

# 広島大かなた望遠鏡の突発天体 観測と木曾サーベイの期待

---

川端弘治（広島大学宇宙科学センター）  
ほか、かなた望遠鏡チーム一同

# 研究テーマ

高エネルギー宇宙現象、および**突発・激動天体の継続的  
多波長・多モード観測に基づいた研究**の推進

1.5 m 可視・近赤外線望遠鏡「かなた」

+ ガンマ線観測衛星(フェルミ)

X線観測衛星(すざく, Astro-Hほか)

一過性の現象に対し、ガンマ線、X線と  
可視光・近赤外線の同時多モード観測  
を加えた、これまでに無い包括的な観測

～ガンマ線バースト、活動銀河核、超新星  
激変星、X線連星、前期主系列星

—ブラックホール、中性子星、白色矮星—



# 広島大学 東広島天文台



大学院生がほぼ毎晩通い、  
観測スタンバイ

# かなた望遠鏡と観測装置

## 第2ナスマス焦点

**高速分光器**：(京大・広大)  
 視野2.3分角□  
 波長分解能  $R = \lambda/\Delta\lambda =$   
 9-70(400-800nm)、  
 150(430-690nm)  
 1秒間に30フレームのレート  
 で可視分光観測を行える



## 第1ナスマス焦点

**HOWPol**：(広島大)  
 撮像：視野15分角Φ  
 偏光撮像：1露出型可能  
 広視野型：7分角□  
 狭視野型：1分×15分角  
 分光： $R \sim 400$ (400-1050nm)  
 ガンマ線バーストの初期残光  
 の偏光観測に最適化

## かなた望遠鏡

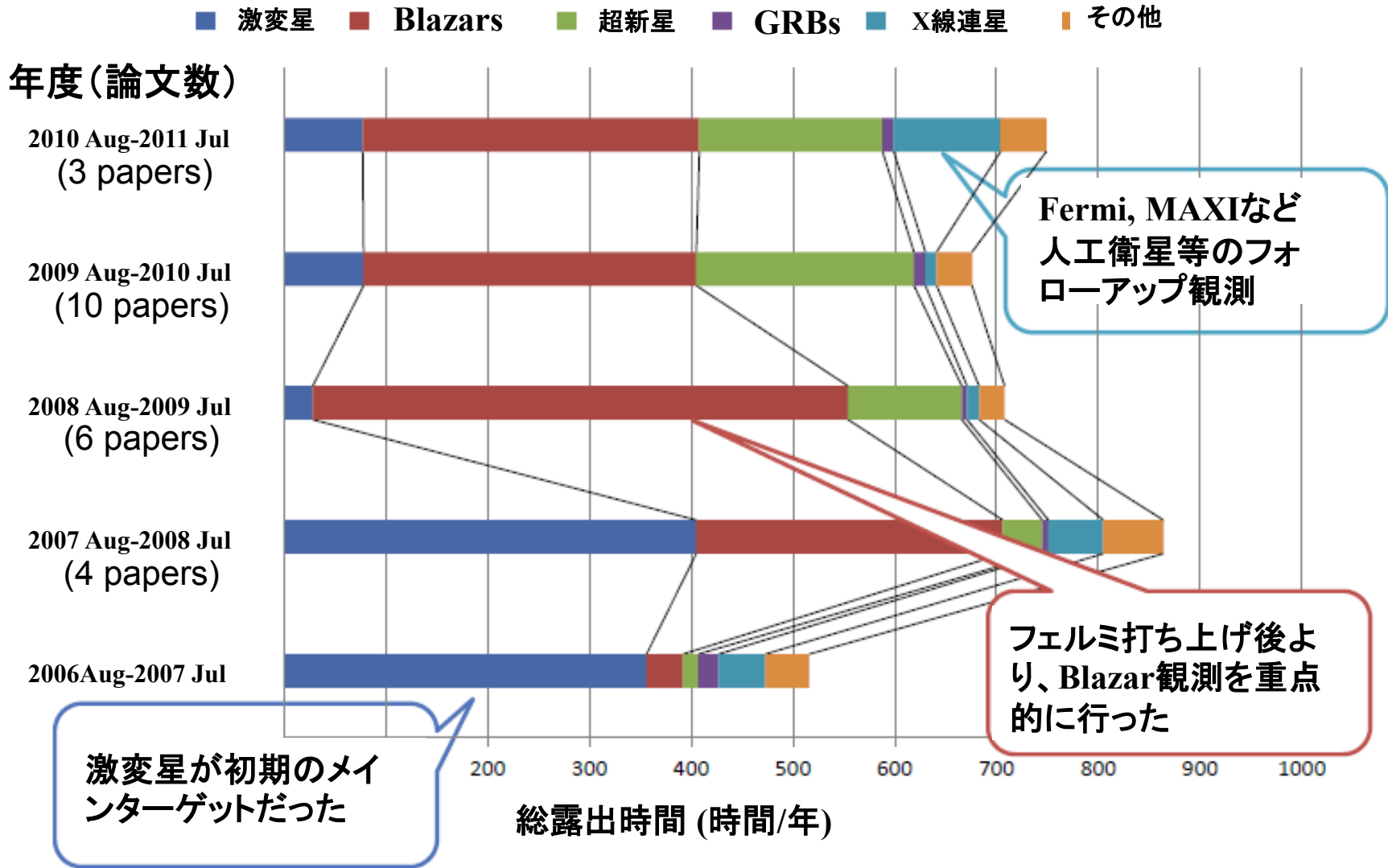
- 旧・赤外シミュレータ(NAOJ)
- 主鏡有効径：1.5m
- 1mクラスの望遠鏡としては破格  
の駆動速度(方位軸： $5^\circ$ /秒)
- 2006年秋より観測開始
- 5割近い観測率
- 8割型は広島大主導の観測(約  
1割は他大学等による観測)

## カセグレン焦点

**TRISPEC**：(名古屋大Z研; 渡辺ほか05)  
 可視赤外線3バンド同時撮像分光装置  
**HONIR**：(広島大・2011年?~)  
 可視赤外線3色同時カメラ

いずれも可視1バンド、近赤外2バンドの同時観測可  
 撮像：視野 7分角□(T) 10分角□(H)  
 分光： $R \sim 150, 150, 360$ (T) 未定(H)  
 偏光撮像、偏光分光モードも実装(3-4露出で測定)

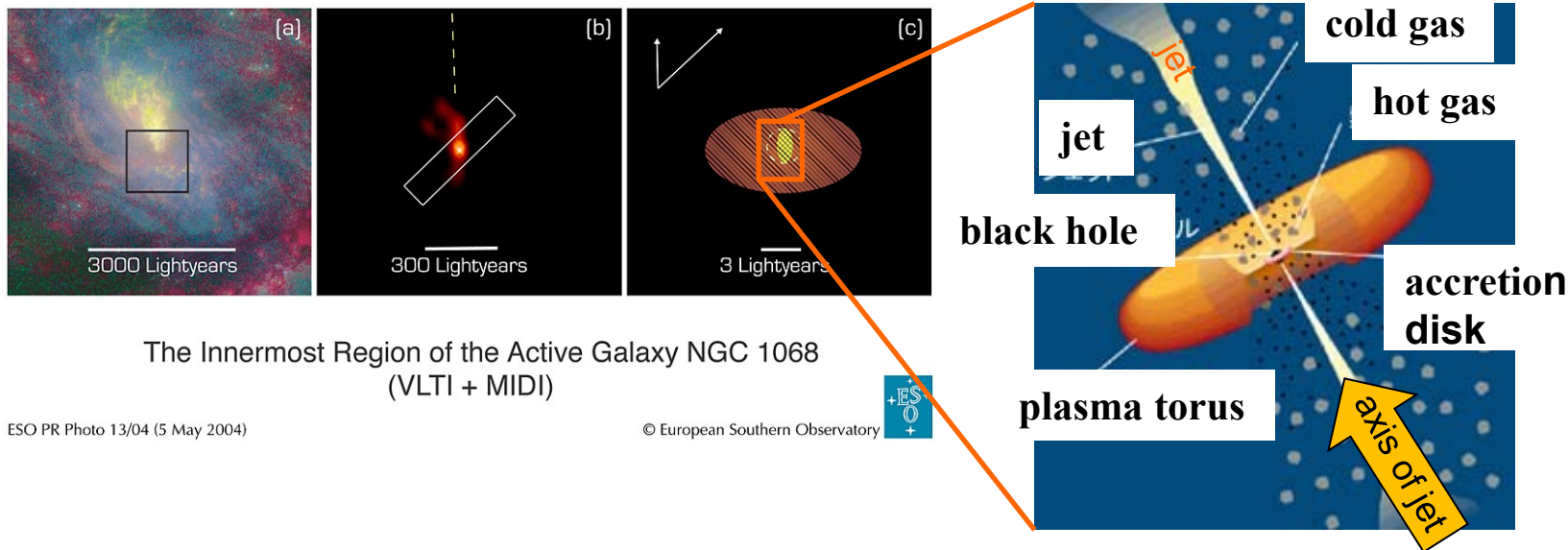
# Observed Target Category



# 突発天体観測 インデックス

- ブレーザー
- 超新星
- 古典新星
- マイクロクエーサー
- 矮新星

# ブレーザー: 見かけが最も明るい活動銀河核の一群



The Innermost Region of the Active Galaxy NGC 1068  
(VLT + MIDI)

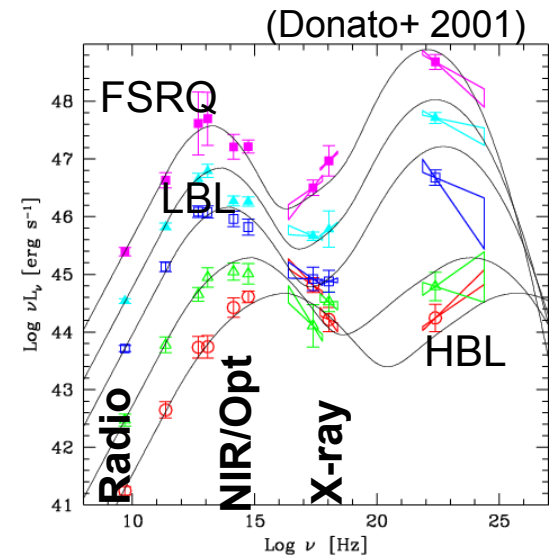
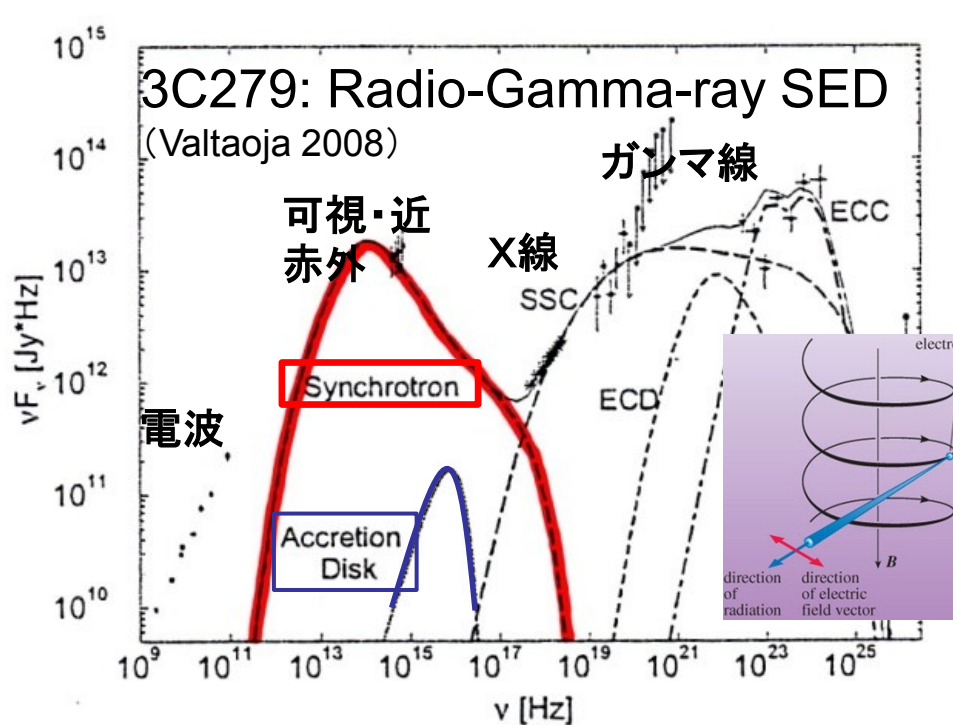
ESO PR Photo 13/04 (5 May 2004)

© European Southern Observatory

活動銀河核 (AGN) をそのジェットの方向から見ていると  
考えられている

→ 可視・近赤外線領域ではシンクロトロン放射が卓越

# SED と輻射メカニズム



ブレイザー・シーケンス  
 電波強度でグループ化されたブレイザーの平均SED (暗いものがより高いエネルギーまで光っている)

シンクロトロン放射 → 強い直線偏光を示すことが期待される

ブレイザーの偏光観測

→ 輻射領域の磁場構造・ジェットの数値学

過去の偏光観測は観測密度が少ない・単バンドのものが殆ど

カオス的な変動なのか、それとも連続した変動なのか区別がつかない

→ 多バンドで数日おきに半年以上追う



# かなた Blazar 観測キャンペーン

2008年より

可視近赤外3バンド同時観測装置 (TRISPEC) (+HOWP<sub>oI</sub>)

フェルミ・ガンマ線衛星との連携観測

42個のblazars (13 FSRQs, 8 LBLs, 9 IBLs, and 12 HBLs) が V, J, Ksバンドでモニター観測

過去に例が無いほどの観測密度・期間・バンド数のデータセットが得られた

Ikejiri et al. 2011, PASJ

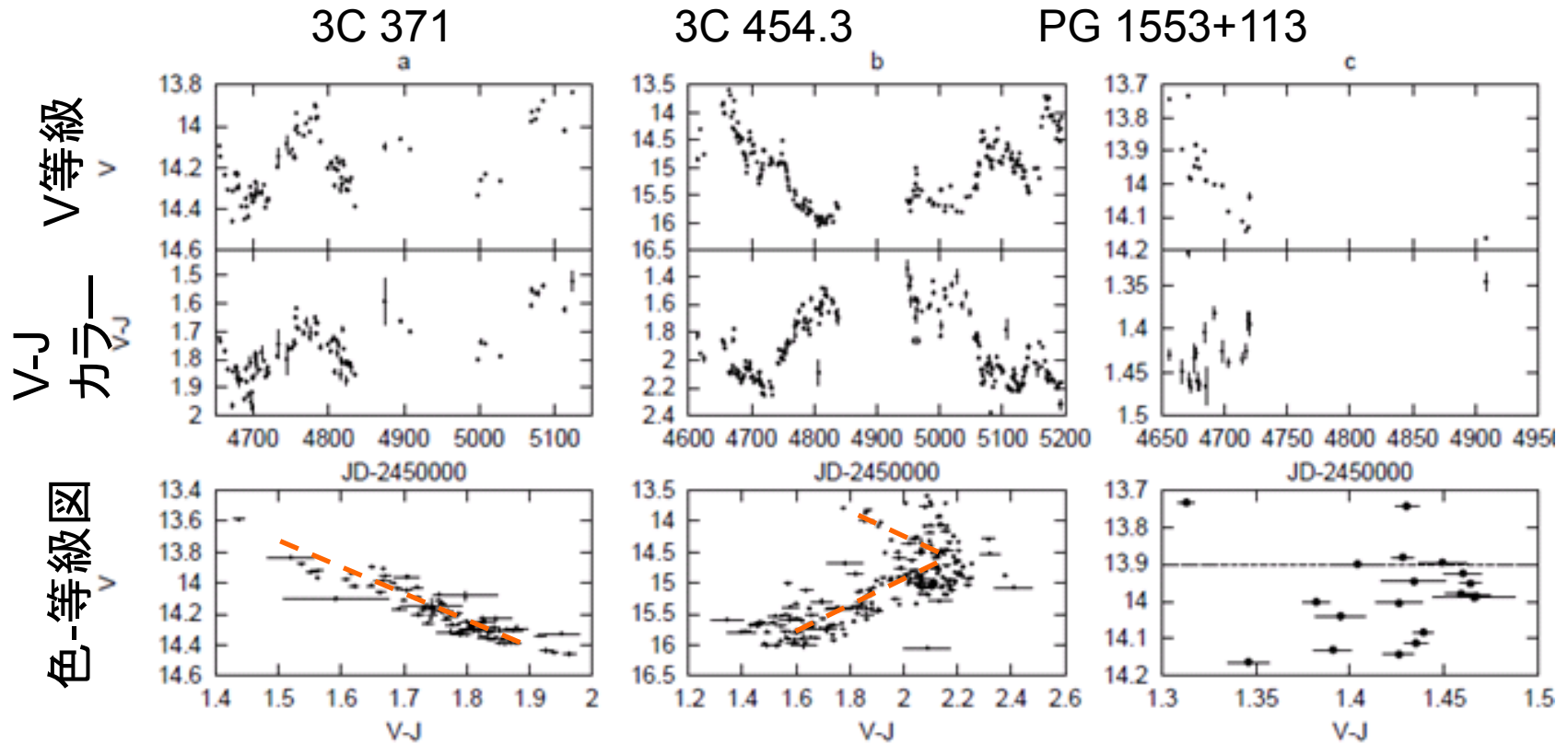
## Target Blazars

<u>PKS 0048</u>	<u>QSO 0324</u>	<u>PKS 0754</u>	<u>Mrk 421</u>	<u>3C279</u>	<u>H1722+119</u>	<u>BL Lac</u>
<u>S2 0109</u>	<u>1ES 0323</u>	<u>1ES 0806</u>	<u>RGB 1136</u>	<u>OQ 530</u>	<u>PKS 1749</u>	<u>1ES 2344</u>
<u>MisV1436</u>	<u>PKS 0422</u>	<u>OJ 49</u>	<u>ON 325</u>	<u>PKS 1502</u>	<u>S5 1803</u>	<u>3C454.3</u>
<u>PKS 0215</u>	<u>QSO 0454</u>	<u>OJ 287</u>	<u>ON 231</u>	<u>PKS 1510</u>	<u>3C371</u>	
<u>3C66A</u>	<u>1ES 0647</u>	<u>S4 0954</u>	<u>3C 273</u>	<u>PG 1553</u>	<u>1ES 1959</u>	
<u>AO 0235</u>	<u>S5 0716</u>	<u>3EG 1052</u>	<u>QSO1239</u>	<u>Mrk 501</u>	<u>PKS 2155</u>	

笹田真人(京都大PD)、池尻祐輝、先本清志(D3)、  
伊藤亮介(D2)、浦野剛志(M1)  
植村誠、深沢泰司、ほかs



# フラックス-色 相関



Ikejiri et al. 2010

観測全期に亘り 'Bluer when brighter' の傾向

明るい時期にのみ 'Bluer when brighter' が見られたもの (暗い時期は、熱いディスク成分が卓越)

# フラックス — 偏光 相関

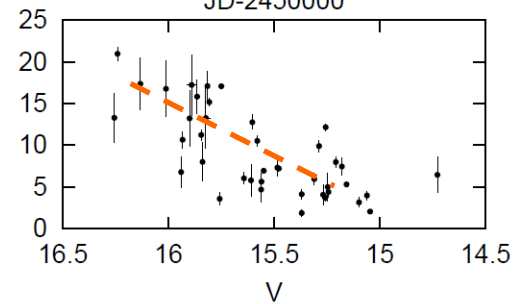
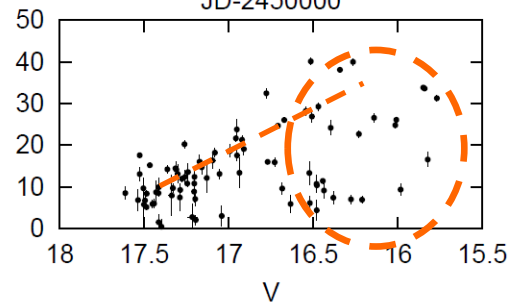
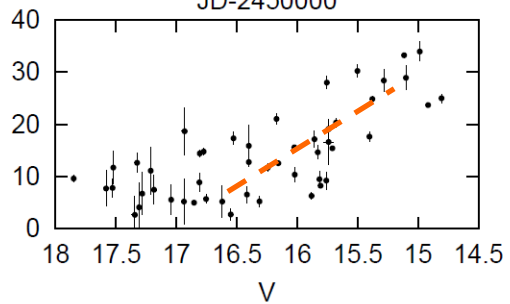
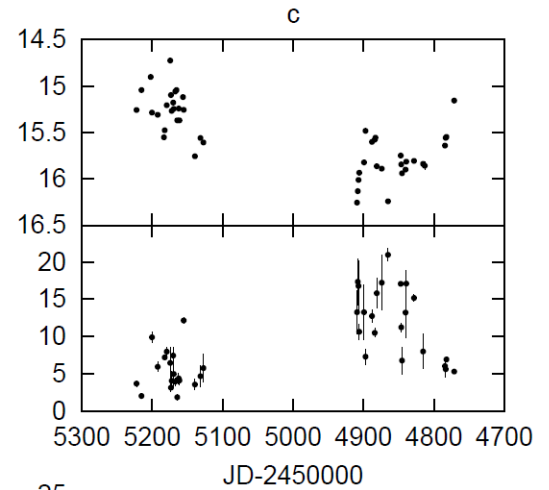
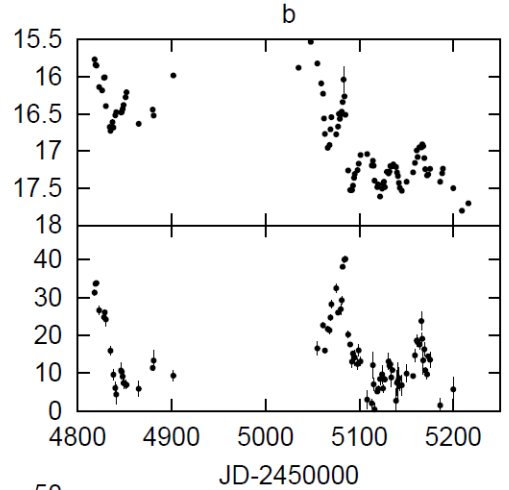
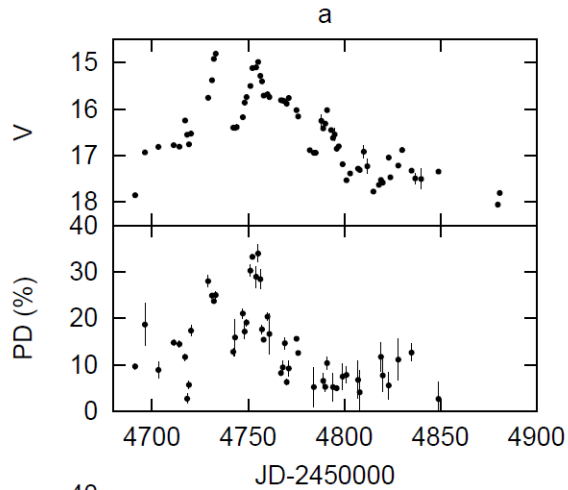
AO 0235+164

MisV1436

OJ 49

 フラックス  $\triangleright$ 

偏光度

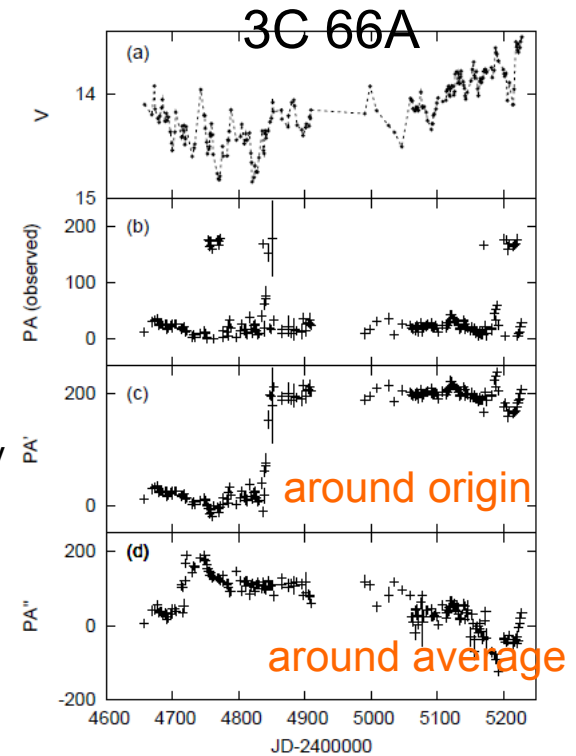
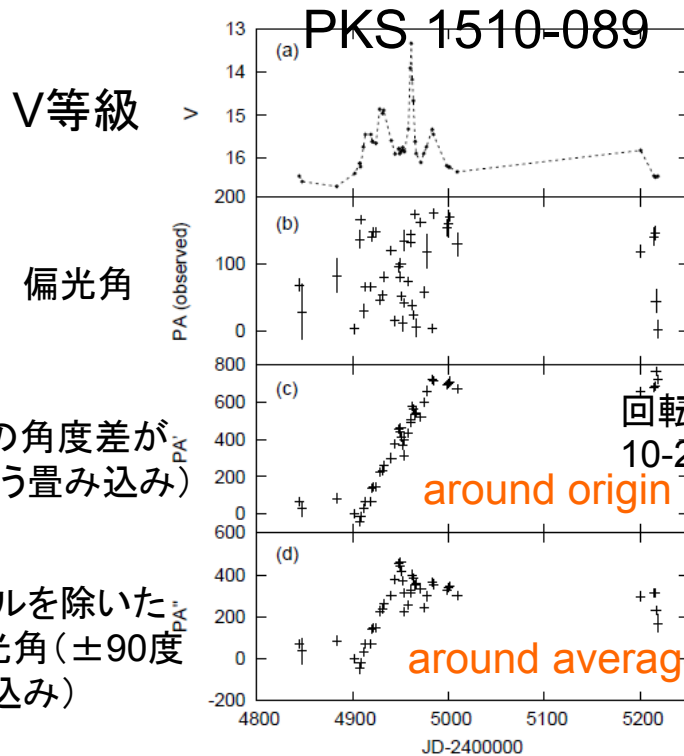
 偏光 —  
フラックス


正の相関

正の相関 + 別成分

負の相関

# 偏光ベクトルの連続回転



偏光角 (2点間の角度差が  $\pm 90^\circ$  になるよう畳み込み)

平均偏光ベクトルを除いた偏光成分の偏光角 ( $\pm 90^\circ$  になるよう畳み込み)

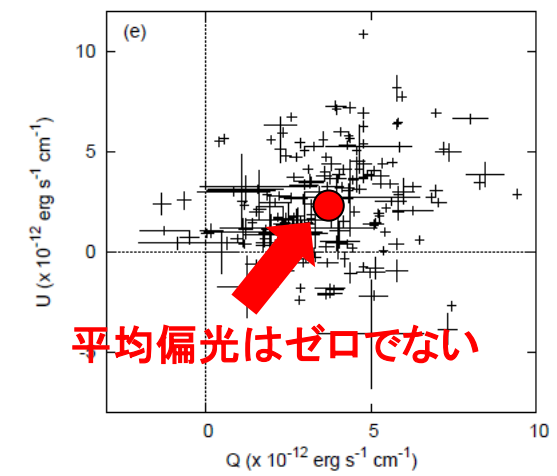
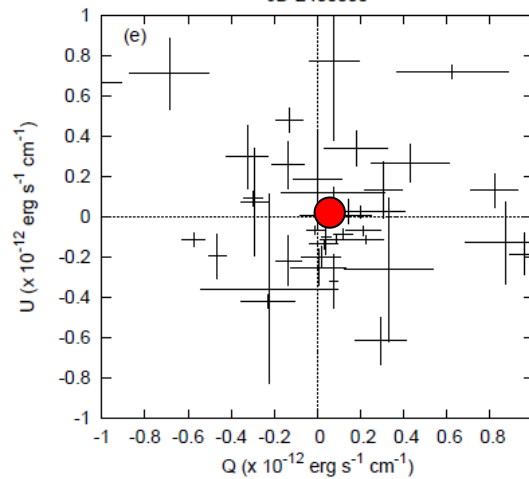
回転速度は  $10\text{-}20^\circ/\text{day}$

around origin

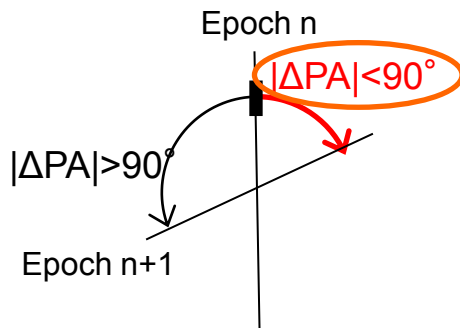
around average

around origin

around average

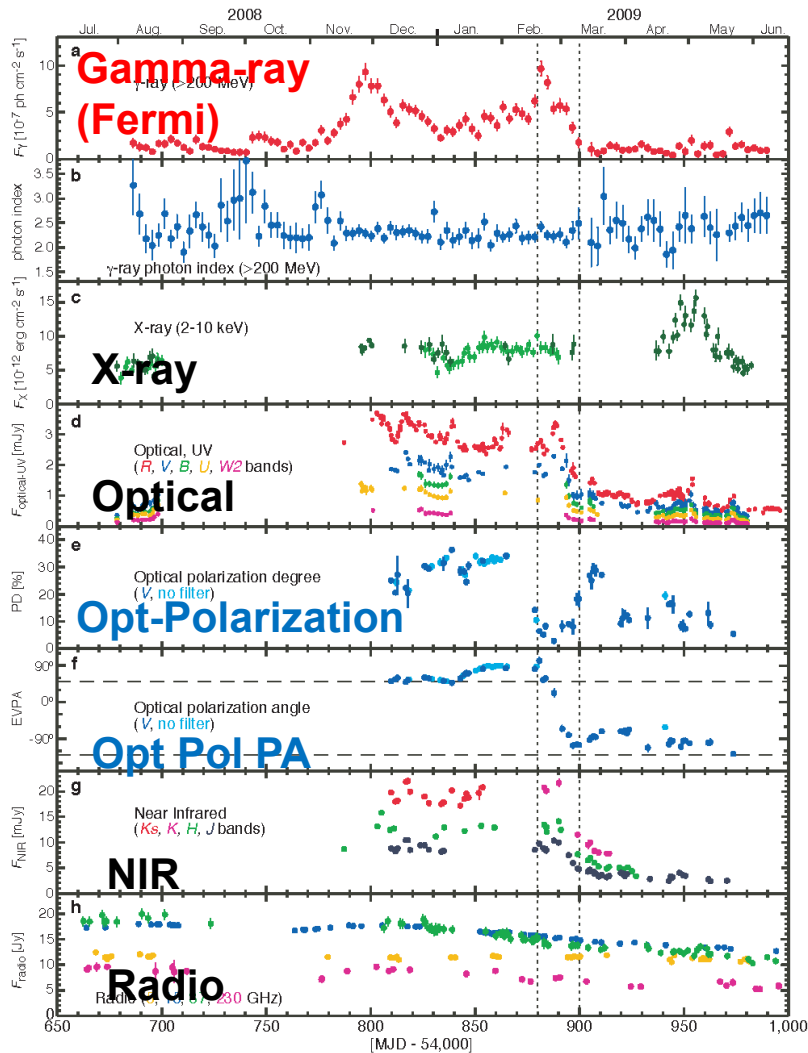


平均偏光はゼロでない



密な観測で可能に!!

# Blazar 3C279: Gamma-ray Flare in 2008



**Gamma-ray and Optical light**  
**Correlated flare activity**

**X-ray and Radio**  
**Uncorrelated/no activity**

**Optical polarization**

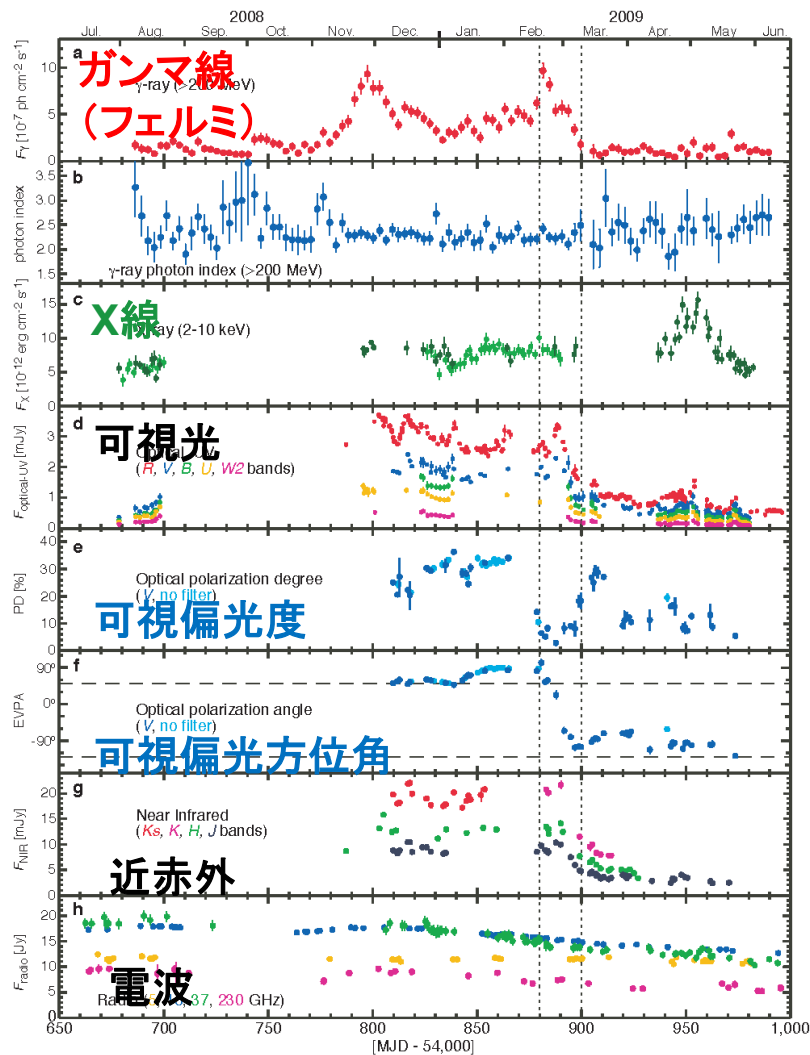
**Large polarization during flare**  
**PA rotates by 180 deg when**  
**flare finishes**

**Kanata played a dominant role for**  
**the optical polarimetry.**

Gamma-ray and optical/NIR light would originate in a same region in the jet, but X-ray and radio light may come from other site.

# 3C 279 の2009年フレアの多波長研究

## かなた望遠鏡の偏光観測が貢献



ガンマ線と可視近赤外光が同時にフレア同じ領域を起源とするのであろう。

電波やX線は別領域における輻射？

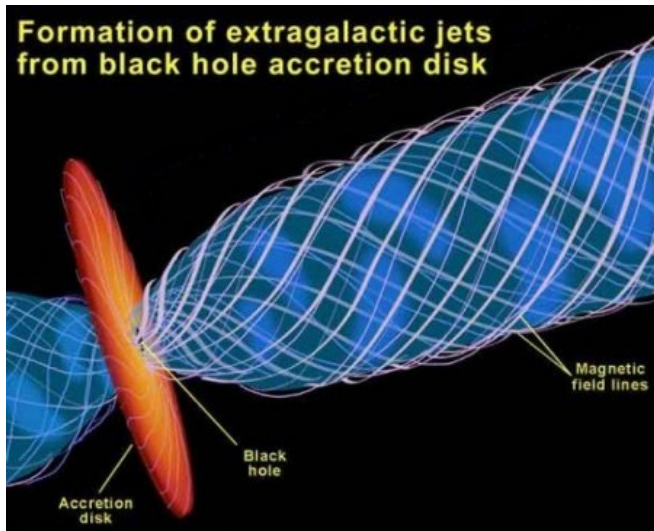
Abdo+ (2010),  
Nature誌  
2010/2/17号



ブラックホールから噴出  
宇宙ジェットらせん状磁場進行  
宇宙のブラックホールからプラズマ粒子が噴き出す「宇宙ジェット」は、らせん状の磁場の影響で曲がりながら一定方向に進むとする研究成果を広島大や米スタンフォード大などのグループが18日、英科学誌ネイチャー電子版に発表した。

広島大宇宙科学センターの植村誠助教によると、ブラックホールに吸い込まれる物質の一端は逆に光速に近い速さではじき出され、ジェットとなる。ジェットが分散せず、一定方向に進む理由は謎だった。グループは昨年、地球から53億光年離れた銀河の中心にあるブラックホールのジェットが発する可視光線を、広島大の「かなた望遠鏡」やフェルミガンマ線宇宙望遠鏡で観測。光の進行方向かららせん状の磁場が発生していると推定。その影響で、ジェットが曲がりながら一定方向に進むと結論づけた。

# 2008 Flare in 3C279: ジェットの磁場

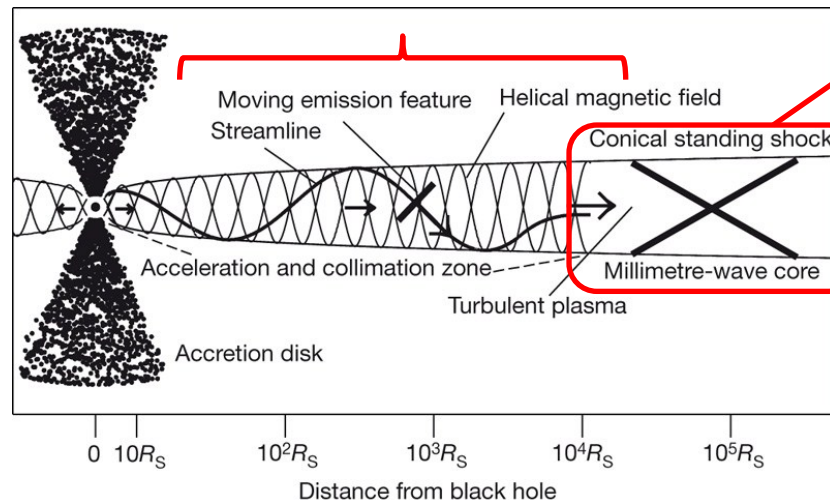


## Why polarization vector rotates?

Helical magnetic field?  
Bent magnetic field?

Still unclear.

**$\gamma$ , Opt/NIR flare?  
Polarization rotation?**



**Uncorrelated /  
No variability  
in X and  
radio?**

# ブレーザー観測のまとめ

## 色ーフラックス相関 (>10日以上観測の32天体)

- 72%が全期に亘り bluer-when-brighter trend (BWB)の傾向
- 16%が一時的(殆どは明るい時期)にBWB
- 明るい時期(フレア等)には相対的に高エネルギー電子が多く注入(但し単発フレアでは増光と減光とでカラー差あり、増光期が青い)

## フラックスー偏光相関 (>10日以上観測の33天体)

- 45%が相関(4割は負の相関)
- 色ーフラックスよりは相関が弱い、ランダムとは言えない
- 強い相関を示すものでも、相関の仕方はさまざま(フレアの時だけ正の相関を示す、など)
- エネルギーの低い輻射を示す一群(FSRQ, LBL)ほど偏光度が高い

## 偏光角の連続回転

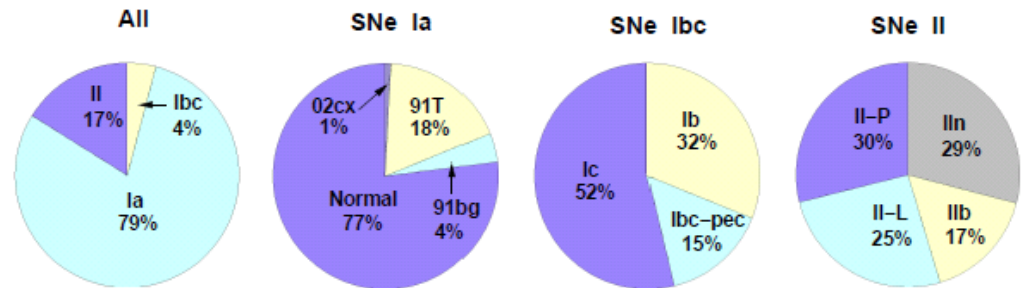
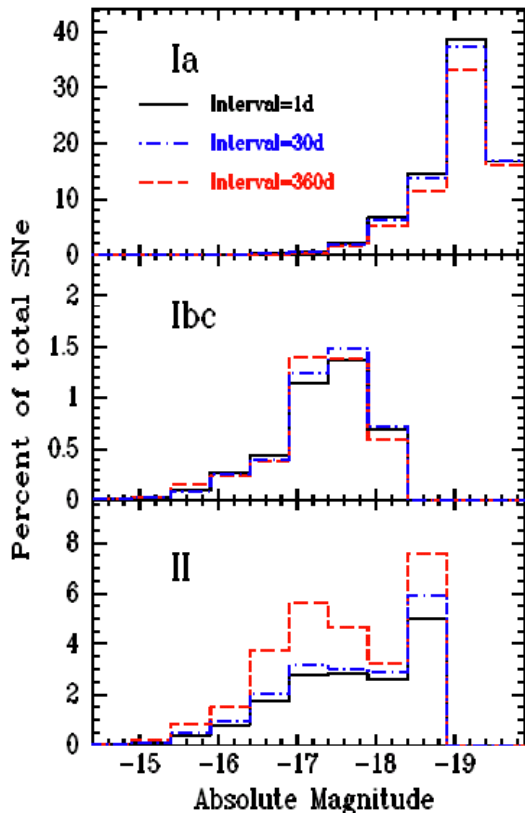
- 10-20° /日の割合で360° 以上回転する例が複数観測
- 偏光度が弱い段階での回転の解釈には注意が必要



# 超新星の早期モニター観測

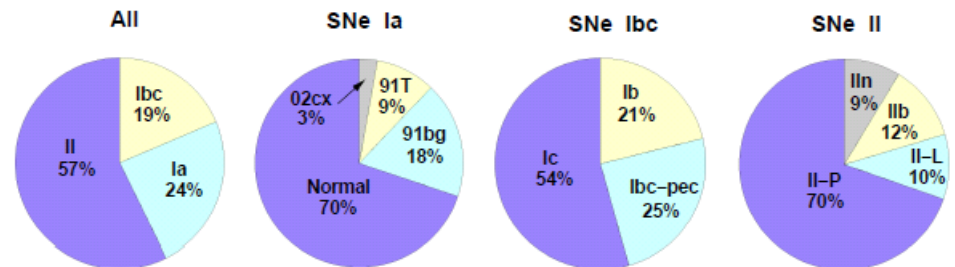
超新星の(極大)光度関数と、タイプ・サブクラスの割合

(Li et al. 2010; Lick Observatory Supernova Search)



左のLFと上の円グラフはmagnitude limited なサンプル

下の円グラフはvolume limited なサンプル(175個)



近傍の明るい超新星に対する密な多色測光・分光観測  
 → 様々なタイプの超新星の爆発の素性を同定

# これまで観測した主な超新星

## 核爆発型=Ia型

- SN 2008fv 減光がゆるやかで明るく91T-like、但し膨張速度大
- SN 2009an 暗め、91bg-likeと通常の間
- SN 2009dc 極めて明るい 3例目のsuper-Chandrasekhar mass Ia (論文公表済)
- SN 2009ig 明るい
- SN 2009im 減光が早く $\Delta m_{15}=1.6$ 、05hk-like? しかし第二極大が見えている
- SN 2009kk  $\Delta m_{15}=1.4$  典型的 極大数日後にすばるで偏光分光
- SN 2011B  $\Delta m_{15} \sim 1.2-1.3$  典型的
- SN 2011by 大学間連携で観測、近傍12Mpc、親星LVB
- SN 2011ek 減光率と初期速度勾配との両方がnormalと91bg-likeとの間
- SN 2011fe 大学間連携で観測、近傍10Mpc(M51)
- SN 2012Z 大学間連携で観測、05hk-like の中でも極大-15等とより暗い

## 重力崩壊型=II型、IIb, Ib/c型

- SN 2007gr Ic型、典型的、炭素の吸収線強
- SN 2009dd IIP
- SN 2009jf IIb
- SN 2009js IIP 11ek (Ia) と同じ銀河に現れた
- SN 2009kr IIL 親星yellow supergiant (28 Msolar)
- SN 2009ls 明るい IIP
- SN 2009mi Ic
- SN 2010cn IIb
- SN 2010gi IIb 光度曲線はIIL的で珍しい
- SN 2010jl lin 大学間連携で観測、 $\sim 300d$ の急減光、同時に近赤外超過
- SN 2011dh IIb 大学間連携で観測、親星 13-21Msolar
- SN 2011ht lin 極大でも-16等と暗い 急減光をカバー
- SN 2012aw IIP 大学間連携で観測、最近プラトーの終焉に伴う減光開始
- SN 2012au IIb 爆発1週間前より



山中雅之(京都大PD)、  
奥嶋貴子、  
上野一誠(M1)、高木勝俊(M1)、  
川端弘治

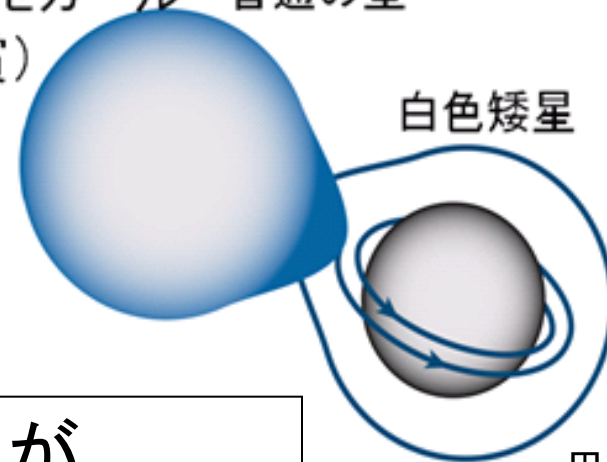
他機関からの協力者(敬称略)  
新井彰、衣笠健三  
前田啓一、田中雅臣、野本憲一、  
富永望、守屋堯ほか

# 極めて明るいIa型超新星 SN 2009dc

- 白色矮星(縮退COコア)の核暴走反応による爆発
- どの核爆発型超新星も同じような明るさ

## なぜどれも似ている？

- チャンドラセカールの限界質量
  - スブラマニアン・チャンドラセカール 普通の星 (1983年ノーベル物理学賞)
  - 太陽の約1.4倍の重さまでしか太れない

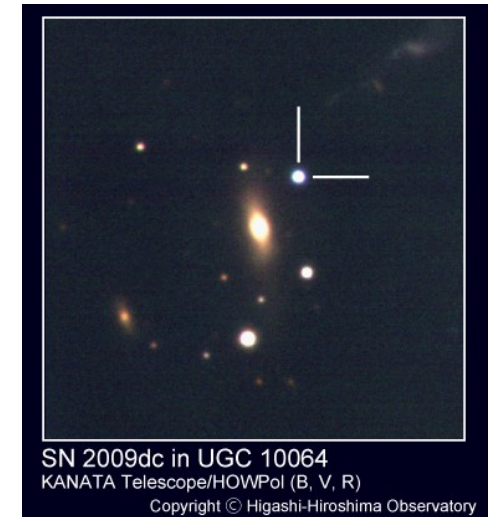


核爆発型超新星は、白色矮星が  
限界質量に達したときに起こす大爆発

田中(雅)2009

# SN 2009dcの測光観測

- 2009年4月9日にアメリカのグループが発見
- 広島大学かなた望遠鏡で多バンド追跡観測
- ぐんま天文台、岡山天体物理観測所、鹿児島大、すばる望遠鏡などでも連携観測(偏光分光)
- 炭素の吸収線の存在、多量の外層をまと
- 偏光観測は球対称爆発を支持(Tanaka+ 2011)
- 多バンドの観測から、総輻射光度を導出



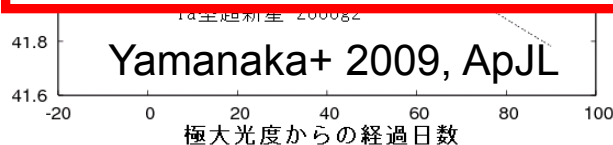
**明るさが太陽の約80億倍に達していた  
(通常のIa型超新星の2倍以上の明るさ)**

**史上最も明るいIa型超新星**

**極大光度 →  $^{56}\text{Ni}$ 量  $1.6 \pm 0.3$  太陽質量**

**(静止)チャンドラセカール限界質量を超える**

総輻射エネルギーの常用対数  
エルグ毎秒



典型的Ia型

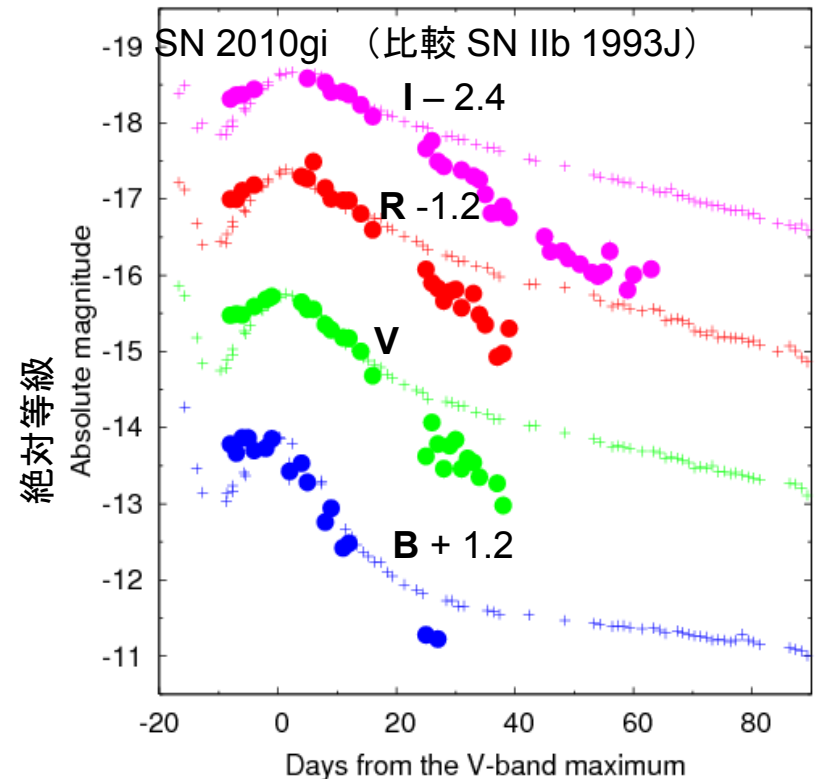
SN 2009dc

# その他の興味深い超新星の例

- SN 2010jl IIn 可視減光に伴う近赤超過
- SN 2010ji IIL的な光度曲線

近日公開

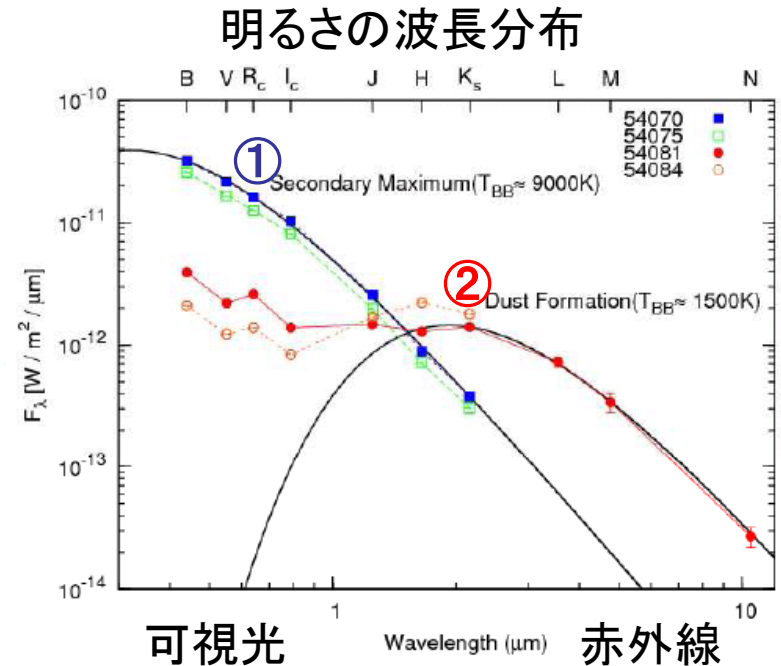
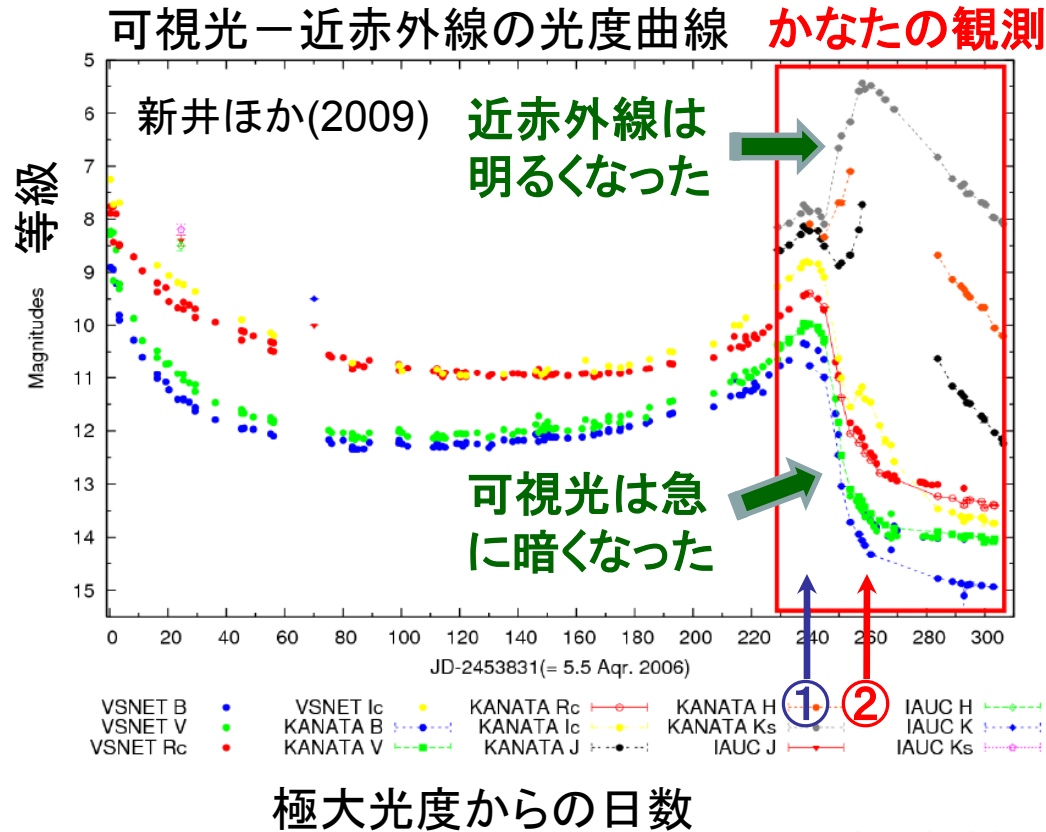
上野、奥嶋、山中 in prep.



Vバンド極大日からの日数

奥嶋 2012

# 特異な新星V2362 Cygの測光観測

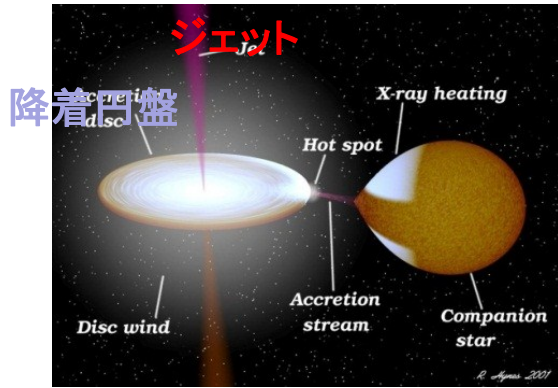


**②の時期のSEDは固体微粒子の熱輻射で説明**

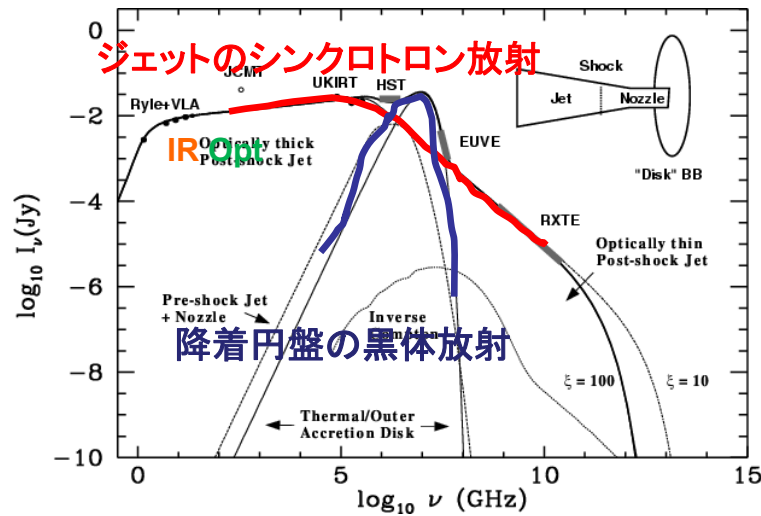
Arai, Uemura et al., PASJ (2010)

再増光直後に放出物質中で固体微粒子が大量に生成  
最初の爆発での放出物質との相互作用？

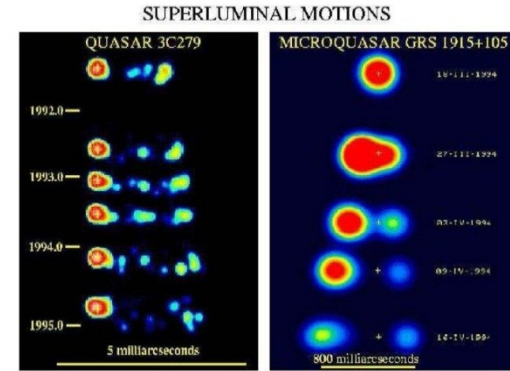
# マイクロクエーサー GRS 1915+015



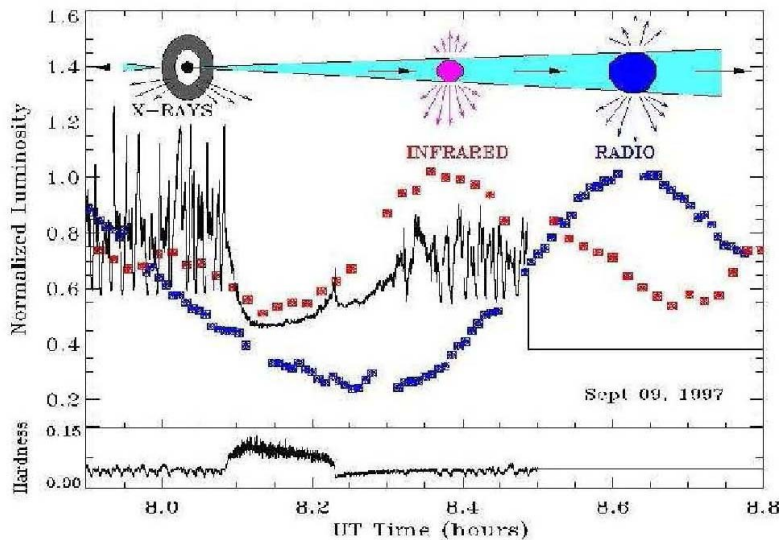
Binary including BH or NS



多波長スペクトル (XTE J1118+480; Markoff et al 2001)



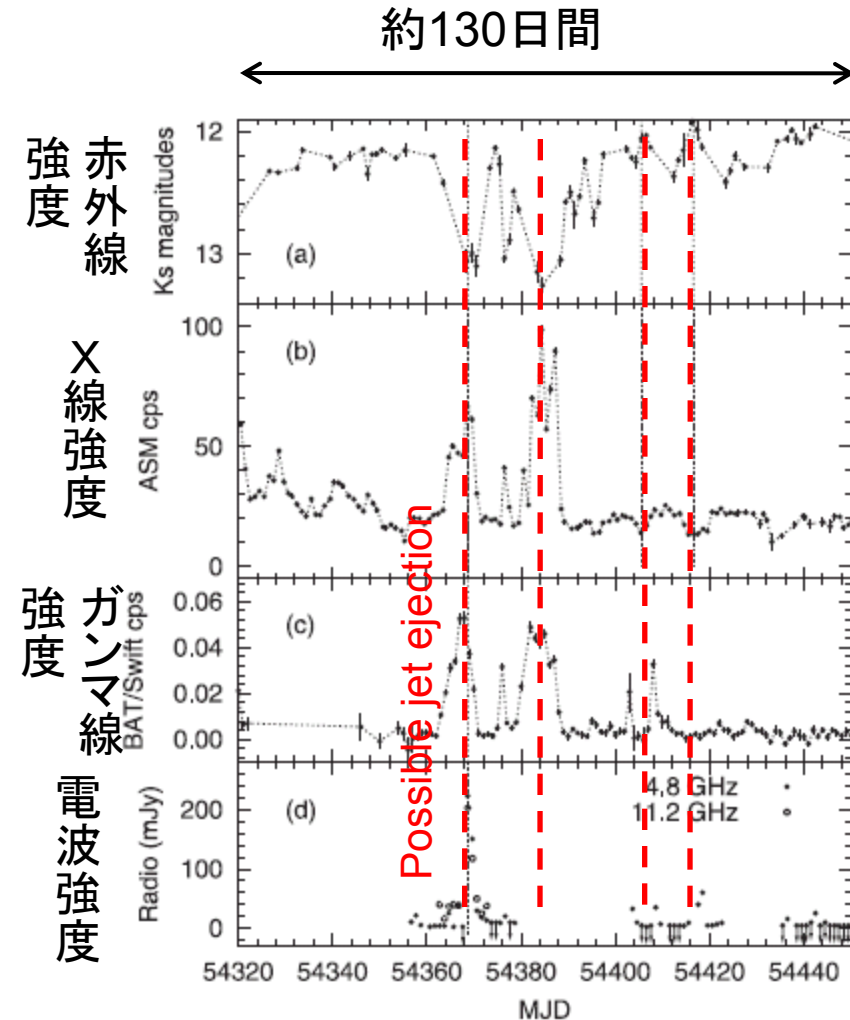
Superluminal motion



フレア時の多波長ライトカーブ (Mirabel+ 1998)

- 光速に近いジェットを有する (VLBI)
- ブラックホール質量  $14 \pm 4 M_{\odot}$   
(Greiner et al. 2001; NIR分光周期)
- X線、近赤外、電波の連続的な時間変化  
ディスク-ジェットモデルを示唆?  
(Mirabel et al. 1998)
- しかし、ジェットの物理に対する理解は不足

# GRS 1915+015の多波長観測



Arai, Uemura et al 2010, PASJ

- X線スペクトルは「ソフト」状態
- 電波強度が強い(ジェットが放出された)ときにX線・ガンマ線が強くなる一方、赤外線は弱くなった
- ブラックホール周辺での降着過程に関する新しい知見 かなたによる重点的観測が功を奏した

降着円盤が一時的に消滅？

コロナ風がディスク風を隠した？

将来の赤外分光・偏光モニターに期待



# GRB残光の測光・偏光観測

## 残光輻射機構への制限

衝撃波領域におけるシンクロトロン輻射

X線フレアとの同期観測により

・輻射機構・衝撃波の構造

偏光を観測することにより

・ジェットの磁場情報、構造や運動

・無衝突衝撃波のmicrophysics

さらにOptical flash(reverse shock)では

数10%に及ぶ偏光度の可能性(L06)

GRB残光の偏光観測は依然稀少

(cf. Stelle+ 09, Nature)

目標は初期残光の偏光の時間変化

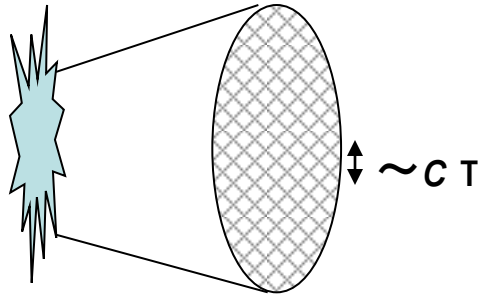
HOWPolの常時スタンバイ

(2009年夏～)

# GRB残光: 偏光モデル

## コヒーレントな磁場を持つ独立なパッチの集合

Gruzinov & Waxman (1999)

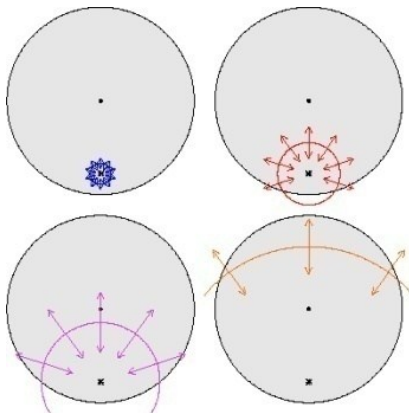


Local rest frame での磁場 coherent length  
 $l \sim cT$  ( $T$ : shockからの固有時間)

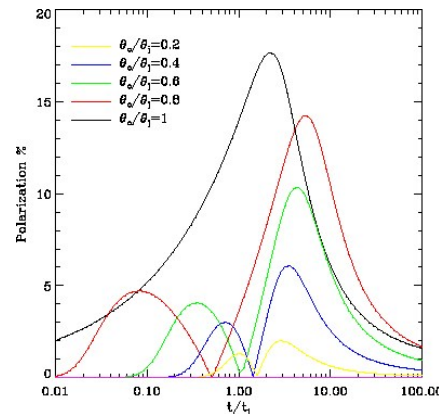
- Coherentなパッチの数  $\sim 50$
- 偏光度  $\sim 60\% / \sqrt{50} \sim 8.5\%$

常に数%の偏光

## 圧縮磁場のタンジェンシャル方向の輻射と視線からわずかに反れたジェットのビーミングによる見かけ効果 (Sari 1999; Rossi+ 2004)



偏光度

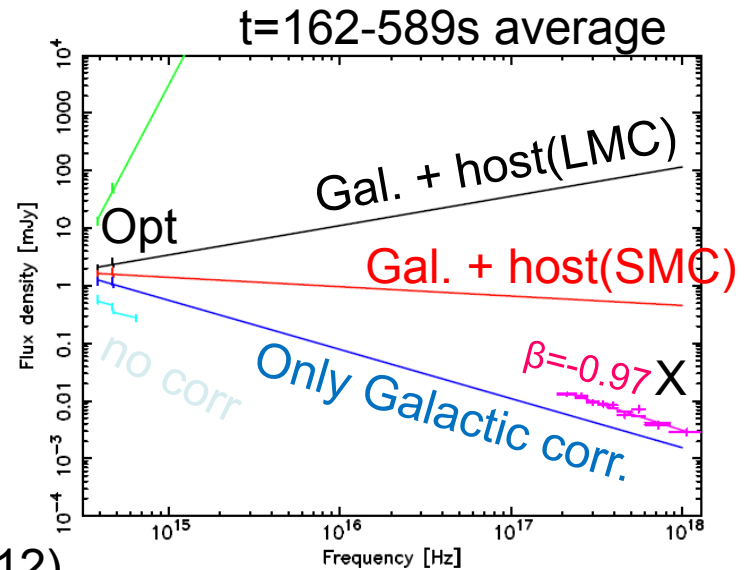
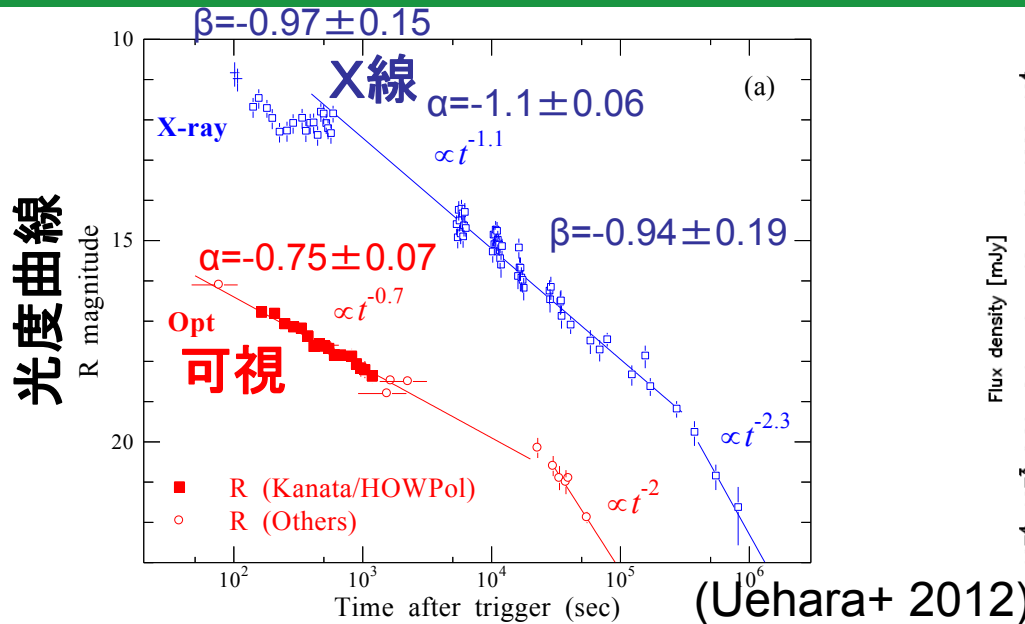


ジェットブレーク  
 まわりで偏光が  
 時間変化

爆発からの時刻 ( $t_{jet}$  で規格化)

date ut	GRB ID	gcn receive t2	exp start t3	t3-t2	mode	comment
2009/5/29	GRB 090529	23:29:18	14:30:46		88 Imaging	cloudy
2009/8/7	GRB 090807		15:03:10		57 ImPol_Narrow	short, undetected
2009/8/31	GRB 090831		18:03:28		56 ImPol_Narrow	undetected
2009/9/5	GRB 090905		11:22:31		ImPol_Narrow	undetected
2009/11/4	GRB 091104	17:57:06	8:57:51		45 ImPol_Narrow	undetected
2009/12/1	GRB 091201	1:15:15	16:16:11		56 ImPol_Narrow	undetected
<b>2009/12/8</b>	<b>GRB 091208B</b>	<b>18:50:24</b>	<b>9:52:27</b>		<b>123 ImPol_Narrow detected</b>	<b>149s after trigger</b>
2010/2/6	GRB 100206	22:30:25	13:31:45		80 ImPol_Narrow	undetected shutter trouble
2010/2/20	GRB 100220	0:17:06	15:18:55		109 ImPol_Narrow	undetected
2010/4/14	GRB 100414	2:34:42	17:36:23		99 ImPol_Narrow	?
2010/4/25	GRB 100425	1:34:00	16:34:42		42 ImPol_Narrow	R>17 a tfirst exp. 120s after trigger
2010/5/5	GRB 100505	4:21:17	19:23:19		122 Grism	undetected
2010/5/15	GRB 100515	3:54:46	18:56:27		101 ImPol_Wide	undetected instrument trouble
2010/5/27	GRB 100527	1:48:01	16:49:48		107 ImPol_Wide	undetected instrument trouble
2010/6/6	GRB 100606	2:47:13	17:48:43		90 ImPol_Wide	undetected near galactic plane
2010/7/25	GRB 100725	20:24:52	11:26:39		107 ImPol_Wide	undetected instrument trouble 2x2bin
2010/8/24	GRB 100824	2:25:53	17:27:21		88 ImPol_Wide	undetected instrument trouble 2x2bin
2010/9/1	GRB 100901	22:35:08	13:40:00		292 ImPol_Wide	undetected cloudy
2010/9/3	GRB 100903	4:33:14	19:35:20		126 ImPol_Wide	undetected instrument error
2010/9/6	GRB 100906	0:08:40	15:29:14		1234 ImPol_Wide	undetected instrument error
2011/1/7	GRB 110107	0:25:43	15:27:39		116 ImPol_Wide	undetected cloudy
2011/2/1	GRB 110201	18:35:37	9:37:27		110 ImPol_Wide	undetected R>14.5@51s MASTER II
2011/2/7	GRB 110207	20:17:34	11:22:28		294 ImPol_Wide	undetected V>14.1@70s TAROT
2011/3/12	GRB 110312	3:05:02	18:06:34		92 ImPol_Wide	undetected
2011/3/28	GRB 110328	22:18:16	13:20:43		147 ImPol_Wide	undetected Fermi, manually prohibited
2011/4/7	GRB 110407	23:07:59	14:09:48		109 ImPol_Wide	undetected OptAG ~18.3 at 26min
2011/4/11	GRB 110411	4:34:32	19:35:44		72 ImPol_Wide	undetected OptAG undetected
2011/7/31	GRB 110731	20:09:54	11:10:45		51 ImPol_Narrow	undetected cloudy, OptAG 16.9 at 800s
2011/9/15	GRB 110915A	22:21:01	13:22:19		78 ImPol_Narrow	undetected clear, no candidate seen
2011/10/16	GRB 111016A	3:40:13	18:41:31		78 ImPol_Narrow	undetected clear, no candidate seen
2011/12/15	GRB 111215A	23:10:00	14:11:04		64 ImPol_Narrow	undetected R>19.4@387-2700s MITSuME
<b>2011/12/28</b>	<b>GRB 111228A</b>	<b>0:45:33</b>	<b>15:47:25</b>		<b>112 ImPol_Narrow detected</b>	<b>GCN 12787 z=0.72</b>
2012/1/6	GRB 120106A	23:16:43	14:17:38		55 ImPol_Narrow	undetected R>19.4@346s MITSuME
2012/2/11	GRB 120211A	20:59:30	12:00:22		52 ImPol_Narrow	undetected R>21.5@0.51hr 2m Faulkes S
<b>2012/2/12</b>	<b>GRB 120212A</b>	<b>18:11:44</b>	<b>9:12:36</b>		<b>52 ImPol_Narrow detected</b>	<b>R=16.5@23min</b>
2012/3/20	GRB 120320A	20:58:18	11:59:11		53 ImPol_Narrow	undetected R>20.7@2.3hr MITSuME

# GRB 091208B



$$F_\nu \propto t^\alpha \nu^\beta$$

External shock model

X-ray: ISM extinction has been corrected for.  
 wabs (host) :  $8.7 \times 10^{21} \text{ cm}^{-2}$   
 wabs (galactic):  $4.8 \times 10^{20} \text{ cm}^{-2}$

**X-ray em. at  $5 \times 10^3 \text{ s} < t < 3 \times 10^5 \text{ s}$**

$\alpha - 3/2\beta = 0.31 \pm 0.29 \rightarrow v_m < v_X < v_c$ , CSM  $n \propto r^0$ , ( $p \sim 2.5$ ) の場合、ない  
 $\vee v_X > v_c, v_m$ , CSM  $n \propto r^0, r^2$ , ( $p \sim 2.1$ ) の場合の closure relation (Zhang & Meszaros 2004) とコンシステント

**Opt/X-ray em. at  $t \sim 5 \times 10^3 \text{ s}$**

$\alpha_O - \alpha_X = 0.35 \pm 0.13 \rightarrow v_m < v_O < v_c < v_X$ , CSM  $n \propto r^0$  ( $\alpha_O - \alpha_X = 1/4$ ) と  
 コンシステント

**スタンダードな残光**

# GRB 091208B 過去文献との比較

- **GRB 060418** (Mundell+ 07; Observation from  $T_0+203$  s)  
Normal decay afterglow; emission from *external, forward-shock* region  
Possibly null polarization (upper-limit  $p < 8$  %) Liverpool  
2m/RINGO
- **GRB 090102** (Steele+ 09; Observation from  $T_0+161$  s)  
Steep decay afterglow; emission from *external, reverse-shock* region  
 $p=10\% \pm 1\%$  (single data point) Liverpool  
2m/RINGO
- **GRB 091208B** (This study; Observation from  $T_0+149$  s)  
Normal decay afterglow; emission from *external, forward-shock* region  
Marginally  $p \sim 10\%$  at constant PA at  $T_0+149$  s to +676 s Hiroshima  
1.5m/HOWPoI

**スタンダードな残光で初の早期 ( $< 10^3$  s) の偏光検出**

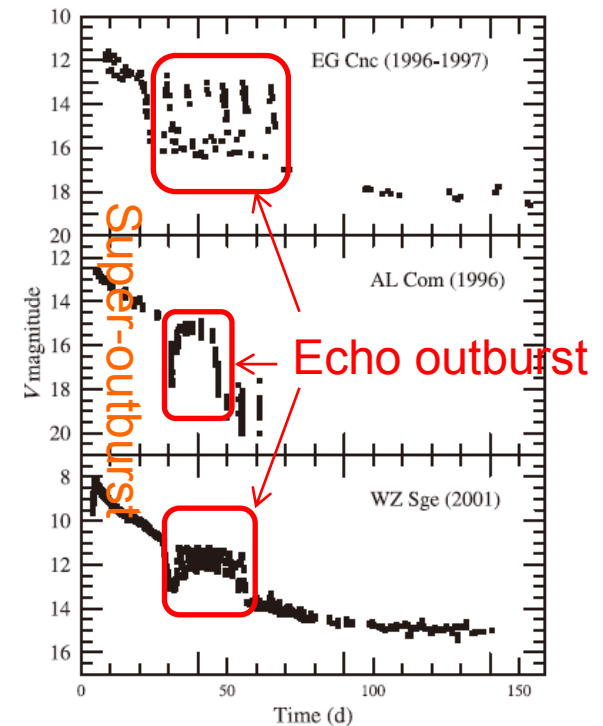
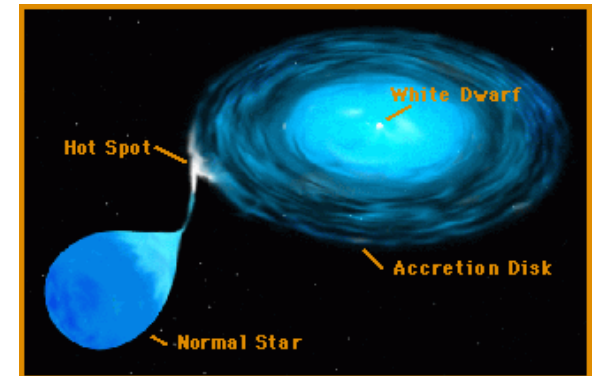
## 磁場の起源

Uehara, Toma, Kawabata et al., ApJL (2012)

初期から偏光があったことは、プラズマ不安定性によるランダム磁場増幅モデルよりも、MHD的なフィールド磁場の増幅モデルを支持

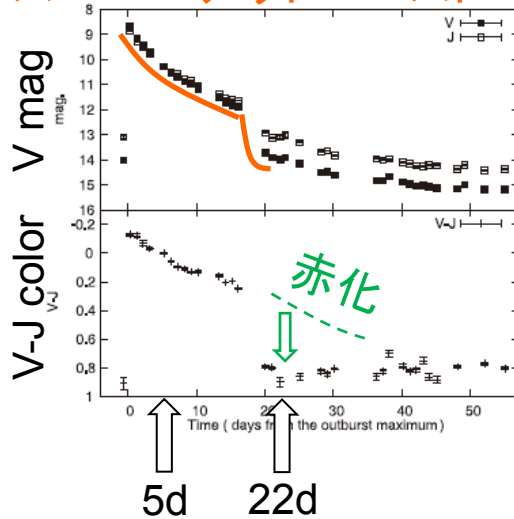
# 矮新星 V445 And

- 矮新星 Dwarf Novae:
  - 激変星の一種で、振幅2-8等級の再帰的な増光を示す一群
  - 降着円盤は黒体放射で光る
  - 降着円盤自身の熱不安定性による増減光
- WZ-Sge 型: 長いスーパーアウトバースト (~8等, ~30日)を示す。大きな円盤の潮汐不安定性で説明 (Osaki 1989)
- エコー・アウトバーストが見られるものがあるがその機構はよくわかっていない。
- V445 And: 2007年に初めて WZ-Sge 型のアウトバーストを示した。しかしエコーアウトバーストは伴わなかった
- 可視・近赤外同時測光でディスクの温度・大きさの増減を見積もった

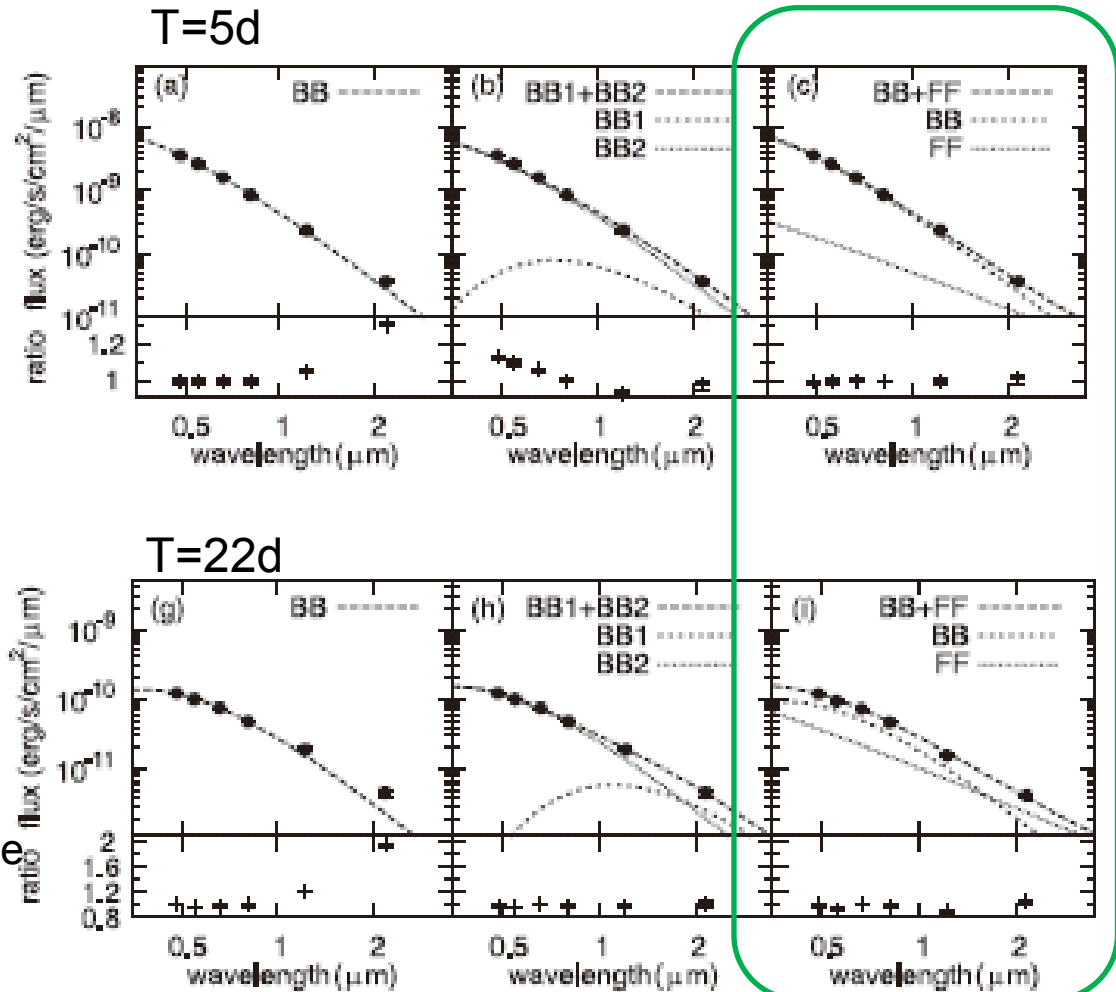
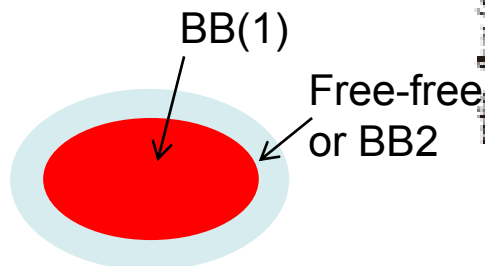


# V445 And: SED decomposition

## スーパーアウトバースト



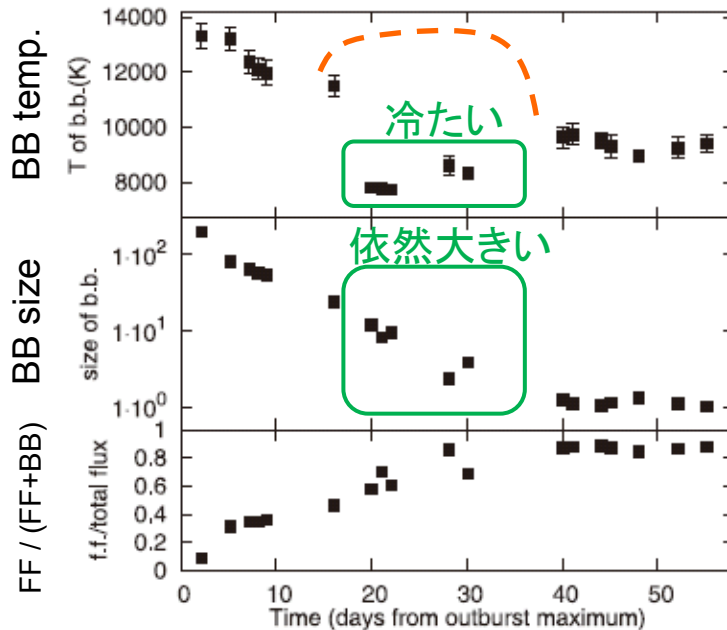
2つの黒体輻射 (BB) か、BB  
とfree-free emission (FF) で  
表されると考えられる



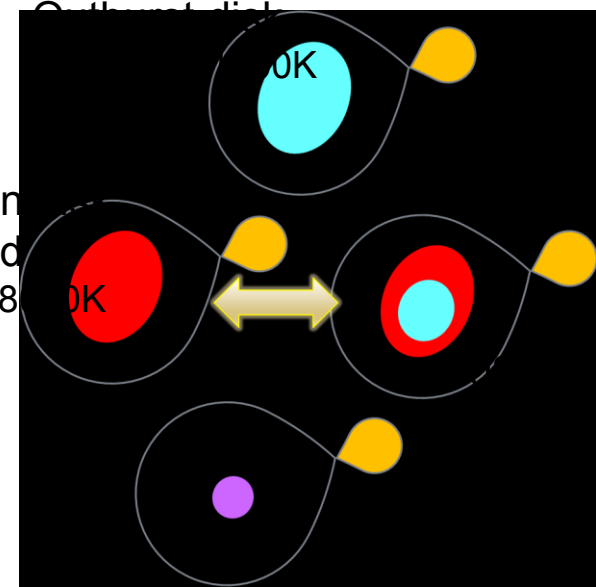
# 円盤構造への制限

Matsui, Uemura et al., 2009, PASJ

他の WZ Sge 型における  
エコーアウトバースト



Transition  
V445 And  
Large, T~8000K



- スーパーアウトバーストの後もしばらく、8000K程度の中間的な状態の大きい円盤が残っていた。これは、円盤の差し外縁部に多量のガスがまだ蓄えられていたことを示唆。
- これは、他の WZ Sge型で降着円盤不安定性によりエコーアウトバーストを引き起こす「mass reservoir」の表れか。  
(Osaki 2001; Kato 1988)

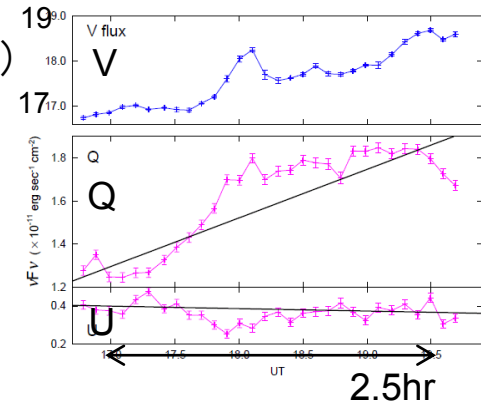


# 木曾広視野サーベイへの期待1

- 広視野
- 早いサイクル(数十分)での反復
- 突発天体
  - 超新星の発見
    - ショックブレイクアウト(楽しみ！)
    - 分光による型同定(初期のあなたの役割)
  - 超新星の追跡観測
    - かなた、大学間連携での多色測光・分光モニター
    - 木曾には特に青い(U,B)バンドの深い撮像に期待

# 木曾広視野サーベイへの期待2

- 突発天体(つづき)
  - 活動銀河核(ブレイザー)の短時間変動
    - 数分~数十分間スケール(1~数AUスケール)  
(ただし変動幅も小さい ~a few 0.1 mag)
    - ジェットのコア領域/一部活発な領域の活動性
    - 磁場の揃ったジェット (Sasada et al. 2008)



## – ガンマ線バースト

- プリカーサー、波長(エネルギー)による遅延
- 光子に関する物理からの興味

# 木曾広視野サーベイへの期待3

- 突発天体(つづき)
  - 古典新星のごく初期のフェーズ
    - 特に明るく減光が速いもの(加藤・蜂巢両氏のモデル)
  - X線・ガンマ線トランジェント天体
    - 明るいバーストは衛星で(ほぼ)常時モニターされる
    - 可視を含めた多波長スペクトル(SED)が輻射機構の決め手に(大質量X線連星の場合は星間吸収が問題)
  - フレア星
- 検出頻度を上げるには視野内に球状星団も入れると良いかも(古い恒星が密集・球状星団では低質量X線連星の頻度が高い)

# まとめ

- 東広島天文台での突発天体観測
  - 可視～近赤外 多色・多モード観測  
(一過性の光情報をできるだけ逃さず捕える)
  - ブレーザー: 数日スケールでのフラックス・カラー・偏光の変動の相関を多天体で初めて評価
  - 超新星: 典型的／一風変わった超新星のデータが多数(論文化これから)
  - ほか、X線連星、激変星等
- 木曾サーベイへの期待