

ブレーザーS5 0716+714の可視・近赤外偏光撮像観測による短時間変動の検出

○笹田真人, 植村誠, 新井彰, 深沢泰司, 川端弘治, 大杉節, 山下卓也, 水野恒史, 片桐秀明, 高橋充(広島大学), 磯貝瑞希(国立天文台), 佐藤修二, 木野勝(名古屋大学)
Mahito Sasada <sasada@hep01.hepl.hiroshima-u.ac.jp>

1. Introduction

ブレーザーの特徴

速く激しい変動
→ 数日で1等を超える変動の存在

microvariabilityまたはshortest variability
→ 一日以内の短い変動タイムスケール

可視光領域での最短変動タイムスケールは1時間
(Romero et al. 2002)

最近の論文では1等以上で1時間以内の変動が報告
(e.g. Xie et al. 2002)

⇒ 反対論文の存在 (Cellone et al. 2007)

S5 0716+714

可視光領域においてシンクロトロン放射が卓越

→ スペクトルに輝線情報なし

母銀河の測定からredshift z を推定 (Nilsson et al. 2008)

偏光度は数%

変動タイムスケールは数時間
(Wagner et al. 1996)

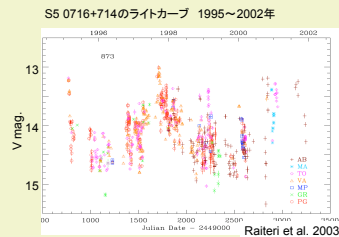
最短変動の研究をするのに適した天体

最近での最短変動の観測

可視光領域において15分変動の検出
(Gupta et al. 2008)

ガンマ線領域において2分の変動の存在
(Aharonian et al. 2007; Albert et al. 2007)

最短変動観測において偏光観測による検出はほとんどない!!



2. 装置

1.5 m かなた望遠鏡
@東広島天文台

TRISPEC

TRISPEC

(Triple Range Imager and Spectrograph)

・可視・近赤外同時撮像可能(V, J, Ks バンド)

・偏光撮像(又は分光)

かなた望遠鏡



➢同時多色測光

➢偏光撮像

➢モニター観測に特化した望遠鏡

→ 可視から近赤外の広範囲をカバー

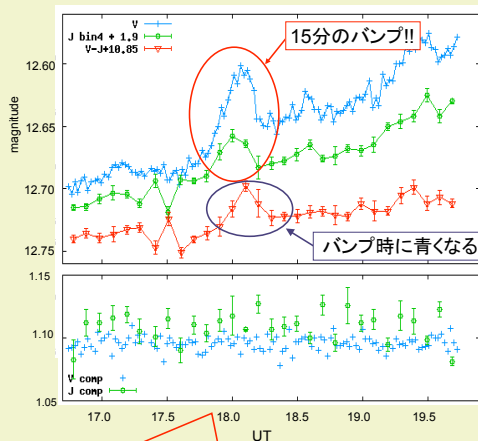
→ 同時偏光撮像観測

→ 突発イベントに即時対応可能

ブレーザーの研究に有利!!

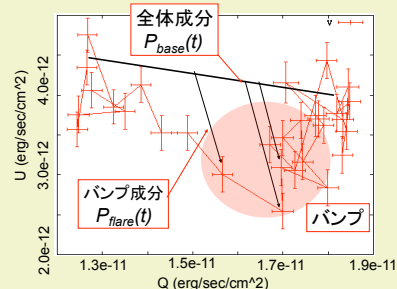
3. 結果

多色ライトカーブ 2007/10/20 (V,J,V-J)



- ・V、Jバンドの両方で15分変動の検出
- ・パンプ時に全体の傾向でbluer-when-brighterの特徴を示す
- ・変動振幅はVバンドで0.05等
(フラックスでは $1e-11$ erg/sec/cm²)
- ・パンプの立ち上がりでは970秒、立ち下がりでは620秒

Q-U平面



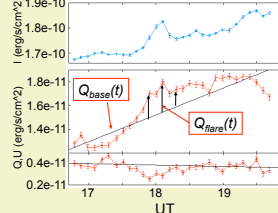
偏光ベクトル($P_{obs}(t)$)を2つの成分に分離
ゆっくり変化する全体成分($P_{base}(t)$)
パンプに起因する速く変化する成分($P_{flare}(t)$)

$$\vec{P}_{obs}(t) = \vec{P}_{base}(t) + \vec{P}_{flare}(t)$$

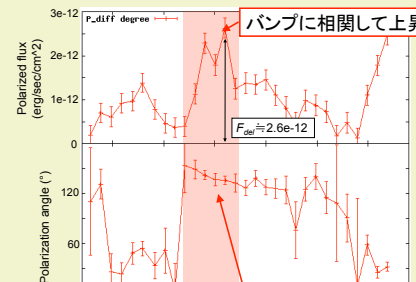
$P_{base}(t)$ 直線変化として近似

$$\begin{aligned} Q_{flare}(t), U_{flare}(t) &= (Q_{obs}(t) - Q_{base}(t), U_{obs}(t) - U_{base}(t)) \\ Q_{flare}(t), U_{flare}(t) &= (Q_{obs}(t) - (at + b), U_{obs}(t) - (a't + b')) \end{aligned}$$

ライトカーブとQUの時間変化



差分偏光ベクトルの時間変化



パンプ中は偏光方位角がほぼ一定

パンプ中において全体成分を差し引いた差分偏光ベクトルに
明らかな成分の存在

パンプ成分のフラックス ΔF は $1e-11$ erg/s/cm²

差分偏光ベクトルの偏光度はパンプでの偏光フラックス
とパンプのフラックスから計算される

差分偏光ベクトル のP.D.= $\Delta F/F_{del} \div 27\%$

差分偏光度P.D. は観測された偏光度 P.D. =10%
より大きい

パンプは局所的に磁場の揃った領域から
放射されることを示唆

4. Discussion

変動タイムスケールから放射領域のサイズを
見積もる
天体座標系での変動タイムスケールを宇宙論的
効果を考慮して計算する

$$\Delta\tau_{object} = \frac{\Delta\tau_{obs}}{z}$$
$$z = 0.31 \pm 0.08$$

$$\Delta\tau_{object} = 740 \pm 50, 480 \pm 30 \text{ (sec)}$$

変動タイムスケールから
light crossing timeを
計算する

$$R \leq \delta c \Delta\tau$$

シュヴァルツシルド半径 $R_s = 2GM/c^2$

典型的な楕円銀河の中心質量 $M = 10^9 M_\odot$ と
典型的なブレーザーの
ローレンツ因子 $\Gamma = 10$ を仮定

$$R < (0.49 \pm 0.03) \cdot R_s$$

半径Rは R_s より小さくなってしまい不適

$$\frac{M}{\delta} < \frac{c^3 \Delta\tau}{2G}$$

$$\delta > (20 \pm 1) \times (M/10^9 M_\odot)$$

実際には $R = 5R_s, 10R_s$
の場合もあるとすると
 $\delta = 100$ 又は 200

パンプのタイムスケールを説明するためには質量とビーミング因子が
典型値に比べより少ないまたは大きい必要がある。

パンプの放射は可視光の放射領域全体から
放射されるのではなく、局所的な領域から
放射される可能性を示唆

5. Conclusion

- ・15分パンプを検出
- ・パンプ時に色が青くなる
- ・パンプは数時間スケールの全体変動成分とは異な
った偏光ベクトル成分を持っている
- ・パンプ成分の偏光度は27%
- ・差分偏光ベクトルは可視光の放射領域全体より局
所的な領域から放射されている

Future Work

- ・パンプの発生頻度を調べるためにモニター観測を継続する
- ・他のブレーザー天体でも同様な変動が存在するかを調べる
- ・KANATA/TRISPECとFermi, MAXIや電波観測などの多
波長連携観測を行う