

8.3 デジタル方式車載地球局

8.3.1 車載地球局の概要

陸上移動体衛星通信システムでは、移動体（主に車両）の大きさに合わせてアンテナを小型化する必要がある。移動局の G/T が低くならざるを得ない。したがって、船舶や航空機通信において電話回線程度の品質を得るために開発したデジタル通信方式より低品質の音声通信を前提とし、低速デジタル通信方式と高効率音声符号化技術を駆使し品質を改善することが重要となる。

デジタル変調方式としては、伝送効率が高い PSK 又は MSK を用いる。音声の符号化方式としては低ビットレートで使用できる方式を検討する必要がある。船舶及び航空機通信では、伝送速度が 16 kbps 及び 24 kbps であるため、音声の符号化方式としては波形符号化方式の使用が可能であるが、陸上移動体衛星通信では移動地球局の G/T が低くなる分だけ伝送速度を低速化する必要がある。波形符号化では音質が悪く使用できない。そこで、音源符号化方式を使用し、音声の特徴の情報の伝送を行い、音声符号化時の符号化効率を高くする。ここではマルチパルス駆動ボコーダ (MPC) 方式を採用し 4.8 kbps での音声伝送を可能とした。

8.3.2 デジタル陸上移動体衛星通信の回線設計

まず、回線設計上では変復調方式の性能と移動地球 G/T が基本となる。デジタル変復調方式としては、他の移動体と同様に PSK 又は MSK の使用を考える。4.8 kbps で音声符号化を行い 1/2 の誤り訂正及びフレームビット等を加え、変調波の伝送速度を 10 kbps とする。このときの所要 C/N₀ は、BER を 1×10^{-4} とすると 42 dB Hz となる。また、移動地球局の G/T は、アンテナ利得を 4 dBi、給電系の損失を 2 dB とし見積もった。第 8.3-1 表に回線諸元の計算例を示す。移動地球局の送信機は、PSK 信号波を歪み無く増幅するために飽和出力 25 W の直線増幅器を用いている。アンテナとしては、低利得のタイプとして 4 dBi 程度の利得の水平面無指向性で垂直方向に多少の指向性を持つ 4 線巻きヘリカルアンテナ、高利得アンテナとしては 12~15 dBi 程度の指向性アンテナを使用することとする。陸上移動地球局で利得の低いアンテナを使用する場合は、フォワードリンク、リターンリンクともに移動地球局側のダウンリンク及びアップリンク支配となる。したがって、回線計算上、フォワードリンクでは衛星の送信電力を最大に設定し移動地球局側で得られるマージンを求め、リターンリンクでは移動地球局の最大電力送信時の基地地球局側で得られるマージンを求めた。表から、フォワード

第 8.3-1 表 回線諸元
基地地球局→車載地球局

基地局 EIRP	65.2	65.2 dBW
上り回線伝搬損失	199.6	199.6 dB
衛星 G/T	-8.1	-8.1 dBK
上り回線 C/N ₀	86.1	86.1 dBHz
中継器利得	165.1	165.1 dB
衛星 EIRP (MAX)	30.7	30.7 dBW
下り回線伝搬損失	187.7	187.7 dB
受信アンテナ利得	2.0	10.0 dB
受信電力	-155.0	-147.0 dBW
車載局 G/T	-24.8	-26.8 dBK
下り回線 C/N ₀	46.8	54.8 dBHz
総合 C/N ₀	46.8	54.8 dBHz
所要 C/N ₀	42.0	42.0 dBHz
回線マージン	4.8	12.8 dB

車載地球局→基地地球局

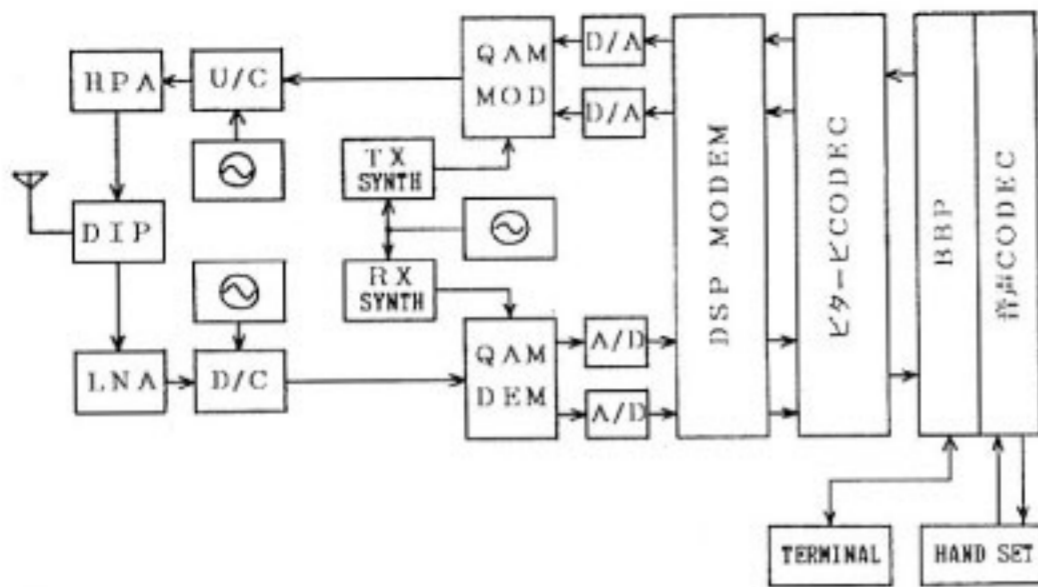
車載局送信機出力	12.7	12.7 dBW
アンテナ利得	4.0	12.0 dB
車載局 EIRP	16.7	24.7 dBW
上り回線伝搬損失	188.3	188.3 dB
衛星 G/T	-6.0	-6.0 dBK
上り回線 C/N ₀	51.1	59.1 dBHz
中継器利得	169.5	169.5 dB
衛星 EIRP	-2.1	5.9 dBW
下り回線伝搬損失	198.4	198.4 dB
基地局 G/T	32.7	32.7 dBK
下り回線 C/N ₀	60.8	68.8 dBHz
総合 C/N ₀	50.6	58.6 dBHz
所要 C/N ₀	42.0	42.0 dBHz
回線マージン	8.6	16.6 dB

リンクについては、低利得アンテナに対し 4.8 dB、高利得アンテナに対し 12.8 dB のマージンがある。したがって、低利得アンテナに対しては、車両走行時のフェージング等を考慮するとマージンが少なく給電系の損失等を極力少なくする必要がある。

リターンリンクについては、低利得アンテナ使用時もマージンが 8.6 dB あり、回線設定は容易であると考えられる。

8.3.3 車載局 RF 系の構成

第 8.3-1 図に車載局の全体構成、第 8.3-2 表に主要諸元を示す。車載局の RF 系は、アンテナ、ダイプレクサ、送信直線増幅器、受信低雑音増幅器、送受の周波数変換器で構成され、他の移動局と同様に IF 周波数は 70 MHz 帯であり送受信周波数は海事及び航空バンドの帯



第 8.3-1 図 車載局の構成

第 8.3-2 表 デジタル方式車載地球局主要諸元

送信周波数	1642.5~1650.0 MHz
送信電力	飽和出力 25 W (AB 級電力増幅器)
受信周波数	1540.5~1548.0
受信 NF	2 dB 以下
アンテナ利得	4 dBi (水平面無指向性 4 線巻ヘリカルアンテナ) 12 dBi (ヘリカルアンテナ)
変復調方式	MSK 又は PSK (QPSK) : 同期検波
同期保持範囲	$E_b/N_0 = 0$ dB まで
BER 特性	固定劣化 2 dB 以下 (1×10^{-4} 点)
伝送速度	10 kbps
情報速度	4.8 kbps
誤り訂正方式	$R=1/2$ 畳込み符号化拘束長 $K=4$, 3 ビット軟判定ビタービ復号
音声符号化方式	MPC (マルチパルス駆動線形予測符号化方式)

域をカバーしている。

アンテナは、基本的には、4 線巻きヘリカルアンテナを使用する。このアンテナは、低利得ではあるが、水平面無指向性で、車両に衛星追尾機能が不要である。また、本アンテナは軸比の良い円偏波用のアンテナであるため、衛星通信に適し各方面で検討が進められている。しかし、将来の陸上移動体衛星通信を検討する場合は、回線マージンのほかに、他の衛星系との干渉問題からもある程度の指向性を持つアンテナの使用が必要になると考えられる。指向性アンテナについては 14 dBi 程度の 8 素子スパイラルアンテナを使用し実験を行う予定である。

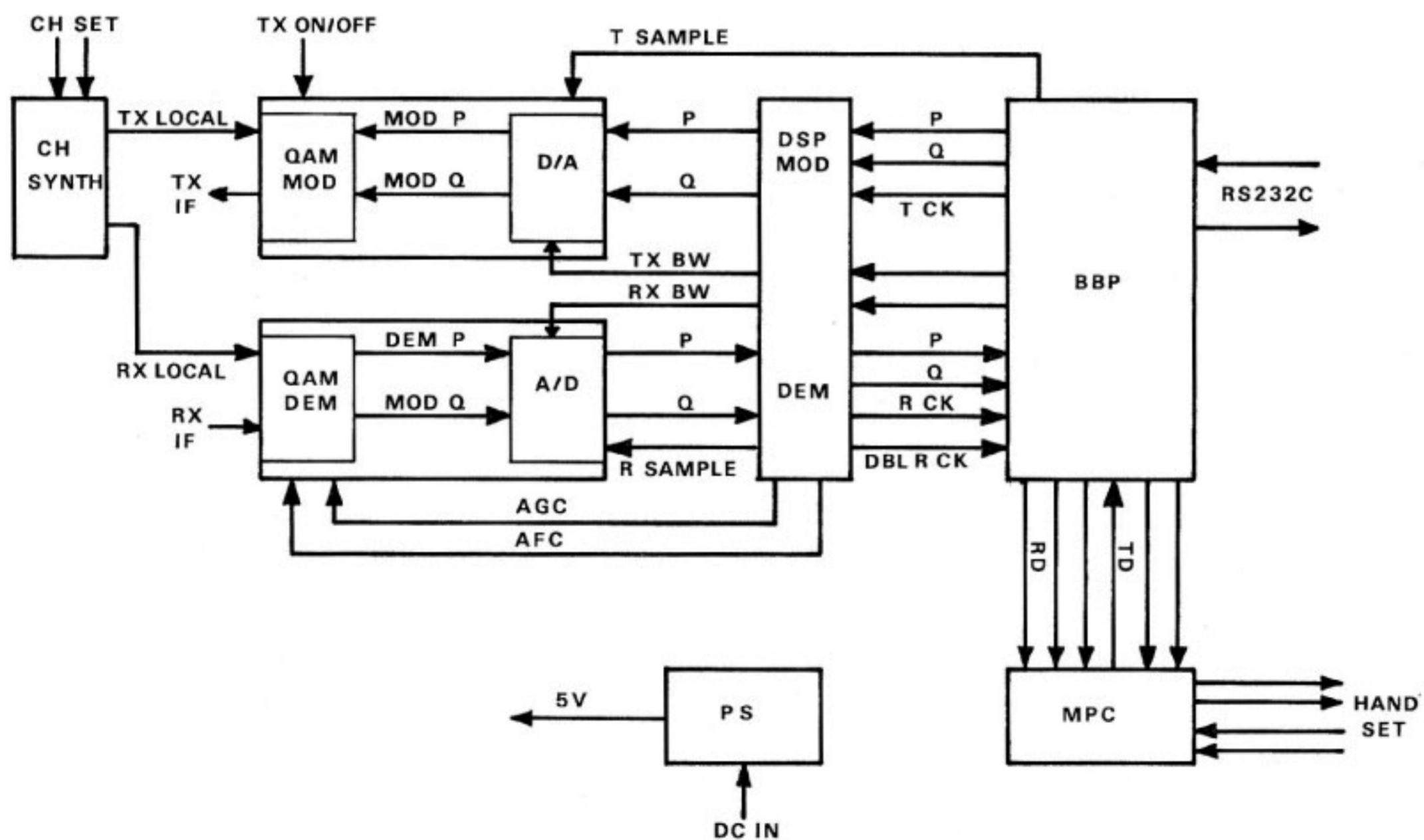
8.3.4 変復調部の構成

変復調部の特徴を以下に示す。

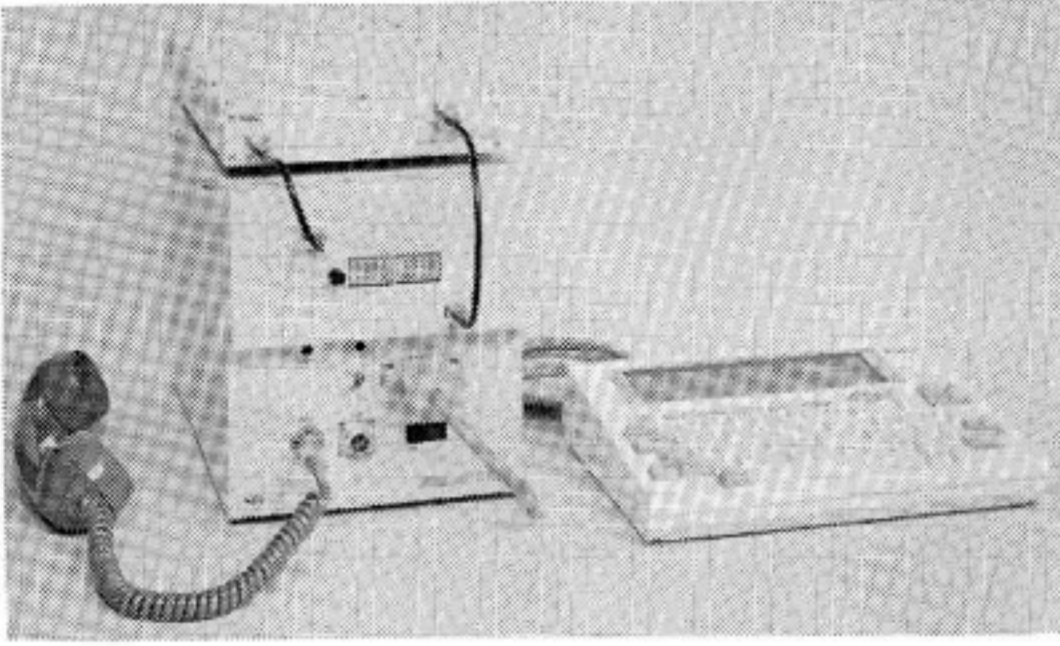
- DSP の使用により ROM を交換することで容易に変復調方式を変更できる。
- 誤り訂正に LSI 化ビタービ復号器を使用している。
- DSP 化により小型化を図っている。

変復調部の構成を第 8.3-2 図に示す。ベースバンド処理部 (BBP) からの送信データ (P, Q) 及びクロック (TCK) は LSI 1 個からなる DSP 変調器に入力され直交変調器の P, Q に相当するデータが出力される。この P, Q のデータは直交変調部で D/A 変換された後、IF 周波数でチャンネル設定された搬送波を直交変調する。

復調部では、受信 IF 信号が直交復調器でベースバンド信号に変換され P, Q の信号が A/D 変換され、DSP



第 8.3-2 図 変復調部の構成



第 8.3-3 図 デジタル方式車載地球局の外観

復調器に入力される。DSP 復調器は DSP 3 個で構成され P, Q のベースバンド波形からデータ判定及び受信クロック再生を行う。また, AFC 及び AGC 用の信号出力もあり直交復調器の制御を行う。復調データ及び再生受信クロックは BBP へ送られる。

8.3.5 ベースバンドインタフェース

BBP は誤り訂正符復号器, 音声符復号器, データ端

末用インタフェース等からなる。誤り訂正は 1 チップ LSI 化されており, レート 1/2 の畳込み符号化方式で拘束長 $K=4$, 3 ビット軟判定のビタービ復号法を用いている。音声符復号器は, MPC 方式を用いている。船舶地球局では, 16 kbps の MPC ボコーダを用いているが車載局の場合は, 伝送速度の低下に合わせ, より音声符号化効率の高い 4.8 kbps の符号化を行っている。したがって, 得られる音声品質も船舶用のものより低く, 合成音声に近い。

音声の伝送のほかに本装置では, データの伝送も行うことを想定しており, メッセージ伝送や実験時の符号誤り測定などのために RS-232 インタフェースを備えている。このインタフェースに外部の小型データ端末が接続され, 端末から装置の動作モードの制御やデータの送受信が行われる。第 8.3-3 図に本装置の外観図を示す。横 211 mm, 縦 290 mm, 奥行 330 mm で重量は約 10 kg であり, DC 12 V の電源で動作する。

