

# オフィス用コードレス電話システム 「日立コードレスオフィスシステム」

Office Cordless Telephone System — Hitachi Cordless Office System —

1987年10月の電波法の改定によって、ユーザーが免許を個々に取得することなく小電力電波(250/380 MHz帯, 出力10 mW以下)が利用できるようになり、これを利用した家庭用のコードレス電話の需要が急激に拡大している。一方、事業所内でも職場を離れがちな職員の通信手段として、移動体通信のニーズが高まりつつある。

今回開発した「日立コードレスオフィスシステム」は、CXシリーズPBX (Private Branch Exchange: 私設交換機) 本体に設けられた位置登録管理機能により、事業所構内に無線基地制御装置を適宜配置することで事業所内のどこでも無線電話機を利用できるようにしたもので、使用可能エリアを一般のコードレス電話に比べ大幅に拡大した。

## 1 緒 言

1987年10月の電波法の改定により、ユーザーが個々に免許を取得することなく、小電力電波(250/380 MHz帯, 出力10 mW以下)が利用できるようになり、これを利用した家庭用のコードレス電話の需要が急激に拡大している。一方、オフィスでも、職場を離れがちな職員の通信手段として無線利用のニーズが高まりつつある。

これまで、構内での移動体通信のニーズに対しては、構内用ページング、ポケットベルなどで対応してきたが、いずれの方式も呼び出し専用であり、呼び出された人は最寄りの電話からあらためて発信する必要があった。一部のオフィスでコードレス電話が使われているが、特定の接続装置から移動できる範囲が限定されるため、構内用ページング、ポケットベルに置き替えることはできない。さらに、電話配線変更工事の削減についても適切な解決策が望まれていた。

以上のニーズに対応するため、デジタルPBX (Private Branch Exchange: 私設交換機) CXシリーズのアプリケーションとして構内無線電話システム「日立コードレスオフィスシステム」を開発した。

以下に、このシステムの構成、機能について述べる。

## 2 家庭用コードレス電話と「日立コードレスオフィスシステム」の違い

家庭用のコードレス電話は親機と子機が1対1に対応して

|             |                   |
|-------------|-------------------|
| 古屋 恒 夫*     | Tsuneo Furuya     |
| 長谷川 芳 郎*    | Yoshirô Hasegawa  |
| 浅 川 久 之**   | Hisayuki Asakawa  |
| 坂 本 雄 児***  | Yûji Sakamoto     |
| 中 村 友 保**** | Tomoyasu Nakamura |

おり、子機は特定の親機から最大100 m程度しか離れることができない。これに対し、このシステムの場合には位置登録管理機能〔5.2節(1)項参照〕を持たせたことによってどの子機でも電波到達範囲にある最寄りの親機と接続ができる。このため、構内のすべてをカバーするように親機を適切に配置すれば、図1に示すようにどこにいても発・着信が可能になる。

## 3 システム構成

「日立コードレスオフィスシステム」は、現在販売中のデジタルPBX CX2000シリーズおよびCX5000シリーズに、構内無線電話システム機能を内蔵させる形で開発した。

システム構成図を図2に、システム容量を表1に示す。

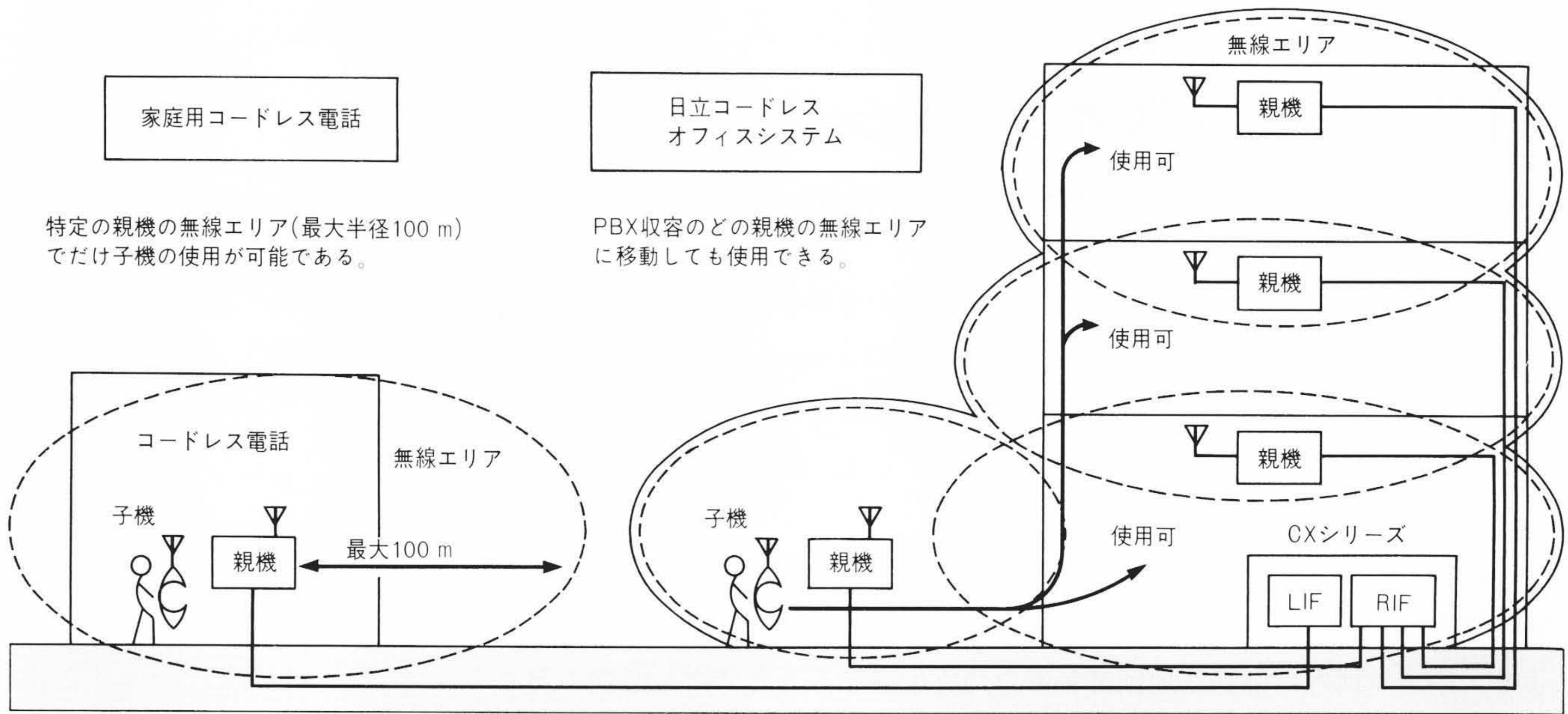
(1) 「日立コードレスオフィスシステム」は、RC(Radio Controller)と呼ばれる無線基地制御装置と、RT(Radio Telephone)と呼ばれる無線電話機、RCを接続するためのCXシリーズPBXでの無線端末インタフェース回路(RIF: Radio Interface), およびPBX内のコントロールソフトウェアで構成される。

(2) RCとRT間は無線回線で接続され、送信周波数はRCが380 MHz帯, RTが250 MHz帯を使用する。それぞれの周波数内には12.5 kHzごとの89の周波数(89チャンネル)が割り当てられる。

89チャンネルのうちの2チャンネルは接続制御用として、残り

\* 日立製作所 戸塚工場    \*\* 日立製作所 情報通信システム事業部    \*\*\* 日立製作所 中央研究所 工学博士  
\*\*\*\* 株式会社ナカヨ通信機端末機器設計部





注：略語説明 PBX (Private Branch Exchange：私設交換機), LIF (一般内線インタフェース), RIF (無線端末インタフェース)

図1 家庭用コードレス電話との違い コードレス電話では移動範囲が限定されるが、このシステムでは適切に親機を設置することで、構内のどこにいても発・着信が可能である。

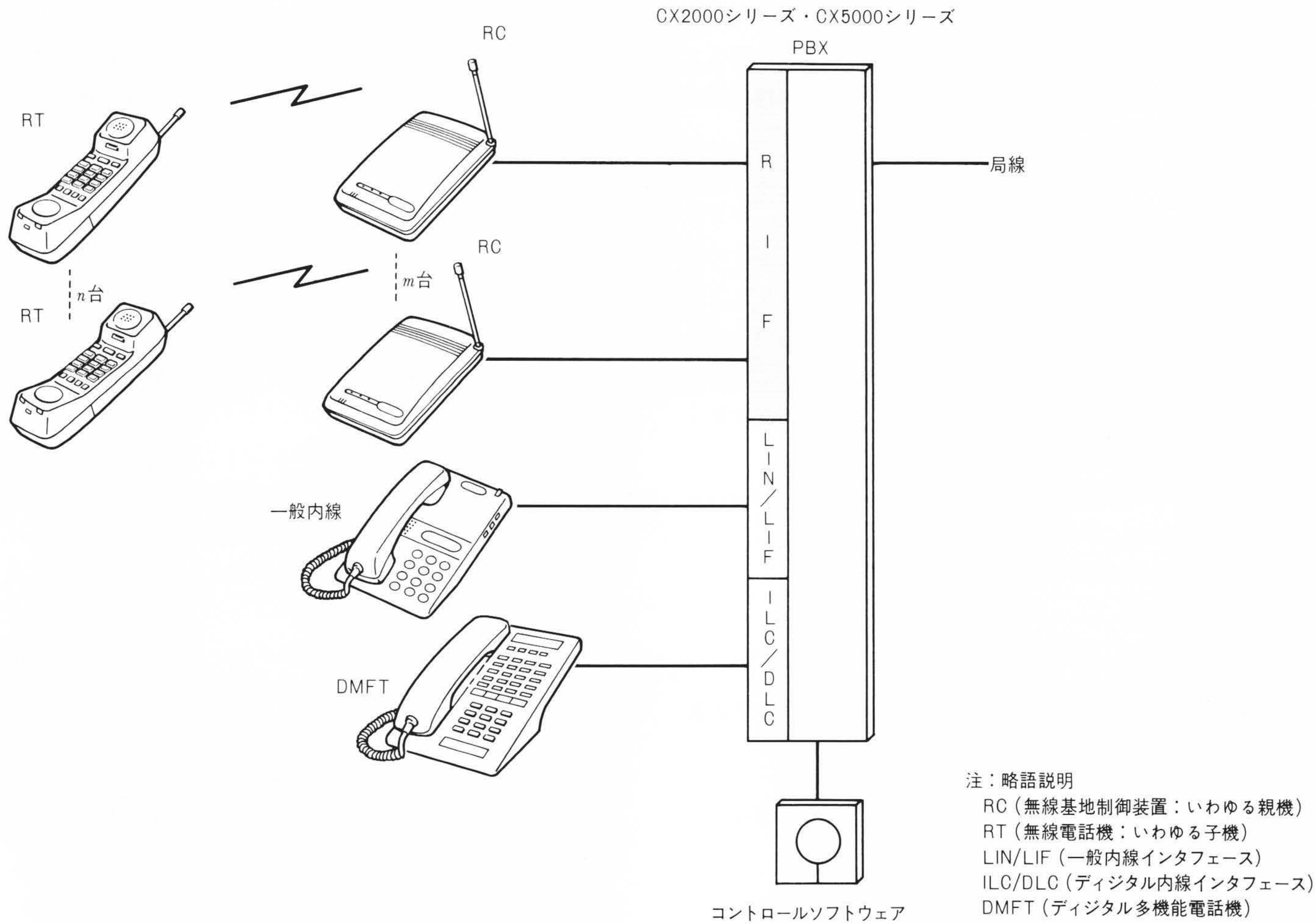


図2 システムの基本構成 「日立コードレスオフィスシステム」は、無線端末装置(RIF, RC, RT)と、それら装置のコントロールソフトウェアから構成される。



表1 システム容量 RTは最大255台、RCはCX2000シリーズで最大128台、CX5000シリーズでは最大192台まで収容できる。

| モデル名 | CX2100B | CX2100A | CX2200 | CX2300 | CX2400 | CX2400P |
|------|---------|---------|--------|--------|--------|---------|
| RT   | 72      | 127     | 127    | 255    | 255    | 255     |
| RC   | 12      | 20      | 24     | 40     | 128    | 128     |

| モデル名 | CX5200 | CX5400 | CX5400/32 | CX5500 | CX5500/32 | CX5600 |
|------|--------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| RT   | 255    | 255    | 255       | 255    | 255       | 255    |
| RC   | 96     | 192    | 192       | 192    | 192       | 192    |

注：RT数と他内線数の総和が、各システムの最大内線数以下であること。

87チャンネルは通話用として使用される。

(3) 無線回線の制御方式はMCA(マルチチャンネルアクセス)方式が使われており、複数のチャンネルのうちの空きチャンネルを自動的に選択して使用する。

(4) 無線回線の通信方式は、送信と受信を同時に行う「複信方式」が使われており、RCとRT間で通信を開始すると89チャンネルのうちの一つのチャンネルが占有して使用される。

(5) RCは構内の適当な個所に設置され、おのおのが「無線エリア」と呼ばれる電波が到達するエリアを構成する。

一つの無線エリア内では同時に使える通話数は87チャンネル分であるが、無線エリアが互いに独立して、かつエリア間の電波の干渉がなければ、87チャンネルは繰り返し使用できる。

(6) RCは接続制御だけでなく、通話保持も行うので、1個のRCによって通話の保持を行うのは1個のRTだけである。

(7) 一つの無線エリアにRCより多いRTが設けられている場合には、同時通話の最大数はRCと同数である。

(8) 位置登録管理機能により、RTとRCの接続は任意の組み合わせで行われる。

(9) RCはCX2000シリーズおよびCX5000シリーズPBXのRIFに2線で接続され、RIFはPBXのキャビネット内の通話路系モジュールに搭載される。

(10) このシステムを作動させるPBXのコントロールソフトウェアは、CX5000シリーズおよびCX2400ではフロッピーディスクの交換により、それ以外のCX2000シリーズではROM交換によってPBXにロードされる。

4 システムの特長

(1) どこにいても、いつでも電話が可能

位置登録管理機能により、RTとRCは任意の組み合わせで使用可能であるため、RCを構内に適切に配置することで、RTはRCの電波の届く範囲であれば、どこにいても、いつでも使用ができる。

(2) システムコントロール機能をデジタル複合PBXに内蔵コードレスオフィスシステムの心臓部であるシステムコン

トロール機能を、すべてCX2000シリーズおよびCX5000シリーズのPBXに内蔵しているため、外付けのコントローラ装置はいっさい不要である。このため、経済的であるのと同時に省スペース化、および工事の大幅な簡素化が図れる。

(3) 圏外トーカー・トーンサービス

RTがどの無線エリア圏内にも入っていない状態で呼び出しを行った場合、該当RTが圏外にいることを示すトーカー(音声メッセージ)または特殊トーン(信号)によって、呼び出された人が圏内にいないことを知らせる。

(4) PBX内線と同等のサービス機能を提供

CX2000シリーズおよびCX5000シリーズのPBXに、有線で接続される一般PBX内線と同等のサービス機能をRTのユーザーに提供できる。番号計画および課金処理についても、PBX一般内線とまったく同様に運用できる。

5 CXシリーズへの適用

5.1 RIF(無線端末インタフェース)

RIFパッケージの外観を図3に、回路構成ブロック図を図4に示す。

RIFはCXシリーズPBX本体の通話路系モジュールに搭載するパッケージで、RCとのインタフェース回路を4回路搭載している。インタフェース回路はRCへの電流供給回路、通話回路、モデム信号送・受信回路、端末制御回路などから構成され、一般電話機用インタフェース回路と同様の通話信号の処理、およびRTやRCとコントロールソフトウェア間情報の中継処理機能を持っている。

RIFの主要諸元を表2に示す。

5.2 ソフトウェア機能

CXシリーズPBXの既存プログラムに「日立コードレスオフ

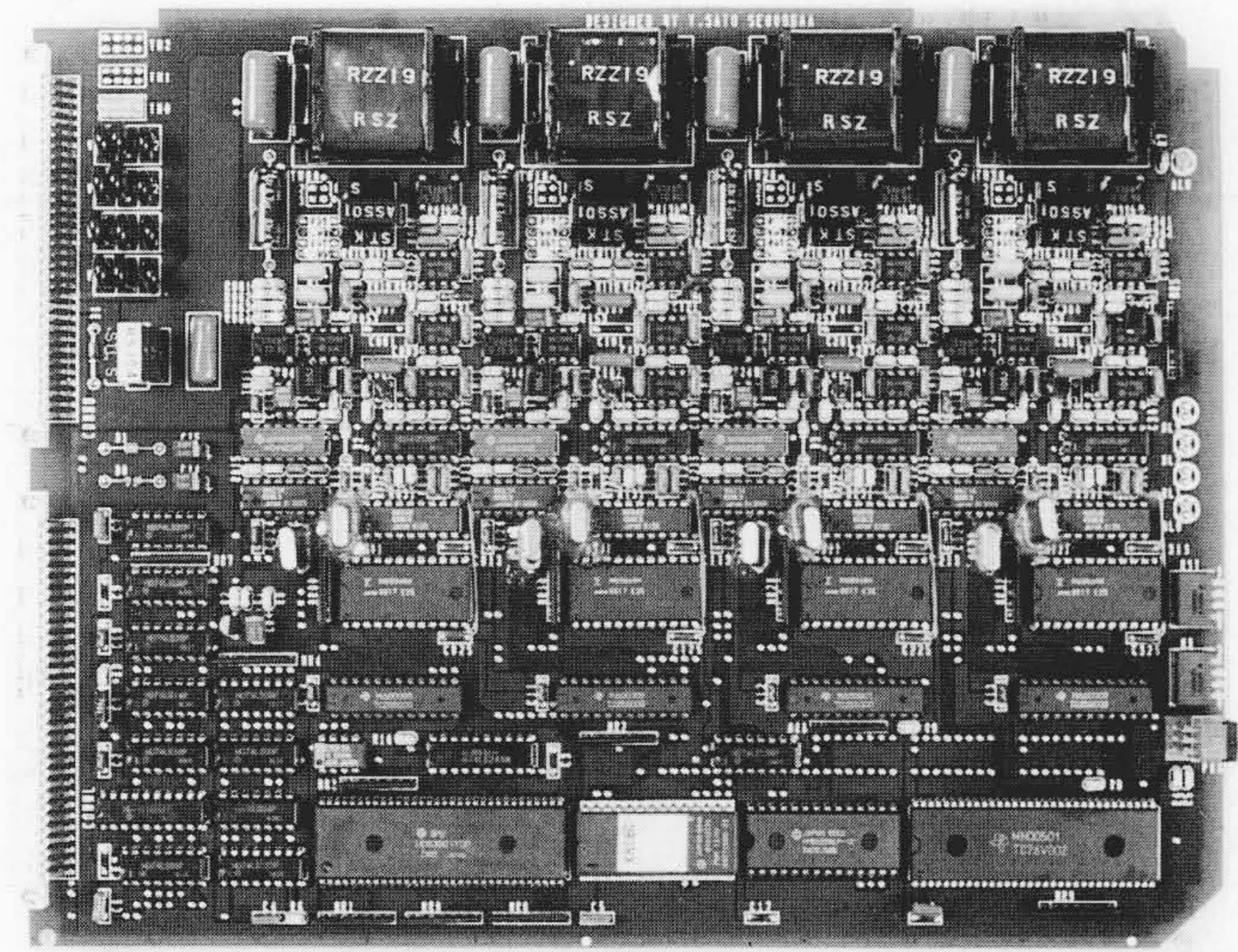


図3 RIFの外観 RIFは1枚のパッケージにRCとのインタフェース回路を4回路搭載している。



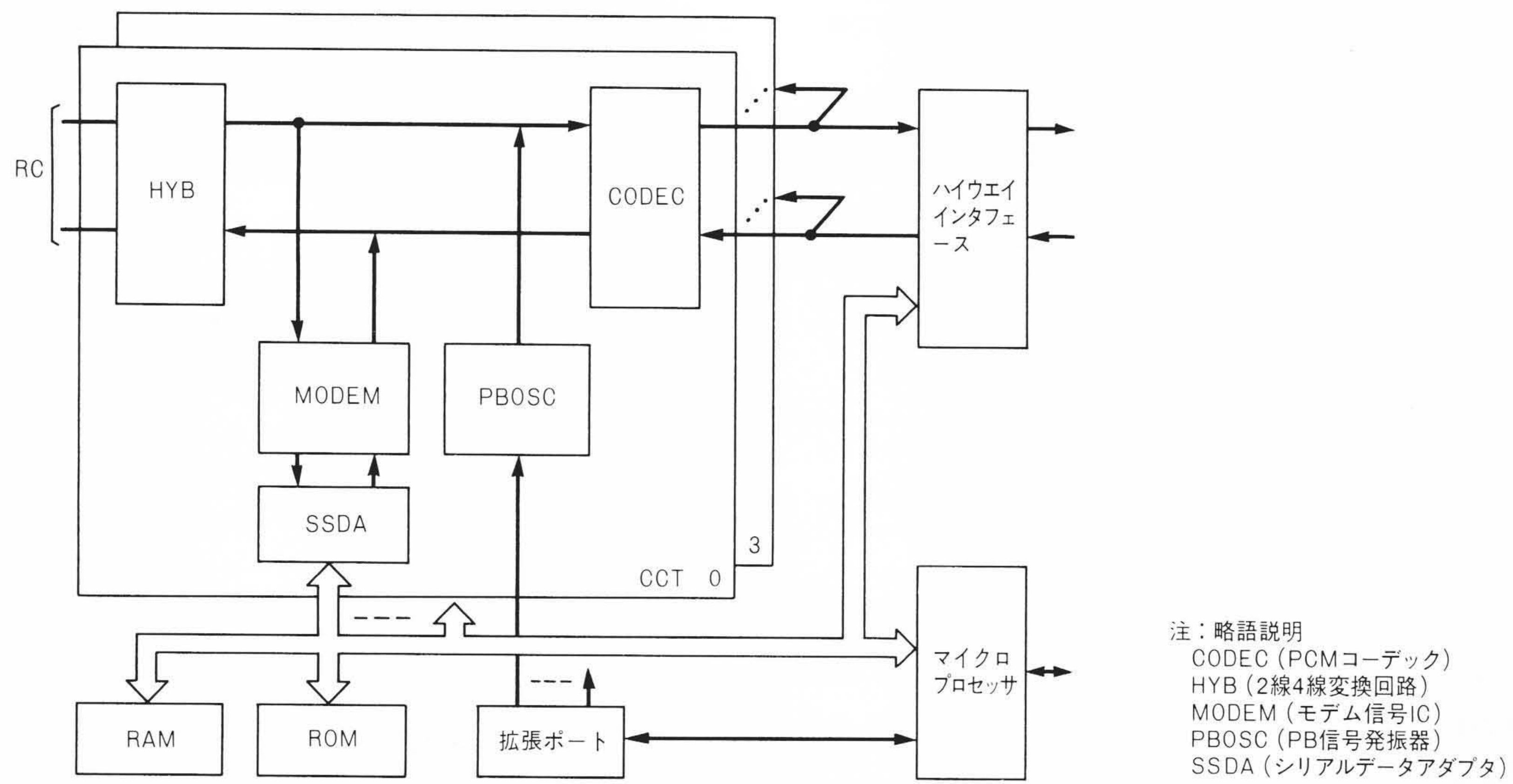


図4 RIFブロック図 RCとの制御信号にはMSK方式のモデム信号を使用し、その信号はパッケージごとに設けたマイクロプロセッサによって処理される。

表2 RIF主要諸元 RC接続ケーブルが長い場合、ローカル給電によって10 km(φ0.65)程度まで延長が可能である。

| 項 目           |    | 仕 様                                                                                                                                 |
|---------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| RCへの電流供給      |    | -48±5 V定抵抗給電(100 Ω)                                                                                                                 |
| RC接続ケーブル      |    | (1) 局給電<br>φ0.4, 530 m以下<br>φ0.5, 850 m以下<br>φ0.65, 1,420 m以下<br>(2) ローカル給電<br>φ0.4, 4.2 km以下<br>φ0.5, 6.8 km以下<br>φ0.65, 10.0 km以下 |
| 制 御 信 号       |    | 1,200ボーMSKモデム                                                                                                                       |
| 収 容 回 線 数     |    | 4回線/パッケージ                                                                                                                           |
| 環境条件<br>(架周囲) | 温度 | 5～40℃                                                                                                                               |
|               | 湿度 | 15～90%                                                                                                                              |
| パッケージ寸法       |    | 280 mm×220 mm                                                                                                                       |
| 実 装 ピ ッ チ     |    | 40 mm                                                                                                                               |

「システム」機能を導入するにあたり、考慮した主な機能の概要を以下に述べる。

(1) 位置登録管理機能

位置登録管理とは、RTがどのRCのサービスエリア内に属しているかのデータを、PBX側およびRT側の両方で管理しているものである。

PBX側で管理している位置登録データは、着信接続時RTを呼び出すのにどのRCを使用して呼び出せばよいかを決定するのに使用される。

RT側で管理している位置登録データは、RTからの発信接続時にどのRCを使用して発呼するかを決定するのに使用される。

位置登録データはRTの移動に伴い、随時、更新する必要がある、更新方法は次の2方式で行っている。

(a) 手動位置登録

RTの位置登録ボタン操作により、RTは周辺のRCに対し位置登録要求信号を送出する。該当信号に対する応答信号を周辺RCから受信できたならば、応答のあったRC番号をRT内に位置登録データとして記憶する。同時に、PBX側に対しては応答のあったRCのうちの1個のRCを使用して位置登録情報を送出し、PBX側の位置登録データを更新する。

(b) 自動位置登録

RCから周期的(3～5分ごと)に自サービス内にいるRTに対し、位置登録指示要求を出す。RTではこの信号を受信したとき、RT内で持っているRC情報と照合する。該当信号を送ってきたRCが新しいRCと識別したならば、RTは自分の位置登録データを更新する。同時に、該当RCを使用してPBX側に位置登録情報を送出し、PBX側の位置登録データを更新する。

なお、位置登録状況はPBXの保守コンソールで随時監視できるため、この機能を利用してRTを持った人がおよそどの場所にいるかの状況把握にも使用可能である。

(2) 圏外トーカー・トーンサービス

着信接続時、RTを呼び出す際、当該RTが無線エリア外にいる場合またはRTの障害、電池切れなどで呼び出しが不可能な場合、PBX側ではRTを呼び出す代わりに発呼者にトーカー



トランクを接続し、発呼者へ圏外トーカー(メッセージ内容例：タダイマムセンエリアヲハズレテイマスノデツナガリマセン)を聞かすか、または特殊音を聞かすことができる。

なお、RTが呼び出しできなかった場合には、接続実行時の情報をロギングデータとして蓄積できるため、RTへの接続状況を後で検証することもできる。

当該RTが通話中の場合、またはRCがすべて使用中でRTが呼び出し不能な場合は、発呼者へは話中音を送出する。

(3) RCのグループ化

同一無線エリアに多数のRCが設置された場合、おのこのRCが位置登録動作を行うと、位置登録動作のためにだけ制御チャンネルが占有使用され、発信および着信接続時に制御チャンネルが使用できにくくなる可能性がある。

これを避けるため、同一無線エリア内に多数のRCが設置される場合は、近くに配置されているRCをまとめてRCグループとして扱う。一つのRCグループは最大6個のRCで構成される。

RCグループ内では、グループ内の1台のRCだけが位置登録動作制御可能なようにしてある。該当RCが使用中となった場合、位置登録可能RCはグループ内の別の空RCに変更される。

着信接続時は、グループ内のすべてのRCを選択対象とし、発信接続時は、位置登録中のRCを選択対象としている。

(4) サービス機能

CXシリーズPBXで一般内線が受けられる各種サービスは、RTのユーザーもほぼ同様に受けられる。サービス機能の一覧を表3に示す。

6 端末装置の構成

6.1 RT(無線電話機)

RTの外観を図5に示す。RTは、小電力形コードレスで、通話中は約100 m(見通し距離)まで移動できる。また、RTは構内の任意のRCと接続できる。PBX側のサービス以外にRTでも独自のサービスを行い、短縮ダイヤル(32けた、5対地)、リダイヤル(32けた)、保留などができる。RTのケース色は、事務所での使用に適したベガホワイト系を採用している。

RTの回路構成ブロックを図6に示す。RTはニッカド電池を電源とし、8ビットマイクロプロセッサを中心とする制御部と無線ユニットとで構成している。RCとの信号送・受信には、MSK(Minimum Shift Keying)モデムを使用している。音声系にはコンパンドを使用し、無線系のノイズ除去を図っている。電池の減電圧や圏外情報を検出し、警告音を発する。

RTの端末諸元表を表4に示す。無線区間のチャンネル数は前述のように89チャンネルで、そのうち2チャンネルは制御チャンネルとして使用する。RTとRC間のデータはモデムを使用した周波数変調方式によって送・受信を行う。

6.2 RC(無線基地制御装置)

RCの外観を図7に示す。RCは、RTとPBX間の音声および

表3 サービス機能 RTのユーザーが受けられるサービス機能は、一般内線とほぼ同等である。

| 機 能 ・ 項 目   |                               | PBX内線       | RT          | 備 考            |
|-------------|-------------------------------|-------------|-------------|----------------|
| 発           | 非常用特番接続・緊急時連絡通話               | ○           | ○           | —              |
|             | ホットライン-内線                     | ○           | ○           | —              |
|             | 可変短縮ダイヤル                      | ○           | ○           | —              |
|             | システム短縮ダイヤル                    | ○           | ○           | —              |
|             | リセットコール                       | ○           | ○           | —              |
|             | 内線相互割込み・特定内線話中割込み             | ○           | ○           | —              |
|             | 割込み禁止                         | ○           | ○           | —              |
|             | オンフック内線相互キャンブオン               | ○           | ○           | —              |
|             | オフフック内線相互キャンブオン               | ○           | ○           | —              |
|             | OGキューイング                      | ○           | ○           | —              |
| 信           | ラストナンバーリダイヤル                  | ○           | ○           | —              |
|             | シングルディジット                     | ○           | ○           | —              |
|             | ページング                         | ○           | ○           | —              |
|             | ポケットベル                        | ○           | ○           | —              |
|             | プレリングング                       | ○           | ○           | —              |
|             | 着信音識別                         | ○           | ○           | —              |
|             | 自動転送-可変不在転送<br>不応答転送<br>話中・転送 | ○<br>○<br>○ | ○<br>○<br>○ | —              |
|             | 圏外トーカー・トーンサービス                | —           | ○           | オプション          |
|             | 着信拒否制御                        | ○           | ○           | —              |
|             | グループコールピックアップ                 | ○           | ○           | —              |
| 着           | ダイレクトコールピックアップ                | ○           | ○           | —              |
|             | 自動転送-不在案内                     | ○           | ○           | —              |
|             | メッセージウェイティング                  | ○           | —           | —              |
|             | DPダイヤルフッキング                   | ○           | —           | フッキング<br>ボタン使用 |
|             | コールホールド                       | ○           | ○           | —              |
|             | コールウェイティング                    | ○           | ○           | —              |
|             | コールパーク                        | ○           | ○           | —              |
|             | 簡易転送                          | ○           | ○           | —              |
|             | リコール                          | ○           | ○           | —              |
|             | フルコールバックトランスファ                | ○           | ○           | フッキング<br>ボタン使用 |
| 通           | 不完全転送発呼者戻し                    | ○           | ○           | —              |
|             | アッドオン                         | ○           | ○           | —              |
|             | 通話中PB信号送出                     | ○           | ○           | —              |
|             | 自動位置登録                        | —           | ○           | —              |
|             | 手動位置登録                        | —           | ○           | —              |
|             |                               |             |             |                |
|             |                               |             |             |                |
|             |                               |             |             |                |
|             |                               |             |             |                |
|             |                               |             |             |                |
| そ<br>の<br>他 |                               |             |             |                |
|             |                               |             |             |                |

注：略語説明 OG(アウトゴーイング)  
PB(プッシュボタン)

データの中継基地であり、RIFと2線メタリックケーブルで専用インタフェースによって接続される。RTとは無線でリンクを形成する。RCの回路構成ブロック図を図8に示す。回路構成は、RIF側からの給電によって動作する定電圧回路、音声信号を2線4線変換する通話回路、RIFと信号送・受信するモデム信号送・受信回路、RTと信号送・受信するモデム信号送・受信回路、IDコードを登録する呼出名称記憶回路、制御回路





図5 RT外観 RTは小電力コードレスで、任意のRCと組み合わせて使用できる。

などを持っている。  
RCの主要諸元を先の表4に示す。

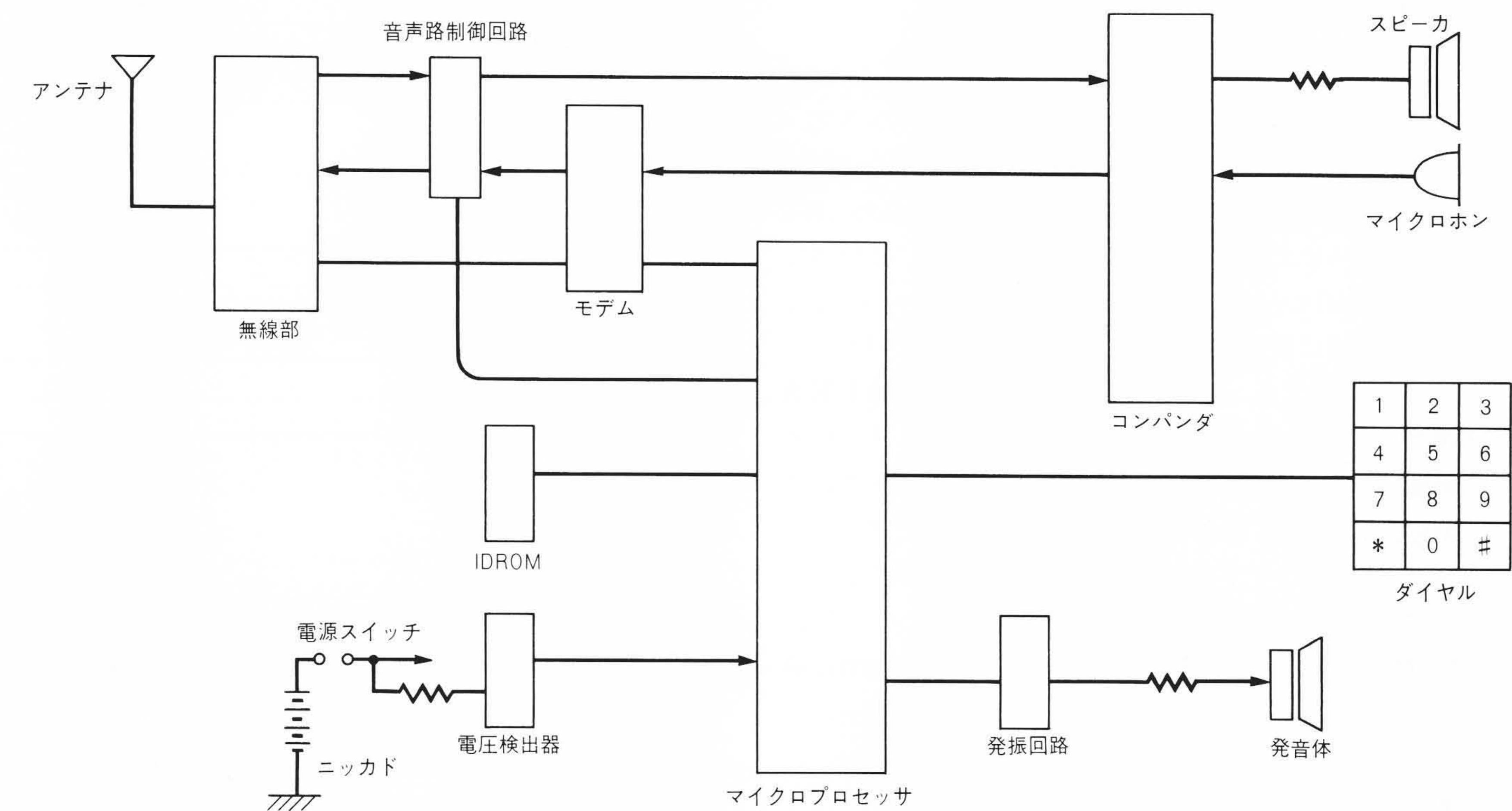
7 電波伝搬評価

7.1 構内での電波伝搬

屋内では電波の伝搬は複雑であり、送信点によって受信点へ直接伝搬する直接波のほかに、反射、回折、透過による電波の伝搬がある。例えば、図9に示すように隣の部屋へは、

表4 端末諸元表 RTとRCの無線区間のチャンネル数は89チャンネルで、周波数変調方式によって送・受信する。

| 項 目             |         | RT                          | RC                          |
|-----------------|---------|-----------------------------|-----------------------------|
| 電波の形式           | 制御チャンネル | F2D                         | F2D                         |
|                 | 通話チャンネル | F3E                         | F3E                         |
| 送 信 周 波 数       |         | 253.8625～254.9625 MHz       | 380.2125～381.3125 MHz       |
| チャンネル数          | 制御チャンネル | 2チャンネル                      | 2チャンネル                      |
|                 | 通話チャンネル | 87チャンネル                     | 87チャンネル                     |
| 通 信 方 式         |         | 複信方式                        | 複信方式                        |
| 無 線 回 線 制 御 方 式 |         | MCA<br>(マルチチャンネルアクセス)<br>方式 | MCA<br>(マルチチャンネルアクセス)<br>方式 |
| 発 信 方 式         |         | 周波数シンセサイザ方式                 | 周波数シンセサイザ方式                 |
| 変 調 方 式         |         | 周波数変調方式                     | 周波数変調方式                     |
| 送 信 出 力         |         | 10 mW以下                     | 10 mW以下                     |
| ア ン テ ナ         |         | 外 部                         | 外 部                         |
| 識別コード           | システムID  | 25ビット                       | 25ビット                       |
|                 | 付加コード   | 20ビット                       | 20ビット                       |
| 制 御 素 子         |         | マイクロプロセッサ                   | マイクロプロセッサ                   |
| 環 境 条 件         | 温 度     | 0～40℃                       | 0～40℃                       |
|                 | 湿 度     | 20～85%                      | 20～85%                      |
| 電 源             |         | 4.8V 600 mAh<br>ニッカド電池      | PBX給電方式<br>48V±5V           |
| 使 用 時 間         | 通 話     | 約4時間                        | —                           |
|                 | 待 機     | 約24時間                       | —                           |
| 充 電 時 間         | 電 源 切   | 約8時間                        | —                           |
|                 | 電 源 入   | 約16時間                       | —                           |
| 寸 法             |         | 幅62×奥行き69×高さ222(mm)         | 幅132×奥行き44×高さ222(mm)        |
| 質 量             |         | 約450 g                      | 約550 g                      |



注：略語説明 IDROM (IDコード記憶用メモリ)

図6 RTブロック図 RTはニッカド電池を電源とし、マイクロプロセッサを中心とする制御部と無線ユニットで構成される。



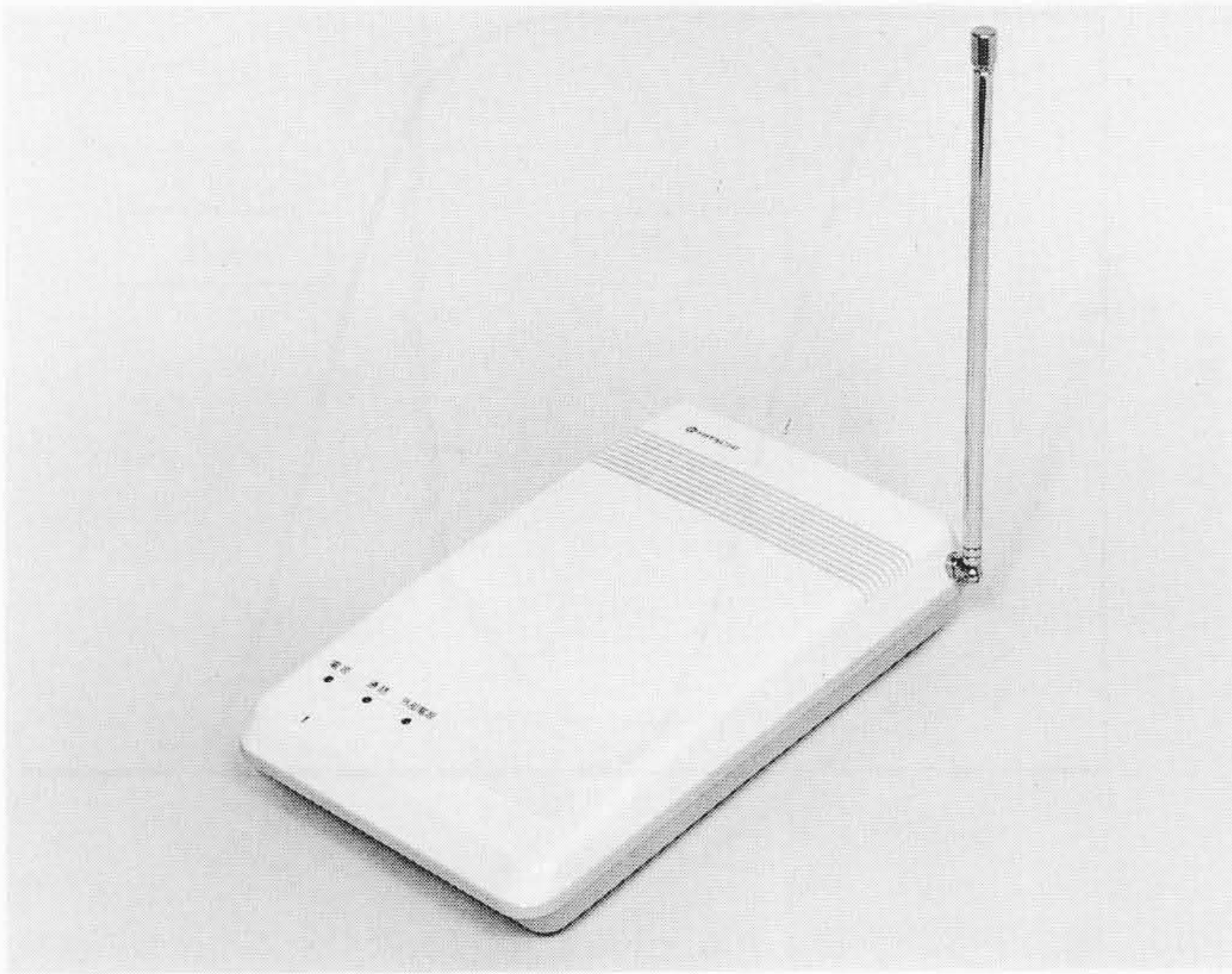


図7 RC外観 RCは1装置、1回路構成で天井、壁面、柱、机上など設置場所を自由に設定できる。

コンクリートの壁を透過していく透過波のほかに、戸から出た電波が廊下を反射してまた戸から入る反射波と、窓から出た電波が回折でまた窓から入る回折波によって伝搬する。実際の伝搬では、これらの現象が複雑に組み合わされたものとなるため、構内での伝搬特性を予想するにはいくつかのモデ

ルを設定して、解析および伝搬試験のデータの積み重ねを今後蓄えていく必要がある。

RCを設置するにあたりデッドゾーン(通話不可能な領域)が存在しないようにRCを配置することが必要であるが、上述のように伝搬特性予測が困難であることから、通話が可能な距離の目安として以下に述べる値を採用している。

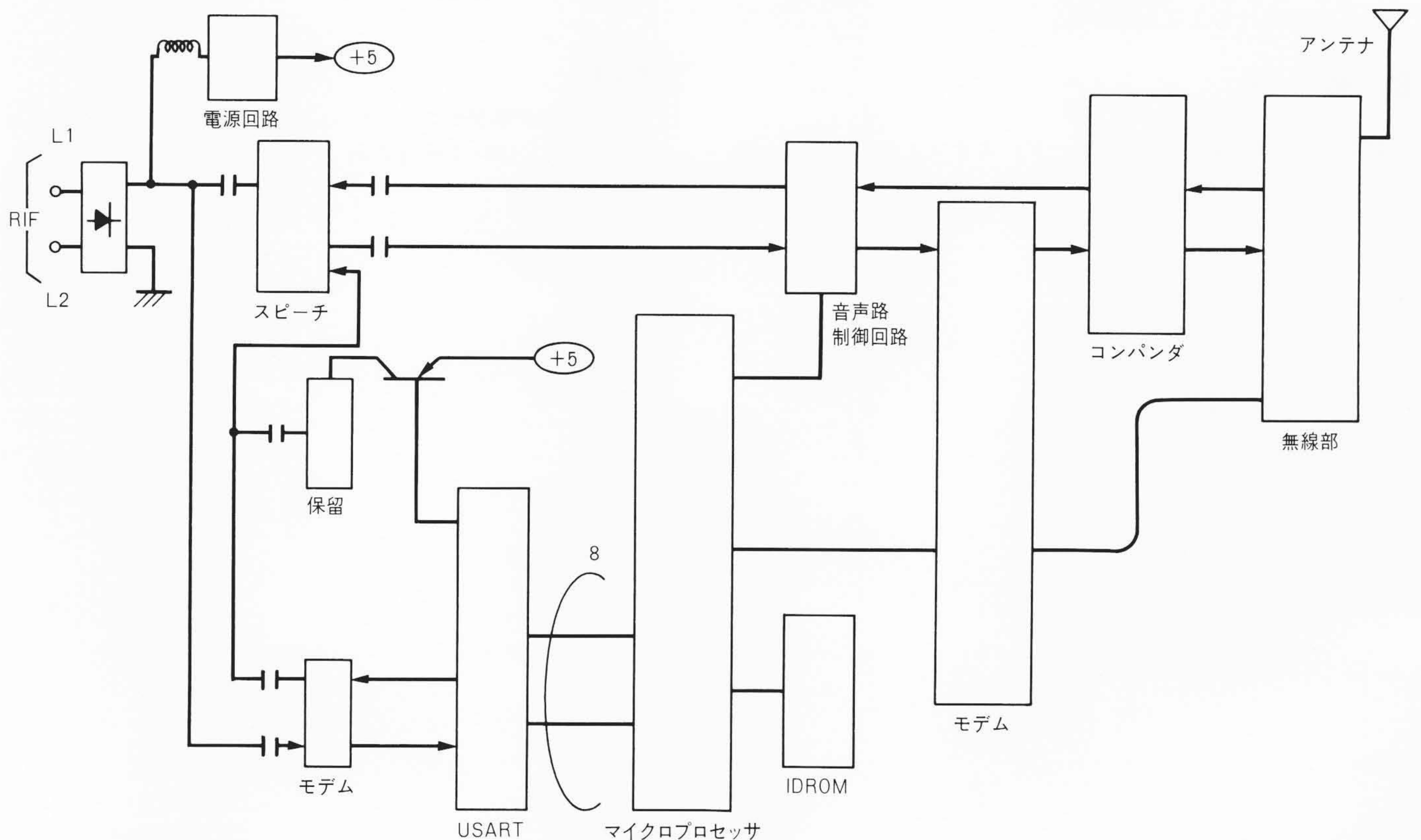
- (1) 屋外で見通しが効く場合は100 m
- (2) 木やセッコウボードなどの電波を通しやすい建築物は40 m
- (3) コンクリートの建築物で見通しがきかない場合は25 m

このほかに、以下の点に注意する必要がある。

- (1) 金属の戸または壁、ロッカーなどの電波を通さないもので仕切られた部屋では、部屋の外部に電波は伝搬しない。
- (2) 屋外では、障害物でRCが見通せない場合は、デッドゾーンとなる可能性がある。実際の設置では、伝搬測定を行いデッドゾーンが発生しないように配置を検討する。

## 7.2 電波干渉問題

RCおよびRTが密集して配置されると、送信された電波が近くのRC、RTの送信回路、受信回路へ影響を与え、電波干渉が発生する。この現象(相互変調)が発生すると、近くのRC、RTでの新たな発呼、着呼および位置登録動作ができなくなる。特に、この現象はRC、RTが密に配置されたり、利用台数が多くなると影響が大きく、密度が高い場合は利用できる台数



注：略語説明 USART (パラレル・シリアルデータ変換デバイス)

図8 RCブロック図 RCはPBX側からの給電によって動作し、RTとPBX間の中継基地として信号の送・受信を行う。



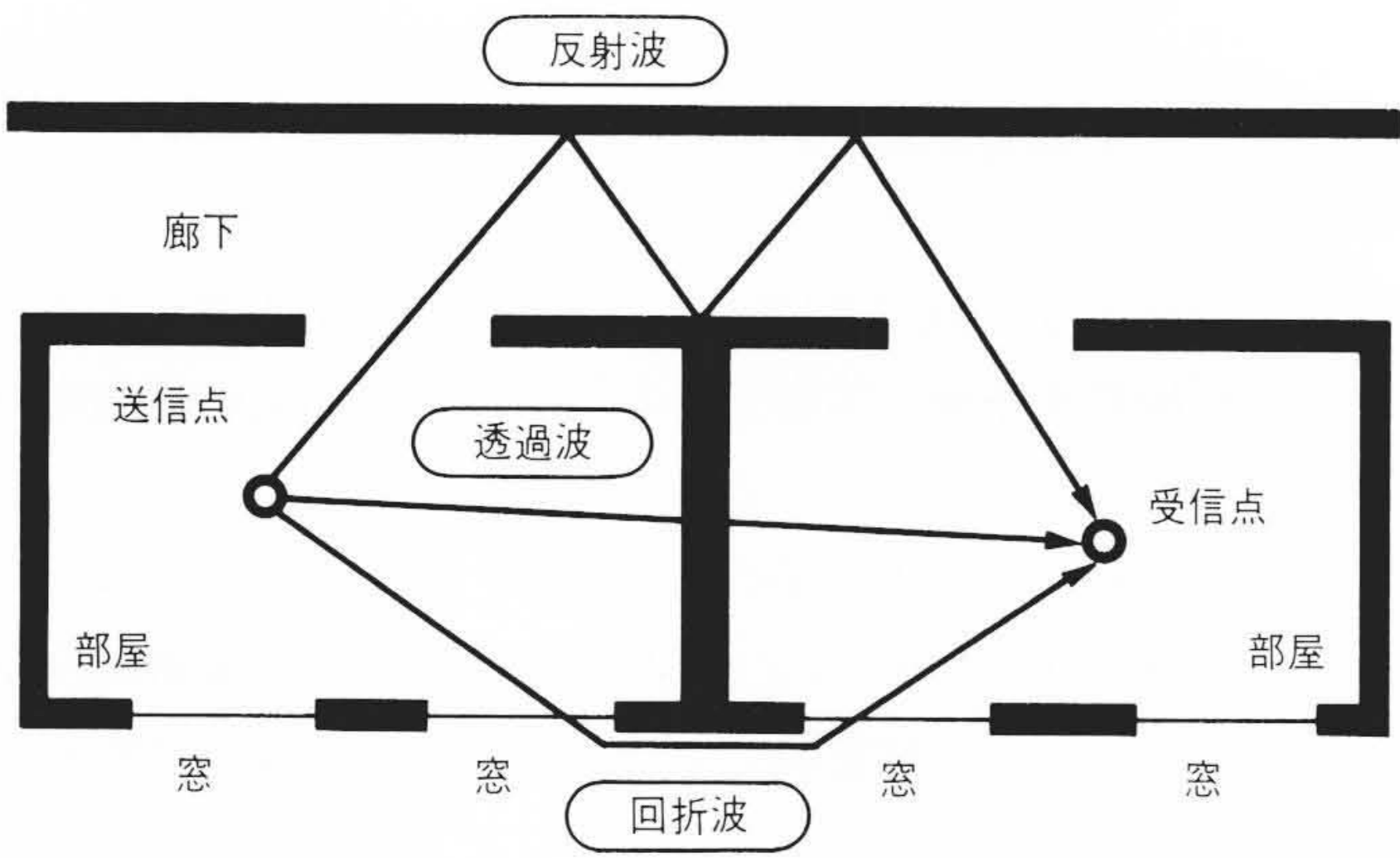


図9 構内での電波伝搬 構内での電波の伝搬は、直接波、反射波、回折波および透過波の複雑な組み合わせとなる。

が少なくなる。このため、オフィスなどの密に配置される環境では大きな問題となる。

これを解決するために、このシステムでは電波干渉が起きにくい無線周波数の組み合わせを記憶回路に持ち、この中から利用する周波数を選択する方式をとっている。また、密に配置される可能性の高いRCの送信回路には、電波干渉の発生を抑えるアイソレータを採用している。1辺5mの部屋でRCとRTを配置した場合の、同時に通話している台数と新たに通話を開始しようとするときの成功率を図10に示す。これにより、上記の手法によって密集設置で同時に利用できる台数が大きく改善されることがわかる。

8 結 言

CXシリーズPBXに「日立コードレスオフィスシステム」機

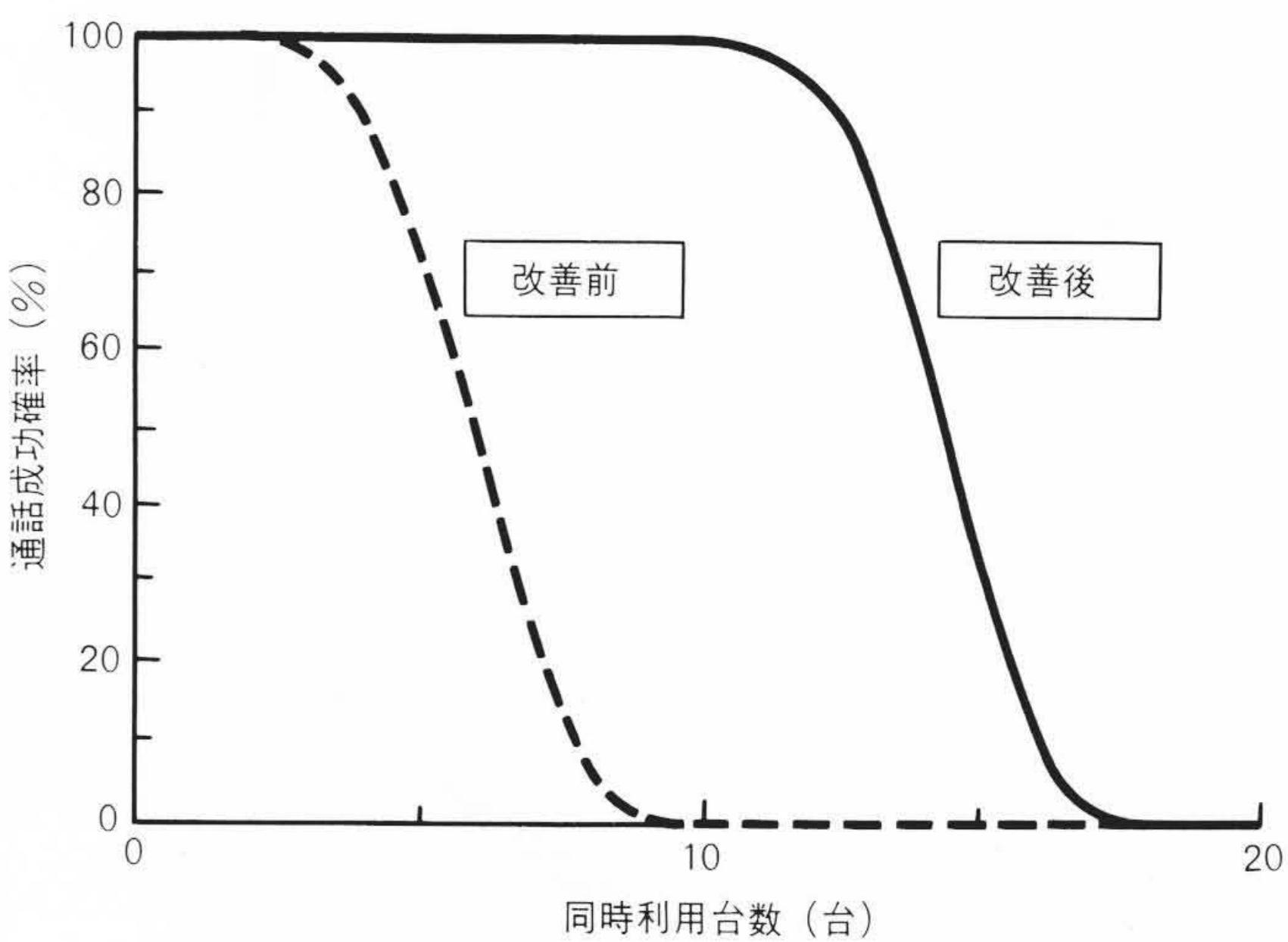


図10 電波干渉の改善 電波干渉を起こしにくい無線周波数の選択、およびRCにアイソレータを挿入することによって、電波干渉の改善を図っている。

能を取り込むことにより、有線と無線を統合する形でネットワークを構成することが可能となり、CXシリーズPBXの適用範囲の拡大が図れた。

また、コードレスオフィスシステム機能をCXシリーズPBXに内蔵したことで、RTの利用者は無線電話機特有の利点を享受できると同時に、PBXの持っている各種サービスも一般内線と同等に利用可能である。今後さらに使いやすいシステムとしていくために、機能の向上を図っていく考えである。

参考文献

1) 既設PBXが事務所コードレスに変身、テレコミュニケーション、7, 3, 108~109(平2-3)