

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：超高エネルギーガンマ線天文台 CTA 計画 英文：Very-High-Energy Gamma-ray Observatory CTA 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)、佐野栄俊(岐阜大学)、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、西嶋恭司(東海大学)、浅野勝晃、大石理子、大平豊、齋藤隆之、武石隆治、手嶋政廣、戸谷友則、野崎誠也、馬場彩、吉越貴紀、Daniela Hadasch、Daniel Mazin、Marcel Strzys、Ievgen Vovk(東京大学)、藤田裕(東京都立大学)、當真賢二(東北大学)、折戸玲子(徳島大学)、奥村暁、高橋光成、田島宏康(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、 http://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計画として、日米欧 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(口径 12m)・小(口径 4m)の大気チェレンコフ望遠鏡を南北半球のサイトに、計約 100 台並べることにより、観測エネルギー範囲を 20 GeV から 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 120 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 号機の建設を進め、3-4 号機の構造体が完成した。日本グループが製作した分割鏡を LST 4 号機に取り付ける作業が 12 月に完了した。 (2) 2021 年 8 月に発生した再帰新星 RS 0ph の爆発フレアを LST 初号機で観測し、ガンマ線を 6.6σ の有意度で検出した。陽子のエネルギースペクトルが、爆発後 1 日目の約 0.26 ± 0.08 TeV から 4 日目の約 1.6 ± 0.6 TeV へと時間とともに高エネルギー側へシフトすることが示され、陽子起源が示唆された[1]。 (3) かにパルサーからの 20-700 GeV ガンマ線を LST 初号機で検出し、P1 と P2 のエネルギースペクトルはべき型で、指数は ~ 3.44 と ~ 3.03 であった[3]。

- (4) 銀河中心領域の拡散ガンマ線放射が LST 初号機で観測され、スペクトルのカットオフエネルギーは 29 TeV (2.8σ)であった[7, 8]。
- (5) 観測史上最も明るいガンマ線バースト GRB221009A ($z=0.151$)を LST 初号機で観測し、バーストから 1.3 日後のガンマ線検出の有意度は約 4σ であった[10]。
- (6) LST 初号機によって、活動銀河核 OP313 ($z=0.997$)からの超高エネルギー(VHE)ガンマ線が初検出され、VHE ガンマ線領域において最遠方の活動銀河核となった[11]。

CTAO-LST Collaboration による査読付論文 (2024 年度)

- [1] “Detection of RS Oph with LST-1 and modelling of its HE/VHE gamma-ray emission”, *Astronomy & Astrophysics*, 695, id.A152, 18 pp. (2025)
- [2] “A new method of reconstructing images of gamma-ray telescopes applied to the LST-1 of CTAO”, *Astronomy & Astrophysics*, Volume 691, id.A328, 16 pp.(2024)
- [3] “A detailed study of the very high-energy Crab pulsar emission with the LST-1”, *Astronomy & Astrophysics*, 690, id.A167, 12 pp. (2024)

CTAO Consortium による査読付論文 (2024 年度、刊行年の 2024 記載省略)

- [4] “Prospects for a survey of the galactic plane with the Cherenkov Telescope Array”, *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*, 2024, id.081, 70 pp.
- [5] “Prospects for γ -ray observations of the Perseus galaxy cluster with the Cherenkov Telescope Array”, *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*, 2024, id.004, 104 pp.
- [6] “Dark matter line searches with the Cherenkov Telescope Array”, *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*, 2024, id.047, 62 pp.

国際会議発表 (2024 年度に日本グループメンバーが登壇)

- [7] “Galactic Center observations with CTA-LST-1”, S.Abe, VHEPU Moriond 2024, La Thuile, Italy.
- [8] “Galactic Center Observations with CTAO LST-1”, S.Abe, RICAP-24, Roma, Italy.
- [9] “Study of the variable VHE gamma-ray emission of bright AGN with LST-1”, R.Takeishi, TeV Particle Astrophysics 2024, Chicago, USA.
- [10] “LST-1 follow-up of the exceptionally bright gamma-ray burst GRB 221009A”. K.Terauchi, TeV Particle Astrophysics 2024, Chicago, USA.
- [11] “LST-1's Early Achievements in AGN Observations: Discovery of the Farthest Blazar OP 313 at VHE Gamma Rays”, J.Baxter, Gamma 2024, Milan, Italy.
- [12] “Investigating the high-energy & very-high-energy gamma-rays of the Geminga pulsar with Fermi-LAT & CTAO LST-1”, P.Yeung, Gamma 2024, Milan, Italy.

日本グループメンバーが登壇した国内学会発表のリストは、
<http://www.cta-observatory.jp/publications.html> に掲載。