

平成 25 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

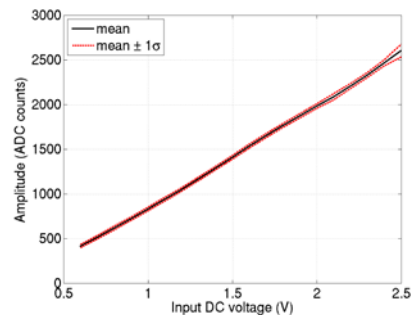
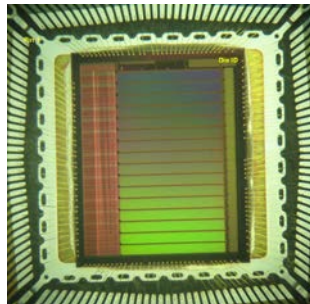
英文：Development of camera for CTA small-sized telescopes

研究代表者 名古屋大学 太陽地球環境研究所・教授・田島 宏康

参加研究者 名古屋大学 太陽地球環境研究所・助教・奥村 暁、院生 M2・日高 直哉、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、甲南大学 理工学部 物理学科 宇宙粒子研究室・准教授・山本 常夏、東海大学 理学部物理学科・教授・西嶋 恭司、東京大学 宇宙線研究所・教授・手嶋 政廣、徳島大学 大学院ソシオ・アーツ・アンド・サイエンス研究部・助教・折戸 玲子、広島大学 大学院理学研究科 物理科学専攻 高エネルギー宇宙研究室・教授・深沢 泰司、准教授・水野 恒史、院生 M2・米谷 光生、広島大学 宇宙科学センター・助教・高橋 弘充、茨城大学 理学部・准教授・片桐 秀明、早稲田大学理工学術院 先進理工学部応用物理学科・助教・中森 健之

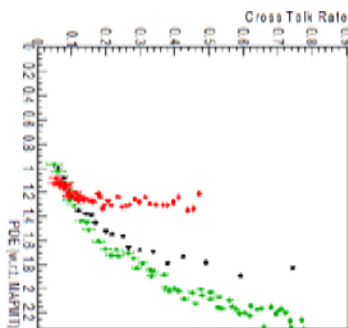
研究成果概要

この開発において SLAC と協力して高密度読み出しを可能とする集積回路素子 TARGET とそのカメラモジュールを開発してきた。平成 25 年度は、TARGET-5 の詳細性能を測定し、トリガー回路で検出できる信号レベルが十分に低くできず、要求される性能と比較して 2 倍程度であることが判明した。その問題を解決するため、増幅ゲインにばらつきのある MAPMT に対応するため組み込んだゲイン調節用の回路を削除することで回路を簡素化し、初段のアンプのゲインを上げることで後段における雑音の影響を最小とした TARGET-7(下図の左側)を開発した。また、同時にデジタル化回路を改良することで波形記録のダイナミックレンジを 50%程度向上させた。TARGET-5 では 0.7 V から 2.1 V の 1.4 V のダイナミックレンジであったが、入力電圧とデジタル出力の対応を測定したところ、TARGET-7 では 0.5 V から 2.5 V と 2 V のダイナミックレンジに改善されていることを確認した。(下図の右側)



一方で、デュアル光学系用の小口径望遠鏡では、量子効率や耐久性で利点のある SiPM を光検出器に採用する方向で開発が進んでおり、我々のグループは UCSC と協力して、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。現在、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ため、その改良に取り組んでいる。SiPMのクロストークを抑制するため、その原因となる励起光が増幅セルを抜け出さないようにする溝を設置したSiPMを製造しその性能を測定した結果、クロストークを1/5に抑制できる効果を確認した。一方で、溝を設置したことによって開口率が悪化し、量子効率が40%程悪化することも判明した。下図はクロストークレートと光子検出効率の測定結果を示す。黒は溝のない50 μm の増幅セル持つ場合、赤は溝のある50 μm の増幅セル持つ場合、緑は溝のある100 μm の増幅セル持つ場合を示す。同じセルの大きさの場合、溝のある場合の方が低い光子検出効率で飽和していることがわかる。大きなセルの場合、光子検出効率は改善し、より低いクロストークレートで高い光子検出効率を実現している。



今後は、増幅セルを大きくすることによって溝によるロス効果を低減する一方で、マイクロレンズ等の導入することで、クロストーク低減効果を保持しながら量子効率を改善する方法を検討している。