

# 山口 32m 電波望遠鏡用 22 GHz 帯冷却低雑音受信機の開発

山口大学 M2 宮村 太基

## Abstract

我々は山口 32m 電波望遠鏡（以下、山口 32m）に新搭載する 22 GHz 帯冷却受信機（22 GHz 受信機）を開発した。そして今年 8 月に性能評価試験を行ったところ、受信機雑音温度：84 K、システム雑音温度：230 K、開口能率：30 %、ビームサイズ：Az 方向 1.40' E1 方向 1.61' という結果を得た。ただし今回の試験は片偏波のみで行っている。この受信機の開発により、山口 32 m が 22 GHz 帯の観測局として日本でもトップクラスの観測性能を持つことが示された。

## 22 GHz Receiver system

fig.1 に本研究で製作した 22 GHz 受信機を示す。受信機のポイントは低雑音化を図るために初段の低雑音増幅器（LNA）よりも前のコンポーネントであるポーライザーをデュワー内に格納し冷却している点、またシステム較正を行うためにノイズソース（NS）を注入できるフランジ（アイフランジ）を導入した点である。使用した LNA（日本通信機製）は利得  $37 \pm 4$  dB、雑音温度 30K 以下であり、ポーライザー（大阪府立大学製）は帯域 20.5–25 GHz の広帯域であることが特徴で、セプタム型による両円偏波同時受信が可能である。またその性能は挿入損失 0.1dB 以内、リターンロス 20dB 以上である。

fig.2 には 22GHz 帯における観測システムの模式図を示している。山口 32m にはこれまでに実績のある 8 GHz 帯の観測システムがあり、22 GHz 帯観測システムは初段のダウンコンバータ（1st-D/C）で 8 GHz 帯に周波数変換を行った後その 8 GHz 帯観測システムに移行する流れとなっている。



fig.1 22GHz 受信機外観（左、右）と上部構造（右上）

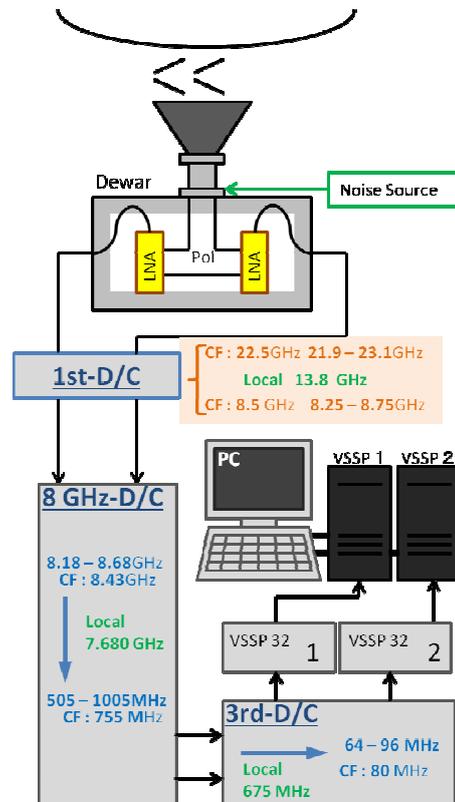


fig.2 22GHz 帯観測システム模式図

## Performance assessment

### 1) System & Receiver Noise Temperature

アンテナを仰角 90 度～15 度の範囲で動かし、Sky , Sky+ NS , R , R+NS の値を測定した。ノイズソースの注入はアイフランジの注入孔に真線が出るように加工した同軸ケーブルを挿入して行った。R-sky 法により大気吸収量を含むシステム雑音温度  $T_{sys}^*$  を算出し、縦軸  $\log(T_{sys}^* + T_{atm})$ 、横軸  $\sec z$  にとったグラフの傾きから大気的光学的厚み  $\tau$  を、切片から受信機雑音温度を算出した ( $T_{atm}$ : 環境温度)。そこで求めた受信機雑音温度をもとに R-NS 法を用いて NS の雑音温度を計算した。

結果をまとめると、天頂における  $T_{sys}^*$  : 230 K、受信機雑音温度  $T_{RX}$  : 84 K、NS の雑音温度  $T_{NS}$  : 110 K、大気的光学的厚み  $\tau$  : 0.32 となった。



fig. 3 NS 固定ホルダーを使用した NS 注入

### 2) First light

Orion-KL の水メーザーの試験受信を行った。スペクトルは 8 GHz 帯ダウンコンバータ出力部をスペクトルアナライザーで確認した。fig. 4 に得られたスペクトル写真を示す。スペアナの設定はスパン 10 MHz、中心周波数 755 MHz、縦軸スケール 1 dB である。

スペクトルのピーク成分の強度は約 5.5 dB であり、そこからフラックス密度を概算するとおよそ 10000 Jy という値が得られる。片偏波のみの受信ではあるが、山口 32m における 22GHz 受信機での初受信となる。

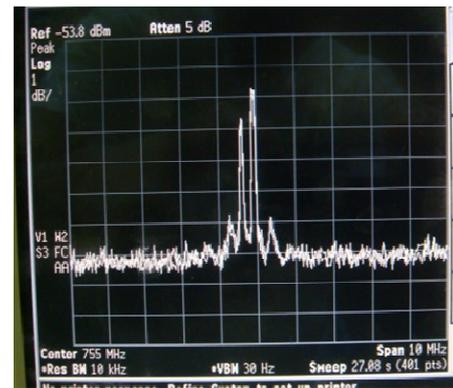


fig. 4 Orion-KL 水メーザースペクトル

### 3) Beam size

観測には Orion-KL の水メーザーを用い、Az 方向  $\pm 2.6$  分角、El 方向  $\pm 2.6$  分角の範囲で 0.2 分角刻みの十字スキャン法を用いて行った。Fig. 5 に得られたビームパターンを示す。結果、Az 方向 : 1.40 分角、El 方向 1.61 分角となり、El 方向に伸びたような形状となった。この傾向は 8GHz 帯でも見られており、より高周波側で顕著となったことが考えられる。

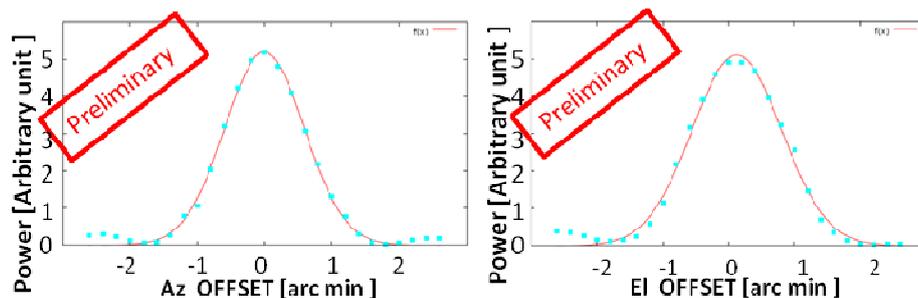


fig. 4 ビームサイズ測定結果

#### 4) Aperture Efficiency

観測には木星の連続波を用いた。観測では木星を追尾しながらオフセットを与えていきピーク値を探した。同時に OFF 点と NS の値も測定して各測定点での  $T_{sys}$  を求め開口能率を計算した。結果、開口能率は 30% という値を示した。また高仰角、低仰角でゆるやかな能率の低下が見られ、ピーク位置は仰角 50 度付近で 35% となった。

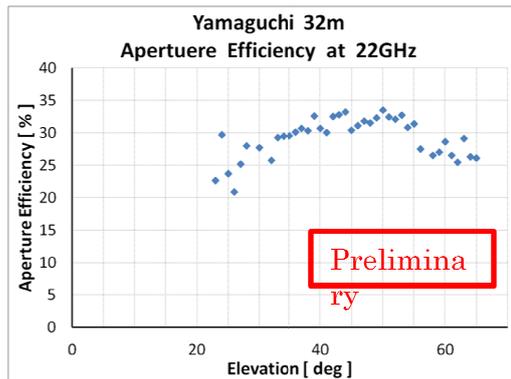


fig.4 開口能率測定結果

#### Recent report

本懇談会終了後 12 月に両円偏波での搭載試験を行った。以下では結果のみを示す。

table.1 冬季性能評価測定結果

システム雑音温度		受信機雑音温度		大気的光学的厚み	ビームサイズ		開口能率
L	R	L	R	LR 共通	L	R	LR 共通
130 K	110 K	105 K	88 K	0.068	1.51'	1.55'	30 %

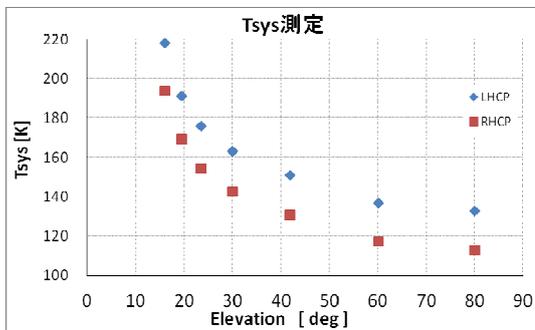


fig.3 システム雑音温度測定結果

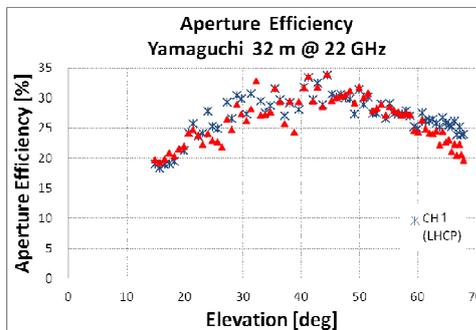


fig.4 開口能率測定結果

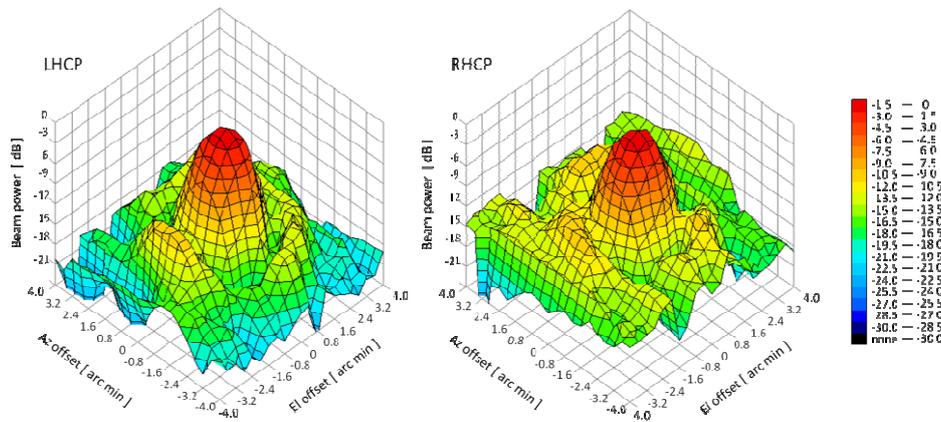


fig.5 ビームパターン 3次元マップ