

平成 28 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（東京大学宇宙線研究所）
寺澤敏夫（理化学研究所）
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（名古屋大学宇宙地球環境研究所）
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）
山本常夏（甲南大学理工学部）

研究成果概要

東京大学宇宙線研究所附属明野観測所に設置した 3 メートル口径大気チェレンコフ望遠鏡（右図）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大気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実地試験を容易にすることを主な目的とする。

平成 28 年度は、平成 25 年度に明野望遠鏡に導入した低消費電力データ収集システムのトリガー回路（ディスクリミネータ）におけるノイズの問題をほぼ解消し、同システムによる大気チェレンコフ光事象の初観測に成功した。望遠鏡を天頂に向けて観測した大気チェレンコフ光イメージの 2 例を次ページに示す（左側は各画素（光電子増倍管）で捕らえた大気チェレンコフ光信号の波形（幅 64 ナノ秒）、右側は各波形を積分した光量のカラーマップ）。上記システムは光電子増倍管 32 本からなり、それらの出力電気信号の処理を 4 つの信号読み出し回路モジュールで分担している。各モジュールに実装された TCP/IP インターフェースから読み出したデジタルデータのタイミングがモジュール間



で相互にずれるという不具合が、上記ノイズ問題が解消した後に発覚したものの、データ収集 PC のソフトウェアで対処するアルゴリズムを開発し、平成 29 年 3 月にはずれを解消するに至った。これで安定した空気シャフトリガー信号を外部に供給することが可能となり、幾つかの R & D において本システムを利用する準備が整った。

上記システムを利用した R & D の一つとして、Crab パルサーの可視光信号の観測を予定している。本 R & D は大気チェレンコフ望遠鏡の主目的である大気チェレンコフ光の観測とは異なるが、その高い集光率を利用した観測実績が過去に多

数あり、明野望遠鏡でも数時間の観測でパルス信号を検出できる見込みである。本 R & D 用システムの絶対時刻精度は、Crab パルサーの主パルスの幅約 1 ミリ秒より十分に良い必要があり、時刻合わせには GPS の PPS (Pulse Per Second) 信号を利用する。平成 28 年度は GPS 受信機に同期したデータ収集用 PC の相対時刻精度をソフトウェアの設定の見直しにより前年度からさらに一桁改善し、GPS で達成可能な限界精度と言われる 50 ナノ秒程度まで上げることができた。データ収集用 PC の温度に依存して PC の絶対時刻がドリフトする症状も観測され、それを考慮してもシステムの絶対時刻精度は 1 マイクロ秒程度となり、十分なレベルに達していることを確認した。平成 29 年度内にデータ収集ソフトウェアを開発し、上記の高時刻精度に基づくパルサー観測を実施する予定である。

