

2019 (令和元) 年度 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 (京都大学理学研究科)

参加研究者 岡知彦、今川要、梶原侑貴、野崎誠也 (京都大学理学研究科)、郡和範 (高エネルギー加速器研究機構素粒子原子核研究所)、緒方智之、櫛田淳子、生天目康之、西嶋恭司、原田芳規、古田智也 (東海大学理学部)、浅野勝晃、阿部日向、稲田知大、岩村由樹、大谷恵生、小林志鳳、齋藤隆之、櫻井駿介、高橋満里、高橋光成、手嶋政廣、永吉勤、野田浩司、深見哲志、Daniela Hadasch、Daniel Mazin、Marcel Strzys、Ievgen Vovk (東京大学宇宙線研究所)、井上進、井上芳幸、廣島渚 (理化学研究所)、中森健之 (山形大学理学部)、Razmik Mirzoyan (Max-Planck-Institute for Physics)、Oscar Blanch (IFAE)、他 MAGIC collaboration

研究成果概要

MAGIC collaboration によって、2019 年度、査読付論文 12 編を発表した(次頁)。内訳は、活動銀河核 6 編、ガンマ線バースト 2、パルサー・星雲 2、球状星団 1、HAWC 未同定天体 1 である。さらに、活動銀河核の観測結果の速報 3 件を ATel に流した。また、国内学会・国際会議で成果を発表した(次頁)。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) ガンマ線バースト 190114C($z=0.42$)のアラート受信後 27 秒で、MAGIC による追尾を開始し、その 13 秒後から解析可能データを取得し、最初の 20 分間で 50σ 以上でガンマ線(0.2–1 TeV)を検出した。MAGIC 建設計画段階からの長年の努力が実り、ガンマ線バーストからの観測ガンマ線最高エネルギーの記録(Fermi 衛星による 95 GeV)を更新し、TeV ガンマ線を高有意度で観測することに史上初めて成功した。MAGIC 単独の結果により、TeV 領域ガンマ線は、シンクロトロン放射とは別の放射過程であることが判明し、さらに、電波からガンマ線までの多波長(17 桁)の観測結果から、高エネルギーガンマ線は、シンクロトロン自己コンプトン散乱(SSC)であることが判明し、GRB に普遍的に存在することが示唆された[5, 6, 16, 17, 20-24, 東京大学にて記者会見を開き、2019 年 11 月 21 日に、ICRR からプレスリリースを行った。詳細は、<http://www.icrr.u-tokyo.ac.jp/news/6322/>]。
- (2) 電波銀河 M87 を 2012-2015 年に、MAGIC を含めた多波長で観測したところ、低光度状態にあり、多波長放射は、電子シンクロトロン自己コンプトン散乱モデル、または陽子と電子による放射モデルのどちらでも説明可能であるが、後者の方が、観測値との合致度が高いことが分かった[12]。
- (3) 活動銀河核 BL Lac 型 TXS 0210+515($z=0.05$)からの超高エネルギー(VHE) γ 線を初検出した[11]。

- (4) かにパルサーの電波巨大パルスと VHE γ 線強度とに有意な相関は見られなかった [8]。
- (5) 活動銀河核 B2 1420+32($z=0.68$)からの VHE γ 線を初検出し、ATel に速報を流した(ATel #13412)。VHE γ 線領域で 4 番目に遠方の天体となった。

MAGIC collaboration による査読付論文

- [1] “Deep observations of the globular cluster M15 with the MAGIC telescopes”, *MNRAS*, 484, 2876 (2019).
- [2] “MAGIC and Fermi-LAT gamma-ray results on unassociated HAWC sources”, Fermi-LAT Collaborations との共著, *MNRAS*, 485, 356 (2019).
- [3] “Measurement of the extragalactic background light using MAGIC and Fermi-LAT gamma-ray observations of blazars up to $z = 1$ ”, *MNRAS*, 486, 4233 (2019).
- [4] “Constraints on Gamma-Ray and Neutrino Emission from NGC 1068 with the MAGIC Telescopes”, *ApJ*, 883, 135 (2019).
- [5] “Teraelectronvolt emission from the γ -ray burst GRB 190114C”, *Nature*, 575, 455 (2019).
- [6] “Observation of inverse Compton emission from a long γ -ray burst”, Fermi-LAT Collaboration 他との共著, *Nature*, 575, 459 (2019).
- [7] “Testing emission models on the extreme blazar 2WHSP J073326.7+515354 detected at very high energies with the MAGIC telescopes”, *MNRAS*, 490, 2284 (2019).
- [8] “Statistics of VHE gamma-Rays in Temporal Association with Radio Giant Pulses from the Crab Pulsar”, *A&A*, 634, 25 (2020).
- [9] “The Great Markarian 421 Flare of 2010 February: Multiwavelength Variability and Correlation Studies”, *ApJ*, 890, 97 (2020).
- [10] “MAGIC very large zenith angle observations of the Crab Nebula up to 100 TeV”, *A&A*, 635, 158 (2020).
- [11] “New hard-TeV extreme blazars detected with the MAGIC telescopes”, *ApJS*, 247, 16 (2020).
- [12] “Monitoring of the radio galaxy M 87 during a low-emission state from 2012 to 2015 with MAGIC”, *MNRAS*, 492, 5354 (2020).

本研究参加者が登壇した学会・国際会議の発表

- [13] ICRC2019 : 梶原他 “Broadband emission of blazar S5 0716+714 during impressive outbursts”
- [14] ICRC2019 : 永吉他 “Gamma-ray Spectral and Morphological study of HESS J1912+101 observed by MAGIC and Fermi-LAT”
- [15] 日本天文学会 : 岡他 「Boomerangパルサー風星雲と超新星残骸G106.3+02.7からの超高エネルギーガンマ線放射」
- [16] 日本天文学会 : 深見他 「MAGIC望遠鏡によるGRB 190114C からの超高エネルギーガンマ線の発見」
- [17] 日本天文学会 : 井上他 「GRB 190114CからのTeVガンマ線放射の物理」
- [18] 日本物理学会 : 櫛田他 「MAGIC報告69 : ブレーザーBL Lacertaeに対する2015年の多波長観測(2)」
- [19] 日本物理学会 : 高橋他 「MAGIC報告70 : ブレーザー1ES 1959+650の2016年TeVフレアの多波長観測」
- [20] 日本物理学会 : 野田他 「MAGIC報告71 : GRB 190114CからのTeVガンマ線の発見」
- [21] 日本物理学会 : 井上他 「MAGIC報告72 : GRB 190114CからのTeVガンマ線放射の物理」
- [22] TAUP2019 : 野田他 “Discovery of VHE gamma rays from GRB 190114C”
- [23] Yamada Conference LXXI, Gamma-ray Bursts in the Gravitational Wave Era 2019 : 野田他 “Discovery of VHE gamma rays from GRB 190114C”
- [24] 日本天文学会 : 浅野他 「MAGIC 望遠鏡による GRB 190114C からの逆コンプトン散乱放射の観測」