

明野観測所における 小型大気チェレンコフ望遠鏡R&D

> 吉越貴紀 東京大学宇宙線研究所

2014年12月12日@宇宙線研共同利用研究発表会





明野観測所における チェレンコフ望遠鏡R&D

吉越貴紀 東京大学宇宙線研究所

2014年12月12日@宇宙線研共同利用研究発表会

研究課題、予算、使途

- D03: 明野観測所における小型大気チェレンコフ望遠鏡R&D
 - 吉越貴紀、大石理子、寺澤敏夫、木坂将大(東大宇宙線研)、 森正樹、奥田剛司(立命館大理工)、 田島宏康、松原豊、さこ隆志(名大 STE 研)、 西嶋恭司(東海大理)、大嶋晃敏(中部大工)、齋藤隆之(京大理)
- 平成26年度査定額(単位千円):

研究費	旅費	合計
430	200	630

- 主な使途:
 - 明野観測所への出張旅費
 - VMEモジュール
- ご支援ありがとうございます

研究概要

- 大気チェレンコフ望遠鏡R&Dの国内テストベンチを明野 観測所に整備
 - 現在国内唯一の大気チェレンコフ望遠鏡
- 中古望遠鏡を修理して設置
 - 光学系、駆動制御システムを再構築、維持
- 大気チェレンコフ望遠鏡用R&D/プロトタイプシステムを 導入
 - PeX用R&D、CTA用カメラ等
- 空気シャワー事象のテスト観測
 - Crab Nebula からのガンマ線信号の検出を試みる
- 可視光 Crab パルサーの観測
 - 電波との同時観測で Nebula プラズマの振る舞いを調べる

明野大気チェレンコフ望遠鏡

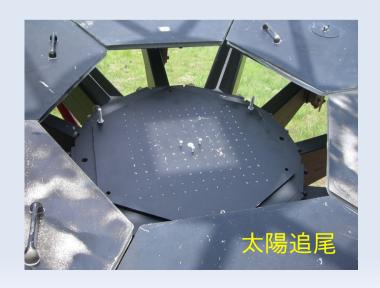
- 中古大気チェレンコフ望遠鏡
 - 三井造船 1998 年製
- 口径3mの経緯台
 - 光学系: Davies-Cotton
 - f/d = 1.0
- 2010年11月に設置完了



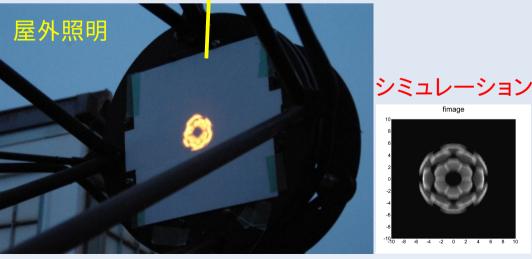


望遠鏡光学系&駆動系の再構築

- 小型鏡18枚の再蒸着
 - 2011-2012 (既報)
- 全小型鏡の角度調整が終了
 - 光軸上距離2fでの調整 (Davies-Cotton)
- 今後:
 - 明るい星を使った指向較正

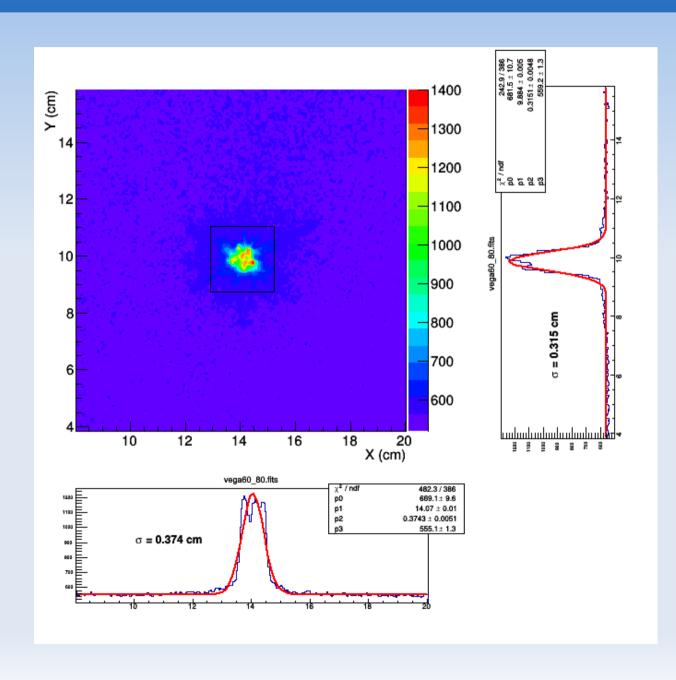






星光像の測定

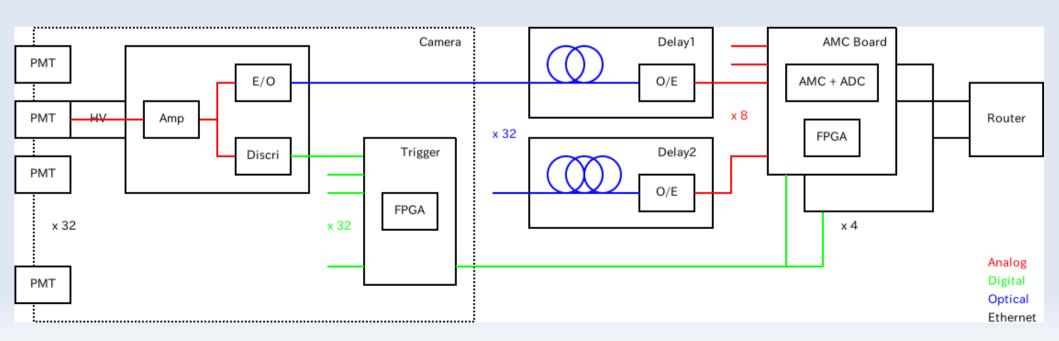
- 明るい星を追尾
 - Vega (0.0 等級)
 - EL = 44 deg
 - 追尾プログラム: 三代 (立命館大)
- CCDで集光像を撮像
 - 焦平面にスクリーン
 - $\sigma = 3-4 \text{ mm}$
 - \rightarrow 0.06-0.07 deg
 - FWHM < 1 cm
- PeXR&D用PMTと 比べて十分小さい
 - 光電面 23 x 23 mm



PeX(PeV Explorer)R & Dシステム

- 32ピクセル(PMT)カメラ
 - Hamamatsu R11265-100(SBA 光電面)
- ・ 波形読み出し回路:アナログメモリーセル(AMC)ASIC
 - 1 GS/s、アナログ帯域 > 200 MHz
 - ピクセル当りサンプリング深さ64 ns × 8 ch = 1 ASIC(光遅延を利用)
- FPGAトリガーボード
 - 単純なトリガー条件(adjacent 2)



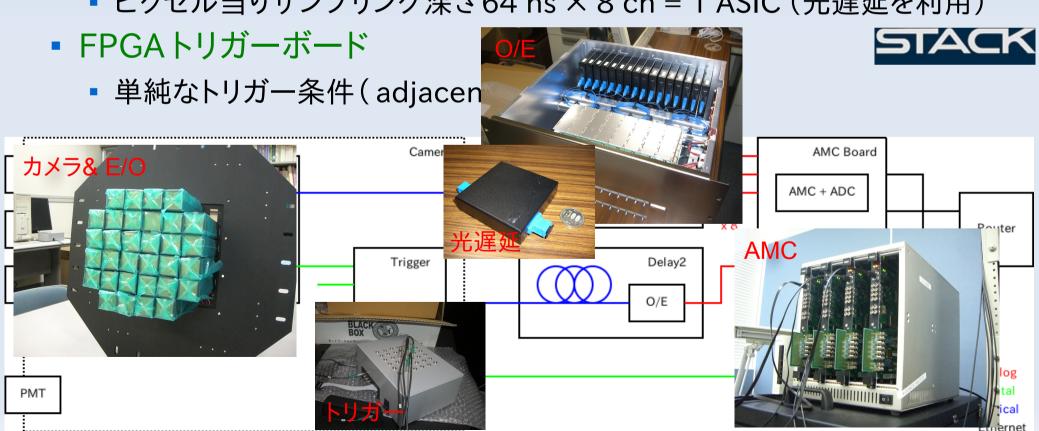


PeX(PeV Explorer)R & Dシステム

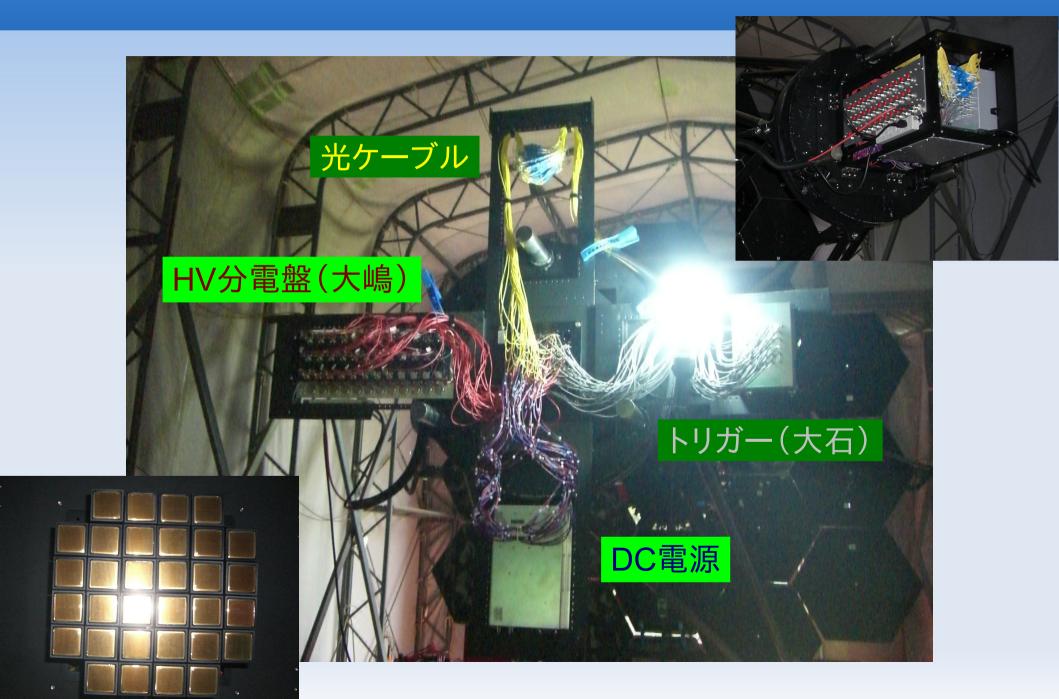
- 32ピクセル(PMT)カメラ
 - Hamamatsu R11265-100(SBA 光電面)
- ・ 波形読み出し回路:アナログメモリーセル(AMC)ASIC



ピクセル当りサンプリング深さ64 ns × 8 ch = 1 ASIC(光遅延を利用)

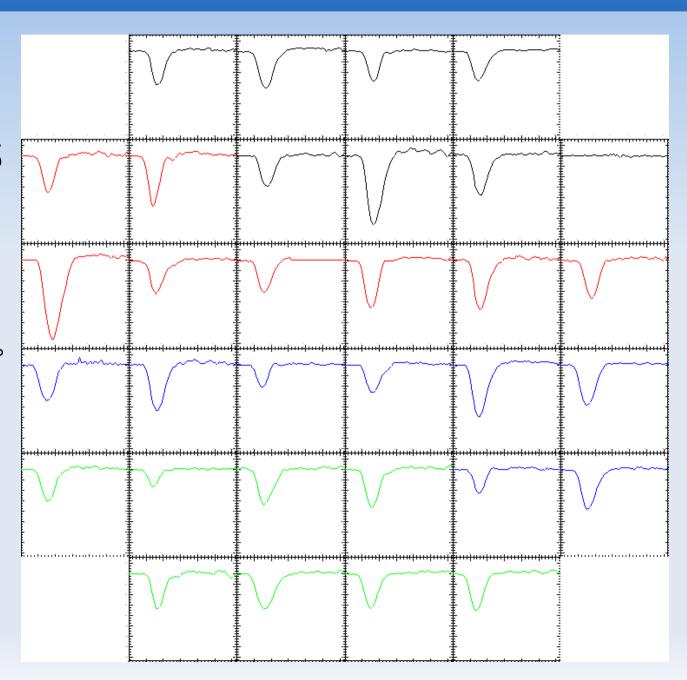


インストール完了(2014年3月)



データ収集システムの試験

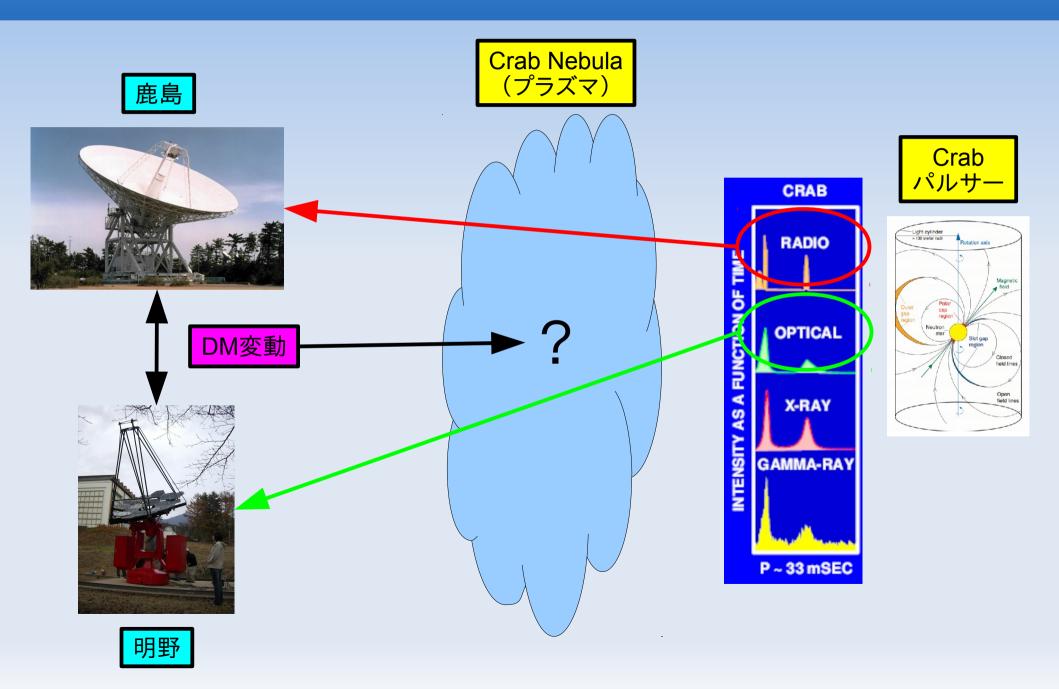
- 全チャンネルの波形 データ
 - 青色 LED 光源(外部 トリガー)
 - HV の粗合せ後(オフライン補正無し)
- AMC
 - 8チャンネル/チップ
 - 同一色が同じチップ
 - 1 GS/s
 - 64 ns window
- DC 電源に不具合
 - 修理中



可視光Crabパルサーの観測

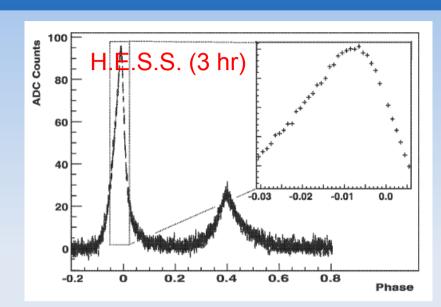
- 電波望遠鏡(鹿島)との同時観測
 - 寺澤研(電波観測担当)と協力
 - 異なる波長域で同時観測し、dispersion measure (DM)のゆらぎを 精密観測
 - → パルサー前方の Crab Nebula 中のプラズマ (加速領域) に関する 新知見
 - 明野望遠鏡は同経度かつ長時間使用可能であるため好都合
- 大気チェレンコフ望遠鏡では実績多数
 - HEGRA、H.E.S.S.、VERITAS、、、
- 中心付近のPMTを使用し、光子計数法を採用
 - 必要なもの:
 - 高速スケーラー(CAEN V830: CANGAROO の遺産を流用)
 - VME 読み出しモジュール(発注済み)
 - GPS clock (借物を試験中)

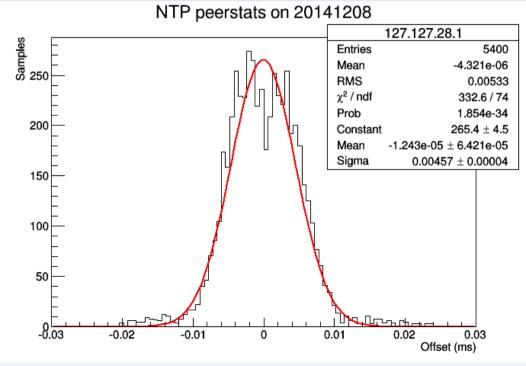
Crabパルサーの同時観測



DAQ用PCの時刻合せ

- Crab パルサー周期:~33 ms
 - Main peak 幅~1 ms
 - 高精度時刻合せが必要
- GPSのPPS信号を利用
 - GPS ユニット: Garmin GPS 15
 - 寺澤研より借用
 - PC : Celeron 2.2 GHz
 - Ubuntu 14.04
 - GPS ユニットとシリアル通信
 - NTPで同期
- 現状:
 - RMS 5 μs 程度を達成





まとめ

- 国内唯一の大気チェレンコフ望遠鏡を明野観測所に 整備し、維持
 - ・ 中古品を修理後、2010年に設置完了
 - 望遠鏡光学系、駆動制御システムの再構築をほぼ完了
 - PSF 0.1 deg 以下を達成
- 別途開発中のデータ収集システムを導入し、試験観測
 - PeX R & D システムを導入、試験中
 - CTA カメラ等
 - 空気シャワー、ガンマ線(?)の観測で性能実証
- 可視光 Crab パルサー観測の準備を開始
 - 電波との同時観測でNebula加速に関する新知見を期待