

平成 30 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、梶原侑貴、野崎誠也、平子丈、増田周（京都大学理学研究科）、
 緒方智之、神本匠、櫛田淳子、種田裕貴、辻本晋平、西嶋恭司、古田智也（東海大学理学部）、
 稲田知大、岩村由樹、大谷恵生、久門拓、小林志鳳、齋藤隆之、櫻井駿介、
 高橋光成、手嶋政廣、永吉勤、野田浩司、深見哲志、Daniela Hadasch、Daniel Mazin（東京大学宇宙線研究所）、井上進（理化学研究所）、中森健之（山形大学理学部）、
 Razmik Mirzoyan（Max-Planck-Institute for Physics）、他 MAGIC collaboration

研究成果概要

MAGIC collaboration は、今年度、査読付論文 15 編を発表し、観測結果の速報を Astronomer's Telegram(ATel)に 6 件流した。また、日本物理学会にて 4 講演行った。以下、成果の一部を紹介する。

- (1) Fermi-LATの観測で、超高エネルギーニュートリノ事象IceCube-170922Aの誤差内にあるBlazar TXS 0506+056(赤方偏移 $z=0.34$)の増光が検出された(Y. T. Tanaka et al, ATel#10791)。MAGICでフォローアップ観測を行い、TXS 0506+056からの超高エネルギーガンマ線を初めて検出し、活動銀河核からの超高エネルギーニュートリノとガンマ線放射が示唆された。以上の結果は、IceCube、Fermi-LAT、MAGIC collaboration 他による共著論文にまとめられ、Science誌に発表され(図1)、7月に文科省にて記者会見が開かれた。さらに、MAGIC観測を中心とした、ニュートリノと電磁波観測データを統合的に解釈できる理論モデルを構築し(図1)、今後の展望を議論した。
- (2) Fermi-LATによるアラートを受け、活動銀河核 Ton 599($z=0.72$)をMAGICで観測し、超高エネルギー γ 線を初めて検出し、超高エネルギー γ 線領域で、S3 0218+35($z=0.95$)、PKS 1441+25($z=0.94$)に続いて、3番目に遠い天体となった[17]。
- (3) 未同定天体HESS J1912+101をMAGICで観測した結果、超高エネルギー γ 線はシェル状に放射しており、スペクトルは超新星残骸中の陽子加速で説明可能であることが分かった[18, 19]

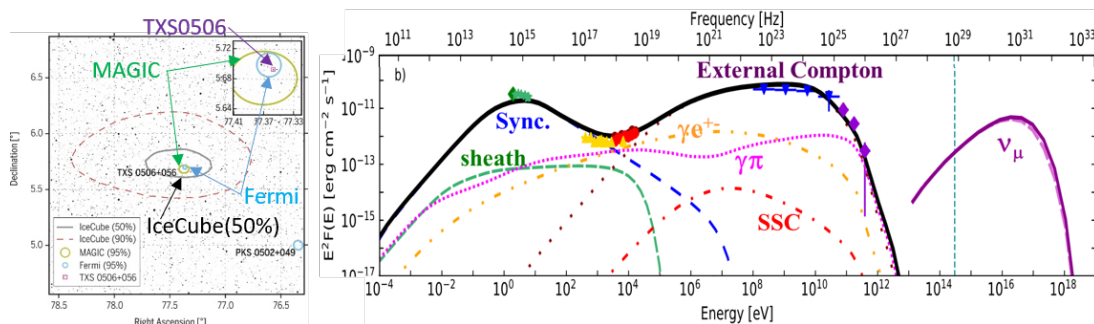


図1：IceCube、MAGIC、Fermi-LATで求めた到来方向(左)[14]、Blazar TXS 0506+056の多波長スペクトルと放射モデル(右)[13, 16]。

- (4) FRB 121102について、電波観測と同時に、MAGICのCentral Pixelも利用して、高エネルギーガンマ線と可視光観測を行い、得られた上限から、FRBの起源天体に対する制限を議論した[4]。
- (5) パルサーJ2032+4127 + Be星連星系(軌道周期 約50年)をVERITASと共同観測し、超高エネルギー γ 線放射を発見した[6]。
- (6) GRB 190114CをMAGICで観測し、開始から20分間で300 GeV以上で 20σ 以上の有意度で検出した(ATel #12390)。サブTeV領域でのGRBの初検出となった。

MAGIC collaborationによる査読付論文(2018年4月-2019年3月のみ。刊行年2018記載省略)

- [1] “Discovery of TeV γ -ray emission from the neighbourhood of the supernova remnant G24.7+0.6 by MAGIC”, *MNRAS*, 483, 4578 (2019).
- [2] “A fast, very-high-energy gamma-ray flare from BL Lacertae during a period of multi-wavelength activity in June 2015”, *A&A*, 623, A175 (2019).
- [3] “Constraining dark matter lifetime with a deep gamma-ray survey of the Perseus galaxy cluster with MAGIC”, *PDU*, 22, 38.
- [4] “Constraining very-high-energy and optical emission from FRB 121102 with the MAGIC telescopes”, *MNRAS*, 481 2479.
- [5] “Extreme HBL behavior of Markarian 501 during 2012”, *A&A*, 620 181.
- [6] “Periastron Observations of TeV Gamma-Ray Emission from a Binary System with a 50-year Period”, **VERITAS collaborationとの共著**, *ApJ*, 867, L19.
- [7] “Limits on the flux of tau neutrinos from 1 PeV to 3 EeV with the MAGIC telescopes”, *Aph*, 102, 77.
- [8] “Detection of persistent VHE gamma-ray emission from PKS 1510-089 by the MAGIC telescopes during low states between 2012 and 2017”, *A&A*, 619 159.
- [9] “Multi-wavelength characterization of the blazar S5 0716+714 during an unprecedented outburst phase”, *A&A*, 619, 45.
- [10] “The broad-band properties of the intermediate synchrotron peaked BL Lac S2 0109+22 from radio to VHE gamma-rays”, *MNRAS*, 480 879.
- [11] “Gamma-ray flaring activity of NGC1275 in 2016-2017 measured by MAGIC”, *A&A*, 617, 91.
- [12] “Detection of the blazar S4 0954+65 at very-high-energy with the MAGIC telescopes during an exceptionally high optical state”, *A&A*, 617, 30.
- [13] “The Blazar TXS 0506+056 Associated with a High-energy Neutrino: Insights into Extragalactic Jets and Cosmic-Ray Acceleration”, *ApJ*, 863, L10.
- [14] “Multimessenger observations of a flaring blazar coincident with high-energy neutrino IceCube-170922A”, **IceCube, Fermi-LAT collaboration他との共著**, *Science*, 361, 1378.
- [15] “Constraints on particle acceleration in SS433/W50 from MAGIC and H.E.S.S. observations”, *A&A*, 612, 14.

日本グループメンバーが登壇した学会・国際会議での発表

- [16] 「MAGIC報告65：ブレーザー-TXS 0506+056のマルチメッセンジャー観測と高エネルギーニュートリノ放射・宇宙線加速機構」井上他、2018年9月、日本物理学会
- [17] “First detection of the FSRQ TON 0599 in the VHE regime” 平子他、2018年9月、BHC国際会議、ブラジル
- [18] “Gamma-ray emission spectrum in HESS J1912+101” 永吉他、2018年10月、第8回Fermiシンポジウム、USA
- [19] 「MAGIC報告66：HESS J1912+101 領域のガンマ線放射」永吉他、2019年3月、日本物理学会
- [20] 「MAGIC報告67：Boomerang パルサー風星雲と超新星残骸G106.3+2.7からの超高エネルギーガンマ線放射」岡他、2019年3月、日本物理学会
- [21] 「MAGIC報告68：BL Lac型天体S5 0716+714の超高エネルギーガンマ線フレア解析」梶原他、2019年3月、日本物理学会