



全天高精度素粒子望遠鏡計画 Ashra観測

平成 22年度共同利用研究成果発表研究会

Ashra共同研究者

東京大学宇宙線研究所
浅岡陽一

Ashra-1 共同研究者

東京大学宇宙線研究所

^A 東邦大学理学部

^B University of Hawaii Hilo

^C University of Hawaii Manoa

^D 茨城大学工学部

^E 千葉大学 CEReS

^F 名古屋大学理学部

^G 神奈川大学工学部

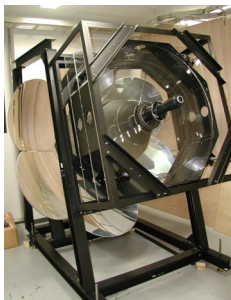
会田勇一, 青木利文, 浅岡陽一, 安生純^A, P. Binder^B, T. Browder^C,
長南勉, S. Dye^C, J. Hamilton^B, 平井駿, 石川巨樹^A, 伊藤隆
木村孝之^D, 小暮大輔^A, 久世宏明^E, J. Learned^C, 増田正孝, 松野茂信^B,
森元祐介, 野田浩司, 小川了^A, S. Olsen^C, 太田一陽, 佐々木真人, 渋谷
寛^A, 杉山直^F, 辻川弘規^A, 矢吹正教, G. Varner^C, 渡邊靖志^G

共同利用査定経費

- これまでの査定額:
 - H16年度 50千円(佐々木)
 - H17年度 70千円(佐々木渡邊)
 - H18年度 890千円(佐々木・渡邊・小川)
 - H19年度 750千円(佐々木・渡邊・小川)
 - H20年度 1000千円(佐々木・渡邊・小川・木村・家入)
 - H21年度 1400千円(佐々木・小川・木村)
- H22年度査定額:
 - 佐々木1070千円(研究費790千円、旅費280千円)
 - 小川100千円(旅費100千円)
 - 木村250千円(研究費200千円、旅費50千円)
- 内訳:
 - 研究費・共同利用ソフト更新、物品輸送費、事務用品など
 - 旅費・国内出張 (会議打ち合わせのため)
- 有効に使わせて頂いております(ありがとうございます)。

Ashra = 全天高精度素粒子望遠鏡

- 光+電子によって 42° の視野を1インチにまで縮小する超広角光学系
- 光伝送+CMOSセンサによる高精度トリガ撮像



Ashra集光器
@ 実験室

圧倒的な画素コスト効率の実現

== 未開拓のフィールドに
先鞭をつける

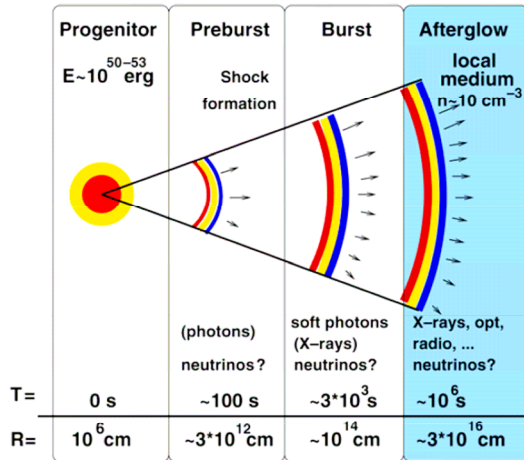
- 超高エネルギー素粒子天文学
- 時間領域の天文学 (transient)



Ashra集光器
@ ML Site

突発天体の観測

J.K. Becker / Physics Reports 458 (2008) 173–246



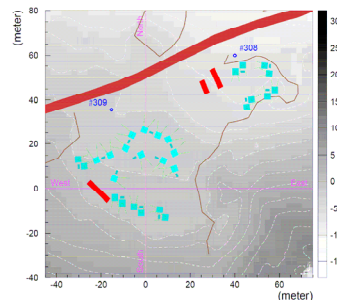
- GRB
 - 突発天体の代表
 - Fireball model
- いっどこで起こるか
わからない
⇒ 監視観測
- 多粒子がプローブ
 - ニュートリノ
 - ガンマ線
 - Optical
 - 相関・タイミングが鍵

⇒ Ashra

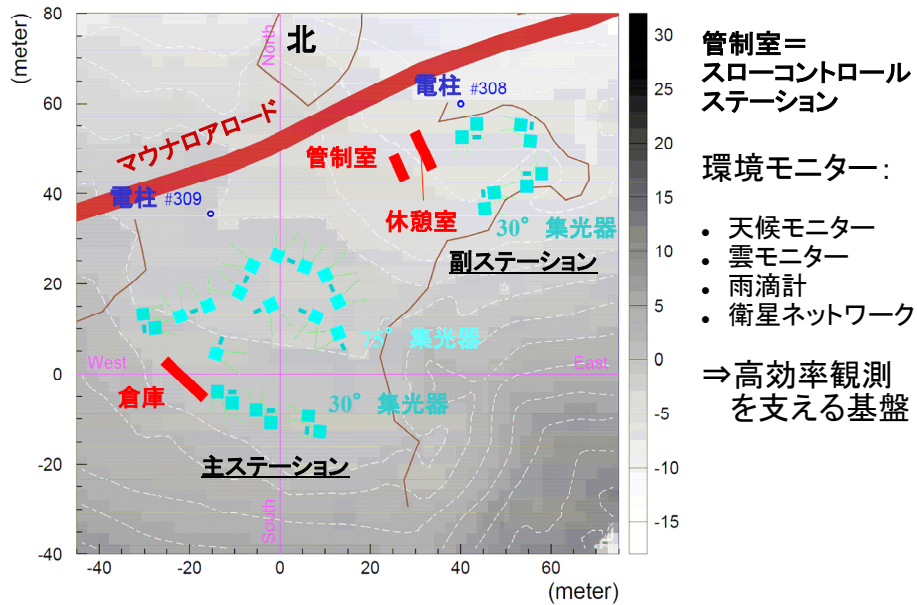
Ashra マウナロア観測地



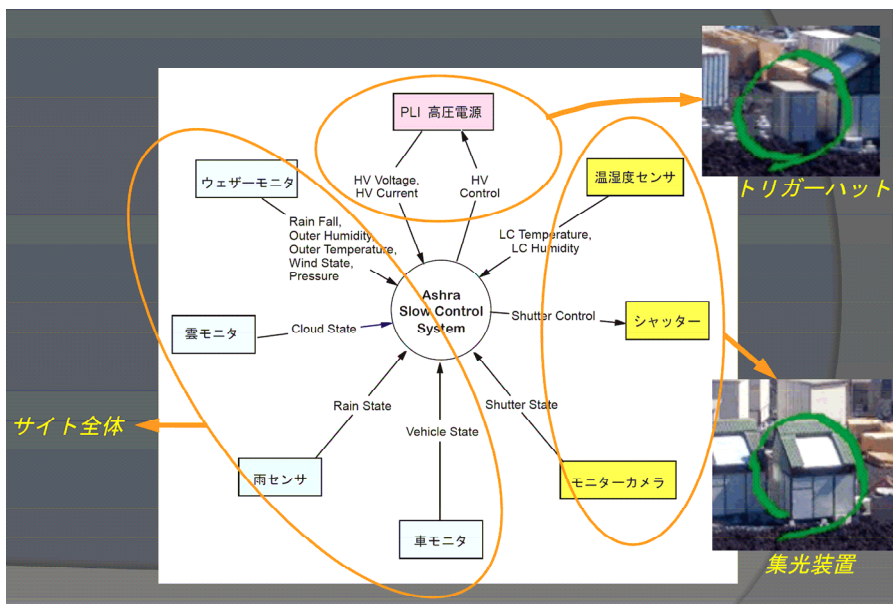
- 42度視野 × 12 方向で全天の77%カバー
- 2種類の集光器
 - 天頂方向 (天頂角 = 30°)
 - 水平方向 (天頂角 = 75°)
- 同一方向を複数台で監視し感度向上
- 80m 離れた、主/副 の2ステーションにてチェレンコフステレオ観測を行う



Ashra マウナロア観測地詳細



Ashra スローコントロールシステム



雨滴計運用

- 観測時の天敵： 雨・霧
 - ⇒ 高感度モニターが必須
 - 天候モニター雨量計：感度が低い
 - 湿度<80%でも風に霧が運ばれてくることがある
- 雨滴計最終化 (1方向⇒5方向; 2008/8～)



100%の効率で稼働中!

雲モニター運用

雲モニター運用モード:

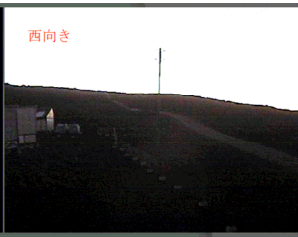
- 1日に観測開始時と観測終了時に1周づつ全天スキャンを行う
 - その他の時間帯は望遠鏡視野を監視し続ける
- ⇒ 約1年安定動作



位置校正用ペルチェ素子

車モニター運用

- 車のヘッドライトはとても明るい
- マウナケアを見る検出器の視野に直接入ってしまう
- CCDでマウナロアロードを常時モニターする
- 差分画像から車を検出⇒警告

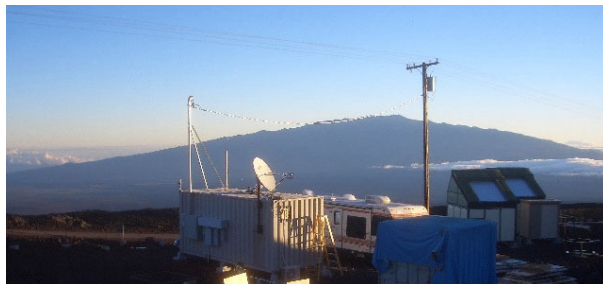


衛星ネットワーク運用

- Obs.1以前:携帯電話ネットワーク使用
- 問題点:
 - 不安定・低稼働率
 - サイズの大きいファイルの送受信が不可能

⇒衛星ネットワークの導入

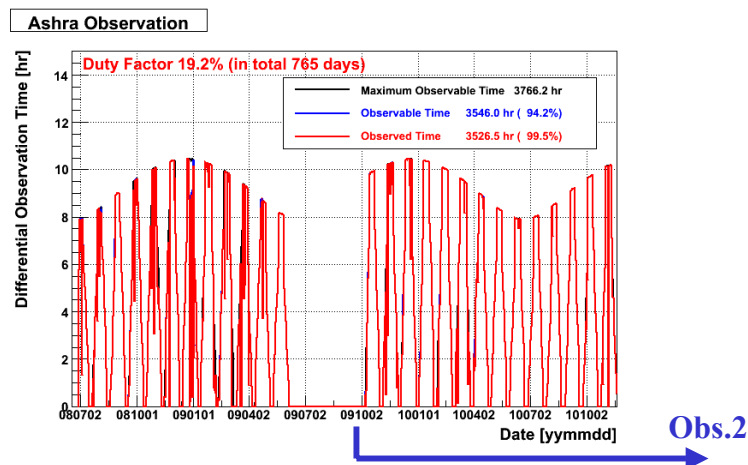
- 設置・調整
- 2008年9月より本格運用
- Skype OUTも利用して
連絡の冗長性
向上



スローコントロール稼働実績

- ほぼ100%の稼働率達成
 - ストップの原因
 - 停電 (6回)
 - 瞬電 はUPSで回避されている
 - バッテリー切れでUPSバッテリーを交換した
 - PC Hang up (1回)
 - 信号線への誘導雷によるノイズ (ほとんどは、信号線保護により回避)
 - UPS
 - 電源供給が不安定なことがあり、スローコントロールは全てUPSによって保護している
- 安定観測の下支えとなった

Observation-2



- 3ヶ月のシャットダウンの後観測を再開した
- 計2年以上のデータを蓄積した

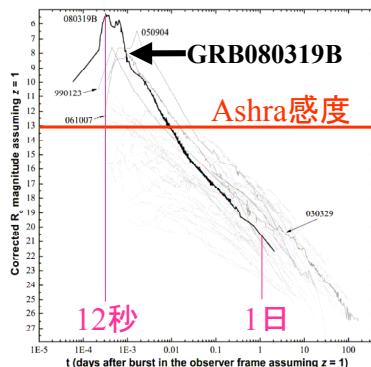
Ashra Observation-2 の目標

- 光学閃光の広視野監視を高効率で行う
⇒衛星トリガー時(T0)を含む、細かな光度変動を測定
⇒GRBエネルギー放射モデルの検証

Ref: ArXiv.0803.3125

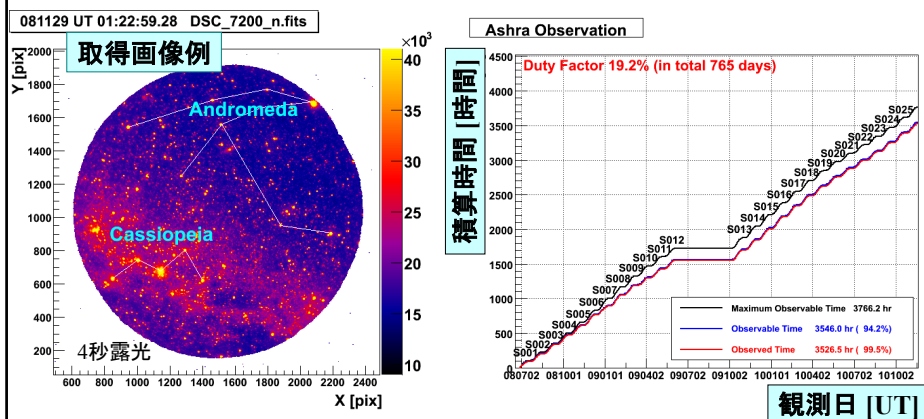
$z=1$ で発生した場合にスケールした、各GRBの光度曲線 (可視)

$z<1$ では、より高輝度、T0に近いピークとなることが予測されている



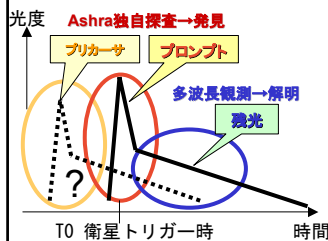
- T0付近の観測は例が少ない
- Ashraの性能ならば、ポジティブな検出が可能

光学閃光観測実績



- 連続露光モードにて2008/6から観測開始
- 合計の好天率94%, 稼働率 99%
- 実観測時間 3530時間(/765日) Duty 19%

閃光探査観測：ガンマ線衛星とのクロス観測



衛星	時間領域ごとの閃光探査可能な衛星トリガー数		
	プリカーサ閃光 (24時間以内)	プロンプト閃光 (T0-contained)	残光 (3時間以内)
Swift	25	5	1
Fermi	47	7(+2)	4

(+2: Swiftとの同時トリガー)

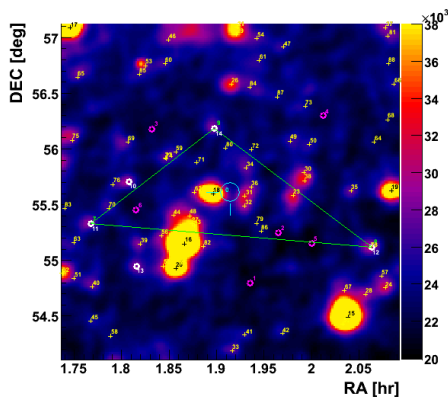
Ashra視野内でプロンプト閃光探査可能な衛星トリガー

衛星	トリガー-#	GRB Name	衛星トリガー時(T0)	探査時間領域 [sec]
Swift	322590	N/A	080828 UT 08:15:09.33	$-2.3 \times 10^3 \sim 1.1 \times 10^4$
Swift	324362	N/A	080910 UT 12:52:21.68	$-4.3 \times 10^3 \sim 7.7 \times 10^3$
Swift	336489	GRB081203A	081203 UT 13:57:11.57	$-1.2 \times 10^3 \sim 5.6 \times 10^3$
Fermi	262607680	GRB090428	090428 UT 10:34:38.46	$-8.1 \times 10^3 \sim 5.9 \times 10^3$
Fermi	262701807	GRB090429C	090429 UT 12:43:25.70	$-4.1 \times 10^3 \sim 1.7 \times 10^3$
Swift	373674	GRB091024	091024 UT 08:56:01.26	$-1.6 \times 10^3 \sim 3.3 \times 10^2$
Fermi	288007622	GRB100216A	100216 UT 10:07:00.19	$-4.0 \times 10^3 \sim 1.1 \times 10^4$
Fermi	292681379	N/A (95% GRB)	100411 UT 12:22:57.34	$-1.4 \times 10^4 \sim 1.8 \times 10^3$
Swift	433509	GRB100906A	100906 UT 13:49:27.41	$-1.0 \times 10^4 \sim 4.0 \times 10^3$
Fermi	308841844	N/A (95% GRB)	101015 UT 13:24:02.67	$-1.7 \times 10^3 \sim 6.1 \times 10^3$

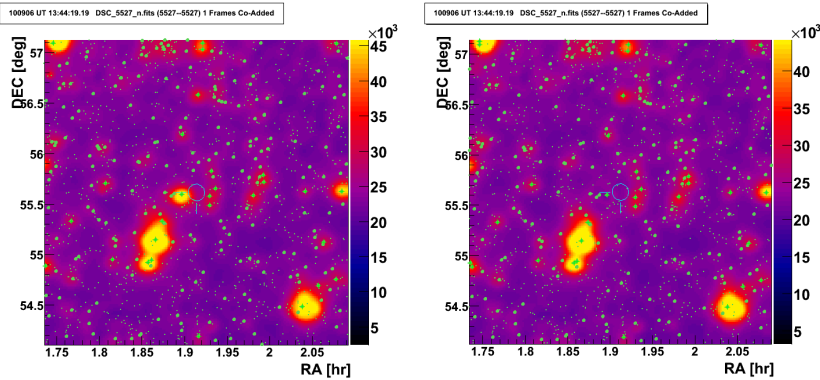
GRB100906A クロス観測

- Swift 433509 と Fermi 305473769 の同時トリガー
- T0 = 100906 UT 13:49:27.41
- redshift = 1.7 (Gemini 測定; GCN#11230)

100906 UT 13:49:26.02 DSC_5577_n.fits

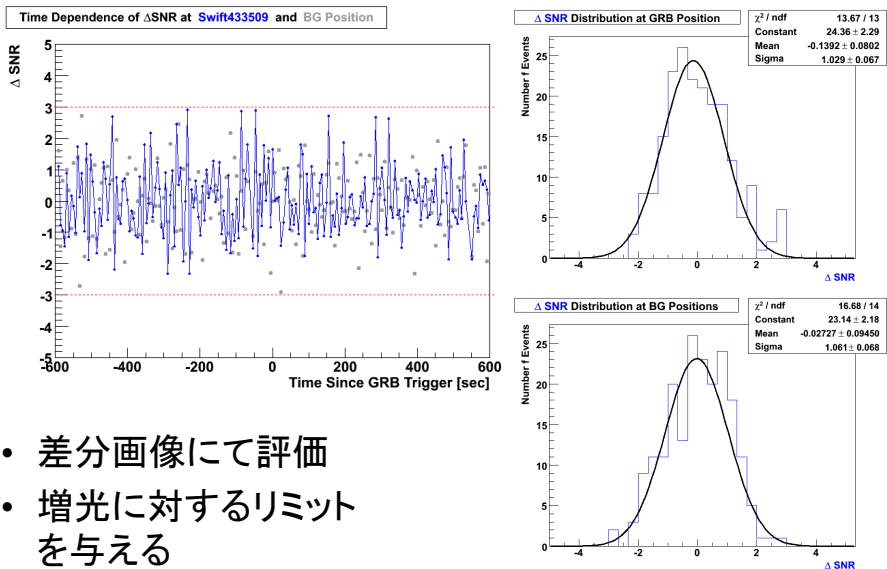


近傍の星の差し引き解析



- GRB領域が近傍の6.7等星のスロープ上
- XY空間で予め差し引く

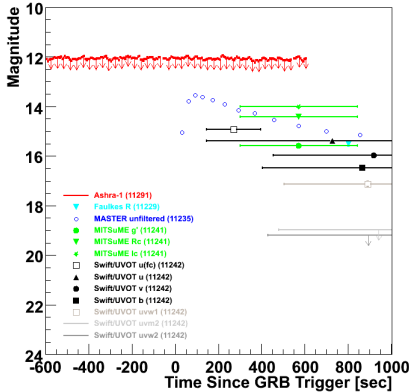
有意性の評価



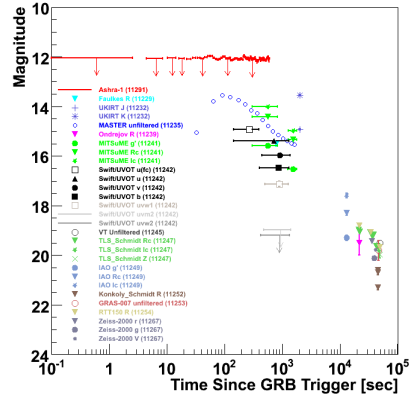
- 差分画像にて評価
- 増光に対するリミットを与える

限界等級 (GCN#11291)

GRB100906A Optical Observations



GRB100906A Optical Observations



- T0の前後±600秒にわたって、約12等の限界等級を与えた
- $T < T_0 + 38$ では唯一の結果
- 明るい星の近傍であっても突発天体探索可能なことが示された

まとめ

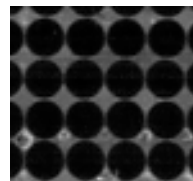
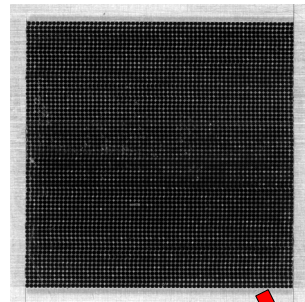
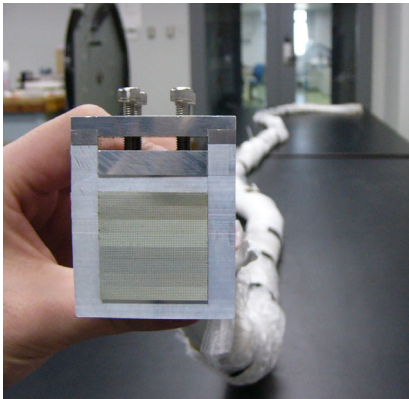
- Ashra検出器
 - 光+電子によって 42° の視野を1インチにまで縮小する超広角光学系
 - 光伝送+CMOSセンサによる高精度トリガ撮像
 - ⇒ **突発天体理解へのユニークなアプローチ**
 - 全天での監視観測
 - VHE ν , TeV γ , Optical の同時観測
- 着実に観測実績を積み上げている
- 展望
 - 観測視野拡大
 - VHE ν 本観測開始

backup

光ファイバー束の製作@東邦

64 × 64の光ファイバー束が完成

現在、トリガー系結合試験に向けて
性能評価を行なっている



拡大