

## 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：大口径大気チェレンコフ望遠鏡を用いたニュートリノ放射源天体の探索 英文：Search for neutrino sources with the Large-Aperture Atmospheric Cherenkov Telescope
研究代表者	櫛田 淳子 (東海大学・教授)
参加研究者	窪 秀利 (宇宙線研究所) 西嶋 恭司、阿部 和希、佐々 誠司、高橋 菜月、 韓 天舒、姚 屹 (東海大学)
研究成果概要	<p>本研究では IceCube 実験によりニュートリノイベントが報告されている位置に近く、ニュートリノ放射を行っている可能性の高い AGN を大口径チェレンコフ望遠鏡で観測することにより、超高エネルギー宇宙線放射天体としての AGN のジェット放射の機構を解明することを目的としている。</p> <p>本研究では、下記のようなステップでニュートリノ源候補天体を探索していく。</p> <p>(1)IceCube カタログからニュートリノ源の候補となる天体かつ、MAGIC や CTA で観測可能な天体を探す</p> <p>(2)絞り込んだ天体の Fermi 衛星のデータ解析を行い、Cherenkov 望遠鏡で Sub-TeV 領域ガンマ線が検出可能かを見積もる</p> <p>(3)Sub-TeV 領域で検出可能な天体が見つければ観測提案を行う。また、観測が行われている場合はその Cherenkov 望遠鏡データの解析を行う。</p> <p>(1)ニュートリノ源候補天体探索</p> <p>IceCube の 2008 年 4 月から 2018 年 7 月までの 10 年ほどの観測から、ニュートリノ天体候補のリストとして、北天 97 天体、南天 13 天体が挙げられている (M.G,Aartsen,Phys,Rev,Let,124,2020)。ソースの有意度の指標として用いる p-value より、すでにニュートリノ放射が発見されている NGC1068、TXS0506+056 に加え、今 PKS1424+240、PMN1603+4904、4C +01.28 の 3 つの天体を候補とした。</p> <p>NGC1068 はセイファート銀河で 2022 年 11 月発行の Science にて、ニュートリノ源で</p>

あることを示唆する論文が発表されている (IceCube Collaboration, Science, 2022)。他 3 天体はブレーザー (活動銀河核) であり、TXS0506+056 はニュートリノ源 IceCube-170922A と同定され (M.G. Aartsen et al, 2018)、MAGIC 望遠鏡による観測で 300 GeV 以上のガンマ線も検出されている。

今回新たに選んだ 3 つの天体の特徴を以下に述べる。

#### 1) PKS1424+240

1970 年代に電波天体として発見され、1988 年にブレーザーとして確認された。赤方偏移  $z$  は正確には求まっていないが、 $0.6 < z < 1.3$  と遠方にあることがわかっている。

Cherenkov 望遠鏡の観測では、VERITAS によって発見されており、その後 MAGIC でも Sub-TeV ガンマ線の放射を確認している。

#### 2) PMN1603+4904

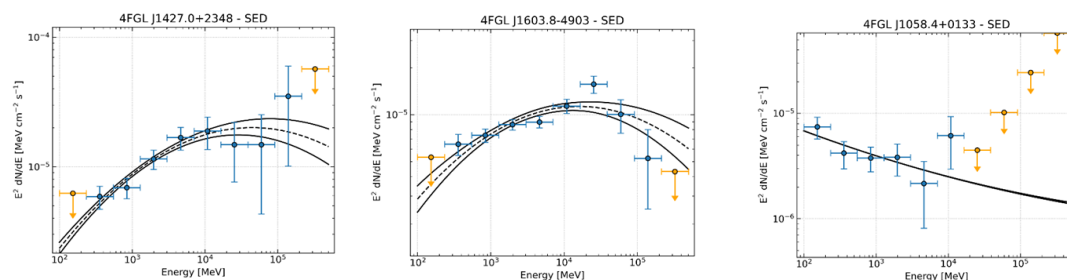
鉄のライン構造より  $z \sim 0.18$  程度と見積もられているブレーザー (Muller et al, 2014)。GeV ガンマ線天体 2FGL1603.8-4903 と対応し、ガンマ線と電波で変動がみられる。

#### 3) 4C +01.28 (PKS B1055+018)

電波とガンマ線で明るい FSRQ タイプのブレーザーで、 $z=0.888$  (Wills and Lynds 1978)。電波の観測から、ジェット内のガンマ線放射領域は BLR より遠く、FSRQ のガンマ線放出として一般的なモデルである BLR 光子の EC 散乱ではなく、SSC, BLR とダストトラス間の赤外光子の EC 散乱や、ハドロン放出モデルも候補となる (F. Rosch et al, 2021)

### (2) Fermi 衛星解析結果

2024 年 1 月までの 14 年分のデータを用い、新たな 3 つの天体の Fermi 衛星スペクトルの結果を以下に示した。今後多波長スペクトルを求め、電磁波における放射モデルからニュートリノ放射の可能性が高い天体を絞っていく。



(3)すでに CTA 望遠鏡で観測行っている NGC1068 のデータ解析を行っている。MAGIC 望遠鏡の解析結果を含めた Sub-TeV 領域の詳細なガンマ線スペクトルを求めている。また、新たなニュートリノ放射候補のブレーザー天体の観測・解析も進めていく。