

Radio-loud Narrow-line Seyfert 1 Galaxies の可視偏光観測

○河口賢至、深沢泰司、田中康之、伊藤亮介、秋田谷洋、森谷友由希、高木勝俊、上野一誠、川端弘治、植村誠(広大理)、谷津陽一、河合誠之、斎藤嘉彦(東工大)

abstract

Narrow-line Seyfert 1 Galaxiesは近年新種のガンマ線AGNと考えられ始め、ジェットを持つ可能性も示唆されている天体である。我々はRadio-loudなNLS1に対して系統的な可視偏光観測・ガンマ線解析を行った。その結果、ガンマ線帯域においては天体の検出には至らなかったものの、可視偏光観測において最大10%程度の高い偏光度を検出した。またこの天体が示す短期間変動を観測すべく現在進めている、東工大MITSuME望遠鏡とのモニター観測についても紹介する。

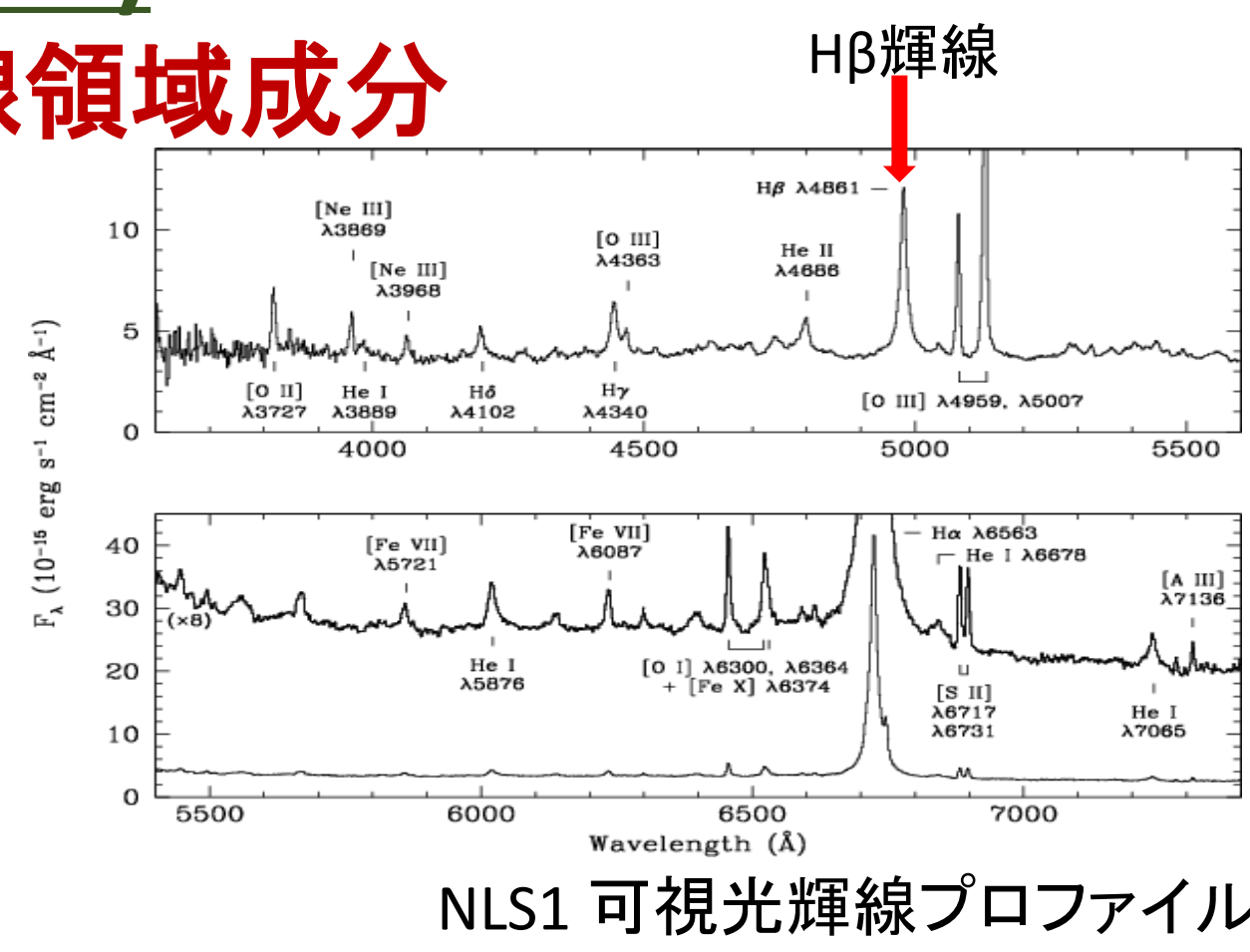
研究背景

Narrow-line Seyfert 1 Galaxies(NLS1)

典型的Seyfert 1よりも幅の狭い広輝線領域成分

○定義 (Osterbrock&Pogge et al.1985)

- FWHM(H β) < 2000km/s
- flux比 [O III] λ 5007/[H β] > 3
- Fe II 輝線が見られる



NLS1 可視光輝線プロフィール

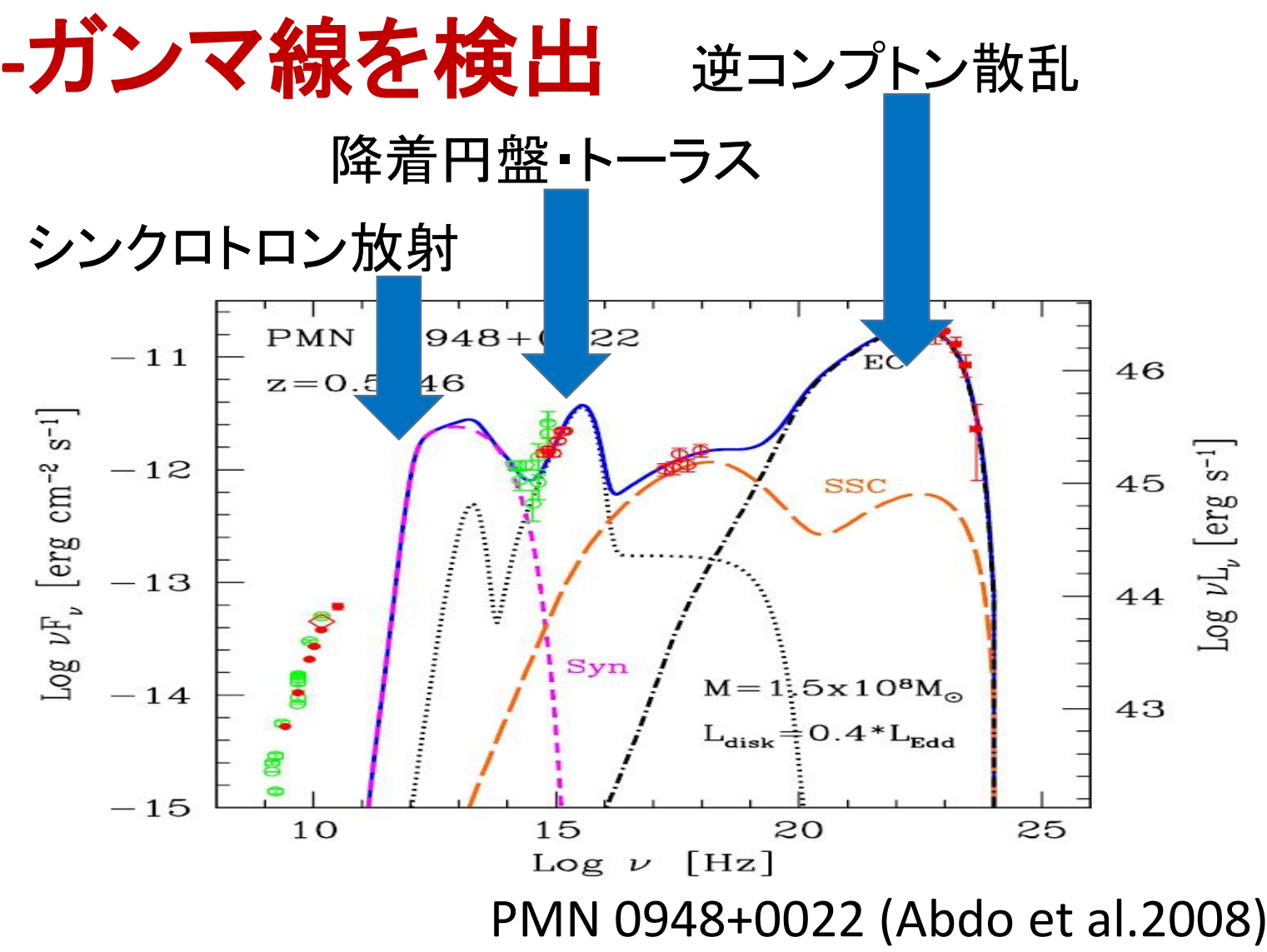
GeV-detected Narrow-Line Seyfert 1 galaxies

近年Fermi衛星により

一部のRadio-loud NLS1からGeV-ガンマ線を検出 逆コンプトン散乱
新種のガンマ線AGNか?

- しかし、
- 低質量BH($10^{6-8} M_{\odot}$)
- 高降着率($L/L_{\text{Edd}} \sim 1$)

既知のガンマ線AGNとは異なるパラメータ



SEDはブレイザーに近いが、赤外~可視光域は降着円盤が卓越
→偏光観測によりジェット放射と区別する

- ブレイザーならば4-40%偏光
- ガンマ線NLS1でも偏光検出

PMN 0948+0022 : 18% (Ikejiri et al.2011), 5-40% Itoh et al.2013

結果・考察

ガンマ線解析

4年全期間・1ヶ月ビン解析
共に天体の検出にはならず
(全天体がTS < 25 (< 5 σ))

○ガンマ線 upper limit

$\Delta \log(\text{likelihood}) = 1.35$ 上限値の決定

※べき指数 = 2.0 と仮定

→ガンマ線/可視光のflux比が
ガンマ線NLS1より1-2桁以上低い

下2天体はガンマ線検出天体
☆Fermi2年カタログ ※Foschini et al.2011

可視偏光・ガンマ線観測結果

No	天体名	1ヶ月ビン Max TS	0.1-100GeV upper limit (ph/cm ² /s)	F_gamma/F_optical	可視偏光度(%)
1	B2 1111+32	18.11	1.24e-09	2.70e-06	10.24 +/- 4.12
2	B3 1702+457	5.82	8.30e-10	4.55e-07	1.86 +/- 0.99
3	FBQS 0804+3853	12.21	2.45e-09	3.79e-06	4.44 +/- 2.08
4	FBQS 1038+4227	5.15	1.67e-09	6.06e-06	1.23 +/- 2.58
5	FBQS 1713+3523	9.71	1.17e-09	3.53e-06	1.38 +/- 1.59
6	IRAS 23410+022	12.04	1.75e-09	1.42e-06	4.52 +/- 3.87
7	RX 0044.9+1921	7.84	1.34e-09	2.37e-06	4.52 +/- 4.27
8	RX 0806.6+7248	9.94	1.22e-09	1.50e-06	0.87 +/- 2.43
9	R J23149+2243	8.04	2.19e-09	1.66e-06	1.12 +/- 2.04
10	RX 1633.3+4718	13.59	1.23e-09	9.02e-08	--
	PMN 0948+0022	☆579.56	※1.37e-07	7.55e-04	5--18
	1H 0323+342	☆101.10	※6.0e-08	3.13e-05	0--3

目的

- 種族として不明な部分も多く、観測例も乏しい
- 特に系統的な可視偏光観測例はほとんど無い
- 可視偏光・ガンマ線観測により、ジェットによる放射成分を捉える
→可視光域での放射機構解明、ジェットパラメータへの制限

観測

MeV-GeVガンマ線:

Fermi衛星 / LAT

使用データ: 2008年8月-2012年8月(4年)

→全期間解析+1ヶ月ビン解析

解析にはScienceToolsを使用



ガンマ線観測衛星 フェルミ衛星

可視光:

かなた望遠鏡 / HOWPol

1.5m-可視近赤外線望遠鏡

→可視Rバンド 偏光観測



かなた望遠鏡

観測天体

- radio-loud NLS1 (radio-loudness R > 10)
- かなた偏光観測限界等級 (R~17等)

→ 全10天体を選出
系統的な観測へ

※天体は以下の論文より選出

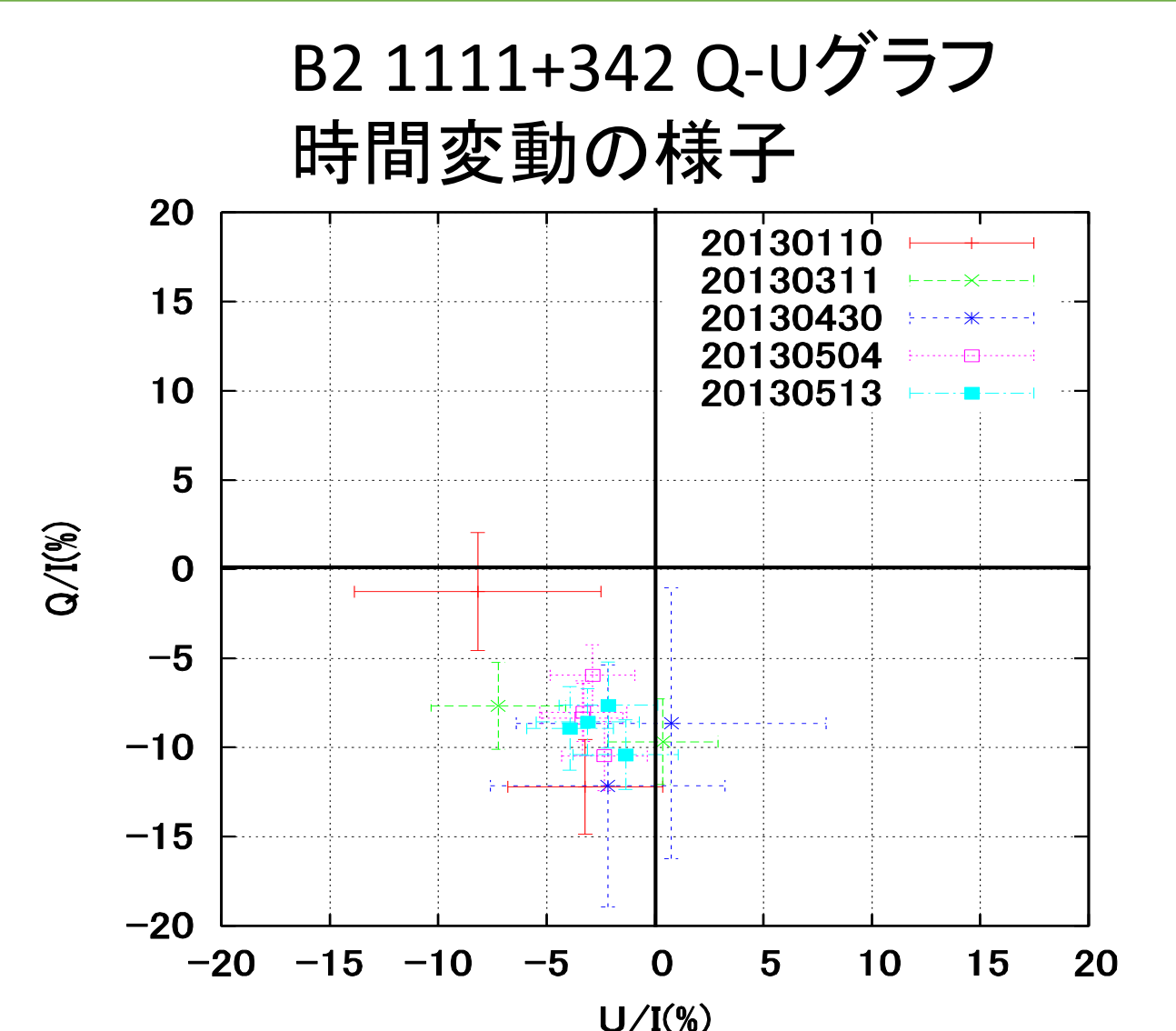
- Komossa et al.2006
- Whalen et al.2000
- Zhou&Wang et al.2002
- Doi et al.2011
- Yuan et al.2008

可視偏光観測結果

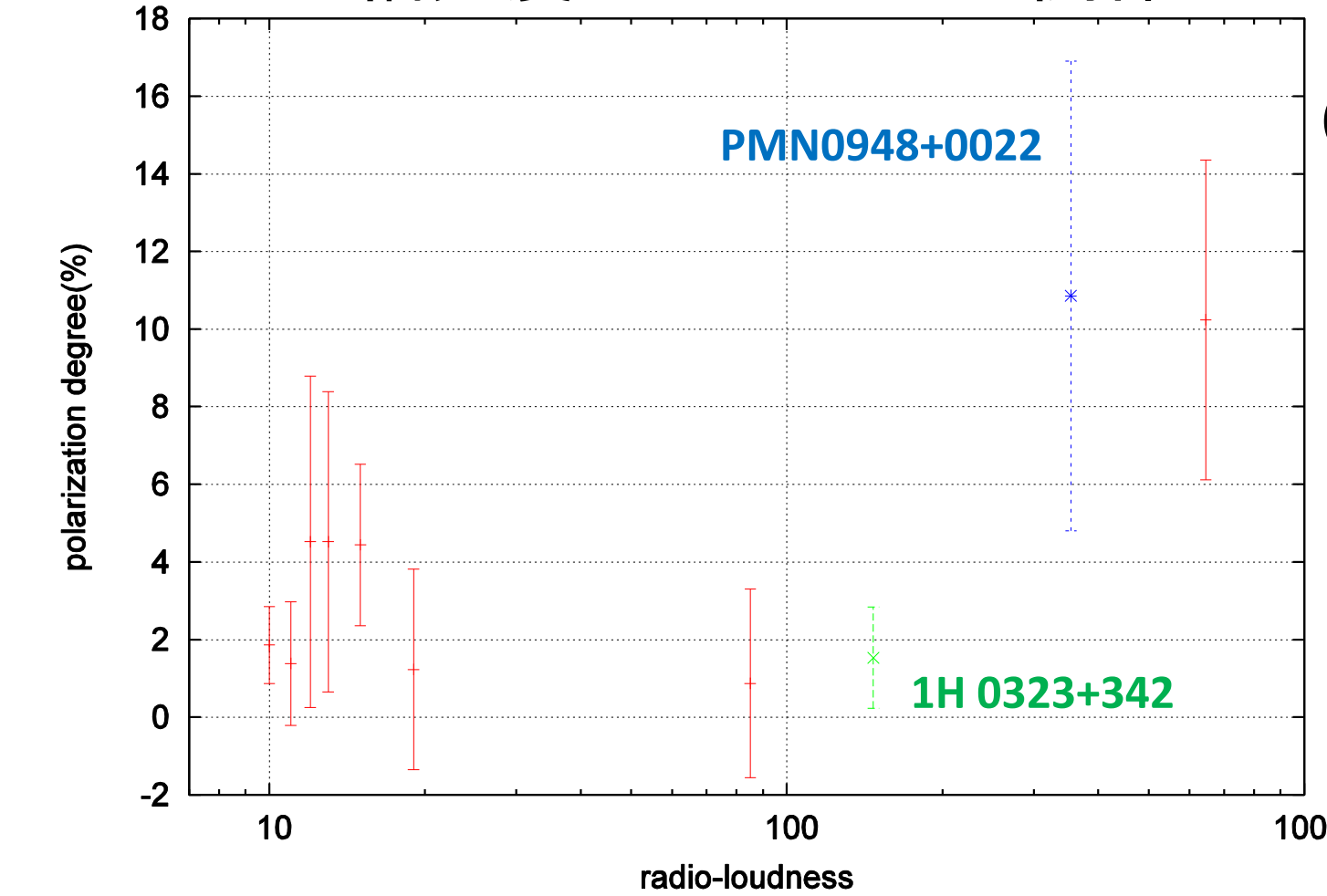
最大~10%の高い偏光検出

B2 1111+32: radio-loudness ~1000
very radio-loud天体

シンクロトロン放射による偏光か?
その後の観測では
ほぼコンスタントな偏光
※周辺物質での散乱による可能性も



偏光度-radio loudness関係



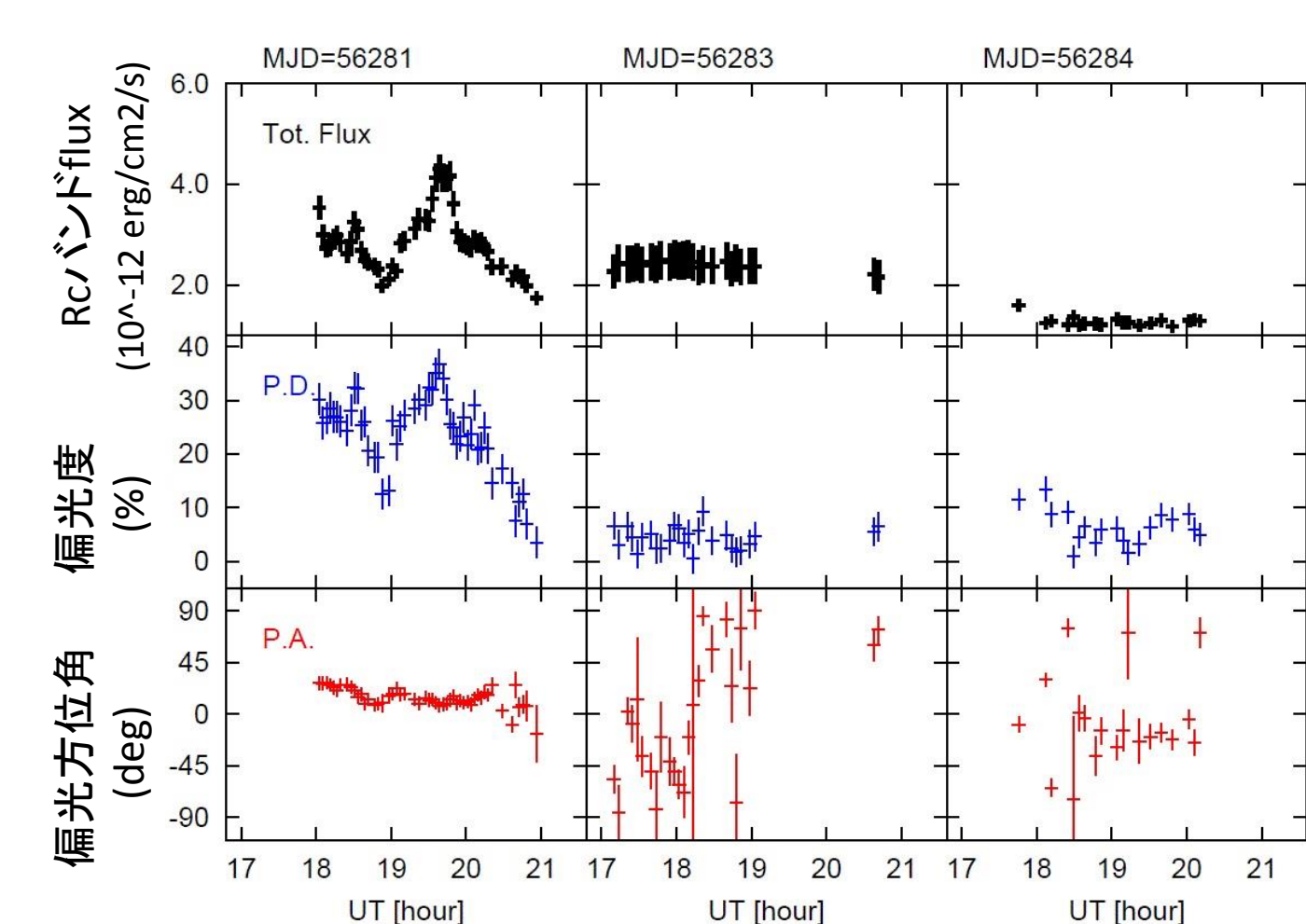
○radio-loudness-偏光度関係
radio-loudnessの高い天体が
高い偏光度を持つ傾向が見られる

- 赤: 本研究結果
- 青・緑: ガンマ線検出NLS1
PMN0948+0022 / 1H 0323+342
かなた望遠鏡観測結果

今後の方針

radio-loud NLS1ではGeVガンマ線の増光に伴い
ブレイザーのような激しい短期間変動も確認されている

PMN 0948+0022 短期間変動 (Itoh et al.2013)

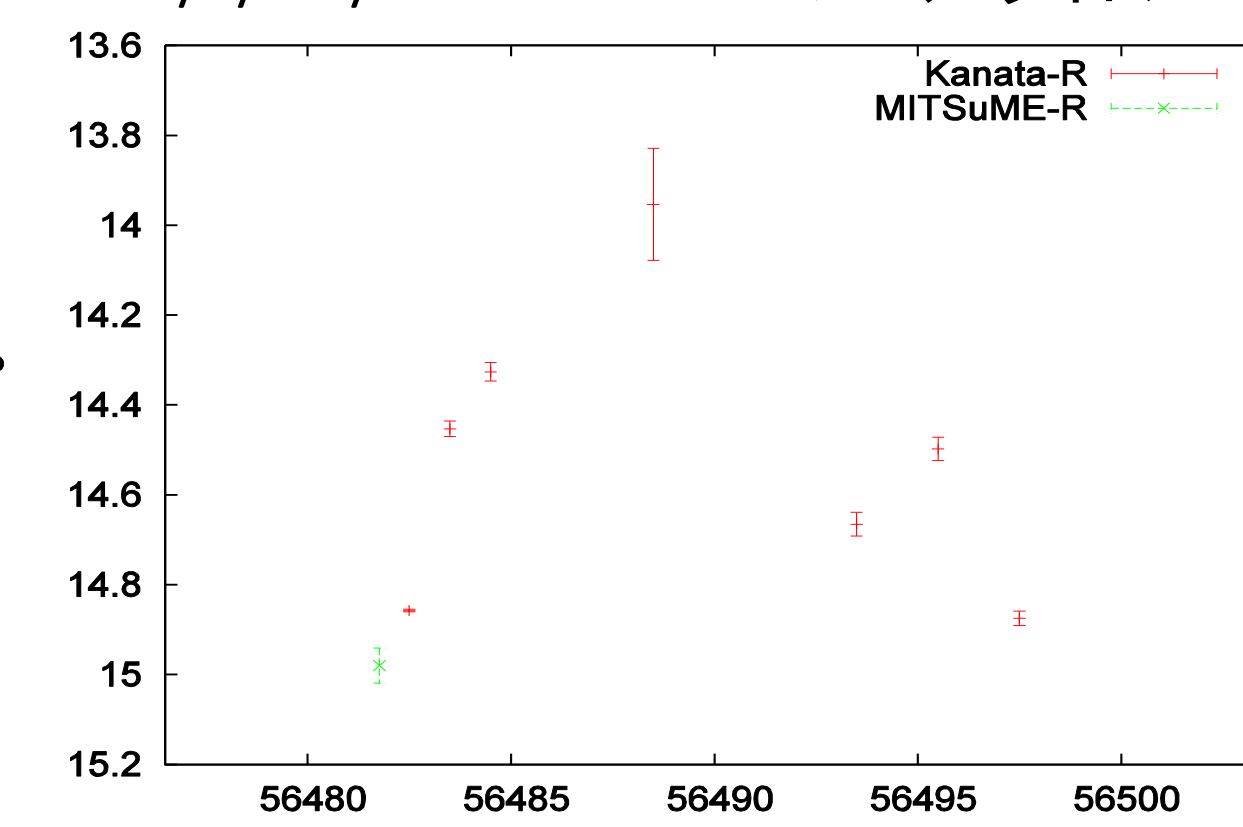


- ~36%にも達する高い偏光度
- ジェット成分と思われる変動

→MITSuME望遠鏡(明野)+かなた望遠鏡
による可視光モニター観測
--radio-loud NLS1 11天体を可視光モニター観測
→増光の兆しがあれば密な偏光観測へ

密な偏光観測によって
・フレア時のふるまい
・可視光・ガンマ線帯域の連動
を観測し、ジェットによる放射成分を探る

2013/7/8-7/18 1H0323+342フレア ライトカーブ



観測天体リスト(全11天体)

1H0323+342
PMN0948+0022
SBS0846+513
PKS1502+036
B31441+476
B21111+32
FBQS1629+4007
FBQS1644+2619
SDSSJ120014.08-004638.7 0.179
SDSSJ172206.02+565451.6
SDSSJ145041.93+591936.9