

## 平成 28 年度共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：CTA 大口径望遠鏡の焦点面検出器開発  
英文：Development of Focal Plane Instruments for  
the CTA Large Scale Telescope.

研究代表者 山本常夏

参加研究者 片桐秀明, 吉田龍生, Dang Viet Tan (茨城大学), 窪秀利, 今野裕介, 齋藤隆之, 増田周 (京都大学), 猪目祐介(甲南大学), 寺田幸功, 永吉勤 (埼玉大学), 櫛田淳子, 辻本晋平, 西嶋恭司, 吉田麻佑, 木村 颯一郎 (東海大学), 大岡秀行, 高橋光成, 手嶋政廣, 中嶋大輔, 林田将明, 岡崎奈緒, 岩村由樹 (東京大学), 野田浩司 (Max-Planck-Institute for Physics), 奥村暁(名大), 折戸玲子(徳島大), 馬場彩(東京大),

### 研究成果概要

CTA 計画は宇宙の高エネルギー現象を高精度で観測するため、地上に複数の望遠鏡を配置して高エネルギーガンマ線を観測する国際共同研究である。日本では概算要求が認められたことを受け、大口径望遠鏡のカメラと鏡の量産を行っている。2017 から 2018 年にかけて北半球観測所に決まったカナリア諸島のラ・パルマにある天文台に 23m 口径のガンマ線望遠鏡を 4 台設置することが決まっており、そのカメラ製造に向けて 2016 年に以下の開発を行った。

- ・ PMT をカメラ 1 台分 2000 本量産した。
- ・ PMT のテスト・キャリブレーションを行った。
- ・ 7 個の PMT と制御・読み出し回路からなる PMT モジュールを量産した(図 1)。
- ・ 19 個の PMT モジュール(133PMT)からなるミニカメラを制作し構造・データ収集系のテストを行った(図 2)。
- ・ 35 個の PMT モジュール(145PMT)をスペインの CIEMAT 研究所に輸送した。輸送のための梱包箱を開発し、輸送による衝撃を測定した。
- ・ 35 個の PMT モジュールをカメラ筐体に装着し構造・データ収集・冷却等のテストを行った(図 3, 4)。
- ・ カナリア諸島の首都にある IAC 研究所に、



図 1、PMT モジュール。7 つの PMT に Light Guide を取り付け、それに読み出し回路を付けている。265 個の PMT モジュール、すなわち 1855 個の PMT により焦点面検出器が構成されている。

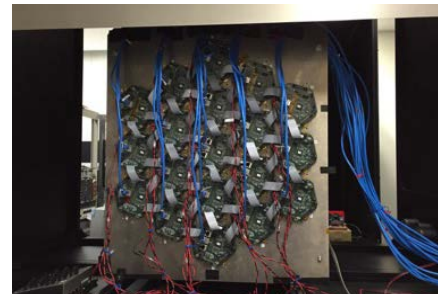


図 2、19PMT モジュールからなるミニカメラを後ろから見た写真。カメラ全体の 1/14 になる。

実験室を移動した。現地でカメラ組み立て・テストの作業を行っている(図 5)。

・2 台目以降の PMT を 3000 本量産した。性能に若干の改善が見られた。

図 1 に 7 個の PMT からなる PMT モジュールを示す。各 PMT には集光鏡が取り付けられている。さらにそれぞれの PMT に高圧電源、前置増幅器が取り付けられ、それが磁気遮断シートとアルミパイプでシールドされている。この 7 本の PMT を制御するコントロールボードが取り付けられ、そのボードに読み出し回路を取り付ける構造になっている。この PMT モジュール 35 個をイギリス経由でスペインのマドリードにある CIEMAT 研究所に空輸した。空輸中、モジュールにかかる加速度をモニターしていて、イギリスの空港に着地するとき一度だけ想定より大きな衝撃がかかったことが確認された。その影響と考えられるが、一部のモジュールに破損がみられた。この結果を受けてモジュールの収納箱を改良した。35 個のモジュールによりカメラ筐体に縦横斜め全方向に並べて装着テストができる。装着と脱着を繰り返すことにより構造上の問題点や改善点を探った(図 3)。CIEMAT ではカメラの筐体やカメラボックス(図 4) が制作されている。このテストと並行して、宇宙線研究所で 19PMT モジュールによるミニカメラテストが行われた(図 2)。暗箱の中にパルスレーザーと並行光を作る鏡を設置し、ミニカメラ全体に一樣な光を照射しながらデータ収集系の開発を行った。さらに IAC 研究所に大口径望遠鏡用の実験室を立ち上げ、カメラの部品を 2 度にわたって船輸した(図 5)。日本から学生とスタッフ 5 人が 3 カ月滞在し、実験室のセットアップ、PMT モジュールの組み立て、カメラのテストを行った。



図 3、カメラ筐体に 35 個の PMT モジュールを縦に装着した写真。マドリードにある CIEMAT 研究所でテストを行った。



図 4、制作中のカメラボックス。CIEMAT 研究所で制作されている。これらの制作とテストが終わったら IAC にある実験室に移送しカメラ全体の組み立てとテストを行う。



図 5、IAC 研究所の中に立ち上げた実験室。宇宙線研実験室にあった開発環境を移植しカメラの部品を船便で移送した。また現地にアパートを借りスタッフと学生が 3 カ月滞在した。