

2019 (令和元) 年度 共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：CTA 小型望遠鏡用カメラの開発

英文：Development of camera for CTA small-sized telescopes

研究代表者 名古屋大学 宇宙地球環境研究所・教授・田島 宏康

参加研究者 名古屋大学 宇宙地球環境研究所・助教・奥村 暁、院生 D1・Anatolii Zenin、茨城大学 理学部・准教授・片桐 秀明、京都大学 大学院理学研究科 物理学第二教室・准教授・窪 秀利、東京大学 宇宙線研究所・教授・手嶋 政廣、野田 浩司、吉越 貴紀

研究成果概要

宇宙線研究所が推進する CTA のなかでもデュアル光学系を採用した小口径望遠鏡では、量子効率や耐久性で利点のある SiPM を光検出器に採用しており、我々のグループはその基本性能の測定や動作条件の最適化に取り組み、SiPM の仕様を決定しつつある。

SiPM では、クロストークとよぶ現象によって入射光子数より大きな光子数を出力することで、光子数の少ないバックグラウンドをガンマ線シャワーの現象と間違えてしまうことが問題となる。夜光の頻度が高い CTA では、クロストークによる偶発的トリガーが性能低下の原因となるため、光検出効率 (PDE) を維持しながらクロストークを抑制した SiPM の開発が主要な課題となっている。そのため、クロストークを低減できる保護樹脂をなくす方向で開発を進めることにした。小口径望遠鏡に採用する SiPM の仕様を決定するため、画素の大きさ (3 mm または 6 mm)、増幅セルの大きさ (50 ミクロンまたは 75 ミクロン)、保護樹脂の有無を組み合わせた 8 種類の SiPM の特性を測定した。75 ミクロンの増幅セルで保護樹脂の無い SiPM が高い光検出効率と低いクロストークを実現することを確認した。また、3 mm と 6 mm では、保護樹脂の無い場合特性にほとんど差がないことを確認したため、画素の大きさを 6 mm とした。さらにクロストークの原因を探るため、遅延クロストークの保護膜の厚さに対する依存性を測定したところ、図 1(左)に示すように遅延クロストークの確率が保護膜の有無に依存しないことを確認した。これは、遅延クロストークで遅延が短く元のパルスと分離できない事象がクロストークとして認識されている可能性を示唆している。現在、クロストーク中の遅延クロストークの割合を調査している。

一方で、2019 年度には、SiPM を搭載したカメラの試作機をエトナ山にある CTA 小口径望遠鏡の試作機に搭載して実地試験を行い、図 1(右)に示すように御空気シャワー

の観測に成功した。ただし、較正は必ずしも順調とは言えない状況であり、現在問題点を同定して改善方法を検討中である。

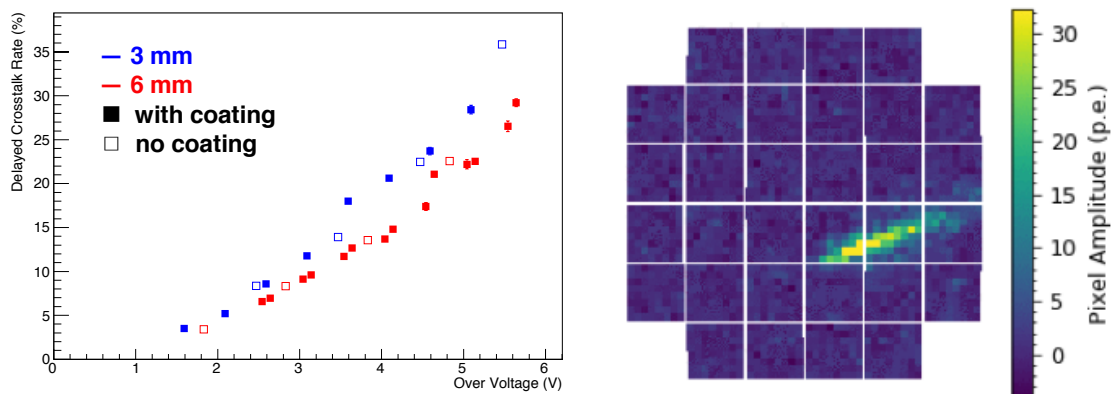


図 1: (左) 遅延クロストークの電圧依存性。保護膜の有無に依存しないことがわかる。
(右) SiPM 搭載チェレンコフ望遠鏡によって撮像された空気シャワーの画像