

N2Kコンソーシアムにおける系外惑星系候補天体のフォローアップ観測

原川 紘季¹

harakawa@geo.titech.ac.jp

井田茂¹、大宮正士¹、堀安範²、佐藤文衛¹

1: 東京工業大学、2: 国立天文台

概要

現在、岡山188cm望遠鏡&HIDESを用いて太陽型星周りの系外惑星探索プロジェクト(N2Kコンソーシアム)の追観測が行われている。このプロジェクトはすばる望遠鏡とKeck、Magellan望遠鏡を用いたプロジェクトであったが、2009年後期から、追観測を必要とし、かつ比較的明るい天体についてはOAOにて追観測を行っている。

さらに、2010年から、より高効率(~高精度)なデータを得るため、ファイバーフィード系に換装したHIDES-Fを用いた観測を行っている。本ポスターでは、これまでの追観測により軌道決定された天体について紹介し、これまでのデータから見積もられる検出限界について議論する。

N2Kコンソーシアム

- 2004年から始まった すばる, Keck, Magellan を用いた日米国際協力プロジェクトで、2000個の太陽型星についてホット・ジュピター探し为目标
- 手法: 視線速度法(コードセル)
- 5-60個のHJ検出、さらに5,6個のトランジット惑星の検出が目標

- 現在も候補天体(RV変動大)を30程度保有
- すばるでは時間的に密な観測が難しい
⇒明るい天体については岡山でフォローアップ

フォローアップ@OAO

右上図: 主系列(and 準巨星)周りの大質量(>5M_{JUP})惑星はeccentricに見える (e.g. Wright+ 2009)

⇒ 大質量惑星は形成過程が異なる? (×コア集積 ○円盤重力不安定)

しかし、HD38801b (Harakawa+2010) など、N2K天体から円軌道の惑星が検出された(左図 網掛け領域内)

⇒ **大質量惑星のサンプルが乏しいため、該当領域の正しい分布を知りたい**
同時に惑星サンプルの拡充を目指す

HIDES-Slit (2009b~)

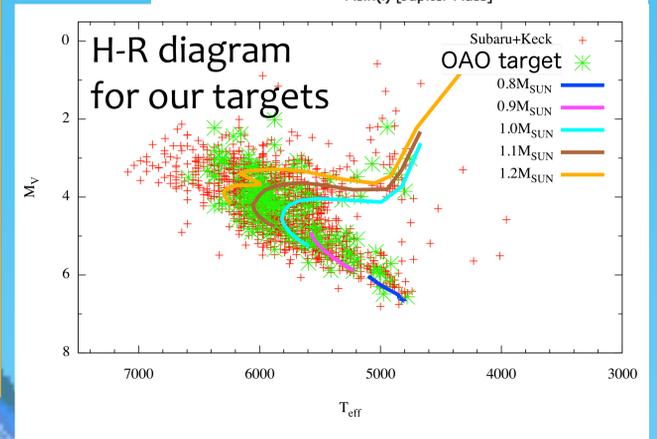
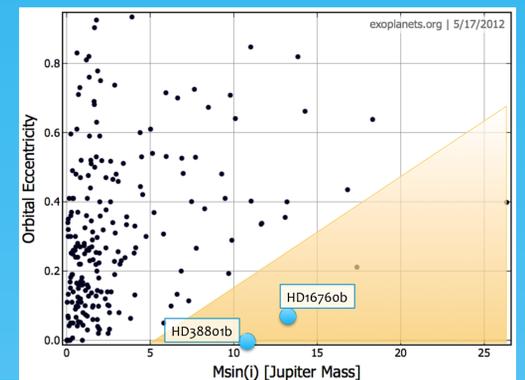
- すばるのデータが複数期に渡って存在するN2Kターゲット180個 (右下図) の中から、比較的明るい天体についてモニタリング
- R~52000 (0.95", 250μm)
- 30 min. exposure : SNR~150 (V~7.5), 90 (V~8.2)
- σ_{obs}~15m/s を想定 (SNR~90) (V~8 程度までが実質的な限界)

HIDES-Fiber 導入後 (2011a~)

- SNR~200 (V~7.5), 100 (V~9)
- σ_{obs} < 3 m/s

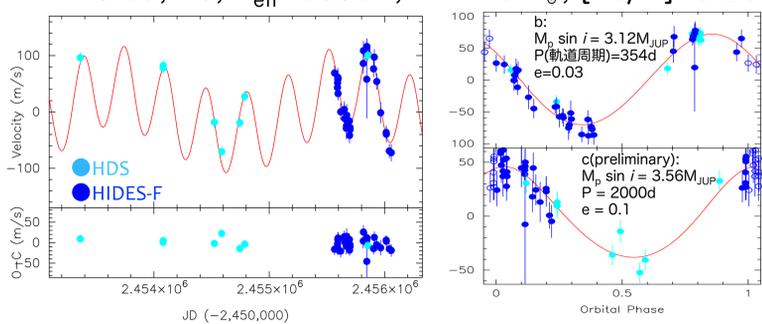
RV解析 (Sato+2002, Harakawa thesis)

- Star+I2 スペクトルのモデル化による高精度RV解析
- 一部の天体については、すばるHDSにて超高分解能(R~160,000)スペクトルを用いたテンプレートを使用することで測定誤差・長期的変動を3m/s以下に抑える



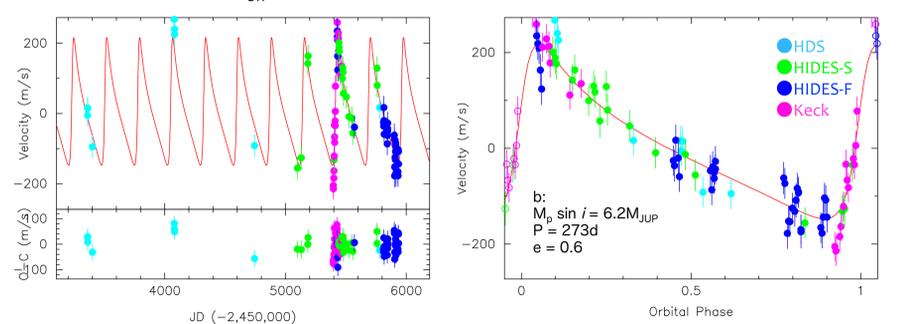
新たに確定した惑星系 (Harakawa+ in prep.)

V=8.05, F8, T_{eff}=6330K, M_{*}=1.6M_⊙, [Fe/H]=0.25



- 軌道周期がほぼ1年かつ円軌道の惑星を検出。一部のフェイズでデータが少ないのはエイリアスの影響。また、残差の変動から長周期の惑星が存在する可能性あり(惑星c)。
- ほぼ円軌道であることから、この惑星はコア集積によって形成されたものである可能性が高い。また、金属量が豊富で、木星型惑星の頻度と中心星金属量との関係に矛盾しない (Fischer and Valenti 2005, Wright+ 2009)。
- 推定される恒星質量が1.6太陽質量と大きく、惑星を持つ主系列星では最も重い恒星の一つである。このことは中心星質量 VS 惑星頻度を議論する上で重要であり、恒星質量に応じて変化すると考えられる円盤質量(惑星の材料)が惑星形成に与える影響などを考えるための重要なサンプルとなりうる。

V=8.17, F7V, T_{eff}=6317K, M_{*}=1.4M_⊙, [Fe/H]=0.37

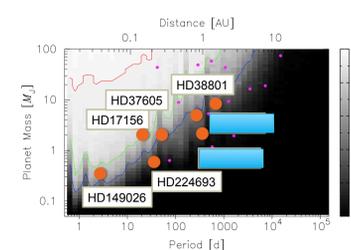


- OAO(HIDES-S, HIDES-F), すばる, Keck の4種類のデータを用いて軌道決定が行われた。OAOとすばる望遠鏡のデータは共通のテンプレートを用いて解析されており、RV標準星の観測などから、系統誤差は発生していないことを確認している。
- OAO構内敷設の30cm望遠鏡による測光、Call HK line によれば、恒星の活動性が弱いことが示唆されるにも拘らず、非常に恒星ノイズ(jitter)が大きい(σ_{jitter}~30m/s)。
- 軌道フィット後の残差を周期解析すると12日前後にピークが見られるため、追加の惑星の存在が考えられるが、現在のところ有効な軌道は確認できていない。

検出限界 (preliminary)

- 全OAO target について周期解析を行い、FAP<0.01以下の周期を持つ天体のRVについて円軌道フィット
- 全ての天体についてRV, 残差(フィットが行われたもの)の標準偏差に擬似的な惑星軌道を加えて3σ検出の確率を計算
- 全てのターゲットのうち、検出可能な天体の割合を惑星質量・周期平面にマッピング (see also Cumming+2008)
- 既に知られている惑星については記載

DETECTION LIMIT



- 赤 95% 緑 80% 青 50%
- 50%前後の検出率付近に比較的惑星が見つかった
- ⇒ 連星の影響が除けていない

今回はN2Kのフォローアップ観測によって確定した惑星を紹介した。いずれの系も中心星金属量豊富であり、これまでの木星型惑星の特徴に矛盾しない。また、中心星質量が比較的大きく、中心星質量 VS 惑星の各性質 を考える際の有用なサンプルとなるだろう。

検出限界については、連星と思われるが周期性が現れていないような大きなRV変動の影響が完全に除去できていないことが後の検証で分かったので、これらの影響を除いて再度計算を行う予定である。

今後はモニタリングを可能な限り続けつつ、5-10AUといった、惑星の検出が困難な長周期の惑星へのアプローチ方法を考え、直接撮像の追観測などへの示唆へと繋げてゆきたい。