

地球型系外惑星探査ミッション:JTPF

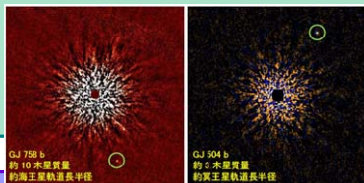
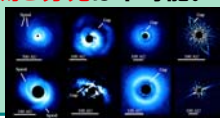
芝井 広、*田村元秀、他JTPFワーキンググループ

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、近傍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、以下の活動を実施中。

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

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)やトランジット法などの間接的検出法によって、既に1000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、3000個を超える系外惑星候補が報告され、系外惑星系の多様な姿(New Worlds)が明らかにされつつある。
- A型星まわりの直接撮像(HR8799 bcde、 β Pic b等)成功。
- G型星まわりの直接撮像⇒日本の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)⇒GJ504 b(第2の木星の撮像に成功)、GJ758 b
- 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。
- 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、地球型惑星の直接観測と分光は不可能。

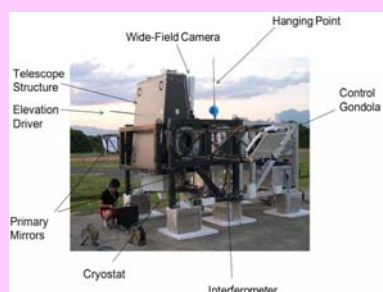


JTPFの活動

- 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 2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。

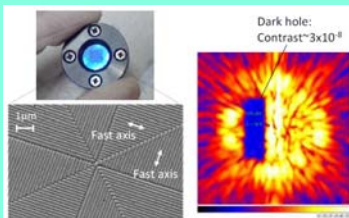
FITE(プリカーサー)

大気球搭載遠赤外線干渉計



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+実証実験の段階
- 左:フォトリソ法で加工された8分割位相マスクの写真
- 右:JPLのHCIT(High-Contrast Imaging Testbed)で得られたコロナグラフ像で、 10^8 レベルのコントラストを達成。

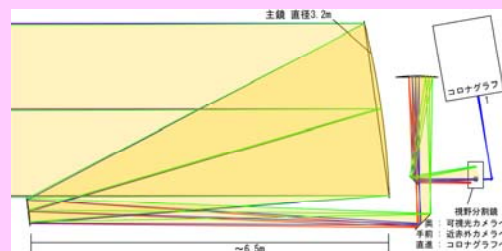


系外惑星研究の展望(大型望遠鏡)

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, 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 軸外し放物面鏡
- 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)
波面補償光学装置(広視野対応)



WFIRST/AFTA(国際協力)

- 広視野赤外線望遠鏡(口径2.4m)
- +コロナグラフ(日本貢献期待)
- <NASA計画立案、日本側代表:山田亨>
- マイクロレンズ法+直接撮像法の両方を追求

