

R.OMAN



SPACE TELESCOPE

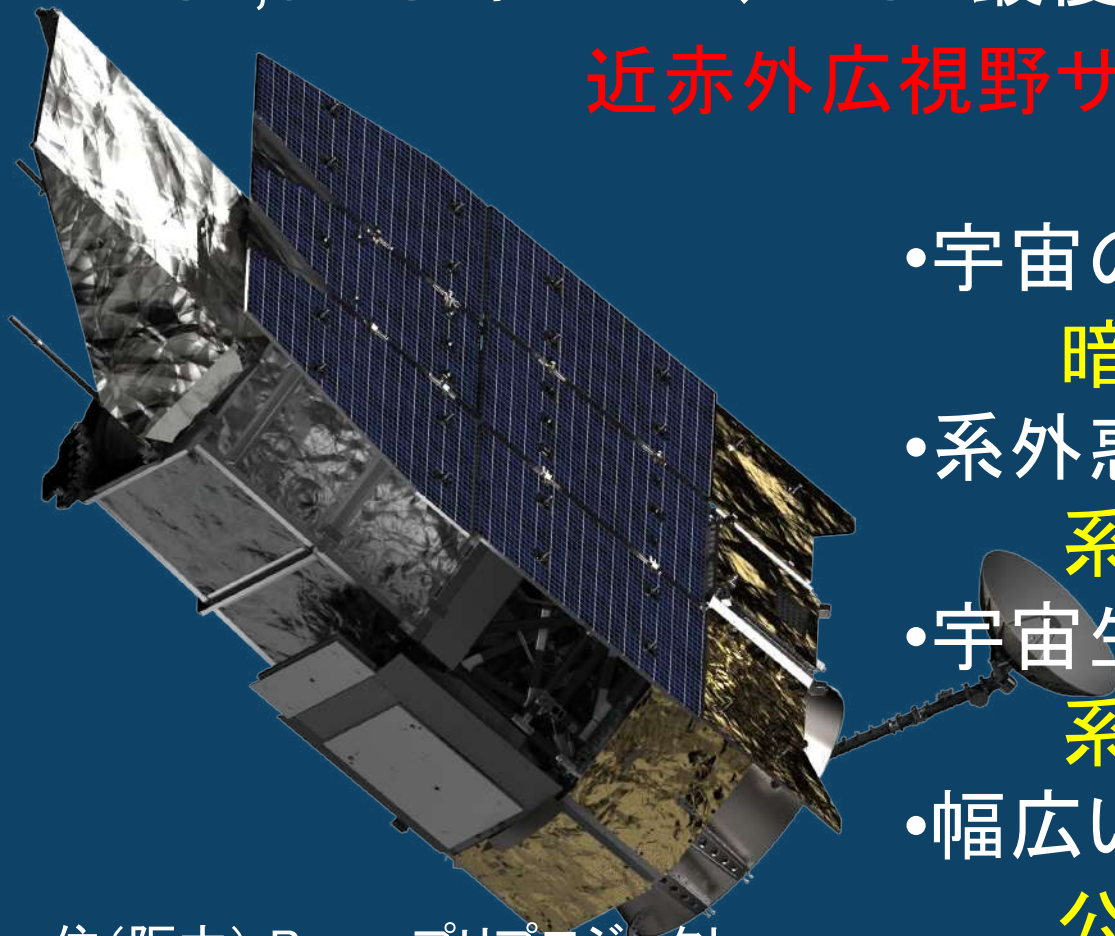
Romanへの参加

(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)

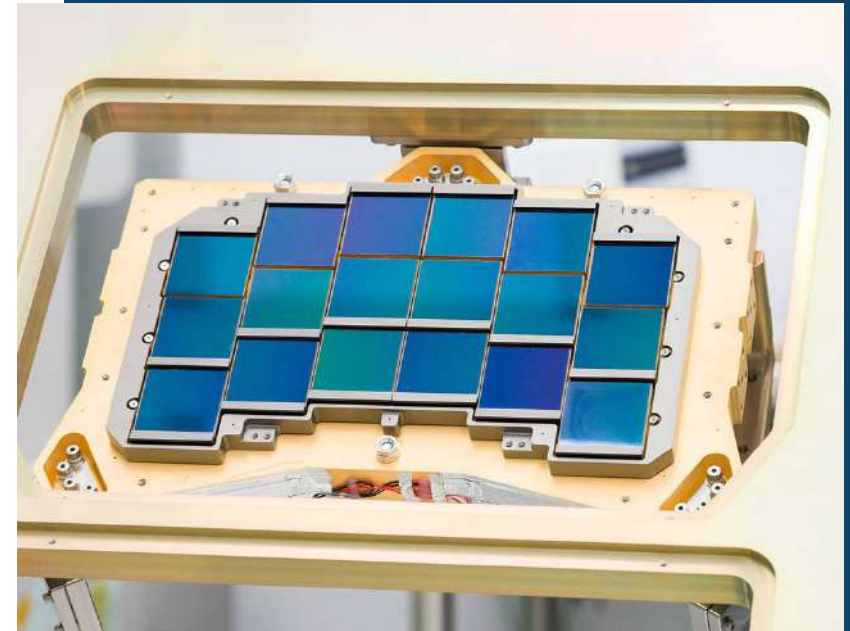
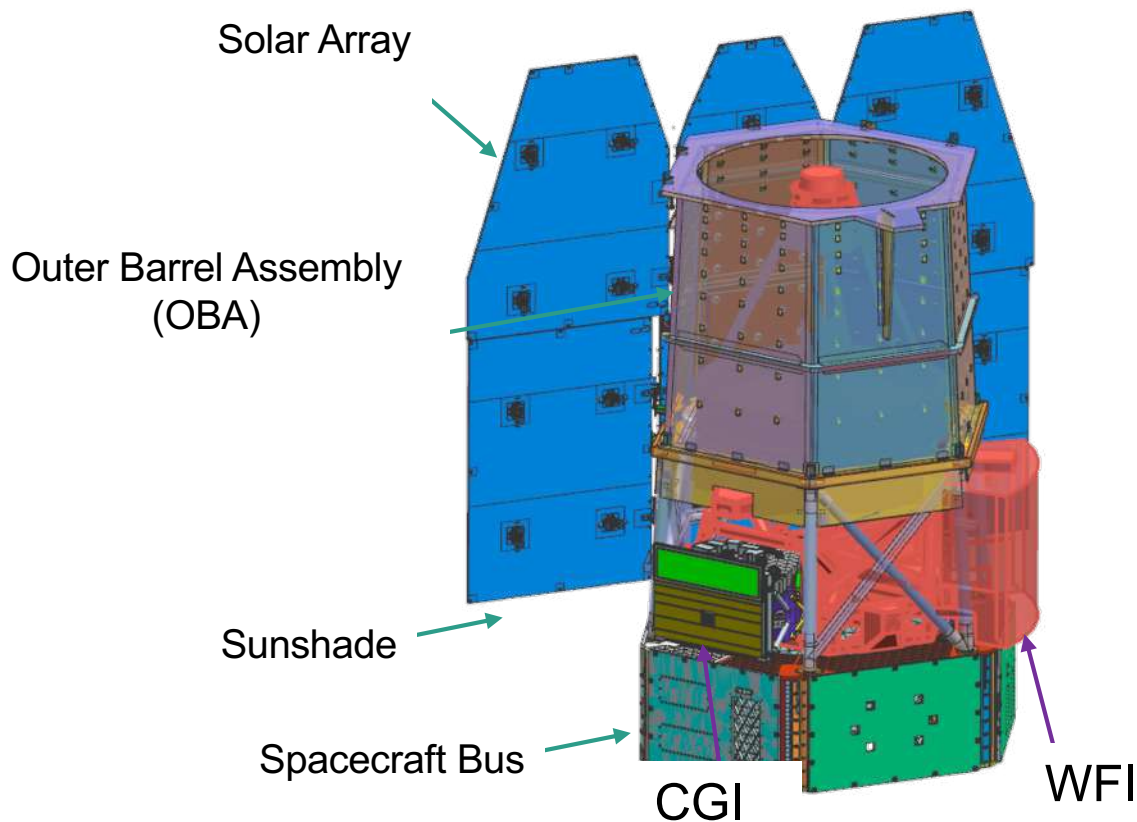
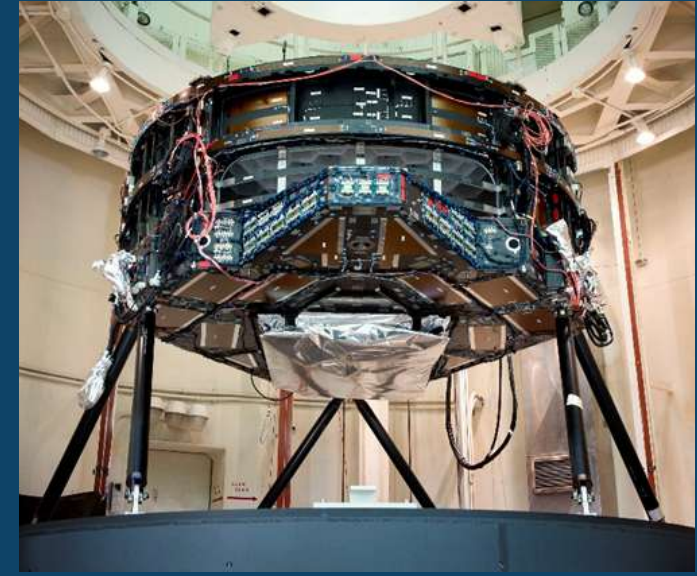


- 宇宙の加速膨張の起源を解明
暗黒エネルギー/修正重力
- 系外惑星の形成過程の解明
系外惑星(マイクロレンズ)
- 宇宙生命探査への技術実証
系外惑星(コロナグラフ)
- 幅広い科学研究
公募観測(25%,1.5年)

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 ($0.6\text{--}2.3\ \mu\text{m}$)

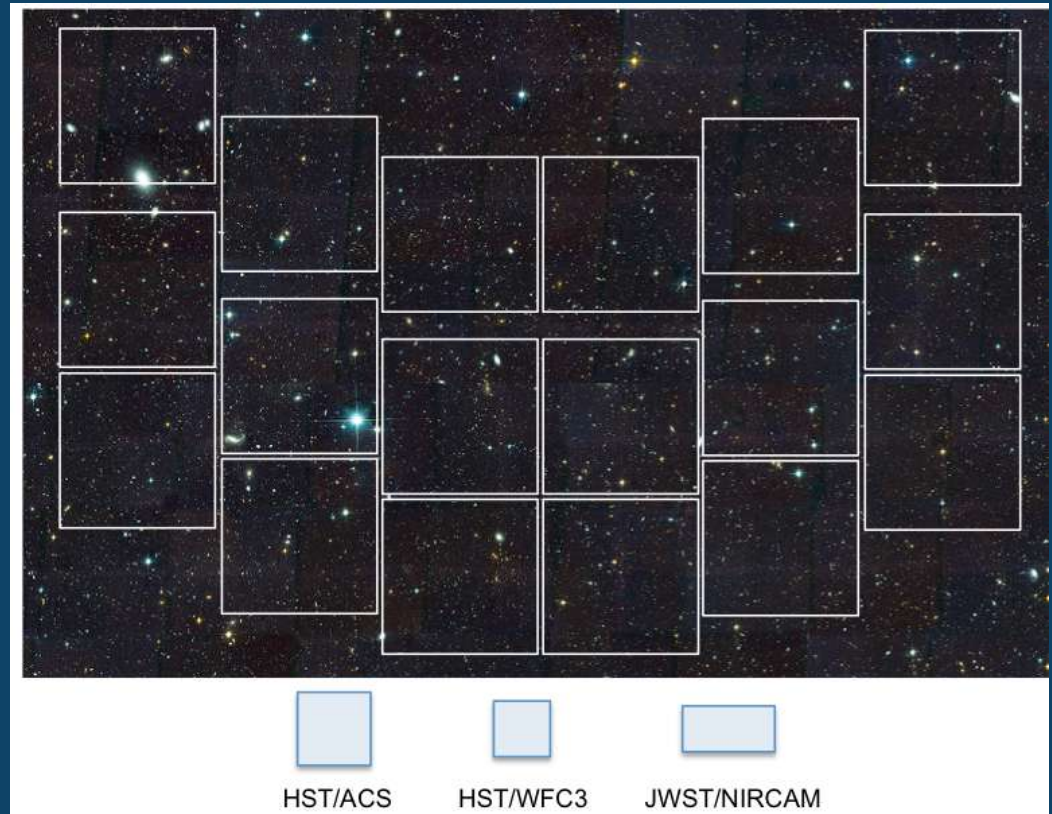
4k x 4k H4RG-10検出器18個
288 Mpixels, 0.11arcsec/pix



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)

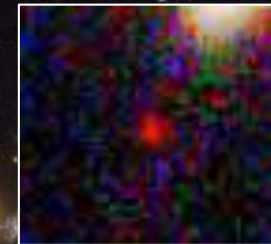


Slitless spectroscopy with grism in filter wheel

最遠方銀河等をハッブルの200倍発見可能

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 ($R \sim 800$)

- 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

→

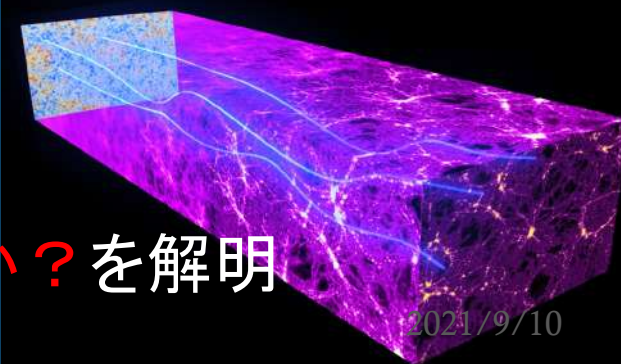
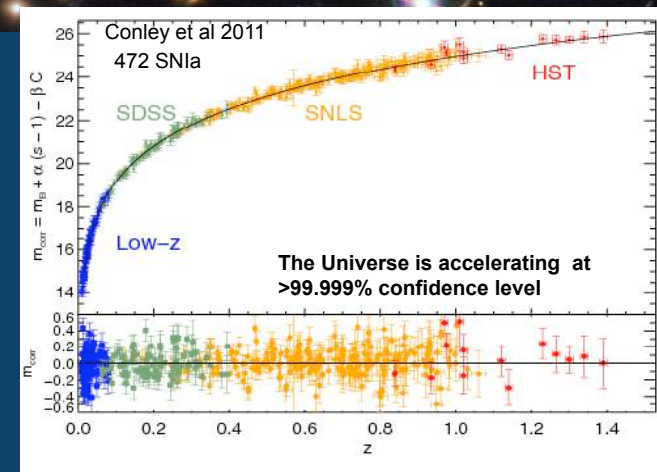
- 弱い重力レンズ現象 (WL)
- Red shift space distortion (RSD)
- Baryon Acoustic Oscillation (BAO)

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

2021/9/10

重力マイクロレンズによる惑星分布解明

(~1年観測)

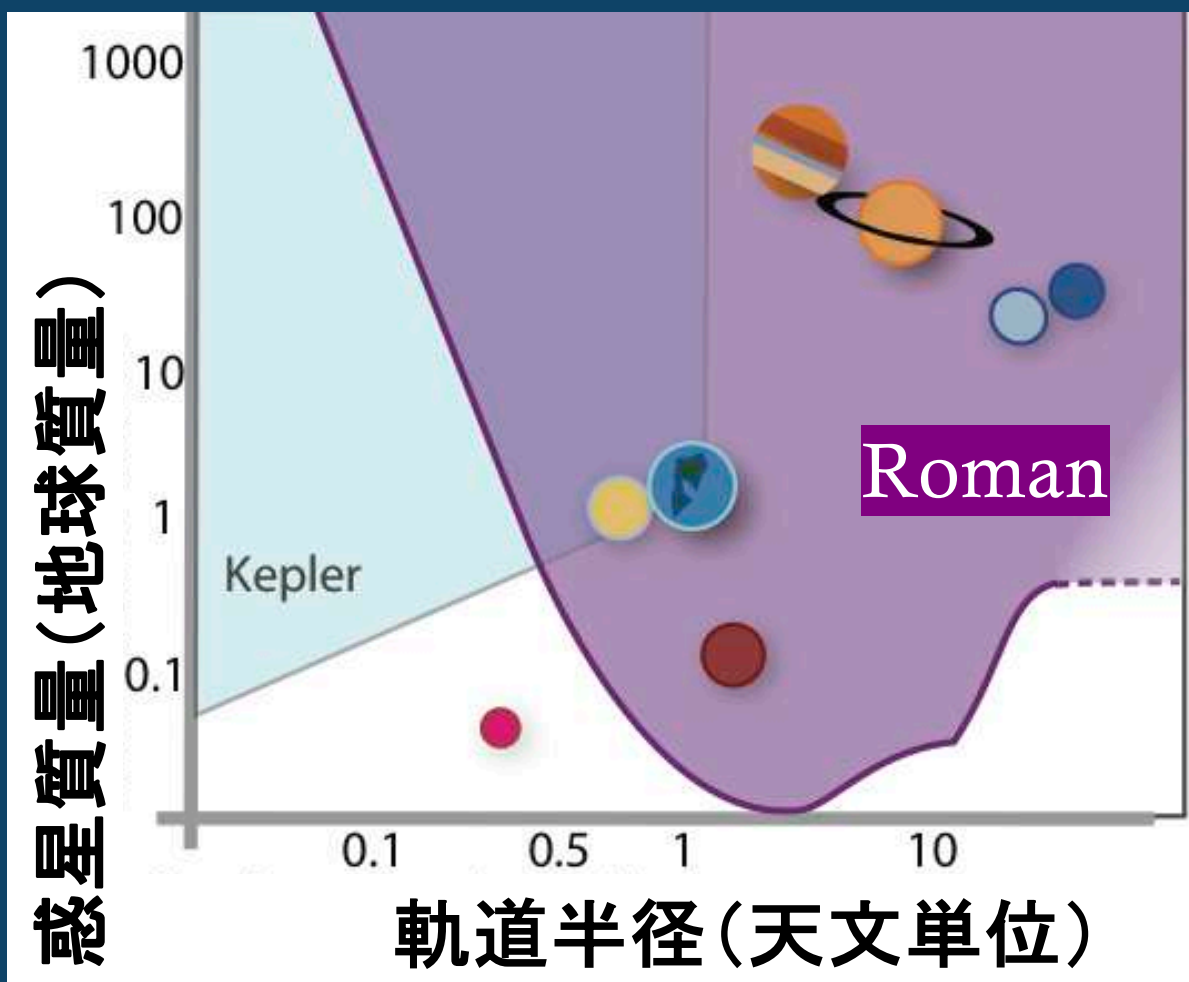
惑星: 1600個
(地球質量以下: 約2百個)

地上より2桁軽い惑星検出

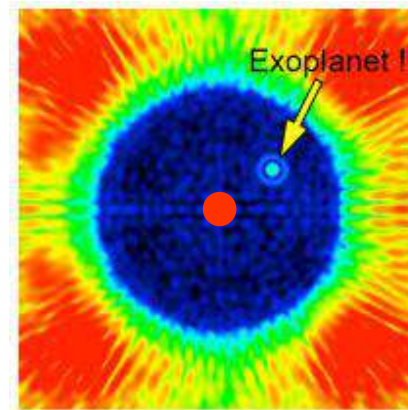
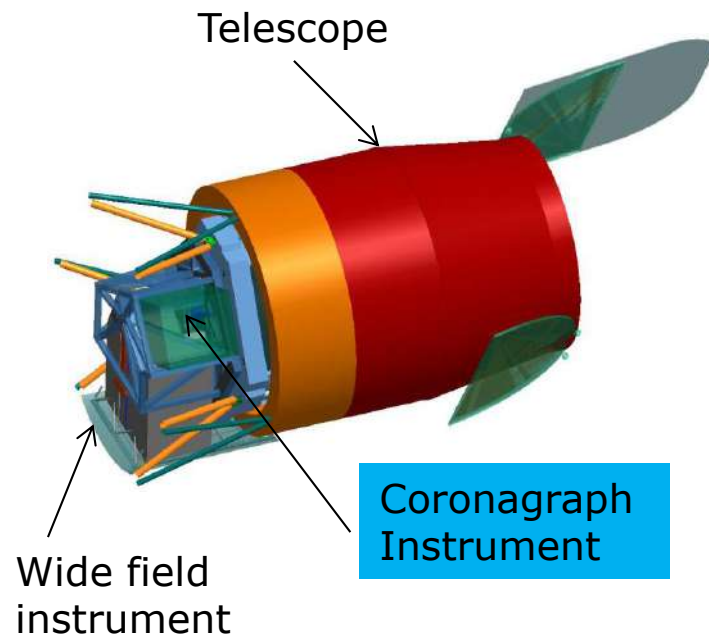
水星以外全ての太陽系惑星を検出可能

Keplerと合わせて
全ての種類の惑星の
分布を解明

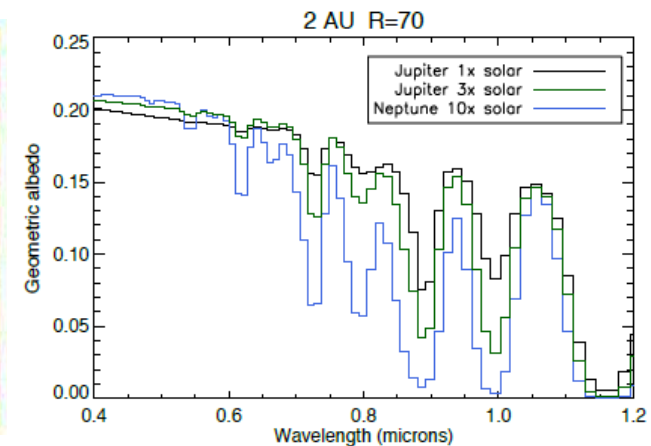
→
惑星形成過程の解明



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**

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

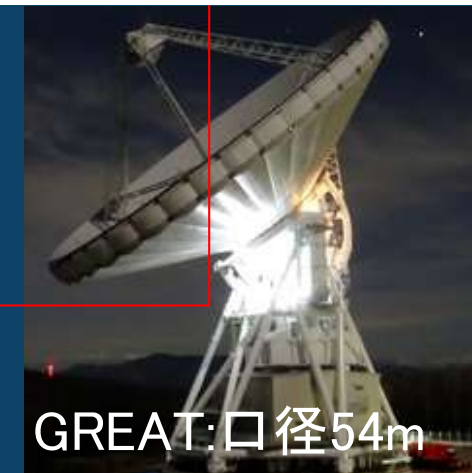
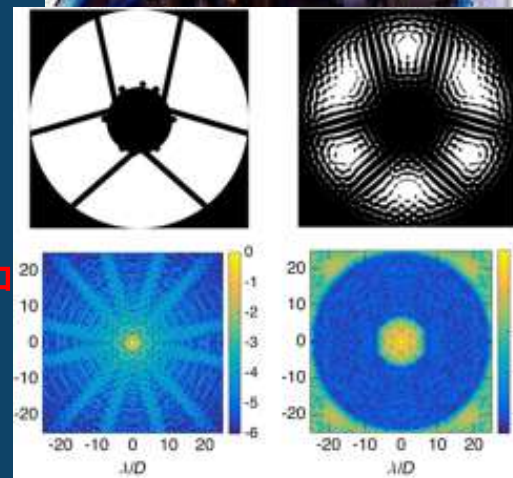
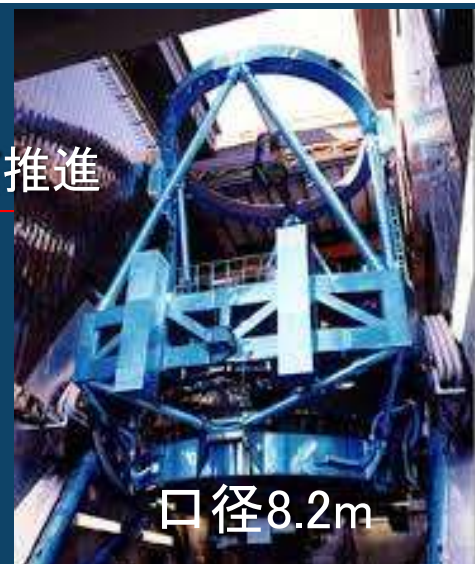
- 偏光撮像機能の付加 **EM制作済、実機制作中**
- コロナグラフマスク基板製作 **製作済**

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

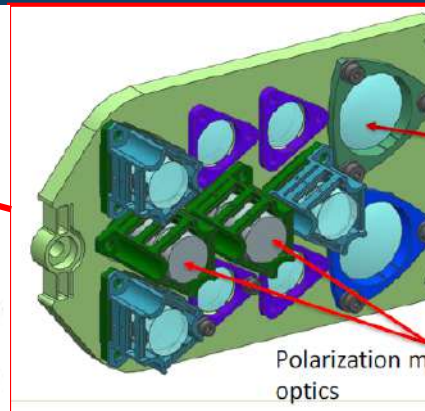
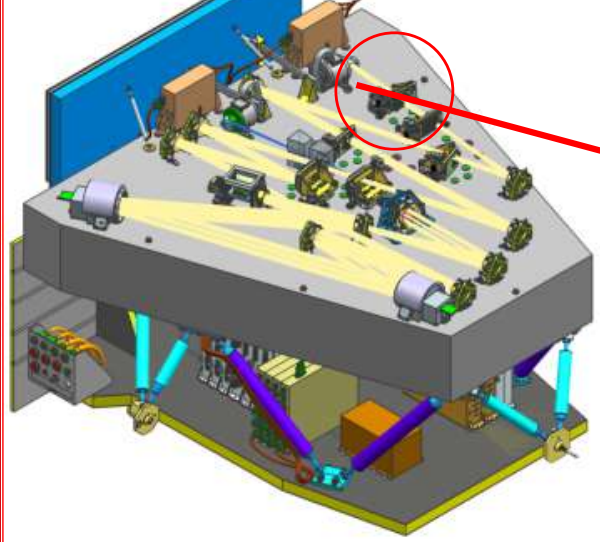
地上赤外マイクロレンズ同時観測(阪大)合意



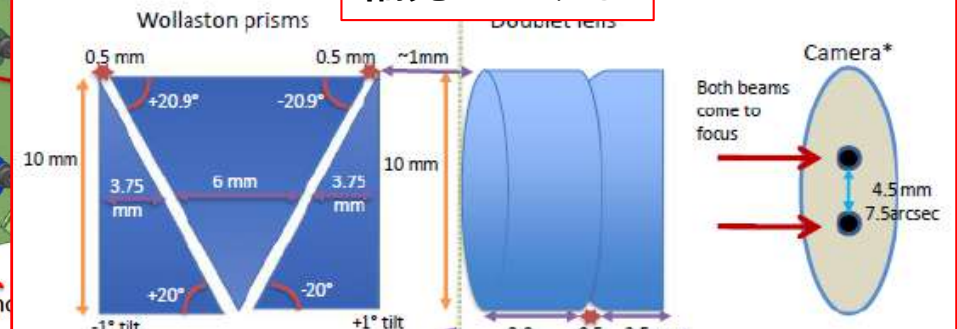
コロナグラフ装置の機能強化

- 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

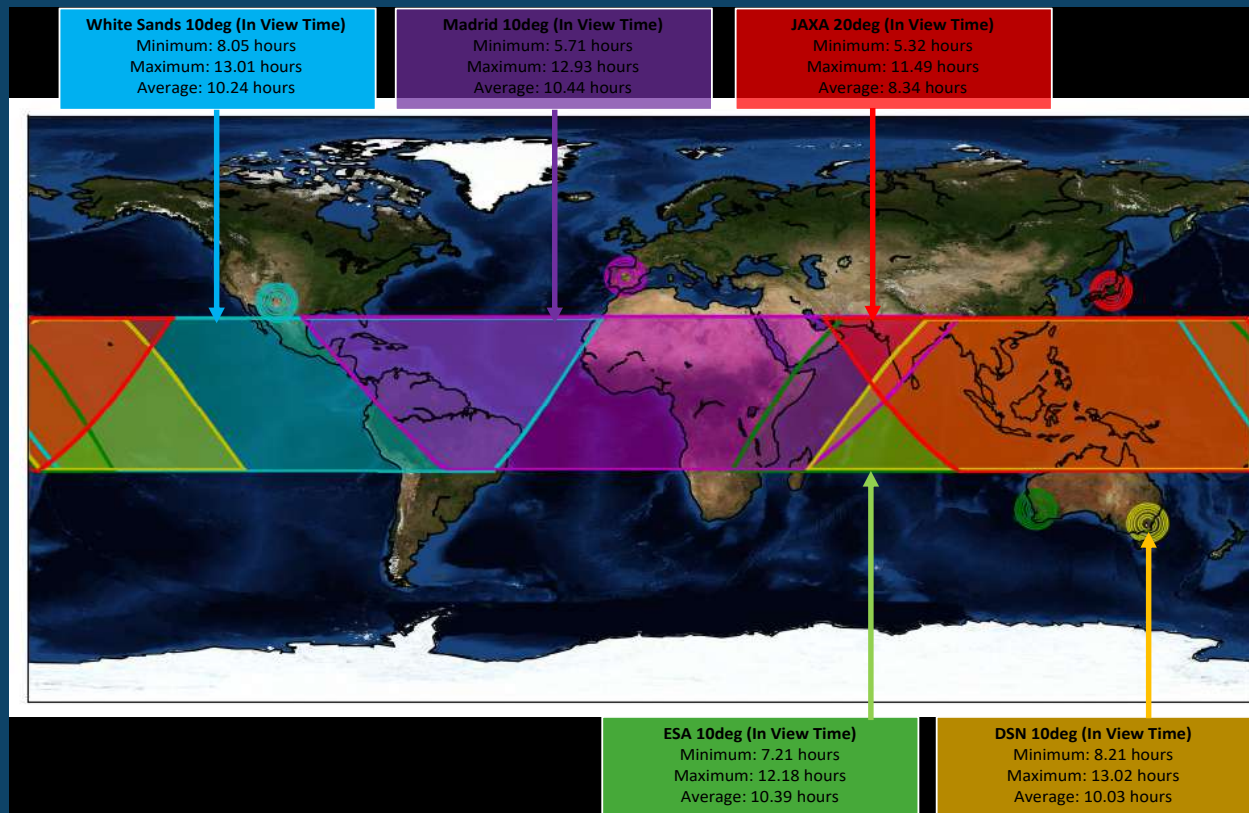
JAXA地上局によるデータ受信協力

- 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 リサージュ	S (2GHZ)	667kbps
Planck	L2 リサージュ	X	1.5Mbps
Herschel	L2 リサージュ	X	1.5Mbps
GAIA	L2 リサージュ	X	8.7Mbps
JWST	L2 ハロー	Ka	16Mbps-
Euclid	L2	Ka	74Mbps, 850Gbps
LiteBIRD	L2 リサージュ	X	~10Mbps TBD
SPICA	L2 ハロー	X	~10Mbps TBD
Kepler	Earth Trailing	Ka	4.5Mbps
TESS	Inclined Earth	Ka	100Mbps

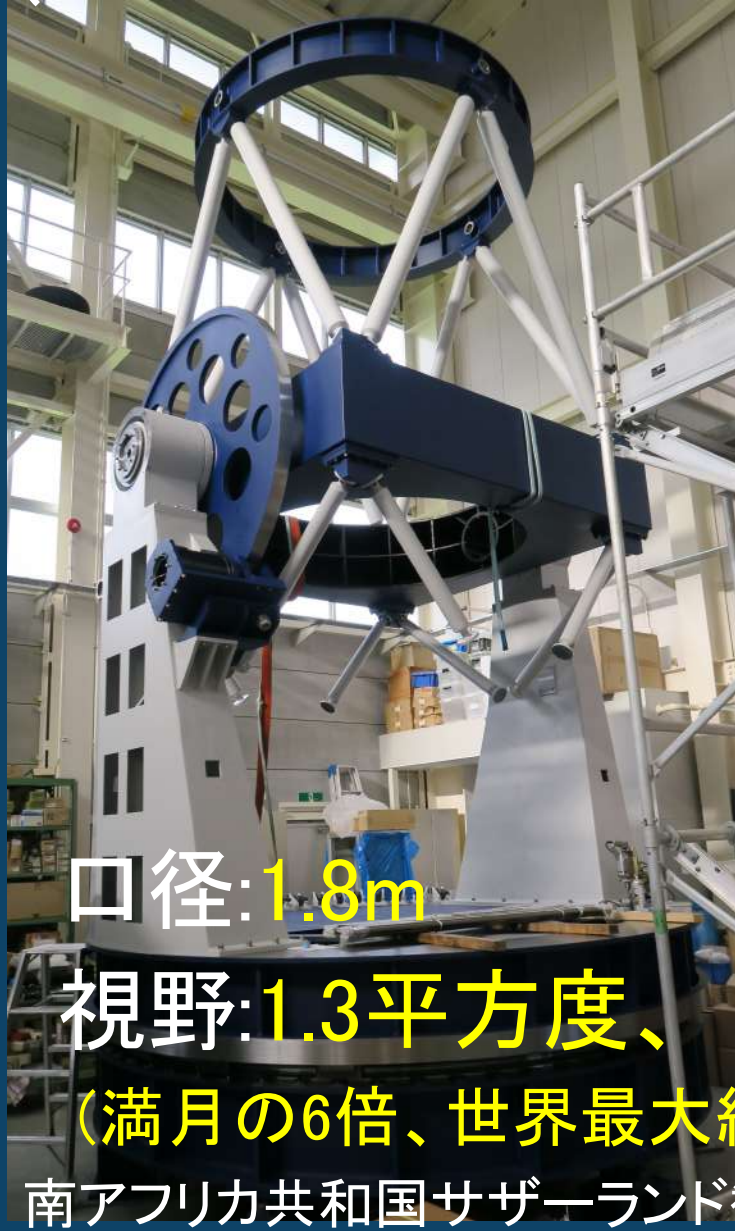


- 2020年7月NASA Roman Ground System PDRでJAXA案承認
- JAXA:フェーズA(概念検討+概念設計)

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)



口径: 1.8m

視野: 1.3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

- 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8月観測棟完成

2021年10月カメラ完成@GSFC

2021年11月望遠鏡インストール

2021年12月カメラインストール

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。

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**