

特定小電力無線モデム Radio Network MODEM

木 谷 哲 也⁽¹⁾
Tetsuya Kitani

喜 多 靖 文⁽²⁾
Yasufumi Kita

山 本 徹 二⁽³⁾
Tetsuji Yamamoto

立 田 次 郎⁽⁴⁾
Jiro Tatsuta

要 旨

特定小電力無線局は、比較的狭い範囲で利用する無線通信の需要に対応するため、1989年1月27日制度化された新しい通信分野である。

特定小電力無線局は、テレメータ・テレコントロール、データ伝送システム、音声連絡通信などに利用可能である。

無線局の運用面では、運用資格及び局免許が不要であり、通信内容や陸上移動の制限はない。

当社では、(株)豊田自動織機製作所殿と協同で特定小電力無線を応用したデータ伝送用無線モデムを開発した。

本無線モデムは、構内、工場ビル内で固定側設備のLAN (Local Area Network) と移動側設備 (主に搬送車両) の端末器を無線回線で接続する手段に活用されている。

本稿では、データ伝送速度の高速化と無線回線品質の向上を図る上での設計の要点および、無線モデム応用例として、構内用無線LANシステムについて述べる。

The rule and regulations of "Specified Low Power Radio Station" has been regulated since January 27, 1989 due to the market demand to communicate in small service area.

The station may use for telemeter/telecontrol system, data transmission system, voice communication and so on.

The qualification and the station license to operate specified low power radio station is not necessary, and also there is no limitation for communication contents and location in Land Mobile Communication use.

We have developed the Radio Network MODEM with Toyoda Automatic Loomworks Ltd.

This radio network MODEM is used for air connection between fixed equipments, LAN(Local Area Network) and mobile equipments, hand-held terminal.

This paper describes 4800 bps data transmission technology using NRZ direct FSK modulation and the improvement of the air connection quality and Radio LAN system using radio network MODEM for Toyoda Automatic Loomworks Ltd..

1 はじめに

近年、企業ではFA・OA構想のもとに、大型コンピュータやオフコンの導入が盛んになり、ワークステーションやパソコンなどの端末機器の台数が飛躍に増大した。

さらに、増大した端末をスタンドアロンのシステムからネットワークシステム化し、データベースや入出力機器を共用するために、有線LANが構築され事務所や工場内は多くの配線工事が行われてきた。

1989年1月に施行された「特定小電力無線局」制度により、小型・軽量・携帯化が進む端末機器の有線LAN接続部分の無線化が容易になり、従来固定接続されていた端末機器の機動性が向上した。

当社では、(株)豊田自動織機製作所殿と共同で、構内や倉庫内の物流管理システムに利用する無線LAN用無線モデム(TOS-030A/B)を1991年1月開発した。

本無線モデムは無線LANの他に、OA機器またはOA機器間(パソコンープリンタ間、パソコンーパソコン間など)の情報を伝達する装置やPOS(Point of Sales)に活用可能である。

本技報では、今回開発した無線モデムの設計要点を中心に、無線LANシステムの構成および特徴についても簡単に紹介する。

2 開発の背景

2.1 特定小電力無線局の制度化

従来、比較的狭い範囲で使用する通信手段には、「微弱無線局」が利用されていた。

しかし、他の無線局からの混信保護がなくまたサービスエリアも狭いなど、無線回線品質や信頼性に問題があった。

そこで1986年6月サービスエリアの拡大と混信対策の措置を講じた運用資格の不要な「構内無線局」の制度が導入された。

さらに小電力無線のいっそうの普及を図るために、1989年1月には、運用資格および局免許が不要な「特定小電力無線局」の制度が導入された。

特定小電力無線が制度化されるまでの経緯を表-1に示す。

2.2 特定小電力の活用分野

特定小電力無線局の送信出力は、基本的には10mW(用途により1mW出力適用機種もある。)出力であり、サービスエリアは屋外200~300m、屋内50~100mが大まかな目安になる。

表-2に、特定小電力無線局の用途をまとめている。

表-1 制度化の経緯

1986年 5月	6月	1989年 1月	5月	1991年 1月
電波法改正 省令公布 (構内無線局) (微弱電波)	構内無線局 制度施行	特定小電力 無線局制度施行	微弱電波 出力許容値改正	当社特定小電力 無線モデム開発

表-2 特定小電力無線局の用途

活 用 分 野	製 品 名
1 データ伝送	無線モデム 移動端末機 POS, オーダエントリ
2 テレメータ・テレコントロール	産業機械用リモコン 家庭内リモコン ホームセキュリティ
3 無線呼出し	工場、構内ページング ビル内ページング
4 ワイヤレスマイク	音声ワイヤレス 各種楽器用ワイヤレス
5 連絡通信	トランシーバ

2.3 仕様・システム形態

特定小電力無線局制度では、利用する用途によりチャンネル数や通信方式また通信のシステム形態が異なる。

表-3 に用途別の仕様、図-1 にシステム形態を示す。

2.4 無線モデム開発の背景

当社では、従来より業務用無線機やMCA無線機を用いた広域データ伝送システム（AVM、集荷指令システム）の開発を行ってきた。

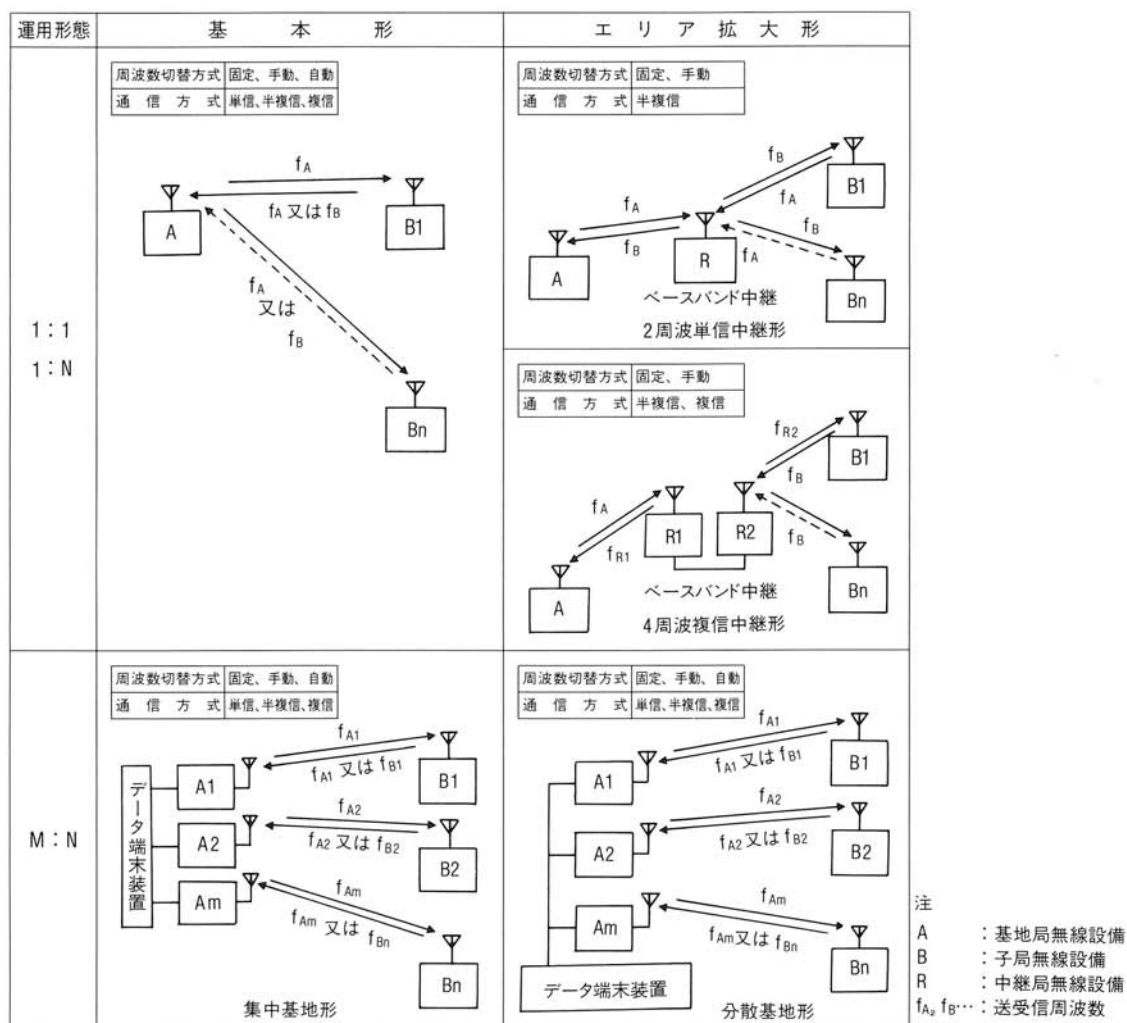


図-1 無線回線接続システム形態

Fig.1 System application of air connection

表-3 特定小電力無線局の用途別仕様

	データ伝送 (低速)	テレメータ・テレコントロール			無線呼出し	ワイヤレス・マイク		データ伝送 (高速)	連絡用通信
伝送内容	データ	データ			データ、音声	音声		データ	音声、データ
通信方式	単信 半復信 復信	単向 単信	単向・単信 半復信 復信	単向 単信	単 向	単 向		復 信	単 向・単 信 半 復 信 復 信
周波数帯	400 MHz	400 MHz			400 MHz	300MHz	800MHz	1.2 GHz	400 MHz
チャンネル数	10ペア	40波	単向 単信 復信 6波 半復信5ペア	10波	デジタル 3波 アナログ 2波	13波	30波	21ペア	業務用(音声、データ) 単向・単信 12波 復信・半復信 19波 一般用(音声) 単向・単信 9波 復信・半復信 19波
チャンネル切替	固定、MCA	固定(復信・半復信 MCA可)			固 定	固 定		固定、MCA	固定、MCA(業務用のみ)
送信時間制限 (休止時間2秒)	40秒	連続	テレメータ20秒 テレコン 30秒	3秒	デジタル 5秒 アナログ 15秒	連 続		30秒	積算時間 3分または 送信時間 30秒
キャリア・センス	要	要			要	不要		要	要
電波型式	F1D,F2D	F1D,F2D			F1B,F2B,F3E	F3E,F8W		F1D,G1D	F3E,F1D,F2D
空中線電力	10 mW	10 mW	1 mW		10 mW	1 mW	10 mW	10 mW	10 mW

今回開発したシステムは、構内または倉庫内LANと移動局（主に搬送車両）を無線回線で接続し、移動局端末の機動性を向上する事により入出荷処理や事務処理などの物流管理を円滑にする。

本システムでは、有線LANと移動端末を無線接続するモデムの開発が必要になり、無線モデムの開発を行なった。

3 装置の概要

3.1 仕様

本無線モデムには、基地局用と移動局用があり内部は大きく分けて無線系と有線系から構成される。

表-4 に仕様の概要を、図-2 に外観を示す。

3.2 特徴

3.2.1 無線系

1) 特定小電力無線の採用

無線部には、400MHz帯・空中線電力10mWの特定小電力無線を採用した。

特定小電力無線は、無線局の免許なしに運用

することができるというメリットがある一方で、通信時間制限・通信を開始する前のキャリアセンスといった通信上の制約がある。

本無線モデムでは、これら特定小電力無線特有の制限事項に十分留意して、効率の良い伝送が行えるように設計をおこなった。

2) 4800bpsのデータ伝送速度

無線区間のデータ伝送速度は、法律上の上限である4800bpsを採用した。



図-2 無線モデムの外観

Fig.2 External view of Radio Network MODEM

表-4 仕様の概要

	項目	基地局		移動局	
無線部	適合規格	特定小電力無線(電波法施行規則第6条)			
	通信方式	半複信方式			
	電波型式	F1D			
	データ伝送速度	4800bps			
	空中線電力	10mW			
	周波数	送信	受信	送信	受信
		429MHz帯	449MHz帯	449MHz帯	429MHz帯
無線部	チャンネル間隔	12.5kHz			
	チャンネル数	10(通信チャンネル9、制御チャンネル1)			
	周波数切替方式	MCA			
	有線部	インターフェース	RS-485		RS-422
通信速度		19,200bps		9,600bps	
通信方式		半二重			
通信手順		独自方式			
総合	電源電圧	DC13.8V			
	外形寸法	120(W)×160(D)×50(H)mm			
	質量	1000g			

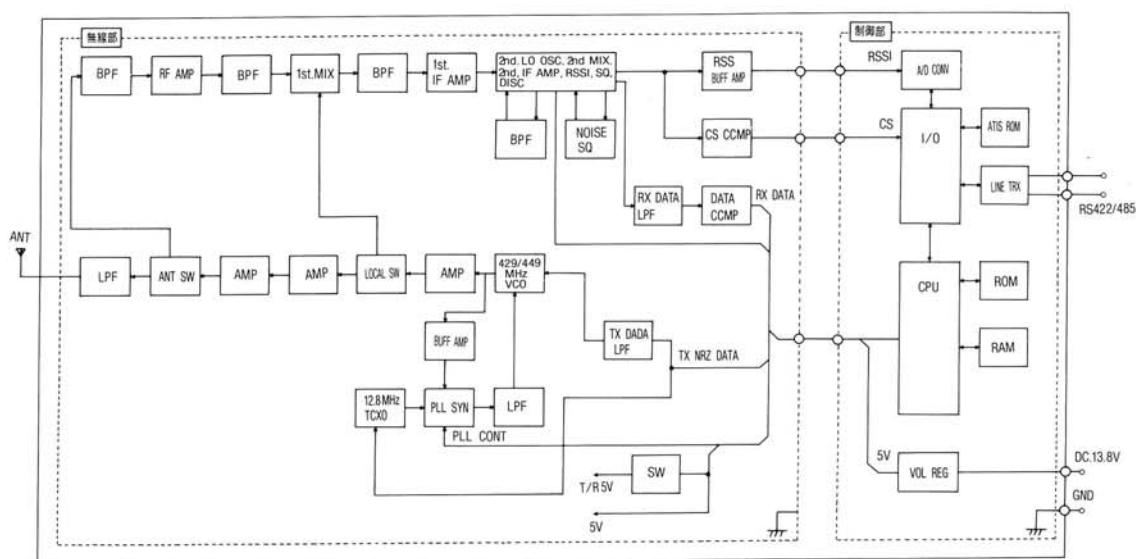


図-3 無線モデムのブロック図

Fig.3 Block diagram of radio network MODEM

変調方式は2値直接FSKで、NRZ信号を直接変調することにより、実効伝送速度を低下させることなく伝送している。

3) MCA方式

無線回線制御方式は、10波MCA方式(内1

波は制御チャンネル)とし、他システムとの混信妨害を低減させている。

3.2.2 有線系

有線系はRS-422/485でインタフェースする。

RS-422/485は平衡型の伝送形式のため、伝送路

へ侵入するノイズに対する耐妨害特性が良い。また伝送距離も長くすることができる。

通信速度は9600bps（または19200bps）と高速化をはかっている。

3.3 回路構成

本機の内部は、無線部と制御部の2つに大きく分けられる。

無線部はユニット化されている。

制御部は、無線部に対してPLL周波数シンセサイザの制御・送受信データのやりとりなどのほか電源を供給しており、さらに有線・無線系の通信処理などすべての制御をおこなっている。

図-3に本機のブロック図を示す。

3.3.1 無線ユニット

PLLシンセサイザ方式の400MHz帯・10mWのデータ伝送用無線機である。外形寸法は88(W)×58(D)×17(H)で、シールドケースに収容されている。

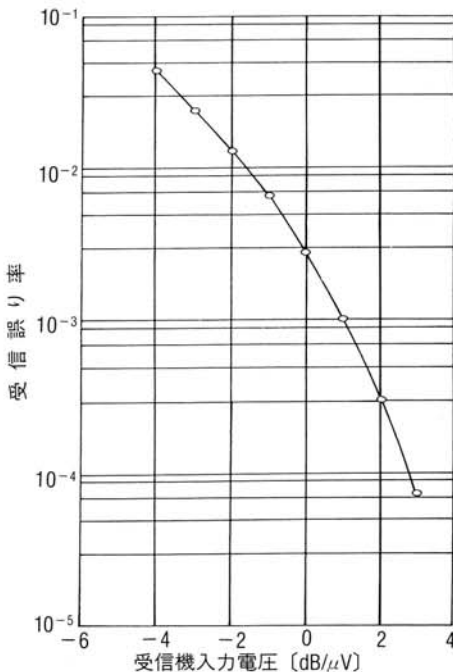


図-4 受信誤り率特性

Fig. 4 BER characteristics of receiver

半復信通信方式のため、送受信の周波数がそれぞれ19.9MHzだけ異なる2つのユニットが設定されている。

図-4に本無線ユニットの受信誤り率特性を示す。

1) PLLシンセサイザ部

制御部からの周波数データによって429MHz帯または449MHz帯の高周波信号を直接発振して出力する。

送信NRZデータは、直接FSKによって±2.5kHzの周波数偏移を受けたFM電波となる。

2) 送信部

PLLシンセサイザの出力を定格の10mWにまで増幅し、無線モデムの筐体に一体化して取り付けられたアンテナに供給する。

3) 受信部

第一中間周波数が21.7MHz、第二中間周波が455kHzのダブルコンバージョン方式である。

第一局発は、受信周波数が449MHz帯（送信周波数が429MHz帯）のユニットは下側局発、送受信周波数が反転するもう一方のユニットは上側局発である。

この結果、送受切り換え時のVCOのシフト量は約2MHzにとどまり、PLLロックイン時間の高速化がはかられている。

キャリアセンスのレベル検知用としては、ノイズスケルチおよびキャリアスケルチの2系統を備えており、さらに受信入力電界強度に比例した直流電圧も出力する。

3.3.2 制御部

制御部は、マイコン・RAM・ROM・I/O・ラインドライバ/レシーバなどから構成されている。

マイコンは、8ビット・CMOSプロセスであり、無線ユニットを制御して無線回線制御を行うほか、

延ばさなければならないという課題が残る。

PLLシンセサイザのVCOにのみ変調をかけるという通常のやりかたでは、直流付近の低い周波数領域まで変調周波数特性を延ばすことはできない。

そこで本機では、VCOと同時にPLLシンセサイザの基準発振器にも同時に変調をかけるようにして、直流までのびた変調周波数特性を実現した。この結果、NRZ信号がHiまたはLoレベルの連続となっても、無線機の周波数は完全に偏移量をシフトした状態を保っている。

図-6 に変調部の構成を示す。

4.3 ソフトウェア信号処理

4.3.1 データのスクランブル

同一符号の連続を抑圧することによって、受信側でのタイミング抽出を容易にするため、NRZデータはPN符号と排他的論理和をとりスクランブルされた後、無線ユニットの変調部に入力される。

4.3.2 誤り訂正

無線回線に起因する伝送品質の低下を軽減するため、BCH符号およびインターリーブ伝送を採用した。

伝送データは1ブロックごとにBCH符号化され、検査ビットが付加される。

このデータは、さらにインターリーブ処理によってならびかえられて、前述のスクランブル処理された後、無線ユニットで直接FSKにより変調される。

インターリーブは無線伝送区間に多いバースト誤りに対して有効である。

受信側では、スクランブルおよびインターリーブされたデータを元にもどした後、誤り訂正処理をおこないデータを復調する。

5 システム応用例の紹介

ここでは本無線モデムを使った無線LANシステムを紹介する。

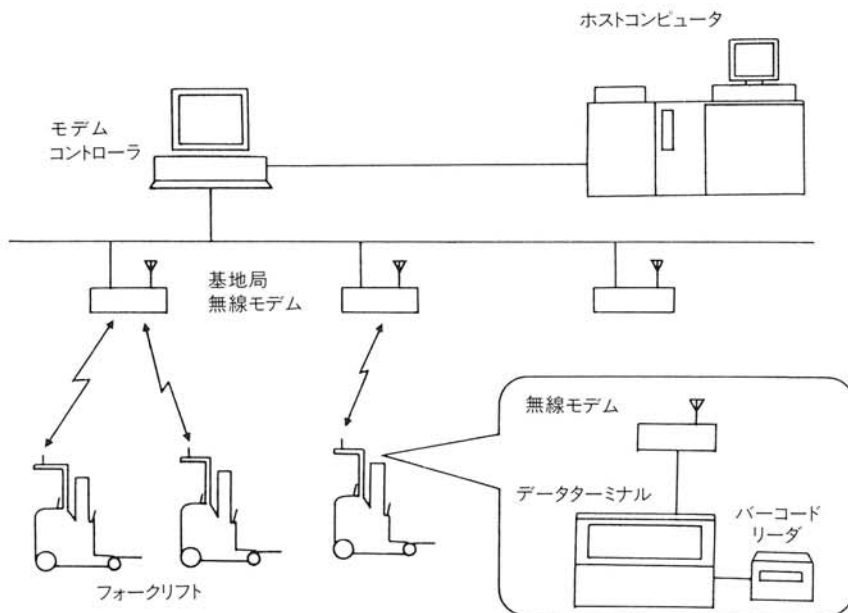


図-7 システム構成

Fig.7 Network system

この無線LANシステムは、物流管理の効率向上を目的としており、ホストコンピュータと作業を行うフォークリフトに搭載されたデータターミナルが、無線モデムを介してデータの伝送を行うものである。

このシステムは、株式会社豊田自動織機製作所殿と共同で開発をおこない、当社は無線モデムのほか基地局LANコントロールユニットを担当した。

5.1 システム構成

図-7にシステム構成を示す。

ホストコンピュータ、パーソナルコンピュータとLANコントロールユニットから成るモデムコントローラ、基地局無線モデム、移動局無線モデム、および移動局データターミナルから構成される。

モデムコントローラと基地局無線モデム間は、バス形式のネットワークで、RS-485形式で伝送される。伝送速度は、19200bpsである。

移動局無線モデムとデータターミナル間は、RS-422形式で9600bpsの速度で伝送される。

主な機能は次のとおりである。

- ・ホストからの出庫指示を無線で送り、データターミナルに表示する。
- ・荷物の移動や作業の終了をホストに無線で知らせる。
- ・データターミナルからホストにロケーションと品番の問い合わせをする。

このシステムの導入により、従来書類や現場作業員の記憶に頼ることが多かった作業を、リアルタイムで指示・監視することができるようになった。

5.2 システムの特長

5.2.1 エリアサーチ

移動局は、複数のエリア（1つの基地局無線モデムが交信可能とする範囲）にまたがって移動する。このため移動局は、基地局から一定の時間ごとに発信される基準信号を受信し、その最大受信レベルが得られる基地局とのみ交信することになっている。

また移動局は基準信号を受信すると、自局がどの基地局のエリアにいるのかという情報を基地局に対して返送する。このため基地局は、常に移動局の位置管理を行うことができ、スムーズにデータ伝送をおこなうことが可能となった。

5.2.2 無線回線接続手順

無線区間の回線接続はMCA方式のため、接続手順には当社独自のプロトコルを採用し、無線回線占有によるレスポンスタイムの遅れおよび、パケットの衝突によるデータエラー発生率の低減をはかった。

6 ま と め

今回開発したデータ伝送用特定小電力無線モデムは、工場や構内のLANシステム構築に必要な不可欠な通信機器になると考えられます。

今後、移動通信におけるデータ伝送の比率は益々高まり、将来はデータ伝送と親和性の高いデジタル通信方式が移動通信の主流になると思われます。

参 考 文 献

- 1) 無線LANおよび小電力移動無線システムの将来動向、(株)シード・プランニング、(1991)
- 2) データ伝送システム標準規格(RCR STD-17)、(財)電波システム開発センター、(1989)