

2020 (令和二) 年度 共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：CTA 小口径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 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、大学院生・黒田裕介、芳賀純也、若園佳緒里、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、准教授・野田 浩司、准教授・吉越 貴紀

研究成果概要

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、性能の向上に取り組んでいる。SiPM の採用において最大の障害となっているのは、夜光によって励起された光電子増幅からのクロストークに起因する偶発性のトリガー頻度の上昇である。

これまでの測定で、オプティカル・クロストークは主として SiPM の樹脂保護膜を媒介して発生することが判明しており、樹脂保護膜をかなり厚くするか、なくすることで抑制できる。このような方法で表面の保護膜経由のオプティカル・クロストークを抑制した場合、残るオプティカル・クロストークは、シリコン基板を媒介すると考えられる。そこで、樹脂保護膜の有無によるオプティカル・クロストーク特性の違いを測定したところ、樹脂保護膜をなくすことでオプティカル・クロストークを大きく低減できることを確認した。さらにオプティカル・クロストークの超過電圧依存性を解析したところ、光電子が表面から深い領域で生成されていることが判明した。これは、オプティカル・クロストークの起因となる光子が裏面から伝播していることを示唆していると考えられる。光電子が深い領域で生成されている場合、遅延クロストークとなると期待されるため、その超過電圧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ほぼ依存しないことを確認した。これは、遅延クロストークが樹脂保護膜を経由しないことを示唆している。また、その発生率は、樹脂保護膜がある場合のクロストークと同程度であり、その影響が懸念されるレベルである。遅延クロストークの遅延が短く元のパルスと分離できない場合は、“通常”のクロストークとして認識されている可能性が高い。そこで、元のパルスと分離できない遅延クロストーク発生

率と“通常”のクロストーク発生率を比較した。図 1(右)に示すように、樹脂保護膜がない場合は、“通常”のクロストーク発生率と元のパルスと分離できない遅延クロストーク発生率はほぼ同程度であることから、“通常”のクロストークは、そのほとんどが元のパルスと分離できない遅延クロストークであると推定できる。

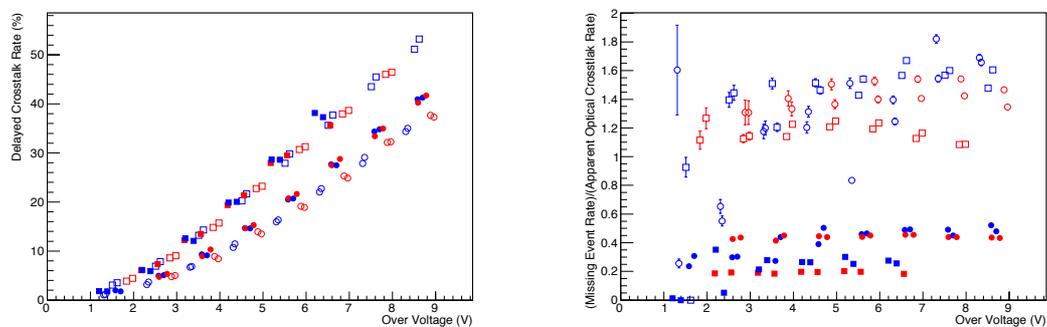


図 1: (左) 遅延クロストーク発生率の超過電圧依存性。(右) 通常のクロストーク発生率に対する元のパルスと分離できない遅延クロストーク発生率との比の超過電圧依存性