

## フィーダリンク地球局管制系

小園 晋一\*<sup>1</sup> 木村 繁\*<sup>2</sup> 鈴木 健治\*<sup>1</sup>  
木村 和宏\*<sup>3</sup> 若菜 弘充\*<sup>1</sup>

(1994年1月24日受理)

### SATELLITE CONTROL SYSTEM FOR THE FEEDER-LINK EARTH STATION

By

Shin-ichi KOZONO, Sigeru KIMURA, Kenji SUZUKI,  
Kazuhiro KIMURA, and Hiromitsu WAKANA

Inter-satellite communications experiments will be carried out using the ETS-VI satellite, which will be launched in 1994 by the H-II rocket. The Ka-band feeder-link earth station at the Kashima Space Research Center will play an important role in the telemetry and command operation of the ETS-VI S-band Inter-satellite Communications Equipment (SIC) and the O-band Communications Equipment (OCE) as well as in other satellite communications experiments. Commands for controlling SIC and OCE are sent from the satellite control system in the feeder-link earth station to the NASDA's satellite control center via a telephone line leased by NTT and are then transmitted to the ETS-VI satellite. Telemetry data, which is received at NASDA's satellite control center, is relayed to the feeder-link earth station through a telephone line. This paper outlines the satellite control system in the feeder-link earth station at the Kashima Space Research Center.

[キーワード] ETS-VI, フィーダリンク地球局, 衛星管制システム, 管制端末装置.

ETS-VI, Feeder-link earth station, Satellite control system, Control terminal.

#### 1. はじめに

平成6年夏期に打上げ予定の技術試験衛星VI型(ETS-VI)には、衛星間通信の技術開発を目的としてSバンド衛星間通信用機器(SIC), Kバンド衛星間通信用機器(KSA), ミリ波衛星通信用機器(OCE), 光衛星通信基礎実験装置(LCE)の4種類の実験装置が搭載されている。また、Kaバンドによる固定通信及びSバンドによる移動体通信実験を行うための固定通信及び移動体通信用実験機器(FMC)を搭載している。

通信総合研究所ではLCE, OCE, SICを用いた光、ミリ波、Sバンドの衛星通信実験を計画している。

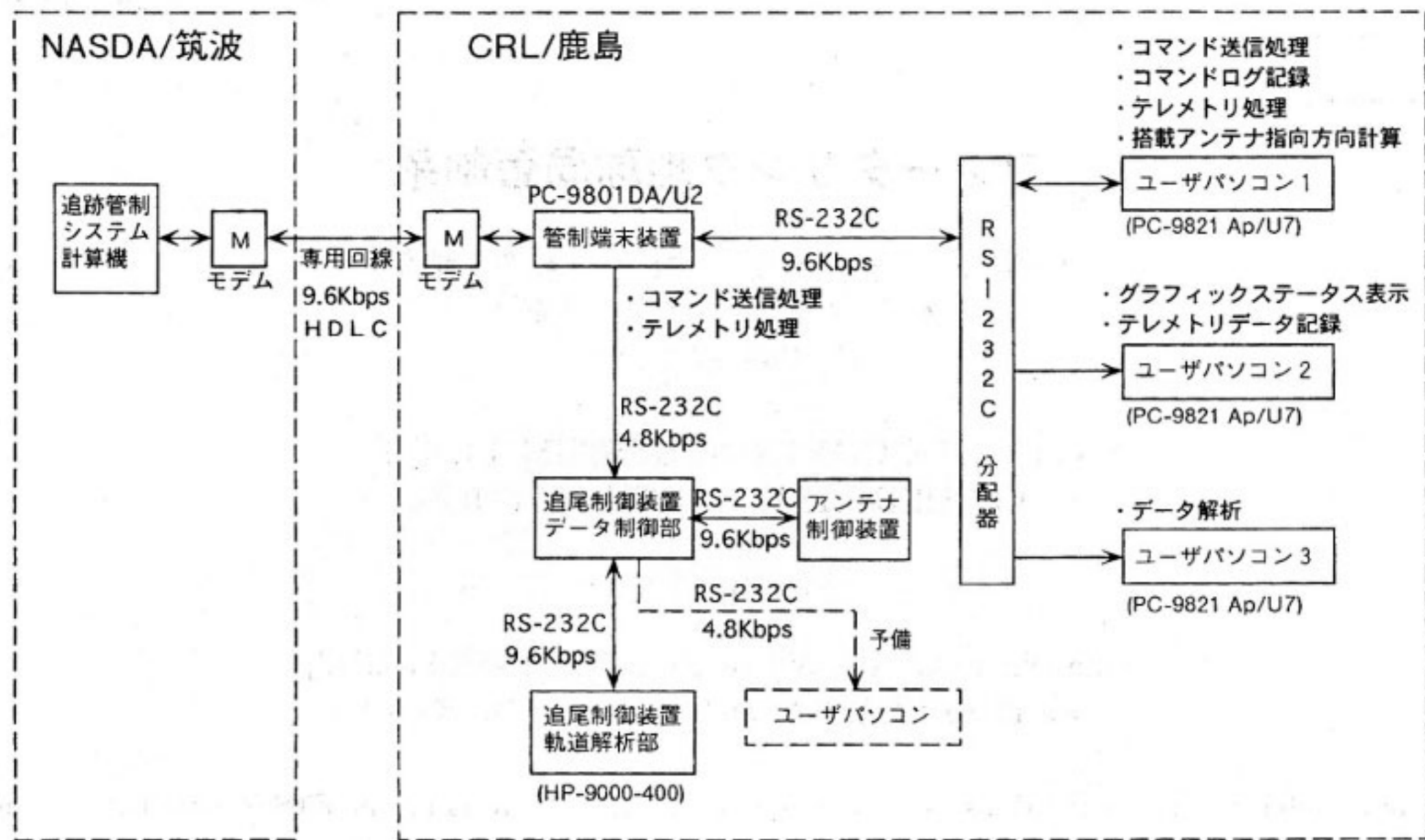
ETS-VIの管制運用業務は宇宙開発事業団(NASDA)により行われるが、CRLにおいてもLCE, OCE, SICのミッションコントロールを行うため、衛星管制システムの開発整備を行った。このうちOCEとSICに対する衛星管制システムは鹿島宇宙通信センターに、LCEに対するシステムは本所(国分寺)に整備された。本稿では前者の管制システムについてのみ記述する。

第1図に衛星管制システムの構成を示す。衛星管制システムは大きくわけて管制端末装置、追尾制御装置及びユーザパソコンの3つの部分に分けることができる。管制端末装置はパーソナルコンピュータ(PC-9801DA)、モデム、通信制御ボード及びRS-232C分配器で構成されている。追尾制御装置はデータ制御部及び衛星の軌道解析を行う軌道解析部から構成されている。ユーザパソコンはコマンドデータの作成及びテレメトリデータの表

\*<sup>1</sup> 関東支所 宇宙通信技術研究室

\*<sup>2</sup> 宇宙通信部 衛星間通信研究室

\*<sup>3</sup> ATR 光電波通信研究所



第1図 衛星管制システム構成

示を行うユーザパソコン1, 衛星に搭載されているミッション機器の状態をモニタするユーザパソコン2及びデータ解析を行うユーザパソコン3から構成されている。以下の節ではこれらの装置について詳しく述べることにする。なお、追尾制御装置については別章で報告する。

## 2. 管制端末装置

### 2.1 概要

管制端末装置は、専用回線で NASDA とインタフェースされており、ETS-VI に搭載されている SIC, OCE のミッションコントロールを行う。オペレータが作成したコマンドデータは、管制端末装置から専用回線を介して NASDA の中央追跡管制所に送られる。コマンドデータは中央追跡管制所にて許可されているコマンドかどうかのチェックを行った後、各追跡管制所（沖縄、勝浦、増田）を経由して衛星に送信される。各追跡管制所で受信されたテレメトリデータは、中央追跡管制所に送られ、ここで集中処理される。処理されたテレメトリデータは中央追跡管制所から専用回線を介して管制端末装置に入力される。

### 2.2 ハードウェア

第2図にハードウェアの構成を示す。CPU, CRT (14インチ), 3.5インチフロッピーディスクドライブ, ハードディスク (80MB) & ストリーマ装置 (150MB), プリンタ, モデム及び RS-232C シリアルインタフェー

スボードから構成されている。OSには、エルミック社のリアルタイムOSを使用している。管制端末装置は、専用回線で NASDA とインタフェースされている。また、追尾制御装置及びユーザパソコンとも RS-232C でインタフェースされている。

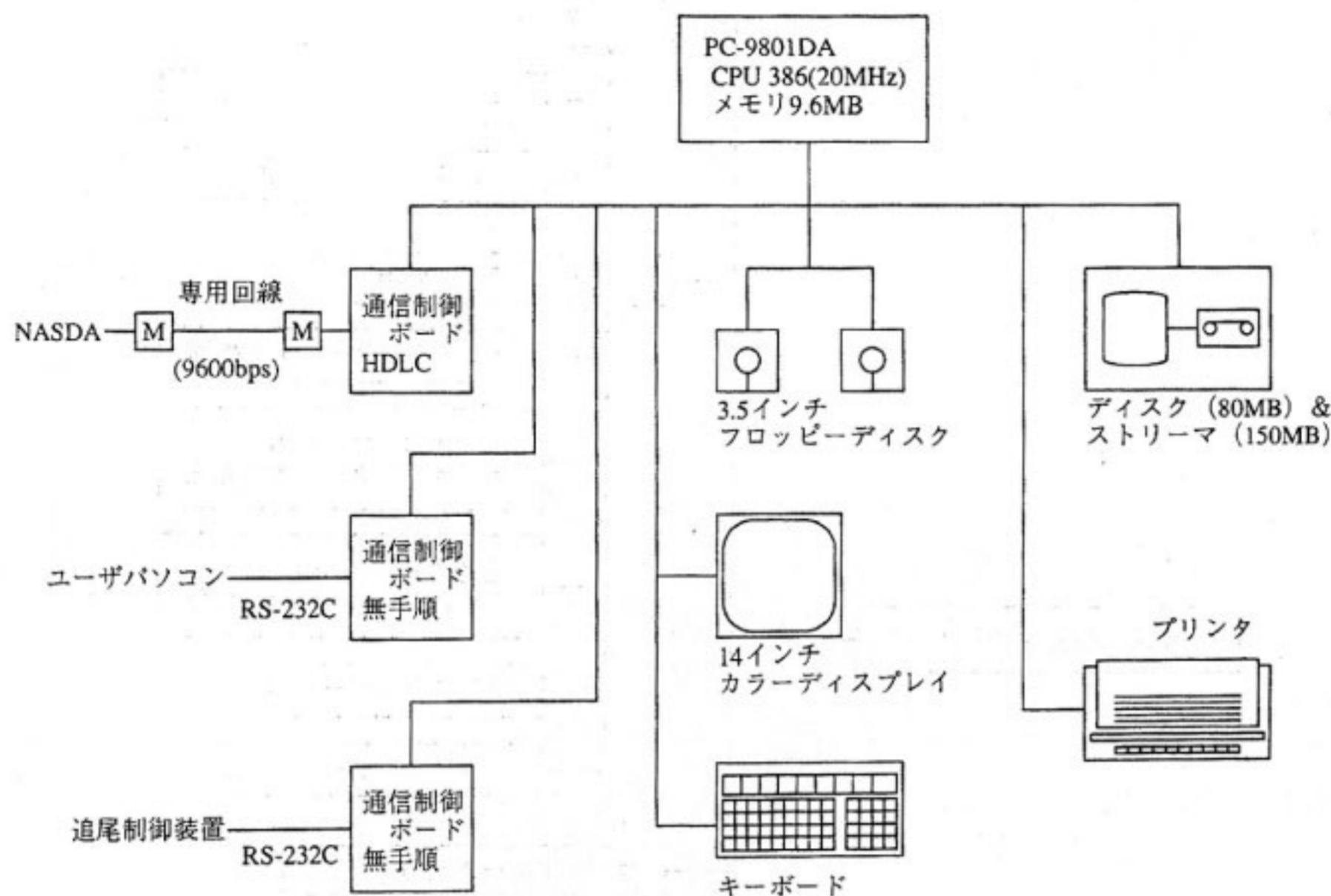
### 2.3 ソフトウェア

第3図にソフトウェアの構成を示す。ソフトウェアは、データベース管理, テレメトリデータ処理, コマンドデータ処理, 記録データバックアップの4つの機能から構成されている。

#### 2.3.1 データベース管理

データベース管理機能としてはコマンドデータの定義及びテレメトリデータの定義を行う。また、追尾制御装置へのテレメトリデータの出力項目（最大20項目）の選択も定義する。コマンドデータの定義には、単一コマンドの定義とグループコマンドの定義がある。単一コマンドの定義では、コマンド番号, テレメトリデータの照合回数及び照合するステータス等の設定を行う。グループコマンドの定義は、複数の単一コマンドを1つのグループとして登録し、グループ番号を設定する。テレメトリデータの定義は、テレメトリ項目名, 単位及び上限・下限リミット値等の設定を行う。また、NASDA に要求する分配テレメトリ項目の指定及び管制端末装置の CRT 画面に表示するテレメトリデータの設定も行う。

#### 2.3.2 テレメトリデータ処理



第2図 管制端末装置ハードウェア構成

衛星から送られてくるテレメトリデータは1メジャーフレームが32マイナーフレームで構成されている。1マイナーフレーム(1秒)は256バイトで、1バイトは8ビットである。テレメトリデータには、アナログ、パイレベル及びシリアルデジタルデータの3種類がある。アナログデータは温度、電流、電圧等のアナログ量を表わすデータであり、A/D変換されてPCMデータとして送られてくる。パイレベルデータは1ビットで表せるデータで、衛星の状態を表わすテレメトリである。シリアルデジタルデータはアナログ、パイレベル以外のテレメトリである。これらのテレメトリデータはNASDA中央追跡管制所で処理されユーザに分配される。分配されるテレメトリデータは、工学値またはステータス変換されたものと、生データ(バイナリデータ)である。

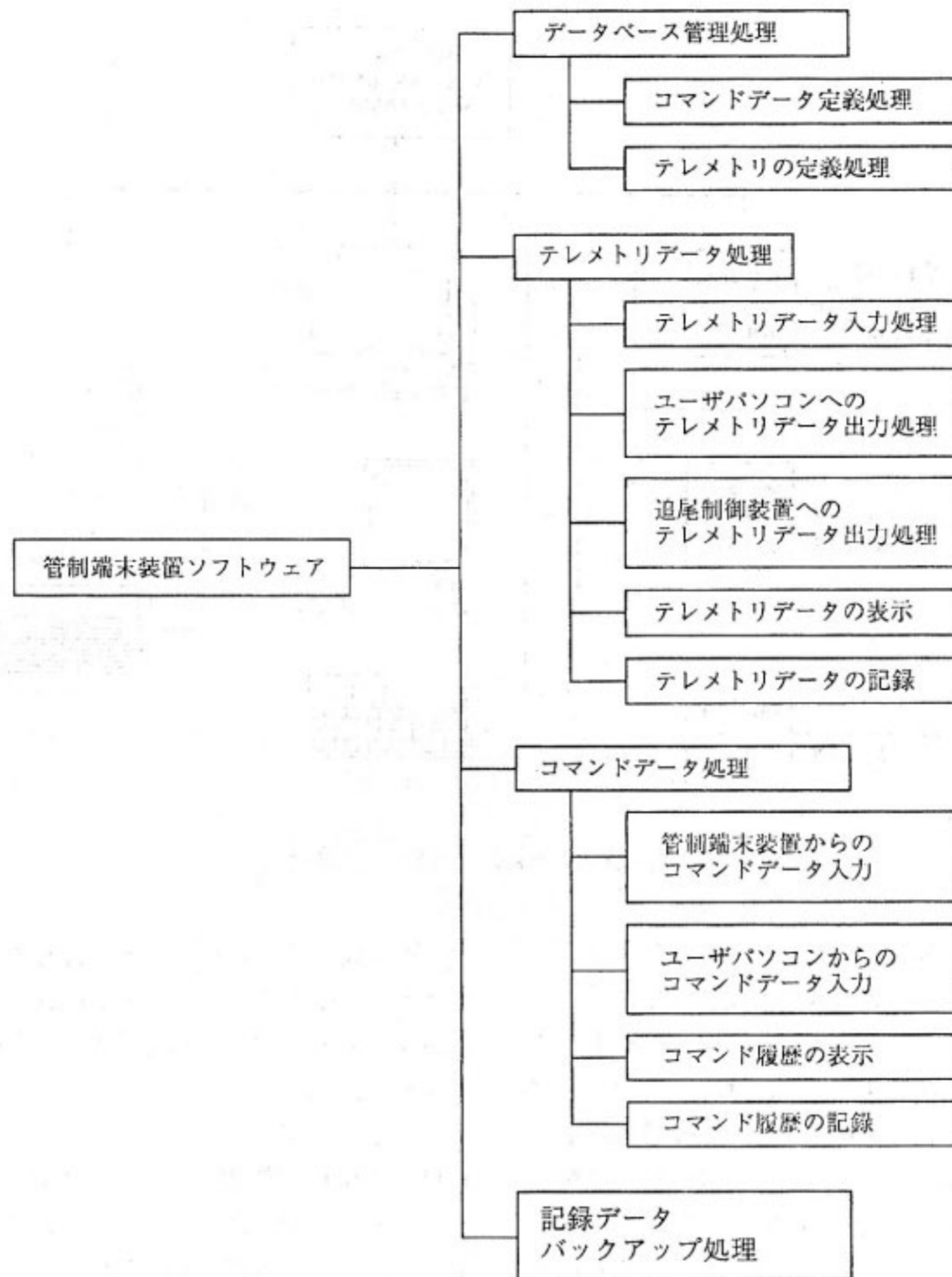
管制端末装置で処理対象となるデータは、NASDAからの伝送データのうち、工学値変換済みもしくは、ステータス変換済みのテレメトリデータとし、最大で40項目である。生データはそのまま管制端末装置からユーザパソコンに伝送され、ユーザパソコンで処理される。伝送速度は最大で1マイナーフレーム毎である。入力されたテレメトリデータは20項目づつ2ページに分けてCRTに表示するとともにハードディスク装置のテレメトリロギングファイルに記録する。テレメトリロギングファイルは約40MByte、1ファイルのサイクリックファイルになっている。

第4図にテレメトリデータ伝送フォーマットを示す。データの伝送フォーマットは共通ヘッダ部、サブヘッダ部及びデータ部から構成される。共通ヘッダ部はフレームデータ長、データタイプ及びサブヘッダ長が設定されている。サブヘッダ部は衛星番号(NASDAが追跡管制する衛星を管理、識別するための番号)、ユーザを識別するユーザID、データブロックに格納されているマイナーフレームの格納数、テレメトリデータのフォーマットID、データベースに定義されたDWELLモード番号及び特殊モード番号が設定されている。DWELLモードは衛星から送られてくるテレメトリデータの内、指定したテレメトリ項目を任意のフレームまたはワードに設定するとき用いる。データ部は、マイナーフレーム受信時刻、フレームID及びマイナーフレームデータが設定されている。

NASDAからの伝送データはシリアルインタフェースにより、ユーザパソコン及び追尾制御装置へ出力される。ユーザパソコンへの出力は、NASDAからの伝送データをそのまま全て出力し、追尾制御装置へはNASDAからの伝送データのうち、最大40項目中の選択された項目(最大20項目)を出力する。出力周期は、入力周期と同じである。

### 2.3.3 コマンドデータ処理

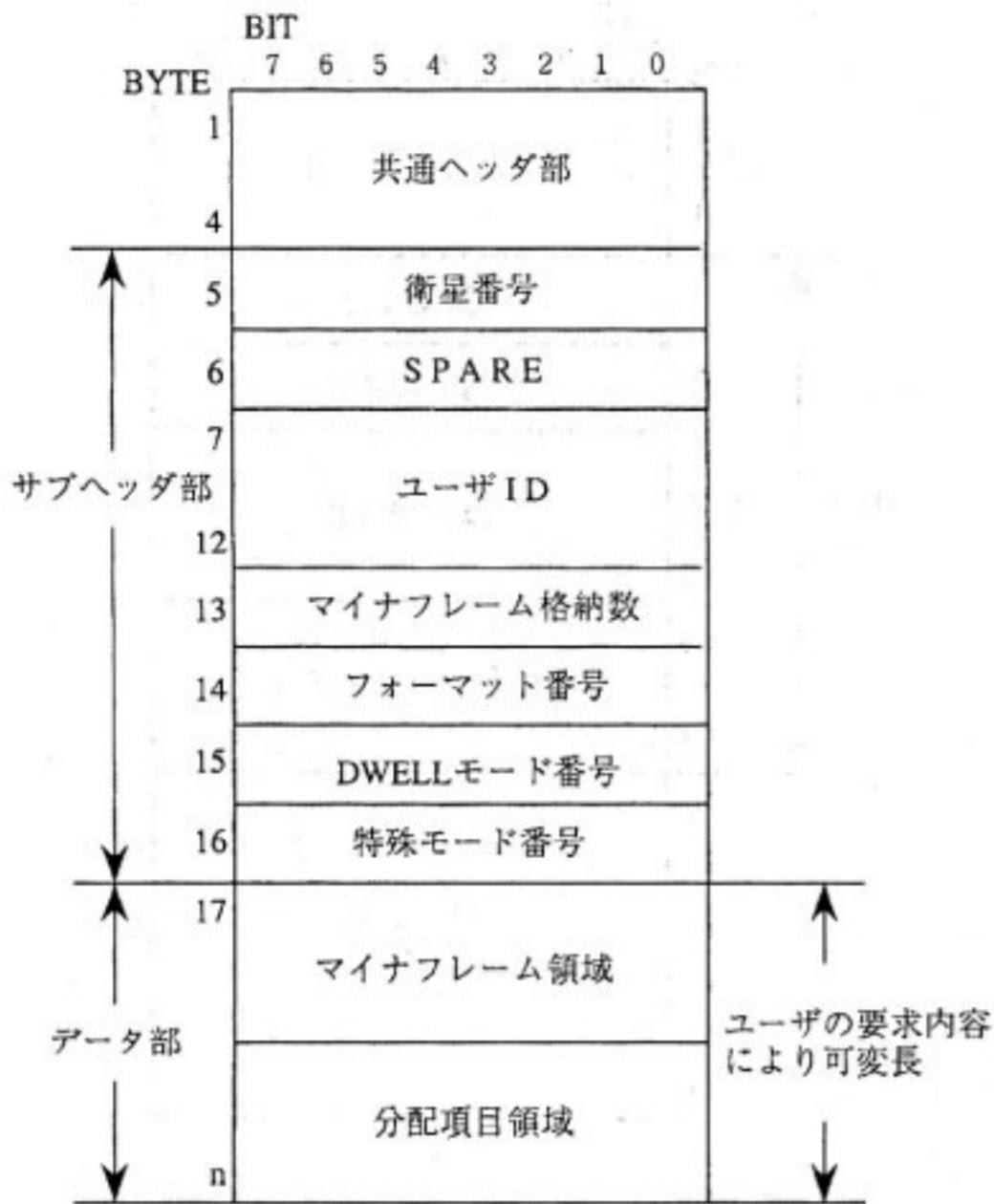
コマンドには、スイッチ等のON/OFFを行うディスクリットコマンドとゲイン等の調整を行うマグニチュー



第3図 管制端末装置ソフトウェア構成

ドコマンドの2種類がある。コマンドデータには、NASDA が各ユーザを識別するためのユーザ ID 及び許可しているコマンドを識別するためにコマンド ID を設定している。第1表にコマンドの種類を示す。許可されているコマンドは SIC のミッションコントロールを行うためのディスクリート及びマグニチュードコマンドがある。また、OCE 用にはディスクリート、KSA にはディスクリートとマグニチュードコマンドがある。コマンド運用にはコマンド送信要求、コマンド格納要求、格納済みコマンド送信要求及びキャンセル要求がある。コマンド送信要求は、時刻付きのコマンド送信要求と時刻なしのコマンド送信要求がある。時刻付きのコマンド送信要求は、NASDA で受信後、指定時刻に順次コマ

ンド送信を行うためのもので、時刻なしのコマンド送信要求は、送信要求を NASDA で受信後、順次コマンド送信を行うためのものである。1回に送信要求できるコマンド数は、30 コマンド以内である。コマンド格納要求は、NASDA 側の管制運用システムにコマンドデータを格納し、送信は行わない。1回に格納要求できるコマンド数は、300 コマンド以内である。格納済みコマンド送信要求は、コマンド格納要求で NASDA に格納したコマンドデータ群（1回の格納要求で送信したコマンドデータ全て）の送信要求である。キャンセル要求は、NASDA で送信待ちしているコマンドデータのキャンセルもしくは、格納されているコマンドデータのキャンセルを行う。第5図に伝送フォーマットを示す。コマン



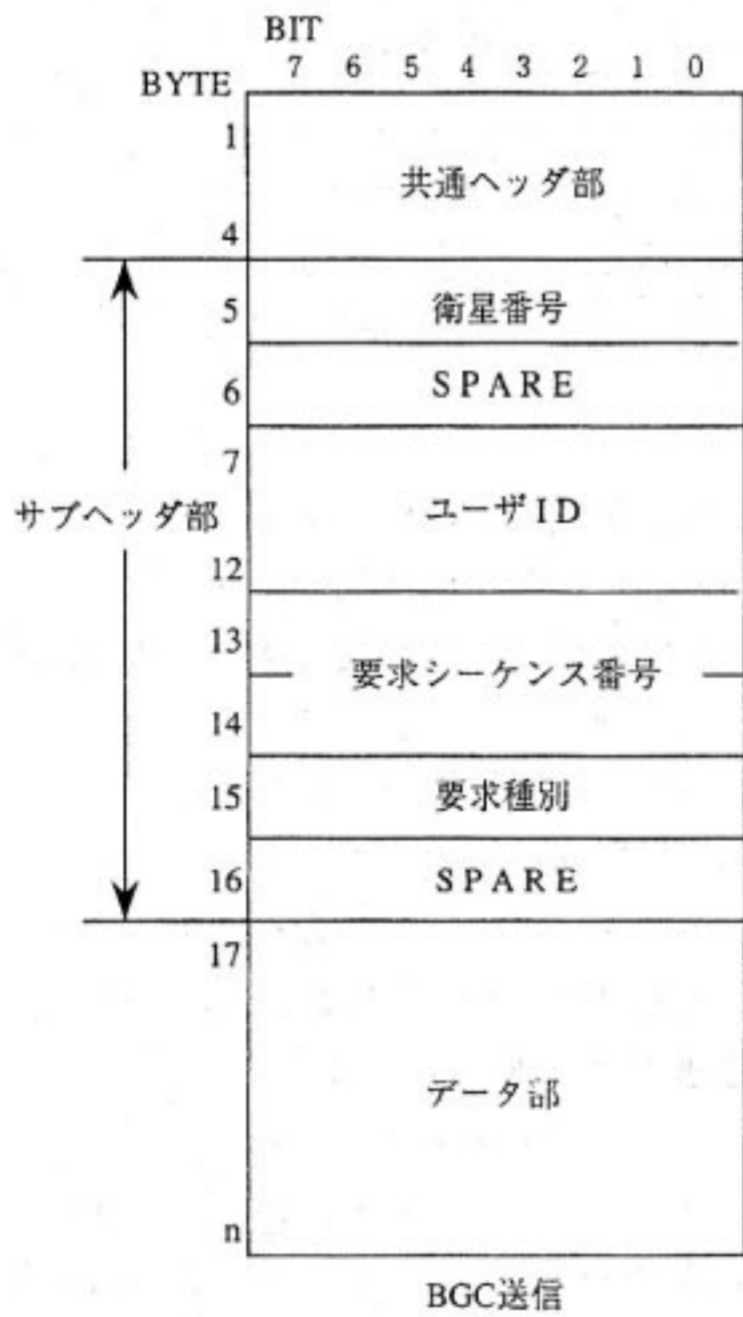
第4図 ユーザ分配テレメトリ伝送フォーマット

ドデータの伝送フォーマットは共通ヘッダ部、サブヘッダ部及びデータ部から構成される。共通ヘッダ部はフレームデータ長、データタイプ及びサブヘッダ長が設定されている。サブヘッダ部は衛星番号、ユーザID、ユーザからの要求シーケンスを管理する要求シーケンス番号及びコマンド送信データを識別する要求種別が設定されている。データ部はコマンドデータ、送信時刻等のコマンド送信に必要なデータが設定されている。

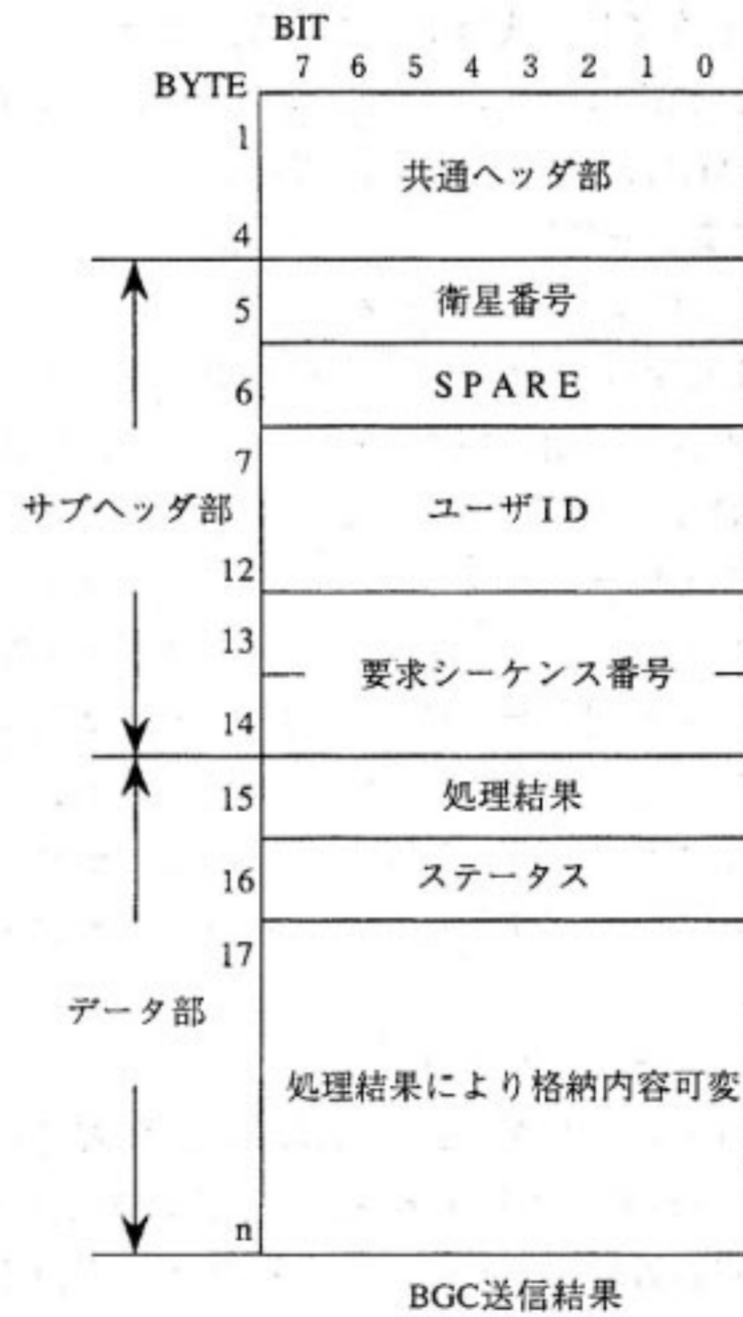
ユーザパソコンからコマンドを入力した場合、管制端

第1表 伝送制御仕様

CMD	タイプ	機能概要
KCSD01-XXX	D	SIC用ディスクリットコマンド
MH00-XXXX	MAG	SIC用マグニチュードコマンド1
MH10-XXXX	MAG	SIC用マグニチュードコマンド2
KCOD01-XXX	D	OCE用ディスクリットコマンド
KCKD01-XXX	D	KSA用ディスクリットコマンド
KCKM01-XX	MAG	KSA用マグニチュードコマンド1
KCKM02-XX	MAG	KSA用マグニチュードコマンド2
KCKM03-XX	MAG	KSA用マグニチュードコマンド3



BGC送信



BGC送信結果

第5図 コマンド伝送フォーマット

末装置にて必要な情報を付加して NASDA へ送信要求を発行する。コマンド送信要求の種類、コマンド数は管制端末装置のコマンドデータ入力と同じである。

NASDA にコマンドデータの送信要求及び格納済みコマンド送信要求をおこなった時、コマンドの履歴を作成する。表示は、コマンド送信要求画面、コマンド履歴画面が選択されている時におこなう。コマンド履歴のコマンドデータ受信結果、コマンド送信結果、テレメトリデータとの照合結果は、NASDA からのデータを受信しだい作成/表示を行う。

コマンド履歴は、フロッピーディスクドライブ (FDD) 装置のコマンド履歴ファイルに記録する。FDD 装置の2ドライブとも使用可とし、空きフロッピーディスク (FD) に対してコマンド履歴の記録をおこなう。また、2ドライブとも空き FD でない時、ハードディスク上に記録する。1 MByte のサイクリックファイルで、空き FD をセットしたあとオペレータのファンクションキー入力によ FD へ記録を開始する。

2.3.4 記録データのバックアップ

記録データのバックアップは、ハードディスク装置に記録したテレメトリデータを CMT ストリーマへのコピー、また、CMT ストリーマからハードディスクへのテレメトリデータのコピーを行う。

本機能は、ハードディスク装置自体の機能であり、本ソフトウェアを終了した状態でおこなう。また、ハードディスク装置と CMT ストリーマとのコピーは、ボリュームコピー (40 MByte 全て) となっている。

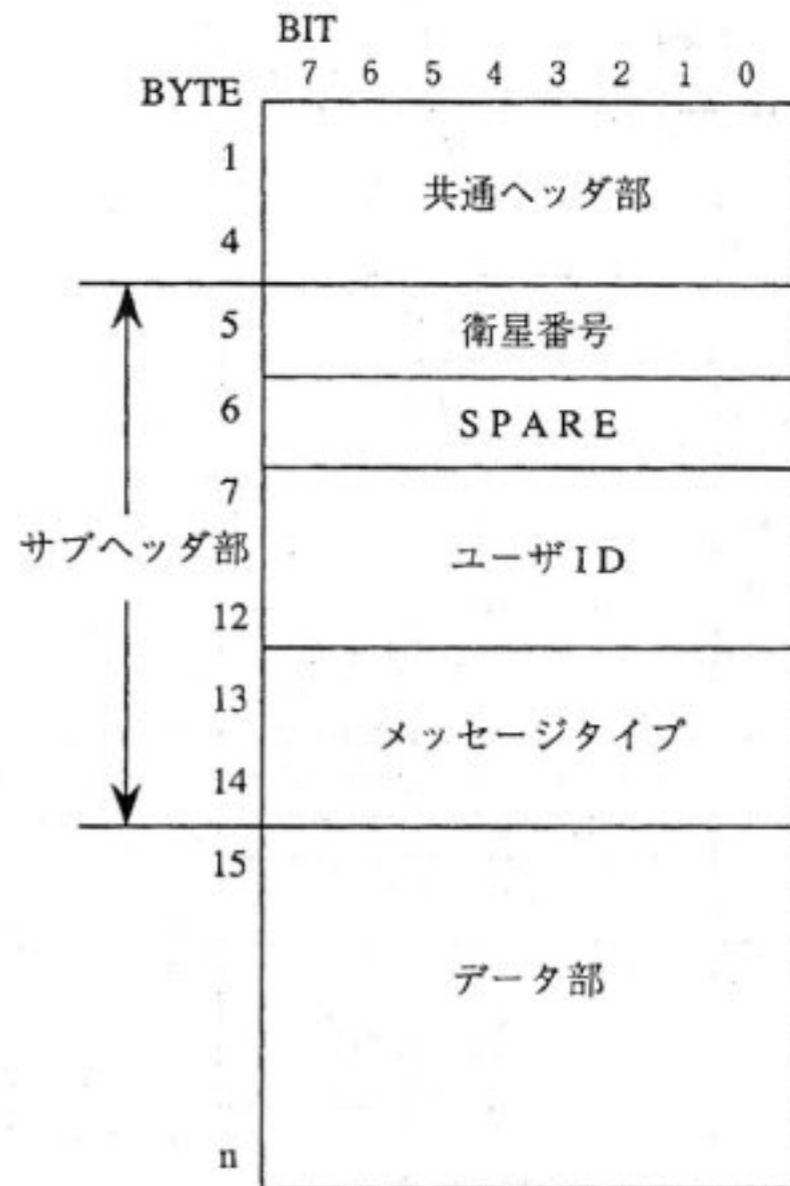
2.4 インタフェース

(1) NASDA とのインタフェース

NASDA 筑波宇宙センターの衛星運用管制システムと管制端末装置は、専用回線で接続されている。伝送制御手順は、HDLC (ハイレベル伝送制御手順) とし、伝送速度は、9600 bps である。第6図にインタフェース制御データフォーマットを示す。インタフェース制御データは共通ヘッダ部、サブヘッダ部及びデータ部から構成されている。共通ヘッダ部はフレームデータ長、データタイプ及びサブヘッダ長が設定されている。サブヘッダ部は衛星番号、ユーザ ID 及びメッセージタイプが設定されている。

(2) 追尾制御装置とのインタフェース

追尾制御装置とのインタフェースは、管制端末装置から追尾制御装置へのテレメトリデータの出力のみである。また、追尾制御装置へのテレメトリデータは、管制端末装置の処理対象となる40項目のうち指定項目 (最大20項目) とし、出力周期は、NASDA からの受信周期と同期する。



第6図 インタフェース制御フォーマット

第2表 コマンドの種類

項目	追尾制御装置	ユーザパソコン
回線速度	4800bps	9600bps
通信方式	単向通信方式	全二重
同期方式	調歩同期方式	調歩同期方式
伝送方式	無手順	無手順
データ長	7ビット	8ビット
スタートビット	1ビット	-
ストップビット	1ビット	1ビット
パリティ	1ビット (偶数パリティ)	なし

追尾制御装置への出力テレメトリデータは、全てアスキー形式である。伝送制御仕様を第2表に示す。通信方式は単向通信方式で、伝送速度は4800bpsである。

(3) ユーザパソコンとのインタフェース

ユーザパソコンとのインタフェースは、ユーザパソコンから管制端末装置へのコマンドデータと、管制端末装置からユーザパソコンへのテレメトリデータに分けられる。伝送制御仕様を第2表に示す。通信方式は全二重で、伝送速度は9600bpsである。

(4) コマンドインタフェース

コマンドインタフェースは、ユーザパソコンから管制端末装置へのコマンド送信と、管制端末装置からユーザパソコンへの送信結果の通知に分けられる。コマンド送信は、ユーザパソコンからのリダイレクション入力で行う。ユーザパソコンへのコマンド送信結果は、

NASDA 側で作成する送信結果と、管制端末装置で作成する送信結果がある。管制端末装置で作成する送信結果をユーザパソコンへ通知するタイミングはユーザパソコンからの送信データ毎に行う。また、NASDA で作成した送信結果は、そのままユーザパソコンへ出力する。

### 3. ユーザパソコン 1

#### 3.1 概要

管制端末装置と RS-232 C でインタフェースされており、実験時において主にテレメトリ・コマンド運用を行う。NASDA から伝送されてくるデータ（インタフェース制御、テレメトリデータ、コマンド送信結果等）を管制端末装置経由で受信し、データの表示、記録を行うとともに作成したコマンドデータを管制端末装置経由で NASDA に送信し、そのコマンド履歴データの保存を行う。

#### 3.2 ソフトウェア構成

本ソフトウェアは、第7図に示すように全体管理、データベース選択、運用モード選択処理、コマンド運用モード処理、テレメトリ処理の5つの機能から構成されてい

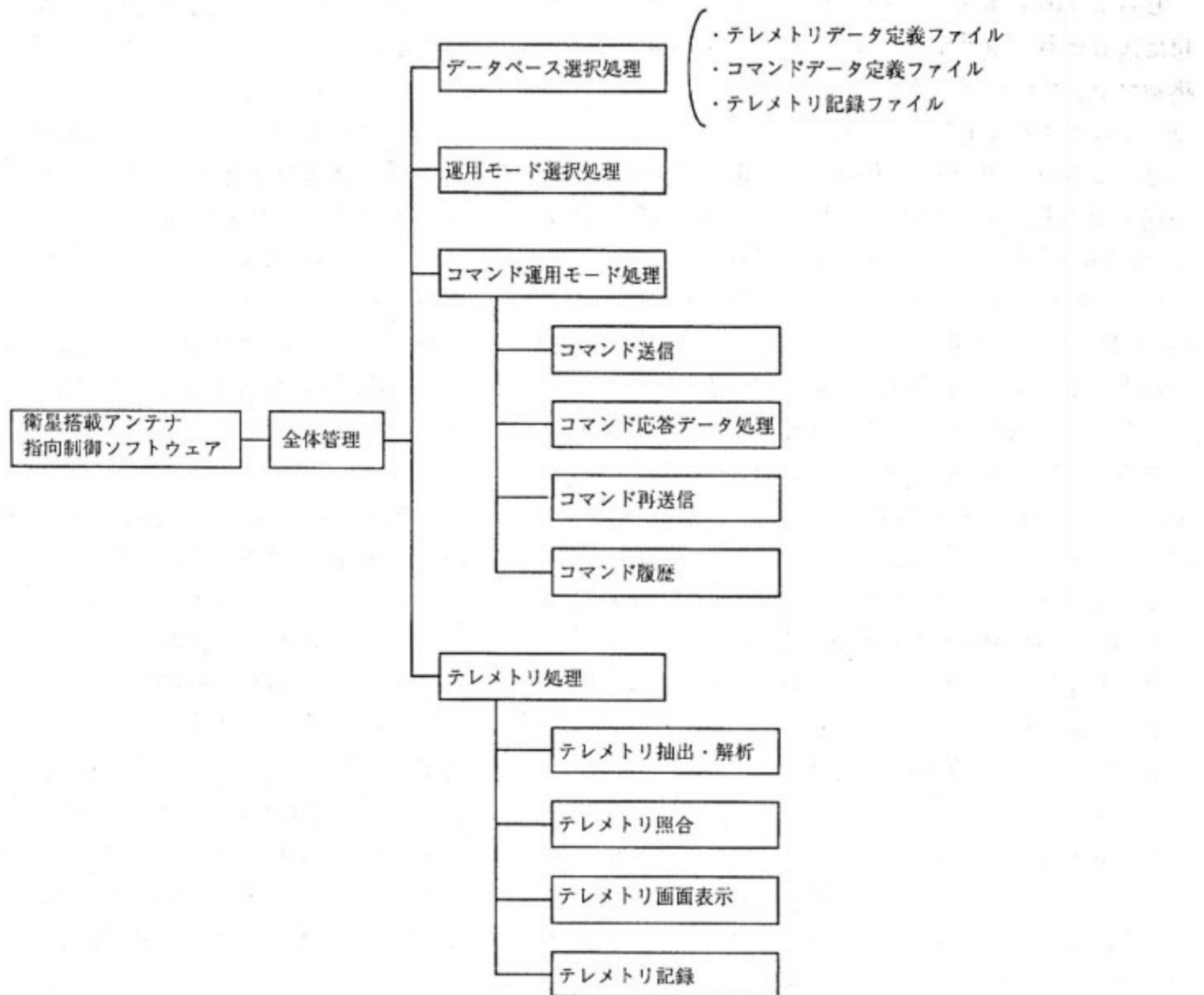
る。

#### 3.2.1 全体管理処理

全体管理処理機能は、本ソフトウェア起動直後の初期化、全体機能の管理、制御処理の初期化及び終了処理を行う。初期化処理としては、共有メモリの初期化、通信制御ボードの初期化及び各種ファイル（テレメトリ・コマンド定義ファイル、テレメトリデータ表示情報ファイル等）の読み込み処理を行う。制御処理は、データベース、運用モードの選択及びコマンド運用モード処理、テレメトリ処理を行う。また、終了処理は、通信制御ボードの終了処理、ソフトウェアの終了確認処理を行う。

#### 3.2.2 データベース選択処理

データベース選択処理機能としては、テレメトリデータ定義ファイルの選択、コマンドデータ定義ファイルの選択及びテレメトリ記録ファイル指定を行う。テレメトリデータ定義ファイルの選択及びコマンドデータ定義ファイルの選択は、画面に表示された定義ファイル一覧から使用するファイル番号を入力することにより選択する。ファイル番号入力後、選択された定義ファイルのフォーマットチェック、データの妥当性のチェックを行う。テ



第7図 衛星管制装置ソフトウェア構成

レメトリ記録ファイルの指定は、画面に表示された記録ファイル一覧を参照し、使用する記録ファイルがある場合には記録ファイル番号を入力し、使用する記録ファイルがなく、新しく記録ファイルを作成する場合にはファイル名を入力する。

### 3.2.3 運用モード選択処理

運用モードとしては以下のような5種類がある。運用モードを選択することにより各運用モードに設定されたテレメトリ処理を行う。各モード毎に設定されたデータベースを選択することにより、テレメトリデータの表示項目、リミットチェックの範囲を設定する。

#### (ア) オンボード軌道計算追尾モード (SIC)

オンボード軌道計算追尾モードは、ビーム No., ターゲット衛星の軌道6要素, エポックの恒星時, ETS-VIの静止位置のデータを衛星に対して送信する。衛星に搭載されているオンボード計算機は、これらのデータを基に軌道計算を行い、北方向余弦(天の北極方向), 東方向余弦(衛星の進行方向)を計算し、20秒毎に搭載アンテナのビームを目的とする衛星の方向に向ける。

#### (イ) リアルタイムモード (SIC)

ビーム No., 北方向余弦と東方向余弦のデータを衛星に送信する。衛星では、瞬時に目的とする衛星方向に搭載アンテナのビームを向ける。

#### (ウ) プログラム追尾モード (SIC)

ビーム No., N個の北方向余弦, 東方向余弦, 時刻を衛星に送信する。衛星ではオンボード計算機で20秒毎に補間計算を行い、その計算結果に基づいて目的とする衛星方向に搭載アンテナのビームを向ける。

#### (エ) DIR モード (SIC)

各時刻における北方向余弦と東方向余弦データからアンテナビームポインティングを決定する移相器制御データを算出し衛星に送信する。移相器を直接制御することで目的とする衛星方向に搭載アンテナのビームを向ける。

#### (オ) スルーモード (OCE)

ミリ波アンテナの搭載されているアンテナ駆動機構 (APM) の各駆動ユニットの角度データを、地上からコマンド送信することによりミリ波アンテナを設定した角度に制御する。

### 3.2.4 コマンド運用モード処理

#### (1) コマンド送信

管制端末装置に要求できるコマンドとしては、単一コマンドとグループコマンドの2種類である。また、コマンドの送信要求, 格納要求, 格納済みのコマンド送信要求で設定できるコマンドデータは、単一コマンド, グループコマンドの混在で設定できる。管制端末装置は、受信したコマンドがグループコマンドの場合、管制端末装置

に登録してあるグループを単一コマンドの並びとして展開し、NASDAにコマンド送信要求を発行する。

オペレータ入力された送信コマンドデータファイル内のコマンドデータの送信要求を管制端末装置とのインタフェース仕様に従い、管制端末装置に発行する。コマンドを送信する際、インヒビットチェック, 送信要求識別, 送信入力チェック, 送信コマンドデータファイルチェックを行う。コマンドの送信手順を第8図に示す。ユーザーパソコン1からのコマンド送信要求は、管制端末装置を経由してNASDAの管制運用システムに送られる。NASDA管制運用システムでは、コマンド送信要求が正常に受信されると管制端末装置に対して要求受信を発行する。管制端末装置はNASDAからの要求受信をユーザーパソコン1に送る。NASDA管制運用システムでコマンドが実行されると送信処理終了という形で管制端末装置へ送られ、管制端末装置からユーザーパソコン1へ通知される。

#### (2) コマンド応答データ抽出

管制端末装置からのコマンド応答データを抽出し、結果の表示を行う。コマンド応答データとしては、要求受信, 送信結果終了, 格納済送信終了処理, キャンセル処理がある。

#### (3) コマンド再送信

コマンド再送信は、コマンド送信後(送信結果終了または格納済送信処理終了通知受信後), テレメトリデータと照合を行い結果がNGの時, 再送信コマンドデータファイルを生成する。

再送信コマンドデータファイルは、テレメトリデータと照合を行った時に使用した送信コマンドファイルにエラー情報が付加され生成される。

#### (4) コマンド履歴表示/記録

コマンド送信要求, 格納済みコマンド送信要求の発行時の情報, 要求受信(送信要求の受信結果), 送信結果終了, 格納済み送信処理終了の通知より, コマンド履歴表示およびコマンド履歴の記録を行う。

### 3.2.5 テレメトリ処理

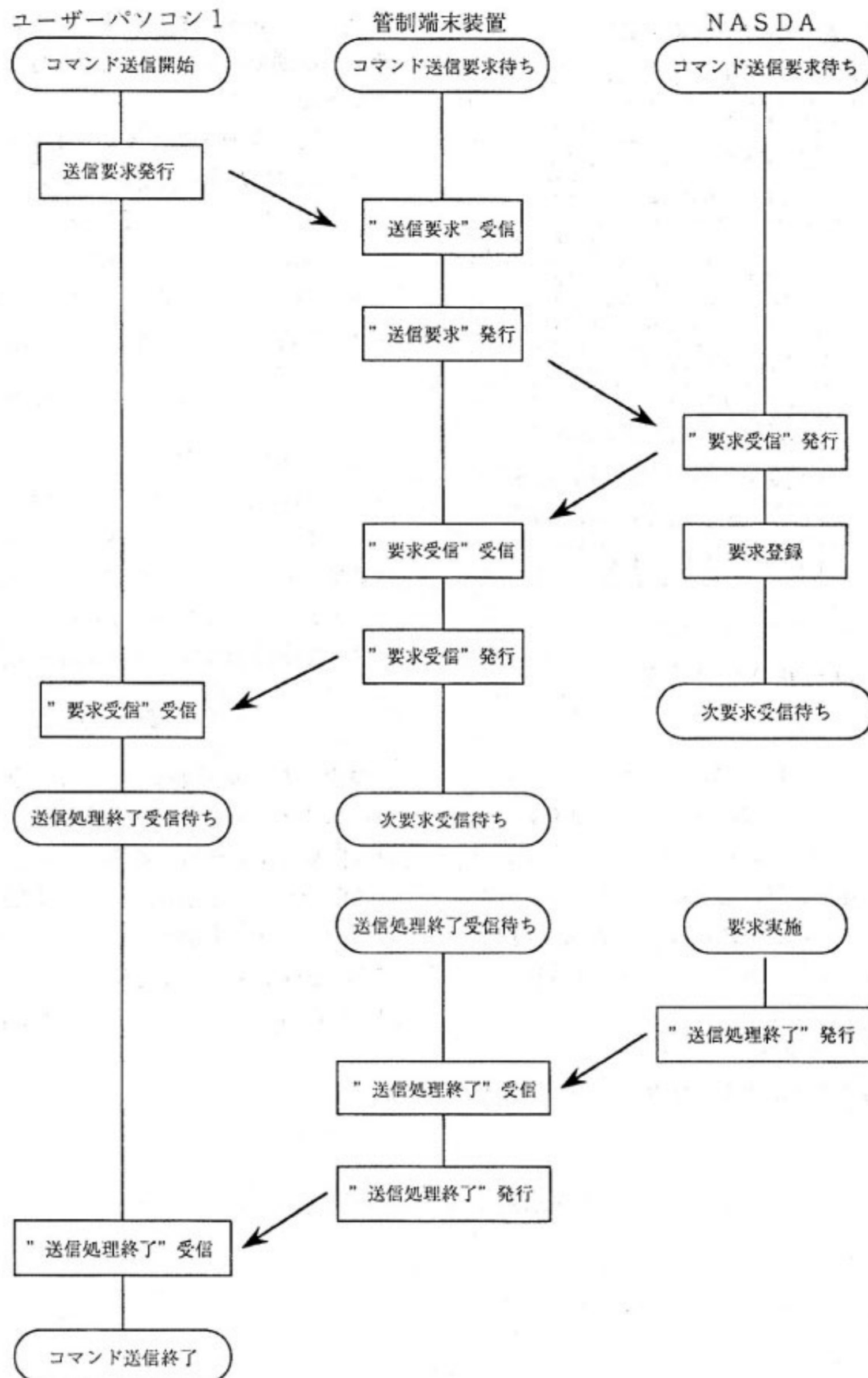
#### (1) テレメトリ抽出・解析

テレメトリデータ表示情報ファイルに定義されている情報をもとにマイナフレーム, 工学値変換済みデータ, ステータス変換済みデータ, 生データ, PCMデータより該当データの抽出を行う。また, マイナフレーム, 生データ, PCMデータを抽出した場合, 変換指定があれば指定の変換方法に従い変換を行う。

#### (2) テレメトリ照合

コマンド送信結果(送信結果終了, 格納済送信終了)通知受信後, コマンドデータ定義ファイルに定義したコ





第8図 コマンド送信手順

マンドデータ毎のテレメトリ照合条件によりチェックを行う。

(3) テレメトリ画面表示

テレメトリデータ定義ファイルに定義されている情報をもとに画面表示を行う。テレメトリ画面表示は、メニュー画面から各運用モードを選択した場合及び、各運用モードのテレメトリ表示画面より、各運用モード用テレメトリ画面表示のファンクションキーを押下時に表示

される。

(4) テレメトリ記録

オンボード軌道計算追尾モード用テレメトリ画面、リアルタイムモード用テレメトリ画面、プログラム追尾モード用テレメトリ画面、DIRモード用テレメトリ画面、スルーモード用テレメトリ画面に表示されるテレメトリデータ全てをハードディスクに記録する。

第3表 テレメトリ表示項目

No.	ファンクションキー	表示内容
1	F1	FLCEサブシステム 1/2
2	F2	FLCEサブシステム 2/2
3	F3	SICサブシステム 1/4
4	F4	SICサブシステム 2/4
5	F5	SICサブシステム 3/4
6	F6	SICサブシステム 4/4
7	F7	KSAサブシステム
8	F8	OCEサブシステム
9	F9	グラフィックステータス
10	F10	FLCE グラフィックステータス
11	SHIFT+F1	SIC グラフィックステータス
12	SHIFT+F2	OCE グラフィックステータス

#### 4. ユーザパソコン2

##### 4.1 概要

管制端末装置と RS-232 C でインタフェースされており、管制端末装置を経由して NASDA からのテレメトリデータを受信し、表示・記録を行う。管制端末装置で表示する 40 項目以外に実験に必要なテレメトリデータや、衛星上の状態表示及び HPA の送信電力、各種ゲイン等の表示を行う。また、取得したテレメトリデータをハードディスクに記録する。

##### 4.2 テレメトリデータ表示

表示項目として第3表に示すような機能を持つ。任意

のファンクションキーを押下することにより各サブシステムの状態を表示する。表示内容としては次に掲げるものがある。

- (1) SIC 関連の送受信レベル・ゲイン等の表示
- (2) OCE 関連の送受信レベル・ゲイン等の表示
- (3) FLCE 関連の送受信レベル・ゲイン等の表示
- (4) KSA のジンバルの角度情報等の表示
- (5) SIC, OCE, FLCE 関連の衛星上のスイッチ・信号経路等のグラフィック表示

#### 5. ユーザパソコン3

管制端末装置と RS-232 C でインタフェースされており、管制端末装置を経由して NASDA からのテレメトリデータを受信する。受信したテレメトリデータから実験解析に必要なデータを工学値またはステータス変換して、オンライン及びオフライン処理を行う。実験解析ソフトウェアは実験ユーザが作成する。

#### 6. おわりに

整備した衛星管制システムは、NASDA と専用回線を介してテレメトリ・コマンド処理をパソコンレベルで行う簡易なシステムである。

ETS-VI には複数のミッション機器が搭載されており、複数のユーザが実験を行う。また、コマンド運用はすべて NASDA を介して送出するため、実験運用に際しては事前に各ユーザ間で十分な調整を行う必要がある。

.....