

# Narrow line Seyfert 1型銀河のVLBIを用いたこれからの多波長観測

東京大学大学院・国立天文台 M1 高村 美恵子

秦 和弘(国立天文台)、笹田 真人(広島大学)、本間 希樹(国立天文台)

## Purpose



渦巻銀河  
(Narrow line Seyfert 1型銀河)

- 渦巻銀河同士の衝突
- 銀河中央部での激しい星形成



楕円銀河  
(電波銀河、ブレイザー)

軽 ブラックホール質量 =  $10^6 M_{\odot} - 10^8 M_{\odot}$

重 ブラックホール質量 =  $10^8 M_{\odot} - 10^{10} M_{\odot}$

相対論的ジェット(数pc~数kpc)を放出するNLS1を観測

相対論的ジェットを放出する

ガンマ線を放出するNLS1の発見  
(LAT/Fermi, Abdo et al. 2009)

高エネルギーガンマ線を放出する

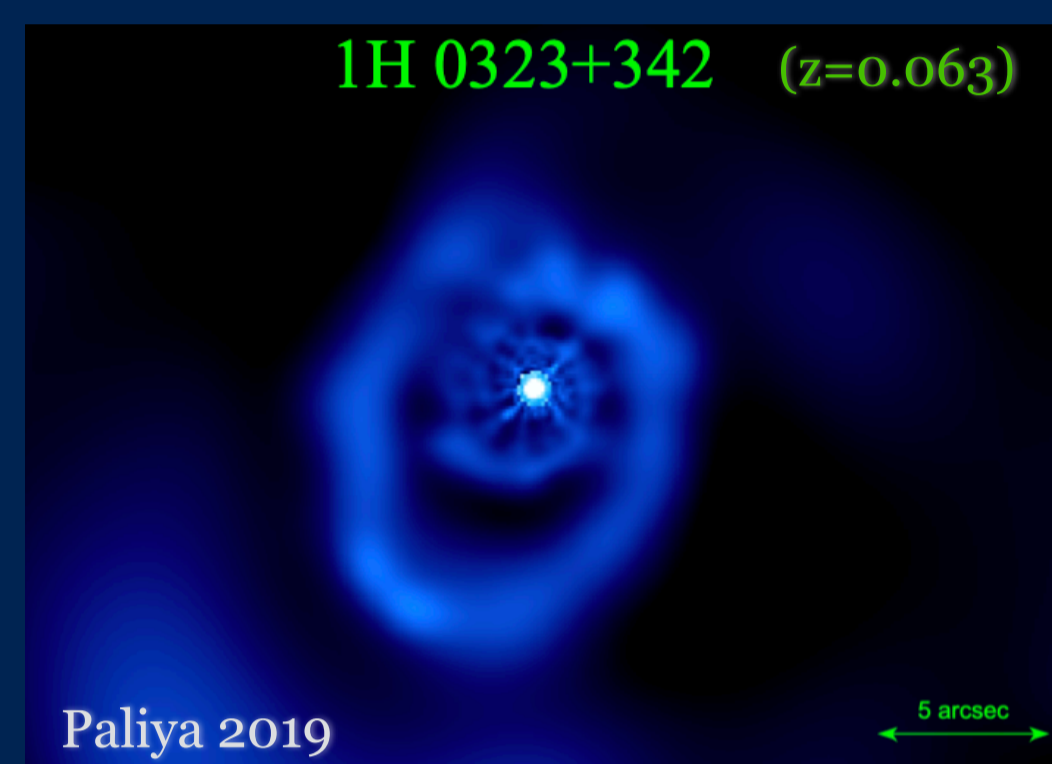
(Image : NASA)

GeVガンマ線望遠鏡のLarge Area Telescope/Fermiによる観測により、電波銀河、ブレイザー以外の第3の活動銀河核(AGN)として狭輝線1型セイファート銀河(NLS1)が発見された。可視光による観測の結果、推定されるブラックホール質量は前者のものより低質量であることがわかった一方で、相対論的ジェットを放出することやガンマ線を発する電波銀河やブレイザーと似た性質を持つものが存在することも電波やガンマ線の観測でわかっている。またNLS1はブレイザーや電波銀河より比較的低光度な天体であるため、電波観測を通してNLS1を研究することはコロナとジェットの繋がりを明らかにする上で有効的である。これからの研究を通して、1, NLS1のジェットの生成方法、2, 高エネルギーガンマ線の放射メカニズム、3, 降着円盤とジェットの関係性を明らかにすることが大きな研究課題である。(D'Ammando et al. 2019, Wilkins et al. 2015)

## Introduction

~Narrow line Seyfert 1 型銀河について~

- NLS1は活動銀河核の1つの種族
- 質量降着率は比較的高い( $\frac{L}{L_{Edd}} \sim 1$ )
- ガンマ線を放出するNLS1は9天体(下表)
- H $\beta$ の半値幅 < 2000km/s、フラックス比[O III]/H $\beta$  < 3
- 97%はRadio quiet な天体、3%がRadio loudな天体

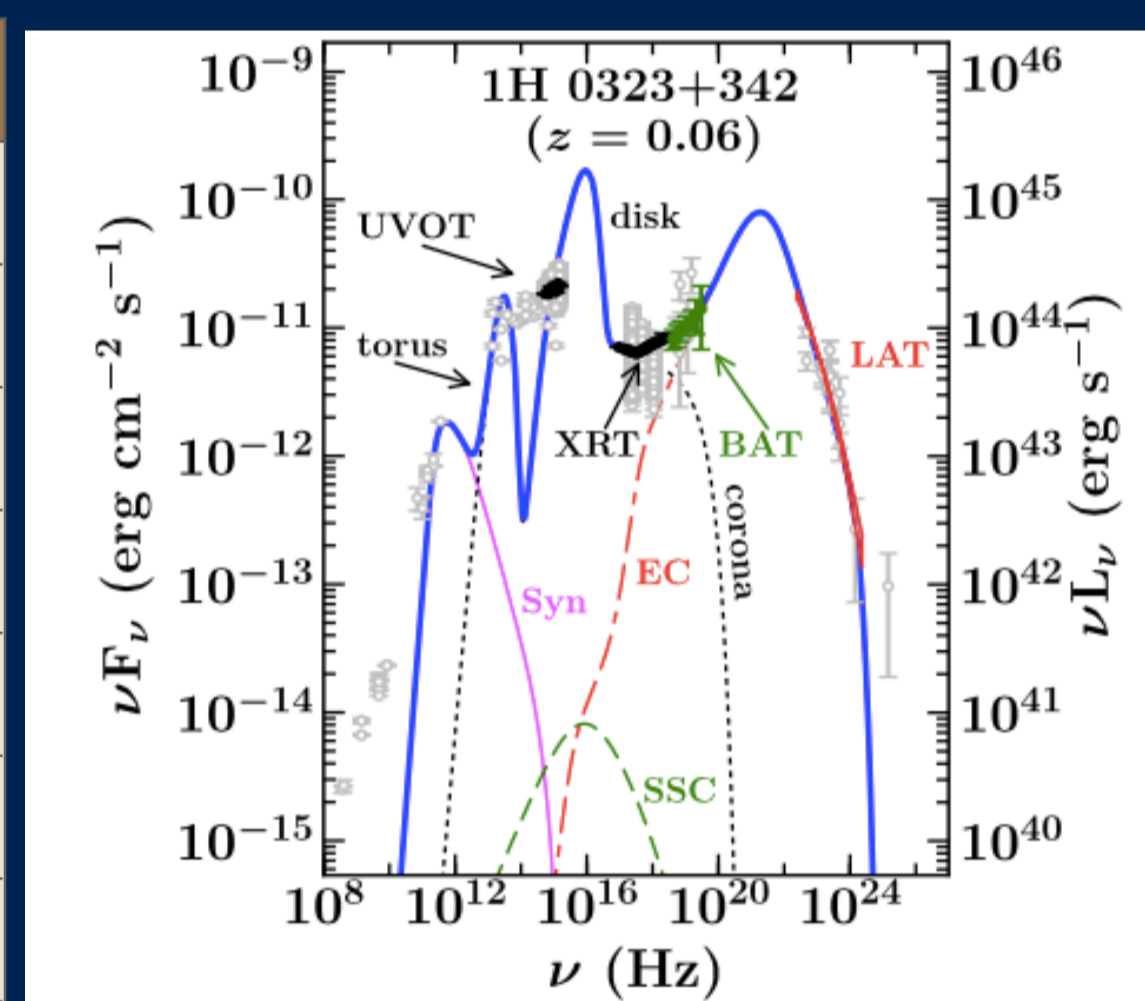


Paliya 2019

~1H0323+342について~

NLS1の電波から高エネルギーガンマ線まで幅広い波長で観測できるものは少ないが、下図のSEDより、1H0323+342は多波長で観測できる天体の1つである。下図に示す通り、電波ではジェットベースのシンクロトロン放射、可視光、X線では降着円盤やコロナからの熱的放射、また高エネルギーガンマ線が観測されている。

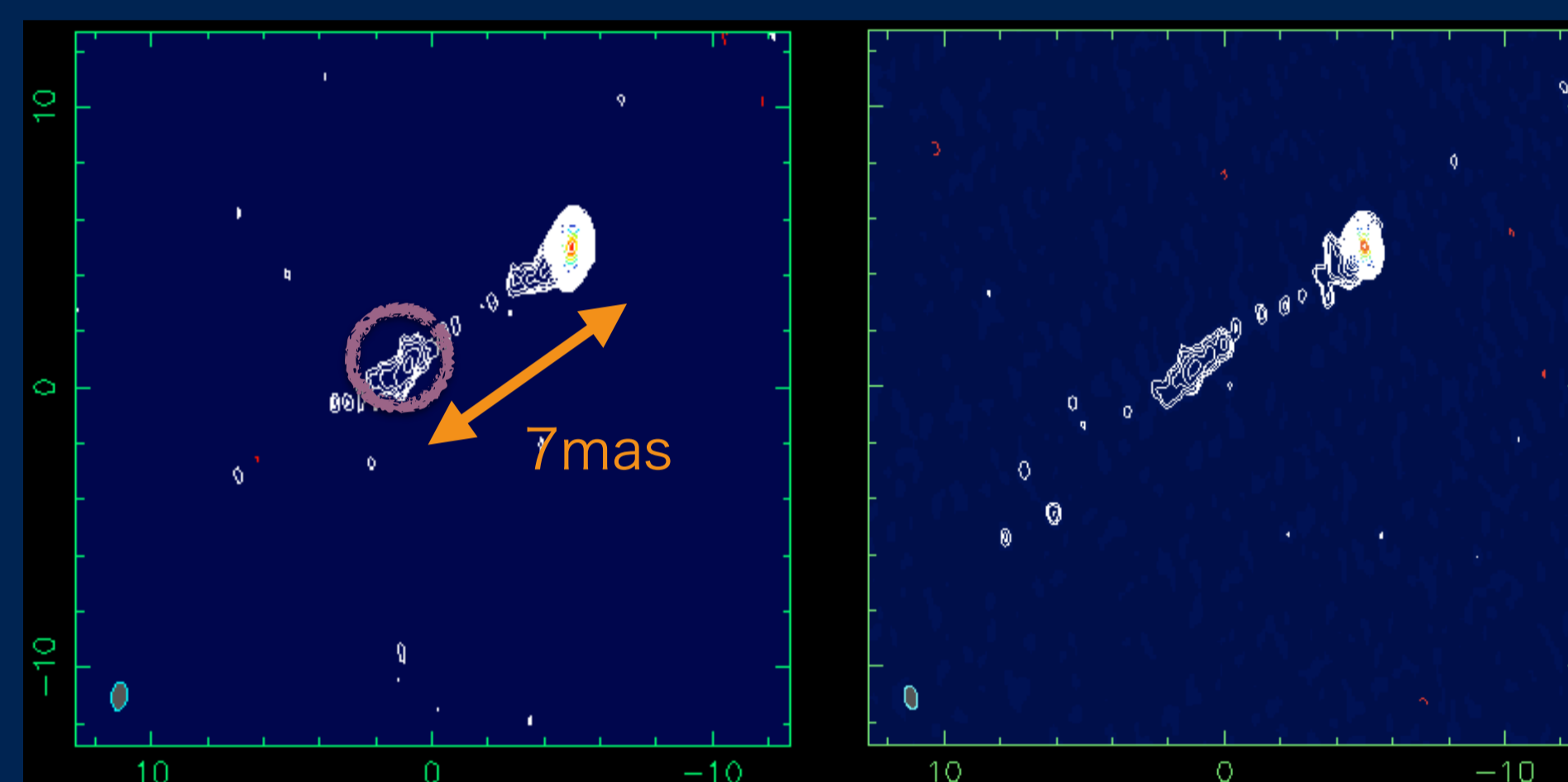
天体名	赤方偏移 z	光度(erg/s)	$\log(\frac{M_{BH}}{M_{\odot}})$
1H0323+342	0.061	$2.1 \times 10^{44}$	7.17
SBS 0946+513	0.584	$3.2 \times 10^{46}$	7.59
PMN J0948+0022	0.585	$7.5 \times 10^{46}$	7.50
IERS B1303+515	0.787	$6.9 \times 10^{45}$	-
B3 1441+476	0.705	$4.7 \times 10^{45}$	7.4
PKS 1502+036	0.408	$1.0 \times 10^{46}$	8.84
FBQS J1644+2619	0.145	$2.7 \times 10^{44}$	8.32
PKS 2004-447	0.240	$1.7 \times 10^{45}$	6.70
TXS 2116-077	0.260	$7.2 \times 10^{44}$	7.21



(Paliya et al. 2019, Liao et al. 2015, D'Ammando et al. 2019)

## Data Reduction and Imaging

電波で観測ができ、更にジェットが数kpcまで伸びている電波の観測に適したNLS1の1H0323+342に注目した。2016年1月にVLBAを用いて観測されたHada et al. 2018のデータと2019年1月のMOJAVEのデータを用いてイメージングをCLEANを用いて行った。

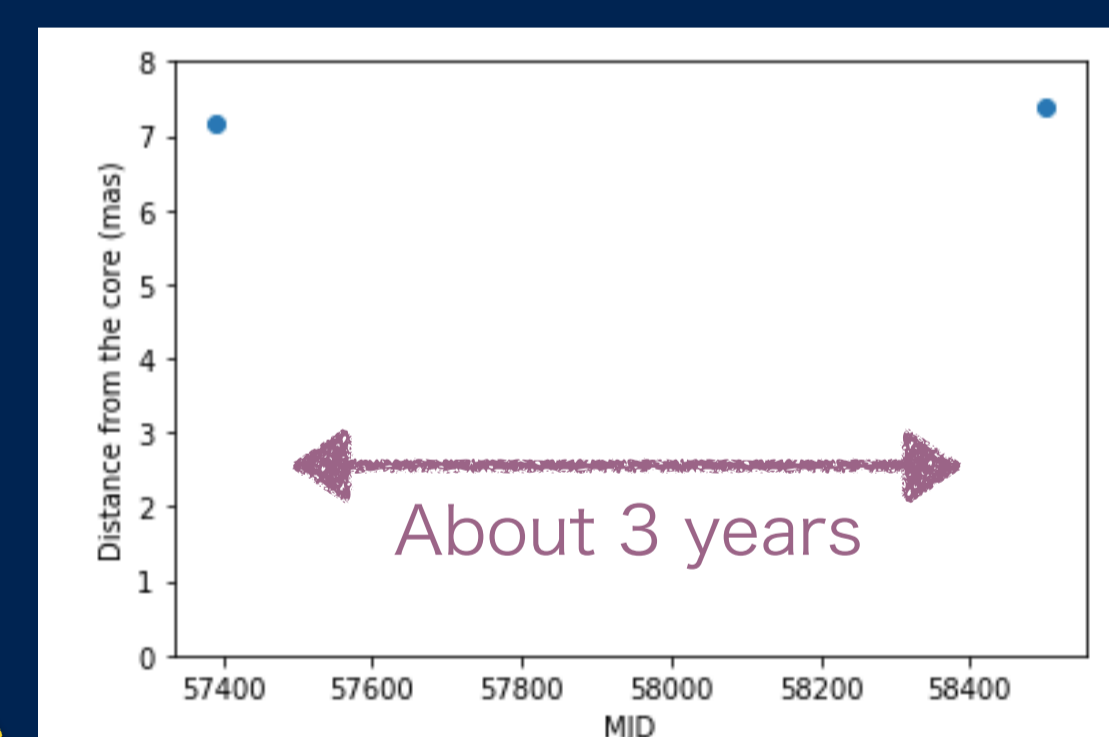


(左図)  
VLBA 2016年1月(15GHz)  
Data from Hada et al. 2018

(右図)  
VLBA 2019年1月(15GHz)  
Data from MOJAVE

2016年以前の観測より、ジェットの電波コアから7mas付近に定常成分またその成分の近くに加速、コリメートする箇所が存在することがわかっている。(Hada et al. 2018, Doi et al. 2018)

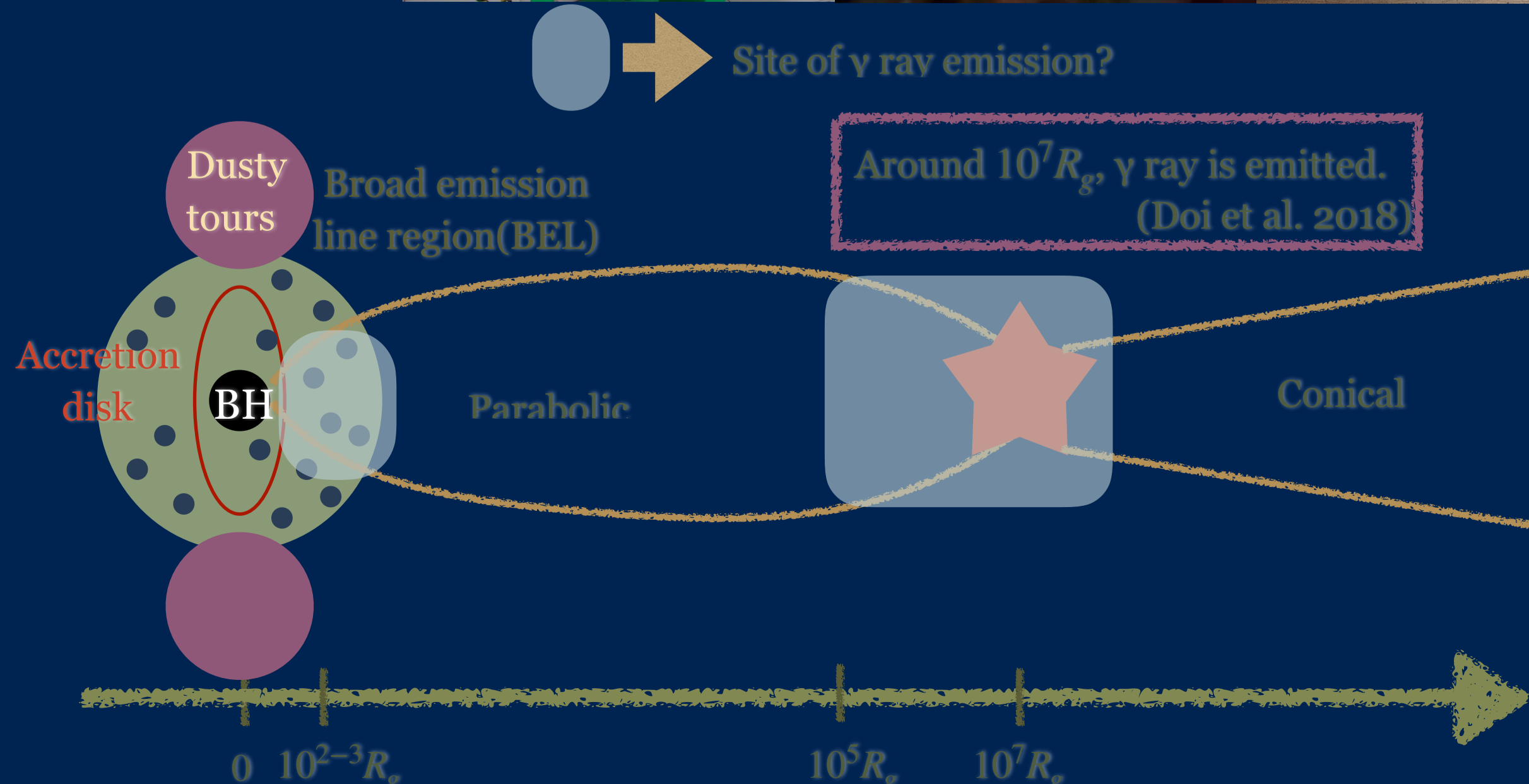
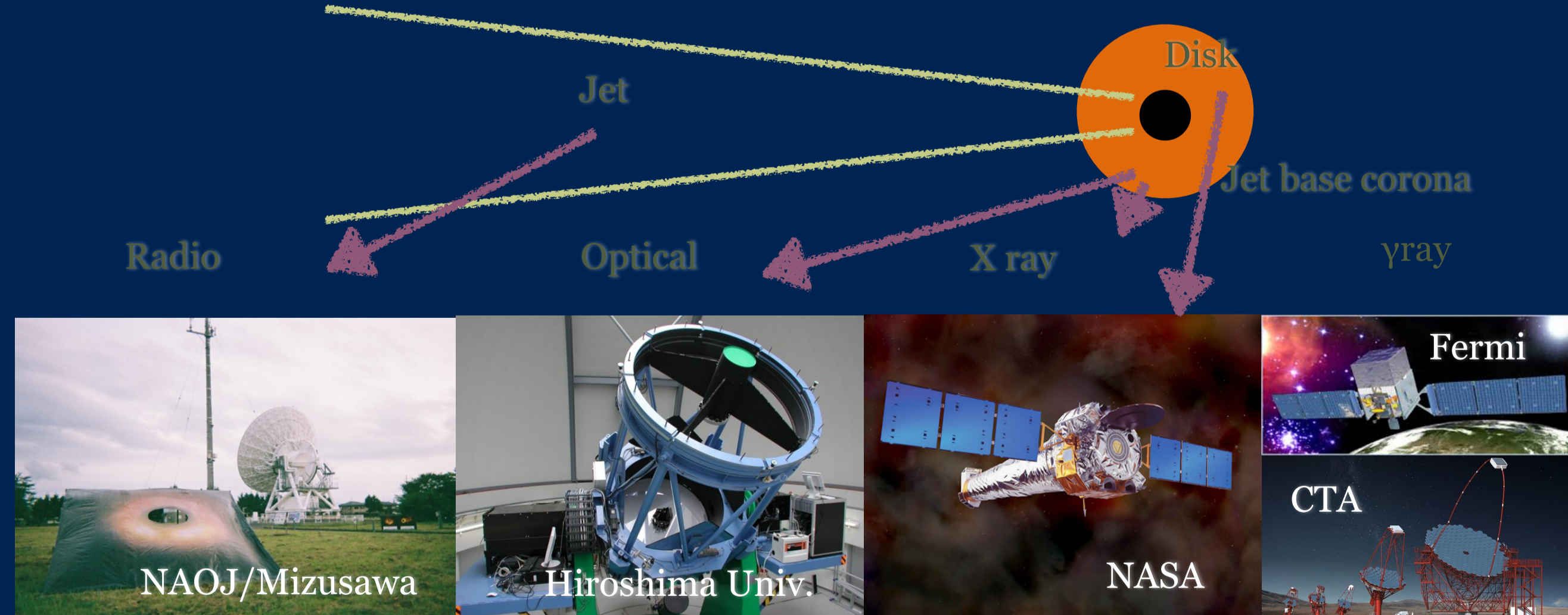
上図の2016年、2019年の15GHzの両方の観測画像からコアとその定常成分を確認することができる。実際にその距離をイメージングした図を用いて計測し比較したのが下図である。比較した結果、やはり7mas付近に



定常成分があることがわかった。また、15GHzの観測ではコア付近の詳細な観測は難しいが、22GHz/43GHzのVLBIを用いて観測をすれば、議論をすることができる。

~VLBIを用いて観測する意義~

電波望遠鏡はジェットの観測が得意であり、その性質を利用してジェットの根本部分を観測することは、Purposeで示した3つの研究課題に迫ることができる方法であると考えられる。下図に示すようにジェットの根本はガンマ線を観測できるスポットの1つであり、ジェットの生成機構を明らかにするためにこの箇所の観測は必要不可欠である。



## Future Work

電波、ガンマ線を含む多波長で観測できること、ジェットのノットが数kpcまで伸びている特徴を持つことから1H0323+342という天体にこれから注目していきたいと考える。しかし、未だそのジェットの生成メカニズムやガンマ線の発生箇所を電波望遠鏡を用いて、はっきりと特定することはできてはいない。ジェットの根本の理解を進めるためにも以下のような方法で研究を進めていきたい。

- ジェットの生成メカニズムの解明に向けて  
ジェットの生成において付近の磁場環境を明らかにすることは必要不可欠である。そのため、VLBIを用いたジェットの電波観測を通して、ジェットのコアとコアから約7masの定常成分付近の偏光を調べ、その磁場構造について研究する。
- 高エネルギーガンマ線放出のメカニズム解明に向けて  
ガンマ線放出時、可視光やX線のフラックスや偏光の変化がどのように現れるか、更に、ガンマ線がうかるとき電波の観測において同時性やガンマ線が放出する箇所に特徴があるのか多周波数のVLBIの観測データを用いて議論していく。