

クエーサー変動の様々な相関

松本 恵未子 (甲南大学 自然科学研究科 M1)

Abstract

Sloan Digital Sky Survey(以下 SDSS) で分光器で観測された 25,000 以上のクエーサーサンプルがある。そのサンプルデータを使ってクエーサーの振幅と周期、赤方偏移、光度、X 線、紫外線、電波の相関関係について調べた研究について紹介する。

1 Introduction

多くのクエーサーは数年の間、10% のオーダーで連続変動を示す。しかし、クエーサーの変動の背後にあるメカニズムは知られていない。最も有望なモデルとして、降着円盤の不安定性や多数の超新星や星の衝突、そして重力マイクロレンズ等があげられている。近年ではこれらの様々なモデルは観測と比較出来るほど十分定量的になってきた。最近のほとんどのクエーサーの研究では変動と時間のずれやクエーサーの光度や、静止波長、そして赤方偏移の間の相関性について焦点をあてている。SDSS を使ってクエーサーの変動に関する結果を示す。ここでの宇宙論パラメーター値は

$$\Omega(A) = 0.7$$

$$\Omega(M) = 0.3$$

$$H_0 = 65[kms^{-1}Mpc^{-1}]$$

と仮定する。

2 SDSS

SDSS の望遠鏡はアメリカのニューメキシコ州にあるアパッチポイントに設置されている。5 本の広い測光バンド (u,g,r,i,z) があり、100 万個の銀河及び、10 万個のクエーサーのスペクトルを調査している。クエーサー候補としてまず、FIRST(サーベイの名前。電波源を探す) の電波源と SDSS の点光源とを一致させることと同様に、5 本のバンド測光から星のようではない色のものを選んでいく。又、過度の紫外線クエーサーは 19.1 等級まで、より高い赤方偏移のクエーサーは 20.2 等級までターゲットされ

る。またここでのクエーサーの定義は、光輝に関わらず、広い輝線を持ったどんな銀河系天体を意味するものであること。この定義は、クエーサーではなくそれほど輝かないタイプの AGN として分類されるものも含まれている。

3 クエーサーの様々な変動の依存性

それぞれの関係を見る前に、ここでは変動 V を定義する。

$$V = \sqrt{\pi/2 < |\Delta m| >^2 - < \sigma_{S/N}^2 >} \quad (1)$$

ここで δm は等級の差で、 $\sigma_{S/N}$ は δm の統計的測定での不確かさである。また、ブラケットは平均数量を表す。はじめに、時間変動について注目する。クエーサーサンプルは、各々対数の $1+z$ の等しい間隔と共に、6 つの赤方偏移へ分類された。それぞれの 3 つのバンドでの結果は図 1 に示される。このことから、増加関数であることがわかる。次に絶対等級について注目する。これは図 2 に示される。このことから変動振幅は絶対等級の増加関数になっている。これは、光輝の変動の反相関性が単に時間のずれまたは、静止波長によらないということも意味している。次に静止波長について注目します。各セットの静止波長の関数としての変動の振幅は図 3 に示される。このことからほとんどの場合、振幅は波長と共に減少している。逆のことが起こる場合は、短い時間のずれでとても低いもしくはとても高い赤方

偏移で生じる。しかし、一般的な傾向からほとんどないと言われている。

4 クエーサーの色の变化

観察されたクエーサーの色の構造は主として強い放射 (特に FeII) の存在による。ここで図 5 は分光測光に関連のある g、r、i バンドの少なくとも 1 つの中で更に少なくとも 3σ によってより明るくあるいはより弱くするために選択された 2 つのサンプル中のクエーサーの測光の色をイメージングしたときの平均を示す。図 5 から、各色の明るい位相のサンプルは弱い位相のサンプルより青い。更に、色差はより短い波長域でますます大きい。明るい位相でのクエーサーは、弱い位相のものより青い。また、それらはより短い波長で更に青いということがわかった。

5 結果

以上のことからクエーサーの変動の背後にあるメカニズムについて考える。最初にこれらの関係には指数法則の依存を見つけた。

$$V(\Delta\tau) = (\Delta\tau/\Delta\tau_0)\gamma \quad (2)$$

ポアソンモデルについては、超新星あるいは星の衝突のような事象ではクエーサー光輝が生成されると仮定する。任意に生じる事象の光度曲線の重ね合わせは、どの時間においても光輝を決定する。 $\gamma=0.7$ 0.9 の星形モデル (Kawaguchi et al.1998) の範囲での構造関数の指数法則傾斜の予測と、ここで言われていた $\gamma=0.246$ とは一致しない。したがってポアソンモデルはこの研究の観測上とは一致しない。マイクロ重力レンズのモデルは早くも 1970 年代 (Chang Refsdal 1979) の終わりに議論されている。また、Q2237+0305 (Schmidt et al.) および Q0957+561 (Refsdal et al. 2000) のケースから、クエーサーのマイクロ重力レンズ効果が起こるといった疑問はほとんどなくなった。降着円盤の不安定性

モデルが最も有望であると考えられる。なぜなら、大質量ブラックホール上に円盤からの物質の降着と関係するプロセスによって、クエーサー光輝が生成されるということはよく知られているから。したがって、クエーサー変動のメカニズムはこれらのプロセスに関係していたと考えるのは自然である。しかし、定量的な予測はまだ必要である。

6 まとめ

SDSS でのクエーサーのサンプルの測光の変動性を調べた。いくつかの変動振幅との図から様々な依存性があるように見える。また、クエーサーはより明るいとより青く見えるということもわかった。クエーサー変動のメカニズムの有望なモデルとしては降着円盤の不安定性だと考えた。しかし、まだ十分に比較出来ないため、開発していかなければならない。

Reference

- [1] anden Berk, Daniel E.; Wilhite, Brian C.; Kron, Richard G.; Anderson, Scott F.; Brunner, Robert J.; Hall, Patrick B.; Ivezi, eljko; Richards, Gordon T.; Schneider, Donald P.; York, Donald G.; Brinkmann, Jonathan V.; Lamb, Don Q.; Nichol, Robert C.; Schlegel, David J. 2004. 2004ApJ...601...692V

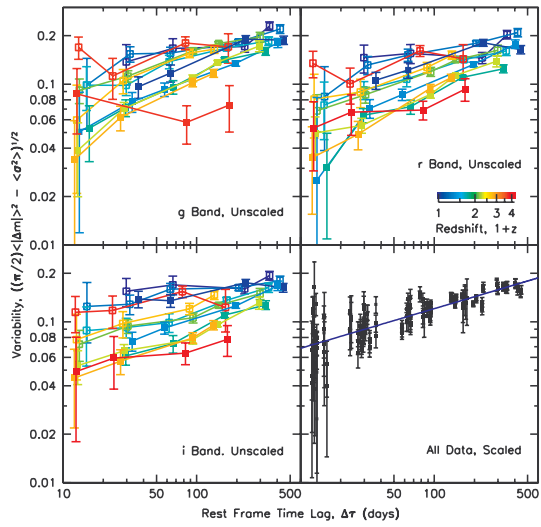


図 1:

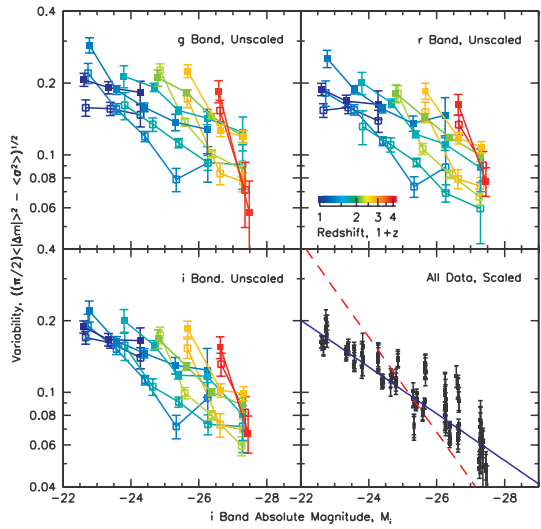


図 2:

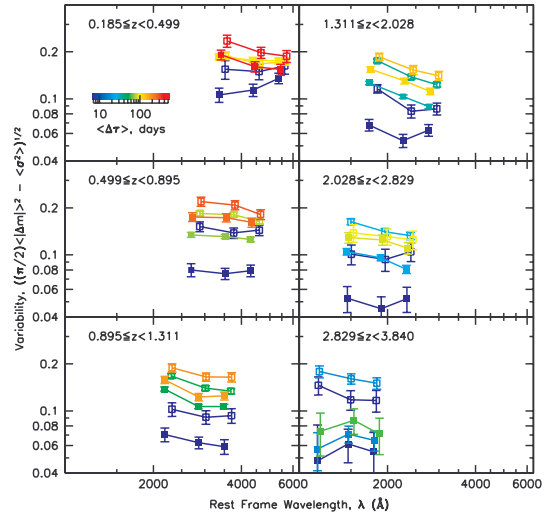


図 3:

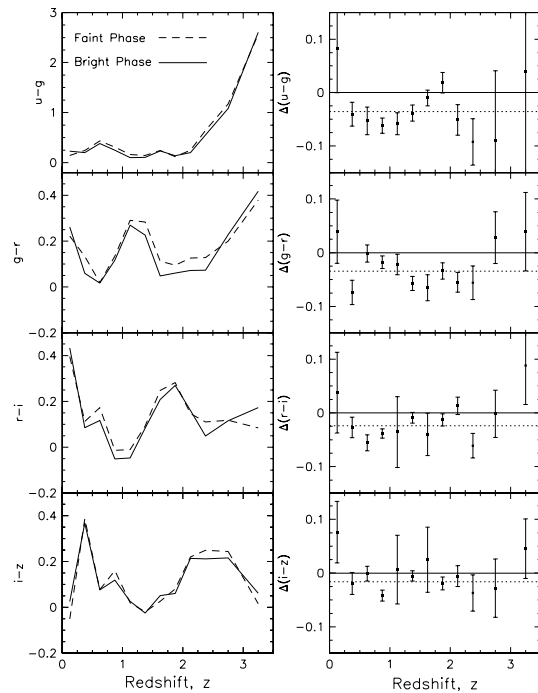


図 4: