

「すざく」を用いた銀河系中心領域における超巨大質量ブラックホールの強度変動の探査

奈良女子大学大学院人間文化研究科物理科学専攻 修士過程 1年

清水 美来

1. イントロダクション

銀河系中心には、太陽質量の 400 万倍もの質量を持つ超巨大質量ブラックホール Sagittarius A* (Sgr A*) が存在している。現在観測されている Sgr A* の X 線光度は 10^{33} – 10^{34} erg/s であり、他の活動銀河核で観測される X 線光度や Sgr A* のエディントン光度である 10^{44} erg/s と比べて大変低い。

しかし、様々な X 線天文衛星による観測で Sgr A* の過去の活動性を示すような現象が発見された。それは、銀河系中心領域からの 6.4keV 輝線の強度変動である。6.4keV 輝線は、中性鉄からの特性 X 線である。そのため、その放射領域は中性鉄が存在できるような低温の分子雲に対応している。この特性 X 線の発生シナリオとして最も有力なのが「Sgr A* からの X 線が分子雲中の中性鉄原子の電子を電離もしくは励起させ、その空孔に上の殻から電子が落ちる際に 6.4keV の放射が発生する」というものである。すなわち、6.4keV 輝線の強度変動は X 線の照射源である Sgr A* の強度変動を意味する。

本研究では「すざく」による 2005 年から 2007 年の Sgr A* 近傍領域での観測データを用いて 6.4keV 輝線の強度変動の検証を行なった。また、解析結果と「XMM-Newton」を用いた同領域の研究 (Ponti et al. (2010)) との比較も行なった。

2. 使用するデータ

先行研究で用いられた「XMM-NEWTON」の 6.4keV の輝線強度のデータは、2002 年から 2009 年にかけての 6 データである。本研究で解析する「すざく」のデータは 2005 年から 2007 年にかけての 4 データで、先行研究の空白の期間である 2005 年 9 月から 2006 年 9 月をカバーしている。

データ番号	すざく	XMM-Newton
1	2005-09-23	2002
2	2005-09-30	2004-03
3	2006-09-08	2004-11
4	2007-09-05	2007-04
5	—	2008-03
6	—	2009-04

表 1. 「すざく」と「XMM-Newton」による観測データの日時

3.解析方法

まず、「すざく」で得られた 4 データの 6.4keV バンドイメージを作成し、視野内ではどのように強度変動しているかを確認する。図 1 より、領域 1(●)では時間とともに強度が減少し、領域 2(●)では一定、領域 3(●)では強度が増加していることが見て取れる。これは領域 1 から 3 の分子雲の空間分布が異なる、つまり Sgr A*からの距離が異なることを示している。

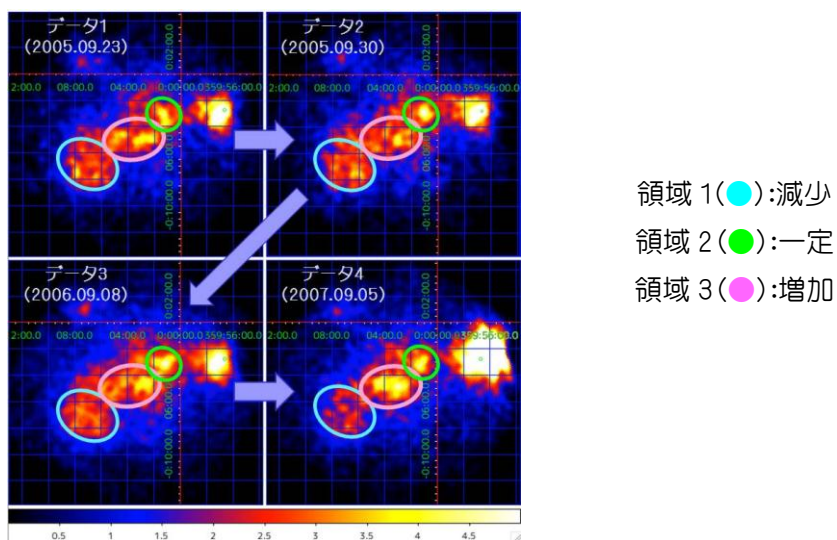


図 1. 6.4keV バンドイメージ

そして、先行研究の領域と同じような領域を選択し、スペクトルフィッティングにより 6.4keV 輝線の強度パラメータを得る。解析領域を図 2 に示す。領域 B と領域 MC2(●)は「すざく」のデータではうまく分離させることができなかった。よって、解析は領域 G(●)と領域 MC1(●)のみで行うことにした。

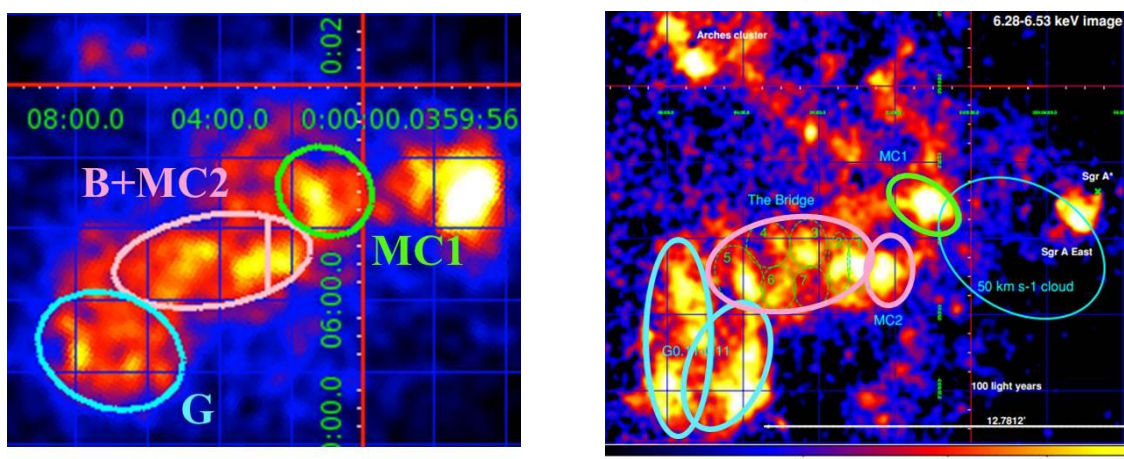


図 2. (左)本研究の解析領域 (右)先行研究の解析領域

4. 研究結果

図 3 (左図) に「すざく」による領域 G での 6.4keV 輝線のライトカーブを示す。この領域での 6.4keV 輝線の強度は単調減少していることがわかった。これは、「XMM-Newton」の解析結果と一致している。また、「XMM-Newton」の空白の期間である 2005 年から 2006 年の間も同様の変動の傾向がみられるので、この間、Sgr A* はフレアなどの特異な活動はしていなかったと考えられる。

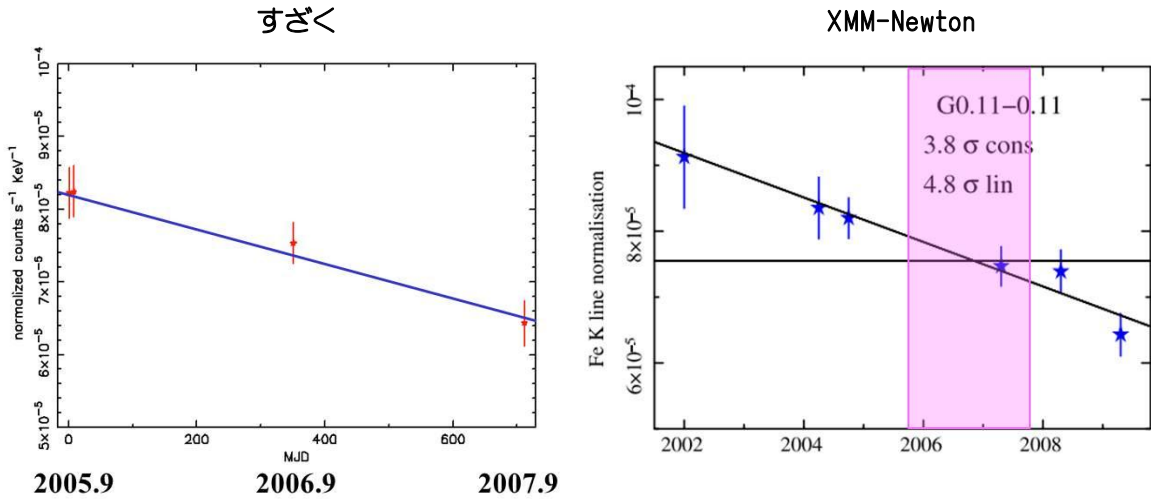


図 3. 領域 G における 6.4keV 輝線のライトカーブ。横軸は時間、縦軸は 6.4keV 輝線の強度を表す。右図のピンク色の帯の部分に「すざく」による 4 データが入る。

図 4 (左図) は「すざく」による領域 MC1 での 6.4keV 輝線のライトカーブである。この領域での 6.4keV 輝線の強度に有意な変動はみられなかった。こちらの領域も「XMM-Newton」の解析結果と一致しており、2005 年から 2006 年の間 Sgr A* の特異な活動はなかったといえる。

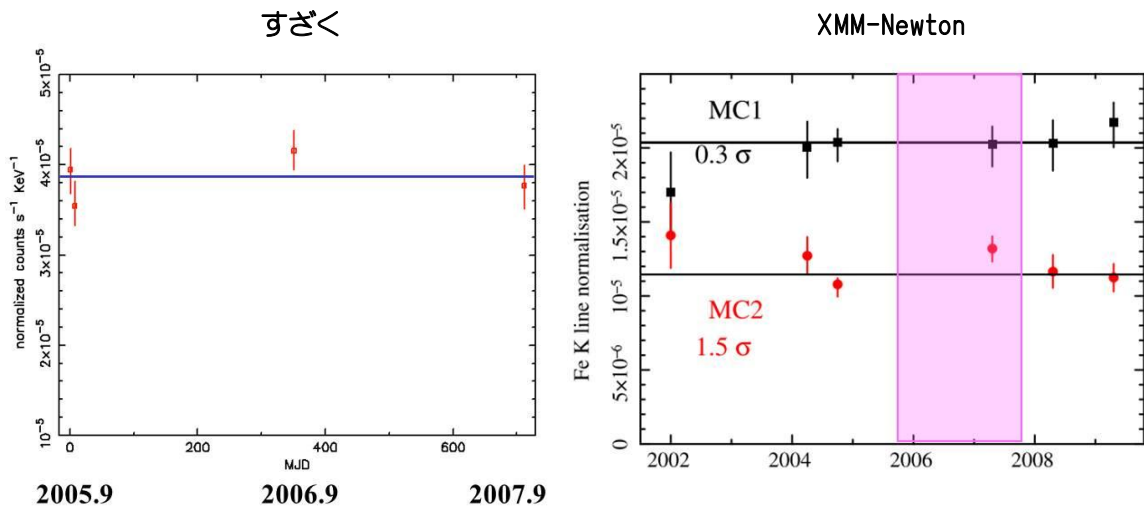


図 4. 領域 MC1 における 6.4keV 輝線のライトカーブ

5.まとめ

本研究では「すざく」による2005年から2007年のSgr A*近傍領域での観測データを解析し、6.4keV輝線の強度が減少、一定、増加している領域があることを確認した。先行研究で解析が行われていた領域G、領域MC1においてスペクトルフィッティングを行い、6.4keV輝線のライトカーブを得た。両衛星の有効面積は考慮していないので、6.4keV輝線強度の値を直接比較することはできない。しかし、解析を行なった領域での変動の傾向は同じであるということや「XMM-Newton」では観測が行われていない期間の強度変動を知ることができ、新たなSgr A*の過去の活動の傾向を明らかにすることができた。

今後は、うまく分離ができなかった領域Bと領域MC2の再解析や6.4keV輝線の強度変動からSgr A*のX線の強度変動の見積もりを予定している。

参考文献

- [1]Koyama, K., et al. PASJ, 48, 249 (1996)
- [2]Koyama, K., et al. PASJ, 60, S201 (2008)
- [3]Ponti, G., et al. The Astrophysical Journal, 714, 732 (2010)