

修士論文概要書

Summary of Master's Thesis

Date of submission: 01 / 11 / 2012 (MM/DD/YYYY)

専攻名 (専門分野) Department	物理学及 応用物理学	氏名 Name	前田 洗登	指導 教員 Advisor	片岡 淳 印 Seal
研究指導名 Research guidance	放射線応用 物理学研究	学籍番号 Student ID number	5310A087 - 2		
研究題目 Title	高銀緯フェルミ未同定ガンマ線源の多波長系統探査				

【Introduction】

ガンマ線天文衛星フェルミが GeV 帯域で全天を観測を始めて 3 年が経過し、2,000 を超えるガンマ線天体を発見しつつある。その約 7 割は他波長での観測により対応が決まった・或いは尤もらしい対応天体が見つかった。ほとんどはブレーザーと呼ばれる特殊な活動銀河核 (AGN) であるが、近傍のパルサー・超新星残骸等からも新たにガンマ線放射が見つかった。一方、残りの約 3 割は依然として正体の分からない「未同定ガンマ線天体」であり、これまでに様々な波長でフォローアップ観測が行われている。特に高銀緯 ($|b| > 10^\circ$) にある未同定天体は AGN のような系外起源である可能性が高いと考えられてきたが、近傍のミリ秒パルサー (MSP) からのガンマ線放射が初めて 20 天体以上確認されたこともあり、系内・系外を問わず新種のガンマ線天体候補として期待されている。

本研究では、米国 Swift 衛星によるアーカイブデータを用いて 134 の高銀緯フェルミ未同定天体を系統的に解析し、その位置やスペクトルを正確に決めた。これにより、電波からガンマ線に至る多波長スペクトル (SED) の特徴を議論し、未同定天体の起源解明に繋がる新たな切り口を導いた。ガンマ線の時間変動や多波長スペクトルから際立った特徴をもつ 14 天体については、我々自身が日本の X 線天文衛星「すざく」に観測を提案・受理され、2 本の学術論文にまとめた。本修士論文では、これら未同定天体の現状で最も完全なサンプルを提供し、系統的な議論を行う。

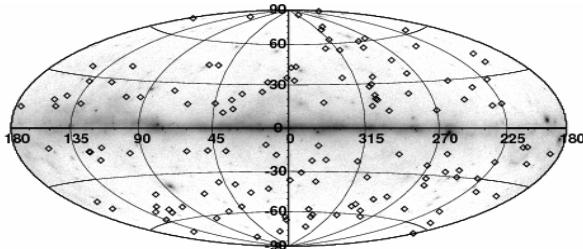


図 1. フェルミ衛星のガンマ線全天画像。◇は解析した天体の位置。

【Observation & Results】

Swift 衛星の主目的はガンマ線バーストの観測であるが、その高い機動性と位置決定精度から、多数のフェルミ未同定天体をフォローアップ観測している。そこで Swift 衛星による紫外 (UVOT) と X 線 (XRT) のアーカイブデータを用い、高銀緯にありフェルミ 1 年カタログ (1FGL) では未同定であった 134 天体について系統解析を行った。まず XRT から 0.3–10keV の X 線画像とスペクトルを取得した。X 線候補天体の検出には $>3\sigma$ を要求し、90% の X 線位置誤差円が UVOT の観測視野内にあれば光学・紫外のスペクトルも取得した。これにより、対応候補天体の位置とフラックス (またはその上限値) を求め、フェルミ 2 年カタログのガンマ線データ、各種電波カタログ等と合わせて SED を求めた。

こうした過程を経て、既知の AGN とは異なる極めて特異な多波長スペクトルをもつ、興味深い天体も見つかった。特に、AGN の特徴である激しい時間変動を示さず、電波パルスも観測されていない 14 天体に対し「すざく」衛星によるより深い観測を行った。その中でも 1FGL J1311.7-3429 と 1FGL J1946.7-5404 はフェルミの位置誤差円内に非熱的 X 線源が $>7\sigma$ で検出され、

スペクトルのベキ指数は 1.3 ± 0.1 、 1.7 ± 0.3 と求まった。X 線フラックスも 2–10keV でそれぞれ $(2.8 \pm 0.2) \times 10^{-13}$ 、 $(7.3 \pm 1.9) \times 10^{-14}$ [$\text{erg cm}^{-2} \text{s}^{-1}$] となった。J1311.7 は大きな X 線強度変動を示したが、周期性は確認できなかった。一方 J1946.7 は X 線で定常的であり、変動は全く見られなかった。J1311.7 の SED を図 2 に示す。

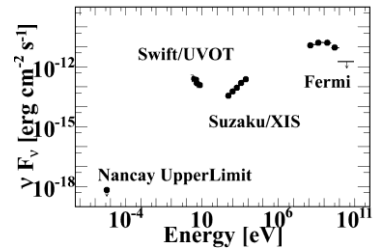


図 2. J1311.7 の SED

【Discussion】

高銀緯フェルミ未同定天体の起源を考察するため、まずガンマ線に対する X 線と電波のフラックス強度比を図 3 左に示す。AGN (×) と MSP (△) の分布は優位に分離することが分かる。また未同定天体 (●) は AGN と MSP の間を繋ぐような分布となることが分かった。また、ガンマ線に対する電波のエネルギーフラックス比に着目すると (図 3 右)、フラックス比が $\sim 3 \times 10^6$ 以上の未同定天体は AGN、それ以下は MSP である可能性が高い。実際、未同定天体 1FGL J0106.7+4853 はフラックス比 $< 2.7 \times 10^6$ で、最近の研究によりガンマ線パルスが発見された。この方法を未同定ガンマ線天体 J1311.7 と J1946.7 に適用すると、フラックス比はそれぞれ $< 1.1 \times 10^8$ 、 $< 1.9 \times 10^5$ であり、大きく分けて J1311.7 は MSP、J1946.7 は AGN の特徴を持つ集団に属する。これは X 線スペクトルの結果とも矛盾しない。加えてガンマ線の変動性が低いものを選出すると、この分類はガンマ線未同定天体の中からパルサーの可能性が高いものを選び分ける手法になり得る。ただ、J1311.7 は SED の特徴は MSP を示唆するものの、X 線の強度変動がパルサーシナリオで説明できず、連星周期に対応する X 線変動も見えないことから、その物理機構が依然として不明である。

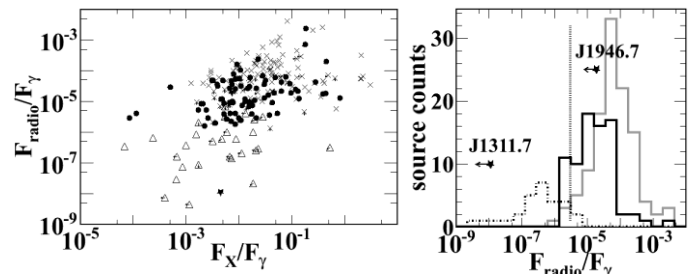


図 3. 左: ガンマ線に対する X 線(横軸)と電波(縦軸)のフラックス強度比。右: 左の分布を Y 軸方向へ射影したヒストグラム。灰色実線が AGN、破線が MSP、黒実線が未同定天体。

【Conclusion】

Swift 衛星によるフェルミ未同定天体を系統的に 134 天体解析し多波長で探査することで、未同定天体を二つのグループに分類した。特に J1311.7 の結果は強くパルサーを支持するが、X 線の強度変動の起源は未だ謎である。今後は光学観測などの新たなデータを用いて、未同定天体のさらなる起源に迫りたい。

《主な研究業績》

- [1] 日本天文学会 2010 年秋季年会 J66a (口頭発表)
- [2] K. Maeda *et al.* 2010, *ApJ*, 729, 103 (筆頭論文)