

# 海外向け業務用無線機シリーズ

## Land Mobile Radio for Overseas Market

国際的に陸上移動無線機(Land Mobile Radio)の分野に認可されている周波数帯は、30 MHzから900 MHzの間の5周波数帯が使用されている。日立電子株式会社では、10年前から上記周波数帯に適合した初の直接発振によるシンセサイザ方式を採用した業務用無線機シリーズの開発を手がけ、国内および海外向けに販売をしてきたが、ここでは海外向けシリーズについて述べる。使用形態別には車載・携帯・基地局の各機種を持ち、送信出力の最大値は、海外向けの許容限度の車載で110 W、携帯5 W、基地局250 Wまでの全機種をそろえている。最近のモデルは、各周波数帯での広帯域化、多チャンネル化、選択呼び出し機能をマイクロコンピュータに取り込むことなどを特徴とした製品が主流となってきている。また、フィールドでの周波数設定方式を容易にするため、専用プログラマ以外にパーソナルコンピュータでプログラムすることを可能としている。

高麗 弘\* *Hiroshi Takama*  
 萩原秀幸\* *Hideyuki Hagiwara*  
 大西正樹\* *Masaki Ônishi*

### 1 緒 言

1980年代初頭から、チャンネルごとに水晶振動子を使用して周波数を発振させていた発振回路は、水晶方式から周波数シンセサイザ方式へと移行し、現在ではほとんどの業務用無線機がこの方式を採用するに至っている。

周波数シンセサイザ方式への移行は、同時に無線機へのマイクロコンピュータ(以下、マイコンと略す。)の導入時期でもあり、従来の機能をより容易に実現するとともに、新しい機能の付加を可能にした。国内の具体的な事例としては、MCA(Multi Channel Access)方式の無線機の実現である<sup>1)</sup>。

一方、無線機の使用形態別に求められる機能はそれぞれ異なり、例えば、基地局は250 Wの送信電力で連続稼働し、車載機では振動に対して十分堅固でなければならず、携帯機では小形・軽量はもとより、特に電池で駆動するため消費電流の小さいことが要求される。これら個別に要求される機能を保ちながら、(1)周波数シンセサイザ方式の採用、(2)マイコンによる機能の充実、(3)広帯域化、(4)信号システムの実装、(5)MIL(Malfunction Investigation Laboratory: 米国MILITARY STANDARD)規格に合致する、などの共通な設計思想を持つ海外向けの製品群を実現したので、具体的な機能・性能について述べる。国内向けも品ぞろえしているが、今回はシリーズ化した海外向けについて記述した。国内向けの場合は、送信電力が最大でも10 Wのため、輸出向けに比べて小形である。

### 2 製品の概要

業務用移動無線機に割り当てられている周波数帯は、**図1**に示すように離散的に配置されている<sup>1)</sup>。一方、無線システムの基本構成は、移動局(車載および携帯)、基地局であり、これらの局に使用する無線機を、シンセサイザ化して製品にすることをねらいとした。

今回開発した無線機の分類を**図2**に示す。

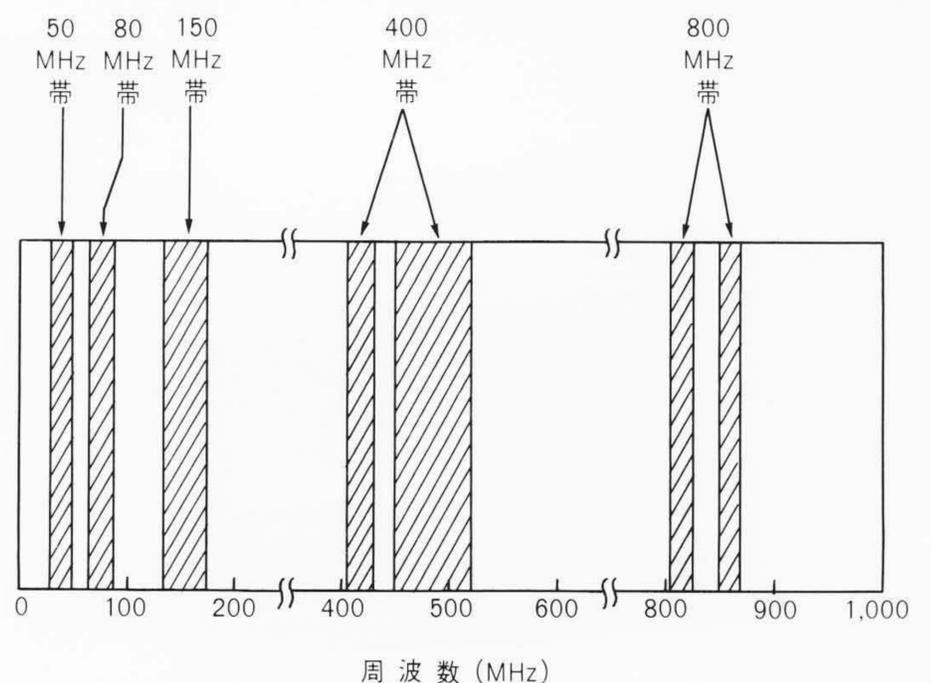


図1 業務用移動無線機に割り当てられている周波数帯 業務用移動無線機には離散的に5周波数帯が割り当てられている。

\* 日立電子株式会社

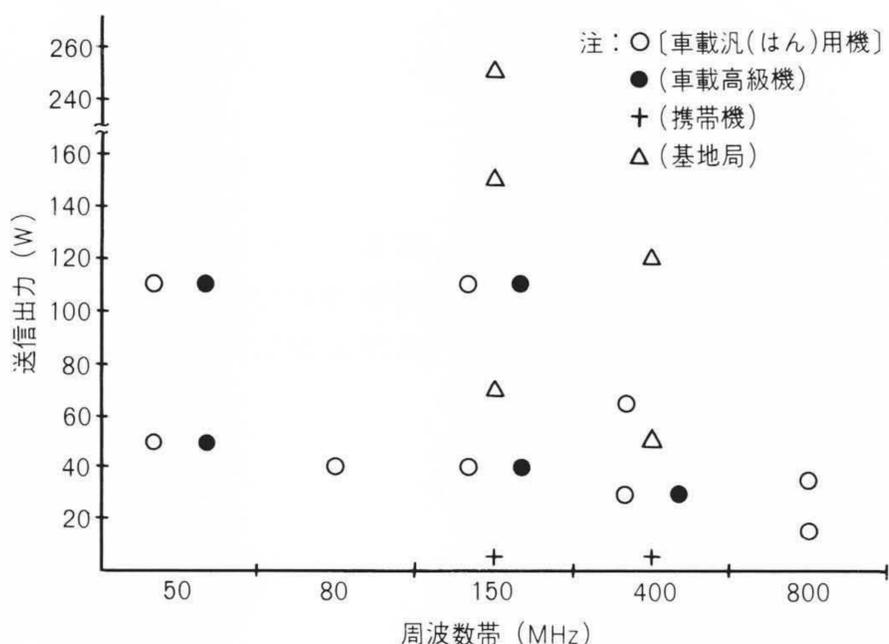


図2 無線機の種類 市場のニーズに対応できるように送信出力・周波数帯・使用形態別に製品をそろえた。

### 2.1 車載機

車載機(図3)は大別して高級機と汎(はん)用機の2種類がある。高級機は最大320チャンネルが可能であり、さらにそれを16グループに分けることができる。したがって、例えばユーザー別に、警察・消防・電力といったグループにチャンネルを分け、各グループごとにチャンネルを切り換えたり、スキャン機能を使うといった多彩な使用法が可能である。

シャシは高級機、汎用機ともアルミダイカスト製とし、MIL規格(MIL 810C/D)の振動・衝撃などの仕様を満足する堅固な構造とした。

### 2.2 携帯機

携帯機(図4)の本体部の容積は220 cc(幅65 mm, 奥行き35 mm, 高さ97 mm)で、車載機と同等レベルの性能を実現した。

シンセサイザ方式の業務用携帯無線機としては、世界最小である。

一方、電池を使用する携帯機として重要な性能である待ち受け電流は、シンセサイザ化によって増加するが、パワーセーブ回路を付加することにより、平均電流25 mA以下を実現した。1,400 mAhのバッテリーを使用した場合、送信：受信：待ち受け=5：5：90の定格動作で10.2時間使用できる(送信出力5 W, パワーセーブ回路ON時)。

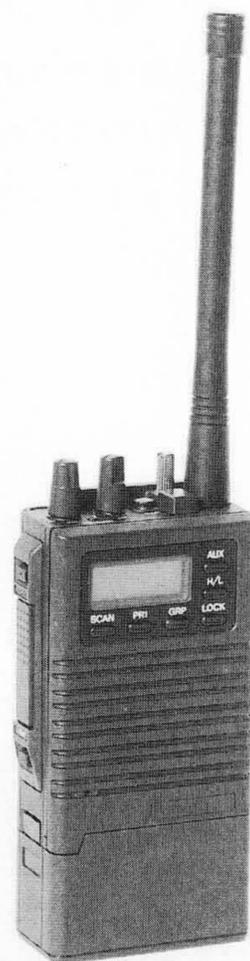


図4 携帯無線機 従来の携帯機に比べ約40%の小形化を図った。



(a) 高級機



(b) 汎用機

図3 車載無線機 (a)高級機はチャンネル名などの英文字表示が可能である。(b)汎用機は、表示部、制御部をコンパクトにまとめている。写真左側は制御器分離形、右側は一体形を示す。

### 2.3 基地局

基地局(図5)の送信出力は150 MHz帯で250 W、400 MHz帯で120 Wである。また、受信相互変調ひずみは、150 MHz帯、400 MHz帯とも85 dBを実現した。

### 2.4 多機能化

シンセサイザ化に伴い、周波数データを制御するため、マイコンを導入したことにより、従来になかった種々の機能を実現している。

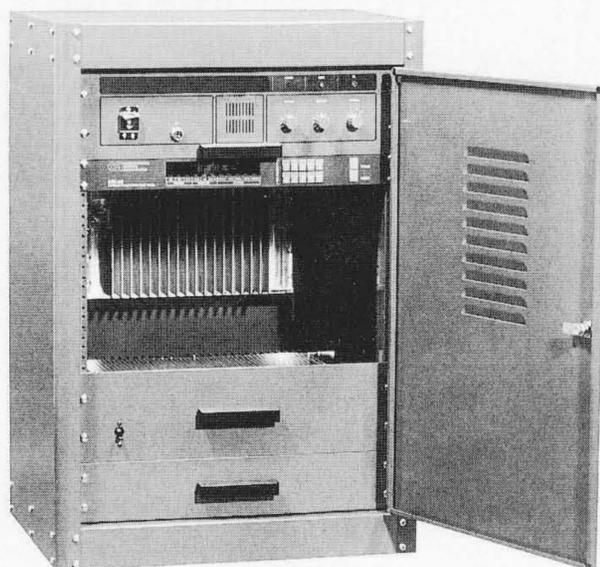


図5 基地局無線機 150 MHz帯70 W機および400 MHz帯50 W機は、自然空冷で連続稼動が可能である。

実現している。例えば、スキャン、優先チャンネルモニタ、トークアラウンド、チャンネル対応の送信電力切換、送信禁止などの機能のほか、電源投入後、数秒間で制御器の各種表示器を点灯させ、無線機の動作が正常か否かを自己診断する機能を持っている。

このほかに新しい機能として、周波数の微調整、最大変調度の設定、送信出力の設定などが無線機のカバーを開けることなく、専用プログラマによって設定可能とし、定期保守点検を容易にしている。また、後述するように、各種データをフィールドプログラマブルにしたことにより、ユーザーの多様な要求に対してフレキシブルに対応できるようにしている。

## 3 技術的な特徴

### 3.1 周波数シンセサイザ

このシリーズの無線機は、携帯の送・受信部、車載の送・受信部および基地局の送信部に、周波数シンセサイザ方式を採用した。周波数シンセサイザの基準発振器としては、高安定なTCXO(Temperature Compensated Crystal Oscillator)を使用し、特に車載の汎用機では、マイコンで温度補償を制御したTCXOを採用した。

VCO(Voltage Controlled Oscillator)部には、低雑音で発振出力レベルの高いFET(電界効果トランジスタ)を採用することによって高CN比(搬送波対雑音比)を実現し、隣接チャネ

表1 主要機器仕様(150 MHz帯) 主要な機器仕様を示す。

種別		携 帯 機	車 載 機	基 地 局
項目	動作定格	5 : 5 : 90 (送信 : 受信 : 待受)	1分送信・4分受信	連続
	周波数範囲(MHz)	A : 136~156 B : 150~174	A : 136~160 B : 150~174	A : 136~156 B : 148~174
一般	帯域幅(MHz)	A : 20 B : 24	A : 24 B : 24	送信部 : 6 受信部 : 2
	動作温度範囲(°C)	-30~+60	-30~+60	-30~+60
送信部	周波数安定度(ppm)	±5	±5 ±2(オプション)	±2
	寸法 幅×奥行×高さ(mm) (電池, アンテナを除く。)	65×35×97	185×300×57(高級機) 196×225×57(汎用機)	559×433×800
受信部	定格送信出力(W)	5	40/110	70/150/250
	最大周波数偏移(kHz)	5	5	5
	S N 比(dB)	50	55(高級機) 50(汎用機)	55
受信部	12 dB SINAD (μV)	0.35	0.35(高級機) 0.30(汎用機)	0.35 0.25(プリアンプ付き)
	受信スプリアス(dB)	70	90(高級機) 80(汎用機)	100
受信部	相互変調ひずみ(dB)	72	78	85 80(プリアンプ付き)
	Selectivity (dB)	75	85(高級機) 80(汎用機)	100 95(プリアンプ付き)
受信部	受信出力(W)	0.5	12(高級機) 10(汎用機)	12

ル妨害波による感度低下を小さくしている。一例として、150 MHz帯の車載高級機では、オフセット周波数30 kHz、帯域幅15 kHzでCN比=100~102 dBを得ている。

高速シンセサイザを実現するため、チャンネル切換時にループフィルタをアナログスイッチで切り換える方式を採用した。シンセサイザの高速化により、ユーザーは多数のチャンネル(例えば、車載の高級機では最大320チャンネル)を短時間で探索することができ、さらに、あるチャンネルを受信しながら、一定時間ごとに優先チャンネルをモニタすることが可能である。

3.2 送・受信部

変調信号は、大別して音声(300~3,000 Hz)、CTCSS (Continuous Tone Controlled Squelch System : 67~250.3 Hz)、およびDCS (Digital Coded Squelch : 約6~134 Hz)の3種類がある。各変調信号に対して、PLL (Phase Locked Loop) で生ずる周波数特性の偏差を最小にするため、音声はVCO変調端子だけに与え、CTCSSとDCSはVCOおよびTCXO変調端子の両方に与える方式としている。

携帯無線機および車載無線機は、受信フロントエンド部と送信電力増幅部を広帯域にしており、150 MHz帯では24 MHzの帯域幅を持っている。また、ミキサにはFETまたはダイオ

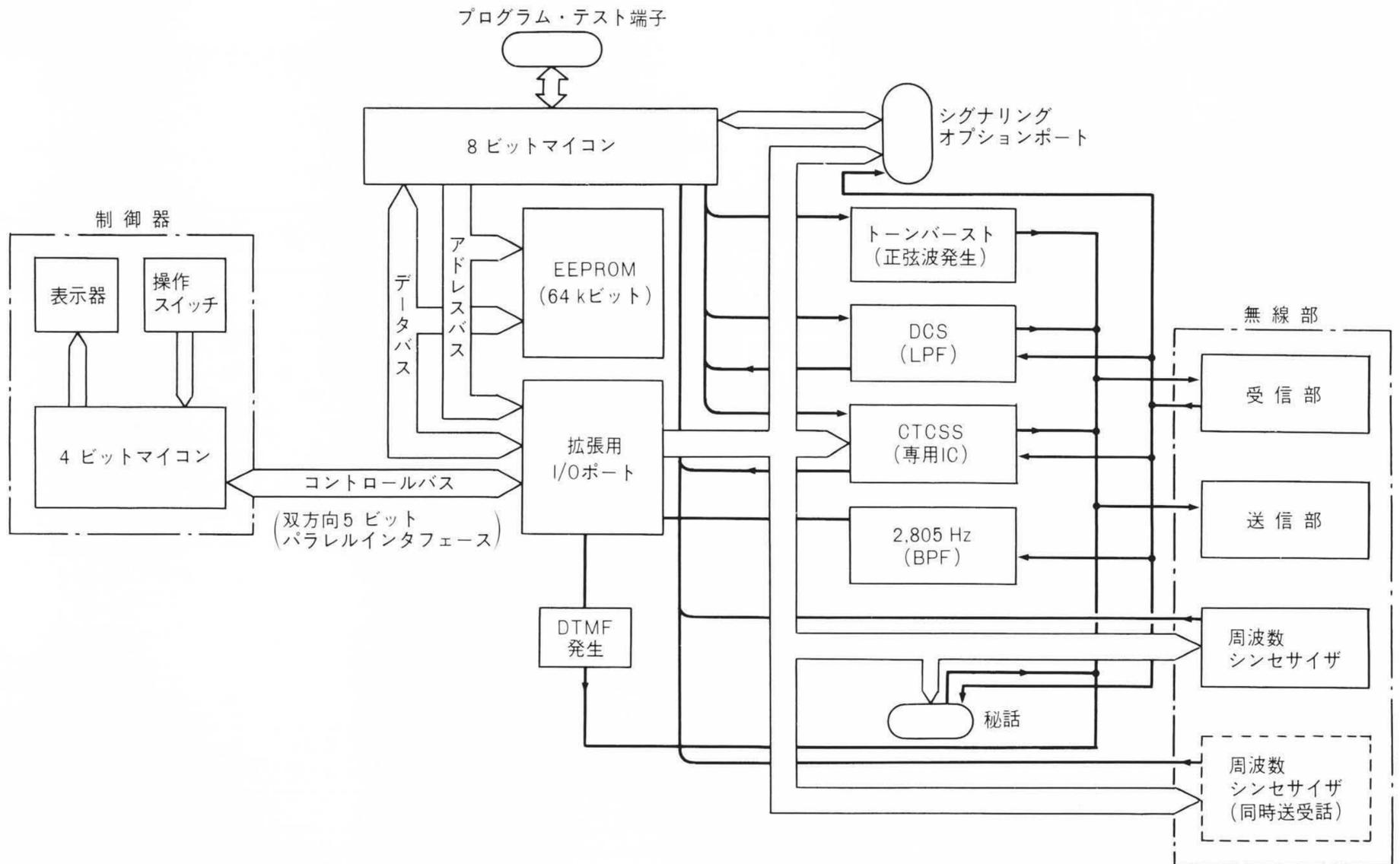
ードを使用したダブルバランスミキサ方式を採用し、良好な相互変調ひずみ特性を得ている。携帯、車載および基地局の150 MHz帯の主要な機器仕様を表1に示す。

3.3 制御部

制御部には、8ビットマイコンまたは4ビットマイコンを使用し、かつEEPROM (Erasable Electrically Programmable ROM) を採用することにより、チャンネル周波数、CTCSS周波数、DCSコードなどのデータの書き込みが、本体カバーを開けることなく行えるようにした。

一例として、車載高級機の制御部の機能ブロック図を図6に、マイコンによる本体内部の主要制御項目を表2に示す。グループ・チャンネルの切換、受信制御、送・受信状態切換、送信制御、スキャン制御、プログラムテスト、セルフテストなど多項目にわたって制御を行っている。また、EEPROMを付加することにより、制御プログラムの一部をシングルチップマイコンの外部にも持てるようにして、システム対応の拡張性を高めている。この外部プログラムは、専用の治具で販売拠点でも書込みができるようにしている。

このように無線部の広帯域化と、チャンネルやCTCSS・DCSのデータを容易にプログラム可能にしたことにより、ユーザー



注：略語説明 EEPROM (Erasable Electrically Programmable ROM), DCS (Digital Coded Squelch), LPF (Low Pass Filter)  
 CTCSS (Continuous Tone Controlled Squelch System), BPF (Band Pass Filter), DTMF (Dual Tone Multi Frequency)  
 マイコン (マイクロコンピュータ)

図6 制御部機能ブロック図(車載高級機) 高機能を実現するため、4ビットマイコンと8ビットマイコンを併用した車載高級機のブロック構成を示す。

表2 無線機内部の制御項目(車載高級機) マイコンによる無線機内部の主要制御項目を示す。

項 目	内 容
グループ・チャンネル切 換	グループ・チャンネルスイッチによるチャンネルの変更 (EEPROMの周波数データをシンセサイザに転送 周波数データからトラッキングデータ、VCO制御データを生成し、無線部に転送 EEPROMのCTCSSデータにより、CTCSS用ICを制御)
受 信 制 御	受信部の音声制御、状態表示 (シンセサイザのロック監視、エラー表示およびアラート信号出力 CTCSS、DCSおよびノイズスケルチ信号による音声信号のON/OFF 2,805 Hz、その他のシグナリング信号の受信、音声信号のON/OFF、状態表示 およびアラート信号出力 優先チャンネルのモニタおよび音声制御、状態表示)
送 ・ 受 信 状 態 切 換	プレストークスイッチ(およびオプションからの送信要求)による送・受切換 (送受電源の切換 シンセサイザ、CTCSS用IC、DCSパス切換 状態表示信号の出力)
送 信 制 御	送信タイマ、送信延長タイマ、シグナリングの出力 (シンセサイザのロック監視、エラー表示およびアラート信号出力 DCS信号の送出 トーンバースト信号、DTMF ANI信号の送出、モニタ音送出 (同時送受話の場合は、受信制御も行う。))
ス キ ャ ン 制 御	スキャンスイッチによるスキャン動作 (グループ・チャンネル切換制御 スキャンインターバルの時間監視 スキャンホールド条件の判定とホールド時間の管理 スキャン中の受信制御)
プ ロ グ ラ ム, テ ス ト	プログラマによるプログラム、ベリファイ、コピー動作 無線機相互間とのプログラム、ベリファイ、コピー動作(クローン) データモジュール間とのプログラム、ベリファイ、コピー動作 プログラマによる動作テスト(送・受信周波数、シグナリング周波数設定、送受切換、表示 テスト、キーテスト、音声制御、ピープテスト、ポート入出力ほか)
セルフテスト(ウェークアップ)	マイコン、プログラミングデータ、シンセアンロック、表示テスト プログラマ・無線機・データモジュール通信エラー

注：略語説明 VCO(Voltage Controlled Oscillator), DTMF ANI(Dual Tone Multi Frequency Automatic Number Identification)

一の多様な要求に対し、短納期で対応できるようにしている。

### 3.4 構 造

シンセサイザ方式の無線機では、振動、衝撃によってVCOを構成する部品間の浮遊容量が変化し、FM雑音となってSN比が劣化するので、VCO部の実装設計には耐振性を考慮する必要がある。このシリーズの車載無線機では、シャシをアルミダイカスト製とし、VCO部をケースで覆い、本体シャシに固定することで耐振性を向上させた。また、VCO部の部品を極力チップ化することにより、振動による浮遊容量の変化を抑えている。

車載無線機は、ダッシュボードの下に取り付けられるほかに本体と制御器を分離して、本体だけをトランクルーム内に取り付けることも可能な構造にしている。また、車載高級機では、標準制御器、小形制御器、デラックス制御器の3種類の制御器に対応が可能であり、さらに本体と制御器の接続をプラグイン構造にしてあるので、容易に制御器の交換を行うことができる。

## 4 機能の種類

このシリーズの無線機では、広帯域化、シンセサイザ化、マイコンの導入、EEPROMの採用などにより、種々の新機能を実現している。例えば、多くのチャンネルを探索するスキャン機能、あるチャンネルを受信しながら一定時間ごとに優先チャンネルをモニタする優先チャンネルモニタ機能、チャンネル名やグループ名を英文字表示する機能などである。

EEPROMのデータの書込み・読出しは、専用プログラマのほか、パーソナルコンピュータでも可能である。また、無線機と無線機あるいは無線機とEEPROMモジュールとを接続するだけで、相互間のコピー(クローニング)が可能である(図7参照)。

プログラム項目のうち、チャンネル周波数、DCS・CTCSS周波数、グルーピングなどはフィールドでプログラム可能であり、ユーザーの多様な要求に即応できる。また、車載高級機では、CTCSS・DCS周波数、グルーピング、優先チャンネルの設定などを、ユーザーが制御器のキースイッチを用いて任意

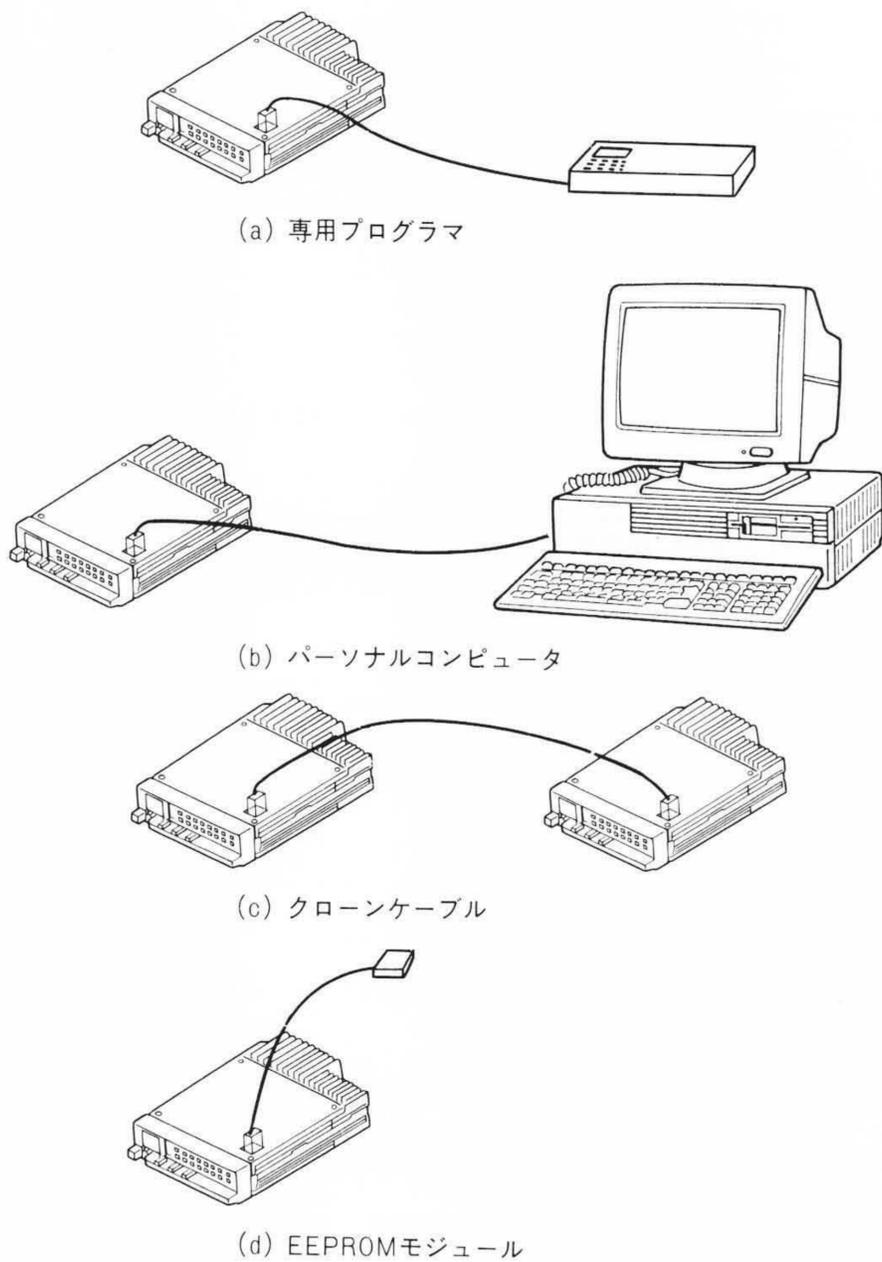


図7 プログラム方法 各種のプログラム方法を示す。

にプログラムできる。フィールドプログラマブルの項目を表3に示す。

### 5 結 言

このシリーズは高い信頼性と、初の本格的なシンセサイザ方式を導入した無線機であったためフィールドで好評を得、北米を中心に欧州・オーストラリア・アフリカなどの地域に多量に出荷されている。

特に、車載機は汎用機と高級機シリーズをそろえ、基地局・携帯機シリーズの品ぞろえも行いユーザーの多様なニーズに対応している。今後さらに、機能の向上・拡充を図るとともに、各国に適合するMCAシステム用の無線機を開発することを計画中である。

表3 フィールドプログラマブル項目(車載高級機) フィールドで専用プログラマあるいはパーソナルコンピュータで選択できる項目を示す。

項目	仕	様	
チャンネル	チャンネル数	320チャンネル	
	受信シンセデータ	20ビット/チャンネル	
	受信	CTCSS*	38波
		DCS*	512コード
	送信シンセデータ	20ビット/チャンネル	
	送信	CTCSS*	38波
		DCS*	512コード
	送信出力	1ビット	
	秘話回路有無	1ビット	
	トーンバースト	70波 0.1~3.2s	
サブシグナリングタイプ	4タイプ		
グループ	チャンネル名	6文字(デラックス制御器)	
	グループ数	16グループ	
	グルーピング*	最大320チャンネル	
	グループ名	2文字/グループ(デラックス制御器)	
	シグナリングタイプ	8ビット/グループ	
	DTMF ANI制御	2バイト/グループ	
	IDコード	10けた/グループ	
	PRIチャンネル(ROM)*	2チャンネル/グループ	
	スキャンインターバル	NSQ	グループごとに設定可能
		CTCSS	
DCS			
送信ホールドタイム			
受信ホールドタイム			
送信チャンネル・リターンチャンネル			
送信タイマ			
送信禁止			
スキャンモード	パネル操作		
オプション	アラーム音およびレベル	6種類, 高・低・OFF	
	スイッチ・表示機能の選択	4種類	
	制御器のタイプ選択	2種類	
	オプションポートのタイプ選択	4種類	
その他	制御プログラムの変更	フックにより可能	

注：\*印はユーザープログラマブル項目を示す。  
略語説明 NSQ(Noise Squelch)

### 参考文献

- 1) 奥村, 外: 移動通信の基礎(昭61-10)