

狭輝線セイファート1型銀河の性質とX線による探査

京都大学宇宙物理学教室 修士一回生

川室 太希

1 概要

活動銀河核 (AGN) には、中心に超巨大ブラックホール (SMBH) が存在し、その近傍の降着円盤と広輝線領域を取り囲むようにダストトラスが分布していると考えられている。広輝線領域がトラスに隠されずに観測できるものを1型AGN、隠されて観測できないものを2型AGNという。狭輝線セイファート1型銀河 (Narrow-line Seyfert 1 = NLS1) とは、1型AGNのうち、 $H\beta$ 輝線の輝線幅が通常より狭い (2000 km/s 以下) 種族を指す。

NLS1は、他のAGNに比べてブラックホール質量が小さく、かつ質量降着率が高いので、中心のSMBHが急成長している現場であると考えられている。そのため、NLS1の性質の理解はSMBHと母銀河の共進化の問題の解決に向けて非常に重要である。NLS1は軟X線 (10 keV 以下) で相対的に強度が強く、時間変動が激しいという特徴を持つ。国際宇宙ステーション搭載・全天X線監視装置 (MAXI) は、2-10 keV バンドにおいて過去最高の感度で全天をサーベイする能力をもち、常時モニターをしているため激しく光度変動するAGNに対しても強みを発揮する。

我々は今後、MAXIを用いて変動するAGNに特化した解析を行うことで未発見のNLS1を探査する。また、MAXIによる無バイアスX線探査により、近傍宇宙における全AGNに対するNLS1の割合を決定する予定である。

2 狭軌線1型セイファート銀河の性質と意義

現在、AGNの統一モデルとして図1のように、中心のSMBH周りを降着円盤と、ダストトラスが取り囲んでいると考えられている。そして、1型AGNと2型AGNは、中心付近の広輝線領域がダストトラスに遮られず見えるか、遮られて見えないかの視線角度の違いからくる。

NLS1の特徴として、1型AGNと2型AGNの両方の性質を持つことが挙げられる。よく用いられる指標として次の二つがある。

- $\text{FWHM}(H\beta) \leq 2000 \text{ km/s}$
- $[OIII] \lambda 5007/H\beta < 3$

一つ目の指標は、2型AGNの可視光で狭輝線しか見えないという性質に近いものである。二つ目の指標は、許容線 $H\beta$ が、狭軌線領域由来だと考えられている $[OIII]$ に比べて優位に大きいということであり、これが示すところ

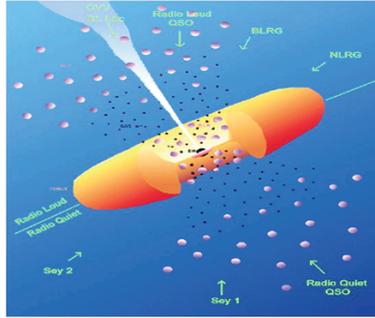


図 1: AGN の統一モデル (Urry and Padovani 1995)

は $H\beta$ を放射する広輝、狭軌線領域の両方が見えているということになり、1型 AGN の描像に近いものである。このことから、NLS1 を統一モデルで説明することは困難であることから、統一モデルの補正が必要となる。

また、NLS1 の性質の重要な性質として、中心に比較的低質量な SMBH を持ち、高い質量降着率で SMBH が成長をしていることが挙げられる。そのことを統計的に示したのが図 2 である。図中の上下の回帰直線は各々 1 型 AGN、NLS1 に対して引いたものであり、典型的に低質量な SMBH が NLS1 にはあることがわかる。また、同じ光度に対して低質量なため、質量降着率を表す Eddington Ratio を考えると NLS1 は典型的に高い質量降着率を持つこともわかる。

$$EddingtonRatio = \frac{L}{L_{Edd}} \propto \frac{L}{M_{BH}} \quad (1)$$

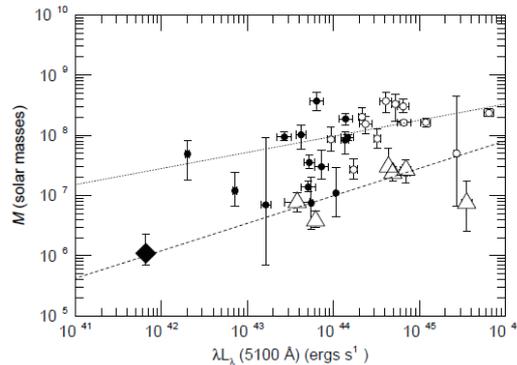


図 2: NLS1 と Seyfert1 の比較 [filled circles : NLS1 , その他 : Seyfert1] (Peterson et al. 2000)

現在、ブラックホールの質量は、恒星質量 ($100M_{sun}$) と大質量 (10^6-9M_{sun}) が確認されているが、その中間質量のブラックホールは確認されていない。

そのため、低質量 SMBH を持つ NLS1 がその発見の手がかりになりうると考えられる。そこでまず、他の AGN の存在比率を比べることにより、AGN が NLS1 のフェイズ (低質量 SMBH、高質量降着率) にあった時間を推定することは、SMBH 質量の階層的な進化について考える上で重要である。

3 MAXI を用いた X 線による探査

NLS1 を統計的に調べることは、統一モデルへの提言、SMBH の質量問題、高質量降着の物理を考える上で重要である。NLS1 のサンプルは、SDSS で 2000 天体程存在する (Zhou et al. 2006)。ただし、可視光観測のため吸収を受けた AGN を見逃していることが考えられる。そこで、透過力のある X 線による無バイアスなサーベイも必要である。

NLS1 は、X 線領域において以下の特徴的な性質を持つことが知られている。

- SoftX 線で比較的明るい
- X 線光度の時間変動が激しい

SoftX 線で、明るいということを示したものが、図 (3) になる。図中の photon index は、フラックスと周波数の関係が $F \propto \nu^{-\alpha}$ となるとき α である。

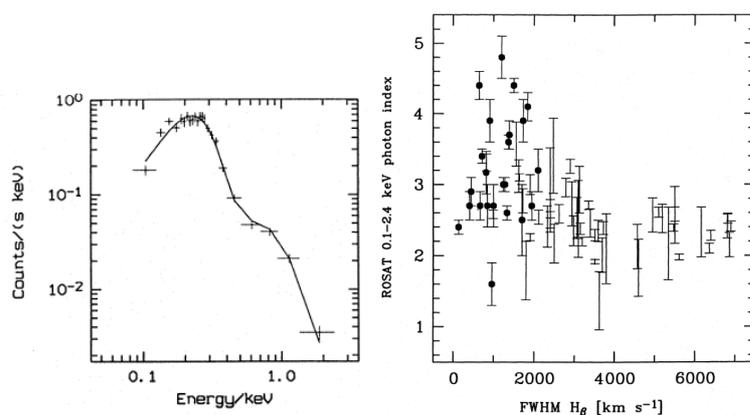


図 3: NLS1 のスペクトルの典型例と、1 型 AGN との比較 [: NLS1, - : 1 型 AGN] (Boller et al. 1999)

また、X 線光度の時間変動を見たものが以下の図であり、変動のタイムスケールが NLS1 と 1 型 AGN とで異なることがわかる。ダブリングタイム (フラックスが 2 倍になるタイムスケール) を比べると、NLS1 では一日もかからず (図 4)、Seyfert1 では、数日かかることがわかる (図 5)。

我々は、上記の NLS1 の X 線の性質に対し有効な探査機として X 線監視装置 MAXI を用いる。MAXI とは、国際宇宙ステーションに搭載されており、主な特徴としては、

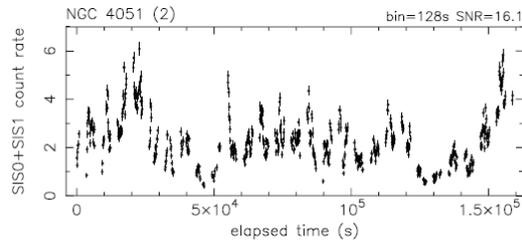


図 4: NLS1 NGC 4051 (Leighly 1999)

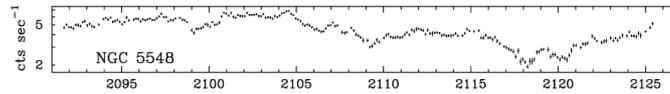


図 5: Seyfert1 NGC 5548 (Markowitz et al. 2003)

- 短時間 (92 分) で全天をサーベイでき、常時モニタリングを行なっている
- 全天サーベイとしては、X 線 (2 - 30 keV) で過去最高感度を持つ

が挙げられる。第一の特徴は、NLS1 の短時間の変動を捉える上で有効であり、第二の特徴として、今まで見えていなかった AGN を発見することが出来るという点で強みを持つ。これにより、無バイアスなサンプリングを行うことが期待される。

4 まとめ

NLS1 を統計的に調べることは、統一モデルへの提言、SMBH の質量問題、高質量降着の物理を考える上で重要である。より正確な統計的な解釈を行うには無バイアスなサンプリングが必要である。そこで、透過力のある X 線を用いる。NLS1 には、X 線領域で特徴 (スペクトルの形、時間変動) があり、その特徴に対して強みのある MAXI を用いてサンプリングを行うつもりである。