

臼田64mφアンテナ新運用システム

林 友直・高野 忠・中谷 一郎
市川 満・周東 晃四郎・山田 三男
市川 勉・斎藤 宏・佐藤 巧*
柴田 秀樹*・億本 智子*・長谷 一水*
大橋 清一**・栗山 裕一**・長尾 利彦**

(1988年4月20日受理)

New Operation System for the 64 Meter Antenna of Usuda Deep Space Center

By

Tomomao HAYASHI, Tadashi TAKANO, Ichiro NAKATANI
Mitsuru ICHIKAWA, Koshiro SHUTO, Mitsuo YAMDA
Tutomu ICHIKAWA, Hiroshi SAITO, Takumi SATO
Hideki SHIBATA, Tomoko OKUMOTO, Kazumi HASE
Seiichi OHASHI, Yu-ichi KURIYAMA and Toshihiko NAGAO

Abstract : The 64 meter antenna of Usuda Deep Space Center (UDSC) was completed in October 1984 and has been operational since January 1985. This antenna was used to track the Japanese cometary explorers "SAKIGAKE" and "SUISEI" in their encounter with Halley's comet in March 1986.

The antenna was also used for tracking the American spacecraft "ICE" in September 1985, the Space VLBI experiment using TDRS in July 1986 and January 1987, and the occultation experiment of "SUISEI" in July 1987. In these missions, this antenna performed to expectation.

In the near future, the antenna is planned to be used for tracking of

* 三菱電機株式会社

** 日本電気株式会社

“MUSES” and “GEOTAIL” spacecraft and for the Space VLBI experiment.

In these mission, the antenna system is required to have flexibilities for setting of several tens of passes (pass : time section for antenna operation) per day and changing the operation schedule.

Based on those requirements and the antenna operation experiences for two years, a new operation system for the 64 meter antenna of UDSC has been developed and introduced.

This report describes the objectives of the new system, the development process and the system outlines.

The new system was developed through the modification of the old system, hence there have been difficult problems to be overcome such as continuity of the current operation and keeping some of the previous interface conditions.

The new system has been evaluated through one year operation.

This report is also intended as a guidebook for users of the new operation system.

Though the modification of such a big system requires much money and long time, the details are often faded away. This paper will also be helpful for designing or modifying similar large systems in the future.

概 要

臼田 64mφ アンテナは、ハレー彗星探査機追跡を目的として昭和59年10月に竣工した。そして、「さきがけ」「すいせい」のハレー彗星との会合(61年3月)を経て、現在までの追跡、米国のハレー彗星探査機 ICE の追跡支援(60年9月)、TDRS を用いたスペース VLBI 実験(61年7月と62年1月)、「すいせい」の太陽オカルテーション実験(62年7月)と、その力を遺憾なく発揮してきた。

今後、本アンテナは、MUSES や GEOTAIL 等の近宇宙周回衛星の追跡をはじめ、スペース VLBI 実験等にも使用が予定されている。これらのミッションにおいては、1日に数十パス(アンテナ運用の時間的区切り)の設定が可能で、かつ運用の最中でもスケジュールの変更が可能である等の柔軟性が要求される。

これらの点を踏まえ、約2年間にわたる運用実績を反映させながら、臼田 64mφ アンテナの新しい運用システムを開発した。

本報告は、この新システムのねらい、開発の経過、システム内容について述べたものである。今回はシステムの改修であるため、新・旧システムの切り替えや各サブシステムとのインターフェース及び既設設備の

活用等、新設時の作業にない苦労もあった。本報告では、これらについても記す。また、本報告をもって、臼田 64 mφ アンテナを使用する際の運用手引書として使用できるように運用例等も記述した。さらに、短期間ではあるが、新システムの運用状況を分析し、その有効性を示した。

このような大規模システムの改修は労が多く、時間と経費がかかる割に、その苦労が忘れ去られることが多い。これを記録することによって、他のシステム改修と新規システム開発の参考になれば幸いである。

1. はじめに

宇宙科学研究所臼田宇宙空間観測所に設置されている 64 mφ アンテナは、昭和 59 年 10 月に竣工した。[1][2][3][4] その第一の任務は、76 年毎に太陽系に飛来するハレー彗星を観測する[5][6]ため打ち上げられた人工惑星「さきがけ」と「すいせい」を追跡することであった。その後、60 年 1 月より「さきがけ」、60 年 8 月より「すいせい」の追跡管制を開始し、61 年 3 月には、両人工惑星とハレー彗星との最接近時にも活躍した。さらに、「すいせい」太陽オカルテーション観測（62 年 7 月）にも成功した。そして、昭和 61 年度よりの VLBI 観測運用[7][8][9]等、64 mφ アンテナの多目的利用に対する要望が強くなってきている。

過去 2 年間にわたる運用結果を踏まえ、近未来における MUSES 等の衛星運用も想定した上で、アンテナの多目的利用も可能な新システムとすべく、システムの改修を行なった。本報告においては、システム改修のコンセプト・基本設計・改修方法・他のサブシステムへの波及効果の検討・対策及びシステム改修の経過と改修後の運用結果について報告する。また、アンテナ利用の手引書として、このアンテナ新運用システムの運用例についても紹介する。

当研究所においては、この深宇宙局ほどの大規模システム改修についての報告がほとんど残されていない。そこで、今後のシステム改修に対して参考となるようにできるだけ詳細な記録を残しておくことにする。

2. アンテナ新運用システム開発の目的

2.1 既設システム

(1) 深宇宙局運用システム

深宇宙局運用システム[10][11]は昭和 56 年度より検討され、人工惑星による 61 年 3 月のハレー彗星との最接近観測計画と並行して進められてきた。その任務は、地球より数億 km 離れた深宇宙探査機との間に通信回線を確保し、観測データの取得と探査機の運用管制を行なうことにあった。

この深宇宙局運用システムは、超遠距離通信設備[12][13][14]、局/衛星運用設備、観測データ処理設備を中心に構築されており、探査機の姿勢決定・制御、ハウスキーピング、観測データの取得・解析をはじめ、探査機の軌道標定及び制御等の機能を有している。このシステムとその機能を図 1 に示す。

これらの詳細な機能及び運用結果については、既に宇宙科学研究所報告で報告済みであ

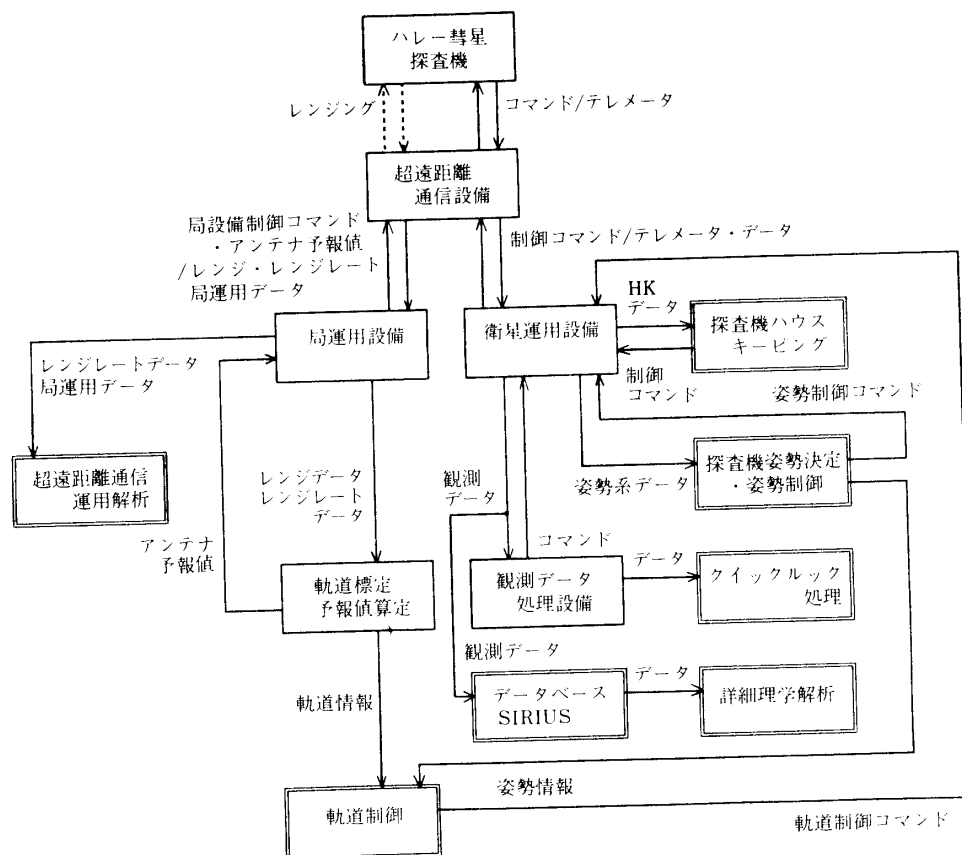


図1 深宇宙局運用システムの概要とその機能
(□: 設備等, ■: 機能等)

る。[15][16][17][18]

(2) 深宇宙局運用システムの特徴

本運用システムには、次のような特徴がある。

- 1) 局及び探査機の運用は、運用計画に基づいて行なうことが可能である。
- 2) 局及び探査機の運用システムに4台のミニコンピュータを使用し、さらに駒場・臼田間にD-1S専用回線を2系統導入し、駒場・臼田局で運用できる体制としている。
- 3) 局及び探査機の運用に使用するミニコンピュータは、お互いにバックアップできる機能を持ち、データ格納用ディスクも確保されている。

さらに、駒場-臼田間の伝送回線のうち1回線が不良の場合、もう一方の回線に移行する機能もある。

4) 探査機は、駒場局よりリアルタイムで遠隔運用される。その観測データやハウスキーピングデータ等のテレメータデータは、観測データ処理設備及び探査機の運用設備にてリアル・タイム処理され、クイックルック可能である。

5) アンテナを含む全送受信設備を駒場から遠隔操作し、運用計画に基づく全自動追尾も可能である。さらに、駒場局にて、臼田局設備のモニターも可能である。

6) 探査機の姿勢データをリアル・タイム処理し、クイックルック表示できる。

7) レンジ/レンジレートデータを基に探査機の軌道標定を行い、臼田64mφアンテナ駆

動用のアンテナ予報値を作成する。

8) レンジ/レンジレートデータを基に探査機の軌道標定を行い、軌道制御シミュレーションを実施後、軌道変更等の制御が可能である。

(3) 深宇宙局の成果

本深宇宙局運用システムは59年10月に完成し、76年毎に太陽系に飛来するハレー彗星を観測するため打ち上げられた人工惑星「さきがけ」(60年1月打ち上げ)、「すいせい」(60年8月打ち上げ)の追跡運用に使用され、61年3月には、両人工惑星とハレー彗星との最接近時にも活躍し、ハレー彗星のコマ観測データの取得にも成功した[12][16]ほか、ジャコビニツィンナ彗星を観測した米国 NASA の ICE 追跡にも参加し、貴重な観測データの取得に貢献してきた。さらに、昭和61年度からは、VLBI 観測やパルサー観測にも利用された。

(4) 深宇宙局運用システムの現状

深宇宙局運用システムの現状を図2に示す。

探査機よりの電波は64mφアンテナで受信され、Sバンド受信装置・テレメータ復調装置でテレメータデータに変換される。テレメータデータは、臼田・駒場衛星管制装置(以下、衛星運用設備の計算機システムを「衛星管制装置」と記す)で編集され、ライン管制装置に伝送される。さらに、ライン管制装置から観測データ処理設備(クイックルック用のPIデータ処理装置と衛星データ処理計算機)に逐次伝送される。

衛星データ処理計算機上で、姿勢系データをリアルタイム処理(グラフィック表示)する一方、HKデータ等と同様に各々のデータ格納部に格納する。PIデータ処理装置では、観測データをクイックルック・モニターする。一方、データベース SIRIUS に探査機情報と共に格納された観測データについて、後日、詳細な理学解析が行なわれる。

探査機への指令は、駒場衛星管制装置等で作成したコマンドを臼田局へリアルタイムで伝送し、Sバンド送信装置で増幅後、64mφアンテナを使用して探査機へ送信する。

臼田局のレンジング(探査機と臼田局間の距離測定)結果及び追跡データは、レンジ/レンジレートデータとして、局運用管制装置(以下、局運用設備の計算機システムを「局運用管制装置」と記す)・ライン管制装置経由で衛星データ処理計算機に格納される。その後、両データより軌道推定データを作成し、軌道標定を実施する。この軌道標定結果に基づいて、アンテナ駆動用予報値を算出する。

アンテナ予報値は、駒場・臼田局の局運用管制装置を経由して、アンテナ制御装置内の計算機に伝送される。アンテナを含む臼田局の設備は、この予報値に基づく運用計画に従って制御される。

また、探査機姿勢決定結果や軌道標定結果等に基づいて、姿勢制御や軌道制御を行なう。

(5) 既設システム改修の必要性

近年、VLBI 観測運用を初めとする多目的利用の要望が強くなってきており、局運用管制装置から離れ、アンテナを独自に運用するモードの追加にせまられてきた。

さらに、近未来における MUSES 等の衛星運用に対応できる運用システムの開発を行なう必要が生じてきた。

これらの要望を実現するためには、既設アンテナ運用システムの改修(すなわち、アンテナ制御装置用計算機部分の改修とこの改修に伴う局運用管制装置部分の改修)が最低限、必

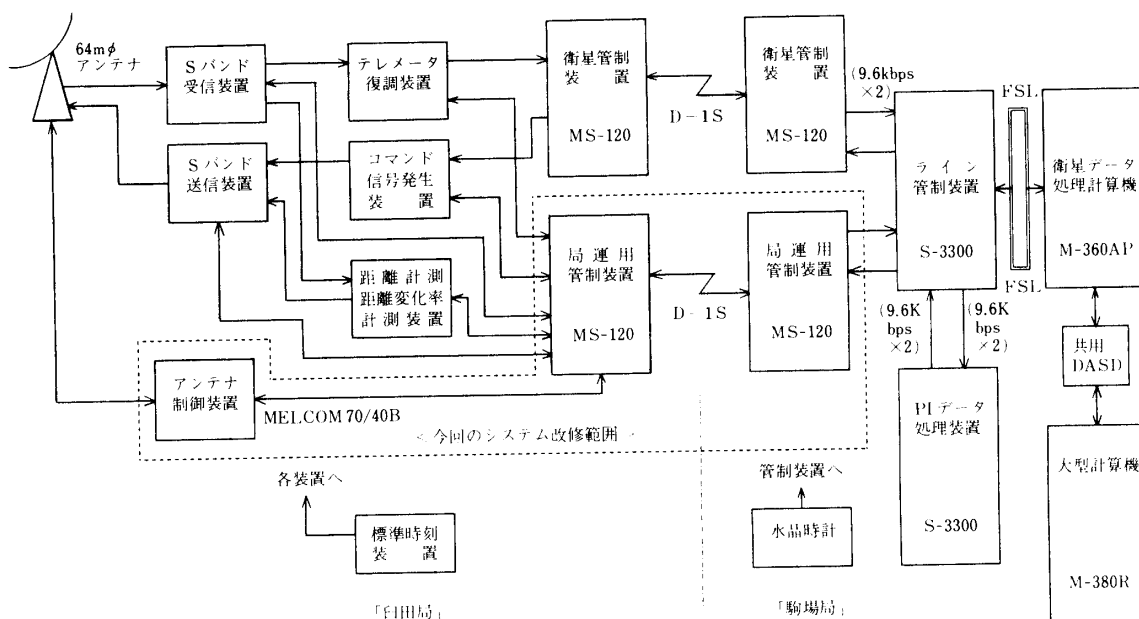


図2 深宇宙局の既設運用システム
(図中の破線部分が、今回のシステム改修部分である)

要であった。

2.2 アンテナ運用のシステムの見直し

新しいアンテナ運用システム（以下、新システムと記す）を開発するのにさきだち、図2の波線部分の見直しをおこない、新システムで実現すべき点及び改修する点を下記のように設定した。

1) 旧アンテナ運用システム（以下、旧システムと記す）は、ハレー彗星観測用の人工惑星「さきがけ」「すいせい」の追跡管制用に最適設計されていた。このため、VLBI観測等の多目的運用を円滑に行なうため、追尾目標を次々に変更しながらアンテナを制御するモードを追加する。

さらに、MUSES等の追尾では、数十パス（アンテナ制御の時間的区切り）の設定が可能で、かつ、運用の最中でもスケジュールの変更が可能である等の柔軟性を合わせ持たせる。

2) 「さきがけ」「すいせい」の軌道が、臼田局から見て真南を中心に $\pm 180(\text{deg})$ のAZ範囲内にあることから、真南を中心に $\pm 180(\text{deg})$ の範囲を駆動するように設定されていたシステムを、真南を中心に $\pm 270(\text{deg})$ のAZ範囲を駆動可能であるように再設定し、多目的利用を促進する。

3) 制御システムの中核をなす計算機の処理能力・拡張性を大幅に向上させ、制御情報の取得も可能とする。

4) 局運用管制装置からアンテナ側計算機へのアンテナ予報値伝送におけるデータの誤り対策を強化し、衛星運用に対する信頼性をさらに向上させる。

5) アンテナ側計算機に蓄積可能なアンテナ予報値容量を増加させると共に、アンテナ運用パスの分割も可能とし、近未来のMUSES等の追尾運用にも対応させる。

6) 瞬時停電が原因と思われるアンテナ停止や受信機の LOCK OFF を減少させるため、定周波定電圧電源 (CVCF) 装置からの供給負荷を変更するほか、非常用発電設備の利用方法も再検討する。

2.3 アンテナ新運用システム (新システム) の開発目的

新システムの開発目的は、64 mφ アンテナを多目的に利用できる運用モードを追加すると共に、近未来における MUSES や GEOTAIL の運用にも対応できるような運用システムにすることである。さらに、アンテナ運用の柔軟性及びシステムの拡張性を増大させ、操作性も格段に向上させる。

3. 新システムの概要

3.1 新システムのコンセプト

前記の目的を実現するため、新システムのコンセプトを下記のように定義した。

1) 局運用管制装置 (MS-120) で作成した運用計画によるアンテナ運用だけでなく、アンテナを局運用管制装置から切り離し、アンテナ側計算機で作成したアンテナ運用計画に基づいて、独立運用できる機能を追加する。

2) 将来の拡張性も考慮し、計算機を上位機種にレベル・アップする一方、新機能追加による制御システムの負荷を分散させる。

3) アンテナ制御側計算機のアンテナ予報値格納用ファイルを大幅に拡張し、合計 28 ファイルのアンテナ予報値を格納・管理できるようにする。

4) アンテナ運用パスの切りかえが必要な衛星追尾運用ができるようにパス毎に運用開始・終了時刻の再設定ができるようにする。

5) アンテナ予報値データの伝送エラーをチェックでき、かつ伝送エラーのあるファイルを除去できるようにする。

6) 受信機系機器電力は、できる限り既設定周波定電圧電源 (CVCF) 装置より供給し、瞬時停電の影響を少なくする。また、非常用発電設備を活用し、停電に起因する運用停止時間を減少させる。

3.2 新システムの基本設計

前項のコンセプトを基に、新システムの基本設計をおこなった。

(1) アンテナ運用モード

① 今回のシステム改修では、アンテナを多目的に利用するため、追尾目標を次々に変更しながらアンテナを制御する観測運用モード (アンテナを局運用管制装置から切り離して独自に運用するモード) を新たに追加する。

② 観測運用モードの追加は、アンテナ予報値計算サブシステム (ISSOP) 等のサブシステムに影響を与えないように設計する。

(2) アンテナ運用計画

① アンテナ運用は、パス毎に運用開始・終了時刻を設定したアンテナ運用計画に基づいておこなわれる形態とする。

予報値受信完了時、アンテナ予報値の AOS/LOS 時刻を運用開始/終了時刻のデフォルト値に設定する。

② パス毎に運用開始・終了時刻の再設定ができるようにした上、運用スケジュールの変更に伴う運用計画の修正作業がいつでも可能なようにする。

③ 衛星追尾運用モードと観測運用モードをアンテナ運用上、区別せずにアンテナ運用計画を立案できるようにし、予報値ファイルも一元管理できるようにする。

(3) アンテナ駆動範囲

① 供給されるアンテナ予報値のデータ範囲及びフィードバックするアンテナ駆動値のデータ範囲は変更しない。

② 供給されるアンテナ予報値（真北を0(deg)とし、CW方向を+、CCW方向を-と定義した時）のAZ範囲（0~360(deg)）を-90~450(deg)のAZ駆動値に自動換算してアンテナを駆動できるようにする。

但し、アンテナ側のケーブル巻き取り装置に決まるAZ方向の駆動範囲は、真南を中心に時計方向・反時計方向に各々1.5回転が限度であり、かつ、AZ・EL方向のアンテナ駆動速度が最大0.3(deg/s)であることを含めて、アンテナの可動範囲内に収まるように追尾順及び初期角度を検討しておく必要がある。

(4) 計算機ハードウェア

① 将来におけるシステムの拡張性も考慮し、計算機ハードウェアを上位機種にレベル・アップする。具体的には、三菱電機製のMELCOM 70/50 IIを採用し、ディスク容量も増加させる。

② 操作性を向上させるため、グラフィック兼用型CRTを研究棟アンテナ管制卓側に、コンソール兼用型CRTをアンテナ棟計算機側に設置する。また、グラフィック出力用プリンタを研究棟に設置する。

③ 既設装置を最大限に利用し、アンテナ棟・研究棟間の伝送回線は、既設RS-232Cシリアル回線用光ファイバと光モデムを利用する。アンテナ棟側プリンタには、既設の低速タイプライタ装置を流用する。

(5) 計算機ソフトウェア

① 制御システムのCPUの負荷・タスク制御順・タスク内容及びデータ転送時間等を再検討し、システムの負荷を分散させる。

今回のシステム改修にあたっては、既設ソフトウェアを最大限に利用し、新たに観測モード、アンテナ予報値伝送時のエラーチェック及びアンテナ予報値管理等のソフトウェアを追加するという方針で検討を始めた。

しかし、既設ソフトウェアの再検討結果と将来における設備増強に伴う制御システムの拡張性の増大を考慮して、ソフトウェア全体を大改造することに変更した。

この方針にそって、制御情報格納領域を統一し、制御タスクの負荷も平均化させ、リアルタイム処理の待ち行列も皆無とすべく新システムを設計する。さらに、制御情報の取得や保守データ取得も容易となるように配慮した設計をおこなう。

(6) アンテナ予報値伝送エラー対策

① アンテナ予報値を追尾10分前にアンテナ予報値を局運用管制装置よりアンテナ制御側計算機へ送出できるだけでなく、再送機能（既設機能）を利用し、手動操作により任意に伝送できるようにもする。

② アンテナ予報値の伝送フォーマットを手直し，局運用管制装置側でパリティビットを付加して送出する．アンテナ制御側では，受信データ数のみでなく，パリティビットチェックの他，データ内容についてもチェックを実施する．

③ アンテナ制御側で，アンテナ予報値伝送エラーを検出した時は，伝送後の局運用管制装置からの伝送確認に対し，伝送エラーがあった旨のメッセージを送出する．

操作員は，メッセージを確認の上，ハードエラーでないことを確認の上，該当の予報値ファイルを再度，手動送出する．

(7) アンテナ予報値格納用ファイル

① アンテナ予報値格納ファイルを大幅に増強し，合計28ファイル（1ファイル当り最長24時間分）を格納・管理できるようにする．これは，近未来に追尾が予定されている衛星の1可視時間を最長24時間と想定したためである．

(8) システムの操作性

① ほとんどの計算機操作をメニュー選択とファンクション・キー操作でできるようにする．

階層構造を持つメニュー方式を採用する．初期メニュー画面で項目番号を入力して，各詳細メニュー画面に入り，メニュー項目に従ってキー入力したり，ファンクションキーを操作することにより，別のメニュー画面に移動できるようにする．

② アンテナ運用計画の作成方法を容易にし，柔軟性のあるアンテナ運用ができるようにするほか，誤入力を極力減らすように操作性を重視した設計とする．

アンテナ運用計画を作成する画面を2分割し，ファンクションキー操作で格納されているアンテナ予報値のイベント時刻を上半分の画面でスクロール表示させる．一方，運用計画を編集する下半分の画面は，上の画面とは独立にサイクリックに使用できるように設計し，作業効率の向上をはかる．

(9) 制御パラメータの保護

① アンテナ制御用パラメータをキーボード入力できるようになっているが，第三者がパラメータを変造できないように入力段階でプロテクトをかけておく．

(10) アンテナ駆動制御装置とのインタフェース

① 計算機システム以外のアンテナ駆動制御装置は変更せず，通常の衛星運用を行いながら改修作業を進める．

(11) 時刻信号の異常対策

① 時刻系信号（IRIG-B Code）不良による制御時刻信号の飛びなどのチェックを行い，時刻データが許容範囲を逸脱したときは，警告メッセージを出力し，計算機自己クロック信号に自動的に切りかえる．

3.3 関連設備の改修検討

アンテナ制御側のシステム変更に伴い，関連する設備の改修について検討をおこなった．

(1) 局運用管制装置の改修

1) 操作方法については，変更がないようにする．

2) アンテナ予報値の伝送

再送機能を利用して，アンテナ予報値を局運用管制装置よりアンテナ側計算機に伝送でき

るようにする。

但し、アンテナ予報値を前もって手動送出しておくか、追尾10分前にシステム側ソフトにより自動送出するかは、操作員の判断にまかせるものとする。

3) 計算機ハードウェアは、変更しない。

4) 計算機ソフトウェア

局運用計画に基づいて運用する場合、アンテナ予報値を送出済みか否かをチェックし、送出済みの場合は運用開始10分前からのアンテナ予報値の送出タスクを起動せず、追尾情報のみを送る。

また、アンテナ予報値のデータ送出メッセージに衛星名・パス番号を追加する一方、データフォーマットにパリティを追加するが、伝送エラー処理系ソフトは変更しない。

CRT表示の変更点は、アンテナ予報値を送出完了後、アンテナ予報値管理画面のステータス表示部分にSEND表示を追加する部分である。

5) データのセーブ・リストア機能の追加

臼田-駒場間のデータ回線が使用できない場合を想定し、局運用管制装置・衛星管制装置に格納中のデータをMTセーブ・リストアできる機能を追加する。

(2) 電源供給系の変更と停電に対する対応

長時間の停電で復旧が困難になる機器のほか、瞬時停電により衛星運用に支障がでやすい機器も定周波定電圧電源（以下CVCFと記す）装置経由の電源系統に接続変更する。変更後の、電源供給系統概念図を図3に示す。

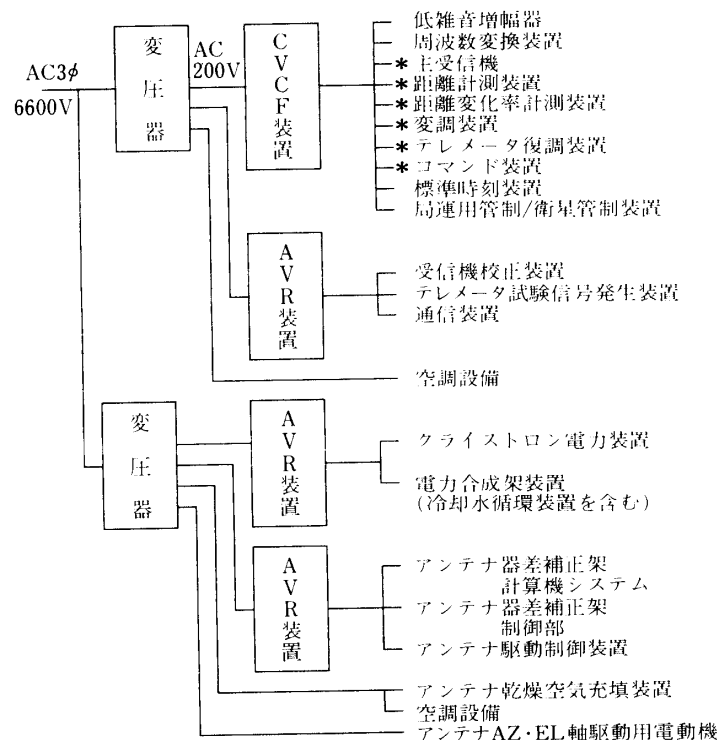


図3 電源供給系統概念図（電源系統変更後の概念図）

*印；AVR→CVC接続変更部分を示す

さらに、非常用発電設備の使い方も検討し、CVCF 装置をバックアップする方式とする。
しかし、アンテナ系及び送信設備は自動電圧調整（AVR）装置の負荷として残るため、
停電により一時的に人工惑星との通信が途絶する。この場合は、送信設備を点検し、ステータスをリセットした後、再送信するため運用上の注意が必要である。

4. 新システムの構成と機能

4.1 計算機のハードウェア構成

新システムの中核をなす器差補正架計算機のハードウェア構成を図4に示す。

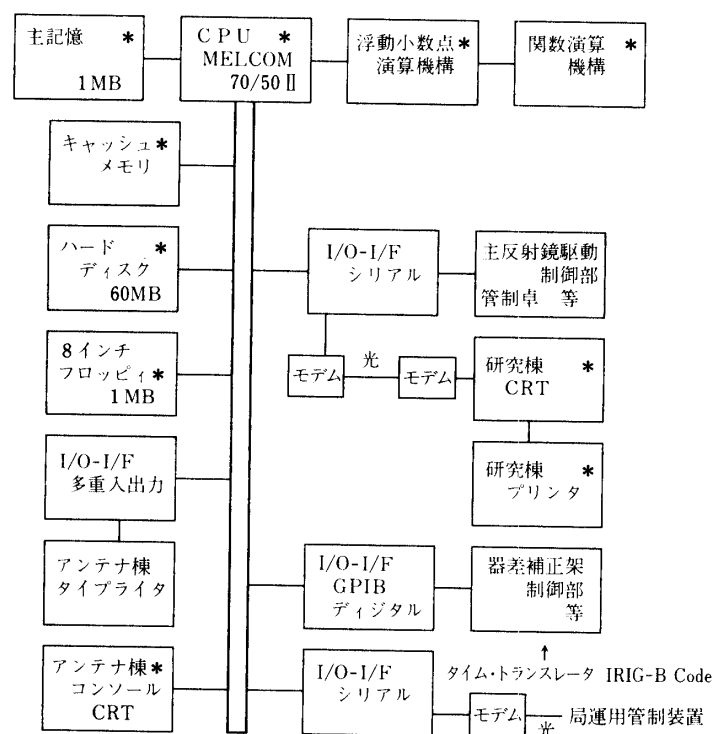


図4 アンテナ器差補正架計算ハードウェア構成
*；新規購入分

旧システムに比べ、新システムにおいてレベルアップした部分は、下記の通りである。

1) CPU（中央演算処理装置）の処理能力を約2倍に引き上げた。

| | |
|-------|---|
| 旧システム | CPU：MELCOM 70/40 B 高速浮動小数点演算機構，関数演算機構，DMA チャンネル，システム監視機構付属 |
| 新システム | CPU：MELCOM 70/50 II キャッシュメモリ，高速浮動小数点演算機構，関数演算機構，DMA チャンネル，システム監視機構付属 |

2) 主記憶容量を約1.25倍にした。

| | |
|-------|--------------|
| 旧システム | 主記憶容量： 768KB |
| 新システム | 主記憶容量： 1 MB |

3) ハードディスク容量を約8倍にした。

| | |
|-------|---------------|
| 旧システム | ディスク容量： 8 MB |
| 新システム | ディスク容量： 60 MB |

4) 操作用端末を CRT 化し、操作性を向上させた。

| | |
|-------|---------------------------------|
| 旧システム | 端 末：電動タイプライター（印字速度 120 字/分） 1 台 |
| 新システム | 端 末：アンテナ棟側 CRT（グリーン） 1 台 |
| | 電動タイプライタ（出力専用） 1 台 |
| | 研究棟側 CRT（グリーン、グラフィック兼用） 1 台 |
| | 24ドットプリンター（ハードコピー用） 1 台 |

そのほか、シリアル入出力機構、多重入出力機構、GP-IB 接続機構、汎用デジタル入出力機構等のインターフェースボードを若干増強した。尚、アンテナ棟・研究棟間の伝送回線は、既設 RS-232C シリアル回線用光ファイバと光モデムを利用した。

4.2 アンテナ制御

今回改修した部分は、図5に示す「器差補正部機能ブロック図」中の中枢をなす部分である。各部の働きについて記述する。

(1) インターフェース

局運用管制装置、アンテナ管制卓、主反射鏡駆動制御部、副反射鏡駆動制御部、及びマスタコリメータ駆動制御架とは、RS-232C シリアルインタフェースとなっており、信号入力部ではシリアル/パラレル変換を、信号出力部ではパラレル/シリアル変換する。

標準時刻設備からの実時刻（UT）は、IRIG-B コード入力であり、時刻コード変換部にてBCD コードに変換する。

S 帯受信装置からの AGC 信号は、フォトカプラインタフェースで TTL パラレル信号として入力する。

(2) アンテナ駆動モード切り替え

局運用管制装置またはアンテナ管制卓からの制御信号により、プログラム追尾モード、スレーブ追尾モード、オート追尾モード及びマニュアルモードのアンテナ駆動モードの切り替えを行い、該当する駆動指令値を主反射鏡駆動制御部へ送出する。

1) プログラム追尾モード

プログラム追尾に先だち、アンテナ予報値（プログラム予報データ）が局運用管制装置より入力されており、ハードディスクに格納されている。このデータは、①予報 AOS 時刻及びその時の角度予報、②最大仰角時刻及びその時の角度予報、③予報 LOS 時刻及びその時の角度予報、④1 分間隔のプログラム追尾予報時刻とその時の角度予報より構成されてい

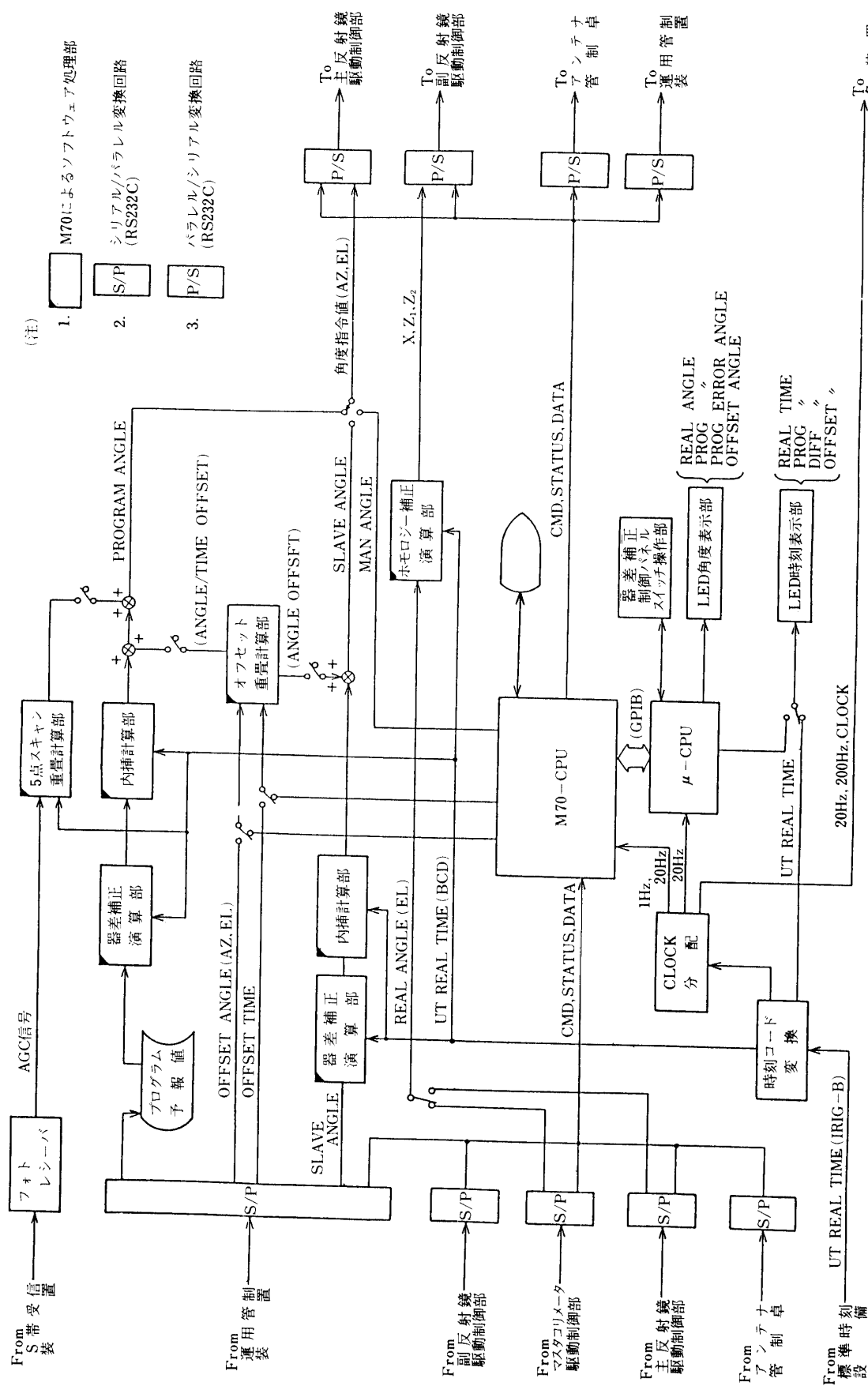


図5 器差補正部機能ブロック図

る。

プログラム追尾開始前には、上記の予報データより、アンテナのケーブル巻き取り状態を考慮したアンテナ待ち受け角度を決定する。

プログラム追尾中は、アンテナ予報値（プログラム予報データ）をアンテナ運用計画に基づいて順次ディスクより呼び出し、器差補正項を重畳した後、内挿計算により 50 ms 毎の駆動指令信号として所定の時刻に主反射鏡駆動制御部へ送出する。また同時にホモロジー補正を重畳した 1 秒毎の副反射鏡駆動制御信号を、副反射鏡駆動制御部へ送出する。

2) スレーブ追尾モード

局運用管制装置より入力されるスレーブ追尾データは、原則として 10 秒間隔で順次送出させてくるが、器差補正部では、同一タイムタグのデータは後から送られてきたものを優先して使用する。

3) オート追尾モード

このオート追尾モード時には、アンテナ駆動制御は、主反射鏡駆動制御部にて行う。器差補正部では、副反射鏡に対するホモロジー補正処理のみを行う。

4) マニュアルモード

局運用管制装置またはアンテナ管制卓から入力される、マニュアル指令値を主反射鏡駆動制御部へ送出する。また、副反射鏡に対するホモロジー補正処理も行う。

(3) アンテナ器差補正処理

プログラム指令値またはスレーブ指令値を基に、アンテナ固有の器差補正項を算出し、指令値に重畳させる。

器差補正部では、AZ-EL マウントにおける主反射鏡の軸ずれ誤差を次式により補正する。

$$\begin{aligned} \Delta \overline{AZ} = & B1 \cdot \sin AZ \cdot \tan EL - B2 \cdot \cos AZ \cdot \tan EL \\ & + A1 \cdot \tan EL + A2 \cdot \sec EL + A3 \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \Delta \overline{EL} = & B1 \cdot \cos AZ + B2 \cdot \sin AZ + B3 \cdot \cos EL \\ & + B4 + B5 \cdot \sin EL \end{aligned} \quad (2)$$

ここで、

A 1 : AZ, EL 両軸の非直交度 (CCW 側に倒れて+)

A 2 : EL 軸とアンテナビーム方向との非直交度 (SKEW)
(CCW 側に倒れて+)

A 3 : AZ バイアス

B 1 : 鉛直度 N-S (ピッチ) 方向 (北に倒れて+)

B 2 : 鉛直度 E-W (ロール) 方向 (東に倒れて+)

B 3 : たわみ -1 (ビームが DOWN 方向にたわんで+)

B 4 : EL バイアス

B 5 : たわみ -2 (ビームが DOWN 方向にたわんで+)

$$\Delta AZ = \Delta \overline{AZ} + A \cdot \cos (64 \cdot (AZ + \Delta \overline{AZ})) + B \cdot \sin (64 \cdot (AZ + \Delta \overline{AZ})) \quad (3)$$

ここで、

$$\begin{aligned} A = & -0.0000896 \sin (\Delta \overline{AZ}) - 0.0003105 \cos (\Delta \overline{AZ}) \\ & + 0.0001676 \end{aligned}$$

$$B = -0.0009939 \sin(\Delta \overline{AZ}) + 0.0004224 \cos(\Delta \overline{AZ}) \\ - 0.0004807$$

$$\Delta EL = \Delta \overline{EL}$$

(4)

以上より器差補正処理は、(3)(4)式より

$$(\text{AZ 指令値}) = (\text{AZ データ}) + \Delta \text{AZ}$$

$$(\text{EL 指令値}) = (\text{EL データ}) + \Delta \text{EL}$$

となる。

なお、器差補正係数 A1～A3, B1～B5 は、CRT 装置より、パラメータとして入力可能である。

(4) ホモロジー補正処理

器差補正部では、アンテナの EL 方向駆動によるホモロジー補正処理を次式(1)～(3)により行なう。

$$Z1 = \sqrt{(A \cdot A + B \cdot B)} - (L1 + L6) \quad (1)$$

$$Z2 = \sqrt{(C \cdot C + D \cdot D)} - (L4 + L5) \quad (2)$$

$$X = X^* - L2 \cdot \sin \psi^* \quad (3)$$

ここで、

$$A = L3 (1 - \cos \psi^*) + L1 \cdot \sin \psi^*$$

$$B = L1 \cdot \cos \psi^* + L3 \cdot \sin \psi^* + L6 + Z^* - L2 (1 - \cos \psi^*)$$

$$C = L3 (1 - \cos \psi^*) + L4 \cdot \sin \psi^*$$

$$D = L4 \cdot \cos \psi^* - L3 \cdot \sin \psi^* + L5 + Z^* - L2 (1 - \cos \psi^*)$$

$$X^* = A1 \cdot \sin EL + A2 \cdot \cos EL + A3$$

$$Z^* = A4 \cdot \sin EL + A5 \cdot \cos EL + A6$$

$$\psi^* = A7 \cdot \sin EL + A8 \cdot \cos EL + A9$$

(A1～A9 及び L1～L6 は定数)

上記(1)～(3)式が、副反射駆動制御部への指令角度信号となる。

尚、ホモロジー補正係数 A1～A9 及び L1～L6 は、CRT 装置より、パラメータとして入力可能である。

(5) 5点スキャン処理

プログラム追尾中に、スキャン ON 信号により、5点スキャンを開始する。

これは、あらかじめ指示された一定の予報軌道に対し、図6及び図7に示すようなスキャンを重畳し、各点での AGC レベルを測定することにより、予報軌道の真値からの誤差を求めようとする方式である。

本スキャンにおいて、スキャン・ステップ幅 ($\Delta \theta$) 及びスキャン・インターバル時間 (T) は、CRT 装置よりパラメータとして設定可能である。1回の5点スキャンにより、5点でのインターバル T (秒) 毎の AGC レベルが求まる。このデータを基に AZ・EL 各軸毎にスキャン角度誤差を算出し、局運用管制装置及び CRT 装置に出力する。

一連の5点スキャンモードは、スキャン OFF 信号が入力されるまで、繰り返し連続的に実行する。

(6) オフセット重畳処理

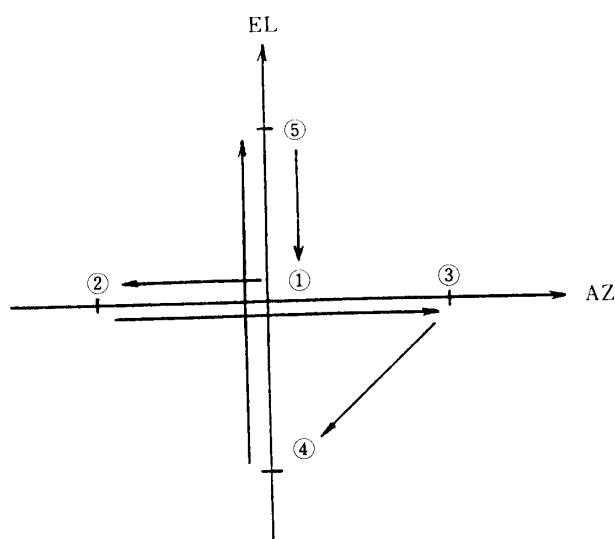
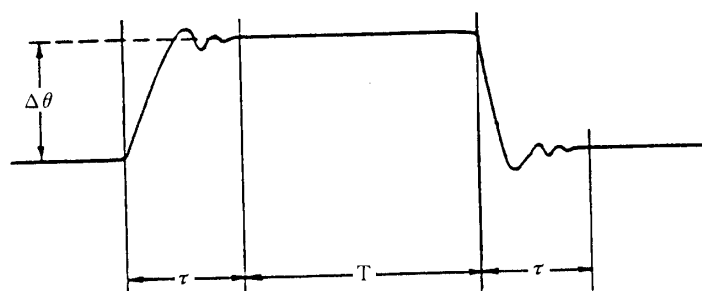


図6 5点スキャンパス



$\Delta\theta$: スキャン・ステップ幅(deg)
 T : スキャン・インターバル(sec)
 $(\tau$: スキャン移動過渡時間)

図7 スキャンパラメータの定義

オフセットには、角度オフセットと時刻オフセットの2種類があり、局運用管制装置または、器差補正部から設定する。

1) 角度オフセット

プログラム追尾，スレーブ追尾モードに対し有効で，角度指令値に対し， ± 9.999 (deg) の範囲でオフセットの設定が可能である。

2) 時刻オフセット

プログラム追尾モードに対してのみ有効で，角度指令値に付加されている時刻に対し， ± 59 分 59 秒の範囲でオフセットの設定が可能である。

(7) 内挿計算処理

アンテナ予報値（プログラム予報値）は，10 秒から 60 秒の任意間隔のデータであり，スレーブ指令値は 10 秒間隔（データ伝送遅延により長くなることもある）のデータである。これらの角度データからアンテナ駆動制御指令値信号として，2 点間のデータを基に内挿計算

により、50 ms 単位の角度指令値を生成する。

(8) 時刻コード変換とクロック分配

標準時刻設備より入力される実時刻は、IRIG-B タイムコードであり、これを BCD コードに変換する。同時にこれと同期したクロック（20 Hz, 200 Hz）を生成し、これを各装置に分配して、システム基準クロックとする。

但し、今回の改修でこの IRIG-B タイムコードに同期したクロックを制御用計算機でタイミングをチェックし、ある範囲を逸脱したままである時は、計算機内部クロックで代用するように変更し、システムダウンを防止する。

4.3 新システムの機能

(1) アンテナの多目的運用機能

「さきがけ」「すいせい」などの衛星追尾モードのほかに、局運用管制装置とは独立にアンテナの多目的利用ができる観測運用モードを追加した。

但し、アンテナの操作方法は衛星追尾モードと同一とし、誤操作等を極力なくするようにする一方、(3)項で述べるアンテナ運用計画の作成方法も同一方法とした。

また、アンテナ予報値計算系サブシステム（ISSOP）及び大型計算機の伝送系を全く変更せずに、（真北を0（deg）とし、CW 方向を+、CCW 方向を-の定義した時）新システムにおいて、-90～450（deg）の AZ 駆動値に自動変換できるようにした。

(2) アンテナ予報値のデータ・チェック機能

今回の改修においては、既設の再送機能を利用し、前もってアンテナ予報値を局運用管制装置よりアンテナ制御側計算機へ手動送出できるようにもした。

アンテナ制御側計算機にて伝送エラーを検出した時は、伝送終了時に局運用管制装置からの伝送確認の問い合わせに対し、伝送エラーがあった旨のメッセージを送出する手順とした。

データ伝送エラーが発生した時の処置は従来と同様とし、操作員がアンテナ予報値を再送出するか、計算機ハードウェアを点検すべきかを判断する半自動システムのままとした。

アンテナ予報値の伝送エラーに対する対策としては、局運用管制装置側でパリティビットを付加した。アンテナ制御側では、受信データ数のみでなくパリティビットチェックのほか、データ内容についても文字データ・チェック、リミット・チェック、時系列間隔チェック及び角度間隔チェックも実施することにした。この局運用管制装置→アンテナ制御計算機への伝送フォーマットを図8に、予報値チェック結果の処置を表1に示す。

(3) 運用計画によるアンテナ運用機能

新システムでは、運用計画によるアンテナの運用を基本とした。運用計画の観測開始/終了時刻には、アンテナ予報値の AOS/LOS 時刻がデフォルト値として自動設定されるが、位意に再設定できるようにした。運用時刻の再設定は、いつでも可能であるため（但し、予報値受信を除く）、運用スケジュールの急な変更にも対処できる。

さらに、アンテナ運用計画の編集画面を2分割し、アンテナ予報値のイベント時刻を上半分の画面でスクロール表示した。下半分の画面は、運用計画を入力する画面とし、上半分の画面とは独立にサイクリックに使用できるようにした。このような画面制御により、作業効率の向上と誤入力の防止をはかった。

この機能を充実させるため、4衛星を1週間追尾できるアンテナ予報値計28ファイルを格

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------------|------------------|---|------------------|---|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-----------------------------------|--|----|----|--|--|--|--|--|--|-----|--|--|--|--|--|------------|--|------------------|-------------|----|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|----|----|--|
| MSB | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | LSB | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | 17 | 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | 25 | 26 | | | | | | | | | | | | | | | | | 29 | 30 | 31 | |
| 開始 符 号 | 制 御 種 別 | 制 御 項 目 | | 付 加 情 報 | | 衛星名 * (EBCDIC CODE、 10文字固定長、 余白はスペース) | | | | | | | | | | | | | | | | バス番号 * (EBCDIC CODE 8文字固定長) | | | | | | | | | | | | | | | | ア キ | | 終 了 符 号 | B C C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 00 | 01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | * | * | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

但し、B C Cは偶数パリティ (JIS C6360) とする。
(a) データ伝送開始メッセージ伝送フォーマット

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|------------------|------------------|------------------|--------------|--------------|--------------|----------------|--------------|--------------|------------|-----------|----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| MSB | | | | | | | | | | LSB | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 | 8 | 11 | 12 | 15 | 16 | 19 | 20 | 21 | 22 | 25 | 26 | 28 | 29 | 30 | 31 | |
| 開始 符号 | 制 御 種 別 | 制 御 項 目 | 付 加 情 報 | 予報／指令 データ | | | オフセット指令 データ | | | ア キ | 終了符号 ＊ | B C C ＊ | | | | | | | | | | |
| | | | | 時 刻 | A Z 値 | E L 値 | 時 間 | A Z 値 | E L 値 | | | | | | | | | | | | | |
| 00 | 01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

但し、B C Cは偶数パリティ (JIS C6360) とする。
(b) アンテナ予報値伝送フォーマット

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|------------------|------------------|------------------|--|---|---|---|--|--|-----|---------------------------------|--|--|----|----|--|--|------------|----|----------|-------------|
| MSB | | | | | | | | | | LSB | | | | | | | | | | | |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 | 8 | | | 17 | 18 | | | 25 | 26 | | | 29 | 30 | 31 | |
| 開始符 号 | 制 御 種 別 | 制 御 項 目 | 付 加 情 報 | 衛星名 (EBCDIC CODE、 10文字固定長、 余白はスペース) | | | | | | | バス番号 (EBCDIC CODE 8文字固定長) | | | | | | | ア キ | | 終了符 号 | B C C |
| 00 | 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

但し、B C Cは偶数パリティ (JIS C6360) とする。
(c) アンテナ追尾情報伝送フォーマット *

図8 局運用管制装置→アンテナ制御計算機への伝送フォーマット例
(*:今回の改修で、変更・追加した部分) 尚、これ以外の伝送フォーマットについては、変更・追加をしていない。

納・管理できるようにしたほか、1つのアンテナ予報値ファイルを最大6分割できるようにした。

例えば、図9に示すように複数衛星を連続追尾する場合、任意に観測開始時刻・観測終了時刻を設定することにより、あるパスを3つに分割している。この運用計画画面の表示フォーマットを図10に示す。

(4) 保守データ作図機能

今回、追加した機能の1つに保守データ作図機能がある。この保守データ作図機能には、アンテナ追尾誤差電圧およびアンテナ和パターンの作図機能があり、結果をハードコピーでできるようにした。

アンテナ追尾誤差電圧およびアンテナ和パターンの作図機能共、各々の作図に必要なデータを取得するため、アンテナ駆動指令値を自動設定の上、制御部に自動送出する。

このアンテナ追尾誤差電圧およびアンテナ和パターンの作図フォーマットを図11に示す。

(5) アンテナ任意駆動試験機能

表1. アンテナ予報値伝送チェック結果の処理

| No. | 項 目 | 規 格 値 | エラーの処置（器差補正架計算機側） |
|-----|---|--|--|
| 1 | パリティチェック | 偶数パリティ | CRT にエラーメッセージを表示し，局運用管制装置に「受取不良」を通知。 器差補正架計算機側では，このパスデータを登録しない。 |
| 2 | 予報データ リミット チェック 通算日：d 時：h 分：m 秒：s AZ角(deg) EL角(deg) | $1 \leq d \leq 366$ $0 \leq h \leq 23$ $0 \leq m \leq 59$ $0 \leq s \leq 59$ $0 \leq AZ \leq 360$ $0 \leq EL \leq 90$ | 同 上 |
| 3 | 予報時刻 データ間隔 チェック ΔT | $0 \leq \Delta T \leq 2 \text{ 分}$ | 同 上 |
| 4 | 予報角度 データ間隔 チェック ΔAZ 角(deg) ΔEL 角(deg) | $0 \leq \Delta AZ \leq 3$ $0 \leq \Delta EL \leq 3$ | CRT に警告メッセージを表示。 器差補正架計算機側では，このパスデータを登録する。（操作員の判断でこのパスデータを使用するか否かを決定する） |

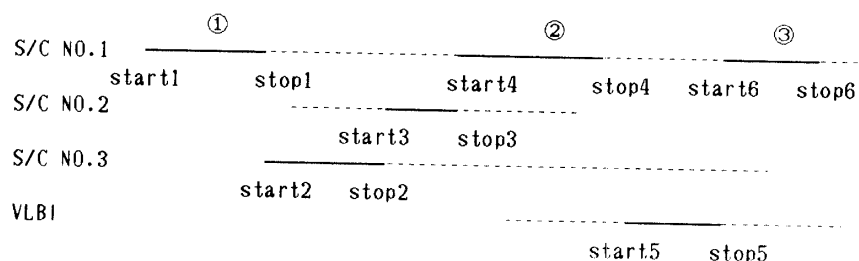


図9 バスデータに対する観測開始時刻・観測終了時刻の設定
 ———：追尾（観測）部分
 -----：追尾（観測）しない部分

このアンテナ任意駆動試験機能には，局運用管制装置から伝送されたアンテナ予報値データと全く同様な形式でCRTからデータ入力できる機能，追尾（観測）開始・終了時刻の再設定等を行う機能及びこのデータを使用してアンテナ任意駆動試験を実行する機能がある。

このアンテナ任意駆動試験機能のアンテナ駆動データ入力フォーマットを図12に示す。

4.4 データの流れとタスク間インターフェース

(1) データの流れ

新システムの角度データ・予報データの流れを図13に示す。

(2) 外部装置との入出力関係

外部装置との入出力関係を表2に示す。

新システムでは，シリアル・GPIB・汎用デジタル機構の各入出力インターフェースがあ

| *** MAKE A PASS SCHEDULE *** | | | | | | |
|------------------------------|----------|---------------|--------------|--------------|--------------|--|
| S/C NAME | PASS NO | START TIME | STOP TIME | PRED AOS | PRED LOS | |
| S/C NO.1 | YYMMDDXX | ①DDD HH:MM:SS | DDD HH:MM:SS | DDD HH:MM:SS | DDD HH:MM:SS | |
| | | ②DDD HH:MM:SS | DDD HH:MM:SS | DDD HH:MM:SS | DDD HH:MM:SS | |
| | | ③DDD HH:MM:SS | DDD HH:MM:SS | DDD HH:MM:SS | DDD HH:MM:SS | |
| S/C NO.3 | YYMMDDXX | DDD HH:MM:SS | DDD HH:MM:SS | DDD HH:MM:SS | DDD HH:MM:SS | |
| S/C NO.2 | YYMMDDXX | DDD HH:MM:SS | DDD HH:MM:SS | DDD HH:MM:SS | DDD HH:MM:SS | |
| VLBI | YYMMDDXX | DDD HH:MM:SS | DDD HH:MM:SS | DDD HH:MM:SS | DDD HH:MM:SS | |

(登録済みのアンテナ予報値 パス情報表示領域)

PLEASE INPUT(S/C NAME,PASS NO) ==> S/C NO.1,YYMMDDXX ** NOTE **

PLEASE INPUT START TIME1 DDD,HH,MM,SS ==> ① N:undefined

PLEASE INPUT STOP TIME1 DDD,HH,MM,SS ==> DDD,HH,MM,SS ①

PLEASE INPUT START TIME2 (undefined) ==> DDD,HH,MM,SS ②

PLEASE INPUT STOP TIME2 (undefined) ==> DDD,HH,MM,SS ②

PLEASE INPUT START TIME3 (undefined) ==> DDD,HH,MM,SS ③

PLEASE INPUT STOP TIME3 (undefined) ==> DDD,HH,MM,SS ③

PLEASE INPUT START TIME4 (undefined) ==>

PLEASE INPUT(S/C NAME,PASS NO) ==> N

(アンテナ運用計画 入力領域)

PLEASE SELECT (1:REGISTER,0:CANCEL) ==>1

*** INPUTTED DATA HAVE BEEN REGISTERED ***

図10 パス管理表示画面とアンテナ運用計画入力画面フォーマット
(上半分がパス管理表示領域, 下半分が運用計画入力領域)
尚, ①～③は, 図9のS/C No. 1の3分割した運用計画に対応する

るが, 各時刻に対応した入出力データを各タスク間の連携をとりながら, ソフトウェア・テーブルを介して入出力する方式とした。

(3) シリアル回線入出力処理

シリアル回線入出力インターフェースを表3に示す。局運用管制装置からの入力以外は, すべて定周期であるため, 表4に示す入出力処理テーブルに従って処理する形態とした。

(4) タスク間インターフェース

新システムのタスク間インターフェースを図14に示す。

図14における下記の基本タスクを, 外部(時刻)割り込みで動作させ, 外部装置とのデータ伝送も, 定周期的におこなう。

- ① 定周期入出力タスク (20 Hz ごとに起動): シリアル回線の入出力制御
- ② 状態管理タスク (5 Hz ごとに起動): 外部装置との入出力データの作成
- ③ GP-IB 入出力タスク (2 Hz ごとに起動): 器差補正架の制御データの入出力
- ④ 内挿計算タスク (1 Hz ごとに起動): アンテナ駆動指令値の作成

4.5 新システムの制限事項

次に新システムの制限事項について記載する。

(1) 局運用管制装置とのインターフェース関連項目

- ① アンテナ予報値の時刻間隔は, 10 秒から60 秒の等間隔である。
- ② アンテナ予報値の1パスの最長時間は, 24 時間である。
- ③ 局運用管制装置からのデータを受信できない下記の時間帯があり, 局運用管制装置に

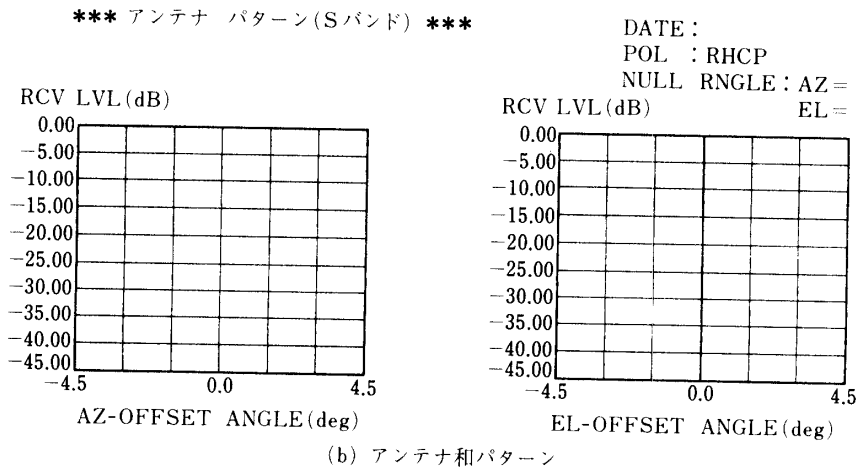
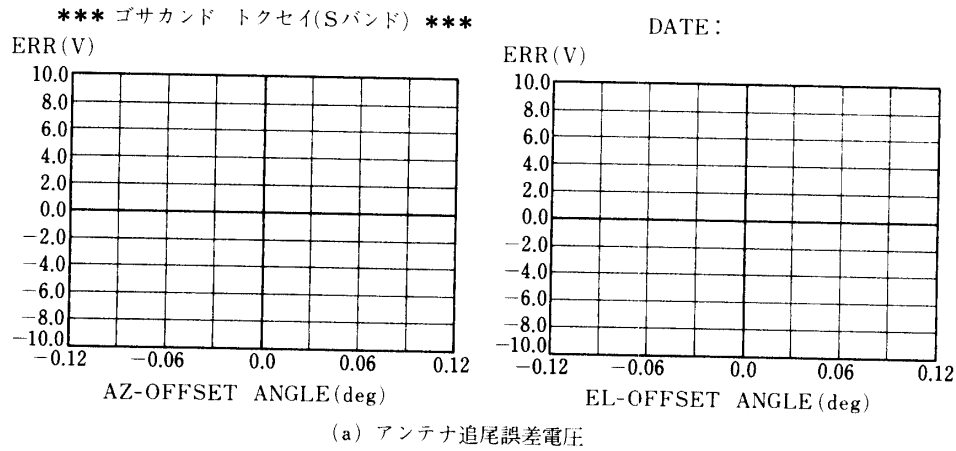


図 11 アンテナ追尾誤差電圧とアンテナ和パターンの作図フォーマット

| < GROUP CODE > | | | | < ITEM CODE > | | | < ADDITIONAL INFORMATION > | | |
|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|-------------|----------------|----------------------------|--------------|------------------|
| 001:PREDICTION DATA | | | | 001:AOS | | | DAY OF YEAR | | |
| SATL NAME : SSSSSSSSSS | | | | 002:PEAK(EL) | | | DAY OF YEAR | | |
| PASS : PPPPPPPP | | | | 003:LOS | | | DAY OF YEAR | | |
| | | | | 004:PREDICTION DATA | | | DAY OF YEAR | | |
| | | | | 005:DATA QUANTITY | | | DATA QUANTITY | | |
| GR. CODE nnnn | ITEM CODE nnnn | ADD -INF X...X | TIME hh:mm :ss | Az ANGLE | EL ANGLE | OFFSET TIME | OFFSET Az | OFFSET EI | DATA INTERVAL |
| | | | | | | | | | |

図 12 アンテナ任意駆動試験機能のデータ入力フォーマット

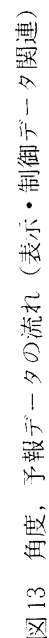


表 2. 外部装置との入出力関係

| 入出力 I / F 名 | 外 部 装 置 (図13で使用する装置の略号) | 入出力(周期) | MELCOM 70 側 テーブル名 |
|-----------------|----------------------------|-----------|----------------------|
| G P I B | 器差補正架制御部 (ECCR 2) | ← (2 Hz) | JE CR |
| | | → (2 Hz) | IE CR |
| 汎用デジタル 入出力機構 | 器差補正架制御部受信機装置 (ECCR 2) | ← (1 Hz) | JALL |
| | 局運用管制装置 (OPCONT) | → (5 Hz) | IALL |
| シ リ ア ル | 主反射鏡制御部 (MRCONT) | ← (20 Hz) | JMRC |
| | | → (20 Hz) | IMRC |
| | 副反射鏡制御部 (SRCONT) | ← (1 Hz) | JSRC |
| | | → (1 Hz) | ISRC |
| | マスタコリメータ駆動制御部 (COLIM) | | |
| | | → (5 Hz) | ICLM |
| | 局運用管制装置 (OPCONT) | ← (1 Hz) | JOPC |
| | | → (不 定) | IOPC |
| | アンテナ管制卓 (ANTCSL) | ← (5 Hz) | JACC |
| | | → (5 Hz) | IACC |

表 3. シリアル回線入出力インターフェース

| 外 部 装 置 | MELCOM 70 へのシリアル入力 | | MELCOM 70 からのシリアル出力 | |
|-----------|--------------------|---------|---------------------|---------|
| | 転送速度(bps) | 周期 (Hz) | 転送速度(bps) | 周期 (Hz) |
| 主反射鏡制御部 | 9600 | 20 | 9600 | 20 |
| 副反射鏡制御部 | 2400 | 1 | 2400 | 1 |
| マスタコリメータ部 | 9600 | 5 | — | — |
| アンテナ管制卓 | 4800 | 5 | 4800 | 5 |
| 局運用管制装置 | 4800 | 非同期 | 4800 | 1 |

対し、応答できない。

操作員が、アンテナ保守グラフ作成開始指令を出してから約 10 秒間、及び、アンテナ任意駆動試験開始指令を出してから約 20 秒間（1 分間隔の予報データ 1 時間分の場合）は、応答できない。但し、この状態をブレイクしたい時は、ファンクションキーを押して開始指令を取り消すことができる。

(2) アンテナ運用に関する制限事項

- ① アンテナ予報値は、パス毎に管理され、最大 28 パスまで保持できる。

表4. シリアル回線入出力処理テーブル(定周期)

| 時間* | 第1Gr | 第2Gr | 第3Gr | 第4Gr | 第5Gr | 第6Gr | 第7Gr |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|
| 50 ms | IMRC | | | | | IACC | JMRC |
| 100 ms | IMRC | | | | ISRC | JOPC | JMRC |
| 150 ms | IMRC | | JACC | | | | JMRC |
| 200 ms | IMRC | | ICLM | | | | JMRC |
| 250 ms | IMRC | | | | | | JMRC |
| 300 ms | IMRC | | | | | IACC | JMRC |
| 350 ms | IMRC | | JACC | | | | JMRC |
| 400 ms | IMRC | | ICLM | | | | JMRC |
| 450 ms | IMRC | | | | | | JMRC |
| 500 ms | IMRC | | | | | IACC | JMRC |
| 550 ms | IMRC | | JACC | JSRC | | | JMRC |
| 600 ms | IMRC | | ICLM | | | | JMRC |
| 650 ms | IMRC | | | | | | JMRC |
| 700 ms | IMRC | | | | | IACC | JMRC |
| 750 ms | IMRC | | JACC | | | | JMRC |
| 800 ms | IMRC | | ICLM | | | | JMRC |
| 850 ms | IMRC | | | | | | JMRC |
| 900 ms | IMRC | | | | | IACC | JMRC |
| 950 ms | IMRC | | JACC | | | | JMRC |
| 1000 ms | IMRC | | ICLM | | | | JMRC |

尚、IMRC、JMRC等の略記号は、表2のテーブル名に対応している。

*印：正秒からの時間(秒)を示す。

② アンテナ保守グラフ作成およびアンテナ任意駆動試験の開始指令を出すと、指令によるアンテナ駆動データも1パスとして扱われる。

③ 登録されているアンテナ予報値ファイルが、管理テーブルから除去される条件は次の通りであり、局運用管制装置からのアンテナ予報値伝送の度にチェックされる。

a. ディスクに格納できるパスの最大個数28を越えた時、追尾(観測)開始時刻が古いパスから除去する。

b. アンテナ予報値のLOS時刻が実時刻と比較して1時間以上経過した場合、そのパスデータを除去する。

④ アンテナ予報値を局運用管制装置から受信している時は、アンテナ運用計画を作成(追尾(観測)開始・終了時刻の設定する)できない。

また、アンテナ運用計画の作成作業中にアンテナ予報値受信が開始された場合、未登録のアンテナ運用計画はキャンセルされる。

- ⑤ アンテナ予報値1パスあたりの最大分割数は、6である。
- ⑥ AZ・EL方向の最大移動速度は、0.3(deg/s)である。
- ⑦ AZ方向の駆動範囲は、真北を0(deg)とし、CW方向を+、CCW方向を-と定義した時、-90~450(deg)の範囲である。

4.6 既設機能の移行について

(1) 既設機能のメニュー化

今回のシステム改修では、すべてCRTのメニュー画面より各機能を起動できるようにした。このメニュー項目を下記のように定義し、メニュー画面を図15に示す。

| ***** | | F1 : MENU | ***** |
|--------------------------------|---|----------------------------------|-------|
| <MENU-NO> | | | |
| 01 | : | MAKE A SCHEDULE OF PASS | |
| 02 | : | START MAINTENANCE CHECK | |
| 03 | : | START TEST DRIVE | |
| 04 | : | KISA HOSEI COEFFICIENT INPUT | |
| 05 | : | HOMOLOGY HOSEI COEFFICIENT INPUT | |
| 06 | : | OVER RANGE VALUE INPUT | |
| 07 | : | REAL ANGLE ALARM VALUE INPUT | |
| 08 | : | 5 POINTS SCAN PARAMETER INPUT | |
| 09 | : | PRINT OUT PREDICTION ANGLE DATA | |
| 10 | : | PRINT OUT ANTENNA TRACKING DATA | |
| ***** PLEASE SELECT MENU NO. ! | | | |
| MENU NO. = | | | |

図15 CRTメニュー画面

- メニュー No. 1: 運用計画を入力するモード
- メニュー No. 2: アンテナ保守グラフ作成のための試験開始モード
- メニュー No. 3: アンテナ任意駆動開始モード
- メニュー No. 4: 器差補正定数入力モード
- メニュー No. 5: ホモロジー補正定数入力モード
- メニュー No. 6: オーバーレンジしきい値入力モード
- メニュー No. 7: 実角度アラームしきい値入力モード
- メニュー No. 8: 5点スキャンパラメータ入力モード
- メニュー No. 9: アンテナ予報値プリント出力モード
- メニュー No. 10: アンテナ駆動データのプリント出力モード

この内、メニュー項目1~3項は今回の改修で新設された機能であり、4~10項は既設機能を移行した部分である。尚、今回追加した観測運用モードは、アンテナ運用計画上、衛星追尾モードと同様に取り扱うため、新しい項目としていない。

(2) 既設機能のメニュー画面からの実行

ここで、既設機能をメニュー画面から実行する操作方法について記述する。

1) 定数入力モード

既設機能を移行したメニュー項目4~10項の内、4~8項は、64mφアンテナの制御用定数を入力するモードであるため、パスワードをキーイン後、定数入力が可能なようにした。この画面の表示フォーマットを図16に示す。

```

*** PLEASE SELECT MENU NO. !
MENU NO. = 00
PLEASE INPUT PASSWORD ! 00000000
*** NO. X YYYYYYYYYY COEFFICIENT INPUT ***
A1 = 9.99999999 : NEW DATA = 00000000

以下、メニュー No.4~8に応じた 制御用定数の表示及び設定
(システムより、順に聞いてくるので答える形式を取っている)

```

図16 定数入力モードのCRT表示フォーマット

もし、CR キーだけ入力した時やパスワード一致しなかった時はメニュー番号に対応する定数を表示するだけで、その値を変更できないようにして、データ破壊工作を防止する。

2) アンテナ予報値プリント出力モード

メニュー9項目のアンテナ予報値プリント出力モードを選択し、CRTに衛星名・パス番号を入力すると、アンテナ機器室タイプライタに出力させる。今回の改修では、アンテナ棟と研究棟間の既設RS-232Cシリアル回線の伝送レートの制約により、アンテナ棟側機器室タイプライタに出力する変則システムとなった。

このモードの出力フォーマットを図17に示す。

```

***** PROGRAM PREDICTION ANGLE DATA ***** DATE(JST) 'YY/MM/DD hh:mm PAGE 99

SATELLITE NAME : XXXXXXXXXXXX
PASS NO. : P P P P P P
TIME( UT )      ANGLE
D: H: M: S      AZ(DEG) EL(DEG)
ddd:hh:mm:ss    aaa.aaaa ee.eeee

```

図17 アンテナ予報値プリント出力フォーマット

```

***** ANTENNA TRACKING DATA ***** DATE(JST) 'YY/MM/DD hh:mm PAGE 999

TIME( UT )      REAL ANGLE      PROGRAM ANGLE      ANGLE OFFSET      TIME OFFSET      MODE
H: M: S          AZ(DEG) EL(DEG)  AZ(DEG) EL(DEG)    AZ(DEG) EL(DEG)    M: S
ddd hh:mm:ss    aaa.aaaa ee.eeee   aaa.aaaa ee.eeee   ±a.aaa ±e.eee     ±mm:ss      xxxx

```

図18 アンテナ駆動データのプリント出力フォーマット

3) アンテナ駆動データのプリント出力モード

10項目のアンテナ駆動データのプリント出力モードを選択し、CRTに開始指令・取り込み時間間隔を入力すると、アンテナ機器室タイプライタに出力される。

また、プリント出力を停止する場合も同様にCRTに終了指令を入力する。

このモードの出力フォーマットを図18に示す。

5. システム改修に伴う関連設備の改修

5.1 局運用管制装置側のインターフェース変更

今回のシステム改修に伴うアンテナ制御側と局運用管制装置との間のインターフェースの改造は、必要最小限にとどめた。

アンテナ予報値の伝送フォーマットは、伝送データ長を変更せずに、送出時のフォーマットのみを変更した。伝送開始メッセージに衛星名・パス番号を追加したほか、パリティを付加して送出するように変更した。但し、アンテナ予報値がすでに送出済みの場合、追尾10分前に追尾情報のみを伝送するフォーマットは、新規に設定した。詳細な伝送フォーマットは、4.3節の図8を参照下さい。

一方、アンテナ制御側から局運用管制装置への伝送フォーマットは変更せず、アンテナ予報値伝送確認用フォーマットも既設のフォーマットをそのまま流用した。

5.2 局運用管制装置側のソフトウェア改修

今回の改造では、アンテナ予報値を「前もって手動送出しておくか」、「追尾直前にシステム側ソフトにより自動送出するか」を操作員の判断にまかせるという前提で、局運用管制装置側のソフトウェア改修を検討した。

具体的には、アンテナ予報値を局運用管制装置よりアンテナ制御側計算機へ送出する機能は、既設の再送機能を利用し、既設RS-232Cビットシリアル・インターフェース経由にてアンテナ予報値を局運用管制装置よりアンテナ制御側計算機へ、任意の時に送出できるようにする一方、送出後のアンテナ予報値管理画面のステータス項目にSEND表示をする程度の改造にとどめた。一方、局運用計画に基づいて運用する場合は、アンテナ予報値を送出済みか否かをチェックし、送出済みの場合は運用開始10分前からのアンテナ予報値の送出タスクを起動せず、追尾情報のみを伝送するようにした。

また、アンテナ側よりの伝送エラーコードを受信した場合は、伝送エラーがあった旨のメッセージをCRT表示する。アンテナ予報値の伝送エラーを検出した時の処置は、局運用管制装置側のコンセプトを受け継ぎ、操作員がハードエラーでないことを確認の上、該当ファイルを再送出する方式とした。

今回のアンテナ制御側のシステム改修に伴う局運用管制装置側のソフトウェア改造を画面表示や予報値の送出タスク起動条件等必要最小限にとどめたが、ソフトウェアの相互関係や影響を検討したため、既設ソフトウェアの約1/3を検討することになった。

また、アンテナ予報値のサブファイルからメインファイル（ドップラ補正周波数ファイルの作成）への加工転送ソフトウェアは、現用局運用管制用計算機の処理能力を考慮して、リアルタイム処理に変更せず、現状のままとした。衛星管制ソフトウェアについても、テレメータのビットレート増加や処理機能拡充に伴うシステム改造にせまられた場合、ハード

－ 臼田宇宙空間観測所 －

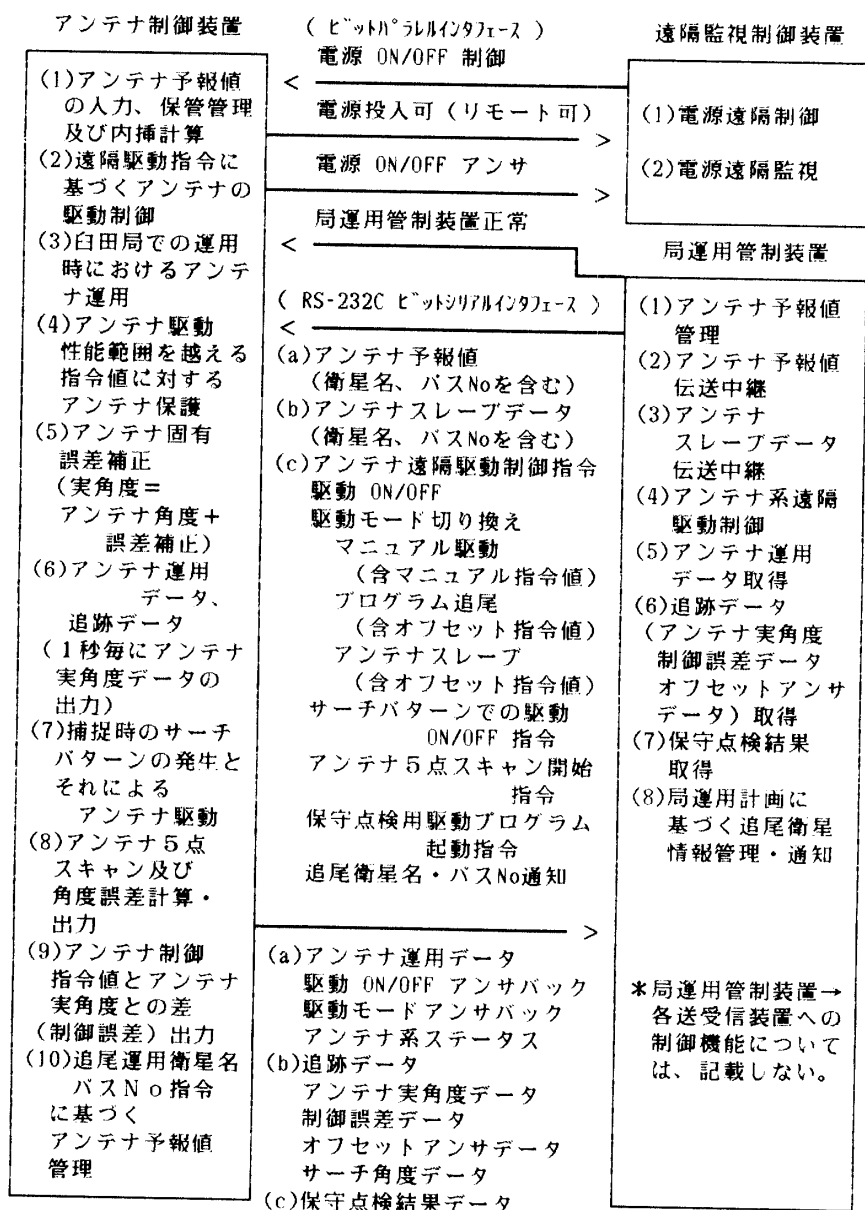


図19 局運用管制装置、遠隔監視制御装置及びアンテナ制御装置の機能分担とインタフェース

ウェアの処理能力に余裕があるか検討すべきであると考えられる。このような問題を避けるには、「システムを決定する時は、明確なコンセプトを持って設計し、拡張余裕があるシステム構成にすべきである。」と今回のシステム改修を通して痛切に感じた。

さらに、駒場（昭和63年度からは、相模原：以下同様）－臼田間のデータ回線が使用できない場合や駒場深宇宙管制センターが稼働できない場合を想定し、臼田局・駒場局にてデータのMTセーブ・リストアできる機能を追加した。これは、局運用管制装置のディスクに約13時間分の局運用データ・距離変化率計測データしか格納できないため、MTに待避してお

き、後日再生する機能である。但し、既設のデータ再送機能には、データ圧縮転送機能はないため、MT 待避量が増大した時の再送時間の設定が課題である。

以上より、局運用管制装置、遠隔監視制御装置及びアンテナ制御装置の機能の機能分担とソフトウェア上のインターフェースは、図19のようになる。

5.3 定周波定電圧電源系統の負荷変更

臼田局では、定周波定電圧電源（以下 CVCF と記す）装置からの電力を長時間の停電で復旧が困難になる機器に供給し、他の機器へは自動電圧調整（以下 AVR と記す）装置からの電力を供給する系になっていた。

しかしながら、少々の瞬時停電の度に「さきがけ」「すいせい」の運用を停止したり、中断できる状況でなく、突然の局運用停止がこれら人工惑星の生死さえ左右する場合さえ有り得る現実である。

そこで、CVCF 装置のバッテリー容量から最大供給電力を算出し、長時間の停電で復旧が困難になる機器のほか、瞬時停電により衛星運用に支障をきたす機器も CVCF 電源系統に接続変更した。特に、受信機系では、校正装置以外の機器電源を CVCF 装置経由の電源供給に変更し、瞬時停電時での受信機の LOCK OFF 時間を激減させるべく検討した。しかし、CVCF 装置経由の電源供給系統の送電容量と回線数に制限があったため、各機器の使用電力を勘案しながら、機器の配電系統全体を大幅に変更することになった。電源系統変更後の電源供給系統図を図20に示す。

さらに、非常用発電設備の使い方も再検討し、暴風雨時に停電になった場合にアンテナを安全な位置に移動させるだけでなく、停電時に CVCF 装置をバックアップできるように機能を拡張した。

臼田局で商用電源停電による VCB インターロック動作後に商用側から非常用発電装置側に移行する負荷の電力を算定する一方、全負荷投入が可能な非常用発電装置であるかも調査した。（負荷投入シーケンスが、順次投入シーケンスになっていないため、全負荷投入にならざるを得ない。）

幸い、臼田局に設置されていた非常用発電装置は、施設課の配慮で、標高1500mの高地で十分な出力を出せ、且つ負荷投入率の高い一軸式オープンサイクル式ガスタービン発電装置が導入されていた。このガスタービン発電装置の負荷を再調査したところ、現状設備の場合、商用電源停電時でも空中線電力20kWまでは、強風でアンテナ駆動電力が極端に増大しない限り、緊急オペレーションが可能であろうと推定できた。その後、施設課立会いのもとで、模擬停電をつくって非常用発電装置を動作させ、5 m/s 程度の風速条件下で大電力増幅装置の出力20kWをダミーロードに注入できる電力を発電可能であることを確認した。

しかし、アンテナ系及び送信設備系電源は CVCF 装置化されず、一時的に人工惑星との通信が途絶するため、運用上の注意が必要である。

また、施設課の協力を得て、上記の停電対策の負荷変更と時期を同じくして、標準時刻設備室の空調設備を電源確立後、無故障を確認した後に自動起動できるようにシーケンスを変更した。

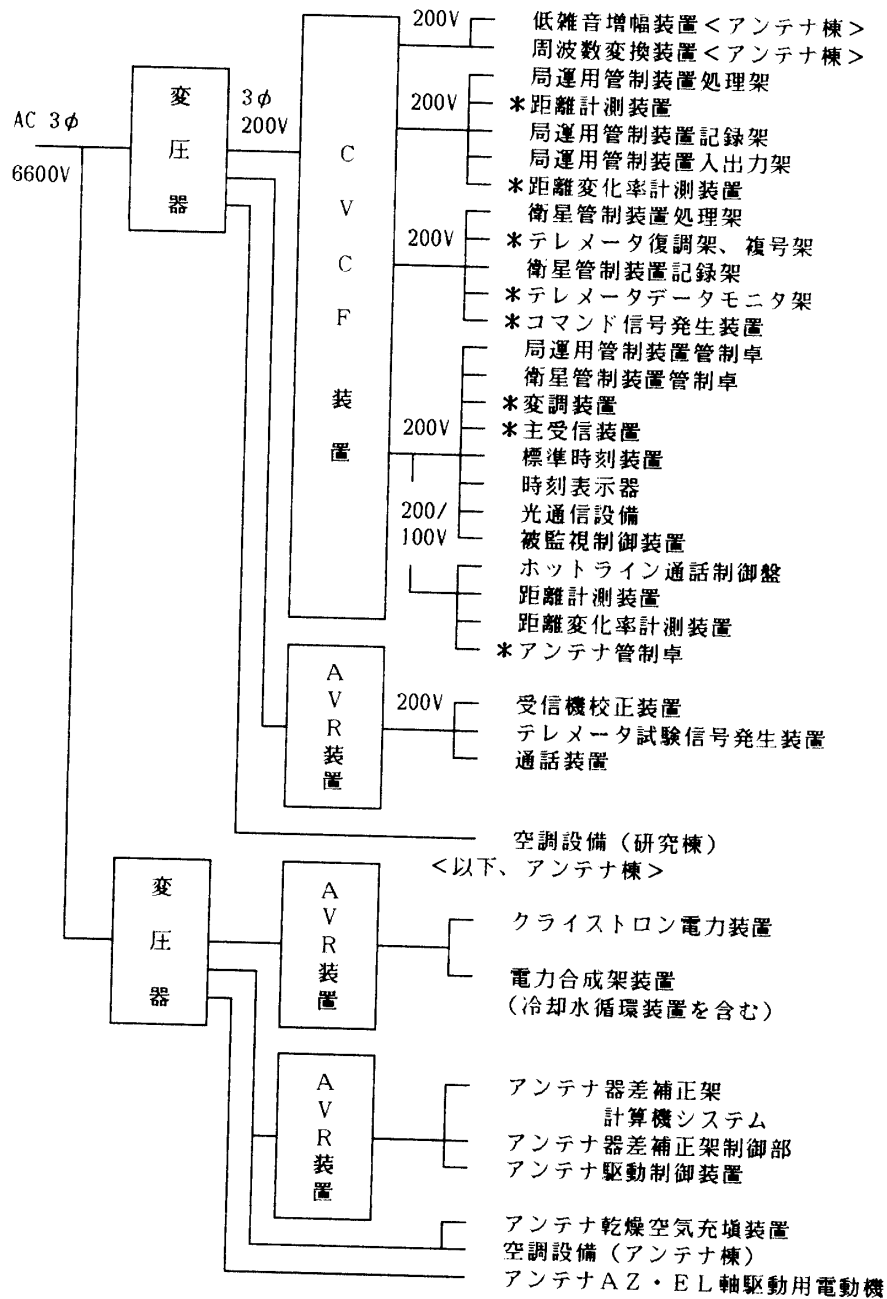


図20 電源供給系統図
（電源系統変更後の研究棟負荷を詳細記述；*印変更分）

6. 新システムの運用

6.1 新システムへの切り替え

新システムへの切り替えにあたり、各種の試験及び検査を昭和62年11月下旬に実施した。そして、新システムによる運用を62年12月1日より開始した。その後、現在まで運用上のトラブルもなく、連日「さきがけ」「すいせい」との交信をはじめ、VLBI観測等に活躍して

いる。

6.2 新システムの運用

今回のシステム改修により、旧システムと運用方法が一変したのは、アンテナ予報値の伝送タイミングである。旧システムにおいては、ほとんど追尾10分前に伝送していたが、新システムにおいては、「さきがけ」「すいせい」のアンテナ予報値を前日もしくはそれ以前に局運用管制装置から伝送しておき、アンテナ運用計画の追尾開始・終了時刻を再設定し、自動運用に入る運用形態が一般的になってきている。また、新システムにはアンテナ伝送時のデータチェック機能があるため、データ時刻の逆転等の伝送エラーに起因するアンテナ制御の不具合はまったく発生していない。

また、観測運用モード（アンテナを局運用管制装置と独自に運用するモード）を追加し、スペース VLBI 等の多目的利用に活用している。旧システムでは、駒場にて複数目標のアンテナ予報値を1ファイルに合成して伝送するため、観測計画の変更が不可能であった。しかし、新システムでは、複数目標のアンテナ予報値を1ファイルにした形でも、各目標に対応する複数アンテナ予報値ファイルの形でも観測運用が可能であり、複数ファイルの場合は、アンテナ運用計画で任意に運用設定でき、かつ観測時間の急な変更も可能である。

アンテナ制御システムについて、計算機ハードウェア・ソフトウェア共、相当変更したため操作方法是、旧システムとは一変した。旧システムは、局運用管制装置から伝送されるアンテナ予報値に基づいてアンテナを駆動制御するだけの機能しか持たなかったが、新システムにおいては、衛星追尾運用や各種の観測運用のほか、追尾データの取得並びに保守データ作図機能やアンテナ任意駆動試験機能も追加し、制御機能のチェックに活用している。

しかし、アンテナ棟側プリンタには既設の低速タイプライタ装置、アンテナ棟・研究棟間の伝送回線には既設 RS-232C シリアル回線用光ファイバと光モデムを流用することになったため制約が生じた。たとえば、アンテナ予報値のプリント出力はアンテナ棟側のタイプライタのみに出力されるとか、研究棟側 CRT（グラフィック兼用タイプの CRT）とアンテナ棟側コンソール兼用の CRT が同一型式でないため、入力方法も異なる点等の制約がある。

6.3 新システムの運用例

(1) オペレータ・インタフェースと操作性の向上

アンテナ運用を柔軟にでき、かつ操作性の向上もはかるため、操作用 CRT 画面に表示させる内容を精選し、階層構造を持つメニュー選択&ファンクションキー方式を採用した。このメニューからは、項目番号をキー入力して詳細メニューに入り、メニュー内容に従ってキー入力操作やファンクションキー操作により各種の機能を動作できるようにした。

さらに、アンテナ運用計画を編集する画面を上下に2分割し、ファンクションキー操作で格納されているアンテナ予報値のイベント情報部分をスクロールさせたうえ、アンテナ運用計画を編集する下半分の部分は、上半分の画面とは独立にサイクリックに表示・入力できるようにした。

また、アンテナ運用計画の修正・編集作業も容易で、アンテナ予報値受信以外は、いつでも修正・編集可能であるため、運用スケジュールの変更にも対応でき、柔軟なアンテナ運用を行うことができるようになった。

これらの機能を利用し、アンテナを多目的に活用しようとする試みが増加している。

(2) 「さきがけ」「すいせい」追尾の運用例

「さきがけ」「すいせい」等の複数衛星を連続追尾する場合、登録されたパスデータに対し、追尾開始時刻・観測終了時刻を自由に再設定できるようになったため、衛星運用のスケジュール変更も自在にでき、衛星運用が楽になった。

表5のスケジュールに従い、9月16日に局運用装置からアンテナ制御側計算機に9月17日～19日のアンテナ予報値ファイルを転送し、正常に格納された後にアンテナ運用計画を作成していく状況を図21に示す。図21の操作方法是、次の通りである。

1) アンテナ運用計画を作成する。

① メニュー画面において、メニュー No. =1を選択する。

② 現在ディスクに格納されている衛星のアンテナ予報データより、追尾開始時刻の早い順に衛星名・パス No.・追尾（観測）開始時刻・追尾（観測）終了時刻・AOS 時刻・LOS 時刻が表示される。

③ 衛星名・パスNo.をキー入力する。

④ 追尾（観測）開始時刻・追尾（観測）終了時刻を再設定する。

以下、各衛星毎に表5のスケジュールに沿ったアンテナ運用計画を入力し、登録する。

2) 入力したデータをチェックし、次の場合は、エラーメッセージを表示し、再入力を促す。

① 1パスについて、入力された追尾（観測）開始時刻・追尾（観測）終了時刻が下記の条件を満足しない時。

② パスとパスとの運用時間が重なるように入力された時。

図21「5) アンテナ運用計画立案後」の運用スケジュールを、図示すると図22のようになる。但し、START TIME, STOP TIME が表5のトラッキング・スケジュールと必ずしも

| *** MAKE A PASS SCHEDULE *** | | | | | | |
|------------------------------|----------|--------------|--------------|--------------|----------|---------|
| S/C NAME | PASS NO | START TIME | STOP TIME | PRED AOS | PRED LOS | |
| MS-T5 | 87091601 | 259 20: 4:32 | 259 23:27:18 | 259 20: 4:32 | 260 | 6:48:32 |
| PLANET-A | 87091601 | 259 23:27:18 | 260 8:37:18 | 259 23:27:18 | 260 | 8:37:18 |
| MS-T5 | 87091701 | 260 20: 5:33 | 260 23:29:35 | 260 20: 5:33 | 261 | 6:47:33 |
| PLANET-A | 87091701 | 260 23:29:35 | 261 8:36:35 | 260 23:29:35 | 261 | 8:36:35 |
| PLANET-A | 87091801 | 261 23:31:53 | 262 8:35:53 | 261 23:31:53 | 262 | 8:35:53 |

** NOTE ** N:undefined

PLEASE INPUT(S/C NAME,PASS NO) ==>

1) アンテナ運用計画立案前

| *** MAKE A PASS SCHEDULE *** | | | | | | |
|------------------------------|----------|--------------|--------------|--------------|----------|---------|
| S/C NAME | PASS NO | START TIME | STOP TIME | PRED AOS | PRED LOS | |
| MS-T5 | 87091601 | 259 20: 4:32 | 259 23:27:18 | 259 20: 4:32 | 260 | 6:48:32 |
| PLANET-A | 87091601 | 259 23:27:18 | 260 8:37:18 | 259 23:27:18 | 260 | 8:37:18 |
| MS-T5 | 87091701 | 260 20: 5:33 | 260 23:29:35 | 260 20: 5:33 | 261 | 6:47:33 |
| PLANET-A | 87091701 | 260 23:29:35 | 261 8:36:35 | 260 23:29:35 | 261 | 8:36:35 |
| PLANET-A | 87091801 | 261 23:31:53 | 262 8:35:53 | 261 23:31:53 | 262 | 8:35:53 |

** NOTE ** N:undefined

PLEASE INPUT(S/C NAME,PASS NO) ==> PLANET-A,87091601
 PLEASE INPUT START TIME1 259,23,27,18 ==> 260,3,45,18
 PLEASE INPUT STOP TIME1 260, 8,37,18 ==>
 PLEASE INPUT START TIME2 (undefined) ==>
 PLEASE INPUT(S/C NAME,PASS NO) ==> MS-T5,87091601
 PLEASE INPUT START TIME1 259,20, 4,32 ==>
 PLEASE INPUT STOP TIME1 259,23,27,18 ==> 260,3,30,32
 PLEASE INPUT START TIME2 (undefined) ==>
 PLEASE INPUT(S/C NAME,PASS NO) ==> N
 PLEASE SELECT (1:REGISTER,0:CANCEL) ==> 1

2) 運用計画入力 (9月17日の「すいせい」「さきがけ」の順に入力)

| *** MAKE A PASS SCHEDULE *** | | | | | | |
|------------------------------|----------|--------------|--------------|--------------|----------|---------|
| S/C NAME | PASS NO | START TIME | STOP TIME | PRED AOS | PRED LOS | |
| MS-T5 | 87091601 | 259 20: 4:32 | 260 3:30:32 | 259 20: 4:32 | 260 | 6:48:32 |
| PLANET-A | 87091601 | 260 3:45:18 | 260 8:37:18 | 259 23:27:18 | 260 | 8:37:18 |
| MS-T5 | 87091701 | 260 20: 5:33 | 260 23:29:35 | 260 20: 5:33 | 261 | 6:47:33 |
| PLANET-A | 87091701 | 260 23:29:35 | 261 8:36:35 | 260 23:29:35 | 261 | 8:36:35 |
| PLANET-A | 87091801 | 261 23:31:53 | 262 8:35:53 | 261 23:31:53 | 262 | 8:35:53 |

** NOTE ** N:undefined

PLEASE INPUT(S/C NAME,PASS NO) ==> PLANET-A,87091701
 PLEASE INPUT START TIME1 260,23,29,35 ==> 261,3,45,35
 PLEASE INPUT STOP TIME1 261, 8,36,35 ==>
 PLEASE INPUT START TIME2 (undefined) ==>
 PLEASE INPUT(S/C NAME,PASS NO) ==> MS-T5,87091701
 PLEASE INPUT START TIME1 260,20, 5,33 ==>
 PLEASE INPUT STOP TIME1 260,23,29,35 ==> 261,3,30,33
 PLEASE INPUT START TIME2 (undefined) ==>
 PLEASE INPUT(S/C NAME,PASS NO) ==> N
 PLEASE SELECT (1:REGISTER,0:CANCEL) ==> 1

3) 運用計画入力 (9月18日の「すいせい」「さきがけ」の順に入力)

```

*** MAKE A PASS SCHEDULE ***
S/C NAME  PASS NO  START TIME  STOP TIME  PRED AOS  PRED LOS
MS-T5      87091601  259 20: 4:32  260  3:30:32  259 20: 4:32  260  6:48:32
PLANET-A    87091601  260  3:45:18  260  8:37:18  259 23:27:18  260  8:37:18
MS-T5      87091701  260 20: 5:33  261  3:30:33  260 20: 5:33  261  6:47:33
PLANET-A    87091701  261  3:45:35  261  8:36:35  260 23:29:35  261  8:36:35
PLANET-A    87091801  261 23:31:53  262  8:35:53  261 23:31:53  262  8:35:53

** NOTE ** N:undefined
PLEASE INPUT(S/C NAME,PASS NO) ==> PLANET-A,87091801
PLEASE INPUT START TIME1  261,23,31,53 ==> 262,3,15,53
PLEASE INPUT STOP TIME1  262, 8,35,53 ==>
PLEASE INPUT START TIME2  (undefined) ==>
PLEASE INPUT(S/C NAME,PASS NO) ==> N

PLEASE SELECT (1:REGISTER,0:CANCEL) ==> 1

```

4) 運用計画入力 (9月19日の「すいせい」を入力)

```

*** MAKE A PASS SCHEDULE ***
S/C NAME  PASS NO  START TIME  STOP TIME  PRED AOS  PRED LOS
MS-T5      87091601  259 20: 4:32  260  3:30:32  259 20: 4:32  260  6:48:32
PLANET-A    87091601  260  3:45:18  260  8:37:18  259 23:27:18  260  8:37:18
MS-T5      87091701  260 20: 5:33  261  3:30:33  260 20: 5:33  261  6:47:33
PLANET-A    87091701  261  3:45:35  261  8:36:35  260 23:29:35  261  8:36:35
PLANET-A    87091801  262  3:15:53  262  8:35:53  261 23:31:53  262  8:35:53

** NOTE ** N:undefined
PLEASE INPUT(S/C NAME,PASS NO) ==>

```

5) アンテナ運用計画立案後

図21 パス管理表示画面とアンテナ運用計画入力画面例
(上半分がパス管理表示領域, 下半分が運用計画入力領域)

< 1 > 9月17日のアンテナ運用スケジュール

「さきがけ」
 <MS-T5> AOS 259 20:04:32 LOS 260 06:48:32
 870916-01 START 259 20:04:32 STOP 260 03:30:32
 「すいせい」
 <PLANET-A> AOS 259 23:27:18 LOS 260 08:37:18
 870916-01 START 260 03:45:18 STOP 260 08:37:18

< 2 > 9月18日のアンテナ運用スケジュール

「さきがけ」
 <MS-T5> AOS 260 20:05:33 LOS 261 06:47:33
 870917-01 START 260 20:05:33 STOP 261 03:30:33
 「すいせい」
 <PLANET-A> AOS 260 23:29:35 LOS 261 08:36:35
 870917-01 START 261 03:45:35 STOP 261 08:37:35

< 3 > 9月19日のアンテナ運用スケジュール

「さきがけ」
 <MS-T5> 未受信のため計画立案不可
 「すいせい」
 <PLANET-A> AOS 261 23:31:53 LOS 262 08:35:53
 870918-01 START 262 03:15:53 STOP 262 08:35:53

図22 バスデータに対する観測開始時刻・観測終了時刻の設定
 ————：追尾（観測）部分
 -----：追尾（観測）しない部分

表5. 昭和62年9月期「さきがけ」「すいせい」
 トラッキング・スケジュール(抜粋)

| 月 日 | 曜 | 「さきがけ」 | 「すいせい」 | 備 考 |
|-------|---|---------------|------------------------|--------------------------|
| 9月13日 | 日 | | | 左記の時刻は、JST 表示である。 |
| 9月14日 | 月 | 8:00 - 12:30 | 12:45 - 16:30 | |
| 9月15日 | 火 | 8:00 - 12:30 | 12:45 - 16:30 | α 印： α 角修正 |
| 9月16日 | 水 | 8:00 - 12:30 | α 12:45 - 16:30 | |
| 9月17日 | 木 | 8:00 - 12:30 | 12:45 - 16:30 | * 印：レンジング |
| 9月18日 | 金 | 8:00 - 12:30 | 12:45 - 16:30 | |
| 9月19日 | 土 | *8:00 - 12:00 | *12:15 - 16:30 | |
| 9月20日 | 日 | | | |

一致しない理由は、アンテナ制御用計算機を常時アイドリング運転し、運用時間の変更にいつでも対処できるようにしているためである。尚、実際のアンテナ駆動は、セフティキーをドライブ側に切り替えた後、アンテナ AZ・EL 軸駆動スイッチをドライブ側にセットして、はじめて可能となる。

このアンテナ運用計画に基づいて、実際に「さきがけ」「すいせい」を追尾し、所定の観測データを取得したほか、9月16日には、「すいせい」の高利得アンテナのデスパン制御系 α 角（太陽 - 「すいせい」 - 地球のなす角）の設定値を修正した。

尚、表5のトラッキング・スケジュールでは、日本標準時（JST）を使用し、図21の運用計画入力画面では、世界標準時（UTC）を使用している。これは、操作員の依頼や出張処理

及び臼田局の警備依頼・宿泊施設の運用等の事務も、このトラッキング・スケジュールを元に作成されるため、事務手続き上の混乱を招かないようにしているためである。このため、臼田局で運用計画を作成する段階で、世界標準時（UTC）に変換して入力している。

(3) VLBI 観測時の運用例

VLBI 実験については、1985 年 11 月に米国ジェット推進研究所（以下 JPL と記す）より共同実験の申し入れがあり、1986 年春より JPL・東京天文台野辺山宇宙電波観測所・郵政省電波研究所と共に実験の準備をし、1986 年 7～8（第一期）と 1987 年 1 月（第二期；この時はスペース VLBI 実験）の 2 回にわたって実施され、成功裏に終了した。VLBI 実験の詳細報告は電子通信学会での報告（1987. 8. 20 A・P87-64 [7], 65 [8], 66 [9]）を参照して頂き、本報告では、この VLBI 実験を実施するために改修した新システムの運用結果について報告する。

実は、今回の改修がこのスペース VLBI 実験を実施する上で必要不可欠な項目であったため、基本設計から改修終了まで約 8 カ月という、まさに時間との競争しながらの改修作業であった。

VLBI 実験では、数多くの電波源を時間と共に変更しながらアンテナを縦横に駆動制御する必要がある。しかも、同一の電波源を数度、時間を変えて観測する場合が多い。さらに目標の電波源のポインティングを実施後、電波源を観測し、観測終了と共に次の観測電波源方向へアンテナを移動させる必要があった。

今回の VLBI 実験では、観測する電波源と観測時間を前もって協議し、実験に臨んだので現地でのスケジュール変更はなかったが、各目標毎のアンテナ予報値ファイルがあれば、現地での観測スケジュールの変更も可能である。

VLBI 実験のアンテナ予報値は、すべて宇宙科学研究所（駒場）の軌道決定プログラム（ISSOP）系で計算し、衛星追尾用アンテナ予報値と同一の伝送ルートを使用してアンテナ側計算機まで伝送した。その後、アンテナ運用計画を作成し、自動運用に入った。そして、観測スケジュールに従って、観測目標のポインティングを実施後、電波源の観測に入った。1 つの電波源の観測が終了すると次の電波源（観測）方向へアンテナを自動的に移動させるという運用であった。但し、観測目標のポインティングの完全自動化はできず、アンテナ予報値にオフセット値を付加しながら、ポインティング精度を上げる必要があるため、操作員の技術に負う所も大きかった。

(4) 保守データ作図機能の操作例

今回の追加した保守データ作図機能は、アンテナ追尾誤差電圧およびアンテナ和パターンの作図機能があり、結果をハードコピーし、制御機能のチェックに役立てている。

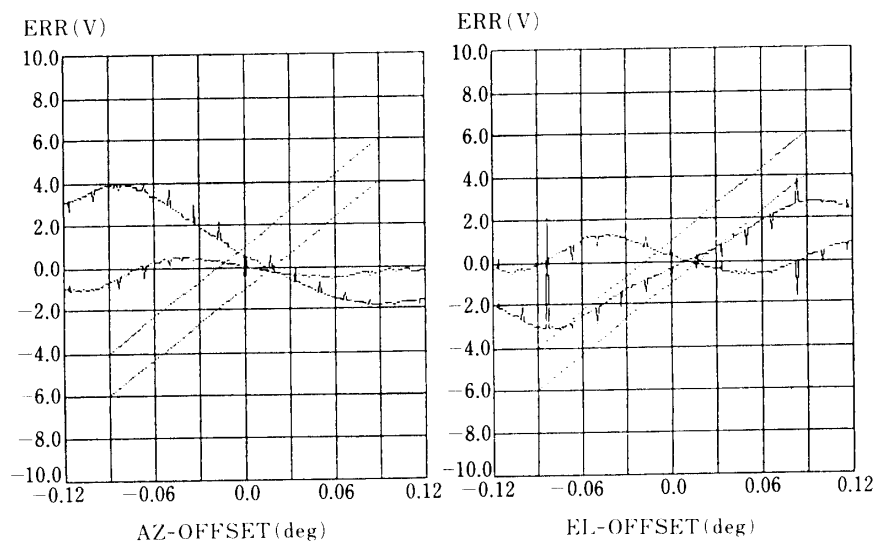
このアンテナ追尾誤差電圧およびアンテナ和パターンの作図機能で取得したデータ例を図 23 に示す。

(5) アンテナ任意駆動試験機能の操作例

このアンテナ任意駆動試験機能には、局運用管制装置から伝送されたアンテナ予報値データと全く同様な形式で CRT からデータ入力できる機能、追尾（観測）開始・終了時刻の再設定等を行う機能及びこのデータを使用してアンテナ任意駆動試験を実行する機能があり、メンテナンス時にも役立てている。

*** ゴサカンドトクセイ(Sバンド) ***

DATE 86/12/23



(a) アンテナ追尾誤差電圧

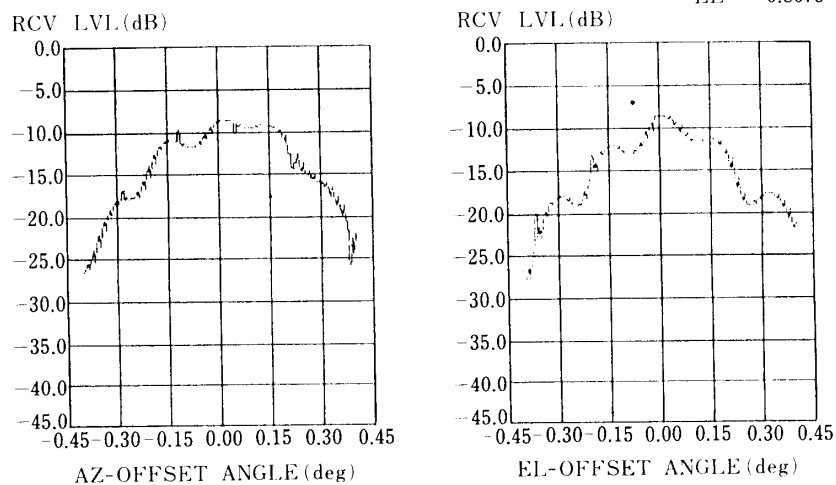
*** アンテナパターン(Sバンド) ***

DATE : 87/03/22

POL : RHCP

NULL ANGLE : AZ - 183.4095

EL - 6.8673



(b) アンテナ和パターン

図23 アンテナ追尾誤差電圧およびアンテナ和パターンの作図機能

このアンテナ任意駆動試験機能の設定画面例を図24に示す。

尚、このアンテナ任意駆動試験を実施する前に、駆動試験用のアンテナ予報値を作成しておく必要がある。この作成方法は、器差補正架計算機の汎用ソフトウェア（スクリーン・エディタ）を起動させ、図25のフォーマットに示す形式で駆動したいアンテナ角度指令値を

```

*****          F1 : MENU          *****
<MENU-NO.>
01 : MAKE A SCHEDULE OF PASS
02 : START MAINTENANCE CHECK
03 : START TEST DRIVE
04 : KISA HOSEI COEFFICIENT INPUT
05 : HOMOROOGY HOSEI COEFFICIENT INPUT
06 : OVER RANGE VALUE INPUT
07 : REAL ANGLE ALARM VALUE INPUT
08 : 5 POINTS SCAN PARAMETER INPUT
09 : PRINT OUT PREDICTION ANGLE DATA
10 : PRINT OUT ANTENNA TRACKING DATA

***** PLEASE SELECT MENU NO. !
MENU NO. = 3
*** TEST DRIVE ***

INPUT TEST DATA ( TEST00-TEST09 )
==> TEST04

```

図24 アンテナ任意駆動試験機能のデータ設定画面例

| < GROUP CODE > | | < ITEM CODE > | | < ADDITIONAL INFORMATION > | | | | | | |
|----------------------|-----------|----------------------|-----------|----------------------------|----------|--------|------|----|----|----------|
| 0001:PREDICTION DATA | | 0000: | | | | | | | | |
| SATL NAME : TEST22 | | 0001:AOS | | DAY OF YEAR | | | | | | |
| FATH : 198&1015 | | 0002:PEAK(EL) | | DAY OF YEAR | | | | | | |
| | | 0003:LOS | | DAY OF YEAR | | | | | | |
| | | 0004:PREDICTION DATA | | DAY OF YEAR | | | | | | |
| | | 0005:DATA QUANTITY | | DATA QUANTITY | | | | | | |
| GROUP CODE | ITEM CODE | ADD | TIME | AZ | EL | OFFSET | TIME | AZ | EL | INTERVAL |
| 0001 | 0000 | | | | | | | | | |
| 0001 | 0001 | 1030000 | 110:00:00 | 1300.0000 | 170.0000 | | | | | |
| 0001 | 0002 | 1030000 | 110:00:30 | 1300.0000 | 170.0000 | | | | | |
| 0001 | 0003 | 1030000 | 111:49:00 | 1300.0000 | 170.0000 | | | | | |
| 0001 | 0004 | 1030000 | 110:00:00 | 1300.0000 | 170.0000 | | | | | |
| 0001 | 0004 | 1030000 | 110:01:00 | 1300.0000 | 170.0000 | | | | | |
| 0001 | 0004 | 1030000 | 110:02:00 | 1300.0000 | 170.0000 | | | | | |
| 0001 | 0004 | 1030000 | 110:03:00 | 1300.0000 | 170.0000 | | | | | |
| 0001 | 0004 | 1030000 | 110:04:00 | 1300.0000 | 170.0000 | | | | | |
| 0001 | 0004 | 1030000 | 110:05:00 | 1300.0000 | 170.0000 | | | | | |
| 0001 | 0004 | 1030000 | 110:06:00 | 1300.0000 | 170.0000 | | | | | |
| 0001 | 0004 | 1030000 | 110:07:00 | 1300.0000 | 170.0000 | | | | | |
| 0001 | 0004 | 1030000 | 110:08:00 | 1300.0000 | 170.0000 | | | | | |
| 0001 | 0004 | 1030000 | 110:09:00 | 1300.0000 | 170.0000 | | | | | |
| 0001 | 0004 | 1030000 | 110:10:00 | 1300.0000 | 170.0000 | | | | | |
| 0001 | 0004 | 1030000 | 110:11:00 | 1300.0000 | 170.0000 | | | | | |

図25 アンテナ予報値の作成画面のハードコピー例

CRT より登録する。

この時、計算機のディスクファイル TEST01～TEST09 には、図25のフォーマットの基本形が登録されてあるので、該当ファイルに上記のアンテナ角度指令値が書き込まれる。

作成時の CRT 画面のハードコピーを図25に示す。

(6) 既設機能の操作例

メニュー項目4～10項の既設機能の操作例を図26～図32に示す。

1) メニュー項目 4項目「器差補正定数入力モード」の操作例を図26に示す。

- 2) メニュー項目 5項目「ホモロジー補正定数入力モード」の操作例を図27に示す。
 3) メニュー項目 6項目「オーバーレンジしきい値入力モード」の操作例を図28に示す。
 4) メニュー項目 7項目「実角度アラームしきい値入力モード」の操作例を図29に示す。
 5) メニュー項目 8項目「5点スキャンパス入力モード」の操作例を図30に示す。
 6) メニュー項目 9項目「アンテナ予報値プリント出力」の操作例を図31に示す。
 7) メニュー項目 10項目「アンテナ駆動データのプリント出力」の操作例を図32に示す。

```

          *****      F1 : MENU      *****
<MENU-NO.>
01 : MAKE A SCHEDULE OF PASS
02 : START MAINTENANCE CHECK
03 : START TEST DRIVE
04 : KISA HOSEI COEFFICIENT INPUT
05 : HOMOROGY HOSEI COEFFICIENT INPUT
06 : OVER RANGE VALUE INPUT
07 : REAL ANGLE ALARM VALUE INPUT
08 : 5 POINTS SCAN PARAMETER INPUT
09 : PRINT OUT PREDICTION ANGLE DATA
10 : PRINT OUT ANTENNA TRACKING DATA

***** PLEASE SELECT MENU NO. !
MENU NO. = 4
PLEASE INPUT PASSWORD !
*** NO. 5 KISAHOSEI COEFFICIENT INPUT ***
A1 = 0.00000000 : NEW DATA = .5
A2 = 0.00000000 : NEW DATA = .5
A3 = 0.00000000 : NEW DATA = .5
B1 = 0.00000000 : NEW DATA = .5
B2 = 0.00000000 : NEW DATA = .5
B3 = 0.00000000 : NEW DATA = .5
B4 = 0.00000000 : NEW DATA = .5
B5 = 0.00000000 : NEW DATA = .5
*** NO. 4 KISAHOSEI COEFFICIENT INPUT ***
A1 = 0.00000000 : NEW DATA = .5
A2 = 0.00000000 : NEW DATA = .5
A3 = 0.00000000 : NEW DATA = .5
B1 = 0.00000000 : NEW DATA = .5
B2 = 0.00000000 : NEW DATA = .5
B3 = 0.00000000 : NEW DATA = .5
B4 = 0.00000000 : NEW DATA = .5
B5 = 0.00000000 : NEW DATA = .5
*** COLLIMATER KISAHOSEI COEFFICIENT INPUT ***
C1 = 0.00000000 : NEW DATA = .5
C2 = 0.00000000 : NEW DATA = .5
C3 = 0.00000000 : NEW DATA = .5
C4 = 0.00000000 : NEW DATA = .5
C5 = 0.00000000 : NEW DATA = .5
C6 = 0.00000000 : NEW DATA = .5
C7 = 0.00000000 : NEW DATA = .5

```

① 入力


```

***** PLEASE SELECT MENU NO. !
MENU NO. = 4
PLEASE INPUT PASSWORD !
*** NO. 5 KISAHOSEI COEFFICIENT INPUT ***
A1 = 0.50000000 : NEW DATA = 0
A2 = 0.50000000 : NEW DATA = 0
A3 = 0.50000000 : NEW DATA = 0
B1 = 0.50000000 : NEW DATA = 0
B2 = 0.50000000 : NEW DATA = 0
B3 = 0.50000000 : NEW DATA = 0
B4 = 0.50000000 : NEW DATA = 0
B5 = 0.50000000 : NEW DATA = 0
*** NO. 4 KISAHOSEI COEFFICIENT INPUT ***
A1 = 0.50000000 : NEW DATA = 0
A2 = 0.50000000 : NEW DATA = 0
A3 = 0.50000000 : NEW DATA = 0
B1 = 0.50000000 : NEW DATA = 0
B2 = 0.50000000 : NEW DATA = 0
B3 = 0.50000000 : NEW DATA = 0
B4 = 0.50000000 : NEW DATA = 0
B5 = 0.50000000 : NEW DATA = 0
*** COLLIMATER KISAHOSEI COEFFICIENT INPUT ***
C1 = 0.50000000 : NEW DATA = 0
C2 = 0.50000000 : NEW DATA = 0
C3 = 0.50000000 : NEW DATA = 0
C4 = 0.50000000 : NEW DATA = 0
C5 = 0.50000000 : NEW DATA = 0
C6 = 0.50000000 : NEW DATA = 0
C7 = 0.50000000 : NEW DATA = 0

```

② 確認

図26 器差補正定数入力モード

| | |
|---|---|
| ***** PLEASE SELECT MENU NO. ! | ***** PLEASE SELECT MENU NO. ! |
| MENU NO. = 5 | MENU NO. = 5 |
| PLEASE INPUT PASSWORD ! | PLEASE INPUT PASSWORD ! |
| *** HOMOLGY HOSEI COEFFICIENT INPUT *** | *** HOMOLGY HOSEI COEFFICIENT INPUT *** |
| A1 = -39.17300000 : NEW DATA = .5 | A1 = 0.50000000 : NEW DATA = 0 |
| A2 = 77.68900000 : NEW DATA = .5 | A2 = 0.50000000 : NEW DATA = 0 |
| A3 = -10.96200000 : NEW DATA = .5 | A3 = 0.50000000 : NEW DATA = 0 |
| A4 = 21.69000000 : NEW DATA = .5 | A4 = 0.50000000 : NEW DATA = 0 |
| A5 = 1.14000000 : NEW DATA = .5 | A5 = 0.50000000 : NEW DATA = 0 |
| A6 = -52.73000000 : NEW DATA = .5 | A6 = 0.50000000 : NEW DATA = 0 |
| A7 = -0.31100000 : NEW DATA = .5 | A7 = 0.50000000 : NEW DATA = 0 |
| A8 = -0.19800000 : NEW DATA = .5 | A8 = 0.50000000 : NEW DATA = 0 |
| A9 = 0.44400000 : NEW DATA = .5 | A9 = 0.50000000 : NEW DATA = 0 |
| L1 = 747.50000000 : NEW DATA = .5 | L1 = 0.50000000 : NEW DATA = 0 |
| L2 = 2467.00000000 : NEW DATA = .5 | L2 = 0.50000000 : NEW DATA = 0 |
| L3 = 1000.00000000 : NEW DATA = .5 | L3 = 0.50000000 : NEW DATA = 0 |
| L4 = 747.00000000 : NEW DATA = .5 | L4 = 0.50000000 : NEW DATA = 0 |
| L5 = 105.00000000 : NEW DATA = .5 | L5 = 0.50000000 : NEW DATA = 0 |
| L6 = 105.00000000 : NEW DATA = .5 | L6 = 0.50000000 : NEW DATA = 0 |

① 入力

② 確認

図27 ホモロジー補正定数入力モード

```

*****          F1 : MENU          *****
<MENU-NO.>
01 : MAKE A SCHEDULE OF PASS
02 : START MAINTENANCE CHECK
03 : START TEST DRIVE
04 : KISA HOSEI COEFFICIENT INPUT
05 : HOMOROGY HOSEI COEFFICIENT INPUT
06 : OVER RANGE VALUE INPUT
07 : REAL ANGLE ALARM VALUE INPUT
08 : 5 POINTS SCAN PARAMETER INPUT
09 : PRINT OUT PREDICTION ANGLE DATA
10 : PRINT OUT ANTENNA TRACKING DATA

***** PLEASE SELECT MENU NO. !
MENU NO. = 6
PLEASE INPUT PASSWORD !
*** OVER RANGE VALUE INPUT ***
OVER RANGE (DEG) = 0.0000 : NEW DATA = 2.0
    ① 入力

***** PLEASE SELECT MENU NO. !
MENU NO. = 6
PLEASE INPUT PASSWORD !
*** OVER RANGE VALUE INPUT ***
OVER RANGE (DEG) = 2.0000 : NEW DATA =
    ② 確認

```

図28 オーバーレンジしきい値入力モード

```

***** PLEASE SELECT MENU NO. !
MENU NO. = 7
PLEASE INPUT PASSWORD !
*** REAL ANGLE ALARM VALUE INPUT ***
AZ (DEG/200MSEC) = 0.0000 : NEW DATA = 2.0
EL (DEG/200MSEC) = 0.0000 : NEW DATA = 2.0
    ① 入力

***** PLEASE SELECT MENU NO. !
MENU NO. = 7
PLEASE INPUT PASSWORD !
*** REAL ANGLE ALARM VALUE INPUT ***
AZ (DEG/200MSEC) = 2.0000 : NEW DATA =
EL (DEG/200MSEC) = 2.0000 : NEW DATA =
    ② 確認

```

図29 実角度アラームしきい値入力モード

```

***** PLEASE SELECTY MENU NO. !
MENU NO. = 8
PLEASE INPUT PASSWORD !
*** 5 POINT SCAN PARAMETER INPUT ***
SCAN STEP WIDTH (DEG) = 0.0000 : NEW DATA = 0.055
TIME INTERVAL (SEC)   = 0 : NEW DATA = 2
① 入力

```

```

***** PLEASE SELECT MENU NO. !
MENU NO. = 8
PLEASE INPUT PASSWORD !
*** 5 POINT SCAN PARAMETER INPUT ***
SCAN STEP WIDTH (DEG) = 0.5500 : NEW DATA =
TIME INTERVAL (SEC)   = 2 : NEW DATA =
② 確認

```

図30 5点スキャンパス入力モード

```

*****          F1 : MENU          *****
<MENU-NO.>
01 : MAKE A SCHEDULE OF PASS
02 : START MAINTENANCE CHECK
03 : START TEST DRIVE
04 : KISA HOSEI COEFFICIENT INPUT
05 : HOMOROgy HOSEI COEFFICIENT INPUT
06 : OVER RANGE VALUE INPUT
07 : REAL ANGLE ALARM VALUE INPUT
08 : 5 POINTS SCAN PARAMETER INPUT
09 : PRINT OUT PREDICTION ANGLE DATA
10 : PRINT OUT ANTENNA TRACKING DATA

***** PLEASE SELECT MENU NO. !
MENU NO. = 9
SATELLITE-NAME ==> TEST22
PASS-NO.       ==> 19861015

```

(a) アンテナ予報値プリントモード設定

```

*****          PROGRAM PREDICTION ANGLE DATA          *****
SATELLITE NAME : TEST22
PASS NO.       : 19861015

TIME( UT )          ANGLE
D: H: M: S          AZ(DEG)          EL(DEG)
300:10: 0: 0          300.0000          50.0000
300:10: 1: 0          301.0000          51.0000
300:10: 2: 0          302.0000          52.0000
300:10: 3: 0          303.0000          53.0000
300:10: 4: 0          304.0000          54.0000
300:10: 5: 0          305.0000          55.0000
300:10: 6: 0          306.0000          56.0000
300:10: 7: 0          307.0000          57.0000
300:10: 8: 0          308.0000          58.0000
300:10: 9: 0          309.0000          59.0000
300:10:10: 0          310.0000          60.0000

```

(b) アンテナ予報値プリント出力

図31 アンテナ予報値プリント出力例

```

*****          F1 : MENU          *****
<MENU-NO.>
01 : MAKE A SCHEDULE OF PASS
02 : START MAINTENANCE CHECK
03 : START TEST DRIVE
04 : KISA HOSEI COEFFICIENT INPUT
05 : HOMOROGY HOSEI COEFFICIENT INPUT
06 : OVER RANGE VALUE INPUT
07 : REAL ANGLE ALARM VALUE INPUT
08 : 5 POINTS SCAN PARAMETER INPUT
09 : PRINT OUT PREDICTION ANGLE DATA
10 : PRINT OUT ANTENNA TRACKING DATA

**** PLEASE SELECT MENU NO. !
MENU NO. = 10
*** DISPLAY ANGLE DATA ***
DISPLAY START OR STOP ( 1:START 0:STOP )
INPUT INTERVAL TIME (10SEC-3600SEC)
TIME = 0 : NEW DATA = 10

```

(a) アンテナ駆動データのプリント出力モード設定

```

*****          ANTENNA TRACKING DATA          *****
DATE(JST)      '86/10/27 23:58 PAGE 1

TIME( UT )      REAL ANGLE      PROGRAM ANGLE      ANGLE OFFSET      TIME OFFSET      MODE
H: M: S      AZ(DEG)  EL(DEG)  AZ(DEG)  EL(DEG)  AZ(DEG) EL(DEG)  M: S
印字開始 → 300 23:58:22  0.0000  0.0000  181.5000  46.5000  0.000  0.000  0: 0  MAN
                23:58:32  0.0000  0.0000  181.5000  46.5000  0.000  0.000  0: 0  MAN
                23:58:42  0.0000  0.0000  181.5000  46.5000  0.000  0.000  0: 0  MAN
                23:58:52  0.0000  0.0000  181.5000  46.5000  0.000  0.000  0: 0  MAN
                23:59: 2  0.0000  0.0000  181.5000  46.5000  0.000  0.000  0: 0  MAN
                23:59:12  0.0000  0.0000  181.5000  46.5000  0.000  0.000  0: 0  MAN
                23:59:22  0.0000  0.0000  181.5000  46.5000  0.000  0.000  0: 0  MAN
                23:59:32  0.0000  0.0000  181.5000  46.5000  0.000  0.000  0: 0  MAN
                23:59:42  0.0000  0.0000  181.5000  46.5000  0.000  0.000  0: 0  MAN
                23:59:52  0.0000  0.0000  181.5000  46.5000  0.000  0.000  0: 0  MAN
                301 0: 0: 2  0.0000  0.0000  181.5000  46.5000  0.000  0.000  0: 0  MAN
                0: 0:12  0.0000  0.0000  181.5000  46.5000  0.000  0.000  0: 0  MAN
                0: 0:22  0.0000  0.0000  181.5000  46.5000  0.000  0.000  0: 0  MAN
                0: 0:32  0.0000  0.0000  181.5000  46.5000  0.000  0.000  0: 0  MAN
                0: 0:42  0.0000  0.0000  181.5000  46.5000  0.000  0.000  0: 0  MAN
印字終了 →

```

(b) アンテナ駆動データのプリント出力

図32 アンテナ駆動データのプリント出力例

6.4 局運用管制側の運用

マン・マシン・インターフェースを考慮し、ほとんど操作方法を変えないで済む様にしたため、スムーズにシステム移行ができた。新システムに移行してから、アンテナ予報値を前もって送出しておくことが多くなった。予報値送出表示を追加したアンテナ予報値管理画面の例を図33に示す。

6.5 各サブ・システムとの連携運用結果

今回のシステム改修では、他のサブ・システムに対し、影響を与えないように配慮した。

アンテナ予報値計算系サブシステム（ISSOP）及び大型計算機伝送系システムを改修せず、アンテナの駆動範囲に合わせた AZ 値の自動換算機構を導入した。

また、アンテナ側計算機と局運用管制側計算機間で、アンテナ予報値伝送時と運用開始前に「衛星名+パス番号」と「追尾情報」の追加及び伝送時のパリティ情報を新たに付加する程度のフォーマット変更のみにとどめた。

```

*****
*
*                               ANTENNA PREDICTION
*
*  -MAIN FILE--++-PATH-----+-----AOS-----+-----LOS-----+-----PEAK EL-----+STATUS-----
*  <FILE-1>      880113-01      013 001156      013 092005      013 044601
*  <FILE-2>      880111-01      011 001425      011 091834      011 044630
*  <FILE-3>      880112-01      012 001311      012 091919      012 044616      PATH      SEND
*
*  -SUB FILE--++-PATH-----+-----AOS-----+-----LOS-----+-----PEAK EL-----+STATUS-----
*  <FILE-A>      880108-01      008 001801      008 091616      008 044709
*  <FILE-B>      880112-01      012 001311      012 091919      012 044616
*  <FILE-C>      880113-01      013 001156      013 092005      013 044601
*  <FILE-D>      880111-01      011 001425      011 091834      011 044630      NEXT
*  <FILE-E>      880105-01      005 002126      005 091357      005 044743
*  <FILE-F>      880106-01      006 002019      006 091444      006 044732
*  <FILE-G>      880107-01      007 001911      007 091530      007 044721
*
*  S/C SELECT      FUNCTION
*  <MS-T5> >      <PRINT>
*  <PLANET-A> >    <DETAIL_PRINT>
*  <ICE> >         <COPY> ***** TO *****
*  <HOT> >         <CHANGE_RECV_FILE>
*                   <TRANS_PRD_TABLE>
*                   <CANCEL_COPY>
*                   <TRANS>
*
*                   <START>
*
*****

```

図33 アンテナ予報値管理画面例

但し、アンテナ予報値伝送とアンテナ駆動データ伝送に係る局運用管制装置のソフトウェアは改修せざるをえなかったが、操作方法は変更しないようにした。

このため、各サブ・システムとの連携運用は、改修前と同様な形態で行うことができ、改修後の深宇宙局の運用形態を変更しないで済んだため、新旧システムの移行もスムーズに行き、システム変更による運用への影響は、皆無であった。

6.6 約1年にわたる新システムの運用結果

アンテナ運用システムを改修後、約1年にわたる運用結果をまとめてみた。

1) 改修により使いやすくなった点

- ① アンテナ運用を計画的にでき、多目的利用も促進された。
- ② アンテナ運用計画を（アンテナ予報値受信を除いて）いつでも修正可能としたため、衛星運用スケジュールの変更に対応でき、衛星運用の自由度が増加した。

- ③ 試験モード運用により、アンテナの状態を把握しやすくなった。

- ④ 停電発生時でも、臼田局全体が停止する事態をさける事が可能になった。

また、瞬時停電の場合は、すぐに復帰可能となった。

- ⑤ 操作性が向上し、かつアンテナの制御状態もモニタ可能となった。

- ⑥ アンテナ予報値伝送誤りを除去できるようになった。

2) さらに改良すべき点

- ① アンテナ棟側CRTを研究棟側CRTと同型式の機種に統一するほか、研究棟側CRT・プリンタとアンテナ棟側計算機を接続している光モデム回線の伝送レートを増強し、全データを研究棟側へ出力可能にする。

- ② アンテナ制御機器電源もCVCF装置経由の電力供給に変更し、瞬時停電でもアンテナ停止が発生しないようにするほか、大電力増幅装置の低圧電源部を始め、制御用機器の電源部をCVCF装置経由の電力供給に変更し、停電回復後の運用開始時間を早める必要がある。

③ アンテナの精度を保持する上で、精度測定のためのポインティング・ソフトウェアを組み込み、S・X帯で共用できるソフトウェアとする。

(この点を考慮して、S帯用ポインティング・ソフトウェアを昭和63年度末完成に向けて作成中である。)

④ 局運用管制装置のドップラー補正(ランブ周波数)データ計算をオンライン化する。

⑤ 深宇宙局関連のデータを整理した上で、データベース化し、利用しやすい形態にまとめるべきである。

(現在、最もデータ容量がある割に、利用度が低い「局運用データ」の圧縮について今後の利用形態等を含め、具体的な圧縮案の検討並びに圧縮化プログラムの試作開発中である。)

⑥ レンジ及びレンジ・レートデータをリアルタイムで衛星データ処理計算機に伝送し、衛星の軌道変更作業をリアルタイム処理できるようにする。

7. おわりに

臼田64mφアンテナの約2年間にわたる運用結果を踏まえ、多目的利用が可能で近未来の衛星追尾にも対応でき得る新アンテナ運用システムを開発し、導入した。

新システムの完成後、TDRSを用いたスペースVLBI実験、ハレー彗星探査機「すいせい」の太陽オカルテーション実験を通してその機能の確認を行なった。

今回のシステム改善結果は、下記のようにまとめられる。

- ① アンテナ運用に自由度が増し、アンテナの多目的運用が可能となった。
- ② 衛星運用計画の変更にも対処でき、衛星運用の自由度が増加した。
- ③ 停電発生時でも、臼田局全体が停止する事態をさける事が可能になった。
- ④ マン・マシン・インタフェースが良好となり、操作性も向上した。
- ⑤ アンテナ予報値の伝送誤りを除去できるようになった。

今回のシステム開発の意義の一つは、「あるコンセプトでつくられた大規模システムの一サブシステムを改修するに当たり、それに伴う関連サブ・システムの改修をいかにすればよいか」というシステム・エンジニアリング上のノウハウをいくらかでも蓄積できたことにあると思われる。

また、今後の大規模システムでは、

- ① 途中でのシステム改修が容易なように最初からモジュール構成とする。
 - ② システム設計時にシステムの拡張性を考慮したハードウェア及びソフトウェアとする。
 - ③ ユーザ・コンセプトを明確にし、各サブ・システム間のインタフェースから全体のシステム構成、さらにはデータ管理・整理まで検討する。
- 等が重要である。

また、今回のような大規模システムの改修は労が多く、時間・費用も予想以上にかかるということも実際に体験できた。しかし、その苦労は忘れ去られることが多く、記録にも残らないのが常であった。今回のシステム改修の記録として本報告を残すことにより、今後のシステム設計や改修の参考になれば幸いである。また、本報告はシステムの改修報告書であるが、臼田64mφアンテナを使用する時の手引書としても使用できるように、運用例等もできるだけ

詳細に記述した。

深宇宙局を運用しながらの厳しい条件下で改修作業を完了し、スムーズに新しいアンテナ運用システムの本運用に入れたのは、宇宙研を始め、深宇宙局運用システムに関係する各社の設計・製造・試験及び調整を担当された方々の御協力と御助言に負うところが大きい。これらの方々に、心より御礼申し上げる。

参 考 文 献

- [1] 野村, 林, 松尾, 広沢, 市川 (満): 「ハレー彗星探査と臼田大型アンテナ」, 信学誌, 67, 10, pp. 1039-1044 (昭和59. 10).
- [2] 林, 広沢, 高野, 市川 (満): 「臼田宇宙空間観測所大型アンテナ」, 信学技報, AP. 85-73 (1985-10).
- [3] T. Nomura, T. Hayashi, T. Nishimura, H. Hirose and M. Ichikawa: "Usuda deep space station with 64-meter-diameter antenna", 36th I. A. F. Congress, IAF-85-381, Stockholm (1985).
- [4] K. Miura, M. Ichikawa, S. Betsudan, Y. Kurafuji and S. Sato: "64M antenna design for the Usuda Deep Space Center of Japan", Proc. 1985 Int. Symp. Antenna and Propagation, pp. 943-946, Kyoto (Aug. 1985).
- [5] 平尾邦雄: 「ハレー彗星をねらう」, 自然, 38, 10, pp. 54-63 (1983).
- [6] K. Hirao and H. Matsuo: "Japanese Halley Exploration Project", SPACE 2000, pp. 373-384, AIAA (1983).
- [7] 林, 西村, 高野, 山田 (隆), 森本, 平林, 井上, 川口, 徳丸, 雨谷: 「TDRSを用いたスペースVLBI実験」, 信学技報, AP. 87-64 (1987-08).
- [8] 平林, 井上, 森本, 御子柴, 徳丸, 川口, 栗原, 高野, 斎藤, 山田 (三), G. S. Levy, R. P. Linfield: 「TDRSスペースVLBI実験における結果と検討」, 信学技報, AP. 87-65 (1987-08).
- [9] 徳丸, 川口, 雨谷, 塩見, 西村, 山田 (隆), 市川 (勉), 平林, 宮地, 岩下, G. S. Levy, A. R. Whitney: 「TDRSスペースVLBI実験における校正とデータ処理」, 信学技報, AP. 87-66 (1987-08).
- [10] 西村敏充: 「深宇宙追跡管制システム」, 計測と制御, 23, 1, pp. 81-85 (昭59-01).
- [11] 野村, 林, 二宮, 中谷, 周東, 片山, 藤岡, 大橋, 西畑: 「ディープスペース地球局衛星管制システム」, 信学技報, SANE 84-48 (1985-02).
- [12] T. Nomura, T. Hayashi, H. Hirose, M. Ichikawa, K. Inoue, S. Otani, M. Kamimura and T. Yamagishi: "Communication system for the Japanese interplanetary spacecraft MS-T5/PLANET-A", 36th I. A. F. Congress, IAF-85-388, Stockholm (Oct. 1985).
- [13] 野村, 林, 広沢, 市川, 長沢, 秋永, 土居, 山下: 「ディープスペース地球局送受信システム」, 信学技報, SANE 84-30 (1984-11).
- [14] 野村, 林, 広沢, 横山, 市川, 井上, 片山, 春野, 富田, 大橋: 「ディープスペース地上局テレメトリ・コマンドシステム」, 信学技報, SANE 84-31 (1984-11).
- [15] 宇宙科学研究所報告, 特集19号「ハレー彗星探査研究報告」(1987年3月).
- [16] 宇宙科学研究所報告, 32号「“さきがけ(1985-001-A)”および“すいせい(1985-073-A)”の姿勢決定」(1986年3月).
- [17] 宇宙科学研究所報告, 33号「“さきがけ(1985-001-A)”および“すいせい(1985-073-A)”の姿勢・軌道制御」(1986年3月).
- [18] 宇宙科学研究所報告, 42号「“さきがけ”, “すいせい”の軌道決定と軌道決定プログラム ISSOP」(1986年12月).
- [19] E. Kaneda, K. Hirao, M. Takagi, O. Ashihara, T. Itoh and M. Shimizu: "Strong breaking of the hydrogen coma of comet Halley", Nature, 320, 13, pp. 140-141 (March 1986).