

平成 29 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 Sized Telescope

研究代表者 山本常夏（甲南大学）

参加研究者 猪目祐介(甲南大)、片桐秀明、吉田龍生(茨城大)、窪秀利、畑中謙一郎、増田周(京都大学)、寺田幸功、永吉勤、西山楽(埼玉大)、櫛田淳子、西山恭志、木村颯一郎(東海大)、手嶋政廣、中嶋大輔、Hadasch Daniela, Mazin Daniel, 深見哲志、大石理子、大岡秀行、高橋光成(宇宙線研)、折戸玲子(徳島大)、奥村暁(名古屋大)、武田淳希、中森健之(山形大)、野田浩司(バルセロナ自治大)

研究成果概要

次世代高エネルギーガンマ線計画 CTA は大型のチェレンコフ望遠鏡を南北両半球にある観測所に約 100 台建設し、宇宙の高エネルギー天体から放出されるガンマ線を観測する国際共同研究である。

1 台目の大口径望遠鏡を北半球の観測所に建設中である。建設は土台、レール、経緯台、鏡へと進みカメラを設置するためのマストが取り付けられ、カメラ装着へと進む予定である。

カメラは 1855 個の光電子増倍管から成る焦点面検出器とデータ収集回路を組み合わせ、

大きさ 3 m x 3 m x 1.5 m、重さ約 3t になる。大口径望遠鏡はできるだけ微弱な光を拾い低エネルギーに感度を持たせるように設計されているため、低ノイズ高感度になっている。その上、高速で駆動する望遠鏡の先端に取り付けられるため振動に強く 20 年の耐久性を持たせるように制作されている。

2017 年度は 1 台目のカメラの完成に向けて、カメラ Box の開発、焦点面検出器の組み立て・テストを行っている。カメラ Box には焦点面検出器を装着する筐体、冷却システム、電源・ネットワーク、窓、スクリーン、シャッターなど様々な装置が入り込む。異なる国や研究所・大学で開発している装置を綿密な打ち合わせを続けながら設計・制作しそれを組み立て・テスト・修正を繰り返している。制作が進んでいるカメラ Box の写真を図 1 に載せる。光電子増倍管は 2015 年度から量産を始め 2017 年度に完了した。

波長 400nm の光に対して量子効率が 40%以上あり高感度・低ノイズな設計になっている。この光電子増倍管のノイズの一つに After pulse とされる偽の信号がある。光電子増倍管はガラスの真空管の中に光増幅器を詰めた構造になっているが、光を検出したときに生じる光電子がガラス管の中に浮遊する気体分子を叩きイオン化させることにより

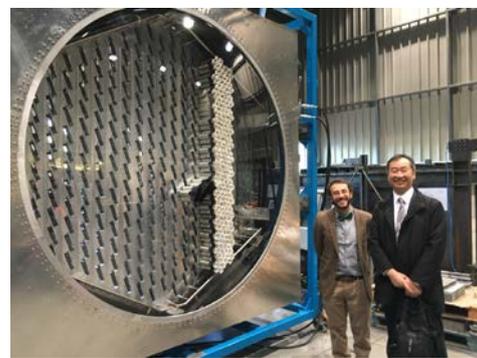


図 1. 開発が進んでいるカメラ Box。

生じる信号である。光電子増倍管はガラスの真空管の中に光増幅器を詰めた構造になっているが、光を検出したときに生じる光電子がガラス管の中に浮遊する気体分子を叩きイオン化させることにより生じる信号である。この After pulse は当初 1 光電子に対し 0.02%以下になっていたが、1 年たつと次第に増えていくことが分かった。これは大気中のヘリウムがガラスを突き抜けて管の内部に入り込むことにより生じるためである。さらに詳しく測定すると観測をおこなうことにより After pulse が下がることも分かった。これは観測中 After pulse を発したヘリウム分子は光電面へ叩きつけられ管から放出されるためだと考えられる。図 2 にこの測定結果をのせる。時間とともに After pulse が増えたり減ったりする様子が明確に検出されている。

2017 年度に 2-4 台目の望遠鏡カメラに搭載する光電子増倍管の生産が完了した。この PMT はダイノードの数を 8 から 7 段にして増幅率を下げることにより、印加する電圧を高くするように修正した。電圧を高くすることにより信号のパルス幅を狭くし夜光との識別能力を上げることができる。改良した PMT を 1 万本量産した。また増幅器や電源供給回路の制作も行った。現在これらの組み立て、キャリブレーションの準備を進めている。

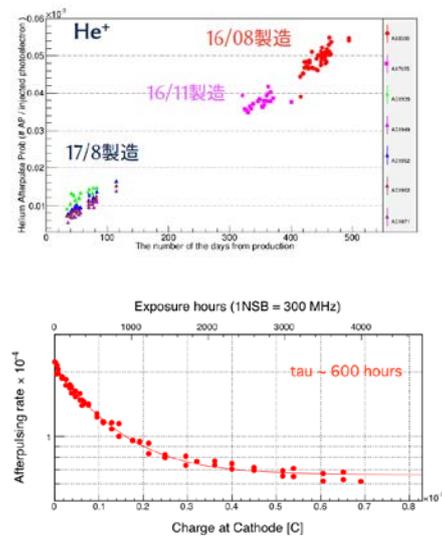


図 2、After pulse の測定結果。上図は光電子増倍管を製造してから時間とともに After pulse が増えていくことを示している。下図は光電子増倍管を夜光にさらしながら運用すると After pulse が減る減る様子を示している。

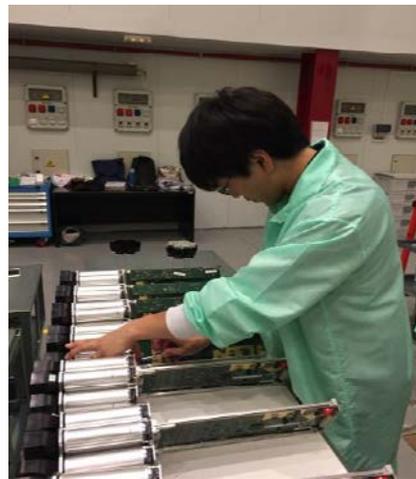


図 3、焦点面検出器の組み立て。