

銀河中心部における星変動と GRXE への寄与

川越 淳史 (中央大学大学院 理工学研究科 物理学専攻 博士課程前期 1 年)

Abstract

天の川銀河からほぼ一様に発せられている X 線、GRXE (Galactic Ridge X-ray emission) の存在は 1980 年代から広く知られているものの、その起源についてはっきりとした答えは出ていない。

そこで本研究では GRXE の起源はフレアによるものであるという仮説を立て、その寄与を求めることを目的とした。X 線天文衛星 Chandra による銀河中心部の観測データにおいて見られた変動をフレアと仮定し、GRXE の表面輝度と比べたところ約 15% を占めることがわかった。

1 Introduction

1.1 GRXE

-Galactic Ridge X-ray emission-

GRXE とは Galactic Ridge X-ray emission の略称で、銀河面に沿って明るい点源の背後に見える明るい X 線放射の総称である。その光度は 10^{38} erg/s 程度と明るく、X 線星 (eddington 限界の中性子連星) に匹敵する。GRXE の起源については、スペクトル中に鉄などの重水素からの輝線放射が見られる (Koyama et al. 1986, PASJ, 38, 121) ことから真に広がった高温プラズマを発生源とする説と、分解することのできないほど暗い X 線源の重ね合わせとする説とに分かれ議論されている。近年、X 線天文衛星 Chandra により GRXE のほぼ全てが点源に分けられたという主張がなされた。 (Revnivtsev et al. 2009, Nature, 458, 1142)

1.2 フレア

フレアとは小質量星の大気中で磁気エネルギーが突然解放される爆発現象である。太陽であれば数時間という短いタイムスケールの中で、最大 10^{32} erg ($1 \text{ erg} = 10^{-7} \text{ J}$) という莫大なエネルギーが放たれる。また、フレアは電波からガンマ線まで幅広い電磁波長域で観測され、軟 X 線は数千万度プラズマから放射される熱的放射、硬 X 線は 10 keV - 1 MeV の電子がイオンに衝突する際に制動放射で放射される。しかし数時間というわずかな時間でこれほどま

でのエネルギーを開放するメカニズムは何かという疑問がある。これに対して磁気リコネクションというモデルが唱えられている。

2 Observations

2.1 観測情報

今回、銀河中心部での星の変動を目的としたため、Chandra 衛星によって行われた銀河中心方向を向きながらも吸収の少ない領域での観測データを扱った。この領域は 2005 年 8 月 - 2009 年 5 月の間に 22 度観測されているが、今回は exposure time の最も長い 2 つのデータ (9500, 9501) について解析を行った。

表 1: 観測データ

data	exposure time [s]
9500	164710
9501	132740

2.2 Methods

表面輝度は以下のような手順で求めた。

1. データを取得。
2. ムービーを作成して変動の激しい天体を探す。
3. ライトカーブを作り増光した時間を調べる。
4. 変動した時間のみを切り出し、複数の fits データを作る。

5. 分割した fits データからスペクトルを作り、モデルフィッティングを行う。

6. 各ソースで増光時のフラックス平均を求め、それらを足し合わせて表面輝度を算出する。これらをデータ 9500 と 9501 の二つで行った。

3 Results

3.1 Image

図 1 は解析に用いた銀河中心部の X 線写真である。前章で述べたムービーをみて、変動が激しいソースを円で囲んだ。その中でも緑は既に Cv として論文 (Jaesub et al 2011) で報告されているもの (k1 ~ k10)、黄色の円はまだ報告のないもの (uk1 ~ uk4) となっている。(図 1)

ただし今回はフレアによる増光についてのみ議論していきたいので k1 から k10 については除外した。また uk4 については距離が近く、銀河中心の天体とは言えなかったため以下ではソース uk1 から uk3 について解析を行った。

3.2 表面輝度

ライトカーブで増光した時間帯を切り出し、表面輝度の計算を行う。まず uk1 ~ uk3 のライトカーブを作る。そして各ソースの高度の変化を見て、『その平均の明るさから 1 ピン増光』し、かつ『増光時間が 2000 ~ 3000[s]』のものを小さなフレアと仮定し、これらのフラックスの平均値を出していく。(表 2) 得られたフラックス平均を各ソースで足しあわせ、観測した視野 (図 1) の大きさで割ることで表面輝度の大きさを求めた。次章でその結果と GRXE 観測値との比較を行っていく。(表 3)

4 Discussion

前章で算出した表面輝度と GRXE の観測値 (Matsuoka et al.2011) を実際に比較してみる。観測した視野内の表面輝度の和はデータ 9500 では $6.5 \times 10^{12}[\text{erg/s/cm}^2/\text{deg}^2]$ 、9501 では $7.7 \times$

$10^{12}[\text{erg/s/cm}^2/\text{deg}^2]$ であった。一方、観測値は $4.8 \times 10^{11}[\text{erg/s/cm}^2/\text{deg}^2]$ (ebisawa et al 2008) なので約 1/7、つまり銀中でのフレアが GRXE に占める割合は約 15% であると見積もることができる。一方、この値に対して全天 X 線監視装置 MAXI のフレア観測データから求めた GRXE の表面輝度は $(1.2 \sim 2.0) \times 10^{11}[\text{erg/s/cm}^2/\text{deg}^2]$ (Matsuoka et al.2011) であり、今回求めた値よりも約 2 ~ 3 倍大きい。さらに GRXE 観測値の約 20 ~ 42% を占めるといった結果も述べられている。

5 Conclusion

今回の研究では銀河中心部の変動が GRXE にどれほどの割合を占めるのかについて計算した。観測した視野内で変動を起こしていた天体のうち、銀中にあるものとして 3 つ (uk1 ~ uk3) のソースを見つけた。これは Cv や銀河中心から遠いものは除外してある。次にこれらのライトカーブでカウント数のピーク値がエラーバー 1 本分で、かつ変動全体が 2000 3000[s] のものを全てフレアであると仮定しフラックスを求めた。さらに得られたフラックスより求めた表面輝度を GRXE と比べたところ、観測値約 15% を占めるという結果になった。

今回、条件を満たした小さな変動を全てフレアと見なした点や、銀河中心部の星密度、元素組成比、水素柱密度など、本研究では様々な仮定を加えた上で計算を行った。今後はそれらについて補正を加えることで、今回とは異なる結果が得られるのではないかと思われる。

Reference

- [1] Ebisawa et al(2008)
 - [2] Matsuoka et al.(2011)
- [Jaesub et al 2011] Jaesub et al 2011

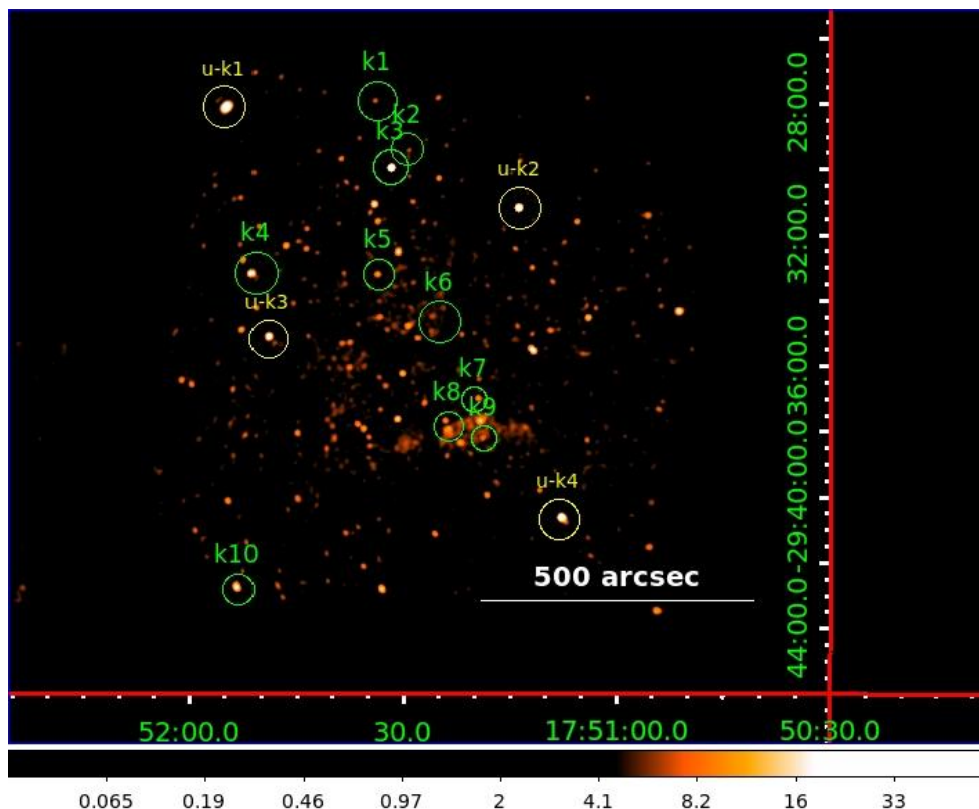


図 1: 変動の激しい天体

表 2: 各ソースで起こったフレアの平均フラックス

	データ 9500 $\times 10^{13}[\text{erg/s/cm}^2]$	データ 9501 $\times 10^{13}[\text{erg/s/cm}^2]$
uk1	2.7	3.2
uk2	2.2	2.4
uk3	0.19	0.49

表 3: データ別の表面輝度と GRXE への寄与の比較

data	表面輝度 $\times 10^{12}[\text{erg/s/cm}^2/\text{deg}^2]$	GRXE への寄与 [%]
9500	6.5	14
9501	7.7	16
MAXI	12 ~ 20	25 ~ 42
GRXE	48	100