

Ashra報告53：觀測報告

東邦大学

小川 了

Ashra-1 共同研究者 (H21秋時点)

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, R.Fox^B, J.Hamilton^B, 東悠平, 石
川巨樹^A, 木村孝之^D, 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, 佐々木真人,
渋谷寛^A, 篠宮浩平^E, 杉山直^F, 矢吹正教, G.Varner^C, 渡邊靖志^G,
渡邊由以^A

東京大学宇宙線研究所

A 東邦大学

B Univ. of Hawaii Hilo

C Univ. of Hawaii Manoa

D 茨城大学

E 千葉大学 CEReS

F 名古屋大学

G 神奈川大学

H21

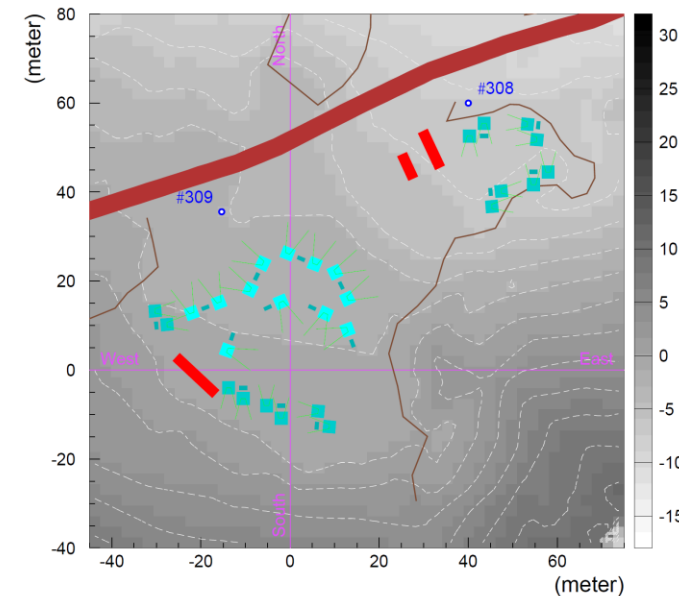
ハワイ大学ヒロ校とNSF申請:

RUI: Deployment and Operation of Ashra
Cosmic Ray Observatory, 2010-2015

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



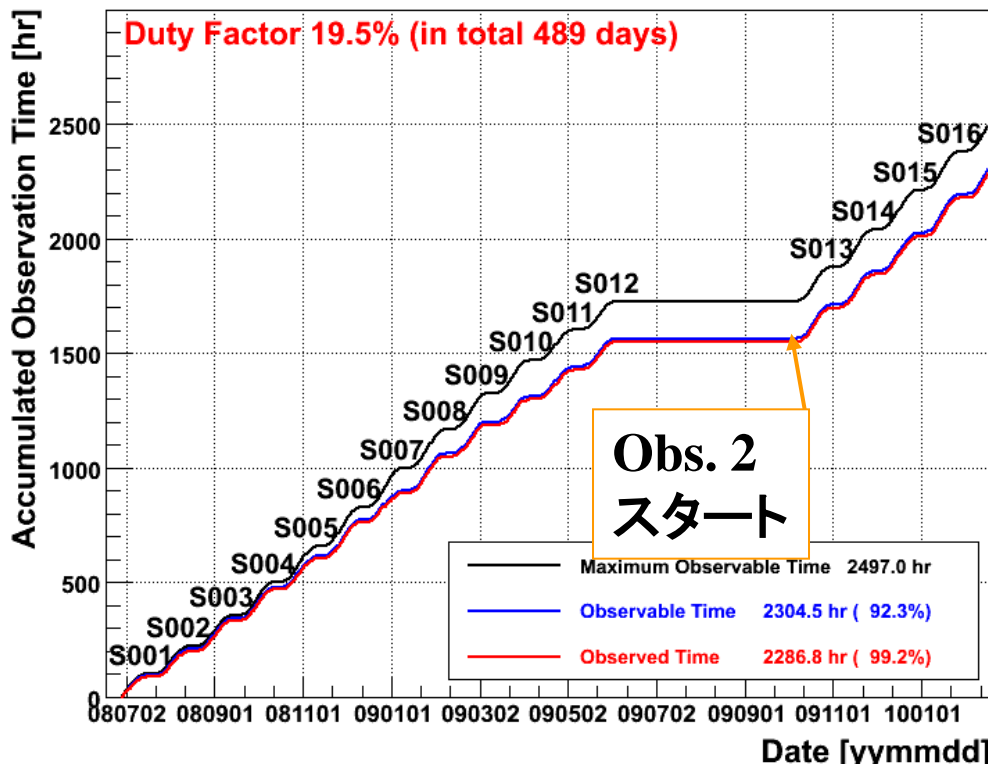
閃光観測：実績

Obs. 1: 2008年6月28日-2009年6月5日

Obs. 2: 2009年10月7日-

積算Duty = 実観測時間/全時間 = 19.5% 達成

Ashra Observation



最大観測可能時間:

暗い夜空:

太陽高度 $< -18^\circ$ and
(月高度 $< 0^\circ$ or 月輝率 < 0.2)

好天観測可能時間:

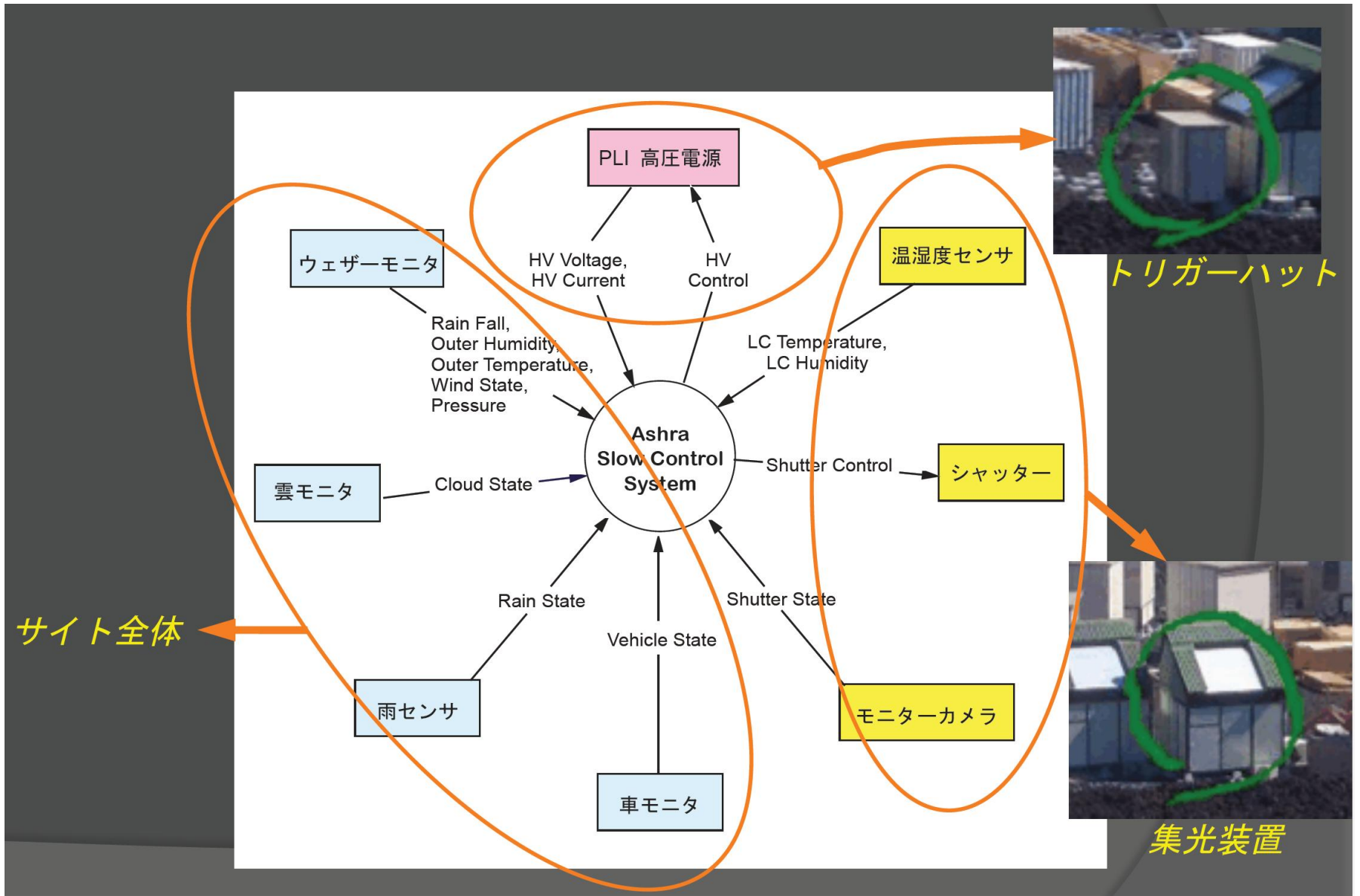
好天条件:

相対湿度 $< 80\%$ and
(雨 or 霧) がない

実観測時間

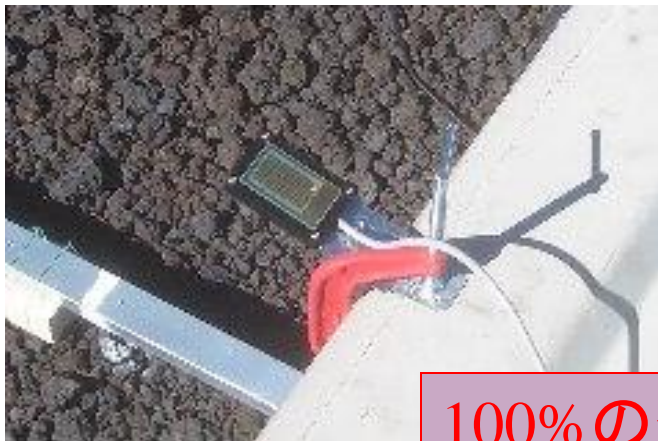
全時間	最大観測可能時間 (好天率100%)	好天観測可能時間 (好天率)	実観測時間 (稼働率)
1 1 7 3 6 時間 (343日 + 146日)	2 4 9 7 時間	2 3 0 4 時間 (92%)	2 2 8 7 時間 (99%)

Ashra スローコントロールシステム



雨滴計設置・運用

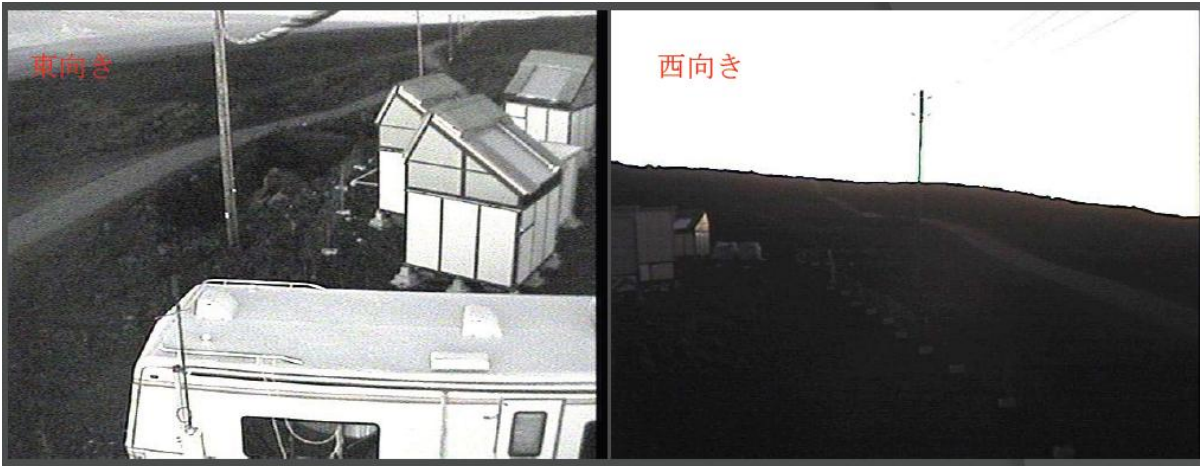
- 観測時の天敵：雨・霧
 - ⇒ 高感度モニターが必須
 - 天候モニター雨量計：感度が低い
 - 湿度<80%でも風に霧が運ばれてくることがある
- 雨滴計導入（2009年7月より）
 - 観測経験のフィードバック： 霧の風向依存性
- 雨滴計強化（5方向 = 2009年8月から）



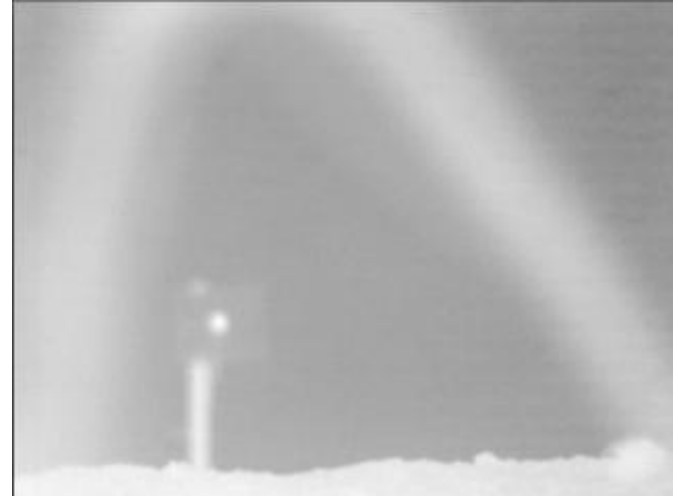
100%の効率で稼働中!

車モニター

- 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でマウナロードを常時モニターする
- 差分画像から車を検出⇒警告



雲モニター



- 2009年12月に三代目を設置
- 稼働実績 120時間(@24Feb2010)
- 耐久テスト中(左図)
- 位置補正用ペルチェ素子の画像(右図)

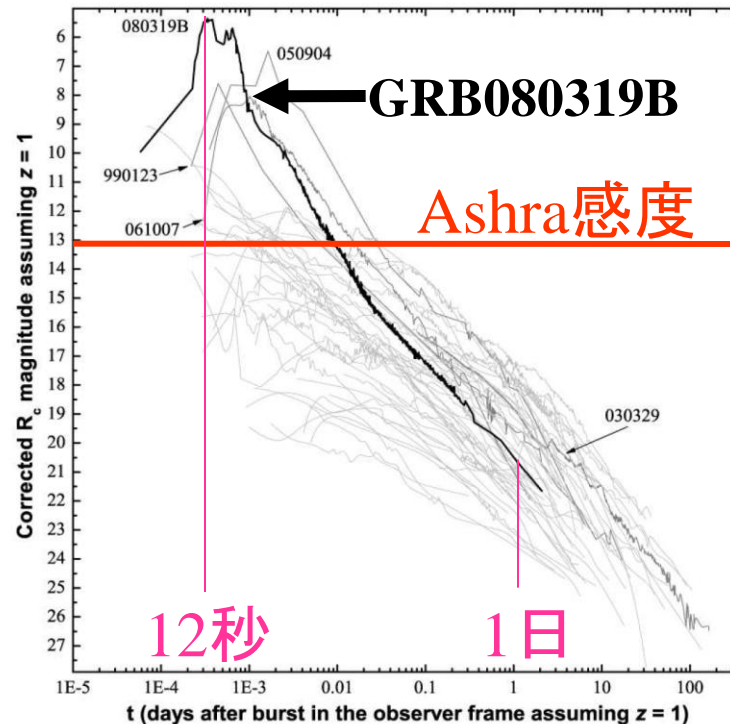
Ashra Observation-1 の目標

- ・ 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

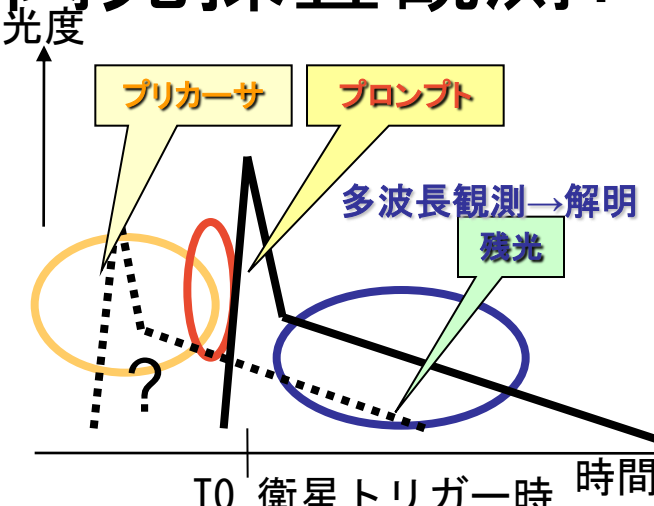
z=1 で発生した場合にスケールした、各GRBの光度曲線 (可視)

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

閃光探査観測：ガンマ線衛星とのクロス観測

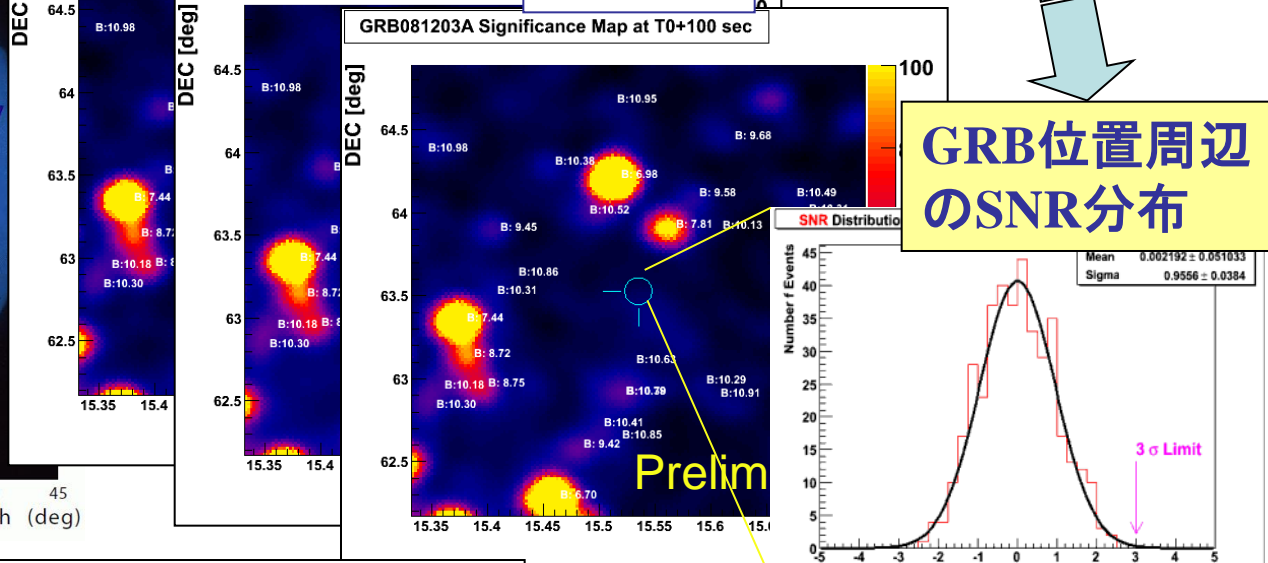
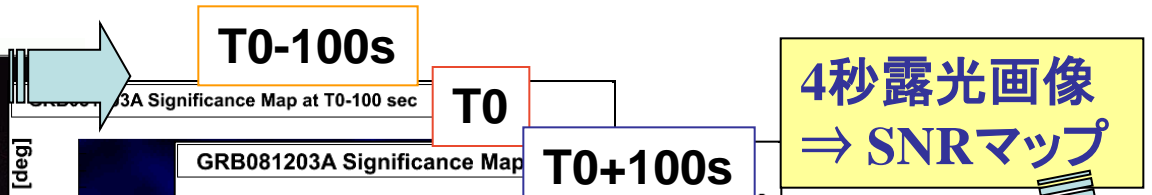
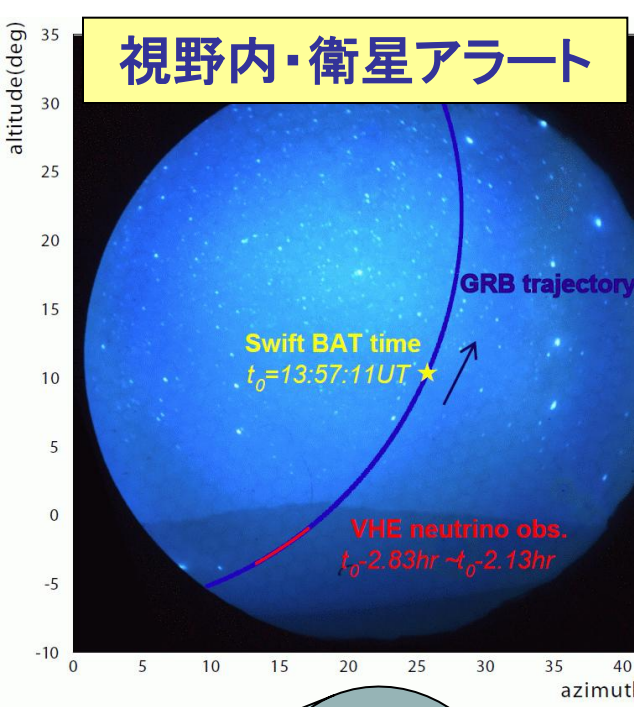


衛星	時間領域ごとの閃光探査可能な衛星トリガー数		
	プリカーサ閃光 (24時間以内)	プロンプト閃光 (T0- contained)	残光 (3時間以内)
Swift	22	4	1
Fermi	36	4(+1)	4

Ashra視野内でプロンプト閃光探査可能な衛星トリガー

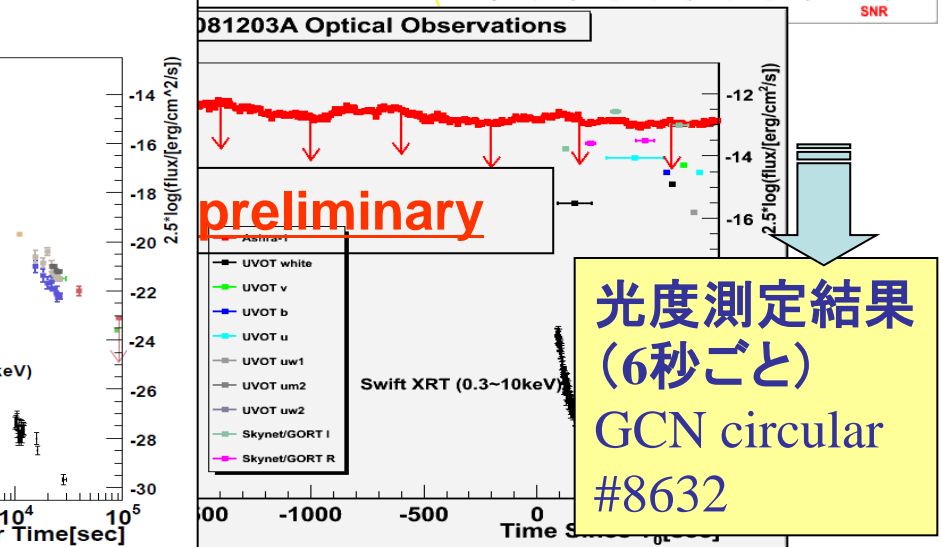
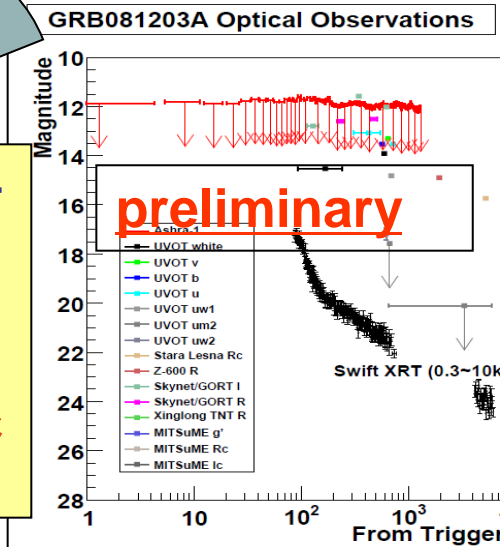
衛星	トリガー#	GRB Name	衛星トリガー時 (T0)	探査時間領域 [sec]
Swift	322590	N/A	080828 UT 08:15:09.33	$-2.3 \times 10^3 \sim 1.1 \times 10^4$
Swift	324362	N/A	080910 UT 12:52:21.68	$-4.3 \times 10^3 \sim 7.7 \times 10^3$
Swift	336489	GRB081203A	081203 UT 13:57:11.57	$-1.2 \times 10^3 \sim 5.6 \times 10^3$
Fermi	262607680	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	282484409	N/A	091214 UT 11:53:27.83	$-5.4 \times 10^3 \sim 4.0 \times 10^3$
Fermi	288007622	GRB100216A	100216UT 10:07:00.19	$-4.0 \times 10^3 \sim 1.1 \times 10^4$

閃光探査解析例 : GRB081203A



GRB位置周辺のSNR分布

多波長残光観測 + Ashraオンタイム・プレカーサ監視
⇒ 加速モデル制限 (論文執筆中)



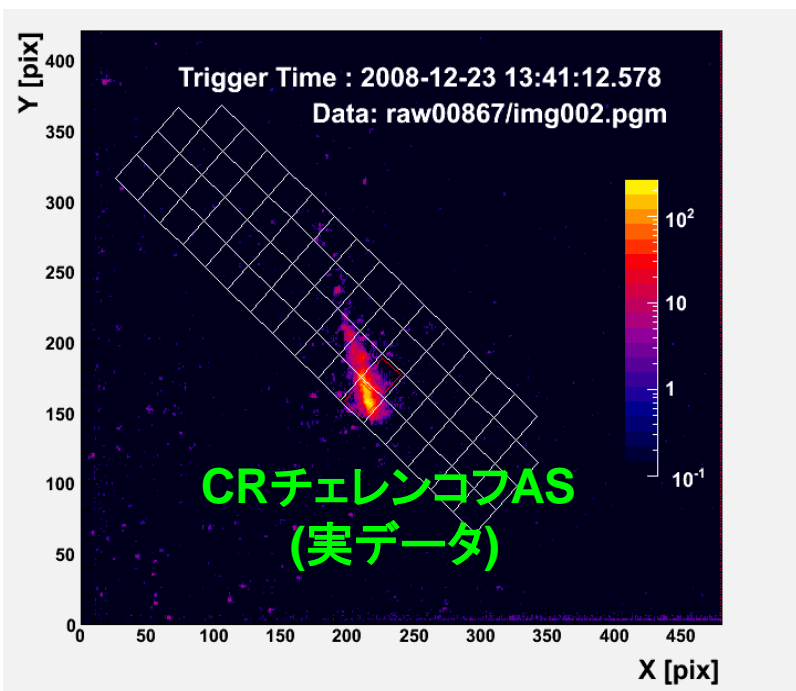
光度測定結果 (6秒ごと)
GCN circular #8632

傾斜宇宙線チェレンコフ観測

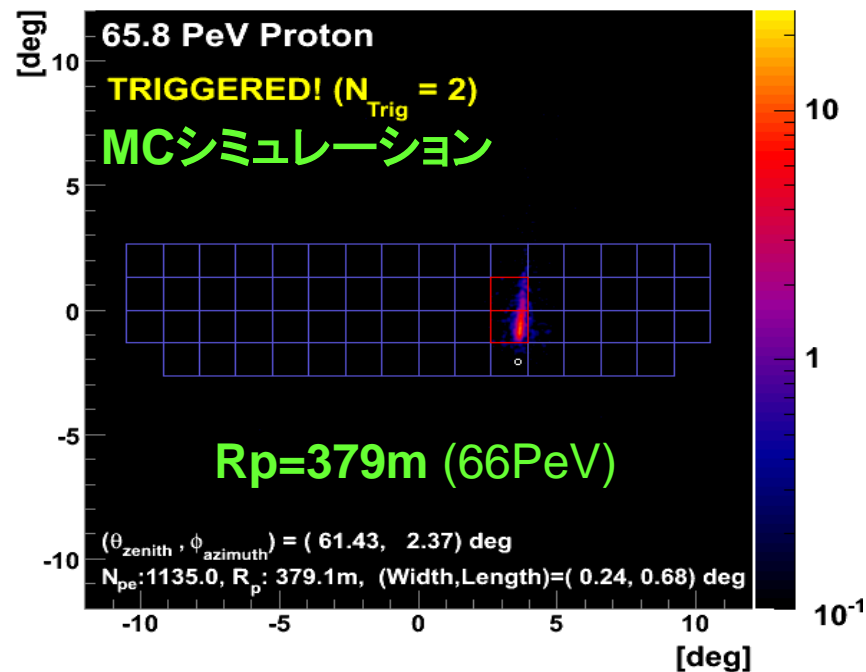
傾斜CR-ASチェレンコフ観測: 44.4時間

性能評価のための宇宙線観測を実施

視野以外は ν 観測と同じ条件(天頂角は 65°)



CR Simulation: Event# 085870-10



タウニュートリノのチェレンコフ観測

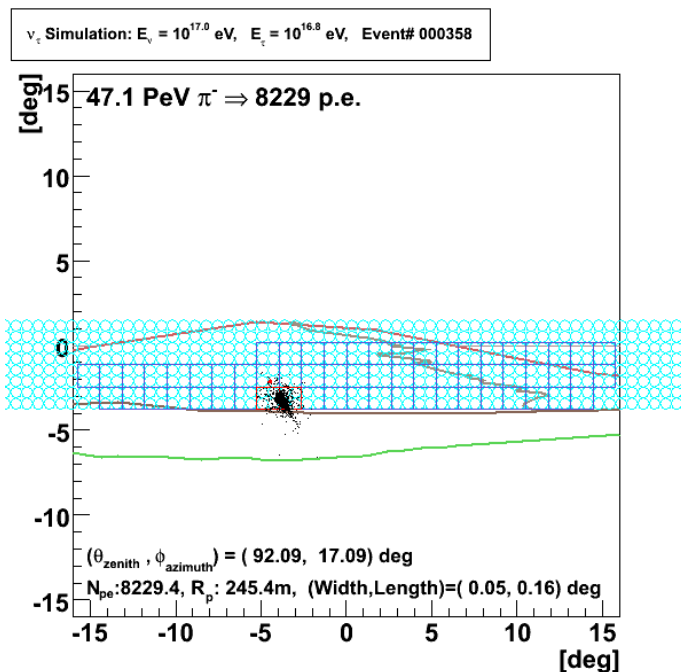
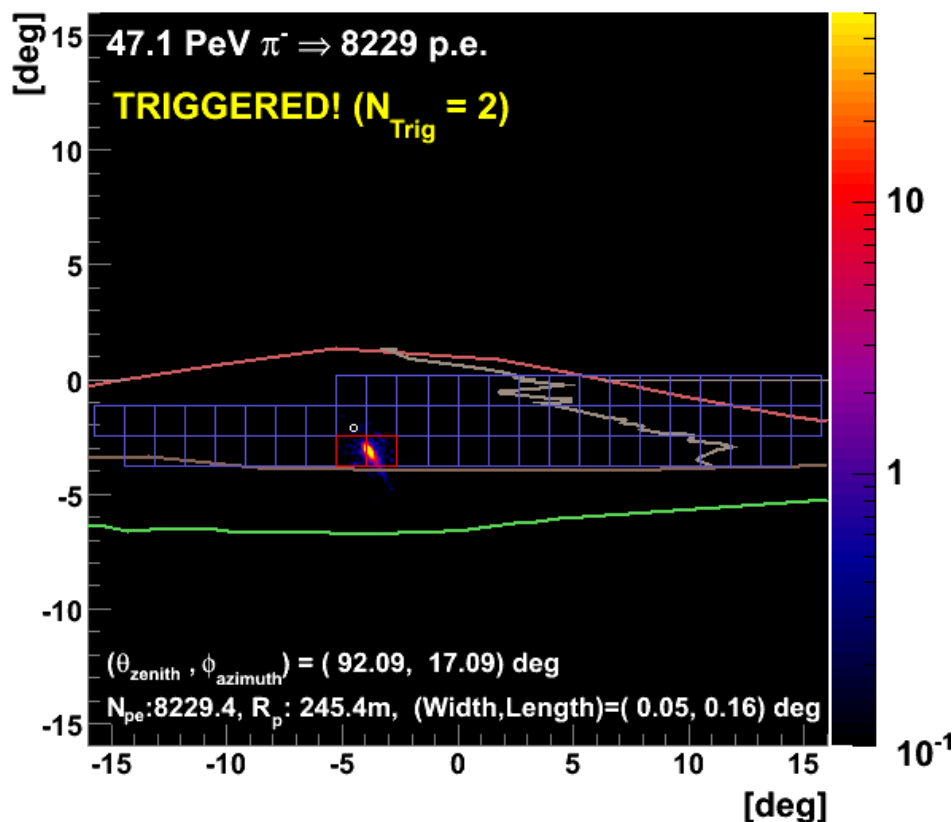
投稿論文準備中

観測時間:

S005: 10/28~11/11 **75.3hr**

S006: 11/15~12/10 **140.5hr**

ν_τ Simulation: $E_\nu = 10^{17.0}$ eV, $E_\tau = 10^{16.8}$ eV, Event# 000358



Event例 100PeV ν_τ

Ashraのトリガー撮像

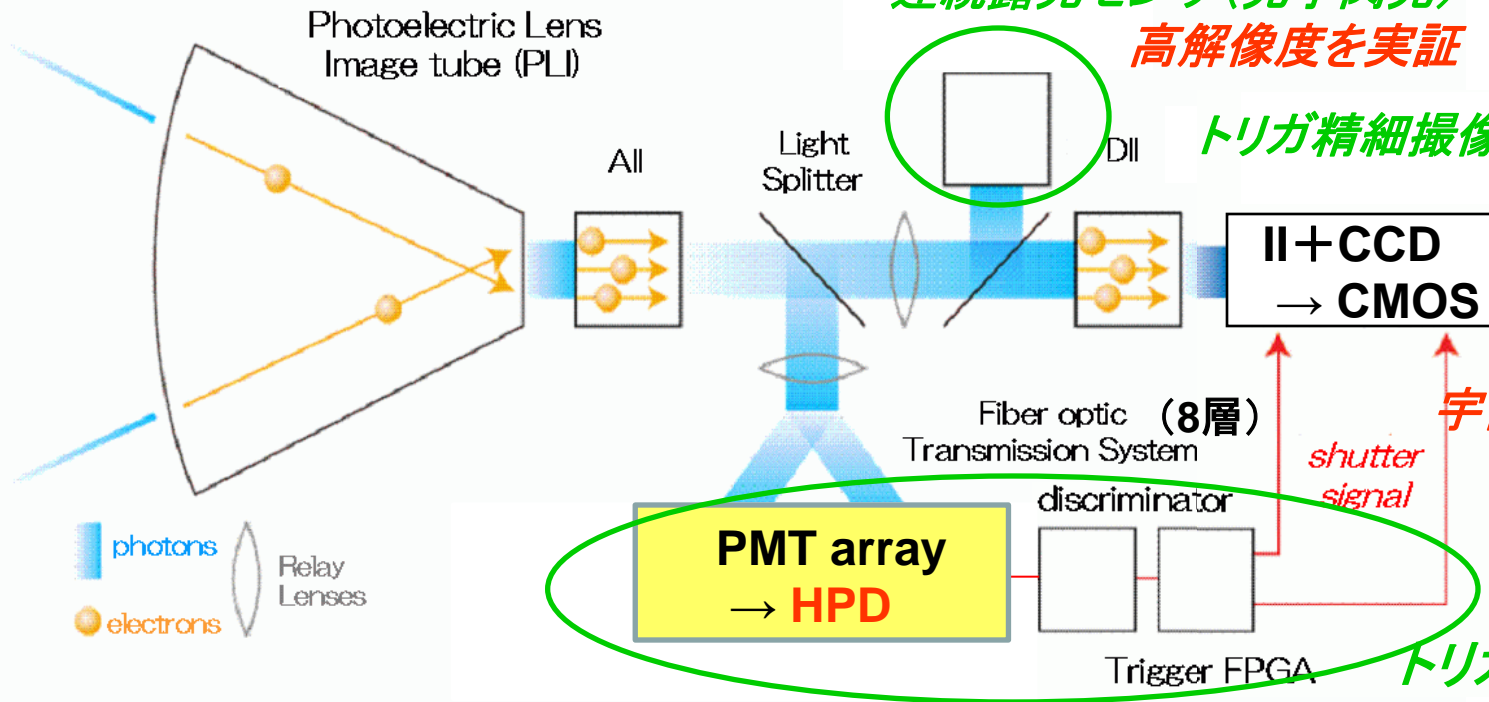
連続露光センサ(光学閃光)

高解像度を実証

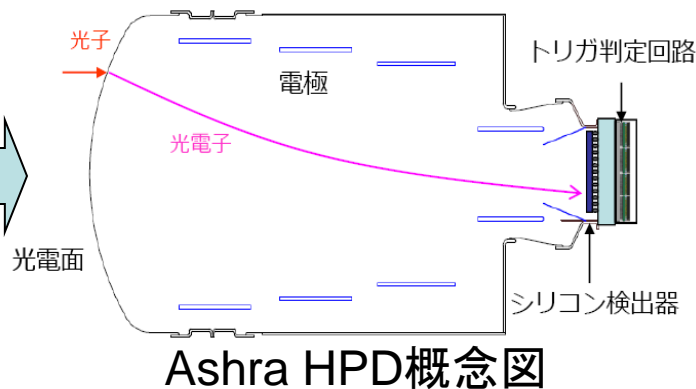
トリガ精細撮像センサ

宇宙線の精細撮像を実証

トリガー判定



使用したPMTアレイ

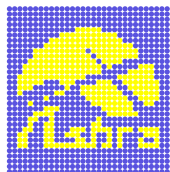
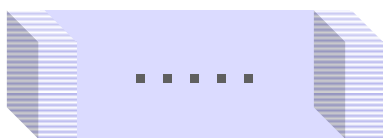


- PMTアレイを使ったトリガー撮像を達成
- 最重要のHPD開発 = 実装・性能評価中

光ファイバー伝送系と光ファイバーバンドル

•光ファイバーバンドル

直径0.5mmの光ファイバーを64×64の
正方格子状に並べたもの



端面から入力した画像が、粗画像となって逆端から出力される

光ファイバー⇒柔軟性・高透過率

長い経路を自由に作る事ができる

光学系側

光の収集効率を稼ぐために

同視野を複数の光学系で観測

その画像を重ね合わせる

光結合分岐器

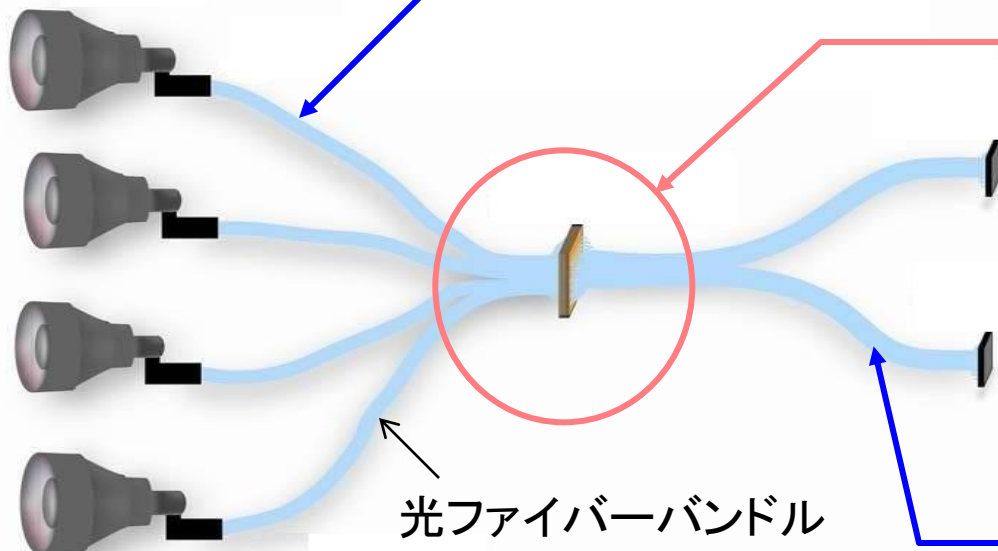
東邦大学にて開発を行う

トリガー系側

チェレンコフ光と大気蛍光を

独立して観測するために

画像を2つのトリガー系に分配



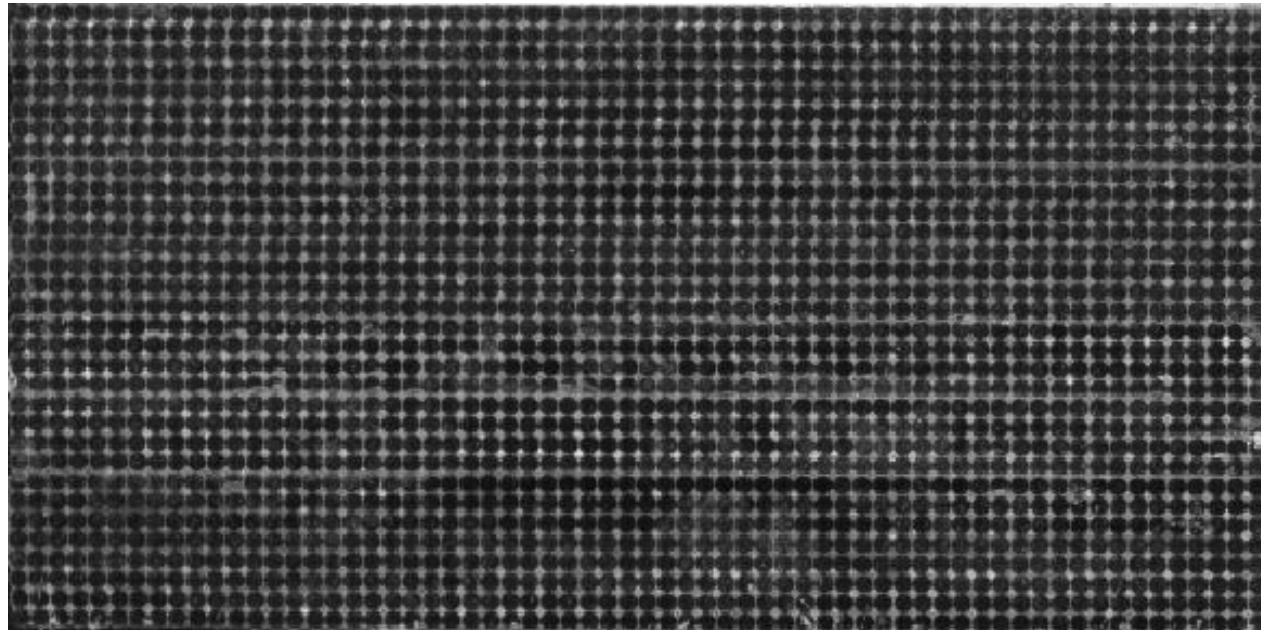
光ファイバーバンドルの作製方法

1. シート作製

64本の光ファイバーを1列に成形したシートを作製

2. 積層

1枚のシートを順々(2層、4層、8層...)に積層していき、最終的に64層のバンドルにする。

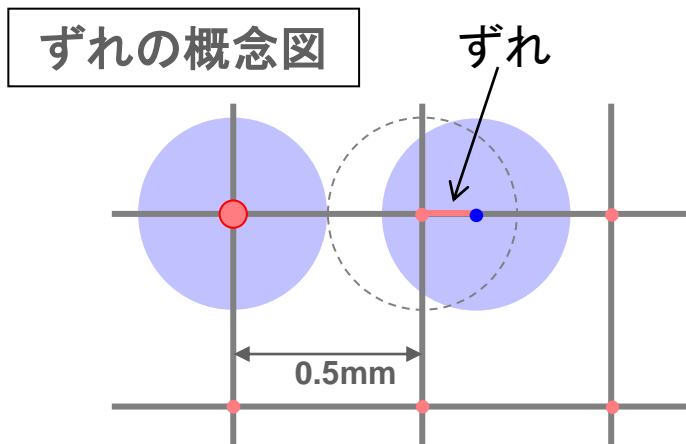


光ファイバーバンドルのずれの評価

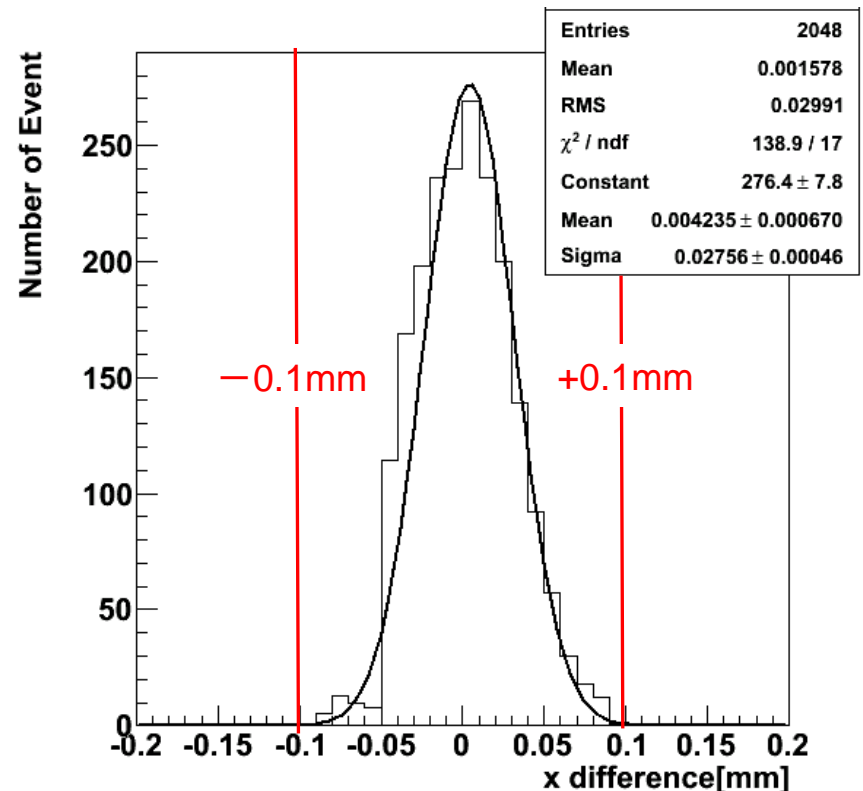
積層の精度はトリガーピクセルに入る光量を考慮して、ファイバーの中心座標の位置と、任意にとった0.5mm間隔の格子とのずれが $\pm 0.1\text{mm}$ 以内とする。

ずれのデータ取得

1. 端面の画像をスキャナで取り込む
2. 中心自動検出アプリケーションでファイバーの位置データを取得する



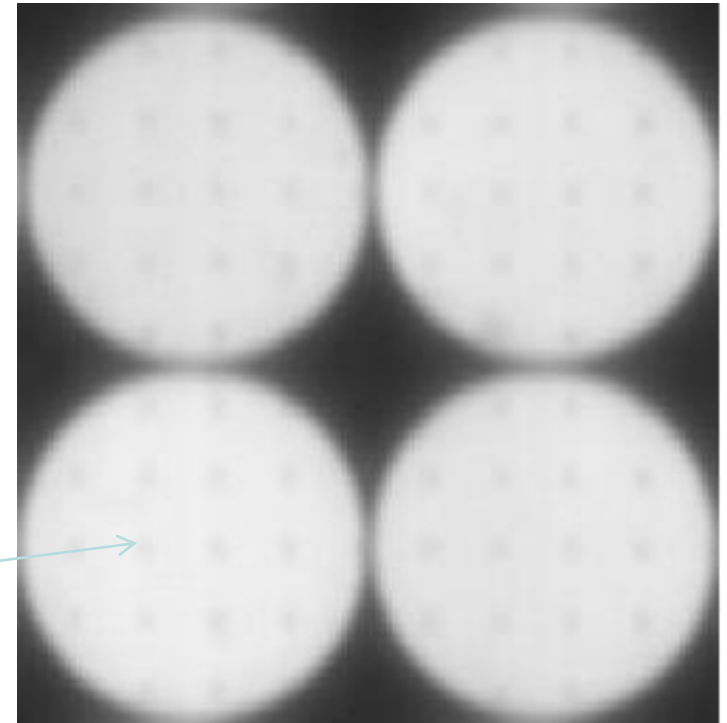
32層バンドルのずれのヒストグラム



ファイバー束評価

フォトマスクをファイバー断面の画像測定に導入することによりファイバー束断面全体(32mmx32mm)に渡って精度の良い(~1um)測定が可能となった。

フォトマスクドット10umΦ



ファイバー束断面図

まとめ

Observation 1 (2008–2009)

- ・ 光学閃光の広視野監視を高効率で行った
- ・ タウニュートリノのチェレンコフ観測を行った
⇒「地殻かすりタウ」観測へ原理実証

Observation 2(2009–2010)

- ・ 広視野TeV γ 観測へ準備
⇒トリガ実装最終化
- ・ ⇒大気蛍光観測