

## 平成 26 年度共同利用研究・研究成果報告書

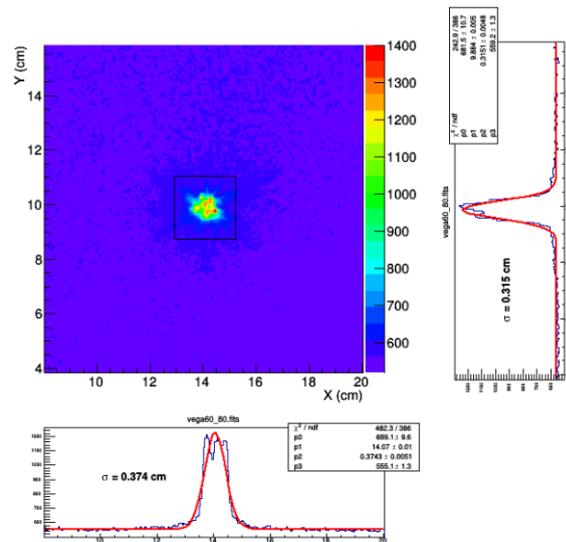
研究課題名 和文：明野観測所における小型大気チェレンコフ望遠鏡 R & D  
 英文：R & D for a Small Atmospheric Cherenkov Telescope in Akeno  
 Observatory

研究代表者 吉越貴紀（東京大学宇宙線研究所）  
 参加研究者 大石理子、寺澤敏夫、木坂将大（東京大学宇宙線研究所）  
 森正樹、奥田剛司（立命館大学理工学部）  
 田島宏康、松原豊、塚隆志（名古屋大学太陽地球環境研究所）  
 西嶋恭司（東海大学理学部）  
 大嶋晃敏（中部大学工学部）  
 齋藤隆之（京都大学大学院理学研究科）

### 研究成果概要

宇宙線研究所明野観測所に設置した 3 m 口径大気チェレンコフ望遠鏡を、地上ガンマ線天文台将来計画等の各種 R & D で使用可能な試験台として整備している。この望遠鏡

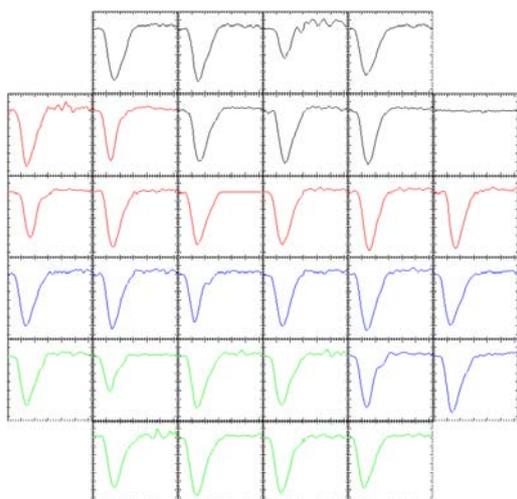
（以下明野望遠鏡）は現時点で国内唯一の大気チェレンコフ望遠鏡 (TeV (=  $10^{12}$  電子ボルト) 領域ガンマ線由来の空気シャワーから放射されるチェレンコフ光を捕らえる望遠鏡) であり、国内で開発した観測装置の实地試験を容易にすることを主な目的とする。平成 26 年度は、前年度に再調整作業を完了した明野望遠鏡の Davies-Cotton 光学系の集光性能を、星光像を用いて評価した。光学系の点拡がり関数の大きさは FWHM で約 8 mm となり (右上図)、後述する R &



D システムの画素サイズ (23 mm : 図中の正方形) より十分小さいことを確認した。また、駆動制御装置の一部を建物 (テント) 内の壁面に取り付ける等の環境整備を行い、明野望遠鏡による試験観測をより安全に行えるようにした。今後駆動制御系の較正を行い、天体を正確に追尾できる状態まで望遠鏡を調整する。

本研究代表者他の科研費で開発した解像型大気チェレンコフ望遠鏡用低消費電力データ収集システムを、試験観測を目的として平成 26 年 3 月に明野望遠鏡へ導入した (次ページ右上図：光電子増倍管 (PMT) カメラ背面の様子)。このデータ収集システムは、KEK を中心とするオープンソースコンソーシアム (Open-It) の協力を得て開発したアナログメモリー ASIC (1 GHz サンプリング波形記録回路とウィルキンソン ADC を実装

したもの) を基本要素とし、光ファイバー遅延線を利用して 1 ASIC チップの 512 セルを 8 チャンネル (PMT) で利用する構成になっており、PMT 波形の鈍りを防ぎつつ無駄を省いたデザインとなっている。全 32 チャンネルの高電圧値を PMT ゲインがほぼ等しくなるよう調整した後、青色 LED 光源と外部トリガーで取得した試験信号波形を下図に示す (時間窓は 64 ns、同一色の波形は同じ ASIC チップで取得したもの)。不具合のある 1 チャンネルを除き、PMT と波形記録システムが想定通りの機能を果たしていることを確認した。しかし、大気チェレンコフ光事象のトリガーを生成するために各 PMT モジュールに組み込んだ波高弁別器がノイズの影響を強く受けることがわかり、現在その修理作業を行っている。準備が整い次第、本 R & D システムで大気チェレンコフ光事象の試験観測を行い、その性能を評価する。



上記 R & D システムの一部を利用して、可視光かにパルサーの信号を光子計数法で検出することが可能である。電波望遠鏡 (鹿島) による電波かにパルサーの観測を行っている高エネルギー天体グループ (寺澤他) と連携し、かに星雲プラズマ中でのパルサーの dispersion measure (DM) の変動を測定するプロジェクトを平成 26 年度に始動した。かにパルサーの周期 (約 33 ms) より十分に高い絶対時刻精度が要求される測定となるため、GPS の 1 PPS 信号を利用したデータ収集用 PC の時刻合わせにまず着手した。その結果、RMS で約 5 マイクロ秒の精度を得、さらに改善の余地があるものの、十分な精度を達成する目処が立った。今後データ収集システムの構築を進め、TeV ガンマ線源であるかに星雲中のプラズマをよりマイクロに観察することで、粒子加速領域について新しい知見が得られることを期待する。

#### 【発表論文】

1. “Status of R & D Studies for Very High Energy Gamma-Ray Astrophysics at Energies Greater than 10 TeV in Akeno”, M. Ohishi et al., 33rd ICRC (Rio de Janeiro), in press (2015).