

2011. 1. 6 15:00-15:15

宇宙科学シンポジウム

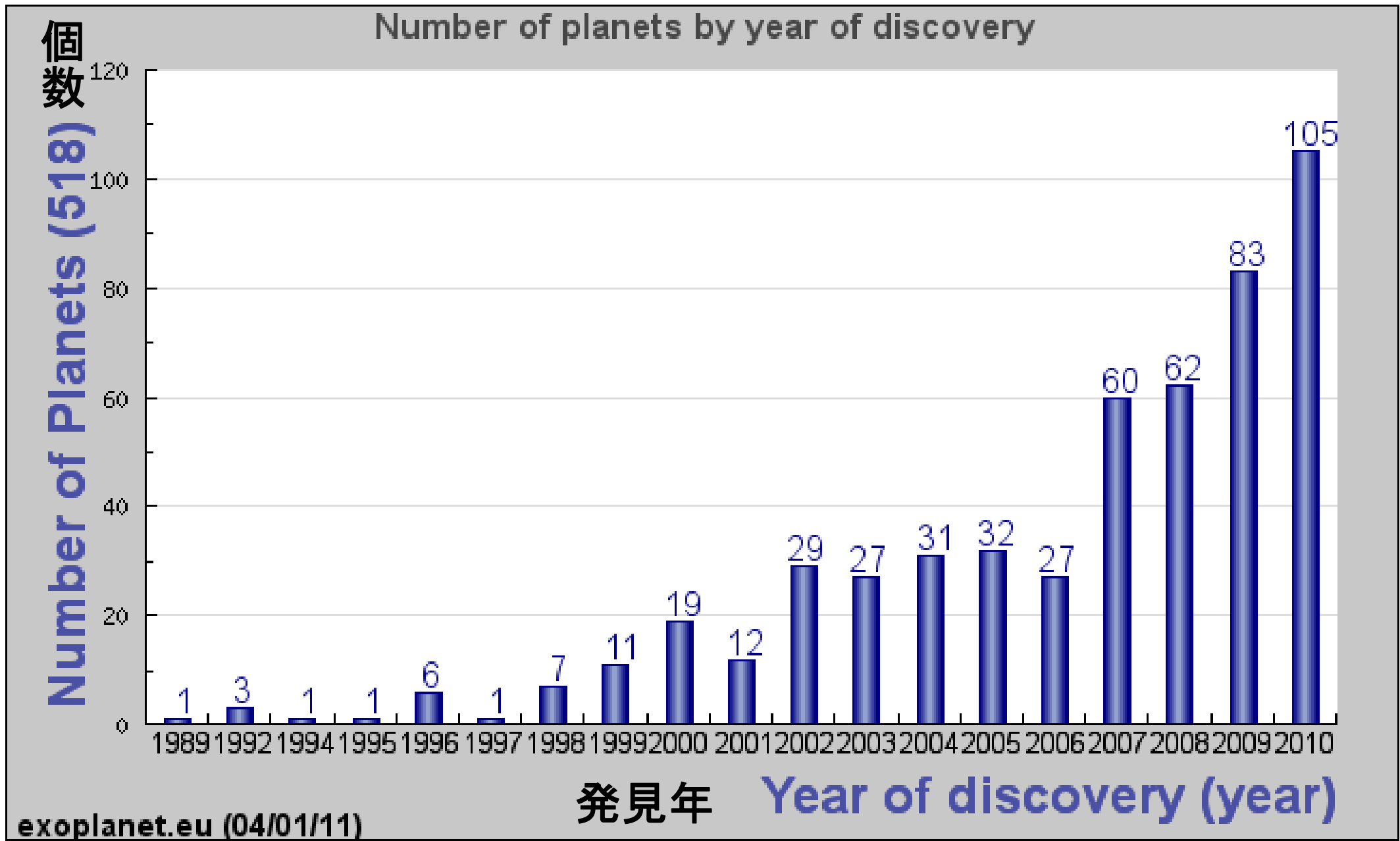
S6-05

SPICAによる 系外惑星研究

○田村元秀(国立天文台), 塩谷圭吾(ISAS), 松尾太郎(国立天文台), 小谷隆行(ISAS), 中川貴雄(ISAS), 山下卓也(国立天文台), 成田憲保(国立天文台), 深川美里(阪大), 伊藤洋一(神大), 本田充彦(神奈川大), 村上尚史(北大), 高見道弘(ASIAA),
SCIチーム, SCIサイエンスチーム

500個を超えた系外惑星候補

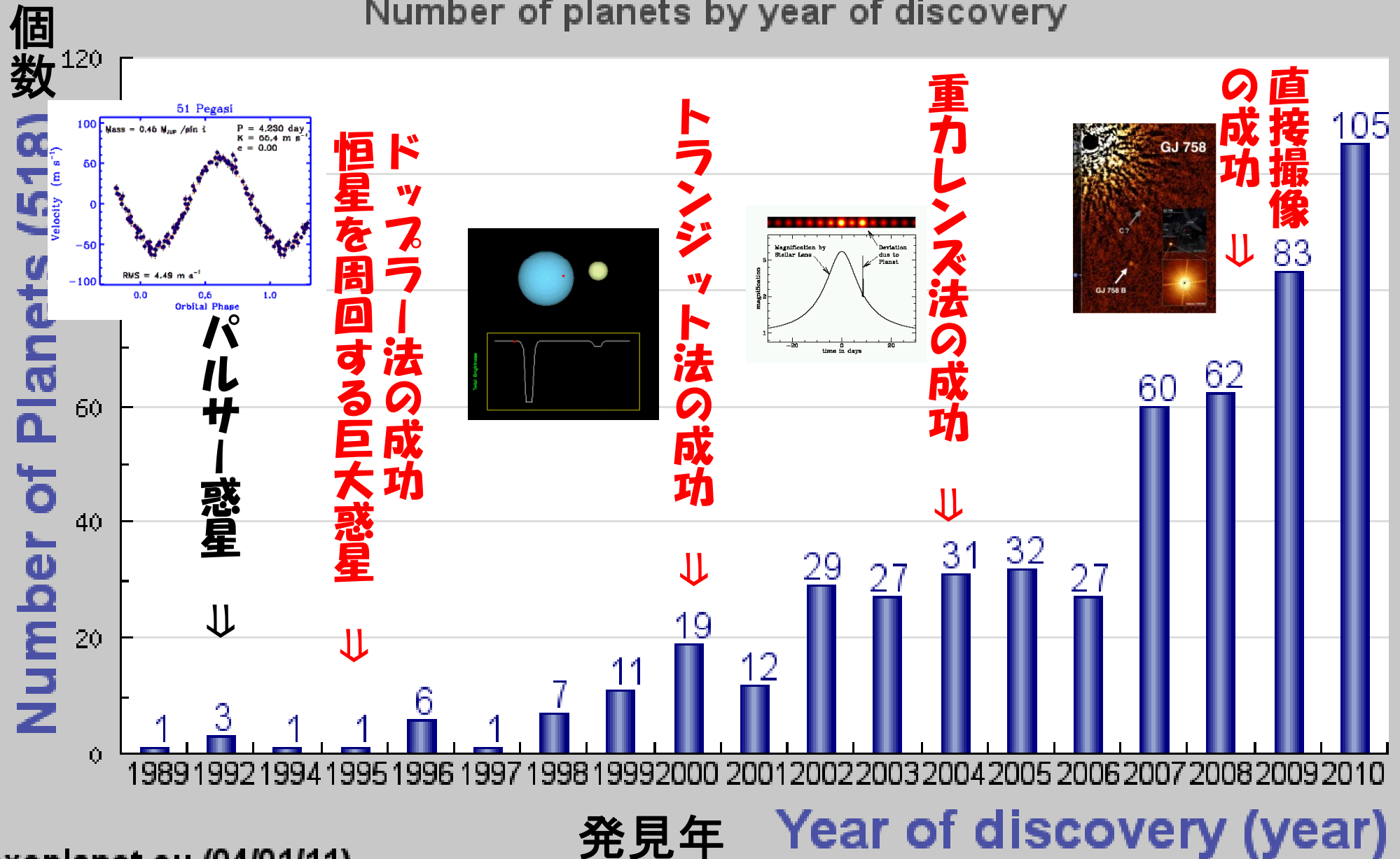
パルサー法+ドップラー法+トランジット法（確認済のみ）+重力レンズ法+直接観測



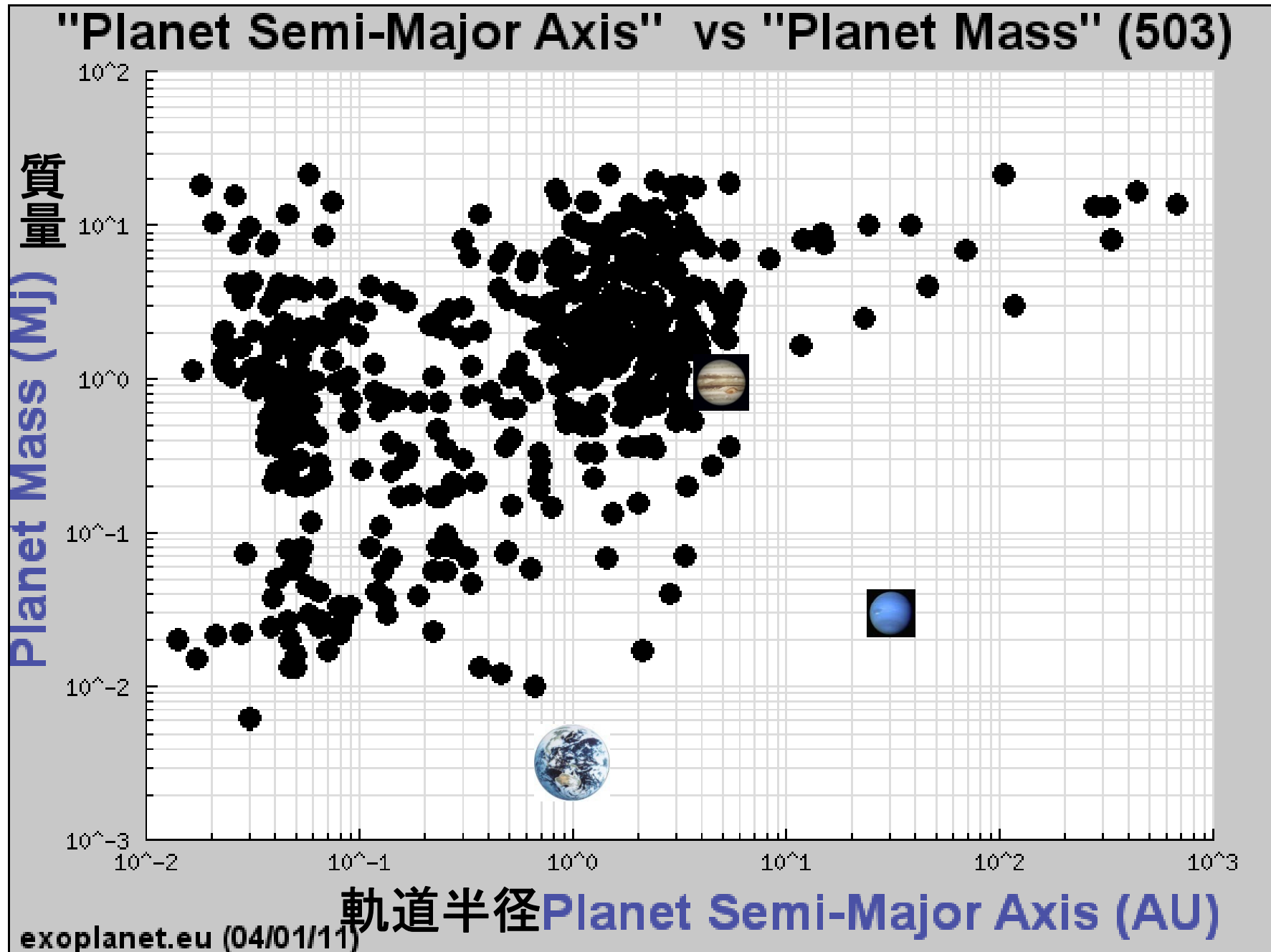
500個を超えた系外惑星候補

パルサー法+ドップラー法+トランジット法（確認済のみ）+重力レンズ法+直接観測

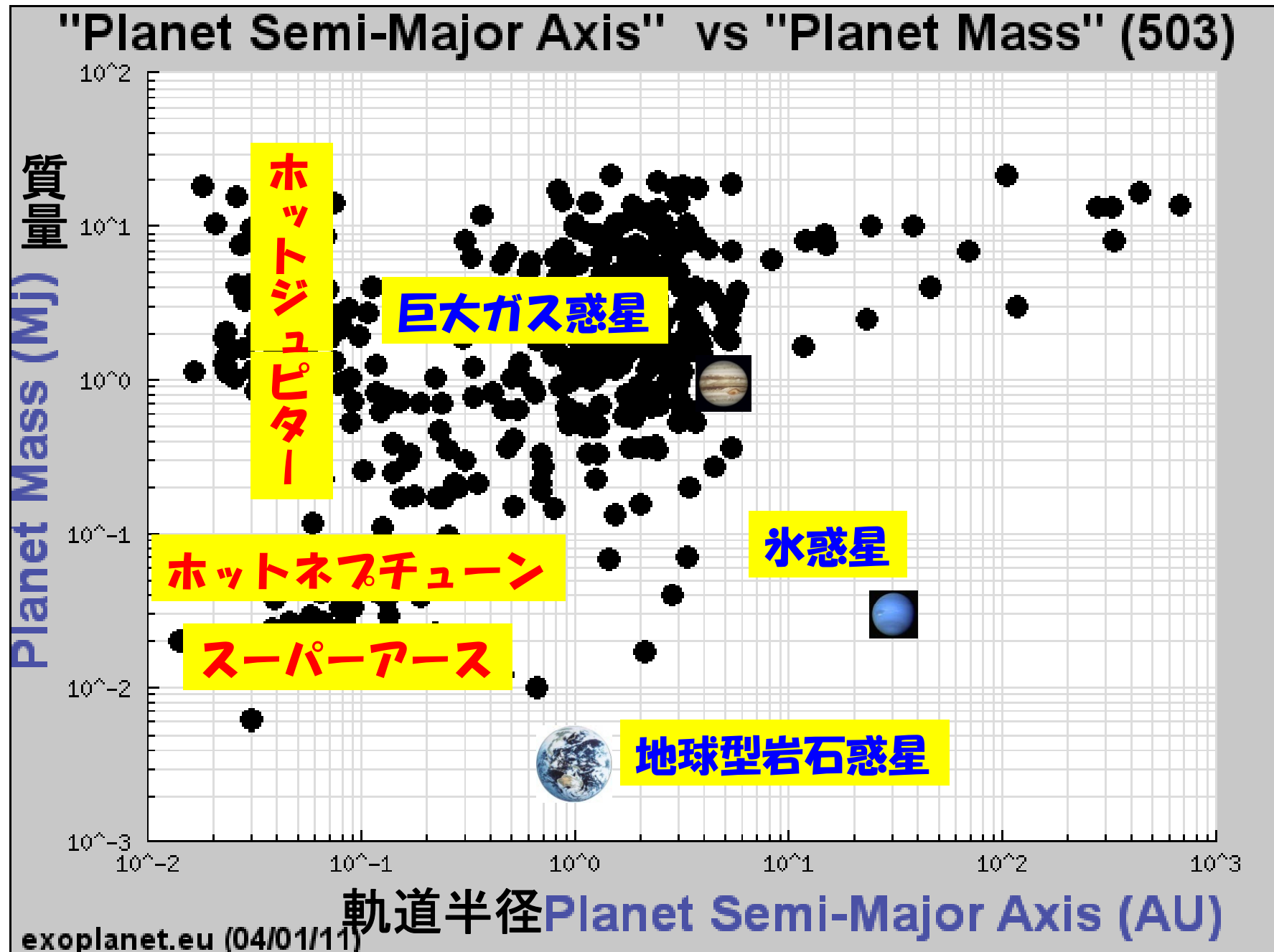
Number of planets by year of discovery



系外惑星観測まとめ：2010年まで

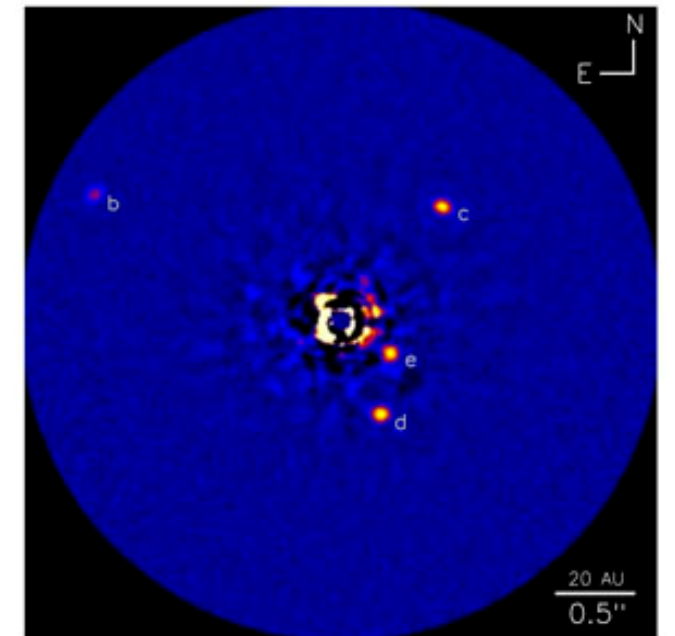
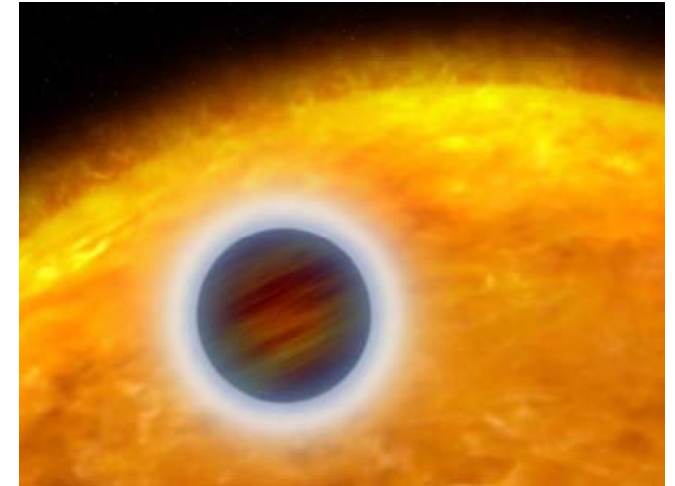


系外惑星観測まとめ：2010年まで



系外惑星観測まとめ：2010年まで

- ドップラー法による巨大惑星の統計の確立（サンプル数千個）
 - 約10%の太陽型恒星に巨大惑星が存在する（ $m \sin i$ と軌道が判明）
 - 約25%の系外惑星が複数存在
- トランジット法との併用あるいは応用により、惑星のキャラクタリゼーションにも突入
 - 約100個の惑星は半径も判明
 - 惑星大気も観測
- 画像も取得（直接撮像・分光）
- 地球型惑星に肉薄
 - トランジット、ドップラー、マイクロレンズとも
 - 2011年はKepler衛星の初期成果も



系外惑星の性質を探れ：密度

- 理論と比較的良好一致

- ★ Hot Jupiterのいくつかは**半径超過**が見られる

- ★ HD209458, WASP1, HAT1,
★ 大気散逸 + α ?

- ★ 反対に、**高密度**の巨大惑星

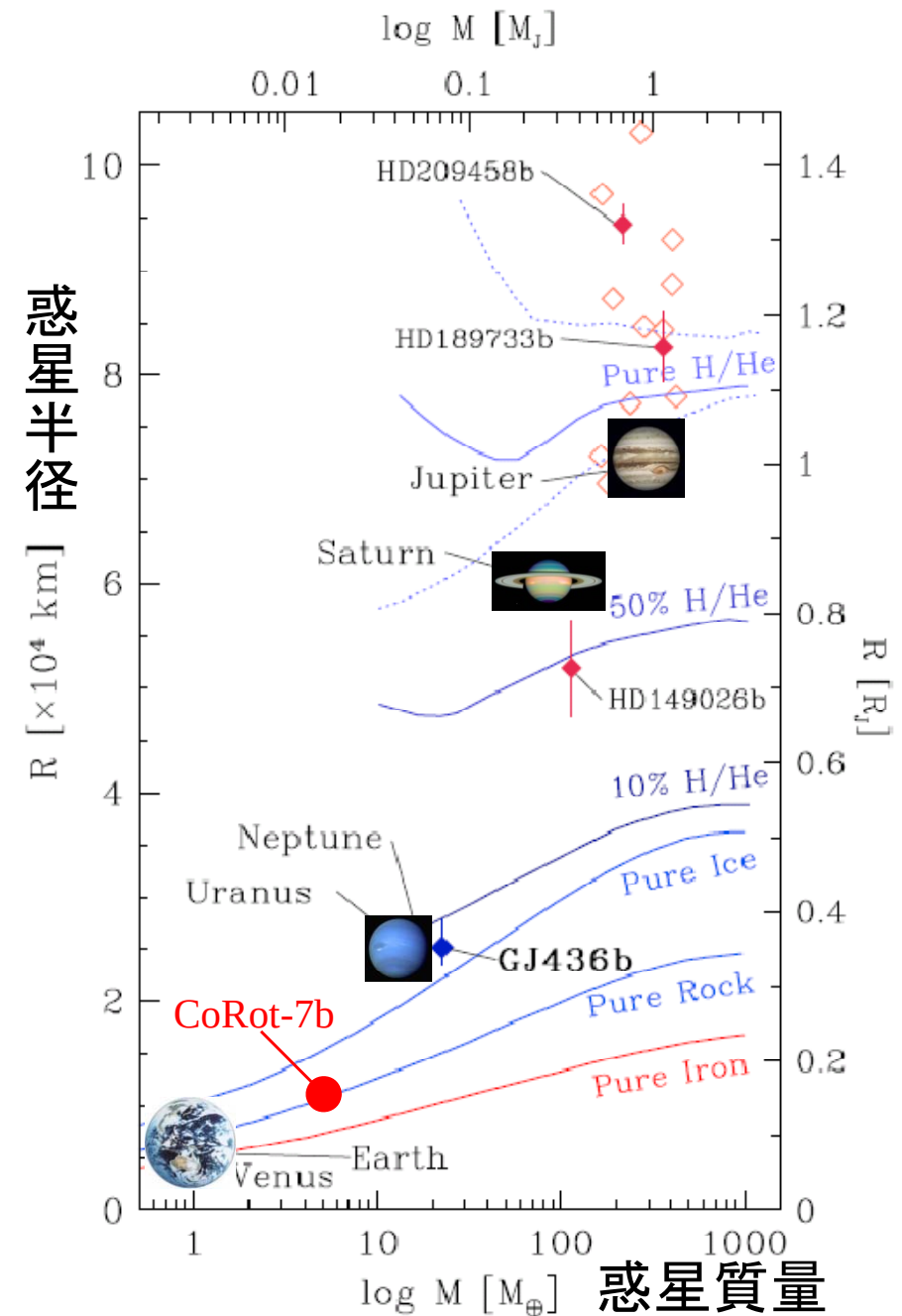
- ★ HD1409026
★ 高密度コアの存在

- ★ **より軽いトランジット惑星**

CoRoT-7bやGJ436b

の発見により、さまざまな系外惑星の密度がわかってきた

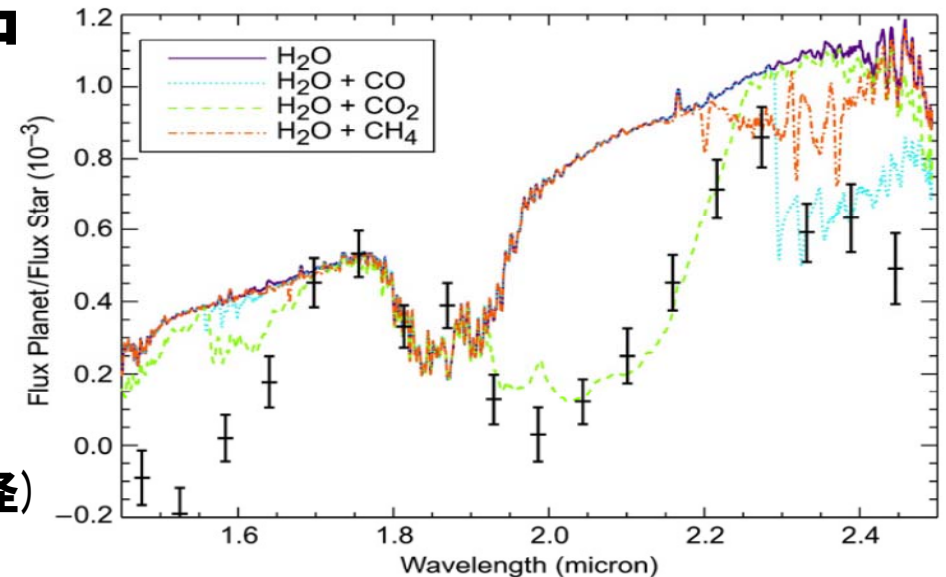
- ★ 氷惑星や、岩石型惑星まで
- ★ Leger+09



系外惑星の性質を探れ： 赤外線で温度・大気に迫る

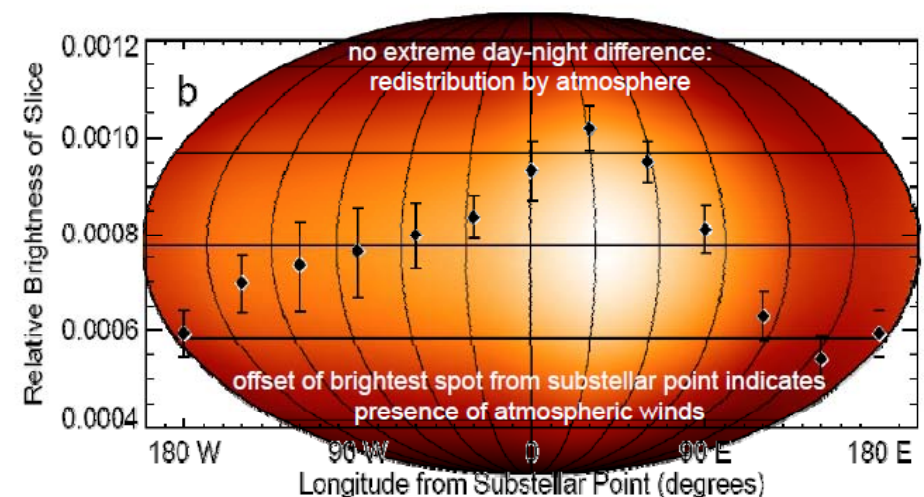
- 赤外トランジット法で惑星大気中の分子を検出！

- 水、メタン、二酸化炭素
- スーパーアースの分光も
- 惑星の特徴付けの時代に入った
- ただし、まだ8例ほど
 - HD209458b, HD189733b, GJ1214b (3地球半径)
- Swain+09, Tinetti+07



- 軌道運動（位相）に応じた赤外線観測

- HD189733; 周期2.2日のホットジュピター
- 系外惑星の（温度）地図
- 潮汐力で固定
- 昼夜の温度差は小さかった
- 大規模な大気循環
- U Andの結果とは矛盾

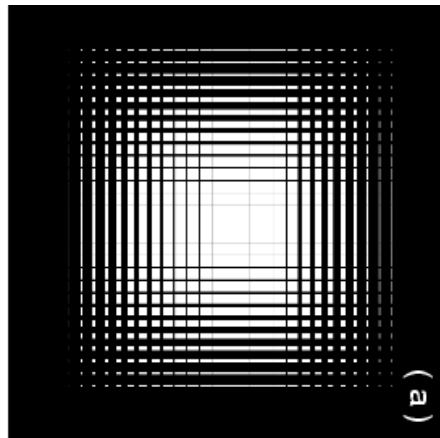


SPICAの観測手法

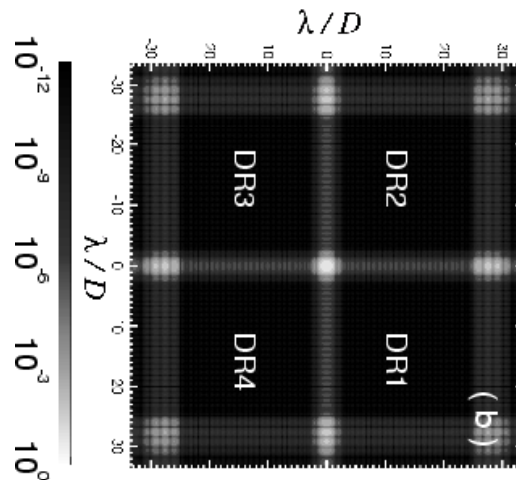
コロナグラフによる
惑星大気直接分光

トランジットを利用した
惑星大気の検出

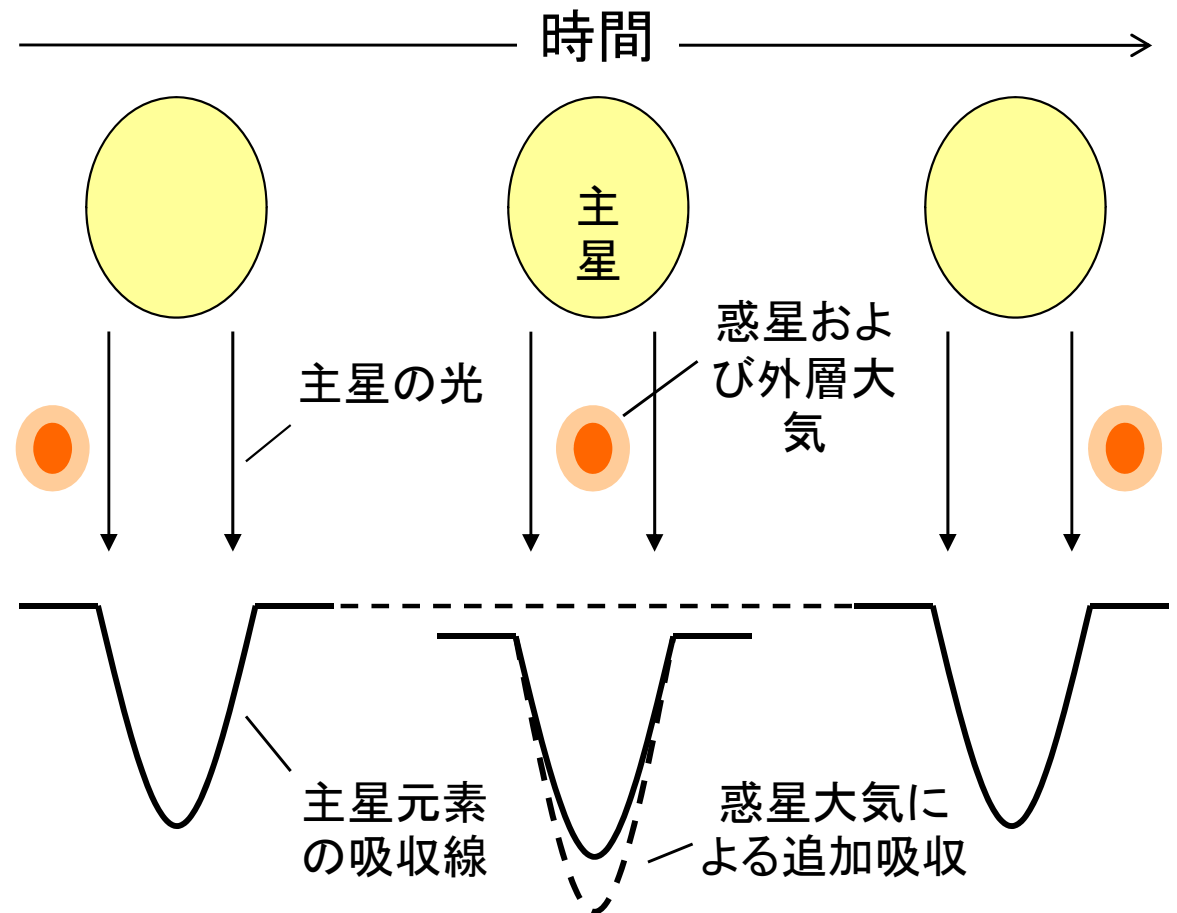
特殊な
マスク



高い
コントラストに整形された
星像



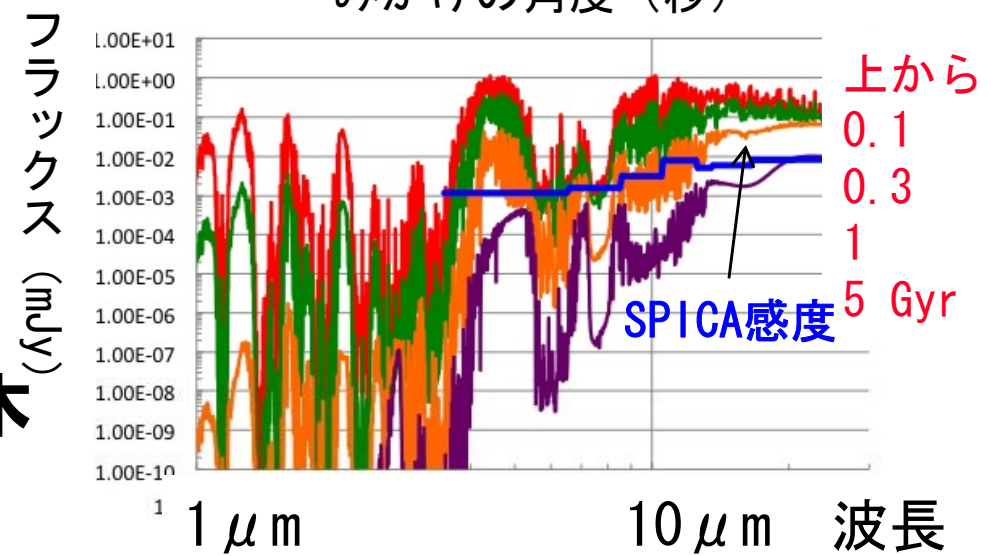
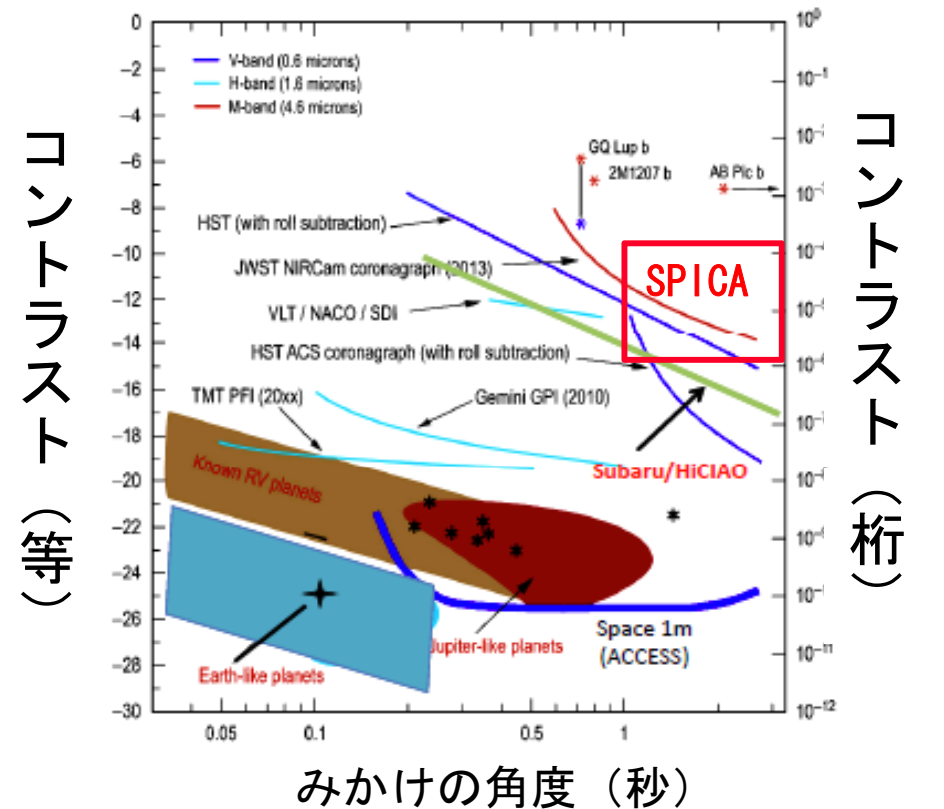
コロナグラフで分離した
系外惑星を直接分光する



トランジット中と外のスペクトルを
比較して惑星大気吸収を探す

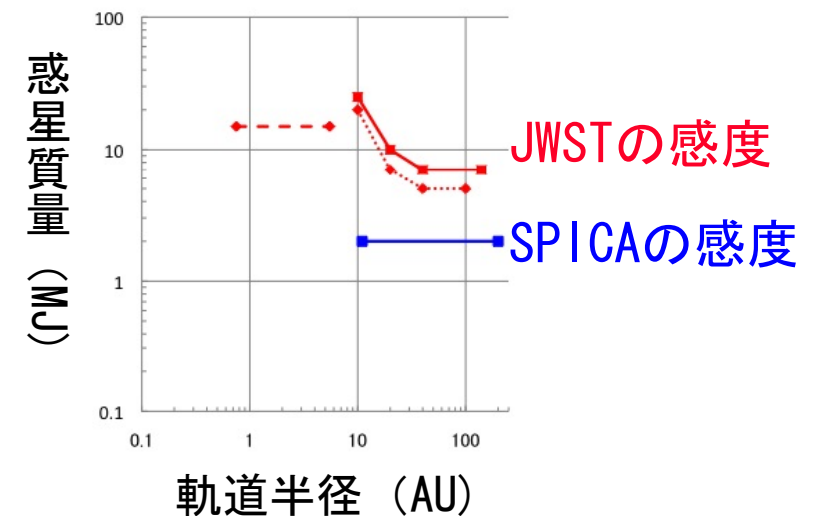
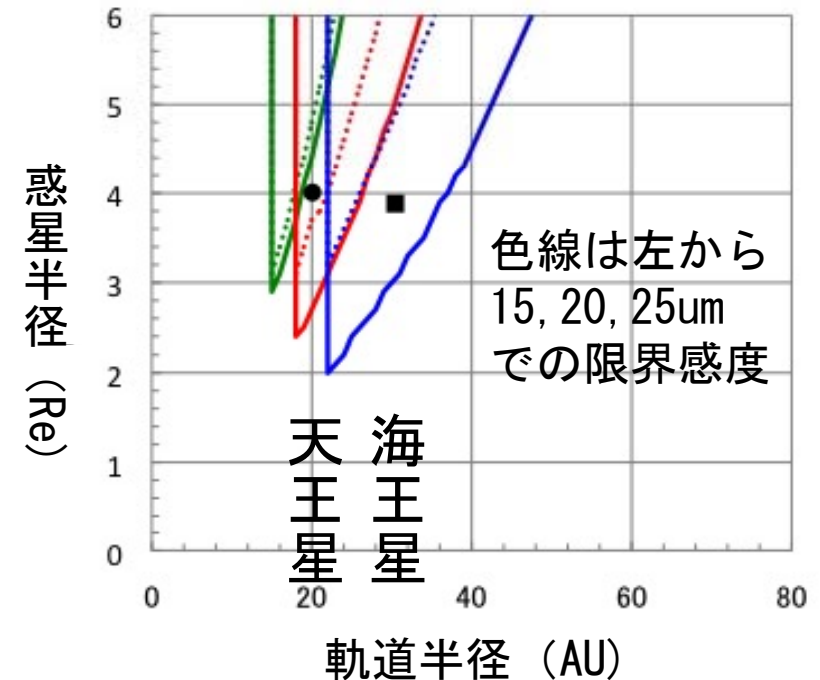
SPICAの狙い：巨大惑星の分光

- SPICAのコントラスト（4桁）は比較的年老いた巨大惑星検出に向いている
 - JWSTとほぼ同等かそれ以上のコントラスト性能（右図）
- JWSTより広い波長範囲かつ同時性を活かす（1-27 μm ）
 - 短波長性能は主鏡の実性能次第だが中間赤外分光が威力
 - トランジット法も利用可能
- 地上観測に比べ、年老いた低温惑星の検出が可能
 - 10pcにある年齢数十億年の2木星惑星まで分光可能（右図）

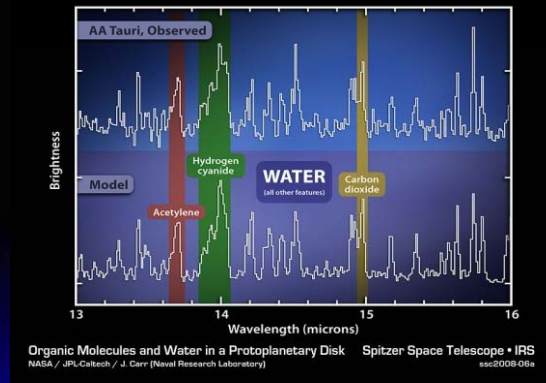


SPICAの狙い：氷惑星・スーパーアースへの挑戦

- ・ 氷惑星（松尾ほか2010）
 - 最近傍星ならば低温で遠方を狙えるメリット大
 - 例：Altair (5pc, A7V) の氷惑星
 - 6ケタのコントラストが狙える努力が必要
- ・ スーパーアースの分光
 - トランジット法では可能
 - スノーボール・スーパーアース？
- ・ ハビタブルゾーンの地球型惑星
 - SPICAではコントラストと解像度不足
 - JWSTでも同様、M型星は可能か

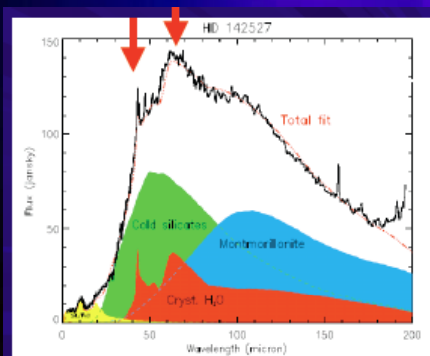


SPICAの狙い：円盤進化と氷

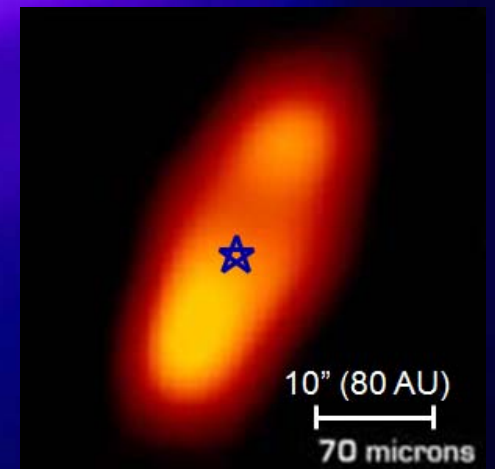


高分散分光器による
1-10AU の円盤ガス

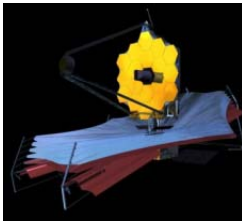
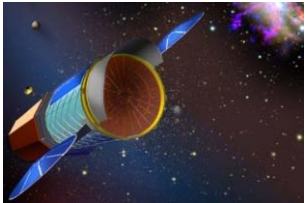
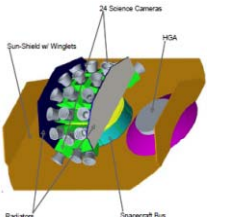
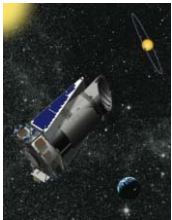
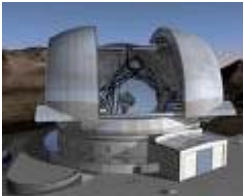
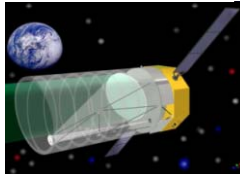
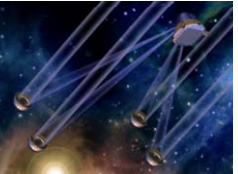
コロナグラフ等
による残骸円盤
の撮像・検出
(小惑星帯とEKB0)



遠赤外装置等による
氷ダストの検出



主に大設備による系外惑星研究の展望

	目標	現在	2014	2018	2025~
HST JWST WFIRST	巨大惑星の 撮像・分光から 各種惑星の統計へ				
8m級 地上鏡 (Subaru/HiCIAO, Gemini/GPI, RD, etc..)	間接法の展開 若巨大惑星の 撮像・分光 地球型惑星の検出				スペース等のフォローアップ 
Kepler EXPLORE	地球型惑星の統計		JWST以降、SPICA以外 系外惑星研究に 適切なスペース ミッションがない ことにも注目！		
SPICA	<u>巨大惑星の撮像・分光</u>				
30m級 地上鏡	巨大惑星の分光 地球型惑星の撮像・分光 ⇔ SEITの実現がカギ				
TPF	第2の地球と生命の証拠 ⇔ 可視光コロナグラフ から赤外干渉計へ				 

SPICAで究める系外惑星分光と他分野連携

目標

現在

2014

2018

2025~

HST
JWST
WFIRST

8m級
地上鏡
(Subaru/HiCIAO,
Gemini/GPI,
RD, etc..)

Kepler
EXPLORE

SPICA

30m級
地上鏡

TPF

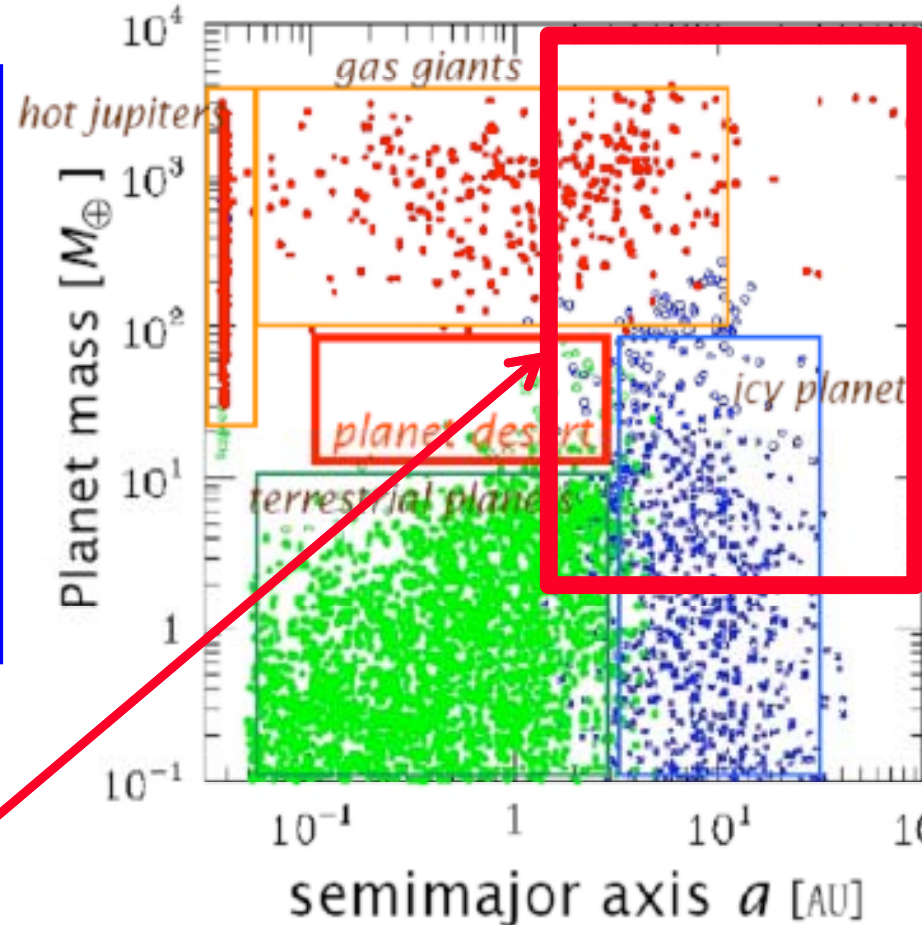
系外惑星研究は、太陽系生成史の解明にも大いに役立つ。その意味で、探査機で行われる「その場計測」による研究と、天文学的手法によるリモートセンシング研究とが分野を超えて結びつく。

赤外分光法による
系外惑星科学の展開

巨大惑星の分光

地球型惑星の撮像・分光 ⇔ SEITの実現がカギ

第2の地球と生命の証拠 ⇔ 可視光コロナグラフ
から赤外干渉計へ



コア集積＋惑星移動モデルから
予想される惑星のパラメータスペース
(井田ほか)

