

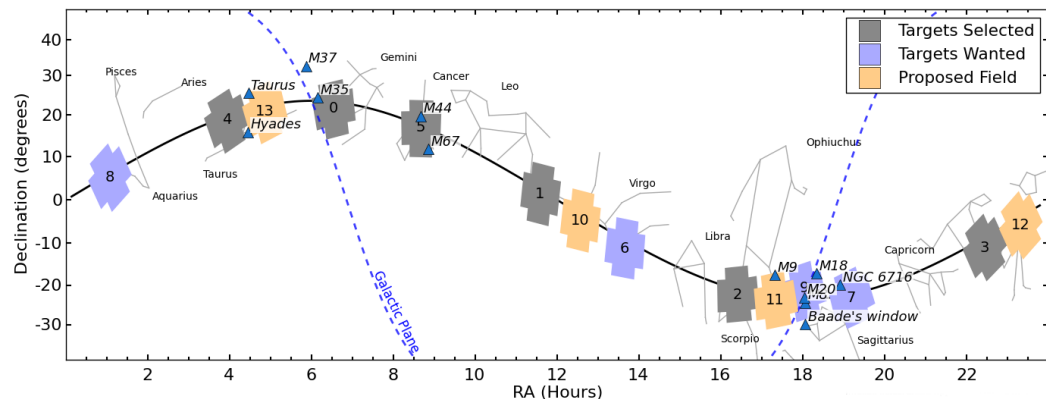
K2/TESSによる全天トランジットサーベイと TAOとの連携

成田憲保 (ABC/NAOJ → 東大天文/ABC/NAOJ)

福井暁彦 (岡山天体物理観測所)

生駒大洋、川島由依 (東大地球惑星科学)

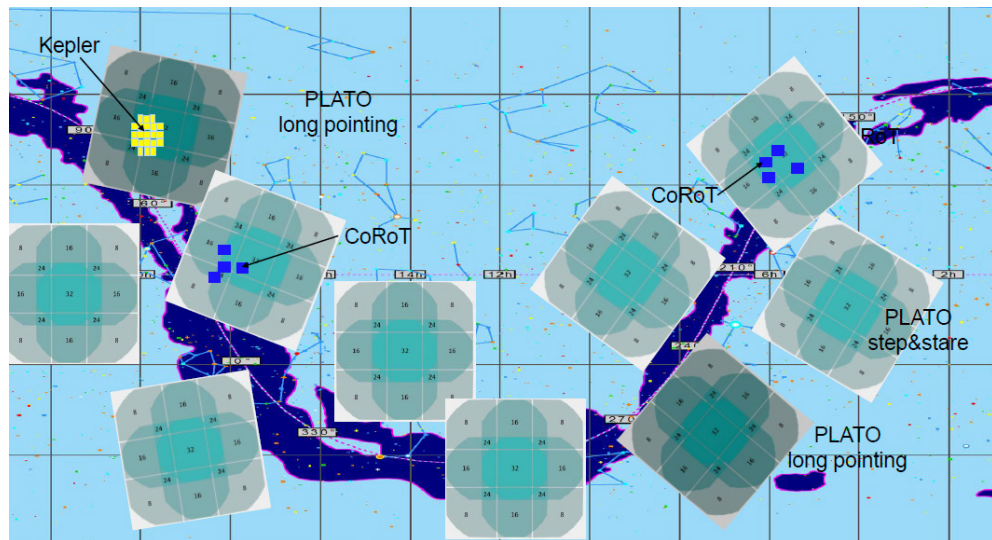
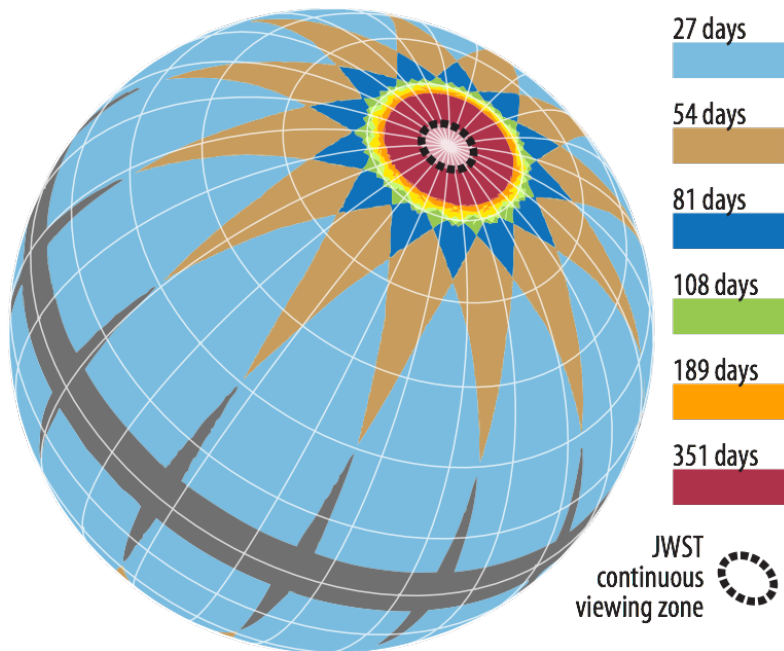
これからの全天トランジットサーベイ



K2 (2014-2017): 黄道面

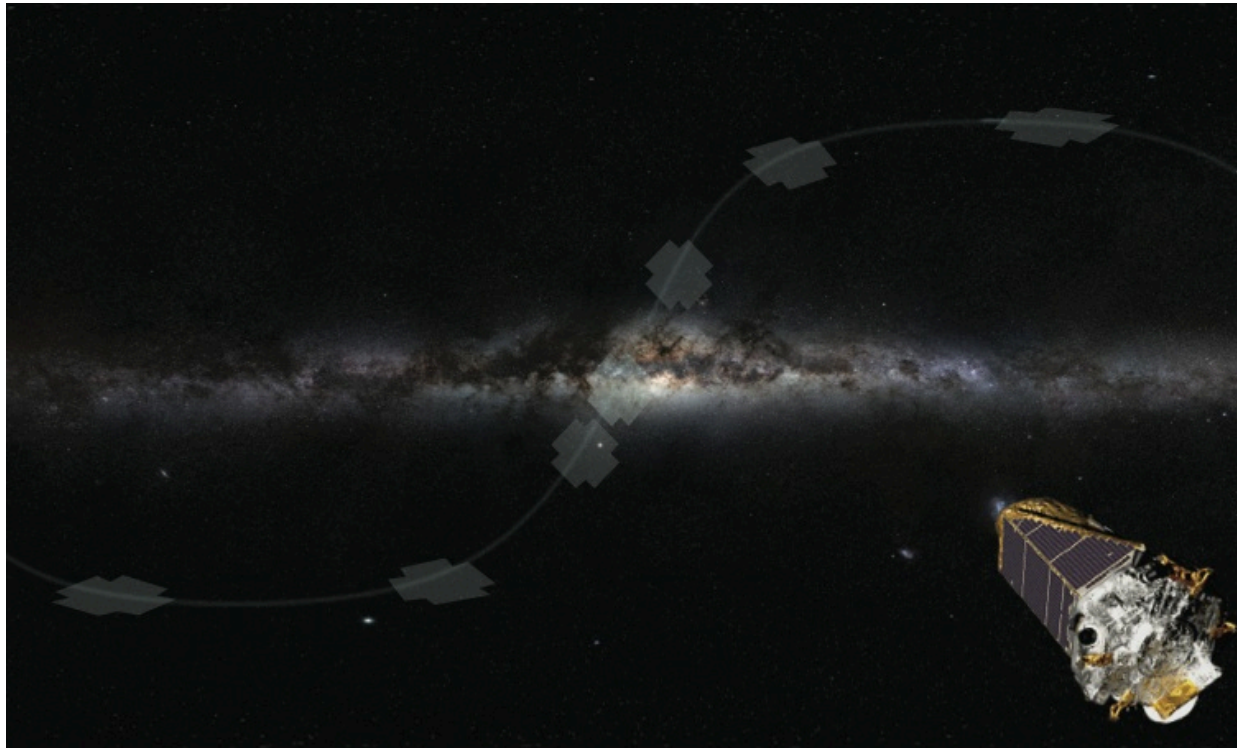
TESS (2017-2020): ~80% of sky

PLATO (2024-2030): ~25% of sky



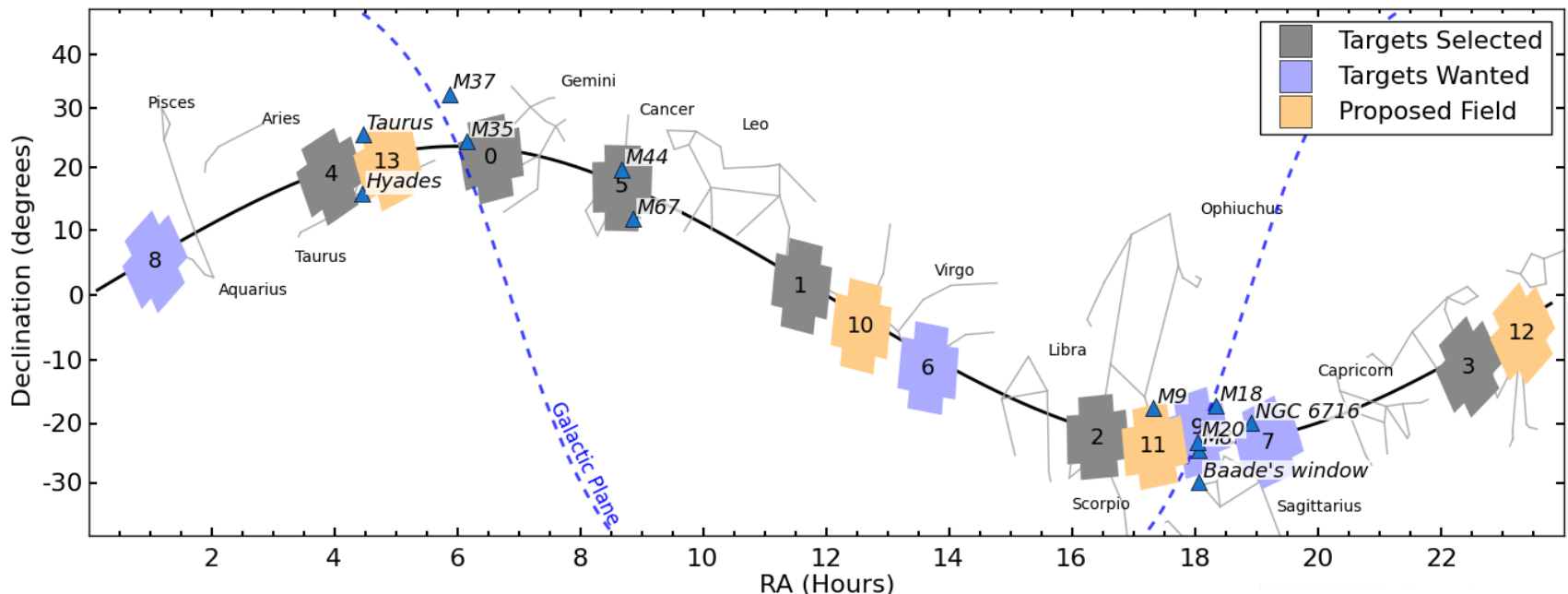
K2について

- K2は2009年に打ち上げられたケプラーの第2期観測計画
- 2014年から観測を開始
- 2つの姿勢制御装置+太陽光を用いて姿勢制御



K2について

- 黄道面のフィールドを約80日ずつ観測
- ケプラーの第1期観測より明るい天体や星形成領域や星団を含む
- 各フィールドで数十個ずつの惑星候補を発見
- 2017年以降まで継続される見込み

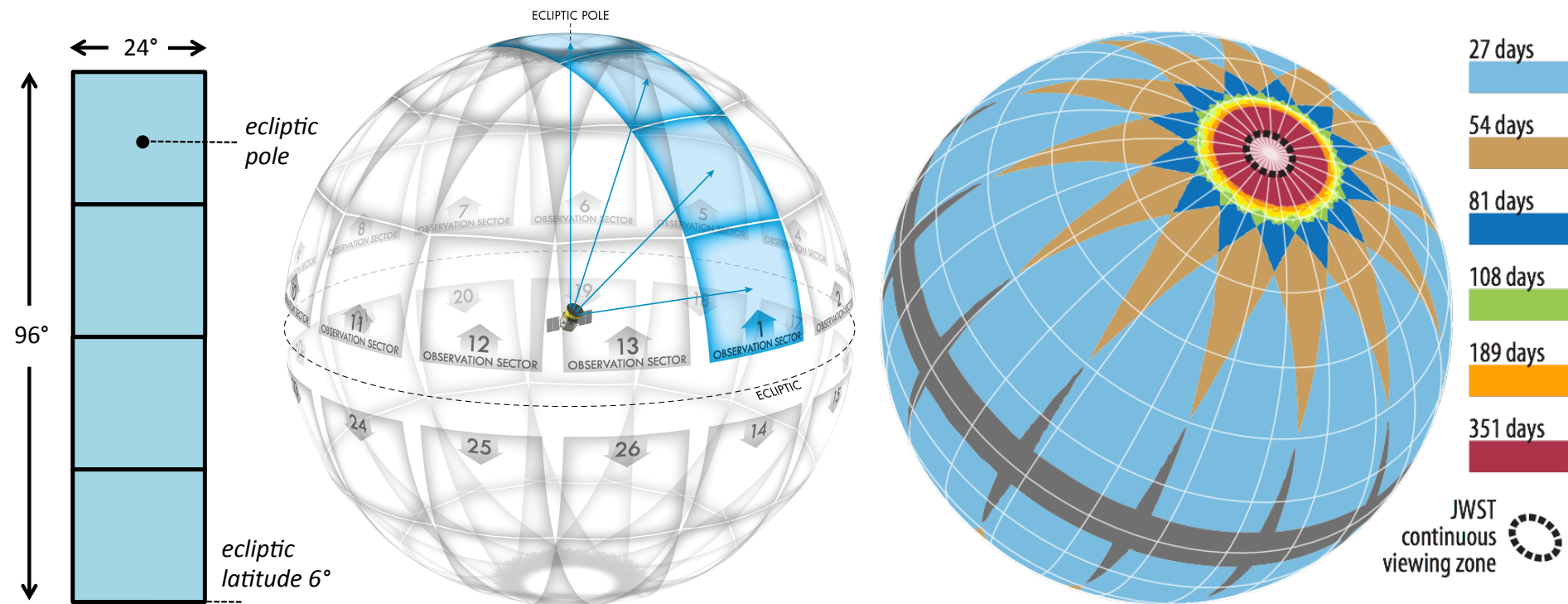


TESSの概要

- TESSはKeplerの後継機として2017年に打ち上げ予定の系外惑星探査衛星(惑星発見型計画)
- 黄道面以外の全天を掃天観測し約500,000個の星の光度変化をモニターする
- 視野 $24^\circ \times 24^\circ$ のカメラ4台で当初2年間の観測
- 予算次第で観測を継続
- 太陽系に近い恒星のまわりで面白い低質量惑星を発見し、詳細なフォローアップターゲットを提供



TESSの観測する場所



Ricker et al. 2015

空の24度 x 96度の領域を1度に観測
2年間かけてほぼ全天のトランジット惑星を探す

TESSで見つかる惑星の予想(Sullivan+2015)

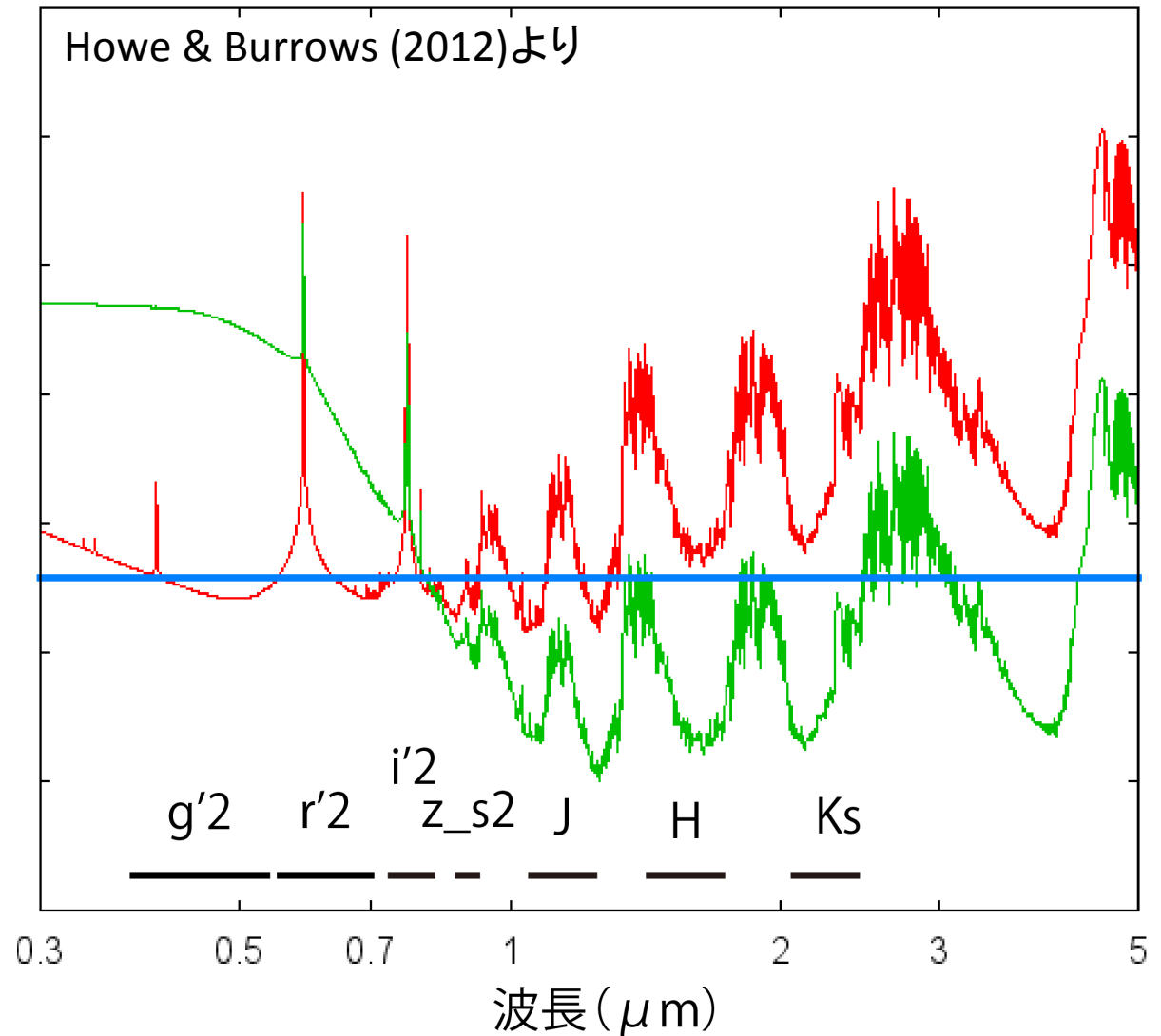
- シミュレーションに使ったモデル
 - stellar population: TRILEGAL (Girardi+2005), Dartmouth (Dotter+2008)
 - 連星率: Duchêne & Kraus (2013)
 - 惑星存在頻度: Kepler (Fressin+2013, Dressing & Charbonneau 2015)
 - ターゲット200,000 星に対する100回のモンテカルロシミュレーション
- シミュレーションに基づいたTESSの惑星発見リスト
 - 1984個の惑星系 (Table 6 in Sullivan et al. 2015)
 - 星の座標、等級、有効温度、半径、距離など
 - 惑星の周期、半径、地球に対する入射フラックス比など
 - これをもとにTAOから観測可能なTESSの惑星数を見積り

TAOから観測できる惑星の個数見積り

- TAOからある程度の高度(およそ40度以上)で観測できること
 - $-73^\circ < \text{Dec.} < +27^\circ \rightarrow 1043$ 個
- さらに惑星の性質を条件に追加
 1. $R_p < 4 R_{\text{Earth}} \rightarrow 965$ 個
 2. $R_p < 2 R_{\text{Earth}} \rightarrow 288$ 個
 3. $R_p < 2 R_{\text{Earth}}$ かつ $0.2 < S/S_{\text{Earth}} < 1.5 \rightarrow 23$ 個

低質量惑星の透過光スペクトルの例

- 赤: 太陽組成の晴れた空
- 緑: 太陽組成のもや(ヘイズ)のかかった空
- 青: 大気がないあるいは完全に雲に覆われた空



TAOから観測できる惑星の個数見積り

- 惑星の性質と透過分光の観測可能性を条件に追加
 - $R_p < 4 R_{\text{Earth}} \rightarrow 965 \text{個} / 73 \text{個}$
 - $R_p < 2 R_{\text{Earth}} \rightarrow 288 \text{個} / 16 \text{個}$
 - $R_p < 2 R_{\text{Earth}}$ かつ $0.2 < S/S_{\text{Earth}} < 1.5 \rightarrow 23 \text{個} / 8 \text{個}$

ただし、透過分光は減光率0.7%以上、かつ恒星の半径 $2R_{\text{Sun}}$ 以下で観測可能とした

考えられるK2/TESSとTAOとの連携

1. 低質量惑星($R_p < 4 R_{\text{Earth}}$)の透過光スペクトルの集中的観測
 - ターゲット数: 約70個
 - SWIMSによるMOS、ロングスリット分光、あるいは撮像観測
 - Uバンド撮像分光装置やMIMIZUKUも有用
2. “地球型に近い惑星”($R_p < 2 R_{\text{Earth}}$)の質量-半径関係の解明
 - 視線速度測定が可能な近赤外高分散分光器があれば可能
 - J等級 < 10のターゲット数: 約80個
 - 南天には他の大型望遠鏡に赤外の視線速度測定装置がない
 - 南天のlate-M型星まわりでは世界的にユニークなサイエンス

まとめ

- TAOの稼働にちょうど合ったタイミングでK2/TESSが太陽系に近い恒星のまわりで低質量トランジット惑星を大量に発見
- およそ70個程度の低質量惑星で惑星大気モデルの判別が可能な透過分光が可能
 - SWIMS, Uバンド装置, MIMIZUKUなどが有用
- およそ80個程度の $J < 10$ のlate-M型星で、地球型惑星に近いサイズの惑星がTAOから観測可能
 - 赤外視線速度測定が可能な装置が有用