

# 卒業論文概要書

CD

2016年 1月提出

学籍番号 1Y12A002-6

所属学科	物理学科	氏名	秋田 誠博	指導員	片岡 淳 印
研究題目	「すざく」衛星で探るフェルミバブルの起源と X 線ハローの痕跡				

## 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により、銀河面に対して垂直方向に広がる巨大泡構造“フェルミバブル”が発見された(図1)。バブルは銀河中心から南北 $50^\circ$ (約5万光年)、東西 $30^\circ$ に広がる巨大構造であり、先行研究(Su et al.2010)で見積もられたその形成エネルギーは $10^{54}\sim 10^{55}\text{erg}$ にも及ぶ。他波長においてはバブル内部に WMAP-haze や偏光した電波ローブが、X線においても LOOPI や North Polar Spur(以下 NPS)と呼ばれるシェル状構造がバブルの淵をなぞるように位置している。これらを全て、銀河中心の過去の活動性の痕跡と考え、統一的に理解しようとする試みが近年注目を集めている。バブルの起源については未だ議論が続いており、現在主流な説として (1) 銀河中心付近で起きた激しい星生成活動によりエネルギーが供給される「スターバースト説(以下 SB 説)」、(2) 銀河中心の巨大質量ブラックホール Sgr A\*からのアウトフローによるとする「活動銀河説(以下 AGN 説)」の2つが挙げられる。これらを切り分ける有力な方法は金属量分布の調査であり、AGN 説では $1.0Z_\odot$ 以下、SB 説では $2.2Z_\odot$ 以上となることが予想されている(Inoue et al.2015)。本研究では銀河系内プラズマ(Galactic Halo; 以下 GH)の X 線放射を系統解析し、温度や金属量分布を調査することで銀河中心の活動性とフェルミバブルの関連性に迫る。

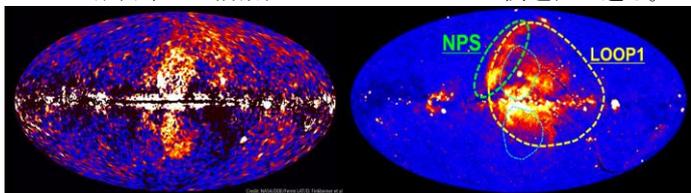


図1 (左)ガンマ線で見たフェルミバブル (右) X線による全天マップ(ROSAT 0.75keVバンド)

## 2. データ解析の方法

X線天文衛星「すざく」の観測アーカイブデータのうち、NPSが位置する北側バブルの内側及び外側、全45箇所の解析を行った。最初にイメージ解析で視野内に存在する $3\sigma$ 以上の点源成分を取り除き、広がった成分のみを抽出した。その後スペクトル解析よりハロー成分とその他の背景放射を切り分け、プラズマの温度、金属量、Emission Measure(プラズマの密度の指標。以下 EM)の3つの物理量を調査した。

## 3. 解析結果

広がった X 線のスペクトルは (1) 太陽系近傍の低温プラズマ( $kT\sim 0.1\text{keV}$ )、(2)GH( $kT\sim 0.2\sim 0.3\text{keV}$ )、(3)CXB(宇宙 X 線背景放射)の3成分で良くフィットできた。まず GH の金属量を $0.2Z_\odot$ に固定して EM の分布を調査した(c.f., Kataoka et al. 2013; 2015)。図2(上)に示す通り、バブル内部の EM は外部に比べ2倍以上高い値となった。いずれも銀緯依存性が見られ、銀緯が低くなるにつれ EM は高くなるが、NPS、LOOP1 領域では高銀緯にもかかわらず顕著な増光が見取れる。

次に、金属量を固定せずに解析を行った。GH 温度の分布を図2(中)に示す。温度はバブル内部及びエッジ領域では $\sim 0.3\text{keV}$ となっており、バブル外部では $\sim 0.2\text{keV}$ が支配的となっている。この結果は、ほぼ一様に $0.2\text{keV}$ だった GH がバブルの膨張に伴いゆっくりと掃き集められ、徐々に $0.3\text{keV}$ まで加熱されたと理解できる。これは、バブル内部及びエ

ジ部分において EM が高かったこととも矛盾しない。

最後に GH の金属量分布を図2(下)に示す。バブル内部で $\sim 0.1Z_\odot$ 、バブル外部で $0.05Z_\odot$ 以下という傾向が見られた。先行研究の通り、NPS と LOOP1 領域では $0.1Z_\odot$ より高い傾向が見られるが、誤差が大きく今回の結果だけからエッジ部分の詳細な金属量分布はわからなかった。

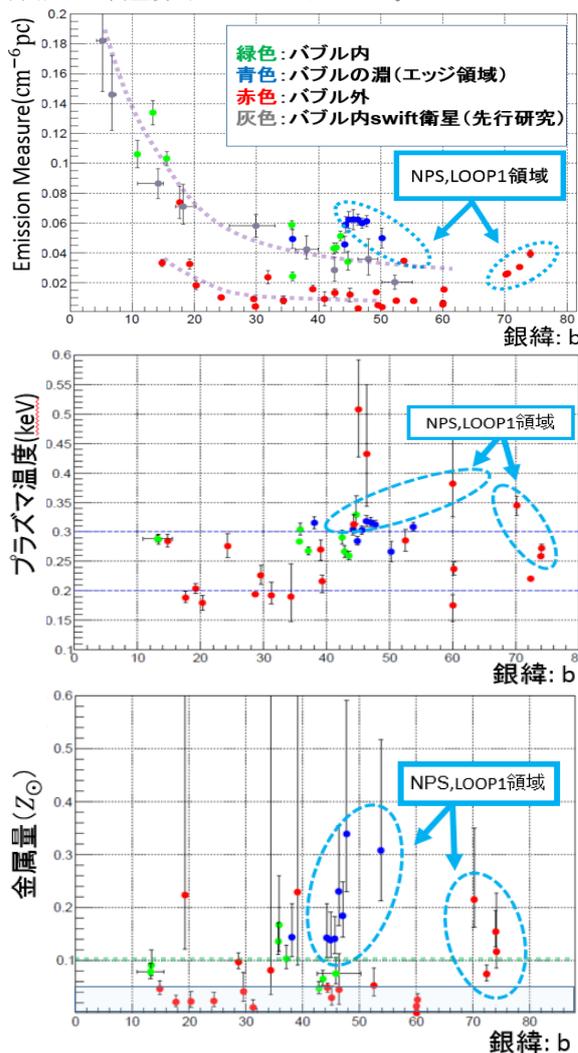


図2: GHの銀緯方向における物理量変化。(上)EM分布 (中)温度分布 (下)金属量分布。

## 4. まとめと今後の課題

本研究では、バブル内部と外部のハロー成分を初めて系統的に調査し、定量比較を行った。バブル内部ではより高温かつ密なプラズマ( $kT\sim 0.3\text{keV}$ )が分布していることが確認でき、これはバブル膨張に伴う圧縮・加熱と考えると矛盾しない。金属量はバブル外部( $\leq 0.05Z_\odot$ )に比べてバブル内部が高い値であるが( $\sim 0.1Z_\odot$ )、いずれも SB 説が予想する金属量( $>2Z_\odot$ )より遥かに小さい。つまり、バブルの生成は AGN 説が有力であると言える。ただし、今回の金属量分布の調査は不確定性が大きく、今後は2016年2月打ち上げ予定の ASTRO-H 衛星搭載マイクロカロリメータにより、さらに詳細な調査を行う予定である。