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：MAGIC 望遠鏡を用いた高エネルギーガンマ線天体の研究
英文：Study of High Energy Gamma-ray Objects with the MAGIC telescopes

研究代表者　　窪秀利（東京大学宇宙線研究所）
参加研究者　　井上芳幸(大阪大学大学院理学研究科)、稲田知大(九州大学先端素粒子物理研究センター)、寺内健太(京都大学理学研究科)、山本常夏（甲南大学理工学部)、郡和範(国立天文台)、井上進、野田浩司(千葉大学ハドロン宇宙国際研究センター)、阿部和希、韓天舒、櫛田淳子、佐藤雄輝、姚屹(東海大学理学部)、阿部正太郎、糸川拓海、武石隆治、手嶋政廣、野崎誠也、Joshua Ryo Baxter、Yating Chai、Daniela Hadasch、Daniel Mazin、Marcel Strzys、Ievgen Vovk、Kin Hang Yeung（東京大学宇宙線研究所)、奥村曉、高橋光成、田島宏康（名古屋大学宇宙地球環境研究所)、今澤遼、榧木大修、須田祐介、橋爪大樹、深沢泰司、Roy Abhradeep（広島大学先進理工系科学研究科)、中森健之(山形大学理学部)、廣島渚(横浜国立大学大学院工学研究院)、David Paneque　(Max-Planck-Institute for Physics)、Dominik Elsaesser(Technische Universität Dortmund)、Adrian Biland　(ETH Zürich)、他 MAGIC collaboration

研究成果概要

MAGIC Collaboration によって、2024 年度に査読付論文 13 編を発表した(次ページにリスト)。本研究参加者による貢献の中から一部を紹介する。

2018 年、活動銀河核 M87 の 2 回目となる Event Horizon Telescope キャンペーン観測に、MAGIC を含め、ALMA、Chandra、Hubble、NuSTAR など、電波からガンマ線に至るまでの波長域をカバーする 20 以上の多波長観測施設が参加した[6]。2010 年以来初めて、超高エネルギーガンマ線フレアが検出された。このフレアでは、350 GeV 以上の強度が約 36 時間の間に 2 倍以上に増加した。X 線強度は 2017 年と比較して約 2 倍に増加している一方で、電波およびミリ波のコア強度は 2017 年と 2018 年の間で一致した。MAGIC で観測された超高エネルギーガンマ線は逆コンプトン散乱放射で説明でき、強度変動のタイムスケールから、その放射領域のサイズは、ブラックホール重力半径の約 10 倍であることが分かった。2024 年 12 月 13 日に、ICRR、名古屋市立大学、国立天文台、工学院大学、東京科学大学、茨城大学、大阪公立大学から共同プレスリリースを行った。

MAGIC Collaboration による査読付論文（刊行年 2024 記載省略）

[1] “Combined search in dwarf spheroidal galaxies for branon dark matter annihilation signatures with the MAGIC telescopes”, JCAP, 2025, id.020 (2025).
[2] “Time-dependent modelling of short-term variability in the TeV-blazar VER

J0521+211 during the major flare in 2020", A&A, 694, id.A308 (2025).
[3] "Characterization of Markarian 421 during its most violent year: Multiwavelength variability and correlations", A&A, 694, id.A195 (2025).
[4] "Cosmic-ray acceleration and escape from supernova remnant W44 as probed by Fermi-LAT and MAGIC", A&A, 693, id.A255 (2025).
[5] "Constraints on VHE gamma-ray emission of flat spectrum radio quasars with the MAGIC telescopes", MNRAS, 535, 1484.
[6] "Broadband Multi-wavelength Properties of M87 during the 2018 EHT Campaign including a Very High Energy Flaring Episode" , A&A, 692, id.A140. EHT, Fermi-LAT, H.E.S.S., VERITAS, EAVN Collaborations 他との共著.
[7] "Standardised formats and open-source analysis tools for the MAGIC telescopes data", JHEAp, 44, 266.
[8] "Constraints on Lorentz invariance violation from the extraordinary Mrk 421 flare of 2014 using a novel analysis method", JCAP, 2024, id.044.
[9] "Constraints on axion-like particles with the Perseus Galaxy Cluster with MAGIC", PDU, 44, 101425.
[10] "Insights into the broadband emission of the TeV blazar Mrk 501 during the first X-ray polarization measurements", A&A, 685, id.A117.
[11] "Performance and first measurements of the MAGIC stellar intensity interferometer", MNRAS, 529, 4387.
[12] "The variability patterns of the TeV blazar PG 1553 + 113 from a decade of MAGIC and multiband observations", MNRAS, 529, 3894.
[13] "First characterization of the emission behavior of Mrk 421 from radio to very high-energy gamma rays with simultaneous X-ray polarization measurements", A&A, 684, id.A127.

本研究参加者(MAGIC 日本グループ)が 2024 年度に登壇した学会発表

[14] 9 月　日本天文学会: Marcel 他　"MAGIC highlight results"
[15] 9 月　日本物理学会: Hadasch 他　"MAGIC report 85: MAGIC highlight results"
[16] 9 月　日本物理学会: Chai 他　"MAGIC report 86: The Cosmic-ray Electron and Positron Spectrum Measured with MAGIC"

整理番号　E14