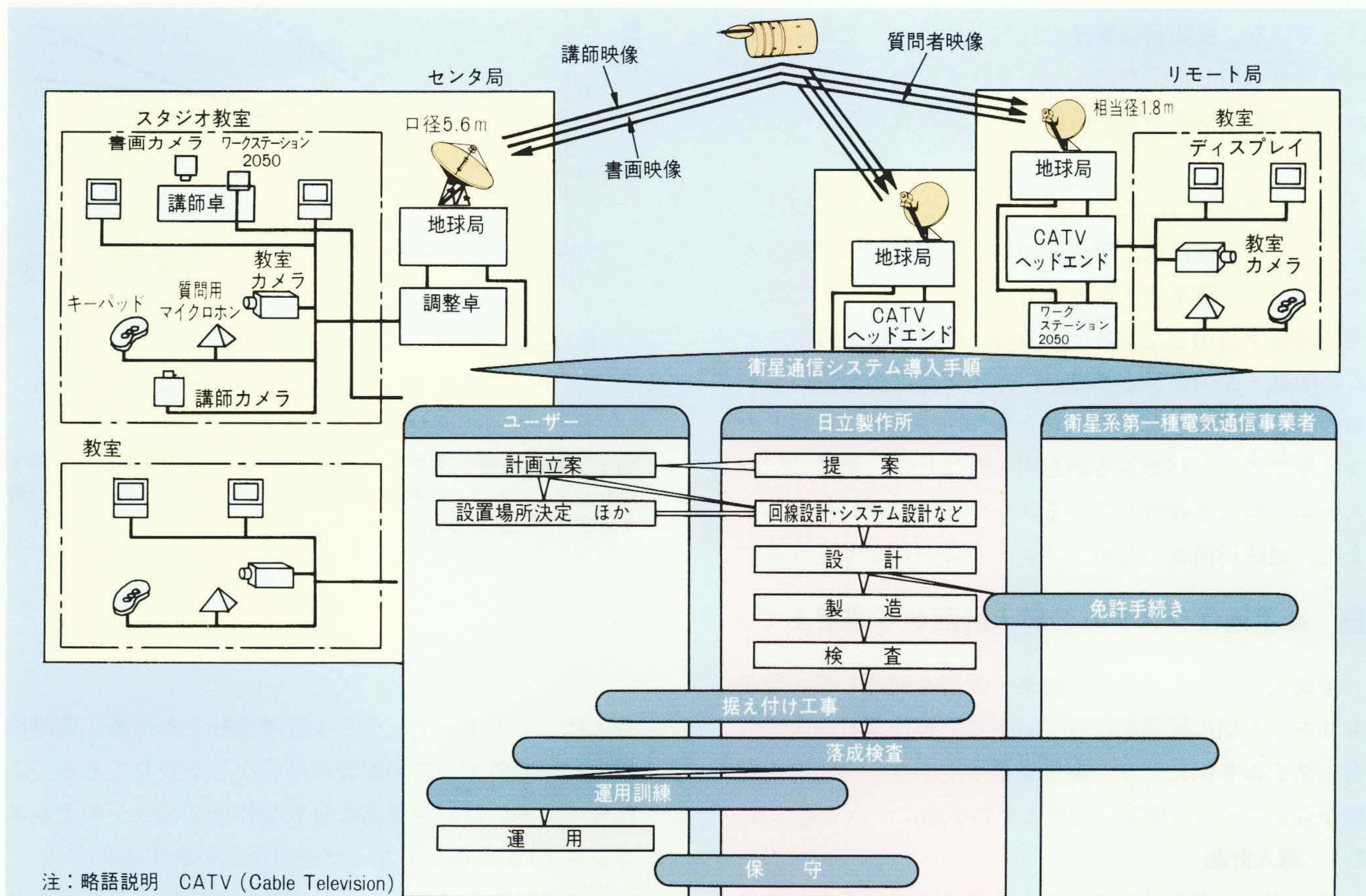


# 衛星通信システムの計画から導入とそれを構成するハードウェア・ソフトウェア

Satellite Communication System — Its Planning, Introduction and Its Hardware and Software

浅野道雄\* Michio Asano

池浜 聡\* Satoshi Ikehama



衛星通信システム導入手順と遠隔教育システム提案例 ユーザー～日立製作所～衛星系第一種電気通信事業者間で連携をとりながら、この図に示すフローによって衛星通信システムを導入する。

衛星通信は、同一情報の多地点同時伝送が可能な同報性、ネットワーク構築の拡張性・広域性・柔軟性などの特長により、企業内ネットワークなどに急速に利用が広がっている。日立製作所は、衛星通信システムの検討段階からシステム提案や導入効果を示す資料提出を行って、ユーザーの計画立案を支援している。システムの構築から運用までの各段階でもユーザーの必要とするサポートを行い、ユーザーと一体になって衛星通信システムの構築を行う体制を整えている。

衛星通信システムは、アナログ映像伝送、デジタル映像伝送、データ通信またはこれらの複合通信ネットワークを構成する。これを構築するための衛星通信地球局には、HUB局、VSAT (Very Small Aperture Terminal) 局、受信専用局、車載局がある。日立製作所はこのような多様な衛星通信地球局のハードウェア・ソフトウェアの製品メニューを開発し、ユーザーの必要とする機能・性能に応じた最適な衛星通信ネットワークを構築対応している。

\* 日立製作所 宇宙技術推進本部



## 1 はじめに

衛星通信は同一情報を多地点に同時に伝送できる同報性、地球局を設置するだけで全国必要な地点とネットワークを構築できる拡張性・広域性、車載局などを利用して即座に回線を設定できる柔軟性・即時性などの特長を持っている。民間通信衛星の打ち上げ以来、これらの衛星通信を利用した企業内ネットワークの構築が盛んに行われ、新製品情報や販売情報の伝達、教育などに役立てられている。

日立製作所では、これに対応してアナログ映像伝送、デジタル映像伝送、データ通信などの各種衛星通信ネットワークを構築できる地球局を開発した。ここでは、衛星通信を利用したシステムの導入検討段階からシステムの構築・運用に至るまでを、どのように進めていくかについて述べるとともに、日立製作所がユーザーにどのようなサポートができるかを明らかにして、衛星通信システムの導入を検討しているユーザーの参考に供する。また、地球局構成のためのメニューについても述べる。

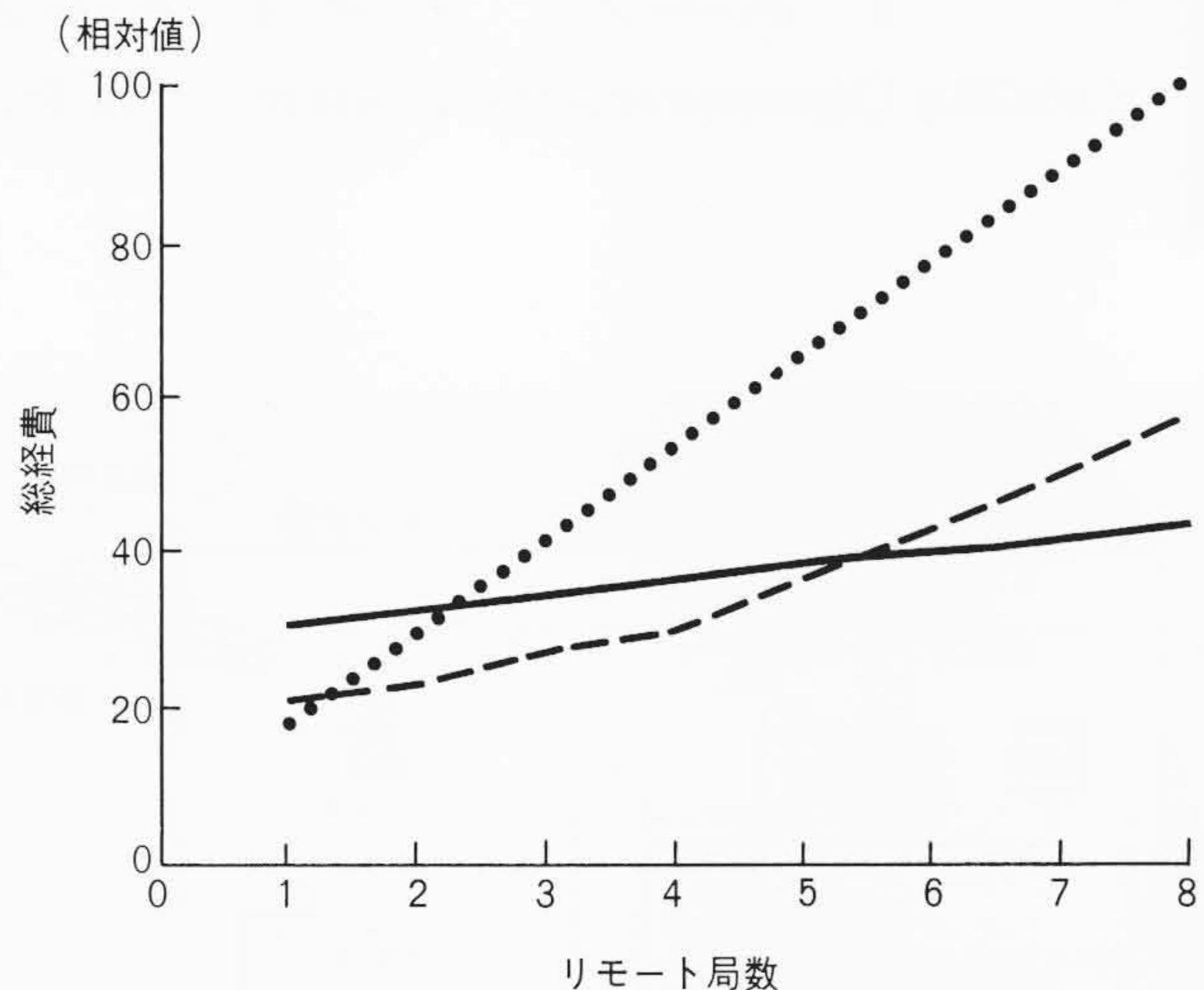
## 2 衛星通信システムの導入計画から運用まで

平成元年からシステムの構築・運用を開始して、現在もリモート局の拡張を行っている日立製作所社内遠隔教育システムを例にとり、衛星通信ネットワークの導入計画からシステムの構築・運用までの手順について述べる。

### 2.1 導入計画

ユーザーが衛星通信システムを導入するにあたって日立製作所は、ユーザーの構想や要求条件と技術経験に基づいて最適なシステム提案を行う。提案の中には地球局とともに、講師映像や書画映像を撮影するためのスタジオ設備、生徒からの質問を可能にしたり生徒の理解度を把握するための教室・館内CATV(Cable Television)設備などが含まれる(前ページの図参照)。さらに、システムの導入効果、衛星通信を利用した場合と地上ネットワークを利用した場合とのコストの比較を、リモート局数やシステムの利用時間などをパラメータにした各種データとして提供する。日立製作所社内遠隔教育システムのコスト比較例を図1に示す。ユーザーはこのようなシステム提案を参考にして導入立案を行う。

衛星通信システムの導入が決定すると、ユーザーは地球局設置拠点の決定、ビル内のスタジオや教室の部屋の決定を行う。さらに部屋内の装置レイアウトや、アンテナの風圧荷重の確認、アンテナ装置がテナントビルの場合には、ビルオーナーやビル管理会社との折衝、電源設備やビル内のケーブル配管の準備などが必要である。これらの計画には経験豊富な日立製作所のSE(システムエンジニア)が参加してユーザーの手伝いをする。



注: 略語説明など ISDN (Integrated Services Digital Network)

—— 通信衛星, - - - - スーパーデジタル,  
..... ISDN (80時間/月使用)

図1 遠隔教育システムのコスト比較 衛星通信はリモート局数が増えるほど同報性の特長が生き、地上ネットワークを利用するよりも有利になる。

合には、ビルオーナーやビル管理会社との折衝、電源設備やビル内のケーブル配管の準備などが必要である。これらの計画には経験豊富な日立製作所のSE(システムエンジニア)が参加してユーザーの手伝いをする。

これらの作業に並行して日立製作所では、システムとして要求される回線稼働率から回線設計を行い、アンテナの大きさや送信電力など地球局の仕様を決定する。また、アンテナ設置予定場所での衛星見通しなどを確認するために現地調査を行う。その後、詳細なシステム設計を行った上、装置の設計製造を開始する。

### 2.2 構築・運用

装置の設計製造と並行して、郵政省の許可を得た衛星系第一種電気通信事業者が無線局の免許手続きを依頼し、第一種電気通信事業者が郵政省電気通信監理局へ免許申請を行う。また、地球局の運用管理者としてセンタ局には国家試験に合格した無線従事者が必要である〔センタ局から制御されるVSAT(Very Small Aperture Terminal)局には不要〕。このため、日立製作所の衛星通信ネットワーク運用会社であるジャパン・スペースリンク株式会社が地球局の運用を請け負うことができる。一方、ユーザー自身で地球局の運用を行う場合には、無線



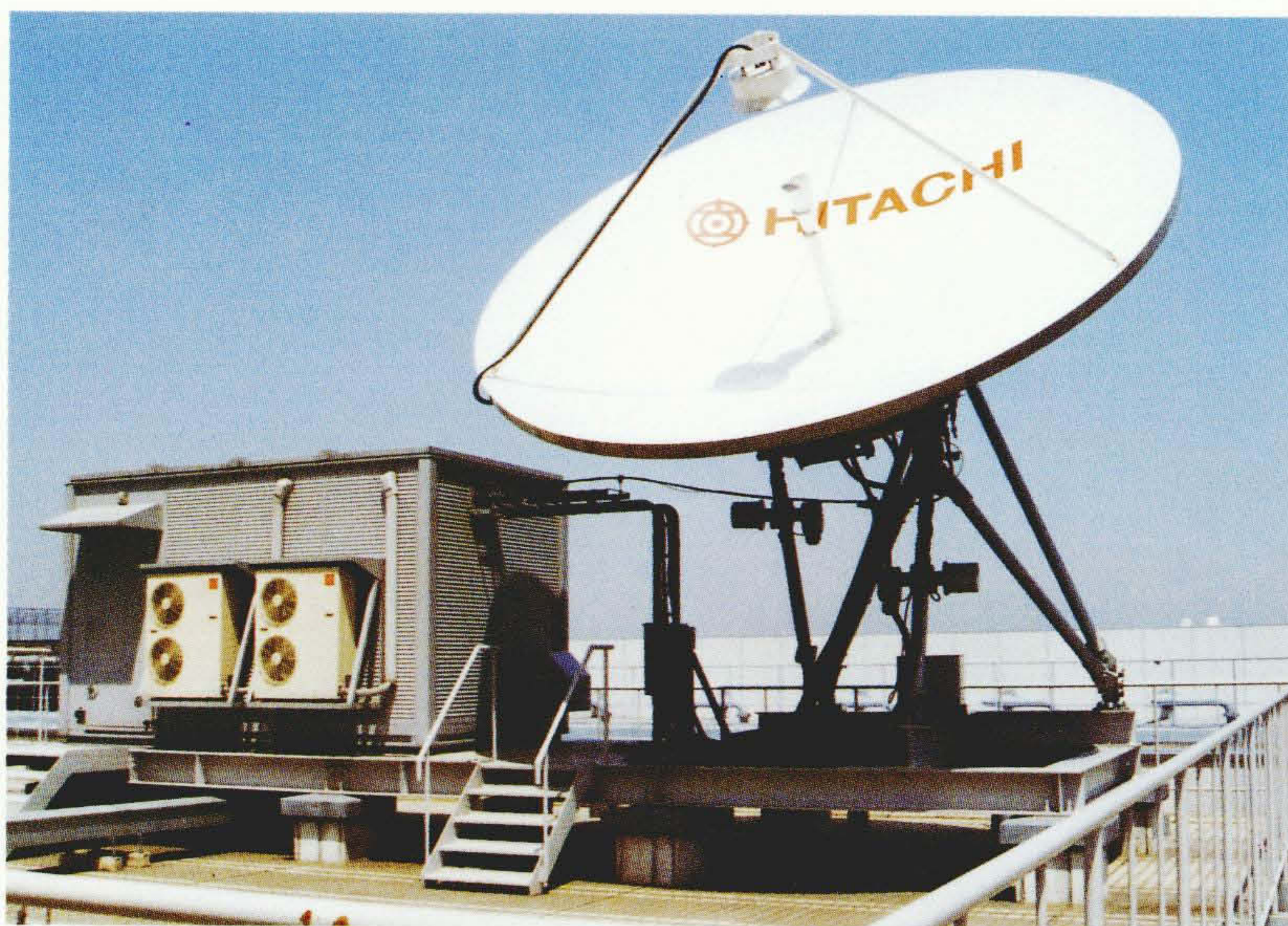


図2 センタ局アンテナおよびシェルタの外観 ビル屋上に設置したセンタ局用口径5.6 mアンテナと送受信装置を収容するシェルタを示す。

従事者をユーザー側で用意する必要がある。これには、財団法人日本無線協会が主催する無線従事者養成課程を利用するなどして無線従事者の養成を行う方法がある。

装置の据え付け、調整を終了すると、センタ局は運用管理者、免許申請者である第一種電気通信事業者が立ち会い郵政省電気通信監理局の落成検査を受ける。一方、VSAT局であるリモート局は、工場出荷時に技術適合検査を終えているので落成検査の必要はなく、現地据え付け調整の後、センタ局との間でアップリンクアクセステストを実施して通信が可能になる。この後、スタジオ設備や、教室・館内CATV設備を含めたセンタ局とリモート局間の接続連動テスト・調整を行って、システム構築を完了する。

システム構築とともに運用担当者に対する運用訓練を行い、システムの運用を開始する。また、システム運用中の万一の障害発生に対する処理や、定期点検を行うために保守契約が必要である。

### 3 多種の衛星通信システムに対応する地球局装置

衛星通信地球局はその機能から分類すると、衛星通信ネットワークの中心となるセンタ局(大形のHUB局<sup>※</sup>)が

センタ局となる。)、センタ局と双方向通信を行うリモート局(通常VSAT局がリモート局となる。)、センタ局からの信号の受信だけを行う受信専用局〔アナログ映像信号を受信する局をTVRO(Television Receive Only)と、デジタルデータ信号を受信する局をデータROと呼ぶ。〕がある。また、上記固定局のほかに放送局のニュース取材などに欠かせない車載局がある。一方、伝送する情報の種別から分類すると、テレビジョン映像信号を送受するアナログ映像伝送、デジタル化したテレビジョン映像信号を送受するデジタル映像伝送、およびコンピュータなどのデジタルデータ信号を送受するデータ伝送などがある。データ伝送は、さらに衛星通信回線を専用に割り付けて使用する専用線形、必要なときに回線を割り付ける回線交換形、およびデータをパケット化して通信を行うパケット形に分類できる。これらの衛星通信地球局に対応できるように製品メニューが整備されて、ユーザーの要求する機能・性能に応じた最適な衛星通信ネットワークが構築される。

#### 3.1 HUB局

HUB局は、ネットワークセンタとして運用の中心となる局であるため、送受信機をはじめとする通信機能だけでなく、ネットワーク全体の動作の監視・制御機能を備える必要がある。直接ユーザーの運用に供される装置である。センタ局のアンテナ、および送受信装置を収納したシェルタの外観を図2に示す。

##### (1) アンテナ装置・アンテナ監視装置

※) HUB局：衛星通信ネットワークのセンタに置かれる大形地球局で、車の車軸、中心、中枢という意味になぞらえて、HUB局と呼ばれている。



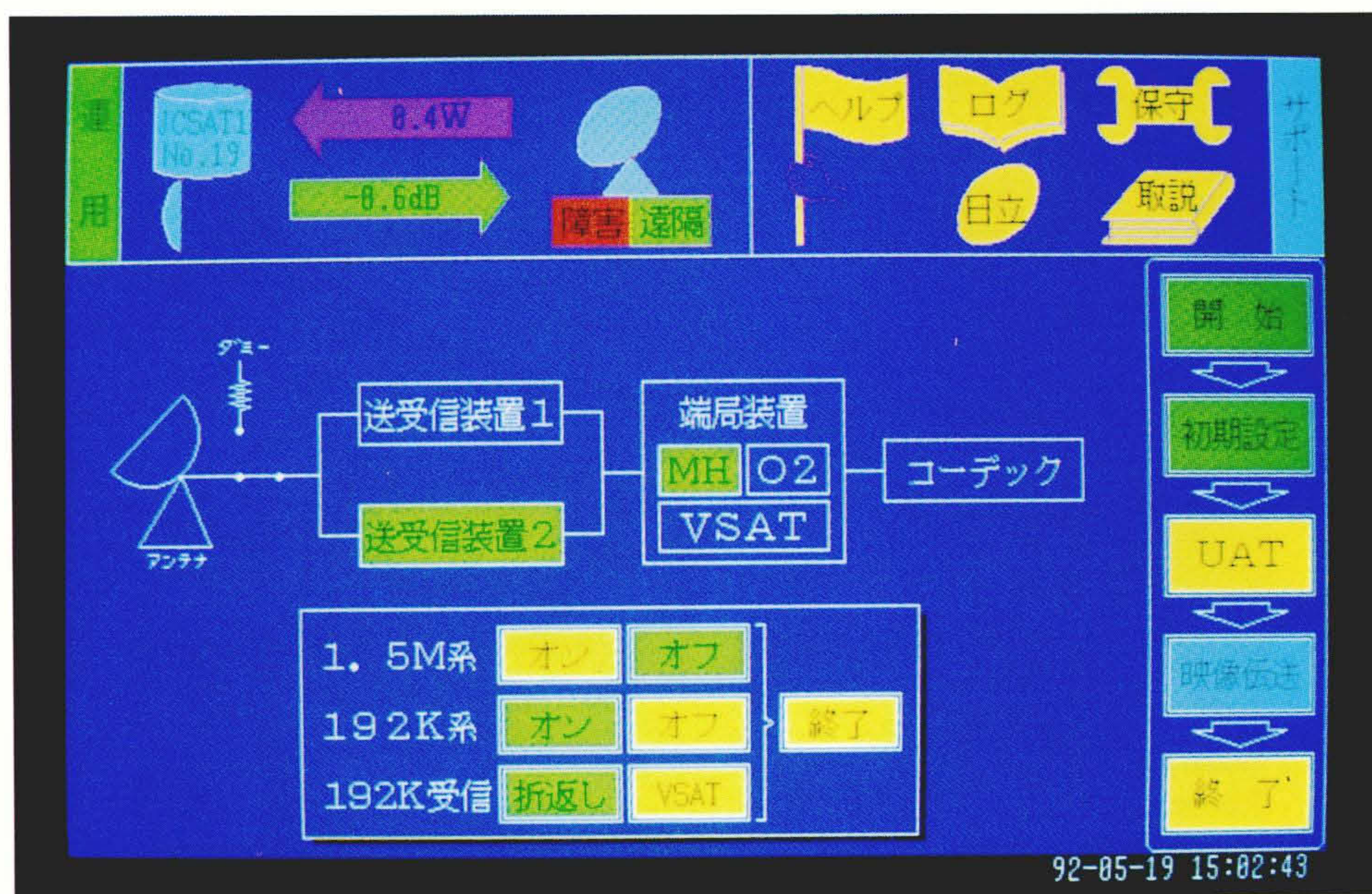


図3 監視制御装置の制御画面例 右側の操作メニューを選択して各操作での指示項目を表示させ、その指示項目をピックアップすることによって操作を行う。

アンテナ装置はパラボラ口径5.6 m, 4.5 m, 3.6 m, 3.3 mのメニューをそろえている。

アンテナ監視装置はビーコン受信機、アンテナ制御装置などから成り、口径5.6 mアンテナの場合には通信衛星のドリフトに対する自動追尾機能を持っている。

#### (2) 送受信装置

送受信装置はアップコンバータ、大電力増幅器、低雑音増幅器、分配切換器などから成る。これらの装置は図2のようにアンテナ近くのシェルタ内に収容し、高周波信号の減衰を小さくする。

#### (3) 端局装置

端局装置はユーザーの端末装置と送受信装置の間に置かれ、変調器、復調器、端末インタフェース、制御ユニットなどから成る。端局装置は交換機室や計算機室などに設置する。

#### (4) 監視制御装置

監視制御装置では、正常運転時に回線のON・OFFやネットワーク回線構成変更などの各種制御、ネットワーク・回線・装置の運用状態監視を行う。異常発生時には、ネットワーク・回線・装置の異常状況を的確に把握し、必要な制御を適宜行う。これらの機能を各装置に組み込まれた監視制御ユニット部分とこれらを接続した監視制御装置部分とで構成している。

監視制御のオペレーションは、監視制御装置に含まれるオペレーションコンソールから行う。このオペレーショ

ンコンソールは、ユーザーが運用しやすいようにユーザー端末装置付近に設置する。以下に特長について述べる。

##### (a) 操作容易性

専門オペレータのほかに、ユーザー自身でも容易に操作できるように、オペレーションコンソールのグラフィック表示画面上での監視・制御を可能としている。図3に示す監視制御装置の制御画面例では、1.5 M系・192 k系回線ON・OFF、192 k系のHUB局・VSAT局受信選択指示をパネルスイッチイメージ図上で行い、送信1系または2系の選択状況を系統イメージ図上に表示している。

また、複雑な操作が必要な場合、コンソール画面に表示されるガイドメッセージに従って選択入力する会話応答方式を採用し、操作ミスの防止、オペレータの負担軽減を図っている。

##### (b) 遠隔監視制御

上記コンソールは通常HUB局に設置するが、これを遠隔コンソールとしてHUB局から遠く離れたところに設置して遠隔監視制御することができる。例えばHUB局を大阪に設置し、これを東京から遠隔監視制御することが可能である。

##### (c) システム統合コンソール・パネル

センタ局を複数のユーザーで共用する場合や、一つのVSATネットワークで複数のアプリケーションを同時運用する場合、ユーザーやアプリケーションごと



のコンソールを設置する必要がある。このとき、これらを統合するシステム統合コンソール・パネルを設置し、統合的に監視制御することができる。

#### (d) 保守容易性

運用状態を、ネットワーク・回線・架・装置構成別に表示している。障害発生時には、上記構成図上でハードウェア・ソフトウェア・システムを識別して色を変えて表示するとともに、これらのロギング情報、オペレーション情報、保守マニュアル情報を表示し、すばやい状況把握と適切な対応処置を可能としている。

### 3.2 VSAT局

VSAT局は許容される送信電力の制限からアナログ映像信号を送信することはできず、送信可能なデジタルデータ信号のビットレートも制限される。しかし、専任の無線従事者を置く必要がないために急速に普及しつつある。

VSAT局はアンテナ装置、ODU (Out Door Unit: 屋外装置)、IDU (In Door Unit: 屋内装置) から構成される。

#### (1) アンテナ装置

アンテナ装置はオフセット形で相当径2.4 m, 1.8 m, 1.2 mのメニューをそろえている。

#### (2) ODU

ODUは電力増幅器と低雑音増幅器から成り、アンテナ装置と一体化しており、1 GHzインタフェースでIDUと接続する。

#### (3) IDU

IDUはアップコンバータ、ダウンコンバータ、変調器、復調器、端末インタフェース、制御ユニットなどから成る。端末インタフェースについてはHUB局と共通である。

ODUとIDUの間は2本の同軸ケーブルによって接続する。同軸ケーブルには送信信号、受信信号のほかに電源とODUの制御信号を重畳する。1 GHzインタフェースであるため、CS (Communications Satellite) チューナ、デスクランブラを接続することによって容易にアナログ映像受信機能を追加することができる。IDUはユーザー端末装置に隣接して設置する。

### 3.3 受信専用局

受信専用局はODUに代わり低雑音増幅器だけを実装するLNBを装着する。ODUに比べてLNBは小形であり、送信を行わないので運用耐風速規格を下げられ、アンテナ架台を簡略化してある。

#### (1) アンテナ装置

アンテナ装置は、通常の1衛星対応形(シングルビームアンテナ)として相当径0.6 mから2.4 mまでのアンテナ径を段階的にそろえている。また、1台で2衛星、3衛星をとらえられるデュアルビームアンテナ、トリプルビームアンテナがあり、アンテナ径は相当径1.8 mと1.2 mである。

#### (2) IDU

TVROではIDUはCSチューナ、デスクランブラであり、それぞれのユニットとして提供する。LNBとCSチューナの間は同軸ケーブルで接続し、LNBの電源はCSチューナまたはブースタから同軸ケーブルを通じて供給する。デュアルビームアンテナ、トリプルビームアンテナの場合には、チャンネルセレクトを付加することによって信号を混合して1本の同軸ケーブルで接続することも可能である。

データROではIDUはダウンコンバータ、復調器および端末インタフェースから成り、これらを1筐(きょう)体に収容する。

### 3.4 車載局

車載局の構成はほぼテレビジョン映像通信用HUB局と同じである。ただし、監視制御装置に使用しているパーソナルコンピュータについては、移動時の振動に強くするために固定ディスクの代わりにRAMファイルが使用されている。

## 4 多様なアプリケーションの基礎になる衛星通信ソフトウェア

衛星通信ソフトウェアの体系を図4に示す。HUB局・VSAT局の端局装置に搭載され、地球局に接続した端末間でデータ通信を行うための通信処理ソフトウェア、HUB局の監視制御装置に搭載され、地球局の監視制御やネットワーク管理を行うソフトウェアがある。地球局監視制御については、VSAT局の監視制御をHUB局で行うために、それに必要な情報をHUB局に転送するためのソフトウェアがVSAT局に搭載される。

### 4.1 データ通信処理

3章で述べたデータ通信の形態に対応するソフトウェアを準備している。機能的には端末側処理と衛星回線側処理に大別でき、機能モジュールの共通化を図っている。

#### (1) 専用線形

専用線形はRS-232CやRS-449インタフェースを持つ端末どうしを固定的に接続し、プロトコル処理は端末側で実行されることを前提にしている。送信地球局は端末から



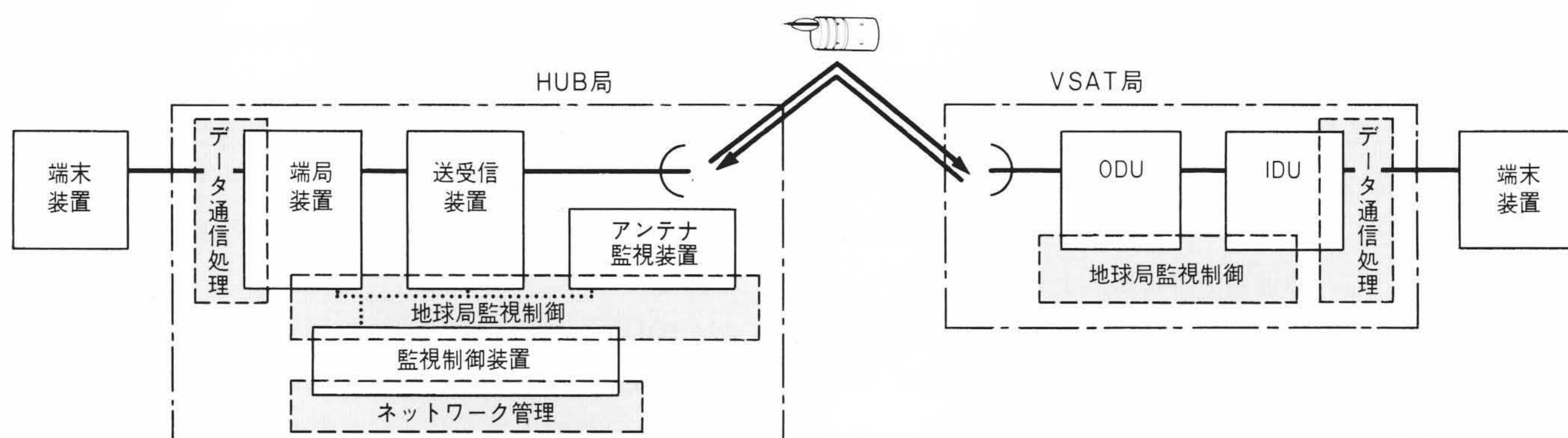


図4 衛星通信ソフトウェアの体系 HUB局、VSAT局のハードウェアと対応して3種類のソフトウェアがある。

のデータをフレームに分解してフレーム送信制御を行う。受信地球局は衛星からのフレーム受信制御を行い、受信データを連続するデータに組み立てて端末に送出する。

## (2) 回線交換形

回線交換形はリモート局・センタ局に接続された端末からの回線接続要求に対応してセンタ局が回線接続制御を行い、回線を設定するものである。インテルサットや地域衛星通信ネットワークでは、この回線接続制御プロトコルが標準化されており、各メーカーの地球局がネットワークに接続できる。

## (3) パケット形

パケット形ではパケット通信端末が接続できるように、代表的なパケット通信プロトコルであるX.25インタフェースを開発している。衛星通信では静止軌道上の衛星まで信号が往復するために伝搬遅延時間が大きく、地球局でプロトコル処理をしないで端末間でプロトコル処理を行うことにするとデータスループットが大きく下がる。このために地球局でプロトコル変換を行い、地球局間は衛星通信に最適なプロトコルとしている。

## 4.2 地球局監視制御およびネットワーク管理

地球局の各装置はビル内に分散して設置されることが

多いため、地球局の運用管理者がこれらの状態をリモートで集中して監視制御できるようにしている。監視制御のための画面表示をそれぞれのシステムに応じたものとし、ユーザーの使い勝手を考慮したヒューマンインタフェースを提供している。パワーメータや雨量計などの情報も運用情報としてパーソナルコンピュータに収集できるようにしている。

ネットワーク管理機能としては、地球局装置の状態・障害管理、テスト機能などがある。衛星通信ネットワークも地上系の通信機器ネットワークと同様に、日立製作所の統合ネットワーク管理システムNETMの元で一元管理できるように、ネットワーク管理機能をNETMのサブシステムとして開発している。

## 5 おわりに

以上、日立製作所が提供する衛星通信システムの地球局装置本体から利用システムのシステムエンジニアリングサポートまでについて述べた。衛星通信の特長を生かし、ユーザーニーズに合ったシステム提案を積極的に進め、このためのハードウェア・ソフトウェア技術の開発に邁(まい)進していく考えである。

## 参考文献

- 1) 井田, 外: 衛星通信遠隔教育システム, 日立評論, 72, 2, 157~164(平2-2)