

修士論文概要書

Summary of Master's Thesis

Date of submission: 1 / 11 / 2018

専攻名 (専門分野) Department	物理学及 応用物理学専攻	氏名 Name	秋田 誠博	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	5316A003 - 5		
研究題目 Title	X線ハローから探る銀河中心巨大構造の起源				

【研究背景】

Loop I は軟 X 線全天マップ上で最も巨大な構造であり、特に明るい北東部分は North Polar Spur (NPS) と呼ばれる。2010 年にフェルミガンマ線望遠鏡で巨大構造「フェルミバブル」が発見されて以来、これら X 線の巨大構造とフェルミバブル、さらには電波の巨大構造「WMAP Haze」を統一的に理解しようとする試みが進んでいる。すなわち、銀河中心は約 100 万年前に大爆発を起こし、その痕跡が様々な波長で観測される巨大構造とする説である。本研究では NPS を含んだバブル全域で、銀河系を満たすプラズマ (Galactic Halo; GH) の温度がバブル外部領域における典型的な温度 (~0.2 keV) より一様に高い (~0.3 keV) 事実を世界に先駆けて発見した (Kataoka et al. 2015)。これはバブル膨張 (~300 km/s) に伴い GH が掃き寄せられ加熱していると理解でき、NPS/Loop I 構造とフェルミバブルとの関係性を示唆する。一方で Loop I 全体はフェルミバブルより高銀緯まで広がり、南北非対称である。またスペクトルもバブル本体とは大きく異なるため、その関係性は未だ解明されていない。Loop I をはじめとした銀河中心巨大構造の形成過程は、過去における銀河中心活動や、渦巻き銀河全般の進化過程を知る重要な手がかりを与える。そこで、本研究では「すざく」衛星を用いて Loop I 北部領域 ($b > 40^\circ$) と外部領域 ($60^\circ < |l| < 100^\circ$) の X 線ハロー探査を行った。

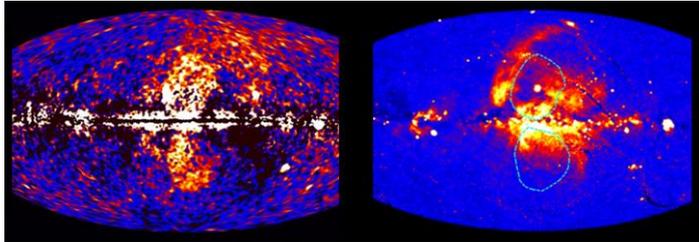


図 1 (左) フェルミ衛星によるガンマ線全天マップ
(右) ROSAT 衛星による X 線全天マップ

【データ解析・結果】

(1) Loop I 北部領域の X 線探査

まず「すざく」衛星による観測アーカイブの内、Loop I 北部 ($b > 40^\circ$) の明るい円弧上 (ON) 16 領域、円弧内 (OFF) 領域 6 領域の X 線解析を行い、GH の温度・EM (Emission Measure; プラズマ密度の指標) 分布を調べた。その結果 ON 領域の GH は温度 $kT=0.3-0.4$ keV かつ高 EM、OFF 領域の GH は温度 $kT\sim 0.25$ keV かつ低 EM となっていることが分かった (図 2)。ON 領域で見られる高温の GH は、過去の研究と同じくバブル膨張に伴い掃き寄せられることにより温められた GH であると考えられる。その際フェルミバブルと Loop I 北部とのスケール差と Loop I の南北非対称性は、2 度の注入を仮定し、一度目の注入で Loop I が、二度目の注入でフェルミバブルが形成されたとして理解することができる。一方で OFF 領域では、温められた GH と、その背景にある GH ($kT\sim 0.2$ keV) が足し合わされ、温度が $kT\sim 0.25$ keV に見えていると理解される。ただし視線方向 GH による影響の大きさを見積もるには GH の空間分布を知る必要があり、そのためには Loop I 外部領域に存在する GH を観測する必要がある。

(2) 外部領域 ($60^\circ < |l| < 100^\circ$) の X 線探査とモデリング

視線方向 GH による影響を確認するため、外部部分 ($60^\circ < |l| <$

100°) 38 領域の X 線探査を新たに行った。得られた GH の EM 分布 (図 3) には銀緯に依存した減衰が見られ、Disk 状分布 (Sakai et al. 2014) でよく表された。結果に合わせて最適化したモデル値を Loop I OFF 領域の結果と比較すると、視線方向 GH による影響は 50% 以下程度であると見積もることができた。対して Loop I ON 領域においては高温 GH による放射が、背景にある GH よりも卓越しているため、高温 (~0.3 keV) に見えていると考えられる。

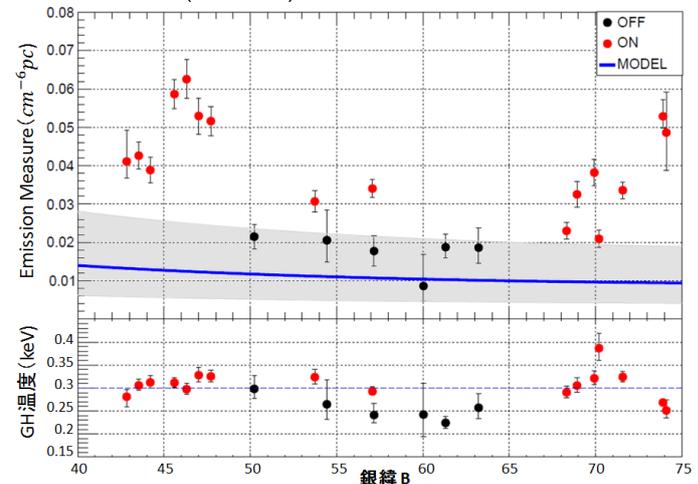


図 2 銀緯に対する GH の EM 分布 (上) と温度分布 (下)。

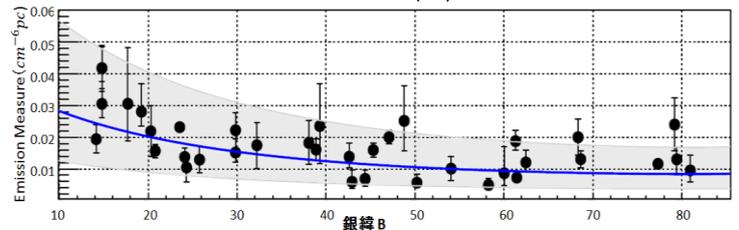


図 3 銀緯に対する外部領域 GH の EM 分布。

青線がモデル曲線、灰色領域がモデルの不定性を表す。

【まとめ・展望】

本研究では「すざく」衛星を用いた系統探査により、Loop I 北部 ON 領域で GH の温度は $kT\sim 0.3-0.4$ keV、OFF 領域で $kT\sim 0.25$ keV であると明らかにした。通常よりも高温 (~0.3 keV) な GH は Loop I の膨張に伴い温められた結果であると考えられる。また外部領域の GH 探査結果との比較より、Loop I OFF 領域の GH 温度 (~0.25 keV) は視線方向に存在する GH (~0.2 keV) による影響を受けた結果であることが示唆される。南緯非対称な構造形成は、銀河中心で起きた過去 2 度の爆発によるエネルギー注入を仮定することで理解することができる。今後はガンマ線による Loop I の詳細解析を含めた、多波長解析を行う。

【研究業績リスト】

- (1) [講演] 秋田誠博他, 「「すざく」衛星による LOOP-I/NPS 構造の系統探査」, 日本天文学会 2017 年春季大会
- (2) [国際会議(講演)] Akita et al. 「Diffuse X-ray emission from Loop I: Additional evidence of past activity of Galactic Center and relation to Fermi Bubbles」, 7th International Fermi Symposium, 2017, Germany