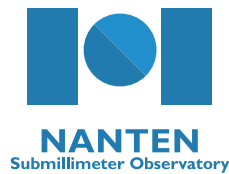


「Summer School 40th」 report

# Development of 100GHz receiver on NANTEN2

Instrument\_08a



Dept. of Astrophysics  
Nagoya Univ.

HANAOKA NAOKI

August 03, 2010.



## NANTEN2 に搭載する 100GHz 受信器開発

◦ 花岡 直樹<sup>1</sup>, 佐藤 淳基<sup>1</sup>, 佐野 栄俊<sup>1</sup>, 大浜 晶生<sup>1</sup>, 森部 那由多<sup>1</sup>, 奥田 武志<sup>1</sup>, 山本 宏昭<sup>1</sup>,  
河村 晶子<sup>1</sup>, 福井 康雄<sup>1</sup>, 前澤 裕之<sup>2</sup>, 水野 亮<sup>2</sup>, 木村 公洋<sup>3</sup>, 大西 利和<sup>3</sup>, 小川 英夫<sup>3</sup>  
名古屋大院理 (Ae 研)<sup>1</sup>, 名古屋大院理 (STE 研)<sup>2</sup>, 大阪府立大院<sup>3</sup>

### 序論

#### 1.1 目的

近年, 大型衛星及び地上プロジェクトにより, 多波長にわたる広域探査が行われている. 可視光, 赤外線やガンマ線領域において, 高い分解能で, 全天にわたるデータが得られてきている.  $^{12}\text{CO}$  ( $J=1-0$ ),  $^{13}\text{CO}$  ( $J=1-0$ ) 等の広域, 高感度観測を行い, 他波長のサーベイデータと合わせることで, 星間物質の進化や宇宙粒子加速の現場等についての理解を深める.

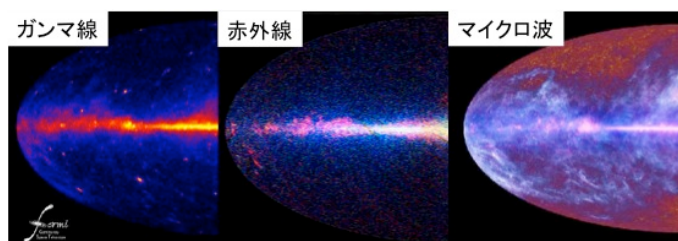


図 1.1-1 近年のプロジェクトによる銀河面の全天サーベイデータの例.

#### 1.2 背景

1996 年から 2003 年にかけて, 「なんてん」望遠鏡 (ラスカンパナス: 標高 2,400m) を用い,  $^{12}\text{CO}$  ( $J=1-0$ ) スペクトルによる銀河面および大小マゼラン雲内分子ガスの大規模サーベイを行った.

「なんてん」望遠鏡による観測成果

- 大規模星団に付随する分子雲の発見.
- 超新星残骸と相互作用する分子ガスの物理状態の解明.
- 超コンパクト天体に付随する分子雲ジェットの発見.
- 近傍星形成領域における分子雲コアの性質と星形成過程の解明.

⇓ 望遠鏡の移設と更新. 感度向上& ナイキストサンプリング化.



図 1.2-1 移設前のなんてん. 110 GHz 帯.



図 1.2-2 アタカマ高地の NANTEN2. 230 GHz 帯.

2004 年以降, 「NANTEN2」望遠鏡 (アタカマ高地: 標高 4,865m) を用いて観測を行っている. 230GHz 帯の  $^{12}\text{CO}$  ( $J=2-1$ ) や,  $^{13}\text{CO}$  ( $J=2-1$ ), 500/800MHz 帯の CO 高励起線および CI を観測可能な受信機システムを搭載している.

#### 「NANTEN2」望遠鏡による観測成果

- 銀河系内 SNR や分子雲ジェットなどの高エネルギー天体や銀河系中心部の観測.
- 大質量星形成領域およびマゼラン雲の様々なデータの取得.

#### 「NANTEN2」望遠鏡の特徴

- 太陽系近傍分子雲においては, 0.1pc に相当する分子雲の構造を押しえることができ, 銀河中心でも 10pc をきる分解能をもつ.
- 口径が中小口径であるために, 広域観測を素早く行うことができる.
- チリにあるため, 銀河中心を含む, 銀河面のほとんどを網羅できる.
- 観測条件のよいアタカマ高地にあり, ドームを所有することから, 昼夜を問わず, 観測可能な時間が多い.

### 電波受信の方法

受信機内部に伝搬してきた電波は,

1. ホーン内部で導波管を伝搬するモードへと変換される.
2. 結合器 (カプラ) と混合器 (ミキサ) によって宇宙からの電波信号と局部周波数を混ぜて, 差周波を得る. これにより低周波数への変換を行い, 電気信号に変える.
3. 局部周波数を 104GHz にすると, その後の中間周波数 (IF) アンプの帯域が 4 ~ 12GHz であるので, 宇宙からの電波信号のうち 92 ~ 100GHz と 108GHz ~ 116GHz の帯域が選択され,  $^{12}\text{CO}$  ( $J=1-0$ ) と  $^{13}\text{CO}$  ( $J=1-0$ ) を得る.

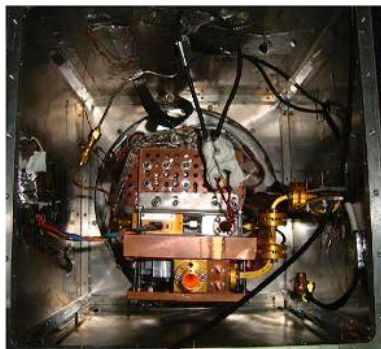


図 1.2-3 サイトにある受信器内部の様子.

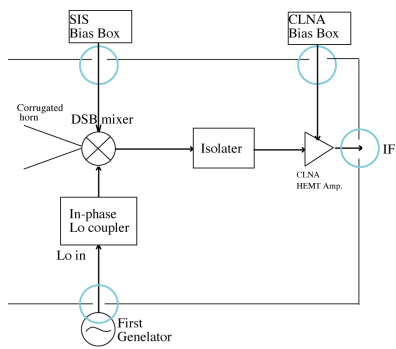


図 1.2-4 DSB 方式受信器のブロックダイアグラム.

開発項目

### 3.1 レイアウトと光軸の設計

Dewar 内におけるホーンの配置位置を決定するために必要なパラメータを導出する.

- ホーン, 結合器, 混合器と Dewar の大きさから, 最適な治具の形状を決定する.
- 3次元 CAD を使用してパーツの配置を確認.
- 第5, 6 鏡と 4K ステージの位置から, 光軸の位置を導出する.

⇒ 光軸のパラメータを決定し, ホーンの位置を計算中.

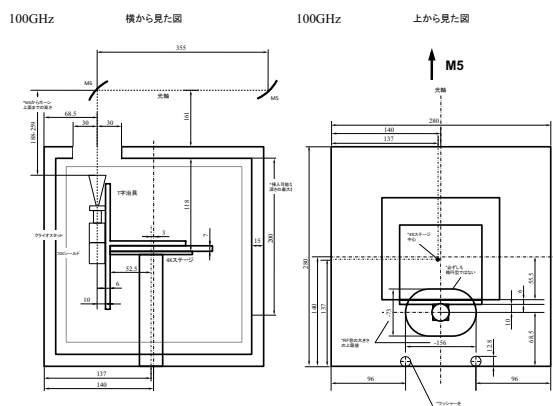


図 1.2-5 第5 鏡からホーンに至る光軸の設計図.

---

## 3.2 局部発振器 (LO) システムの恒温箱設計

局部周波数を発振させる Gunn 発振器は、温度によって周波数や出力が変動するため周辺を恒温にしなければならない。既存の恒温箱の問題点をクリアし、より洗練された恒温箱を作製する。

- 全体のサイズを決定する。大きすぎると作業の邪魔になり、小さすぎると熱容量が小さくなり、外気温の影響が大きくなる。
- Gunn 発振器の温度依存性を測定。
- Gunn 発振器の調整時のことを考えて恒温箱の構造に工夫を凝らす。
- ケーブルにテンションがかからないように配線を考える。

⇒ 以上の問題点を解決する恒温箱を設計中。

## 3.3 パーツ設計/加工

NANTEN2 の受信機に最適と考えられるパーツを使用したい。市販されているものでは限界がある。自らの手で創り出す。

- Dewar や各パーツのサイズと配置、熱流入量や必要な強度などを考慮する。
- パーツの形状と材料を決定し、JIS 規格に沿って製図する。
- 名古屋大学装置開発室にて旋盤やフライス盤を用いて理想を実現する。

⇒ 予備のパーツも含め、続々と作製中。



図 3.3-1 パーツ加工後の様子。D-sub フランジ (左) とフランジリング (右)。

## 3.4 ミクサ関連の設計と評価

受信機の 2SB 化に向けて、高性能な素子を製作する。

- ローカル発信機の機構を組み立て、PLL ロックの確認を行う。
- SIS 素子の I-V 特性や Y-factor を測定し、性能を評価する。
- 実験に使用するミラーやチョッパーの配置、ソフトウェアの開発など、実験系の整備を行う。
- DSB ミクサマウントの設計。

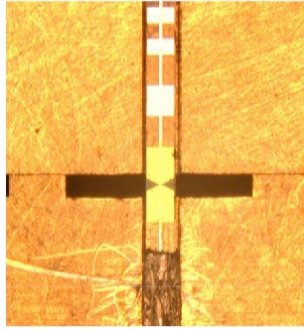


図 3.4-1 サイトにある受信器内部の様子.

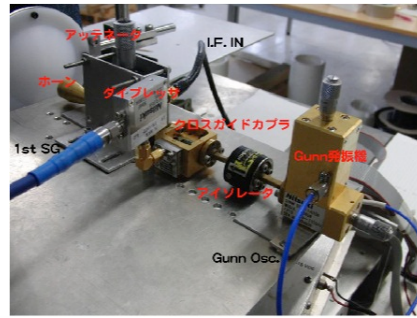


図 3.4-2 DSB 方式受信器のブロックダイアグラム.

⇒ ミクサマウントの設計が終了し、素子評価を行っている.

## 今後の展開

### 4.1 開発の見通し

2010 年 12 月 搭載予定. 2011 年 初期テスト運用予定. 後に 2SB ミクサ化.

### 4.2 サイエンス

銀河面のみでなく、高銀緯天体も含める全天を観測する.

- 現在取得中の 230GHz データとの比較による星間分子ガスの物理状態.
- あかり, Herschel, Planck などとの比較による星間物質の進化と物理状態.
- Fermi, HESS などの高エネルギーデータとの比較による宇宙線加速機構.
- Planck データとの比較による背景放射の分布.

上記項目に関する解明と理解.