

山口 32m 電波望遠搭載 6.5-8.8GHz 帯受信機システムの整備

電磁宇宙物理学研究室 M1 木村 篤志

1. 概要

我々は山口 32 m 電波望遠鏡（以下、山口 32 m 鏡）に 6.5-8.8 GHz 帯冷却受信機を用いた観測システムの導入を進めている。山口 32m 鏡は 6.7GHz メタノールメザや 8GHz 帯で活動銀河核のフラックス密度観測を行うなど、ほぼ連日観測という高頻度な観測を行っている。しかしこれまでは観測周波数帯を変更するたびに受信機自体を交換する必要があり、観測効率を著しく低下させる原因となっていた。また既存の 6.7GHz 受信機は常温アンプを用いておりシステム雑音温度が約 200K と高かった。今回製作する 6.5-8.8 GHz 帯冷却受信機は、これらの問題を解決し、観測感度と観測効率の向上が望める。

山口 32m 鏡は衛星通信に利用されていたアンテナであり、冷却受信機設置位置には障害物等の制限があるため、他の局には無い特殊な形状のデュワーを設計しなければならない。これらの条件を考慮して「凸型デュワー」を考案し、部品の配置検討および熱収支評価を行い、設計／製作のめどを立てた。現時点では設計図面を製作所に提出し、2013年1月に設計部品を納品した。今後は真空引き・冷却試験、受信機雑音温度測定を行い、実験室試験が完了次第、山口 32m 鏡に搭載して試験観測を行う予定である。

2. 6.5-8.8 GHz 帯冷却受信機

本システムで使用する受信機は HEMT AMP 及びポラライザを約 10K に冷却したデュワー内に搭載し、低雑音化を図っている。使用するポラライザは大阪府立大学 小川研究室で製作された広帯域ポラライザであり、6.7GHz 帯と 8.8GHz 帯の同時受信が可能となる。また両円偏波を同時受信も可能である。

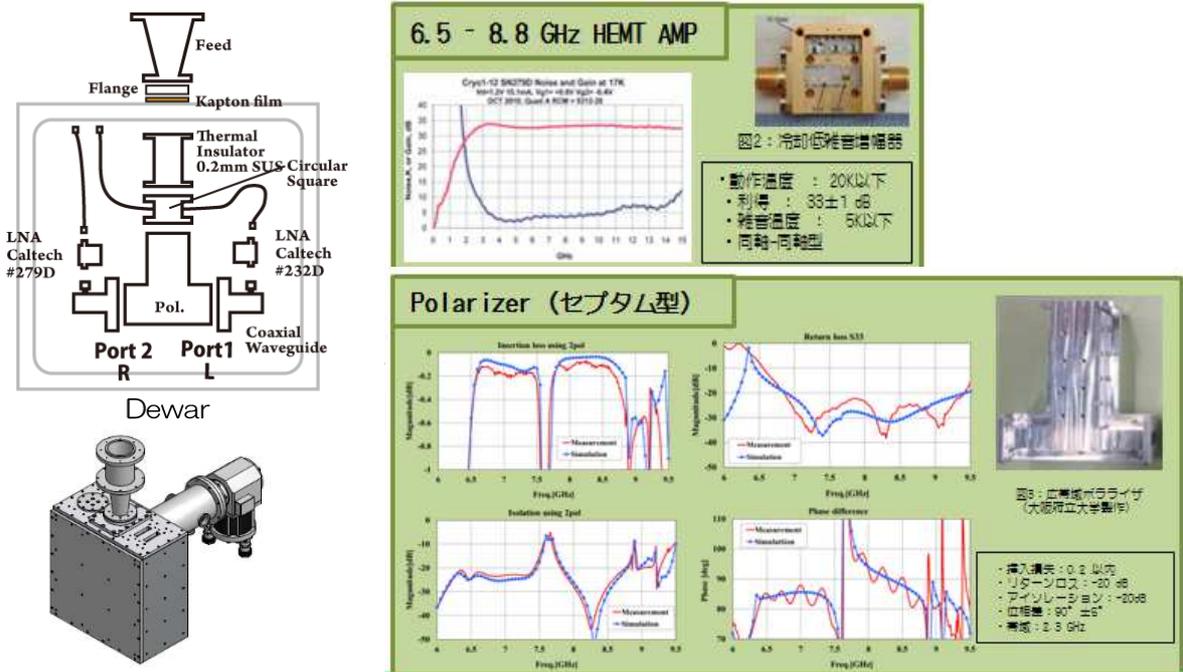
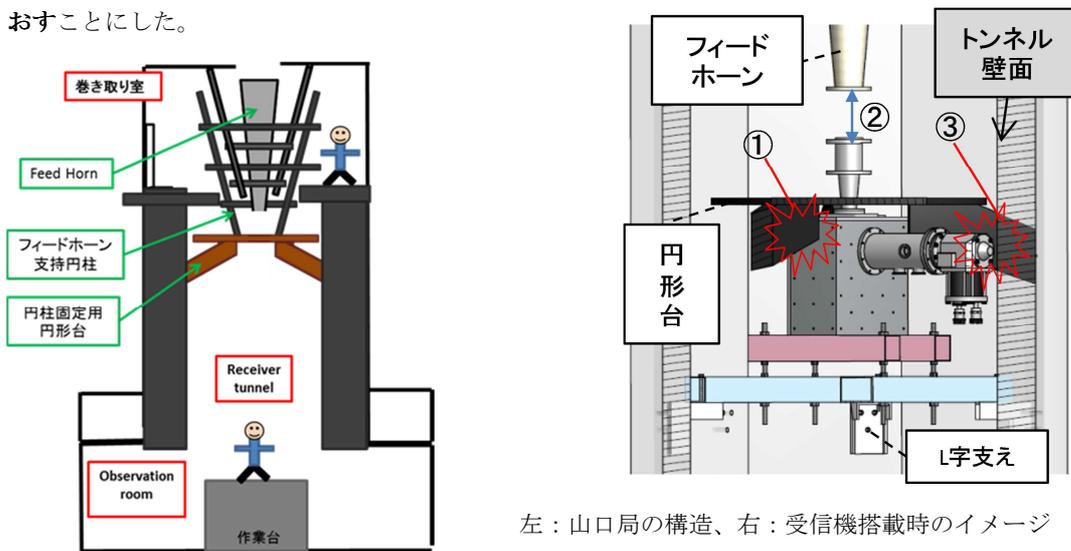


Fig.1 : 高萩・日立局用 6.5-8.8 GHz 帯受信機のイメージ(左)と HEMTAMP とポラライザの性能 (右)

### 3. 搭載の検討

山口 32m 鏡用受信機の設置場所は、観測室内にある高さ約 3 m、内径約 1 m の受信機トンネル内である。トンネル内には外直径 80 cm、内直径 35 cm のドーナツ状の円形台があり、この円形台がフィードホーンを支えている。山口局はこの狭いトンネルと円形台が**搭載スペースを制限**している。

6.5-8.8GHz 帯冷却受信機は高萩・日立 32m 電波望遠鏡搭載用に設計されており、山口 32m 鏡への**搭載を視野に入れて設計されていない**。そこで、この受信機が山口局内の観測室にある「受信機搭載トンネル」に搭載可能か検討した。その結果、①デュワーが円形台と接触する恐れがある。②円形台のせいでデュワーがフィードホーンと接続できない。③冷凍機のトンネル側面との接触の可能性がある。という問題点が判明した。よって、高萩・日立用受信機の形状での搭載は不可能と判断し、**山口局用に受信機を設計しない**ことにした。



左：山口局の構造、右：受信機搭載時のイメージ

### 4. 山口 32m 鏡用 6.5-8.8GHz 帯冷却受信機の設計

搭載の検討の結果を受け、山口局用に受信機を考案した。方針としては、山口局に搭載可能な形状であること、高萩・日立局用受信機と同等もしくはそれ以上の性能をもつことを考慮した。以下に考案した受信機のイメージと搭載問題への対応策を示す。

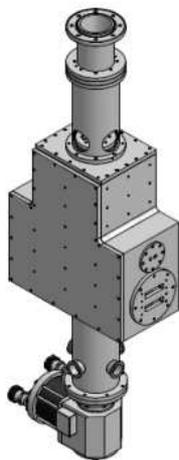


Fig2：設計した受信機の 3D イメージ

#### < 問題点①への対応：凸型デュワーの設計 >

搭載の検討時に特に問題であったのが受信機トンネル内に存在する円形台の影響であった。今回、円形台との接触を回避するために、デュワーの形状を凸型にした「凸型デュワー」を考案した。こうすることで、円形台と接触する恐れがあった個所を回避している。ちなみにデュワーの体積は高萩・日立局のデュワーとほぼ同じである。また、デュワー内には放射による熱流入を抑えるために 80K シールドを搭載しており、このシールドの形状もデュワーと同様凸型にしている。

< 問題点②への対応 :

延長導波管の追加設計 >

長さ 98 mm、φ 32[mm]の延長用の導波管を導入した。これをテーパー管と受信機の間  
に追加することでフィードホーンとの接続  
を可能にした。

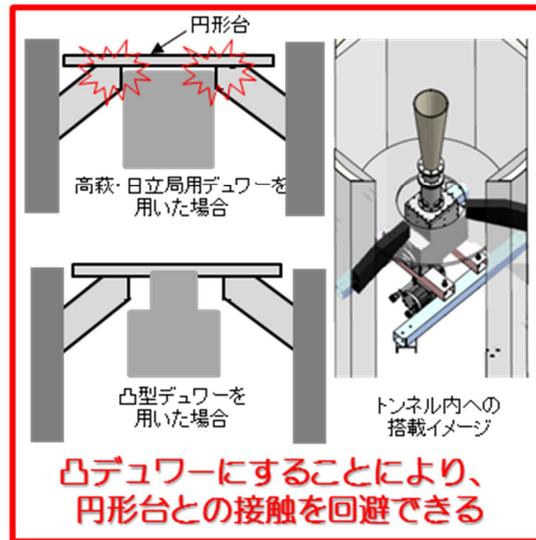
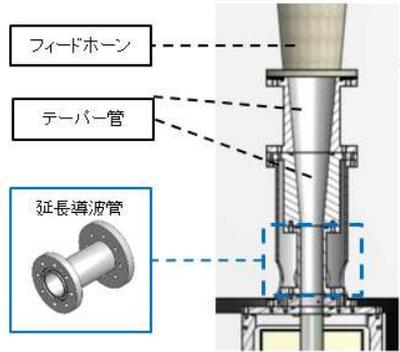


Fig3 : 搭載における改善点

< 問題点③への対応 : 冷凍機の設置位置変更 >

冷凍機とトンネル壁面の接触を防ぐため、**冷凍機**をデュワーの**底面**に取り付けた。

5. 設計部品の納品

2012年11月初旬に各部品(全21種)の図面を作成し、製作所へ提出した。そして2013年1月に設計部品が納品され、組立作業を行った。以下に納品された受信機の組立図を示す。



Fig4 : 納品した受信機の組立図

6. 今後の展望

必要な備品が納品され次第、実験室での性能評価を行い、山口 32m 鏡へ搭載して搭載試験、性能評価、試験観測を行う予定である。さらなる稼働率向上のため、専用ダウンコンバーターの設計・製作や給電部の改造計画などを予定している。