

系外惑星時代の木星系探査

生駒 大洋

(東京工業大学・地球惑星)

はじめに

系外惑星時代の木星系探査？

■ 260個以上の太陽系外惑星

✓視線速度法...惑星による恒星のゆれを検出

⇒惑星の質量，軌道半径，離心率

✓トランジット法...「食」を検出

⇒惑星の半径，表面温度，大気組成

■ 外から太陽系を見る時代

系外惑星から得た情報を太陽系にフィードバックし，
太陽系らしさの判別およびその起源の解明

はじめに

系外惑星時代の木星系探査？

■ めったにないチャンスだから...

- ある問題に対して決定打となる観測事実
- 応用性の高い観測事実

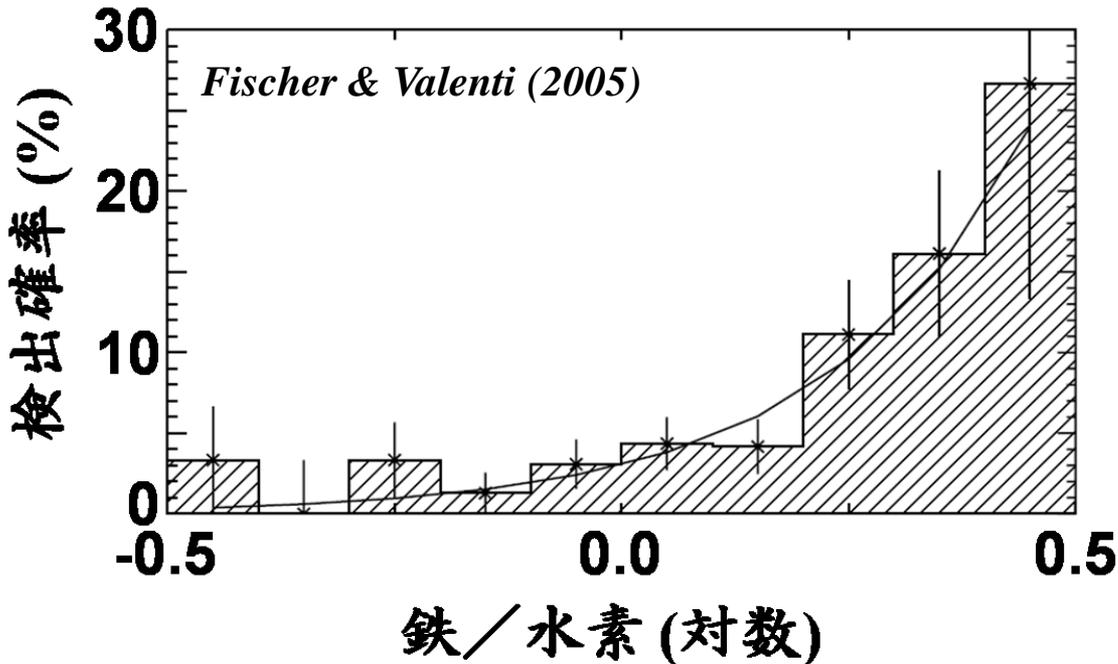
■ 木星系をどういう観点で見るか

- ① 「木星」という1つの天体とその衛星
- ② ミニチュア太陽系
...木星を「太陽」、衛星を「惑星」と見る
- ③ 宇宙に多数存在する巨大ガス惑星の一つ

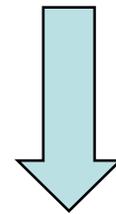
系外惑星観測の成果

恒星の金属量との相関

円盤不安定モデル vs. コア集積モデル



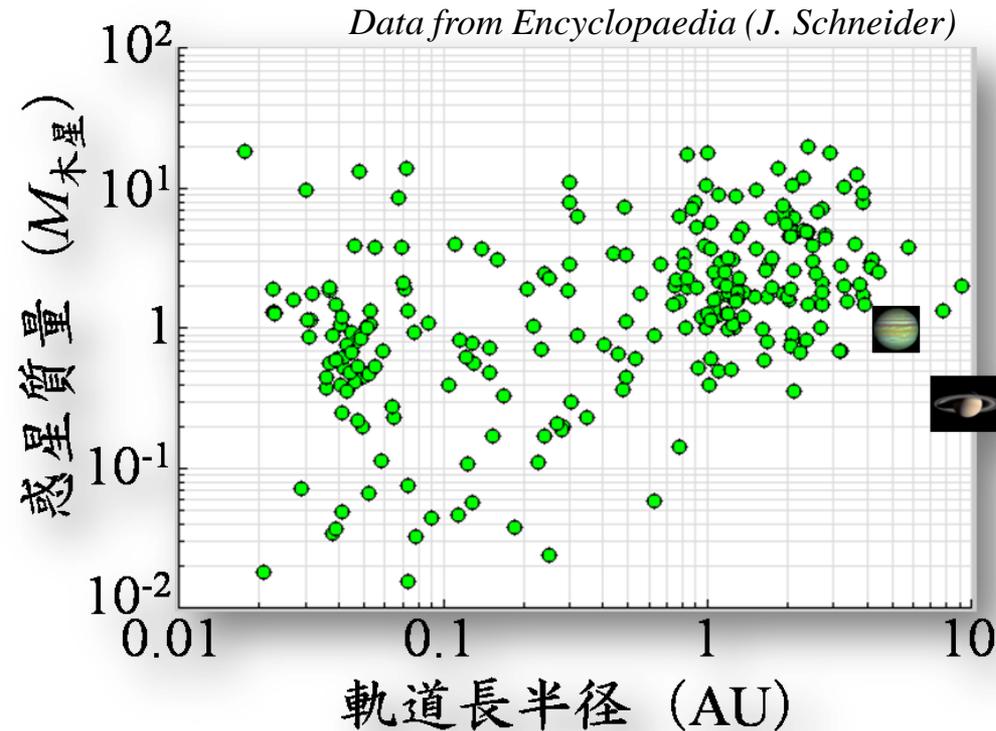
固体成分量と
ガス惑星検出確率
に正の相関



コア集積モデル

系外惑星観測の成果

軌道・質量の多様性



- ホット・ジュピターの存在
⇒ 惑星落下の痕跡

...木(土)星はなぜ落下を免れたのか?

- 質量のばらつき

...木(土)星はなぜ重くない?

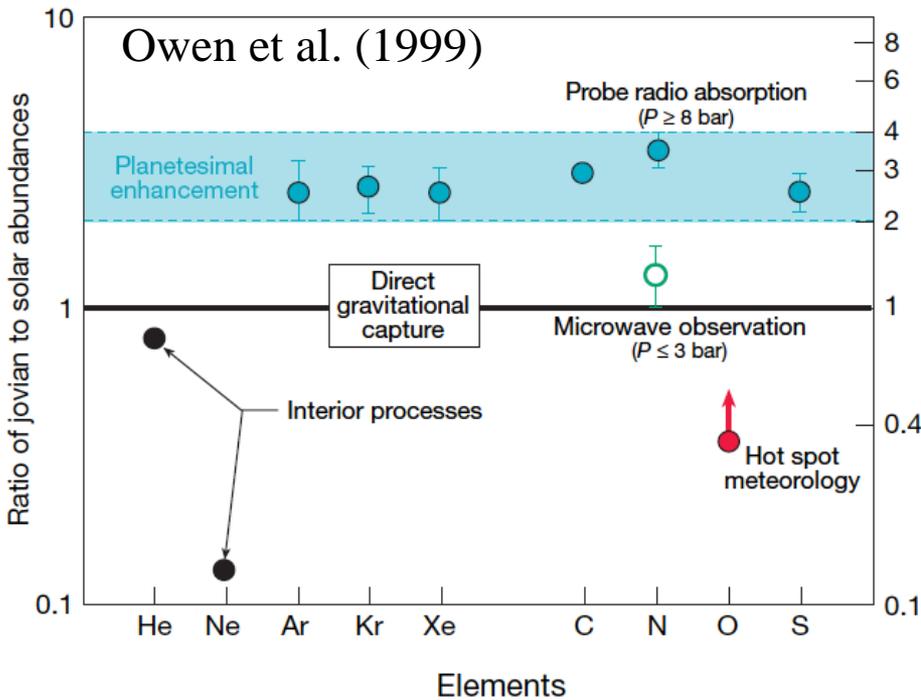
「木星・土星の形成が遅い」という古典的な問題

...円盤ガス消失 $\sim 10^{6-7}$ yr vs. 形成時間 $\sim 10^{7-8}$ yr

⇒ 発想の転換：「遅い方がむしろいい」

系外から太陽系を見る

遅い形成

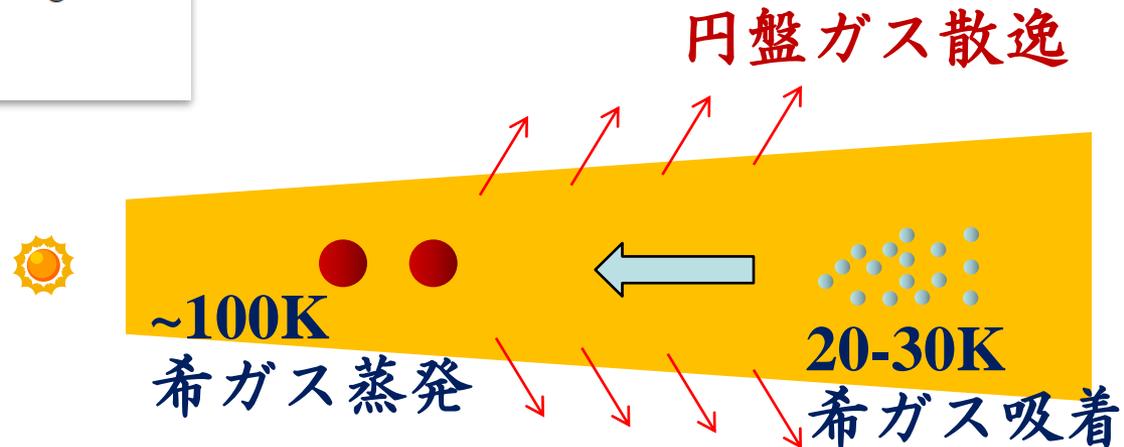


Galileo probe の成果

木星大気における
希ガス過剰

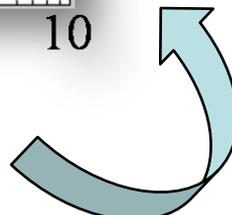
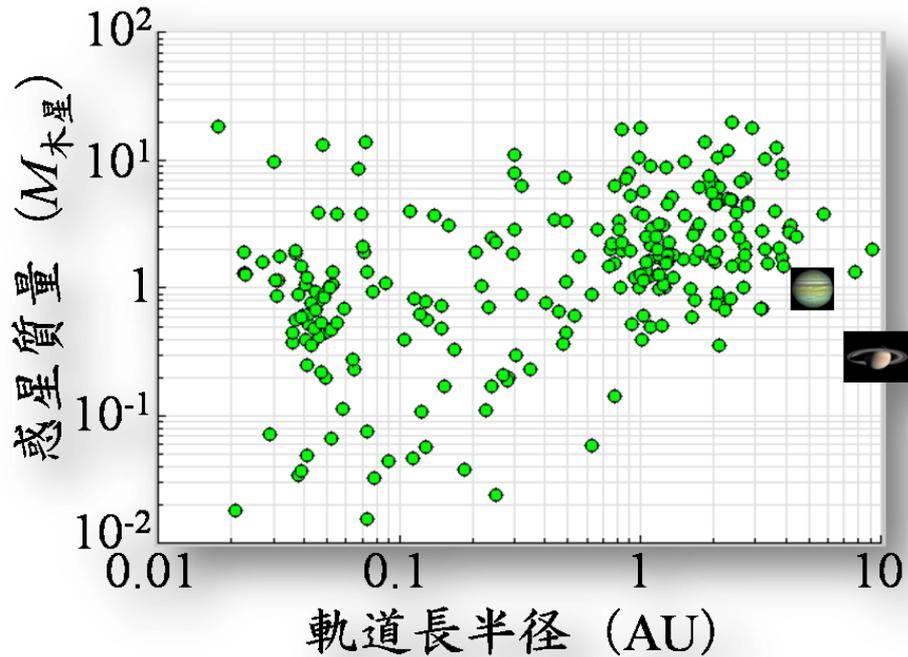
⇒遅い形成の証拠(?)

(Guillot & Hueso 2006)



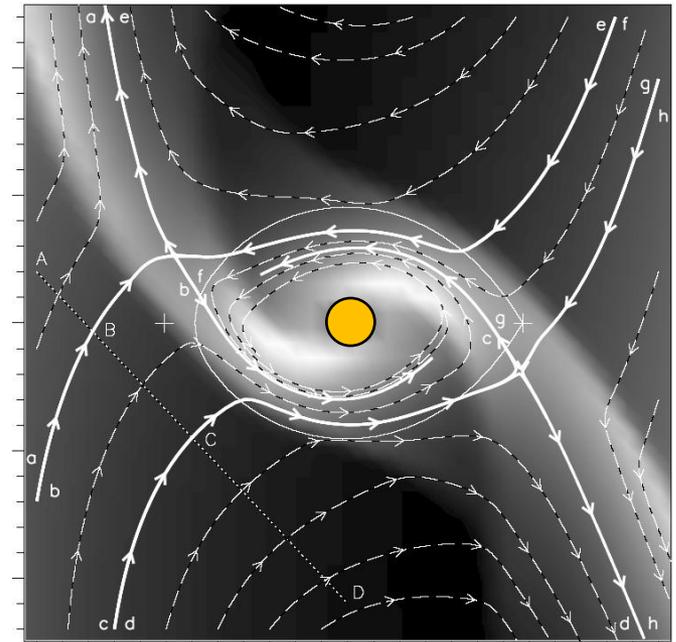
系外から太陽系を見る

衛星から引き出せるものは？



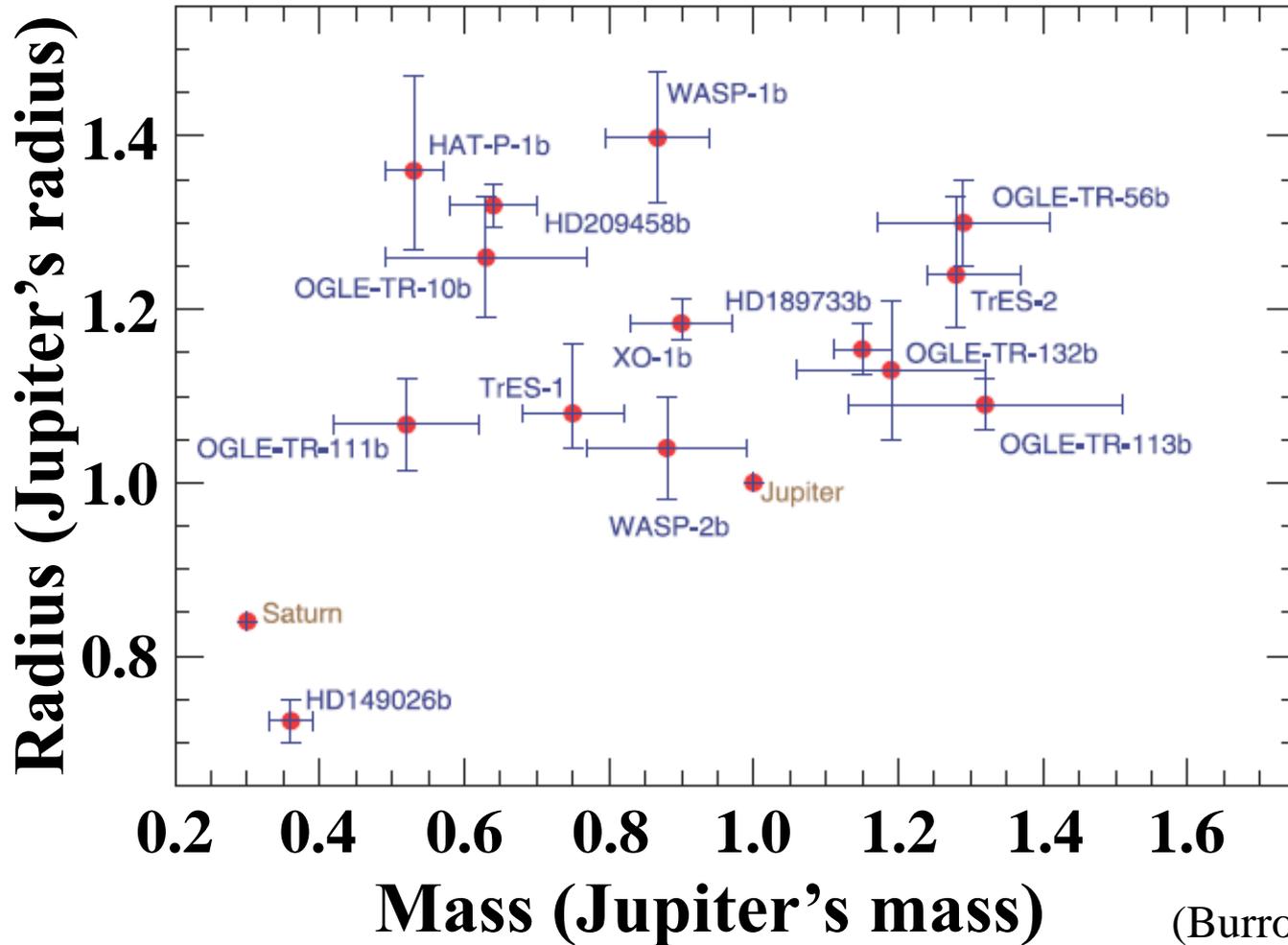
衛星から，形成後期の
円盤密度・温度などの
情報は引き出せないか？

⇒要議論



系外惑星観測の成果

惑星半径の多様性

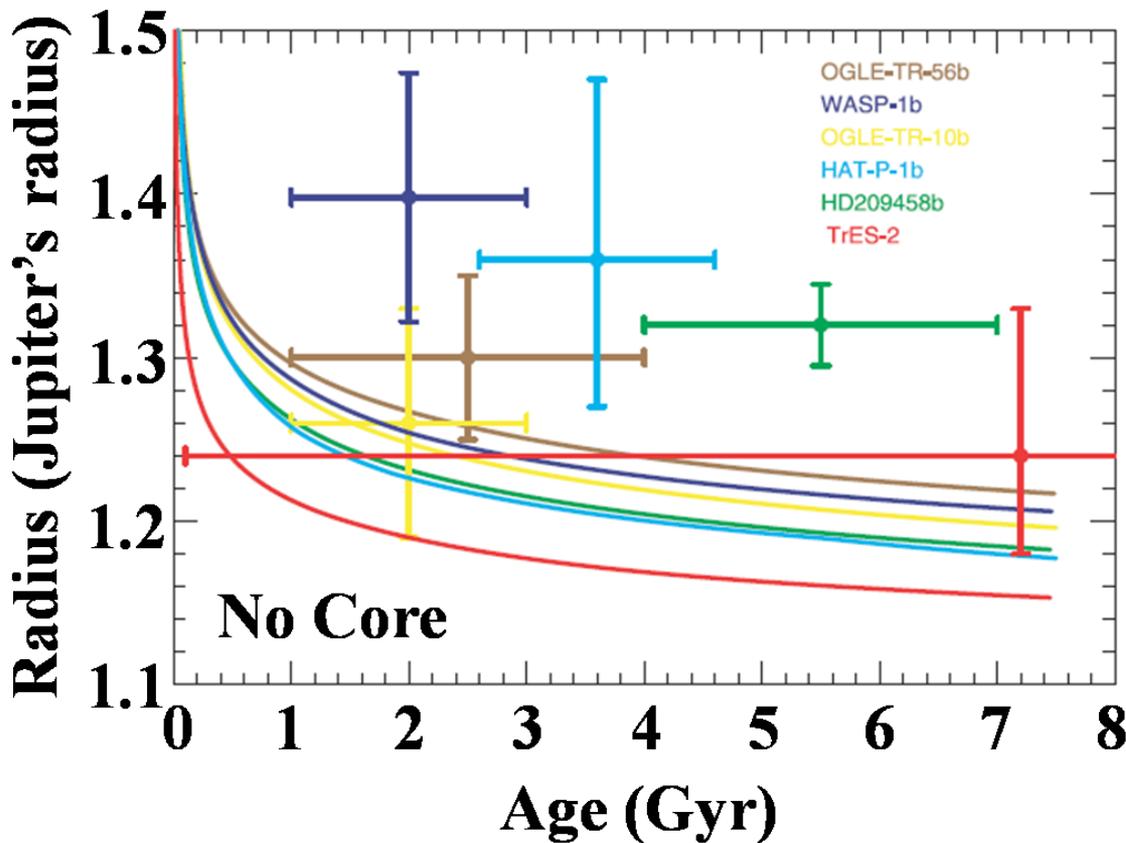


(Burrows et al. 2007)

系外惑星観測の成果

異常に膨張したガス惑星

(Burrows et al. 2007)



熱源？

- 大気運動エネルギー
- 潮汐エネルギー

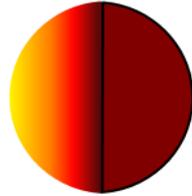
熱輸送効率？

- 重元素過剰による吸収係数の増大
- 分子量勾配による熱輸送効率の鈍化

系外惑星観測の成果

大きな「日較差」

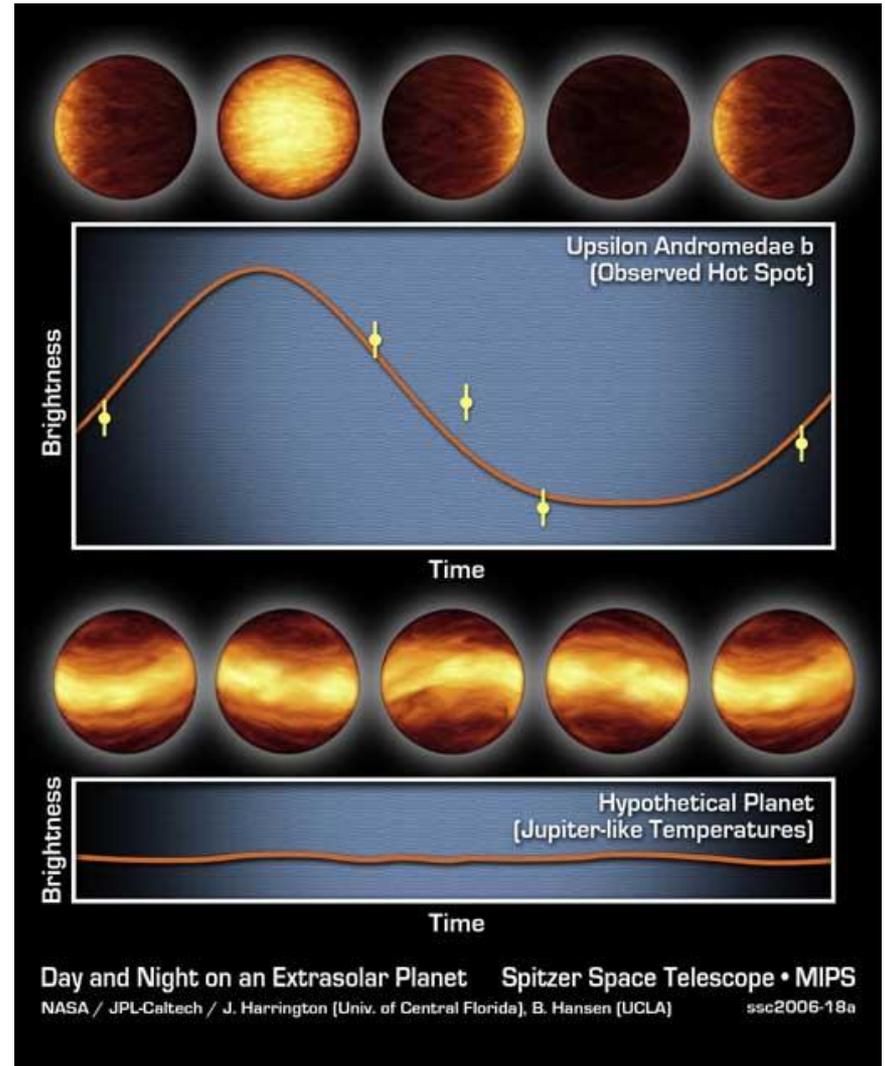
昼側と夜側の温度差



$\Delta T \sim 1400\text{K}$ (υ And b)

$\Delta T \sim 200\text{K}$ (HD189733b)

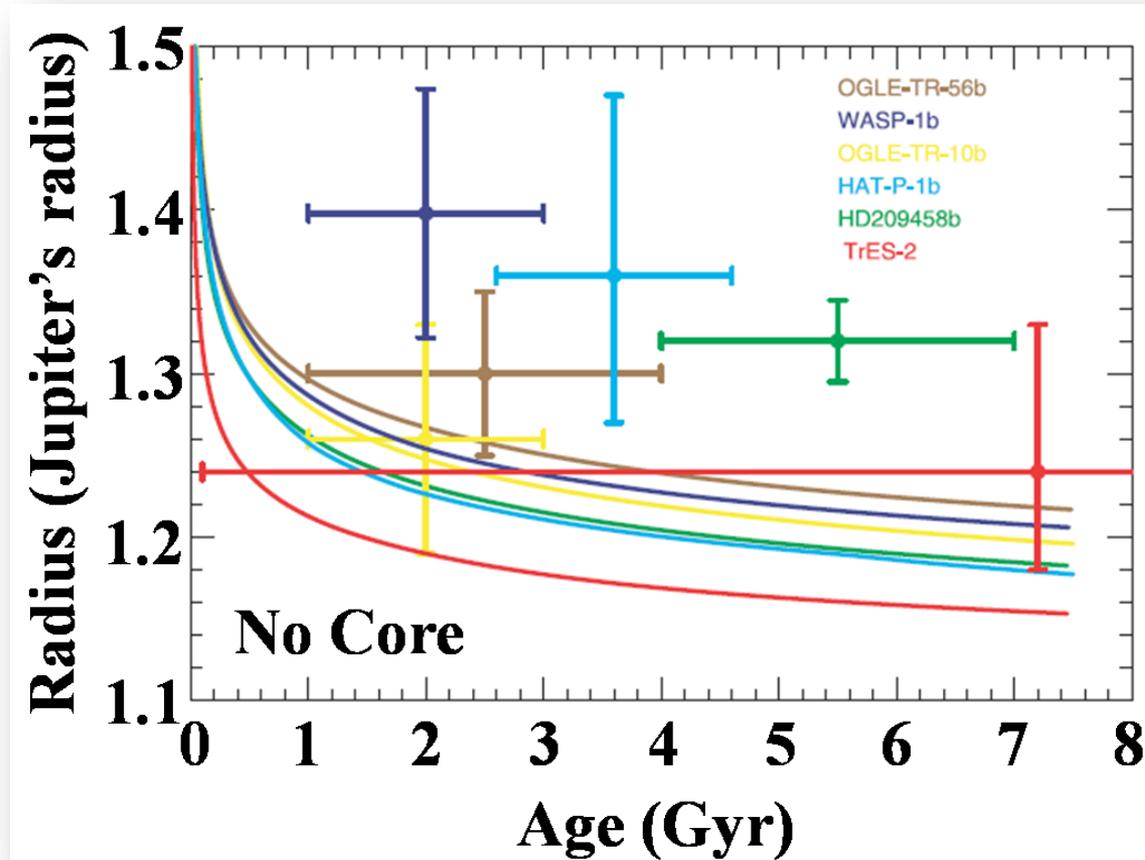
⇒木星大気の運動から
何が読み取れるか？



系外惑星観測の成果

異常に膨張したガス惑星

(Burrows et al. 2007)



熱源？

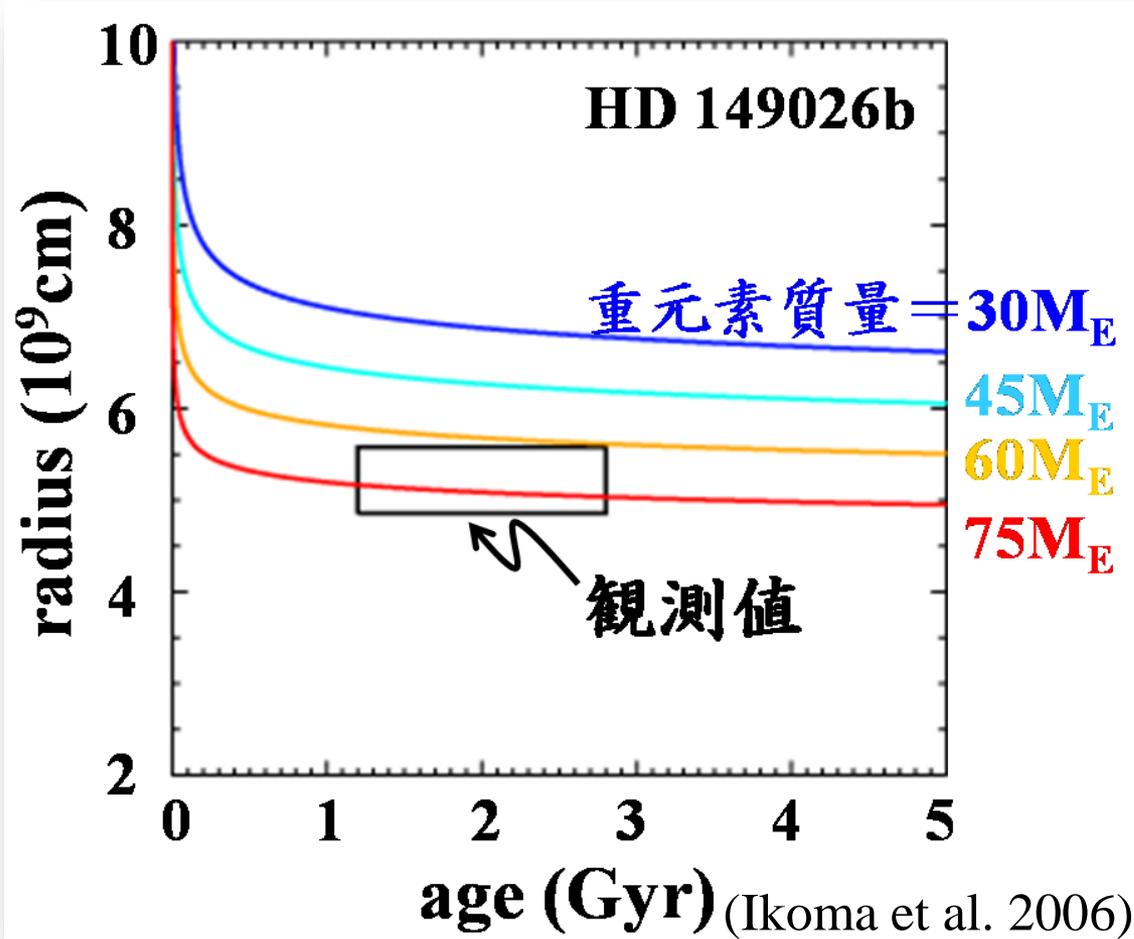
- 大気運動エネルギー
- 潮汐エネルギー

熱輸送効率？

- 重元素過剰による吸収係数の増大
- 分子量勾配による熱輸送効率の鈍化

系外惑星観測の成果

異常に収縮したガス惑星



HD 149026b

...1.2土星質量で,
0.86土星半径

(Sato et al. 2005)

重元素量

= 60-80地球質量

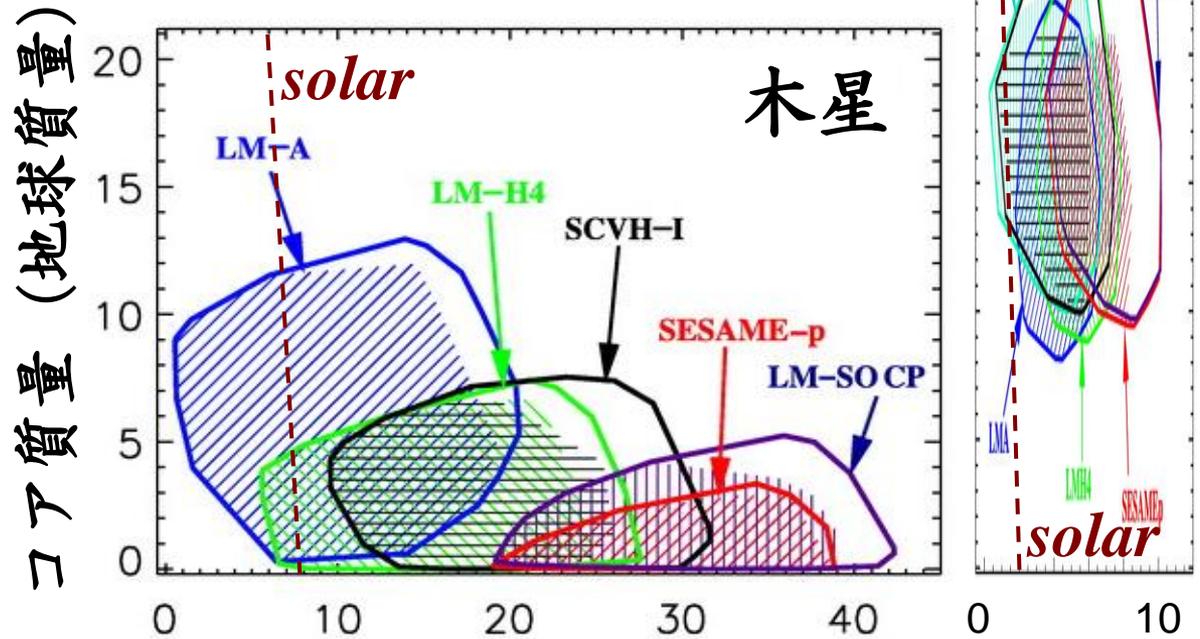
(総質量 = 110地球質量)

系外から太陽系を見る

木星と土星の重元素

実は、木星・土星も重元素超過

...しかし、現状で詳細な議論に
耐えられない



エンベロープ中の重元素量 (地球質量)

(Saumon & Guillot 2004)

まとめ

■ 外から太陽系を見る時代

系外惑星から得た情報を太陽系にフィードバックし、
太陽系らしさの判別およびその起源の解明

■ 系外惑星を見た後の木星系への興味

- 形成後期段階のプロセス
 - ✓ 蒸発しつつある円盤内での形成
 - ✓ 重元素の獲得と分配
- 大気の循環