

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：CTA 大口径望遠鏡の高速データ収集システムの開発研究
英文：Development of an ultra-fast data acquisition system for the CTA
Large Sized Telescope

研究代表者 中嶋 大輔
参加研究者 手嶋 政廣、Mazin Daniel、林田 将明、花畑 義隆、Hadasch Daniela、石尾 一馬、高橋 光成、大岡 秀行（東京大学） 窪 秀利、齋藤 隆之、今野 裕介、増田 周（京都大学） 山本 常夏、猪目 祐介（甲南大学）

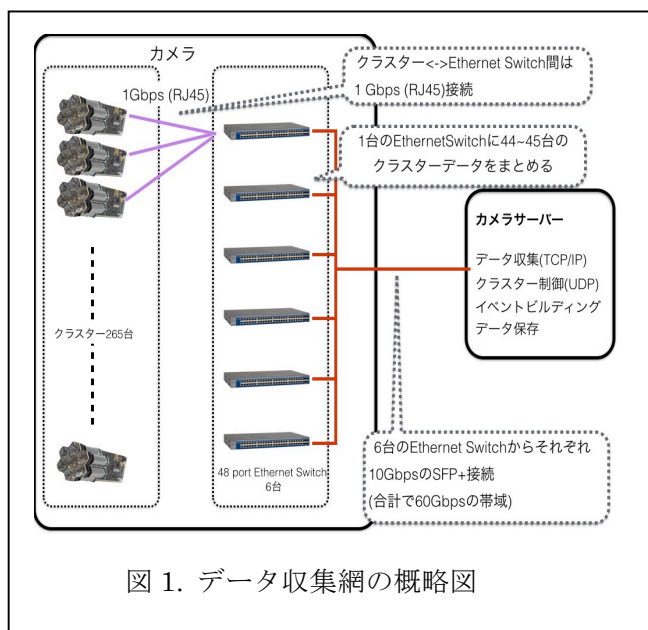
研究成果概要

次世代の大気チェレンコフ望遠鏡群天文台である CTA（Cherenkov Telescope Array）は日米欧を中心として世界 29 国から 1000 名を超える研究者の国際共同実験として開発が進められている。CTA では大・中・小の 3 種類の口径を持つ望遠鏡を南北半球に合計で約 100 台設置し、20 GeV から 100 TeV 以上にわたる広いエネルギー帯域で現行の望遠鏡の 10 倍の感度で観測を行う

CTA 計画の中で日本グループ(CTA-Japan)は 23 メートル大口径望遠鏡(LST)の開発を主導して行っている。LST の焦点面には 1855 本の光電子増倍管(PMT)からなるカメラが搭載される。PMT は 7 本毎に、付随する読み出しフロントエンド回路と合わせて、クラスターとしてまとめられる。それぞれの PMT からの波形のデータはフロントエンド回路でデジタル化され、FPGA に実装された SiTCP 技術により 1Gbps の TCP/IP 通信で転送される。クラスターからのデータは 44-45 クラスターごとにカメラ内に設置された合計 6 台のイーサネットスイッチでまとめられ、地上に置かれたカメラサーバーへ 10Gbps の SFP+光ファイバー通信網で転送される。図 1 にデータ収集網の概略図を示す。

LST は CTA の中でも 20 GeV という最も低いエネルギー閾値での観測を担い、トリガー閾値を限界にまで下げて観測する。そのためトリガーレートは最大で 15 kHz 程度になると予想されており、生成されるデータは約 30Gbps 程度になる。

本研究では、望遠鏡の感度を最大限に引き出すために、膨大なデータを高速に読み出すためのデータ収集システムの開発を行った。当該年



度には必要な性能を満たすイーサネットスイッチとして Dell x1052 を選定し、必要台数の一式を購入した。また宇宙線研究所において 19 台のクラスターを組み込んだ、ミニカメラ(図 2)を構築し、データを収集する試験を行い、問題なくデータ収集できることが確認できた。ミニカメラは複数台のクラスターとクラスター間でトリガー信号をやりとりするバックプレーンボード、トリガー生成を行うトリガーインターフェースボード、本番用の電源モジュールなどを組み込んだ、初めての統合試験であり、データ収集システム開発のみならず、様々なサブシステムの最終確認試験を現在も継続して行っている。また CTA の中・小口径望遠鏡のデータ収集担当者や CTA 全体の中央制御担当者と、包括的な枠組みでのデータ収集グループを構築し、ドイツ(ハイデルベルグ)で会議を行った。20 年を見越す CTA の運用期間において安定したシステムを構築するため、データフォーマットやデータ転送プロトコル、エラー処理手法などを可能な限り共通化するための議論を行った。また、望遠鏡の感度を落とさない範囲で不要なデータの書き込みを減らす(データリダクション)のアルゴリズムも進めている。ただし、データの流れのどの段階でどの程度まで減らす必要があり、またどの程度まで減らすことが可能かは CTA 全体としてのハードウェア構成にも依存するため、今後も継続して議論を進める必要がある。

来年度にはスペインにおいてカメラクラスター全数を組み込んだ統合試験を行い、その後望遠鏡建設地であるスペイン領ラパルマ島において望遠鏡の組み立て及びシステム構築を行う。

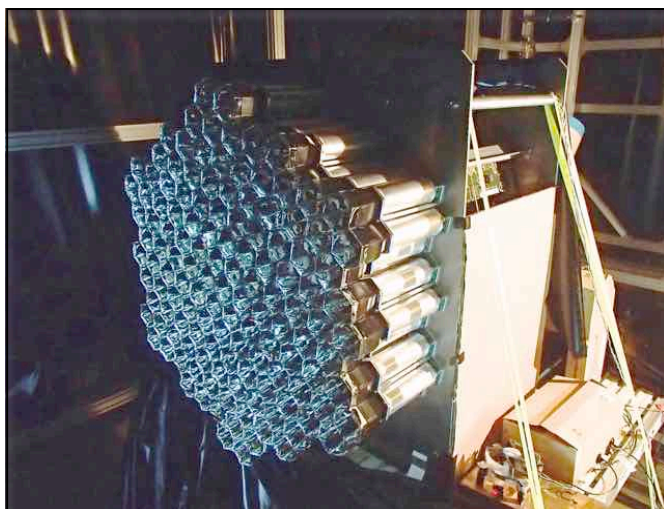


図 2. 宇宙線研で製作したミニカメラ。19 台のクラスターフロントエンドが組み込まれている。