

# 可視・近赤外撮像データに対する測光パイプラインの開発

齊藤 嘉彦 (東京工業大学)、諸隈 智貴 (東京大学)

渡辺 誠(北海道大)、大朝 由美子(埼玉大)、村田 勝寛(名古屋大)、野上 大作(京都大)、高橋 隼(兵庫県立大)、秋田谷 洋(広島大)、永山 貴宏(鹿児島大)、黒田 大介、関口 和寛(国立天文台)、光・赤外線天文学大学間連携観測チーム



## 1. 目的

複数の望遠鏡・観測装置に対して解析を行う機会の多い本事業において、共通化された解析パイプラインは必須である。また、ガンマ線バースト(GRB)の残光観測のように早く結果を出すことを求められているような観測では自動化された解析スクリプトが必要となる。そこで我々は **Common-used Automated Reduction Pipeline (CARP)** と呼ばれる共通化自動解析パイプラインの開発に着手した

### ■ GRB発生・検出から論文化への流れ



## 3. FITSヘッダーの整備

統一すべきヘッダーは自動解析に必須なものだけに対して用意するため、各機関が変更すべき作業は必要最小限である。

- 基本的には「FITSの手引き」を参考に標準的なヘッダーを提案
- 各観測所のヘッダーを見てわかったことは予想以上に観測機関ごとにヘッダーの名前、内容がバラバラであり、そもそもSMOKAIに登録されている装置でさえ手引きに従っていないヘッダーが多数ある。
- これらの事情を踏まえて以下の方針に従って微調整

### ヘッダー統一の方針

- ✓ 各観測所がこれまで使用してきたヘッダーの変更は要求しない
- ✓ 提案したヘッダーの名前と同じでも定義した内容が違う機関がある場合は、標準的ではない新たなヘッダーを決定しそれを追加してもらう。
- ✓ 定義した内容は同じでも名前が異なる場合は、同じ定義の内容を持つ提案したヘッダーを追加する。

## 5. 動作環境

あらゆる観測期間において入手・インストールが簡単に行えるために、出来るだけ無料で配布されており、且つインストールの方法がわかりやすいものを使用する。

### 推奨される環境

OS: Linux (64bit)  
解析ソフト: pyraf (IRAF 2.16)、WCStool  
カタログ参照ソフト: gsc23、sqlcl.py(SDSS)、find2mass?  
言語: python2.7以降

推奨される環境は開発に携わるメンバーの開発環境でもある。例えばMacOSでの動作を望む場合でも、試験に加わってもらうことを条件にインストールのサポートをしていく。

## 2. 開発の方針

### パイプラインが扱うデータの条件

- ・ 1次解析、及びWCS情報の貼付けは各観測所でできていること。特に1次解析方法は装置ごとの個性(それに対する解析面での対処)に依存する要因が大きく、各機関ごとに行う方が効率が良いため。

### パイプラインが行うべきこと

- ・ 画像データが与えられれば測光値計算を自動的に行うようにする

画像データのヘッダー情報から、望遠鏡・装置の情報を把握し、どの波長での測光を行うかを判断し、観測条件(露出時間、Airmassなど)から適切な測光値を自動的に出力する。GRBの処理であれば天体の同定の可否も自動判定を行う。

### やるべきこと

- ・ FITSヘッダーの整備
- ・ 対応天体の同定・非同定の判定(高赤方偏移GRBは可視では検出できない)
- ・ ライトカーブの自動出力
- ・ 1次解析済み・WCSマッチングがうまく出来ない機関のヘルプ

## 4. GRB解析の流れ

本事業で最も重要な観測対象の一つであるGRBの解析を例に解析の流れとその結果を示す。GRBの解析が可能であれば、そのパイプラインは多機関の観測データの一般的な解析にも使用出来る。そのため、まずGRBの即時解析のパイプラインの開発を目指している。

### 測光可能画像

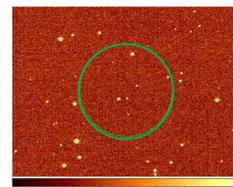
### GRBの場合は天体の情報によって解析方法が異なる

- (a): Swift/BATの位置精度の悪い情報から対応天体同定・測光  
a1. BATエラーサークル(~180 arcsec)内で天体検出  
a2. まわりの星(GSC, SDSSから、~10天体 or PIから指定された星)との相対測光  
a3. 連続30分の画像での変動をチェック --> 検出されればこれがもっともらしい対応天体
- (b): Swift/XRTの位置精度の良い情報から対応天体同定・測光  
b1. XRTエラーサークル(~3 arcsec)内で天体検出 --> これを以後中心座標とする  
b2. まわりの星(GSC, SDSSから、~10天体 or PIから指定された星)との相対測光
- (c): 他のフォローアップ観測から確定した位置情報から測光  
c1. 他の情報から決まった座標(固定)を中心に測光  
c2. まわりの星(GSC, SDSSから、~10天体 or PIから指定された星)との相対測光

### 対応天体同定

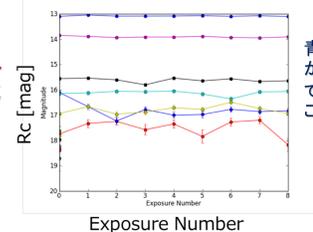
### 各バンドでのライトカーブ

(a)の場合



Swift/BATのエラーサークルに含まれる天体

解析パイプラインを走らせるとライトカーブを自動生成



青い線のライトカーブがGRB。最初の1半分で急激に減光していることがわかる

## 6. 開発の進捗状況

- ✓ 明野50cm/MITSuMEでは以下の機能において開発がほぼ完了
  - 天体同定スクリプトの確立
  - カタログ参照星の自動選定の高速化
  - ライトカーブ自動作成スクリプト
  - 可視ドロップアウトGRBを想定して上限値の算出
- ✓ 木曾/KWFC, miniTAO/ANIRで自動測光試験
- ✓ その他の観測所データで試験

- ✓ 連携内の早急な連携(赤外での座標決定、可視での未検出情報)が必要
- ✓ 赤外の装置におけるカタログ星自動参照昨日の開発
- ✓ 1次解析環境未完成機関への対応
- ✓ 視野の小さな装置におけるAstrometryが懸念事項