

直径2,300kmの電波望遠鏡

4つの20m電波望遠鏡が手を取り合い直径2,270kmの巨大な電波望遠鏡へと変貌します。その性能を人の視力で例えると10万！VERA（ベラ）プロジェクトでは、この電波望遠鏡で宇宙三角測量を行い、遠い星の距離や動きを測っています。私たちの住む天の川銀河の地図作りです。また、このプロジェクトで培った技術力・研究力を活かして、国際連携も進めています。



Iriki Mizusawa

入来観測局

水沢観測局
(AOC・相関器室)

石垣島観測局

小笠原観測局

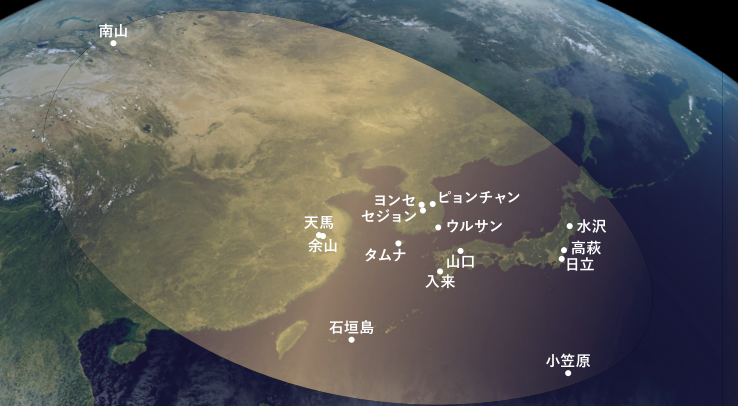


Ishigaki-jima.

Ogasawara

東アジアVLBI観測網

東アジアVLBI観測網（East Asian VLBI Network; EAVN）は、日韓中3カ国からなる東アジア地域の国際VLBIネットワークです。最大直径5100kmの巨大電波望遠鏡と等価な解像度を発揮します。



EAVNは日本・韓国・中国の国際協力により、15ヶ所にある電波望遠鏡から構成された観測網です。30万という視力で宇宙を観測することで、ブラックホールから噴出するジェットや、星が次々と誕生する現場の研究、銀河の地図作りを進めます。2018年9月から共同利用観測を開始し、世界中の研究者がEAVNを使って観測できるようになりました。



AOC Array Operation Center

水沢キャンパス本館にある制御室。4ヶ所の電波望遠鏡をここからリモート制御して24時間観測を行います。望遠鏡や装置の状態、天候なども考慮し、スケジュールに沿って観測を進めます。

観測局の20m電波望遠鏡

開口直径	20m
高さ	23m
重量	380t
鏡面精度	0.25mm(rms)
	パネル単体：0.15mm(rms)120枚
	副反射鏡：0.10mm(rms)
観測周波数	2, 6.7, 8, 22, 43GHz
ビーム分離	0.32~2.2度
指向精度	0.002度角(風速7m以下)
耐風速	性能維持 7m/s以下
	非塑性変形最大風速 90m/s以下
駆動速度	方位角、高度角 2度/s以上

VLBI

天文広域精測望遠鏡

Exploration
of

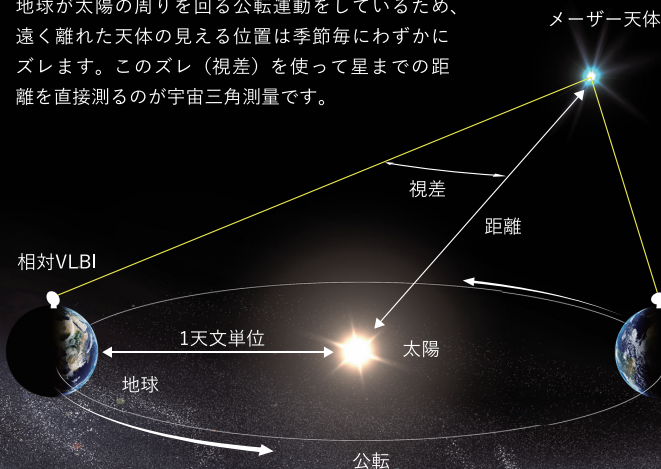
Radio

Astrometry

国立天文台水沢 VLBI 観測所

宇宙三角測量

地球が太陽の周りを回る公転運動をしているため、遠く離れた天体の見える位置は季節毎にわずかにズレます。このズレ（視差）を使って星までの距離を直接測るのが宇宙三角測量です。

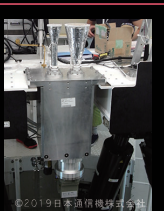


宇宙三角測量・位相補償型相対VLBI

VERAプロジェクトでは、星までの距離やその星の運動を精密に測っています。この精密測定の鍵となる技法が、宇宙三角測量と位相補償型相対VLBIです。これらを駆使して、天の川銀河の立体地図を作り、銀河内の構造や運動を解明することを目指します。

低雑音受信機

受信機周辺の熱から出るノイズ（雑音）が天体からの微弱な電波を掻き消さないよう、-250 度に冷却しノイズを下げ検出する。22GHz、43GHz の電波を観測。

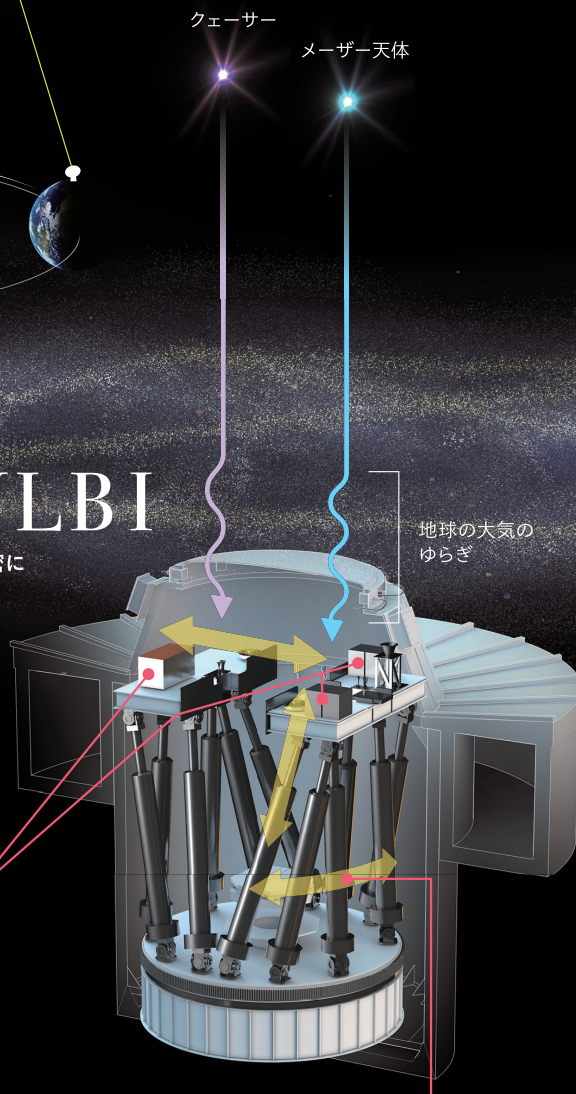


位相補償型相対VLBI

離れた複数の電波望遠鏡で天体を同時に観測することで、望遠鏡間の距離に相当する巨大望遠鏡と同じ解像度を引き出す観測方法がVLBI（超長基線電波干渉法：Very Long Baseline Interferometry）です。位相補償型相対VLBIでは、参照天体（キューサー）と位置を測定したい観測天体（メーザー）の2つを観測して、地球大気による電波のゆらぎを精度よく取り除き、天体の相対位置を正確に決定します。

大気のゆらぎを取り除く

位相補償型VLBIには、2つの天体（メーザーとキューサー）を交互に観測するスイッチング観測と、2つの受信機を搭載して2天体を同時に観測する2ビーム観測があります。VERAでは、世界で初めて2ビーム観測を実現することで、より高い精度で電波のゆらぎを取り除くことができます。



2ビーム視野回転装置

0.3 度から 2.2 度離れた 2 天体（目標天体と参照天体）を捉えるために、2 対それぞれの受信機群の位置を自由に動かせる、精密なロボット機構を備えている。さらに土台ごと回転させることで、長時間の追尾が可能である

VLBI 望遠鏡による最新研究成果

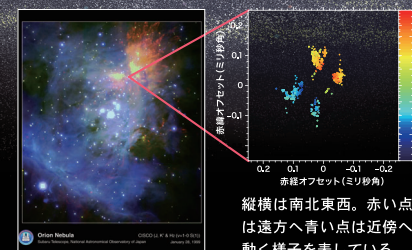
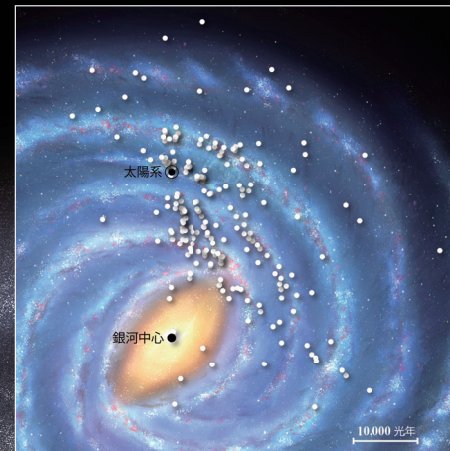


VERA による最新成果

VERA望遠鏡の持つ高い距離決定精度や、韓国のVLBIとの連携によるKaVA、日韓中によるEAVNが導く、最新の研究成果を紹介します。

銀河地図

VERAではこれまでに100天体を超える銀河系の星々の正確な距離と運動を測定しました。銀河系内における星の正確な位置とその運動から銀河系の回転中心、すなわち銀河系の中心を特定するなど、我々の銀河系の構造を明らかにする研究が進んでいます。これにより太陽系から銀河系中心までの距離を 25800 ± 1100 光年、太陽系の銀河回転速度を 227 ± 11 キロメートルと決定しました。また渦巻き状の構造や外縁部までの回転速度と質量分布を解明する研究も進展しています。



星形成

星はガスや塵でできた雲の中で生まれます。それはまだ人間の目には見えませんが、電波を用いて厚い雲の中の星が生まれる現場を観き見ることが出来ます。VERAでは、生まれる星の周りの円盤や双極流の運動を観測し、星が生まれる過程を研究しています。

ブラックホール

視力 10 万の高解像度観測により、VERAは銀河の中心にある巨大ブラックホールからの爆発現象などを捉えました。更にEAVNで観測することで画質や感度が一層高まり、ブラックホールから噴出するジェットの運動や生成機構なども詳しく解明することができると期待されます。

歳差運動する M87 ジェットの噴出口 ～巨大ブラックホールの「自転」を示す新たな証拠～

東アジア VLBI 観測網をはじめとする観測装置を用いた長年にわたる観測から、楕円銀河 M87 の中心にあるブラックホールから噴出するジェットがおよそ 11 年周期で首振り運動（歳差運動）していることを発見しました。画像からはジェットの噴き出す向きが変わるとともにジェットが激しく姿を変えているのがわかります。 Cui et al.(2023)

