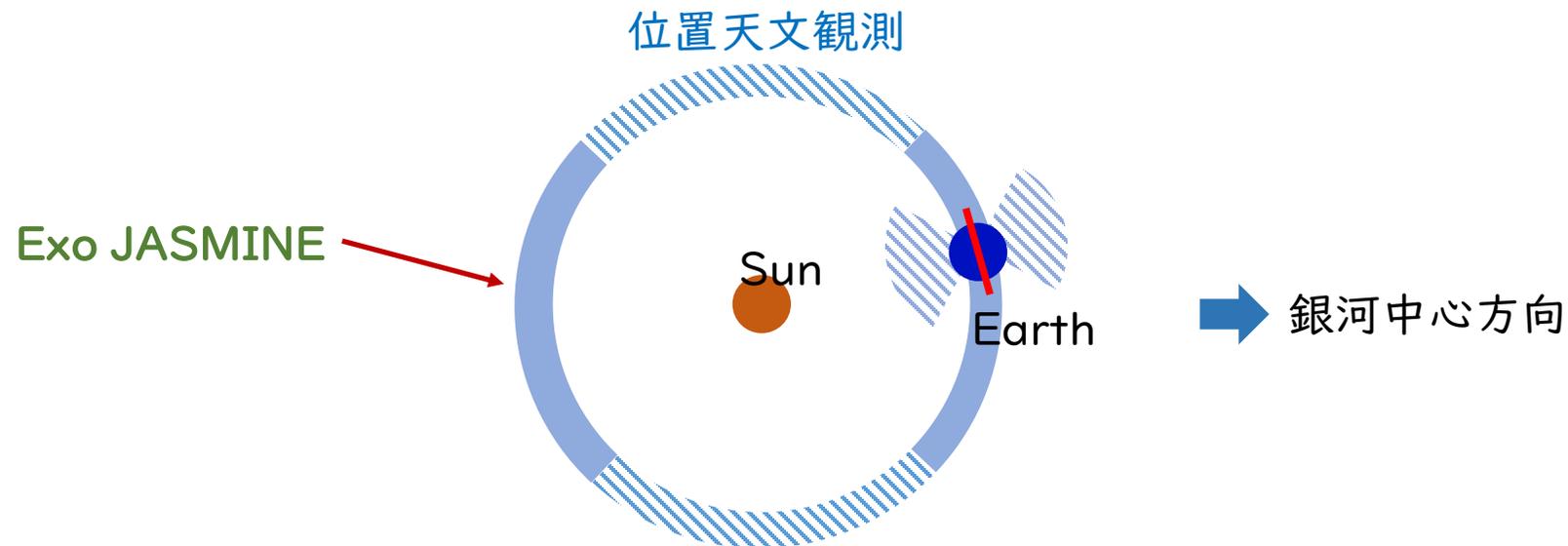


Exo JASMINE: JASMINEによる系外惑星探査

○ 河原 創 (東京大学)、増田 賢人 (大阪大学)、小谷 隆行 (ABC/NAOJ)、小玉 貴則 (東京大学)、平野 照幸 (東京工業大学)、福井 暁彦 (東京大学)、葛原 昌行、大宮 正士 (ABC/NAOJ)、Exo-JASMINEチーム

JASMINE 科学目標

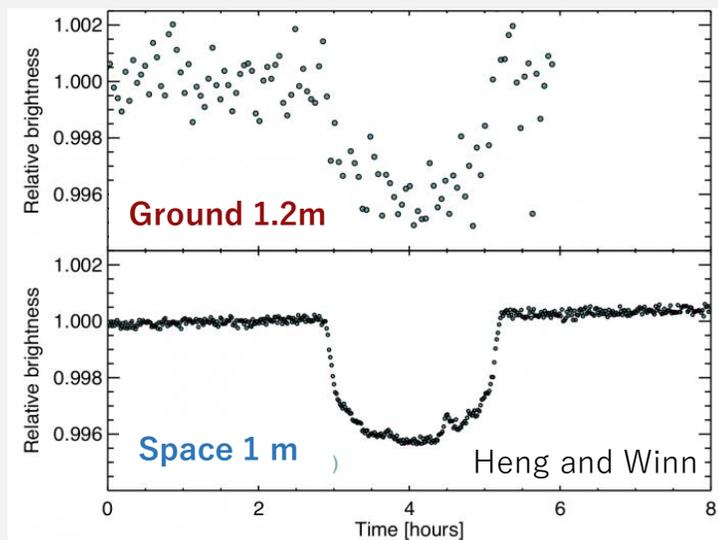
1. 赤外線による超高精度位置天文観測により、距離2万6千光年に位置する星の距離と運動を測定し、天の川銀河の中心核構造と形成史を明らかにする。
2. 太陽系や惑星をもつ星の移動を引き起こす原因となる銀河構造の進化の過程を明らかにし、人類誕生にも関わる天の川銀河全体の形成史を探求する。
3. 赤外線位置天文観測で達成される高精度な測光能力を活かした時間軸天文観測により、生命居住可能領域にある地球に似た惑星を探查する。



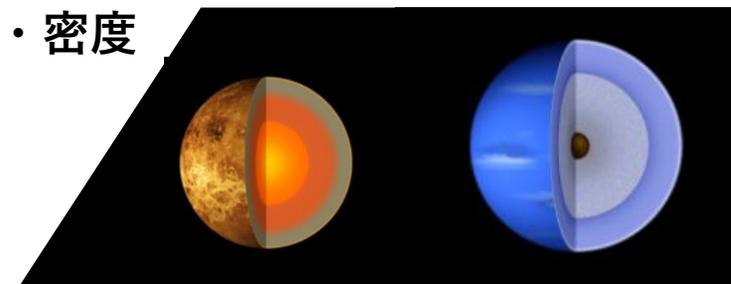
[表紙に戻る](#)

系外惑星探査のいろいろ

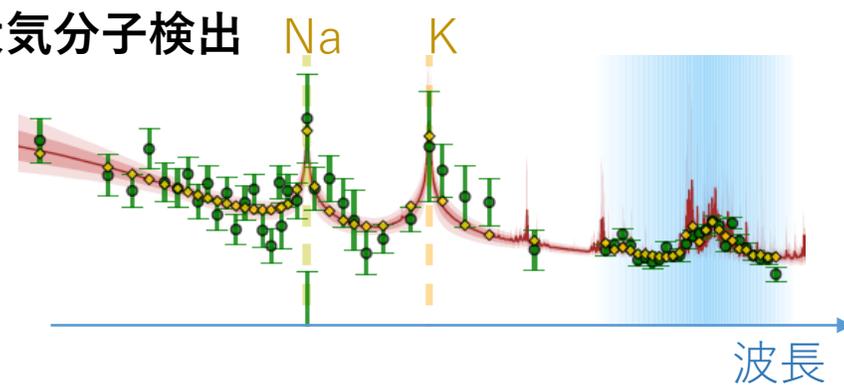
トランジット減光



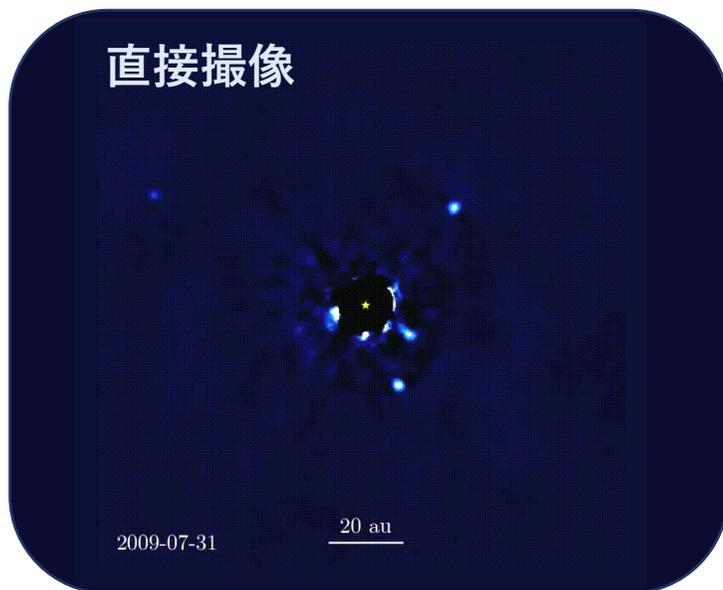
惑星質量・密度



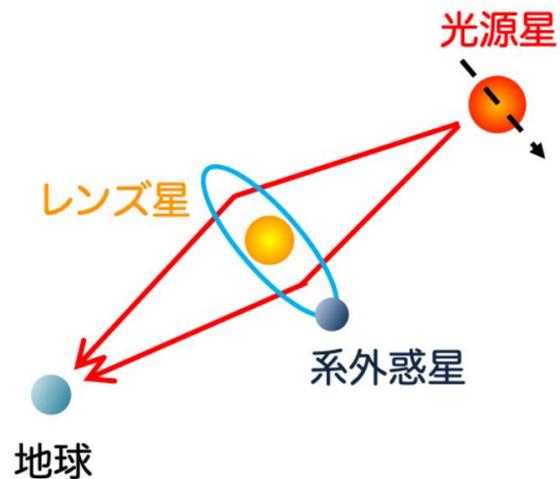
大気分子検出



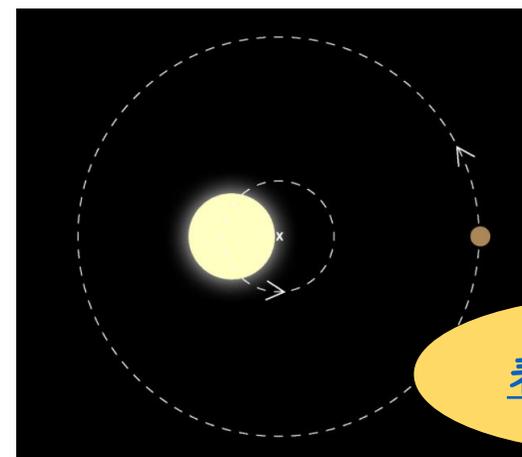
直接撮像



重力マイクロレンズ



アストロメトリ



[表紙に戻る](#)

系外惑星探査におけるJASMINEの優位性

精密トランジット

- 中口径・近赤外の長期間の精密測光 → M型HZに到達可能
(Stable PSF & Dawn-dusk orbit)
- 近赤外域では恒星活動性(黒点)の影響が少ない → 若い星・M型
- 同時期にフォローアップ衛星がない → Spitzerの後継

位置天文

- ToOが可能なastrometry → マイクロレンズ
- GAIAとのベースライン → 直接撮像



Exo JASMINEの活動

2018- 満田さん (NAOJ)、山田さん (ISAS)、RESCEU/LOTUSチーム、JASMINE WGとの議論を経て現在に至る



Slackbot



Hajime Kawahara (自分)

全体・ M型トランジット・ 測光シミュレーション



Akihiko Fukui

● マイクロレンズ・ ● アstrometry



Kento Masuda

● 観測戦略・ M型トランジット・ 精密測光サイエンス



m kuzuhara

アstrometry + 直接撮像



Masashi Omiya

アstrometry + RV



takanori kodama

● Habitable environment (M)・ Management



Takayuki Kotani

● Device characteristics



Teru Hirano

● Young exoplanets・ Photometry pipeline

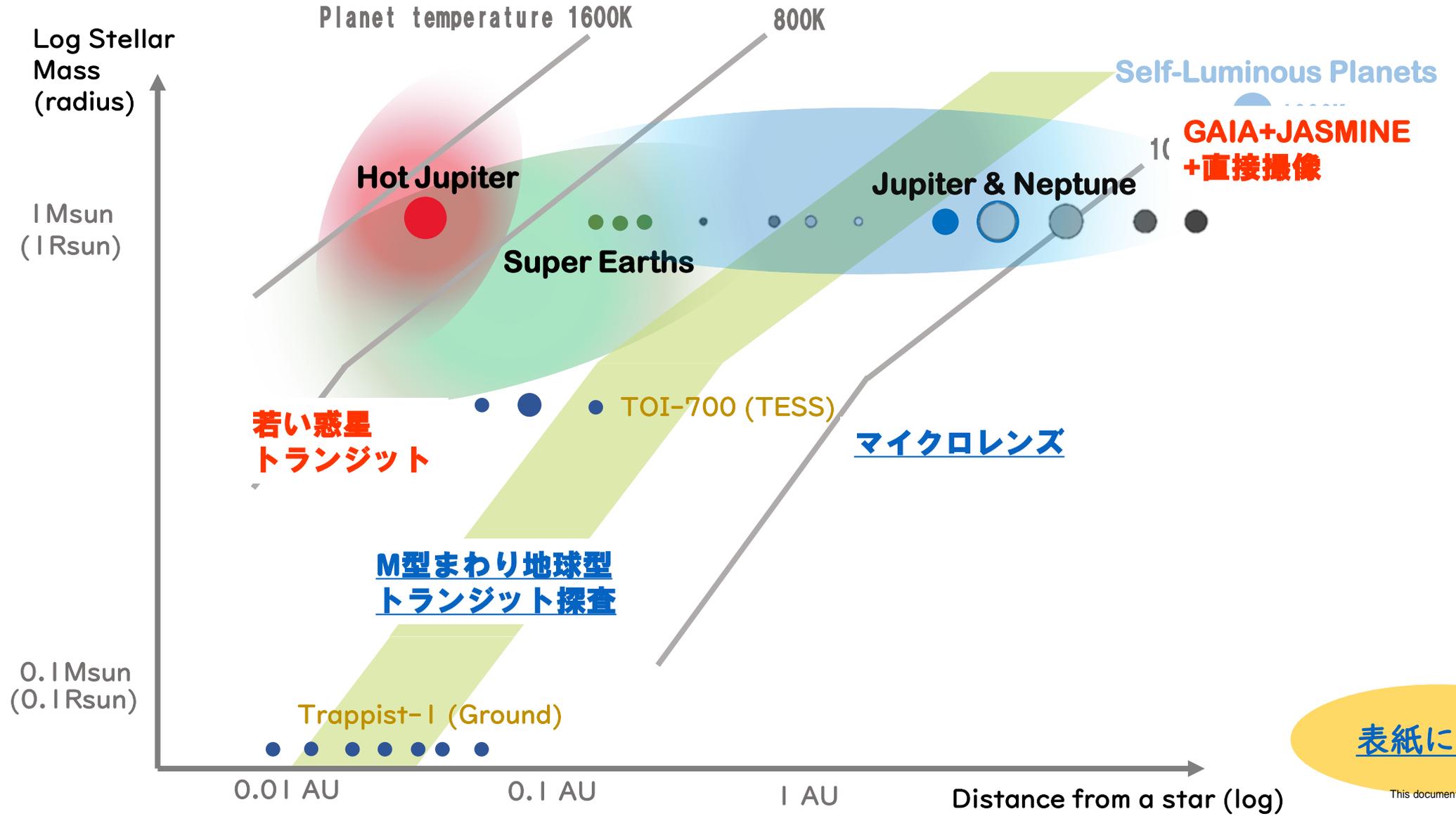


チームメンバーを追加する

● : とりまとめ

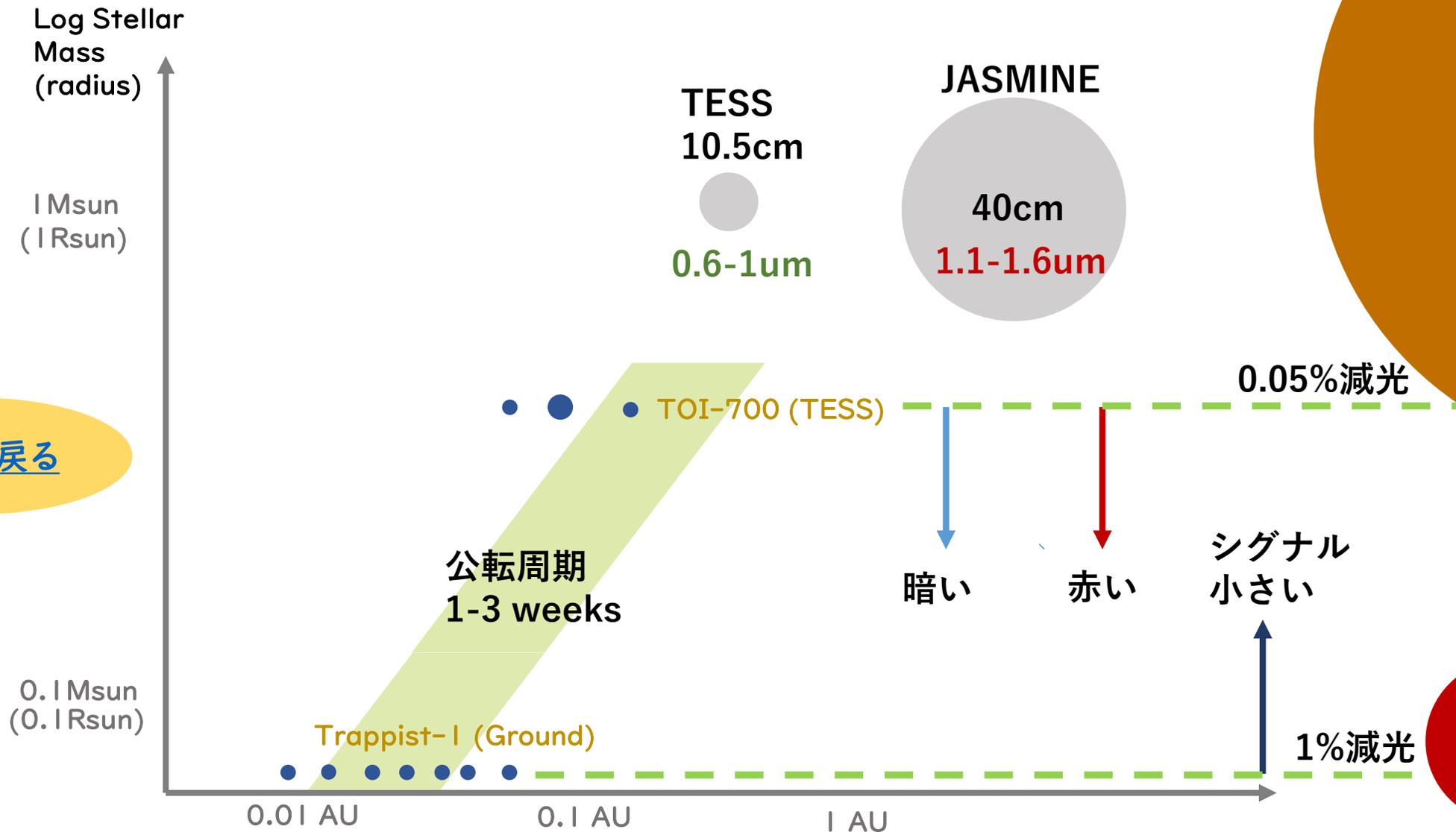
[表紙に戻る](#)

系外惑星探査のフロンティアとJASMINEで狙う領域



[表紙に戻る](#)

M型Habitable Zone付近の未開拓領域

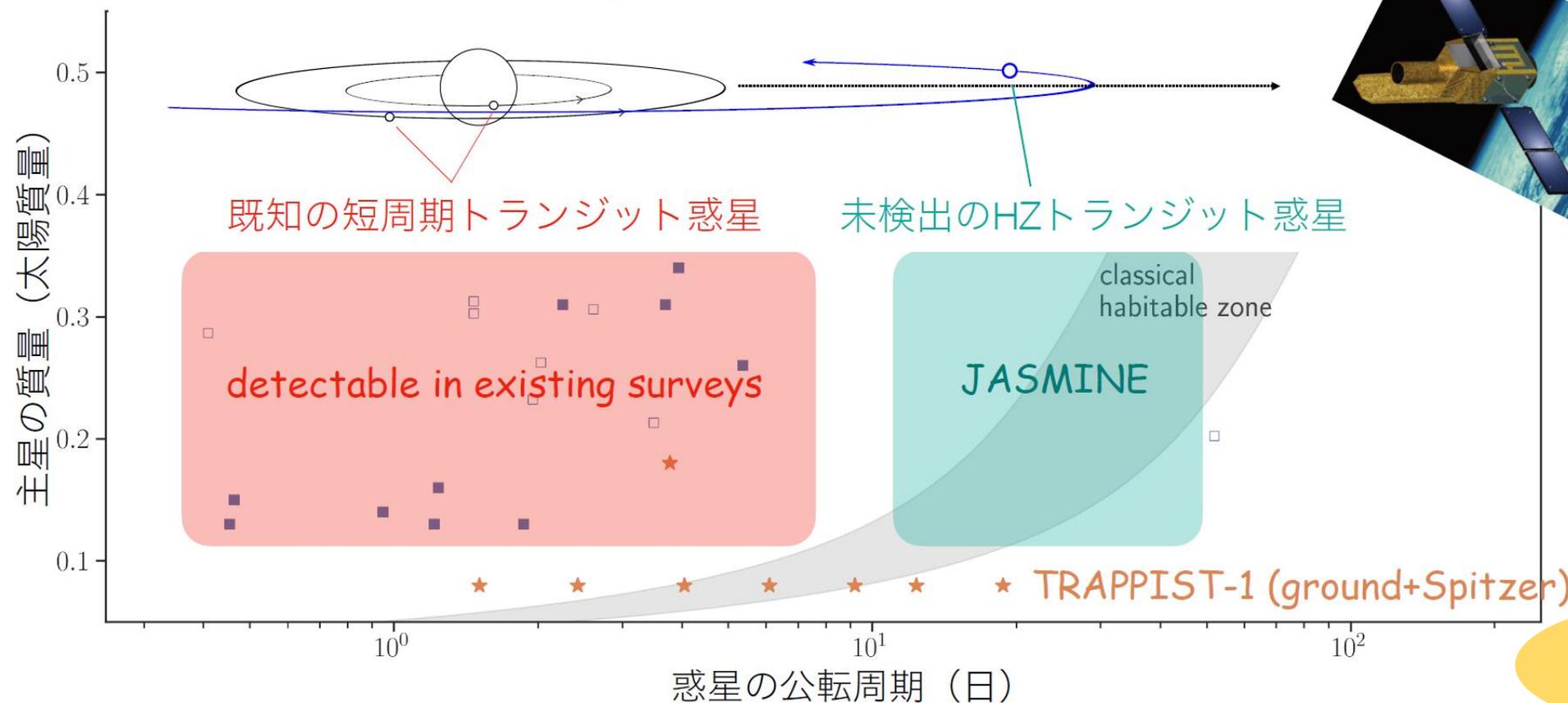


[表紙に戻る](#)

探査戦略

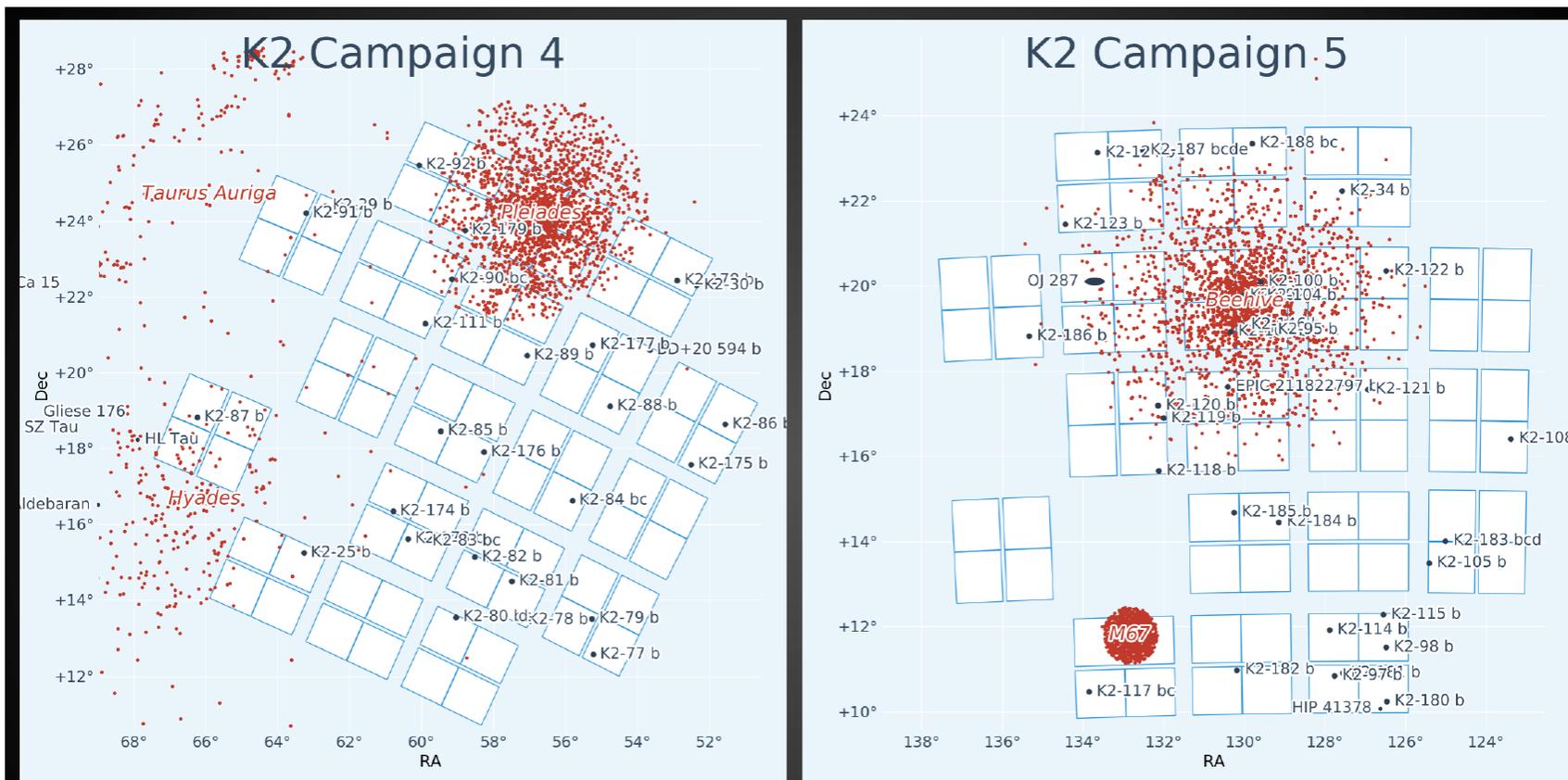
内側に惑星の見つかった系の外側を探索: 成功例 Trappist系 = 地上探査で内側2惑星 b,c 発見後 Spitzer で d,e,f,g,h の5惑星を発見 (ハビタブルゾーン内)

Kepler探査機サンプルだと $p(\text{数10日} | <10\text{日}) = O(10\%) \gg 1\%$ (ランダムな場合)



[表紙に戻る](#)

星団の若い惑星トランジット探査



散開星団, 星形成領域はExo-JASMINEでは重要なターゲットとなりうる



JASMINEの視野が $0.6^\circ \times 0.6^\circ$ とすると, プレアデス・プレセペのような星団では一度に数百~1,000個ほどの恒星を観測可能

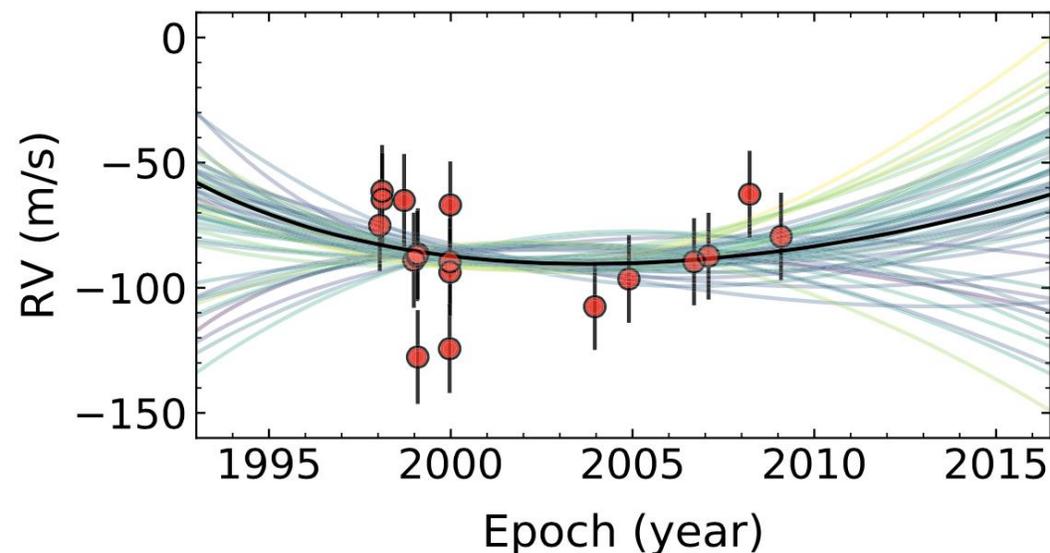
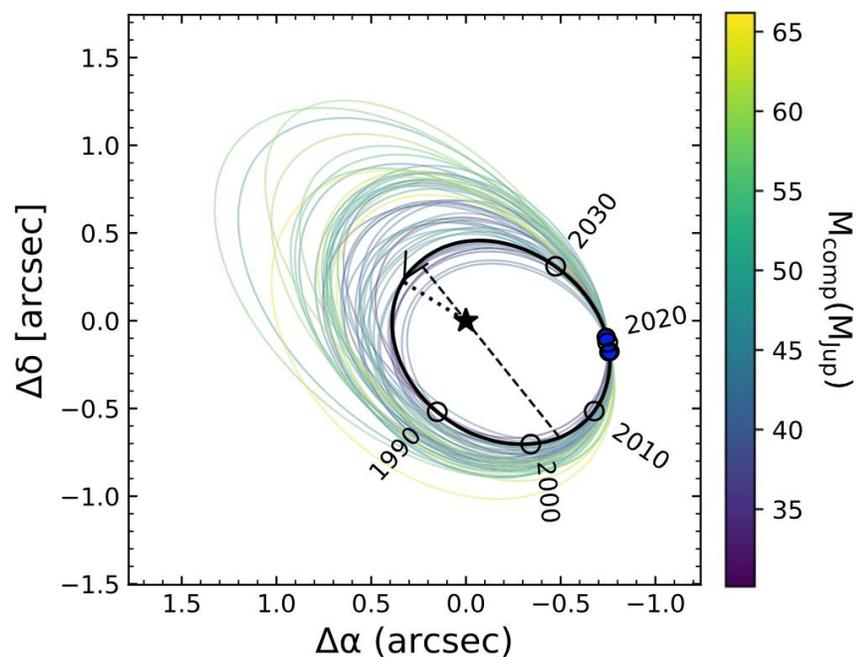
[表紙に戻る](#)

マイクロレンズ観測

- 既知の天体をレンズ天体とするイベントの観測
 - 近傍の白色矮星や低質量星など
 - Gaiaなどの固有運動情報から**イベントを予測可能**
 - 角度分解能およびコントラストの問題
 - 光源像を空間分離: $>0.5''$ の分離角かつ十分な変位が必要
 - レンズ+光源星の重心変位: 光源星がレンズ星に対して十分明るい必要
- 未知のレンズ天体によるイベントのフォローアップ
 - ブラックホールや近傍の惑星系がレンズ天体のイベント
 - 地上サーベイによる重カマイクロレンズイベントの発見をトリガーとした**ToO観測**が必要
 - (惑星レンズイベントなど)タイムスケールの短いイベントのフォローアップは、**Gaiaでは出来ないユニークなサイエンス**

[表紙に戻る](#)

直接撮像とアストロメトリ



ヒッパルコス, GAIAによりproper motionの加速度を検出し直接撮像フォローアップで、コンパニオンを発見

+Exo JASMINEアストロメトリ

ヒッパルコス, GAIAに加え+10年のベースライン追加により、より直接撮像に適切な大軌道惑星(離角 $>0.3''$)の探索

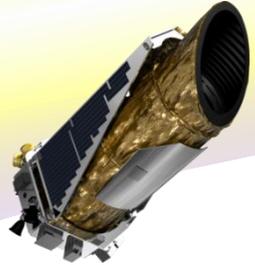
Currie, Brandt, Kuzuhara et al. 2020, ApJL

軌道制限・力学的質量の導出を改善

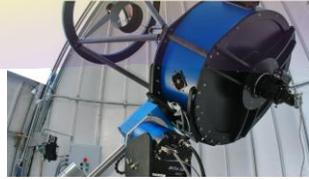
[表紙に戻る](#)

Kepler 2009-2013
(95cm, 0.5-0.8um)

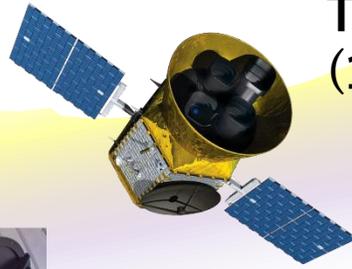
広視野
サーベイ



各種地上
サーベイ



TESS 2018-
(10cm, 0.6-1um)



PLATO 2026?-
(12cm, 0.5-0.9um)

JASMINE (40cm, 1.1-1.6 um)



CHEOPS 2019-
(30cm, 0.4-0.9 um)



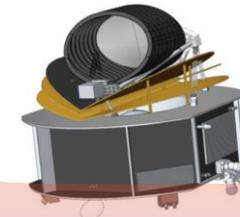
Spitzer 2003-2020
(85cm, 3.6, 4.5um)



中口径精密測光

Trappist 1系のフォローアップ
→全7個のうち4個の惑星を発見
他多数のフォローアップ観測

Ariel 2028?-



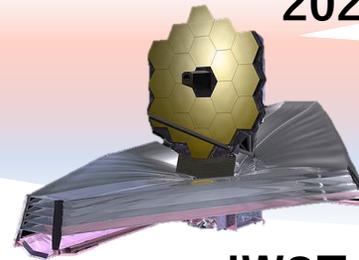
TMT/E-ELT
LUVOIR etc

大口径分光

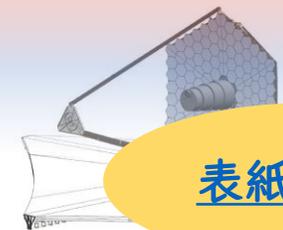


HST

WSO-UV
2025?



JWST 2021? -



[表紙に戻る](#)



測光性能のシミュレーション/パイプライン Jasmine-imagesim

Contributors 4



tkamizuka



HajimeKawahara

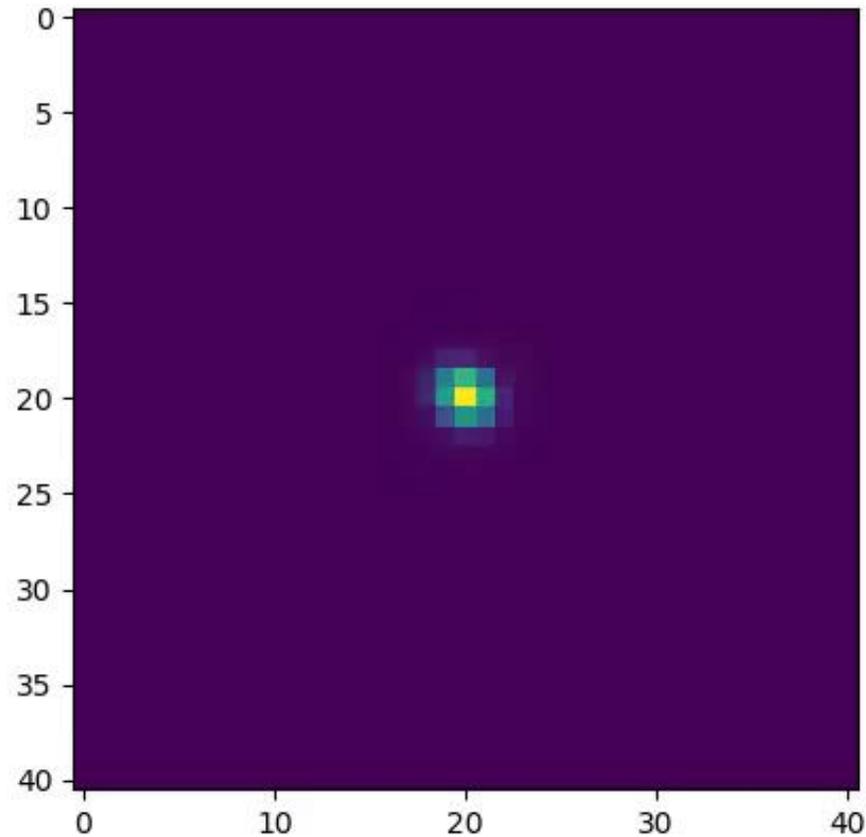


katata

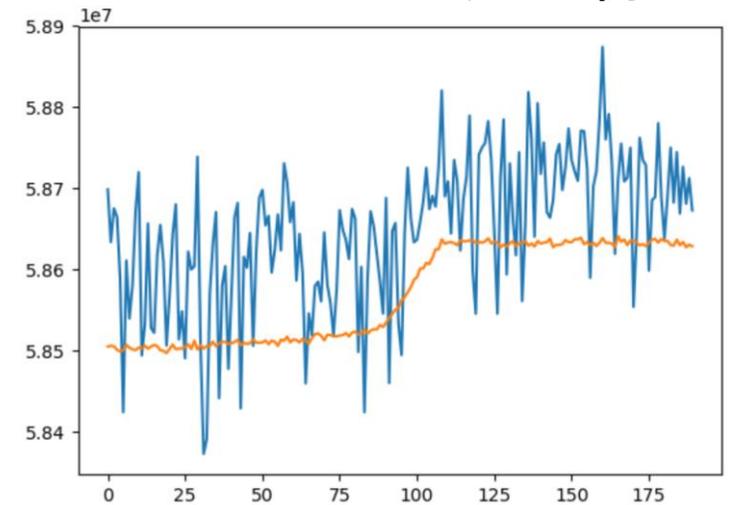


rascal352

- 衛星指向のゆらぎ
- ピクセル内・間感度ムラ
- 各種検出器ノイズ
- 検出器パーシステンス



0.23% トランジットの例



[表紙に戻る](#)

まとめ

JASMINEの精密トランジット測光は、2020年代後半以降の系外惑星フロンティア領域を探索でき、日本初の宇宙系外惑星探索を開始できる。

様々なサイエンスケース

- M型まわりのハビタブル地球型惑星のトランジット探索
- 中口径精密測光フォローアップの役割
- 若い惑星探索
- マイクロレンズ・アストロメトリ+直接撮像