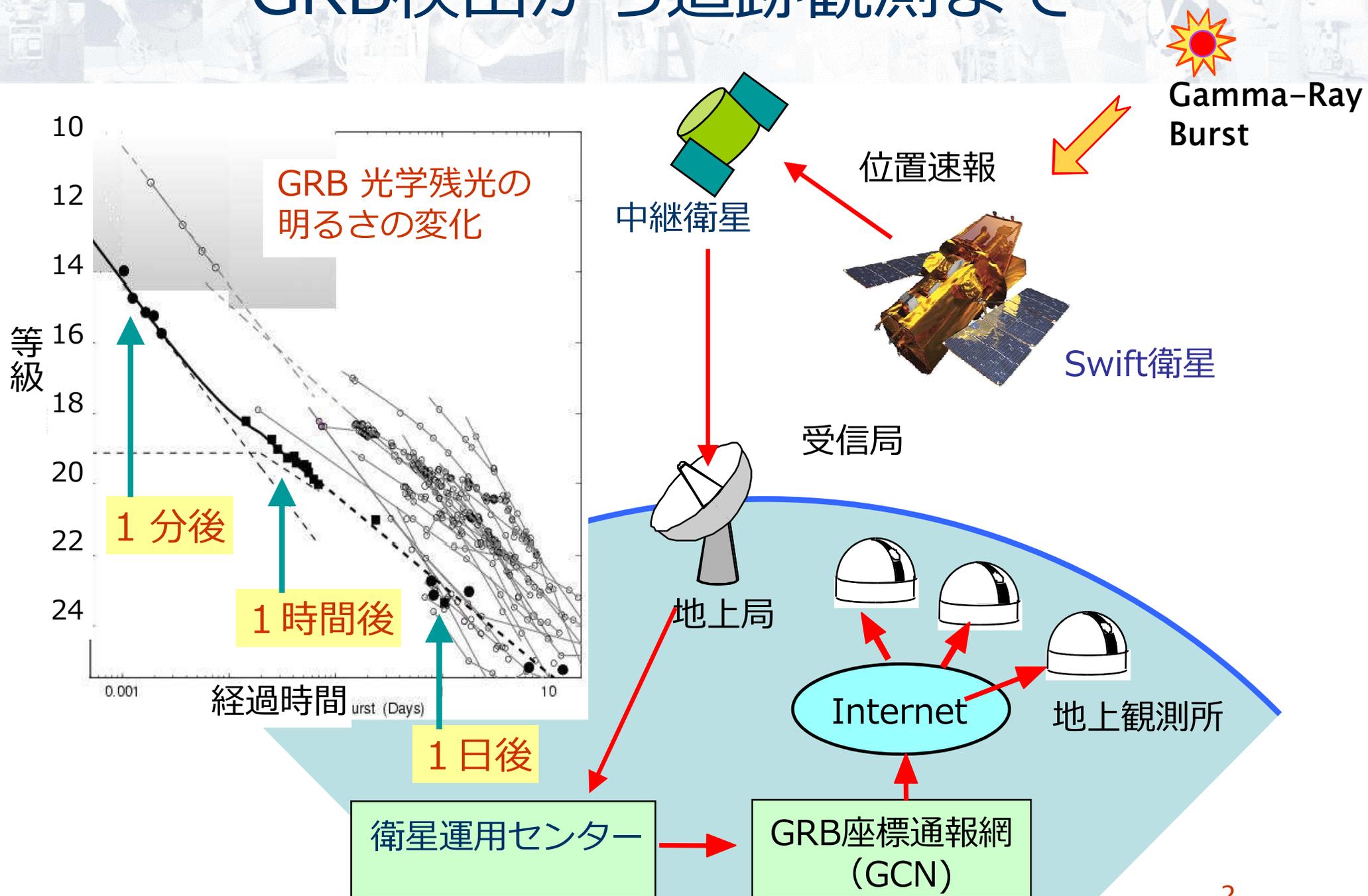


大学間連携望遠鏡による ガンマ線バーストの観測

河合誠之 (東工大)

黒田大介、花山秀和、柳澤顕史 (国立天文台)、斎藤嘉彦、谷津陽一 (東工大)、
吉田 道利、川端弘治 (広島大)、永山貴宏 (鹿児島大)、新井彰 (兵庫県立大)
ほか光・赤外線大学 間連携チーム

GRB検出から追跡観測まで



Swift衛星 GRBの追跡観測



OISTERの望遠鏡群

	所属機関	サイト	望遠鏡	GRB対応
主体機関 (10機関)	北海道大学	名寄(北海道)	1.6m ピリカ	Skype ~10分
	埼玉大学	埼玉	0.55m	Skype ~10分
	東京大学	木曾(長野)	1.05m 木曾シュミット	Skype ~10分
		アタカマ(チリ)	1.04m miniTAO	(Skype ~10分)
	東京工業大学	明野(山梨)	0.5m MITSuME	自動 20秒
	名古屋大学	サザーランド(南ア)	1.4m IRSF	(Skype ~10分)
	京都大学	京都	0.4m	
	兵庫県立大学	西はりま(兵庫)	2.0m なゆた	Skype ~10分
	国立天文台	岡山	1.88m	
		岡山	0.5m MITSuME	自動 40秒
	広島大学	東広島	1.5m かなた	自動 60秒
	鹿児島大学	入来(鹿児島)	1.0m	Skype ~10分
	国立天文台	石垣島(沖縄)	1.05m むりかぶし	パトライト 3分
協力機関 (3機関)	県立ぐんま天文台	群馬	1.5m	
	京都産業大学	神山(京都)	1.3m 荒木	
	日本スペースガード協会	美星(岡山)	1.0m	

大学間連携 GRB TOO

1. 最優先ターゲット：High- z の GRB 残光
 - アラート が配信された場合は、天候不良の場合を除いて、原則として観測を実施する。
2. トリガーする条件
 - バースト発生時刻から2時間以内
 - 地平高度 25° 以上
 - 30分以上の観測が可能
3. 観測支援
 - 岡山からGCNをSkype, mailで転送

OISTER GRB観測実績 (3+9+14件)

GRB	サイト	報告 (GCN Circ. No.)	注記
130427A	明野、岡山、石垣島	Yatsu et al. 14454, Kuroda et al. 14465, 14498	z=0.3, Science '13
130515A	IRSF	Nagayama and Nishiyama, 14671	
130606A	IRSF	Nagayama, 14784, 14793	z=5.9
131128A	広島	Kawabata et al., 15541	バグでアラートなし
140206A	明野	Saito et al., 15803	
140211A	木曾,広島,岡山	Kuroda et al., 15817	未検出
140423A	明野,木曾,西はりま, 広島,岡山	Maehara et al.16151, Kuroda et al. 16160, Akitaya et al. 16163, Takahashi and Arai, 16167, Fujiwara et al., 16173	z=3.26
140521A	岡山、広島	Kuroda et al., 16314	未検出、メール遅延
140629A	明野,木曾,西はりま, 岡山,広島,石垣島	Maehara, 16484, Takaki et al., 16487, Kuroda et al. 16488, Honda et al. 16496, Yano et al., 16501	検出
140705A	石垣島,西はりま	Kuroda et al., 16526	未検出
140824A	石垣島	Kuroda et al., 16734	未検出
140907A	埼玉,西はりま,岡山, 広島,石垣島	Kuroda et al. 16793, 16794, Tachibana et al., 16803	検出

GRB可視近赤外放射 早期観測の目的

1. GRB発生機構と放射の物理

- 広帯域スペクトル → 衝撃波モデル・パラメーター
- 残光の立ち上がり → 相対論的ジェットローレンツ因子
- 即時放射の偏光 → ジェット中の磁場構造
- 残光光度曲線の折れ曲がり → ジェットの開き角

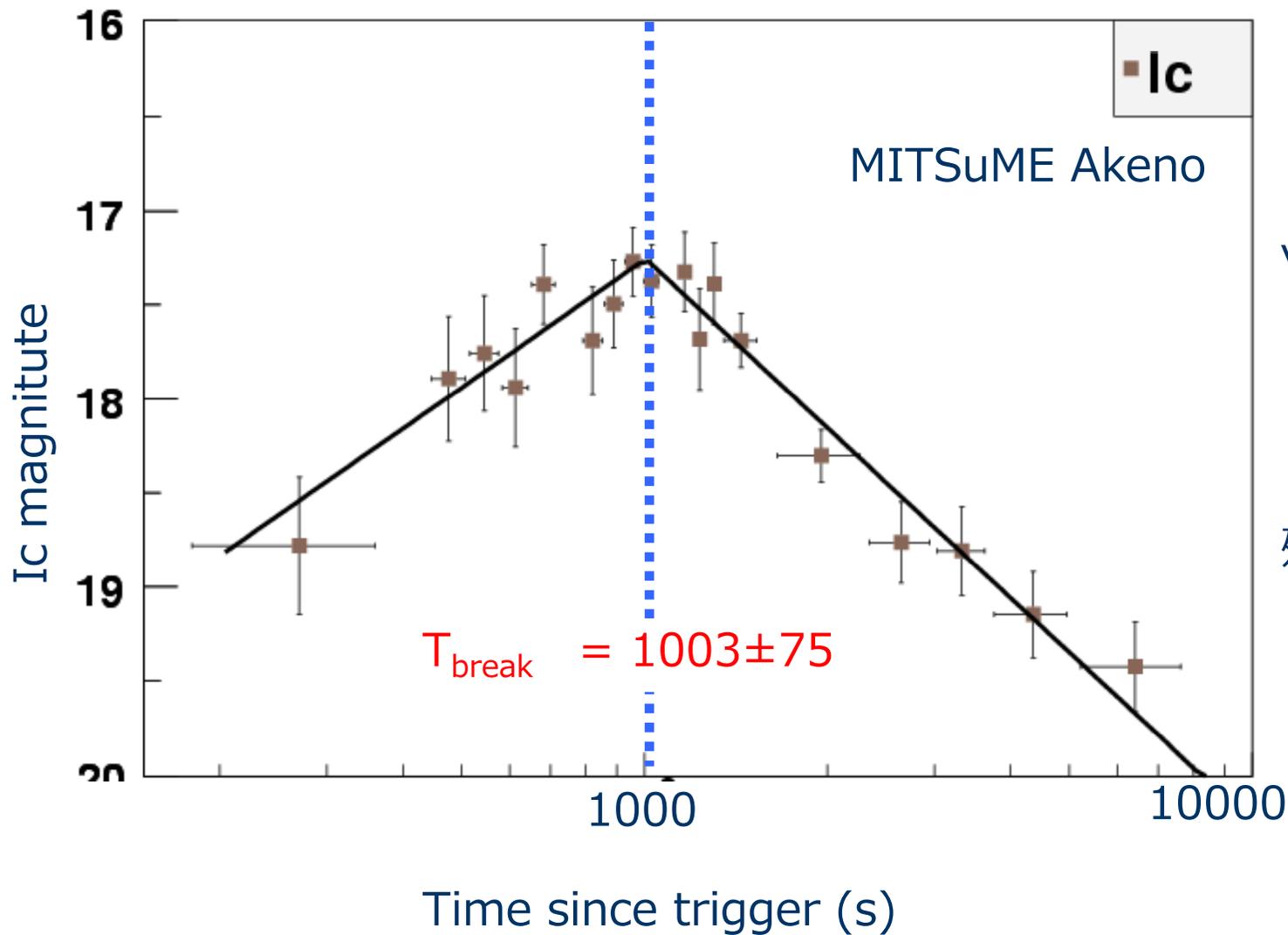
2. 高赤方偏移GRBの拾い出し

- 重要だが稀。大望遠鏡観測への橋渡し
- 可視光では見えない（暗い）が近赤外では明るい

3. 高精度の位置決定

- 衛星による位置精度が悪い場合 (e.g. Fermi GBM)
- 大望遠鏡や天文衛星による追跡観測に必須

残光の立ち上がり GRB100219A



v_m のピークと仮定
→ 電子のベキに制限

$$p \sim 1.7$$

残光の立ち上がりと仮定
→ ローレンツ因子に制限

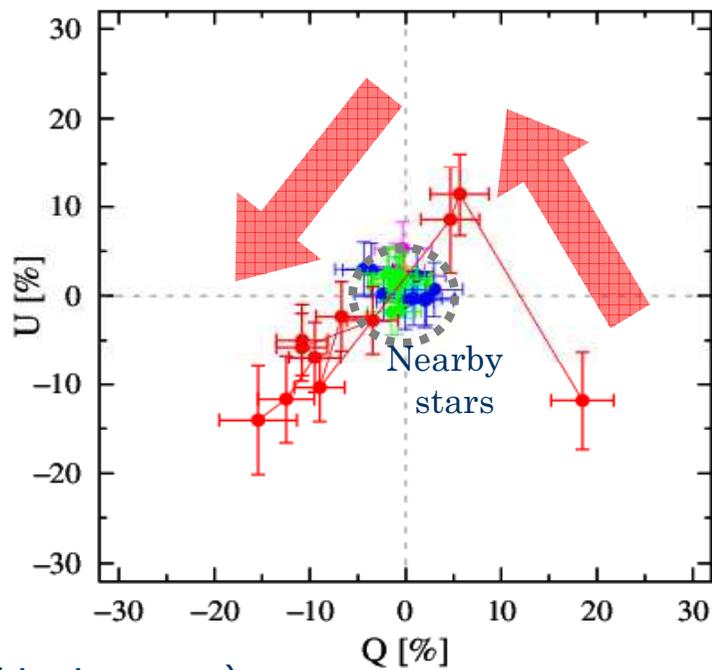
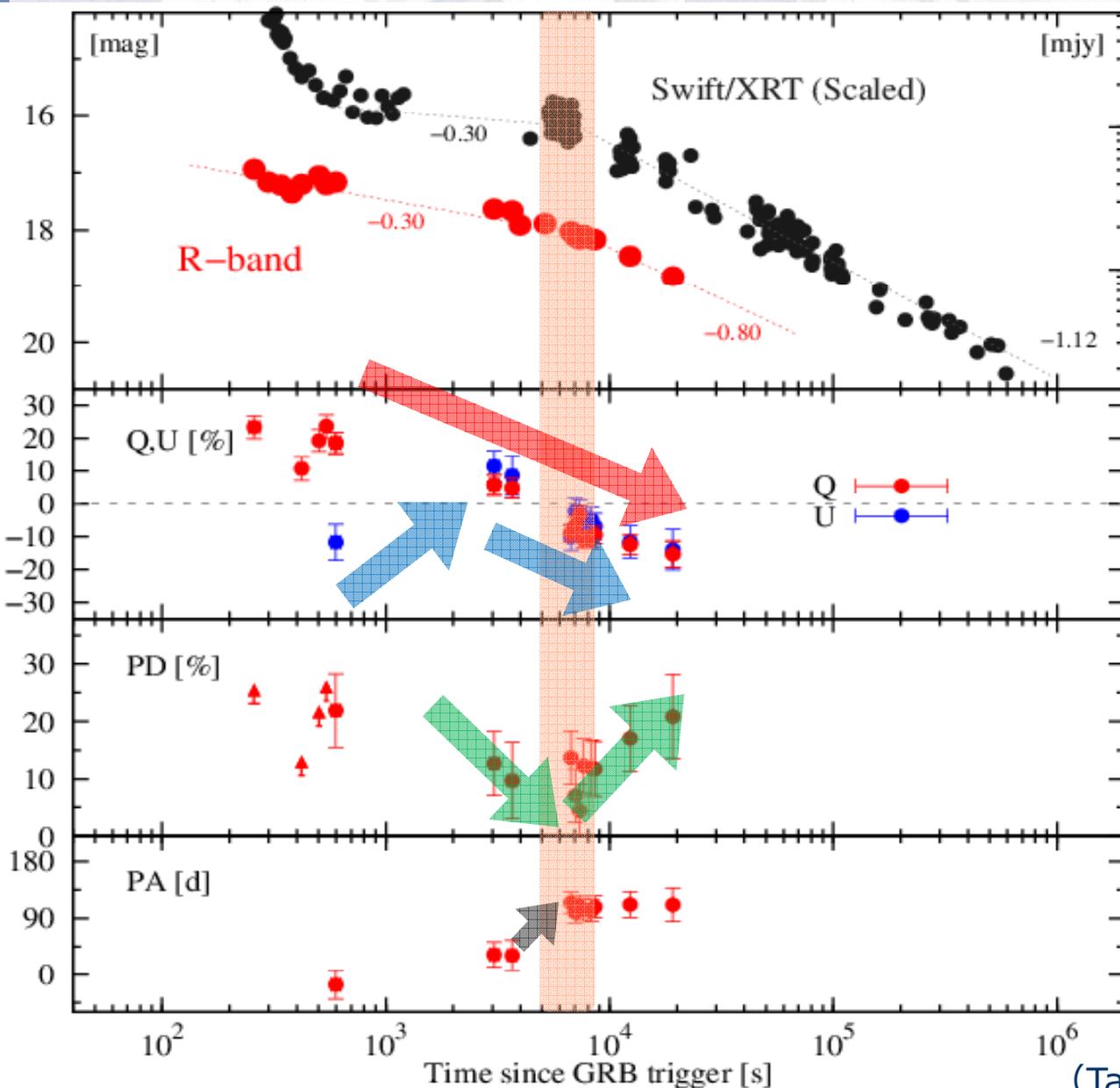
$$\gamma_0 \sim 81 (E_{52} n_0)^{1/8}$$

かなた望遠鏡の偏光観測 GRB 111228A

$z = 0.714, T_{90} = 101.2 \pm 5.4$

- PD evolution
 - >20% at ~ 500 s
 - $\sim 0\%$ at ~ 6000 s
 - >10% at ~ 15000 s

- PA rotated 90d
(across origin in QU-plane)

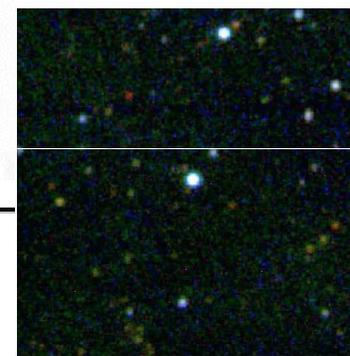


(Takaki+ in prep.)

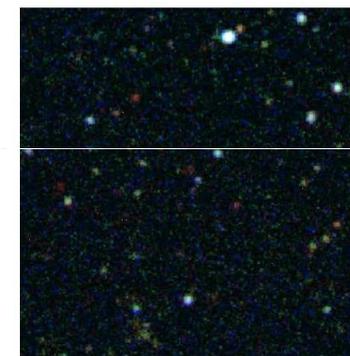
GRB 130427A

2013年4月27日 (JST)

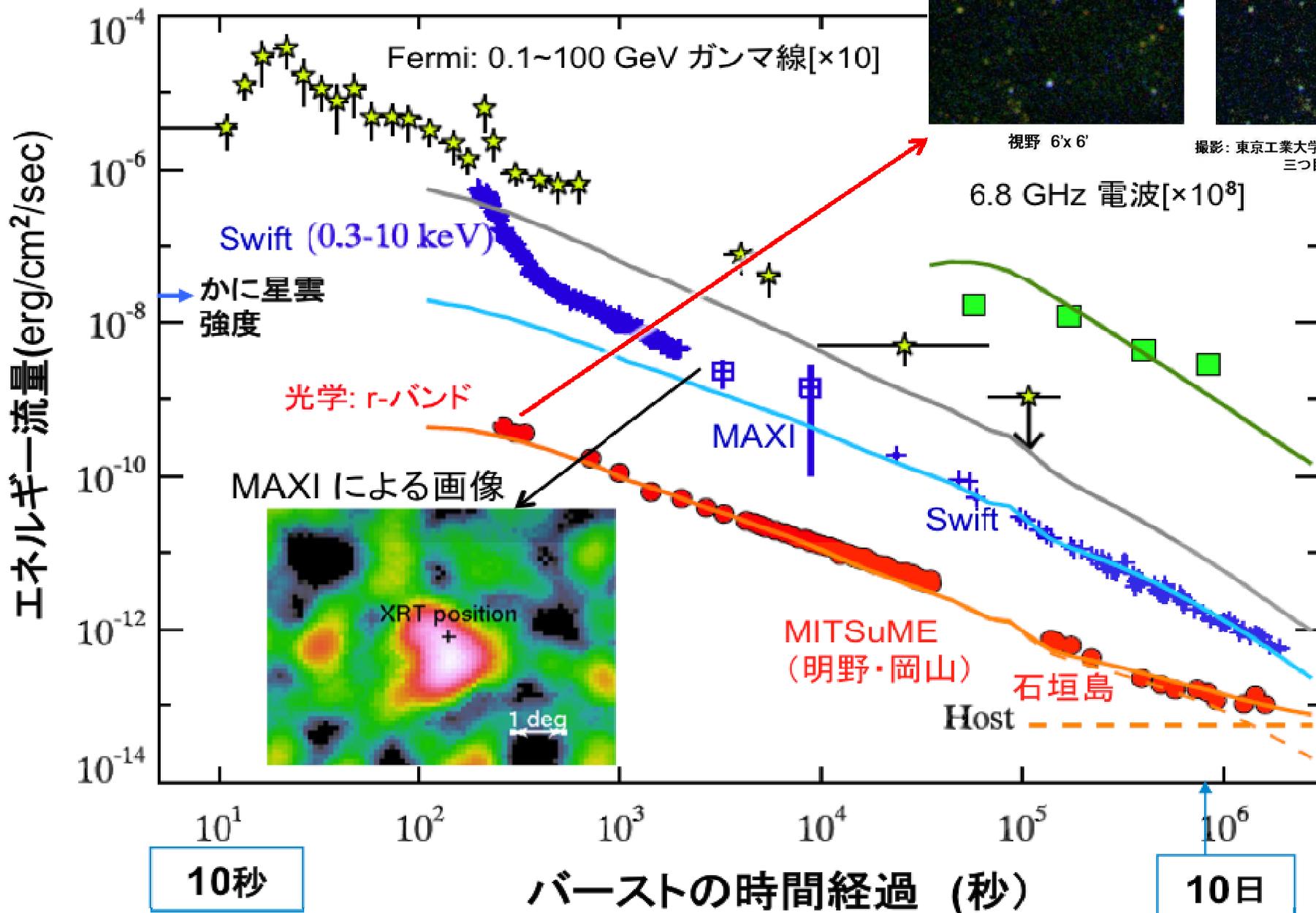
2013年5月3日 (JST)



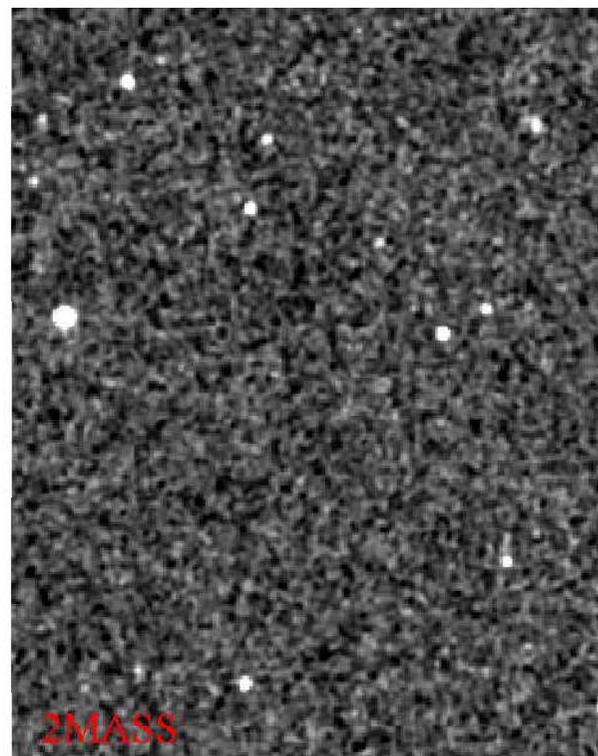
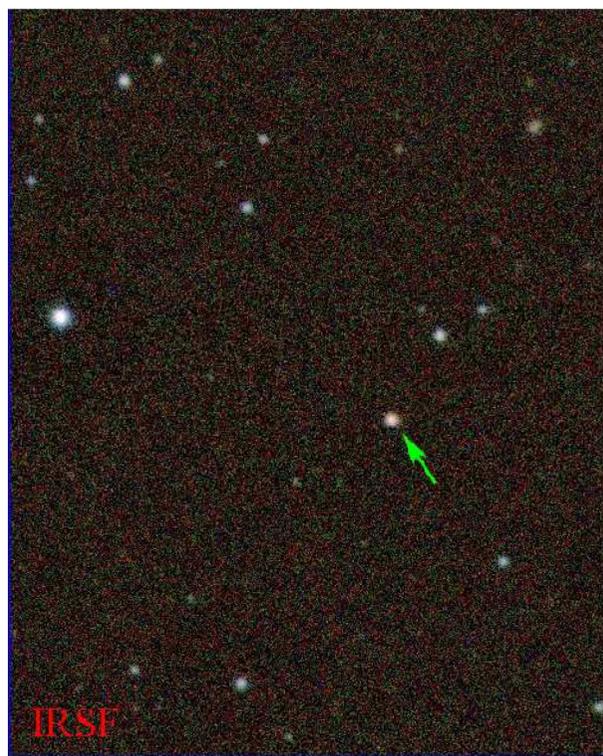
視野 6' x 6'



撮影: 東京工業大学 基礎物理学専攻 河合 三つ目望遠鏡 明野観測所(山)

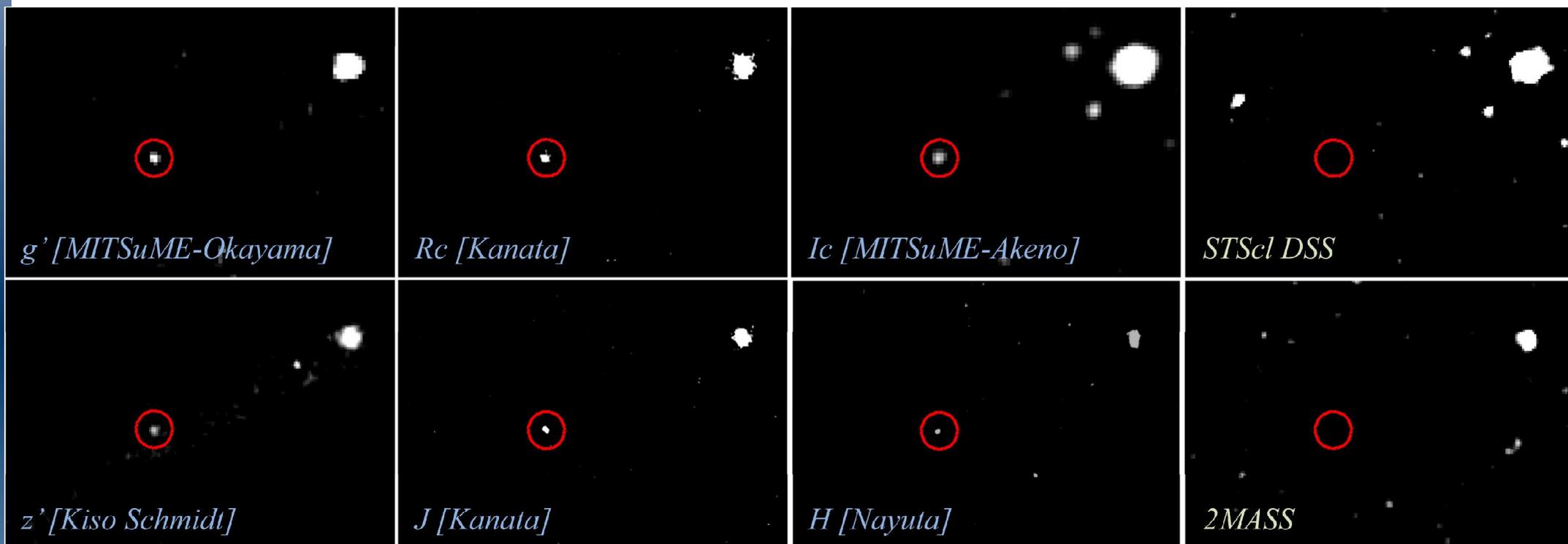


GRB130606A



1. OISTERで観測に成功した最も赤方偏移 z が大きいGRB
 - Nagayama, 2013, GCNC 14784, 14793
 - $z=5.9$ (Castro-Tirado et al.2013, GCNC 14790, 14796)

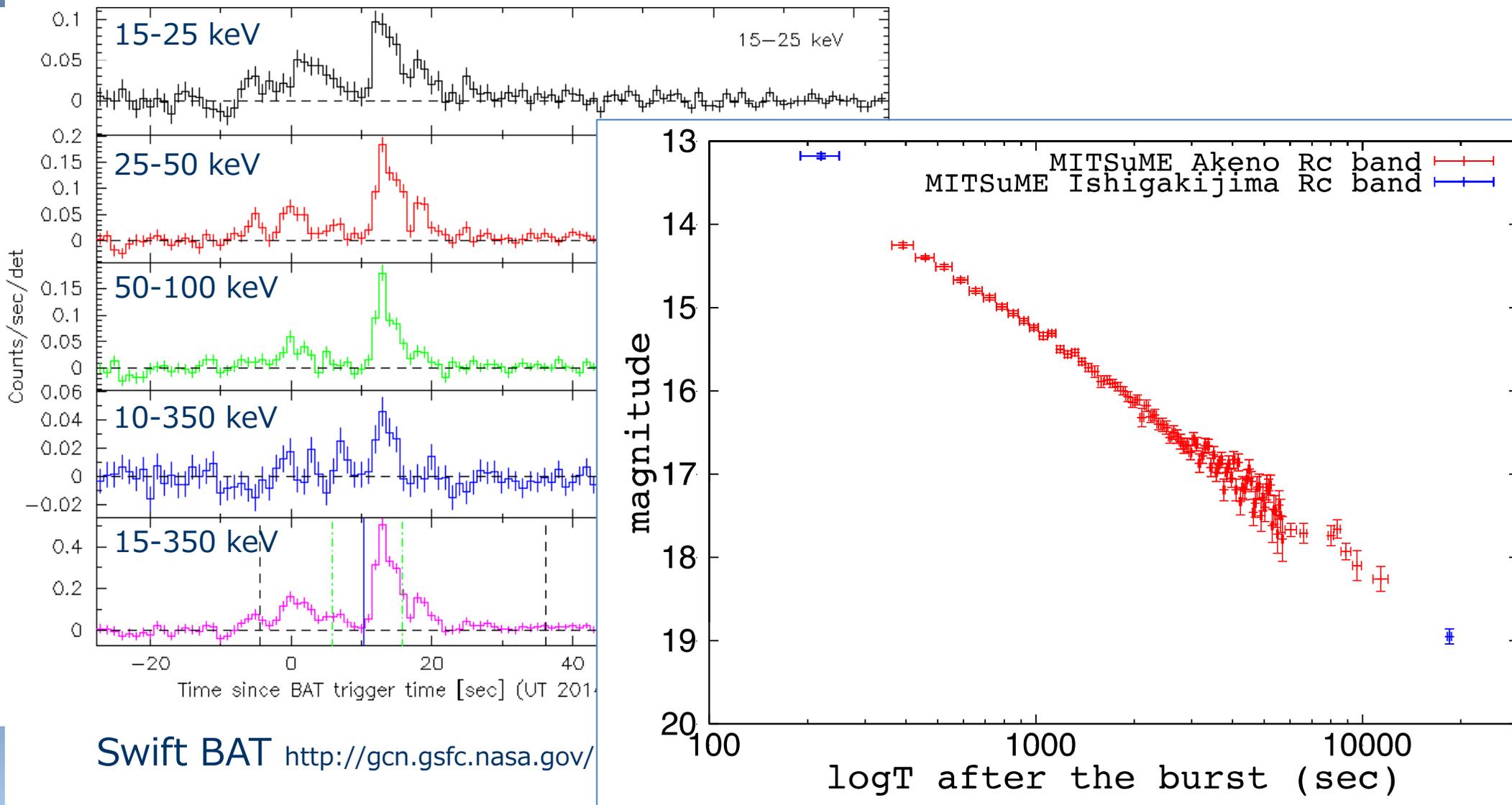
GRB140423A



1. 国内5台の望遠鏡の連携、可視近赤外多色測光観測

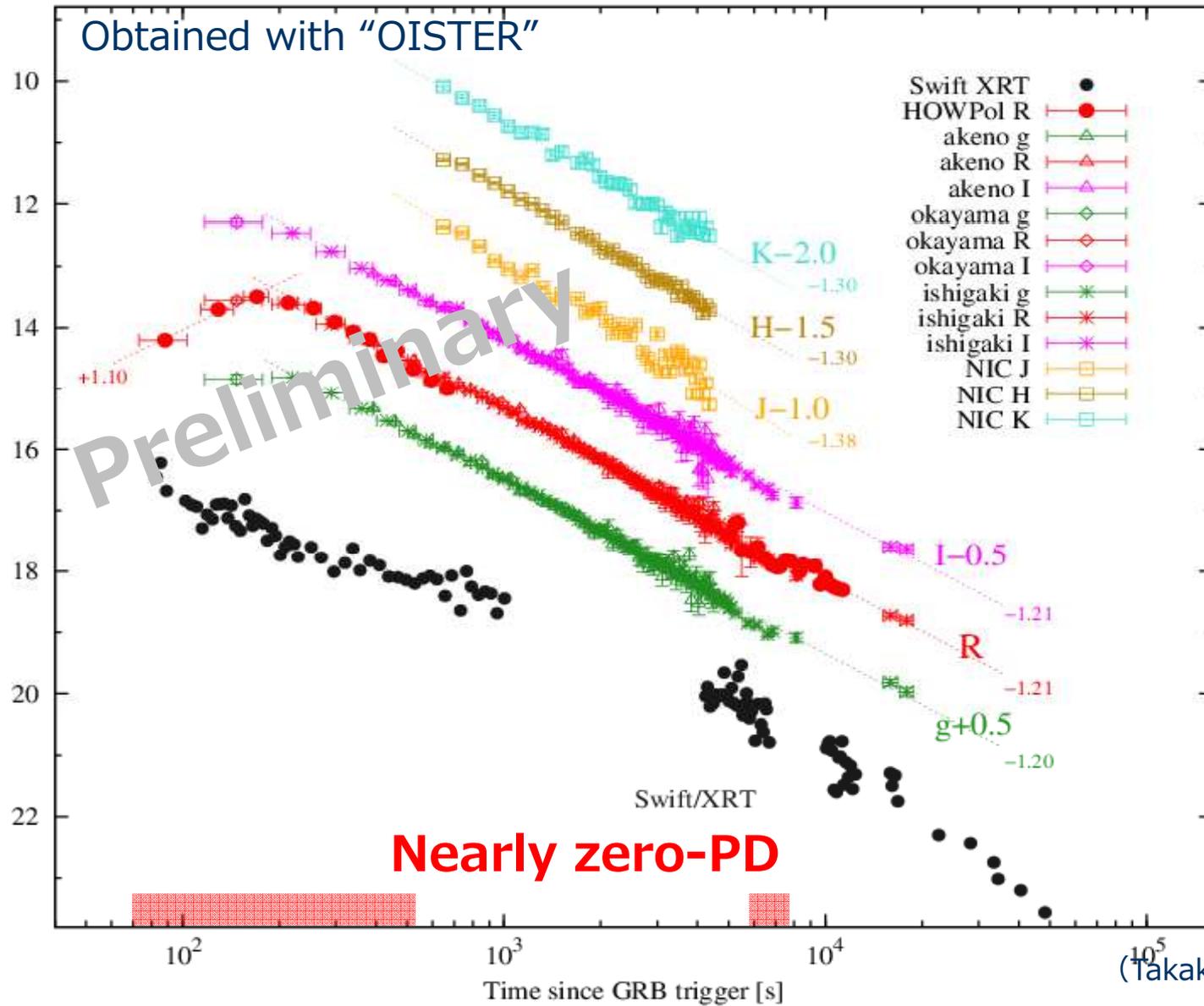
- Maehara et al. GCNC 16151; Kuroda et al. GCNC 16160; Akitaya et al. GCNC 16163; Takahashi and Arai GCNC 16167; Fujiwara et al. GCNC 16173

GRB 140629A



OISTER 連携観測 GRB 140629A

早期+多波長+偏光

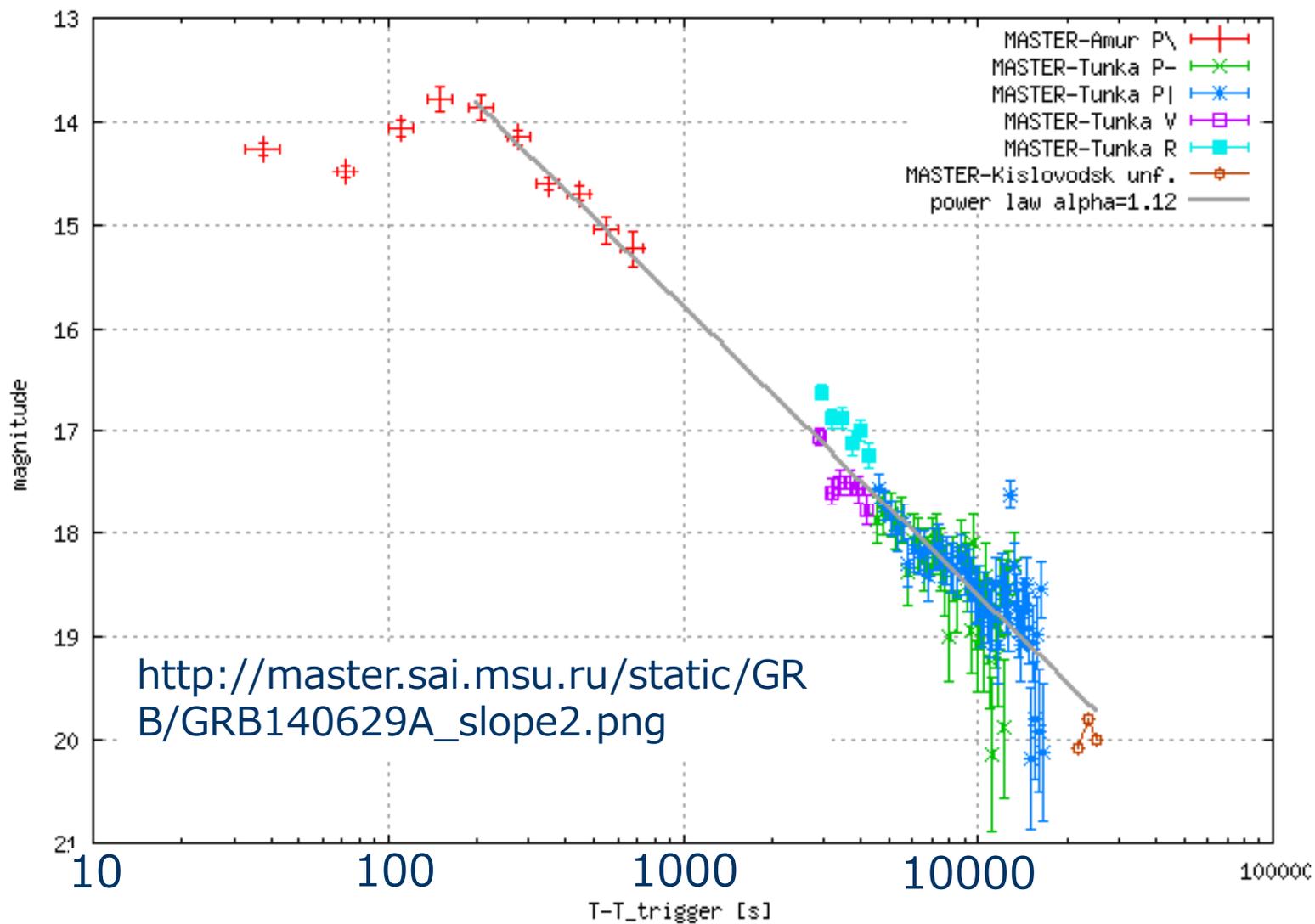


$z = 2.28$
 $T_{90} = 75.6 \pm 12.7 \text{ s}$

- Multi-band LC
- Very standard AG
- Small PD

強敵

GRB140929A MASTER-NET observations



今後の課題

- 結果の出版
- 解析の迅速化
- 赤外観測の強化
- 大きな誤差領域への対応
 - Fermi GBM
 - MAXI
 - 重力波対応天体
 - 数年以内に確実に直接検出される
Advance LIGO 2015~、KAGRA 2016~
 - NS+NS, NS+BH合体、超新星、???
 - 重力波到来方向精度は悪い（広く散らばる数十平方度）
- 外部との連携の強化