

# 極軌道気象衛星受信装置の概要

## The Summary of Polar Orbital Meteorological Satellite Receiving System

高山 豊治\* 菅井 雅章\*  
Toyaji Takayama\* and Masaaki Sugai\*

### 1. 概要

極軌道気象衛星から送られて来る電波(1698.0 または 1707.0MHz)を捕捉し、PCM ベースバンド信号へ復調、この信号を同期分離して任意の AVHRR データ 2 チャンネルを抽出する。この抽出された信号はアナログ信号に変換され、クイックルックモニターにより画像記録される。一方アナログ信号を周波数変調しマイクロ回線搬送端局へ送出、本庁へ伝送する。

他方、TÖVS データを処理するため同期分離された HRPT データをデジタル信号でデータ記録装置へ転送する。また、復調された PCM 信号は磁気記録装置により収録される。

### 2. 受信装置の概要

#### 2-1 レドーム

レドームは空中線装置が悪気象状況下においても安定な追尾を可能にするため設置されている。

#### 2-2 空中線装置

衛星が本装置の天頂附近通過時、円滑に追尾出来るよう空中線架台は X・Y マウント方式を採用している。

本装置は次のものから成っている。

##### (1) 空中線走査部

駆動モータ (Scanner Motor)、偏心カップ、輻射系により構成されている。

##### (イ) 駆動モータ

単相誘導電動機を使用し 1500rpm で回転する。モータの内部には二相発電機があり、これより基準信号を取り出す。

##### (ロ) 偏心カップ

偏心カップは駆動モータ軸に結合されており、モータと同じ速さで回転する。偏心カップの回転によりアンテ

\* 気象衛星センター伝送第二課, Meteorological Satellite Center.

ナビームが回転し衛星の位置に従って受信電波の位相及び振幅が変化するように円錐走査を行う。

##### (ハ) 輻射系

円偏波アンテナ(クロスダイポール)を使用している。

##### (ニ) パラボラ反射鏡

アンテナパターンは-3dB 点で垂直、水平面内とも約 3 度で、反射鏡の軸はアンテナの最大感度点から 0.8~1.5dB 下がっている。

##### (ホ) X 軸, Y 軸部

##### (イ) X, Y 軸駆動部

空中線及び反射鏡を X 軸周りに +5 度(方位:南)~+175 度(方位:北), Y 軸周りに +5 度(方位:西)~+175 度(方位:東) 旋回駆動させる。

##### (ロ) X, Y 軸角度検出部

X, Y 軸の主軸に角度検出用歯車及び X, Y 軸本体に角度検出部を取付け、回転角度を検出する。角度検出器は各々の用途により次のものがある。

##### ・シンクロ制御発信器 (X, Y 軸)

この発信器より出力される角度信号を A/D 変換装置へ伝送し角度のデジタル表示、コンピュータの角度読み込み、プログラム追尾用として利用する。

##### ・シンクロ発信器 (X, Y 軸)

これより出力される角度信号をコンソールのアナログ角度表示器あるいは駆動制御装置の角度指示器へ伝送する。また、ORIGIN 動作の角度検出にも利用する。

##### ・ポテンションメータ (X, Y 軸)

空中線角度をアナログ角度信号電圧として検出、アンテナパターンあるいは空中線駆動系の特性を測定するときに利用する。

##### ・サインポテンションメータ (X 軸のみ)

空中線角度を函数電圧に変換、駆動制御装置の Y 軸系サーボゲイン制御用として利用する。

##### (ヘ) X, Y 軸リミットスイッチ部

X 軸にカムドラム及び X 軸本体にリミットスイッチ取付板を、Y 軸にリミットスイッチ取付板及び Y 軸本体に

カムを取付けXY軸周りに+5度〜+175度以上の回転角度範囲を行なっている。また追尾完了後、自動的にORIGIN動作によりXY軸部を+90度に指向させたときの停止用も附加されている。

(4) 架台部

(イ) RF1/2

RF1/2はロー・ノイズ・アンプ、ミキサー(ダウンコンバータ)、プリIFアンプ、ローカル用マルチアンプ等で構成されミキサーで発生した30MHzの信号はプリIFアンプで増幅、主受信装置の1st IFアンプへ送られる。

(ロ) RFスイッチ系

ディレクショナルカップラ及び同軸切換器より構成され、RF1/2の切換えに用いる。

(ハ) ディバイダ

IFディバイダはRF1/2のIF信号出力と主受信装置のメインIFアンプとを接続する。ローカルディバイ

ダは主受信装置からのローカル信号(約83MHz)をマルチアンプに供給する。

(5) 平衡部

2軸同時回転荷重平衡機構となっている。Table 1 および Fig. 1 に空中線装置の性能、系統図を示す。

2-3 空中線駆動電源装置

三相200Vを三相トランスに供給、60Vに降圧しXY軸各々のSCRに供給する。空中線駆動制御装置からの駆動制御信号(XY軸の移相パルス)によって、各々のSCRが空中線駆動モータの回転方向及び速度を制御し、空中線を任意の方向に追尾させる信号を送り出す。

2-4 空中線駆動制御装置

本装置は空中線を衛星に指向させるための駆動制御装置で空中線装置、駆動電源装置、主受信装置、A/D変換装置、プログラム追尾制御装置及び集中制御監視装置と共に運用される。Fig. 2に空中線駆動制御系の構成系統図を示す。

空中線追尾モードとして次の3種類を有している。

(1) 自動追尾モード

衛星からの電波を捕え、空中線のビーム指向方向と衛星の方向との差となる $\Delta$ 誤差信号(25Hzの変調波)を基準信号と同時に供給し、PH・DETにて位相検波を行い角度誤差(直流電圧)を検出して駆動部のモータを回転させる。モータの回転にともなうタコジェネレータより発生した電圧はサーボ系のダンピング補償を行っている。

(2) プログラム制御モード

プログラム追尾制御装置に組込まれているミニ・コンピュータはAPT PREDICT(軌道予測)を入力データとして正分毎の空中線X軸、Y軸角度を求めタイプライタに出力する。この入力データを再度入力することにより、ミニ・コンピュータは標準時刻と照合しながら空中線を実時間制御する。

(3) 手動制御モード

ポテンショメータより得られる電圧の極性(+、-)とその大きさにより空中線の回転方向及びその速度を制御する。

Position制御モードは手動軸にシンクロを備え、空中線角度検出器との回転角度差( $\epsilon = \theta_1 - \theta_0$ )により空中線を制御する。

Origin制御モードはシンクロ軸を空中線角度90度設定してあり、空中線角度検出器との回転角度差により制御する。通常Origin制御モードはCPU指令またはマニュアル操作にて制御され、空中線を天頂(X、Y軸

Table. 1 空中線装置の性能

項	目	規	格
空 中 線 系	使用周波数	1697.5MHz	
	アンテナ方式	十字型ダイポール	
	偏波	右旋円	
	反射板及び直径	パラボラ型、 $\phi$ 4m以上	
	利得	34 dB	
	ビーム幅	3°以下	
	走査	ロービング方式	
	架台マウント	X-Y方式	
	駆動モータ	プリントモータ (規格SKPM-12ZG1/50)	
	X軸駆動範囲	+5°〜+175°以上	
Y軸	//		
追尾速度	1.5°/S以上(X・Y軸共)		
追尾精度	$\pm 0.05^\circ$ rms以下		
ノ イ ズ ア ン プ	中心周波数	1698.0/1707.0MHz	
	利得	17 dB以上	
	バンド幅	5 MHz以上	
	雑音指数	1.8 dB以下	
	VSWR	1.2以下	
ダ ウ ン コ ン バ ー タ	ダウンコンバータ 雑音指数	10dB以下	
	プリアンプの 中心周波数	30MHz	
	プリアンプ利得	20 dB以上	
	プリアンプ雑音指数	2.5 dB以下	
	局部発振 定格及び電源	X-TAL制御 連続・AC100V	

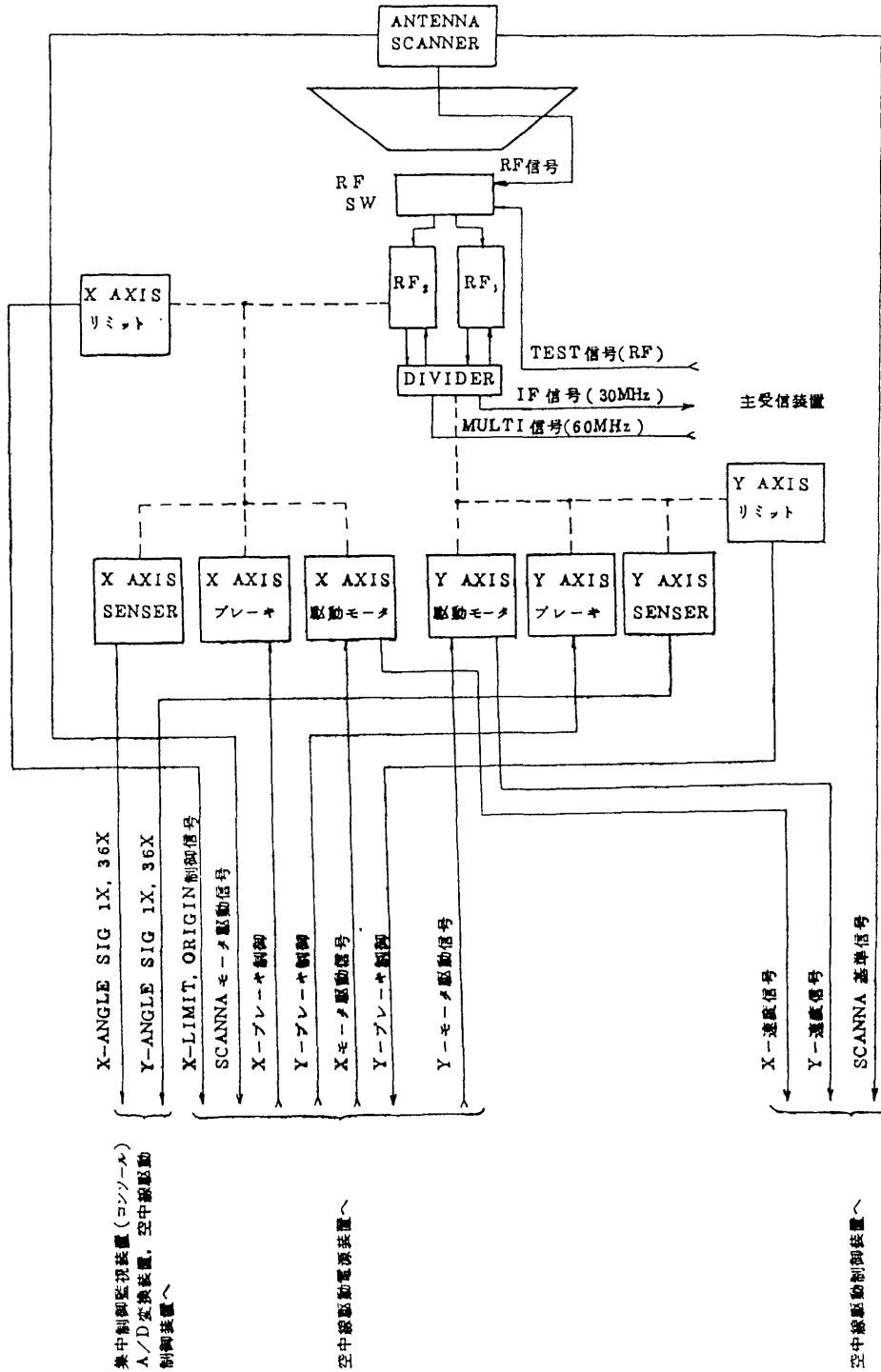


Fig. 1 空中装置の系統図

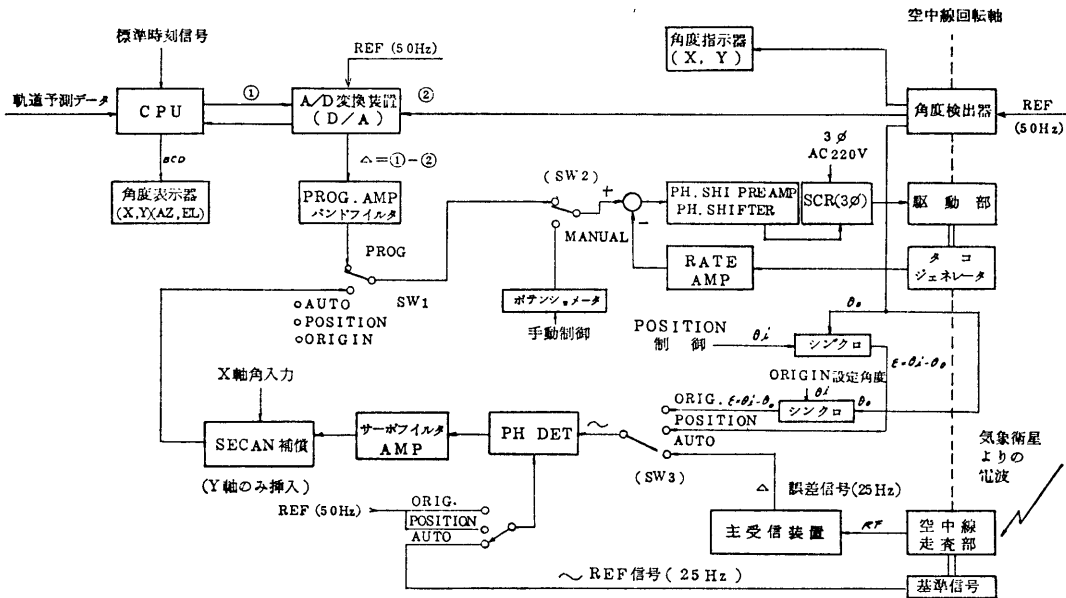


Fig. 2 空中線駆動制御系の構成系統図

共に+90度) に向ける制御としている。

空中線駆動制御装置の主要性能は次の通り

- (1) 制御方式 自動, プログラム, 手動
- (2) モータ制御 3相 SCR制御
- (3) 追尾速度 XY軸共に1.5度/秒以上
- (4) 測角精度 ±0.2度 rms 以下
- (5) サーボバンド wide, narrow の2段
- (6) 速度定数 3以上
- (7) 加速度定数 0.01 以上
- (8) 減衰特性 約 0.8

2-5 主受信装置

本装置は I F 部, 位相同期検波部, ローカル発振部, 角度誤差検出部, AGC 部, デジタル表示変換部で構成されており, 空中線装置RF部より供給される I F 信号を増幅・復調してPCMベースバンド信号及び角度誤差信号用としてのAM成分を検出する。PCMベースバンド信号は位相同期検波方式(PLLタイプ)で復調, 同様の方式によるコヒーレントAGC方式も採用している。ダウンコンバータ用ローカル信号はPLLの構成単位であるVC $\bar{O}$ より供給される。受信周波数をデジタル表示するため, ローカル信号(VC $\bar{O}$ 出力)の周波数変換部を設けている。

Fig. 3 に主受信装置系統図を示す。

主受信装置の主要性能は次の通り。

- (1) 受信方式 ダブルスーパーヘテロダイン位相同期検波方式

- (2) 第1中間周波数 30MHz
- (3) 第2中間周波数 10.7MHz
- (4) 中間周波帯域幅 約 5MHz
- (5) 雑音指数 10dB 以下
- (6) 利得 120dB 以上
- (7) 入力レベル範囲 -100dBm~-60dBm (プリアンプ入力にて)
- (8) AGC制御特性 -100dBm~-70dBm に対し出力変動 1dB 以下
- (9) AGC応答 約 10Hz
- (10) 周波数制御 手動(コンソールからの制御信号によるVC $\bar{O}$ コントロール:自動掃引(内部発生), プログラム掃引)
  - (11) 復調出力特性 周波数範囲 665.4Kbit/sec
  - (12) 副搬送波信号出力レベル ±2V, 75Ω
  - (13) 位相同期定常位相誤差 入力周波数変化50KHz に対し 0.1rad 以下
  - (14) 出力
    - (イ) 副搬送波再生出力
    - (ロ) 自動追尾用角度誤差AC出力
    - (ハ) 受信周波数表示用信号
    - (ニ) 同期モニターブラウン管用 10.7MHz 信号出力 10.7MHz 基準信号出力
    - (ホ) 第1ローカル用原発振信号
    - (ヘ) 信号強度指示用(メータ用)
    - (ト) 位相同期ロックオン表示

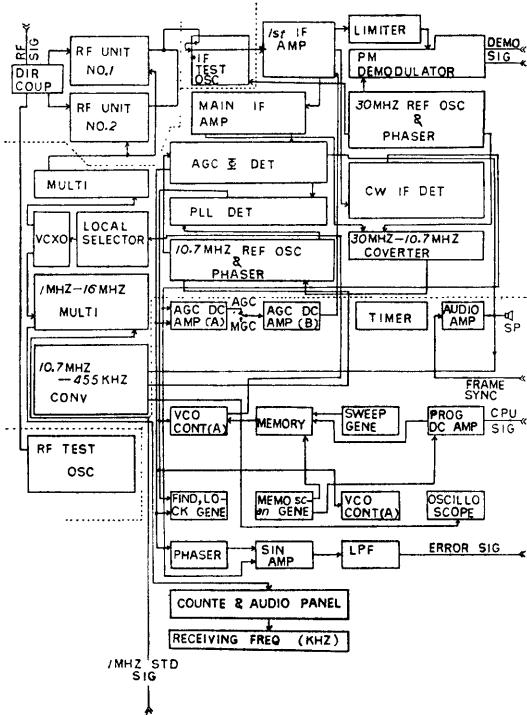


Fig. 3 主受信装置系統図

- (15) 入力
- (イ) 30MHz 受信 I F 信号
- (ロ) ローカル制御用掃引電圧 (手動)
- (ハ) ローカル制御用プログラム電圧信号
- (ニ) ローカル制御用指令 (手動, 自動, プログラムの各掃引指令)
- (ホ) その他制御用信号

2-6 A/D 変換装置

本装置は空中線指向角 (X Y 軸) をデジタル信号に変換しコンピュータへ角度情報として出力する A/D 変換とコンピュータの指定する角度に空中線を指向させる D/A 変換を行う。

空中線指向角はアンテナ軸と 1:1 (1X), 及び 1:36 (36X) に結合された歯車軸に取付けられたシンクロ発信器よりアナログ的に検出する。シンクロ発信器から送られてくる角度信号は A/D 変換装置 (シンクロデジタル, デジタルシンクロ変換器, 以下 SD/DS conv) に入力される。SD/DS conv はコンピュータ及び空中線駆動制御装置にも接続され, コンピュータの制御下で動作する。

Fig. 4 に SD/DS 変換器の系統図を示す。

A/D 変換装置の主要性能は次の通り。

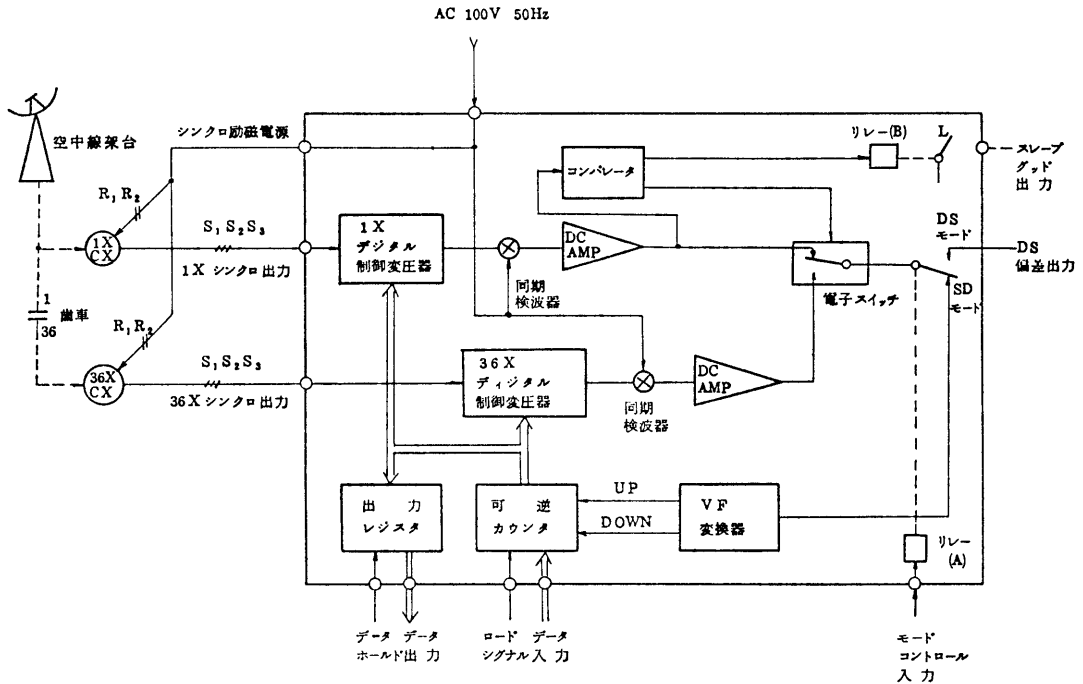


Fig. 4 SD/DS 変換器の系統図

- (1) 角度入力信号及び角度発信器  
36X複速シンクロ発信器
- (2) デジタル・データ入出力  
純2進 15ビット
- (3) 分解能 約1/100度
- (4) 変換精度 3/100度 (rms) 以下
- (5) 総合精度 5/100度 (rms) 以下
- (6) 追従速度 5度/秒以上
- (7) D/S誤差出力 約1V/度
- (8) 入出力データ ICレベル  
論理1 0~0.4V (L)  
論理0 2.4~5.0V (H)
- (9) 制御信号
  - (イ) データホールド
  - (ロ) ロードシグナル  
共にICレベル 論理1 L  
論理0 H
  - (ハ) モードコントロール  
無電圧接点  
S/D変換 接点 開  
D/S変換 接点 閉
  - (ニ) ステータス  
X・Yスレーブグッド  
無電圧接点出力  
スレーブグッド 接点 閉

### 2-7 プログラム追尾制御装置

本装置は、アメリカから毎日送られてくる軌道予測情報中の4軌道毎の昇交点通過時刻、経度及び基準軌道の北半球における昇交点通過後2分毎の高度、直下点の予測位置をデータとしてミニ・コンピュータに入力し追尾開始時刻、空中線のX、Y軸角度及びEL、AZ角度を求め、当センターで受信可能なEL5度以上の1日分の軌道についてタイプライタに出力する。この入力データを再度入力すると、ミニ・コンピュータは標準時刻発生器の時刻と照合し、受信軌道の20分前に各装置の電源を投入し空中線を追尾開始位置に待機させる。

追尾開始時刻後、ミニ・コンピュータは1秒単位の補間計算を行って求めたX、Y軸角度計算値をD/A変換器によりアナログ角度信号として空中線駆動制御装置に出力する。追尾中、EL10度以上で受信装置のS/Nが良好な場合、自動追尾方式に切換る。また、追尾中の正分毎のX、Y軸角度とEL、AZ角度及び追尾モードをタイプライタに出力する。再びEL5度以下になると追尾を終了し、空中線を天頂指向させ、各機器の電源を断にして1軌道分の制御を終了する。この動作を1日分の

軌道について繰返す。本装置は、2つの衛星について上記動作を行うことが可能である。

プログラム追尾制御装置の構成と主要性能は、次の通り。

- (1) ミニ・コンピュータ
  - (イ) 記憶容量 12KW (16bit/W)
  - (ロ) 記憶素子 磁気コア
  - (ハ) サイクルタイム 0.9μS
  - (ニ) 演算速度 加減算 1.8μS, 乗除算 7.2μS
- (2) 入出力タイプライタ
  - (イ) 印字速度 600字/分
  - (ロ) 印字方式 タイプホイール
  - (ハ) 紙テープ 8単位
- (3) 紙テープ読取器
  - (イ) 読取速度 500字/分
  - (ロ) 読取素子 フォトセル
- (4) プロセス入出力ユニット
  - 入力情報
    - (イ) 軌道予測情報
    - (ロ) 時刻 6桁BCD
    - (ハ) X、Y軸角度 15ビット2進符号
    - (ニ) その他制御信号
  - 出力情報
    - (イ) X、Y軸角度 15ビット2進符号
    - (ロ) X、Y軸表示 5桁BCD
    - (ハ) 周波数表示 5桁BCD
    - (ニ) 仰角表示 4桁BCD
    - (ホ) 方位角表示 5桁BCD
    - (ヘ) 周波数出力 アナログ±5V
    - (ト) その他制御信号

- (5) 標準時刻発生器
  - (イ) 周波数安定度  $\pm 2 \times 10^{-8}$ /日
  - (ロ) 時計出力 24時間制BCD 1MHz<sub>±</sub>及び1Hz duty 1:1

- (6) 標準電波受信機
  - (イ) 受信周波数 40KHz
  - (ロ) 感度 6μV 以下
  - (ハ) 出力周波数 10MHz, 1MHz
  - (ニ) 出力周波数安定度  $5 \times 10^{-8}$ /sec

### (7) 無停電電源装置

本装置は停電時に標準時刻発生器の電源をバックアップするものである。

- (イ) 方式 充電式トランジスタインバータ
- (ロ) 出力 AC100V 50Hz 1A 正弦波
- (ハ) 電池 アルカリ電池11セル
- (ニ) 公称容量 15分

(※) 出力波形歪 15%以下

## 2-8 データ処理装置

本装置は、主受信機によってPM復調されたHRPTシリアルPCM信号を同期分離し、大別して次のことを行う。

- ・TOVS 処理用のデータ記録装置へHRPTのほぼ全データを伝送する。

- ・AVHRRの任意の2チャンネルを本庁解析装置へ伝送する。

- ・リアルタイム時、磁気記録装置に全データを伝送する。

主受信機から送られたシリアル信号は、セレクトスイッチを介してビットシンクロナイザに供給される。セレクトスイッチは、ビットシンクロナイザの入力を、リアルタイム時に主受信装置から、リプロデュース時に磁気記録装置から信号を選択する。

ビットシンクロナイザは、665.4KBit/SのシリアルPCM信号に同期させ、そのクロックとシリアルデータを取り出しデータシンクロナイザに出力し、リアルタイム時は磁気記録装置にも出力される。データシンクロナイザは、クロック、SYNC、シリアルPCM信号からHRPTデータを抽出しフレーム同期をとり、クロック、フレームスタート、フレームストップ、HRPTシリアルデータをインターフェイスに送る。

インターフェイスは、上記信号によってタイミングをとり、シリアルデータを10bitパラレルデータに変換しHRPTマイナーフレーム同期6ワードを除く全データとマイナーフレームストップ、ストロープ、その他制御信号をデータ記録装置へ伝送する。一方インターフェイスからFAXコンバータに送られた信号は、コンソールであらかじめ選択されたAVHRR信号の任意の2チャンネルの地球画像データを選択し、あらかじめ決められたフォーマット(地球画、第1プリカーサ、第2プリカーサ、スペース、SYNCパルス、16階調)を順次選び出しD/A変換してアナログ信号として、クイックルックモニタ、モニタ用シンクロスコープ及びFAX変調器に出力する。

FAX変調器は、このビデオ信号をFM変調し、SHF搬送端局装置を介して本庁解析装置へ伝送する。

なお、ビットシンクロナイザ、データシンクロナイザ、インターフェイスは各々2系統あり互換性がある。

データ処理装置の構成、主要性能は次の通り

### (1) PCMビットシンクロナイザ

(イ) 入力コード NRZ-L, Biφ-L

(ロ) 出力コード NRZ-L

(ハ) ビットレート 665.4Kbps (1bps ~ 5Mbps まで可能)

(ニ) 同期方式 位相同期方式

### (2) PCMデータシンクロナイザ

(イ) 入力コード NRZ-L, Biφ-L

(ロ) 出力コード NRZ-L (CLK, FWD CLK, FRAME START, FRAME END, TIP END SERIAL END)

(ハ) ワード同期方式 フレーム相関同期

(ニ) 同期ワード 6ワード

### (3) インターフェイス

#### (イ) 入力信号

- ・PCMデータシンクロナイザから

- シリアルデータ

- ビットクロック

- フレームスタート/ストップ

- ・コンソールから

- レデイ (電源ON信号)

- オブザベーション (観測開始終了信号)

- インヒビット (本庁及びデータ記録装置への伝送禁止信号)

#### (ロ) 出力信号

- ・データ記録装置への信号

- パラレルデータ 10bit

- マイナーフレームエンド

- ストロープ

- レデイ

- オブザベーション

- ・FAXコンバータへの信号

- パラレルデータ 10bit

- クロック 665.4KHz

- フレームスタート

- ストロープ

- フレームシンクパルス

### (4) FAXコンバータ

#### (イ) 入力信号

(3)のFAXコンバータへの信号と同じ

#### (ロ) 出力信号

- クイックルックモニタ用 0~5V

- FAX変調器用 ±0.5V p-p

### (5) FAX変調器 Fig. 5, 6 参照

(イ) プリカーサ周波数 19.57 KHz, 9.785 KHz ±5%

(ロ) 副搬送波周波数 99KHz

(ハ) 副搬送波周波数偏移 ±29KHz

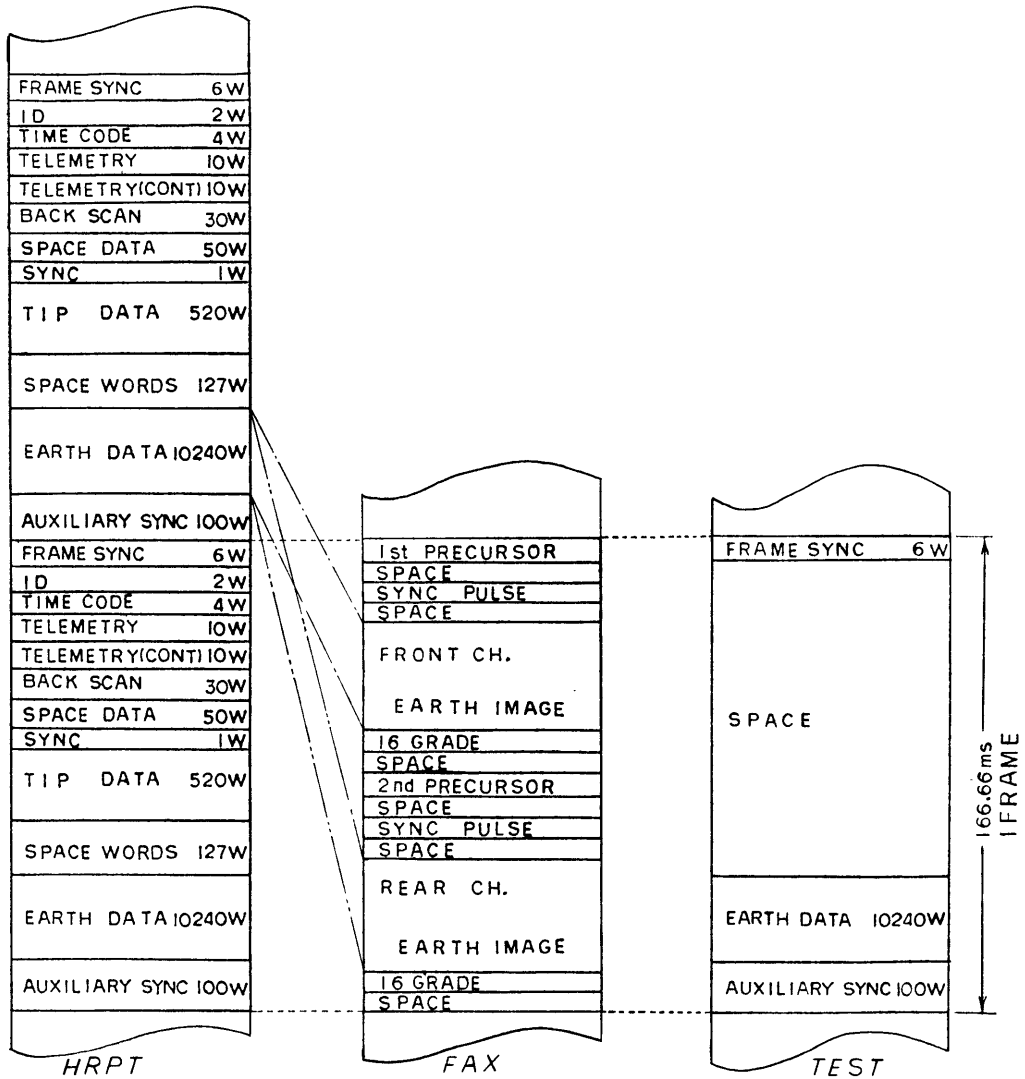


Fig. 5 HRPT, AVHRR ANALOG FAX, TEST FORMAT

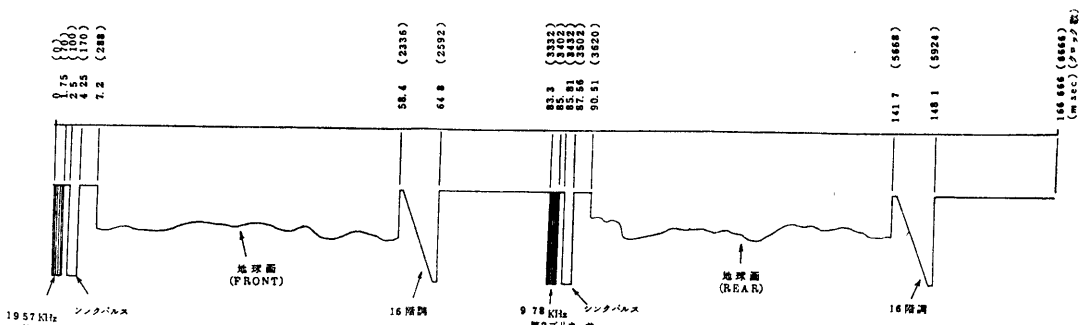


Fig. 6 AVHRR ANALOG FAX FORMAT



- (ニ) 副搬送波変調直線性 1.5%以上
- (ホ) 副搬送波出力レベル 0dB (75Ω)

(6) PCM試験装置

本装置は、ビットシンクロナイザ、データシンクロナイザ、FAXコンバータ、クイックルックモニタ等のテストを行う。

- (イ) 信号フォーマット Fig. 5 参照
- (ロ) 階調 8階調, 白黒交互変調(白黒4回繰返し)

(ハ) チャンネル 5チャンネルの内任意の1チャンネル

- (ニ) 1ワード 10bit
- (ホ) ビットレート 665.4Kbit/S
- (ヘ) 出力コード Biφ-L, NRZ-L

(7) モニタ用シンクロスコープ

AVHRR のアナログ画像信号をモニタする。

2-9 集中制御監視装置

本装置は、受信施設の各装置の制御、表示を集中させ運用者が集中的に制御、監視を行うためのものである。

集中制御監視装置の主な制御、表示は次の通り

(1) 空中線の制御、表示

(イ) 「CPU-AUTO」 通常このモードにセットされプログラム追尾とEL10度以上での自動追尾等の制御を自動的に行う。

(ロ) 「CPU ONLY」 プログラム追尾制御のみを行う。

(ハ) 「MANUAL ONLY」 手動制御モードで次のモードがある。

・「IDLE」 空中線駆動制御装置のサーボアンプ入力信号を供給しない遊びのモード

・「POSITION」 位置サーボループを形成し空中線を任意の角度に設定できる

・「RATE」 速度サーボループを形成し空中線の回転方向と速度を任意に変えることができる。

・「AUTO」 自動追尾制御のみを行う。

・「ORIG」 位置サーボループを形成し天頂方向に角度設定しているシンクロ電機により天頂指向させ、その後電源 OFF シーケンスを行い「CPU-AUTO」モードに制御を移す。

(ニ) 「PROG-OFFSET」 プログラム追尾中において0〜±1.5度の任意の角度のオフセットを行う。

(ホ) サーボバンド切換

(ヘ) 空中線装置及び空中線駆動電源装置の状態表示

(ト) 空中線角度表示 X, Y軸角度のアナログ及びデジタル表示, EL, AZ角度のデジタル表示

(チ) 空中線追尾エラー及び角速度表示

(2) 受信機の制御、表示

(イ) 受信周波数の切換 RFユニットの切換により1698及び1707MHzを選択する。

(ロ) 主受信機の位相同期ループの制御

(ハ) 受信レベル及び良否の表示

(ニ) 受信周波数表示

(ホ) ドップラ周波数表示

(3) ビデオ信号の制御、表示

(イ) 伝送ラインの ON/OFF 本庁及びデータ記録装置の伝送ライン

(ロ) 磁気記録装置の制御及び状態表示

(ハ) AVHRR チャンネル選択 本庁へ伝送する AVHRR の5チャンネル中任意の2チャンネルを選択する。

(ニ) データ処理装置の同期状態表示

(ホ) ビデオ信号レベル表示

(ヘ) 搬端渡しレベル (99KHz) 表示

(ト) 手動観測開始、終了信号制御

(4) その他

(イ) クイックルックモニタ オプテックスCRTを用いてビーム走査を行い、その輝度により乾式感光紙上に AVHRR ビデオ信号のフロントチャンネルを記録する。

(ロ) アラーム マイクロ波搬端の動作状態の良否、各装置に付加してあるヒューズの断線、各装置の制御が LOCAL の場合等にランプ又はブザーで運用者に警告する。

(ハ) 時計 プログラム追尾制御装置の標準時刻発生装置と同じ時刻を表示する。

2-10 磁気記録装置

本装置は、HRPT PCM 信号の全データを高密度記録及び再生を行う。

主受信機から送られたPCM信号は、データ処理装置のセレクトスイッチ、ビットシンクロナイザを介して磁気記録装置に記録される。再生信号は、セレクトスイッチを介してビットシンクロナイザに送られる。

(1) 主要性能

(イ) トラック数 7トラック

(ロ) リールサイズ 10 1/2

(ハ) 入出力コード NRZ-L

(ニ) ビットレート 最高1Mbps (テープスピード 30ips 時)

2-11 AVHRR データの解析

SHF で本庁無線通信課に送られた2チャンネルの A VHRH 信号は、解析装置によって受信資料から走査及び地形歪を除去し、極ステレオ投影図（北緯60～10度、縮尺2000万分1）の上に連続階調表示、任意の2チャンネル間の加算、減算、比演算画像の連続階調表示、赤外チャンネルの5℃毎の等温線表示等が実時間処理可能でヘリウム・ネオンレーザによる焼込部で衛星画像がフィルム上に焼込まれる。

### 3. おわりに

本装置は、ITOS シリーズの HRPT による VHRH 画像受信設備を改造し、昭和54年3月より TIROS-N の受信を経て、現在 NOAA-6、NOAA7 の受信を行っている。

### References

明星電気株式会社，1979：気象衛星受信装置改造取扱説明書