

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：超高エネルギーガンマ線天文台 CTAO 計画 英文：Very-High-Energy Gamma-ray Observatory CTAO Project
研究代表者	窪秀利（東京大学宇宙線研究所）
参加研究者	山崎了(青山学院大学)、片桐秀明、吉田龍生(茨城大学)、井上芳幸、松本浩典(大阪大学)、西嶋恭司(神奈川大学)、村石浩(北里大学)、佐野栄俊(岐阜大学)、稲田知大(九州大学)、井岡邦仁、鶴剛(京都大学)、高橋慶太郎(熊本大学)、田中真伸(高エネルギー加速器研究機構素粒子原子核研究所, Open-It)、山本常夏(甲南大学)、郡和範(国立天文台)、寺田幸功(埼玉大学)、加賀谷美佳、林航平(仙台高等専門学校)、井上進、野田浩司(千葉大学)、櫛田淳子(東海大学)、浅野勝晃、大石理子、大平豊、齋藤隆之、武石隆治、辻直美、手嶋政廣、戸谷友則、戸村友宣、野崎誠也、馬場彩、吉越貴紀、Daniel Mazin、Marcel Strzys、Ievgen Vovk(東京大学)、藤田裕(東京都立大学)、当真賢二(東北大学)、折戸玲子(徳島大学)、奥村暁、高橋光成、田島宏康、立原研悟(名古屋大学)、須田祐介、深沢泰司、水野恒史(広島大学)、森浩二(宮崎大学)、郡司修一、中森健之(山形大学)、内藤統也、原敏(山梨学院大学)、廣島渚(横浜国立大学)、長瀧重博(理化学研究所)、内山泰伸(立教大学)、片岡淳(早稲田大学)、他 CTAO Consortium。 日本のメンバーリストは、 https://www.cta-observatory.jp/collaborators.html に掲載。
研究成果概要	大気チェレンコフ望遠鏡の次期大型計画として、25 か国約 1500 名が参加している Cherenkov Telescope Array Observatory (CTAO) 計画が進行中である。CTAO 計画では、大口径(23m)・中(12m)・小(4m)の大気チェレンコフ望遠鏡を南北半球のサイトに、約 60 台並べることにより、観測エネルギー範囲を 20 GeV–300 TeV と広げ、従来に比べ桁高い感度で宇宙ガンマ線を観測する。日本グループ(約 130 名)は、大口径望遠鏡の全体運営、カメラおよび分割鏡の開発・運用を主導している。さらに、小口径望遠鏡カメラの開発に貢献している。大口径望遠鏡 LST に関する今年度の成果を以下に述べる。 (1) ラパルマ島での LST 2–4 号基の建設を進めた。日本グループが製作した分割鏡を 2 号基と 3 号基に取り付ける作業を 8 月と 5 月に完了した。また、5 月に、日本グループが担当しているカメラを 4 号基に取り付けた。 (2) 日本グループが、北サイト LST 用に開発した PMT モジュールの回路および構造の設計データをイタリアグループに渡し、南サイト LST 5–6 号基の PMT モジュールの量産を進めた。 (3) 観測史上最も明るいガンマ線バースト GRB221009A ($z=0.151$) をバースト 1.3 日後から、チェレンコフ望遠鏡の中で最初に LST 初号基が観測し、有意度 4.1σ でガンマ線を検出した。一方、H.E.S.S. は 2.1 日後に観測を開始し、有意なガンマ線検出

はなかった。バースト発生3日後までのLST観測は、月光下であったため、エネルギー閾値は高く、約200 GeVであった。LSTの観測結果から、ジェットの構造モデルに制限を与えた。7月に、宇宙線研究所、千葉大学、京都大学の共同で、プレスリリースを行った。[4]

- (4) LST-1は、約60時間の観測により、Gemingaパルサーから20-65 GeVのガンマ線を検出した。パルス位相解析では第2ピーク(P2)を 12.2σ で検出し、スペクトルはMAGICの結果と整合する急なべき則($\sim 4.5 \pm 0.4$)で記述された。MAGICによる約80時間の観測ではP2の検出有意度が 6.3σ であったので、LST-1が10 GeV領域のパルサー観測に極めて高い性能を持つことが実証された。[5]



ラパルマ島に設置されたLST 1号基(左から3番目)と建設中のLST 2-4号基。左端は、LSTと共同観測を行っているMAGIC望遠鏡。

CTAO-LST Collaborationによる査読付論文 (2025年度)

- [1] “CTAO LST-1 observations of magnetar SGR 1935+2154: Deep limits on sub-second bursts and persistent tera-electronvolt emission”, *Astronomy & Astrophysics*, 706, id.A25 (2026).
- [2] “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, pp. 669-686 (2025).
- [3] “Constraining the TeV gamma-ray emission of SN 2024bch, a possible type II_n-L from a red supergiant progenitor: Multiwavelength observations and analysis of the progenitor”, *Astronomy & Astrophysics*, 702, id.A125 (2025).
- [4] “GRB 221009A: Observations with LST-1 of CTAO and Implications for Structured Jets in Long Gamma-Ray Bursts”, *The Astrophysical Journal Letters*, 988, id.L42, (2025).
- [5] “Detection of the Geminga pulsar at energies down to 20 GeV with the LST-1 of CTAO”, *Astronomy & Astrophysics*, 698, id.A283 (2025).