

木曾シミュミットシンポジウム2007

木曾シミュミット望遠鏡による 系外惑星のトランジットサーベイ観測

- 惑星系の起源と進化
- 系外惑星の検出方法
- トランジット惑星とその検出方法
- トランジットサーベイの検出確率
- プロジェクト概要
- 観測結果と解析手法
- ライトカーブの例
- まとめと今後の予定

神戸大学 石隈慎一郎、日本スペースガード協会 浦川聖太郎
木曾トランジットサーベイチーム

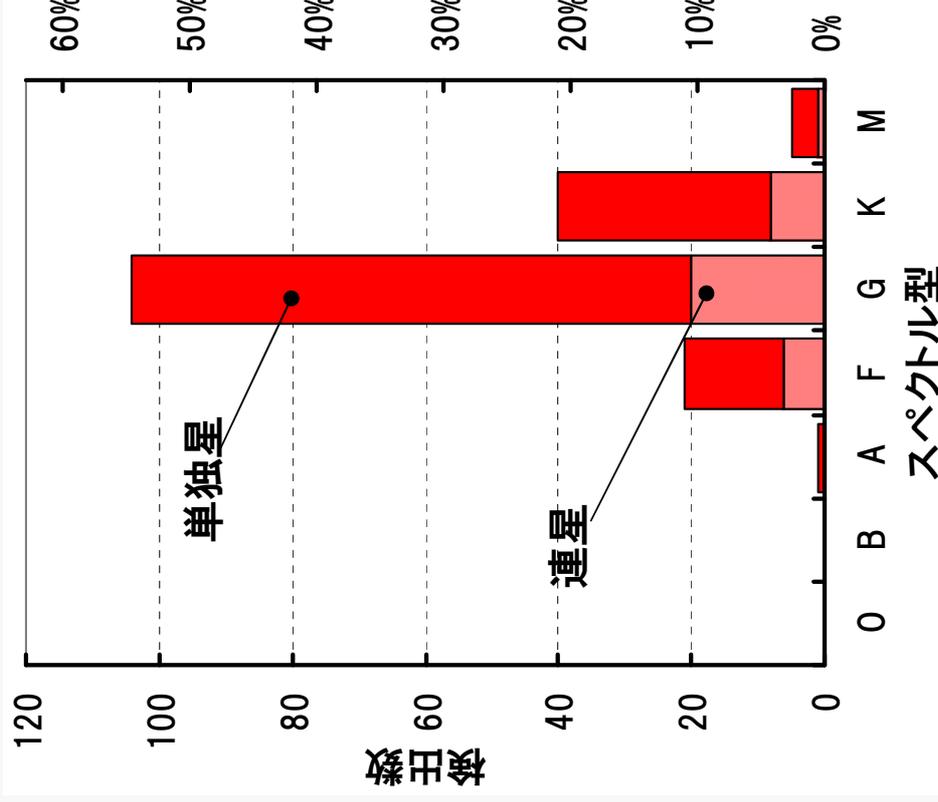
惑星系の起源と進化

全ての惑星系の出来かたを説明できる標準理論が知りたい

- ◆ 主星の形態(単独^{or}連星、質量等)によって、出来る惑星の姿はどう異なるのか？
- ◆ 惑星の存在確率は？ 地球型惑星はどの程度存在するのか？

- 見つかった惑星においても、惑星そのもののことはよく分かっていない
- 既知の惑星の主星は、ほとんどが太陽に似ている星(FGK型)
- 連星系も多く存在しているのに、既知の惑星は単独星のものがほとんど

色々な種類の星に対して惑星を見つけておく必要がある！



系外惑星の検出方法 ～ドップラー法

惑星が存在することによる恒星の視線速度変化を、光のドップラーシフトから検出する

得られる情報

■惑星の軌道要素

公転周期 T 、軌道長半径 a 、離心率 e など

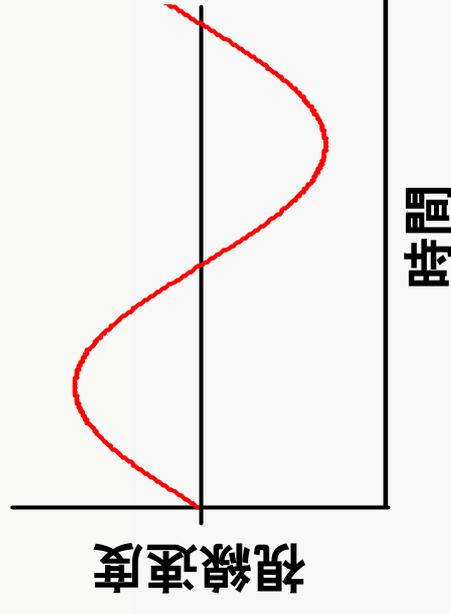
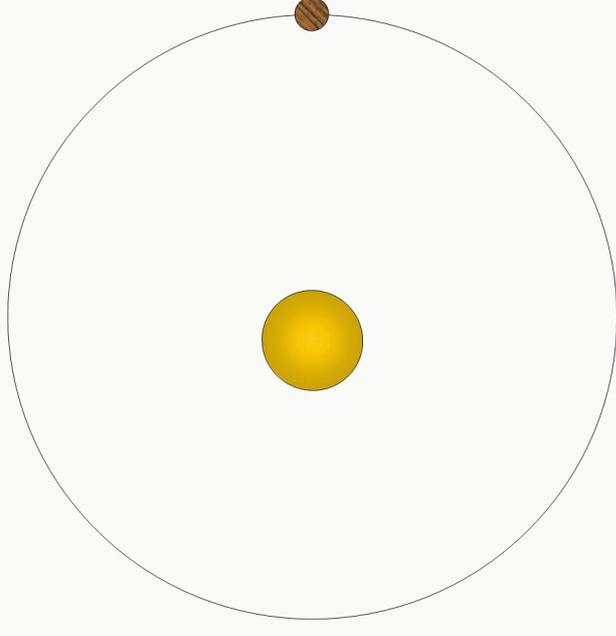
■惑星質量の下限値

$$M_p \sin i$$

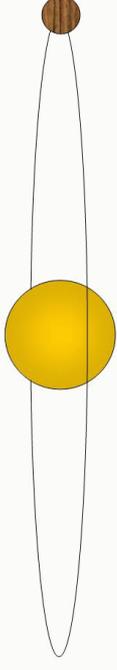
検出された約230個の系外惑星のほとんど(90%以上)がこの方法で検出されている。

難点:

- 比較的近い星に限られる(およそ100pc以内)
- 早期型星(OBA型)は観測が難しい
(吸収線の数が少ない)
- 晩期型星(M型)は観測が難しい(暗い)
- 惑星そのものの情報が得られない



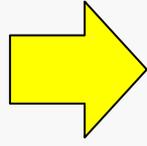
惑星の情報を得る ～トランジット惑星



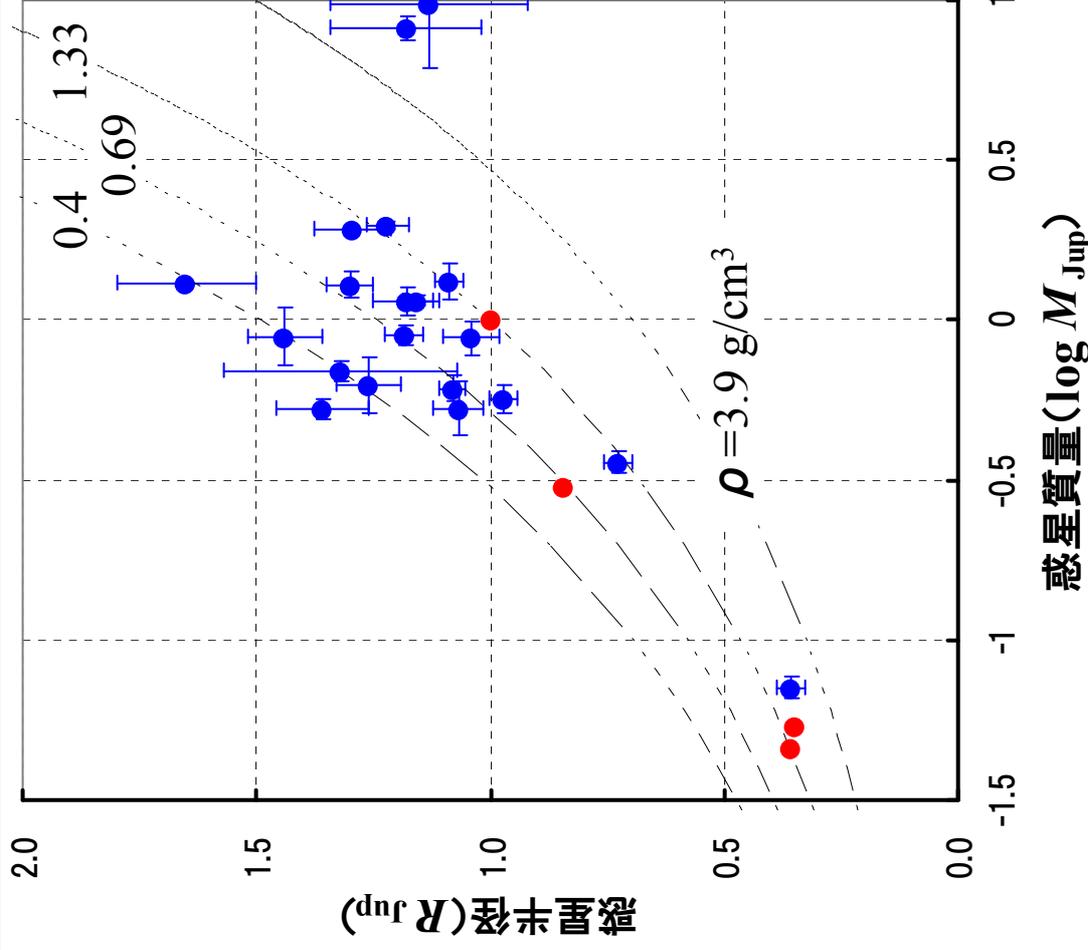
トランジット惑星 = トランジットを起こす系外惑星

トランジット: 惑星が主星を掩蔽することで、主星が減光する現象

- 惑星の様々な物理量を知ることができ、系外惑星研究において非常に重要
(密度、内部構造、大気成分等々)
- ドップラー法と比較して、検出性が主星の種類に依存しない



検出が難しいため、現在までに21個しか見つかっていない

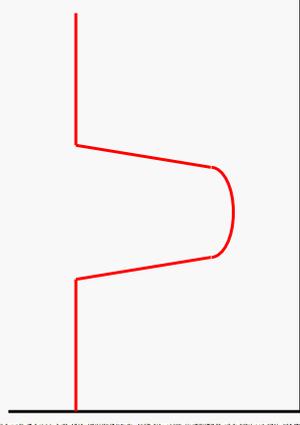
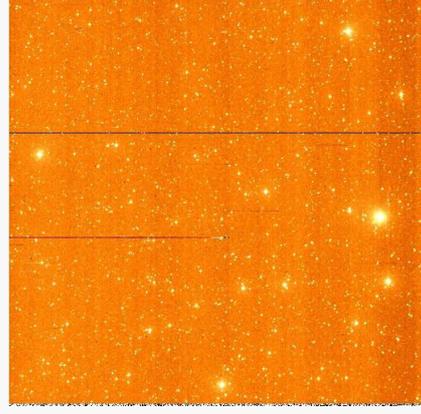
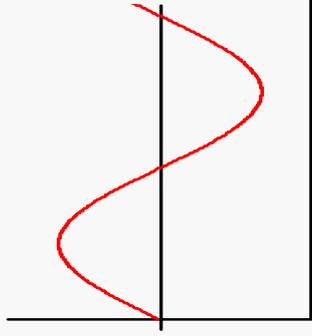
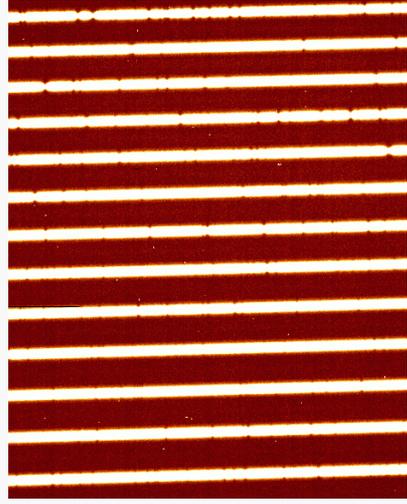


トランジット惑星の検出方法

ドップラー法で惑星を検出



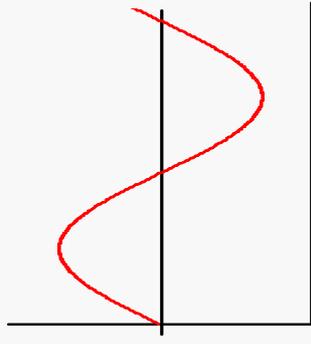
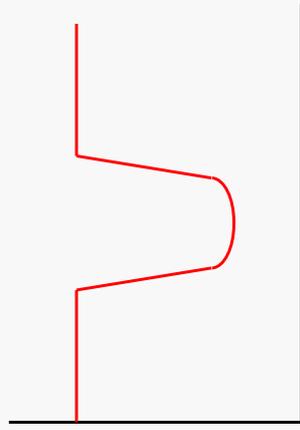
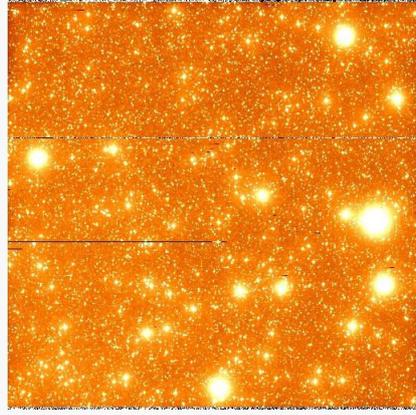
トランジットが起こらないかを
確認



トランジット法で惑星候補を検出



ドップラー法で惑星かどうかを
確認



トランジットサーベイの検出確率

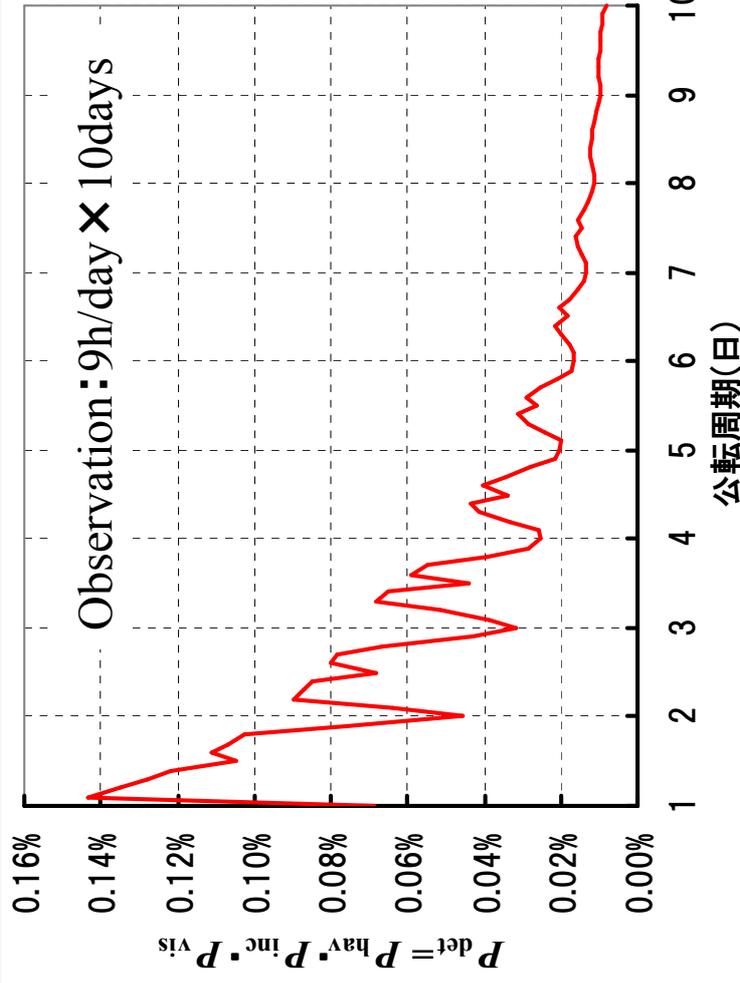
任意の星1個に対するトランジットの検出確率

$$P = P_{\text{hav}} \cdot P_{\text{inc}} \cdot P_{\text{vis}} \quad (\text{Mallen-Ornelas 2003})$$

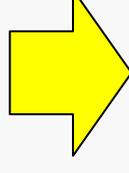
P_{hav} : 任意の星が惑星を持つ確率

P_{inc} : 惑星がトランジットを起こす軌道に存在する確率

P_{vis} : トランジットが観測期間中に起こる確率



公転周期が短い惑星(トランジットが頻繁に起こる)でも、5000個に1個程度しか見つからない。



一度にたくさんの星を観測して検出確率を上げる必要がある。

木曾シュミット望遠鏡による 系外惑星のトランジットサーベイ観測

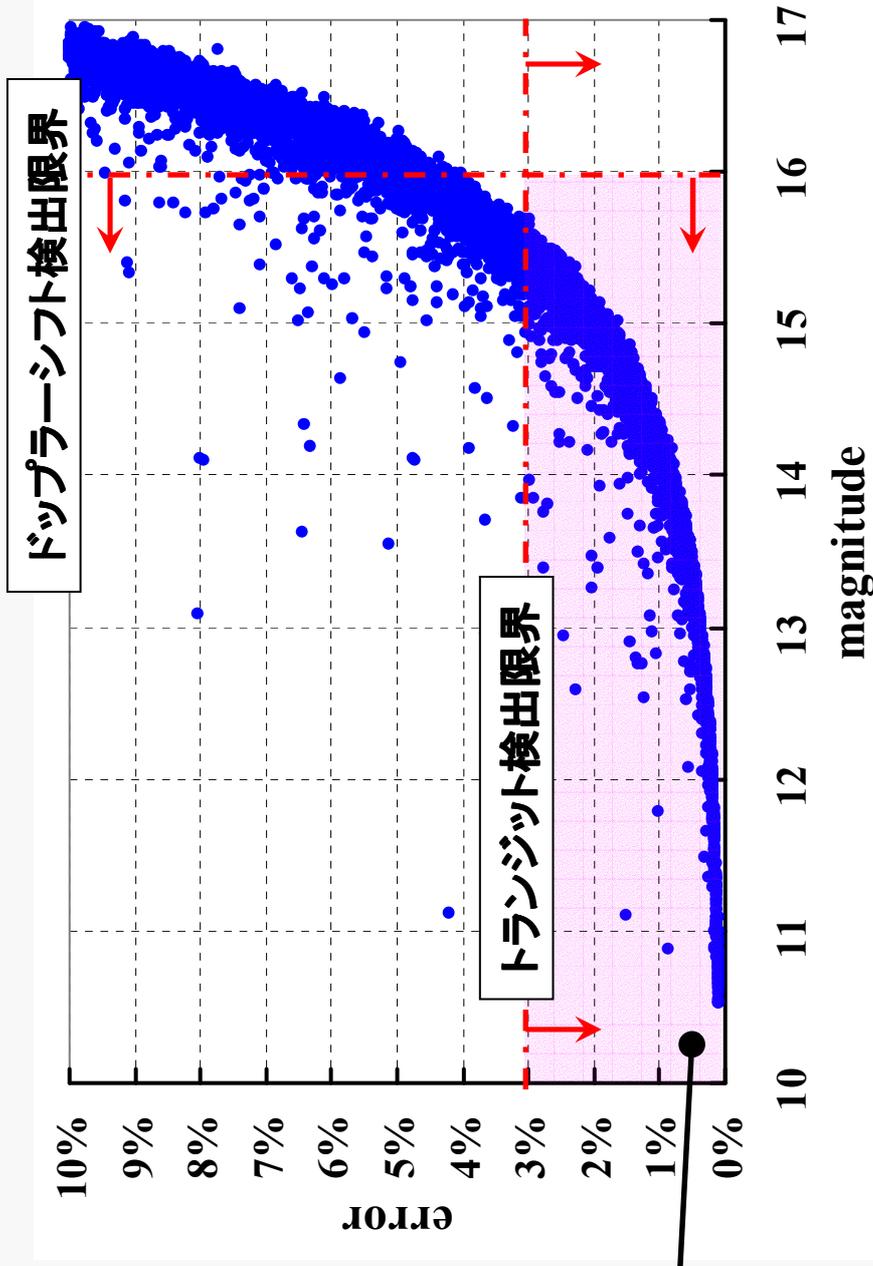
プロジェクト概要

比較的長期間の観測が可能な木曾シュミット望遠鏡の広視野を生かし、系外惑星のトランジットサーベイ観測を行う。

- 2005.5 5日間 試験観測→測光精度などを確認
- 2005.9 22日間 1.5日しか晴れなかった！
- 2006.10 12日間 現在解析中。いくつかの変光星を検出
- 2007.5-6 33日間 現在解析中。いくつかの変光星を検出
- 2007.10 20-30日間くらいを希望

ターゲット

- 多くの星を撮像するために、銀河面に近い領域を選択する
- ドップラーシフト法によるフォローアップ観測が可能となるよう、16等より明るい星を狙う
- 惑星検出の可能性を上げるため、ドップラーシフト法による観測で惑星を持つことが示唆される星を視野に入れる



このエリアに入る星
の数を増やしたい

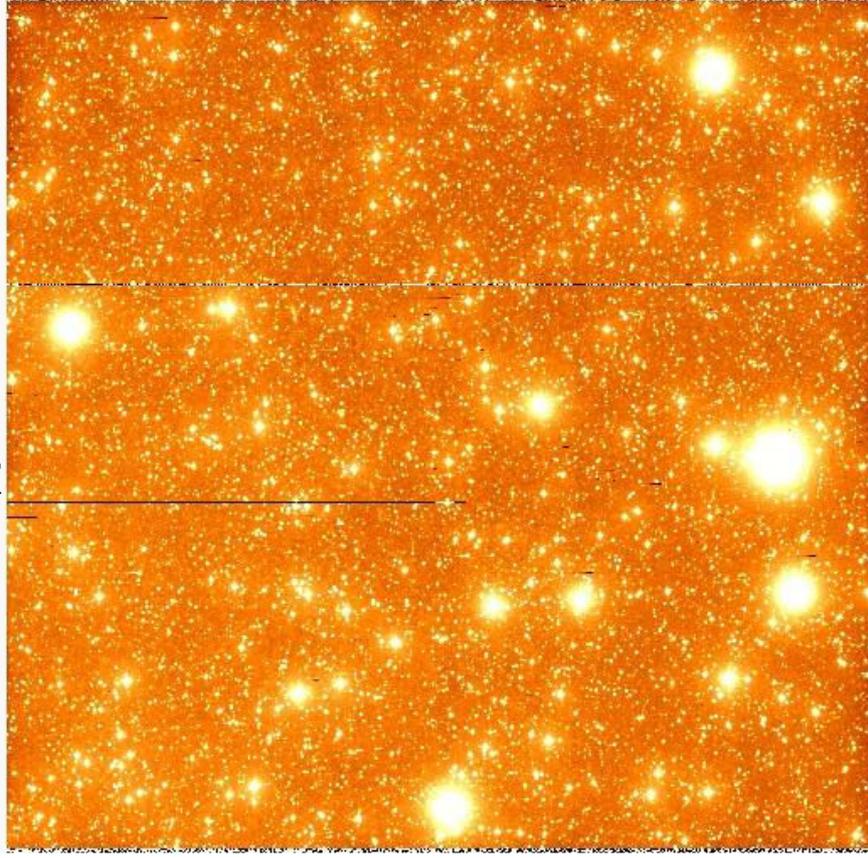
2006.10 観測結果

☆2006.10.20 - 10.31 12夜

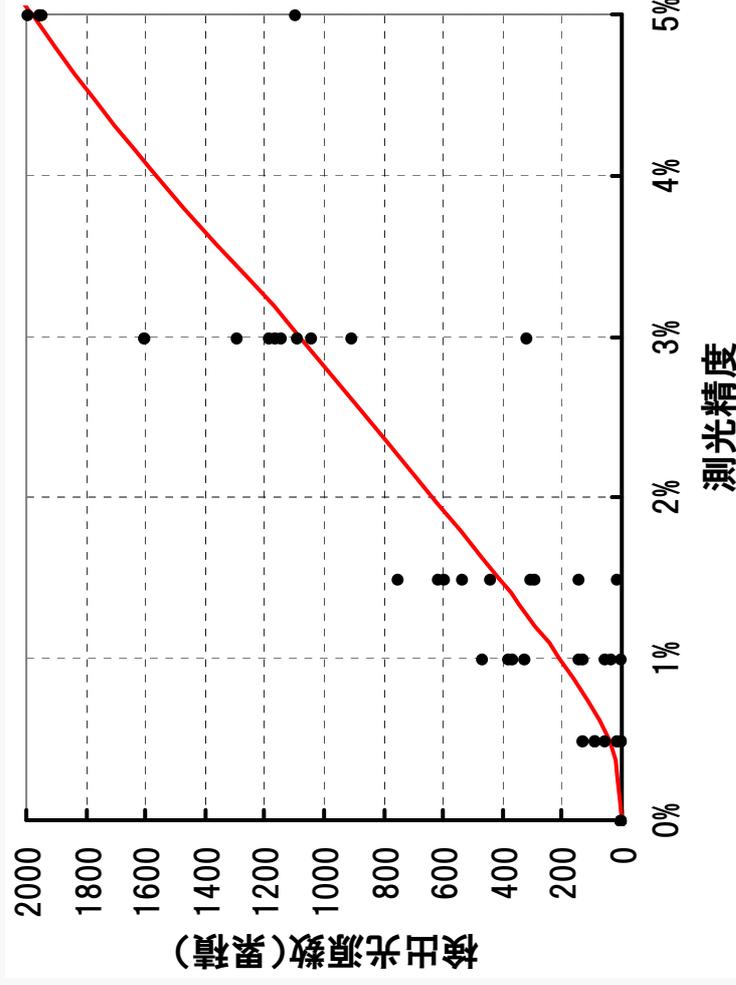
銀経:140° 銀緯:-8° 付近

取得画像数:596枚(データ取得率:48.7%)

取得した画像(露出:45sec I band)



検出した光源数とその精度



平均して約**1100個**の星について、高精度(3%以下)なライトカーブを取得

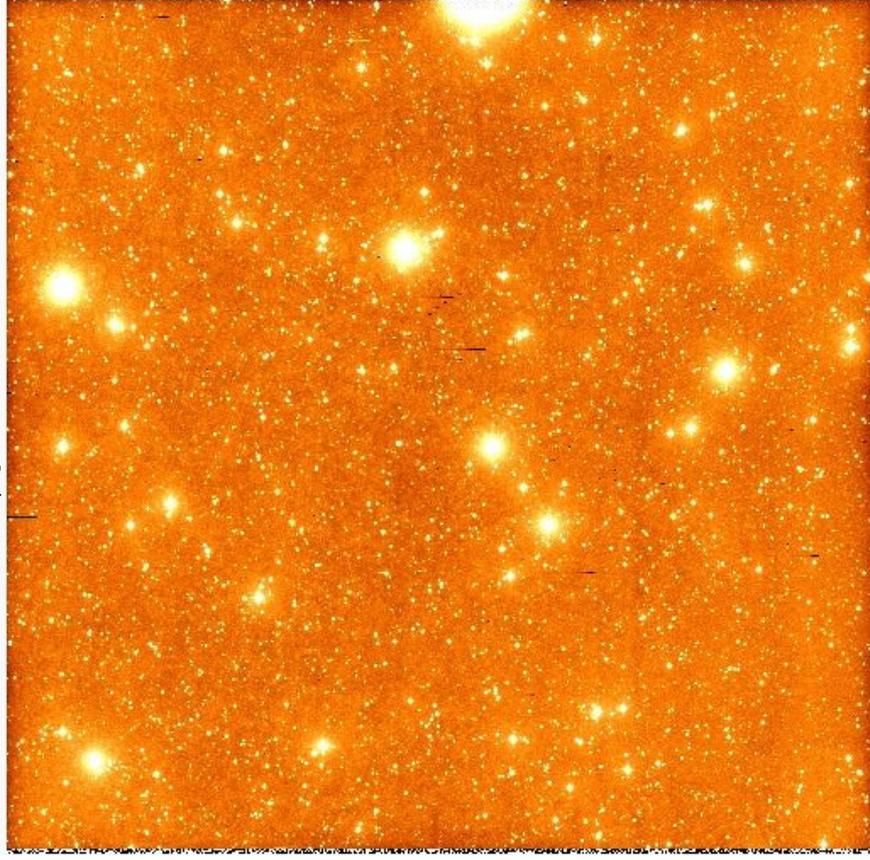
2007.5-6 観測結果

☆2007.5.8 - 5.24 17夜 2007.6.6 - 6.21 16夜 合計33夜

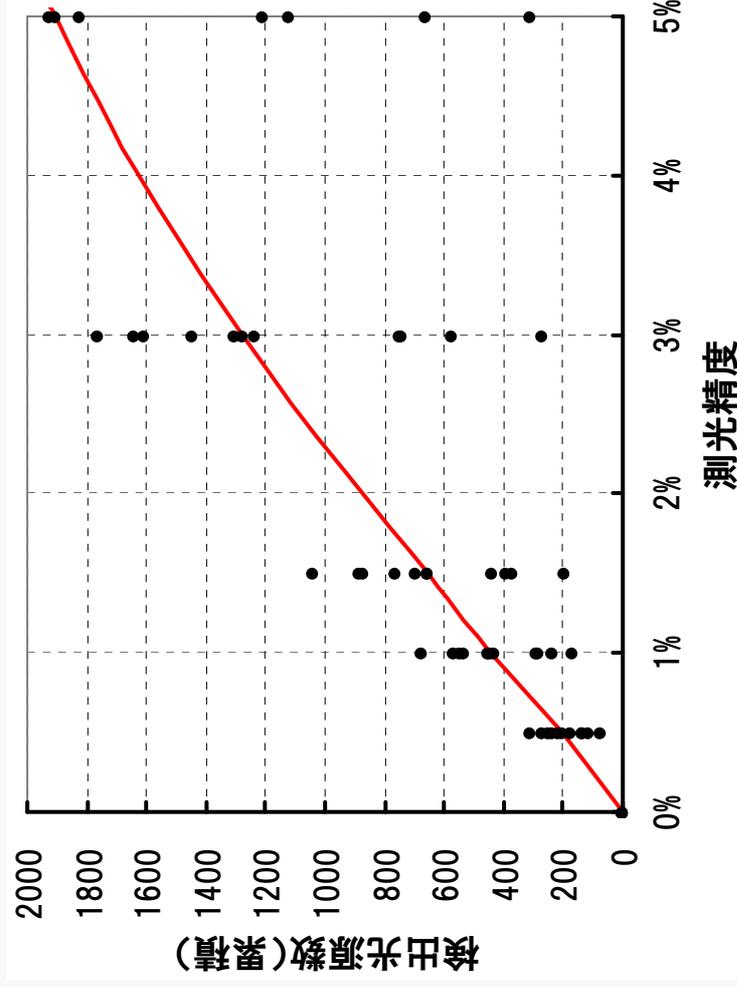
銀経: 43° 銀緯: 11° 付近

取得画像数: 2665枚

取得した画像(露出: 90sec I band)

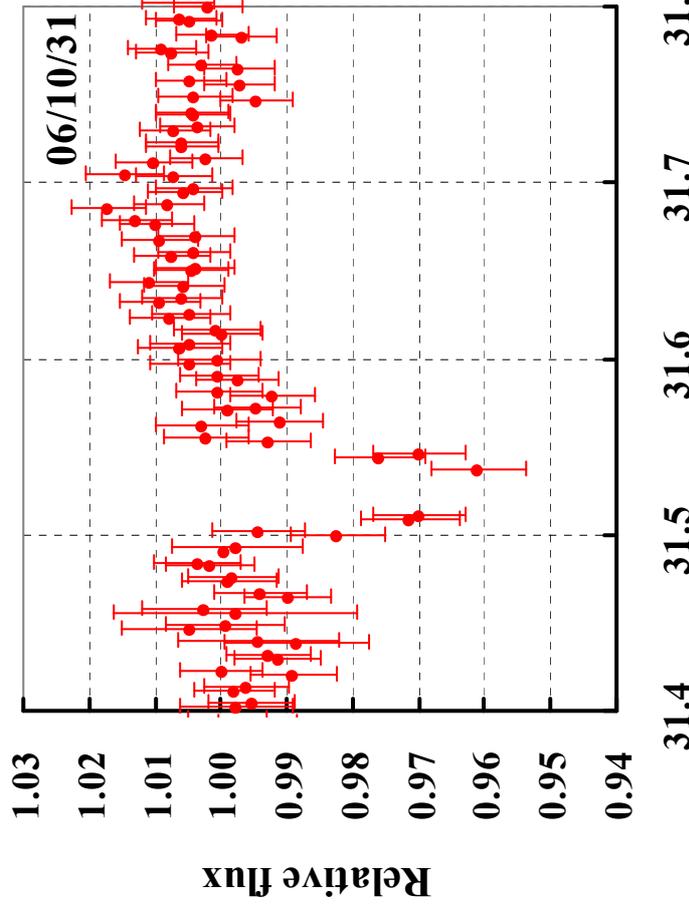
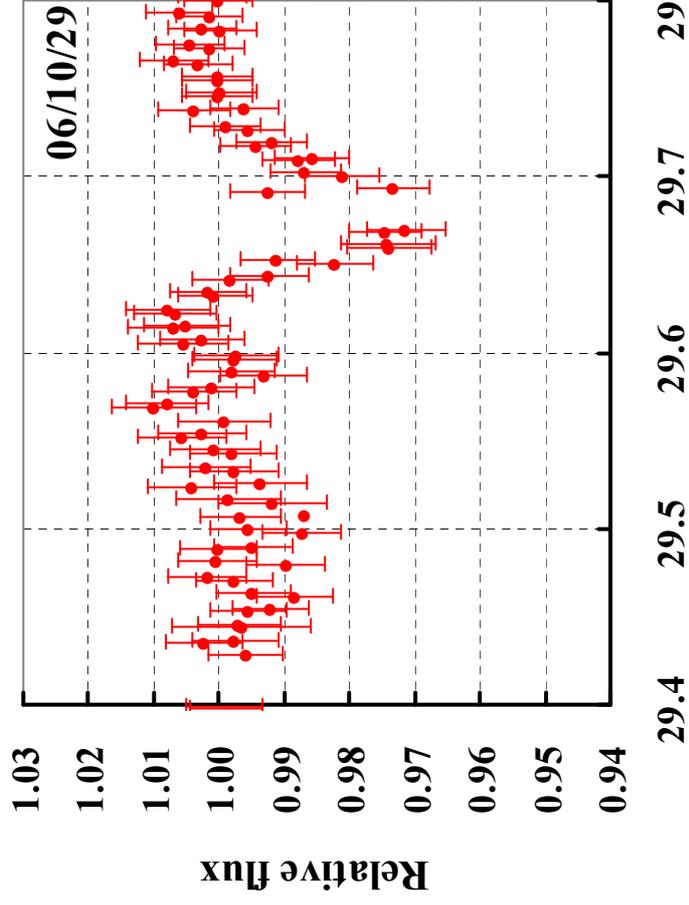
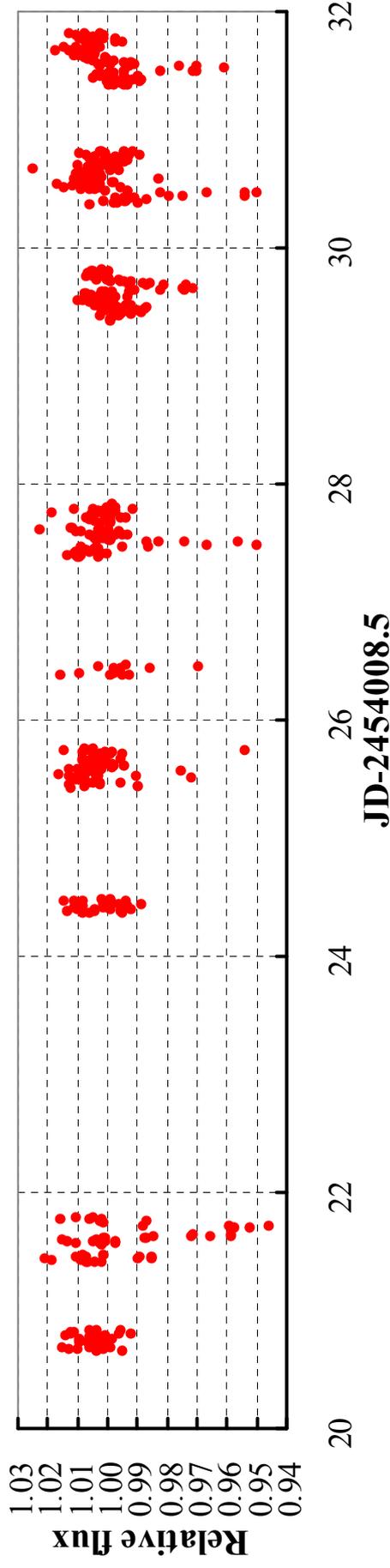


検出した光源数とその精度(5月分のみ)



平均して約**1300個**の星について、高精度
(3%以下)なライトカーブを取得

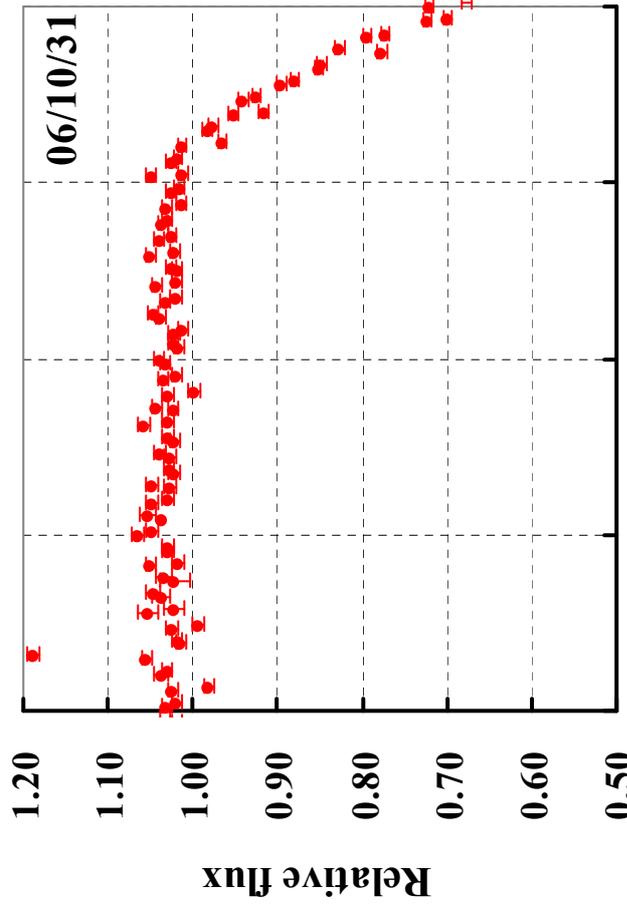
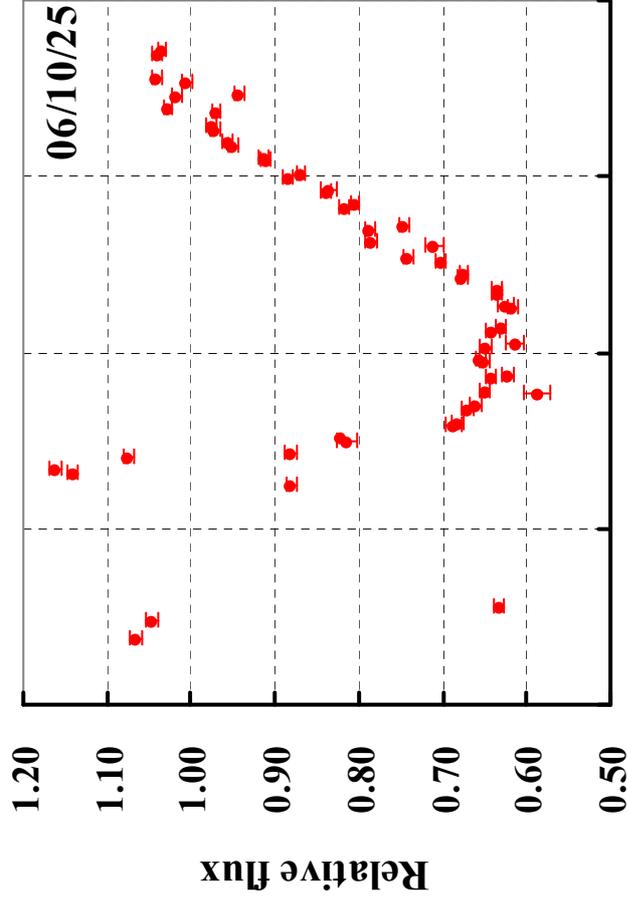
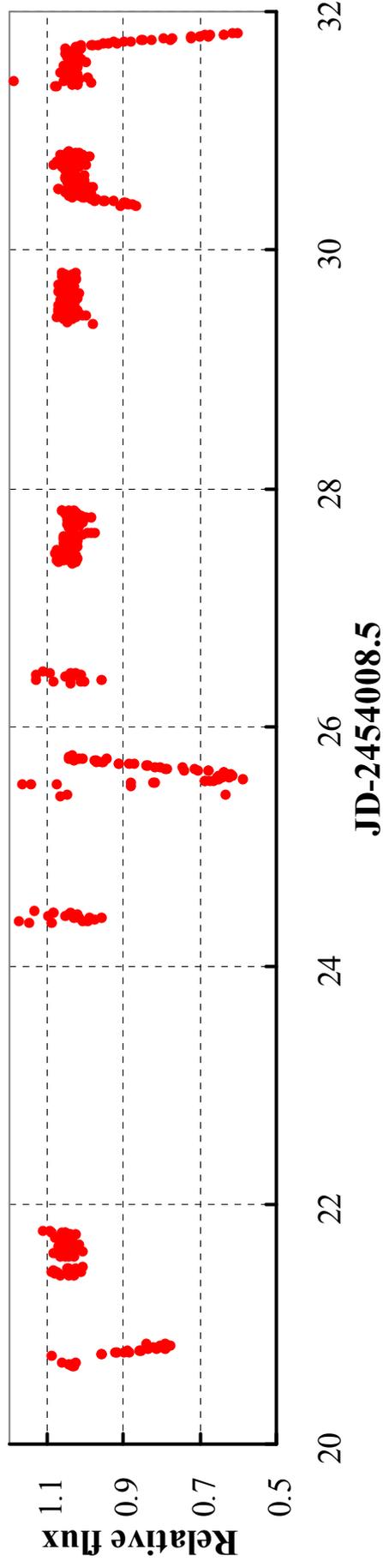
ライトカーブの例



JD-2454008.5

JD-2454008.5

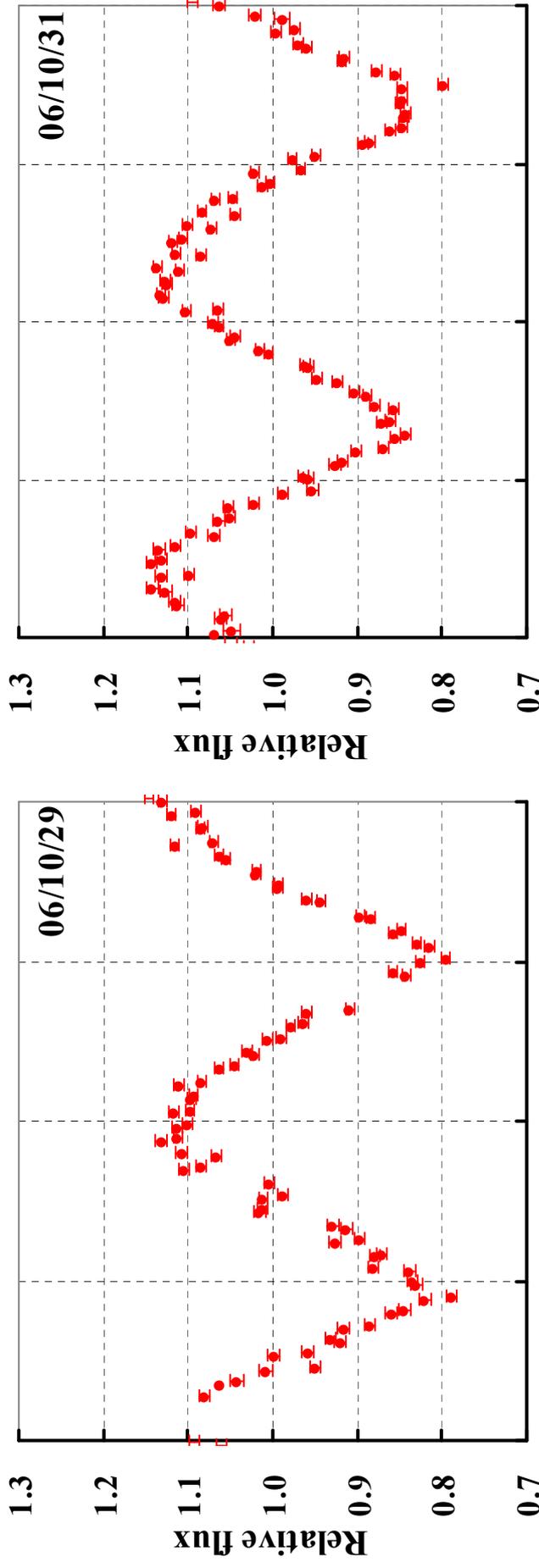
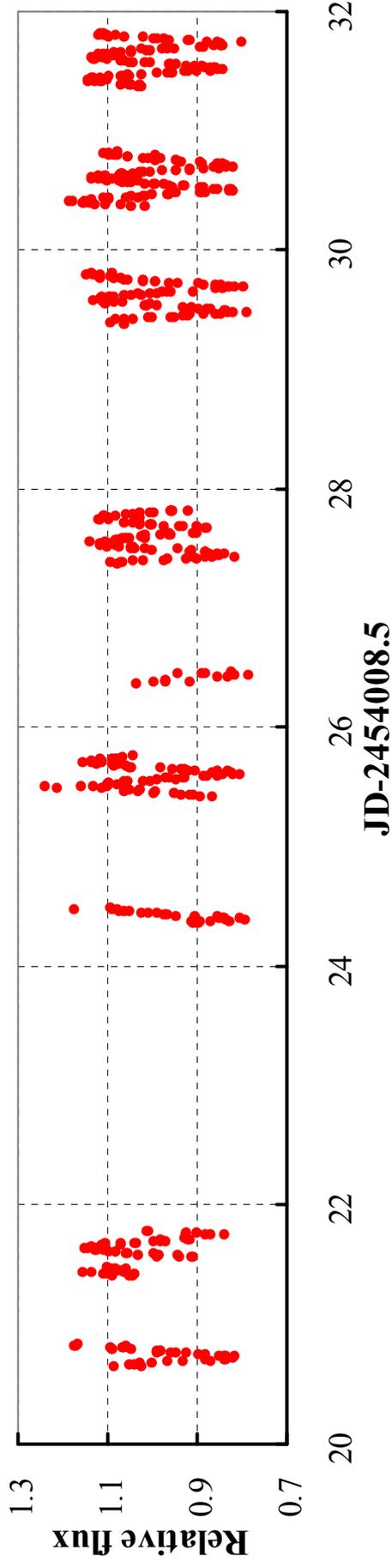
ライトカーブの例



JD-2454008.5

JD-2454008.5

ライトカーブの例



解析の現状

2006年秋観測分

- 周期解析中
- 候補天体について、美星天文台にて分光観測を実施する
(スペクトル型の決定 → 伴星の質量、半径などの見積もり)

2007年春観測分

- ライトカーブ作成中(9割程度完了)

2007秋観測

- 20-30日くらいの観測を希望

まとめと今後の予定

- 昨年と今年春の観測の結果、合計約2400個の星について、高精度なライトカーブを取得した
- その中からいくつかの変光星候補を検出した
- 今後、分光観測により星のスペクトル型を決定するとともに、伴星候補天体の物理量の推定を行う
- 今年5-6月観測の解析を早急に進める
- 検出した食変光星などの調査とそのまとめを行う
- 解析の最適化及び更なる自動化を進める
- 来年度KWFCが導入されると、検出確率が大幅に向上することが期待できる