

# 非常に若い星CVSO30を回る ホットジュピターのトランジット観測

鬼塚昌宏（総合研究大学院大学・M2）

成田憲保、福井暁彦（国立天文台）、  
高橋安大（東大）、平野照幸、大貫裕史、  
川内紀代恵（東工大）

岡山ユーザーズミーティング 2013/8/2

# Introduction

これまでに発見された系外惑星～900個  
ホットジュピター：主星のすぐ近く（～0.05AU）を回る  
巨大ガス惑星  
などの多様な惑星の発見

➤我々の大目標  
惑星形成過程の解明

原始惑星系円盤の寿命は5-10Myrで、その期間に惑星が  
形成する

➡数Myrの年齢の若い惑星を観測することが重要

ただし、観測例が少ない・・・

# Introduction

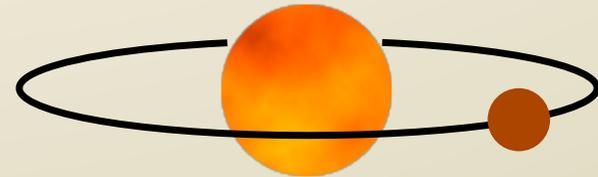
➤ CVSO30b

年齢~2.6Myrの弱輝線Tタウリ型星

数Myrの年齢の星のまわりにおいて、トランジット惑星が発見された貴重な例 (van Eyken et al. 2012)

## トランジット惑星

主星と惑星の半径比や軌道傾斜角を  
求めることが可能

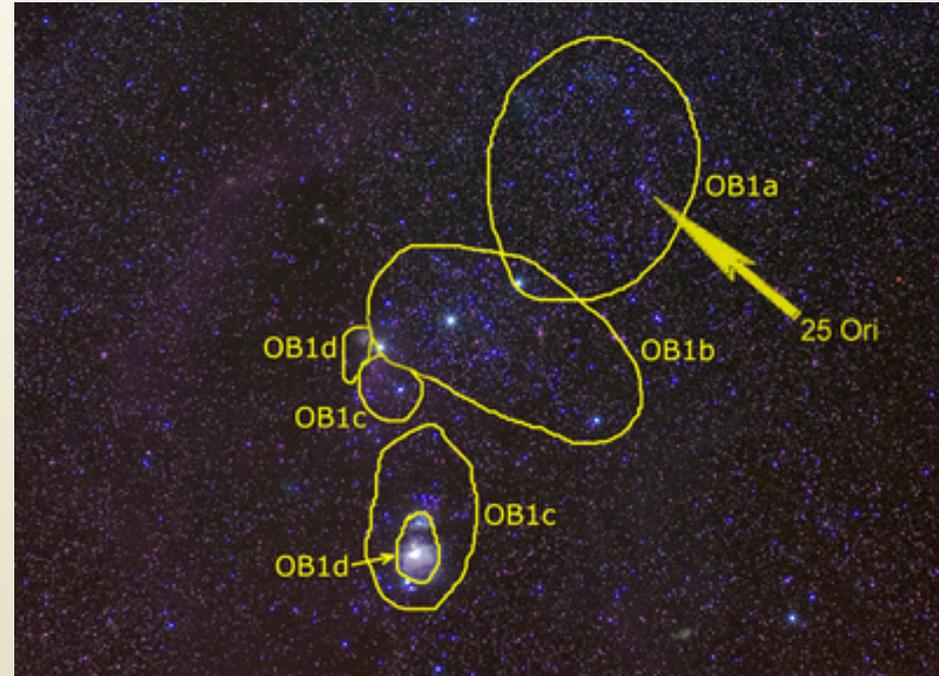


質量・軌道離心率などを求めることができる視線速度測定と2つを組み合わせることによって、より多くの情報を得ることができる

# Target

## 主星 (CVS030)

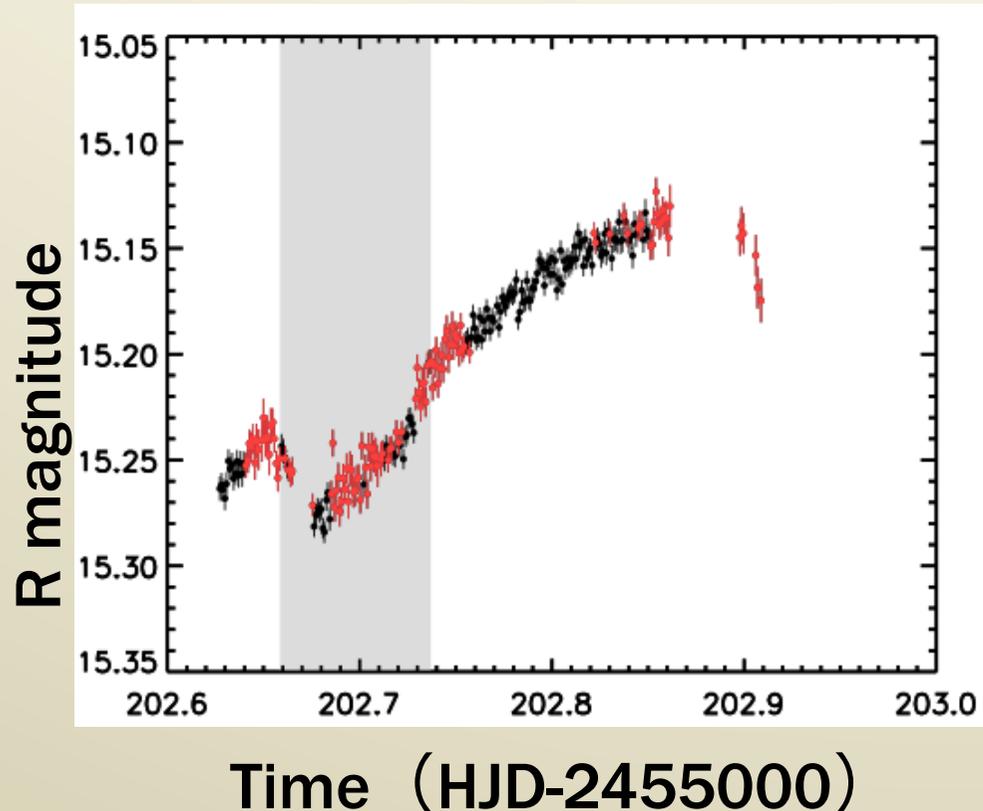
- Orion OB1a星形成領域
- $V=16.26$  mag
- 2MASS  $J=12.232$  mag
- 半径 :  $1.39R_{\text{Sun}}$
- 質量 :  $0.44M_{\text{Sun}}$
- 年齢 : **2.63 Myr**
- スペクトル : M3



## 惑星

- 周期 :  $0.448413 \pm 0.000040$  days
  - 軌道長半径 :  **$0.00838 \pm 0.00072$  AU**
  - 軌道長半径/主星の半径比  $a/R_s = 1.685 \pm 0.064$
  - 半径 :  $1.91 \pm 0.21R_{\text{Jup}}$
  - 質量  $< 5.5 \pm 1.4M_{\text{Jup}}$  (黒点の影響により、厳密に求まっていない)
- 通常のホットジュピター  
~ 0.05 AU

# Target



赤点 : 天候/コンタミのために信頼性が低いデータ点  
灰色の帯 : トランジット期間

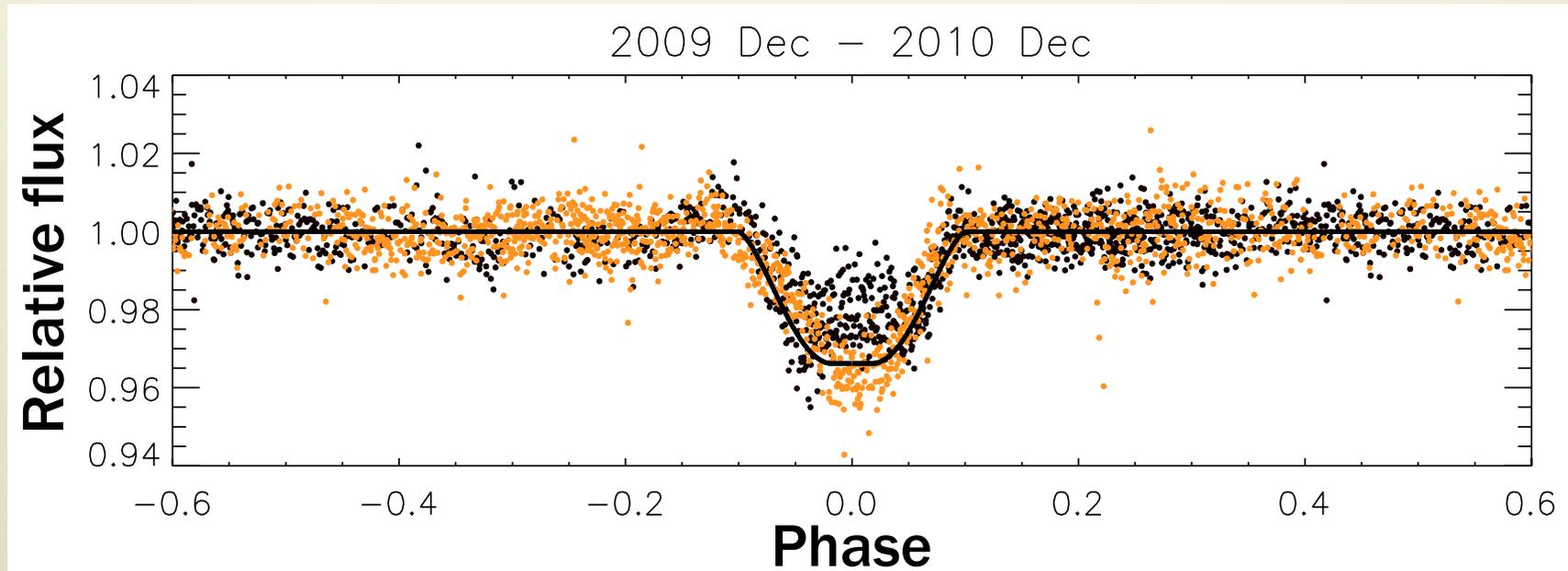
## 星自体の変光の除去

- 3次のスプラインでライトカーブをフィッティング
- トランジットのタイムスケールより大きな変動は取り除ける
- 短いタイムスケールの変動は除去できない (hot spots, flares, etc...)

CVSO30のトランジットライトカーブの例

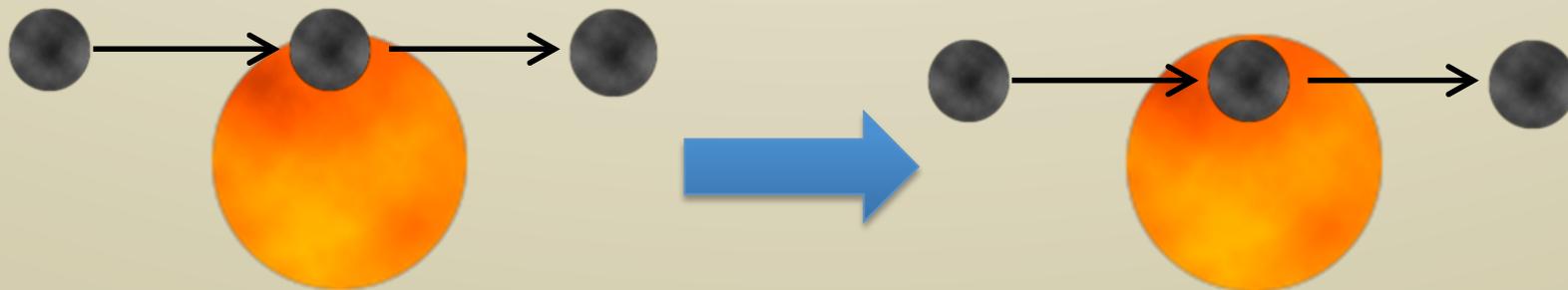
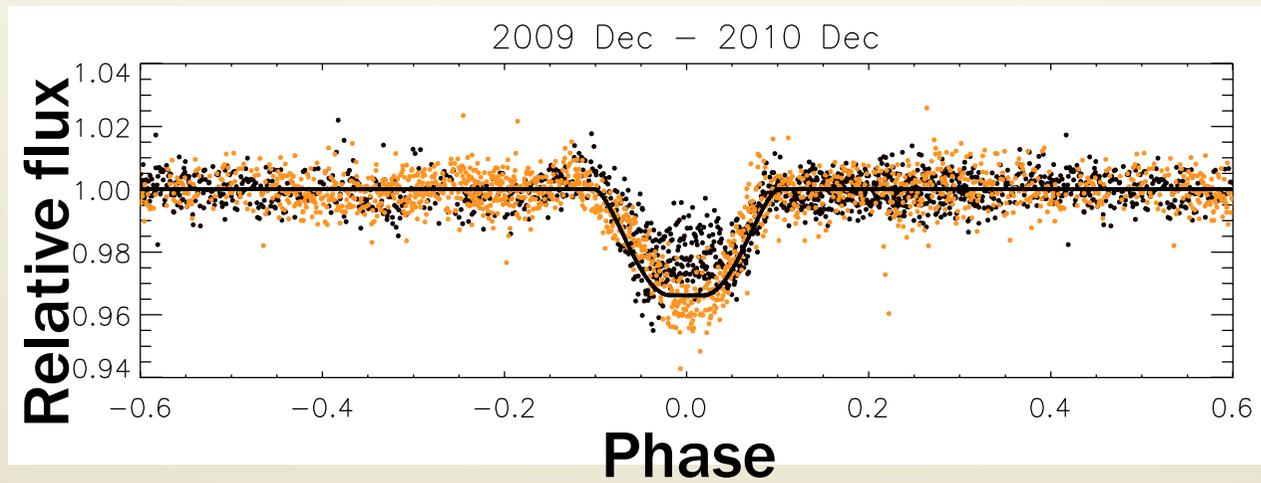
van Eyken et al. (2012)

# Target



補正後、位相で重ね合わせたトランジットライトカーブ  
van Eyken et al. (2012)

# Target



# Observation

## 先行研究の問題点

- 観測が可視光（Rバンド）で行われており、黒点などの主星の変動に大きく影響を受ける
- 最後の観測が2010年と古く、短い公転周期（0.448日）もあり誤差の蓄積からトランジット予報精度が約2時間と悪くなっている

## 我々の解決策

- 赤外領域で観測することにより、黒点による変動の影響を最小限におさえる
- 最新の観測点を追加し、先行観測と合わせることで公転周期の精度を上げ、トランジット予報精度の向上をはかる

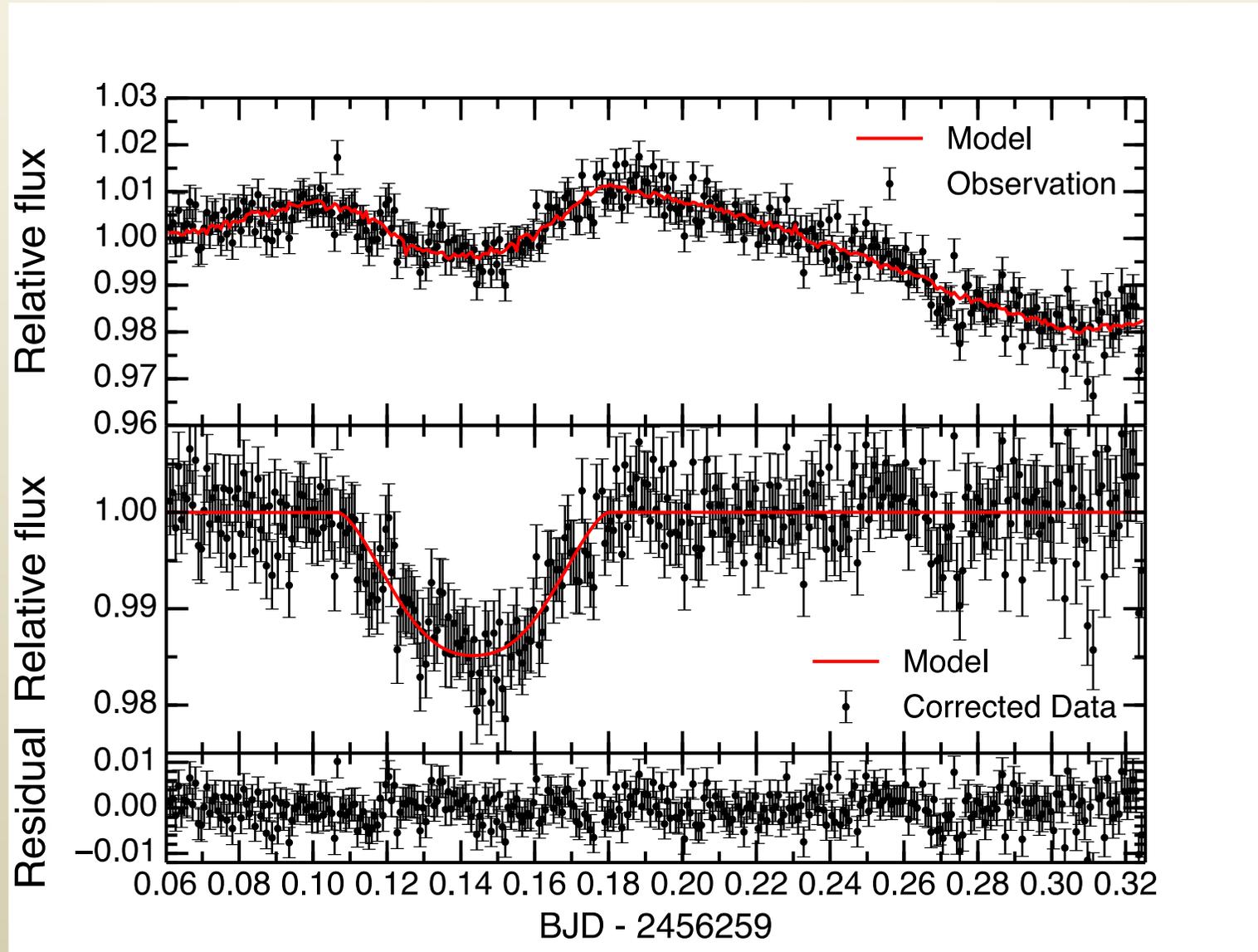
# Observation

岡山188cm望遠鏡/ISLE

- Jバンドで比較星と相対測光
- オートガイダーを使用して検出器上の一点に星像を固定し、デフォーカスして星像をぼかす
  - ➔ バッドピクセルを避け、フラットの非均一性に起因する変動を抑えるため
  - 検出器が飽和するまでに受け取れるフォトンの総数も多くなる

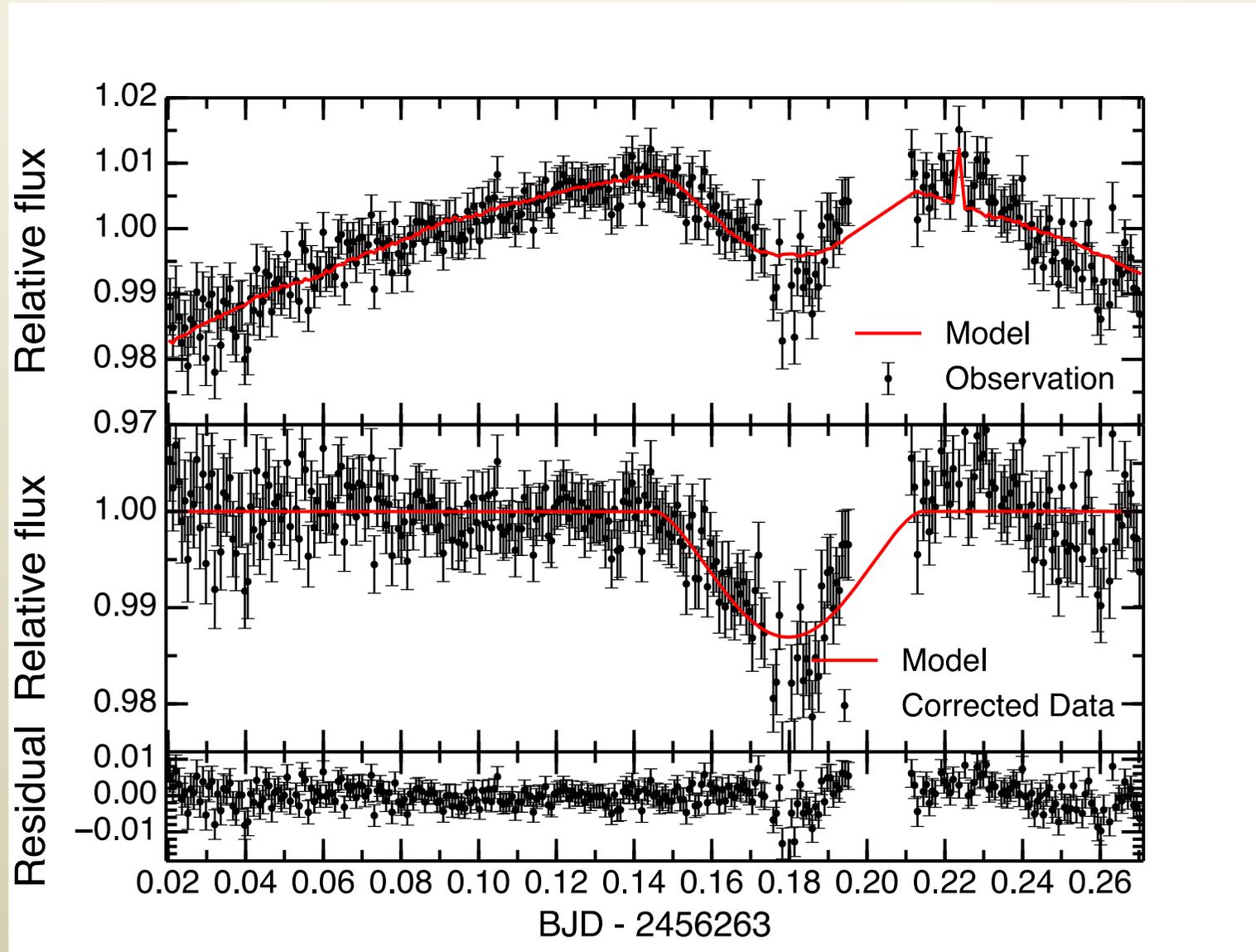
2012/11/27と2012/12/1の2回観測

# Result



2012/11/27の結果 上：補正前 中：補正後 下：フィッティングとの残差

# Result



2012/12/01の結果 上：補正前 中：補正後 下：フィッティングとの残差



# Discussion

周期的なトランジットの存在を確認した。  
しかし質量が未確定であるため、惑星に分類できるかどうかは未だ不明。

また、周期の精度を1桁向上させることに成功した。  
これによりトランジット中心時刻の予報精度が2時間から7分に向上したため、観測計画を立てる上で大きなメリットとなる。

さらに、主星自転軸と惑星公転軸の傾きを調べるため、ロシター・マクローリン効果を測定する際にもトランジット中心時刻の決定精度は重要である。

# Future work

- 惑星であることを確認するためには質量の測定が必須  
視線速度法
- 表面温度やアルベドの測定  
secondary eclipseの観測  
トランジットとは逆に、主星に惑星が隠される現象  
赤外領域でなら観測可能な見積もり
- 主星自転軸と惑星公転軸の傾きの測定  
ロシター・マクローリン効果  
トランジット中に主星の一部が隠されることで、主星の  
自転による見かけ上の視線速度変化が発生する
- 惑星大気散逸の観測  
トランジットの多天体分光により水素スペクトル線  
でのトランジット深さを測定