

電波銀河3C 84の近赤外線での時間変動

水野 いづみ¹, 亀野 誠二¹, 永井 洋²

1:鹿児島大学, 2:ISAS/JAXA

Abstract

電波銀河である3C 84から γ 線が観測された。 γ 線の放射機構を探るため、 γ 線光子の種光子である近赤外線モニター観測を行ったところ、9日間で有意な時間変動を検出した。これは γ 線増光の要因の1つが種光子の変光であること、放射領域のサイズが0.007pcよりも小さいことを示唆する。ただし近赤外線の変光曲線は観測が粗いため、 γ 線との相関が有意かどうか判断することはできなかった。

1, Introduction

電波銀河3C 84が2008年～2009年にかけてFermi γ 線宇宙望遠鏡によりフレアが検出された。 γ 線で月単位の有意な時間変動が検出されており、放射機構がsub-pc-scaleよりも小さいことが示唆されている。(Abdo, et al, 2009, Kataoka, et al, 2010)

電波銀河の γ 線放射、変光メカニズムはまだ分かっていない。一方blazarでは γ 線の放射とday scaleの変光が観測されており、これはbeming効果、相対論的時間圧縮効果によるものと言われている。Fermiでは月単位の変光しか観測できない為、電波銀河もblazarと同様なday scaleでの変光を示すか切り分けるには他波長の観測が必要である。

活動銀河からの γ 線の放射はシンクロトロン放射による光子が逆コンプトン効果によって高エネルギー光子に叩き上げられることによるものだと考えられている。よって γ 線の放射機構を調べるには種光子である赤外線観測が重要であるといえる。

以上の理由により、電波銀河の γ 線でのフレア機構を探るため近赤外線3C 84のモニター観測を行った。

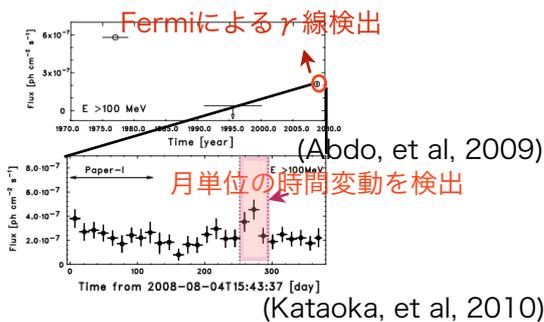


図1 γ 線の変光曲線。ピンクの網がけされている部分で γ 線の月単位の変動が検

2, Method

2.1 観測

観測日：2008年12/10, 11, 15, 16, 17, 19, 2009年1/6, 3/15, 16, 9/5, 7, 11/26

(観測頻度の70%が初めの9日間に集中している。)

観測周波数： 1.4×10^{14} Hz ($\lambda = 2.2 \mu\text{m}$)

望遠鏡：鹿児島大学1m光赤外線望遠鏡

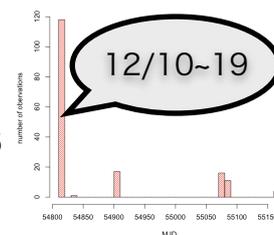


図2 観測頻度分布

2.2 解析

3C 84の赤外線光度を母銀河NGC 1275 および前景星から分離して測光するために、3C 84と前景星に対してはPSFをモデル化したガウス関数型の輝度プロファイル、NGC 1275に対してはde Vaucouleurs則に基づく輝度プロファイルを当てはめ、非線型最小2乗法によって空間分離した。フィットに基づく系統誤差は「前景星とNGC 1275が時間変動しない」という仮説に基づいて見積った上で、3C 84の時間変動を検定した。

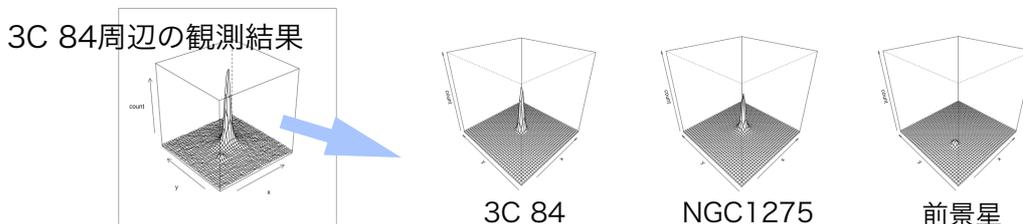


図3 輝度プロファイルによるモデル分離

3, Results

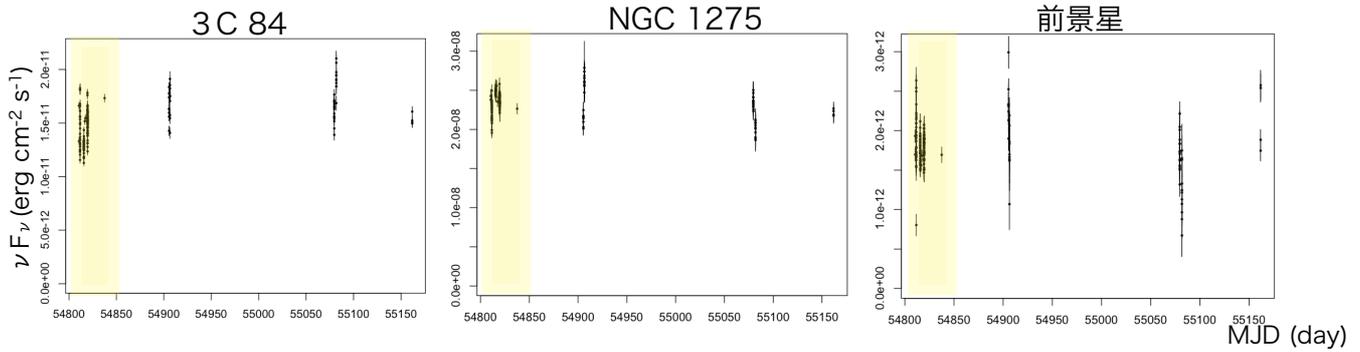


図4 フラックスの時間変動。初めの9日間の観測を黄色で網かけしている。

観測の70%が初めの9日間に集中している為、初めの9日間のフラックスについて明るさが一定であるという仮説をたて、カイ2乗検定を行った。結果、3C 84, NGC 1275, 前景星のカイ2乗の値は

$$3C\ 84: \chi^2/d.o.f = 2573/117 \quad NGC\ 1275: \chi^2/d.o.f = 328/117 \quad \text{前景星: } \chi^2/d.o.f = 391/117$$

となった。モデル分離による誤差を前景星とNGC 1275は変光しないという仮説をもとに見積りカイ2乗の値を算出すると、

$$3C\ 84: \chi^2/d.o.f = 565/117 \quad NGC\ 1275: \chi^2/d.o.f = 119/117 \quad \text{前景星: } \chi^2/d.o.f = 135/117$$

となった。

4, Discussion

4.1 フレア成分のサイズ

3C 84において9日間での時間変動を検定した。その結果系統誤差を含めたカイ2乗の値が $\chi^2/d.o.f=565/117$ であった。よって9 日間で有意な時間変動がおこっていると言える。これはblazerで観測されるようなday scaleの変光である。また、9日間の変光は0.07pcよりも小さい領域のフレアによっておこることから我々の結果は γ 線観測で示されているsub-pc-scale 以下という放射機構のサイズを支持しつつさらに強い制限を加えた。

4.2 変光の割合

9日間の変光の割合は $48 \pm 7\%$ であった。よってフレア成分の放射は定常成分に比べて無視できない量である。

4.3 γ 線と赤外線と比較

γ 線と赤外線の変光曲線を比較した。赤外線の増光と γ 線の増光が同時に起こっているように見えるが赤外線のデータが少なく相関の有無を判定できない。

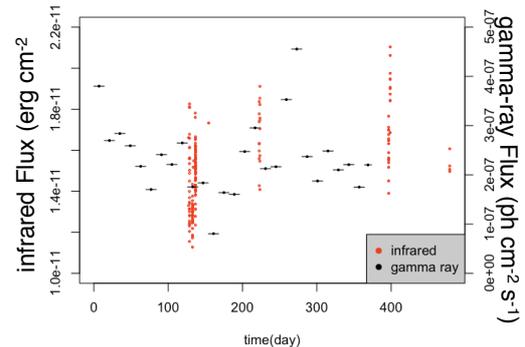


図5 γ 線と赤外線の変光曲線

5, Conclusions

3C 84の近赤外モニター観測を γ 線観測と同時期に行い、9日間に $48 \pm 7\%$ の有意な時間変動を検出した。これは0.07pcより小さい系が大きく変光していることを意味する。また γ 線との相関をとることで変光の振る舞いが γ 線と相関があるように見えたが相関を結論づけることはできなかった。

References

Abdo, A., et al. 2009, ApJ, 699, 31 (A09), Kataoka, J. et al. 2010, APJ, 715, 554K