

大学間連携による AGNジェットの 多波長観測

伊藤亮介 (広島大学),

深沢泰司, 田中康之, 秋田谷洋, 川端弘治, 吉田道利, 植村誠, 森谷友由希, 上野一誠, 高木勝俊(広島大学), 渡辺誠 (北海道大学), 米倉覚則, 齋藤悠(茨城大学), 斉藤嘉彦 (東京工業大学), 永山貴宏(名古屋大学), 笹田真人, 大島誠人(京都大学), 磯貝瑞希(京都産業大学), 新井彰, 高木悠平, 高橋隼(兵庫県立大学), 奥村真一郎, 浦川聖太郎(日本スペースガード協会), 黒田大介, 泉浦秀行(国立天文台), 宮ノ下亮(鹿児島大学), ほか光・赤外線大学間連携観測チーム

Itoh et al 2013 (ApJL, vol. 768, L24)
Itoh et al in prep.



広島大学



2014/09/13

2014/9/13

天文学会秋季年会@山形大学

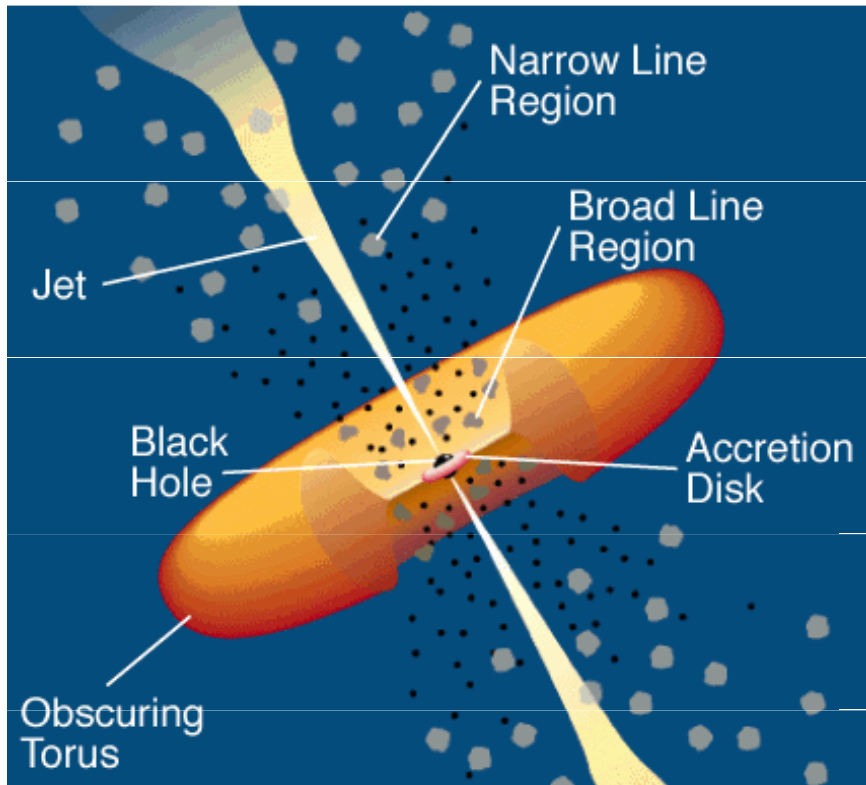


AGNジェット ~ ブレーザー天体

ジェットからの放射が卓越



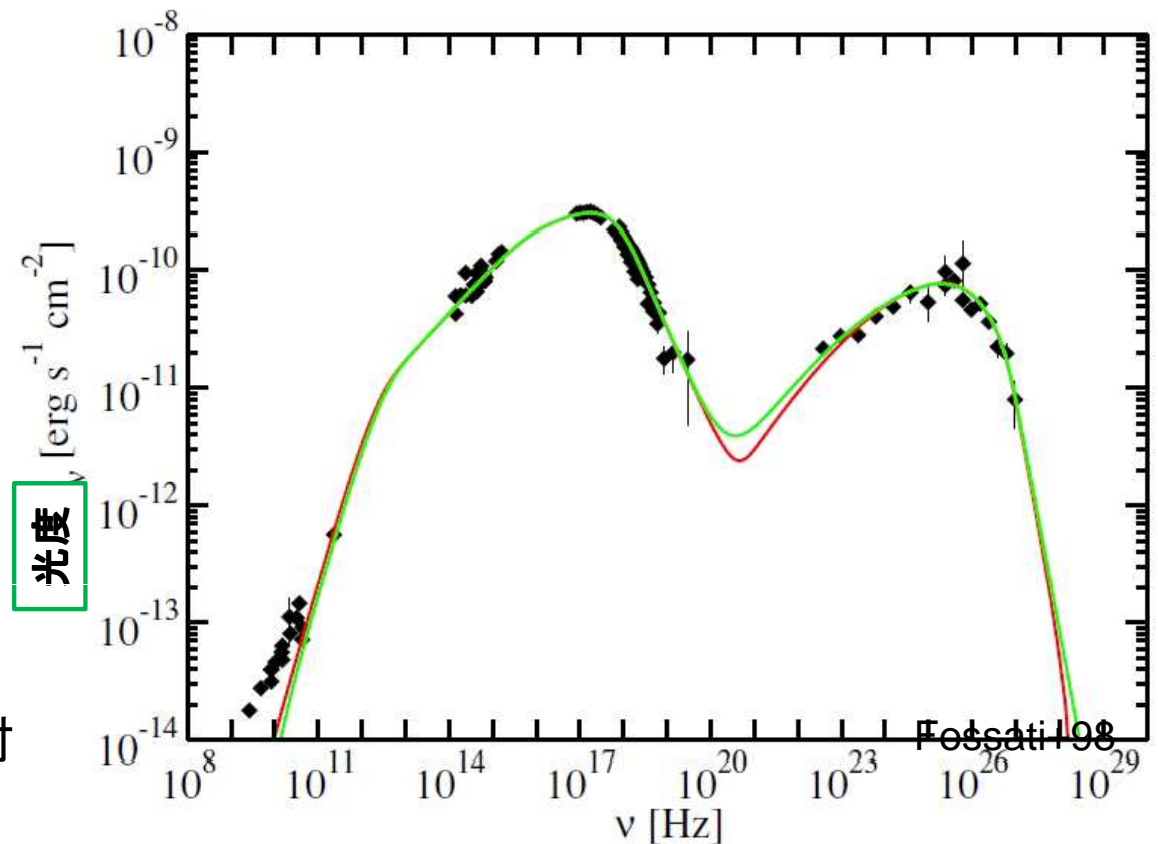
相対論的ジェットをその視線方向から見ている



低エネルギー側：シンクロトン放射
高エネルギー側：逆コンプトン散乱

ブレーザー天体の観測的特徴

1. 電波～ガンマ線までの幅広い放射
2. 速く(<day)大きな(~数十倍)時間変動
3. 電波から可視までの高い直線偏光



電波

振動数(log ν)

ガンマ線



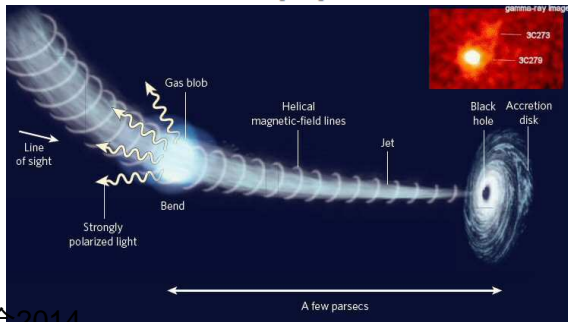
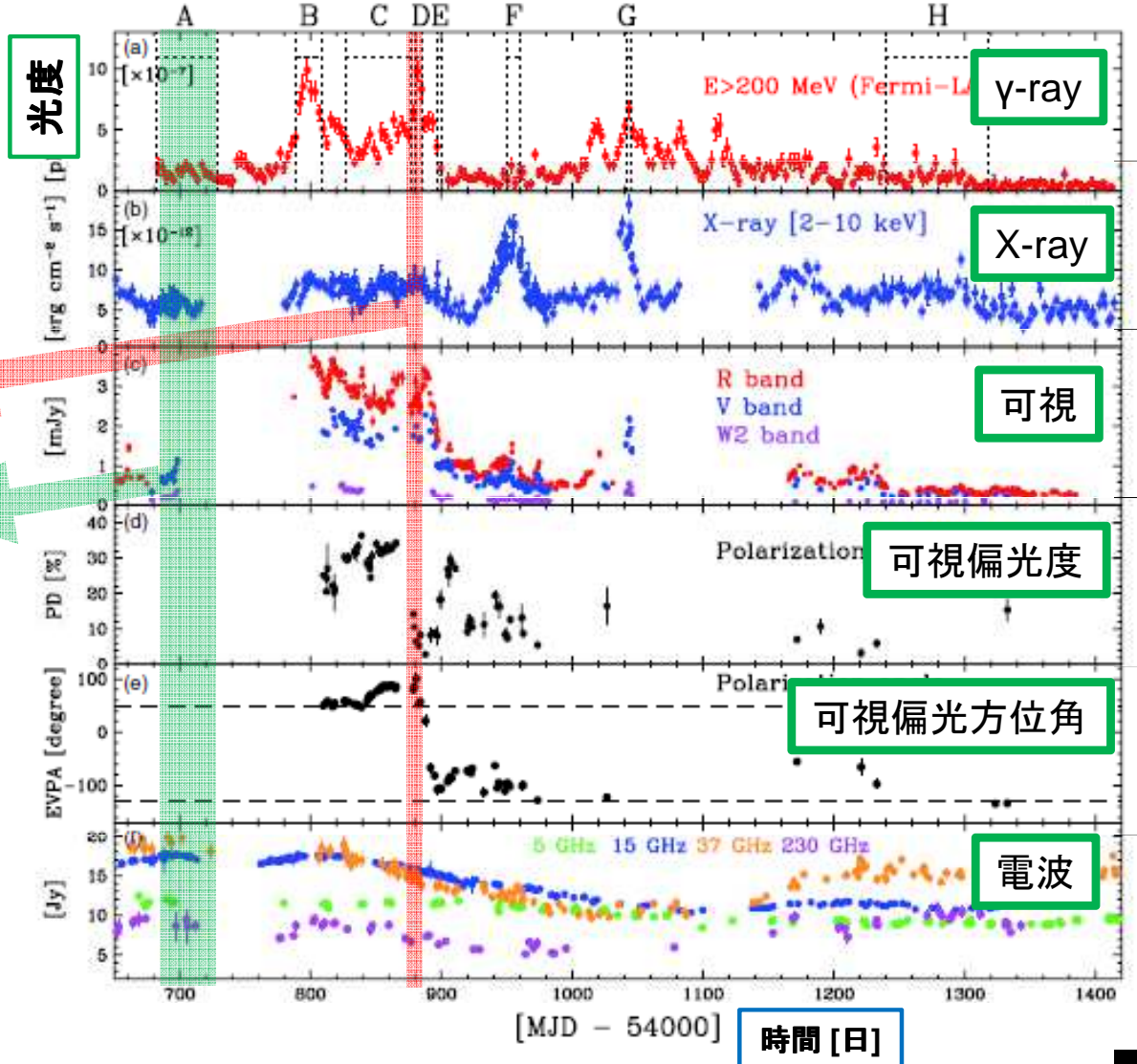
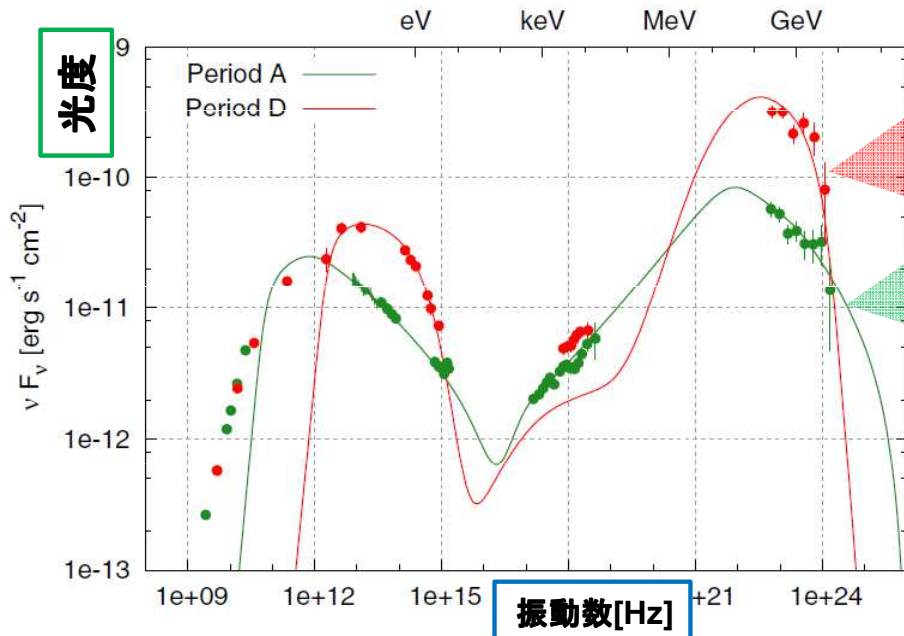
多波長観測

観測機器の性能向上により、
多波長での同時観測が活発に！

多波長スペクトルの
時間変化を捉える時代へ

3C 279 光度曲線

Abdo+10, Hayashida+12



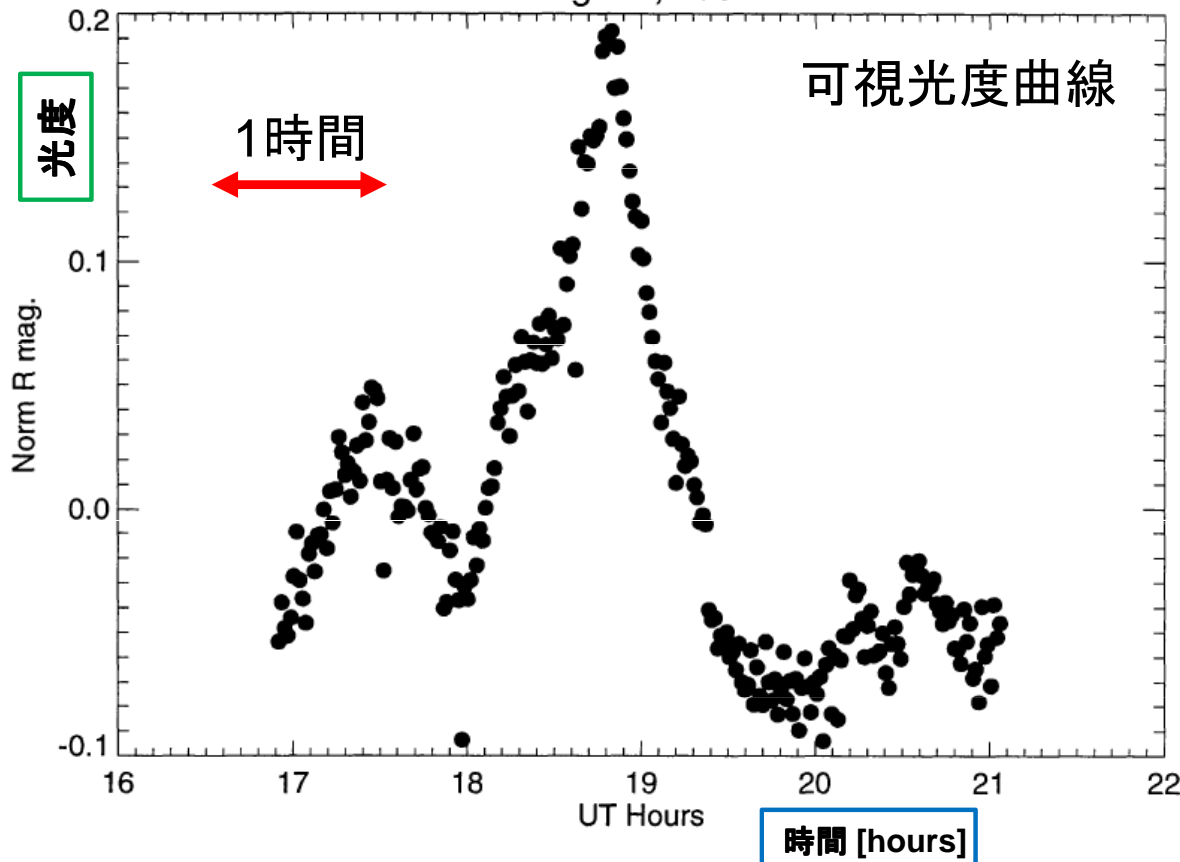


短時間変動観測

BL Lac

Aug. 19, 1997

Miller+01



Δ 光度 > 0.35 [mag/hour]

現在の主流:

数日スケールでの同時観測

その一方で、
多くのブレイザー天体で
短期変動(数時間)を検出

$$R \sim \Delta t \times c \times D$$

$$\sim 10^{14} \text{ cm}$$

と非常に小さい領域で
加速が起こっている可能性

短時間可視偏光・多波長同時観測による、
ジェットにおける放射機構解明を目指す



MW OBSERVATION

数日→数時間の多波長観測



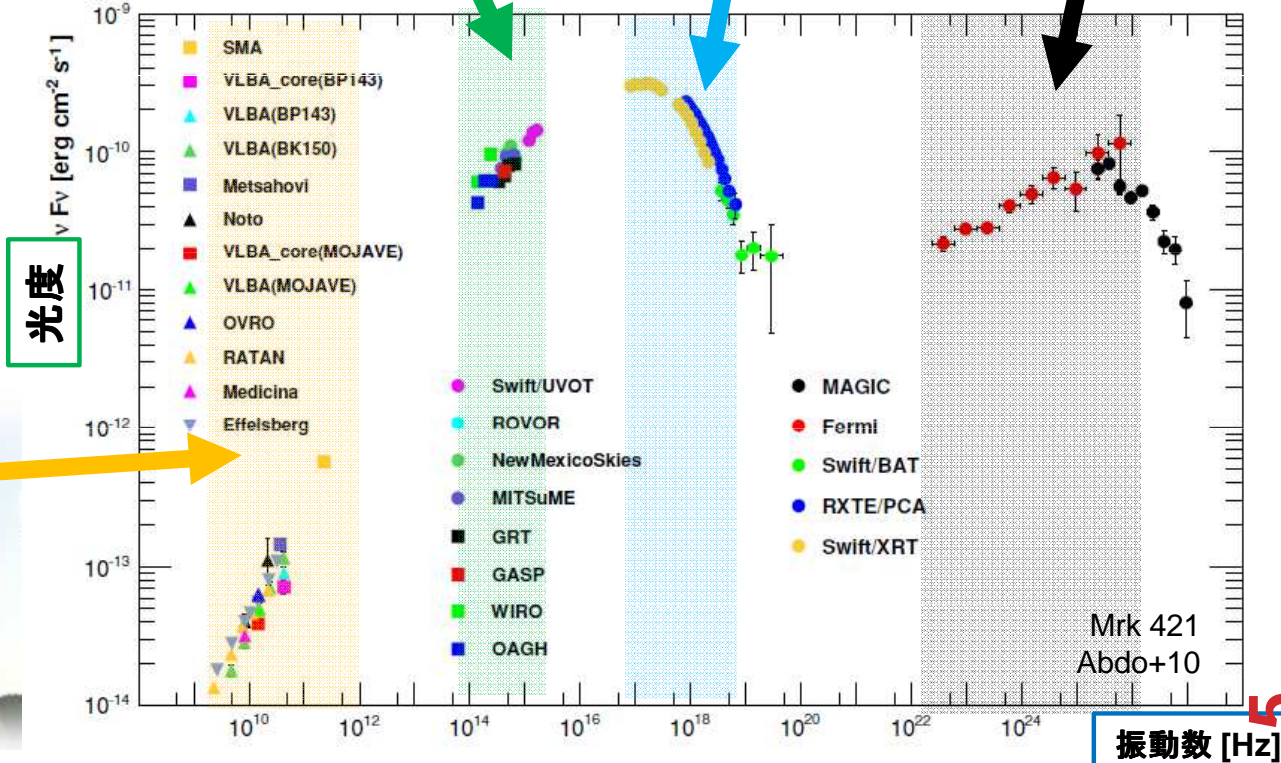
X線望遠鏡



ガンマ線望遠鏡



電波望遠鏡



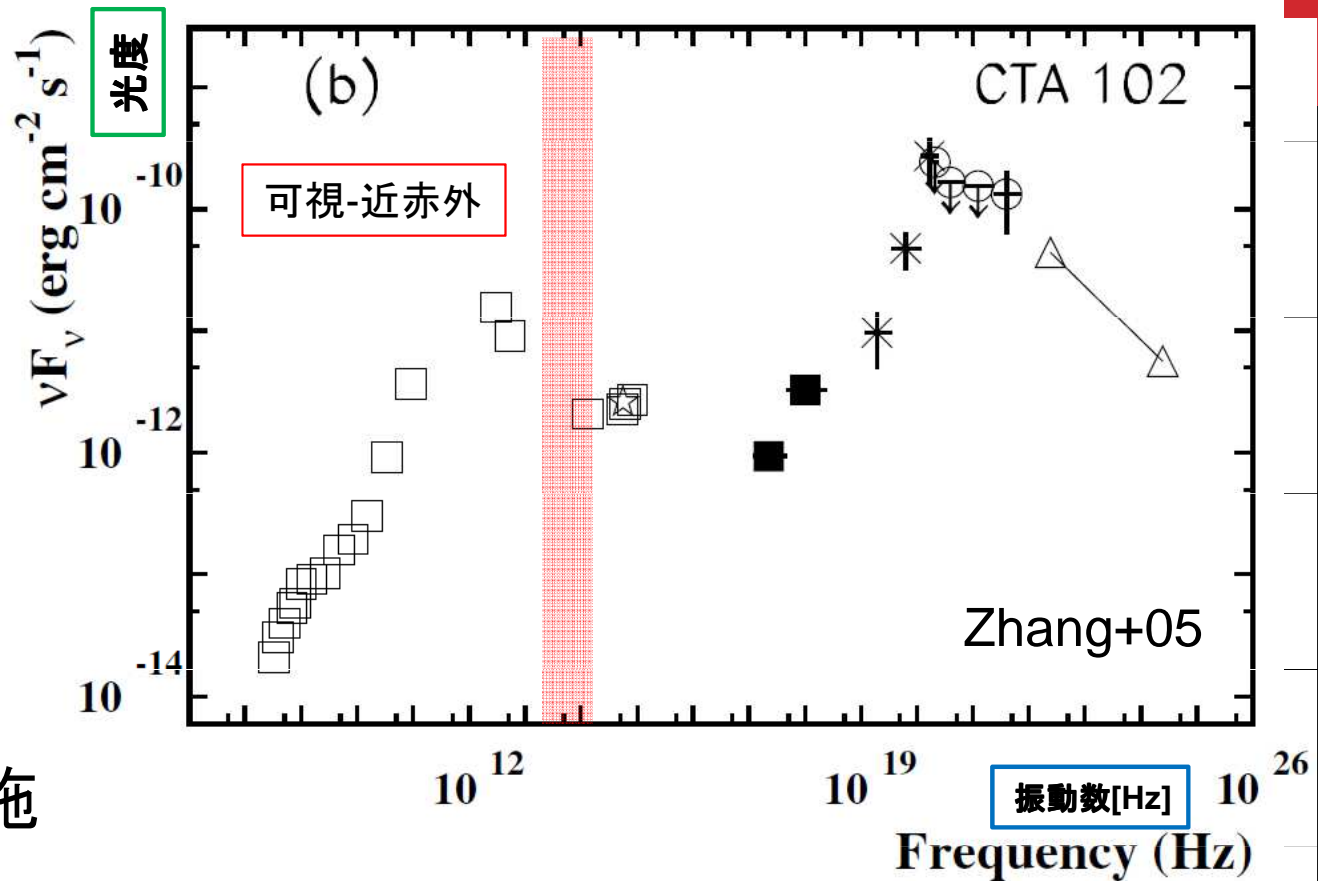


CTA 102

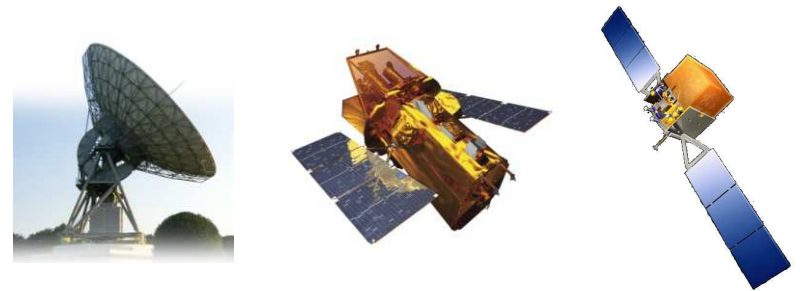
Low-peak ($z \sim 1.037$)
可視域でも数時間での
変動を示すことが
知られている。
(Osterman Meyer+08)

2012年9月に大増光

フォローアップ観測を実施



OISTER (可視-近赤外)
g, I, z, B, V, r, Rc, Ic,
J, H, K band 測光
R band 偏光
10夜連続観測

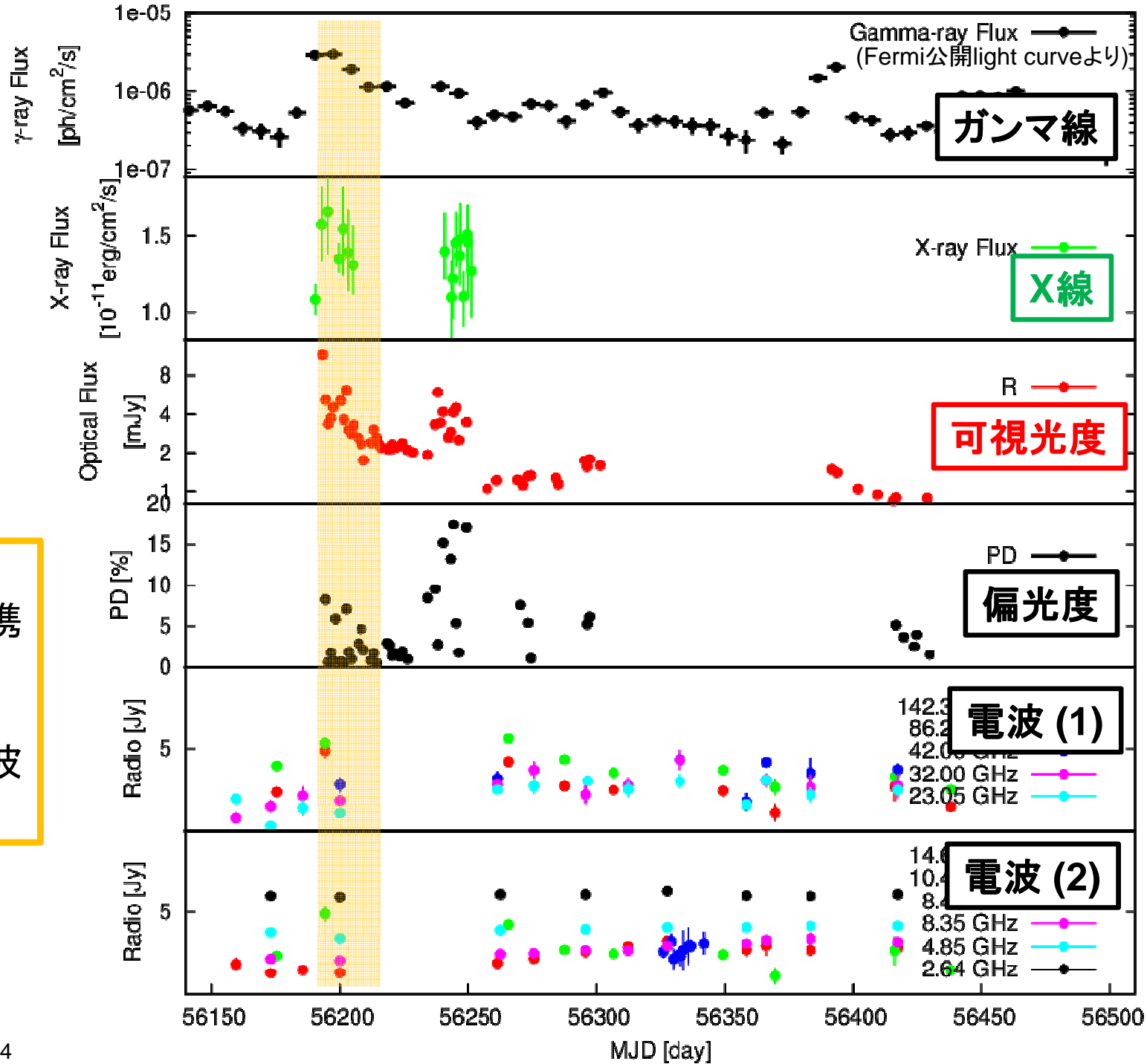


電波・X線・ガンマ線
でも同時観測を実施



長期(~半年)光度曲線

光赤外線
大学間連携
ToO観測
+
茨城大電波
集中観測





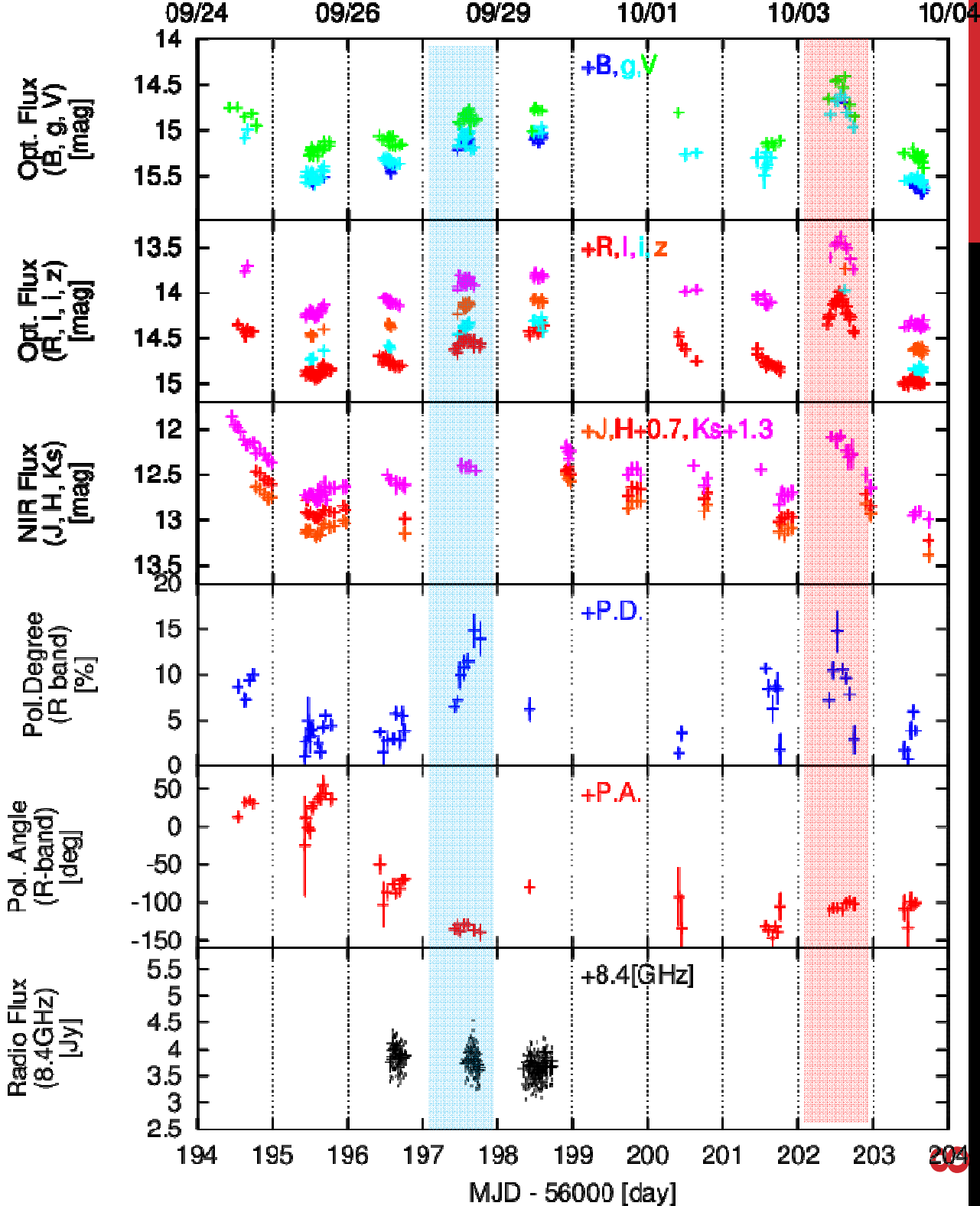
短期 ライトカーブ

光度・偏光度で
明瞭な
Micro Variability !

興味深い
2つのフレア

偏光度だけが
大きく変化するフレア

光度と偏光度が
大きく変化するフレア



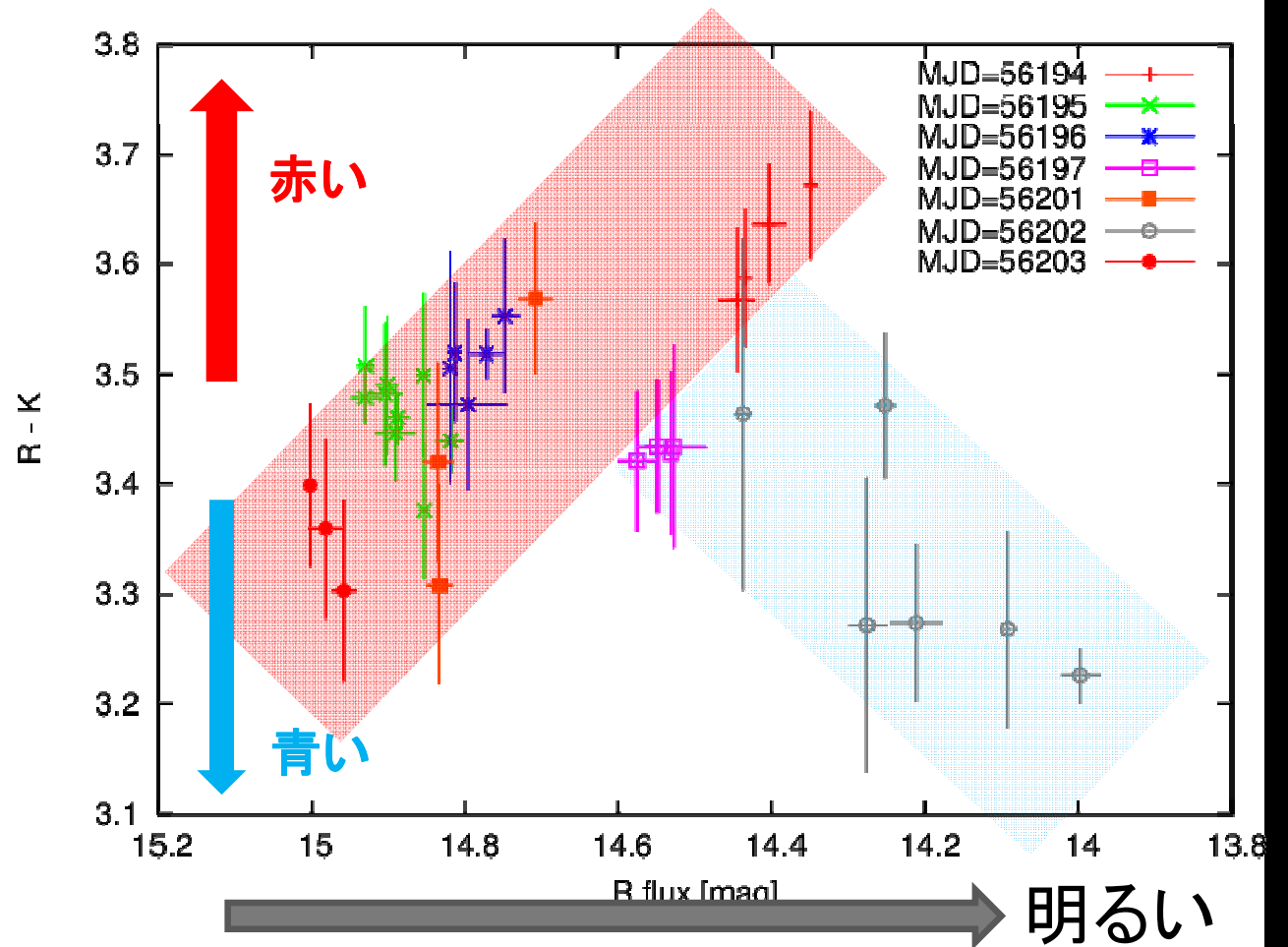


光度-色相関

全体的に
明るい時ほど赤い傾向
“Redder when Brighter”

MJD 56202
(光度-偏光度相関)
明るい時に青い傾向

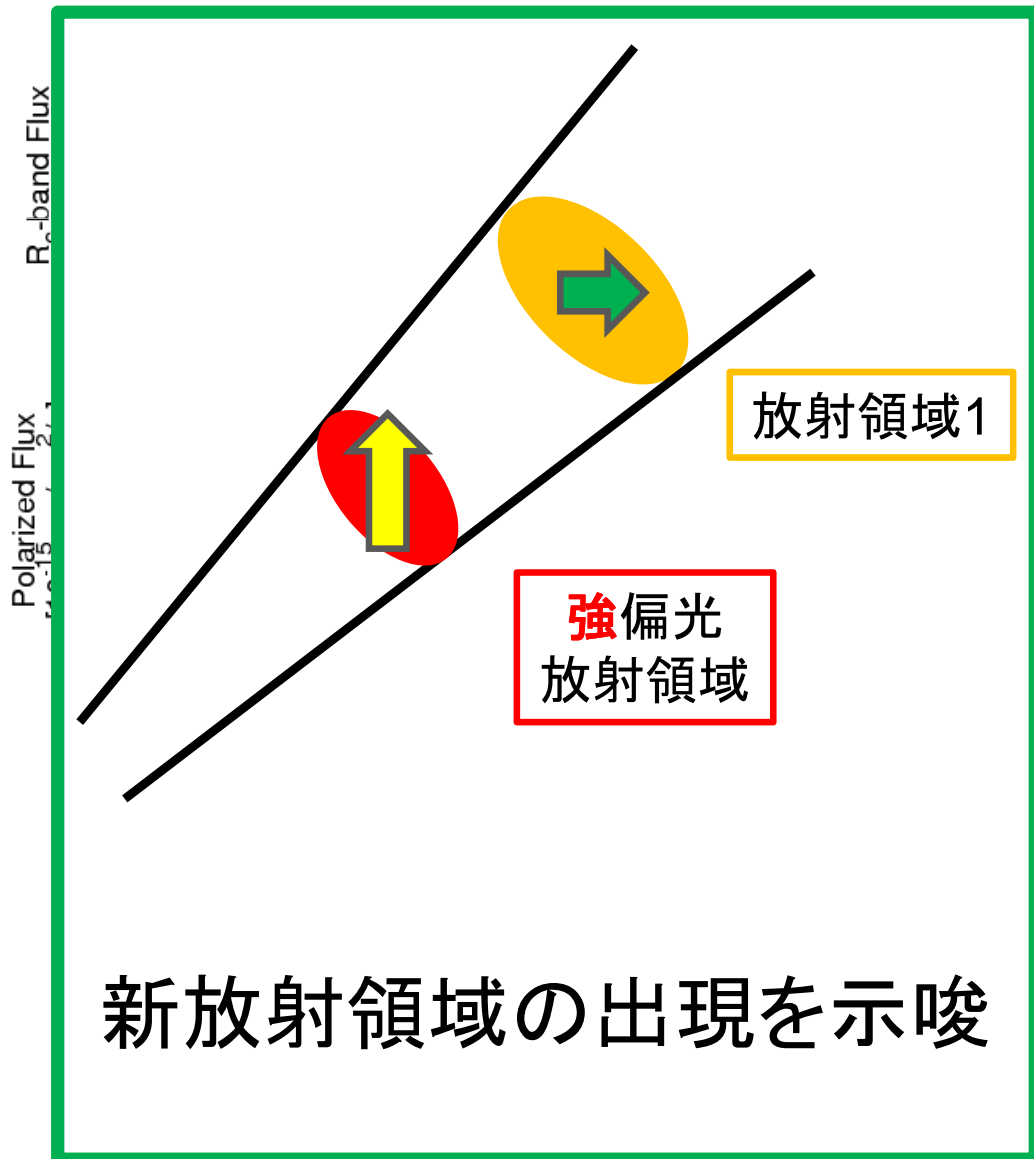
MJD 56197
(偏光度のみが上昇)
僅かに青い傾向





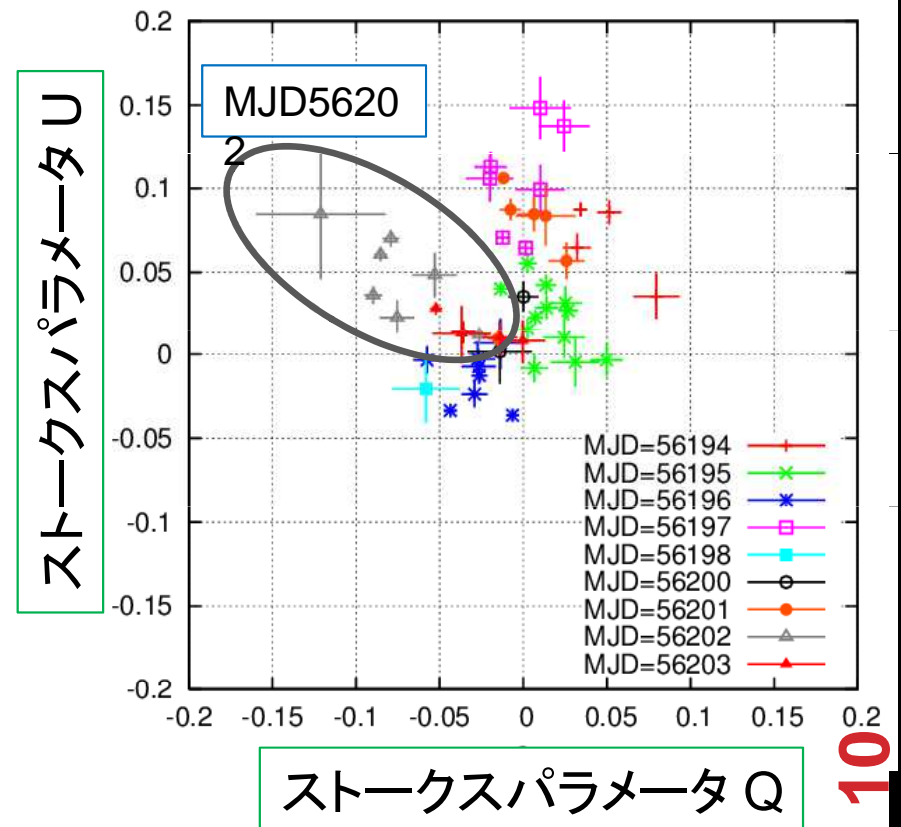
偏光度-相関フレア (MJD 56202)

MJD 56202



総光度と偏光度が同期して変動
短時間変動で捉えた例は少数

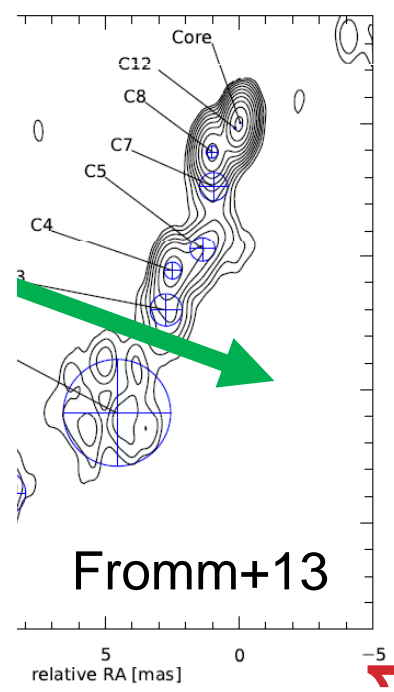
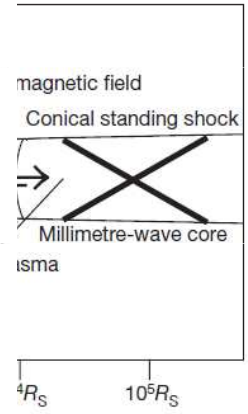
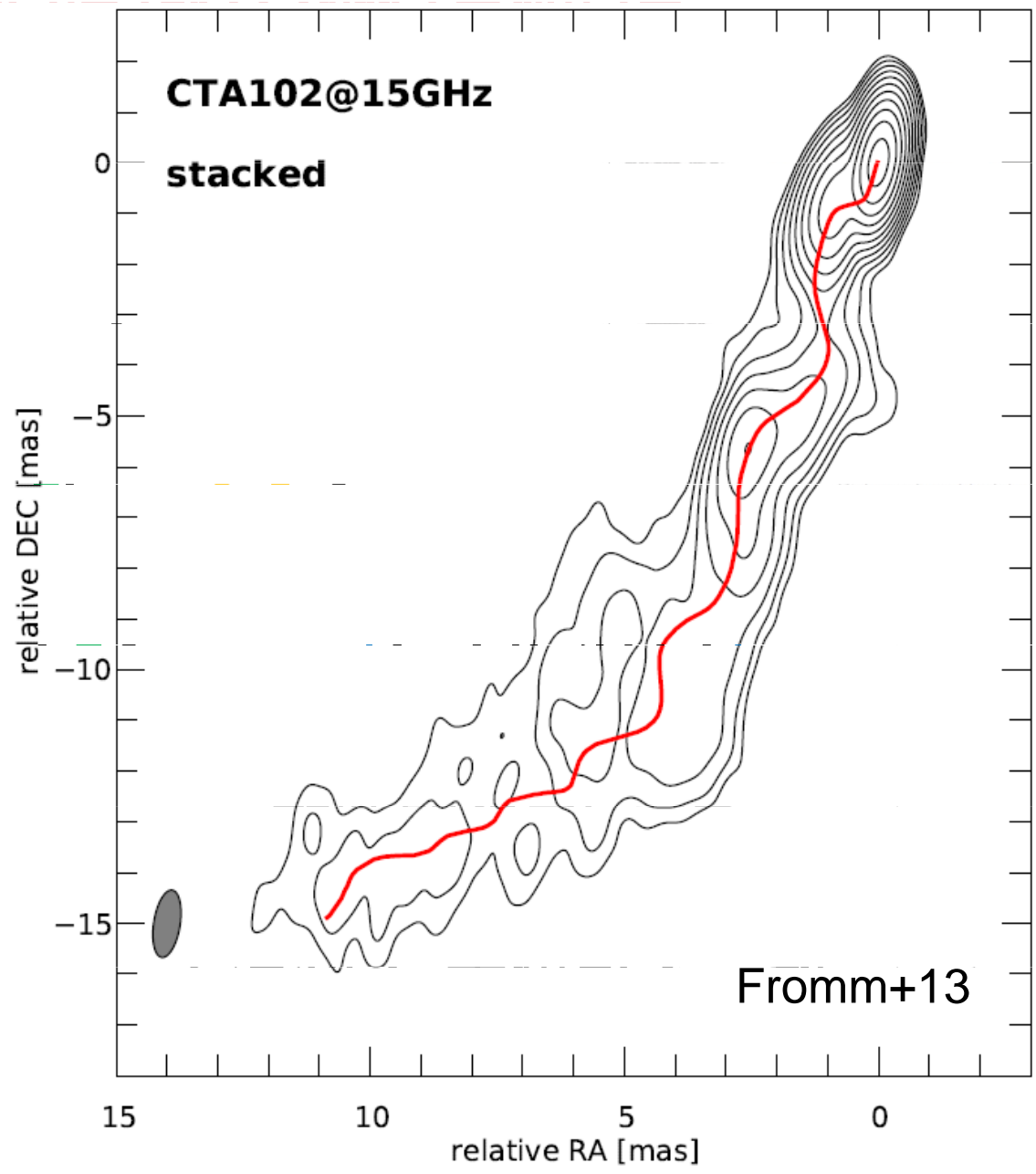
偏光変動 (ストークス平面)





放射線天文学の未来

偏光方位角





CTA 102まとめ

CTA 102のアウトバーストを多波長観測

- 明瞭な可視光度・偏光度の数時変動を検出
- 光度-偏光度がよく相関したフレア
→磁場の良く揃った非常に小さい領域($R \sim 10^{15}$ cm)
新放射領域が出現していることを示唆
- ジェット中で放射領域がらせん構造を持つ?

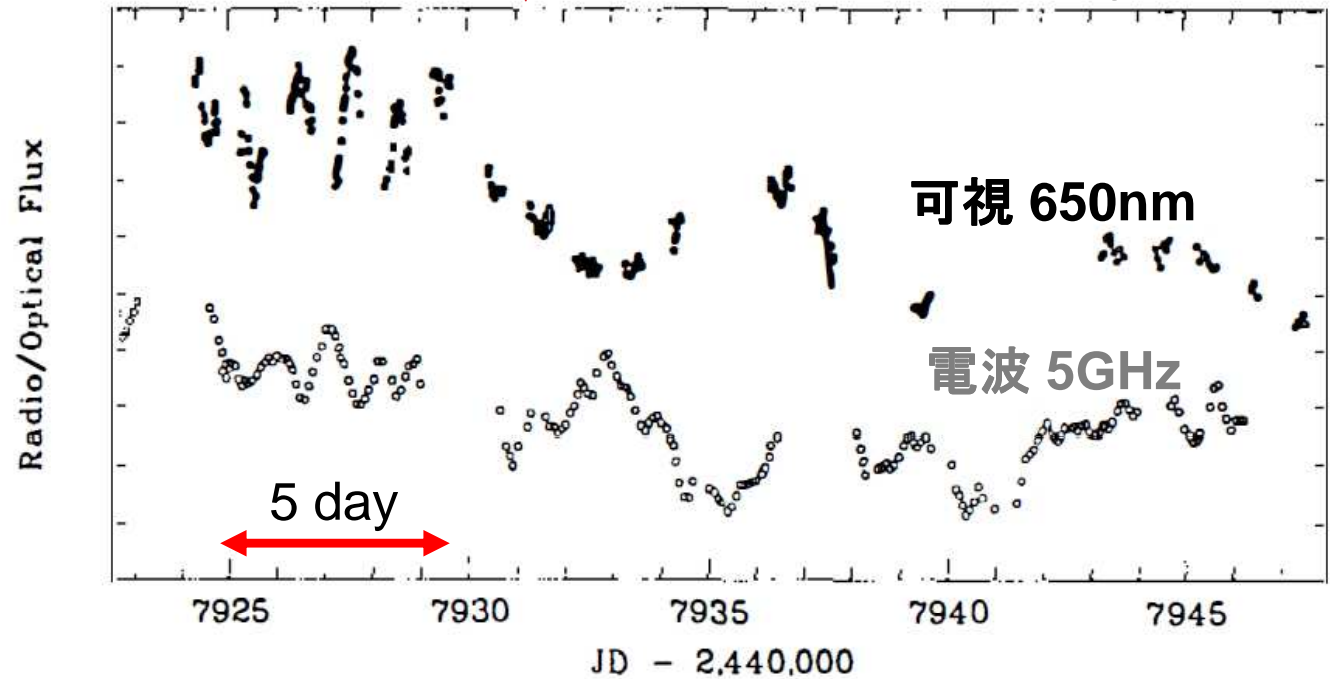


今後と展望

光赤外+VLBI+多波長連携

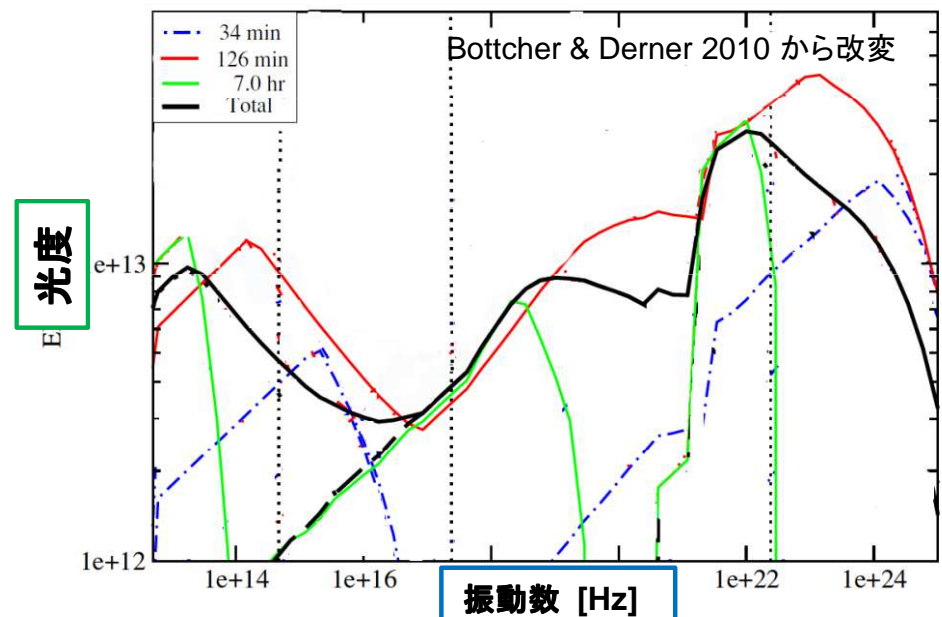
Wagner+95

粒子加速時間(~hour)
での多波長観測による
加速メカニズム解明



+VLBIによる解像

ジェットの幾何構造に直接
制限を与えられる点で魅力的



2014/9/13

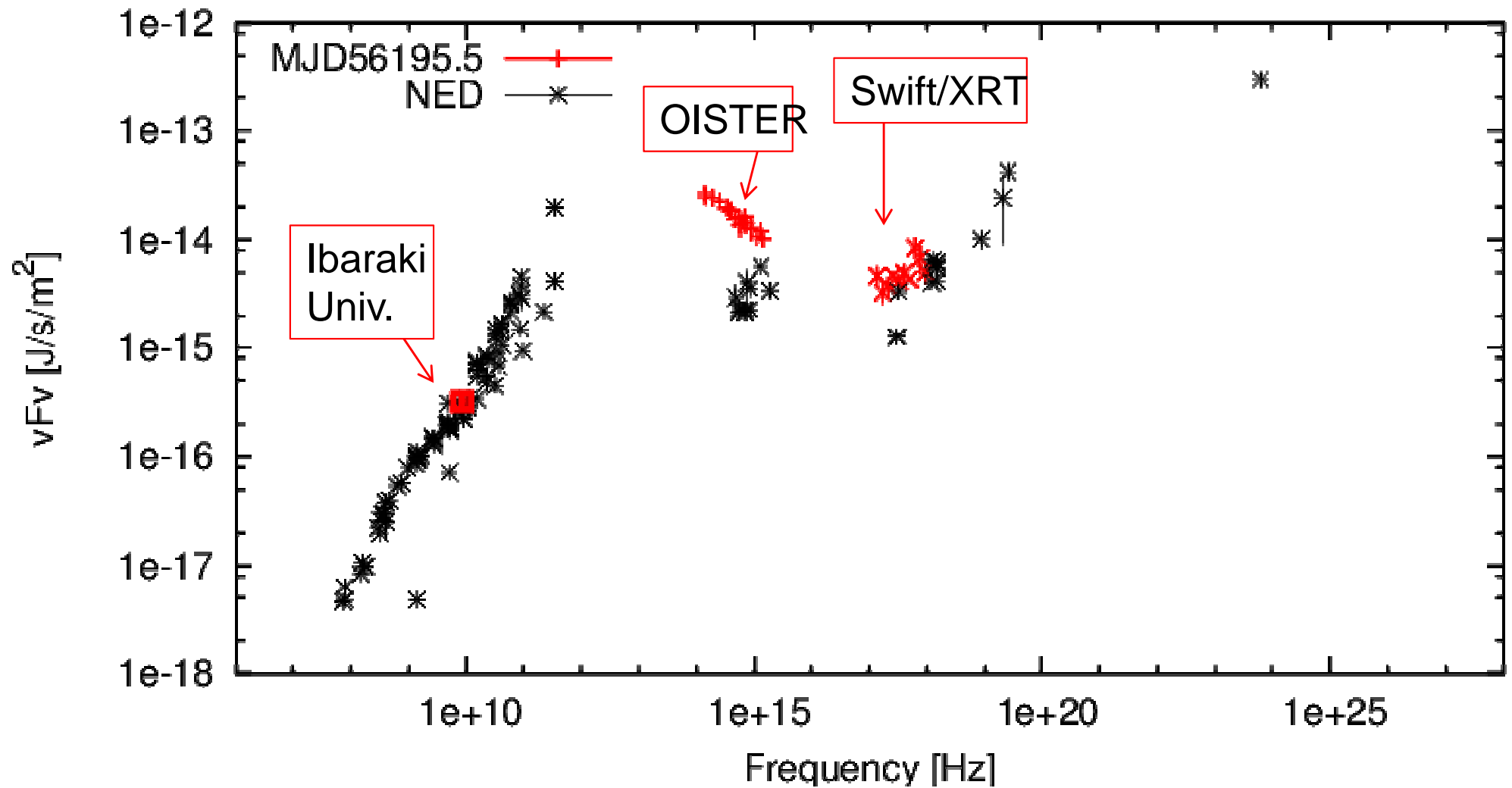
天文学会秋季年会2014



BACK UP

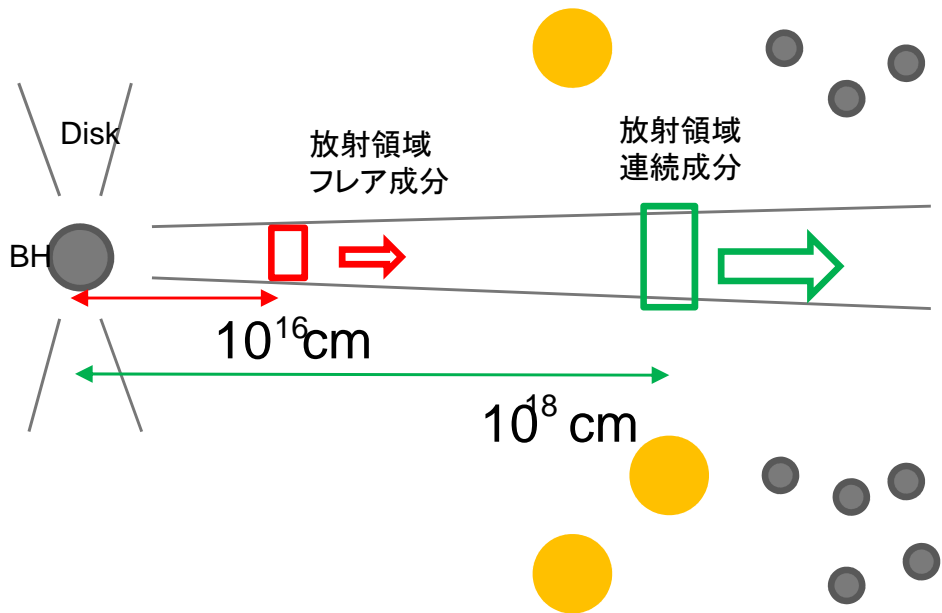


MW SED OF CTA 102





DISCUSSION



長期変動成分

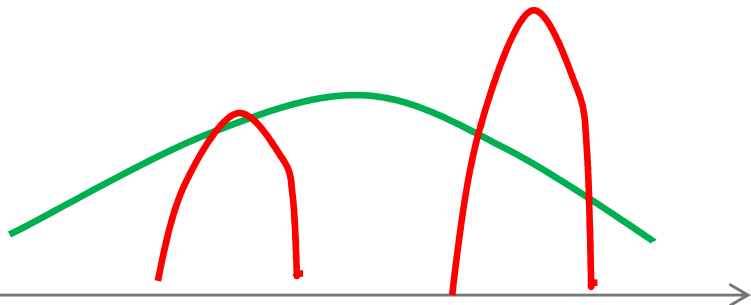
$\Delta t \sim 2\text{-}3 \text{ 日}; R \sim 5 \times 10^{17} \text{ cm}$

フレア成分

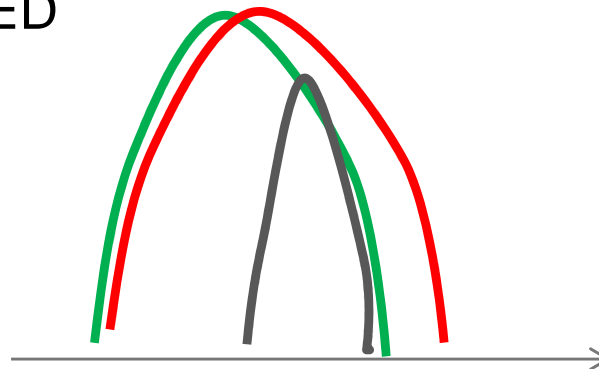
$\Delta t \sim 3 \text{ 時間}; R \sim 3 \times 10^{15} \text{ cm}$

フレア成分の偏光度:
PD ~ 50 [%]

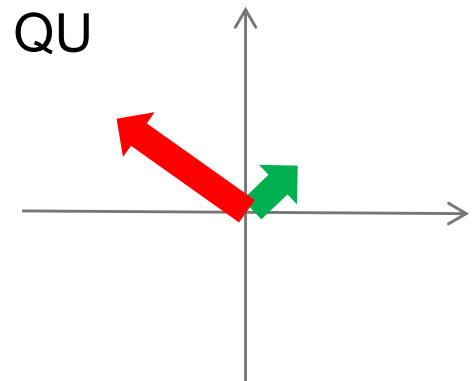
Light curve



SED



QU

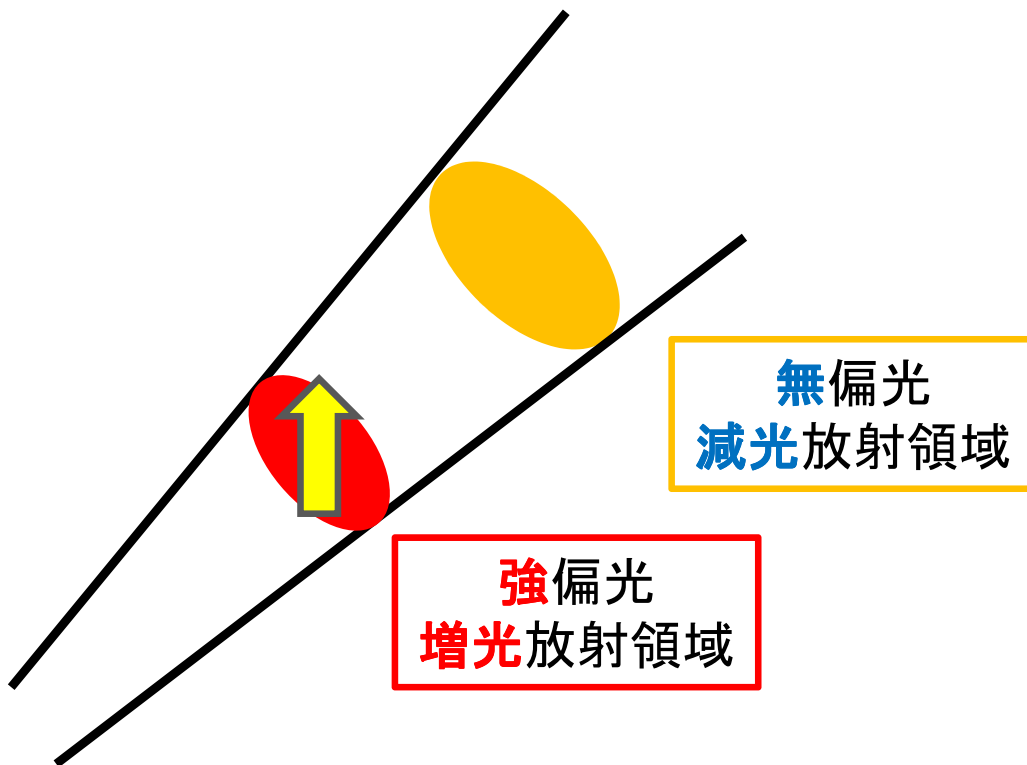




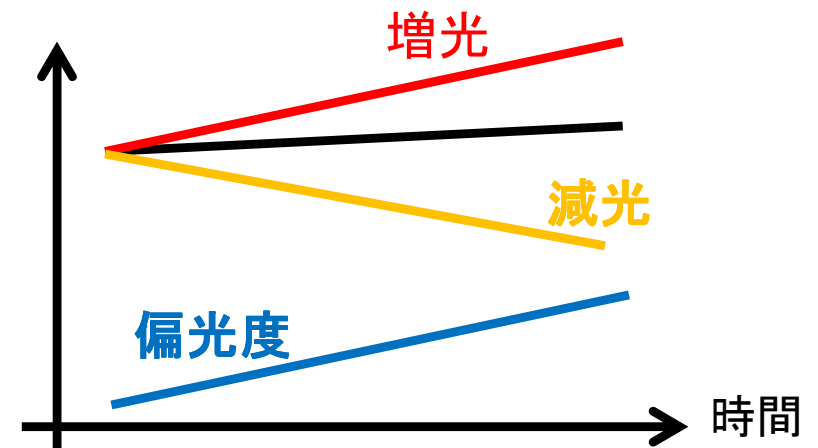
偏光度-無相関フレア

光度上昇幅: $\sim 0.2 \times 10^{-11} \text{ erg cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$
偏光フラックス上昇幅: $\sim 0.2 \times 10^{-11} \text{ erg cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$

100%偏光成分の出現? 理論的に破綻



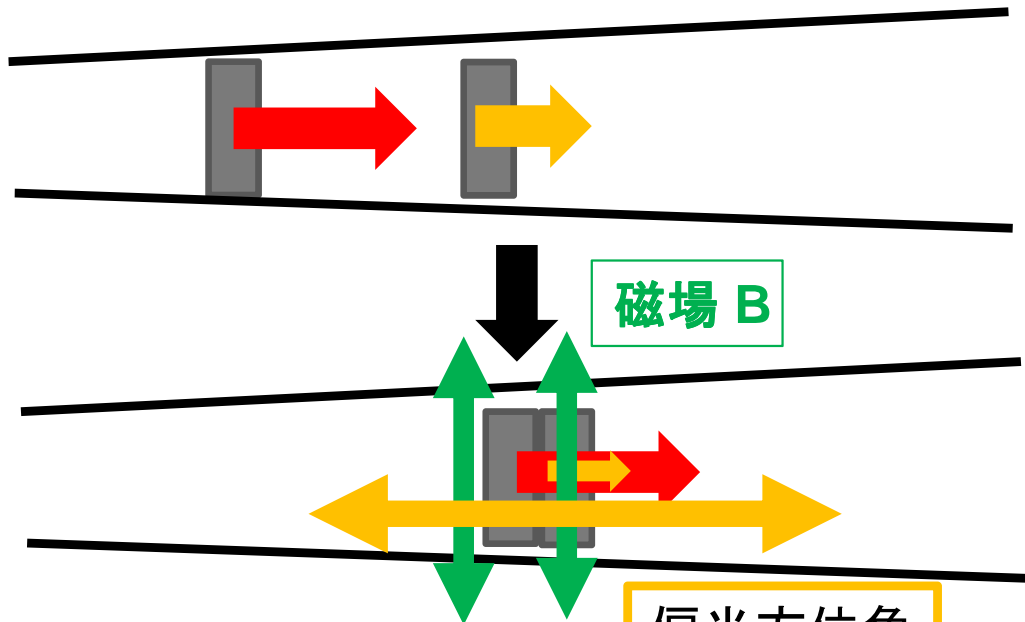
同変動タイムスケール、
同変動振幅の減光成分の
出現を仮定すると説明可



さらなる理論研究が必要



SHOCK-IN-JET モデル



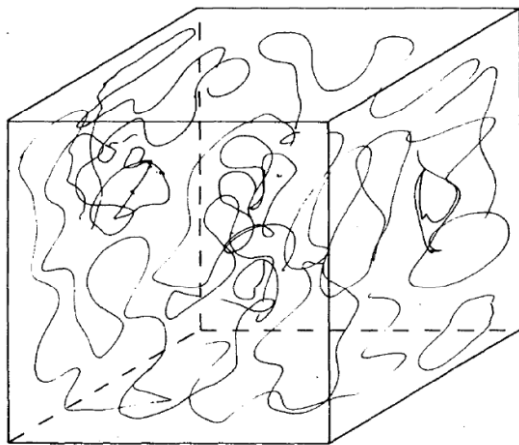
速いブロックと遅いブロックが
ジェット内で衝突 → 衝撃波形成

ショックにより磁場が圧縮
→ 一様ランダム磁場

↓
2次平面に揃った磁場へ

↓
偏光度上昇

偏光は
ショック面に垂直に



(a)

Before Compression

Jaing. 1980



(b)

After Compression