

令和 4 年度 (2022) 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 Telescopes

研究代表者 山本常夏 (甲南大学)
 参加研究者 田中孝明, 鈴木寛大, 千川道幸, 溝手雅也 (甲南大), 片桐秀明, 吉田龍生, 田名辺紀視, 服部勇大 (茨城大), (京都大), 寺田幸功, 砂田裕志, 勝田哲, 佐々木寅旭, 立石大 (埼玉大), 阿部和希, 櫛田淳子, 佐々誠司, 高橋菜月, 西嶋恭司, 平松明秀 (東海大), 折戸玲子 (徳島大), 奥村暁, 田島宏康, 芳賀純也, 高橋光成 (名古屋大), 手嶋政廣, Hadasch Daniela, Mazin Daniel, 大岡秀行, 小林志鳳, 齋藤隆之, 窪秀利, 野崎誠也 (宇宙線研),

研究成果概要

本計画により CTA 大口径望遠鏡(LST) に搭載する焦点面検出器を開発してきた。CTA 計画は南北両半球に合計約 100 台のチェレンコフ望遠鏡を建設し、高エネルギーガンマ線の観測を行う国際共同実験である。口径が 3~23m までの複数の種類の望遠鏡を用いて 20GeV から 300TeV までの高エネルギーガンマ線を高精度で探索するように設計されている。本計画では口径 23m の LST の焦点面に搭載する検出器の開発、維持、管理をスペイン、ドイツ、イタリアのグループと



図 1. LST1 号機に搭載したカメラ。高さ 3m のカメラ筐体に口径 2.3m の焦点面検出器が搭載されている。

協力して行い、さらに将来に向けて装置の開発・改良も検討している。LST の焦点面検出器は 1855 本の光電子増倍管(PMT)からなり、20GeV 以上のエネルギーのガンマ線が生成する空気シャワーのイメージを GHz 高速サンプリングにより高感度測定する。応答速度の速い PMT と読み出し回路により、夜光の影響を減らし微弱なチェレンコフ光を効率よく検出している。4 台の LST を設置することで合計 7420 本の PMT を同時に稼働することになり、多数の検出器を較正しメンテナンスしながら 10 年以上にわたり安定して運用

することが求められている。2018年にLST1号機が完成しコミッショニングと観測を行ってきた。並行してLST2,3,4号機の建設に向けてカメラの制作を行った。新型コロナによるパンデミックや火山の噴火など困難な状況もあったが、コロナ流行波の合間に現地に行き作業を行った。LST2号機は2025年に完成する予定で、その後3,4号機は1年程度で完成するであろう。現在、図2に示すように、2,3,4号機のカメラは全て組みあがり観測サイト近くにある実験室に運ばれている。1号機建設のときカメラ稼働テストの段階で問題のある検出器が複数見つかった。これらの検出器は輸送や組立作業の間に破損したり製造時にできた傷が顕在化したりして故障したものである。2号機以降にもこういった部品が出ることが予想され、それらをできるだけ望遠鏡に装着する前に除去・修理する必要がある。このため観測サイトの近くにある実験室にカメラを設置し全ての検出器のテストをおこなっている(図3)。

並行して南サイトに建設する望遠鏡に搭載する焦点面検出器制作の準備を行っている。南サイトのLSTについて、イタリアでコロナ復興予算が認められ少なくとも2台は建設されることが決まっている。最終的には北サイトと同じ4台の建設を目指しているが、イタリアの予算は3年以内に消化しなければならず開発に時間をかけることができない。このため北サイトでの建設の経験を最大限に生かして短期間で製造する必要がある。特に世界的な電子部品の供給不足が深刻な問題になっている。焦点面検出器はPMT、ライトガイド、アルミフレーム、前置増幅器や電源、制御回路からなる。このうちPMTは浜松ホトニクスが宇宙線研究所と共同で開発・製造している。それ以外の部品はすべてCTAのメンバーが設計しそれぞれのメーカーに発注している。前回の製造から5年以上が経過しており、改良の余地がある部品もある。様々な要因を考慮しつつ2023年度中に製造できるように準備を進めている。

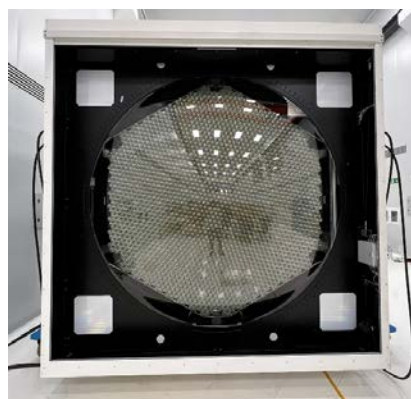


図2、LST2号機用のカメラ。杭縦が終わり実験室でテストを行っている。



図3、LST4号機用のカメラにテスト用の暗箱を装着しているところ。この状態でカメラを稼働させ、一様な光を照射することにより全ての検出器をテストする。