

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tron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%

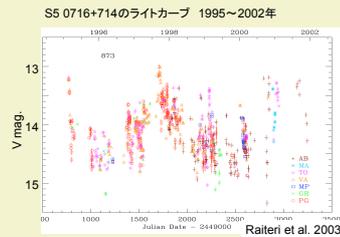
変動タイムスケールは数時間 (Wagner et al. 1996)

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

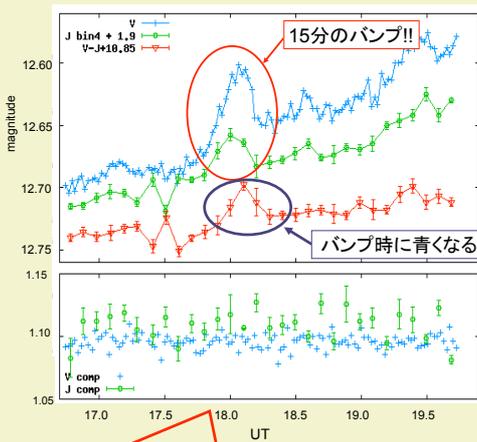


- ▶同時多色測光 → 可視から近赤外の広範囲をカバー
- ▶偏光撮像 → 同時偏光撮像観測
- ▶モニター観測に特化した望遠鏡 → 突発イベントに即時対応可能

ブレーザーの研究に有利!!

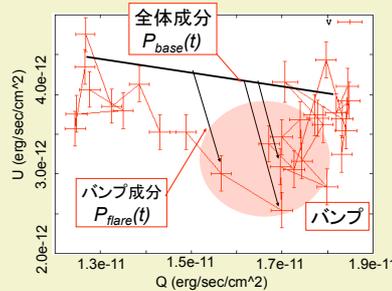
3. 結果

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
- パンプ時と全体の傾向で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($P_{flare}(t)$)

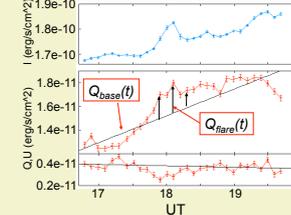
$$\vec{P}_{obs}(t) = \vec{P}_{base}(t) + \vec{P}_{flare}(t)$$

$$P_{base}(t) \text{ 直線変化として近似}$$

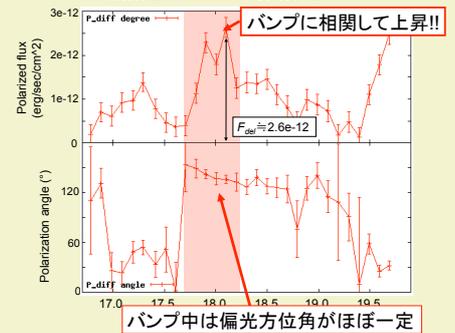
$$\langle Q_{flare}(t), U_{flare}(t) \rangle = \langle Q_{obs}(t) - Q_{base}(t), U_{obs}(t) - U_{base}(t) \rangle$$

$$\langle Q_{flare}(t), U_{flare}(t) \rangle = \langle Q_{obs}(t) - (at+b), U_{obs}(t) - (a't+b') \rangle$$

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. = $\Delta F / F_{del} \approx 27\%$

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

$$\Delta\tau_{object} = \frac{\Delta\tau_{observed}}{z}$$

$$z = 0.31 \pm 0.08$$

(rise time) (f adetime)

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

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

$$R > R_s \text{ の場合}$$

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

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

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