

令和 7 年度（2025） 共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名	和文：CTA 大口径望遠鏡のデータ解析手法の確立と初期観測 英文：Development of analysis method and initial observation with CTA Large-Sized Telescope
研究代表者	武石 隆治
参加研究者	
研究成果概要	スペイン・ラパルマの Cherenkov Telescope Array (CTA)実験は、既存実験の 10 倍の感度を持つ解像型大気チェレンコフ望遠鏡(IACT)アレイの建設を進めており、並行して既設の望遠鏡でのエネルギー20GeV 以上のガンマ線観測を行っている。CTA 大口径望遠鏡(LST)は 2018 年から初号機(LST-1)の運用を開始しており、望遠鏡のコミッショニング期間を経て、天体の定常観測を続けている。本研究では、CTA LST-1 を用いて、活動銀河核の増光現象（フレア）を観測し、高エネルギーガンマ線領域で未発見の天体の探索を行う。また、望遠鏡の初期観測で取得している、既知の活動銀河核の時間変動データの解析結果を学術論文として報告する。 2025 年度は、以下の研究成果が得られた。 (1) 大口径望遠鏡を用いた遠方の活動銀河核の探索 申請者が参加する活動銀河核探索チームは、2023～2024 年度に、Fermi 衛星の GeV ガンマ線フラックスのフレアアラートツールを作成し、アラートを基にした LST-1 での観測トリガー・即時データ解析チームの体制を整えた。申請者を含む観測チームは、2025 年 8 月の活動銀河核 PKS 1725+123（赤方偏移 $z = 0.586$）のフレアの観測データ即時解析を行い、同天体からの数十 GeV 以上の高エネルギーガンマ線の初検出に成功した。観測結果は天文学コミュニティへの速報を行い[The Astronomer's Telegram 17344]、日本物理学会での報告を行った[2]。現在は詳細なデータ解析を進めており、解析結果は学術論文として発表する予定である。

(2) 活動銀河核の初期観測データの解析

LST-1 では 2020 年 12 月から、高エネルギーガンマ線領域で明るい活動銀河核の定常観測を進めている。申請者は、LST-1 の 2020 年～2022 年の初期観測データを用いて活動銀河核 5 天体(Mrk 421, Mrk 501, 1ES 1959+650, 1ES 0647+250, PG 1553+113)のガンマ線エネルギースペクトルの時間変動を解析した。エネルギースペクトル形状が統計的に 3σ 以内である期間のデータを選別し、フラックスの状態ごとのエネルギースペクトルを求めることで、既存実験の Fermi 衛星とスムーズに接続する、高精度のスペクトルの構造を明らかにした(図 1 左)。また、代表的な 3 天体のスペクトルの傾きとフラックスの相関を解析し(図 1 右)、衝撃波による粒子統計加速モデルでガンマ線放射が説明できることを示した。これらの結果により、今後の観測における望遠鏡の性能を実証した。観測結果は学術論文により発表した[1]。

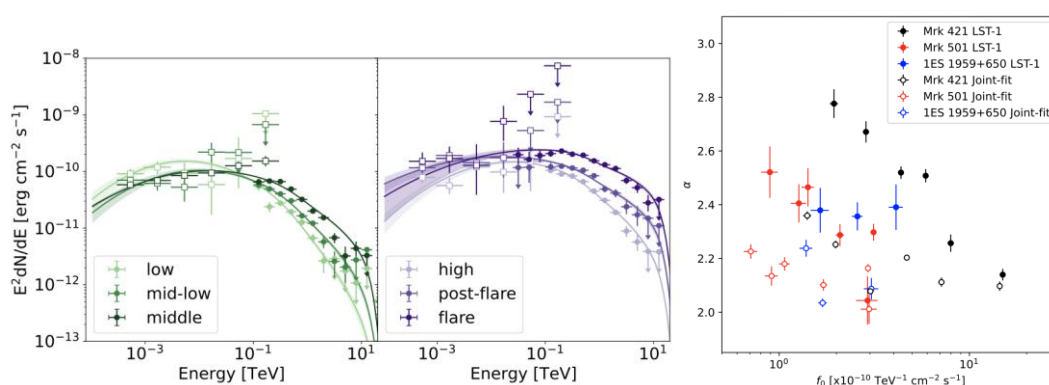


図 1 LST-1 による活動銀河核の初期観測結果。(左) Mrk 421 の状態ごとのガンマ線エネルギースペクトル。白抜き丸が Fermi 衛星、色付き丸が LST-1 を示している (右) Mrk 421, Mrk 501, 1ES 1959+650 のスペクトルべき指数とフラックスの関係。色付き丸が LST-1 解析、白抜き丸が Fermi 衛星と LST-1 の複合解析を示す

(2025 年度の本研究課題と関連した発表)

(査読論文)

[1] K. Abe, R. Takeishi (corresponding author) *et al.*, “VHE γ -ray observations of bright BL Lacs with the Large-Sized Telescope prototype (LST-1) of the CTAO”, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* **544**, 669-686 (2025)

(国内学会)

[2] 武石隆治 他 CTAO-LST プロジェクト、“CTAO 報告 242: CTA 大口径望遠鏡初号機による活動銀河核の観測(2)”, 日本物理学会 2025 年年次大会、広島、2025 年 9 月

整理番号2025d-E-09