

# MITSuME（爆発変動天体の多色撮像観測）プロジェクト

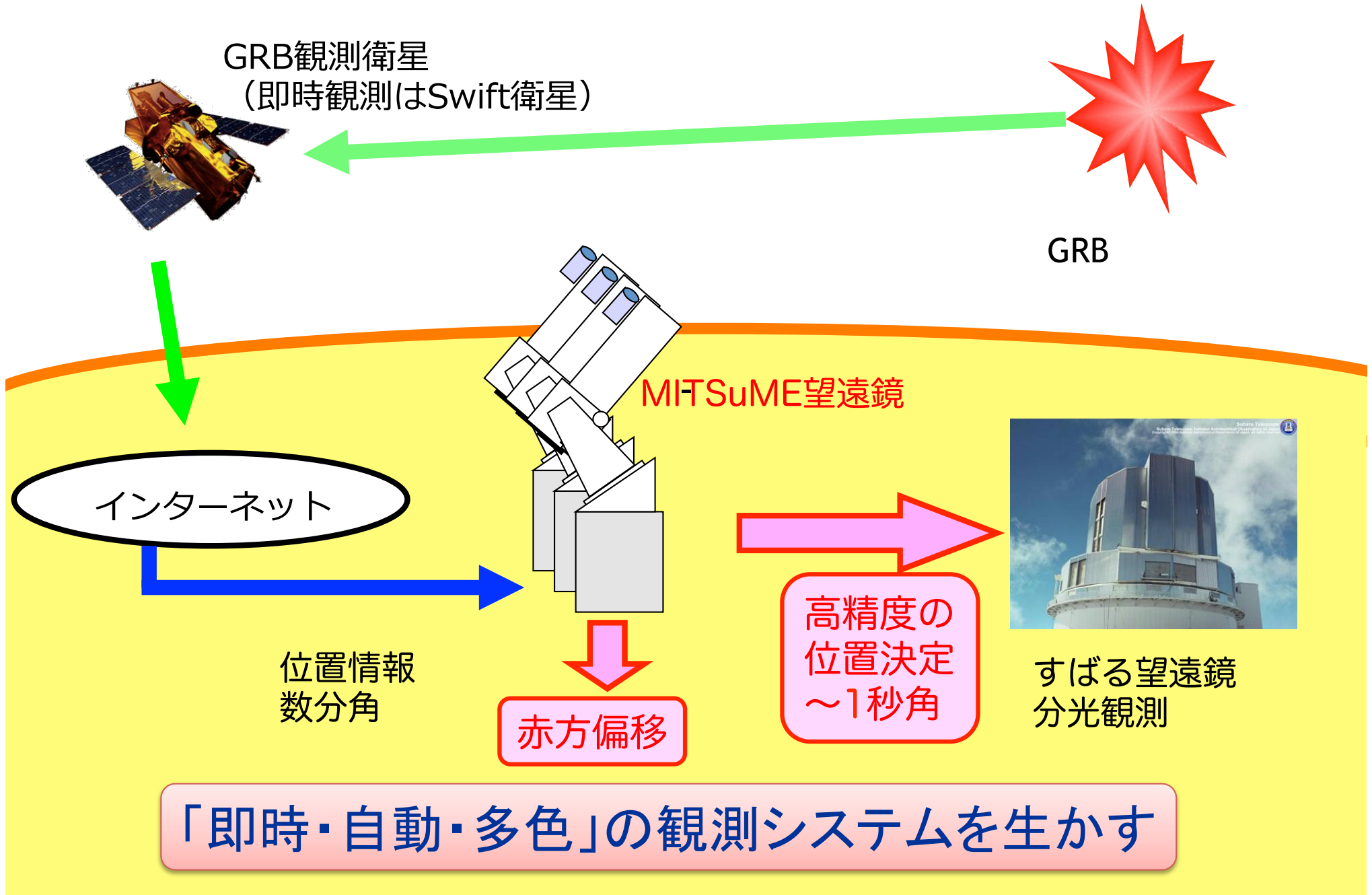
本プロジェクトにおける**明野観測所に設置した3色同時撮像ロボット望遠鏡**を使用したガンマ線バースト（GRB）残光等突発天体の観測

**共同利用査定額: 10万円（ほぼ旅費として使用）**

河合誠之、斉藤嘉彦、谷津陽一、吉井健敏、薄井竜一、栗田真、谷川太郎、伊藤慶、橘優太郎（東工大）、福島正己（ICRR）、渡部潤一、福島英雄、柳澤顕史、黒田大介、花山秀和（国立天文台）、太田耕司（京都大）、吉田道利（広島大）、森正樹（立命館大）

- MITSuMEプロジェクトの概要とGRB観測の実績
- 光・赤外線天文学大学間連携事業に関する観測
- その他のプロジェクトとの共同観測
- 望遠鏡の整備

# MITSuMEプロジェクト



# 明野50cm可視光望遠鏡の概要

場所	山梨県北杜市明野町
形式	カセグレン型反射望遠鏡
架台	フォーカ式赤道儀
口径	500mm
観測装置	MITSuME(可視3色同時測光)
有効視野	28x28分角 <sup>2</sup>
観測波長	400 – 950 nm
駆動速度	最大 3°/sec
限界等級 (60sec積分, S/N=10)	$g'$ : 16.7 , $Rc$ : 16.6 , $Ic$ : 15.8

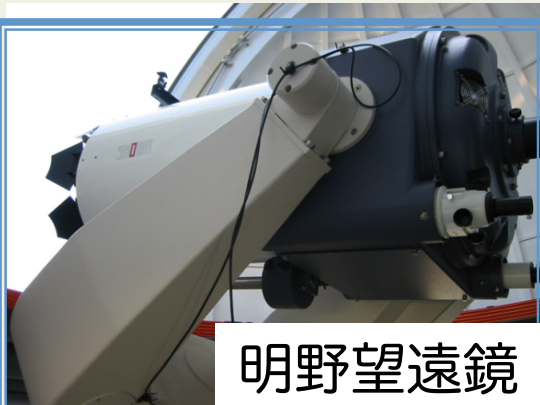


# MITSuME

Multi-color Imaging Telescopes for Surveys and Monstrous Explosions

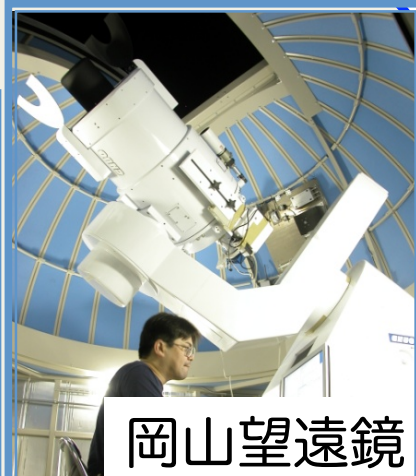
(爆発変動天体の多色撮像観測のための望遠鏡)

可視50cm望遠鏡



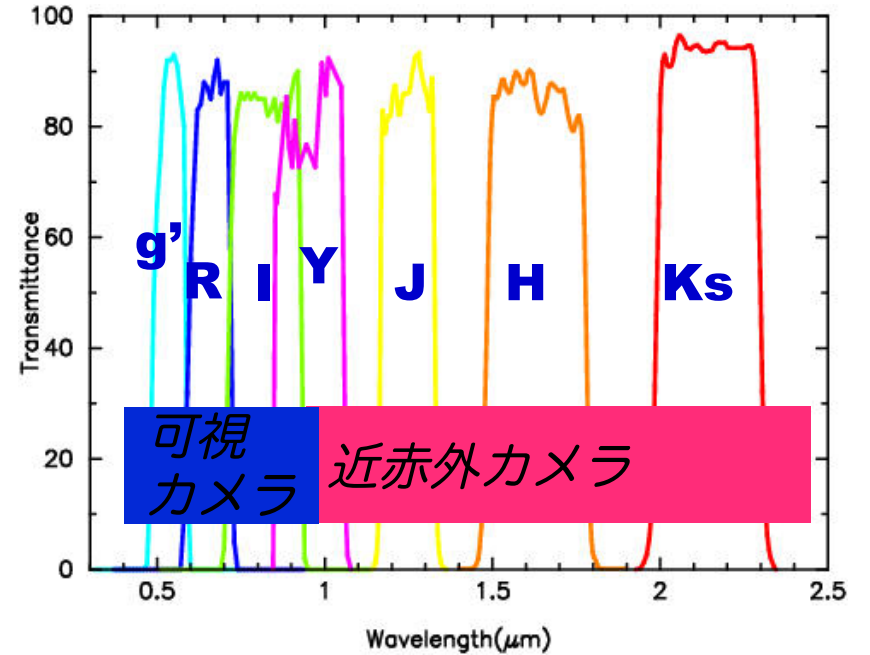
明野望遠鏡

東大宇宙線研明野観測所



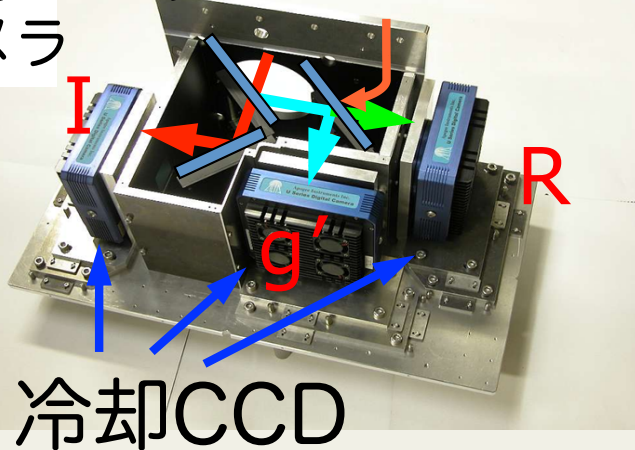
岡山望遠鏡

岡山天体物理観測所

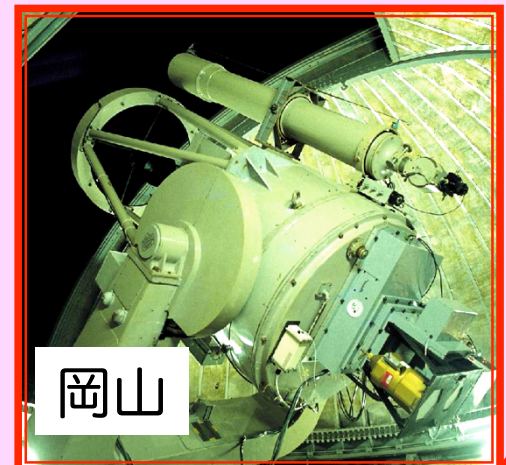


三色同時  
撮像カメラ

ダイクロイックミラー



近赤外91cm  
望遠鏡



岡山

# 明野望遠鏡のGRB観測実績

期間: 2012/12/01 – 2013/11/30

• Swift衛星から受信したGRBのAlert	87件
• 実際に望遠鏡が向いた	54件
• 少なくとも天体の限界等級が求められた	34件
• 天体が同定できた	5件

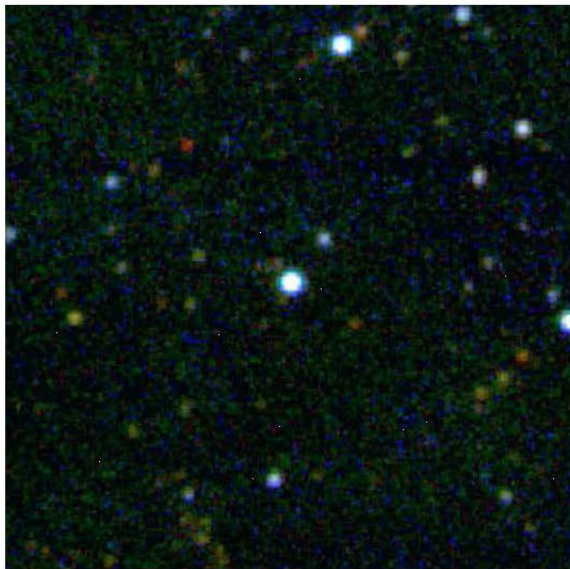
- 「実際に望遠鏡が向く」場合は、明野からは見えない方向である場合や時期的に太陽の方向にあって観測出来ない場合、さらに雨天の場合が除かれている。
- 基本的に例年と大きな違いはないが、実際に望遠鏡が向いた件数が大きいものの夏季は夜間の天気が悪く、データ取得に至らないケースが多かった。



# GRB130427A

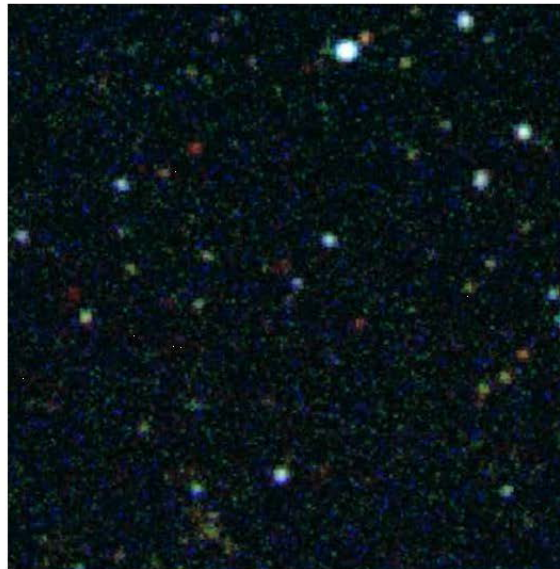
発見から2時間後と早くはない観測開始ではあったが、非常に明るい現象であったため明野50cm望遠鏡でも数日間観測が可能であった。

2013年4月27日 (JST)



視野 6'x 6'

2013年5月3日 (JST)



撮影: 東京工業大学 基礎物理学専攻 河合研究室  
三つ目望遠鏡 明野観測所(山梨県)

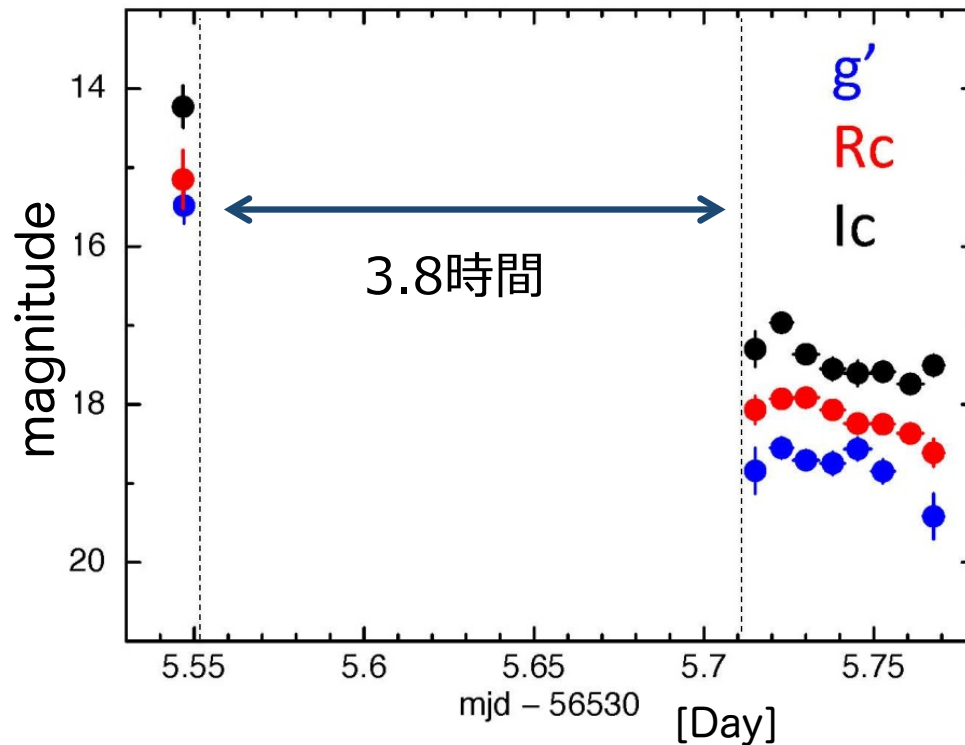
- 比較的近傍の現象であるにもかかわらず、遠方の現象でよく見られるような大規模な放射エネルギーを持っていた。
- それゆえ明るい状態が数日続き、このような現象の詳細を調べることが可能であった。
- Maselli らの論文中におけるデータの一部として使用され、サイエンス誌に掲載された。

- 2013.11.21に日本でもプレスリリースされ、東京工業大学のウェブサイトでも研究成果として報告された

“GRB 130427A: a Nearby Ordinary Monster” Maselli et al. Science DOI:10.1126 (2013)

# GRB130831A

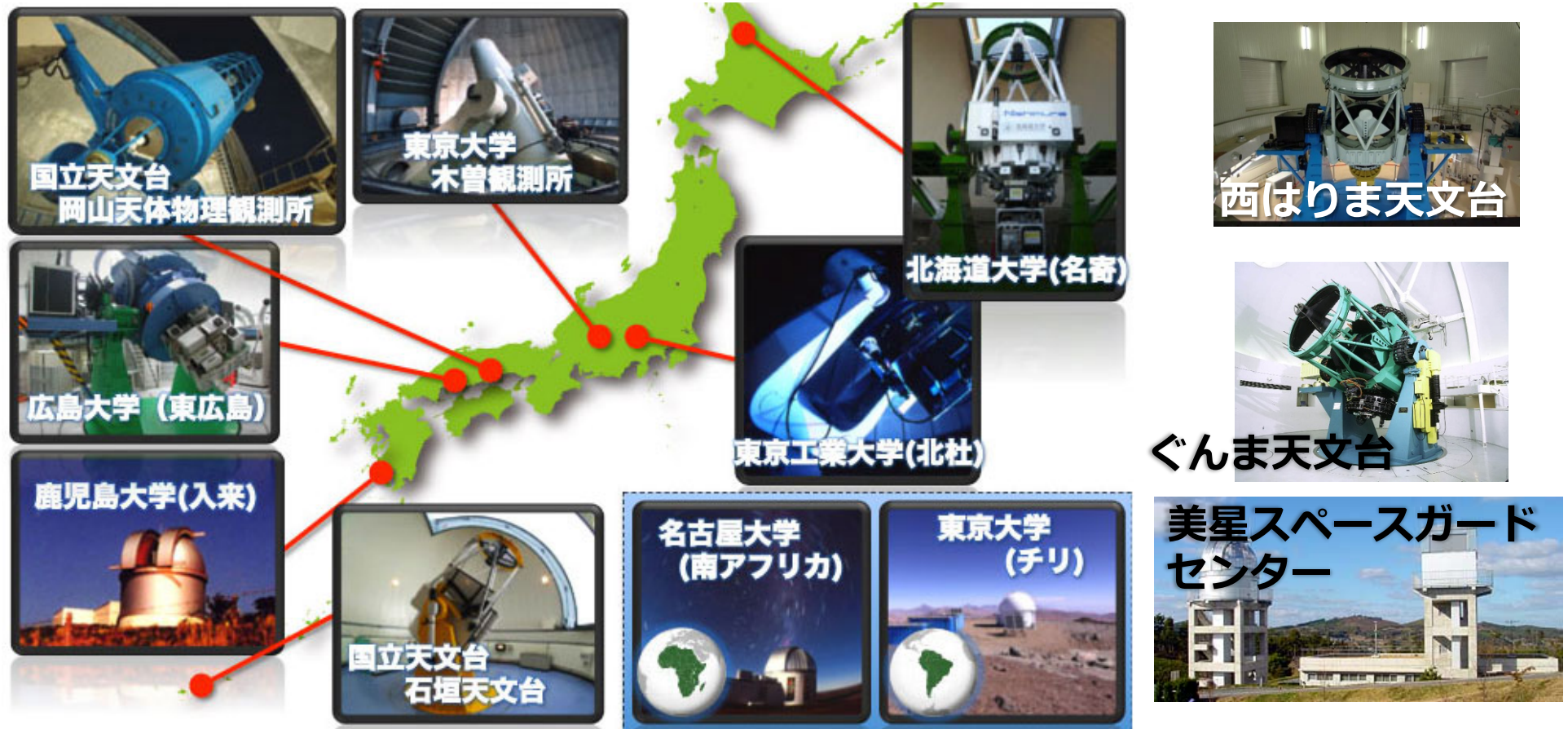
MITSuME (Akeno) : 発見から **118 sec** (世界最速) で観測開始



Rで15等程度の明るい残光

- 本当は発見から46秒後の観測を開始していたが、最初の30秒は厚い雲に覆われていて観測が出来なかった。
- 現象の初期から3.8時間の間が曇天となってしまう、残念ながら現象の素性を知るような光度曲線を得ることが出来なかった。

# 光・赤外線天文学大学間連携事業への参加



日本の大学と国立天文台が国内外に持つ中小の望遠鏡を有機的に結びつけ、突発天体の即時連続フォローアップ観測の地球規模ネットワークを構築する



# 光・赤外線天文学大学間連携 における明野望遠鏡での観測天体

- **星形成領域:**
  - V 1647 Ori (2013/03/06 - 03/11)
- **矮新星:**
  - GR Ori (2013/02/12 - 02/28)
  - PNV J19150199+0719471 (2013/06/12)
- **活動銀河核:**
  - 1H 0323+342 (2013/07/12 - 07/20)
- **X線新星:**
  - MAXI J1910-057 (2012/6 - 継続モニター中)

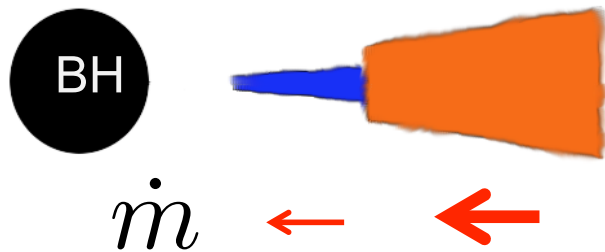
昨年の大学間連携による活動銀河核 CTA102の観測成果：

‘Dense Optical and Near-infrared Monitoring of CTA 102 during High State in 2012 with OISTER: Detection of Intra-night “*Orphan Polarized Flux Flare*”

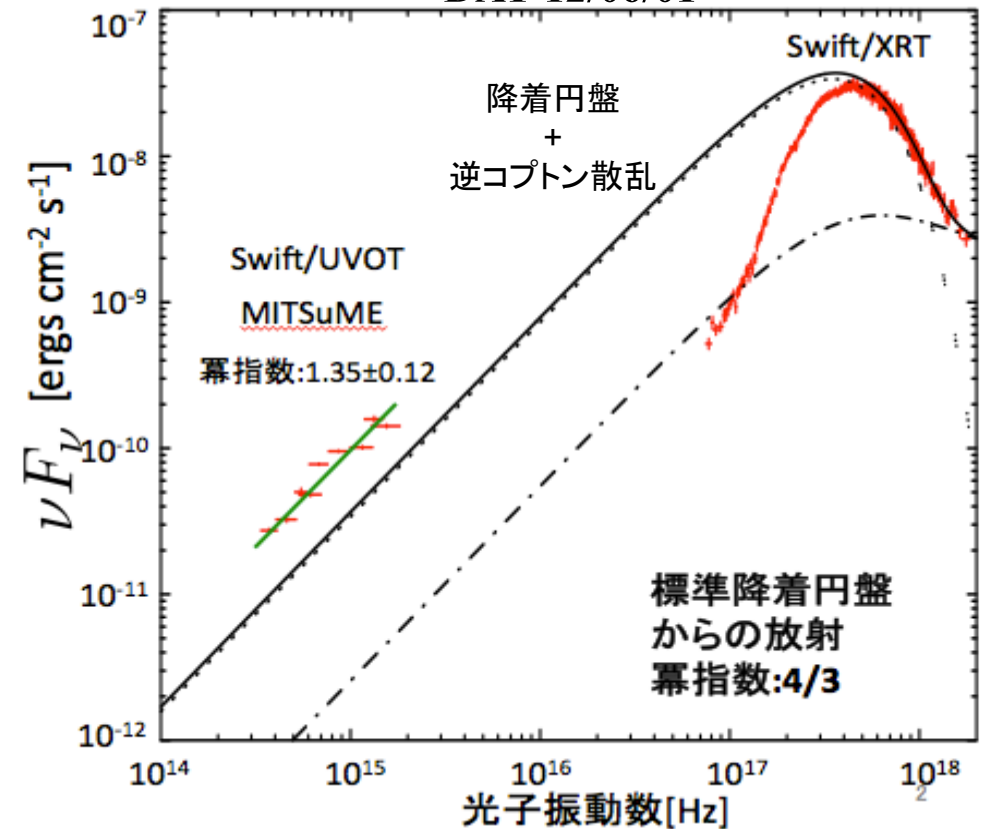
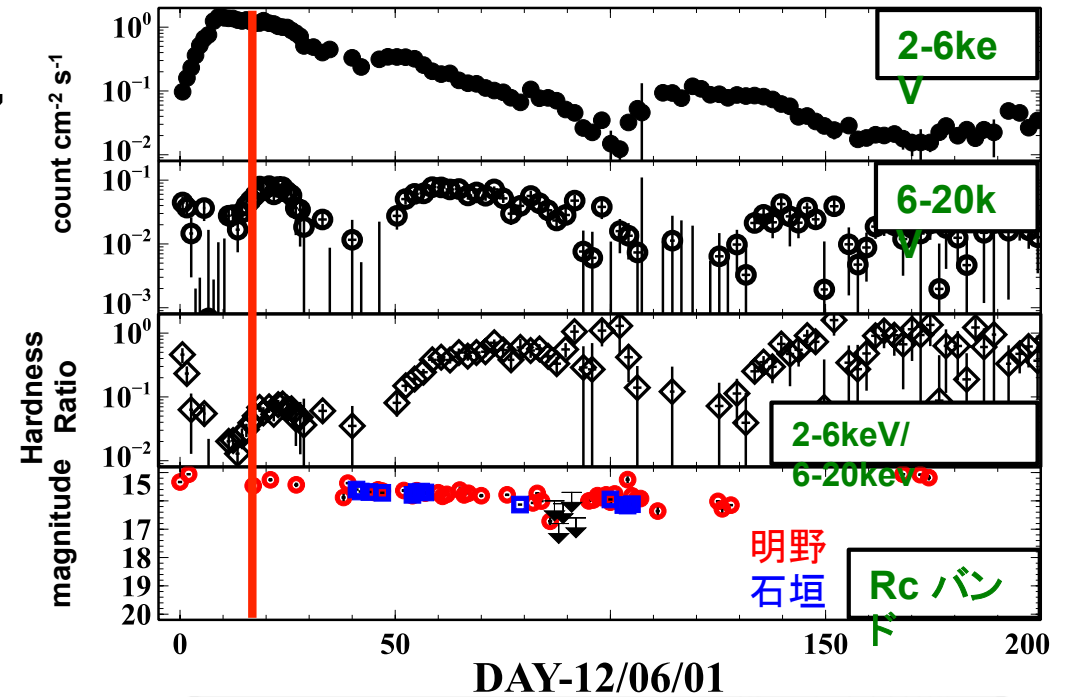
Itoh et al, *Astrophysical Journal* 768, L24 (2013)

# MAXI J1910-057

- 2012/05/31 MAXI (全天X線監視装置) で発見
- ブラックホール連星候補
- 明野望遠鏡50cmでは翌晩から観測
- 可視光領域の冪指数が標準降着円盤からのものと一致
- 可視光領域の放射がX線から期待される明るさより明るい



質量降着量の異なる  
降着円盤からの放射か？



## その他の共同研究（1）

# 木曾KWFC超新星探査プロジェクト

- 東京大学木曾観測所を中心とした木曾シュミット望遠鏡超広視野CCDカメラKWFCを用いての超新星探査プロジェクトが2012年4月より発足。
- このプロジェクトでは超新星爆発の瞬間である「**ショックブレイクアウト現象**」を捉えるのが目的
- 2013年1月に即時フォローアップのソフトウェアを実装とテスト。木曾観測所側の即時発見体制の整備を待つ。

**今年に試験的フォローアップが7天体について行われた**

## その他の共同研究（2）

# 活動銀河NGC3516のキャンペーン観測

- 東京大学を中心としたチームによる活動銀河NGC3516の多波長キャンペーン観測に参加。
- この観測は活動銀河核のX線と可視光との変動の相関やスペクトルを調べることで活動銀河核の中心エンジンの解明にせまることが目的
- X線の観測はX線天文衛星「すざく」で行い、その観測に合わせて地上望遠鏡を持つ各機関（北大、東大、東工大、兵庫県立大、広島大）が同時観測を行う

- **明野50cm望遠鏡は 2013年の4/10、4/26、5/23、11/4の4度の観測に参加**
- **計画の進捗は2013年の秋に日本天文学会にて報告。2014年春にも同学会にて報告予定**



# 観測環境の整備

## 1. 夏季のドームの温度管理

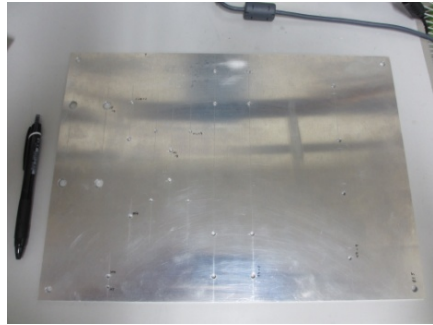
- FOCUS合わせのための温度・望遠鏡仰角の関数が夏季にずれを生じる原因の調査は昨年に行う。
- 焦点合わせだけでは解決出来ない収差の問題が残ったため温度管理を行うことに。
- エアコンのリモート管理体制を整え、さらに温度の一様性を確保するためにサーキュレーターを導入を行う。
- **収差が少し残るものの測光解析が可能なレベルにまで補正。**

## 2. 全天カメラの構築と運用

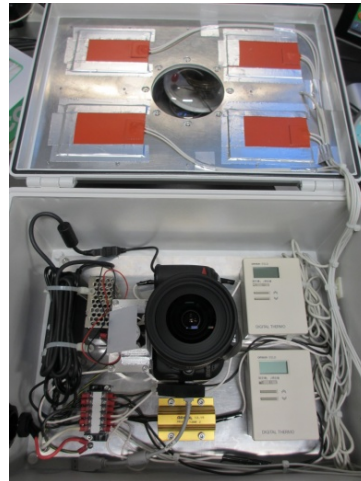
- 市販のデジタルカメラを使用し全天モニターの組み立てを行う。  
すでに北海道大学で製作されたものに基づく（2013/6 - 9）
- 全天カメラを明野に設置（2013/11）
- **2013/12 に調整を完了し運用開始**

# 全天カメラの設置

## ■開発の流れ



板金加工（大学の「ものづくりセンター」を利用）



研究室での組み立て作業



大学本館屋上での動作試験



現地での組み立て作業



N

F-number : f/2.8  
Exposure : 8 s  
ISO-sensitivity : 100  
Whitebalance : Auto

E

# まとめ

- ガンマ線バースト残光観測
  - 5天体の可視光同定
  - GBR130427Aについてはサイエンス誌にて発表された論文のデータの一部として使用される
- 大学間連携のキャンペーン観測および突発天体観測
  - 5天体の観測
  - 昨年観測した天体については2012年5月に論文として発表される
- 木曾KWFC超新星探査プロジェクト
  - 7件の超新星をフォローアップ
  - 即時観測体制の整備
- 自動観測運用
  - 夏季のFOCUS悪化問題に対して温度管理による対策を施す
  - 全天モニターの運用開始

**明野観測所での運用継続よろしく申し上げます。**



## 付録: GRBの観測実績 (1)

GRB	g'[mag]	Rc[mag]	Ic[mag]	発生から観測開始までの時間
121202A	-	-	-	4.5時間 (曇)
121209A	-	> 19.8	> 19.6	11時間
<b>121211A</b>	<b>&gt; 21.1</b>	<b>20.4±0.3</b>	<b>&gt; 20.0</b>	<b>2時間</b>
121212A	>19.8	>20.5	>19.8	4.25時間
121226A	-	>19.1	> 19.0	57秒
130102A	-	-	-	2.5時間 (曇)
130122A	>20.3	>20.3	> 20.0	10.5時間
130131A	>20.2	>20.6	>19.6	50秒
130131B	>19.0	>19.8	>19.3	48秒
<b>130215A</b>	<b>&gt;20.7</b>	<b>19.2±0.1</b>	<b>18.7±0.2</b>	<b>8時間</b>

## 付録: GRBの観測実績 (2)

GRB	$g'$ [mag]	$R_c$ [mag]	$I_c$ [mag]	発生から観測開始までの時間
130216A	$>19.0$	$>18.8$	$>18.4$	11.5時間
130306A	-	-	-	18時間 (曇)
130408A	$> 21.1$	$20.4\pm0.3$	$> 20.0$	2時間
<b>130427A</b>	<b><math>15.66\pm0.10</math></b>	<b><math>15.03\pm0.07</math></b>	<b><math>14.71\pm0.09</math></b>	<b>2時間</b>
130502A	$>20.3$	$>20.3$	$> 20.0$	18時間
130504A	$>20.3$	$>20.3$	$> 20.0$	12時間
<b>130508A</b>	<b><math>18.8\pm0.1</math></b>	<b><math>18.9\pm0.2</math></b>	<b><math>18.0\pm0.1</math></b>	<b>1.5時間</b>
130511A	$>20.2$	$>20.6$	$>19.6$	26秒
130527A	$>19.0$	$>19.8$	$>19.3$	1.5時間
130528A	$>20.7$	$19.2\pm0.1$	$18.7\pm0.2$	18.5時間

## 付録: GRBの観測実績 (3)

GRB	$g'$ [mag]	$R_c$ [mag]	$I_c$ [mag]	発生から観測開始までの時間
130603A	>19.4	>19.4	>18.7	4時間
130604A	>19.0	>19.2	>19.2	3時間
130606A	>20.1	>20.0	>19.5	14時間
130610A	>20.7	>19.8	> 19.5	8時間
130612A	-	-	-	8時間 (曇)
130625A	-	-	-	3.5時間 (曇)
130626A	-	-	-	44分 (曇)
130701A	>20.2	>20.6	>19.6	9時間
130722A	>19.0	>19.8	>19.3	2時間
130725A	-	-	-	2時間 (曇)

## 付録: GRBの観測実績 (4)

GRB	g'[mag]	Rc[mag]	Ic[mag]	発生から観測開始までの時間
130725B	>17.3	>17.5	>17.7	17.5時間
130806A	>21.3	>20.4	>19.7	7時間
130807A	-	-	-	3分 (曇)
130822A	-	-	-	46秒 (曇)
<b>130831A</b>	<b>15.48±0.23</b>	<b>15.15±0.37</b>	<b>14.23±0.27</b>	<b>48秒</b>
130907A	-	-	-	13時間 (曇)
130912A	-	-	-	5時間 (曇)
130925A	-	-	-	10時間 (曇)
131002A	>20.2	>20.6	>19.6	2時間
131004A	-	-	-	12時間 (曇)



## 付録: GRBの観測実績 (5)

GRB	$g'$ [mag]	$R_c$ [mag]	$I_c$ [mag]	発生から観測開始までの時間
131018A	-	-	-	3時間 (曇)
131026A	$>17.3$	$>17.5$	$>17.7$	1.5時間
131030A	$>21.3$	$>20.4$	$>19.7$	12時間
131117A	$>17.7$	$>17.6$	$>17.7$	8.5時間
131128A				6分