

事業所用デジタル コードレス電話システム

事業所用デジタルコードレス電話システムは、昨年12月に策定された第二世代コードレス電話システムの標準規格に準拠したPHSの自管用システムとして開発された新商品である。本稿では、本システムの開発のねらいを始め、主要なシステム構成技術、装置構成などについて述べ、あわせてサービス機能、無線ゾーン構成等の例を紹介する。

なお本システムは、本年4月から“PASSAGE”という商品名で販売が開始されている。

ひろの まさひこ たなか かずしげ はまだ かつのり こうしろ まこと
廣野 正彦・田中 和重・濱田 克徳・神代 真琴

まえがき

第二世代コードレス電話システムの標準規格が電波システム開発センター(RCR)によって昨年の12月に策定された。この標準規格(以下、RCR STD-28)¹⁾は簡易型携帯電話システム(以下、PHS)のサービスを実現することを目的に定められたもので、家庭用のコードレス電話をはじめ、事業所用コードレス電話システムなどのいわゆる自管用システムに加え、新たに公衆用のシステムに関する規格を定めたところに特徴がある。ここでは、そのうちの事業所用のシステムとしてこのたび商品化した製品“PASSAGE”を取り上げ、そのシステム概要、制御方式、装置構成などについて紹介する。

事業所用コードレス電話の導入目的はビジネス用電話システムのコードレス化であり、移動通信固有のサービスに加え、PBXが本来有している様々な付加サービスも同時に実現する必要がある。PASSAGEでは独自のオプション機能を含むインタフェース仕様を適用することでこの要求を満たしている。デジタル化によってこのような拡張性が広がったことが

大きな特徴である。

以下、順を追って、事業所用デジタルコードレス電話システムPASSAGEを実現する技術について述べる。

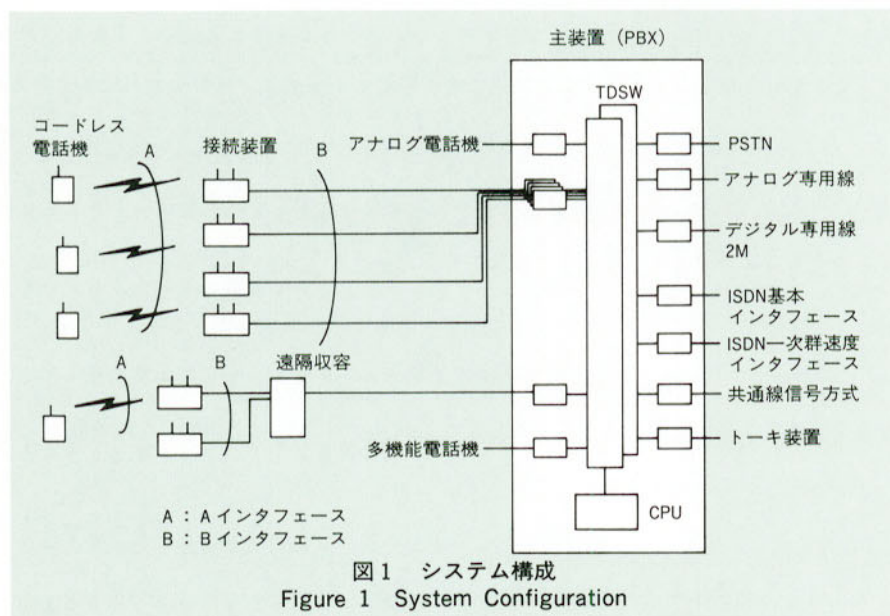
システムの概要

■位置付けと要求条件

本システムの位置付けはビジネス用電話システムの置換にあり、第1に従来の

固定電話系の有する高機能性を保持しつつワイヤレスであることの利便性を備えたものであること、第2にデータ通信の可能性等将来的な発展性が高く、トータルな意味で効率的かつ経済性に優れることおよび旧来の構内無線システムなど業務連絡用の無線システムをも包含するポテンシャルを備えることが主な導入前提条件となる。

技術開発の目標となる具体的な要求条



件を以下に示す。

- ① PBXの付加サービスに対応する高性能性を有すること
- ② システム構築に柔軟性が高く、特に規模的制限を受けないこと
- ③ 局所的な高密度トラヒック環境にも適応しうること
- ④ 屋内を中心とした不規則な電波伝搬特性下で安定なサービスを提供できること
- ⑤ PBXと親和性が高く、工事・保守性に優れること

■システム構成

図1にシステムの構成を示す。

基本構成の中でシステムの制御を司る主装置はPBXそのものであり、PBXの内線メニューの1つとしてコードレス電話用の接続装置が収容される。コードレス電話機はほぼ移動機ムーバと同等の機能要素を備え、かつ事業所システムモードと公衆モード（現在は公衆サービスが開始されていないため未搭載）および子機間直接通話モードの3つのモードを1台のコードレス電話機で選択可能としている。接続装置はPBXとの間で一種の内線としてのインタフェース(Bインタフェースと呼ぶ)を終端し、コードレス電話機側にRCR STD-28に準拠したエアインタフェース(Aインタフェースと呼ぶ)を提供する。

制御機能の実現においては分散自律制御の適用を基本としている²⁾。PBX本体には交換ノードとして必要最小限の機能のみを搭載し、移動通信固有の回線制御機能をコードレス電話機と接続装置とで分担するものである。これによって、PBX側での機能追加を効率的に実現するほか、初期のシステム設計・設置工事や増設時の対応などを容易にしている。特に、電波伝搬特性が不規則で一般則からは予測困難な状況では有効な技術である。

また、PBXから接続装置を見た場合、接続装置が内線メニューの1つとして扱われるという考え方を拡張し、PBXから見て接続装置の先に存在するコードレス

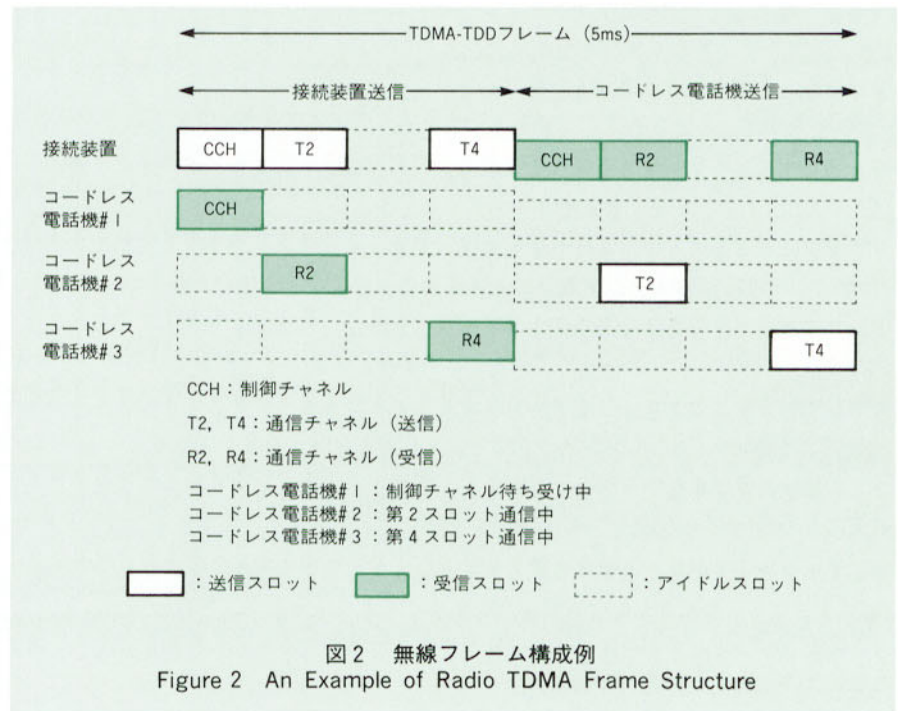


図2 無線フレーム構成例
Figure 2 An Example of Radio TDMA Frame Structure

表1 無線方式 主要諸元
Table 1 Radio Specifications

項目	内容
無線周波数帯	自管用 1,895MHz~1,906.1MHz 公衆用 1,895MHz~1,918.1MHz
周波数間隔	300kHz
空中線電力	10mW
無線アクセス方式	TDMA-TDD
TDMA多重数	4 (フルレートコーデック適用時)
変調方式	$\pi/4$ シフトQPSK (ロールオフ率=0.5)
伝送速度	384kb/s
音声符号化方式	32kb/s ADPCM

電話機の物理的具備機能の相違をPBXに隠ぺいする仮想端末制御方式³⁾を採用している。これにより、いわゆるスティミュラス手順の延長上でありながら、端末のハードウェア条件の束縛から解放された拡張性の高いインタフェース構造を実現している。

■無線方式

RCR STD-28の規定する無線方式の主要諸元を表1に示す。

伝送方式として4チャンネルTDMA-

TDD(Time Division Multiple Access-Time Division Duplex)を採用しているため、本システムでは1台の接続装置で1制御チャンネルと3通信チャンネルを保有する。接続装置1台に対して3台のコードレス電話機が従属している場合の無線フレーム構成例を図2に示す。制御チャンネル用のスロット位置の設定についてはRCR STD-28上特に規定はなく、本システムにおいても4スロットの内の任意のスロットに設定可能としている。

また、表1に示す無線周波数帯のうち自営用無線周波数帯には37波のキャリアが存在し、そのうちの2波が制御チャンネル専用、残り35波が通信チャンネル用であり、さらに35波のうちの10波が子機間直接通話兼用となっている。制御専用キャリアを設けたことにより、いわゆるとまり木スキャン時の高速化が図られ、コードレス電話機の待ち受け時間の長時間化、再接続型ハンドオーバーの高速化などを可能としている。このように自営用無線周波数帯では制御チャンネル用キャリアはすべての接続装置が共有するため、1接続装置当りの制御チャンネルアクセス回数は通信チャンネルのフルレート転送速度（5msに1バーストを転送する）に対し、多くとも1/25以下と定められている。

本システムの接続装置では制御チャンネルの送信にあたり、1スロット上で制御チャンネル用キャリア2波を周期的に切り替えて、制御信号を所定のアクセス回数以下の周期に従って間欠的に送信する方式を採用している。2つの制御チャンネル用キャリアではダイバーシチ効果を得ることをねらいとして報知信号と着呼信号は同一の情報転送することとした。制御チャンネル用キャリアはすべての自営用コードレス電話システムが共有するため、特に干渉に対してのダイバーシチ効果が期待できる。

以上のように制御チャンネル用キャリアを通信チャンネル用キャリアと分離し、次項で詳述する分散自律制御の下で通信チャンネルを使用するためには、キャリアスイッチングTDMA⁴⁾の採用が必須である。本システムではキャリアスイッチングTDMAの効果を最大限に発揮させるために、システム内の接続装置が先に述べたBインタフェースに重畳された同期信号により互いに無線フレーム同期を取る同期方式を採用している。キャリアスイッチングTDMA方式においては、無線フレーム同期を採用した場合、非同期のシステムに比較して約40%の周波数利用効率改善が可能とされている⁴⁾。

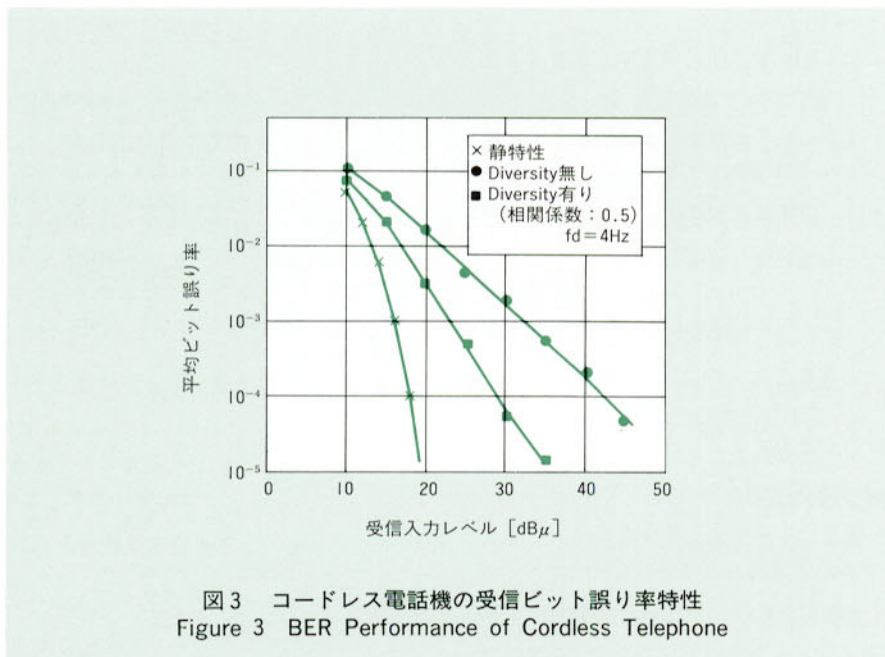


図3 コードレス電話機の受信ビット誤り率特性
Figure 3 BER Performance of Cordless Telephone

表2 機能配分
Table 2 Functions and their Partion

機能		ノード	PBX	接続装置	コードレス電話
ネットワーク	認証		○		○
	位置登録		○		○
無線回線制御	ハンドオーバー			○	○
	下り無線フレーム同期		○	○	
	制御チャンネル送信処理			○	
	通信チャンネル割当			○	
音声通話	干渉回避			○	○
	音声コーデック		○		○
	非受信時雑音抑圧 (音声ミュート)			○	○
	エコー対策				○
付加サービス	秘話			○	○
	通信中PB音送		○		○
	保留転送		○		○
	グループ着呼		○		○
	子機間直接通話				○

表3 インタフェース要求条件と実現手法
Table 3 Interface Requirements and their Solutions

レイヤ	Aインタフェース (接続装置～コードレス電話機)		Bインタフェース (PBX～接続装置)		
	要求条件	実現手法	要求条件	実現手法	
レイヤ3	<ul style="list-style-type: none"> RCR STD-28準拠 付加サービス実現 データ通信, FAX通信 	<ul style="list-style-type: none"> RCR STD-28標準規格 オプション域使用 	<ul style="list-style-type: none"> ISDN準拠 付加サービス実現 データ通信, FAX通信 保守機能 	<ul style="list-style-type: none"> Q931準拠 網持機能規定 独自機能規定 	
レイヤ2	<ul style="list-style-type: none"> RCR STD-28準拠 		<ul style="list-style-type: none"> HDLC相当の性能 	<ul style="list-style-type: none"> メタリック線対応 ベースバンド伝送 最小伝送遅延 給電 	<ul style="list-style-type: none"> ISDN S点 または デジタル多機能電話インタフェース
レイヤ1	<ul style="list-style-type: none"> RCR STD-28準拠 				

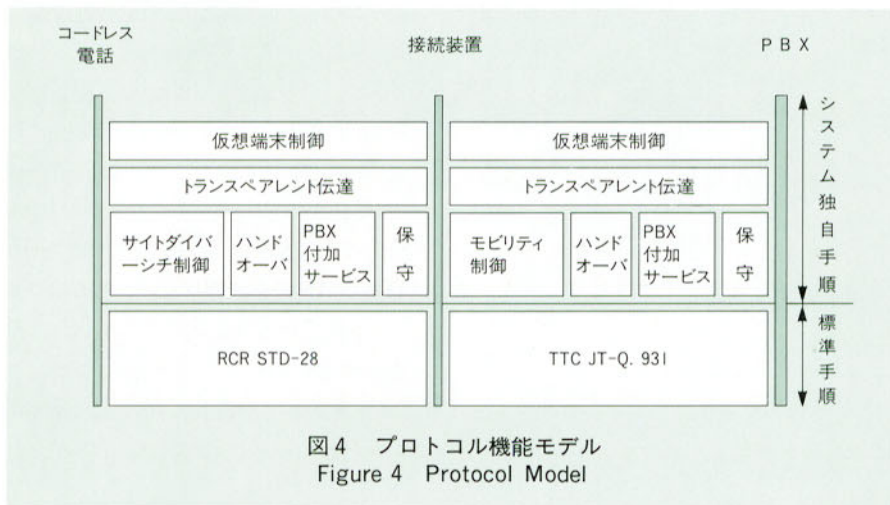


図4 プロトコル機能モデル
Figure 4 Protocol Model

一方、TDMA-TDDの採用により、通信チャンネルにおいても接続装置が受信ダイバーシチと送信ダイバーシチの双方の機能を有することにより、コードレス電話機側にダイバーシチに関わる機構を持たせることなく通信品質の向上を可能としている。すなわち、接続装置は2ブランチ検波後選択ダイバーシチにより受信するとともに、受信において選択されたブランチのアンテナにより送信する無線機構成を持つ。これにより、コードレス電話機では、1ブランチのみの受信で、受信ダイバーシチとほぼ同等の受信特性が得られる。図3は、本システムにおけるコードレス電話機の受信ビット誤り特性を示したものであるが、たとえば、ビット誤り率 4×10^{-3} とすると約7dBのダイバーシチ利得が得られている。

屋内の高密度トラヒック環境に適應するための方策が以上に示した項目であるが、接続装置とコードレス電話機が見通しとなる空間で電波を使用することの多い本システムでは、余剰な送信電力を除去することも必要な技術である。そこで、本システムでは接続装置およびコードレス電話機のいずれについても送信電力制御機能が付加されている。接続装置の送信電力制御は主に無線ゾーンの大きさの制御のため使用される。コードレス電話機の送信電力は受信レベルに応じて自律的に制御され、接続装置への過大入力

防止を図っている。

■通信制御方式

(1) 機能配分とインタフェース条件
分散自律制御の適用を前提に最適化された本システムの機能配分を表2に示す。

無線回線制御の基本はコードレス電話機に対して通信用チャンネルを割り当てることであるが、この制御はアナログ方式のコードレス電話の接続装置が行っている分散自律によるダイナミックチャンネルアサインをそのまま踏襲している²⁾。そのために、キャリアセンス法により接続装置は呼接続に先立ち空きチャンネルを検索する。空きチャンネルは周波数と時間の2次元のマトリックスで表現されるチャンネル資源の中から最適なチャンネルが選択される。

接続装置で次に特徴的な機能は無線区間の制御チャンネルのハンドリングの一切を司ることである。下り制御チャンネルはスーパーフレーム構造を有しているが、スーパーフレームの生成、無線区間での送信制御はすべて接続装置が行う。さらに、接続装置の立ち上げ時には制御チャンネルを間欠送信するタイミングまでも自律的に生成する。制御チャンネルの無用な占有と呼損の低減を狙った簡易なアクセス制御も接続装置が自律的に行っている⁵⁾。

さらに、ハンドオーバー制御の基本であるハンドオーバー先接続装置の選択をコー

ドレス電話機が自律的に行う再接続型ハンドオーバーの採用により、PBX側の回線監視制御も不要としている。なお、再接続型ハンドオーバーの採用により、無線ゾーンの境界が不規則で通信中の品質劣化が急激に発生した場合でも安定した制御が可能となっている。

その他、PBXの持つ付加サービスの実現にあたっては接続装置は単なるインタフェース変換機能としてのみ働き、有意な信号の授受はPBXとコードレス電話機との間で行われる。

以上の機能配分に従った各装置間インタフェース条件を表3に示す。Aインタフェース、Bインタフェースとも既存の標準規格に従い、必要な機能についてのみ独自に追加する手法により構築されている。

(2) 制御プロトコル

RCR STD-28では呼接続のための3段階のプロトコルフェーズが規定されている。制御チャンネル上の呼接続プロトコルが走るフェーズをリンクチャンネル確立フェーズと呼び、着信の場合にコードレス電話機を最初に呼び出すことや呼接続を行う接続装置を決定し、太い伝送容量を持った高度な呼接続プロトコルのための無線リンクを確立する役割を担っている。次のフェーズであるサービスチャンネル確立フェーズは、高度な機能を実現するためにISDNとも整合するレイヤ3信号をコードレス電話機と接続装置間でやり取りし、通信を行うためのチャンネルを確立する役割を持っている。これに続く通信フェーズと合わせ3段階のプロトコルフェーズを有することは、以下の点で利点がある。

- ① 制御チャンネルでの信号量を減らすことができる。
- ② サービスチャンネル確立フェーズにおけるISDNとの親和性を高くすることで、高度な制御が容易になり、拡張性が高まる。

図4に具体的な本システムのプロトコル機能モデルを示す。付加サービスへの対応は、ステイミュラス手順そのものを

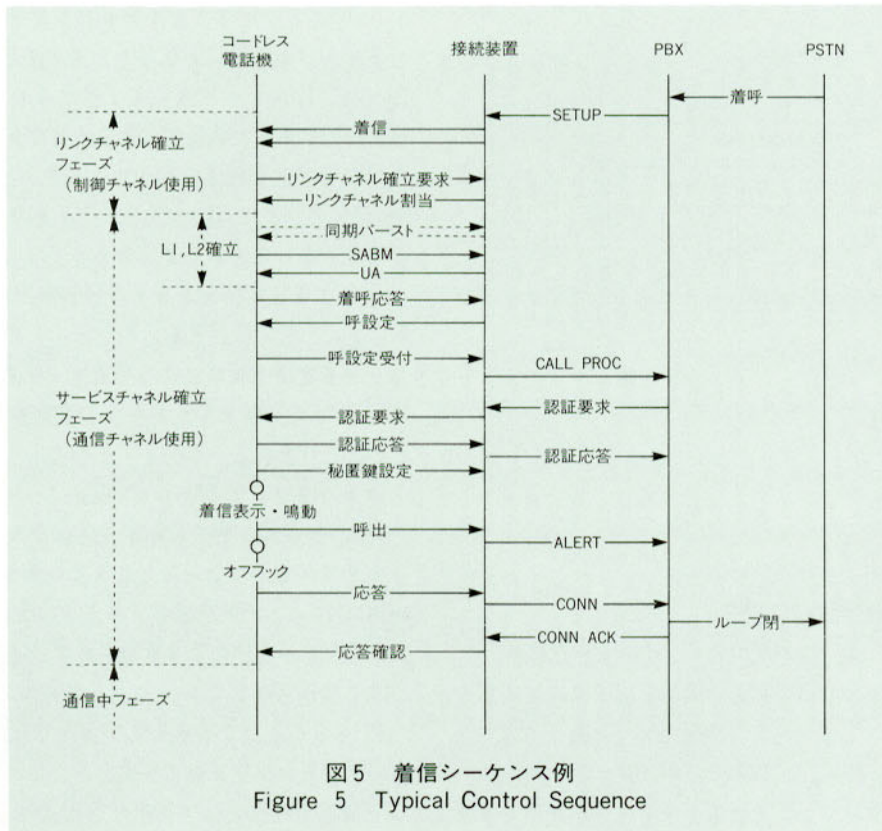


図5 着信シーケンス例
Figure 5 Typical Control Sequence

組み込んでいるPBX付加サービス機能とその拡張された部分である仮想端末制御機能および高位レイヤに開放された手順であるトランスペアレント伝達機能から実現される。なお、サイトダイバーシチ制御とは、前項で述べた接続装置による簡易な制御チャネルアクセス制御に対応する機能である。

以上のまとめとして図5に本システムの着信時のシーケンス例を示す。

■装置構成

本システムにおけるコードレス電話機および接続装置の外観を写真1に、装置諸元を表4(a), (b)に示す。

(1) 接続装置

接続装置の構成を図6(a)に示す。

TDMA-TDD方式の採用により、アンテナはRFスイッチにより送信系と受信系で共用される。また、送受信ダイバーシチの採用により、受信部は受信系2系統を、送信部はアンテナ切替えのための切替スイッチを有する。これらのスイッチは、GaAs FETにより構成される。2本

のアンテナ間隔は10cmであり、屋内ではアンテナ相関0.5程度が得られている。シンセサイザ部には、各スロット間のガードタイム(41μsec)でキャリア切替を行うという高速切替が要求されるが、本装置では、シンセサイザ2系統の切替えに

より実現した。また、TDMA処理部には、送信バーストの構成および受信バーストの信号分離機能のほかに、秘話機能および音声ミュート機能⁶⁾が含まれる。なお、本システムでは32kb/s音声信号の64kb/s PCM信号への変換をPBXで行っているため、接続装置では32kb/s ADPCM信号を無線フレームと有線フレームの間で中継する処理のみを行い、符号変換処理は行っていない。したがって、Bインタフェースでは音声信号は1チャンネル当たり32kb/sのままとして処理される。

装置の外観は横長とし、複数の接続装置が横方向に連結して設置されても相互変調歪の影響の少ない構造としている。

(2) コードレス電話機

コードレス電話機の構成を図6(b)に示す。

本装置では、通話品質改善のため、音声ミュートおよびエコーサプレス機能を実現している。音声ミュートは、誤り検出された音声データの置換およびアナログ変換信号への減衰器挿入により実現される。エコーサプレス機能は送話音声検出と受話音声への減衰器挿入で実現される。制御部には、動作パラメータ変更の容易性、オプション展開を

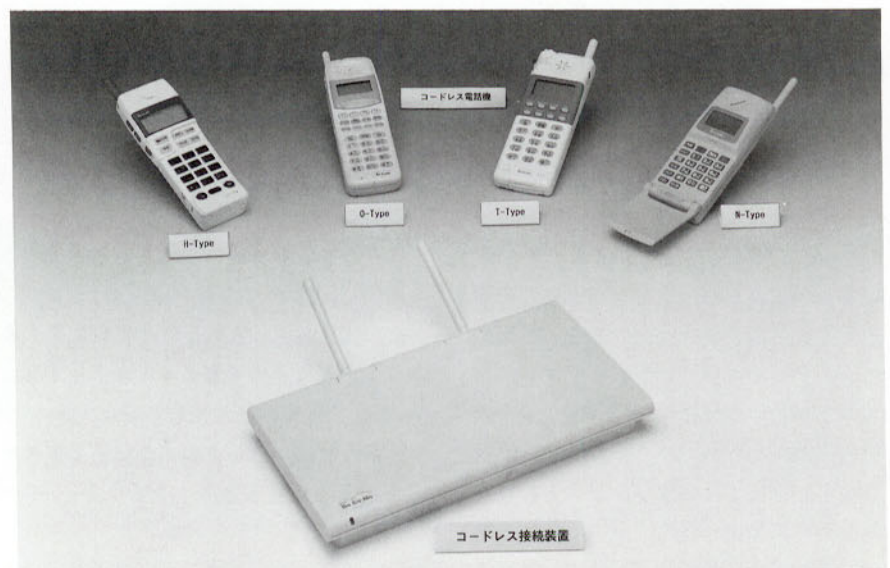


写真1 コードレス電話機および接続装置の外観

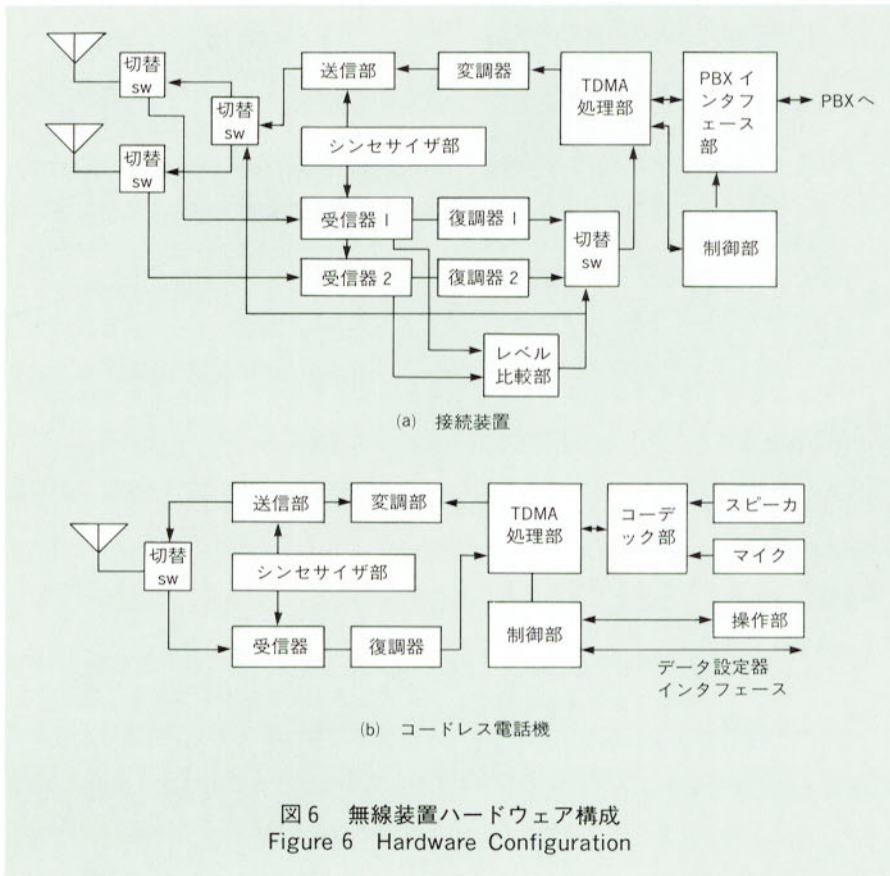


表4 (a) コードレス電話機諸元
Table 4 (a) Cordless Telephone Specifications

機種	T-Type	N-Type	O-Type	H-Type
大きさ (アンテナを除く)	54×24×154 (mm)	55×28×135 (mm)	50×27×148 (mm)	49×23×149 (mm)
容積	155 (cm ³)	160 (cm ³)	150 (cm ³)	175 (cm ³)
質量	220g	200g	195g	230g
電池	ニッケルメタルハイドライド電池			
使用時間	連続通話 4時間以上, 連続待ち受け 100時間以上			
防水	JIS保護等級4 (防まつ形)			

表4 (b) 接続装置諸元
Table 4 (b) Base Station Specifications

項目	内容
PBXインタフェース	メタリック4線
給電方式	PBX給電 -48V, ローカル給電 100V
PBXとの最大距離	PBX給電 500m, ローカル給電 800m
容積	800 (cm ³)
重量	630g

考慮し、データ設定器インタフェースを設けた。また、操作部には、移動機ム

バと同様に電子手帳機能を付加するとともに、PBXサービスを利用するためのマ

ンマシンインタフェースを盛り込んだ。本装置の体積および重量は、携帯性を考慮し移動機ムバと同程度としている。

(3) モデム/ファクシミリアダプタ(オプション)

本システムでデータ通信やFAX通信を行う場合、32kb/sのADPCMの音声帯域信号としてのみなし通話の形態でサービスが可能である。データ通信/FAX通信を通常の電話回線のモデムと同じ利便性で提供できるようにオプションとしてモデム/ファクシミリアダプタを準備した。モデム/ファクシミリアダプタには、市販ファクシミリおよびモデムを接続するためのハイブリッド変換機能に加え、これらの外部端末との間で自動発信や無鳴動着信を行う機能を実現した。本アダプタは、携帯性を考慮し、コードレス電話機に直接接続できる構造とした。本アダプタの外観を写真2に示す。

システムインテグレーションの実際

■サービス機能

本システムは、既存PBXに前述のBインタフェースと表2に示す機能の追加を行うことで構築される。ここでは、代表的なPBX付加サービスを含め本システムが標準的に提供するサービス機能を表5に示す。これらのサービス機能は、基本機能として提供するものであり、コードレス電話機のフィーチャもいわゆる黒電話機相当であればよい。ただし、Aインタフェース、Bインタフェースの仕様そのものは多機能電話機相当のフィーチャにも対応するポテンシャルを有している。

■無線ゾーン構成

図7に本システムにおけるゾーン構成例を示す。

一斉呼出および位置登録の単位である呼出エリアは、複数の無線ゾーンにより構成される。コードレス電話機が頻繁に位置登録を行うことによる過剰な電池消耗を防止するためには、呼出エリアは、トラヒックに影響のない範囲内となるべ



写真2 本アダプタの外観

く広い方が望ましい。たとえば、一般オフィスビル内であれば、システム内を単一呼出エリアで構成することが理想的である。複数の呼出エリアに分割するとすれば、フロアを単位とした呼出エリアを構成することが適当である。

屋内における無線ゾーンの大きさを決定する因子としては、壁あるいは間仕切りなどが支配的である。材質または構造によっても異なるが壁または間仕切り1枚当り15~20dB程度の伝搬損失が生じることとなり、オフィスビル内ではゾーン半径で20~30m、壁透過枚数で2枚程度の無線ゾーンが標準となる。また、階差による伝搬損失は1階当り20~30dB程度となり、無線ゾーンは上・下階を含んだ構成とすることができる。接続装置を屋外の比較の見晴らしのよい所に設置した場合、無線ゾーン半径は150m以上確保することができる。

あとがき

本年4月より販売を開始した事業所用デジタルコードレス電話システム“PASSAGE”の開発のねらいをはじめ、主要なシステム構成技術、装置構成技術などにつ

いて述べた。

RCR STD-28では現在、32kb/sのADPCMによる音声通信のみが標準として規定されているが、将来的には、ハーフレート、クォーターレートおよび2チャンネル同時使用による32kb/s+32kb/sの通信などに拡張が可能のように考慮されている。今後は音声・データを統合的に扱うマルチメディア通信や複数のPBX間にまたがって移動するローミング機能などをターゲットに開発を継続する予定である。

また、公衆サービスが開始されれば、さらに相乗効果によりPASSAGEの可能性は広がるものと思われる。

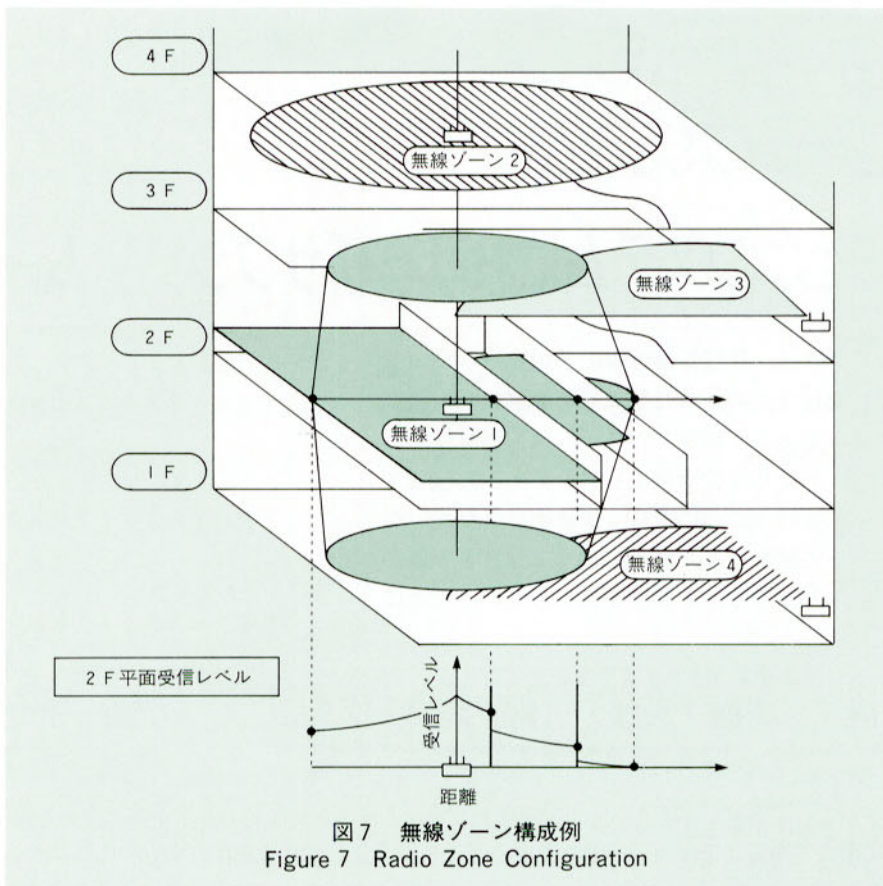
文 献

- 1) RCR STD-28：“第二代コードレス電話システム標準規格 第一版”，電波システム開発センター，Dec.1993

表5 サービス機能一覧
Table 5 Service features

サービス名称	機能概要	サービス名称	機能概要
ステップコール	内線呼び出し時呼び出していた電話機と同一グループ内の空き電話機の呼び出しができる機能	コールウェイトティング	通話中に他の着信があった場合、第三者と通話できる機能（キャッチホン）
キャンプオン	回線が使用中の時、予約を行い回線が空くと同時に回線を捕捉できる機能	会議通話	通話中に随時に会議相手呼び出し、その相手と同時通話できる機能
料金通知	NTTからの料金通知情報、あるいはPBX内部課金情報を終話後通知する機能	長時間通話警告	設定された通話時間が経過する毎に警報音を可聴音にて知らせる機能
着信未応答警報	着信時に一定時間以上呼び出し状態が継続した場合に着信鳴動音を切り替える機能	最適ルート選択	外線発信の際、最も通話料金の安いルート（事業者）を自動的に選択する機能（LCR）
コールピックアップ	着信中の電話機以外の他の電話機から、その着信に応答（ピックアップ）できる機能	料金管理	外線あるいは専用線を利用した際の、内線番号/相手番号/通話時間等の管理を行う機能
着信不完了通知	着信時にコードレス電話機からの応答が無い場合に、圏外であることを知らせる機能	ダイヤルイン	DI, DID, DIL等の着信方式を自由に選択できる機能 *DI: ダイヤルイン DID: ダイレクトインダイヤル DIL: ダイレクトインライン
着信転送	着信呼を、設定された電話に転送する機能		
応答遅延転送	着信時に一定時間以上被呼者が応答しない場合に、設定された電話機に転送する機能	接続装置データダウンロード	PBXより接続装置のデータをダウンロードする機能
発信者番号表示	発信を行った電話機の番号を着信側電話機の画面に表示する機能	コードレス電話機データダウンロード	PBXよりコードレス電話機のデータをダウンロードする機能
通信中PB送出	通話中に、PB信号を相手に送出する機能	接続装置状態制御	PBXより接続装置の状態監視や、閉塞制御等を行う機能
通信中情報転送	通話中に、相手コードレス電話機にメッセージ（メモリダイヤル）を転送する機能	トラヒック測定	発信、着信、チャンネル切替等のトラヒックをPBXで測定する機能
保留転送	通話中に呼を保留し、ダイヤルした電話機にその呼を転送する機能	故障履歴表示	接続装置の故障情報をPBXで管理する機能

(注) サービス機能名称、概要はPBXの機種により多少異なることがある



- 2) 桑原：“デジタル移動通信”，科学新聞社，Sep.1992
- 3) 廣野，田中，示野：“仮想端末制御概念に基づくコードレス電話制御方式”，信学春全大，B-374，Mar.1993
- 4) I.Horikawa and M.Hirono：“A

- Multi-Carrier Switching TDMA-TDD Microcell Telecommunications System”，IEEE Veh. Technol. Conf.，1990
- 5) 小林，鈴木，若林，濱田：“事業所用デジタルコードレス電話システムの機能と構

- 成”，信学春全大，B-350，Mar.1994
- 6) 田中，小林，鈴木，高木：“デジタルコードレス電話の音声品質改善法”，信学春季全大，B-415，Mar.1992