

木曾観測所を用いた活動

# 超広視野カメラWIDGETによる ガンマ線バースト観測



理化学研究所

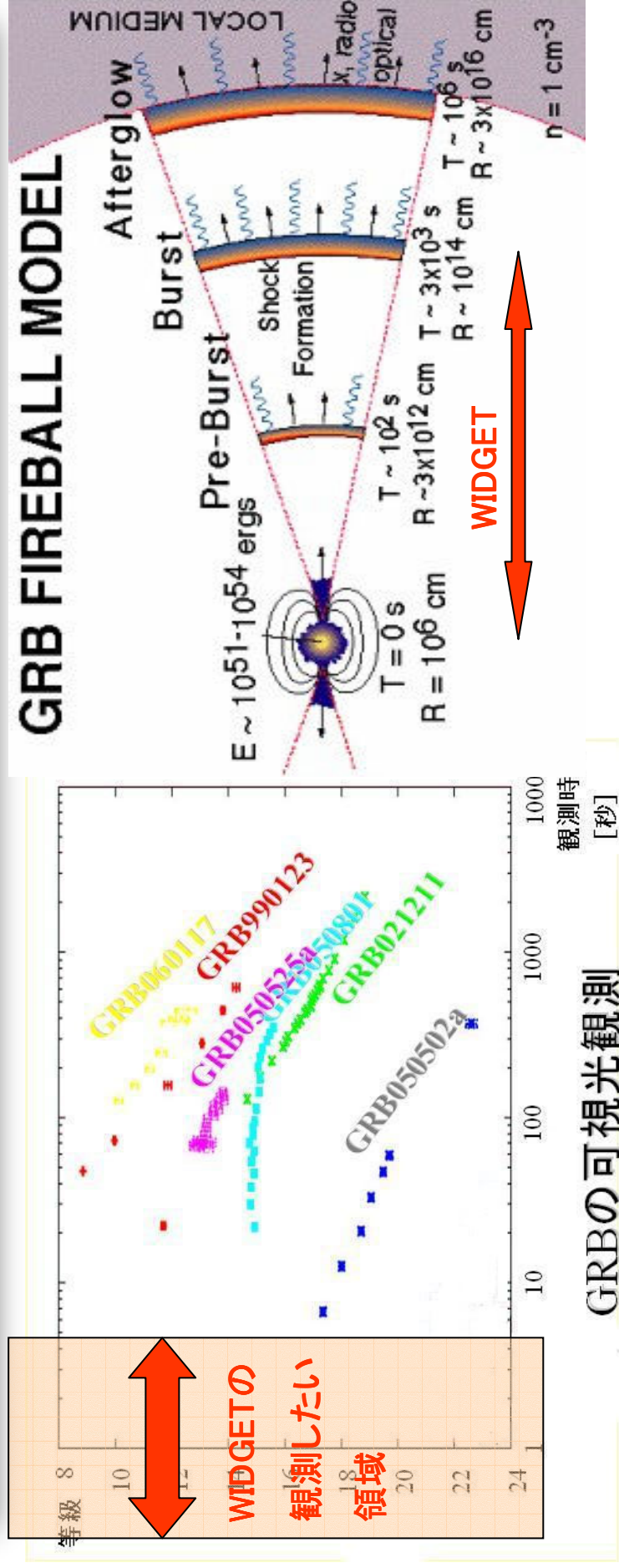
玉川 徹

田代信、浦田裕次、恩田香織、  
小高夏来(埼玉大)

くわ原允(理研・理科大)

臼井文彦(JAXA)ほか

# ガンマ線バースト発生の瞬間の観測



- ✧ GRB = 突発的に宇宙の一点からガンマ線が放射される現象
- ✧ 超新星 or 中性子連星の重力崩壊によりプラズマがジェット状に噴出
- ✧ ジェット中の「シエル」どうしの衝突により prompt emission 発生
- ✧ シェルが星間物質と衝突して after glow 発生
- ✧ 可視光フラッシュはなぜ起きるのか？

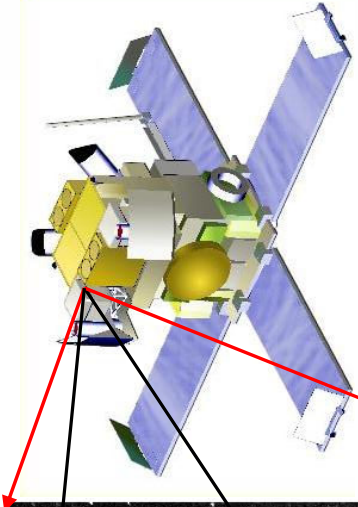
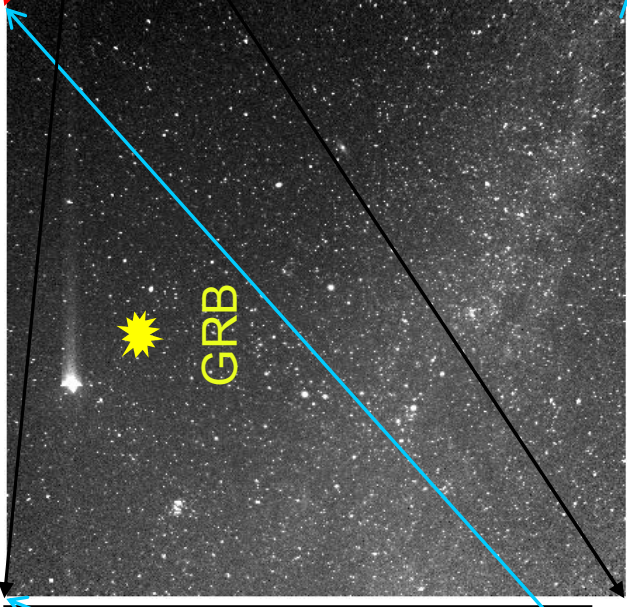
# WIDGET@東大明野



・観測地：  
東大宇宙線研 明野観測所  
2004年6月より、夜間毎日運用

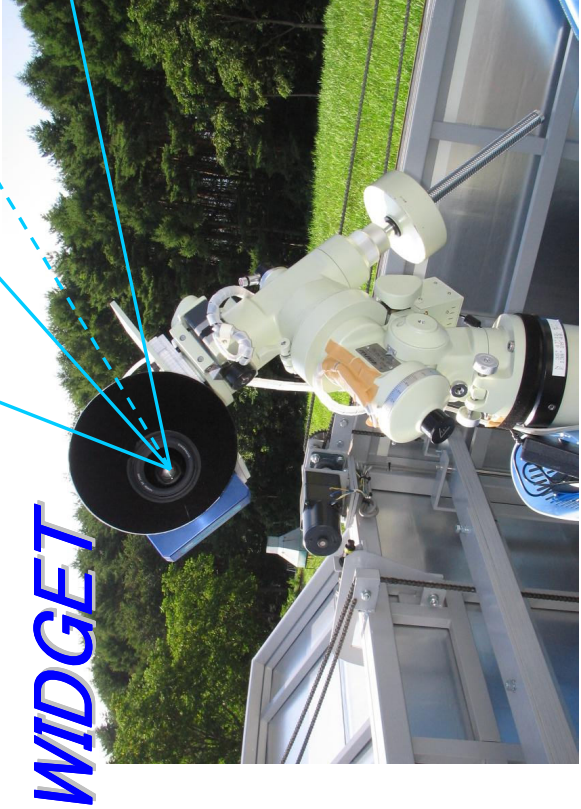
・CCD カメラ：  
Apogee Alta U-10

・レンズ：  
Canon EF 24mm F1.4

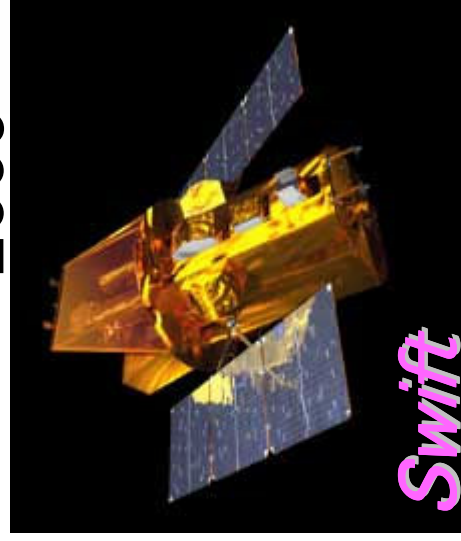


HETE-2

2005～



WIDGET



Swift

# WIDGET @ 明野観測所

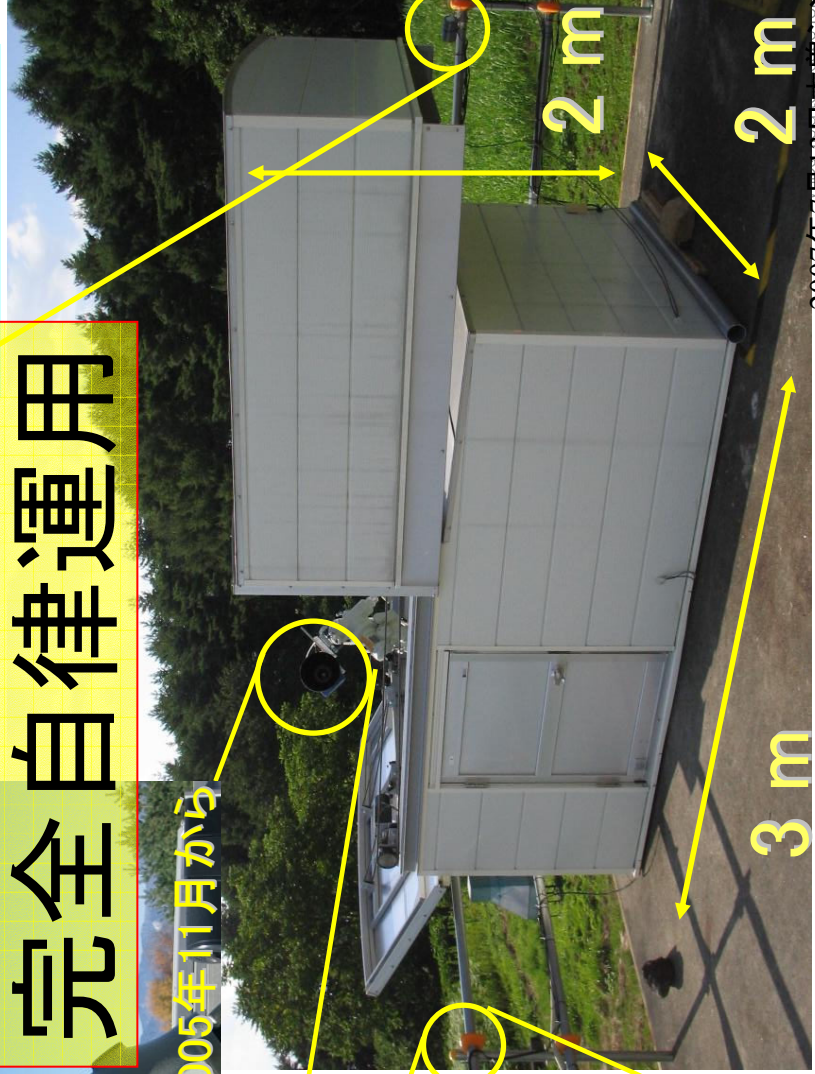


完全自律運用

2005年11月から



監視カメラ



# 日々の運用

- 衛星からの視野情報により、観測プランの自動スケジューリング
- Webに現在の状況表示(5分毎に更新)
- 緊急時は携帯電話へのビープ
- 朝に10分間のステータスチェック (by シフトメンバー)

Moring Check 20060812-20060813

1. Video Monitors (click for movie)

2. Disk Space

```
--- disk status crw1 (SENSOR/U101) ---
/dev/hda3 99700056 83258688 11375880 88% /
/dev/hda2 101107 16388 79498 18% /boot
/dev/hdb1 240362656 9224952 135902904 41% /data2
/dev/hdd1 288435168 32828 285472004 1% /data
--- disk status crw2 (U103) ---
/dev/hda3 239154276 120653136 106352788 54% /
/dev/hda1 101089 14831 81039 16% /boot
/dev/hdb1 240362656 63953520 173967176 27% /data2
--- disk status crw3 (U102) ---
/dev/hda2 151723100 24736800 119279120 18% /
/dev/hda1 101089 14829 81041 16% /boot
/dev/hdb1 384578164 181472812 183569912 50% /data
/dev/hdd1 384578164 102650032 262392692 29% /data2
--- disk status crw4 (DATA) ---
/dev/hda2 239154276 4358992 222646932 2% /
/dev/hda1 101089 14825 81045 16% /boot
/dev/hdb1 288451232 32840 285487896 1% /data2
/dev/hdc1 288451232 32844 285487892 1% /data3
/dev/sda1 615327384 579536992 4532128 100% /data2u
/dev/sdb1 615327384 202108608 406967404 94% /data1u
```

3. Weather, Roof, CCD Status

# 明野での星取表

## WIDGET 視野内で発生した GRB

## 状況・結果

GRB040810

<もり

GRB040825

<もり

GRB040912

<もり

GRB040924

<もり

GRB041001

<もり

GRB041211

<もり

GRB050408

限界等級. 10.9 (S/N=1 10frames)

GRB050416

<もり

GRB051028

限界等級. 10.3 (S/N=1 1frame)

GRB051227

限界等級. 10.7 (S/N=1 1frame)

GRB060121

限界等級. 10.7 (S/N=1 1frame)

GRB060211A

限界等級. 10.8 (S/N=1 1frame)

GRB060323

限界等級. 12.0 (S/N=1 1frame)

GRB060413

限界等級. 10.0 (SN=1, 1frame)

# 移設を検討

## 明野の問題点

- ① 夜間の**天候不順**により、観測効率があがらない  
全観測例の2分の1が曇り（7/14例）
- ② **甲府市街地の照明**によって限界等級があがらない  
超広視野＝限界等級が空の明るさでリミット
- ③ 明野観測所の**規模縮小化**（AGASAの終了、TAの開始）

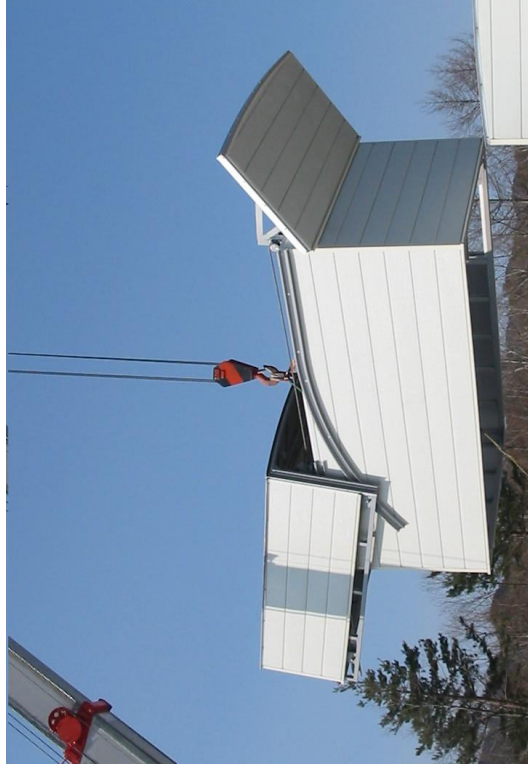
## 木曾移設のメリット

- ① 限界等級が**向上**
- ② 継続的な運用が可能
- ③ GRB follow-up@Kiso (EAFON)との連携

明野 19等級[arcsec<sup>2</sup>]

木曾 21等級[arcsec<sup>2</sup>]  
(ref. Kinoshita et al. 2005)

# 東大天文学教育センター木曾観測所へ





# WIDGETからWIDGET2へ

WIDGET(2004.06～2006.10)

観測地: 明野 使用レンズ: 35mm(f1.2) 視野: 45° × 45° × 3

4例に限界等級10.0等～12.0等(1σ)

観測効率は2～3個/年

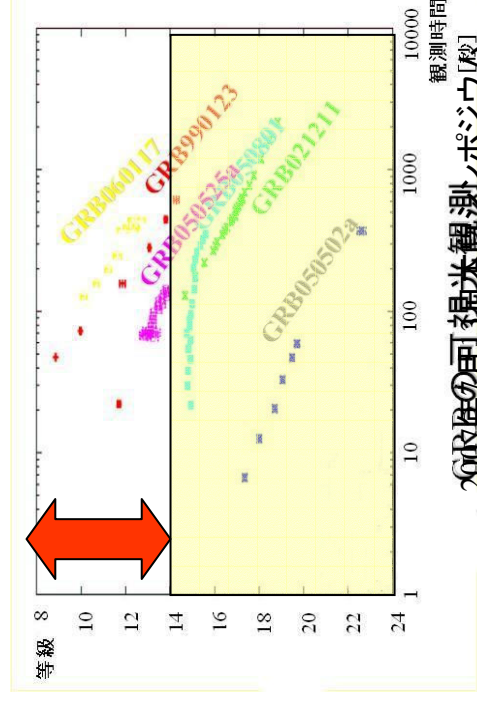
## WIDGETからWIDGET2へ改良

- 明野から木曾へ → 限界等級～1等級向上
- 焦点距離35mmから50mmへ → ～1等級向上
- 3台から4台体制へ → 視野の維持
- Swift追尾方法の改良 → 効率の向上

WIDGET2の限界等級(予測)

観測地: 木曾 50mm(f1.2)

50mm 14.2等(1σ)



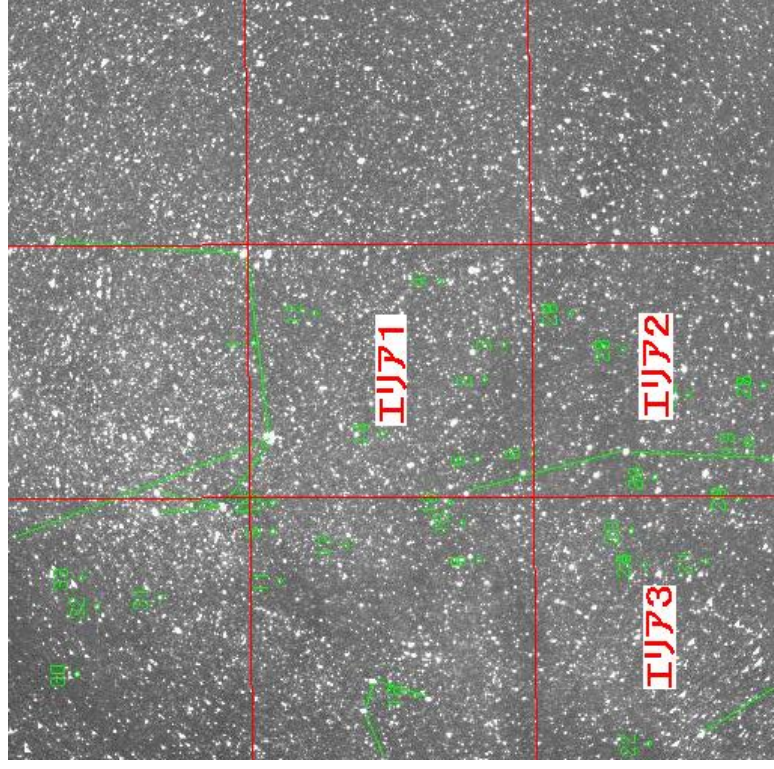
# WIDGET@Kiso



- カメラ
    - Alta U10 (2k x 2k)
    - Canon 50mm F/1.2
    - $32^\circ \times 32^\circ$ 、 $56.2''/\text{pix}$
    - 5秒積分(読み出し~5秒)
  - 赤道儀
    - Takahashi -NJP
  - 小屋
    - スライディンググループ(ヒューマンコム)
- 4台



# 木曾における限界等級



明野での限界等級は10等～12等(1σ)

35mm (f1.4)1σ 3σ 10σ

- ✧ エリア1: 12.7等, 11.5等, 10.2等
- ✧ エリア2: 12.2等, 11.0等, 9.7等
- ✧ エリア3: 11.9等, 10.7等, 9.4等

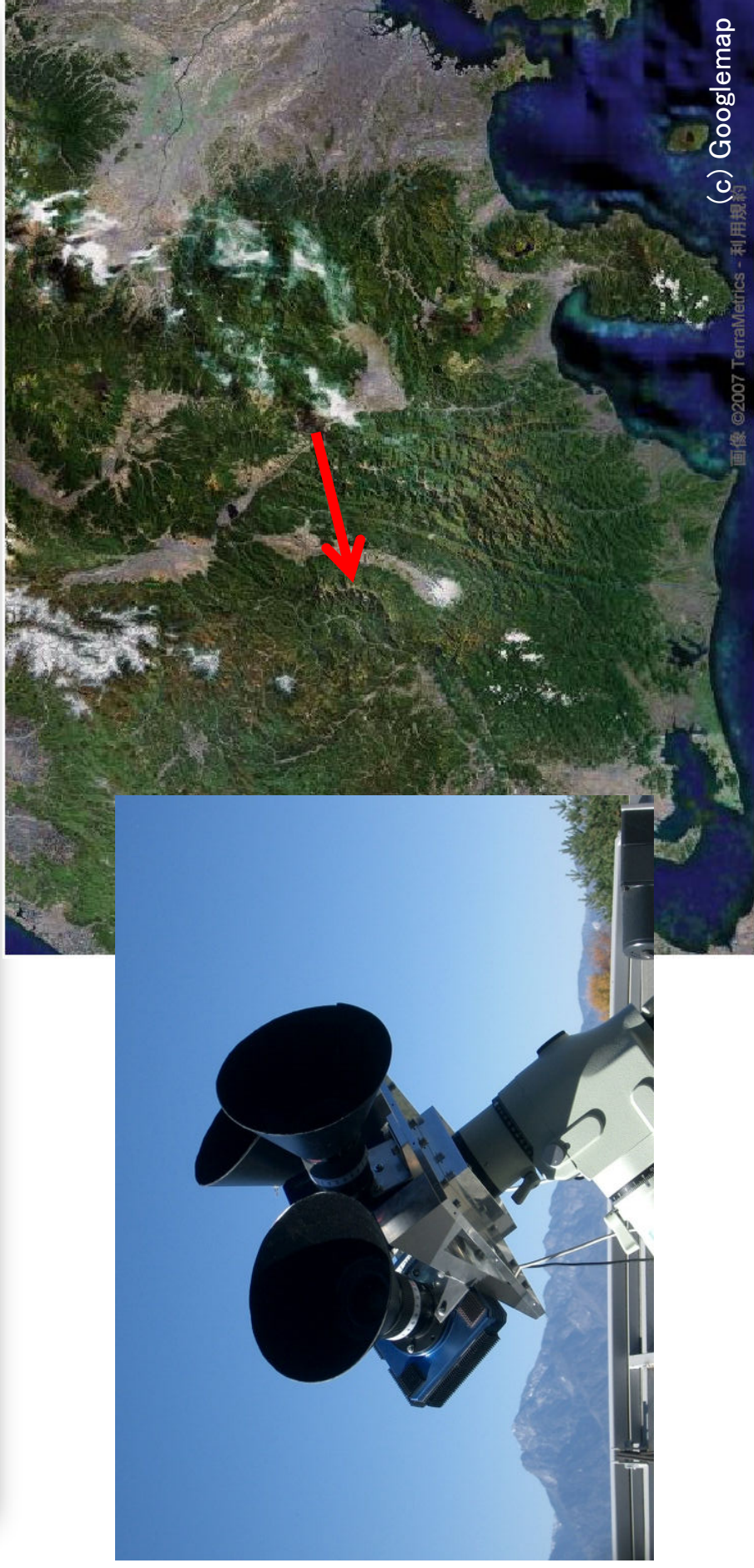
50mm(f1.4)1σ 3σ 10σ

- ✧ エリア1: 13.1等, 11.9等, 10.6等
- ✧ エリア2: 12.9等, 11.7等, 10.4等
- ✧ エリア3: 12.9等, 11.7等, 10.4等

50mm(f1.2)1σ 3σ 10σ

- ✧ エリア1: 13.9等, 12.7等, 11.4等
- ✧ エリア2: 13.2等, 12.0等, 10.7等
- ✧ エリア3: 13.1等, 11.9等, 10.6等

# 稼働率・晴天率比較(明野vs木曾)



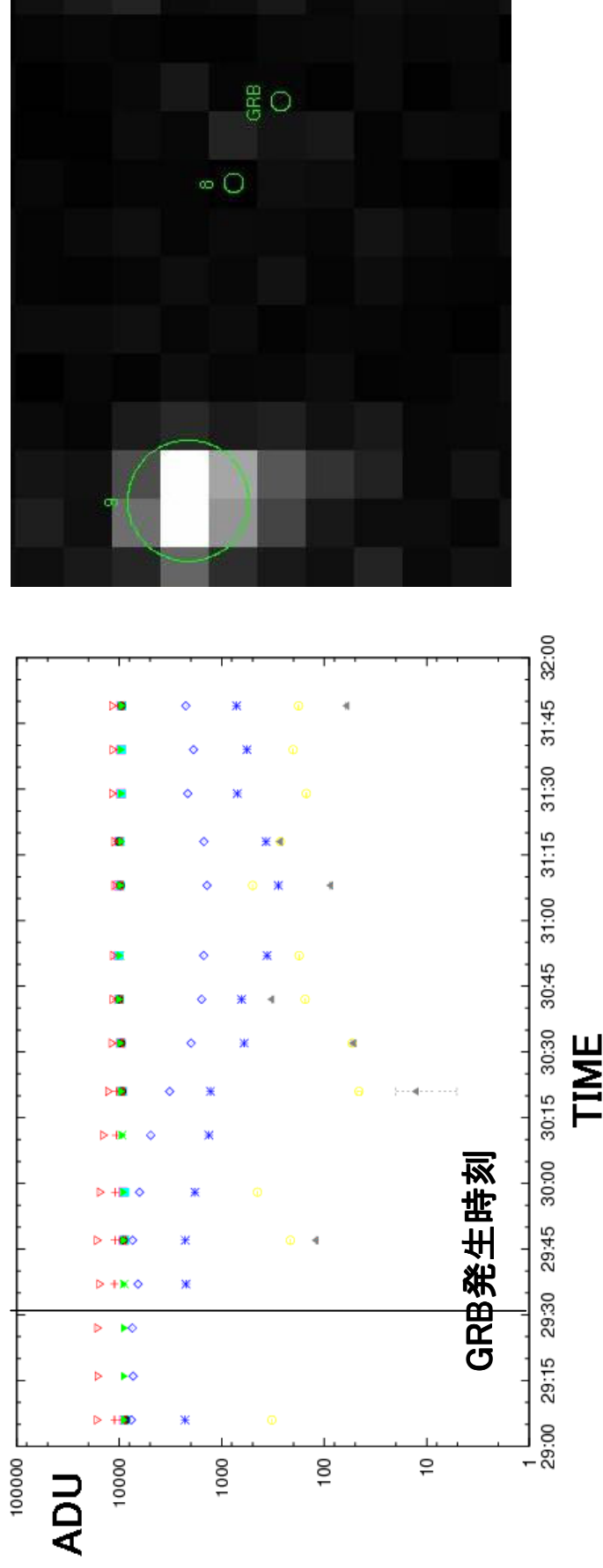
- 明野(～Mar 2006)

- 晴天率 39%
- 稼働率 96%

- 木曾(Nov 2006～)

- 晴天率 40%
- 稼働率 85%

# GRB070616 (木曾に来て唯一の同時観測)



- ・Swiftトリガー時刻: 16:29:33(UT)
- ・発生位置: RA Dec 02:08:37 +56:56:53
- ・曇っていたが観測の上限値を求めらることに成功
  - ・27秒前～136秒後
  - ・11.8(1 $\sigma$ )等級

GCN circular #6579

Kodaka et al.

## まとめ

- ガンマ線バースト観測用広視野カメラを開発
  - バーストの発生前後の可視光観測
  - 衛星と同じ視野を常時観測
- 東大明野観測所に設置(2004/6~)
  - 14例のうち4例で同時観測
- 木曾観測所へ移設(2006/11)
  - 限界等級の向上
  - 視野はそのまま( $60^\circ \times 60^\circ$ )
  - 当たりがいまいち(GRB070616のみ)
- プロジェクトは2009年まで継続予定