

平成(29)年度国立天文台滞在型共同研究報告書  
Activity Report for NAOJ Visiting Joint Research in FY (2017)

2018年 5月 30日  
YYYY/MM/DD

申請者 Applicant	氏名 Name	はだ かずひろ 秦和弘
	所属・職 Division・position	水沢VLBI観測所・助教
研究課題名 Research Title	東アジアVLBIネットワーク(EAVN)による活動銀河ジェットの観測的研究	
研究場所 Place	国立天文台 水沢	
共同研究者 氏名・所属・職名 Joint researcher's Name ・Institution・Position/ Graduate Student year	Cui Yuzhu・上海天文台・Graduated master student	
1. 研究概要 (Summary of research)		
<p>活動銀河中心核 (Active Galactic Nuclei; AGN) における相対論的ジェットの生成・収束・加速プロセス、更にはテラ電子ボルト(TeV)に至る高エネルギーガンマ線放射のメカニズムは宇宙物理学における長年の難問である。この課題に取り組むためには、超長基線電波干渉計(VLBI)を用いたAGNジェット根元の高解像度かつ高感度な直接撮像が極めて重要である。</p> <p>本共同研究では特に、東アジアVLBIネットワーク(East Asian VLBI Network; EAVN)を用いたAGNジェットの観測的研究を推進する。EAVN は国立天文台水沢VLBI観測所が韓国・中国をはじめとする東アジア地域と協力して構築を進めている国際共同プロジェクトであり、日本のVERA・JVN、韓国のKVN及び中国のCVNなどを統合して東アジア地域で1つの巨大なVLBIネットワークを形成する計画である。EAVN計画は2014年には日韓合同VLBI観測網KaVA (The KVN and VERA Array)の定常運用が開始し、2016年からは更に上海のTianma 65メートル望遠鏡やウルムチ26メートル望遠鏡を含めた日中韓合同試験観測が本格的に始まるなど、整備が近年急速に進展しつつある。EAVNが完成すれば約20台もの電波望遠鏡からなる圧倒的なVLBI観測網が誕生し、高感度かつ高解像度な画像取得が不可欠なAGNジェットの研究には嘗てないほど強力な望遠鏡となる。</p> <p>申請者(受入責任者)はEAVNコミッショニング推進代表者の一人である。目下の最重要課題はEAVNの共同利用観測の早期実現に向け、中国との連携・試験観測をより一層強化し、EAVNのサイエンスデモンストレーションを行うことである。そこで本共同研究では、中国におけるEAVN主要パートナーである上海天文台からCui Yuzhu氏を招き、2017年春に実施予定の新たなEAVN試験観測データを共同で解析する。特に整備途上にある上海・ウルムチ局のデータについて性能評価を集中的に行い、問題点の洗い出し及びこれらの較正方法を確立する。そして解析データを用いていくつかの重要なAGNジェット(M87や3C273)のイメージングを行い、加速・収束形状を測定し、理論モデルの妥当性を検証する。</p>		

## 2. 研究成果(Research achievements)

我々は2017年3月から5月にかけて、かつてないほど大規模なEAVN試験観測キャンペーンを実施した。約1～2週間に一度の頻度でKaVA+Tianma、及びウルムチ等も参加し、合計17エポックのEAVN観測を実施し、M87や3C273について多くの観測データを取得した。

Cui氏にはこのEAVNキャンペーンで得られた観測データのうち、KaVA+Tianma65アレイによって得られたM87及びキャリブレータのデータ(22GHzと43GHz)を複数エポック解析して頂いた。まず最初に我々が集中的に取り組んだ課題はTianma局のVLBI局としての性能評価であった。Tianma局は比較的新しい望遠鏡であり、まだVLBI実績が少ないため、振幅校正精度や実効感度、アンテナポインティング精度等についてスペックが定まっていない。そこで実データに基づいてこれらの性能表を評価した。その結果、いくつかの重要な結論が導き出された。

まず、Tianmaを含めることで、VLBIアレイ全体としての相関信号検出感度はKaVA単独に比べて22/43GHzとも有意に(約2～3倍)向上し、Tianmaを加えたEAVNが確かに強力な望遠鏡であることが確認された。しかし、この改善度は理論的に期待される改善度(約4倍)に比べると幾分少なかった。そこで我々はその原因を特定するために、明るさのわかっているキャリブレータを利用してTianma局の観測振幅を調査した。その結果、Tianma局の振幅が本来期待される値より10%からエポックによっては40%も系統的に低いことがわかった。このような振幅ロスの原因には複数の候補が考えられるが、22GHz帯より43GHz帯のほうで系統的にロスが大きくなっていることから、アンテナのポインティング精度不足によるロスが主要因であるという結論に至った。そこで我々はTianmaの振幅を適切にリスケーリングするためのデータ解析手順を検討・確立した。同時に、今回の取り組みによって今後のTianma局のオペレーション方法(頻繁なポインティング観測の設定など)にも重要なフィードバックをかけることができた。

以上のTianma局の性能評価、データ校正方法を確立したあとは、M87や3C273のEAVNイメージングに取り組んだ。その結果、Tianma局を含めることで、KaVA単独に比べてイメージダイナミックレンジが約20-30%程度向上することがわかった。Cui氏の滞在中、我々は最終的に3エポックのM87/3C273イメージを取得することができた。当初の目標であったジェット運動測定や理論モデルとの比較までは時間の都合上間に合わなかったが、本制度を利用してアレイ性能評価というもっとも根本的な重要な部分を短期間で大きく前進させることができたことは大変意義のあるものとなった。Cui氏は今後総研大博士課程(後期)に進学し、ジェットの速度測定など更に詳細な解析を進める予定である。

## 3. 本制度に対する意見、要望など【申請者記載欄】

(Any comments on this program 【For applicant】)

東アジアVLBIは日韓中を始めとする国際協力であるため、特に海外から関連研究者を1～3ヶ月程度招待するにはとても有意義な制度であると感じた。改善点をあげるとすれば、滞在費のサポートの上限である。最大3ヶ月の滞在まで可能な反面、費用のサポートは最大1ヶ月までというのはややわかりにくい。

## 4. 本制度に対する意見、要望など【本事業で来訪した共同研究者記載欄】

(Any comments on this program 【For joint researcher】)

日本に来て始めての私にとってはこのプロジェクト凄く有意義でした。この間、本間さんと秦さんのような優秀な先生に教わられてたくさん勉強になりました。EAVNデータ処理、M87理論学習、日本文化の体験等、私の貴重な経験でした。短い間にもいっぱい喜びと感動を残しました。

NAOJのおかげで、このプログラムに参加して、心から感謝しております。

(申請者注：本人が日本語で書いてくれました)

5. 共同研究者の滞在日程(Joint research period)

氏名・所属 (Name・Institution)	Cui Yuzhu ・上海天文台	
滞在日程 (Period of stay)		日数(days)
2017年 5月 8日 ~ 2017年 8月 5日 YYYY/MM/DD ~ YYYY/MM/DD		90 日間(days)
年 月 日 ~ 年 月 日 YYYY/MM/DD ~ YYYY/MM/DD		日間(days)
合 計 (Total)		90日間(days)