

### 共同利用成果発表 2006年12月16日@ICRR

Ashra共同研究 佐々木真人

# Ashra共同研究者



(a) ICRR, Univ. Tokyo (b) Univ. Hawaii Manoa (c) Univ. Hawaii Hilo(d) Chiba Univ (f) Ibaraki Univ. (g) Toho Univ. (h) Tokyo Inst. Tech.(i) Nagoya Univ.

Y. Aita^a, T. Aoki^a, Y. Asaoka^a, T. Browder^b, T. Chonan^a, S. Dye^b,
M. Eguchi^a, R. Fox^c, G. Guillian^b, J. Hamilton^c, T. Kimura^f, N. Kohta^g,
H. Kuze^d, J. Learned^b, N. Manago^a, M. Masuda^h, S. Matsuno^b,
Y. Morimoto^g, K. Noda^a, S. Ogawa^g, A. Okumura^a, S. Olsen^b, M. Sasaki^a,
H. Shibuya^g, K. Shinomiya^d, N. Sugiyama^i, Y. Yamaguchi^d, M. Yasuda^h,
G. Varner^b, Y. Watanabe^h, Y. Watanabe^g

## 小さいながらも効率的な実働組織

# 共同利用查定経費:予算執行状況



#### 12月14日現在

	物品予算	国内旅費予算	予算合計
(単位:円)	(執行)	(執行)	(執行合計)
渡邊		20万	20万
(東工大)		(143,190)	(143,190)
小川		20万	20万
(東邦大)		(184,270)	<b>(</b> 184,270 <b>)</b>
佐々木	40万	9万	49万
	(397,163)	(92,710)	<b>(</b> 489,873 <b>)</b>
	<b>消耗品</b> (ネジ、電池、	会議、共同実験	89万
	テープ、…)、加工	の旅費	(817,333)

有り難く有効利用させて頂いた

# Ashraの狙い



- 問題解答型の検出器ではない
- 発見型の検出器(望遠鏡)
  - 同定能力 = 解像度の向上
  - 監視効率 = 同時観測視野の拡大
- <u>分角解像度&全天80%の視野で光と宇宙線撮像監視</u>
  - ⇒ 未知の超高エネルギー天体の発見:
  - ⇒ 突発的天体の解明: ガンマ線バースト、超新星、軟ガンマ線リピータ等
  - ⇒ アンバイアスな全天マップ: 宇宙論的な情報=赤外背景放射、星生成率、磁場等

# Ashraの特長1: 複合全天監視



# Cerenkov Detector Cerenkov Detector Cerenkov Detector Cerenkov Detector

分角精度で全天監視する"複眼" => 3種類の光 (チェレンコフ光, 蛍光, 星光)の同時撮像

# Ashraの特長2:分角の解像度















### より遠くのシャワートラックを選択できる => 有効感度面積が大きい



□"眼鏡をかけた"分割球面鏡+II
 □光と電子で像を分配&リレー
 □反射光学系と電子レンズの混合
 □2系列トリガー&2系列撮像





### 20インチ光電子撮像管:

### Ashra検出器の鍵 達成精度:3.4ラインペア/mm 20倍レンズで1分角精度の実現



### CMOS精細センサー:

夜光ノイズとデータ量低減 トリガー制御・部分露光読出し 1.4分角/画素、2048×2048画素



# **Brief History**

- FY2002 Started the Collaboration and R&
- FY2003~ Main part of Ashra-1 was funded \$5M for 3 years
  - FY2003 Developments
  - FY2004 Test Observation @ Haleakala
  - FY2005 Construction @ Mauna Loa (Land usage permitted in July)
- FY2006 Under construction 本観測 Hawaii
   Started Pilot Observation for opt. transients and VHEγ.



試験観測



Maui

Hagestill



## 2005.07.27 平坦化工事開始

### 2005.07.01 ハワイ州政府より使用許可





天頂付近を観る

### Mauna Loaから臨むMauna Kea

#### 電柱&電線 中付近を通る 管制室&キャンピングカー

# 望遠鏡·格納庫建設





- 構造の改良、製作工程の改良 より短時間での製作
  - 現地組立作業のために人手を派遣する旅費の不足
  - 現地学生(バイト、インターン等)でなんとか人手を確保



# 水平方向を見る望遠鏡





# **Examples of Detection**



# 天頂付近を見る望遠鏡











# 光電撮像系のインストール













20"II + Image Pipeline を通過して得られた Ashra望遠鏡による星像。 広視野・高解像度を達成。

#### Ashra 独自の光学系の実現



# Night Sky BG on Mauna Loa





#### Night Sky BG Flux Spectrum

Fairly consistent with NSB measurements on Namibia and La Palma by the H.E.S.S. group (Preu $\beta$ , et al., NIM A481 (2002) 229).

Understanding of total light collection efficiency is checked well with stars crossing PMT FOVs within 5% accuracy.







<= How to fix R, G, B, U optical filters on PMTs and CCD on the focal sphere.

# 光学閃光の探索能力



## Introduction / Prompt Optical Afterglow

### Reverse Shock into ISM

- Sari & Piran 1999
- Nakar & Piran 2004

### Reverse Shock in wind environment

- Kobayashi & Zhang 2003
- Others
  - Internal Shock
  - Neutron-Fed GRB
  - Pair Avalanche
- Lightcurve ⇒ Model test
- Farther constraints can be obtained by cooperating with radio/IR observations

### **Fireball model**



### GRB衛星との試験クロス観測 2004年10月から1台で1年間

- APOの固定視野が通過す る領域で起きたGRB
   ··· 23個
- そのうち、トリガーの24時間 前~トリガー時間までに APOで観測できたもの
   ・・・9個
- GRB 041211
- GRB 050209
- GRB 050408
- GRB 050502B
- GRB 050504
- GRB 050509B
- GRB 050607
- GRB 050716
- GRB 050803



## GRB衛星と試験クロス観測撮像結果



GRBやSNなどの光学閃光探査に十分使える

## **Analysis / Astrometry**

- Image coordinates of stars?
- Sextractor (Bertin&Arnouts)
- Image coordinates ↔ equatorial coordinates?
- ⇒ Catalog matching
  - with Tycho-2 catalog
  - Using well-identified stars, parameters in 2-dim conversion equations are calculated
  - Matching errors are less than 0.8 arcmin at the center of the FOV

### **Catalog matching**



Calculated positions of catalog stars (circle) superimposed on a real image

## GRB光学閃光残光の共同観測







• FY2005 Started construction at site on Mouna Loa

- FY2006 Optical assembly & adjustment => Start Optical transient monitor
- FY2007 Cherenkov Trigger & Readout assembly => Start VHEγ monitor => Start VHEv Search (Mountain)
- FY2008 Fluorescence Trigger & Readout assembly => Start VHEv Search (Earth)

## Image Pipeline of Ashra detector



Distributes same image to 4 sensors keeping good resolution and brightness with I.I.s, splitters and optical fibers.



Requirements for trigger sensors
trigger judgement within ~100ns
high resolution to recognize AS image
=>Hybrid Photo Pixel Detector

200ns

M 100ns A Ch1 \-256mV



# Cherenkovシャワー観測@マウナロア



## CMOSセンサーのブロック図&写真



2方向のアナログ出力を独立に読出
寄生容量減と読出し速度の向上
エリアは16×16画素のセルに分割



- 2-poly 3-metal 0.35 µ m
   標準CMOSプロセスにより製造
- 2048 × 2048 画素(実効420万画素)
- チップサイズは19mm



## Image Pipeline of Ashra detector



Distributes same image to 4 sensors keeping good resolution and brightness with I.I.s, splitters and optical fibers.



Requirements for trigger sensors
trigger judgement within ~100ns
high resolution to recognize AS image
=>Hybrid Photo Pixel Detector

200ns

M 100ns A Ch1 \-256mV

# 光ファイバーバンドル製作@東邦大学







### 6 systems / year / wheel

## 専用のプロジェクト室



# 光ファイバー伝送系&トリガー



集光器("個眼")の台数による高感度化の実現



- 画素内には / V 変換器、微積分器、比較器を内蔵
- 1 画素ごとに比較電圧を3ビット=8通りからプレセレクトできる。
- 500µmの画素サイズ
- 16×16画素アレイ 4×4個を使い64×64のトリガーを生成
- LSI1個のサイズは9.8mm

## トリガーセンサーLSIの検査





- 製作した回路では50nsの遅れであった
- ディレイIIでの遅れ~100nsより十分短い

# Hybrid Photo Pixel Detector

Electron tube, silicon pixel detector and readout LSI circuits



Main features

De-magnification by ~ 5
64×64 pixel silicon anode (450µm×450µm each)
Trigger LSI chip for fast pattern recognition
Bump bonding and vacuum feedthroughs

High resolution and Fast response are required

### 64×64画素トリガーセンサー用 6インチ光電撮像管

- 図1:光電子軌道設計
- 図2:6インチ光電撮像管
- 図3:出力面での焦点精度
   トリガ画素(450µm)より遥かに 精細な電子焦点像(~50µm)









### Silicon Pixel Detector





高抵抗N型基板上にB イオンを照射してp 型高濃度拡散 層(p+層) を作成し、逆バイアス電圧を加えて全空乏層型 検出器とする •Simple p+ n type

- •Depletion voltage 65-105V
- •Electron collection for fast response
- •64×64 pixel array (maybe largest!)
- Bump bonded to LSI readout chips
- デバイスシミュレータ、プロ セスシミュレータ重要性
- インプラの制御
  - ドーズ量、エネルギー
- 表面リーク抑える 酸化膜 ガードリング







• FY2005 Started construction at site on Mouna Loa

- FY2006 Optical assembly & adjustment => Start Optical transient monitor
- FY2007 Cherenkov Trigger & Readout assembly => Start VHEγ monitor => Start VHEv Search (Mountain)
- FY2008 Fluorescence Trigger & Readout assembly => Start VHEv Search (Earth)