

Section 2.

太陽系外惑星

2.1 直接撮像 (写真を撮る)

2.2 ドップラー法 (速度を使う)

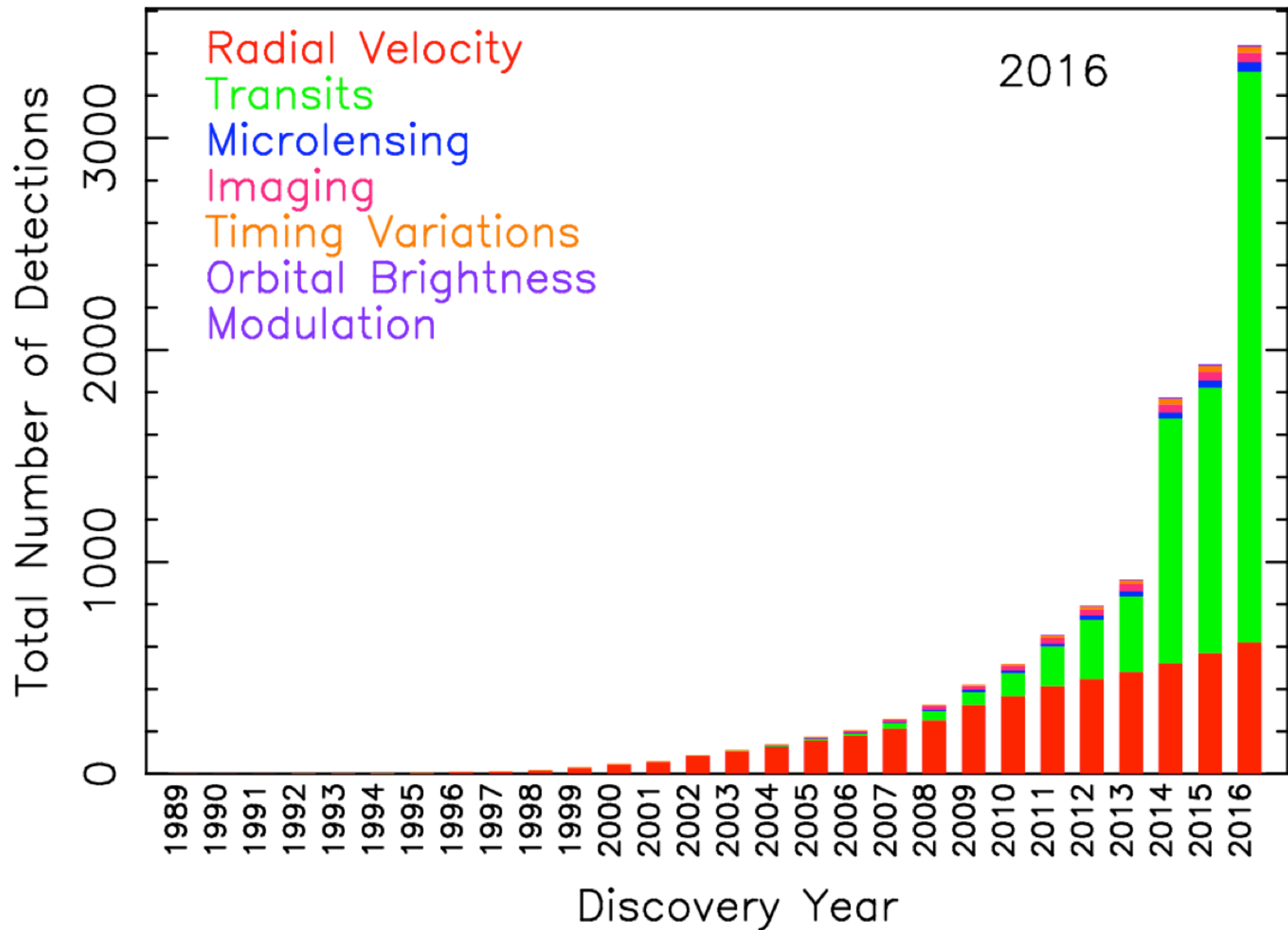
2.3 トランジット法 (食を使う)

宇宙に私たちの地球のような惑星は
他にも存在するのか？

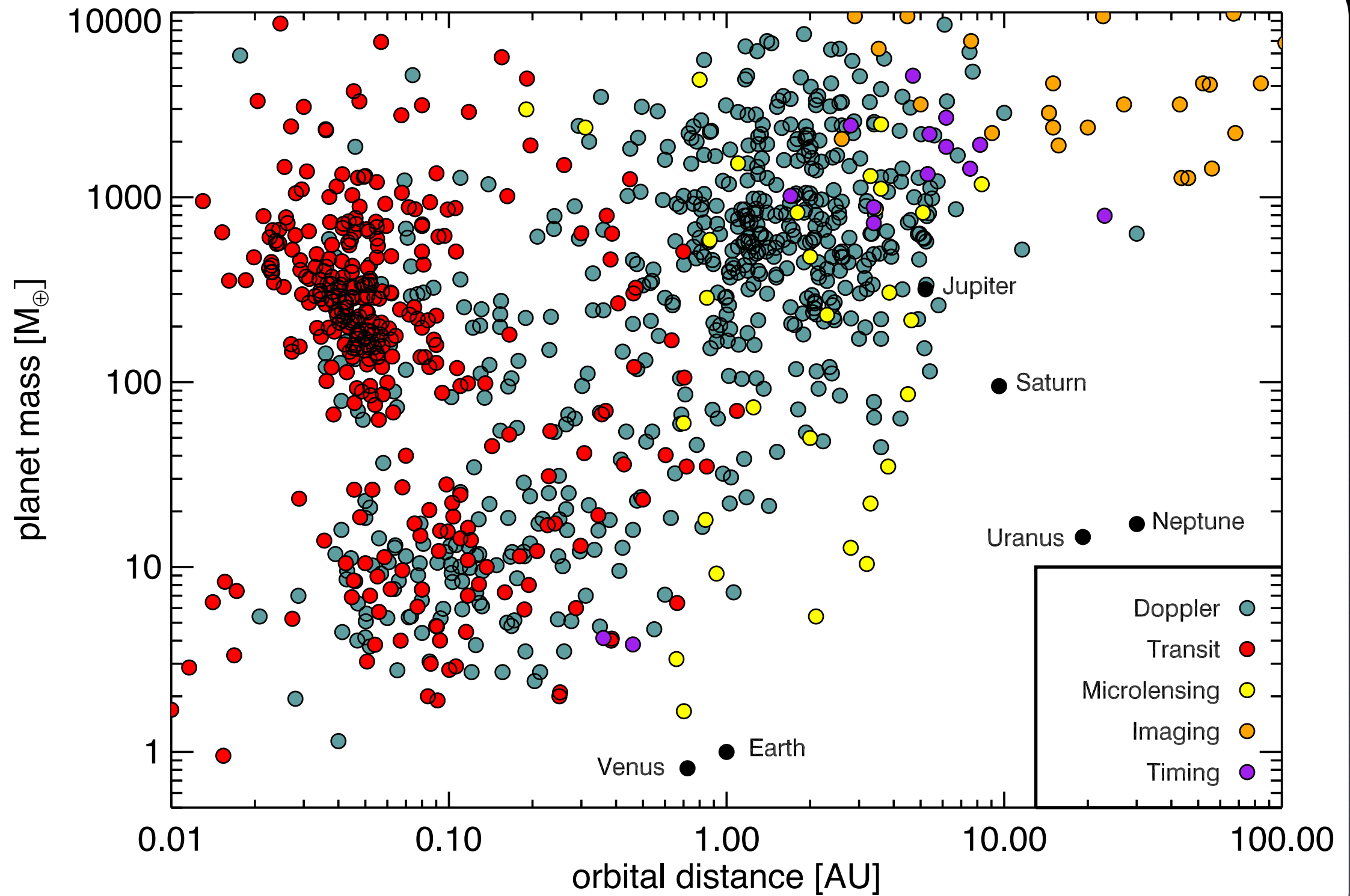
太陽系でない惑星(太陽系外惑星)は
いくつ見つかっている？



系外惑星発見の歴史



太陽系外惑星 (2014年時点)



どうやったら発見できるの？
なんで発見したと言えるの？

なぜ「第二の地球」を発見するのは難しいの？



Section 2.

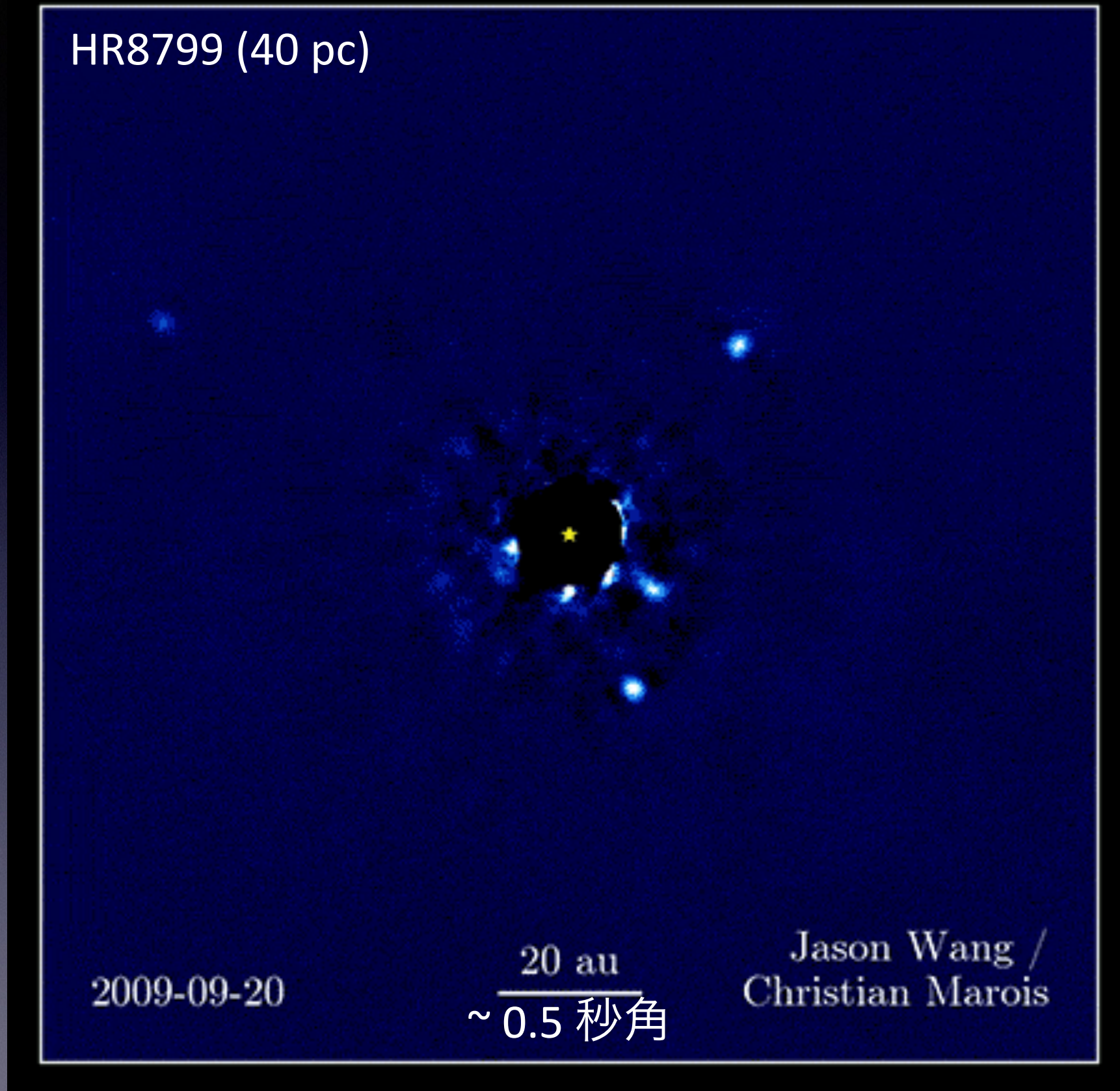
太陽系外惑星

2.1 直接撮像 (写真を撮る)

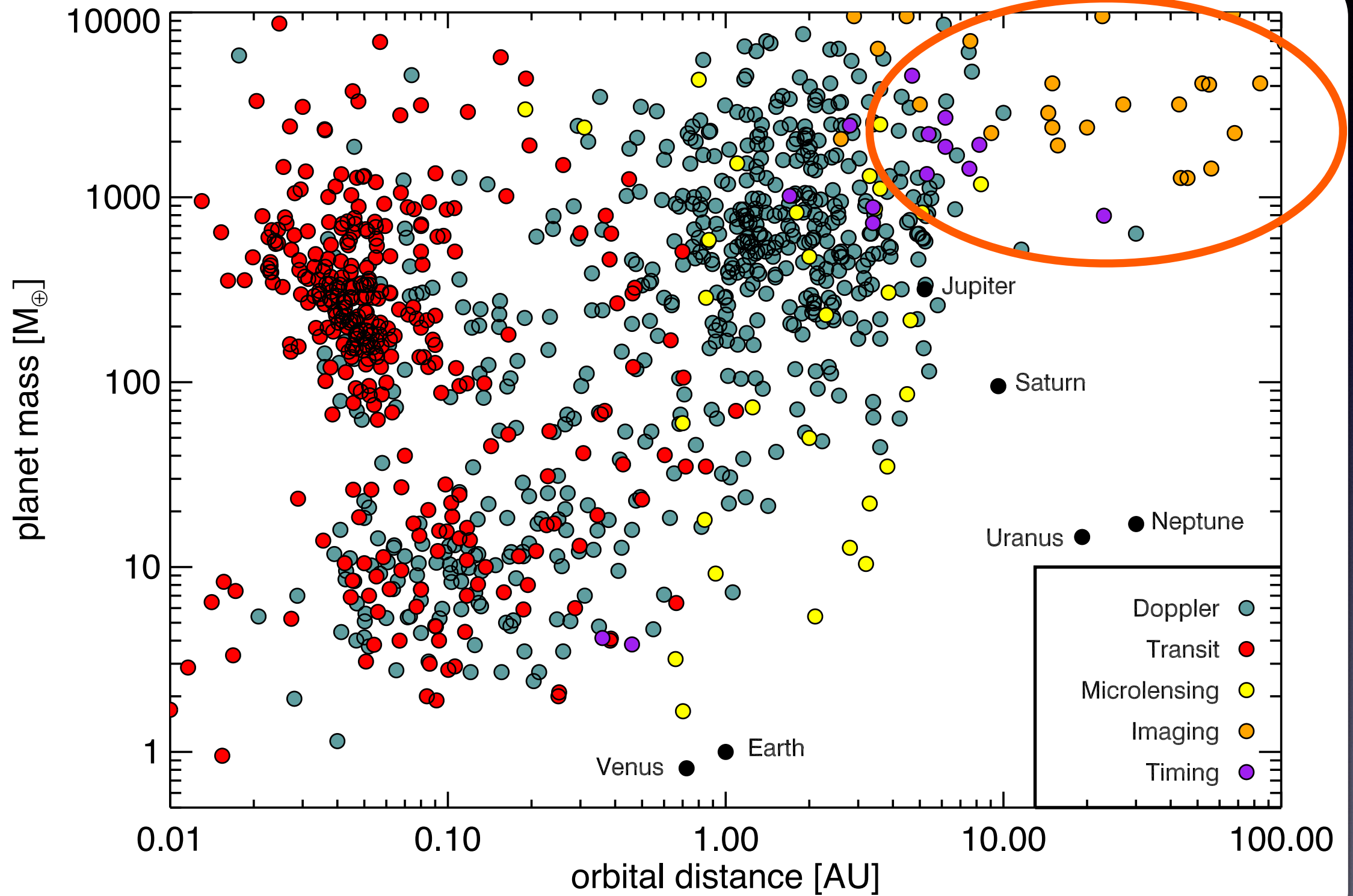
2.2 ドップラー法 (速度を使う)

2.3 トランジット法 (食を使う)

直接撮像



太陽系外惑星 (2014年時点)



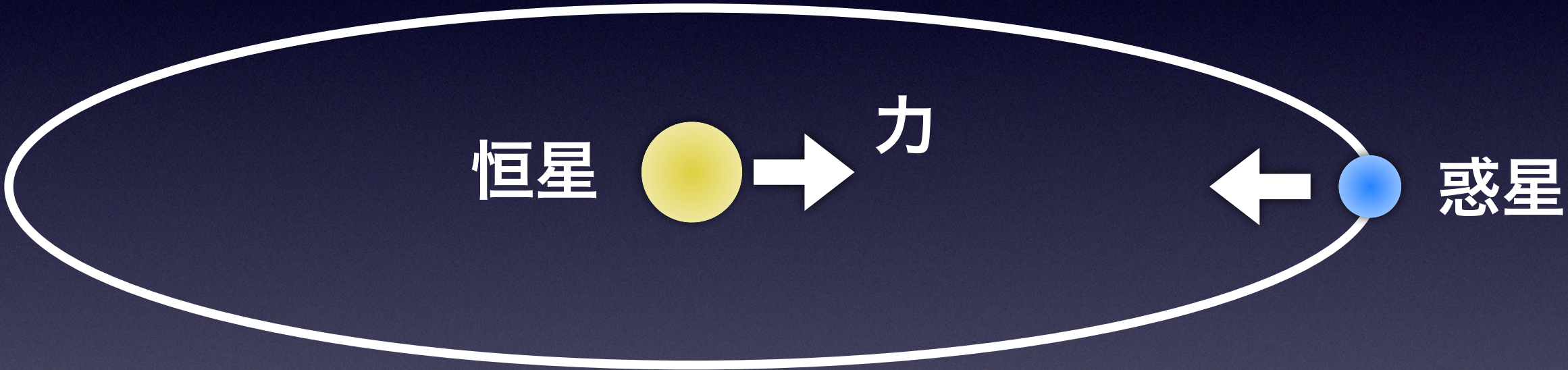
Section 2.

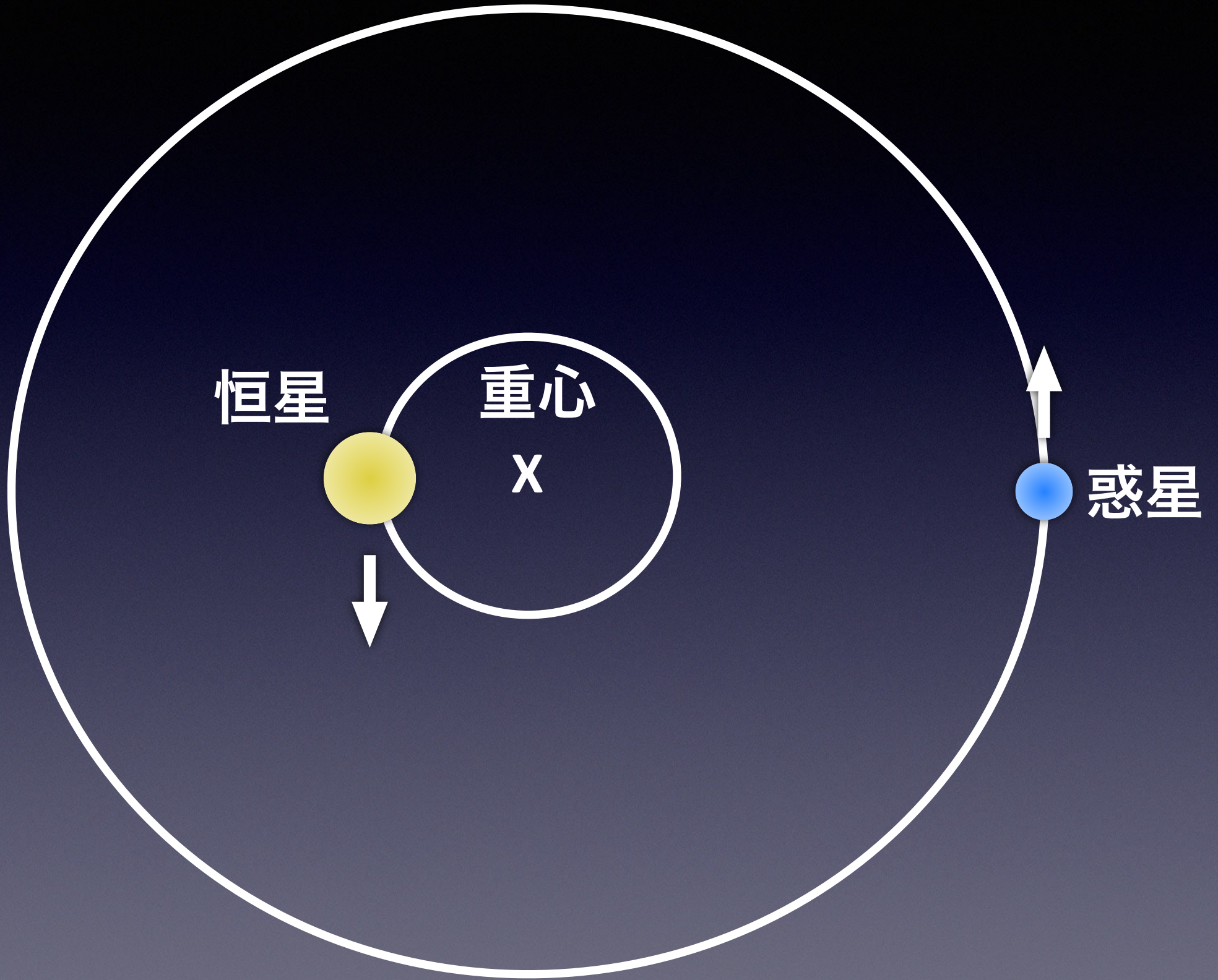
太陽系外惑星

2.1 直接撮像 (写真を撮る)

2.2 ドップラー法 (速度を使う)

2.3 トランジット法 (食を使う)





恒星

重心

X

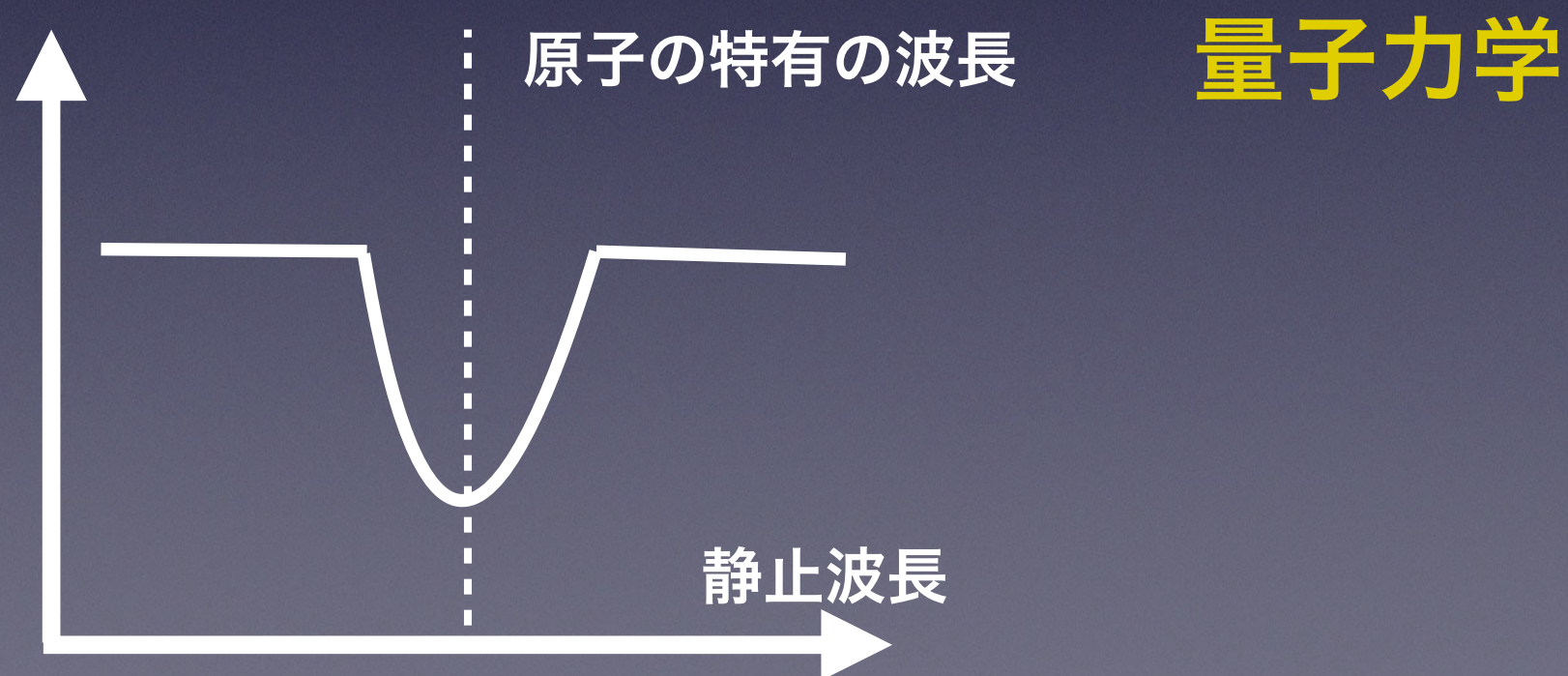
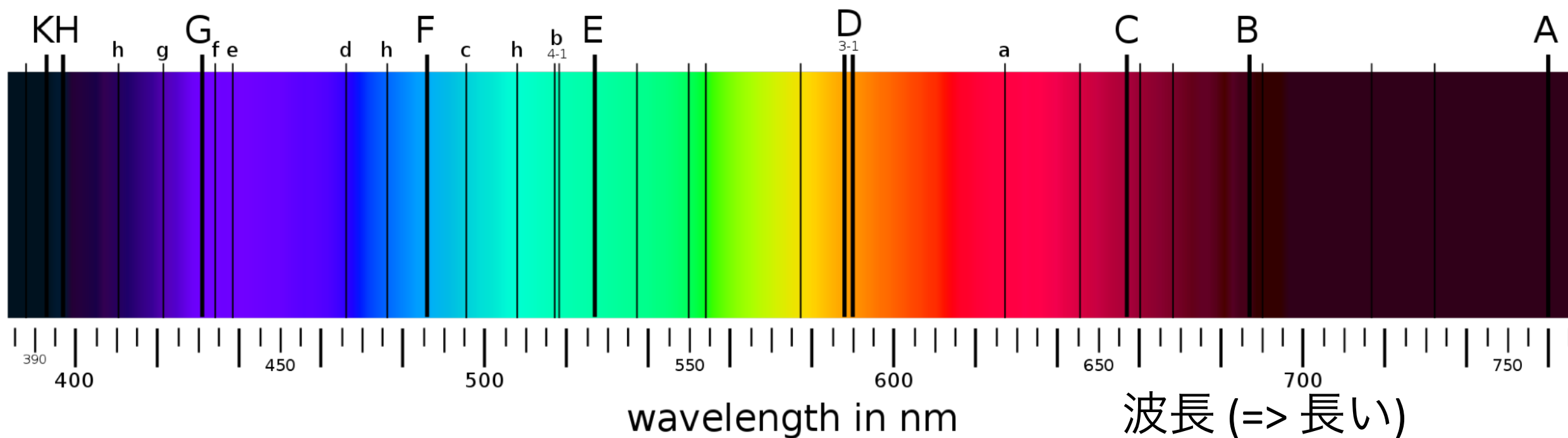
惑星



太陽はどれぐらい「振られる」の？
観測できるの？

恒星のスペクトル

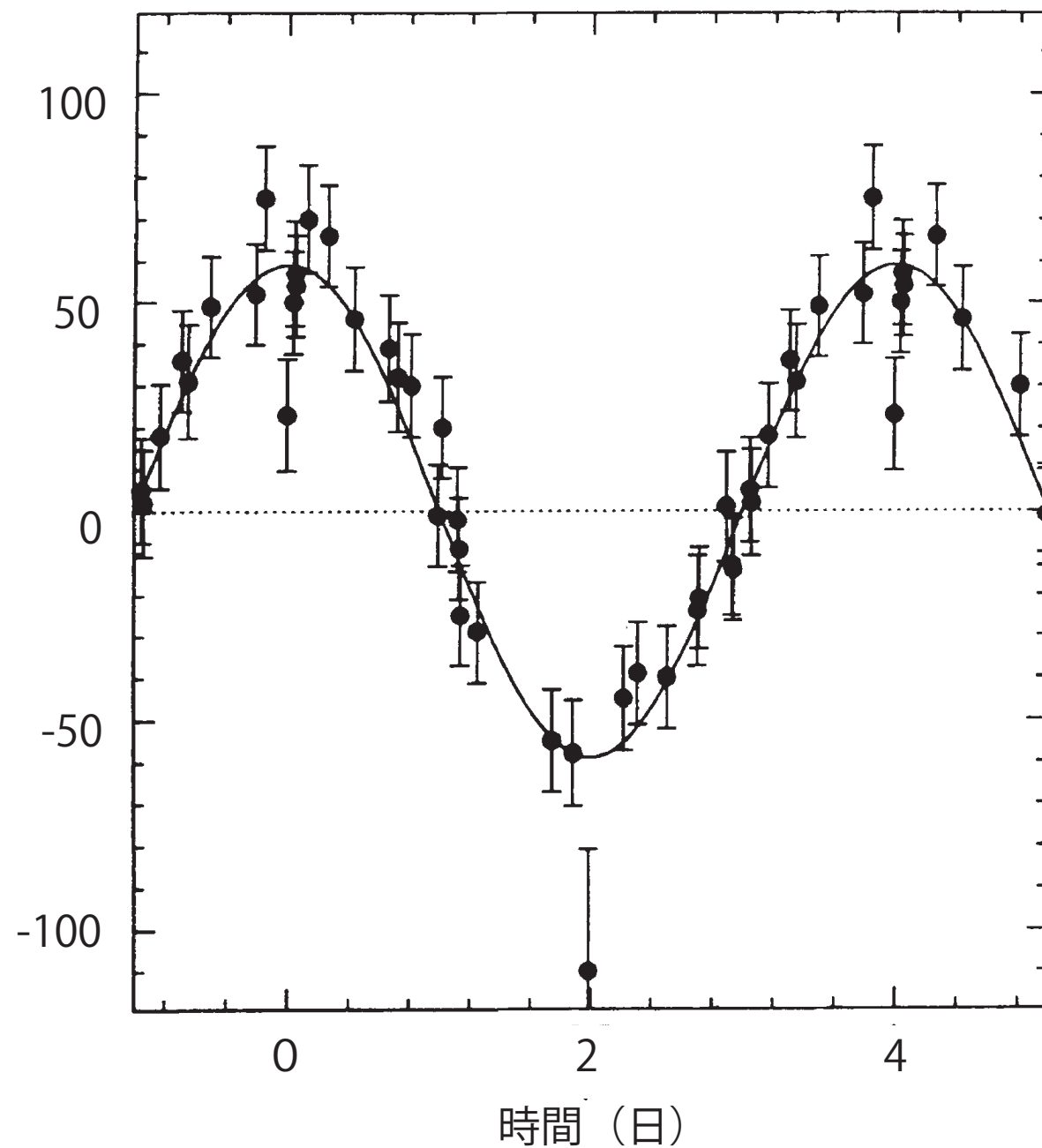
https://en.wikipedia.org/wiki/Fraunhofer_lines



ドップラー法：実際の分光データ

51 Pegasi: 初めて系外惑星が見つかった例 (1995年)

速度 (m/s)



Mayor & Queloz 1995

2019年ノーベル物理学賞

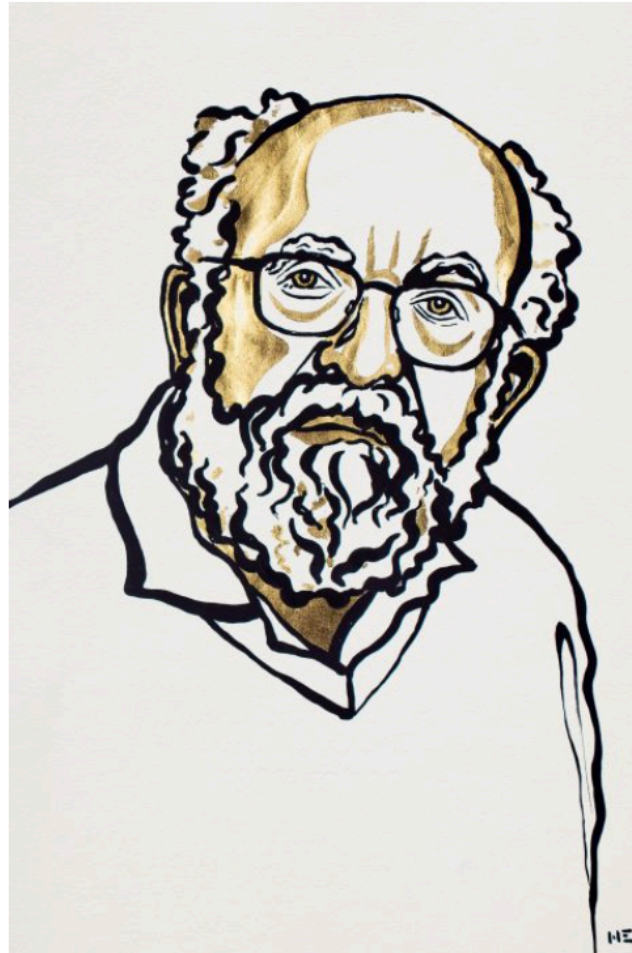
The Nobel Prize in Physics 2019



Ill. Niklas Elmehed. © Nobel Media.

James Peebles

Prize share: 1/2



Ill. Niklas Elmehed. © Nobel Media.

Michel Mayor

Prize share: 1/4

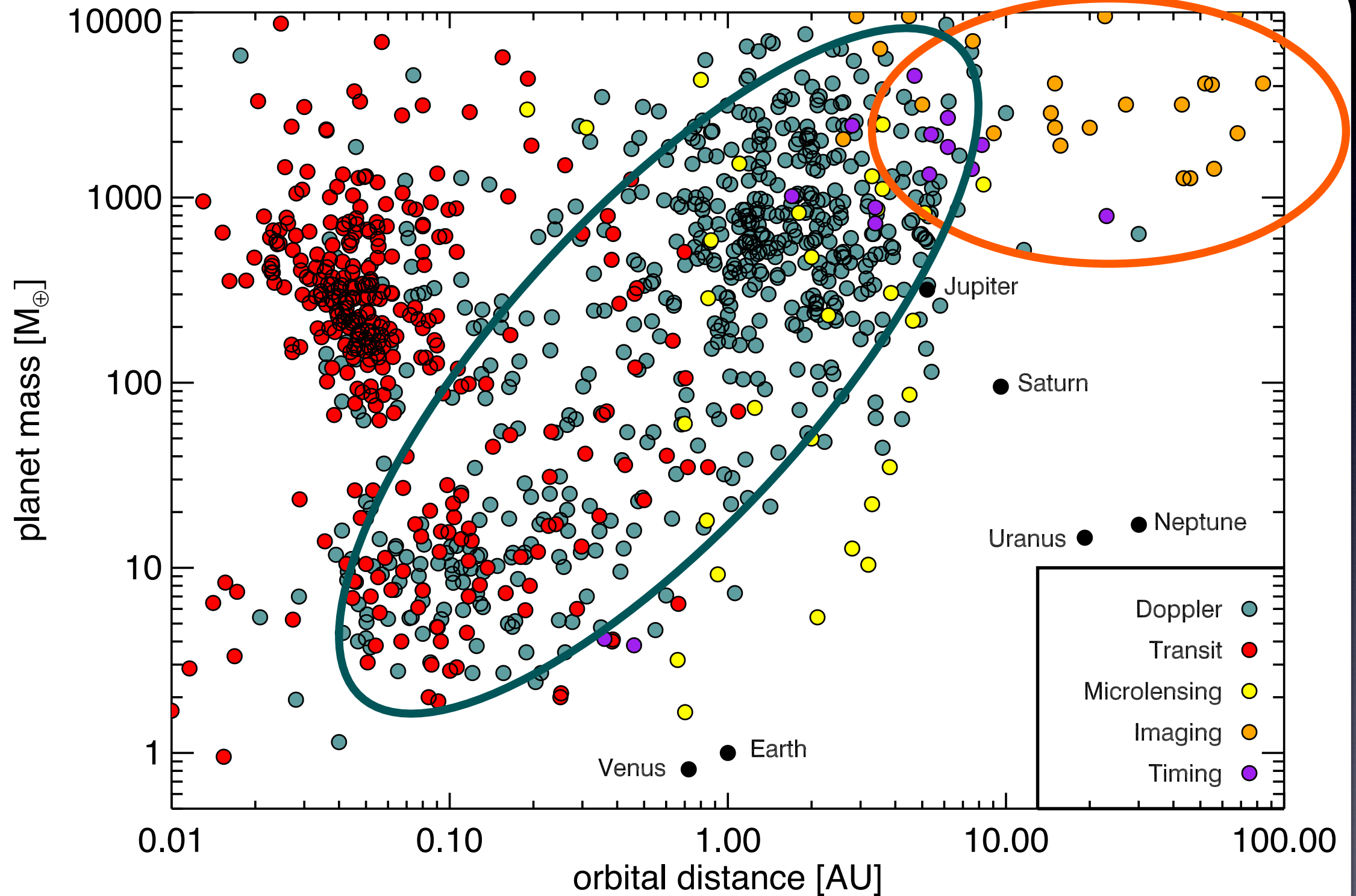


Ill. Niklas Elmehed. © Nobel Media.

Didier Queloz

Prize share: 1/4

太陽系外惑星 (2014年時点)



Section 2.

太陽系外惑星

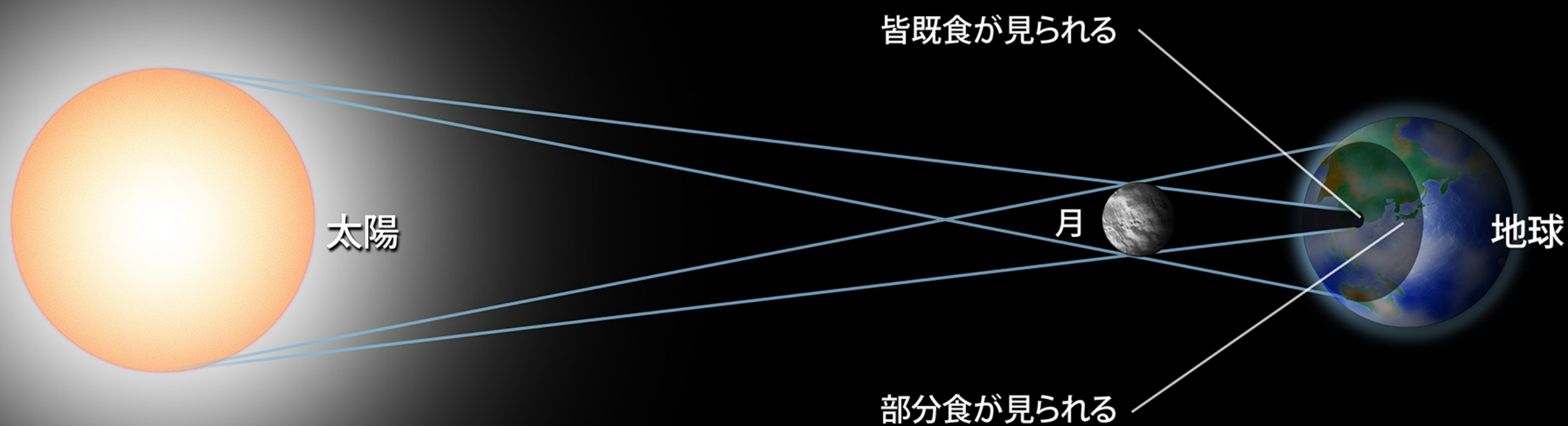
2.1 直接撮像 (写真を撮る)

2.2 ドップラー法 (速度を使う)

2.3 トランジット法 (食を使う)

日食（地球から見て、月が太陽を隠す）

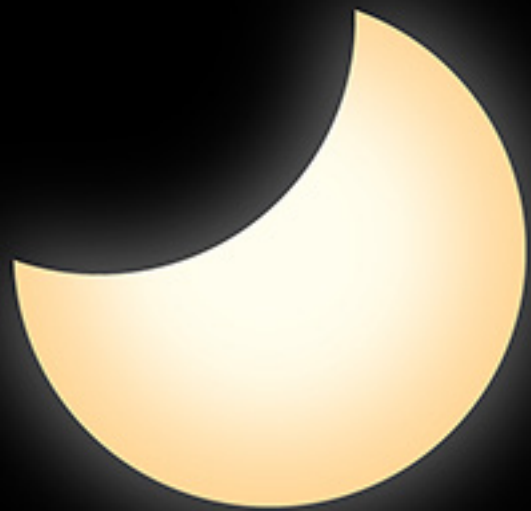
※太陽、月、地球の大きさそれぞれの距離の縮尺は、実際とは異なります。



国立天文台 天文情報センター

<https://www.nao.ac.jp/astro/basic/solar-eclipse.html>

部分食



皆既食



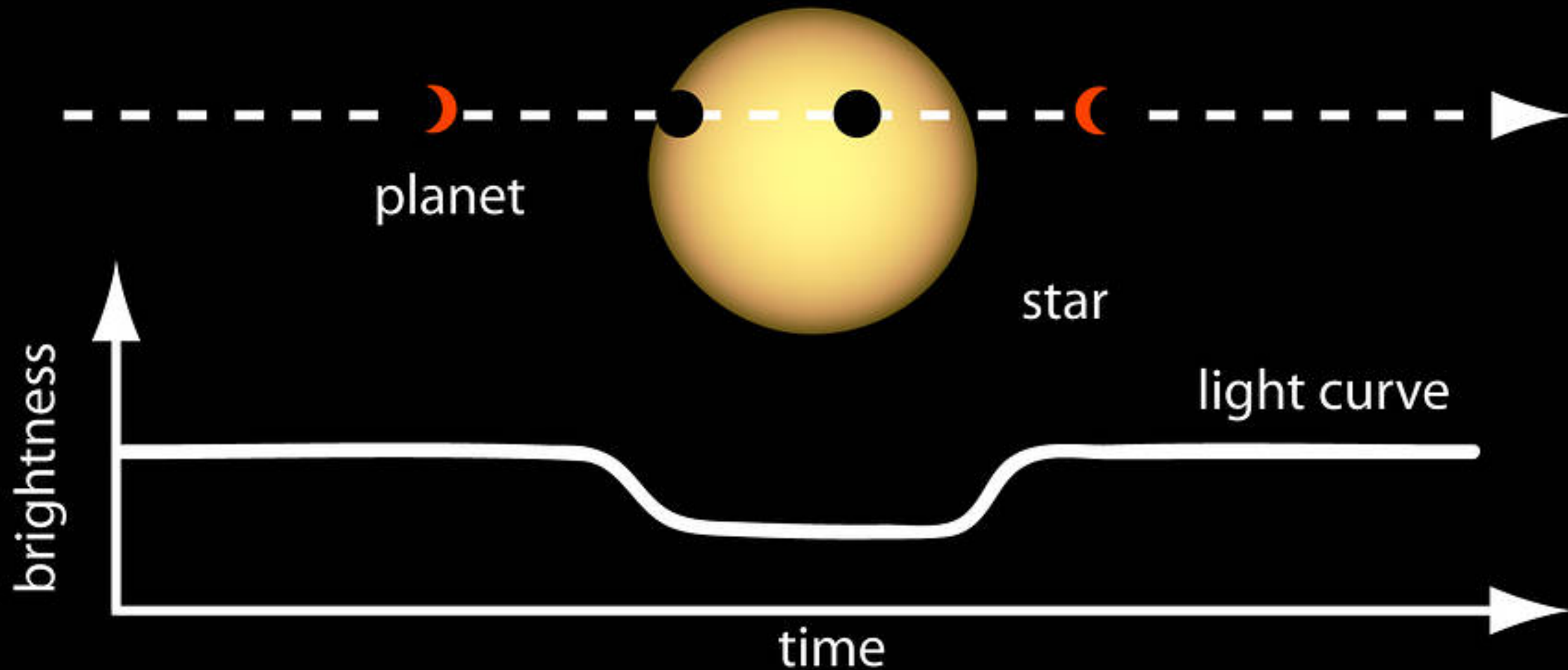
金環食



国立天文台 天文情報センター

<https://www.nao.ac.jp/astro/basic/solar-eclipse.html>

地球から見て、系外惑星が恒星を隠す



https://www.nasa.gov/mission_pages/kepler/multimedia/images/transit-light-curve.html

明るさ f の主星が Δf だけ暗くなる

$$\frac{\Delta f}{f} = \left(\frac{R_{\text{planet}}}{R_{\text{star}}} \right)^2$$

NASA ケプラー衛星

https://www.nasa.gov/mission_pages/kepler/main/index.html



Topics

Missions

Galleries

NASA TV

Follow NASA

Downloads

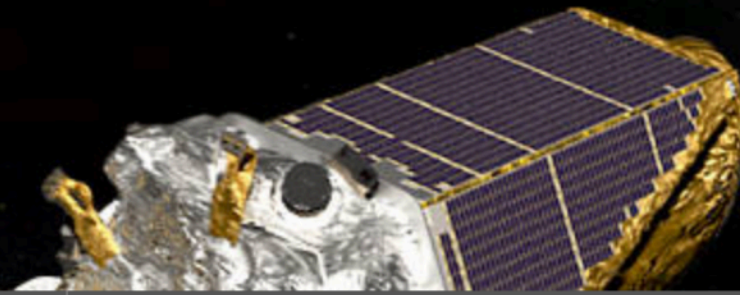
About

NASA Audiences

Search



Kepler and K2



Kepler and K2

Overview

Images

Videos

Media Resources

Follow



YouTube: Kepler and K2 Missions

Learn More

Discoveries

Education



Kepler Legacy Press Kit

Oct. 30, 2018:

After nine years collecting data that revealed our night sky to be filled with more planets even than stars, NASA is ending the Kepler space telescope's science operations.

[More information](#)

Tweets by @NASAKepl

NASA Kepler and K2 Retweeted

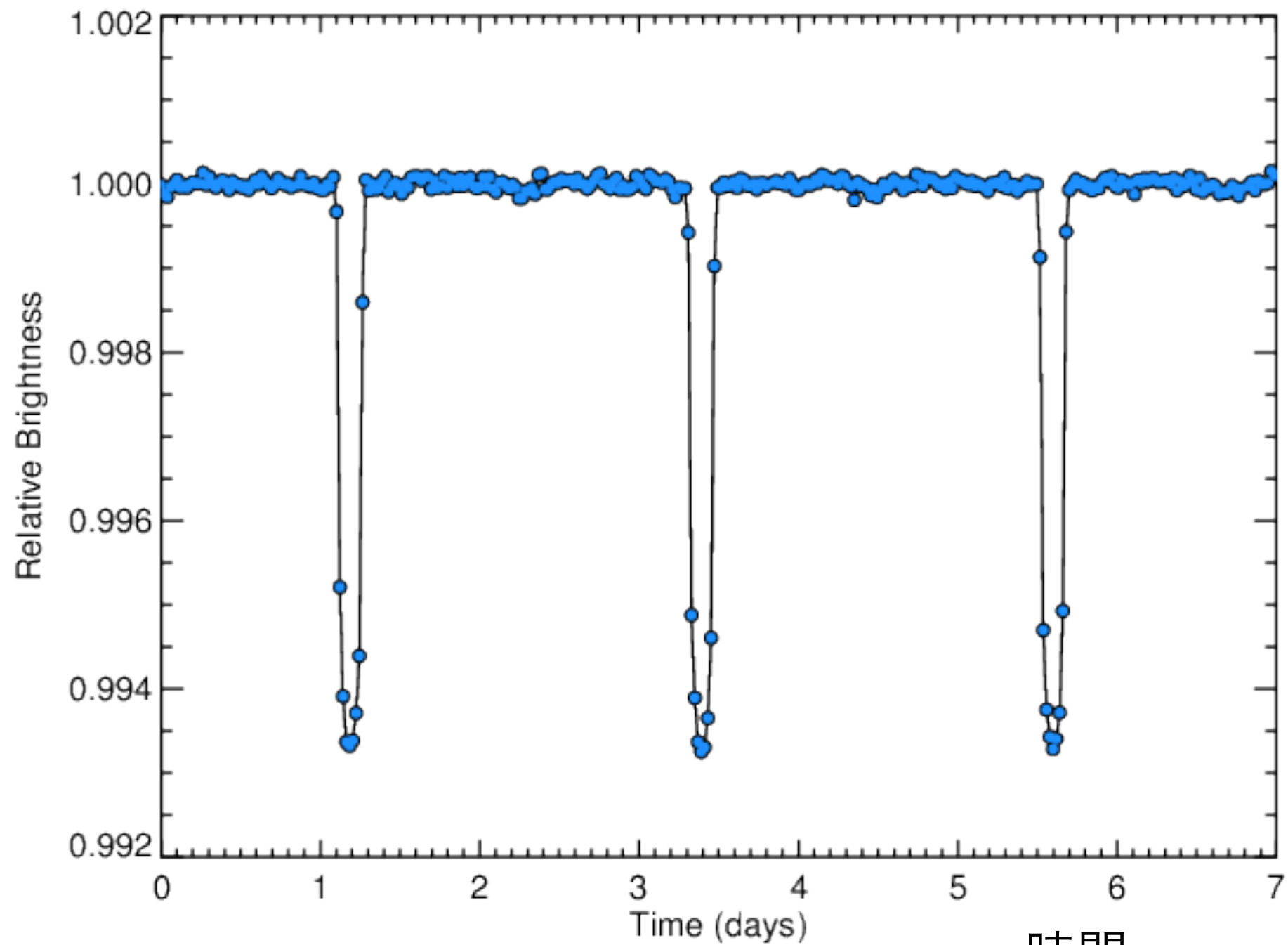


A planetary first! Researchers detected signs of water vapor in the atmosphere of a faraway planet in the "habitable zone," where liquid water could potentially pool.

[Embed](#)

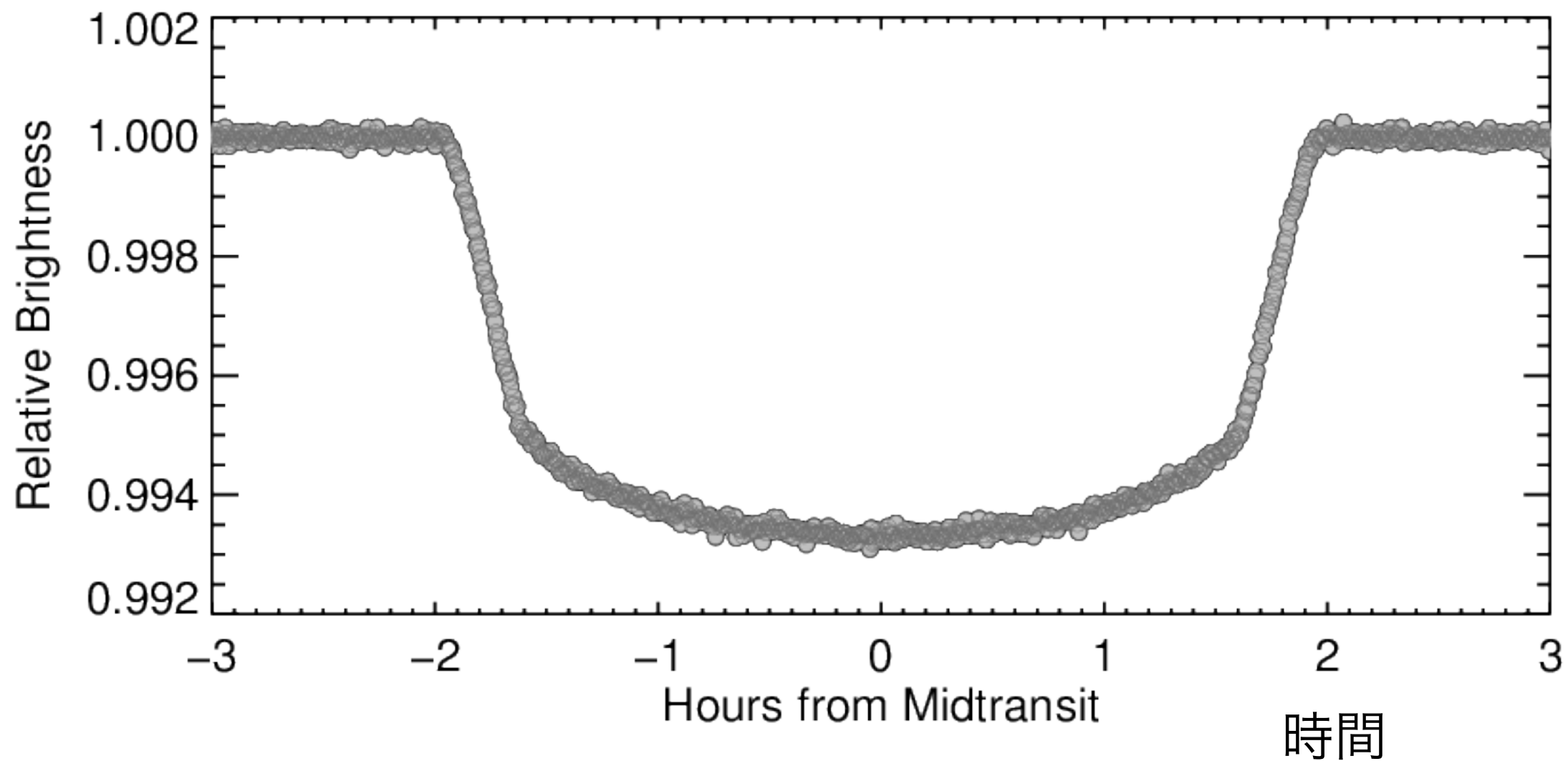
[View on Twitter](#)

トランジット法：実際の観測データ

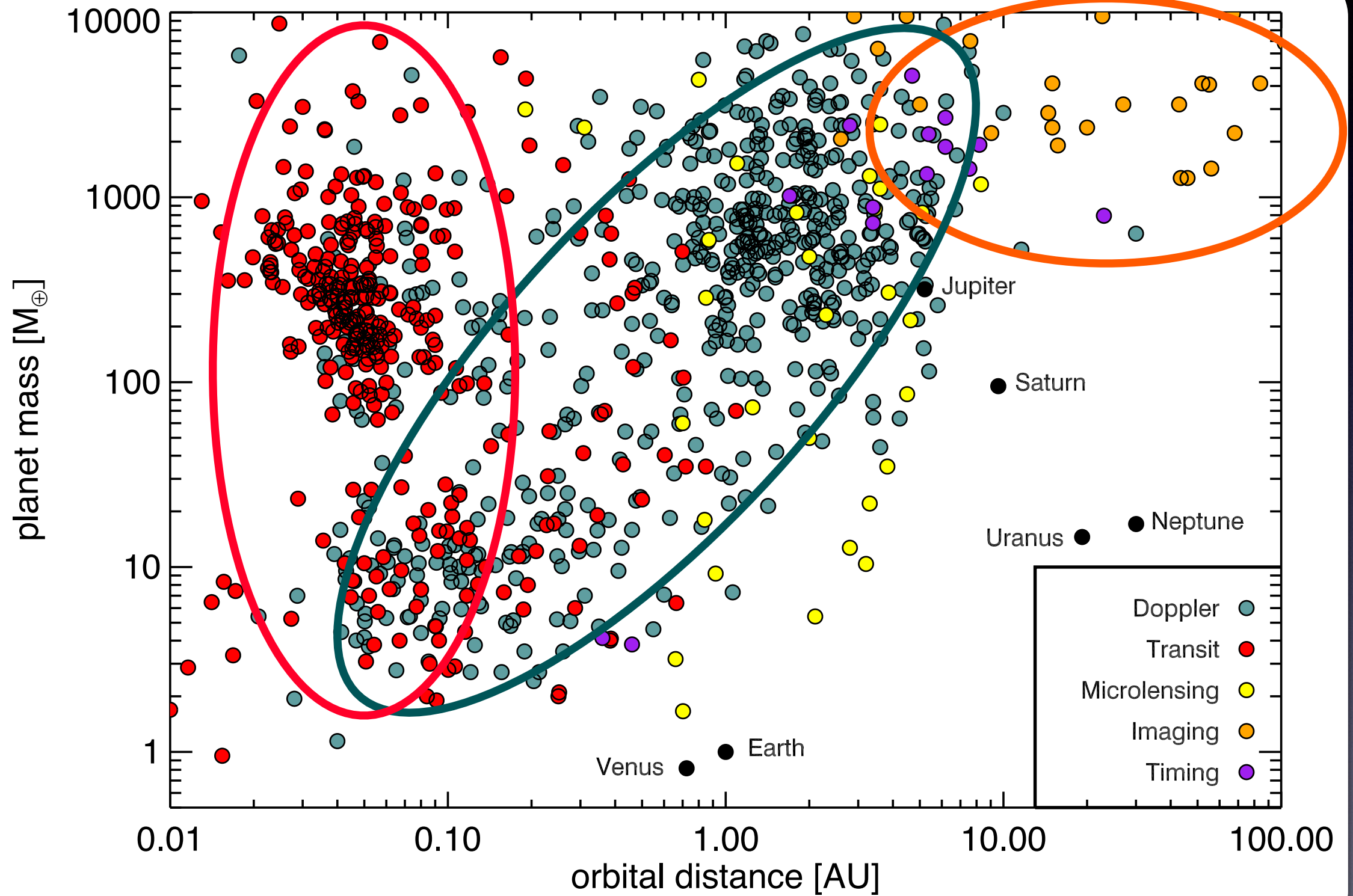


時間

トランジット法：実際の観測データ



太陽系外惑星 (2014年時点)



脱線：最新の研究

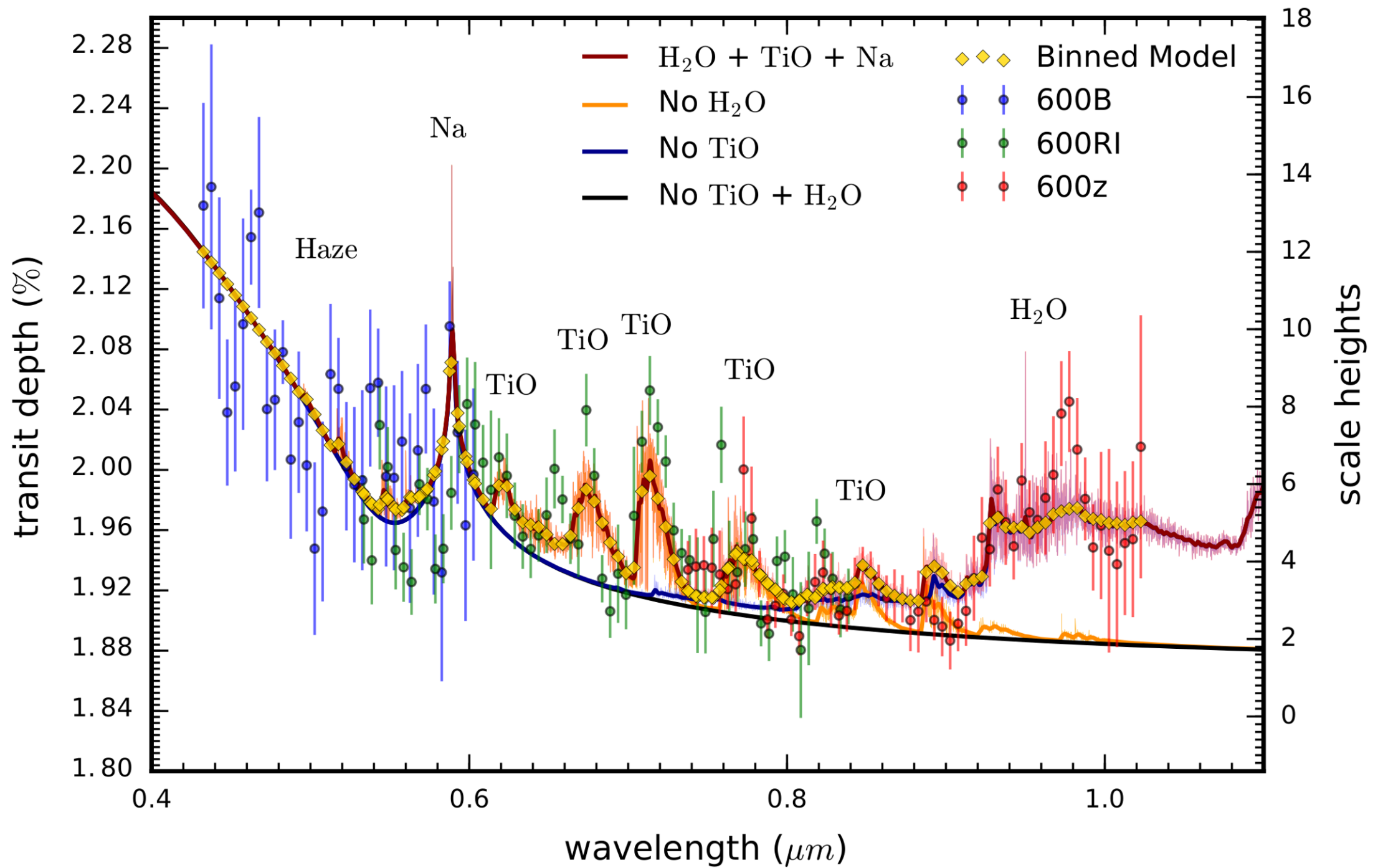
系外惑星の大気を調べる



恒星からの光が惑星の大気を通ってくる

透過光の分光

より強く吸収



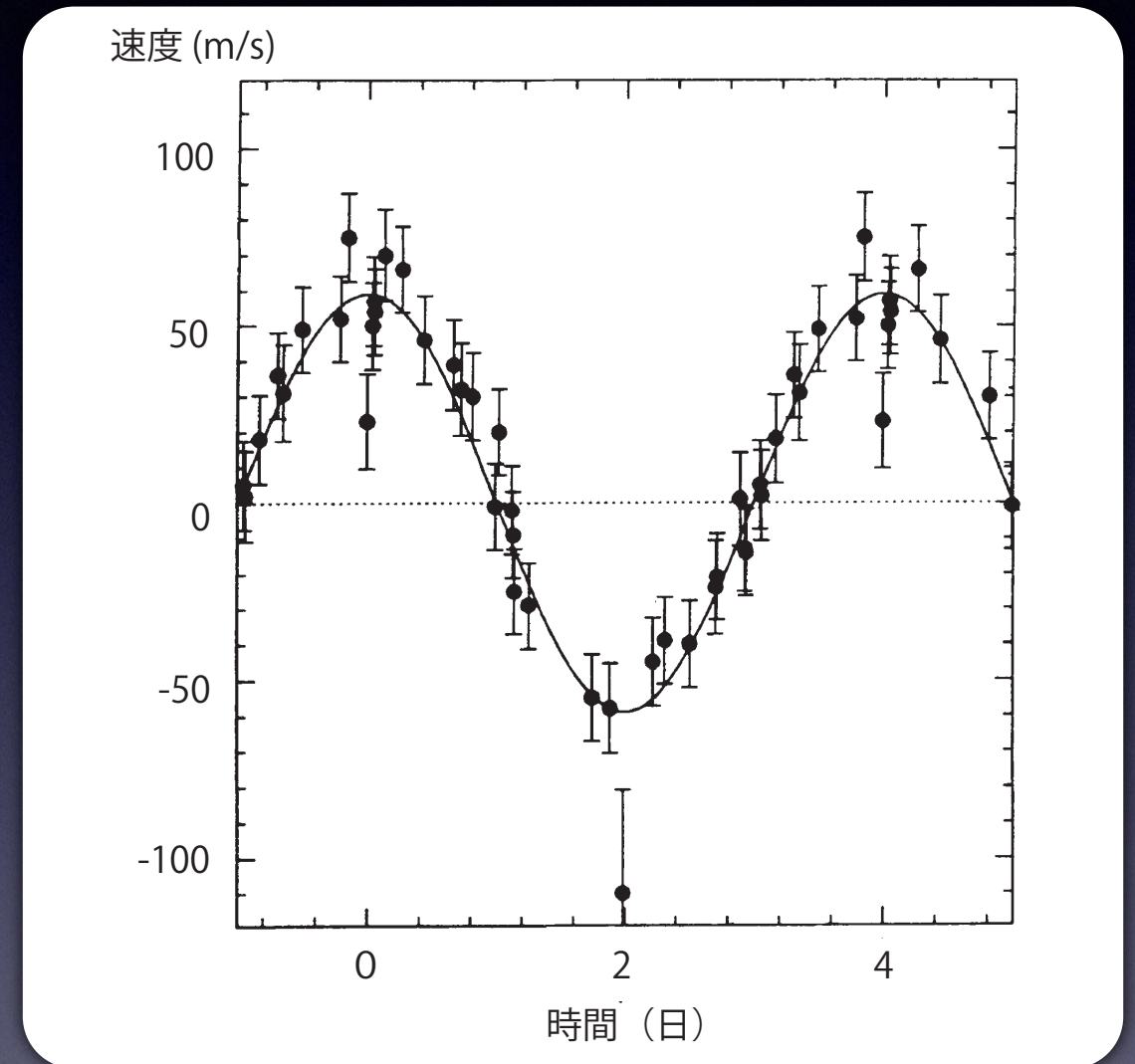
まとめ

- 太陽系の外の惑星は近年大量に見つかっている
- 観測の手法
 - 原理は理解できる（幾何学、力学）
 - それぞれの方法で強みが異なる
- 最近の研究
 - 地球に近い天体も見つかってきている
 - 太陽系外惑星の大気を調べる研究もできるように

発展課題

質量 $1M_{\text{sun}}$ 、半径 $1R_{\text{sun}}$ の恒星の周りを、惑星が円軌道で運動している。
惑星の質量は恒星よりも十分軽いとする。

- (1) この系を公転軌道面から観測したとき
右のような観測データが得られた。
惑星の質量を求めよ(単位：太陽質量)。
- (2) この系を公転軌道面から観測したとき
恒星の明るさが1%だけ減少した。
惑星の半径を求めよ(単位：太陽半径)。
- (3) この惑星は地球のような岩石惑星か、
木星のようなガス惑星か、理由を添えて答えよ



Mayor & Queloz 1995