

平成 27 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（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）
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 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 27 年度は、平成 25 年度に明野望遠鏡に導入した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（下図：科研費補助金による R & D システム）について、そのトリガー回路（ディスクリミネータ）に乗るノイズの調査を行った。ディスクリミネータは光電子増倍管（PMT）と一体の電気・光変換（E/O）ユニット内の回路基板に実装されており、ノイズ侵入経路は電源ラインまたは外部電磁波であると考えられる。これらを切り分けるため、1) 蓄電池電源の製作およびそれを用いた試験、2) 外部電磁波ノイズを抑制するための対処（望遠鏡駆動系サーボアンプ等のノイズ対策：接地棒の増設、シールドメッシュによる遮蔽、フェライトコアによる放射抑制）を実施した。その結果、侵入経路が外部電磁波であることは判明したが、ノイズ源の

シールドメッシュによる遮蔽、フェライトコアによる放射抑制）を実施した。その結果、侵入経路が外部電磁波であることは判明したが、ノイズ源の



特定には至っていない。しかし、ディスクリミネータの直前にハイパスフィルタを挿入することによりノイズを低減できることがわかり、トリガー回路の安定動作に一定の目処が立った。今後フィルタの調整を行った後、全 E/O ユニットに修理を施し、大気チェレンコフ光事象トリガーによる試験観測を行う予定である。

上記 R & D システムの一部を利用して、Crab パルサーからの可視光信号を光子計数法で検出することができる。国内の電波望遠鏡（鹿島等）で Crab パルサーからの電波信号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、Crab Nebula 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 年度に開始した。Crab パルサー（周期約 33 ms）の可視光帯主パルスの幅は 1 ms 程度であり、そのタイミングを正確に測定するにはデータ収集システムの時刻精度がこれより十分に良い必要がある。平成 27 年度は、データ収集用 PC の時刻を、新規購入した GPS ユニット（Garmin GPS 18x）の PPS（Pulse Per Second）信号に NTP（Network Time Protocol）で同期させ、

さらに PC 上の Linux カーネルを変更することにより、前年度の結果より一桁良い約 500 ns の時刻精度を得ることに成功した（右図）。現在光子計数のための高速スケーラを VME バス経由で読み出すプログラムを製作中であり、また、本年度予算で購入した GPS 同期 10

MHz 信号源（FURY-10M）によるスケーラの時刻較正方法を確立するための調査を行っている。今後さらにデータ収集システムの構築を進め、TeV ガンマ線源である Crab Nebula 中のプラズマをよりマイクロに観察することで、その粒子加速機構について新しい知見を得ることを目指す。

平成 27 年度は他に、CTA（Cherenkov Telescope Array）の LST（Large-Sized Telescope）の較正に用いられる Central CCD カメラの試験、および、空気シャワーからの前方電波放射の試験観測を、明野望遠鏡を利用して行った。次年度以降もこれらの R & D を支援していく予定である。

【発表論文】

[1] “A 3-Meter Atmospheric Cherenkov Telescope as a Test Bench for Very High Energy Gamma-Ray Astrophysics Projects”, T. Yoshikoshi et al., 34th ICRC (The Hague), 887 (2015).

