

# 小型無線モジュールの開発

## Development of Small Radio Module

櫛田 安亮      金谷 英明      八幡 勝洋  
Yasuaki Kushida      Hideaki Kanaya      Katsuhiko Yahata

### 要 旨

小型無線モジュールは、UHF帯の音声通話およびデータ通信に対応した無線モジュールである。

本モジュールは、外部機器とのシリアル通信によるコマンド制御およびアナログ入出力による直接MSK変調制御ができるインタフェースを持つとともに、モジュール内部の制御部ソフトウェアをカスタマイズすることによりスタンドアロンでの動作を実現することができる無線モジュールである。

また、設計の見直しにより従来の携帯無線機から回路および部品点数を削減することで、従来の車載無線機であるJHM-428シリーズの外形に対し97mm×55mm×26mmと約40%に小型化した組み込み用モジュールを実現した。

### Abstract

This compact wireless module supports UHF audio and data transmission. It contains an interface which has an application in which serial communications with an external device allows command control and analog I/O so that MSK modulation can be directly controlled. In another application, the module can be used as a standalone device through the customization of the internal control software.

Also, this module has been designed for use as an embedded device. Unnecessary circuitry and components that were used in earlier mobile wireless devices have been removed. This module, with external dimensions of 97×55×26 mm, now has approximately 40% less volume than the previous JHM-428 series of wireless devices for automobiles.

## 1. まえがき

UHF帯は、音声通話連絡用、センサネットワーク用データ通信を始めとして、一般業務用無線として幅広く利用されている周波数帯である。

その使用方法として固定局、移動局および携帯局用と様々な場面が想定されるとともに、その用途としても、音声通話やデータ通信もしくはその両方で使用する等多岐に渡っているが、各々の使用方法・用途毎に開発された機器で対応されているものが殆どである。

近年業務用無線機のデジタル化が進むにあたり、その技術開発もデジタル無線にウェイトがおかれている事は事実であるが、従来のアナログ無線は重要な通信手段の一つである。

その背景の下で現在課題とされている現行無線機との互換性を持つ後継機種種の確保、新しいシステムに対応できる新機種種の開発に対応するため、アナログ業務用無線機の将来を担うものとして、小型化の実現、汎用性の確保とともに顧客要求向けのカスタマイズにも対応できる小型無線モジュールを開発したのでここに報告する。

## 2. 特長

小型無線モジュールはRF部と制御部で構成されている。図1に外観を示す。

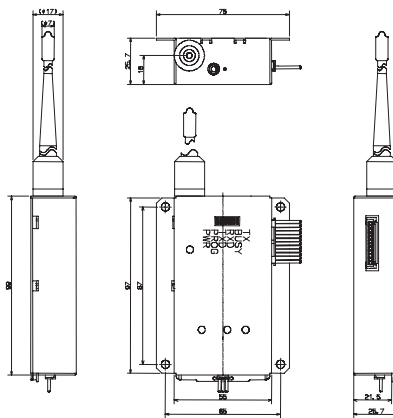


図1 外形図

Fig.1 Small radio module

本モジュールはRF部および制御部から構成されており、RF部は制御部からのみ動作制御されるが、制御部はシリアルインタフェースを介して外部装置から制御できる。また、制御部のソフトウェアをカスタマイズすることにより要求される外部機器との通信仕様に対応できる。

本モジュールの特長であるインタフェースおよびソフトウェアカスタマイズについて説明する。

### 2.1 インタフェース

本モジュールは外部機器とのインタフェースとしてシリアル (RS-232C) とアナログの2系統を持つ。

シリアル通信ではコマンドによるデータの入出力、アナログ通信では外部機器のMSK変復調回路による直接変復調を行うことができる。表1にインタフェースの主な信号を示す。

表1 主なインタフェース  
Table 1 Main interfaces

名称	入出力	機能
SD/RD	IN/OUT	無線機からのデータ入出力 (RS-232C)
EPIT	IN	外部送信制御
DTMOD/DTOUT	IN/OUT	無線機側復調入出力 (外部MSK)
RSSI	OUT	RSSI受信レベル電圧出力
CHAB	IN	チャンネル切替
TXPWR	OUT	送信電力異常
PWRDET	OUT	電源電圧低下
UNLOCK	OUT	UNLOCK
PPS	IN	GPSからのPPS信号 (GPS接続時)

インタフェースの主な機能として、SD/RD (シリアル通信) を利用して外部機器とのデータ通信ができ、その通信コマンドやシーケンスは制御部ソフトのカスタマイズにより対応する。

DTMOD/DTOUT (外部MSK用信号線) は、外部機器に持つMSK変復調回路と接続することによりMSK変復調を直接行うことができる。EPIT (外部送信制御) を制御することで無線送信を行う。

GPSからのPPS信号はGPS受信機接続時に取り込むことにより無線通信やその他同期信号として制御部内部で利用することができる。

### 2.2 ソフトウェアカスタマイズ

本モジュールはRF部および制御部から構成されており、その制御部は16ビットシングルチップマイクロコンピュータをメインCPUとして、MSKモデムICで変復調されたデータをソフトウェア制御している。

#### (1) 基本機能

- ・送信データの生成および送信
- ・受信データの同期検出, エラー検出およびエラー訂正
- ・RSSI値算出によるデータ判定

- ・無線周波数切替

#### (2) 外部機器との通信機能

- ・コマンドの受信およびエラー検出
- ・コマンド/データの生成と送信
- ・コマンドによる通信シーケンスの確立
- ・ステータス情報の送信 (RSSI値, 送信電力異常, 電源電圧低下などのアナログインタフェースの情報)
- ・アナログインタフェースによる外部MSK入出力

#### (3) 拡張機能

- ・送受信データのデータ長拡張
- ・通信シーケンス, エラー検出方法の変更
- ・シリアル通信コマンドの拡張による機能追加

これらに対応することでユーザが用途に合わせたシリアル通信プロトコルを規定できる。

シリアルインタフェースを使用する場合は、通信シーケンス内の細かいタイミングを制御することはできないが簡単なコマンド通信のみでデータの送受信が可能であるため、外部機器の開発が比較的容易にできる。

アナログインタフェースを使用する場合は、外部機器から通信シーケンスの制御やフレーム処理が行える。

そのため、無線通信の細部までユーザが規定したい場合有用であるが、外部機器の処理負荷が大きくなる。

また、携帯用無線機として、外部の制御によらずスタンドアロンとして機能するソフトウェアを構築することも可能である。

ソフトウェアは、デバッグ用データ入出力 (RS-232C) を介して制御部のRAMにダウンロードされ、フラッシュROMへの書き込み処理によりバージョンアップすることができる。

## 3. 小型無線モジュール仕様

表2に小型無線モジュールの一般仕様を、表3に受信部仕様を、表4に送信部仕様を示す。

表2 一般仕様

Table 2 General specifications

項目	仕様
周波数	UHF帯
送信出力	0.5Wまたは1W
通信方式	単信方式
変調方式	周波数変調
電波形式	F2D, F3E
空中線インピーダンス	50Ω
電源電圧	DC6V

表3 受信部仕様

Table 3 Receiver specifications

項目	仕様
受信感度	12dB SINADにて -7dB $\mu$ 以下 / 2dB $\mu$ 以下
受信出力	最大出力 26dBm以上
歪率 標準変調RF+20dB $\mu$ 入力	定格 0.25W 歪み 定格出力時 -27dB以下
大入力に対する安定度	140dB $\mu$ v (0.5W/50 $\Omega$ ) 入力で破壊せぬ事
S/N	1kHz 70%変調時 入力+30dB $\mu$ vで -40dB以下
副次的に発する 電波の強度	4000 $\mu$ W以下

受信感度, 歪率およびS/Nについては, 300Hz~3kHz BPFまたはCCITTフィルタを挿入。

表4 送信部仕様

Table 4 Transmitter specifications

項目	仕様
周波数偏差	$\pm 3$ ppm
変調感度	標準変調 -44dBm $\pm$ 3dB $\pm 1.25$ Hzを超え $\pm 2.5$ kHz 以下
送信出力	0.5Wまたは1.0W
占有帯域幅	8.5kHz以下
S/N	-40dB以下
変調歪率	標準変調時 -27dB以下
送信立ち上がり時間	70ms以内 送信出力の90% 周波数誤差 $\pm 1$ kHz
連続送信	5分以内の連続送信で破 壊しないこと

S/Nおよび変調歪率については, 300Hz~3kHz BPFまたはCCITTフィルタを挿入。

#### 4. アプリケーション

本モジュールは, 今後, 機器への組み込みや携帯用無線機として, 次のようなシステムに応用される予定である。

##### 4.1 移動体管理

ゴルフ場やアミューズメントパークのカートや遊具に搭載し, その位置および状態を基地局無線機を介して管理者へ送ることにより, 業務の効率化を図るとともに緊急呼び出し等, 顧客へのサービスを行うための移動体管理に利用する。

##### 4.2 広域センサネットワーク

ビニールハウスの温度, 上下水道の水深や流量・交通施設での風速・風量, その他遠隔地にある施設等のセンサ情

報を広域にわたって収集し, 人が現地に出向く時間, 費用を節約するとともに情報を広域にわたってリアルタイムに収集する。

##### 4.3 携帯機・可搬型装置

工事現場での作業や警備等, 連絡用としての携帯機及び作業指示管理用としての可搬型装置として, 音声通話による連絡だけでなくデータ通信を行うことにより, 作業内容の確認とスケジュール管理を行う。

#### 5. あとがき

開発した小型無線モジュールは, 外部機器への組み込み評価において, その機能, 性能を確認することができた。今後は, 想定される応用分野での機能の拡張性を検討するとともに, 携帯機向けの開発を進め商品開発に生かしていく。

#### 用語一覧

CPU: Central Processing Unit (中央処理装置)  
GPS: Global Positioning System (全地球測位システム)  
L: Low (電圧レベル)  
MSK: Minimum-Shift Keying (最小偏移変調)  
PPS: Pulse Per Second (1秒毎パルス信号)  
RAM: Random Access Memory (随時アクセスメモリ)  
RF: Radio Frequency (高周波)  
ROM: Read Only Memory (読み出し専用メモリ)  
RS-232C: Recommended Standard 232 (シリアル通信インタフェース)  
RSSI: Received Signal Strength Indication (受信信号強度検出)