

石垣島測距局装置の更新

Renewal of Turn-Around-Ranging Station equipments in Ishigaki Island

小林 勉* 高桑 健一*

Tsutomu Kobayashi Kenichi Takakuwa

Abstract

The trilateration ranging system provides the data which are used in determining the orbit of GMS. Turn-Around-Ranging Station in Ishigaki Island (TARS1) is a part of the trilateration ranging system. We have renewed the equipment in the station in March 1997. This document describes the outline of the new TARS1.

1. はじめに

GMS が撮影した地球画像に緯経度線や海岸線を挿入したり、GMS の軌道や姿勢を制御するためには、GMS の静止軌道上の位置を知る必要がある。

測距系装置は、三点測距法により、GMS の正確な位置決定のための距離計測を行う装置である。全体の計測システムは、GMS を頂点とした、気象衛星通信所（以下「CDAS」という。）の測距システム（以下「MRS」という。）、石垣島地方気象台（以下「気象台」という。）の敷地内にある石垣島測距局（以下「TARS1」という。）、オーストラリアのクリーブポイント測距局（以下「TARS2」という。）からなる三角錐を構成する。このなかで、TARS1は昭和52年4月より運用されてきたが、所要の性能が維持できなくなったため、平成9年3月に更新整備された。

整備内容は、従来の空中線系装置、送受信系装置等に加え、空中線駆動制御／追尾装置、監視制御装置を整備する全面的な更新になっている。

2. 更新整備の特長

(1) アンテナの衛星自動追尾機能の追加

旧装置は送受信別々のアンテナが、運用衛星と待機衛星それぞれに向けて計4基固定されていたため、GMSの静止位置の変更を行う際には、固定されたアンテナの指向角度を修正する必要があった。また、固定アンテナでは、衛星の軌道傾斜角の増大による受信レベルの低下が避けられず、従来は、運用スケジュールの変更と測距回数の増加等により補う必要があった。

この度の更新では、アンテナを送受信共用とし、東経120度から160度までの静止軌道上の衛星（GMS-5:140°E, GMS-4:120°E）をアンテナ1基で自動追尾できるようにした。

また、アンテナ駆動時の人的安全性と強風・塩害から保護するために、アンテナをレドームに収容した。

(2) 送信電力増幅部の半導体化

旧装置の送信電力増幅部では、維持管理に制約の多いクライストロンを使用していたが更新装置では、これを固体素子化して信頼性の向上と性能の安定化を図り、併せてランニングコストの低減化を実現した。

(3) 監視制御機能の追加

CDASとTARS1の間を通信回線で結び、機器状態

* 気象衛星センター気象衛星通信所
(1997年9月28日受領、10月16日受理)

の監視を行い遠隔操作により衛星への指向方向の選択や冗長系の切換の制御が可能な機能の追加を行った。

3. 測距局装置の概要

本装置は、空中線系装置、送受信系装置、空中線駅

動制御/追尾装置及び監視制御装置により構成される。

Fig.1にそのシステム系統図を示す。また、本装置の主要性能を以下に示す。

主要性能

(1) 受信周波数

1684.0MHz

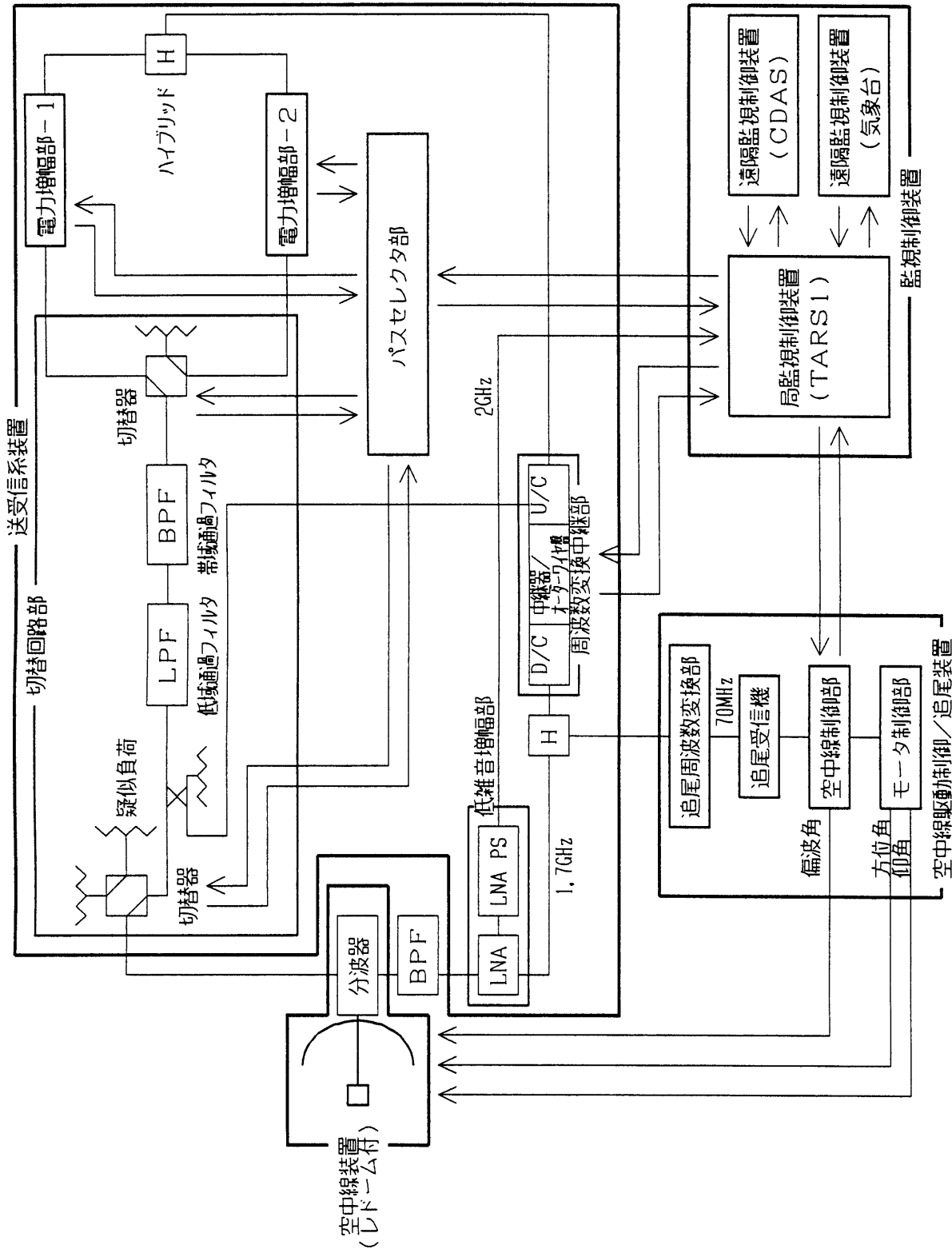


Fig.1 Block Diagram of Turn-Around-Ranging Station

- (2) 送信周波数 2030.2MHz
- (3) 受信性能指数 (G/T) 9.5dB/K
 - ① アンテナ受信利得 32.7dBi
 - ② システム雑音温度 209.4K
- (4) 送信 EIRP 約82dBm
- (5) 郡遅延時間変動 ±50nsec

ウ. 空中線駆動/追尾装置からの指令による偏波面制御。

3.1 空中線系装置

本装置は、Fig.2に示すように空中線装置とレドームによって構成されている。

アンテナは標準的な軸対称パラボラ型であるプライムフォーカス（焦点給電型）アンテナを使用し、1次放射器にダイポールアンテナを用いて鋭い指向性と高い利得を得ている。

アンテナマウントは、AZ-EL方式でスクリーージャッキの伸縮により、EL及びAZ軸回りに駆動する。

(1) 機能

- ア. 送受信共用。
- イ. 東経120度から160度までの静止軌道上のGMSの自動追尾。

(2) 性能

- ア. 主反射鏡直径 3.6mφ
- イ. 周波数帯域
 - 送信 2030.2±5 MHz
 - 受信 1684±12MHz
- ウ. 駆動方式 ACモータによるスクリーージャッキ駆動方式（手動可）
- エ. 可動範囲
 - AZ: 155°±40°
 - EL: 40°~62°
- オ. アンテナ駆動速度 AZ/ELとも約0.1°/sec
- カ. 耐風速 90m/sec(レドーム耐風速)

3.2 送受信系装置

送受信系装置 (Fig.1参照) は、電力増幅部、パスセレクタ部、切替回路部、周波数変換中継部及び低雑音増幅部より構成され、測距に使用されるSバンド信号の受信及び送信を行い、MRSからのコマンドトーン信号及び遠隔監視制御装置により、送信キャリアを

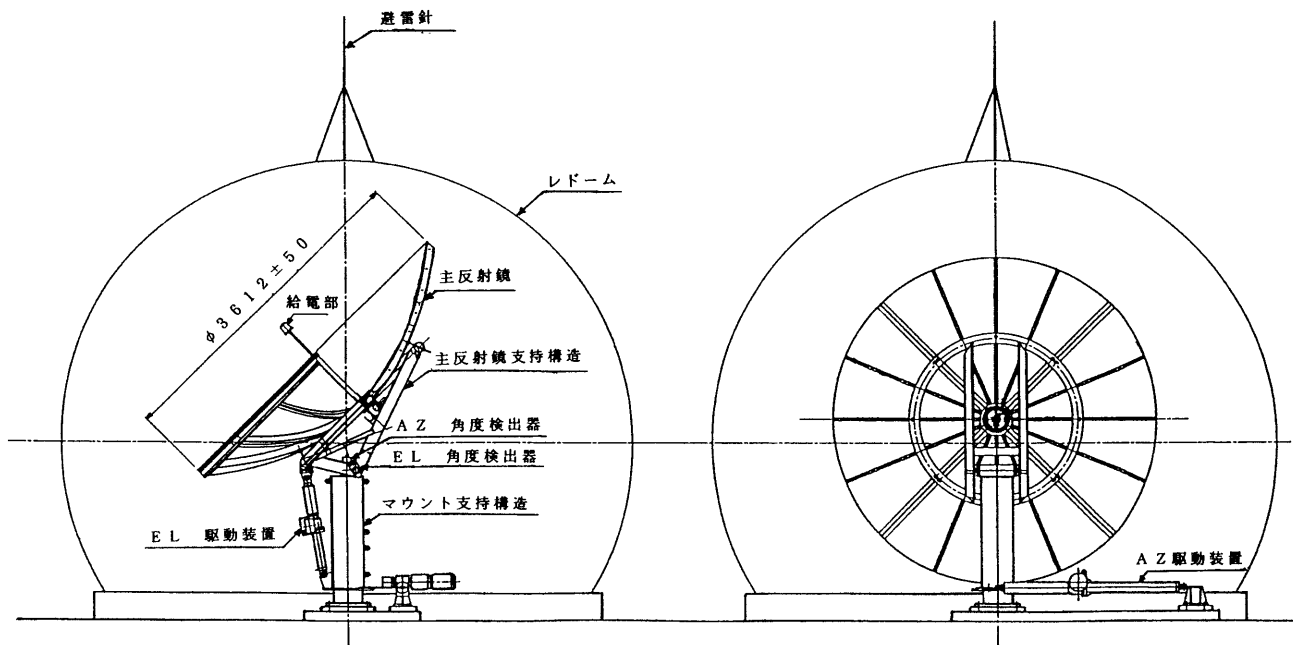


Fig.2 Appearance of Antenna

ON/OFF できる。また、CDAS と電話連絡ができる
オーダワイヤ機能を有する。

中間周波信号の2GHz 帯送信信号への変換。

3.2.1 低雑音増幅部

本部は、低雑音増幅器 (LNA) を含む高周波部及び
電源盤 (PS) より構成されている。

(1) 機能

- ア. 衛星から送られてくる微弱な信号の低雑音増幅。
- イ. ドレイン電圧変化の検出による警報信号の出力。

(2) 性能

- ア. 受信周波数範囲 1672MHz~1696MHz
- イ. 利得 50dB 以上
- ウ. 帯域内利得偏差 1dBp-p 以内
- エ. 雑音温度 100K 以下 (周囲温度25°C)
- オ. 最大入力レベル -55dBm 以上 (利得1dB 抑圧点)
- カ. VSWR 1.3以下

3.2.2 周波数変換中継部

本部は、ダウンコンバータ (D/C)、中継器/オー
ダワイヤ盤、アップコンバータ (U/C) より構成
されている。

(1) 機能

- ア. ダウンコンバータ
衛星からの1.6GHz 帯の信号の増幅及び中間周
波信号への変換。
- イ. 中継器/オーダワイヤ盤
 - (ア) 中間周波信号の AGC 増幅。
 - (イ) 送信出力の制御。
 - (ウ) オーダワイヤとレンジングの回線切換。
 - (エ) コマンドトーンの検出。
 - (オ) 呼出し信号及び音声の変復調。
- ウ. アップコンバータ

(2) 性能

- ア. 入力周波数 1684.0MHz
- イ. 出力周波数 2030.2MHz
- ウ. 出力周波数偏差 1×10^{-7} 以下
- エ. 中間周波数 70MHz
- オ. 入力レベル -65~-85dBm
- カ. 出力レベル -9dBm
- 出力レベル可変範
囲: 4dB
- キ. 出力レベル偏差 設定値 \pm 1dB
- ク. スプリアスレベル -60dBc 以下
- ケ. 入出力インピーダンス 50 Ω
- コ. 中継信号帯域 1MHz \pm 20%
- サ. オーダワイヤ復調部 I F 帯域 中心周波数: 10.7
MHz
3dB 帯域幅: 15
KHz
- シ. オーダワイヤ復調信号帯域 0.3~3.4KHz
- ス. オーダワイヤ変調特性 最大周波数偏移: 5
KHz
- セ. TARS 動作コマンド信号周波数 2940Hz
- ソ. 呼出し信号周波数 4245Hz
- タ. モニタ端子出力 D/C 周波数:
1614.0MHz
U/C 周波数:
1960.2MHz
- チ. 送信波リジェクション -60dBc 以下
- ツ. 電源 電圧: AC200V (単
相)
周波数: 60Hz \pm 5
%
消費電力: 約0.25
KVA
- テ. 環境条件 温度: 0~+40°C
湿度: 80%以下

3.2.3 電力増幅部

電力増幅部は、電力増幅器、制御監視部及び電源部から構成される。

(1) 機能

周波数変換中継部から入力された2GHz帯RF信号を、FET増幅器を用いて空中線入力用の所要レベルまで増幅し切替回路部に送出する。

(2) 性能

- ア. 送信周波数範囲 2030.2MHz±10MHz
- イ. SSPA 送信信号入力 レベル：-20dBm
インピーダンス：50Ω
- ウ. 出力電力 100W 以上
- エ. 利得 65dB 以上（飽和時）
- オ. VSWR 入出力1.3以下

3.2.4 パスセレクタ部

パスセレクタ部は、操作盤、プリント基板、直流電源から構成される。

(1) 機能

- ア. 電力増幅部からアンテナに送出される高周波信号の経路を選択する導波管スイッチのローカル制御。
- イ. 主系・冗長系の電力増幅部の監視と切替回路部の自動制御。
- ウ. 導波管スイッチのリモート制御。
- エ. HPA 保守及び故障時の信号による導波管スイッチの自動制御。
- オ. 疑似負荷の警報表示。

(2) 性能

- ア. 電源 AC200V～240V±10%（単相）
50/60Hz±5%
- イ. 電力消費量 400VA（最大）

3.2.5 切替回路部

本回路は、切替器、帯域通過フィルタ、低域通過フィルタ及び疑似負荷から構成される。

(1) 機能

- ア. パスセレクタ部からの電力増幅部の主系・冗長系の切替及び空中線装置・疑似負荷給電部の切替。
- イ. 主系・冗長系電力増幅装置のモニタ用RF電力の出力。
- ウ. 電力増幅装置より送出される高調波及び不要輻射波の除去。

(2) 性能

- ア. 周波数範囲 2030.2MHz±10MHz
- イ. 耐電力 100W 以上
- ウ. 入出力 VSWR 1.3以下
- エ. RF インターフェース 入力 F型
出力 SMA型

3.3 空中線駆動制御／追尾装置

本装置 (Fig.1参照) は、追尾周波数変換部、追尾受信機、空中線制御部及びモータ制御部から構成され、運用衛星及び待機衛星へ空中線を指向制御する。

追尾方式には、高周波数用で大型アンテナ用の高次モード検出方式と高周波数で比較的小型アンテナ用のステップトラック方式等があり、本追尾装置では、ステップトラック方式を採用し、常に衛星方向に空中線を指向させている。

ステップトラック方式は、空中線を電力半値幅の約1/20のステップで動かし、動作前後のレベル差から試行錯誤的に空中線を衛星に指向させるもので、以下に動作と特徴を述べる。

(1) 動作

空中線のAZ軸とEL軸の動作角度を、Fig.3に示すように空中線ビームのピーク値より3dB下がった

幅（電力半値幅）を約20分割した角度で動かし、動作前後のレベル差を監視する。レベルが上昇した場合は現在と同方向に駆動し、動作前よりレベルが低下した場合は現在とは逆方向に駆動させる。これをAZ軸、EL軸共に繰り返すことによって、Fig. 4に示すように受信レベルが段階的に上昇して行く。レベルがピークに達した後も、常に空中線を駆動して追尾を行っているため、受信レベルは一定とはならず、Fig. 4のように変化して行く。

(2) 特徴

この方式は、給電系、追尾系の構造が単純でコスト的に優れているが、到来波のレベルの変動等を考慮する必要がある。

3.3.1 追尾周波数変換部

本部は、水晶発振盤、受信中間周波盤、中間周波増幅盤、周波数変換盤、シンセサイザ及び電源盤より構成される。

(1) 機能

- ア. 低雑音増幅器からの1.6GHz帯信号の70MHz帯IF信号への変換。
- イ. 70MHz帯IF信号の所要レベルまでの増幅と追尾受信機への出力。

(2) 性能

- ア. 入力周波数 1.5~1.75GHz
- イ. 入力レベル -85dBm~-37dBm
- ウ. 入力インピーダンス 50Ω(リターンロス：20dB以上)
- エ. 出力周波数 70±20MHz
- オ. 出力インピーダンス 75Ω(リターンロス：23dB以上)
- カ. 出力レベル -37dBm~0dBm
- キ. 周波数安定度 $\pm 5 \times 10^{-8}$ /月
- ク. 振幅周波数特性 ± 0.5 dB/70±20MHz

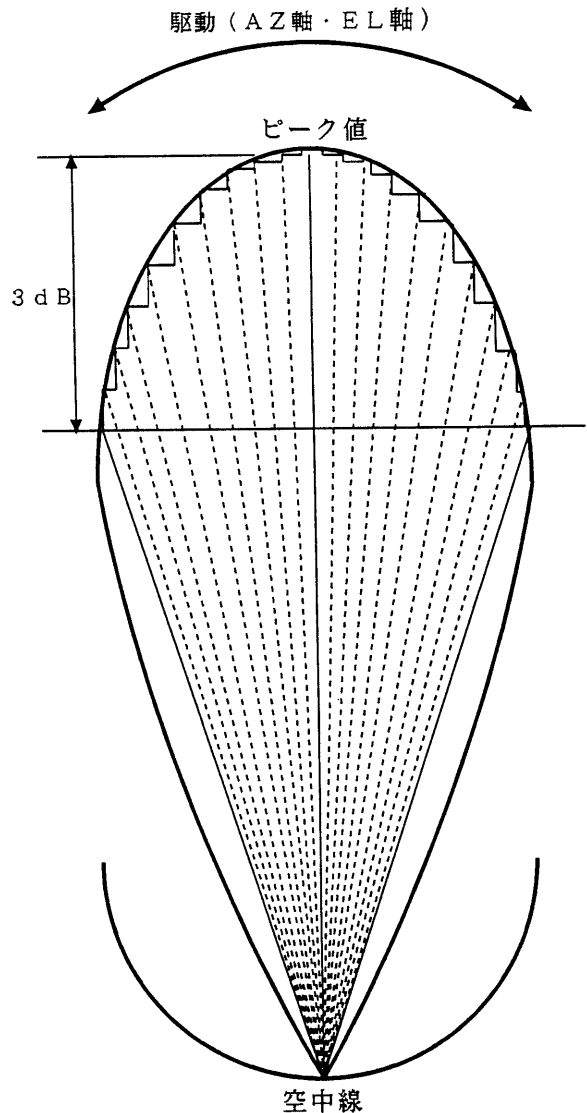


Fig.3 Driving Step of Antenna

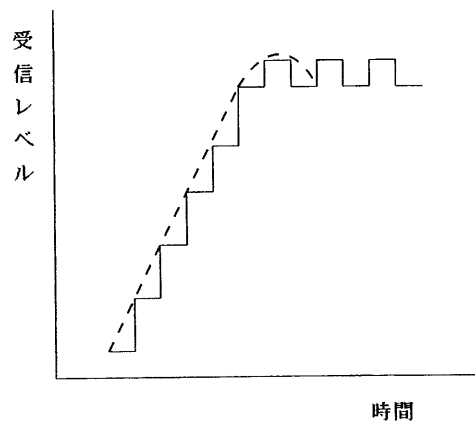


Fig.4 Receiving Level Change by Automatic Tracking

ケ. 電源電圧	AC100~127V
コ. 消費電力	約80VA

3.3.2 追尾受信機

本受信機は、受信検波制御部及び電源部から構成される。

(1) 機能

- ア. 衛星から到来するテレメトリ信号の検出と受信レベルに比例した直流信号の出力。
- イ. アンテナを衛星に指向させるための駆動方向判定用の受信レベルの出力。

(2) 性能

ア. 入力周波数	70MHz±500KHz
イ. 入力レベル範囲	-20dBm~-60dBm
ウ. 入力インピーダンス	75Ω (公称)
エ. REF 周波数	10.7MHz
オ. 等価雑音帯域幅	3KHz
カ. 周波数追尾範囲	±500KHz
キ. 受信レベル出力電圧	+4V DC (ノミナルレベルを入力したとき) 1V/10dB、偏差±0.3V 以内
ク. 周波数安定度	±10ppm/8H以内 (LOCAL, REF 共)
ケ. ビーコン補足モード	自動 閉ループ手動 開ループ手動
コ. AGC モード	同期検波 AGC (狭帯域) 広帯域検波 AGC (約±90KHz)
サ. 入力電源	AC100V±10%
シ. 環境条件	温度: 0°C~50°C 湿度: 90%以下

3.3.3 空中線制御部

空中線制御部 (以下「ACU (Antenna control unit)」という。)は、追尾受信機より受信信号強度を示す直流信号を入力とし、受信信号レベルが最大値を示す方向へアンテナ装置を自動的に指向させるためのアンテナ駆動制御信号出力装置である。

(1) 機能

ア. コントロールモードの選択

(ア) LOCAL モード

ACU の前面 SW 全ての操作が可能。

(イ) M&C モード

局監視制御装置から遠隔で監視制御するモードで、このモードが選択された場合は、ACU 前面の操作はコントロールモードの変更を除き、全て不能となる。

イ. ドライブモードの選択

(ア) トラッキングモード

a. STEP TRACK モード

衛星からの追尾ビーコン信号であるテレメトリ信号を受信し、受信レベルが最大となるようにステップ追尾を行うモードで、AZ、EL の各軸を一定のステップ幅で駆動しながらテレメトリ信号の変動を監視し、信号レベルが大きくなる方向に駆動する。

b. SLAVE TRACK モード

監視制御装置 (後述) から受信した AZ、EL 指令角度に空中線を駆動する。目的の角度へ指向後、STEP TRACK モードへ自動移行する。

(イ) スタンバイモード

a. TRACKING STANDBY モード

トラッキングモード (STEP TRACK, SLAVE TRACK) が運転可能になるまで駆動を停止して待機する。運転可能になると、自動的にトラッキングモードに移行する。

b. STANDBY モード

オペレーターの操作により他のモードが選択

されるまで空中線を駆動せずに待機する。他のモードで運転中にこのモードを選択すると駆動を停止する。

(ウ) マニュアルモード

a. PRESET POSITION モード

予め設定された10種類の角度のうちの1つを選択してその角度へ空中線を駆動する。

b. MANUAL POSITION モード

制御部前面のSW操作により任意の指令角度を指定して空中線を駆動する。

c. SLEW モード

制御部前面のSW操作により空中線の駆動方向を指令して空中線を駆動するものでSWを押している間だけ空中線が駆動する。

ウ. ドライブモードの移行

(ア) 上位モードへの移行

PRESET POSITION、TRACKING STANDBY のいずれかのモードで運用中にSTEP TRACK、SLAVE TRACK のいずれか

の追尾モードが運転可能になった場合、運転可能なモードのうち最も優先順位が高いモードへ自動的に移行する。STEP TRACK、SLAVE TRACK の順に優先順位が高くなっている。また、SLAVE TRACK モードで運用している場合に、STEP TRACK モードが運転可能となると、そのモードへ自動移行する。

(イ) 下位モードへの移行

STEP TRACK モードでの運転が継続できない状態となった場合は、SLAVETRACK モードへ自動的に移行する。SLAVETRACK モードも選択できない場合は、TRACKING STANDBY モードへ移行し待機する。

エ. 受信信号レベル、アンテナ指向角度及びアンテナ駆動制御に関する状態を表示。

オ. 局監視制御装置または遠隔監視制御装置からのアンテナ指向制御の実行。

カ. 局監視制御装置または遠隔監視制御装置へのアンテナの状態の出力。

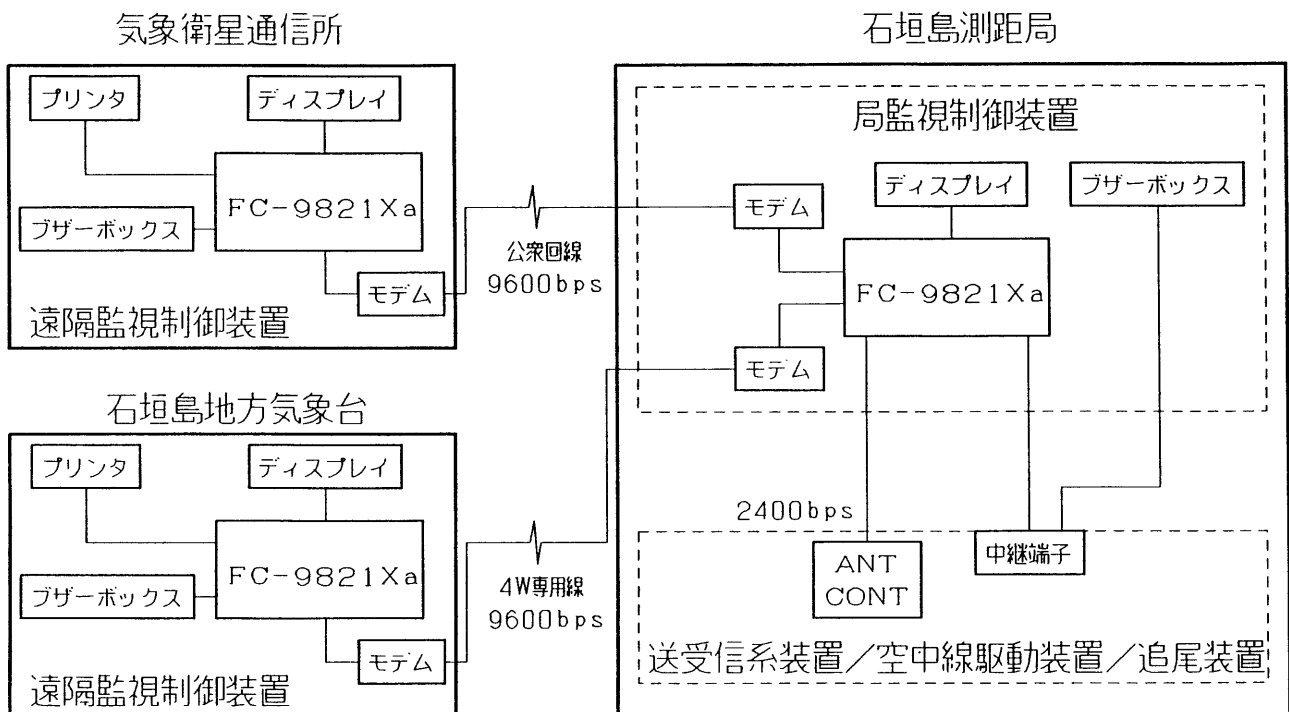


Fig.5 Functional Block Diagram of Monitor and Control Unit

(2) 性能

- ア. 駆動速度 AZ/EL とも約0.1°/sec
- イ. 駆動範囲 AZ 155° ±40°,
EL 40°~62°連続可変
- ウ. 駆動指令信号出力
インターフェイス フォトカプラ出力による
電流ループ
- エ. 角度表示精度 0.05°rms 以下
- オ. 電源 AC100~120V±10%
(50/60Hz)
- カ. 消費電力 約40VA
- キ. 環境条件 周囲温度：0~50°C
湿度：結露しないこと

3.3.4 モータ制御部

(1) 機能

- ア. 空中線制御部からの信号を入力し、アンテナ装置
駆動用の三相誘導電動機の制御電力の出力。
- イ. AZ (CW、CCW)、EL (UP、DOWN) 回転方向
の LED 表示。

ウ. 電動機の過負荷保護。

(2) 性能

- ア. AZ 軸, EL 軸駆動制御出力 AC200V
- イ. 駆動制御入力 DC7~24V 電流ループ

3.4 監視制御装置

監視制御装置は、Fig.5に示すように局監視制御装置及び遠隔監視制御装置から構成されている。

局監視制御装置は、TARS1内に設置されており、送受信系装置の監視制御及び空中線駆動制御/追尾装置(空中線装置)の監視制御を行う。さらに、遠隔監視制御装置とのデータの送受信を行う。

遠隔監視制御装置は、気象台及び CDAS 内に設置されており、TARS1内の局監視制御装置を介して送受信系装置及び空中線装置の監視制御を行う。遠隔監視制御装置は、CDAS と気象台ともに基本的構成・機能はほぼ同一である。制御については、CDAS と気象台の2ヶ所から TARS1に対して任意に制御可能で、監視は TARS1から CDAS と気象台に対して、監視デー

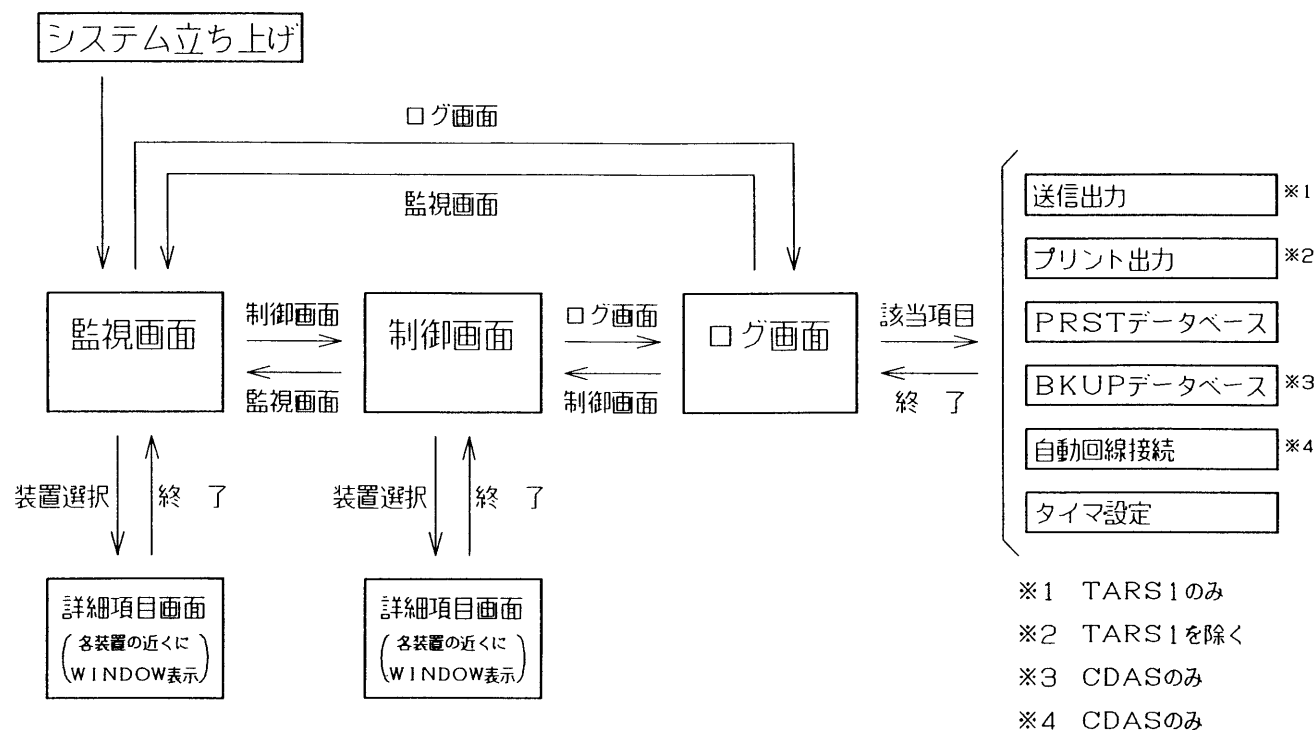


Fig.6 Change of screen

タの同時送信を基本とする。

(1) 機能

各機能の画面間の遷移は Fig.6のとおりである。

ア. 指向する衛星の切替

アンテナを駆動して、指向する衛星を切り替える。アンテナの駆動モードについては、3. 3. 3項 空中線制御部においても述べてあるが、若干相違があり、次の5種類となる。それぞれ必要に応じて選択する。

(ア) AUTO モード

ステップトラック方式で、自動追尾するモードである。衛星を指向した後は、通常このモードで運用する。

(イ) MANUAL モード

マニュアルで、方位角、仰角、偏波角度を入力後、設定した角度までアンテナを駆動する。

(ウ) PRESET モード

あらかじめ設定しておいた、静止衛星軌道上の4種類の位置から1つを選択し、アンテナを駆動する。このモードは、指令角到達後、AUTOモードに自動移行可能である。通常の運用では、このモードにより運用衛星と待機衛星を切り替える。

(エ) BACK UP モード

MRS から見た衛星の方位角、仰角を基に TARS1からの衛星の方位角、仰角を計算し、アンテナを指向する。このモードは、指令角到達後、AUTOモードに自動移行可能である。

(オ) STANDBY モード

アンテナの駆動を待機状態にする。他のモードを選択しない限りこのモードのままである。

イ. 監視機能

空中線装置及び送受信系装置の運用状態について、監視を行う。機器の状態は、色の変化で表現される。さらに、各機器を示す枠内をマウスでクリックする事により、詳細な情報を表示することができる。

遠隔監視制御装置（气象台）は、約1秒周期で局監

視制御装置にステータス要求を出し、ステータスデータを取得し、状態変化をチェックし状態変化を表示する。

遠隔監視制御装置(CDAS)は、公衆電話回線が接続中の間は、約1秒周期で局監視制御装置にステータス要求を出し、ステータスデータを取得し、状態変化をチェックし状態変化を表示する。遠隔監視制御装置(CDAS)と局監視制御装置の間は、公衆電話回線であるため、通常は接続されていない。接続するためには、マニュアルで接続するほかに、局監視制御装置にマスタファイルがあるデータベースを更新する場合や、あらかじめ設定できるスケジュールに基づき自動接続される。さらにアラームが発生したときには、局監視制御装置は遠隔監視制御装置(CDAS)への公衆電話回線を自動で接続し通知する。通知完了した後に公衆電話回線を切断する。

また、各局にはブザーボックスが設置されており、アラーム発生時に鳴動する。

ウ. 制御機能

冗長系のある電力増幅装置の現用ルートを切り替える等のため、局監視制御装置、遠隔監視制御装置(CDAS、气象台)それぞれから空中線装置、送受信系装置を制御する場合、制御権を取得し制御画面に移行した後、制御を行う。制御権の取得が同時発生した場合、後から制御権の要求をした局が制御権を取得する。前に制御権を取得していた局は、監視画面に自動移行する。

この制御権の管理は、局監視制御装置が行う。

エ. システムコンフィグレーション

送信出力、PRESET データベース、BACK UP データベース、タイマ設定、自動回線接続などの設定を行う。

(ア) 送信出力

送信 ON 時に詳細情報画面に表示される送信出力値を入力する。

(イ) PRESET データベースの管理

4種類の静止位置でデータベースの設定ができる。データベースファイルは局監視制御装置に1ファイルである。遠隔監視制御装置(CDAS)からデータベースを更新する場合は、局監視制御装置に接続後更新する。設定する項目は、衛星名、方位角、仰角、POL、ANTモードをそれぞれ設定できる。

(ウ) BACK UP データベースの管理

MRS から見た衛星の方位角、仰角をもとにして、TARS1から見た衛星の方位角、仰角を計算するため以下の項目がある。

CDAS 北緯、東経、高度、MRS から衛星までの距離

TARS1 北緯、東経、高度

データベースファイルは遠隔監視制御装置(CDAS)に1ファイルである。

(エ) 自動回線接続 (CDASのみ)

CDAS から TARS1を監視・制御するためには公衆電話回線を接続しなければならないが、任意の時間にマニュアルで接続する方法の他に、スケジュールの設定に基づき自動で接続・切断する機能がある。

接続スケジュールは2パターン設定でき、それぞれ最高10回の接続・切断の時間を設定できる。現在接続スケジュールは運用衛星、待機衛星それぞれの測距時間帯に合わせて、自動接続し測距中の監視ができるよう設定している。

(オ) タイマ設定

この設定を行うことにより、アラーム発生で、タイマの値がカウントダウンし、0秒になったときにアラーム処理を行う。カウントダウンの途中でアラームが復旧した場合はアラーム処理は行わない。

オ. ログ

(ア) ログファイル

局監視制御装置は、状態変化検出からログを生成しマスタファイルの構築をする。遠隔監視

制御装置は、局監視制御装置からログデータを取得、マスタファイルのコピーを構築する。遠隔監視制御装置(CDAS)は、公衆電話回線を接続しているときに構築を行う。遠隔監視制御装置が、ログデータを取得するときは、転送効率を上げるため、ログ項目をコード化して転送する。

(イ) ログ表示

ログは年月日、時刻、内容の順で表示される。最大件数は10000件である。上限値に達した場合は、古い項目から順番に消去していく。遠隔監視制御装置では印刷が可能である。

カ. 時刻校正

どれか1局の校正で自動的に他の2局も校正する。通信時間による秒単位の誤差は許容する。

キ. 通信プロトコル

(ア) 局監視制御装置 ~ 遠隔監視制御装置

- a. 同期方式 調歩同期
- b. 伝送速度 9600BPS
- c. キャラクタ長 10bit
スタートビット 1bit
データビット 8bit
パリティ 無し
ストップビット 1bit
- d. 通信方式 全2重
- e. 伝送コード ASCII CODE
- f. モデム制御 ATコマンド
- g. エラーフリー&データ圧縮機能
MNP Class5 (V.42bis)

(イ) 局監視制御装置 ~ ANT CONT

- a. 同期方式 調歩同期
- b. 伝送速度 2400bps
- c. キャラクタ長 10bit
スタートビット 1bit
データビット 7bit
パリティ 偶数パリティ

ストップビット 1bit

d. 通信方式 全2重

e. 伝送コード ASCII CODE

(2) 性能

ア. CPU Pentium (133MHz)

イ. RAM 32Mバイト

ウ. ハードディスク 810Mバイト

エ. フロッピーディスク 3モード対応3.5インチ
FDD×1

オ. ディスプレイ解像度 1024×768ドット

カ. OS Microsoft Windows NT Workstation 3.51

4. おわりに

本装置は、平成9年2月27日の電波検査合格後、CDASからの遠隔操作機能を有効に生かし、現在、正常な運用を確保している。また、平成11年度に打ち上げを予定している運輸多目的衛星の新たな運用についてもTARS2と共に、その機能を発揮できるものと期待している。

なお、本稿をまとめるにあたり、施設管理課及び気象衛星通信所技術係より助言、指導をいただきました。この場を借りて、厚く御礼申し上げます。

参考文献

森又秀、1980：測距系装置、気象衛星センター技術報告（特別号I-2）、GMSシステム総合報告I 機器解説編その2、49-54。

内藤周治、秋本和一郎、森崎正嗣、1989：測距系システム、気象衛星センター技術報告特別号I、GMSシステム更新総合報告I 通信機器編、79-89。

日本電気株式会社編：石垣島測距局装置の制作及び取付調整 取扱説明書。