

地球型系外惑星探査ミッション：JTPF

芝井 広、田村元秀、他JTPFワーキンググループ

地球型系外惑星探査ミッションJTPFは、スペースからの超高コントラスト観測などの手段で、太陽型恒星のまわりのハビタブル(生命居住可能)な地球型惑星の検出とその特徴付けを行い、さらには生命の兆候を得ることを目標とする計画。独自ミッション・コンセプトの実現に向けて、以下の活動を実施。

- (1) JTPFのための高コントラスト光学系の室内実証実験
- (2) 国際協力に基づく将来大型ミッションの検討(JTPF、FKSI、...)
- (3) Explorerクラスの国際系外惑星ミッション検討に参加(WFIRST、TESS、...)
- (4) プリカーサーミッションの実施(FITEなど)

太陽系外惑星研究の進展

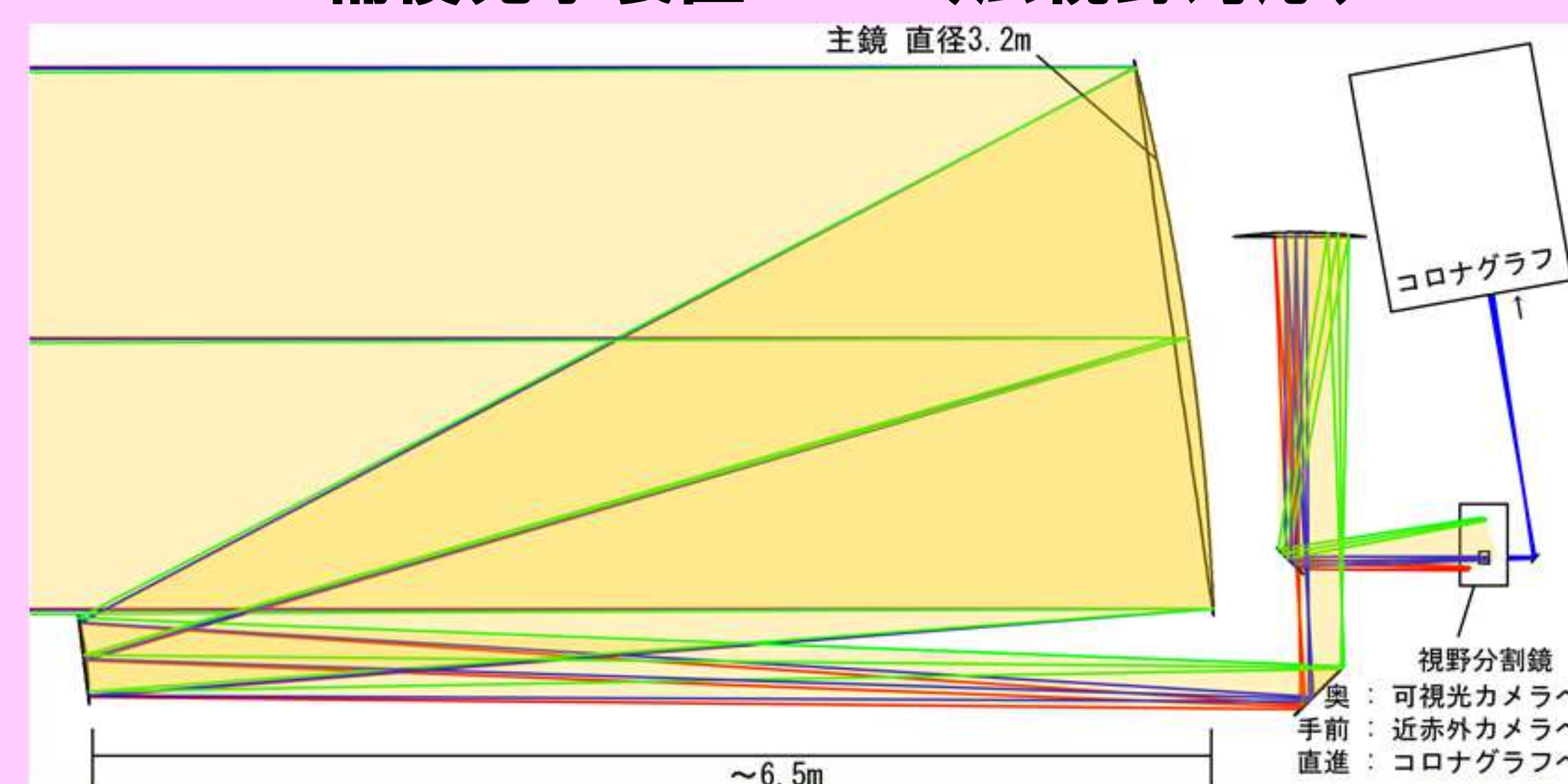
- 系外惑星科学は、天文学・惑星科学において、21世紀を代表する新しい学問分野になりつつある。
- 視線速度法(ドップラー法)や重力マイクロレンズ法などの間接的検出法によって、既に800個を超える「系外惑星」が確認。ケプラー衛星によるスペーストランジット観測により、2000個を超える系外惑星候補が報告され、TTV(トランジットタイミング変動)などの追観測の結果、55 Cnc、GJ436、GJ876など、系外惑星系の多様な姿が明らかにされつつある。
- 一方、恒星から比較的離れたところに、惑星と呼びうる伴星天体が直接撮像(フォーマルハウトb、HR8799bcde、がく座β星b等)。
- より太陽系に似た惑星系の直接撮像 ⇒ SEEDSプロジェクト(すばる望遠鏡+HiCIAO+188素子補償光学)の最大の目標(2009年開始、5年間120夜)。
- 次の目標は、間接法による「地球型」惑星検出。ドップラー法やトランジット法、とりわけ、ケプラー衛星によって多数の地球型惑星候補の検出が期待される。すばるの赤外ドップラー装置IRDは近傍の地球型惑星検出を狙う。
- 最終ゴールは、「地球型惑星の直接撮像」とその「大気分光」による「生命の兆候」の検出！これが、JTPFのサイエンスドライバー。
- 注) JWSTやSPICAなどの次期大型スペース望遠鏡でも、**G型星のまわりの地球型惑星の直接観測と分光**は困難。

系外惑星研究の展望(大型望遠鏡)

目標	現在	2016	2020	2025~
HST JWST WFIRST	巨大惑星の撮像・分光から各種惑星の統計へ			
8m級地上望遠鏡 (Subaru/HiCIAO, Gemini/GPI, RD, etc.)	間接法の展開 若くは巨大惑星の撮像・分光 地球型惑星の検出			スペース等のフォローアップ
Kepler EXPLORE	地球型惑星の統計			
SPICA	巨大惑星の撮像・分光			
30m級地上望遠鏡	巨大惑星の分光 地球型惑星の撮像・分光 ⇔ SEITの実現がカギ			
JTPF 地球型専用ミッション	第2の地球と生命の証拠 ⇔ 可視光コロナグラフから赤外干渉計へ			

HCST(コロナグラフ望遠鏡)の要求性能

- 主鏡 3.5 m 軸外放物面鏡
- 観測波長 0.2-5 ミクロン
- 打上年 2022年以降
- 軌道寿命 5年以上
- 打ち上げロケット H-II A
- 観測軌道 太陽-地球系のL2ハロー軌道
- 観測装置 可視光コロナグラフ(視野 約40秒角)
近赤外広視野カメラ(視野 10分角以上)
可視光広視野カメラ(視野 10分角以上)
補償光学装置(広視野対応)

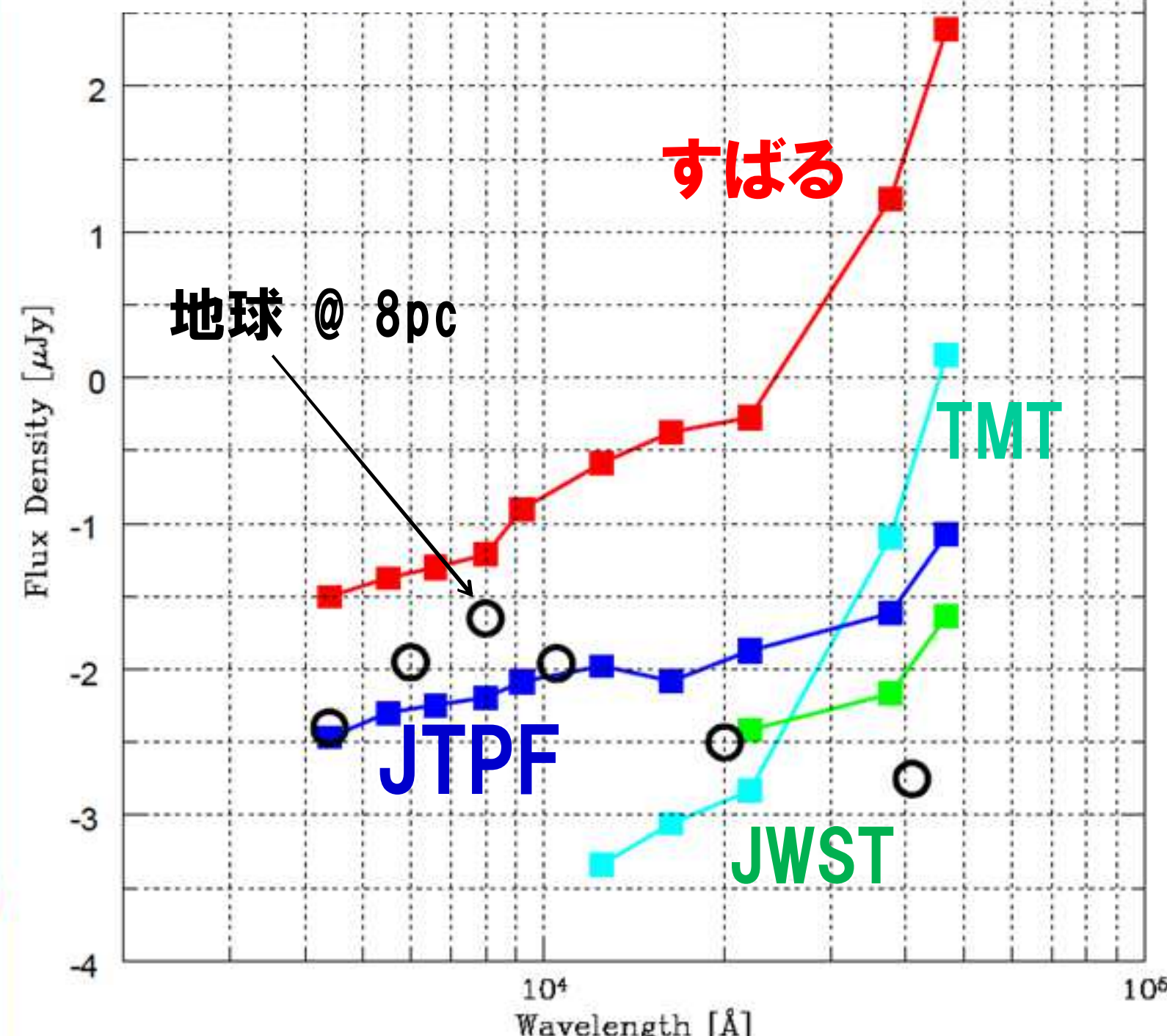


JTPFの活動

- 系外惑星科学の最大のマイルストーンである、**G型星のハビタブルゾーンにある地球型惑星の直接検出とその特徴づけ**により、生命の有無の研究に迫るミッション。
- 究極の目標は、「高コントラスト」性能を追求したスペース中口径(3-4m程度)可視光望遠鏡(High Contrast Space Telescope - HCST)や赤外線干渉計による近傍恒星の系統的探査。ミッション規模が大型となるため、SPICA打上以後を目指す。
- 「第2の地球の最初の1個」の撮像・分光を目指した口径1mクラスのミッションを国際協力も視野に入れて実現。
- ESA Cosmic Visionや米国decadal report 2010の系外惑星ミッション計画検討に寄与。
- スペース中口径可視光近赤外線望遠鏡(例えばWFIRST)の場合は、系外惑星分野だけでなく、宇宙論などの広視野天文学など広い分野に応用が可能。

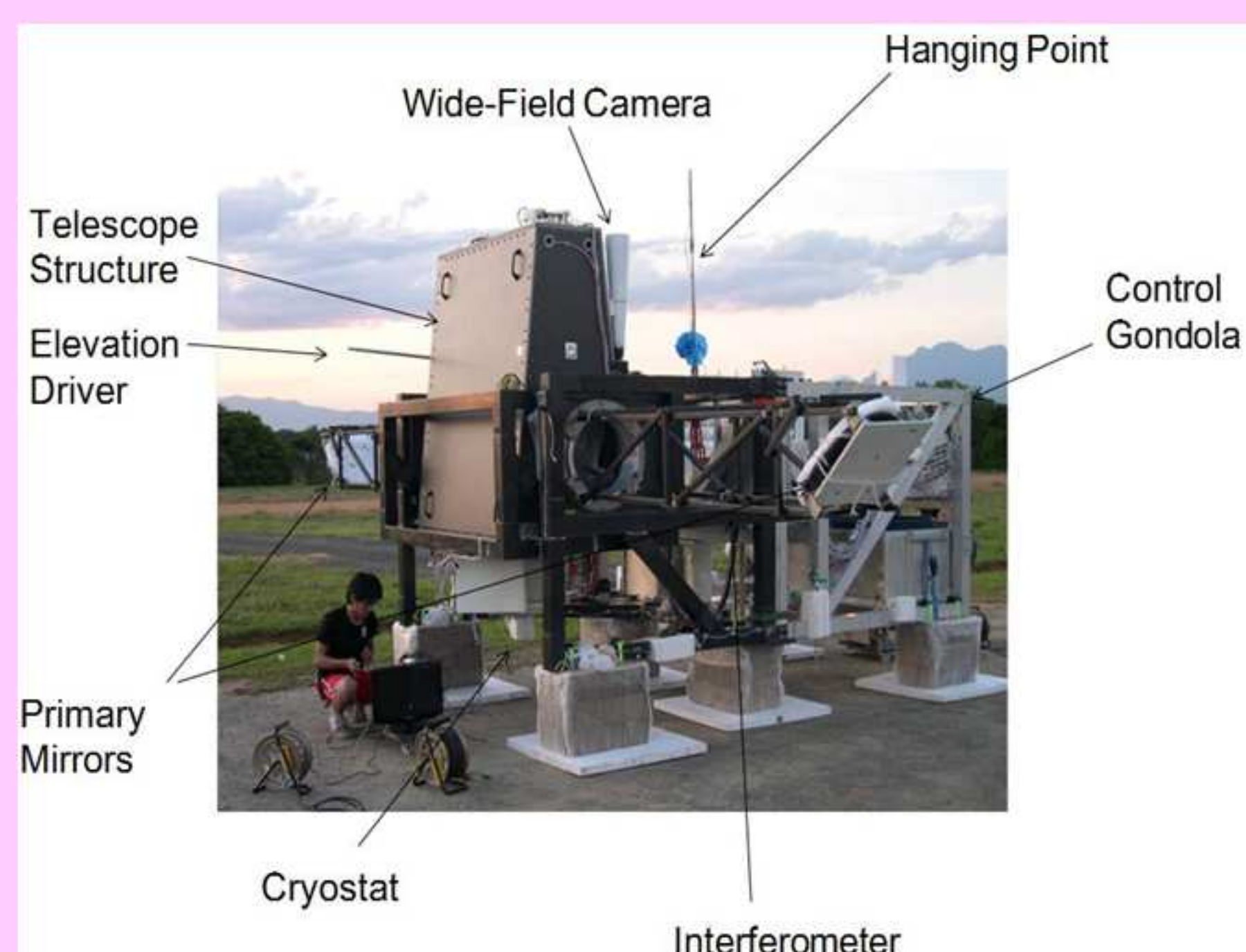
JTPF (HCST) の予想性能

8パーセク先の地球を検出可能



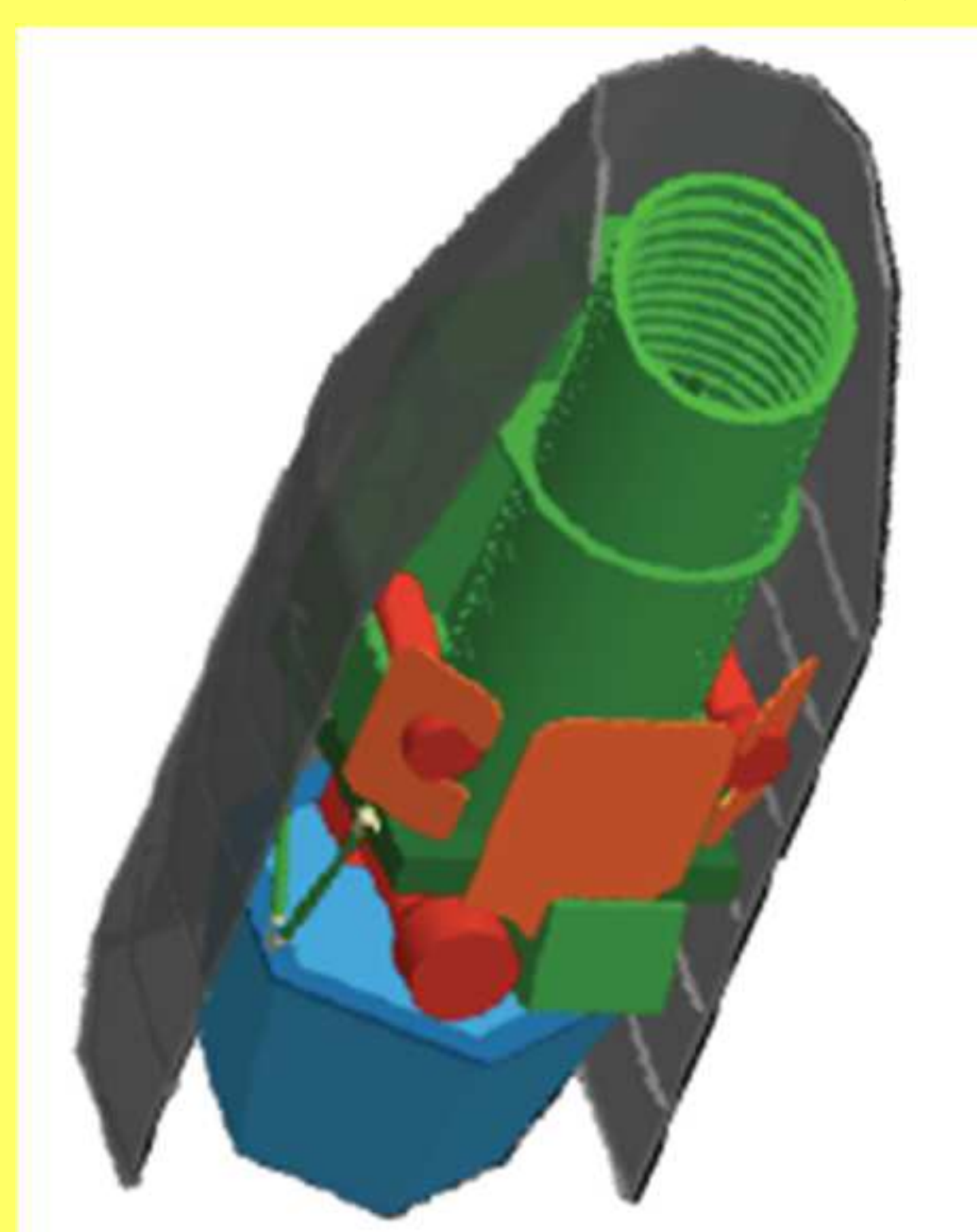
FITE(プリカーサー)

大気球搭載遠赤外線干渉計



WFIRST(国際協力)

広視野赤外線望遠鏡
(NASA次期計画立案に参加)



高度コロナグラフ(基礎開発)

- オリジナルな高コントラスト観測装置提案(西川、村上他)
- 原理提案+実証実験成功
- 左: フォトニック結晶8分割位相マスクの写真とSEM画像
- 右: JPLのHCIT (High-Contrast Imaging Testbed) で得られたコロナグラフ像で、8桁レベルのコントラストを達成。

