

5. 高度移動体衛星通信実験 地球局の開発

5.1 高度移動体衛星通信実験 主局

5.1.1 高度移動体衛星通信実験 主局の概要

森川 栄久*¹ 井家上 哲史*¹ 長谷 良裕*²

(1996年11月14日受理)

5. DEVELOPMENT OF THE EARTH STATIONS FOR THE COMETS ADVANCED MOBILE SATELLITE COMMUNICATIONS EXPERIMENTS

5.1 KASHIMA MAIN STATION FOR THE COMETS ADVANCED MOBILE SATELLITE COMMUNICATIONS EXPERIMENTS

5.1.1 OUTLINE OF THE KASHIMA MAIN STATION FOR THE COMETS ADVANCED MOBILE SATELLITE COMMUNICATIONS EXPERIMENTS

By

Eihisa MORIKAWA, Tetsushi IKEGAMI, and
Yoshihiro HASE

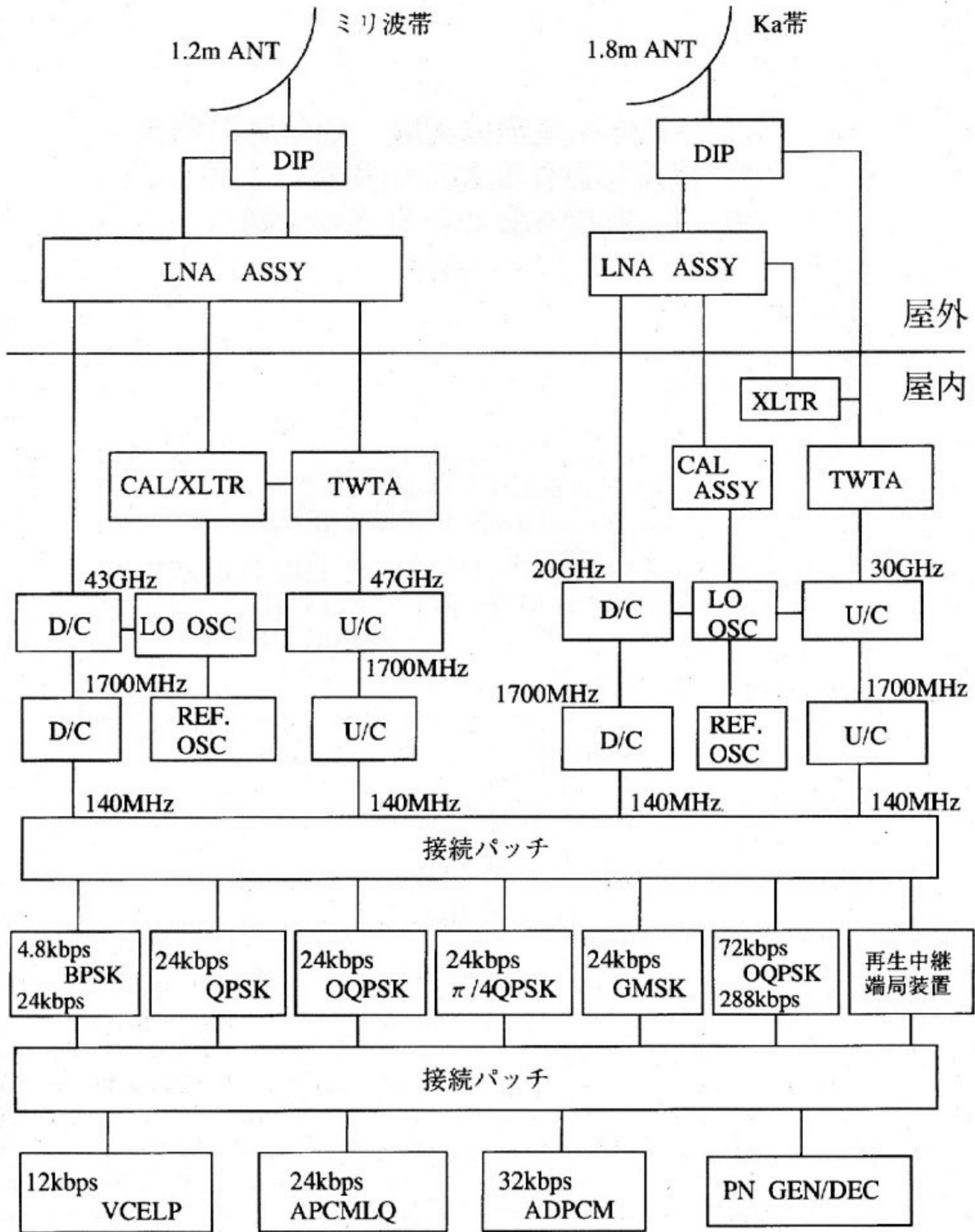
The communications and broadcasting test satellite (COMETS) will be launched by the H-II rocket in August 1997. The purpose of this satellite is to develop new technologies required in the fields of communications and broadcasting. The Communications Research Laboratory (CRL) is in charge of a variety of experiments which will be performed by using the advanced mobile satellite communications equipment (MCE) and the advanced satellite broadcasting equipment (SBE) on this satellite. The main Earth Station for the advanced mobile satellite communications experiments is in the Kashima Space Research Center of the CRL. We will present a brief introduction to this station. A detailed description is referred to in the other papers of this special issue.

[キーワード] 通信放送技術衛星, 高度移動体衛星通信実験, 高度移動体衛星通信機器, ミリ波帯, Ka 帯, 再生中継器.

COMETS, Advanced mobile satellite communication, MCE, Millimeter wave band, Ka-band, Regenerated Transponder.

*¹ 関東支所 宇宙通信技術研究室

*² 総合通信部 高速移動通信研究室

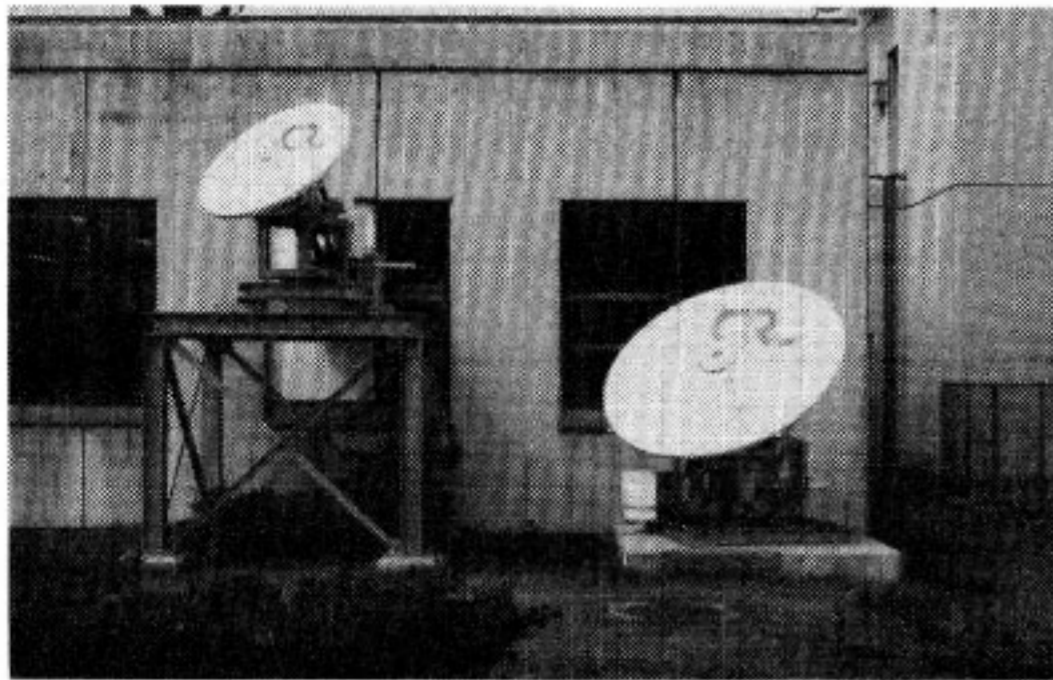


第1図 MCE主局の構成
(ただし、テレメトリー装置を除く)

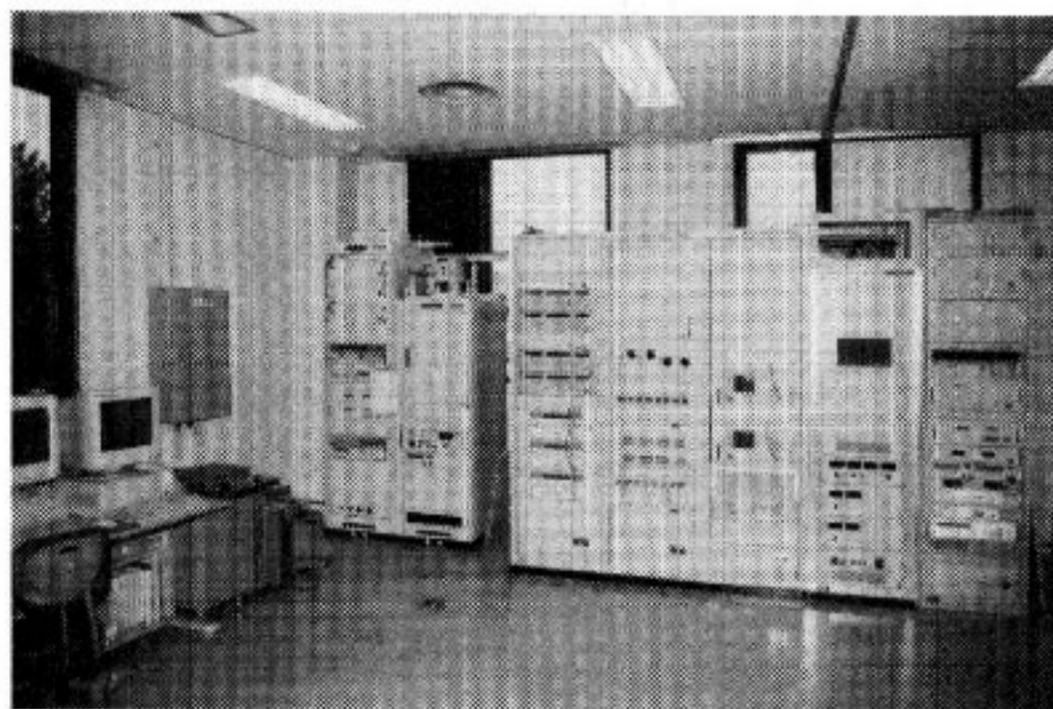
1. ま え が き

通信放送技術衛星 (COMETS) は、通信放送分野の開発衛星として、衛星間通信、高度衛星放送及び高度移動体衛星通信の新技术、多周波数帯インテグレーション技術ならびに大型静止衛星の高性能化技術の開発、実験・

実証を行うことを目的として、平成9年度夏期に宇宙開発事業団によって種子島宇宙センターからH-IIロケット5号機により打ち上げられる。当所は、高度移動体衛星通信と高度衛星放送に関する実験を担当し、それらの主地球局は、関東支所鹿島宇宙通信センターにそれぞれ整備される。本論文では、高度移動体衛星通信用に開発



第2図 MCE 主局の屋外部分の外観



第3図 MCE 主局の屋内部分の外観

された主地球局の概要について述べる。

2. 鹿島主局の構成

鹿島主局は、Ka 帯の高度移動体衛星通信実験の中心となる Ka 帯地球局装置、ミリ波帯の高度移動体衛星通信実験の中心となるミリ波帯地球局装置、また各種の通信実験を行うための端局装置及び通信実験のための衛星管制及び運用を行うテレメトリ・コマンド装置から構成される。第1図に、全体の構成の概要を示す。ただし、詳細な接続等は、それぞれ各装置の章を参照されたい⁽¹⁾⁻⁽⁴⁾。第2図に、屋外部分の外観を示す。ミリ波帯の1.2 mのアンテナは、屋内外を接続する導波管をできるだけ短くするため、架台の上に設置した。第3図に屋内部分の外観を示す。写真左より、Ka 帯地球局装置、実験用端局装置及びミリ波帯地球局装置である。また、左端に、テレメトリコマンド用ワークステーションが3台装備されている。実験用端局装置は、Ka 帯及びミリ波帯で共用で使うため Ka 帯地球局とミリ波帯地球局の間に設置されている。

COMETS では、VSAT 等の固定衛星通信と移動体衛星通信の境界を取り払い、それらを統合化したより身近で経済効率の高いシステムの構築を目的としている。この

第1表 Ka 帯 RF 装置の主要諸元

アンテナ	
形式	コルゲートホーン (1次放射器) カセグレン
直径	1.8m
周波数帯	送信 30.8GHz ± 50MHz 受信 21.0GHz ± 50MHz
偏波	送信 右旋円偏波 受信 左旋円偏波
利得	送信 51.9dBi 受信 49.0dBi
大電力増幅器	
素子	進行波管増幅器 (TWTA)
飽和出力	47.0dBm以上
1dB圧縮点	45.2dB以上
低雑音増幅器	
素子	GaAs FET
雑音温度	297.6K (25℃)
利得	52dB
送信及び受信周波数変換器	
形式	シングルコンバージョン
IF周波数	1700MHz帯
周波数安定度	±5×10 ⁻⁸
変換利得	送信 -5.5dB 受信 +21.68dB

システムでは、携帯局と移動局は基地局を介さず、直接通信⁽⁵⁾をする事になる。従って、衛星搭載中継器の周波数変換用発振器の周波数変動は、基地局で補償するのではなく、移動局単独あるいは、衛星上で補償することになる。そのため、主局から、移動局追尾用あるいは AFC 用のパイロット信号を送信する機能が整備されている。

テレメトリ受信とコマンド送信のための RF 設備は、当所では用意せずに、専用回線を用いて、宇宙開発事業団の筑波宇宙センターへベースバンド信号として送受し、その RF 設備により衛星に送信あるいは衛星から受信する。

3. Ka 帯地球局装置

Ka 帯地球局装置は、直径 1.8 m のカセグレンアンテナと、30 W の大電力増幅器、低雑音増幅器及び送信と受信の周波数変換器等から構成される。第1表に Ka 帯地球局装置の主要諸元を示す。実験端局装置から来た 1700MHz 帯の IF 信号は、この装置で 30GHz 帯の RF 信号に周波数変換され、TWTA で増幅されて衛星に送信される。逆に、アンテナで受信した 20GHz 帯の RF 信号は、この装置の低雑音増幅器で増幅され、1700MHz 帯の IF 信号に変換され、実験端局装置に送

第2表 ミリ波帯RF装置の主要諸元

アンテナ	
形式	コルゲートホーン (1次放射器) カセグレン
直径	1.2m
周波数帯	送信 46.9GHz ± 50MHz 受信 43.7GHz ± 50MHz
偏波	送信 右旋円偏波 受信 左旋円偏波
利得	送信 51dBi以上 受信 50dBi以上
大電力増幅器	
素子	進行波管増幅器 (TWTA)
飽和出力	42.5dBm以上
1dB圧縮点	37.2dBm
低雑音増幅器	
素子	GaAs FET
雑音指数	4.4dB (LNA入力部) 6.4dB (RF入力部)
利得	49.6dB
送信及び受信周波数変換器	
形式	シングルコンバージョン
IF周波数	1700MHz
周波数安定度	$\pm 5 \times 10^{-10}/\text{day}$
変換利得	送信38.7dB 受信64.2dB

出される。

4. ミリ波帯地球局装置

ミリ波帯地球局装置は、直径1.2mのカセグレンアンテナと、10Wの大電力増幅器、低雑音増幅器及び送信と受信の周波数変換器等から構成される。第2表にミリ波帯地球局装置の主要諸元を示す。実験端局装置から来た

1700MHz帯のIF信号は、この装置で47GHz帯のRF信号に周波数変換され、TWTAで増幅されて衛星に送信される。逆に、アンテナで受信した43GHz帯のRF信号は、この装置の低雑音増幅器で増幅され、1700MHz帯のIF信号に変換され、実験端局装置に送出される。

5. 実験端局装置

この実験端局装置は、Ka帯地球局装置とミリ波帯地球局装置と組み合わせて使用され、140MHz帯を1700MHz帯に周波数変換あるいはその逆を行うコンバータ2台、コンバータ用局部発振器、IFフィルタバンク用変復調群、音声符復号化器群、パイロット信号発生器、送受信信号モニタ用スペクトルアナライザ、受信信号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、接続パッチ及び再生中継端局装置から構成されている。

1700MHz帯140/140MHz帯の周波数変換器の局部発振器の周波数の設定を変えることによって、関東ビームと東海ビームの送受信周波数を設定することができる。主局で東海ビームの周波数を設定できるようにしている理由は、COMETSでは、アンテナと中継器の間にあるスイッチを切り換えることにより関東ビームと東海ビームの周波数を切り換えて使用することが可能であるため、その運用にも対応できるようにするためである。

実験用に準備された変復調器は、低速用変復調器8台、高速用変復調器8台で構成されている。このうちの8台が同時に使用可能である。低速用変復調器は、1台のユニットの設定を変更する事により、第3表に示す異なる6種類の伝送速度及び変復調方式に切り換えて使用できる。また、同様に、高速用変復調器も1台のユニットで設定を変更することにより、異なる2種類の伝送速度に切り換えて使用できる。各変復調ユニットは、設定によ

第3表 実験用変復調器の種類

項目	変調方式	伝送速度	スクランブル	差動符号化	誤り訂正
低速用	BPSK	4.8kbps	あり/なし	あり/なし	拘束長7, 符号化1/2のたたみ込み符号, 8値軟判定ビータビ符号
		24kbps	あり/なし	あり/なし	同上
	QPSK	24kbps	あり/なし	あり/なし	同上
		24kbps	あり/なし	あり/なし	同上
	$\pi/4$ QPSK	24kbps	あり/なし	あり/なし	同上
	GMSK	24kbps	あり/なし	なし	同上
高速用	OQPSK	72kbps	あり/なし	あり/なし	拘束長7, 符号化1/2のたたみ込み符号, 8値軟判定ビータビ符号 同上
		288kbps	あり/なし	あり/なし	

第4表 再生中継端局の諸元

多元接続方式	上り回線	SCPC 方式
	下り回線	TDM 方式
変調方式	上り回線	BPSK
	下り回線	BPSK
伝送速度	上り回線	2.4 K / 4.8 kbps
	下り回線	1.92 k / 3.84 kbps
チャンネル数	連続信号用 1 ch パケット信号用 1 ch	
誤り訂正	拘束長 7, 符号化率 1/2 のたたみ込み符号化 拘束長 7, 符号化率 1/2 の 8 値軟判定ビタービ復号	

り、スクランブル機能を持たせることが可能であり、GMSK 変復調方式を設定した場合を除く全ての場合に差動符復号化をすることも可能である。また、全ての変復調方式に対して、拘束長 7, 符号化率 1/2 の畳み込み符号化/ビタービ復号器による誤り訂正機能を動作させることも可能である。

音声符復号化器群は、設定により、12kbps-VCELP 音声コーデックと 24kbps-APCMLQ 音声コーデックとに機能を切り替えられるユニットが 4 台、設定により、24kbps-APCMLQ 音声コーデックと 32kbps-ADPCM 音声コーデックに切り替えられるユニットが 4 台及び疑似雑音発生器とそのビットエラーを検出する機能をもつユニットが 8 台で構成される。これらのユニットのうち 8 台が同時に使用可能である。

再生中継端局装置は衛星に搭載された再生中継器を対象とした端局装置である。この端局は、再生中継器の評価試験、通信実験に使用されるほか、再生中継器のパラメータの設定や回線制御プログラムを衛星のメモリにダウンロードするために使用される。第 4 表に再生中継端局の諸元を示す。再生中継器は、多元接続方式として、アップリンクは SCPC 方式、ダウンリンクは TDM 方式を採用している。再生中継端局は、24kbps あるいは 4.8kbps の連続信号あるいはパケット信号を BPSK 変調で衛星へ送信し、その受信部では衛星上で時間的に 8 ch を多重化した TDM 信号の中から、自局あての信号を抽出して、24kbps あるいは 4.8kbps の連続信号あるいはパケット信号に復調する。回線の制御は、衛星上の ROM に書き込まれた回線制御プロトコルあるいは打ち上げ後地上からダウンロードされた回線制御プロトコルにより実施され、発呼要求やチャンネル割り当て等がなされる。

6. テレメトリ・コマンド装置

COMETS の管制運用は宇宙開発事業団 (NASDA) において実施されるが、当所においても実験中のミッション機器のコントロールあるいは状態を把握する必要があるため、管制端末装置のみを ETS-VI の時と同様に整備した。中央追跡管制所 (宇宙開発事業団) と鹿島宇宙通信センターとの間は専用回線によりインタフェースされており、管制端末装置はその追跡管制システムの計算機に接続されている。従って、当センターで作成したコマンドデータは端末装置から専用回線を経由して、中央追跡管制所の追跡管制システムに送られ、そこから衛星に送信される。また、衛星から受信されたテレメトリデータは、中央追跡管制所において集中処理されて、専用回線を介して当所の端末装置に送られる。管制端末系は、テレメトリ・コマンド処理用端末として使われるワークステーションが 3 台、専用回線制御用端末及び試験装置用のパーソナルコンピュータがそれぞれ 1 台ずつの構成になっている。

7. おわりに

本論文では、平成 9 年度夏期に打ち上げられる通信放送技術衛星 (COMETS) を用いて実施される高度移動体衛星通信実験に使用される鹿島主局の概要を述べた。今後、この地球局の諸特性の取得を随時行い、衛星打ち上げ後の本格的な実験に備える予定である。また、この局を構成する各部分の詳細は、本稿の対応する部分を参照されたい。

参考文献

- (1) 山本伸一, 森川栄久, 井家上哲史, 長谷良裕, "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) 岡本英二, 山本伸一, 森川栄久, 井家上哲史, 長谷良裕, "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) 李還幫, 西田正純, 井家上哲史, 岡本英二, 峯野仁志, 竹内誠, 長谷良裕, 川又文男, "5.1.4 高度移動体衛星通信実験 主局端局装置", 通信総研季, 43, 1, pp.119-126, Mar. 1997.
- (4) 峯野仁志, 小園晋一, 佐藤正樹, 森川栄久, "7.2 通信放送技術衛星 テレメトリ・コマンド装置", 通信総研季, 43, 1, pp.195-203, Mar. 1997.
- (5) S. Isobe, N. Hamamoto, M. Takeuchi, S. Ohmori and M. Yamamoto, "Advanced

Mobile Satellite Communications Experiment
in MM-wave and Ka-band Using Japan's
COMETS", 18th ISTS, May 1992, Kagoshima.



森川 栄久
Eihisa MORIKAWA
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: morikawa@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



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

