

山口 32m電波望遠鏡 22 GHz 帯受信機による VLBI フリンジ試験観測

山口大学 M2 宮村 太基

1. はじめに

2011年12月5日から山口32m電波望遠鏡では22GHz帯冷却受信機の搭載および性能評価試験、試験観測が行われている。性能評価試験ではこれまでにシステム雑音温度測定、ビームパターン測定、開口能率測定が終了している。

上記で挙げた一連の性能評価の最後として国立天文台VERA水沢局と山口32mの2基線でVLBI観測によるフリンジ検出試験を行った。観測天体には強い電波源である3C454.3を用いた。表1に観測天体の情報を記す。

観測時の周波数設定では、VERA水沢局の観測周波数帯に合わせるため、1st-D/Cに送るLocal信号の周波数を13.800GHzから13.781GHzに変更した。その結果、RF周波数は21.973-22.485GHzとなった。また、VERA水沢局に合わせて片偏波(LHCP)のみで観測を行った。山口局では観測で得られる信号の記録はSinet4ネットワーク経由で国立天文台の三鷹相関局へ伝送する方法を用いた。VERA水沢局は記録したデータを三鷹相関局にftp(ネットワークファイル転送)する方法を用いた。この2つのデータの相関処理を行ってフリンジを検出することができれば、22GHz帯低雑音受信機を搭載した山口局において初のフリンジ検出となる。

表1 観測天体

観測天体	RA (J2000)	Dec (J2000)	赤方偏移 z
3C454.3	22h 53m 57.7s	+16° 08' 54"	0.859

2. フリンジ試験観測の結果

図1に山口-VERA水沢基線による22GHz帯のフリンジ検出試験の結果を示す。図中の左上のグラフは横軸にDelay[Sample]、縦軸に強度をとったグラフで、左下のグラフは横軸をRate[Hz]、縦軸に強度をとったグラフである。左上下段のグラフから、横軸Delay[Sample]、縦軸Rate[Hz]にとり強度をカラーでマップに示したものが右上の図である。右下には相関処理で得られた各パラメータの結果をまとめたものを示している。

図に示すように、 1×10^{-3} のピークを持つフリンジが検出された。このフリンジの大きさ ρ は次式のように表すことができる。

$$\rho = \frac{\sqrt{T_{ai} T_{aj}}}{\sqrt{T_{sysi} T_{sysj}}} \times \eta \quad (1)$$

ここで T_{ai} 、 T_{aj} は各素子アンテナでのアンテナ温度であり、 T_{sysi} 、 T_{sysj} は各素子アンテナでのシステム

雑音温度、 η は損失率である。観測した時期における 3C454.3 の 22GHz 帯におけるフラックス密度は 3 Jy 程度であり、この値から次式を用いてアンテナ温度を算出すると

$$S_\nu = \frac{2kT_a}{A_e} \quad (2)$$

山口局では $T_a=0.26$ K、VERA 水沢局では $T_a=0.17$ K という値が得られた。損失率を考えると、まずアナログ信号からデジタル信号へ変換する際に発生する量子化損失が 0.88、相関処理の際に発生する損失が 0.9 であり、この 2 つの値を考慮して $0.88 \times 0.9 = 0.79$ という損失率が得られる。また、22GHz 帯における山口局の $T_{sys}=140$ K、VERA 水沢局の $T_{sys}=150$ K を仮定して式 (1) に代入すると

$$\rho = \frac{\sqrt{0.26 \times 0.17}}{\sqrt{140 \times 150}} \times 0.79 = 1.15 \times 10^{-3}$$

という理論値が得られ、観測結果とほぼ矛盾しない値となった。厳密に理論値を求める場合は、観測前に secz 測定を行ってシステム雑音温度 T_{sys} および大気の光学的厚み τ_0 を求めておき、観測時の仰角をもとに得られる T_{sys} を用いる必要があるが、結果の妥当性を判断するには前述の理論値で十分である。また、今回の結果はフリンジ検出のみの結果となるが、観測では 3C454.3 の他に W49N の水メーザ一天体など数天体を時間を空けて 2 回ずつ観測することで (u, v) カバレッジを稼いでいる。今後そこから得られる結果を用いて天体のイメージを描けることが期待されている。

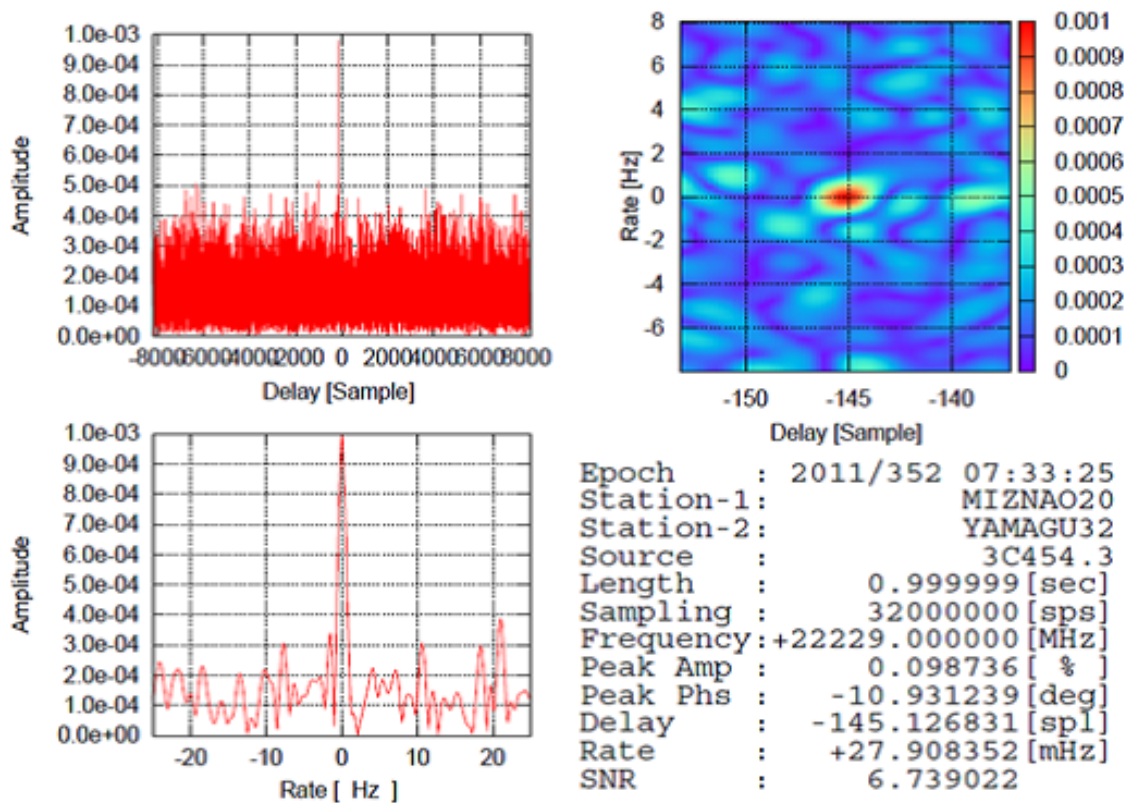


図1 山口-VERA 水沢基線で得られたフリンジ結果