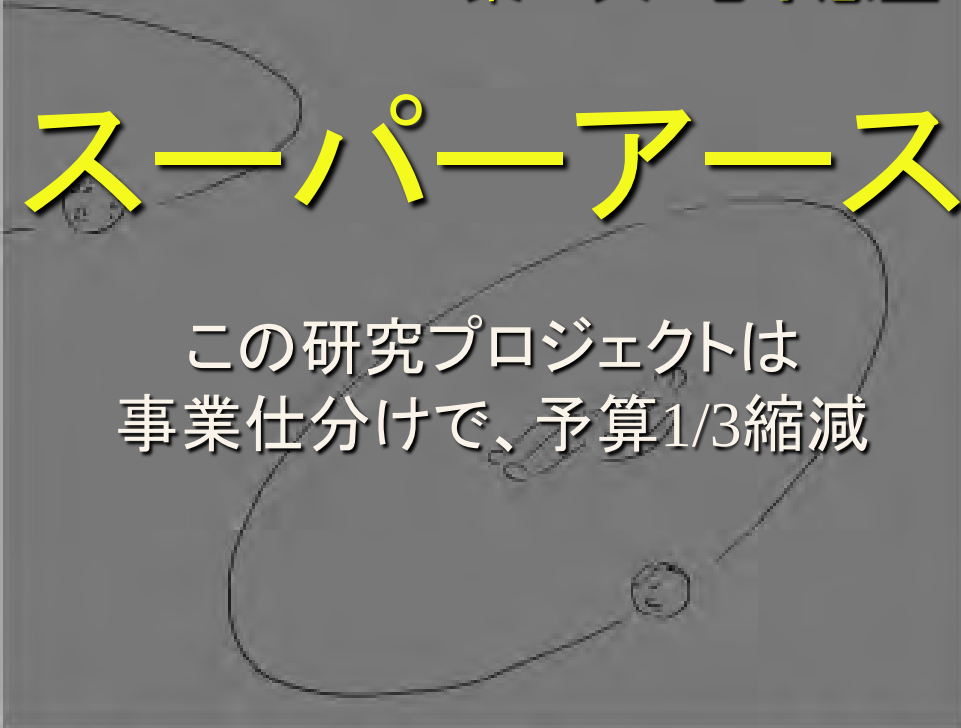


井田茂

東工大・地球惑星

スーパーアース



この研究プロジェクトは
事業仕分けで、予算1/3縮減

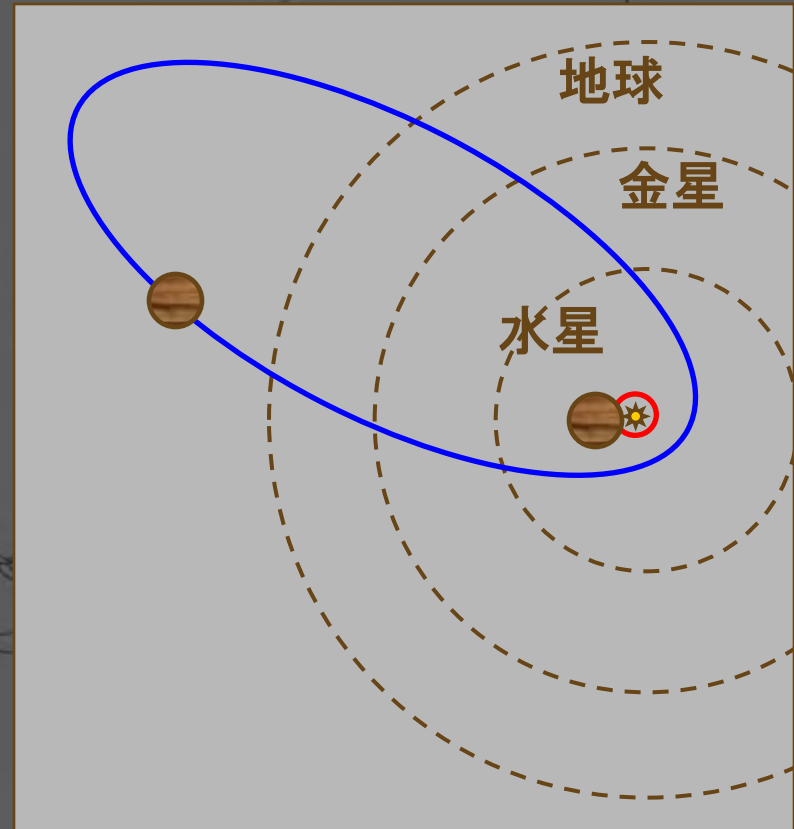
"Our world, other worlds"

(太陽系)

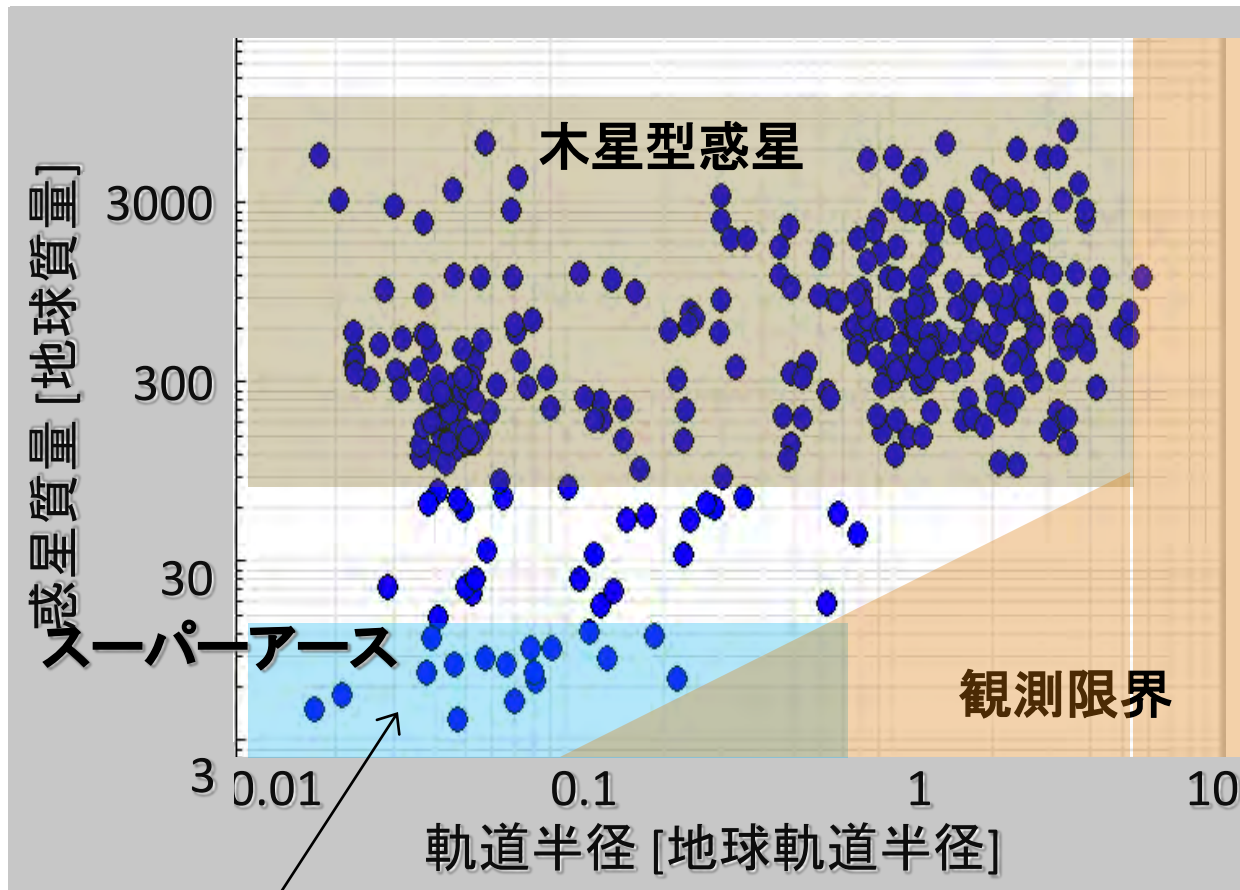
(系外惑星系)

系外惑星の発見

- 約400個の太陽系外の惑星
 - ほとんどが巨大ガス惑星 存在確率10%以上?
 - 多様な惑星系
 - ホット・ジュピター、エキセントリック・プラネット
 - 太陽系類似型
- “Earths” への期待
 - 理論: 巨大ガス惑星の存在
⇒ 固体(岩石、氷)惑星存在
 - 2-20M_{地球}の **super-Earths**
多数発見
存在確率40%以上?



スーパーアースの発見



ターゲット星の
数は1/10以下

スーパーアース

- 2-20 $M_{\oplus}$
- ドップラー法
 $r < 0.1\text{AU}$ の条件で
太陽型恒星の40-
60%に存在
(ほとんどが複数系)



地球型惑星は遍在
ただし、多様

- ケプラー宇宙望遠
鏡(2009/3)
 - 食を使った方法
 - 多数のスーパーアース
発見の期待

ハビタブル・プラネット（生命居住惑星）

- 大規模な海 = 液相の水、液相の?? ...
- 液相 ← 温度、圧力
 - 温度：
 - 惑星の場合は中心星の明るさ(スペクトル型)、惑星の軌道半径、惑星大気の温室効果
軌道半径が小さく、複数系の場合は中心星潮汐加熱
 - 圧力：大気量
 - 基本的には惑星質量
ただし、プレートテクトニクス、海への溶解などで長期的に変化
 - 中心星の明るさ、惑星の軌道半径、惑星質量は観測可能

← ハビタブル・ゾーン →

水蒸発

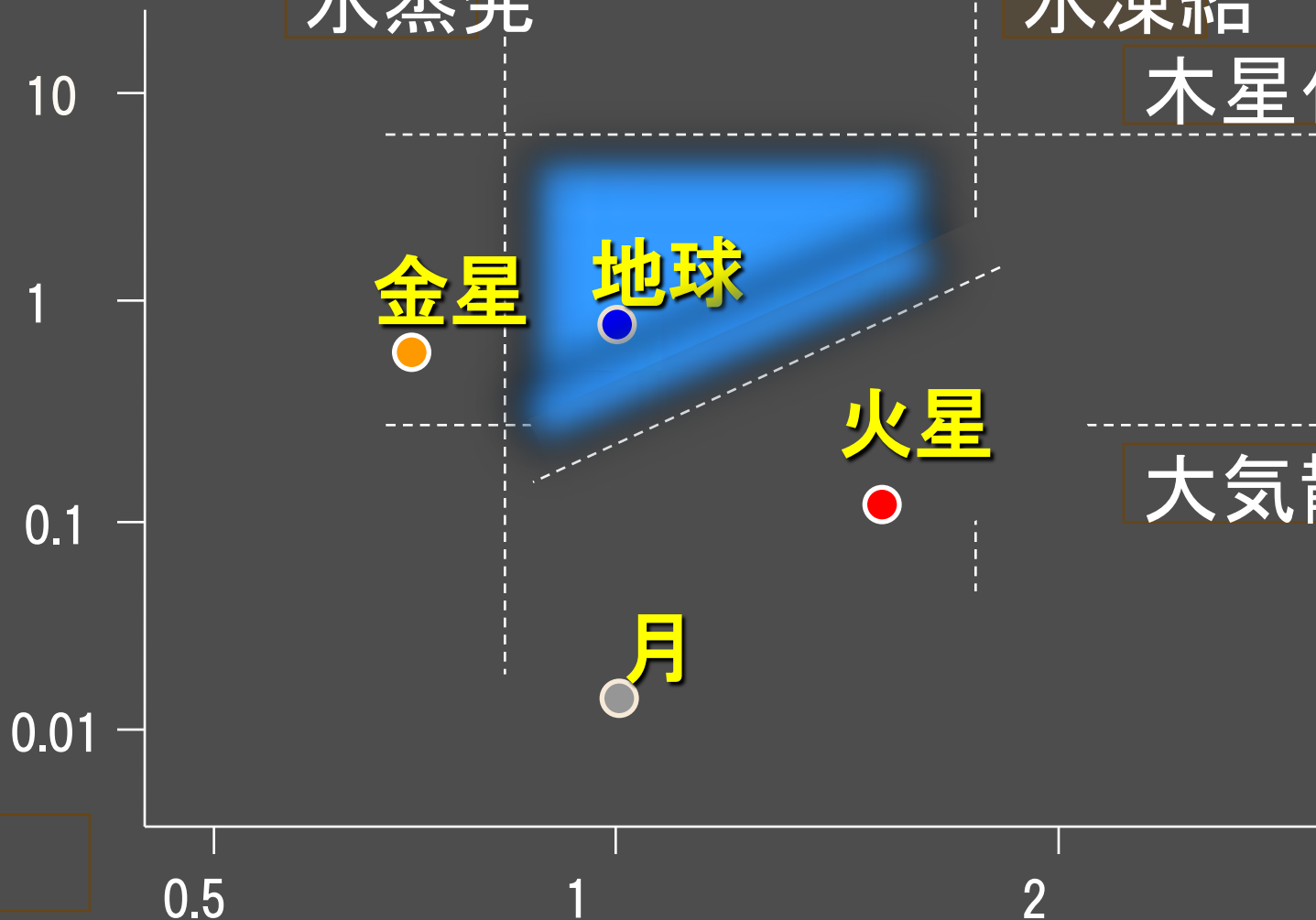
水凍結

木星化

大気散逸

天体質量 [地球質量]

大気圧



中心星からの距離 [天文単位]

温度

惑星表層-生命の共進化

生命

原核生物

光合成生物

真核生物

動植物

46

38

27

20

6

0 [億年前]

表層

海形成

地磁気形成?

全地球凍結

全地球凍結

酸素濃度
← 光合成生命)

二酸化炭素濃度
← プレートテクトニクス)

必然

偶然?

Earths



the Earth

惑星環境・生命進化

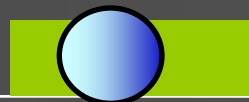
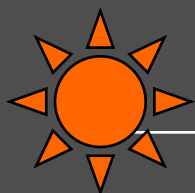
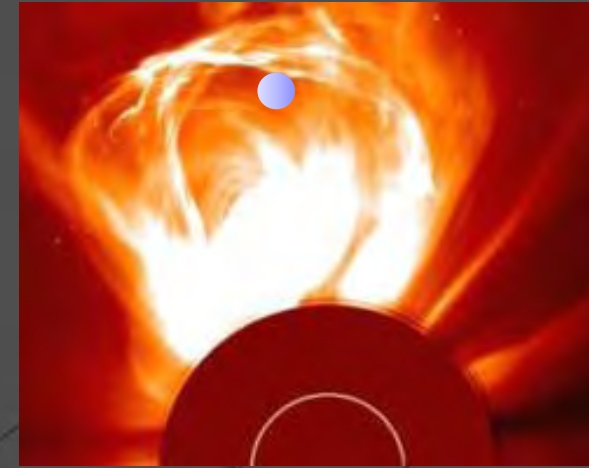
M型星のスーパーアース

M型星

- $M_* = 0.1 - 0.5 M_{\odot}$ 銀河系で最も豊富
- 暗い (明るさ $\propto$ 中心星質量²⁻⁴ に比例)
→ ハビタブル・ゾーンが主星に近い

M型星の近接ハビタブルプラネット

- スーパーアースなら現在観測可能
- 自転・公転同期
- 紫外線、X線は強い。フレアも届く? - 過酷な環境(→進化?)
- 銀河系で最も多いハビタブル・プラネット



0.1

0.3

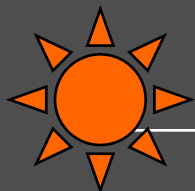
1

[AU (天文単位)]

G型矮星のスーパーアース

G型矮星のハビタブルプラネット

- 0.8-1.6AU
- 地球、過去の金星 テラフォーミングされた火星
- スーパーアース
 - ケプラーで観測可能
 - 磁場？ プレートテクトニクス？
- 理論予測では 10%以上の恒星に存在



0.1

0.3

1

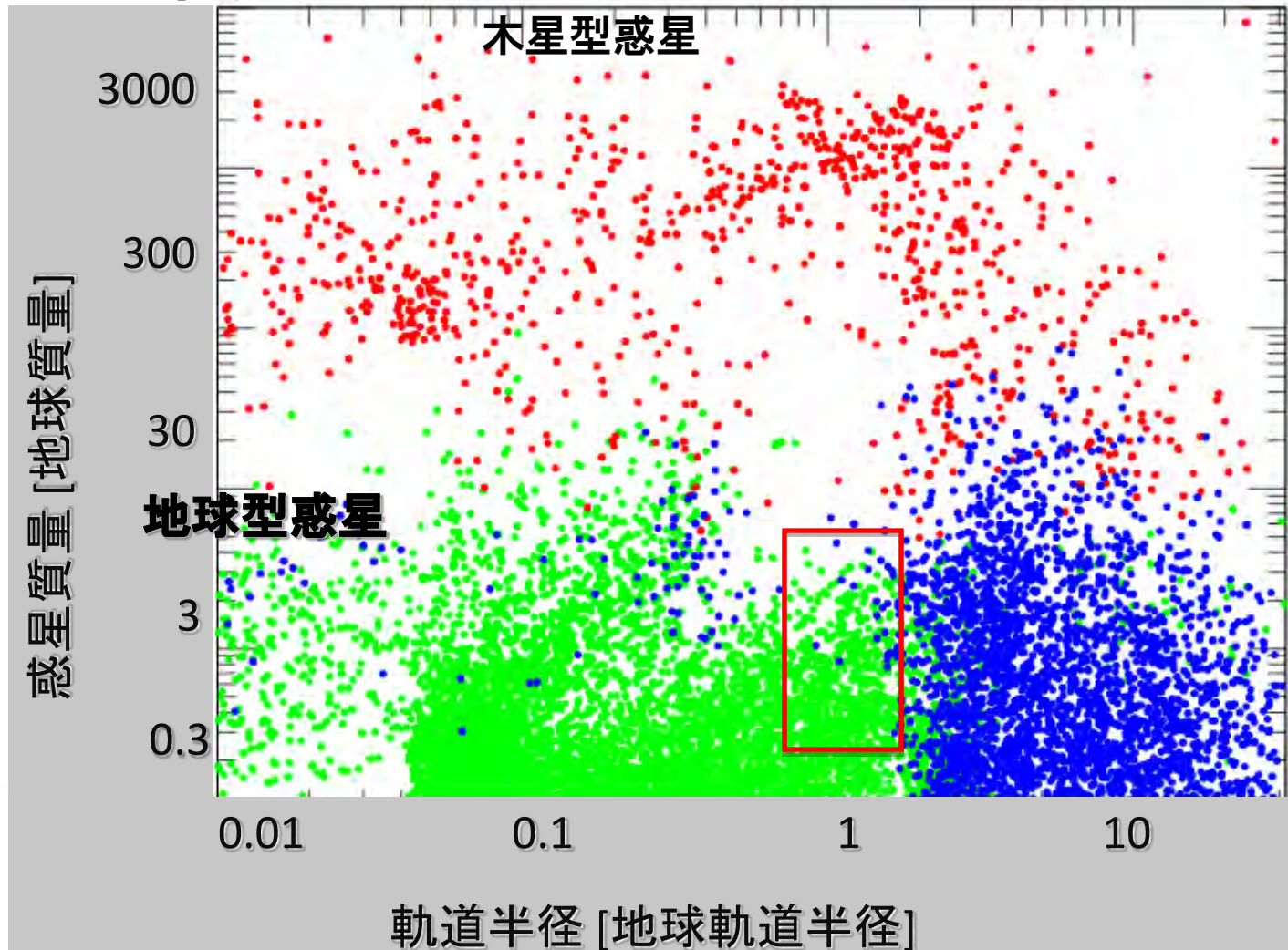
[AU (天文単位)]



太陽系外の惑星

$$\eta_J = 0.32, \eta_{\text{HSE}} = 0.32, \eta_{J+\text{HSE}} = 0.16$$

理論モデル (多数の素過程をパラメータ化して結合～気候モデル)



地球外生命

多様なハビタブル・プラネットのひとつとして地球を位置づける

必然

偶然？

Earths



the Earth

惑星環境・生命進化

「知的」生命 - 定義なし

仮に電波を使ってコミュニケーションする生命とすると
次世代電波望遠鏡なら電波の漏れを検出可能？

科学は世界観を与えるもの

(工学は世界を豊かにするもの)

東浩紀