

EAVN AGNサイエンスWG
と
VERA両偏波化の活動報告

秦和弘（水沢VLBI）

EAVN AGN SWG

萩原喜昭、鈴木俊作、小山友明、水沢開発G

EAVN AGN SWG

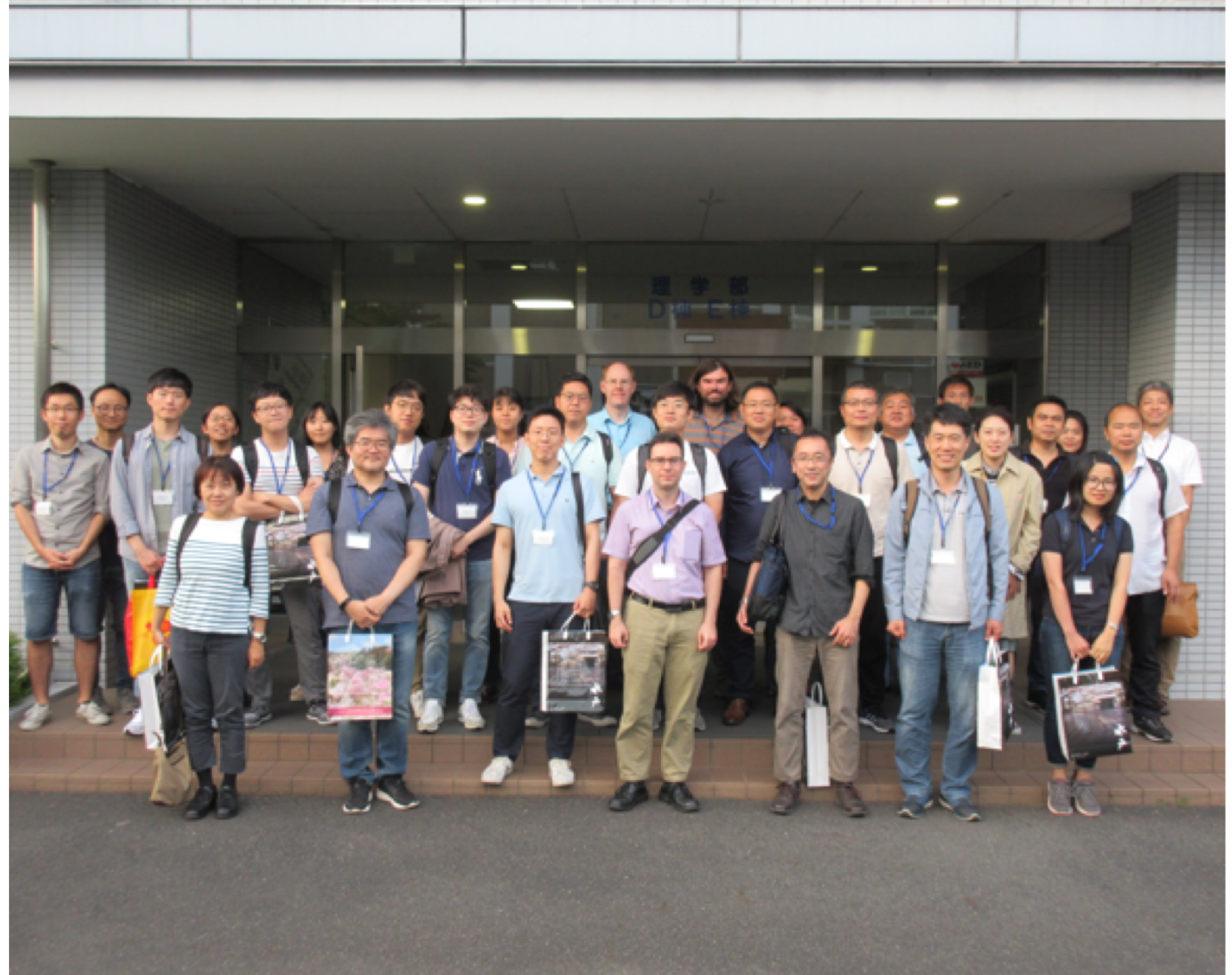
Important questions on AGN



- What is the ultimate origin of AGN?
- How matters accrete onto SMBH (accretion physics)
- How matters are ejected from SMBH (jet physics)
- What is the origin of rapid variabilities and flares?
- What is the origin of high-energy γ -ray emission?
- How AGN/SMBH evolve over cosmic time
- How AGN/SMBH coevolve with the host galaxies

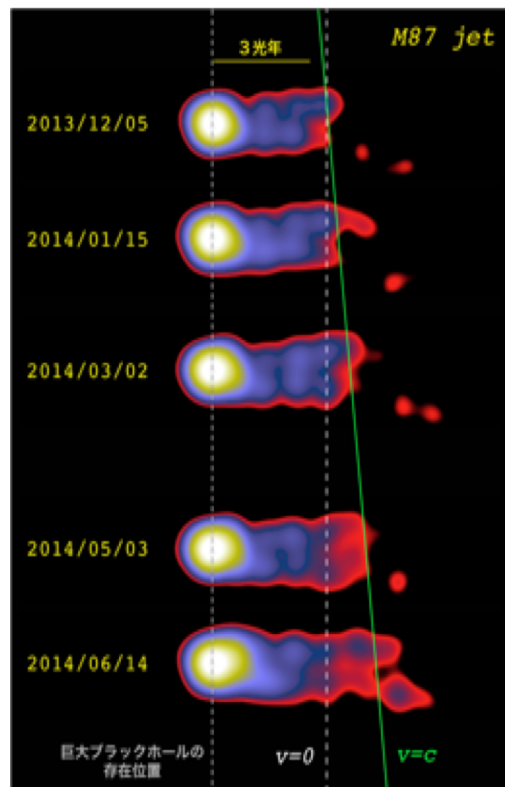
EAVN AGN Science Working Group

- Team leaders
 - M Kino and BW Sohn
- ~50 members
 - 15 (JP), 18 (KR), 12(CN), 3(TW), 1(US), 1(ML)
 - ~10 students
- Science
 - M87/SgrA monitoring
 - Connection to EHT
 - γ -ray blazars, LLAGN, high-z quasars and more
- Array performance evaluation
 - Tianma performance
 - Polarimetry
 - Wideband data

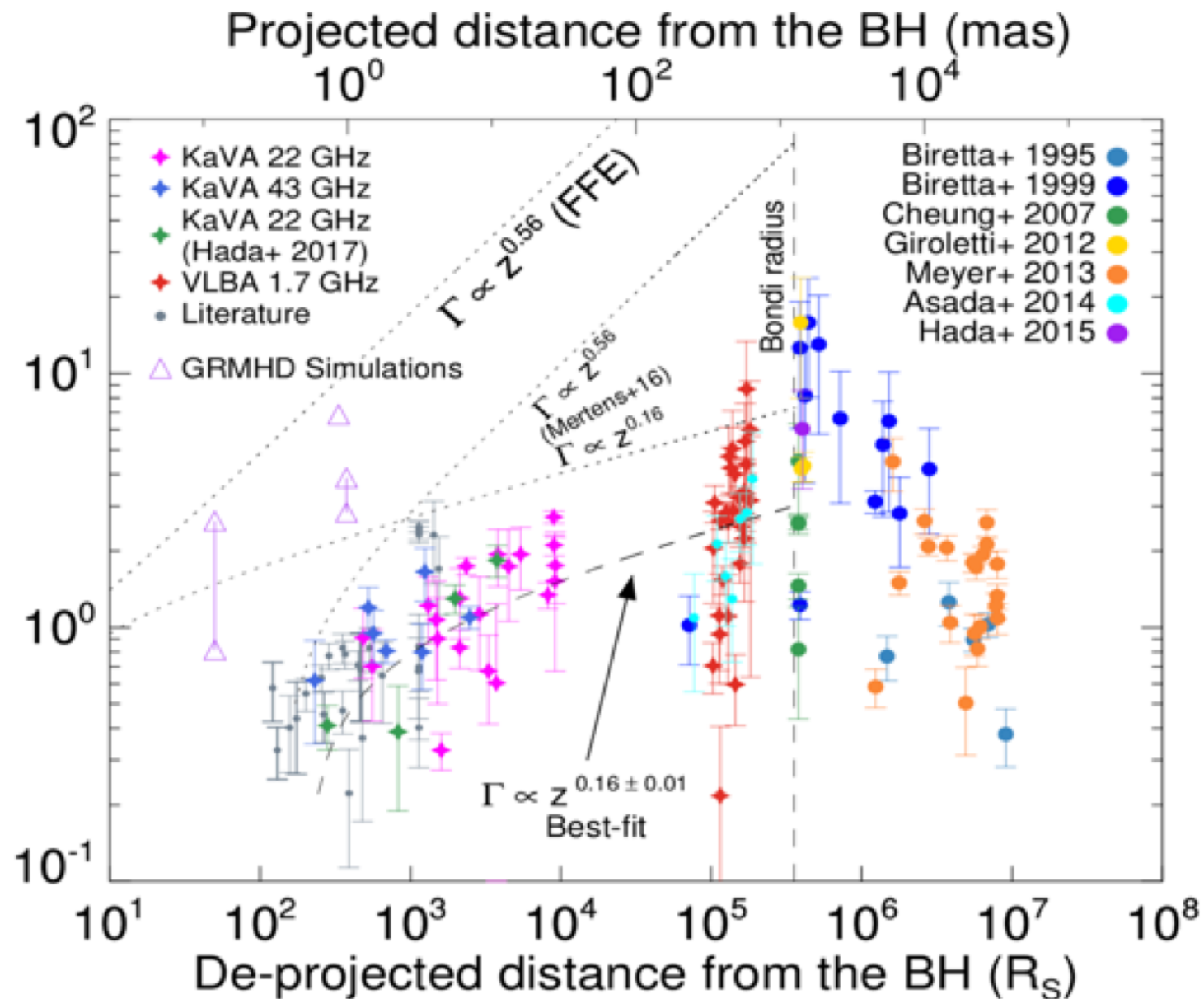


M87 KaVA モニター研究 アップデート (Park, Hada, Kino+2019, ApJ)

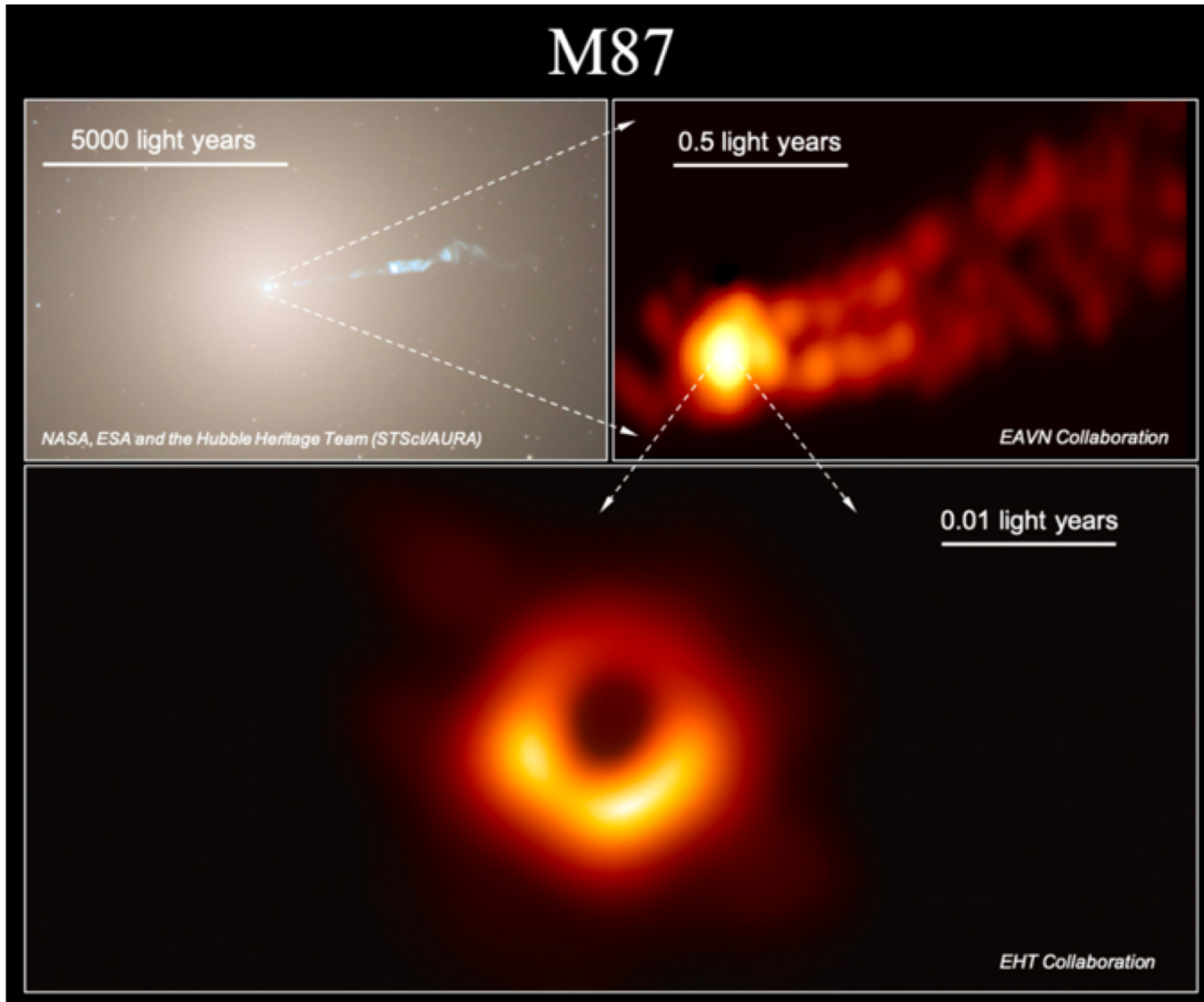
Hada+2017



- KaVA Large Program
- 2014, 2016年蓄積データの総まとめ
- ジェット根元の加速プロファイルが鮮明に
- KaVA Large Programから最初の学位論文



EAVN-EHT campaign



EHT Paper IV, Fig. 30
M87電波コアスペクトル

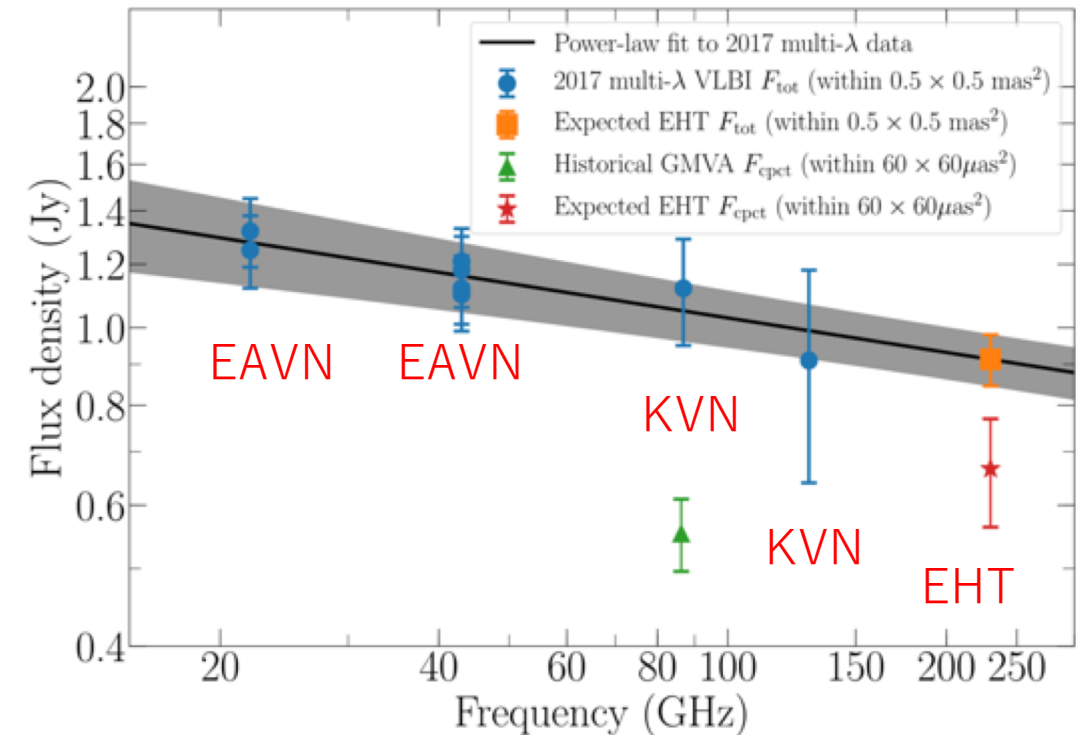


Figure 30. Multi-wavelength VLBI spectrum of M87 in 2017 and expected flux densities at 230 GHz (see Section B.2 for details). The black line and shaded region gives the model and its $\pm 1\sigma$ uncertainties for F_{tot} .

TeVガンマ線ブレイザーのモニター (Lee+2019, MNRAS)

- 4C+21.35 ($z=0.433$)
- クエーサーとしては数少ないTeVガンマ線
- ガンマ線フレアに同期した超光速運動の噴出を捉えた

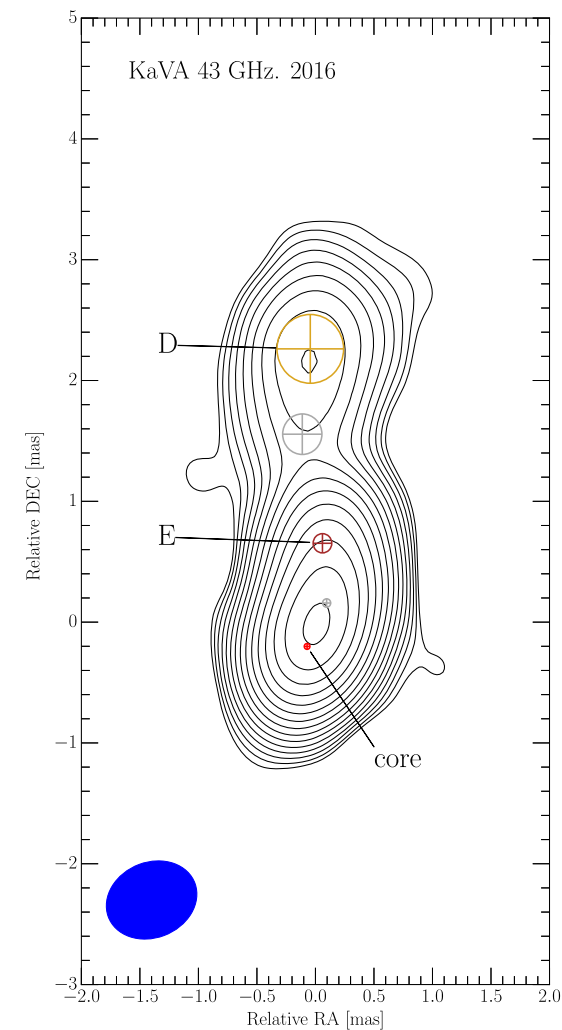
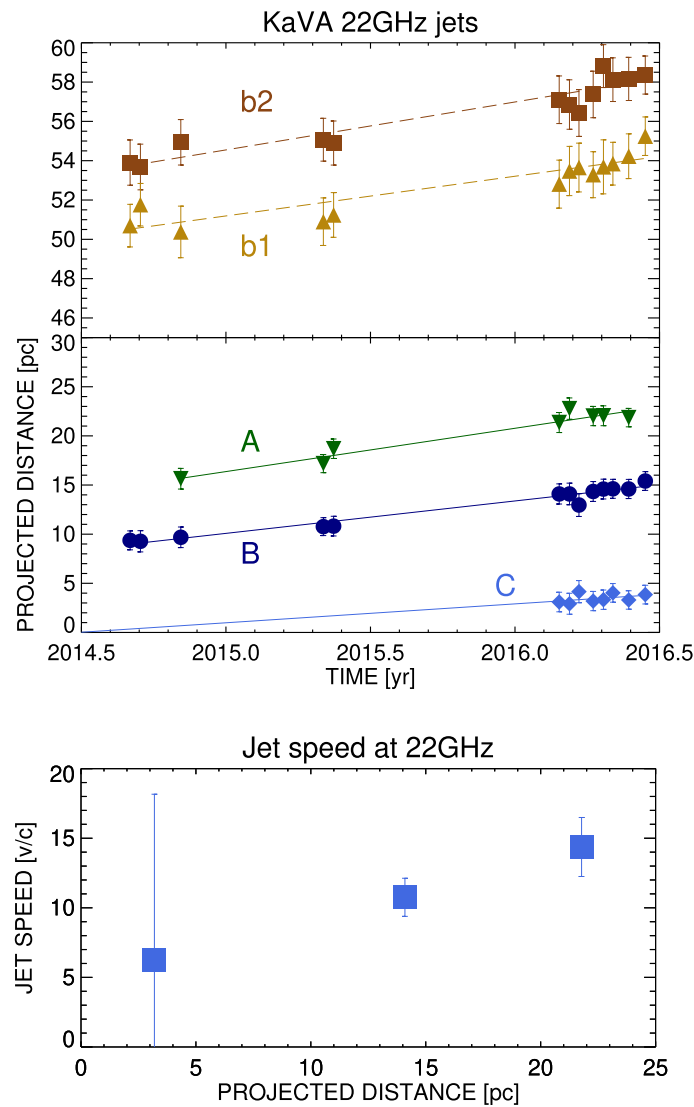


Figure 3. A 43 GHz KaVA image of 4C+21.35. The contour levels start at three times the rms noise value ($1.14 \text{ mJy beam}^{-1}$), and increase in steps of

EAVN アレイ性能評価 (Cui Y. et al.)

The performance evaluation of the East Asian VLBI Network (EAVN) I: Tianma 65-m Telescope and Nanshan 26-m Telescope

Yuzhu Cui,^{1,2,*} Kazuhiro Hada,^{1,2} Motoki Kino,^{1,3} on behalf of EAVN Tiger Team and AGN SWG

¹Department of Astronomical Science, The Graduate University for Advanced Studies (SOKENDAI), 2-21-1 Osawa, Mitaka, Tokyo 181-8588, Japan

²Mizusawa VLBI Observatory, National Astronomical Observatory of Japan, 2-21-1 Osawa, Mitaka, Tokyo 181-8588, Japan

*E-mail: yuzhu.cui@nao.ac.jp

Received (2100 May 15); Accepted (2200 June 2)

Abstract

The East Asian very-long-baseline interferometry (VLBI) Network (EAVN), one newly developing array, is an international cooperation among Japan, Korea and China. It consists of three correlators and 21 potential telescopes which dramatically improve the imaging capability compared with the individual array. In 2017, based on KVN and VERA Array (KaVA), we successfully conducted a first dense and large monitoring program by including two more Chinese telescopes (Tianma 65-m telescope and Nanshan 26-m telescope) at 22 and 43 GHz. The baseline length ranges from 305 to 5078 kilometers. Here we will report the performance evaluation of the whole array with one extended source M87 and one point source 1219+044

Cui Y. et al. to be submitted

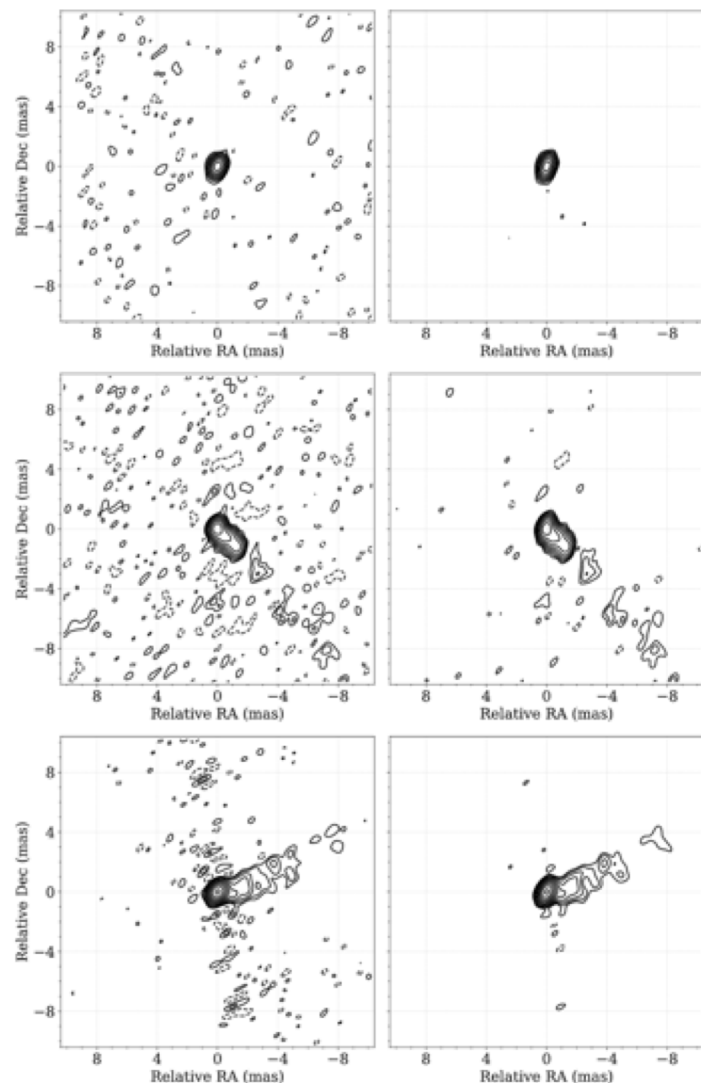


Fig. 7. The structure images of 1219+044 (upper), 3C273 (middle) and M87 (bottom): KaVA (left) and KaVA + TMRT65m (right) at 43 GHz. (a17086a)

Q band is 20% higher than the latter one with the value ~ 1.77 and ~ 1.47 respectively. At each epoch, the resulting image rms level near the source was typically three times higher than the thermal limit, indicating the images of M87 to be dynamic range limited, as well.

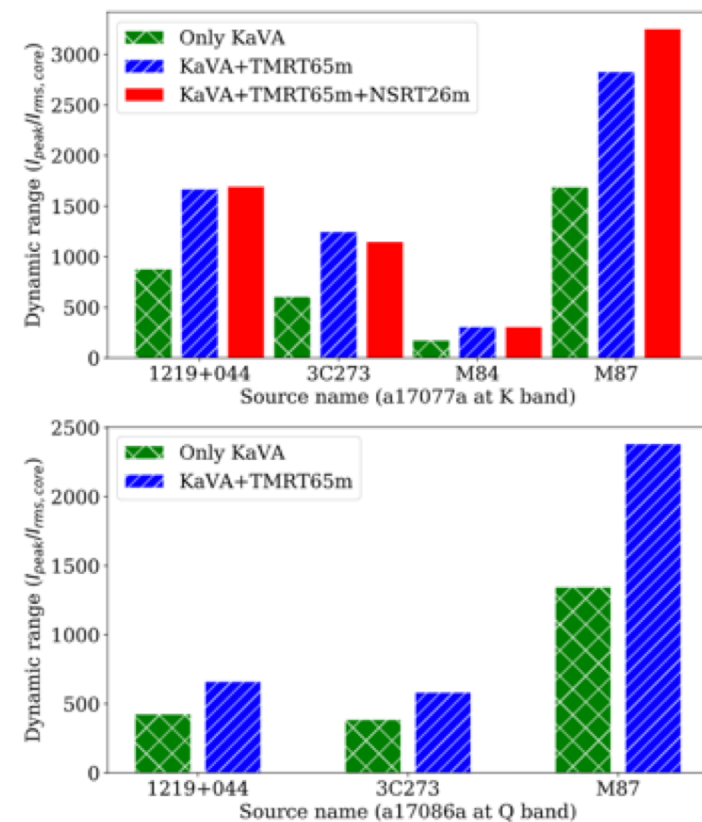


Fig. 8. The dynamic range of the images with each source for epoch a17077a at K band (upper) and epoch a17086a at Q band (bottom).

EATING VLBI 2019

Done

Obs. Code	Date	UT time	Target	Freq.	KaVA	Tianma	Urumqi	NRO	Medicina (M87)	Noto (M87)	Sardegna (M87)
a19mk02a	1/30	16:50 – 23:50	M87	K	●	●	●			●	●
a19mk02b	2/1	15:40 – 22:45	M87	Q	●	●					
a19mk02c	2/17	15:10 – 22:10	M87	Q	●	●					
a19mk02d	2/19	15:00 – 22:00	M87	K	●	●	●		●		●
a19mk01a	2/27	19:45 – 1:45	SgrA	Q	●	●		●			
a19mk02e	2/28	13:55 – 20:55	M87	K	●	●	●		●		●
a19mk02f	3/1	13:55 – 20:55	M87	Q	●	●					
a19mk01b	3/9	18:50 – 0:50	SgrA	Q	●	●					
a19kh01a	3/22	12:00 – 0:00	M87+SgrA	Q	●	●					
a19kh01b	3/23	12:25 – 0:25	M87+SgrA	K	●	●	●		●	●	●
a19kh01c	3/29	11:30 – 23:30	M87+SgrA	Q	●	●		●			
a19kh01d	3/30	11:55 – 23:55	M87+SgrA	K	●	●	●	●	●		●
a19kh01e	4/10	11:15 – 13:15	M87+SgrA	K	●	●	●		●	●	●
a19kh01f	4/12	10:35 – 22:35	M87+SgrA	Q	●	●					
a19mk02g	4/26	10:10 – 17:10	M87	K	●	●					
a19mk02h	4/27	10:05 – 17:05	M87	Q	●	●	●				
a19mk02i	5/6	9:30 – 16:30	M87	K	●	●					
a19mk01c	5/11	14:40-20:40	SgrA	Q	●	●					
a19mk02k	5/23	8:30-15:30	M87	K	●	●	●				
a19mk02l	5/25	8:25-15:25	M87	Q	●	●					

2019よりサルデーニャ局も定常的に参加

現在準備中の論文

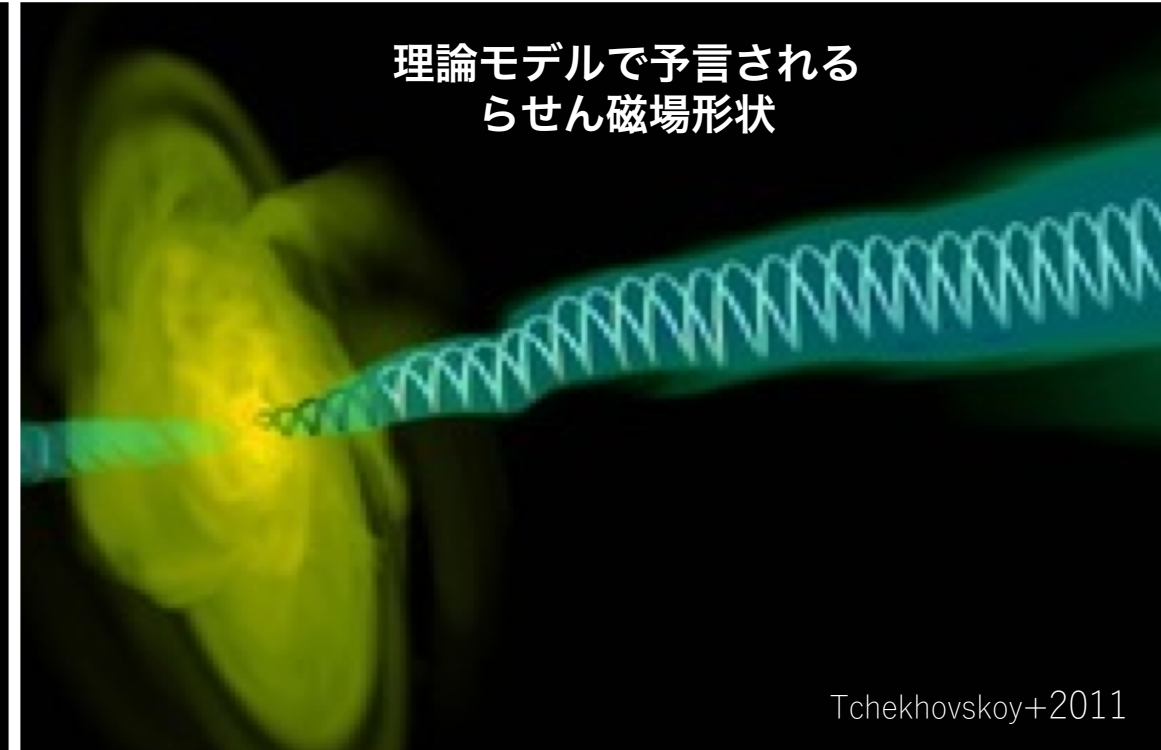
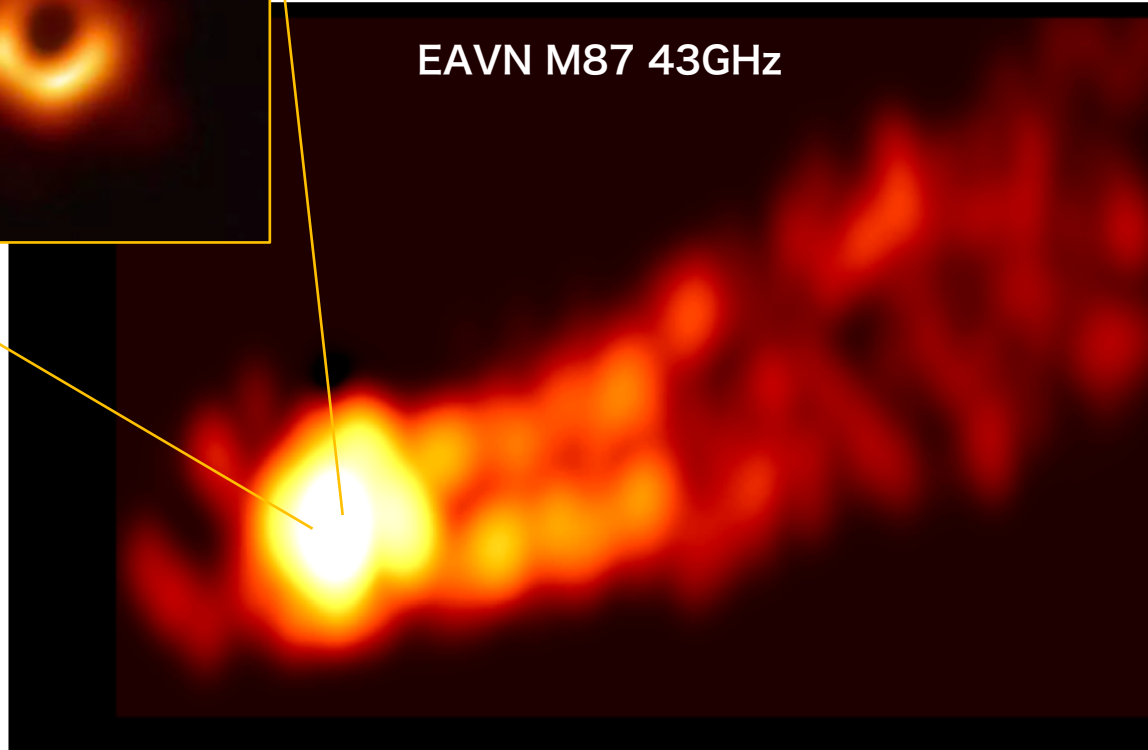
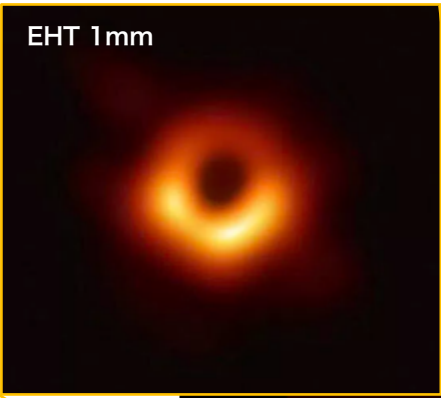
- M87 EAVN 2017-2020 (Cui+)
 - EHTとジェットの繋がり、ジェットの長期トレンド
- M87 KaVA 2014-2018 (Ro+)
 - ジェットの振動
- SgrA 2016-2019 Large Program (Cho+)
 - 星間散乱, SgrAサイズ
- M87-2017 EHT+多波長論文 (EHT 多波長SWG)

- 今後のAGN SWGの展望
 - EHTと引き続きタイアップ
 - EATING VLBIにロシア、豪州定常参加 => global VLBIモニター
 - 両偏波観測へのアップグレード => ジェット磁場構造

VERA両偏波化

スライドの多くを萩原氏 V懇資料から抜粋

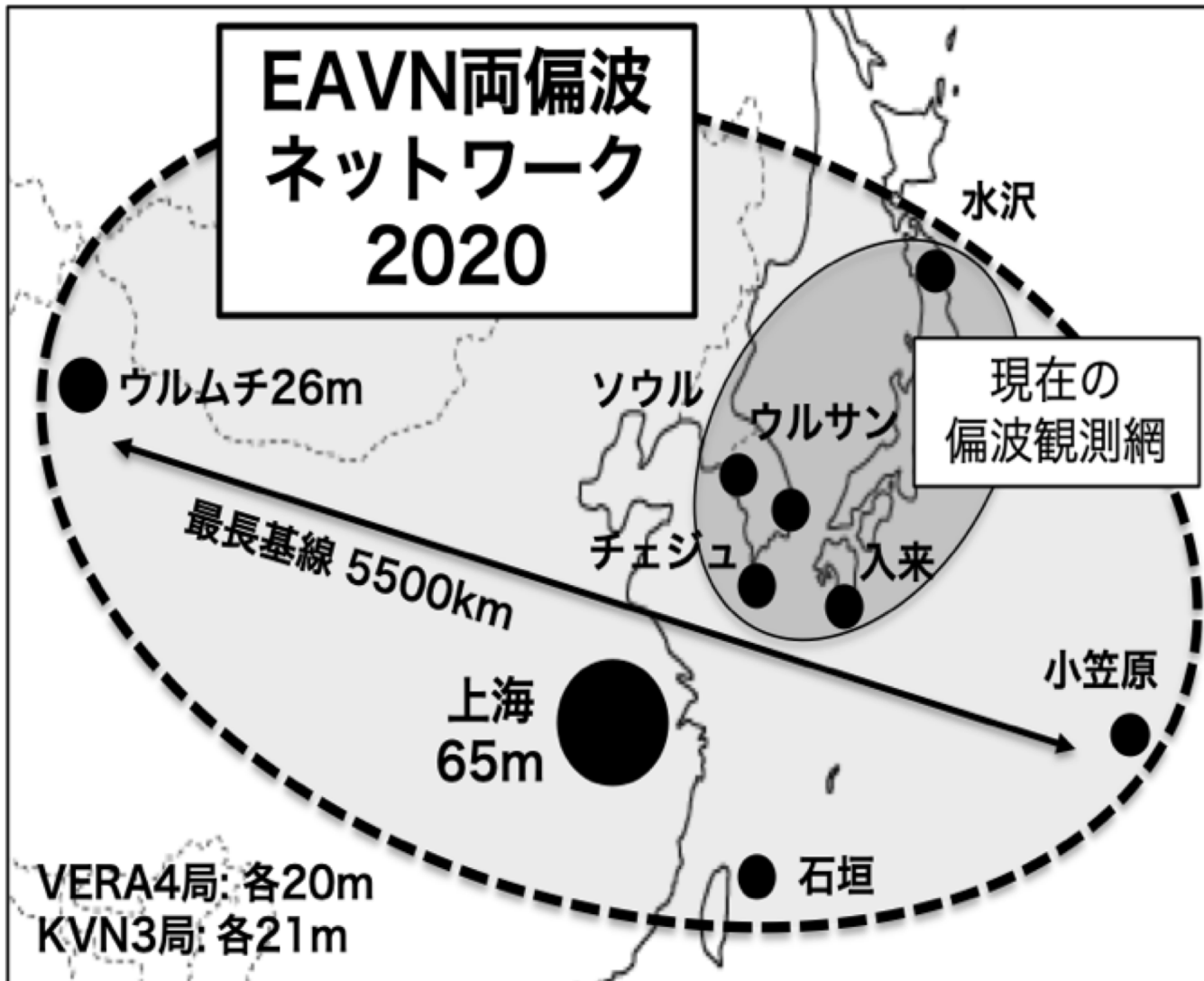
両偏波観測：サイエンスドライバー



Tchekhovskoy+2011

- 巨大ブラックホールからのジェットの生成・加速・収束機構は長年の謎
- 強い磁場を介したモデルが最有力候補
- 螺旋磁場の存在を示唆
- VLBIによる空間分解・磁力線マッピングが鍵

EAVN両偏波ネットワーク



- KVN, CVNは既に両偏波同時受信可能
- VERA 22/43GHzの全局両偏波化を目指す。
- **外部資金の活用**

水沢・入来局整備: 2016-2017年

「ミリ波VLBIによるBHジェット研究」
萩原 基盤 B (2015-2018)

石垣・小笠原局整備: 2019年夏

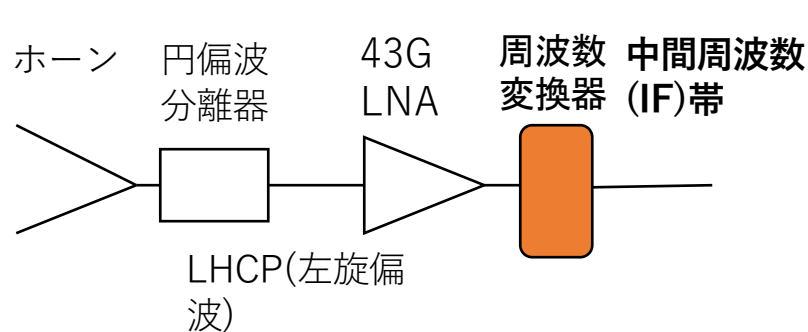
「次世代の国際VLBI観測網で明らかに
する巨大ブラックホールジェットの
磁力線構造」

秦 基盤 B(2019-2021)

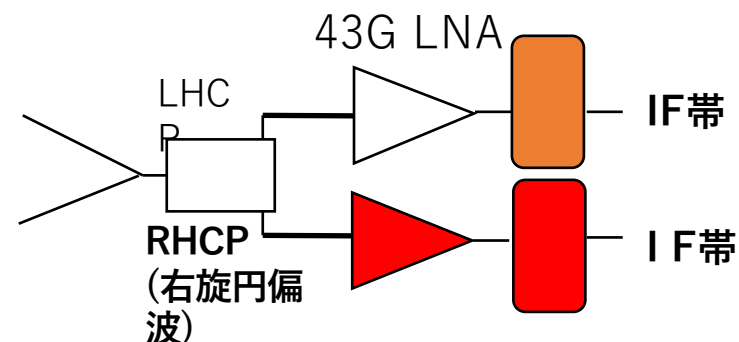
- VERA全局両偏波化で、K/Q帯で、日韓中 計9局・最長基線5000km超の両偏波VLBI観測網が完成する

VERAの両偏波同時受信化の方法

- 2017年度末までに、水沢局と入来局の43GHz帯の両偏波化を実施: 周波数変換器（ダウンコンバーター）の製作・性能評価・望遠鏡設置(鈴木・小山・松枝・宇賀)。



改修前 (2015.4)のVERA局



右偏波用周波数変換器 (増設)

改修後 (2017.3)

水沢-入来間、43G帯両偏波同時初FRINGE検出

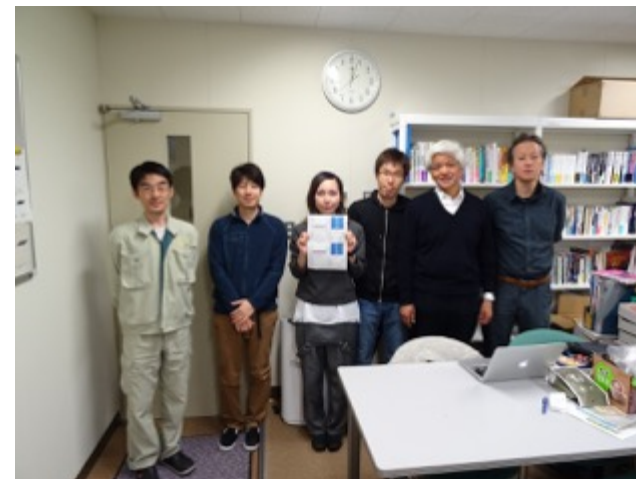
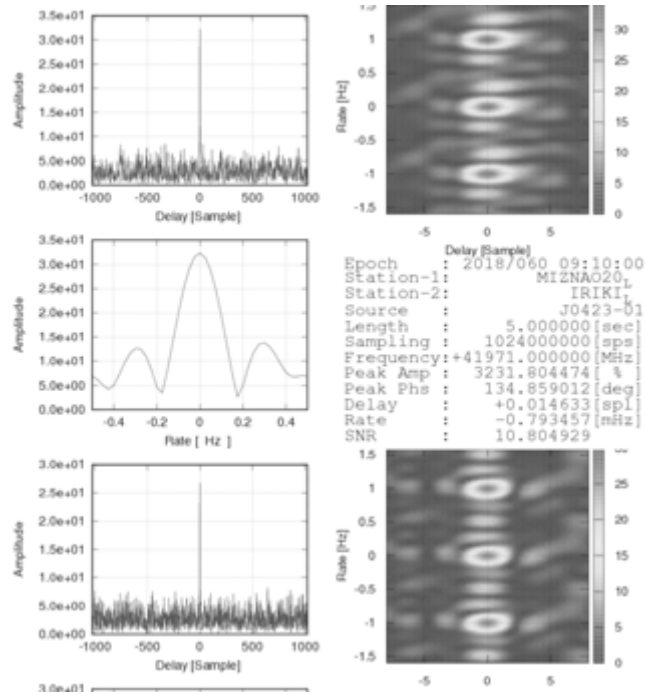
- 2018年3月に43GHz帯の左右両偏波同時観測のFRINGEを、ソフトウェア相関器で検出 (小山、宇賀ら)。

LCP

左偏波FRINGE

RCP

右偏波



研究メンバーの近影: 左から、小山、宇賀、松枝、秦、鈴木(駿)、萩原。

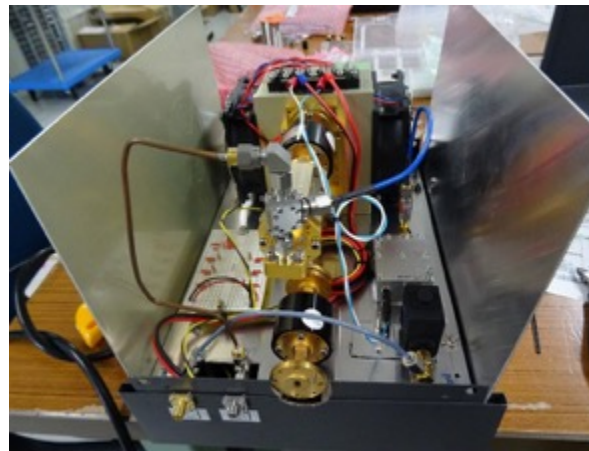
石垣・小笠原 DC開発メンバー（2019夏）



朝倉さん、小山さん、鈴木さん

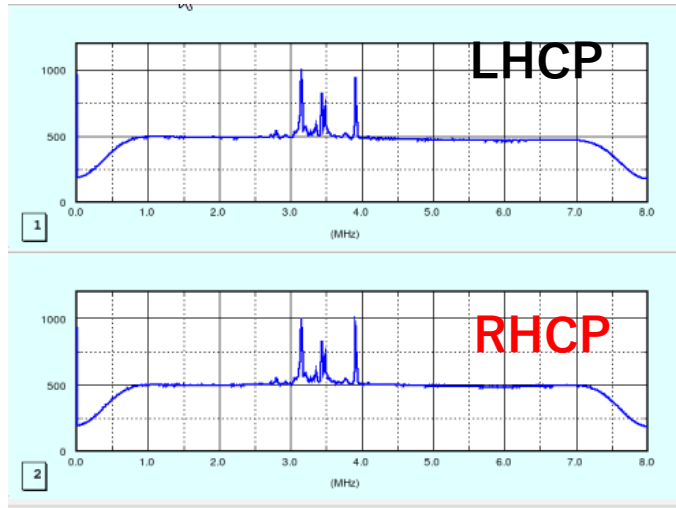
K,Q両偏波化(小笠原局・石垣島局)

- 実施日
2019年7-8月
 - 作業内容
 - ダウン・コンバーター設置
 - IF切替えスイッチ設置
 - First light観測
 - 連続波
 - メーカー
- 22G: W49N(H₂O)
43G: Orion-KL, W-Hya(SiO)

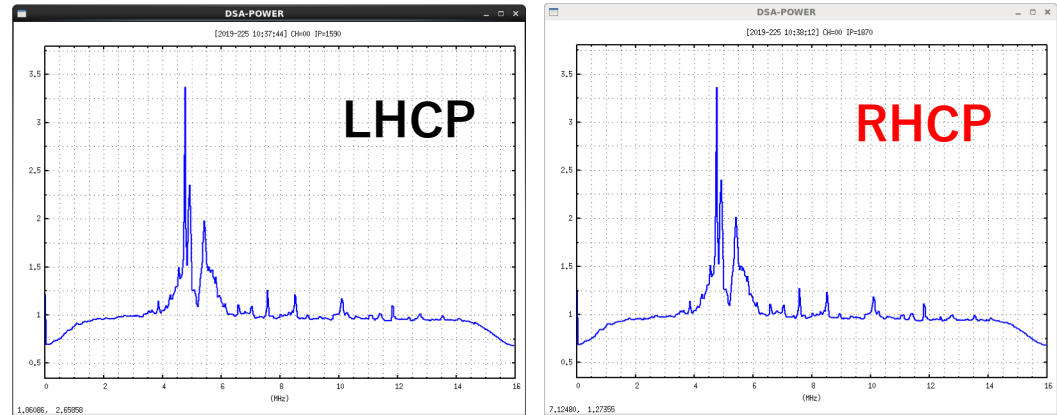


小笠原局・石垣島局 ファーストライト観測

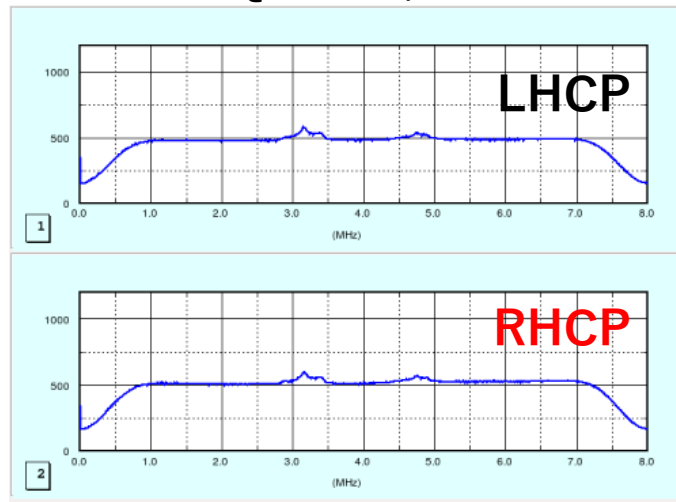
石垣島 (K-band, Ori-KL)



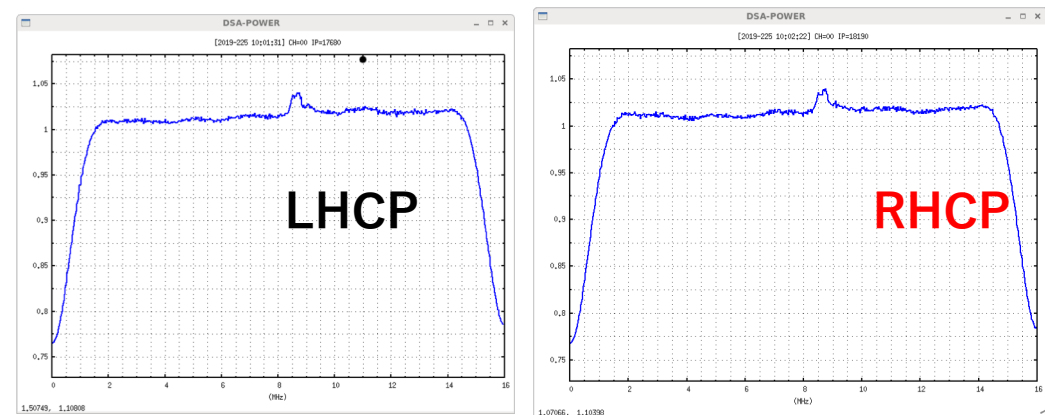
小笠原 ((K-band, W49N)



石垣島 (Q-band, Ori-KL)



小笠原 (Q-band, W-Hya)



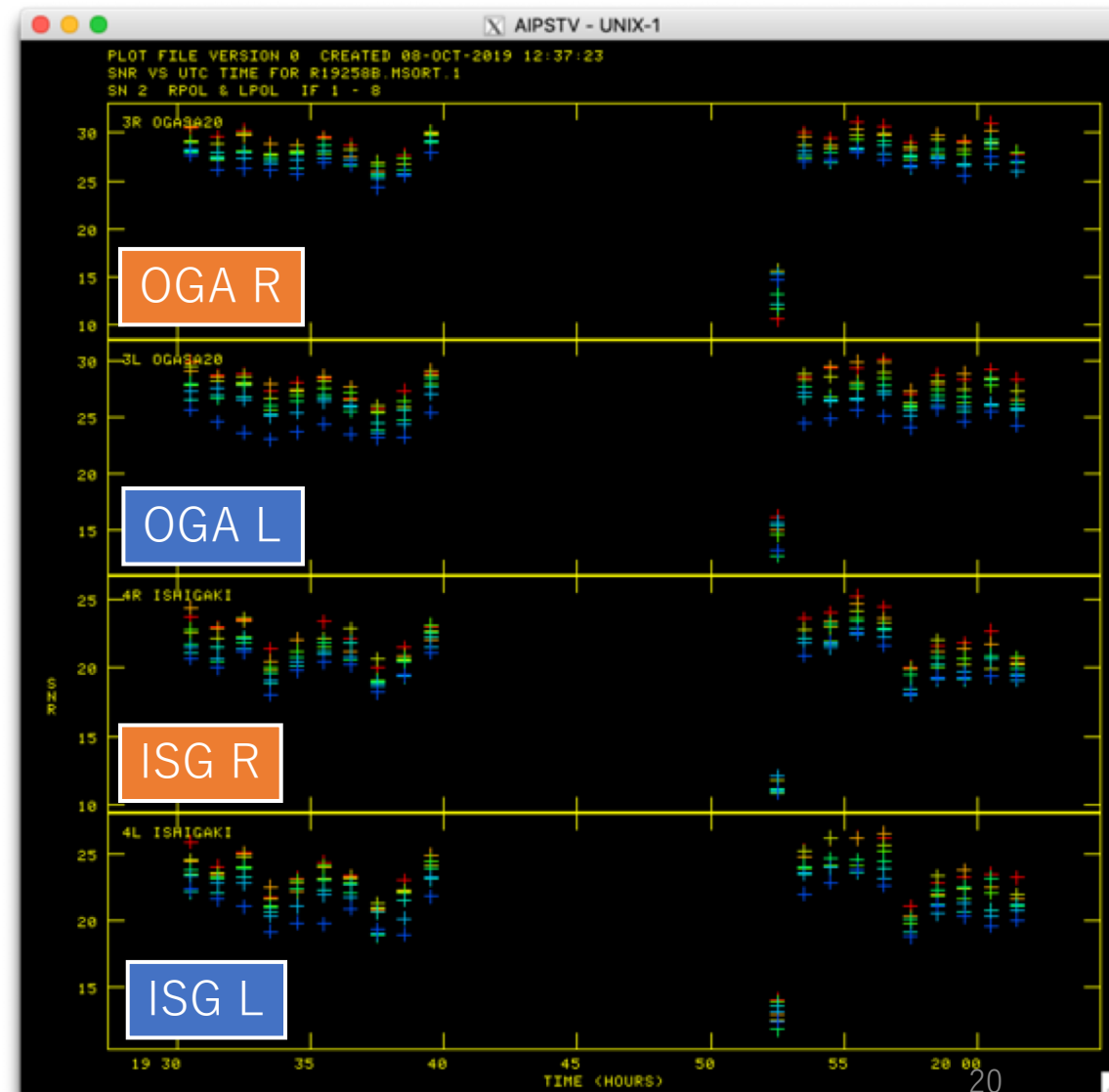
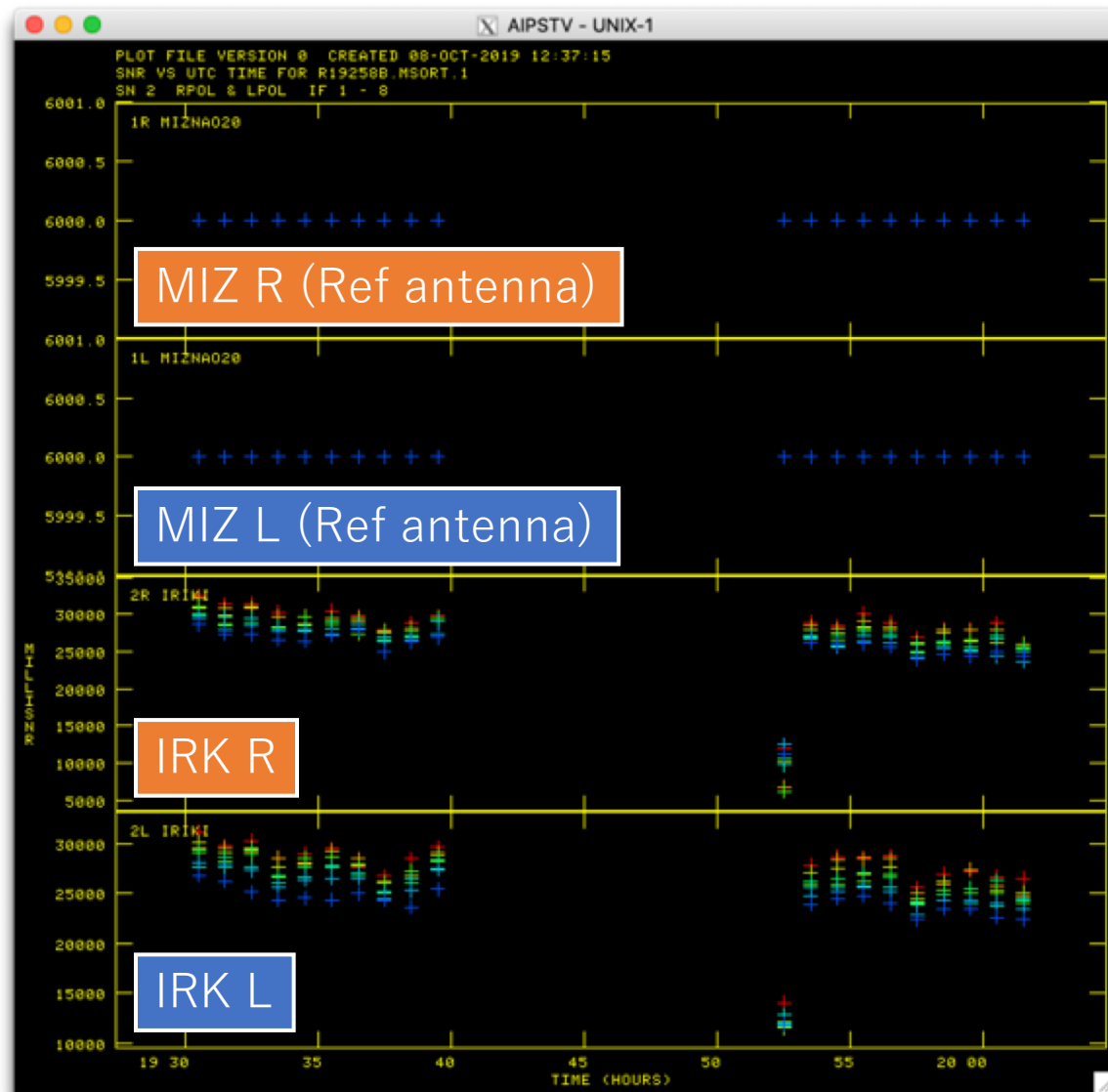
VERA 4局 22/43 G 両偏波FRINGE試験観測結果

- **2019年9月15日**
- 記録モード GEO1D:1Gbps (16 MHz x 8 IF x 2 pol x 2 bit)
- 観測天体 3C84 (連続波), Orion-KL (H₂O / SiO メーザー)
- 相関処理 水沢Softcos
- 結果(次ページ) 22/43G帯で、4局全基線でFRINGE検出
43GHz帯のSNRが、LLに比べRRが低い
特に入来(50%位), 小笠原(20%位)、石垣(ほぼ差無し)
- RHCP受信機(GaAs)のLHCP(InP)Rxとの雑音温度差が主因？

Tsys (K)	石垣(2019/2/11)	小笠原(2019/8)	入来(2018/1/19)
LHCP (InP LNA)	280 K	280 K	186 K
RHCP (GaAs LNA)	350 K	350 K	232 K

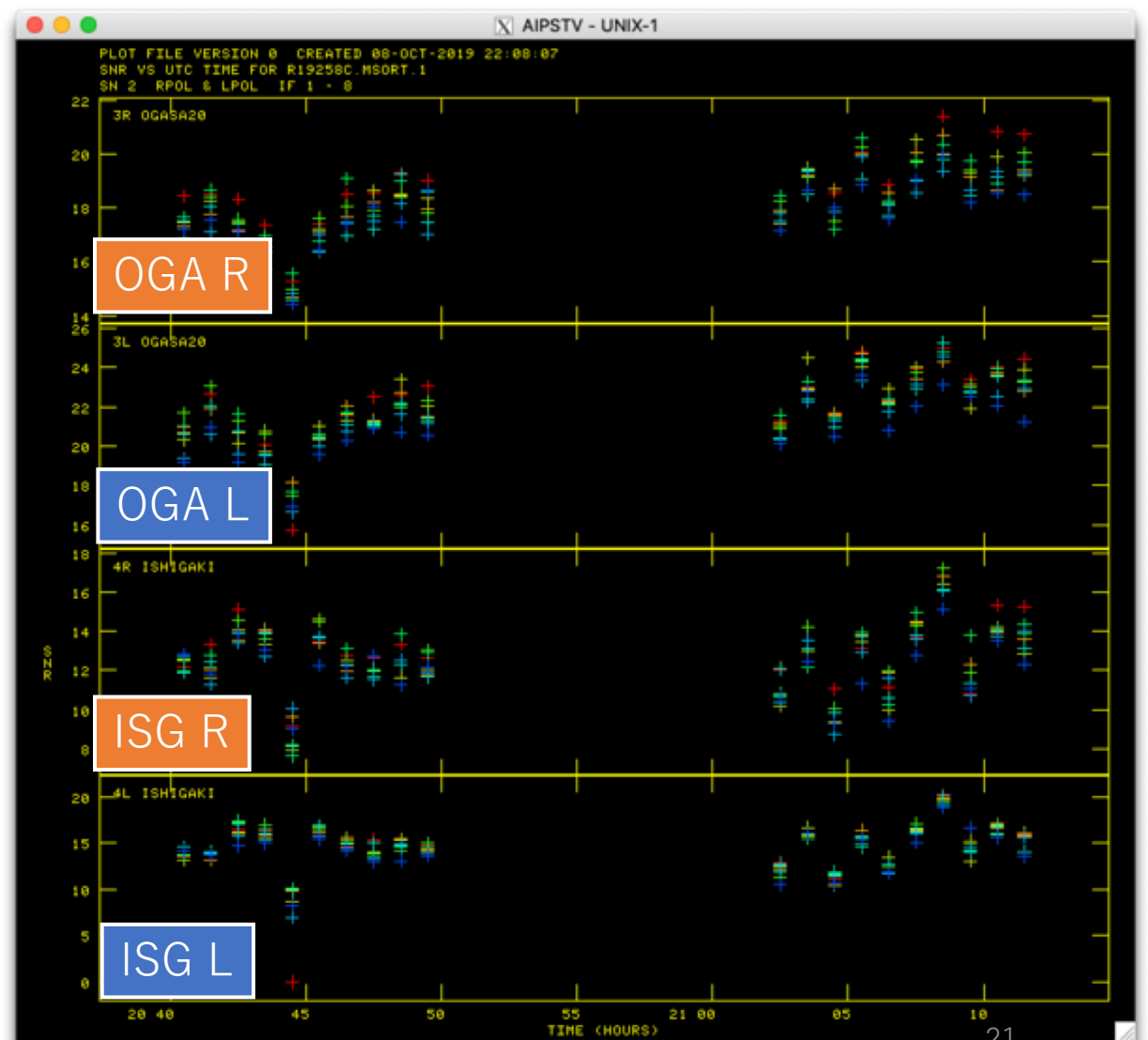
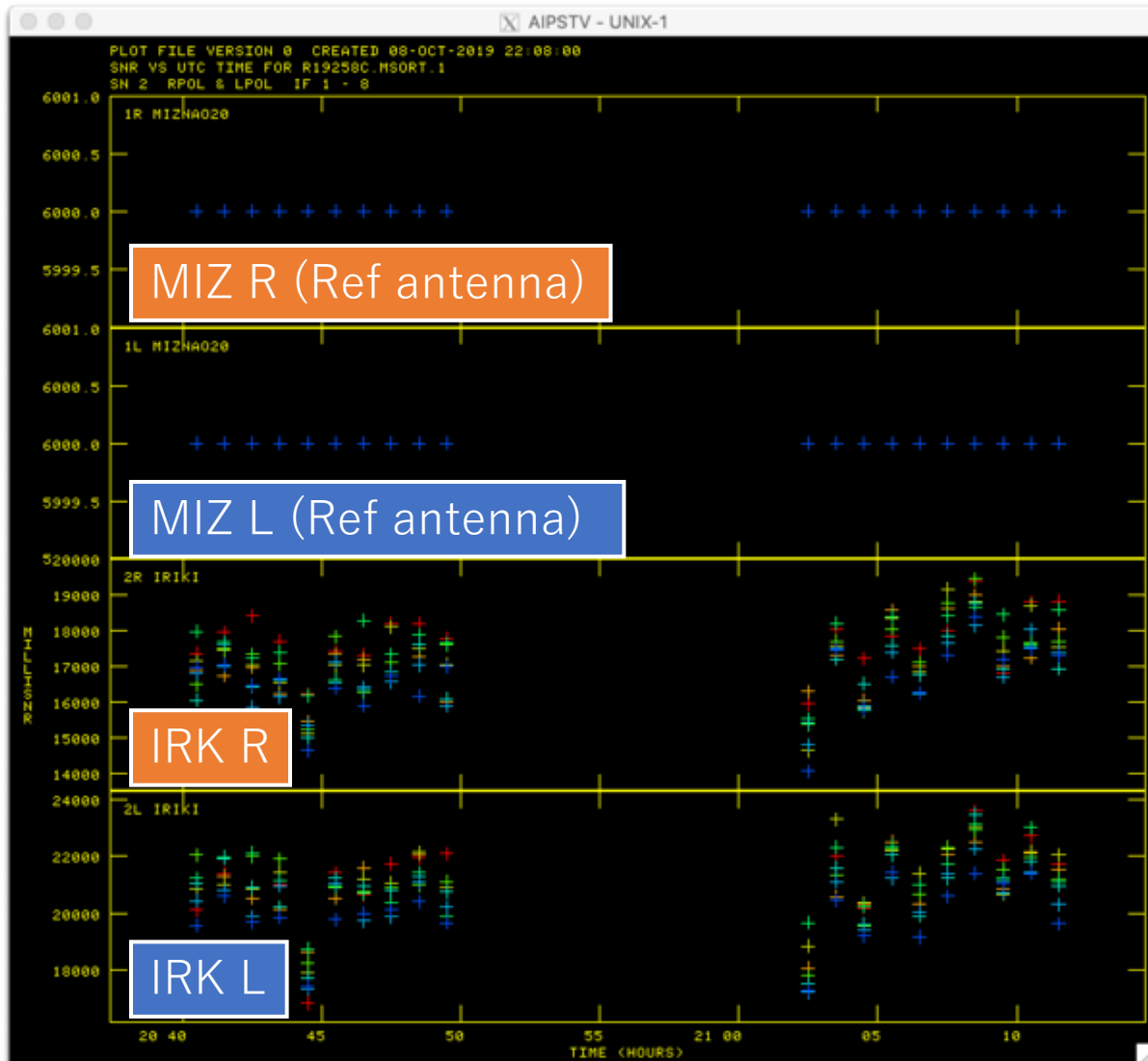
FRING SNR: 22GHz, 3C84

Colors: different IFs



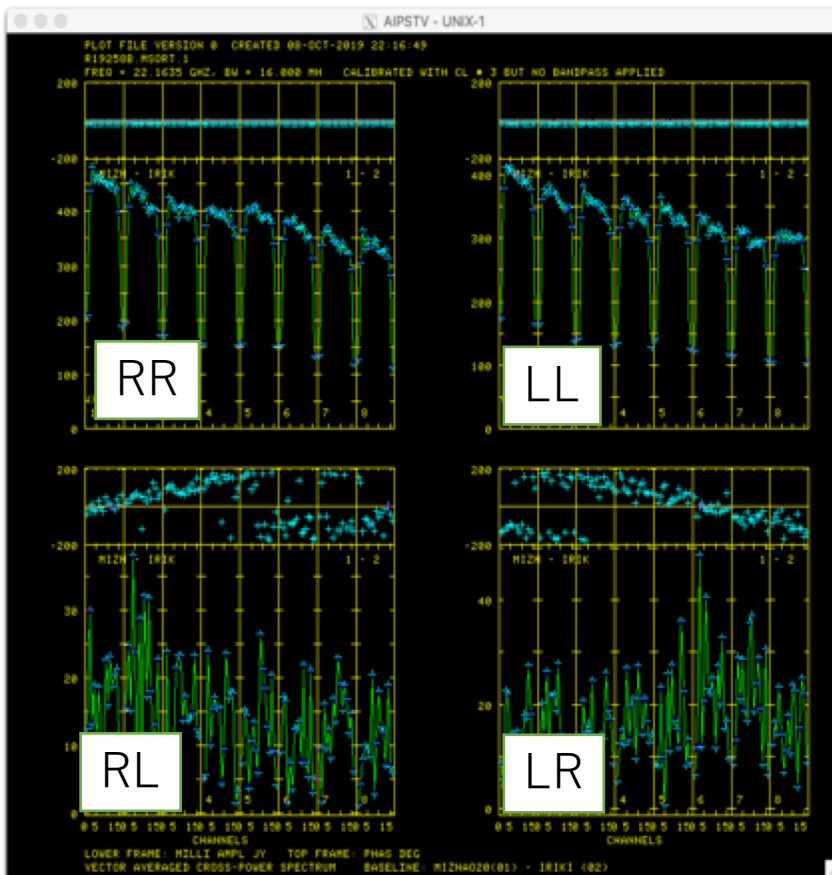
FRING SNR: 43GHz, 3C84

Colors: different IFs

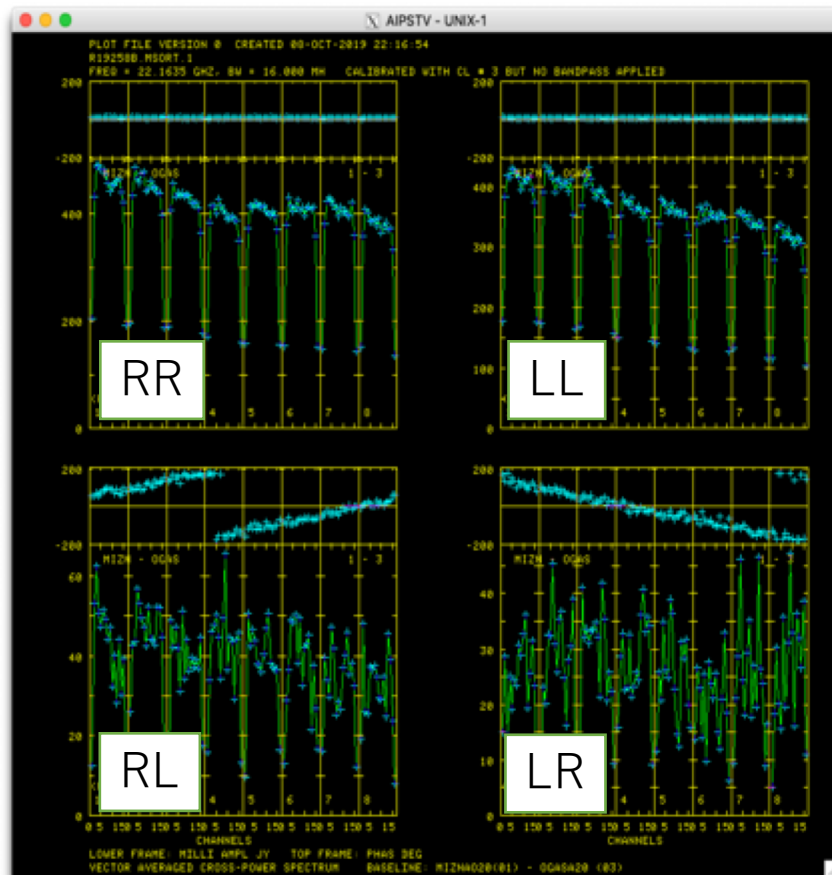


位相・振幅 (22GHz, 3C84, FRING-fit後)

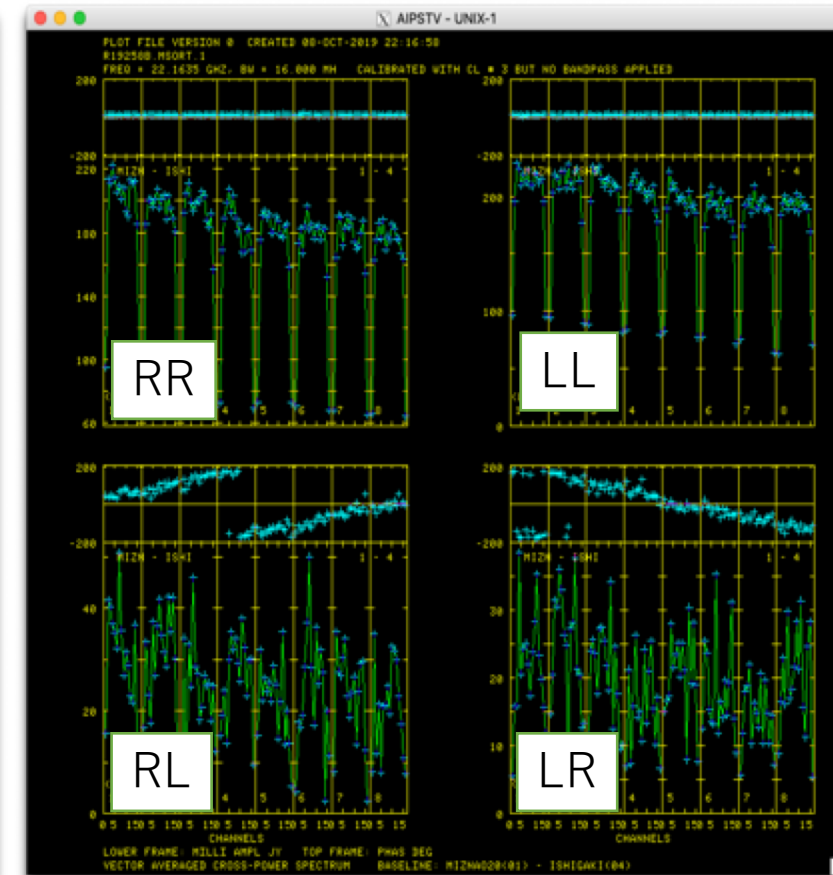
MIZ-IRK



MIZ-OGA

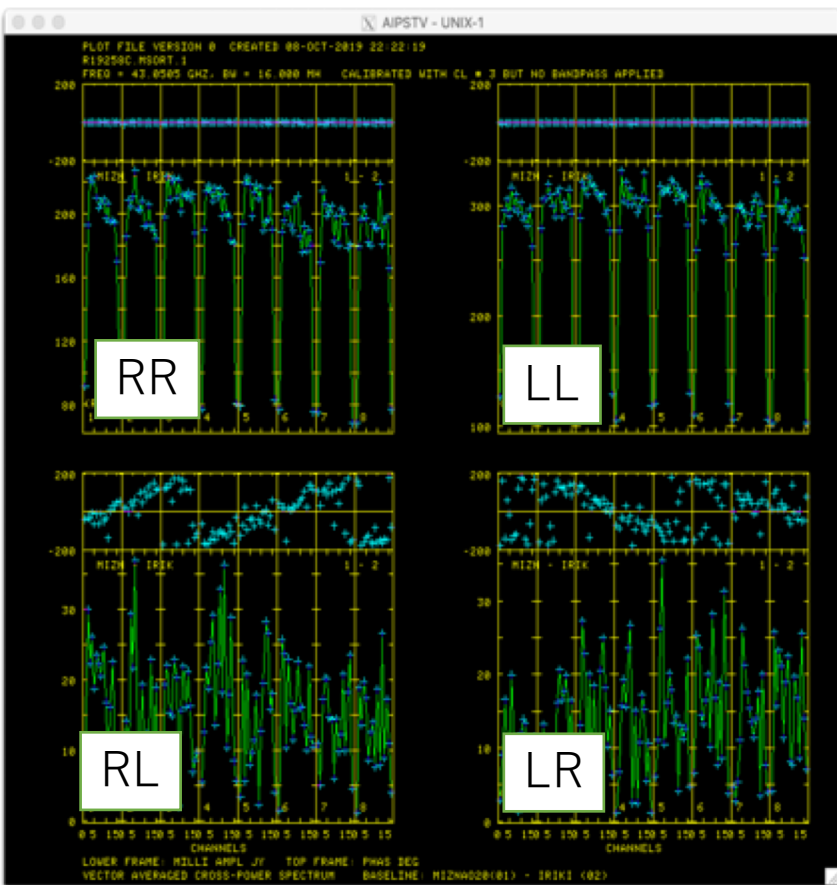


MIZ-ISG

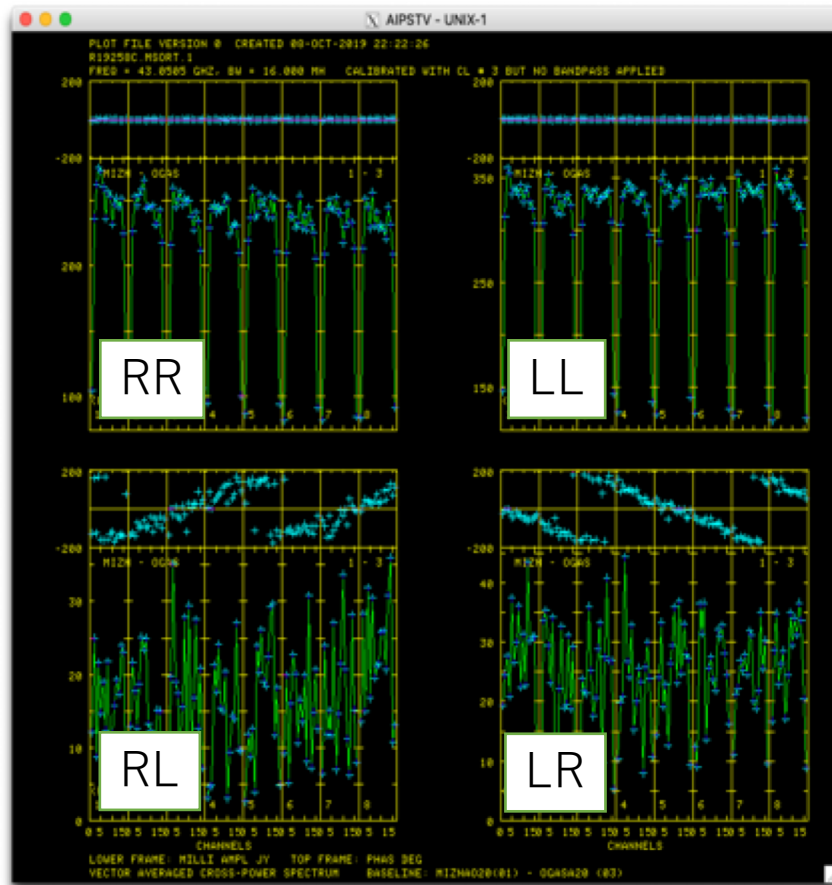


位相・振幅 (43GHz, 3C84, FRING-fit後)

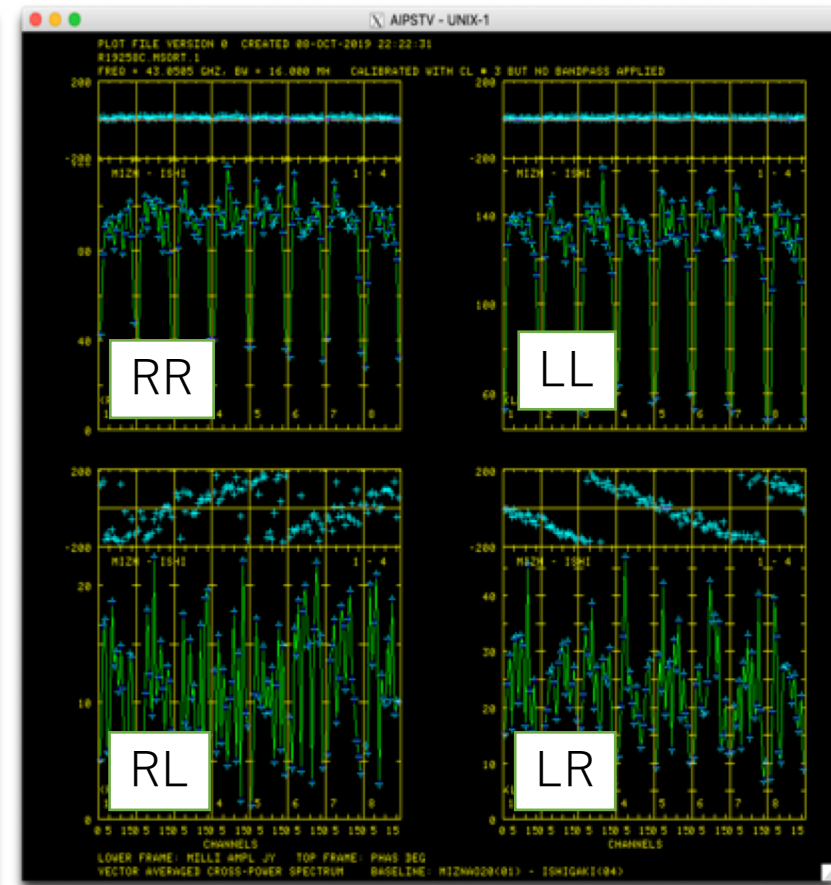
MIZ-IRK



MIZ-OGA

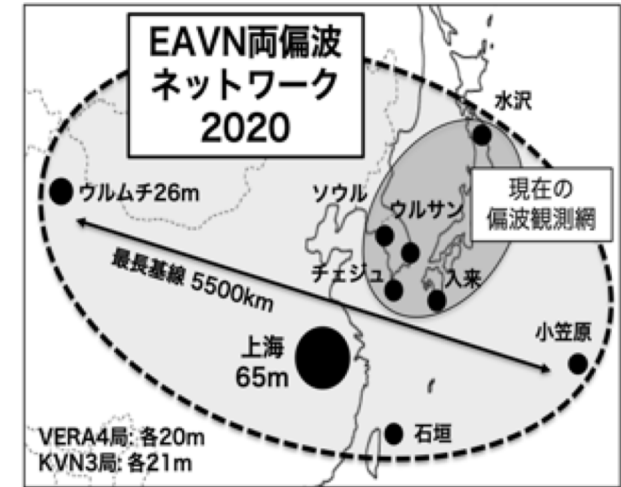


MIZ-ISG



EAVNフルトラック両偏波試験観測

- 22GHz, 43GHz 各12時間ずつの試験観測を実施予定
 - K: 12月20: KaVA7局, 天馬, ウルムチ, 高萩
 - Q: 1月12日: KaVA7局, 天馬,
- 目的:
 - 石垣・小笠原のD-term評価
 - EAVN偏波イメージングパフォーマンス評価
 - 相関器両偏波処理性能評価 (KJCC, Softcos間で比較)
- 天体: 3C84, 3C454, NRAO150等 & H₂O/SiO masers
- 記録: GEO1D (1Gbps, 16MHz x 8ch x 2pol)
- 相関処理: KJCC, 水沢Softcos, (KASI-DiFX)
- EAVN PET主導のもと、AGN SWGとSFR SWGと協力して性能評価を進めていく (タイムライン: 次のCfPの前までに目処)



今後の予定

- EAVN/KaVA共同利用タイムライン
 - 公開時期： 2020B or 2021A?

- ~~C band VERA 両偏波受信 (2020年度作業)~~
 - ~~資金獲得済 (400万)~~
三菱財団 (秦)

- 22/43 GHz 両偏波同時受信化
 - OCTAD 4チャンネル化 (新科研費申請?)

水沢1局

残りは今後外部資金で