

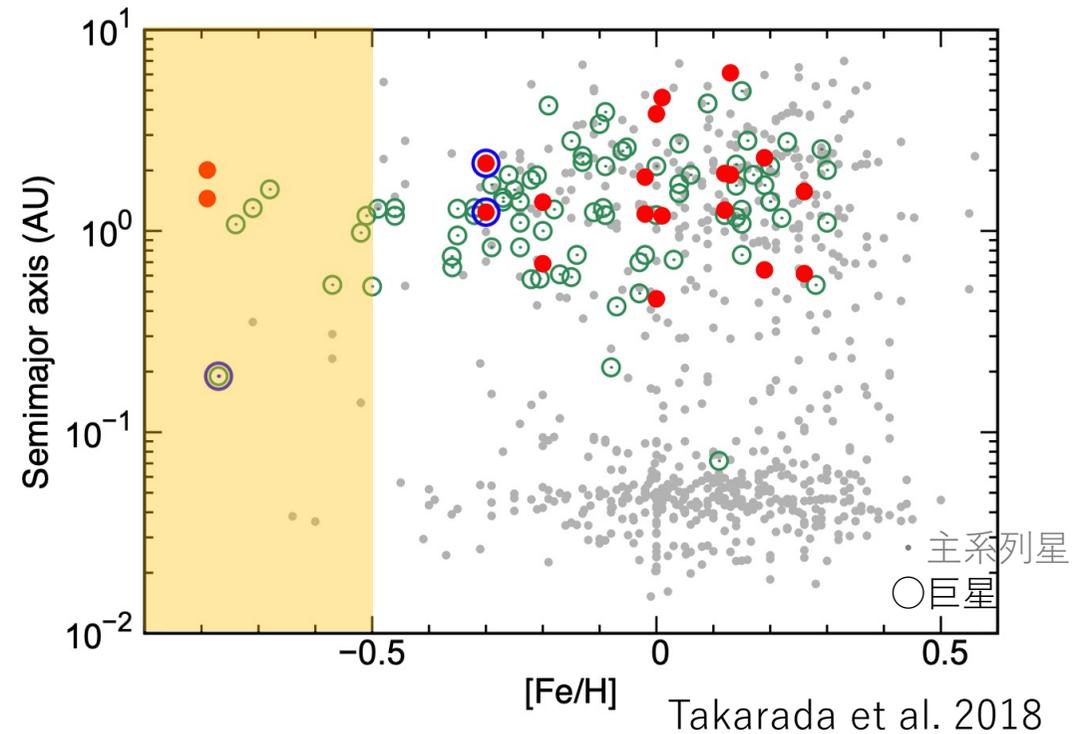
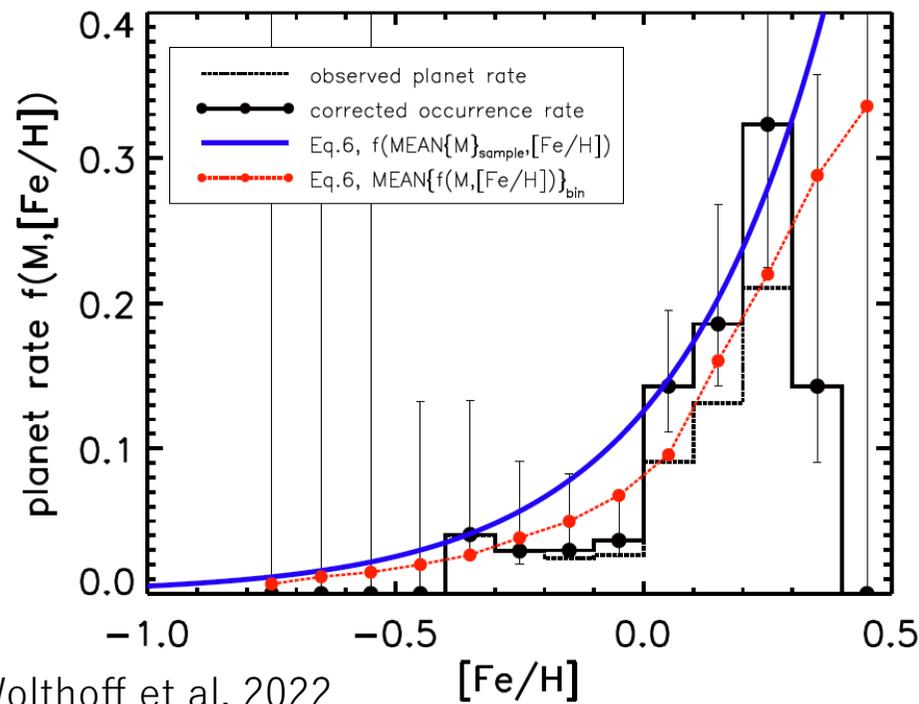
2024年度せいめいユーザーズミーティング 2024/9/9-10@倉敷

銀河系の厚い円盤に属する巨星に おける系外惑星探索： 低金属量環境下での巨大惑星形成

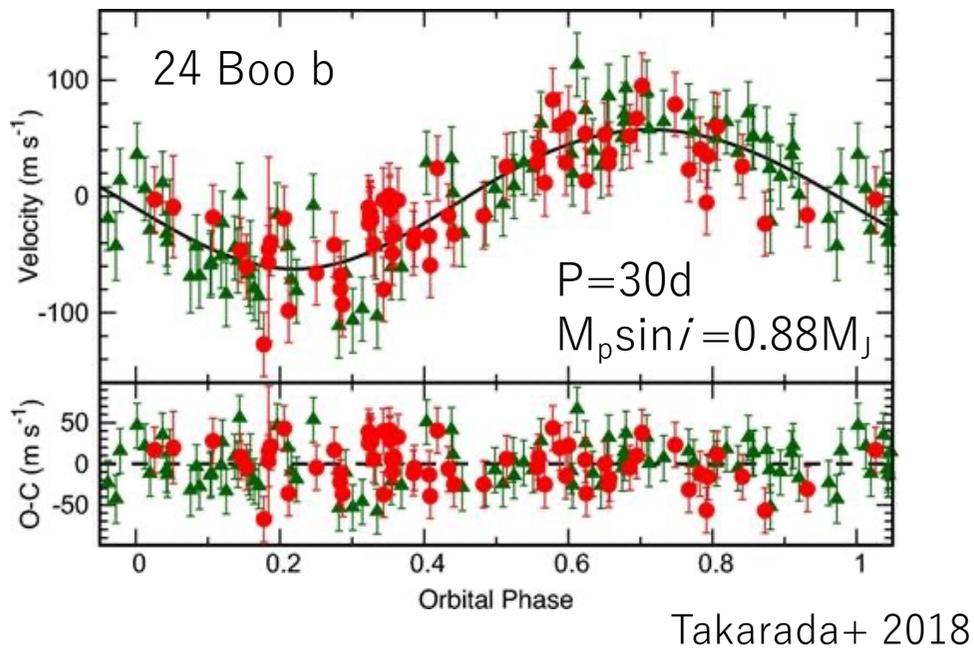
佐藤文衛（東工大）、本田敏志（兵庫県立大）、大宮正士、堀安範（ABC）、國友正信（久留米大）、泉浦秀行（国立天文台）、寶田拓也（ABC）、原川紘季、神戸栄治、田實晃人（国立天文台）、松林和也、成田憲保（東京大）、TENG Huanyu（KASI）、橋本修（スペースガードセンター）

巨大惑星頻度 vs. 中心星金属量

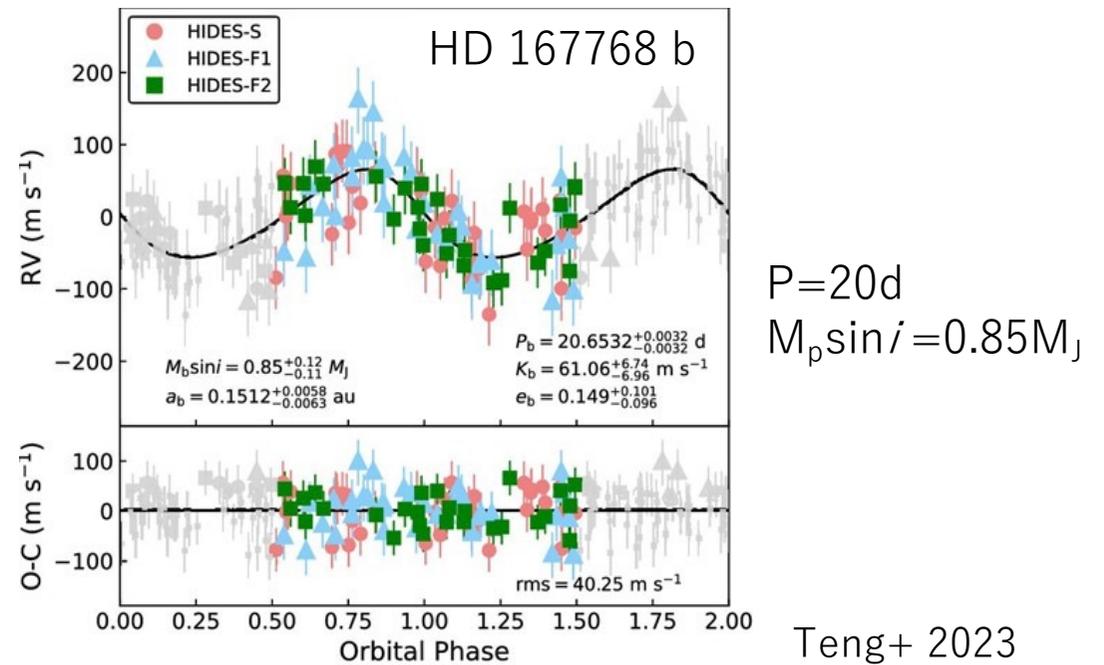
- 金属量と正の相関 → コア集積を支持
- 一方、巨星では主系列星に比べて $[\text{Fe}/\text{H}] < -0.5$ でも巨大惑星が見つまっている



低金属量星周りの巨大惑星(岡山188cm鏡/HIDES)



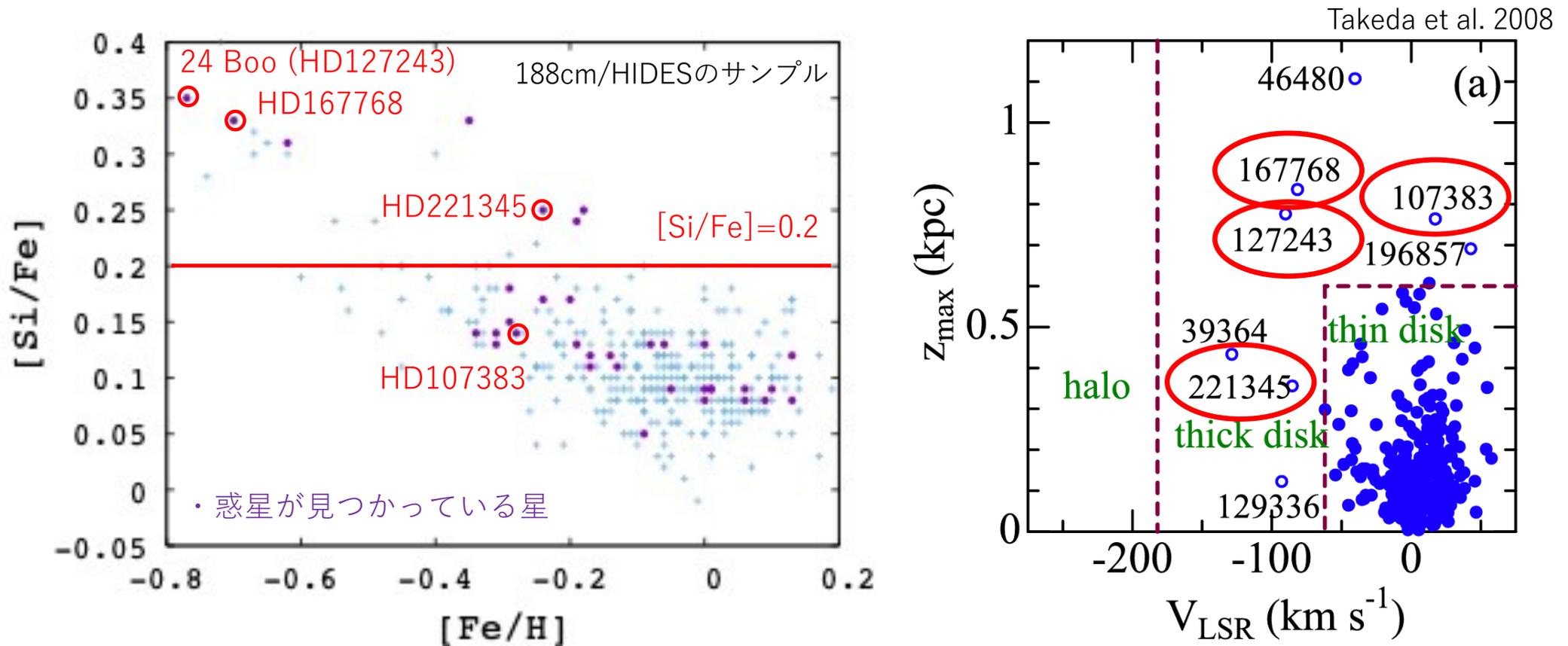
$M=1.1 M_\odot$, $[\text{Fe}/\text{H}]=-0.77$



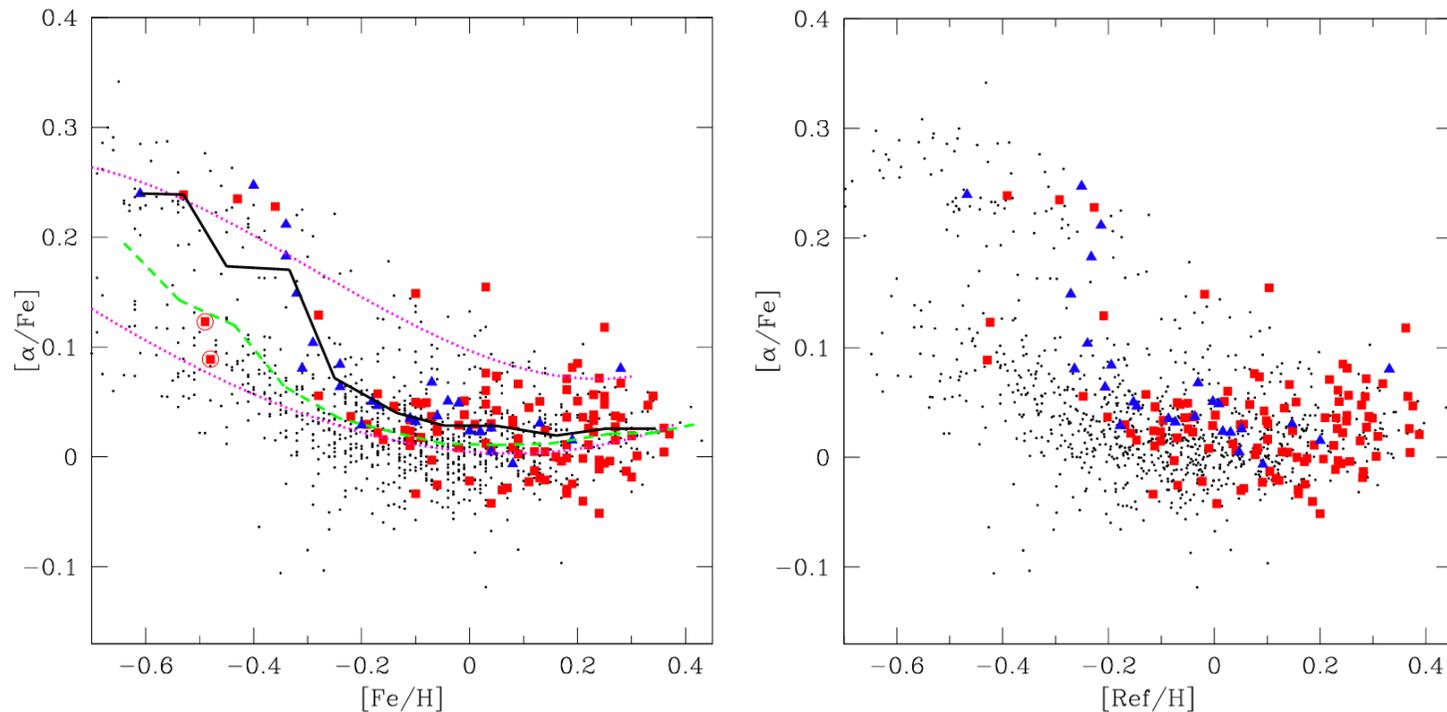
$M=1.1 M_\odot$, $[\text{Fe}/\text{H}]=-0.67$

α 元素が巨大惑星形成に寄与？

- 低金属量巨星では厚い円盤星 ($[\alpha/\text{Fe}]$ が過剰) における惑星検出率が高いように見える



α 元素過剰と巨大惑星の分布 (主に主系列星)



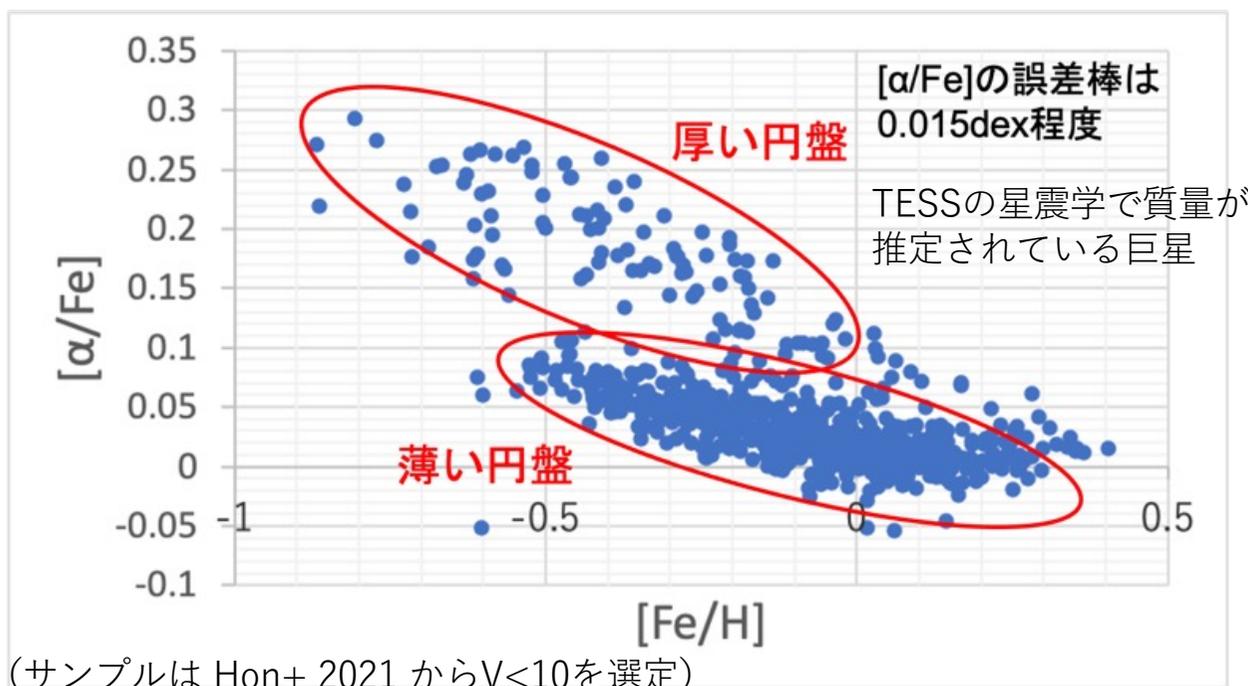
$[\text{Fe}/\text{H}] < -0.2$ で、 α 元素過剰星に惑星がシフトしているように見える

α 元素がコア形成をサポート？

より低金属量星では？
巨大惑星形成が可能な最少金属量はあるか？

Fig. 5. $[\alpha/\text{Fe}]$ versus $[\text{Fe}/\text{H}]$ (left) and $[\alpha/\text{Fe}]$ versus $[\text{Ref}/\text{H}]$ (right) for the total sample. The red squares refer to the Jovian hosts and the blue triangles refer to the stars hosting exclusively Neptunians and super-Earths. The black dots represent the stars without planets. The black solid and green dashed lines represent the mean distributions of the planet host and non-host samples, respectively. The magenta dotted lines are the cubic fits for the low- α (thin disc) and the high- α (thick disc + high- α metal-rich) stars. The two metal-poor Jovian hosts in the red circles are the stars with low $\log g$ values discussed in Sect. 3.2.

せいめい/GAOES-RVによる銀河系の厚い円盤に属する巨星における系外惑星探索



- 厚い円盤の矮星
 - 500 pc, $1 L_{\odot}$, $V=13.5$
 - 8-10m級望遠鏡でもRVサーベイには暗すぎる

- 厚い円盤の巨星
 - 500 pc, $60 L_{\odot}$, $V=9$
 - 従来の2m級望遠鏡によるRVサーベイでは暗くて対象外

- ➔ 4m級 (せいめい望遠鏡) でRVサーベイ可能

-1.0 < $[\text{Fe}/\text{H}]$ < 0.0 の厚い円盤に属する巨星100個 ($V < 10$) に対し4年間で惑星探索
低金属環境下における巨大惑星形成、特に α 元素の寄与を調べる

観測計画 & 進捗状況

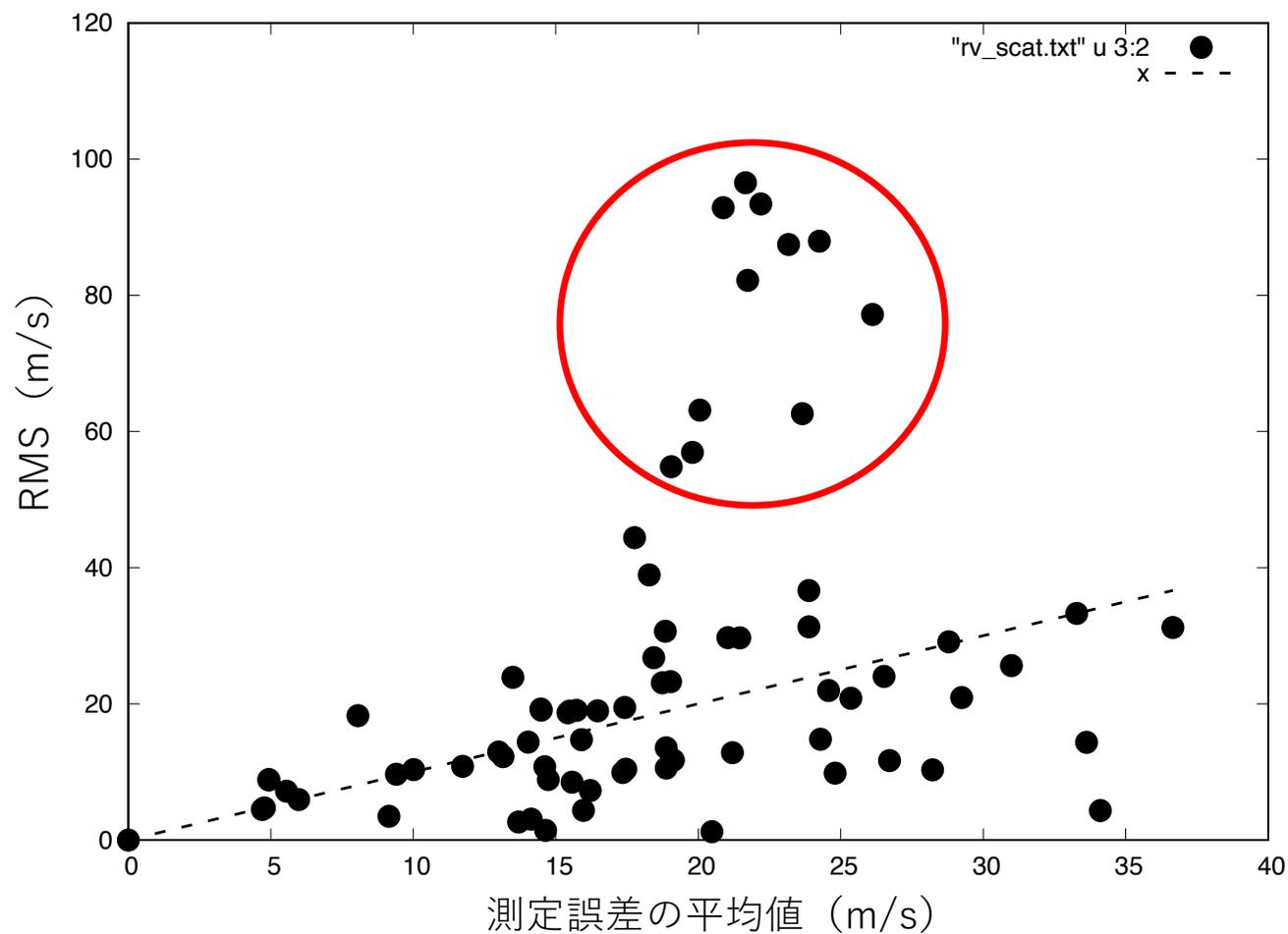
• 観測計画

- 目標：共同利用時間と京大時間を合わせて半期30夜程度を4年間
 - 2023B (共21、京7.5)、2024A (共15、京8.65)、2024B (共13.5、京1)
 - GTOを含む
- 共同利用時間では $-1.0 < [\text{Fe}/\text{H}] < -0.4$, 京大時間では $-0.4 < [\text{Fe}/\text{H}] < 0$ が主なターゲット
- 数週間～2ヶ月に1回くらいの頻度で定期的に視線速度モニター
- 公転周期1000日以内程度の惑星を探索

• 2024Aまでの進捗状況

- 約80天体について最低3点以上視線速度データ (I_2 セルあり) を取得
- 測定誤差の3倍以上の大きさのRV変動、周期性を示す天体が複数あり。

予備的結果：巨星のRV変動

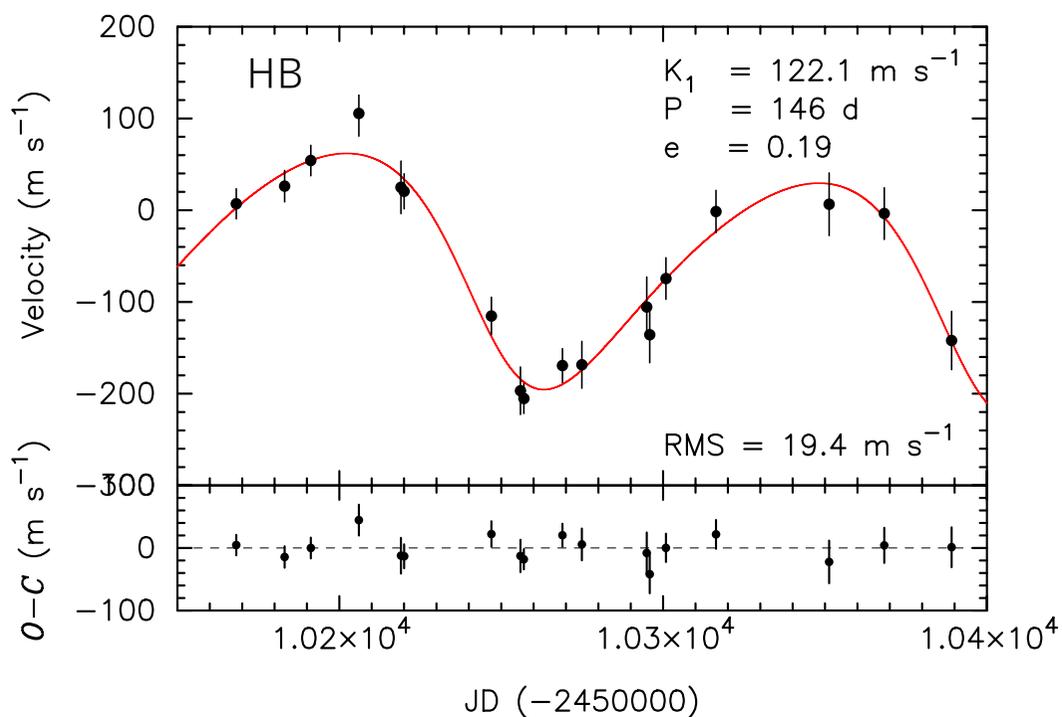


RMSが測定誤差より
3倍以上大きい天体が
ある

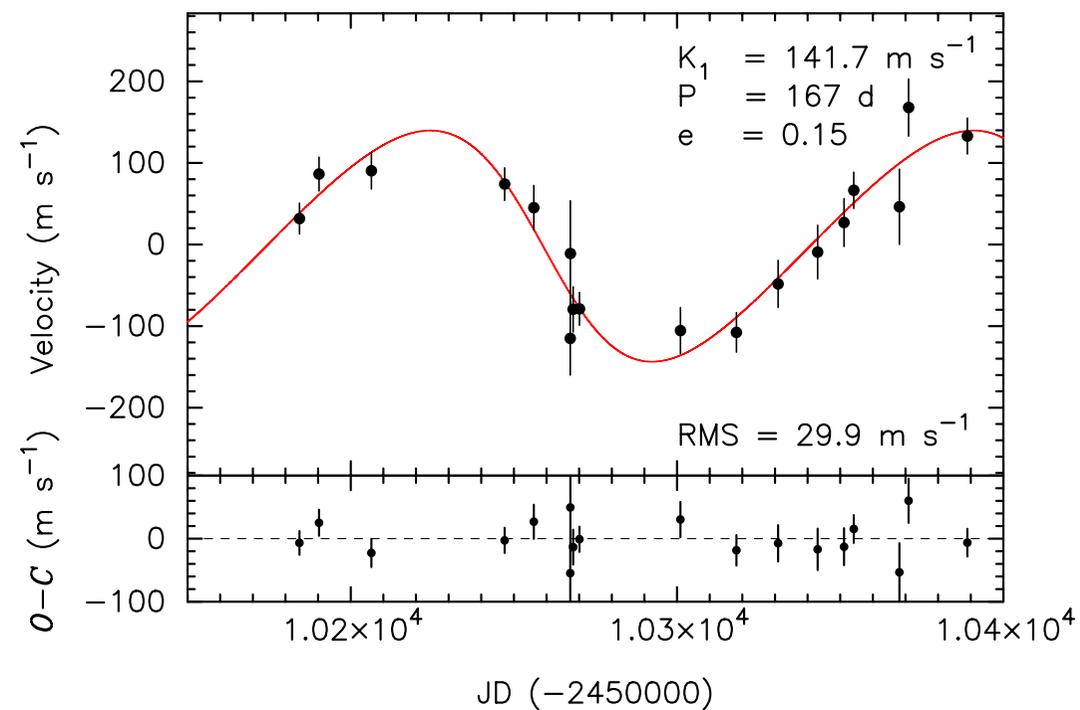


巨星自身の変動？惑星？

予備的結果：周期的なRV変動の例

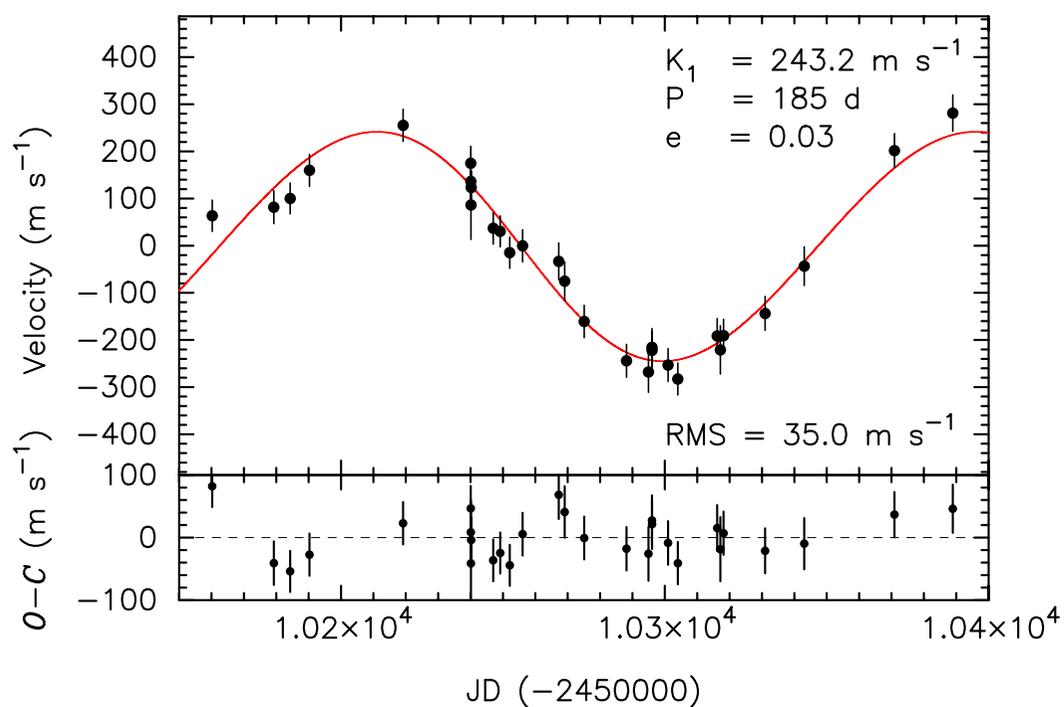


$[\text{Fe}/\text{H}] = -0.28$, $[\alpha/\text{Fe}] = 0.16$

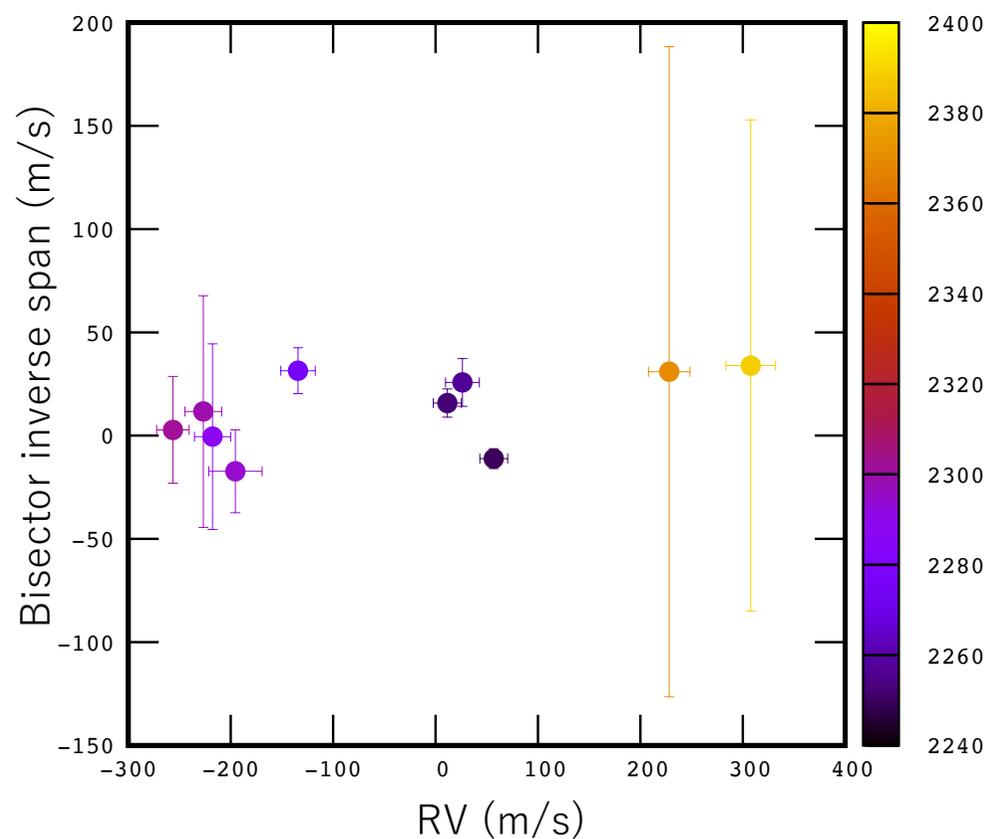


$[\text{Fe}/\text{H}] = -0.41$, $[\alpha/\text{Fe}] = 0.17$

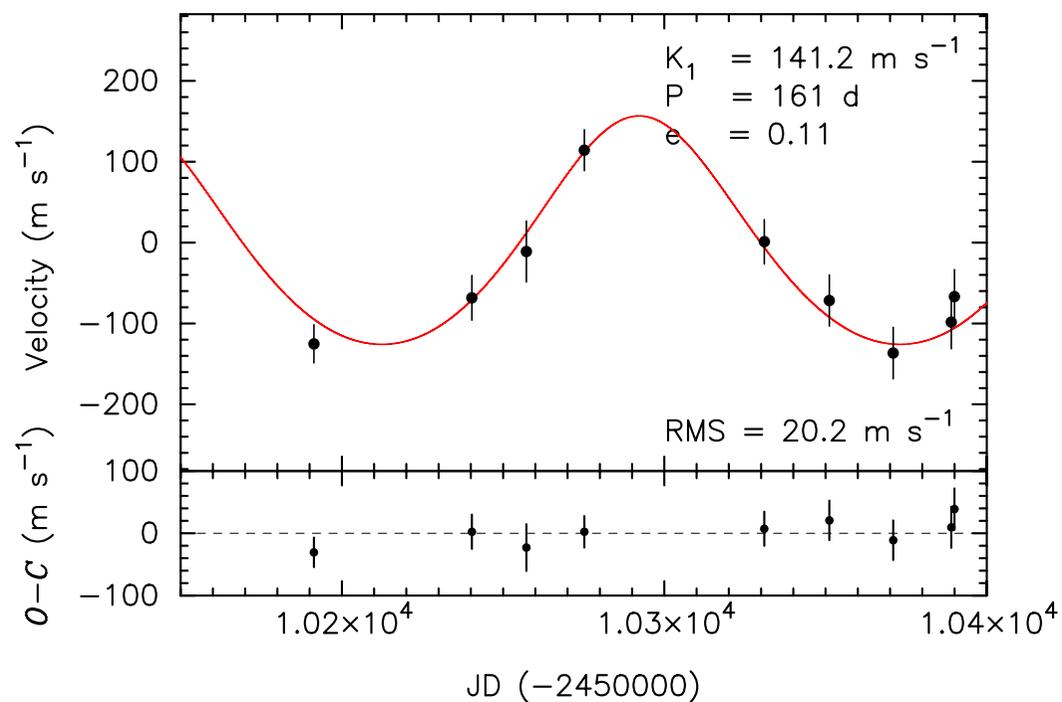
予備的結果：周期的なRV変動の例



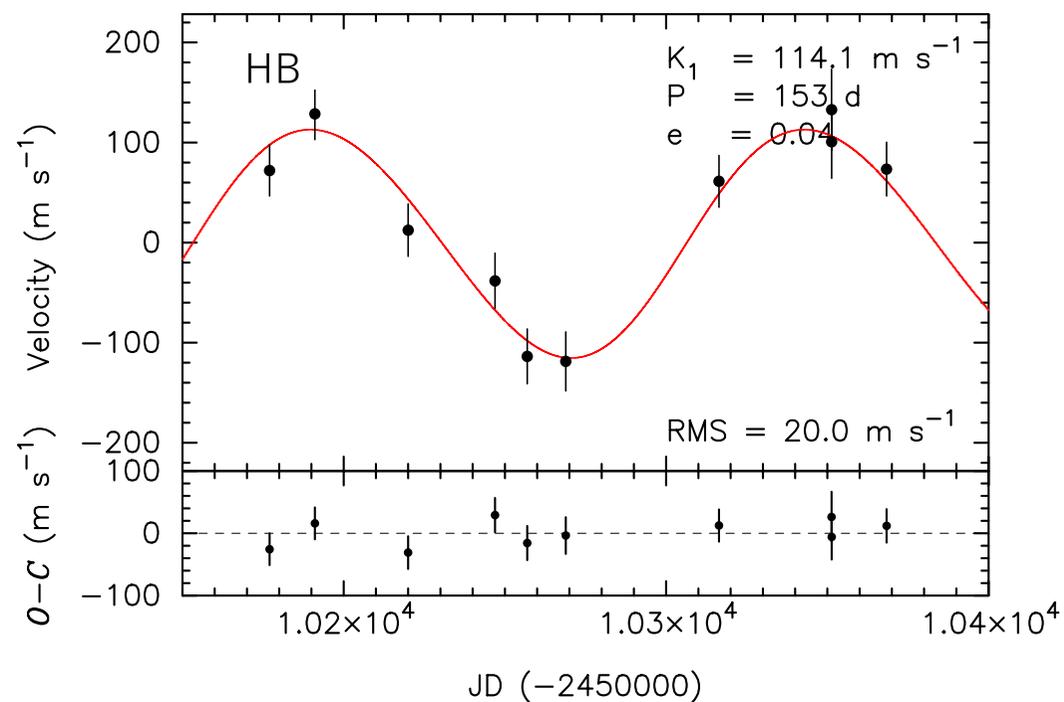
$[\text{Fe}/\text{H}] = -0.14$, $[\alpha/\text{Fe}] = 0.14$



予備的結果：周期的なRV変動の例



$[\text{Fe}/\text{H}] = -0.18, [\alpha/\text{Fe}] = 0.11$



$[\text{Fe}/\text{H}] = -0.20, [\alpha/\text{Fe}] = 0.19$

予備的考察

- 80天体中5個の惑星だとすると存在頻度は2%以上くらいで、薄い円盤よりやや高めの可能性。
- $[\text{Fe}/\text{H}] < -0.5$ の天体の中には、周期性はまだ分からないがRV変動を示す天体は複数存在するので、今後重点的に観測。
- 周期が全て150-180日くらいで離心率小さめ、振幅~100-250m/s
 - 巨星周りで見つかっている惑星軌道の一番内側の辺り
 - 中心星がHorizontal Branch星だとRGB tipで星の中に入る軌道
 - 例：8UMi b (Lee+ 2015; Hon+ 2023) ※TESSの星震学で進化段階決定
- 恒星自身の脈動等の変動を見ている可能性も今のところ否定できない。

まとめと今後

- せいめい/GAOES-RVでの新しい系外惑星探索を開始
 - 低金属量環境下での巨大惑星頻度、 α 元素の寄与を明らかにする
 - 厚い円盤に属する巨星100個 ($V < 10$; $-1.0 < [\text{Fe}/\text{H}] < 0$) を対象
 - 共同利用と京大時間を合わせて半期30夜程度で4年間、数週間~2ヶ月に一回程度の頻度での視線速度モニター観測が目標
 - $P \sim 1000$ 日以内程度の惑星を探索
- 予備的結果
 - 約80天体について最低3点以上視線速度データ (12セルあり) を取得
 - 測定誤差の3倍以上の大きさのRV変動、周期性を示す天体が複数あり。
- 今後
 - 有意なRV変動を示す天体を重点的にモニター
 - 中心星の吸収線輪郭変動、大気組成を調査
 - $-1.0 < [\text{Fe}/\text{H}] < -0.5$ に絞ってもう少し暗い星 ($V > 10$) の数を増やしたい (w/すばる/HDS)