

XMM-Newtonを用いたX線強度変動が激しい活動銀河核の探索

上笹 尚哉 (愛媛大学)

Abstract

超大質量ブラックホール(SMBH)の形成・進化を解明することは宇宙物理学の重要課題の一つである。これを解明するためのアプローチの一つが比較的小質量のSMBHでの質量降着の研究である。SMBH質量は、活動銀河核(AGN)が示すX線強度変動が激しいほど小さいことが分かっている。X線強度変動を小質量なSMBHを探し出す手段とすることができる。そこで本研究は、Second XMM-Newton Serendipitous Source Catalogue (2XMM-DR3)から激しい変動を示す天体を選出した。また、そのエディントン比を調べることで、成長中SMBHといえるかを判断した。その結果、36天体のSMBH質量が $10^7 M_{\text{SUN}}$ 以下、24天体がエディントン光度の30%以上の光度を示しており、本研究が用いた選出方法が質量成長中SMBHの探索に適していることが分かった。

1. 背景

SMBHの形成・進化と母銀河バルジの形成・進化が関係していることが示唆されており、SMBHの形成・進化を理解することは、銀河の形成・進化を理解することにつながる非常に重要なテーマとなっている。

SMBHは物質を取り込み質量成長するので、形成・進化の理解には

激しい質量降着を示す比較的小質量なSMBHの研究が重要

⇓
成長中SMBH

問題点

- 小質量のSMBHを効率的に見つけるには？
- そもそもSMBH質量は簡単には分からない

➡ AGNのX線強度変動についての以下の観測事実を用いる

X線強度変動が激しい ⇒ SMBH質量が小さい
X線強度変動が穏やか ⇒ SMBH質量が大きい

目的 変動の激しさを指標に比較的小質量なSMBHを探索

2. サンプル選出

XMM-Newton衛星は以下の特徴があり変動解析に適している。

- 大きな有効面積・・・統計良くX線光子を集光
- 長周期軌道・・・連続長時間観測が可能

そのカタログ2XMMi-DR3には、観測のメインターゲット以外のX線源のデータも包括されているため、Serendipitous sourceが豊富。

➡ 2XMMi-DR3を用いて以下の条件で天体を選出

- 検出された線源の強度が一定であったとする確率 $< 1 \times 10^{-5}$
- 0.2-12 keVのカウントレート ≥ 0.1 count/sec
- 銀緯 $|b| \geq 10^\circ$

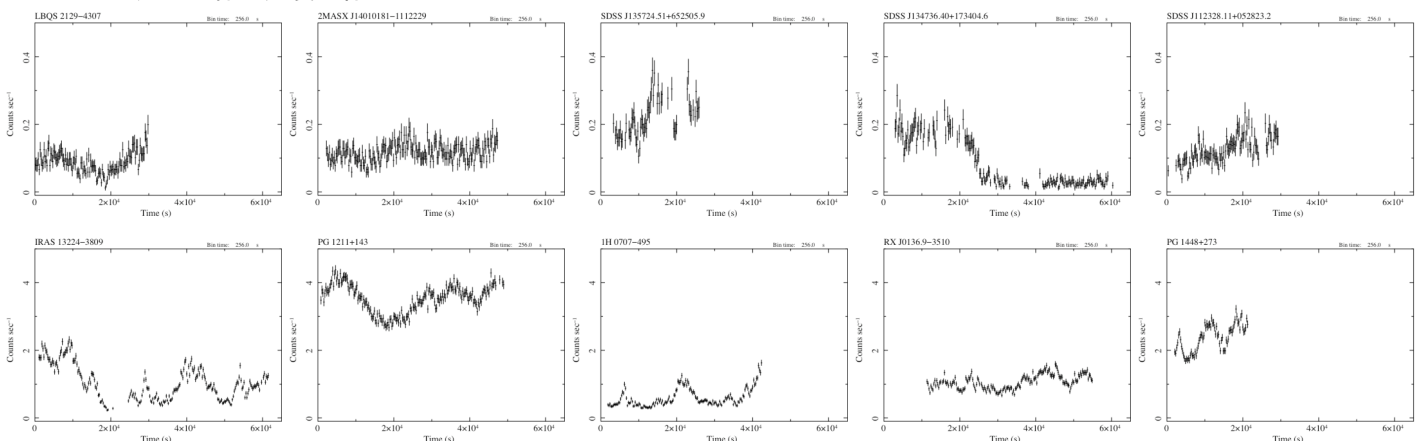
718天体

さらに、以下を参考にAGNの可能性が高いものだけを選択

- NED, SIMBADでの分類(星, 銀河, etc.)
- 可視光の画像・スペクトル
- X線の画像・光度曲線・スペクトル

53天体

3. 選出天体の光度曲線例



4. 解析と結果

1. 光度曲線(2-10 keV)から変動の激しさを

下式のNormalized excess variance (NXS)で定量化

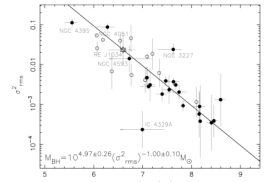
統計的誤差を差し引いた分散

$$\sigma_{\text{NXS}}^2 \equiv \frac{1}{\bar{x}^2} \left[\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \sigma_i^2 \right] \quad (\text{Vaughan et al. 2003})$$

N : 光度曲線の総データ数 x_i : i 番目のカウントレート σ_i : x_i につく誤差

暗い天体で2-10 keV光度曲線の統計が悪い場合

0.5-10 keVの光度曲線から求めたNXSから
2-10 keVの光度曲線から求めるNXSを推定した。



(Zhou et al. 2010)

2. NXSとSMBH質量には相関があるので

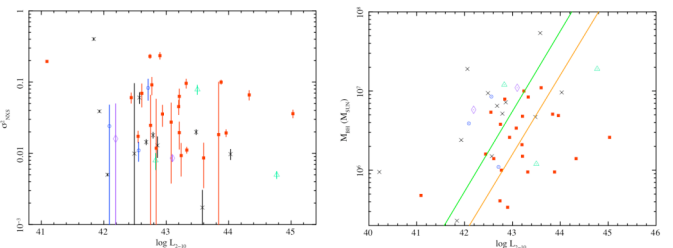
右図中の式よりNXSをSMBH質量に換算

3. スペクトル解析から2-10 keV光度 L_{2-10} を求め、エディントン比を調べる

AGNのボロメトリック光度 L_{bol} と L_{2-10} の比 L_{bol}/L_{2-10} が約5%であることが知られている(Vasudevan & Fabian 2007)ため

エディントン比 = $20 L_{2-10}/L_{\text{Edd}}$

とした。



- : 狭輝線1型セイファート銀河
- ×: 広輝線1型セイファート銀河
- ◇: 2型セイファート銀河
- △: クエーサー ○: AGN (未分類)
- (orange): エディントン光度
- (green): 30%エディントン光度

結果

- 36天体のSMBH質量が $10^7 M_{\text{SUN}}$ 以下であることが分かった
- 24天体がエディントン光度の30%以上の光度を持つことが分かった

➡ 本研究が用いた選出手法は、成長中SMBHの探索に適す