

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 大口径望遠鏡用読み出し回路の開発

英文：Development of the readout system for the CTA large-sized telescopes

研究代表者 窪秀利（京都大学理学研究科）

参加研究者 鈴木萌、片桐秀明、吉田龍生(茨城大学理学部)、岡知彦、梶原侑貴、野崎誠也、平子丈、増田周(京都大学理学研究科)、池野正弘、内田智久、田中真伸(高エネルギー加速器研究機構素粒子原子核研究所、オープンソースコンソーシアム Open-It)、猪目祐介、高原大、田村謙治、町支勇貴、林田将明、山本常夏(甲南大学理工学部)、砂田裕志、永吉勤、西山楽(埼玉大学理工学研究科)、木村颯一郎、櫛田淳子、辻本晋平、西嶋恭司、古田智也(東海大学理学部)、稲田知大、岩村由樹、大岡秀行、岡崎奈緒、齋藤隆之、櫻井駿介、高橋光成、手嶋政廣、野田浩司、深見哲志、Daniela Hadasch、Daniel Mazin(東京大学宇宙線研究所)、折戸玲子(徳島大学理工学部)、奥村暁(名大 ISEE)、郡司修一、中森健之(山形大学理学部)、Riccardo Paoletti (Siena Univ., INFN Pisa)、Carlos Delgado、Carlos Diaz Ginzo、Gustavo Martínez Botella (CIEMAT)、Oscar Blanch (IFAE) 他 CTA Consortium

研究成果概要

大気チェレンコフ望遠鏡の次期計画として、日米欧 31 か国 1400 名以上が参加している Cherenkov Telescope Array (CTA)計画が進行中である。この計画では、大(口径 23m)・中(口径 12m)・小(口径 4m)の大気チェレンコフ望遠鏡を南北半球のサイトに、計約 100 台並べることにより、観測エネルギー範囲を 20 GeV から 300 TeV と広げ、従来に比べ一桁高い感度で宇宙ガンマ線を観測する。本研究において、昨年度に続き、CTA 大口径望遠鏡 (LST)の読み出し回路の開発を行った。LST は、望遠鏡一台あたり 1855 本の光電子増倍管が焦点面に配置される。日本グループは、光電子増倍管と読み出し回路を合わせた焦点面カメラモジュール (図 1) を開発している。光電子増倍管 7 本を束として、直後に、順に高圧発生回路、プリアンプ、モニター・制御部、高速波形サンプリング読み出し回路基板が接続され、一つのモジュールを構成する。増幅された光電子増倍管信号は、スイス PSI 研究所が開発した、低消費電力の高速切替キャパシターアレイ ASIC である DRS4 に入力され、4096 個のキャパシターに電荷が順次記録されることによって、入力波形を GS/s でサンプリングできる。記録された電荷は、ASIC 外部の ADC によってデジタル変換され、FPGA に送られる。データは SiTCP を用いて、ギガビットイーサネット

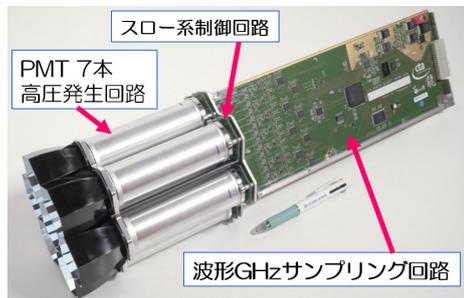


図 1：焦点面カメラモジュール。LST 望遠鏡 1 台あたり、このモジュールが 265 台、焦点面に配置される。

- (1) 4-7月、日本グループが IFAE 研究所(スペイン・バルセロナ)に滞在し、図1の PMT モジュール全 265 台をカメラ筐体(スペイン担当)に取り付けて配線し、暗室にて光源を用いて統合試験を行った(図2)。その後、カメラモジュールを筐体から取り外し、CTA 北サイトであるスペイン・ラパルマ島に輸送した。
- (2) 8月、ラパルマ島の山麓の組立・保管庫にて(図3)、ライトガイドをカメラモジュールへ取り付けた後、カメラ筐体に取り付け、動作確認し、カメラを完成させた。
- (3) 9月下旬、カメラを望遠鏡に取り付けた(図4; スペイン担当)。
- (4) 10月上旬、カメラ筐体のシャッターを閉じたまま、カメラの波形データ取得に成功した。
- (5) 12月中旬、ファーストライトを迎え、空気シャワーを捉えることに成功した(図5)。



図3：ラパルマ山麓の組立・保管庫にて、カメラモジュールの組立て・試験、筐体への取り付け作業、および、完成したカメラ。

図2：スペイン IFAE 研究所でのカメラ組立て及び暗室内での統合試験。

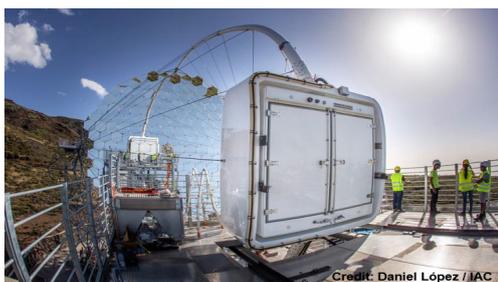


図4：カメラの望遠鏡への取り付け。

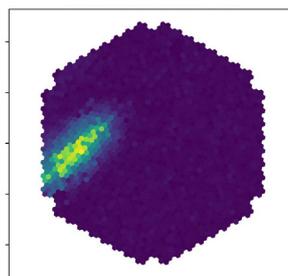


図5：LST 初号機のファーストライト。

[学会発表]

- [1] 日本物理学会(2018年9月) 砂田裕志他、「CTA 報告 142: CTA 大口径望遠鏡初号機の焦点面カメラ統合試験(II)」、
- [2] 日本天文学会(2018年9月) 櫻井駿介他「CTA 大口径望遠鏡初号機のカメラ最終試験報告」、
- [3] 日本物理学会(2019年3月) 野崎誠也他「CTA 報告 150: CTA 大口径望遠鏡初号機の焦点面カメラ試運転試験」