

# 同時多色測光観測によるTタウリ型星 の周期的減光の原因推定

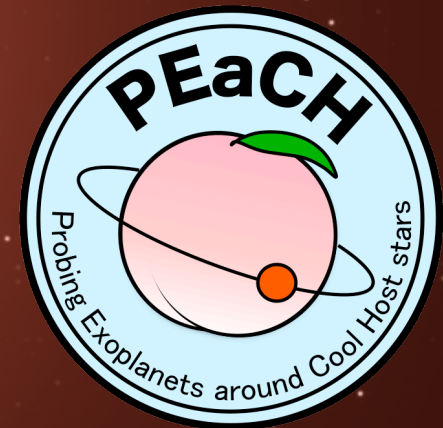
Onitsuka et al. (2016) submitted



鬼塚昌宏(総研大・国立天文台D3)

共同研究者

福井暁彦、成田憲保 (国立天文台)、平野照幸 (東工大)、  
ほかPEaCHグループ



2016/9/7-8 岡山ユーザーズミーティング

# トランジットホットジュピター候補天体 CVSO 30b

Another name: PTFO 8-8695b

M3型 WTTS in Orion OB1a 星形成領域 (van Eyken+ 2012).

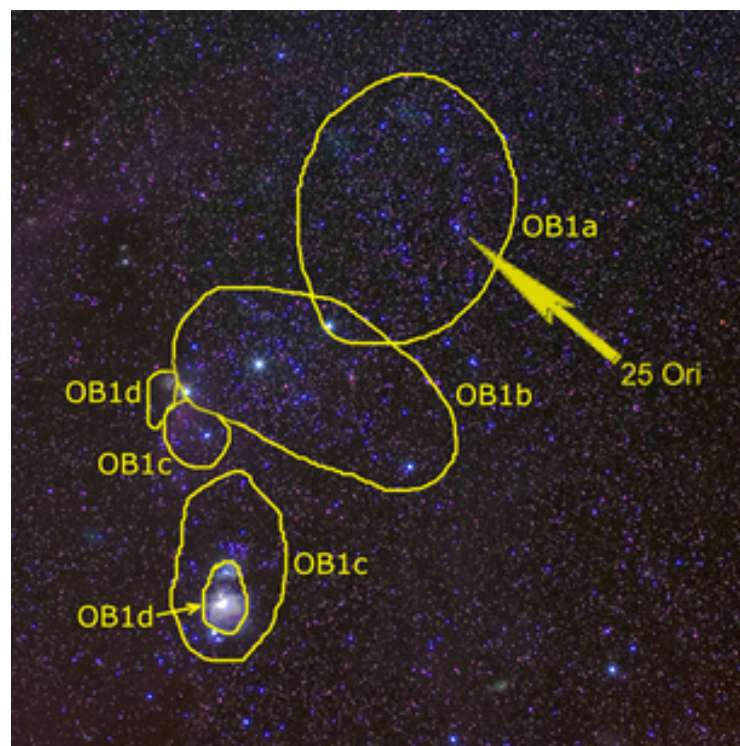
- 星形成の末期
- 円盤は発見されていない

年齢: ~2.6 Myr (Bricenõ+ 2005)

- トランジット天体として最も若い

周期: 0.448 日 (van Eyken+ 2012)

- Roche限界に近い軌道

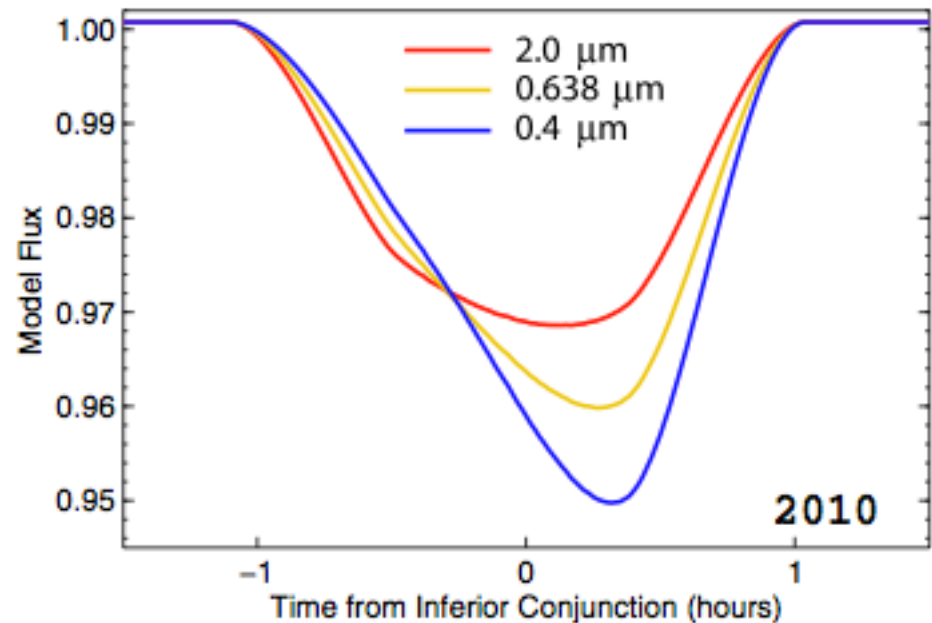
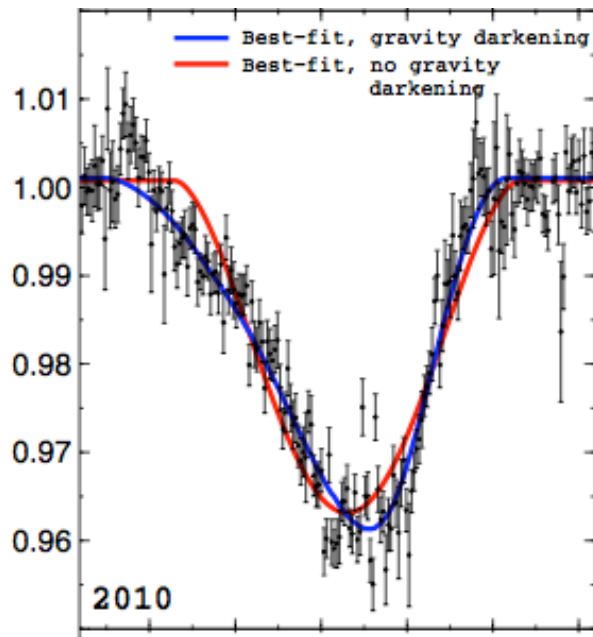


# ホットジュピター候補天体 CVSO 30b

トランジットのライトカーブ形状が観測により変化する

➡ 学位支援枠での継続観測、2015年の岡山UMで発表

- 重力減光による主星表面の光度分布変化 (Barnes+ 2013)
- トランジット+重力減光では波長依存性が存在



# 偽検出の可能性について

CVSO 30のトランジットが偽検出である可能性 (Yu+ 2015)

- Secondary eclipseが検出されていない
- Rossiter-McLaughlin効果がほとんど見られない

➡ 巨大惑星なら見られる特徴がない

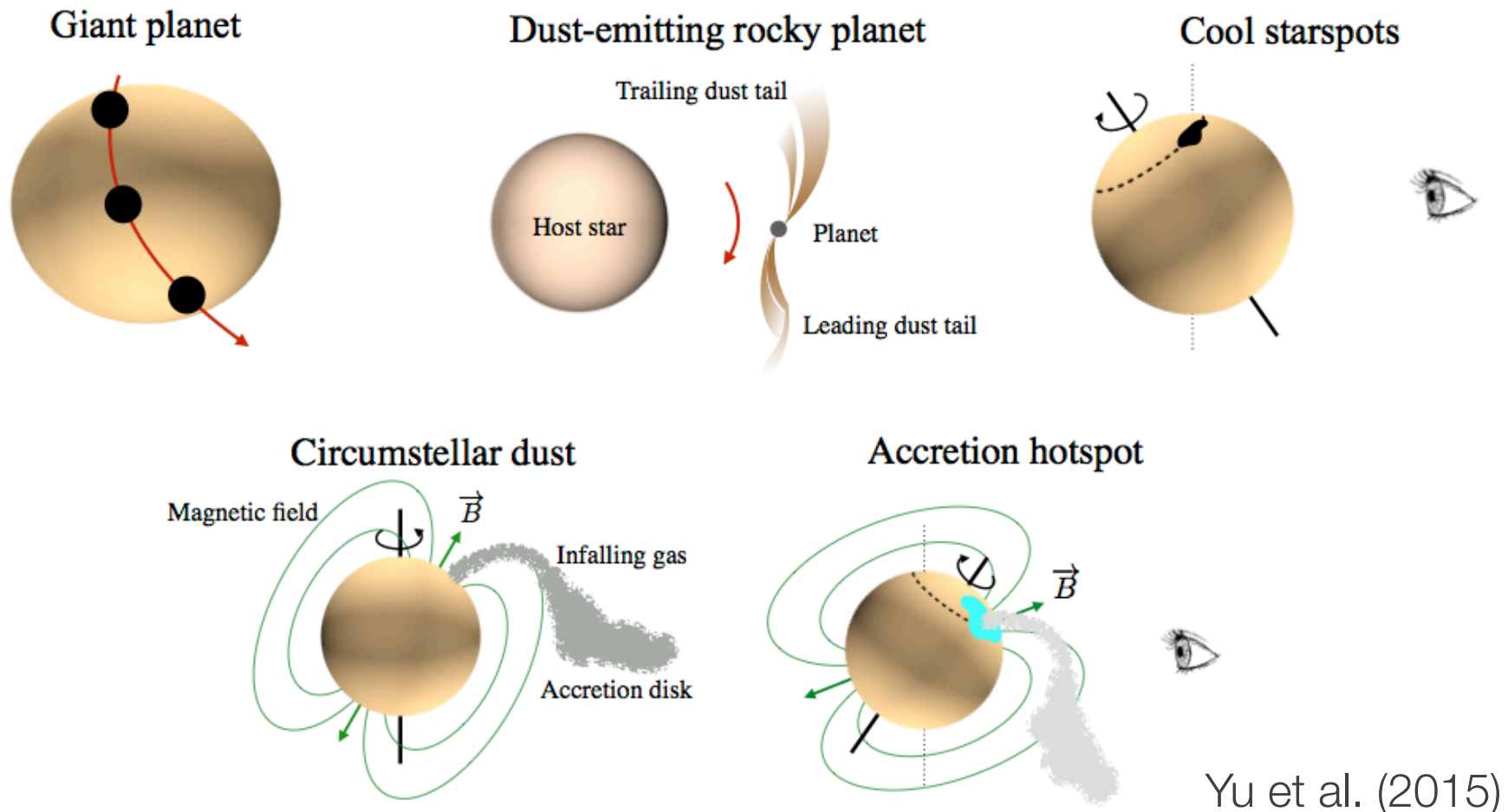
- 非常に強く、変動の大きいH $\alpha$ , Ca H & K line

➡ CVSO 30の活動度が大きいことを示す



# 偽検出の可能性について

減光の原因としてYu+ 2015によって示されたもの



# 観測

MuSCAT/OAO 188cm

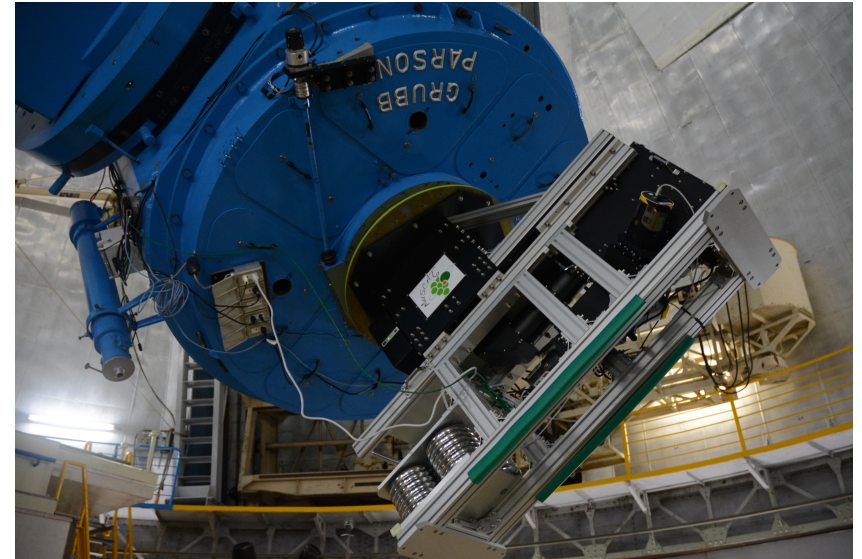
- 同一の減光を3色で撮像可能  
観測ごとにライトカーブが変化するCVSO 30では特に有効

観測: 2016/02/09

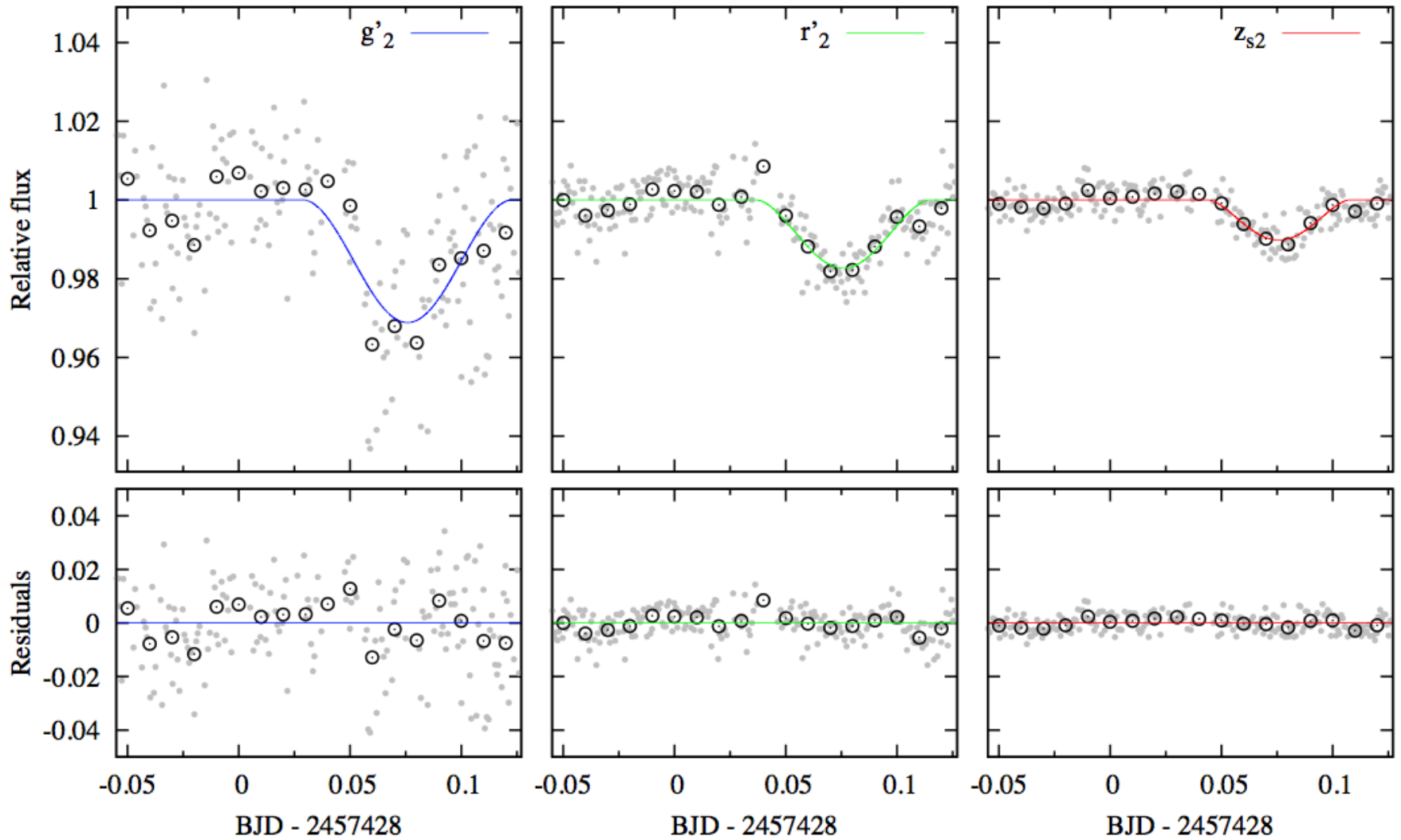
- $g'_{2, r'_{2, z_{s,2}}$  バンドで各60秒露光

通常の球形天体を仮定したトランジットフィッティング

- 全バンド同時フィットし、ベースラインと主星/惑星半径比( $R_p/R_s$ )のみ個別パラメータ、他のトランジットパラメータ (トランジット中心時刻  $T_c$ , 軌道長半径/主星半径比  $a/R_s$ , インパクトパラメータ  $b$ ) は共通



# 各バンドのライトカーブとフィット結果



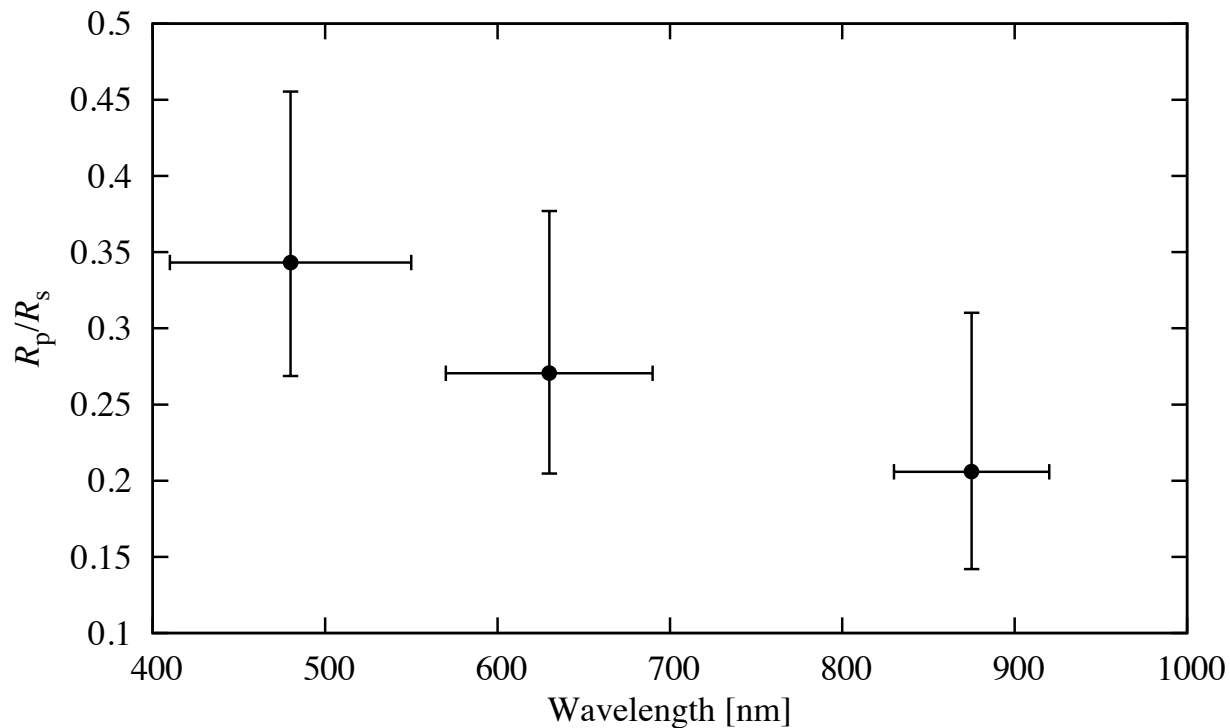
# トランジットフィット結果

	Parameter	Value	Uncertainty
トランジット中心時刻	$T_c$ [BJD <sub>TDB</sub> ]	2457428.0758	+0.0017 -0.0014
軌道長半径/主星半径比	$a/R_s$	1.730	±0.061
インパクトパラメータ	$b$	1.054	+0.121 -0.086
主星/惑星半径比	$R_p/R_s (g'_2)$	0.344	+0.111 -0.075
	$R_p/R_s (r'_2)$	0.271	+0.105 -0.066
	$R_p/R_s (z_{s,2})$	0.206	+0.104 -0.064

主星/惑星半径比の波長依存性

大きなインパクトパラメータ (グレイジング) ←

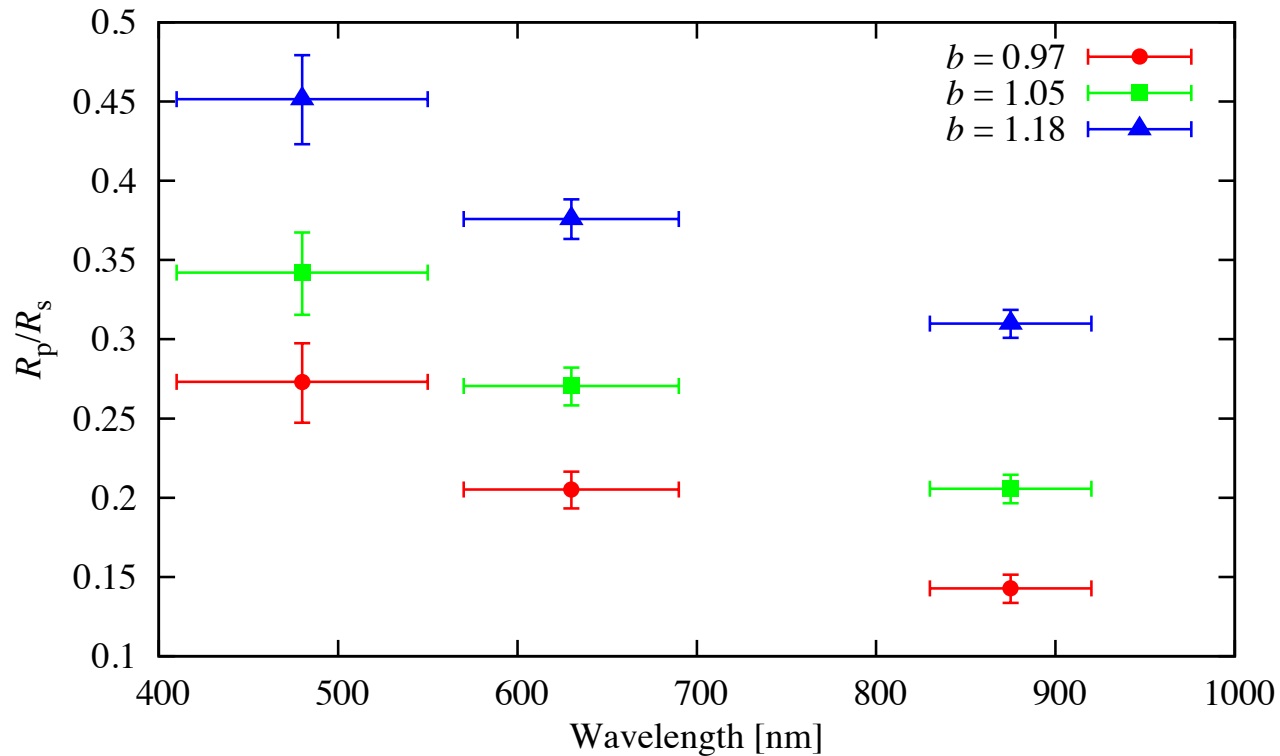
# $R_p/R_s$ の波長依存性



グレイジングしているために、インパクトパラメータ $b$ の誤差が $R_p/R_s$ に直接影響を及ぼしている



# インパクトパラメータを固定して再計算



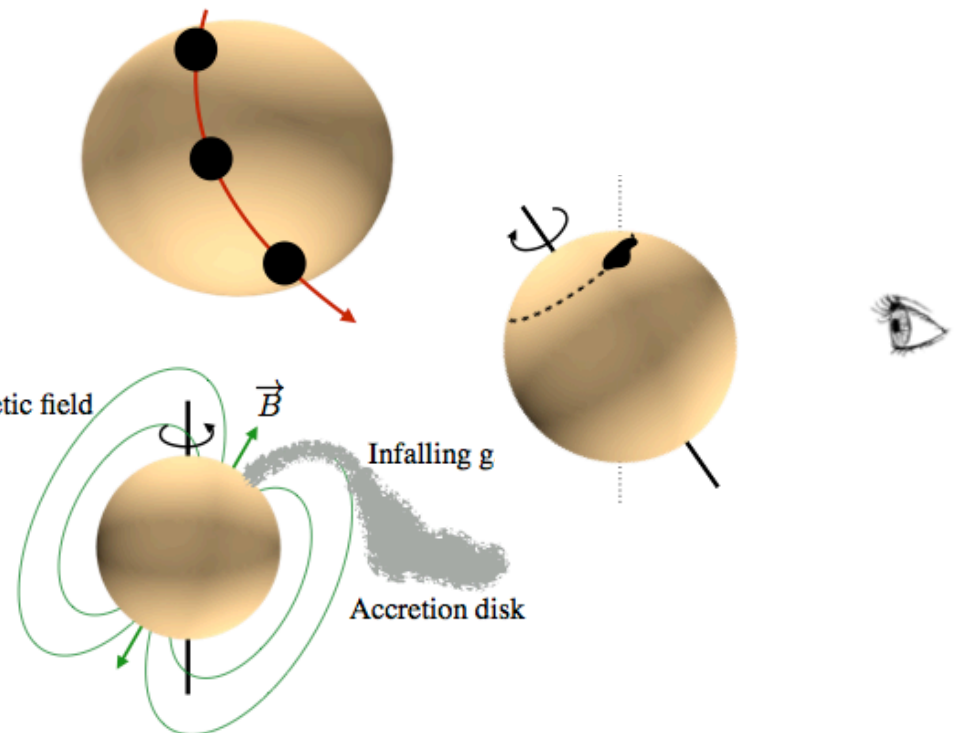
インパクトパラメータがどの値をとっても  
 $R_p/R_s$ に波長依存性が存在する

# 波長依存性の原因

- 各波長でのトランジット深さは $g'_{2,}$ ,  $r'_{2,}$ ,  $z_{s,2}$  バンドの順に3.1%, 1.8%, 1.1%.
- この波長依存性は通常のトランジットホットジュピターの大気モデルでは説明することができない。

## 残された波長依存性の原因候補

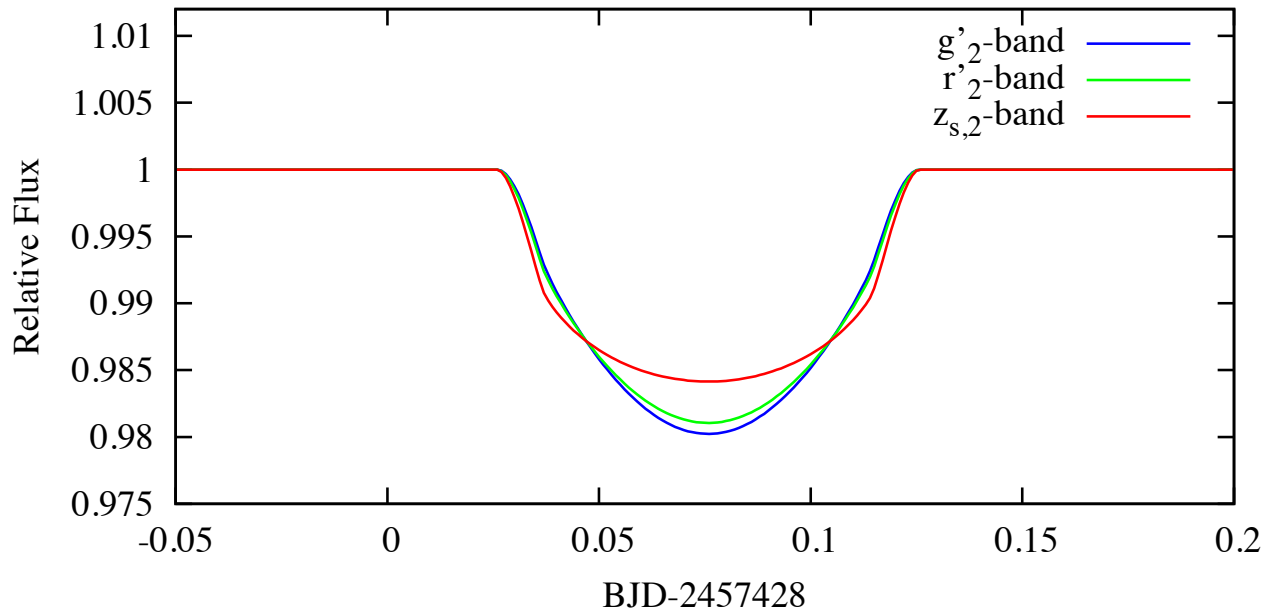
- 重力減光+巨大ガス惑星
- 主星表面上の黒点
- ダスト雲によるトランジット



# 重力減光モデルでの計算結果

Barnes (2009)の重力減光モデルの式で計算

最も重力減光が効く状態 (極軌道、主星自転軸と視線方向が平行) を仮定



減光は $g'_2$ ,  $r'_2$ ,  $z_{s,2}$  バンドの順に2.0%, 1.9%, 1.6%.

重力減光では観測された減光の波長依存性を説明しきれない

# 主星の黒点による減光

黒点とすると...

- 黒点が極付近に存在し、主星自転軸が天球面に対して傾くことによってトランジット状のライトカーブを作ることは可能(Yu+ 2015)
- WTTSにおいては、数週間の寿命をもつ黒点が同じ経度(active longitude)に次々と現れることによって年単位で変光の周期が安定する(Grankin+ 2008)
- しかし、CVSO 30の減光の初観測から6年が経過しており、黒点がずっと同じ緯度に存在するとは考えにくい。

# ダストによるトランジット

残った原因候補はダストによるトランジット

- 崩壊惑星のダスト放出例としてKIC 12557548 (Rappaport+ 2012)やK2-22b (Sanchis-Ojeda+ 2015)がある。
- 減光の深さは $g'_2$ バンドが一番大きいことから、単一粒径でのMie散乱を仮定すると $\geq 0.5\mu\text{m}$ .
- ダスト源としては崩壊惑星やダストクランプなどが考えられるが、これらの判別には近赤外での高精度分光測光が適している。



# まとめ

- MuSCATを用いてCVSO 30のトランジット状減光の同時多色測光を行った
- 減光には波長依存性が見られ、短波長側ほど減光が深くなる
- 波長依存性はガス惑星の大気や重力減光では説明できないほどに大きな差が存在する
- 黒点による減光は年単位の長期でトランジット状の減光が観測されていることから考えにくい
- 以上からダストによるトランジットが有力であり、ダスト源としては崩壊惑星やダストクランプなどが考えられるが、これらの判別には近赤外での高精度分光測光が適している