様式８

令和６年度（2024） 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 参加研究者	武石　隆治

研究成果概要

スペイン・ラパルマのCherenkovTelescope 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約20GeV以上のガンマ線の観測を行っている。CTA大口径望遠鏡(LST)は2018年から初号機(LST-1)の観測を開始しており、望遠鏡のコミッショニング期間を経て、天体の定常観測を進めていく段階にある。本研究では、LST-1を用いて、活動銀河核のフレアを観測し、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を解析し、学術論文として報告する。
2024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年度に、 Fermi衛星のGeVガンマ線フラックスの自動解析・フレアアラートツールを整備した。このツールの自動アラートを基に、2024年度は、Fermiエネルギースペクトルを精査し、フレアの観測をトリガーするチーム(Flare Advocate; FA)と、観測データ即時解析チーム(Fast Offline Analysis; FOA)の体制を整えた。申請者は、FAとFOAの一員として、赤方偏移 z ~ 1.2の活動銀河核フレアの観測トリガー・データ解析を行った。結果として、有意な検出には至らなかったが、LST-1でのフレア検出の限界に近い条件を精査したことで、今後のLST4台でのフレア観測へ向けた知見が得られた。

(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(Mrk421など)の定常観測を進めている。申請者は、これらの天体のエネルギースペクトルの時間変動を解析した。2022年5月までの数十時間の観測データを用いて、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解析した。結果として、LST-1のエネルギースペクトルは、同期間のFermiエネルギースペクトルとスムーズに接続し、25GeV以上で高い精度でスペクトルの形状を求められることを示した(図1)。

また本研究では、2022年5月に、Mrk421のフレアを観測し、約1時間の光度曲線を測定した(図2)。このフレアにおけるフラックスの時間変動スケールは約10分であり、放射領域の大きさを約0.2 ~ 1 x 10^{15} cm以下と制限した。これらの結果は、LST-1による活動銀河核の観測性能を示す試金石となり、国際会議での報告を行った[1]。現在、学術論文を準備中である。

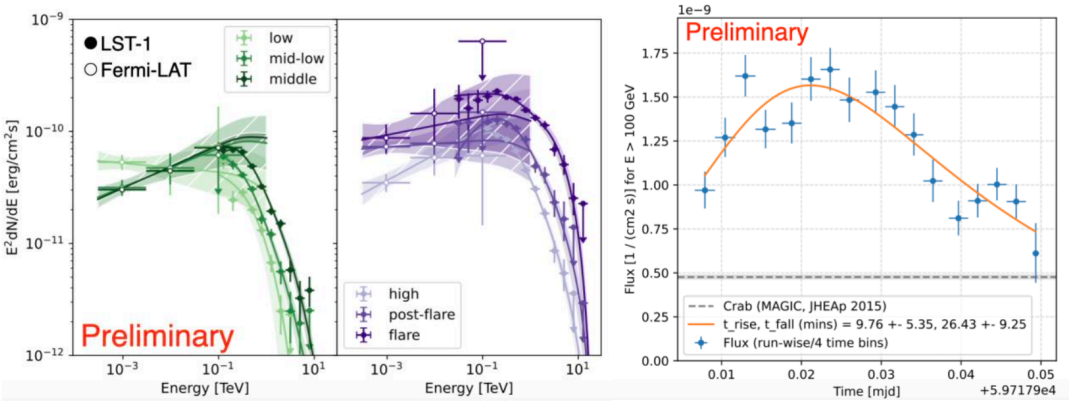

図1 LST-1による、2022年5月18日のMrk421フレアの観測結果。（左）フラックスの状態ごとのエネルギースペクトル（右）100GeV以上のフラックスの時間変動

（2024年度の本研究課題と関連した発表）

（国際会議 口頭発表）

[1] R. Takeishi on Behalf of the CTA-LST Project, “Study of the variable VHE gamma-ray emission of bright AGN with LST-1”, TeV Particle Astrophysics 2024, The University of Chicago, USA, August 2024

（国内学会・研究会）

[2] 招待講演　武石隆治 for the CTAO-LST Collaboration、“CTA Observatoryによる高エネルギーガンマ線観測”、高エネルギー現象で探る宇宙の多様性IV、東京大学宇宙線研究所、2024年11月

[3] 武石隆治 他CTA LSTプロジェクト、“CTA報告 229: CTA大口径望遠鏡初号機による活動銀河核の観測”、日本物理学会 2024年年次大会、札幌、2024年9月

整理番号　E09