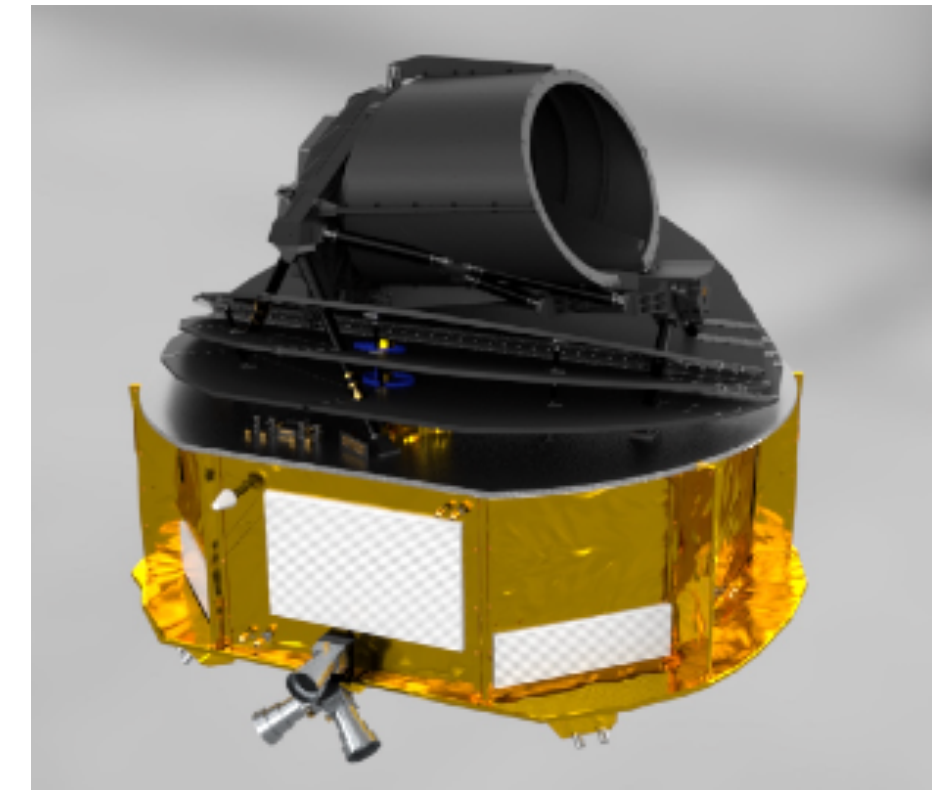




系外惑星赤外分光観測計画 Arielへの参入について



生駒 大洋

(国立天文台・科学研究部)

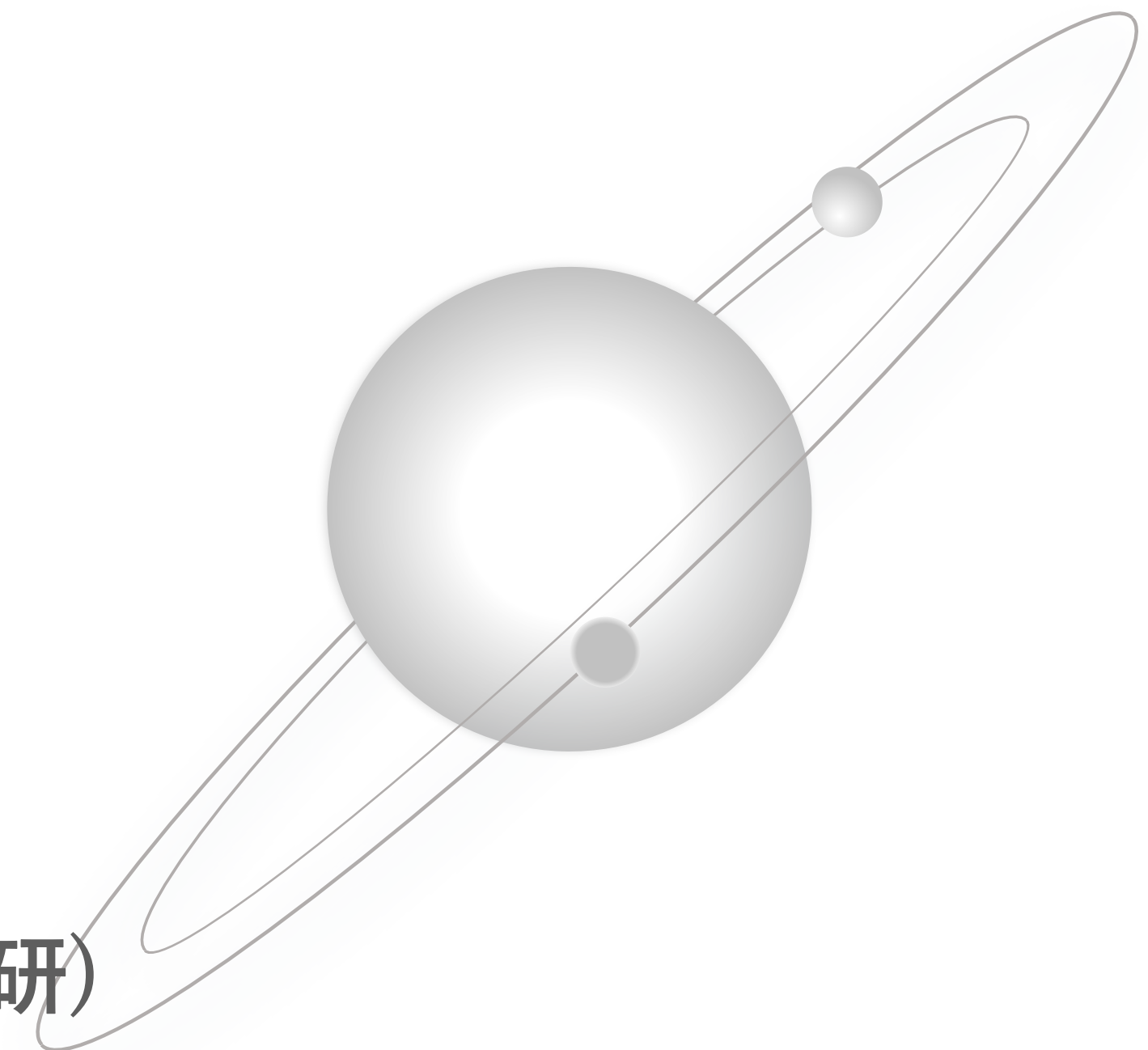
共同検討メンバー

塩谷 圭吾 (宇宙研)

藤井 友香 (国立天文台)、伊藤 祐一 (国立天文台/UCL)

成田 憲保 (東京大学)、福井 暁彦 (東京大学)

川島 由依 (理化学研究所)、亀田 真吾 (立教大学)、村上 豪 (宇宙研)



系外惑星探索 1995~

1995.11 系外惑星 51 Peg b の発見

2007.2 - 2012.11

ESA *CoRoT* による系外惑星サーベイ

2009.5 - 2018.11

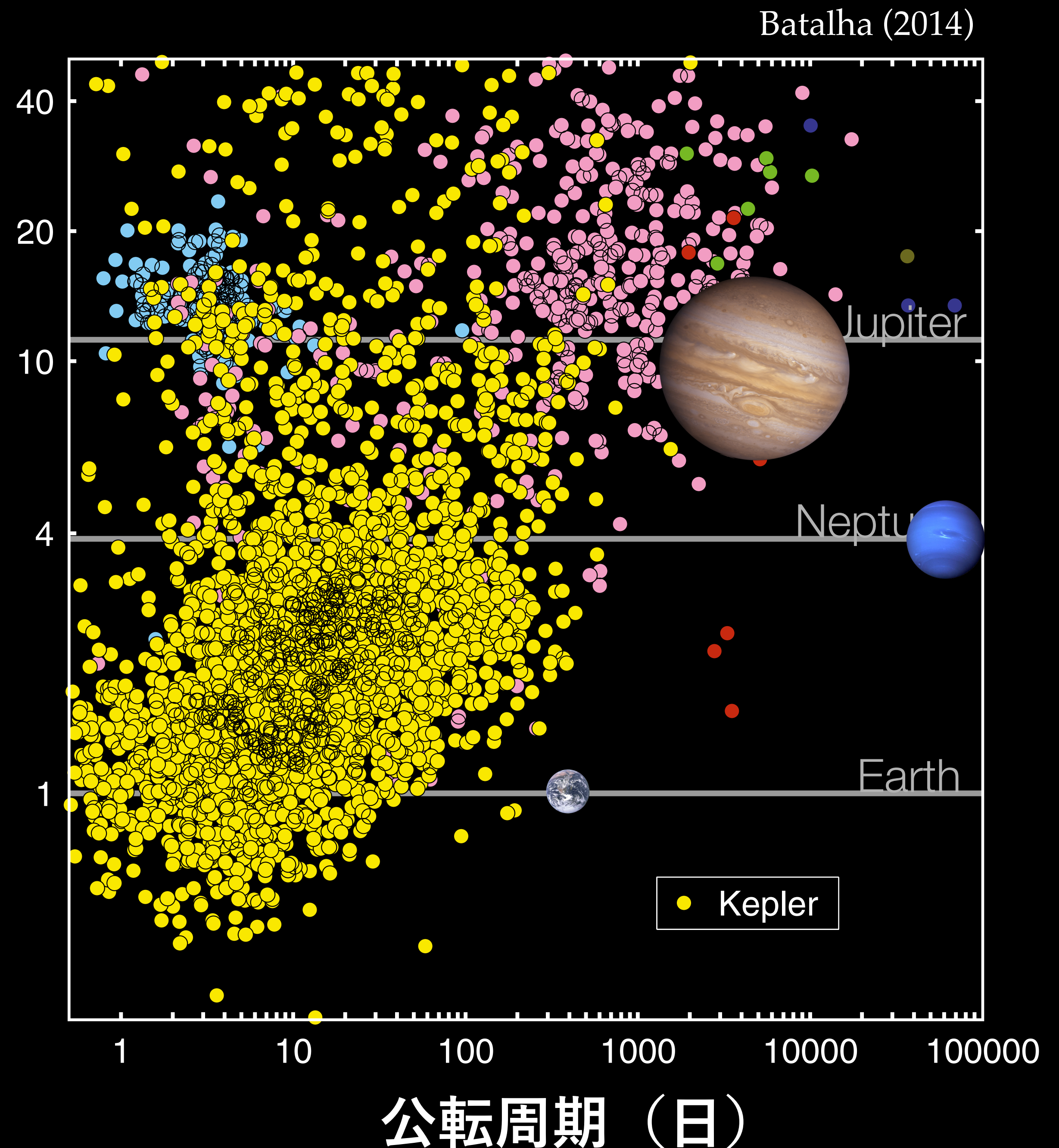
NASA *Kepler* による系外惑星サーベイ

2018.4 -

NASA *TESS* による系外惑星サーベイ

普遍 + 多様

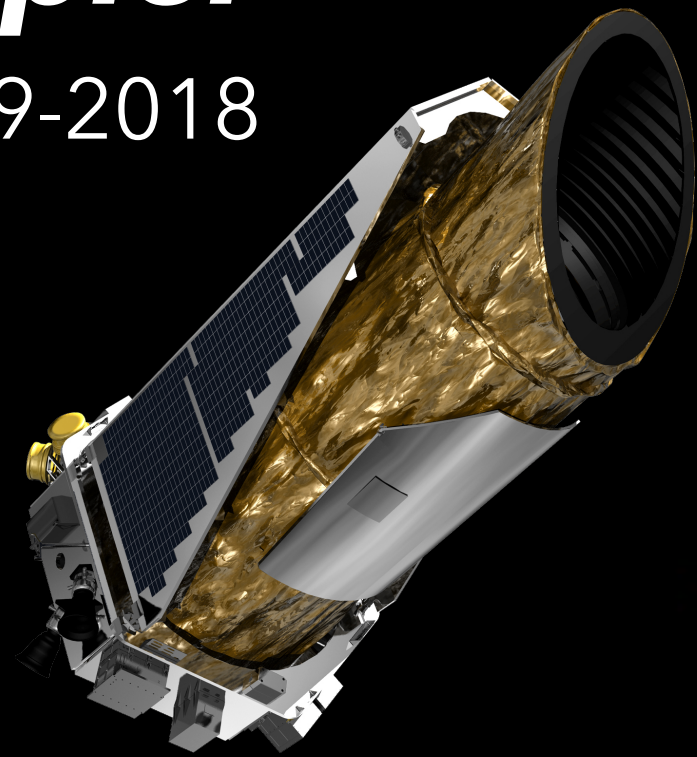
惑星半径 (地球=1)



「検出」時代から「特徴づけ」時代へ

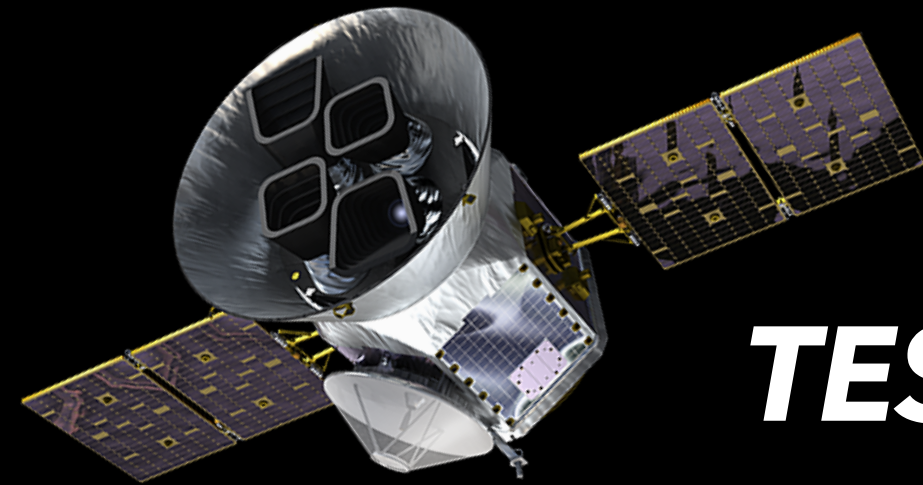
Kepler

2009-2018



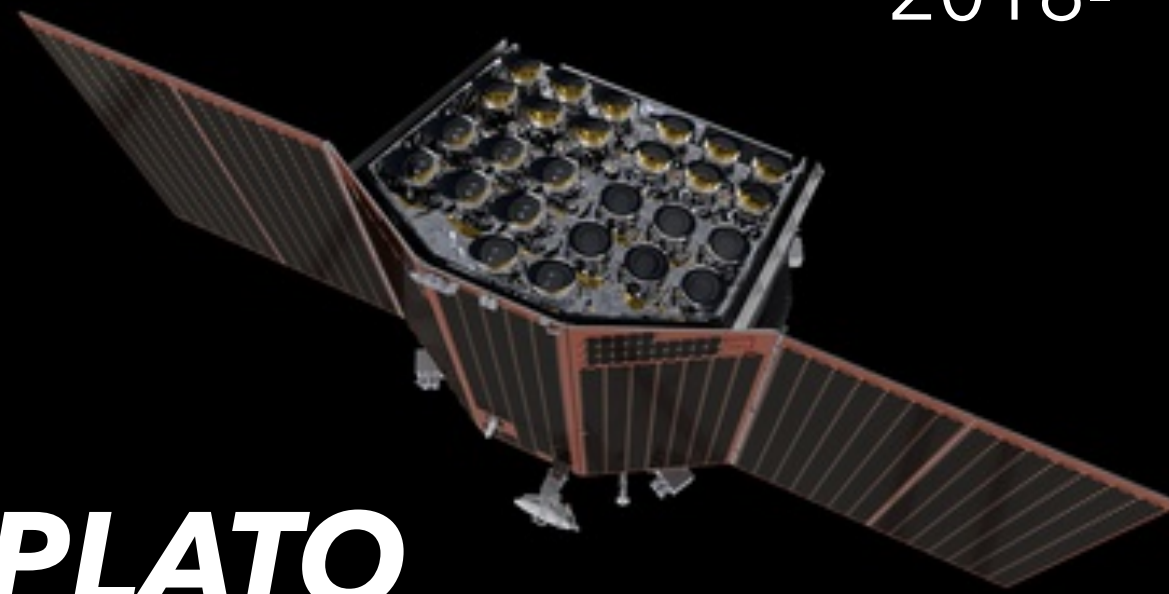
TESS

2018-



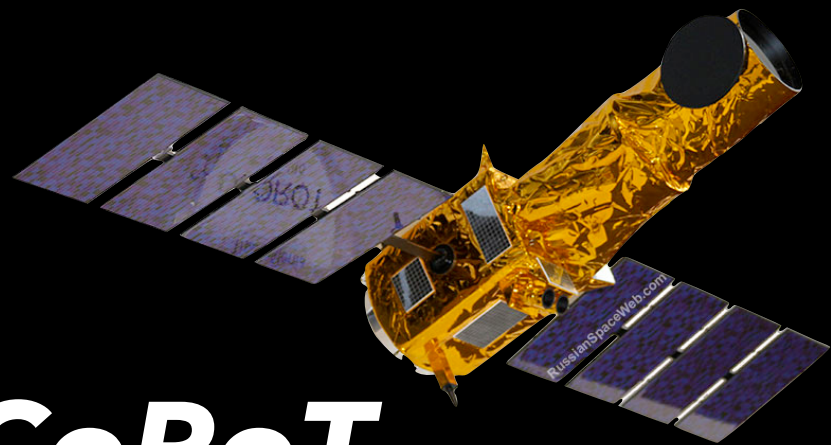
PLATO

2026-



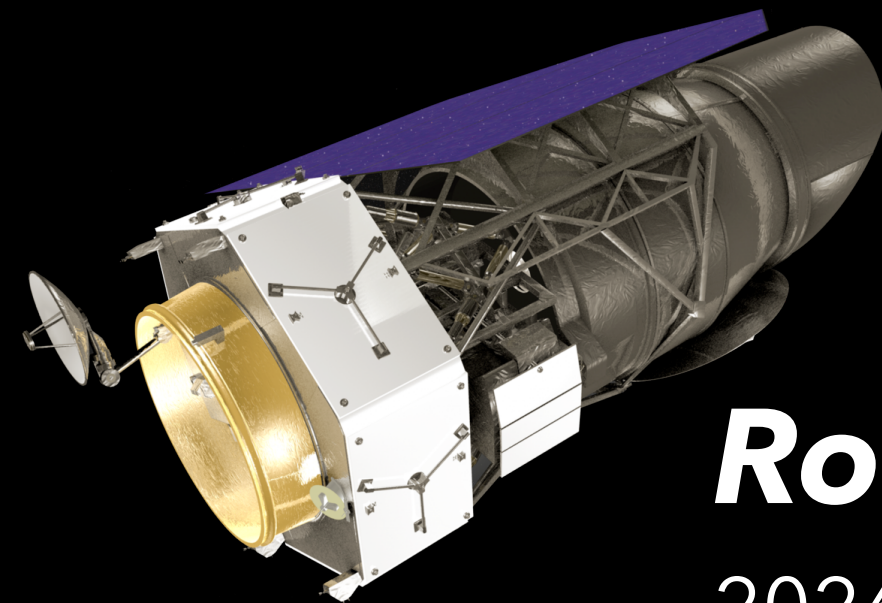
CoRoT

2006-2013



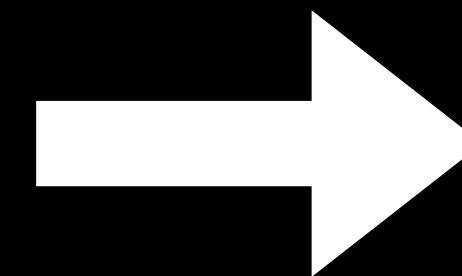
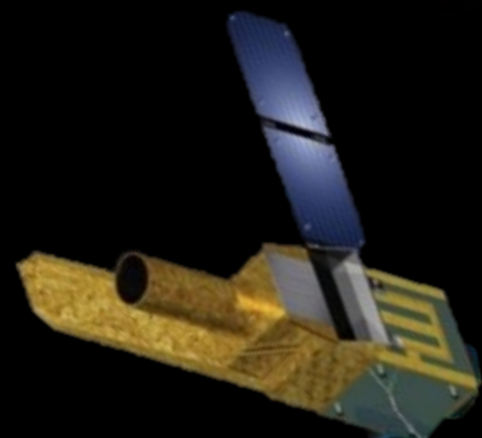
Roman

2026-



JASMINE

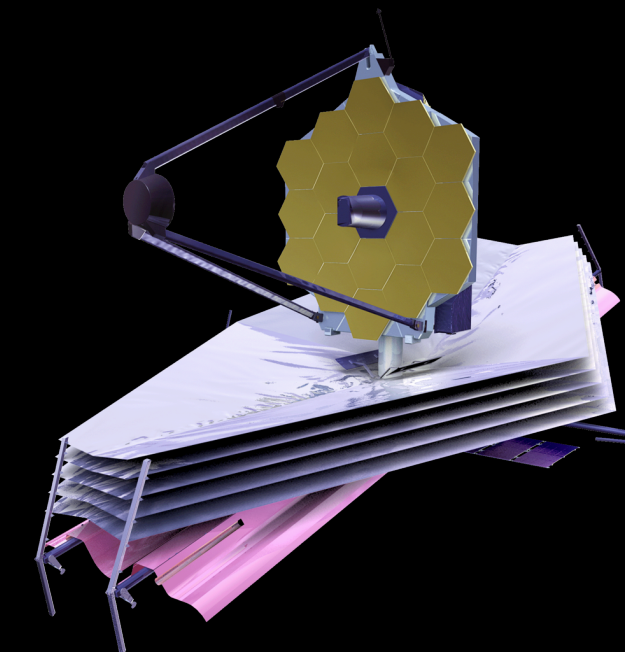
2028-



JWST

2021-

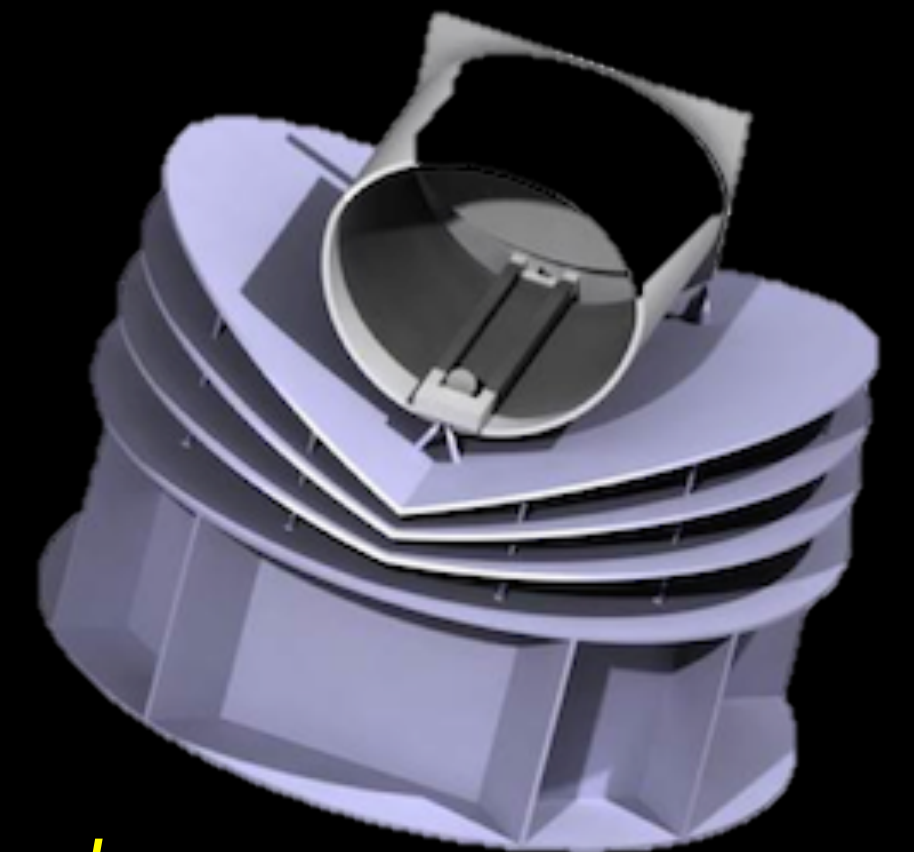
Observatory



Ariel

2029-

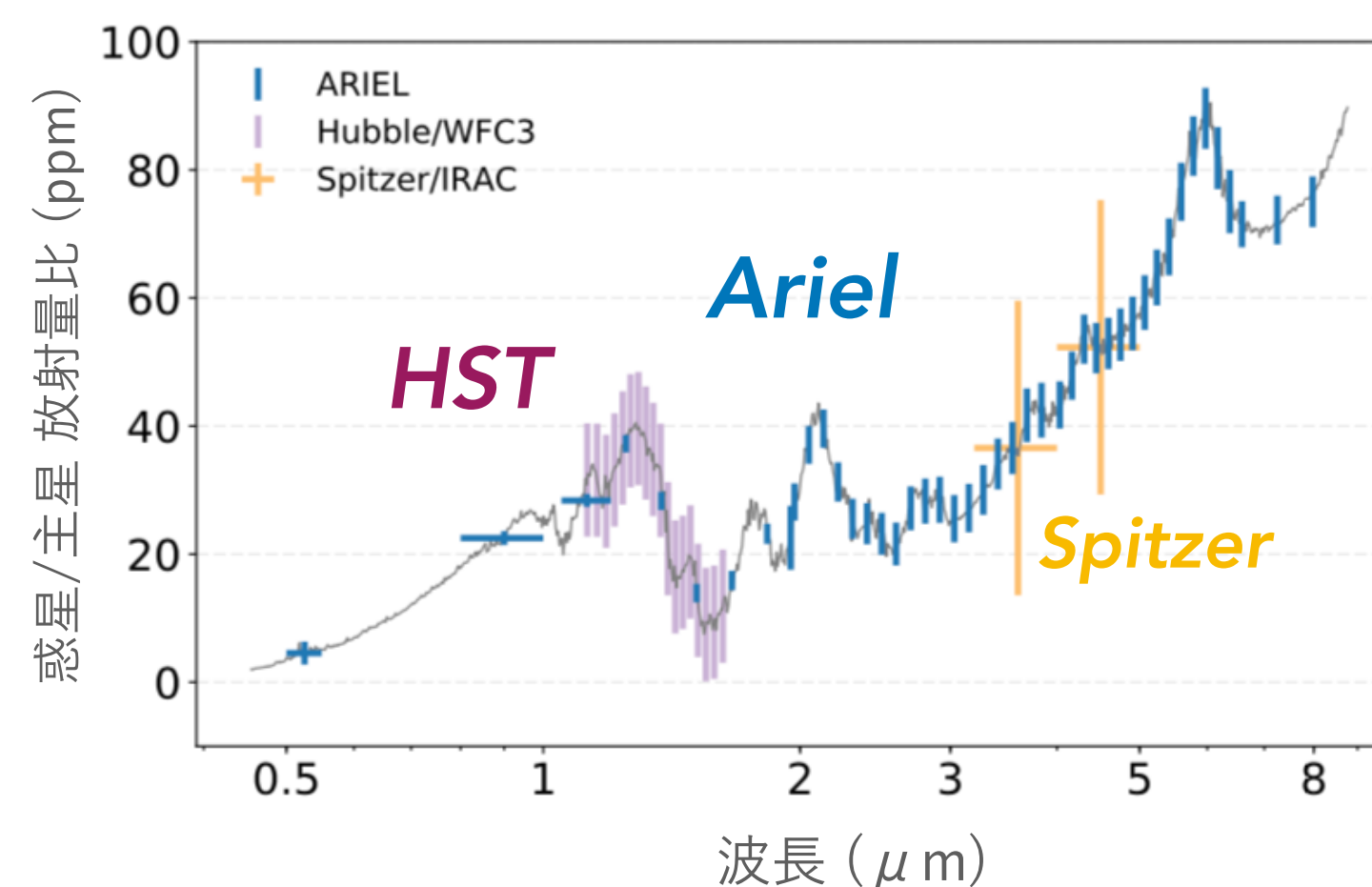
Dedicated





Ariel *Atmospheric Remote-sensing Infrared Exoplanet Large-survey*

- 系外惑星専用赤外分光トランジット観測衛星 → 約1000の系外惑星の大気サーベイ
- ESA M4 — 2020.11 採択、2029 打上げ予定
- 主鏡 1.1m x 0.7 m
- 波長範囲と解像度
 - 可視域バンド測光
 - 赤外域分光
- 科学目標
 - 系外惑星の成分の解明
 - 系外惑星の大気で生じる物理・化学過程の解明
 - 惑星および惑星系の形成・進化過程の解明



0.50 – 0.60 μm (VISPhot)
0.60 – 0.80 μm (FGS1)
0.80 – 1.10 μm (FGS2)
1.10 – 1.95 μm with $R \geq 15$ (NIRSpec)
1.95 – 3.90 μm with $R \geq 100$ (AIRS-CH0)
3.90 – 7.80 μm with $R \geq 30$ (AIRS-CH1)



参入への経緯および調整状況

- 2012年～ 系外惑星の大気モデリングに大学院生と着手 + 欧米で宣伝活動
- 2017年秋 Ariel ミッションのサイエンス検討に個人的に協力
- 2018年11月 Consortium Science Team Coordinator して正式に個人参加
 - 卒業生数名が 欧州の Ariel 関連グループでポスドクとして雇用され モデル開発に従事
 - 日本人の理論研究のレベルの高さが再評価された
- 2019年10月 日本の参入を提案される
 - Mission Consortium **Co-PI** Board メンバー → **欧州諸国と同等のデータアクセス権**
 - ESA **Science Advisory Team** メンバー (ESA内6名 + ESA外2名) → **サイエンス選定、ターゲット選定など**
- ▶ **参入条件 = 地上観測サポート + ハードウェア提供**
 - (1) 地上観測サポート … トランジット時刻決定、ターゲット事前調査など
 - (2) ハードウェア提供 … 赤外分光器光学素子の開発・提供など
- 2021年2月 ISAS理学委員会ワーキンググループ「系外惑星赤外分光」採択
- 2021年5月 ISAS理学委員会戦略的開発研究費 → 採択

日本の系外惑星の展望 と Ariel の位置付け

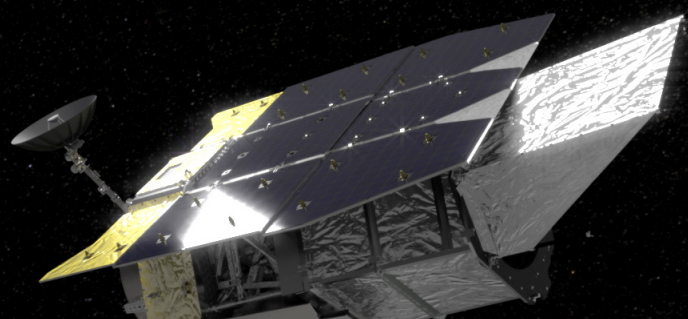
超大型地上望遠鏡 TMT
地球類似惑星(下層大気)の探索



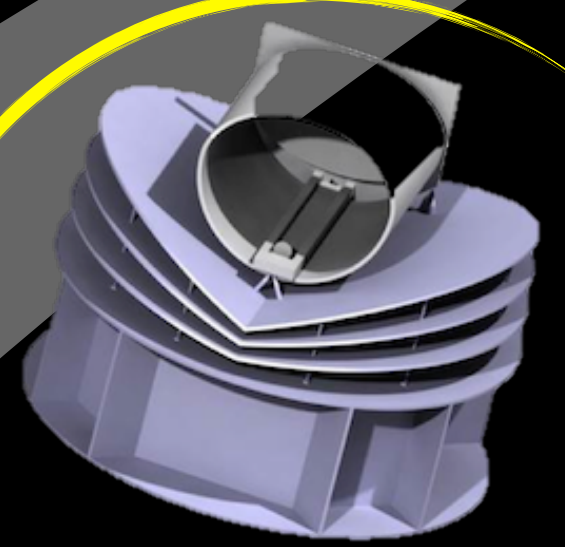
2030年

赤外線位置天文観測衛星 JASMINE
低温の中心星まわりの惑星探索

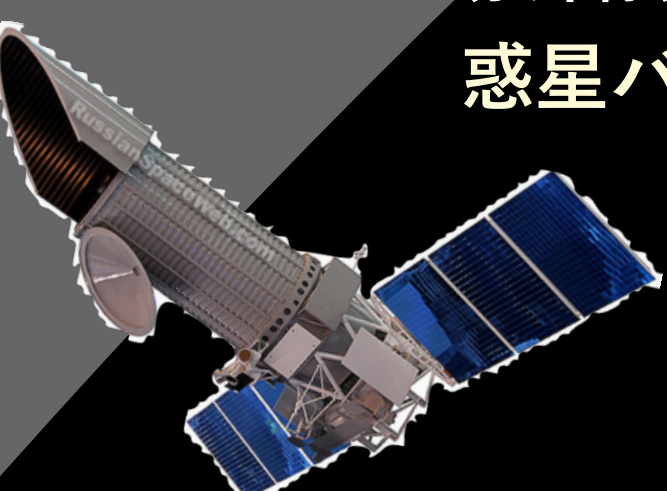
広視野赤外観測宇宙望遠鏡 Roman
中・長周期系外惑星探索



赤外線分光観測衛星 Ariel
惑星バルク/大気の化学的多様性の探索



紫外線分光観測宇宙望遠鏡 WSO-UV
地球類似惑星(高層大気)の探索



2020年

赤外ドップラー観測装置 Subaru-IRD
低温の中心星まわりの惑星探索



宇宙大型 日本国旗
LUVOIR, HabEx, HST?

地上超大型 日本国旗
TMT, ELT, GMT
~2030-
Ariel 日本国旗
2029-

WSO-UV 日本国旗
2025-

地上大型 日本国旗
Subaru, VLT

Hubble

JWST
2021-

紫外線 可視光 赤外線



まとめ

Atmospheric remote-sensing infrared exoplanet large-survey (Ariel)

- 惑星系の多様性とその成因の解明に向けた次のマイルストーンは多様な系外惑星の大気の特徴および成因を理解することである。
- そのために、ESA-M4に採択済の系外惑星赤外分光観測計画 Ariel にCo-PI 国として参入し、データアクセス権限等の獲得を目指している。
- Arielへの日本の貢献
 - 科学成果の創出
 - 地上観測サポート
 - 光学素子開発・提供
- ISAS宇宙理学委員会ワーキンググループを設置し、戦略的開発研究費をいただき、光学素子のコーティングの実現性を検討している。
- 豊富な赤外分光観測データが手に入ることで、日本の特に系外惑星科学コミュニティの活性化が期待される。
- 検出を目的としたRomanやJASMINE、紫外線観測を目的としたWSO-UVに、赤外線観測を目的としたArielを加えることで、国内で系外惑星に関する多様なサイエンスが可能になり、日本の系外惑星科学を現代化することができる。

