

平成 30 年度共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：CTA 大口径望遠鏡の焦点面検出器開発

英文：Development of Focal Plane Instruments for the CTA Large Sized Telescope

研究代表者 山本常夏（甲南大学）

参加研究者 林田将明、田村健司、町支勇貴(甲南大)、片桐秀明、吉田龍生、鈴木萌(茨城大)、窪秀利、増田周(京都大学)、寺田幸功、砂田裕志、永吉努(埼玉大)、櫛田淳子、西嶋恭司(東海大)、猪目祐介(甲南大)、手嶋政廣、斎藤隆之、Hadasch Daniela, Mazin Daniel, 深見哲志、大岡秀行、高橋光成、野田浩司、櫻井駿介(宇宙線研)、折戸玲子(徳島大)、奥村暁(名古屋大)、中森健之(山形大)

研究成果概要

次世代高エネルギーガンマ線観測計画 CTA は大型チェレンコフ望遠鏡を南北両半球に約 100 台建設し高エネルギー天体から放出されるガンマ線を観測する国際共同研究である。

30 年度は図 1 に示している大口径望遠鏡 1 号機のカメラが完成し、望遠鏡に搭載された。カメラは直径 2.3m の円の中に 1855 画素の PMT を敷き詰めていて、読み出し回路やネットワーク機器、電源などと一緒の高さ 3m の箱に格納されている。回路で発生した熱は冷却水により望遠鏡架台に設置されている冷却装置に運ばれる。カメラ開口部は紫外透過ガラスで密閉され、その前にスクリーンとシャッターが設置されている。1855 画素の PMT それぞれに集光器が取り付けられるが、この開発に時間がかかった。

集光器は入り口が対辺 50mm の 6 角形で、主鏡から入射した光を直径 40mm の PMT 管面に導く。軽く品質が安定していて、入射角によらず紫外線から可視光まで反射しなければならず難しい開発になった。このため、愛知県の眼鏡メーカー東海光学株式会社と協力し、プラスチック製のコーン状土台にアルミを低温蒸着し、その上に増反射膜を 2 層乗せた集光器を開発した。30 年 4 月まで試作を繰り返し、6 月に量産が完了した。量産した集光器は甲南大学に設置したクリーンルームでア



図 1、大口径望遠鏡に搭載されたカメラ。1855 個の PMT を搭載している。



図 2、現地に設置したクリーンルームでの作業。

ルミ板に装着し、それを観測サイトのラパルマ島へ輸送した。それを現地に設置したクリーンルームで PMT クラスタ、フロントエンド電子回路と組み合わせモジュールにした（図 2）。モジュールは PMT の感度によりグループ化され、カメラの中心に近いほうが高い感度になるように装着した。このモジュールの装着は 8 月中旬に終わり、望遠鏡への装着スケジュールにぎりぎり間で間に合った。焦点面検出器をカメラに入れてから、カメラの前に窓ガラス、スクリーン、シャッターを取り付ける。スクリーンとシャッターはリモート制御できる設計になっている。その後、このカメラを望遠鏡サイトまでトラックで運び、望遠鏡の焦点面に装着した。望遠鏡を装着した後、電源、ネットワーク、冷却系の整備を行った。ドイツやスペイン、イタリア、フランスのチームと共同で現地に学生とスタッフが常駐して作業を行っている。セットアップが進み、検出器のテストがある程度終わると、実際にカメラの電源を入れ、シャッターを開けて、望遠鏡を夜空に向けた。この最初のテスト観測は 11 月に行われた。主鏡の方向やカメラ画素の感度のなど細かい調節がされていない段階であったが、観測を始めるとすぐに、荷電粒子が大気中で発するチェレンコフ光のイメージが検出された。図 4 にこの初観測で検出された大気ミュオンズのイメージを示す。大気ミュオンズは地球大気に入射した高エネルギー陽子などが生成する空気シャワーの成分で、透過力が強いため地上まで到達する。望遠鏡の主鏡に入射するとその飛跡に沿って放出されるチェレンコフ光がリング状のイメージになり検出される。これらのテスト観測とシミュレーションを使った解析を繰り返し本格的な観測に向けて調節を続けている。

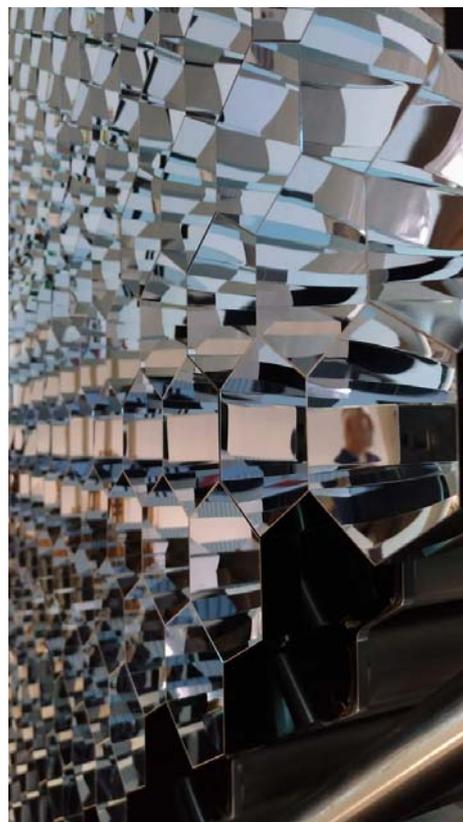


図 3. カメラに装着された集光器。

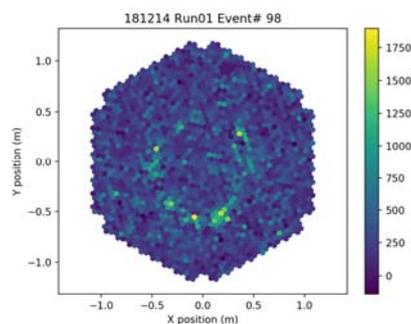


図 4. 検出されたミュオン粒子のリングイメージ