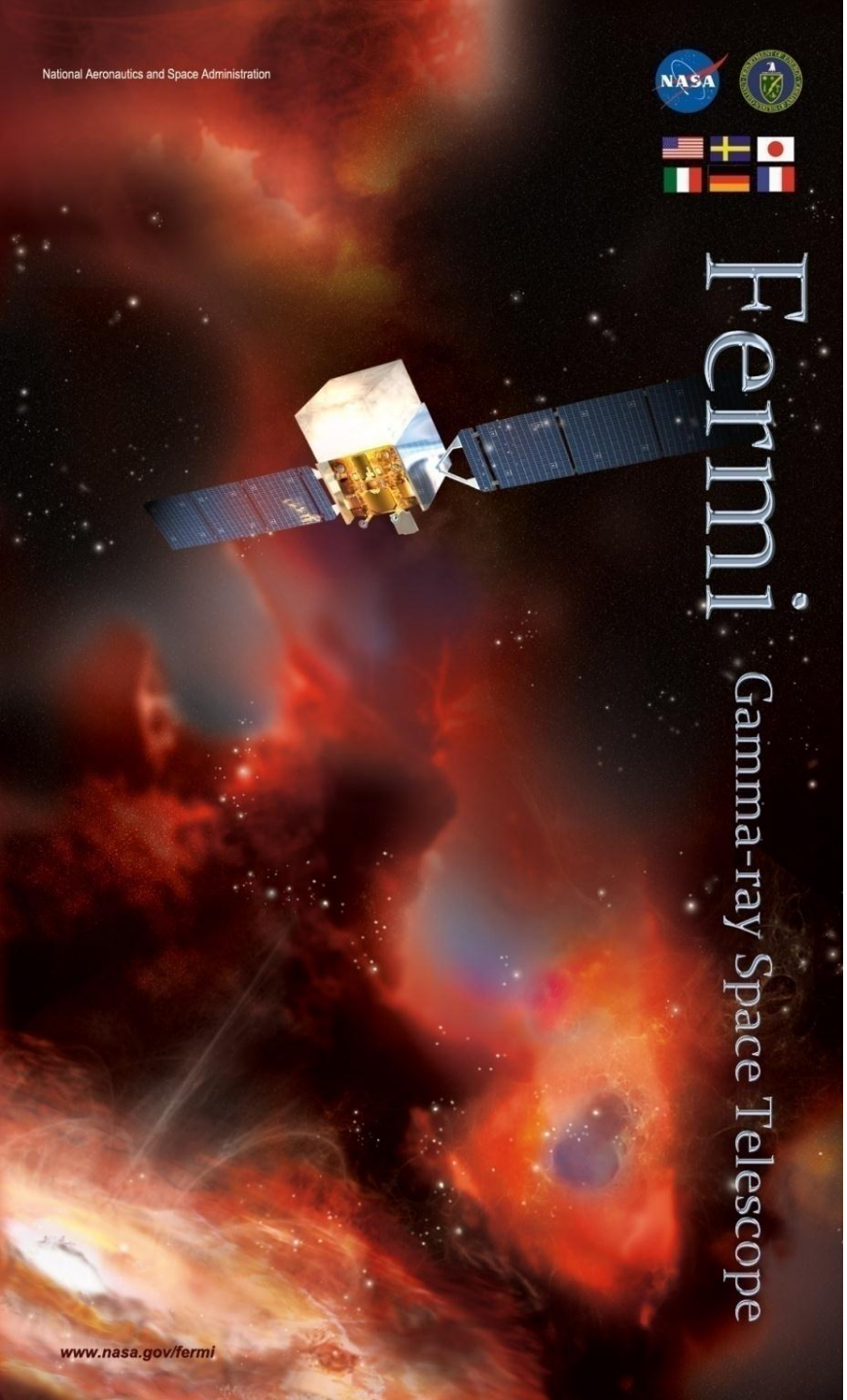


ブレーザー天体 3C 66Aのガンマ線・可視/偏光長期観測

R. Itoh, Y. Fukazawa,
Kanata team
and on behalf of the Fermi/LAT collaborations

itoh@hep01.hepl.hiroshima-u.ac.jp

HIROSHIMA UNIVERSITY

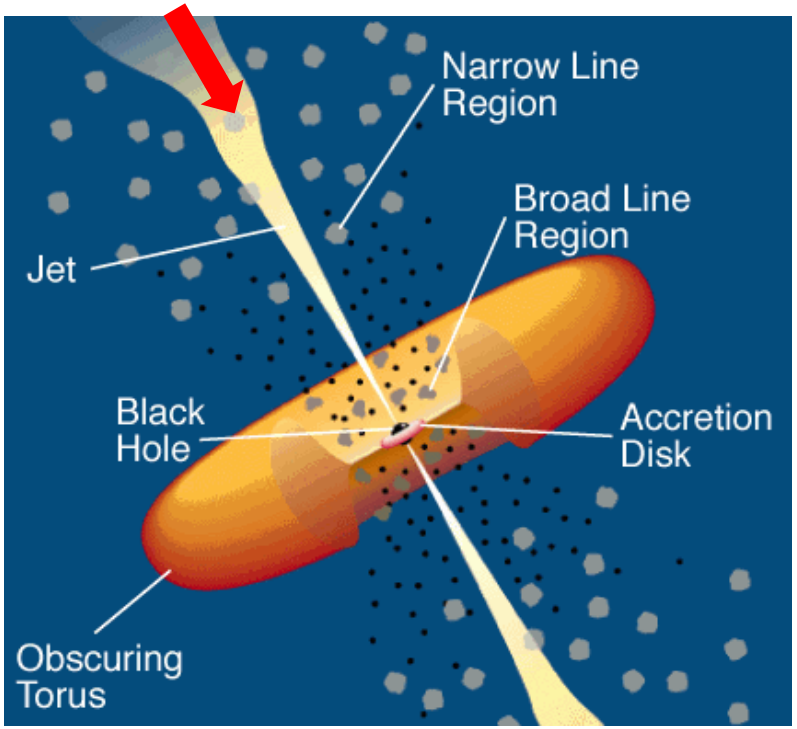
ASJ meeting on Sep. 2011 @ Kagoshima-Univ.

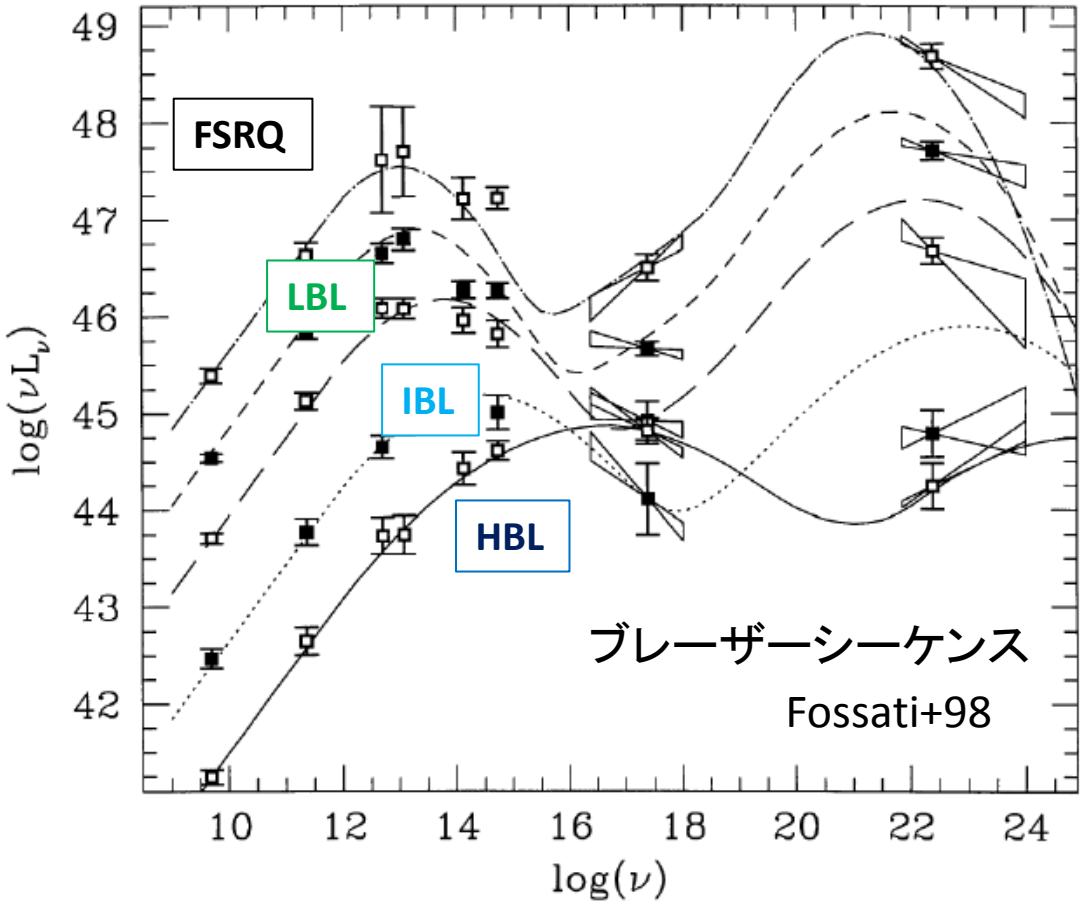
Introduction

Blazar :活動銀河核の１種でγ線で明るい

1. 電波～TeVまでの幅広い放射
2. 早く(~day)大きな(~数十倍)時間変動
3. 電波から可視までの高い偏光

相対論的ジェットをその
視線方向から見ている



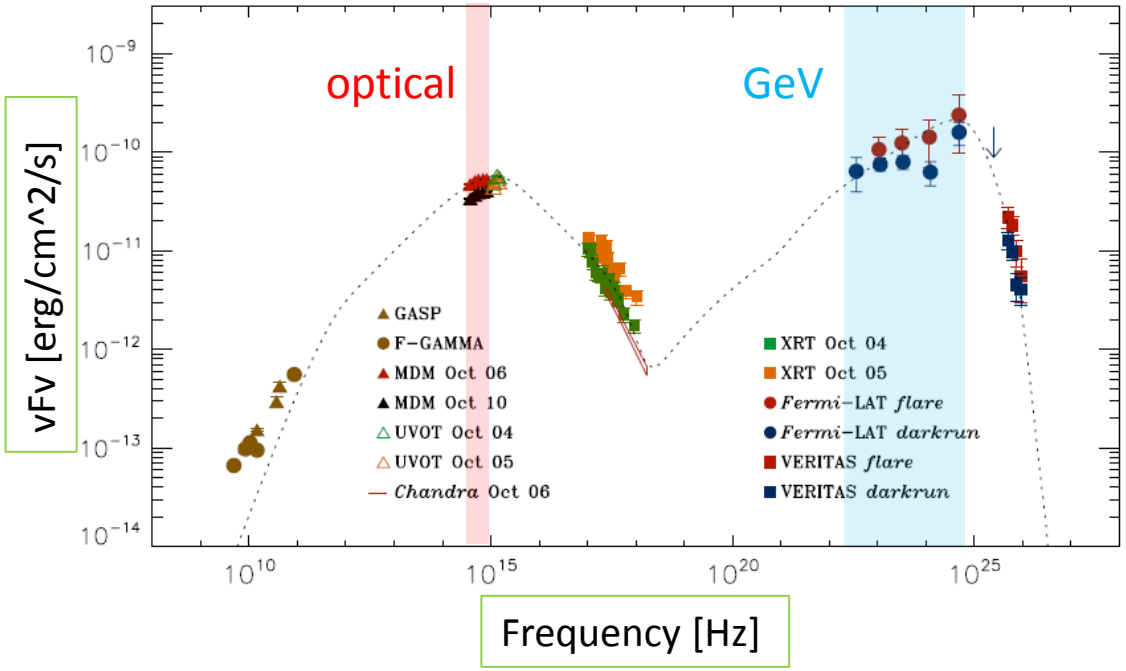


低エネルギー側 : シンクロトロン放射
高エネルギー側 : 逆コンプトン散乱

これらの放射はビーミング効果によって強められて
観測される

3C 66Aについて

Spectral Energy Distribution of 3C 66A (Abdo+11)

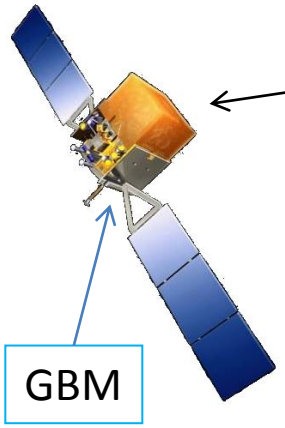


IBL& TeV Blazar
z = 0.444
(Miller et al.1978)
z = 0.321
(Wurtz et al.1996)

高エネルギー放射は
シンクロトロン自己コンプトン(SSC)
+
外部光子コンプトン(ERC)
モデルで説明される。
(Abdo+11)

IBL でTeV放射の見られる数少ないサンプル
ブレーザーにおける高エネルギー放射多様性
解明のための良サンプル

Fermi/LATとかなた望遠鏡



Large Area Telescope

全天を3時間ごとに観測

- 広エネルギー帯域 : 20MeV -- 300GeV
- 大有効面積 : 8000 cm^2@1GeV
- 広視野 : 2.4 str
- 高位置分解能 : <1 deg@1GeV

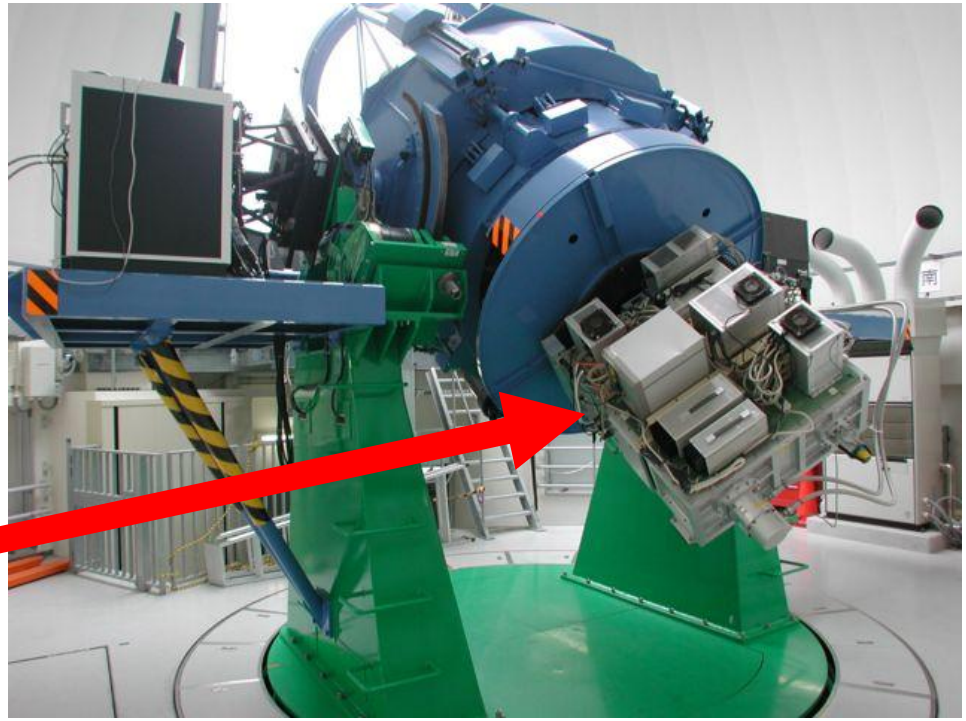
全天のガンマ線活動銀河核を長期間モニター観測するのに非常に適した観測装置

かなた望遠鏡

東広島天文台
口径 : **1.5m** 可視近赤外線望遠鏡
ターゲット天体 : ブレーザー, ガンマ線バースト, 超新星, 新星, X線バースター , その他すべての突発現象.

TRISPEC (カセグレン)

2006—Jul. 2011
可視近赤外線3バンド同時観測
撮像観測 (V, J,H, Ks)
偏光撮像観測 (V,J,Ks)

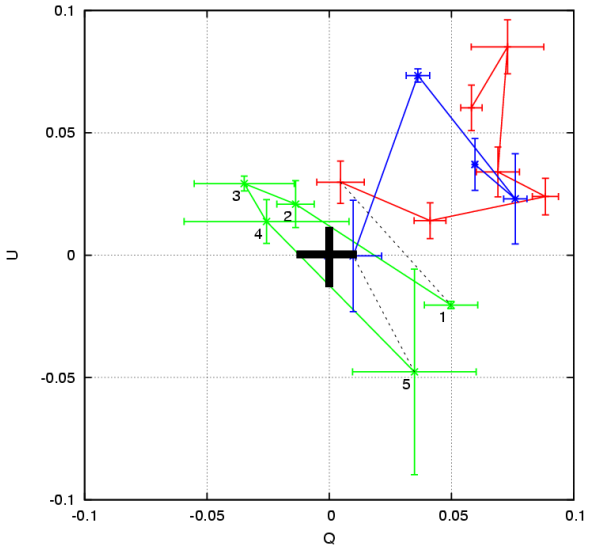


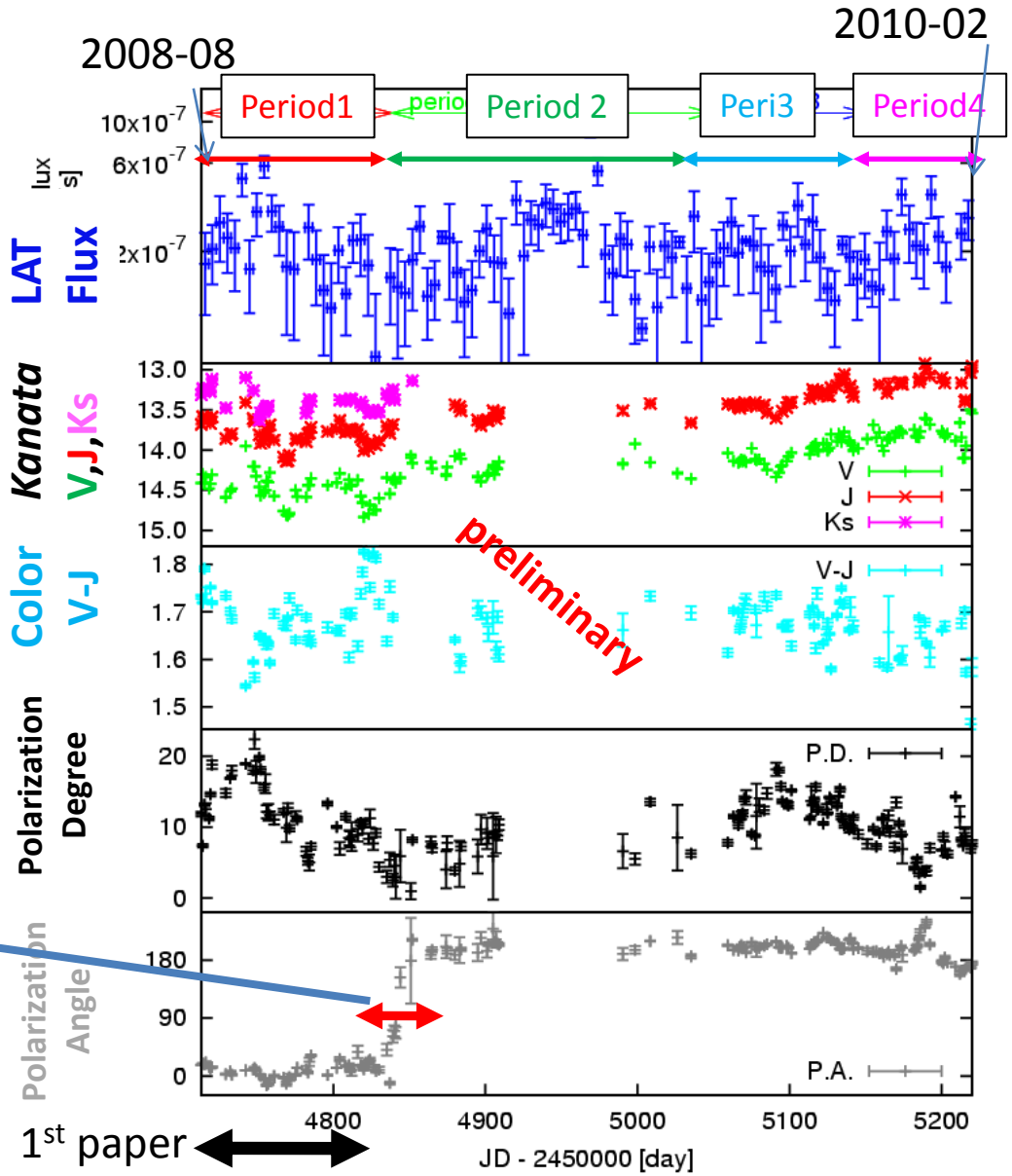
ガンマ線・可視ライトカーブ

Period 1ではガンマ線、可視光度、色、P.Dによく相関がみられる。

Period 1以降、可視光度は緩やかに上昇
P.A.の値は全期間を通じて一定

Period 1の直後にP.A.が大きく変化しているように見えるが、これは偏光変化がQU平面でランダムに動いたためであり、回転しているわけではない。

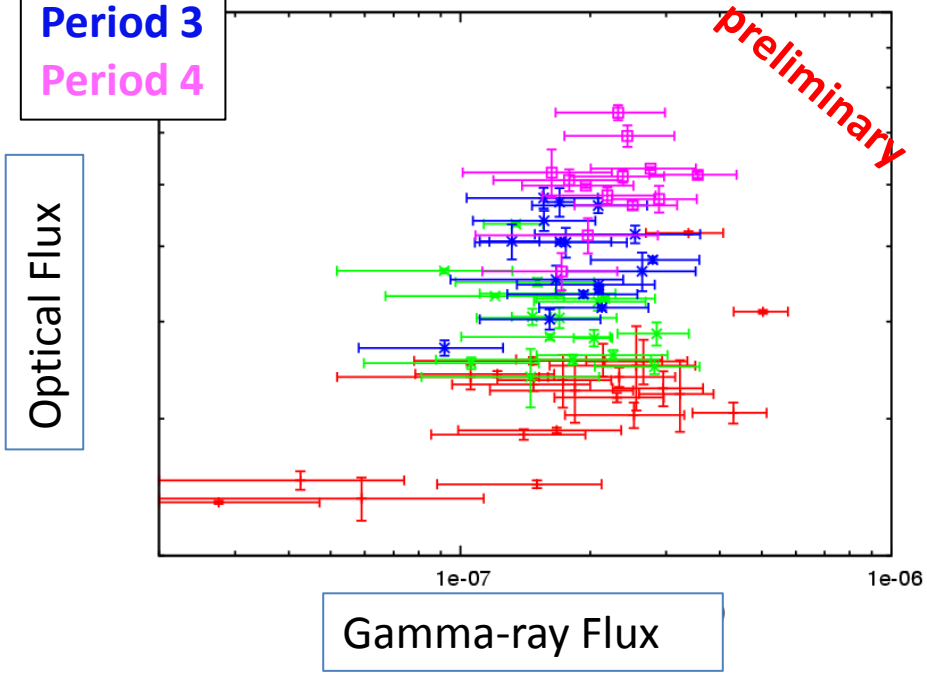




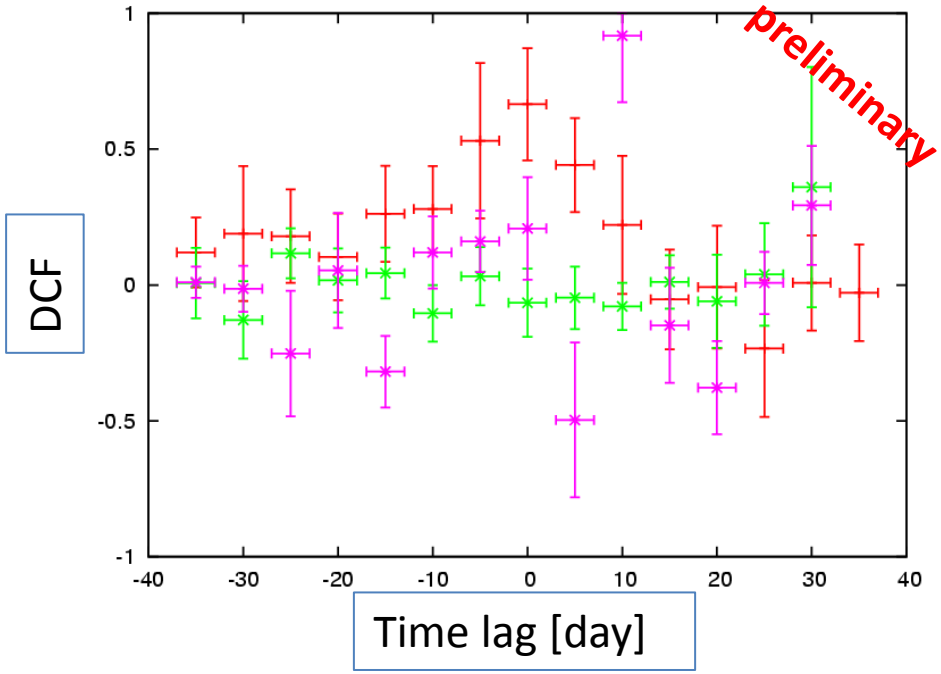
可視・ガンマ線光度相関

Period 1
Period 2
Period 3
Period 4

Flux-Flux plot



DCF for each terms

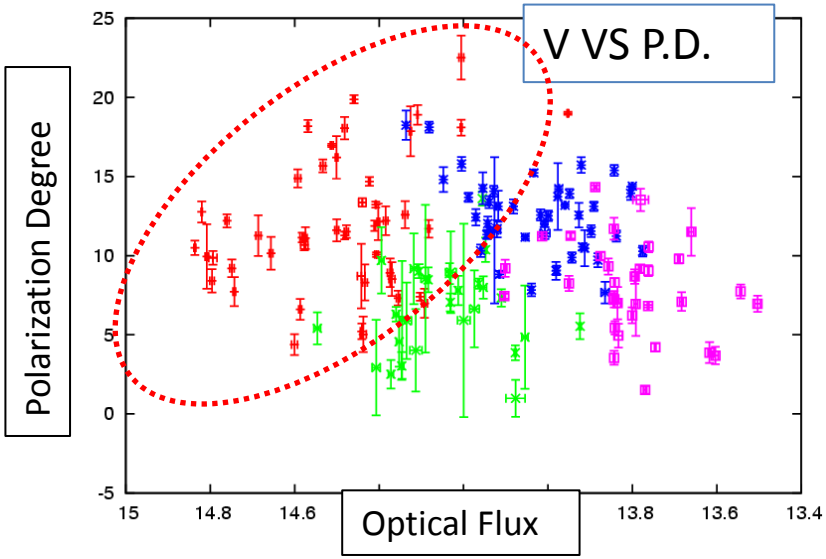


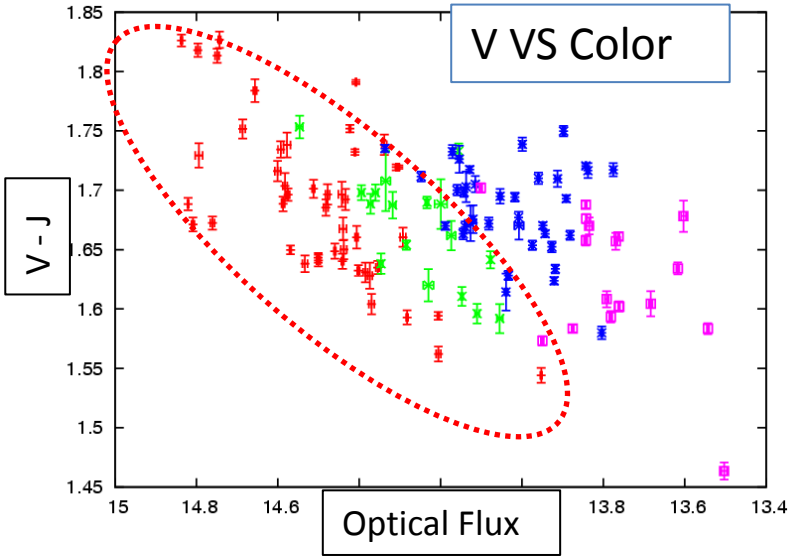
	Period 1	Period 2	Period 3	Period 4
DCF value	0.53 +/- 0.22	-0.10+/-0.16	0.19+/-0.84	0.02+/-0.18

DCF: Discrete Correlation Function ; Edelson+98

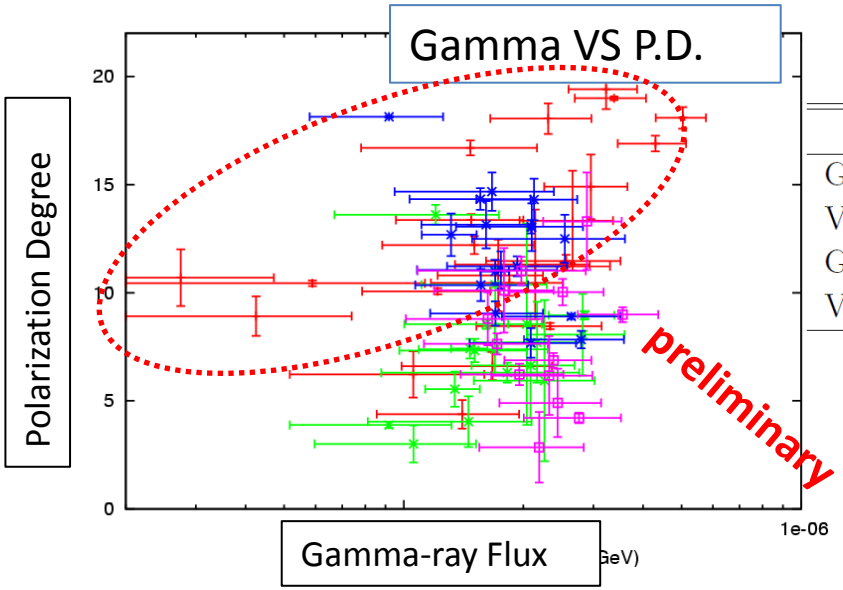
Period 1. ガンマ線光度と可視光度に相関がみられる.(Abdo+11 と同様の結果)
Period 4. 可視光度は2倍近く変動しているが、ガンマ線光度の増光は見られない。

その他の傾向





Period 1
Period 2
Period 3
Period 4



DCF value for each Period (at time lag = 0)

preliminary

	Period 1	Period 2	Period 3	Period 4
Gamma-ray vs V-band	0.53±0.22	-0.10±0.16	0.19±0.84	0.02±0.18
V-band vs PD	0.35±0.18	0.05±0.25	-0.34±0.20	-0.26±0.14
Gamma-ray vs PD	0.82±0.20	-0.13±0.22	-0.90±0.58	0.11±0.17
V-band vs Color (V-J)	-0.65±0.22	-0.64±0.29	-0.22±0.20	-0.56±0.48

相関まとめ

1. Period 1
   - 可視光度はガンマ線光度、色と相関する
   - ガンマ線光度はP.D.とよく相関

2. Period 4
   - 可視光度とガンマ線光度、偏光度は相関が弱いもしくは反相関

異なる2領域からの放射を示唆?

e.g. 3C 454.3 (sasada+10), Uemura+10

3. Period 1からperiod 4に関して、可視光度は2倍前後増光しているが、ガンマ線光度に関しては増光が認められない。

Discussion

$$\frac{L_{\rm ERC}}{L_{\rm sync}} \sim \Gamma^2 \frac{u_{\rm ext}}{u_{\rm B}} \longrightarrow u_{\rm ext} \sim \frac{B^2}{8\pi\Gamma^2}\frac{L_{\rm ERC}}{L_{\rm sync}}$$

Shikora et al. 2007

$$u_{\rm sync} = \frac{L_{\rm sync}}{4\pi R^2 c \delta^4}$$

Period 1、period 4のガンマ線放射がAbdo+11と同様にERC放射で説明できると仮定.
環境要因(ここでは外部光子量の差)によってperiod 1 とperiod 4の時期でガンマ線光度/可視光度が異なると仮定した場合の外部光子量の比較結果を表にまとめる.
種々のパラメータには、Abdo+11で多波長SEDモデルフィットで得られた結果を用いた.

preliminary

Parameter	z = 0.444
Comoving magnetic field, B[G]	0.23
jet Lorentz factor Γ	50
size of blob R [10^{16}cm]	1.5
$u_{\rm sync}$ (period 1) [10^{-5} erg/cm^3]	4.40
$u_{\rm sync}$ (period 4) [10^{-5} erg/cm^3]	8.17
$u_{\rm ext}$ (period 1) [10^{-7} erg/cm^3]	9.04
$u_{\rm ext}$ (period 4) [10^{-7} erg/cm^3]	4.54

まとめ

- Period 1 においては、ガンマ線光度と可視光度、偏光度に相関あり

- Period 4 においてこれら相関は見られないもしくは弱い

Suggestion

Period 1,4 でそれぞれ

1. 外部光子量の違う領域から放射が来ている

or

1. ２つの異なる領域からの放射の重ね合わせ

偏光方位角の相関/無相関はこれらの結果を支持

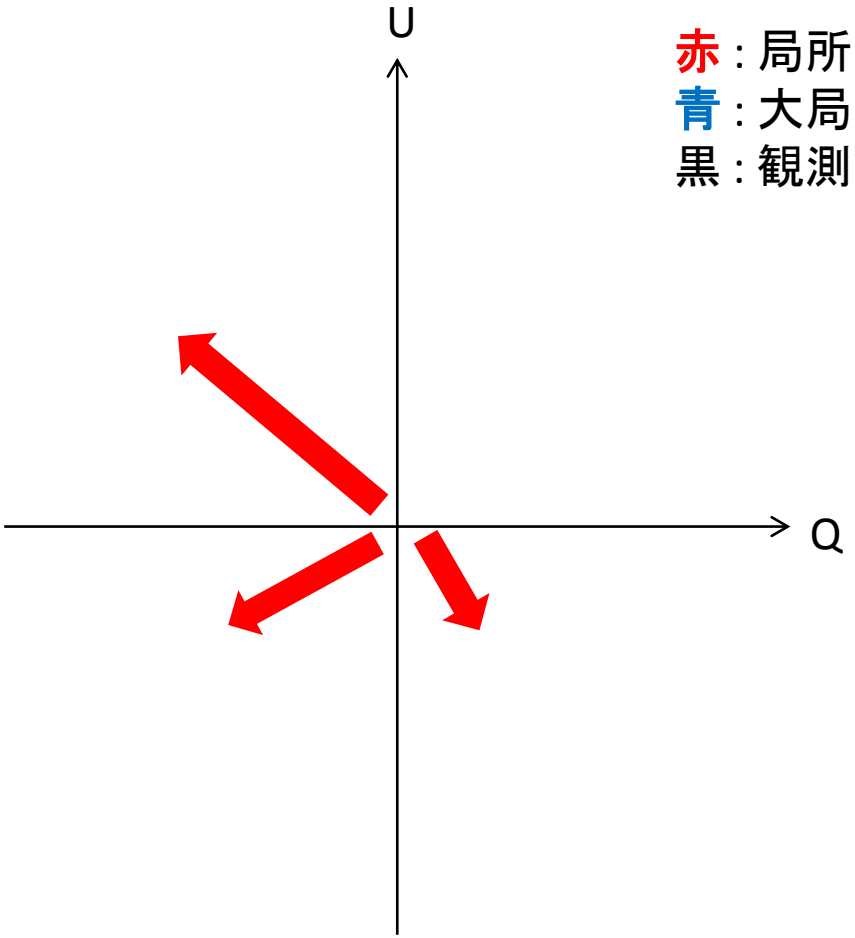
Fermi
Gamma-ray
Space Telescope

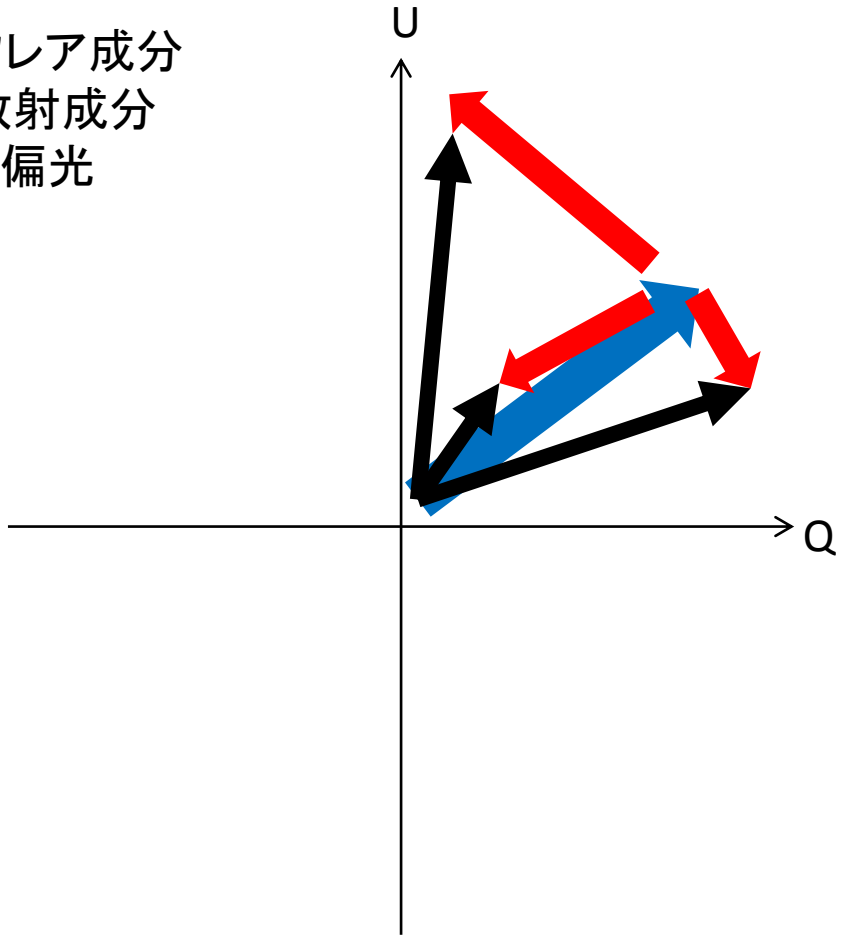
Kanata

Back up slide

局所的なフレアの光度と偏光度に相関があり、偏光方位角はランダムと仮定

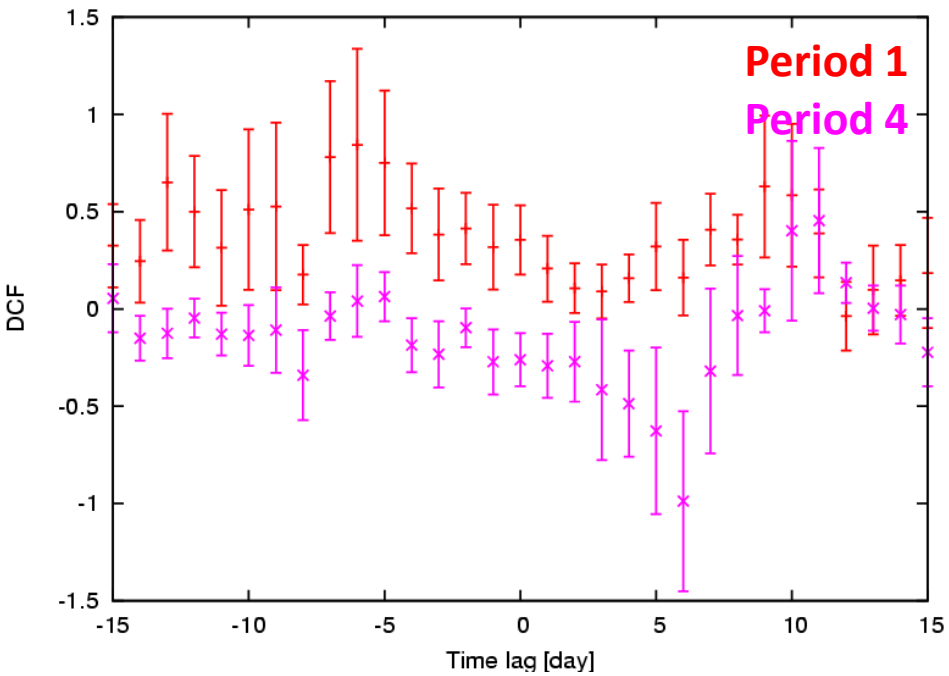
赤 : 局所的なフレア成分
青 : 大局的な放射成分
黒 : 観測される偏光





Delays between optical flux and PD

DCF between Optical flux and PD



These delay between optical flux and PD is seen in some blazars (Ikejiri et al. 2009)

The size of emission region is estimated as below,

$$\Gamma \Delta t/(1+z) \sim 4.5 \times 10^{17} \text{ cm}$$

$$\text{for } \Delta t \sim 5 \text{ days and } \Gamma \sim 50$$