

時間変動選択による低光度 AGN の同定

松本 恵未子 (甲南大学大学院 自然科学研究科)

Abstract

活動銀河核 (AGN) の中でも比較的暗い AGN を低光度 AGN と呼ぶ。近年の深探査では、時間変動を示すが、X 線を含むその他の観測では AGN の兆候を示さないものが数多く見つかった。しかし、これらの深探査によって発見される天体は遠方に存在し追観測が難しいため、謎が多く残っている。そこで本講演では我々の行っている近傍の低光度 AGN 探査の詳細について発表する。私は、木曾 105cm シュミット望遠鏡での超新星探査プロジェクト KISS で取得したデータを用いて見つかった近傍における低光度 AGN 候補天体を時間変動等の情報から低光度 AGN 候補天体を選び出した。候補天体の追観測は岡山 188cm 望遠鏡可視分光装置 KOOLS にて行った。その結果 H α の広輝線は検出されているが、AGN の証拠となる [OIII] λ 4363 等の輝線は検出出来ていない。今後は H α が検出された天体をより詳しく調べると共に、観測を行っていく。

1 Introduction

宇宙には AGN (Active Galactic Nuclei=活動銀河核) と呼ばれる高エネルギー天体が存在する。AGN の大まかなモデルの構造は中心の超巨大ブラックホールの周りに降着円盤が存在しているというものである (図 1)。

AGN には可視光スペクトルから I 型と II 型の 2 つのタイプに分類することが出来る。I 型 AGN は広輝線 (FWHM が約 1000km/s 以上) と狭輝線 (FWHM が約 100km/s) が見えるもので、II 型は狭輝線のみ見えるものである。これらは AGN を観測する方向の違いによると考えられている。AGN を降着円盤に垂直な方向から見ると Broad Line Region (BLR) と Narrow Line Region (NLR) 両方が観測出来る。一方で II 型は比較的降着円盤に水平な方向から見てみると考えられ NLR しか観測出来ない。

他にも AGN の特徴として明るさの時間変動、X 線を含むその他の波長で検出される等が上げられる。このように観測で AGN の研究はすすんでいるものの、AGN の超巨大ブラックホールの成長自身については未だに謎のままである。そこで私は、超巨大ブラックホールの質量降着がその成長の段階でどのように変わるかを知るために、質量降着率の低いと考えられる AGN を観測的に調べることで、超巨大ブラックホールの進化について理解が進むと考えた。

一般的な AGN と比べて比較的暗い AGN を低光度

AGN と呼ぶ。近年行われている深探査において時間変動を示すが X 線を含むその他の観測では AGN の兆候を示さない低光度 AGN が多数存在していることがわかった。しかし、深探査によって発見された天体は遠方にあり見かけで暗いため追観測は難しいため、その正体は謎のままである。この低光度 AGN を時間変動という手法に注目して発見する。何故時間変動という手法を用いるかということ、AGN は古くから青いという特徴で判断されてきたが、低光度 AGN は母銀河の星の光の影響が大きく簡単に色だけでは判断しにくいいため、まずは明るさの時間変動によって候補天体を選択し分光同定しようと考えたからである。

2 候補天体選択

私はまず、明るさが時間変動している天体を選択した。使用したデータは、長野県にある東京大学 105cm 木曾シュミット望遠鏡の超広視野カメラ Kiso Wide Field Camera (KWFC) を用いて、2012 年 4 月から開始された超新星探査 Kiso Supernova Survey (KISS) のデータを用いた。KISS は、超新星の爆発の瞬間ショックブレイクアウトの可視光での検出を目的としたプロジェクトである。この観測データでは超新星候補のみだけでなく、様々な変光天体も捉えることが可能である。低光度 AGN の候補天体を選

択するための条件は、(1)SDSS データと KISS データを比較して銀河中心部が変動していること (図 2)、(2)SDSS でスペクトルが撮られていないもの、またはスペクトルが AGN として登録されていないもの、(3)X 線が検出されていない、(4) 近傍銀河 ($z < 0.1$) であること、この 4 つを満たしている天体を選択した。これら候補天体を 2013 年 11 月と 2014 年 3 月で岡山 188cm 望遠鏡可視分光装置 KOOLS にて追分光観測を行った。

3 分光観測の結果

4 つの条件にあい、なおかつ岡山の望遠鏡で観測出来た候補天体は 11 天体あり、分光したスペクトルを確認したところ AGN に見られる広輝線 $H\alpha$ が検出出来た天体は 3 天体 (KISSJ0308-0046, KISSJ0249-0049, KISSJ0810+5750) あった (図 3)。 $H\alpha$ 付近の拡大図 (図 4,5,6) では SDSS のスペクトルと比べている。赤線は岡山で観測したデータ、青線は SDSS のスペクトル、緑線は SDSS のデータを岡山の夜光輝線にならしたものである。ここで KISSJ0810+5730 は SDSS スペクトルがないため SDSS との比較は出来なかった。KISSJ0308-0046 と KISSJ0249-0049 で $H\alpha$ の幅を見比べると 2 天体とも SDSS スペクトルよりも広がっているとはいえない。このことから、 $H\alpha$ が時間変動しているとは考えられず、低光度 AGN であると断定することが難しいため更なる観測が必要になる。また、KISSJ0810+5730 については SDSS との比較は出来なかったが、夜光輝線と比較すると広がり確認出来たためこの天体には今後も注目していく予定である。

それぞれの $H\alpha$ での FWHM を測ると、KISSJ0308-0046 が 1187.6km/s, KISSJ0249-0049 が 541.7km/s, KISSJ0810+5750 が 1025.8km/s となった。AGN の広輝線の FWHM は約 1000km/s 以上なので KISSJ0308-0046 と KISSJ0810+5750 が AGN の広輝線の条件を満たしているが、今回の分光で $H\alpha$ 輝線だけしか確認がとれなかったことと、KISSJ0308-0046 については $H\alpha$ の変動が確認出来なかったため、 $H\alpha$ の FWHM が 1000km/s をこえただけでは、AGN とは断定できない結果となった。

4 まとめ

今回は低光度 AGN 候補天体を時間を変動という手法で選出した。その候補天体のうち計 11 天体岡山 188cm 可視分光装置 KOOLS にて追分光観測を行い、観測したスペクトルを確認したところ $H\alpha$ 輝線が検出出来たのは 3 天体あった。KISSJ0308-0046 と KISSJ0249-0049 について SDSS データと比べたところ有意に広がっているとは見れなかったため、今後は KISSJ0810+5750 について注目していく。10 月によりシーイングの良い UH88 (ハワイ大学 2.2m 望遠鏡) の分光観測が予定されており、KISSJ0810+5750 の天体を更に分光観測するとともに、新しく候補天体を選出し、12 月に岡山の 188cm 望遠鏡 KOOLS にて分光観測を行う予定である。

Reference

- Ho et al. 1997, ApJ, 487, 568
- Maoz et al. 2005, ApJ, 625, 699
- Sarajedini, et al. 2006, ApJS, 166, 69
- Cohen, et al. 2006, ApJ, 639, 731,
- Morokuma, et al. 2008, ApJ, 676, 121
- Villforth et al. 2012, MNRAS, 426, 360
- Young et al. 2012, ApJ, 748, 124
- Tominaga, et al. 2014, CBET, 3848, 1
- Tanaka, et al. 2014, CBET, 3816, 1

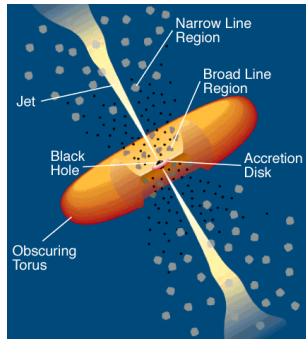


図 1: AGN モデル

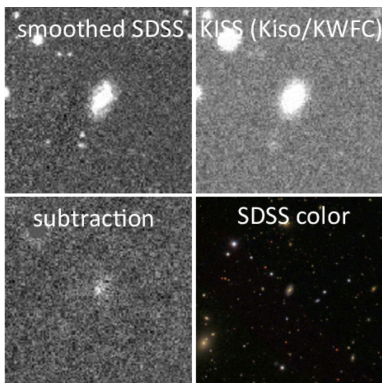


図 2: 変光天体。SDSS 画像 (左上)、木曾シュミット望遠鏡 KWFC(KISS) 画像 (右上)、互いに引き算をした画像 (左下)、SDSS3 色合成画像 (右下)

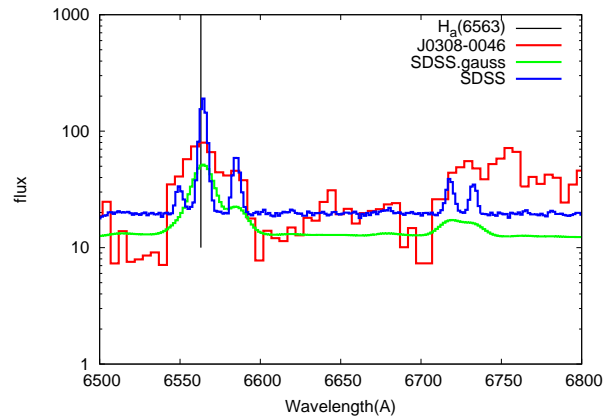


図 4: KISSJ0308-0046 の H α 付近の拡大図

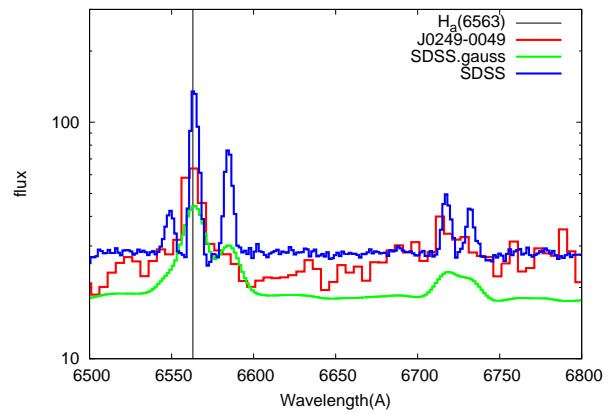


図 5: KISSJ0249-0049 の H α 付近の拡大図

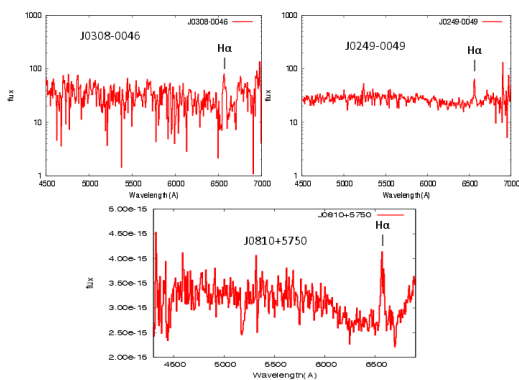


図 3: 3 天体のスペクトル: KISSJ0308-0046(左上), KISSJ0249-0049(右上), KISSJ0810+5750(下)

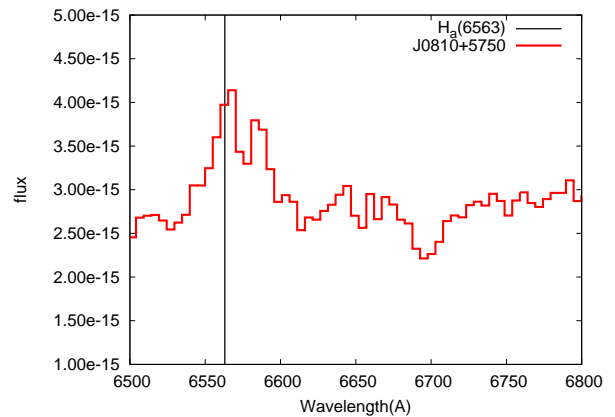


図 6: KISSJ0810+5750 の H α 付近の拡大図