

## 光通信実験管制端末装置

鹿谷 元一\*<sup>1</sup> 磯貝 光雄\*<sup>2</sup>

(1994年1月24日受理)

TELEMETRY COMMAND TERMINAL  
FOR LASER COMMUNICATION EXPERIMENTS

By

Motokazu SHIKATANI and Mitsuo ISOGAI

Telemetry Command terminal for the LCE (Laser Communication Equipment), one of the missions for the ETS-VI to be launched in 1994, has such advanced functions as GUI (Graphical User Interface), mission equipment status check, status estimation, and status prediction. The main functions of this equipment are:

- \* telemetry signal conversion from the raw data to the value expressed in scientific units,
- \* LCE status estimation and check according to the received telemetry and transmitted commands,
- \* telemetry signal storage in the history file,
- \* display of LCE status not only with characters but also with moving pictures and graphs,
- \* command generation and transmission,
- \* group command decomposition to single commands,
- \* recommended command generation based on the forecasted status of the LCE,
- \* scheduled command transmission on the time table,
- \* command check based on the estimated status of the LCE before transmission, and
- \* command verification by comparing transmitted commands and received telemetry.

[キーワード] テレメトリ・コマンド端末, テレメトリ信号, コマンド信号, グラフィカルユーザインタフェース, 技術試験衛星VI型, レーザ通信実験装置, 衛星間光通信.

Telemetry command terminal, Telemetry signal, Command signal, GUI (Graphical User Interface), Engineering Test Satellite-VI, LCE (Laser Communication Equipment), Optical intersatellite laser communication.

## 1. はじめに

光通信実験管制端末装置(以下, 本装置)は郵政省通信総合研究所(以下, 当所)の宇宙光通信地上センター(以下, 光センター)に設置されており, 技術試験衛星VI型(ETS-VI)に搭載の衛星間光通信基礎実験装置(以下, LCE; Laser Communication Equipment)

のテレメトリ信号処理, コマンド信号発生を行う<sup>(1)-(3)</sup>.

本装置は『人に優しい装置』の設計方針のもとに GUI (Graphical User Interface) の導入, テレメトリに基づいた LCE の状態推定・予測, それらの結果に基づく勧告コマンドの発生等, 新しい技術をとりいれて開発されている.

以下ではテレメトリ・コマンド信号の流れ, 本装置の設計方針, ハードウェア構成, ソフトウェア構成および機能について記す.

\*<sup>1</sup> 宇宙通信部 宇宙技術研究室

\*<sup>2</sup> 宇宙通信部 衛星通信研究室

## 2. テレメトリ・コマンド信号の流れ

第1図に LCE に対するテレメトリ信号とコマンド信号の流れを示す。

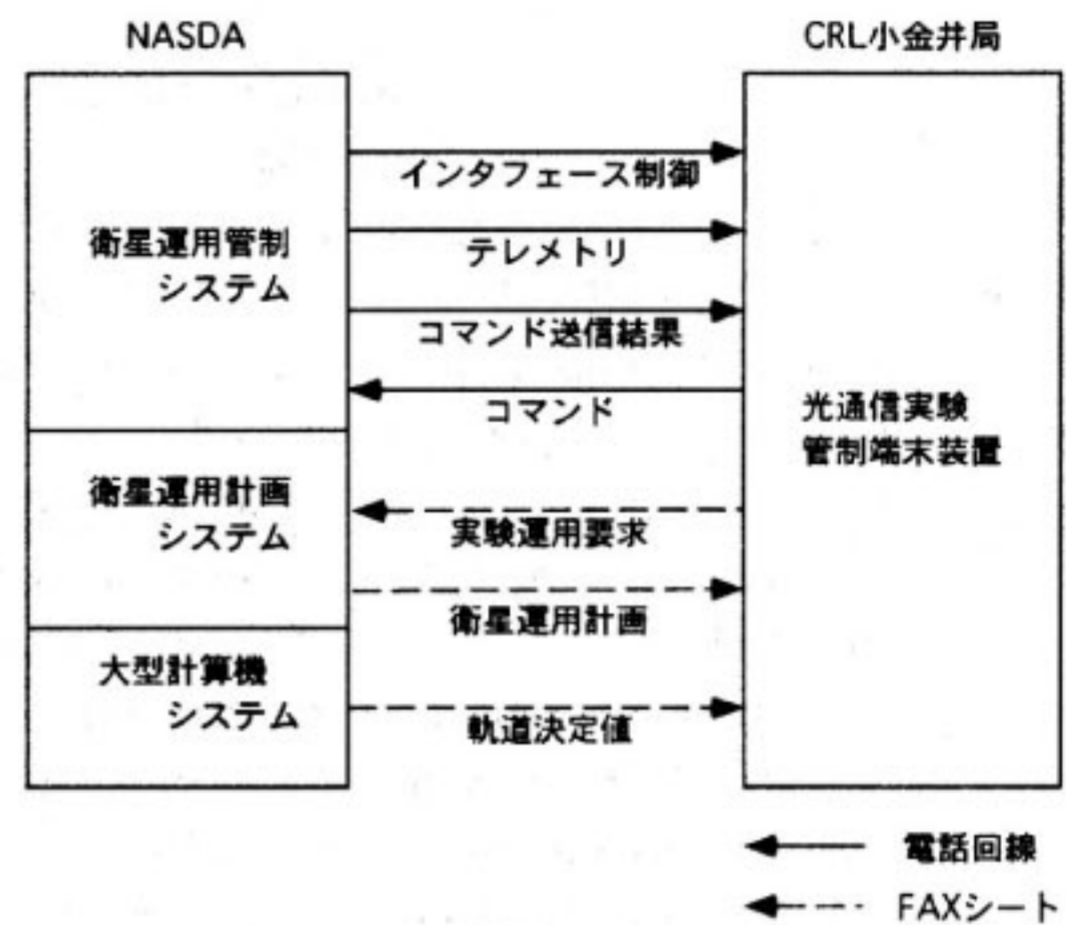
LCE からのテレメトリ信号は電波回線と光回線によって地上局に降ろされる。電波回線を経由するものは ETS-VI の他のミッションからのテレメトリ信号とあわせて Sバンドで送られ、宇宙開発事業団（以下、NASDA）の ETS-VI データ中継・追跡実験地上システムで受信・復調され、NASDA 筑波宇宙センター中央追跡管制所（TACC；Tracking and Control Center）の衛星運用管制プログラム（SOCS；Satellite Operation Control System）により各ミッションに分配される。光回線を経由するものは直接光センターの直径 1.5 m の望遠鏡で受信され、同センター内で復調・変換・記録される。本論文ではテレメトリについては前者のみを扱っている。

LCE の運用に必要な全てのコマンド信号は本装置で発生され専用電話回線経由で NASDA に伝送される。NASDA では S バンドの電波にのせて ETS-VI に送られる。ただし、ジンバルミラーロックオフのコマンドだけは NASDA で直接発生されるように設定されている。（ジンバルミラーは、レーザ光の反射鏡と回転機構から構成され、LCEの望遠鏡の前に設置されている。ジンバルミラーを回転させると望遠鏡の入出光の角度が変化するので、望遠鏡を直接光の入出方向へ向けるのと同じ効果がえられる。この回転機構は衛星の打上時には、打上衝撃に耐えられるように固定されていて、静止軌道上

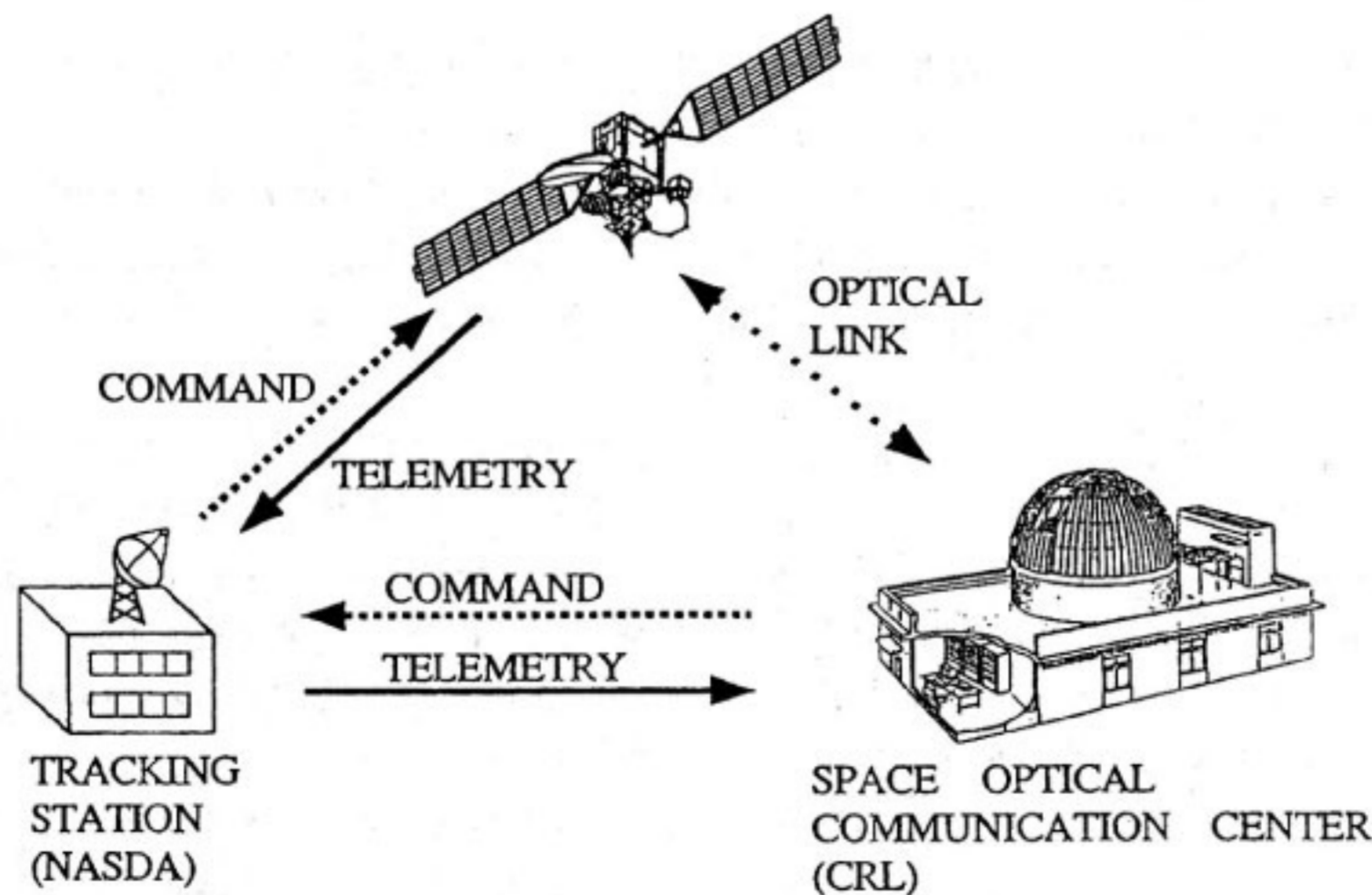
でコマンドにより固定が解除される。）

ところで、以下において小金井局という言葉を用いるが、これは広義には本装置及び光送受信系からなる当所の ETS-VI 実験設備全体を意味し、狭義には本装置のみを意味するものとする。

TACC と小金井局の間には専用電話回線が引かれておりテレメトリ信号とコマンドはこの回線により伝送される。一方、小金井局から TACC への実験運用要求、TACC から小金井局への衛星運用計画・軌道決定値はファクシミリにより伝送される。第2図に NASDA・



第2図 NASDA・ETS-VI追跡管制システムと CRL 小金井局間のインタフェース



第1図 テレメトリ信号とコマンド信号の流れ

ETS-VI 追跡管制システムと小金井局間のインタフェースを示す。

### 3. 装置の設計方針

以下に、本装置の設計方針を記す。

#### 3.1 『人にやさしい装置』の開発

テレメトリ・コマンドのための専任スタッフを置くようなことは人的資源の制約から困難な場合が多いので、装置の開発にあたっては、実験担当者が直接装置を操作することを想定した。そして、テレメトリ・コマンドと装置に関する深い知識を有しない者でも短期間のうちに操作方法に習熟し感覚的に操作できる『人にやさしい装置』の開発を基本目標の一つとして、表示方法・入力方法・コンピュータの判断機能等を充実しマンマシンインタフェースを向上させることとした。

マンマシンインタフェースのうち GUI (Graphical User Interface) は特に重要で、リアルタイム画面表示の開発ツールとして米国 VI 社の Data Views を導入しテレメトリ表示、コマンドの入力方法を改良した。また、Xウインドウの採用により表示の切替え、拡大・縮小、多画面の同時表示・配置変更をマウスの操作で容易に行えるようにした。

#### 3.2 定義・パラメータのデータベース化

定義、パラメータ等をプログラム中に埋め込んで記述した場合、これを変更するにはプログラムを書き換える必要がある。本装置では、コマンド・テレメトリの変換規則等できるだけ多くの定義、パラメータをデータベース化してプログラムの変更に柔軟に対応できるようにした。実際、本装置の開発終了後コマンドの仕様が一部変更になったが、データベースの変更だけで対応することができた。

#### 3.3 インタフェースの明確化

実験計画は固定したものではなく変更される場合もあるので、それに柔軟に対応できることが望ましい。そこで、本装置では新しい機能の付加、変更が容易なようにソフトウェアのブロック毎に入出力パラメータの定義を詳細に記述してインタフェースを明確にした。

#### 3.4 高級言語によるプログラミング

従来、本装置のような実時間処理を行うソフトウェアは高速化が容易なアセンブラ言語で主に記述されてきた。ところが、アセンブラ言語は計算機の CPU 毎に異なっており、使いこなせるようになるには習得に相当の期間を要するため、プログラムの変更は限られた者にしか出来ない。また、アセンブラ言語は構造化のレベルが低いため、その解読が容易ではない等の欠点がある。そこで、本装置では高級言語を出来るだけ使用して、後の改良・

改修が容易となるようにした。

実際に作成されたソフトウェアでは C 言語を 100 パーセント使用している。

#### 3.5 市販ソフトウェア、ハードウェアの採用

一般に市販品は、汎用性・耐久性・操作性に優れていて、説明書等の文書も完備している。そこで、本装置では保守の容易化、開発コストの低減、開発期間の短縮を図るため出来るだけ市販ソフトウェア、ハードウェアを使用することとした。

実際にはハードウェアは 100 パーセントの市販品、ソフトウェアも GUI ソフトウェアには市販のパッケージを使用している。市販品は取扱説明書等の公開情報だけでは判らないブラックボックスの部分があり使いづらい面もあるが、同程度の物を新たに開発したとすればもっと多くの費用と期間を要したであろう。

### 4. ハードウェア構成

第 3 図に装置のハードウェア構成、第 4 図に装置外観を示す。TACC と小金井局は専用電話回線によって結ばれており、TACC から小金井局へはテレメトリ信号、小金井局から TACC へはコマンド信号が伝送される。専用電話回線はモデムに結ばれている (回線種類; アナログ、回線速度; 9,600 bps, 伝送手順; V.24, V.25, HDLC)。装置は構成上から本体部、通信制御部および NASDA シミュレータ部に分けられる。本体部では、ワークステーションがデータ処理機能を行う。通信制御部ではパーソナルコンピュータが NASDA とのデータの送受信を HDLC で行う。NASDA シミュレータ部ではパーソナルコンピュータが NASDA の SOCS 機能をシミュレートして装置独自で試験できるようになっている。

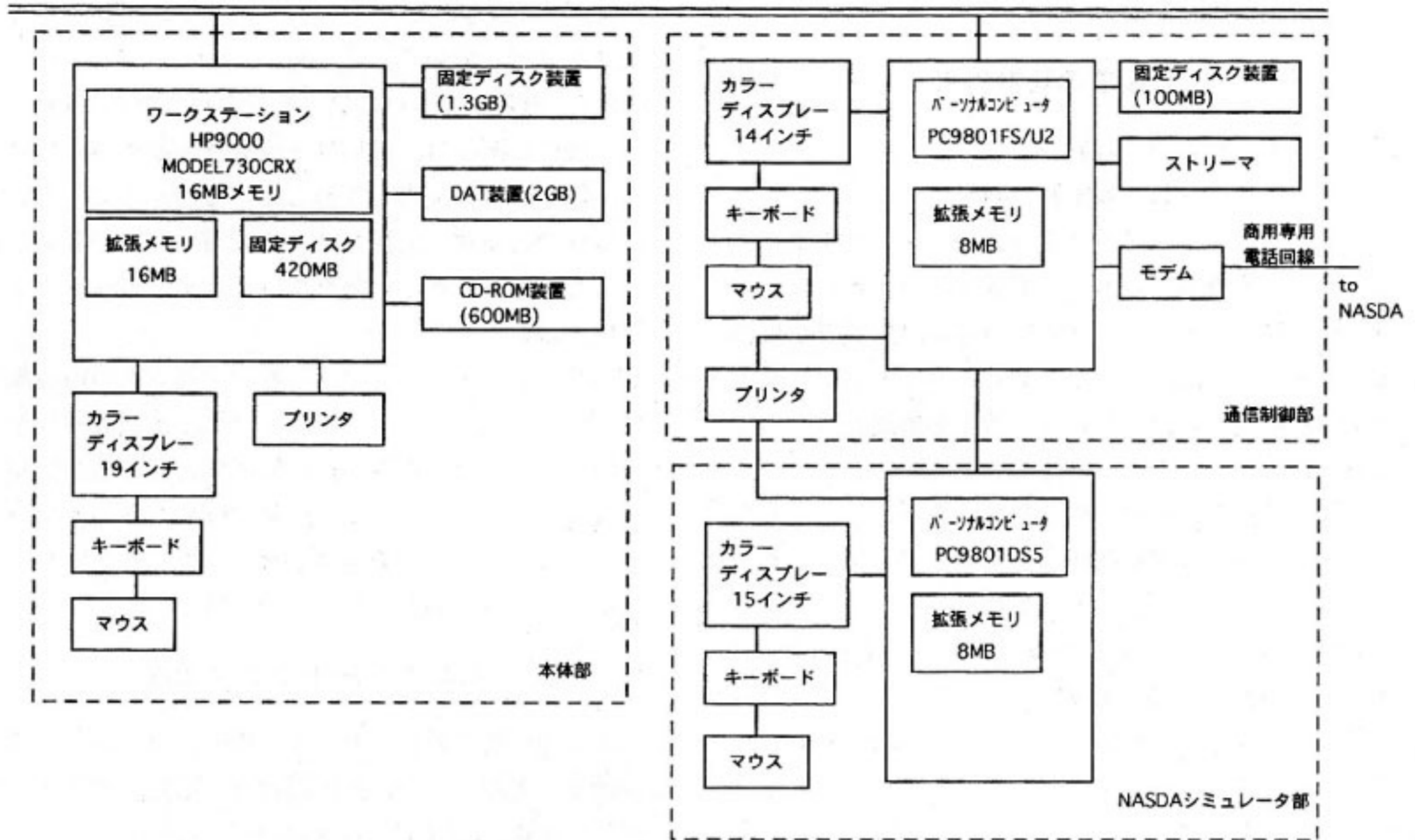
### 5. ソフトウェア構成

本装置のソフトウェアはオペレーティングシステム等を除きハードウェアに対応した 3 個のソフトウェアから成っている。ソフトウェアの一覧を第 1 表に示す。データ処理ソフトウェアは本体部に、通信処理ソフトウェアは通信制御部に、試験支援ソフトウェアは NASDA シミュレータ部に格納されている。

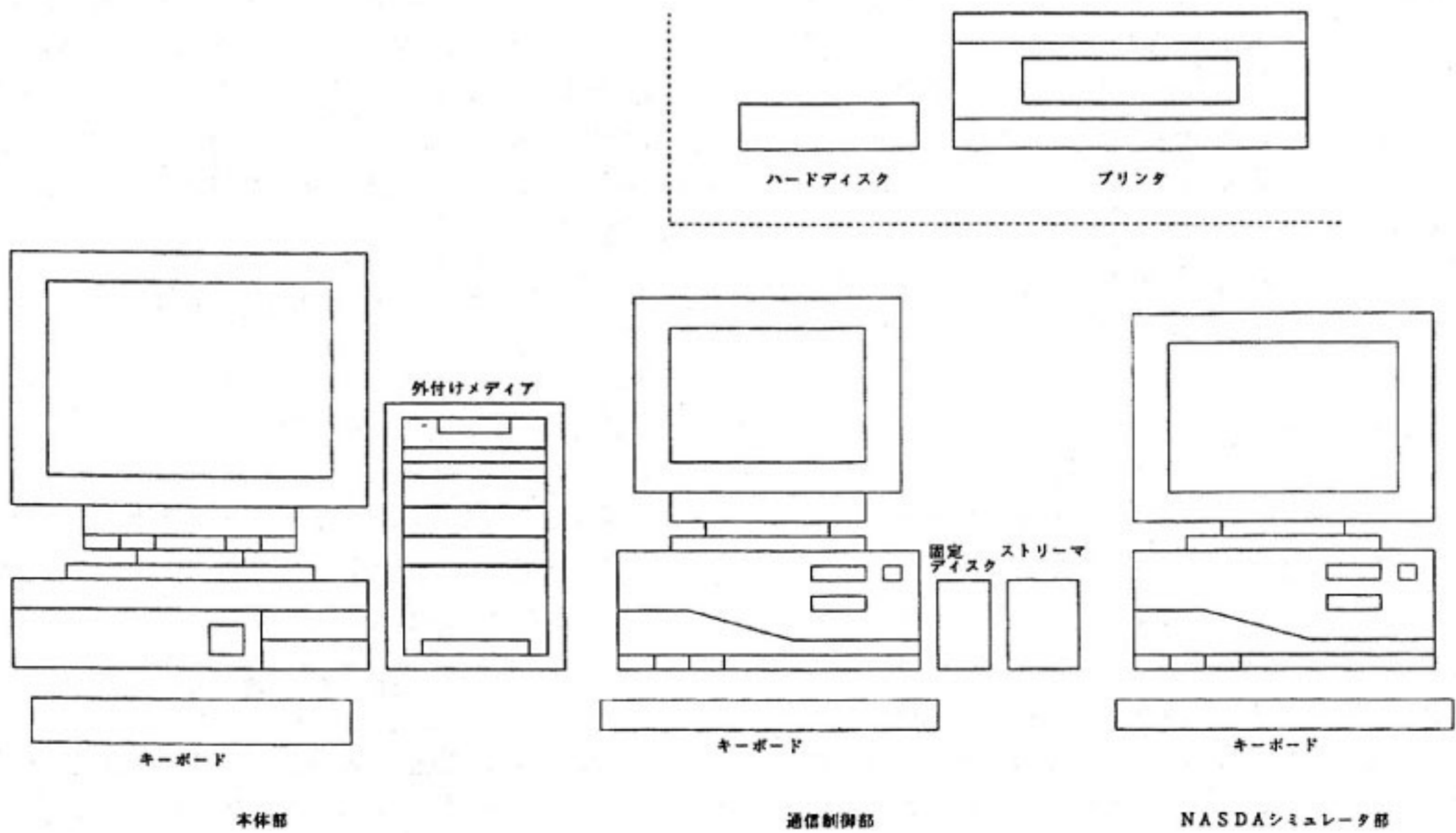
### 6. 機能概要

『人にやさしい装置』の開発等、前記の装置設計方針に沿って、本装置は従来の装置にみられない機能を有している。第 2 表に本装置の機能一覧を示し、以下にその中から特徴的な機能について概要を記す。

#### 6.1 画面表示機能



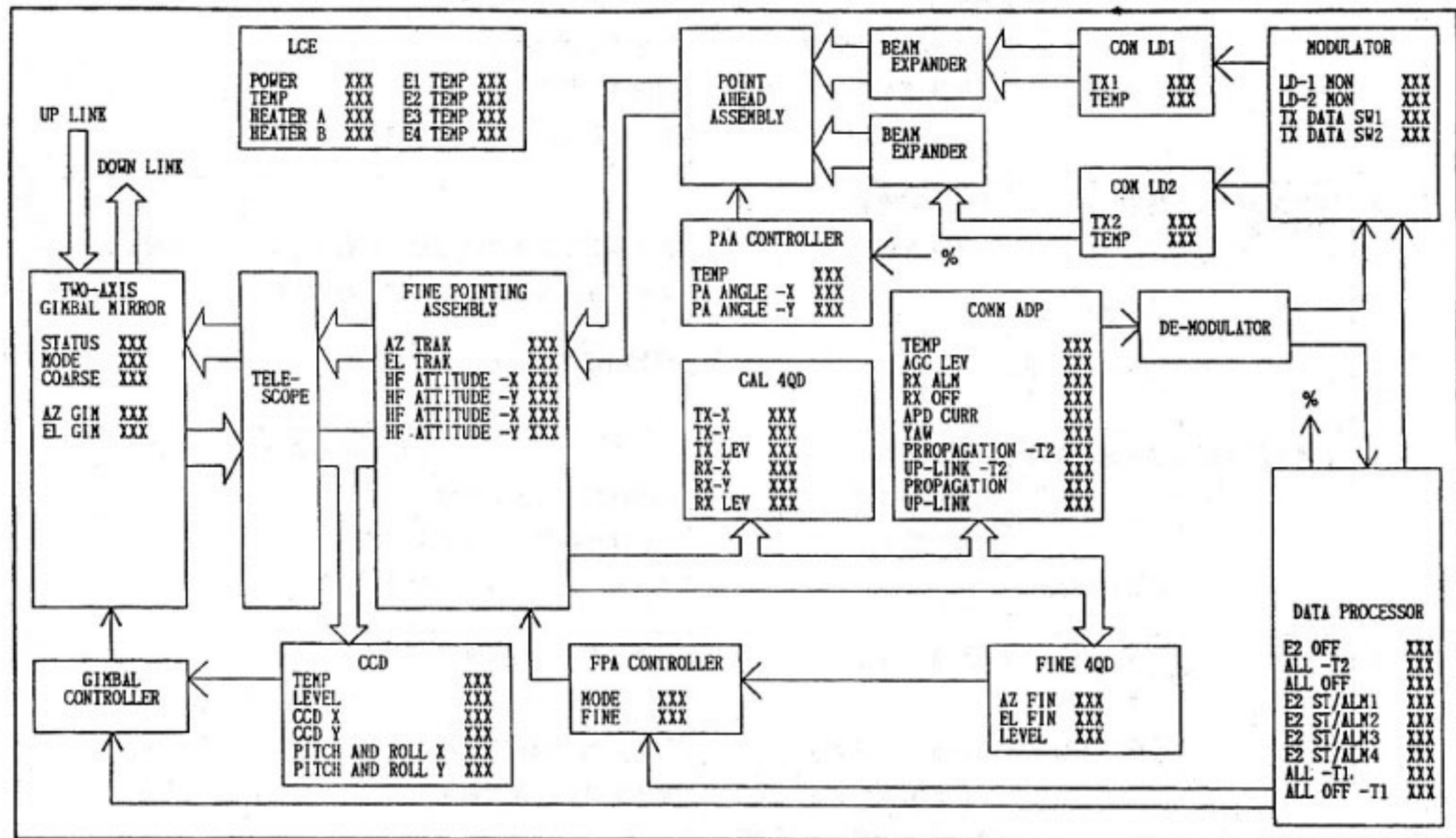
第3図 光通信実験管制端末装置のハードウェア構成



第4図 光通信実験管制端末装置の外観図

第1表 光通信実験管制端末装置のソフトウェア一覧

	ソフトウェア名称	動作マシン	機能概要
1	データ処理ソフトウェア	HP9000 730CRX	コマンド機能、テレメトリ機能、再現機能等を行う。
2	通信処理ソフトウェア	PC9801 FS/U2	NASDAとのデータの送受信を、HDLCで行う。
3	試験支援ソフトウェア	PC9801 DS5	データ処理ソフトウェア、通信処理ソフトウェアを試験するためSOCS機能をシミュレートする。



<説明>

・アナログデータに限り、リミット値による色別表示がある。

- 赤 . . . Action Limitエラーの場合
- 黄 . . . Caution Limitエラーの場合
- 白 . . . 正常値

第5図 ブロック表示画面例

テレメトリ、運用中の LCE の状態、NASDA・小金井間の回線状態等はリアルタイムでディスプレイ上に表示される。

表示方法は、LCE のブロック図の上にテレメトリを表示する方法（以下、『ブロック表示』）と、従来からあるキャラクタのみを表示する方法（以下、『ブロック非表示』）を選択できる。さらにこれらのいずれの表示画面内においても特定の項目をマウスでクリックすると、その『数値表示』、『メータ表示』または『グラフ表示』を選択して見ることができ、データを多角的に理解できるようになっている。

温度テレメトリは4種のリミット値（caution/action

limit 及びそれぞれの upper/lower limit 値）についてチェックされ、リミット値を超えたときは表示色が変わり運用者に警告が与えられる。また、リミット値は適宜変更することができる。

以下に、それぞれの表示方法について概説する。

(1) ブロック表示

ブロック表示では、LCE 機器部分の機能ブロック図に重ねて、そのブロックに関係するテレメトリが表示され、テレメトリ項目とその発生元が視覚的にとらえることができる。第5図にブロック表示画面の例を示す。

(2) ブロック非表示

ブロック非表示では、LCE 機器に関連する全テレメ

第2表 機能一覧表 (1/4)

NO	大機能	中機能	小機能	備考
1	操作案内機能			操作説明書の目次等を表示する
2	環境設定機能	環境設定 環境変更 運用者管理   ファイル	パスワード, 運用者管理  運用者変更 運用ログ データベース保護 運用操作記録ファイル	データベース情報のメモリ展開 データベース情報の運用中の変更 (グループコマンド) 運用者による送信可能コマンドの限定* 運用者のパスワード管理*  運用に関する記録 ファイル保護* 運用時間等の記録 *: UNIXのユーザ管理機能を使用
3	スケジュール管理機能	時刻管理  テレメトリ生データセーブスケジュール  コマンド送信スケジュール	現在時刻管理 タイマ管理	タイムアウト処理の起動 (自動ログオンタイマ等) スケジュールによるセーブの開始/停止  時刻指定コマンド
4	通信管理機能	通信回線管理   PCI/F制御	回線状態表示 回線状態ログ 回線状態チェック	データリンク、ログオン状態等の表示 回線状態に関する記録 回線状態の監視 (無通信状態) データリンクに関する制御
5	テレメトリ機能	ログオン ログオフ 分配項目設定  テレメトリ生データセーブ テレメトリ生データセーブスケジュール ファイル	分配要求有り  バス系テレメトリ LCE関連テレメトリ テレメトリグループ登録  テレメトリ日報ファイル テレメトリ収集スケジュールファイル テレメトリ生データファイル	ログオン時、分配要求する  テレメトリ項目で要求 マイナフレームで要求  DATへ保存する スケジュールによるセーブの開始/停止  テレメトリ受信数等の記録 テレメトリの収集スケジュールの記録 中間ファイル、表示可能
6	テレメトリ工学値変換	工学値変換  解析変換 ステータス変換 リミットチェック テレメトリ予測	曲線変換 ライブラリ変換 ライブラリ変換式DB登録  温度テレメトリの予測	プログラム埋め込みの変換 変換式のデータベース定義 文字列変換 CL、ALのチェック 最小2乗法
7	テレメトリ再生機能		再生周期設定 再生開始時刻設定	再生周期、画面更新速度の設定

第2表 機能一覧表 (2/4)

NO	大機能	中機能	小機能	備考
8	データベース機能	登録 設定 設定変更	バイナリ変換 妥当性チェック	データベース情報のメモリ展開 データベース情報の運用中の変更 (グループコマンド)
9	コマンド機能	コマンド生成  コマンド送信  コマンド送信確認 ファイル	単発コマンド生成 グループコマンド生成 スケジュールコマンド生成 予測コマンド表示 格納コマンド生成 マグニチュード工学値変換 LCE機器状態確認後の送信 格納コマンド送信 コマンドの優先順位制御  コマンド日報ファイル コマンド送信スケジュールファイル コマンド履歴ファイル	時刻指定コマンド 異常時案内メッセージ、対処コマンドの表示  グループコマンドの格納 即時コマンドの優先 テレメトリ照合  コマンド送信数 (OK/NG数) 等 スケジュールコマンドの履歴 コマンドの詳細履歴
10	画面機能	TLM表示  ファイル VEE 解析  補助 印刷  システム  エラー表示  回線表示 画面データ変更 コマンド送信	ブロック表示 ブロック非表示 各ファイルの表示 VEEの起動 他APの起動 統計処理 操作案内 画面ハードコピー ファイルの印刷 モード切り替え システム終了 DAT システムエラー表示 異常時の案内 回線状態テキスト表示 画面に表示されるデータの 変更 ブロック選択 コマンドメニュー選択 記号入力	NO. 11参照 NO. 11参照  温度 (最大/最小値) 等 操作説明書の目次等を表示する  蓄積ファイルの印刷 リアルタイム/再生モードの切り替え  DAT残容量表示 運用に関するエラー等を表示する 対処コマンド等を表示 データリンク、ログオン状態等の表示 表示VIEWの変更 (既登録画面)  NO. 12参照 NO. 12参照 NO. 12参照

第2表 機能一覧表 (3/4)

NO	大機能	中機能	小機能	備考
11	ブロック表示	機器状態表示	画面の色別表示 ON/OFF表示 テレメトリデータ更新	テレメトリの全項目を機器別に表示する UP/DOWNリンクの区別等 状態による色別表示 毎秒更新
	ブロック	全項目表示 選択項目表示 PRE設定選択項目表示	テレメトリデータ更新	テレメトリの全項目をテキスト(一覧)で表示する 毎秒更新 表示不要なテレメトリの消去/再表示 表示VIEWの変更(既登録画面)
	各種表示形態	ハス系テレメトリ	数値表示 グラフ メータ 予測グラフ リミット値の表示/変更 グラフ, テキストのスクロール	温度テレメトリ(最小2乗法) 運用中の変更可  テキスト表示
12	コマンド	記号入力	即時コマンド スケジュールコマンド 単発コマンド グループコマンド マグニチュードコマンド ディスクリートコマンド	コマンド記号によるキーボード入力  登録
		コマンドメニュー 選択	即時コマンド スケジュールコマンド 格納コマンド 単発コマンド グループコマンド マグニチュードコマンド ディスクリートコマンド グラフ入力 送信不可コマンドの色別表示 単発/グループの色別表示 コマンド送信時の確認、警告 メッセージ出力	メニューによる順次選択  登録/削除 格納/送信/削除  マグニチュード値のグラフによる入力



第2表 機能一覧表 (4/4)

NO	大機能	中機能	小機能	備考
12	コマンド	ブロック選択	即時コマンド スケジュールコマンド 単発コマンド グループコマンド マグニチュードコマンド ディスクリートコマンド グラフ入力 送信不可コマンドの色別表示 単発/グループの色別表示 コマンド送信時の確認、警告メッセージ出力	機器によるコマンドの選択  登録/削除  マグニチュード値のグラフによる入力
13	データ蓄積機能	表示・印刷 ファイル	運用操作記録ファイル テレメトリ日報ファイル テレメトリ収集スケジュール テレメトリ生データファイル コマンド日報ファイル コマンド送信スケジュールファイル コマンド履歴ファイル	運用時間等の表示 テレメトリ受信数等の記録 テレメトリの収集スケジュールの記録 中間ファイル、表示可能 コマンド送信数 (OK/NG数) 等 スケジュールコマンドの履歴 コマンドの詳細履歴
14	通信管理機能 (PC)	回線管理 HDLC制御 HPI/F制御		
15	試験機能 (PC)	送信  受信表示	制御I/F テレメトリ コマンド 制御I/F	

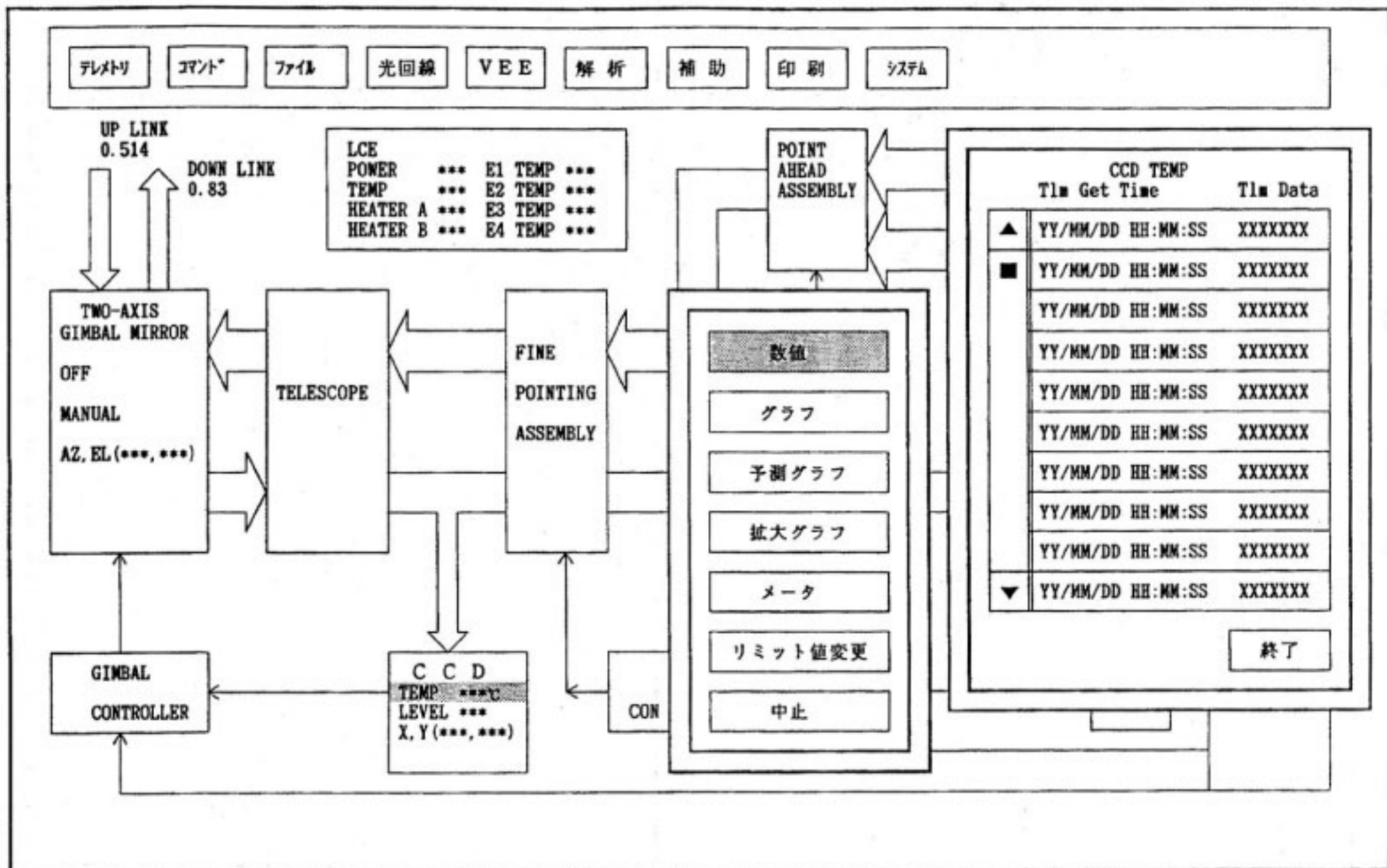
<b>*** TWO-AXIS GIMBAL MIRROR ***</b> L4005 AZ GIM xxxxxxxx L4006 EL GIM xxxxxxxx			<b>*** FPA CONTROLLER ***</b> L5005 FPA AUTO/MANU xxxx L5007 FINE LOCK/OFF xxxx			<b>*** COM LD1 ***</b> L1003 LD1 TEMP xxxxxxxx L5010 TX1 ON/OFF xxx		
<b>*** GIMBAL CONTROLLER ***</b> L5002 GIMBL AUTO/MANU xxxx L5006 COARSE LOCK/OFF xxxx L5018 GIMBAL ON/OFF xxx			<b>*** PAA CONTROLLER ***</b> L1006 PAM TEMP xxxxxxxx SD5 PA ANGLE -X xxxxxxxx SD6 PA ANGLE -Y xxxxxxxx			<b>*** COM LD2 ***</b> L1004 LD2 TEMP xxxxxxxx L5011 TX2 ON/OFF xxx		
<b>*** POWER ON/OFF ***</b> L5001 LCE ON/OFF xxx L1001 LCE TEMP xxxxxxxx L1007 E1 TEMP xxxxxxxx L1008 E2 TEMP xxxxxxxx L1009 E3 TEMP xxxxxxxx L1010 E4 TEMP xxxxxxxx L5016 HEATER A ON/OFF xxx L5017 HEATER B ON/OFF xxx			<b>*** CAL 4QD ***</b> SD7 4QD TX-X xxxxxxxx SD8 4QD TX-Y xxxxxxxx SD9 4QD TX LEV xxxxxxxx SD10 4QD RX-X xxxxxxxx SD11 4QD RX-Y xxxxxxxx SD12 4QD RX-LEV xxxxxxxx			<b>*** MODULATOR ***</b> L4009 LD-1 MON xxxxxxxx L4010 LD-2 MON xxxxxxxx L5012 TX DATA SW1 xxx L5013 TX DATA SW2 xxx		
<b>*** FINE POINTING ASSEMBLY ***</b> L4003 AZ TRAK xxxxxxxx L4004 EL TRAK xxxxxxxx SD13 HF ATTITUDE -X xxxxxxxx SD14 HF ATTITUDE -Y xxxxxxxx SD0020 HF ATTITUDE -X xxxxxxxx SD0120 HF ATTITUDE -Y xxxxxxxx			<b>*** COMM APD ***</b> L1005 APD TEMP xxxxxxxx L4011 AGC LEV xxxxxxxx L5009 RX ALM xxx L5014 RX OFF xxx SD3 APD CURR xxxxxxxx SD4 YAW xxxxxxxx SD15 PROPAGATION -T2 xxxxxxxx SD16 UP-LINK -T2 xxxxxxxx SD22 PROPAGATION xxxxxxxx SD23 UP-LINK xxxxxxxx			<b>*** DATA PROCESSOR ***</b> L5015 E2 OFF xxx SD17 ALL -T2 xxx SD18 ALL OFF xxx SD0019 E2 ST/ALM 1 xxxxxxxx SD0119 E2 ST/ALM 2 xxxxxxxx SD0219 E2 ST/ALM 3 xxxxxxxx SD0319 E2 ST/ALM 4 xxxxxxxx SD24 ALL -T1 xxx SD25 ALL OFF -T1 xxx		
<b>*** CCD ***</b> L4007 CCD LEVEL xxxxxxxx SD1 CCD X xxxxxxxx SD2 CCD Y xxxxxxxx SD0021 PITCH AND ROLL-X xxxxxxxx SD0121 PITCH AND ROLL-Y xxxxxxxx L1002 CCD TEMP xxxxxxxx			<b>*** FINE 4QD ***</b> L4001 AZ FIN xxxxxxxx L4002 EL FIN xxxxxxxx L4008 4Q LEVEL xxxxxxxx			テレメトリ選択表示		

<説明>

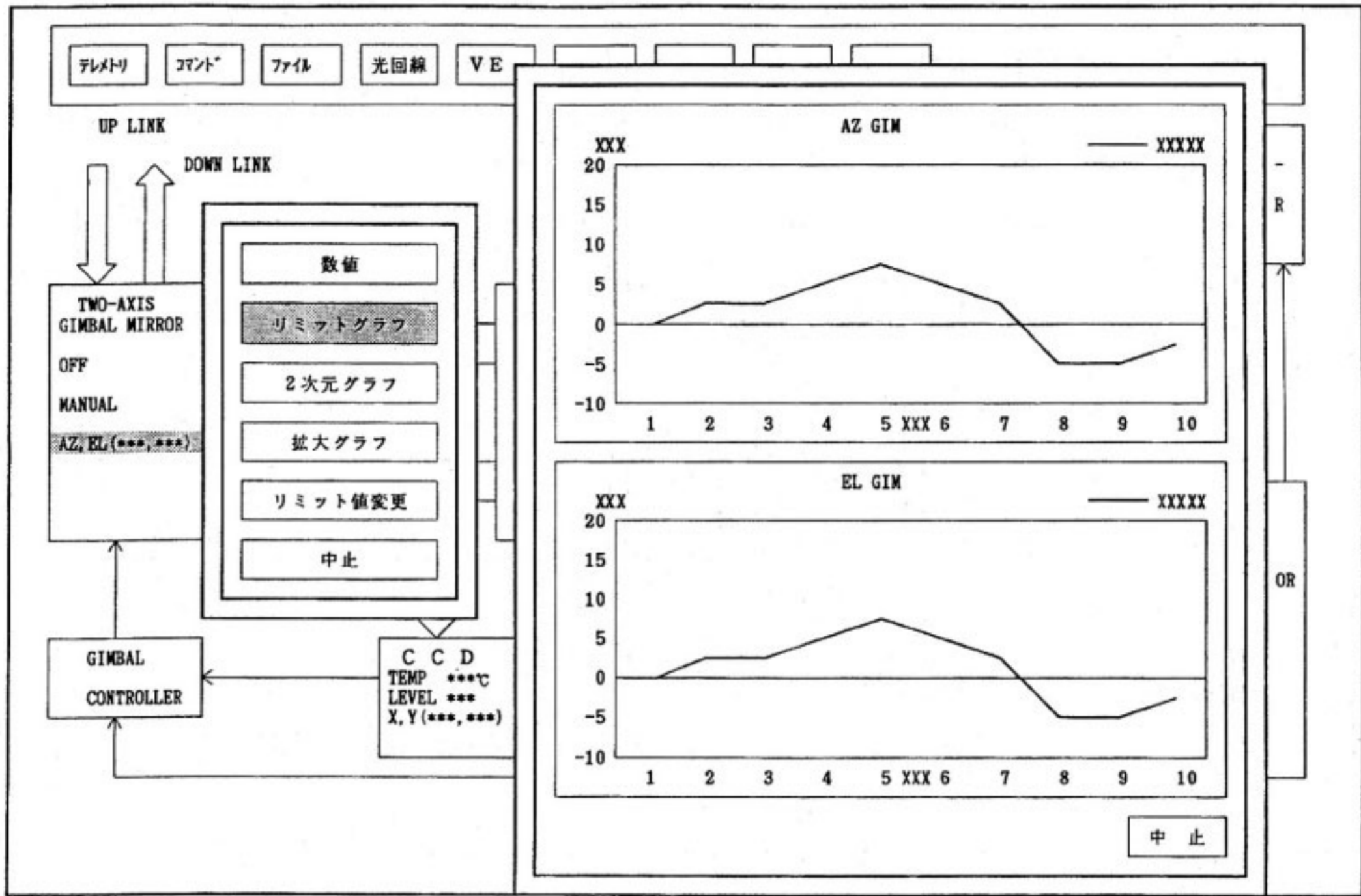
・アナログデータに限り、リミット値による色別表示がある。

- 赤 . . . Action Limitエラーの場合
- 黄 . . . Caution Limitエラーの場合
- 白 . . . 正常値

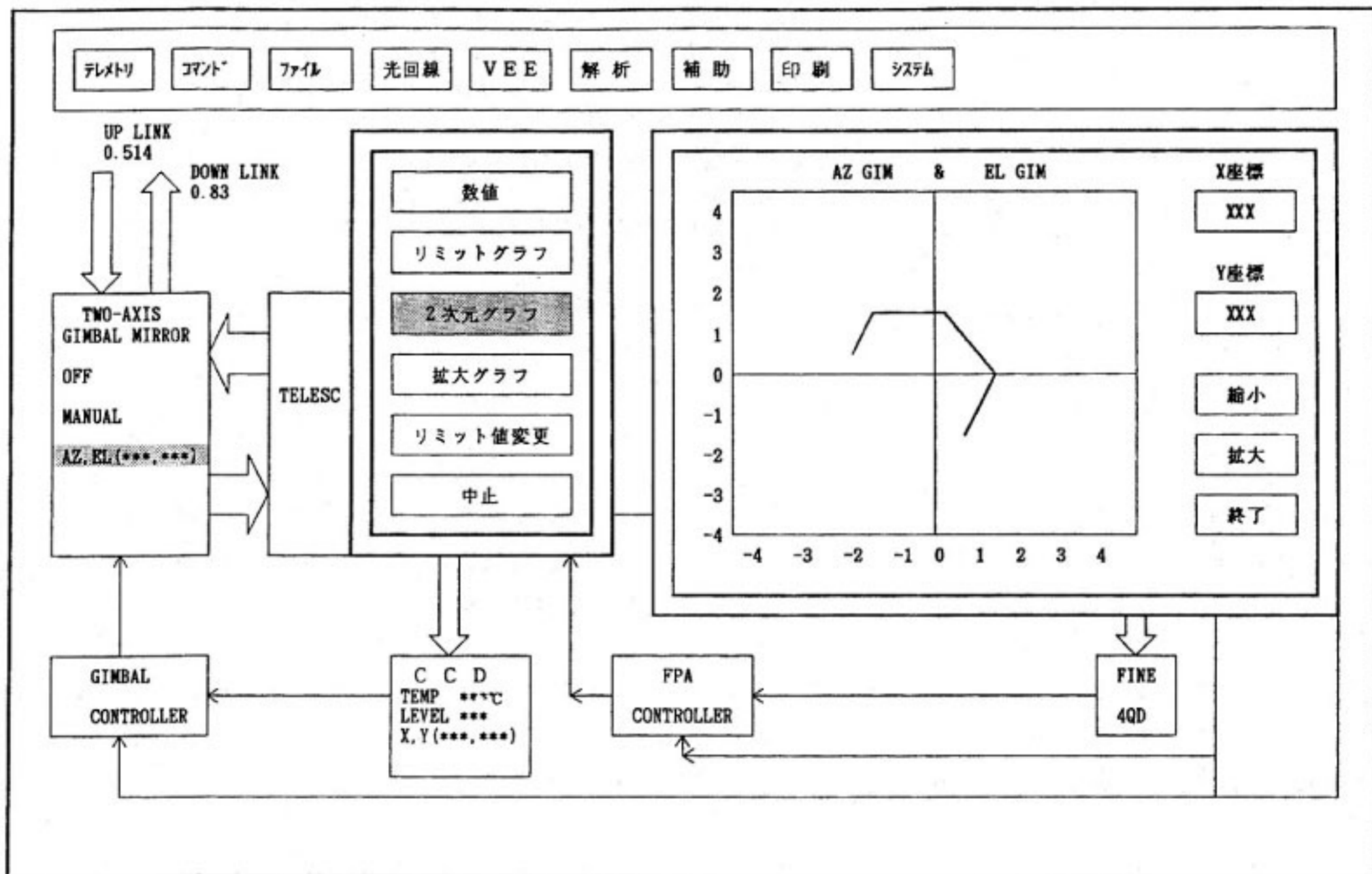
第6図 ブロック非表示画面例



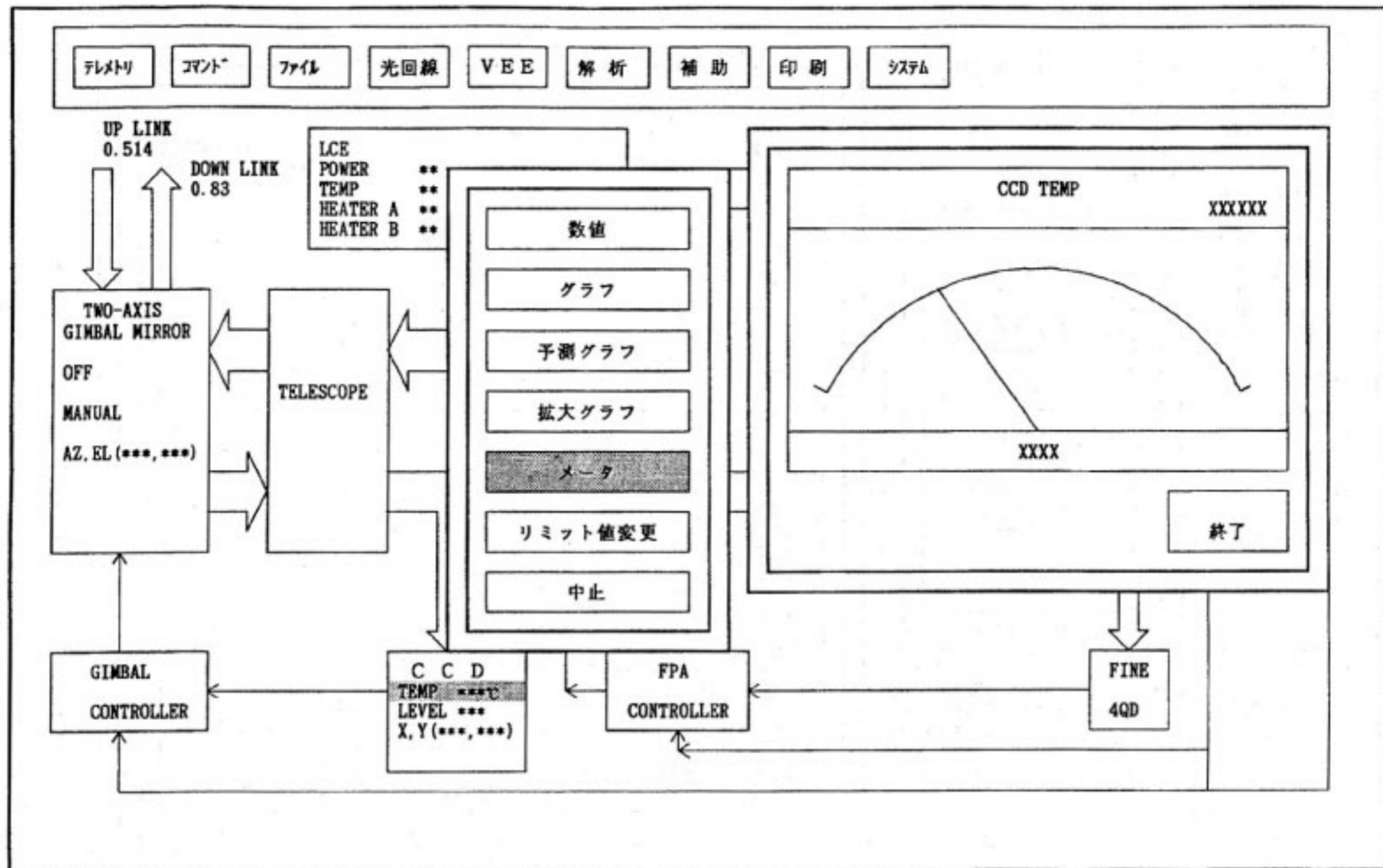
第7図 数値表示画面例



第8図 グラフ表示画面例



第9図 2次元グラフ表示画面例



第10図 メータ表示画面例

第3表 コマンド入力方法の種類

1	ブロック選択	ブロック表示画面で装置の各機器部分を選択すると、選択した装置に関するコマンドの一覧が表示され、その中から希望のコマンドを選択する。即時コマンドとグループコマンドは色別に表示される。また、意味の無いコマンドは色別表示となり選択・送信できない。
2	コマンドメニュー選択	コマンド一覧（全コマンド表示）から送信するコマンドを選択する。即時コマンドとグループコマンドは色別に表示される。また、意味の無いコマンドは色別表示となり選択・送信できない。
3	記号入力	コマンド記号をキーボードから入力する。

トリのテキスト表示をする。この表示方法は従来の表示方法であるが、表形式でまとまっている特徴がある。第6図にブロック非表示画面の例を示す。

(3) 数値表示

数値表示では、全テレメトリ項目を対象として、選択された特定の項目について取得時刻順に数値で並べて表示され、データはスクロール・アップ/ダウンするので、値の細かな変化を見ることができる。第7図に数値表示画面の例を示す。

(4) グラフ表示

グラフ表示では、温度・角度テレメトリのグラフが表示され、変化の概要を視覚で捉えることが出来る。過去

のデータから求めた予測値も表示されるので、状態の変化を予想し、適切な対応をとるのに役立つ。例としてジンの角度変化のグラフ表示を第8図に、その2次元表示を第9図に示す。

(5) メータ表示

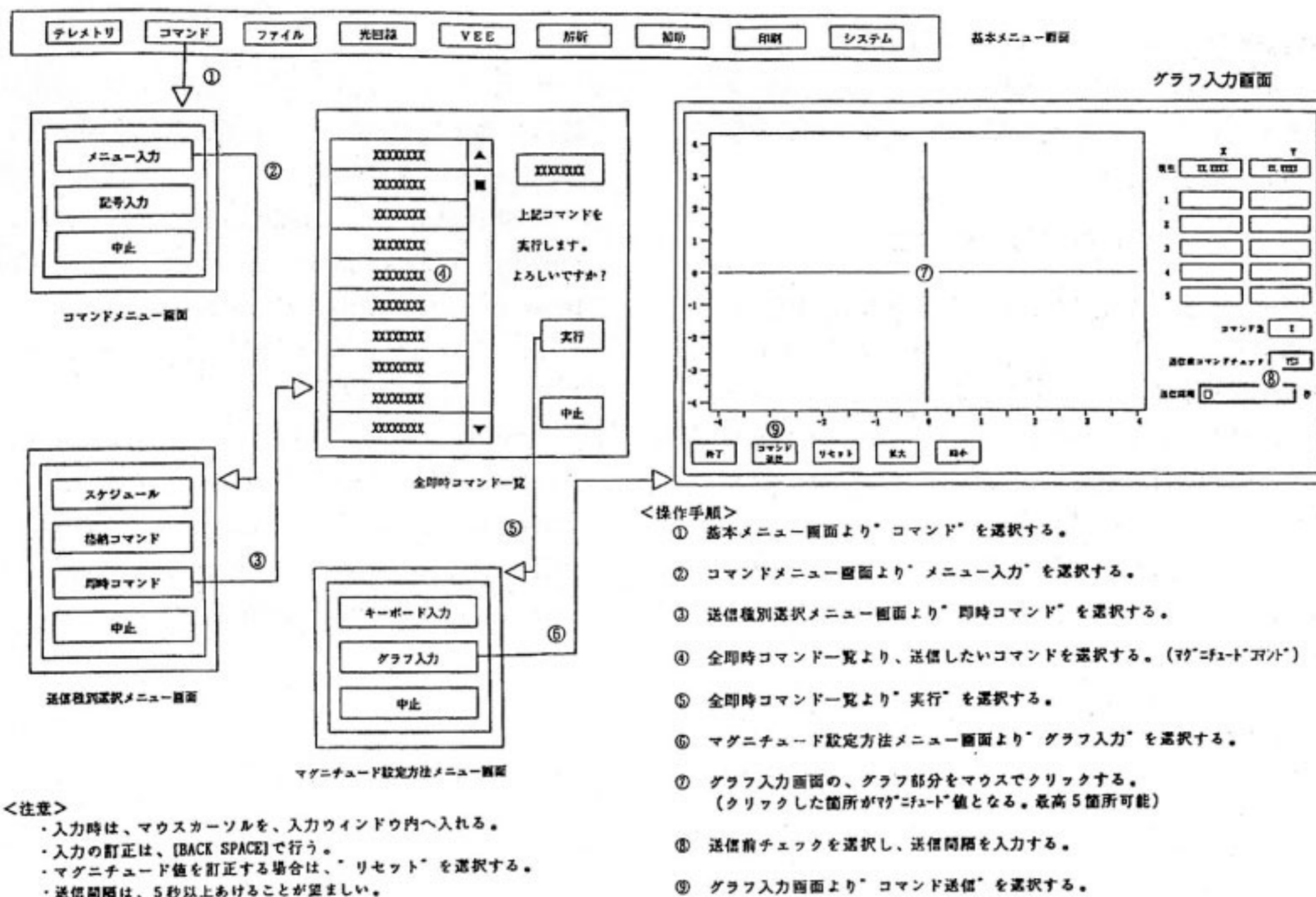
メータ表示では、テレメトリがアナログメータで表示され、リミット値と現在値との関係がアナログ的に捉えられる。第10図にメータ表示の例を示す。

6.2 画面入力機能

コマンドの設定方法は運用者の習熟度に応じて選択できる。コマンド記号をキーボードから入力する従来の方法（『記号入力』）の他に、ブロック表示画面上でコマン

第4表 コマンドの種類

1	単発コマンド	単発コマンドは運用者が一回に要求できるコマンドの最小単位である。
2	グループコマンド	単発コマンドの集合体で定義された一連のコマンド群である。
3	スケジュールコマンド	時刻指定機能が付加されたコマンドである。単発コマンド、グループコマンドどちらでも設定が可能。
4	予測コマンド	LCE機器状態を常に監視し、異常が発生した場合、必要なコマンドの要求をメッセージとして出力し、運用者が必要と認めた場合は予測コマンドとして生成、送信がおこなわれる。
5	格納コマンド	SOCsへコマンド群をいったん格納しておき、運用者からの送信要求によって、格納したコマンドの一括送信を行う。



第11図 メニュー入力方法 (即時・マグニチュード [グラフ入力])

ドを設定する方法 (『ブロック選択』) とコマンド一覧表上で設定する方法 (『コマンドメニュー選択』) がある。いずれの方法でも装置と対話形式で数値設定をおこなうようになっている。

第3表にコマンド入力の方法、第4表にコマンドの種類を示す。メニュー選択によるコマンド入力手順の例を第11図に示す。

6.3 データ蓄積機能

運用時間等の運用履歴は運用操作記録ファイルに記録される。取得されたテレメトリデータは、テレメトリ日報ファイル、テレメトリ収集スケジュール及びテレメト

リ生データファイルに記録される。送出したコマンドは、コマンド日報ファイル、コマンド送信スケジュールファイル及びコマンド履歴ファイルに記録される。テレメトリ生データファイルは最終的にはデジタル磁気テープ (DAT) に転送され保存される。

6.4 再生機能

再生機能により DAT に保存されたテレメトリデータは再生させて実験状況を再現することができる。再生速度、再生区間の指定が可能である。

6.5 状態監視機能

状態監視機能によりテレメトリとコマンドの履歴から

LCE の状態を推定・予測し、必要に応じて運用者に警告を与えて事故の発生を予防する。

テレメトリがリミット値を越えた場合には表示色が変化する。また、得られたテレメトリ値から予測値を計算し表示する。

運用者により設定されたコマンドは LCE の現在の状態と比較され、不合理なコマンドである場合にはその旨のメッセージが表示される。また、LCE が異常な状態に陥った場合には対応すべきコマンドが表示される（勧告コマンドの発生）。運用者はそれらを参考にして、対応策をとることになる。

#### 6.6 解析機能

解析機能によりテレメトリ信号を解析することができる。当所では必要に応じて解析ソフトウェアを組み込むことを予定しており、現在は温度テレメトリの最大値/最小値等を表示するようになっている。

### 7. おわりに

ETS-VI による衛星間光通信基礎実験用に開発した管制装置について記した。NASDA との数次にわたる試験と実験担当者に対する運用講習会を終え、あとは ETS-VI 打ち上げを待つばかりである。衛星の定常運用後は 24 時間の連続運転に入るが、初期の目的をはたしてくれるものと確信している。

本装置は『人に優しい装置』を目指して、テレメトリの表示、コマンドの入力方法等に新しい試みがなされている。また、可能な限りデータベース化されているので、

データベースを変えれば別の衛星管制にも応用可能である。本装置の設計思想である『人に優しい装置』が将来の管制装置設計にも取り入れられれば、実験担当者は管制作業の負担から解放され複雑高度な実験に専念することが可能になる。

### 謝 辞

本装置開発の新しい試みに積極的に参加していただいた三菱スペース・ソフトウェア株式会社の関係者に感謝いたします。また、衛星間光通信基礎実験に協力いただいている NASDA の関係者に感謝いたします。

### 参 考 文 献

- (1) 鹿谷, 有賀, 板部, 石津, 高部, 廣本, “衛星間光通信基礎実験計画”, 電子情報通信学会衛星通信研究会, SAT88-9, 1988年6月.
- (2) M.Shikatani, S.Yoshikado, Y.Arimoto, Y. Suzuki, Y.Takahashi, and T.Aruga, “Optical Intersatellite Link Experiment between the Earth Station and ETS-VI”, SPIE Proc. vol. 1218, no.01, Jan.1990.
- (3) M.Shikatani, M.Toyoda, H.Takami, K. Araki, M.Isogai, Y.Suzuki, and T.Aruga, “Ground system development for the ETS-VI/LCE laser communications experiment”, SPIE Proc. vol. 1866, no.01, Jan. 1993.

.....