

5.1.4 高度移動体衛星通信実験 主局端局装置

李 還幫*¹ 西田 正純*² 井家上 哲史*¹ 岡本 英二*¹
 峯野 仁志*² 竹内 誠*² 長谷 良裕*³ 川又 文男*⁴

(1996年11月14日受理)

5.1.4 TERMINAL EQUIPMENT OF THE KASHIMA MAIN STATION FOR THE COMETS ADVANCED MOBILE SATELLITE COMMUNICATIONS EXPERIMENTS

By

Huan-Bang LI, Masazumi NISHIDA, Tetsushi IKEGAMI, Eiji OKAMOTO,
 Hitoshi MINENO, Makoto TAKEUCHI, Yoshihiro HASE, and Fumio KAWAMATA

The communication experiment equipment of the main earth station for the COMETS satellite is described in this paper. This equipment consists of four main constructions, i.e., (1) the frequency converter and the IF patch, (2) the modulation-demodulation group and the voice encoder-decoder group, (3) the terminal for regenerative transponder, and (4) the IF pilot signal generator and the transmitted and received signal monitor. This equipment transmits and receives signals with various modulations of different transmission bit rates at an IF frequency of 1.7 GHz. The IF signal of 1.7 GHz is up-converted to or down-converted from the Ka-band or millimeter wave-band experiment equipment of the same main earth station to conduct communication experiments via the COMETS satellite. Details of the constructions, functions, and parameter specifications for this communication experiment equipment are presented.

[キーワード] 衛星通信, 通信放送技術衛星, 通信端局装置, 周波数変換, 変復調, 音声符復号, 再生中継器.
 Satellite communication, COMETS, Communication equipment, Frequency conversion, Modulation and demodulation, Voice encoder and decoder, Regenerative transponder.

1. はじめに

高度移動体衛星通信実験主局端局装置は, COMETS
 主局用 Ka 帯地球局装置⁽¹⁾および COMETS 主局用ミリ

波帯地球局装置⁽²⁾と組み合わせ, Ka 帯およびミリ波帯
 での衛星通信実験に用いられる. この主局端局装置は大
 まかに4つの部分に分けられる. すなわち, (1)周波数変
 換部およびIF分配装置, (2)変復調器群と音声符復号器
 群, (3)再生中継端局装置, (4)IFパイロット送信装置お
 よび送受信監視部, である. 以下, この4つの部分の詳
 細について述べる.

*¹ 関東支所 宇宙通信技術研究室
 *² 宇宙通信部 衛星通信研究室
 *³ 総合通信部 高速移動通信研究室
 *⁴ 企画部 企画課

第1表 アップコンバータ送信部入出力周波数および入出力標準レベル (衛星 IF 中継, 広帯域フィルタ, 正常時の例)

送/受信ビーム	入力レベル	入力周波数 (MHz)	ローカル周波数 (MHz)	出力周波数 (MHz)	出力レベル
関東Ka/関東Ka	0dBm	136.5±3	(A)1532	1668.5±3	0±3dBm
関東Ka/東海Ka	0dBm	143.5±3	(A)1532	1675.5±3	0±3dBm
関東Ka/関東mm	0dBm	143.5±3	(A)1532	1675.5±3	0±3dBm
関東mm/関東Ka	0dBm	143.5±3	(B)1532	1675.5±3	0±3dBm
関東mm/東海Ka	0dBm	150.5±3	(B)1532	1682.5±3	0±3dBm
関東mm/関東mm	0dBm	150.5±3	(B)1532	1682.5±3	0±3dBm

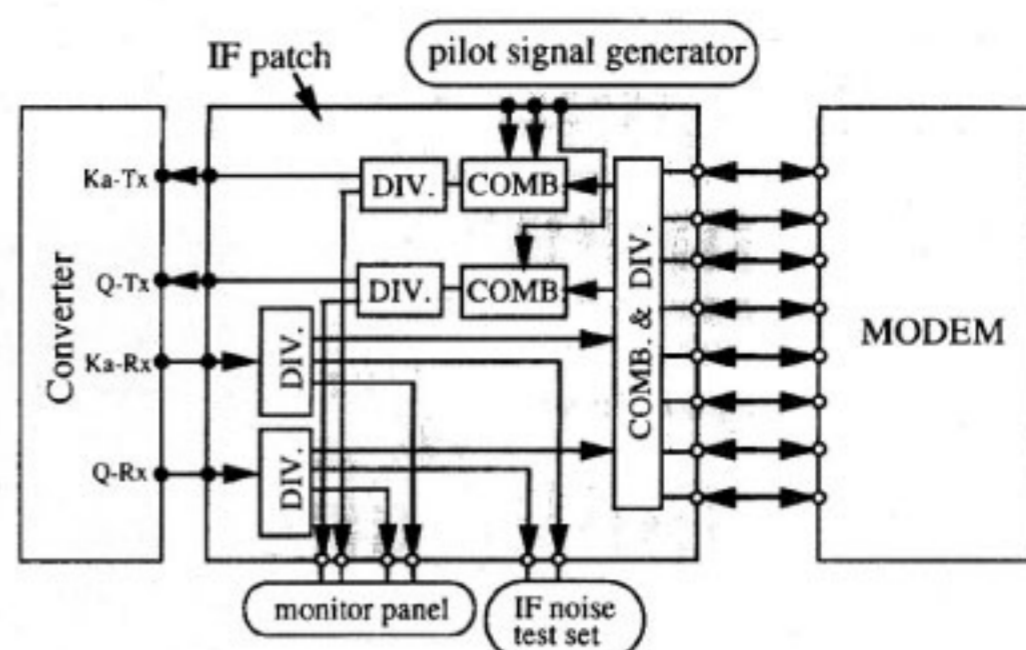
第2表 ダウンコンバータ受信部入出力周波数および入出力標準レベル (衛星 IF 中継, 広帯域フィルタ, 正常時の例)

送/受信ビーム	入力レベル	入力周波数 (MHz)	ローカル周波数 (MHz)	出力周波数 (MHz)	出力レベル
関東Ka/関東Ka	-40dBm	1668.5±3	(A)1532	136.5±3	-40±3dBm
関東Ka/関東mm	-40dBm	1675.5±3	(B)1532	143.5±3	-40±3dBm
東海Ka/関東Ka	-40dBm	1675.5±3	(A)1532	143.5±3	-40±3dBm
東海Ka/関東mm	-40dBm	1682.5±3	(B)1532	150.5±3	-40±3dBm
関東mm/関東Ka	-40dBm	1675.5±3	(A)1532	143.5±3	-40±3dBm
関東mm/関東mm	-40dBm	1682.5±3	(B)1532	150.5±3	-40±3dBm

2. 周波数変換部および IF 分配装置

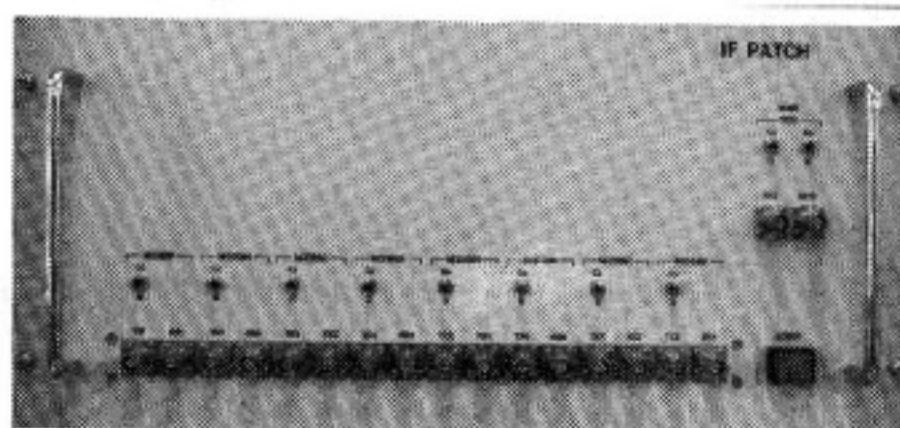
周波数変換部はコンバータとローカル発振器から構成される。IF 分配装置を経由して入力された変復調器で変調された 140MHz 帯の IF 送信信号を 1.7GHz 帯に周波数変換し、主局の Ka 帯地球局装置またはミリ波帯地球局装置に送る。また、主局の Ka 帯地球局装置またはミリ波帯地球局装置からの 1.7GHz 帯の受信信号を 140MHz 帯の IF 信号に変換し、IF 分配装置を経由して変復調器に送る。また、1.7GHz 帯の送信および受信信号をモニタできるように、モニタ用端子が用意されている。Ka 帯とミリ波帯の通信実験を同時に行うことおよび Ka 帯とミリ波帯との間の通信実験を行うことを想定して、コンバータは 2 系統用意している。以下では、この 2 系統をそれぞれ Ka 帯およびミリ波帯に対応させ、コンバータ A およびコンバータ B と記す。各系統に対してローカル発振器が 2 台ずつ用意され、それぞれ送信用と受信用に用いられる。第 1 表にコンバータ (A, B) の送信系、第 2 表にコンバータ (A, B) の受信系のそれぞれの入出力周波数、ローカル周波数および標準入出力レベルを示す (いずれも衛星 IF 中継, 広帯域フィルタ, 正常時の例)。ただし、標準入出力レベルは SCPC 波 1 波あたりの値である。また、表中の送受信ビーム, 広帯域フィルタなどの詳細については本季報特集号 4.1 「通信放送技術衛星の概要」⁽³⁾を参照されたい。

周波数変換部は通常 IF 分配装置を通して、後述の本端局に含まれる変復調器群や再生中継端局装置と接続して Ka 帯およびミリ波帯の通信実験を行うために用いら



- 装置正面接続コネクタ
- 装置背面接続コネクタ

第1図 IF 分配装置と他の装置との接続



(a) IF 分配装置



(b) Ka 帯用 IF モニタパネル



(c) ミリ波帯用 IF モニタパネル

第2図 装置外観

れる。また本周波数変換部は COMETS 実験用に開発した伝送速度可変符号分割多元接続スペクトラム拡散通信装置⁽⁴⁾や、COMETS 実験用に開発したブロック符号化変調方式⁽⁵⁾を用いた通信装置の変復調信号の周波数変換を行い、Ka 帯およびミリ波帯の通信実験を行うためにも用いられる。

IF 分配装置は変復調器群、周波数変換部およびパイロット信号発生器からの信号を分配および合成するための装置である。第 1 図に IF 分配装置と他の装置との接続のブロック図を示す。IF 分配装置、パイロット信号発生器および周波数変換部の間は常に接続した状態で使用されるので、装置の背面で接続されている。一方、変復調器群との接続端子は通信に用いる変復調方式によって接続を頻繁に変更する必要がある。これらの接続の変

更が容易にできるよう、装置の前面に接続コネクタを設けた。また、モニタ端子については、IF 分配装置の背面に設けられているが、Ka 帯用 IF モニタパネルおよびミリ波帯用 IF モニタパネルの前面に外部端子を設けることで、接続の変更を容易にしている。IF 分配装置と変復調器群との接続に 8 個の接続コネクタを設けており、同時に 8 チャンネルの通信が可能である。この 8 チャンネルは Ka 帯とミリ波帯のどちらかに接続するかあるいは Ka 帯とミリ波帯との間で任意に分割して接続することが可能である。第 2 図に IF 分配装置、Ka 帯用 IF モニタパネルおよびミリ波帯用 IF モニタパネルの外観図（写真）を示す。

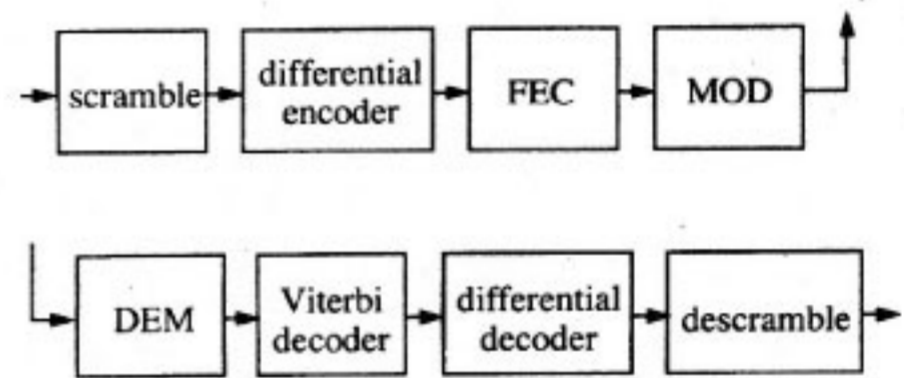
3. 変復調器群と音声符復号器群

伝送速度の異なる各種変調方式の Ka 帯およびミリ波帯における伝送時品質を評価するため、変復調器群では、4 通りの伝送速度と 5 通りの変復調方式の変復調器を用意した。変復調器群の主要性能諸元を第 3 表に示す。また、変復調器の機能ブロック図（各変調方式で共通）を第 3 図に、系統図（低速用と高速用で共通）を第 4 図に示す。

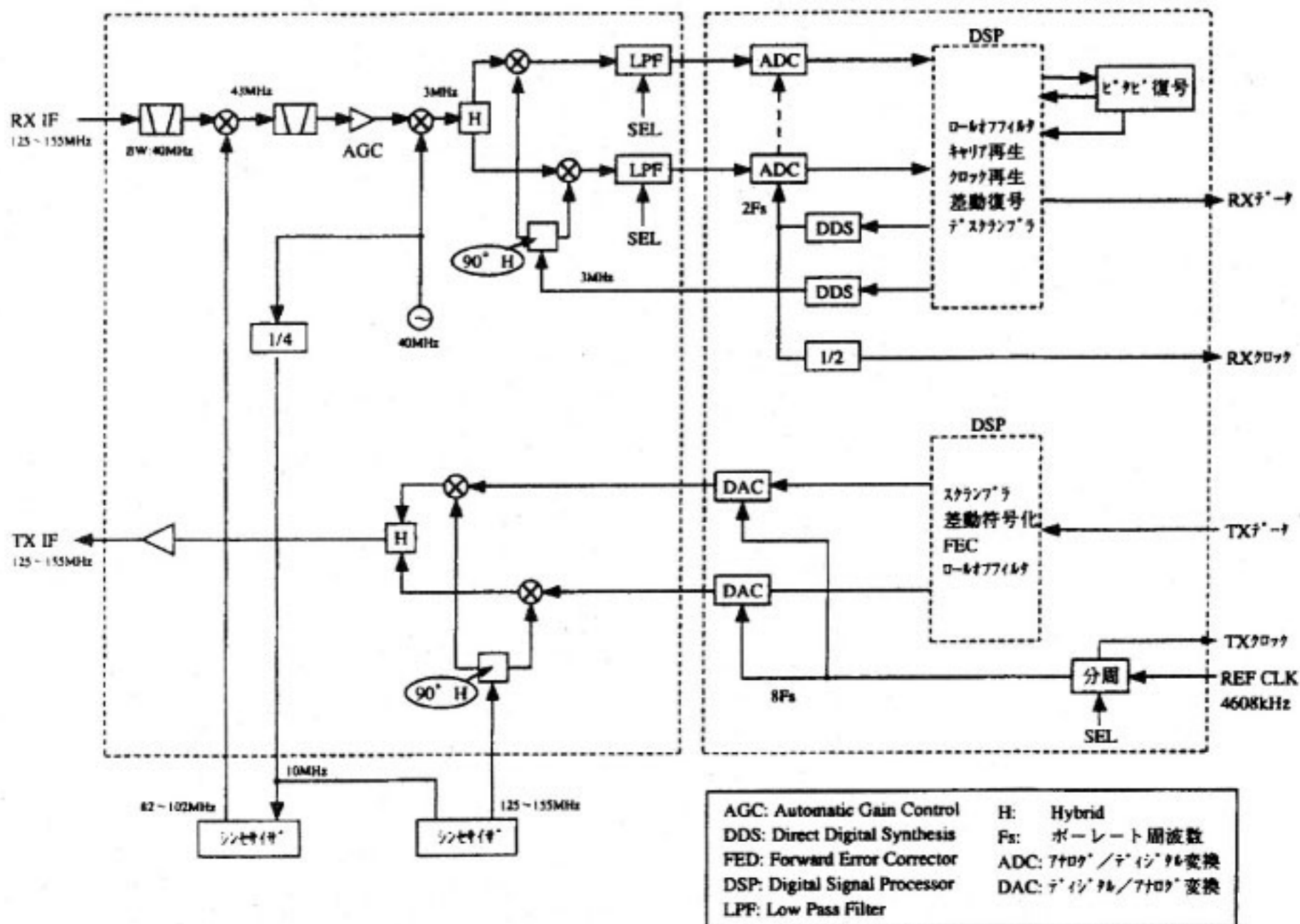
第 4 図の系統図において、PSK 変復調器における送受信フィルタには 2 乗余弦フィルタロールオフ率 (0.5) を送受にルート配分したものを用いた。一方、GMSK 変復調器の送信フィルタの BT 積は 0.25、受信フィルタの BT 積は 1 とした。図中に数値を表記してあるフィルタを除いて、低速用と高速用とではフィルタの帯域幅が異なる。第 3 表に示した全ての復調器は同期検波方式を用い、 ± 2 kHz までのキャリア周波数変動に対して

第 3 表 変復調器群の主要性能諸元

変調方式	伝送速度 (kbits/second)		送受信フィルタ	キャリア周波数範囲	キャリア周波数間隔	変動符号化 ON/OFF	変調器出力レベル	復調器入力レベル
	低速	高速						
BPSK	4.8	24	Raised cosine フィルタ、ロールオフ率 (0.5) を送受にルート配分	140±15MHz	100KHz	あり	0±3dBm	-90±3dBm
QPSK	24							
$\pi/4$ QPSK	24							
OQPSK	24	72						
		288						
GMSK	24		BT 積 送信 0.25, 受信 1					

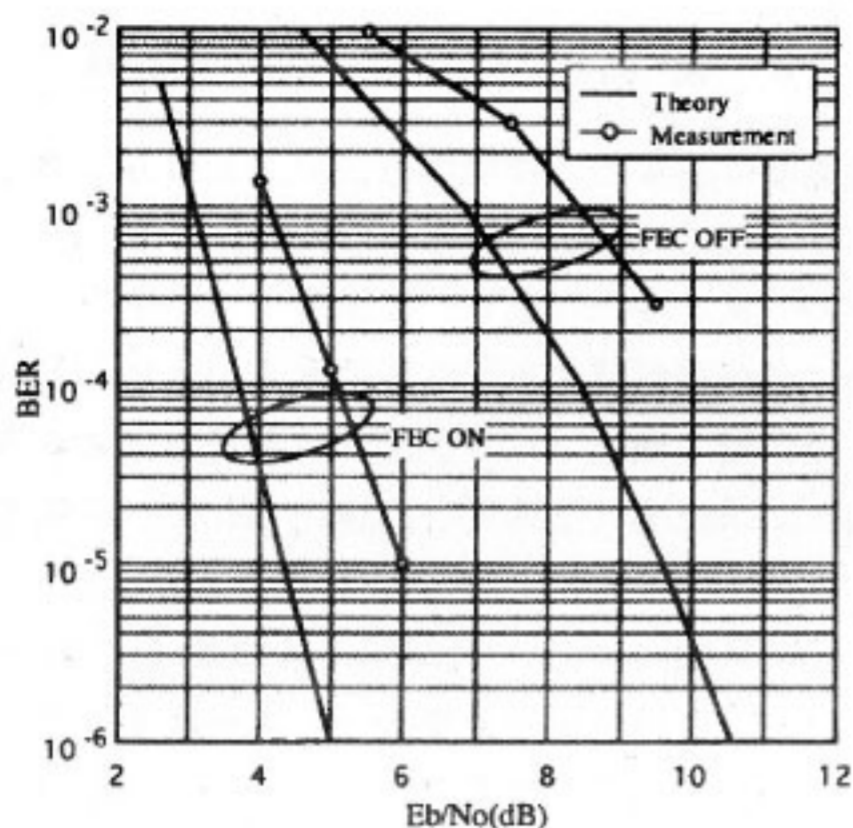


第 3 図 各変復調器の機能ブロック（共通）

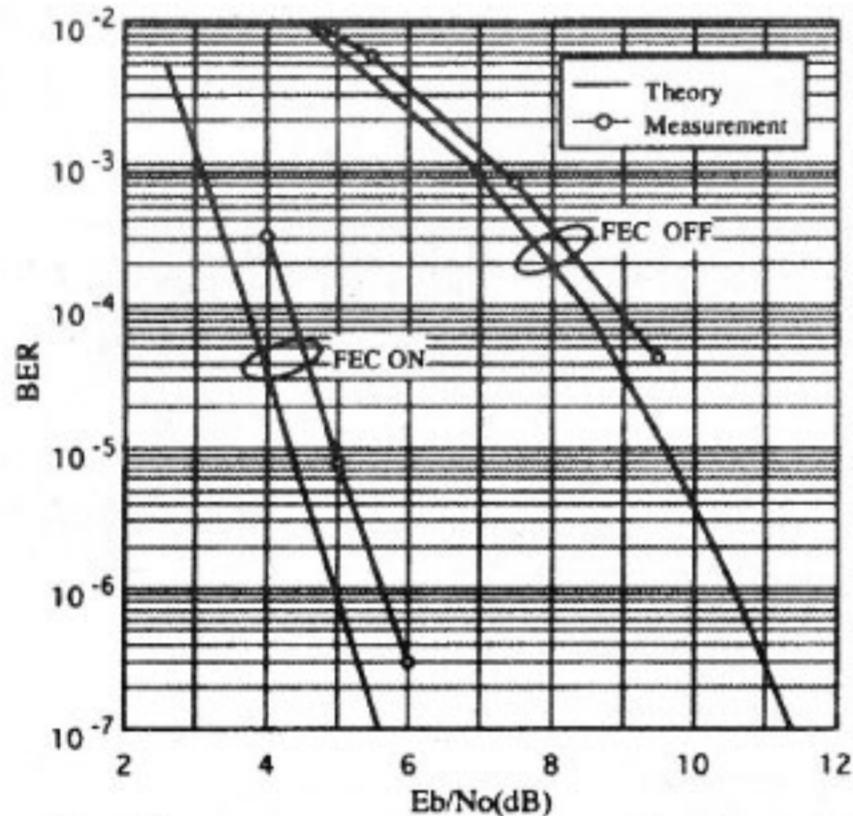


AGC: Automatic Gain Control
 DDS: Direct Digital Synthesis
 FEC: Forward Error Corrector
 DSP: Digital Signal Processor
 LPF: Low Pass Filter
 H: Hybrid
 Fs: ボーレート周波数
 ADC: デジタル/アナログ変換
 DAC: デジタル/アナログ変換

第 4 図 変復調器系統図

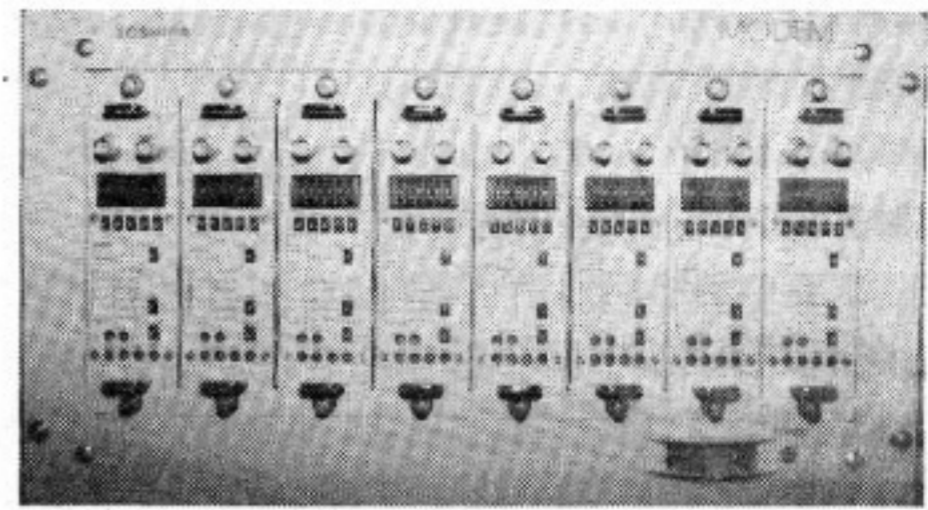


第5図 24kbps QPSK のビット誤り率の理論値と Ka 帯折返し時の実測値の比較



第6図 72kbps OQPSK のビット誤り率の理論値と Ka 帯折返し時の実測値の比較

正常に動作するように設計されている。また、全ての変復調器に CCITT 勧告の V35 によるスクランブラ・デスクランブラ、誤り訂正用の拘束長 7、符号化率 1/2 の畳み込み符号化器/ビタビ復号器および差動符号化器が内蔵されている。ただし、誤り訂正はスクランブルおよび差動符号化の後に行い、また、これらの機能に対してそれぞれオン・オフ切り替えスイッチが前面に設けられている。第3表の低速および高速用各変調方式の誤り率特性の理論値からの劣化は 10^{-4} において 2 dB 以下と規定されている。第5図と第6図にそれぞれ 24kbps の QPSK と 72kbps の OQPSK の理論値および Ka 帯折返し時のときの測定値を示す。ただし、誤り訂正オンの理論値は、誤り訂正オフの理論値の誤り率の低いところを基準に符号化利得だけをシフトさせて得られたものである。誤り訂正がオン・オフのいずれにおいても、上記の規定が満たされていることが確認できる。



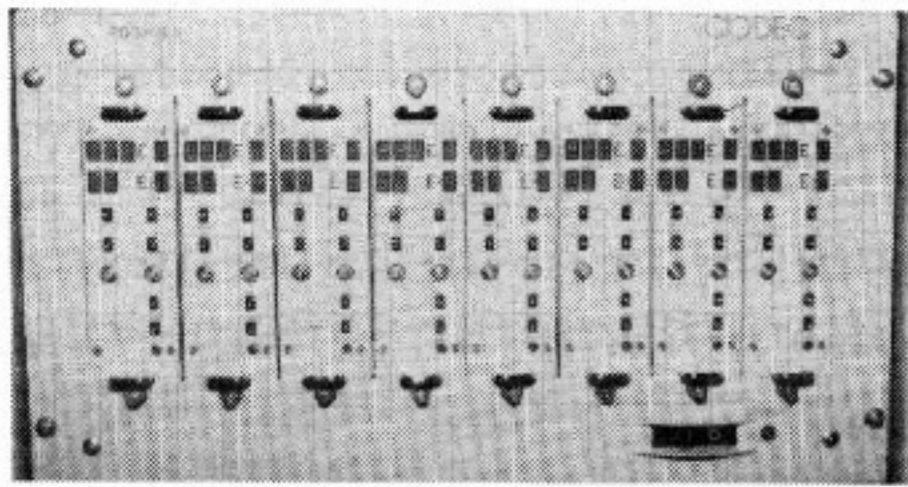
第7図 MODEM 収納時ラックの外観

第4表 音声符号復号化器群の構成及び機能

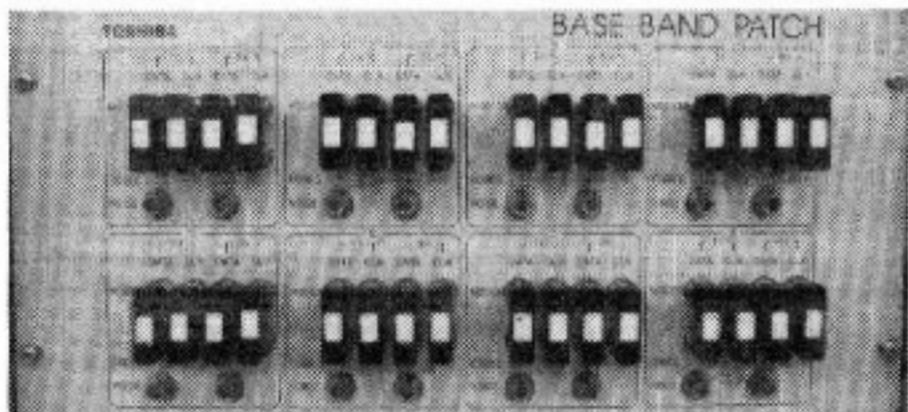
ユニット名称	数量	機能
音声符号復号化器 (1)	4	12kbps-VCELP音声コーデック あるいは16kbps-APCMLQ 音声コーデック
音声符号復号化器 (2)	4	32kbps-ADPCM音声コーデック あるいは16kbps-APCMLQ 音声コーデック
疑似雑音符号発生器/検出器	8	疑似雑音符号の発生およびビット誤り数、ビット誤り率の測定

変復調器は予備系を含め低速用 8 台と高速用 8 台が用意され、IF 分配装置に対応してラックには同時に 8 台まで実装できる。8 台の変復調器ボードを実装したときのラックの外観図(写真)を第7図に示す。高速と低速との分類は第3表の通りである。1 台の変復調器ボードには、低速または高速の全ての変調方式が含まれ、変調方式の選択は前面の切り換えスイッチを押すだけで済む。

音声符号復号化器群は 3 種類のユニットで構成される。第4表に示すように、音声符号復号化器(1)が 4 台、音声符号復号化器(2)が 4 台(音声符号復号化器(1)と(2)の違いは第4表を参照)および疑似雑音符号発生器・検出器が 8 台である。この計 16 台のユニットのうちラックには同時に 8 台まで実装でき、変復調器群を経由して音声通信実験や、伝送ビット誤り特性の測定等を行うことができる。音声符号復号化器(1)および音声符号復号化器(2)において、音声コーデックの選択は基盤上の設定スイッチを用いて、あらかじめ設定する。疑似雑音符号発生器は 9 段または 15 段の疑似雑音符号を発生し、検出器では誤りビット数またはビット誤り率の測定ができる。これらの疑似雑音符号の発生およびビット誤りの測定機能は前面のスイッ



第8図 疑似雑音符号発生器・検出器収納時ラックの外観



第9図 ベースバンド分配器の外観図

チによる切り換えが可能である。疑似雑音符号発生器・検出器を8台ラックに実装したときの外観図(写真)を第8図に示す。

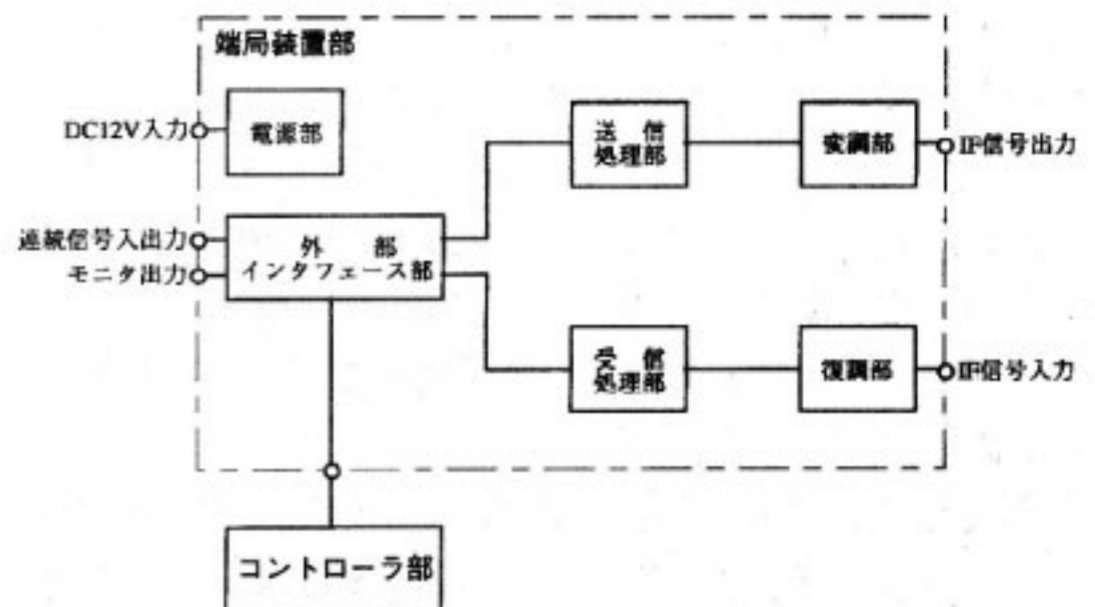
変復調器群と音声符復号化器群との接続が簡便に行えるように、ベースバンド分配器が用意され、SPコネクタを差し込むだけで、接続が行えるように工夫されている。ベースバンド分配器の外観図(写真)を第9図に示す。

4. 再生中継端局装置^⑥

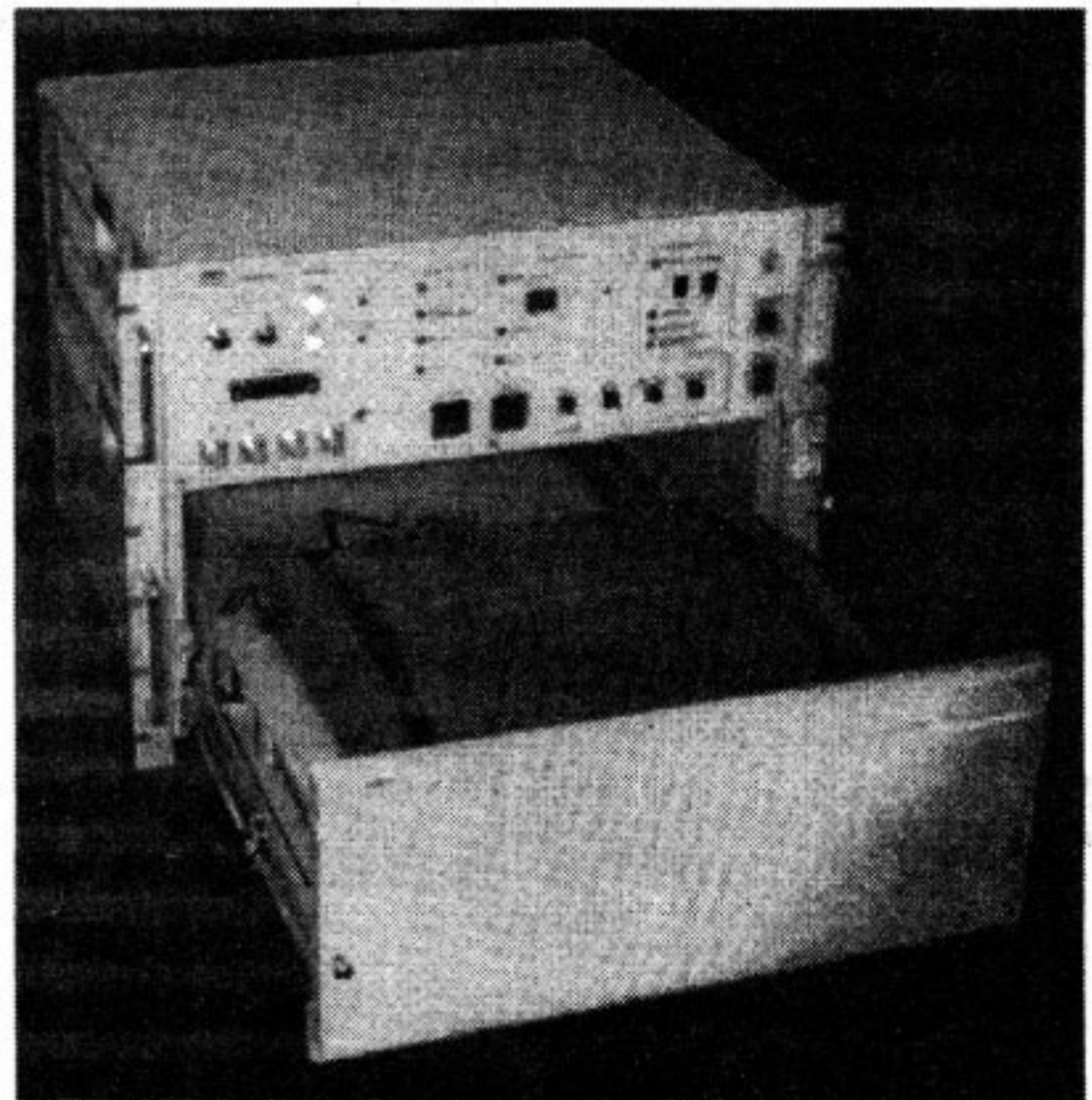
再生中継端局装置は、本季報特集号の「4.2.3 高度移動体衛星通信実験 搭載中継器系」の中の「再生中継器」の項で記述した再生中継器^(3, 7-10)を対象とした端局である。再生中継器の開発に平行して製作され、中継器開発中の機能試験や性能試験にも使用され、打上げ後は各種試験のほか、通信実験、再生中継器のパラメータ設定、新規回線制御プログラムのダウンロード(衛星打上げ後に地上から新たなプログラムを送って、搭載プログラムと置き換えること。)を行うために使用される。この再生中継端局装置には変復調部及び送受信ベースバンド信号処理部が含まれ、前述のIF分配装置に接続して用いられる。

機 能

再生中継端局装置の主な機能は、次の通りである。



第10図 再生中継端局装置ブロック図



第11図 再生中継端局装置外観

- (1) 連続信号又はパケット信号を符号化・変調しSCPC-FDMA信号として送信(8チャンネルの内、1チャンネル)
- (2) 衛星との回線制御用パケット信号送受による回線設定・回線切断
- (3) 受信TDM信号の復調・復号化、自局宛チャンネルの切り出し
- (4) 衛星パラメータ設定用の制御用パケットによる衛星の回線制御動作モードの切替
- (5) 回線制御プロトコルのダウンロード機能

構成および動作概要

第10図は、再生中継端局装置の機能ブロック図である。図に示すように端局装置部とコントローラ部の2つの部分から成り、その外観も第11図のように大きく2つの筐体に分かれている。下の筐体がコントローラ部で、ノートパソコンとその拡張ボックスが主な構成要素である。再生中継端局装置全体が、ノートパソコンに搭載の

ソフトウェアによって動作する。

送信処理部では、ノートパソコンで作られるパケット・データ又は外部から入力した連続信号（データ）を差動符号化、畳み込み符号化する。送信処理部から送られた信号は、変調部においてBPSK変調が行われ、フィルタを通して指定チャンネルのSCPC IF信号としてIF分配装置に出力される。

復調部では、IF分配装置から入力したIF信号をBPSK復調する。復調部から送られた信号は、受信処理部においてViterbi復号、差動復号化し、TDMデータ信号とする。さらにフレーム同期を取った上で、指定された連続信号チャンネルの抽出、パケット信号の再生を行う。

コントローラ部では、(1)誤り訂正符号の有無、情報伝送速度の切替、(2)パケットの種類によるパケット・チャンネルの選択、(3)連続信号の回線設定に使用する衛星との回線制御用パケット信号の作成・送出と受信・処理（回線設定、回線切断）、(4)衛星の回線制御動作モードの変更のための衛星パラメータ設定用の制御用パケットの作成・送出、そして(5)回線制御プロトコルのダウンロードを行うためのダウンロード・データ用パケットの作成・

送出などが行われる。また、装置の操作のインタフェース（入力、表示）はコントローラ部で行われる。

第5表に再生中継端局装置の主要諸元を示す。

回線制御プロトコル

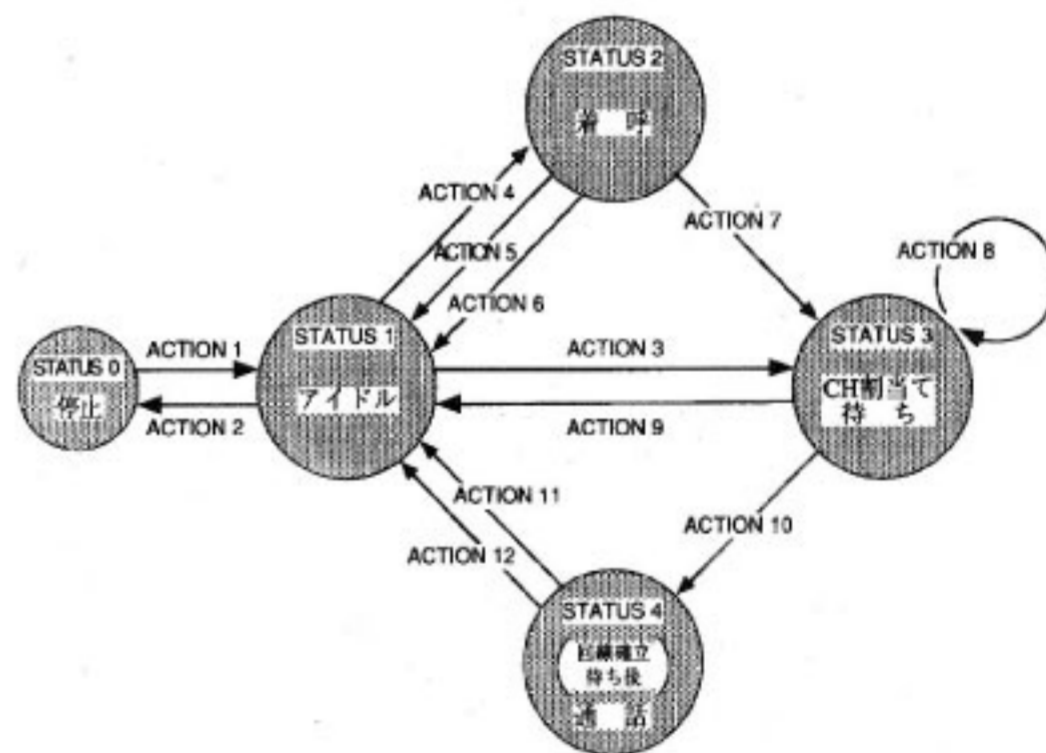
本季報特集号の「4.2.3 高度移動体衛星通信実験 搭載中継器系」の中の「再生中継器」の項で記述したように、再生中継器の回線制御モードが固定モードではなく搭載プロトコルで動作するように設定されていると、再生中継端局装置は発呼要求などの回線制御用パケット信号を衛星との間でやり取りすることによって、6chの連続信号チャンネルの内、送受それぞれに1chが指定されて通話・データ伝送が行える。

第12図は、このプロトコルによる再生中継端局装置の動作の状態遷移を示している。再生中継端局装置の動作は基本的には本季報特集号の「5.4 高度移動体衛星通信実験 携帯局」の動作とほぼ同じである。詳細は、この携帯局の方を参照されたい。

現状の再生中継端局装置の回線制御に関する機能は、衛星搭載のROMに書き込まれたプロトコルに対応したもので、本季報特集号の「4.2.3 高度移動体衛星通信実験 搭載中継器系」の中の「再生中継器」の項で記

第5表 再生中継端局装置の主要諸元

送信処理部/変調部	
出力IF周波数	126 MHz帯 (8 chの内1波)
出力帯域幅	±400 kHz
標準出力レベル	-20 dBm
帯域外スプリアス	D/U ≥ 50 dB
出力チャンネル数	8 chのSCPC信号の内1 ch (連続信号又はパケット信号) (この内6 chが連続信号用、2 chがパケット信号用)
チャンネル間隔	96 kHz
変調方式	BPSK
伝送速度	24 / 4.8 kbps (衛星の設定に従いコントローラ部で切替)
情報速度	24 / 12 / 4.8 / 2.4 kbps (衛星の設定に従いコントローラ部で切替、 FECがONの時は情報速度が半減)
誤り訂正符号化方式	畳み込み符号 (R = 1/2, K = 7) (FECのON/OFFは、 衛星の設定に従いコントローラ部で切替)
パケット・データ一時蓄積量	メモリ容量 2 kbit以上
復調部/受信処理部	
入力IF中心周波数	126 MHz
標準入力レベル	-10 dBm
入力雑音帯域	1 MHz 標準
入力スプリアス	D/U ≥ 40 dB
入力チャンネル数	TDM 1波 (この中から衛星指定の連続信号1 ch と自局宛パケット信号を抽出)
変調方式	BPSK
伝送速度	192 / 38.4 kbps (衛星の設定に従いコントローラ部で切替)
情報速度	192 / 96 / 38.4 / 19.2 kbps (衛星の設定に従いコントローラ部で切替、 FECがONの時は情報速度が半減)
誤り訂正復号方式	Viterbi復号 3 bit軟判定 (R = 1/2, K = 7) (FECのON/OFFは、 衛星の設定に従いコントローラ部で切替)
コントローラ部	
パケット・データ及び制御信号入出力	パラレル信号 1 ch
信号形式	TTLシングルエイド



- ACTION 1 : 電源SWをON
- ACTION 2 : ノートパソコンにQuit(通話)コマンドを入力してから電源SWをOFF
- ACTION 3 : ノートパソコンにCALL(通話)コマンドを入力するか
装置パネル部のCALLボタンを押す(CIパケットが送信される)
- ACTION 4 : CONNパケットを受信
- ACTION 5 : ノートパソコンにREPLY(応答)コマンドを入力するか
装置パネル部のREPLYボタンを押すことを一定時間以上しない
(何もしない)
- ACTION 6 : CDパケットを受信
- ACTION 7 : ノートパソコンにREPLY(応答)コマンドを入力するか
装置パネル部のREPLYボタンを一定時間以内に押す
(CAパケットが送信される)
- ACTION 8 : CHパケットを受信
- ACTION 9 : CDパケット又はBUSYパケットを受信
- ACTION 10 : CHAパケットを受信
- ACTION 11 : DISCパケットを受信
- ACTION 12 : ノートパソコンにDISCONNECT(切り)コマンドを入力するか
装置パネル部のDISCONNECTボタンを押す

第12図 再生中継端局装置状態遷移図

した搭載プロトコルの特徴に再生中継端局装置も対応しているため、プロトコルの詳細や特徴⁽¹⁾についてはこちらにも参照されたい。

5. IFパイロット信号および送受信監視部

主局端局装置には、140MHz帯でキャリアを送信するパイロット信号発生器、IF帯テスト用雑音発生器および140MHz帯で送受信信号をモニタするための機器などが含まれている。パイロット信号発生器は3台用意され、これらの信号発生器からの信号は、アップコンバータで周波数変換され、Ka帯およびミリ波帯用に分けられる。Ka帯またはミリ波帯への接続は装置背面で行うが、前面パネルに設けている接続コネクタをKa帯用とミリ波帯用に分けることにより、前面での変更も可能である。また、アップコンバータ出力でのパイロット信号の出力レベルは、他の変調されたSCPC送信信号1波当たりの出力レベルと同じである。IF帯テスト用雑音発生器はKa帯またはミリ波帯受信部から入力し、IF帯にダウンコンバートされた受信信号に雑音を付加し、主にテスト（自局折り返し）時のビット誤り率特性の測定などに用いられる。

140MHz帯で送受信信号をモニタする装置として、送受信IF信号をモニタするスペクトラムアナライザ、音声信号レベルメータ、受信レベル監視用受信機、受信レベル記録用チャートレコーダがある。スペクトラムアナライザと受信レベル監視用受信機は、Ka帯およびミリ波帯用に複数台を用意してある。

以上の信号発生器および送受信信号をモニタする機器などは、全て主局端局装置のラックに収容されている。

6. ま と め

本稿では、高度移動体衛星通信実験主局端局装置の構成、機能などについて述べた。この端局装置に含まれる各単体装置およびシステム全体の特性の測定などは現在進行中であり、衛星が打ち上げられるまでに全ての測定を終え、事前データとして利用する予定である。

参 考 文 献

- (1) 山本, 森川, 井家上, 長谷, “5.1.2 高度移動体衛星通信実験 主局Ka帯地球局装置,” 通信総研季, 43, 1, pp.95-109, Mar. 1997.
- (2) 岡本, 山本, 森川, 井家上, 長谷, “5.1.3 高度移動体衛星通信実験 主局ミリ波帯地球局装置,” 通信総研季, 43, 1, pp.111-118, Mar. 1997.

- (3) 大内, 島田, 大橋, 吉本, 福地, 内藤, 西垣, “4.1 通信放送技術衛星の概要,” 通信総研季, 43, 1, pp.25-34, Mar. 1997.
- (4) T. Ikegami, T. Takahashi, H.-B. Li, E. Morikawa and C. Ohuchi, “Evaluation of variable data rate CDMA for multimedia personal satellite communications with ETS-VI and COMETS satellites,” Conference Proceedings of PIMRC'96, vol. 2, pp.643-647, Taipei, Oct. 1996.
- (5) H.-B. Li, T. Ikegami and H. Wakana, “A class of block coded modulation schemes for satellite communications,” IEICE Trans. COMMUN., vol.E80-B, No.1, pp.49-58, Jan. 1997.
- (6) 磯貝光雄, 峯野仁志, 吉本繁壽, 仙波新司, 竹田修, 小宮山典男, “COMETS搭載高度移動体衛星通信実験用再生中継器および主局再生中継端局装置の開発,” 1994信学秋季全大, SB-3-15, 東北大学, September 1994.
- (7) 磯部俊吉, 浜本直和, 内藤秀之, 竹内誠, 磯貝光雄, 川又文男, 大森慎吾, “COMETSを用いたKa, ミリ波帯高度移動体衛星通信実験システム,” 信学論, B-II, Vol. J78-B-II, No. 2, pp.41-51, February 1995.
- (8) S. Isobe, F. Kawamata, H. Naito, N. Hamamoto, and S. Ohmori, “Regenerative transponder of COMETS for advanced mobile communications experiments,” ICUPC'93, pp. 309-313, Ottawa, October 1993.
- (9) 仙波新司, 土橋康江, 米田誠良, 竹田修, 磯部俊吉, 川又文男, “COMETS搭載用再生中継モデム その1. 装置の概要,” 1993信学秋季全大, B-166, 北海道工業大学, September 1993.
- (10) 川又文男, 磯部俊吉, 内藤秀之, 大森慎吾, 土橋康江, 竹田修, “COMETS搭載用再生中継モデム その2. 回線制御部,” 1993信学秋季全大, B-167, 北海道工業大学, September 1993.
- (11) 西田正純, 小山田哲也, 竹内誠, “衛星上回線制御における伝搬遅延とブロッキングの影響 (COMETS再生中継器を想定したシミュレーション結果),” 1994信学秋季全大, B-194, 東北大学, September 1994.



李 還帮
Huan-Bang LI
関東支所 宇宙通信技術研究室
デジタル通信, 符号化変調方式,
衛星通信
E-Mail: lee@crl.go.jp



井家上 哲史
Tetsushi IKEGAMI
関東支所 宇宙通信技術研究室
衛星通信に関する研究に従事
E-Mail: ikegami@crl.go.jp



峯野 仁志
Hitoshi MINENO
宇宙通信部 衛星通信研究室
衛星通信
E-Mail: mineno@crl.go.jp



長谷 良裕
Yoshihiro HASE
総合通信部 高速移動通信研究室
移動通信及び移動体衛星通信システム
の研究に従事
E-Mail: hase@crl.go.jp



西田 正純
Masazumi NISHIDA
宇宙通信部 衛星通信研究室
衛星通信
E-Mail: nishida@crl.go.jp



岡本 英二
Eiji OKAMOTO
関東支所 宇宙通信技術研究室
衛星通信, 移動体通信
E-Mail: oka@crl.go.jp



竹内 誠
Makoto TAKEUCHI
宇宙通信部 衛星通信研究室
衛星通信, 変復調方式, 符号化方式
E-Mail: makoto@alien.crl.go.jp



川又 文男
Fumio KAWAMATA
企画部 企画課
イントラネットの構築
E-Mail: kawamata@crl.go.jp

