

# EAVN Campaign Observations in 2017 (M87)

## ~ Current Status of Performance Evaluation ~

Fumie Tazaki, Yu-zhu Cui, Kazuhiro Hada (NAOJ), on behalf of EAVN AGN SWG

### Summary of EAVN Campaign 2017

東アジアVLBIネットワーク (EAVN) は、東アジア諸国の国際協力により構築される VLBI で、日本・韓国・中国 (将来的にはタイ) にある電波望遠鏡から構成されている。20 km から 5000 km にもわたる幅広い基線長によって、高空間分解で高精度な画像復元が可能となることが期待されている。

2017年春にブラックホールシャドウの撮像を目的とした EHT の本格観測が行われた機会に、EAVN も17局が参加し、これまでにない大規模な M87 と Sgr A\* のキャンペーン観測を実施した。これにより、ブラックホール最近傍から 1000 Rs までの幅広いスケールで、プラズマ流の物理に迫ることができる。現在はほとんどの観測について関連処理が終了し、KaVA+TIA のアレイについて優先的に性能評価を行っている。本研究発表では、3月27日、4月4日、4月14日に行われた Q-band の観測について、特に M87 の結果に焦点を当てて報告する。

Code	Date	Target	A	Stations	Person in charge (responsible for writing a report)
1 a17071a	3/12	SgrA	Q	KaVA, (TM)	Zhao/Cho
2 a17077a	3/18	M87	K	KaVA, TM, UR, HT, KS	Hada/TT + persons from UR,HT,KS
3 a17078a	3/19	M87	Q	KaVA, TM	Yuzhu/Xiaopeng/Yingkang
4 a17086a	3/27	M87/SgrA	Q	KaVA, TM	M87: Yuzhu/Xiaopeng/Yingkang Sgr: Zhao/Cho/Jiang
5 a17093a	4/3	M87/SgrA	K	KaVA, TM, UR, HT, KS, MC	M87: Hada/TT/Sohn + persons from UR, HT, KS, EATING Sgr: Zhao/Cho/Jiang/TT + persons from UR, HT, KS, EATING
6 a17094a	4/4	M87/SgrA	Q	KaVA, TM	M87: Tazaki Sgr: Zhao/Cho/Jiang
7 a17099a	4/9	M87/SgrA	Q	KaVA, TM, NY	M87:Hada/TT + persons from NY Sgr: Zhao/Cho/Jiang/TT + persons from NY
8 a17104a	4/14	M87/SgrA	Q	KaVA, TM	M87:Tazaki Sgr: Zhao/Cho/Jiang
9 a17107a	4/17	M87	K	KaVA, TM, UR, HT, KS, SJ, MC, NT	Hada/TT/Sohn + persons from UR, HT, KS, SJ, EATING
10 a17108a	4/18	M87/SgrA	Q	KaVA, TM	M87: Yuzhu/Xiaopeng/Yingkang Sgr: Zhao/Cho/Jiang
11 a17114a	4/24	M87	K	KaVA, TM	Park/Ro
12 a17115a	4/25	M87	Q	KaVA, TM	Tazaki
13 a17116a	4/26	SgrA	Q	KaVA, TM, SJ	Zhao/Cho/Jiang/TT + persons from SJ (Oh?)
14 a17130a	5/10	M87	K	KaVA, TM, MC	Hada/TT/Sohn + EATING
15 a17131a	5/11	M87	Q	KaVA, TM	Park/Ro
16 a17145a	5/25	SgrA	Q	KaVA, TM	Zhao/Cho/Jiang
17 a17146a	5/26	M87	Q	KaVA, TM	Park/Ro



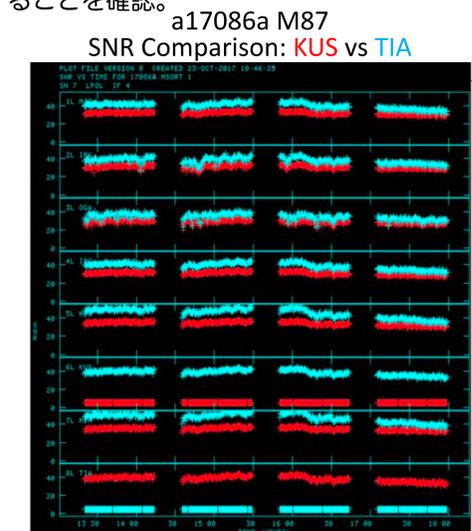
Asada et al. (2017; arXiv:1705.04776v1)

### Current Status of Data Calibration (a17086a, a17094a, a17104a)

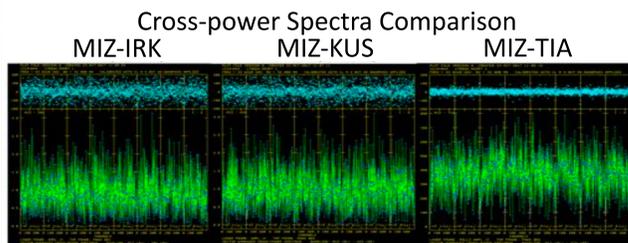
#### Fringe detection

#### Amplitude Calibration

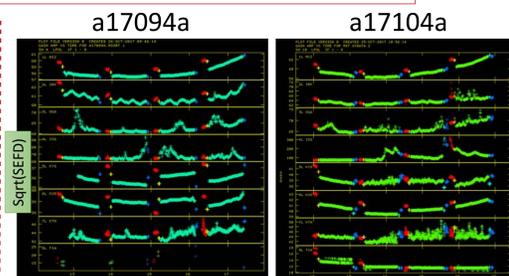
3観測とも全局・全時間でフリンジを検出！  
特にTIAでも問題なくフリンジを検出していることを確認。



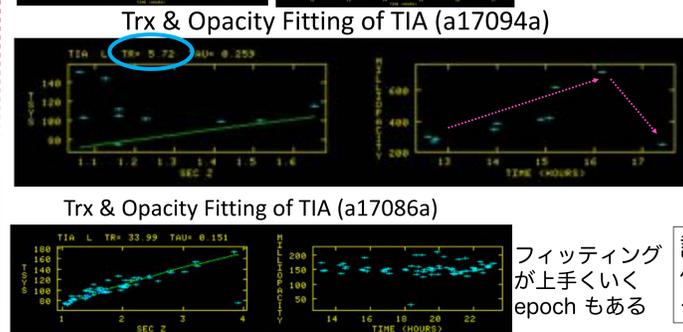
Reference Antenna を KUS (韓国ウルサン) と TIA (中国上海) にした場合の比較。TIA を reference にした方が、数10%以上 SN が高い。局ごとに SN の差が異なるのは、M87の構造が複雑であることを示している。



相互相関スペクトルの比較。VERA-TIA 基線で位相のばらつきが小さいため、TIAが高い感度を持つことが顕著にわかる。



AIPS APCAL の結果。TIA の Tsys は、a17094a では各天体に向けて毎に1回だけ測定され、a17104a では常に測定された。特に Tsys の測定回数が少ない場合は、大気の透過率補正が困難である。



典型的なTIAの受信機温度は 40-50K に対して、フィッティング結果の5.7K は低温過ぎる。Opacity fitting の結果も不自然。

↓  
詳しい気象情報を元に、信頼できない測定をフラグする必要がある

### Preliminary Images (a17086a, a17094a)

M87 image of a17094a

Only KaVA

KaVA + TIA



rms / dynamic range = 0.53 [mJy/beam] / 1773

0.41 [mJy/beam] / 2267

a17094a の M87 画像を復元した。左は KaVA アレイのデータのみを使い、右は KaVA+TIA のアレイのデータを使用した。画像の下には、off-source region のノイズレベルと、ダイナミックレンジを記した。AIPS でデータ較正した後の TIA の振幅には、まだ系統誤差が残っていたため、KaVA で作成した画像をモデルとして、KaVA+TIAのセルフキャリブレーションを行った上で、画像を復元した。この場合でも、低ノイズレベル・高ダイナミックレンジを達成できた。

TIA の有無で M87 ジェットの構造に矛盾がないこと、KaVA + TIA の方が、暗いコンポーネントまでモデル化できていることが、確認できた。

1219+044 (point source)	Only KaVA	KaVA + TIA
a17086a		
Image rms / Dynamic range	1.25 [mJy/beam] / 414	0.90 [mJy/beam] / 573
a17094a		
Image rms / Dynamic range	0.98 [mJy/beam] / 569	0.81 [mJy/beam] / 686

ブレイザー 1219+044 は、1ミリ秒角スケールでもほぼ点源とみなせるため、TIA を含むアレイの性能評価に適している。

左表の上段は3月27日の観測結果、下段は4月4日の観測結果である。左列は KaVA アレイのみの画像で、右列は KaVA+TIA アレイの画像である。それぞれの画像の下には、off-source region のノイズレベルとダイナミックレンジを記した。どちらの観測でも、TIA を加えることによって、ノイズレベルもダイナミックレンジも20%以上改善した。

**Summary:** 2017年春に実施した EAVN キャンペーン観測から、KaVA+TIA アレイの性能評価の進捗を報告した。解析した全てのエポックでフリンジが検出できており、特に Tianma 65m 望遠鏡が加わったことで、高い SN での検出を実現している。振幅較正には未だ課題が残っているが、KaVA のみの画像と比べて、TIA を含めたデータでは低ノイズレベル・高ダイナミックレンジの画像を得ることができた。今後も EAVN の共同利用観測の開始、初期成果の発表に向けて、データ解析を継続していく。