

ANIRによるM型星まわりの トランジット地球型惑星の観測

末永拓也(総研大)

成田憲保(国立天文台/ハワイ大学)

提案内容の概要

- 最近発見されたM型星まわりのトランジット地球型惑星GJ1214bのトランジットをKバンドで観測したい
- KバンドはSpitzerで観測できないためトランジットが地上観測しかできない
- miniTAOのサイトはおそらく地上で最もKバンドの測光精度が出るサイト
- 本提案は世界各地の中口径近赤外望遠鏡でGJ1214bのKバンド観測をするプロジェクトの一環

背景1

- なぜ近赤外でM型星のトランジット観測か？
 - M型星は小さいので地球型惑星のトランジットも地上から検出可能(減光率 1%オーダー) -> 地球型惑星にもっとも手が届きやすいのがM型星
 - M型星は可視では暗いが、近赤外では～5等(100倍)以上明るくなる → 近赤外の方が測光精度が高い
 - そのため今後M型星まわりのトランジット地球型惑星が発見された場合、近赤外でのフォローアップ観測が重要になる

背景2

- なぜ今、M型星のトランジットが注目されているか？
 - M型星ではハビタブルゾーンが主星に近く、ハビタブルな惑星のトランジット確率が高い
 - トランジット惑星は多くの派生サイエンスがあり、TMTやSPICAの時代に最も注目されるターゲット
 - そのためM型星まわりの(ハビタブルな)トランジット惑星探しとそのフォローアップ観測は、今後系外惑星観測のひとつの主流になると期待される

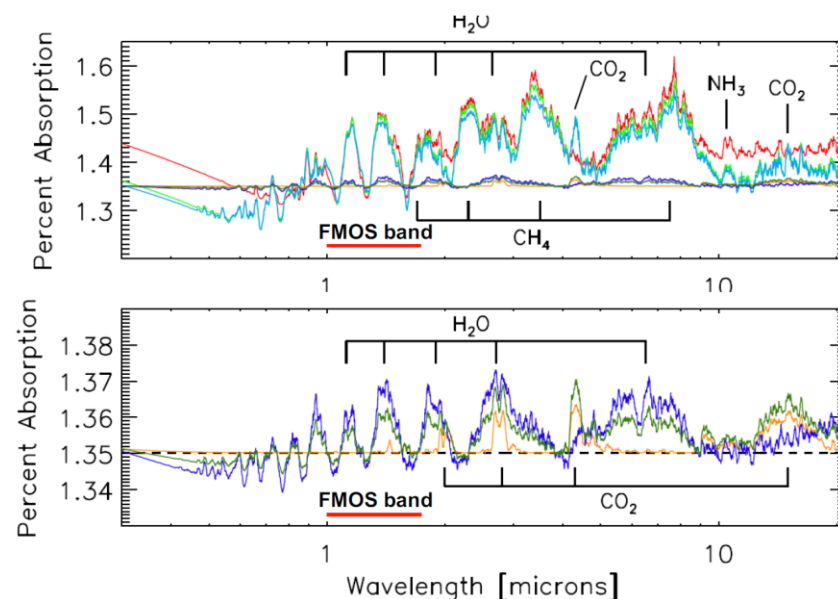
今回の提案の科学的目標

- トランジット惑星は惑星大気の組成によってバンドごとの見かけの半径が異なる(分光による大気吸収探索と同じ原理)
 - バンド測光の結果により、大気モデルへの制限が可能
 - GJ1214bは初めて見つかったM型星まわりの地球型惑星であり、そのKバンドでの正確な半径を測定したい

岡山/ISLE, 南ア/IRSF, UKIRT/WFCAM
にも提案中あるいは提案予定

サイトごとの結果の比較と全データ
によるKバンドの半径推定を行う

全データで0.1%の測光精度が目標
-> 大気モデルへの制限が可能



Miller-Ricci & Fortney (2010)

ターゲットと観測設定について

- GJ1214b: Charbonneau et al. (2009)で発見された、現在唯一のM型星まわりのトランジット地球型惑星
 - target RA Dec: 17 15 18.94 +04 57 49.7 (K=8.78)
 - ref star RA Dec: 17 15 24.252 +04 55 04.20 (K=8.83)
- この2つが検出器上のバッドピクセルにのらないよう配置
- 1回のトランジットは50分 -> 前後を含めて1回2時間
- 再現性確認のため、最低2回、できれば3回の観測を希望
- 露光時間は60秒 -> 検出器のカウントが線形性のよい領域に収まるよう大きくデフォーカスする(seeingは悪くてもよい)
- 可視観測に強い希望はない (精度比較のためあっても良い)
- 観測の前後に十分な枚数のフラットを取得する($S/N > 1000$)

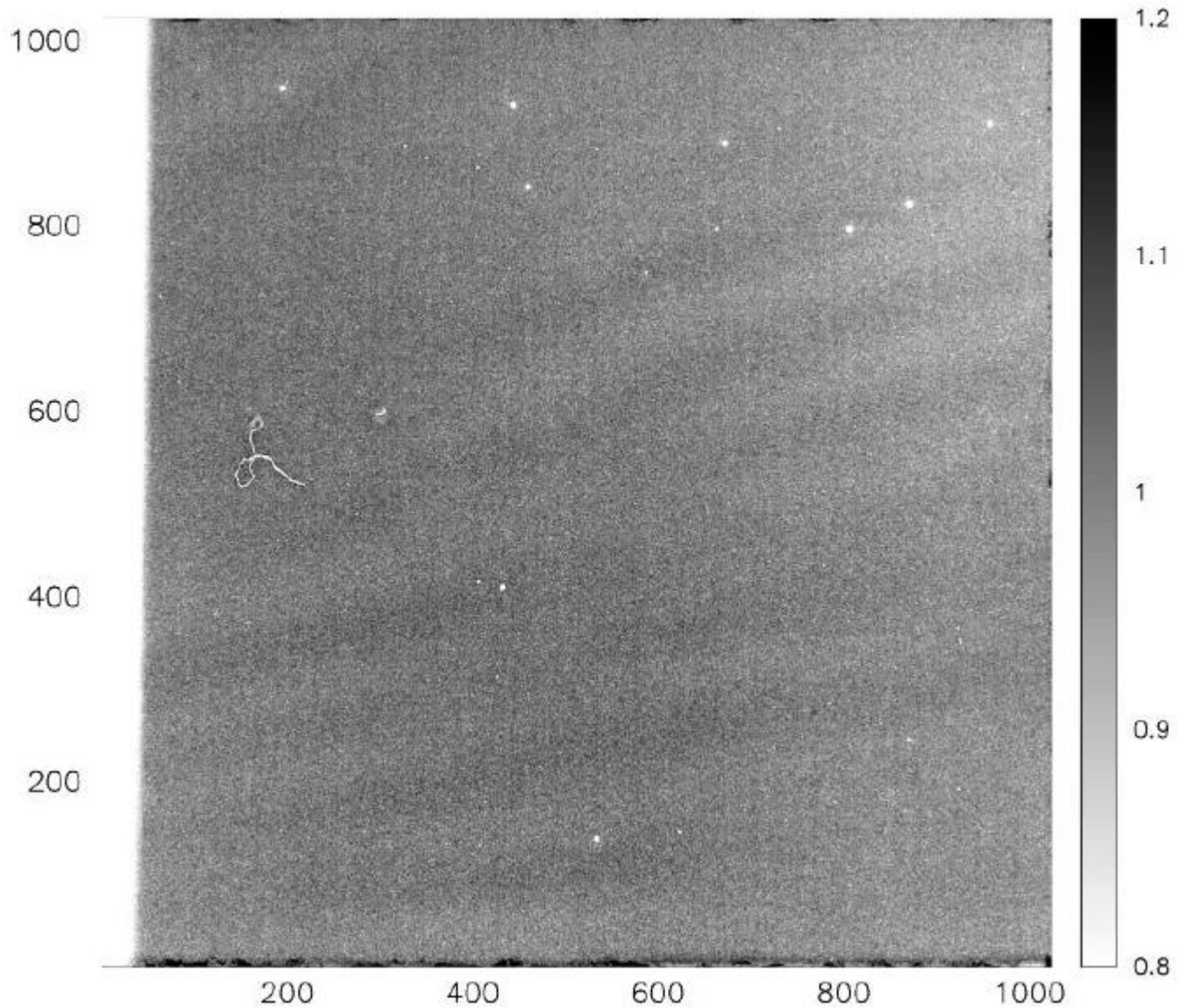
高精度トランジット測光観測の方法

- バッドピクセル位置の把握
- トラッキング精度の把握
- 検出器特性の把握
 - ✓ フラット特性
 - ✓ 非線形性
 - ✓ 残光効果

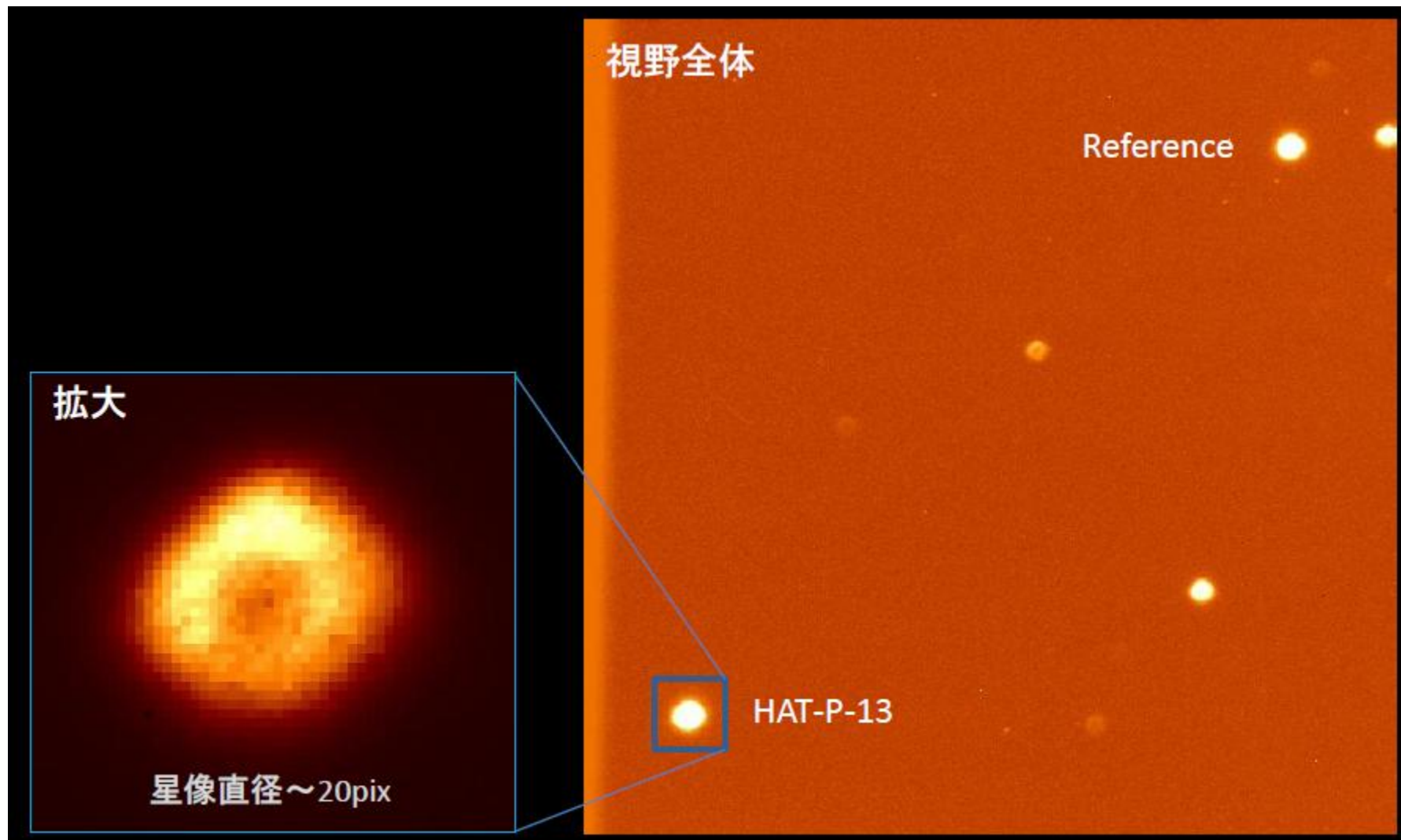
岡山ISLEでの方法を紹介

フラット画像とバッドピクセルの位置

2010/01/06 のドームフラット画像



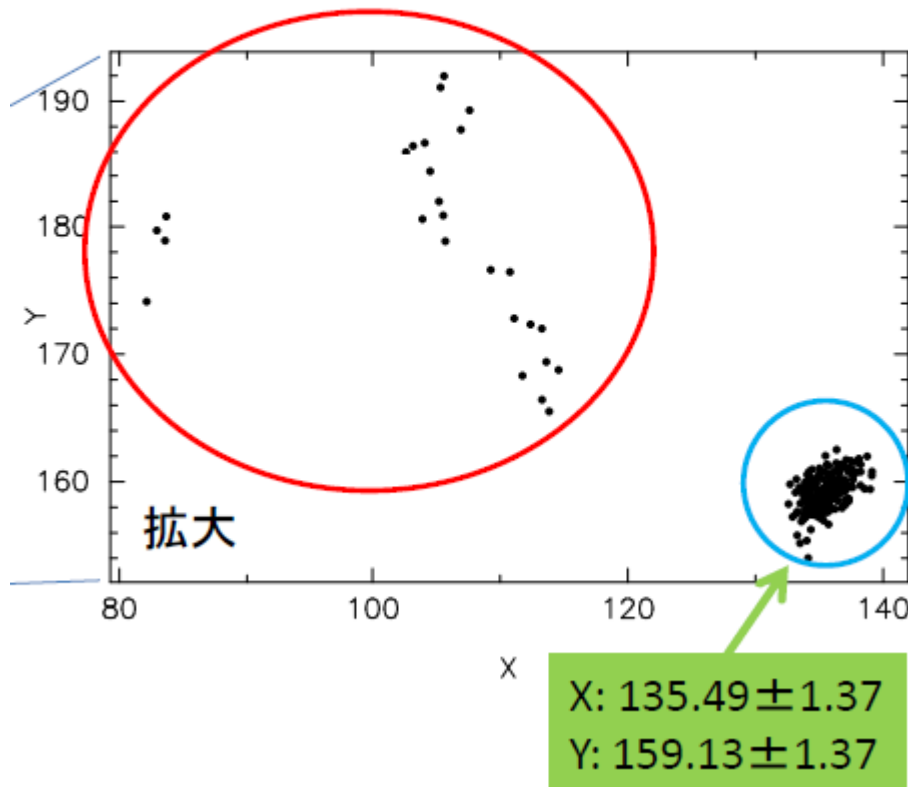
多くの光子を集めるためデフォーカスする



ターゲットと参照星がバッドピクセルにのらないよう調整

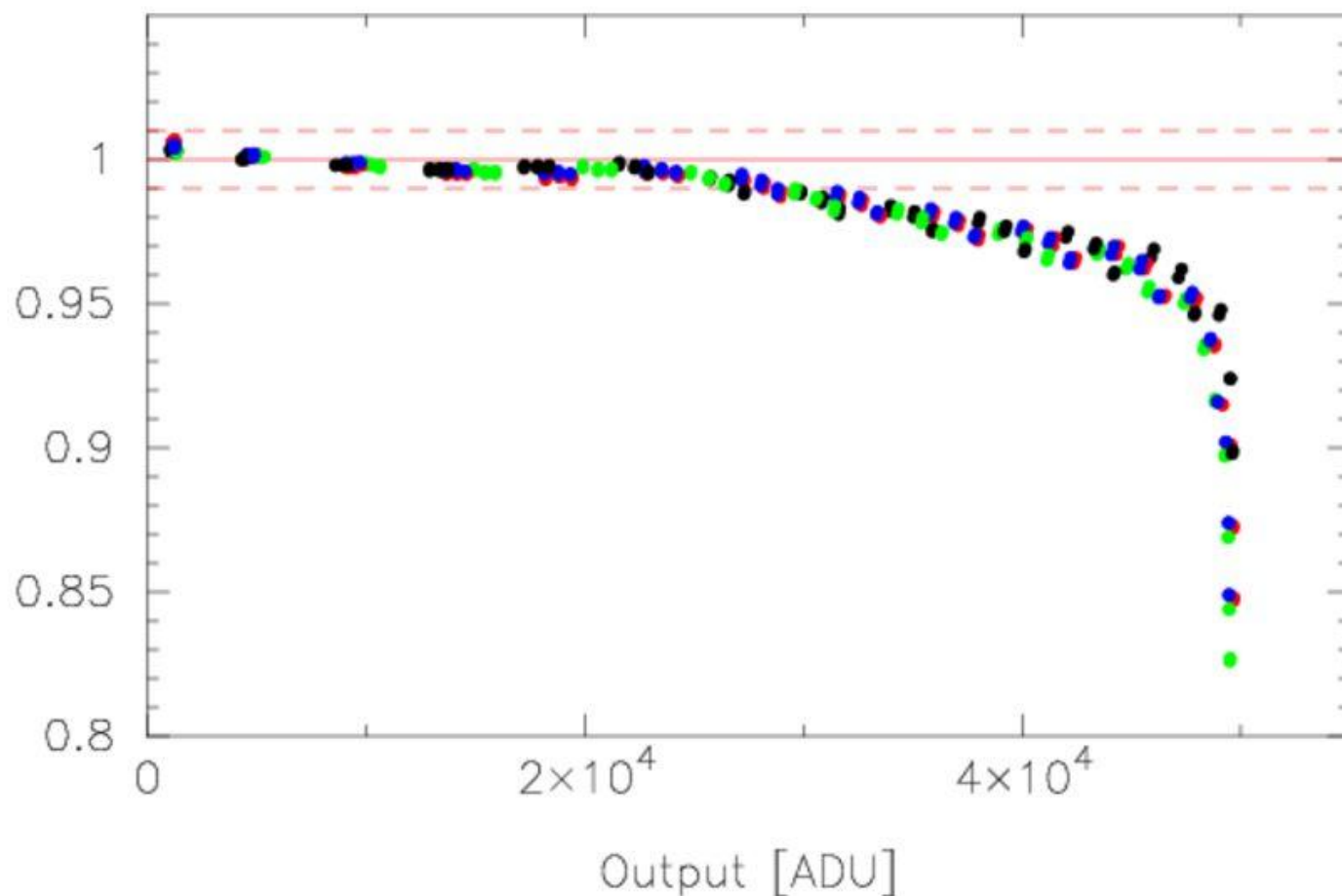
トラッキング性能を評価する

Auto Guider
の Guide Window
から星が外れる



- 星像の移動は数ピクセル以内に抑えることが望ましい
- AGがない場合、大きくずれてきたら補正を行うようにする
- 数ピクセルなら感度ムラを解析で補正することが可能
- こうすることでフラットの不完全性による系統誤差を減らせる

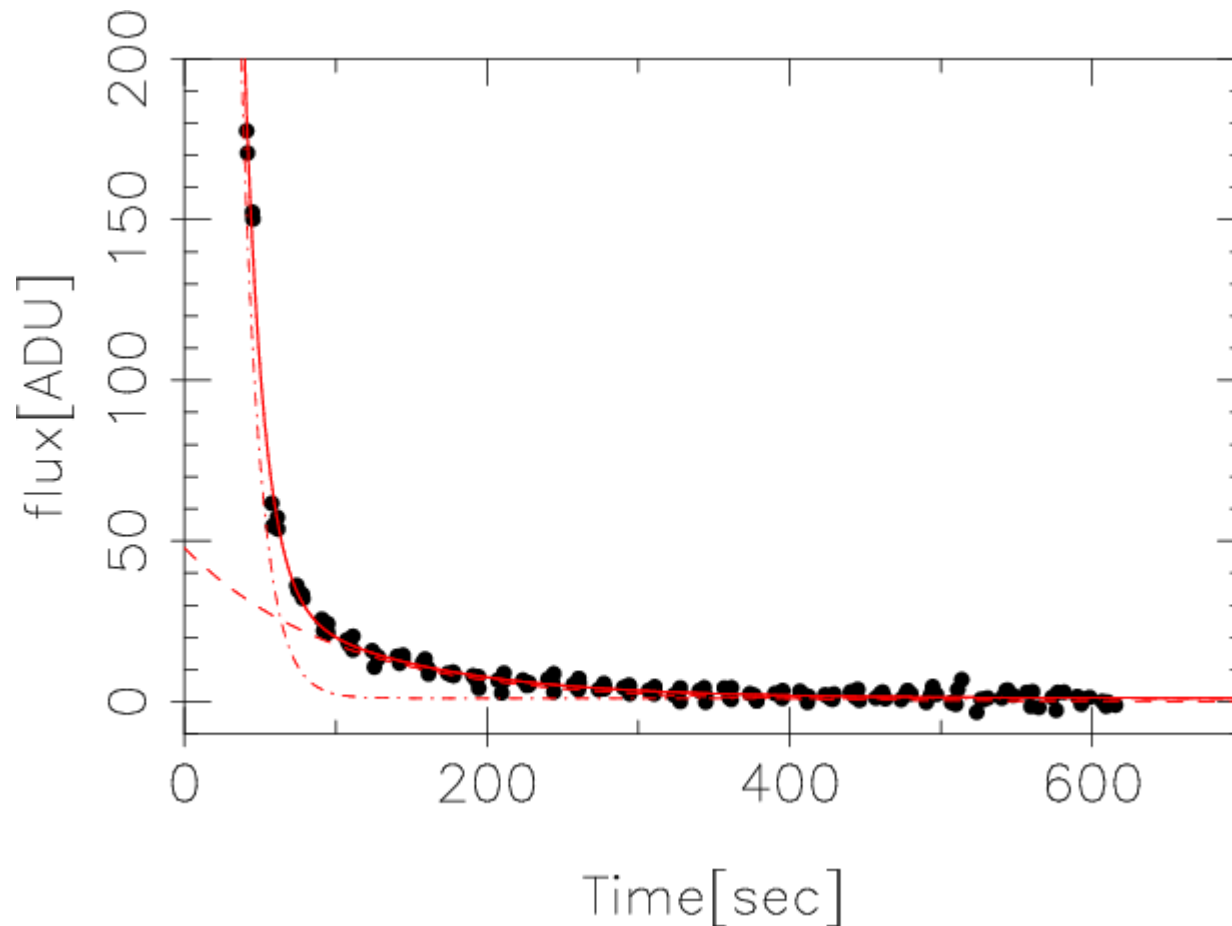
非線形性の評価



Copyright (c) 2009, OAO/NAOJ/NINS, All rights reserved.

デフォーカスすることである程度低いカウントに抑えられる
ただ、可能であれば解析の際の補正公式があると便利

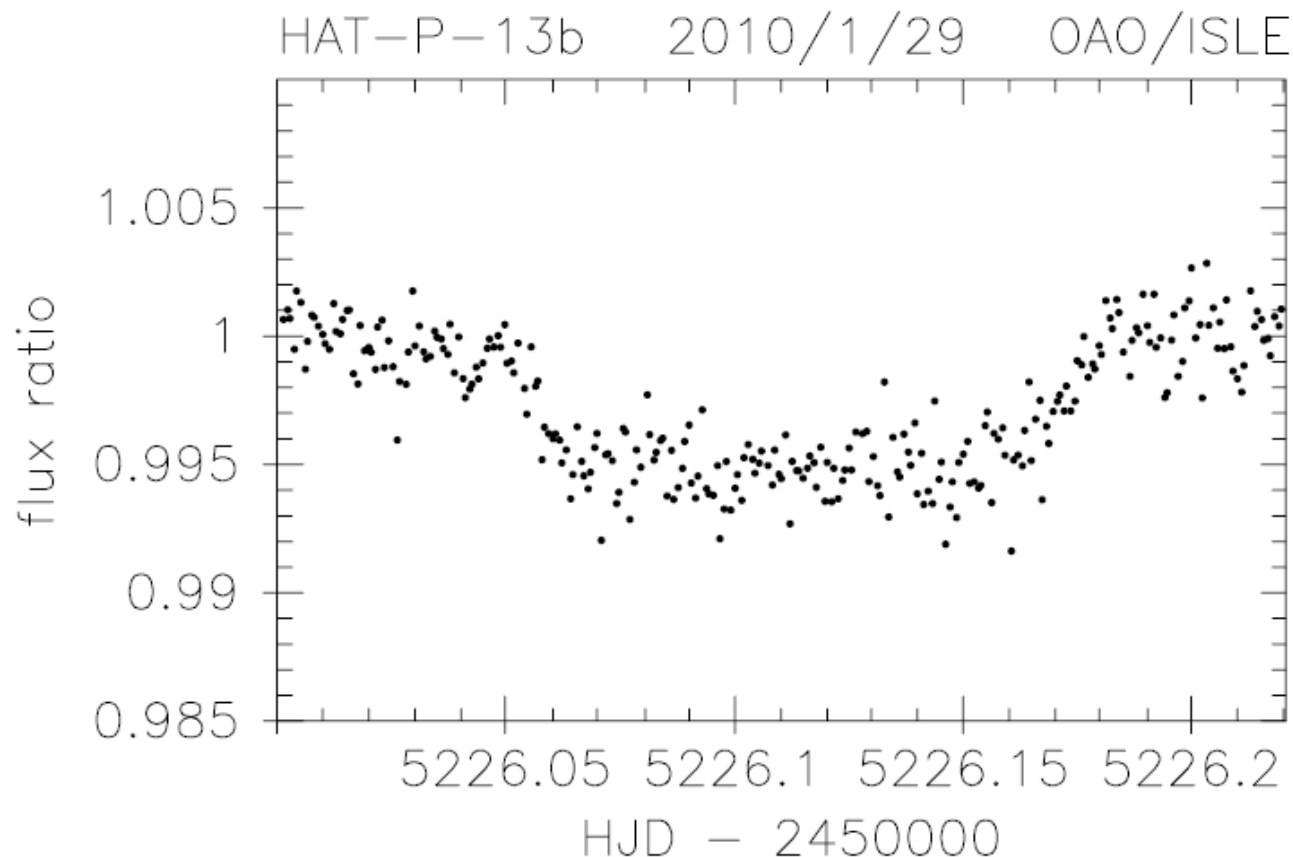
残光効果の評価



明るい光を受けると、2つの時定数で減衰する残光が残る
これも補正公式があると便利

岡山188cm望遠鏡ISLEでの観測方法

HAT-P-13bのJバンドトランジットライトカーブ



赤外検出器でも1-2mmagに迫る相対測光は可能

まとめ

- miniTAO/ANIRでM型星まわりのトランジット地球型惑星 GJ1214bのトランジットをKバンドで測光観測したい
- この提案は世界各地の中口径近赤外望遠鏡でGJ1214bのKバンド観測をするプロジェクトの一環で、惑星のKバンドでの半径を決定し、大気モデルへの制限をつけることがアウトプットの目標
- それとともに岡山、南アフリカ、マウナケアとの結果の比較 (サイト・装置性能の比較を含む)を実施したい