

Ashra報告

佐々木真人



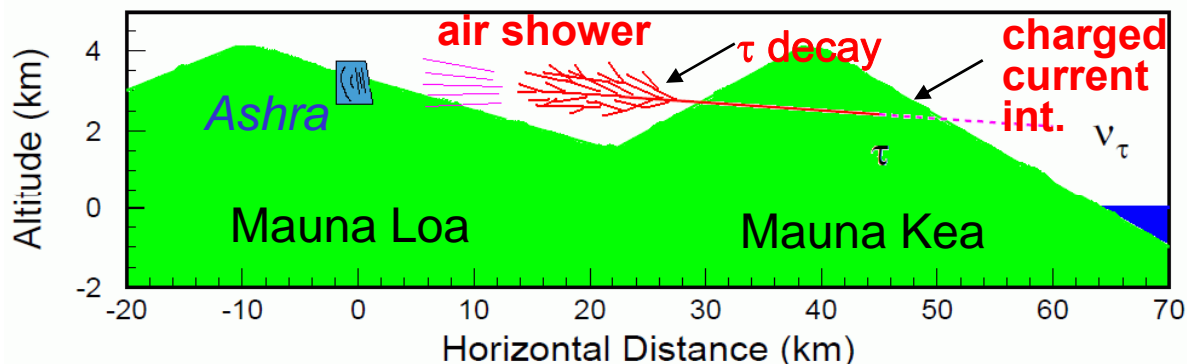
Ashra-1マウナロア観測地

平成20 - 21年度目標

- ・ **光学閃光の広視野監視を高効率で行う**
⇒衛星トリガー時含む、細かな光度変動を得る
⇒GRBエネルギー放射モデルの検証
- ・ **タウニュートリノのチェレンコフ観測を開始**
⇒「地殻かすりタウ」観測へ原理実証
⇒チェレンコフ事例トリガー&DAQの実装⇒実観測
- ・ **広視野TeV γ 観測へ準備**

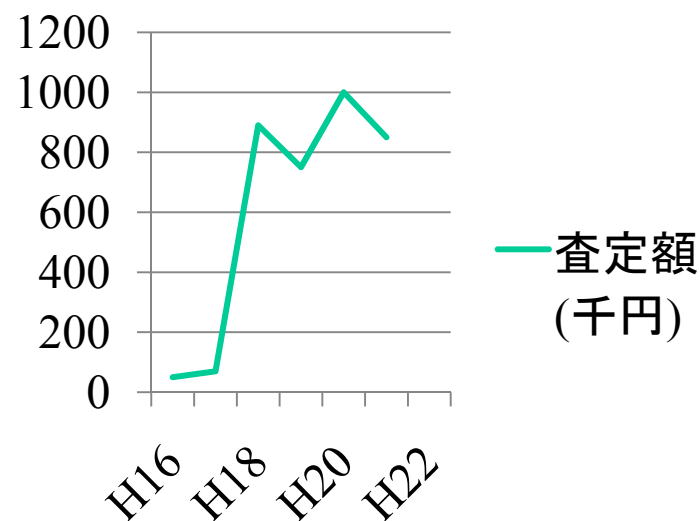


ニュートリノ狙い
集光器



タウニュートリノ・チェ
レンコフ検出の原理

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年度の査定額:
 - ・佐々木のみ 550千円(研究費400千円、旅費150千円)
 - ・佐々木・小川・木村 850千円(研究費550千円、旅費300千円)

内訳:

- ・研究費・・・共同利用ソフト更新、データ用HDD、物品輸送費、事務用品代
- ・旅 費・・・国内出張(会議打ち合わせのため)

- 有効に有難く使わせて貰ってます。

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

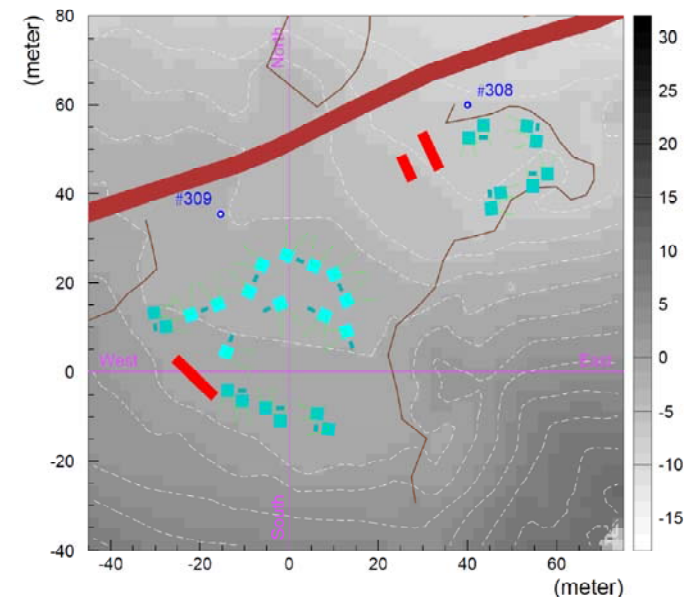
ハワイ大学ヒロ校とNSF申請:

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



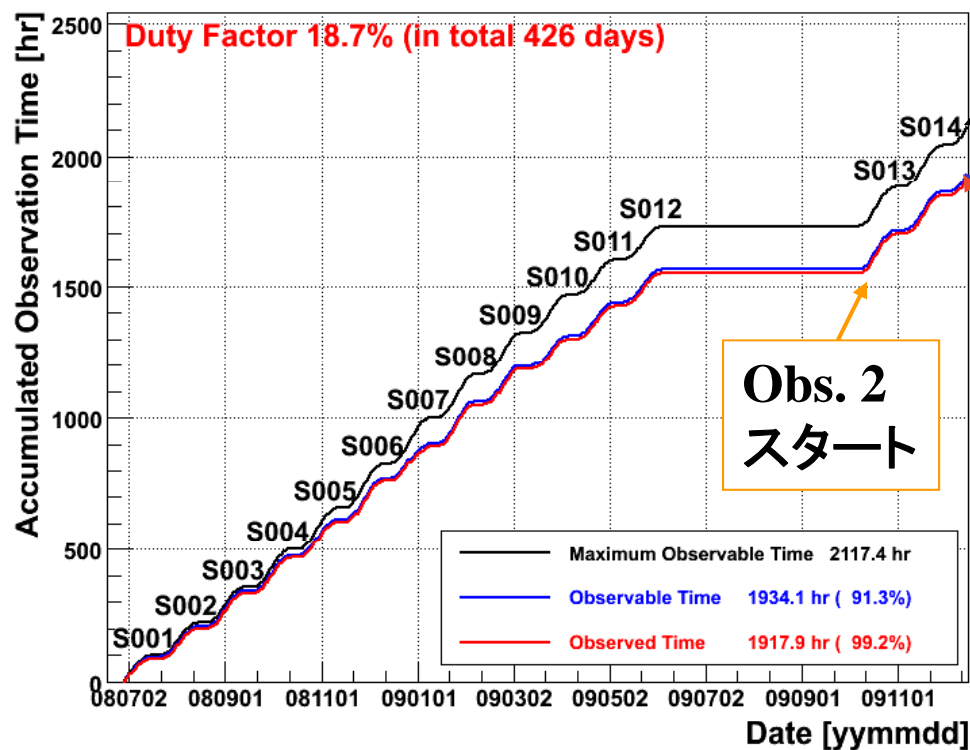
閃光観測：実績

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 = 18.7% 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:

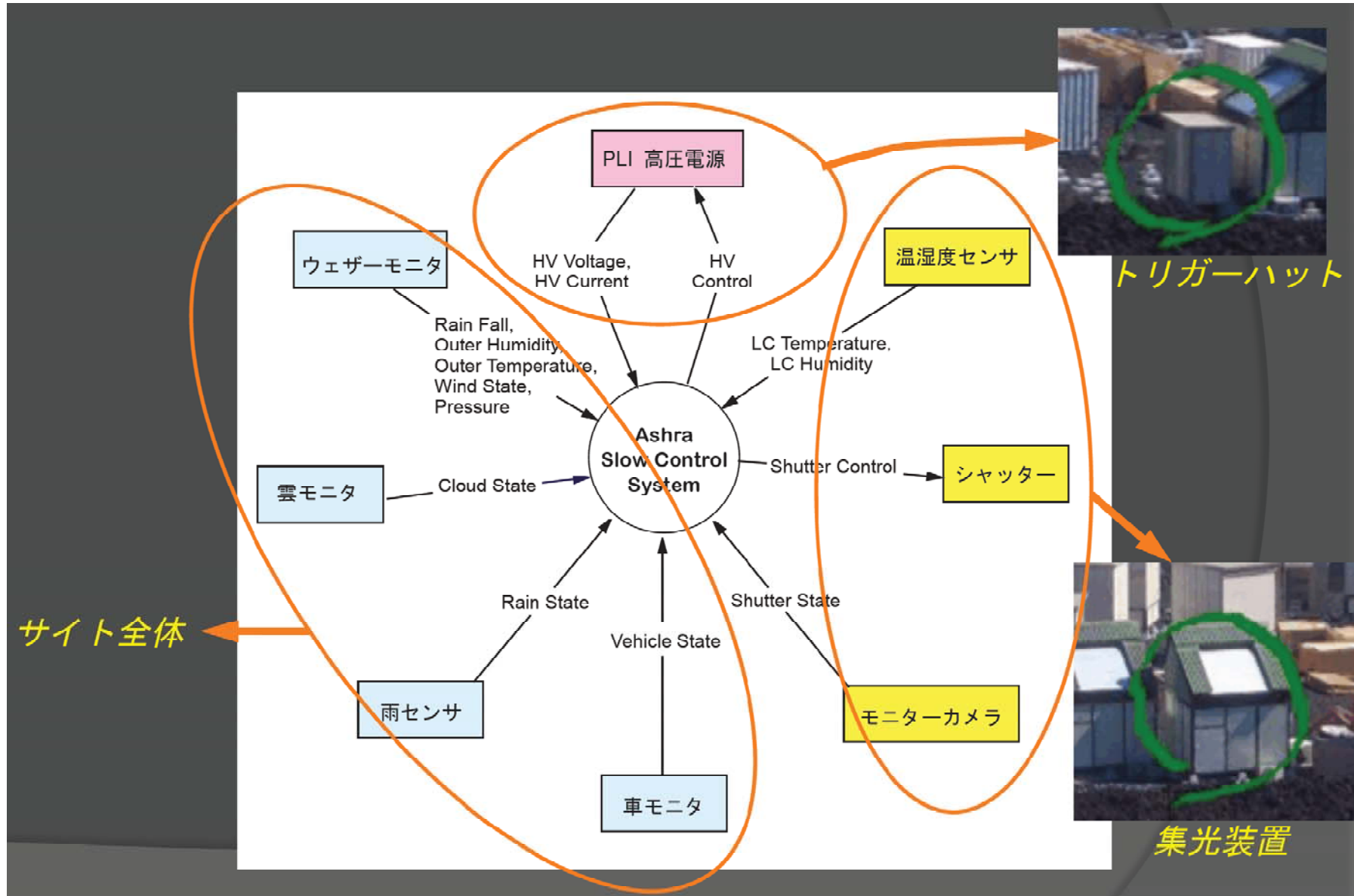
好天条件:

相対湿度 $< 80\%$ and
(雨 or 霧) がない

実観測時間

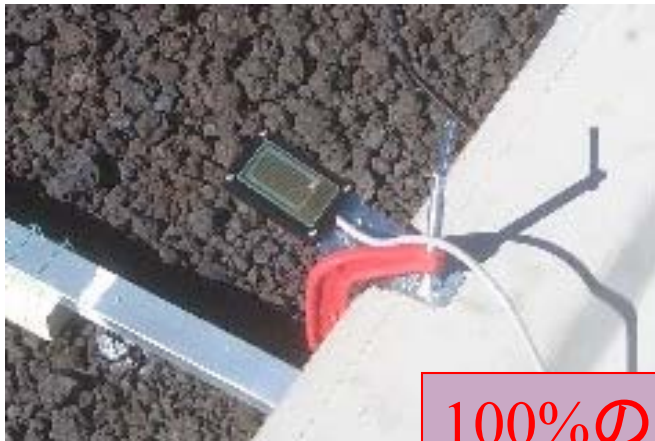
全時間	最大観測可能時間 (好天率100%)	好天観測可能時間 (好天率)	実観測時間 (稼働率)
8 8 3 2 時間 (343日 + 83日)	2 1 1 7 時間	1 9 3 4 時間 (91%)	1 9 1 7 時間 (99%)

Ashra スローコントロールシステム



雨滴計設置・運用

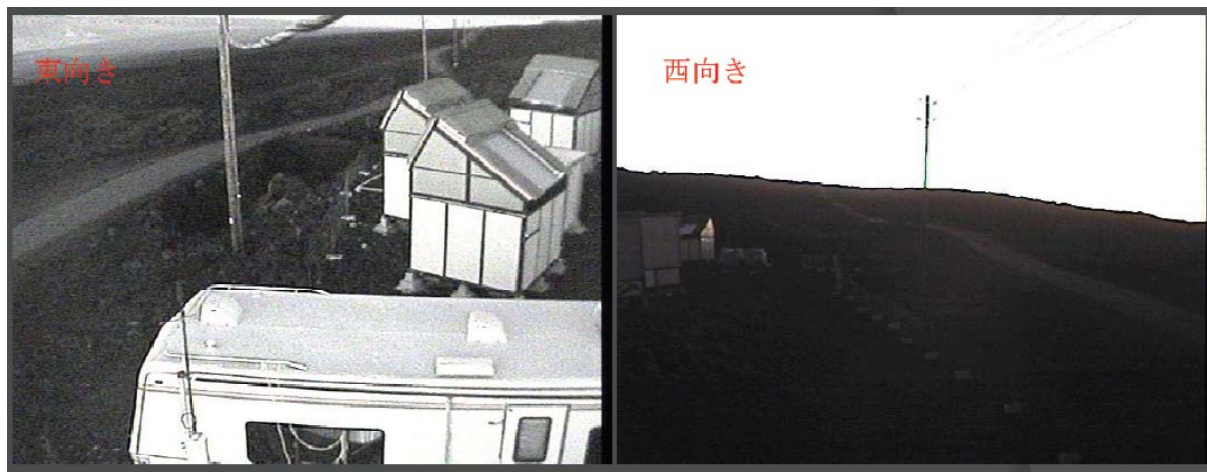
- 観測時の天敵：雨・霧
 - ⇒ 高感度モニターが必須
 - 天候モニター雨量計：感度が低い
 - 湿度<80%でも風に霧が運ばれてくることがある
- 雨滴計導入（7月より）
 - 観測経験のフィードバック： 霧の風向依存性
- 雨滴計強化（5方向 = 8月から）



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



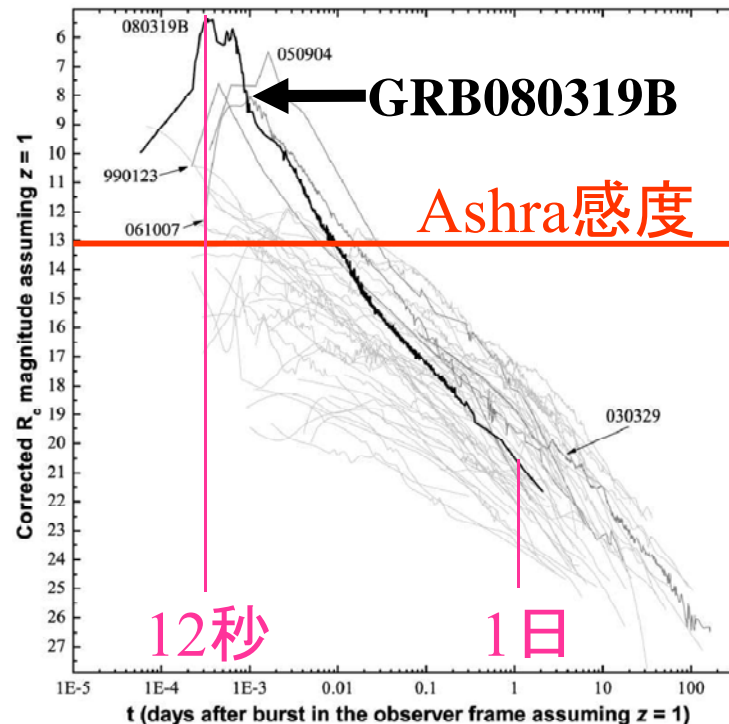
Ashra Observation-1 の目標 (1)

- 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

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)

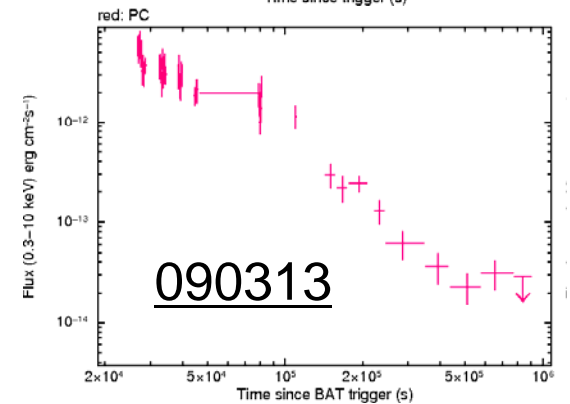
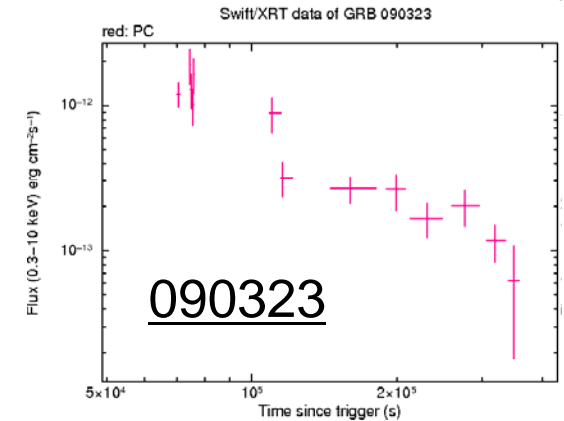
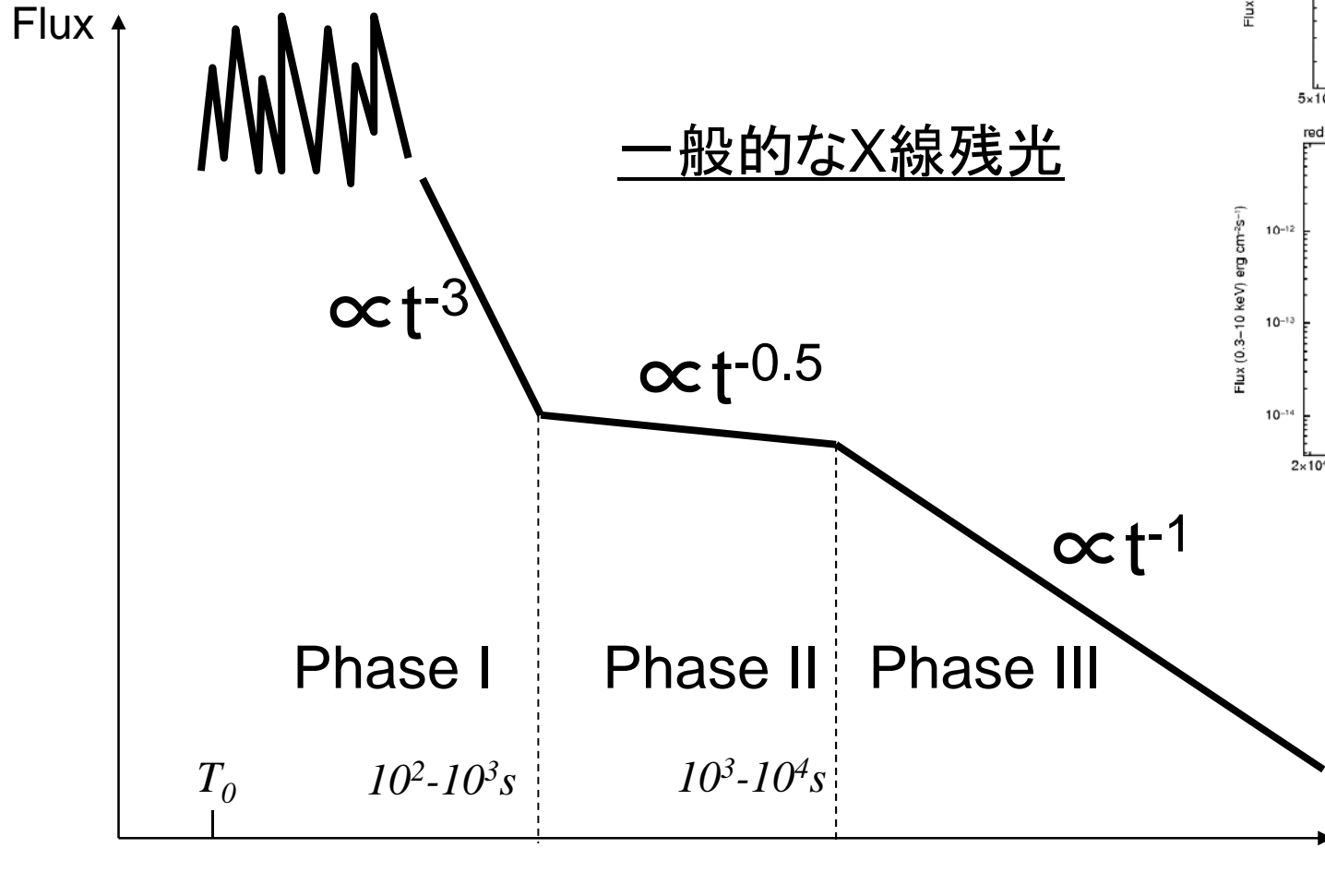
z<1では、より高輝度、T0に近いピークとなることが予測されている

Ref: ArXiv.0803.3125



- 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

GRBのX線残光



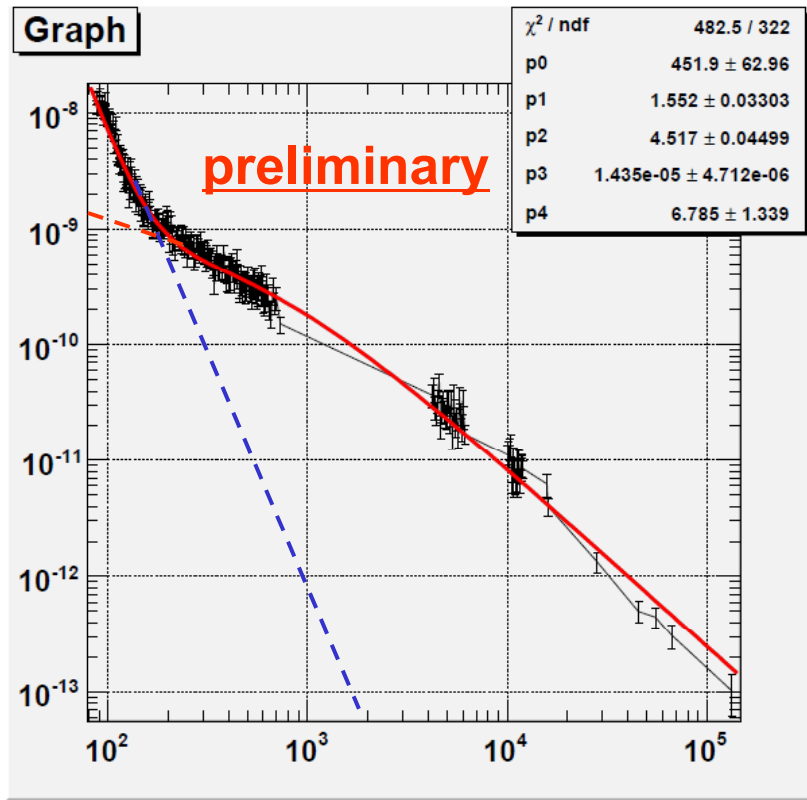
最近の2例

Swift/XRT GRB
lightcurve
repository

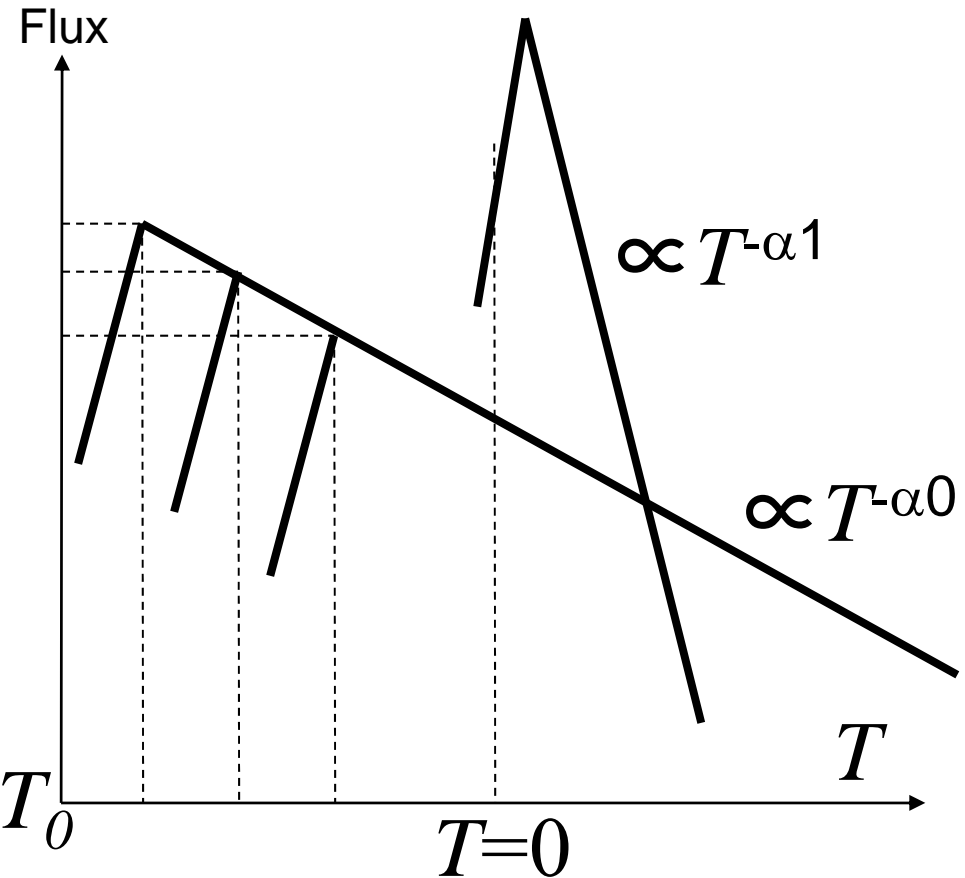
X線残光を標準理論だと説明しづらい

2成分モデル

GRB081203A X線残光フィット結果



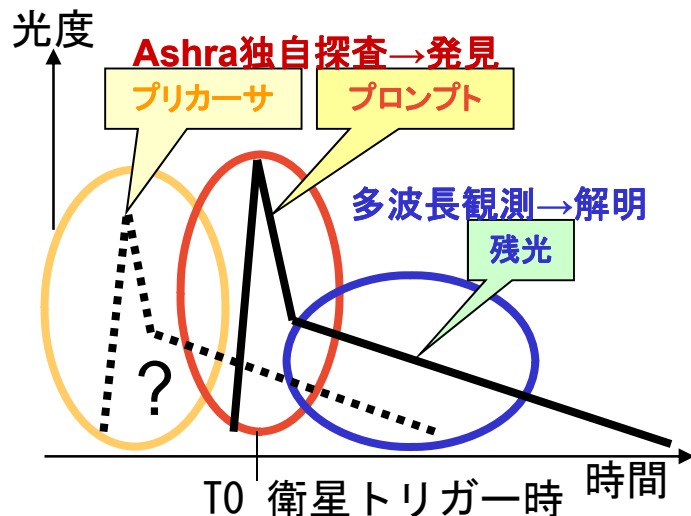
$$f(T) = A_0(T + T_0)^{-\alpha_0} + A_1 T^{-\alpha_1}$$



プリカーサーは何秒前までモデルに従うか

⇒ プリカーサーのピーク時間を仮定して解析

閃光探査観測：ガンマ線衛星とのクロス観測



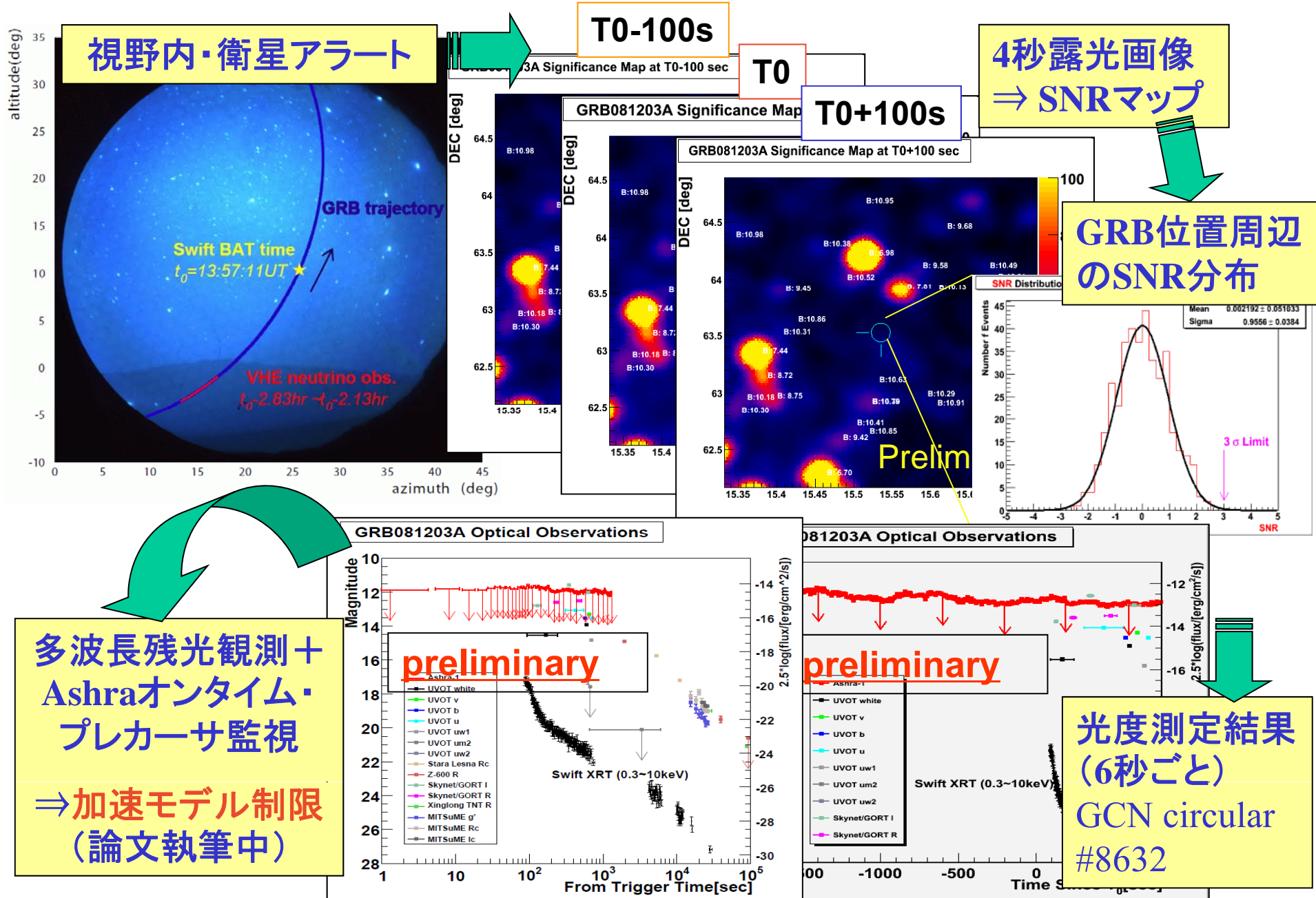
衛星	時間領域ごとの閃光探査可能な衛星トリガー数		
	プリカーサ閃光 (24時間以内)	プロンプト閃光 (T0-contained)	残光 (3時間以内)
Swift	20	4	1
Fermi	24	3(+1)	3

(+1: 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	282484409	N/A	091214 UT 11:53:27.83	$-5.4 \times 10^3 \sim 4.0 \times 10^3$

閃光探査解析例： GRB081203A

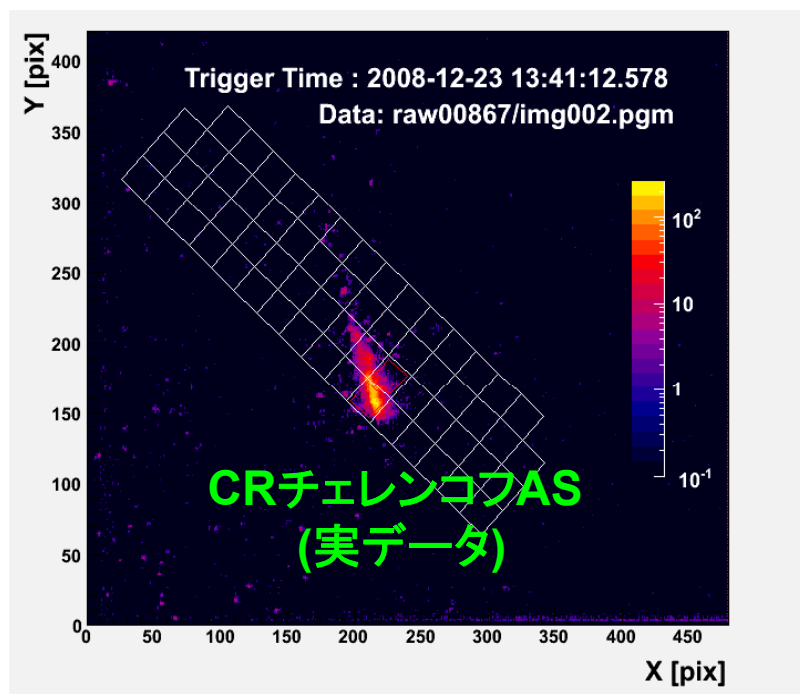


傾斜宇宙線チェレンコフ観測

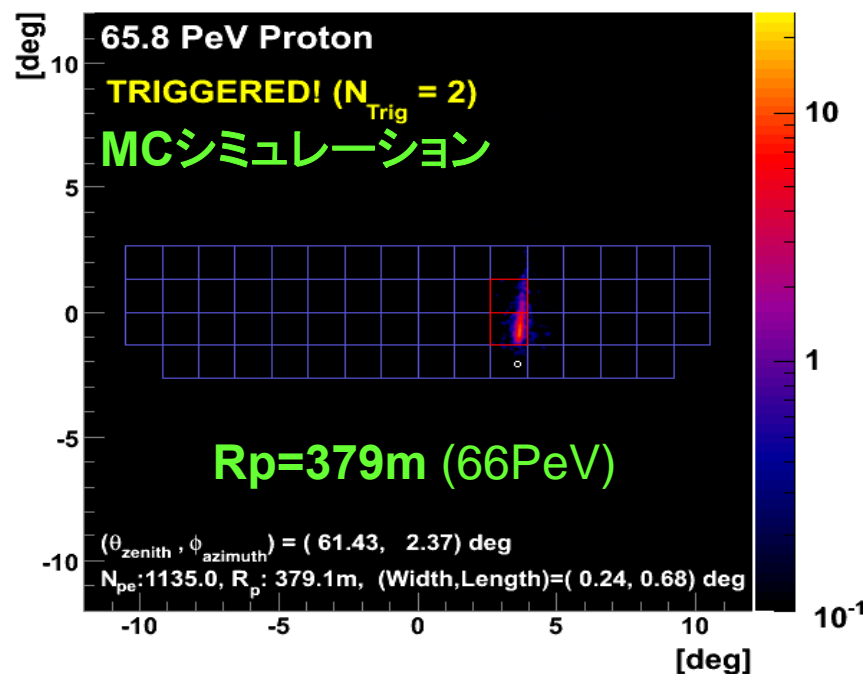
傾斜CR-ASチェレンコフ観測: 44.4時間

性能評価のための宇宙線観測を実施

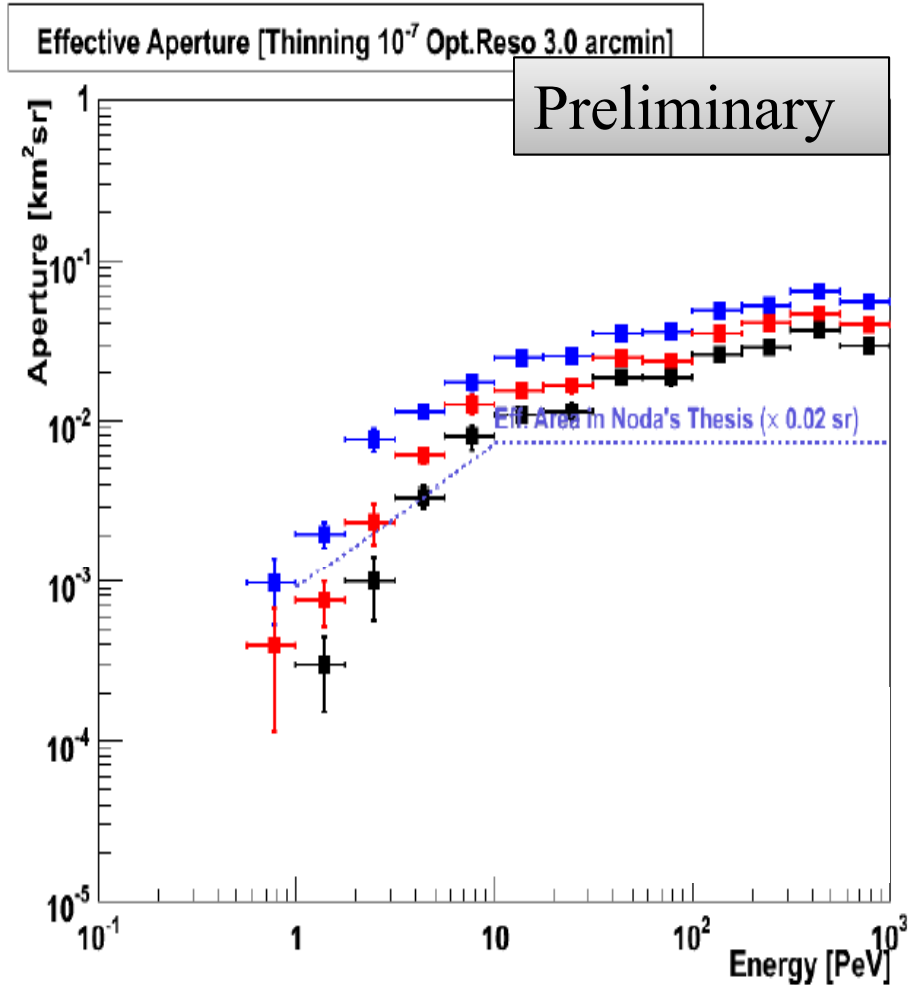
視野以外は ν 観測と同じ条件(天頂角は 65°)



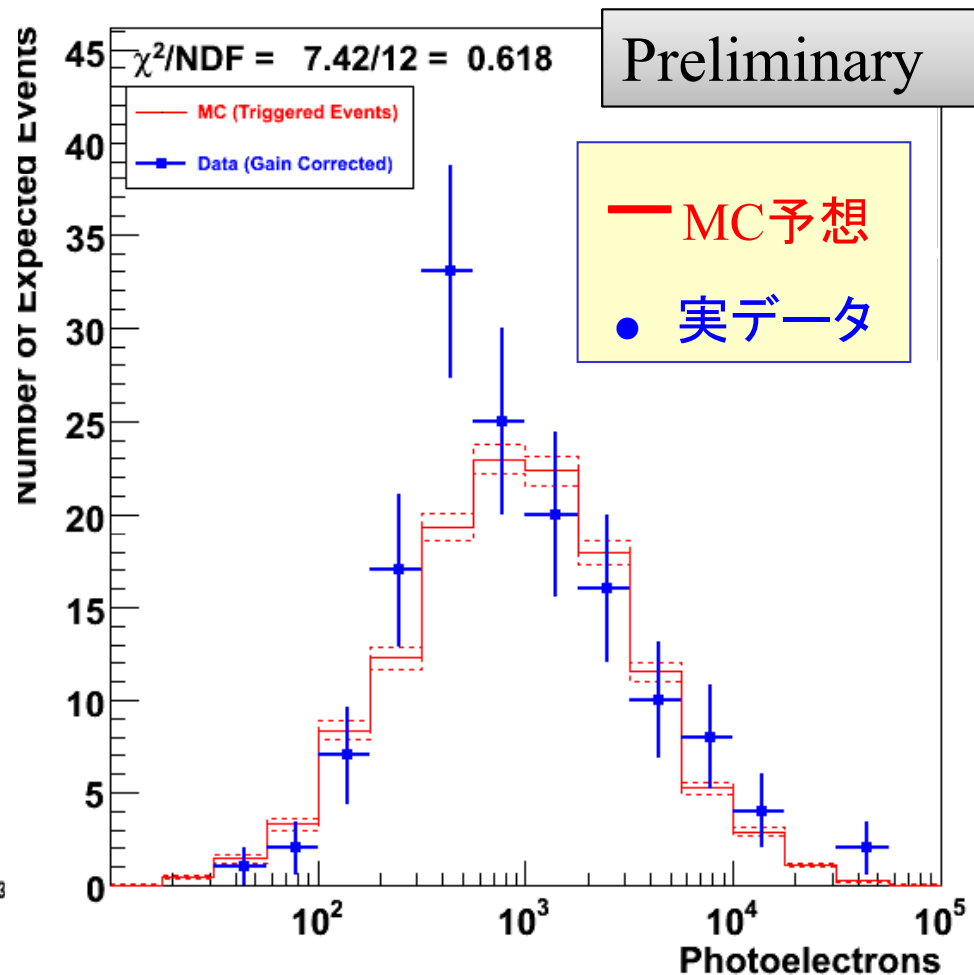
CR Simulation: Event# 085870-10



傾斜CR-AS観測スペクトル



有効面積立体角：
陽子、CORSIKA、Thinning 10^{-7} 、
大気減衰考慮、解像度3分角



光電子数分布：
MCはCRスペクトラム、観測時間、
左の有効面積立体角から計算。

Ashra-TauSim \Rightarrow CORSIKA 接続

1. CORSIKA 入力パラメタの作成

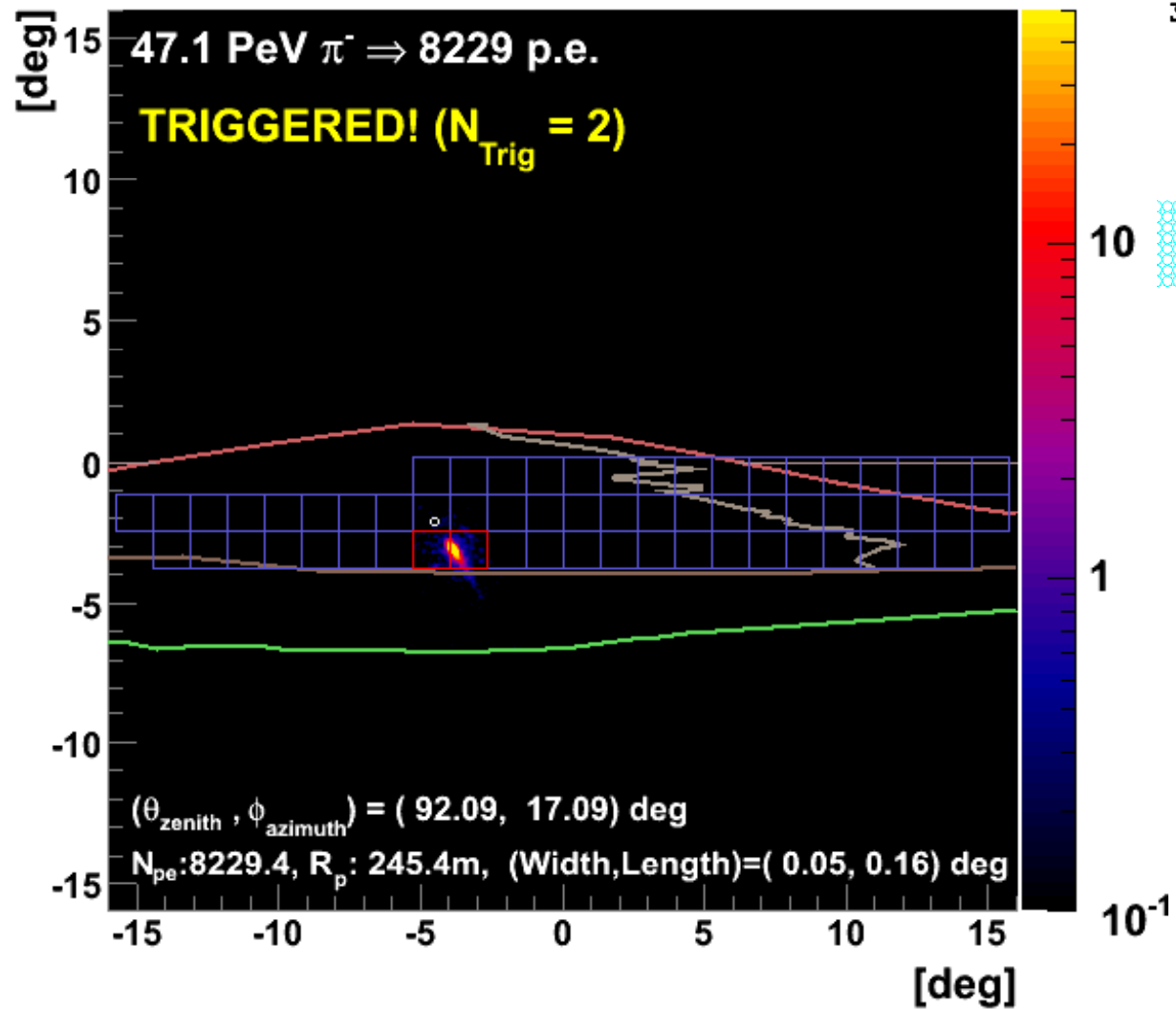
1. v_τ が山中でTauに変換
2. Tau Decay 地点までシミュレート
3. 検出器で見える可能性のあるシャワーのみCORSIKAに接続する
 1. Tauエネルギー
 2. Tauシャワーの位置
4. τ 崩壊粒子と運動量(4vector)の決定
 1. 2次粒子の個数分CORSIKA Inputを作る

2. CORSIKA実行

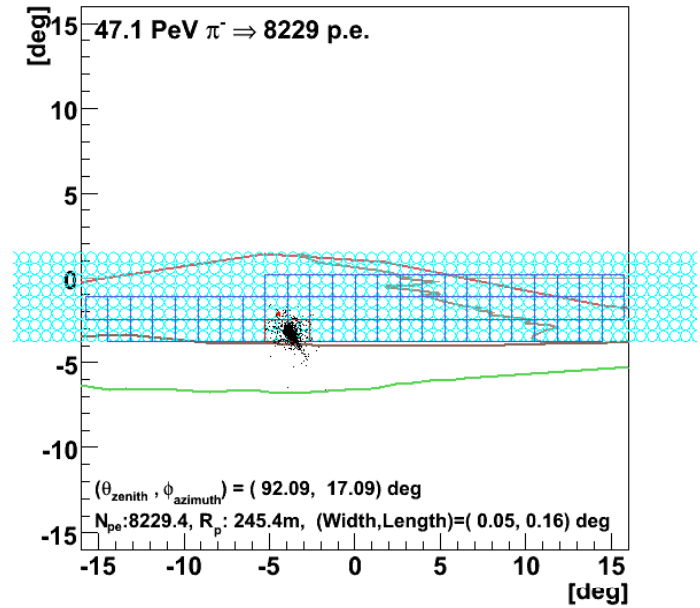
1. ICRR 計算機システム (MOAB)

Event例 100PeV ν_τ

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

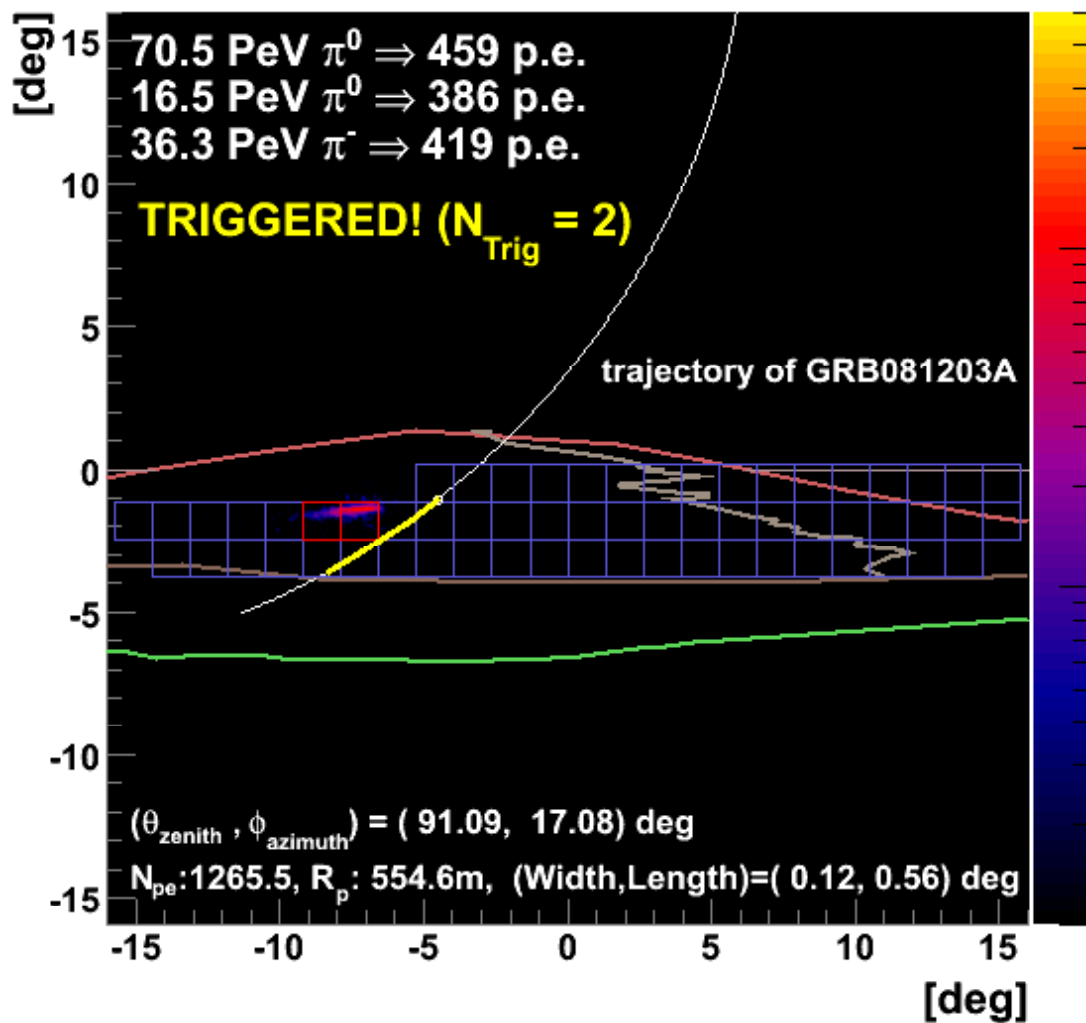


ν_τ Simulation: $E_\nu = 10^{17.0}$ eV, $E_\tau = 10^{16.8}$ eV, Event# 000358

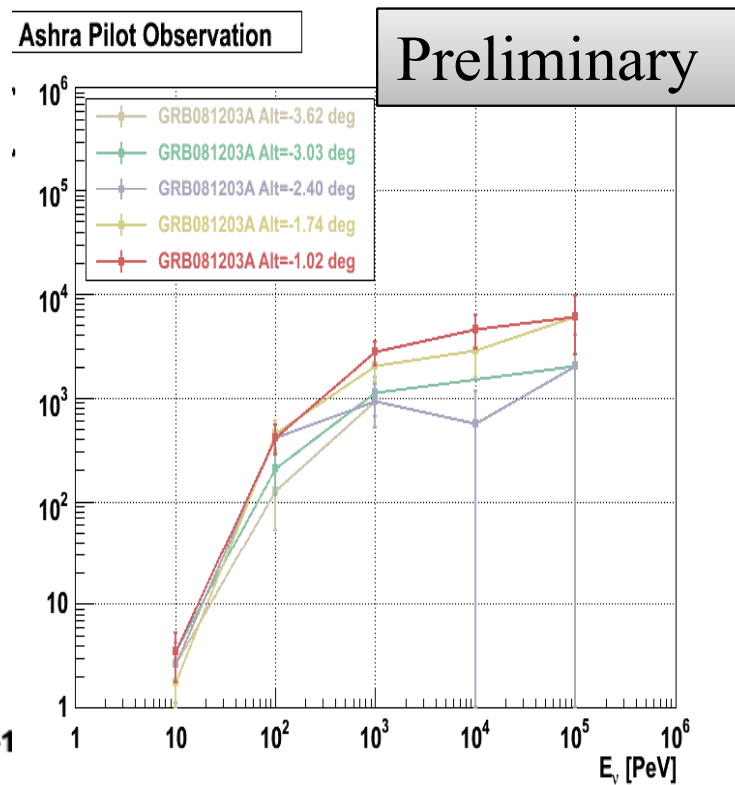


GRB081203A軌跡 w/ MC事象例

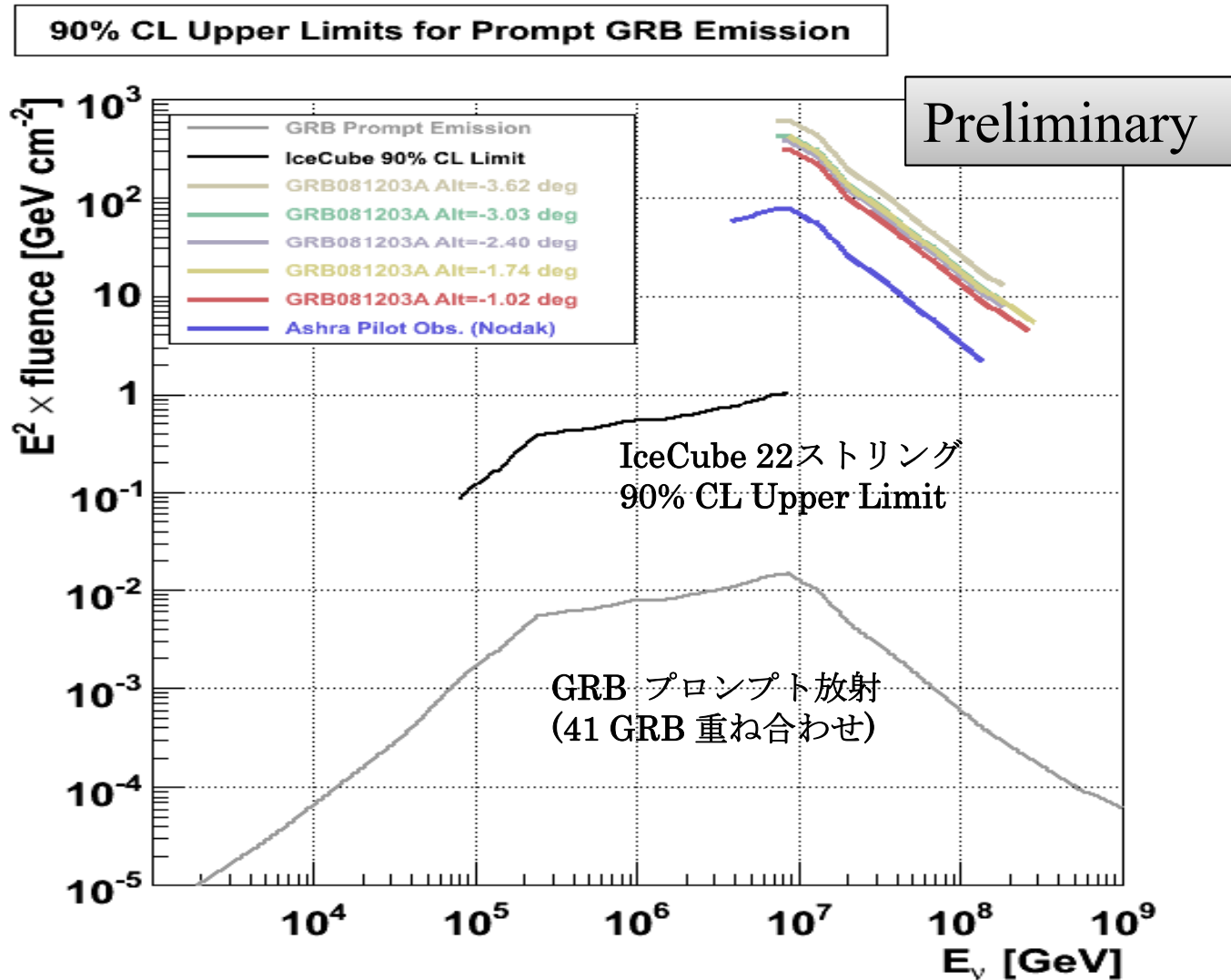
ν_τ Simulation: $E_\nu = 10^{20.0}$ eV, $E_\tau = 10^{17.3}$ eV, Event# 000766



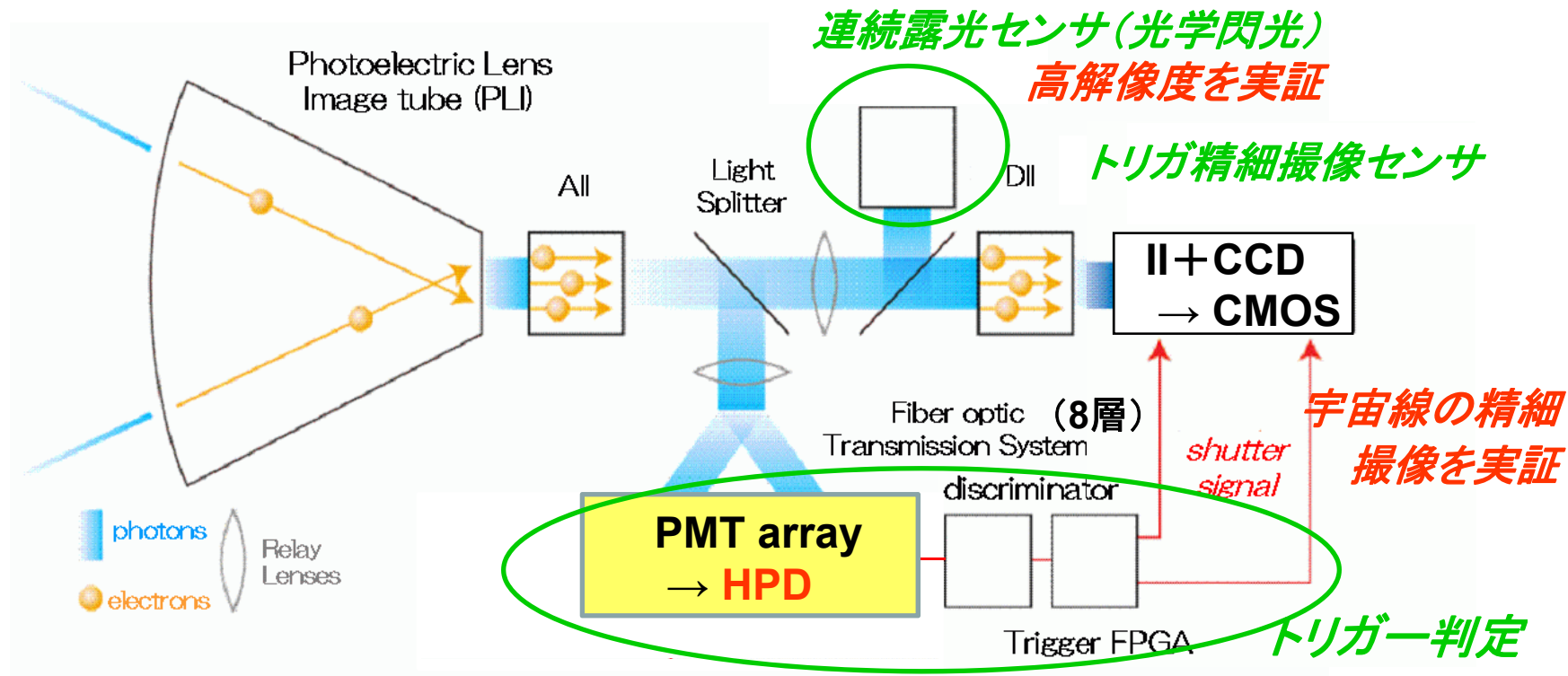
GRB081203Aの軌跡 に沿った有効面積



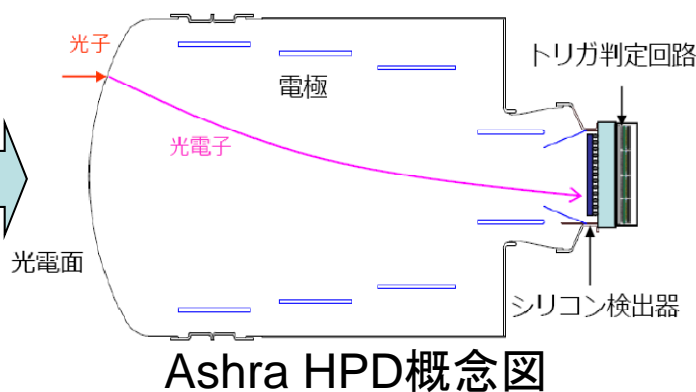
Limit Comparison (5点全てプロット)



Ashraのトリガー撮像



使用したPMTアレイ



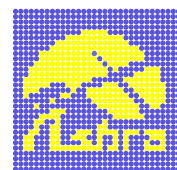
Ashra HPD概念図

- 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ことができる

東邦大・小川グループ

光学系側

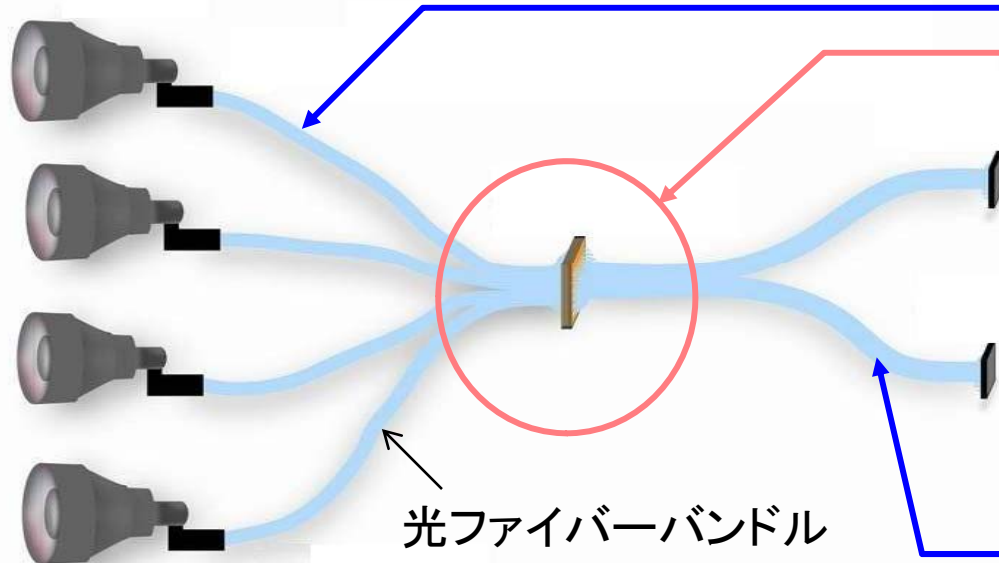
光の収集効率を稼ぐために
同視野を複数の光学系で観測
その画像を重ね合わせる

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

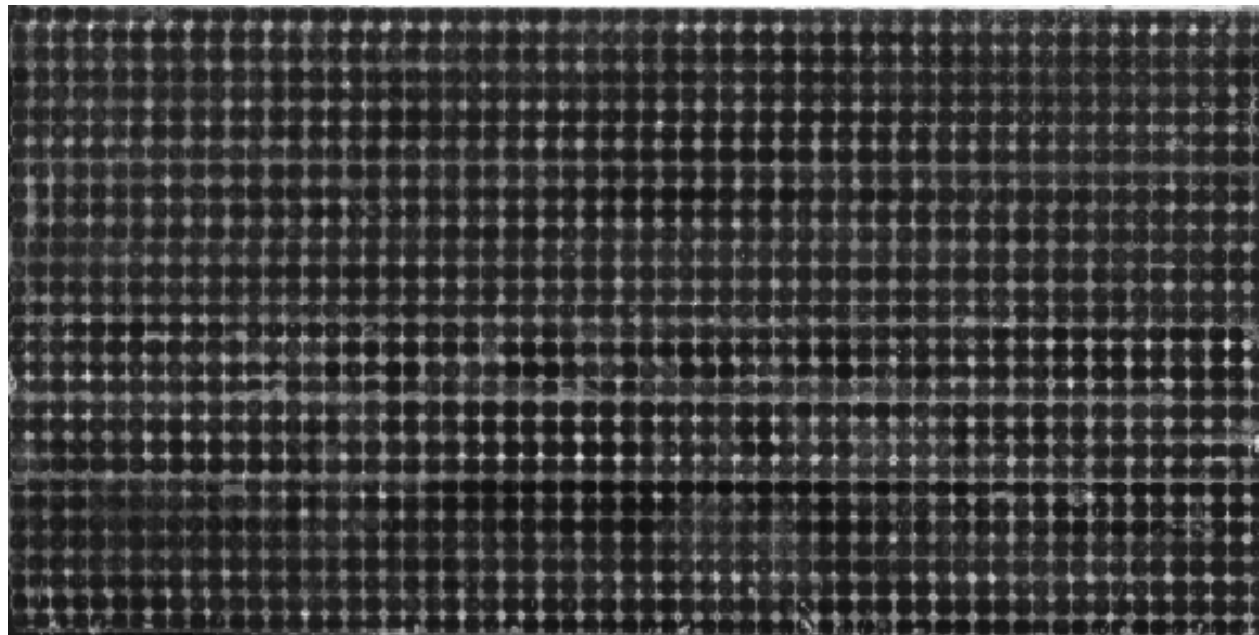
光ファイバーバンドルの作製方法

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。



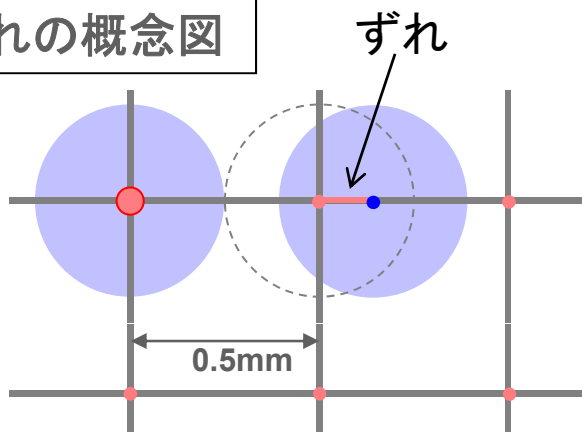
光ファイバーバンドルのずれの評価

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。

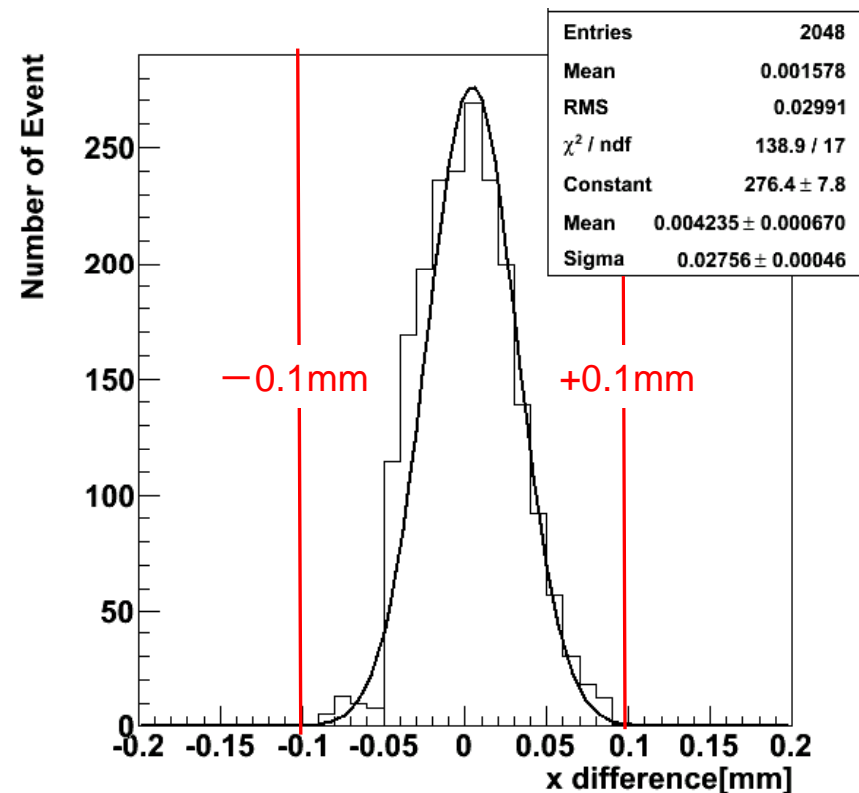
ずれのデータ取得

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

ずれの概念図



32層バンドルのずれのヒストグラム



まとめ

- ・ 地道な観測実績⇒国際共同の基盤強化
⇒着実に積み上げてきている
- ・ 光学閃光の広視野監視を高効率で行う
⇒達成
- ・ タウニュートリノのチェレンコフ観測を開始
⇒「地殻かすりタウ」観測へ原理実証
⇒達成
- ・ 広視野TeV γ 観測へ準備
⇒トリガ実装最終化