

平成24年度共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：CTA LST用光検出器・読み出し回路の開発
 英文：Development of the photodetector and readout system for CTA LST

研究代表者 窪 秀利（京都大学理学研究科）
 参加研究者 澤田 真理、馬場 彩（青山学院大学理工学部）、梅原 克典、片桐 秀明（茨城大学理学部）、栗根 悠介、岸本 哲朗、今野 裕介、畑中 謙一郎、林田 将明（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）、上野 遥、小山 志勇、寺田 幸功（埼玉大学理工学研究科）、櫛田 淳子、西嶋 恭司（東海大学理学部）、大岡 秀行、齋藤 浩二、手嶋 政廣（東京大学宇宙線研究所）、佐々木 浩人、山本 常夏（甲南大学理工学部）、折戸 玲子、菅原 隆希（徳島大学ソシオ・アーツ・アンド・サイエンス研究部）、郡司 修一、門叶 冬樹、萩原 亮太（山形大学理学部）、中森 健之（早稲田大学理工学術院先進理工学部）

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 27 か国 1000 名以上が参加している Cherenkov Telescope Array (CTA)計画が進められている。この計画では、大(口径 23m)・中(口径 12m)・小(口径 6m)の空気チェレンコフ望遠鏡を南北半球のサイトに、計 100 台近く並べることにより、観測エネルギー範囲を 20 GeV から 100 TeV 以上と広げ、従来に比べ桁高い感度で宇宙ガンマ線を観測する国際協力実験である。本研究において、昨年度に続き、CTA 大口径望遠鏡 (LST)の光検出器および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， 2）を開発した。組立・メンテナンスを容易にするため、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・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、一つのクラスタを構成する。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・高速アナログメモリ(キャパシターアレイ)ASIC

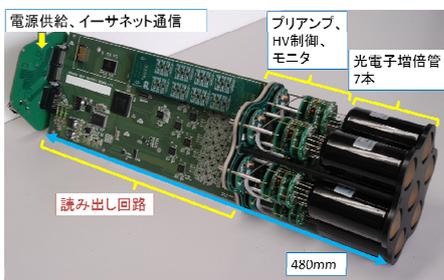


図 1：焦点面カメラモジュール。LST 望遠鏡 1 台あたり、このクラスタが 265 ユニット、焦点面に配置される。

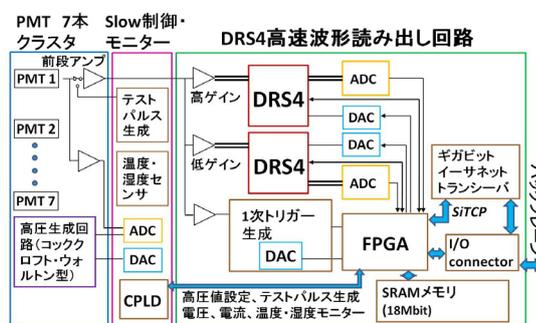


図 2：図 1 のブロック図。

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、トリガーが生成されると読み出され、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、イーサネット転送される。今年度は、(1) カメラの水冷システムを開発し、3 度以内での温度制御が可能であることが分かった (図 3)。(2) 構造解析計算により、水冷板の歪み量を求め、軽量化のための構造を検討した (図 4)。(3) スペイングループが開発したプリアンプの ASIC を搭載する基板を開発し、周波数帯域やリニアリティなどの単体性能評価を行った後、光電子増倍管と接続し、1 光電子スペクトルを取得した (図 5)。(4) 量産した光電子増倍管の較正 (gain や after pulse など) システムを開発した。(5) 3 クラスタ (図 6) を使い、クラスタ間トリガーの開発を行った。

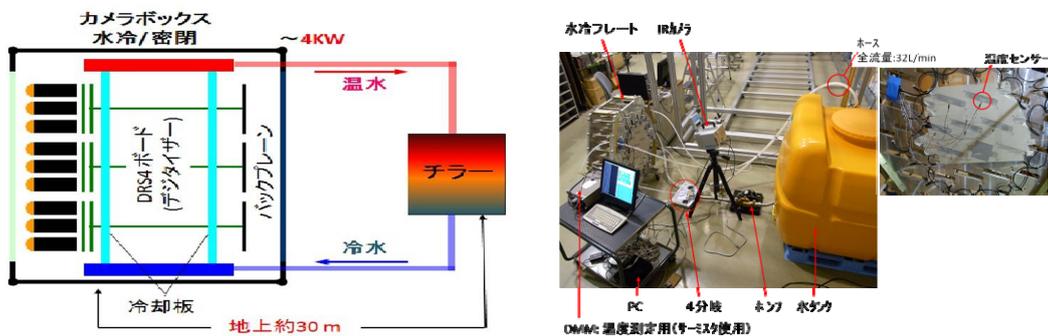


図 3 : カメラ水冷システム。

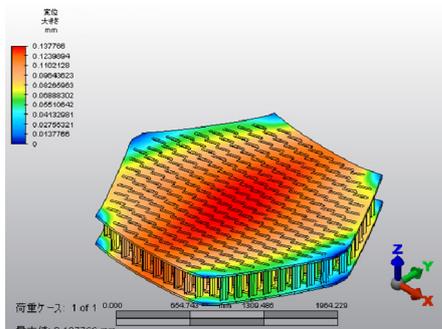


図 4 : 構造解析による、カメラ水冷板の歪み量。

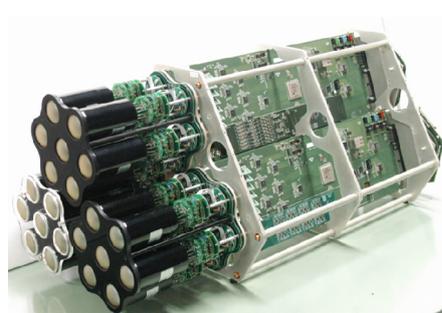


図 6 : 3 クラスタ (光電子増倍管 21 本) カメラ試作機。

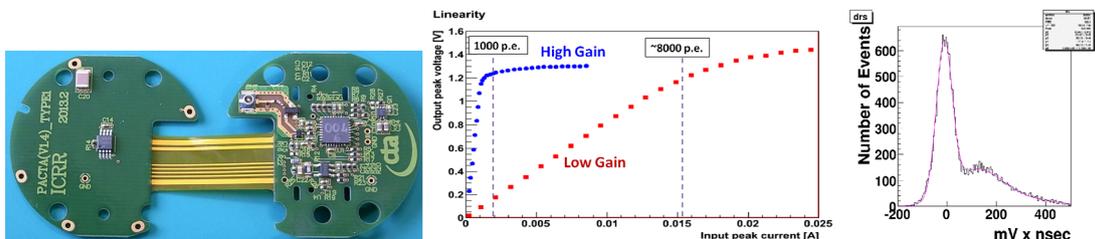


図 5 : 開発したプリアンプ ASIC 搭載基板 (左)、リニアリティ (中)、1 光電子スペクトル (右)。

整理番号