

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：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 寺内健太(京都大学理学研究科)、郡和範(国立天文台)、山本常夏 (甲南大学理工学部)、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、西嶋恭司、姚屹、Sang Ki Lee(東海大学理学部)、浅野勝晃、阿部正太郎、糸川拓海、稲田知大、井上芳幸、大谷恵生、齋藤隆之、武石隆治、手嶋政廣、廣島渚、Joshua Ryo Baxter、Daniela Hadasch、Daniel Mazin、Marcel Strzys、Ievgen Vovk、Kin Hang Yeung(東京大学宇宙線研究所)、奥村暁、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、榎木大修、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)、坂本貫太、中森健之(山形大学理学部)、野崎誠也、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、2023 年度に査読付論文 4 編を発表した(次ページにリスト)。以下、本研究参加者による貢献の中から一部を紹介する。 (1) MAGIC 望遠鏡と CTA 大口径望遠鏡初号機との同時観測性能(検出感度等)をかに星雲を用いて評価した[2]。 (2) ロングガンマ線バーストに分類される GRB 201216C を MAGIC 望遠鏡で観測し、最初の 20 分間で 6.0σ で検出した。赤方偏移は 1.1 であり、超高エネルギーガンマ線領域で最遠方の天体となった。可視からガンマ線までのスペクトルはシンクロトロンとシンクロトロン自己コンプトン放射で説明できた[3]。 (3) BL Lac 天体 1ES 2344+514 を 2019 年から 2021 年の長期にわたって、MAGIC 望遠鏡を含め、電波からガンマ線で多波長観測を行い、様々な強度での性質について調べた。観測された強度変動とエネルギースペクトルは、BL Lac 天体に従来適用できていた、単一領域内の電子による放射モデルでは説明がつかず、複数の領域からの放射で説明できることが分かった[4]。 (4) 天の川銀河中心領域を MAGIC 望遠鏡と CTA 大口径望遠鏡初号機で共同観測し、望遠鏡 3 台によるステレオ観測事象を解析するパイプラインを開発し、北半球で最高感度で観測することに成功した[5]。 (5) MAGIC 望遠鏡 2 台と CTA 大口径望遠鏡初号機の 3 台の望遠鏡のうち、任意の 2 台の望遠鏡で同時にトリガーされた事象を取得するために、ハードウェアでリアル

タイムに望遠鏡間トリガーを発行するシステムを開発した[6]。

- (6) 2020年8月から10月まで、ガンマ線、X線、可視光、電波帯の観測装置で、活動銀河核 BL Lac のフレア期間中に共同観測を行った。MAGIC 望遠鏡による超高エネルギーガンマ線観測では、Fermi 衛星 LAT による高エネルギーガンマ線(HE)観測と同時に、明るいフレアを検出した。長期間のライトカーブでは、X線と HE ガンマ線の強度は、全体的に相関を示したが、HE ガンマ線だけが明るいこともあった。これら多波長の観測から、放射機構について考察した[7]。
- (7) 天の川銀河中心領域を、MAGIC 望遠鏡で、2013年から2020年までの約200時間観測し、暗黒物質質量 0.9-100 TeV の暗黒物質対消滅断面積の上限値を求め、20 TeV 以上に対して従来に比べ約2倍強い制限を与えた[8]。

MAGIC Collaboration による査読付論文(2023年度)

★印：日本グループメンバーが責任著者の論文。

- [1] “Multimessenger Characterization of Markarian 501 during Historically Low X-Ray and γ -Ray Activity”, The Astrophysical Journal Supplement Series, 266, id.37 (2023).
- [2] ★“Performance of the joint LST-1 and MAGIC observations evaluated with Crab Nebula data”, Astronomy & Astrophysics, 680, id.A66 (2023).
- [3] ★“MAGIC detection of GRB 201216C at $z = 1.1$ ”, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 527, pp.5856 (2024).
- [4] “Multi-year characterisation of the broad-band emission from the intermittent extreme BL Lac 1ES 2344+514”, Astronomy & Astrophysics, 682, id.A114 (2024).

本研究参加者が登壇した国際会議発表(2023年度)

- [5] ICRC2023: 阿部正太郎他、“Joint Observation of the Galactic Center with MAGIC and CTA-LST-1”.
- [6] ICRC2023: Joshua Ryo Baxter 他、“Low energy performance boost through a hardware stereoscopic trigger between LST1 CTA and MAGIC”.
- [7] ICRC2023: 今澤遼他、“MAGIC observation of BL Lacertae flaring period in 2020”.
- [8] ICRC2023: 稲田知大他、“Gamma-ray Spectral Line emission search from Dark Matter Annihilation up to 100 TeV towards the Galactic Centre with MAGIC”.