CTA 報告 216 : 小口径望遠鏡用 64 チャンネル SiPM の 暗電流の安定性試験

名大ISEE^A,名大KMI^B 河原崎琉^A,奥村曉^{A,B},田島宏康^{A,B},古田和浩^A,他 CTA consortium

日本物理学会第78回年次大会 2023/9/19

Cherenkov Telescope Array (CTA)

- CTA (南サイト) では大中小 3 種類の望遠鏡を配置する
- 小口径望遠鏡は到来頻度の少ない 1 ~ 300 TeV の高エネルギー 領域のガンマ線を観測し、70 台設置される



画像提供: Gabriel Pérez Diaz, IAC / Marc-André Besel, CTAO

小口径望遠鏡 (Small-Sized Telescope, SST) の焦点面カメラ

- SST の 焦点面カメラでは 64 チャンネルの光検出器モジュー ルを 32 個並べて 2048 チャンネルを構成する
- ・ 光検出器には SiPM を採用している (浜松ホトニクス S14521)
 SiPM とは
 - アバランシェ・フォトダイオード (APD) セルを並べた光検出器
 - 降伏電圧 ($V_{\rm br}$) 以上の動作電圧を印加しガイガーモードで動作させる



本研究の動機と目的

- SST は 3 種類の望遠鏡で最も台数が多く、多数の SiPM でチェレンコ フ光を観測する
- SiPM の不良時には 64 ch ごとの交換が必要である

➡ SiPM の信頼性が重要

• 過去の問題として SiPM の APD セルで暗電流が1桁増大した経験がある



不良の発生率と時間スケールの測定

SiPM の正常時の暗電流変化が観測に影響を与えないことの確認

長期にわたる多チャンネルの暗電流を測定する

リレー回路による暗電流の 64 チャンネル測定

全チャンネル HV 44 V を 同時印加



測定条件

- 64 ch の測定に 5~10 分の時間を要する
- HV は 44 V で、CTA 観測で予定する V_{br} + 約 5.5 V に設定

(浜松ホトニクスは $V_{\rm br}$ +3Vで試験)

• SiPM は恒温槽内に設置(設定温度 25 °C)

測定した SiPM

- •SiPMは実際に SST で使用を予定している「浜松ホトニクス S14521」を使用
- •今後加速劣化試験を想定しているため、 $V_{\rm br}$ が揃っていない不合格品
 - •不良を起こしそうな暗電流が最も多い ch を含む SiPM を測定

(*本講演の内容は全て不合格品の測定結果である)



64 ch 合計の暗電流の振る舞い







- マルチモーダルな振る舞いを 10 ch で観測
- 遷移幅と遷移頻度はチャンネルごと異なる
- 特定の APD セルに流れる電流が一時的に増減していると考えている

マルチモーダルな振る舞いは CTA 観測に影響はない







まとめと今後の展望

- 64 ch SiPM の暗電流を 1 ch ずつ長期間測定した
- 64 ch 合計の暗電流の変動は平均値に対して 0.37% で、63 ch は CTA の観測に影響 はない
 - 中には複数の電流値を行き来するチャンネルが存在する



- •Ch D8 のような増大が発生しないか SiPM を増やし 64 ch × 約 8 枚の観測を継続する
 ・増大が CTA 観測に影響がないか調査する
- •温度条件を変更して、加速劣化試験を行う