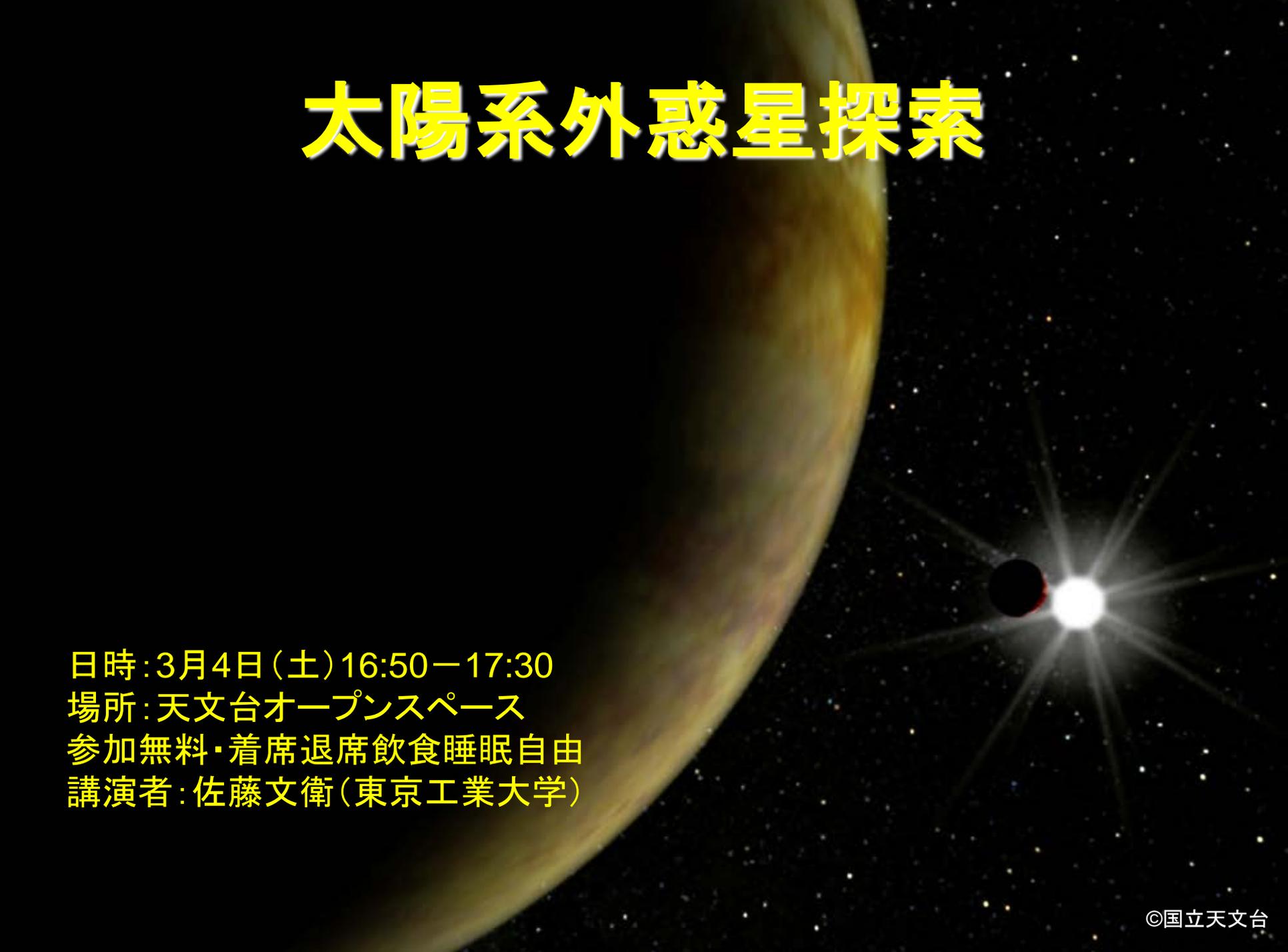
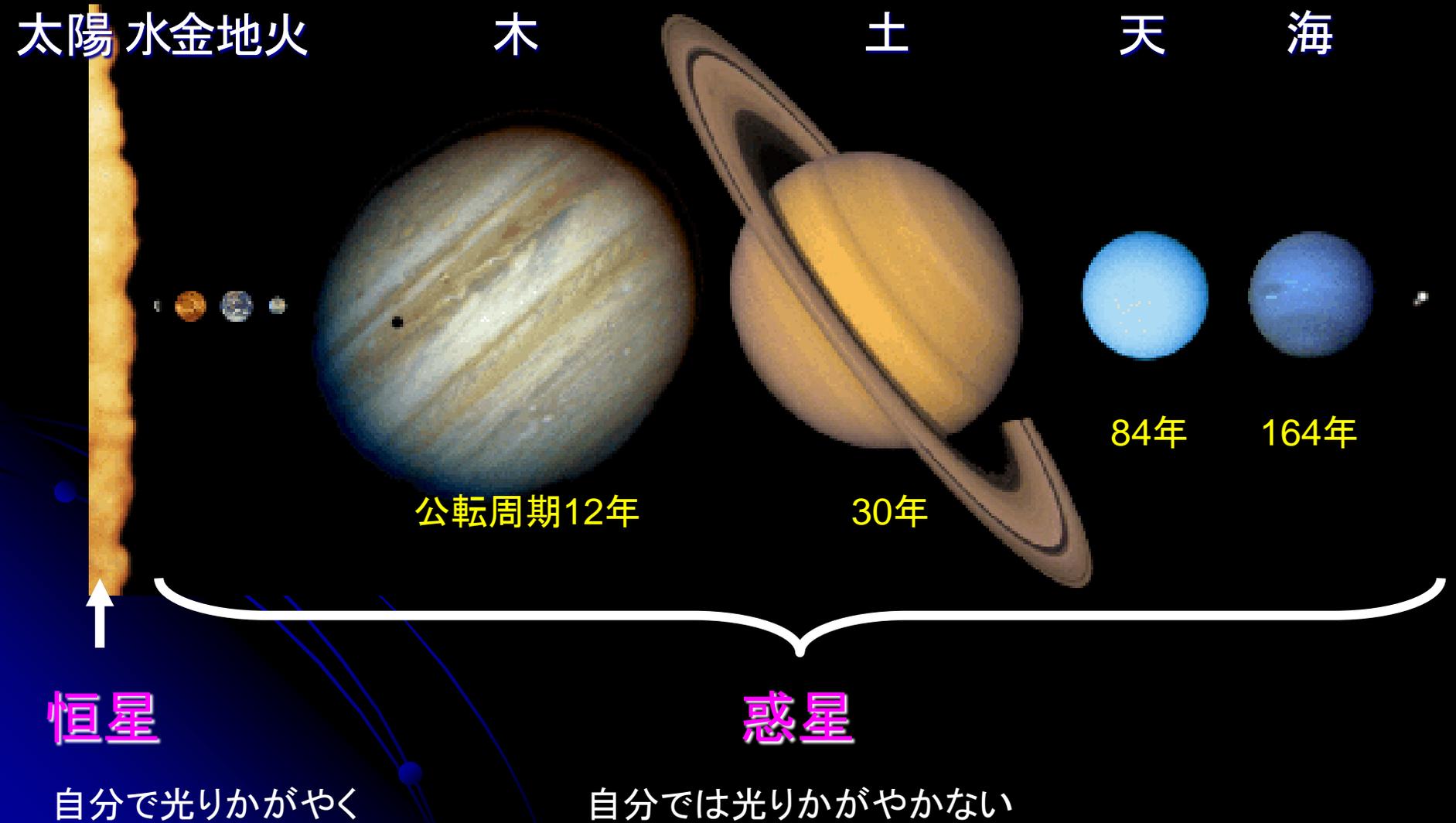


太陽系外惑星探索



日時: 3月4日(土) 16:50-17:30
場所: 天文台オープンスペース
参加無料・着席退席飲食睡眠自由
講演者: 佐藤文衛(東京工業大学)

太陽系惑星



- ✓ほぼ円軌道
- ✓公転面がほぼそろっている
(太陽の赤道面とほぼ平行)



HIP42538
種類: 恒星
HIP 番号: 42538

冥王星

土星

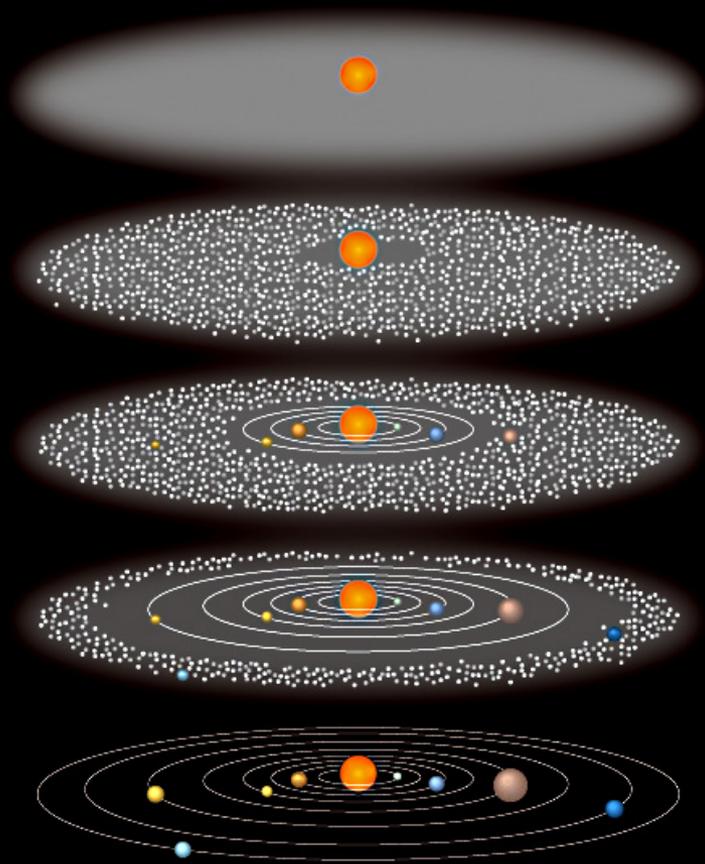
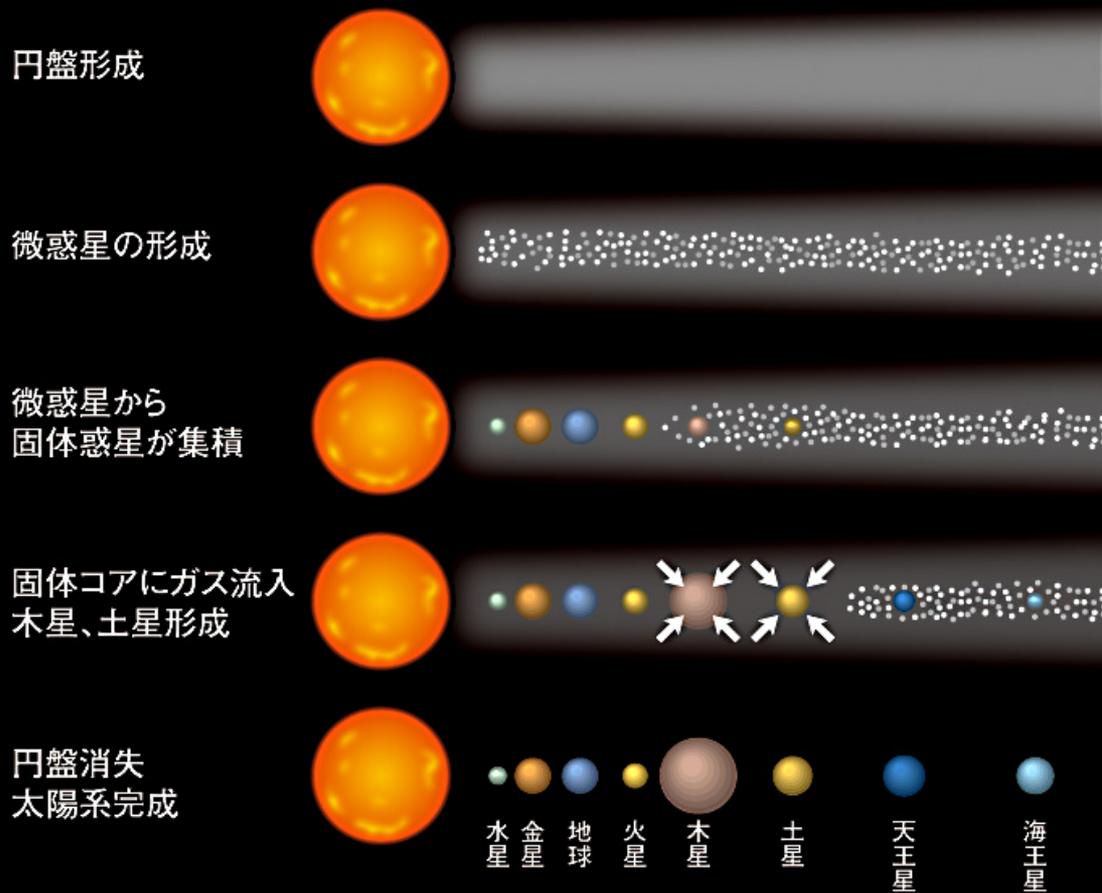
太陽

木星 10天文単位

天王星 海王星

2009年11月30日 20:00

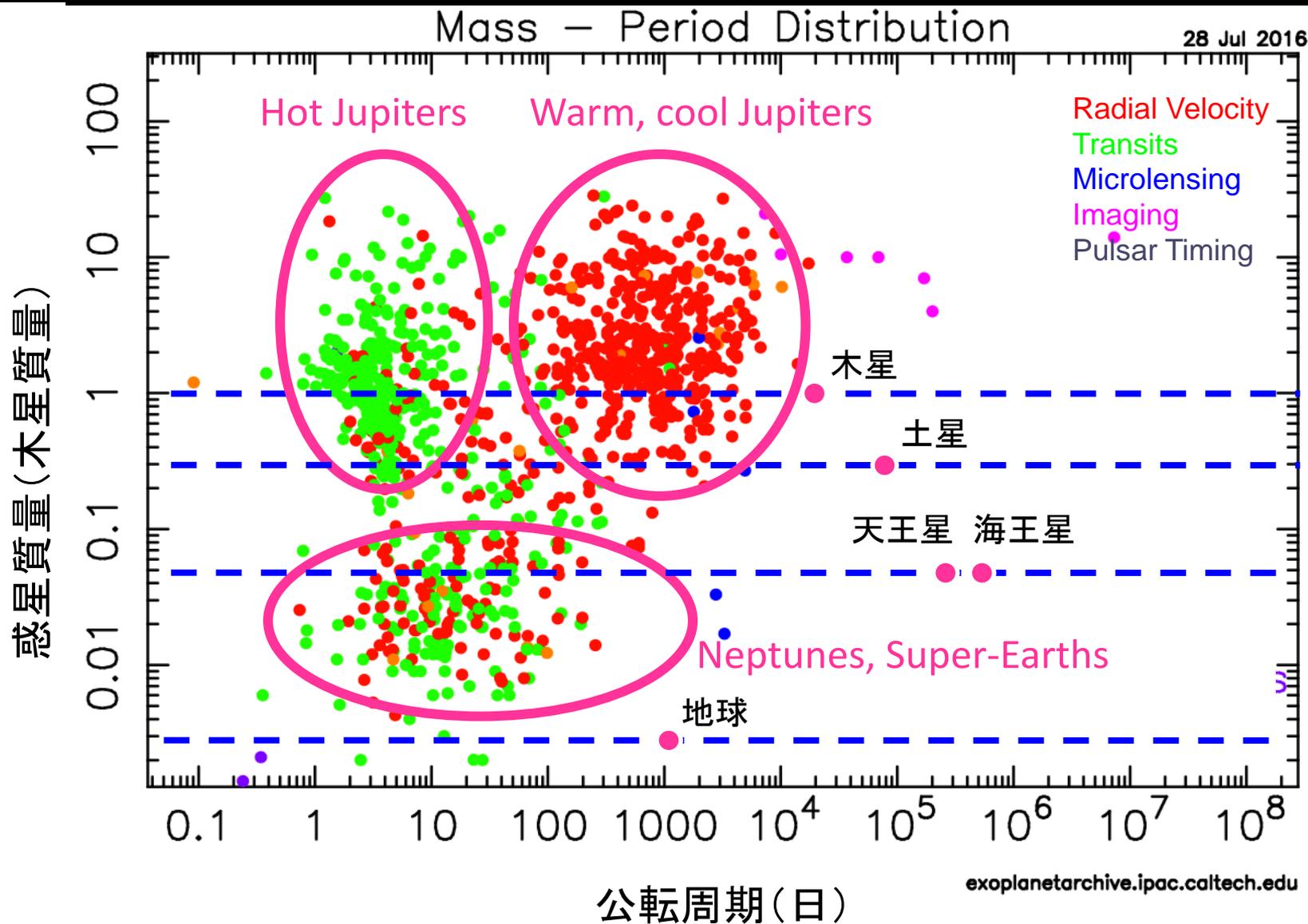
惑星系(太陽系)の形成



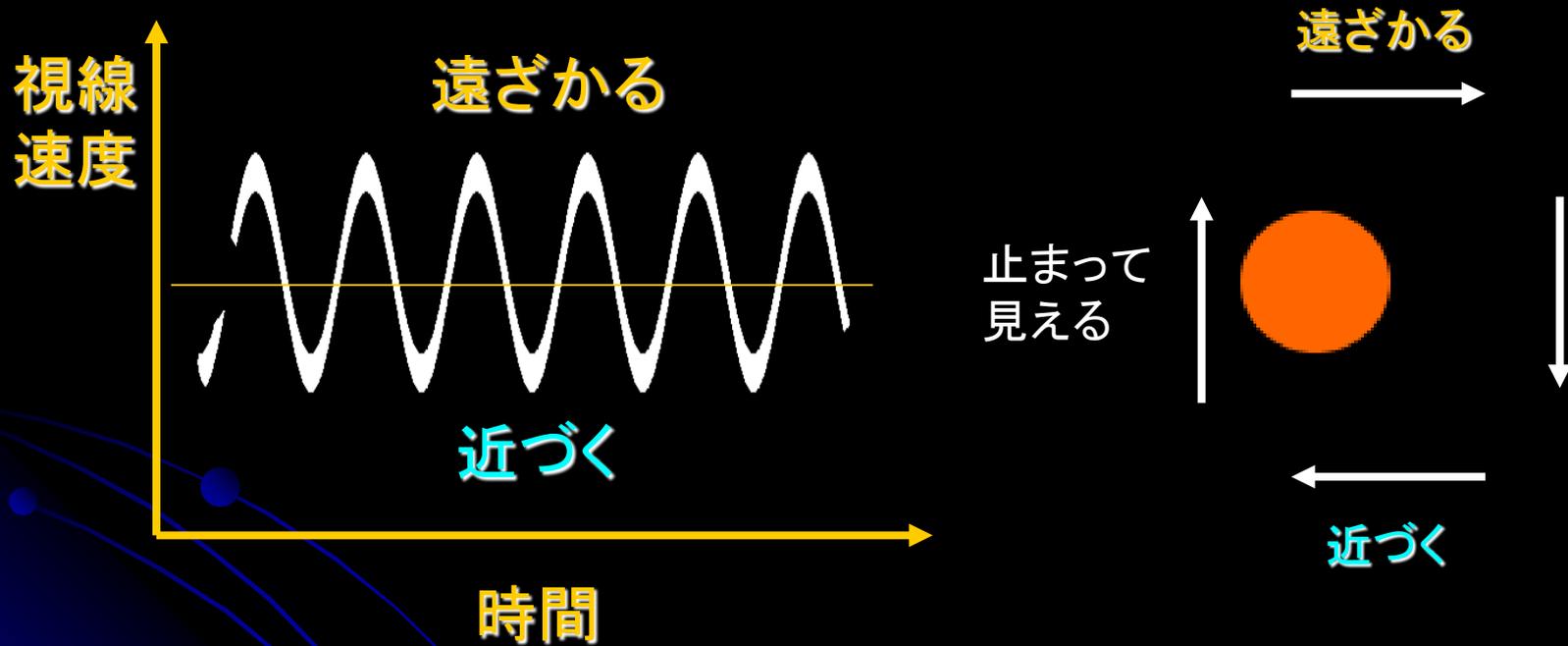
太陽系外惑星 (たいようけいがいわくせい)

- 太陽以外の恒星の周りを回る惑星
- 1995年に初めて発見
- これまでに**3000個以上**みつかっている
 - 恒星が惑星をもつ確率は**約80%以上**

これまでに見つかった太陽系外惑星



星のふらつきをしらべる



木星による太陽のふらつきは**毎秒13メートル**
地球による " " **毎秒10センチメートル**

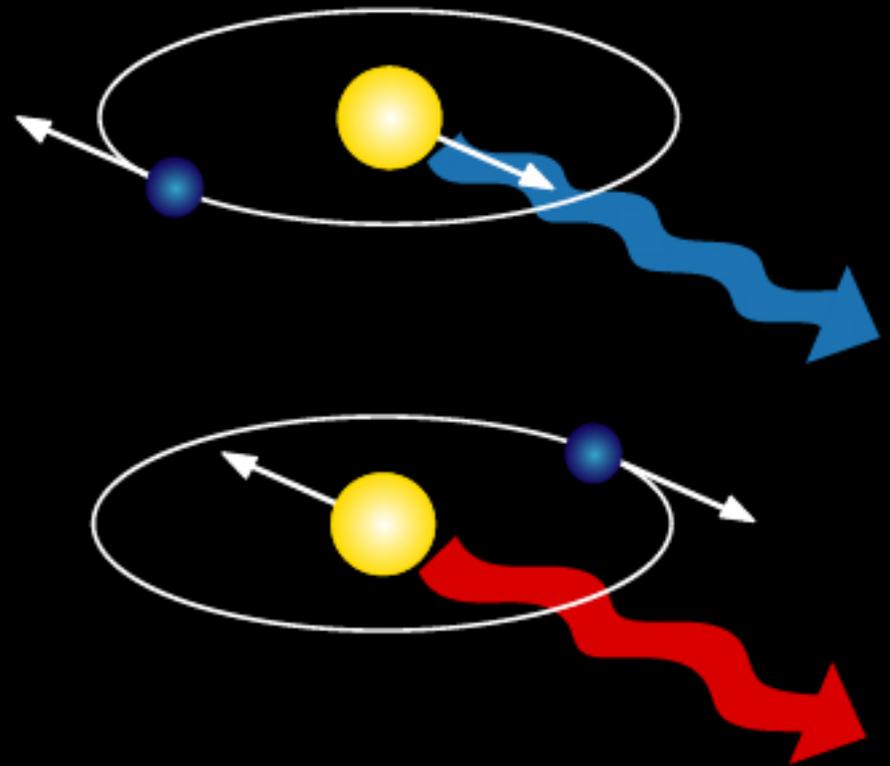
速度のふらつき→波長(色)のずれ

ドップラー効果

近づくときは
波長が青い方にずれる

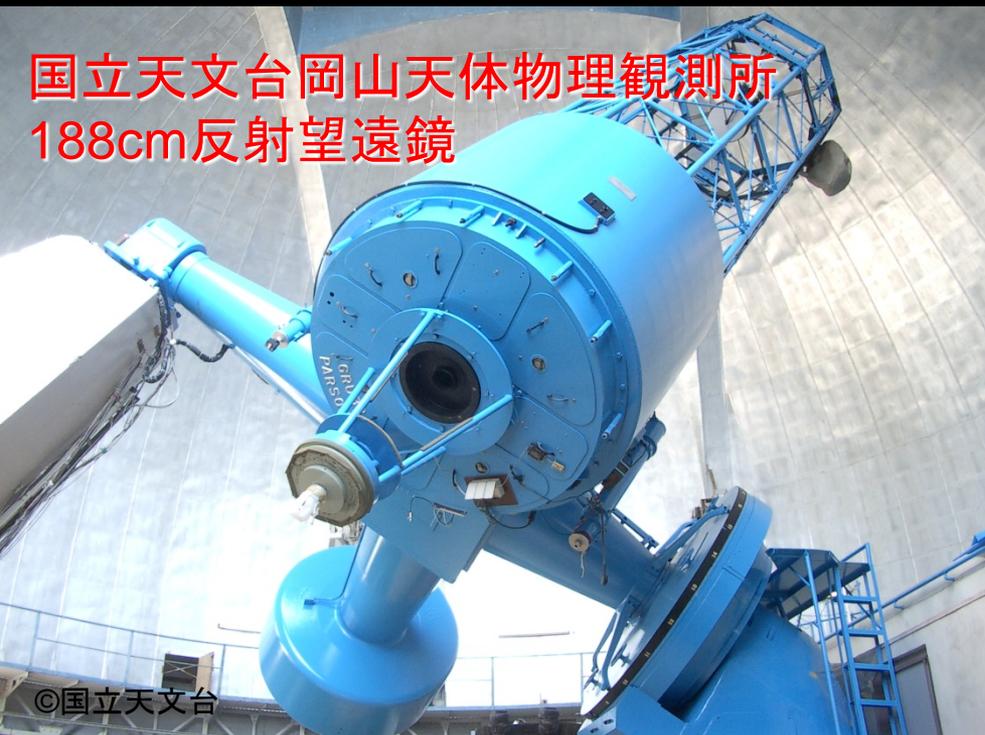
遠ざかるときは
波長が赤い方にずれる

速度が大きいほど
波長のずれ方は大きい



波長のずれを観測

国立天文台岡山天体物理観測所
188cm反射望遠鏡



©国立天文台

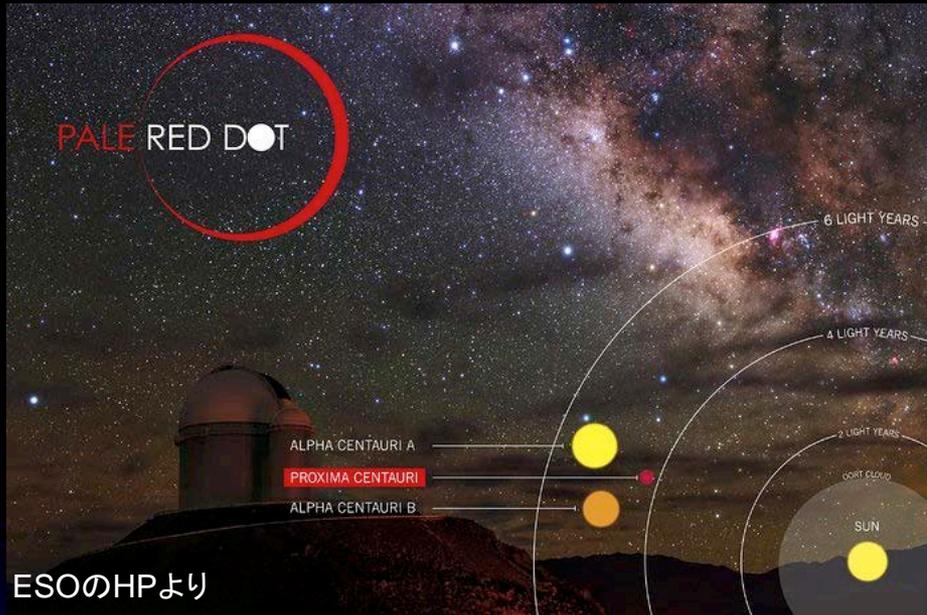
最高で約2メートル毎秒の
速度変化を検出できる
(世界最高は約1メートル毎秒)

◆高分散分光器
光を波長ごとに細かく
(~10万色)分解する装置

高分散分光器HIDES(ハイドレス)

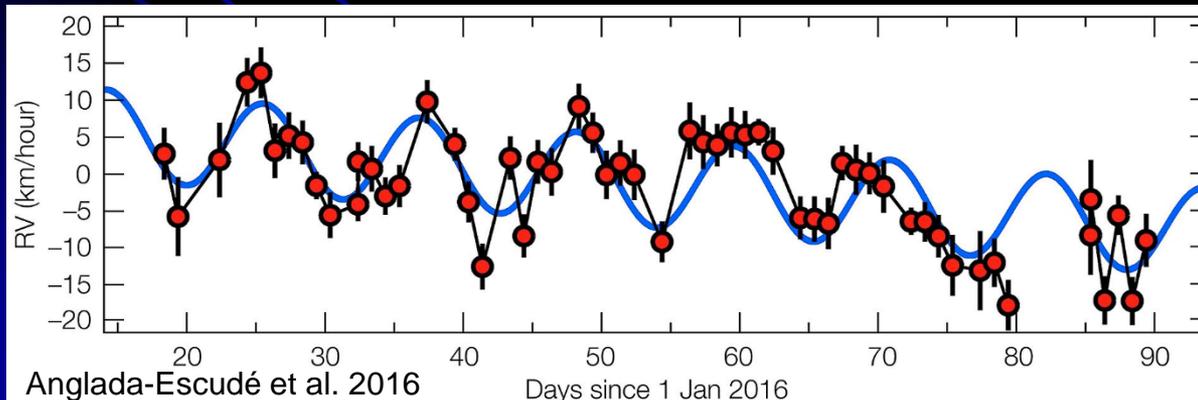


プロキシマ・ケンタウリ b

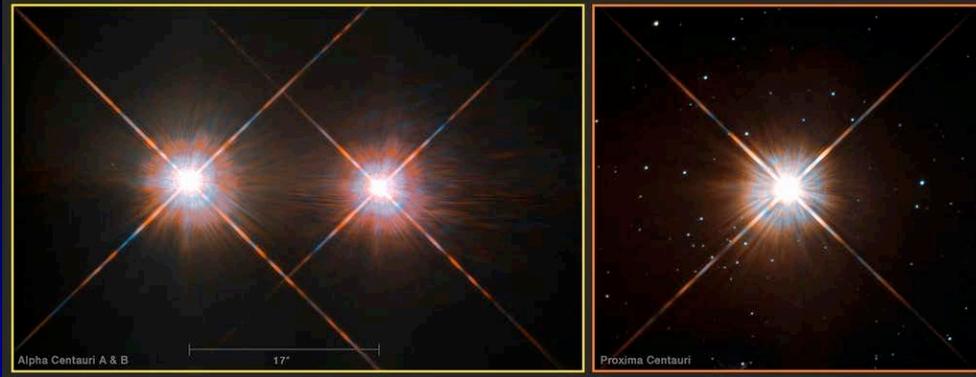


- 恒星: プロキシマ・ケンタウリ
 - ケンタウルス座 α 星系の恒星の1つ
 - 赤色矮星
 - 見かけの明るさ 11等
 - 距離 約4.25光年(地球から最も近い)
 - 質量 約0.12太陽質量

- 惑星: プロキシマ・ケンタウリ b
 - 公転周期 約11.2日
 - 質量 約1.3地球質量

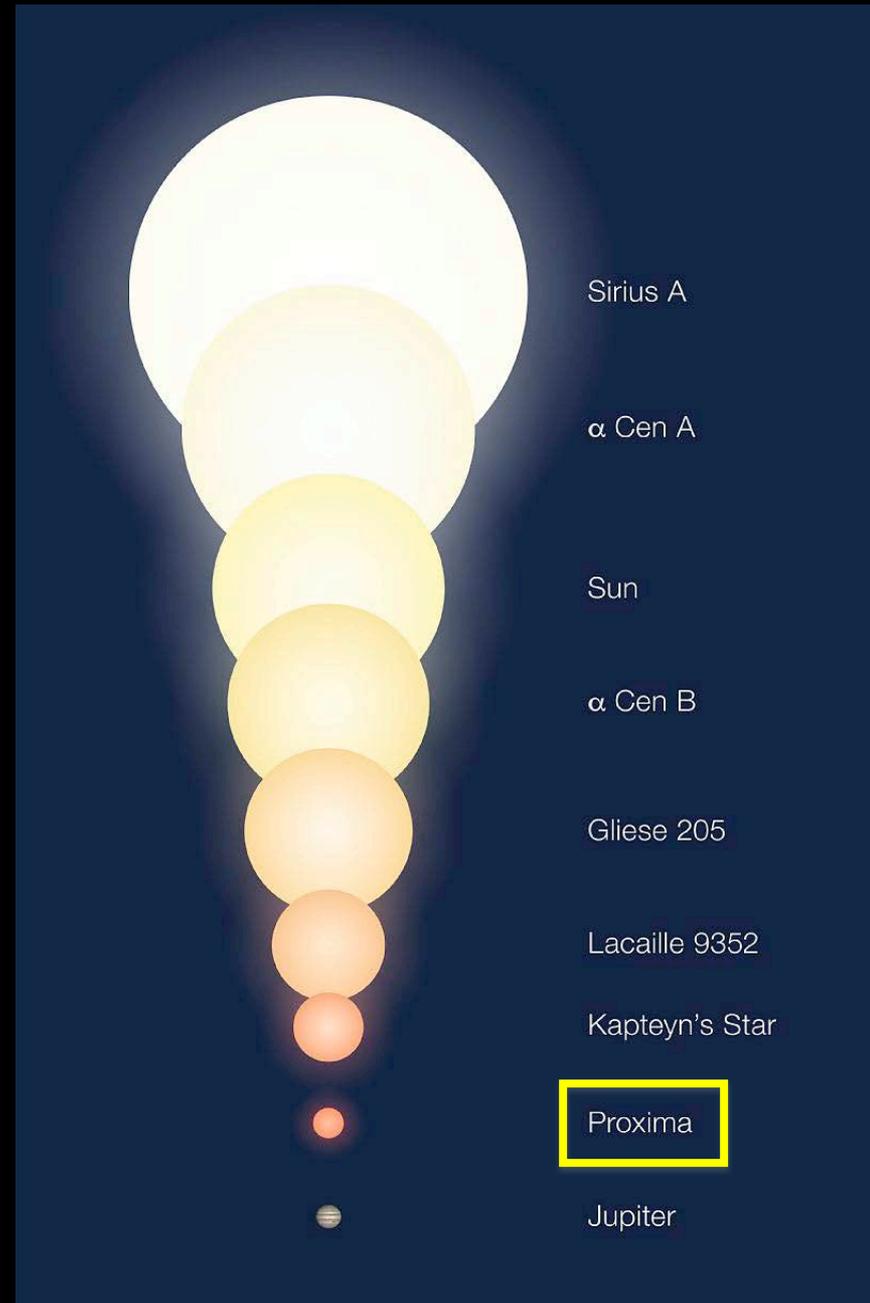


ESOのHPより



αケンタウリA,B

プロキシマケンタウリ



Sirius A

α Cen A

Sun

α Cen B

Gliese 205

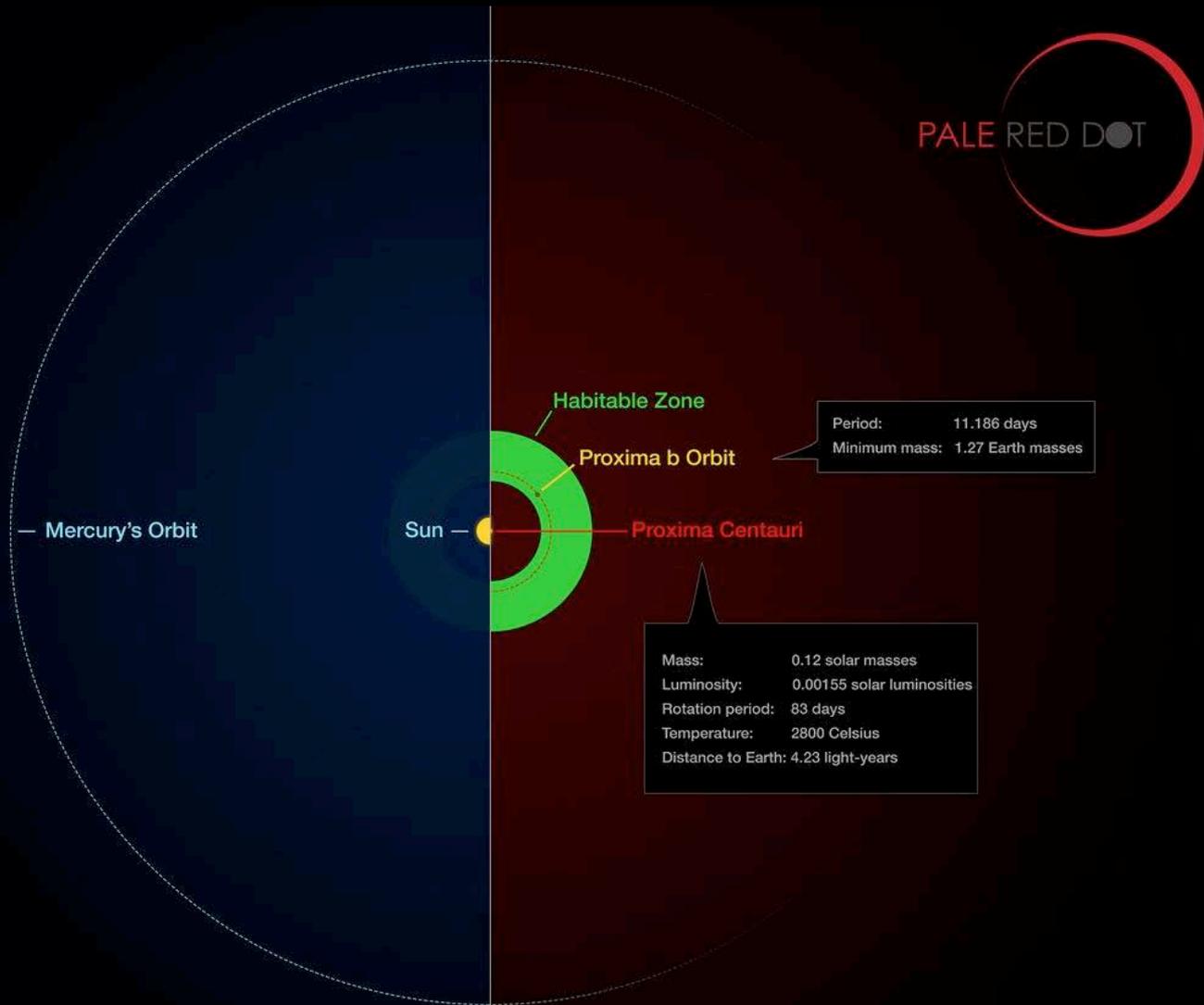
Lacaille 9352

Kapteyn's Star

Proxima

Jupiter

ハビタブル(生命居住可能)惑星？



Subaru-IRD planet search for Earth-like planets around Late-M dwarfs

Slide by M. Omiya (NAOJ)

- IRD : InfraRed Doppler
 - 望遠鏡 : すばる望遠鏡 (IRナスミス焦点)
 - 観測波長域 : 0.97-1.75 μm (Y, J, H-band)
 - 波長分解能 : 70,000
 - 波長校正 : レーザー周波数コム
- ➔ 1m/sの精度で視線速度測定を可能にする
- ＝ドップラー法でハビタブル地球型惑星を狙える**



- **Subaru-IRD planet search** 2018年頃から
 - 大口径を生かし晩期M型星に特化
 - 装置安定性を追求
 - 極めて広い波長域を同時にカバー
 - 日本の星惑星の理論・観測・装置グループが有機的に連携



世界で初めて地球型惑星の統計的特徴と形成とハビタビリティに迫る

巨星周りの複数惑星系: HD47366

恒星: HD47366

スペクトル型 K1III

質量 約1.8太陽質量

半径 約7.3太陽半径

惑星: HD47366b

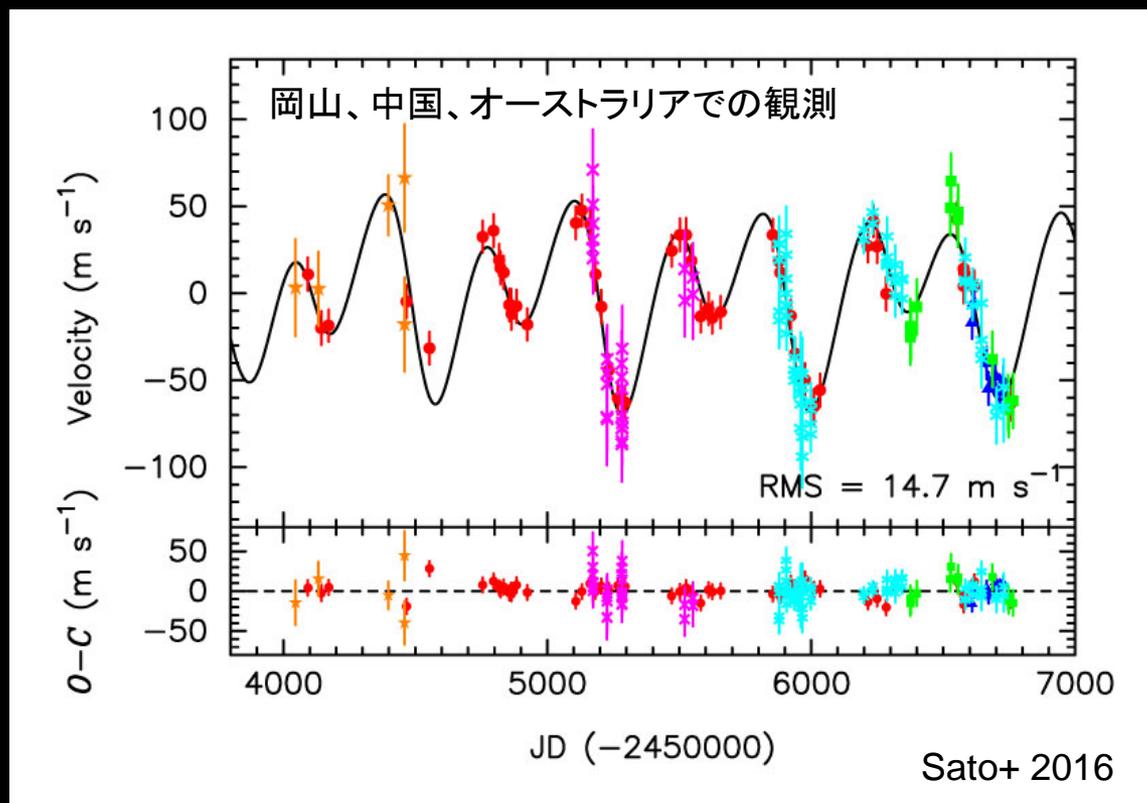
公転周期 363日

質量 約1.8木星質量

惑星: HD47366c

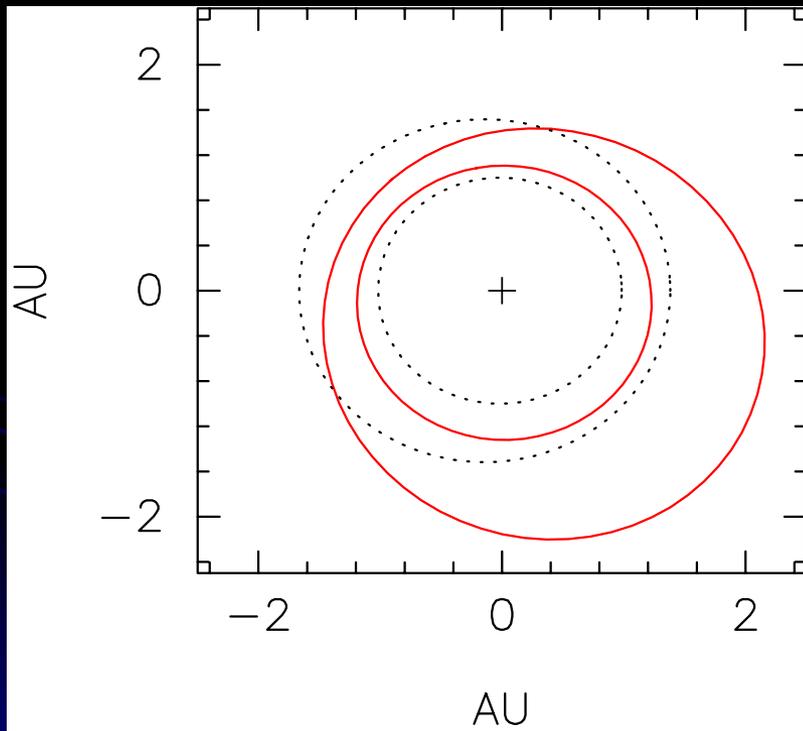
公転周期 685日

質量 約1.9木星質量

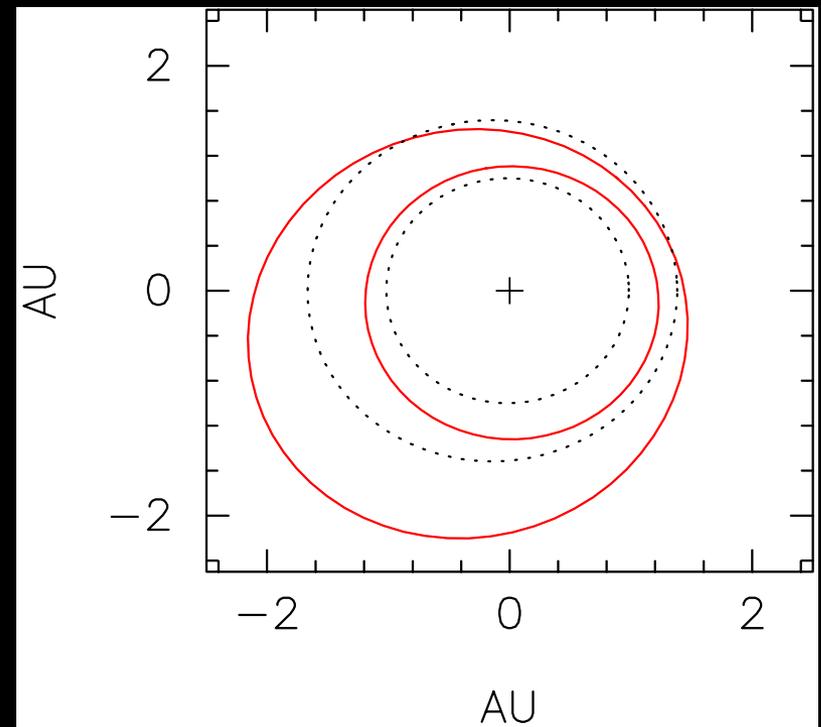


相互逆行惑星？

順行(不安定軌道)



逆行(安定軌道)



どちらの場合も観測される視線速度変化はほぼ同じ

これまでに岡山で見つけた 太陽系外惑星 ~35個

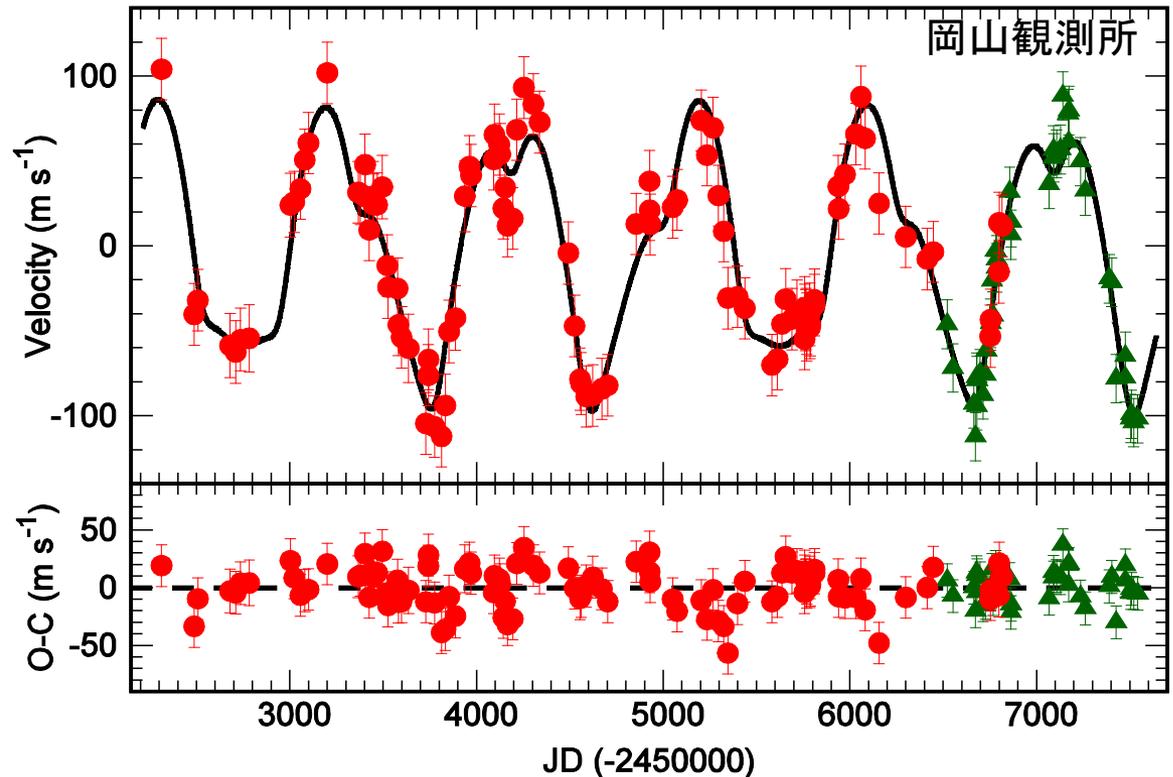


最新の成果: HD???????

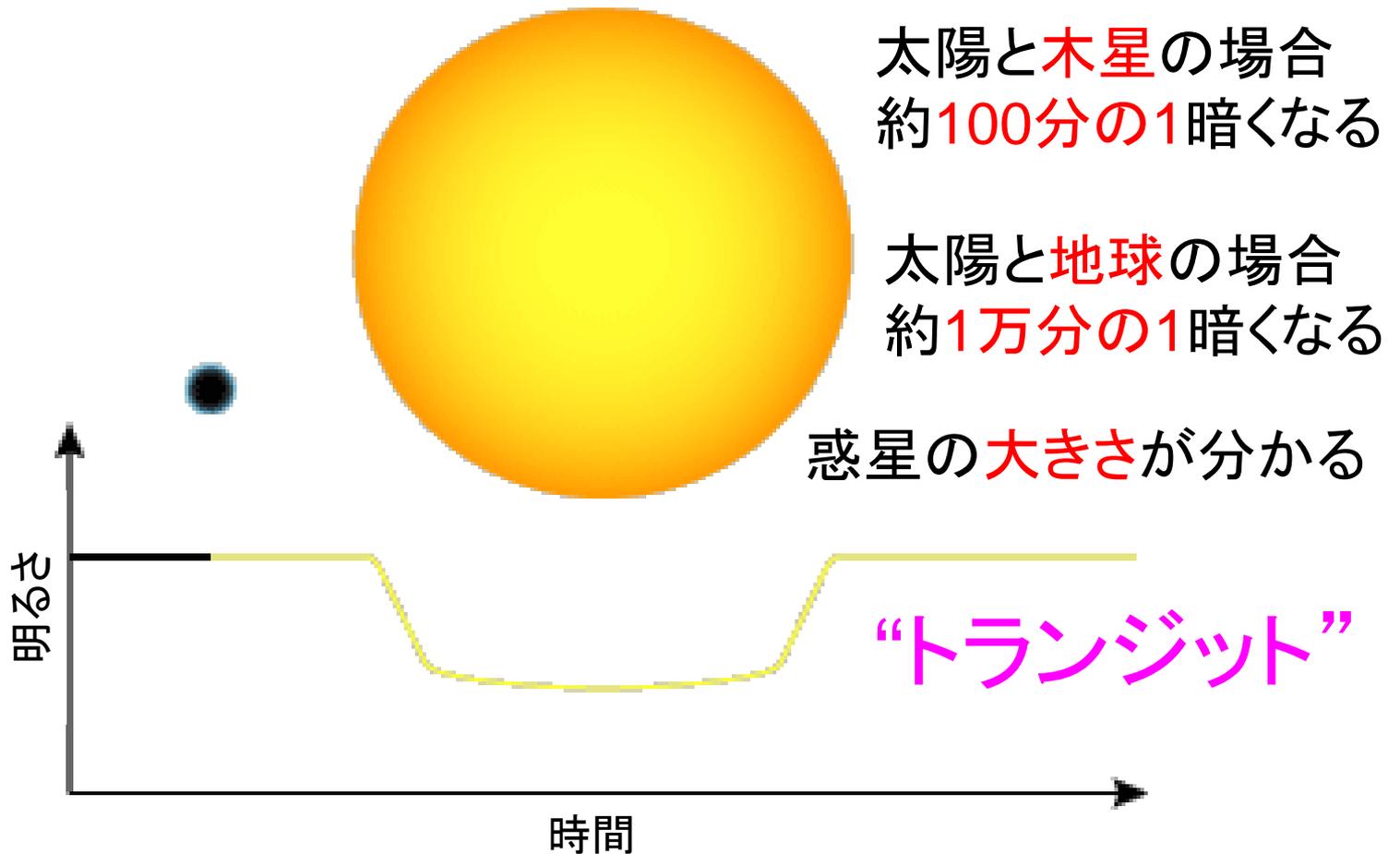
中心星: HD???????
スペクトル型 K0III
質量 約1.5太陽質量
半径 約11太陽半径

惑星b:
公転周期 415日
質量 1木星質量

惑星c:
公転周期 965日
質量 4.6木星質量



親星の明るさの変化をしらべる



TRAPPIST-1

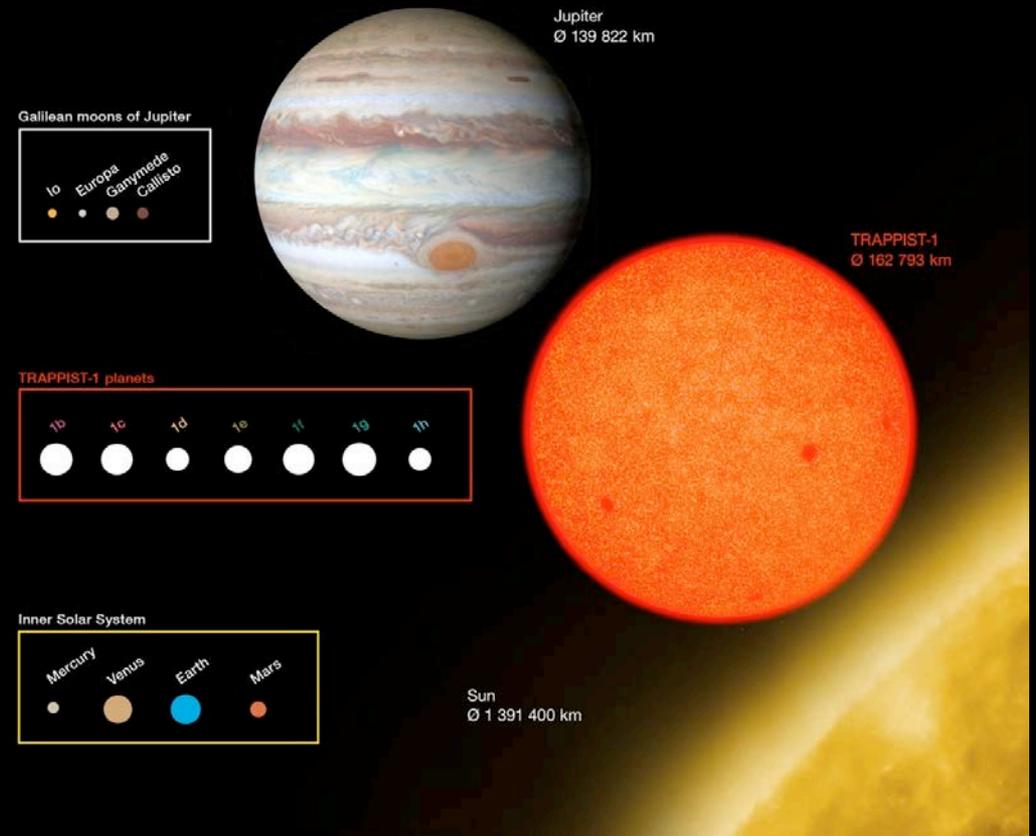
Size Comparison

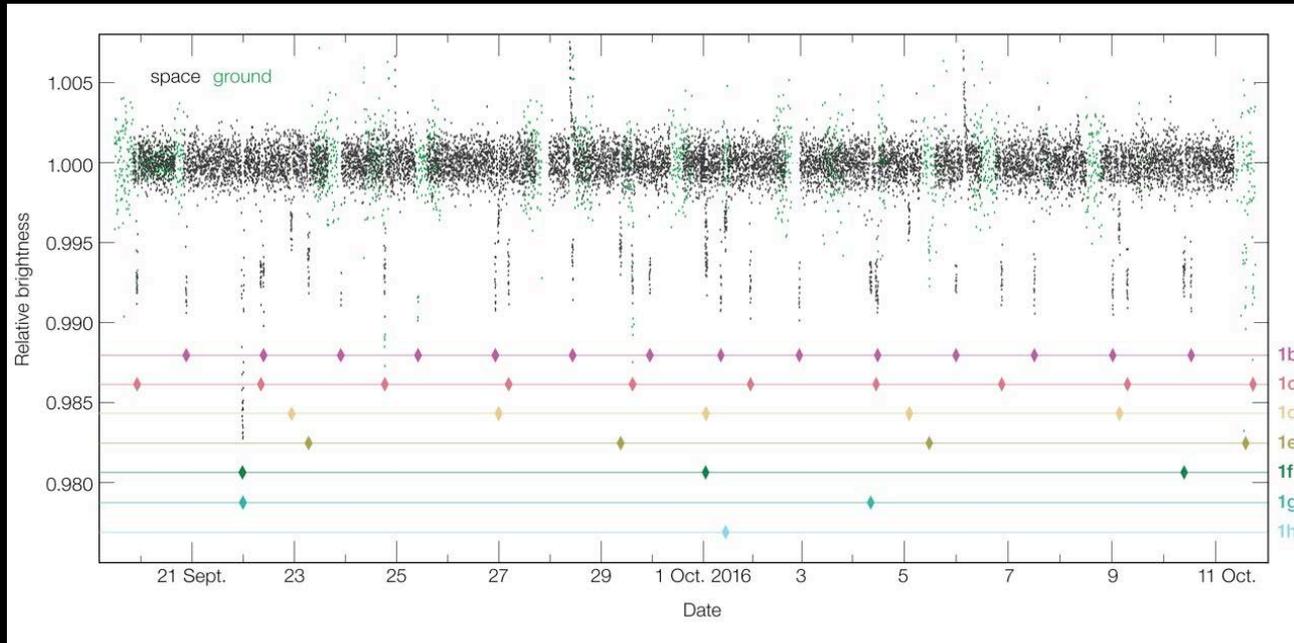
between TRAPPIST-1 system, Galilean moons of Jupiter and the inner Solar System

距離 約39光年
實視等級 18.8等

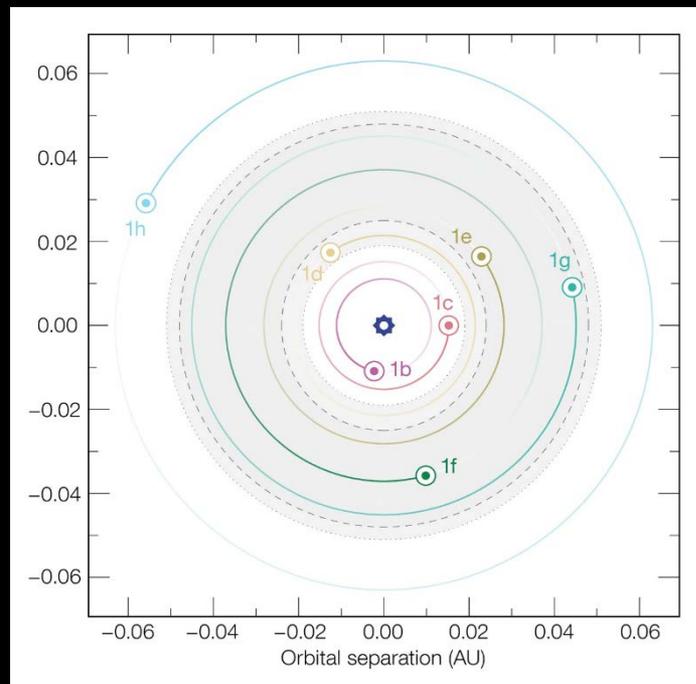
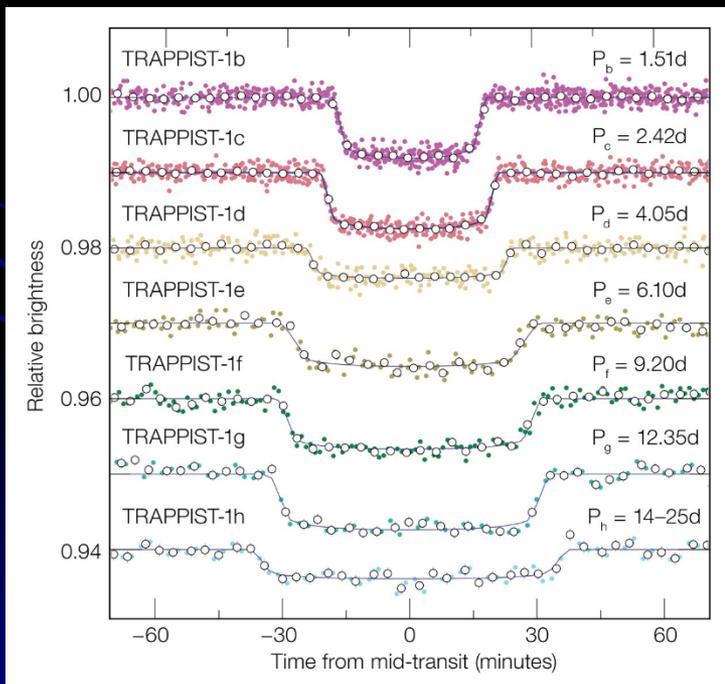
質量 約0.08太陽質量
半徑 約0.12太陽半徑
表面溫度 約2560K

赤色矮星





Gillon+ 2017



TRAPPIST-1 System



Orbital Period
days

Distance to Star
Astronomical Units (AU)

Planet Radius
relative to Earth

Planet Mass
relative to Earth

	b	c	d	e	f	g	h
Orbital Period <i>days</i>	1.51 days	2.42 days	4.05 days	6.10 days	9.21 days	12.35 days	~20 days
Distance to Star <i>Astronomical Units (AU)</i>	0.011 AU	0.015 AU	0.021 AU	0.028 AU	0.037 AU	0.045 AU	~0.06 AU
Planet Radius <i>relative to Earth</i>	1.09 R_{earth}	1.06 R_{earth}	0.77 R_{earth}	0.92 R_{earth}	1.04 R_{earth}	1.13 R_{earth}	0.76 R_{earth}
Planet Mass <i>relative to Earth</i>	0.85 M_{earth}	1.38 M_{earth}	0.41 M_{earth}	0.62 M_{earth}	0.68 M_{earth}	1.34 M_{earth}	—

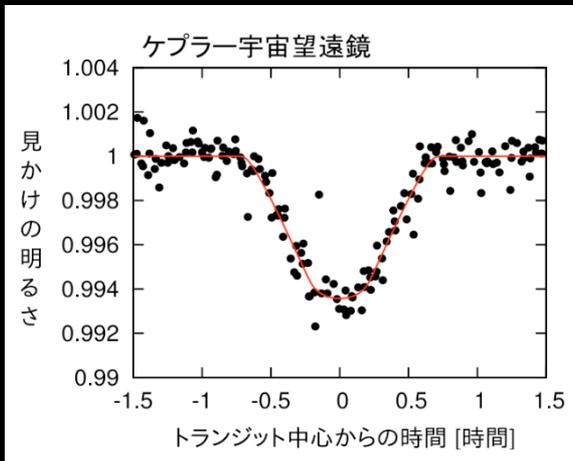
Solar System Rocky Planets



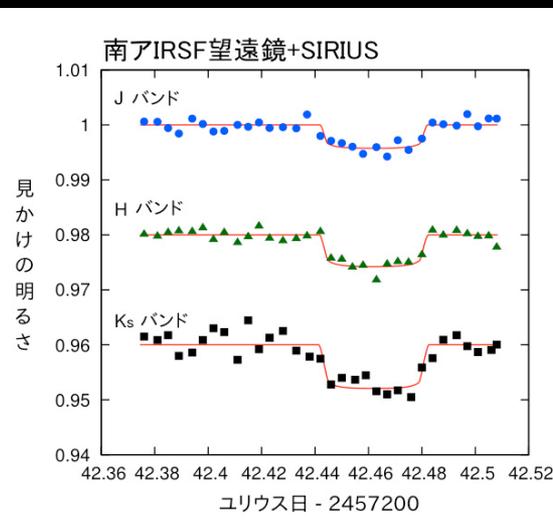
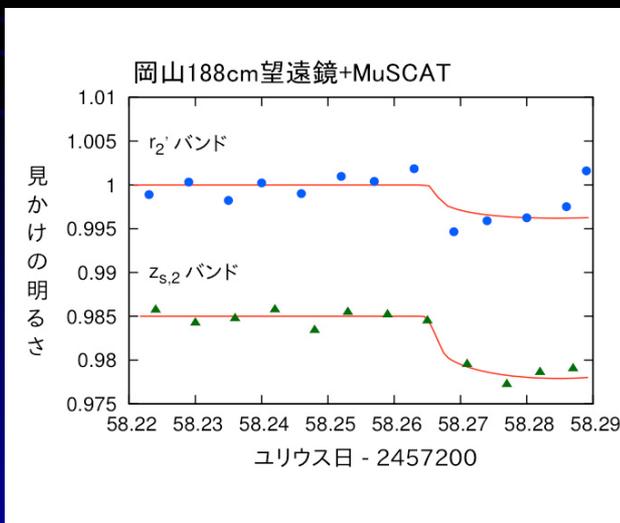
	Mercury	Venus	Earth	Mars
Orbital Period <i>days</i>	87.97 days	224.70 days	365.26 days	686.98 days
Distance to Star <i>Astronomical Units (AU)</i>	0.387 AU	0.723 AU	1.000 AU	1.524 AU
Planet Radius <i>relative to Earth</i>	0.38 R_{earth}	0.95 R_{earth}	1.00 R_{earth}	0.53 R_{earth}
Planet Mass <i>relative to Earth</i>	0.06 M_{earth}	0.82 M_{earth}	1.00 M_{earth}	0.11 M_{earth}

赤色矮星を回るスーパーアース： K2-28b

平野(東工大)他, 2016



	K2-28b	GJ1214b	地球
主星の温度 (摂氏)	2900	2800	5400
惑星の半径 (地球半径)	2.3	2.6	1
主星からの距離 (天文単位)	0.021	0.014	1
主星から受ける熱量	16	17	1



MuSCAT@岡山188cm鏡

まとめ

- 多様な太陽系外惑星が存在する
- 系外惑星の主な見つけ方
 - 星のふらつきを捉える(ドップラー法)
 - 親星の明るさ変化を捉える(トランジット法)
- 小さな恒星の周りの小さな惑星の探索が盛ん
 - 赤色矮星を巡る地球型惑星の発見:プロキシマケンタウリ、TRAPPIST-1
 - 今後すばる望遠鏡でも行う予定
- 我々の最近の発見
 - 巨星を巡る新たな惑星系
 - 赤色矮星をまわるスーパーアース
 - いずれも岡山観測所188cm望鏡を用いた成果