

# 大学VLBI連携の現状報告

藤沢健太(山口大学)

## • 6大学＋研究機関の共同研究

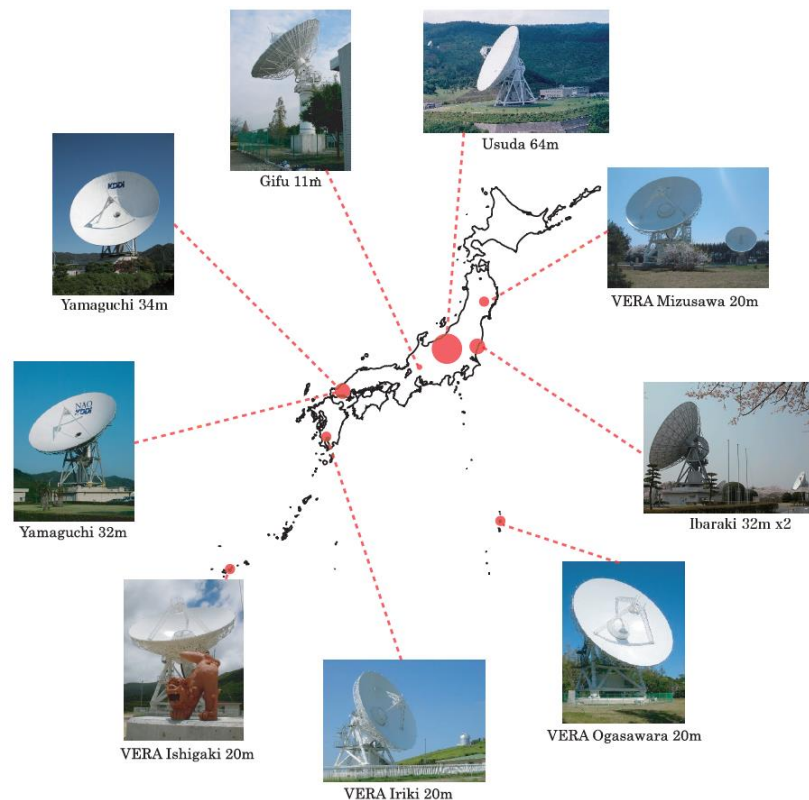
- 国立天文台 (VERA)
- 茨城、筑波、岐阜、大阪府立、山口、鹿児島
- JAXA, NICT

## • 観測網

- 9 望遠鏡 (11m ~ 64m)
  - イメージング観測では6台程度
- Baseline 50 - 2500 km
- Frequency 6.7/8/22 GHz
- 検出感度 3 mJy (8 GHz, 2 Gbps, 茨城－山口)

## • 運用、望遠鏡の現状

- 200hr/yr, 30 observations/yr
- 茨城－山口1基線観測定常化
- 山口干渉計との連携観測



Japanese VLBI Network (JVN)

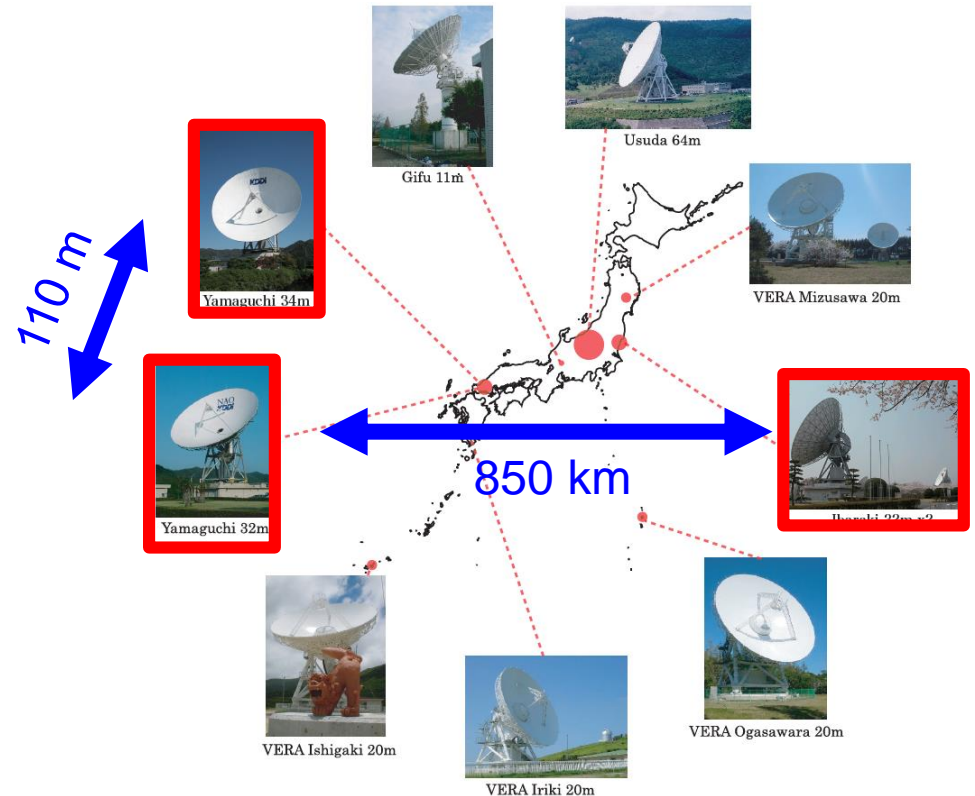
# 2019 – 2020の研究活動のポイント

- 茨城 – 山口 (– 鹿島) 観測が定常化
  - 高感度、特に輝度温度感度、非画像観測
  - 多数の天体のサーベイ(後述)
  - 論文発表へ
- EAVNへの参加: 茨城 & 山口
  - 高萩 32m(茨城) 22 GHzでの参加(2020A~)
  - C-band 試験観測を実施、茨城と山口がC-band観測に参加予定(2021A~)
- 将来計画の検討を実施中
  - VLBI懇談会将来計画WG / 水沢VLBI観測所将来計画
  - OISTER/JVN連携の検討
  - 目標
    - 2022年度から始める第4期中期計画の研究
    - 長期的な展望

# 茨城ー山口（一鹿島）観測

- 検出に特化したVLBI

- 茨城-山口-鹿島
- 非画像、検出観測
- 32/34mの高感度
  - a few mJy @ 6/8 GHz
  - $T_b \sim 10^{4-7}$  K
- 異なる基線長
  - 天体サイズ / 輝度の測定
- 長大な観測時間
  - 200~300 hr/yr (~1000 hr 目標)
  - 相関処理を大学で行う



- 定常的観測ができるようになった

多様な天体種について圧倒的なVLBI観測データベースを構築する

# JVN 観測

## 2019年 10月 – 2020年 9月

概要	PI	バンド	検出／画像	観測回数	観測時間
High-zクエーサ	古谷・鶴田	X	検出	8	56.5
銀河中心BH	藤沢・助廣	X	検出	4	20
JVN位相補償	藤沢・兵頭	X	位相補償	1	4
ガンマ線天体	新沼・藤本	X	検出	4	41
$\mu$ クエーサ	藤沢・穂本	X	検出	1	4
ECHII	小倉・元木	X	検出	5	40.5
High-zクエーサ	古谷・鶴田	C	画像	3	36
メタノールメーザ アウトフロー	中村・元木	C	画像	1	6
メタノール吸収	澤田佐藤	C	検出	5	20
EAVN試験観測	杉山	C	画像	1	10

# JVN 観測

## 2019年 10月 – 2020年 9月

band	# of obs.	Obs. time (hr)
C-band	10	72
X-band	23	166
Total	33	238

- 運用上の制約
  - 運用人員経費の制限のため、研究者が望遠鏡・相関器運用
- 茨城ー山口1基線観測
  - 5課題で観測実施、興味深い結果が得られた(小倉発表)
  - イメージング観測へ発展した課題もある(high-z AGN)
  - 大学VLBI連携JVNの課題観測(プロジェクト観測)も順調に実施
  - 論文発表・イメージング観測への展開

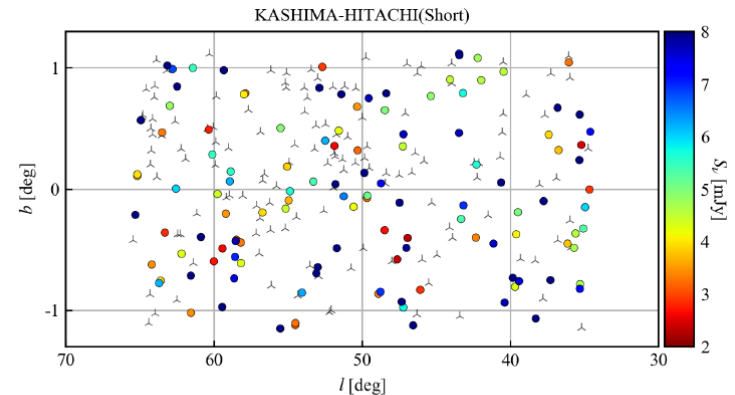
## 茨城-鹿島観測

# 極超コンパクトHII領域の探査(小倉・元木)

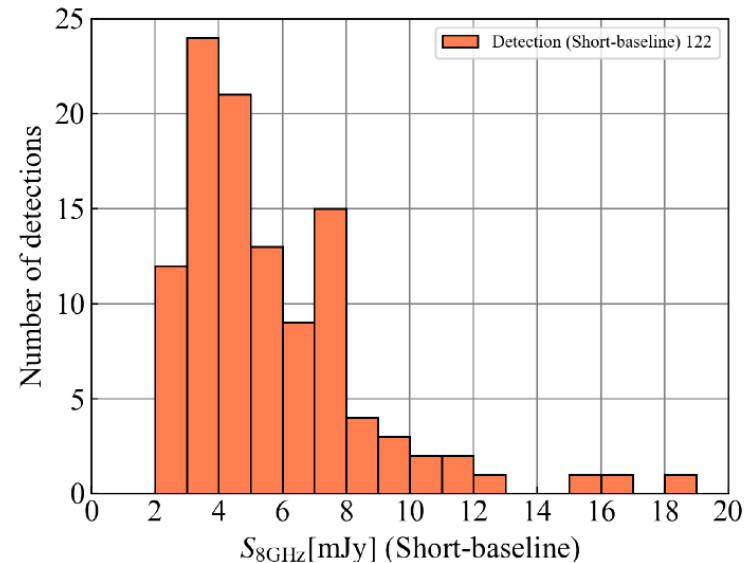
- 形成直後の最も早い段階にあるコンパクトHII領域を検出する
- 熱的放射をする天体 ( $T_b \sim 10^{4-5}$  K) に対するVLBIサーベイ観測
  - 茨城 - 鹿島
  - 662 天体を対象とする (from CORNISH)
  - 390 天体の観測を実施



多数の天体を検出



対象天体・検出天体分布



検出天体数ヒストグラム

# ガンマ線放射AGNの探査(新沼・藤本)

- フェルミガンマ線カタログの未同定天体近傍のAGNサーベイ
  - ガンマ線の放射機構の研究に貢献
- 観測計画
  - > 1000 天体を2年間でサーベイ(2019 – 2020) → 現在進行中
  - 茨城 – 山口 X-band

## • 先行研究

- Fujinaga, Niinuma et al. (2016) PASJ, 68, 70
- 845天体について観測を実施(山口-つくば)
- 28個の新ガンマ線AGN候補を発見(→)

Table 2. Detected sources.

2FGL name	Radio name	$F_{1.4}$ [mJy]	$F_{8.4}$ [mJy]	$uv$ [M $\lambda$ ]	$T_B <$ [ $\times 10^6$ K]	$\alpha_{1.4}^{8.4}$
2FGL J0226.1+0943	NVSS J022613+093726	374.6	64.7	20.5	16.02	0.98
2FGL J0227.7+2249	NVSS J022744+224834	45.6	56.2	18.6	11.46	-0.12
2FGL J0307.4+4915	NVSS J030727+491510	56.0	184.0	22.5	54.68	-0.66
2FGL J0600.9+3839	NVSS J060102+383828	704.0	90.5	22.0	25.83	1.14
2FGL J0723.9+2901	NVSS J072354+285930	36.3	60.5	22.2	17.59	-0.29
2FGL J1016.1+5600	NVSS J101544+555100	132.5	102.6	22.4	30.26	0.14
Fermi J1418+3541*	FIRST J141828.5+354249	49.33	77.3	18.0	14.74	-0.25
2FGL J1502.1+5548	FIRST J150229.0+555204	41.04	42.1	21.5	11.48	-0.01
2FGL J1548.3+1453	FIRST J154824.3+145702	24.21	32.8	21.8	9.17	-0.17
2FGL J1612.0+1403	FIRST J161137.8+141046	163.03	62.9	22.5	18.69	0.53
2FGL J1704.3+1235	NVSS J170409+123421	29.5	41.7	22.5	12.38	-0.19
2FGL J1738.9+8716	NVSS J173722+871744	61.3	27.7	22.2	8.02	0.44
2FGL J1835.4+1349	NVSS J183535+134853	205.5	83.9	21.1	21.99	0.50
2FGL J1844.3+1548	NVSS J184425+154646	83.5	63.1	20.37	15.40	0.16
2FGL J2107.8+3652	NVSS J210805+365526	75.0	60.7	20.8	15.43	0.12

# JVN望遠鏡による 単一鏡／短基線干渉計観測

- 6.7 GHzメタノール・メーザ
  - 世界最大規模・長期間モニター観測
  - 茨城局・茨城大学→進行中
  - 降着バースト現象で世界的な潮流を作る
- フレア星HR1099 (RS CVn型連星)
  - 日立－高萩2素子干渉計、茨城－山口VLBIによる観測
  - X線／光学観測との同時モニター観測
  - 中央大学との共同研究、成果まとめの検討
- X線連星GRS1915+105
  - 山口干渉計によるモニター観測
  - X線、赤外線との連携観測
  - MAXI/東工大、広島大との共同研究



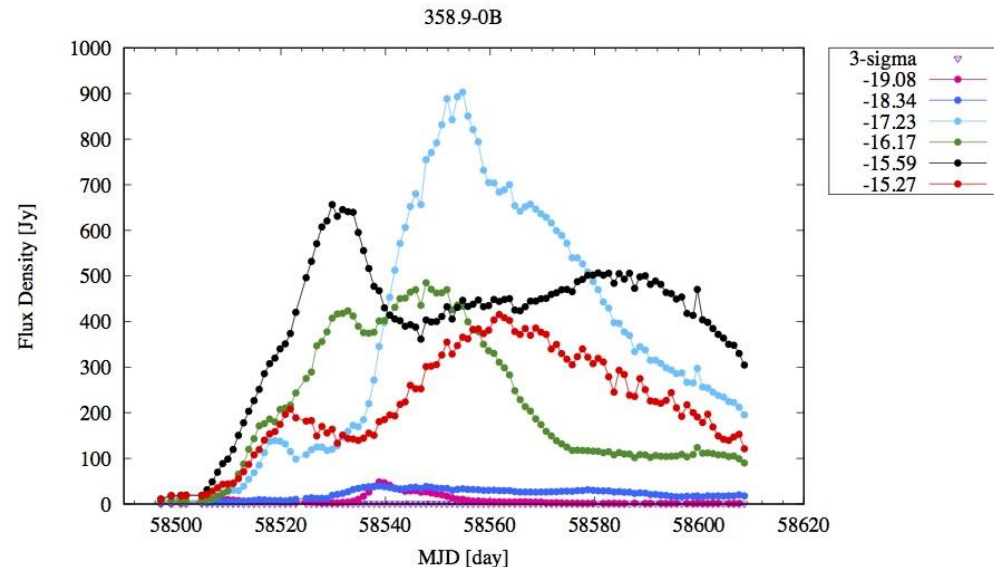
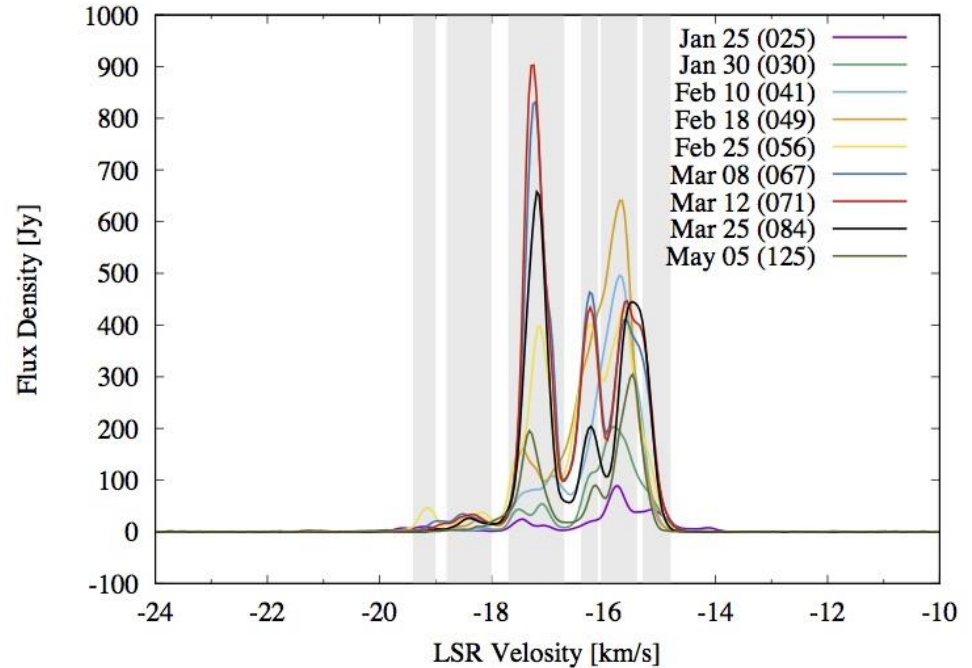


A serendipitous result

# 降着バーストの発見： G358.93-00.03

The Astronomer's Telegram, No. 12446,  
January 2019

- 大質量星形成領域G358.93-00.03の6.7 GHzメタノール・メーザの急激な増光
  - Sugiyama, K., Saito, Y., Yonekura, Y., Momose, M., Atel 12446
  - 世界的フォローアップ観測を誘い起こした
- 大質量星形成時のガス降着機構解明に貢献



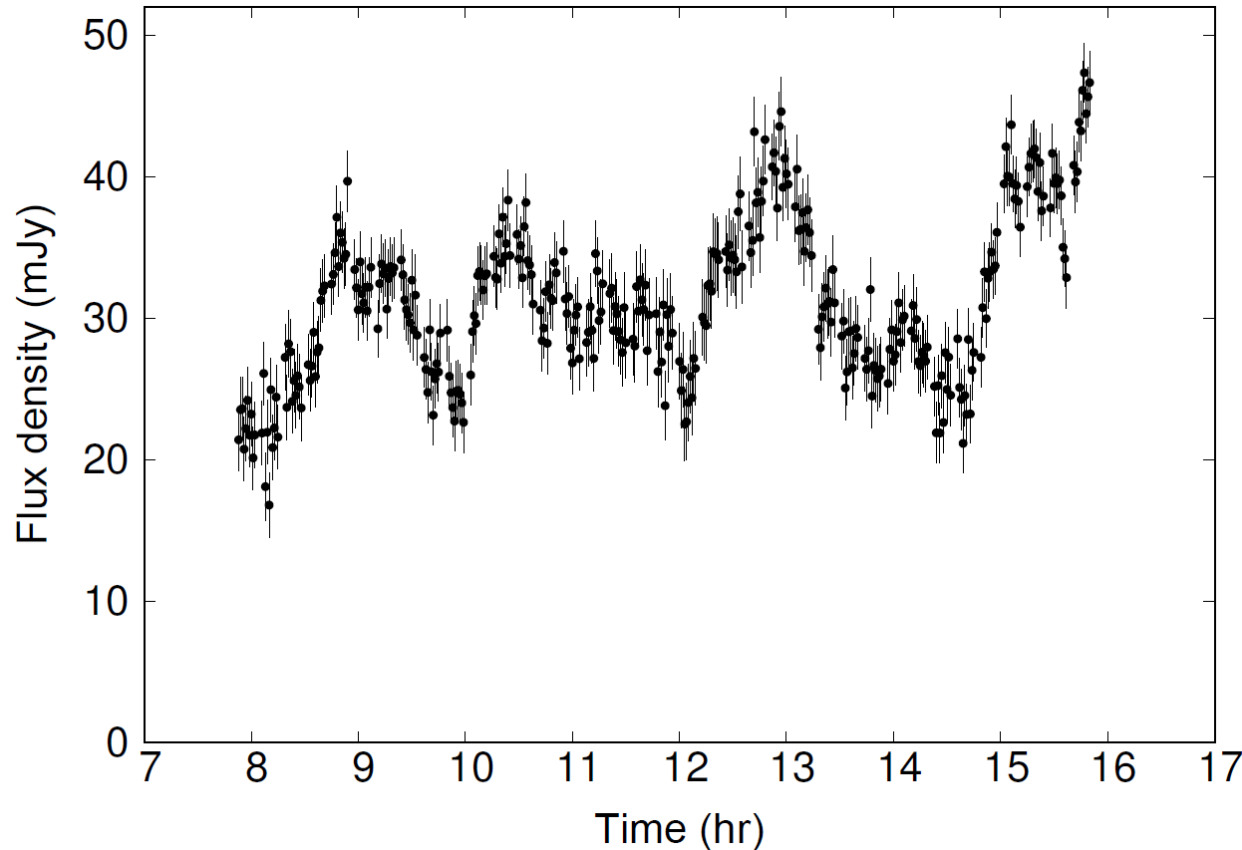
# X線連星GRS 1915+105のモニター観測

## 観測

- 山口干渉計
- 8 GHz (8192-8704 MHz)
- 感度 $\sim 3$  mJy ( $6\sigma$ , 600 sec)
- 期間 2019年2月 $\sim$

## 結果

- 静穏期の電波放射を検出、フラックス密度 $\sim 5$  mJy
- 20 mJyで強度変動する様子を明瞭に検出 $\rightarrow$ 
  - 電波の強度変動時間スケール $\sim 30$ 分
  - $\rightarrow$ 空間スケール 3 $\sim 4$  au
  - $\rightarrow 0.3 \sim 0.4$  mas
  - EAVN観測へ



GRS1915+105の光度曲線の例

観測日: 2020/8/24 07:53-15:53 UT (8 hr)

周波数: 8.448 GHz

ノイズ:  $1\sigma = 2.1$  mJy ( $\tau = 60$  sec)

30分間でフラックス密度が1.8倍になった(14:30-15:00)

# 国立天文台Aプロジェクト/NINS大学連携として 2019－2021年度

## 目的

- ・ 大学が主体となり、大質量原始星および高エネルギー天体を対象とした時間領域VLBI天文学を開拓する

## 研究課題

### 1. 大質量原始星の時間領域VLBI天文学を開拓

- ・ 6.7 GHzメタノールメーザーの周期性＋理論モデル(米倉・杉山)
- ・ 核融合開始直後に形成されるHII領域の熱的放射をVLBI観測(小倉・元木)  
→ 原始星の構造・ガス降着率、核融合開始直後の物理状態を研究

### 2. 高エネルギー天体現象の時間領域VLBI天文学開拓

- ・ CTAの観測に対応した高エネルギー天体の研究(新沼・藤本)  
→ 超高エネルギーガンマ線の放射領域の特定、放射機構の解明

## 研究手法 (3か年計画で実施)

- (1) 大学VLBI連携観測網の32mクラスの望遠鏡で構成する少数基線観測
- (2) 東アジアVLBI観測網(JVNもその一部)を用いた画像観測

# JVNの将来計画

- 将来計画を検討中
  - VLBI懇談会将来計画WG／水沢VLBI観測所の将来計画
  - 光赤外線大学間連携OISTERとの連携の検討
- 目標
  - 2022－2027年度（第4期中期計画）
  - 長期展望
    - 海外との連携
    - 独自望遠鏡構想