

令和5年度（2023） 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	<p>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、現在は望遠鏡の較正から科学観測へ移行する段階にある。本研究では、LST-1を用いて、代表的なガンマ線天体であるかに星雲や活動銀河核を観測し、精度の良いデータ解析手法を確立する。それにより、かに星雲や活動銀河核の20GeV以上のエネルギースペクトルを測定し、望遠鏡の性能の実証を行う。</p> <p>2023年度は、以下の研究成果が得られた。</p> <p>(1) LST-1データ解析手法の構築</p> <p>IACTによる観測では、ガンマ線空気シャワーから発生するチェレンコフ光のイメージの形状（長さ、幅など）を測定し、モンテカルロ計算でRandom Forest法を用いた機械学習を行うことで、ガンマ線と宇宙線バックグラウンド事象を選別している。通常の観測では、ガンマ線の到来方向を空気シャワー観測データから再構成するが、方向が既知の天体が観測対象である場合、ガンマ線の到来方向を機械学習の入力パラメータに含めることで、宇宙線バックグラウンドの識別能が向上すると考えられる。申請者は、この手法を活動銀河核Mrk421の増光現象（フレア）観測データに適用した。結果として、エネルギースペクトルの精度は通常の解析手法と同程度になることがわかり、大口径望遠鏡の解析ツールの構築に有用な情報が得られた（図1）。</p>

(2) 天体の観測データ解析

2019年11月から、LST-1でのかに星雲の定常観測が進められている。CTAグループで2022年までの観測データを解析し、約20GeV以上のエネルギースペクトルを測定し、望遠鏡の性能を学術論文にて報告した[LST Collaboration, ApJ 956:80 (2023)]。今後は、ここで評価された性能をもとに、他の天体の観測を進めていく。

また、LST-1では2020年12月から、活動銀河核Mrk421、Mrk501などの定常観測を進めている。申請者はこれらの天体のガンマ線エネルギースペクトルの時間変動を解析し、望遠鏡のエネルギー閾値約20GeV以上の観測性能を実証した(図1)。この成果は、他の活動銀河核の観測結果と合わせ、ICRC2023国際会議で発表しており[1]、学術論文における発表を準備中である。

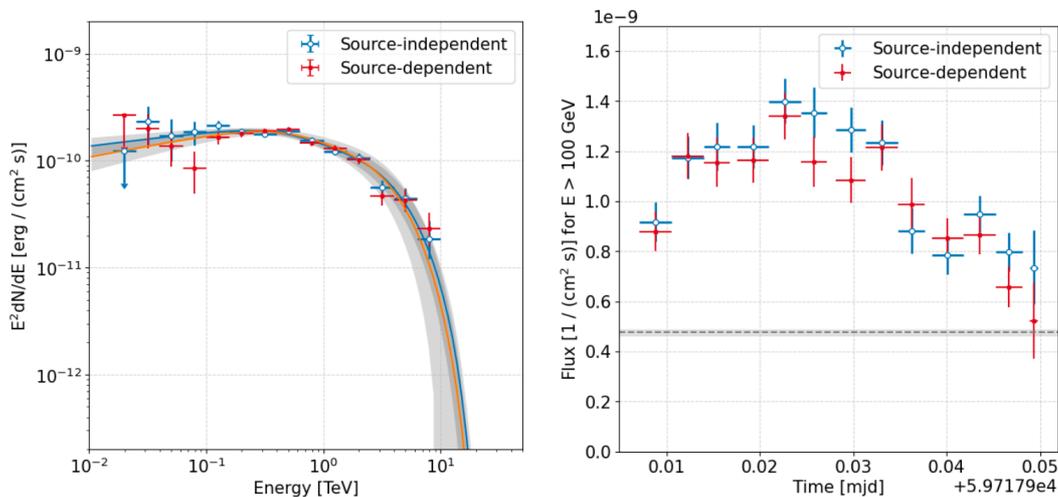


図1 大口径望遠鏡による、2022年5月18日のMrk421の増光現象(フレア)の観測結果。青は標準の解析方法、赤は天体の方向を機械学習に入れた場合の結果を表す。(左)エネルギースペクトル(右)約1時間のフラックスの時間変動

(2023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, "Observation of Active Galactic Nuclei with the Large-Sized Telescope Prototype of the Cherenkov Telescope Array", 38th International Cosmic Ray Conference (ICRC2023), 711, Nagoya, Japan, July 2023

(国内学会)

[2] 武石隆治 他CTA LSTプロジェクト、「CTA報告 212: CTA大口径望遠鏡初号機による活動銀河核の観測データの解析」、日本物理学会 2023年年次大会、仙台、2023年9月