

令和4年度（2022） 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（東京大学宇宙線研究所）
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>2022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>これまでのLST-1データ解析では、望遠鏡の方向を固定した空気シャワーシミュレーションを用いていたが、空気シャワーへの地磁気の影響を考慮するため、新たに天頂角・方位角依存性も含めた空気シャワーシミュレーションデータをCTAグループで作成した。申請者は、ガンマ線事象再構成に用いる機械学習の入力パラメータに、望遠鏡の天頂角・方位角を加えることで、解析したガンマ線フラックスの測定誤差が数十%改善することを確認し、望遠鏡感度の向上に貢献した。今後は、低エネルギー領域(数十GeV)でのガンマ線・宇宙線バックグラウンドの識別手法の改善、フラックスの系統誤差の評価が必要である。</p>

(2) かに星雲の観測

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、スペクトルの形状が過去の実験と概ね一致していることが確かめられた(図1)。

今後は、低エネルギー領域での夜光雑音や宇宙線バックグラウンドによる系統誤差の理解が必要である。

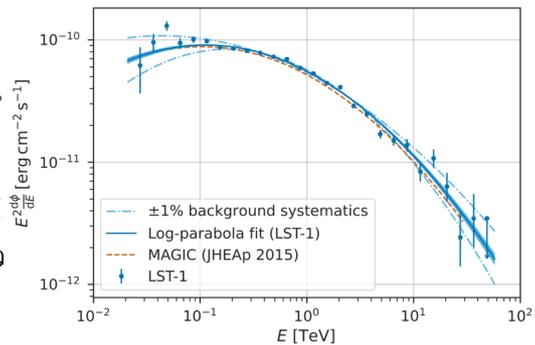


図1 CTA 大口径望遠鏡初号機(LST-1)によるかに星雲のエネルギースペクトル

[J. Cortina, PoS (Gamma2022) 026]

(3) 活動銀河核の観測

LST-1では2020年から、Mrk 421、Mrk 501などの複数の活動銀河核の定常観測を進めている。申請者は、2020年12月～2022年5月のMrk 421の観測データを用いて、エネルギー約20 GeV以上のエネルギースペクトルを解析し、異なる二種の解析手法で同様のスペクトルを得た。また、2022年5月にMrk 421の増光現象(フレア)を観測し、約1時間のフラックスの時間変動を測定し、結果を物理学学会にて口頭発表した。今後は、かに星雲と同様に、低エネルギー領域での系統誤差の理解を進めていく予定である。また、他の活動銀河核の観測も進めており、それぞれの天体で数十GeV以上のエネルギースペクトルを測定している。これらの解析結果を2023年の宇宙線国際会議において発表する予定である。

(4) 観測・データ解析体制の強化

2022年6月に、CTA日本グループの新規メンバーを対象としたデータ解析講習会を開催した。申請者は講習会を統括し、ガンマ線解析のサンプルプログラムと解析マニュアルの作成を行い、講師として新規メンバーへの基礎知識の講習を行なった。結果として、初心者3人がスムーズに解析を開始することができた。

また、2023年度からのLST-1の観測計画の提案を行うため、現状のデータ解析・望遠鏡の性能をもとに、日本グループ内で議論を行なった。この議論をもとに、複数の銀河系内外のガンマ線天体の観測計画を作成し、LSTグループ内の評価委員会に提出した。今後、これらの計画を含む観測が進められる予定である。

(2022年度の本研究課題と関連した国内学会発表)

[1]武石隆治 他CTA LSTプロジェクト、「CTA報告 203: CTA大口径望遠鏡初号機による活動銀河核の観測データ解析の現状」、日本物理学会2023年春季大会、オンライン、2023年3月