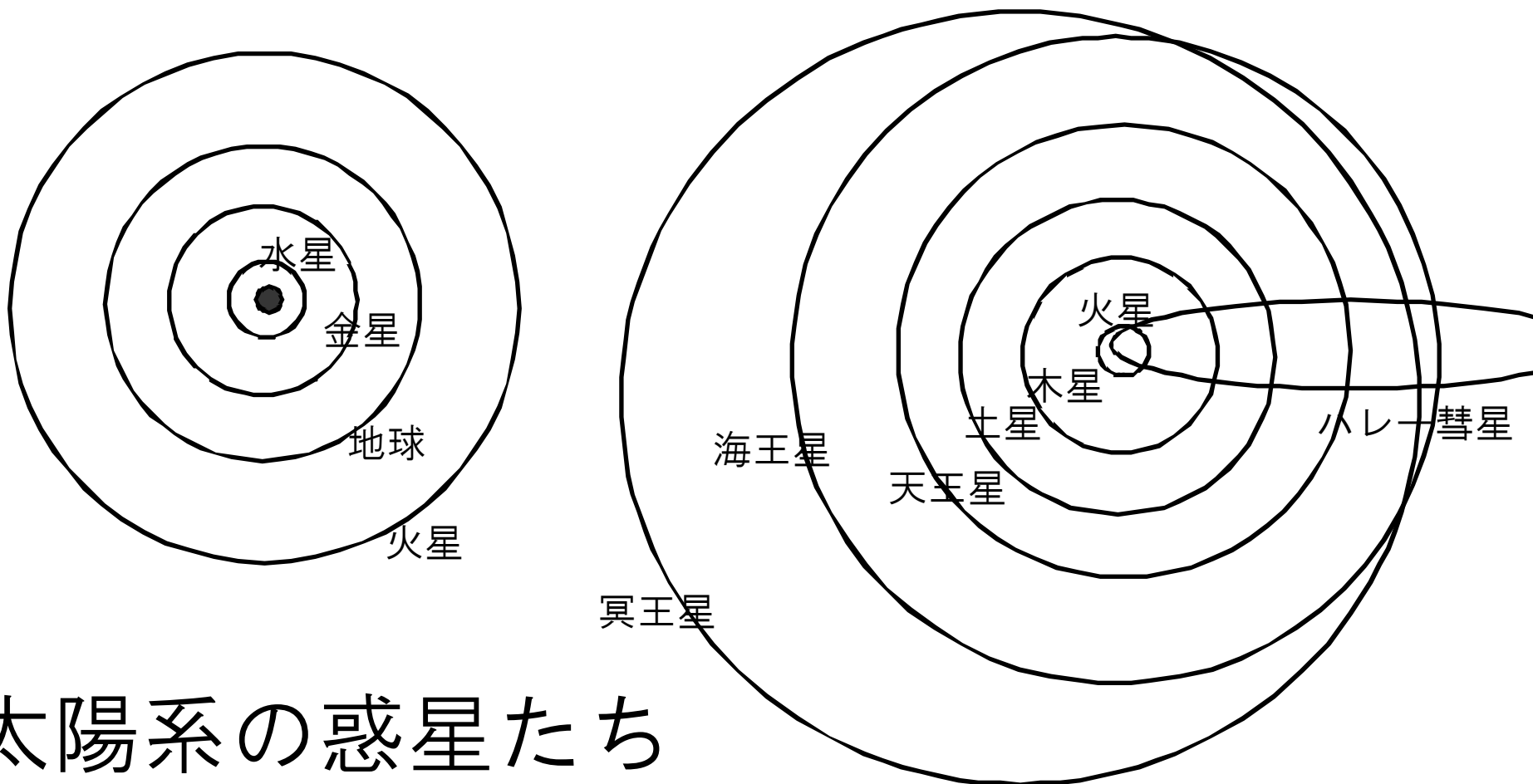
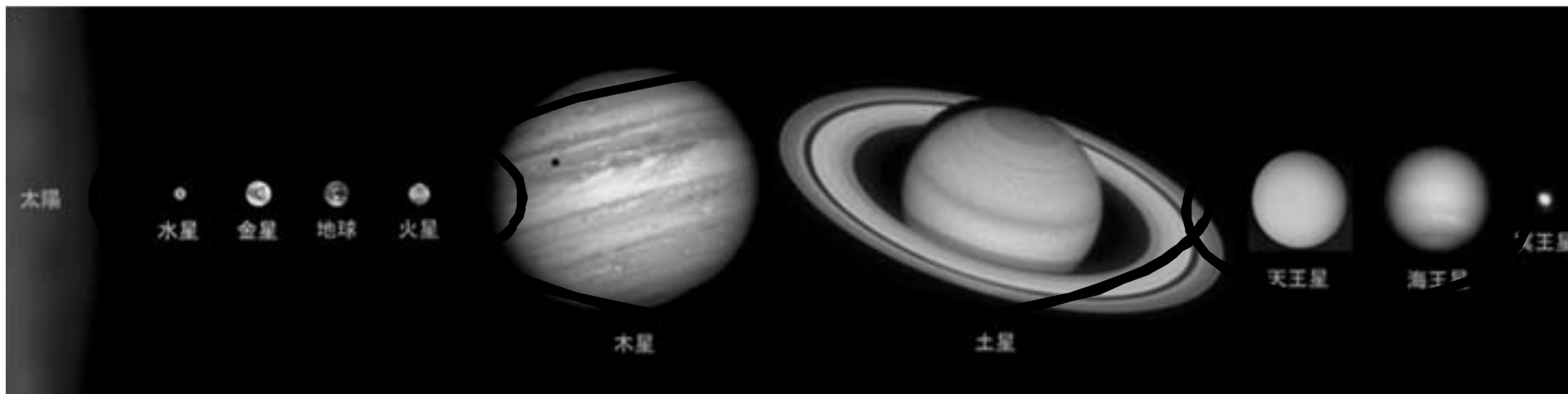


太陽系外惑星

さまざまな惑星系、生存可能惑星



太陽系の惑星たち

ここに写っているのは、すべて恒星です



ここに写っているほとんどが、銀河です



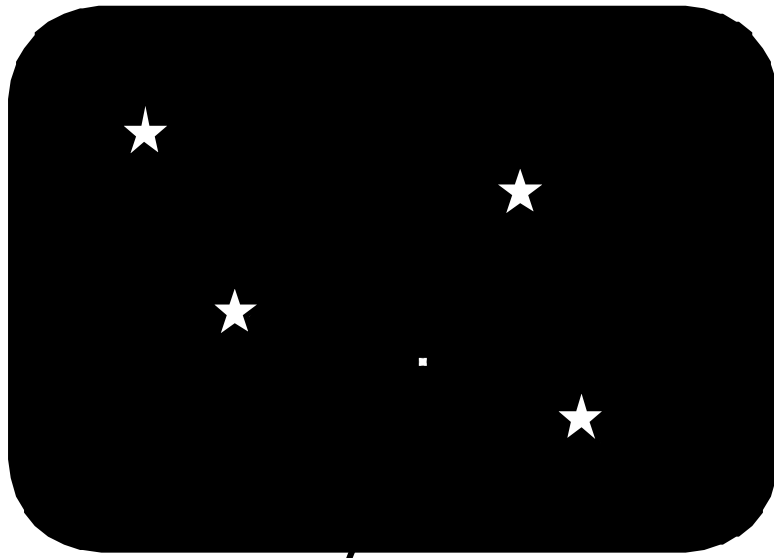
惑星とは

- 恒星
 - 自分自身で光っている星
→ 明るい
 - 太陽
- 惑星
 - 自分では光らない → 暗い
 - 恒星の周りの回っている
 - 地球、木星など

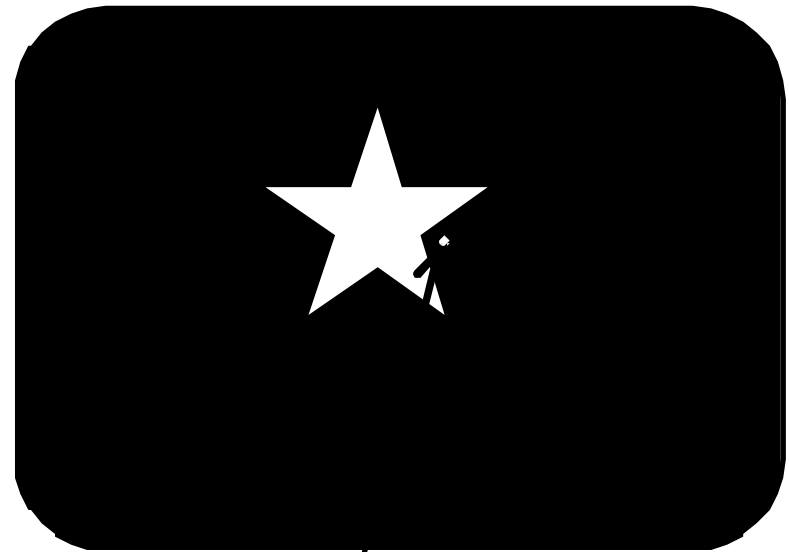


なかなか見えない太陽系外惑星

- 惑星は自分では光りません
 - とても暗い
 - 木星は、太陽の1億分の1の明るさ
- しかも、明るい恒星のすぐそばにあります



惑星はただでさえ暗い

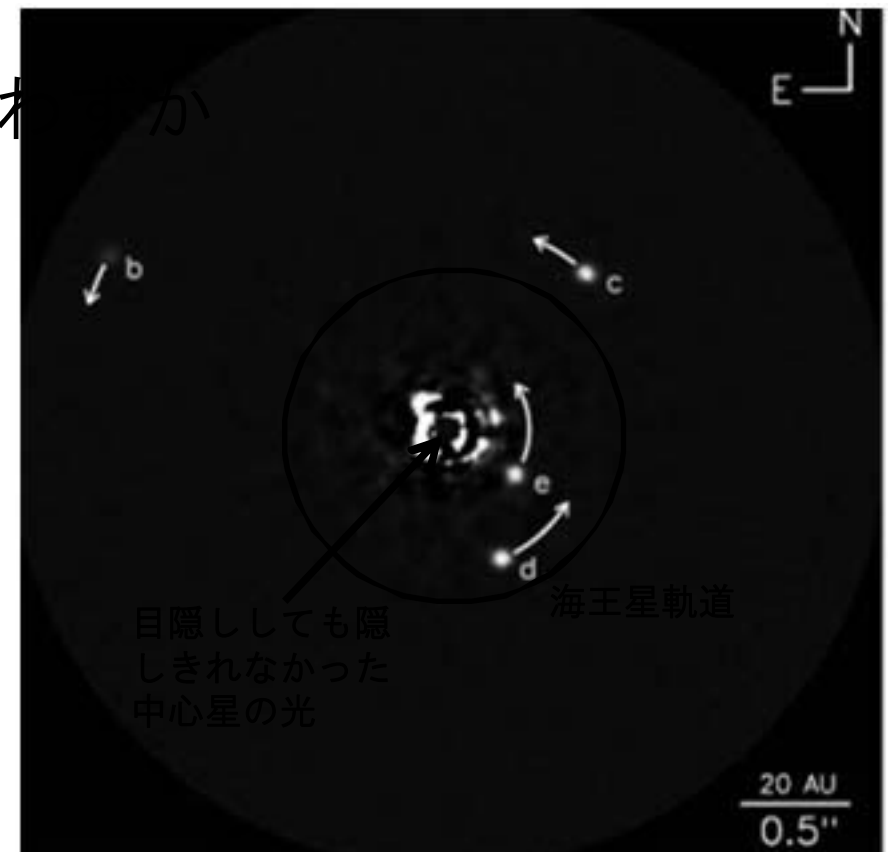


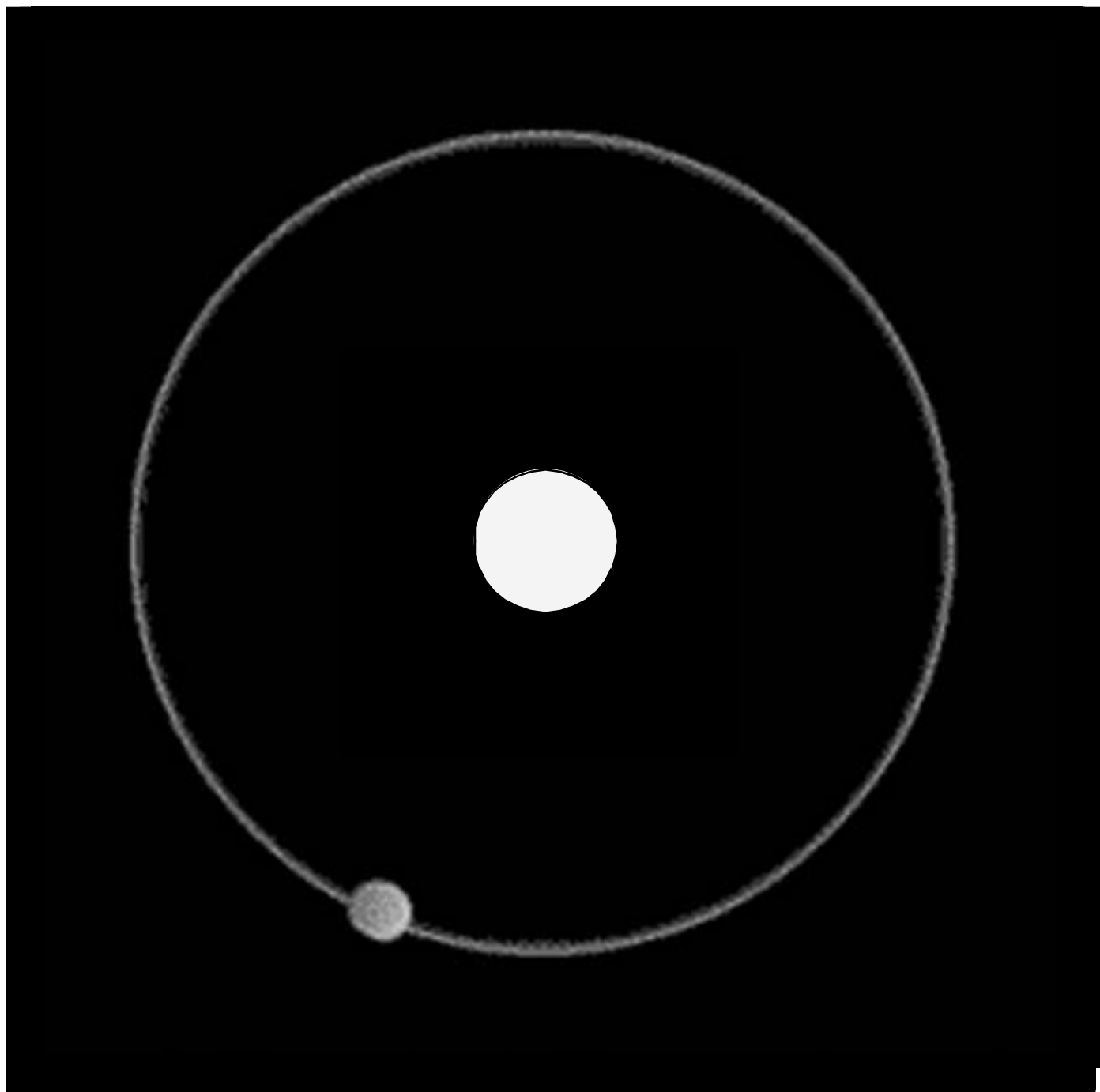
となりの星がまぶしくて、見えない
よ . . .

惑星の写真

- 惑星はとても暗い
 - 木星は、太陽の1億分の1の明るさ
- 明るい恒星のすぐそばにある
- 写真に撮られた惑星はごく稀だが

HR8799: 中心にある星の光は目隠ししている
b: 木星の7倍の重さの惑星
c-e: 木星の10倍の重さの惑星Wikipedia





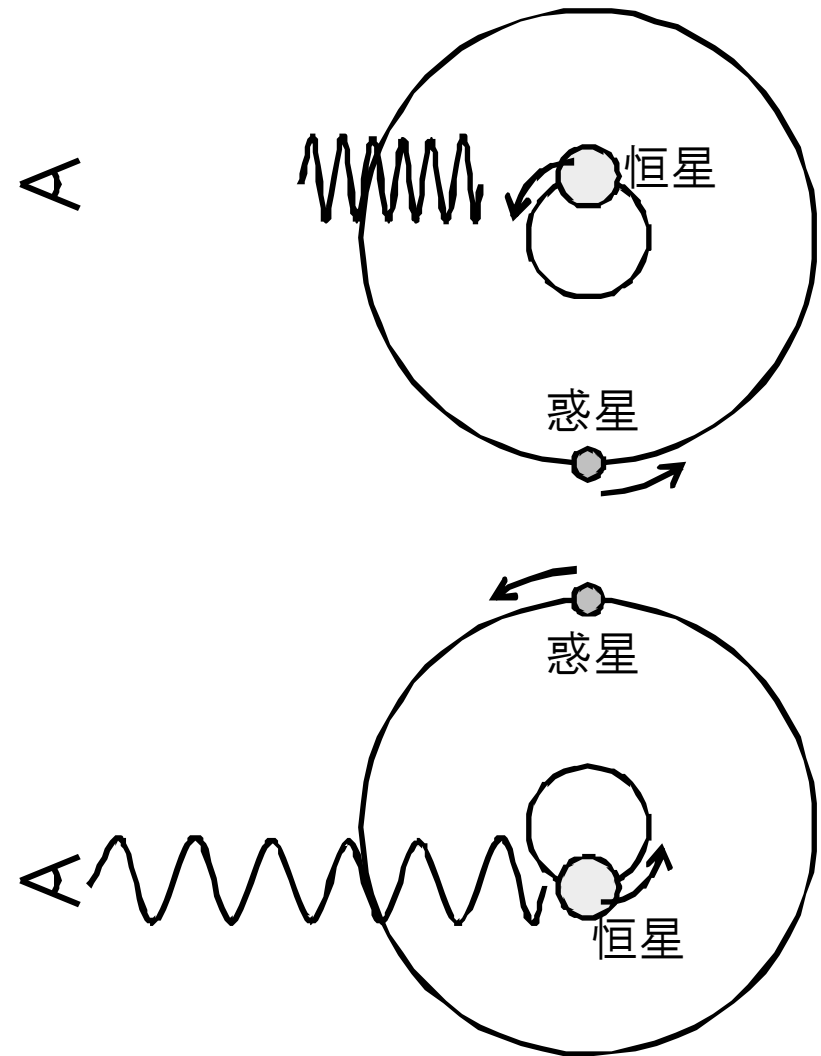
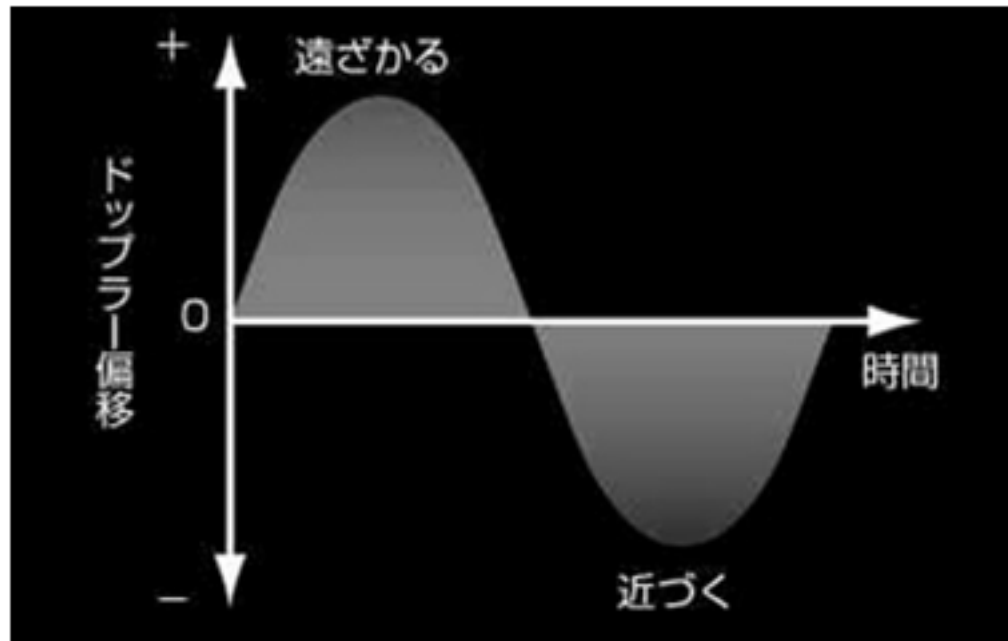
惑星による重力の引っかかり



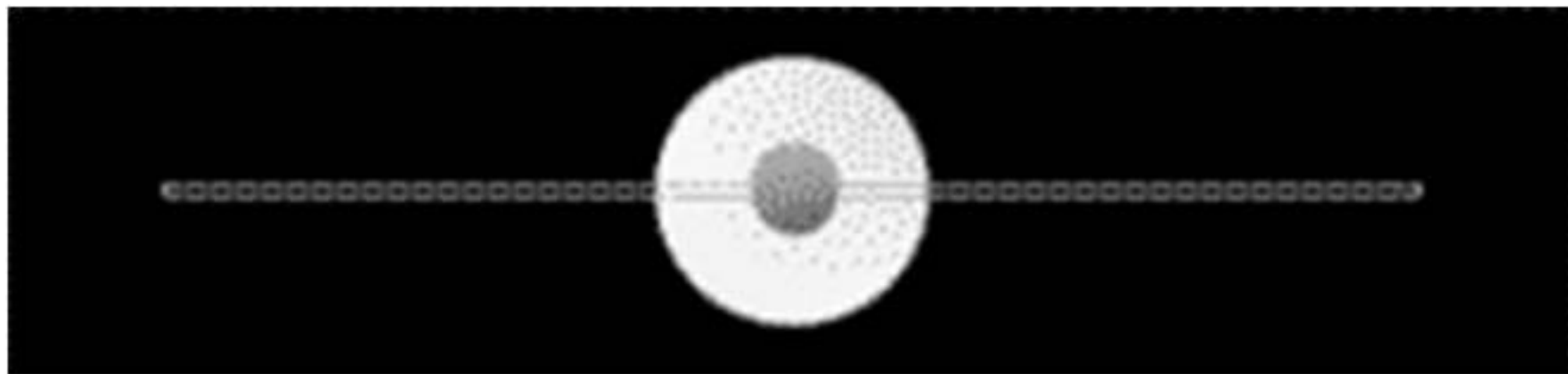
星の位置が動く様子（誇張して書いてあります）

恒星のふらつきを見つける方法

- 星が遠ざかると、光は赤に
- 近づくと、光は青に



惑星の軌道を真横から見ているとき



星の吸収線が青くなったり赤くなったりする



マイヨール

ケロズ



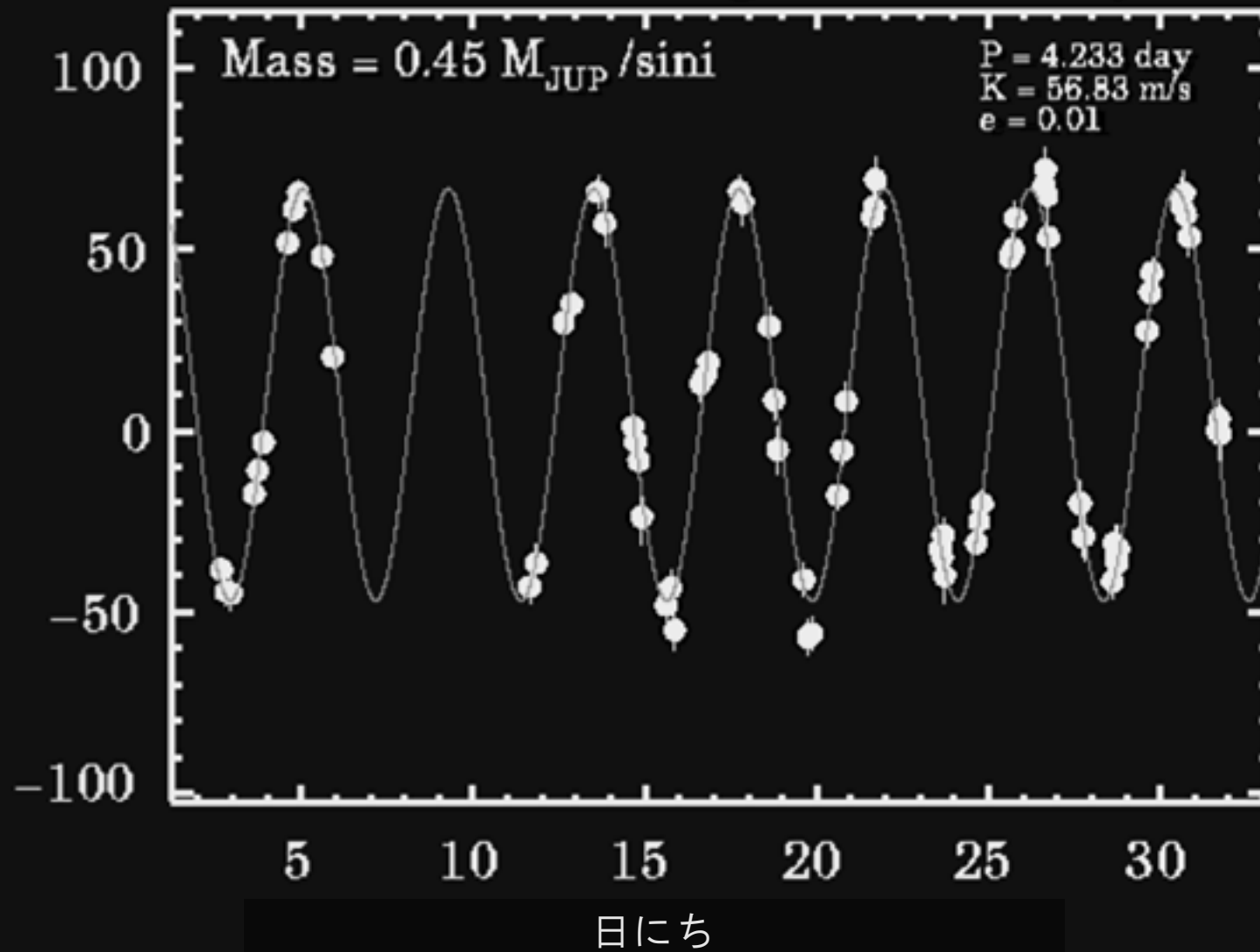
ホーテ・プロバンス天文台
1.9m望遠鏡（フランス）

惑星の第一発見者たち

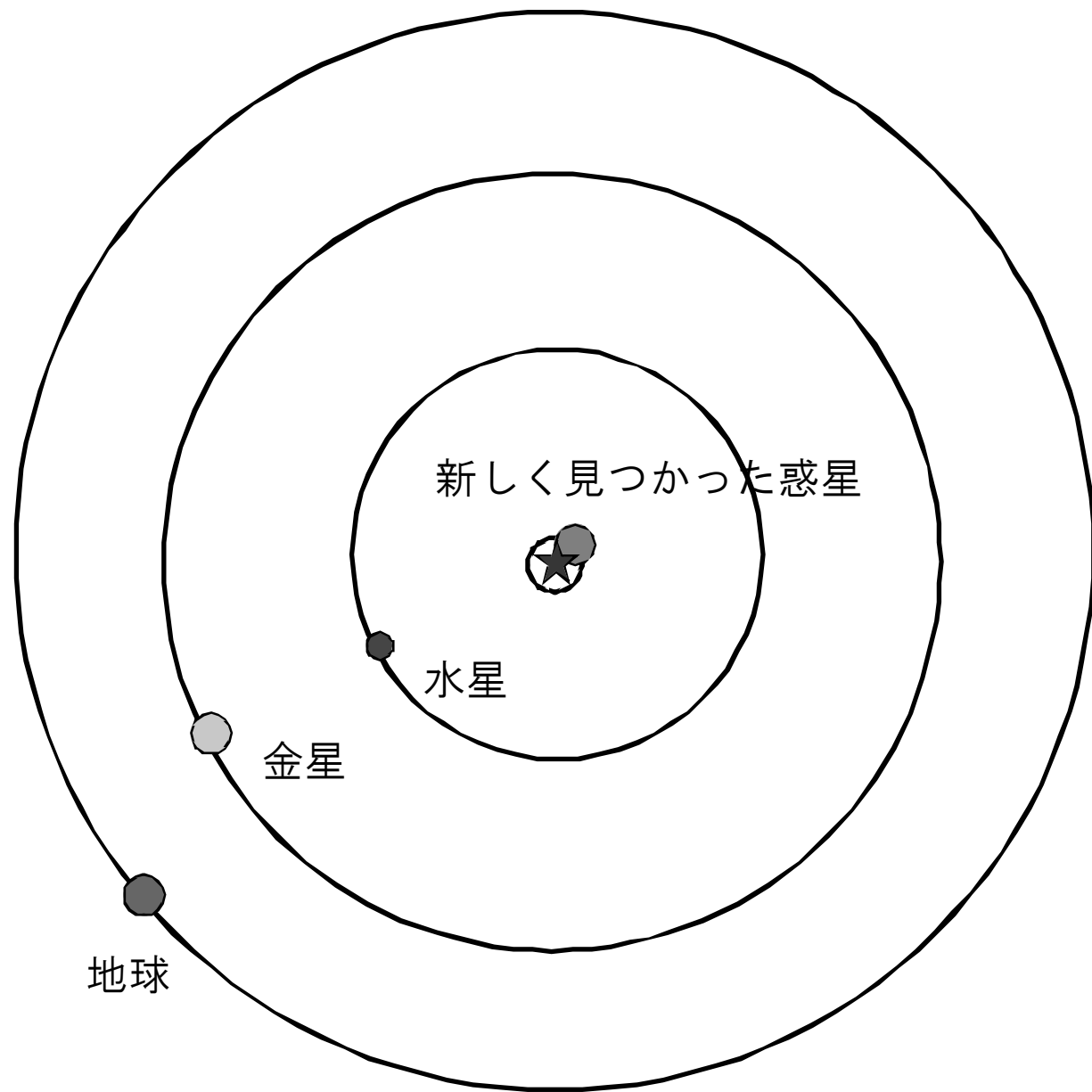
ペガサス座51番星の運動

Marcy & Butler

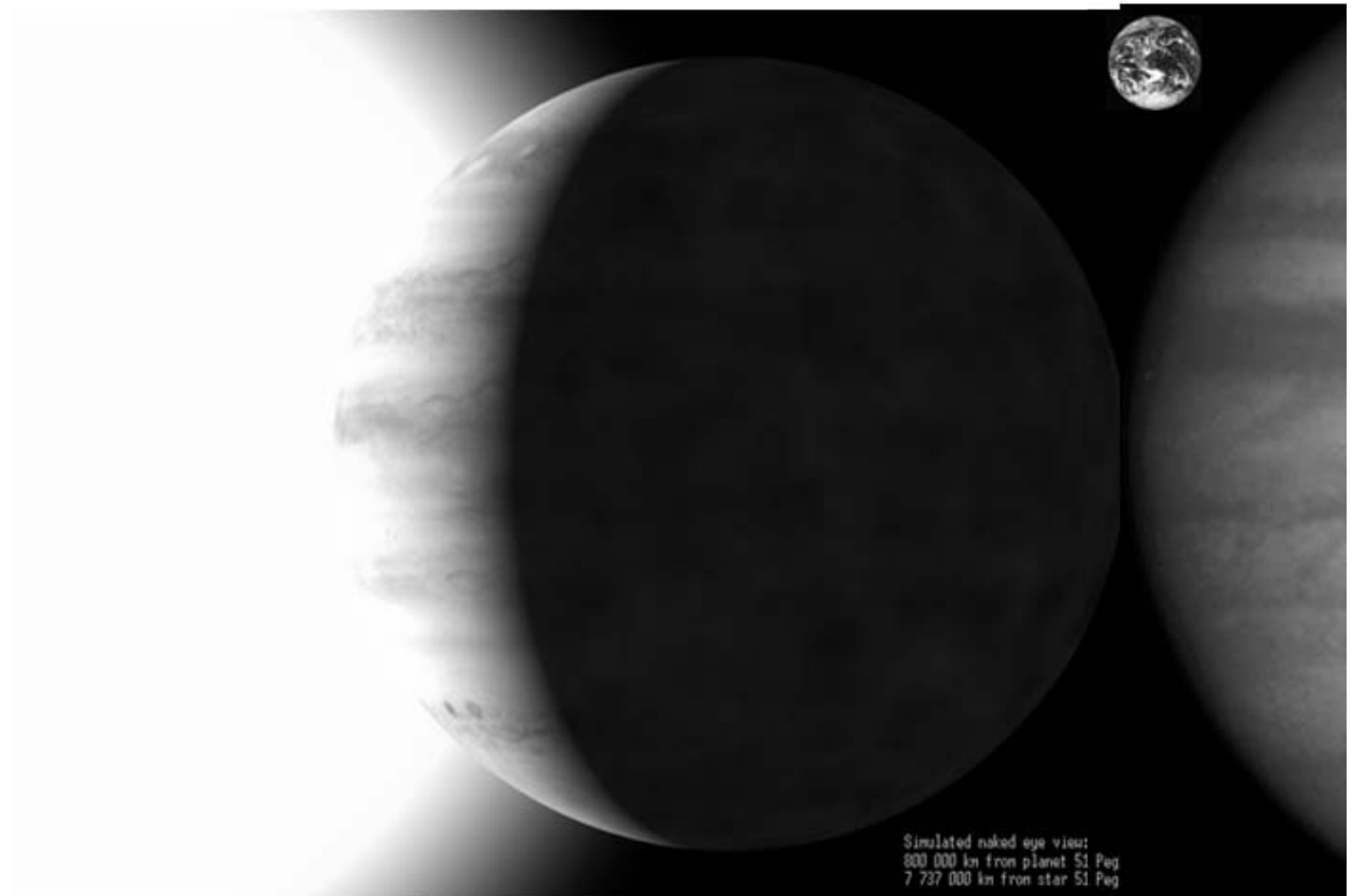
地球からの速度 (キロメートル毎時)



星が地球に近づいたり遠ざかったりする様子

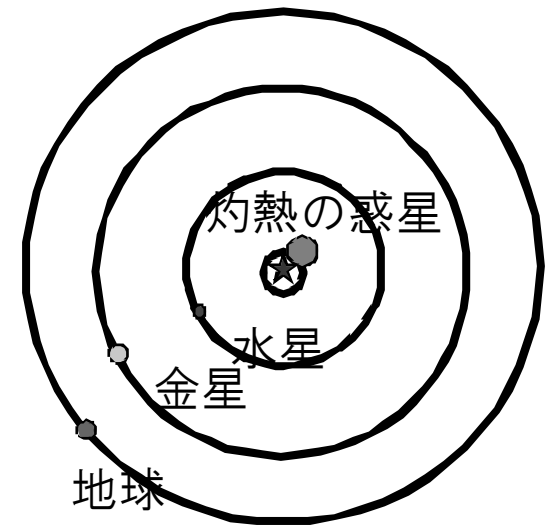


見つかった惑星を太陽系とくらべてみる

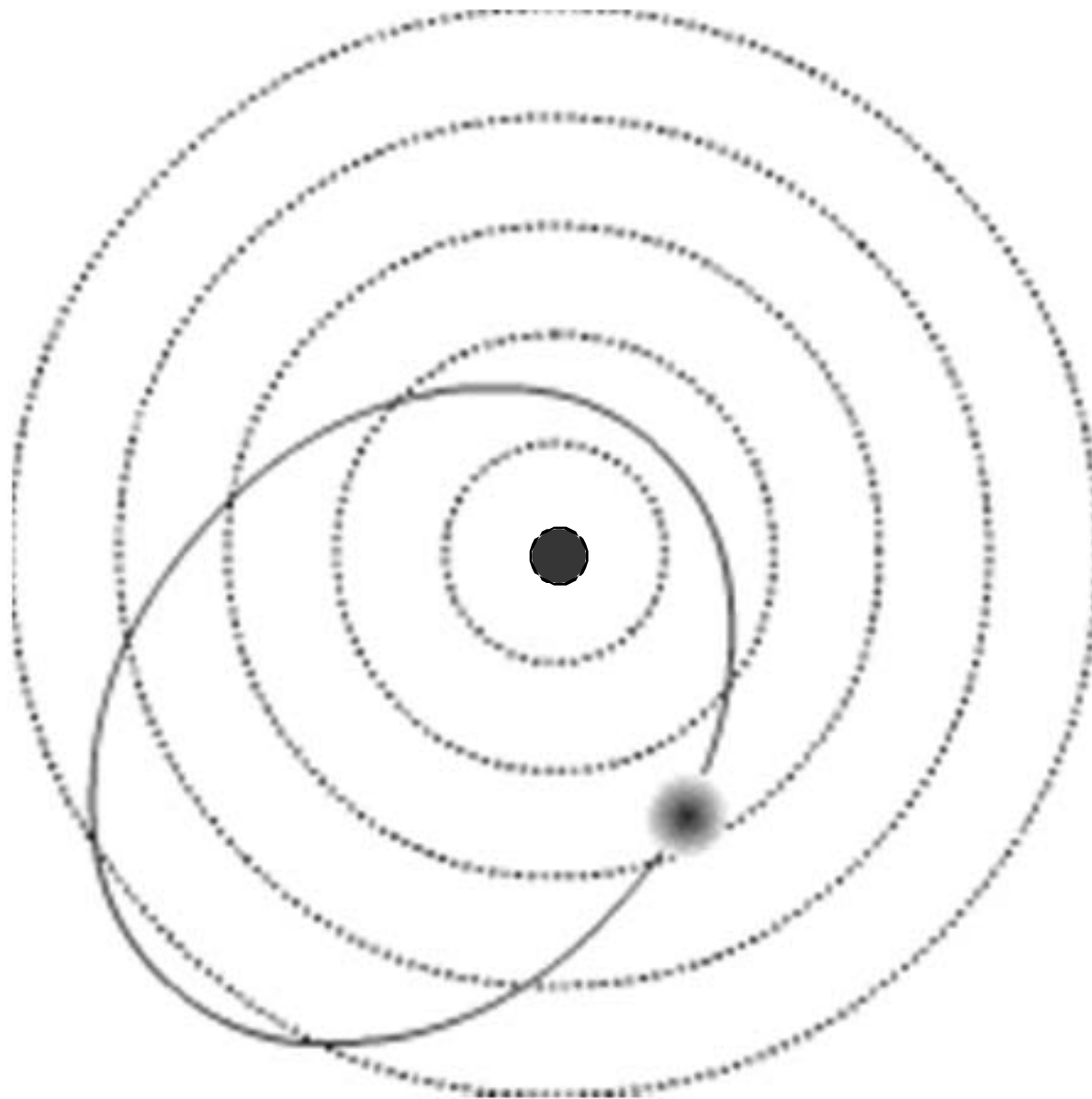


見つかった惑星の想像図 と 地球、木星との大きさ

灼熱の惑星



ガスを吹き出す灼熱の惑星
表面は1000度もの高温になる



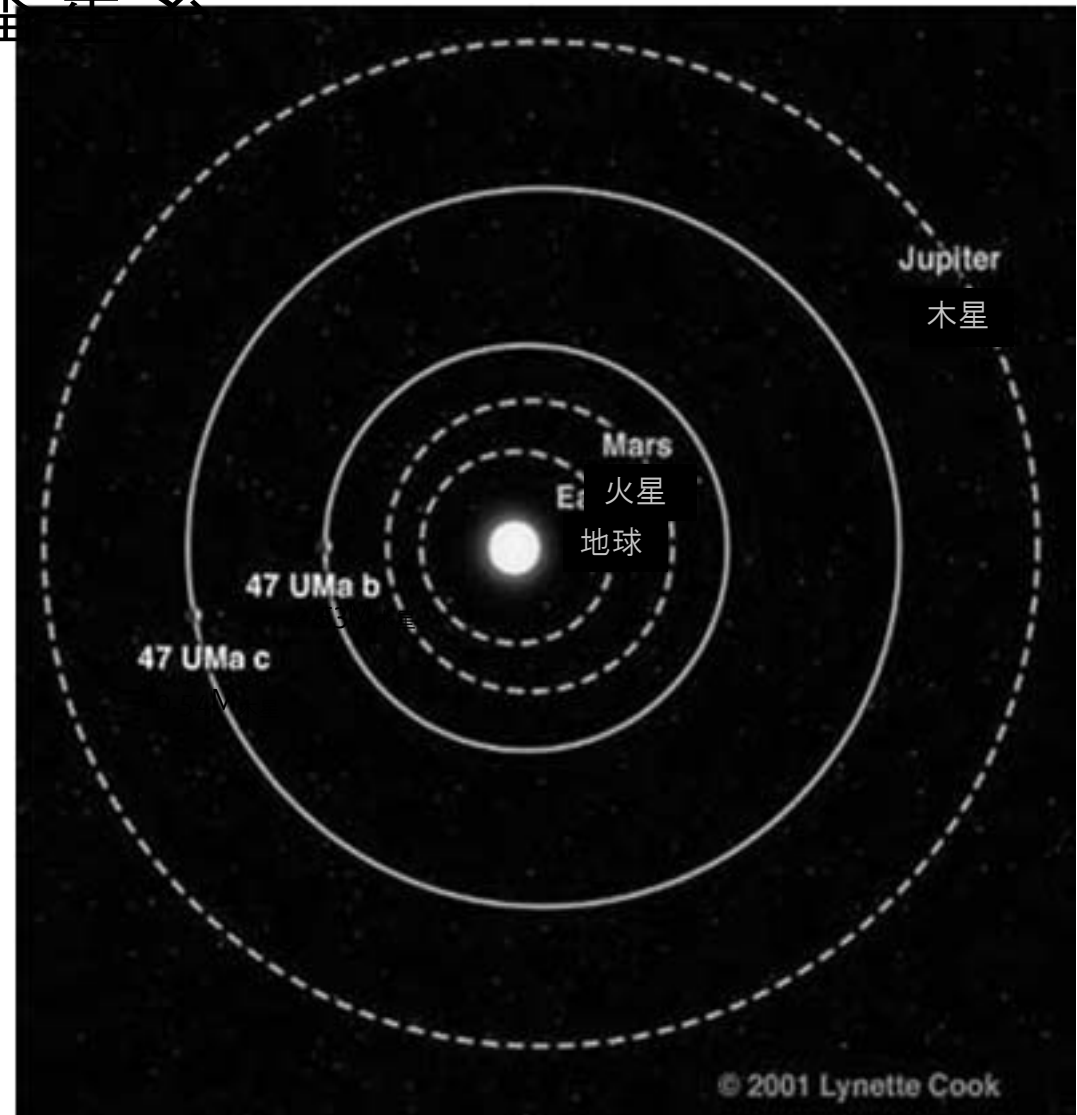
楕円軌道を持つ惑星

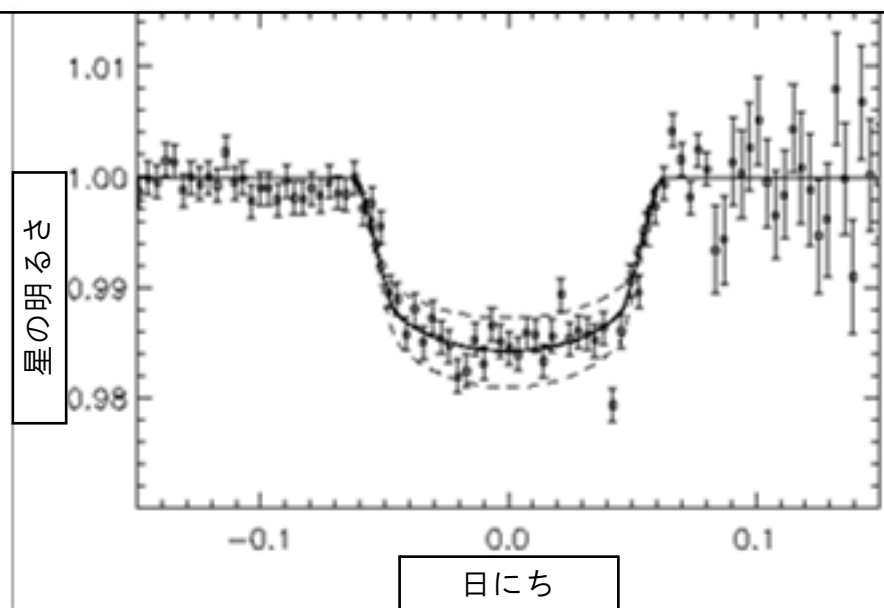
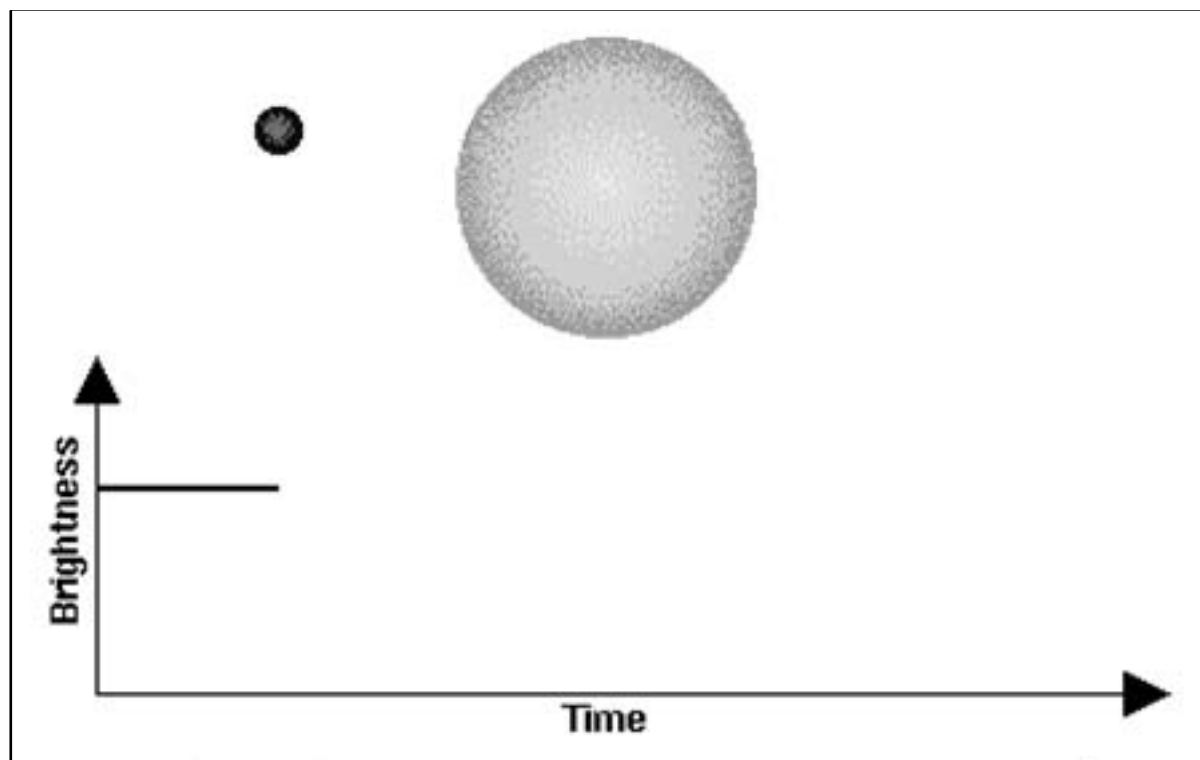
「太陽」に近づくときは、暑い夏
遠ざかるときは、長く寒い冬を過ごさねばならない

太陽系に似ている惑星系?

- おおぐま座 47 番星系

47 UMa d
1.64M_{木星}

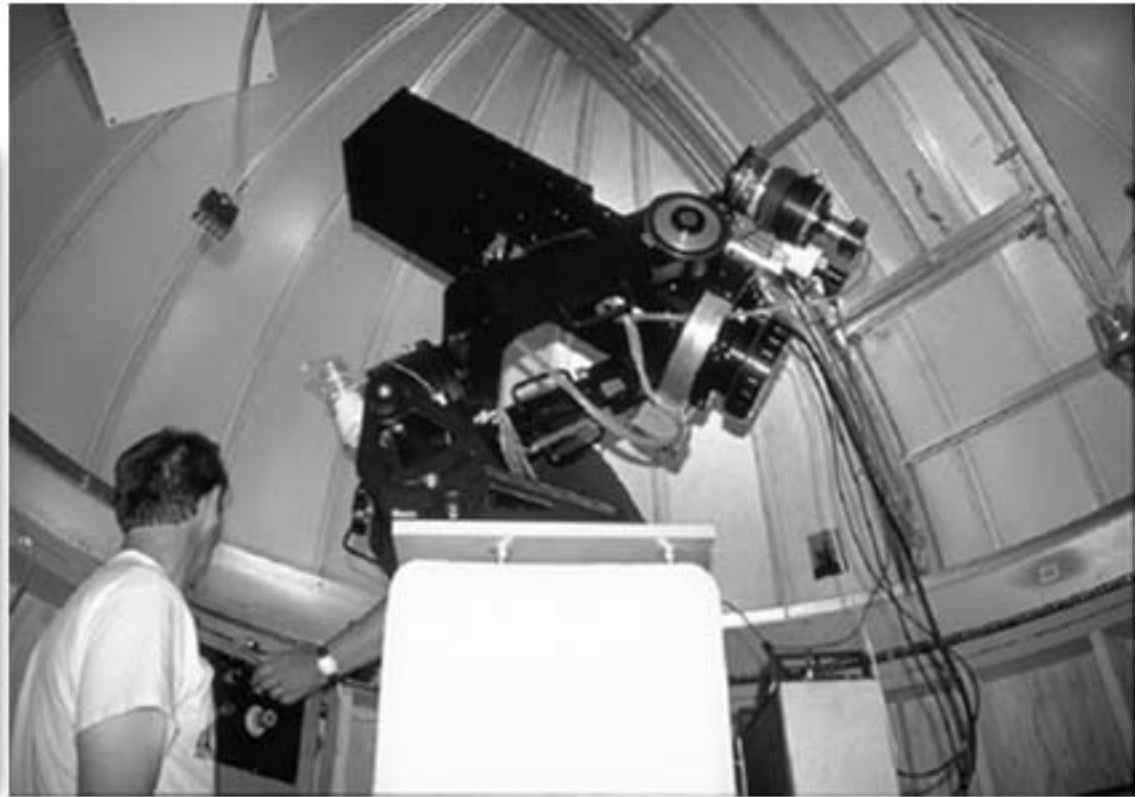




惑星が星の前を通過すると、星が少し暗くなる



シャルボネ

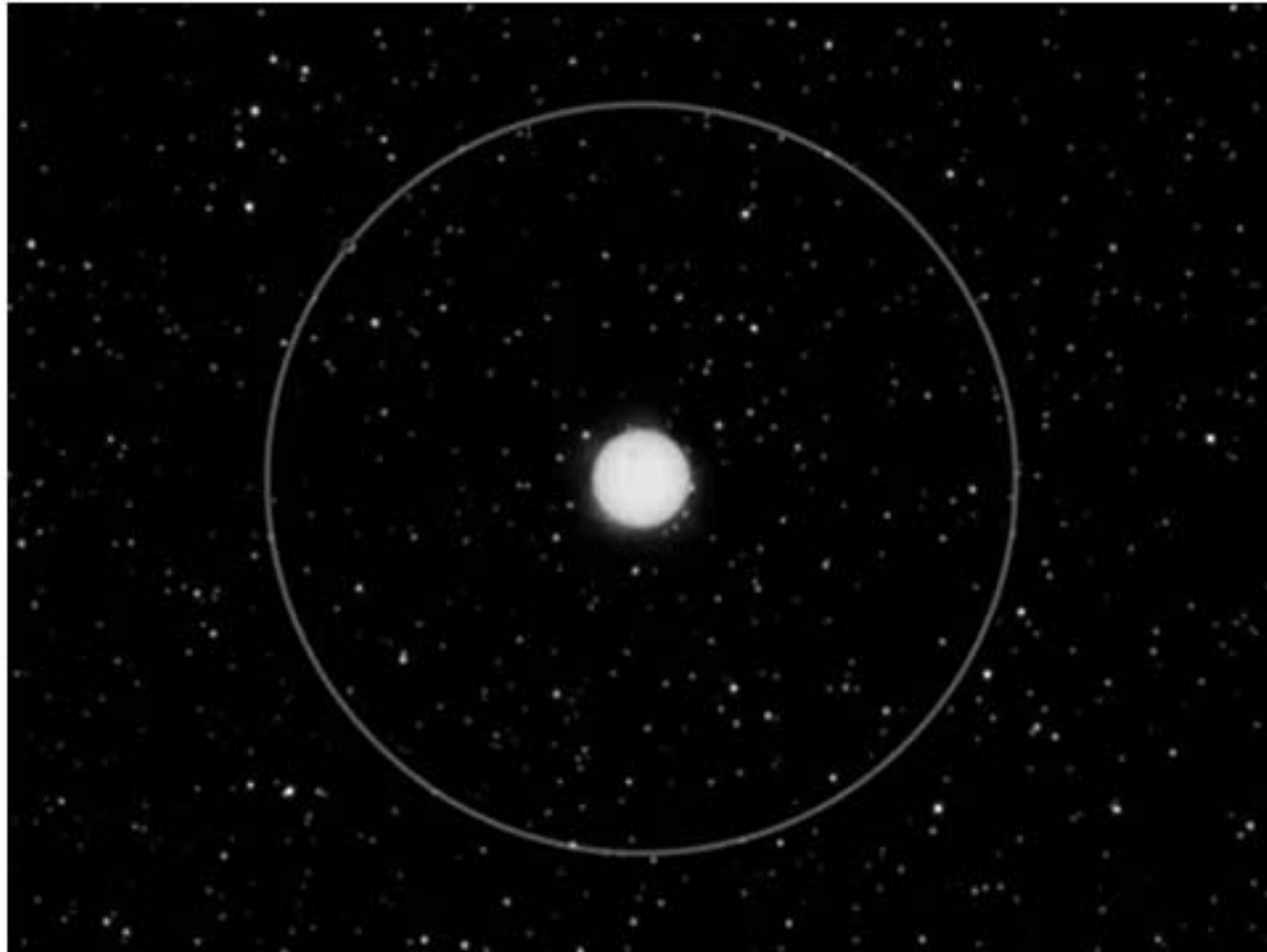


10cmの望遠鏡（アメリカ・高地天文・

星の前を通過する惑星を発見した人と10cm望遠鏡

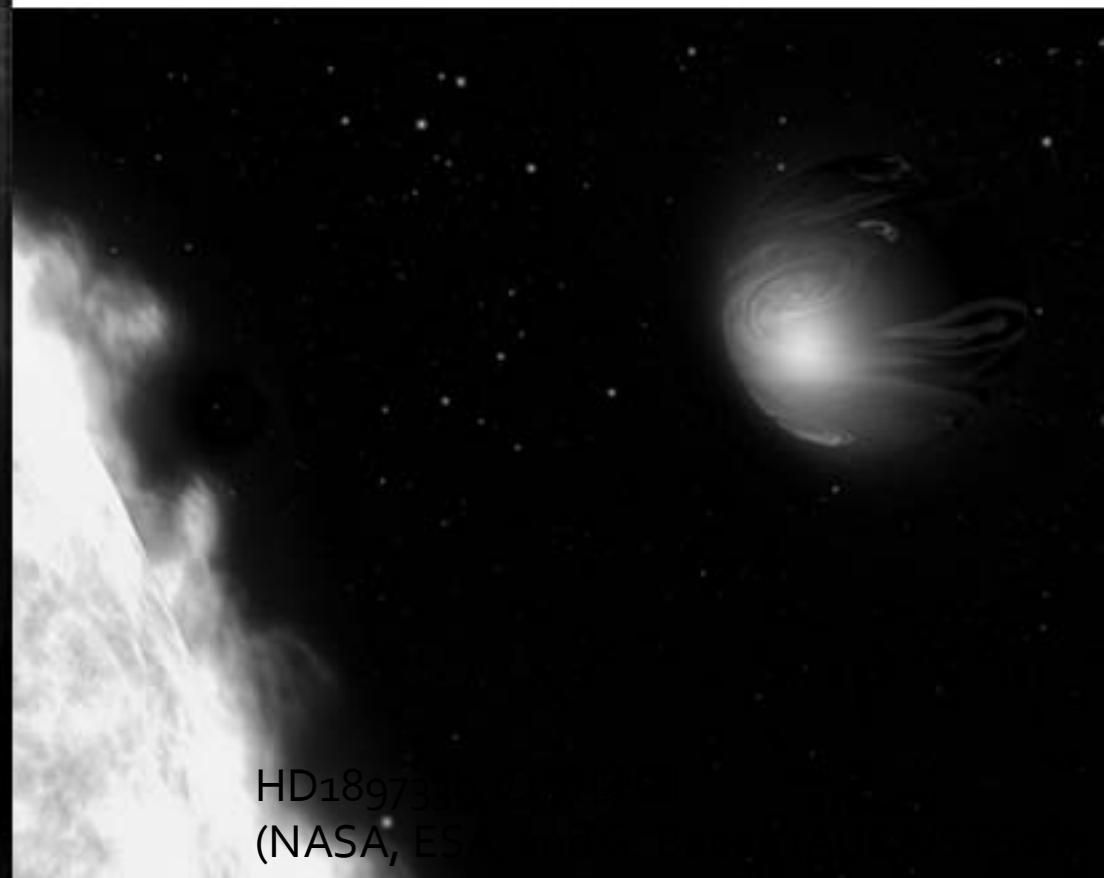
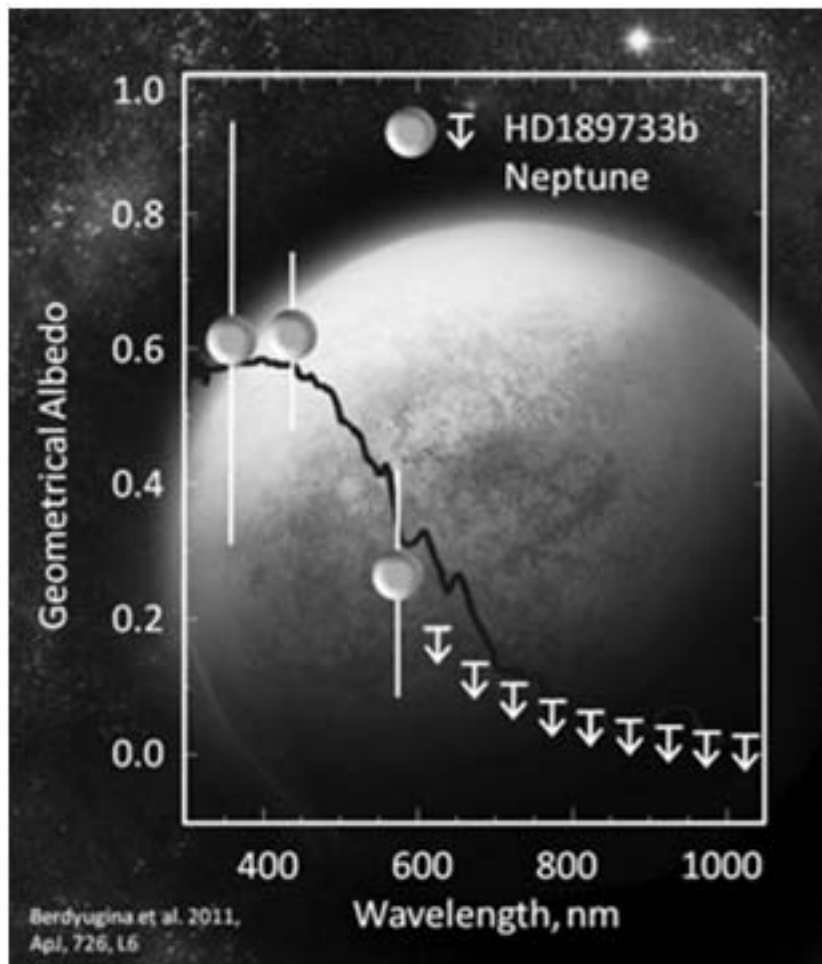
惑星の光も見える！？

- 惑星が隠される時の光と比べる



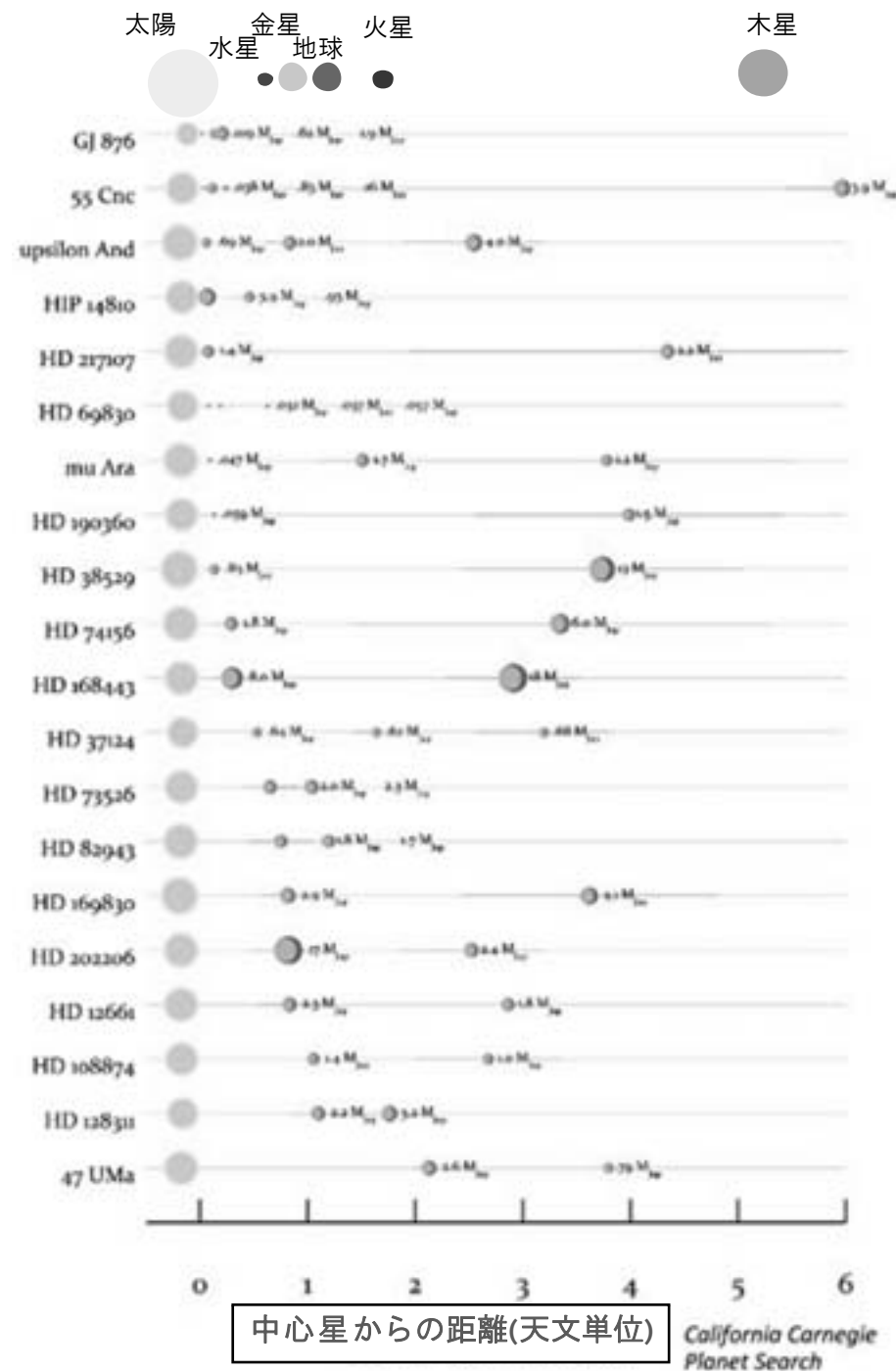
NASA/Jet Propulsion Laboratory

- どんな惑星か、いろいろわかってきます
 - 水があるのかどうか
 - 惑星の地図



他の星の惑星系

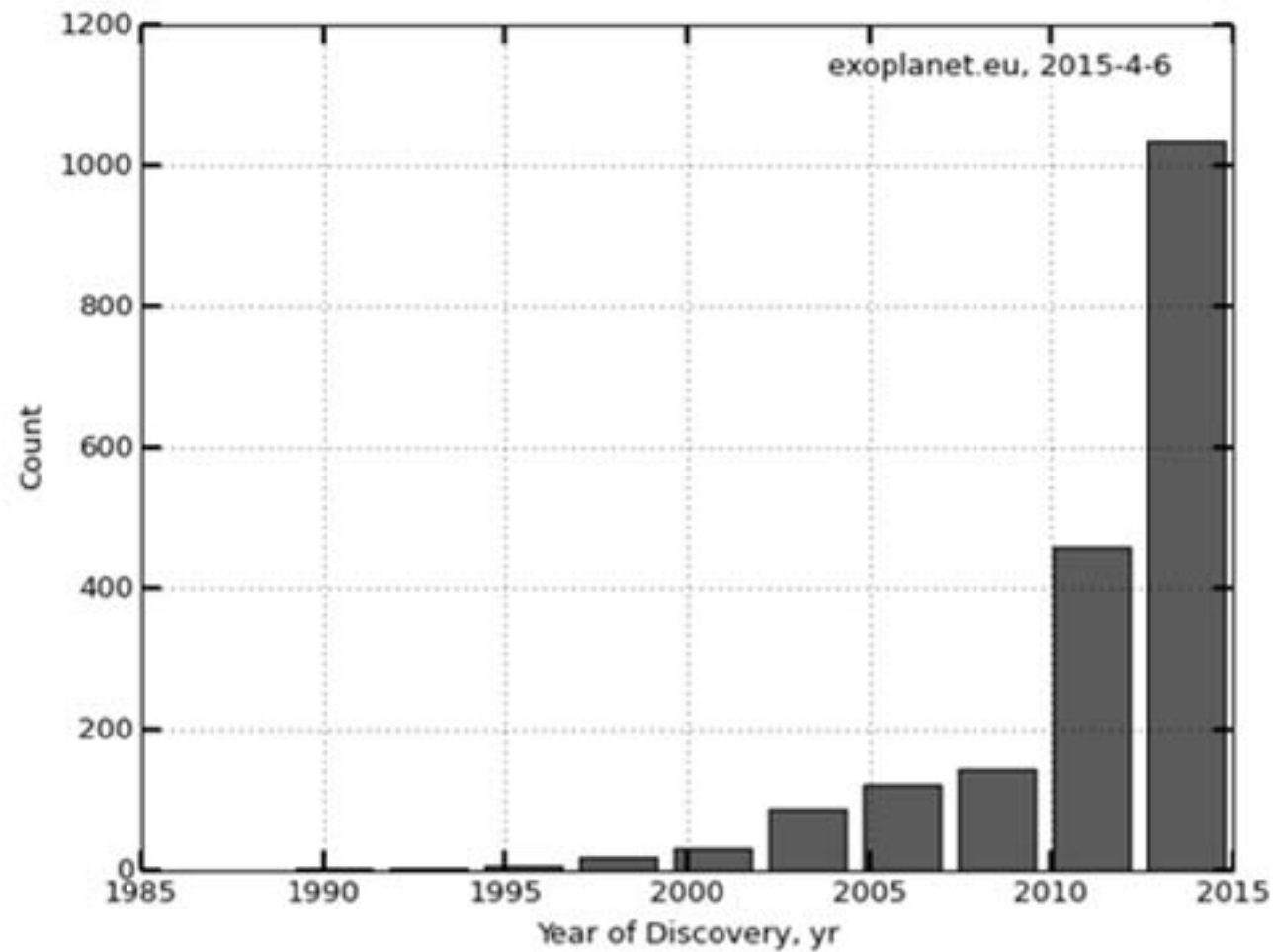
- 約2000個見つかったている



http://exoplanets.org/multi_chart_big.jpg

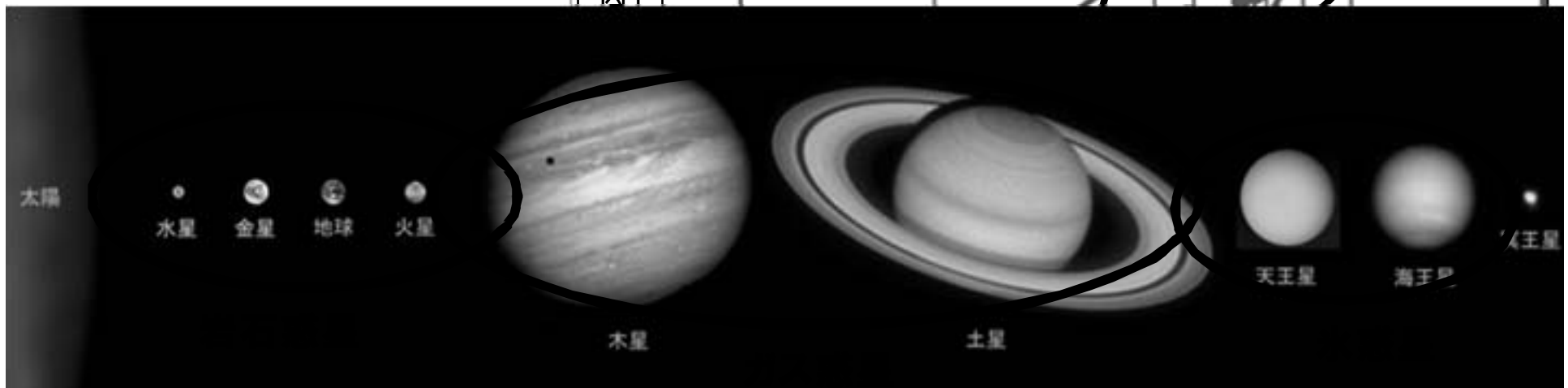
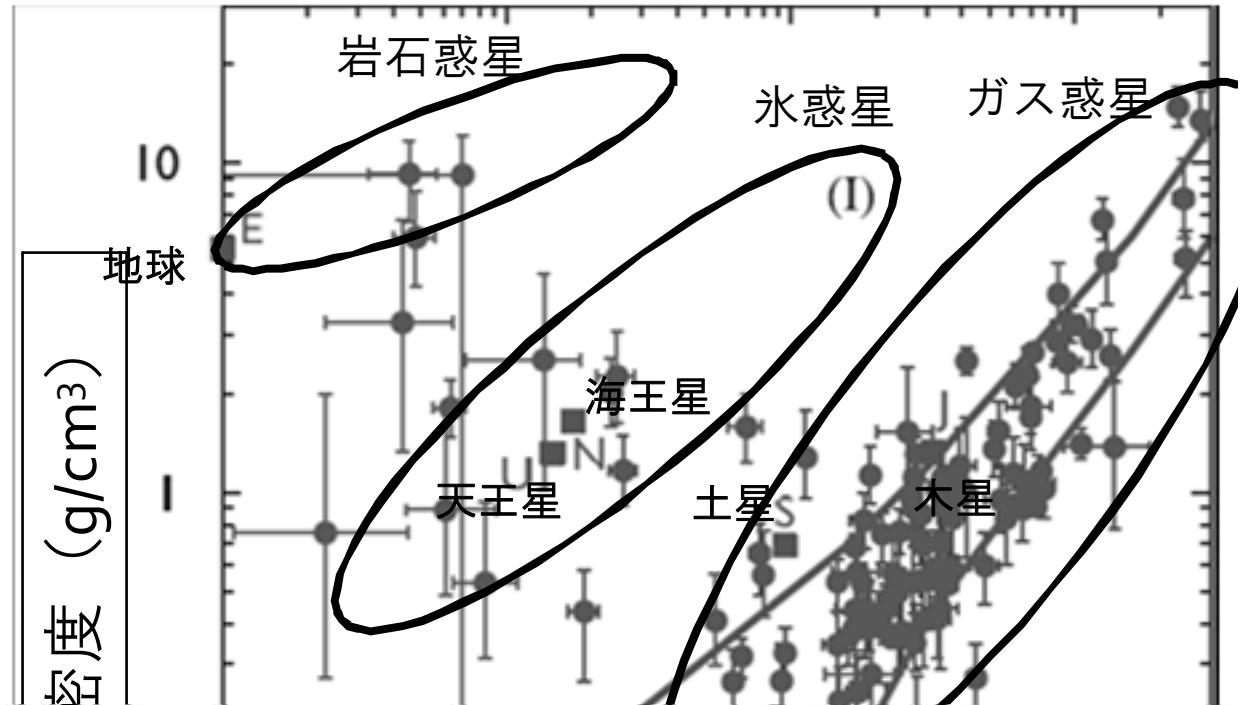
注：太陽系の惑星は大きく書いてある

増える発見数



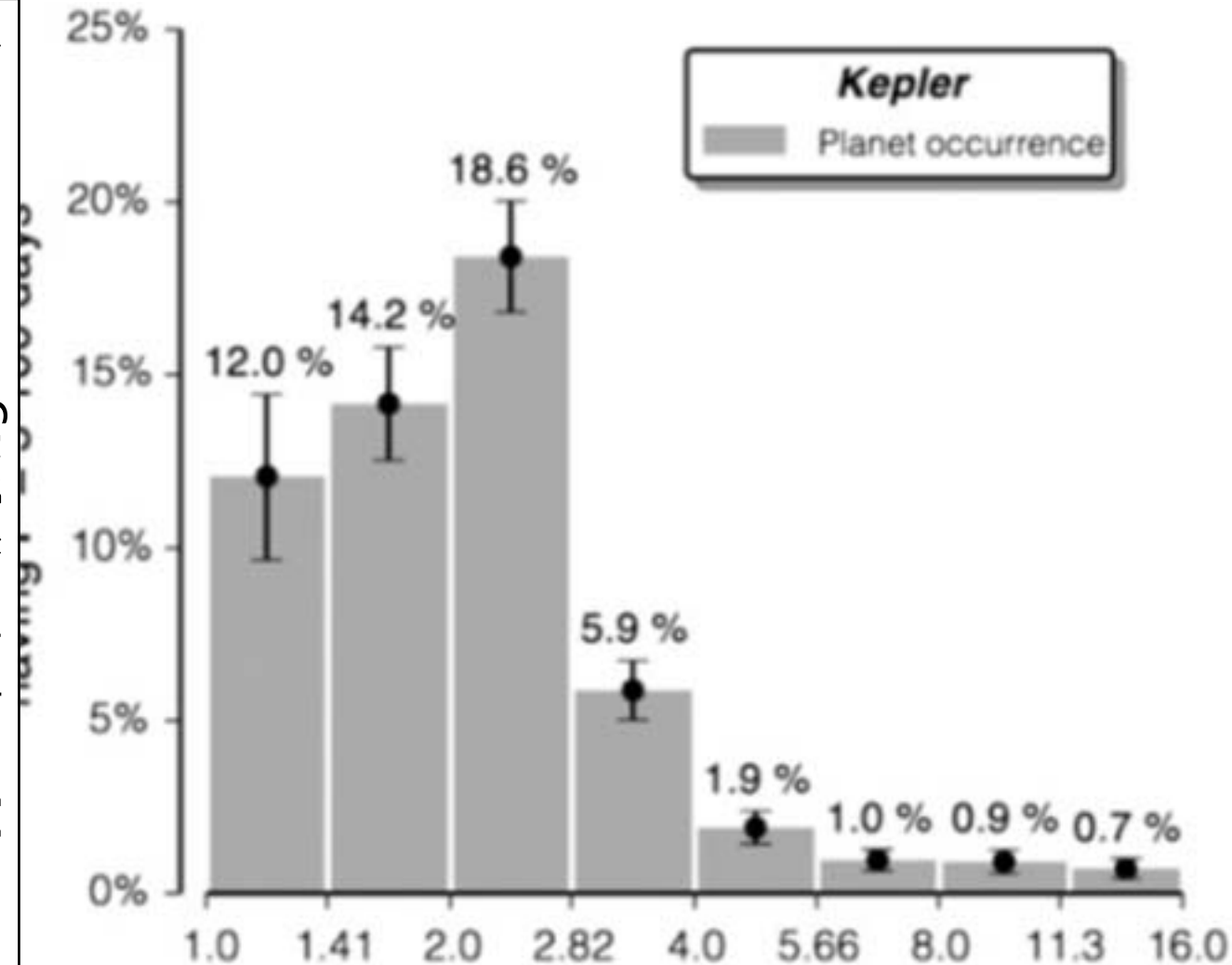
岩石、氷、ガス惑星

- 3種類の惑星が見つまっている



惑星系はたくさんある

惑星を持つ確率（周期5-100日の惑星）



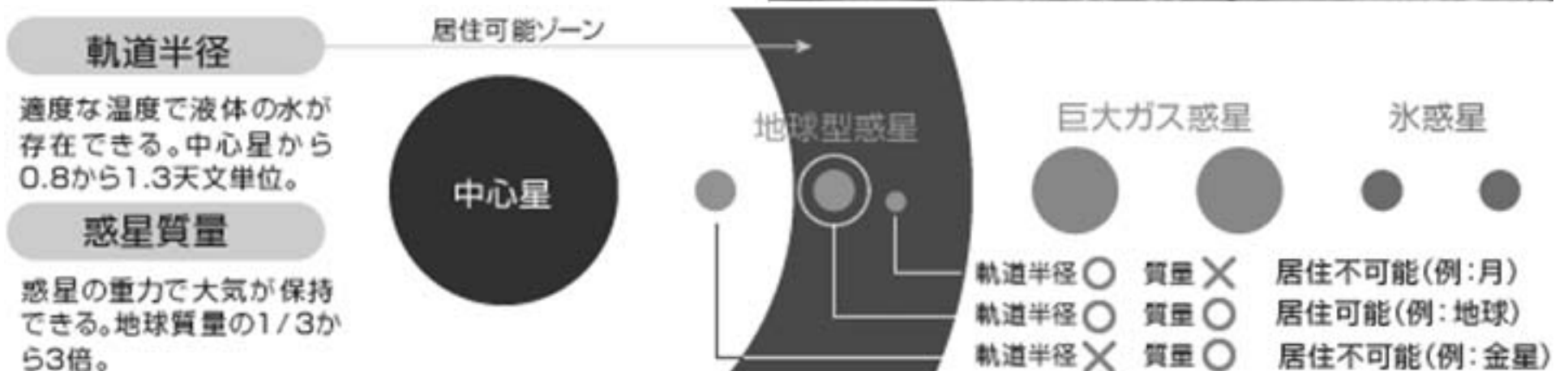
惑星の大きさ（地球を1とする）

居住可能惑星

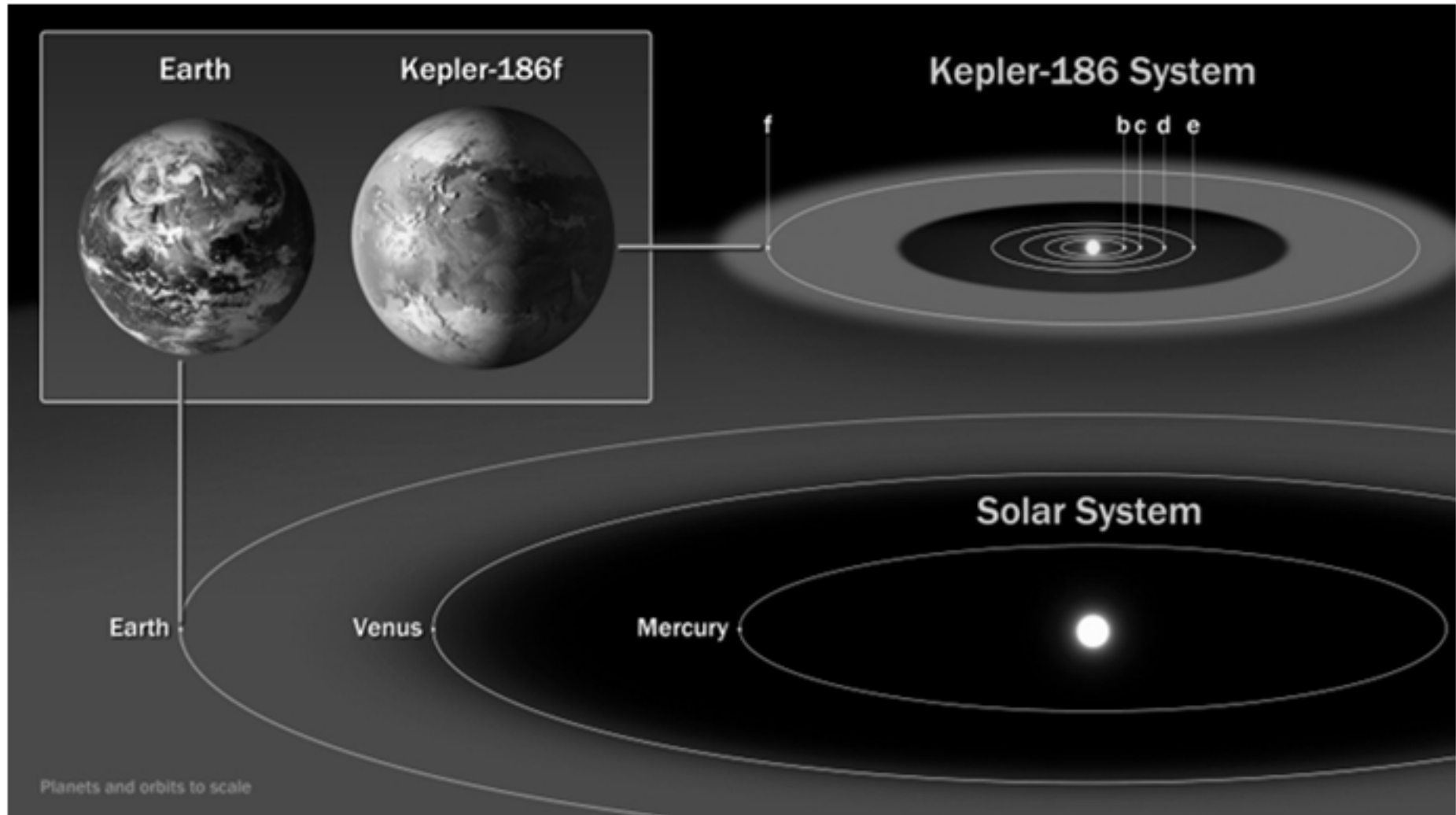
- 液体の水-海の存在
 - 太陽（中心星）から適度な距離



- 適度な大気
 - 惑星の重さが地球程度



太陽系外の居住可能惑星



NASA Kepler's Hall of Fame:

Small Habitable Zone Planets

As of January 2015

NEW

Kepler-438b

Kepler-442b

Kepler-440b

Kepler-186f

Kepler-62f

Kepler-62e

Kepler-296e

Kepler-296f

Earth

地球外知的生命体の探査

- CETI (Communication:交信)
 - Communication with Extra-Terrestrial Intelligence
 - 地球外の文明からの電波通信を受けようとする試み (オズマ計画 1960年)
 - 宇宙に向けての通信信号の発信(1974年)



オズマ計画



アレシボの300m電波望遠鏡が送った信号

地球外知的生命体の探査

- SETI (Search:探査)
 - Search for Extra-Terrestrial Intelligence
 - Search: 地球外文明の信号を受けようとする試み
 - 信号とは？：地球外の人工電波源（電波放送・自星の宇宙船との交信）を探す
 - 天文学者が毎日受けている電波観測から、信号を拾い出す
 - SETI@home 世界中の家庭のPCを使って解析（1999～）
<http://setiathome.ssl.berkeley.edu/>
- SETIの意義
 - 見つからなかった場合でも、「宇宙人はこれこれの感度では検出できなかった」と言える。
 - 知的生命体の発生する確率を議論できる

銀河系にある文明の数

- ドレイクの式（多少、改変しています）

$$N = N_s \times f_p \times n_e \times f_l \times f_i \times f_c \times L \div L_s$$

- N = 現在、電波交信を行えるような文明の数
- N_s = 銀河系の恒星の数 $= 1000$ 億 } 大体わかってきた
- f_p = 惑星を持つ割合 $= 0.1$
- n_e = ある惑星系で居住可能な惑星の数 $= 1$ → もうすぐわかる
- f_l = 生命誕生の確率 $= 1$
- f_i = 知的生命誕生の確率 $= 1$
- f_c = 電波による交信ができるようになる確率 $= 1$
- L = 高度な文明を保持できる時間 $= ???$ → これがわからない！
- L_s = 星の寿命 $= 100$ 億年

$$N = L \text{ (年)}$$

- 高度な文明 : 電波交信ができる文明

宇宙文明

- 電波通信を行う文明の寿命 $L=100$ 年 とすると
 - 銀河系の文明の数 $N=100$
 - 文明の平均距離 $= 1$ 万光年
- 文明の平均距離 $= 100$ 光年 とすると
 - $L=100$ 万年
 - つまり、もしわれわれが今交信できた文明があるとなれば、それは100万年くらい続いた文明である
 - そういった文明から見たら、われわれは原始人？
- 宇宙文明というものがもしあるとして・・・
 - われわれの文明は、宇宙文明から一人前として扱われるのか？

知的生命についての考え方

- 1.友好的 ⇔ 2.好戦的、 3.交流できない

政治 | 経済 | 社会 | 国際 | スポーツ | エンタメ | トレンド | 科学 | フォト

宇宙メッセージめぐり大論争 宇宙人は友達？それとも恐ろしい侵略者？ (1/4ページ)

2015.3.30 09:00

まずは無料体験レッスンから【産経オンライン英会話】PR

地球外知的生命体に向け、宇宙空間にメッセージを送るのは是か非か。今年に入り、米国でこんな論争がヒートアップしている。

著名な天文学者やSF作家、実業家らが両陣営に分かれて議論を展開しており、将来人類を滅ぼす原因となるかで見解が分かれる人工知能(AI)をめぐる論争に続き、全米の関心を集めている。

博愛主義、証明できぬ

AP通信によると、事の発端は2月中旬に米カリフォルニア州サンノゼで開かれたアメリカ科学振興協会(AAAS)の年次大会で、この問題が議論されたこと。これを受け、米宇宙ベンチャー「スペースX」のイーロン・マスク最高経営責任者(CEO、43歳)や約70個の惑星を発見し「惑星ハンター」の異名を持つ米天文学者のジェフリー・マーシーさん(60)らが地球外生命体に向けたメッセージ送信を控えるよう求める請願運動を始めたのだ。

メッセージを受け取る地球外生命体が善良な存在か悪意に満ちた存在かを――

地球外知的生命体は「E.T.」(写真)のように善良か、「エイリアン」のような悪なのか、天文学者らの見解は分かれている(AP)【拡大】

2 3 4 次ページ →

私の考え

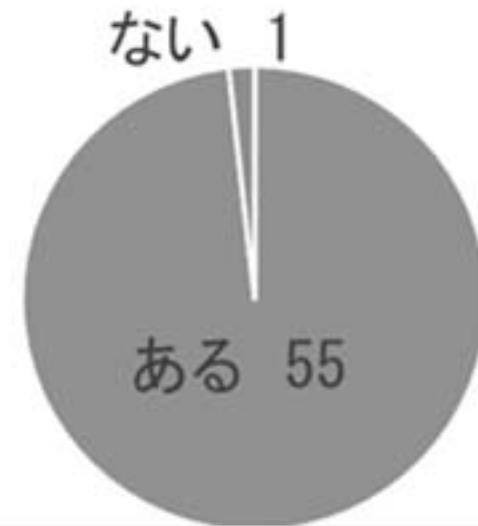
- 知的生命体は人類を文明と認めないだろう
 - 100万年以上の差がある
 - 我々は、サルに対して友好的・好戦的になれるだろうか？
 - 知的生命体は、地球という星を必要とするだろうか？
- 参考：フェルミのパラドックス
 - 知的生命体が存在すれば、1000万年以内に銀河系全体を植民化するはずである。そうになってないのはなぜか？
 - 1つの星を植民化すれば、そこを基地に10の星を植民化
 - ネズミ算式に植民化できる

宇宙はなぜまだ138億歳なのだろうか？

- 地球の年齢 46億年
- 生命 30億年？
- 地球の将来
 - あと50億年で太陽に飲み込まれる
- 銀河の将来
 - アンドロメダ銀河と衝突 40億年後
- 銀河や星はまだ残り続ける
 - 数兆年？ 100兆年？

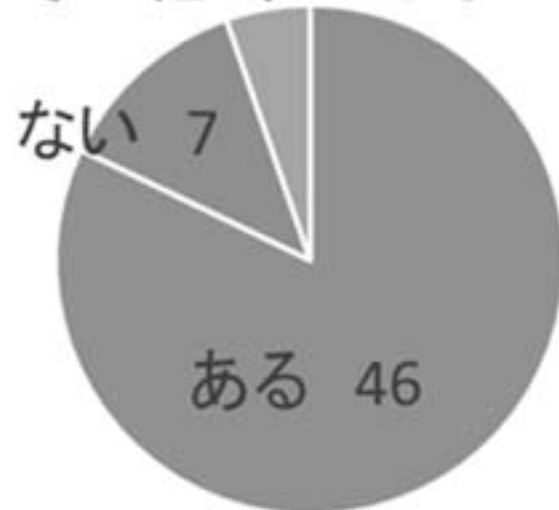
- 地球外生命、知的生命への、皆さんの意見分布
- ざっくりと3つに分けた
- 交信可能性については記述があった人の意見分布

地球外生命体はある？



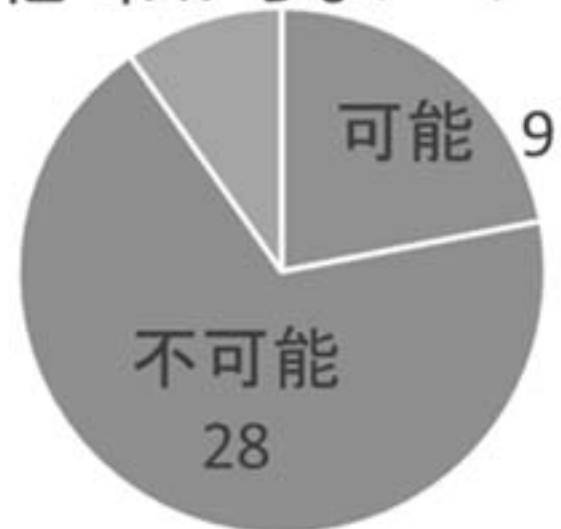
地球外知的生命はいる？

その他・わからない 3



知的生命と交信可能？

その他・わからない 4



個別意見

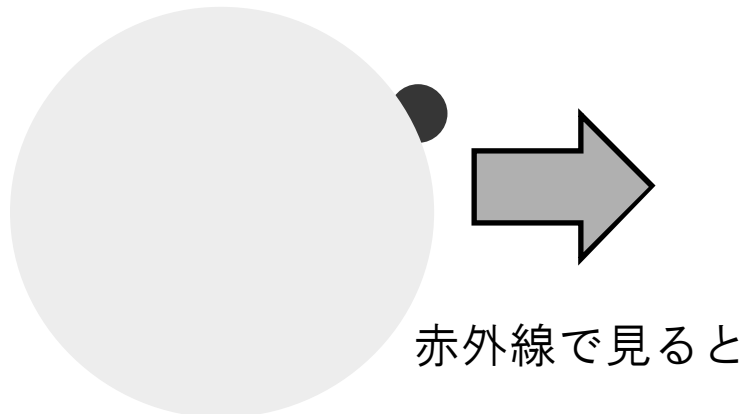
- 文明の寿命について
 - 文明は短時間で、滅びる、自滅する
 - 文明間では必ず争いが起こる
 - 勝者が発展する→宇宙の植民地化
- 知的生命と交信できない理由
 - 電波を使わない、接触してもお互いに知的と認識しあわない、高度な知性是他者に興味がない、など
 - 交信技術がない（地球も、他の知性体も）
 - 知性が宇宙に広がる距離には限界がある、あるいは広がる速度が遅い
- 交信はしないほうがいい
- 交信できる理由
 - 博愛的な文明でないと交信できるほど進化しないので、できるならしたほうが良い
 - 地球は利用できなくても調査対象として興味があるはず

参考文献

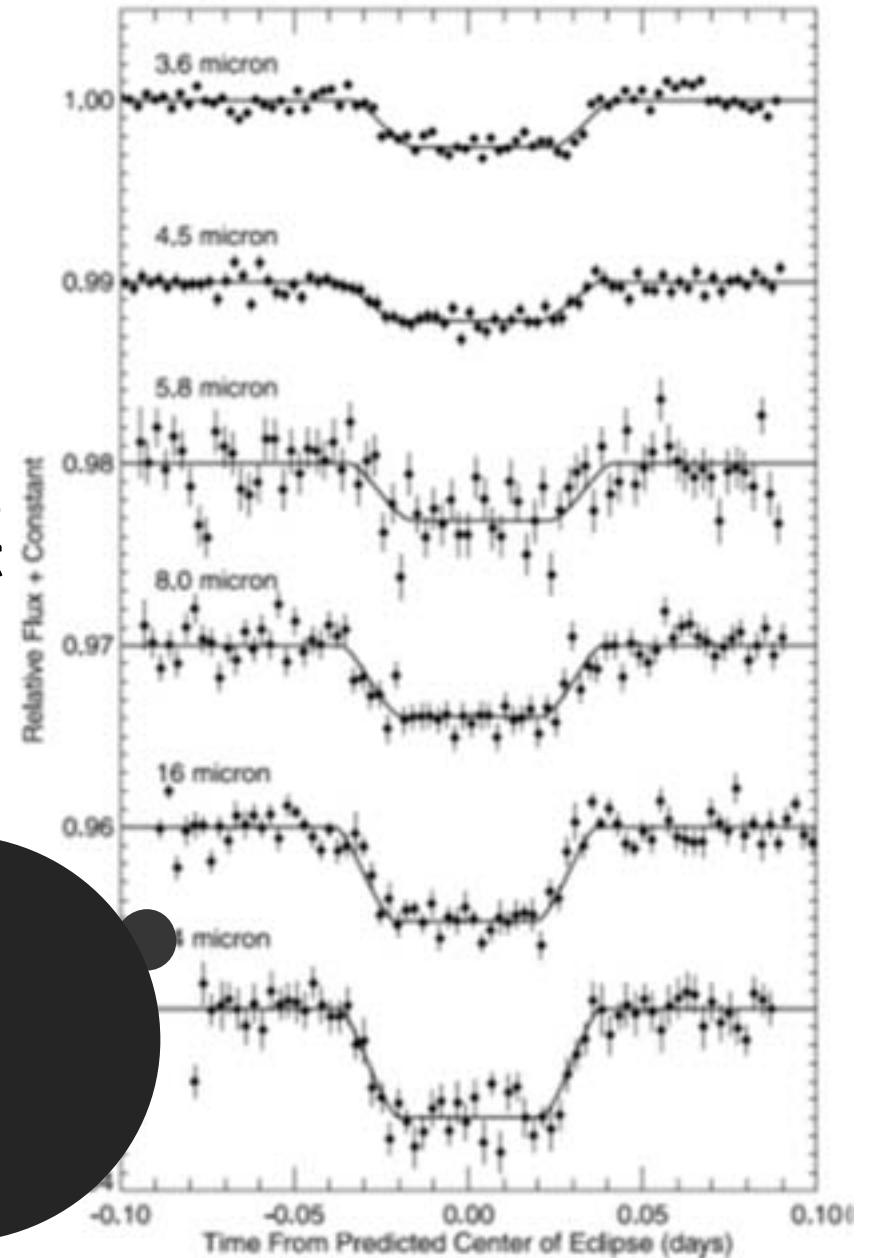
- 「系外惑星」、井田茂、東京大学出版会
- 「現代の天文学¹ 人間の住む宇宙」、岡村定矩ほか編、日本評論社
- 「異形の惑星—系外惑星形成理論から」、井田茂、NHKブックス（一般向け）

訂正

- 惑星が星の後ろに隠れる場合1万分の1くらい減光すると言いました。
 - 実際は数百分の1程度でした。
 - 惑星が明るい理由
 - 中心星の近くにある。
 - 赤外線で観測する



明るさ



日にち