

平成25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 今野 裕介、齋藤 隆之 (京都大学理学研究科)、高見 一 (高エネルギー加速器研究機構素粒子原子核研究所)、櫛田 淳子、小谷 一仁、西嶋 恭司 (東海大学理学部)、井上 進、齋藤 浩二、手嶋 政廣、中嶋 大輔、花畑 義隆、林田 将明 (東京大学宇宙線研究所)、折戸 玲子 (徳島大学ソシオ・アーツ・アンド・サイエンス研究部)、遠山 健、野田 浩司 (Max-Planck-Inst. fuer Phys.)、the MAGIC collaboration

研究成果概要

本研究において、スペイン・ラパルマ島に設置された口径 17m 大気チェレンコフ望遠鏡 MAGIC 2 台を用いた、50 GeV–10 TeV での高エネルギーガンマ線天体観測と、望遠鏡のアップグレードを行った。本年度の成果の概要を以下に示す。

(1) Crab パルサーのブリッジ放射を 50 GeV 以上で初めて検出し、そのスペクトルは 2 つのガンマ線パルス時 P1、P2 のものとほぼ同じ形で表されることを発見した (図 1; [1])。この発見は放射領域の磁場構造についての情報を与え、磁気カスケードモデルで解釈すると、光円柱付近の磁場でトロイダル成分が存在することを示唆した。

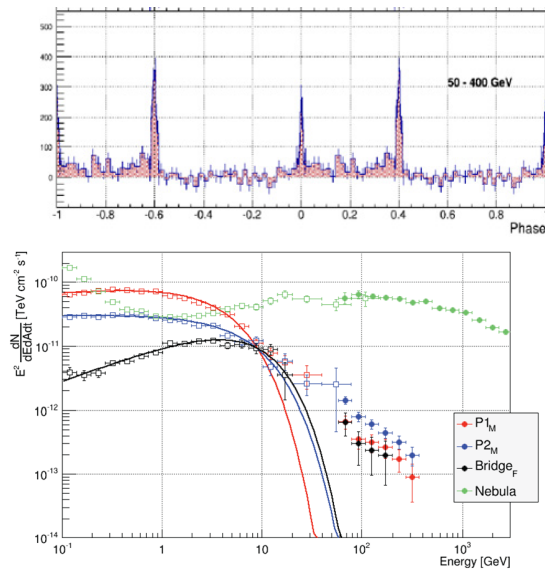


図 1 : (上) Crab パルサーのパルスプロフィール (50–400 GeV)。 (下) エネルギースペクトル。赤:P1、青:P2、黒:Bridge、緑:Nebula。

(2) Geminga パルサーを 65 時間観測し、ガンマ線流量の上限を得た。

(3) $E > 200$ GeV での検出天体で最遠方の FSRQ である 3C279 を 2011 年に 2 期間観測したが検出されず、これまでで最も強い流量の制限を

与えた[2]。現在検出時より静穏であると考えられる可視～ガンマ線のスペクトルはシンクロトロン放射+外部逆コンプトン散乱で説明できることが分かった (図 2)。

(4) FSRQ 天体 PKS1510-089($z=0.36$)を 2012 年に観測し検出した[3]。同期中での GeV ガンマ線のフレアと VLBA 電波コアの放出が同期しており、ガンマ線と電波放射領域は同一空間であることを示唆した。観測された多波長スペクトルから、ガンマ線領域の逆コンプトン放射の種光子は、ジェット外縁起源で説明できる (図 3)。

(5) FSRQ 天体 4C+55.17 ($z = 0.90$)を 35 時間観測し、 $E < 150$ GeV で最も強い流量の制限を与えた。この制限は低流量の銀河系外可視赤外放射モデルと無矛盾であった[4]。

(6) HBL 天体 Mrk501 を 2013 年に、X 線衛星 NuSTAR (5-80 keV) 及び Swift/XRT (0.3-10 keV) と同時観測し、シンクロトロン放射のピークをフレア前後で求めることができた。現在、多波長スペクトルを詳細解析中である。

(7) Fermi 衛星が発見した未同定天体 2FGL J2001.1+4352 (その後、HBL と判明) を観測し、VHE 領域で初検出した (MAGIC J2001+435)。その多波長スペクトル (図 4) は、one zone のシンクロトロン自己コンプトン放射で説明できる。

(8) HBL 天体 1ES0229+200($z=0.14$)を 2012-2013 年に観測し検出した。天体ガンマ線と可視赤外背景放射の対消滅で生じた電子対は銀河間磁場によって散乱され、CMB を逆コンプトン散乱し、広がったガンマ線放射を作り出す。その到来方向分布のモデル計算を行った。今後、観測データにあてはめ、銀河間磁場を求める。

(9) 超新星残骸 W44 の長時間観測が進行中であり、今後、周囲の放射を調べ、加速粒子拡散の様子を調べる。

(10) ステレオ観測時のエネルギー閾値を 50GeV から<30GeV に下げるため、トリガー方式を改良した[5]。

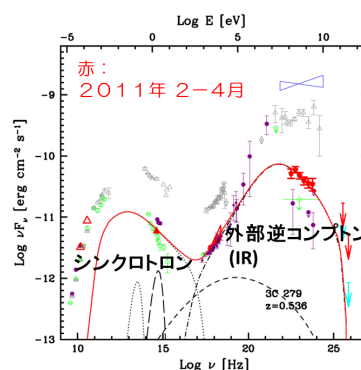


図 2 : FSRQ 3C279 の多波長スペクトル。

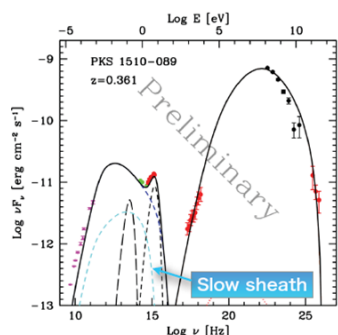


図 3 : FSRQ PKS1510-089 の多波長スペクトル。

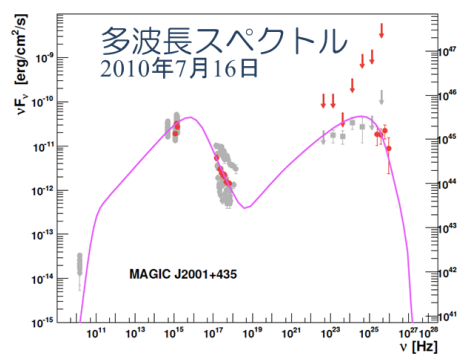


図 4 : HBL MAGIC J2001+435 の多波長スペクトル。

References

- [1] arXiv:1402.4219, [2] arXiv:1311.2833, [3] IJMPS, 28 (2014) 1460176,
 [4] MNRAS, 440 (2014) 530, [5] arXiv:1404.4219

MAGIC による論文のリスト <https://magic.mpp.mpg.de/backend/publications/articles>