

2013/03/21

2013年春季天文学会 高密度星J16a

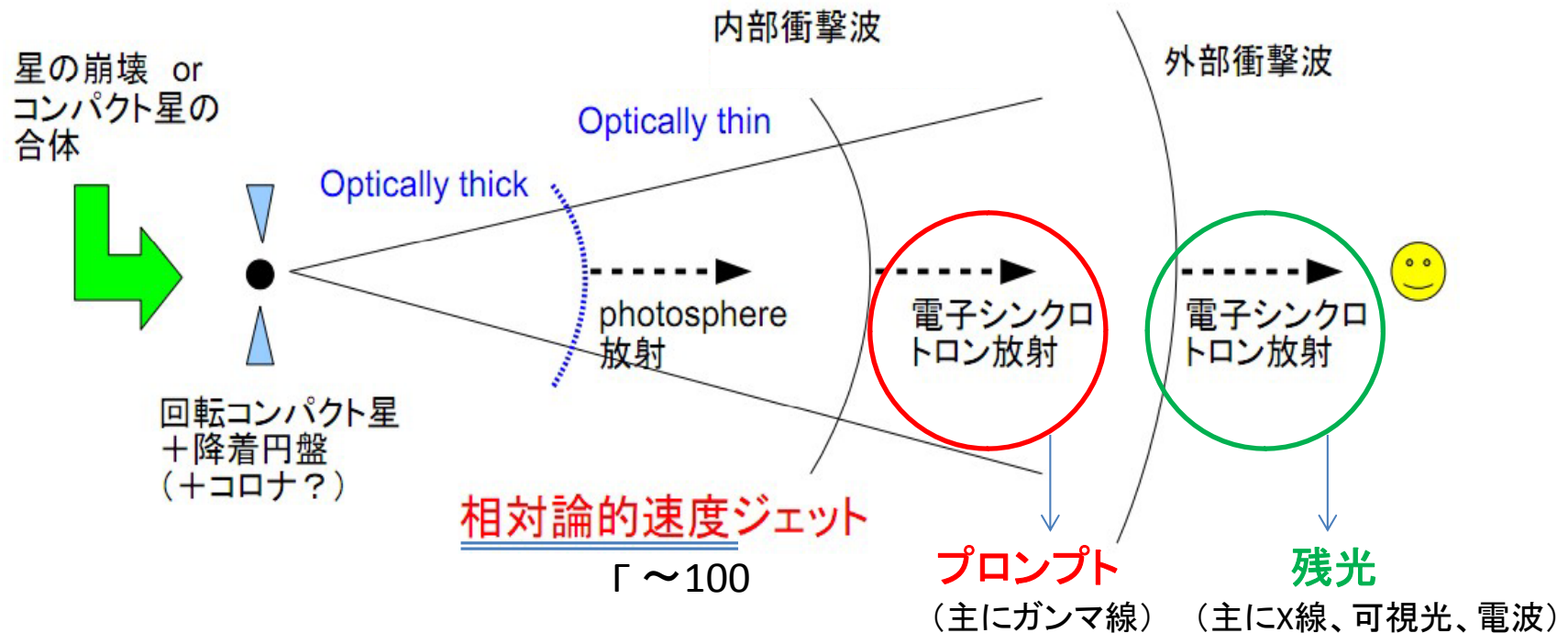
GRB初期残光の偏光観測

高木勝俊(広島大学M1)

共同研究者

川端弘治、上原岳士(広島大学)、當真賢二(大阪大学)、
伊藤亮介、森谷友由希、小松智之、吉田道利(広島大学)、
笹田真人、山中雅之(京都大学)、山崎了(青山学院大学)、
ほかかなた望遠鏡チーム

狙い: GRB残光の偏光メカニズムと磁場



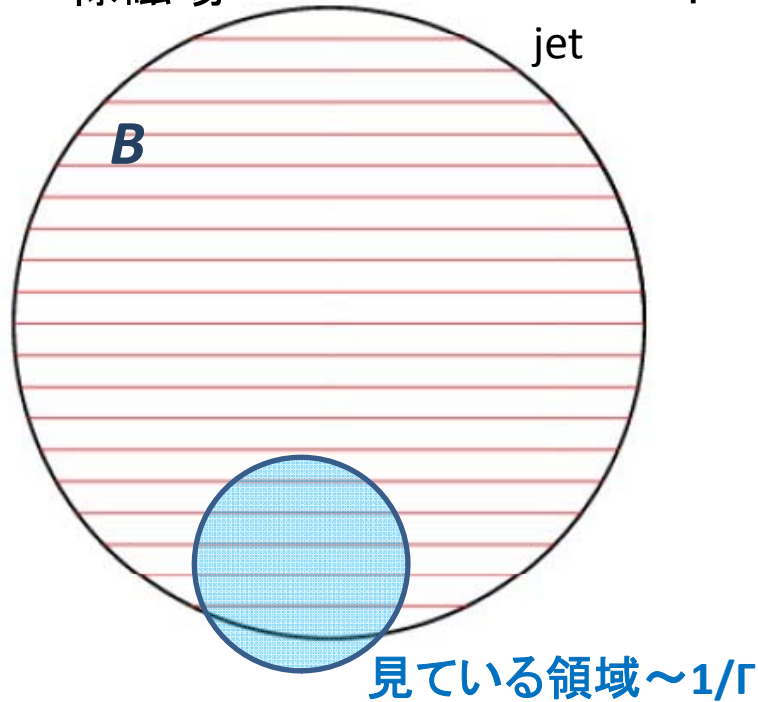
GRB偏光観測の重要性

放射メカニズム: **シンクロトロン放射**
 → ある程度偏光していることが期待
 → 磁場構造や幾何構造を推定
 これまでの観測例はほんの数例のみ

X線やガンマ線での偏光観測は難しい
 ↓
 可視光での偏光測定が重要!

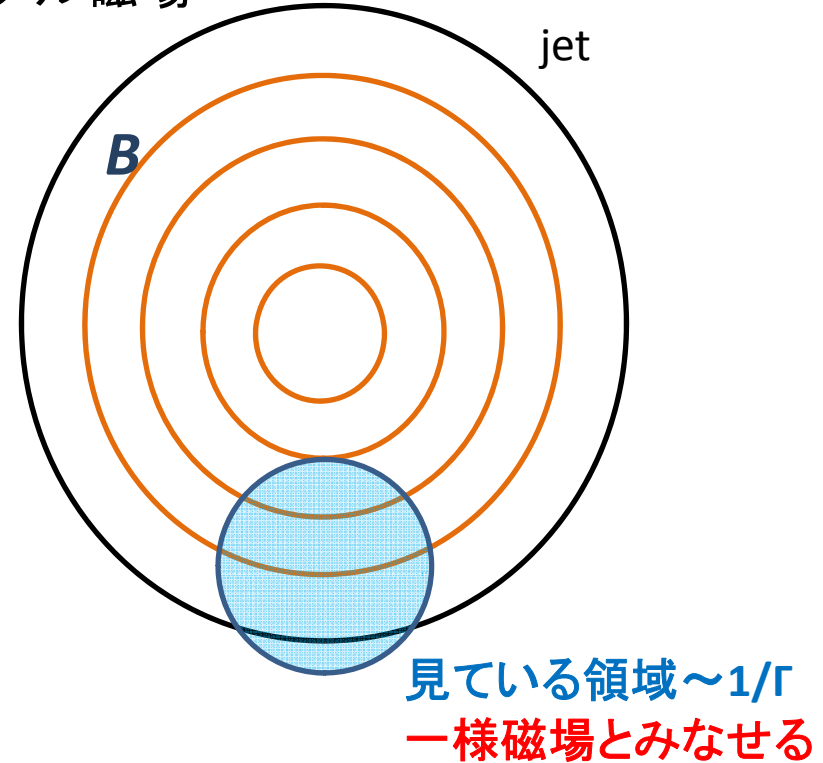
GRB偏光の基本的な考え方(一様な磁場)

一様磁場



- ・偏光度は最大で70%
- ・時間変化はない

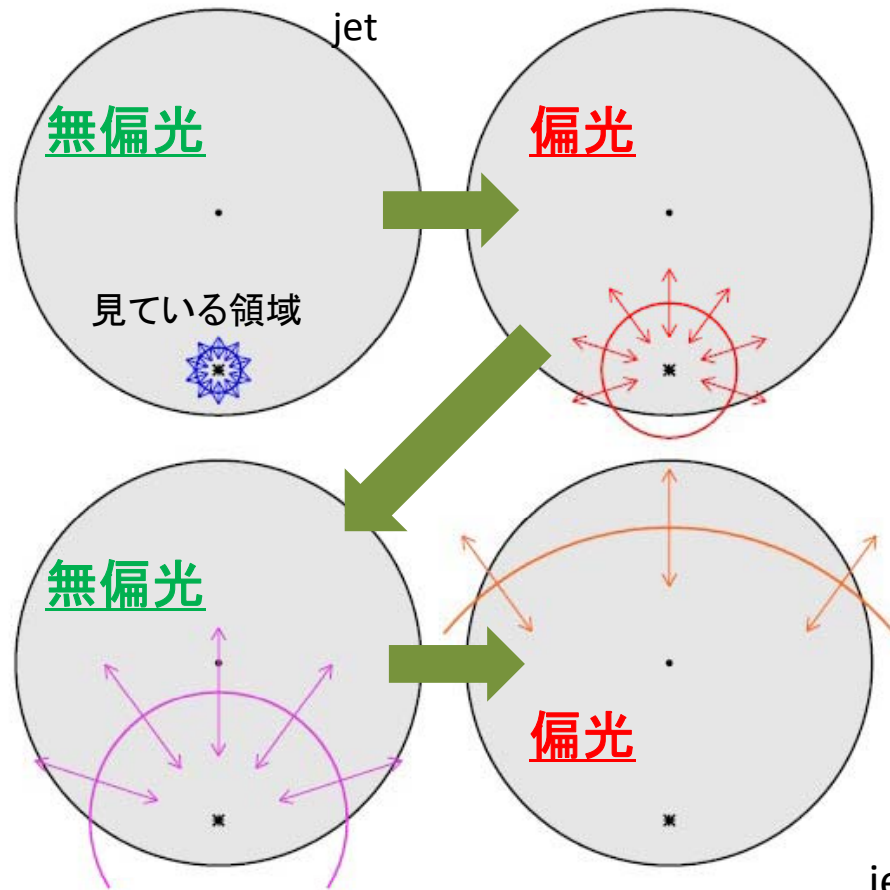
トロイダル磁場



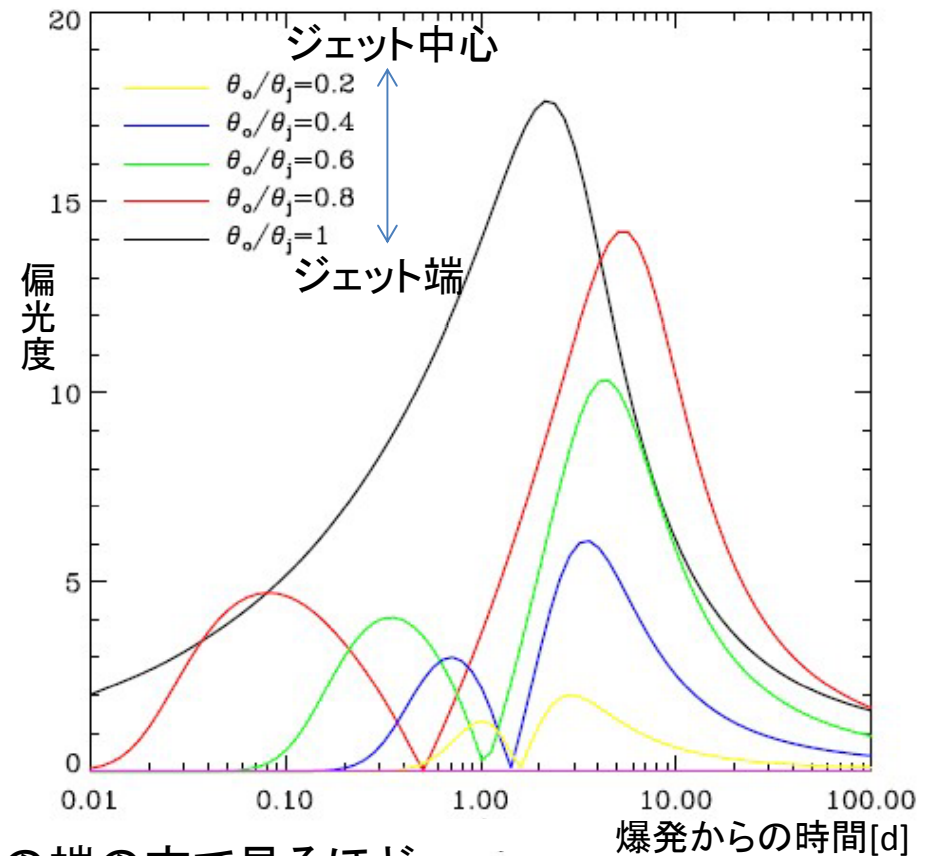
- ・局所的に見る偏光度は最大70%
- ・時間とともに偏光度は小さくなる

有力な偏光モデル

ランダム磁場の圧縮 + 視線からわずかに反れたジェットの見込み効果
 (Sari +99 ; Rossi +04 ; Granot +99 など)

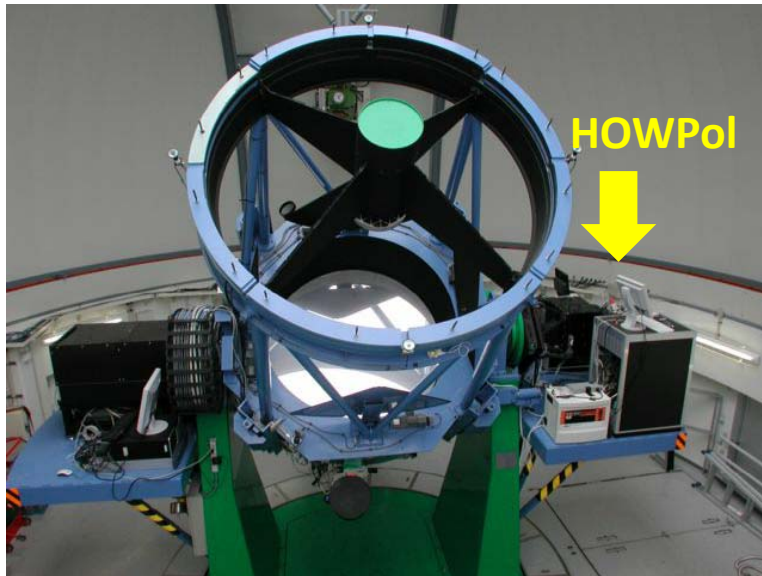


jet break (at ~ 1 day)に伴って(?)
 偏光がゼロになる瞬間がある



jetの端の方で見るほど
 ・偏光ゼロになる時間が早い
 ・前後での偏光の振幅が大きい

かなた望遠鏡 + HOWPoI



かなた望遠鏡

- ・有効口径 1.5m
- ・視野15分角
- ・大学から車で20分程度
- ・晴天率 ~5割
- ・駆動速度 ~5度/s

この大きさでは**世界最高水準**

HOWPoI

(Hiroshima One-shot Wide-field Polarimeter)

通常2or4回の露出が必要な偏光観測が

HOWPoIなら**1回の露出で偏光観測できる** → **時間分解能が高い**
= **GRB偏光観測の大きな強み**

※ただしナスミス焦点に取り付けられているので器械偏光が生じる

→ キャリブレーションは調査済

(高木2011年度卒論、小松2010年度修論、本年会V10b川端)

かなたでのGRB偏光観測

GRB自動観測システム

Swift - BAT のトリガーを受け取ると、即座にGRB偏光観測を開始する

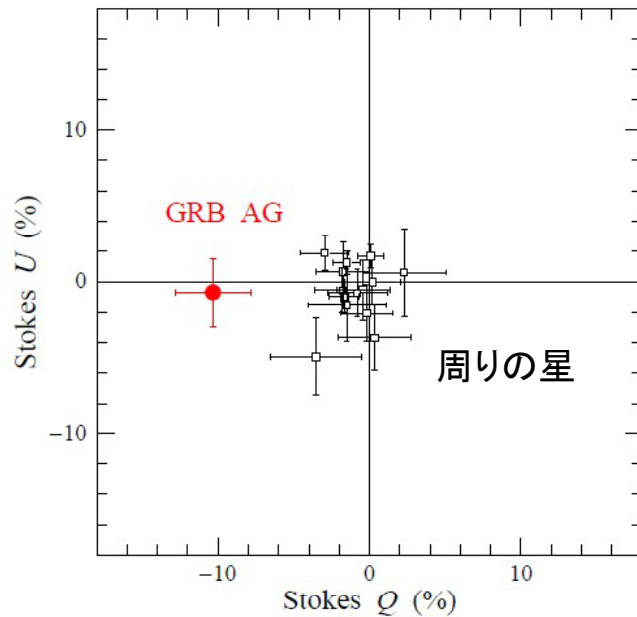
2009年以来35個のGRBに対して自動観測開始
そのうち3個のGRBで有意な偏光観測に成功

ID	Exposure time since BAT trigger [s]	Publication
GRB 091208B	149 ~ 1286	Uehara +12, ApJL
GRB 111228A	163 ~ 19979	GCN 12787
GRB 121011A	92 ~ 5241	

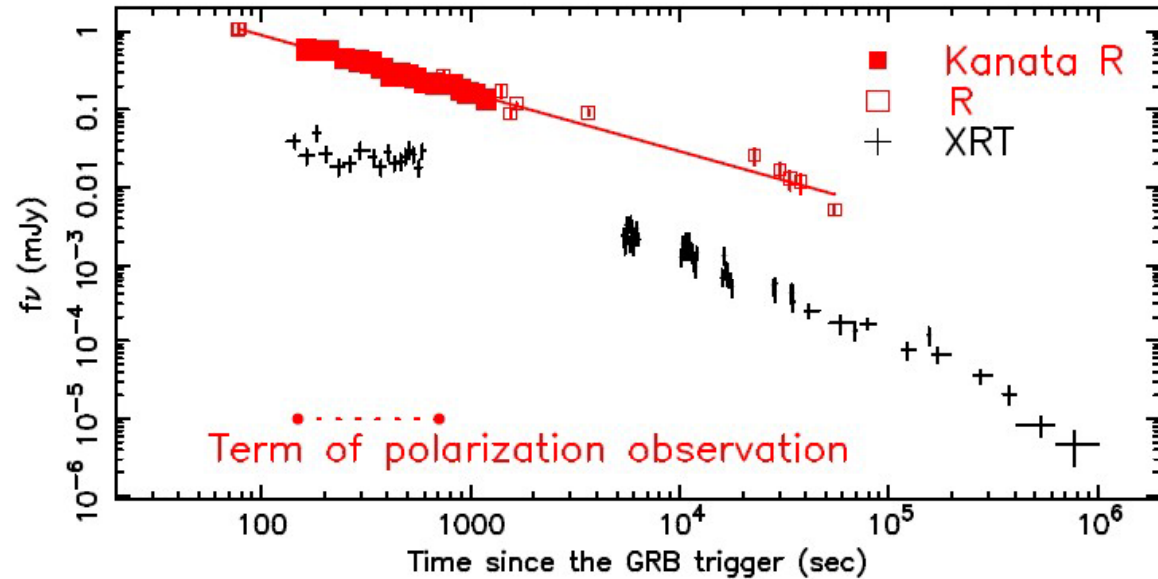
GRB 091208B (かなたでの1例目)

$z = 1.063$
 $t = 149-706s$
 $P = 10.4 \pm 2.5\%$

GRBと比較星のQUプロット



器械偏光 : $\Delta P \sim 0.4\%$
 星間偏光 : $P < \sim 0.5\%$ (天の川銀河)



□ 標準的な残光での初期での初の偏光検出

□ 偏光を得た時間:

Forward shock シンクロトン放射の時期

□ 磁場の増幅機構

・標準的なプラスマスケールランダム磁場モデル否定

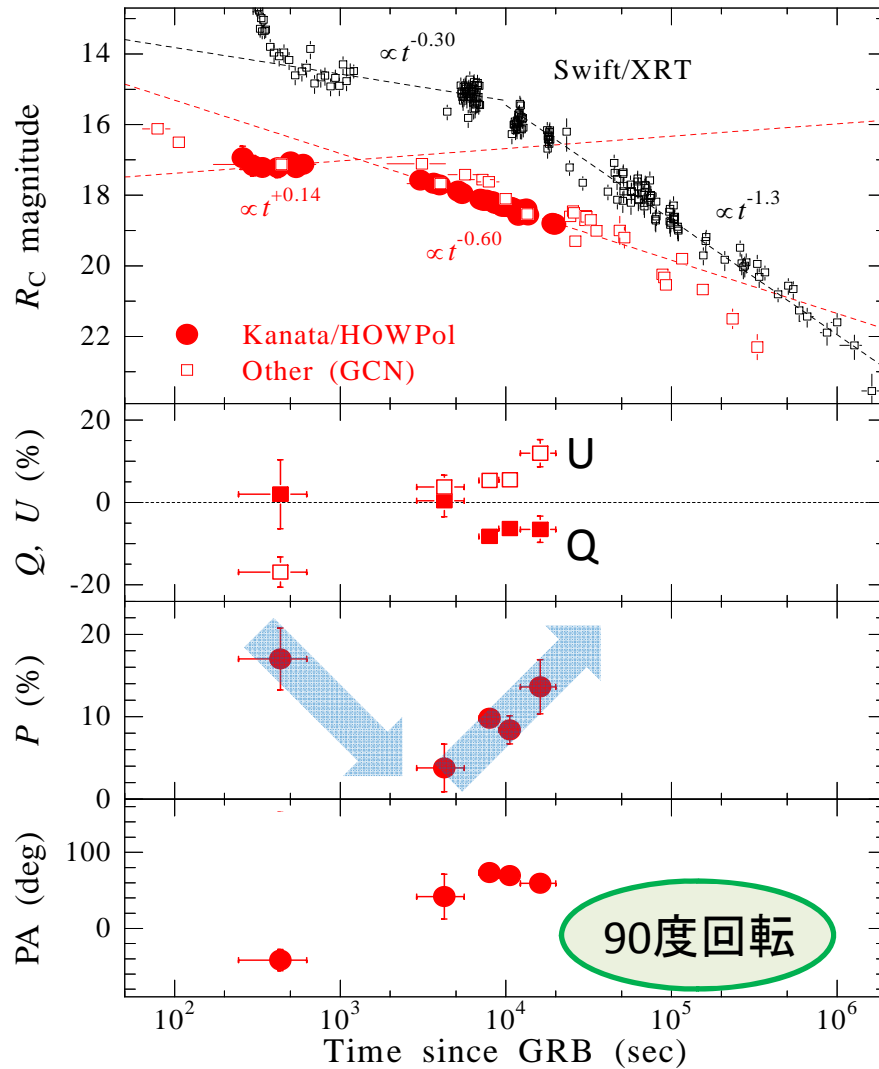
・磁気流体力学的な不安定性モデルを提案

Gruzinov & Waxman +99

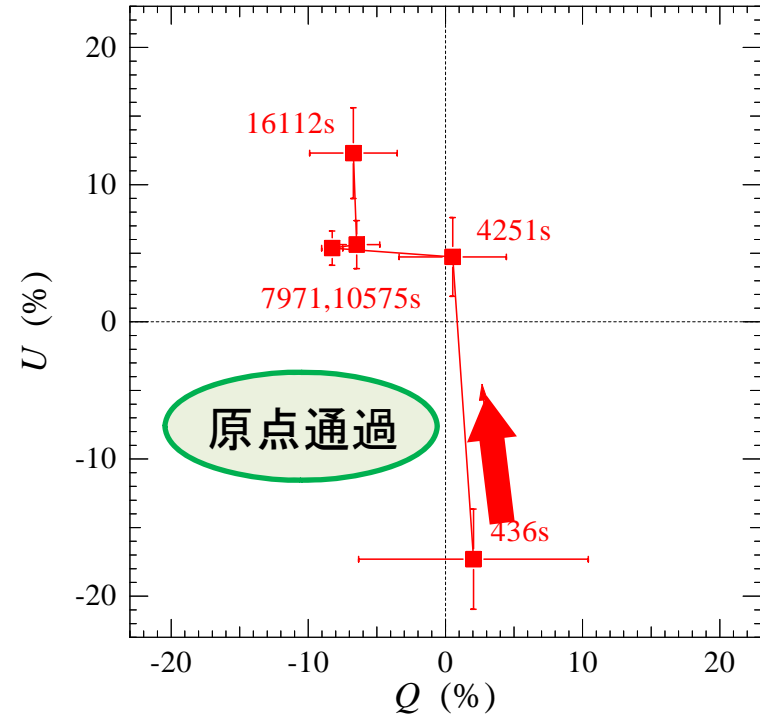
詳しい議論は ApJL Uehara +12 参照。

GRB 111228A (2例目)

早期の観測 & 偏光方位角の回転を検出！



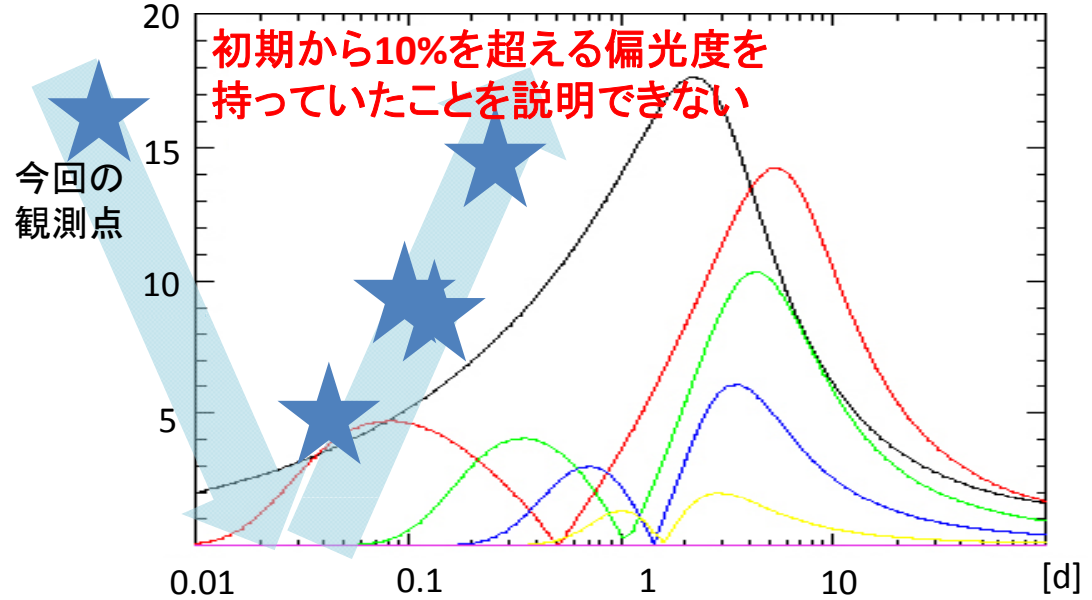
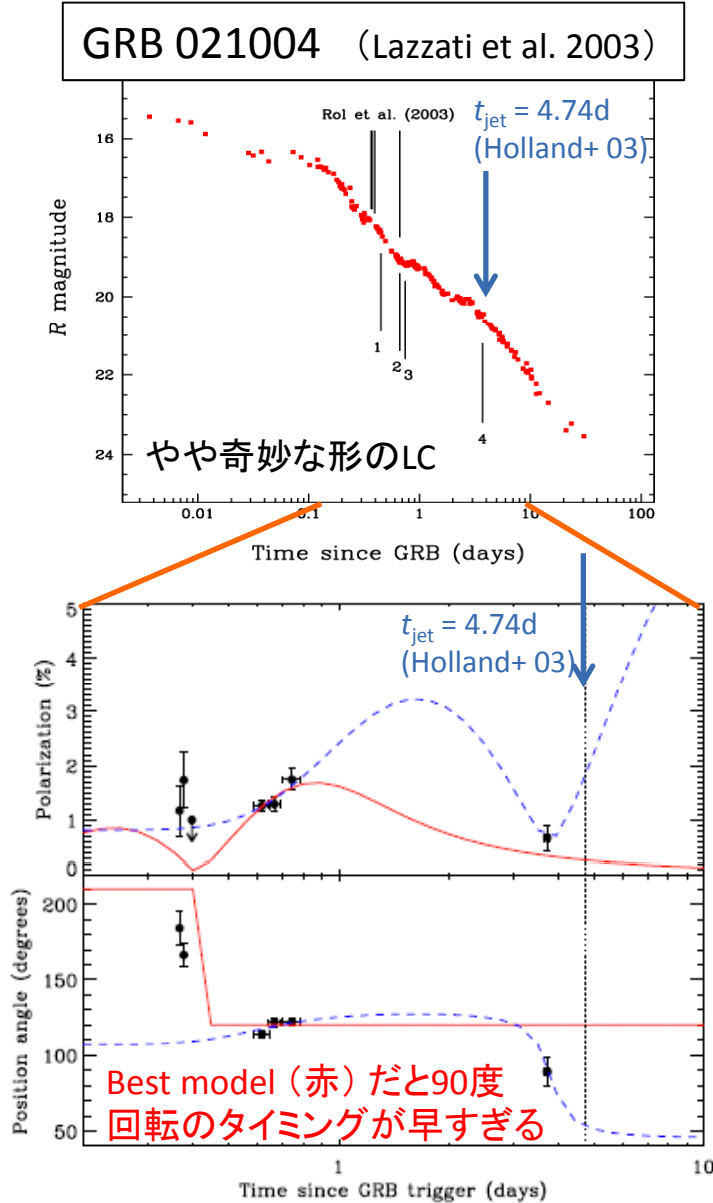
$z = 0.714$
 $t = 162-19979s$
 $P > 10\%$ at $\sim 600s$



星間偏光 : $P < 0.26\%$ (天の川銀河)

- ・ゆっくりとした減光
- ・初期から10%を超える大きな偏光度
- ・偏光方位角が90度回転

GRB 111228A 議論 (preliminary)

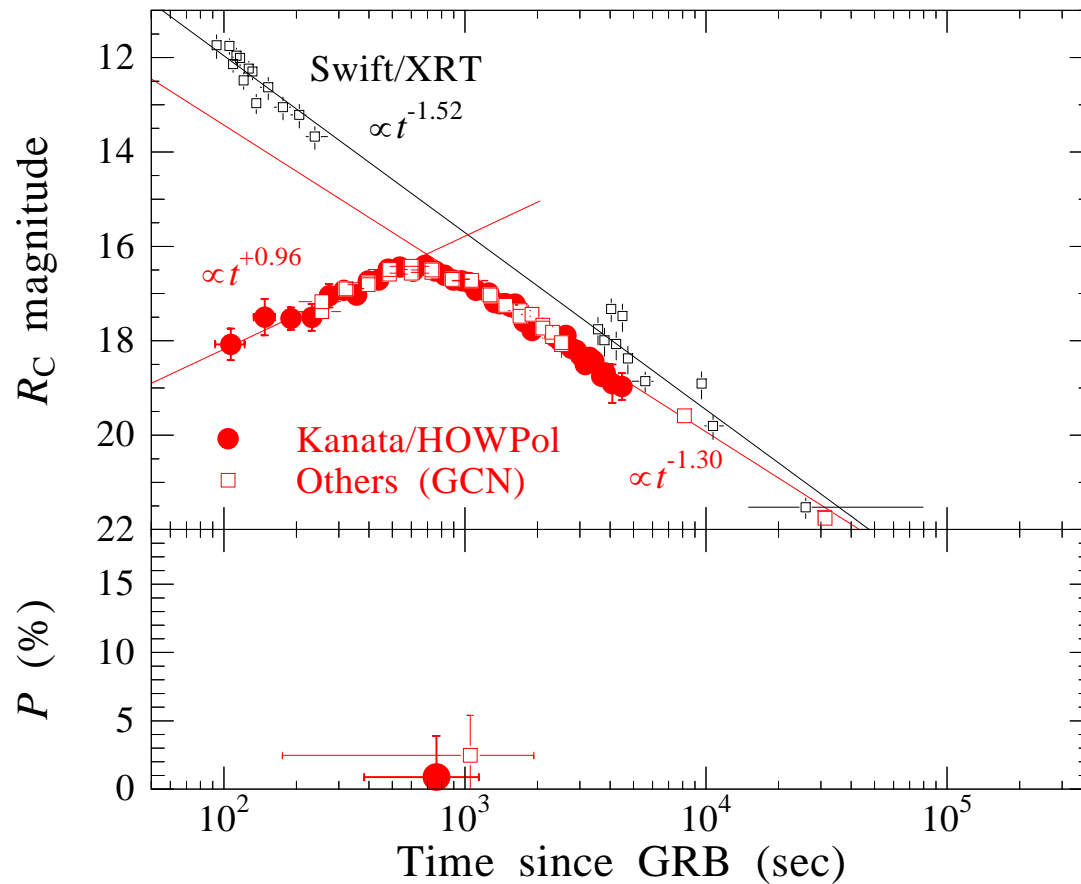


- ❑ GRB 021004での jet break は $t \sim 4.74d$ 。
しかし90度回転したのは $t \sim 0.5d$: 早すぎる
- ❑ 標準モデルでは説明しきれない
→ fire ball や ISM pol の非一様性？

- ❑ 今回のGRBで jet break は見れない。
90度回転したのは $t \sim 0.04d$ 。
- ❑ 初期に90度回転し、偏光振幅が大きいことは「jet の端側で見ている」ことを意味している？
- ❑ 磁気流体力学的なモデルだとどうか・・・？

GRB 121011A (3例目)

最も早く(92秒後から)観測できた！



$z =$ 不明

$t = 92-5241s$

$P < 4\%$ at $\sim 1000s$

- ・630sまで：増光 $\propto t^{0.96}$
630s以降：減光 $\propto t^{-1.3}$
- ・測定限界以下の偏光度 ($< 4\%$)
- ・初期の偏光度が小さい
ことは標準モデルと一致する
(決定打とはならない)

まとめ

かなた + HOWPol . . . GRBの偏光観測に特化

① GRB 091208B

$T_0+149s\sim$ 、PD $\sim 10\%$

② GRB 111228A

$T_0+163s\sim$ 、PD $> 10\%$ 、早い段階でのPA 90度回転

③ GRB 121011A

$T_0+92s\sim$ 、PD $< 4\%$

今後

より明るい残光の偏光検出

very long GRB の prompt放射成分の観測に期待