

大口径チェレンコフ望遠鏡に搭載する高速カメラの開発

著者	猪目 祐介
学位名	博士(理学)
学位授与機関	甲南大学
学位授与年度	令和4年度(2022年度)
学位授与番号	34506乙第51号
URL	http://doi.org/10.14990/00004573

氏名・本籍	猪目 祐介 (兵庫県)
学位の種類	博士 (理学)
報告番号	乙第 51 号
学位授与の日付	令和 5 年 3 月 31 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項 該当者
論文題目	大口径チェレンコフ望遠鏡に搭載する高速カメラの 開発
審査委員	(主査) 教授 山本 常夏 (副査) 教授 秋宗 秀俊 (副査) 准教授 田中 孝明

論文内容の要旨

宇宙空間には様々なエネルギーを持つ粒子が無数に存在している。その中でも数十 keV(keV:103eV)を越えるエネルギーを持つ光子はガンマ線と呼ばれ、宇宙空間に存在する様々な天体现象から放出されている。ガンマ線は中性粒子であるため、荷電粒子である宇宙線とは違い宇宙空間での磁場との相互作用によって曲げられない。そのため宇宙の奥深くまで見渡す事のできるプローブとして注目されている。そこで長らく地上からのガンマ線観測を行ってきた各国のグループが手を組み、世界で唯一の次世代ガンマ線天文台を建設する Cherenkov Telescope Array(CTA)計画が立ち上がった。

この計画は、従来から 10 倍近い感度向上を達成し、20GeV から 100TeV 以上にわたる極めて広大なエネルギー領域でのガンマ線観測を目指す国際共同実験である。CTA 計画では観測するエネルギー領域にあわせて 3 種類の大气チェレンコフ望遠鏡が建設される予定である。一番大きな大口径望遠鏡(Large-sized Telescope, LST)は直径 23m の反射鏡を持ち、焦点面検出器 (カメラ) には 1855 本の光電子増倍管(Photo Multiplier Tube, PMT)が搭載される。LST の初号機はスペイン領カナリア諸島ラ・パルマ島に 2018 年に完成しており、現在本稼働に向けた最終調整と、これに続く LST2-4 号機の開発準備が行われている。私はこの LST に搭載さ

れるカメラの開発や性能評価に携わってきた。カメラに搭載する PMT の性能評価を高精度かつ迅速に行うために、カメラ内に搭載するモジュール単位で使用できる暗箱や発光時間幅の短いパルス光源、そのパルス光量を幅広いダイナミックレンジで制御できる光源ボックス等を開発しており、これらを統合して光検出器の時間応答性や出力波形を詳細に評価できる測定セットアップを完成させた。

本論文では、LST に設定された要求値を満たすカメラ装置を開発するために私が行ってきたハードウェアや性能評価セットアップの設計・開発、またこれらを利用して得られた評価結果について述べる。またカメラの光検出器となる PMT の性能評価用光源として開発した発光時間幅がピコ秒オーダー(ピコ秒:10-12 秒)の極めて高速なレーザーパルス光源装置については、その動作原理や詳細な時間応答特性についても述べるとともに、PMT 以外に速度応答性の高い半導体光検出器や光電管も併用して光源自体の性能評価を行い、光検出器の評価用光源として高い性能を発揮できる結果が得られているのでこれも併せて述べる。

審査結果の要旨

猪目祐介氏は CTA 計画に参加し、大口径望遠鏡に搭載する焦点面検出器の開発を行った。

この検出器には前例のない感度と性能が要求され、国際協力によりこれまでに建設された望遠鏡の設計をもとに最新の技術を使い開発がすすめられた。猪目氏は日本グループが担当した鏡、焦点面検出器、観測システム、広報などの開発に深く関与し計画を大きく前進させた。特に光検出器のモジュール化、較正、性能評価を行った。そのために光検出器と制御回路、光学系部品を設計・開発し、組み立てと性能を測定するシステムを開発した。性能評価用の光源の開発ではシミュレーションにより半導体レーザーの特性を調べその結果から駆動回路の制作を行った。このパルスレーザーは CTA 計画だけでなく様々な実験で使用されている。この成果を IEEE の査読論文に公表した。また世界的なパンデミックの中、日本からネットワークを通して観測するためのシステムを構築し実験の継続を可能にした。これらの成果により予定された感度の望遠鏡が完成し複数の天体からのガンマ線が観測されている。この建設と科学成果を広報する展示装置も制作している。幅広い分野の技術を持ち、その技術により実験を大きく前進させた。

以上により下記審査委員は本論文提出者（猪目祐介）が、博士課程の修了に必要な所定の単位を修得し、かつ、必要な研究指導を受け、博士論文の審査及び最終試験に合格したので、博士（理学）の学位を授与せられるに充分なる資格をもつものであると認める。