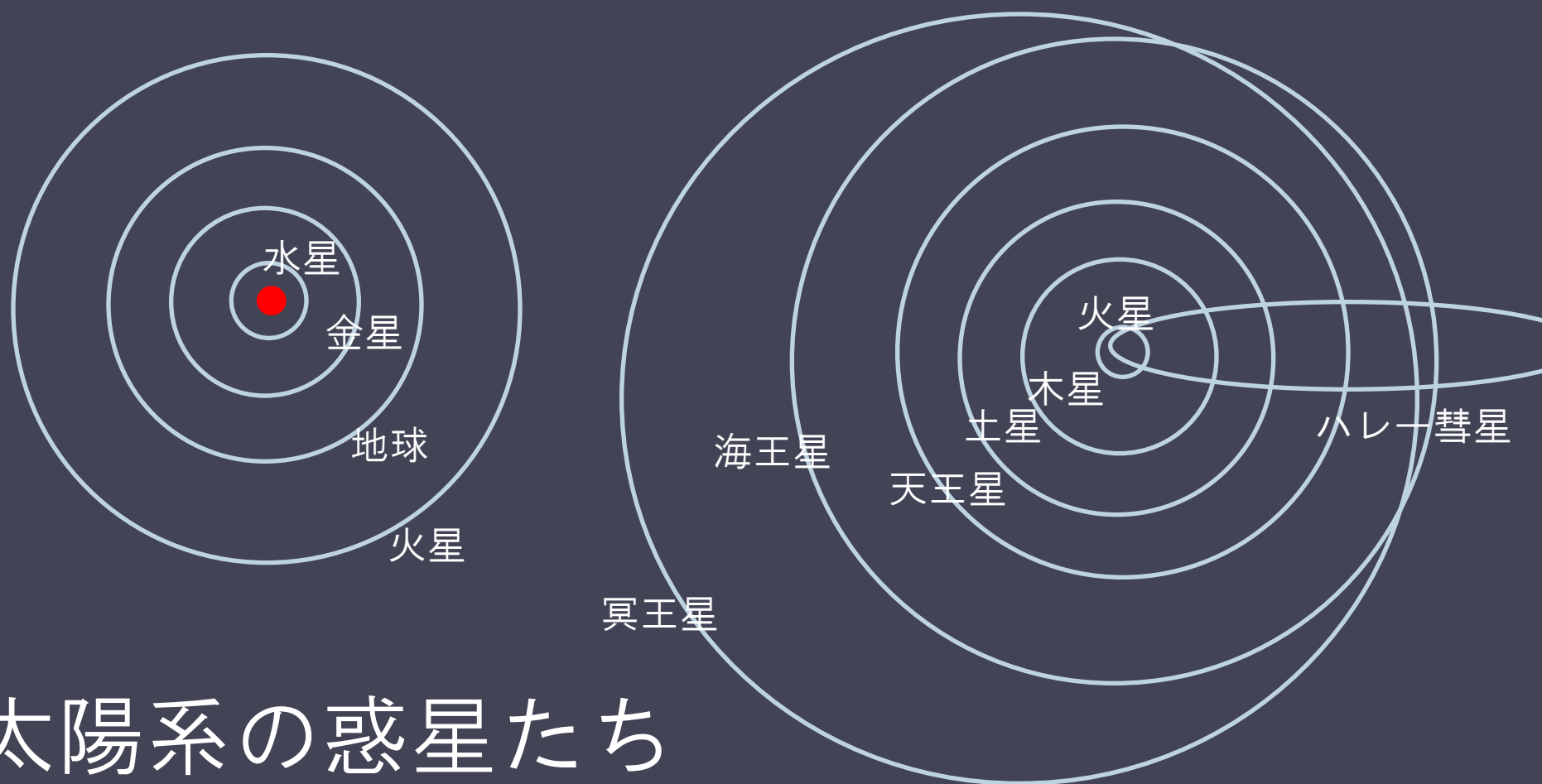
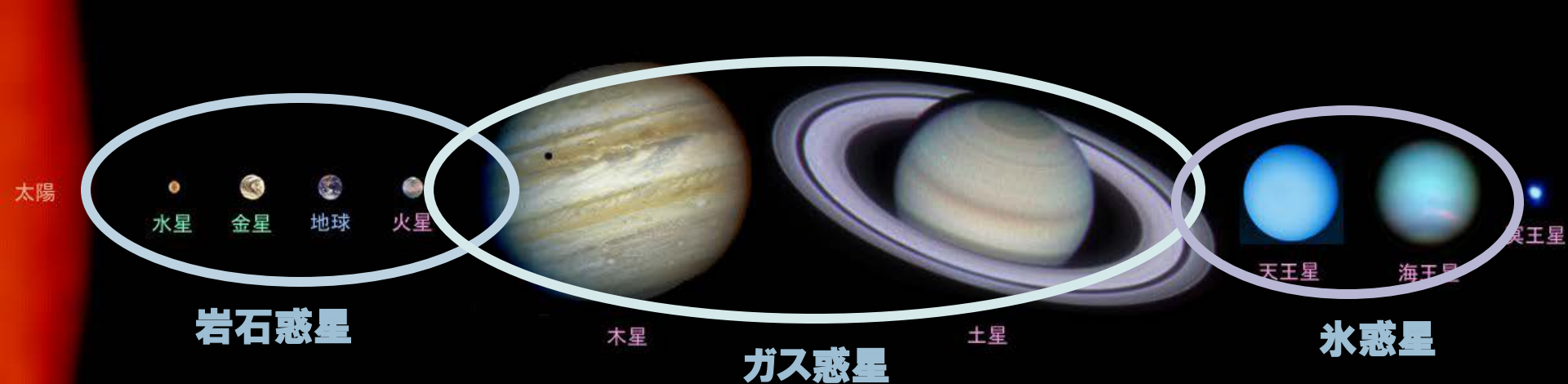


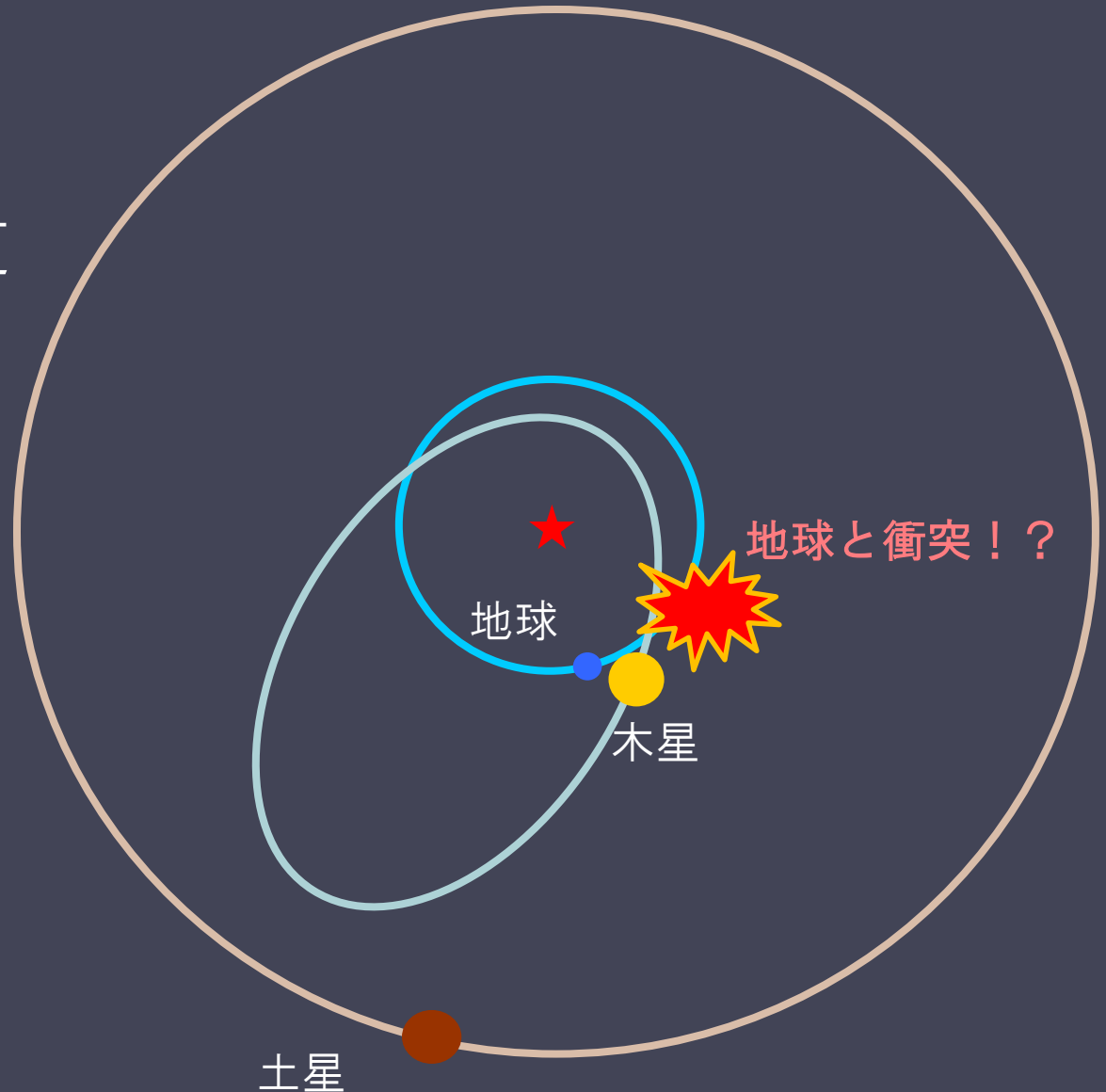
太陽系外惑星

さまざまな惑星系、生存可能惑星



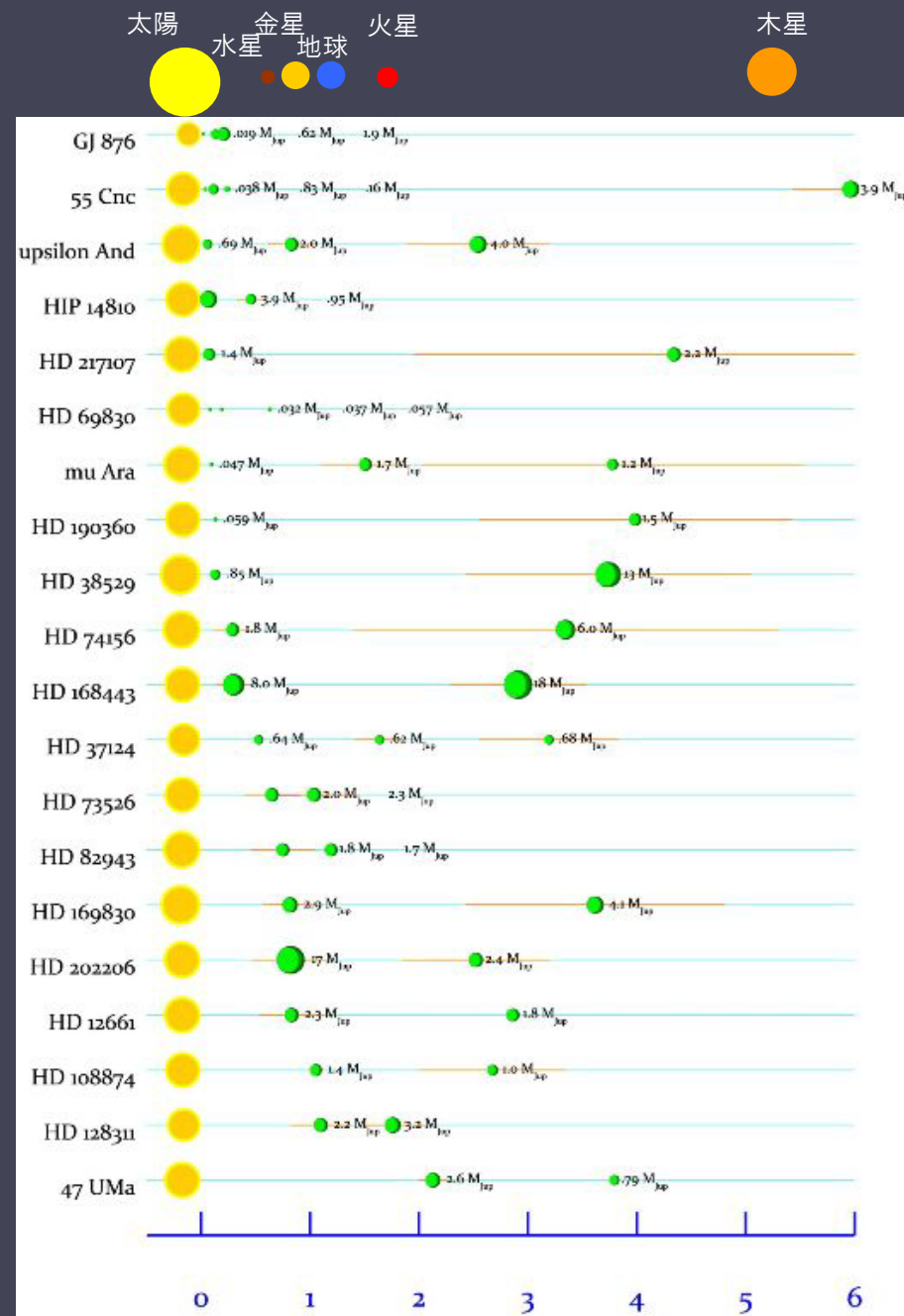
もし、木星の軌道がゆがんでいたら？

- 楕円軌道
– ゆがんだ軌道



他の星の惑星系

- 700以上見つかったている

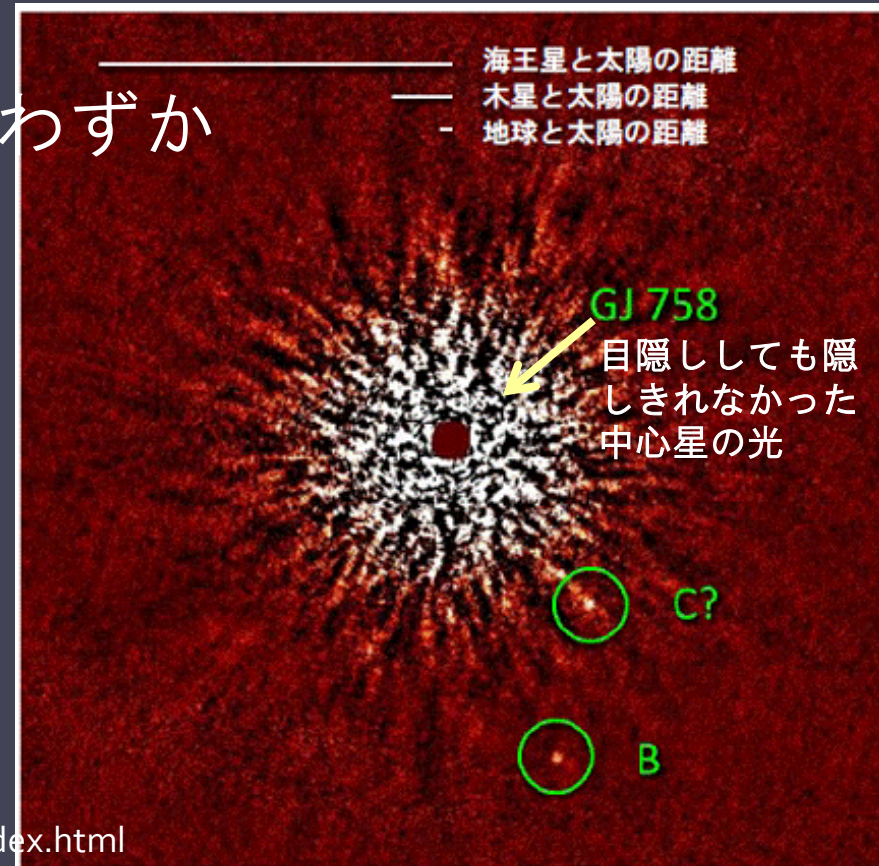


http://exoplanets.org/multi_chart_big.jpg

注：太陽系の惑星は大きく書いてある

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わずか

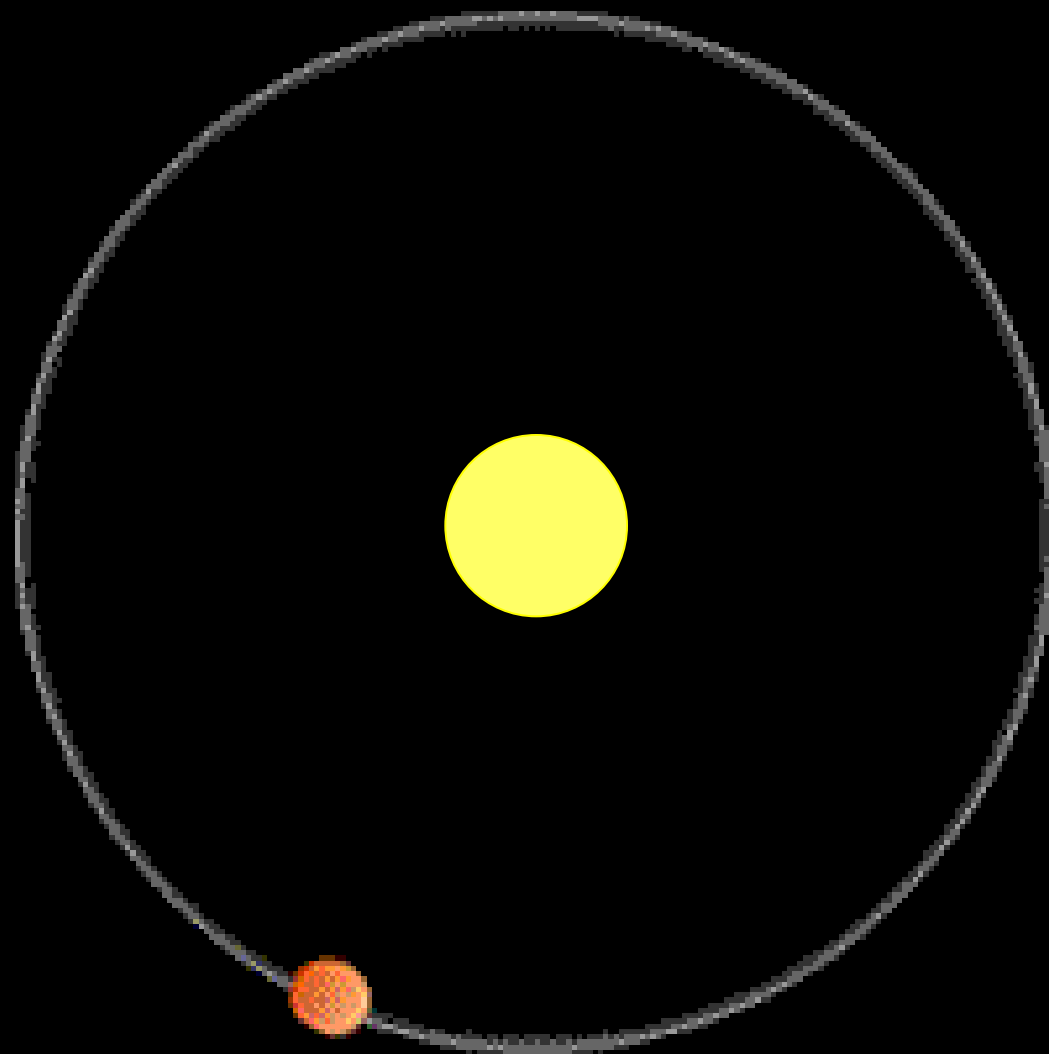


GJ758: 中心にある星の光は目隠ししている

B: 木星の10倍の重さの惑星

C: 木星の12倍の重さの惑星 (確認中)

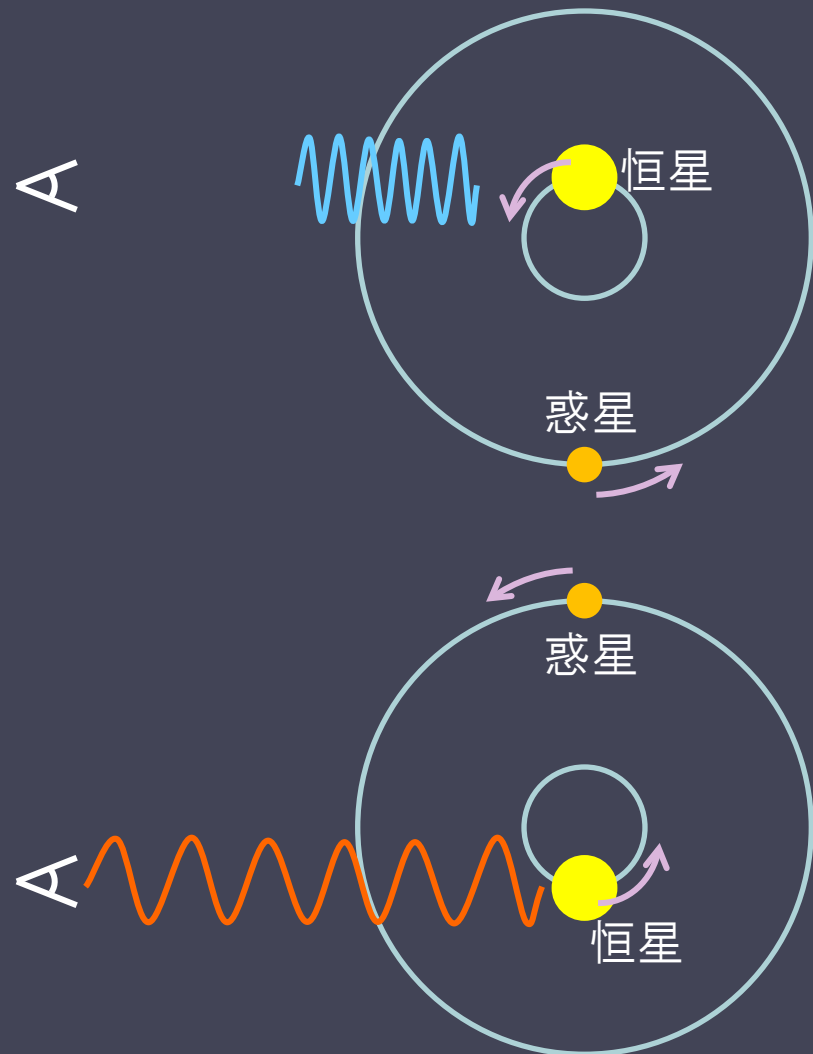
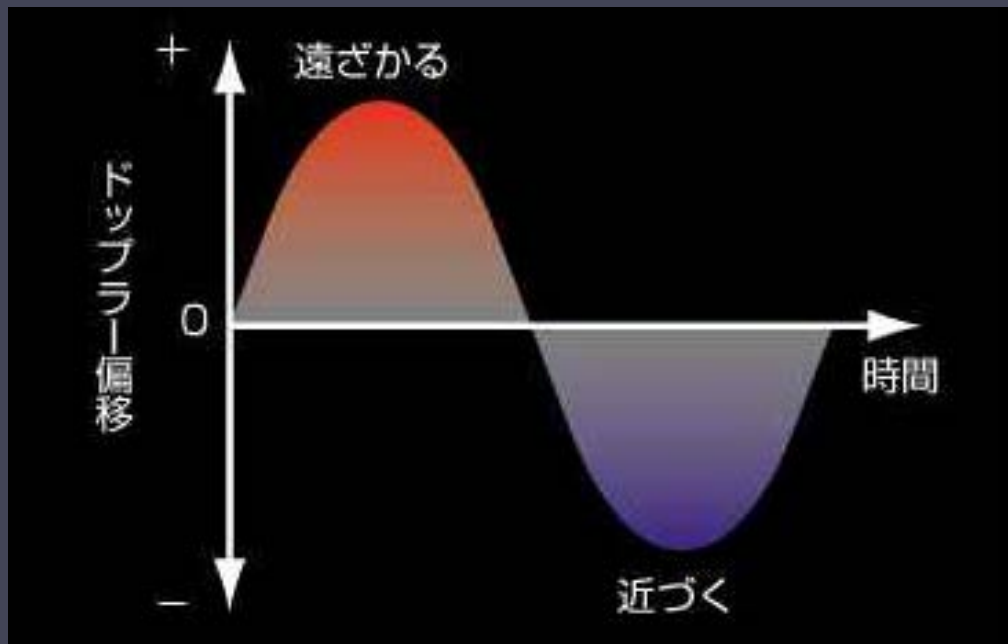
国立天文台 http://www.naoj.org/Pressrelease/2009/12/03/j_index.html



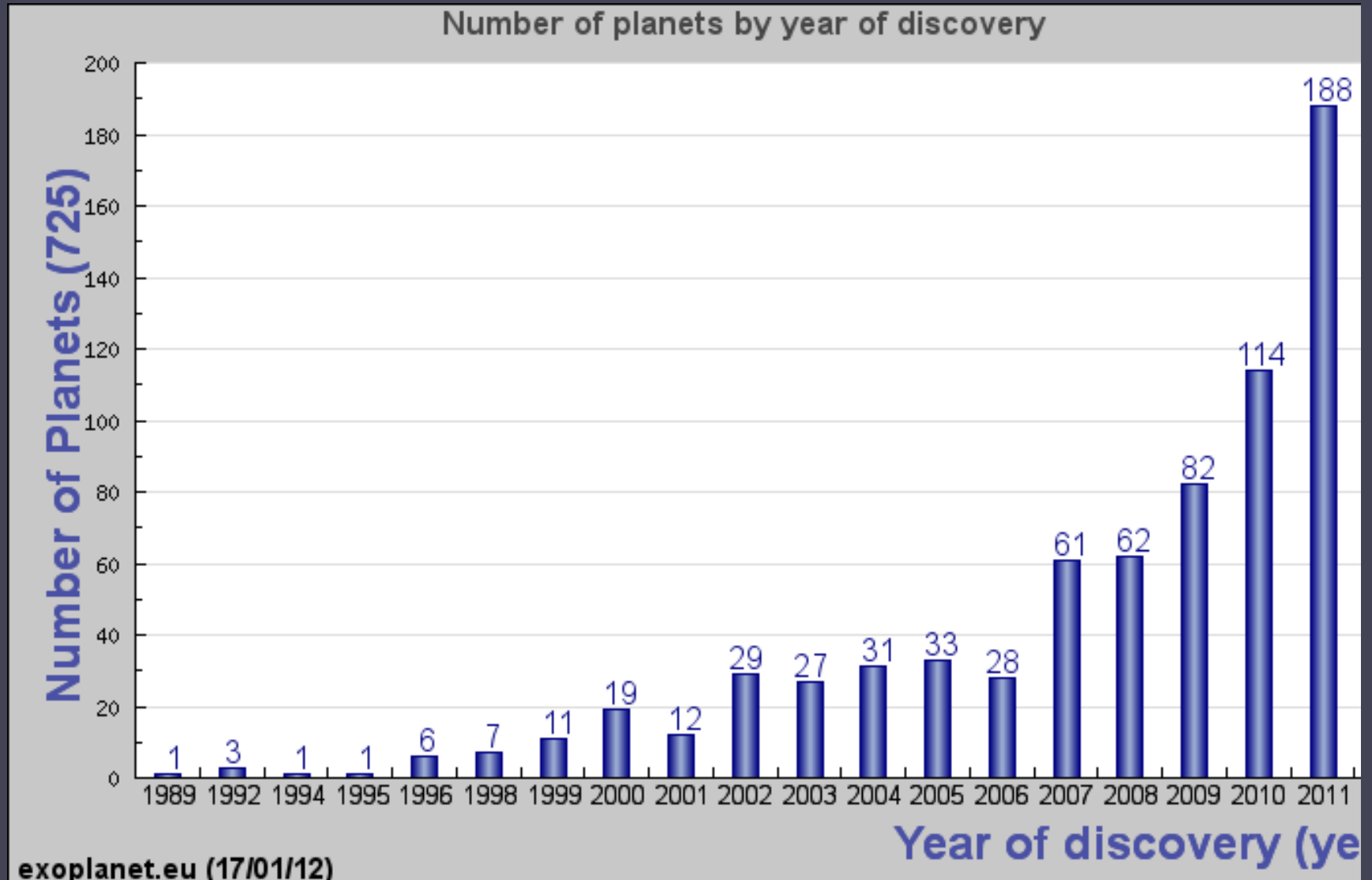
惑星による星のふらつき

恒星のふらつきを見つける方法

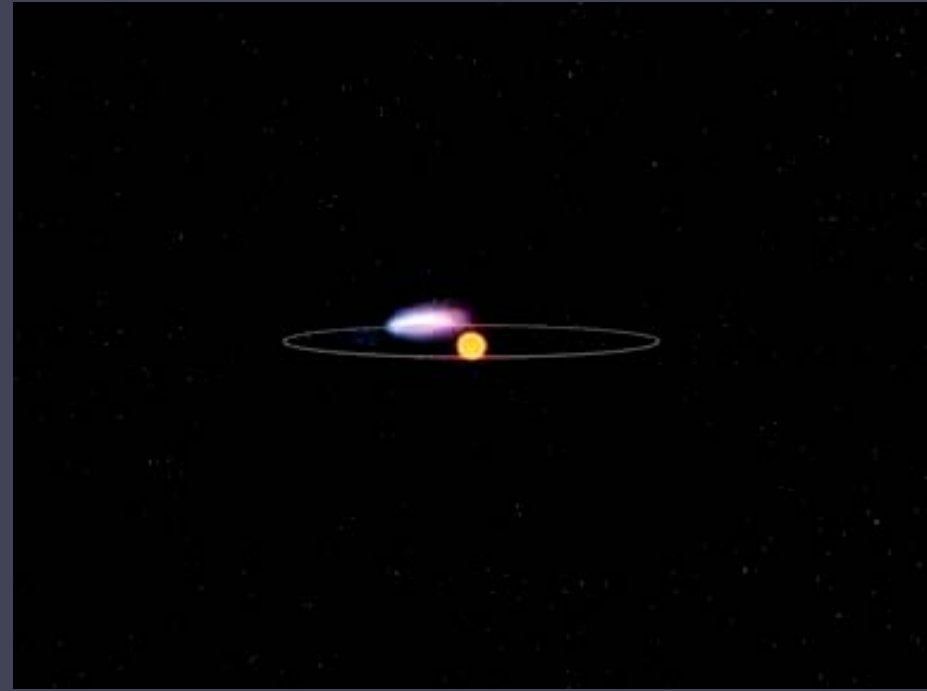
- 星が遠ざかると、**光は赤**に
- 近づくと、**光は青**に



増える発見数

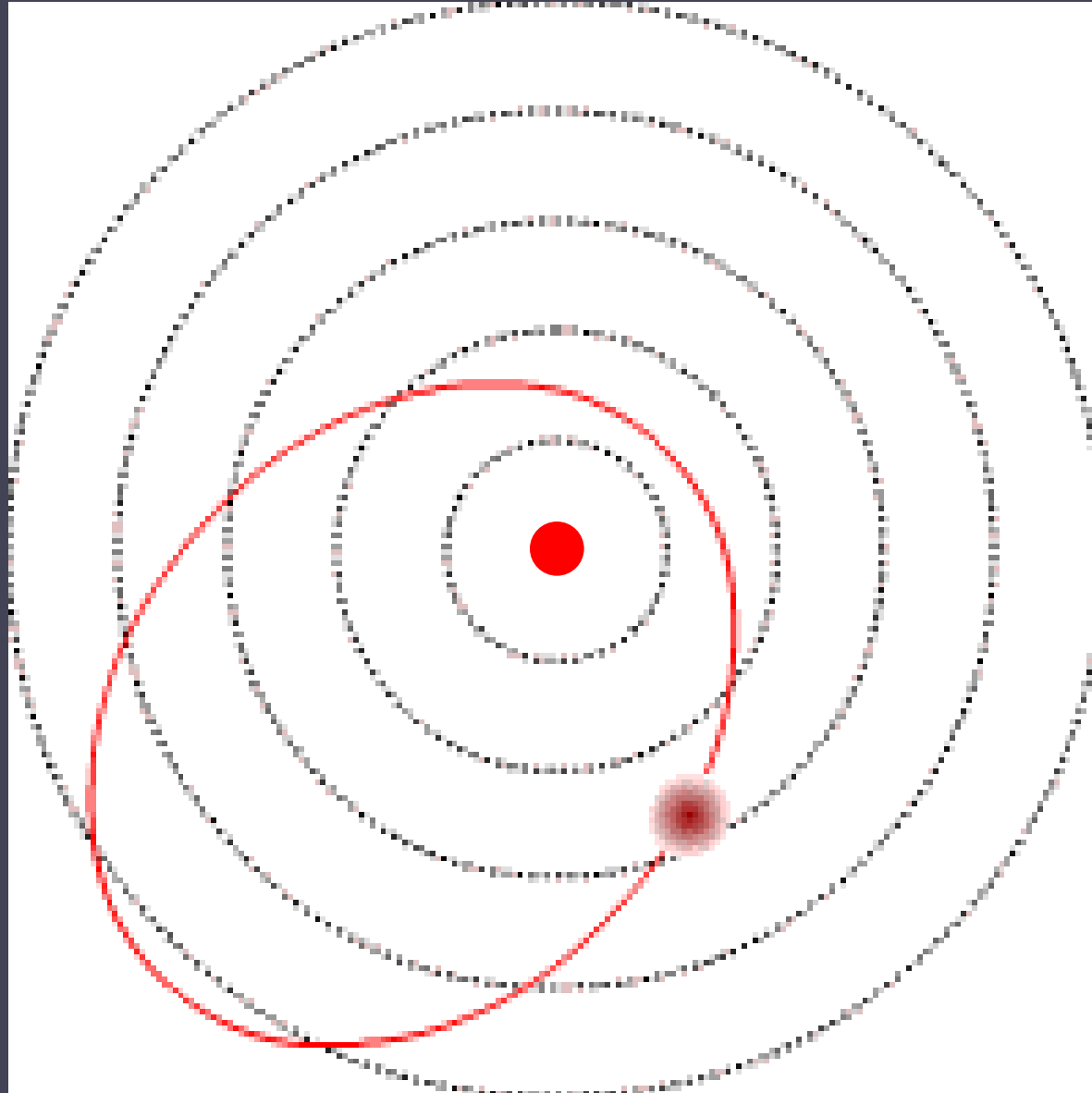


灼熱の惑星



ガスを吹き出す灼熱の惑星

表面は1000度もの高温になる



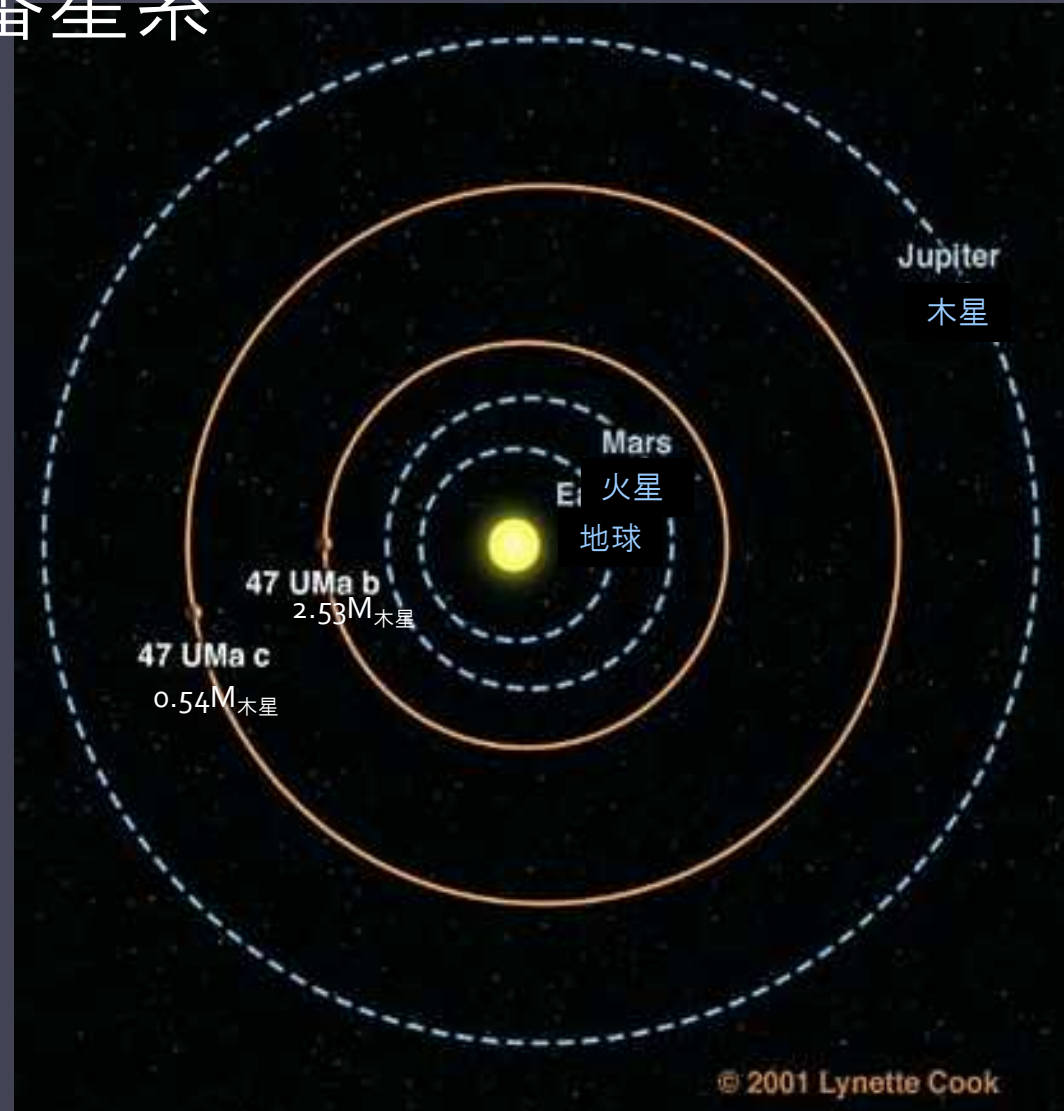
楕円軌道を持つ惑星

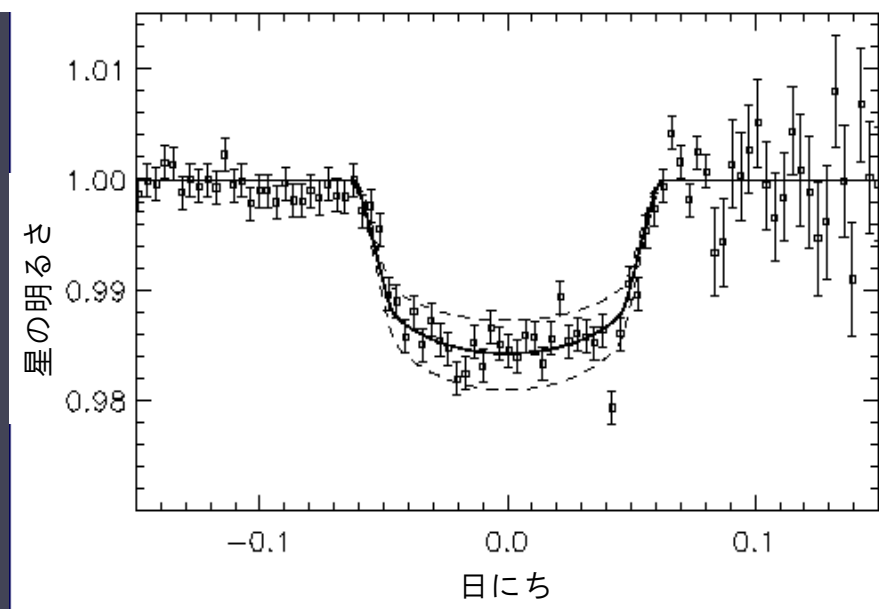
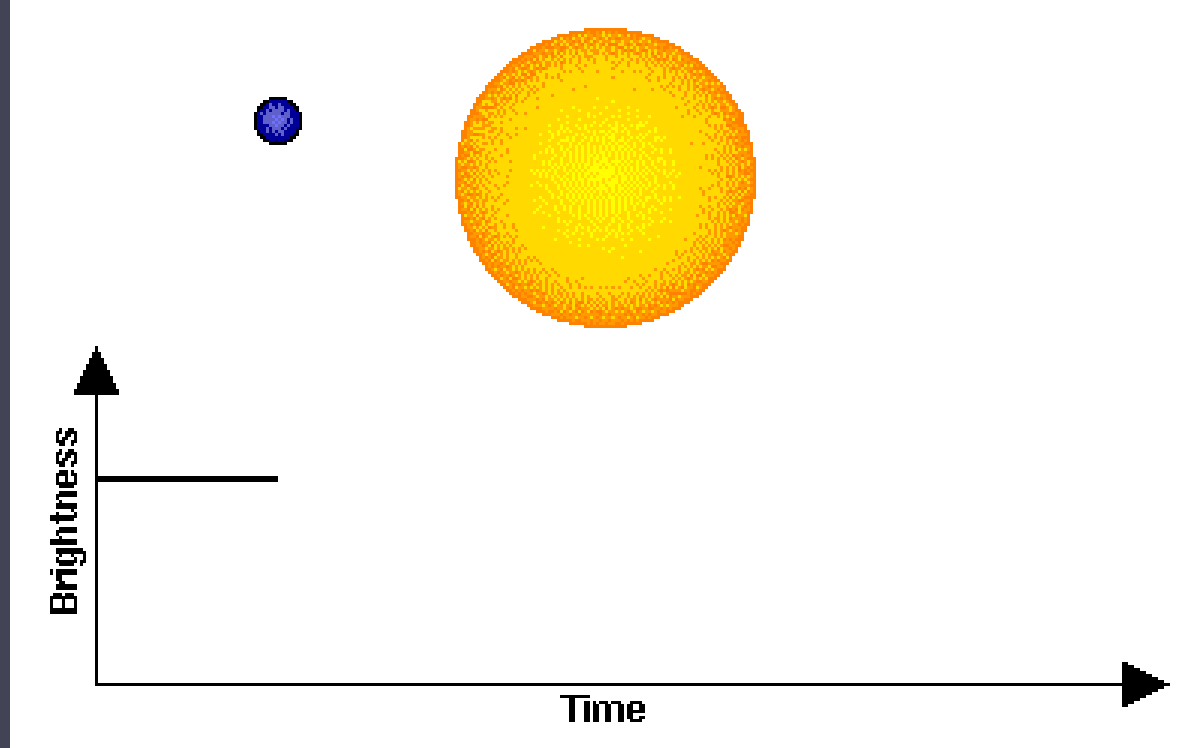
「太陽」に近づくときは、暑い夏
遠ざかるときは、長く寒い冬を過ごさねばならない

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}

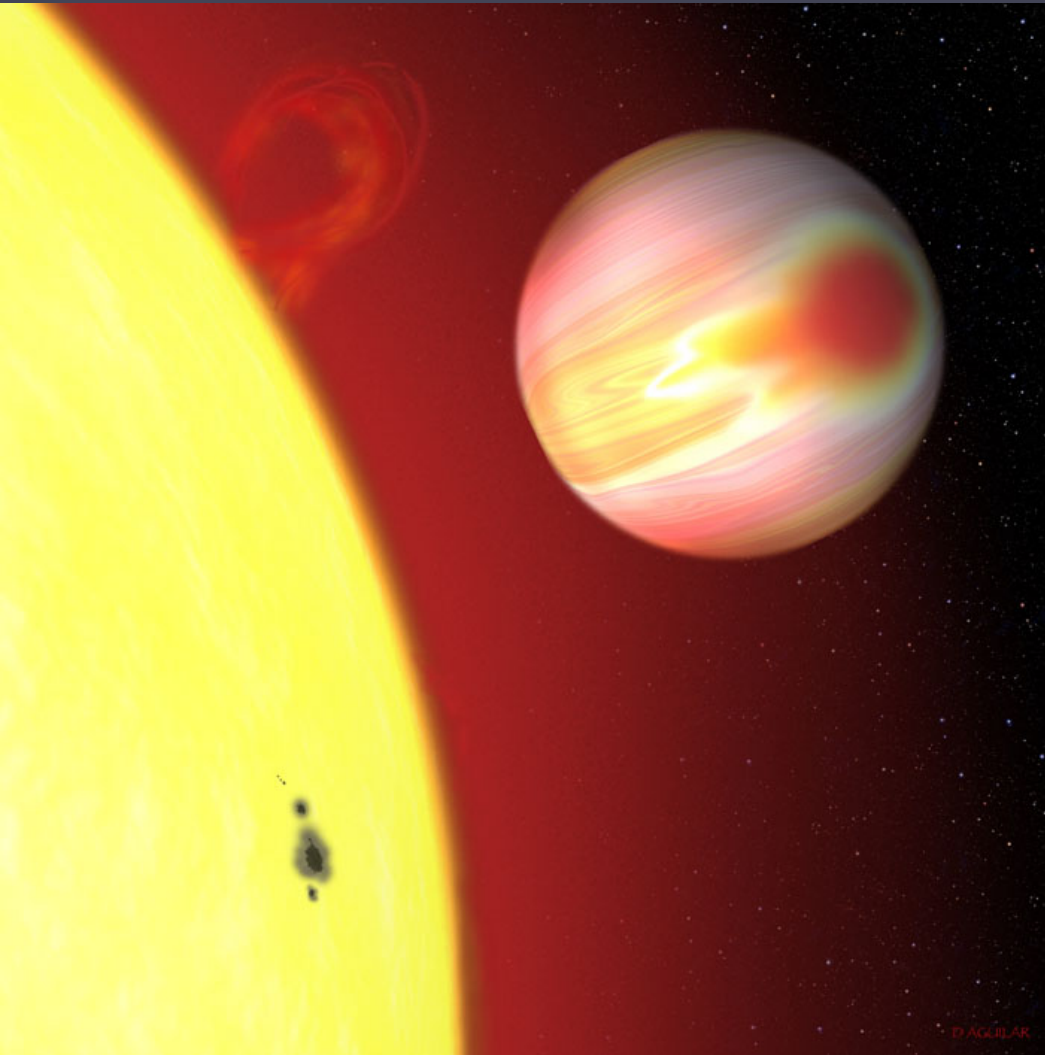




惑星が星の前を通過すると、星が少し暗くなる

惑星の地図も描ける?

- HD 189733bの「地図」



http://www.cfa.harvard.edu/news/2007/pr200713_images.html



Substellar Point



90 Degrees East



Antistellar Point



90 Degrees West

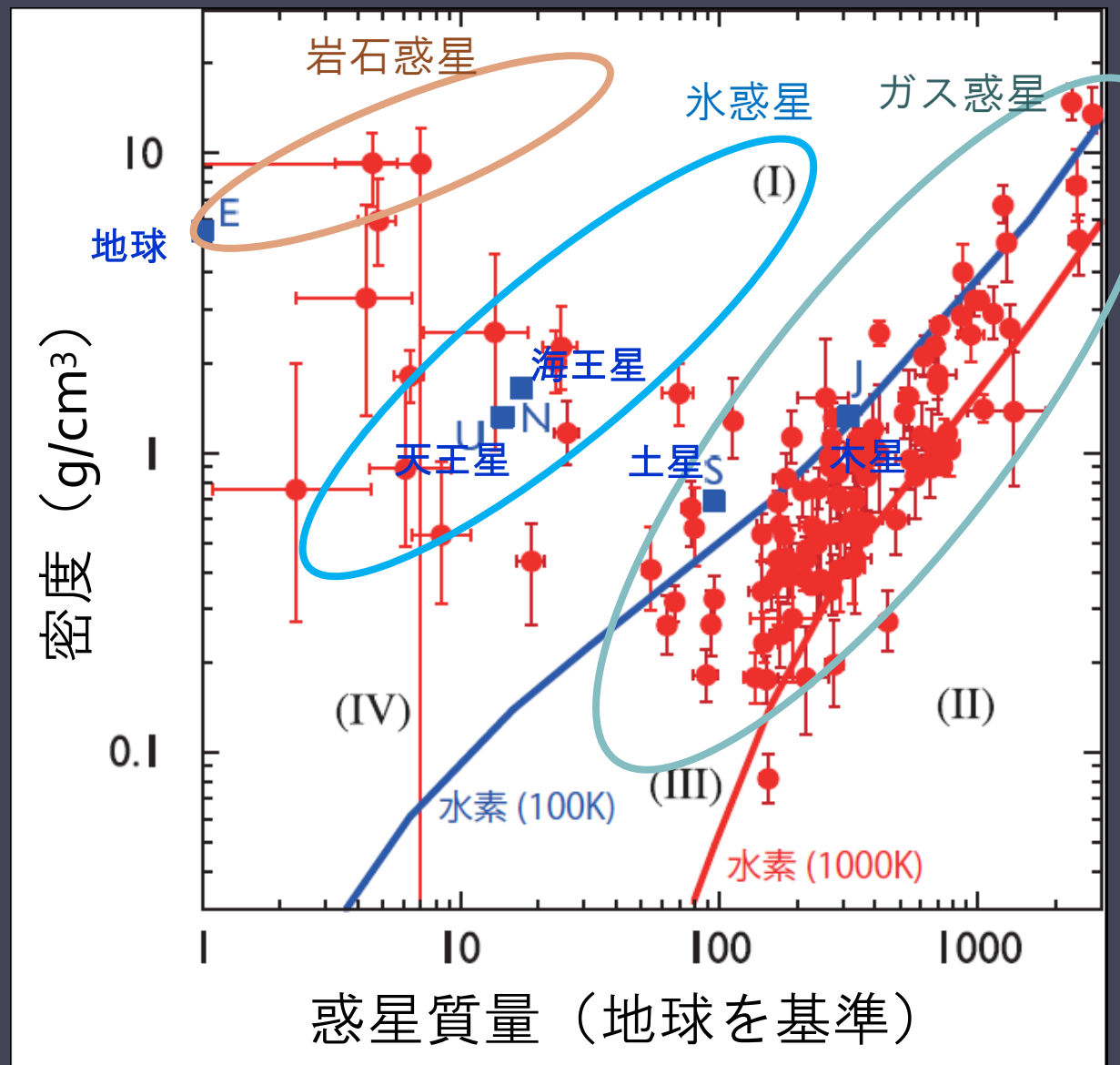
これまでに見つかった最小の惑星

- 地球の約2倍の質量
– 火星サイズの惑星候補天体も

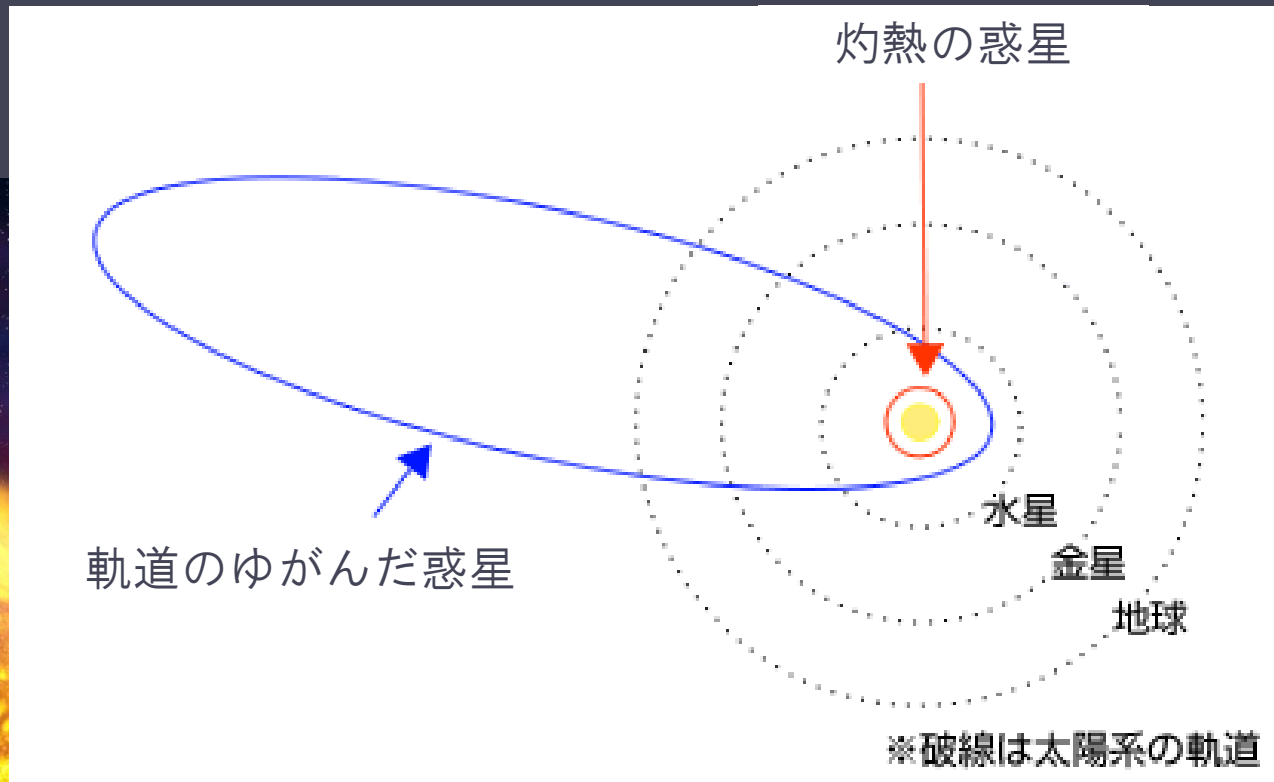
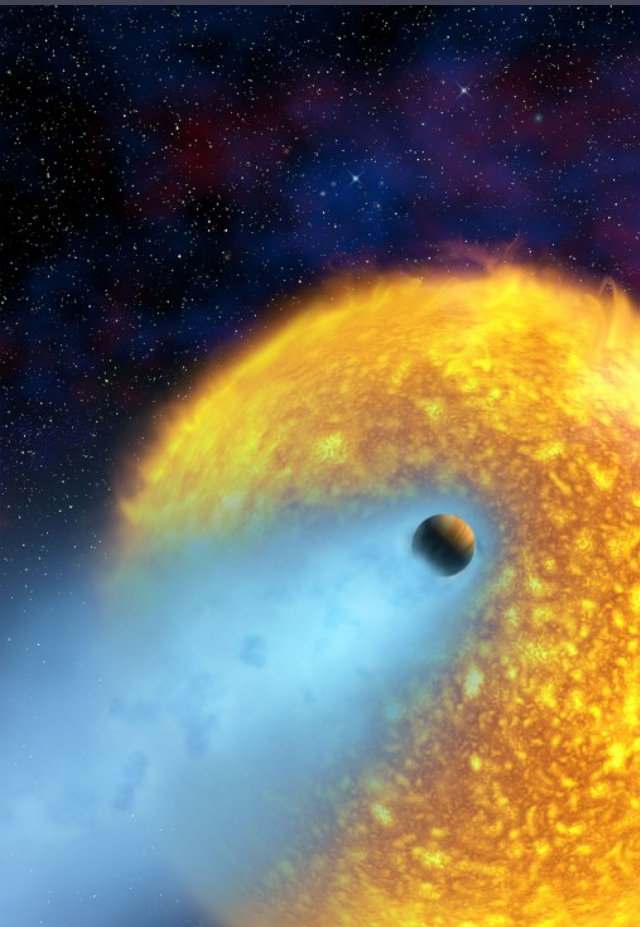


岩石、氷、ガス惑星

- 3種類の惑星が見つまっている



多様な惑星系



太陽

水星 金星 地球 火星



木星



土星



天王星



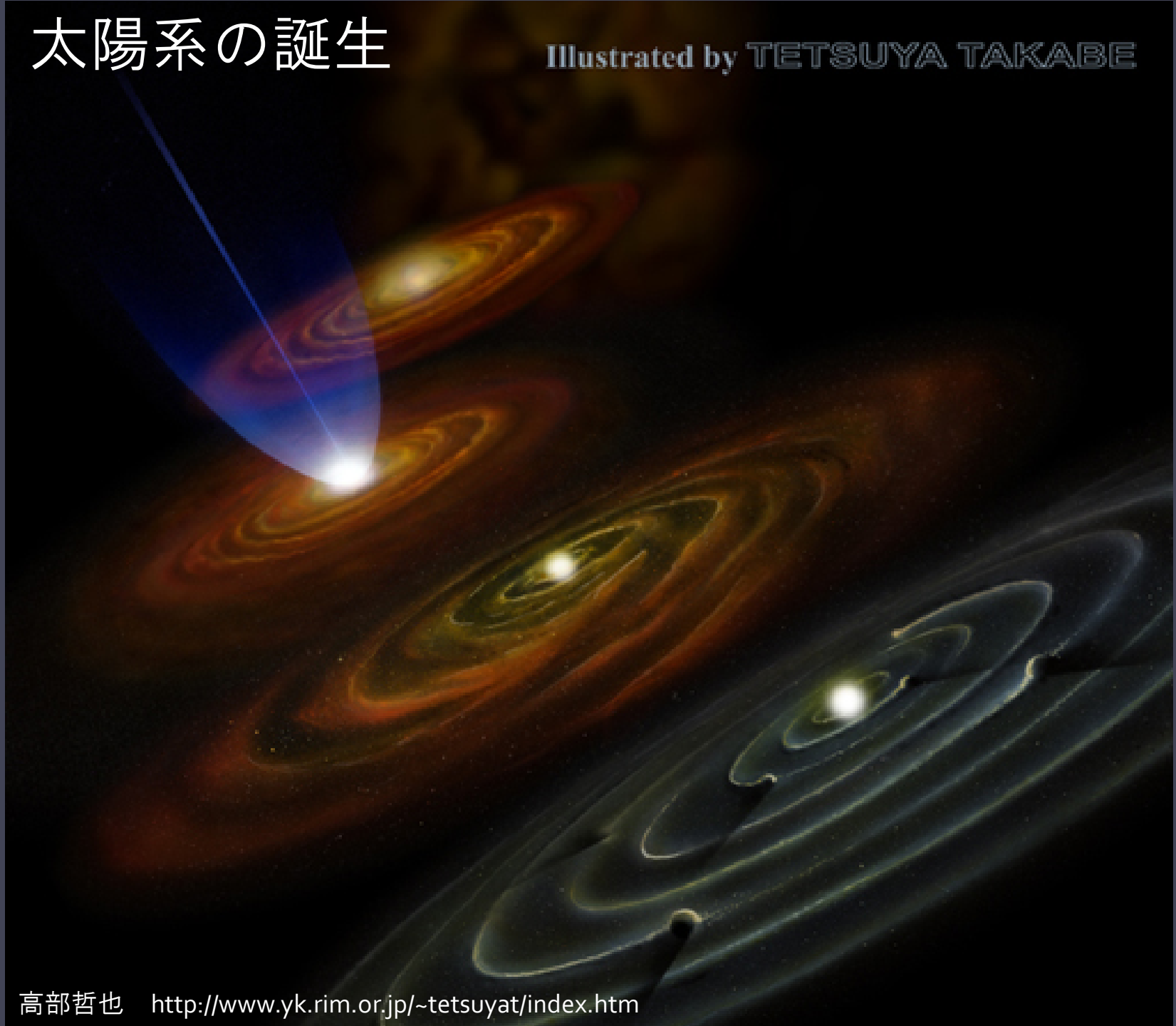
海王星



冥王星

太陽系の誕生

Illustrated by TETSUYA TAKABE



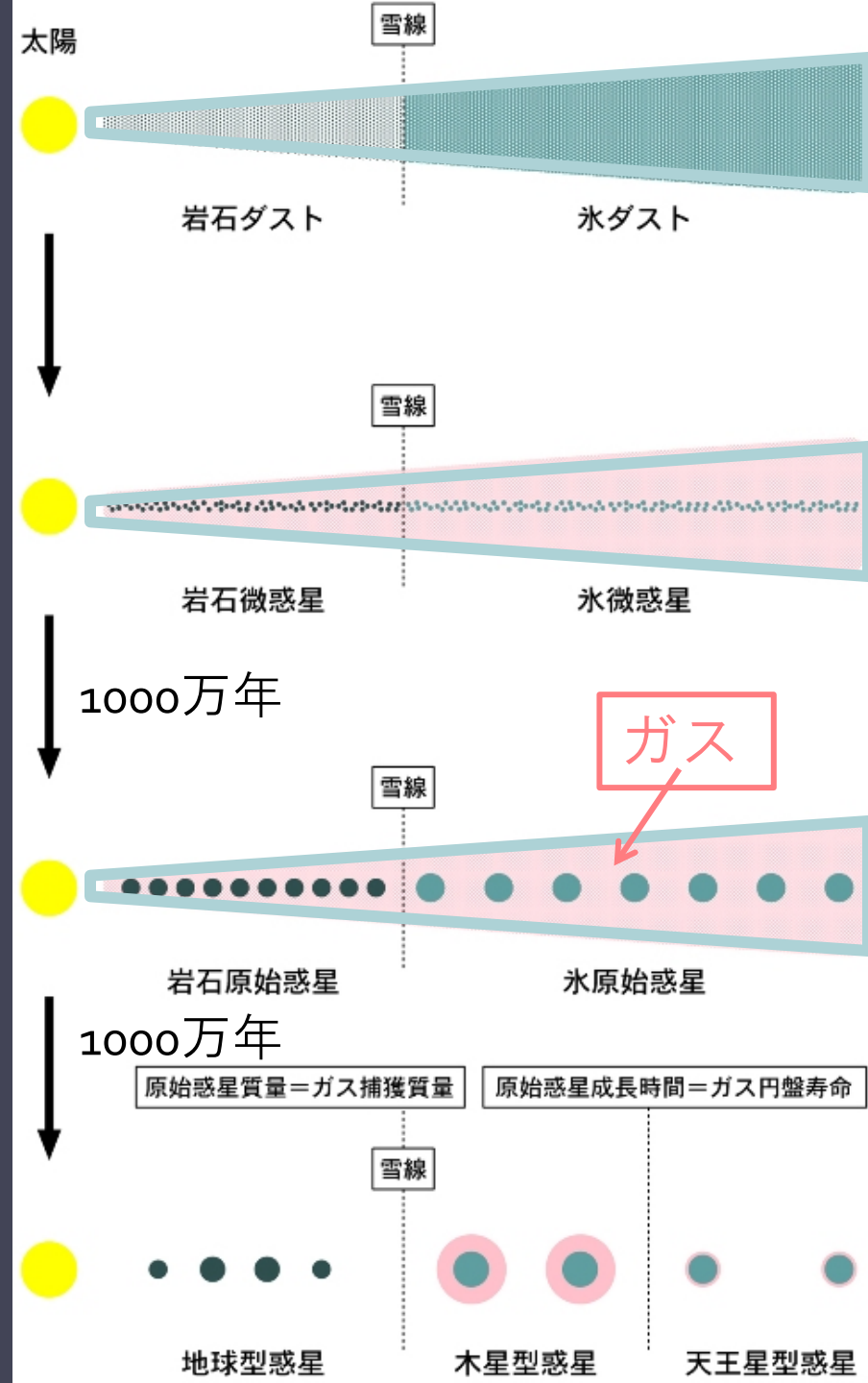
惑星の材料は

- ガス
- 塵、ほこり（土ほこり、雪）

●ほこりが集まって、惑星のもと(10kmくらい) ができる

●原始惑星が成長（1万km）

- 周りのガスを吸い込んで、ガス惑星ができる
- 円盤のガスが散逸



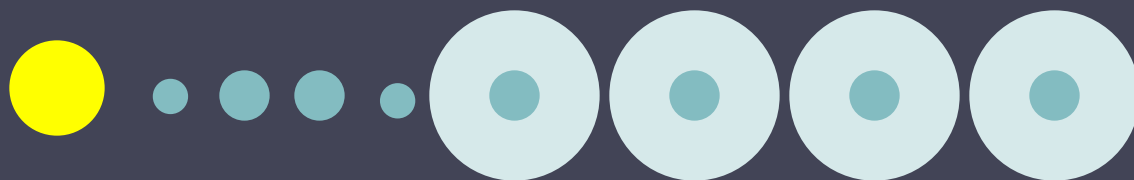
惑星の材料がたくさんあると...

材料が適度にあった場合

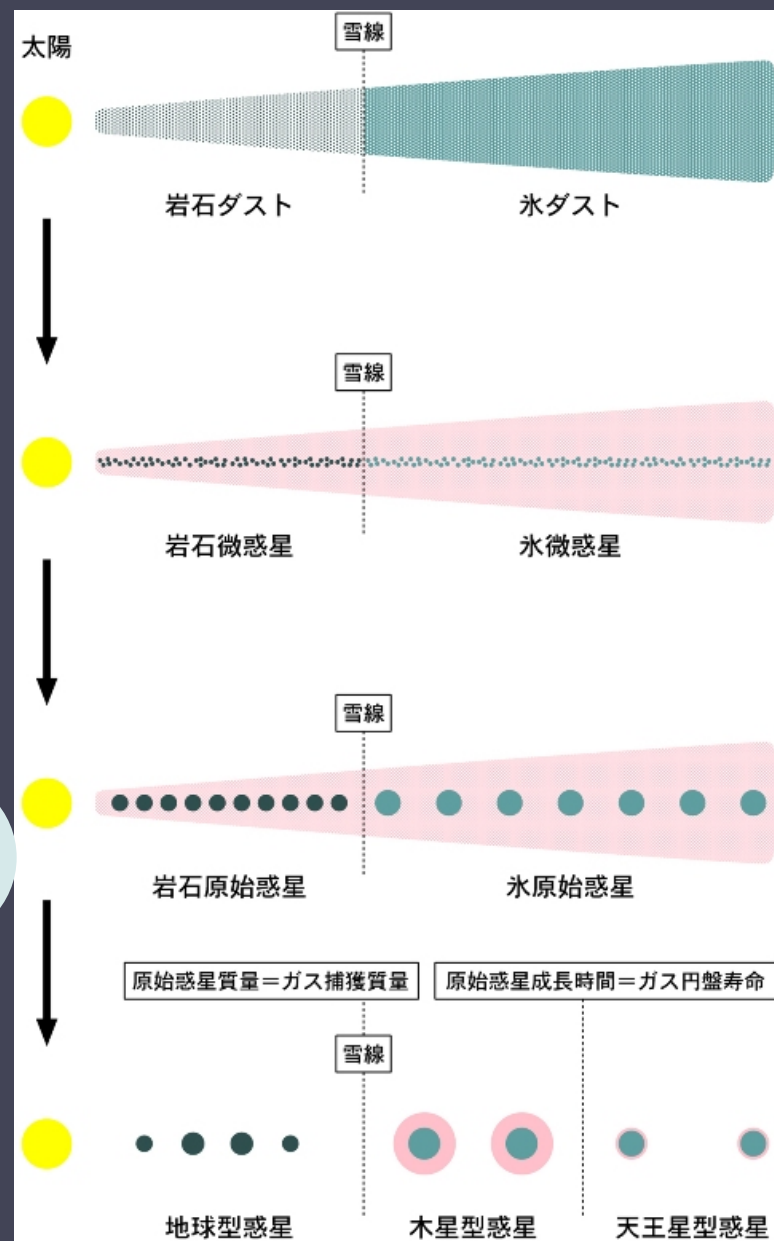


太陽系のような惑星系ができる

材料がたくさんあった場合



天王星、海王星もガス惑星になる
木星、土星はもっと大きくなる

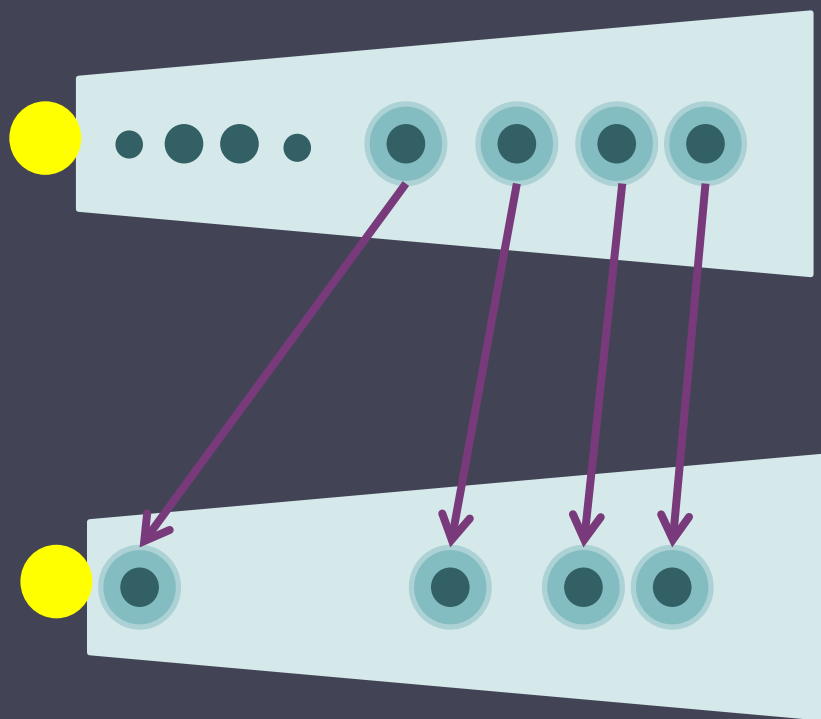


楕円軌道の惑星

- 土星が、もっと重かったら....
 - 木星の軌道が楕円にゆがむ
 - さらに、灼熱の惑星となる可能性も



惑星ができた後も、ガスが余っていると・・・

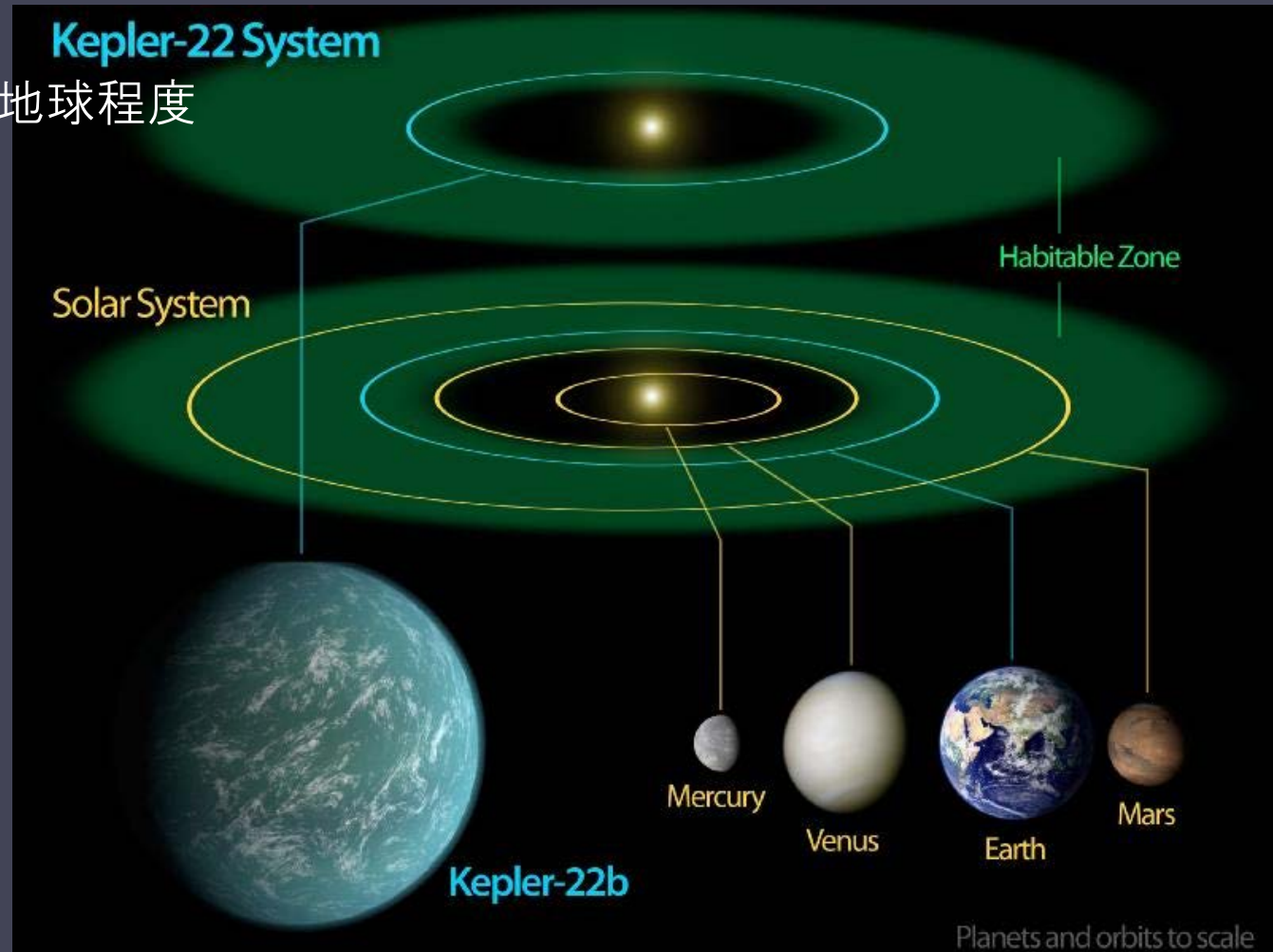


灼熱の惑星



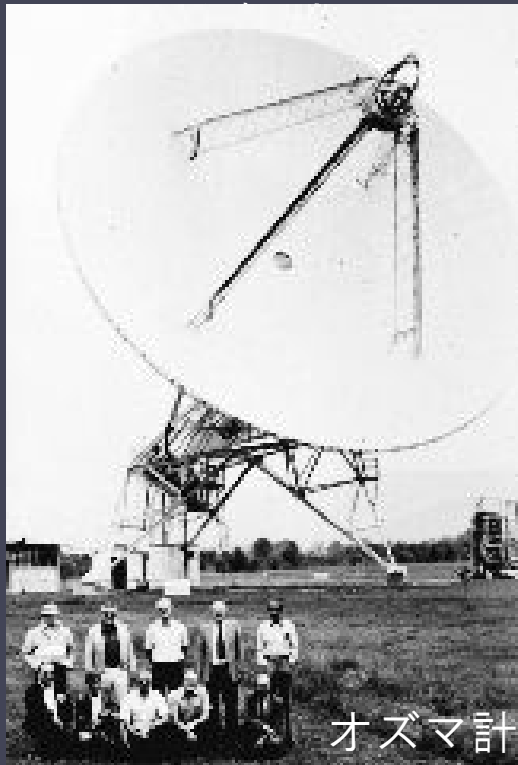
居住可能惑星

- 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



地球外知的生命体の探査

- CETI (Communication:交信) からSETI (Search:探査) へ
 - Search for Extra-Terrestrial Intelligence
 - Communication: 地球外の文明からの電波通信を受けようとする試み (1960年)
 - 宇宙に向けての通信信号の発信(1974年)
 - Search: 地球外の人工電波源 (電波放送・自星の宇宙船との交信)



オズマ計画



アレシボの300m電波望遠鏡が送った信号

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
= 0.1

– f_p = 惑星を持つ割合

– 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

– それは . . . 世界戦争、環境破壊ができる文明

宇宙文明に仲間入りするには

- 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すれば、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？
 - せめて、1万年くらい存続した文明でないと・・・
 - 戦争や環境破壊で絶滅することなく、ということができるのだろうか・・・

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）