

# 修士論文概要書

Summary of Master's Thesis

Date of submission: 01/ 08/ 2013

専攻名 (専門分野) Department	物理学及 応用物理学	氏名 Name	高橋 洋輔	指導 教員 Advisor	片岡 淳 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	5311A044-1		
研究題目 Title	フェルミ宇宙ガンマ線望遠鏡による未知ガンマ線天体の探査				

## 1. 研究背景

フェルミガンマ線天文衛星が MeV~GeV 帯域でガンマ線全天観測を開始してから4年が経過し、これまでに2000を超えるガンマ線天体が検出されてきた。検出された天体の約6割はブレーザーと呼ばれる活動銀河核の一種である。一方で、残りの約3割は依然としてガンマ線の起源が分かっておらず「未同定ガンマ線天体」と呼ばれている。そして、高銀緯( $|b| > 10^\circ$ )にあるガンマ線天体は通常活動銀河核(AGN)の可能性が高いと考えられてきたが、その特徴である明るい電波対応天体が見つからない高銀緯未同定天体が存在する。AGN以外の高銀緯ガンマ線天体としては、代表的なものに近傍のミリ秒パルサーがあげられる。我々はこれまで、未同定天体を系統的に探査してきたが、2FGL J2339.6-0532 と 2FGL J1311.7-3429 の2天体(図1)は明るい電波源も電波パルスも検出されず、正体不明のままであった。そこで我々は、これら2つの天体に対して、ガンマ線データ解析、X線追観測、さらには東京工業大学と協力で光・赤外大学間連携ネットワークを利用した可視・赤外観測を実施してその正体解明に貢献し、ガンマ線を放射する全く新しいカテゴリーの天体を発見した(早大プレスリリース)。

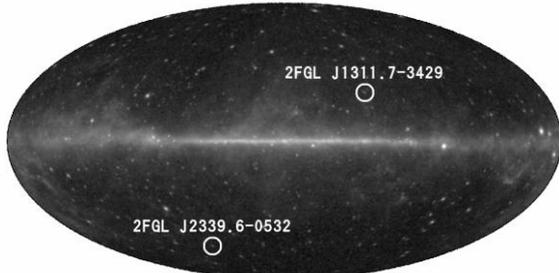


図1. フェルミ衛星のガンマ線全天画像。○は解析天体

未同定天体同様に、ガンマ線の放射起源そのものが謎の系外背景放射がある。系外背景放射とは、全天の観測データから既知の天体や銀河面からのガンマ線放射を差し引いてもなお残る成分のことである。本修士論文では未同定天体探査に加えて、「揺らぎ解析」と呼ばれる手法を用いて背景放射を解析することで、ガンマ線背景放射の正体に関して新たな示唆を与えることを目標とする。

## 2. 未同定天体の X 線観測とデータ解析結果

すざく衛星を用いて、2FGL J2339.6-0532 と 2FGL J1311.7-3429 に対して、約100キロ秒の深い観測を行った。観測データから X 線画像、スペクトル、光度曲線をそれぞれ作成し解析を行った。スペクトル解析の結果から、J2339.6 は温度 0.15keV の熱的な放射を半径 1.6km という非常にコンパクトな領域から放射していることを発見した。これは中性子星表面に典型的な値である。さらに、長時間の観測を行ったことで可能になった周期性探査の結果、約 4.6 時間の周期を検出した。図2に X 線周期探査結果及び、周期で畳み込んだ光度曲線を示す。可視光観測の結果と合わせることで、J2339.6 はパルサーが伴星を溶かしてしまう、ブラック・ワイドパルサーと呼ばれる非常に珍しい種類の天体であるとともに、初の電波で暗いミリ秒パルサーであると考えられる。

J1311.7 の X 線観測では AGN の様なフレアを観測した。一方で、スタンフォード大の Romani により可視光観測で 1.56 時間周期の近接連星系であることが明らかにされた。可視光の光度変動は J2339.6 同様急激なもので、我々の X 線観測データを加えた多波

長スペクトルは他のミリ秒パルサーのものと酷似しており、2例目の電波で暗いミリ秒パルサーである可能性が高い(Kataoka et al. 2012)。

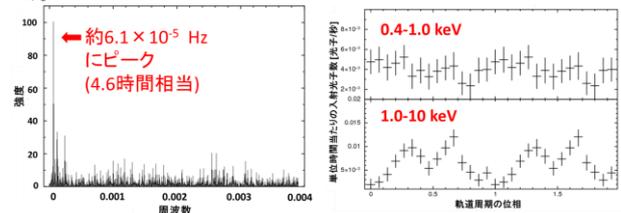


図2.左: J2339.6 の X 線周期探査結果、右: 4.6 時間周期で畳み込んだ X 線光度曲線で上が低エネルギー側(0.4-1.0keV)、下が高エネルギー側(1.0-10keV)

## 3. ガンマ線系外背景放射の揺らぎ解析

系外背景放射の起源としては、暗いガンマ線点源の重ね合わせであるという考え方が一般的である。しかし、既知の天体のフラックスごとの個数分布(logN-logS)を暗い天体に当てはめるだけでは系外背景放射のフラックス全てを説明することができない。したがって、フェルミ衛星の検出限界以下に新たなガンマ線放射天体の存在が示唆される。このような暗い天体の個数分布を探る方法が「揺らぎ解析」である。この解析方法は、観測ごとに視野内に入る天体の個数のばらつきを利用して、背景放射フラックスの揺らぎ(≡フラックスの標準偏差/フラックスの平均)を求めることで未検出の天体の個数分布に制限を与えるものである。

銀河系放射の影響を避けるため、銀緯  $50^\circ$  以上の領域から半径  $5^\circ$  の領域を66個切り出し、各領域の系外背景放射フラックスを求めた。その結果、系外背景放射フラックスの揺らぎは  $5.61 \pm 1.19\%$  と求めた。これ

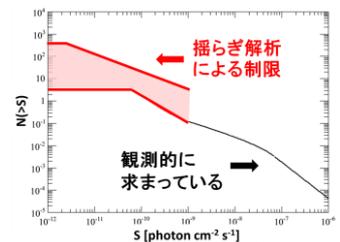


図3. ガンマ線天体の logN-logS. 太線内は 95% の信頼領域

これにより、検出限界以下の領域でブレーザーと異なる未知のガンマ線天体が大きく寄与することが、初めて観測的に示された。

## 4. まとめと結論

本研究では、フェルミ衛星により検出された未同定天体及び未検出の未知ガンマ線天体探査を行った。解析結果は検出限界以下のフラックスを持つ新たな天体の存在を示唆している。一方で、未同定天体探査では初の電波で暗いミリ秒パルサーの発見に貢献したが、この種類の天体は数が非常に少ない。系外背景放射フラックスに寄与する天体としては、むしろ近傍の通常銀河や星形成銀河の寄与が有力である。

## 《主な研究業績》

- [1] 日本天文学会 2011 年春季年会 (口頭発表)
- [2] Fermi Symposium 2011 (ポスター)
- [3] 日本天文学会 2012 年春季年会 (記者発表・口頭発表)
- [4] Takahashi et al. 2012, ApJ, 745, 1 他