

視線速度法による 高金属量FGK型星周りの惑星探索

原川紘季 (国立天文台 TMT推進室)

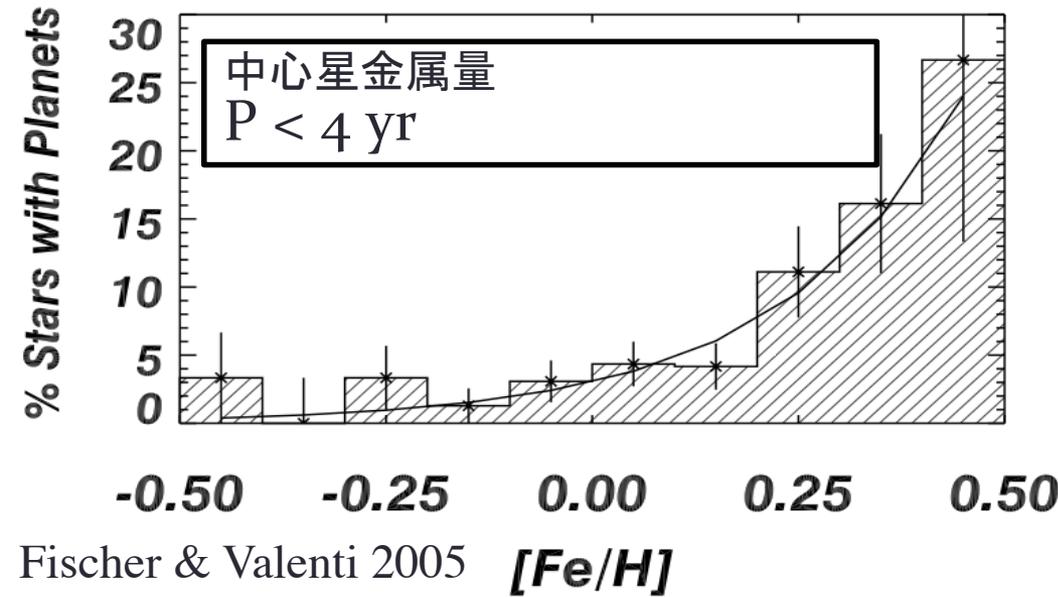
佐藤文衛、大宮正士、堀安範、井田茂、神戸英治ほか
HIDES-F team、D. Fischer(ほかN2K)

ガス惑星形成：コア集積モデル

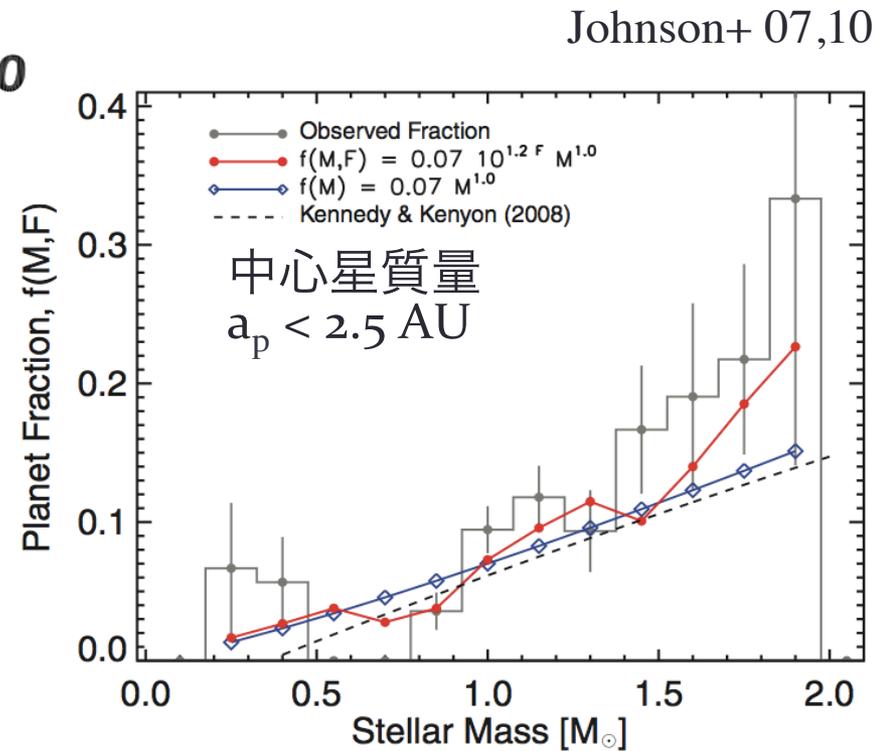
- 形成途中・形成後に様々な進化を辿る
 - スノーライン以遠にて固体コアが成長 (~2.7AU@Solar system)
 - ガスが降着し、暴走的な成長
 - 軌道移動 (e.g. Lin & Papaloizou, 85)
 - 円盤ガス散逸まで継続 (~10Myr) (Haisch+01)
- ⇒ **円盤寿命が惑星の軌道移動量をコントロールしている可能性**
- 複数惑星系(3惑星以上)の場合 ⇒ 惑星散乱 (e.g. Nagasawa+ 08)
 - ホット・ジュピターや遠方惑星の起源 (> 10AU)
- 惑星の形成&進化は原始惑星系円盤の状態(~恒星のパラメータ)によって進化の傾向が異なる可能性 (e.g. 中心星 金属量 and 質量)



Planet occurrence vs....



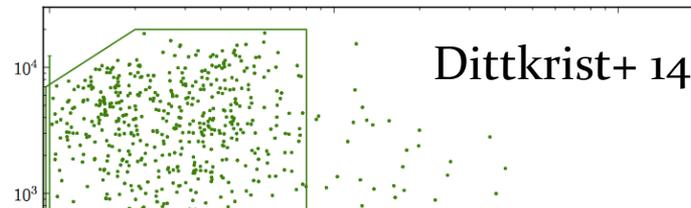
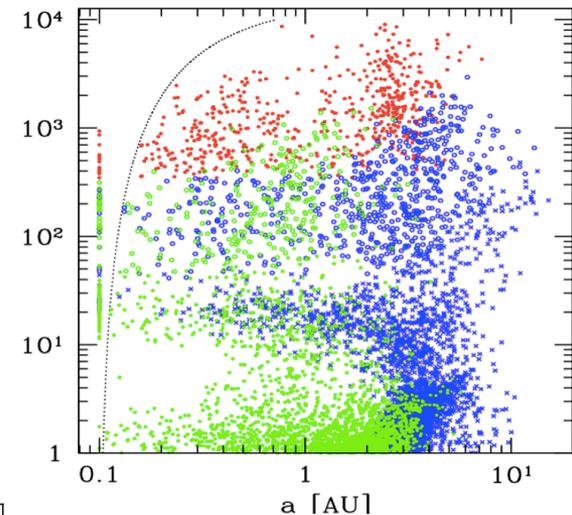
ガス惑星の存在確率と
 中心星金属量・質量に正の相関



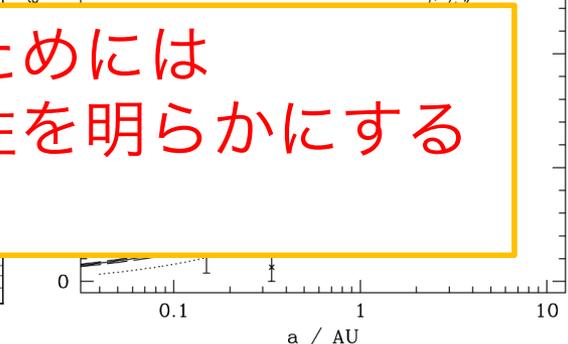
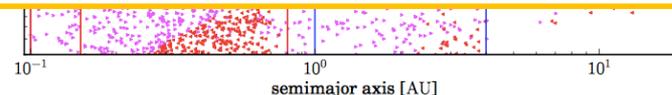
惑星分布と形成理論の比較

- Population Synthesis (e.g. Ida&Lin)
 - 様々な初期状態 (円盤質量・ダストガス比) を仮定
 - 形成から円盤散逸までの進化過程をMonte-Carlo的に計算
 - 観測結果の惑星分布を再現
- 詳細な軌道移動を考慮した分布

Mordasini+09



惑星の形成・進化の傾向を明らかにするためには
実際の惑星分布 (惑星存在確率) の依存性を明らかにする
必要がある

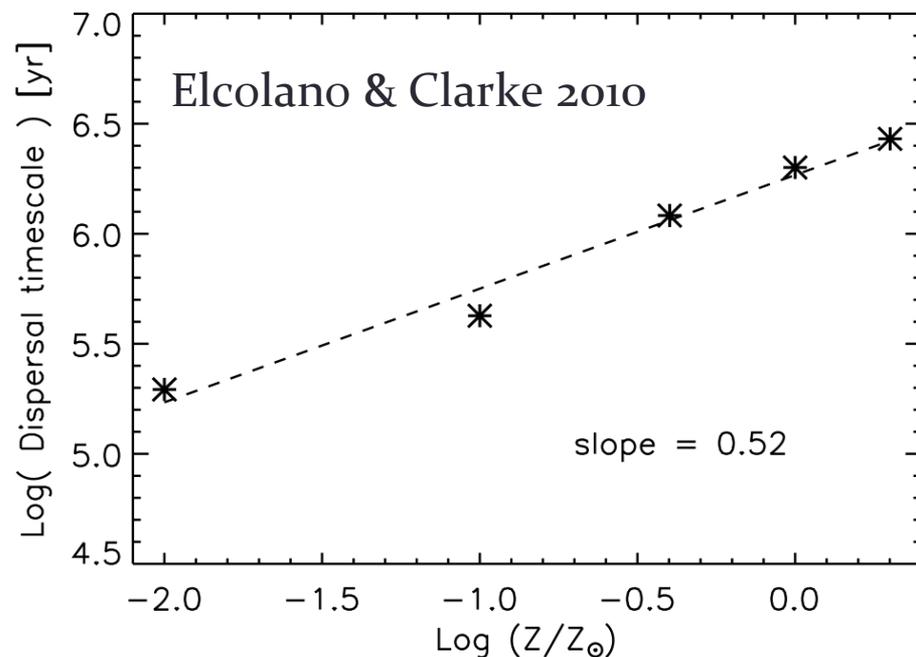
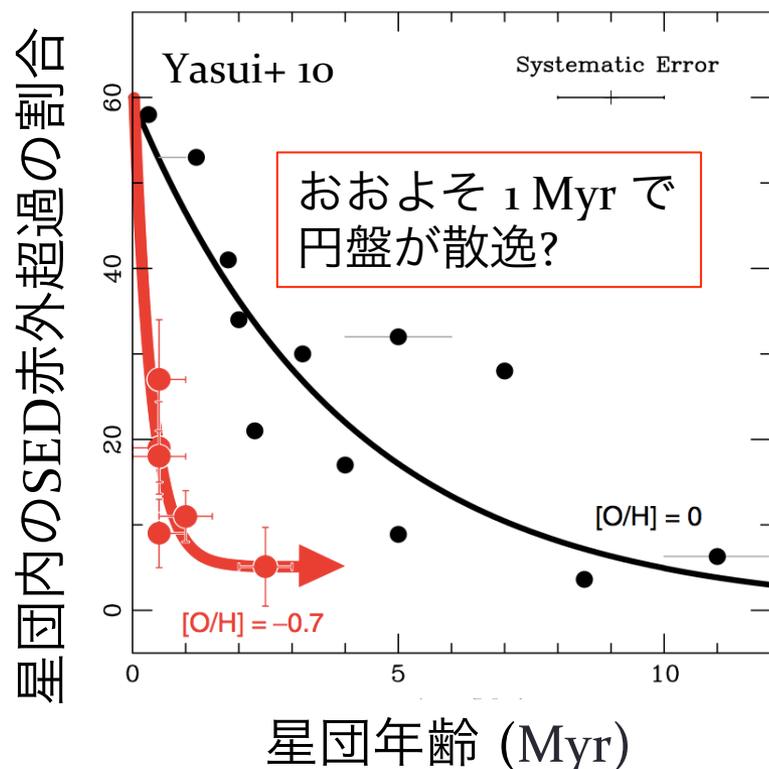


惑星の分布に関する先攻研究まとめ

	stellar mass	metallicity
integrated	✓ (J07,10)	✓ (FV05)
m_p , a_p dist.	✓ (B10)	✗

中心星金属量と惑星分布の依存性は不明

中心星金属量の影響



- 低金属量星団での赤外超過の割合は1Myr程度で減衰

- UV, X線による光蒸発を考慮した円盤散逸
- 高金属量ほど円盤寿命が長い

中心星金属量は円盤寿命に影響を与えうる
⇒ 惑星の軌道移動にも影響がある可能性

金属量の違いから予想される変化

- これまでの理論計算では金属量は固体質量としてのみ考慮されていた
⇒ コア集積時間の違い
- 円盤寿命と相関する場合
 - 惑星形成頻度の変化
 - HJ formation
 - 軌道移動が促進
 - Jupiter analog formation
 - 遠方で固体コアの成長が促進

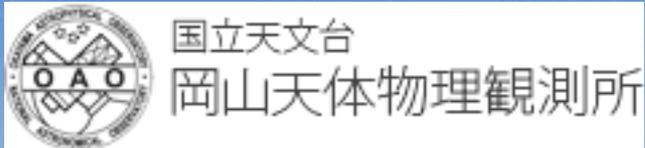
本研究の目的

惑星分布の中心星金属量 依存性を明らかにする

- ターゲット：
高金属量 & 太陽型 (FGK-type) 星
- 惑星サンプル数の増加：
RV 集中観測による軌道決定
- 検出限界：
大量のターゲット星について網羅的観測
惑星の検出限界質量を引き下げる

観測

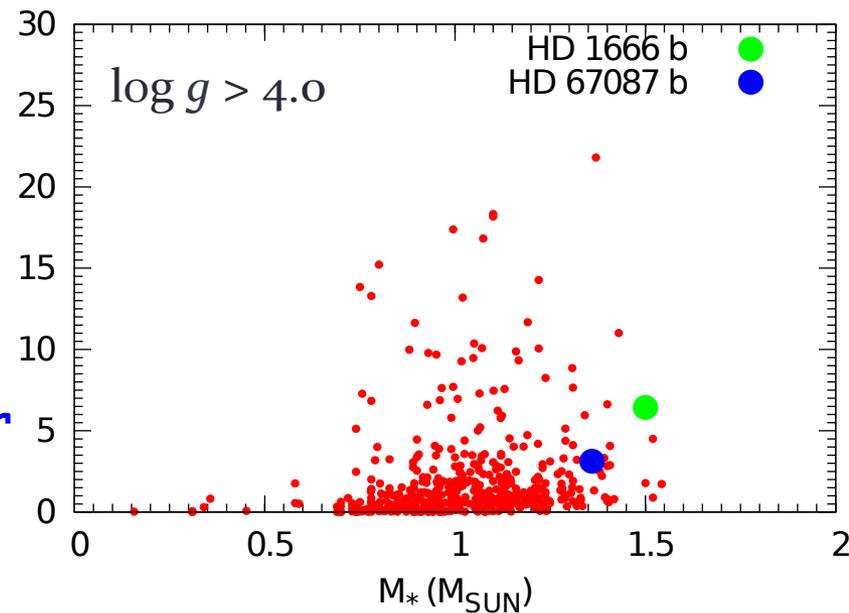
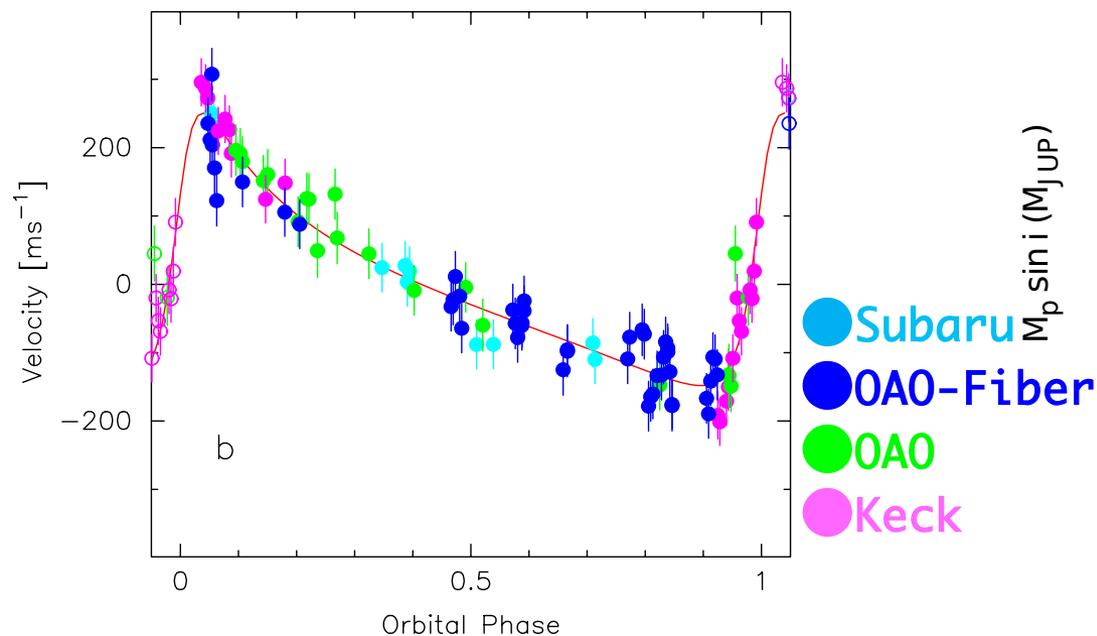
2009.08~



- 従来：すばるN2Kプロジェクト
 - HJ検出が元々の目的 だが
観測継続&精度向上により数百日周期の惑星も検出
(e.g. Harakawa +10)
- 本観測：同じターゲットを採用し 効率化
 - 50 Promising candidates ⇒ 集中観測@OAO/HIDES-F, -S
 - 全ターゲット ⇒ 網羅的観測@Subaru/HDS

大質量・高離心率惑星

• HD1666

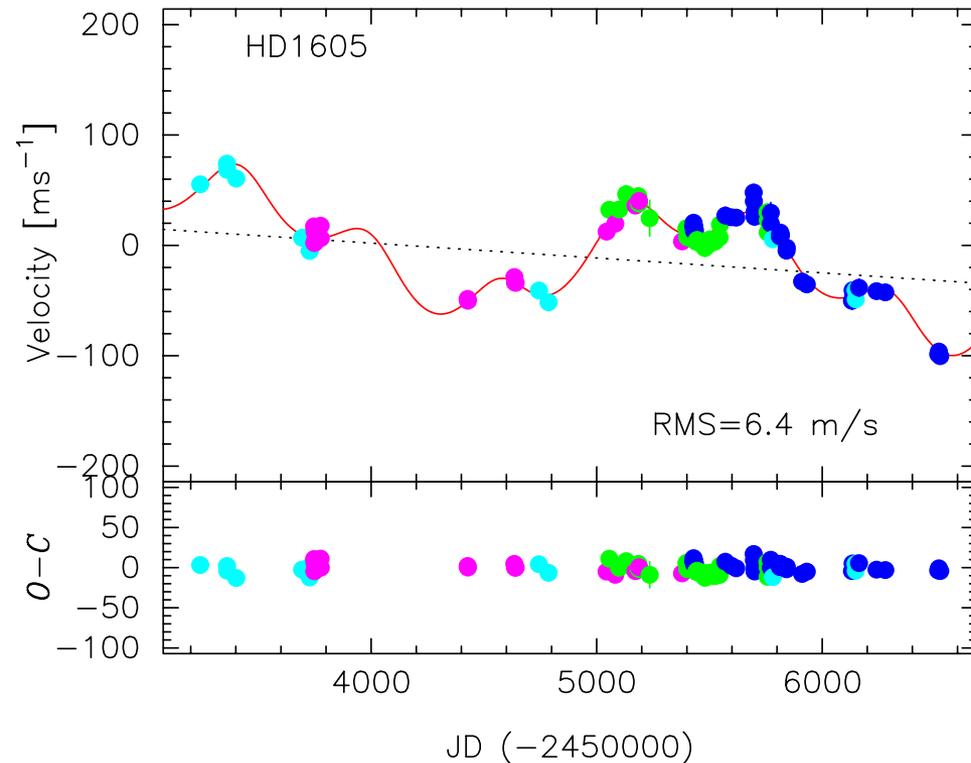


F7V, $M_* = 1.5 M_{\odot}$
 $[Fe/H] = +0.37$
273 d, $6.4 M_J$

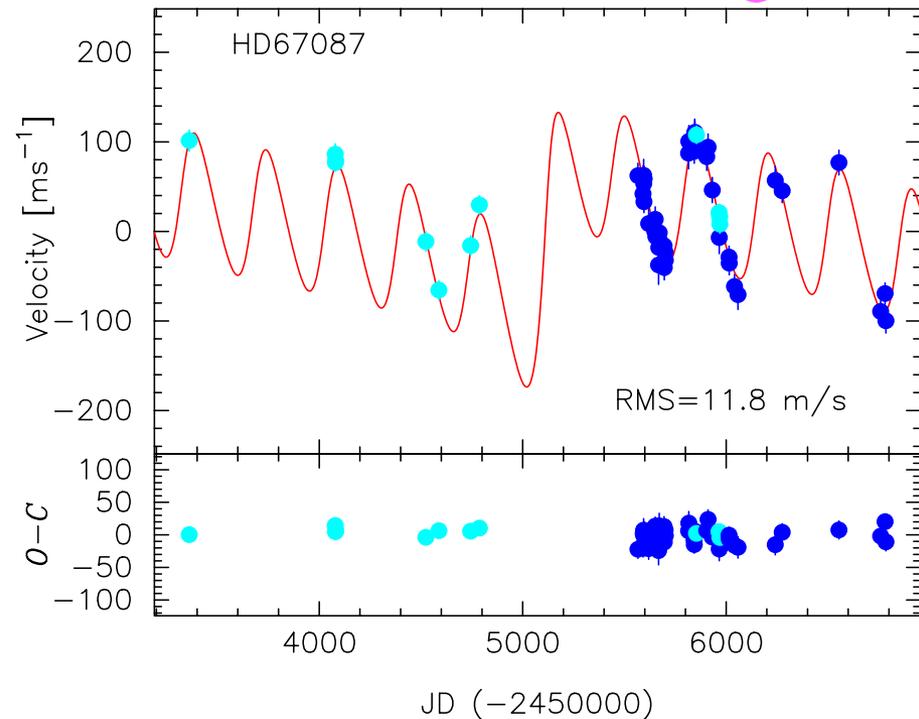
惑星を持つ主系列星で
最も重い質量

複数惑星系

• HD1605, HD67087



K1 IV, $M_*=1.3M_\odot$, $[\text{Fe}/\text{H}]=+0.25$
b : 550 d, $1M_J$
c : **2100 d (3.5 AU), $3M_J$**

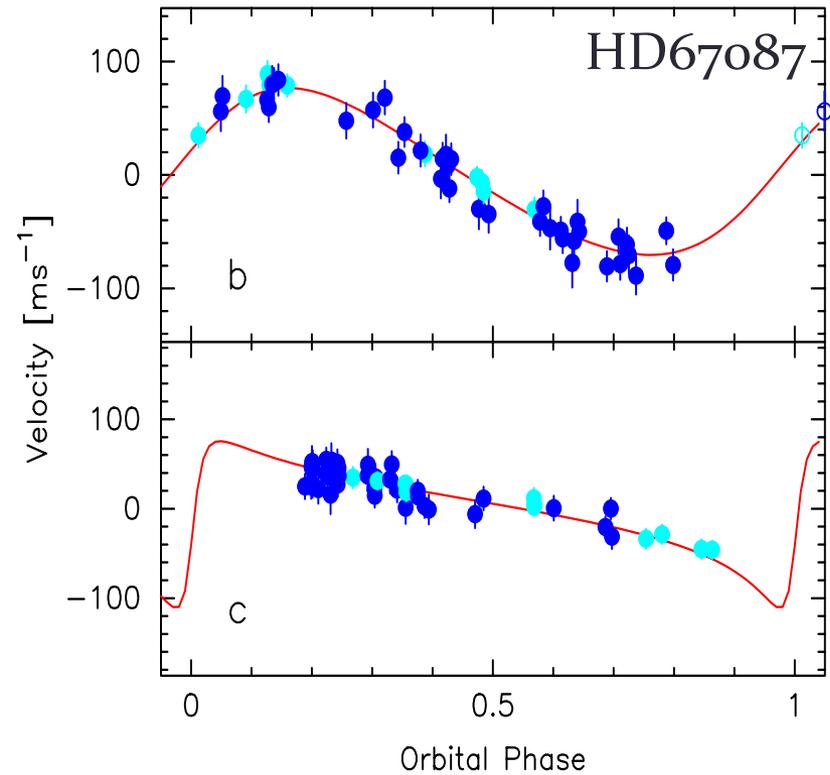
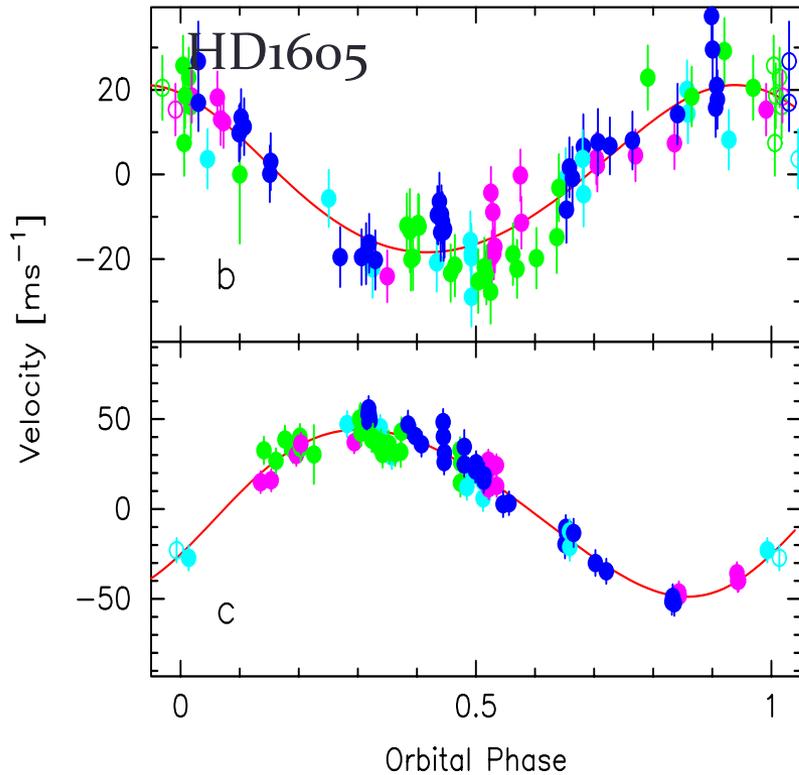


F7V, $M_*=1.4M_\odot$, $[\text{Fe}/\text{H}]=+0.25$
b : 352 d, $3M_J$
c : **2374 d (3.9 AU), $3M_J$**

複数惑星系

• HD1605, HD67087

● Subaru
● OAO-F
● OAO
● Keck



b : $e = 0.078$

c : $e = 0.098 + \text{RV trend}$

b : $e = 0.17$

c : $e = 0.76^{(+0.17}_{-0.24)}$

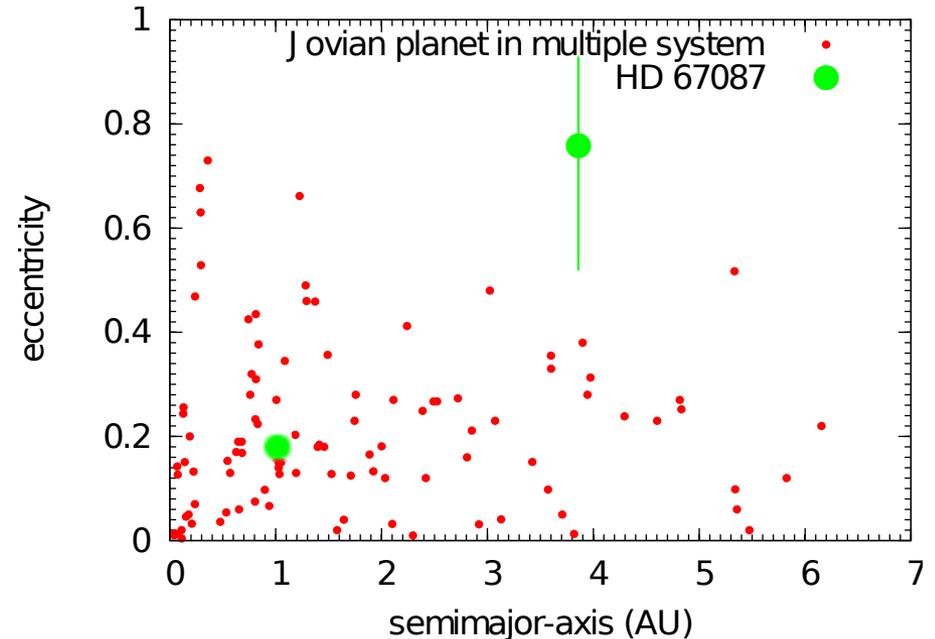
対称的な特徴

HD67087c :

- 複数惑星系のガス惑星では最も高離心率

HD1605 :

- 複数「円軌道」惑星
- 太陽系に類似した系
 - 実はまだ数例の検出

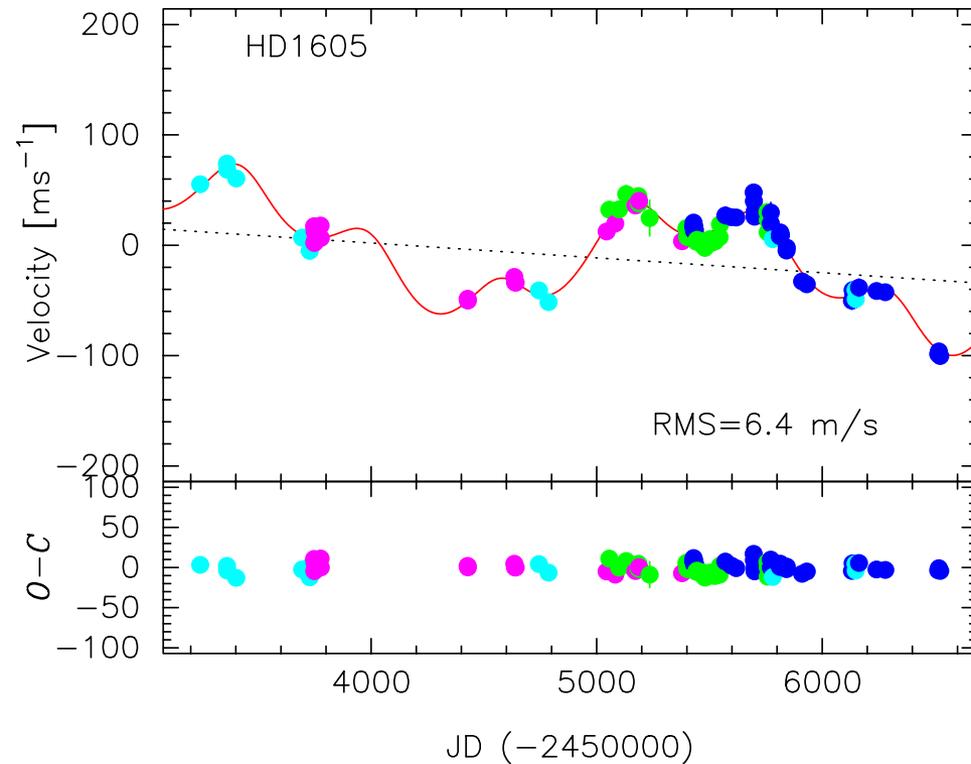
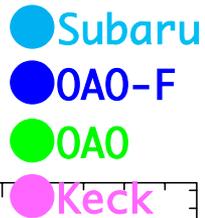


古在機構

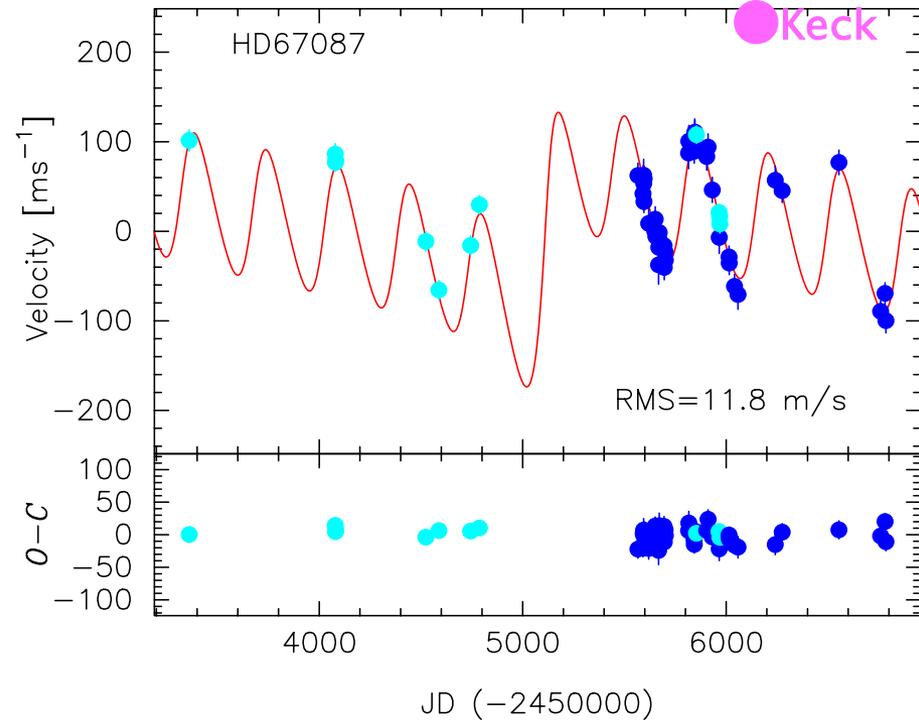
- 遠方に軌道傾斜した伴天体が存在する場合に起こり得る離心率の永年摂動の一種

対称的な特徴

• HD1605, HD67087



RV trend (outer companion)
circular orbits



NO RV trend
eccentric orbits

複数惑星系形成後の軌道進化を考えても「対称的」

まとめと今後

- 中心星金属量は円盤の寿命や惑星の軌道移動に影響を与える重要なパラメータ
- 実際の金属量と惑星分布の相関を知りたい
- HIDES-F, -S, HDS, Keckを用いて5つの惑星を検出
 - いずれも「実は」非常に特徴的な惑星
 - Harakawa in prep. draft 回覧中 (any comments?)

今後

- **NEED MORE DATA for statistical studies!**
 - もう一つくらいHJ系が欲しい
 - これ以上の効率化はKeck他サイトのアーカイブデータ？
 - 現時点でもHJに関しては比較的信頼できる値で他サーベイと比較可能
- HD67087系のコロナグラフ観測
 - 遠方に天体がいる場合、古在機構の(惑星系では初?)直接的証拠となりうる
- 散開星団毎の惑星分布
 - 金属量が(概ね)統一的なターゲット
 - 中心星質量の影響を排除した高精度な比較が可能？ ただし主系列星は暗い

