

修士論文概要書

Summary of Master's Thesis

Date of submission: 01 / 07 / 2015

専攻名 (専門分野) Department	物理学及 応用物理学専攻	氏名 Name	田原 将也	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	学籍番号 Student ID number	5313A049-3		
研究題目 Title	銀河中心の巨大ガンマ線構造フェルミ・バブルの X 線系統探査				

1. 研究背景

2008 年に打ち上げられたフェルミ・ガンマ線宇宙望遠鏡の活躍により、銀河面から垂直に南北 50°にも広がる巨大なガンマ線の泡構造“フェルミ・バブル”が発見された。バブルの領域はガンマ線でとくに明るい、他波長でもバブルに関連した構造は見られている。電波では WMAP 衛星が発見した霞のように広がる巨大構造“WMAP haze”が見られ、フェルミ・バブルと比べると広がり小さいもの、銀河面から南北に伸びる構造は酷似している。X 線で見ると、北側では North Polar Spur (NPS) として知られる熱放射構造がバブルを包み込むように存在しており、他にもバブルの根元付近から南北に伸びる“爪構造”や、全天 X 線監視装置 MAXI が初めて発見したバブル最北端の“島構造”など、バブルとの関連性を示唆する兆候がいくつか見られている。最近ではこれらすべてが銀河中心の過去の活動性の名残であるとする説が議論されており、フェルミ・バブルの形成過程を探ることは銀河中心の活動性を知る大きな手がかりとなる。過去に我々は、NPS との関連性が期待されるバブル北東をすざく衛星の 7 期目の公募 (AO7) で観測した。この結果、銀河を包む熱プラズマ (Galactic Halo ; GH) の温度・密度が周りよりも高いことが分かった。これを受け本研究では、すざく衛星・Swift 衛星による南北バブル領域 (銀経: $|l| < 30^\circ$, 銀緯: $|b| < 60^\circ$) の X 線系統探査を行った。GH の X 線観測を通じてバブル内部の様態を探ることで、バブルの形成過程の手がかりに迫る。

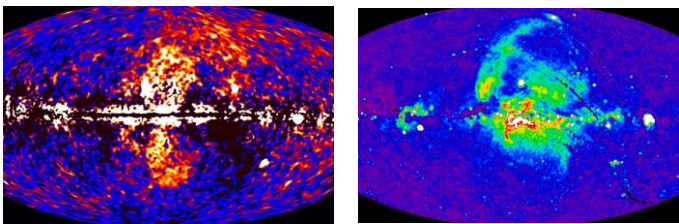


図 1. (左) フェルミ衛星のガンマ線全天画像、(右) ROSAT 衛星の X 線全天画像。

2. すざく衛星・Swift 衛星のデータ解析結果

我々はまず、MAXI が発見したバブル最北端の島構造“N-cap”と、バブル根元付近の爪構造の南東部“SE-claw”に着目し、すざく衛星の 8 期目の公募 (AO8) によりこれらの構造の X 線観測を行った。そしてバブル全体の GH の温度・密度分布を見るため、すざく衛星・Swift 衛星における南北バブル領域の過去の観測データも合わせて解析を行った。この結果、GH の温度分布(図 2(上))では、銀河中心付近 ($|b| < 10^\circ$) を除いて、GH の温度は $kT \sim 0.3keV$ であることが分かった。この温度は通常の GH の温度 ($kT \sim 0.2keV$) よりも高温であり、これは銀河全体に広がる GH がバブルの膨張により押しつけられ、加熱されたためと考えられる。次に GH の EM (Emission Measure; プラズマ密度の指標) 分布(図 2(下))を見ると、EM が銀河中心に近づくにつれて高くなる傾向が見受けられるが、これは低銀緯側ほど銀河中心付近の熱的プラズマが視野内に入ることによる。しかし NPS やバブル根元の北西・南東の爪構造 NW-claw・SE-claw の内部では、EM がこの傾向よりも 2.5 倍ほど高くなっていることが分かり、爪構造と NPS が似た構造であることが示唆される。N-cap 領域では EM の変化は見られていないが、MAXI の 1.7-4.0keV

イメージを見ると N-cap 内部では $\sim 20\%$ の超過が見られている。そこですざく・Swift データの 1.7-4.0keV のカウントレートを調べると、N-cap 内外で同様に $\sim 20\%$ の超過を見ることができた(図 3)。温度 $\sim 0.3keV$ の GH 成分は 1.7keV 以上の高エネルギー側まで寄与しないため、N-cap 領域のカウントレート超過を説明するためには、より高温なプラズマ成分が必要と考えられる。

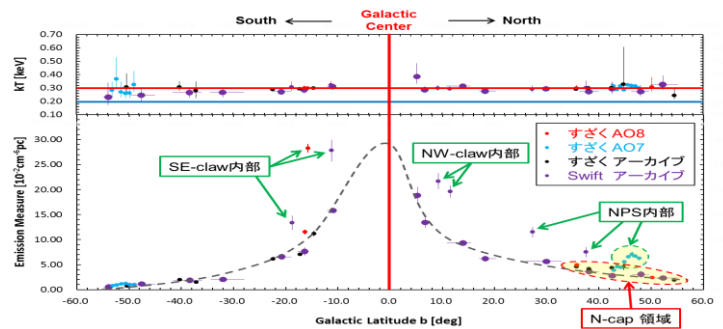


図 2. すざく・Swift 観測による GH の温度分布(上)と EM 分布(下)。

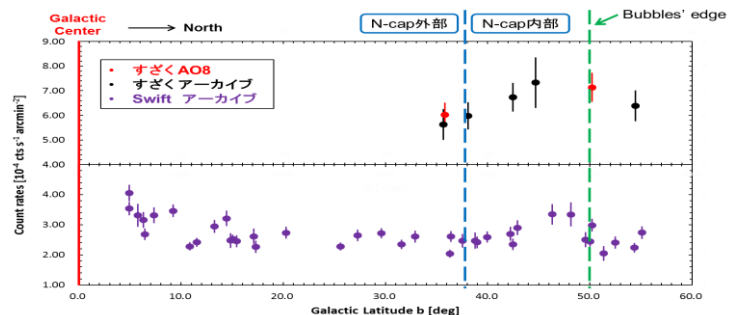


図 3. すざく観測(上)・Swift 観測(下)による 1.7-4.0keV カウントレート分布。

3. スタック解析による N-cap 高温成分の検出

N-cap 領域のカウントレート超過を説明する為、領域内部のスペクトルを足し合わせ、高温成分の検出を試みた。結果、これまでのモデルにもう一つプラズマ成分を加えることでフィットは改善し、温度は $kT \sim 0.7keV$ と非常に高温であることが分かった。

4. まとめと今後の課題

すざく・Swift 衛星による系統探査から、バブル領域の GH の温度は $kT \sim 0.3keV$ であることが分かった。通常の GH 温度は $\sim 0.2keV$ であることから、バブルは膨張速度 $\sim 200km/s$ で緩やかに GH を温めていると考えられる。また、MAXI で見られた 2 つの構造については、N-cap は $kT \sim 0.7keV$ の高温成分で説明が可能であり、南北の爪構造は EM が他領域より 2.5 倍ほど高いことから、NPS と似た構造であることが示唆される。今後はバブルの EM 分布をもとに、バブルの膨張モデル(Mou et al. 2014 etc.)やバブルの内部構造についてより深い考察を行う。

【研究業績リスト】

- (1) 講演 田原将也 他, 「すざく衛星・Swift衛星を用いたフェルミ・バブルの X 線系統探査」, 日本天文学会 2014 年秋季年会
- (2) 論文 M. Tahara et al., “Suzaku X-ray Observations of the Fermi Bubbles: Northernmost Cap and Southeast Claw Discovered with MAXI-SSC” Astrophys. J, submitted.