全天監視高精度宇宙線望遠鏡 Ashra観測

東邦大学 小川 了 平成25年度宇宙線研究所共同利用 研究成果発表会 2013/12/20

東邦大学における修士論文

- 2005 森元祐介 全天監視高精度宇宙線望遠鏡Ashra実験における光ファイバー伝送系の開発及び性能試験
- 2006 甲田典子 全天監視高精度宇宙線検出器Ashra計画 トリガー用ファイバーバンドルの製作および性能評価
- 2008 渡邉由以 Ashra実験におけるトリガー系のための光ファイバー伝送系の作製
- 2009 石川巨樹 Ashra実験におけるトリガー用光ファイバーバンドルの透過率測定および光学閃光解析方法の構築
- 2010 安生純 Ashraトリガー用光ファイバーバンドルの製作と性能評価及びトリガーシステムの構築
- 2011 辻川弘規 Ashra実験に用いるトリガー系の開発
- 2011 小暮大輔 Ashra望遠鏡を用いたチェレンコフ光による宇宙 線観測

 2013年度は、安彦ちほ(M2)、鹿子畑千也子(M2)、 高田巧磨(M2)、清水日菜乃(M1)が研究中。

- H25年度 共同利用査定経費: 全体で70万円
- 使途内訳: 明野への旅費、学生の柏への旅費、 LEDキャリブレーション、トリガー試験治具などに使用

<u>Observation</u>

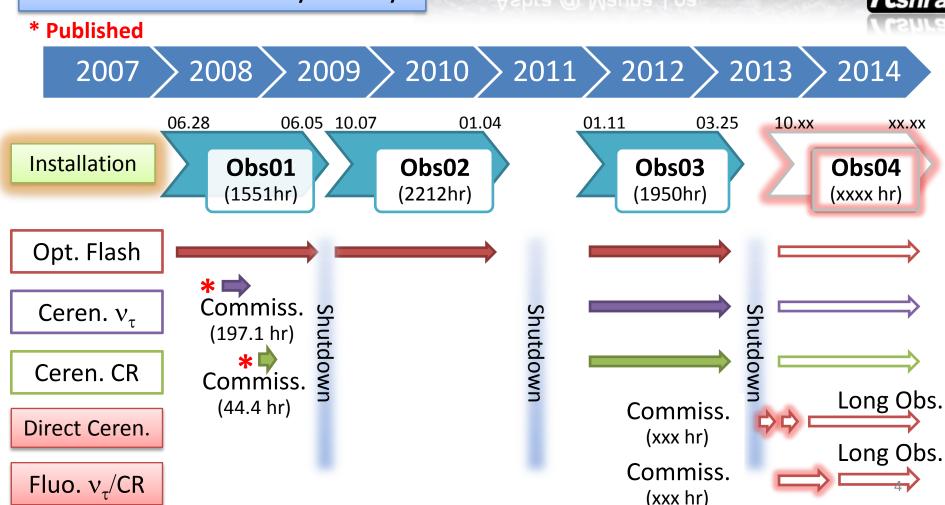
(installation in 2007)

Achieved ~20% Duty Totally

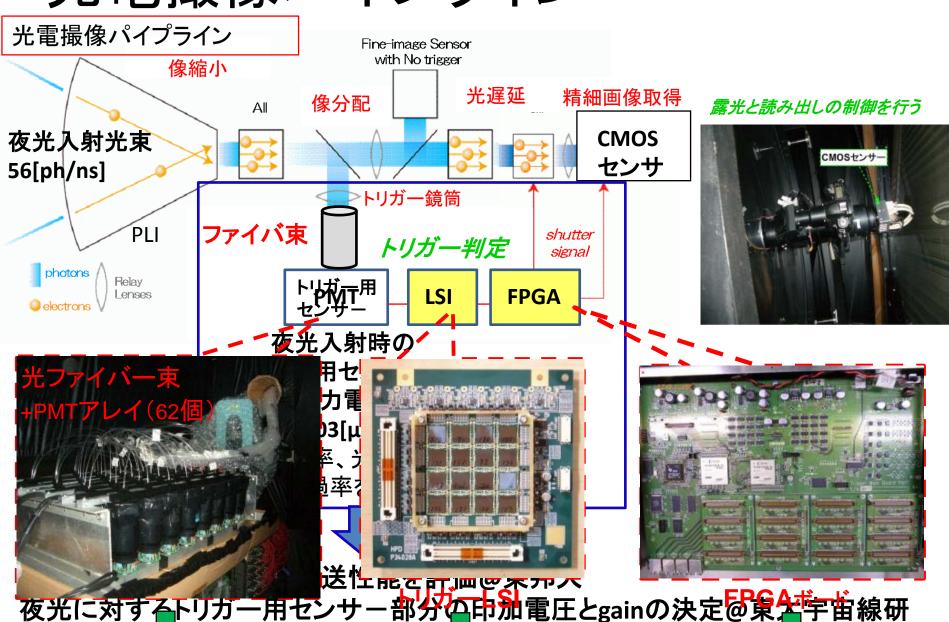
Ashra @ Mauna Loa

Ashra @ Mauna Loa

Cauta



光電撮像パイプライン



光を電気信号に変換

閾値判定、アナログ信号処理を行う

論理判定し、トリガー信号を送る 5

Ashraイメージパイプラインとトリガー 用光ファイバー系の統合試験

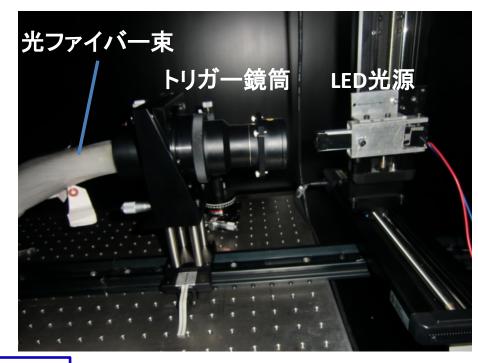
東邦大学におけるトリガー用光ファイバー東の伝送効率測定および撮像パイプラインとの結合試験

光ファイバー東の伝送効率測定

観測に使用する光ファイバー東の 伝送効率の評価と評価システム構築。

LED光源の光を鏡筒レンズ系で集光し、レンズ後方に設置した光ファイバー東に入射させる。その光をPMTで受光し、出力電流値を測定する。

PMT



光ファイバー東

トリガー鏡筒

LED光源



現在、光学装置として、装置全体の調整を行っている。明野観測所においてのトリガー試験観測に使用予定。

観測自動化のためのトリガー系キャリブレー ション

- 宇宙線研究所におけるキャリブレーション用標準光源開発
- 標準光源を用いたトリガー用光センサーの キャリブレーション

夜光入射時でのトリガー用センサーの

最適な印加電圧とgainの決定

トリガー用センサー 330mm LEDmodule 較正PMT



16×16chのトリガー用センサー を観測で使用する際、全面に常 時夜光が照射される。

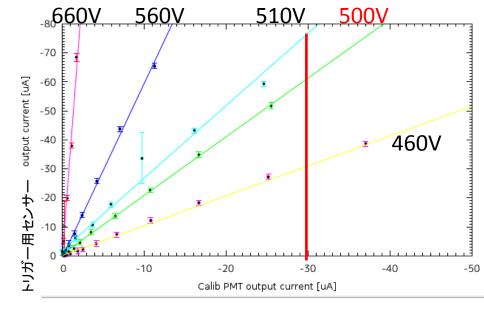
この時、サチュレートしないでトリガー信号を得られる最適な印加電圧とgainを決定する。

1) 較正PMT

暗箱

- 2) トリガー用センサー
- 3)LED光源(PD,LED)

較正PMTの印加電圧:1200V トリガー用センサーに印加する電圧を変化 させ入射光束に対するトリガー用センサーの 出力電流の変化を測定した。



較正PMT(横軸)の-30uAが夜光入射光束程度であることから、夜光入射光束相当の電流が流れても、ゲインが安定する出来るだけ大きなトリガー用センサー印加電圧をHV:500 Vと決定した。さらにその時のGainは、10⁴となった。

夜光環境下でもトリガーセンサーとして使用可能

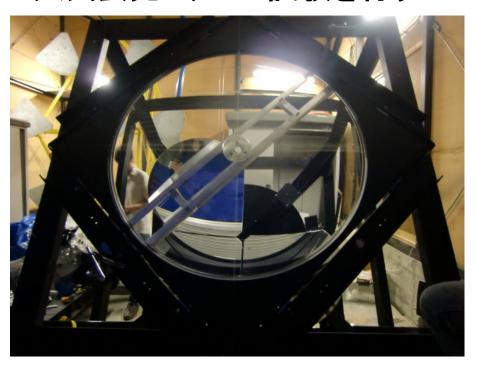
明野観測所におけるトリガー統合試験観測

- 試験観測用望遠鏡の設置
- レーザー光源の設置
- ・レーザー光のトリガー試験観測
- Ashra観測サイトへの設置前のトリガー統合 試験

レーザーを用いた大気蛍光トリガー試験 Ashra-1 Readout Test @明野観測所

夜光バックグラウンドを考慮した大気蛍光トリガー試験を行う





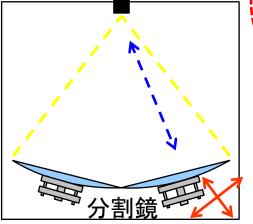
- •シェルター内にトリガー試験用集光器を設置
- 隣接した建物にnearレーザーを設置

トリガー試験用の集光器のインストール





<u>鏡調整概念図</u> 点光源モジュール







センターナットでアオリの距離 (鏡とCCDの距離)を変え、 四つ角のネジで鏡の角度を合わせ 光像が中心に来るよう調整する

レンズ中心部分に設置したLEDから 出た光が各鏡を反射しCCDに入る ように調整し、この光像が最も小さく なるように調整する。

点光源モジュール(LEDとCCD)



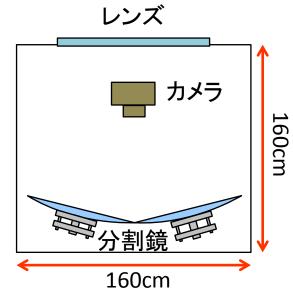
トリガー試験用の集光器のインストール





レンズマウント後 集光器正面





集光器を真上から見た 概念図

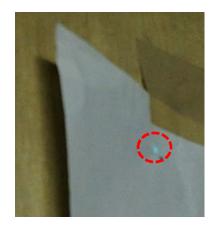
南西方向の空に向けて 仰角約32.8°で設置

レーザー室にレーザーを設置



レーザー跳ね上げ用鏡を設置 鏡の角度でレーザー射出方向を調整

レーザー光

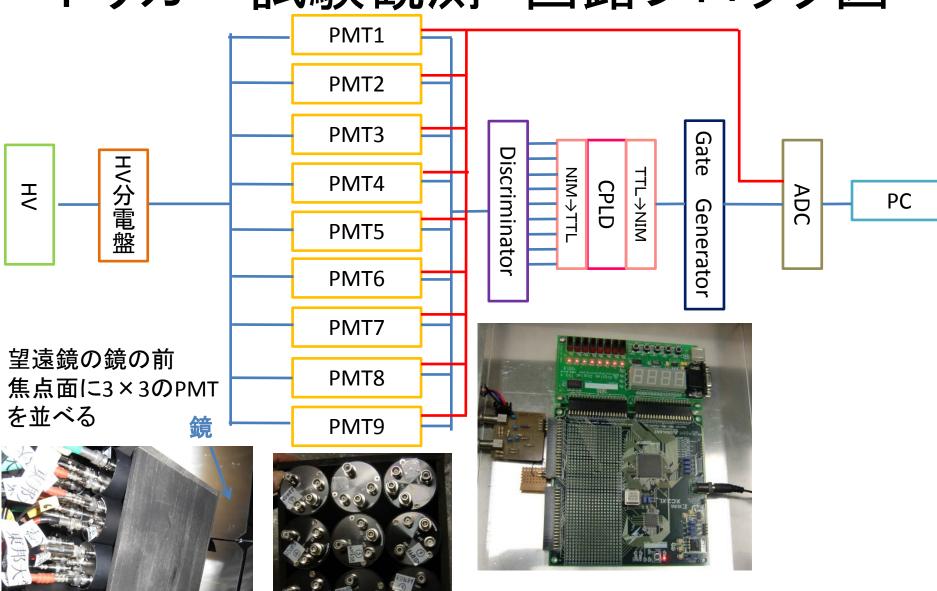


レーザー冷却用の水に 温度計を設置





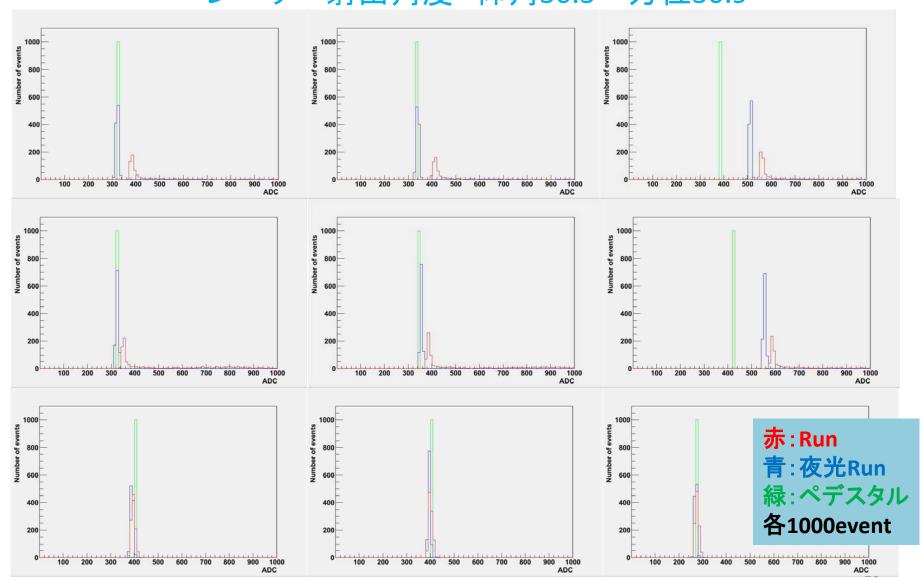
トリガー試験観測 回路ブロック図



CPLDとNIM→TTL回路

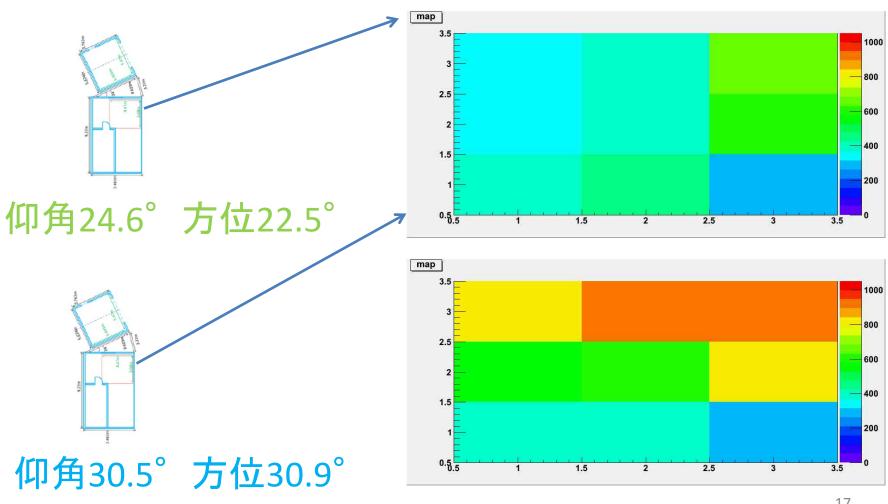
3x3PMT ADC分布

レーザー射出角度 仰角30.5°方位30.9°



信号頻度分布

3x3PMT 信号頻度分布



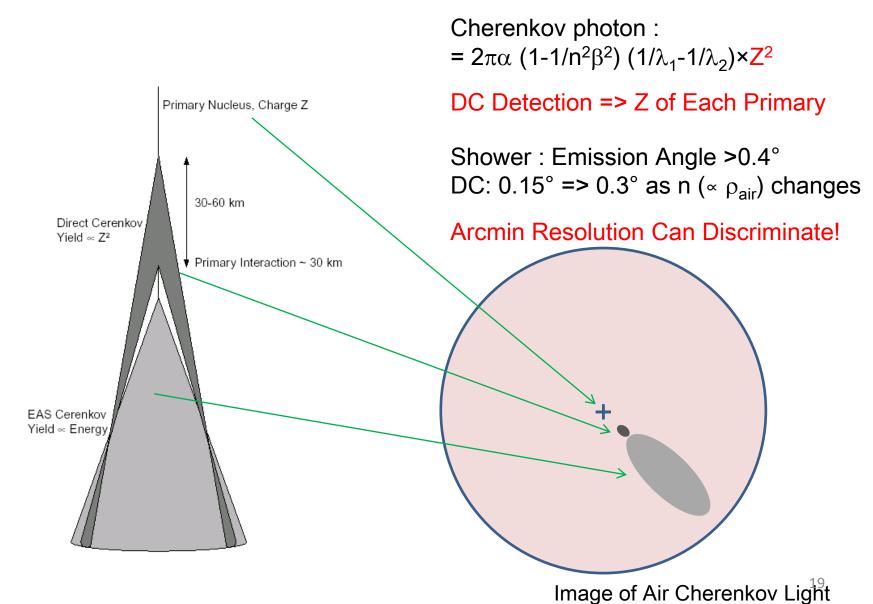
Observation4 @ Mauna Loa

- 第4期観測に向けての準備は整い、12月末より本格的観測開始予定
- Direct Cherenkov法による宇宙線組成直接観測の試み
- 独自開発の高精細CMOS撮像センサー



Direct Cherenkov Method

(D.Kieda et al., Astropart.Phys. 15 (2001) 287)



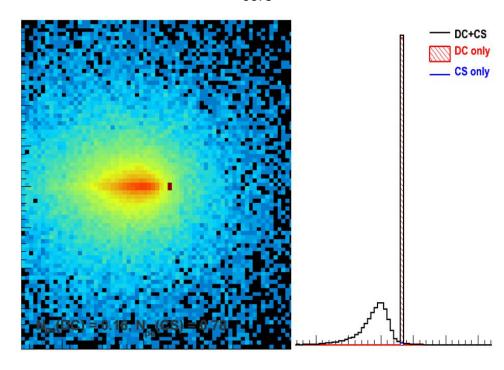


DC+EAS Simulation with H.E.S.S. and Ashra

H.E.S.S.: E=50TeV, R_{core}=107m R_{core}: 107 m I_{DC}:1180 pe

Resolution = 0.16°/PMT

Ashra: E=100TeV, R_{core}=180m



Resolution = 0.05°/ Bin (Real Pix Resolution = 0.02°/Pix)

D.C. Commissioning in Sept. 2013



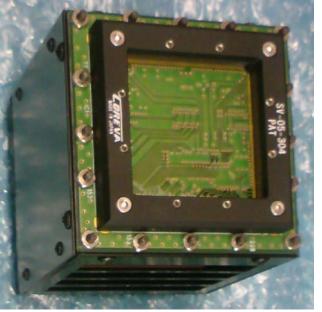






Checking Fine Sensor with Trigger (FST)





Custom CMOS sensor 2048 x 2048 pixels / 19mm x 19mm Triggered regional exposure control

Parameter	Measured Value
Saturation Capacity	4561 e
Dark Current	636 e/s
Temporal dark noise	16.25 e
Total Quantum Efficiency	58.3 % @525nm
Dark Signal Non-Uniformity*	4.37 %
Photo Response Non-Uniformity*	7.12 %

^{*} Careful off chip FPN correction can eliminate them

Summary

- 特に超高エネルギーニュートリノ観測の感度向上を目指して、大気蛍光トリガー観測のための開発研究を推進した。
- 共同利用研究費は、明野への旅費、学生の柏への旅費、LEDキャリブレーション、トリガー試験治具などに使わせていただいた。
- Ashra観測サイトでは、第4期観測に向けての準備が整い、12月末より本格的観測を開始予定。