

VLBI懇談会
シンポジウム

12月23日

山口大学 B4
平野あゆみ

共同研究者
藤沢健太
新沼浩太郎

GENJIによる 電波銀河3C 84の 電波構造の変化と ガンマ線活動の関係

A top-down view of a desk with various items: a smartphone on the left, a pair of glasses at the top right, a hand holding a pen writing on a notepad on the right, and a wristwatch on the right. A large, semi-transparent blue circle is centered over the image, containing the word "Introduction" in a bold, black, sans-serif font.

Introduction

AGN – Active Galactic Nucleus –

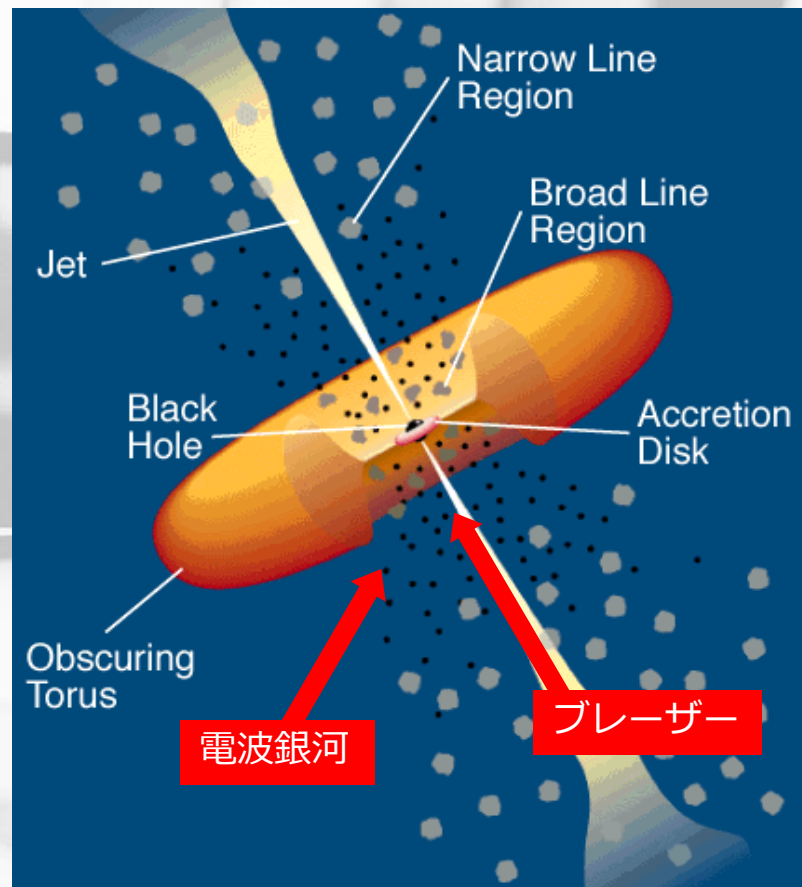
- ▶ 超大質量BH + 降着円盤 + ジェット
- ▶ 莫大なエネルギー放射： $10^6\text{--}10^{14}L_{\odot}$
- ▶ ブレーザー, 電波銀河, etc

ブレーザー

ジェット真正面から

電波銀河

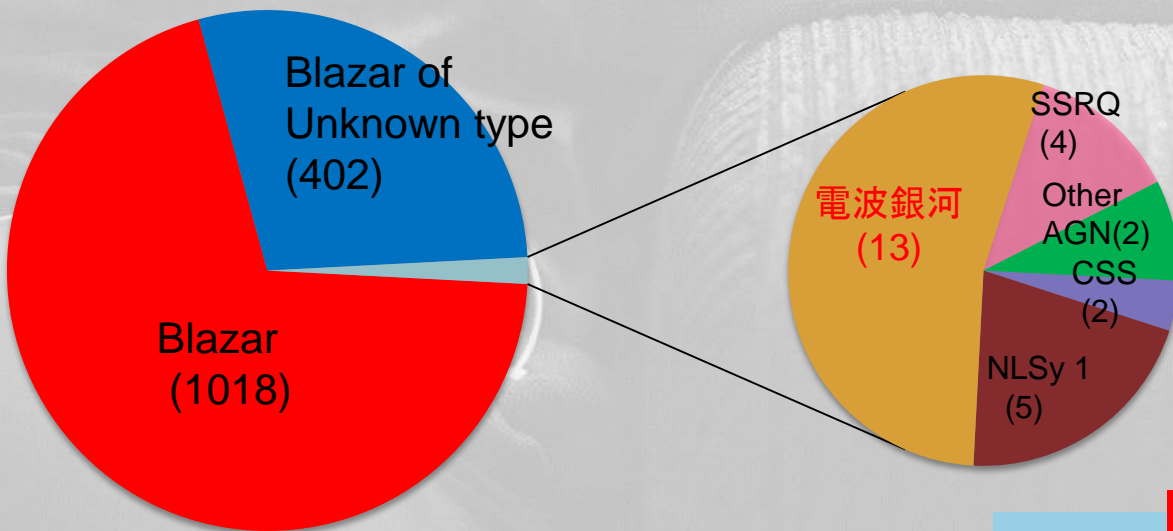
ジェット側面から



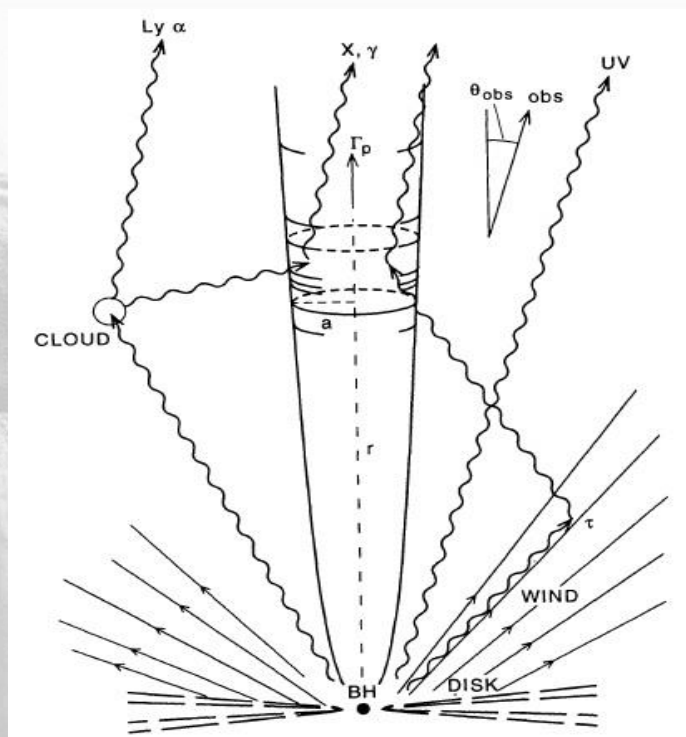
AGNの一般的描像 (Urry & Padovani 1995)

AGN からのガンマ線放射

Fermi衛星によりガンマ線放射AGN検出



Fermi衛星で検出された3FGLのAGNの内訳
(Ackermann et al., 2015 改良)



ジェットの逆コンプトン散乱モデル
(Sikora et al. 1994)

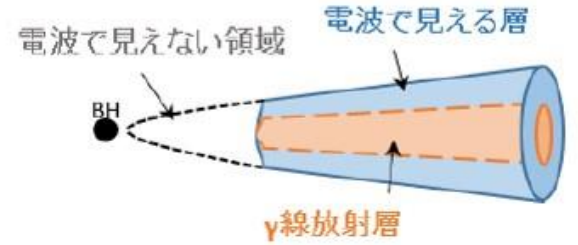
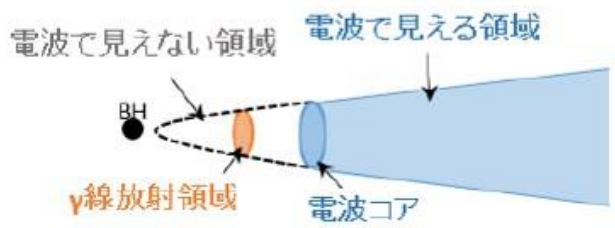
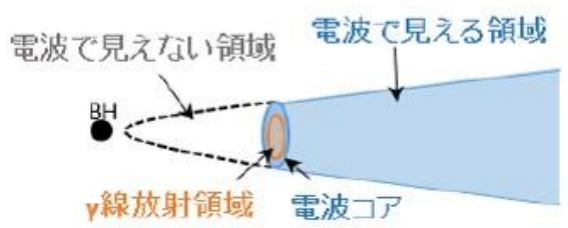
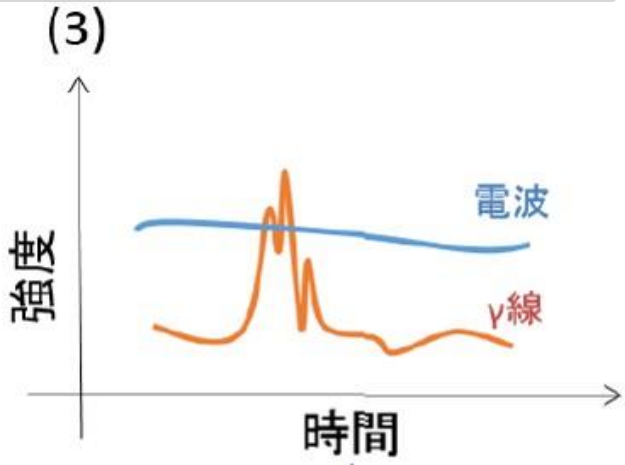
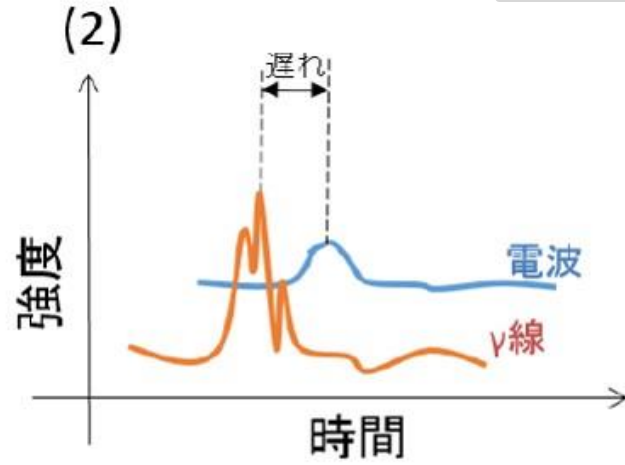
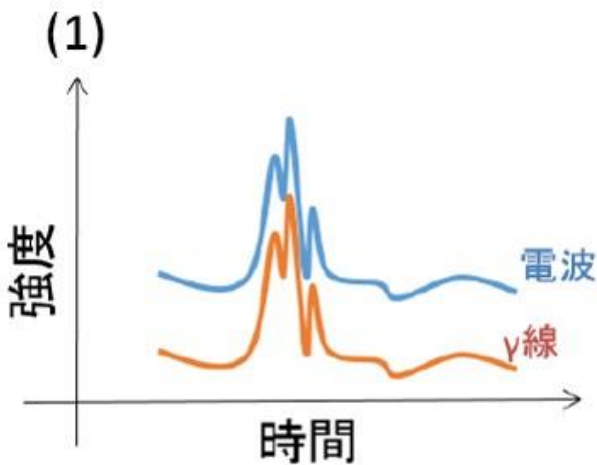
ブレイザーのガンマ線放射機構

逆コンプトン散乱 + ドップラー増幅効果

GENJI

– Gamma ray Emitting Notable-AGN
Monitoring by Japanese VLBI –

DA 55	DA 406	NRAO
530	3C 454.3	OJ 287
PKS 1510-089	M 87	
3C 84	BL Lac	CTA 102

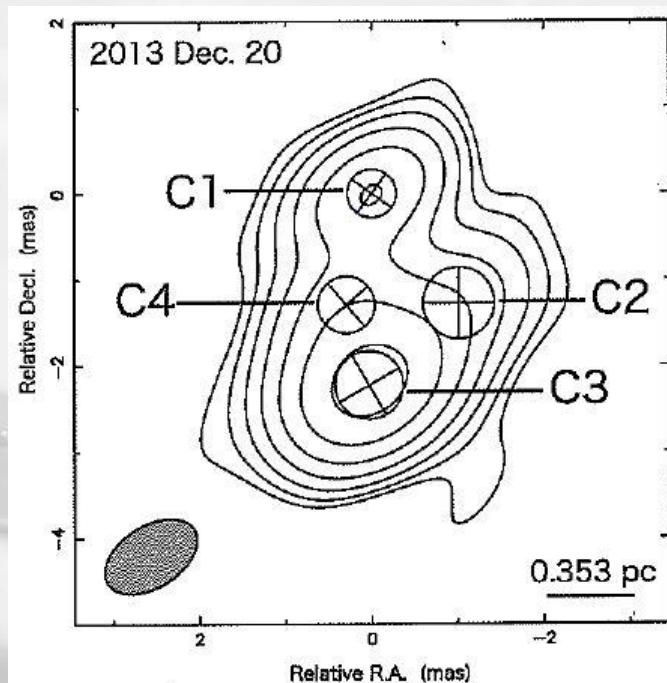


3C 84

- ▶ 巨大な楕円銀河 NGC 1275 ($z=0.0176$)
- ▶ FR I 型の電波銀河
 - Fermiによりガンマ線検出

- ▶ 断続的な電波ジェット活動
- ▶ 1960年代のアウトバースト **C2**
- ▶ 再活動2005年～ **C3**
コア～1pc南端にホットスポットとローブ構造

- ▶ ガンマ線第1フレア：2009年4月－5月
- ▶ 第2フレア：2010年6月－8月



22GHzの3C 84イメージ
(Hiura et al. 2014,未出版)

ガンマ線を検出した電波銀河

電波銀河

- ▶ ドップラー係数 δ 小さい
- ▶ ガンマ線検出されることもある

ドップラー増幅作用以外のメカニズムの可能性

ブレーザーのガンマ線放射機構

逆コンプトン散乱 + ドップラー増幅効果

電波銀河のガンマ線放射機構

逆コンプトン散乱 + ???

研究目的

GENJIにより得られた
22GHzのVLBIデータを用いて

電波構造の変化と
ガンマ線活動時期との
関係を見る

A top-down view of a desk with various items: a smartphone on the left, a pair of glasses at the top right, a hand holding a pen over a notepad on the right, and a wristwatch on the right. A large, semi-transparent blue circle is centered over the image, containing the word "Observation" in a bold, black, sans-serif font.

Observation

観測概要

- ▶ VERA 22GHzのアーカイブデータ
- ▶ 7 epoch

- (1) 2015/01/31
- (2) 2015/05/29
- (3) 2015/06/05
- (4) 2015/11/21
- (5) 2015/11/28
- (6) 2015/11/29
- (7) 2015/12/22
- (8) 2015/12/24



(7) R15355B...KaVA Large Program/ESTEMA (PI:鹿児島大の今井さん)の観測キャリブレーションデータのデータ

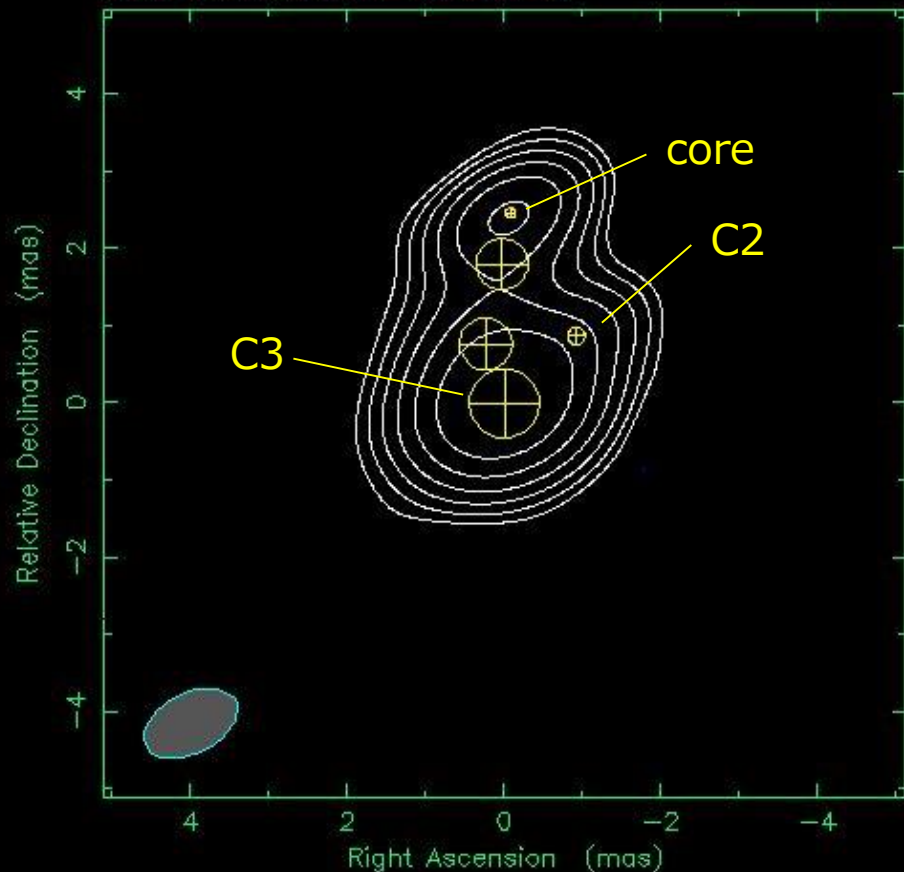
A top-down view of a desk with various items: a laptop on the left, a pair of glasses at the top right, a hand holding a pen writing on a notepad on the right, and a wristwatch on the right. A large, semi-transparent blue circle is centered over the image, containing the word "Results" in a bold, black, sans-serif font.

Results

(1) R15031A



Clean LL map. Array: VERA
3C84 at 22.218 GHz 2015 Jan 31

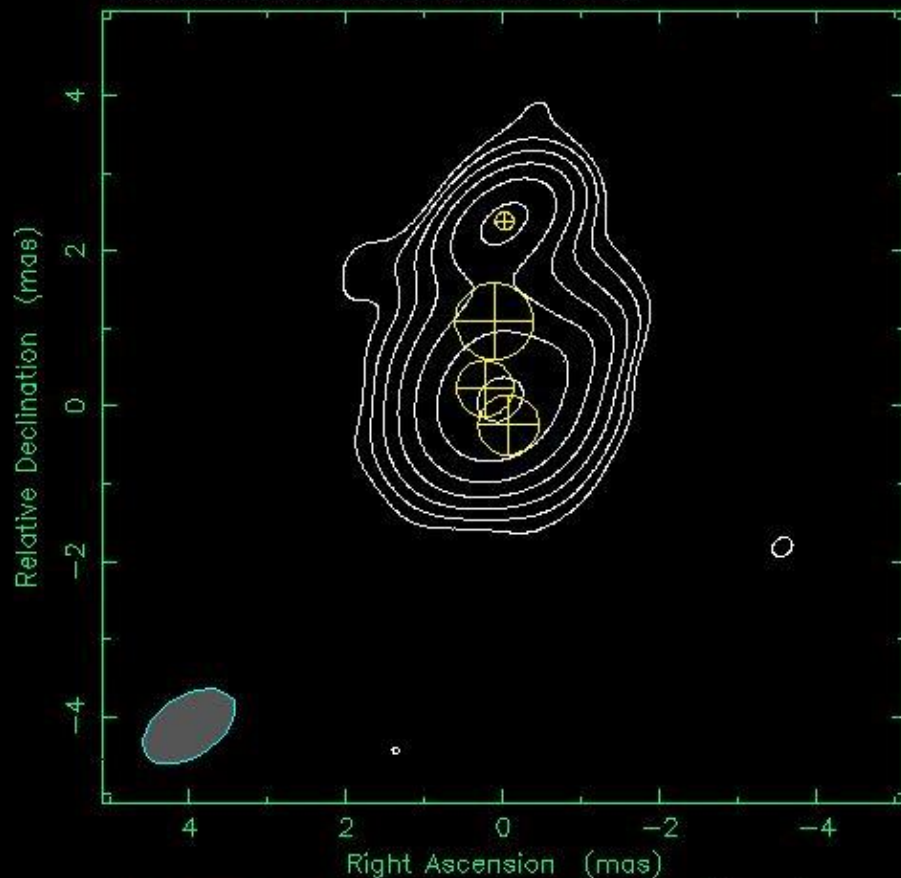


Map center: RA: 03 19 48.160, Dec: +41 30 42.103 (2000.0)
Map peak: 8.81 Jy/beam
Contours: 0.11 Jy/beam x (1 2 4 8 16 32)
Beam FWHM: 1.28 x 0.77 (mas) at -62.2°

(2) R15088B



Clean LL map. Array: VERA
3C84ZZZZ at 22.218 GHz 2015 Mar 29



Map center: RA: 03 19 48.160, Dec: +41 30 42.103 (2000.0)

Map peak: 7.75 Jy/beam

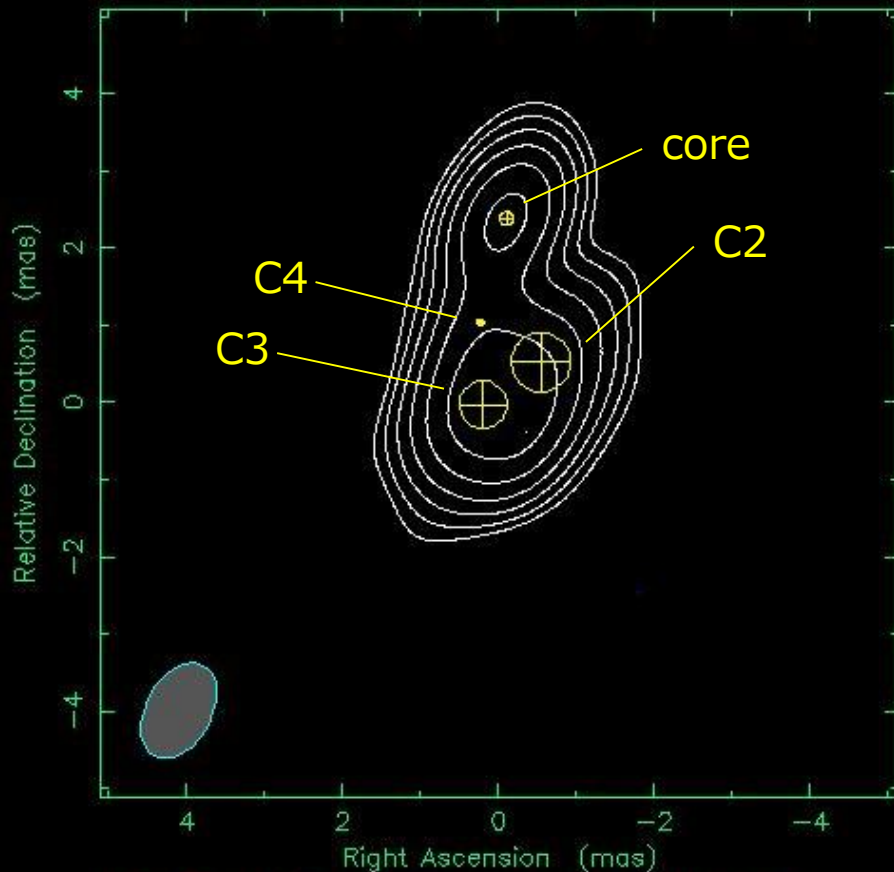
Contours: 0.11 Jy/beam x (1 2 4 8 16 32 64)

Beam FWHM: 1.3 x 0.771 (mas) at -56.9°

(3) R15156B



Clean LL map. Array: VERA
3C84ZZZZ at 22.216 GHz 2015 Jun 05

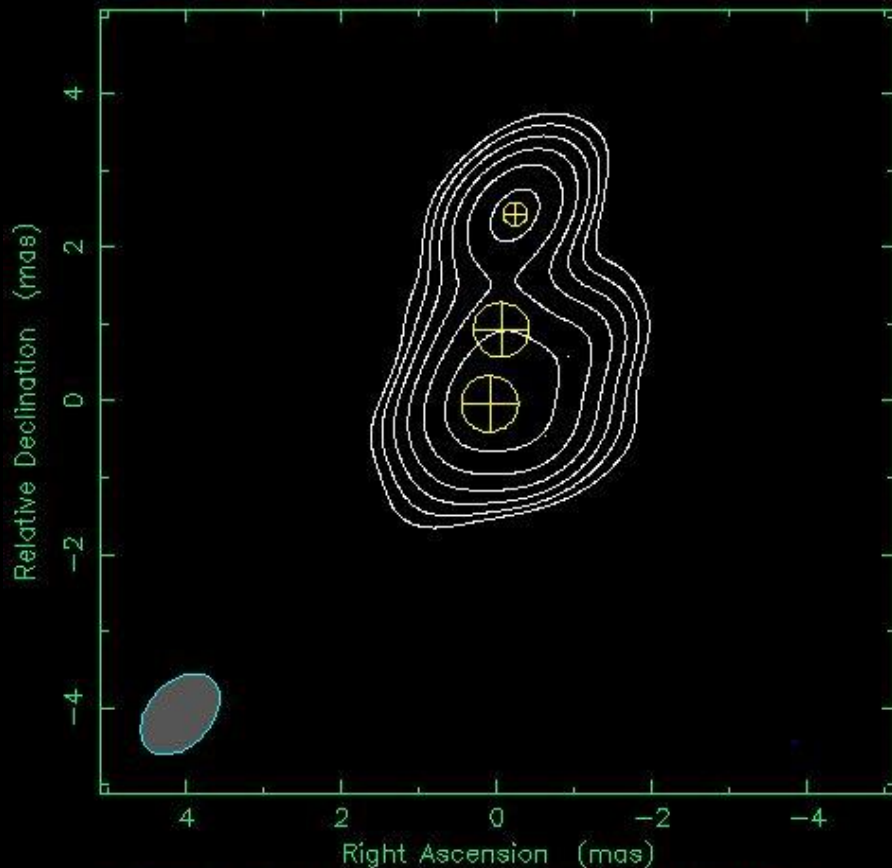


Map center: RA: 03 19 48.160, Dec: +41 30 42.103 (2000.0)
Map peak: 6.65 Jy/beam
Contours: 0.11 Jy/beam \times (1 2 4 8 16 32)
Beam FWHM: 1.33 \times 0.841 (mas) at -28.8°

(4) R15325B



Clean LL map. Array: VERA
3C84 at 22.224 GHz 2015 Nov 21

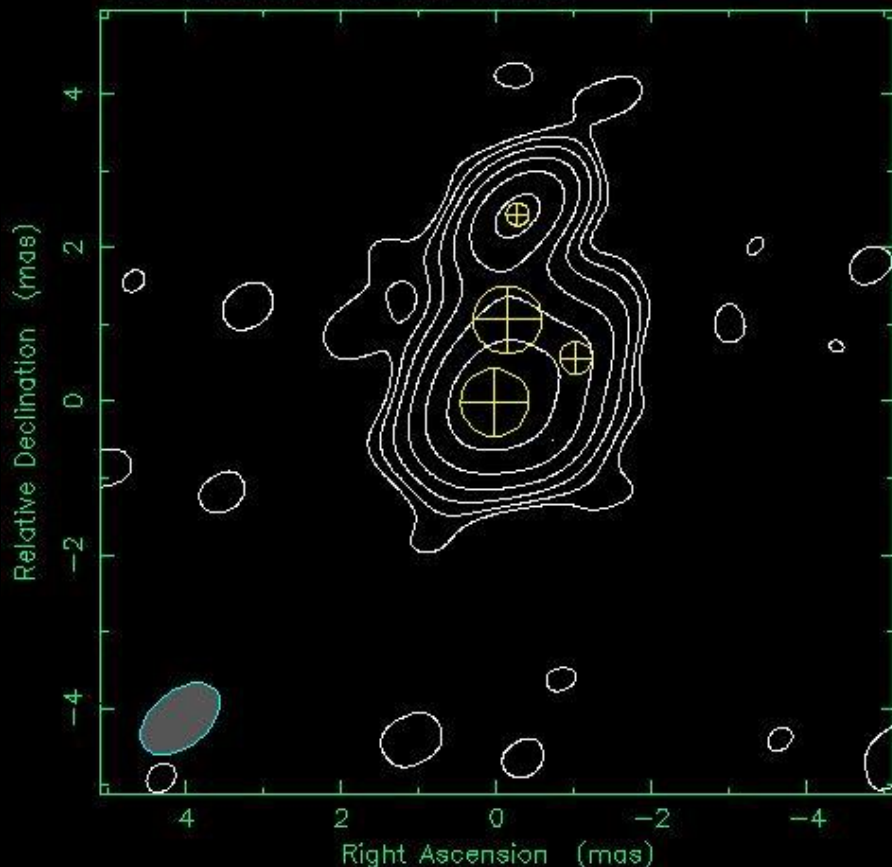


Map center: RA: 03 19 48.160, Dec: +41 30 42.103 (2000.0)
Map peak: 6.69 Jy/beam
Contours: 0.11 Jy/beam \times (1 2 4 8 16 32)
Beam FWHM: 1.21 \times 0.812 (mas) at -42°

(5) R15332B



Clean LL map. Array: VERA
3C84 at 22.221 GHz 2015 Nov 28

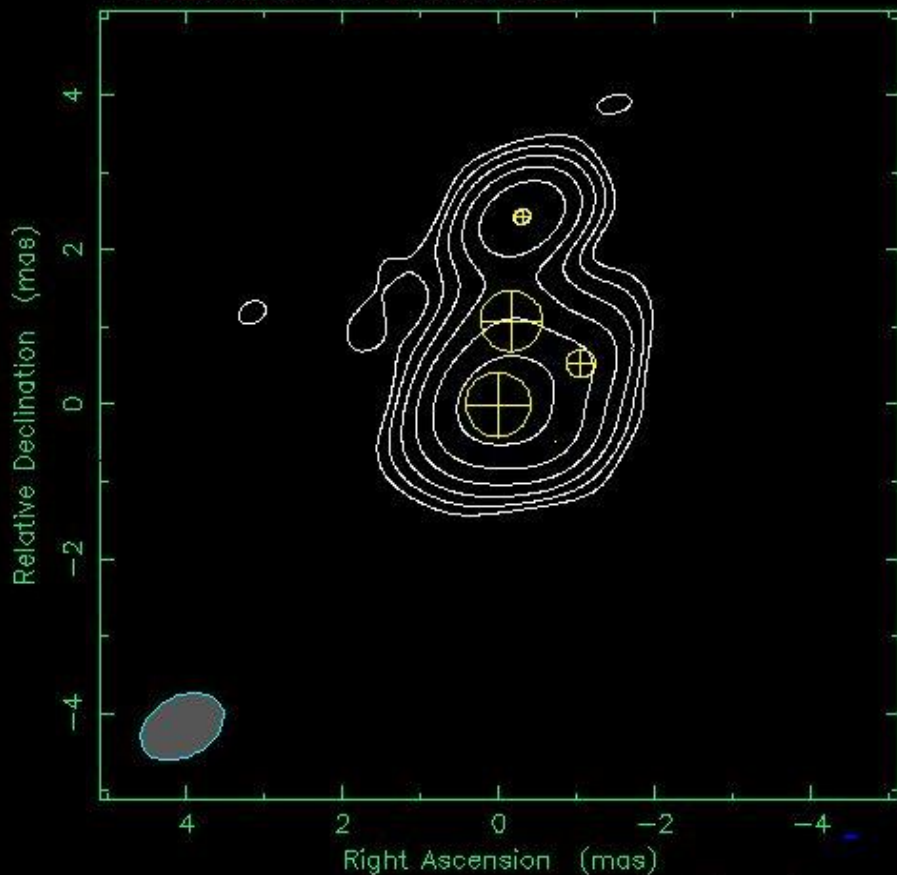


Map center: RA: 03 19 48.160, Dec: +41 30 42.103 (2000.0)
Map peak: 6.55 Jy/beam
Contours: 0.11 Jy/beam \times (1 2 4 8 16 32)
Beam FWHM: 1.18 \times 0.726 (mas) at -50.5°

(6) R15333B



Clean LL map. Array: VERA
3084 at 22.233 GHz 2015 Nov 29

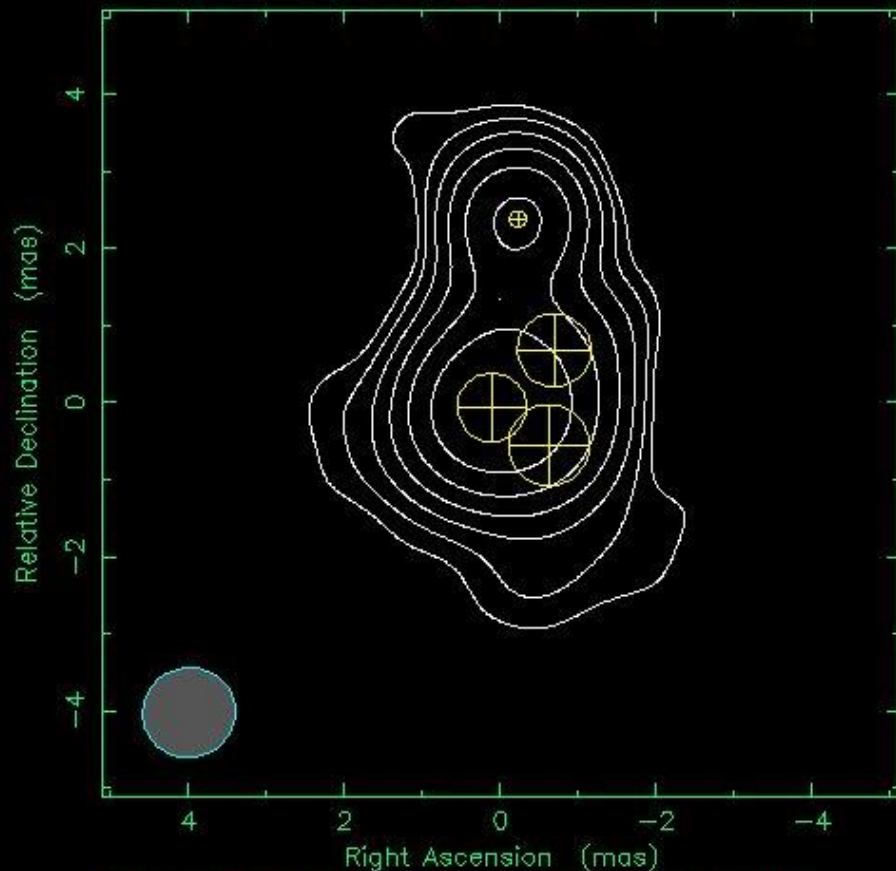


Map center: RA: 03 19 48.160, Dec: +41 30 42.103 (2000.0)
Map peak: 5.65 Jy/beam
Contours: 0.11 Jy/beam \times (1 2 4 8 16 32)
Beam FWHM: 1.13 \times 0.774 (mas) at -61.2°

(7) R15355B



Clean LL map. Array: KVN
3C84 at 22.234 GHz 2015 Dec 21

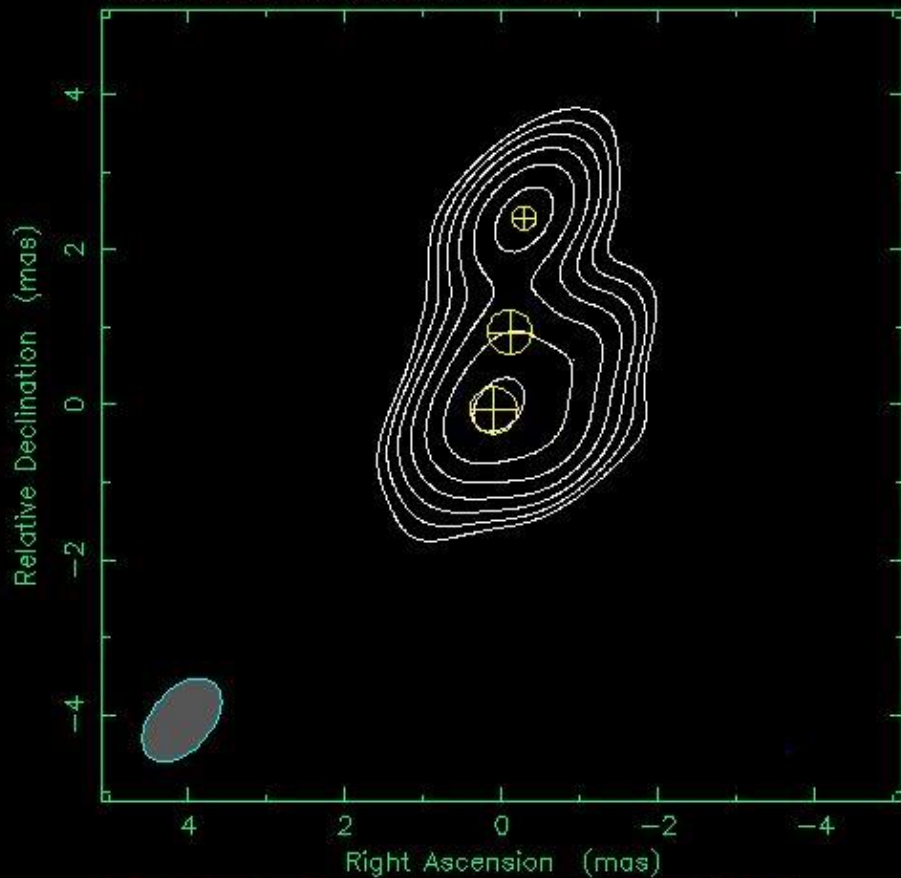


Map center: RA: 03 19 48.160, Dec: +41 30 42.106 (2000.0)
Map peak: 8.3 Jy/beam
Contours: 0.11 Jy/beam \times (1 2 4 8 16 32)
Beam FWHM: 1.2 \times 1.16 (mas) at -60°

(8) R15358A



Clean LL map. Array: VERA
3C84 at 22.226 GHz 2015 Dec 24



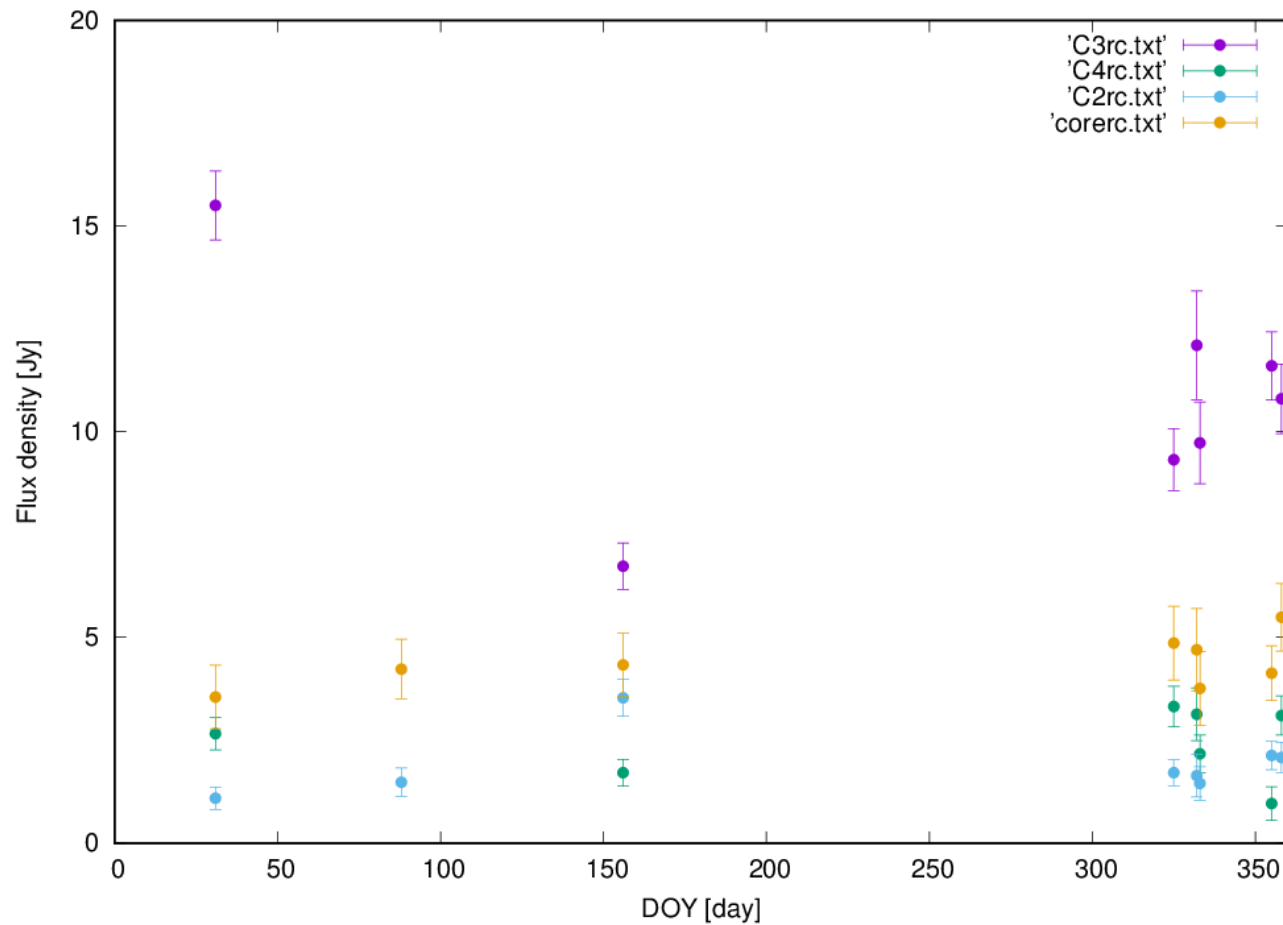
Map center: RA: 03 19 48.160, Dec: +41 30 42.103 (2000.0)

Map peak: 8.33 Jy/beam

Contours: 0.11 Jy/beam \times (1 2 4 8 16 32 64)

Beam FWHM: 1.26×0.769 (mas) at -40.7°

C2,C3,C4 ▶ Light Curve 2015



C2 ▶ Distance from core

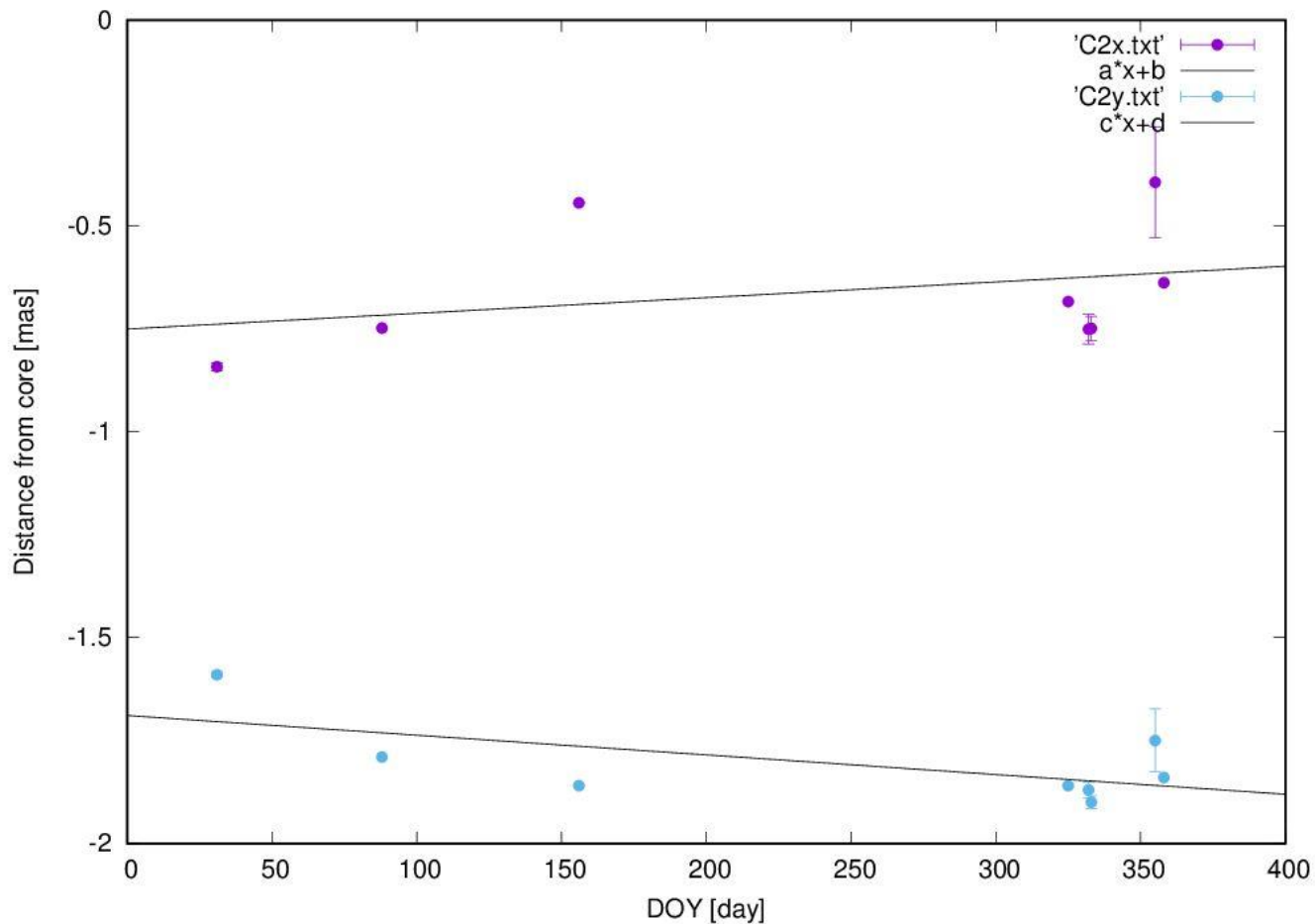
見かけの速度 β_{app}

Right Ascension

$\beta_{app} = 0.162$

Declination

$\beta_{app} = 0.203$



C3 ▶ Distance from core

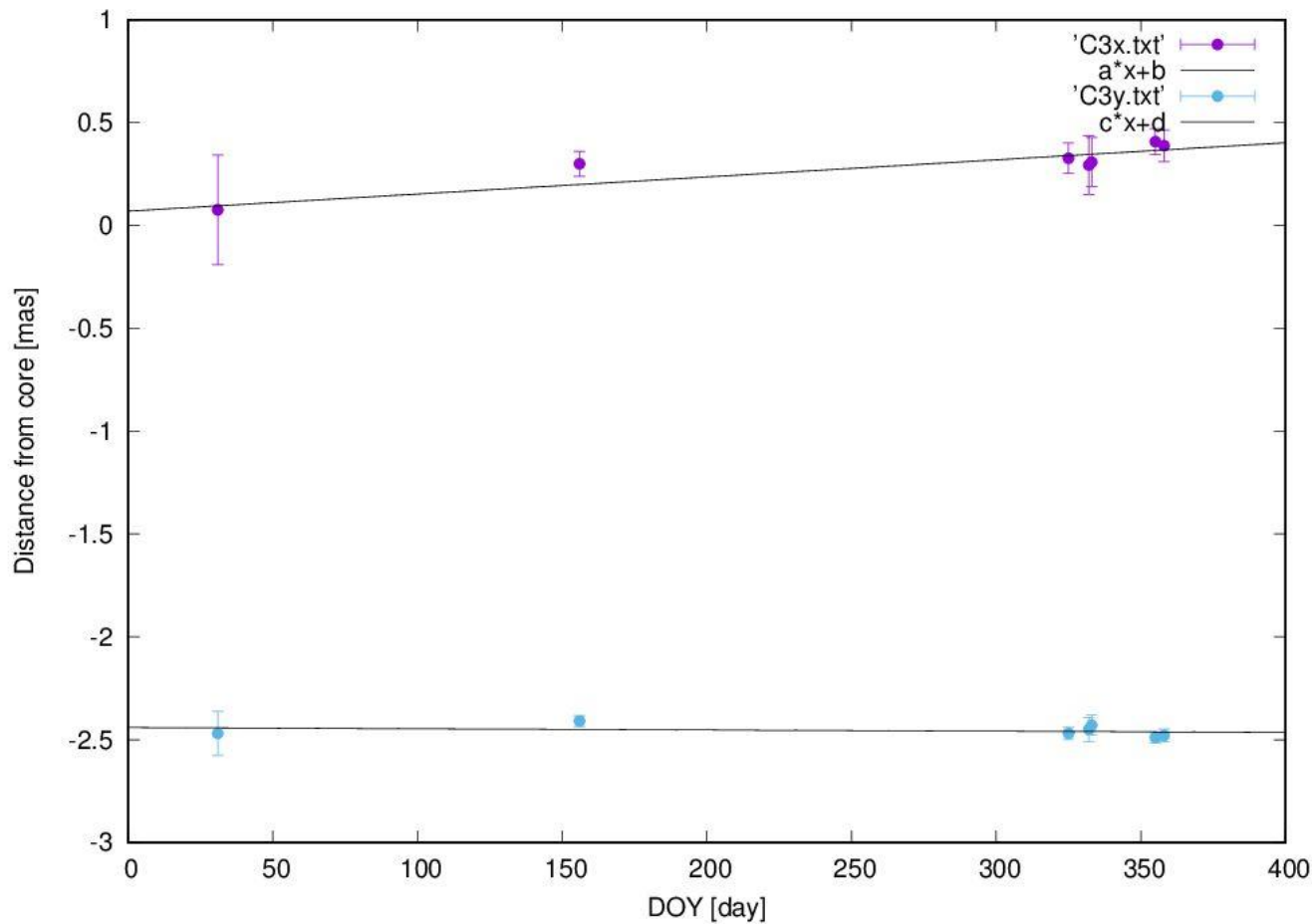
見かけの速度 β_{app}

Right Ascension

$$\beta_{\text{app}} = 0.353$$

Declination

$$\beta_{\text{app}} = 0.0250$$



C4 ▶ Distance from core

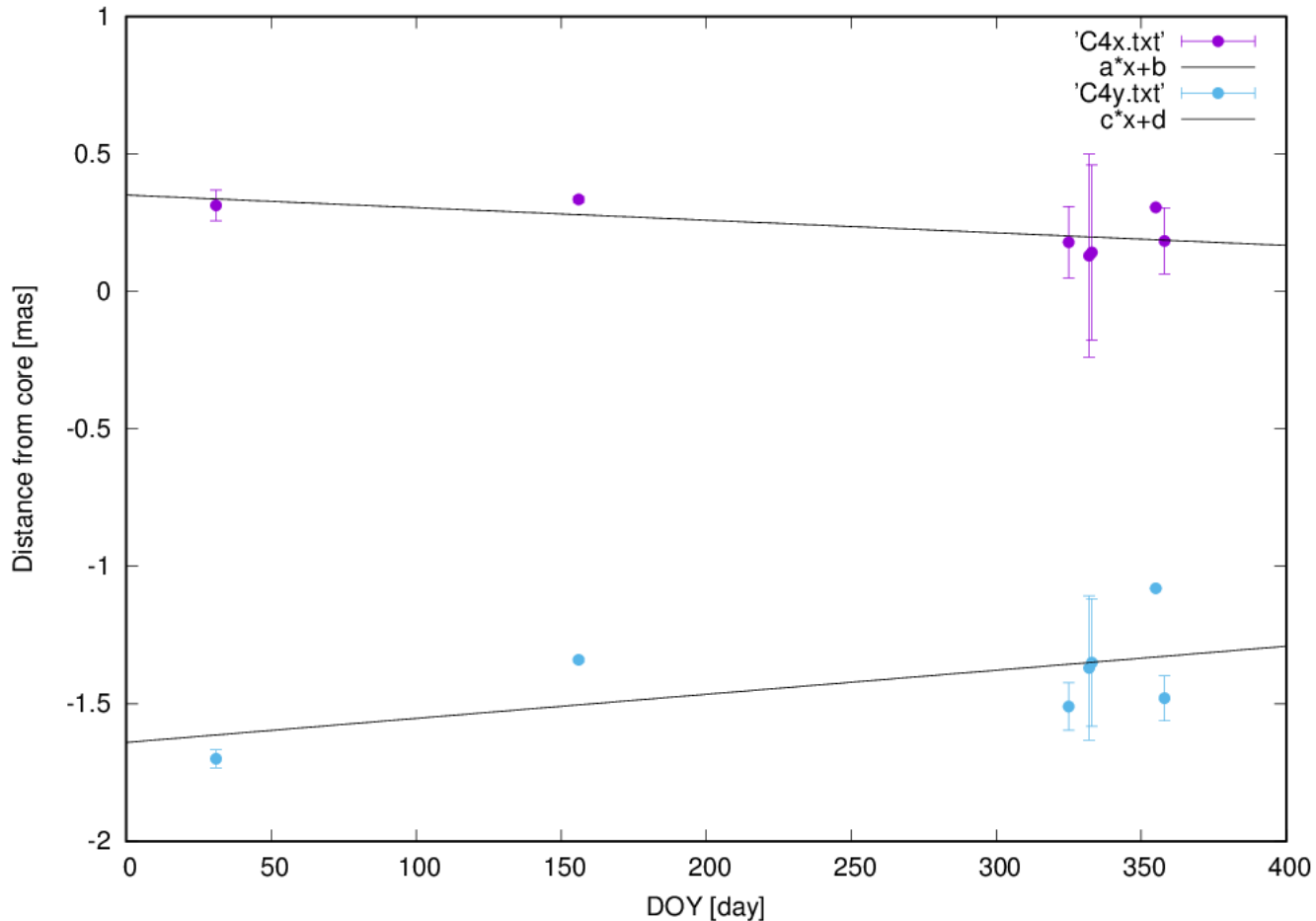
見かけの速度 β_{app}

Right Ascension

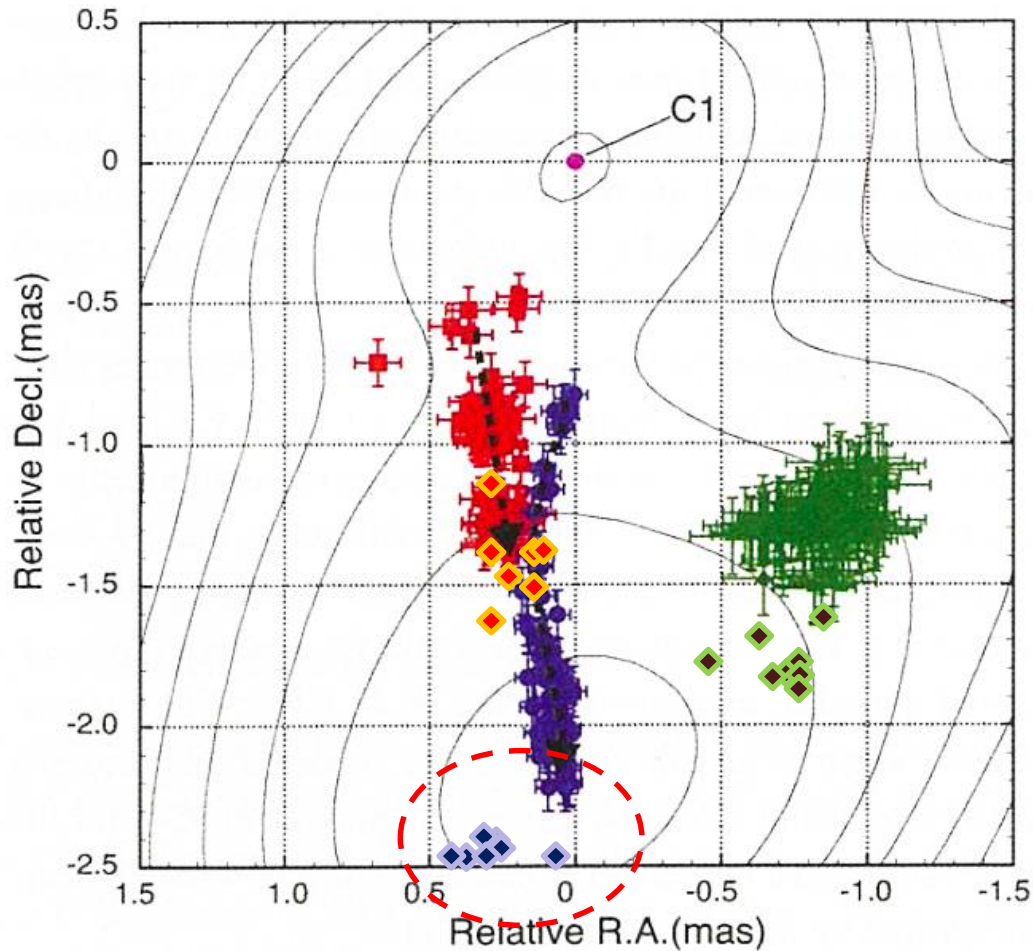
$\beta_{\text{app}} = 0.194$

Declination

$\beta_{\text{app}} = 0.371$



Sky position plots of C2, C3 and C4



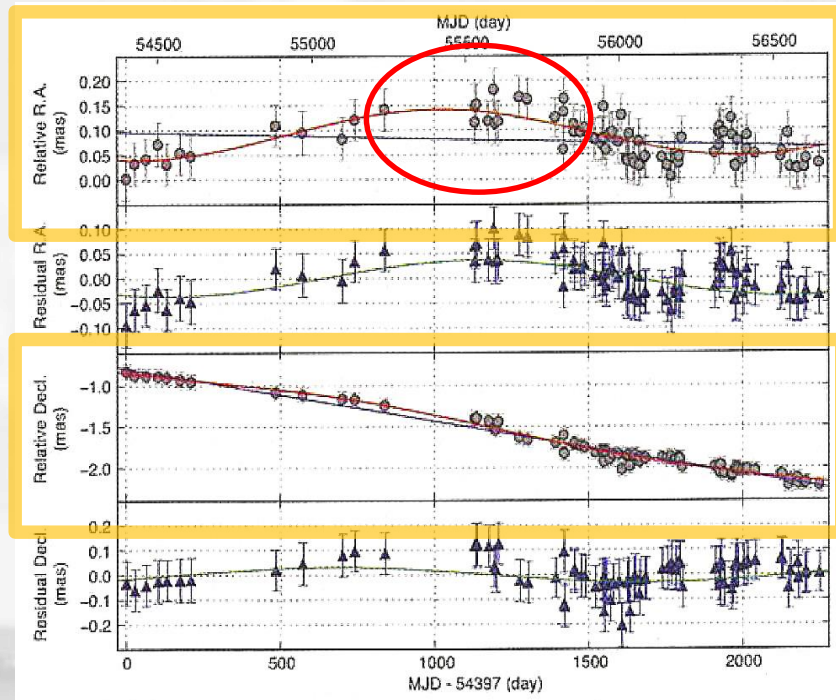
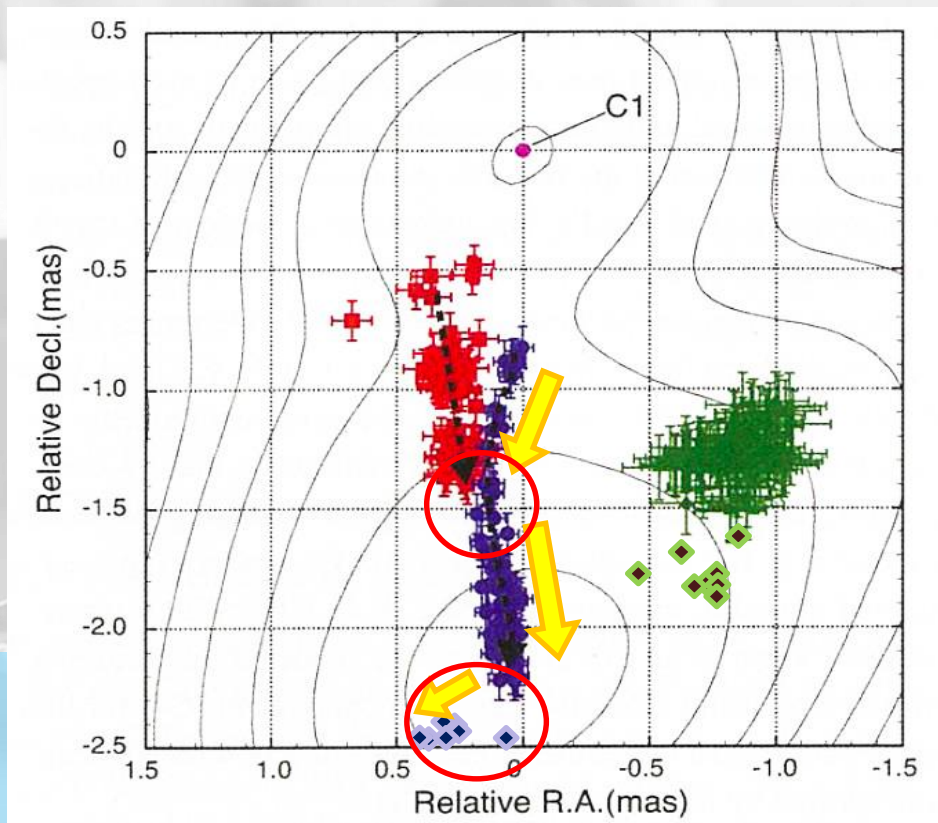
22GHzのイメージ

2013年12月20日までの
80エポック分の各
成分のプロット
(Hiura et al. 2014)

実際のジェットの本
ベンディング

輝度分布の変化による
見かけの移動

C3の軌道変化

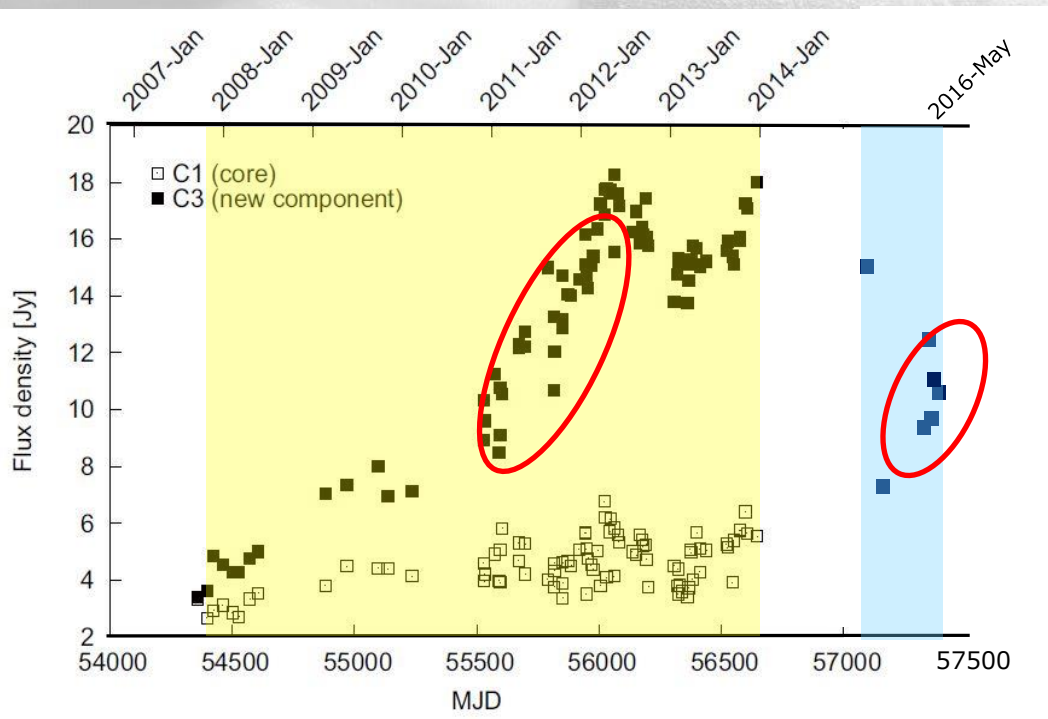


Hiura et al. 2014

- ▶ 過去にもベンディングが見られる
MJD 55500~

過去と今回のベンディングの共通点は？

ガンマ線活動時期 Light Curve



Nagai et al. 2016

☑ ガンマ線の増光

ショック

→→→ 高エネルギー粒子の放出

ガンマ線増光

☑ フラックスの増加

今後のデータ次第では可能性も…



バンディングの可能性

☑ 実際のジェットの本
ベンディング

☑ 輝度分布の変化による
見かけの移動

構造の変化とガンマ線活動時期

解析結果

▶ C3の急な横移動

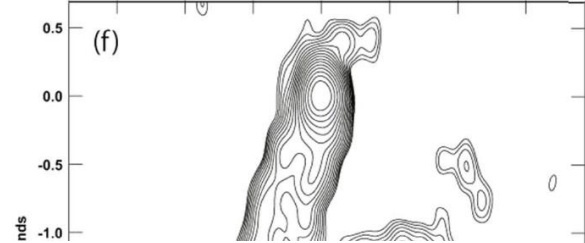
C3は広がった構造

C3の一部(南東)が急に増光した

ショック?

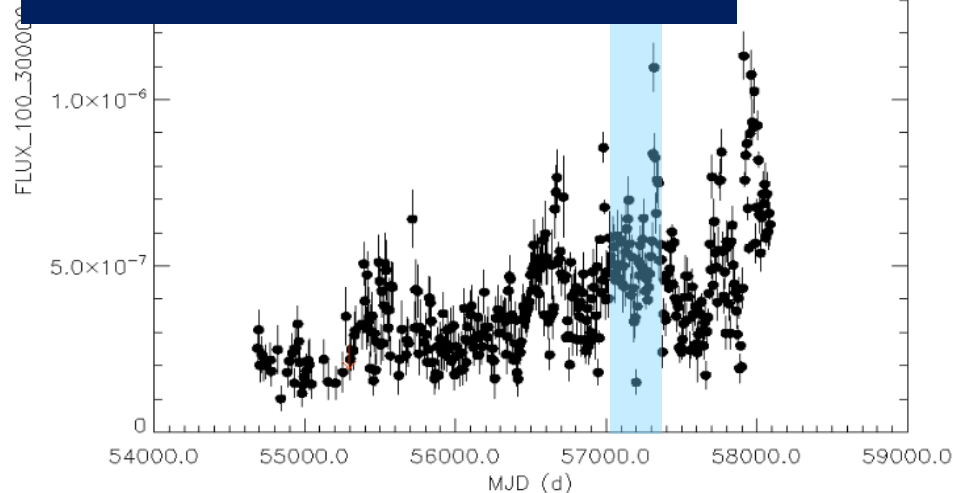
高エネルギー粒子放出

ガンマ線増光



Source = NGC 1275 Duration = 604800.

- ☑ 2015年はガンマ線活動時期
- ☑ みかけの移動に伴ってガンマ線増光が見られる



NGC 1275のガンマ線のLight Curve (Fermi HP)

A top-down view of a desk with a laptop, glasses, a pen, and a watch. A large blue circle is overlaid in the center, containing the word 'Summary' in black text.

Summary

- ▶ 3C 84はガンマ線検出された電波銀河である
- ▶ VERA 22GHzの2015年1年間分のアーカイブデータの解析を行った
- ▶ 3C 84のガンマ線領域特定するため今回は電波構造の変化とガンマ線活動との関係に着目した
- ▶ 成分C3の構造の変化とガンマ線増光時期が関係しているような結果を得た
- ▶ 2015年以降のガンマ線増光もみられるため解析を進めていく