

- 地上局は、**予算確保が必要**