

# 地球惑星科学II

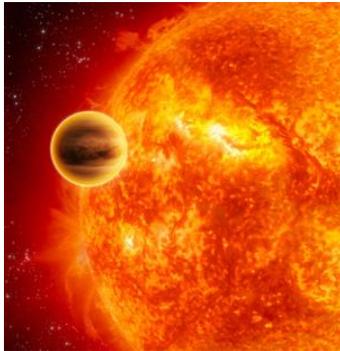
## 第14回

2022年01月20日

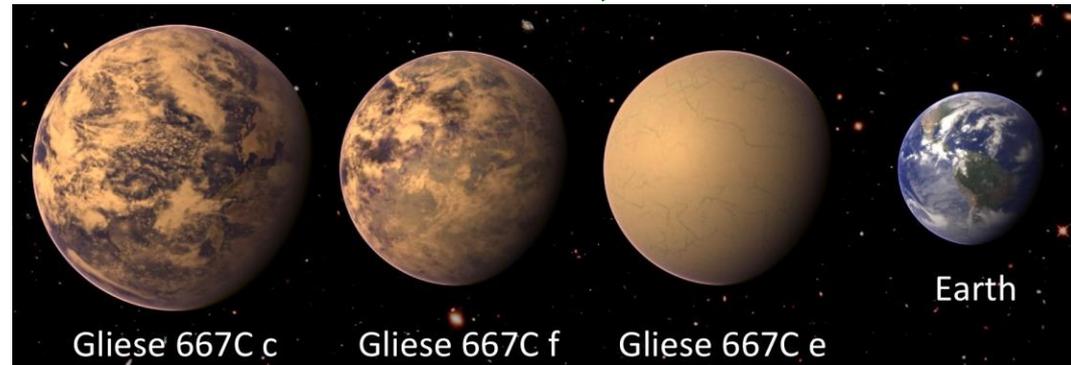
# 今日のテーマ

- 系外惑星

Hot Jupiter



スーパーアース



<http://www.cosmosmagazine.com/news/3404/new-hot-jupiters-rewrite-planetary-theory>

<http://www.drewexmachina.com/2014/09/07/habitable-planet-reality-check-gj-667c>

- 惑星における生命存在可能性

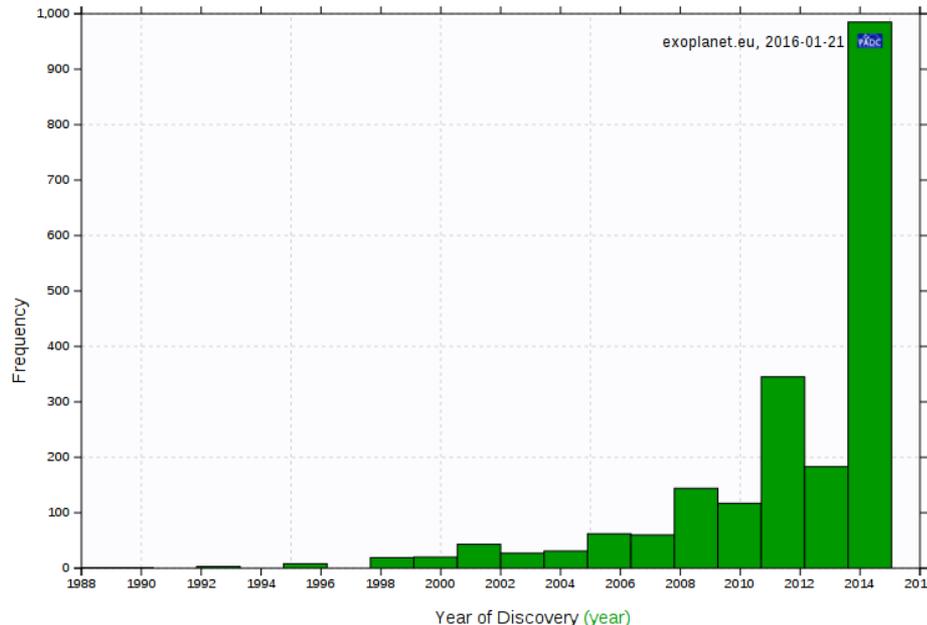
- 参照:

地学図表 p.30—31

地球惑星科学入門31章—34章

# 系外惑星とは

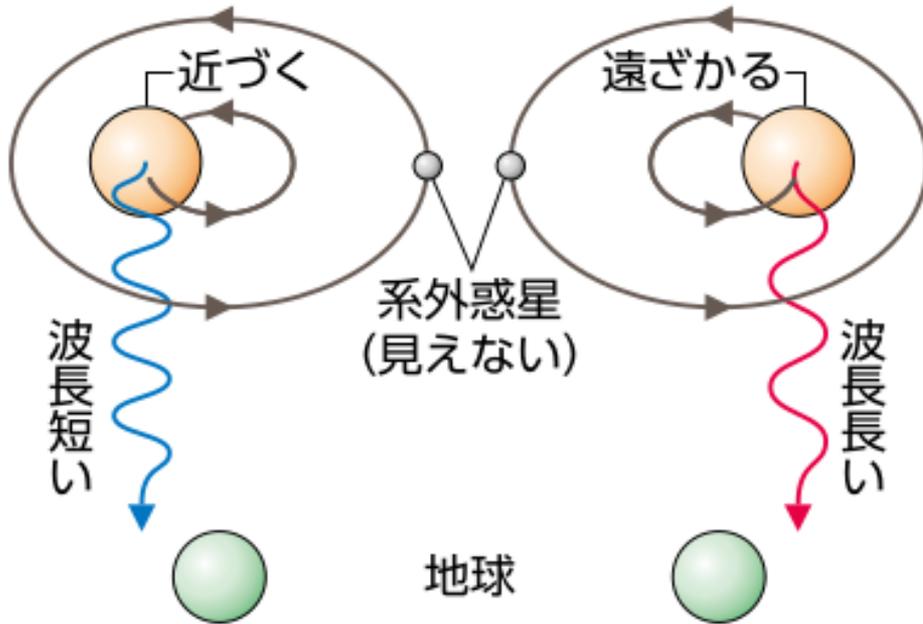
- 太陽系以外の惑星
  - 1995年の初発見（ペガサス座51b）以来、候補天体を含め7000個以上が発見
  - 最近は太陽に非常に近いところにも地球と似た惑星（プロキシマb）が発見
- 系外惑星の発見数の変化



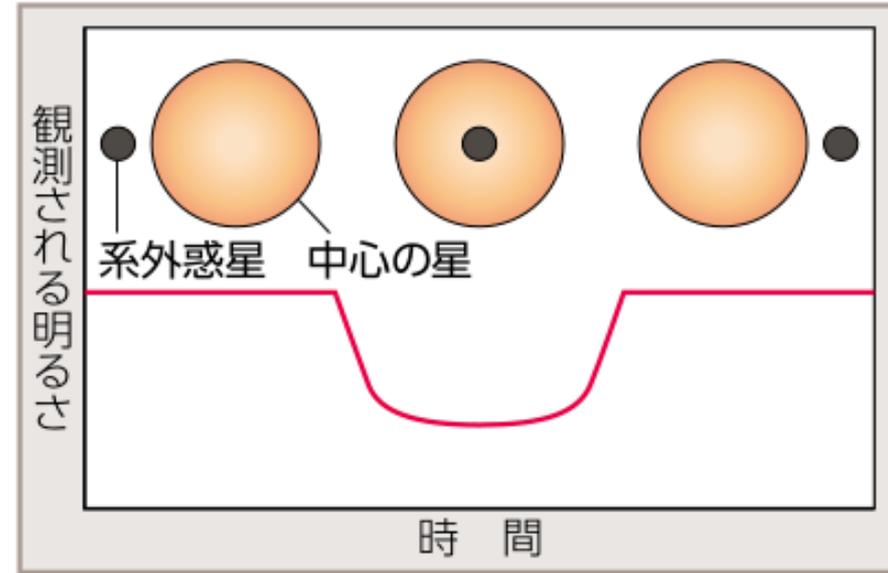
<http://exoplanet.eu/>

# 系外惑星の観測方法

## ドップラー法

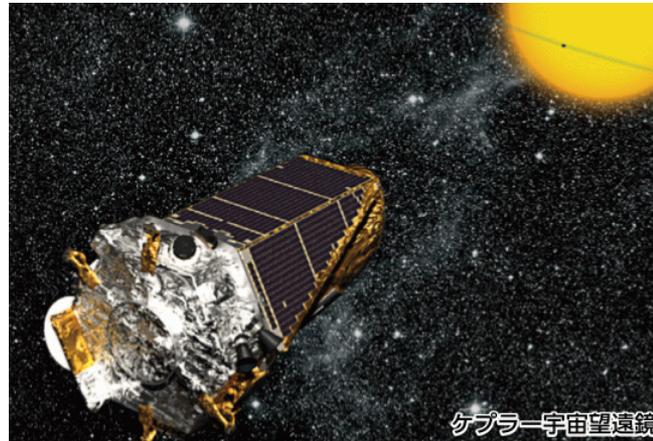


## トランジット法



地学図表P.19

## ケプラー 宇宙望遠鏡



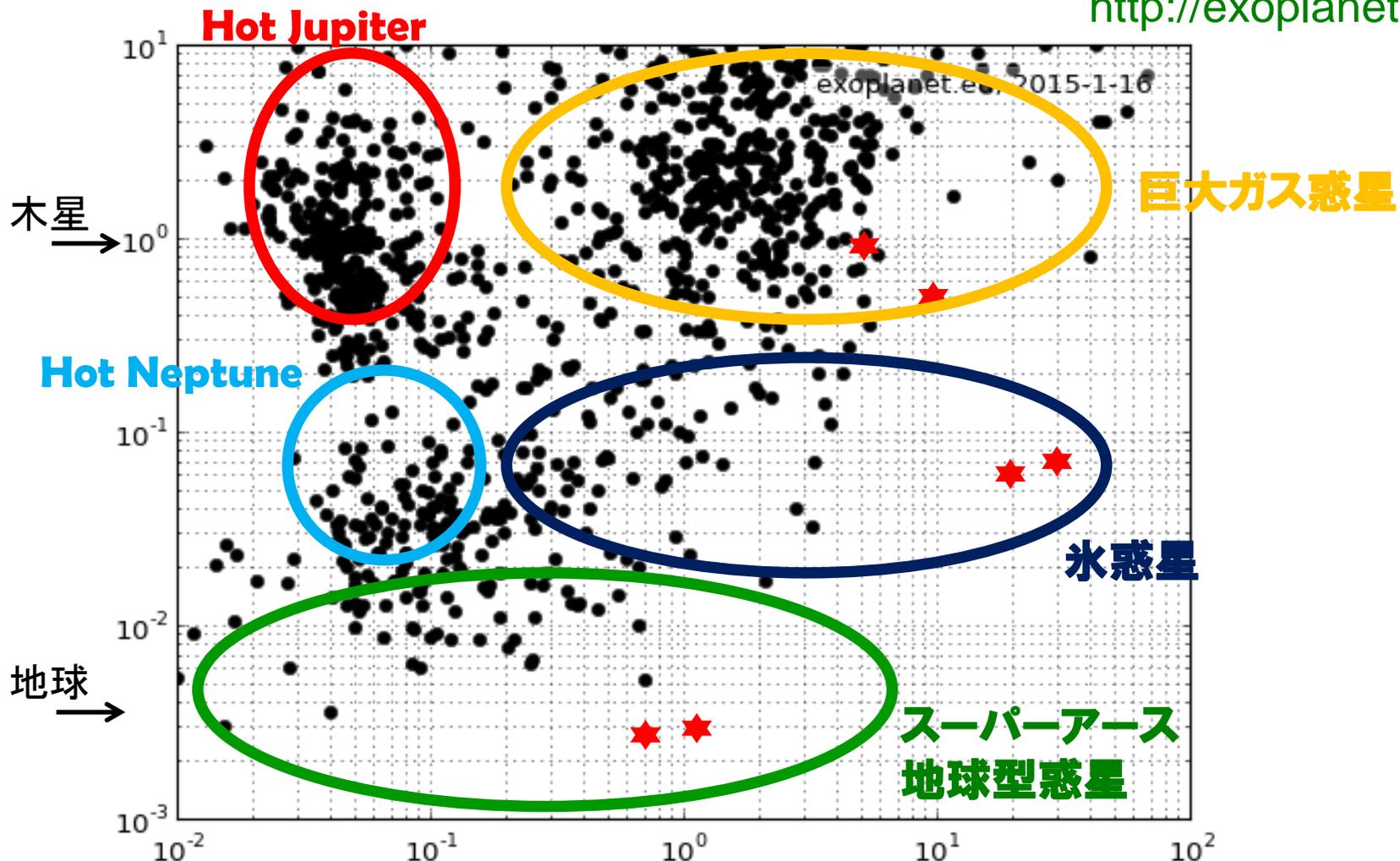
ケプラー宇宙望遠鏡

地学図表P.31

# 系外惑星の多様性

<http://exoplanet.eu/>

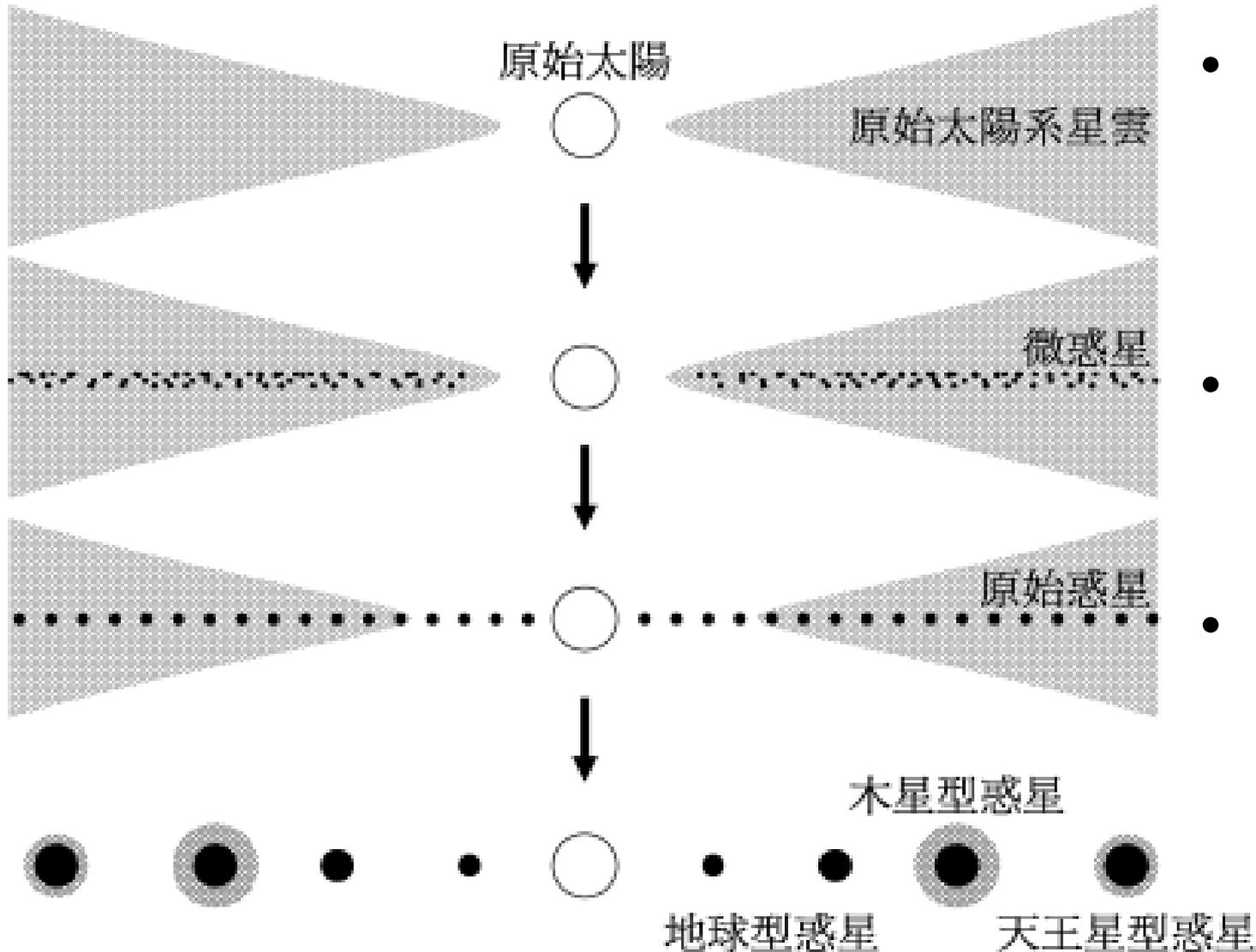
惑星質量(木星で規格化)



<http://www.drewexmachina.com/2014/09/07/habitable-planet-reality-check-gj-667c>

軌道長半径(AU)

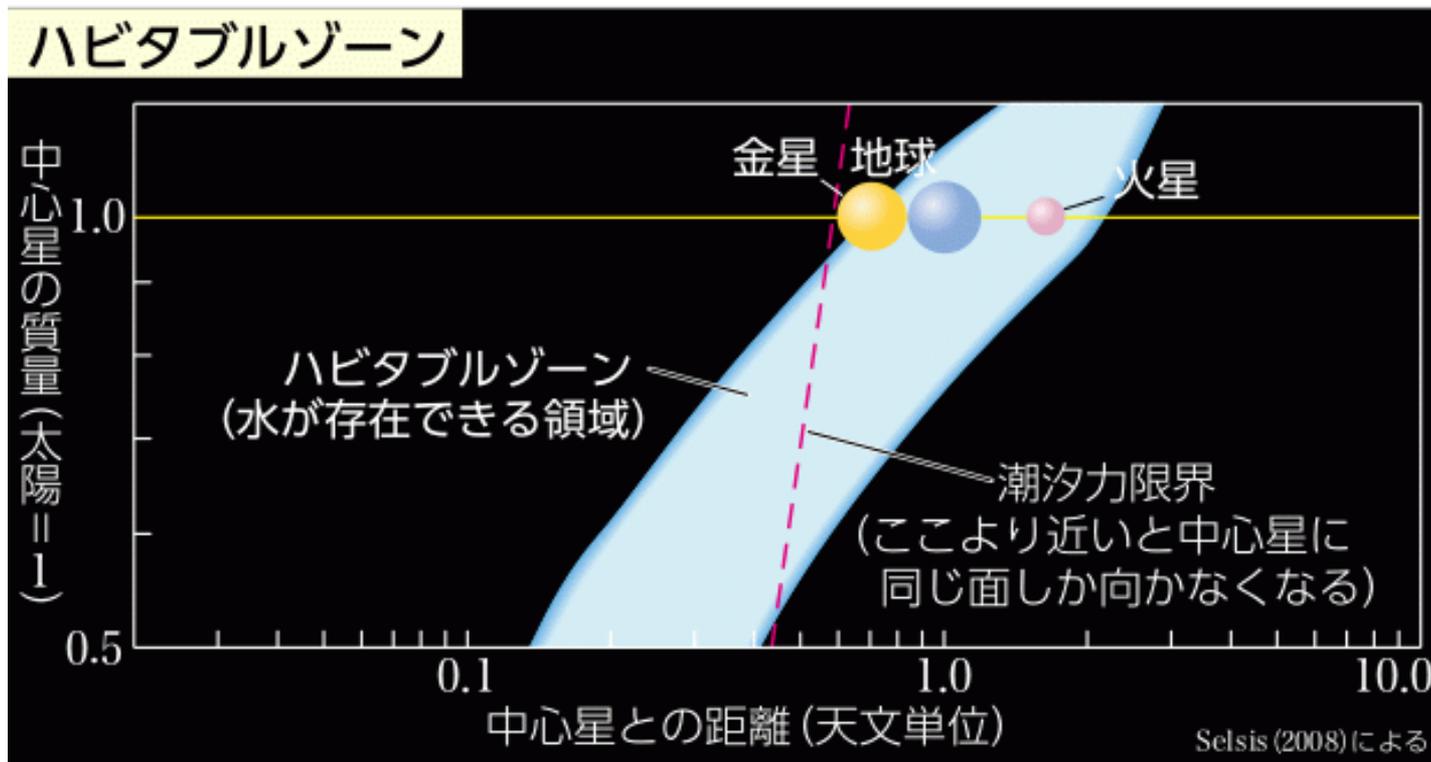
# 惑星形成論の見直し



- 系外惑星の形成過程は太陽系と異なる可能性
- より一般的な惑星形成論が必要
- 惑星移動

# 系外惑星における生命存在可能性

- 生命発生条件は一般的にはわからない
- 通常は、惑星表面上に液体の水が存在できる条件を考える: ハビタブルゾーン

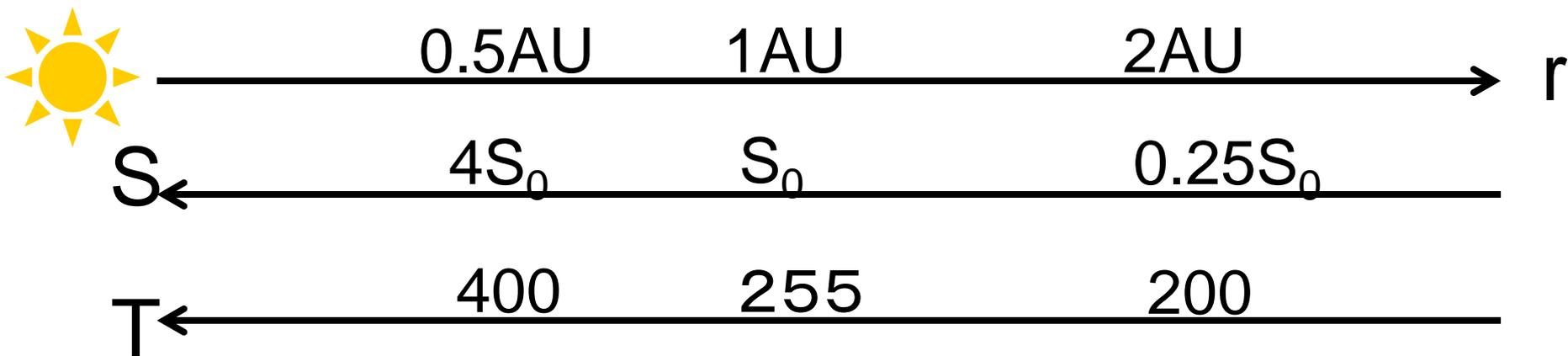


地学図表P.30

# 軌道半径による惑星温度の違い

- 適度な温度になるためには恒星からの距離が適度なものでなければならない
- 全球平均モデル

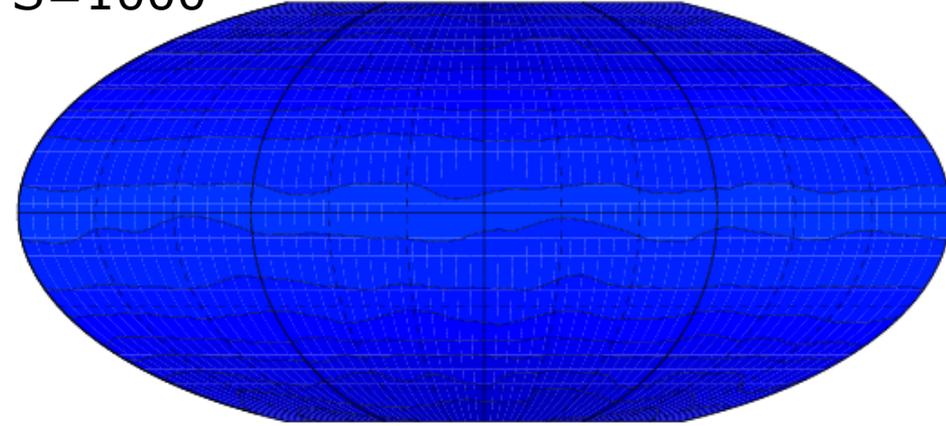
$$\text{熱収支: } (1 - A)S = 4\sigma T^4$$



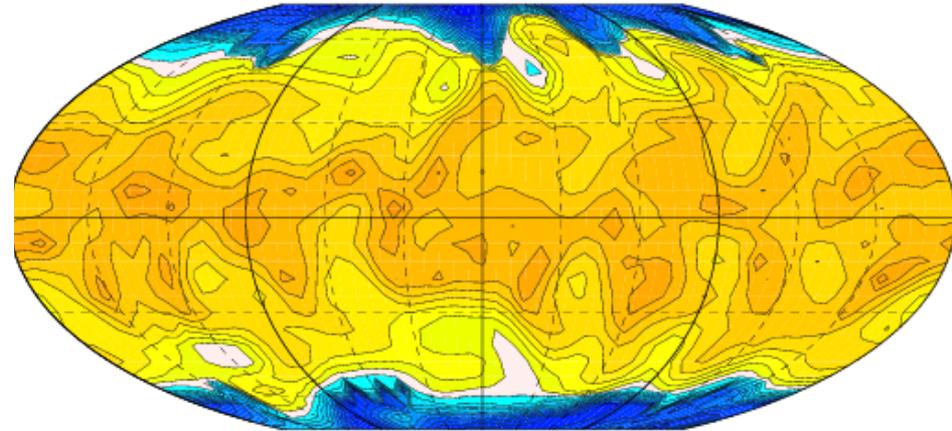
# 太陽定数による気候の違い

## 全球凍結状態

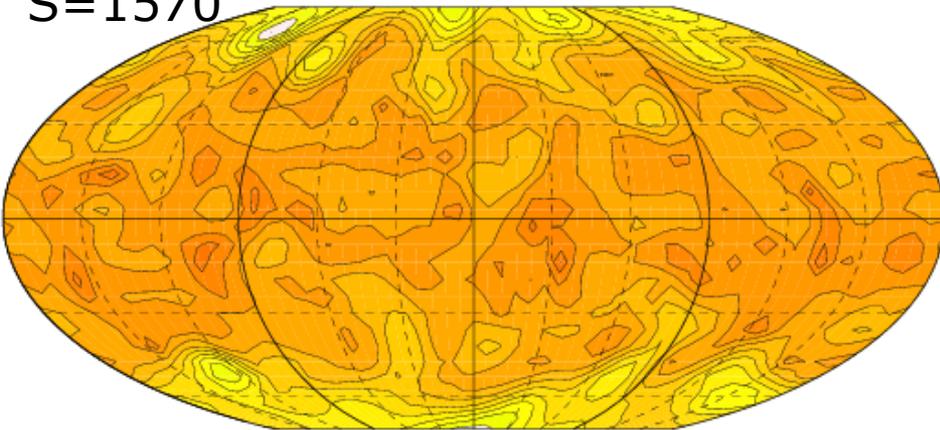
S=1000



S=1490

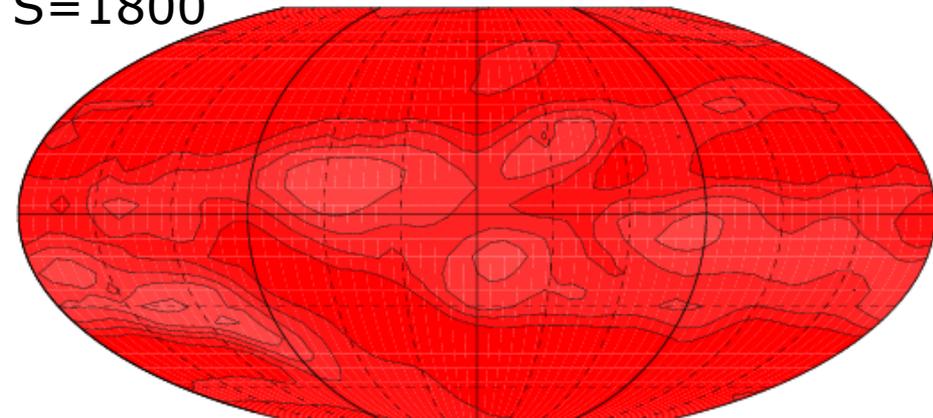


S=1570



S=1800

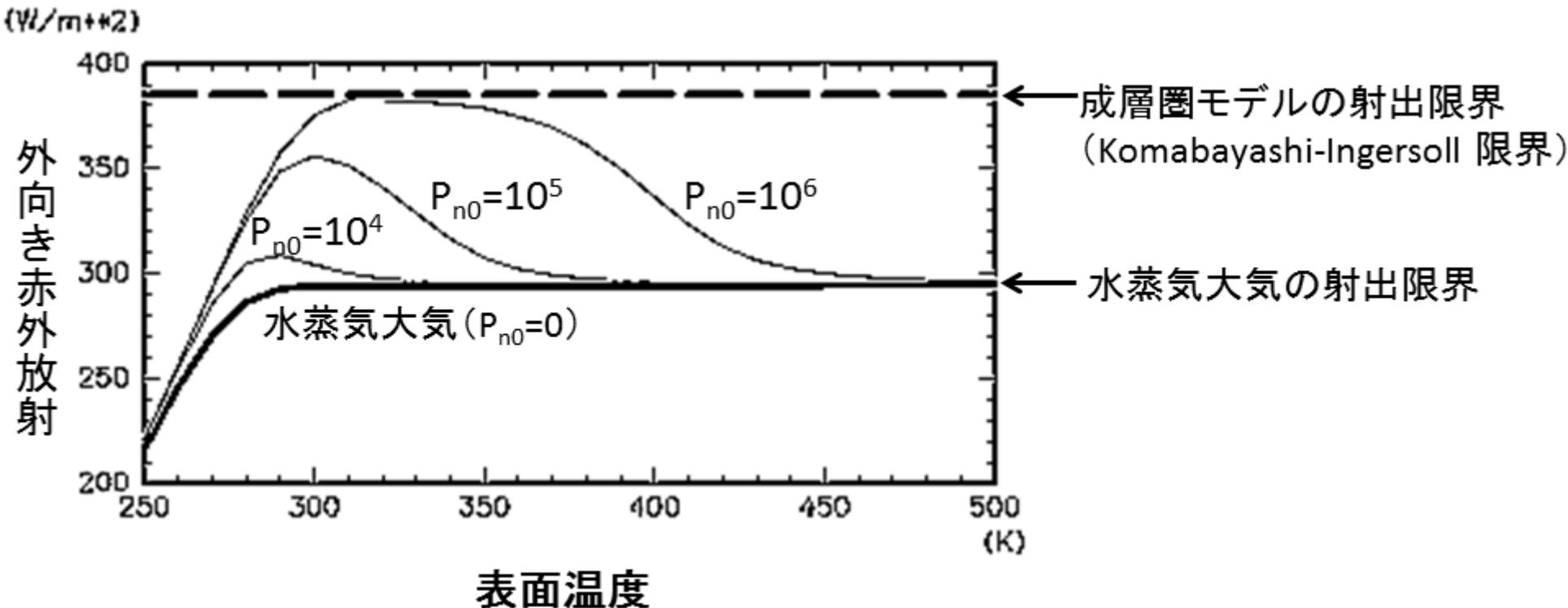
## 暴走温室状態



Ishiwatari et al.(2002, 2007)

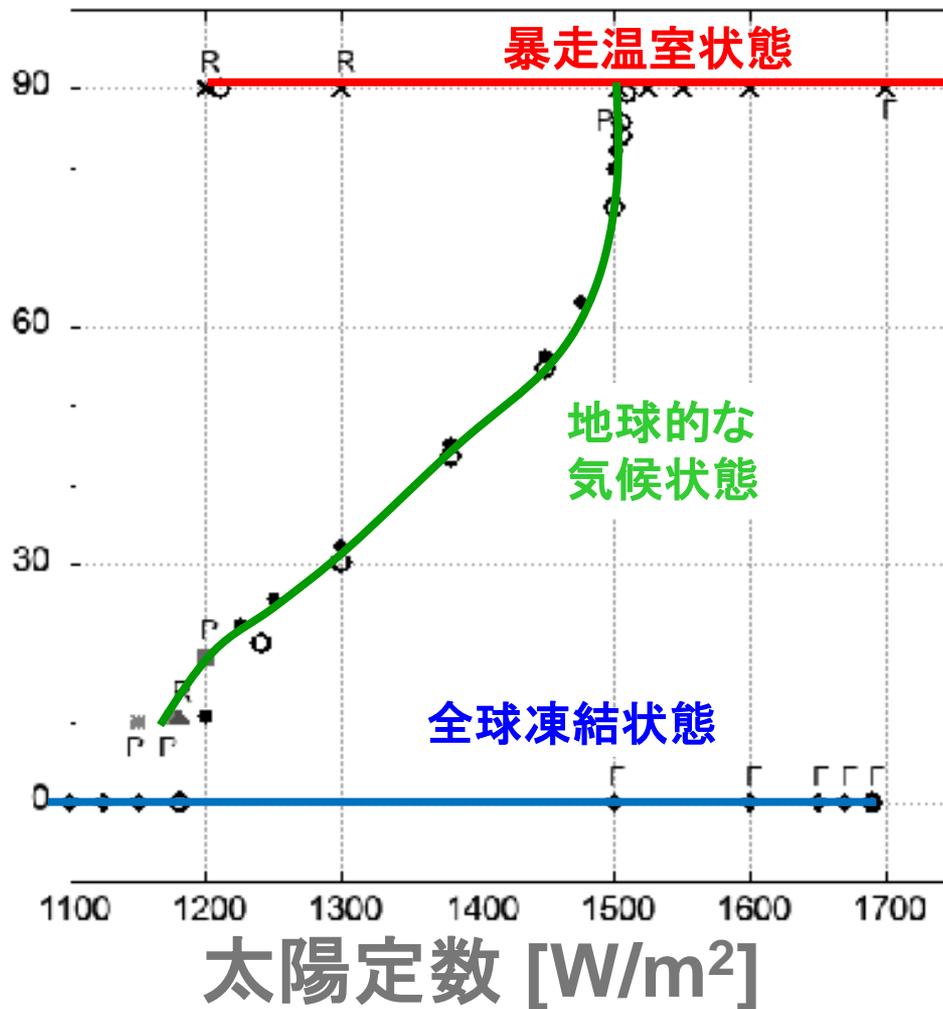
# 暴走温室状態

- 惑星が射出できる赤外放射には上限値が存在する(Ingersoll, 1969; Komabayashi, 1969, Nakajima et al., 1992)



# 気候レジーム

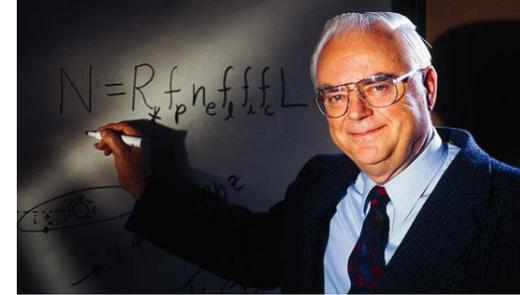
氷境界緯度



Ishiwatari et al.(2021)

- 大気大循環モデルを用いた数値実験
- 暴走温室状態: 温度が上昇を続ける
- 全球凍結状態: 地球全体が氷床で覆われる

# ドレイク方程式



<http://www.seti.org/drakeequation>

- Drake が提案

- 1961年、グリーンバーグ会議

- 銀河系の中で通信可能な知的文明の数

$$N = R \times f_p \times n_e \times f_L \times f_i \times f_c \times L$$

$R$ : 銀河系内で毎年誕生する恒星の数

$f_p$ : 誕生した恒星が惑星系をもつ割合

$n_e$ : 各惑星系における生命の存在に適した惑星の数

$f_L$ : 生命の存在に適した惑星上で生命が誕生する可能性

$f_i$ : 誕生した生命が知的生命体まで進化する割合

$f_c$ : 進化した知的生命体が通信可能な段階まで文明を  
発展させる割合

$L$ : 通信を行う文明が維持される時間